

«Αποθήκευση Ενέργειας στο Ελληνικό Ενεργειακό Σύστημα και στα ΜΔΝ»

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΦΟΡΟΥΜ

«Επενδύοντας στην Πράσινη Ενέργεια: Αποθήκευση-Διασυνδέσεις-Νέα Έργα ΑΠΕ»
15 Ιουλίου 2019

Ι. Χατζηβασιλειάδης, Κ. Ν. Σταμπολής, Α. Περέλλης

Μια παρουσίαση του **Κ. Ν. Σταμπολή**, Προέδρου και Εκτελεστικού Διευθυντή ΙΕΝΕ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΝΑ ΕΥΡΩΠΗΣ



Περιεχόμενα Παρουσίασης

- Η Σημασία της Αποθήκευσης Ενέργειας στο Ελληνικό Ηλεκτρικό Σύστημα
- Ηλεκτροπαραγωγή από τις ΑΠΕ ως Κύριος Ενεργειακός Φορέας στα ΜΔΝ
- Ο Ενεργειακός Σχεδιασμός του Καστελλόριζου
- Μεθοδολογία Διαστασιολόγησης Συστήματος ΑΠΕ για το Καστελλόριζο
- Το Νέο Ηλεκτρικό Σύστημα του Καστελλόριζου
- Οικονομική Αξιολόγηση του Συστήματος Ηλεκτροπαραγωγής
- Συμπεράσματα - Κύρια Σημεία Μελέτης

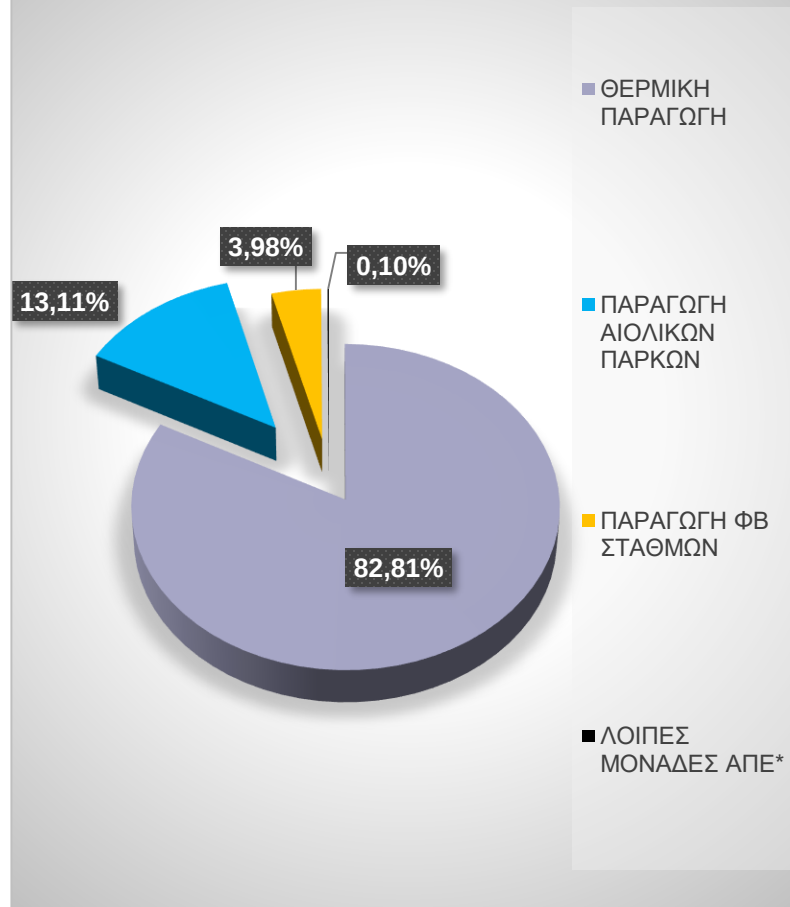
Η Σημασία της Αποθήκευσης Ενέργειας στο Ελληνικό Ηλεκτρικό Σύστημα

- Αποτελεί βασική και απαραίτητη προϋπόθεση για την **αξιοποίηση των περισσότερων ΑΠΕ** και, ιδιαίτερα, της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας. (Αυτόνομα συστήματα ΑΠΕ και ενσωμάτωση της παραγόμενης ενέργειας μεγάλης κλίμακας ηλεκτρικής ισχύος στο σταθερό ηλεκτρικό δίκτυο διανομής).
- Η διαθεσιμότητα και ο αξιόπιστος τρόπος αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να συνδράμει στην **χρήση ηλεκτρικών οχημάτων (Η/Ο)**, τουλάχιστον μέσα στις πόλεις, με εμφανή θετικά αποτελέσματα στο αστικό περιβάλλον.
- Δύναται να ικανοποιήσει και **να προστατεύσει τους καταναλωτές σε περιπτώσεις black-out**, καθώς και **να μειώσει την καταναλισκόμενη ενέργεια στις ώρες αιχμής**, όπου το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πιο υψηλό.
- **Εξισορρόπηση της ηλεκτρικής ισχύος** από τις εταιρείες ηλεκτροπαραγωγής, προκειμένου οι μονάδες να λειτουργούν αποδοτικά υπό σταθερό φορτίο (αποφεύγοντας τις αυξομειώσεις της παραγόμενης ισχύος). Αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας στα χρονικά διαστήματα με μικρότερη κατανάλωση, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες των ωρών αιχμής.
- **Μείωση του οριακού κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας** με μείωση των φορτίων αιχμής.
- **Βελτίωση ποιότητας ηλεκτρικού ρεύματος** με ελαχιστοποίηση των διακυμάνσεων έντασης και συχνότητας του ηλεκτρικού ρεύματος.

Ηλεκτροπαραγωγή από τις ΑΠΕ ως Κύριος Ενεργειακός Φορέας στα ΜΔΝ

- Σήμερα, όλα τα ΜΔΝ εξαρτώνται συντριπτικά, κατά περισσότερο από 80%, για την ηλεκτροπαραγωγή τους από αυτόνομους σταθμούς με πετρελαϊκές θερμικές μονάδες.
- Έχει τεθεί σε ισχύ Ευρωπαϊκή Οδηγία (2015/2193/ΕΕ) για τον περιορισμό των εκπομπών ρύπων από μεσαίου μεγέθους μονάδες καύσης που θα οδηγήσει στην οριστική απόσυρση πετρελαϊκών ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων από τα ΜΔΝ.
- Υψηλό κόστος λειτουργίας των αυτόνομων θερμικών πετρελαϊκών σταθμών ηλεκτοπαραγωγής στα μικρά ΜΔΝ.
 - Το μέσο ετήσιο πλήρες κόστος παραγωγής για το 2018 ανήρθε σε 1.387,5 €/MWh στο νησί με την μικρότερη ζήτηση (Αντικύθηρα) και σε 483,4 €/MWh στο νησί με τη μεγαλύτερη ζήτηση (Μεγίστη)
 - Μέσα ετήσια κόστη ηλεκτροπαραγωγής της πενταετίας 2014 – 2018 να κυμαίνονται από 1.283,9 €/MWh (Αντικύθηρα) με 451.15 €/MWh (Μεγίστη) αντιστοίχως.
 - Μέσο Μηνιαίο Μεταβλητό κόστος παραγωγής κυμαίνεται από 239 έως 443 €/MWh για το 2018 και από 188 έως 686 €/MWh για την περίοδο 2014 - 2018. (Τη στιγμή που η μέση ετήσια ΟΤΣ στο διασυνδεδεμένο σύστημα ήταν 60,39 €/MWh για το 2018)

Συνολική Ετήσια Ηλεκτροπαραγωγή στα ΜΔΝ
5.538,28 GWh (2018) (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ)



Η Ενεργειακή Αυτάρκεια του Καστελλόριζου



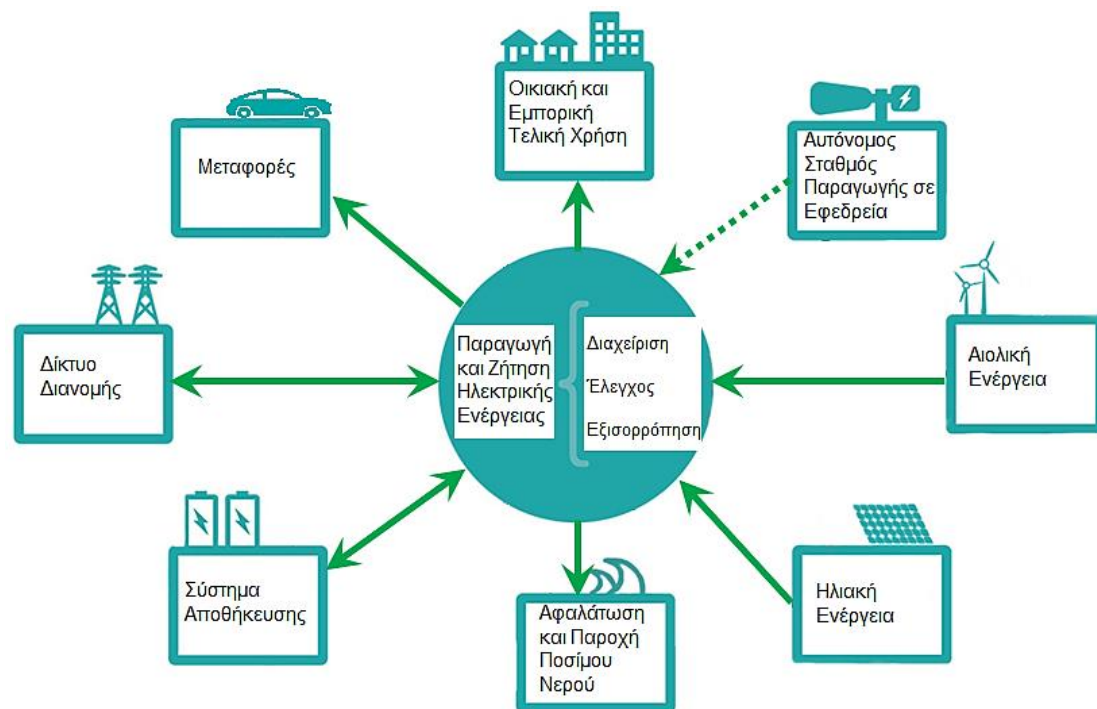
Ο Ελληνικός νησιωτικός χώρος και η σημασία του Καστελλόριζου



- Ελληνική και Κυπριακή ΑΟΖ: Λαμβάνοντας υπ' όψη την επήρεια του Καστελλόριζου και οι Τουρκικές διεκδικήσεις στο Αιγαίο και την Ανατολική Μεσόγειο (Πηγή: Ειδικό Αφιέρωμα της Εφημερίδας Καθημερινή για τις Ελληνοτουρκικές Σχέσεις, Αθήνα, Μάιος 2018)

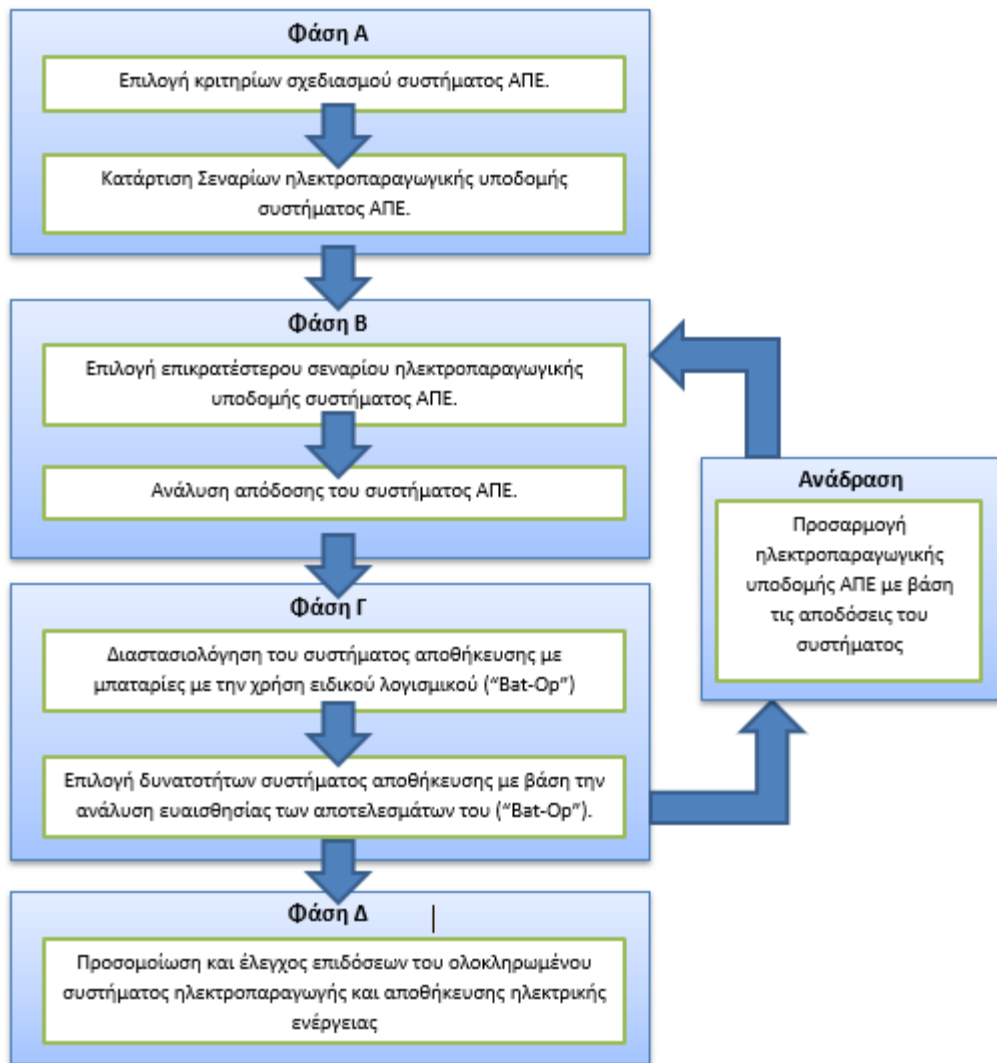
Ο Ενεργειακός Σχεδιασμός του Καστελλόριζου

- Υψηλή διείσδυση διαθέσιμων ΑΠΕ: Ηλιακή και Αιολική Ενέργεια
- Αδιάλειπτη παροχή Ηλεκτρισμού για: Οικιακές και Εμπορικές καταναλώσεις
- Αδιάλειπτη παροχή Νερού: με κάλυψη ηλεκτρικών φορτίων αφαλάτωσης ύδατος
- Ηλεκτροκίνηση στις Μεταφορές: με κάλυψη φορτίων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων



- Βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας: χρήση μη ηλεκτρικών εφαρμογών ΑΠΕ (ηλιακά θερμικά), χρήση αποδοτικότερων συσκευών τελικής χρήσης ενέργειας. χρήση αποδοτικότερων λαμπτήρων για τον φωτισμό οδών και πλατειών
- Χρήση συστήματος αποθήκευσης: για την εξασφάλιση υψηλής διείσδυσης ΑΠΕ παράλληλα με επίτευξη ασφάλειας εφοδιασμού. Επιλέχθηκε σύστημα αποθήκευσης μπαταριών ιόντων λιθίου λόγω του συνεχώς μειούμενου κόστους τους, της υψηλής απόκρισης παροχής ισχύος εξισορρόπησης και του ικανού μεγέθους αποθήκευσης τους.

Μεθοδολογία Διαστασιολόγησης Συστήματος ΑΠΕ για το Καστελλόριζο



- Αξιολόγηση Δυναμικού ΑΠΕ
- Δημιουργία σεναρίων για την εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ
- Ανάλυση απόδοσης σεναρίων
- Διαστασιολόγηση συστήματος αποθήκευσης με την χρήση ειδικού μοντέλου ("Bat-op").
- Προσομοίωση συστήματος και έλεγχος επιδόσεων

Βελτιστοποιήσεις Συστήματος

- Τεχνική διαχείρισης της ζήτησης (DSM) στα φορτία της μονάδας αφαλάτωσης
- Μείωση τη ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας με την αντικατάσταση των ηλεκτρικών θερμοσιφώνων με ηλιακά θερμικά συστήματα

Το νέο ηλεκτρικό σύστημα του Καστελλόριζου Ι

Μονάδες Ηλεκτροπαραγωγής ΑΠΕ

- (α) Οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ): **750 kW** (3x Α/Γ DWE 250kW)
- (β) Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β): **2,300 kW** (μονοκρυσταλικά Φ/Β)
- (γ) Εφεδρική Συμβατική μονάδα diesel **1.000 kW** (2X500 kW/600KVA)
- (δ) Σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας με μπαταρίες λιθίου **2 X 2.000 kWh / 2 X 1.000 kW**

Ετήσια ζήτηση και Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Νέου συστήματος

- 4.722,3 MWh για το έτος 2025 (υψηλότερη ζήτηση κατά την περίοδο Ιουνίου – Οκτωβρίου)
- Αιολική ενέργεια: 4.165 MWh
- Φωτοβολταϊκά: 3.882 MWh
- Χρησιμοποιούμενη ενέργεια των ΑΠΕ 3.974,95 MWh
- Ωφέλιμη ηλεκτρική ενέργεια εκφόρτισης συστήματος αποθήκευσης μπαταριών: 433,49 MWh
- Απορριπτόμενη ενέργεια ΑΠΕ: 3.638 MWh (συμπεριλαμβανομένων των απωλειών φόρτισης/εκφόρτισης)
- Μονάδα Diesel: 312,9 MWh

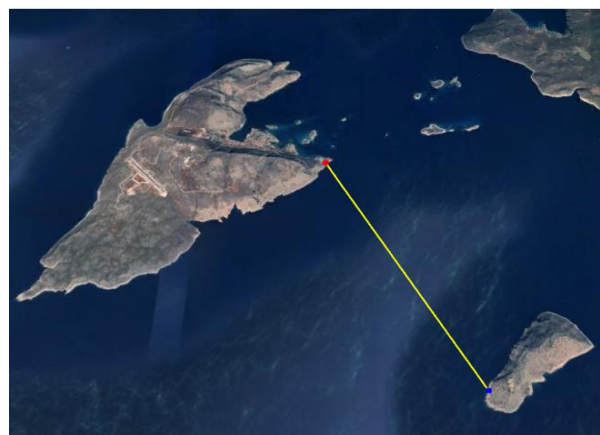
Διείσδυση των ΑΠΕ

- **93,37%** σε ετήσια βάση, με αποθήκευση και τεχνικές DSM στην μονάδα αφαλάτωσης

Το νέο ηλεκτρικό σύστημα του Καστελλόριζου II



- Υφιστάμενο Δίκτυο MT
- Επέκταση Δικτύου MT
- Υποσταθμοί
- Σύστημα Αποθήκευσης Ηλεκτρικής Ενέργειας
- Σύστημα Ελέγχου
- Φωτοβολταϊκός Σταθμός
- Ανεμογεννήτρια
- Συμβατική Μονάδα Ηλεκτροπαραγωγής Diesel
- Υποβρύχιο Καλώδιο MT



Οικονομική Αξιολόγηση του Συστήματος Ηλεκτροπαραγωγής

Για την Οικονομική Αξιολόγηση του Συστήματος Ηλεκτροπαραγωγής χρησιμοποιήθηκε το:

Σταθμισμένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας

$$LCOE = \frac{CAPEX + \sum_{n=1}^N \frac{OPEX}{(1+r)^n} - \frac{RV}{(1+r)^{N+1}}}{\sum_{n=1}^N \frac{Y_o - (1-D)^n}{(1+r)^n}}$$

Κόστος Ηλεκτρικής Ενεργείας Συστήματος

$\frac{2018}{483,44 \text{ €/MWh}^*}$	$\longrightarrow$	$\frac{2025}{148,72 \text{ €/MWh}}$
---------------------------------------	-------------------	-------------------------------------

* Μέσο ετήσιο πλήρες κόστος παραγωγής Ηλ. Ενέργειας του ΤΣΠ Μεγίστης το 2018 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ)

Συμπεράσματα - Κύρια Σημεία Μελέτης

- Το πρόβλημα του υψηλού κόστους ηλεκτροπαραγωγής και των υψηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο Καστελλόριζο είναι αντιμετωπίσιμο.
- Η λύση αυτή χαρακτηρίζεται από το υψηλό αρχικό κεφάλαιο (5.5 εκ.) της επένδυσης αλλά πολύ **χαμηλές δαπάνες λειτουργίας, σταθερό κόστος παραγωγής** για μια μακρά χρονική περίοδο και **ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού**.
- **Υψηλή εγκατεστημένη ισχύ** (3,05 MW) για το προτεινόμενο σύστημα ΑΠΕ της νήσου έναντι του σημερινού συμβατικού σταθμού diesel (1,45 MW), ενώ η αποθήκευση αξιοποιεί την περίσσεια ηλεκτροπαραγωγή των ΑΠΕ αντιμετωπίζοντας την διαλείπουσα παραγωγή στην εξυπηρέτηση των φορτίων και αυξάνοντας την διείσδυση (93.37%). Το υψηλό ηλιακό δυναμικό αλλά και το αρκετά υψηλό αιολικό δυναμικό υποδεικνύουν τους Φ/Β σταθμούς και τις Α/Γ ως κύριες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής της νήσου.
- Η αποθήκευση **αξιοποιεί κυρίως την περίσσεια (απορριπτόμενη) ηλιακή παραγωγή** της ημέρας κατά τις νυχτερινές ώρες, φαινόμενο που ενισχύεται κυρίως τους θερινούς μήνες, οπότε και οι αιολικές μονάδες με το ονομαστικό φορτίο εξόδου δεν μπορούν να καλύψουν την αυξημένη νυχτερινή ζήτηση, ενώ επίσης συμμετέχει στην κάλυψη της ζήτησης κατά την διάρκεια ολιγώρων περιόδων άπνοιας και νέφωσης.
- Όσον αφορά το **νέο θεσμικό πλαίσιο** για τα ενεργειακά συστήματα των ΜΔΝ, αυτό θα πρέπει να περιλαμβάνει **ειδικές μελέτες για κάθε νησί ξεχωριστά**, με κύριους άξονες την ασφάλεια εφοδιασμού, την απεξάρτηση από το πετρέλαιο, την υψηλή διείσδυση ΑΠΕ (70% – 90%) και επομένως την δραστική μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.



INSTITUTE OF ENERGY
FOR SOUTH-EAST EUROPE

Ευχαριστώ θερμά για την προσοχή σας

www.iene.gr

cstambolis@iene.gr