



ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ
ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ
ΣΤΟ ΑΙΓΑΙΟ
ΧΩΡΙΣ ΟΡΥΚΤΑ
ΚΑΥΣΙΜΑ



**Ιστιοπλοϊκή και Ηλεκτροκίνητη Θαλάσσια Μεταφορά Οικολογικών
Προϊόντων στο Αιγαίο και στη Μεσόγειο: Ένα Πιλοτικό Πείραμα.**

Προϋπολογισμός Έργου: 49.600,00€

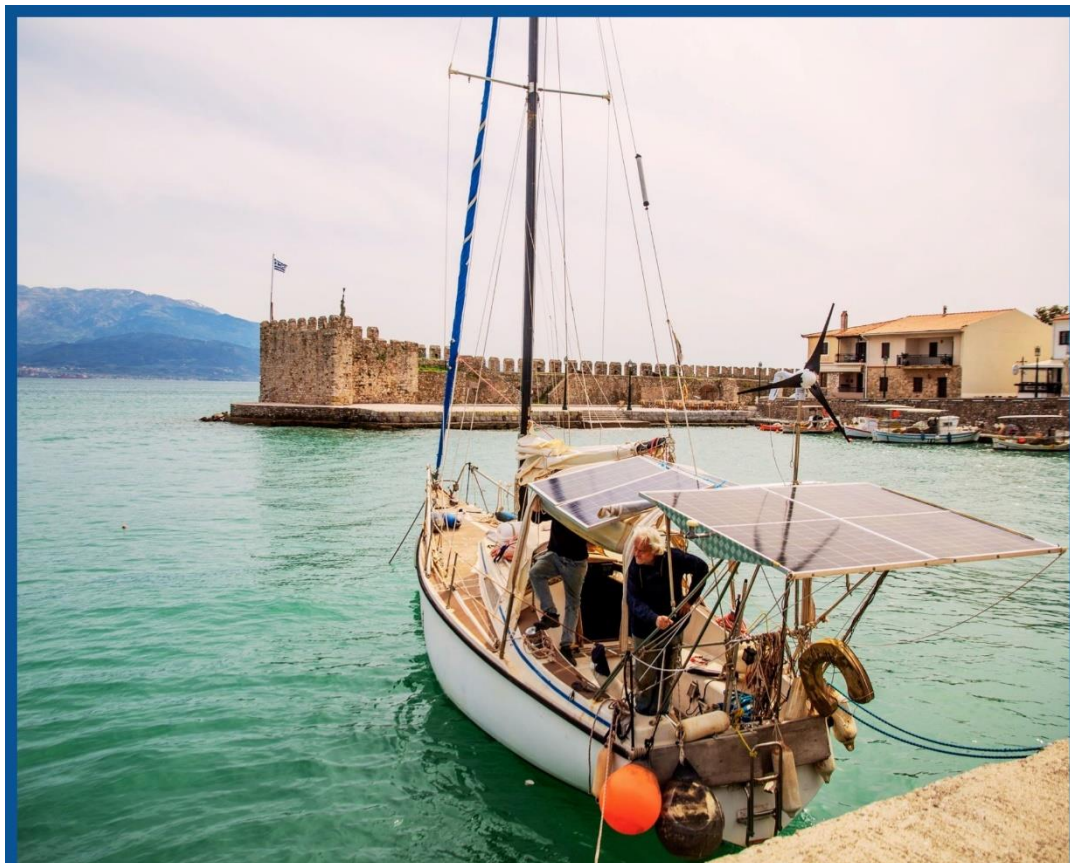
ΦΑΣΗ 2

Δράση 5 Έλεγχος Αυτοδυναμίας Σκάφους σε μακρινή μεταφορά

**Παραδοτέο 5.3 Έκθεση αυτονομίας μεταφορικής ιστιοπλοΐας με ηλεκτρική - ηλιακή
ενέργεια**

Καινοτόμες δράσεις με τους πολίτες
Άξονας Προτεραιότητας 3
Φυσικό περιβάλλον και καινοτόμες δράσεις 2020
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2022

Αυτονομία μεταφορικής ιστιοπλοΐας με ηλεκτρική - ηλιακή ενέργεια



Λουκάς Γκουρτσογιάννης, Δρ. Μεταλλειολόγος, ιστιοπλόος, ιδρυτής Ιστία Αιγαίου
Παναγιώτης Τσιρόπουλος, Μηχανικός Αεροπορίας ΣΜΑ

Αυτονομία μεταφορικής ιστιοπλοΐας με ηλεκτρική - ηλιακή ενέργεια

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Εισαγωγή	3
Σχεδιασμός του συστήματος	4
Ανάλυση αυτονομίας	6
Η περιήγηση στην Πελοπόννησο	6
Η περιήγηση στο Αιγαίο	7
Ταξίδι μετ' επιστροφής στην Ιταλία	10
Βελτίωση της αυτονομίας	13
Γενικά συμπεράσματα από τα ταξίδια του 2022	14
Τακτική ιστιοπλοΐας για ηλιακό - ηλεκτρικό φορτηγό ιστιοφόρο	15
Οικονομία της ενέργειας	15
Χρήση της πλεονάζουσας ενέργειας	15
Συνθήκες χωρίς άνεμο	15
Συνθήκες μεσαίου ανέμου	15
Συνθήκες ισχυρού ανέμου	16
Προτεινόμενες τροποποιήσεις για αυξημένη αυτονομία	17
Προεκτάσεις για τον εξηλεκτρισμό μεγαλύτερων ιστιοφόρων	18
Παράρτημα 1. Ηλιακοί συλλέκτες και δομή στήριξης	18
Παράρτημα 2. Στοιχεία από το γύρο της Πελοποννήσου	20
Παράρτημα 3. Στοιχεία από το γύρο του Αιγαίου και ταξίδι στην Ιταλία	24

Περίληψη

Το πρώτο πειραματικό ηλεκτρικό-ηλιακό ιστιοφόρο PELAGO, μετατράπηκε αντικαθιστώντας τον αρχικό κινητήρα ντίζελ. Για να δοκιμαστεί η λειτουργικότητα και η αυτονομία του, απέπλευσε από το νησί Τριζόνια στον Κορινθιακό τον Απρίλιο του 2022 και μέχρι το τέλος Οκτωβρίου είχε διανύσει 3100 NM πραγματοποιώντας ένα γύρο της Πελοποννήσου, έναν πλήρη γύρο 20 νησιών του Αιγαίου και ένα ταξίδι με επιστροφή στο Porto di Roma της Ιταλίας. Με κάποιες προσαρμογές κατά την πορεία του, κάλυψε τα πρώτα 2700 NM καθαρά με ηλιακή ενέργεια για τη βοηθητική πρόωση. Οι μπαταρίες φορτίστηκαν από το ηλεκτρικό δίκτυο μόνο μία φορά, στα στενά της Μεσσήνης στη Σικελία, για να δοκιμαστεί ο φορτιστής και άλλη μία προληπτικά πριν από το πέρασμα των 300 NM από την Ιταλία στην Ελλάδα. Έτσι, επιβεβαιώθηκε η αποτελεσματικότητα του αυτόνομου ηλεκτρικού φορτηγού ιστιοφόρου σε μέγεθος 9,5m (συνολικό μήκος).

Το ηλεκτρικό σύστημα πρόωσης αποτελούνταν από τρεις ηλιακούς συλλέκτες διπλής όψης 380 W, 24V, ένα σύστημα μπαταριών LiFePO 460 Wh, 48 V και έναν ηλεκτρικό κινητήρα BLDC 10 kVA. Μια ανεμογεννήτρια 400 W, 12 V χρησιμοποιήθηκε επίσης για τη φόρτιση της μπαταρίας εξυπηρέτησης.

Η τήρηση του χρονοδιαγράμματος ενός αργού, οικολογικού προγράμματος μεταφοράς αποδείχθηκε εφικτή. Περιγράφονται οι λεπτομέρειες της ηλιακής φόρτισης και της χρήσης ηλεκτρικής πρόωσης, καθώς και οι τακτικές ηλεκτροκίνητης μεταφορικής πλεύσης που χρησιμοποιήθηκαν. Γίνονται προτάσεις σχετικά με περαιτέρω βελτιώσεις στην αυτονομία και τον πιθανό πρόσθετο εξοπλισμό.

Εισαγωγή

Η αυτονομία αιολικής και ηλιακής - ηλεκτρικής ιστιοπλοΐας ήταν ο στόχος του έργου Aegean Cargo Sailing από την πρώτη περιοδεία μεταφοράς φορτίου τον Απρίλιο του 2017, συνδέοντας νησιά του Αιγαίου. Μετά από πέντε χρόνια συστηματικής επέκτασης των μεταφορικών υπηρεσιών μεταξύ των νησιών προς την ηπειρωτική Ελλάδα και τα ιταλικά και γαλλικά λιμάνια, το έργο προσέλκυσε την απαραίτητη επένδυση από το Ελληνικό Πράσινο Ταμείο το 2021-2022. Το αρχικό ιστιοφόρο PELAGO εξοπλίστηκε με ηλεκτροκινητήρα πρόωσης, ηλιακούς συλλέκτες και ανεμογεννήτρια που φορτίζει τις μπαταρίες. Πειράματα σχετικά με την τεχνική του πληρότητα, τη βιωσιμότητα και την αυτονομία του πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 2022 στα νησιά του Αιγαίου, στον γύρο της Πελοποννήσου και στο μετ' επιστροφής ταξίδι μεταξύ Λαυρίου και Ρώμης με τελευταία στάση στα Τριζόνια. Οι λεπτομέρειες του εγκατεστημένου συστήματος και τα αποτελέσματα των δοκιμών παρουσιάζονται παρακάτω:

Σχεδιασμός του συστήματος

Το ιστιοφόρο PELAGO, είναι ένα ιστιοφόρο Balaton 31, 9,5 μέτρων, 5 τόνων, το οποίο, υπό τον σημερινό ιδιοκτήτη του, πλέει σε ελληνικά, ιταλικά και γαλλικά ύδατα από το 2008. Ακολουθώντας τις διαθέσιμες βιβλιογραφικές πληροφορίες σχετικά με τα ηλεκτροδοτούμενα ιστιοφόρα και τους υπολογισμούς του ειδικού σε θέματα ηλεκτροδότησης, μηχανικού Norbert Bode, εξοπλίστηκε με τα εξής:

1. Ηλεκτρικός κινητήρας 10kW, 48V με τον αντίστοιχο ελεγκτή κινητήρα.
2. Το μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων (ρεβέρσα) από τον προηγούμενο πετρελαιοκινητήρα.
3. Ένα πακέτο μπαταριών LiFePO των 460Ah 48V κατασκευάστηκε αρχικά από 16 ζεύγη στοιχείων 3,2V, 230Ah που ελέγχονται από ένα BMS (123 BMS). Στη συνέχεια αναδιατάχθηκε σε δύο ανεξάρτητες μπαταρίες 230Ah, 16 στοιχείων σε σειρά, συνδεδεμένες παράλληλα και ελεγχόμενες από δύο διαφορετικά BMS.
4. Τέσσερις ηλιακοί συλλέκτες Astronergy διπλής όψης των 380W, 24V ο καθένας για ένα σύνολο 1520W, 48 V (δύο ζεύγη πλαίσίων σε σειρά συνδεδεμένα παράλληλα). Λόγω αστοχιών και ατυχημάτων, ολόκληρη η δοκιμή πραγματοποιήθηκε με συνολική εγκατεστημένη ισχύ μόνο 1140W.
5. Ένας ελεγκτής φόρτισης Victron 150 (V), 60 (A) που μπορεί να δεχτεί έως και 3 πάνελ 24V σε σειρά και να φορτίσει έως και 60A.
6. Ένας υποβιβαστής 48 -12V που φορτίζει την μπαταρία υπηρεσίας AGM 12 V, 130Ah.
7. Μια ανεμογεννήτρια 400W, 12V, Silent X.
8. Ένας ανυψωτής τάσης 5A, 12 - 48V (σε περίπτωση που υπάρχει πλεονάζουσα ενέργεια της ανεμογεννήτριας).

στην Πύλο, μετρήθηκαν τα στοιχεία της μπαταρίας και διαπιστώθηκε ότι 4 είχαν καταστραφεί. Δεδομένου ότι το σύστημα ήταν κατασκευασμένο από 16 διπλά στοιχεία, ήταν δυνατό να αναδιατάξουμε τα 16 στοιχεία που ήταν σε καλύτερη κατάσταση σε μία μπαταρία 48V μόνο 230 Ah, η οποία είναι επαρκής για να λειτουργήσει ο κινητήρας των 10kW.

Κανένα άλλο περιστατικό δεν συνέβη, και κατά την επιστροφή στο Λαύριο, το ταξίδι ολοκληρώθηκε αποκλειστικά με ηλιακή ενέργεια.



Στη συνέχεια, παραγγέλθηκαν νέα στοιχεία μπαταριών και εγκαταστάθηκε ένα νέο σύστημα BMS, ώστε στις 9 Ιουλίου, στο νησί των Ψαρών, οι μπαταρίες να αναδιαταχθούν σε δύο ανεξάρτητες μπαταρίες 230 A, συνδεδεμένες παράλληλα, ελεγχόμενες από δύο διαφορετικά BMS.

Η περιήγηση στην Πελοπόννησο ήταν η πρώτη επιβεβαίωση της αυτονομίας πάνω από 350 NM με ιστιοφορία και ηλιακή ηλεκτρική πρόωση.

Αυτή η πρώτη περιοδεία εξελίχθηκε ουσιαστικά για να δοκιμαστεί το νέο σύστημα και να διαπιστωθεί εάν απαιτούνται περαιτέρω προσαρμογές.

Η περιήγηση στο Αιγαίο

Το PELAGO απέπλευσε από το Λαύριο με τέσσερα εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά συνολικής ισχύος 1520W που φόρτιζαν μία μόνο μπαταρία 230Ah, 48V. Μετά την απώλεια, λόγω καταιγίδας, ενός πάνελ στο νησί της Κέας, τα τρία εναπομείναντα πάνελ επανασυνδέθηκαν εν σειρά για ένα μειωμένο σύνολο μόνο 1140W. Η οπίσθια δομή στήριξης επισκευάστηκε τελικά στο νησί της Λήμνου στις 21 Ιουλίου, χωρίς περαιτέρω προβλήματα.

Μετά τις 4 Ιουλίου και αφού συνδέθηκαν τα τρία εναπομείναντα φωτοβολταϊκά, η μπαταρία έφτασε σε κορεσμό τις περισσότερες ημέρες. Αυτό εντοπίστηκε από τον ελεγκτή φόρτισης που μεταπηδάει από τη μαζική φόρτιση στην απορρόφηση και στη συνέχεια στην κατάσταση συντήρησης φόρτισης. Η κατάσταση φόρτισης διαβάζονταν με τις τρεις διαφορετικές εφαρμογές Bluetooth που παρακολουθούσαν τα όργανα ελέγχου. Ο κορεσμός (πάνω από 54V) ή ο σχεδόν κορεσμός (53,5V) ήταν επίσης ανιχνεύσιμος από την ανάγνωση της ένδειξης τάσης της μπαταρίας στο πιλοτήριο.



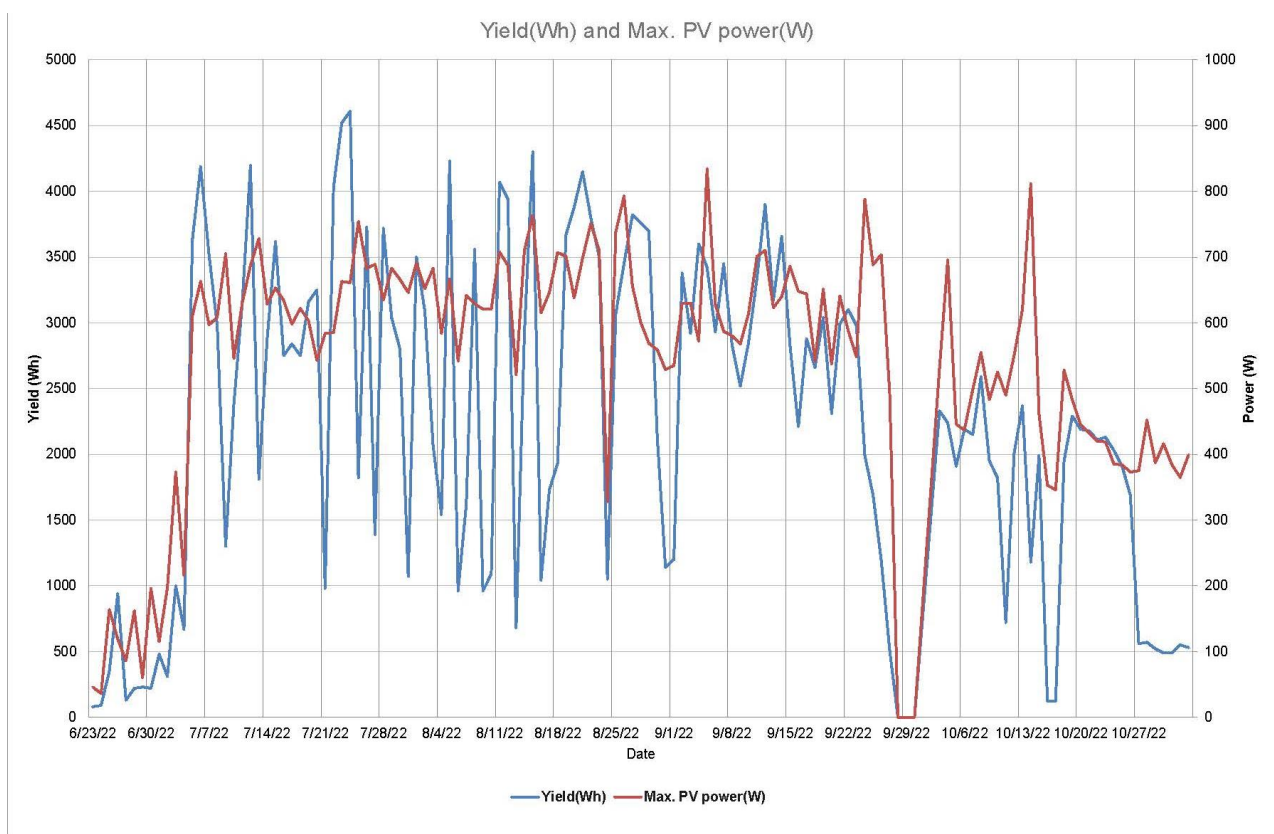
Ο κορεσμός επετεύχθη τις 37 από τις 60 ημέρες, ενώ τις υπόλοιπες 23 ημέρες επετεύχθη σχεδόν κορεσμός. Η πλεονάζουσα ενέργεια που ήταν διαθέσιμη τις 37 ημέρες πλήρους κορεσμού θα μπορούσε να είχε ανακτηθεί εάν υπήρχε αυξημένη χωρητικότητα για την αποθήκευση σε μπαταρίες.

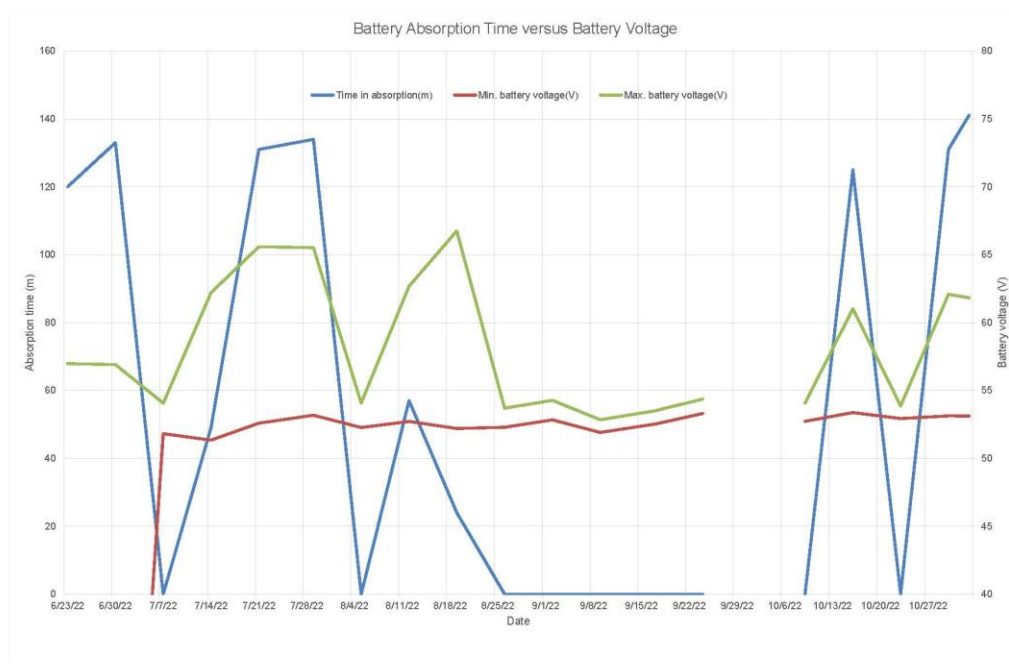
Ένας κατά προσέγγιση υπολογισμός της "διαφυγούσας ενέργειας" λόγω της έλλειψης επιπλέον αποθηκευτικής χωρητικότητας μπαταρίας βασίζεται στην απόδοση των 4200Wh που επιτεύχθηκε για μια ολόημερη φόρτιση στις 12 Ιουλίου.

Αυτός ο υπολογισμός δίνει 40kWh μη συλλεγόμενης ενέργειας κατά τη διάρκεια ολόκληρου του Ιουλίου και 38kWh κατά τη διάρκεια του Αυγούστου. Εάν είχε εγκατασταθεί μια τρίτη μπαταρία, μέρος της πλεονάζουσας ενέργειας θα είχε αποθηκευτεί για μεταγενέστερη χρήση. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες υπάρχει περίσσεια ηλιακής ενέργειας ακόμη και με τρία μόνο εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά. Αυτή η πλεονάζουσα ενέργεια θα μπορούσε να αξιοποιηθεί με διάφορους τρόπους.

Η μέγιστη απόδοση με τρία πάνελ κατά τη διάρκεια του Ιουλίου και του Αυγούστου ήταν 4610Wh και ξεπέρασε τις 4kWh κατά τη διάρκεια 9 ημερών.

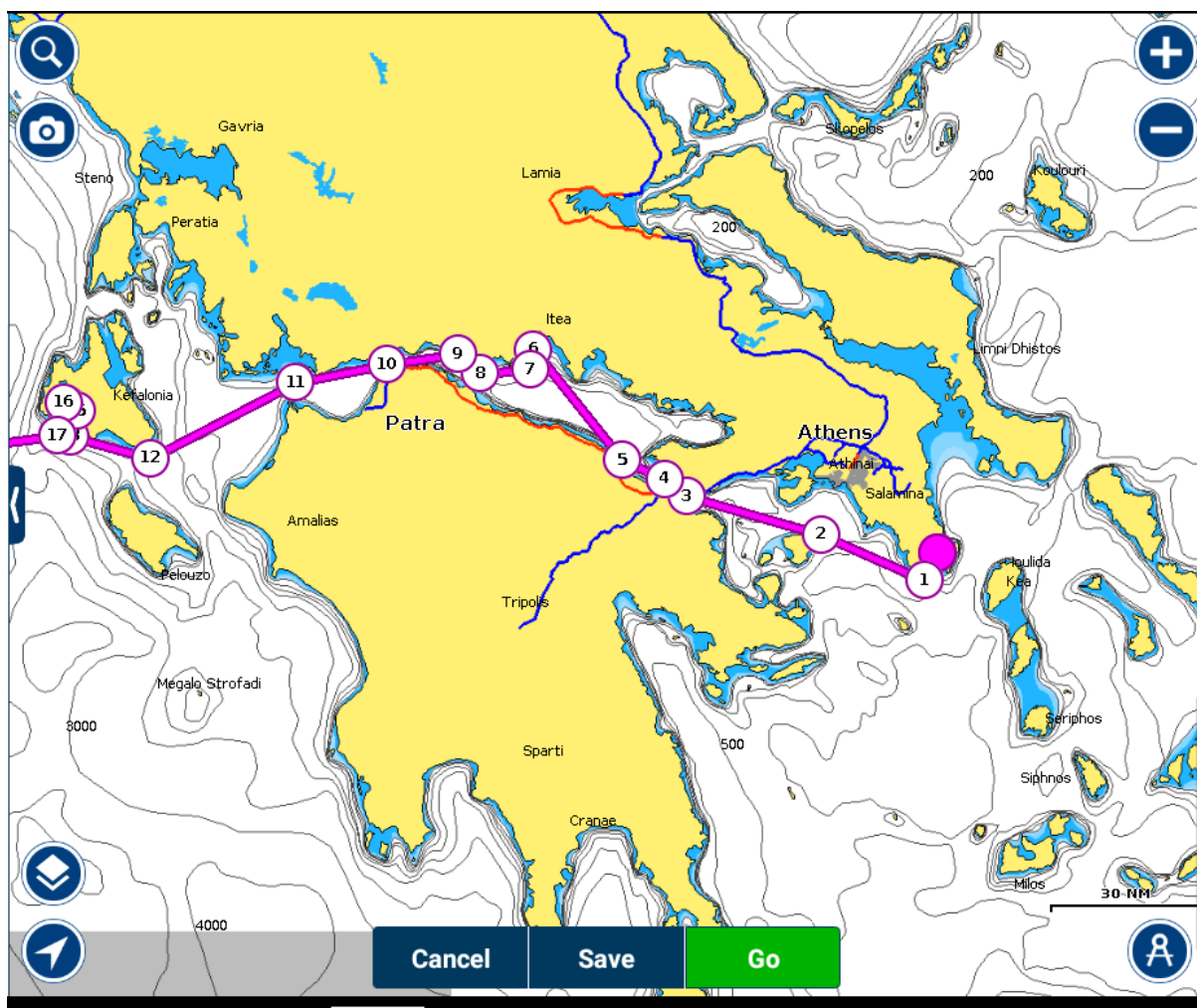
Συνολικά, το σύστημα αποδείχθηκε πλήρως αυτόνομο κατά τη διάρκεια των δύο καλοκαιρινών μηνών στο Αιγαίο Πέλαγος, πλέοντας μία φορά κάθε 3 ημέρες για σχετικά μικρές αποστάσεις 20 έως 40 NM.





Ταξίδι μετ' επιστροφής στην Ιταλία

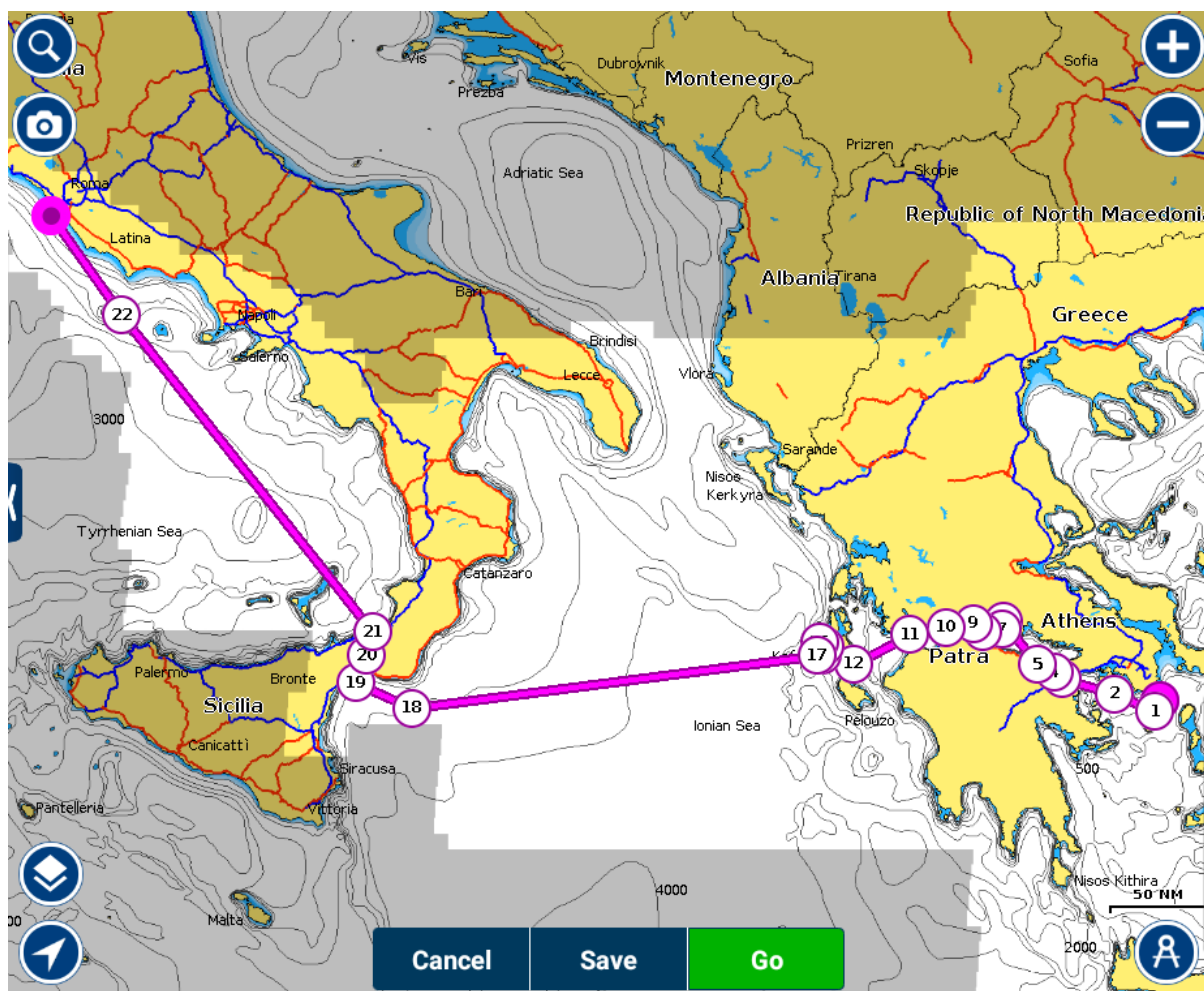
Το ταξίδι στην Ιταλία ξεκίνησε στις 2 Σεπτεμβρίου 2022 από το Λαύριο. Οι συνθήκες για την ηλιακή φόρτιση των μπαταριών ήταν λιγότερο ευνοϊκές από ό,τι τους καλοκαιρινούς μήνες. Ο λόγος είναι ότι οι ημέρες έχουν μικρότερη διάρκεια, ο ήλιος βρίσκεται χαμηλότερα στον ουρανό και οι συνθήκες συννεφιάς είναι πιο συχνές, ενώ την ίδια στιγμή το ταξίδι χωρίς στάση απαιτεί μεγαλύτερη χρήση του κινητήρα.



Ο μέγιστος αριθμός λεπτών ηλιακής φόρτισης τον Ιούλιο ήταν 900, ενώ ήταν 799 τον Σεπτέμβριο και 730 τον Οκτώβριο. Τα δεδομένα του Νοεμβρίου είναι 659 λεπτά και αναμένεται να είναι ακόμη χαμηλότερα τον Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο.

Η συννεφιά είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας. Κατά τον πλου προς το λιμάνι της Ρώμης και τον ελλιμενισμό του με αρκετές ημέρες συνεχούς συννεφιάς, η απόδοση παρέμεινε κάτω από 3,0 kWh και οι μπαταρίες έφτασαν σε κορεσμό μόνο στις 26 Σεπτεμβρίου.

Αυτές οι σχετικά δυσμενείς συνθήκες αντικατοπτρίζονται στον αριθμό των ημερών κατά τις οποίες η μπαταρία ήταν κορεσμένη: **Από τις 50 ημέρες του ταξιδιού (2 Σεπτεμβρίου έως 21 Οκτωβρίου), η μπαταρία ήταν κοντά στον κορεσμό σε 26 ημέρες. Σε 12 ημέρες, η μέγιστη τάση ήταν μικρότερη από 53,5V και, επομένως, η μπαταρία ήταν μερικώς αποφορτισμένη. Από τις υπόλοιπες 12 ημέρες (υπολογίζοντας επίσης τις 4 ημέρες μέχρι την 1η Οκτωβρίου, όταν το ιστιοφόρο ήταν αγκυροβολημένο στο Πόρτο ντι Ρόμα), κάποια δεδομένα χάθηκαν λόγω hacking.



Σε δύο περιπτώσεις η εκφόρτιση ήταν βαθύτερη από το συνηθισμένο. Στις 12 Σεπτεμβρίου η ελάχιστη τάση της μπαταρίας έφτασε τα 48,6 V λόγω ανθρώπινου λάθους. Στις 6 Οκτωβρίου, κατευθυνόμενοι προς το στενό της Μεσσήνης για τις ευνοϊκές συνθήκες ρεύματος, ήταν 52,1V από σχεδιασμό. Και στις δύο περιπτώσεις, η ηλιακή ενέργεια επαναφόρτιζε τις μπαταρίες την επόμενη ημέρα, όπως φαίνεται στον Πίνακα.

Λόγω της βαθιάς εκφόρτισης, απαιτήθηκε επαναφόρτιση με ενέργεια από το ηλεκτρικό δίκτυο. Αυτό πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά στις 6-8 Οκτωβρίου, με τον φορτιστή μπαταριών του τομέα να παρέχει 15KWh. Χρησιμοποιήθηκε προληπτικά για το μακρύ πέρασμα προς την Ελλάδα, το οποίο είχε προγραμματιστεί για τις 8 Οκτωβρίου. Η επαναφόρτιση ήταν αντίστοιχα ταχύτερη από το αν βασιζόταν μόνο στην ηλιακή ενέργεια. Έχουμε καταλήξει ότι εάν είχε εγκατασταθεί μια επιπλέον μπαταρία, δεν θα χρειαζόταν φόρτιση από το δίκτυο.

Το γράφημα που δείχνει την απόδοση φόρτισης από τους ηλιακούς συλλέκτες απεικονίζει τους τρεις κύριους λόγους για τη μείωση της μέγιστης ημερήσιας απόδοσης. Ενώ η μέγιστη ημερήσια απόδοση έφτανε τις 4,6 kWh κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, μειώθηκε

σταδιακά στις 2,3 kWh περίπου την τρίτη εβδομάδα του Οκτωβρίου. Ο πρώτος λόγος είναι η μείωση του ημερήσιου φωτός, ο δεύτερος η γωνία του ήλιου πάνω από τον ορίζοντα και ο τρίτος η αυξημένη συννεφιά. Η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας αντικατοπτρίζεται επίσης στη σταδιακά μειωμένη μέγιστη φωτοβολταϊκή ισχύ που μετράται όταν η μπαταρία είναι μερικώς αποφορτισμένη. Ενώ τον Ιούλιο ήταν πάντα πάνω από 500W, τον Οκτώβριο ήταν μόνο πάνω από 350W.

Οι υπολογισμοί της μη συλλεχθείσας ενέργειας έδειξαν ότι τον Σεπτέμβριο δεν συλλέχθηκαν 7kWh, ενώ στις 22 ημέρες του Οκτωβρίου (δηλαδή στο τέλος του ταξιδιού επιστροφής στα Τριζόνια) δεν συλλέχθηκαν 6,3kWh.

Βελτίωση της αυτονομίας

Η φόρτιση της μπαταρίας με 15kWh από το δίκτυο 220V στις δύο μαρίνες της Messina και του Reggio κατά τη διάρκεια των δύο ημερών (6-7 Οκτωβρίου) πριν από το πέραςμα στην Ελλάδα, υποδεικνύει την οριακή αυτονομία που επιτεύχθηκε υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες ημερήσιου φωτισμού και συννεφιάς.

Ο τέταρτος ηλιακός συλλέκτης θα προσθέσει 33% περισσότερη ενέργεια φόρτισης όταν εγκατασταθεί. Συνεπώς, θα αυξήσει ανάλογα την αυτονομία.

Θα είναι δυνατόν να αυξηθεί περαιτέρω η εγκατεστημένη ισχύς των ηλιακών συλλεκτών με τη χρήση εύκαμπτων συλλεκτών διπλής όψης, τοποθετημένων κατακόρυφα, που αρχίζουν τώρα να διατίθενται στο εμπόριο, αλλά σε υψηλή τιμή και δεν έχουν δοκιμαστεί ως προς τη μακροζωία τους. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς μας το 2023 ή το 2024, αυτός ο νέος ηλιακός εξοπλισμός θα μπορούσε, να προσθέσει 800 - 1600 W, διπλασιάζοντας έτσι την εγκατεστημένη ισχύ ηλιακής φόρτισης.

Ένα τρίτο σετ μπαταριών θα μπορούσε επίσης να παρατείνει την αυτονομία κατά 50% σε σχέση με τα 60 NM του σημερινού σχεδιασμού.

Η υδροπαραγωγή αναμένεται να είναι πολύ χαμηλή για το μικρό και σχετικά αργό PELAGO. Θα μετρηθεί κατά τη διάρκεια μελλοντικών ταξιδιών στο Αιγαίο, αλλά αναμένεται να είναι σημαντική για μεγαλύτερα σκάφη που πλέουν συχνά με ταχύτητες άνω των 6 κόμβων, ενώ το PELAGO μόνο σπάνια φτάνει σε τέτοιες ταχύτητες.



Γενικά συμπεράσματα από τα ταξίδια του 2022

Η συνολική ενέργεια που ανακτήθηκε από τον ήλιο καταγράφηκε σε 380 kWh από την αρχή της εγκατάστασης. Εκτιμούμε ότι η ενέργεια που χρησιμοποιείται από τα ψυγεία, τον αυτόματο πιλότο, τα ηλεκτρονικά και τα φώτα είναι μικρότερη από 1,0 kWh/ημέρα, συνολικά 120 kWh. Έτσι, λιγότερο από το ένα τρίτο της συνολικής ηλιακής ενέργειας καταναλώθηκε σε βοηθητικές ανάγκες. Ο υπολογισμός αυτός αγνοεί τη συμβολή της ανεμογεννήτριας και της υδροηλεκτρικής παραγωγής, η οποία αναμένεται να είναι πολύ χαμηλή για το σχετικά αργό PELAGO.

Σε καλοκαιρινές συνθήκες στην Ελλάδα στην Πελοπόννησο και το Αιγαίο Πέλαγος, η αυτονομία επιβεβαιώθηκε και 78 kWh πλεονάζουσας ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες ήταν διαθέσιμες και δεν συλλέχθηκαν.

Παρά τις αντίξοες συνθήκες, στο ταξίδι μετ' επιστροφής στην Ιταλία τον Σεπτέμβριο - Οκτώβριο, η αυτονομία ήταν εμφανής με μόνο αιολική και ηλιακή ενέργεια για την πρόωση, αλλά πλησίασε το όριό της.

Συμπερασματικά, η εγκατάσταση ενός τέταρτου ηλιακού συλλέκτη 380W, 24V είναι απαραίτητη και μια ακόμη μπαταρία 230Ah, 48V θα βοηθούσε στην επέκταση της αυτονομίας

κατά τους φθινοπωρινούς μήνες. Περαιτέρω βελτιώσεις είναι δυνατές με την εγκατάσταση περισσότερων ηλιακών συλλεκτών μόλις οι κατάλληλοι τύποι συλλεκτών γίνουν εμπορικά διαθέσιμοι τα επόμενα ένα ή δύο χρόνια.

Τακτική ιστιοπλοΐας για ηλιακό - ηλεκτρικό φορτηγό ιστιοφόρο

Οικονομία της ενέργειας

Γενικά είναι σκόπιμο να μην υπερβαίνει το 1,0kW ισχύος στον ηλεκτροκινητήρα, ώστε να υπάρχει εφεδρική ενέργεια για έκτακτες ανάγκες για περίπου 20 ώρες ή περίπου 60NM. Εάν η απόσταση από το επόμενο λιμάνι όπου ο τομέας φόρτισης των μπαταριών είναι μικρότερος από 20 NM, το παραπάνω αίρεται.

Χρήση της πλεονάζουσας ενέργειας

Κατά την πλεύση, εάν η μπαταρία είναι κορεσμένη, η πλεονάζουσα ενέργεια που δημιουργείται από τα φωτοβολταϊκά πάνελ μπορεί και πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει στην αύξηση της ταχύτητας του σκάφους ή στη βελτίωση της γωνίας με τον άνεμο. Αυτό μπορεί να γίνει και σε συνθήκες ισχυρού ανέμου για τη βελτίωση της γωνίας προς τον άνεμο όταν πλεύουμε αντίθετα από αυτόν. Είναι λιγότερο χρήσιμη σε συνθήκες πλευρικού και ούριου ανέμου.

Η πλεονάζουσα ενέργεια έχει πρακτικό μέγιστο 1kW (με εγκατεστημένη ηλιακή ισχύ 1500W).

Συνθήκες χωρίς άνεμο

Θα πρέπει να εφαρμόζεται το πνεύμα της αργής μεταφοράς περιορίζοντας τη χρησιμοποιούμενη ισχύ στα 600W ή λιγότερο και συνεχίζοντας την κίνηση προς την επιθυμητή κατεύθυνση. Οι συνθήκες μηδενικού ανέμου περιλαμβάνουν χαμηλούς ανέμους έως 5 κόμβους που είναι δύσκολο ή αδύνατο να χρησιμοποιηθούν για την ιστιοπλοΐα (ειδικά στην περίπτωση του βαρέως και αργού PELAGO). Φυσικά, εάν οι συνθήκες το επιβάλλουν, μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολύ υψηλότερη ισχύς για περιορισμένο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια να ακολουθήσει η επαναφόρτιση με ηλιακή ενέργεια την επόμενη ημέρα. Τα όργανα θα πρέπει να παρακολουθούνται συνεχώς και ο καπετάνιος θα πρέπει να επαληθεύει συχνά τους υπολογισμούς της αυτονομίας

Συνθήκες μεσαίου ανέμου

Όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι 6 έως 20 κόμβοι, το σκάφος μπορεί να πλέει μόνο με τον άνεμο χωρίς κινητήρα, αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ηλεκτρική ενέργεια για την αύξηση της ταχύτητας. Υπάρχει πολύ μεγάλη διακύμανση των συνθηκών ανέμου, του

μεγέθους και του σχήματος των κυμάτων που επιβραδύνουν το ιστιοφόρο, της απόστασης από το επόμενο διαθέσιμο λιμάνι κ.λπ. και όλα αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της ισχύος που μπορεί να αντληθεί για την πρόωση. Η κατευθυντήρια αρχή θα πρέπει να είναι να υπάρχει ένα απόθεμα ενέργειας κατά την άφιξη στο επόμενο λιμάνι ή τη στιγμή που οι μπαταρίες θα αρχίσουν να φορτίζονται το επόμενο πρωί.

Συνθήκες ισχυρού ανέμου

Σε συνθήκες ισχυρού ανέμου, η ισχύς που παράγεται από τα πανιά είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την κανονική ισχύ που αντλείται από την μπαταρία. Η ηλεκτρική πρόωση θα είχε αμελητέα επίδραση στις περισσότερες συνθήκες. Έτσι, κανονικά ο ηλεκτροκινητήρας δεν χρησιμοποιείται παρά μόνο για τη διόρθωση της γωνίας προς τον αντίθετο άνεμο, την τελική προσέγγιση στο λιμάνι και τους ελιγμούς στο λιμάνι. Μπορεί να χρειαστεί μεγάλη ισχύς για να έχει μετρήσιμο αποτέλεσμα σε ισχυρούς ανέμους, επομένως η χρήση της θα πρέπει να γίνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Προτεινόμενες τροποποιήσεις για αυξημένη αυτονομία

Η 100% αυτονομία αποδείχθηκε για τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ μερικώς αίρεται για τους χειμερινούς μήνες εάν δεν γίνουν περαιτέρω βελτιώσεις. Ακολουθεί ένας κατάλογος προτεινόμενων βελτιώσεων:

1. Εγκατάσταση του τέταρτου φωτοβολταϊκού που θα ανεβάσει τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ στα 1520W, 33% υψηλότερη από το σύστημα που δοκιμάστηκε το 2022.
2. Πειραματική εγκατάσταση εύκαμπτων ηλιακών συλλεκτών μεγάλου μήκους με διαστάσεις 0,8 X 5,0m που θα τοποθετηθούν κατά μήκος των προστατευτικών κιγκλιδωμάτων του ιστιοφόρου. Απαιτείται πειραματισμός των μεθόδων για τη διατήρησή τους σε συνεχή εγκατάσταση ή μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας σε συνθήκες χαμηλού ανέμου.
3. Εγκατάσταση δεύτερης ανεμογεννήτριας.
4. Δοκιμή της μέγιστης συμβολής της υδροηλεκτρικής παραγωγής σε συνθήκες γρήγορης πλεύσης.
5. Εγκατάσταση οργάνων λεπτομερούς μέτρησης που διακρίνουν τη συμβολή φόρτισης κάθε πηγής και την κάθε κατανάλωση και εκτέλεση ενός ακόμη έτους πειραματικών περιηγήσεων.
6. Εγκατάσταση συστήματος υπερήχων εναντίον της επικόλλησης για τη διατήρηση της ομαλής επιφάνειας και ταχύτητας του σκάφους στο μέγιστο δυνατό επίπεδο χωρίς τοξική αντιρρυπαντική επίστρωση (μουράβια).
7. Αντικατάσταση του παλιού αυτόματου πιλότου με νεότερης τεχνολογίας, ώστε τα μεγάλα πειραματικά ταξίδια να είναι λιγότερο κουραστικά.
8. Παροχή νέου σετ πανιών για μεγάλα πειραματικά ταξίδια χωρίς προβλήματα συντήρησης.

Περαιτέρω βελτιώσεις για τη μεταφορά φορτίου περιλαμβάνουν:

1. Μετατροπή μέρους του χώρου της καμπίνας σε κλιματιζόμενο χώρο για τη μεταφορά κρασιού και σκληρών τυριών.
2. Προσθήκη ενός επιπλέον ψυγείου για τη μεταφορά φρέσκων τυριών και άλλων ψυχόμενων προϊόντων.
3. Μετατροπή ενός μεγαλύτερου ιστιοφόρου σε ηλεκτρική ηλιακή πρόωση για την αύξηση του βάρους του φορτίου. Το PELAGO μπορεί να μεταφέρει έως και 1 τόνο, ενώ ένα ιστιοφόρο 15 μέτρων μπορεί να μεταφέρει έως και 5 τόνους.

Προεκτάσεις για τον εξηλεκτρισμό μεγαλύτερων ιστιοφόρων

Έχοντας πειραματιστεί με το PELAGO μπορούμε να είμαστε βέβαιοι ότι χρησιμοποιώντας ένα σύστημα μπαταριών με χωρητικότητα αποθήκευσης που αντιστοιχεί στο 230% της μέγιστης κατανάλωσης ενέργειας του ηλεκτροκινητήρα κατά τη διάρκεια 1 ώρας σε μέγιστη ισχύ είναι δυνατόν να έχουμε πλήρη αυτονομία στο Αιγαίο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Για ταξίδια στην Ιταλία και τη δυτική Μεσόγειο το φθινόπωρο και την άνοιξη η αυτονομία θα ήταν κοντά στο όριο.

Για ιστιοφόρα 15 μέτρων, ένας ηλεκτροκινητήρας 30-40 kW και ένα σύστημα μπαταριών 70-90 kWh θα ήταν επαρκή. Θα απαιτούνταν η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών ονομαστικής ισχύος 4,5 - 6,0 kW. Η συμβολή της υδροηλεκτρικής παραγωγής για τέτοια ταχύτερα ιστιοφόρα θα ήταν σημαντική και θα μπορούσε να μειώσει την ανάγκη για ενέργεια από ηλιακούς συλλέκτες. Μόνο ο πειραματισμός θα μπορούσε να καθορίσει έναν ακριβέστερο υπολογισμό του μεγέθους των ΦΒ.

Στην περίπτωση σκαφών 24 μέτρων, η καλύτερη λύση θα ήταν η χρήση δύο ηλεκτροκινητήρων ισχύος 30 - 40 kW (και δύο προπέλες για καλύτερη ικανότητα ελιγμών). Η χωρητικότητα της μπαταρίας εκτιμάται σε 140 - 180 kWh και η ισχύς των ΦΒ σε 9-12 kW.

Μετά την επιτυχή ηλεκτροδότηση του PELAGO ο μηχανικός Norbert Bode υπέβαλε αίτηση στις αυστριακές αρχές για επιχορήγηση για την ανάπτυξη συστημάτων ηλεκτροκινητήρων και μπαταριών plug and play για τις ανάγκες ηλεκτροδότησης σκαφών μεγαλύτερων από το PELAGO και μέχρι 50 kW. Η συνεργασία με την ΙΣΤΙΑ ΑΙΓΑΙΟΥ για την εγκατάσταση μιας τέτοιας ηλεκτροκίνησης προγραμματίζεται όπως φαίνεται στο παράρτημα 4.

Παράρτημα 1. Ηλιακοί συλλέκτες και δομή στήριξης

Η δομή στήριξης και η εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών έπρεπε να εκτελεστούν σε δύο φάσεις. Η στρογγυλεμένη μορφή της υφιστάμενης δομής του Bimini δεν μπορούσε να φιλοξενήσει τα δύο φωτοβολταϊκά συστήματα Astronergy. Επανασχεδιάστηκε σε μορφή γωνιακής στέγης. Το νησί δεν διέθετε εγκαταστάσεις για την κατασκευή και εγκατάσταση της νέας δομής του Bimini, η οποία προοριζόταν για μετά την άφιξη του PELAGO στο λιμάνι του Λαυρίου. Έτσι, μια πρώτη προσωρινή λύση ήταν να μεταφερθούν οι τέσσερις προϋπάρχοντες ηλιακοί συλλέκτες 100W, 12V από την πίσω δομή επέκτασης στο Bimini, συνδεδεμένοι σε σειρά. Η οπίσθια δομή ενισχύθηκε και τοποθετήθηκαν δύο πάνελ Astronergy, πάλι σε σειρά. Έτσι, κατά την αναχώρηση από τα Τριζόνια στις 15 Απριλίου, οι εγκατεστημένοι ηλιακοί συλλέκτες προσέφεραν συνολική ισχύ φόρτισης 1160 W.

Η καινοτόμος μορφή της εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών προσφέρει ελάχιστο βάρος της δομής από ανοξείδωτο χάλυβα. Ο πιθανός κίνδυνος προέρχεται από τη δύναμη του ανέμου που σηκώνει τα πάνελ σε συνθήκες ισχυρού ανέμου, υψηλών κυμάτων και αντίστοιχης κλίσης. Κατά τη διάρκεια του γύρου της Πελοποννήσου, δεν προέκυψε κανένα πρόβλημα. Με

την άφιξη του ιστιοφόρου στο Λαύριο στις 27 Απριλίου, το σκάφος τοποθετήθηκε στο καρνάγιο μέχρι το τέλος Ιουνίου. Οι θυελλώδεις συνθήκες προκάλεσαν ζημιές στην πίσω δομή στήριξης προς τε τέλος Ιουνίου, οι οποίες επισκευάστηκαν για το επόμενο ταξίδι της περιοδείας στο Αιγαίο τον Ιούλιο και τον Αύγουστο. Η καμπύλη δομή του Bimini αντικαταστάθηκε με αυτή της γωνιακής οροφής και εγκαταστάθηκαν και τα τέσσερα πάνελ διπλής όψης για συνολικά 1520W.

Η δομή Bimini αποδείχθηκε πολύ ανθεκτική κατά τη διάρκεια των επόμενων 4 μηνών και 3000 NM πλεύσης χωρίς κανένα πρόβλημα. Αντίθετα, η πίσω δομή εξακολουθούσε να έχει αδύναμα σημεία στις συνδέσεις που ασφαλίζονταν με πριτσίνια αλουμινίου και υπέστη ζημιά για δεύτερη φορά στις 3 Ιουλίου κατά τη διάρκεια πλεύσης με ανέμους έντασης 6. Ένα πάνελ χάθηκε στη θάλασσα με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται μόνο τρία πάνελ (σε σειρά) για τα υπόλοιπα ταξίδια. Η αντικατάσταση ήταν αδύνατη κατά τους μήνες των διακοπών του καλοκαιριού. Η οπίσθια δομή ενισχύθηκε με ασφαλείς συνδέσεις από ανοξείδωτο χάλυβα στο νησί της Λήμνου στις 21 Ιουλίου και δεν παρουσίασε άλλα προβλήματα μέχρι το τέλος των δοκιμαστικών ταξιδιών τον Οκτώβριο.

Παράρτημα 2. Στοιχεία από το γύρο της Πελοποννήσου

date	time	lat	log	location	πρόβλεψη καιρού	real wind data	speed	κατεύθυνση σκάφους	φόρτιση μπαταρίας 48 volt από την αρχή της ημέρας	χρήση μηχανής yes or no	κατανάλωση	wind turbine	12v battery	48v battery	στιγμιαία φόρτιση pv	consumed ah
15/4/2022	11:05	38°22.195'N	22°4.536'E	τριζονια	se 9 kn	se 10 kn	3 kn	east		yes (10min)		off	13.5	51.7		
	11:15	38°22.334'N	22°5.031'E	τριζονια - χανια	se 9 kn	se 10 kn	5 kn	north		no		on	13.0			
	11:30	38°22.595'N	22°4.852'E	χάνια	se 9 kn	se 12 kn	0 kn			yes (10min)		off	13.5			
	12:00	38°22.761'N	22°3.557'E	Χανιά - Ναύπακτος	se 11 kn	se 17 kn	5-7 kn	west		yes (5min)		on	13.3	53.5		
	12:30	38°21.581'N	21°58.294'E	Χανιά - Ναύπακτος	se 10 kn	se 22 kn	5-7 kn	west		no		on	13.4	53.4		
	14:30	38°21.125'N	21°52.516'E	χανια - Ναύπακτος	se 11 kn	se 16 kn	4-5 kn	sw	2.62 kwh	no	0.3 kw	on	13.4	53.2	650 w (ηλιοφάνεια)	

	15:00	38°23.541'N	21°49.728'E	Ναύπακτος	se 12 kn	se 14 kn	0 kn			yes (30min)		on	13.0	52.95		
	19:00	38°21.472'N	21°48.234'E	Ναύπακτος - Κυλλήνη	se 9 kn	se 13 kn	5 kn	sw	3.96 kwh	no	0.86 kw	on	13.0	52.87	25 w (συννεφιά)	
	21:20	38°16.089'N	21°33.926'E	Ναύπακτος - Κυλλήνη	se 15 kn	se 27 kn	6 - 8 kn	w 250°		no		on	13.5	52.80	0 w (νύχτα)	
	22:40	38°14.988'N	21°26.161'E	Ναύπακτος - Κυλλήνη	se 6 kn	se 5 kn	4 kn	w 250°		yes (5min)		off	13.1	51.63	0 w	
	23:50	38°12.236'N	21°20.163'E	Ναύπακτος - Κυλλήνη	ne 9 kn	ne 13 kn	5.5 kn	s sw 207°		no (just closed)	1 kw	on	13.2	51.58	0 w	
16/4/2022	3:00	38°2.865'N	21°18.485'E	άγκυρα												
	9:30	38°0.884'N	21°14.635'E	Ναύπακτος - Κυλλήνη	n ne 3 kn	n ne 8 kn	3.4 kn	sw 230°	0.2 kwh	no		on		51.79	144 w	
	13:00	37°51.724'N	21°5.068'E	Κυλλήνη - Πύλος	n 5 kn	nw 9 kn	3.9 kn	s 185°	1.2 kwh	no	0 kw	off	13.0	52.51	389 w (ελαφριά νεφοκαλυψη)	
	21:30	37°20.882'N	21°20.303'E	Κυλλήνη - Πύλος	n 6 kn	nw 10 kn	4.4 kn	se 155°	1.6 kwh	no	0 kw	off	13.1	52.18	0 w	
17/4/2022	0:30	37°3.461'N	21°28.808'E	Κυλλήνη - Πύλος	e 10 kn	s 6 kn	1.7 kn	se 150°	1.6 kwh	yes (4 hours)		off	12.9	52.13	0 w	

	4:30	36°58.216'N	21°32.246'E	Κυλλήνη - Πύλος	sw 7 kn	s 4 kn	3.1 kn	se 150°		yes	2.58 kw	off	13.1	40.1	0 w	
	9:30	36°54.092'N	21°39.196'E	Κυλλήνη - Πύλος	w 4 kt	e 6 kn	1.8 kn	e 90°	0.08 kwh	no		off	13.1	44.3	31 w	
άφιξη στην Πύλο. στάση για ανακατανομή μπαταριών																
19/4/2022	9:30	36°51.136'N	21°40.441'E	Πύλος - Γερολιμε νας	nw 13 kn	nw 13 kn	5.9 kn	s 170 °	0.37 kwh	no	0 kw	on	13.1	52.74	350 w	
	11:30	36°43.949'N	21°49.868'E	Πύλος - Γερολιμε νας	nw 16 kn	w 20 kn	4.9 kn	se 120°	0.78 kwh	no	0 kw	on	13.5	52.86	300 w (σκιά από τα πανιά στα πανελ)	
	16:30	36°32.231'N	22°18.537'E	Πύλος - Γερολιμε νας	nw 19 kn	w sw 22 kn	6.5 kn	se 135°	3 kwh	no	0 kw	off	14	53.22	400 w	
	19:00	36°28.835'N	22°23.955'E	Γερολιμε νας					3.46 kwh	yes (30 min)					400 w	
20/04/2022	2:00	36°24.822'N	22°26.724'E	Γερολιμε νας - Πόρος	nw 17 kn	nw 14 kn	4.9 kn	se 150°		no		on	13.5	52.65	0 w	11.05 ah

	14:00	36°24.060'N	23°5.196'E	Γερολιμε νας - Πόρος	nw 16 kn	w 19 kn	6.3 kn	e 85°	1.56 kwh	no	0.45 kw	on	13.5	53.49	610 w	
	16:00	36°55.490'N	23°29.323'E	Γερολιμε νας - Πόρος	nw 17 kn	w 20 kn	5.8 kn	n 20°	1.6 kwh	no		on	13.5	53.25	520 w	
	21:00	36°88.453'N	23°40.362'E	Γερολιμε νας - Πόρος	w 17 kn	w 17 kn	4.8 kn	n 20°		no		on	13.3	53.17	0 w	
21/04/2022	3:00	36°97.767'N	23°43.387'E	Γερολιμε νας - Πόρος	n 4 kn	n 5 kn	2.1 kn	n 20°		yes	0.05 kw	off	13.1	52.74	0 w	
	8:00	37°12.657'N	23°46.612'E	Γερολιμε νας - Πόρος	n 4 kn	s 5 kn	1.8 kn	n 20°	0.06 kwh	yes	0.15 kw	off	13.3	53.15	50 w	
	12:00	37°34.209'N	23°57.862'E	Γερολιμε νας - Πόρος	n 5 kn	n 7 kn	1.5 kn	n 20°	1.2 kwh	yes		off	13.4	53.26	280 w	
	17:00	37°49.076'N	23°48.298'E	Γερολιμε νας - Πόρος	se 8 kn	s 16 kn	3.8 kn	w 270°	1.6 kwh	yes	0.79 kw	off	13.3	53.17	420 w	
27/04/2022	11:00	37°29.790'N	23°27.308'E	Στενό πορου		e 3 kt	3.0 kt	30								

Παράρτημα 3. Στοιχεία από το γύρο του Αιγαίου και ταξίδι στην Ιταλία

Days ago	Date	Yield(Wh)	Max. PV power(W)	Max. PV voltage(V)	Min. battery voltage(V)	Max. battery voltage(V)	Time in bulk(m)	Time in absorption (m)	Time in float(m)	Last error	2nd last error	3rd last error	4th last error
0	11/2/22	530	399	116.53	53.12	61.83	212	141	306				
1	11/1/22	550	365	117.3	53.12	61.88	229	132	298				
2	10/31/22	490	384	117.74	53.13	61.78	227	134	299				
3	10/30/22	490	416	118.11	53.13	62.08	208	131	324				
4	10/29/22	520	387	118.71	53.13	61.92	219	130	315				
5	10/28/22	570	452	119.13	53.14	62.24	258	130	278				
6	10/27/22	560	375	116.79	53.14	62.07	225	142	300				
7	10/26/22	1690	373	115.1	53.16	60.61	451	222	0				
8	10/25/22	1910	384	114.07	53.25	54.02	675	0	0				
9	10/24/22	2030	385	113.73	53.27	53.96	676	0	0				
10	10/23/22	2130	419	115.2	52.94	53.86	681	0	0				
11	10/22/22	2110	420	114.69	52.83	53.69	682	0	0				

12	10/21/22	2180	433	115.95	52.7	53.59	683	0	0				
13	10/20/22	2190	445	115.6	51.05	53.38	686	0	0				
14	10/19/22	2290	483	115.36	52.29	53.84	689	0	0				
15	10/18/22	1950	528	116.95	51.11	60.87	579	112	0				
16	10/17/22	120	346	119	53.39	61.16	111	125	458				
17	10/16/22	120	353	119.04	53.38	61.02	110	125	458				
18	10/15/22	1990	461	117.58	53.35	59.83	510	183	0				
19	10/14/22	1180	812	115.82	51.63	54.24	625	0	0				
20	10/13/22	2370	620	115.45	52.6	54.13	702	0	0				
21	10/12/22	2010	551	115.21	53.03	53.87	698	0	0				
22	10/11/22	720	490	118.71	52.54	60.97	437	139	85				
23	10/10/22	1820	525	116.26	53.23	54.15	693	0	0				
24	10/9/22	1950	483	113.72	52.73	54.08	707	0	0				
25	10/8/22	2590	555	114.28	52.97	54.04	714	0	0				
26	10/7/22	2150	498	115.17	51.95	53.58	717	0	0				
27	10/6/22	2190	437	115.66	51.2	52.89	718	0	0				
28	10/5/22	1910	446	114.76	52.15	57.07	720	1	0				
29	10/4/22	2240	696	116.38	52.48	54.02	721	0	0				
30	10/3/22	2330	531	115.5	52.59	53.96	730	0	0				

0	9/27/22	510	493	121.04	53.2	64.55	209	128	237				
1	9/26/22	1190	704	120.81	53.25	66.1	469	255	0				
2	9/25/22	1690	688	116.88	53.25	54.33	727	0	0				
3	9/24/22	1990	788	117.24	53.31	54.37	742	0	0				
4	9/23/22	2980	548	116.71	53.08	54.05	750	0	0				
5	9/22/22	3100	588	117.34	52.87	53.79	756	0	0				
6	9/21/22	2990	641	115.99	52.68	53.68	758	0	0				
0	9/20/22	2310	537	113.84	52.79	53.43	482	0	0	0	0	0	0
1	9/19/22	3040	651	115.2	51.94	53.33	765	0	0	0	0	0	0
2	9/18/22	2660	542	116.41	52.08	53.34	766	0	0	0	0	0	0
3	9/17/22	2880	644	117.31	52.53	53.5	760	0	0	0	0	0	0
4	9/16/22	2210	648	114.05	52.52	53.42	746	0	0	0	0	0	0
5	9/15/22	2830	686	114.09	52.43	53.29	767	0	0	0	0	0	0
6	9/14/22	3660	640	113.6	51.45	53.1	773	0	0	0	0	0	0
7	9/13/22	3170	623	114.83	51.25	52.69	775	0	0	0	0	0	0
8	9/12/22	3900	710	114.09	48.6	52.6	781	0	0	0	0	0	0
9	9/11/22	3340	701	117.03	50.54	53.13	784	0	0	0	0	0	0
10	9/10/22	2850	614	115.2	51.45	53.23	786	0	0	0	0	0	0
11	9/9/22	2520	568	116.09	51.91	52.85	786	0	0	0	0	0	0
12	9/8/22	2840	580	114.4	52.1	53.47	788	0	0	0	0	0	0

13	9/7/22	3450	587	113.37	50.68	53.29	788	0	0	0	0	0	0
14	9/6/22	2930	628	116.39	51.81	53.41	795	0	0	0	0	0	0
15	9/5/22	3420	834	117.13	51.81	53.29	793	0	0	0	0	0	0
16	9/4/22	3600	572	115.09	51.85	53.32	799	0	0	0	0	0	0
17	9/3/22	2920	630	117.54	52.46	64.61	670	129	0	0	0	0	0
18	9/2/22	3380	629	112.88	52.84	54.27	800	0	0	0	0	0	0
19	9/1/22	1200	535	114.07	52.53	64.37	361	139	299	0	0	0	0
20	8/31/22	1140	529	116.95	53.18	64.64	319	143	337	0	0	0	0
21	8/30/22	2130	559	113.41	53.2	65.22	551	153	100	0	0	0	0
22	8/29/22	3700	569	111.83	53.25	54.02	809	0	0	0	0	0	0
23	8/28/22	3760	601	114.05	52.33	53.94	811	0	0	0	0	0	0
24	8/27/22	3820	656	114	52.8	53.75	812	0	0	0	0	0	0
25	8/26/22	3450	793	113.66	52.29	53.7	815	0	0	0	0	0	0
26	8/25/22	3070	738	114.62	51.96	53.44	814	0	0	0	0	0	0
27	8/24/22	1050	328	112.55	52.15	53.25	807	0	0	0	0	0	0
28	8/23/22	3500	710	113.97	51.93	53.67	818	0	0	0	0	0	0
29	8/22/22	3800	751	113.14	52.23	53.51	820	0	0	0	0	0	0
30	8/21/22	4150	698	114.38	52.46	53.71	824	0	0	0	0	0	0
14	8/20/22	3880	638	112.32	50.57	53.6	829	0	0				
15	8/19/22	3670	701	117.88	52.2	66.75	807	24	0				
16	8/18/22	1930	707	118.57	52.26	66.79	525	135	166				
17	8/17/22	1730	646	116.01	52.8	66.2	534	132	165				

18	8/16/22	1040	615	117.08	53.18	65.64	260	131	443				
19	8/15/22	4300	763	114.81	53.09	54.17	837	0	0				
20	8/14/22	2910	710	118.89	52.28	67.28	532	305	0				
21	8/13/22	680	521	117.89	53.2	64.83	209	125	494				
22	8/12/22	3940	687	118.02	52.72	62.68	786	57	0				
23	8/11/22	4070	708	114.2	52.28	54	844	0	0				
24	8/10/22	1090	621	117.18	52.59	66.12	341	134	370				
25	8/9/22	960	621	115.3	53.18	65.78	323	135	390				
26	8/8/22	3560	629	115.87	52.38	65.04	654	194	0				
27	8/7/22	1620	642	118.99	52.7	65.57	345	153	352				
0	8/6/22	960	542	117.49	52.84	64.62	328	49	0				
1	8/5/22	4230	667	113.48	52.27	54.08	861	0	0				
2	8/4/22	1540	584	116.98	52.08	65.57	541	132	187				
3	8/3/22	2070	683	118.15	52.12	67.15	451	144	266				
4	8/2/22	3090	652	116.38	53.2	65.43	557	292	17				
5	8/1/22	3500	691	118.94	51.98	67.17	746	121	0				
6	7/31/22	1070	646	116.98	53.16	66.65	305	134	432				
7	7/30/22	2800	666	115.93	52.59	65.96	687	140	43				
8	7/29/22	3040	683	115.89	53.18	65.52	552	134	186				
9	7/28/22	3720	635	118.21	51	65.5	785	91	0				
10	7/27/22	1390	689	118.27	51.42	66.1	294	138	447				
11	7/26/22	3730	683	118.45	52.1	65.35	707	177	0				

12	7/25/22	1820	754	119.81	53.19	66.68	510	139	238				
13	7/24/22	4610	661	115.52	52.15	54.05	890	0	0				
14	7/23/22	4520	663	114.74	52.24	53.71	895	0	0				
15	7/22/22	4030	585	117.37	52.32	53.67	895	0	0				
16	7/21/22	980	584	117.3	52.59	65.59	255	131	512				
17	7/20/22	3250	543	115.91	52.05	61.07	768	119	0				
18	7/19/22	3160	603	113.07	53.17	54	904	0	0				
19	7/18/22	2750	622	114.81	51.03	53.97	902	0	0				
20	7/17/22	2840	598	113.85	52.29	53.91	896	0	0				
21	7/16/22	2750	634	117.69	52.21	66.71	682	147	70				
22	7/15/22	3620	653	112.49	51.05	61.58	859	43	0				
23	7/14/22	2870	629	117.81	51.34	62.2	856	49	0				
24	7/13/22	1810	728	120.11	53.16	65.26	404	121	377				
25	7/12/22	4200	687	113.72	53.16	57.28	900	1	0				
26	7/11/22	3150	630	113.29	47.13	56.85	895	12	0				
27	7/10/22	2380	546	115.26	0	56.97	643	124	128				
28	7/9/22	1300	705	115.54	1.9	59.37	558	120	197				
29	7/8/22	2980	609	117.02	45.4	60.57	778	120	0				
30	7/7/22	3520	597	115.2	51.82	54.07	904	0	0				
17	7/6/22	4190	663	113.76	51.06	54.45	903	0	0				
18	7/5/22	3630	611	103.74	52.65	54.11	889	0	0				
19	7/4/22	670	216	78.9	0	57.71	387	121	379				

20	7/3/22	1000	373	79.48	0	57.81	229	124	491				
21	7/2/22	310	197	76.2	0.46	56.92	121	120	48				
22	7/1/22	480	115	76.23	0	57.82	126	120	333				
23	6/30/22	220	196	76.43	0	56.91	62	133	81				
24	6/29/22	230	60	79.62	0	56.97	57	130	243				
25	6/28/22	220	162	77.74	0	57.97	87	181	22				
26	6/27/22	130	86	75.41	0	56.94	222	121	52				
27	6/26/22	940	119	74.75	0	57.17	748	117	0				
28	6/25/22	350	164	75.34	0	39.12	300	0	0				
29	6/24/22	90	36	77.67	0	57.29	78	120	645				
30	6/23/22	80	46	77.68	0	56.98	97	120	629				

