

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ**

**ΣΠΟΥΔΩΝ**

**στην**

**ΝΑΥΤΙΑ**

**‘ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΒΑΤΗΓΟΣ ΑΚΤΟΠΛΟΪΑ**

**ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

**ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ**

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ’**

**Θεοδοροπούλου Ευσταθία**

**Διπλωματική Εργασία**

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως  
μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος  
Ειδίκευσης στη Ναυτιλία

**Πειραιάς**

**Ιούλιος 2017**

## **ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (COPYRIGHT)**

«Το άτομο το οποίο εκπονεί την Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στην βάση των εξής παραγόντων : του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός ,μη κερδοσκοπικός ή εκαπιδευτικός ), της φύσης του υλικού, που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες ), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος, που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.»

## ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

«Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα απλο την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΓΣΕΣ του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών Πανεπιστημίου Πειραιώς σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Ναυτιλία.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν :

-Καθ. Τζαννάτος Ερνέστος (Επιβλέπων)

-Καθ. Τσελέντης Βασίλειος

-Αν.Καθ. Σαμιώτης Γεώργιος

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα.»

## Διοικητική περίληψη

Στο σημερινό γίνεσθαι, οι ελληνικές ακτοπλοϊκές εταιρείες, κάτω από συνθήκες χρηματοοικονομικής ασφυξίας, πρέπει να αντιμετωπίσουν προκλήσεις όπως είναι η οικονομία καυσίμου προς εξοικονόμηση πόρων και η συμμόρφωση τους προς τις ολοένα και πιο αυστηρές διεθνείς συμβάσεις για τη διαχείριση της κλιματικής αλλαγής και της θαλάσσιας ρύπανσης. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο, η στροφή στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί το λογικό επόμενο βήμα.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση της οικονομοτεχνικής εφικτότητας για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε επιβατηγά πλοία στην Ελλάδα.

Η ανάλυση που έλαβε χώρα κατέδειξε ότι η επένδυση σε φωτοβολταϊκά στο εμπορικό πλοίο αναφοράς απέχει σημαντικά από το να είναι εφικτή στο σύνολο των περιπτώσεων που αναλύθηκαν, ένεκα του γεγονότος ότι η καθαρή παρούσα αξία σε όλες τις περιπτώσεις εμφανίζεται αρνητική και μάλιστα απέχει αρκετά από την τιμή αδιαφορίας. Υπό αυτή τη βάση, προτείνεται η χρήση ενός μοντέλου 'Pay as you save' το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε ευνοϊκότερα αποτελέσματα όσον αφορά στην εφικτότητα της επενδυτικής δράσης.

## Abstract

Nowadays, Greek shipping companies, under conditions of financial crisis, have to face several challenges. Some of these are to deal with fuel expenses, to save resources and to compile with increasingly stringent international conventions for managing climate change and marine pollution. In such a context, a future suggestion that can solve many of the above mentioned problems is the switching to the use of renewable energy.

The aim of this diploma thesis was to investigate the feasibility of installing photovoltaic on passenger ships in Greece. The analysis that has taken place has shown that the investment in photovoltaic on the merchant shipping vessel is far from being feasible, as the net present value in all cases is negative and is far from the price Indifference. On this basis, it is proposed to use a 'Pay as you save' model, which can lead to more favorable results in the feasibility of the investment action.

## Περιεχόμενα

<b>1.Εισαγωγή .....</b>	<b>3</b>
<b>2.Μεθοδολογία.....</b>	<b>5</b>
<b>3.Πλαίσιο κατανόησης παραμέτρων βιωσιμότητας της ελληνικής ακτοπλοΐας ....</b>	<b>7</b>
3.1 Τμηματοποίηση της αγοράς και εποχικότητα .....	7
3.2 Οι επιπτώσεις της κρίσης στη μείωση της ζήτησης .....	9
3.3 Το κοστολογικό μοντέλο της ακτοπλοΐας .....	12
3.4 Λοιπές παράμετροι που επιδρούν στη βιωσιμότητα της ακτοπλοΐας.....	13
3.5 Πρακτικές αντιμετώπισης του προβλήματος της βιωσιμότητας .....	13
<b>4.Τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας και καυσίμων στη ναυτιλία .....</b>	<b>15</b>
4.1 Γενικά περί εξοικονόμησης ενέργειας.....	15
4.2 Ενεργειακή διαχείριση πλοίων .....	16
4.3 Ενεργειακή επιθεώρηση πλοίων.....	18
4.4 Γενικά περί τεχνολογιών εξοικονόμησης καυσίμου .....	19
4.5 Τεχνολογίες αναβάθμισης βελτίωσης της αποδοτικότητας του καυσίμου ...	20
4.6 Τροποποίηση με στόχο τη χρήση φθηνότερων και καθαρότερων καυσίμων (LNG) .....	20
4.7 Υιοθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας .....	21
4.8 Πλαίσιο κατανόησης των βασικών αρχών λειτουργίας των φωτοβολταϊκών .....	22
4.9 Περιορισμοί για την υιοθέτηση των τεχνολογιών εξοικονόμησης καυσίμου στην ελληνική ακτοπλοΐα.....	23
<b>5.Πιλοτική εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε πλοίο της ελληνικής ακτοπλοΐας .</b>	<b>24</b>
5.1 Τεχνική ανάλυση .....	24
5.2 Οικονομική ανάλυση.....	28
<b>6.Συμπεράσματα.....</b>	<b>44</b>
<b>7.Βιβλιογραφία .....</b>	<b>45</b>

## 1. Εισαγωγή

Η ελληνική ακτοπλοΐα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους πυλώνες της οικονομικής ζωής για τη νησιώτικη Ελλάδα, συνδέοντας περισσότερα από 100 κατοικημένα νησιά με την ηπειρωτική χώρα και πολλά από αυτά μεταξύ τους. Η βιωσιμότητα της επιβατηγού ακτοπλοΐας είναι κρίσιμο ζήτημα για τη χώρα, που προφανώς δεν εξαντλείται στη μακροοικονομική θεώρηση της επίδρασης με την έννοια του Α.Ε.Π. και της απασχόλησης. Οι ακτοπλοϊκές εταιρείες, κάτω από συνθήκες χρηματοοικονομικής ασφυξίας, πρέπει να αντιμετωπίσουν μεγάλες προκλήσεις όπως είναι η συμμετοχή τους στη διαχείριση των μεταναστευτικών ροών στο Αιγαίο, και η συμμόρφωση τους προς τις ολοένα και πιο αυστηρές διεθνείς συμβάσεις για τη διαχείριση της κλιματικής αλλαγής και της θαλάσσιας ρύπανσης.

Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη του IOBE [1], το οικονομικό αποτύπωμα του κλάδου στην εγχώρια οικονομική δραστηριότητα για το 2013 εκτιμάται σε 11,9 δισ. Ευρώ, δηλαδή ποσοστό της τάξης του 6% του Α.Ε.Π., όπως φαίνεται στον πίνακα 1.

**Το οικονομικό αποτύπωμα της επιβατηγού ακτοπλοΐας στην εγχώρια οικονομική δραστηριότητα, 2013**

	Επιδράσεις από τη ζήτηση για ναύλους	Καταλυτικές επιδράσεις	Σύνολο
Προστιθέμενη αξία (εκατ. €)	1.200	8.886	10.086
ΑΕΠ (εκατ. €)	1.512	10.334	11.846
Απασχόληση (χιλ.)	21,4	239	260
Φορολογικά έσοδα (εκατ. €)	449	1.693	2.142

Πηγή: Εκτιμήσεις IOBE

*Πίνακας 1: Οικονομικό αποτύπωμα της επιβατηγού ακτοπλοΐας στην εγχώρια οικονομική δραστηριότητα για το έτος 2013 (IOBE, 2014).*

Το δυσμενές οικονομικό περιβάλλον και η κατακόρυφη πτώση της ζήτησης κατά τη χαμηλή περίοδο έχει πλήξει την ανταγωνιστικότητα των εταιρειών που αναστέλλουν ή ματαιώνουν επενδύσεις κλίμακας λόγω αδυναμίας δανεισμού. Η πρωτοφανής πίεση για μείωση του λειτουργικού κόστους, ακόμη και κατά μία ποσοστιαία μονάδα, είναι ενδεικτική της ανεπάρκειας του επί δεκαετίες μοντέλου λειτουργίας της ακτοπλοΐας που βασίστηκε στη σταυροειδή επιδότηση των εσόδων και στις κρατικές επιχορηγήσεις για την εκτέλεση μεταφορικού έργου. Πλέον, οι ακτοπλοϊκές εταιρείες αναζητούν τρόπους για να εξασφαλίσουν πολύτιμη

ρευστότητα και στρέφονται με μεγαλύτερο ενδιαφέρον προς τις δυνατότητες χρήσης εναλλακτικών καυσίμων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Σε αυτό το πλαίσιο οριοθετείται το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας που είναι η διερεύνηση της οικονομοτεχνικής εφικτότητας για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε επιβατηγά πλοία στην Ελλάδα. Στόχος είναι η διαστασιοποίηση της ωφέλειας σε σχέση με το κόστος της επένδυσης, αξιοποιώντας εμπειρικά δεδομένα από την πιλοτική εγκατάσταση σε ένα σύγχρονο επιβατηγό πλοίο που εκτελεί τακτικά δρομολόγια μεταξύ του Πειραιά και προορισμών στο Αιγαίο.



## 2. Μεθοδολογία

Η επεξεργασία του θέματος έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε η εργασία να προσεγγίσει τις ευκαιρίες από την οπτική γωνία του «μη ειδικού», δηλαδή να συνεισφέρει δεδομένα και συμπεράσματα που μπορεί να είναι χρήσιμα σε οποιονδήποτε ανεξάρτητα από το βαθμό γνώσης είτε του επιχειρηματικού αντικειμένου της ακτοπλοΐας ή των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ως προς το σκέλος της τεκμηρίωσης, η διπλωματική εργασία στηρίζεται σε (α) στοιχεία από τη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία σχετικά με την τεχνική εφικτότητα της χρήσης φωτοβολταϊκών στη ναυτιλία, (β) δεδομένα αγοράς της ελληνικής ακτοπλοΐας που προκύπτουν από σχετική μελέτη του IOBE (2014) [1] και (γ) εμπειρικά τεχνικά και κοστολογικά δεδομένα από την πιλοτική εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε πλοίο της ελληνικής ακτοπλοΐας. Η αξιοποίηση της βιβλιογραφίας και των εμπειρικών δεδομένων έγινε κάτω από τις εξής παραδοχές:

1. Η μέχρι σήμερα διεθνής εμπειρία από τη χρήση νέων τεχνολογιών εναλλακτικών καυσίμων και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αντλείται, κατά βάση, από την ποντοπόρο ναυτιλία.
2. Τα οικονομοτεχνικά αποτελέσματα της εφαρμογής των τεχνολογιών αυτών στην ποντοπόρο ναυτιλία έχουν επαληθευτεί στην πράξη μέσα από projects μεγάλης κλίμακας και σε ικανοποιητικό βάθος χρόνου, άρα αποτελούν καλές πρακτικές (best practices) για τον κλάδο και είναι διαθέσιμα ως γνώση τόσο στα στελέχη της αγοράς όσο και στην επιστημονική κοινότητα.
3. Η βιβλιογραφία σχετικά με τις δυνατότητες αξιοποίησης των φωτοβολταϊκών στην ακτοπλοΐα αφορά κατά βάση ερευνητικά προγράμματα και κάποιες πρώτες πιλοτικές εγκαταστάσεις για την επιβεβαίωση της τεχνικής εφικτότητας.
4. Υπάρχει μία πρώτη εικόνα και ανάλογα εμπειρικά αποτελέσματα για την τεχνική εφικτότητα εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών στην ελληνική ακτοπλοΐα. Ωστόσο, τα αποτελέσματα αυτά ανήκουν σε συγκεκριμένα ακτοπλοϊκή εταιρεία που υλοποιεί τη σχετική πιλοτική εγκατάσταση, και επομένως υπόκεινται σε περιορισμούς δημοσιότητας.
5. Ως προς την οικονομική σκοπιμότητα, η εργασία προσεγγίζει το θέμα από την οπτική γωνία των επιδράσεων που η επένδυση σε φωτοβολταϊκά δυνητικά θα

μπορούσε να έχει στην ταμειακή ρευστότητα για το σύνολο του στόλου της ακτοπλοΐας.

Ως προς τη δομή, η εργασία αρθρώνεται ως εξής:

- Κεφάλαιο 3 που δίνει ένα βασικό πλαίσιο κατανόησης για τις κρίσιμες παραμέτρους που επηρεάζουν τη βιωσιμότητα της ελληνικής ακτοπλοΐας, καθώς και τις ακολουθούμενες πρακτικές αντιμετώπισης του προβλήματος της βιωσιμότητας.
- Κεφάλαιο 4 που παρουσιάζει τη σημερινή στάθμη τεχνολογιών εξοικονόμησης καυσίμων και τις βέλτιστες πρακτικές που προτείνονται για τη ναυτιλία γενικότερα.
- Κεφάλαιο 5 που παρουσιάζει την τεχνοοικονομική προσέγγιση προδιαγραφή της πιλοτικής εγκατάστασης σε πλοίο της ελληνικής ακτοπλοΐας.
- Κεφάλαιο 6 για τα εξαγόμενα συμπεράσματα.

### 3. Πλαίσιο κατανόησης παραμέτρων βιωσιμότητας της ελληνικής ακτοπλοΐας

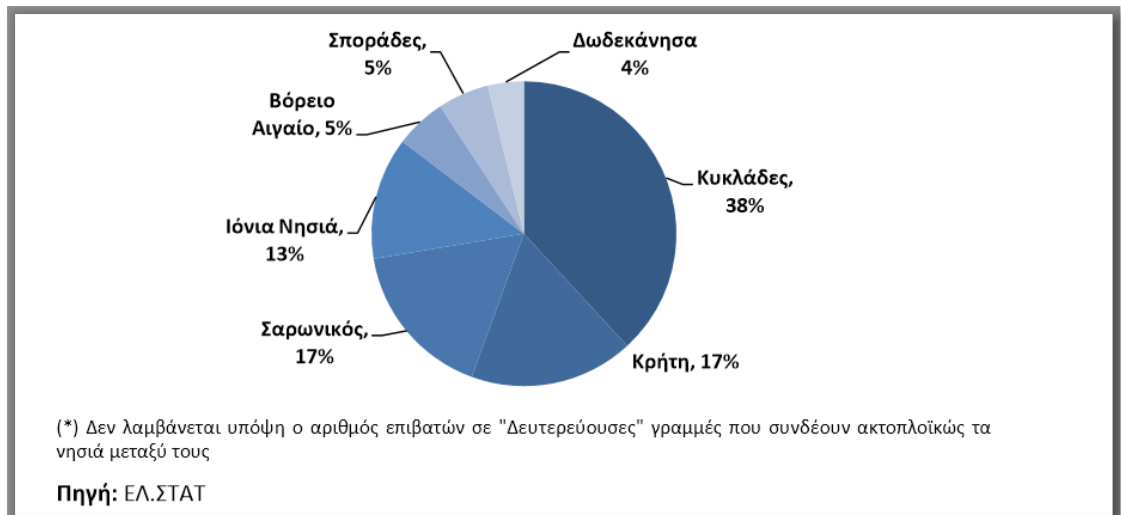
Η βιωσιμότητα της ελληνικής ακτοπλοΐας, που επιχειρεί κάτω από τη διαρκή απειλή της χρηματοοικονομικής ασφυξίας, εξαρτάται κατά βάση από δύο κρίσιμους παράγοντες: (α) το μέγεθος της κίνησης επιβατών και οχημάτων σε κάθε ακτοπλοϊκή γραμμή και (β) την εποχικότητα της δραστηριότητας. Η έλλειψη ευελιξίας σε θέματα επάνδρωσης των πλοίων λόγω του νομικού πλαισίου για τη λειτουργία των ακτοπλοϊκών εταιρειών, οι διακυμάνσεις στις τιμές των ναυτιλιακών καυσίμων και η εν γένει έλλειψη ρευστότητας αποτελούν επιπλέον εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν καθοριστικά το κοστολογικό μοντέλο λειτουργίας των εταιρειών, περιορίζοντας αντίστοιχα την εν δυνάμει δυνατότητά τους για την παροχή ανταγωνιστικών υπηρεσιών.

#### 3.1 Τμηματοποίηση της αγοράς και εποχικότητα

Σύμφωνα με πρόσφατα δημοσιευμένα μελέτη του IOBE (IOBE, 2014), η ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά κατηγοριοποιείται σε τρία τμήματα:

- A. Τμήμα 1: γραμμές στις οποίες το μέγεθος της κίνησης επαρκεί για τη δραστηριοποίηση περισσότερων από μία ακτοπλοϊκών εταιριών με ικανοποιητικές προοπτικές κερδοφορίας σε ανταγωνιστική βάση (Κρήτη, Αργοσαρωνικός, Κυκλάδες),
- B. Τμήμα 2: γραμμές στις οποίες το μέγεθος της κίνησης επαρκεί για τη δραστηριοποίηση μίας μόνον εταιρείας με προοπτική κερδοφορίας, και
- Γ. Τμήμα 3: γραμμές στις οποίες το μέγεθος της κίνησης προϋποθέτει κρατική επιδότηση για τη δραστηριοποίηση μίας εταιρείας.

Για το 2012 και με βάση τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, το 72% της κίνησης αφορά το Τμήμα 1 της αγοράς που περιλαμβάνει την Κρήτη, τον Αργοσαρωνικό και τις Κυκλάδες (Διάγραμμα 1). Σε ό,τι αφορά την εποχικότητα και με βάση τα στοιχεία του ΣΕΕΝ για το 2013 [2], είναι χαρακτηριστικό ότι το 50% περίπου της κίνησης επιβατών και ΙΧ οχημάτων εντοπίζεται στο τρίμηνο Ιουνίου – Αυγούστου, στοιχείο που συνδέει άμεσα τη βιωσιμότητα των γραμμών με την τουριστική κίνηση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Διάγραμμα 2).

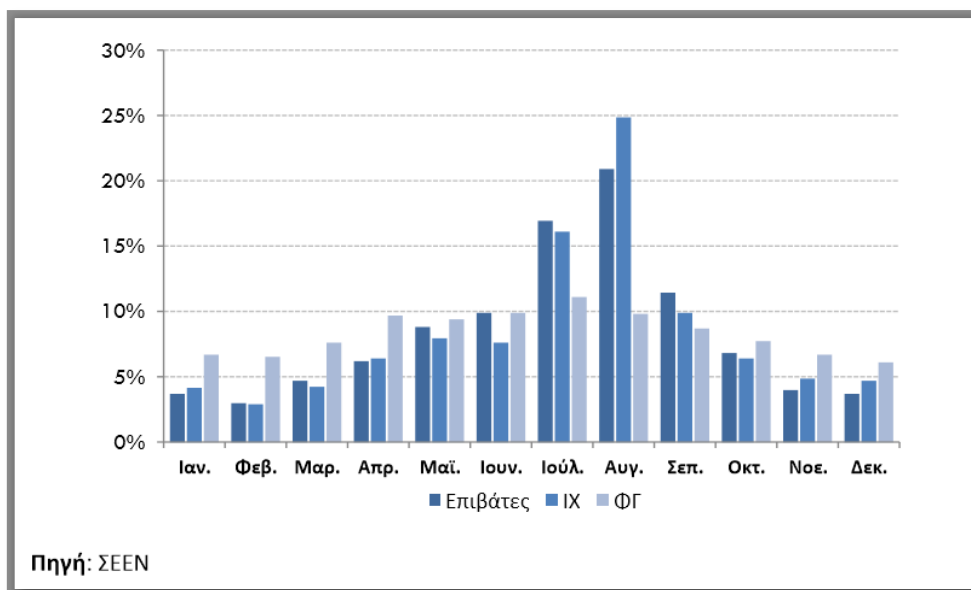


Διάγραμμα 1: Κατανομή ακτοπολιτικής κίνησης σε «Πρωτεύουσες Γραμμές» (ΕΛΣΤΑΤ, 2014)



Διάγραμμα 2: Εποχικότητα κίνησης για το 2013 (ΣΕΕΝ, 2014)

Ο συνδυασμός των παραπάνω χαρακτηριστικών της ζήτησης δημιουργεί ένα ιδιαίτερα ανταγωνιστικό περιβάλλον ιδιαίτερα για τις ακτοπολιτικές εταιρείες που επιχειρούν στο Τμήμα 1 της αγοράς, λαμβάνοντας υπόψη ότι (α) έχουν να καλύψουν ένα υψηλό σταθερό κόστος για δωδεκάμηνη λειτουργία, και (β) το 50% του μεταφορικού έργου πρέπει να παραχθεί σε ένα τρίμηνο, με προφανείς επιπτώσεις στην ταμειακή ρευστότητα.



Διάγραμμα 3: Εποχικότητα κίνησης για το 2013 ανά κατηγορία μεταφορικού έργου(ΣΕΕΝ, 2014).

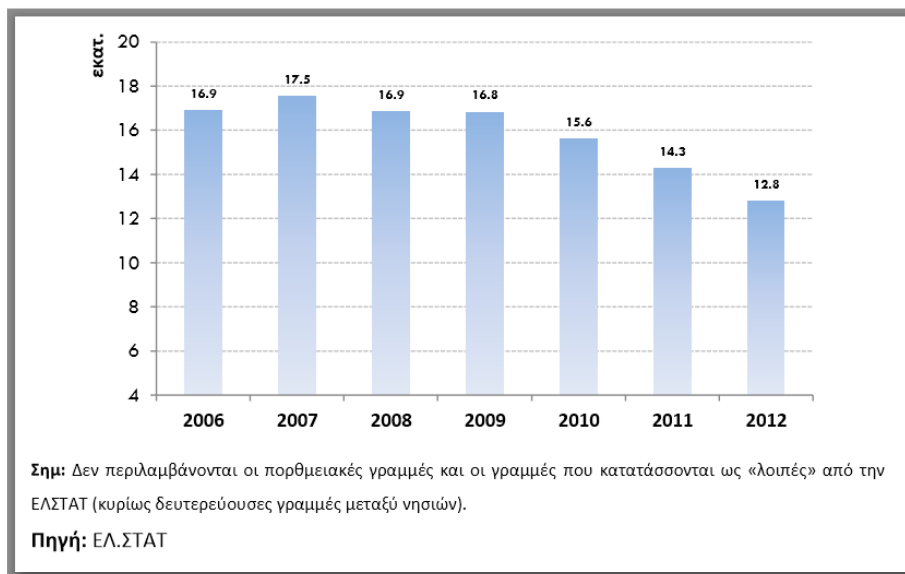
### 3.2 Οι επιπτώσεις της κρίσης στη μείωση της ζήτησης

Οι δραματικές επιπτώσεις της κρίσης στην ελληνική ακτοπλοΐα σχηματοποιήθηκαν ουσιαστικά μέσα ένα χρόνο, από το 2011 στο 2012, δημιουργώντας σοβαρούς κλυδωνισμούς στην αγορά και μεγιστοποιώντας το πρόβλημα της βιωσιμότητας. Τα ποσοστά της μείωσης του μεταφορικού έργου το 2012 σε σχέση με το 2011 ήταν πρωτοφανή για τον κλάδο [3]:

- Μείωση 10% στην κίνηση επιβατών, που σε απόλυτα μεγέθη είναι 1,5 εκατομμύριο επιβάτες
- Μείωση 14% στην κίνηση Ι.Χ. οχημάτων, που σε απόλυτα μεγέθη είναι 260 χιλιάδες Ι.Χ.
- Μείωση 14% στην κίνηση φορτηγών, που σε απόλυτα μεγέθη είναι 100 χιλιάδες φορτηγά

Ειδικότερα, η κίνηση επιβατών το 2012 μειώθηκε κατά 22% σε σχέση με το μέσο όρο της περιόδου 2006-2011 που ήταν στα επίπεδα των 16,3 εκατομμυρίων (Διάγραμμα 4).

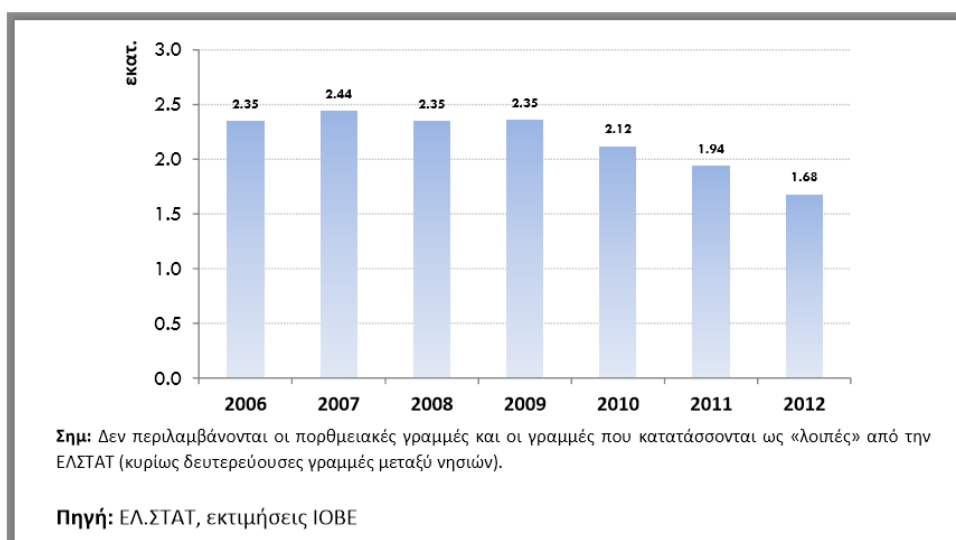
**Μ.Ο. κίνησης 2006 έως 2011 = 2,26 εκατ.**



*Διάγραμμα 4: Κίνηση επιβατών στην ακτοπλοΐα, 2006-2012 (ΕΛΣΤΑΤ, 2014).*

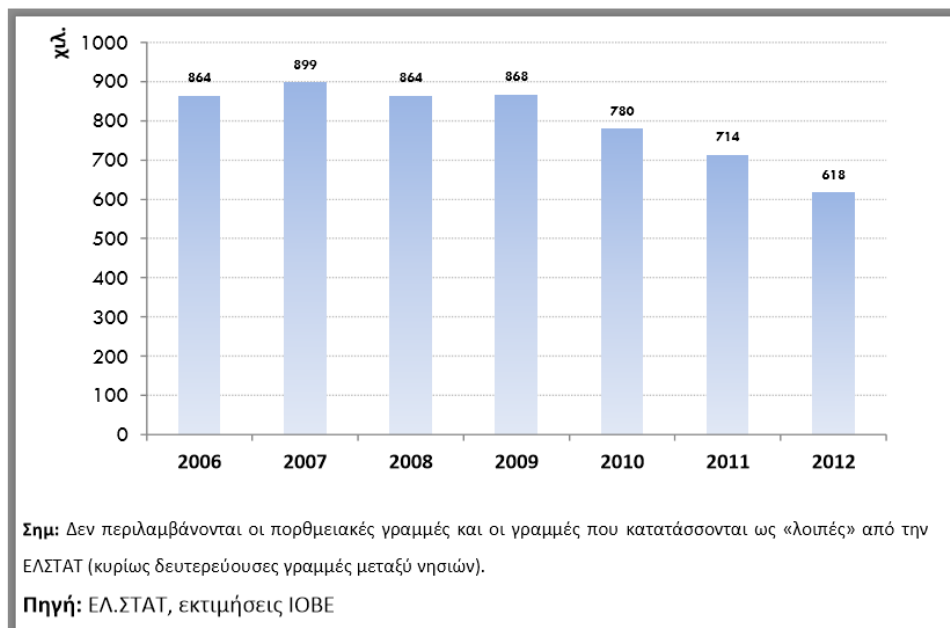
Η κίνηση Ι.Χ. αυτοκινήτων το 2012 μειώθηκε κατά 26% σε σχέση με το μέσο όρο της περιόδου 2006-2011 που ήταν στα επίπεδα των 2,26 εκατομμύριων Ι.Χ. (Διάγραμμα 5). Τέλος, είναι αξιοσημείωτο ότι η μείωση στην κατηγορία των φορτηγών κατέγραψε το ίδιο ποσοστό με τα Ι.Χ., δηλαδή 26% λιγότερα φορτηγά σε σχέση με το μέσο όρο της περιόδου 2006-2011 που ήταν στα επίπεδα των 832 χιλιάδων φορτηγών (Διάγραμμα 6).

**Μ.Ο. κίνησης 2006 έως 2011 = 2,26 εκατ.**



*Διάγραμμα 5: Κίνηση ΙΧ οχημάτων στην ακτοπλοΐα, 2006-2012 (ΕΛΣΤΑΤ, 2014).*

**Μ.Ο. κίνησης 2006 έως 2011 = 832 χιλιάδες**

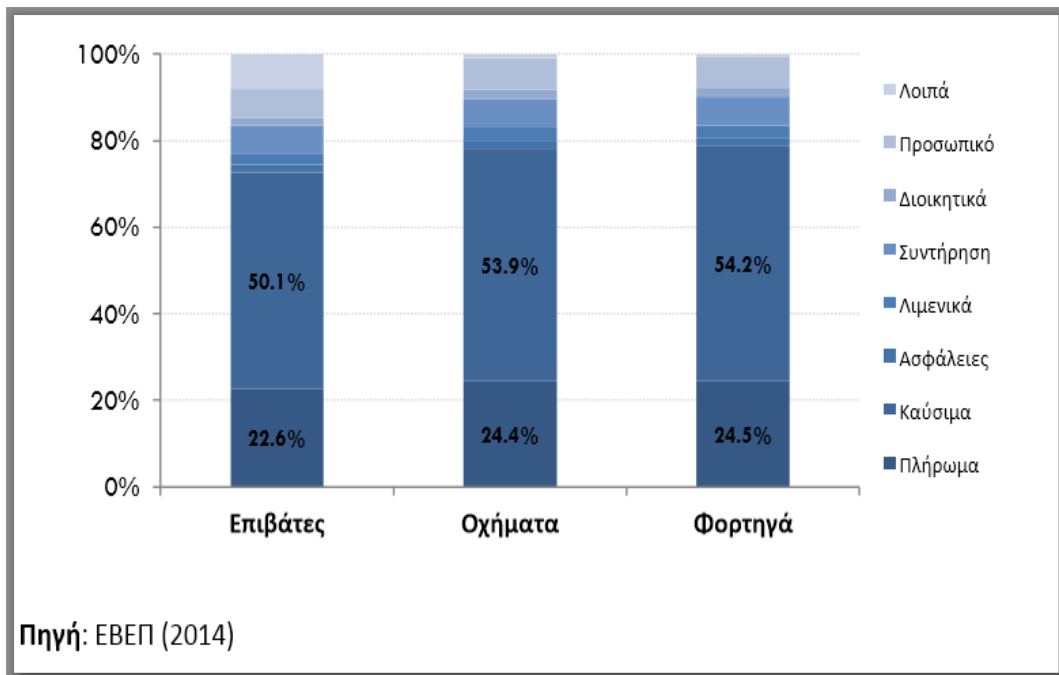


Διάγραμμα 6: Κίνηση φορτηγών οχημάτων στην ακτοπλοΐα, 2006-2012  
(ΕΛΣΤΑΤ, 2014).

### 3.3 Το κοστολογικό μοντέλο της ακτοπλοΐας

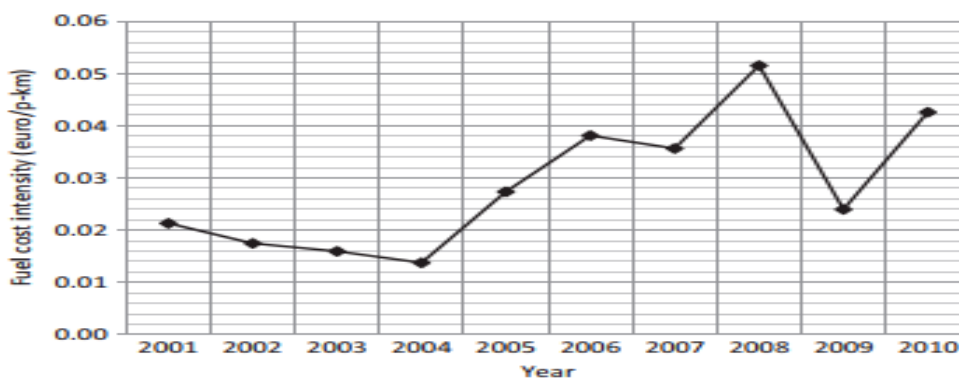
Το κοστολογικό μοντέλο της ακτοπλοΐας βασίζεται σε 8 θεματικές ενότητες κόστους: καύσιμα, πλήρωμα, συντήρηση, ασφάλειες, λιμενικά, διοικητικά, προσωπικό και λοιπά έξοδα (Διάγραμμα 7). Οι βασικοί παράμετροι που το επηρεάζουν είναι εξωγενείς και σχετίζονται με (α) την εποχικότητα της ζήτησης, (β) το κόστος των ναυτιλιακών καυσίμων, (γ) τις ανεπαρκείς λιμενικές υποδομές, και (δ) το κανονιστικό πλαίσιο λειτουργίας των ακτοπλοϊκών εταιρειών, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τη σύνθεση των πληρωμάτων και την υποχρεωτική δρομολόγηση, ακόμη και κάτω από συνθήκες ανεπαρκούς ζήτησης για μεταφορικό έργο κατά τους χειμερινούς μήνες.

Η δυνατότητα για δομικές αλλαγές στο κοστολογικό μοντέλο μεταφράζεται κατά κανόνα σε δράσεις για τη μείωση του κόστους επάνδρωσης, του κόστους διοικητικής λειτουργίας και τον περιορισμό του κόστους καυσίμων, που είναι ουσιαστικά πρόβλημα μείωσης της ποσότητας, δεδομένου ότι οι τιμές προμήθειας ναυτιλιακών καυσίμων καθορίζονται από τις διεθνείς αγορές [4].



Διάγραμμα 7: Επιμερισμός καθαρού ναύλου στις κατηγορίες εξόδων (ΕΒΕΠ, 2014)

Όσον αφορά την ετήσια μέση ένταση του κόστους των καυσίμων, παρατηρήθηκε συνολική τάση αύξησης. Με μέση τιμή 0,029 ευρώ / p-km σε όλη την περίοδο 2001-2010, οι χαμηλότερες και οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν το 2004 και το 2008 με 0,014 και 0,052 ευρώ / p-km αντίστοιχα όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα



Εικόνα: το κόστος των καυσίμων [6]

Αυτό αντιπροσωπεύει μια διακύμανση κόστους καυσίμου σχεδόν 4: 1, η οποία δικαιολογείται από την απουσία αλλαγών στην ενεργειακή ένταση, το οποίο αντανακλά τη συντριπτική επίδραση των αλλαγών στις τιμές των bulk φορτίων.



Πράγματι, οι εκτεταμένες περιόδους υψηλών τιμών καυσίμων οδήγησαν συχνά στη συσσώρευση σημαντικών οικονομικών ζημιών για τους ναυτιλιακούς φορείς, καθώς η τιμολόγηση των ναύλων δεν μπορεί να ακολουθήσει τις απότομες αλλαγές στις τιμές των καυσίμων. Για παράδειγμα, το 2008, το εισιτήριο οικονομικής θέσης επιβατών κατά μήκος της γραμμής Πειραιά - Ηράκλειο (Κρήτη) χρεώθηκε στα 34 ευρώ, όταν στη βάση του η υπολογιζόμενη τιμή έντασης κόστους καυσίμου για το 2008, το σχετικό κόστος καυσίμων για αυτό το ταξίδι των 324 χλμ είναι 17,2 ευρώ, δηλαδή περίπου το 50% της τιμής του ναύλου.

Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη έκθεση της βιομηχανίας στην ιστοσελίδα <http://www.xrtc.gr>, η συμβολή του κόστους καυσίμων στο συνολικό λειτουργικό κόστος της ακτοπλοϊκής και ακτοπλοϊκής αγοράς στην Ελλάδα έφθασε στο 49% το 2008. Επίσης, προκύπτει ότι μετά από πτώση στο 44% το 2009, το μερίδιο κόστους καυσίμων αυξήθηκε στο 48% το 2010. Αυτή η αναφερόμενη τάση είναι σύμφωνη με τις παρατηρούμενες τιμές έντασης κόστους καυσίμου που παρουσιάζονται στο προαναφερθέν σχήμα. Παρά το γεγονός ότι τα έσοδα των φορέων εκμετάλλευσης βασίζονται επίσης σε έσοδα από επιβάτες και καμπίνες επιβατικών αυτοκινήτων υψηλότερης κατηγορίας, καθώς από εισιτήρια και από οχήματα, ένα μεγάλο μερίδιο του κόστους καυσίμων στη συνολική διάρθρωση του κόστους ενδέχεται να θέσει σε κίνδυνο τους ισολογισμούς των ναυτηλιακών επιχειρήσεων [5].

Είναι χαρακτηριστικό ότι ποσοστό της τάξης του 54% από τον καθαρό ναύλο κατευθύνεται στην κάλυψη εξόδων για καύσιμα και λιπαντικά, ενώ ποσοστό της τάξης του 25% αφορά τη μισθοδοσία των πληρωμάτων. Η συνδυαστική επίδραση των δύο παραμέτρων κόστους (καύσιμα και μισθοδοσία) μέσα στο ανελαστικό πλαίσιο λειτουργίας που επιβάλλει την υποχρεωτική δρομολόγηση, οδηγεί σε μία πολύ υψηλή βάση σταθερού κόστους με προφανείς επιπτώσεις στην ανταγωνιστικότητα των ακτοπλοϊκών εταιρειών.

### 3.4 Λοιπές παράμετροι που επιδρούν στη βιωσιμότητα της ακτοπλοΐας

Η ανάπτυξη της ελληνικής ακτοπλοΐας ανακόπηκε από τη βαθιά οικονομική κρίση, η οποία μεγιστοποίησε τη χρηματοοικονομική πίεση στον κλάδο λόγω του προϋπάρχοντος υψηλού τραπεζικού δανεισμού. Οι ακτοπλοϊκές εταιρείες αναγκάστηκαν να αναθεωρήσουν δραματικά τα επιχειρηματικά τους σχέδια, αναβάλλοντας ή ακυρώνοντας τις επενδύσεις (α) σε νεότευκτα πλοία, (β) σε

εκσυγχρονισμό υφιστάμενων πλοίων και (γ) σε σύγχρονα ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης εσόδων (revenue management) που θα μπορούσαν να αποδώσουν έως και 5% επιπρόσθετα έσοδα στα πρότυπα των αεροπορικών εταιρειών. Επομένως, η αδυναμία υλοποίησης των επενδυτικών προγραμμάτων πρόσθεσε ένα αξιοσημείωτο κόστος ευκαιρίας, επιδεινώνοντας περαιτέρω το πρόβλημα της βιωσιμότητας.

### 3.5 Πρακτικές αντιμετώπισης του προβλήματος της βιωσιμότητας

Η δραματική επιδείνωση του οικονομικού περιβάλλοντος κατά την τελευταία πενταετία ανέτρεψε το παραδοσιακό μοντέλο λειτουργίας της ακτοπλοΐας που στήριζε τη βιωσιμότητά της για πολλές δεκαετίες στη συνδυαστική αξιοποίηση τεσσάρων βασικών «εργαλείων» που είναι [6]:

1. Η τιμολογιακή πολιτική με την έννοια της σταυροειδής επιδότησης των εσόδων στις περιόδους ή τις γραμμές χαμηλής ζήτησης από τα έσοδα στις περιόδους αιχμής ή τις γραμμές επαρκούς ζήτησης. Με τον τρόπο αυτό και για δεκαετίες, οι ακτοπλοϊκές εταιρείες αντιστάθμιζαν ζημιές που καταγράφονταν τις περιόδους χαμηλής ζήτησης με την κερδοφορία που έδινε η περίοδος υψηλής ζήτησης.

2. Οι κρατικές επιχορηγήσεις που επί δεκαετίες κάλυπταν μέρος του κόστους για τις γραμμές χαμηλής ζήτησης (άγονες γραμμές).

3. Η ευελιξία σε θέματα βελτιστοποίησης των δρομολογίων και την εφαρμογή καλών πρακτικών ναυσιπλοΐας τύπου slow steaming.

4. Η συστηματική βελτίωση και αναβάθμιση των συστατικών του πλοίου όπως του συστήματος πρόωσης, των προπελών κ.ά.

Τα παραπάνω «εργαλεία» διατήρησης της βιωσιμότητας δεν επαρκούν πλέον γιατί [6]:

1. Η σταυροειδής επιδότηση των εσόδων δεν είναι πλέον δυνατή γιατί η μείωση της κίνησης έχει οδηγήσει σε εκπτώσεις και προσφορές που πλήττουν την κερδοφορία της υψηλής περιόδου.

2. Οι κρατικές επιχορηγήσεις έχουν περιοριστεί σημαντικά και η εκταμίευσή τους καθυστερεί.

3. Η αδυναμία τραπεζικού δανεισμού καθιστά ανέφικτη την υλοποίηση δαπανηρών αναβαθμίσεων των βασικών συστατικών του πλοίου.

Κατά συνέπεια, οι ακτοπλοϊκές εταιρείες βρίσκονται αντιμέτωπες με την πρόκληση εξεύρεσης νέων τρόπων εξοικονόμησης κόστους πέρα από τα

καθιερωμένα «εργαλεία» και τις επί δεκαετίες εφαρμοζόμενες καλές πρακτικές. Η πρόκληση αυτή εμπεριέχει μεταξύ άλλων και την ανάγκη αξιολόγησης όλων των διαθέσιμων τεχνολογικών επιλογών που αποσκοπούν στην εξοικονόμηση καυσίμων.

## 4. Τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας και καυσίμων στη ναυτιλία

### 4.1 Γενικά περί εξοικονόμησης ενέργειας

Ως εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα πλοίο, θεωρείται κάθε προσπάθεια μέσω της οποίας επιτυγχάνεται μείωση της σπατάλης των διατιθέμενων ενεργειακών αποθεμάτων, με ταυτόχρονη την πλήρη κάλυψη των υπαρχόντων ενεργειακών αναγκών αυτού [7].

Γενικά σήμερα, η μετατροπή των σύγχρονων πλοίων σε πολυχώρους δράσης που παρέχουν στον πελάτη / χρήστη τη δυνατότητα για πλήθος άλλων δραστηριοτήτων εκτός της βασικής παροχής που σχετίζεται με τη μεταφορά του στον επιθυμητό προορισμό, καθιστά αυτά ιδιαίτερος απαιτητικά σε σχέση με την παράμετρο της κατανάλωσης της ενέργειας για θέματα φωτισμού, κλιματισμού και εξαερισμού, ζεστού νερού χρήσης, παροχής ρεύματος σε μηχανικές διατάξεις κτλ.

Μέσα σε ένα τέτοιο πλαίσιο, η εξασφάλιση της απαιτούμενης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας απαιτεί τη μεγάλη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κυρίως σε καύσιμα, όπως είναι το πετρέλαιο. Όπως είναι ευρέως γνωστό, η διαθεσιμότητα πλέον αυτών των καυσίμων είναι περιορισμένη, με αποτέλεσμα να καθίσταται αναγκαία η υιοθέτηση δράσεων με σκοπό τον περιορισμό της σπατάλης των εν λόγω καυσίμων αλλά και την ενεργειακή αναβάθμιση των εγκαταστάσεων που θα εξασφαλίσει την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης του πλοίου με ταυτόχρονη αποκόμιση οικονομικού οφέλους, αλλά και την επίτευξη μικρότερης περιβαλλοντικής ρύπανσης.

Βέβαια, σε κάθε περίπτωση, η υιοθέτηση τέτοιων δράσεων σε ένα πλοίο θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό, τη βέλτιστη δυνατή ικανοποίηση του πελάτη. Η εφαρμογή τέτοιων δράσεων σε υφιστάμενα πλοία, σαν αυτό που αποτελεί μελέτη περίπτωσης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, απαιτεί αδιαπραγμάτευτα την ύπαρξη κατάλληλης ενεργειακής διαχείρισης του πλοίου.

### 4.2 Ενεργειακή διαχείριση πλοίων

Η χρήση της ενέργειας σε ένα πλοίο αποτελεί ένα πολύ σημαντικό τμήμα του λειτουργικού κόστους αυτού, ενώ ταυτόχρονα διαδραματίζει κύριο ρόλο στην επίτευξη του απαιτούμενου επιπέδου άνεσης των πελατών / χρηστών.

Η ενεργειακή διαχείριση ενός συγκροτήματος πλοίου αποτελεί μια συστηματική, πλήρως οργανωμένη και διαρκή δραστηριότητα που αποτελείται από ένα καθορισμένο και σε αυστηρά πλαίσια προγραμματισμένο σύνολο επιτελικών, τεχνικών / τεχνολογικών και οικονομικών δράσεων, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών και υπηρεσιών τέτοιων που να κάνουν την παραμονή των πελατών / χρηστών στον χώρο ευχάριστη με την ταυτόχρονη επίτευξη της ελάχιστης δυνατής κατανάλωσης ενέργειας, και της όσο το δυνατόν πιο 'συνετής' χρήσης του ενεργειακού εξοπλισμού [7].

Οι δράσεις αυτές έχουν ως κύριους προσανατολισμούς:

- Την αύξηση της οικονομικής αποδοτικότητας και κερδοφορίας των πλοίων από την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε αυτά.
- Τη διατήρηση και βελτίωση των παραμέτρων της ασφάλειας και της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών εντός των χώρων του πλοίου.
- Τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, μέσω της μείωσης των επιπτώσεων από τη λειτουργία των μηχανικών διατάξεων.
- Τον έλεγχο του συνολικού λειτουργικού ενεργειακού κόστους των πλοίων και όχι απλά της ποσότητας καυσίμων που καταναλώνεται στις διάφορες λειτουργίες.

Εν γένει, η διαδικασία της ενεργειακής διαχείρισης σε ένα πλοίο περιλαμβάνει τα στάδια της σκέψης, του σχεδιασμού, της υλοποίησης και της καταμέτρησης, ενώ βασικά εργαλεία όσον αφορά στη διαχείριση της ενέργειας αποτελούν η ενεργειακή επιθεώρηση, η ενεργειακή παρακολούθηση, η σωστή συντήρηση του εξοπλισμού, καθώς και η λήψη μέτρων για την εξοικονόμηση της ενέργειας που καταναλώνεται για την κάλυψη των αναγκών των λειτουργιών του πλοίου.

Ένα επαρκές πρόγραμμα διαχείρισης της ενέργειας σε ένα περιβάλλον πλοίου θα πρέπει να περιλαμβάνει τις ακόλουθες συνιστώσες και δράσεις [7]:

- Περιοδικούς και εκτεταμένους ελέγχους, μετρήσεις και καταγραφές αποτελεσμάτων σε σχέση με τις συνιστώσες των ενεργειακών εγκαταστάσεων του πλοίου, με σκοπό την ποσοτική και χωρική θεώρηση καθώς και την αποτύπωση της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης, με απώτερο σκοπό την αποτύπωση των καταλληλότερων προς υιοθέτηση, δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

- Προσδιορισμό κατάλληλων προς επίτευξη στόχων ενεργειακής κατανάλωσης στη μονάδα του χρόνου.
- Τεχνο-οικονομικές μελέτες σκοπιμότητας για την εφαρμογή συγκεκριμένων δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ενεργειακής αναβάθμισης των εγκαταστάσεων του πλοίου, όπου θα διερευνάται η δυνατότητα για επιλογή και υιοθέτηση νέων ενεργειακών τεχνολογιών, όπως συστήματα καυσίμου, κεντρικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου και ενεργειακής διαχείρισης, νέες τεχνολογίες αξιοποίησης του υπάρχοντος δυναμικού ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κλπ.
- Δημιουργία και τήρηση αρχείου σχετιζόμενου με την παράμετρο των ενεργειακών καταναλώσεων.
- Σύνταξη περιοδικών ενεργειακών αναφορών προς το φορέα διαχείρισης και προς τη διοίκηση του πλοίου.
- Εφαρμογή προγράμματος ορθολογικής λειτουργίας και συντήρησης των μηχανικών εγκαταστάσεων θέρμανσης, κλιματισμού, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, καθώς και των συσκευών και των μηχανικών διατάξεων που δρουν εντός του πλαισίου του πλοίου.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των εργαζομένων εντός του χώρου το πλοίου αλλά και των χρηστών / πελατών κυρίως μέσω της διοίκησης, σε σχέση με τη σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας τόσο για το ίδιο το πλοίο όσο και σε σχέση με ευρύτερες προεκτάσεις, όπως είναι η προστασία του περιβάλλοντος.
- Επαρκή και στοχευμένη εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού που εμπλέκεται στη λειτουργία και στη συντήρηση του πλοίου και των εγκαταστάσεων αυτού.
- Διεργασίες για την εξεύρεση πόρων για τη χρηματοδότηση έργων εξοικονόμησης ενέργειας και ενεργειακής αναβάθμισης.
- Συνεχή εγρήγορση για την εκμείευση ευκαιριών σε σχέση με τη δυνατότητα για εξοικονόμηση ενέργειας εντός του πλοίου, όπως για παράδειγμα με την υιοθέτηση μιας νέας τεχνολογίας που ήρθε στο φώς.

### 4.3 Ενεργειακή επιθεώρηση πλοίων

Ο σκοπός της ενεργειακής επιθεώρησης σε ένα πλοίο, είναι ο προσδιορισμός των δυνατοτήτων για την περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενα συστήματα που βρίσκονται σε λειτουργία και δρουν καταναλώνοντας ενέργεια, κυρίως σε θερμική και ηλεκτρική μορφή.

Βασική αρχή της ενεργειακής επιθεώρησης σε ένα περιβάλλον πλοίου αποτελεί η απαίτηση για μελέτη και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του πλοίου λαμβάνοντας υπόψη αυτό ως ένα συνολικό ενεργειακό σύστημα, το οποίο για την καλύτερη ανάλυσή του επιμερίζεται στα δομικά στοιχεία που το συνθέτουν.

Στο σημείο αυτό βέβαια θα πρέπει να σημειωθεί ότι μια διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης δεν αποτελεί αυτοσκοπό αλλά το απαραίτητο υπόβαθρο που θα οδηγήσει τους υπευθύνους στην υιοθέτηση των καταλληλότερων δράσεων και μεθόδων για την ενεργειακή αναβάθμιση του πλοίου.

Υπό αυτό το πρίσμα [7]:

- Τα καταγραφόμενα στοιχεία και οι πληροφορίες που συλλέγονται κατά τη διαδικασία μιας ενεργειακής επιθεώρησης καθορίζουν σε σημαίνοντα βαθμό τη μελλοντική επιτυχία των παρεμβάσεων που θα υιοθετηθούν για την ενεργειακή αναβάθμιση του πλοίου.
- Το είδος και οι μέθοδοι της ενεργειακής επιθεώρησης που θα υιοθετηθούν, αποτελούν άμεση συνάρτηση του μεγέθους του εξεταζόμενου πλοίου, αλλά και των προσδοκώμενων αποτελεσμάτων.
- Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις θα πρέπει να στηρίζονται σε διαδικασίες συλλογής δεδομένων (π.χ. υπάρχοντα σχέδια κατόψεων και ηλεκτρομηχανολογικών μελετών) και κυρίως επαλήθευσης αυτών στο χώρο του πλοίου (συνάφεια υπαρχόντων σχεδίων και πραγματικής κατάστασης).

### 4.4 Γενικά περί τεχνολογιών εξοικονόμησης καυσίμου

Η έρευνα και ανάπτυξη στο πεδίο των τεχνολογιών εξοικονόμησης καυσίμων για τη ναυτιλία έχει εντατικοποιηθεί κατά την τελευταία εικοσαετία. Σε αυτό έχουν συμβάλλει τόσο ο στρατηγικός ρόλος της ποντοπόρου ναυτιλίας στην ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου από και προς τις μεγάλες ασιατικές αγορές, όσο οι συστηματικές πιέσεις που ασκούνται από διεθνείς οργανισμούς για τη δραστική μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της ναυτιλίας, την πρόληψη θαλάσσιας ρύπανσης

και την αποτροπή καταστροφικών, για τα θαλάσσια οικοσυστήματα, ναυτικών ατυχημάτων.

Αυτή η συστηματική προσπάθεια έχει αποδώσει καινοτόμες τεχνολογίες που είναι διαθέσιμες στην αγορά. Η πλειονότητα των λύσεων αυτών έχει εφαρμογή κατά κανόνα σε πλοία της ποντοπόρου ναυτιλίας, όπου η κλίμακα του μεταφορικού έργου και οι κερδοφορίες δικαιολογούν την επένδυση σε ακριβά ναυπηγικά προγράμματα είτε για μετασκευές σε υπάρχοντα πλοία ή για τη ναυπήγηση νέων πλοίων που κατά κανόνα ενσωματώνουν όλες τις νέες τεχνολογίες.

Στην περίπτωση της ελληνικής ακτοπλοΐας, η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών εξοικονόμησης καυσίμων συνδέθηκε με την απόκτηση είτε νεότευκτων πλοίων ή μετασκευών σε πλοία που δεν είχαν εξαντλήσει τον ωφέλιμο χρόνο ζωής τους.

Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται αυτές οι τεχνολογίες με στόχο την κατανόηση των ορίων, μέσα στα οποία μπορεί κανείς να εκτιμήσει την προστιθέμενη αξία τους και να έχει μία αίσθηση της οικονομικοτεχνικής σκοπιμότητας.

#### 4.5 Τεχνολογίες αναβάθμισης που βελτιώνουν την αποδοτικότητα του καυσίμου

Ενδεικτικές τεχνολογικές επιλογές αναβάθμισης είναι οι επόμενες [8]:

- Propeller Boss Cap Fins που αποδίδει εξοικονόμηση 1% έως 3%,
- Rudder Modifications που αποδίδει εξοικονόμηση 3% έως 6%,
- Mewis Duct που αποδίδει εξοικονόμηση 3% έως 8%, και
- Hull Surface Coating που αποδίδει εξοικονόμηση έως 8%.

Οι συγκεκριμένες τεχνολογίες έχουν έννοια, εφαρμογή και σημαντική προστιθέμενη αξία σε υπάρχοντα πλοία, παρατείνοντας την ωφέλιμη ζωή τους. Η υιοθέτησή τους απαιτεί ναυπηγικές εργασίες, που θέτουν το πλοίο εκτός λειτουργίας για μεγάλο διάστημα. Για το λόγο αυτό και προκειμένου να είναι βιώσιμη η επένδυση, τέτοιες τεχνολογικές αναβαθμίσεις εντάσσονται συνήθως στο πλαίσιο μεγαλύτερων περιοδικών προγραμμάτων επισκευών που κατά κανόνα εκτελούνται μία φορά κάθε 5 χρόνια με αντίστοιχα υψηλό κόστος, είναι περισσότερο κατάλληλες για πλοία της ποντοπόρου χωρίς να αποκλείεται η υιοθέτησή τους και από την ακτοπλοΐα.



#### 4.6 Τροποποίηση με στόχο τη χρήση φθηνότερων και καθαρότερων καυσίμων (LNG)

Όπως είναι γνωστό, το υγροποιημένο αέριο (LNG) [8] έχει μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σχέση άλλα ναυτιλιακά καύσιμα. Το δεδομένο αυτό αυξάνει την προστιθεμένη αξία της συγκεκριμένης επιλογής γιατί συνδυάζει τα πλεονεκτήματα (α) της εξοικονόμησης λόγω χαμηλότερης τιμής καυσίμου και (β) του σημαντικά καλύτερου περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

Η χρήση LNG στη ναυτιλία έχει ξεκινήσει από το 2001. Η οικονομική σκοπιμότητα για την υιοθέτηση της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι συνάρτηση (α) του τύπου και της ηλικίας του πλοίου και (β) τη συχνότητα και τη διάρκεια τωνδρομολογίων που εκτελεί σε θαλάσσιες ζώνες όπου το διεθνές και η εθνικό ρυθμιστικό πλαίσιο προβλέπουν αυστηρότατα όρια για τις εκπομπές ρύπων με ανάλογη κοστολογική επιβάρυνση του μεταφορικού έργου του πλοίου.

Από απόψεως τεχνικών απαιτήσεων, οι μετατροπές είναι εκτεταμένες με αποτέλεσμα αντίστοιχα υψηλό κόστος, τόσο με την έννοια της δαπάνης των εργασιών όσο και με την απώλεια εσόδων λόγω διακοπής του μεταφορικού έργου του πλοίου για μεγαλύτερο κατά κανόνα διάστημα σε σχέση με τις επιλογές της ενότητας 4.1.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία αποτελεί επιλογή και για την ελληνική ακτοπλοΐα υπό την αίρεση του αναπροσανατολισμού και της προσαρμογής της εγχώριας εφοδιαστικής αλυσίδας ναυτιλιακών καυσίμων προς το LNG, με την έννοια ότι οι επιχειρησιακές ανάγκες μεμονωμένων εταιρειών της ακτοπλοΐας δεν δικαιολογούν κάτι τέτοιο.

#### 4.7 Υιοθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Η υιοθέτηση των σύγχρονων τεχνολογιών για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από την ποντοπόρο ναυτιλία και την ακτοπλοΐα βρίσκεται σε στάδιο πιλοτικών δοκιμών [9]. Το παράδοξο είναι ότι η ναυτιλία, μετά από έναν περίπου αιώνα ανάπτυξης που στηρίχθηκε αποκλειστικά στη χρήση του πετρελαίου, επιστρέφει στη διερεύνηση των δυνατοτήτων χρήσης της αιολικής ενέργειας που για χιλιάδες χρόνια κίνησε τα πλοία, συμβάλλοντας καθοριστικά στην εξέλιξη και την ανάπτυξη της ανθρωπότητας.

Η κατανόηση και η αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού με την έννοια τόσο της κινητήριας δύναμης του πλοίου όσο και της κρίσιμης παραμέτρου ναυσιπλοΐας,

αποτελούν αυτονόητο συστατικό της «ναυτοσύνης» και θεμελιώδες τμήμα της εκπαίδευσης των ανθρώπων της θάλασσας. Παρά το γεγονός αυτό, η ναυπήγηση πλοίων για την ποντοπόρο ναυτιλία και την ακτοπλοΐα εξελίχθηκε με τρόπο που οδήγησε αφενός στην εξαφάνιση των ιστίων από τα πλοία, αφετέρου έχει καταστήσει εξαιρετικά πολύπλοκη την προσπάθεια οργανικής επανένταξης των ιστίων στα βασικά ναυπηγικά συστατικά των σύγχρονων πλοίων.

Ιδιαίτερα για τα πλοία της ακτοπλοΐας, η πιθανότητα αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας μεταφράζεται σε τέτοιας έκτασης μετασκευές που θα τροποποιούσαν τις υποδομές φιλοξενίας επιβατών και μεταφορές οχημάτων με επακόλουθο τον περιορισμό των δυνατοτήτων μεταφορικού έργου σε αριθμό επιβατών και οχημάτων.

Αντίθετα, η ηλιακή ενέργεια φαίνεται ότι μπορεί να αποτελέσει μία ικανοποιητική λύση για την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα πλοία της ακτοπλοΐας ως εφεδρική πηγή ηλεκτροδότησης των υποδομών φιλοξενίας των επιβατών και ρευματοδότησης των φορτηγών-ψυγείων που μεταφέρει το πλοίο.

#### 4.8 Πλαίσιο κατανόησης των βασικών αρχών λειτουργίας των φωτοβολταϊκών

Τα φωτοβολταϊκά [9] είναι τεχνολογία που χρησιμοποιεί τις μοναδικές ιδιότητες ειδικών ημιαγωγών για να μετατρέψει την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρισμό. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούν wafers (ένα είδος στρογγυλών πλακών), συνήθως κατασκευασμένα από κρυσταλλικό πυρίτιο, είναι ευαίσθητα στο ηλιακό φως και δημιουργούν ηλεκτρικό δυναμικό όταν εκτεθούν στο φως. Όταν τα φωτοβολταϊκά κύτταρα, γνωστά ως ηλιακά κύτταρα, συνδυάζονται σε μεγάλες κατασκευές που ονομάζονται συστοιχίες ηλιογεννητριών, παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να χρησιμοποιούν εξαρτήματα που κινούνται, είναι αθόρυβα και δεν παράγουν εκπομπές ρύπων.

Ειδικότερα, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα είναι ένα ηλεκτρικό σύστημα που αποτελείται από φωτοβολταϊκές συστοιχίες ηλιογεννητριών και άλλα ηλεκτρικά εξαρτήματα που χρειάζονται για να μετατρέψουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρισμό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από φορτία. Αυτά τα εξαρτήματα είναι δυνατόν να διαταχθούν με διαφορετικούς τρόπους που καθιστούν τεχνικά δυνατή τη χρήση τους

και στην ακτοπλοΐα, αξιοποιώντας κατάλληλες επιφάνειες της υπερκατασκευής του πλοίου.

Ηλεκτρικά εξαρτήματα, όπως μετατροπείς, ρυθμιστές φόρτισης και διακόπτες αποσύνδεσης ελέγχουν και κατευθύνουν το συνεχές ρεύμα από την συστοιχία ή την κατευθύνουν σε συνεχή φορτία ή το μετατρέπουν σε εναλλασσόμενο ρεύμα για χρήση από εναλλασσόμενα φορτία. Μερικά από αυτά τα εξαρτήματα μπορούν να συνδυαστούν σε μία μονάδα παραγωγής ρεύματος. Στην περίπτωση του πλοίου της ακτοπλοΐας, φορτίο μπορεί να είναι τμήμα του εξοπλισμού που καταναλώνει ηλεκτρισμό, όπως ενδεικτικά ο φωτισμός και ο κλιματισμός στους χώρους φιλοξενίας και ενδιαίτησης των επιβατών.

#### 4.9 Περιορισμοί για την υιοθέτηση των τεχνολογιών εξοικονόμησης καυσίμου στην ελληνική ακτοπλοΐα

Η υιοθέτηση των τεχνολογιών εξοικονόμησης από την ελληνική ακτοπλοΐα περιορίζεται από [10]:

- την αδυναμία άντλησης κεφαλαίων λόγω κρίσης,
- τον ηλικικό μέσο όρο του στόλου κάθε εταιρείας με συνέπεια την αδυναμία τεκμηρίωσης οικονομικής σκοπιμότητας για επενδύσεις με ορίζοντα αποπληρωμής που ξεπερνά σημαντικά τον υπολειπόμενο χρόνο εκμετάλλευσης του πλοίου,
- τις ακατάλληλες λιμενικές υποδομές που επιδρούν αρνητικά στην κατανάλωση καυσίμων, γιατί υποχρεώνουν το πλοίο σε ενεργοβόρες κινήσεις προσέγγισης και πρόσδεσης στον προορισμό του, γεγονός που αντισταθμίζει αναγκαστικά τα όποια θεωρητικά οφέλη,
- τη δυσκολία εκτέλεσης ναυπηγοεπισκευαστικών εργασιών σε ελληνικά ναυπηγεία που λόγω της κρίσης είτε έχουν διακόψει τη λειτουργία τους ή αδυνατούν να ανταποκριθούν λόγω έλλειψης τεχνογνωσίας και περιορισμών στην προμήθεια των απαραίτητων υλικών και τεχνολογιών, γεγονός που οδηγεί σε ναυπηγεία του εξωτερικού, αυξάνοντας το άμεσο κόστος και τη διάρκεια των επισκευών, και
- την περιορισμένη διεθνή εμπειρία σε σχέση με την υιοθέτηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακτοπλοΐα που προκύπτει από μικρό αριθμό πιλοτικών εγκαταστάσεων και δοκιμών.

## 5. Πιλοτική εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε πλοίο της ελληνικής ακτοπλοΐας

### 5.1 Τεχνική ανάλυση

#### 5.1.1 Χαρακτηριστικά πλοίου αναφοράς

Το πλοίο αναφοράς που θα χρησιμοποιηθεί για την πιλοτική εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και θα αποτελέσει τη βάση των υπολογισμών που θα ακολουθήσουν έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

<u>Χαρακτηριστικό</u>	<u>Τιμή</u>
Μέγιστη ταχύτητα (κόμβοι)	26
Συνολικό μήκος (μέτρα)	145
Μεταφορική ικανότητα ατόμων (αριθμός)	2400
Μεταφορική ικανότητα οχημάτων (αριθμός)	430

*Πίνακας 5.1 Χαρακτηριστικά πλοίου αναφοράς*

#### 5.1.2 Ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος

Η προτεινόμενη ισχύς του φωτοβολταϊκού συστήματος ανέρχεται στα 13,3 KW.

<u>Χαρακτηριστικό</u>	<u>Τιμή</u>
Ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος (KW)	13,3

*Πίνακας 5.2 Ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος*

#### 5.1.3 Κυψέλες φωτοβολταϊκού συστήματος

Ο προτεινόμενος τύπος φωτοβολταϊκής κυψέλης για το φωτοβολταϊκό σύστημα είναι ο ακόλουθος.

<u>Χαρακτηριστικό</u>	<u>Τιμή</u>
Τύπος (Ονομασία)	SXp 145
Ισχύς (W)	145

### Πίνακας 5.3 Κυψέλη φωτοβολταϊκού συστήματος

#### 5.1.4 Πάνελ φωτοβολταϊκού συστήματος

Κάθε πάνελ του προτεινόμενου φωτοβολταϊκού συστήματος θα αποτελείται από 5 κυψέλες συνδεδεμένες σε σειρά σύστοιχα με το σχήμα 5.1.

<u>Χαρακτηριστικό</u>	<u>Τιμή</u>
Αριθμός κυψελών (Αριθμός)	5
Τρόπος σύνδεσης	Σε σειρά

### Πίνακας 5.3 Πάνελ φωτοβολταϊκού συστήματος



Σχήμα 5.1 Πάνελ φωτοβολταϊκού συστήματος

#### 5.1.5 Σύστοιχία φωτοβολταϊκού συστήματος

Για την επίτευξη της απαιτούμενης ισχύος των 13,3 KW θα χρησιμοποιηθεί μια σύστοιχία τριών strings το καθένα εκ των οποίων θα περιλαμβάνει 5 φωτοβολταϊκά panels.

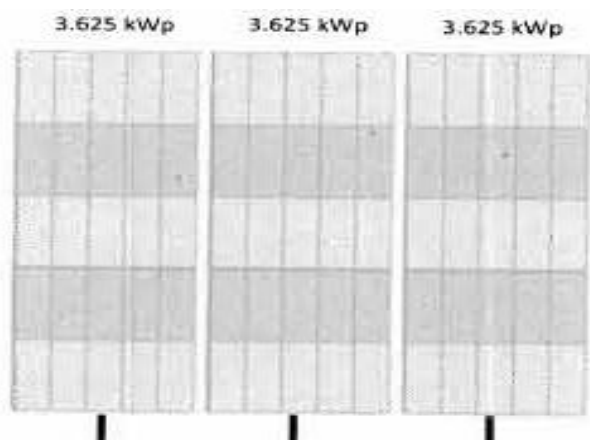
<u>Χαρακτηριστικό</u>	<u>Τιμή</u>
Αριθμός κυψελών (Αριθμός)	75
Αριθμός panels	5
Αριθμός strings	3
Ισχύς string	3,625 KW
Voc συνολικής σύστοιχίας (A)	24,3

Πίνακας 5.4 Σύστοιχία φωτοβολταϊκού συστήματος

Για τον υπολογισμό του Voc έχουμε:

$$V_{oc} = 110 \text{ Vdc } V_{pm} 90 \text{ Vdc } I_{sc} = 26,1 \text{ A } I_{pm} (\text{A}) = 24,3 \text{ A}$$

Η διάταξη της συνολικής συστοιχίας του προτεινόμενου φωτοβολταϊκού συστήματος απεικονίζεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 5.2 Συστοιχία φωτοβολταϊκού συστήματος

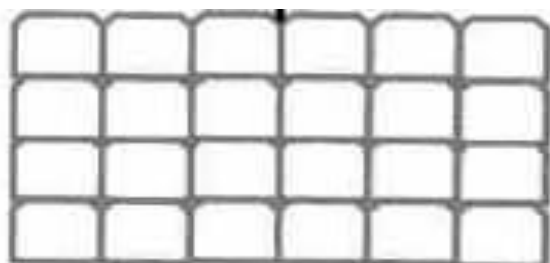
### 5.1.6 Μπαταρία φωτοβολταϊκού συστήματος

Η προς χρησιμοποίηση μπαταρία στο προτεινόμενο φωτοβολταϊκό σύστημα θα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

<u>Χαρακτηριστικό</u>	<u>Τιμή</u>
Ισχύς (Vdc)	48
FCP	1000 x 24 cells
Χωρητικότητα	48 KWh

Πίνακας 5.5 Μπαταρία φωτοβολταϊκού συστήματος

Η συστοιχία της διάταξης της μπαταρίας απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σχήμα 5.3 Μπαταρία φωτοβολταϊκού συστήματος

### 5.1.7 Ελεγκτές φόρτισης φωτοβολταϊκού συστήματος

Θα χρησιμοποιηθούν τρεις ελεγκτές φόρτισης συνδεδεμένοι μεταξύ των panels και της μπαταρίας με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

<u>Χαρακτηριστικό</u>	<u>Τιμή</u>
Τύπος	FM 80
Αριθμός	3
Συνοδευτικές διατάξεις	MPPT

Πίνακας 5.6 Ελεγκτές φόρτισης φωτοβολταϊκού συστήματος

Η διάταξη των ελεγκτών φόρτισης απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 5.4 Ελεγκτές φόρτισης φωτοβολταϊκού συστήματος

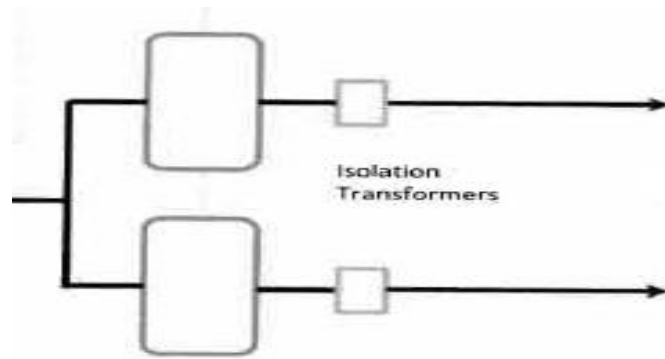
### 5.1.8 Inverters φωτοβολταϊκού συστήματος

Θα χρησιμοποιηθούν δύο inverters με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

<u>Χαρακτηριστικό</u>	<u>Τιμή</u>
Τύπος	Radian series
Αριθμός	2
Ισχύς μονάδας	48 Vdc – 7,048 KW
Συνοδευτικές διατάξεις	Isolation transformers
Παροχή	230 VAC – 50 Hz

Πίνακας 5.7 Ελεγκτές φόρτισης φωτοβολταϊκού συστήματος

Η διάταξη των inverters φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.

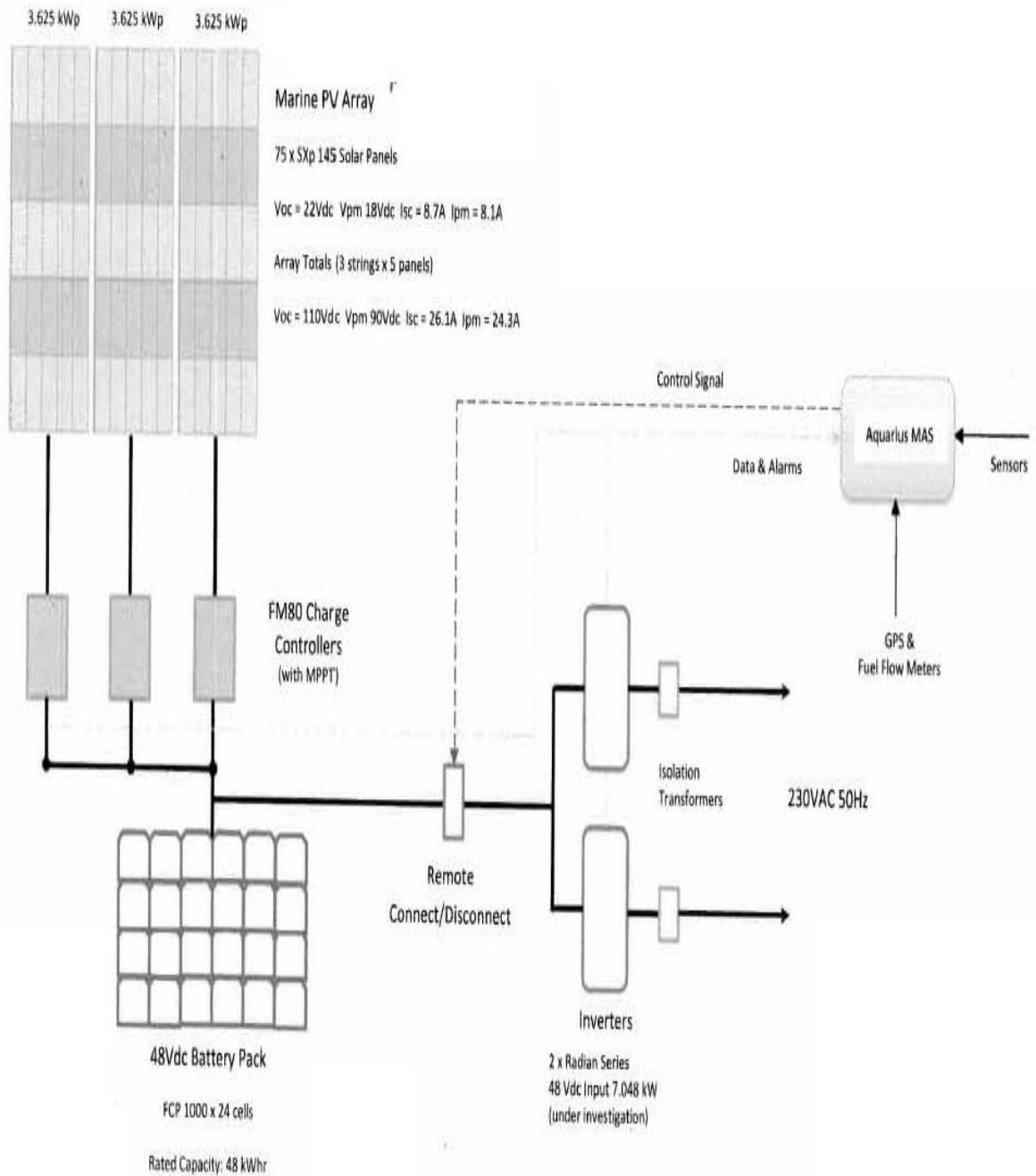


*Σχήμα 5.5 Inverters φωτοβολταϊκού συστήματος.*

#### 5.1.9 Συνολική διάταξη φωτοβολταϊκού συστήματος

Η συνολική διάταξη του προτεινόμενου φωτοβολταϊκού συστήματος απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα.

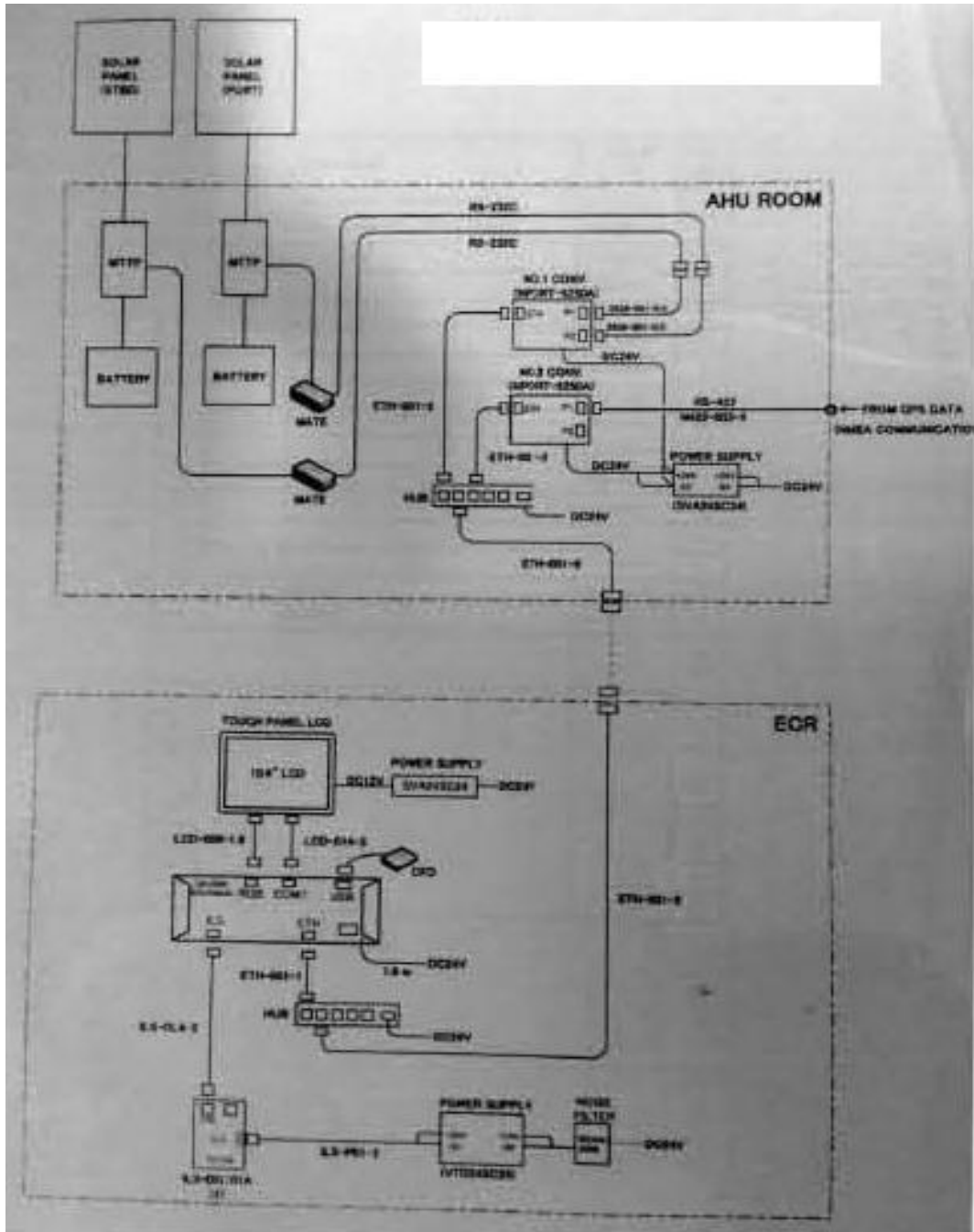




Σχήμα 5.6 Συνολική διάταξη φωτοβολταϊκού συστήματος.

### 5.1.10 Σύστημα ελέγχου φωτοβολταϊκού συστήματος

Ο έλεγχος λειτουργίας του προτεινόμενου φωτοβολταϊκού θα λαμβάνει χώρα μέσω της επόμενης αλληλουχίας διατάξεων.



Σχήμα 5.7 Διάταξη ελέγχου φωτοβολταϊκού συστήματος.

## 5.2 Οικονομική ανάλυση

### 5.2.1 Γενικό πλαίσιο

Στόχος της οικονομικής ανάλυσης που θα λάβει χώρα είναι η συγκεκριμενοποίηση της ωφέλειας σε σχέση με το κόστος της επένδυσης για ένα σύνολο 34 επιβατικών πλοίων της ελληνικής εμπορικής ναυτιλίας, αξιοποιώντας τα εμπειρικά δεδομένα από την πιλοτική εγκατάσταση στο πλοίο αναφοράς.

Η συγκριτική αξιολόγηση θα λάβει χώρα μέσω της εξοικονόμησης καυσίμου που επιτυγχάνεται από τη χρήση του φωτοβολταϊκού συστήματος για τις περιπτώσεις 212 per tn, 312 per tn, 400 per tn, 600 per tn και 1000 per tn.

### 5.2.2 Θεωρητικό πλαίσιο

Στο παρόν χωρίο θα περιγραφούν τα βασικά οικονομικά μεγέθη που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυσή μας [11].

#### Ταμειακές ροές

Οι καθαρές ταμειακές ροές για κάθε έτος θα είναι ίσες με την εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται από τη χρήση του φωτοβολταϊκού συστήματος.

#### Περίοδος επανέσπραξης

Η οικονομική λογική της χρήσης της περιόδου επανέσπραξης στην αξιολόγηση επενδυτικών στοιχείων έγκειται στον προσδιορισμό του χρονικού διαστήματος μέσα στο οποίο το επενδυτικό σχέδιο θα αποδώσει το αρχικό του κόστος.

#### Χρόνος αναφοράς της επένδυσης

Ως χρονικό διάστημα ανάλυσης της επένδυσης λαμβάνονται τα 20 έτη ένεκα του γεγονότος ότι αυτό το διάστημα αποτελεί τον ωφέλιμο χρόνο ζωής για ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα.

#### Καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης

Η καθαρή παρούσα αξία του επενδυτικού σχεδίου ισούται με τη διαφορά της παρούσας αξίας των ταμειακών ροών και του αρχικού κόστους. Για την αναγωγή των ταμειακών ροών σε παρούσα αξία χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$ΚΠΑ = \frac{F}{(1 + IRR)^n}, \text{ όπου } n: 1 \dots 20$$

- Αν ΚΠΑ > 0, η επένδυση θεωρείται αποδοτική.
- Αν ΚΠΑ < 0, η επένδυση θεωρείται μη αποδοτική.
- Αν ΚΠΑ = 0, η επένδυση θεωρείται αδιάφορη.

Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης της επένδυσης

Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης του σχεδίου είναι αυτός για τον οποίο η ΚΠΑ αξία του σχεδίου γίνεται ίση με το 0.

Για τον υπολογισμό επομένως του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης της επένδυσης θα πρέπει να επιλυθεί η εξίσωση:

$$IRR = ΚΠΑ - AK$$

Η οικονομική λογική της χρήσης του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης, έγκειται στην ανάγκη να είναι γνωστό στην πλευρά των επενδυτών το επιτόκιο για το οποίο η παρούσα αξία των ταμειακών ρών της επένδυσης ισούται με το αρχικό κόστος.

### 5.2.3 Υπολογισμοί σεναρίων αναφοράς

Στο παρόν χωρίο θα αποτυπωθούν οι προκύπτοντες μέσω του εργαλείου του Excel υπολογισμοί για τα προαναφερθέντα σενάρια αναφοράς καθώς και η συγκριτική αξιολόγηση αυτών.

Σενάριο 1 – 212 per tna

KWh	13.300	Net Present Value	-1.395.827,73 €
PV degradation	1%		
#Vessels	34		
Cost per KWh	0,045864		
Sensitivity => €/KWh	0,7		
CO2 per vessel (tn)	9		
CO2 fee per tn (€)	20		

Πίνακας Σ.1.1. Πίνακας γενικών χαρακτηριστικών.

<u>Proposed Project Expenditure:</u>			
Equipment & Facilities (purchase price)			748.000
Installation Cost			367.200
Maintenance			1.870
Materials			170.000
Monitoring Software			340.000
Other Costs (expensed)			11.900
<b>Total Project Investment</b>			<b>1.638.970</b>

*Πίνακας Σ.1.2. Πίνακας υπολογισμού κόστους επένδυσης.*

<u>Depreciation:</u>			
	Cost		1.625.200
	Salvage Value		406.300
	Useful Life		20
	Straight-Line		
	per Year		60.945
	Annual		
<u>Fuel Savings (€)</u>	20.740		
<u>CO2 Savings (€)</u>	6.078		

*Πίνακας Σ.1.3. Πίνακας υπολογισμού συνιστωσών εξοικονόμησης καυσίμου και εκπομπών CO<sub>2</sub>.*





Σενάριο 3 – 400 per tn

KWh	13.300		<b>Net Present Value</b>		<b>-1.259.049,20 €</b>
PV degradation	1%				
#Vessels	34				
Cost per KWh	0,0838656				
Sensitivity » €/KWh	1,28				
CO2 per vessel (tn)	9				
CO2 fee per tn (€)	20				

Πίνακας Σ.3.1. Πίνακας γενικών χαρακτηριστικών.

<b>Proposed Project Expenditure:</b>			
Equipment & Facilities (purchase price)			748.000
Installation Cost			367.200
Maintenance			1.870
Materials			170.000
Monitoring Software			340.000
Other Costs (expensed)			11.900
<b>Total Project Investment</b>			<b>1.638.970</b>

Πίνακας Σ.3.2. Πίνακας υπολογισμού κόστους επένδυσης.

<b>Depreciation:</b>			
	Cost		1.625.200
	Salvage Value		406.300
	Useful Life		20
	Straight-Line		
	per Year		60.945
	Annual		
<b>Fuel Savings (€)</b>	37.924		
<b>CO2 Savings (€)</b>	6.078		

Πίνακας Σ.3.3. Πίνακας υπολογισμού συνιστωσών εξοικονόμησης καυσίμων και εκπομπών CO<sub>2</sub>.







Σενάριο 5 – 800 per tn

KWh	13.300	<b>Net Present Value</b>	<b>-957.193,13 €</b>
PV degradation	1%		
#Vessels	34		
Cost per KWh	0,1677312		
Sensitivity » €/KWh	2,56		
CO2 per vessel (tn)	9		
CO2 fee per tn (€)	20		

Πίνακας Σ.5.1. Πίνακας γενικών χαρακτηριστικών.

<b>Proposed Project Expenditure:</b>		
Equipment & Facilities (purchase price)		748.000
Installation Cost		367.200
Maintenance		1.870
Materials		170.000
Monitoring Software		340.000
Other Costs (expensed)		11.900
<b>Total Project Investment</b>		<b>1.638.970</b>

Πίνακας Σ.5.2. Πίνακας υπολογισμού κόστους επένδυσης.

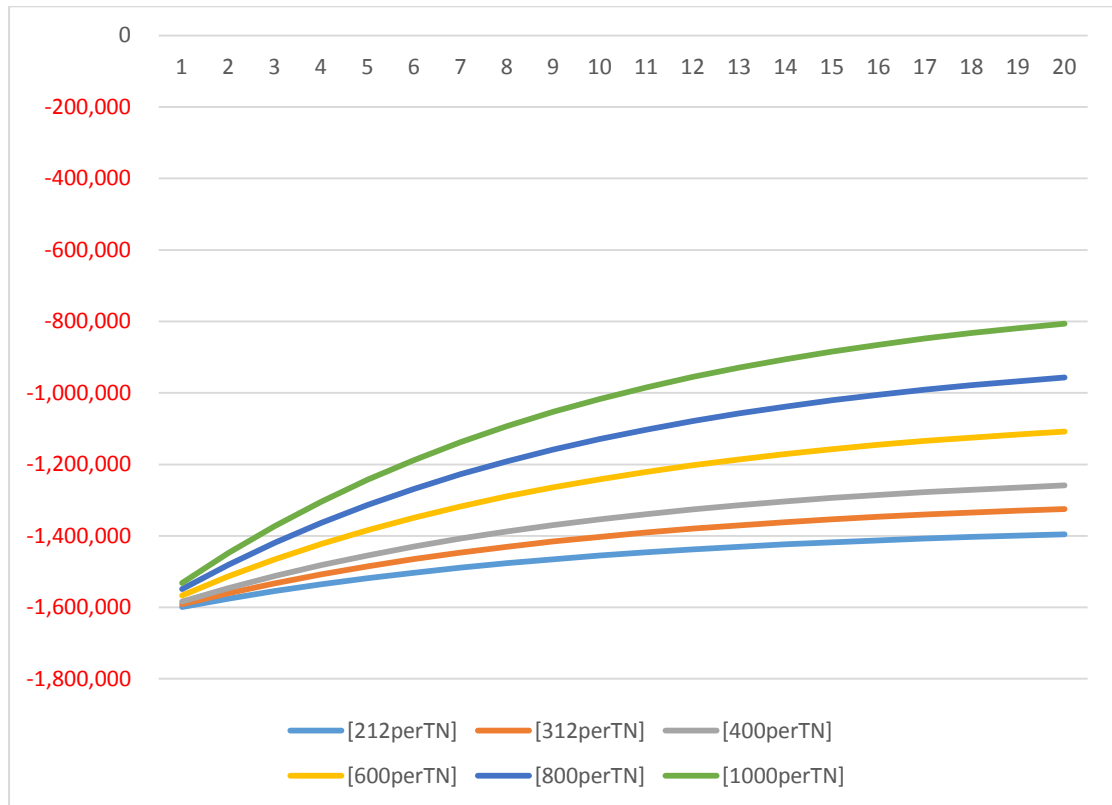
<b>Depreciation:</b>		
Cost		1.625.200
Salvage Value		406.300
Useful Life		20
Straight-Line per Year		60.945
Annual		
<b>Fuel Savings (€)</b>	75.848	
<b>CO2 Savings (€)</b>	6.078	

Πίνακας Σ.5.3. Πίνακας υπολογισμού συνιστωσών εξοικονόμησης καυσίμων και εκπομπών CO<sub>2</sub>.





Συγκριτικό διάγραμμα Σεναρίων



Από την παραπάνω ανάλυση, εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς ότι η επένδυση απέχει σημαντικά από το να είναι εφικτή στο σύνολο των περιπτώσεων, ένεκα του γεγονότος ότι η καθαρή παρούσα αξία σε όλες τις περιπτώσεις εμφανίζεται αρνητική και μάλιστα απέχει αρκετά από την τιμή αδιαφορίας (μηδενική τιμή).

Συγκριτικά και μόνο, μπορεί να καταδειχτεί ότι η ευνοϊκότερη περίπτωση είναι η τελευταία (1000 per tn).

Τα εν λόγω συμπεράσματα οδηγούν στην ανάγκη για υιοθέτηση ενός νέου μοντέλου αποπληρωμής το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε ευνοϊκότερα αποτελέσματα όσον αφορά στην εφικτότητα της επενδυτικής δράσης. Προτείνεται η χρήση ενός μοντέλου 'Pay as you save' [12].

#### 5.2.4 Προτεινόμενο μοντέλο 'Pay as you save'

Το προτεινόμενο μοντέλο θα εφαρμοστεί στο ευνοϊκότερο σενάριο σύμφωνα με τα προηγούμενα, το οποίο είναι το σενάριο 6.

Η προσέγγιση θα λάβει χώρα από την πλευρά του εγκαταστάτη μιας και αυτός αναγκάζεται ουσιαστικά να υποχωρήσει προκειμένου να καταστεί εφικτότερη η

επενδυτική δράση. Θεωρούμε ότι στον εγκαταστάτη θα αποδίδεται το 80% της ωφέλειας ως άθροισμα των εξοικονομήσεων καυσίμου και CO<sub>2</sub>. Το συγκεκριμένο ποσοστό είναι το μέγιστο που μπορεί να αποδώσει ένας πελάτης στο εγκαταστάτη σύμφωνα με την αγορά, στοιχείο που προέκυψε μέσω άμεσης επαφής με εταιρίες που χρησιμοποιούν τον εν λόγω μηχανισμό.

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει ο επόμενος πίνακας.

Initial Capital	r = 10%	Year	Fuel Savings	CO2 Savings	Total Savings	PV of Total Savings	PV of Cash Flow
-1625200		0					
		1	94.810	6.078	102.758	93.416	74732,82
		2	93.862	6.017	101.749	84.090	67271,9
		3	92.914	5.956	100.740	75.687	60549,89
		4	91.966	5.895	99.731	68.118	54494,09
		5	91.018	5.834	98.722	61.299	49038,94
		6	90.070	5.774	97.713	55.157	44125,26
		7	89.121	5.713	96.704	49.625	39699,71
		8	88.173	5.652	95.695	44.643	35714,12
		9	87.225	5.591	94.687	40.156	32125,1
		10	86.277	5.531	93.678	36.117	28893,46
		11	85.329	5.470	92.669	32.480	25983,9
		12	84.381	5.409	91.660	29.206	23364,56
		13	83.433	5.348	90.651	26.258	21006,72
		14	82.485	5.287	89.642	23.606	18884,48
		15	81.537	5.227	88.633	21.218	16974,5
		16	80.589	5.166	87.624	19.070	15255,71
		17	79.640	5.105	86.616	17.136	13709,15
		18	78.692	5.044	85.607	15.397	12317,7
		19	77.744	4.984	84.598	13.832	11065,94
		20	76.796	4.923	83.589	12.425	9939,975
						<b>Total =</b>	<b>655147,9</b>
<b>NPV</b>							
-970052							

Πίνακας P.1. Πίνακας υπολογισμού αναγωγών προτεινόμενου μοντέλου 'Pay as you Save'.

Από τους παραπάνω υπολογισμούς, καταδεικνύεται ότι για να αρχίσει να συμφέρει η επένδυση τον εγκαταστάτη θα πρέπει να αποδοθεί σε αυτόν προκαταβολή τέτοια ώστε να ισοσταθμιστεί η αρνητική NPV, δηλαδή ίση με 970.052 ευρώ.

Η εν λόγω προκαταβολή ανέρχεται σε ποσοστό:

$$\frac{970.052}{1.625.200} = 0,597 = 59,7\%$$

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς, είναι προφανές ότι με το νέο μηχανισμό η εφικτότητα της επένδυσης αυξάνει σημαντικά μιας και ουσιαστικά το βάρος της απόφασης βαραίνει πλέον το εγκαταστάτη ο οποίος μπορεί να αναγκαστεί να απολάβει τα θετικά της επένδυσης ακόμα και μετά τα 20 χρόνια, λαμβάνοντας υπόψη και παράγοντες όπως, η φήμη που θα αποκτήσει από την ανάληψη ενός τέτοιου έργου ή οι οικονομίες κλίμακας που μπορεί να επιτύχει από την εφαρμογή σε

34 περιπτώσεις πλοίων, οι οποίοι μπορεί να τον καταστήσουν ακόμα πιο ελαστικό όσον αφορά στους όρους της συμφωνίας (π.χ. αποδοχή μικρότερου ποσοστού προκαταβολής σε σχέση με τη συνολικό κόστος εγκατάστασης) [13].



## 6. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, οι ελληνικές ακτοπλοϊκές εταιρείες, κάτω από συνθήκες χρηματοοικονομικής ασφυξίας, πρέπει να αντιμετωπίσουν προκλήσεις όπως είναι η οικονομία καυσίμου προς εξοικονόμηση πόρων και η συμμόρφωση τους προς τις ολοένα και πιο αυστηρές διεθνείς συμβάσεις για τη διαχείριση της κλιματικής αλλαγής και της θαλάσσιας ρύπανσης. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο, η στροφή στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί το λογικό επόμενο βήμα.

Η ανάλυση που έλαβε χώρα στην παρούσα εργασία κατέδειξε ότι η επένδυση σε φωτοβολταϊκά στο εμπορικό πλοίο αναφοράς απέχει σημαντικά από το να είναι εφικτή στο σύνολο των περιπτώσεων που αναλύθηκαν, ένεκα του γεγονότος ότι η καθαρή παρούσα αξία σε όλες τις περιπτώσεις εμφανίζεται αρνητική και μάλιστα απέχει αρκετά από την τιμή αδιαφορίας. Υπό αυτή τη βάση, προτείνεται η χρήση ενός μοντέλου 'Pay as you save' το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε ευνοϊκότερα αποτελέσματα όσον αφορά στην εφικτότητα της επενδυτικής δράσης.

## 7. Βιβλιογραφία

- (1). IOBE, (2014), Διαθέσιμο στο <http://www.iobe.gr>, Τελευταία ανάκτηση 15/11/16.
- (2). ΣΕΕΝ, (2014), Διαθέσιμο στο <http://www.gtp.gr>, Τελευταία ανάκτηση 15/11/16.
- (3). ΕΛΣΤΑΤ, (2014), Διαθέσιμο στο <http://www.statistics.gr>, Τελευταία ανάκτηση 16/11/16.
- (4). ΕΒΕΠ, (2014), Διαθέσιμο στο <http://www.pcci.gr>, Τελευταία ανάκτηση 16/11/16.
- (5) Ernestos Tzannatos & Stratos Papadimitriou (2013), The energy efficiency of domestic passenger shipping in Greece, *Maritime Policy & Management*, 2013 Vol. 40, No. 6, 574–587, <http://dx.doi.org/10.1080/03088839.2013.779040>
- (6). Dixon, T., (2015), *Ship operations and management*, Fics.
- Θεοτοκάς, Γ., (2014), Οργάνωση και διοίκηση ναυτιλιακών επιχειρήσεων, Αθήνα: Εκδόσεις Πολιτεία.
- μαθήματος, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- (7). BIMCO, (2012), *Ship energy efficiency management plan*.
- (8). Ζαννίκος, Φ., (2015), *Τεχνολογίες καυσίμων και λιπαντικών*, Σημειώσεις
- (9). Ψαρράς, Ι., (2013), *Σημειώσεις Μαθήματος: Διαχείριση Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική*, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- (10). Περγίδης, Σ., (2005), *Οικονομική αξιολόγηση επεμβάσεων για Εξοικονόμηση Ενέργειας*, Αθήνα: Τεκδοτική.
- (11). Πετράκης, Π., (2007), *Αξιολόγηση Επενδύσεων*, Αθήνα: Εκδόσεις Ζαχαρόπουλος Πετράκης.
- (12). Αποστολόπουλος, Ι., (2007), *Ειδικά Θέματα Χρηματοδοτικής Διοίκησης*, Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
- (13). Damodaran, A., (2014), *Εφαρμοσμένη Χρηματοοικονομική για Επιχειρήσεις*, Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης.