

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 1

Περίληψη

1. ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

- 1.1 Σύσταση και Ιδιότητες 5
- 1.2 Εξαγωγή και Μεταφορά 6
- 1.3 Χρήσεις 7
- 1.4 Πολιτικές και Οικονομικές Προεκτάσεις 10

2.0 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ 10

- 2.1 Σύστημα Ηλεκτροπαραγωγής Κύπρου 12

3.0 ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΙΓΜΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ 18

- 3.1 Γενικά Χαρακτηριστικά Αιολικών Συστημάτων 19
- 3.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Χρήσης Α/Γ 20
- 3.3 Αιολική Παράγωγή στην Κύπρο 22
- 3.4 Γενικά Χαρακτηριστικά Ηλιακών Συστημάτων 25
- 3.5 Παράγωγή από Ηλιακή Ενέργεια Στην Κύπρο 30

4.0 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ 31

4.1 Αέριες Εκπομπές από την Ηλεκτροπαραγωγή 32

4.2 Εκπομπές Ατμοσφαιρικών Ρύπων Από Τους Ηλεκτροπαραγωγικούς Σταθμούς Της Κύπρου 38

4.3 Διείδυση Των ΑΠΕ Στην Ηλεκτροπαραγωγή Της Κύπρου Και Εκπομπές 41

4.3 Συμπεράσματα 44

5.0 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ 40

5.1 Καύσιμο Πετρέλαιο 45

5.2 Καύσιμο Φυσικό Αέριο 52

5.3 Σύγκριση Κόστους Ηλεκτροπαραγωγής Των Σταθμών Της Κύπρου Για Καύσιμο Πετρέλαιο Και Φυσικό Αέριο 64

6.0 ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 66

7.0 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

72

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνει τις σπουδές μου στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Κλείνει έναν κύκλο γεμάτο γνώση και εμπειρία για την πιο απαιτητική συνέχεια που ακολουθεί, αυτή του διπλωματούχου μηχανολόγου μηχανικού.

Κατ' αρχάς, θα ήθελα να γίνει ειδική μνεία στον καθηγητή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, κ. Εμμανουήλ Κακαρά, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το τόσο σημαντικό και ενδιαφέρον θέμα.

Εν συνεχεία θέλω να αναφερθώ στην καθοριστική μέριμνα και επίβλεψη, την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του επίκουρου καθηγητή κ. Σωτηρίου Καρέλλα για την εκπόνηση και ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Επίσης, τον διδάκτορα κύριο Δουκέλη Άγγελο για τις πληροφορίες και παρατηρήσεις που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Επίσης, τον διδάκτορα κύριο Πουλλικκα Ανδρέα γιατί η δουλειά του ήταν και είναι πηγή έμπνευσης για την παρούσα διπλωματική.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω πολύ τους δικούς μου ανθρώπους, και ιδιαίτερα την μητέρα μου για την υπομονή και ανοχή που επέδειξαν καθώς και την πολύτιμη συμπαράστασή τους καθ' όλη τη διάρκεια της φοιτητικής μου πορείας.

Αθήνα, Ιούλιος 2012

Δρακός Παναγιώτης Κυριακός

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ενέργεια είναι ο μοχλός ανάπτυξης της οικονομίας και της κοινωνίας σε όλες τις χώρες του κόσμου. Η ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να χαρακτηρίζεται από οικονομικότητα, μεγάλη ασφάλεια, υψηλή ποιότητα και ήπια συμπεριφορά στο περιβάλλον κατά την παραγωγή και την κατανάλωσή της. Η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας λόγω της αύξησης του πληθυσμού, η ταυτόχρονη μείωση των πετρελαϊκών αποθεμάτων και τέλος η ολοένα μεγαλύτερη ανάγκη μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, έχουν καταστήσει αναγκαία τη βελτίωση των τεχνολογιών για παραγωγή «καθαρής» ηλεκτρικής ενέργειας. Πάνω σε αυτές τις ανάγκες που διαμορφώνονται, η εξόρυξη και χρήση φυσικού αερίου είναι μια αρκετά αξιόπιστη λύση, και ειδικότερα για την Κύπρο, χώρα πλούσια σε κοιτάσματα υδρογονανθράκων, όπου το φυσικό αέριο δύναται να την καταστήσει αυτόνομη ενεργειακά. Αναλυτικότερα, ως προς τη διάρθρωση της εργασίας, στο κεφάλαιο 1 γίνεται μια γενική αναφορά για την παραγωγή, χρήση του φυσικού αερίου καθώς και τις γεωπολιτικές προεκτάσεις που προκύπτουν από την διακίνησή του. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της ενεργειακής κατάστασης της Κύπρου όπου περιγράφονται αναλυτικά οι υφιστάμενοι σταθμοί ηλεκτρικής ενέργειας. Στο κεφάλαιο 3 περιγράφονται η συνεισφορά στο ενεργειακό μείγμα της χώρας από αιολική και ηλιακή ενέργεια, καθώς και τα πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και τα μελλοντικά υπό κατασκευή έργα. Στη συνέχεια, στο κεφάλαιο 4 ακολουθεί η περιγραφή των εκπομπών αερίων ρύπων κατά είδος καυσίμου, περιγράφεται η μεθοδολογία υπολογισμού των ατμοσφαιρικών εκπομπών από τους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς της Κύπρου και παρατίθενται τα αποτελέσματα των υπολογισμών εκπομπών για σενάρια διείσδυσης ΑΠΕ στο σύστημα της Κύπρου. Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται μια καταρχήν οικονομική ανάλυση των τριών σταθμών που λειτουργούν αυτή την στιγμή στην Κύπρο με παράμετρο το είδος του καυσίμου (πετρέλαιο που χρησιμοποιείται σήμερα ή φυσικό αέριο που θα εφαρμοσθεί στο μέλλον), και εξετάζεται η επίδραση της ποιότητας της καυσίμου στις αέριες εκπομπές των σταθμών. Τέλος στο κεφάλαιο 6 γίνεται σύνοψη των συμπερασμάτων της διπλωματικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

1.1 ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

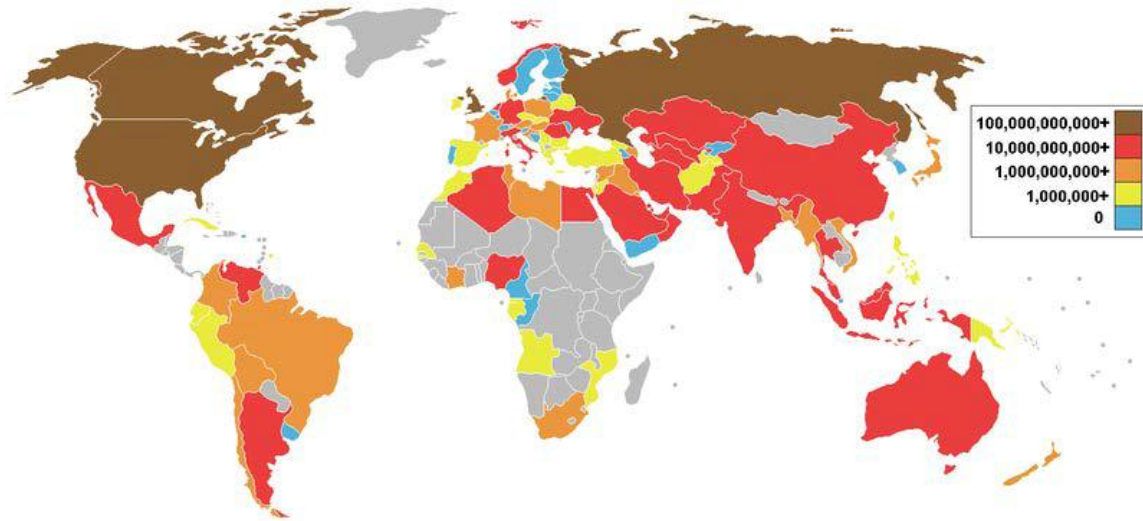
Το φυσικό αέριο είναι ένα αέριο μίγμα υδρογονανθράκων. Βασικό συστατικό του ΦΑ είναι το μεθάνιο, συνυπάρχουν όμως σε αυτό και σημαντικές ποσότητες αιθανίου, προπανίου και βουτανίου καθώς και διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, ήλιο και υδρόθειο. Εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες και εξαιτίας των ιδιοτήτων του θεωρείται οικολογικό καύσιμο. Το ΦΑ που είναι απαλλαγμένο από υδρογονάνθρακες πέραν του μεθανίου, συχνά αποκαλείται και ξηρό φυσικό αέριο. Αντίστοιχα, το φυσικό αέριο που συμπεριλαμβάνει και άλλους υδρογονάνθρακες εκτός από το μεθάνιο, αποκαλείται και υγρό φυσικό αέριο. Αποτελεί την καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας μετά τις ανανεώσιμες μορφές. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου περιορίζοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση (4),(5).

Πίνακας 1: Χημική σύσταση του Φυσικού Αερίου (6)	
Συστατικά	% κατά όγκο σύσταση
Μεθάνιο (CH ₄)	70-90
Αιθάνιο (C ₂ H ₆)	5-15
Προπάνιο (C ₃ H ₈) και Βουτάνιο (C ₄ H ₁₀)	<5
CO ₂ , N ₂ , H ₂ S, κτλ.	Μικρότερες ποσότητες

Στην εικόνα 1 απεικονίζεται ο παγκόσμιος χάρτης παραγωγής φυσικού αερίου.

Το φυσικό αέριο είναι άχρωμο και άοσμο. Η χαρακτηριστική του οσμή δίνεται τεχνητά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε τυχόν διαρροές. Ανήκει στη δεύτερη οικογένεια των αέριων καυσίμων και είναι ελαφρύτερο από τον αέρα, με ειδικό βάρος 0.59, το οποίο αποτελεί και μεγάλο πλεονέκτημα του έναντι του υγραερίου LPG. Η κατώτερη θερμογόνο ικανότητά του κυμαίνεται από 30 έως 40 MJ/Nm³. Η καύση του φυσικού αερίου, σε σχέση με αυτή άλλων καυσίμων όπως ο γαιάνθρακας ή το λάδι, έχει λιγότερο

επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον, παράγοντας μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας.



Εικόνα 1: Παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου σε $m^3/έτος$ (17)

1.2 ΕΞΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Στην σύγχρονη χημική βιομηχανία το φυσικό αέριο θεωρείται καύσιμο και πρώτη ύλη. Εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες στις οποίες βρίσκεται υπό υψηλή πίεση. Σε αυτές τις κοιλότητες το φυσικό αέριο σχηματίστηκε με τρόπο παρόμοιο με τον τρόπο σχηματισμού του πετρελαίου. Μετά την εξαγωγή του δεν χρειάζεται καμία επεξεργασία. Τα κοιτάσματα φυσικού αερίου βρίσκονται μακριά από τις κύριες περιοχές καταναλώσεως συνεπώς και κρίνεται αναγκαία η μεταφορά του.

Η μεταφορά του φυσικού αερίου εξαρτάται καθολικά από την κατάσταση του δηλαδή εάν είναι σε κατάσταση αερίου με αγωγούς υπό υψηλή πίεση ενώ σε υγρή κατάσταση η μεταφορά του γίνεται με πλοία. Οι μεγάλοι αγωγοί υψηλής πίεσης καθιστούν δυνατή τη μεταφορά του αερίου σε απόσταση χιλιάδων χιλιομέτρων (5).

Παραδείγματα τέτοιων αγωγών είναι οι αγωγοί της Βόρειας Αμερικής, που εκτείνονται από το Τέξας και τη Λουιζιάνα μέχρι τη βορειοανατολική ακτή και από την Αλμπέρτα ως τον Ατλαντικό. Αγωγοί επίσης εκτείνονται από τη Σιβηρία μέχρι την Κεντρική και Δυτική Ευρώπη. Οι έρευνες για πετρέλαιο έχουν αποκαλύψει την ύπαρξη μεγάλων κοιτασμάτων αερίου στην Αφρική, Μέση Ανατολή, Αλάσκα και αλλού. Η μεταφορά από τέτοιες περιοχές γίνεται με πλοία. Το αέριο υγροποιείται στους -160 βαθμούς Κελσίου και μεταφέρεται, όπως το πετρέλαιο, με δεξαμενόπλοια ειδικά κατασκευασμένα για τον

σκοπό αυτό. Ένα κυβικό μέτρο υγρού φυσικού αερίου αντιστοιχεί σε 600 κυβικά μέτρα αερίου σε ατμοσφαιρική πίεση. Οι κύριοι προμηθευτές φυσικού αερίου για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η Ρωσία, η Νορβηγία και η Αλγερία.



Εικόνα 2: Μεταφορά φυσικού αερίου (11)

1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ

Το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται με αρκετούς τρόπους:

- **Βασική πηγή παράγωγης ηλεκτρικής ενέργειας:** Ιδιαίτερα μετά την απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς, η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού καθώς και οι σταθμοί συνδυασμένου κύκλου φυσικού αερίου αποκτούν ιδιαίτερα επίκαιρο χαρακτήρα.

- **Ως καύσιμο οχημάτων:** Το διογκούμενο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των πόλεων επιβάλλει τον προσανατολισμό σε καύσιμα αποδοτικά αλλά και φιλικά προς το περιβάλλον. Τα πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου, τόσο τα περιβαλλοντικά όσο και τα οικονομικά, αναγνωρίζονται σε παγκόσμια κλίμακα. Τα αυτοκίνητα που παγκοσμίως κινούνται με φυσικό αέριο, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, φτάνουν τα 11,5 εκατομμύρια, ενώ στην Ευρώπη κυκλοφορούν πάνω από 1,5 εκατομμύρια οχήματα.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση συνιστά στις κυβερνήσεις την θέσπιση κινήτρων για την υιοθέτηση του φυσικού αερίου στην αυτοκίνηση, με στόχο τον περιορισμό της εξάρτησης από το πετρέλαιο και την προστασία του περιβάλλοντος (5).

- **Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού-Θερμότητας:** Τα συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας (ΣΗΘ) παράγουν ταυτόχρονα αξιοποιήσιμη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια μέσω ενός ενιαίου συστήματος. Βασικό πλεονέκτημα και κίνητρο

εφαρμογής της αποτελεί η αυξημένη απόδοση του συστήματος, έναντι της χωριστής λειτουργίας συμβατικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και θερμικής ενέργειας. Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θερμική χρήση όσο και για ψύξη ή κλιματισμό.

Έχει αποδειχθεί ότι με την αξιοποίηση των συστημάτων ΣΗΘ επιτυγχάνεται συνολική απόδοση καυσίμου έως και 90% (έναντι 30-45% που είναι ο βαθμός απόδοσης των ηλεκτρικών συμβατικών συστημάτων), εξοικονομώντας ενέργεια κατά 15-40%, σε σχέση με την παραγόμενη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια από ανεξάρτητα συστήματα. Η εξοικονόμηση αυτή προκύπτει από την ανάκτηση και αξιοποίηση της θερμότητας, που διαφορετικά θα απορριπτόταν στο περιβάλλον.

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση των τεχνολογιών Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας είναι συνοπτικά τα εξής:

- Εξοικονόμηση καυσίμου
- Ενεργειακή αυτονομία
- Υψηλότερος βαθμός απόδοσης σε σχέση με συμβατικές τεχνολογίες χωριστής ηλεκτροπαραγωγής και παραγωγής θερμότητας
- Ευελιξία, ελαχιστοποίηση απωλειών, προσαρμοστικότητα σε τοπικές ενεργειακές ανάγκες, συμβολή στο ενεργειακό δυναμικό και στην ασφάλεια εφοδιασμού
- Μείωση εκπεμπόμενων ρύπων προς το περιβάλλον

Τα Συστήματα Συμπαραγωγής διακρίνονται κυρίως σε:

- Συστήματα με αεριοστρόβιλο
- Συστήματα με ατμοστρόβιλο
- Συστήματα με Μηχανές Εσωτερικής Καύσης
- Συστήματα με κυψέλες καυσίμου

- **Οικιακή χρήση (μαγειρική, θέρμανση κ.α.):** Το φυσικό αέριο στο σπίτι παρέχει ευκολία, αυτονομία, ασφάλεια και οικονομία. Με τη μόνιμη και σταθερή παροχή φυσικού αερίου, κάθε νοικοκυριό μπορεί να εξασφαλίσει:

- θέρμανση, χωρίς εξαρτήσεις και με σταθερή παροχή
- μαγείρεμα και ζεστό νερό χωρίς χρόνους αναμονής και με άμεση ρύθμιση της θερμοκρασίας.

Βασικά χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου στον οικιακό τομέα:

- Αυτονομία, αμεσότητα και ταχύτητα
- Σταθερή και μόνιμη παροχή, χωρίς εξαρτήσεις
- Ασφάλεια στη χρήση, χωρίς οσμές, θορύβους και ρύπους

- Εύκολη και απλή εγκατάσταση εξοπλισμού με καθαριότητα και οικονομία χώρων
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των συσκευών και του εξοπλισμού, με υψηλότερη απόδοση και μικρότερο κόστος συντήρησης, χωρίς πρόσθετες δαπάνες για την ομαλή λειτουργία του (δεξαμενές, αντλίες, προθερμαντήρες, κλπ)
- Οικονομία σε πολλά επίπεδα λαμβανομένου υπ' όψιν ότι η κατανάλωση αερίου δεν προπληρώνεται όπως στην περίπτωση προμήθειας και καύσεως πετρελαίου για λειτουργία συστήματος κεντρικής θέρμανσης (5)

-Βιομηχανία-Παράγωγη προϊόντων όπως (γυαλί, υφάσματα, ατσάλι, πλαστικά): Το φυσικό αέριο είναι η φυσική ενεργειακή επιλογή για βιομηχανίες με άμεσες και έμμεσες θερμικές ανάγκες, βελτιώνοντας την ανταγωνιστική θέση των μονάδων. Αν επιχειρήσουμε να δώσουμε με απλά λόγια την εικόνα του φυσικού αερίου, θα λέγαμε ότι είναι ένα εύρηστο, αποδοτικό, καθαρό και οικονομικό καύσιμο. Αν δε σε όλα αυτά προσθέσουμε και την διαθεσιμότητα του, τις εξελιγμένες τεχνολογίες και την αξιοπιστία στην παροχή του, τότε η επιλογή του από τον βιομηχανικό τομέα καθίσταται προφανής.

Βασικά χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου που ευνοούν τη χρήση του στη βιομηχανία στον βιομηχανικό τομέα είναι (5):

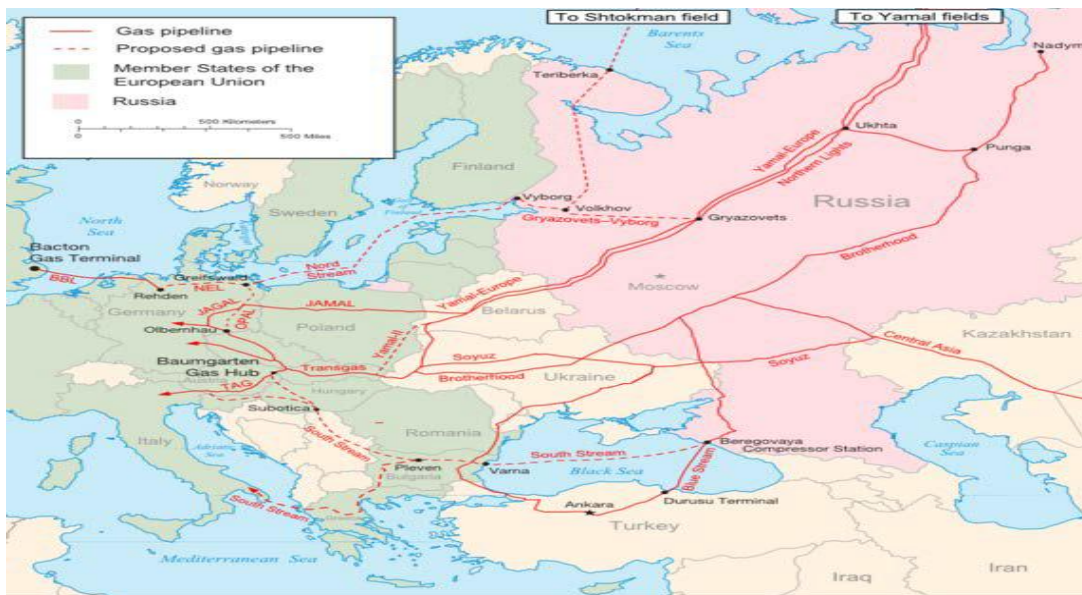
- Συνεχής παροχή καυσίμου που εξασφαλίζει απρόσκοπτη λειτουργία και αποδεσμεύει κεφάλαια για διατήρηση αποθεμάτων και αποθηκευτικών χώρων
- Μειωμένες εκπομπές ρύπων, που συμβάλλουν αποφασιστικά στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος και στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Μειωμένο λειτουργικό κόστος διαχείρισης καυσίμου και συντήρησης
- Αυξημένη ενεργειακή απόδοση και οικονομία
- Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων
- Ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου
- Αποκέντρωση θερμικών χρήσεων



Εικόνα 3: Το φυσικό αέριο στην βιομηχανία(25)

1.4 ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ

Η διανομή του φυσικού αερίου έχει δημιουργήσει νέες γεωπολιτικές και γεωστρατηγικές σχέσεις. Το μονοπώλιο παραγωγής αλλά και τα προβλήματα διασύνδεσης και διανομής, κυρίως λόγω αντικρουόμενων συμφερόντων μεταξύ γειτονικών χωρών, καθιστούν πολύ εύθραυστη τη διαρκή απαιτούμενη τροφοδοσία του φυσικού αερίου στην Ευρώπη. Το πλέον πρόσφατο γεγονός που επιβεβαιώνει αυτή την ευαισθησία είναι η τελευταία κρίση στις σχέσεις Ρωσίας - Ουκρανίας που είχε ως αποτέλεσμα την ολοσχερή διακοπή της τροφοδοσίας.



Εικόνα 4: Διασύνδεση Φ.Α. από τη Ρωσία στην Ευρώπη(16)

Πέραν της ευαισθησίας αυτής που αναφέρθηκε, ένα άλλο γεγονός καίριο για την εμπορία και χρήση του φυσικού αερίου είναι η μεταβολή της τιμής του. Οι τιμές του φυσικού αερίου έχουν γενικά ακολουθήσει την άνοδο τιμών του πετρελαίου από το 2003. Ακόμα και στις ανταγωνιστικές αγορές, οι τιμές πετρελαίου επηρεάζουν τις τιμές του φυσικού αερίου, λόγω του ανταγωνισμού μεταξύ των προϊόντων. Οι αγορές φυσικού αερίου παραμένουν πάντως σε ένα βαθμό σε τοπικό επίπεδο. Εν τούτοις, κατά μέσο όρο κατά το πέρασμα των ετών, οι τοπικές τιμές συνήθως μεταβάλλονται σε γενικές γραμμές παράλληλα μεταξύ τους λόγω της σχέσης με τις τιμές του πετρελαίου. Για τα ελληνικά δεδομένα και δη για αυτά της Αττικής, η τιμή του φυσικού αερίου διαμορφώνεται σε μηνιαία βάση σε συνάρτηση με τις τιμές των ανταγωνιστικών καυσίμων. Ενδεικτικά η τιμή του φυσικού αερίου για χρήση θέρμανσης υπολογίζεται κάθε μήνα σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης ως εξής :

i) Λαμβάνεται η μέση τιμή του πετρελαίου θέρμανσης (€/lt) του προηγούμενου μήνα (με φόρους και ΦΠΑ), βάσει τιμοληψίας που πραγματοποιείται σε μεγάλο αριθμό πρατηρίων καυσίμων, σε εβδομαδιαία βάση.

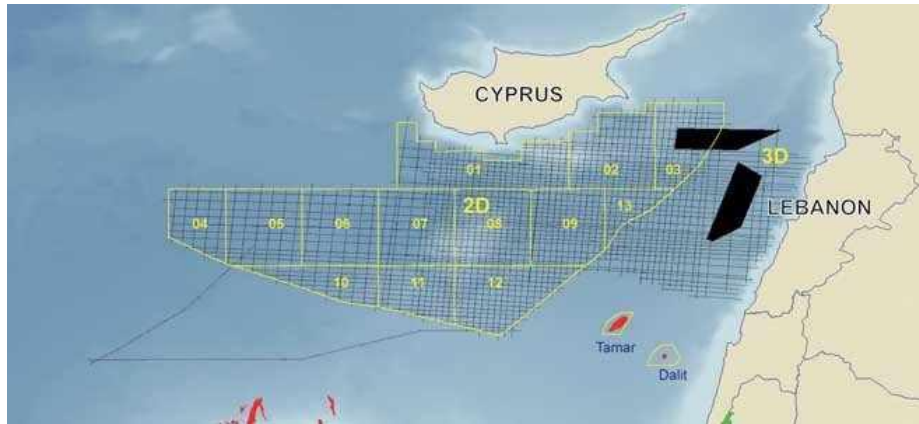
ii) Στην ανωτέρω τιμή του πετρελαίου θέρμανσης εφαρμόζεται καθορισμένη έκπτωση 20%, έτσι ώστε η τελική τιμή χρέωσης του φυσικού αερίου να είναι πάντα 20% πιο οικονομική από την τελική τιμή του πετρελαίου θέρμανσης ανά μήνα (βάσει του ενεργειακού ισοδύναμου του πετρελαίου θέρμανσης).

Έτσι, με την άνοδο των τιμών του πετρελαίου επέρχεται και η άνοδος των τιμών του φυσικού αερίου. Αυτό καθιστά το κόστος εισαγωγής του Φυσικού Αερίου σημαντικό μέρος των εξόδων του προϋπολογισμού μιας χώρας. Πόσο δε μάλλον όταν αυτό συνδέεται με το μονοπωλιακό καθεστώς της παραγωγής του φυσικού αερίου (15).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Στην Κύπρο η ενέργεια αποτελεί έναν από τους πλέον σημαντικούς τομείς της οικονομίας. Ο τομέας της ενέργειας χαρακτηρίζεται από εισαγόμενες πηγές ενέργειας με βάση την έντονη κυριαρχία του πετρελαίου στο ενεργειακό ισοζύγιο, την ραγδαία αύξηση της ενεργειακής ζήτησης, τις δυσκολίες διασύνδεσης με τα ευρωπαϊκά δίκτυα λόγω της γεωγραφικής της θέσης, καθώς επίσης και το σχετικά χαμηλό βαθμό διείσδυσης και αξιοποίησης των ΑΠΕ. Έτσι τα τελευταία χρόνια, το κυπριακό ενεργειακό σύστημα παρουσιάζει έντονη δυναμικότητα καθώς διανύει μια περίοδο σημαντικών αλλαγών, με την απελευθέρωση των αγορών ενέργειας (ηλεκτρισμού) όπως αυτή επιβάλλεται από τις ισχύουσες Οδηγίες, την απόφαση για εισαγωγή και διείσδυση του Φυσικού Αερίου στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, την προώθηση των ΑΠΕ και σύγχρονων συστημάτων συμπαραγωγής, και της εξοικονόμησης ενέργειας, αλλαγές οι οποίες επιβάλλουν διαρθρωτικές παρεμβάσεις για την αντιμετώπιση των νέων προκλήσεων στην ενέργεια. Η Κυβέρνηση της Κύπρου, αναγνωρίζοντας τη θετική συμβολή που θα έχει η εισαγωγή και χρήση του Φυσικού Αερίου στην οικονομία και στο περιβάλλον της Κύπρου ανέθεσε, μετά από σχετική απόφαση του Υπουργικού Συμβουλίου (Αρ.20/2001), σε εξ' Υπουργών Επιτροπή να διατυπώσει όρους εντολής για την ετοιμασία μελέτης από εμπειρογνώμονες αναφορικά με τη μεταφορά και χρήση Φυσικού Αερίου στην Κύπρο. Η μελέτη της επιτροπής για το φυσικό αέριο που έγινε κατέδειξε ότι ο πλέον οικονομικός και εξασφαλισμένος τρόπος προμήθειας και μεταφοράς Φυσικού Αερίου στην Κύπρο είναι σε υγροποιημένη μορφή. Η μελέτη κατάδειξε επίσης ότι η χρήση του Φυσικού Αερίου στην Κύπρο περιορίζεται, στο παρόν τουλάχιστο στάδιο, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενόψει της έλλειψης άλλων μεγάλων καταναλωτών. Φυσικό αέριο εντοπίστηκε σύμφωνα με τις έρευνες στο οικόπεδο 12, ονομαζόμενο και ως Αφροδίτη. Το οικόπεδο 12 βρίσκεται στα ανοικτά της βόρειας Κύπρου και στην θαλάσσια αποκλειστική ζώνη (ΑΟΖ) της χώρας. Βρίσκεται 34 χιλιόμετρα δυτικά του κοιτάσματος φυσικού αερίου Λεβιάθαν (του μεγαλύτερου κοιτάσματος φυσικού αερίου που ανακαλύφθηκε την τελευταία δεκαετία) του Ισραήλ. Το οικόπεδο, σύμφωνα με έρευνες της αμερικανικής εταιρίας Noble, περιέχει τεράστια κοιτάσματα φυσικού αερίου. Η Noble τελικά ξεκίνησε τις γεωτρήσεις στο Οικόπεδο 12 τη Δευτέρα 19 Σεπτεμβρίου 2011, πολύ πριν την 1^η Οκτωβρίου που είχε ανακοινώσει αρχικά, και επισήμανε πως θα απαιτηθούν 90 έως 120 μέρες για την εξόρυξη. Σύμφωνα με την εξεταστική επιτροπή της Κύπρου για το φυσικό αέριο και με την πιο απαισιόδοξη πρόβλεψη, τα αποθέματα του φυσικού αερίου θα καλύπτουν τις ανάγκες της Κύπρου για τα επόμενα 90 χρόνια από μία μόνο γεώτρηση σε ένα οικόπεδο. Οι προσδοκίες και οι

πιθανότητες είναι μεγάλες και μπορεί να αλλάξουν ριζικά το μέλλον και την προοπτική αυτού του τόπου μαζί και του κυπριακού λαού(1).



Εικόνα 5: ΑΟΖ Κύπρου(3)

2.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

Για πολλές δεκαετίες η ΑΗΚ (Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου) κατέχει το μονοπώλιο στην παραγωγή ενέργειας, όμως αυτό άλλαξε μετά την απελευθέρωση της αγοράς του ηλεκτρικού ρεύματος το 2004. Παρόλα αυτά, η ΑΗΚ εξακολουθεί να είναι το μονοπώλιο ηλεκτρισμού στο νησί της Κύπρου και διαχειρίζεται 3 θερμικούς σταθμούς ενέργειας με συνολική παράγωγη 1118 MWe. Αναλυτικά, οι 3 θερμικοί σταθμοί είναι η Δεκέλεια, η Μονή και ο Βασιλικός.

Σταθμός Δεκέλειας: Ο Σταθμός αυτός βρίσκεται στη Νοτιοανατολική ακτή της Κύπρου. Ο Σταθμός Δεκέλειας αποτελείται από έξι (6) συμβατικές μονάδες των 60 MW η κάθε μία με χρησιμοποιούμενο καύσιμο το μαζούτ. Η πρώτη μονάδα λειτούργησε το 1982, η δε τελευταία το 1993.



Εικόνα 6: Ηλεκτροπαραγωγικός σταθμός Δεκέλειας(3)

Ο Ηλεκτροπαραγωγικός Σταθμός Δεκέλειας παρήγαγε κατά το 2006 το 40.29% (1,860,781 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παρήχθη από τους Σταθμούς

της Αρχής, ενώ κατά την ίδια περίοδο, εξήγαγε το 40.53% (1,768,290 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που εξήχθη από τους Ηλεκτροπαραγωγικούς Σταθμούς της Αρχής (3). Ο θερμικός βαθμός απόδοσης του Σταθμού για μονάδες παραγωγής ανήλθε στο 31.26% και ο αντίστοιχος βαθμός απόδοσης για μονάδες εξαγωγής ανήλθε στο 29.70%.

Σταθμός Μονής: Ο Σταθμός αυτός αποτελείται από (6) συμβατικές μονάδες των 30 MW η κάθε μία με χρησιμοποιούμενο καύσιμο το μαζούτ και από τέσσερις (4) αεριοστρόβιλους των 37.5 MW με χρησιμοποιούμενο καύσιμο το ντίζελ. Οι δύο πρώτες μονάδες ατμού λειτούργησαν το 1966 και η τελευταία το 1976. Οι δύο αεριοστρόβιλοι προστέθηκαν στο σύστημα το 1992 και οι άλλοι δύο το 1995, και χρησιμοποιούνται κυρίως για αντιμετώπιση φορτίων αιχμής και για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.



Εικόνα 7: Ηλεκτροπαραγωγικός σταθμός Μονής(3)

Ο Ηλεκτροπαραγωγικός Σταθμός Μονής παρήγαγε κατά το 2006 το 10.05% (463,888 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παρήχθη από τους Ηλεκτροπαραγωγικούς Σταθμούς της Αρχής, ενώ κατά την ίδια περίοδο, εξήγαγε το 9.95% (434,180 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που εξήχθη από τους Ηλεκτροπαραγωγικούς Σταθμούς της Αρχής.

Ο θερμικός βαθμός απόδοσης των Ατμοστροβίλων για μονάδες παραγωγής ανήλθε στο 25.04% και ο αντίστοιχος θερμικός βαθμός απόδοσης των Αεριοστροβίλων ανήλθε στο 23.42%. Επίσης ο θερμικός βαθμός απόδοσης των Ατμοστροβίλων για μονάδες εξαγωγής ανήλθε στο 23.42% και ο αντίστοιχος θερμικός βαθμός απόδοσης των Αεριοστροβίλων ανήλθε στο 21.39% (2),(3).

Σταθμός Βασιλικού: Ο Ηλεκτροπαραγωγός Σταθμός Βασιλικού αποτελεί το μεγαλύτερο έργο υποδομής που έγινε ποτέ στην Κύπρο. Η σημασία του βασικού αυτού

έργου υποδομής είναι στενά συνυφασμένη με την ευρύτερη οικονομική ανάπτυξη της Κύπρου.



Εικόνα 8: Ηλεκτροπαραγωγικός σταθμός Βασιλικού(3)

Ο Σταθμός είναι έργο υψηλής τεχνολογίας και η πρώτη φάση αποτελείται από δύο συμβατικές μονάδες παραγωγής ισχύος 130 MW η κάθε μία με χρησιμοποιούμενο καύσιμο το μαζούτ και ένα αεριοστρόβιλο ισχύος 38 MW με χρησιμοποιούμενο καύσιμο το ντίζελ. Η δεύτερη φάση του Ηλεκτροπαραγωγού Σταθμού του Βασιλικού αποτελείται από μία συμβατική μονάδα των 130 MW. Στη Μονάδα αυτή έχει εγκατασταθεί σύστημα αποθείωσης των καυσαερίων για μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του θείου πιο κάτω από τα όρια που καθορίζονται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία για Μεγάλες Εγκαταστάσεις Καύσης. Το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος του Σταθμού ανέρχεται σήμερα σε 428 MW.

Ο Ηλεκτροπαραγωγικός Σταθμός Βασιλικού παρήγαγε κατά το 2006 το 49.66% (2,293,410 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παρήχθη από τους Σταθμούς της Αρχής, ενώ κατά την ίδια περίοδο, εξήγαγε το 49.52% (2,160,237 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που εξήχθη από τους Ηλεκτροπαραγωγικούς Σταθμούς της Αρχής.

Ο θερμικός βαθμός απόδοσης των Ατμοστροβίλων για μονάδες παραγωγής ανήλθε στο 39.22% και ο αντίστοιχος θερμικός βαθμός απόδοσης του Αεριοστροβίλου ανήλθε στο 23.45%.Επίσης ο θερμικός βαθμός απόδοσης των Ατμοστροβίλων για μονάδες εξαγωγής ανήλθε στο 36.95% και ο αντίστοιχος θερμικός βαθμός απόδοσης του Αεριοστροβίλου ανήλθε στο 20.49% (2).

Η Μονή διαθέτει 6 ατμοστρόβιλους και 4 αεριοστρόβιλους, η Δεκέλεια διαθέτει 6 ατμοστρόβιλους ενώ ο Βασιλικός που ήταν και η πιο σύγχρονη μονάδα διαθέτει 3 ατμοστρόβιλους και 1 αεριοστρόβιλο. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται αναλυτικά για κάθε θερμικός σταθμό οι μονάδες που διαθέτει καθώς και η ισχύς τους.

Ο Βασιλικός με τους ατμοστρόβιλους καλύπτει το βασικό φορτίο ενώ η Δεκέλεια καλύπτει βασικό και ενδιάμεσο φορτίο και η Μονή χρησιμοποιείται όταν υπάρχει υψηλή ζήτηση στο δίκτυο. Οι σταθμοί χρησιμοποιούν σαν καύσιμο για τους ατμοστρόβιλους τους βαρύ πετρέλαιο ενώ για τους αεριοστρόβιλους πετρέλαιο εσωτερικής καύσης. Ο Βασιλικός με εκμοντερνισμό του σταθμού το 2009 θα συμπεριλάβει την εισαγωγή συνδυασμένου κύκλου με 220 MWe, που θα χρησιμοποιεί πετρέλαιο εσωτερικής καύσης (ντίζελ), μέχρις ότου εισαχθεί το φυσικό αέριο στην Κύπρο, που αναμένεται να είναι διαθέσιμο στο νησί μετά το 2012. Μετά το 2012 αναμένεται να προστεθούν στο Βασιλικό 2 επιπρόσθετοι συνδυασμένοι κύκλου (natural gas combined cycle units) των 220 Mwe (2).

Πίνακας 2: Μονάδες και ισχύς του Κυπριακού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής					
ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	Ατμοστρόβιλοι	MWe / Ατμ/βιλο	Αεριοστρόβιλοι	MWe / Αερ/βιλο	Σύνολο Σταθμού (MWe)
ΜΟΝΗ	6	30	4	37.5	330
ΔΕΚΕΛΕΙΑ	6	60	-	-	360
ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	3	130	1	38	428
ΣΥΝΟΛΟ ΣΤΑΘΜΩΝ (MWe)					1,118

Μετά την 11η Ιουλίου 2011 στην Κύπρο όλα όσα αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχουν αλλάξει. Η ναυτική βάση Ευάγγελος Φλωράκης υπέστη σφοδρότατη έκρηξη με αποτέλεσμα ο ηλεκτροπαραγωγικός σταθμός Βασιλικού που βρίσκεται δίπλα στην βάση να έχει υποστεί εκτεταμένες ζημιές και η άμεση επαναλειτουργία του σταθμού δεν είναι εφικτή, με αποτέλεσμα η ικανότητα παραγωγής να μειωθεί κατά 798 Mwe, που αντιστοιχεί στο 51.6% της συνολικής ικανότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του οργανισμού, με ορατό το ενδεχόμενο τις παρατεταμένες διακοπές στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας (blackout). Η ΑΗΚ σε συνεργασία με τη Ρυθμιστική Αρχή

Ενέργειας Κύπρου (ΡΑΕΚ) και τον Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς (ΔΣΜ) προχώρησαν σε καταρτισμό και εφαρμογή σχεδίου αντιμετώπισης της ενεργειακής κρίσης το οποίο περιελάμβανε:

- υπεύθυνη διαχείριση πιθανών κινδύνων σαν αποτέλεσμα της καταστροφής στον ηλεκτροπαραγωγικό σταθμό Βασιλικού
- ορθολογιστική διαχείριση της διαθέσιμης ικανότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- ενίσχυση της ικανότητας παραγωγής της ΑΗΚ

Οι διακοπές παροχής ηλεκτρικής ενέργειας περιορίστηκαν ουσιαστικά σε οικιστικές περιοχές για ορισμένες μόνο ώρες την μέρα, οι διακοπές αυτές διήρκεσαν ένα μόνο μήνα, αφού άμεσα αξιοποιήθηκαν όλες οι πιθανές πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπως οι διαθέσιμες μονάδες στους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς Δεκέλειας και Μονής και οι προσωρινές μονάδες παραγωγής οι οποίες νοικιάστηκαν από το εξωτερικό και τέθηκαν σε λειτουργία στον ελάχιστο δυνατό χρόνο. Επίσης επιδιορθώθηκε και τέθηκε σε λειτουργία σε ελάχιστο χρόνο ο αεριοστρόβιλος εκκίνησης (black-start) του ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού του Βασιλικού και με τις μονάδες αυτές έχει επιτευχθεί οριακή επάρκεια παραγωγής. Οι προσπάθειες της ΑΗΚ επικεντρώνονται πλέον στην επαναλειτουργία του ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού Βασιλικού. Στόχος της ΑΗΚ είναι όπως πριν την αιχμακή περίοδο του καλοκαιριού του 2012 να επαναλειτουργήσουν οι μονάδες ΑΡ.4 και ΑΡ.5, γεγονός που θα επιτρέψει την απρόσκοπτη ηλεκτροδότηση χωρίς την χρήση ενεργοβόρων προσωρινών μονάδων που τώρα αναγκαστικά χρησιμοποιούνται. Η πλήρης επαναλειτουργία του ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού Βασιλικού τοποθετείται χρονικά πριν από την αιχμακή περίοδο του καλοκαιριού του 2013. Η απώλεια του ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού του Βασιλικού είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία επιπρόσθετων δαπανών οι οποίες οφείλονται:

- στην αύξηση του κόστους καύσιμων
- στο κόστος ενοικίασης προσωρινών Μονάδων
- στο κόστος αγοράς ηλεκτρισμού, το οποίο η ΑΗΚ δεν έχει την οικονομική δυνατότητα να επωμιστεί

Άρα η Κύπρος μετά από την έκρηξη στο Μάρι έχει νέα δεδομένα όσο αφορά την παράγωγη ηλεκτρικής ενέργειας:

Σταθμός Δεκέλειας: Τώρα ο σταθμός λειτουργεί υπό πλήρη ατμό και οι 6 ατμοστρόβιλοι (6X 60 MW) όπως και οι δύο ντιζελογεννήτριες εσωτερικής καύσης (2X 50 MW). Επίσης ο σταθμός νοικιάζει και 60 MW από τα κατεχόμενα.

Σταθμός Μονής : Τώρα ο σταθμός λειτουργεί με 260 MW και νοικιάζει άλλα 35 MW

Σταθμός Βασιλικού: Ο σταθμός τώρα παράγει 36 MW, 824 MW είναι υπό επισκευή και νοικιάζει άλλα 70 MW (3).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΙΓΜΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα αιολικά συστήματα εκμεταλλεύονται την ενέργεια των κινουμένων αερίων μαζών, η κίνηση των οποίων προκαλείται από θερμοκρασιακές διαφορές εντός της ατμόσφαιρας. Η κίνηση των ανέμων και οι διαφορετικές θερμοκρασίες εξαρτώνται κυρίως από δύο παράγοντες, οι οποίοι είναι οι εξής:

- 1) Η διαφορά στο γεωγραφικό πλάτος: Οι άνεμοι σε σημεία με ίδιο γεωγραφικό πλάτος είναι εποχικοί και μεταβάλλονται με μεγάλη περίοδο, διατηρώντας μια σχετική σταθερότητα.
- 2) Η μορφολογία του εδάφους: Ανάλογα με το ανάγλυφο του εδάφους (ορεινό, πεδινό, ακτές, ή θάλασσα, κτλ) οι άνεμοι έχουν διαφορετική ένταση. Όσον αφορά την διάρκειά τους, είναι βραχύτερη σε σχέση με της προηγούμενης περίπτωσης (διαρκούν μόνο κάποιες ώρες ή ημέρες).

Η σχετική ταχύτητα του αέρα ως προς τη Γη στο “ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα” (το κατώτερο μέρος της στρατόσφαιρας που υπάρχουν ανθρώπινες κατασκευές) μεταβάλλεται ανάλογα με το ανάγλυφο του εδάφους ή τα πιθανά ανθρωπογενή εμπόδια που ενδέχεται να συναντήσει. Γενικά παρατηρείται μία αύξηση κατά μέση τιμή από το μηδέν (στο επίπεδο εδάφους) σε μια σταθερή τιμή στο επάνω όριο του στρώματος όπου θεωρείται “ελεύθερη” η ροή του ανέμου. Το ύψος του στρώματος εξαρτάται από τους εξής τρεις παράγοντες:

- 1) Το μέγεθος και τη μορφολογία των εμποδίων του εδάφους.
- 2) Την ένταση και τη ροή του ανέμου.
- 3) Την ύπαρξη ανοδικών - καθοδικών ρευμάτων αέρα.

Για παράδειγμα, το ύψος του στρώματος θα είναι μικρότερο για ομαλό έδαφος με ήπιο άνεμο (μερικές εκατοντάδες μέτρα), σε σχέση με ένα ανώμαλο έδαφος με έντονο άνεμο (ύψος της τάξης του χιλιομέτρου). Τα ανοδικά - καθοδικά ρεύματα αυξάνουν το ύψος ακόμα περισσότερο (2 – 3 χλμ).

Η ροή και η ταχύτητα του ανέμου δεν παραμένουν σταθερές. Η ροή θεωρείται τυρβώδης εντός του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος και η ταχύτητα του ανέμου μεταβάλλεται.

Το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης μίας ανεμογεννήτριας δεν είναι αμελητέο. Έτσι η επιλογή της τοποθεσίας για την εγκατάστασή της έχει μεγάλη σημασία για να επιτευχθεί η οικονομικότερη και πλέον αποδοτική λύση. Μία λεπτομερής μελέτη των ανεμολογικών στοιχείων κάποιας περιοχής είναι απαραίτητη τόσο για την εκτίμηση της καταλληλότητας της δεδομένης θέσης, όσο και για τον καθορισμό του πλέον κατάλληλου τύπου ανεμογεννήτριας.

Αν η περιοχή έχει φτωχό αιολικό δυναμικό, τότε η επιλογή ανεμογεννήτριας με μεγάλη ονομαστική ισχύ είναι λανθασμένη, διότι θα λειτουργεί συνεχώς σε χαμηλές περιοχές ισχύος και άρα η απόδοσή της θα κυμαίνεται συνεχώς σε χαμηλά επίπεδα. Αντίθετα, αν η περιοχή έχει πλούσιο αιολικό δυναμικό, τότε η επιλογή ανεμογεννήτριας μικρής ονομαστικής ισχύος, θα αναγκάζει την γεννήτρια να λειτουργεί συνεχώς με την ονομαστική της ισχύ, ενώ η προσφερόμενη ισχύς είναι πολύ μεγαλύτερη. Αποτέλεσμα θα είναι η ελλιπής εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού της περιοχής.

Για να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα αυτά, μελετούνται τα ανεμολογικά στοιχεία της περιοχής, αν είναι διαθέσιμα. Επίσης εγκαθίστανται ανεμογράφοι που μετά από κάποιο χρονικό διάστημα (συνήθως ένα πλήρες έτος) θα δώσουν τα απαραίτητα ανεμολογικά στοιχεία.



Εικόνα 9: Ανεμογεννήτρια (8)

3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ Α/Γ

Τα **πλεονεκτήματα** από τη χρήση ανεμογεννητριών είναι ποικίλα και κρίνεται σημαντικό να τα αναφέρουμε:

- Ο άνεμος είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία φυσικά παρέχεται δωρεάν.
- Η αιολική ενέργεια είναι μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή.
- Προστατεύει το περιβάλλον, καθώς κάθε μία κιλοβατώρα που παράγεται από τον άνεμο αντικαθιστά μία κιλοβατώρα που παράγεται από συμβατικούς σταθμούς και ρυπαίνει την ατμόσφαιρα με αέρια του θερμοκηπίου.
- Δεν επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους, όπως μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.α., όπως γίνεται με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για τη χώρα μας και την Ευρώπη γενικότερα.
- Βοηθά στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.

Τα **μειονεκτήματα** από τη χρήση Α/Γ είναι σημαντικό να τονιστούν γι' αυτό και αναλύονται διεξοδικά παρακάτω:

1) Πιθανά προβλήματα λόγω θορύβου: Στις ανεμογεννήτριες ο εκπεμπόμενος θόρυβος μπορεί να αναλυθεί σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με την προέλευση του, οι οποίοι είναι οι εξής:

α) Μηχανικός: Προέρχεται από τα περιστρεφόμενα μηχανικά τμήματα (κιβώτιο ταχυτήτων, ηλεκτρογεννήτρια, έδρανα κλπ.)

β) Αεροδυναμικός: Προέρχεται από την περιστροφή των πτερυγίων.

Οι μηχανικοί θόρυβοι έχουν ελαχιστοποιηθεί με εξαρχής σχεδίαση (γρανάζια πλάγιας οδόντωσης), ή με εσωτερική ηχομονωτική επένδυση στο κέλυφος της κατασκευής. Επίσης ο μηχανικός θόρυβος αντιμετωπίζεται στη διαδρομή του με ηχομονωτικά πετάσματα και αντικραδασμικά πέλματα στήριξης. Αντίστοιχα ο αεροδυναμικός θόρυβος αντιμετωπίζεται με προσεκτική σχεδίαση των πτερυγίων από τους κατασκευαστές, που δίνουν άμεση προτεραιότητα στην ελάττωση του.

2) Πιθανά προβλήματα από τις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές: Η ανησυχία αυτή συνήθως αναφέρεται αφενός σε προβλήματα που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες λόγω της θέσης τους σε σχέση με ήδη υπάρχοντες σταθμούς τηλεόρασης ή ραδιόφωνου και

αφετέρου σε πιθανές ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές από τις ίδιες. Οποιαδήποτε πιθανά προβλήματα παρεμβολών μπορούν να προληφθούν με σωστό σχεδιασμό και χωροθέτηση, αλλά και τήρηση των προτύπων ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας.

3) Ενδεχόμενες περιβαλλοντικές συνέπειες καθώς και πιθανά αισθητικά προβλήματα και προσβολή του φυσικού τοπίου

4) Τεχνικά προβλήματα

α) Προβλήματα από την παράλληλη λειτουργία Α/Γ με το ΣΗΕ: Η σύνδεση και παράλληλη λειτουργία των Α/Γ στα δίκτυα των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στους καταναλωτές τους, δηλαδή στην σταθερότητα και στην συνέχεια της τάσεως τροφοδότησης. Επίσης, μπορεί να έχει επιπτώσεις στην ασφάλεια των καταναλωτών και του προσωπικού εκμετάλλευσης που εργάζεται στα δίκτυα. Για το λόγο αυτό το θέμα αποτελεί αντικείμενο διεθνούς μελέτης με στόχο την έκδοση κανονισμών που θα καθορίζουν τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες είναι επιτρεπτή η σύνδεση των μονάδων αυτών.

Παράλληλα επιδιώκεται να καθοριστούν και τα στοιχεία εκείνα που πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους οι κατασκευαστές των Α/Γ ώστε να επιτυγχάνεται η ομαλή λειτουργία τους σε παράλληλη σύνδεση με το δίκτυο. Η ανάλυση των προβλημάτων αυτών αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση για την διάδοση των Α/Γ.



Εικόνα 10: Κατεστραμμένη Ανεμογεννήτρια λόγω «κόπωσης» από την παρατεταμένη χρήση σε ισχυρό αιολικό δυναμικό (8)

β) Διαταραχές της τάσης λόγω Α/Γ: Κατά την διάρκεια της λειτουργίας της Α/Γ στο πλήρες φορτίο της, συχνά εμφανίζονται αργές μεταβολές της τάσης. Επίσης, κατά την ζεύξη και απόζευξη των Α/Γ στο δίκτυο καθώς και κατά την διάρκεια της λειτουργίας τους λόγω των μεταβολών της παραγόμενης ισχύος (η οποία ακολουθεί τις μεταβολές του ανέμου) δημιουργούνται ταχείες μεταβολές της τάσης.

γ) Αρμονικές και παραμόρφωση του κύματος τάσης: Οι Α/Γ που περιλαμβάνουν αναστροφείς με μεταγωγή από το δίκτυο παράγουν ρεύμα με έντονες αρμονικές. Οι αρμονικές του ρεύματος που παράγουν οι Α/Γ είναι παρόμοιες με εκείνες που δημιουργούν οι κινητήρες, λόγω του κορεσμού του μαγνητικού κυκλώματος, με αποτέλεσμα τη δημιουργία περιττών αρμονικών στην περιοχή των ακουστικών συχνοτήτων. Οι αρμονικές, μπορεί όπως είναι γνωστό να προκαλέσουν παράσιτα στις τηλεφωνικές γραμμές ή και ανωμαλίες στα συστήματα τηλεχειρισμών με ακουστική συχνότητα (23).

3.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Αν και το αιολικό δυναμικό στην Κύπρο δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό, εντούτοις συγκεκριμένες περιοχές προσφέρονται για ανάπτυξη έργων εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας. Στην περιοχή έχουμε μέση ταχύτητα ανέμου 6 μέτρα ανά δευτερόλεπτο και αναλογούν περίπου 1,600 ώρες ετησίως, ενώ σε μεμονωμένες περιοχές, η μέση ταχύτητα του ανέμου ανέρχεται σε 6.5-7 m/s. Εκτιμάται ότι με μέση ταχύτητα ανέμου 5.4-5.8 m/s ένα αιολικό πάρκο μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμο. Το εκτιμημένο αιολικό δυναμικό της Κύπρου είναι 150-250 MW και το συνολικό κόστος στο ειδικό ταμείο ΑΠΕ 148,500 εκατομμύρια ευρώ (14). Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις, η Κύπρος έχει επαρκές αιολικό δυναμικό ώστε οι ανεμογεννήτριες να ηλεκτροδοτήσουν 50,000 νοικοκυριά. Βάση εκτιμήσεων, οι ατμοσφαιρικές εκπομπές θα μειωθούν κατά 100,000 τόνους διοξειδίου του άνθρακα.

Από το 2008, έχουν αδειοδοτηθεί αιολικά πάρκα δυναμικότητας 165 MW σε επτά περιοχές στην Κύπρο και σήμερα υπάρχουν 72 ανεμογεννήτριες με συνολική δυναμικότητα 133.5 MW σε λειτουργία. Στα τέλη του 2011, τα αιολικά πάρκα που ήταν σε λειτουργία στη Κύπρο συνεισέφεραν περίπου 3.5 τοις εκατό της εθνικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η συνεισφορά των αιολικών πάρκων στην συνολική κατανάλωση ενέργειας αναμένεται ότι θα ανέρθει στο 3.76% μέχρι το 2015. Η Κύπρος επιδιώκει να αυξήσει το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έως 13 τοις εκατό του ενεργειακού ισοζυγίου για το 2020. Η Κύπρος έχει έρθει πιο κοντά στην επίτευξη

των στόχων της όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας της. Με τη γέννηση του πρώτου αιολικού πάρκου στο νησί, όπως ανακοίνωσε η κρατική Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου έχει δεσμευτεί να αποδώσει 113.5 μεγαβάτ ενέργειας στα 2 αιολικά πάρκα που βρίσκονται στην Πάφο και στη Λάρνακα.

Με εγκατεστημένη ισχύ της ΑΗΚ επί του παρόντος στα 1170MW, τα δύο αιολικά πάρκα θα προμηθεύουν την κοινή ωφέλεια με το ισοδύναμο του 10% των τρεχουσών αναγκών της παραγωγής. Το πρώτο αιολικό πάρκο στην περιοχή Ορείτες κοντά στην Πάφο, λειτούργησε το καλοκαίρι του 2010, όπου χορηγήθηκαν 200 εκατομμύρια τα όποια θα αποδίδουν 82 MW. Το συγκεκριμένο αιολικό πάρκο είναι το μεγαλύτερο του είδους του στην περιοχή της Μεσογείου. Ειδικά στην Ελλάδα και την Ισπανία θεωρείται ότι τα 20 έως 30 MW είναι ένα τεράστιο έργο, άρα η ισχύς των 82 MW, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό μέγεθος. Η χρηματοδότηση του έργου εξασφαλίστηκε από την βρετανική εταιρεία Platina Partners, με την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων που παρέχει το 50% του δανείου σύμφωνα με τη συμβατική δομή project finance. Η περιοχή στη οποία τέθηκε σε λειτουργία το αιολικό πάρκο στεγάζει 41 ανεμογεννήτριες. Επίσης, η τοποθεσία είναι η πρώτη που επωφελείται από το νέο 20-ετή σταθερό συντελεστή δασμών που εγκρίθηκε πρόσφατα από την κυβέρνηση της Κύπρου και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Το αιολικό πάρκο έχει συνολική έκταση 16 τετραγωνικά χιλιόμετρα και είναι το πρώτο ιδιωτικό έργο του τομέα ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί.

Την κατασκευή του αιολικού πάρκου «Αγία Άννα» ισχύος 20MW, στη Λάρνακα Κύπρου ολοκλήρωσε η Rokas Renewables, θυγατρική της Rokas Aeoliki Cuprus LTD του ομίλου Iberdrola. Το αιολικό πάρκο βρίσκεται ήδη σε δοκιμαστική λειτουργία. Το αιολικό πάρκο «Αγία Άννα» διαθέτει 10 ανεμογεννήτριες τύπου Gamesa G-90, δυναμικότητας 2 MW έκαστη. Οι εργασίες εγκατάστασής του συμπεριλαμβάνουν συνοδευτικά έργα όπως είναι η βελτίωση των οδών πρόσβασης στο Α/Π, η κατασκευή εσωτερικής οδοποιίας συνολικού μήκους 7.5 χλμ αλλά και ο νέος υποσταθμός ανύψωσης τάσης (20/132Kv). Τα έργα αυτά συμβάλουν στην αναβάθμιση των υποδομών των τοπικών κοινωνιών αλλά και της χώρας γενικότερα, σύμφωνα με σχετική ανακοίνωση, ενώ παράλληλα έχει πρόσθετα πλεονεκτήματα καθώς υπολογίζεται ότι οι κοινότητες στις οποίες είναι εγκατεστημένο το αιολικό πάρκο θα λαμβάνουν περίπου 100,000 ευρώ ετησίως, μέσω του μηχανισμού στήριξης που προβλέπει ο κυπριακός νόμος. Το αιολικό πάρκο «Αγία Άννα» αναμένεται να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 25.000 τόνους, που αντιστοιχούν στις ετήσιες εκπομπές περίπου 4.000 αυτοκινήτων μέσης κατανάλωσης που διανύουν καθημερινά την απόσταση Λάρνακα - Λευκωσία μετ' επιστροφής. Πρόκειται για μία επένδυση που ενισχύει τις στρατηγικές προσπάθειες της Κύπρου στο πλαίσιο των περιβαλλοντικών της δεσμεύσεων εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αλλά κυρίως συμβάλλει στην ενεργειακή επάρκεια της χώρας, καλύπτοντας τις ετήσιες ανάγκες 5,000 νοικοκυριών (9), (13).

Άλλο ένα αιολικό πάρκο έρχεται να προσθέσει ισχύ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Κύπρου. Το αιολικό πάρκο «Αλέξιγρος» βρίσκεται στα Κλαυδιά, δυτικά της Λάρνακας. Ταυτόχρονα αναμένεται να προστεθούν εντός του Απριλίου 2012 άλλα 2.4 MW σε νέο αιολικό πάρκο, το οποίο εγκαθίσταται στην κοινότητα Καμπί στον Φαρμακά. Συνολικά θα έχουν εγκατασταθεί 135.9 MW μέχρι το καλοκαίρι, ενώ απομένουν τα 10.8 MW που θα τοποθετηθούν στην Κόσιη (Λάρνακα) και άλλα 10,8 που θα τοποθετηθούν στον Ψευδά (Λάρνακα), όλα για αιολικά συστήματα.

Το σχέδιο, που ανέρχεται συνολικά στα 165 MW, συμπληρώνεται με 6 MW που θα τοποθετηθούν στο Μαρί, ενώ εκκρεμεί άλλο 1.5 MW το οποίο έχει ζητηθεί για επέκταση του υφιστάμενου πάρκου στον «Αλέξιγρο» Λάρνακας, ενώ η εταιρεία ζήτησε 1.5 MW περαιτέρω. Άλλα 10 MW είναι έτοιμα στο Κελλάκι (Λεμεσός), από εταιρεία η οποία δεν συμπεριλήφθηκε στο σχέδιο, ενώ στην περιοχή Ψευδά και Πυργών μπορούν σε σύντομο χρονικό διάστημα να εγκατασταθούν άλλα 30 MW, με τον προβληματισμό όλων να εστιάζεται στην αδυναμία εκπόνησης νέου σχεδίου. Πέραν αυτών, εταιρεία, σύμφωνα με πληροφορίες, ετοιμάζεται να επενδύσει σε μεγάλη ανάπτυξη αιολικού πάρκου στον Πομό, με χρόνο ολοκλήρωσης το 2015, αν φυσικά δοθούν τα κίνητρα από το κράτος.

Ο «Αλέξιγρος»: Το αιολικό πάρκο «Αλέξιγρος» αποτελείται από 21 ανεμογεννήτριες δυναμικότητας 1.5 MW η καθεμιά και έχει συνολική ισχύ 31.5 MW. Το πάρκο βρίσκεται μεταξύ των κοινοτήτων Τερσεφάνου, Κλαυδιάς και Αλεθρικού, και οι ανεμογεννήτριες εγκαταστάθηκαν σε δασική έκταση. Θα παράγει 80,000,000 kWh ετησίως. Η ετήσια αποφυγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα υπολογίζεται σε 52,000 τόνους περίπου. Για την κατασκευή και την ολοκλήρωση του πάρκου θα επενδυθούν 60 εκατομμύρια ευρώ περίπου και τα έσοδά του θα προέρχονται από την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην ΑΗΚ και από την επιδότηση του Ειδικού Ταμείου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας. Η συνολική τιμή πώλησης θα είναι 0.166 ευρώ ανά κιλοβατώρα και η σύμβαση επιδότησης που έχει υπογραφεί, έχει διάρκεια 20 χρόνια. Το έργο ανήκει στην εταιρεία Ketonis Developments Ltd (1), (12).

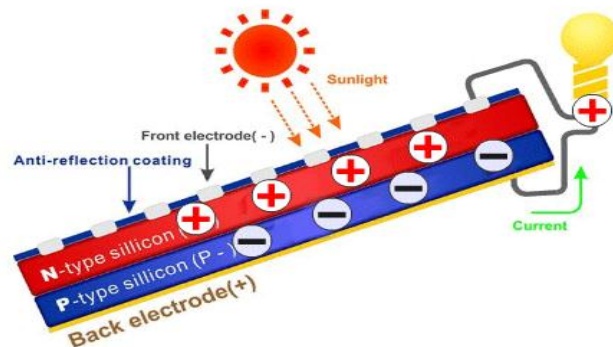


Εικόνα 11: Αιολικό Πάρκο (8)

3.4 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ

Τα ηλιακά στοιχεία, γνωστά ως «φωτοβολταϊκά» ή «Φ/Β», αποτελούν μία προσέγγιση υψηλής τεχνολογίας για την άμεση μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούν ημιαγωγικά υλικά σε μορφή κυψέλης διαφόρων μεγεθών. Μια κυψέλη είναι ουσιαστικά μια εκτεταμένη σε μέγεθος δίοδος p-n, με την ένωση των δύο στρωμάτων να βρίσκεται κοντά στην πάνω επιφάνεια. Η κυψέλη μετατρέπει άμεσα το ηλιακό φως σε συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Πολυάριθμες κυψέλες συνδέονται μαζί σε ένα πλαίσιο ώστε να παράγουν την απαιτούμενη ισχύ.

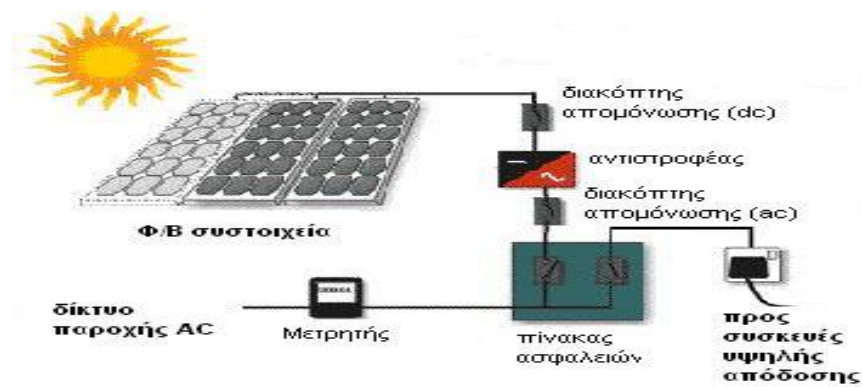


Εικόνα 12: Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Η λειτουργία των ηλιακών στοιχείων βασίζεται στην ικανότητα των ημιαγωγών να μετατρέπουν αμέσως το ηλιακό φως σε ηλεκτρισμό με τη βοήθεια του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Τα ηλιακά στοιχεία είναι δίοδοι ημιαγωγού με την μορφή ενός δίσκου, όπου η ένωση p-n εκτείνεται σε όλο το πλάτος του δίσκου και δέχεται την ακτινοβολία. Κάθε

φωτόνιο της ακτινοβολίας με ενέργεια ίση ή μεγαλύτερη από το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού, έχει την δυνατότητα να απορροφηθεί σε ένα χημικό δεσμό και να ελευθερώσει το ηλεκτρόνιο. Δημιουργείται έτσι και για όσο διαρκεί η ακτινοβολία, μια περίσσεια από ζεύγη φορέων ελεύθερων ηλεκτρονίων-οπών, πέρα από τις συγκεντρώσεις που αντιστοιχούν στις συνθήκες ισορροπίας. Οι φορείς αυτοί, καθώς κυκλοφορούν στο στερεό μπορεί να βρεθούν στην περιοχή της ένωσης p-n, οπότε θα δεχτούν την επίδραση του ενσωματωμένου ηλεκτροστατικού πεδίου. Έτσι, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια εκτρέπονται προς το τμήμα τύπου n και οι οπές εκτρέπονται προς το τμήμα τύπου p, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους ακροδέκτες των τμημάτων της διόδου. Συνεπώς, η διάταξη αποτελεί μια πηγή ηλεκτρικού ρεύματος, που διατηρείται όσο διαρκεί η πρόσπτωση του ηλιακού φωτός πάνω στην επιφάνεια του στοιχείου. Η εκδήλωση της διαφοράς δυναμικού ανάμεσα στις δυο όψεις του φωτιζόμενου δίσκου, η οποία αντιστοιχεί σε ορθή πόλωση της διόδου, ονομάζεται φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Η αποδοτική λειτουργία των φωτοβολταϊκών στοιχείων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στηρίζεται στην πρακτική εκμετάλλευση του παραπάνω φαινομένου.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική, λύνοντας έτσι το πρόβλημα της ηλεκτροδότησης περιοχών που είναι δύσκολο να πάρουν ρεύμα από το ηλεκτρικό δίκτυο (απομονωμένα σπίτια, φάρoi, κ.α.). Μικροί υπολογιστές και ρολόγια χρησιμοποιούν τα Φ/Β για την λειτουργία τους. Τα Φ/Β στοιχεία παράγουν τάση και ισχύ της τάξης των 0.5 V και 0.5 W αντίστοιχα. Συνεπώς στις εφαρμογές πραγματικού μεγέθους δεν χρησιμοποιούνται ανεξάρτητα, αλλά συνδέονται ομαδικά σε σειρά και σχηματίζουν ένα Φ/Β πλαίσιο. Στη συνέχεια, από την ένωση πολλών Φ/Β πλαισίων σχηματίζεται μια συστοιχία Φ/Β. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από μια τέτοια συστοιχία Φ/Β, τους μετατροπείς ηλεκτρονικών ισχύος για την αντιστροφή του ρεύματος από DC σε AC, τις συνδέσεις των καλωδίων και εναλλακτικά μπαταρίες για αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 13: Διάταξη ενός Φ/Β συστήματος

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες

α) Φωτοβολταϊκά Κρυσταλλικού πυριτίου

- Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο: Στα βασικά χαρακτηριστικά του είναι το υψηλό κόστος κατασκευής, η υψηλή απόδοση κυψέλης (16-18%) και συνεπώς ο υψηλός βαθμός απόδοσης πλαισίου (12-14%).

- Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο: Έχει χαμηλότερο κόστος κατασκευής σε σύγκριση με το μονοκρυσταλλικό, αλλά επίσης χαμηλότερος είναι και ο βαθμός απόδοσης του πλαισίου.

β) Φωτοβολταϊκά λεπτών μεμβρανών

- Άμορφο πυρίτιο: Έχει πολύ χαμηλότερο κόστος κατασκευής, και ανάλογα χαμηλότερη είναι και η απόδοση σε σχέση με το κρυσταλλικό. Ο βαθμός απόδοσής του είναι περίπου ο μισός σε σχέση με το κρυσταλλικό (8-9% ανά κυψέλη).

- Χαλκοπυρίτης: Η ονομαστική απόδοση πλαισίου από χαλκοπυρίτη κυμαίνεται από 7% μέχρι 11%.



Εικόνα 14: Φωτοβολταϊκα συστήματα(25)

Τα **οφέλη** των Φ/Β συστημάτων, στα πλαίσια της απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και των μέτρων περιβαλλοντικής προστασίας, είναι τα εξής:

1) Τα Φ/Β είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια, που είναι ανεξάντλητη, καθαρή και με μηδενικό κόστος. Επίσης κατά τη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δεν ρυπαίνεται το περιβάλλον.

2) Η λειτουργία και η συντήρηση των Φ/Β συστημάτων έχει πολύ χαμηλό κόστος. Επίσης, δεν κάνουν θόρυβο.

3) Όπου κυριαρχεί η ηλιοφάνεια, τα Φ/Β σε μεγάλα ποσοστά διείσδυσης μπορούν να καλύψουν εν μέρει τις καλοκαιρινές αιχμές, μιας και παράγουν τη μέγιστη ενέργεια τις

ώρες ακριβώς της υψηλής ηλιοφάνειας. Μπορούν, ακόμη, να λειτουργήσουν ως εφεδρεία, να μειώσουν τις απώλειες του δικτύου και, τελικά, να αυξήσουν την αξιοπιστία του συστήματος.

4) Μπορούν να εγκατασταθούν σε στέγες σπιτιών, προσόψεις κτιρίων, κτλ. Και να ενσωματωθούν έτσι ευκολότερα στην ζωή της πόλης.

5) Η κατασκευή των Φ/Β συστημάτων είναι «σπονδυλωτή». Έτσι, μπορούν να επεκταθούν μελλοντικά ώστε να ανταποκρίνονται συνεχώς στις αυξανόμενες ανάγκες της κατανάλωσης.

6) Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (από 20 έως και 30 χρόνια).

7) Συνδυάζονται εύκολα και με άλλες πηγές ενέργειας ή/και συστήματα αποθήκευσης. Συνεπώς, μπορούν να δημιουργηθούν αυτόνομα υβριδικά συστήματα, ηλεκτροδοτώντας έτσι εγκαταστάσεις απομακρυσμένες από το δίκτυο.

Παρά τα οφέλη τους, υπάρχουν και σημαντικά εμπόδια στη στην διάδοση της χρήσης των Φ/Β συστημάτων.

1) Το υψηλό κόστος αγοράς και εγκατάστασης, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις. Μια ενδεικτική τιμή είναι τα 6,000 ευρώ ανά εγκατεστημένο kW ισχύος. Για να καταστεί οικονομικά βιώσιμη μια επένδυση ΦΒ πρέπει να δίνεται υψηλή κρατική χορηγία. Το κόστος αναμένεται να μειωθεί στο άμεσο μέλλον, λαμβάνοντας υπόψη τις συνεχείς μειώσεις στην τιμή του πυριτίου που είναι η πρώτη ύλη των Φ/Β πλαισίων.

2) Η σχετικά μικρή ενεργειακή απόδοση των Φ/Β συστημάτων. Πρέπει να δεσμευτούν μεγάλες εκτάσεις για την δημιουργία ΦΒ συστημάτων μεγάλης ισχύος (14).

3) Η απόδοση ενός Φ/Β συστήματος μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της θερμοκρασίας των Φ/Β πλαισίων. Στα περισσότερα είδη πλαισίων η απόδοση μειώνεται γύρω στα 0.4 - 0.45%, από την ονομαστική τιμή για κάθε 1°C αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από τους 25 °C.

4) Η παραγωγή ισχύος υφίσταται μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας που υπάρχει ηλιοφάνεια και μάλιστα μεταβάλλεται συνεχώς. Έτσι, η παραγωγή ισχύος είναι διακοπτόμενη και μη σταθερή. Απαιτούνται, συνεπώς, συστήματα αποθήκευσης, που όμως αυξάνουν το κόστος.

5) Επίσης, προκύπτουν τεχνικά προβλήματα λόγω της σύνδεσης στο δίκτυο, που αφορούν - κατά κύριο λόγο - την ποιότητα της τάσης (αρμονικές, ανύψωση τάσης

6) Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ένα ΦΒ σύστημα κοστίζει πολύ περισσότερο από αυτήν που παράγεται από τη χρήση άλλων ανανεώσιμων (αιολικά, ηλιοθερμικά συστήματα, βιομάζα κλπ) ή συμβατικών πηγών ενέργειας (14).

ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι δομικά στοιχεία του κτιρίου, που, αξιοποιώντας τους νόμους μεταφοράς θερμότητας, συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν σε μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα συνδυάζονται και με τεχνικές φυσικού φωτισμού καθώς και παθητικά συστήματα και τεχνικές για το φυσικό δροσισμό των κτιρίων το καλοκαίρι. Μπορούν δε να εφαρμοστούν τόσο σε καινούργια, όσο και σε ήδη υπάρχοντα κτίρια.

ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα ενεργητικά ή θερμικά ηλιακά συστήματα αποτελούν μηχανολογικά συστήματα που συλλέγουν, την ηλιακή ενέργεια, τη μετατρέπουν σε θερμότητα, την αποθηκεύουν και τη διανέμουν, χρησιμοποιώντας είτε κάποιο υγρό είτε αέρα ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας. Χρησιμοποιούνται για θέρμανση νερού οικιακής χρήσης, για τη θέρμανση και ψύξη χώρων, για βιομηχανικές διεργασίες, για αφαλάτωση, για διάφορες αγροτικές εφαρμογές, για θέρμανση του νερού σε πισίνες κλπ. Η πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι γνωστοί σε όλους μας ηλιακοί θερμοσίφωνες.



Εικόνα 15: Ηλιακοί θερμοσίφωνες

ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Οι ηλιοθερμικοί σταθμοί αποτελούνται από ηλιοστάτες εγκατεστημένους σε θέσεις που μεγιστοποιούν την πυκνότητά τους και το βαθμό αξιοποίησης της ηλιακής ενέργεια (ηλιακό πεδίο) και οι οποίοι ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία σε έναν κεντρικό συλλέκτη που βρίσκεται στην κορυφή ηλιακού πύργου και θερμαίνουν υγρό μέσο με το οποίο γίνεται παραγωγή υπέρθερμου ατμού, ο οποίος τελικώς χρησιμοποιείται σε ατμοστρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ηλιοστάτες αποτελούν στερεωμένα επίπεδα γυάλινα κάτοπτρα που αυτόνομα παρακολουθούν την κίνηση του ήλιου μεγιστοποιώντας έτσι την αντανάκλαση των ακτινών του πάνω στον ηλιακό λέβητα-συλλέκτη ο οποίος βρίσκεται στον πύργο ισχύος.



Εικόνα 16: Ηλιοθερμικός σταθμός

3.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Η Κύπρος διαθέτει ένα πολύ ψηλό ηλιακό δυναμικό, με μέση ημερήσια ηλιοφάνεια 9.8 – 14.5 ώρες και με περισσότερες από 300 μέρες το χρόνο ηλιοφάνεια. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ονομαστικής ισχύος ενός κιλοβάτ (1 KWp), εγκατεστημένο σε παραλιακή περιοχή της Κύπρου, με γωνία πλαισίων 27° και κατεύθυνση ακριβώς Νότια, με ακίνητα πλαίσια παράγει περισσότερο από 1,500 KWh τον χρόνο, ως μέσο όρο των πρώτων 20 χρόνων λειτουργίας του (14). Ένα σύστημα 150KWp αναμένεται να έχει ετήσια παραγωγή 225,000 KWh, ετήσια έσοδα € 76.500 (με επιδότηση 0.34 €/kWh), χρόνο απόσβεσης 8-12 χρόνια και απαιτούμενη επιφάνεια 2,400 m² (14).

Στην Κύπρο υπάρχουν προϋποθέσεις για ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων, λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας. Παρόλα αυτά, υπάρχει ακόμη μικρός αριθμός εγκατεστημένων Φ/Β συστημάτων. Στην Κύπρο βρίσκονται ήδη εγκατεστημένα Φ/Β συστήματα συνολικής ισχύος 3.5 MW, εκ των οποίων τα 2.7MW είναι ενωμένα με το ηλεκτρικό δίκτυο και τα υπόλοιπα 0.8 MW είναι αυτόνομα. Το γεγονός αυτό καθιστά σήμερα την Κύπρο την 6η σε κατάταξη χώρα στην Ευρώπη, όσον αφορά την ισχύ των εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών συστημάτων ανά κάτοικο (1).

Μέσα στα πλαίσια ενθάρρυνσης για Εξοικονόμηση Ενέργειας και Χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, η Επιτροπή Διαχείρισης του Ειδικού Ταμείου ΑΠΕ και ΕΞ.Ε. προσφέρει, μέσω των σχεδίων της Υπηρεσίας Ενέργειας του Υπουργείου Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, κίνητρα για την αγορά και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων με μέγιστη επιχορήγηση 55% επί του επιλέξιμου κόστους, με μέγιστο ποσό χορηγίας τις 64,930€, για τη μέγιστη ισχύ των 20kW που επιχορηγείται. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα για παραγωγή ζεστού νερού έχουν μεγάλη εφαρμογή στην Κύπρο και 92% των νοικοκυριών και 53% των ξενοδοχειακών μονάδων διαθέτουν ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού. Αυτό, σύμφωνα με μελέτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθιστά την Κύπρο πρωτοπόρο στον τομέα των θερμικών εφαρμογών ηλιακής ενέργειας, με σχεδόν 1 m² εγκατεστημένη επιφάνεια συλλέκτη ανά κάτοικο. Σήμερα παρατηρείται μια σημαντική αύξηση των εγκατεστημένων ηλιακών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης χώρου καθώς και των ηλιακών συστημάτων για θέρμανση νερού πισίνας.

Εξάλλου, έχει εξασφαλιστεί κονδύλι 18 εκατομμυρίων ευρώ από τα διαρθρωτικά ταμεία της ΕΕ για εγκατάσταση ενός ηλιοθερμικού σταθμού 5MW, με παράλληλη δυνατότητα αφαλάτωσης θαλασσινού νερού. Κάθε ηλιοστάτης θα έχει δύο κάτοπτρα συνολικής επιφάνειας ανάκλασης περίπου 14 m². Το σύνολο των ηλιοστατών στο ηλιακό πεδίο θα είναι περίπου 21,000. Ο ηλιακός συλλέκτης - λέβητας θα βρίσκεται τοποθετημένος πάνω στον πύργο. Ο ατμός που παράγεται στον ηλιακό λέβητα συγκεντρώνεται και οδηγείται στον αμοστρόβιλο που είναι συνδεδεμένος με την ηλεκτρογεννήτρια όπου και παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Στον πύργο μπορεί με την υπάρχουσα τεχνολογία να παραχθεί ατμός με μέγιστη πίεση έως 165 bar και θερμοκρασία έως 540 βαθμούς Κελσίου. Στον σταθμό περιλαμβάνεται ένα εφεδρικό σύστημα με δύο συμβατικούς λέβητες που τροφοδοτεί ακαριαία με συμπληρωματική παροχή ατμού τον αμοστρόβιλο σε περίπτωση προσωρινής μείωσης της παροχής ατμού από τον ηλιακό λέβητα.

Πίνακας 3: Σχέδια παροχής χορηγιών μεγάλης κλίμακας σε επενδύσεις ηλεκτροπαραγωγής (14)		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ (€)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΜΕΧΡΙ 2015 (MW)
Μεγάλα Εμπορικά Αιολικά Συστήματα	0.166	165
Μεγάλα Φωτοβολταϊκά Συστήματα (21-150KW)	0.34	14 (2 MW ανά έτος)
Μεγάλα Φωτοβολταϊκά Συστήματα (21-150KW)	0.26	25
Συστήματα Αξιοποίησης Βιομάζας	0.135	4
Συστήματα Αξιοποίησης Βιοαερίου	0.1145	3

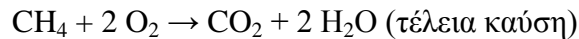
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

4.1 ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ

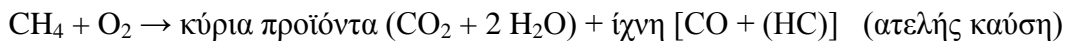
Οι πηγές από τις οποίες προκύπτουν οι αέριες εκπομπές χωρίζονται σε κινούμενες (μέσα μεταφοράς και παντός είδους κινούμενα μηχανήματα) και σε σταθερές (μονάδες παραγωγής ενέργειας, βιομηχανίες, διυλιστήρια κλπ.). Τα αέρια του θερμοκηπίου CO₂, CH₄ και N₂O οφείλονται κυρίως στην παραγωγή ενέργειας. Το CO₂ προκύπτει κατά 81% από την παραγωγή ενέργειας, κατά 17% από την καταστροφή των δασών και το 5% από την τσιμεντοβιομηχανία, ενώ τα CH₄ και N₂O κατά 26% και 10% από την παραγωγή ενέργειας, αντίστοιχα. Οι τιμές των αερίων εκπομπών κατά τη λειτουργία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτώνται, τόσο από το χρησιμοποιούμενο καύσιμο (λιγνίτης, λιθάνθρακας, φυσικό αέριο, πετρέλαιο κλπ.) που καθορίζει τις φυσικοχημικές ιδιότητές του (χημική σύσταση, υγρασία, ποσοστό μόνιμου άνθρακα κλπ.), όσο και από τον βαθμό απόδοσης της μονάδας παραγωγής ενέργειας (τεχνολογική εξέλιξη π.χ. τεχνολογία συνδυασμένου κύκλου με συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας ή ατμού κλπ.). Τα αέρια της καύσης είναι CO₂, CO, υδρατμοί (H₂O) και NO_x (μείγμα NO και N₂O), O₂ και SO₂ (όταν καίονται άνθρακες και πετρέλαιο).

Η ποιότητα της καύσης εξαρτάται από τη σχέση μεταξύ της ποσότητας του καυσίμου και του αέρα καύσης. Είναι γνωστό ότι για την πλήρη καύση μιας συγκεκριμένης ποσότητας ή παρεχόμενης ποσότητας καυσίμου απαιτείται συγκεκριμένη ποσότητα αέρα καύσης (μίγμα 79% N₂ και 21% O₂) και επίσης απαιτείται πάντοτε περίσσεια αέρα για την επίτευξη συνθηκών καλής καύσης. Χαμηλή περίσσεια αέρα οδηγεί σε ατελή καύση προς παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και οδηγεί σε χαμηλότερες ενεργειακά αποδόσεις καύσης. Σε μονάδες που χρησιμοποιούν ως καύσιμο φυσικό αέριο, η παρουσία CO στα καπναέρια είναι δείκτης ατελούς καύσης. Σε μονάδες ή διατάξεις που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ως καύσιμο η παρουσία CO και καπνού στα προϊόντα αποτελεί επίσης ένδειξη ατελούς καύσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις λαμβάνει χώρα ταυτόχρονη επικάλυψη αιθάλης στις επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας που ελαττώνει την ενεργειακή απόδοση.

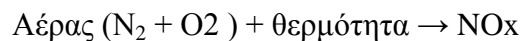
Στην περίπτωση της στοιχειομετρικής καύσης του φυσικού αερίου, που κατά κύριο λόγο αποτελείται από μεθάνιο (CH₄) και η θερμογόνο δύναμή του είναι περίπου 53,000 Btu/kg (212,392 cal/mole ή 13,300 cal/g CH₄), από την αντίδραση καύσης του έχουμε:



Συνεπώς, για κάθε 16 τόνους μεθανίου που καίγεται για παραγωγή ενέργειας, απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα 44 τόνοι CO₂. Σε περίπτωση που η θερμοκρασία της καύσης δεν είναι αρκετά υψηλή ή δεν υπάρχει περίσσεια αέρα, ή ακόμη ο χρόνος καύσης του καυσίμου δεν είναι αρκετός, τότε η καύση του είναι ατελής και η γενική αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι:



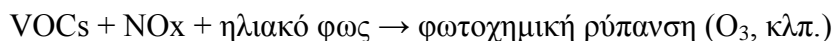
Τα προϊόντα της παραπάνω αντίδρασης είναι μίγμα CO₂, CO και άκαυστων υδρογονανθράκων (HC) (24). Στην περίπτωση δε που η θερμοκρασία καύσης είναι πολύ υψηλή, μέρος του αζώτου του αέρα αντιδρά με το οξυγόνο και σχηματίζει οξειδία του αζώτου (NO_x) σύμφωνα με την αντίδραση:



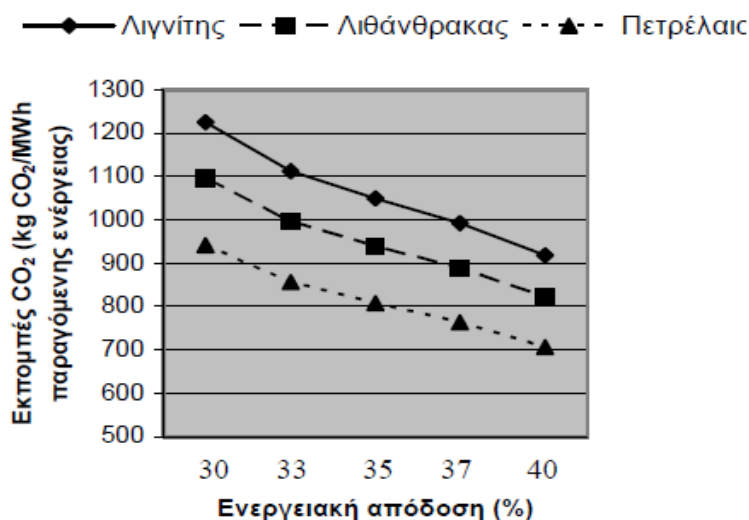
Μέχρι τώρα έχει γίνει η υπόθεση ότι ως καύσιμο χρησιμοποιείται καθαρός υδρογονάνθρακας π.χ. μεθάνιο. Στην πραγματικότητα όμως τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται δεν είναι καθαρές ενώσεις και περιέχουν επίσης άζωτο, θείο ή μόλυβδο (βενζίνη) και άλλα συστατικά που δεν καίονται (π.χ. τέφρα). Παίρνοντας ως δεδομένα την ατελή καύση και την καύση μη καθαρών καυσίμων, η πραγματική εξίσωση της αντίδρασης διαμορφώνεται όπως:

Καύσιμο (H, C, S, N, Pb, τέφρα) + Αέρας (N₂ + O₂) → Εκπομπές (CO₂, H₂O, CO, NO_x, SO_x, Pb, λεπτομερή σωματίδια) + τέφρα

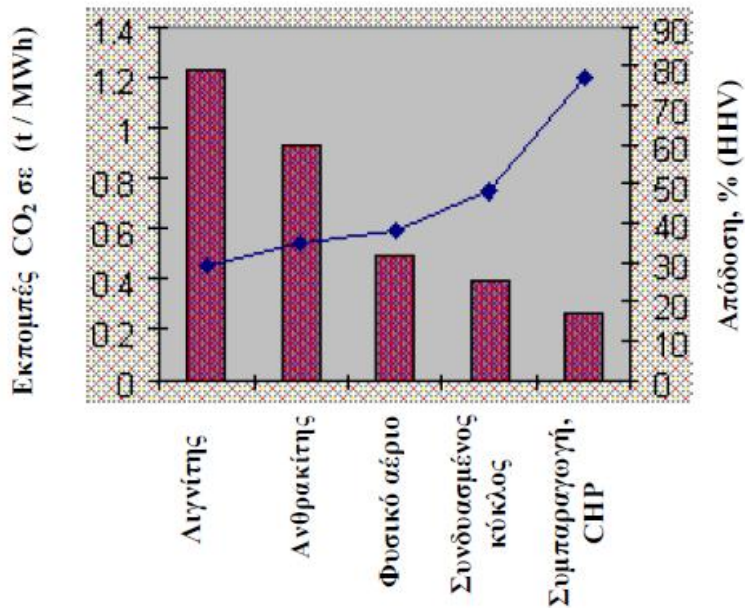
Αν επίσης ληφθεί υπόψη η παρουσία υδρογονανθράκων και άλλων πτητικών ενώσεων (VOCs, Volatile Organic Compounds) στην ατμόσφαιρα, αυτές παρουσία ηλιακού φωτός αντιδρούν με τις ενώσεις οξειδίων του αζώτου (NO_x) και παράγουν όζον και φωτοχημική ρύπανση (αιθαλομίχλη) σύμφωνα με την αντίδραση:



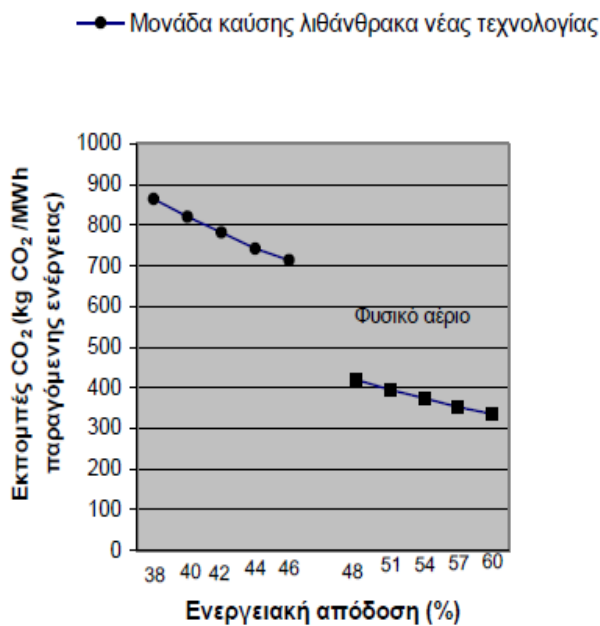
Στα διαγράμματα 1, 2, 3, 4 και 5 δίνονται κατά προσέγγιση οι μέσες τιμές εκπομπών CO₂ ανά μονάδα παραγόμενης ή εισαγόμενης ενέργειας για τα διάφορα ορυκτά καύσιμα και μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Από τα διαγράμματα αυτά διαπιστώνεται, ότι τις μεγαλύτερες τιμές εκπομπών, όσο αφορά στο CO₂, δίνει η καύση των διαφόρων τύπων ανθράκων, ενώ τις μικρότερες δίνει το φυσικό αέριο. Οι τιμές εκπομπών κατά την καύση πετρελαίου είναι ενδιάμεσες. Το πετρέλαιο όμως έχει το μειονέκτημα να παράγει SO₂ κατά την καύση του, λόγω του περιεχομένου S.



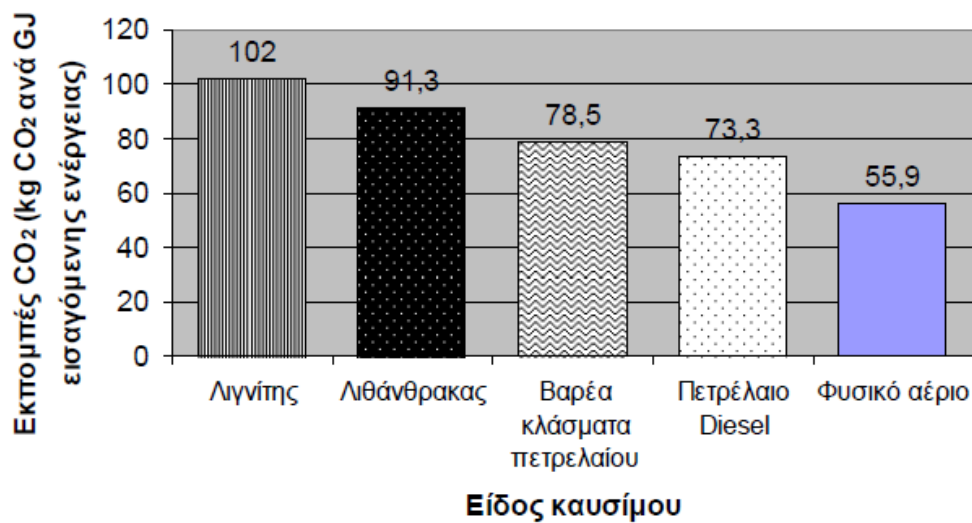
Διάγραμμα 1: Εκπομπές CO₂ σε μονάδες παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν ως καύσιμα λιγνίτη, λιθάνθρακα και πετρέλαιο



Διάγραμμα 2: Εκπομπές CO₂ (σε t/MWh) σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ως συνάρτηση του καυσίμου και της μεθόδου παραγωγής ενέργειας - Ενεργειακή απόδοση (%) ως συνάρτηση του καυσίμου και της μεθόδου παραγωγής ενέργειας (Πηγή: Cogeneration-CHP (Electricity) generation – Research Note 21 1998-99)

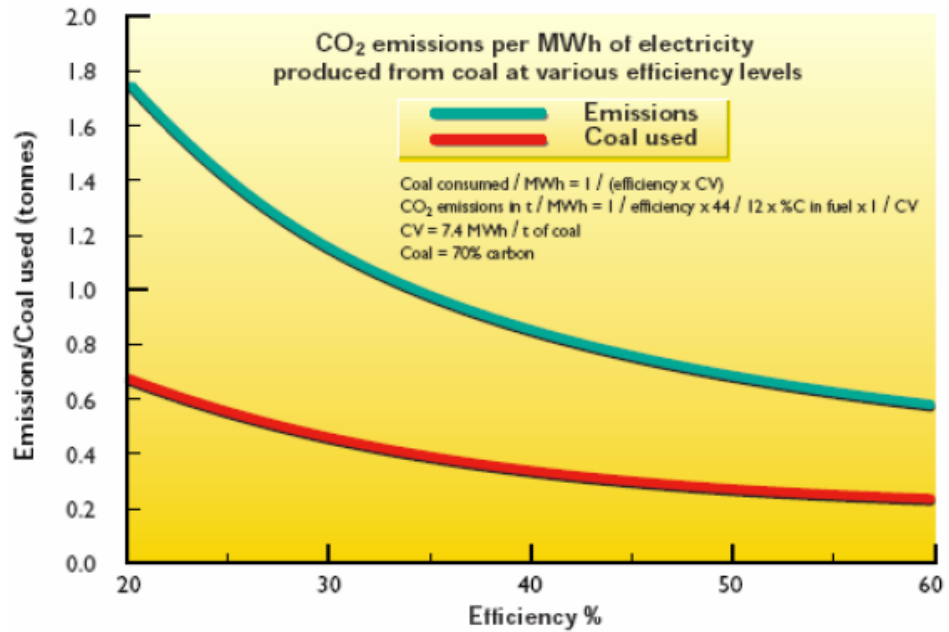


Διάγραμμα 3: Εκπομπές CO₂ ως συνάρτηση της ενεργειακής απόδοσης σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν ως καύσιμα λιθάνθρακα και φυσικό αέριο



Σχήμα 12. Εκπομπές CO₂ κατά την πλήρη καύση των ενεργειακών καυσίμων Υπολογισμοί για Κ.Θ.Δ. (Πηγή: International Gas Union, IGU & Eurogas).

Διάγραμμα 4: Εκπομπές CO₂ κατά την πλήρη καύση των ενεργειακών καυσίμων – Υπολογισμοί για Κ.Θ.Δ (Πηγή: International Gas Union, IGU & Eurogas)



Διάγραμμα 5: Εκπομπές CO₂ και κατανάλωση άνθρακα ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας (Πηγή: IEACR, <http://wci.rmid.co.uk/uploads/ccts.pdf>)

Στο παραπάνω διάγραμμα προτείνεται η εξίσωση:

$$\text{Κατανάλωση άνθρακα (t / MWh)} = \left(\frac{1}{\text{Απόδοση} \times \text{θερμογόνο} \cdot \text{δυναμη}} = \frac{1}{E \times CV} \right)$$

4.2 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

Ο υπολογισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης βασίζεται στην μεθοδολογία του ευρωπαϊκού οργανισμού περιβάλλοντος (21) και καλύπτει όλες τις πηγές από ανθρωπογενείς παράγοντες. Η απογραφή εκπομπών για την Κύπρο άρχισε το 2002. Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι που εξετάστηκαν είναι διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), διοξείδιο του θείου (SO₂), οξειδία του αζώτου (NO_x), υποξείδιο του αζώτου (N₂O), μη-μεθανιούχες πτητικές οργανικές ενώσεις (NMVOC), μεθάνιο (CH₄) και μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Οι συγκεκριμένοι ρύποι περιλαμβάνονται στην απογραφή εκπομπών και είναι βασικό κομμάτι για την κλιματική αλλαγή σε εθνικές και παγκόσμιες περιβαλλοντικές πολιτικές. Η ποσότητα για κάθε είδος ρύπου εξαρτάται από το επίπεδο δραστηριότητας και ο συντελεστής εκπομπών δίνεται σύμφωνα με το γενικό τύπο

$$Q_{s,i,j,k} = 10^{-6} \times EF_{s,i,j,k} \times AL_{s,i,j}$$

όπου

s: αναφέρεται στην εξέταση κατηγορία πηγή εκπομπής, π.χ. ηλεκτροπαραγωγή, θέρμανση χώρων, την οδική κυκλοφορία, τη βιομηχανία

i : αναφέρεται στην τεχνολογία που χρησιμοποιείται, π.χ. βιομηχανικό λέβητα, τύπο οχήματος, τύπο αεροπλάνου, διαλυτών που σχετίζονται με προϊόντα

j: αναφέρεται στη δραστηριότητα της κάθε κατηγορίας, π.χ. καύση του πετρελαίου ή καύση του μαζούτ, όχημα ανα διανυόμενο χιλιόμετρο (vehkm), αεροπλάνα προσγείωσης και απογείωσης

k: αναφέρεται στην εξέταση ρύπων

Q_{s,i,j,k} :είναι η ποσότητα του ρύπου k, από την πηγή του, την τεχνολογία i και j δραστηριότητα σε μετρικούς τόνους ανά έτος (t / έτος)

EF_{s,i,j,k} : είναι ο συντελεστής εκπομπών για ρύπου k, πηγή του, την τεχνολογία i και j δραστηριότητα σε γραμμάρια ανά GJ (g / GJ) ή σε γραμμάρια ανά διανυόμενο χιλιόμετρο οχήματος (γραμμάρια / vehkm) ή σε γραμμάρια ανά μετρικό τόνο εμπορευμάτων παραγωγής (g / t)

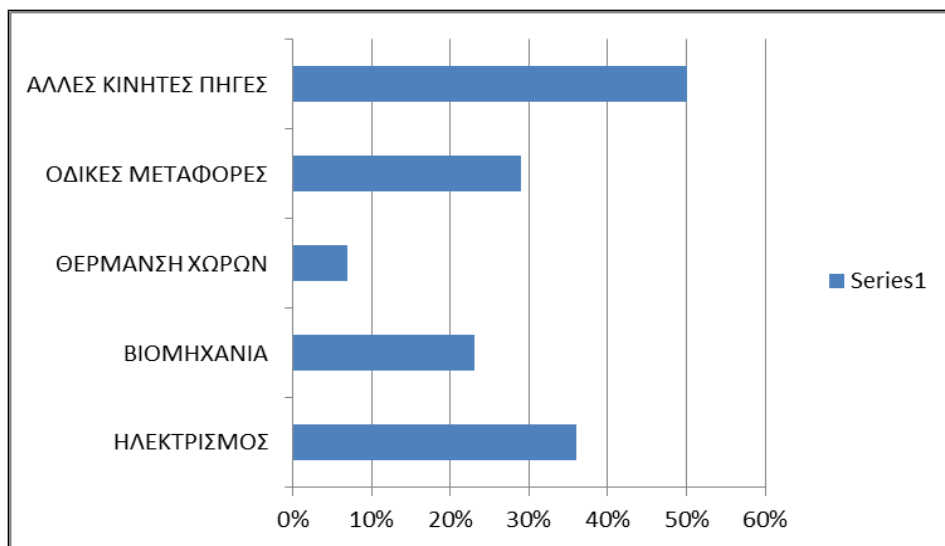
AL_{s,i,j} :είναι το επίπεδο δραστηριότητας της πηγής του, την τεχνολογία i και j δραστηριότητα σε t / έτος ή σε GJ / έτος ή σε vehkm / έτος

Τα Δεδομένα σε επίπεδο δραστηριότητας για κάθε πηγή εκπομπών αποκτήθηκαν μέσω μιας εκτεταμένης εκστρατείας ενημέρωσης συλλογή δεδομένων, κυρίως από στατιστικά εγχειρίδια της Στατιστικής Υπηρεσίας της Δημοκρατίας της Κύπρου και άλλες δημόσιες

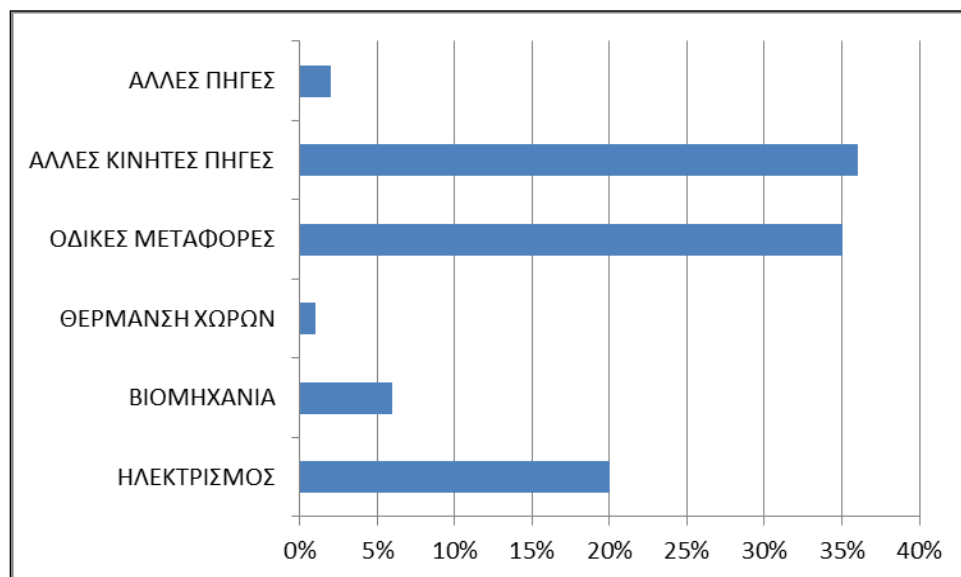
υπηρεσίες, επιστημονικές δημοσιεύσεις, έρευνα στο διαδίκτυο, και προσωπική επικοινωνία με τους εμπειρογνώμονες που εργάζονται στα εργοστάσια.

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων στην Κύπρο, συνολικά και ανά βασική κατηγορία πηγής εκπομπών. Η παραγωγή ενέργειας και οι οδικές μεταφορές είναι οι σημαντικότεροι στις συνολικές εκπομπές στην Κύπρο. Η ηλεκτροπαραγωγή έχει μερίδιο 36% του συνόλου των εκπομπών CO₂, 62% των συνολικών εκπομπών SO₂, το 20% του συνόλου των εκπομπών NO_x και 55% των συνολικών εκπομπών N₂O, ενώ το μερίδιο των οδικών μεταφορών ανήλθε σε 29% των συνολικών εκπομπών CO₂, 22% των συνολικών εκπομπών SO₂, το 35% του συνόλου των εκπομπών NO_x και το 6% των συνολικών εκπομπών N₂O. Οι οδικές μεταφορές είναι η κύρια αιτία των NMVOC και των εκπομπών CO, ενώ η συμβολή της ηλεκτροπαραγωγής είναι αμελητέα. Στην περίπτωση του CH₄, περισσότερο από το 95% προέρχεται από τη γεωργία και την κτηνοτροφία.

Πίνακας 4: Εκτιμώμενες εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων, συνολικά και ανά βασική κατηγορία πηγής εκπομπών							
ΠΗΓΗ ΡΥΠΩΝ	CO₂	SO₂	NO_x	NMVOC	CH₄	CO	N₂O
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	2980	30.88	7.97	6.38	0,03	0.77	1.72
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	1,904	4.71	2.44	2.77	0,07	0.77	0.08
ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ	554	2.76	0.37	0.11	0,03	0.49	0.06
ΟΔΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	2376	10.98	14.32	10.18	0,4	43.19	0.18
ΑΛΛΕΣ ΚΙΝΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ	463	0.80	14.81	4.22	0,06	9.59	0.36
ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ	-	-	0.77	6.35	14,35	-	0.73
ΟΛΙΚΟ [kt/yr]	8277	50.13	40.68	24.01	14.94	54.81	3.13



Διάγραμμα 6: Ποσοστιαία συμμετοχή των κύριων πηγών εκπομπών στις συνολικές εκπομπές CO₂



Διάγραμμα 7: Ποσοστιαία συμμετοχή των κύριων πηγών εκπομπών στις συνολικές εκπομπές NO_x

Τέλος στον πίνακα 5, με βάση τα στοιχεία που παρατέθηκαν στο Κεφάλαιο 2, παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων από τους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς της Κύπρου.

Πίνακας 5: Κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές ρύπων για τους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς της Κύπρου									
ΣΤΑΘΜΟΣ	<u>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ [kt/yr]</u>		<u>ΡΥΠΟΙ [kt/yr]</u>						
	Βαρύ μαζούτ	Πετρέλαιο	CO₂	SO₂	NO_x	NMVOC	CH₄	CO	N₂O
ΜΟΝΗ	113.40	1.20	366	4.64	1.09	0.05	0.00	0.09	0.21
ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	345.35	0.39	1105	7.03	2.42	0.14	0.01	0.28	0.64
ΔΕΚΕΛΕΙΑ	472.07	-	1509	19.2 1	4.47	0.19	0.02	0.39	0.87
ΟΛΙΚΟ	930.82	1.59	2980	30.8 8	7.97	0.38	0.03	0.77	1.72

4.3 ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ

Οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στους ανθρώπους και στο περιβάλλον θεμελιώνει την αναγκαιότητα της μείωσης των ατμοσφαιρικών ρύπων. Κάθε στρατηγική αντιρροπτικού ελέγχου πρέπει να είναι βασισμένη στην βελτίωση της ατμόσφαιρας.

Αυτή η στρατηγική πρέπει να είναι άρρηκτα συνδεδεμένη στην κατανόηση της κλίμακας του προβλήματος και ειδικά στην επίγνωση των επιπέδων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (19-20). Οι προοπτικές μείωσης των ατμοσφαιρικών ρύπων στους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς της Κύπρου είναι τεράστιες, εφόσον οι ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί κατέχουν τα πρωτεία στις συνολικές εκπομπές ρύπων της Κύπρου, με μερίδιο 36% σε CO₂, 62% σε SO₂, 20% σε NO_x και 55% σε N₂O, σύμφωνα με την απογραφή εκπομπών που έγινε. Η χρήση των ΑΠΕ θεωρείται παγκόσμια μια από τις καλύτερες και αποτελεσματικότερες μεθόδους για την δημιουργία της ‘γέφυρας’ στην μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων. Ειδικά μεγάλης κλίμακας έργα ΑΠΕ συνεισφέρουν τα μέγιστα στο ενεργειακό ισοζύγιο μιας χώρας και ελέγχουν τις εκπομπές ρύπων. Η επιλογή της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς ενέργειας (ΗΠΕ) της Κύπρου εξετάζεται με σκοπό την μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων, δεδομένου

Το Σχέδιο Χορηγιών για την προώθηση των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που ανακοίνωσε η κυβέρνηση της Δημοκρατίας της Κύπρου και το εθνικό σχέδιο δράσης, που περιλαμβάνει έργα ΑΠΕ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μεγάλης κλίμακας με συνολική ικανότητα παραγωγής 211 MWel για την περίοδο 2009-2013, έχει ως στόχο να φτάσει το ποσοστό του 13% στην τελική κατανάλωση ενέργειας, έτσι ώστε η Κύπρος να πετύχει τον στόχο της Ε.Ε μέχρι το 2020. Οι τεχνολογίες ΑΠΕ που προτείνονται σαν σχέδιο δράσης για την Κύπρο παρουσιάζονται στον Πίνακα 6. Η αιολική ενέργεια αντιπροσωπεύει το 80% της συνολικής δυναμικότητας, η ηλιακή θερμική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το 12% και τα μεγάλα φωτοβολταϊκά συστήματα το 7% (22).

Η εκτιμώμενη μείωση των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων από την ηλεκτροπαραγωγή στην περίπτωση της ολοκλήρωσης του σχεδίου των ΑΠΕ παρουσιάζεται στον Πίνακα 7. Η μείωση αυτή αντιστοιχεί σε 453 kt/έτος CO₂, 4.69 kt/έτος SO₂, 1.21 kt/έτος NO_x, 0.26 kt/έτος N₂O και μικρότερες ποσότητες για τους υπόλοιπους ατμοσφαιρικούς ρύπους. Η μείωση αυτή υπερβαίνει τις εκπομπές του σταθμού Μονής, η οποία είναι η παλαιότερη μονάδα παραγωγής ενέργειας της Κύπρου και αυτή με την χαμηλότερη απόδοση. Η προοπτική για μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων θα είναι μεγαλύτερη εάν εφαρμοστούν πιο ορθολογικά μέτρα για σωστή χρήση ηλεκτρικής ενέργειας σε συσχετισμό με εφαρμογές και ανάπτυξη των ΑΠΕ στους τομείς της συνολικής-τελικής κατανάλωσης τα οποία μέτρα θα συνεισφέρουν στην μείωση της απαιτούμενης ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος (18).

Πίνακας 6: Στόχος για τεχνολογίες ΑΠΕ και εκτιμώμενη ηλεκτροπαραγωγή				
ΑΠΕ	Εγκατεστημένη ισχύς στόχος [MW]	Συντελεστής δυναμικού	Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας	
			[GWh/yr]	[%]
Αιολική ενέργεια	165	0.25	361.35	61.5
Ηλιακή θερμική παραγωγή ενέργειας	25	0.65	142.35	24.2
Μεγάλα φωτοβολταϊκά συστήματα (21-150 kW)	14	0.30	36.79	6.3
Βιομάζα	4	0.75	26.28	4.5
Παραγωγή βιοαερίου	3	0.75	20.71	3.5
ΟΛΙΚΟ	211		587.48	

Πίνακας 7: Μείωση των εκπομπών από ηλεκτροπαραγωγή στην περίπτωση ενίσχυσης των στόχων της Κύπρου με ΑΠΕ

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ	Εκπομπές από παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [kt / έτος]	Μείωση των εκπομπών [kt / έτος]	Ποσοστό εκπομπών [%]
CO ₂	2980	453.00	5.1
SO ₂	30.88	4.69	9.4
NO _x	7.97	1.21	3.0
NMVOC	0.38	0.06	0.2
CH ₄	0.03	0.01	0.1
CO	0.77	0.12	0.2
N ₂ O	1.72	0.26	8.3

4.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται υπάρχει αξιοσημείωτη δυνατότητα για τη μείωση των εκπομπών από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου ότι στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα συνεισφέρουν σημαντικά οι ΑΠΕ. Οι εκπομπές από ηλεκτροπαραγωγή στην Κύπρο ήταν 36% στο σύνολο των εκπομπών CO₂, 62% των συνολικών εκπομπών SO₂, 20% των συνολικών εκπομπών NO_x και 55% των συνολικών εκπομπών N₂O. Από την άλλη πλευρά, τη συμβολή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο, όπου τώρα έχουν αρχίσει να εδραιώνονται στην Κύπρο, θα είναι τεράστια. Η Κύπρος είναι πολύ μικρή, αλλά οι στόχοι που έχουν τεθεί από την κυβέρνηση της Δημοκρατίας της Κύπρου είναι φιλόδοξοι. Η συνακόλουθη μείωση των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων αντιστοιχεί σε 453 kt / έτος του CO₂, 4.69 kt / έτος των εκπομπών SO₂, 1.21 kt / έτος των οξειδίων του αζώτου, 0.26 kt / έτος των εκπομπών N₂O, που υπερβαίνει τις εκπομπές του σταθμού της Μονής, η οποία είναι η παλαιότερη μονάδα της Κύπρου και αυτή με την χαμηλότερη απόδοση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται μια καταρχήν οικονομική ανάλυση των τριών σταθμών που λειτουργούν αυτή την στιγμή στην Κύπρο με παράμετρο το είδος του καυσίμου (πετρέλαιο που χρησιμοποιείται σήμερα ή φυσικό αέριο που θα εφαρμοσθεί στο μέλλον), και εξετάζεται η επίδραση της ποιότητας της καυσίμου στις αέριες εκπομπές των σταθμών.

5.1 ΚΑΥΣΙΜΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Για τον υπολογισμό των μεγεθών που παρουσιάζονται χρησιμοποιήθηκαν οι εξής σχέσεις και παραδοχές:

- Η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή (MWh) θεωρήθηκε ίση με το γινόμενο της ονομαστικής ισχύος της κάθε μηχανής επί το πλήθος των μηχανών και επί τις αντίστοιχες ώρες λειτουργίας.
- Η ετήσια κατανάλωση καυσίμου προκύπτει διαιρώντας την ετήσια ηλεκτροπαραγωγή με τον βαθμό απόδοσης και την θερμογόνο ικανότητα του καυσίμου.
- Το Κόστος Καυσίμου εκτιμήθηκε ίσο με 65.9 €/MW_{th} HHV ή 73.1 €/MW_{th} LHV.
- Το Ετήσιο κόστος καυσίμου υπολογίζεται από το γινόμενο του κόστους καυσίμου και της ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου.
- Το Ειδικός κόστος O&M εκτιμήθηκε ίσο με 1.5 €/MWh_{el}.
- Το Ετήσιο κόστος O&M υπολογίζεται από το γινόμενο του ειδικού κόστους με την ετήσια ηλεκτροπαραγωγή.
- Το Ειδικός κόστος CO₂ εκτιμήθηκε ίσο με 7 €/tn CO₂.

- Το Ετήσιο κόστος εκπομπών CO₂ υπολογίζεται από το γινόμενο του ειδικού κόστους με την ετήσιες εκπομπές. Οι εκπομπές υπολογίζονται πολλαπλασιάζοντας τις εκπομπές που αντιστοιχούν σε ένα κιλό καυσίμου με την ετήσια κατανάλωση του. Για τον προσδιορισμό των ανηγμένων ανά κιλό καυσίμου εκπομπών χρησιμοποιήθηκαν οι σχέσεις που περιγράφονται στην θεωρία του μαθήματος των Ατμοπαραγωγών, με βάση την σύσταση του καυσίμου. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.
- Το Συνολικό ετήσιο μεταβλητό κόστος υπολογίζεται ως το άθροισμα του Ετήσιου κόστους καυσίμου, του Ετήσιου κόστους O&M και του Ετήσιου κόστους εκπομπών.
- Το Ειδικός σταθερό κόστος εκτιμήθηκε σε 50,000 ευρώ/MW/έτος για την εγκατάσταση του αμμοστρόβιλου και 25,000 ευρώ/MW/έτος για τον αεριοστρόβιλο.
- Το Ετήσιο σταθερό κόστος είναι το γινόμενο του ειδικού σταθερού κόστους με την εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας.
- Το Ανηγμένο Μεταβλητό, Σταθερό και Συνολικό κόστος ηλεκτροπαραγωγής είναι το πηλίκο των αντίστοιχων ετησίων τιμών προς την ετήσια ηλεκτροπαραγωγή.

Πίνακας 8: Εκπομπές ανά κιλό καυσίμου										
	γ_C	γ_H	γ_O	γ_S						
	0.855	0.125	0.008	0.012	μ_{LOT}	λ	μ_{LT}	μ_{CO2} (kg/kg)	μ_{SO2} (kg/kg)	μ_{N2} (kg/kg)
Συντελεστές μ_{LOT}	11.48	34.19	-4.31	4.30	14.107	1.2	16.928	3.134	0.024	12.999
Συντελεστές μ_{CO2}	3.67	0.00	0.00	0.00						
Συντελεστές μ_{SO2}	0	0	0	1.998						

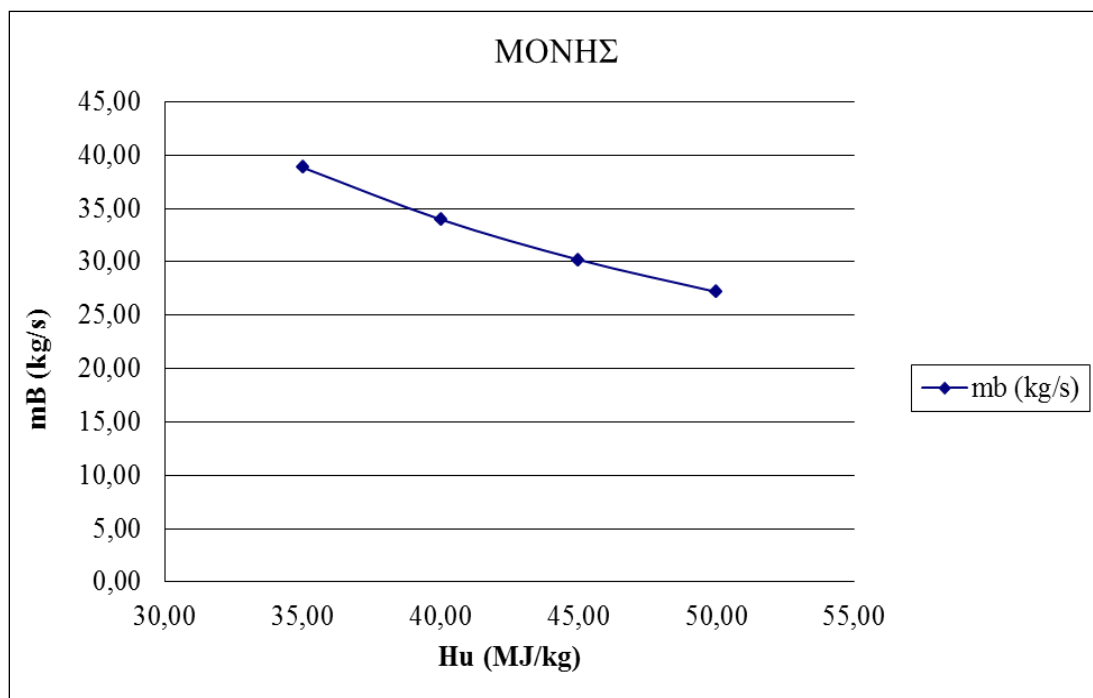
ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΟΝΗΣ

Στον πίνακα 9 συνοψίζονται τα βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της λειτουργίας του σταθμού Μονής με καύσιμο πετρέλαιο. Σκοπός είναι να εξετάσουμε τη μεταβολή της κατανάλωσης καυσίμου καθώς και των εκπομπών σε συνάρτηση με την θερμογόνο ικανότητα του χρησιμοποιηθέντος πετρελαίου. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στον Πίνακα 10 και το Διάγραμμα 8. Είναι φανερό ότι καθώς αυξάνουμε την θερμογόνο ικανότητα, μειώνεται τόσο η απαιτούμενη παροχή καύσιμου όσο και οι αντίστοιχες εκπομπές.

Πίνακας 9: Βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά λειτουργίας σταθμού Μονής			
	ST	GT	Σύνολο
Αριθμός μονάδων	6	4	
Ισχύς μονάδας	30.0	37.5	
Ετήσιες ώρες λειτουργίας	2,200	400	
Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή (MWh)	396,000	60,000	456,000
Βαθμός απόδοσης	0.2342	0.2139	
Κατανάλωση καυσίμου ($MW_{th} LHV$)	1,690,863	280,505	1,971,368
Κόστος καυσίμου ($€/MW_{th} HHV$)	65.88		
Κόστος καυσίμου ($€/MW_{th} LHV$)	73.13		
Ετήσιο κόστος καυσίμου (€)	123,647,365	20,512,426	144,159,791
Ειδικός κόστος O&M ($€/Mwh_{el}$)	1.5		
Ετήσιο κόστος O&M (€)	594,000	90,000	684,000
Ειδικός κόστος CO ₂ ($€/tn$)	7		
Ετήσιο κόστος εκπομπών CO ₂ (€)	3,686,760	558,600	4,245,360
Συνολικό ετήσιο μεταβλητό κόστος (€)	127,928,125	21,161,026	149,089,151
Ειδικός σταθερό κόστος ($€/MW/έτος$)	50,000	25,000	
Ετήσιο σταθερό κόστος (€)	9,000,000	3,750,000	12,750,000
Μεταβλητό κόστος ηλεκτροπαραγωγής ($€/MWh_{el}$)	323.05	352.68	326.95
Σταθερό κόστος ηλεκτροπαραγωγής ($€/MWh_{el}$)	22.73	62.5	27.96
Συνολικό κόστος ηλεκτροπαραγωγής ($€/MWh_{el}$)	345.78	415.18	354.91

Πίνακας 10: Παροχή καυσίμου και εκπομπές σε συνάρτηση με τη θερμογόνο του καυσίμου για το Σταθμό της Μονής

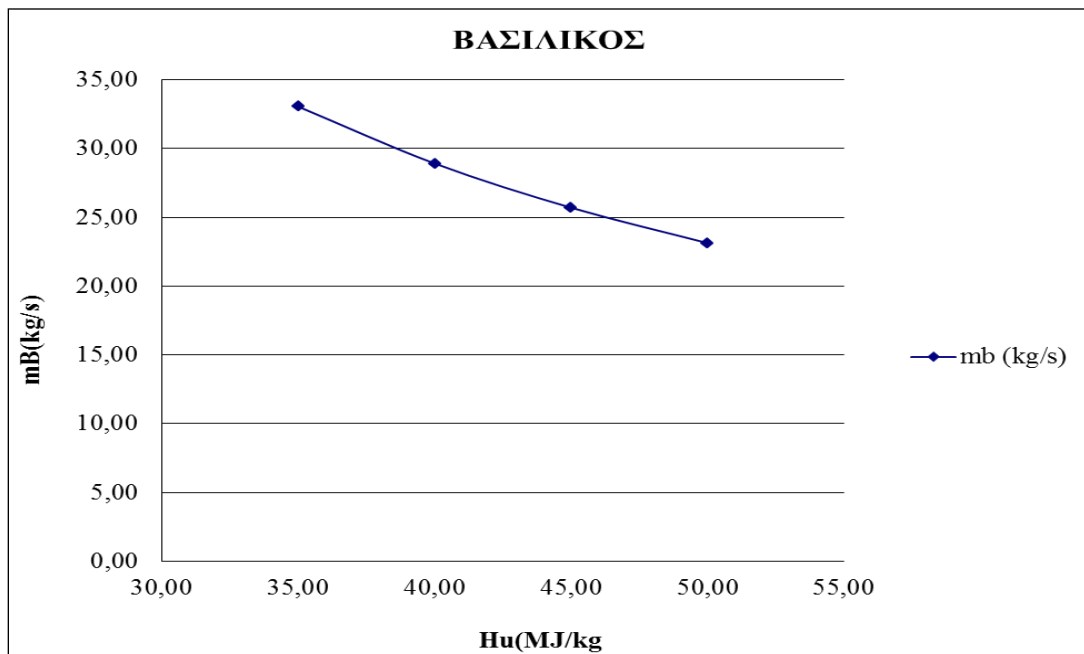
Hu (MJ/kg)	m _{Bst} (kg/s)	m _{bGT} (kg/s)	m _b (kg/s)	m _{CO2} (kg/s)	m _{S02} (kg/s)	m _{N2} (kg/s)
35.00	20.54	18.30	38.84	121.70	0.93	504.86
40.00	17.97	16.01	33.98	106.49	0.81	441.75
45.00	15.97	14.23	30.21	94.66	0.72	392.67
50.00	14.38	12.81	27.19	85.19	0.65	353.40



Διάγραμμα 8: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα του καυσίμου για το σταθμό της Μονής

ΣΤΑΘΜΟΣ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ

Στον πίνακα 11 συνοψίζονται τα βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της λειτουργίας του σταθμού του Βασιλικού. Ο πίνακας συμπληρώθηκε χρησιμοποιώντας τις χαρακτηριστικές τιμές και σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν για το σταθμό Μονής. Στον Πίνακα 12 παρουσιάζεται η μεταβολή της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών σε συνάρτηση με την θερμογόνο ικανότητα του πετρελαίου. Είναι φανερό και σε αυτήν την περίπτωση ότι καθώς αυξάνουμε την θερμογόνο ικανότητα, μειώνεται τόσο η απαιτούμενη παροχή καύσιμου όσο και οι αντίστοιχες εκπομπές γεγονός που επιβεβαιώνεται και στη γραφική απεικόνιση που ακολουθεί.



Διάγραμμα 9: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα του καυσίμου για το σταθμό του Βασιλικού

Πίνακας 11: Βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά λειτουργίας σταθμού Βασιλικού

	ST	GT	Σύνολο
Αριθμός μονάδων	3	1	
Ισχύς μονάδας	130	38	
Ετήσιες ώρες λειτουργίας	2,200	400	
Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή (MWh)	858,000	15,200	873,200
Βαθμός απόδοσης	0.3922	0.2345	
Κατανάλωση καυσίμου (MW_{th} LHV)	2,187,659	64,819	2,252,478
Κόστος καυσίμου (€/MW _{th} HHV)	65.88		
Κόστος καυσίμου (€/MW _{th} LHV)	73.13		
Ετήσιο κόστος καυσίμου (€)	158,535,298	4,697,286	163,232,584
Ειδικός κόστος O&M (€/Mwh _{el})	1.5		
Ετήσιο κόστος O&M (€)	1,287,000	22,800	1,309,800
Ειδικός κόστος CO ₂ (€/tn)	7		
Ετήσιο κόστος εκπομπών CO ₂ (€)	7,987,980	141,512	8,129,492
Συνολικό ετήσιο μεταβλητό κόστος (€)	167,810,278	4,861,598	172,671,876
Ειδικός σταθερό κόστος (€/MW/έτος)	50,000	25,000	
Ετήσιο σταθερό κόστος (€)	19,500,000	950,000	20,450,000
Μεταβλητό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	195.58	319.84	197.75
Σταθερό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	22.73	62.5	23.42
Συνολικό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	218.31	382.34	221.17

Πίνακας 12: Παροχή καυσίμου και εκπομπές σε συνάρτηση με τη θερμογόνο του καυσίμου για το Σταθμό Βασιλικού

H_u (MJ/kg)	m_{Bst} (kg/s)	m_{bGT} (kg/s)	m_b (kg/s)	m_{CO2} (kg/s)	m_{S02} (kg/s)	m_{N2} (kg/s)
35.00	28.41	4.63	33.04	103.54	0.79	429.50
40.00	24.86	4.05	28.91	90.59	0.69	375.82
45.00	22.10	3.60	25.70	80.53	0.62	334.06

50.00	19.89	3.24	23.13	72.48	0.55	300.65
-------	-------	------	-------	-------	------	--------

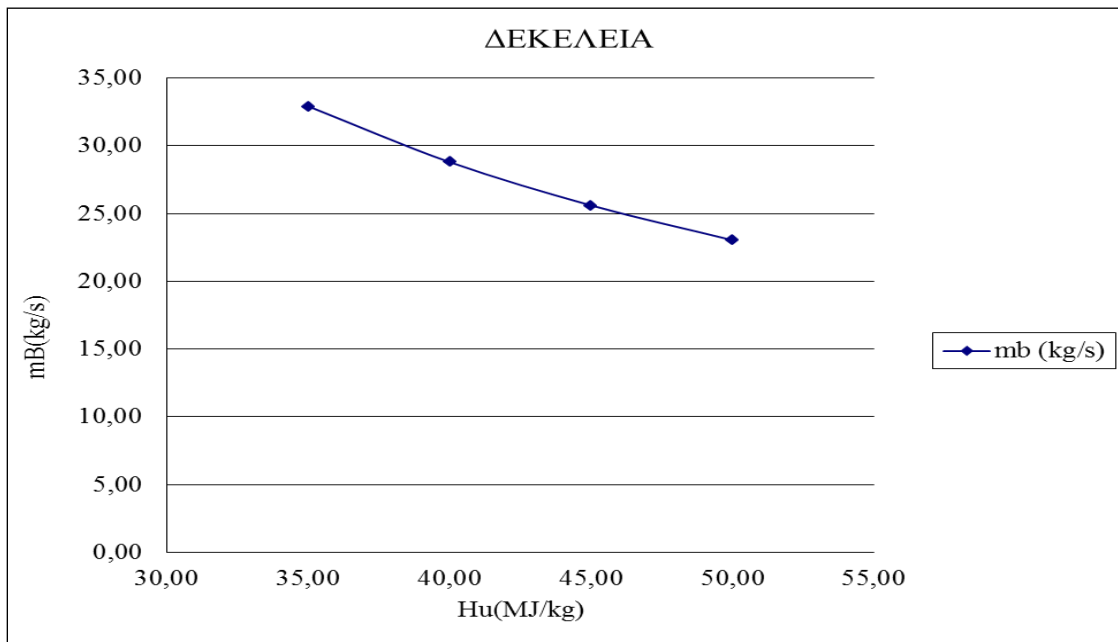
ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ

Στον πίνακα 13 συνοψίζονται τα βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της λειτουργίας του σταθμού της Δεκελείας. Ο πίνακας συμπληρώθηκε χρησιμοποιώντας τις χαρακτηριστικές τιμές και σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν για το σταθμό Μονής. Στον Πίνακα 14 παρουσιάζεται η μεταβολή της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών σε συνάρτηση με την θερμογόνο ικανότητα του πετρελαίου. Είναι φανερό και σε αυτήν την περίπτωση ότι καθώς αυξάνουμε την θερμογόνο ικανότητα, μειώνεται τόσο η απαιτούμενη παροχή καύσιμου όσο και οι αντίστοιχες εκπομπές, γεγονός που επιβεβαιώνεται και στη γραφική απεικόνιση που ακολουθεί.

Πίνακας 13: Βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά λειτουργίας σταθμού Δεκελείας			
	ST	GT	Σύνολο
Αριθμός μονάδων	6		
Ισχύς μονάδας	60		
Ετήσιες ώρες λειτουργίας	2,200		
Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή (MWh)	792,000		792,000
Βαθμός απόδοσης	0.297		
Κατανάλωση καυσίμου (MW_{th} LHV)	2,666,667		2,666,667
Κόστος καυσίμου (€/MW _{th} HHV)	65.88		
Κόστος καυσίμου (€/MW _{th} LHV)	73.13		
Ετήσιο κόστος καυσίμου (€)	193,248,000		193,248,000
Ειδικός κόστος O&M (€/Mwh _{el})	1.5		
Ετήσιο κόστος O&M (€)	1,188,000		1,188,000
Ειδικός κόστος CO ₂ (€/tn)	7		
Ετήσιο κόστος εκπομπών CO ₂ (€)	7,373,520		7,373,520
Συνολικό ετήσιο μεταβλητό κόστος (€)	201,809,520		201,809,520
Ειδικός σταθερό κόστος (€/MW/έτος)	50000		
Ετήσιο σταθερό κόστος (€)	18,000,000		18,000,000
Μεταβλητό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	254.81		254.81
Σταθερό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	22.73		22.73
Συνολικό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	277.54		277.54

Πίνακας 14: Παροχή καυσίμου και εκπομπές σε συνάρτηση με τη θερμογόνο του καυσίμου για το Σταθμό Δεκελείας

Hu (MJ/kg)	m _{Bst} (kg/s)	m _b (kg/s)	m _{CO2} (kg/s)	m _{S02} (kg/s)	m _{N2} (kg/s)
35.00	32.90	32.90	103.11	0.79	427.72
40.00	28.79	28.79	90.22	0.69	374.25
45.00	25.59	25.59	80.19	0.61	332.67
50.00	23.03	23.03	72.17	0.55	299.40



Διάγραμμα 10: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα του καυσίμου για το σταθμό της Δεκελείας

5.2 ΚΑΥΣΙΜΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Για τον υπολογισμό των μεγεθών που παρουσιάζονται χρησιμοποιήθηκαν οι εξής σχέσεις και παραδοχές:

- Η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή (MWh) θεωρήθηκε ίση με το γινόμενο της ονομαστικής ισχύος της κάθε μηχανής επί το πλήθος των μηχανών και επί τις αντίστοιχες ώρες λειτουργίας.
- Η ετήσια κατανάλωση καυσίμου προκύπτει διαιρώντας την ετήσια ηλεκτροπαραγωγή με τον βαθμό απόδοσης και την θερμογόνο ικανότητα του καυσίμου.
- Το Κόστος Καυσίμου εκτιμήθηκε ίσο με $50 \text{ €/MW}_{\text{th}}$ HHV ή $55.5 \text{ €/MW}_{\text{th}}$ LHV.
- Το Ετήσιο κόστος καυσίμου υπολογίζεται από το γινόμενο του κόστους καυσίμου και της ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου.
- Το Ειδικός κόστος O&M εκτιμήθηκε ίσο με $1.5 \text{ €/MWh}_{\text{el}}$.
- Το Ετήσιο κόστος O&M υπολογίζεται από το γινόμενο του ειδικού κόστους με την ετήσια ηλεκτροπαραγωγή.
- Το Ειδικός κόστος CO₂ εκτιμήθηκε ίσο με 7 €/tn CO_2 .
- Το Ετήσιο κόστος εκπομπών CO₂ υπολογίζεται από το γινόμενο του ειδικού κόστους με την ετήσιες εκπομπές. Οι εκπομπές υπολογίζονται πολλαπλασιάζοντας τις εκπομπές που αντιστοιχούν σε ένα κιλό καυσίμου με την ετήσια κατανάλωση του. Για τον προσδιορισμό των ανηγμένων ανά κιλό καυσίμου εκπομπών

χρησιμοποιήθηκαν οι σχέσεις που περιγράφονται στην θεωρία του μαθήματος των Ατμοπαραγών, με βάση την σύσταση του καυσίμου.

- Το Συνολικό ετήσιο μεταβλητό κόστος υπολογίζεται ως το άθροισμα του Ετήσιου κόστους καυσίμου, του Ετήσιου κόστους O&M και του Ετήσιου κόστους εκπομπών.
- Το Ειδικό σταθερό κόστος εκτιμήθηκε σε 50,000 ευρώ/MW/έτος για την εγκατάσταση του αμμοστρόβιλου και 25,000 ευρώ/MW/έτος για τον αεριοστρόβιλο.
- Το Ετήσιο σταθερό κόστος είναι το γινόμενο του ειδικού σταθερού κόστους με την εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας.
- Το Ανηγμένο Μεταβλητό, Σταθερό και Συνολικό κόστος ηλεκτροπαραγωγής είναι το πηλίκο των αντίστοιχων ετησίων τιμών προς την ετήσια ηλεκτροπαραγωγή.

ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΟΝΗΣ

Στον πίνακα 15 συνοψίζονται τα βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της λειτουργίας του σταθμού Μονής με καύσιμο φυσικό αέριο.

Στη συνέχεια μελετήθηκε η επίδραση των χαρακτηριστικών του φυσικού αερίου στην λειτουργία της εγκατάστασης. Τα διαθέσιμα αυτή τη στιγμή μείγματα φυσικού αερίου είναι τρία, το αλγερινό, το τούρκικο και το ρώσικο. Στον πίνακα 16 παρουσιάζονται η πυκνότητα, καθώς και οι διακυμάνσεις που παρατηρούνται στην ανώτερη και στην κατώτερη θερμογόνο ικανότητα του κάθε μείγματος όπως αυτά προκύπτουν από τους πίνακες της ΔΕΣΦΑ. Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία αυτά, υπολογίζεται για την δεδομένη ηλεκτροπαραγωγή η διακύμανση της κατανάλωσης καυσίμου των αεριοστρόβιλων και των αμμοστρόβιλων ανάλογα με τη θερμογόνο ικανότητα του χρησιμοποιηθέντος καυσίμου, θεωρώντας σε κάθε περίπτωση σταθερό το βαθμό απόδοσης των αντίστοιχων μηχανών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 17.

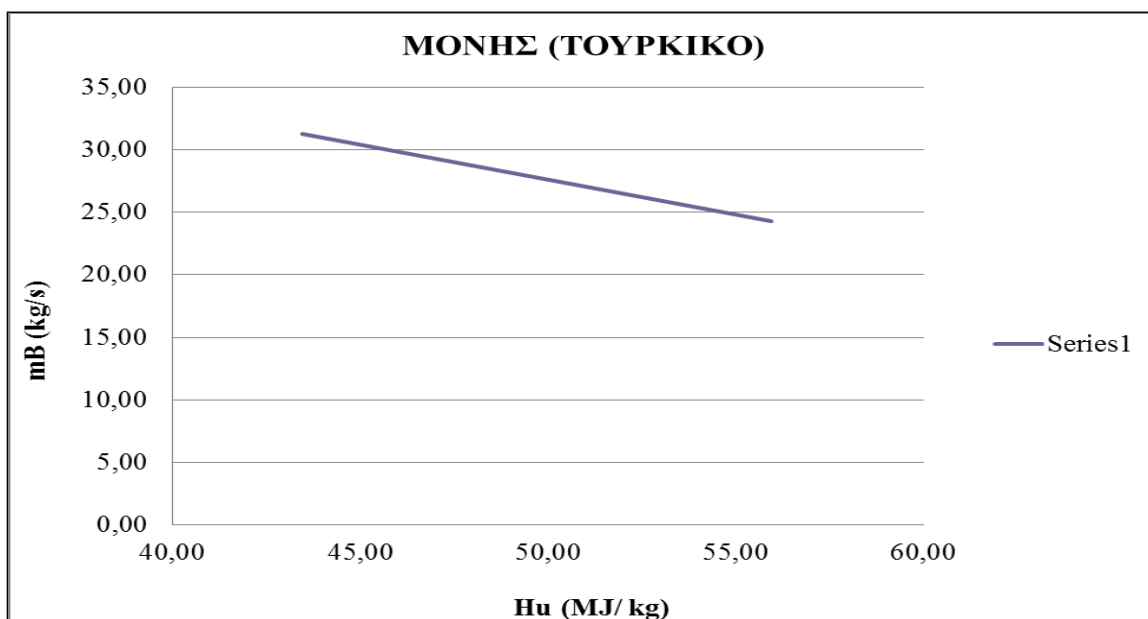
Πίνακας 15: Βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά λειτουργίας σταθμού Μονής			
	ST	GT	Σύνολο
Αριθμός μονάδων	6	4	
Ισχύς μονάδας	30	37.5	
Ετήσιες ώρες λειτουργίας	2,200	400	
Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή (MWh)	396,000	60,000	456,000
Βαθμός απόδοσης	0.2342	0.2139	
Κατανάλωση καυσίμου (MW_{th} LHV)	1,690,863	280,505	1,971,368
Κόστος καυσίμου ($\text{€/}MW_{th}$ HHV)	50		
Κόστος καυσίμου ($\text{€/}MW_{th}$ LHV)	55.5		
Ετήσιο κόστος καυσίμου (€)	93,842,869	15,568,022	109,410,892
Ειδικός κόστος O&M ($\text{€/}MWh_{el}$)	1.5		
Ετήσιο κόστος O&M (€)	594,000	90,000	684,000
Ειδικός κόστος CO ₂ (€/tn)	7		
Ετήσιο κόστος εκπομπών CO ₂ (€)	2,217,600	336,000	2,553,600
Συνολικό ετήσιο μεταβλητό κόστος (€)	96,654,469	15,994,022	112,648,492
Ειδικός σταθερό κόστος ($\text{€/}MW/\text{έτος}$)	50,000	25,000	
Ετήσιο σταθερό κόστος (€)	9,000,000	3,750,000	12,750,000
Μεταβλητό κόστος ηλεκτροπαραγωγής ($\text{€/}MWh_{el}$)	244.08	266.57	247.04
Σταθερό κόστος ηλεκτροπαραγωγής ($\text{€/}MWh_{el}$)	22.73	62.50	27.96
Συνολικό κόστος ηλεκτροπαραγωγής ($\text{€/}MWh_{el}$)	266.80	329.07	275.00

Πίνακας 16: Πυκνότητα, ανώτερη και κατώτερη θερμογόνο ικανότητα ανάλογα με την προέλευση του φυσικού αερίου			
Τουρκικό Φ.Α.	ρ	HHV	LHV (MJ/ kg)
		(kcal/Nm ³)	
	0,71	8100	43,46
	0,71	10427	55,94
Αλγερινό Φ.Α.	0,80	9640	45,88
	0,80	10650	50,68

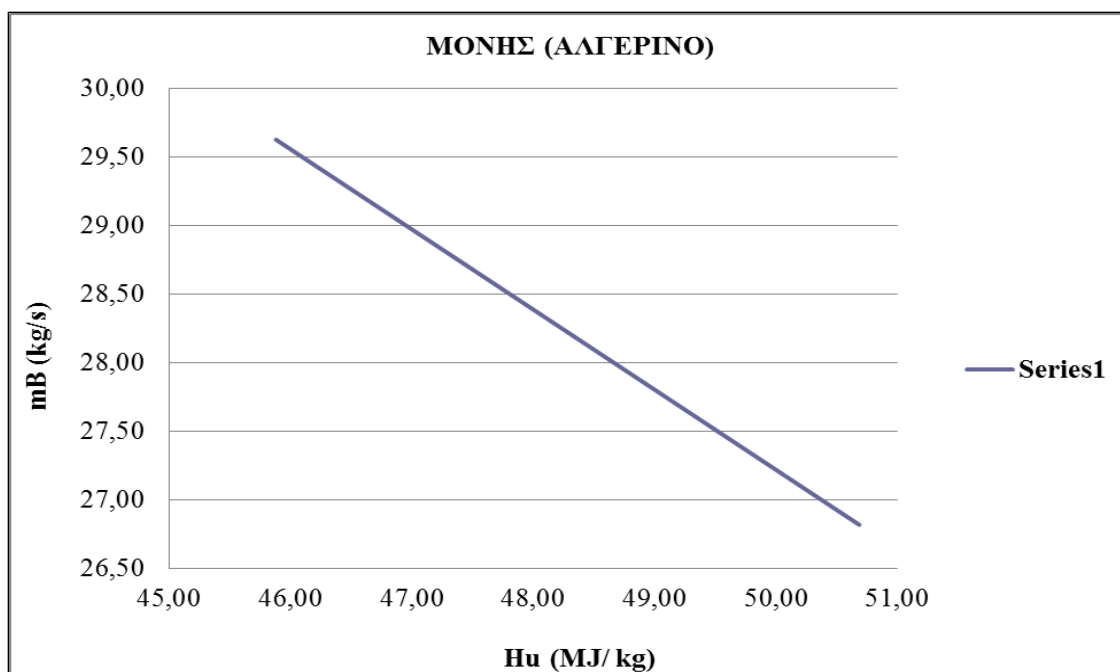
Ρωσικό Φ.Α.	0,79	8600	41,60
	0,79	9200	44,50

Πίνακας 17: Παροχή καυσίμου σε συνάρτηση με την προέλευση και τη θερμογόνο του καυσίμου για το Σταθμό Μονής				
Hu (MJ/kg)	m_{Bst}	m_{bGT}	m_b (kg/s)	
43,46	16,54	14,74	31,28	Τουρκικό Φ.Α.
55,94	12,85	11,45	24,30	
45,88	15,67	13,96	29,63	Αλγερινό Φ.Α.
50,68	14,18	12,64	26,82	
41,60	17,28	15,40	32,68	Ρωσικό Φ.Α.
44,50	16,15	14,39	30,55	

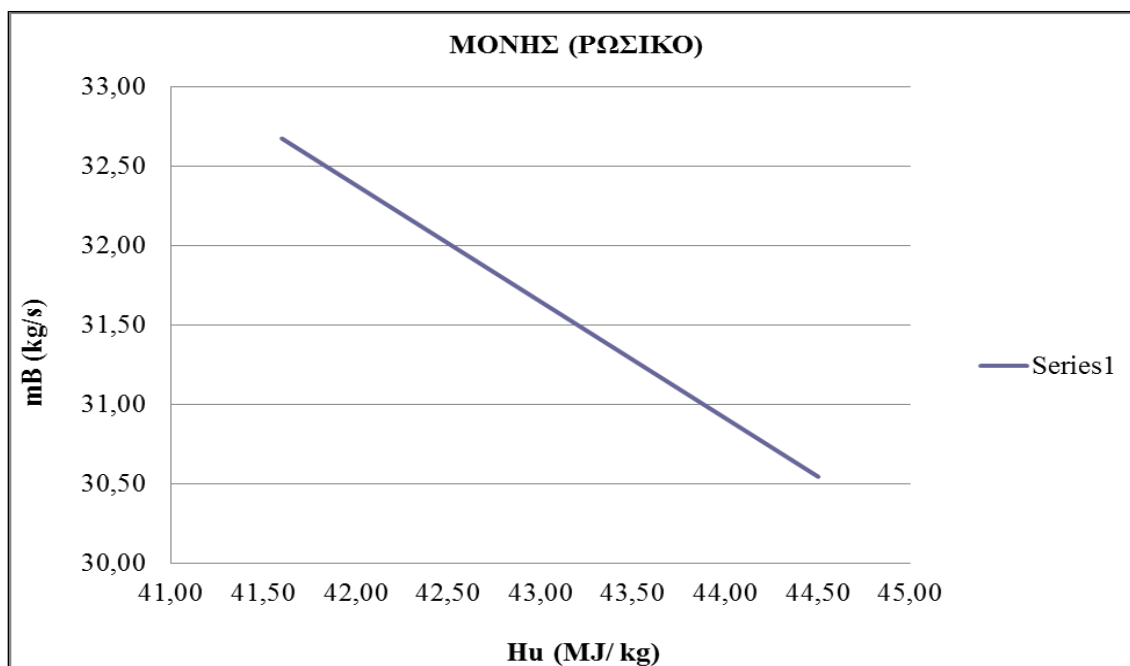
Τα αποτελέσματα που προέκυψαν για την μεταβολή της κατανάλωσης καυσίμου του σταθμού ξεχωριστά για την καθεμία από για τις τρεις κατηγορίες φυσικού αερίου παρουσιάζονται στα διαγράμματα που ακολουθούν.



Διάγραμμα 11: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα στο σταθμό της Μονής - Τουρκικό φυσικό αέριο



Διάγραμμα 12: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα στο σταθμό της Μονής - Αλγερινό φυσικό αέριο



Διάγραμμα 13: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα στο σταθμό της Μονής - Ρωσικό φυσικό αέριο

Από τα παραπάνω διαγράμματα είναι προφανής η μείωση της απαιτούμενης κατανάλωσης καυσίμου που συνεπάγεται η αύξηση της θερμογόνου ικανότητας. Έτσι, προκύπτει ότι την μικρότερη κατανάλωση την επιτυγχάνουμε χρησιμοποιώντας ως καύσιμο το τούρκικο μείγμα το οποίο παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές θερμογόνου ικανότητας. Αντίθετα στο ρώσικο μείγμα αντιστοιχούν οι μεγαλύτερες καταναλώσεις καύσιμου λόγω της μικρότερης θερμογόνου ικανότητας.

ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ

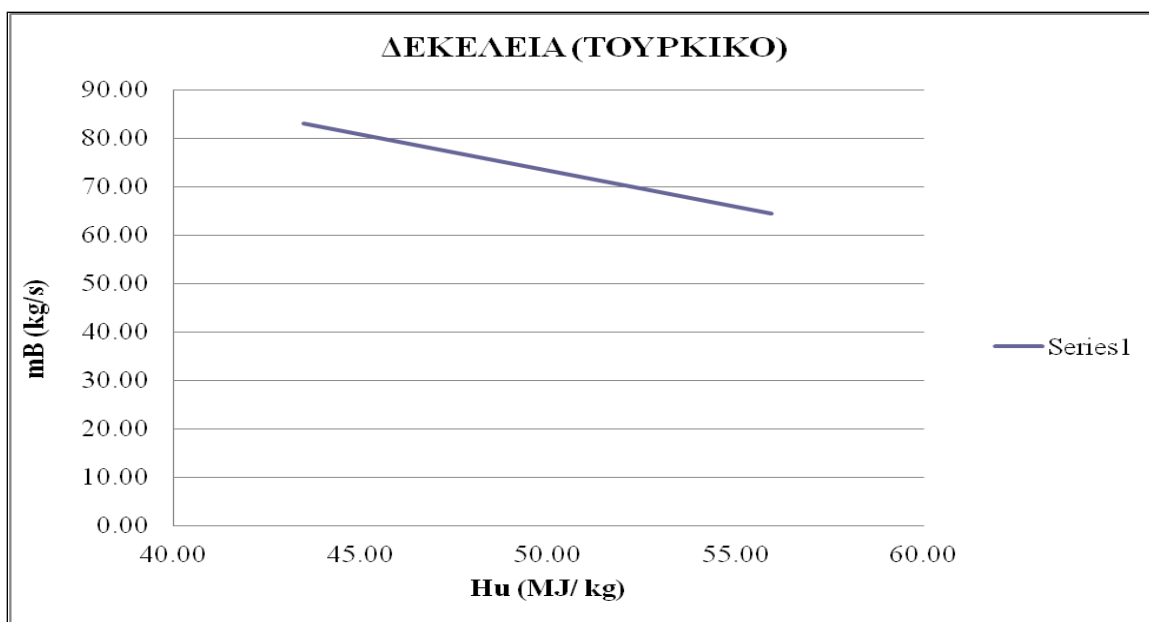
Στον πίνακα 18 συνοψίζονται τα βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της λειτουργίας του σταθμού Δεκελείας με καύσιμο φυσικό αέριο, όπου για τον υπολογισμό των μεγεθών χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες παραδοχές με αυτές που αναπτύχθηκαν παραπάνω για το σταθμό της Μονής. Με παρόμοια διαδικασία όπως προηγούμενα στην περίπτωση της Μονής, υπολογίζεται για την δεδομένη ηλεκτροπαραγωγή η διακύμανση της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών CO₂ των ατμοστροβίλων σε συνάρτηση με την θερμογόνο ικανότητα του χρησιμοποιηθέντος μείγματος. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον πίνακα 19. Στα διαγράμματα 14-16 παρουσιάζεται η μεταβολή της κατανάλωσης καυσίμου του σταθμού ξεχωριστά για την καθεμία από τις τρεις κατηγορίες φυσικού αερίου. Από τα διαγράμματα αυτά επιβεβαιώνεται η μείωση της απαιτούμενης κατανάλωσης καυσίμου που συνεπάγεται η αύξηση της θερμογόνου ικανότητας. Επίσης και για την περίπτωση του σταθμού της Δεκελείας προκύπτει η μικρότερη κατανάλωση καυσίμου και αντίστοιχα οι μικρότερες εκπομπές χρησιμοποιώντας ως καύσιμο το τουρκικό μείγμα, το οποίο παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές θερμογόνου ικανότητας. Ανάλογα με την περίπτωση του σταθμού της Μονής, και στην περίπτωση της Δεκελείας αντιστοιχούν οι μεγαλύτερες καταναλώσεις καυσίμου στο ρώσικο μείγμα, λόγω της μικρότερης θερμογόνου ικανότητας

Πίνακας 18: Βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά λειτουργίας σταθμού Δεκελείας

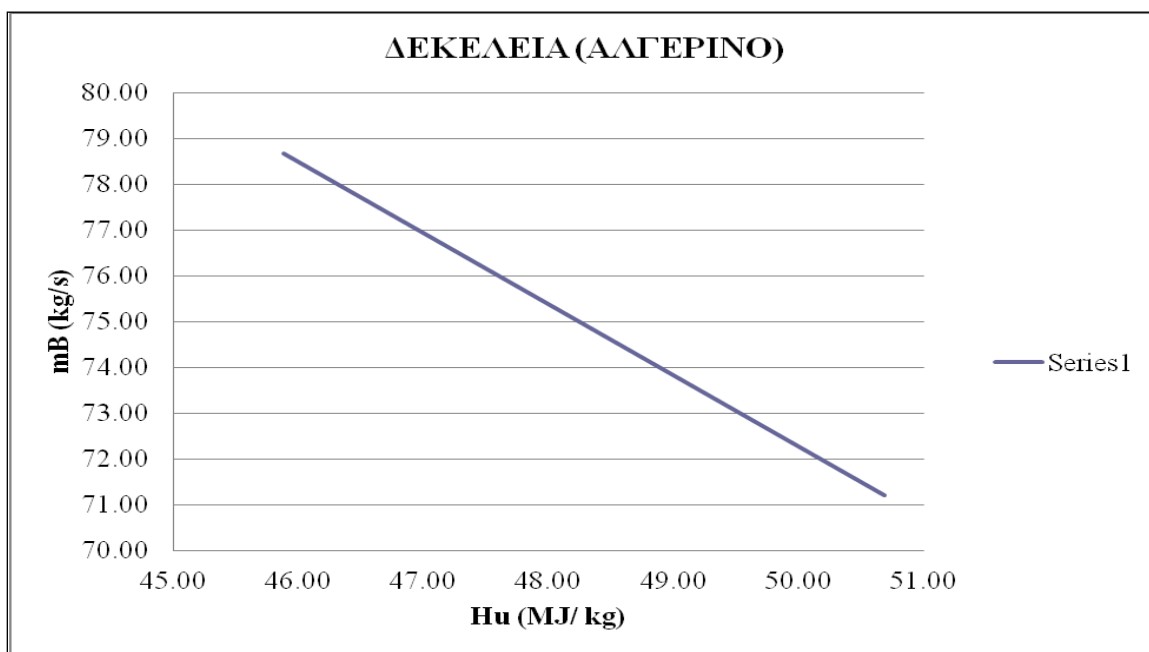
	ST	Σύνολο
Αριθμός μονάδων	6	
Ισχύς μονάδας	60	
Ετήσιες ώρες λειτουργίας	2,200	2,200
Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή (MWh)	792,000	792,000
Βαθμός απόδοσης	0.297	0.297
Κατανάλωση καυσίμου (MW_{th} LHV)	2,666,667	2,666,667
Κόστος καυσίμου (€/MW _{th} HHV)	50	
Κόστος καυσίμου (€/MW _{th} LHV)	55	
Ετήσιο κόστος καυσίμου (€)	146,666,667	146,666,667
Ειδικός κόστος O&M (€/MWh _{el})	1.5	
Ετήσιο κόστος O&M (€)	1,188,000	1,188,000
Ειδικός κόστος CO ₂ (€/tn)	7	
Ετήσιο κόστος εκπομπών CO ₂ (€)	4,435,200	4,435,200
Συνολικό ετήσιο μεταβλητό κόστος (€)	152,289,867	152,289,867
Ειδικός σταθερό κόστος (€/MW/έτος)	50,000	50,000
Ετήσιο σταθερό κόστος (€)	18,000,000	18,000,000
Μεταβλητό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	192.29	192.29
Σταθερό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	22.73	22.73
Συνολικό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	215.01	215.01

Πίνακας 19: Παροχή καυσίμου σε συνάρτηση με την προέλευση και τη θερμογόνο του καυσίμου για το Σταθμό Δεκελείας

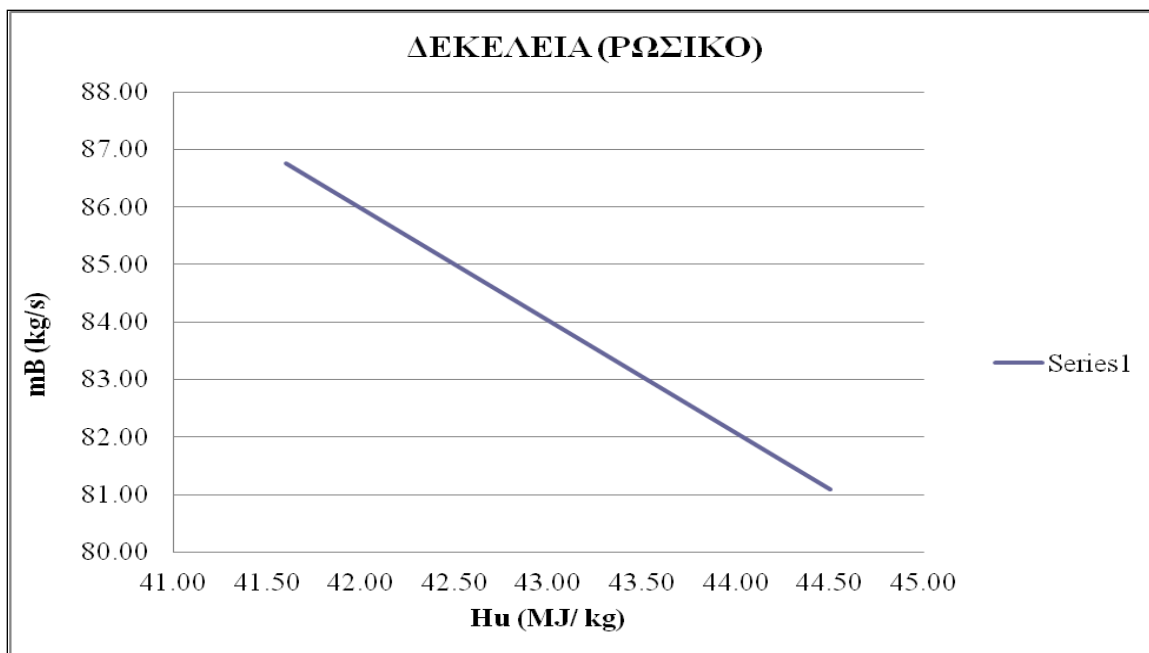
H_u (MJ/kg)	H_u (MJ/kg)	m_{Bst}	m_{bGT}	
43,46	26,50	26,50	83,04	Τουρκικό Φ.Α.
55,94	20,59	20,59	64,51	
45,88	25,10	25,10	78,66	Αλγερινό Φ.Α.
50,68	22,72	22,72	71,20	
41,60	27,68	27,68	86,75	Ρωσικό Φ.Α.
44,50	25,88	25,88	81,09	



Διάγραμμα 14: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα στο σταθμό της Δεκελείας - Τουρκικό φυσικό αέριο



Διάγραμμα 15: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα στο σταθμό της Δεκελείας - Αλγερινό φυσικό αέριο



Διάγραμμα 16: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα στο σταθμό της Δεκελείας - Ρωσικό φυσικό αέριο

ΣΤΑΘΜΟΣ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ

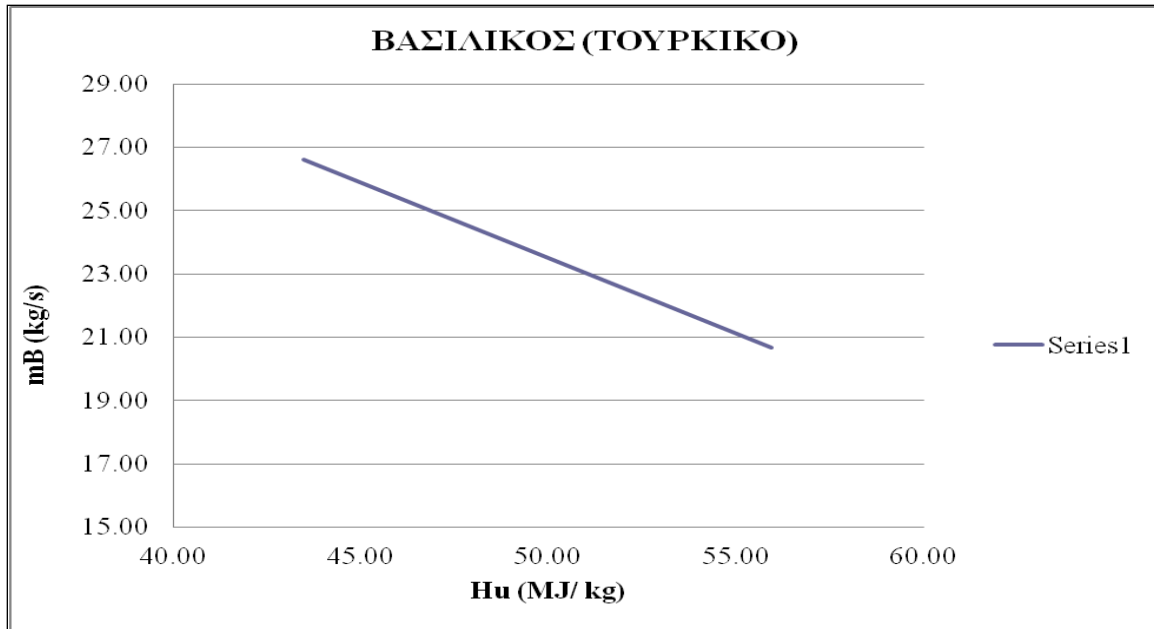
Στον πίνακα 20 συνοψίζονται τα βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της λειτουργίας του σταθμού του Βασιλικού με καύσιμο φυσικό αέριο, όπου για τον υπολογισμό των μεγεθών χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες παραδοχές με αυτές που αναπτύχθηκαν παραπάνω για το σταθμό της Μονής. Με παρόμοια διαδικασία όπως προηγουμένως, υπολογίζεται για την δεδομένη ηλεκτροπαραγωγή η διακύμανση της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών CO₂ των ατμοστροβίλων σε συνάρτηση με την θερμογόνο ικανότητα του χρησιμοποιηθέντος μείγματος. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 21. Τέλος, από τα διαγράμματα 17-19 επιβεβαιώνεται η μείωση της απαιτούμενης κατανάλωσης καυσίμου που συνεπάγεται η αύξηση της θερμογόνου ικανότητας και εξάγονται ακριβώς τα ίδια συμπεράσματα όπως στις περιπτώσεις Μονής και Δεκελείας.

Πίνακας 20: Βασικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά λειτουργίας σταθμού Βασιλικού

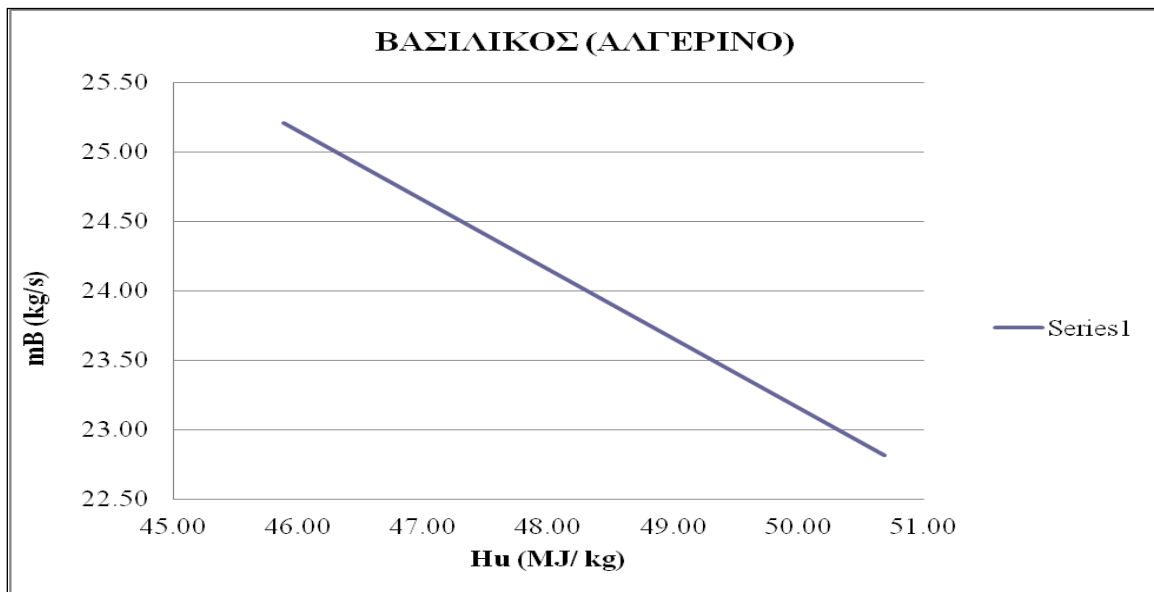
	ST	GT	Σύνολο
Αριθμός μονάδων	3	1	
Ισχύς μονάδας	130	38	
Ετήσιες ώρες λειτουργίας	2,200	400	
Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή (MWh)	858,000	15,200	873,200
Βαθμός απόδοσης	0.3922	0.2345	
Κατανάλωση καυσίμου (MW_{th} LHV)	2,187,659	64,819	2,252,478
Κόστος καυσίμου (€/MW _{th} HHV)	50		
Κόστος καυσίμου (€/MW _{th} LHV)	55		
Ετήσιο κόστος καυσίμου (€)	120,321,265	3,565,032	123,886,297
Ειδικός κόστος O&M (€/Mwh _{el})	1.5		
Ετήσιο κόστος O&M (€)	1,287,000	22,800	1,309,800
Ειδικός κόστος CO ₂ (€/tn)	7		
Ετήσιο κόστος εκπομπών CO ₂ (€)	4,804,800	85,120	4,889,920
Συνολικό ετήσιο μεταβλητό κόστος (€)	126,413,065	3,672,952	130,086,017
Ειδικός σταθερό κόστος (€/MW/έτος)	50,000	25,000	
Ετήσιο σταθερό κόστος (€)	19,500,000	950,000	20,450,000
Μεταβλητό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	147.33	241.64	148.98
Σταθερό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	22.73	62.50	23.42
Συνολικό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (€/MWh _{el})	170.06	304.14	172.40

Πίνακας 21: Παροχή καυσίμου σε συνάρτηση με την προέλευση και τη θερμότητα του καυσίμου για το Σταθμό Βασιλικού

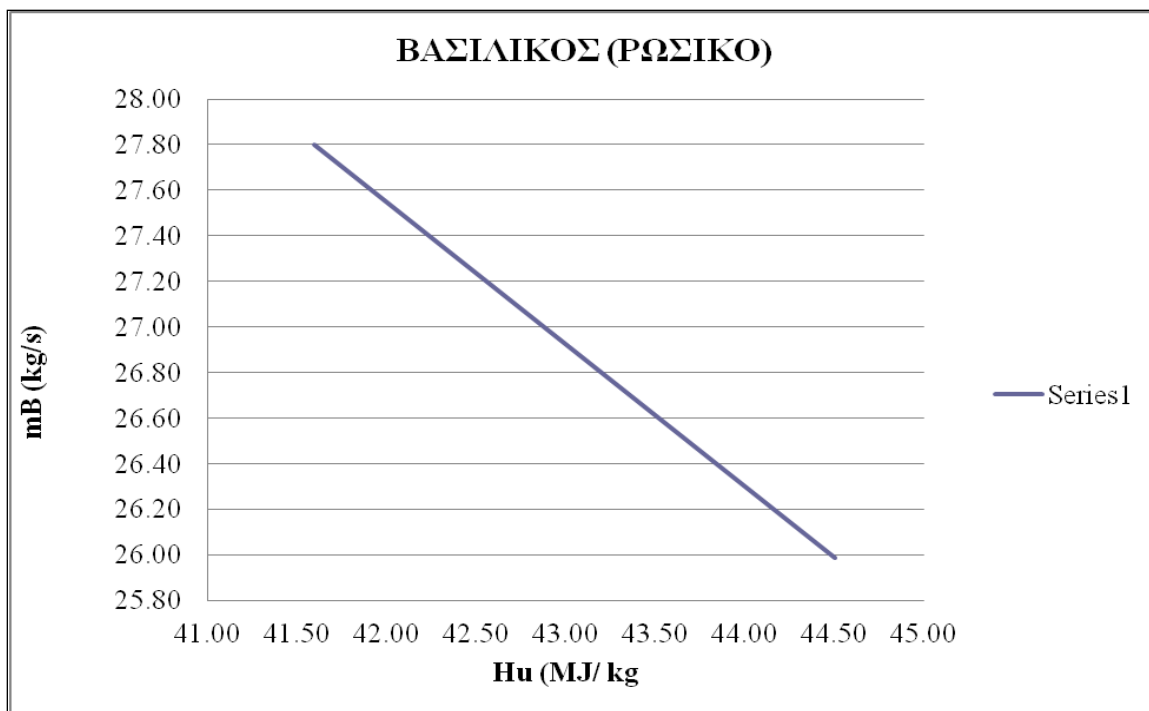
H _u (MJ/kg)	H _u (MJ/kg)	m _{Bst}	m _{bGT}	
43,46	22,88	3,73	26,61	Τουρκικό Φ.Α.
55,94	17,78	2,90	20,67	
45,88	21,67	3,53	25,21	Αλγερινό Φ.Α.
50,68	19,62	3,20	22,82	
41,60	23,90	3,90	27,80	Ρωσικό Φ.Α.
44,50	22,34	3,64	25,99	



Διάγραμμα 17: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα στο σταθμό Βασιλικού - Τουρκικό φυσικό αέριο



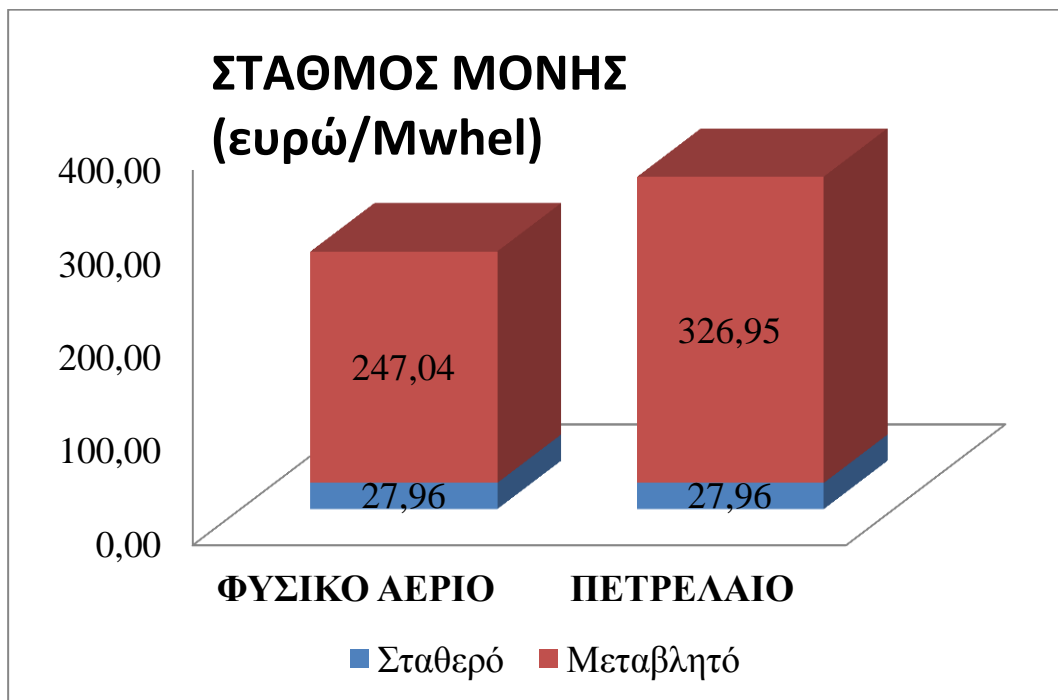
Διάγραμμα 18: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα στο σταθμό Βασιλικού - Αλγερινό φυσικό αέριο



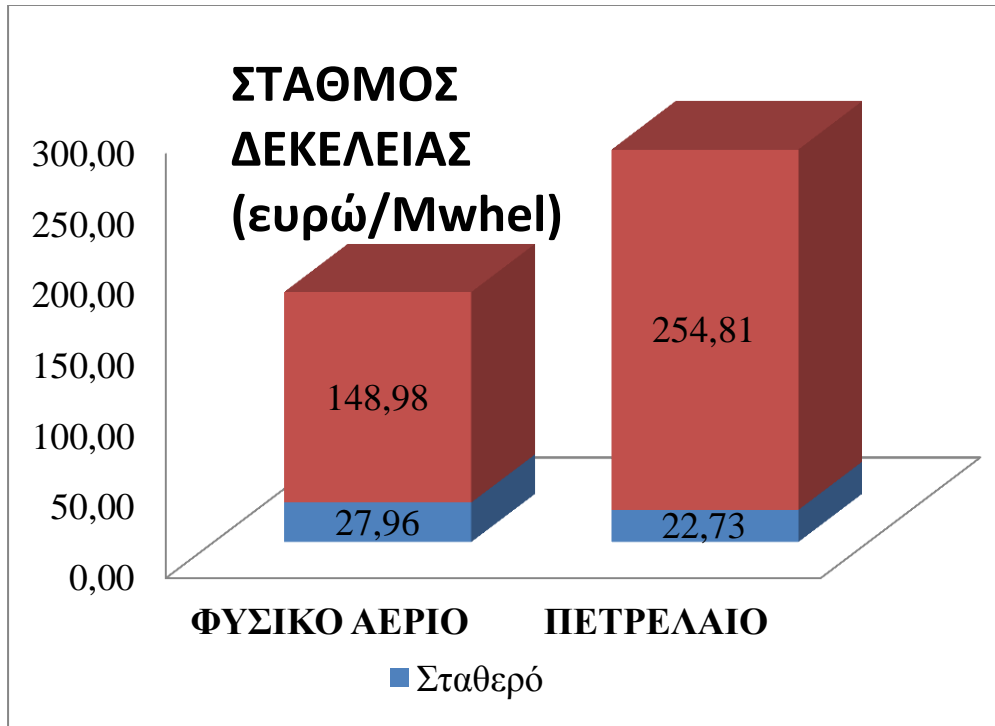
Διάγραμμα 19: Μεταβολή της παροχής καυσίμου με την θερμογόνο ικανότητα στο σταθμό Βασιλικού - Ρωσικό φυσικό αέριο

5.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ ΓΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

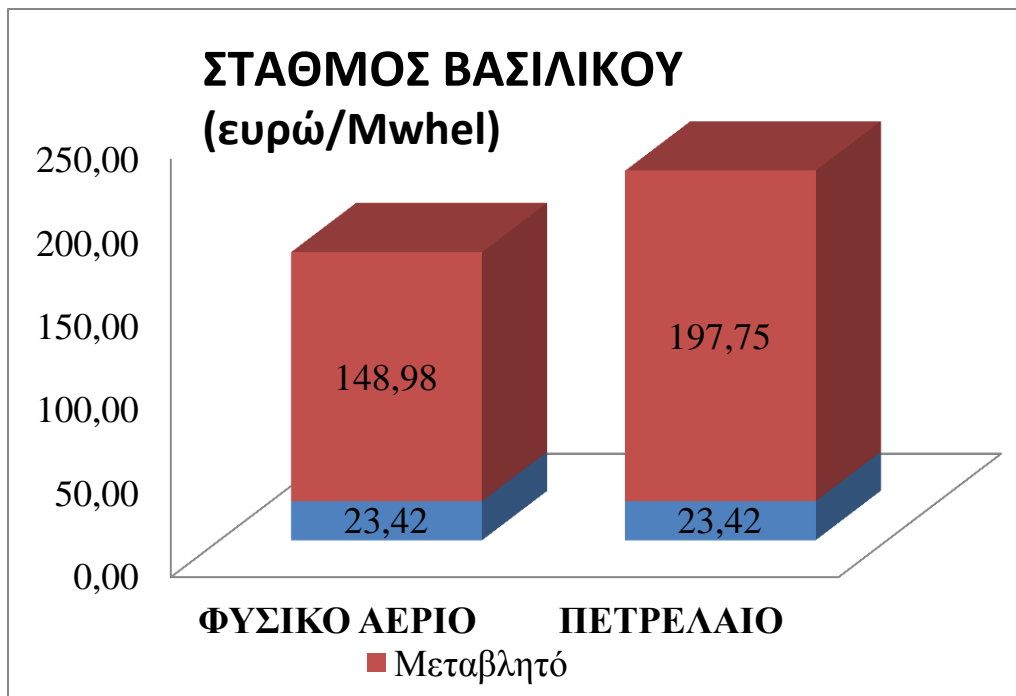
Στην ενότητα αυτή η συγκριτική αξιολόγηση της λειτουργίας των σταθμών που μελετήθηκαν παραπάνω όσον αφορά το κόστος λειτουργίας τους με πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα διαγράμματα 20-22 που ακολουθούν, ξεχωριστά για κάθε σταθμό, όπου φαίνεται η μείωση του συνολικού κόστους ηλεκτροπαραγωγής που επιτυγχάνεται με τη χρήση φυσικού αερίου ως καύσιμο έναντι της χρήσης του πετρελαίου. Η μείωση αυτή οφείλεται στην μείωση του μεταβλητού κόστους λόγω χαμηλότερης τιμής του αερίου έναντι του πετρελαίου



Διάγραμμα 20: Κόστος ηλεκτροπαραγωγής για καύσιμο πετρέλαιο και φυσικό αέριο – Σταθμός Μονής



Διάγραμμα 21: Κόστος ηλεκτροπαραγωγής για καύσιμο πετρέλαιο και φυσικό αέριο – Σταθμός Δεκελείας



Διάγραμμα 22: Κόστος ηλεκτροπαραγωγής για καύσιμο πετρέλαιο και φυσικό αέριο – Σταθμός Βασιλικού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΣΥΝΟΨΗ

- **ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**

1. **Ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί της Κύπρου (ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΑΠΟ ΒΑΡΥ ΜΑΖΟΥΤ ΚΑΙ ΝΤΙΖΕΛ)**

.Οι τρεις υφιστάμενοι σταθμοί είναι ο σταθμός της Δεκέλειας, της Μονής και ο σταθμός του Βασιλικού όπου μετά την έκρηξη στο Μαρί άρχισαν ήδη οι διαδικασίες της επισκευής του. Η Κύπρος την παρούσα κατάσταση εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό στους ηλεκτροπαραγωγικούς της σταθμούς που αυτοί χρησιμοποιούν αποκλειστικά καύσιμο το βαρύ μαζούτ και το ντιζελ. Το πετρέλαιο σήμερα καλύπτει σχεδόν όλες τις ανάγκες πρωτογενούς ενέργειας της χώρας μας σε αντίθεση με τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που το πετρέλαιο καλύπτει μόνο το 40% των αναγκών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το υψηλό κόστος πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας εφόσον και η τιμή τους βρίσκεται στα υψηλά. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα που δημιουργείται από την χρησιμοποίηση των εν λόγω καυσίμων είναι οι εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων .Στην παρούσα διπλωματική οι ατμοσφαιρικοί ρύποι που εξετάστηκαν είναι διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), διοξείδιο του θείου (SO₂), οξείδια του αζώτου(NO_x) , υποξείδιο του αζώτου (N₂O), μη-μεθανιούχες πτητικές οργανικές ενώσεις (NMVOC), μεθάνιο (CH₄) και μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Οι συγκεκριμένοι ρύποι περιλαμβάνονται στην απογραφή εκπομπών και είναι βασικό κομμάτι για την κλιματική αλλαγή σε εθνικές και παγκόσμιες περιβαλλοντικές πολιτικές.

Παραδείγματος χάρι ο σταθμός του Βασιλικού έχει τους εξής ρύπους σε (Kt/y) ανάλογα με το καύσιμο που χρησιμοποιεί που σε αυτήν την περίπτωση είναι βαρύ μαζούτ.

<u>ΣΤΑΘΜΟΣ</u>	Βαρύ μαζούτ	Πετρέλαιο	CO₂	SO₂	NO_x	NMVOC	CH₄	CO	N₂O
ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	345.35	0.39	1105	7.03	2.42	0.14	0.01	0.28	0.64

Η Κύπρος και η επιστημονική κοινότητα της έχουν αντιληφθεί ότι πρέπει τα καύσιμα αυτά να αντικατασταθούν από πιο οικονομικά και πιο οικολογικά καύσιμα. Στο νησί της Κύπρου τα τελευταία τρία χρόνια έχουν αρχίσει να στρέφονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εφόσον εκεί είναι το μέλλον.

2.0 Στροφή σε αξιοποίηση του άνεμου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Αν και το αιολικό δυναμικό στην Κύπρο δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό, εντούτοις συγκεκριμένες περιοχές προσφέρονται για ανάπτυξη έργων εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας. Στην περιοχή έχουμε μέση ταχύτητα ανέμου 6 μέτρα ανά δευτερόλεπτο και αναλογούν περίπου 1,600 ώρες ετησίως, ενώ σε μεμονωμένες περιοχές, η μέση ταχύτητα του ανέμου ανέρχεται σε 6.5-7 m/s. Εκτιμάται ότι με μέση ταχύτητα ανέμου 5.4-5.8 m/s ένα αιολικό πάρκο μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμο. Το εκτιμημένο αιολικό δυναμικό της Κύπρου είναι 150-250 MW και το συνολικό κόστος στο ειδικό ταμείο ΑΠΕ 148,500 εκατομμύρια ευρώ (14). Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις, η Κύπρος έχει επαρκές αιολικό δυναμικό ώστε οι ανεμογεννήτριες να ηλεκτροδοτήσουν 50,000 νοικοκυριά. Βάση εκτιμήσεων, οι ατμοσφαιρικές εκπομπές θα μειωθούν κατά 100,000 τόνους διοξειδίου του άνθρακα.

Έχουν ήδη δημιουργηθεί αιολικά πάρκα στις κοντά περιοχές των πόλεων Πάφου και Λάρνακας. Από το 2008, έχουν αδειοδοτηθεί αιολικά πάρκα δυναμικότητας 165 MW σε επτά περιοχές στην Κύπρο και σήμερα υπάρχουν 72 ανεμογεννήτριες με συνολική δυναμικότητα 133.5 MW σε λειτουργία. Στα τέλη του 2011, τα αιολικά πάρκα που ήταν σε λειτουργία στη Κύπρο συνεισέφεραν περίπου 3.5 τοις εκατό της εθνικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Ενημερωτικά μόνο το αιολικό πάρκο «Αγία Άννα» ισχύος 20MW, που βρίσκεται στη Λάρνακα αναμένεται να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 25.000 τόνους, που αντιστοιχούν στις ετήσιες εκπομπές περίπου 4.000 αυτοκινήτων μέσης κατανάλωσης που διανύουν καθημερινά την απόσταση Λάρνακα - Λευκωσία μετ' επιστροφής. Συνολικά σήμερα υπάρχουν 72 ανεμογεννήτριες με συνολική δυναμικότητα 133.5 MW σε λειτουργία. Στα τέλη του 2011, τα αιολικά πάρκα που ήταν σε λειτουργία στη Κύπρο συνεισέφεραν περίπου 3.5 τοις εκατό της εθνικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας άρα μόνο από αυτό καταλαβαίνουμε ότι εφόσον το ενεργειακό σύστημα της Κύπρου είναι νησιωτικό και απομονωμένο από την υπόλοιπη Ευρώπη η λύση για να αποκτήσουμε ένα ενεργειακά αυτόνομο ενεργειακά νησί είναι να τροφοδοτείται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

3.0 Ηλιακή ενέργεια στην Κύπρο

Θα ήθελα να αρχίσω με μια φράση από το βιβλίο του δόκτορα Πουλλικκα Ανδρεα Το Ενεργειακό Μέλλον της Κύπρου που λέει ότι ο ήλιος αποτελεί ανανεώσιμη πηγή η οποία μπορεί να προσφέρει ενέργεια προσιτή σε όλους τουλάχιστον για τα επόμενα 5 δισεκατομμύρια χρόνια. Αυτή η φράση περικλείει τις απίστευτες δυνατότητες που μπορεί να μας παρέχει ο ήλιος και ειδικά στην Κύπρο όπου διαθέτουμε ένα πολύ ψηλό ηλιακό δυναμικό, με μέση ημερήσια ηλιοφάνεια 9.8 – 14.5 ώρες και με περισσότερες από 300 μέρες το χρόνο ηλιοφάνεια Στην Κύπρο βρίσκονται ήδη εγκατεστημένα Φ/Β συστήματα συνολικής ισχύος 3.5 MW, εκ των οποίων τα 2.7MW είναι ενωμένα με το ηλεκτρικό δίκτυο και τα υπόλοιπα 0.8 MW είναι αυτόνομα. Το γεγονός αυτό καθιστά σήμερα την Κύπρο την 6η σε κατάταξη χώρα στην Ευρώπη, όσον αφορά την ισχύ των εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών συστημάτων ανά κάτοικο. Συμπερασματικά το ιδανικό μέλλον είναι ήλιος και άνεμος να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια σε όλες τις εγκαταστάσεις, όμως στο παρόν στάδιο το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ψηλό και για αυτό για την εκτενή προώθηση τους χρειάζονται οικονομικά κίνητρα εκ μέρους της πολιτείας. Με την εισαγωγή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο το οριακό κόστος του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής αναμένεται ότι θα αυξηθεί.(26)

- ***ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΝΗΣΙΟΥ***

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Οι διάφοροι τρόποι παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιεί κάθε χώρα καταδεικνύει το πόσο ευέλικτο μπορεί να θεωρηθεί το ενεργειακό της σύστημα. Ο σκοπός της Κύπρου είναι να κάνει το ενεργειακό της σύστημα να αποτελείται από πολλαπλές μορφές ενέργειας ώστε έτσι να αυξηθεί η παροχή της ενέργειας και να είναι οικονομικά βιωσιμότερο στους χρήστες καθώς επίσης φιλικότερο προς το περιβάλλον όσο αφορά τις εκπομπές των ατμοσφαιρικών ρυθών. Είναι σίγουρο ότι με την εισαγωγή του φυσικού αερίου καθώς και των άλλων μορφών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας η ενεργειακή

οικονομία της Κύπρου θα ανακουφιστεί σημαντικά αφού θα μειωθεί η εξάρτηση της από το πετρέλαιο και θα βελτιωθεί ο συντελεστής .

2.0 ΜΕΧΡΙ ΤΟ 2015 Η ΙΣΧΥΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Πίνακας 22: Σχέδια παροχής χορηγιών μεγάλης κλίμακας σε επενδύσεις ηλεκτροπαραγωγής		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ (€)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΜΕΧΡΙ 2015 (MW)
Μεγάλα Εμπορικά Αιολικά Συστήματα	0.166	165
Μεγάλα Φωτοβολταϊκά Συστήματα (21- 150KW)	0.34	14 (2 MW ανά έτος)
Μεγάλα Φωτοβολταϊκά Συστήματα (21- 150KW)	0.26	25
Συστήματα Αξιοποίησης Βιομάζας	0.135	4
Συστήματα Αξιοποίησης Βιοαερίου	0.1145	3

Εφόσον τα έργα υλοποιηθούν αναμένεται μείωση των εκπομπών από ηλεκτροπαραγωγή στην περίπτωση ενίσχυσης των στόχων της Κύπρου με ΑΠΕ(αιολικά πάρκα και ηλιακή ενέργεια)

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ	Εκπομπές από παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [kt / έτος]	Μείωση των εκπομπών [kt / έτος]	Ποσοστό εκπομπών [%]
CO ₂	2,980	453	5.5
SO ₂	30.88	4.69	9.4
NO _x	7.97	1.21	3
NMVOC	0.38	0.06	0.2
CH ₄	0.03	0.01	0.1
CO	0.77	0.12	0.2
N ₂ O	1.72	0.26	8.3

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται υπάρχει αξιοσημείωτη δυνατότητα για τη μείωση των εκπομπών από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου ότι στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα συνεισφέρουν σημαντικά οι ΑΠΕ. Οι εκπομπές από ηλεκτροπαραγωγή στην Κύπρο ήταν 36% στο σύνολο των εκπομπών CO₂, 62% των συνολικών εκπομπών SO₂, 20% των συνολικών εκπομπών NO_x και 55% των συνολικών εκπομπών N₂O. Από την άλλη πλευρά, τη συμβολή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο, όπου τώρα έχουν αρχίσει να εδραιώνονται στην Κύπρο, θα είναι τεράστια. Η Κύπρος είναι πολύ μικρή, αλλά οι στόχοι που έχουν τεθεί από την κυβέρνηση της Δημοκρατίας της Κύπρου είναι φιλόδοξοι. Η συνακόλουθη μείωση των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων αντιστοιχεί σε 453 kt / έτος του CO₂, 4.69 kt / έτος των εκπομπών SO₂, 1.21 kt / έτος των οξειδίων του αζώτου, 0.26 kt / έτος των εκπομπών N₂O, που υπερβαίνει τις εκπομπές του σταθμού της Μονής, η οποία είναι η παλαιότερη μονάδα της Κύπρου και αυτή με την χαμηλότερη απόδοση.

2. ΣΤΑΘΜΟΣ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ.ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΡΥΠΩΝ (Κt/y)ΟΤΑΝ ΤΟ ΚΑΥΣΙΜΟ ΕΙΝΑΙ ΒΑΡΥ ΜΑΖΟΥΤ ΚΑΙ ΝΤΙΖΕΛ ΕΝ ΣΥΓΡΙΣΗ ΜΕ ΚΑΥΣΙΜΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ(ΤΟΥΡΚΙΚΟ Φ.Α)

Για παραδειγμα οταν ο σταθμος του Βασιλικου χρησιμοποιει καυσιμο βαρυ μαζουτ και πετρελαιο οι ρυποι του σταθμου σε CO₂ ανερχονται σε 1105 kt/ετος ,ενω αντιστοιχα ο ιδιος σταθμος με καυσιμο τουρκικο φυσικο αεριο σε CO₂ ανερχονται σε .

<u>ΣΤΑΘΜΟΣ</u>	<u>Βαρύ μαζούτ</u>	<u>Πετρέλαιο</u>	CO₂	SO ₂	NO _x
ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	345.35	0.39	1105	7.03	2.42

<u>ΣΤΑΘΜΟΣ</u>	<u>ΤΟΥΡΚΙΚΟ Φ.Α</u>	CO₂	SO ₂	NO _x
ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	187,22	430	0	Δύσκολα υπολογίζονται



Διάγραμμα 22: Εκπομπες CO₂ για καύσιμο πετρέλαιο και τουρκικο φυσικό αέριο για το Σταθμό Βασιλικού

- **ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΦΗΜΟΛΟΓΟΥΜΕΝΑ ΕΡΓΑ**

1.0 Συνάντηση και με τον Αρχιεπίσκοπο Χρυσόστομο είχε ο υπουργός εξωτερικών του Ισραήλ Αβιγκντορ Λίμπερμαν ο οποίος εκανε επίσημη επίσκεψη στην Κύπρο. Η συνάντηση έγινε μετά από αίτημα του κ. Λίμπερμαν για συζήτηση της τεράστιας επένδυσης που προγραμματίζει η Εκκλησία για εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως αποκάλυψε ο Αρχιεπίσκοπος Χρυσόστομος, στα πλάνα της Εκκλησίας είναι μεγάλη επένδυση σε εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δυναμικότητας δύο χιλιάδων μεγαβάτ σε συνεργασία με Ισραήλ και Ρωσία. Η Εκκλησία, σύμφωνα με πληροφορίες, θα παραχωρήσει πολύ μεγάλη έκταση γης στην περιουχή Μονής, για την ανέγερση του εργοστασίου ενώ θα συμμετέχει και με ψηλό ποσοστό στην επένδυση γι' αυτό και αναζητά ευνοϊκούς όρους δανειοδότησης. Το εργοστάσιο θα αποτελέσει τον πρώτο ιδιωτικό ηλεκτροπαραγωγό σταθμό που θα κατασκευασθεί στην Κύπρο και θα ανταγωνίζεται την Αρχή Ηλεκτρισμού σύμφωνα με τις πρόνοιες περί ανταγωνισμού που επιβάλλει το ευρωπαϊκό κεκτημένο. Σύμφωνα με τις δηλώσεις του Αρχιεπισκόπου έχει ήδη υπογραφεί προσύμφωνο για την συνεργασία ενώ επίκειται η υπογραφή της τελικής συμφωνίας. Ο σταθμός θα λειτουργεί αρχικά με μαζούτ αλλά στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσει φυσικό αέριο μόλις αυτό καταστεί δυνατό. Σύμφωνα με τις δηλώσεις του Αρχιεπισκόπου η Εκκλησία έχει χάσει το 60% των εισοδημάτων της λόγω της οικονομικής κρίσης και δεν διαθέτει ρευστό, αλλά εκτάσεις γης ενώ αποφάσισε τη δρομολόγηση σειράς επενδύσεων με στόχο τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας για μείωση της ανεργίας και εισροή εσόδων στο Κράτος. (27)

2.0 Κατα την αποψη μου μελλοντικες αναλυσεις πρεπει να γινουν οσο αφορα την διασυνδεση του νησιου με φυσικο αεριο απο το οικοπεδο 12 στην Κυπρο καθως επισης απο τους ηλεκτροπαραγωγικους σταθμους στα σπιτια,εργοστασια σε ολο το νησι.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και τουρισμού Κύπρου.
2. A. Poullikkas, I. Hadjipaschalis, C. Christou, “The cost of integration of zero emission power plants - A case study for the island of Cyprus”, Energy Policy, Volume 37, Issue 2, Pages 669-679, February 2009
3. [Electricity Authority of Cyprus](#)
4. http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_gas
5. ΔΕΠΑ <http://www.depa.gr/>
6. Παρουσιάσεις ΣΟΛΩΝ ΚΑΣΙΝΗ ανανεώσιμες πηγες ενεργειας
[http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/All/2EF23A86EEB2695BC225752300317A99/\\$file/presentation_%20Cyprus%20University%20of%20Technology_15.10.08.pdf?OpenElement](http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/All/2EF23A86EEB2695BC225752300317A99/$file/presentation_%20Cyprus%20University%20of%20Technology_15.10.08.pdf?OpenElement)
7. ΔΕΦΑ <http://www.eac.com.cy>
8. <http://www.energyonline.g>
9. www.worldofwindenergy.com
10. <http://www.cie.org.cy>
11. <http://www.google.gr>
12. [http://www.energypress.gr/news/Kypros:](http://www.energypress.gr/news/Kypros)
13. <http://www.tovima.g>
14. <http://www.mcit.gov.cy>
15. http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/5691/3/rigasa_sng1.pdf
16. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_natural_gas_pipelines
17. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Natural_gas_production_world.PNG

18. G. Tsilingiridis, C. Sidiropoulos, A. Pentaliotis, “Reduction of air pollutant emissions using renewable energy sources for power generation in Cyprus”, *Renewable Energy*, Volume 36, Issue 12, Pages 3292-3296, December 2011
19. Commission of the European Communities, Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC
20. M. Bagliani, E. Dansero, M. Puttilli, “Territory and energy sustainability: the challenge of renewable energy sources”, *J Environ Plan Manag* 2010;53(4):72-133
21. European Environment Agency, EMEP/CORINAIR emission inventory guidebook, Technical report No 16/2007, 2007, Available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5>
22. Chrysis I., “Support Schemes for energy conservation and promotion of renewable energy sources 2009–2013”, Energy Service, Ministry of Commerce, Industry & Tourism, Republic of Cyprus. Available at: <http://www.cie.org.cy/#APE-EXE>.
23. Βιβλίο ανεμοκινητηρων Γ.Μπεργελές, Καθηγητής ΕΜΠ – Σχολή Μηχανολόγων Μηχανών. Τίτλος Ανεμοκινητηρες
24. “Παραγωγή ενέργειας από συμβατικά ορυκτά καύσιμα και από εναλλακτικές πηγές ενέργειας”, Τσακαλάκης Κώστας, Αναπλ. Καθηγητής ΕΜΠ - Σχολή Μηχ. Μεταλλείων-Μεταλλουργών
25. <http://www.indusoft.com/blog/?p=929>
26. Το Ενεργειακό Μέλλον της Κύπρου .Ph.D ΑΝΔΡΕΑΣ ΠΟΥΛΛΙΚΚΑΣ
27. <http://www.ikypros.com/easyconsole.cfm/id/39944>