



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών

Διπλωματική Εργασία



Εφαρμογή ΑΠΕ σε Ενεργοβόρες Βιομηχανίες
Μελέτη Περίπτωσης : Αφαλάτωση στην Κύπρο

Τοχνίτης Μιχάλης
Υπεύθυνος Καθηγητής: Ζερβός Αρθούρος

Αθήνα 2016

I think the cost of energy will come down when we
make this transition to renewable energy.

-Al Gore

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω εις πέρας τη παρούσα διπλωματική εργασία. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο καθηγητή, κ. Αρθούρο Ζερβό, καθώς επίσης και τον συνεργάτη του, κ. Γιώργο Κάραλη για την καθοδήγησή του και πολύτιμη βοήθειά του. Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ευριπίδη Κυριακίδη, μηχανολόγο μηχανικό του Τμήματος Ανάπτυξης Υδάτων στην Κύπρο, τους υπευθύνους διευθυντές των τεσσάρων σταθμών ασφατώσεων καθώς και το Ίδρυμα Ενέργειας Κύπρου για τις πολύτιμες πληροφορίες που μου προσέφεραν και το χρόνο που μου αφιέρωσαν.

Η συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας σηματοδοτεί την ολοκλήρωση των προπτυχιακών μου σπουδών και για αυτό το λόγο θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτατες ευχαριστίες μου σε όλα τα μέλη της οικογένειάς μου για την αμέριστη συμπαράσταση, κατανόηση, υπομονή και αγάπη που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος, ευχαριστώ θερμά τους φίλους μου που χωρίς την υποστήριξή τους δεν θα μπορούσα να είχα φτάσει στο σημείο αυτό.

Περίληψη

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη της συμμετοχής τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο δυναμικό των ενεργοβόρων βιομηχανικών διεργασιών στο νησί της Κύπρου και κατ' επέκταση στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στο πλαίσιο της μελέτης διερευνώνται οι δυνατότητες και αδυναμίες των τεχνολογιών ΑΠΕ που προτείνονται σε σχέση με την συμβολή τους στο ισοζύγιο των επιχειρήσεων. Σκοπός είναι ο καθορισμός του οφέλους της χρήσης τεχνολογιών ΑΠΕ σε επιχειρήσεις υψηλής ενεργειακής ζήτησης τόσο σε επιχειρηματικό, περιβαλλοντικό καθώς και πολιτικοοικονομικό επίπεδο.

Για την πλήρη κατανόηση του προβλήματος, πρώτα έγινε μια συνοπτική παρουσία της ενεργειακής κατάστασης της Κύπρου και ακολούθως συγκρίθηκε με τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις οποίες και υπάγεται. Ακολούθως η μελέτη επικεντρώθηκε στις ενεργοβόρες επιχειρήσεις του νησιού καθώς και στις οικονομικές/ περιβαλλοντικές πτυχές τους στον Κυπριακό και ευρύτερο Ευρωπαϊκό χώρο με σκοπό την κατανόηση του ευρύτερου προβλήματος που αποτελούν.

Μετά την αξιολόγηση της κατάστασης έγινε μια σύντομη αναφορά στις δυνατότητες ανάπτυξης του δυναμικού ΑΠΕ της Κύπρου καθώς και στην πρόοδο της τεχνολογίας μέχρι σήμερα, με κάποιες απλές αναφορές στις αρχές λειτουργίας των τεχνολογιών.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας επιλέχθηκε η διεργασία της Αφαλάτωσης ως κύριος άξονας της εκτέλεσης της μεθόδου μας και έπειτα επεξηγείται ο λόγος επιλογής της και οι λεπτομέρειες της διεργασίας. Μετά εξηγούνται οι διάφορες παραδοχές και οι παράμετροι που χαρακτηρίζουν την μέθοδο που εφαρμόστηκε με σκοπό την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Σε τελευταία φάση παρατίθενται τα αποτελέσματα της μεθόδου βάση των προηγούμενων παραμέτρων και συγκρίνονται μεταξύ τους.

Στην εφαρμογή της μεθόδου χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο λογισμικό και υπολογιστικά φύλλα στα οποία εξετάστηκαν διάφορα σενάρια εφαρμογής ΑΠΕ σε πραγματικές διεργασίες αφαλάτωσης και παρατίθενται συγκριτικά σε διάφορους τομείς.

Abstract

The aim of the current dissertation is to study the possibility of integrating RES technologies into the current energy pool of energy intensive industrial processes in the island of Cyprus and in extend to the whole European Union. In this context, the advantages and shortcomings of RES systems in relation to their contribution to the energy balance of those companies are made clear. The final goal is to determine the potential benefit of such uses in the energy intensive field, in the enterprise, environmental and socio-political level.

In order to fully grasp the nature of the problem, first we take an extensive look at the current electric installations and policies throughout Cyprus and later it's compared to the situation currently present at other major EU countries. Later the study focuses on the energy intensive processes and their differences with the rest of the spectrum.

After this initial evaluation we take a look at the RES energy potential present at the island as well as the already developed wind and PV parks. We also take a look at the current pricing of the RES market in Cyprus with some simple references at the technologies of some RES tec.

At the second part, after selecting as a case study the process of desalination as the main axis of our study, the full methodology is explained along with all the different parameters and admissions necessary for extracting results. After applying the methodology, the results are presented with full comments and conclusions.

To apply the method, it was necessary to use specialised software and spreadsheets where the different scenarios were examined.

Πίνακας Περιεχομένων

Μέρος Α: Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης

- **Κεφάλαιο 1 :Μορφολογία Νησιού**
 - Θέση
 - Κλίμα
- **Κεφάλαιο 2: Κατάσταση Ηλεκτροδότησης στην Κύπρο**
 - Ιστορία
 - Αρμόδιοι Φορείς σε Ενεργειακά Θέματα
 - Ενεργειακό Πρόβλημα
 - Ενεργειακό Ισοζύγιο
 - Σύγκριση με χώρες Ε.Ε
 - Τιμή Καυσίμων
 - Τιμή Κιλοβατώρας
- **Κεφάλαιο 3: Ενεργοβόρες Διεργασίες**
 - Εισαγωγή
 - Δεδομένα
 - Αφαλάτωση
 - Περιγραφή Διεργασίας
 - Μονάδες Κύπρου
- **Κεφάλαιο 4: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**
 - Αιολική Ενέργεια
 - Αιολικό Δυναμικό
 - Ηλιακή Ενέργεια
 - Οικονομικά Στοιχεία Συστημάτων Τεχνολογιών ΑΠΕ

Μέρος Β: Εφαρμογή Μεθοδολογίας

- **Κεφάλαιο 5: Περιγραφή Μεθοδολογίας**
 - Δεδομένα
 - Διαστασιολόγηση Μονάδων ΑΠΕ
 - Διάθεση Ηλεκτρικής Ενέργειας
 - Παρουσίαση Υφιστάμενης Κατάστασης
 - Ηλιακή Ενέργεια / Φωτοβολταϊκά
 - Πάφος 25 %
 - Πάφος 50 %
 - Πάφος 100 %
 - Λάρνακα 25 %
 - Λάρνακα 50 %
 - Λάρνακα 100 %
 - Δεκέλεια 25 %

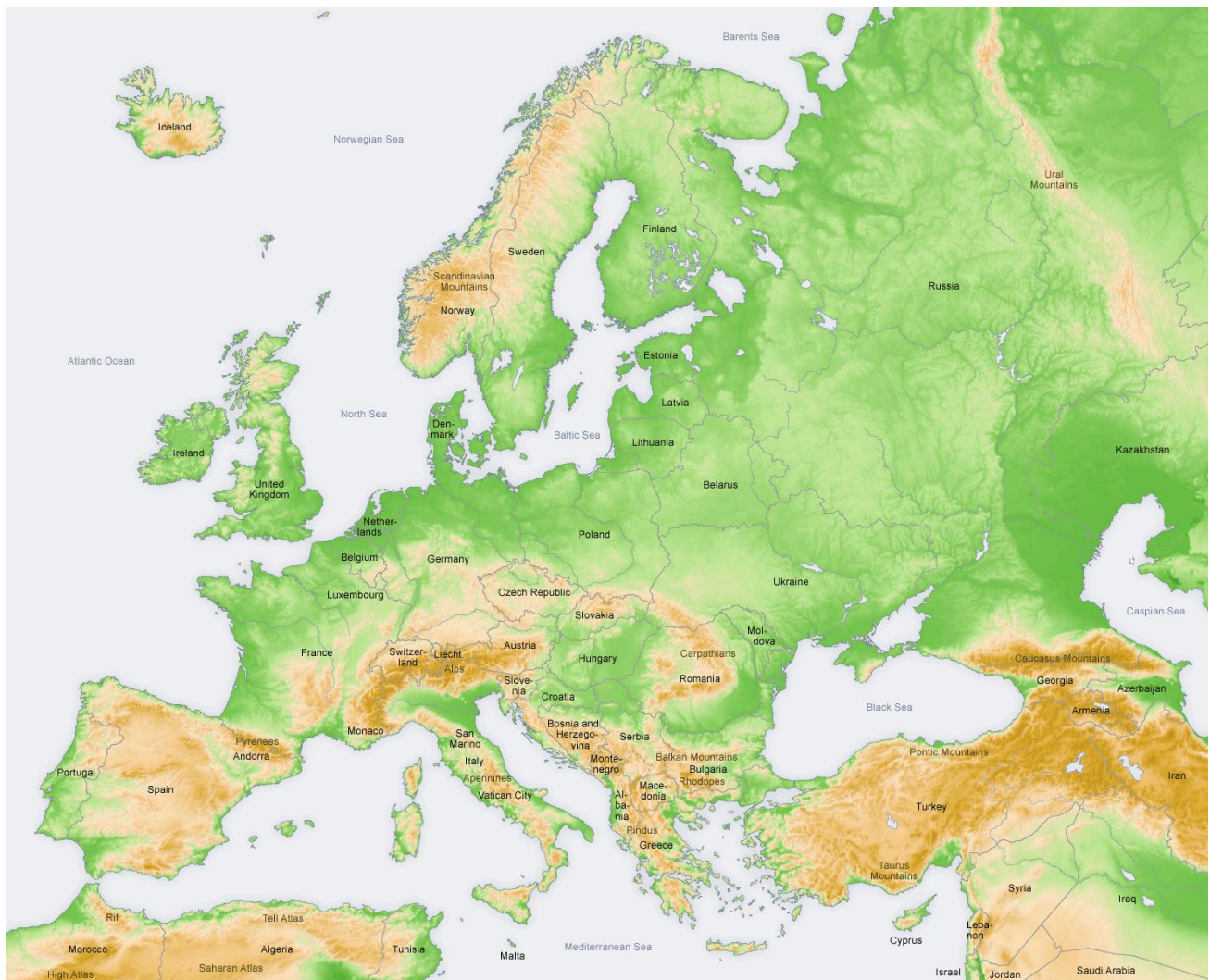
- Δεκέλεια 50 %
- Δεκέλεια 100 %
- Αιολικό Πάρκο 10 MW
- Αιολικό Πάρκο 20 MW
- Αιολικό Πάρκο 30 MW
- Σύνοψη Αποτελεσμάτων / Περαιτέρω Έρευνα
- Συμπεράσματα

Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης στην Κύπρο

Μορφολογία Νησιού

Θέση

Το νησί της Κύπρου βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο της Μεσογείου, νότια της Τουρκίας. Είναι το τρίτο μεγαλύτερο σε έκταση νησί στη Μεσόγειο στα 9251 km², με πληθυσμό 1 140 000 κατοίκους, συμπεριλαμβανομένων και της υπό κατοχή βόρειας περιοχής. Γεωπολιτικά το νησί χωρίζεται σε τέσσερις περιοχές: Την περιοχή της Κυπριακής Δημοκρατίας που καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του νησιού (59.74%), την κατεχόμενη περιοχή υπό τουρκικών δυνάμεων (34.85%), την Πράσινη Γραμμή που ελέγχεται από τα Ηνωμένα Έθνη (2.67%) και τα υπό Βρετανική κυβέρνηση κομμάτια του Ακρωτηρίου και της Δεκέλειας (2.74%). Η θέση της Κύπρου την τοποθετεί σε σταυροδρόμι τριών ηπείρων, συνδέοντας την Ευρώπη με την Βόρεια Αφρική και τη Μέση Ανατολή. Λόγω της θέσης της η Κύπρος είχε μια μεγάλη ιστορία κατακτήσεων που συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Στη συνέχεια ακολουθούν χάρτες που υποδεικνύουν τη θέση του νησιού σε σχέση με την υπόλοιπη Μεσόγειο καθώς και την διαχώριση των επί μέρους κομματιών που έχουν συζητηθεί.



Χάρτης 1: Θέση Κύπρου στην Ευρώπη [Wikipedia]



Χάρτης 2: Πολιτικές Περιοχές Κύπρου [ezilon]

Στο νησί υπάρχουν δύο μεγάλες οροσειρές, αυτές του Τροόδους με μέγιστο υψόμετρο 1952 m στο νοτιοκεντρικό τμήμα του νησιού και αυτή του Πενταδακτύλου στο βόρειο τμήμα με υψόμετρο 1085 m. Πέρα από τις δύο οροσειρές, το νησί διατρέχεται από χαμηλές πεδιάδες μεγάλης εκτάσεως οι οποίες και καταλήγουν στα παράλια. Για το λόγο αυτό η Κύπρος χαρακτηρίζεται για τις μεγάλες εκτάσεις καλλιεργήσιμης γης (47%), οι οποίες και αποτελούν μεγάλο μέρος της οικονομίας του νησιού. Οι παραλιακές περιοχές του νησιού χαρακτηρίζονται κυρίως από ομαλές ακτές άλλες φορές πετρώδεις-βραχώδεις και άλλες, με χαρακτηριστικές την Αμμόχωστο και Μόρφου, φορές αμμώδεις. Σύμφωνα με το Τμήμα Δασών τα Κυπριακά Δάση καταλαμβάνουν μια έκταση 172,595 εκταρίων (18.65%) της συνολικής γης. Η Κύπρος έχει περίπου 61 περιοχές ενταγμένες στο δίκτυο Natura 2000 οι οποίες καλύπτουν τους περιορισμούς που θέτουν οι οδηγίες 92/43/ΕΟΚ και 2009/147/ΕΚ. Η συγκεκριμένη Οδηγία αν και δεν απαγορεύει κάθε δραστηριότητα στα όρια του δικτύου, επιτρέπει μόνο αυτές που δεν επηρεάζουν την αρμονία της φύσης. Στις περιοχές αυτές απαγορεύεται η ανέγερση έργων ΑΠΕ οι οποίες συνήθως επηρεάζουν άμεσα το φυσικό περιβάλλον της περιοχής, πανίδα και χλωρίδα.

Κλίμα

Η Κύπρος έχει υποτροπικό-Μεσογειακό κλίμα το οποίο χαρακτηρίζεται ως ζεστό και ξηρό, με βροχοπτώσεις κυρίως από Νοέμβριο έως Μάρτιο. Τυπικά τα καλοκαίρια διαρκούν 6 μήνες το χρόνο, ξεκινώντας από Απρίλιο και τελειώνοντας τον Οκτώβριο. Οι εποχές της Άνοιξης και του Φθινοπώρου συνήθως διαρκούν πολύ λίγο ενώ ο Χειμώνας είναι ήπιας μορφής.

Θερμοκρασίες

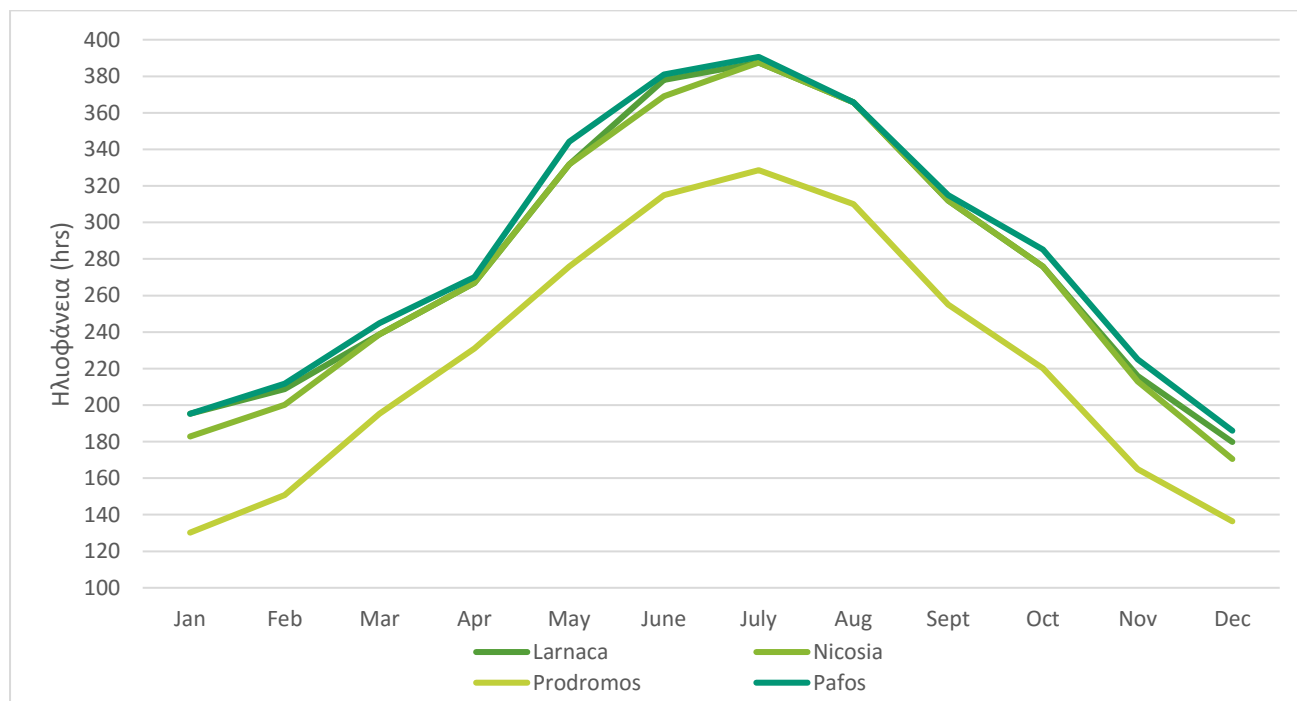
Λόγω της θέσης της στην Μεσόγειο, η Κύπρος έχει από τις πιο ζεστές θερμοκρασίες στο χώρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Κατά την καλοκαιρινή περίοδο η περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου επηρεάζεται από ένα εποχιακό βαρομετρικό, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα τις ψηλές θερμοκρασίες και την διαρκή ηλιοφάνεια που παρατηρείται στο νησί. Τη χειμερινή περίοδο παρατηρούνται και οι μεγαλύτερες βροχοπτώσεις λόγω μικρών

υφέσεων και μετώπων που κινούνται προς τα ανατολικά στη Μεσόγειο. Στο εσωτερικό παρατηρούνται οι υψηλότερες θερμοκρασίες ενώ τα παράλια χαρακτηρίζονται από ελάχιστα πιο ήπιο κλίμα με υψηλά επίπεδα υγρασίας ειδικά το καλοκαίρι. Στις ορεινές περιοχές έχουμε τις χαμηλότερες θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

		Ιαν.	Φεβ.	Μαρτ.	Απρλ.	Μάιος	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοεμ.	Δεκ.	Έτος
Τοποθεσία		Λάρνακα												
Μέση Ψηλή	C°	16.8	16.8	19.1	22.5	26.5	30.3	32.4	32.7	30.9	28.1	22.6	18.3	24.7
Μέση	C°	12.1	11.8	13.9	17.1	21.2	25	27.3	27.6	25.4	22.6	17.5	13.7	19.6
Μέση Χαμηλή	C°	7.5	6.9	8.7	11.7	16	19.8	22.2	22.6	19.9	17.1	12.5	9.2	14.5
Τοποθεσία		Λευκωσία												
Μέση Ψηλή	C°	15.5	15.9	19.2	24	29.7	34.3	37.2	36.9	33.5	29	22.1	17	26.2
Μέση	C°	10.6	10.6	13.1	17.1	22.3	26.9	29.7	29.4	26.2	22.3	16.3	12	19.7
Μέση Χαμηλή	C°	5.7	5.2	7	10.2	14.8	19.4	22.2	21.9	18.8	15.6	10.4	7.1	13.2
Τοποθεσία		Λεμεσός												
Μέση Ψηλή	C°	17.6	17.8	20	22.9	26.9	30.8	33.2	33.3	31.3	28.6	23.5	18.9	25.4
Μέση	C°	13.2	13.1	15.2	18	21.8	25.5	27.8	28	26	23.2	18.5	14.5	20.4
Μέση Χαμηλή	C°	8.8	8.5	10.4	13.1	16.7	20.1	22.4	22.7	20.6	17.7	13.5	10.1	15.4
Τοποθεσία		Πρόδρομος (Υψόμετρο:1380 μ)												
Μέση Ψηλή	C°	6.3	6.6	10.3	15.1	20.5	25	28.1	27.9	24.4	19.6	12.8	8	17.1
Μέση	C°	3.5	3.5	6.6	10.7	15.8	20.1	23.3	23.1	19.6	15.4	9.5	5.3	13
Μέση Χαμηλή	C°	0.7	0.3	2.8	6.3	11.1	15.2	18.4	18.2	14.9	11.3	6.2	2.5	9

Πίνακας 1: Θερμοκρασίες Κύπρου [Wikipedia]

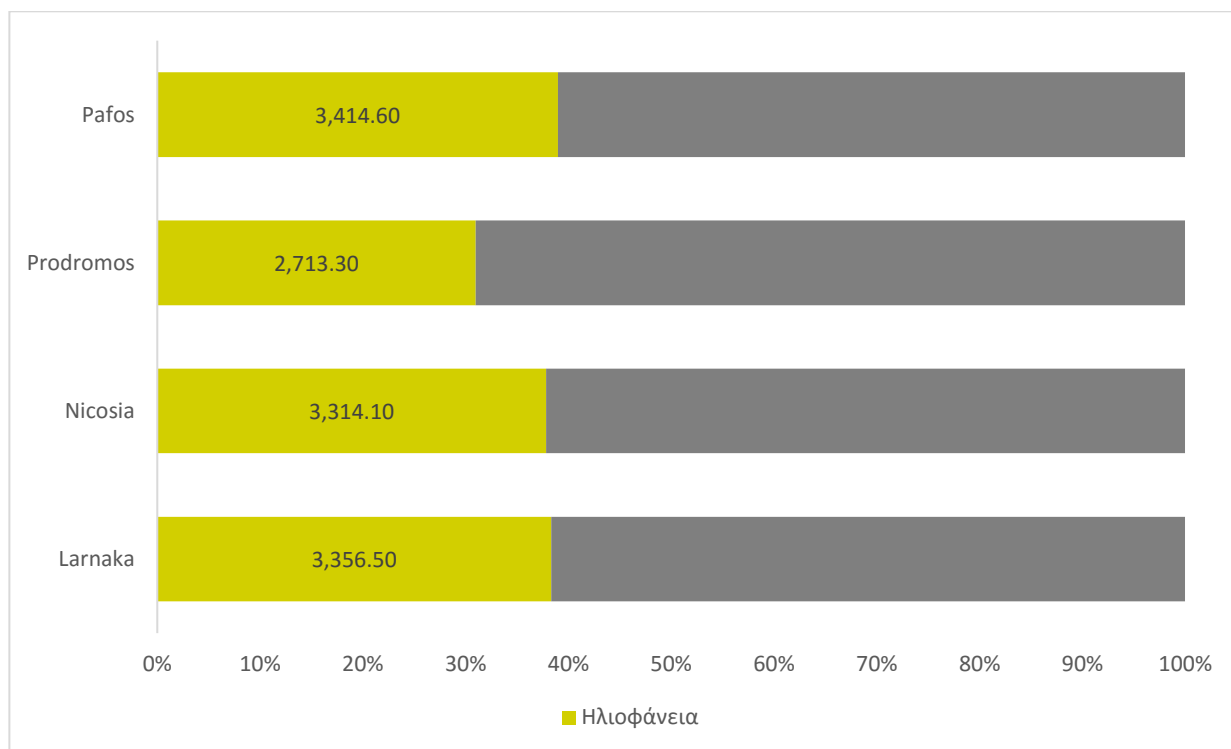
Όλες οι περιοχές της Κύπρου έχουν μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας σε σύγκριση με πολλές χώρες. Στις πεδινές περιοχές ο μέσος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας για ολόκληρο το χρόνο αντιστοιχεί στο 75% των ωρών που ο ήλιος είναι πάνω από τον ορίζοντα. Σ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού η ηλιοφάνεια είναι κατά μέσο όρο 11.5 ώρες την ημέρα, ενώ στους μήνες Δεκέμβρη και Γενάρη που έχουν την πιο μεγάλη νέφωση η διάρκεια της ηλιοφάνειας ελαττώνεται μόνο στις 5.5 ώρες την ημέρα.



Διάγραμμα 1: Μέση Μηνιαία Ηλιοφάνεια

Ακόμα και στις πιο ψηλές περιοχές του Τροόδους στους χειμερινούς μήνες με πολύ μεγάλη νέφωση, η μέση ηλιοφάνεια είναι περίπου 4 ώρες την ημέρα και στους μήνες Ιούνη και Ιούλη η τιμή αυτή φτάνει στις 11 ώρες.

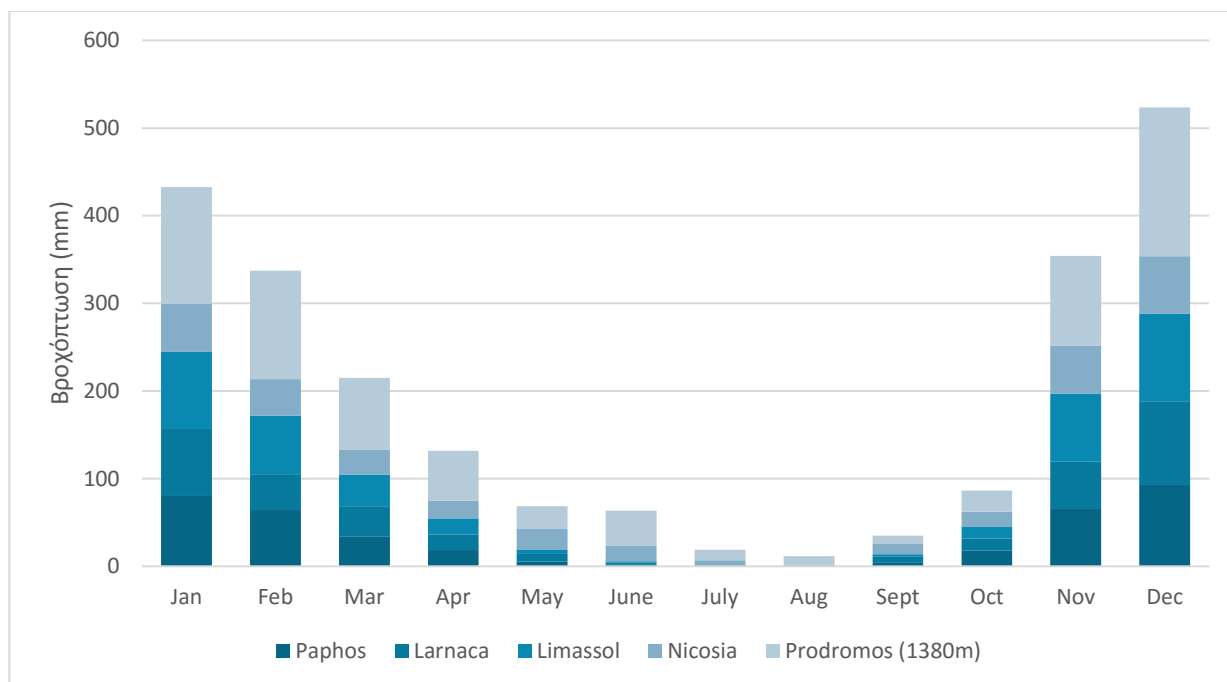
Τα υψηλά ποσοστά ηλιοφάνειας καθιστούν την Κύπρο ως ιδανική για εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας τόσο για ηλεκτροπαραγωγή όσο και για θέρμανση αέρα και νερού.



Διάγραμμα 2: Ποσοστό Ηλιοφάνειας ανά μέσο έτος [hrs]

Βροχόπτωση

Η υψηλή ηλιοφάνεια έχει όμως και σοβαρά μειονεκτήματα. Πέρα από την ψηλή θερμοκρασία που χαρακτηρίζει το νησί, η Κύπρος είναι διάσημη για τις έντονες περιόδους ξηρασίας που περνά. Κατά τη διάρκεια των υφέσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω στους χειμερινούς μήνες παρατηρείται και ένα 60% της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης. Ο όγκος του νερού χάρη στη βροχόπτωση που δέχεται ετησίως η Κύπρος αντιστοιχεί σε περίπου 4.600 εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου, η βροχόπτωση περιορίζεται σημαντικά με μερικές τοπικές βροχές συνήθως στα ορεινά. Στο διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται η μέση μηνιαία βροχόπτωση ανά περιοχή. Στους καλοκαιρινούς μήνες η βροχόπτωση περιορίζεται σημαντικά και εκδηλώνεται κυρίως στις ορεινές περιοχές. Επιπρόσθετα τα επίπεδα βροχόπτωσης μεταβάλλονται σημαντικά ανά έτος, με κάποια έτη να παρουσιάζουν ανησυχητικά ψηλά επίπεδα ανομβρίας. Αυτή η μεταβλητότητα καθιστά αδύνατη τη πρόβλεψη για την επαρκή ύδρευση και άρδευση του νησιού από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Χιονόπτωση σε πεδινές περιοχές παρατηρείται σπάνια, με συχνές περιοδικές να συμβαίνουν μόνο στην οροσειρά του Τροόδου σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 1000 μέτρων για περιορισμένο χρονικό διάστημα.



Διάγραμμα 3: Μηνιαία Βροχόπτωση [Wikipedia]



Διάγραμμα 4: Βροχόπτωση Εικοσαετίας [Μετεωρολογική Υπηρεσία]

Άνεμος

Γενικά στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου δεν παρατηρούνται συχνοί ισχυροί άνεμοι. Χαρακτηρίζονται ως ελαφροί ως μέτριοι δυτικοί ή νοτιοδυτικοί κατά την χειμερινή περίοδο και βόρειοι με βορειοδυτικούς την καλοκαιρινή. Οι γενικοί άνεμοι επηρεάζονται από τους τοπικούς ανά περιοχές, κυρίως στις παραλιακές περιοχές όπου επηρεάζουν οι θαλάσσιες και απόγειες αύρες και οι αναβατικοί και καταβατικοί άνεμοι στις ορεινές περιοχές. Οι τοπικοί άνεμοι δημιουργούνται από τη διαφορά θερμοκρασίας που παρατηρείται μεταξύ των δύο περιοχών που με τη σειρά της δημιουργεί την τοπική κυκλοφορία άνεμου που μπορεί να παρατηρηθεί σε απόσταση μέχρι και 35 χιλιόμετρα από την παραλία. Οι θαλάσσιες αύρες στα παράλια και

οι ορεινοί αναβατικοί άνεμοι παρουσιάζουν την μεγαλύτερη έντασή τους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ενώ αντίθετα οι απόγειες παραλιακές αύρες και οι καταβατικοί ορεινοί άνεμοι τους χειμερινούς μήνες.

Γενικά οι ανεμολογικές συνθήκες στην Κύπρο επηρεάζονται από τρεις βασικούς παράγοντες :

(α) από τις υφέσεις και τους αντικυκλώνες που μετακινούνται από τα δυτικά προς τα ανατολικά και διέρχονται πάνω από το νησί, καθώς επίσης και τις επιδράσεις του Σιβηρικού αντικυκλώνα κατά τη χειμερινή περίοδο και του χαμηλού βαρομετρικού που δημιουργείται στην περιοχή των Ινδιών κατά την καλοκαιρινή περίοδο,

(β) από τις μεγάλες διαφορές θερμοκρασίας που δημιουργούνται μεταξύ ξηράς και θάλασσας,

(γ) από την επίδραση της τοπογραφίας και του ανάγλυφου της κάθε περιοχής, με ενδεχόμενο την ανάπτυξη τοπικών συστημάτων ανέμων.

Όσον αφορά την ταχύτητα οι άνεμοι στην περιοχή της Κύπρου είναι κυρίως ελαφροί ως μέτριοι. Οι ισχυροί άνεμοι με ταχύτητα 24 κόμβων και πάνω είναι μικρής διάρκειας και συμβαίνουν σε περιπτώσεις μεγάλης κακοκαιρίας. Οι πολύ ισχυροί άνεμοι (ταχύτητα ανέμου 34 κόμβοι και πάνω) είναι σπάνιοι και συμβαίνουν κυρίως στις προσήνεμες περιοχές όταν επηρεάζουν την Κύπρο συστήματα με πολύ χαμηλές πιέσεις.

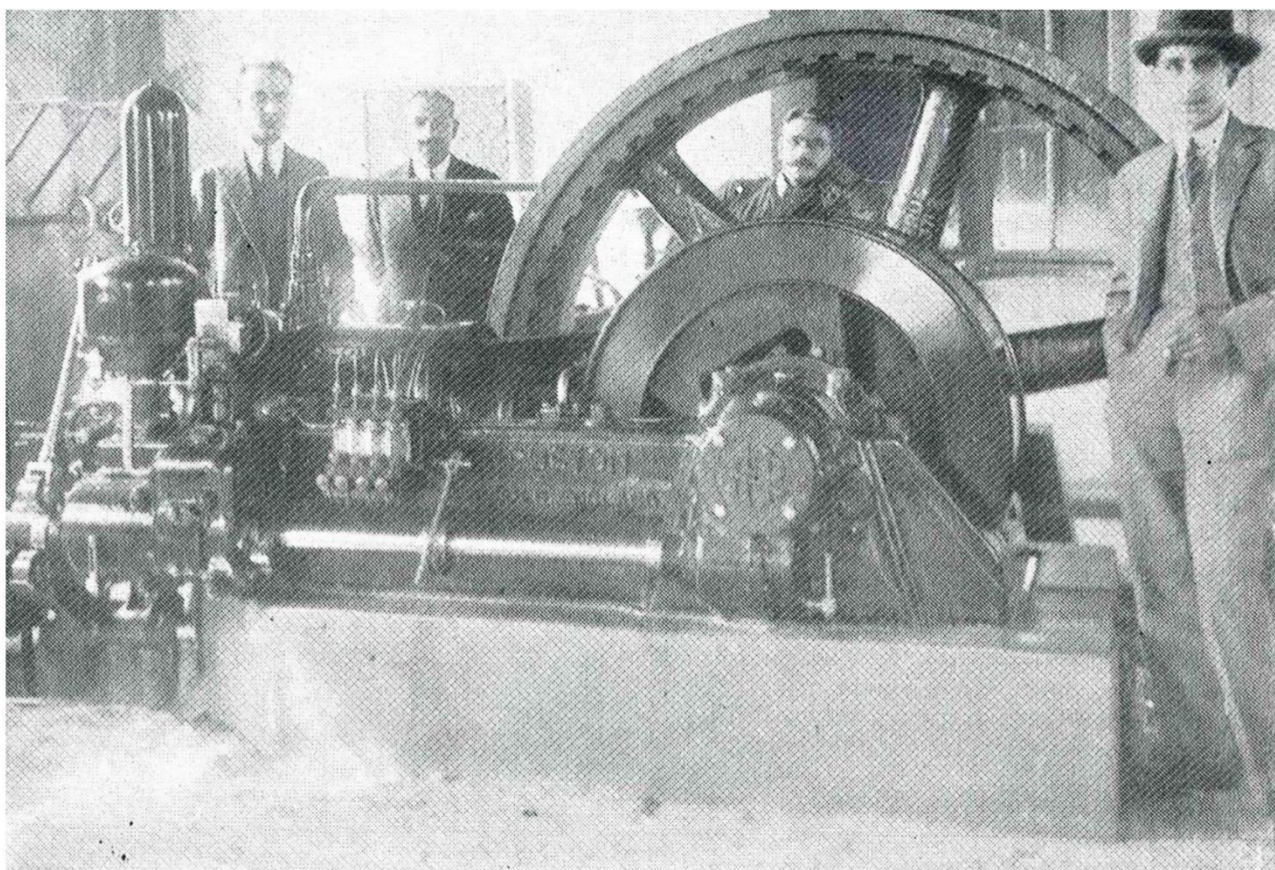
Καταγραφές για ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου υπάρχουν μόνο για τους τέσσερις σταθμούς της Αθαλάσσας, Λάρνακας, Πάφου και Πόλης Χρυσοχούς. Παρακάτω ακολουθούν διαγράμματα με εμπειρικά ρόδα ανέμων στην κάθε περιοχή που προαναφέρθηκε καθώς και πίνακες με τις ταχύτητες και συχνότητες ανέμου για τον κάθε σταθμό ανά κατεύθυνση για διάρκεια μετρήσεων τη διάρκεια ζωής του κάθε μετεωρολογικού σταθμού οι οποίοι ξεπερνούν τα 14 έτη. Όπως γίνεται αντιληπτό το νησί της Κύπρου δεν έχει ιδιαίτερα μεγάλο αιολικό δυναμικό, το οποίο σπάνια ξεπερνά τα 6-7 m/s μέσης ταχύτητας.



Κατάσταση Ηλεκτροδότησης στην Κύπρο

Ιστορία

Η ιστορία του ηλεκτρισμού στην Κύπρο είναι σχετικά πρόσφατη. Έκανε την εμφάνισή του στις αρχές του 20ου αιώνα με την εγκατάσταση μιας ηλεκτρογεννήτριας από την τότε αποικιακή Αγγλική κυβέρνηση για την ηλεκτροδότηση του νοσοκομείου της Λευκωσίας. Στις αρχές της δεκαετίας του 10 ξεκίνησε η ηλεκτροδότηση της Λεμεσού και της Λευκωσίας από μικρές ιδιωτικές εταιρείες οι οποίες μέχρι το 1952 έφθασαν τις 28 σε αριθμό. Η εξάπλωση της ηλεκτροδότησης με αυτό τον τρόπο ήταν σαφώς αντιοικονομική και αργή. Η ηλεκτροδότηση όπως την ξέρουμε σήμερα ξεκίνησε με την κατασκευή του πρώτου ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού στη Δεκέλεια το Φεβρουάριο του 1953 δυναμικότητας 84 MW αμέσως μετά την ίδρυση της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ) η οποία και απαλλοτρίωσε σταδιακά τις ιδιωτικές επιχειρήσεις. Με την ανεξαρτησία του νησιού το 1960 το ηλεκτρικό σύστημα αναπτύχθηκε ταχύρρυθμα με την ΑΗΚ να έχει το μονοπώλιο στην παραγωγή, μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό βοήθησε στο γρήγορο εξηλεκτισμό του νησιού, το οποίο ηλεκτροδοτήθηκε πλήρως σε περίοδο 12 χρόνων συμβάλλοντας στην ανύψωση του επιπέδου ζωής των Κυπρίων πολιτών. Σύντομα ακολούθησε η κατασκευή ακόμα δύο ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών για την κάλυψη των αυξανόμενων αναγκών για ενέργεια.

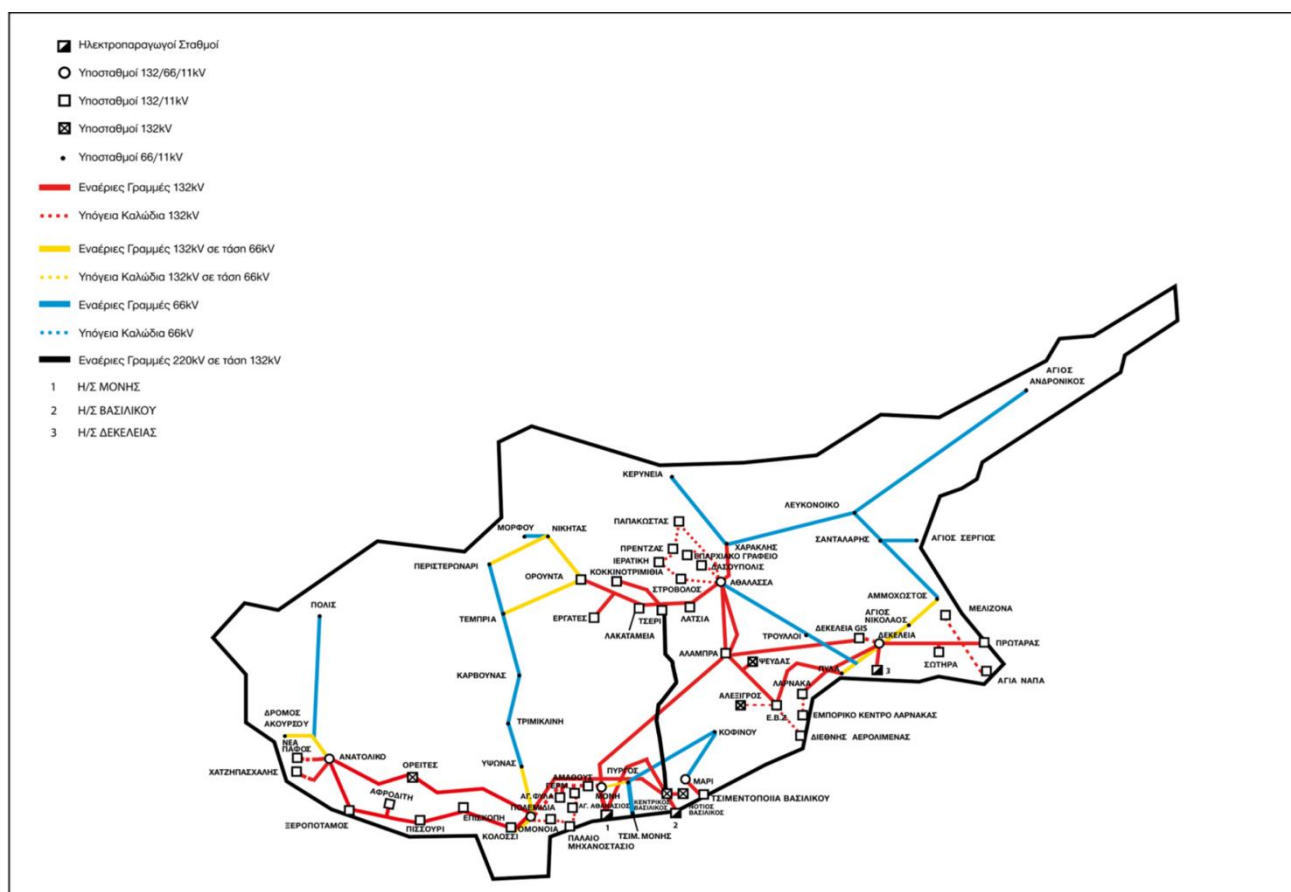


Εικόνα 1: Ηλεκτρογεννήτρια 42 αλόγων [1926 Πάφος, Υπουργείο Παιδείας]

Η Κύπρος δεν διαθέτει πρωτογενείς πηγές ενέργειας επί του παρόντος και γι' αυτό το λόγο η παραγωγή ενέργειας από την ΑΗΚ βασίζεται αποκλειστικά από εισαγόμενα καύσιμα, κυρίως μαζούτ και ντίζελ. Σήμερα η ΑΗΚ διαθέτει τρεις κύριους Ηλεκτροπαραγωγικούς Σταθμούς συνολικής εγκατεστημένης ισχύς 1,478 GW. Ο σταθμός στο Βασιλικό αποτελεί τον μεγαλύτερο του νησιού, παράγοντας περίπου το 57% της ενέργειας που καταναλώνει ετησίως το νησί. Ο σταθμός είχε υποστεί σοβαρές ζημιές κατά το ατύχημα της 11η Ιουλίου 2011 στο Μαρί με αποτέλεσμα να βγει εκτός λειτουργίας και το νησί να ζήσει μεγάλη απώλεια ηλεκτρικής ισχύος με συχνές αποκοπές ρεύματος. Η ζημιά αποκαταστάθηκε πλήρως και η ηλεκτροδότηση έχει επανέλθει

πλήρως. Ακολουθεί πίνακας με τα κυριότερα χαρακτηριστικά των τριών σταθμών που λειτουργούν στην Κύπρο καθώς και ο χάρτης του δικτύου.

Σταθμός Βασιλικού	
3 x 130 MW Ατμοηλεκτρικές Μονάδες	390 MW
1 x 38 MW Αεριοστρόβιλος	38 MW
2 x 220 MW Μονάδες Συνδυασμένου Κύκλου	440 MW
Σταθμός Δεκέλειας	
6 x 60 MW Ατμοηλεκτρικές Μονάδες	360 MW
2 x 50 MW Μηχανές Εσωτερικής Καύσης	100 MW
Σταθμός Μονής	
4 x 37,5 MW Αεριοστρόβιλοι	150 MW
Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς	1478 MW



Χάρτης 3: Δίκτυο ΑΗΚ

Η ΑΗΚ διαθέτει όπως φαίνεται και από τον παραπάνω χάρτη τρία είδη υποδικτύων. Ένα υψηλής τάσης 66 και 132 kV, ένα μέτριας τάσης 11 και 22 kV και ένα χαμηλής 415 V στο οποίο βασίζει και την χρέωση των καταναλωτών της. Λόγω των μικρών αποστάσεων δεν υπήρξε ανάγκη για ανάπτυξη πιο υψηλής τάσης για μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.

Αρμόδιοι Φορείς σε Ενεργειακά Θέματα

Σε αυτό το σημείο θα γίνει μια αναφορά στους ενεργειακούς φορείς του νησιού στους οποίους θα γίνει αναφορά και σε μεταγενέστερα σημεία της μελέτης. Η περιγραφή πάρθηκε από ομιλία του κ. Σόλων Κασίνη στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου – ΤΕΠΑΚ.

- Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου – ΑΗΚ

Ιδρύθηκε το 1952, όπως προαναφέρθηκε, με σκοπό να ενοποιήσει την κάλυψη αναγκών σε ηλεκτρισμό για τους κατοίκους της Κύπρου. Έχει την ευθύνη για την παραγωγή, μεταφορά και διανομή του ηλεκτρικού ρεύματος στους καταναλωτές και μέχρι σήμερα παράγει και διαχειρίζεται το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας στο νησί.

- Ίδρυμα Ενέργειας Κύπρου - ΙΕΚ

Ιδρύθηκε το 2000 από το Υπουργείο Εμπορίου Βιομηχανίας και Τουρισμού. Σκοπός του είναι η ανάπτυξη και προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Κύπρο, η προώθηση στο κοινό της εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης ενέργειας καθώς και την ανάληψη κάθε άλλου είδους δραστηριοτήτων οι οποίες στοχεύουν στην διεύρυνση των οικονομικά βιώσιμων αιφόρων ενεργειακών τεχνολογιών.

- Δημόσια Επιχείρηση Φυσικού Αερίου – ΔΕΦΑ

Κρατικά ελεγχόμενος φορέας ο οποίος ιδρύθηκε το 2007 με σκοπό την διαχείριση κάθε είδους δραστηριότητας σχετική με το φυσικό αέριο.

- Υπηρεσία Ενέργειας Κύπρου – ΥΕΚ

Υπάγεται στο Υπουργείο Εμπορίου Βιομηχανίας και Τουρισμού και έχει τις εξής αρμοδιότητες:

- Την παρακολούθηση των διεθνών και των εγχώριων συνθήκων της ενέργειας και τη μερίμνα για τις εκάστοτε αναγκαίες τροποποιήσεις του θεσμικού πλαισίου,
- Τον προγραμματισμό και έλεγχο των αποθεμάτων ασφάλειας των πετρελαιοειδών,
- Τον έλεγχο της ποιότητας των πετρελαιοειδών και καυσίμων για την προστασία των καταναλωτών και του περιβάλλοντος, τον έλεγχο των ενεργειακών αναγκών της χώρας και την κατάρτιση ενεργειακού προγραμματισμού,
- Τη λήψη μέτρων και κινήτρων για τη διάδοση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και για την εξοικονόμηση ενέργειας, την ενδυνάμωση του γεωστρατηγικού ρόλου της χώρας μέσω της μελέτης και καταγραφής του εγχώριου ενεργειακού δυναμικού,
- Την έναρξη και ολοκλήρωση διαπραγματεύσεων με τις γειτονικές χώρες για την οριοθέτηση της Αποκλειστικής Οικονομικής Ζώνης της Κύπρου.

- Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς – ΔΜΣ

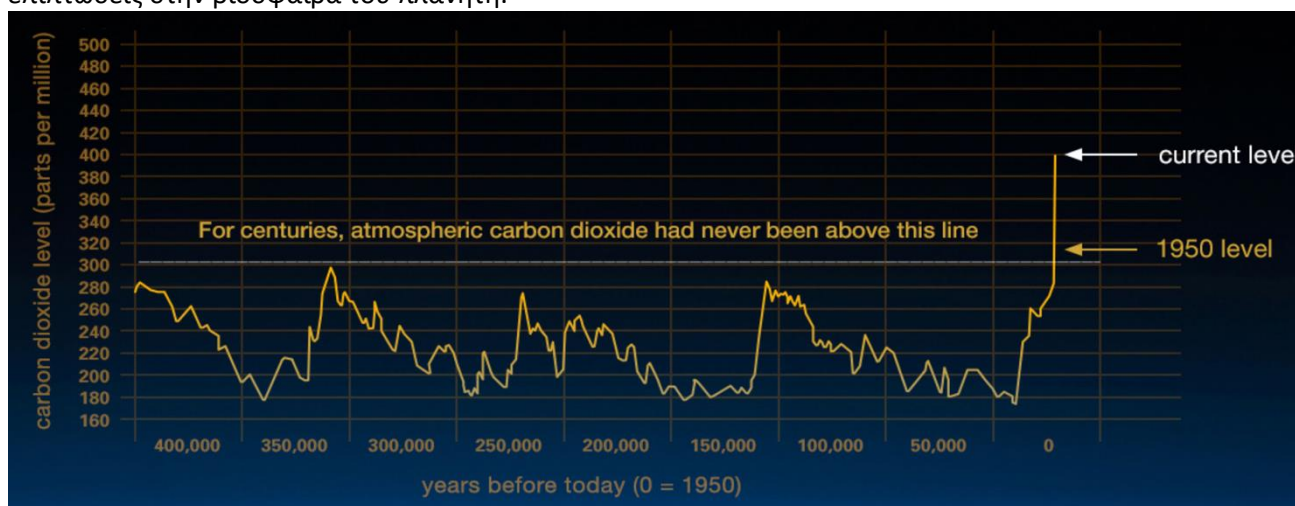
Ανεξάρτητη αρχή που διασφαλίζει με ισότητα την πρόσβαση των παραγωγών ενέργειας στο δίκτυο και την ίση μεταχείριση όλων όσων το χρησιμοποιούν.

- Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου – ΡΑΕΚ

Επίσης ανεξάρτητη αρχή που ιδρύθηκε το 2003 με ευθύνη την επίβλεψη της λειτουργίας της αγοράς ενέργειας σε ένα απελευθερωμένο περιβάλλον χωρίς μονοπώλιο και προς το συμφέρον του καταναλωτή.

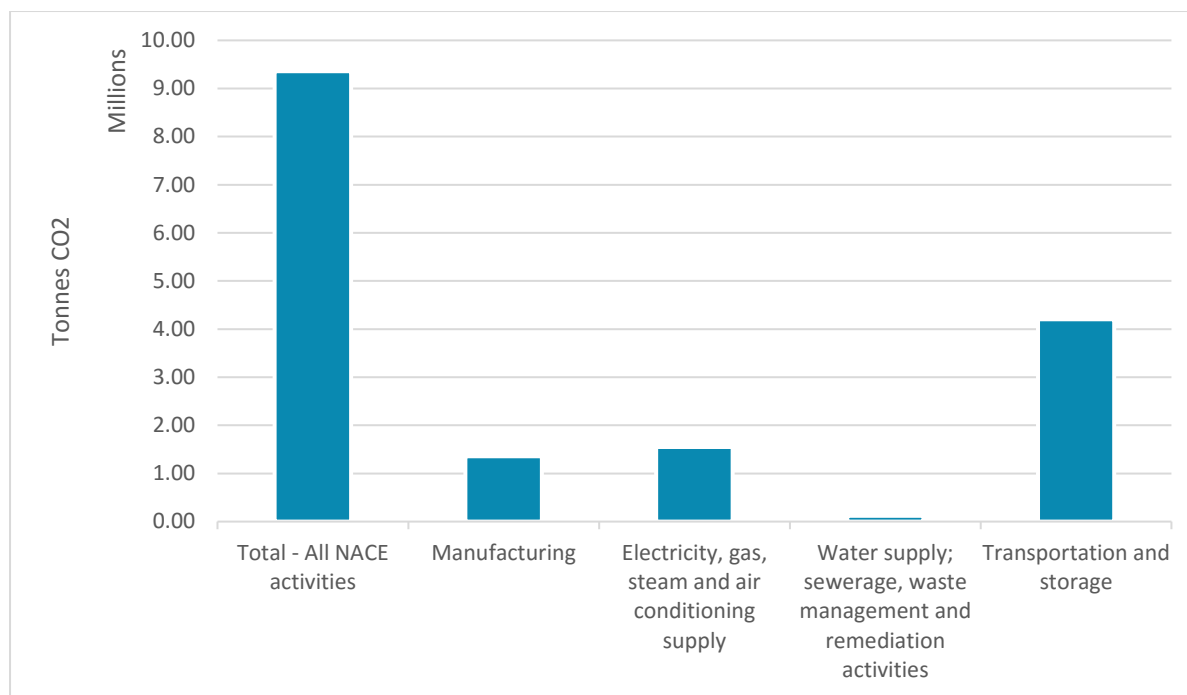
Ενεργειακό Πρόβλημα

Το ενεργειακό πρόβλημα υπήρχε σε παγκόσμια κλίμακα εδώ από τα μέσα του περασμένου αιώνα. Παρόλ' αυτά έγινε αντιληπτό με την ενεργειακή κρίση του 1973 που επηρέασε σε μεγάλο βαθμό το πετρέλαιο και την τιμή πώλησής του. Τα ορυκτά καύσιμα στηρίζουν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους το ενεργειακό δίκτυο παγκοσμίως καθιστώντας τα έτσι ως κύριους οικονομικούς και πολιτικούς μοχλούς ανάμεσα στα κράτη τα οποία τα έχουν στο δυναμικό τους ως φυσικούς πόρους. Πέρα από τα οικονομιοπολιτικά προβλήματα που προκαλούν, η έκλυση μεγάλων ποσοτήτων CO₂, νιτρικών και θεικών οξέων από την καύση των ορυκτών οξύνουν το περιβαλλοντικό πρόβλημα, επιταχύνοντας και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, απειλώντας πολύ περισσότερο από την οικονομία του πλανήτη. Σύμφωνα με γεωλογικά δεδομένα τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα έχουν φτάσει σε επίπεδα πρωτάκουστα στην σχετικά πρόσφατη ιστορία της Γης με άγνωστες επιπτώσεις στην βιόσφαιρα του πλανήτη.



Διάγραμμα 5: Επίπεδα CO₂ [NASA]

Τα παραπάνω προβλήματα εντείνονται με την πάροδο του χρόνου, με πολλούς επιστήμονες να κάνουν λόγο για μη αναστρέψιμη πλέον κατάσταση. Η ανάγκη για εξεύρεση λύσης από όλα τα κράτη για μια πιο βιώσιμη και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για την ανθρωπότητα γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική. Πέρα από την εξομάλυνση των μεγάλων οικονομικών διαφορών μεταξύ των κρατών που θα έχει μια τέτοια λύση, πιο σημαντική είναι η επούλωση της ίσως μόνιμης περιβαλλοντικής ζημιάς που έχουμε προκαλέσει. Τα μεγαλύτερα μυαλά του πλανήτη επενδύουν χρόνο και χρήμα στην εξεύρεση βιώσιμης λύσης με παράδειγμα τον Bill Gates και τις επενδύσεις του σε τεχνολογίες εκμετάλλευσης πυρηνικών αποβλήτων με στόχο την παραγωγή ηλεκτρισμού. Ο ίδιος πιστεύει πως η λύση του ενεργειακού προβλήματος θα ανυψώσει το βιοτικό επίπεδο πολλών χωρών που αδυνατούν να έχουν πρόσβαση σε φθηνό και αξιόπιστο ηλεκτρικό δίκτυο καθώς και ότι θα εξομαλύνει πολλές μαχητικές διαφορές στη Μέση Ανατολή που έχουν στο πυρήνα τους τα ορυκτά καύσιμα. !!!!



Διάγραμμα 6: Έκκληση CO2 ΕΕ ανά τομέα το 2013 [Eurostat]

Βάση των δεδομένων της Eurostat για το έτος 2013 μεγαλύτερη πηγή CO2 στις 28 χώρες μέλη της ΕΕ υπήρξαν οι μεταφορές και η αποθήκευση αγαθών όπως ήταν αναμενόμενο. Δεύτερη θέση καταλαμβάνουν η παραγωγή ηλεκτρισμού και η καύση φυσικού αερίου. Σε κάποιες χώρες χωρίς μεγάλη βιομηχανία η ηλεκτροπαραγωγή υπερβαίνει το 50% της συνολικής παραγωγής CO2.

Η περίπτωση της Κύπρου

Για τη περίπτωση της Κύπρου, ως νησί αποτελεί ενεργειακά απομονωμένο σύστημα σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρωπαϊκή Ένωση, της οποίας είναι μέλος από το 2004. Η ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια αυξάνεται συνεχώς καθώς ο πληθυσμός αυξάνεται ανάλογα. Κατά τους θερινούς μήνες παρατηρεί σημαντική αύξηση της ενεργειακής ζήτησης, λόγω κυρίως της τουριστικής βιομηχανίας η οποία βλέπει τριπλασιασμό του αριθμού του πληθυσμού των επισκεπτών της.

Οι ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η Κύπρος από ενεργειακής άποψης είναι:

- Απομονωμένο ενεργειακό δίκτυο. Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν διασυνδέσεις του δικτύου με άλλες χώρες.
- Το κόστος του ενεργειακού εφοδιασμού είναι αρκετά υψηλό. Θα αναφερθούμε εκτενώς σε παρακάτω στάδιο.
- Σχεδόν πλήρης εξάρτηση από πετρελαϊκά προϊόντα.
- Εποχιακές αυξομειώσεις στην ζήτηση ενέργειας, ειδικά στους καλοκαιρινούς μήνες που συχνά φέρει το σύστημα παραγωγής ενέργειας στα όρια του.
- Μικρή σχετικά αγορά με μεγάλα κόστη μεταφοράς.
- Πολύ υψηλό κόστος ενέργειας στους καταναλωτές.
- Η οικονομική ανάπτυξη συνεπάγει την αυξημένη ενεργειακή ζήτηση και την ανάγκη για καλύτερα συστήματα και τακτικές για εξοικονόμηση ενέργειας.
- Απουσία εκτεταμένης αξιοποίησης ενδογενών πηγών ενέργειας, κατά κύριο λόγο του φυσικού αερίου και του δυναμικού ΑΠΕ.
- Πολύπλοκες νομοθεσίες περί προστασίας και ανάδειξης φυσικού πλούτου που αποθαρρύνουν την γρήγορη και εύκολη επένδυση σε ενεργειακές επενδύσεις.

Από τη στατιστική υπηρεσία της Κύπρου μπορούμε να δούμε πως οι εισαγωγές προϊόντων πετρελαίου αποτελούν περίπου το 1/5 με 1/4 των συνολικών εισαγωγών κάθε έτος με αντίστοιχες οικονομικές επιπτώσεις. Συγκεκριμένα το 2010 οι εισαγωγές ορυκτών καυσίμων κόστισαν στην Κυπριακή Δημοκρατία 1.3 δις. Ευρώ, τιμή που δεν πρόκειται να αλλάξει σημαντικά λόγω της ιδιαίτερης θέσης της Κύπρου η οποία δεν επιτρέπει την εγκατάσταση αγωγών μεταφοράς πετρελαίου, φυσικού αερίου ή ακόμα και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Παρόλες τις δυσκολίες η Κυπριακή Κυβέρνηση έχει κάνει αρκετά βήματα προς την διευκόλυνση και καλυτέρευση της ενεργειακής κατάστασης του νησιού στα οποία θα επεκταθούμε σε λεπτομέρεια στο επόμενο μέρος της μελέτης μας.

Ενεργειακό Ισοζύγιο

Η Κύπρος αν και βρίσκεται σε πολύ καλή πορεία εναρμόνισης με την Ευρωπαϊκή ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική προς την σταδιακή ανεξαρτητοποίηση από τα ορυκτά καύσιμα, έχει ακόμα μεγάλο δρόμο προς την αξιοποίηση του διαθέσιμου δυναμικού της. Η παρούσα εργασία δεν θα ασχοληθεί με την αξιοποίηση του φυσικού αερίου που παρόλο που θεωρείται καύσιμο καλύτερης ποιότητας, τόσο περιβαλλοντικά όσο και τεχνολογικά και παρόλο που η Κύπρος βρίσκεται σε πολύ καλό σημείο αξιοποίησης των γειτονικών της κοιτασμάτων, εξακολουθεί να αποτελεί αναλώσιμο καύσιμο που αφήνει σημαντικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Η εισαγωγή του στο ενεργειακό μίγμα του νησιού είναι σημαντική για πολλούς λόγους αλλά δεν αφορούν τον στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στρατηγικό στόχο την μείωση κατά 20% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα εκπομπών του 1990. Αναγνωρίζοντας τη σημαντική δράση των ΑΠΕ προς την επίτευξη αυτού του στόχου, η ΕΕ έχει αποφασίσει συγκεκριμένες δράσεις για την ενσωμάτωση των ΑΠΕ στα υφιστάμενα συστήματα παραγωγής ενέργειας της κάθε χώρας. Συγκεκριμένα για την Κύπρο η οδηγία αναφέρει ότι μέχρι το 2020 το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας πρέπει να φθάσει το 13%.

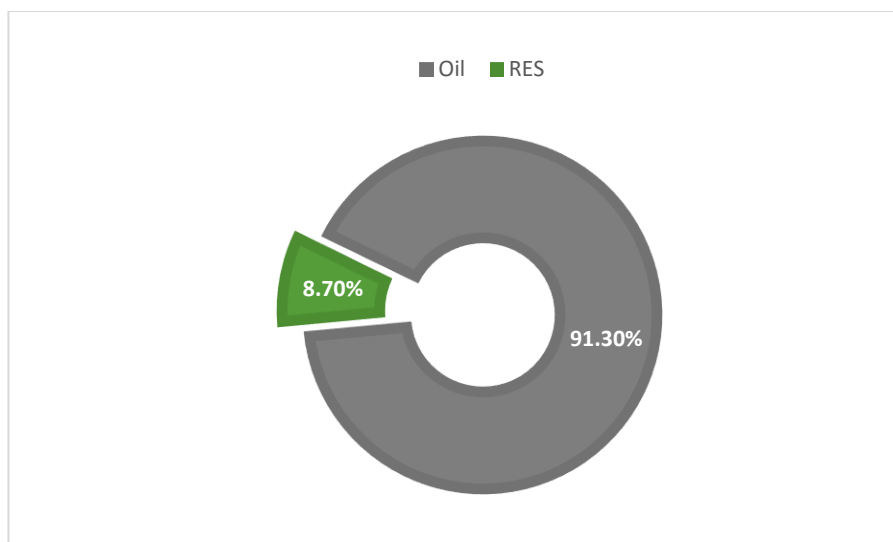
Σχετικά με τον παραπάνω εθνικό στόχο η Κυπριακή Κυβέρνηση έχει σε τροχιά σχέδια παροχής οικονομικών κινήτρων σε μορφή κυβερνητικών επιδοτήσεων με κύριο στόχο την προώθηση της ενσωμάτωσης τεχνολογιών ΑΠΕ στο υφιστάμενο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής του νησιού. Συγκεκριμένα οι τεχνολογίες που προωθούνται από το αρμόδιο Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού είναι:

- *Ηλιακή Ενέργεια*

- *Αιολική Ενέργεια*

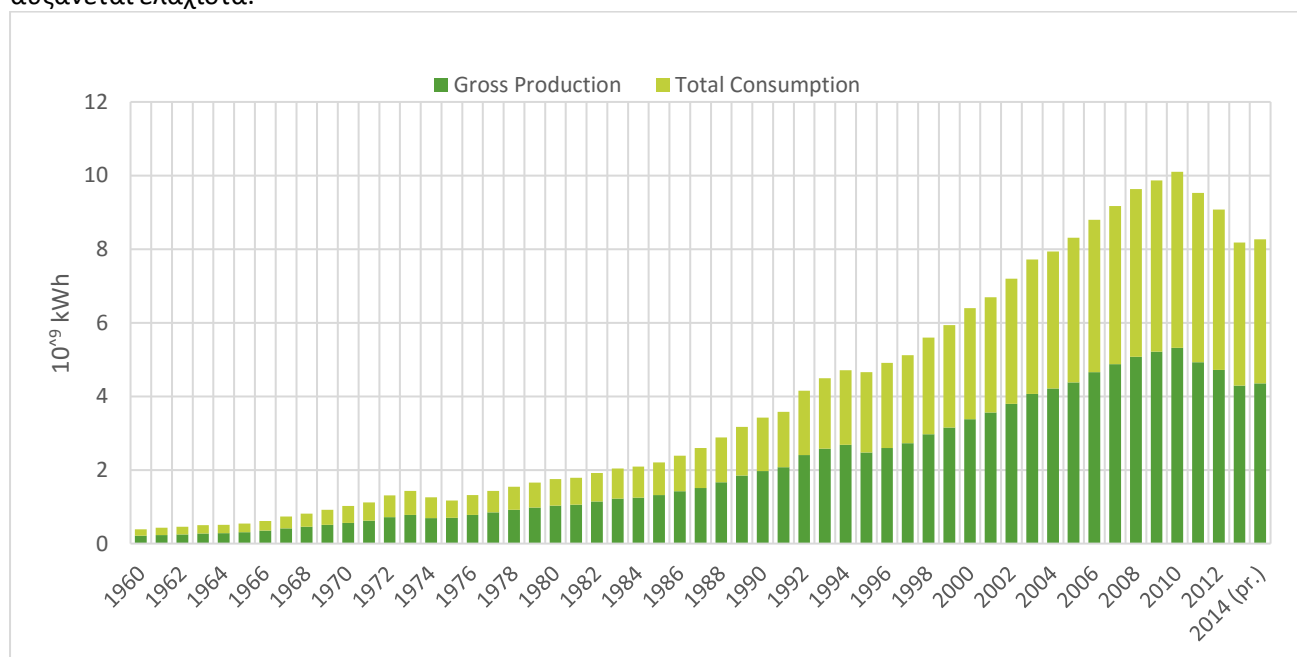
- *Βιομάζα*

Συνδυάζοντας τις τρεις αυτές τεχνολογίες το 2015-2016 η Κύπρος κατάφερε να υπερκαλύψει τον στόχο της για το έτος (7.45%) επιτυγχάνοντας συνεισφορά από ΑΠΕ στην συνολική ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας της τάξεως 8.7%.



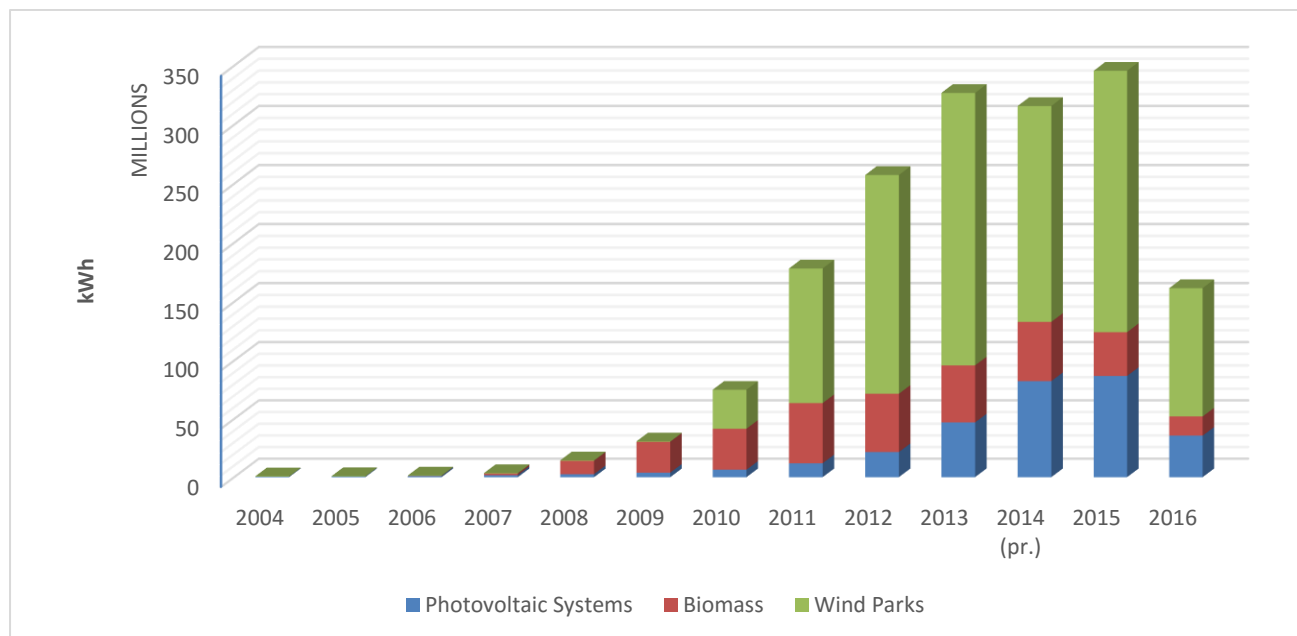
Διάγραμμα 7: Ενεργειακό Ισοζύγιο [2016]

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η συνολική παραγωγή ενέργειας σε σχέση με την πραγματική κατανάλωση του νησιού [Στατιστική Υπηρεσία]. Η απότομη αύξηση στη ζήτηση ενέργειας ειδικά μετά τη δεκαετία του 90 οφείλεται στον συνεχή αυξανόμενο πληθυσμό καθώς και στις καταναλωτικές συνήθειες του πληθυσμού που με την εξέλιξη της τεχνολογίας έγιναν πιο απαιτητικές και χωρίς συνείδηση εξοικονόμησης. Στα μέσα της δεκαετίας 2000 – 2010 όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι προσπάθειες της Κυβέρνησης απέδωσαν και η παραγωγή προσέγγισε σε ικανοποιητικό επίπεδο την κατανάλωση, μειώνοντας έτσι τις απώλειες του δικτύου. Η κατανάλωση έφτασε στο ζενίθ της το 2010 όπου η οικονομική κρίση σε συνδυασμό με τις τραγικά αυξημένες τιμές πετρελαίου καθώς και τη σταδιακή εκπαίδευση του λαού σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και σε χρήση αποδοτικότερων συσκευών ξεκίνησε να την μειώνει. Αν και οι προσπάθειες για μείωση της κατανάλωσης είναι αξιόπαινες, τα στατιστικά δείχνουν ότι με την αύξηση του πληθυσμού οι ενεργειακές ανάγκες θα αυξηθούν ξανά, αναπόφευκτα. Το τελευταίο δείχνει να επιβεβαιώνει και το διάγραμμα όπου το 2014 φαίνεται πως παρόλες τις προσπάθειες για αποδοτικότερη κατανάλωση αυτή αυξάνεται ελάχιστα.



Διάγραμμα 8: Παραγωγή/Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας

Σύμφωνα με τα στοιχεία της στατιστικής υπηρεσίας και της ΡΑΕΚ στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η συνολική παραγωγή της κάθε μορφής ΑΠΕ στο σύνολο των τελευταίων ετών. Βλέπουμε πως από το 2005 που έγινε η πρώτη εγκατάσταση τεχνολογιών ΑΠΕ σε εμπορική κλίμακα, η παραγωγή πράσινης ενέργειας πήρε μπρος απότομα την τελευταία δεκαετία. Το νούμερο για το 2016 είναι η μέχρι στιγμής παραγωγή [Μάιος 2016] καθώς η συνολική παραγωγή αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από αυτή του 2015.



Διάγραμμα 9: Παραγωγή Ενέργειας από ΑΠΕ

	Photovoltaic Systems	Biomass Systems	Wind Systems
Μονάδες	1917	14	6
Ισχύς (kW)	53628	9714	157500

Πίνακας 2: Συνολικές Εγκατεστημένες Μονάδες ΑΠΕ

Σύγκριση Κύπρου με ΕΕ

Παρόλη την καλή πορεία της κυβέρνησης της Κύπρου για να επιτύχει τους εθνικούς της στόχους, η Κύπρος εξακολουθεί να είναι σε δυσμενή θέση σε σχέση με τις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες. Η Κύπρος μέχρι και το 2012 είχε τον τρίτο υψηλότερο δείκτη ενεργειακής εξάρτησης, στο 97%, ποσοστό που στα τελευταία χρόνια δεν έχει μεταβληθεί ιδιαίτερα. Παρακάτω βλέπουμε την κατανομή της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τύπο καυσίμου της Κύπρου σε σχέση με τις 28 χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και ξεχωριστά την σύγκριση με κάθε χώρα. Οι χώρες της Σκανδιναβίας έχουν το προβάδισμα στο ποσοστό συνεισφοράς των ΑΠΕ στην τελική ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας. Είναι αυταπόδεικτο ότι η περιορισμένη πρόσβαση του νησιού σε διάφορες πρώτες ύλες έχει περιορίσει σημαντικά την ποικιλομορφία της ενεργειακής κατανομής της. Παρόλο που η Ευρωπαϊκή Ένωση ως σύνολο έχει μεγάλη εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα, συγκεκριμένα από προϊόντα πετρελαίου, στερεά καύσιμα και φυσικό αέριο, η κατανομή παρουσιάζει μεγάλη διαφορά από χώρα σε χώρα όπως αυτό φαίνεται και από το παρακάτω διάγραμμα. Η ανάπτυξη των ενεργειακών πόρων της Κύπρου, ιδιαίτερα των ανανεώσιμων θα έχει μεγάλες επιπτώσεις στο ενεργειακό προφίλ της χώρας κατά κύριο λόγο στην τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος όπως θα δούμε παρακάτω.

Κατανάλωση ενέργειας ανά τύπο καυσίμου / Energy consumption breakdown by fuel, 2012

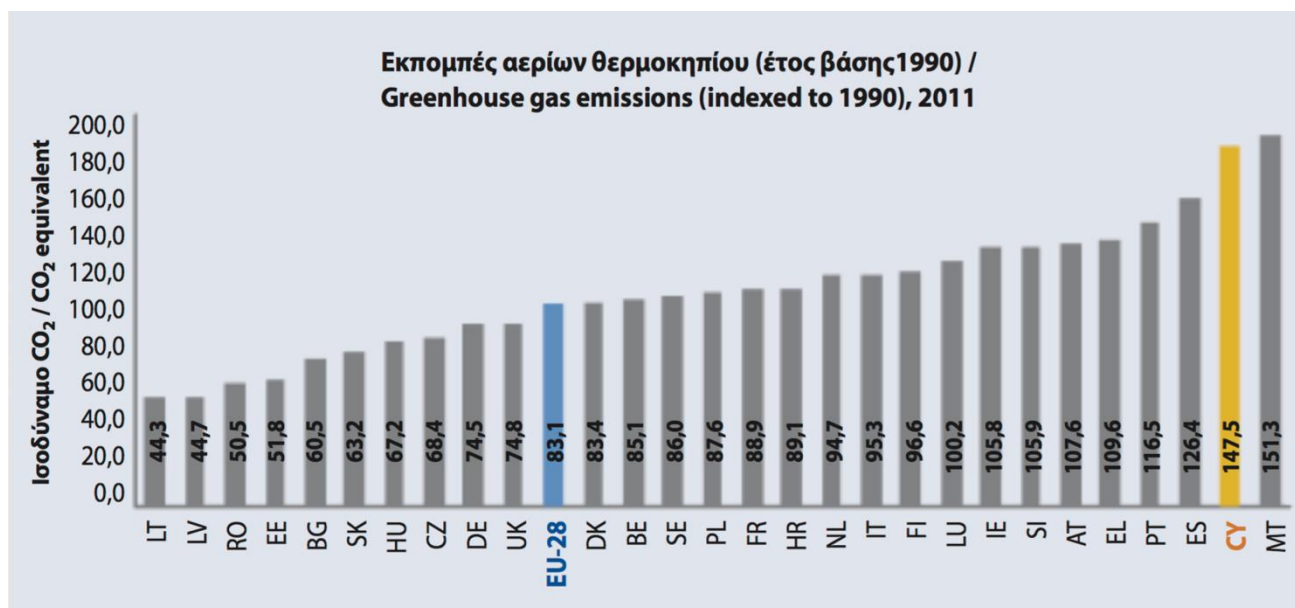


Διάγραμμα 10: Ενεργειακό Ισοζύγιο Κύπρου/Ευρώπης [2012, Cystat]

		EU-28	CY	AT	BE	BG	CZ	DE	DK	EE	EL	ES	FI	FR	HR
Ενεργειακή ένταση της οικονομίας (kgoe/1.000 ευρώ)	2012	143	167	124	172	670	355	129	87	481	166	136	204	143	225
Δείκτης ενεργειακής εξάρτησης (%)	2012	53,4	97,0	63,6	74,0	36,1	25,2	61,1	-3,4	17,1	66,6	73,3	45,4	48,1	53,6
Τελική κατανάλωση ενέργειας (εκατομμύρια toe)	2012	1.104	2	27	37	9	24	213	14	3	17	83	25	151	6
Κατανάλωση ηλεκτρισμού από τα νοικοκυριά (1.000 toe)	2012	71.225	144	1.513	1.697	932	1.254	11.780	859	168	1.639	6.456	1.912	13.609	556
Μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (%)	2012	14,1	6,8	32,1	6,8	16,3	11,2	12,4	26,0	25,8	13,8	14,3	34,3	13,4	16,8
HU	IE	IT	LT	LU	LV	MT	NL	PL	PT	RO	SE	SI	SK	UK	
269	83	117	292	134	329	148	149	299	147	379	148	228	329	105	
52,3	84,8	80,8	80,3	97,4	56,4	100,5	30,7	30,7	79,5	22,7	28,7	51,6	60,0	42,2	
15	11	119	5	4	4	0	51	64	16	23	32	5	10	134	
913	698	5.972	227	73	153	53	2.152	2.435	1.109	1.035	3.343	273	407	9.862	
9,6	7,2	13,5	21,7	3,1	35,8	1,4	4,5	11,0	24,6	22,9	51,0	20,2	10,4	4,2	

Πίνακας 3: Ενεργειακά Χαρακτηριστικά ΕΕ [2012, Cystat]

Από θέμα εκπομπής καυσαερίων σε σχέση με τον αντίστοιχο δείκτη του 1990, η Κύπρος είναι στη δεύτερη θέση στις 28-ΕΕ. Η ραγδαία ανάπτυξη του νησιού χωρίς ανάλογη ανάπτυξη στους ανανεώσιμους πόρους και εξοικονόμηση ενέργειας είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού εκπομπών ρύπων με τον δεύτερο μεγαλύτερο ρυθμό στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στο σύνολό τους οι 28 χώρες έχουν μειώσει αρκετά τους ρύπους τους αλλά γίνεται αντιληπτό πως η προσπάθεια θα έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο αν γίνει συλλογικά.

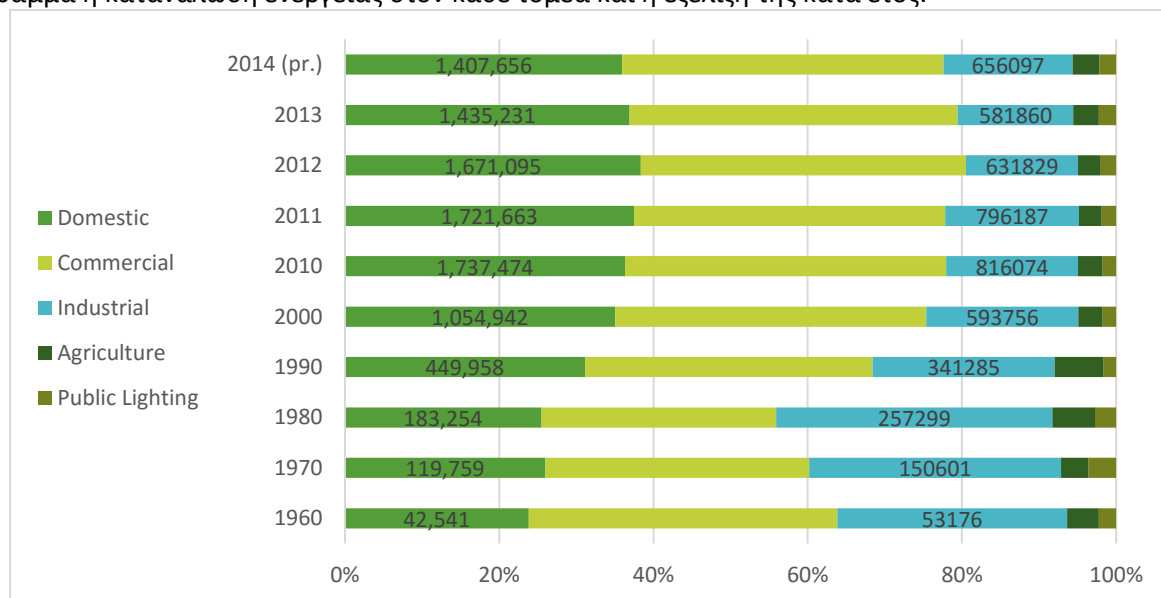


Διάγραμμα 11: Εκπομπές Ρύπων [Cystat, 2011]

Τιμή Καυσίμων

Σημαντικό είναι σε αυτό το σημείο να δούμε πως επηρεάζει το κόστος ζωής των Κυπρίων η μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση από τα προϊόντα πετρελαίου. Το πετρέλαιο, όπως είναι γνωστό, δεν έχει σταθερή τιμή και ειδικά τις τελευταίες δεκαετίες έχει αποδειχθεί πως δεν είναι αξιόπιστο στην πρόβλεψη της τιμής του. Πέρα από το γεγονός ότι τα κοιτάσματα δεν είναι απεριόριστα ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την διάθεσή του είναι η κίνηση της αγοράς και του ανταγωνισμού μεταξύ των χωρών που το διαχειρίζονται.

Πρώτα αξίζει να μελετήσουμε τις ενεργειακές τάσεις που επικρατούν στο νησί. Παρακάτω φαίνεται στο διάγραμμα η κατανάλωση ενέργειας στον κάθε τομέα και η εξέλιξή της κατά έτος.



Διάγραμμα 12: Κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα [000s kWh]

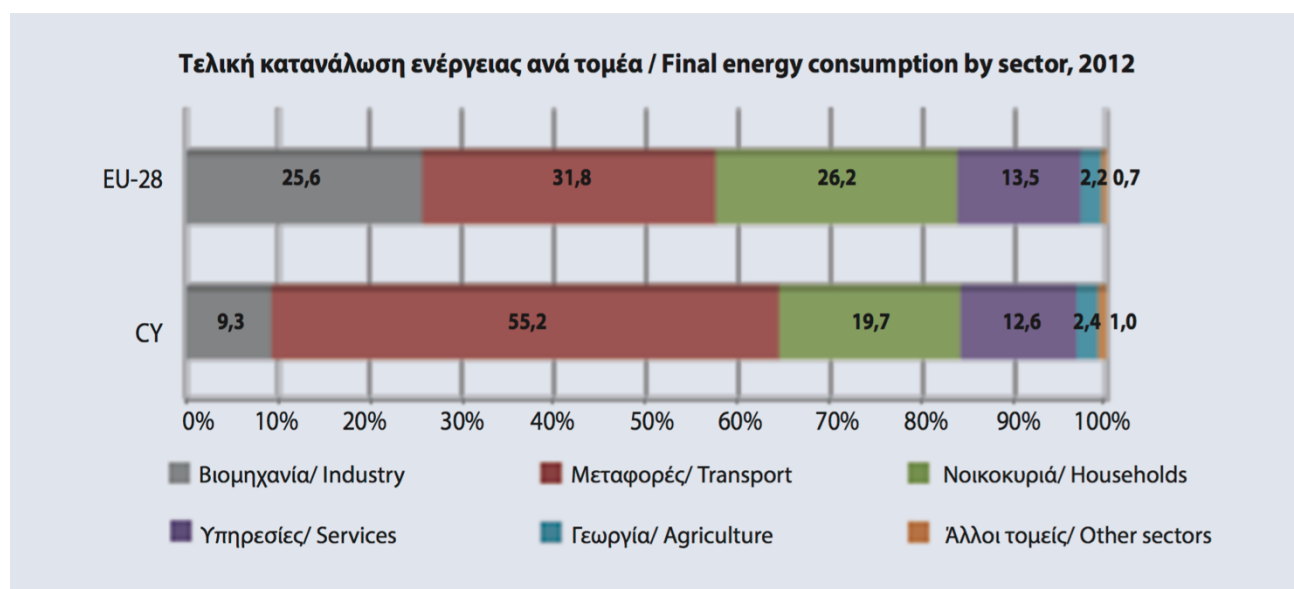
Η αυξητική τάση που παρατηρείται κατά το πέρασμα των χρόνων στην συνολική κατανάλωση ενέργειας που οφείλεται κυρίως στην:

- Απότομη προσπάθεια ανάπτυξης της οικονομίας του νησιού μετά την εισβολή του 1974.
- Στο χαμηλό κόστος των τεχνολογιών με χαμηλό δείκτη ενεργειακής απόδοσης που έγιναν διαθέσιμες με την άνοδο του εισοδήματος της μέσης τάξης π.χ. κλιματιστικά, ηλεκτρικές θερμάνσεις.
- Στην έλλειψη ενεργειακής και περιβαλλοντικής συνείδησης των πολιτών καθώς και της ίδιας της κυβέρνησης σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας σε καθημερινή βάση.
- Στην κακή οικοδόμηση κτιρίων με χαμηλό δείκτη ενεργειακής απόδοσης.

Στο τέλος της δεκαετίας του 2000-2010 κατατέθηκε το πρώτο εθνικό σχέδιο δράσης της Κύπρου στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στο 10% της μέσης τελικής κατανάλωσης με βάση την κατανάλωση της αρχής της δεκαετίας. Αυτό εξηγεί και την σταδιακή μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας τα τελευταία πέντε χρόνια. Παρόλα αυτά η σταδιακή αύξηση του πληθυσμού καθώς και η αναπόφευκτη οικονομική ανάπτυξη δείχνουν πως η κατανάλωση με μοναδικό μέτρο περιορισμού την εξοικονόμηση δεν θα μειωθεί σημαντικά. Επίσης αν και τρομερά σημαντική, η εξοικονόμηση ενέργειας δεν λύνει το πρόβλημα εξάρτησης του νησιού από τα ορυκτά καύσιμα.

Παρόλα αυτά το σχέδιο εξοικονόμησης ενέργειας έχει ενεργήσει πολύ θετικά στο ενεργειακό ισοζύγιο του νησιού σε όλες τις κατηγορίες. Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η σημαντική μείωση κατανάλωσης σε όλους τους τομείς, οικιακό, εμπορικό, βιομηχανικό και αγροτικό. Πρώτος σε κατανάλωση όπως ήταν αναμενόμενο σε ένα νησί στο μέγεθος της Κύπρου είναι ο οικιακός τομέας, με τα νοικοκυριά να κατέχουν σημαντικό ποσοστό. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η Κυπριακή οικονομία βασίζεται κυρίως στον εμπορικό τομέα, αναμέναμε την αυξημένη ενεργειακή ζήτηση που παρουσιάζει στο ισοζύγιό μας η οποία συσχετίζεται άμεσα με τον οικιακό τομέα.

Στον βιομηχανικό τομέα τα πράγματα είναι λίγο διαφορετικά. Στο ισοζύγιό μας παρουσιάζεται ως ο τρίτος σε κατανάλωση τομέας, σημαντικά πιο πίσω από τους ενεργοβόρους, οικιακό και εμπορικό, τομείς. Παρόμοια κατάσταση μας παρουσιάζει και η Ευρωπαϊκή έκθεση της στατιστικής υπηρεσίας που συγκρίνει την τελική κατανάλωση ανά τομέα της Κύπρου με τις 28 χώρες/μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Διάγραμμα 13: Κατανάλωση ανά τομέα σε σύγκριση με ΕΕ [Cystat, 2012]

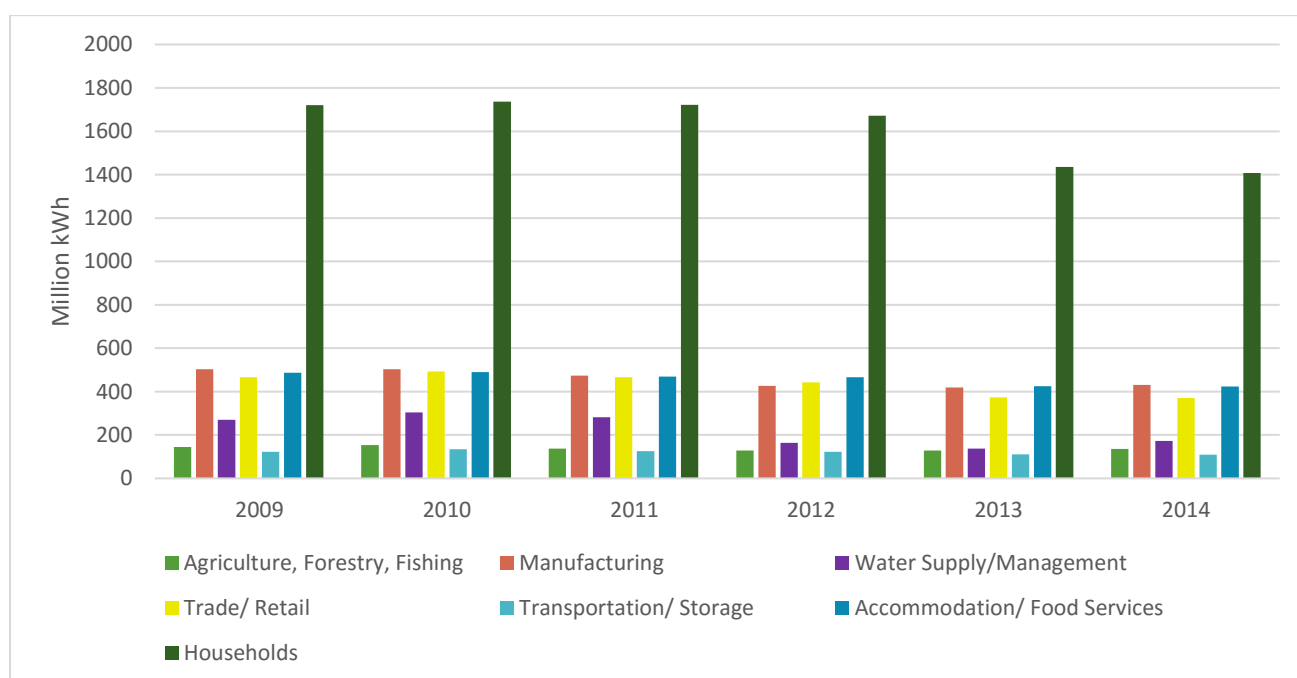
Σε αντίθεση με το ισοζύγιό μας η Ευρωπαϊκή έκθεση παρουσιάζει και την ενέργεια που καταναλώνεται και από τον τομέα των μεταφορών σε kgtoe που στην Κύπρο είναι ο κατά πρώτο λόγο τομέας κατανάλωσης ενέργειας. Η μικρή βιομηχανία της Κύπρου κατέχει ένα φαινομενικά μικρό ποσοστό στα 9.3 % σε σχέση με το 25.6% της υπόλοιπης ΕΕ. Ενώ οι μεταφορές βγάζουν νόημα καθώς η Κύπρος είναι απομονωμένο σύστημα

με μεγάλες ανάγκες εμπορίου, η μεγάλη κατανάλωση ενέργειας από τον βιομηχανικό τομέα συνάδει αναλογικά με την υπόλοιπη ΕΕ στην οποία η βιομηχανία αποτελεί τον κύριο οικονομικό μοχλό.

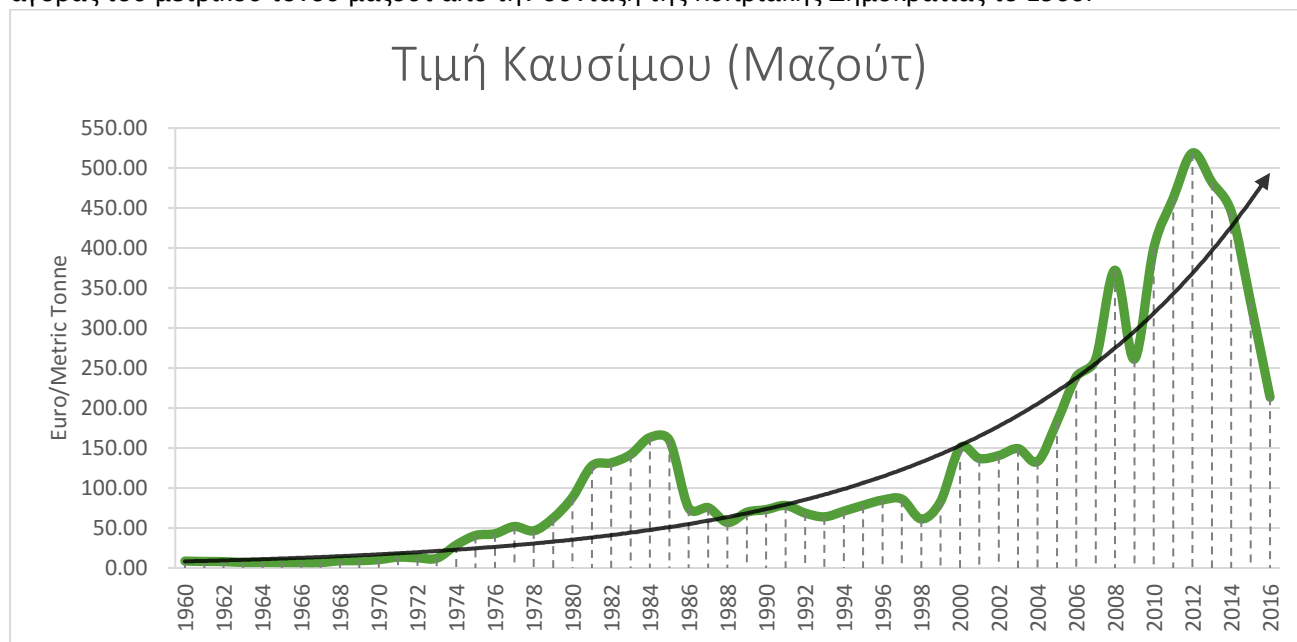
Το παραπάνω επιχείρημά μας γίνεται αυταπόδεικτο όταν συγκρίνουμε τις καταναλωτικές τάσεις σε πιο ειδικούς τομείς, όπως φαίνεται παρακάτω.

(Million kWh)	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Gross Production	5156	5268	4891	4686	4253	4308
Net Production	4876	5032	4673	4525	4082	4103
Electricity purchased from third parties	0	0	139	33	0	0
Losses in Transport and Distribution	212	242	210	193	186	182
Agriculture, Forestry and Fishing	144	153	137	129	129	136
Manufacturing	503	503	473	426	419	431
Water Supply, Sewerage and Waste Management	270	304	282	164	137	172
Wholesale and Retail Trade; Repair of Motor Vehicles and Motorcycles	466	493	466	442	374	371
Transportation and Storage	123	134	126	123	110	109
Accommodation and Food Service Activities	487	490	469	467	425	423
Households	1721	1737	1722	1671	1435	1408

Ενώ το παραπάνω διάγραμμα συγκρίνει την κατανάλωση ενέργειας σε kgtoe εξισώνοντας έτσι όλες τους τομείς ανεξάρτητα της χρήσης τους σε ηλεκτρική ενέργεια, ο παραπάνω πίνακας συγκρίνει μονάχα τους τομείς που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο, παραλείποντας έτσι τον τομέα μεταφορών που κατά κόρο χρησιμοποιεί κατευθείαν ορυκτά καύσιμα. Σε αναλογία με πριν τα νοικοκυριά καταλαμβάνουν την πρώτη θέση με διαφορά στην κατανάλωση με δεύτερο αυτή τη φορά τον κατασκευαστικό τομέα ο οποίος καταναλώνει το 1/3 περίπου της ενέργειας που καταναλώνουν τα νοικοκυριά. Επιπρόσθετα φαίνεται ότι ο κατασκευαστικός τομέας καταναλώνει περισσότερη ενέργεια και από τον εμπορικό τομέα. Στην βιομηχανία επίσης συμπεριλαμβάνεται και η τροφοδοσία νερού και η επεξεργασία λυμάτων καθώς σε αυτό τον τομέα έχουμε και την εξαιρετικά ενεργοβόρα διεργασία της αφαλάτωσης. Αξίζει εδώ να σημειωθεί η κατανάλωση του τουριστικού τομέα (Accommodation and Food Service Activities) που κατά διάρκεια της τουριστικής περιόδου παρουσιάζει μεγάλη επιβάρυνση στο ηλεκτρικό δίκτυο του νησιού.

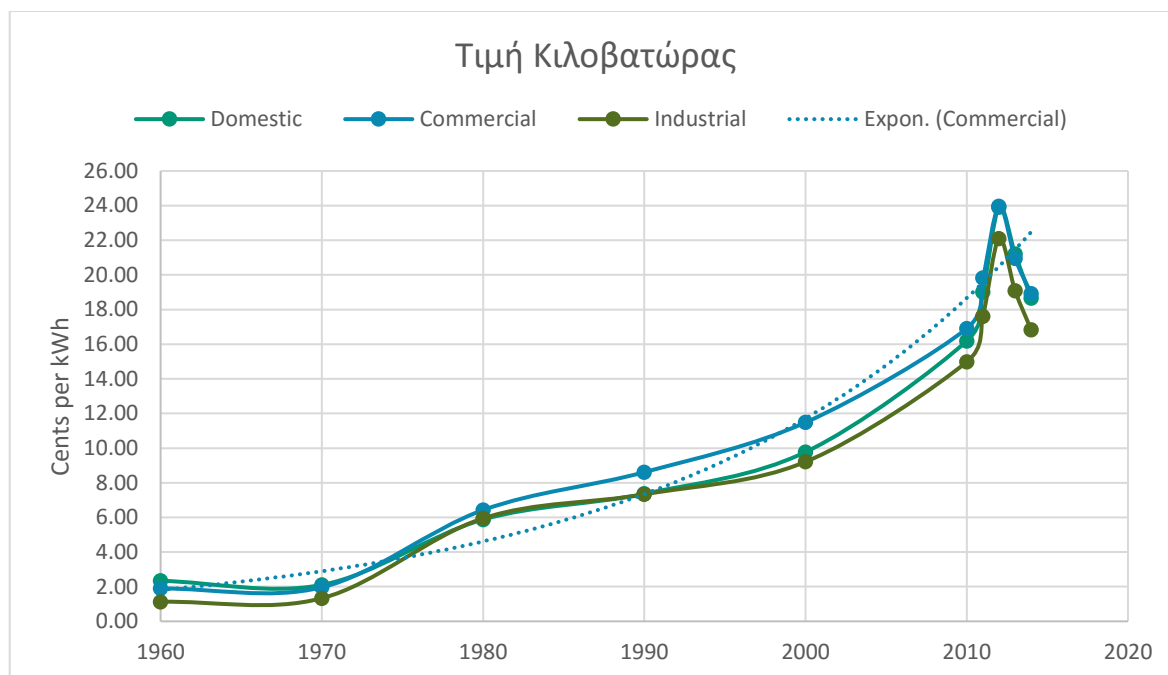


Στο παρόν σημείο καλό θα ήταν να δούμε με λεπτομέρεια την εισαγωγή των προϊόντων πετρελαίου στο νησί καθώς και την οικονομική επιβάρυνση ανά έτος. Η Κύπρος σήμερα δεν έχει στο δυναμικό της καμία μορφή ορυκτού καυσίμου, εξαναγκάζοντας την χώρα να εισάγει όλες τις μορφές καυσίμων της. Το παραπάνω ισχύει για όλες τις μορφές καυσίμου κίνησης, βενζίνης, πετρελαίου και κηροζίνης καθώς και για το μαζούτ που χρησιμοποιεί κατά κόρο η ΑΗΚ για παραγωγή ηλεκτρισμού στους τρεις κύριους σταθμούς ενέργειας της. Αυτό επηρεάζει άμεσα την τιμή της κιλοβατώρας καθώς η τιμή πώλησης του πετρελαίου μεταβάλλεται με μεγάλη συχνότητα ανάλογα με τις τάσεις της αγοράς. Παρακάτω φαίνεται στο διάγραμμα η βασική τιμή αγοράς του μετρικού τόνου μαζούτ από την σύνταξη της Κυπριακής Δημοκρατίας το 1960.



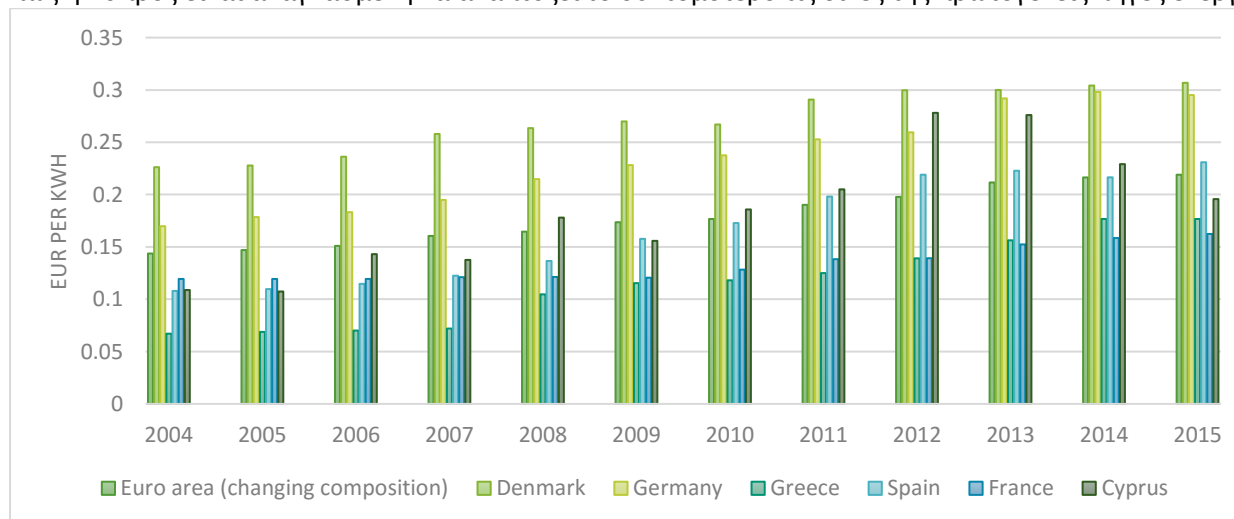
Η αστάθεια στη τιμή του μαζούτ είναι γεγονός και μέρος της σύγχρονης πραγματικότητας. Συγκεκριμένα από τις αρχές του 21ου αιώνα φαίνεται να παρουσιάζει ραγδαία αύξηση, με την τιμή του το 2010 να υπερδιπλασιάζεται σε σχέση με δέκα χρόνια πριν. Την τελευταία πενταετία αντιθέτως, λόγω της κρίσης που κτύπησε την πετρελαϊκή αγορά η τιμή αγοράς του καθαρού μαζούτ έπεσε κατακόρυφα με τον τελευταίο χρόνο να εμφανίζει σταδιακά σημάδια ανόδου ξανά. Με το 91.3% της ακαθάριστης ενέργειας να προέρχεται από το μαζούτ, δίκαια αναμένουμε και την τιμή της κιλοβατώρας να ακολουθεί την ίδια τάση. Προχωρώντας μπροστά σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες οι τιμές του καθαρού πετρελαίου αναμένονται να συνεχίσουν την ραγδαία αύξησή τους στα επόμενα χρόνια αφήνοντας τις χώρες που εξαρτώνται αποκλειστικά σε αυτό σε δυσμενή οικονομική θέση.

Η τιμή της κιλοβατώρας στην Κύπρο, όπως σε κάθε χώρα, δεν έχει την ίδια διατίμηση για όλους τους τομείς χρήσης της. Στο διάγραμμα φαίνεται πως τη μεγαλύτερη επιβάρυνση δέχεται ο Κύπριος πολίτης στο σπίτι του χάρη στο μεγαλύτερο ποσοστό φόρου που φέρει η οικιακή τιμή της κιλοβατώρας. Ο βιομηχανικός τομέας για λόγους ενθάρρυνσης των επιχειρηματικών επενδύσεων φέρει το χαμηλότερο φόρο αν και όπως θα δούμε αργότερα αυτό δεν ισχύει για όλους τους τομείς της βιομηχανίας.



Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει μεγάλα βήματα προς την μείωση της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος στο νησί. Η ΠΑΕΚ σε συνεργασία με την κυβέρνηση επέβαλε μείωση της τιμής της κιλοβατώρας κατά 8% στην ΑΗΚ και σε συνδυασμό με την σταδιακή μείωση στο κόστος του καυσίμου τα τελευταία χρόνια η κιλοβατώρα έχει φθάσει στα ίδια επίπεδα με την υπόλοιπη ΕΕ. Η Κύπρος όμως παρουσιάζει σημαντικές διαφορές με την υπόλοιπη ΕΕ στην κοστολόγηση του ηλεκτρικού ρεύματος. Σύμφωνα με την Eurostat η Κύπρος επωφελείται από αισθητά χαμηλή φορολογία στον λογαριασμό του ρεύματος, στα 19% σε αντίθεση με άλλες μεγάλες Ευρωπαϊκές χώρες όπως π.χ. η Δανία και η Γερμανία όπου η ίδια φορολογία αντιστοιχεί στο 57% του λογαριασμού. Αυτό σημαίνει πως ενώ στην πλειοψηφία της ΕΕ ο λογαριασμός του ρεύματος εξαρτάται κατά πρώτο λόγο από την οικονομικοπολιτική πορεία της χώρας, στην Κύπρο εξαρτάται στο μεγαλύτερο βαθμό από την τιμή του πετρελαίου, καθιστώντας το κόστος ηλεκτροδότησης εξαιρετικά απρόβλεπτο.

Παρακάτω στο διάγραμμα φαίνονται οι διαφορές στην τιμή ηλεκτροδότησης χωρίς τα τέλη φορολογίας σε σχέση με κάποιες από τις χώρες της ΕΕ. Στην Κύπρο στα έτη με το πιο ακριβό πετρέλαιο (10-11-12-13) έχουμε σχεδόν όσο ακριβή ηλεκτροδότηση όσο και πολύ μεγαλύτερες χώρες όπως Δανία, Γερμανία. Από τη στιγμή που δεν υπάρχουν άμεσα σχέδια για σύνδεση του νησιού με τον Ευρωπαϊκό χώρο γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η Κύπρος είναι αναγκασμένη να αναπτύξει το συντομότερο τις δικές της πρωτογενείς πηγές ενέργειας.



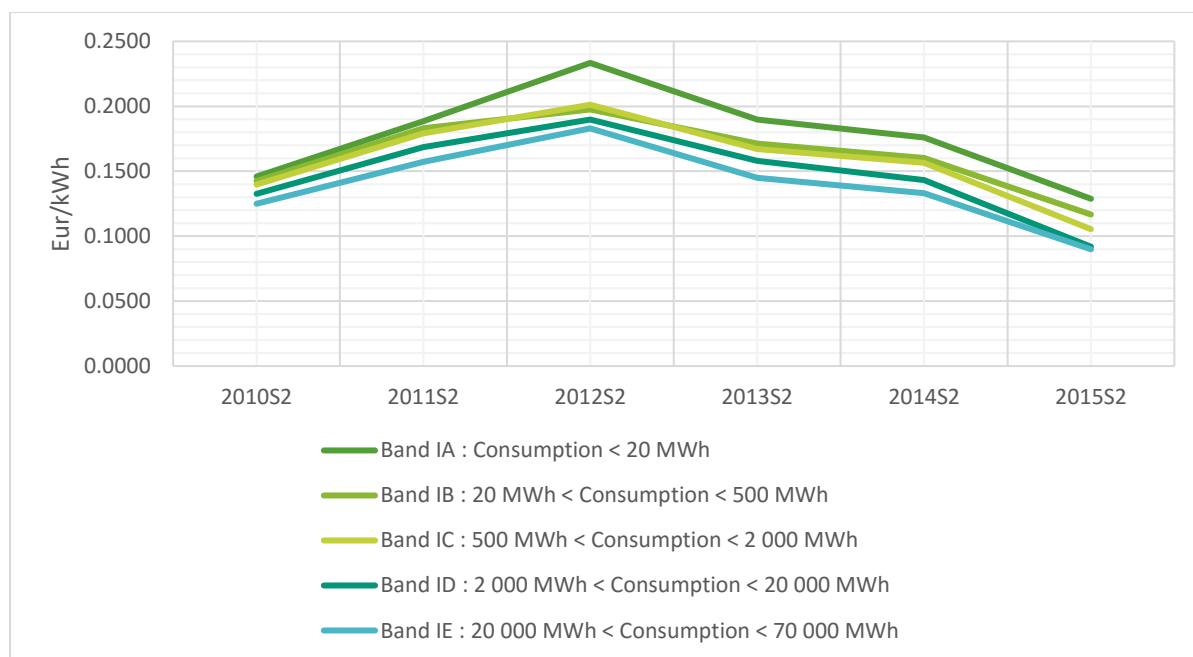
Ενεργοβόρες Διεργασίες

Εισαγωγή

Η τιμή της βασικής κιλοβατώρας όπως είδαμε παραπάνω διατιμίζεται διαφορετικά ανάλογα με τη χρήση της, με την οικιακή να βρίσκεται στην κορυφή. Παρόλα αυτά σοβαρές διακυμάνσεις κόστους παρουσιάζονται και στους διάφορους τύπους βιομηχανίας. Μια μεγάλη βιομηχανία τσιμεντοποιίας δεν χρεώνεται το ίδιο για ηλεκτροδότηση με μια μικρή βιομηχανία κατασκευής επίπλων. Αυτό γίνεται παγκοσμίως με σκοπό την ενθάρρυνση επενδύσεων σε πιο πολύπλοκες και ενεργοβόρες επιχειρήσεις όπου τα υψηλά τέλη ηλεκτροδότησης μπορούν να αποβούν απαγορευτικά. Παρόλα αυτά σε επιχειρήσεις πολύ μεγάλου ηλεκτρικού κόστους επικρατεί μια άλλη τάση. Κυβερνήσεις, επιχειρηματίες και εταιρείες ηλεκτροδότησης πολλές φορές καταφεύγουν σε μηχανισμούς μείωσης του κόστους που πολλές φορές δημιουργούν ένα πιο βιώσιμο status για τις βιομηχανίες. Τέτοιοι μηχανισμοί μπορούν να είναι διακοπτόμενες συμβάσεις, είτε μείωση ή πλήρης απαλλαγή από φόρους. Συνήθως οι παραπάνω συμβάσεις αποτελούν εμπιστευτικό μέρος των συμφωνιών μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων πράγμα που καθιστά την μελέτη τους δύσκολη αλλά όχι ακατόρθωτη. Συμφωνίες σαν και αυτές σκοπό έχουν τη μείωση του δραματικού κόστους που βλέπουν τέτοιες επιχειρήσεις που σε διαφορετικά πλαίσια θα ήταν αδύνατο να λειτουργήσουν.

Δεδομένα

Στα δεδομένα που δημοσιεύονται από την Eurostat δεν συμπεριλαμβάνονται οι τιμές ηλεκτροδότησης από τις παραπάνω συμφωνίες που συζητήθηκαν καθότι τις περισσότερες φορές αποτελούν εμπιστευτικά στοιχεία. Παρόλ' αυτά φαίνονται οι σημαντικές διαφορές στο κόστος ηλεκτροδότησης μεταξύ των διάφορων μεγεθών βιομηχανίας. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι τιμές ηλεκτροδότησης διάφορων μεγεθών βιομηχανιών της Κύπρου, τα μεγέθη των οποίων αντιστοιχούν σε ετήσια κατανάλωση. Αν και όλες οι βιομηχανίες απολαμβάνουν χαμηλότερης φορολόγησης σε σχέση με τον οικιακό τομέα, είναι προφανές ότι οι μεγαλύτερες βιομηχανίες έχουν κατά περίπου 5 c/kwh μικρότερη φορολόγηση ανά έτος σε σχέση με τις μικρότερές τους.



Πίνακας 4: Κόστος Ηλεκτροδότησης Βιομηχανιών Κύπρου [Eurostat]

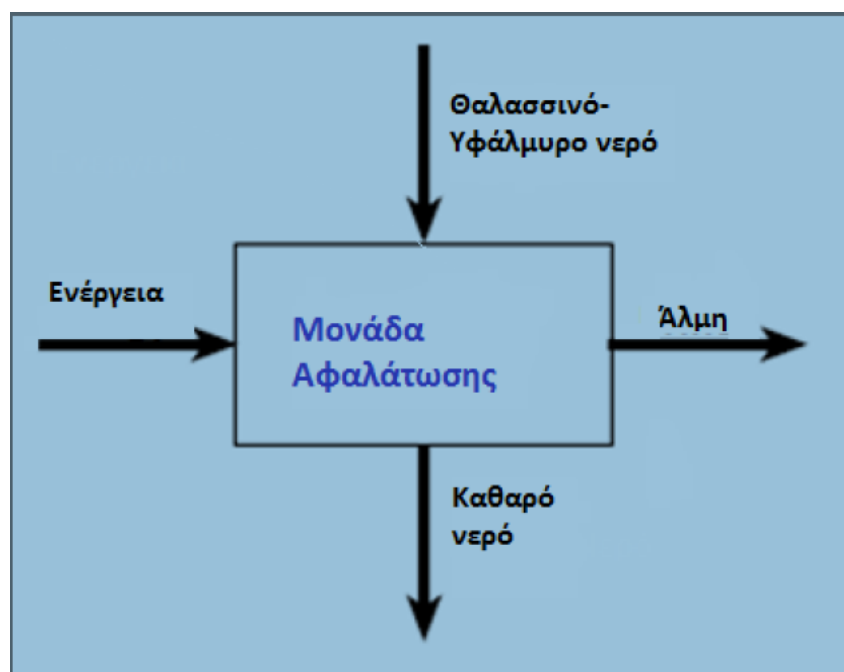
Ακόμα όμως και με αυτή την ελάφρυνση, βιομηχανίες όπως αυτής της αφαλάτωσης, της επεξεργασίας λυμάτων, της τσιμεντοποιίας κλπ., που αποτελούν μεγάλης κατανάλωσης (πολλές φορές μεγαλύτερης ετήσιας κατανάλωσης από 70 000 MWh) προτρέχουν σε ειδικές συμβάσεις με την κυβέρνηση για την πληρωμή του ρεύματός τους καθώς δεν τους είναι οικονομικά αποδοτικό να πληρώνουν τις συγκεκριμένες τιμές. Για παράδειγμα η Τσιμεντοποιία Βασιλικού έχει εντάξει στο ενεργειακό δυναμικό της χρήση βιομάζας για παραγωγή ενέργειας τοπικά με καύση αποθεμάτων ζωοτροφών και άλλως εναλλακτικών καυσίμων, μειώνοντας κατά 15% την συνολική της ανάγκη σε ενέργεια.

Στο επόμενο μέρος της εργασίας θα επικεντρωθούμε στην περίπτωση της αφαλάτωσης που αποτελεί από τις πιο μεγάλες βιομηχανίες εντάσεως του νησιού καταναλώνοντας πάνω από το 1% ανά μονάδα της συνολικής κατανάλωσης του νησιού! Μετά η μελέτη θα δει κατά πόσο η αξιοποίηση τεχνολογιών ΑΠΕ μπορεί να βοηθήσει στην περίπτωση της αφαλάτωσης και κατ' επέκταση στη κάθε ενεργειακά έντονη βιομηχανία.

Αφαλάτωση

Περιγραφή Διεργασίας

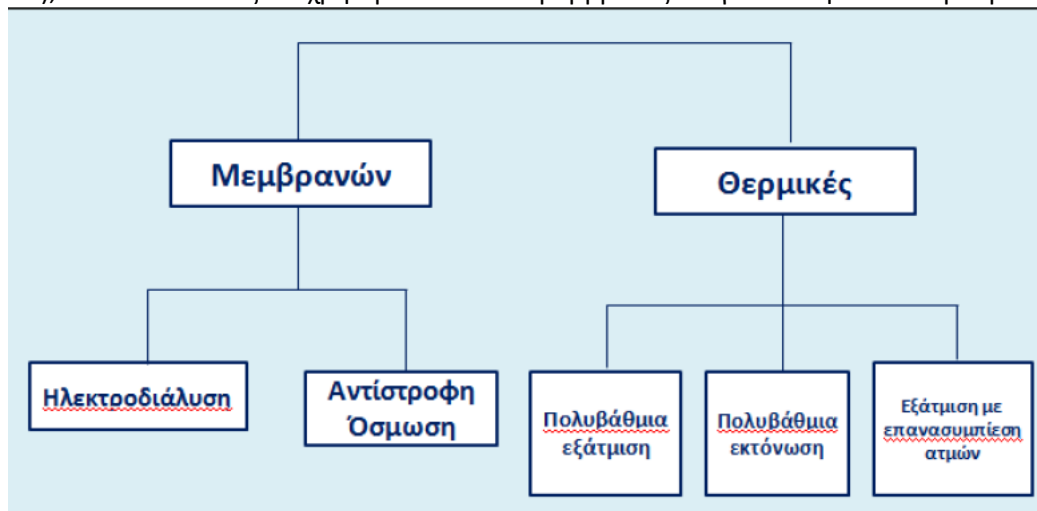
Με τον όρο «αφαλάτωση» χαρακτηρίζεται η οποιαδήποτε διεργασία αφαίρεσης αλάτων από μία αλατούχα ουσία και κυρίως από αλατούχα ύδατα. Έτσι κατ' επέκταση η αφαλάτωση είναι μία μέθοδος ανάκτησης πόσιμου νερού από θαλασσινό νερό, υφάλμυρα ποτάμια και λίμνες. Εφαρμόζεται κυρίως σε περιοχές με ξηρό κλίμα, φτωχές σε πόσιμο νερό και με πρόσβαση στο θαλασσινό νερό.



Οι εμπορικά διαθέσιμες μέθοδοι αφαλάτωσης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες :

- Σε μεθόδους που περιλαμβάνουν αλλαγή φάσης (θερμικές διεργασίες). Αυτές είναι η απόσταξη και η κρυστάλλωση. Η δεύτερη δεν χρησιμοποιείται ευρέως. Όσον αφορά την απόσταξη, οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι είναι η πολυβάθμια εκτόνωση (Multiple Stage Flashing, MSF), η πολυβάθμια εξάτμιση (Multiple Effect Distillation, MED), η εξάτμιση με συμπίεση ατμών (Vapor Compression, VC) και η ηλιακή απόσταξη (Solar Distillation)
- Σε μεθόδους των οποίων οι διεργασίες πραγματοποιούνται σε μία μόνο φάση, δηλαδή την υγρή. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν η αντίστροφη όσμωση (Reverse Osmosis, RO) και η ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis,

ED), οι οποίες χρησιμοποιούν μεμβράνες για την απομάκρυνση των αλάτων.



Αξίζει να αναφέρουμε ορισμένα από τα βασικά χαρακτηριστικά κάθε μεθόδου και θα καταλήξουμε στη μέθοδο που ευρέως χρησιμοποιείται σήμερα, αυτή της αντίστροφης όσμωσης.

Πολυβάθμια εκτόνωση (multiple stage flashing MSF)

Η αρχή λειτουργίας της σύμφωνα με τον James Miller [13] είναι η εξής: το θαλασσινό νερό θερμαίνεται σε θερμοκρασία λίγο χαμηλότερη του σημείου ζέσεως και στη συνέχεια εισέρχεται στον πρώτο θάλαμο που υπάρχει πίεση χαμηλότερη από την πίεση κορεσμού, οπότε ατμοποιείται. Ο ατμός έρχεται σε επαφή με τους σωλήνες που μεταφέρουν το κρύο θαλασσινό νερό, υγροποιείται και συλλέγεται ως καθαρό νερό. Η άλμη προωθείται στους επόμενους θαλάμους όπου το φαινόμενο επαναλαμβάνεται και η πίεση διαρκώς μειώνεται για να παρακολουθήσει την αντίστοιχη μείωση της θερμοκρασίας της άλμης μέχρι που τελικά απορρίπτεται. Σε πολλές εφαρμογές οι εγκαταστάσεις αυτές βρίσκονται δίπλα σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας για καλύτερη αξιοποίηση του καυσίμου. Έτσι ο ατμός υψηλής πίεσης εκτονώνεται στον ατμοστρόβιλο για παραγωγή ισχύος και στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την αφαλάτωση. Ένας βαθμός απόδοσης των θερμικών μονάδων αφαλάτωσης μπορεί να οριστεί ως το πηλίκο της μάζας του παραγόμενου αποσταγμένου νερού προς τη μάζα του ατμού που χρησιμοποιήθηκε. Μια τυπική τιμή του βαθμού αυτού για τη συγκεκριμένη μέθοδο είναι περίπου 8, ενώ μία μονάδα 20 βαθμίδων απαιτεί περίπου 290 kJ/kg προϊόντος.

Πολυβάθμια εξάτμιση (multiple effect distillation)

Ο ατμός περνάει μέσα από σωλήνες, ενώ το ψυχρό θαλασσινό νερό ψεκάζεται πάνω τους, για να δημιουργηθεί φιλμ και να εξατμιστεί αποτελεσματικότερα. Έτσι, μέρος του ατμού συμπυκνώνεται και συλλέγεται σαν καθαρό νερό, ενώ ο υπόλοιπος ατμός, μαζί με μέρος του θαλασσινού νερού που ατμοποιήθηκε, συνεχίζουν στον επόμενο θάλαμο. Και εδώ σε κάθε θάλαμο υπάρχει αντλία κενού για να βοηθά την εξάτμιση, με βαθμιαία μειούμενη πίεση σε κάθε θάλαμο, ίση με την πίεση κορεσμού στην αντίστοιχη θερμοκρασία. Αυτό επιτρέπει τη λειτουργία σε υψηλή (>90 °C) ή χαμηλή (<90 °C) θερμοκρασία και μάλιστα η μέγιστη θερμοκρασία βρασμού μπορεί να είναι έως και 550°C, πράγμα που λειτουργεί ανασταλτικά στη διάβρωση και επιτρέπει τη χρήση χαμηλού επιπέδου απορριπτόμενης θερμότητας από άλλες θερμικές διεργασίες. Στη μέθοδο αυτή συχνά χρησιμοποιούνται και συμπιεστές (μηχανικοί ή θερμικοί), ενώ οι παραλλαγές της προκύπτουν από την οριζόντια ή κάθετη διάταξη των σωλήνων ατμού και τη φορά του ατμού σε σχέση με την άλμη (ομορροή, αντιρροή ή παράλληλη).

Εξάτμιση με επανασυμπίεση ατμών

Η μέθοδος αυτή είναι η πιο αποδοτική και απλή στην κατασκευή, χωρίς πολλαπλά στάδια. Το θαλασσινό νερό ψεκάζεται πάνω σε μια σειρά σωλήνων που τους διαπερνά ατμός, θερμαίνεται και εξατμίζεται με τη βοήθεια αεροσυμπιεστή που δημιουργεί υποπίεση. Ο συμπιεστής αυτός μαζεύει τους ατμούς του καθαρού νερού και τους εκτοξεύει με πίεση μέσα στους σωλήνες και με την επαφή του ψυχρού θαλασσινού νερού

συμπυκνώνονται και λαμβάνονται ως προϊόν. Η κύρια διαφορά με τις προηγούμενες δυο μεθόδους είναι προφανώς η απουσία πηγής θερμότητας, αφού εδώ η εξάτμιση προκαλείται αποκλειστικά και μόνο από τη χαμηλή πίεση, δηλαδή λειτουργεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Και εδώ η δημιουργία λεπτού φιλμ πάνω στους σωλήνες είναι το κλειδί για την αποτελεσματικότερη εξάτμιση και άρα απόδοση της εγκατάστασης. Η εξάτμιση με συμπίεση ατμών χρησιμοποιείται γενικά σε μικρές και μεσαίες εγκαταστάσεις και παράγει μέχρι και 3000 m³/d.

Ηλιακή απόσταξη (solar distillation)

Οι συσκευές της κατηγορίας αυτής ουσιαστικά αναπαράγουν τον υδρολογικό κύκλο σε μικρή κλίμακα: οι ακτίνες του ήλιου διέρχονται μέσα από μια διαφανή οροφή και θερμαίνουν το θαλασσινό νερό που βρίσκεται στον πάτο. Αυτό εξατμίζεται και ανεβαίνει στην οροφή που είναι κεκλιμένη, οπότε συμπυκνώνεται πάλι και συλλέγεται ως προϊόν από κατάλληλη διάταξη. Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούν λιγότερο απ' το 50% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και η απόδοσή τους είναι αρκετά χαμηλή, περίπου 4 λίτρα καθαρό νερό την ημέρα ανά τετραγωνικό μέτρο εδάφους. Για το λόγο αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται φθηνά σχετικά υλικά για να μειωθεί το κόστος εγκατάστασης, που είναι και το μόνο έξοδο ουσιαστικά, αφού τα λειτουργικά κόστη είναι από ελάχιστα ως μηδαμινά. Πρέπει βέβαια να αναφερθεί ότι το νερό που παράγεται δεν είναι απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς, διότι δεν βράζει σε μεγάλη θερμοκρασία και άρα χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία. Κατά συνέπεια η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε μικρές εγκαταστάσεις ή για οικιακή χρήση.

Ηλεκτροδιάλυση (electrodialysis)

Η μέθοδος αυτή όπως δηλώνει και το όνομά της χρησιμοποιεί τον ηλεκτρισμό για να καθαρίσει το νερό. Το νερό τροφοδοσίας περνάει ανάμεσα από φορτισμένες μεμβράνες, θετικά και αρνητικά εναλλάξ. Έτσι, τα ιόντα που είναι διαλυμένα προσκολλώνται στις μεμβράνες, οι οποίες επιτρέπουν τη διέλευσή τους και μόνο, δημιουργώντας διαμερίσματα μικρότερης και μεγαλύτερης συγκέντρωσης, που μας δίνουν το προϊόν και την άλμη αντίστοιχα. Είναι προφανές ότι η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να απομακρύνει τα μη ιοντικά στερεά, αλλά και όσον αφορά τα ιοντικά, η απαιτούμενη ενέργεια αυξάνει ανάλογα με τη συγκέντρωση. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται σε νερά χαμηλής συγκέντρωσης αλάτων, όπως τα υφάλμυρα. Για τον καθαρισμό και την καλύτερη λειτουργία των μεμβρανών, εφαρμόζεται αντιστροφή των πεδίων, αλλάζοντας θέση στα κανάλια του προϊόντος με αυτά της άλμης. Έτσι τα τμήματα των μεμβρανών που είχαν μαζέψει πολλά άλατα καθαρίζονται από τη ροή καθαρού νερού. Στο τέλος της διεργασίας γίνεται επεξεργασία του νερού για τη ρύθμιση της σκληρότητας και του pH, όπως στην αντίστροφη όσμωση.

Αντίστροφη όσμωση (Reverse Osmosis)

Από τις μεθόδους της αφαλάτωσης, η αντίστροφη όσμωση κατέχει μια εξέχουσα θέση στις εφαρμογές καθώς και στις προτιμήσεις των ενδιαφερόμενων μηχανικών. Η τεχνική αυτή παρουσιάζει μία αξιοθαύμαστη ευελιξία. Επιτρέπει την κατασκευή διατάξεων και συστημάτων από την πιο μεγάλη εγκατάσταση για την ύδρευση μίας κοινότητας ή μίας πόλης, έως και την κατασκευή της πιο μικρής συσκευής προορισμένης να καλύψει τις ανάγκες μιας οικογένειας [12]. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου είναι η χρήση ειδικών ημιπερατών μεμβρανών. Η ημιπερατή μεμβράνη είναι το μέσον διαχωρισμού που επενεργεί στην όλη διαδικασία σαν φίλτρο καθαρισμού του νερού, με σκοπό να καθαρίσει το θαλασσινό νερό, να απομακρύνει θα λέγαμε καλύτερα τα άλατα, ώστε αυτό που θα μένει να είναι ένα καθαρό προϊόν, προερχόμενο απλά και μόνο από ένα φιλτράρισμα. Η κατανόηση του φαινομένου της αντίστροφης όσμωσης περνάει μέσα από τα βήματα της φύσης. Μέσα από αυτήν αναβλύζει η λειτουργία της όσμωσης σε κάθε είδος βιολογικής ύπαρξης. Παρακάτω θα αναφέρουμε εν συντομία πως λειτουργεί το φαινόμενο της όσμωσης.

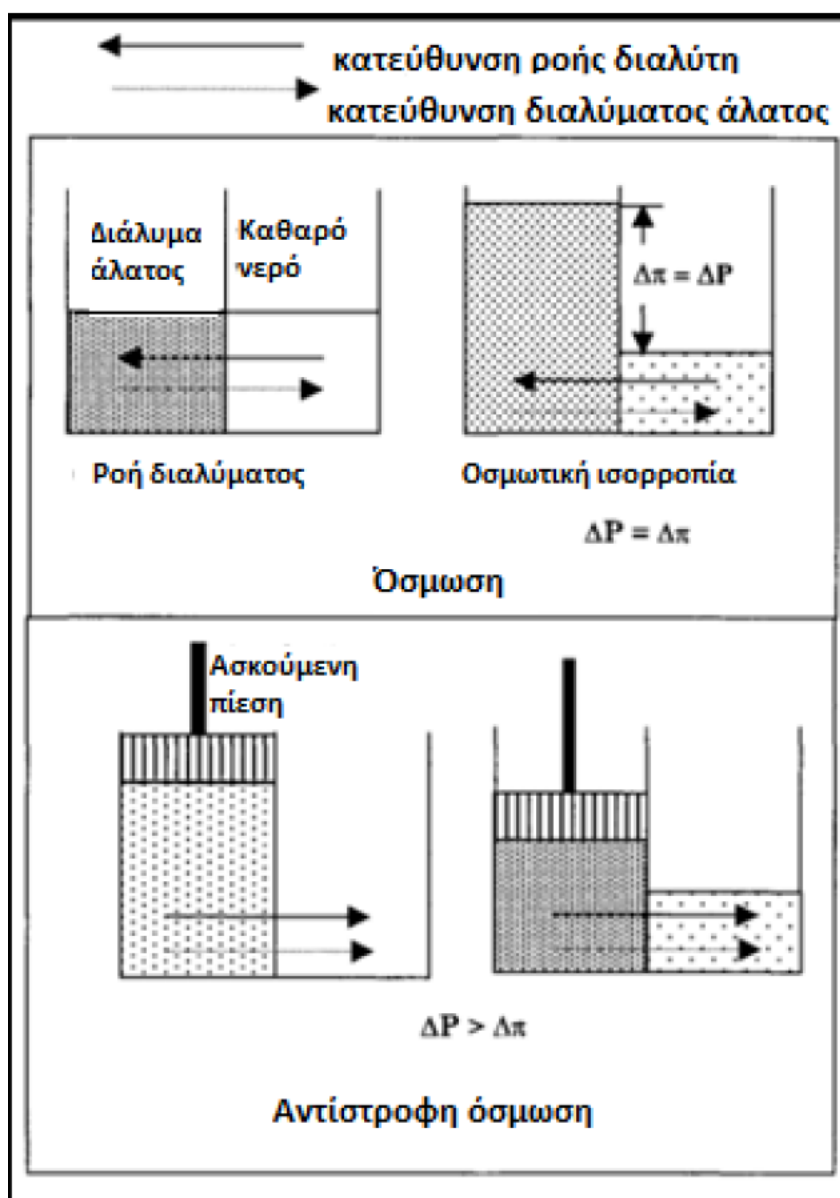
Ας φανταστούμε πως έχουμε ένα δοχείο που χωρίζεται σε δύο διαμερίσματα με μια μεμβράνη. Η μεμβράνη αυτή είναι ένα πορώδες υλικό, του οποίου οι πόροι είναι πάρα πολύ μικροί. Στο ένα διαμέρισμα που το ονομάζουμε Α, τοποθετείται μία ποσότητα καθαρού αποσταγμένου νερού. Στο άλλο διαμέρισμα, το οποίο το ονομάζουμε Β, τοποθετείται επίσης μία άλλη ποσότητα νερού (ίδια σε όγκο με αυτή του Α), αλλά που μέσα σε αυτή έχουν διαλυθεί λίγα γραμμάρια μαγειρικό αλάτι (χλωριούχο νάτριο NaCl). Υπάρχουν λοιπόν

στο θάλαμο Α καθαρό αποσταγμένο νερό και στο θάλαμο Β διάλυμα χλωριούχου νατρίου. Οι ποσότητες των δύο υγρών είναι ίσες. Οι στάθμες τους βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Μετά από λίγη ώρα παρατηρείται να ανεβαίνει η στάθμη του Β διαλύματος. Αυτό συμβαίνει επειδή τα μόρια του νερού που βρίσκονται στο Α διαμέρισμα, διέρχονται μέσα από τη λεπτή διαχωριστική μεμβράνη προς το διάλυμα Β. Έτσι το διάλυμα Β εμπλουτίζεται με νερό, προκαλώντας αύξηση του όγκου του.

Αυτή η κίνηση των μορίων του νερού συμβαίνει συνέχεια, έως ότου αποκατασταθεί μια κάποια μοριακή ισορροπία, που τείνει να εξισορροπήσει τις περιεκτικότητες των δύο διαλυμάτων. Θα λέγαμε πως η φύση από μόνη της προσπαθεί να αραιώσει το διάλυμα Β και να το φέρει σε τέτοια μορφή όπως το διάλυμα Α. Αυτή η διαδικασία που περιγράψαμε με πρωταγωνιστή τη διαχωριστική μεμβράνη είναι η όσμωση.

Αν τώρα τοποθετήσουμε έναν πλωτήρα στην επιφάνεια του υγρού Β έτσι ώστε να εφαρμόζει στεγανά, και τοποθετήσουμε πάνω σε αυτό κάποιο βάρος έτσι ώστε να σταματήσουμε την ανοδική του πορεία, προκαλούμε μία αντίσταση στην πορεία του νερού από το Α προς το Β. Τότε η ροή σταματά και τα δύο διαλύματα βρίσκονται κάτω από μία ισορροπία πιέσεων. Η πίεση που προκλήθηκε για να σταματήσει αυτή η άνοδος της στάθμης του διαλύματος Β, είναι η οσμωτική πίεση.

Αν τώρα αυξηθεί αυτή η πίεση, δηλαδή η τεχνητή πίεση που προκλήθηκε στο διάλυμα Β αυξάνοντας το προστιθέμενο βάρος, θα πάψει να δέχεται καθαρό νερό μέσα από τη μεμβράνη από το διαμέρισμα Α. Τότε θα συμβεί το εξής φαινόμενο: το νερό που υπάρχει στο διάλυμα Β θα περνά στο διαμέρισμα Α. Παρατηρούμε τότε τη στάθμη του Α να ανεβαίνει και φυσικά του Β να κατεβαίνει. Από τους πόρους της μεμβράνης διέρχεται μόνο καθαρό νερό ενώ το αλάτι (NaCl) δεν περνά και παραμένει στο χώρο του διαμερίσματος Β. Αποτέλεσμα αυτού θα είναι, όσο αυξάνεται η πίεση στο διαμέρισμα Β, το νερό που βρίσκεται στο Α να εμπλουτίζεται με νέο καθαρό νερό από το διαμέρισμα Β. Η στάθμη του νερού του Α, τώρα θα είναι υψηλότερη από αυτή του Β, ενώ στο Β θα παραμείνει μια μικρή ποσότητα συμπυκνωμένου διαλύματος NaCl . Στο Α θα έχουμε περισσότερη ποσότητα καθαρού νερού από ότι αρχικά. Η τεχνική αυτή που εφαρμόστηκε και προκάλεσε το αντίθετο φαινόμενο της όσμωσης είναι η αντίστροφη όσμωση.



Η μέθοδος της αντίστροφης όσμωσης έχει γενικά επικρατήσει στην αφαλάτωση του υφάλμυρου αλλά και του θαλασσινού νερού λόγω του σχετικά χαμηλού κόστους της: η ενεργειακή της κατανάλωση ανέρχεται περίπου στις 2,5 KWh/m³ σε μεγάλες μονάδες αφαλάτωσης θαλασσινού νερού με τη χρήση συστημάτων ανάκτησης ενέργειας (energy recovery devices). Για μονάδες που δεν κάνουν χρήση συστημάτων ανάκτησης ενέργειας οι ενεργειακές καταναλώσεις είναι της τάξεως των 5-8 KWh/m³. Επίσης η μέθοδος της αντίστροφης όσμωσης παρέχει αξιοπιστία σε όλο το εύρος μεγεθών παραγωγής (από λίγα λίτρα έως εκατοντάδες κυβικά μέτρα ανά ημέρα), λόγω και της συμπαγούς και εύκολης σχετικά με τις άλλες μεθόδους κατασκευής της.

Σύγκριση των μεθόδων αφαλάτωσης							
Μέθοδος	Νερό Τροφοδοσίας	Μορφή Ενέργειας	Ποιότητα Προϊόντος (TDS)	Παραγωγή Προϊόντος (m ³ /ημέρα)	Τύπος Ενέργειας	Κατανάλωση Ενέργειας	Κόστος Εγκατάστασης
MSF	Θαλασσινό	Θερμική	~10	1.000 – 60.000	Θερμική Ηλεκτρική	290 kJ/kg 4 – 6 KWh/m ³	1000 – 2000 €/m ³ /ημέρα)
MED	Θαλασσινό	Θερμική	~10	500 – 20.000	Θερμική Ηλεκτρική	270 KJ/kg 2,5 – 3 KWh/m ³	850 – 1750 €/m ³ /ημέρα)
VC	Θαλασσινό	Ηλεκτρική	~10	25 – 2.500	Ηλεκτρική	8 – 15 KWh/m ³	1000 – 2350 €/m ³ /ημέρα)
SWRO	Θαλασσινό	Ηλεκτρική	>500	0,4 - >70.000	Ηλεκτρική	< 5 KWh/m ³ < 3 KWh/m ³ με ανάκτηση ενέργειας	650 – 4400 €/m ³ /ημέρα)
BWRO	Υφάλμυρο	Ηλεκτρική	~250-500	2,5 – > 50.000	Ηλεκτρική	0,5 – 3 KWh/m ³	300 – 2000 €/m ³ /ημέρα)
ED	Υφάλμυρο	Ηλεκτρική	~300-500	15 – 50.000	Ηλεκτρική	1,5 – 4 KWh/m ³	1000 – 5000 €/m ³ /ημέρα)

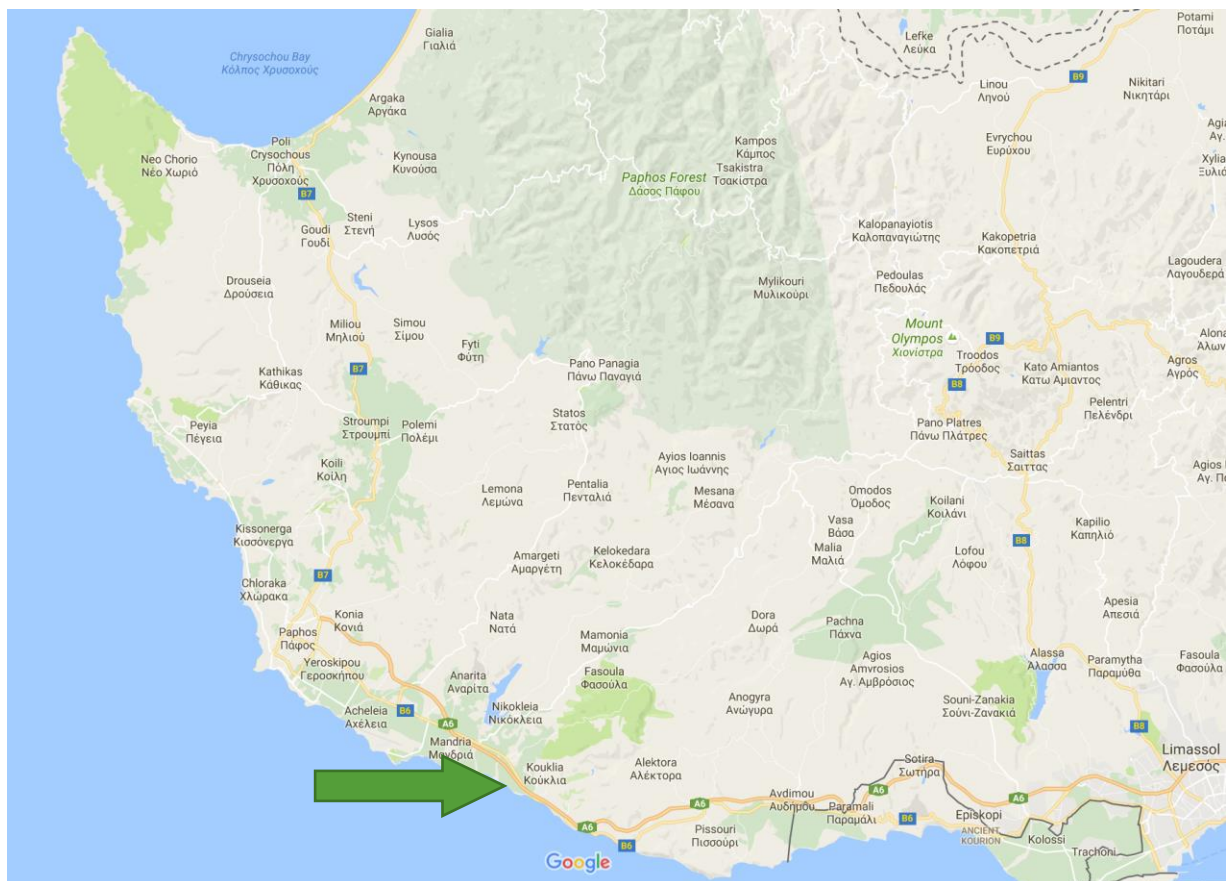
Είναι φανερό ότι στη μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης η ενέργεια που απαιτείται καταναλώνεται σχεδόν εξ' ολοκλήρου στις αντλίες για τη συμπίεση του νερού. Επειδή η οσμωτική πίεση (που πρέπει να υπερνικηθεί) είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των αλάτων, η αντίστροφη όσμωση είναι η πρώτη επιλογή για υφάλμυρα νερά, με την πίεση λειτουργίας να είναι 15 – 25 bar, ενώ για θαλάσσιο νερό είναι 54–80 bar, αφού η οσμωτική του πίεση είναι περίπου 25 bar. Η σημαντικότερη απώλεια ενέργειας είναι η εκτόνωση της άλμης, όταν βγαίνει με υψηλή πίεση απ' τη συσκευή και γι' αυτό, σε μεγάλες κυρίως μονάδες, υπάρχουν συστήματα ανάκτησης της ενέργειας αυτής, π.χ. υδροστρόβιλοι, με αποτελεσματικότητα μέχρι και 95%.

Μονάδες Κύπρου

Μονάδα Πάφου

Η μονάδα Α/Σ βρισκόταν στην περιοχή των Κουκλιών και δημιουργήθηκε έκτακτα με σκοπό να καλύψει τις υδρευτικές ανάγκες τη Πάφου. Με την κατασκευή του Νοτίου Αγωγού που συνδέει τη Λεμεσό με τις περιοχές της Λάρνακας και Λευκωσίας καθώς και την ανέγερση του σταθμού Α/Σ στο Βασιλικό, η κινητή μονάδα δεν ανανεώθηκε νομικά και αποσυναρμολογήθηκε στο τέλος του 2013. Στο παρόν σημείο μελετάται η ανέγερση μόνιμου σταθμού στην Πάφο για την διευκόλυνση της μεταφοράς του νερού, παρόλ' αυτά δεν έχει προταθεί κάτι ακόμα καθώς δεν αποτελεί άμεση ανάγκη.

Η μονάδα είχε μέγιστη χωρητικότητα 30000 m³/day ονομαστικής ισχύος 4550 kW και μετέφερε νερό σε πίεση 3.05 bar.

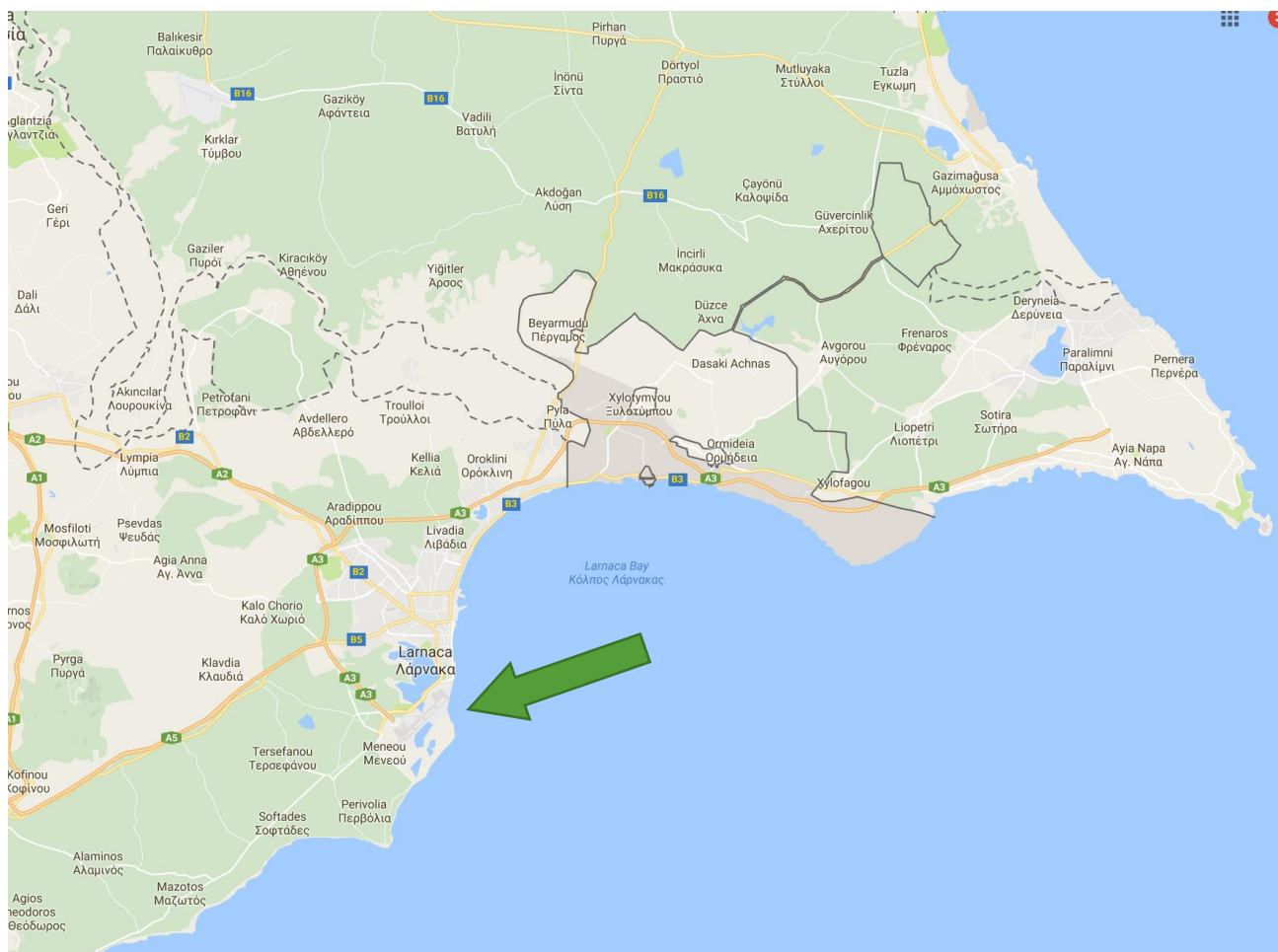


	Ειδική Κατανάλωση (kWh/m ³)	Χωρητικότητα (m ³ /day)	Ισχύς (kW)	Πίεση Μεταφοράς (bar)	Απόσταση Θάλασσας (m)
Πάφος Κινητή	3.64	30000	4550	3.05	5

Μονάδα Λάρνακας

Η μονάδα Α/Σ της Λάρνακας βρίσκεται στην παραλιακή της Λάρνακας και λειτουργεί από το 2001. Εξυπηρετεί τις περιοχές της Λάρνακας, Λευκωσίας και ελεύθερης Αμμοχώστου μαζί με την μονάδα της Δεκέλειας. Έχει επεκταθεί και ανακαινισθεί πλήρως και από τον Ιανουάριο του 2009 έχει το προφίλ που βλέπουμε παρακάτω. Σε αντίθεση με την μονάδα της Πάφου έχει κλείσει συμβόλαιο 20 χρόνων άρα εδώ θα δούμε καλύτερα την συνεισφορά από ΑΠΕ. Η μονάδα της Λάρνακας παρά την μεγάλη χωρητικότητά της έχει πολύ εξελιγμένη τεχνολογία εξοικονόμησης ενέργειας με αποτέλεσμα να βλέπει και τα μεγαλύτερα κέρδη.

Η μονάδα έχει μέγιστη χωρητικότητα 60000 m³/day ονομαστικής ισχύος 4550 kW και μετέφερε νερό σε πίεση 3.05 bar. Διαθέτει σύγχρονες τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας με υψηλή τελική ανάκτηση στις αντλίες μεταφοράς της.

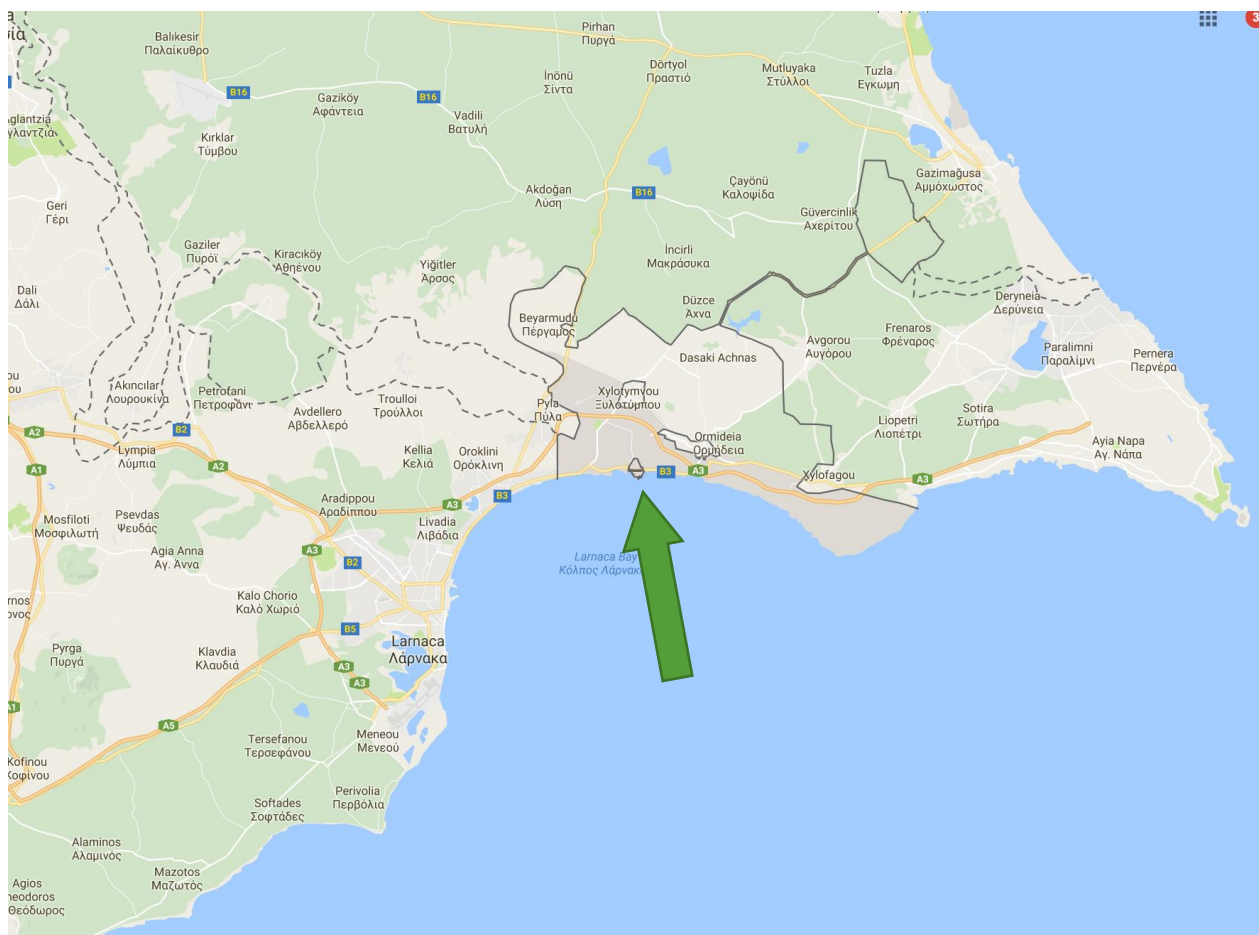


	Ειδική Κατανάλωση (kWh/m ³)	Χωρητικότητα (m ³ /day)	Ισχύς (kW)	Πίεση Μεταφοράς (bar)	Απόσταση Θάλασσας (m)
Λάρνακα	3.2	60000	8000	9	5

Μονάδα Δεκέλειας

Η μονάδα της Δεκέλειας είναι η πρώτη μονάδα αφαλάτωσης της Κύπρου και έχει ιδρυθεί το 2007. Έχει ανακαινισθεί το καλοκαίρι του 2008 και ακόμα μία την επόμενη χρονιά μέχρι να βρεθεί στην παρούσα κατάστασή της. Αποτελεί την πιο ενεργοβόρα από τις τρεις περιπτώσεις που μελετώνται και αυτό οφείλεται κυρίως στην ηλικία των εγκαταστάσεων καθώς και στην ιδιαίτερη θέση της που χρειάζεται περισσότερη ενέργεια για αφαλάτωση και άντληση. Η μονάδα δουλεύει με 20ετές συμβόλαιο.

Η μονάδα έχει μέγιστη χωρητικότητα 60000 m³/day ονομαστικής ισχύος 11500 kW και μεταφέρει νερό σε πίεση 12 bar.

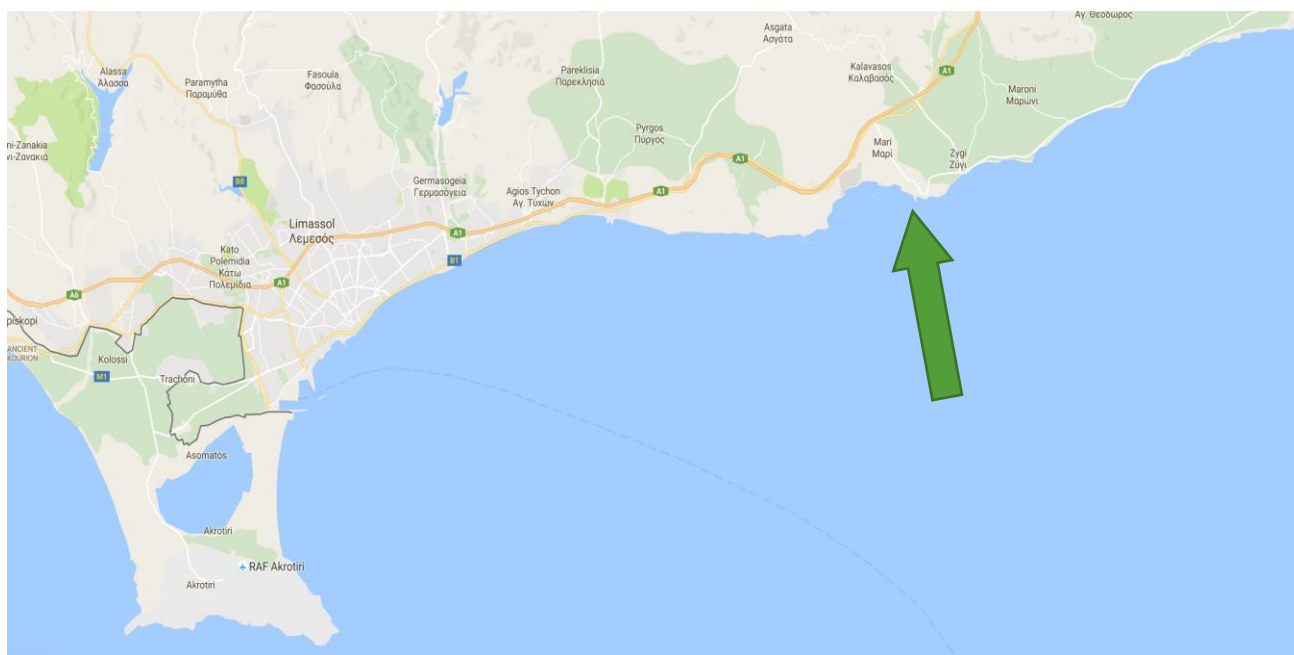


Ειδική Κατανάλωση (kWh/m3)		Χωρητικότητα (m3/day)	Ισχύς (kW)	Πίεση Μεταφοράς (bar)	Απόσταση Θάλασσας (m)
Δεκέλεια	4.6	60000	11500	12	3

Μονάδα Βασιλικού

Η μοναδική μονάδα στην Κύπρο που δημιουργήθηκε από την ΑΗΚ τον Φεβρουάριο του 2012 με συμβόλαιο πώλησης αφαλατωμένου νερού στο ΤΑΥ. Εξυπηρετεί πλέον μόνιμα την περιοχή της Λεμεσού και έχει δυναμικότητα 60000 m³/day.

Ειδική Κατανάλωση (kWh/m ³)	Χωρητικότητα (m ³ /day)	Ισχύς (kW)	Πίεση Μεταφοράς (bar)	Απόσταση Θάλασσας (m)
Βασιλικό	60000	9900	18	5



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, αντίθετα με τις συμβατικές λύσεις των ορυκτών καυσίμων, είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που βασίζονται σε φυσικές διεργασίες όπως ο άνεμος, ο ήλιος κλπ. Η ενέργεια που περικλείουν είναι διαθέσιμη προς εκμετάλλευση είτε υπάρχουν οι υποδομές για ΑΠΕ είτε όχι. Με λίγα λόγια είναι αυτοβιώσιμες καθώς εκμεταλλεύονται την υπάρχουσα ροή ενέργειας στην φύση. Αν και αρχικά ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε τις ΑΠΕ κατά αποκλειστικότητα, στις αρχές του 20ου αιώνα με την είσοδο του πετρελαίου και του άνθρακα εγκαταλείφθηκαν μέχρι την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του 70. Κατ' αυτήν την περίοδο αναζωπυρώθηκε το ενδιαφέρον για έρευνα προς πιο αποδοτικές και καθαρές μορφές ενέργειας, τάση που συνεχίζεται μέχρι και σήμερα.

Σε αυτό το σημείο θα επικεντρωθούμε στην ηλιακή και αιολική ενέργεια αφού οι τεχνολογίες ΑΠΕ σε αυτούς τους τομείς έχουν δει την μεγαλύτερη ανάπτυξη και εμπορευματοποίηση κατά το παγκόσμιο αλλά και στην Κύπρο. Σε πρώτη φάση θα μελετήσουμε το διαθέσιμο δυναμικό που παρατηρείται στην Κύπρο για τις δύο μορφές καθώς και τις διαθέσιμες τεχνολογίες που εφαρμόζονται.

Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια έχει δει την μεγαλύτερη ανάπτυξη από όλες τις μορφές ΑΠΕ με την αιολική kWh πλέον να ανταγωνίζεται σε κόστος και την συμβατική χωρίς να επιβαρύνει περιβαλλοντικά τον πλανήτη. Αυτό οφείλεται στο πλούσιο αιολικό δυναμικό που παρουσιάζουν οι βόρειες ευρωπαϊκές χώρες όπου και επικεντρώνεται η πλειονότητα της έρευνας. Πλούσιο αιολικό δυναμικό τείνουν να παρουσιάζουν οι πολικές και εύκρατες χώρες ειδικά στις ακτογραμμές. Για τη δέσμευση σημαντικής ενέργειας από ένα δεδομένο χώρο απαιτούνται αρκετές ανεμογεννήτριες πράγμα που επιβαρύνει σημαντικά τη χωροθέτηση του πάρκου,

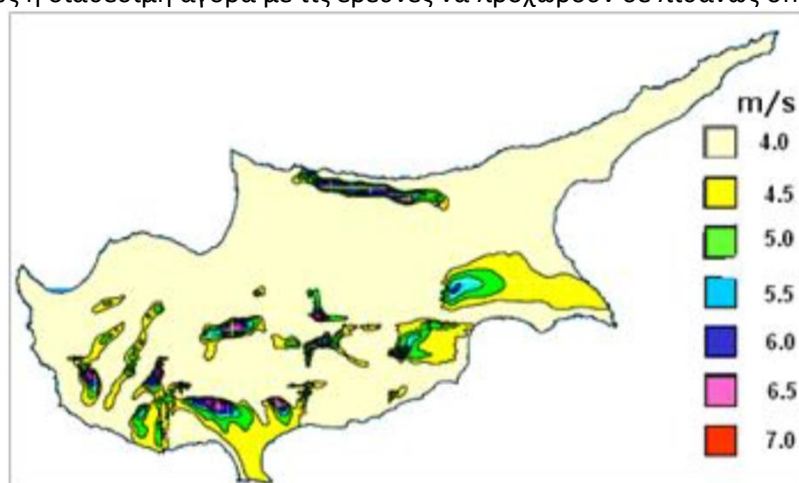
περιορίζοντας το δυναμικό που μπορεί να αξιοποιηθεί. Η αξιοποίησή της όμως μπορεί να βελτιώσει σε σημαντικό βαθμό το ενεργειακό ισοζύγιο μιας χώρας. Η τεχνολογία συνεχώς αναπτύσσεται και έχει φτάσει πλέον να θεωρείται μια φθηνή και αξιόπιστη πηγή ενέργειας για κάθε χώρα που διαθέτει το δυναμικό για να την αξιοποιήσει.

Η αιολική ενέργεια στην Κύπρο αξιοποιείται για χρόνια με τους παραδοσιακούς ανεμόμυλους για την άντληση νερού. Τα τελευταία χρόνια όμως έχει εκδηλωθεί έντονο ενδιαφέρον από επενδυτές για την κατασκευή μεγάλων αιολικών πάρκων χάρη εν μέρη σε κυβερνητικά και Ευρωπαϊκά προγράμματα χορηγιών καθώς και στην ολοένα και πιο ελκυστική τεχνολογία στην οποία αναπτύσσεται.

Μέχρι σήμερα υπάρχουν συνδεδεμένα με το δίκτυο της ΑΗΚ έξι συνολικά αιολικά πάρκα, συνολικής ηλεκτρικής ισχύς 157 MW. Πρόκειται για ιδιόκτητα αιολικά πάρκα, κατασκευασμένα από μεγάλες εταιρείες σε συνεργασία με την ΑΗΚ και ολοκληρώθηκαν μέσα στη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια αγοράζεται από την ΑΗΚ και χρησιμοποιείται για κάλυψη των αναγκών του πληθυσμού.

Αιολικό Δυναμικό

Η ανατολική Μεσόγειος δεν χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα δυνατούς ανέμους όπως έχουμε δει και προηγουμένως. Συγκεκριμένα η Κύπρος επηρεάζεται από σύστημα ανέμων που εκτείνονται στην Ανατολική Μεσόγειο, κυρίως ελαφροί ως μέτριοι δυτικοί ή νοτιοδυτικοί το χειμώνα και βόρειοι ή βορειοδυτικοί το καλοκαίρι. Οι πολύ δυνατοί άνεμοι είναι σπάνιοι και περιορίζονται σε περιόδους με καταιγίδες. Οι περισσότερες μετρήσεις που έχουν γίνει αντιστοιχούν σε on shore πάρκα με τις μελέτες για off shore να είναι περιορισμένες στο παρόν στάδιο με λιγοστά και μη αξιόπιστα δεδομένα. Από τον αιολικό χάρτη του νησιού γίνεται αντιληπτό πως το αιολικό δυναμικό δεν είναι ιδιαίτερα ψηλό, εντούτοις υπάρχουν περιοχές στις οποίες η μέση ένταση του ανέμου είναι ικανοποιητική για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων. Ο πρώτος χάρτης χρησιμοποιεί ανεμολογικά δεδομένα από μετρήσεις για χωροθέτηση αιολικών πάρκων σε συνδυασμό με μετρήσεις της μετεωρολογικής υπηρεσίας. Η ενδεικτική τιμή για ένα οικονομικά βιώσιμο αιολικό πάρκο είναι στα 4 m/s αν και γενικά προτιμώνται όσο το δυνατό ψηλότερες ταχύτητες ανέμου με ενδεικτικά για την Κύπρο ταχύτητες 5.4 – 5.8 m/s. Τέτοιες ταχύτητες εμφανίζονται σε λόφους στις πεδιάδες της Μεσαορίας, στην Αθαλάσσα και τον Άρονα καθώς και σε περιορισμένες περιοχές κοντά στα παραλιακά. Σε ορισμένες μεμονωμένες ορεινές περιοχές έχουμε ταχύτητες που μπορούν να φτάσουν τα 6-7 m/s. Η εκτίμηση για το αιολικό δυναμικό του νησιού βρίσκεται στα 150 με 250 MW με ήδη εγκατεστημένα 157 MW Α/Γ. Αν και η εκμετάλλευση των λοιπών περιοχών είναι αρκετά ανταγωνιστική αναμένεται στα επόμενα 5-10 χρόνια να έχει κορεστεί πλήρως η διαθέσιμη αγορά με τις έρευνες να προχωρούν σε πιθανώς offshore εγκαταστάσεις.



Χάρτης 4: Αιολικός Χάρτης Κύπρου [Ίδρυμα Ενέργειας]

Ηλιακή Ενέργεια

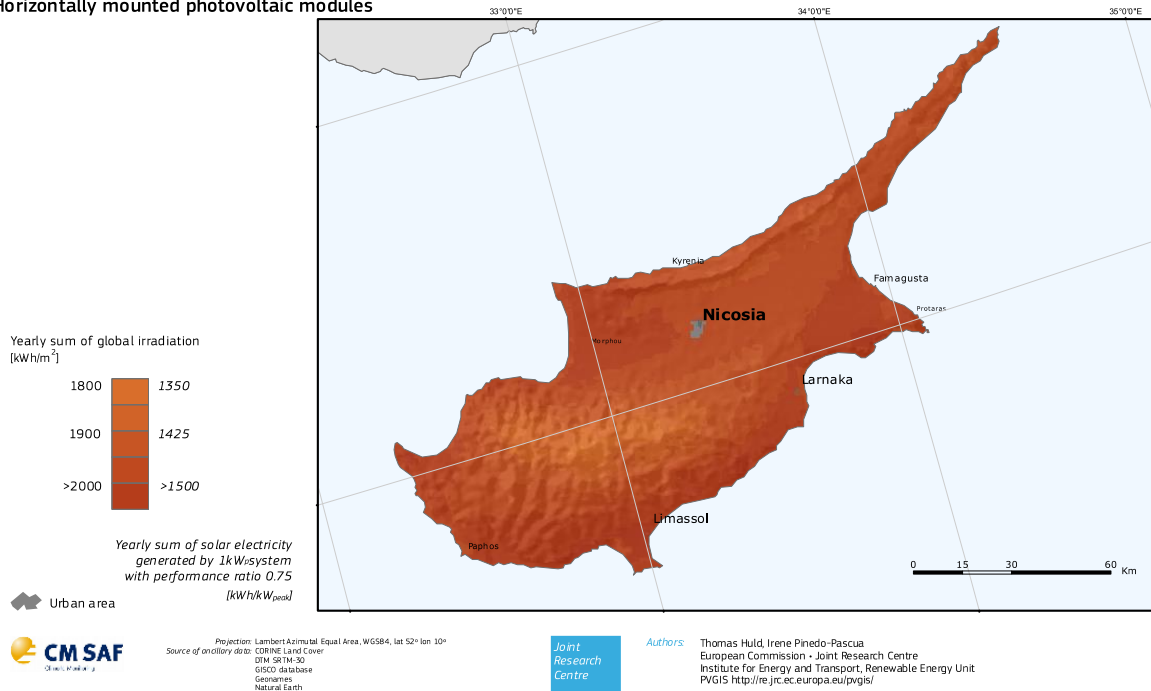
Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στην Κύπρο είναι πολύ υποσχόμενη λόγω της υψηλής ηλιοφάνειας που παρατηρείται ολόχρονα σε όλες τις περιοχές του νησιού, όπως είδαμε και προηγουμένως. Η μεγαλύτερη δυνατή διάρκεια της ηλιοφάνειας (δηλαδή από την ανατολή μέχρι τη δύση του ήλιου) στην Κύπρο κυμαίνεται από 9.8 ώρες την ημέρα το Δεκέμβριο σε 14.5 ώρες την ημέρα τον Ιούνιο.

Σύμφωνα με την έρευνα της Joint Research Centre (PVGIS) της European Commission ο ηλιακός χάρτης της Κύπρου για ένα μέσο έτος είναι ο παρακάτω. Σε οριζόντιο επίπεδο έχουμε συνολική μέση ετήσια ακτινοβολία να υπερβαίνει τις 2000 kWh/m στις περισσότερες παραλιακές περιοχές και πεδιάδες. Συγκεκριμένα ένα φωτοβολταϊκό πάνελ οριζόντιας κλίσης εγκατεστημένης ισχύς 1 kW_{peak} με συντελεστή απόδοσης στα 0.75 μπορεί να παράξει σε ένα μέσο έτος ενέργεια ίση ή μεγαλύτερη των 1500 kWh ανά εγκατεστημένη kW_{peak}. Η τιμή αυτή αυξάνεται ακόμα περισσότερο όταν υπολογίσουμε την βέλτιστη γωνία κλίσης για το πάνελ στην συνολική παραγόμενη ενέργεια. Συγκριτικά με την υπόλοιπη Ευρώπη, η θέση της Κύπρου και της Νότιας Μεσογείου έχει σημαντικό πλεονέκτημα στη συνολική ποσότητα ακτινοβολίας που δέχεται ετησίως καθώς δεν έχει τη συχνή νέφωση που αντιμετωπίζει η βόρεια Ευρώπη.



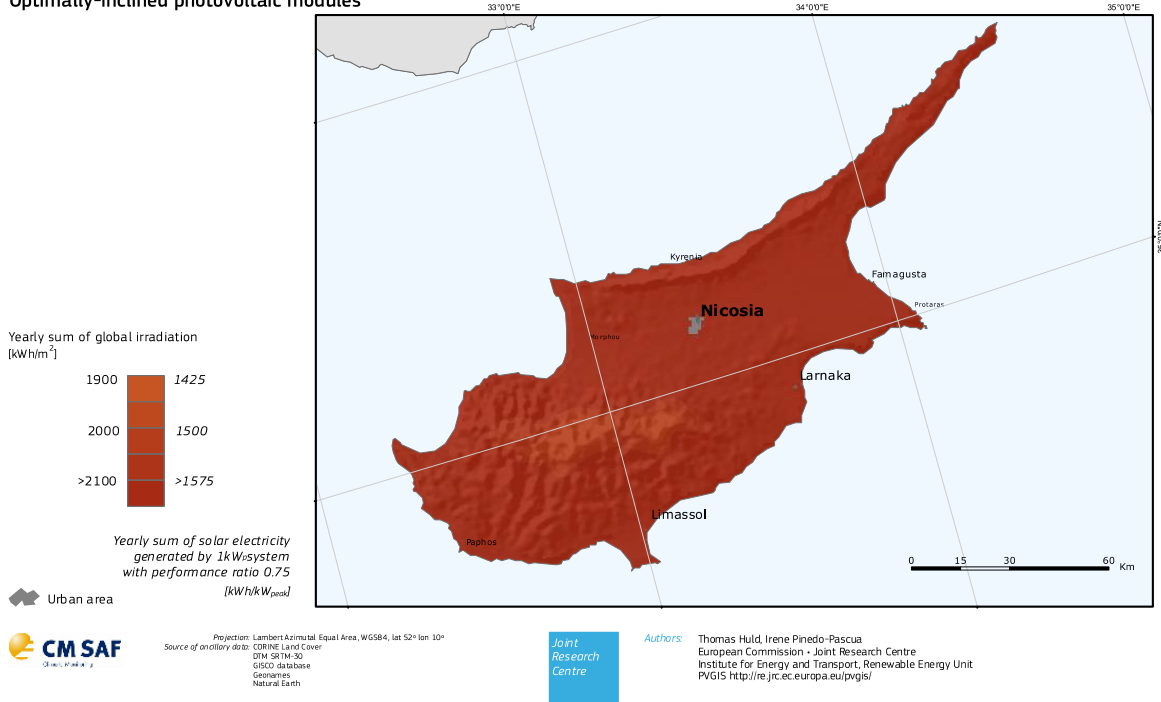
Global irradiation and solar electricity potential
Horizontally mounted photovoltaic modules

CYPRUS/ ΚΥΠΡΟΣ, KIBRIS



Global irradiation and solar electricity potential Optimally-inclined photovoltaic modules

CYPRUS/ ΚΥΠΡΟΣ, KIBRIS



Υφιστάμενες Υποδομές

Όσον αφορά τα φωτοβολταϊκά συστήματα, στην Κύπρο υπάρχει τα τελευταία χρόνια μία αυξητική τάση χρησιμοποίησης τους κυρίως από φυσικά πρόσωπα. Αν και παρουσιάζουν υψηλό κόστος και μεγάλο χρόνο απόσβεσης της αρχικής επένδυσης, η εγκατάσταση μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων σε οικίες και βιομηχανίες, είναι οικονομικά συμφέρουσες λαμβάνοντας υπόψη και τα σχέδια χορηγιών και επιδοτήσεων που δίνονται από το κράτος.

Η εγκατάσταση μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων σε οικίες, μπορεί να θεωρηθεί ως ο πιο εύκολος και γρήγορος τρόπος για την συνεισφορά των πολιτών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στη διαμόρφωση περιβαλλοντικής συνείδησης και στην εξασφάλιση οικονομικού οφέλους. Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών, αποτελεί επίσης την άμεση επαφή των πολιτών με τα οφέλη αξιοποίησης των ΑΠΕ και το γεγονός αυτό συνεισφέρει στην ευρύτερη κοινωνική αποδοχή και άλλων τεχνολογιών ΑΠΕ στο νησί.

Μέχρι στιγμής υπάρχουν εγκατεστημένα και ενωμένα με το δίκτυο της ΑΗΚ 1859 φωτοβολταϊκά συστήματα ιδιωτικής επένδυσης καθώς και 58 συστήματα εγκατεστημένα σε δημόσια κτήρια, σχολεία, στρατόπεδα κλπ. Στο σύνολο τα συστήματα αυτά έχουν συνολική εγκατεστημένη ισχύ 54 MW, αριθμός σημαντικά πιο μικρός από τον αντίστοιχο της αιολικής. Αυτό οφείλεται στην δυσκολότερη δέσμευση της ενέργειας του ήλιου από τα φωτοβολταϊκά συστήματα σε σχέση με την ανεμογεννήτρια. Τουλάχιστον 329 συστήματα αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων είχαν εγκατασταθεί μέχρι το τέλος του 2011. Μεγαλύτερα φωτοβολταϊκά πάρκα συνολικής ισχύος 1-10 MW μελετούνται συνεχώς με μοναδικό μέχρι τώρα το πάρκο Τσερίου ισχύος 3MW και άλλα δύο μικρότερα 1.5 MW στο στάδιο κατασκευής.

Στο τέλος του 2014 υπογράφηκαν συμβόλαια για κατασκευή δύο μεγάλων ηλιοθερμικών πάρκων συνολικής παραγωγικής ικανότητας στα 50 MWp το καθένα. Σε μικρότερη κλίμακα η Κύπρος αποτελεί μία από τις πρώτες χώρες αξιοποίησης της ηλιακής θερμικής ενέργειας με ηλιακούς θερμοσίφωνες σχεδόν σε κάθε σπίτι. Αξίζει να σημειωθεί ότι με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων με ισχύ που κυμαίνεται εντός 21-150kWp, η ΑΗΚ παρέχει διάφορες χορηγίες και ευκολίες στην σύνδεση με το δίκτυο. Οι ιδιοκτήτες έχουν το

δικαίωμα να πωλούν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ή το πλεόνασμα αυτής στην ΑΗΚ ή άλλο μη οικιστικό φορέα.

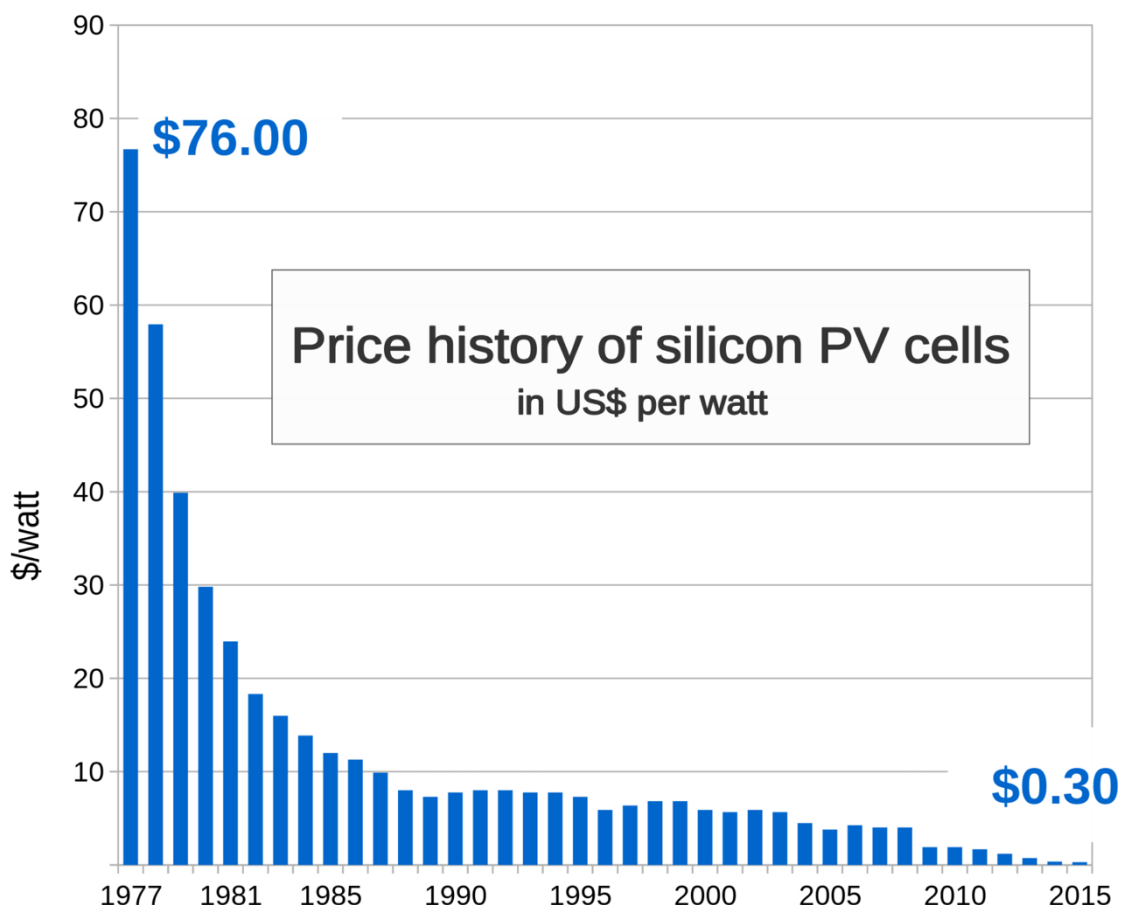
Οικονομικά Στοιχεία συστημάτων τεχνολογιών ΑΠΕ

Σε αυτό το σημείο γίνεται μια σύγκριση των βασικών τιμών της αγοράς σήμερα για τις τεχνολογίες ΑΠΕ που θα μελετηθούν στο τρίτο μέρος της εργασίας. Αυτές περιλαμβάνουν τα θερμικά ηλιακά συστήματα, τα φωτοβολταϊκά συστήματα και τις αιολικές ανεμογεννήτριες.

Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Το μεγαλύτερο κόστος στις επενδύσεις ΑΠΕ είναι σχεδόν πάντα το αρχικό κόστος της επένδυσης. Το κόστος του καυσίμου είναι πάντα μηδενικό αφού στηρίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σε γενικές γραμμές το κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος κυμαίνεται περίπου στα 2-4 €/Wp. Στο κόστος αυτό δεν συμπεριλαμβάνονται τα κόστη για αγορά και διαμόρφωση γης καθώς ούτε και για τις μελέτες και τη σύνδεση με το δίκτυο της ΑΗΚ. Συνολικά με αυτό το κόστος φθάνει στην τάξη των 3-5 €/Wp. Σε περίπτωση που το πάρκο έχει και σύστημα παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου το κόστος αυξάνεται κατά 20%.

Το κόστος αγοράς των φωτοβολταϊκών πλαισίων έχει μειωθεί αρκετά τις τελευταίες δεκαετίες φθάνοντας σε αρκετά ανταγωνιστικές τιμές. Η τάση της τιμής των πλαισίων ανά εγκατεστημένη μονάδα ισχύος φαίνεται να ακολουθεί τον νόμο του Swanson ο οποίος θέτει πως οι τιμές των πλαισίων υποδιπλασιάζονται σε περίοδο δέκα περίπου χρόνων ή για κάθε διπλασιασμό του συνολικού όγκου ισχύος τους. Στη συγκεκριμένη τιμή όμως δεν περιλαμβάνονται τα λοιπά κόστη τα οποία δυστυχώς δεν μειώνονται με τον ίδιο ρυθμό.



Ένα φωτοβολταϊκό πάρκο έχει και κόστος συντήρησης και λειτουργίας που ανάλογα με το μέγεθος και την πολυπλοκότητά του κυμαίνεται από 0.5 – 2 % της συνολικής επένδυσης ετησίως.

Οι υψηλές τιμές εγκατάστασης μιας επένδυσης φωτοβολταϊκών αποτελεί και το μεγαλύτερο εμπόδιο στην ανάπτυξή τους. Η συνεχής μείωσή τους όμως καθώς και η αύξηση του βαθμού απόδοσης των πλαισίων συνεχώς ρίχνει το κόστος της παραγόμενης ενέργειας. Αυτό τα κάνει ιδιαίτερα ελκυστικά για περιπτώσεις μη διασυνδεδεμένου μικρού συστήματος αφού έχει και πολύ μικρές απαιτήσεις συντήρησης.

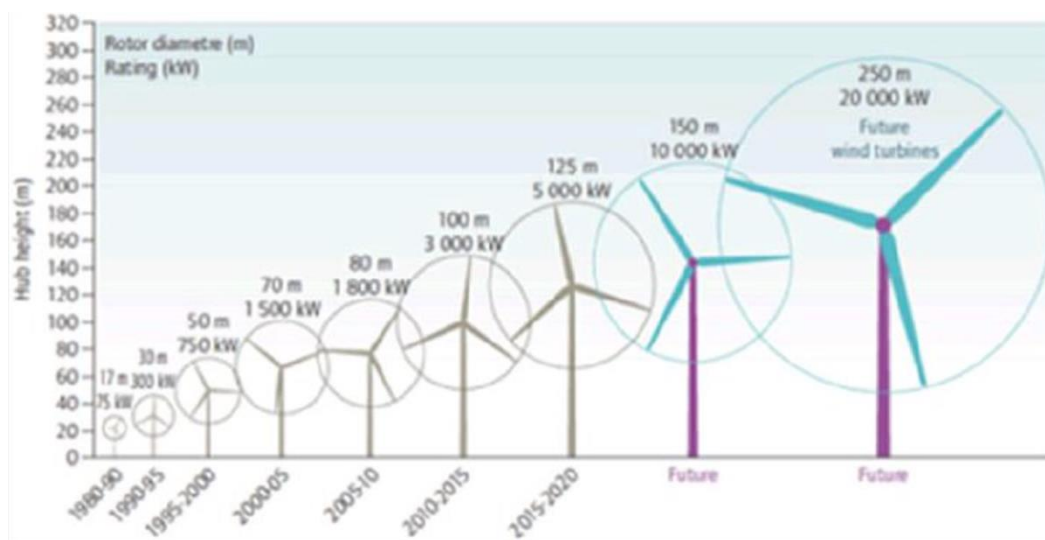
Για μεγαλύτερα συστήματα πρέπει να υπολογιστούν πολλοί παράγοντες. Στο συνολικό κόστος επένδυσης ενός Υ/Β συστήματος περιλαμβάνει τα Υ/Β στοιχεία, τη σύνδεση των μονάδων για τη δημιουργία της συστοιχίας, τη στήριξη της συστοιχίας, τη γη, την καλωδίωση, τα ηλεκτρονικά (αντισταθμιστά φορτία, διακόπτες, μετατροπείς), συσσωρευτές ή σύνδεση με το δίκτυο. Κατά τη λειτουργία του συστήματος απαιτείται πλύσιμο για την απομάκρυνση σκόνης ειδικά σε αστικές περιοχές. Δυνατοί άνεμοι μπορούν να χαλαρώσουν τη στήριξη της κατασκευής και να οδηγήσουν στο σπάσιμο ή στην αποσύνδεση των Υ/Β στοιχείων. Στο νερό διαβρώνει τα μεταλλικά μέρη, ενώ αν διαπεράσει το προστατευτικό κάλυμμα αυξάνονται οι απώλειες και μπορεί να προκληθεί βραχυκύκλωμα. Η διαστολή και συστολή από τη θέρμανση και ψύξη από τη διακύμανση της ακτινοβολίας μπορεί να οδηγήσει σε ρωγμές ή σε βραχυκύκλωμα.

Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είχε την μεγαλύτερη προσοχή της επιστημονικής έρευνας τα τελευταία 60 χρόνια με αποτέλεσμα να γίνει άκρως οικονομικά ανταγωνιστική σήμερα. Το κόστος της παραγόμενης ενέργειας από τον άνεμο μειώνεται, καθώς σε αυτό συντελούν εκτός από τη μείωση του κόστους εξοπλισμού, η αύξηση της αποδοτικότητας και η μείωση του κόστους συντήρησης και λειτουργίας (πιο αξιόπιστες ανεμογεννήτριες). Η

παραγόμενη ενέργεια εξαρτάται από το αιολικό δυναμικό, επομένως η επιλογή της θέσης είναι η κρίσιμη παράμετρος που καθορίζει την οικονομική βιωσιμότητα.

Στον τομέα της αιολικής ενέργειας διαφαίνονται τρεις τάσεις: Η αύξηση του μεγέθους των Ανεμογεννητριών λόγω κυρίως της αύξησης της διαμέτρου της πτερωτής, η αύξηση του Βαθμού Απόδοσης της Α/Γ με βελτιστοποίηση των πτερυγίων και των λοιπών εξαρτημάτων της και τελικά τη μείωση του κόστους επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύς. Προφανώς οι τρεις παραπάνω τάσεις αλληλοσυνδέονται.



Για δεδομένης ονομαστικής ισχύος αιολικό πάρκο, καθώς αυξάνεται το μέγεθος της κάθε μηχανής, μειώνεται ο αριθμός των μηχανών που απαιτούνται, το κόστος εγκατάστασης, το μέγεθος και το κόστος της γης, το κόστος συντήρησης και λειτουργίας.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του αρχικού κόστους επένδυσης καταλαμβάνει το κόστος των Ανεμογεννητριών, ενώ το υπόλοιπο περιλαμβάνει την σύνδεση με το δίκτυο, την μεταφορά του εξοπλισμού, την θεμελίωση και την ανέγερση. Σο αρχικό κόστος επένδυσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το κόστος της Α/Γ (πύργος, νασέλλα, πτερύγια και μεταφορά). Το μερίδιο της Α/Γ στο συνολικό κόστος εγκατάστασης συνήθως κυμαίνεται στο εύρος 74-82%. Το μέσο κόστος ανά εγκατεστημένο kW διαφέρει από χώρα σε χώρα. Γενικά, κυμαίνεται από 900€/kW έως 1150€/kW.

Ένα σημαντικό μέρος του κόστους εξαρτάται από τη θέση εγκατάστασης. Οπότε το συνολικό κόστος επένδυσης μπορεί να αυξάνεται κατά 15-40% σε περιοχές δύσβατες, απομακρυσμένες από υπάρχουσα υποδομή ή σε εγκαταστάσεις στη θάλασσα.

Το κόστος συντήρησης και λειτουργίας εκτιμάται σε 20-25% του ανοιγμένου κόστους μιας Ανεμογεννήτριας (€/kWh). Εξαρτάται από το μέγεθος της εγκατάστασης, την ονομαστική ισχύ των μηχανών, την ευκολία πρόσβασης στην περιοχή, την χώρα εγκατάστασης και άλλους παράγοντες. Στην αρχή της ζωής της Α/Γ είναι χαμηλότερο (10-15%) ενώ φτάνει 20-35% μέχρι το τέλος (πηγή: Danish consultancy BTM Consult). Είναι δηλαδή, ιδιαίτερα χαμηλό σε σχέση με το αντίστοιχο κόστος των συμβατικών μονάδων παραγωγής ενέργειας.

Μέρος Β: Εφαρμογή Μεθοδολογίας

Περιγραφή Μεθοδολογίας

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται εφαρμογή της μεθοδολογίας η οποία βάση των χωροθετικών και νομοθετικών περιορισμών που αφορούν τις τεχνολογίες ΑΠΕ καθώς και το προφίλ της εκάστοτε μονάδας αφαλάτωσης βγάζει το ποσοστό των ενεργειακών αναγκών που ικανοποιείται και την τιμή πώλησης της ενέργειας στην οποία η κάλυψη αυτή γίνεται συμφέρουσα για τον επενδυτή. Σε ακόλουθο στάδιο θα συγκριθεί με την παρούσα κατάσταση που επικρατεί στις αφαλατώσεις σήμερα. Η μεθοδολογία κάνει χρήση του υπολογιστικού προγράμματος RETScreen 4 και του Microsoft EXCEL για την διαστασιολόγηση των μονάδων ΑΠΕ και την συσχέτισή τους με τις μονάδες αφαλάτωσης.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιεί η μεθοδολογία προέκυψαν από διάφορους λογικούς συλλογισμούς και επεξεργασία δεδομένων που έγιναν βάση κάποιων παραδοχών που έγιναν για το πρόβλημα.

Δεδομένα

Βάση των προηγούμενων πληροφοριών που έχουν παρουσιαστεί για τις μονάδες αφαλάτωσης που υπάρχουν στο νησί γίνεται ξεκάθαρο πως οι υπάρχουσες 4 μονάδες σε συνδυασμό με το έργο του Νοτίου Αγωγού, που στοχεύει στην σύνδεση της περιοχής της Λεμεσού με της Λάρνακας και Λευκωσίας, είναι αρκετές να καλύψουν πλήρως τη ζήτηση του νησιού σε νερό ακόμα και σε περιόδους ανομβρίας. Οι μονάδες βάση των συμβολαίων τύπου (BOOT- Build Own Operate Transfer) λειτουργούν με συγκεκριμένη τεχνική διαθεσιμότητα η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με τις οδηγίες ζήτησης από το ΤΑΥ και τους οικονομικούς περιορισμούς που θέτουν τα συμβόλαιά τους. Συγκεκριμένα, οι μονάδες της Κύπρου δεσμεύονται να παραδίδουν καθημερινά το 90% της μέγιστης παραγωγής τους στην Κυβέρνηση της Κύπρου. Μέτρα υπάρχουν στα συμβόλαια που προνοούν την μείωση παραγωγής σε περίπτωση πολυομβρίας, τα οποία ευνοούν τον ιδιώτη. Σε περίπτωση μικρότερης παραγωγής η Κυβέρνηση καλύπτει στον ιδιώτη το κεφαλαιακό κόστος και μέρος του OMD του όγκου νερού που δεν παράχθηκε.

Μονάδα	Κατανάλωση	Χωρητικότητα
Δεκέλεια	4.6 kWh/m ³	60000 m ³ /day
Επισκοπή	4.04 kWh/m ³	40000 m ³ /day
Κινητή Πάφος	3.64 kWh/m ³	30000 m ³ /day
Λάρνακα	3.2 kWh/m ³	60000 m ³ /day
Βασιλικό	3.96 kWh/m ³	60000 m ³ /day

Η υψηλή βάση ελάχιστης κατανάλωσης δείχνει πως το ΤΑΥ σπάνια δεν χρειάζεται αφαλατωμένο νερό στο υδατικό ισοζύγιο. Από τις παραπάνω πέντε μονάδες, οι τέσσερις είναι ακόμα σε λειτουργία, με την **κινητή μονάδα της Πάφου να έχει κλείσει** με την λήξη του συμβολαίου της το 2012. Παρόλ' αυτά αποτελεί ενδιαφέρον μονάδα για την μελέτη καθώς η **μικρή της δυναμικότητα την κάνει συγκρίσιμη με άλλες ενεργοβόρες διεργασίες όπως μικρές μονάδες μεταλλουργίας και τσιμεντοποιίας**. Επιπρόσθετα στο μέλλον προβλέπεται να κτιστούν κ' άλλες μονάδες αφαλάτωσης μικρότερης δυναμικότητας προκειμένου να ικανοποιήσουν την ολόενα και αυξανόμενη ζήτηση νερού.

Στη μεθοδολογία γίνεται επιλογή τριών μονάδων Α/Σ σε τρεις διαφορετικές δυναμικότητες με σκοπό την συσχέτισή τους με αντίστοιχες ενεργειακά έντονες διεργασίες. Η επιλογή γίνεται ως εξής:

- Διεργασία **Μικρής** Εντάσεως: **Κινητή Μονάδα Πάφου**
- Διεργασία **Μεσαίας** Εντάσεως: **Μονάδα Λάρνακας**
- Διεργασία **Μεγάλης** Εντάσεως: **Μονάδα Δεκέλειας**

Η επιλογή έγινε **βάση της συνολικής ειδικής κατανάλωσης ενέργειας παραγόμενου νερού** της κάθε μονάδας καθώς και το σύνολο των δεδομένων που υπάρχουν προς επεξεργασία για τις μονάδες. Η ειδική κατανάλωση αντιστοιχεί στην ενέργεια που καταναλώνεται από την μονάδα για την αφαλάτωση του νερού καθώς και την προώθηση του νερού και της άλμης από και προς τη θάλασσα, λαμβάνοντας υπόψη τεχνολογίες ανάκτησης ενέργειας που τυχόν να χρησιμοποιεί η μονάδα. Ακολούθως πρέπει να υπολογισθεί η **συνολική λειτουργία των μονάδων ανά έτος**. Οι μονάδες λειτουργούν ολόχρονα καθώς το κόστος εφεδρείας είναι πολύ μεγάλο για την Κυβέρνηση και ξεπερνά το κόστος λειτουργίας. Σύμφωνα με δεδομένα των τελευταίων 20 χρόνων, οι μονάδες της Λάρνακας και Δεκέλειας **έχουν μπει σε εφεδρεία σύνολο 8 μήνες, ποσοστό που αντιστοιχεί στο 3,4 % της συνολικής χωρητικότητας της μονάδας**. Οι μονάδες λειτουργούν στο μέγιστό τους κατά την καλοκαιρινή περίοδο όπου έχουμε μέγιστη ζήτηση νερού λόγω τουρισμού και ανομβρίας και στο ελάχιστό τους την χειμερινή περίοδο. **Επεξεργάζοντας την συνολική ετήσια παραγωγή του μεγάλου και μεσαίου σταθμού σε συνδυασμό με τις περιόδους εφεδρείας καταλήγουμε στα παρακάτω όρια της διαθεσιμότητας των μονάδων Α/Σ**. Η συνολική ετήσια παραγωγή έχει παρθεί από παρουσίαση του κ. Ευριπίδη Κυριακίδη, Ηλεκτρολόγο Μηχανικό του ΤΑΥ και έχει μετατραπεί σε μέσες τιμές με σκοπό τον υπολογισμό του πραγματικού εύρους λειτουργίας των σταθμών. Ο συντελεστής διαθεσιμότητας ορίζεται ως το πηλίκο της διάρκειας σε ώρες που μπορεί να δουλέψει η μονάδα Α/Σ προς το 24ωρο. Επειδή στην περίπτωση της Κύπρου η Α/Σ λειτουργεί ανεξάρτητα πολλές φορές από τις μικρές αυξομειώσεις στη ζήτηση παίρνουμε υψηλό συντελεστή διαθεσιμότητας στο 97%.

Σταθμός	Εύρος Λειτουργίας (%)	Κατανάλωση (GWh/έτος)		Παραγωγή Νερού (m3/day)		Μ.Ο 92%	
		Min.	Max.	Min.	Max.	GWh	m3/day
Δεκέλεια	87-97 (%)	87.644	97.718	52200	58200	92.6808	55200
Λάρνακα		60.970	67.978	52200	58200	64.4736	55200
Πάφος		34.676	38.662	26100	29100	36.66936	27600

Οι τιμές με τις οποίες θα ασχοληθεί η μελέτη θα **αντιστοιχούν στον μέσο όρο (Μ.Ο)** του κάθε σταθμού με σκοπό να υπάρχει ικανοποιητική κάλυψη των πραγματικών αναγκών της μονάδας. Όπως γίνεται αντιληπτό οι μονάδες ξεχωριστά καταναλώνουν μεγάλο ποσοστό της ενέργειας του δικτύου. Αθροιστικά μπορούν να φτάσουν μέχρι και το 5 % της ενέργειας που παράγει το δίκτυο ετησίως. Η μελέτη θα **επικεντρωθεί στην συνεισφορά των τεχνολογιών ΑΠΕ στο συνολικό ισοζύγιο** των μονάδων και όχι στην πλήρη κάλυψη, καθώς γίνεται κατανοητό πως οι μονάδες (κυρίως οι μεγάλες) είναι δύσκολο να καλυφθούν πλήρως. Πλήρης κάλυψη θα μελετηθεί μόνο στη περίπτωση χρήσης αιολικής ενέργειας στην μονάδα της Πάφου και εν μέρη της Λάρνακας.

Διαστασιολόγηση Μονάδων ΑΠΕ

Για τη διαστασιολόγηση των μονάδων ΑΠΕ θα εφαρμοστούν διαφορετικές μέθοδοι για τις δύο διαφορετικές τεχνολογίες που θα μελετηθούν. Αυτό θα γίνει λόγω των πολύ διαφορετικών περιορισμών που εμφανίζουν οι δύο τεχνολογίες. Η μελέτη θα ασχοληθεί μόνο με την εφαρμογή φωτοβολταϊκών και ανεμογεννητριών καθώς αυτές οι δύο τεχνολογίες έχουν δει την μεγαλύτερη ανάπτυξη στη Κύπρο εμφανίζοντας τα καλύτερα αποτελέσματα σε οικονομικό επίπεδο. Το μέγεθος ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών των τριών μονάδων που θα μελετηθούν είναι αρκετά μεγάλο και νομοθετικά δύσκολο να παραμετροποιηθεί. Η νομοθεσία για χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ δεν προβλέπει τόσο μεγάλες εγκαταστάσεις καθώς επενδύσεις τέτοιου μεγέθους μελετώνται ξεχωριστά εις βάθος και συνήθως υπόκεινται σε μειοδοτικούς διαγωνισμούς όπου αποφασίζεται η χρηματοδότηση των έργων που κερδίζουν. Παρόλ' αυτά είναι αναγκαίο να τεθούν κάποιοι περιορισμοί για να γίνει δυνατή η σύγκριση των τεχνολογιών στην κάθε περίπτωση.

- **Οι τεχνολογίες ΑΠΕ και στις δυο περιπτώσεις θα συνδεθούν στο κεντρικό δίκτυο της ΑΗΚ:** Το μέγεθος των πάρκων και η πολυπλοκότητα του συστήματος είναι απαγορευτική για αυτόνομη λειτουργία. Τα πάρκα είναι αδύνατον να εγκατασταθούν στο χώρο της κάθε μονάδας αφαλάτωσης καθώς το μέγεθός τους και η θέση των αφαλατώσεων στα παράλια το καθιστούν τεχνικά αδύνατο.
- Οι μετρήσεις του αιολικού και ηλιακού δυναμικού θα παρθούν σύμφωνα με τα δεδομένα του πρώτου μέρους. Καθώς δεν υπάρχουν αναλυτικές μετρήσεις ταχύτητας ανέμου και ηλιακής ακτινοβολίας διαθέσιμες θα χρησιμοποιηθούν δεδομένα εισόδου από το διαδίκτυο. Συγκεκριμένα για τις Α/Γ θα χρησιμοποιηθούν ανεμολογικές μετρήσεις από τη βάση δεδομένων μετεωρολογικών σταθμών με προσαρμογή του προφίλ τους σε υψηλότερες ταχύτητες βάση του αιολικού χάρτη. Για τα φωτοβολταϊκά θα χρησιμοποιήσουμε τις μετρήσεις του γεωγραφικού συστήματος ηλιακού δυναμικού του JRC (Joint Research Centre) καθώς και της βάσης δεδομένων του RETScreen.
- **Θα γίνει χρήση μονάχα μίας τεχνολογίας ΑΠΕ ανά περίπτωση:** Το μέγεθος των επενδύσεων, οικονομικά και χωροθετικά, είναι απαγορευτικό για τη ταυτόχρονη χρήση και των δύο τεχνολογιών. Θα μελετηθούν ως ξεχωριστές προτάσεις.

Συγκεκριμένα τώρα για τις δύο τεχνολογίες πρέπει να ληφθούν υπόψην περαιτέρω περιορισμοί/ παραδοχές. Για τα φωτοβολταϊκά:

- Στο δίκτυο της ΑΗΚ συνδέονται Φ/Β συστήματα ισχύος **έως και 10 MW** με μεγαλύτερα συστήματα να μελετώνται πιο δύσκολα και ανά περίπτωση.
- Τα Φ/Β πάρκα θα **διαστασιολογηθούν ως ποσοστό της ονομαστικής ισχύος της κάθε μονάδας Α/Σ:** Αυτό θα γίνει για να μελετηθεί πως επηρεάζουν την επένδυση οι οικονομίες κλίμακας, η μείωση δηλαδή του συνολικού κόστους με την αύξηση της παραγωγής. Τα ποσοστά που θα χρησιμοποιηθούν είναι: 25%, 50%, 100% της συνολικής ονομαστικής ισχύος των τριών μεγεθών Α/Σ.

Για τις ανεμογεννήτριες:

- Οι Α/Γ παρουσιάζουν περιορισμένες θέσεις χωροθέτησης και δυναμικού: Με **μόνο περίπου 100MW διαθέσιμες για ανάπτυξη** και συγκεκριμένες τοποθεσίες, δεν μπορεί να γίνει η ίδια ποσοστιαία μελέτη με τα φωτοβολταϊκά καθώς εγκαταστάσεις μικρότερες των 10 MW πιθανόν δεν θα αδειοδοτηθούν από την ΡΑΕΚ. Θα μελετηθούν τρεις περιπτώσεις των 10, 20 και 30 MW ανάλογες πραγματικών υφιστάμενων αιολικών πάρκων σε λειτουργία για τους τρεις σταθμούς.
- Οι μετρήσεις ταχύτητας του ανέμου θα παρθούν σύμφωνα με το προφίλ ανέμου στο μετεωρολογικό σταθμό της Αγίας Νάπας και Λάρνακας με μέση ετήσια ταχύτητα 4.2 και 4.7 m/s και **θα αναπροσαρμοστούν ανάλογα σε υψηλότερα προφίλ ανέμων σε μέση ετήσια ταχύτητα σε κοντινά βουνά στα 5.0 m/s.** Το προφίλ του ανέμου προσαρμόστηκε στην ετήσια παραγωγικότητα υφιστάμενων αιολικών πάρκων της περιοχής με σκοπό να μην υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις από την πραγματικότητα.

Διάθεση Ηλεκτρικής Ενέργειας

Σύμφωνα με τους νόμους της ΡΑΕΚ και του τμήματος ενέργειας, η ηλεκτρική ενέργεια από παραγωγή τεχνολογιών ΑΠΕ μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ιδιώτες με τρεις τρόπους:

- **Βάση του συστήματος συμψηφισμού:** (Net metering): Αφορά επενδύσεις καταναλωτών για την εγκατάσταση μικρών μονάδων ΦΒ συστημάτων συνδεδεμένων με το ηλεκτρικό δίκτυο με στόχο την κάλυψη ιδίων αναγκών. **Δεν μπορεί να εφαρμοστεί στην περίπτωσή μας** λόγω του μεγέθους των μονάδων.
- **Αυτοπαραγωγή:** Αν και τα συστήματα αυτοπαραγωγής που μελετούν τα διάφορα σχέδια και επιχορηγήσεις αφορούν ισχύς μικρότερες των 2000kW, η περίπτωση της αυτοπαραγωγής θα μελετηθεί. Επιτρέπει την εγκατάσταση συστημάτων παραγωγής ενέργειας με το κόστος της σύνδεσης

με τη μονάδα να καλύπτεται από τον ιδιώτη. **Η παραγωγή ενέργειας γίνεται με σκοπό μονάχα την ιδιοκατανάλωση από την επιχείρηση με οποιοδήποτε πλεόνασμα να διοχετεύεται στο κεντρικό δίκτυο χωρίς αποζημίωση.** Στην περίπτωση της συγκεκριμένης μελέτης ένα τέτοιο σχέδιο αξίζει να μελετηθεί λόγω των ελάχιστων ή και καθόλου πλεονασμάτων ενέργειας που θα προκύπτουν για το δίκτυο.

- **Πώληση στο δίκτυο:** Εδώ η ενέργεια που παράγεται από τον ιδιώτη διοχετεύεται στο δίκτυο ως προς μια συγκεκριμένη τιμή αγοράς ανά κιλοβατώρα στον αγοραστή, βάση του αρχικού συμβολαίου που συμφωνείται. Ο αγοραστής μπορεί να είναι η ΑΗΚ, η οποία δρα και ως προμηθευτής, ή και άλλος τρίτος βάση με τις επιβαρύνσεις από τις χρεώσεις χρήσης του δικτύου.

Σύμφωνα με τις παραπάνω επιλογές θα **μελετήσουμε δύο σενάρια ανά μονάδα, διαχείρισης της παραγόμενης ενέργειας.**

1. Η **μονάδα Α/Σ δρα ως παραγωγός ΑΠΕ** για **ιδιοκατανάλωση** και τυχόν πλεόνασμα διοχετεύεται στο κεντρικό δίκτυο χωρίς ανταμοιβή.
2. Η **μονάδα Α/Σ δρα ως αγοραστής ΑΠΕ** και προμηθεύεται ποσοστό ενέργειας βάση συμβολαίου με τον παραγωγό για την ενέργεια που καταναλώνει.

Μελετώντας τα δύο σενάρια αυτά θα δούμε και τυχόν κέρδη από εφαρμογή νομοθεσίας που να προβλέπει ιδιώτη ως προμηθευτή και καταναλωτή της ενέργειας που παράγει ταυτόχρονα. Τέτοιες νομοθεσίες υπάρχουν μόνο για μικρές μονάδες καθώς μεγαλύτερες μονάδες τέτοιας φύσεως έχουν πολλούς οικονομικούς περιορισμούς στους αγοραστές ενέργειας.

Παρουσίαση Υφιστάμενης Κατάστασης

Αρχικά θα διερευνηθεί η παρούσα κατάσταση των οικονομικών παραγόντων των σταθμών υπό μελέτη. Ο σταθμός της Πάφου όπως προαναφέρθηκε έχει συμπληρώσει το συμβόλαιό του με την Κυβέρνηση και έχει αποσυναρμολογηθεί. Θα μελετηθεί μονάχα για σκοπούς κλίμακας σύγκρισης με άλλες λιγότερα δαπανηρές διεργασίες. Οι πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί **αποτελούν μέρη συμβολαίων** που είναι δημόσια στοιχεία και υπόκεινται σε αρκετές αλλαγές ανάλογα με την περίοδο λειτουργίας των μονάδων. Οι πληροφορίες αυτές είναι εμπιστευτικές μεταξύ των δύο φορέων. Αν και επηρεάζουν αρκετά την οικονομική λειτουργία των σταθμών, μπορούμε να στηριχτούμε στις βασικές πληροφορίες των συμβολαίων για να αποκτήσουμε μια γενική εικόνα της κατάστασης.

Ονομαστική Ισχύς (kWh/m3)	Χωρητικότητα (m3/day)	Ισχύς (kW)
Δεκέλεια	4.6	60000
Λάρνακα	3.2	60000
Κινητή Πάφος	3.64	30000
		11500
		8000
		4550

Οι παραπάνω τιμές κατανάλωσης αναφέρονται στην μέγιστη λειτουργία των μονάδων και βάση αυτών συντάσσονται τα συμβόλαια λειτουργίας τους. Οι μονάδες δεσμεύονται να καλύπτουν τα έξοδα ανέγερσης, λειτουργίας και αφαλάτωσης των συμφωνηθέντων ποσοτήτων μέχρι ενός ποσοστού 90 % της παραπάνω δυναμικότητας. Οι τιμές συμβολαίου για την κάθε μονάδα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Στάθμος	Κεφάλαιο	Ηλεκτροδότηση		OMD	
Δεκέλεια	1059	€/m3	0.46 €/m3	18.79	€/m3
Λάρνακα	2500	€/m3	0.32 €/m3	8.9	€/m3
Κινητή Πάφος	6100	€/m3	0.364 €/m3	24.5	€/m3

Το αρχικό κόστος επένδυσης είναι και το μεγαλύτερο και συνάδει με τις πληροφορίες που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο μέρος της εργασίας. Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι ανάλογο με την πολυπλοκότητα του σταθμού. Για παράδειγμα ο σταθμός της Δεκέλειας καταναλώνει περισσότερο ρεύμα λόγω της απόστασής του από την θάλασσα υψομετρικά καθώς και της ποιότητας νερού που αφαλατώνει. Η διαφορά στο ρεύμα που καταναλώνει ο κάθε σταθμός οφείλεται και στην τεχνολογία ανάκτησης ενέργειας που χρησιμοποιεί καθώς κάθε εταιρεία κάνει χρήση διαφορετικών τεχνολογιών ενεργειακής απόδοσης. Όλες οι εταιρείες έχουν συμφωνήσει την ίδια τιμή ρεύματος ανά κιλοβατώρα στα **0.1 E/kWh**. Η συγκεκριμένη τιμή αντιστοιχεί σε αυτή που καλούνται οι μονάδες να καλύψουν μόνες τους για την ποσότητα νερού που παραδίδει ο σταθμός κάθε μέρα ανεξάρτητα αν παραχθεί λιγότερο από το 90 % που συμφωνήθηκε. Η τιμή αυτή σύμφωνα με τις μονάδες υπόκειται σε μικρές αλλαγές ανάλογα με την τιμή των καυσίμων της δεδομένης περιόδου και την ζήτηση σε νερό αλλά το στοιχείο αυτό είναι εμπιστευτικό και σύμφωνα με τις μονάδες δεν επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την λειτουργία του σταθμού ετησίως αλλά μόνο σε περιόδους ακραίων οικονομικών φαινομένων. Σε περίπτωση παραγωγής χαμηλότερης του 90% το ΤΑΥ κλίνεται να καλύψει τη ζημιά της μονάδας στο αρχικό κόστος (Capital) και μέρος του OMD για την διαφορά σε m3 παραγόμενου νερού. Αυτό γίνεται σπάνια αφού οι σταθμοί δουλεύουν συνήθως πάνω από το 90% της διαθεσιμότητάς τους και η ζημιά αυτή δεν καλύπτεται ενεργειακά. Σε περίπτωση που ο σταθμός μπαίνει σε εφεδρεία τότε δεν υπάρχουν ενεργειακά έξοδα για αφαλάτωση. Σε τέτοια περίπτωση η μονάδα αποζημιώνεται σε ένα ποσοστό του κεφαλαίου της μόνο.

Βάση της ετήσιας παραγωγής των τελευταίων δέκα χρόνων παίρνουμε όπως είπαμε και πριν μια μέση διαθεσιμότητα της τάξεως του 92% και υπολογίζουμε το ετήσιο κόστος σε ηλεκτρισμό για παραγωγή νερού του κάθε σταθμού σύμφωνα με το συμβόλαιο της μονάδας.

	Min (87%)	Max (97%)	M.O (92%)
Δεκέλεια	8,764,380	9,771,780	9,268,080
€			
Λάρνακα	6,096,960	6,797,760	6,447,360
€			
Κινητή Πάφος	3,467,646	3,866,226	3,666,936

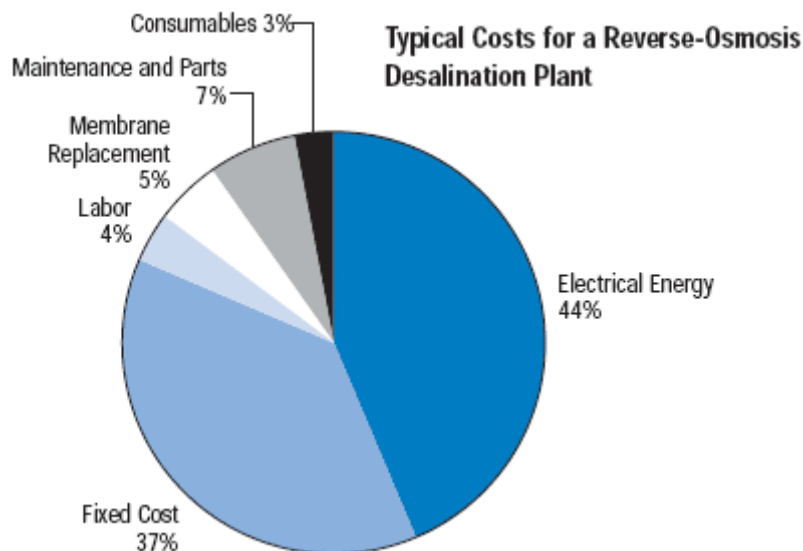
Εκτός συμβολαίου οι σταθμοί διατιμίζονται σύμφωνα με τις τιμές της Tariff 76 Medium Voltage της ΑΗΚ. Οι τιμές αυτές επηρεάζουν και την τιμή ηλεκτροδότησης του συμβολαίου αλλά σε μικρότερη κλίμακα καθώς ο μέσος όρος του συμβολαίου είναι στα **0.1 E/kWh**. Η ταρίφα αυτή διατιμίζεται ανά μήνα για την αφαλάτωση ανάλογα με την τιμή ρήτρας καυσίμου (τιμή μαζούτ) με τον ακόλουθο τρόπο:

Κόστος Ταρίφας 76					
Έτος	Μέσος Όρος		Υψηλή	Χαμηλή	Μ.Ο
2007	14.66	c/kWh			
2008	17.96	c/kWh			
2009	15.53	c/kWh			
2010	17.98	c/kWh			
2011	20.90	c/kWh	22.17	13.36	17.77
2012	24.14	c/kWh			
2013	23.02	c/kWh			
2014	19.82	c/kWh			
2015	15.43	c/kWh			
2016	8.21	c/kWh			

Η τιμή το 2016 έχει πέσει κατακόρυφα λόγω της κρίσης στον πετρελαϊκό χώρο το καλοκαίρι του 2015. Τους τελευταίους μήνες έχει ξεκινήσει ξανά σταδιακή ανοδική πορεία. Κατά μέσο όρο η τιμή ανά κιλοβατώρα είναι μεγαλύτερη κατά 7.7 Σεντ του Ευρώ. Αν δούμε συγκεκριμένα για έτη μπορούμε να καταλάβουμε την σημασία της σταθερής τιμής ηλεκτρισμού για μια ενεργοβόρα επιχείρηση όπως η αφαλάτωση. Συγκεκριμένα το 2012 το κόστος της κιλοβατώρας είχε 24.10 c/kWh τιμή υπερδιπλάσια αυτής της υφιστάμενης λειτουργίας του σταθμού. **Συγκεκριμένα για τον Ιανουάριο του 2013 η τιμή ηλεκτροδότησης είχε φτάσει τα 27.46 c/kWh.** Σε αυτό το σημείο θα δούμε πως οι μονάδες καλύπτουν τα έξοδα λειτουργίας τους. Στο συμβόλαιο λειτουργίας τους οι μονάδες μέσω μειοδοτικού διαγωνισμού αναφέρουν συγκεκριμένη τιμή πώλησης του νερού στην Κυπριακή Κυβέρνηση.

Ετήσια Κέρδη Αφαλάτωσης από Πώληση Νερού			
	Min	Max	ΜΟ
Δεκέλεια			
0.78 c/m3	14,861,340 €	16,569,540 €	15,715,440 €
Λάρνακα			
0.68 c/m3	12,956,040 €	14,445,240 €	13,700,640 €
Κινητή Πάφος			
1.219 c/m3	11,612,804 €	12,947,609 €	12,280,206 €

Τα κέρδη αυτά έρχονται να καλύψουν τα έξοδα επένδυσης και λειτουργίας της μονάδας κατά το σύνολο της οικονομικής τους ζωής και αποτελούν τα μοναδικά έσοδά τους. Η μονάδα της Πάφου έχει δυσανάλογα μεγαλύτερη τιμή πώλησης νερού λόγω της μικρής επενδυτικής ζωής που είχε το έργο, στα τρία χρόνια. Η τιμή πώλησης του νερού δεν αλλάζει καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του συμβολαίου προκειμένου να μένουν σταθερές και οι χρεώσεις υδροδότησης στους πολίτες της Κύπρου.



Τυπικά το κόστος επένδυσης αποσβήνεται σχετικά νωρίς στην επένδυση κατά τα πρώτα χρόνια λειτουργίας του σταθμού. Η ηλεκτρική ενέργεια αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του λειτουργικού κόστους ανεβαίνοντας σε ποσοστά της τάξεως του 60% μετά την αρχική απόσβεση. Τα υπόλοιπα κόστη αναλογούν στα αναλώσιμα μέρη της μονάδας, στις μεμβράνες, γενική συντήρηση και ανθρώπινο δυναμικό.

Χρησιμοποιώντας τα ποσοστά από την βιβλιογραφία καθώς και στοιχεία από τις Μ.Α κατευθείαν θα υπολογίσουμε το ποσοστό που αναλογεί στην ηλεκτροδότηση καθώς και στα λοιπά εξαρτήματα, συντήρηση και ανθρώπινο δυναμικό της κάθε Μ.Α **Έτσι θα καταλήξουμε στο συνολικό δυναμικό ετήσιο κόστος της Μ.Α.** Από τις συνεντεύξεις με τις Μ.Α της Δεκέλειας και Λάρνακας μάθαμε πως το ποσοστό που αναλογεί στα έξοδα σε ηλεκτρισμό της μονάδας κυμαίνονται από 50 – 70 % του συνολικού κόστους. Για να συγκεκριμενοποιήσουμε το ετήσιο ποσοστό που αναλογεί στην μονάδα βάση του συμβολαίου της θεωρήσαμε βαθμό εσωτερικής απόδοσης (IRR) της κάθε επιχείρησης στο 16%. Με δοκιμές όπου το κόστος ηλεκτροδότησης και τα έσοδα για τα 20 χρόνια της επένδυσης της Δεκέλειας και Λάρνακας και για τα τρία της Πάφου με συντελεστή αναγωγής στο 6% καταλήξαμε στα μέσα ετήσια έξοδα της κάθε μονάδας για OMD και ανθρώπινο δυναμικό.

Σταθμός	Ηλεκτρισμός Συμβολαίου	OMD/ Ανθρώπινο Δυναμικό
Δεκέλεια	66%	9,268,080
Λάρνακα	52%	6,447,360
Πάφος	60%	3,666,936

Σε αυτό το σημείο θα εισάγουμε **το λόγο κέρδους προς κόστος** της μονάδας για λειτουργία για τη διάρκεια ενός επενδυτικού χρόνου προκειμένου να γίνει εύκολη η σύγκριση της κάθε περίπτωσης που μελετούμε. Συγκεκριμένα θα συγκριθούν οι δύο λόγοι για πλήρη κάλυψη των εξόδων της μονάδας με την **τιμολόγηση υφιστάμενου συμβολαίου** για ηλεκτροδότηση και με την **τιμολόγηση κανονικής ταρίφας 76 (Κ.Τ)**. Η πραγματική τιμολόγηση πιθανότατα βρίσκεται κάπου ενδιάμεσα στους δύο λόγους κλίνοντας περισσότερο στην τιμολόγηση συμβολαίου (Σ), αλλά μελετώντας τα δύο άκρα μπορούμε να βγάλουμε πολλά συμπεράσματα.

Λόγος Κέρδους/Κόστος		
	Κανονική Ταρίφα 76	Υφιστάμενο Συμβόλαιο
Δεκέλεια	0.7362 (73.62%)	1.1107 (111.07%)
Λάρνακα	0.7872 (78.72%)	1.1050 (110.50%)
Πάφος Κινητή	0.9216 (92.16%)	1.1721 (117.21 %)

Ο λόγος αντιστοιχεί στην τιμή πώλησης του νερού που έχει ο κάθε σταθμός (Κέρδος) ως προς το συνολικό κόστος του κάθε σταθμού ως σύνολο του κόστους ηλεκτροδότησης και κόστους OMD με ανθρώπινο δυναμικό. Θα πάρουμε δύο διαφορετικές διατιμήσεις ηλεκτρισμού, αυτόν της κανονικής ταρίφας 76 και αυτόν του συμβολαίου. Στην περίπτωση της κανονικής ταρίφας οι μονάδες χάνουν λεφτά πληρώνοντας κανονικά την τιμή του ρεύματος με την Πάφο να προσεγγίζει κέρδος λόγω της ψηλής τιμής πώλησης του νερού της. Στην περίπτωση του συμβολαίου έχουμε κέρδος το οποίο όπως είπαμε πριν αντιστοιχεί σε IRR 16% και θα θεωρηθεί ως το πρότυπο για βιώσιμη ιδιωτική επιχείρηση με μικρή ελαστικότητα. Στην περίπτωση της Πάφου έχουμε μεγάλο κέρδος σε σχέση με τους αντίστοιχους λόγους του συμβολαίου των υπόλοιπων Μ.Α. Αυτό γίνεται λόγω του μικρού συμβολαίου τριών χρόνων του σταθμού που στήθηκε έκτακτα και έπρεπε να καλύψει τις κεφαλαιακές του επενδύσεις σε τρία χρόνια. Η Λάρνακα έχει την ίδια δυναμικότητα με τη Δεκέλεια αλλά καταναλώνει πολύ λιγότερο ρεύμα από την Δεκέλεια πιθανόν χάρη στην πιο καινούργια τεχνολογία που χρησιμοποιεί καθώς και σε καλύτερη ανάκτηση ενέργειας από τις αντλίες. Επίσης ο σταθμός της Λάρνακας χρησιμοποιεί σημαντικά λιγότερο ρεύμα για άντληση του θαλασσινού νερού. Ο σταθμός της Δεκέλειας επίσης διαχειρίζεται πιο αλμυρό νερό που χρειάζεται μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας γι' αυτό πουλάει το νερό της σε μεγαλύτερη τιμή από τη Λάρνακα.

Ηλιακή Ενέργεια / Φωτοβολταϊκά

Για τη μελέτη της εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού πάρκου θα χρειαστεί πρώτα να συγκεκριμενοποιήσουμε τις παραμέτρους που μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την επένδυση. Όπως αναφέραμε προηγουμένως η μελέτη των φωτοβολταϊκών λόγω της χαμηλής παραγωγής τους σε σχέση με ανεμογεννήτριες, θα χρησιμοποιήσει ποσοστά της κάθε μονάδας αναλύοντας ξεχωριστά την κάθε μονάδα. Παρόλ' αυτά για να έχουμε συγκρίσιμα αποτελέσματα πρέπει η επένδυση στο πάρκο να τυποποιηθεί. Αρχικά παραθέτουμε τα ποσοστά επί της ονομαστικής ισχύος των μονάδων που θα καθορίσουν την ονομαστική ισχύ (Peak) των πάρκων.

Ισχύς (kW)	100%	50%	25%
Δεκέλεια	11500	5750	2875
Κινητή Πάφος	4550	2275	1137.5
Λάρνακα	8000	4000	2000

Για να ικανοποιηθεί η συγκεκριμένη ισχύς, στα διάφορα πάρκα θα χρησιμοποιηθούν τα ίδια πάνελ και inverter προσαρμοσμένα στην ανάλογη περίπτωση, έχοντας έτσι τις ίδιες απώλειες λόγω κατασκευής των Φ/Β και σύνδεσής τους στο κεντρικό δίκτυο. Επίσης επειδή τα πάρκα θα εγκατασταθούν στο κεντρικό δίκτυο αποκλείοντας την πιθανότητα αυτοπαραγωγής της ίδιας ενέργειας ΑΠΕ από τη Α/Σ, θα χρησιμοποιήσουμε

ηλιακά δεδομένα από μια συγκεκριμένη περιοχή της Λάρνακας. Στη Πάφο η ηλιακή ακτινοβολία διαφέρει ελάχιστα σε σχέση με την Λάρνακα και επειδή η μονάδα στην Πάφο αποτελεί θεωρητική προσέγγιση καθώς έχει κλείσει θα επικεντρωθούμε στην περιοχή της Λάρνακας όπου βρίσκονται οι άλλες δυο μονάδες.

Μήνας	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία	
	Οριζόντια kWh/m ² /ημ	Κεκλιμένο επ. kWh/m ² /ημ
Ιανουάριος	2.81	5.15
Φεβρουάριος	3.77	6.13
Μάρτιος	5.18	7.93
Απρίλιος	6.46	8.72
Μαΐος	7.56	10.08
Ιούνιος	8.30	10.76
Ιούλιος	8.05	10.63
Αύγουστος	7.36	10.59
Σεπτέμβριος	6.30	9.59
Οκτώβριος	4.69	8.19
Νοέμβριος	3.27	5.98
Δεκέμβριος	2.56	4.88
Ετήσιο	5.53	8.23

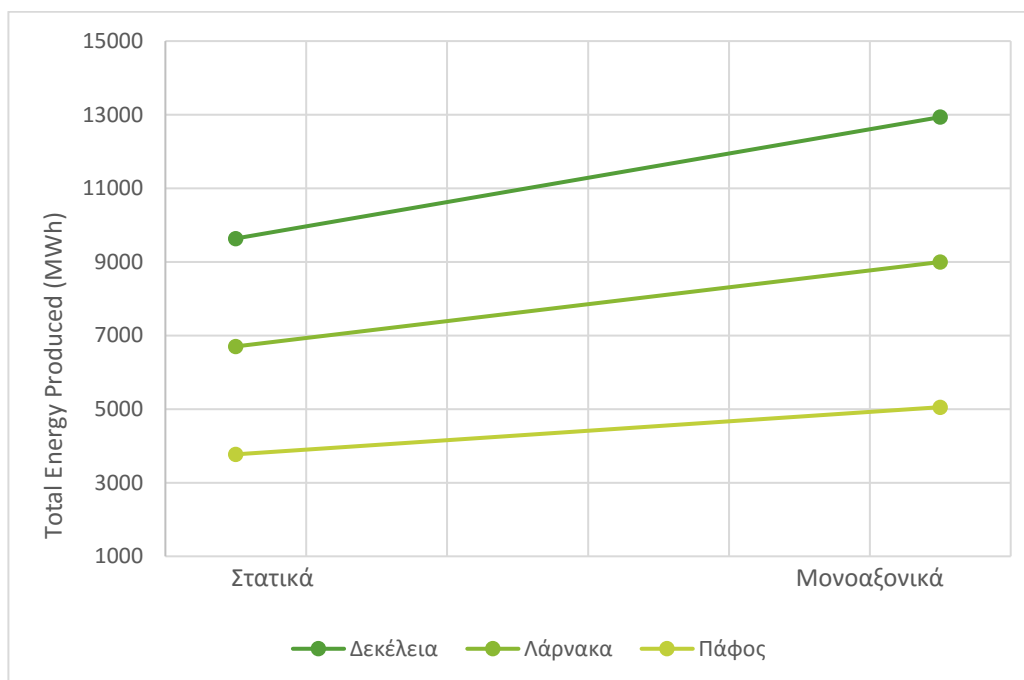
Ετήσια ακτινοβολία	2.02	MWh/m ²
Ετήσια ακτινοβολία	3.00	MWh/m ²

Κλίση Πάνελ	30.00
Αζιμούθιο	0.00

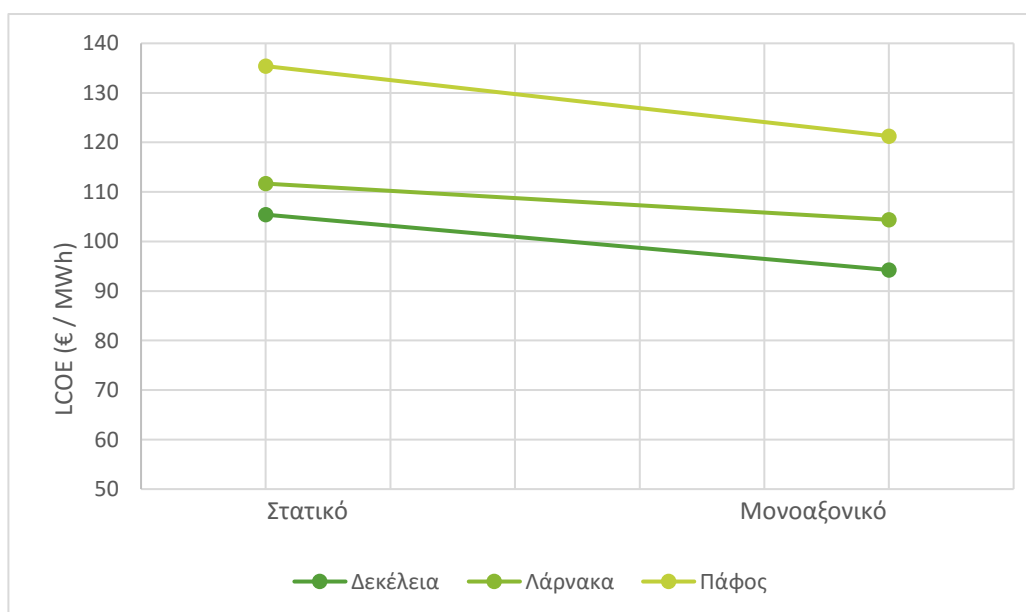
Τα πάνελ τοποθετούνται σε γωνία κλίσης 30° η οποία είναι και η ιδανική γωνία κατά τη διάρκεια του έτους για μέγιστη παραγωγή σε στατικό ή μονοαξονικό σύστημα. Αζιμούθιο 0 αντιστοιχεί σε νότιο προσανατολισμό, ιδανικό για χώρες βόρεια του ισημερινού. Η επόμενη προτυποποίηση που αναζητούμε αφορά το σύστημα παρακολούθησης του ήλιου. Τα περισσότερα φωτοβολταϊκά που έχουν εγκατασταθεί στην Κύπρο είναι στατικά καθώς το κόστος εγκατάστασης με σύστημα παρακολούθησης του ήλιου αυξάνεται κατά 20% της αρχικής επένδυσης. Για μικρές εγκαταστάσεις δεν αξίζει το έξτρα κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. Παρόλ' αυτά σε μεγάλες εγκαταστάσεις όπως αυτές που μελετάμε πιθανόν να παίζει σημαντικό ρόλο.

Παρακάτω ακολουθούν διαγράμματα που επισημαίνουν τις διαφορές ενός στατικού και μονοαξονικού συστήματος παρακολούθησης ήλιου με στόχο την επιλογή της καλύτερης επιλογής. Η σύγκριση έγινε για 50% της ονομαστικής ισχύος της κάθε μονάδας Α/Σ. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η αύξηση της ετήσιας παραγόμενης ενέργειας από το ένα σύστημα στο άλλο. Με την εισαγωγή ενός μονοαξονικού συστήματος αυξάνεται σημαντικά η παραγωγή ρεύματος ειδικά σε μεγάλες εγκαταστάσεις όπως αυτές του 50% της Δεκέλειας. Ακόμα και στην περίπτωση της Πάφου η συνολική παραγωγή αυξάνεται κατά 1500 MWh περίπου οι οποίες αναλογούν σε μεγάλες απολαβές για τον ιδιώτη. Η απόσβεση του αρχικού επιπρόσθετου κόστους γίνεται πιο γρήγορα από την αντίστοιχη στατική επένδυση. Η μελέτη διαξονικού συστήματος που παρακολουθεί την κίνηση του ήλιου σε δύο άξονες δεν θεωρείται στην περίπτωση μας αναγκαία καθώς

αυξάνει ακόμα περισσότερο το κόστος της αρχικής επένδυσης χωρίς να αυξάνει σημαντικά την παραγωγή (<300MWh/έτος). Επιπρόσθετα το κόστος λειτουργίας ενός μονοαξονικού συστήματος είναι μικρότερο από το αντίστοιχο του διαξονικού.

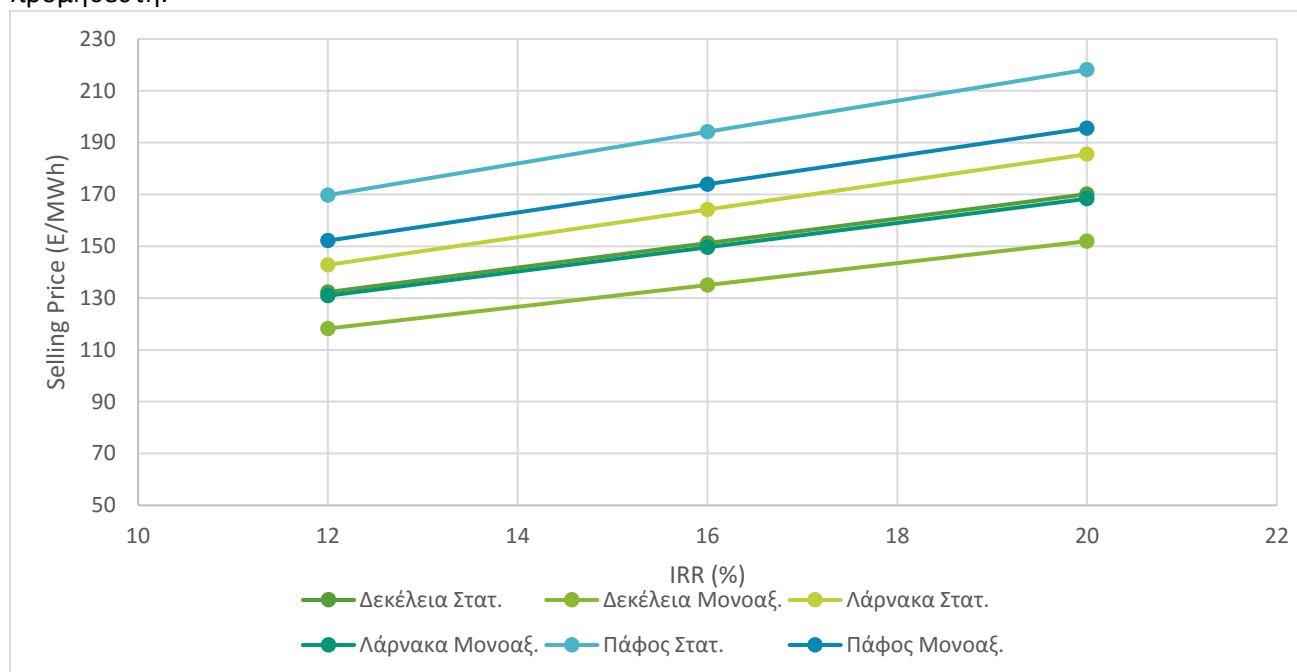


Αντίθετα το κόστος παραγωγής της ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά (Levelised Cost of Energy) μειώνεται με την αύξηση της παραγωγής περίπου κατά 15 € / MWh. Εδώ γίνεται ξεκάθαρο πως σε αυτές τις δυναμικότητες η επένδυση σε μονοαξονικό σύστημα είναι η καλύτερη επιλογή.



Για την καλύτερη σύγκριση θα γίνει χρήση και του εσωτερικού βαθμού απόδοσης της επένδυσης (IRR). Με σταθερό IRR (12%, 16%, 20%) η αντίστοιχη τιμή πώλησης της MWh στον αγοραστή μειώνεται μεταξύ

στατικού και μονοαξονικού, κάνοντας την επένδυση πιο ελκυστική και για τον αγοραστή αλλά και για τον προμηθευτή.



Σε αυτό το σημείο αξίζει να δούμε σε ποιον IRR αξίζει να επικεντρωθούμε προκειμένου να έχουμε σταθερή τιμή πώλησης της ενέργειας που παράγεται από το πάρκο. Επένδυση με IRR της τάξεως του 12% θεωρείται ελκυστική αν εκτελείται από τον δημόσιο τομέα. Της τάξεως IRR 20% στοχεύουν οι ιδιωτικοί φορείς που έχουν στόχο το κέρδος. Ένας βαθμός απόδοσης της τάξης του 16% είναι και κερδοφόρος και αποδοτικός καθώς είναι πιο πιθανόν να κερδίσει την χρηματοδότηση καθώς έχει πιο χαμηλή τιμή πώλησης της ενέργειας στον αγοραστή που συνήθως είναι δημόσιος φορέας. **Ακολουθως στην μελέτη θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές πώλησης για IRR 16%.**

Πάφος - 25 % Ονομαστικής Ισχύος = 1137.5 kW

Οικονομική Ανάλυση

Για την ανέγερση πάρκου ισχύος 1137.5 kWpeak χρειάζονται **4550 πλαίσια** μάρκας Yingli Solar του οποίου τα χαρακτηριστικά φαίνονται στο *Παράρτημα 1*. Βάση των στοιχείων κόστους ανέγερσης φωτοβολταϊκών πάρκων που αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014 καθώς και κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **3,250 €/KW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Το κόστος και η κατανομή του συνάδει με το πραγματικό κόστος του φωτοβολταϊκού πάρκου στην περιοχή Τσερίου το οποίο ανήκει στην ΑΗΚ. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι για το έτος 2014. Οι σημερινές τιμές μπορεί να είναι και φθηνότερες αλλά επειδή δεν υπάρχουν αρκετά δημόσια στοιχεία για την Κύπρο για το 2015 δεν θα θεωρήσουμε φθηνότερες τιμές. **Το κόστος συντήρησης αντιστοιχεί σε ετήσια χρέωση**. Στα κόστη συντήρησης OMD θα προσθέσουμε ένα ποσό για απρόβλεπτες βλάβες.

Κόστος		
Εγκατεστημένο Κόστος€/KW		1,300.00
Αρχικό Κόστος €		3,696,875
Panels (Share/ €)	70%	2,587,813
Civil Work (Share/ €)	5%	184,844
Grid (Share/ €)	15%	554,531
Other (Share/ €)	10%	369,688
OMD	1.5%	55,453
Unpredicted OMD	10%	5,545

Η επένδυση για IRR 16% διάρκεια ζωής στα 25 χρόνια και με τα παρακάτω επιτόκια δίνει τιμή πώλησης της ενέργειας στα 185.3 € /MWh και κόστος παραγόμενης ενέργειας στα 129.24 € /MWh. Για την επένδυση θεωρούμε δάνειο της τάξης των 30% και επιχορήγηση 40%. Στην περίπτωση εφαρμογής του σεναρίου αυτοπαραγωγής αυξάνεται το ποσοστό του δανείου ή της επιχορήγησης κατά 20%.

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	25
Επιχορήγηση (€)	1,478,750
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	1,109,063
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	2,587,813
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής Δανείου	15
Φόρος Εισοδήματος	35%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Το ποσοστό κάλυψης του Φ/Β πάρκου για κάθε σταθμό αφαλάτωσης φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, με την αρχική κάλυψη να κυμαίνεται σε πολύ μικρά ποσοστά αναγκάζοντάς τους να προμηθεύονται μεγάλες ποσότητες ενέργειας από συμβατικές πηγές του ηλεκτρικού δικτύου.

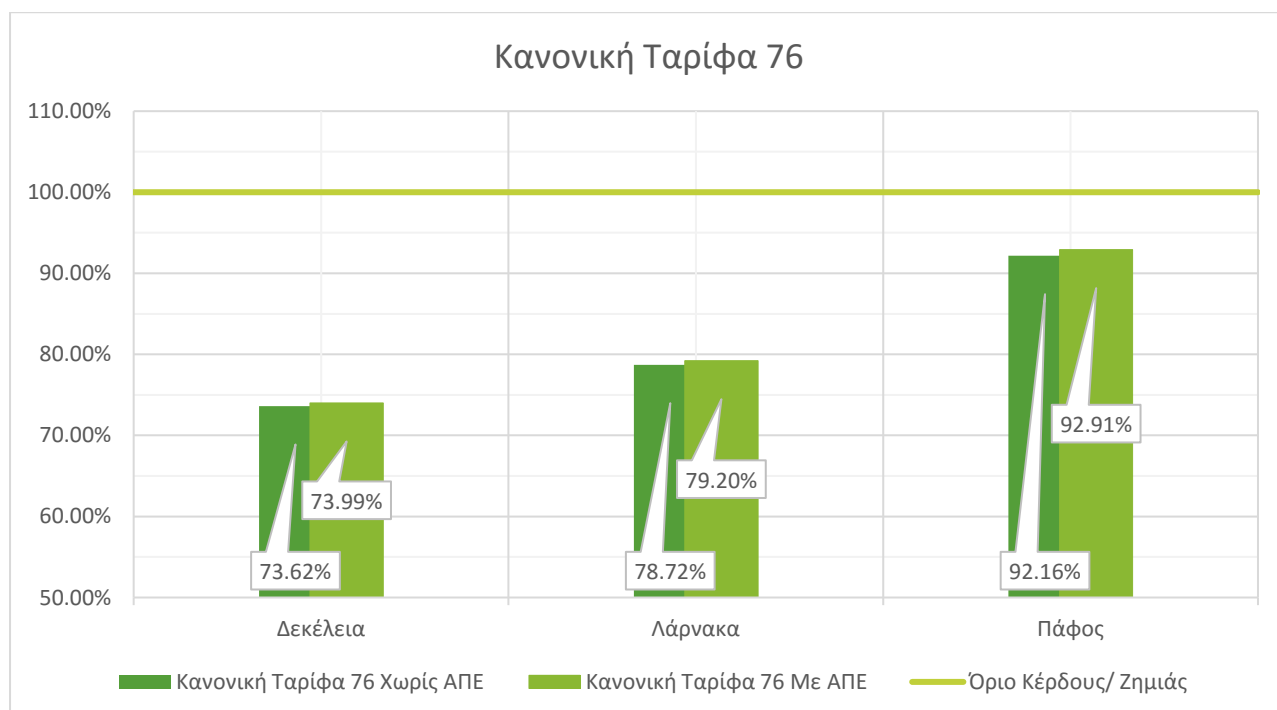
Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	90,154.10	2.73
Λάρνακα	64473.6	61,946.90	3.92
Πάφος	36669.36	34,142.66	6.89

Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

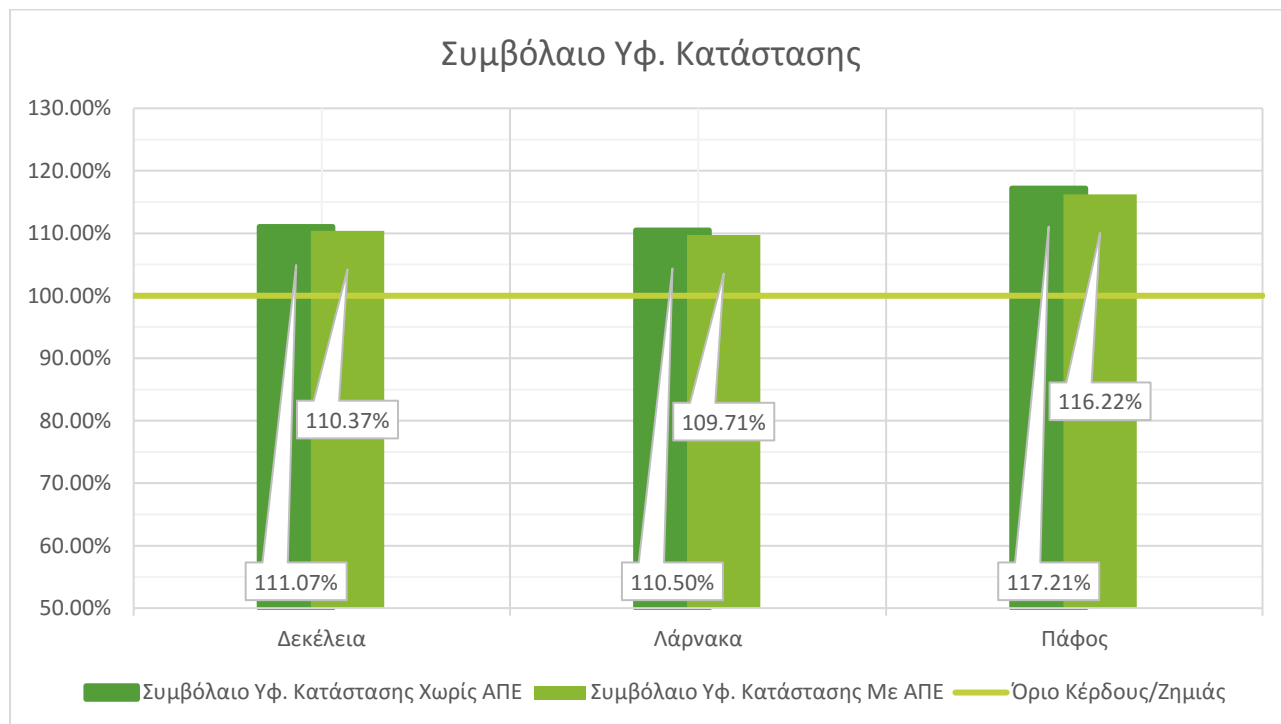
Ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην Μ.Α στα 185.3 €/MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 2526,7 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα). Εδώ φαίνεται η βασική αδυναμία των φωτοβολταϊκών μονάδων η οποία ενώ καλύπτει το ¼ της Μ.Α της Πάφου, στην πράξη δεν καλύπτει πάνω από το 7% των αναγκών της.

Selling Price €/MWh	135.38
Total Energy Produced (MWh)	2,526.70

Σε επόμενο σημείο υπολογίζουμε τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης της μονάδας σε σχέση με την ενέργεια που αγοράστηκε από τον προμηθευτή ΑΠΕ. Η υπόλοιπη ενέργεια αντιστοιχεί σε ενέργεια του δικτύου από τις συμβατικές μονάδες της ΑΗΚ.



Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 €/kWh) και της ταρίφας 76 κατά μέσο όρο 0.1777 €/kWh για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου**.

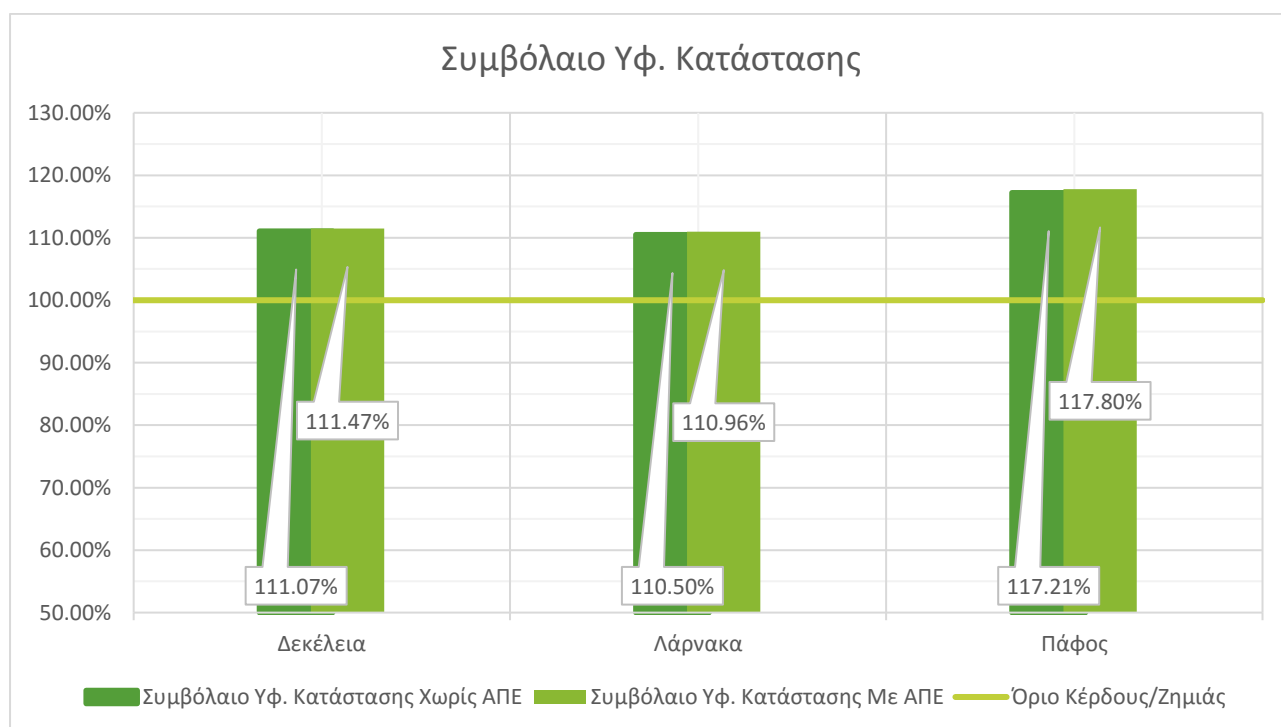
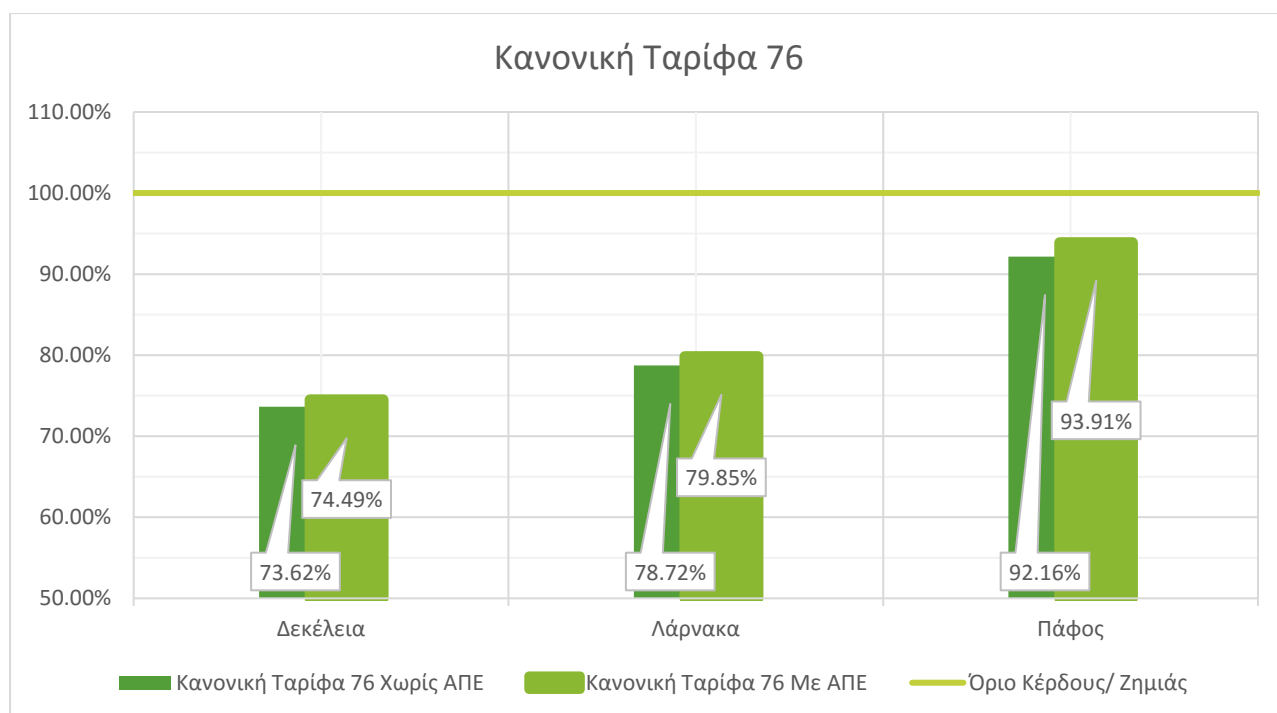


Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έχει ως εξής: Οι διαφορές σε αυτή την περίπτωση είναι πολύ μικρές για την περίπτωση της χρήσης ενέργειας από την κανονική διατίμηση Κ.Τ 76 και για τις τρεις μονάδες. Υπάρχει μια μικρή μείωση του λόγου Κ.Τ από ΑΠΕ και αυτό γίνεται λόγω της υψηλότερης τιμής αγοράς της ενέργειας από ΑΠΕ από την αντίστοιχη της κανονικής διατίμησης στα 0.1777 €/kWh. Στην περίπτωση της εφαρμογής με την διατίμηση του συμβολαίου η διαφορά φαίνεται ξεκάθαρα. Ο λόγος Κέρδους/Κόστους πέφτει κατακόρυφα λόγω της μεγάλης διαφοράς στην αγορά ηλεκτρισμού που δίνουν τα Φ/Β (0.1 με 0.1853 €/kWh) αυξάνοντας το κόστος σε ηλεκτρισμό. Η συγκεκριμένη πρόταση **δεν** συμφέρει καμία Μ.Α.

Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

Η Μ.Α παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 129.24 €/MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE €/MWh	79.45
Total Energy Produced (MWh)	2,526.70



Η ανάλυση εδώ είναι λίγο διαφορετική: Η τιμή παραγωγής της ενέργειας από ΑΠΕ είναι **μικρότερη** από την διατίμηση της Κ.Τ 76 με αποτέλεσμα να συμφέρει ελάχιστα αυξάνοντας τον λόγο ελάχιστα. Η περίπτωση του λόγου κέρδους/κόστους για την περίπτωση του συμβολαίου είναι η ίδια αφού η τιμή ΑΠΕ εξακολουθεί να είναι μεγαλύτερη από την τιμή του συμβολαίου. Απλά η μείωση είναι λιγότερο δραματική λόγω της φθηνότερης τιμής ενέργειας από ΑΠΕ. Γενικά σε τόσο μικρή δυναμικότητα αδυνατούμε να συμπεραίνουμε κατά πόσο συμφέρει η χρήση ΑΠΕ σε οποιοδήποτε σενάριο καθώς οι αλλαγές είναι πολύ μικρές.

Πάφος - 50 % Ονομαστικής Ισχύος = 2275 kW

Οικονομική Ανάλυση

Για την ανέγερση πάρκου ισχύος 2275 kW_{peak} χρειάζονται **9100 πλαίσια** μάρκας Yingli Solar του οποίου τα χαρακτηριστικά φαίνονται στο *Παράρτημα 1*. Η βασική τιμή του κόστους ανέγερσης ανά εγκατεστημένη κιλοβατώρα μειώνεται βάση των όσων αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014. Γίνονται κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος και οικονομίας κλίμακας και προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **3,050 €/kW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Cost			
Per Installed €/KW			1225
Initial Cost €/ Additional Cost €		6,938,750	1,387,750
Panels (Share/ €)	70%	4,857,125	
Civil Work (Share/ €)	5%	346,938	
Grid (Share/ €)	15%	1,040,813	
Other (Share/ €)	10%	693,875	
OMD	1.5%	104,081	
Unpredicted OMD	10%	10,408	

Η επένδυση για IRR 16% διάρκεια ζωής στα 25 χρόνια και με τα παρακάτω επιτόκια δίνει τιμή πώλησης της ενέργειας στα 173.89 € /MWh και κόστος παραγόμενης ενέργειας στα 121.28 € /MWh. Για την επένδυση θεωρούμε δάνειο της τάξης των 30% και επιχορήγηση 40%. Στις μετρήσεις λαμβάνονται υπόψη απώλειες των φωτοβολταϊκών πάνελ, inverter, δικτύου καθώς και απώλειες λόγω μέγιστης διείσδυσης ΑΠΕ στο δίκτυο.

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	25
Επιχορήγηση (€)	2,775,500
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	2,081,625
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	4,857,125
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής	15
Δόσεις (€)	279,359
Φόρος Εισοδήματος	35%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Το ποσοστό κάλυψης του Φ/Β πάρκου για κάθε σταθμό αφαλάτωσης φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, με την κάλυψη σχεδόν να διπλασιάζεται σε σχέση με πριν. Επίσης αναγράφεται η συνολική ενέργεια που αναγκάζεται η Μ.Α να καλύψει από συμβατικές πηγές από το δίκτυο.

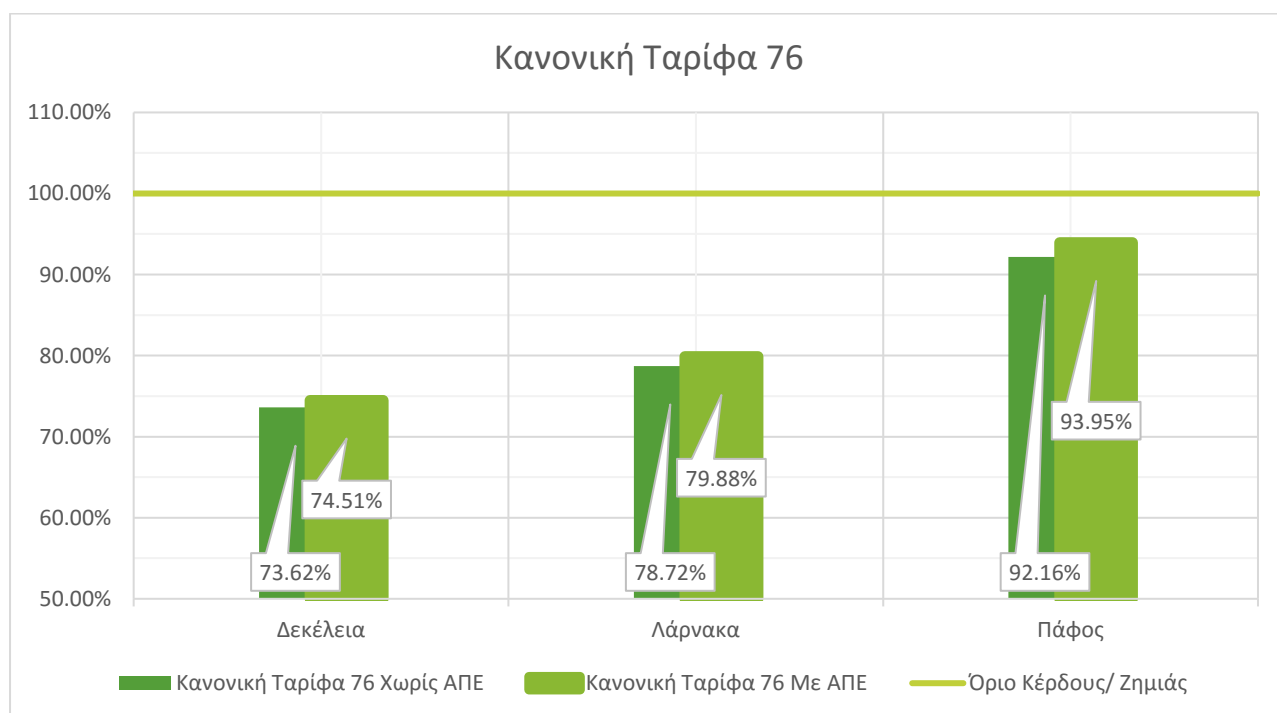
Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	87,627.40	5.45
Λάρνακα	64473.6	59,420.20	7.84
Πάφος	36669.36	31,615.96	13.78

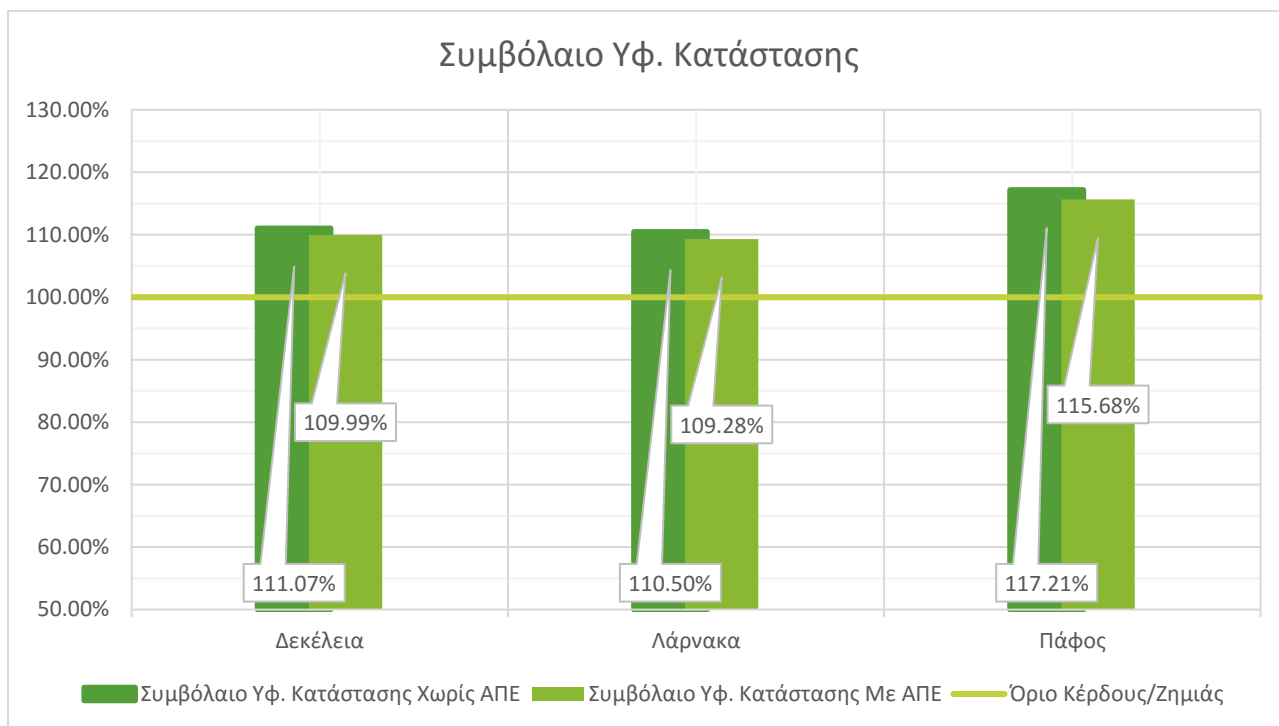
Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

Παρόμοια με πριν ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην Μ.Α στα 173.89 € /MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 5053.4 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα). Η κάλυψη εδώ είναι διπλάσια και καλύπτει ένα σχετικά σημαντικό ποσοστό της δυναμικότητας της μονάδας.

Selling Price €/MWh	127.47
Total Energy Produced (MWh)	5,053.40

Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 € /kWh) και της ταρίφας 76 κατά μέσο όρο 0.1777 € /KWh για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου**.



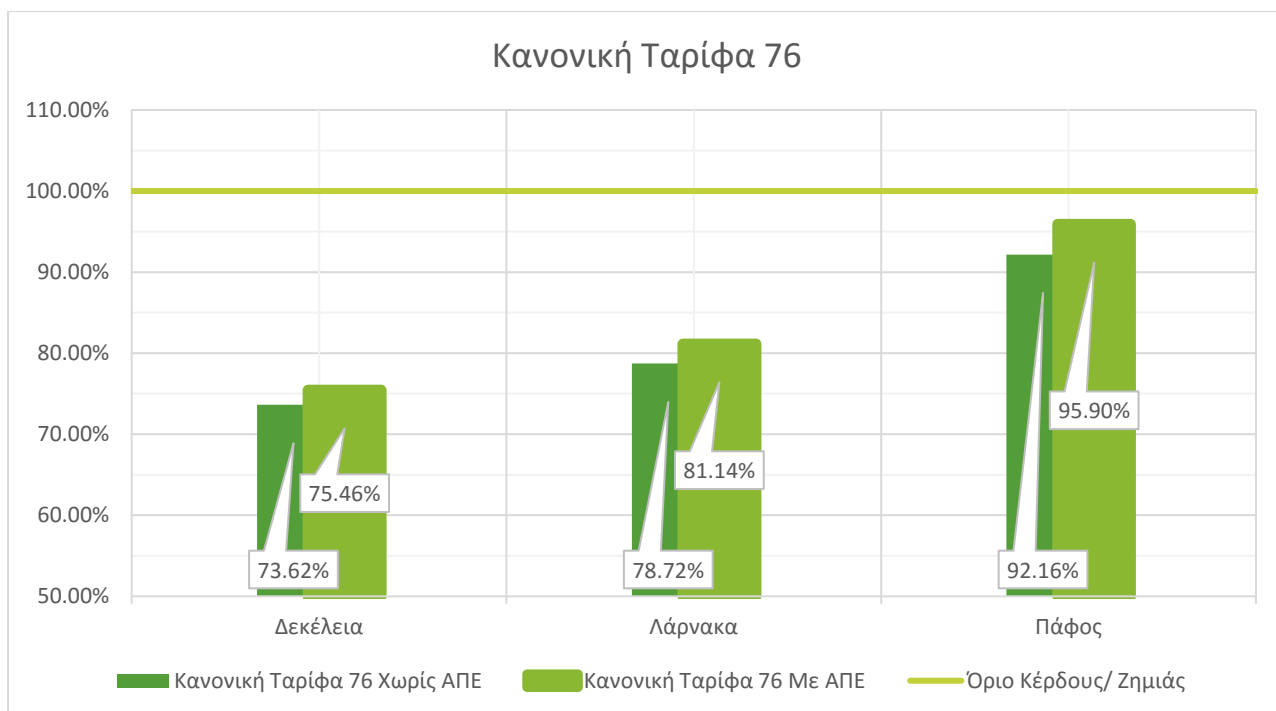


Η μεγαλύτερη παραγωγή από το πάρκο φέρνει την τιμή πώλησης σχεδόν στο ίδιο επίπεδο με την ρήτρα της Κ.Τ 76. Υπάρχει μια μικρή αύξηση του λόγου Κ.Τ από ΑΠΕ αυτή τη φορά από το πρώτο σενάριο και αυτό γίνεται λόγω της χαμηλότερης τιμής αγοράς της ενέργειας από ΑΠΕ από την αντίστοιχη της κανονικής διατίμησης. Στην περίπτωση της εφαρμογής με την διατίμηση του συμβολαίου (Σ.) η διαφορά φαίνεται ξεκάθαρα λόγω της μεγάλης διαφοράς που έχουν οι δύο τιμές αγοράς ενέργειας (0.1 με 0.17389 €/kwh). Οι διαφορές εξακολουθούν να είναι μικρές για να βγει συμπέρασμα κέρδους. **Μια τέτοια επένδυση δεν μπορεί να υπερνικήσει την διατίμηση του συμβολαίου ούτε είναι ικανή να βοηθήσει σημαντικά την μονάδα σε συνθήκες λειτουργίας με κανονική διατίμηση.**

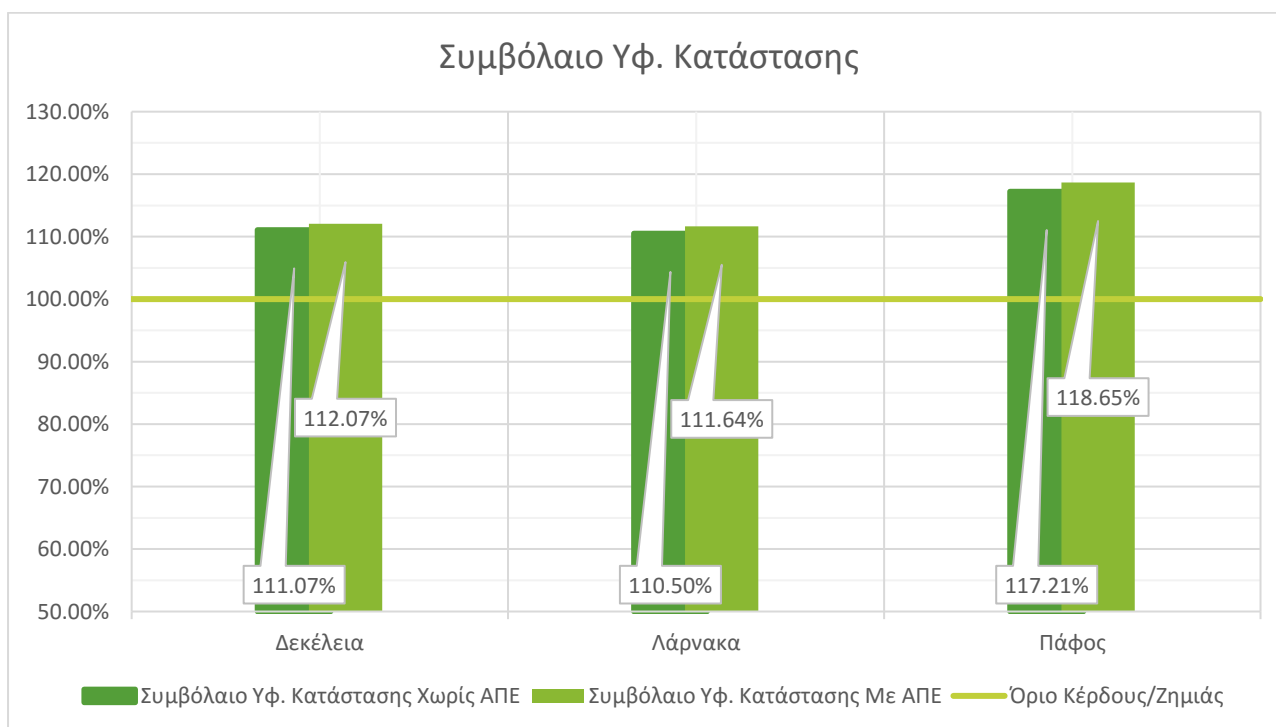
Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

Η μονάδα Α/Σ παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 121.28 €/MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE €/MWh	74.87
Total Energy Produced (MWh)	5,053.40



Στην περίπτωση ιδιοκατανάλωσης η τιμή κόστους της kWh πέφτει ακόμα περισσότερο σε σχέση με πριν σπρώχνοντας τον λόγο της Μ.Α της Πάφου πιο κοντά στο όριο κέρδους. Η μονάδα της Πάφου όμως έχει και την ψηλότερη τιμή πώλησης νερού για γρήγορη αποπλήρωση της επένδυσής της. Η αύξηση του λόγου ξεκινά να γίνεται εμφανής καθώς η μονάδα γλυτώνει περισσότερο ποσοστό ρεύματος συμβατικής τιμολόγησης. Οι άλλες μονάδες απέχουν ακόμα αρκετά από το όριο κέρδους. **Ξεκινάει να γίνεται εμφανής η σημασία της τιμής αγοράς/παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ στην μεταβολή του λόγου Κέρδους/Κόστους.**



Η περίπτωση του λόγου κέρδους/κόστους για την περίπτωση του συμβολαίου είναι η ίδια αφού η τιμή ΑΠΕ εξακολουθεί να είναι μεγαλύτερη από την τιμή του συμβολαίου. Γενικά η μεγαλύτερη δυναμικότητα

σημαίνει μικρότερη αλλαγή αλλά δεν παύει να είναι αρνητική. Σε αυτό το σημείο μπορούμε να εισηγηθούμε υπογραφή ενός καλύτερου συμβολαίου με υψηλότερη ρήτρα από την υφιστάμενη παρόλο που η μικρή διαφορά δεν θα δώσει αρκετό κίνητρο για τέτοια επένδυση.

Πάφος - 100 % Ονομαστικής Ισχύος = 4550 kW

Οικονομική Ανάλυση

Για την ανέγερση πάρκου ισχύος 4550 kW_{peak} χρειάζονται **9100 πλαίσια** μάρκας Yingli Solar του οποίου τα χαρακτηριστικά φαίνονται στο *Παράρτημα 1*. Βάση των στοιχείων κόστους ανέγερσης φωτοβολταϊκών πάρκων που αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014 καθώς και κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **2600 €/kW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Cost			
Per Installed €/KW			1,150.00
Initial Cost €/ Additional Cost €	11,830,000	4732000	
Panels (Share/ €)	70%	8,281,000	
Civil Work (Share/ €)	5%	591,500	
Grid (Share/ €)	15%	1,774,500	
Other (Share/ €)	10%	1,183,000	
OMD	1.5%	177,450	
Unpredicted OMD	10%	17,745	

Η επένδυση για IRR 16% διάρκεια ζωής στα 25 χρόνια και με τα παρακάτω επιτόκια δίνει τιμή πώλησης της ενέργειας στα 148.1 € /MWh και κόστος παραγόμενης ενέργειας στα 103.39 € /MWh. Για την επένδυση θεωρούμε δάνειο της τάξης των 30% και επιχορήγηση 40%.

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	20%
Επιχορήγηση (€)	4,732,000
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	3,549,000
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	8,281,000
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής	15
Δόσεις (€)	279,359
Φόρος Εισοδήματος	35%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Το ποσοστό κάλυψης του Φ/Β πάρκου για κάθε σταθμό αφαλάτωσης φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, με την κάλυψη σχεδόν να διπλασιάζεται σε σχέση με πριν. Η μονάδα της Πάφου με πλήρη εγκατεστημένη την

ισχύ της σε Φ/Β καλύπτει περίπου το 1/3 των αναγκών της. **Η αδυναμία των φωτοβολταϊκών να παρέχουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα γίνεται πλέον εμφανής.** Επίσης αναγράφεται η συνολική ενέργεια που αναγκάζεται η Μ.Α να καλύψει από συμβατικές πηγές από το δίκτυο.

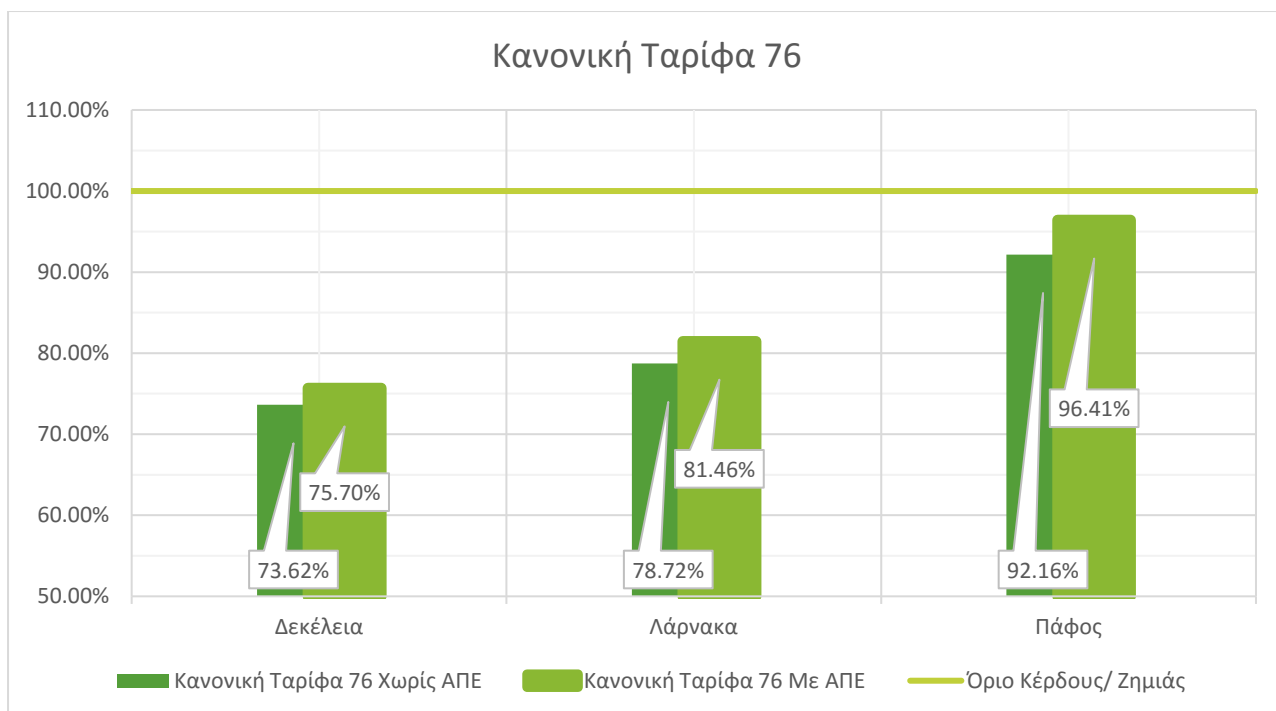
Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	82,574.00	10.90
Λάρνακα	64473.6	54,366.80	15.68
Πάφος	36669.36	26,562.56	27.56

Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

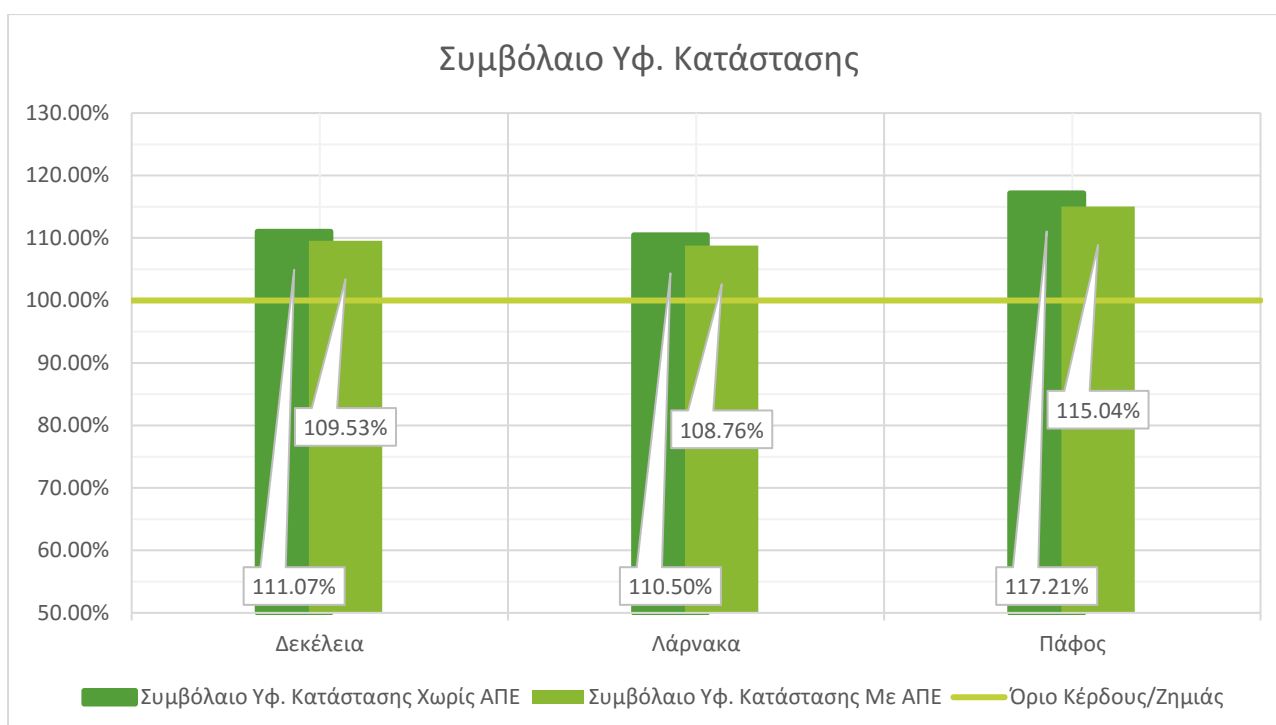
Ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην Μ.Α στα 148.1 € /MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 10106,8 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα). Εδώ για πρώτη φορά έχουμε μεγάλη διείσδυση της ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά στην λειτουργία της αφαλάτωσης.

Selling Price € /MWh	119.57
Total Energy Produced (MWh)	10,106.80

Σε επόμενο σημείο υπολογίζουμε τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης της μονάδας σε σχέση με την ενέργεια που αγοράστηκε από τον προμηθευτή ΑΠΕ. Η υπόλοιπη ενέργεια αντιστοιχεί σε ενέργεια του δικτύου από τις συμβατικές μονάδες της ΑΗΚ. Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 € /kWh) και της ταρίφας 76 κατά μέσο όρο 0.1777 € /KWh για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου.**



Όσο αυξάνεται η ποσότητα που παράγει το Φ/Β πάρκο τόσο μειώνεται η τιμή πώλησής της. Αντίστοιχα μειώνεται και η ποσότητα που αναγκάζεται η Μ.Α να καλύψει από το δίκτυο με συμβατικά καύσιμα. **Στο 1/3 της κάλυψης η Μ.Α της Πάφου δεν καταφέρνει να αποφέρει κανένα κέρδος χρησιμοποιώντας την κανονική διατίμηση.**



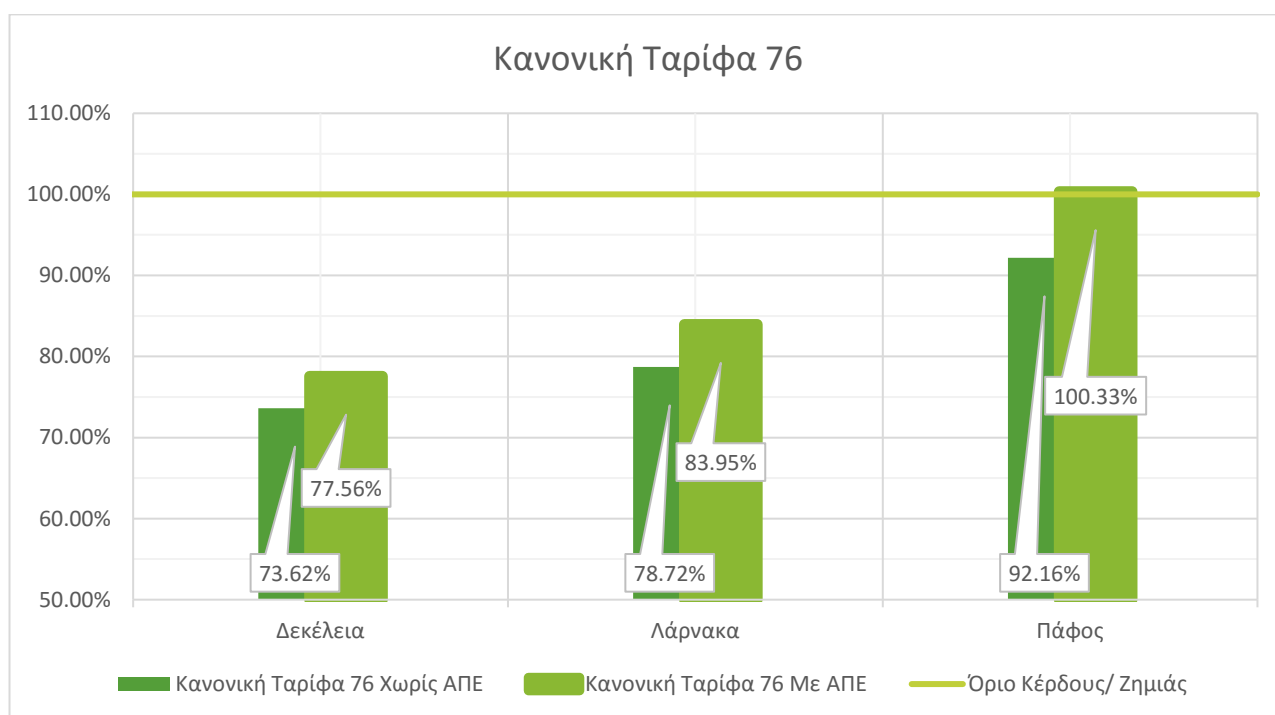
Για να έχουμε σημαντική μείωση στο λόγο των συμβατικών καυσίμων χρειάζεται μεγάλη συνεισφορά ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά ώστε να μειωθεί και η τιμή πώλησης της αλλά και η συνολική ενέργεια που θα έχει η μονάδα Α/Σ από συμβατικά καύσιμα. Στην περίπτωση του λόγου του συμβολαίου η μείωση εξακολουθεί να είναι παρούσα καθώς η τιμή πώλησης είναι ψηλότερη. Παρόλα αυτά η μεγάλη μείωση

δείχνει ότι υπάρχει σημείο στο οποίο μια νέα σύμβαση με υψηλότερο συμβόλαιο (<0.1) θα μπορούσε να έχει την ίδια αποδοτικότητα με σήμερα. Το κόστος της επένδυσης όμως πιθανόν να μην είναι αρκετά μεγάλο κίνητρο.

Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

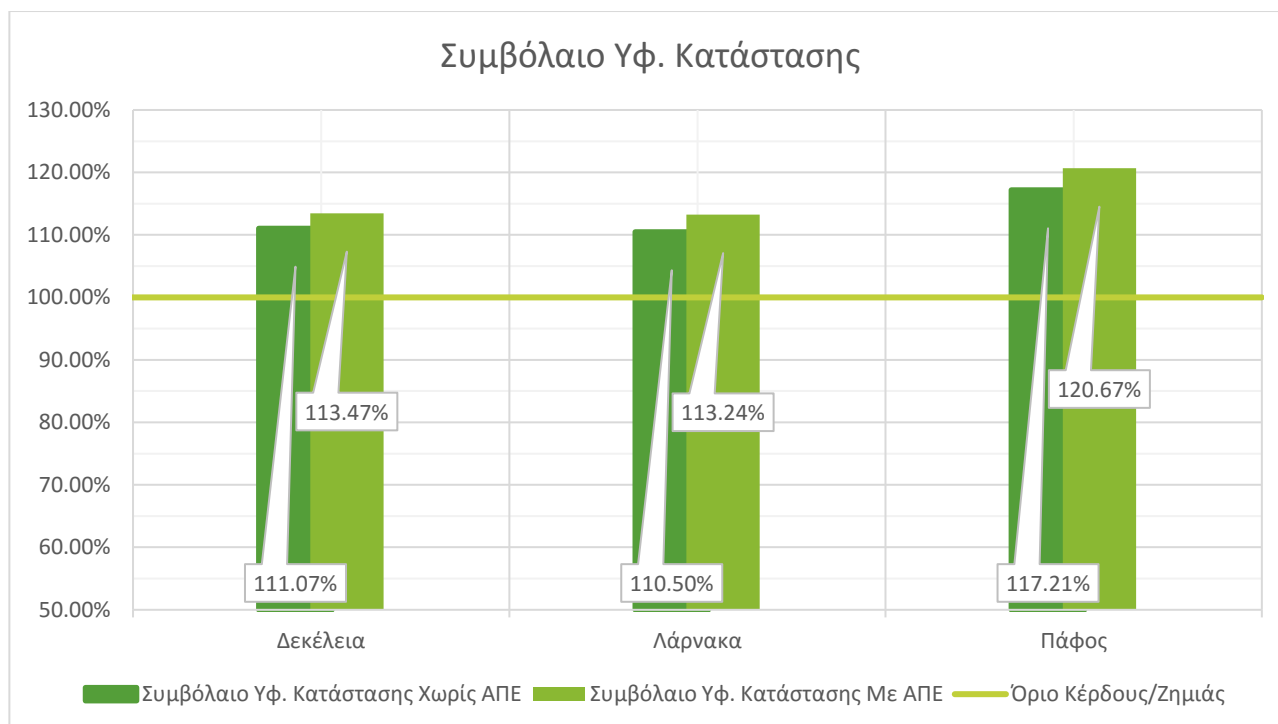
Η μονάδα Α/Σ παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 103.39 € /MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE € /MWh	70.29
Total Energy Produced (MWh)	10,106.80



Στην περίπτωση της ιδιοκατανάλωσης το κόστος ηλεκτροδότησης από ΑΠΕ πέφτει καθώς η Μ.Α δρα ως προμηθευτής. **Ακόμα και σε αυτήν την περίπτωση η Μ.Α της Πάφου δεν καταφέρνει να αποφέρει καθαρό κέρδος στην επιχείρηση.**

Στην περίπτωση της διατίμησης του συμβολαίου η μείωση του κέρδους είναι ελάχιστη αφού οι τιμές του συμβολαίου και το LCOE σχεδόν ταυτίζονται. Σε περίπτωση μεγαλύτερης διάρκειας συμβολαίου να ήταν εφικτό να πετύχουμε κέρδος χωρίς επιπλέον συμβόλαια. Φυσικά η περίπτωση αυτή θα χρειαζόταν νέες νομοθεσίες και αρκετές επιχορηγήσεις για να γίνει εφικτή άρα δεν θα την θεωρήσουμε ως βιώσιμη με τα σημερινά δεδομένα.



Λάρνακα - 25 % Ονομαστικής Ισχύος = 2000 kW

Για την ανέγερση πάρκου ισχύος 2000 kWpeak χρειάζονται **8000 πλαίσια** μάρκας Yingli Solar του οποίου τα χαρακτηριστικά φαίνονται στο *Παράρτημα 1*. Βάση των στοιχείων κόστους ανέγερσης φωτοβολταϊκών πάρκων που αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014 καθώς και κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **3,100 €/KW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι για το έτος 2014. **Το κόστος συντήρησης αντιστοιχεί σε ετήσια χρέωση.** Στα κόστη συντήρησης OMD θα προσθέσουμε ένα ποσό για απρόβλεπτες βλάβες.

Cost		
Per Installed €/KW		1,250.0
Initial Cost €/ Additional Cost €		6,200,000
Panels (Share/ €)	70%	4,340,000
Civil Work (Share/ €)	5%	310,000
Grid (Share/ €)	15%	930,000
Other (Share/ €)	10%	620,000
OMD	1.5%	93,000
Unpredicted OMD	10%	9,300

Η επένδυση για IRR 16% διάρκεια ζωής στα 25 χρόνια και με τα παρακάτω επιτόκια δίνει τιμή πώλησης της ενέργειας στα 172.76 €/MWh και κόστος παραγόμενης ενέργειας στα 120.46 €/MWh. Για την επένδυση θεωρούμε δάνειο της τάξης των 30% και επιχορήγηση 40%. Στην περίπτωση εφαρμογής του σεναρίου αυτοπαραγωγής αυξάνεται το ποσοστό του δανείου ή της επιχορήγησης κατά 20%.

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	25
Επιχορήγηση (€)	2,480,000
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	1,860,000
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	4,340,000
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής Δανείου	15
Φόρος Εισοδήματος	35%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Το ποσοστό κάλυψης του Φ/Β πάρκου για κάθε σταθμό αφαλάτωσης φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Θα συνεχίσουμε την μελέτη και για την μονάδα της Πάφου και κατ' επέκταση για όλες τις μονάδες σε όλα τα σενάρια για να μελετήσουμε την μεταβολή σε διάφορα ποσοστά κάλυψης. Επίσης αναγράφεται η συνολική ενέργεια που αναγκάζεται η Μ.Α να καλύψει από συμβατικές πηγές από το δίκτυο.

Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	88,134.60	4.91
Λάρνακα	64473.6	59,927.40	7.05
Πάφος	36669.36	32,123.16	12.40

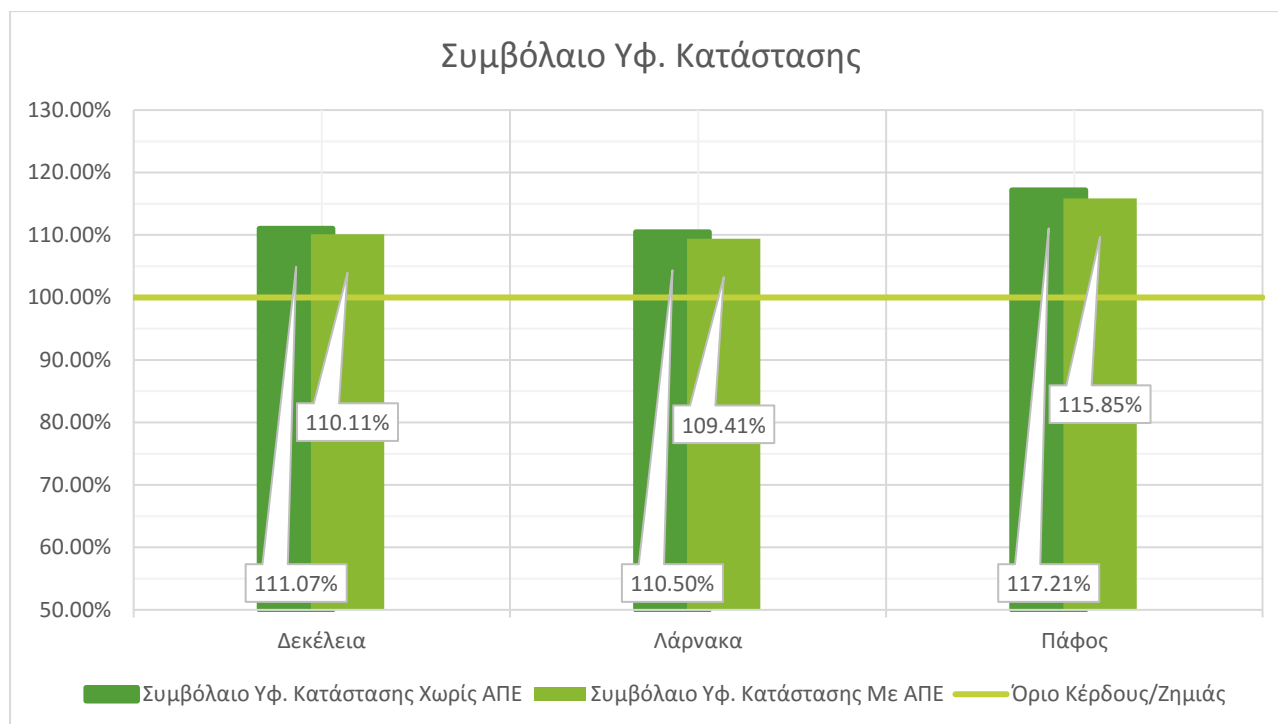
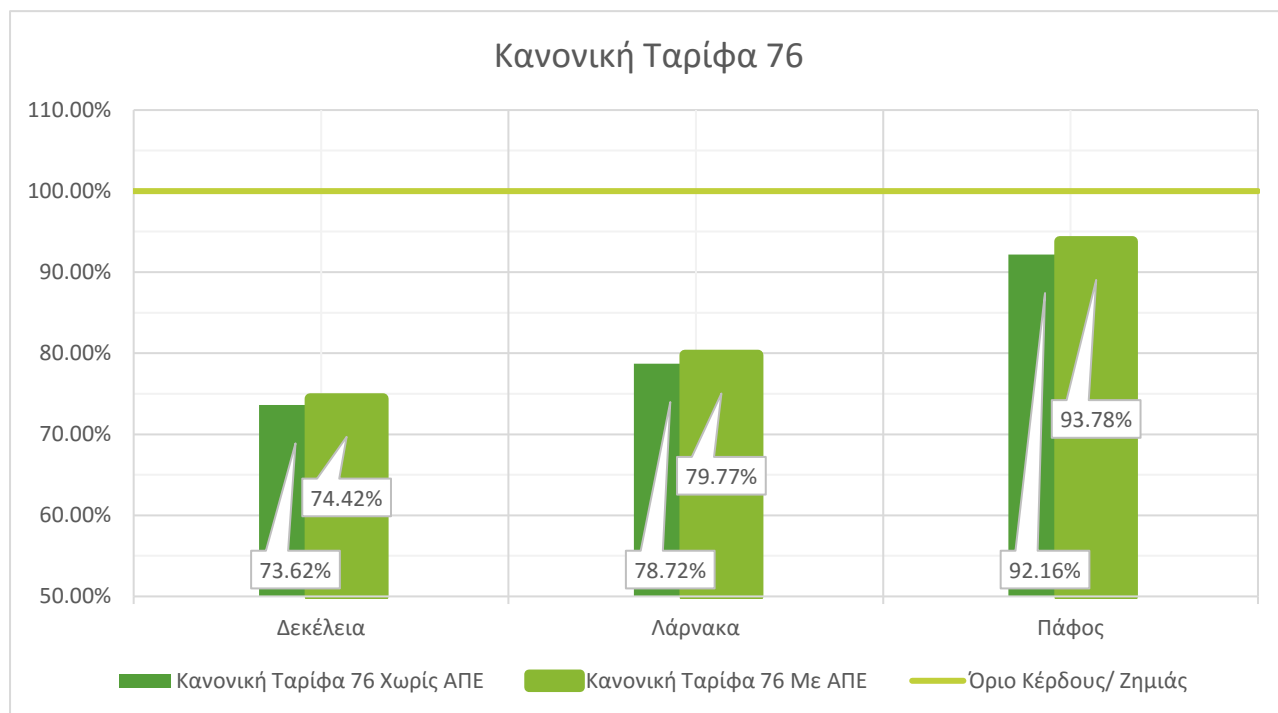
Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

Ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην μονάδα της Λάρνακας στα 172.26 € /MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 4,546.2 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα). Η συνολική κάλυψη σε σχέση με πριν έχει αυξηθεί ελάχιστα και αυτό οφείλεται κυρίως στην ενεργειακά οικονομικότερη μονάδα της Λάρνακας.

Selling Price €/MWh	127.09
Total Energy Produced (MWh)	4,546.20

Σε επόμενο σημείο υπολογίζουμε τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης της μονάδας σε σχέση με την ενέργεια που αγοράστηκε από τον προμηθευτή ΑΠΕ. Η υπόλοιπη ενέργεια αντιστοιχεί σε ενέργεια του δικτύου από τις συμβατικές μονάδες της ΑΗΚ. Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 €/kWh) και της ταρίφας 76 κατά μέσο όρο 0.1777 € /KWh για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που

επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου.**



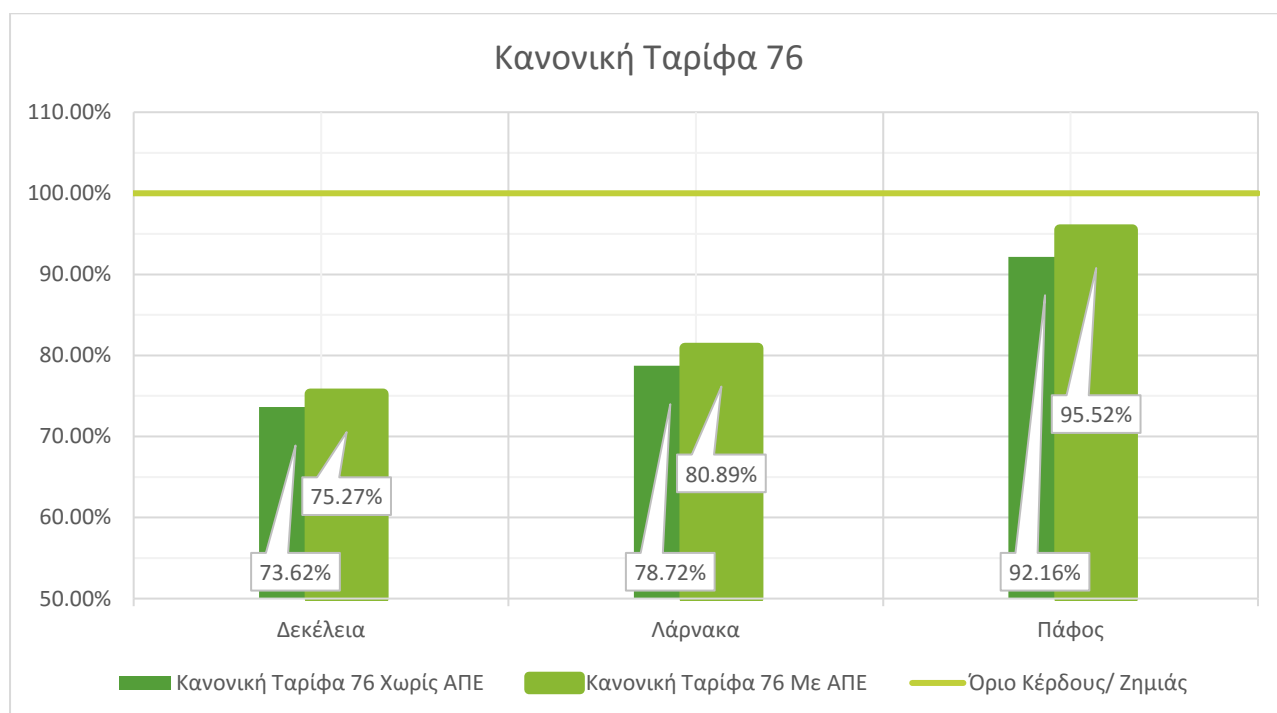
Παρόμοια και με την περίπτωση της Πάφου οι διαφορές είναι πολύ μικρές για την περίπτωση της χρήσης ενέργειας από την κανονική διατίμηση Κ.Τ. Υπάρχει μια μικρή αύξηση σε αντίθεση με την Πάφο, του λόγου Κ.Τ από ΑΠΕ (+0.19%) και αυτό γίνεται λόγω της χαμηλότερης τιμής αγοράς της ενέργειας από ΑΠΕ. Στην περίπτωση της εφαρμογής με την διατίμηση του συμβολαίου η διαφορά φαίνεται ξεκάθαρα λόγω της

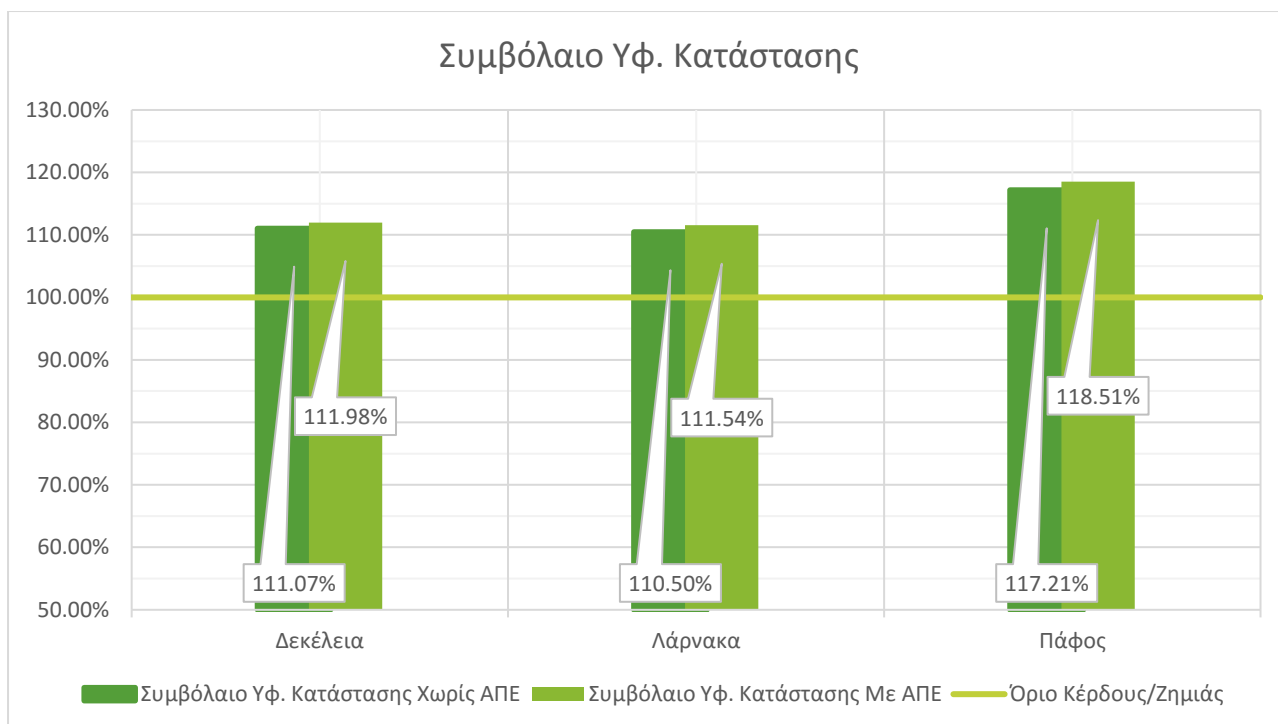
μεγάλης διαφοράς που έχουν οι δύο τιμές αγοράς ενέργειας. Η συγκεκριμένη πρόταση **δεν** συμφέρει καμία Μ.Α. Στον λόγο κέρδους/κόστους του συμβολαίου παρατηρούμε ότι η τιμή του μειώνεται με την αύξηση της δυναμικότητας των ΑΠΕ και όσο η τιμή πώλησης παραμένει πάνω από 0.1 €/kWh. Αυτό δεν μας πειράζει όσο η μείωση είναι μικρή και μέσα στα όρια του κέρδους. Το ιδανικό θα ήταν να αυξάνονται και οι δύο λόγοι γεγονός που θα κάνει την ύπαρξη συμβολαίου μη αναγκαία. Στο σημείο όμως που ο λόγος της κανονικής ταρίφας με ΑΠΕ φτάσει ή προσεγγίσει αυτόν του συμβολαίου (με ή χωρίς ΑΠΕ) τότε θα έχουμε μια βιώσιμη λύση. Προς το παρόν αδυνατούμε να βγάλουμε κέρδος.

Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

Η μονάδα Α/Σ παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 120.46 €/MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE €/MWh	74.66
Total Energy Produced (MWh)	4,546.20





Η ανάλυση εδώ ακολουθεί την ίδια πορεία: Η τιμή παραγωγής της ενέργειας από ΑΠΕ είναι μικρότερη και η παραγωγή ενέργειας η ίδια. Βλέπουμε μια αύξηση του λόγου της κανονικής ταρίφας σε σχέση με το σενάριο αγοραστή και το αντίστοιχο σενάριο στη μονάδα της Πάφου. Η περίπτωση του λόγου κέρδους/κόστους για την περίπτωση του συμβολαίου είναι η ίδια αφού η τιμή ΑΠΕ εξακολουθεί να είναι μεγαλύτερη από την τιμή του συμβολαίου. **Η οποιαδήποτε μείωση στον λόγο συμβολαίου της Υφ. Κατάστασης ρίχνει τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης της Μ.Α κάτω από 16% σύμφωνα με τον τρόπο υπολογισμού που περιγράφεται στην εισαγωγή της μεθοδολογίας.**

Λάρνακα - 50 % Ονομαστικής Ισχύος = 4000 kW

Για την ανέγερση πάρκου ισχύος 4000 kWpeak χρειάζονται **16000 πλαίσια** μάρκας Yingli Solar του οποίου τα χαρακτηριστικά φαίνονται στο *Παράρτημα 1*. Η βασική τιμή του κόστους ανέγερσης ανά εγκατεστημένη κιλοβατώρα μειώνεται βάση των όσων αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014. Γίνονται κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος και οικονομίας κλίμακας και προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **2,658 €/KW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Cost		
Per Installed €/KW		1,175.0
Initial Cost €/ Additional Cost €	10,632,000	2,126,400
Panels (Share/ €)	70%	7,442,400
Civil Work (Share/ €)	5%	531,600
Grid (Share/ €)	15%	1,594,800
Other (Share/ €)	10%	1,063,200
OMD	1.5%	159,480
Unpredicted OMD	10%	15,948

Η επένδυση για IRR 16% διάρκεια ζωής στα 25 χρόνια και τα παρακάτω επιτόκια δίνει τιμή πώλησης της ενέργειας στα 149.57 €/MWh και κόστος παραγόμενης ενέργειας στα 104.38 €/MWh. Για την επένδυση θεωρούμε δάνειο της τάξης των 30% και επιχορήγηση 40%. Στις μετρήσεις λαμβάνονται υπόψη απώλειες των φωτοβολταϊκών πάνελ, inverter, δικτύου καθώς και απώλειες λόγω μέγιστης διείσδυσης ΑΠΕ στο δίκτυο.

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	25
Επιχορήγηση (€)	4,252,800
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	3,189,600
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	7,442,400
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής	15
Φόρος Εισοδήματος	35%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Το ποσοστό κάλυψης για την κάθε μονάδα φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Στα μισά της ονομαστικής ισχύς της μονάδας της Λάρνακας φθάσαμε σε αντίστοιχη περίπου κάλυψη με το 100% της ονομαστικής ισχύς της Πάφου. Καταγράφονται επίσης και οι ποσότητες ενέργειας που προμηθεύεται η κάθε μονάδα από την ΑΗΚ.

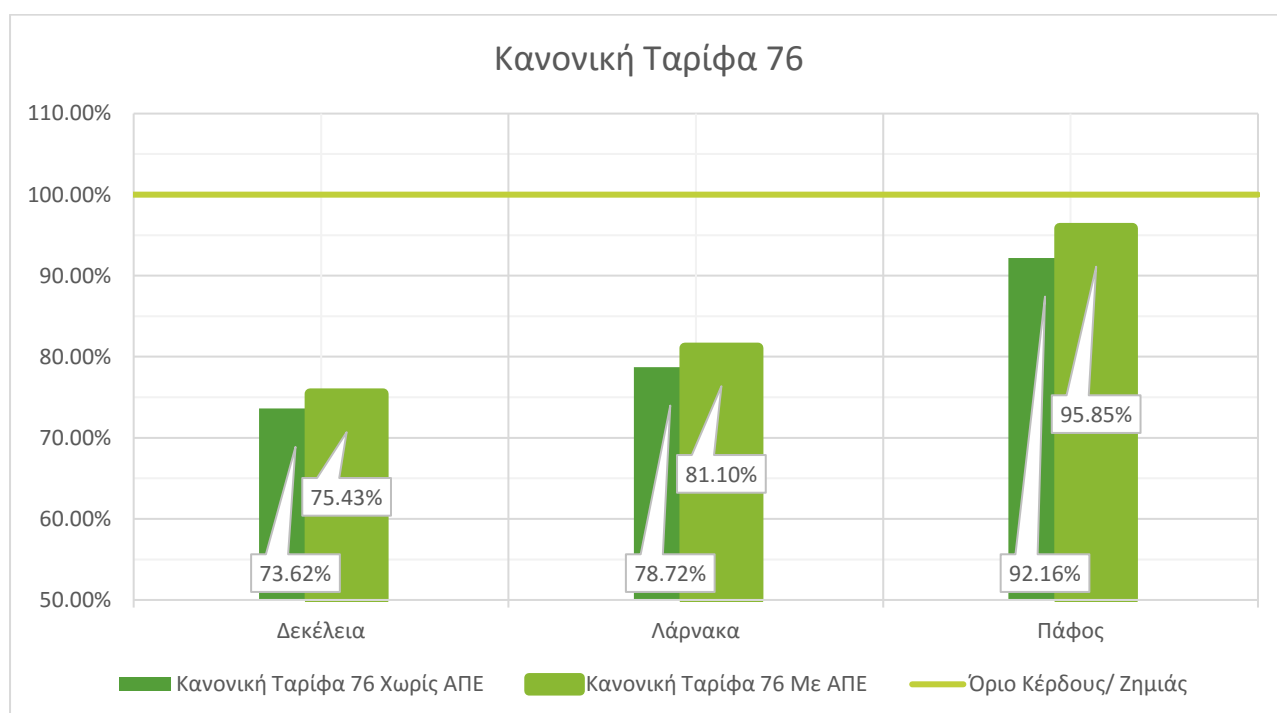
Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	83,683.20	9.71
Λάρνακα	64473.6	55,476.00	13.96
Πάφος	36669.36	27,671.76	24.54

Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

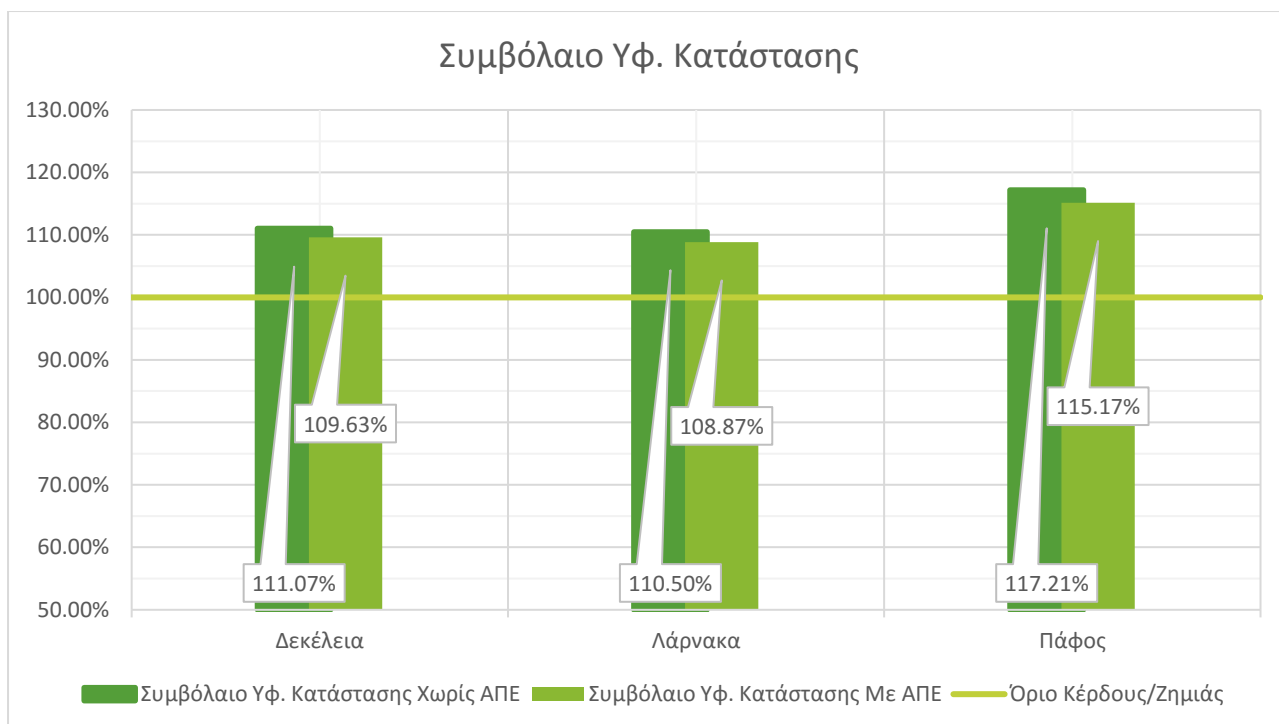
Παρόμοια με πριν ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην μονάδα της Λάρνακας στα 149.57 €/MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 8,997.6 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα). Η κάλυψη εδώ είναι διπλάσια και καλύπτει ένα σχετικά σημαντικό ποσοστό της δυναμικότητας της μονάδας.

Selling Price €/MWh	120.66
Total Energy Produced (MWh)	8,997.60

Σε επόμενο σημείο υπολογίζουμε τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης της μονάδας σε σχέση με την ενέργεια που αγοράστηκε από τον προμηθευτή ΑΠΕ. Η υπόλοιπη ενέργεια αντιστοιχεί σε ενέργεια του δικτύου από τις συμβατικές μονάδες της ΑΗΚ. Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 €/kWh) και της ταρίφας 76 κατά μέσο όρο 0.1777 €/KWh για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου.**



Η μεγαλύτερη παραγωγή από το πάρκο φέρνει την τιμή πώλησης αρκετά πιο κάτω από την ρήτρα της Κ.Τ 76, αυξάνοντας περαιτέρω το λόγο κέρδους/κόστους. **Το Φ/Β πάρκο υπό μελέτη είναι στα ρεαλιστικά πλαίσια μιας μεγάλης επένδυσης σε φωτοβολταϊκά. Εξακολουθεί όμως να μην φέρει θετικά αποτελέσματα στα χέρια των Μ.Α αυτής της κλίμακας.**

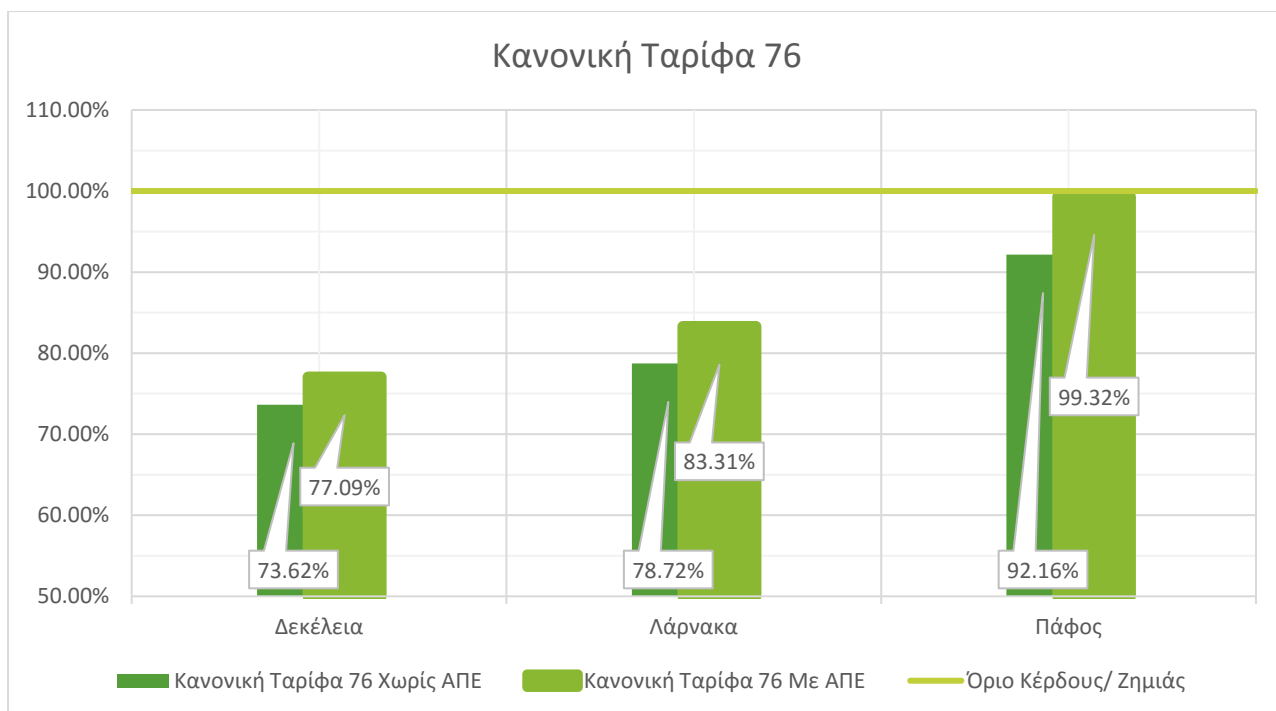


Στην περίπτωση της εφαρμογής με την διατίμηση του συμβολαίου η διαφορά φαίνεται ξεκάθαρα λόγω της μεγάλης διαφοράς που έχουν οι δύο τιμές αγοράς ενέργειας σε συνδυασμό με την μεγαλύτερη δυναμικότητα. Το μέρος της ενέργειας της Α/Σ που έρχεται από ΑΠΕ πουλιέται αρκετά πιο ακριβά από το υπόλοιπο του συμβολαίου μειώνοντας αρκετά τα κέρδη. **Το κόστος της ενέργειας από ΑΠΕ αν και σταθερό δεν είναι αρκετά χαμηλό για να ανταγωνιστεί τις τιμές του συμβολαίου.**

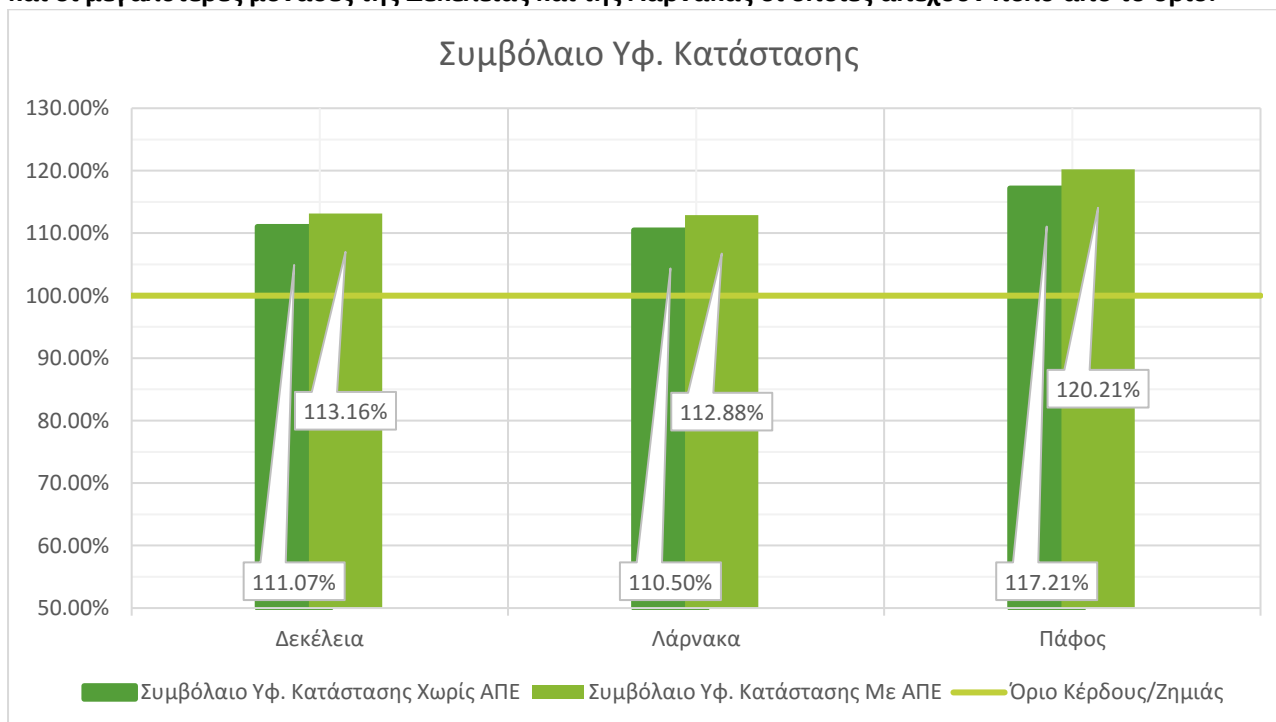
Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

Η μονάδα Α/Σ παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 104.38 € /MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE € /MWh	70.92
Total Energy Produced (MWh)	8,997.60



Ακόμη και με την επιπλέον μείωση στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ η ποσότητα δεν είναι αρκετή για να φέρει κέρδη στην μονάδα της Πάφου. Η μονάδα ναι μεν γλυτώνει περισσότερο ποσοστό ρεύματος συμβατικής τιμολόγησης αλλά εξακολουθεί και εδώ να μην είναι αρκετή. Σε παρόμοια κατάσταση είναι και οι μεγαλύτερες μονάδες της Δεκέλειας και της Λάρνακας οι οποίες απέχουν πολύ από το όριο.



Η περίπτωση του λόγου κέρδους/κόστους για την περίπτωση του συμβολαίου είναι η ίδια αφού η τιμή ΑΠΕ εξακολουθεί να είναι μεγαλύτερη από την τιμή του συμβολαίου. Γενικά η χαμηλότερη τιμή σημαίνει μικρότερη αλλαγή αλλά δεν παύει να είναι αρνητική. Μια καλύτερη συμφωνία για νέα ρήτρα τιμής ρεύματος συμβολαίου είναι και πάλι εφικτή αλλά χωρίς ιδιαίτερα υψηλό κίνητρο.

Λάρνακα - 100 % Ονομαστικής Ισχύος = 8000 kW

Για την ανέγερση πάρκου ισχύος 8000 kWpeak χρειάζονται **32000 πλαίσια** μάρκας Yingli Solar του οποίου τα χαρακτηριστικά φαίνονται στο *Παράρτημα 1*. Βάση των στοιχείων κόστους ανέγερσης φωτοβολταϊκών πάρκων που αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014 καθώς και κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **1949 €/kW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Cost			
Per Installed €/KW			1,050.0
Initial Cost €/ Additional Cost €	15,592,000	6236800	
Panels (Share/ €)	70%	10,914,400	
Civil Work (Share/ €)	5%	779,600	
Grid (Share/ €)	15%	2,338,800	
Other (Share/ €)	10%	1,559,200	
OMD	1.5%	233,880	
Unpredicted OMD	10%	23,388	

Η επένδυση για IRR 16% διάρκεια ζωής στα 25 χρόνια και τα παρακάτω επιτόκια δίνει τιμή πώλησης της ενέργειας στα 108.31 € /MWh και κόστος παραγόμενης ενέργειας στα 75.74 € /MWh. Για την επένδυση θεωρούμε δάνειο της τάξης των 30% και επιχορήγηση 40%.

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	25
Επιχορήγηση (€)	6,236,800
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	4,677,600
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	10,914,400
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής	15
Φόρος Εισοδήματος	35%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται ξανά τα ποσοστά κάλυψης της κάθε μονάδας από το εν λόγο Φ/Β πάρκο. Η Μ.Α της Πάφου φθάνει το 50% κάλυψης της ετήσιας ζήτησής της σε ενέργεια και αντίστοιχα η Λάρνακα στο 1/3 περίπου. Το Φ/Β πάρκο που μελετούμε αντιστοιχεί πλέον στο μεγαλύτερο που έχει ποτέ μελετηθεί επίσημα στην Κύπρο. Πάρκα μεγέθους 10 MW συζητιόνται αλλά χωρίς σοβαρή επενδυτική μελέτη επί του παρόντος.

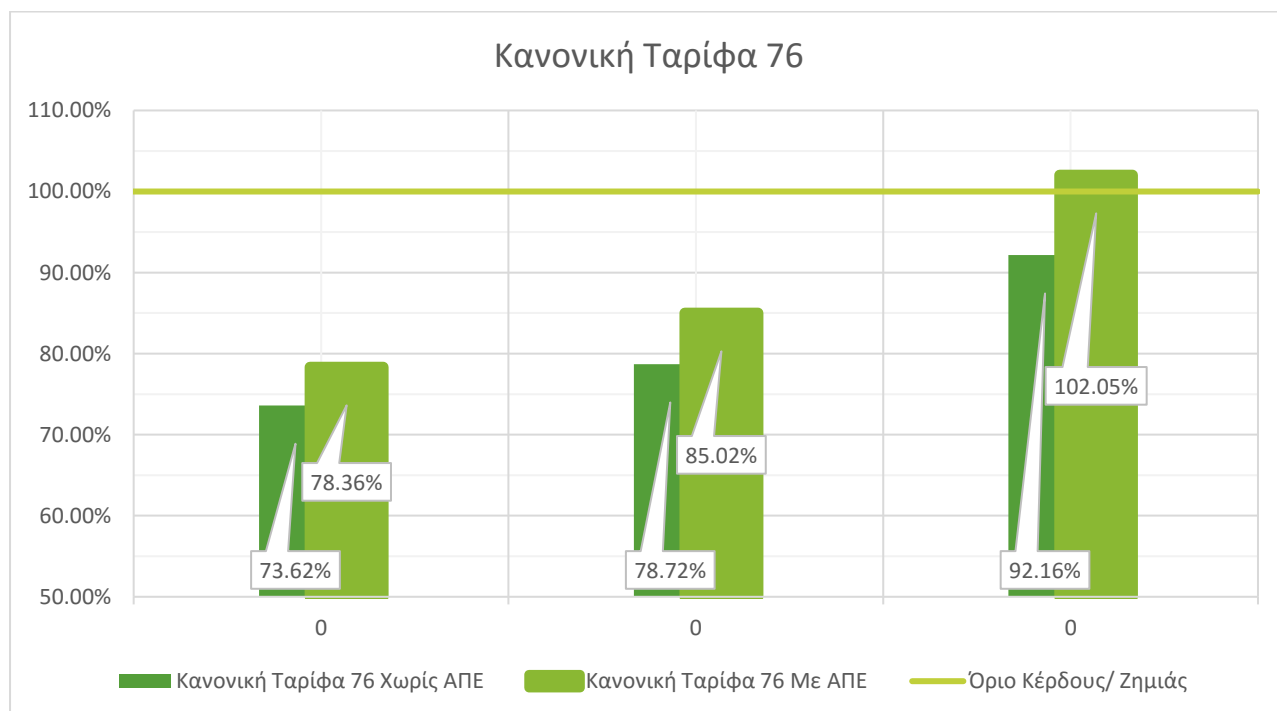
Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	74,496.20	19.62
Λάρνακα	64473.6	46,289.00	28.20
Πάφος	36669.36	18,484.76	49.59

Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

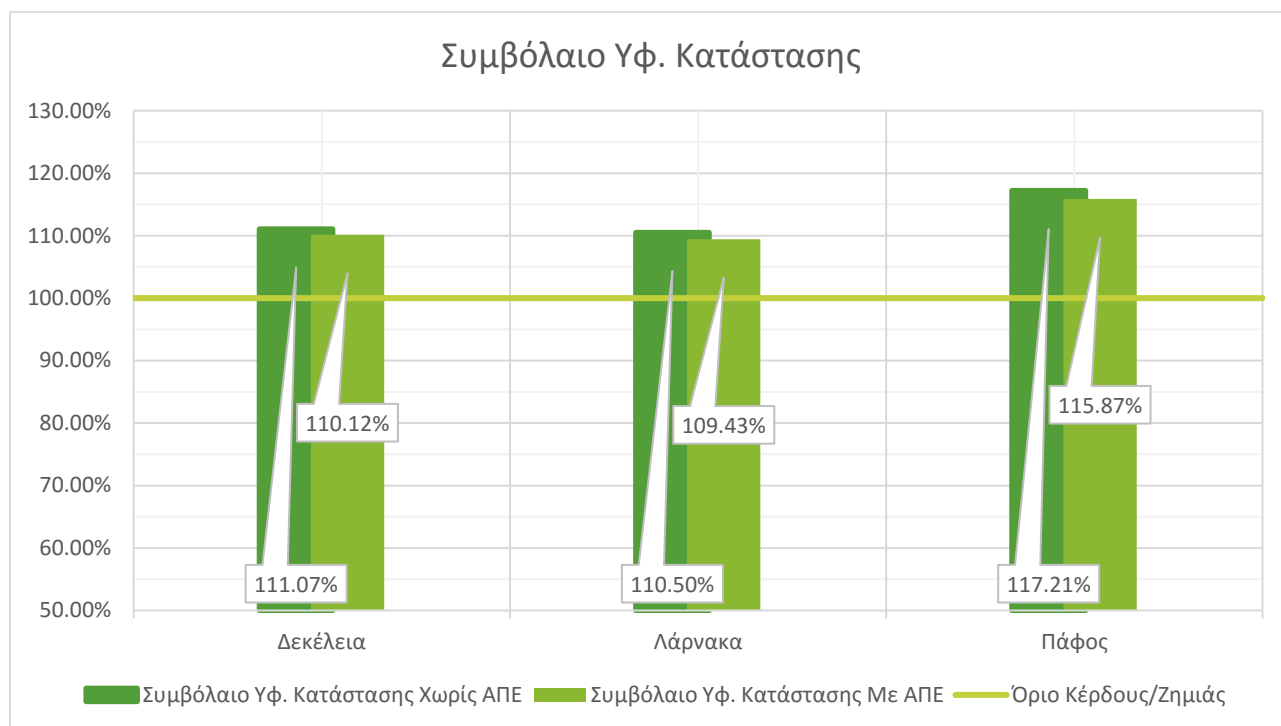
Ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην μονάδα της Πάφου στα 108.61 € /MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 18184,6 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα).

Selling Price €/MWh	106.69
Total Energy Produced (MWh)	18,184.60

Σε επόμενο σημείο υπολογίζουμε τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης της μονάδας σε σχέση με την ενέργεια που αγοράστηκε από τον προμηθευτή ΑΠΕ. Η υπόλοιπη ενέργεια αντιστοιχεί σε ενέργεια του δικτύου από τις συμβατικές μονάδες της ΑΗΚ. Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 € /kWh) και της ταρίφας 76 (κατά μέσο όρο 0.1777 € /KWh) για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου**.



Στην περίπτωση της μονάδας της Πάφου έχουμε ενδιαφέρον. Με το 50% της κατανάλωσής της να καλύπτεται, φθάνουμε πλέον σε σημαντική αύξηση του λόγου κέρδους/κόστους πάνω από το όριο κέρδους. Αν και φαίνεται ότι μια τέτοια επένδυση θα ήταν βιώσιμη για την μονάδα της Πάφου, στην συγκεκριμένη περίπτωση τριετούς συμβολαίου δεν είναι καθώς το IRR της μονάδας σε μια τέτοια επένδυση θα έπεφτε πολύ πιο κάτω από το 16% που δίνει το Υφ. Συμβόλαιο στα 117.21%. Οι υπόλοιπες μονάδες εξακολουθούν να δείχνουν ζημιά με μια αύξηση της τάξης του 6%.

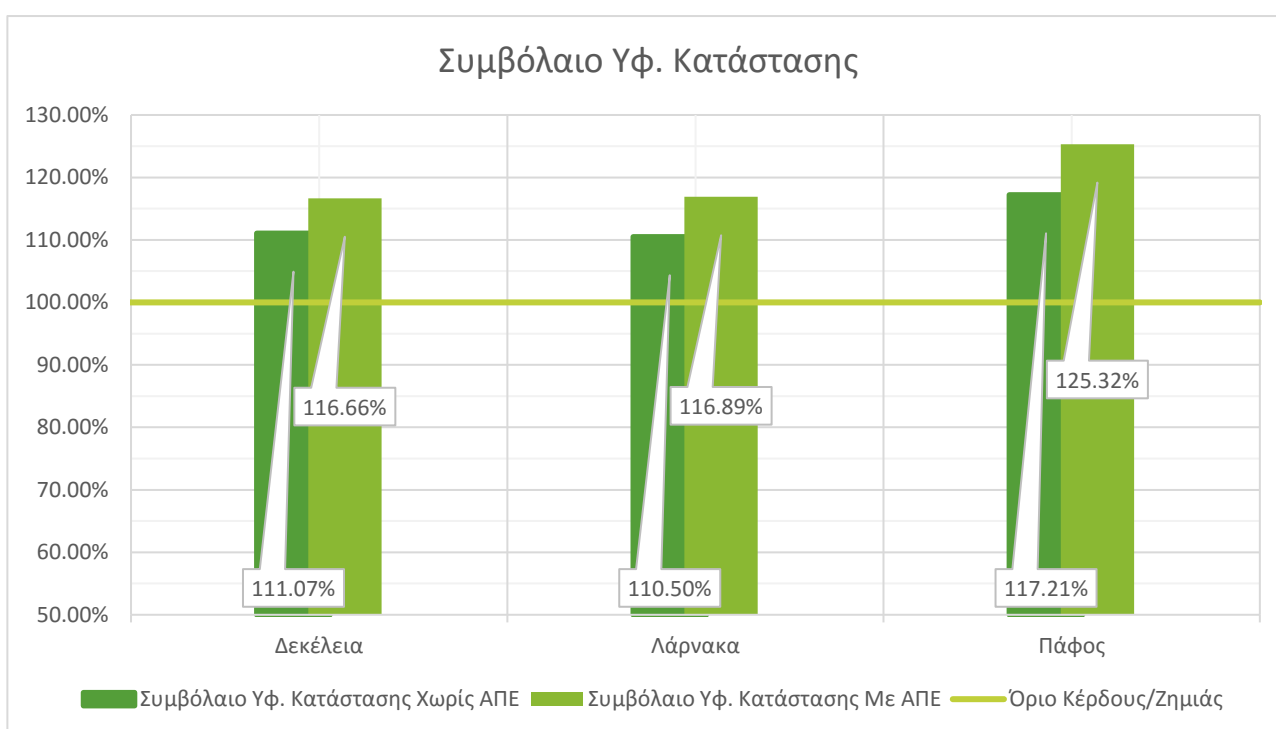
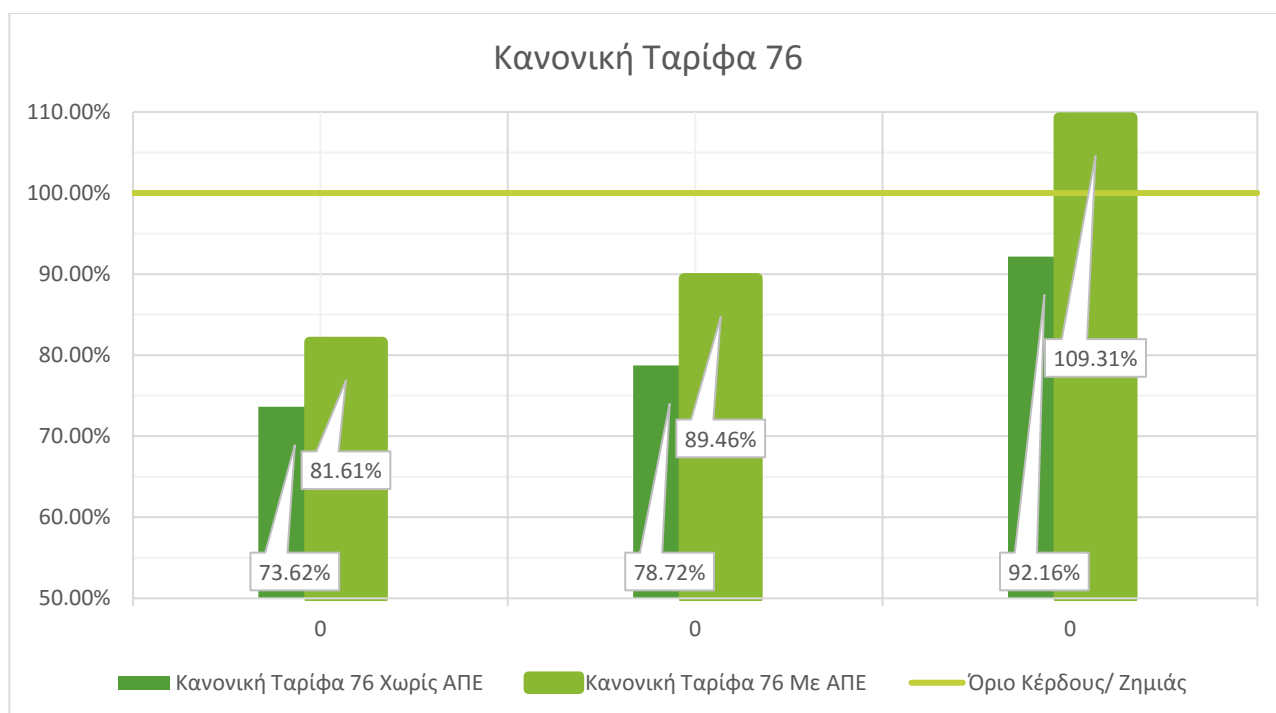


Στην περίπτωση του λόγου του συμβολαίου των σταθμών η μείωση εξακολουθεί να είναι παρούσα καθώς η τιμή πώλησης είναι ψηλότερη.

Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

Η μονάδα Α/Σ παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 75.74 €/MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE €/MWh	62.71
Total Energy Produced (MWh)	18,184.60



Εδώ έχουμε για πρώτη φορά ταυτόχρονη αύξηση και στους δυο λόγους. Στην περίπτωση της Πάφου έχω αρκετά μεγάλη αύξηση της Κ.Τ σε σημείο που προσεγγίζει την παλιά του συμβολαίου. Στην περίπτωση της Λάρνακας έχουμε μικρότερη αύξηση λόγω χαμηλότερης τιμής πώλησης του νερού, παρόλ' αυτά η διάρκεια του συμβολαίου είναι μεγαλύτερη και λαμβάνει λιγότερο υπόψη την αρχική επένδυση. Η συγκεκριμένη πρόταση όμως χρειάζεται ιδιαίτερες νομοθεσίες και επιχορηγήσεις για να επιτευχθεί. **Μπορεί όμως να γίνει διαπραγμάτευση τυχόν συνδυασμού αυτοκατανάλωσης και πώλησης στο δίκτυο από τις μονάδες γεγονός που θα φέρει την τιμή των λόγων στο ενδιαμέσο διάστημα των δύο σεναρίων.**

Δεκέλεια - 25 % Ονομαστικής Ισχύος = 2,875 kW

Για την ανέγερση πάρκου ισχύος 1137.5 kW_{peak} χρειάζονται **11500 πλαίσια** μάρκας Yingli Solar του οποίου τα χαρακτηριστικά φαίνονται στο *Παράρτημα 1*. Βάση των στοιχείων κόστους ανέγερσης φωτοβολταϊκών πάρκων που αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014 καθώς και κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **2950 €/kW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι για το έτος 2014. Το κόστος συντήρησης αντιστοιχεί σε ετήσια χρέωση. Στα κόστη συντήρησης OMD θα προσθέσουμε ένα ποσό για απρόβλεπτες βλάβες.

Cost		
Per Installed €/KW		1,200.0
Initial Cost €/ Additional Cost €	8,481,250	1696250
Panels (Share/ €)	70%	5,936,875
Civil Work (Share/ €)	5%	424,063
Grid (Share/ €)	15%	1,272,188
Other (Share/ €)	10%	848,125
OMD	1.5%	127,219
Unpredicted OMD	10%	12,722

Η επένδυση για IRR 16% διάρκεια ζωής στα 25 χρόνια και τα παρακάτω επιτόκια δίνει τιμή πώλησης της ενέργειας στα 166.14 €/MWh και κόστος παραγόμενης ενέργειας στα 115.84 €/MWh. Για την επένδυση θεωρούμε δάνειο της τάξης των 30% και επιχορήγηση 40%. Στην περίπτωση εφαρμογής του σεναρίου αυτοπαραγωγής αυξάνεται το ποσοστό του δανείου ή της επιχορήγησης κατά 20%.

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	25
Επιχορήγηση (€)	3,392,500
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	2,544,375
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	5,936,875
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής Δανείου	15
Φόρος Εισοδήματος	10%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Επιστρέφουμε ξανά σε μικρά ποσοστά κάλυψης για τις μονάδες αλλά λόγω της μεγάλης ισχύς του σταθμού της Δεκέλειας, έχουμε ψηλότερα ποσοστά σε σχέση με τα αντίστοιχα σενάρια πριν. Επίσης βλέπουμε όπως και πριν την ενέργεια που προμηθεύονται οι σταθμοί από το δίκτυο της ΑΗΚ μέσω συμβατικών μονάδων.

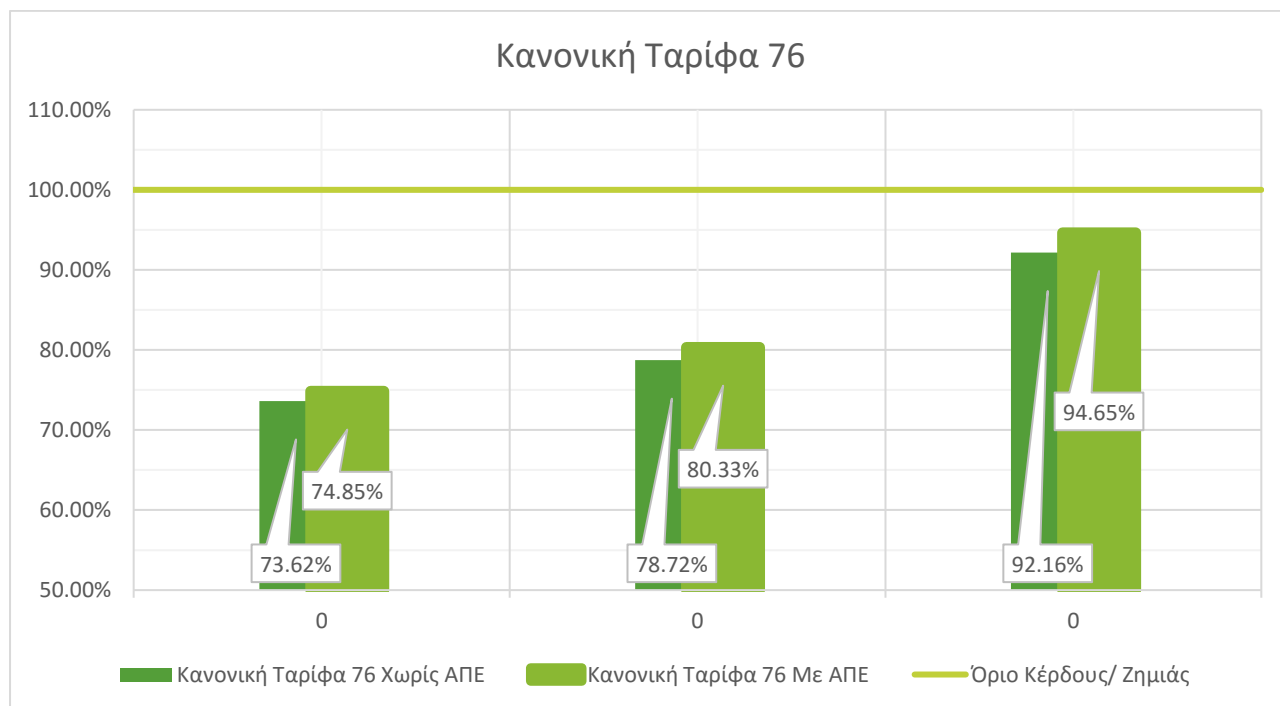
Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	86,213.80	6.98
Λάρνακα	64473.6	58,006.60	10.03
Πάφος	36669.36	30,202.36	17.64

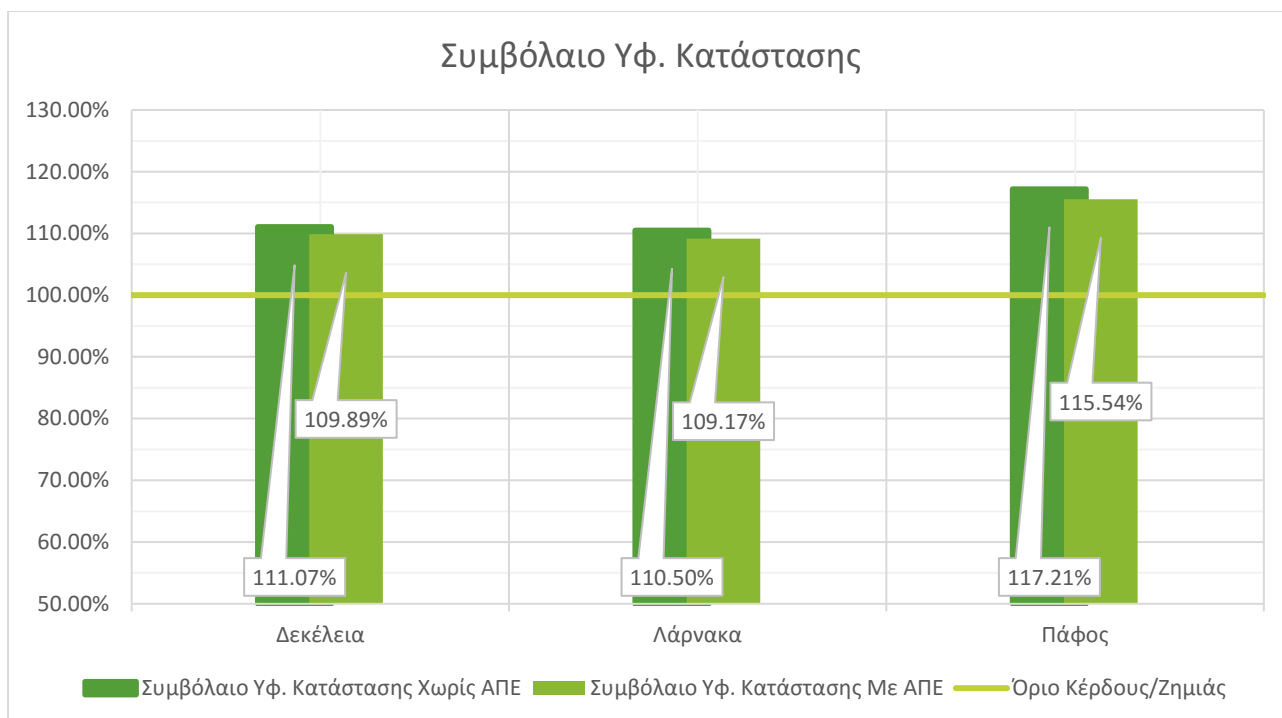
Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

Ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην Μ.Α στα 166.14 € /MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 6467.0 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα).

Selling Price €/MWh	123.43
Total Energy Produced (MWh)	6,467.00

Σε επόμενο σημείο υπολογίζουμε τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης της μονάδας σε σχέση με την ενέργεια που αγοράστηκε από τον προμηθευτή ΑΠΕ. Η υπόλοιπη ενέργεια αντιστοιχεί σε ενέργεια του δικτύου από τις συμβατικές μονάδες της ΑΗΚ. Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 €/kWh) και της ταρίφας 76 (κατά μέσο όρο 0.1777 €/KWh) για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου**.



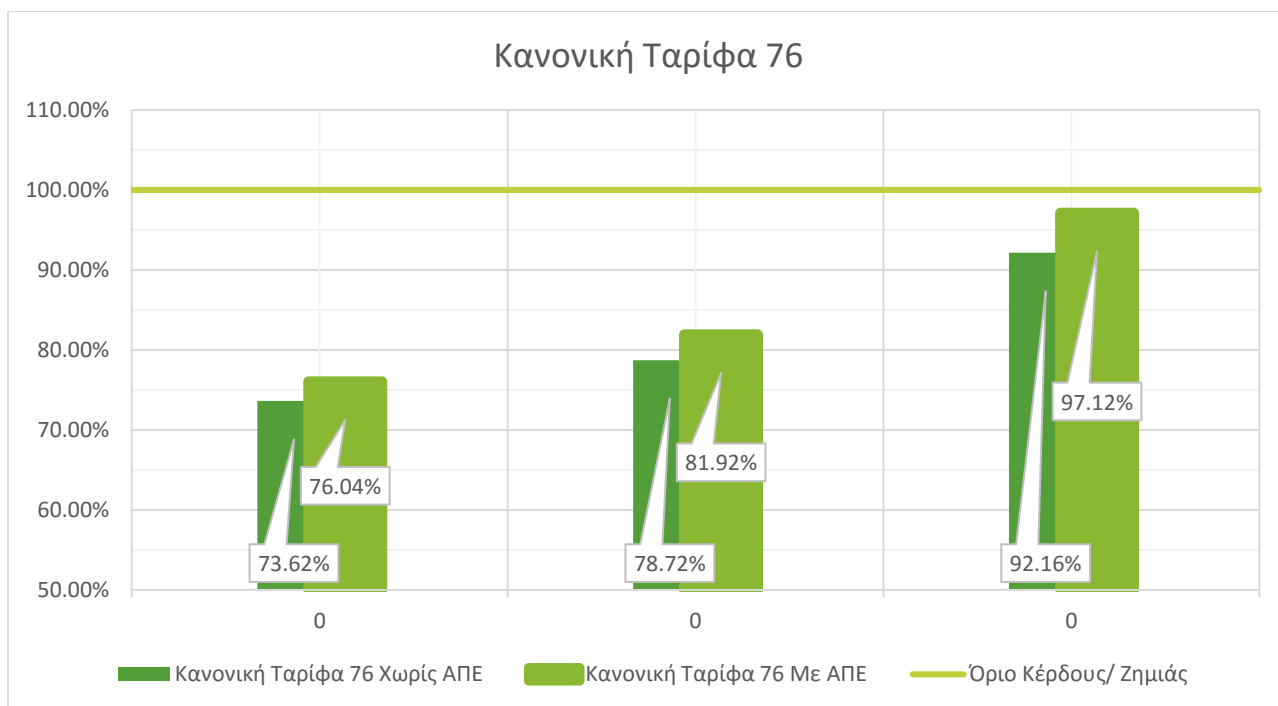


Για την επιχείρηση της Δεκέλειας η σύνταξη συμβολαίου χαμηλής τιμής ρεύματος είναι άκρως αναγκαία! Ο λόγος κέρδους/κόστους στην περίπτωση κανονικής τιμολόγησης είναι πολύ ζημιογόνα και η χρήση ΑΠΕ δεν κάνει καμία διαφορά. Η χρήση φωτοβολταϊκών σε αυτή τη περίπτωση δεν εξυπηρετεί κανένα στόχο.

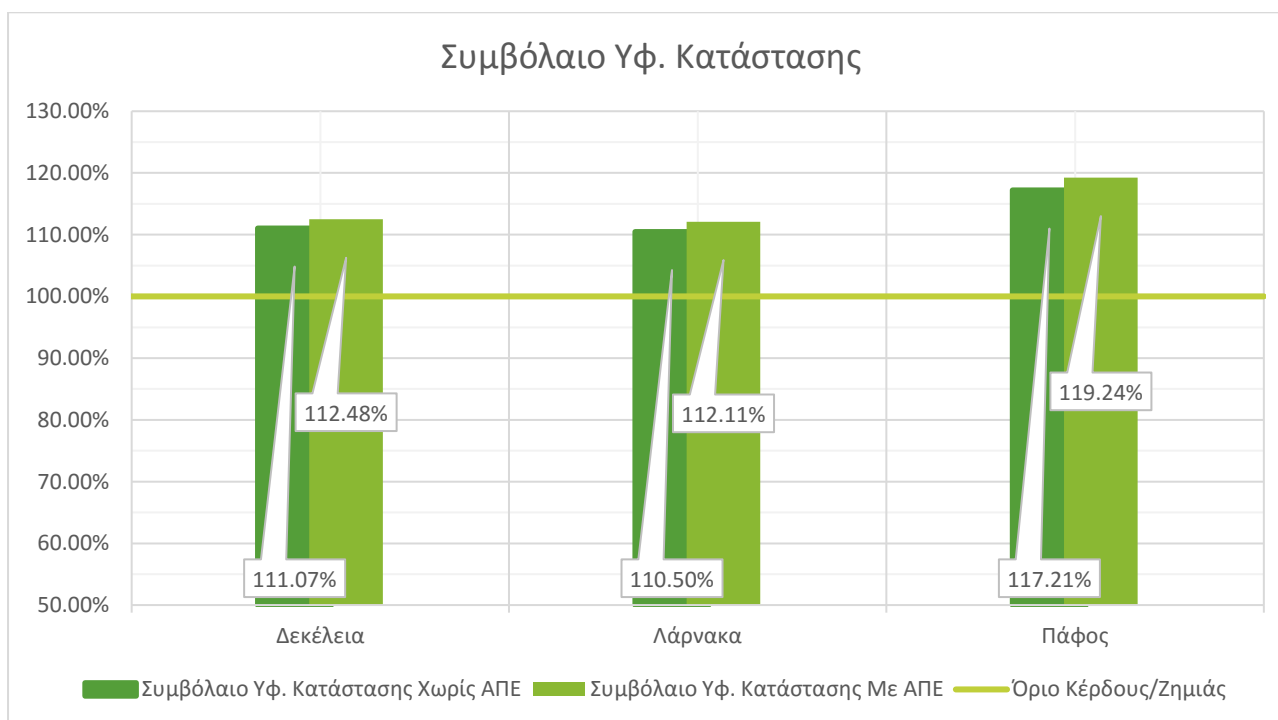
Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

Η μονάδα Α/Σ παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 115.84 € /MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE € /MWh	72.43
Total Energy Produced (MWh)	6,467.00



Ακόμα και με τη χρήση αυτοπαραγωγής το συγκεκριμένο ποσοστό δεν μπορεί να αποφέρει κέρδος με την κανονική διατίμηση. Η διαφορά με το προηγούμενο σενάριο είναι ελάχιστη.



Δεκέλεια - 50 % Ονομαστικής Ισχύος = 5750 kW

Για την ανέγερση πάρκου ισχύος 5750 kWpeak χρειάζονται **23000 πλαίσια** μάρκας Yingli Solar του οποίου τα χαρακτηριστικά φαίνονται στο *Παράρτημα 1*. Η βασική τιμή του κόστους ανέγερσης ανά εγκατεστημένη κλοβατώρα μειώνεται βάση των όσων αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014. Γίνονται κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος και οικονομίας κλίμακας και προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **2,400.00 €/KW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Cost		
Per Installed €/KW		1,125.00
Initial Cost €/ Additional Cost €	13,800,000	2,760,000
Panels (Share/ €)	70%	9,660,000
Civil Work (Share/ €)	5%	690,000
Grid (Share/ €)	15%	2,070,000
Other (Share/ €)	10%	1,380,000
OMD	1.5%	207,000
Unpredicted OMD	10%	20,700

Η επένδυση για IRR 16% διάρκεια ζωής στα 25 χρόνια και τα παρακάτω επιτόκια δίνει τιμή πώλησης της ενέργειας στα 135.05 € /MWh και κόστος παραγόμενης ενέργειας στα 94.24 € /MWh. Για την επένδυση θεωρούμε δάνειο της τάξης των 30% και επιχορήγηση 40%. Στις μετρήσεις λαμβάνονται υπόψη απώλειες των φωτοβολταϊκών πάνελ, inverter, δικτύου καθώς και απώλειες λόγω μέγιστης διείσδυσης ΑΠΕ στο δίκτυο.

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	25
Επιχορήγηση (€)	5,520,000
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	4,140,000
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	9,660,000
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής	15
Φόρος Εισοδήματος	35%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

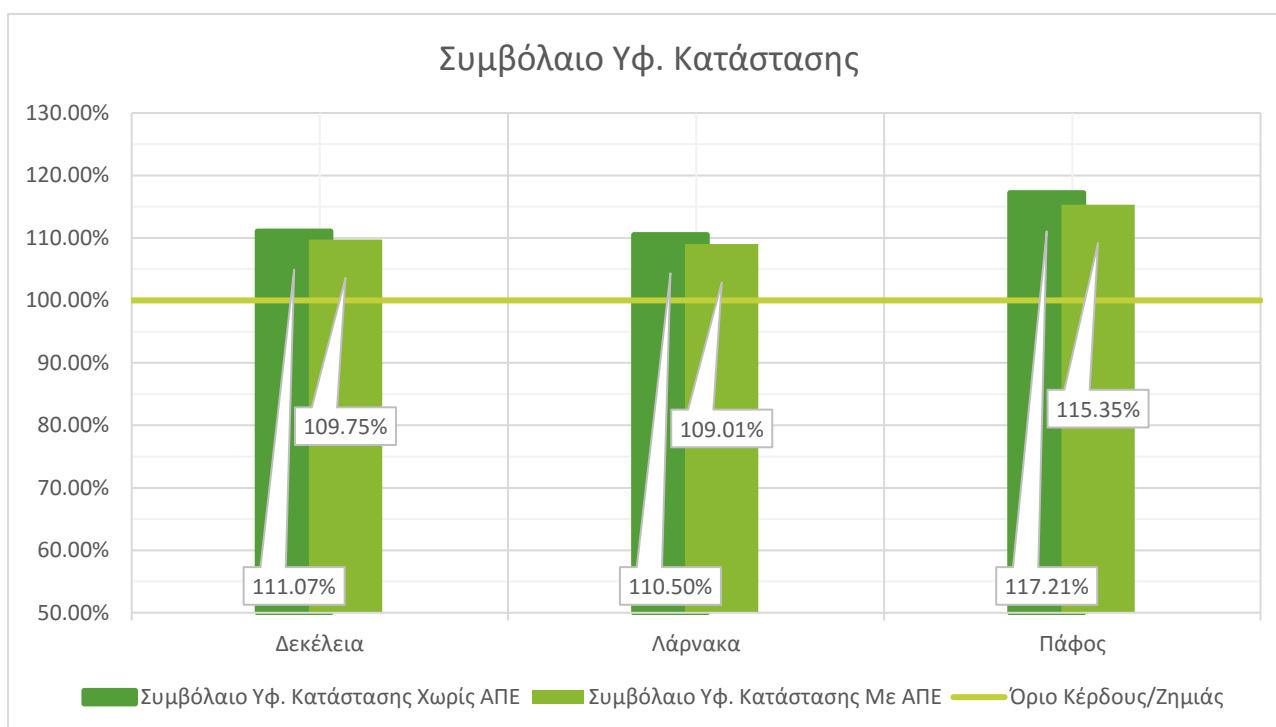
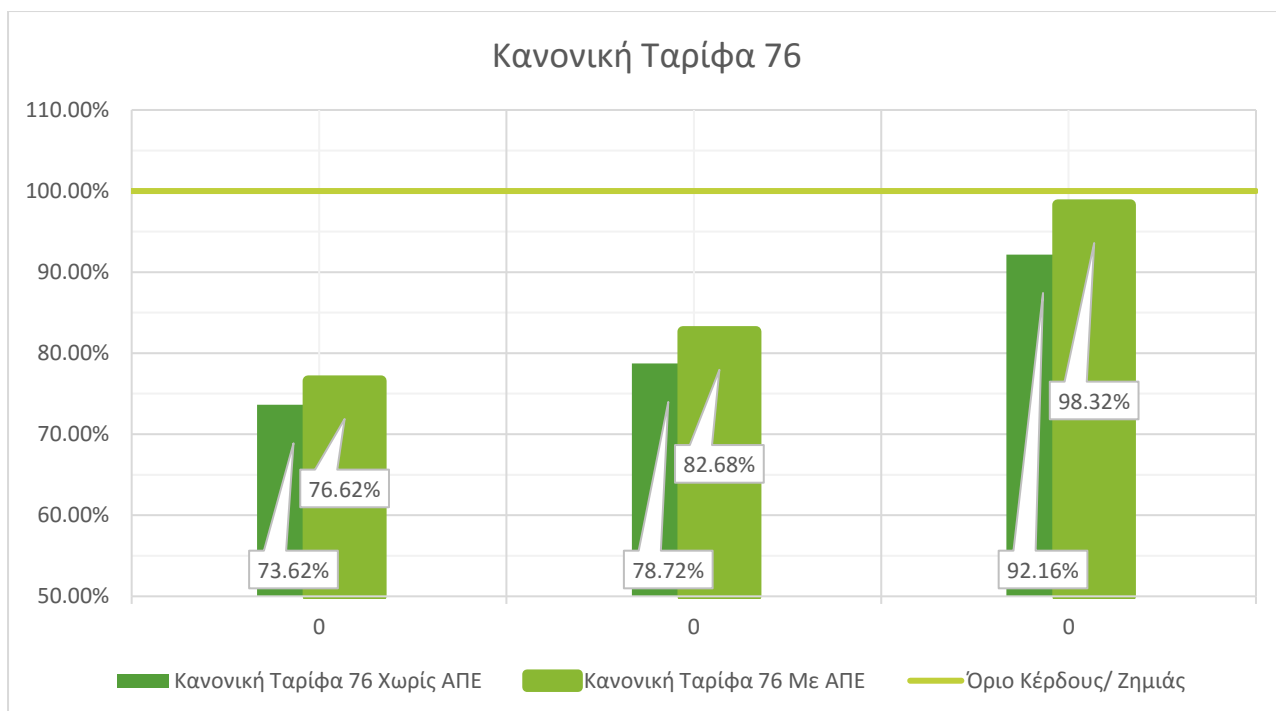
Παρόμοια με πριν ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην Μ.Α στα 135.05 € /MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 12,934.10 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα).

Selling Price €/MWh	115.63
Total Energy Produced (MWh)	12,934.10

Η κάλυψη που προσφέρει το πάρκο αυξάνεται σε σχέση με πριν όπως ήταν αναμενόμενο. Η υπόλοιπη ενέργεια που χρειάζεται η μονάδα καλύπτεται από συμβατικές μονάδες από το δίκτυο της ΑΗΚ σύμφωνα με τα νούμερα του παρακάτω πίνακα.

Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	79,746.70	13.96
Λάρνακα	64473.6	51,539.50	20.06
Πάφος	36669.36	23,735.26	35.27

Σε επόμενο σημείο υπολογίζουμε τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης της μονάδας σε σχέση με την ενέργεια που αγοράστηκε από τον προμηθευτή ΑΠΕ. Η υπόλοιπη ενέργεια αντιστοιχεί σε ενέργεια του δικτύου από τις συμβατικές μονάδες της ΑΗΚ. Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 €/kWh) και της ταρίφας 76 (κατά μέσο όρο 0.1777 €/kWh) για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου**.

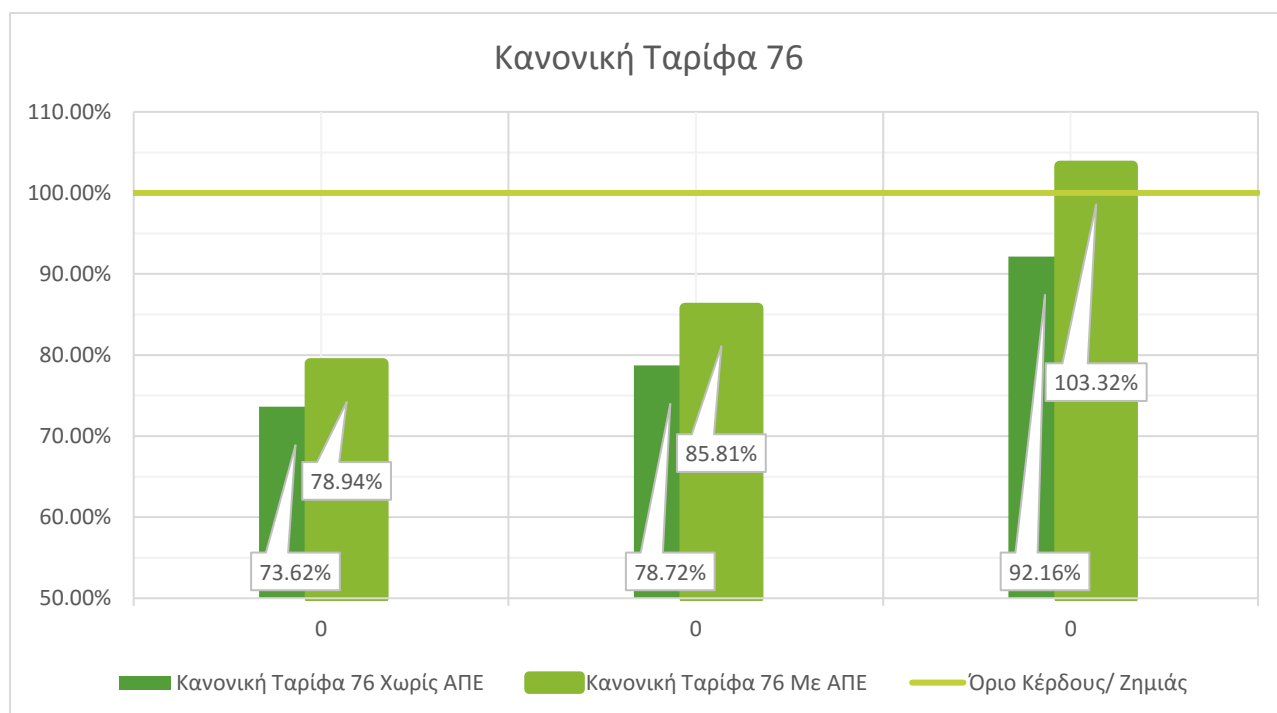


Η αύξηση στο μέγεθος του Φωτοβολταϊκού πάρκου δεν είχε ιδιαίτερη μεταβολή στην συγκεκριμένη περίπτωση. Η χρήση της κανονικής ταρίφας εξακολουθεί να είναι ζημιογόνα και ο λόγος του συμβολαίου φθίνει καθώς η τιμή πώλησης είναι μεγαλύτερη. Η περίπτωση του σταθμού της Δεκέλειας δείχνει τις οικονομικές προκλήσεις που αντιμετωπίζει η ενεργειακή κοινότητα και οι κυβερνήσεις με τις ενεργοβόρες διεργασίες. Η αβεβαιότητα στις τιμές του πετρελαίου καθώς και η χαμηλή αποδοτικότητα των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων αδυνατούν να δώσουν λύση στο πρόβλημα της Δεκέλειας.

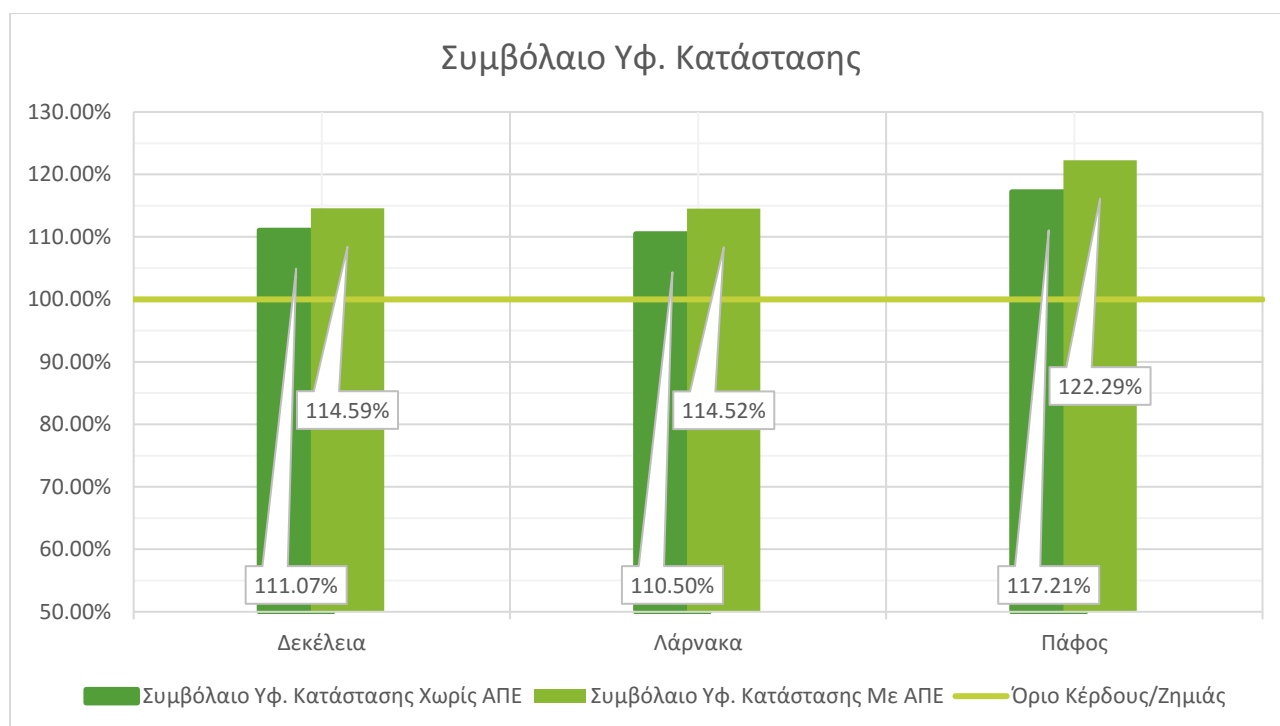
Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

Η μονάδα Α/Σ παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 94.24 €/MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE €/MWh	67.90
Total Energy Produced (MWh)	12,934.10



Η κατάσταση εδώ είναι συγκρίσιμη με την περίπτωση της ιδιοκατανάλωσης στο 100% της Λάρνακας. Έχουμε και πάλι ταυτόχρονη αύξηση των λόγων με μοναδική την μονάδα της Πάφου να φτάνει στο όριο κέρδους. Το σενάριο όμως της ιδιοκατανάλωσης βρίσκεται εκτός νόμου όπως έχουμε προαναφέρει και επιφέρει επιπρόσθετο κόστος επένδυσης από την μονάδα, κάνοντάς το λιγότερο ελκυστικό.



Με χαμηλότερο κόστος από αυτό του συμβολαίου επιτέλους σταθεροποιείται η κατάσταση. Εξακολουθούμε όμως να μην έχουμε κάποια ουσιαστική αλλαγή η οποία θα έδινε κίνητρο για επένδυση στο συγκεκριμένο πάρκο.

Δεκέλεια - 100 % Ονομαστικής Ισχύος = 11500 kW

Για την ανέγερση πάρκου ισχύος 11500 kW_{peak} χρειάζονται **46,000 πλαίσια** μάρκας Yingli Solar του οποίου τα χαρακτηριστικά φαίνονται στο *Παράρτημα 1*. Βάση των στοιχείων κόστους ανέγερσης φωτοβολταϊκών πάρκων που αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014 καθώς και κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **1,861 €/KW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Cost			
Per Installed €/KW		1,000.00	
Initial Cost €/ Additional Cost €		21,401,500	8560600
Panels (Share/ €)	70%	14,981,050	
Civil Work (Share/ €)	5%	1,070,075	
Grid (Share/ €)	15%	3,210,225	
Other (Share/ €)	10%	2,140,150	
OMD	1.5%	321,023	
Unpredicted OMD	10%	32,102	

Η επένδυση για IRR 16% διάρκεια ζωής στα 25 χρόνια και τα παρακάτω επιτόκια δίνει τιμή πώλησης της ενέργειας στα 104.56 € /MWh και κόστος παραγόμενης ενέργειας στα 73.08 € /MWh. Για την επένδυση θεωρούμε δάνειο της τάξης των 30% και επιχορήγηση 40%.

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	25
Επιχορήγηση (€)	8,560,600
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	6,420,450
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	14,981,050
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής	15
Φόρος Εισοδήματος	35%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Τα ποσοστά κάλυψης των αναγκών της κάθε Μ.Α φθάνουν στην μέγιστη τιμή τους για τις περιπτώσεις Φ/Β που μελετάμε. Για την μικρότερη μονάδα η κάλυψη φθάνει ποσοστό 70% και για την Δεκέλεια φθάνει το 1/3 όπως και ήταν αναμενόμενο. Σε κάθε περίπτωση η εγκατάσταση της ονομαστικής ισχύος της μονάδας σε Φ/Β προέκυψε μέγιστη κάλυψη για τον εν λόγω σταθμό μέχρι 1/3 της ετήσιας κατανάλωσής του.

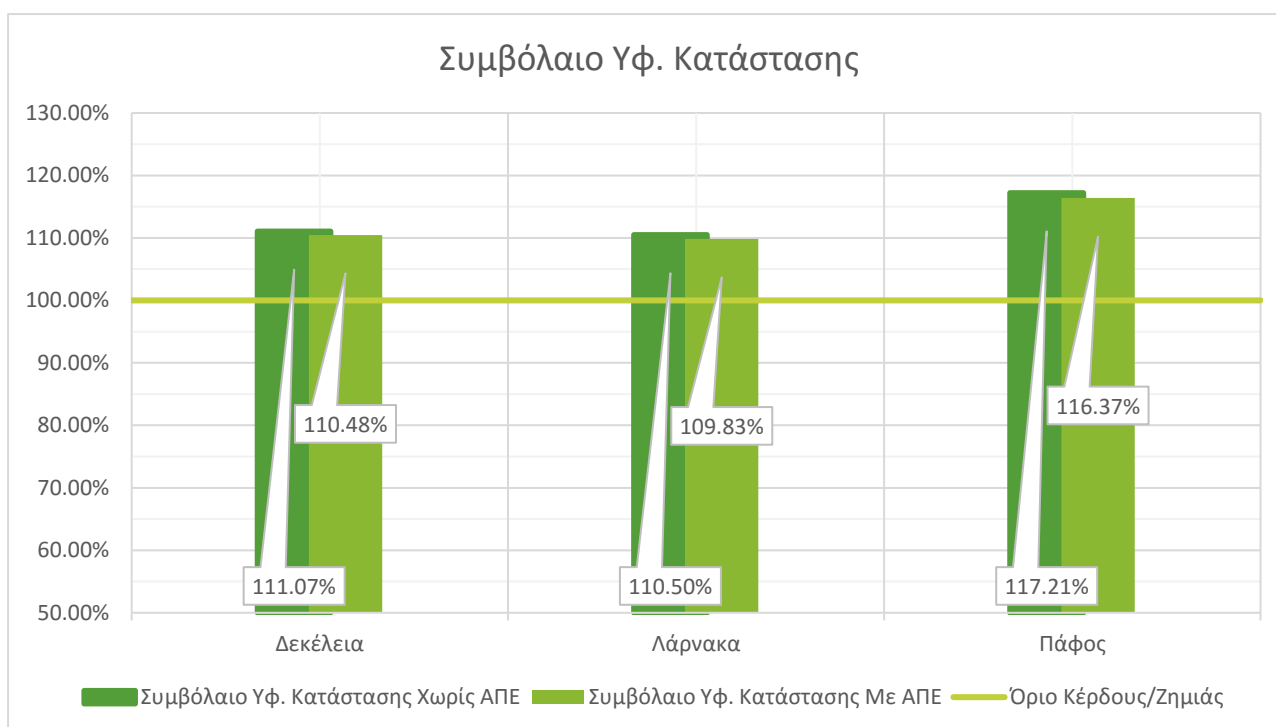
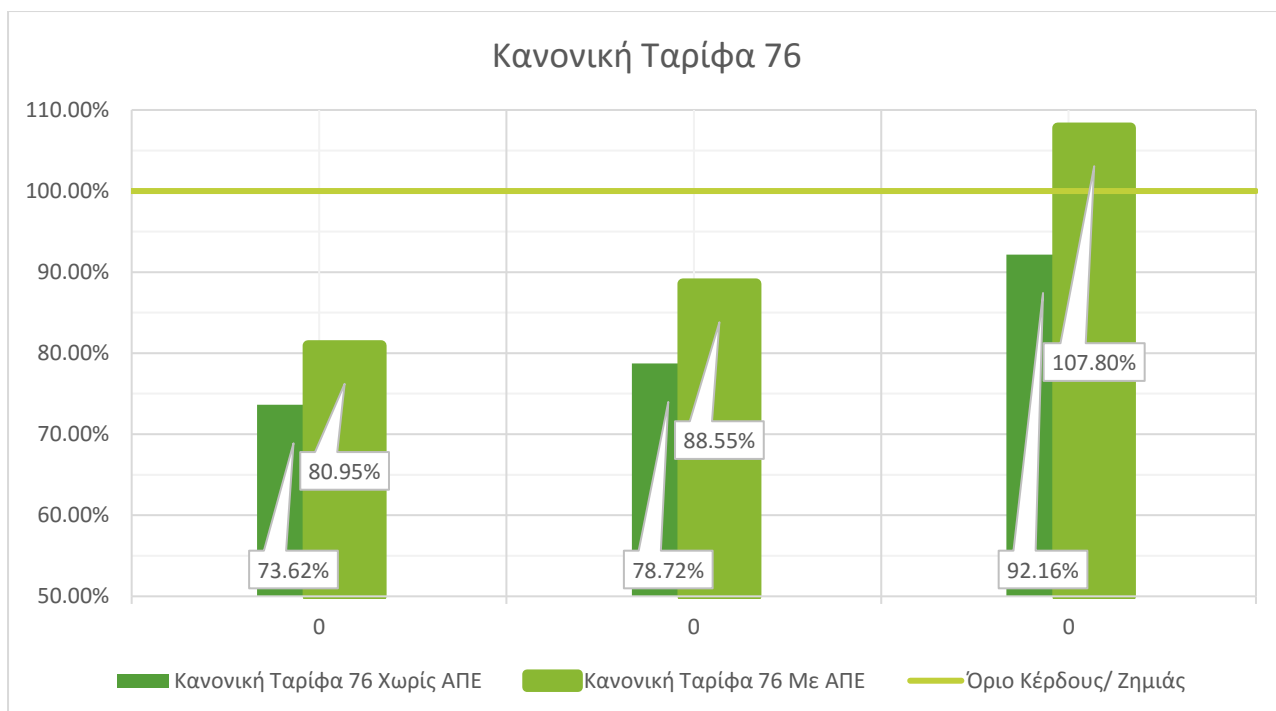
Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	66,812.80	27.91
Λάρνακα	64473.6	38,605.60	40.12
Πάφος	36669.36	10,801.36	70.54

Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

Ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην Μ.Α στα 104.56 € /MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 25,868.0 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα).

Selling Price €/MWh	102.92
Total Energy Produced (MWh)	25,868.00

Σε επόμενο σημείο υπολογίζουμε τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης της μονάδας σε σχέση με την ενέργεια που αγοράστηκε από τον προμηθευτή ΑΠΕ. Η υπόλοιπη ενέργεια αντιστοιχεί σε ενέργεια του δικτύου από τις συμβατικές μονάδες της ΑΗΚ. Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 €/kWh) και της ταρίφας 76 (κατά μέσο όρο 0.1777 €/KWh) για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου.**

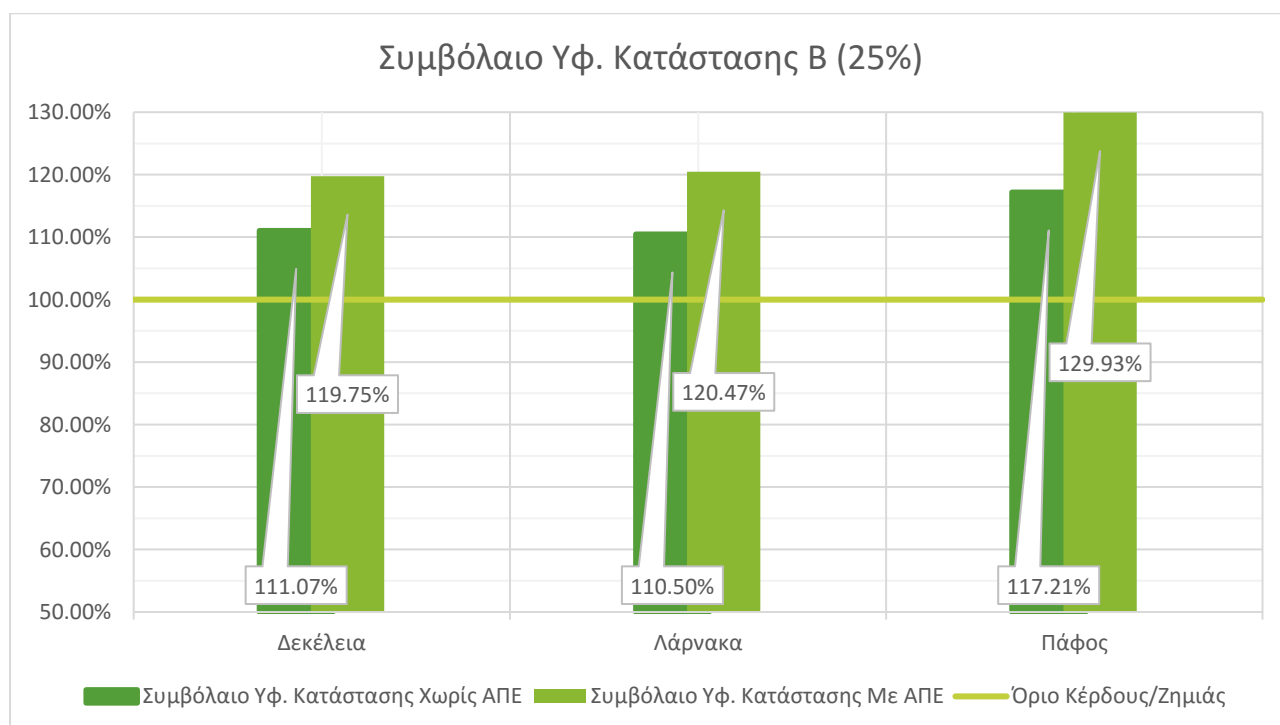
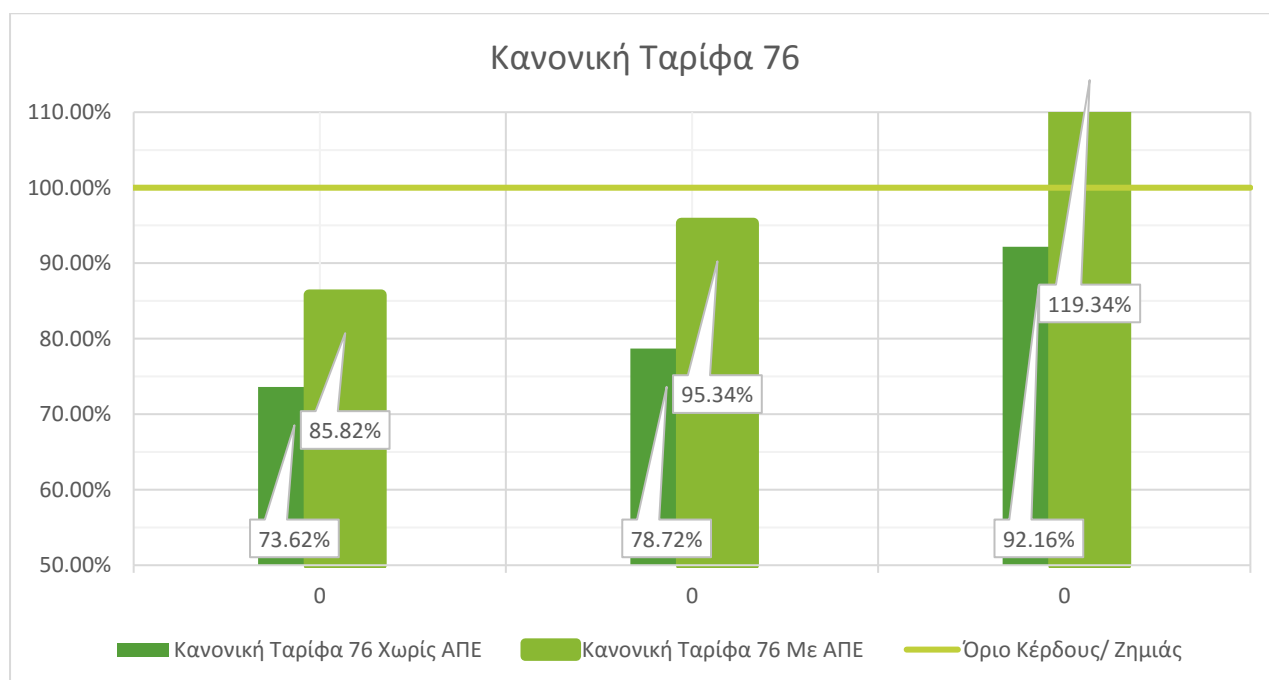


Αν και όλες οι μονάδες παρουσιάζουν αύξηση στο λόγο της Κ.Τ μόνο η Πάφος προσεγγίζει την αντίστοιχη του συμβολαίου του, αδυνατώντας όμως ακόμα και σε ποσοστό κάλυψης 70% να φτάσει το αντίστοιχο του συμβολαίου. Η Λάρνακα και η Δεκέλεια απέχουν αρκετά από το όριο κέρδους. Επίσης το μέγεθος του ηλιακού πάρκου έχει φτάσει ήδη σε πολύ δύσκολα σημεία καθώς η αδειοδότηση και η χωροθέτηση τέτοιου πάρκου θα είναι τρομερά δύσκολη. Οι λόγοι του συμβολαίου δεν επηρεάζονται ιδιαιτέρως αλλά γίνεται προφανές ότι καμία επιχείρηση δεν θα έκτιζε τέτοιο πάρκο με σκοπό να υπογράψει συμβόλαιο με ρήτρα που να συμφέρει λίγο περισσότερο φορολογικά την οποιαδήποτε κυβέρνηση.

Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

Η μονάδα Α/Σ παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 73.08 € /MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE € /MWh	60.35
Total Energy Produced (MWh)	25,868.00



Η εφαρμογή της περίπτωσης της αυτοπαραγωγής είναι η μοναδική που δίνει ελπίδα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών σε σχέση με ενεργειακά έντονες διεργασίες. Στην αυτοπαραγωγή μειώνεται σημαντικά το κόστος ενέργειας και ο λόγος της κανονικής διατίμησης και του συμβολαίου γίνεται καλύτερος δίνοντας τη δυνατότητα να έχουμε λιγότερη ζημιά από τις ρήτρες συμβολαίων. Η δυσκολία σε αυτό το σενάριο είναι η εφαρμογή τέτοιων νομοθεσιών καθώς χρειάζονται μεγάλα ποσά επιχορηγήσεων που ίσως καταλήγουν να είναι χειρότερα από την υφιστάμενη κατάσταση.

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών αν και αδυνατεί να δώσει λύση στη συγκεκριμένη διεργασία φαίνεται να δίνει ελπίδες σε **αντίστοιχες πιο ελαφρές βιομηχανικές διεργασίες ή ακόμα και βιομηχανικούς χώρους μικρών βιοτεχνιών παρέχοντας σταθερή ρήτρα ενέργειας που θα βοηθήσει στην ανάπτυξη τους, μακριά από τις και την αβεβαιότητα του πετρελαίου.**

Αιολικό Πάρκο – 10 MW

Οικονομικά Στοιχεία

Για την ανέγερση αιολικού πάρκου 10 MW σε τοποθεσία ετήσιας ταχύτητας ανέμου ίση με 5.0 m/s χρειάστηκαν 5 Ανεμογεννήτριες τύπου Vestas V90 – 2.0 MW διαμέτρου ρότορα 90 μ και ύψους πυλώνα 95 μ χαρακτηριστικά του οποίου βλέπουμε στο Παράστημα 1. Βάση των στοιχείων κόστους ανέγερσης αιολικών πάρκων που αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014 καθώς και κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **1,955 €/KW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Cost		
Per Installed €/KW		1,400.00
Initial Cost €		19,550,000
Turbine (Share/ €)	70%	13,685,000
Civil Work (Share/ €)	10%	1,955,000
Grid (Share/ €)	10%	1,955,000
Other (Share/ €)	10%	1,955,000
OMD (€/kwh)	3%	490,020
Unpredicted OMD	10%	49,002

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	20%
Επιχορήγηση (€)	7,820,000
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	5,865,000
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	13,685,000
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής	15
Φόρος Εισοδήματος	35%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Το ποσοστό κάλυψης των Μ.Α σε σχέση με τα φωτοβολταϊκά πάρκα είναι μεγαλύτερο με μόνο το μεγαλύτερο Φ/Β πάρκο που έχουμε μελετήσει να το ανταγωνίζεται. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη ικανότητα των Α/Γ να δεσμεύουν ενέργεια από τον άνεμο, ακόμα και σε μικρές ταχύτητες ανέμου όπως της Κύπρου.

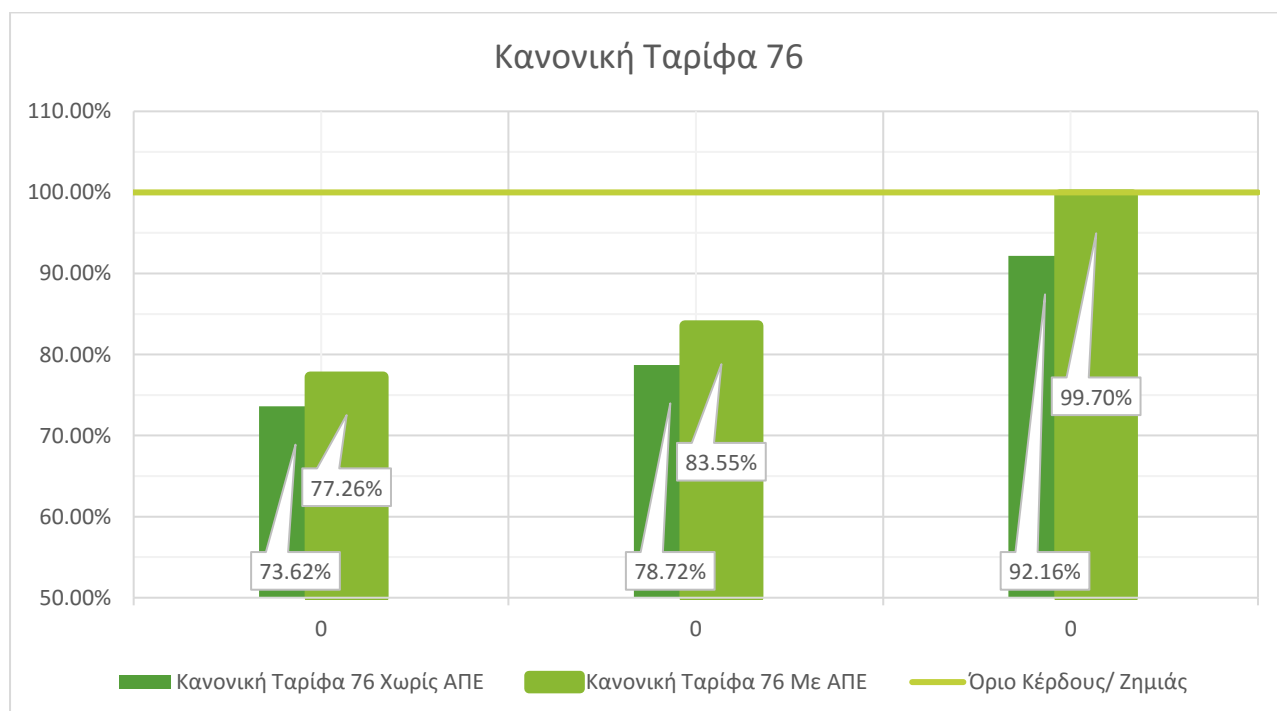
Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	72,111.80	26.73
Λάρνακα	64473.6	43,904.60	38.42
Πάφος	36669.36	16,100.36	67.55

Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

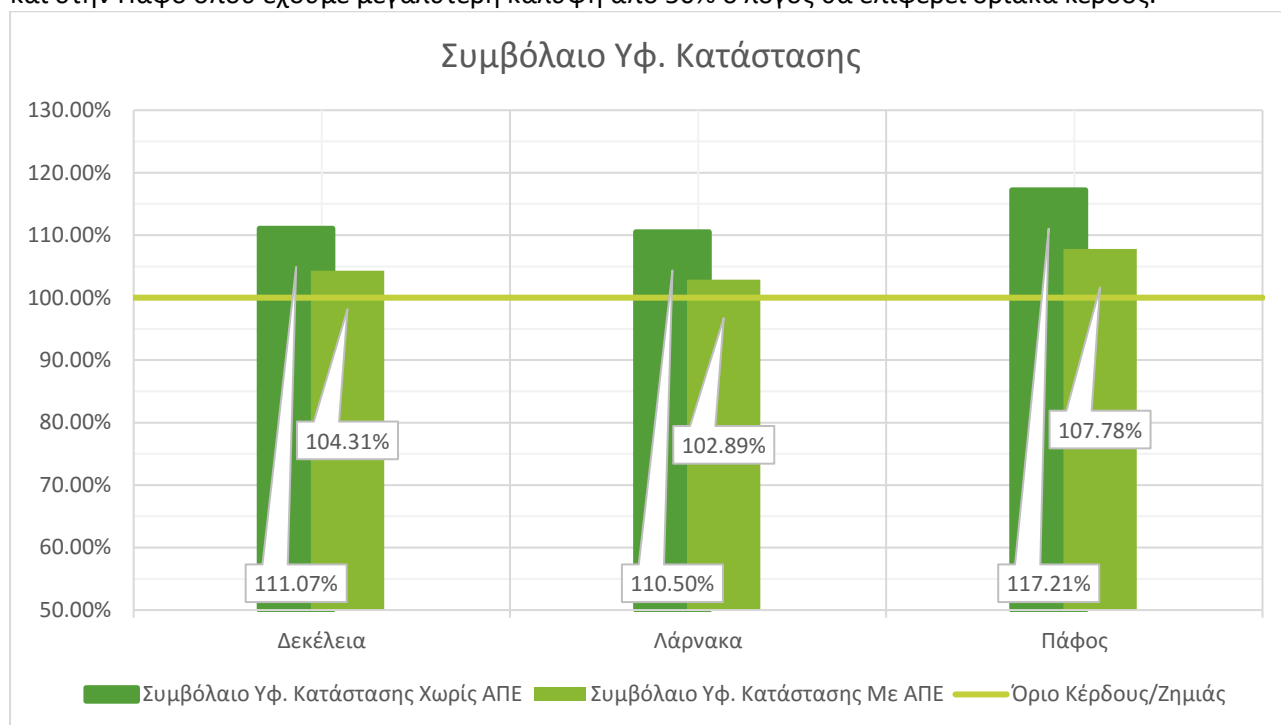
Ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην Μ.Α στα 122.50 € /MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 20,569.0 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα).

Selling Price €/MWh	137.00
Total Energy Produced (MWh)	24,769.00

Σε επόμενο σημείο υπολογίζουμε τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης της μονάδας σε σχέση με την ενέργεια που αγοράστηκε από τον προμηθευτή ΑΠΕ. Η υπόλοιπη ενέργεια αντιστοιχεί σε ενέργεια του δικτύου από τις συμβατικές μονάδες της ΑΗΚ. Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 €/kWh) και της ταρίφας 76 (κατά μέσο όρο 0.1777 €/KWh) για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου**.



Η τιμή πώλησης της ενέργειας είναι μεγαλύτερη από αυτή του συμβολαίου αλλά μικρότερη από την κανονική διατίμηση. Όπως και με την περίπτωση των Φ/Β ο λόγος κέρδους/κόστους της κανονικής ταρίφας θα ανέβει και στην Πάφο όπου έχουμε μεγαλύτερη κάλυψη από 50% ο λόγος θα επιφέρει οριακά κέρδος.

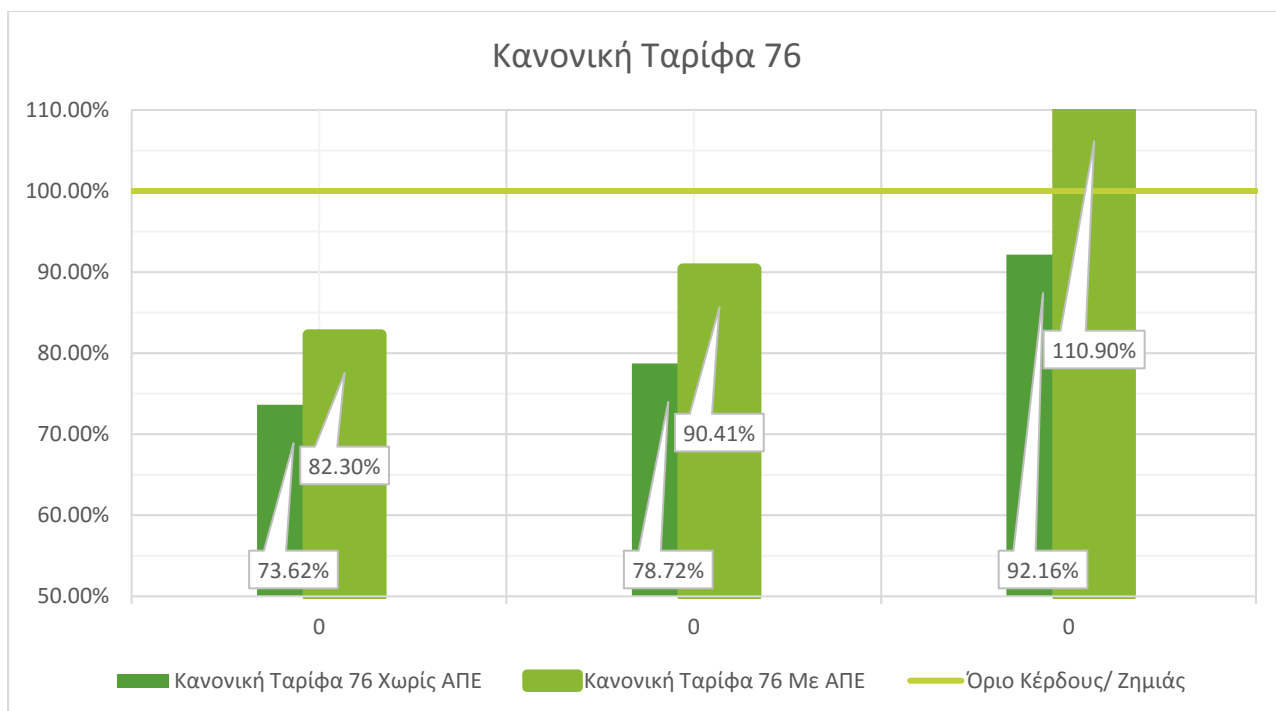


Αντίστοιχα η μεγαλύτερη τιμή πώλησης από το συμβόλαιο επιφέρει ζημιά στην περίπτωση χρήσης της διατίμησης του συμβολαίου.

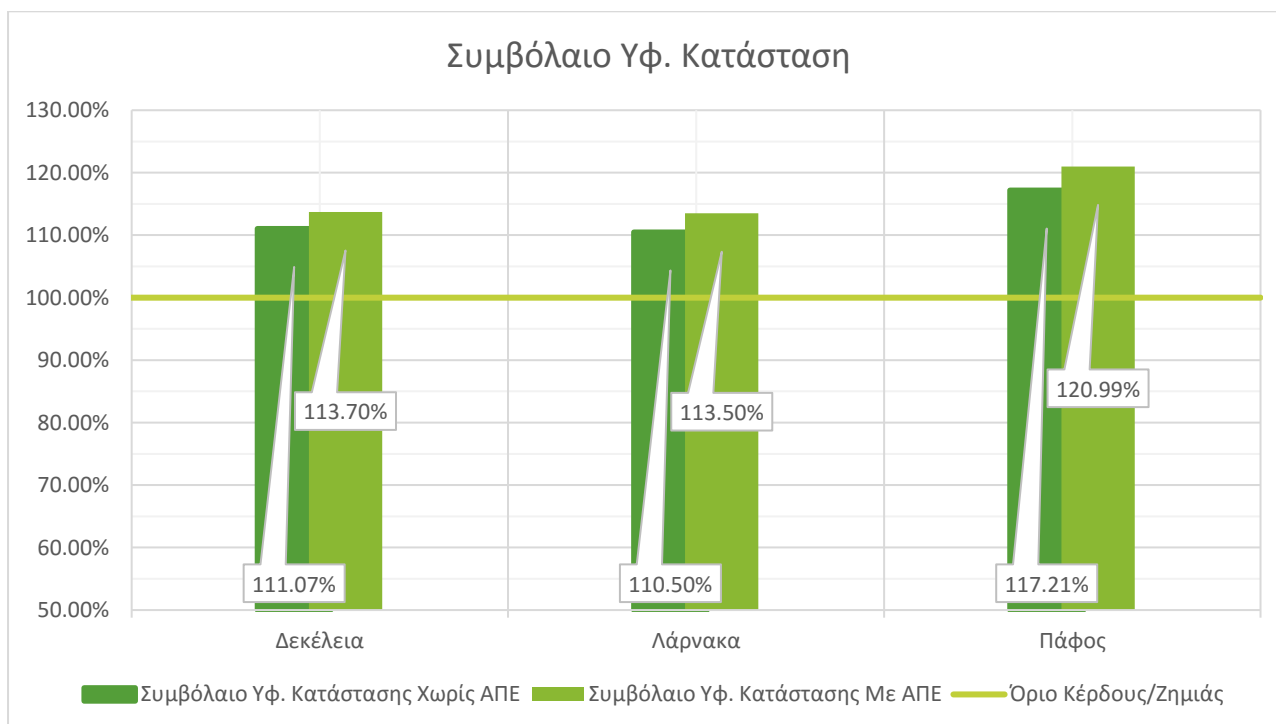
Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

Η μονάδα Α/Σ παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 96.43 €/MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE €/MWh	86.78
Total Energy Produced (MWh)	24,769.00



Η μικρή μείωση στην τιμή πώλησης της ενέργειας ΑΠΕ σε σχέση με το προηγούμενο σενάριο ενισχύει τα κέρδη ακόμη περισσότερο.



Το ίδιο παρατηρούμε και στην περίπτωση της διατίμησης συμβολαίου όπου η φθηνότερη ενέργεια εντείνει τα κέρδη της εκάστοτε Μ.Α.

Αιολικό Πάρκο – 20 MW

Οικονομικά Στοιχεία

Για την ανέγερση αιολικού πάρκου 20 MW σε τοποθεσία ετήσιας ταχύτητας ανέμου ίση με 5.0 m/s χρειάστηκαν 10 Ανεμογεννήτριες τύπου Vestas V90 – 2.0 MW διαμέτρου ρότορα 90 μ και ύψους πυλώνα 95 μ χαρακτηριστικά του οποίου βλέπουμε στο Παράστημα 1. Βάση των στοιχείων κόστους ανέγερσης αιολικών πάρκων που αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014 καθώς και κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **1,900 €/KW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Cost		
Per Installed €/KW		1,350.00
Initial Cost €		38,000,000
Turbine (Share/ €)	70%	26,600,000
Civil Work (Share/ €)	10%	3,800,000
Grid (Share/ €)	10%	3,800,000
Other (Share/ €)	10%	3,800,000
OMD (€/kwh)	3%	980,070
Unpredicted OMD	10%	98,007

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	20%
Επιχορήγηση (€)	15,200,000
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	11,400,000
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	26,600,000
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής	15
Δόσεις (€)	1,252,659
Φόρος Εισοδήματος	35%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Το ποσοστό κάλυψης εκτοξεύεται προς τα πάνω με την προσθήκη μόλις 5 επιπλέον Α/Γ. Η χρήση της αιολικής ενέργειας φαίνεται να είναι πολύ πιο πρακτική. Η περίπτωση της Πάφου σε αυτό το σημείο θα μελετηθεί ως κάλυψη της τάξεως του 100% και θα σταματήσει πέρα από αυτό το σημείο.

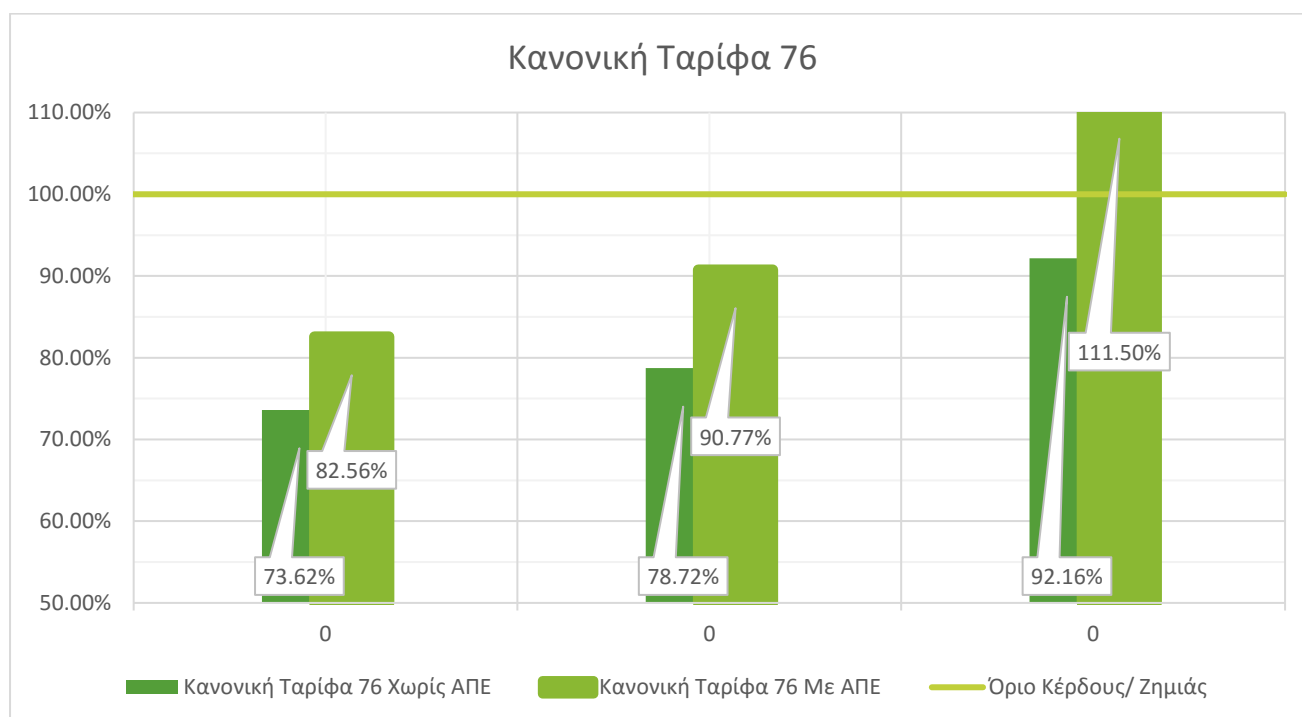
Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	51,542.80	53.45
Λάρνακα	64473.6	23,335.60	76.83
Πάφος	36669.36	0	100.0

Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

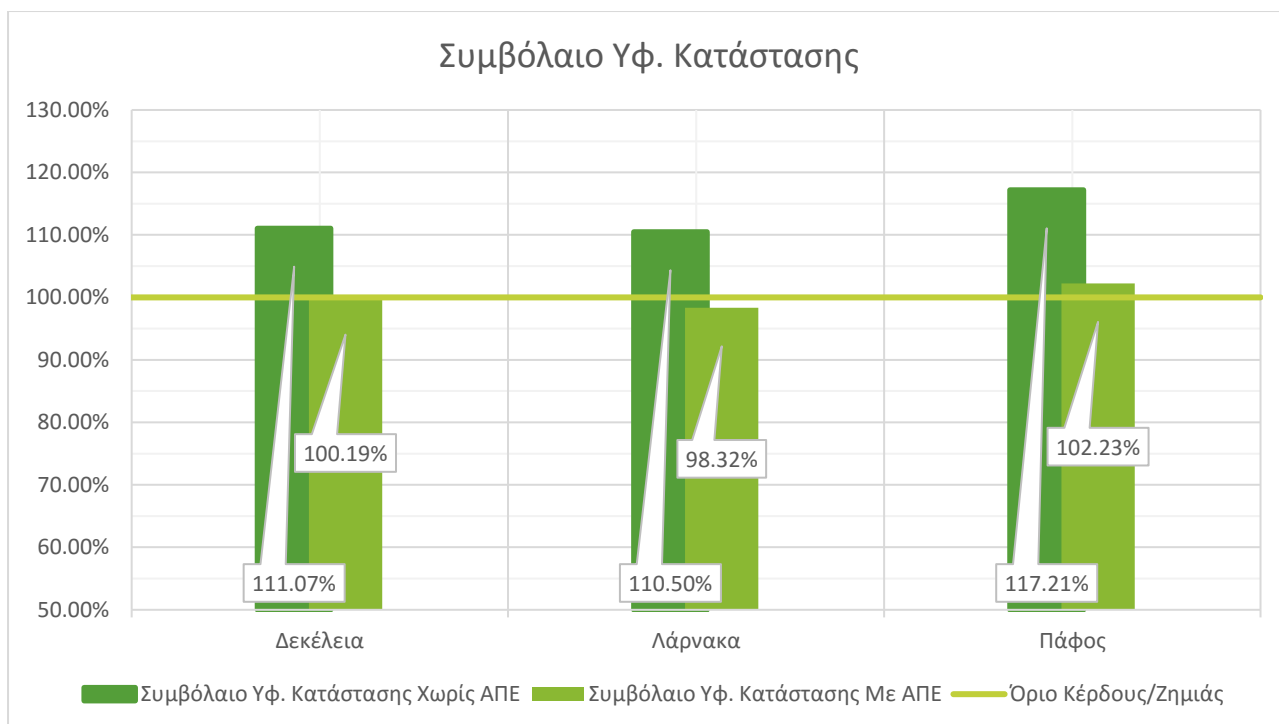
Ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην Μ.Α στα 120.30 € /MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 41,138.0 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα).

Selling Price €/MWh	131.00
Total Energy Produced (MWh)	49,538.00

Σε επόμενο σημείο υπολογίζουμε τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης της μονάδας σε σχέση με την ενέργεια που αγοράστηκε από τον προμηθευτή ΑΠΕ. Η υπόλοιπη ενέργεια αντιστοιχεί σε ενέργεια του δικτύου από τις συμβατικές μονάδες της ΑΗΚ. Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 €/kWh) και της ταρίφας 76 (κατά μέσο όρο 0.1777 € /KWh) για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου**.



Ο λόγος της κανονικής διατίμησης φθάνει στο μέγιστο του για την περίπτωση της Πάφου και είναι κατά 6% μικρότερος από αυτόν της υφιστάμενης κατάστασης. Πράγμα που σημαίνει πως αν η Μ.Α επενδύσει στη χρήση ενός τέτοιου αιολικού πάρκου τότε ο IRR της επένδυσής της θα είναι μικρότερος από 16% αλλά πιθανότατα μεγαλύτερος από 12%. Η επένδυση δεν θα είναι ιδανική αλλά θα είναι κάπως βιώσιμη. Το μόνο σίγουρο πως μια τέτοια επένδυση στα σημερινά δεδομένα δύσκολα θα έπειθε ιδιώτη είτε δημόσιο φορέα προς το συμφέρον της.

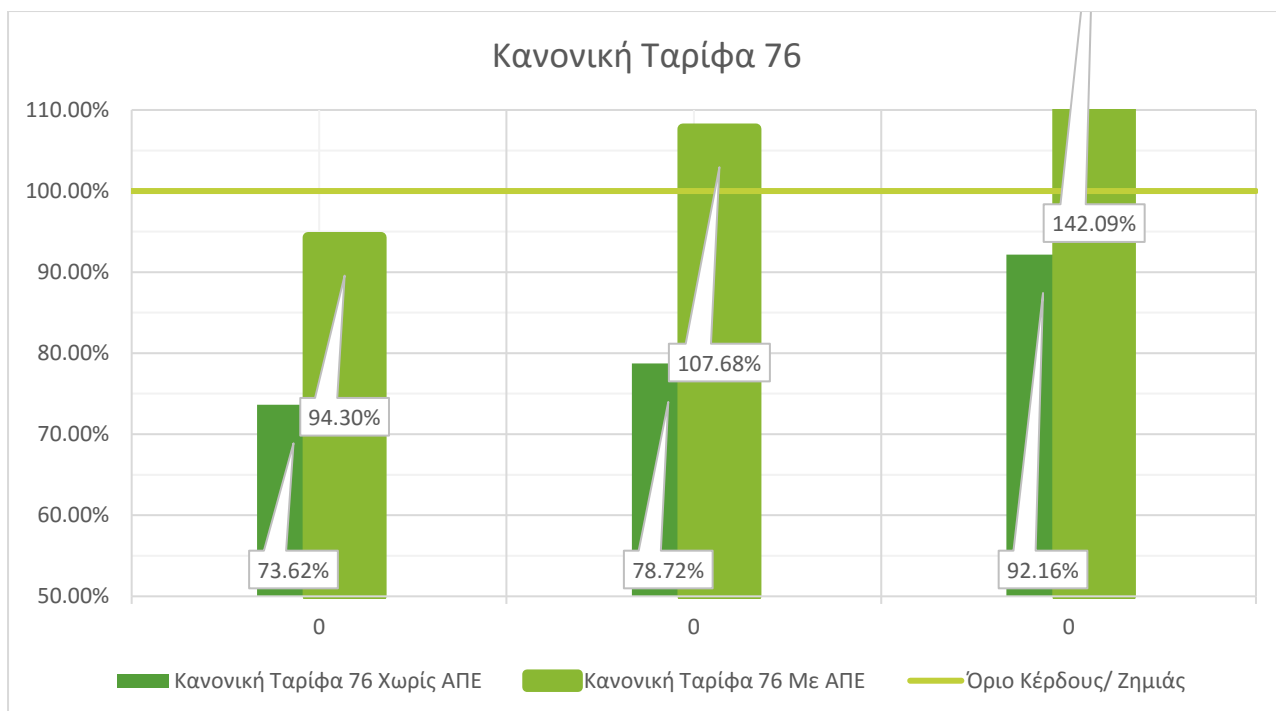


Εδώ το μοτίβο επαναλαμβάνεται αφού η τιμή πώλησης ενέργειας από το αιολικό πάρκο είναι υψηλότερη από αυτή του συμβολαίου. Η ζημιά είναι αναπόφευκτη.\

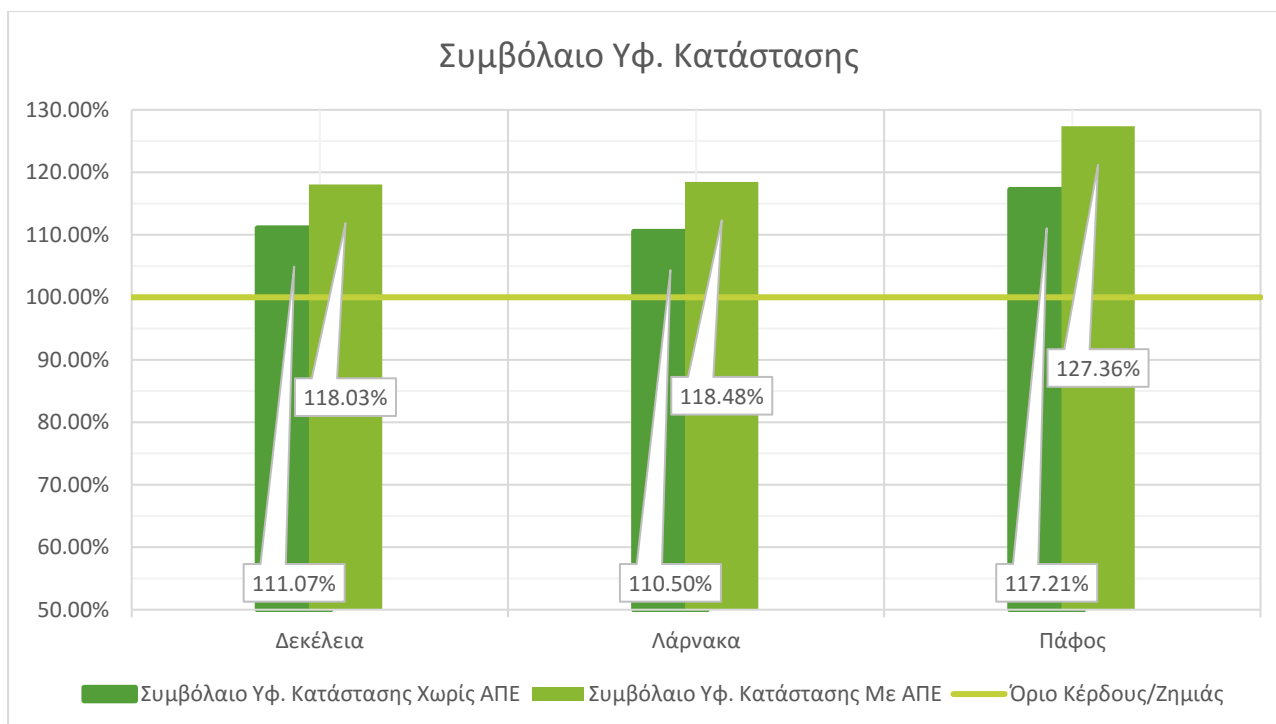
Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

Η μονάδα Α/Σ παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 94.88 € /MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE € /MWh	83.14
Total Energy Produced (MWh)	49,538.00



Σε αυτό το σενάριο έχουμε για πρώτη φορά συμφέρουσα την κανονική ταρίφα. Στην μονάδα της Πάφου πλέον η ενέργεια καλύπτεται πλήρως από ΑΠΕ μικρότερης χρέωσης από αυτή του συμβολαίου και με περιθώριο ακόμα πιο ακριβής τιμολόγησης. Στις υπόλοιπες μονάδες υπάρχει επίσης αύξηση του λόγου αλλά δεν φθάνει συμφέροντα σημεία. Η αύξηση φαίνεται και στην περίπτωση του συμβολαίου γεγονός που εξακριβώνει το συμφέρον της συγκεκριμένης επενδυτικής πρότασης.



Αιολικό Πάρκο – 30 MW

Οικονομικά Στοιχεία

Για την ανέγερση αιολικού πάρκου 30 MW σε τοποθεσία ετήσιας ταχύτητας ανέμου ίση με 5.0 m/s χρειάστηκαν 15 Ανεμογεννήτριες τύπου Vestas V90 – 2.0 MW διαμέτρου ρότορα 90 μ και ύψους πυλώνα 95 μ χαρακτηριστικά του οποίου βλέπουμε στο Παράστημα 1. Βάση των στοιχείων κόστους ανέγερσης αιολικών πάρκων που αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος από τις έρευνες της IRENA το 2014 καθώς και κάποιες διορθώσεις βάση συναλλάγματος προκύπτει για την συγκεκριμένη εγκατάσταση συνολικό κόστος εγκατάστασης ανά kW στα **1,850 €/KW**. Η αναλυτική κατανομή του κόστους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Cost		
Per Installed €/KW		1,300.00
Initial Cost €		55,500,000
Turbine (Share/ €)	70%	38,850,000
Civil Work (Share/ €)	10%	5,550,000
Grid (Share/ €)	10%	5,550,000
Other (Share/ €)	10%	5,550,000
OMD (€/kwh)	3%	1,470,090
Unpredicted OMD	10%	147,009

Οικονομικά	
Πληθωρισμός	2.5%
Επιτόκιο Αναγωγής	6%
Διάρκεια Ζωής Έργου	20%
Επιχορήγηση (€)	22,200,000
Τοκοχρεολύσιο	30%
Χρέος (€)	16,650,000
Μετοχή (Επιχορήγηση +Ιδιοκεφ.) (€)	38,850,000
Επιτόκιο Δανεισμού	7%
Περίοδος Αποπληρωμής	15
Φόρος Εισοδήματος	35%
Φορολογική Απόσβεση	10%
Ρυθμός Απόσβεσης	10%

Το ποσοστό κάλυψης φθάνει σχεδόν το 100% στην περίπτωση της Λάρνακας και ξεπερνά την μισή κατανάλωση της Δεκέλειας. Η Πάφος έχει καλυφθεί προηγουμένως και επομένως παραλείπεται από το συγκεκριμένο σενάριο.

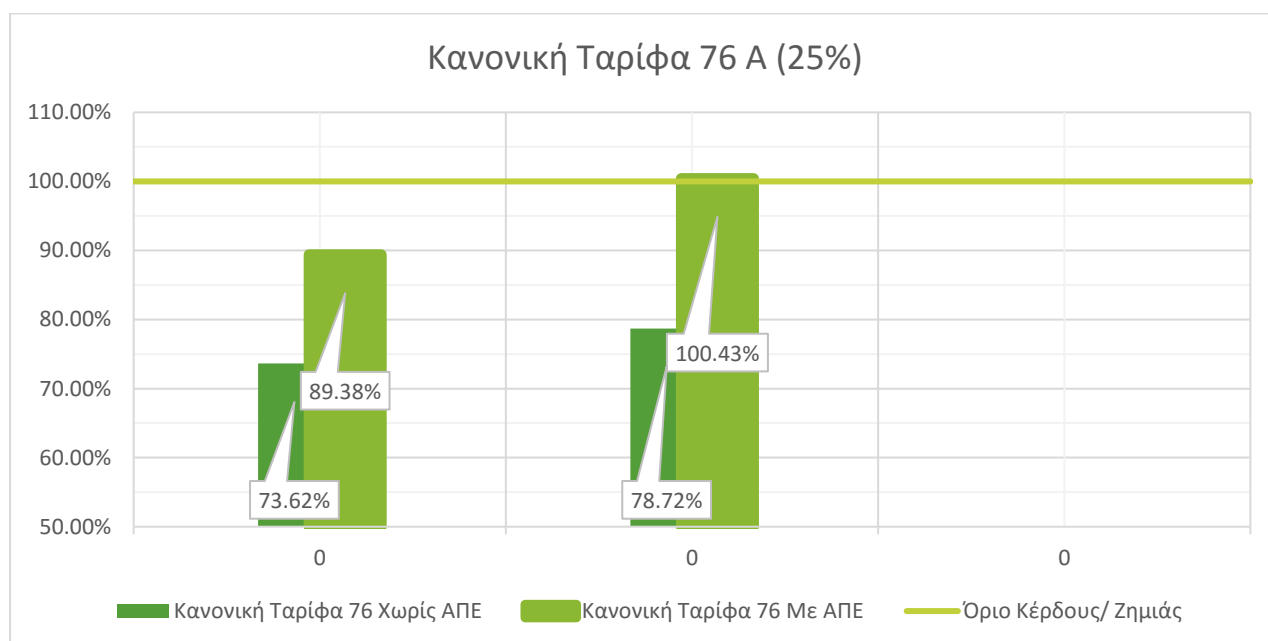
Ενεργειακά Στοιχεία			
	Συνολική Κατανάλωση Μονάδας (MWh)	Ενέργεια Δικτύου (MWh)	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Δεκέλεια	92680.8	30,973.80	80.18
Λάρνακα	64473.6	2,766.60	100.00

Σενάριο 1: Η Α/Σ ως αγοραστής ενέργειας από προμηθευτή ΑΠΕ

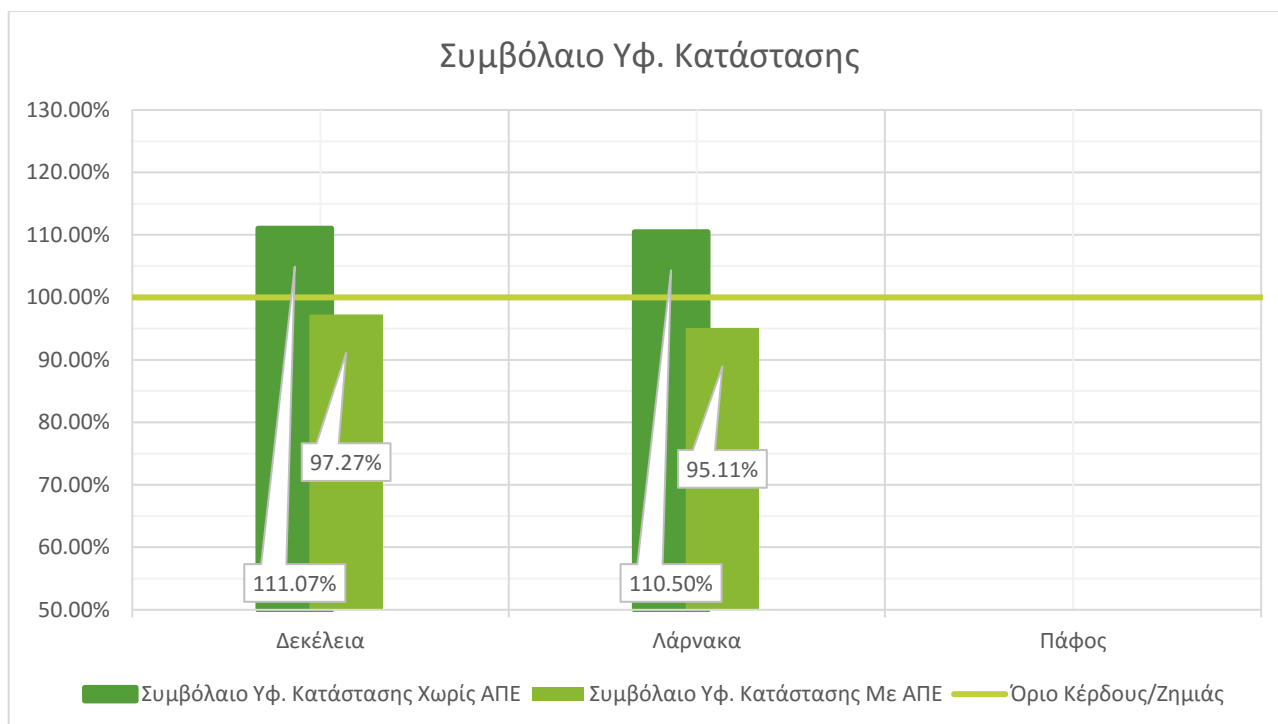
Ο προμηθευτής ΑΠΕ πουλάει την ενέργεια στην Μ.Α στα 118.00 €/MWh μέσω του κεντρικού δικτύου. Η συνολική ενέργεια που αγοράζει η μονάδα Α/Σ ετησίως είναι 61,707.0 MWh η οποία αφαιρείται από την συνολική της κατανάλωσης (92% τεχνική διαθεσιμότητα).

Selling Price €/MWh	127.00
Total Energy Produced (MWh)	74,307

Σε επόμενο σημείο υπολογίζουμε τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης της μονάδας σε σχέση με την ενέργεια που αγοράστηκε από τον προμηθευτή ΑΠΕ. Η υπόλοιπη ενέργεια αντιστοιχεί σε ενέργεια του δικτύου από τις συμβατικές μονάδες της ΑΗΚ. Για να υπολογίσουμε τους **νέους λόγους Κέρδους/Κόστους από την χρήση ΑΠΕ** θα χρησιμοποιήσουμε τις ρήτρες του συμβολαίου (0.1 €/kWh) και της ταρίφας 76 (κατά μέσο όρο 0.1777 €/KWh) για την ενέργεια που προμηθευτήκαμε από συμβατικές μονάδες και θα προσθέσουμε το κόστος της ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ, μαζί με τα παράταιρα έξοδα που επεξηγήθηκαν προηγουμένως. Έπειτα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια τιμή πώλησης νερού για τα κέρδη της Α/Σ που μένουν σταθερά και θα συγκρίνουμε τους δύο λόγους για τις δύο περιπτώσεις. Έτσι προκύπτουν τα **διαγράμματα σύγκρισης του Λόγου Κέρδους/Κόστους με χρήση ΑΠΕ και χωρίς για την Κανονική Ταρίφα 76 και του Υφιστάμενου Συμβολαίου**.



Βλέπουμε πως ο λόγος κέρδους/κόστους προσεγγίζει το όριο της επιχείρησης όταν φτάνει σε πολύ υψηλά ποσοστά κάλυψης από ΑΠΕ. Η μονάδα της Πάφου υπήρξε εξαίρεση χάρη στην υψηλότερη τιμή πώλησης του νερού που παρήγαγε και στην μικρή διάρκεια ζωής του έργου. **Στην περίπτωση της Δεκέλειας και της Λάρνακας το όριο δεν θα ξεπεραστεί πριν καλυφθούν πλήρως οι ανάγκες των σταθμών από ΑΠΕ.**

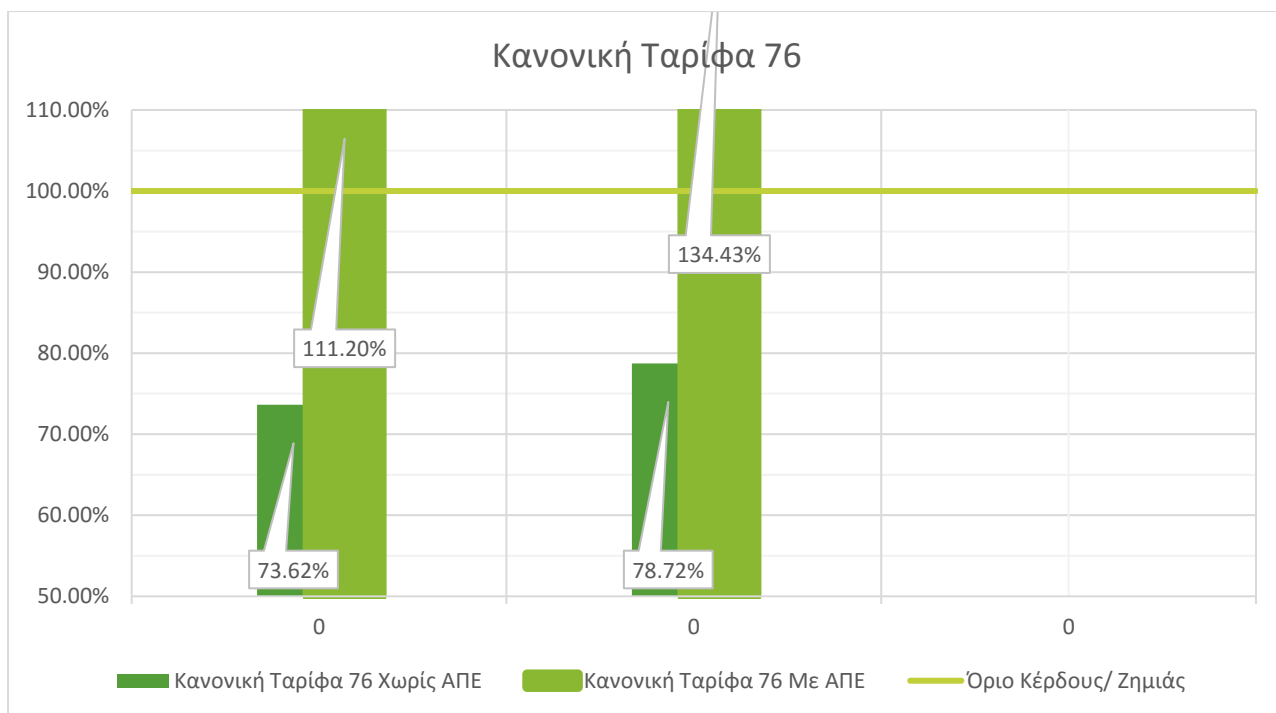


Το θετικό του σεναρίου είναι ότι υπάρχει σημείο ανάμεσα στην υφιστάμενη διατίμηση του συμβολαίου και στην κανονική ταρίφα όπου ο λόγος κέρδους/ κόστους μένει σταθερός με την χρήση αυτού του αιολικού πάρκου. Παρόλ' αυτά η επένδυση είναι αρκετά μεγάλη για να γίνει με σκοπό την συμφωνία καλύτερης διατιμησης.

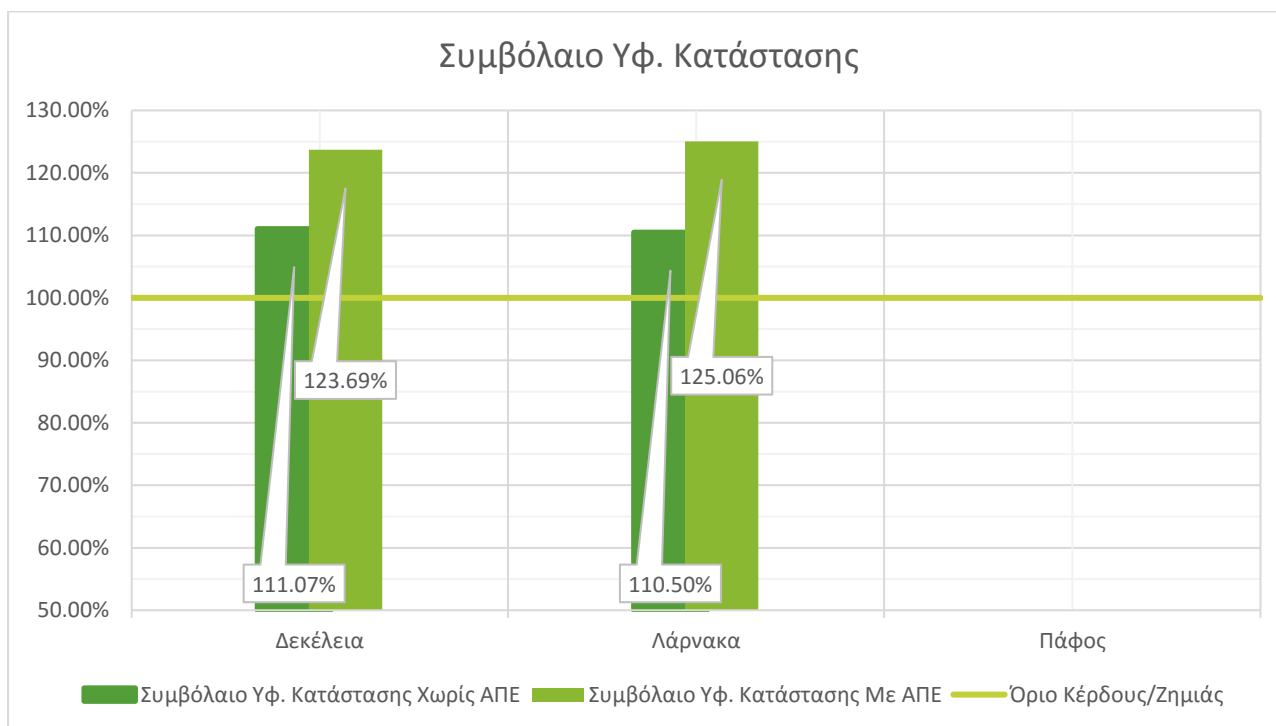
Σενάριο 2: Η Α/Σ ως παραγωγός ΑΠΕ για ιδιοκατανάλωση

Η μονάδα Α/Σ παράγει ενέργεια με κόστος παραγωγής 94.88 € /MWh και την χρησιμοποιεί για ιδιοκατανάλωση. Η ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την συνολική κατανάλωση και η υπόλοιπη αγοράζεται από το δίκτυο είτε με τιμολόγηση Κ.Τ 76 είτε με την τιμολόγηση του συμβολαίου.

LCOE € /MWh	80.57
Total Energy Produced (MWh)	74,307



Το πρόβλημα βρίσκεται στην τιμή της ενέργειας από ΑΠΕ. Αν ήταν φθηνότερη του 100 € /MWh που είναι η τιμή του συμβολαίου τότε η συνεισφορά τους θα ήταν τεράστια.



Σύνοψη Αποτελεσμάτων/ Περαιτέρω Έρευνα

Μετά από την ανάλυση διαφορετικών ποσοστών κάλυψης για την κάθε μονάδα με βάση την ονομαστική τους ισχύ, από Φωτοβολταϊκά και Ανεμογεννήτριες ως παραγωγή ενέργειας φθάνουμε στο συμπέρασμα ότι η χρήση ΑΠΕ στην περίπτωση της Αφαλάτωσης στην Κύπρο δεν είναι ικανή να δώσει βιώσιμη λύση.

Στην περίπτωση της μονάδας της Πάφου με την μικρή ονομαστική ισχύ, ο λόγος Κέρδους/Κόστους της έφτασε σε κερδοφόρο ποσοστό με κάλυψη άνω του 50% των συνολικών της αναγκών, ποσοστό που δεν είναι απαγορευτικό λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος της μονάδας. Παρόλ' αυτά ο κυριότερος λόγος που αυτό έγινε εφικτό έγκειται στην υψηλή τιμή πώλησης που έχει η συγκεκριμένη επιχείρηση.

Στο αντίθετο παρονομαστή οι σταθμοί της Λάρνακας και Δεκέλειας φτάνουν στο ίδιο κερδοφόρο ποσοστό σε κάλυψη άνω του 95% των αναγκών τους. Οι μεγαλύτερες ποσότητες που έχουν να ικανοποιήσουν και τα 20χρονα συμβόλαια τους καθιστούν την ανάγκη τους για σταθερή χαμηλή ηλεκτροδότηση πολύ πιο σημαντική από την μονάδα της Πάφου για την επίτευξη κέρδους σε συνδυασμό με χαμηλή τιμή πώλησης νερού στον Κυπριακό λαό.

Βασικό πρόβλημα της χρήσης ΑΠΕ φαίνεται να είναι το παρόν κόστος παραγωγής της ενέργειας. Αν και είναι εφικτό να παραχθεί ηλεκτρισμός με τιμή κάτω των 100 €/ MWh αυτό γίνεται μόνο σε μεγάλες εγκαταστάσεις Φ/Β πάρκων και αιολικών πάρκων και μόνο σε περιπτώσεις ιδιοκατανάλωσης. Τέτοιες επιχειρηματικές κινήσεις θα στοίχιζαν μεγάλο κεφάλαιο στις επιχειρήσεις αφαλάτωσης καθώς και στην ίδια την κυβέρνηση η οποία θα αναγκαζόταν να καλύψει το κεφάλαιο αυτό με μεγάλες επιχορηγήσεις. Πέρα από τις οικονομικές και νομοθετικές δυσκολίες τέτοιων πάρκων υπάρχει και ο χωροθετικός περιορισμός αφού ένα πάρκο τάξεων 5 MW και άνω χρειάζεται και μεγάλες εκτάσεις γης συνήθως μεταξύ 4 με 8 εκτάρια ανά εγκατεστημένο MWpeak. Παρόμοιους περιορισμούς έχουν και τα αιολικά πάρκα αφού οι περιοχές που μπορούν να παρέχουν μέση ετήσια ανέμου πάνω από 5 m/s είναι ελάχιστες και μειώνονται με κάθε ανέγερση αιολικού πάρκου.

Η χρήση αιολικής ενέργειας φαίνεται να είναι πολύ πιο ικανή από τα Φ/Β αφού ακόμα και στην περίπτωση της Κύπρου όπου το ηλιακό δυναμικό υπερτερεί με διαφορά του αιολικού, τα αιολικά πάρκα προσφέρουν πολύ μεγαλύτερη ενεργειακή κάλυψη στις Μ.Α. Στην περίπτωση περιοχής με μεγάλο αιολικό δυναμικό διαθέσιμο όπως π.χ. τα ελληνικά νησιά η χρήση της αιολικής ενέργειας για αφαλάτωση μπορεί να είναι οικονομικά και νομοθετικά εφικτή αφού η παραγόμενη ενέργεια θα αυξηθεί εκθετικά ρίχνοντας την τιμή πώλησης ακόμα περισσότερο.

Στην περίπτωση της Κύπρου γίνεται αντιληπτό πως η χρήση ΑΠΕ για άμεση ηλεκτροδότηση των ενεργοβόρων επιχειρήσεων της είναι μάταια. Τα πάρκα μεγάλης κλίμακας παραγωγής ενέργειας θα ήταν καλύτερο να προμηθεύουν το παραγόμενο ρεύμα κατευθείαν στο δίκτυο συνεισφέροντας έτσι στο συνολικό ισοζύγιο του νησιού ανεξάρτητα από τις τιμές του πετρελαίου.

Από την έρευνά μας μπορούμε να καταλήξουμε πως επιχειρήσεις μικρότερης δυναμικότητας των μερικών δεκάδων και εκατοντάδων kW μπορούν να επωφεληθούν από μικρές εγκαταστάσεις Φ/Β επί τόπου για ιδιοκατανάλωση. Σε μεγαλύτερη κλίμακα μπορούν μικρές βιομηχανικές περιοχές αποτελούμενες από μικρές βιομηχανίες και βιοτεχνίες να αναπτύξουν από κοινού μεγαλύτερα Φ/Β πάρκα παραγωγής 1 με 2 MW για ιδιοκατανάλωση τους. Τέτοιες κινήσεις θα προσέφεραν ρεύμα φθηνότερο από την δική τους διατίμηση η οποία είναι ακόμα ψηλότερη από αυτή που μελετήσαμε για τις Μ.Α.

Στην περίπτωση της αφαλάτωσης στην Κύπρο αξίζει να μελετηθεί η χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ για έμμεση ανακούφιση της ενεργοβόρας φύσης τους. Σε ερευνητική φάση βρίσκεται η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και αφαλατωμένου νερού με χρήση τεχνολογιών συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας (CSP – DSW) η οποία όσο αναπτύσσεται φαίνεται να παράγει μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας (θερμικής και ηλεκτρικής) από τα

κλασσικά φωτοβολταϊκά συστήματα στην περίπτωση της Κύπρου. Στη μονάδα συμπαραγωγής (CSP-DSW), εξειδικευμένα κάτοπτρα (ηλιοστάτες) ακολουθούν την κίνηση του ήλιου συγκεντρώνοντας το ηλιακό φως σε ένα στόχο – τον κεντρικό δέκτη. Ο δέκτης μετατρέπει την ηλιακή σε θερμική ενέργεια η οποία στην συνέχεια αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή θερμότητας. Η αποθηκευμένη ενέργεια χρησιμοποιείται στη συνέχεια για την κίνηση ενός ατμοστροβίλου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για την τροφοδότηση της θερμικής μονάδας αφαλάτωσης. Τέτοιες μονάδες μπορούν να αντικαταστήσουν στο μέλλον της υπάρχουσες Μ.Α με την λήξη της ζωής τους.

Το ΙΚΥ (Ιδρυμα Κρατικών Υποτροφιών) έχει ήδη επενδύσει στην ίδρυση του Εργαστηρίου Ηλιακής Ενέργειας και Αφαλάτωσης στην Αθαλάσσα που μελετά την χρήση διαφόρων τεχνολογιών Ηλιακής Ενέργειας για φθηνότερη μαζική αφαλάτωση. Ανάμεσα στις έρευνές του είναι και ένα σύστημα θερμικής αφαλάτωσης (MultiEffect Distillation - MED) που λειτουργεί με θερμική ενέργεια το οποίο έχει ήδη κατασκευαστεί και δοκιμάζεται για την περαιτέρω αύξηση της αποτελεσματικότητας της παραπάνω διαδικασίας και την ελαχιστοποίηση ή ακόμη και την εξάλειψη, της ανάγκης για υποβοήθηση από ηλεκτρική ενέργεια.

Συμπεράσματα

Η Κύπρος ως μικρό απομονωμένο σύστημα έχει να υποφέρει τις οικονομικές επιπτώσεις που έχει κάθε απομονωμένο ενεργειακό σύστημα. Οι απρόβλεπτες τιμές του πετρελαίου, πάνω στο οποίο εξαρτάται για την ενεργειακή κάλυψη των αναγκών της, καθιστούν την τιμολόγηση της ηλεκτροδότησης ασταθή και αβέβαιη τόσο για τον απλό λαό όσο και για τις επιχειρήσεις παρόλες τις προσπάθειες της κυβέρνησης για εξομάλυνσή της.

Ειδικότερα στην περίπτωση ενεργοβόρων επιχειρήσεων, η φθηνή ηλεκτροδότηση είναι πολλές φορές αναγκαία για την παροχή των υπηρεσιών τους σε λογικές τιμές. Η αφαλάτωση στην Κύπρο είναι μια αναγκαία διεργασία που δεν μπορεί να αντικατασταθεί με άλλες λύσεις. Πάνω σε αυτή στηρίζεται η υδροδότηση του ενός εκατομμυρίου πληθυσμού που συνεχώς αυξάνεται. Η ενεργοβόρα φύση της αντίστροφης ώσμωσης καθώς και οι μεγάλες ποσότητες νερού που χρειάζεται ετησίως το νησί αναγκάζουν την κυβέρνηση και τους ιδιώτες των επιχειρήσεων να καταφεύγουν σε υπογραφές συμβολαίων που όπως φάνηκε στόχο έχουν την εξομάλυνση του εύρους της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος με στόχο μια πιο βιώσιμη επιχείρηση και για τον ιδιώτη αλλά και για την κυβέρνηση η οποία αποσκοπεί σε μια σταθερή τιμολόγηση νερού.

Βιβλιογραφία - Πηγές

1. Essam sh. Mohamed Δρ. Γεωπόνος, Γεώργιος Παπαδάκης καθηγητής Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, «Η τεχνολογία της αφαλάτωσης ως λύση για το πρόβλημα του νερού στα νησιά του Αιγαίου», Σημειώσεις για την Ενεργειακή Ακαδημία, Αθήνα, 2009.
2. Όμιλος ΙΤΑ, «Πρόταση κάλυψης υδατικών ελλειμμάτων των άνυδρων νησιών των νομών Κυκλάδων και Δωδεκανήσων », Αθήνα, 2006.
3. Παρουσίαση Ηλία Ευθυμιόπουλου –Γενικός διευθυντής Ενεργειακού γραφείου Αιγαίου, «Αφαλάτωση με χρήση ΑΠΕ», Ημερίδα για την Αφαλάτωση με χρήση ΑΠΕ, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 29/3/2010.
4. Υπουργείο Ανάπτυξης, «Διαχείριση υδατικών πόρων στα Ελληνικά νησιά», Αθήνα, 2006.
5. Παρουσίαση Ευτυχίας Τζέν - Μηχ. Μηχανικός ειδική στα θέματα αφαλάτωσης Τμήμα Αιολικής Ενέργειας ΚΑΠΕ, «Αφαλάτωση με χρήση ΑΠΕ», Ημερίδα για την Αφαλάτωση με χρήση ΑΠΕ, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 29/3/2010.
6. Μουτάφης Παναγιώτης, «Κάλυψη ζήτησης ενέργειας και νερού με αιολική ενέργεια και αφαλάτωση στη νήσο Σίκινο», διπλωματική Εργασία Ε.Μ.Π./Σχολή Μηχανολόγων Μηχ/κών, Αθήνα, 2008.
7. Παρουσίαση Ν. Υφαντή- Τεχνικός Διευθυντής, SYCHEM A.E. Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π , «Συνδυασμός αιολικής ενέργειας και αντιστροφής όσμωσης : Το σύστημα της Μήλου», Ημερίδα για την Αφαλάτωση με χρήση ΑΠΕ, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 29/3/2010.
8. Ιστοσελίδα <http://www.skai.gr/news/environment/article/121783/> , 11/06/2009
9. «Τα ΝΕΑ online», <http://www.tanea.gr/default.asp?pid=2&artid=4512693&ct=3>, 17/04/2009.
10. Δίκτυο Μεσόγειος SOS, «Το εμφιαλωμένο νερό • Εξοικονόμηση νερού • Ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα για τα σχολεία της Νότιας Ευρώπης »
11. Γιώργος Εμμανουηλίδης, Ενεργειακό Γραφείο Αιγαίου, «Αφαλάτωση -υλικό από τη Στρατηγική Μελέτη »,Αθήνα, 2010.
12. Αλέξανδρος Σ. Αλεξάκης, «Αφαλάτωση», Εκδόσεις Μιχάλη Σιδέρη, Αθήνα, 2003.
13. James E.Miller, «Review of water resources and desalination technologies», Materials Chemistry Department, Sandia National Laboratories, 2003.
14. « www.sasakura.co.jp/e/products/water/109.html »
15. « www.idswater.com/.../925/products.html »
16. «www.gewater.com »
17. Τηλεφωνική επικοινωνία με τον Τεχνικό Διευθυντή της εταιρίας Caramondani
18. CYStat, Κυπριακή Στατιστική Υπηρεσία
19. Ελληνικός Σύνδεσμος Αφαλάτωσης-Επεξεργασίας Νερού, «Πρόταση για την αντιμετώπιση του προβλήματος λειψυδρίας των άνυδρων νησιών», Αθήνα, 2010.
20. Συνάντηση και συζήτηση με τον κ. Ευριπίδη Κυριακίδη μηχανολόγο μηχανικό του ΤΑΥ.
21. Παρουσίαση Γ. Παπαδάκη - Καθηγητής στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών « Αυτόνομα συστήματα αφαλάτωσης με ΑΠΕ» Ημερίδα για την Αφαλάτωση με χρήση ΑΠΕ, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 29/3/2010.
22. Παρουσίαση Δ.Ασημακόπουλου -Καθηγητής στη σχολή Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π «Αφαλάτωση με χρήση ΑΠΕ στα άνυδρα νησιά », Ημερίδα του ΚΑΠΕ για την Αφαλάτωση με χρήση ΑΠΕ, Ξενοδοχείο Classical Imperial Acropol, Αθήνα, 9/9/2010.
23. Γ.Εμμανουηλίδης, Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ, Σημειώσεις-πληροφορίες για τα

τρία εξεταζόμενα νησιά, Αθήνα, 2010.

24. Γ.Κάραλης -Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός ειδικός σύμβουλος σε θέματα ενέργειας στο ΥΠΕΚΑ, «Εθνικό σχέδιο δράσης και ο νέος νόμος για τις Α.Π.Ε », Συνάντηση της Ενεργειακής Ακαδημίας, Σαντορίνη, 12/6/2010.

25. Sabine Lattemann, Thomas Höpner, «Environmental impact and impact assessment of seawater desalination», Institute for Chemistry and Biology of the Marine Environment (ICBM), University of Oldenburg, Germany, 2007.

26. Nicos X. Tsiourtis, «Desalination and the environment» Water Development Department, Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Nicosia, Cyprus, 2001.

27. Α.Ανδρεαδάκης - Καθηγητής ΕΜΠ, Ειδικός Γραμματέας Υδάτων ΥΠΕΚΑ, «Κοστολόγηση και Τιμολόγηση Νερού στο Πλαίσιο της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ » Συνάντηση της Ενεργειακής Ακαδημίας, Σαντορίνη, 12/6/2010.

28. : «www.aegeanews24.gr»

29. ΚΕΤΑ Αιγαίου (Κέντρο Επιχειρηματικότητας και Ανάπτυξης), «Έκθεση επιχειρηματικότητας περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου για το έτος 2005»

30. Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών και Δικτύων, «Δημόσια Διαβούλευση: Υλοποίηση μονάδων αφαλάτωσης σε νησιά των νομών Δωδεκανήσου και Κυκλάδων », Αθήνα, Απρίλιος 2010.

31. «www.patmosislandinfo.gr»

32. Γ.Κάραλης, «Σημειώσεις στο μάθημα Αιολικής ενέργειας», Μάθημα Αιολική Ενέργεια 8ου εξαμήνου, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, mycourses.ntua.gr, Αθήνα 2010.

33. « www.dodecanese-islands.com/.../lipsi/gr_lipsi.html »

34. Παρουσίαση του κοινοτάρχη της Οίας Γιώργου Χάλαρη στα πλαίσια της συνάντησης της ενεργειακής ακαδημίας στη Σαντορίνη ,12/6/2010.

35. www.thirasia.gr

36. Ε.Δεληγιάννη, Β. Μπελεσιώτης, «Μέθοδοι και Συστήματα Αφαλάτωσης», Αρχές Διεργασιών Αφαλάτωσης, Αθήνα, 1995.

37. Παρουσίαση Δ.Μανωλάκου - Δρ.Μηχ.Μηχανικός ΕΜΠ, «Συστήματα αφαλάτωσης στο νησιωτικό χώρο »,Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 2008.

38. Ε.Τζεν, Μηχ.Μηχανικός ειδική σε θέματα αφαλάτωσης, ΚΑΠΕ, «Μέθοδοι Αφαλάτωσης, «Συγκριτική αξιολόγηση και εφαρμογές στα νησιά του Αιγαίου», Αθήνα,2001.

39. Φωτοβολταϊκός σταθμός ισχύος 100 kW, www.solar-systems.gr

40. “Προώθηση Τεχνολογιών Αφαλάτωσης με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για Αειφόρο Ανάπτυξη” Εφαρμογές Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε Απομακρυσμένες Περιοχές, www.photovoltaic.gr, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 29/3/2010.