

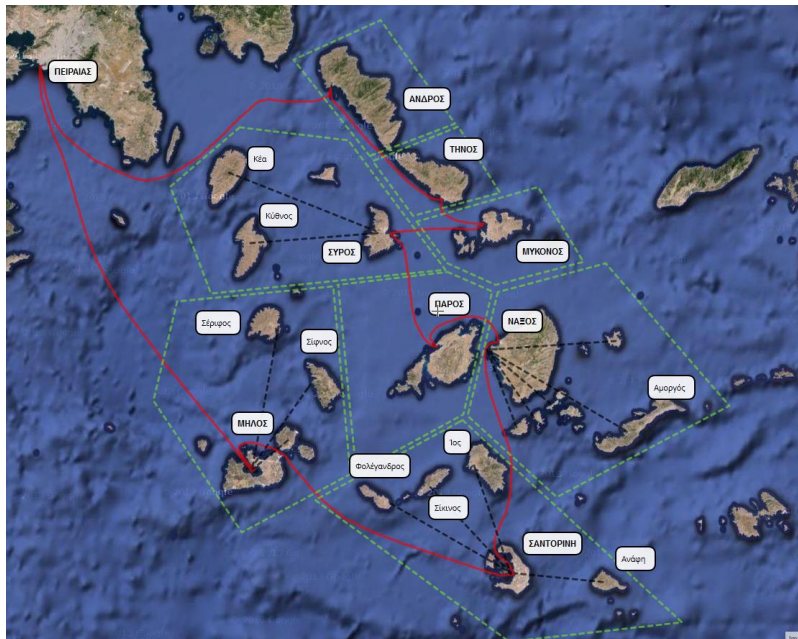


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ & ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΝΗΣΙΑ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΜΕΛΕΤΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χαριλάου Εμμανουήλ

Κωδικός: 08104047

Τριμελής επιτροπή:

Ν. Βεντικός: Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π. - Επιβλέπων

Γ. Ζαραφονίτης: Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Λ. Καϊκτσή: Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Οκτώβριος 2015, Αθήνα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Ανάπτυξη Ολοκληρωμένου Σχεδίου Θαλάσσιας Μεταφοράς Απορριμμάτων από τα νησιά του Αιγαίου – Μελέτη Οικονομικής Βιωσιμότητας» εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών της Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Αφορμή για το θέμα της εργασίας αποτέλεσε η ελλειμματική διαχείριση απορριμμάτων που λαμβάνει χώρα στα νησιά της Ελλάδας εδώ και δεκαετίες αλλά και η παγκόσμια στροφή που συντελείται, σε όλους τους κλάδους της μηχανικής και όχι μόνο, προς φιλικότερους τρόπους αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της διπλωματικής αυτής εργασίας Επίκουρο Καθηγητή κ. Νικόλαο Βεντίκο, κατ' αρχάς ως εμπνευστή του παραπάνω πολύ ενδιαφέροντος και ευρέως γνωστικού αντικειμένου θέματος, αλλά και για την άριστη συνεργασία που είχαμε, την επίβλεψη και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εκπόνησής της.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τη Διπλωματούχο Ναυπηγό και Υποψήφια Διδάκτορα κ Ηλιοπούλου Ελευθερία για τον χρόνο που αφιέρωσε και τις πολύτιμες συμβουλές της σε καίρια σημεία της εργασίας.

Τέλος, θέλω να εκφράσω τη μεγάλη ευγνωμοσύνη μου στον φίλο και συνάδελφο Απόστολο Χαραλαμπόπουλο, στην αδερφή μου Σταυρούλα και σε ολόκληρη την οικογένειά μου για τη στήριξη και την έμπρακτη βοήθειά τους κατά την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαχείριση των αστικών απορριμμάτων ήταν ανέκαθεν ένα μείζον πρόβλημα στην Ελλάδα. Το ζήτημα γίνεται εντονότερο στις νησιωτικές περιοχές, όπως οι Κυκλάδες, όπου ο συνδυασμός περιορισμένου διατιθέμενου χώρου, έλλειψης κονδυλίων και ολοένα αυξανόμενου τουρισμού δημιουργούν ένα εκρηκτικό μείγμα. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει έναν βιώσιμο, εναλλακτικό τρόπο διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων των νησιών, ο οποίος θα απομακρύνεται από τις έως τώρα ανεπαρκείς πρακτικές, θα προωθεί την συνεργασία των νησιών και θα εισάγει μία καινοτόμα διαδικασία διαχείρισης μεταφοράς των απορριμμάτων βασισμένη σε ένα πλοίο εξειδικευμένο για αυτόν τον σκοπό.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται συνοπτικά οι υφιστάμενες μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων σε παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και εγχώριο επίπεδο, ενώ στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά η υφιστάμενη διαχείριση στις Κυκλάδες, στις οποίες επικεντρώνεται η συγκεκριμένη εργασία. Στο τρίτο κεφάλαιο, αφού έχει περιγραφεί με σαφήνεια το πρόβλημα, αναλύονται οι υποθέσεις και ο στόχος της εργασίας και θέτονται οι βασικοί της άξονες. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η επιλογή του LNG ως καύσιμο κίνησης, ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται ο προσδιορισμός των απαιτήσεων για το πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων. Τέλος, στο έκτο και έβδομο κεφάλαιο ακολουθεί η οικονομική μελέτη βιωσιμότητας για το παραπάνω σχέδιο μεταφοράς και τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν από αυτή.

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, το παρόν σχέδιο παρότι συμπεριλαμβάνει ένα νέο και καινοτόμο πλοίο, μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμο, στηριζόμενο στην αξία των ανακυκλώσιμων υλικών που θα μεταφέρει. Τα σενάρια που εξετάστηκαν στη συνέχεια, καταδεικνύουν ότι το σχέδιο εξακολουθεί να είναι βιώσιμο, ακόμα και αν διάφορες συνθήκες γίνουν στο μέλλον δυσμενέστερες του αναμενομένου, όπως η μείωση των μεταφερόμενων απορριμμάτων ή άνοδος τις τιμές των καυσίμων.

ABSTRACT

Solid Waste Management has always been one of the most pressing issues in Greece. The effects are much more severe in Greek islands such as Cyclades, where limited space, lack of funding and increasing tourism compound the problem. The goal of this thesis is to present an alternate, sustainable approach to island waste management, which will differentiate from the current insufficient methods. Based on a ship specialized for this project, the proposed method will promote the cooperation between islands and will introduce a new and innovative waste transportation management system.

The first chapter summarizes the current global, European and domestic waste management methods, while the second chapter presents in detail the current waste management plan in Cyclades, where this project is focused. After the case is described, the third chapter states the assumptions and the goal of this project and sets the basic principles. The fourth chapter explains the use of LNG as the fuel of choice and the fifth chapter determines the necessary requirements and specifications for the waste transporting ship. Finally, the sixth and seventh chapter include the economic feasibility study of the project and the conclusions derived.

As it is shown from the present results, although the project presented includes a new and innovative ship, it can be economically viable, provided it is supported by the value of the recyclable materials the ship transfers. The scenarios considered later on, show that the project remains viable, even if certain conditions deteriorate in the future, such as a reduction of transported waste or an increase in fuel prices.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	3
Ορισμός Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.)	3
Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων	3
Ευρωπαϊκή Πολιτική - Διαχείριση απορριμμάτων στην Ε.Ε.	3
Διαχείριση απορριμμάτων στην Ελλάδα	7
Διαχείριση απορριμμάτων στον νησιωτικό χώρο	9
Διαχείριση απορριμμάτων στις Κυκλάδες	10
Διαχείριση απορριμμάτων σε άλλους νησιωτικούς χώρους	12
ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΗΣΙΩΤΙΚΟΥ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑΤΟΣ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	16
Γενικά Στοιχεία	16
Διοικητική διαίρεση	17
Οικονομικά Στοιχεία	18
Απορρίμματα στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Κυκλάδων – Η σημερινή κατάσταση	18
ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	25
Υποθέσεις Εργασίας	25
Στόχος εργασίας	26
Βασικά Χαρακτηριστικά της πρότασης	26
ΧΡΗΣΗ LNG ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΟΙΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	28
Βασικά Χαρακτηριστικά Φυσικού Αερίου	28
Υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG – Liquefied Natural Gas)	29
Υγροποιημένο φυσικό αέριο LNG ως ναυτιλιακό καύσιμο	29
Διεθνείς Κανονισμοί	30
Περιβαλλοντικά Πλεονεκτήματα και Στρατηγικές Συμμόρφωσης με τους Κανονισμούς	34
Κινητήρες Φυσικού Αερίου	36
Τιμολόγηση και διαθεσιμότητα LNG	39
Επιπλέον παράμετροι που επηρεάζουν την απόφαση για τη χρήση του LNG	42
Παράγοντες που ενισχύουν την επιλογή του LNG για το πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων	44

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΛΟΙΟΥ	46
Εξυπηρετούμενα νησιά	46
Λιμένες Νήσων Κυκλάδων	49
Ανάλυση φορτίου απορριμμάτων	53
Απαιτούμενος Όγκος	55
Κοντέινερ	55
Ειδικό βάρος	56
Προσδιορισμός Όγκου	57
Αποκομιδή Κοντέινερ	59
Προτεινόμενο Πλοίο Μεταφοράς Απορριμμάτων	61
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	64
Κόστος Καυσίμων	64
Κόστος Κοντέινερ Απορριμμάτων	65
Λοιπά Ετήσια Έξοδα	66
Προσδοκώμενα Έσοδα	68
Μέθοδοι Αξιολόγησης Επένδυσης	71
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) – Net Present Value (NPV)	71
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) – Internal Rate of Return (IRR) ..	71
Μέθοδος Επανείσπραξης Κεφαλαίου (Payback Period).....	71
Αποτελέσματα των μεθόδων	72
Μεταβολή Παραγόντων	75
Μεταβολή Απορριμμάτων	75
Μεταβολή Κόστους Απόκτησης Πλοίου	80
Μεταβολή Κόστους Καυσίμων	85
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	90
Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	92
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	93
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	97
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.....	105

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαχείριση των αστικών απορριμμάτων ήταν ανέκαθεν ένα από τα μεγάλα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η ελληνική κοινωνία και πολιτεία. Η έλλειψη ολοκληρωμένου και μακροπρόθεσμου σχεδιασμού που να περιλαμβάνει σύγχρονες τεχνολογικά λύσεις, καθώς και η απουσία πολιτικής βούλησης έχουν οδηγήσει στη διαιώνιση και διόγκωση του προβλήματος.

Το πρόβλημα είναι ακόμα εντονότερο στις νησιωτικές περιοχές, όπου ο περιορισμένος διατιθέμενος χώρος, η έλλειψη κονδυλίων, οι αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών και ο ολοένα αυξανόμενος τουρισμός δημιουργούν ένα εκρηκτικό μείγμα. Το αποτέλεσμα αυτής της κατάστασης είναι τα αστικά απορρίμματα σε πολλά νησιά να καταλήγουν σε ανεξέλεγκτες χωματερές και, με αυτό τον τρόπο, αφενός να απειλείται η δημόσια υγεία και αφετέρου να υποβαθμίζεται η αισθητική του τοπίου και το τουριστικό προϊόν τους.

Από τα παραπάνω είναι εμφανές ότι θα πρέπει να αναζητηθεί ένας εναλλακτικός τρόπος διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων των νησιών. Τα σχέδια που προωθούνται μέχρι στιγμής αγνοούν τις ιδιαιτερότητες των νησιών και προκρίνουν λύσεις αποκλειστικά σε τοπικό επίπεδο. Είναι λοιπόν σκόπιμο να διερευνηθούν τρόποι διαχείρισης τους με έμφαση στη συνεργασία των διαφόρων νησιωτικών συμπλεγμάτων και όχι στην αντιμετώπιση του προβλήματος τοπικά σε κάθε νησί.

Στο πλαίσιο των παραπάνω, στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι αφού περιγράψει το πρόβλημα να προσφέρει έναν εναλλακτικό τρόπο διαχείρισης των απορριμμάτων των νησιών. Ως πεδίο έρευνας επιλέχθηκαν οι Κυκλάδες, οι οποίες λόγω κάποιων ιδιαιτεροτήτων (πολλά σε αριθμό και μικρά νησιά, εγγύτητα στην πρωτεύουσα, κ.α.) αποτελούν τον ιδανικό τόπο για την εφαρμογή μίας τέτοιας πρότασης. Συνοπτικά, η λύση που θα παρουσιαστεί είναι η αποφόρτιση των νησιών των Κυκλάδων και μεταφορά των απορριμμάτων στην Αττική με πλοίο που θα αναπτυχθεί για αυτόν ακριβώς το σκοπό, το οποίο μάλιστα θα είναι χαμηλής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης. Επιπλέον θα εξεταστεί κάτω από ποιες συνθήκες μια τέτοια λύση θα ήταν

οικονομικά βιώσιμη, αν είναι δυνατόν, χωρίς την οικονομική ενίσχυση του κράτους, πέρα φυσικά της υπάρχουσας οικονομικής ενίσχυσης της τοπικής αυτοδιοίκησης.

ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Ορισμός Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.)

Στον όρο αστικά στερεά απόβλητα (Α.Σ.Α.) περιλαμβάνονται τα οικιακά απόβλητα, καθώς και όσα άλλα απόβλητα τα οποία λόγω φύσης ή σύνθεσης είναι παρόμοια με τα οικιακά, όπως απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες, κτήρια γραφείων, ιδρύματα (π.χ. σχολεία, νοσοκομεία, κυβερνητικά κτήρια). Περιλαμβάνονται επίσης ογκώδη απόβλητα όπως έπιπλα, στρώματα, κ.α., απόβλητα κήπων και απόβλητα από καθαρισμό δρόμων. Δεν συμπεριλαμβάνονται αδρανή υλικά και κατάλοιπα δημοσίων έργων, βιομηχανικές στάχτες, σκουριές, επικίνδυνα απόβλητα νοσοκομειακών μονάδων, υπολείμματα σφαγείων, όπως επίσης και πολύ ογκώδη αντικείμενα τα οποία απαιτούν ειδικό τρόπο μεταφοράς. Η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω της οδηγίας 2001/118/ΕΚ, η οποία αργότερα ενσωματώθηκε και στην ελληνική νομοθεσία, προέβη στην καταχώρηση όλων των απόβλητων σε έναν ενιαίο κατάλογο αποβλήτων υλικών.

Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Ευρωπαϊκή Πολιτική - Διαχείριση απορριμμάτων στην Ε.Ε.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την τελευταία επικαιροποίηση της οδηγίας περί πλαισίου απορριμμάτων (2008/98/ΕΚ) θέτει τις βασικές θέσεις και αρχές σχετικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων, οι οποίες είναι η διασφάλιση της προστασίας της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος και η προώθηση της αιχμής ανάπτυξης. Με βάση τις αρχές αυτές, προκύπτουν οι βασικοί άξονες της Ευρωπαϊκής Πολιτικής για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, οι οποίοι ιεραρχούνται βάσει προτεραιότητας ως εξής:

I. Πρόληψη

Περιλαμβάνει την ανάπτυξη από τα κράτη-μέλη εθνικών προγραμμάτων πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων. Παραδείγματα μέτρων που περιλαμβάνονται σε αυτά είναι η εισαγωγή της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει», της αρχής «διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού», η απαγόρευση ή η εισαγωγή περιορισμών στη χρήση συγκεκριμένων ουσιών (π.χ. βαρέων μετάλλων) ώστε να μην παράγονται επικίνδυνα απόβλητα, η ενθάρρυνση των καταναλωτών να στραφούν προς φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα κ.α.

II. Επαναχρησιμοποίηση - Ανακύκλωση - Ανάκτηση Υλικών

Περιλαμβάνει τη μείωση του αρνητικού αντίκτυπου που έχουν τα απορρίμματα σε όλη τη διάρκεια ζωής τους, από την παραγωγή μέχρι την τελική εναπόθεση, μέσω της ανακύκλωσης. Με αυτόν τον τρόπο, τα απορρίμματα δεν θεωρούνται αποκλειστικά μία πηγή ρύπανσης που πρέπει να μειωθεί, αλλά και ένας πιθανός πόρος που μπορεί να αξιοποιηθεί και κατ'επέκταση, ένας πόρος ο οποίος δεν χρειάστηκε να αποσπαστεί από το περιβάλλον. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, διότι μειώνει σε ένα βαθμό της εξάρτηση της Ευρώπης από τις εισαγωγές πρώτων υλών και ταυτόχρονα εξοικονομούνται μεγάλα ποσά ενέργειας που θα δαπανούνταν για την παραγωγή ενός προϊόντος από την αρχή.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματική ανάκτηση και ανακύκλωση των υλικών είναι ο διαχωρισμός τους στην πηγή, αφού έτσι εξασφαλίζεται η υψηλή ποιότητα και αξία του ανακυκλωμένου υλικού και αυξάνεται ο αριθμός των πιθανών προϊόντων που μπορούν να παραχθούν από αυτό [1].

Οι στόχοι που έχουν τεθεί από την παραπάνω οδηγία - πλαίσιο της ΕΕ περιλαμβάνουν την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση τουλάχιστον του 50% των Α.Σ.Α. και του 70% των οικοδομικών αποβλήτων και υλικών κατεδάφισης για όλα τα κράτη μέλη ως το 2020.

III. Ανάκτηση Ενέργειας

Ακόμα και στις περιπτώσεις όπου η ανάκτηση - ανακύκλωση των υλικών δεν είναι δυνατή, τα απόβλητα μπορούν να αξιοποιηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να ανακτηθεί μέρος της ενέργειάς τους. Σε σύγχρονες λοιπόν μονάδες καύσης

μπορεί να παραχθεί ηλεκτρισμός, ατμός και θέρμανση για κατοικημένες περιοχές. Παρόλα αυτά, η ημιτελής καύση απορριμμάτων εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους και για τη δημόσια υγεία και για το περιβάλλον. Κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες και ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες, οι περισσότερες από τις επικίνδυνες ουσίες μπορούν να καταστραφούν, αλλά είναι αδύνατον να εξαλειφθούν. Για το λόγο αυτό, απαιτείται προσοχή και έμφαση στην πιστή εφαρμογή της νομοθεσίας στις περιπτώσεις που επιλέγεται η λύση της καύσης, και φυσικά αφού πρώτα αποκλειστούν λύσεις λιγότερο ρυπογόνες.

IV. Τελική Διάθεση

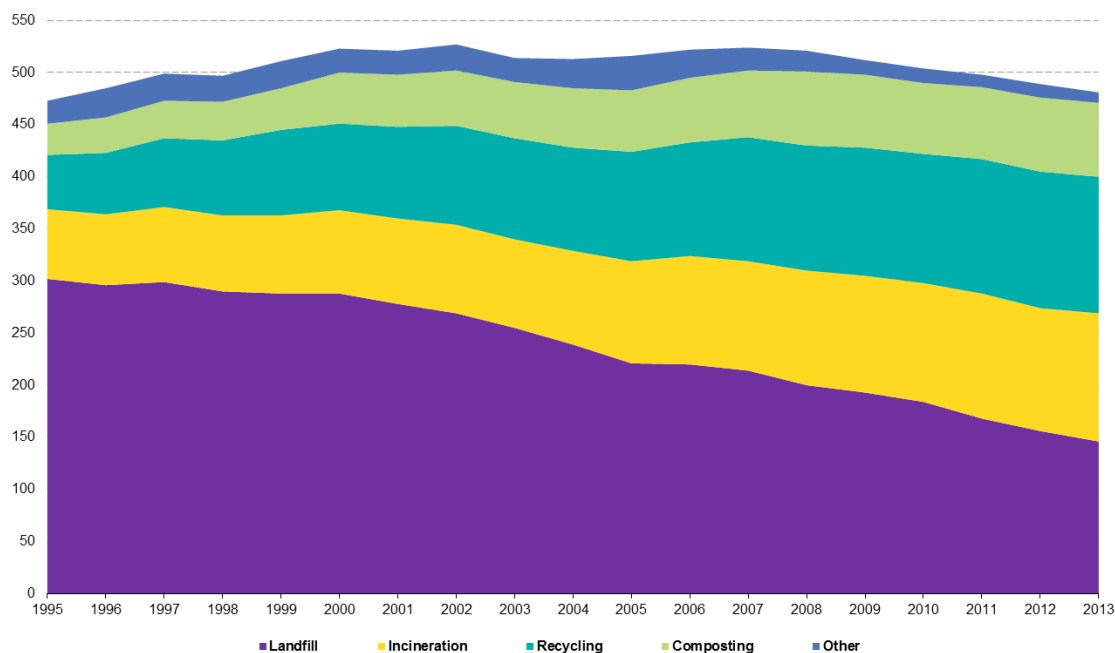
Η διάθεση σε χωματερή είναι η παλαιότερη μέθοδος διαχείρισης απορριμμάτων και η λιγότερο επιθυμητή λύση λόγω των επιπτώσεων στις οποίες οδηγεί. Η πιο επιβλαβής από αυτές είναι η απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα μεθανίου, το οποίο είναι 25 φορές πιο ρυπογόνο από το διοξείδιο του άνθρακα αναφορικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ακόμα, η αποδόμηση των βιοδιασπώμενων συστατικών στις χωματερές μπορεί να οδηγήσει στην απελευθέρωση χημικών όπως βαρέα μέταλλα, τα οποία μολύνουν τον υδροφόρο ορίζοντα και το έδαφος και δημιουργούν κινδύνους για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Επίσης, υπολογίζεται πως τα υλικά που οδηγούνται στις χωματερές θα μπορούσαν να έχουν ετήσια εμπορική αξία 5,25 δισεκατομμυρίων ευρώ [1]. Για αυτούς τους λόγους, γίνονται μεγάλες προσπάθειες να περιοριστούν δραστικά οι ποσότητες απορριμμάτων που οδηγούνται στις χωματερές σε ολόκληρη την Ευρώπη και να κλείσουν αυτές που δεν πληρούν τις προϋποθέσεις. Παρόλα αυτά, ενώ σε κάποιες χώρες έχει γίνει μεγάλη πρόοδος, σε άλλες οι χωματερές εξακολουθούν να αποτελούν το βασικό τρόπο διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων.

Επίσης, η Ευρωπαϊκή οδηγία, πέρα από τα παραπάνω, ορίζει πως τα κράτη μέλη υποχρεούνται να υιοθετήσουν Σχέδια Διαχείρισης Απορριμμάτων και προγράμματα πρόληψης παραγωγής απορριμμάτων.



ΕΙΚΟΝΑ 1 - ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ Α.Σ.Α, ΠΗΓΗ: ΕΕΣΔΑ

Όσον αφορά στην παραγωγή απορριμμάτων, υπολογίζεται πως κάθε χρόνο στην ΕΕ παράγονται περίπου 300 εκατομμύρια τόνοι αστικών απορριμμάτων. Για το έτος 2013, η μέση παραγωγή απορριμμάτων ανά άτομο για την ΕΕ των 27 ήταν 481 kg/capita, μειωμένος από 514 kg/capita το 2003, ενώ η διακύμανση που μπορεί να παρατηρηθεί από χώρα σε χώρα είναι πολύ μεγάλη. Περίπου στις μισές χώρες, οι παραγόμενες ποσότητες αυξάνονται, με μεγαλύτερη αύξηση αυτήν της Ελλάδας (2,3% ανά έτος), ενώ στις υπόλοιπες οι παραγόμενες ποσότητες μειώνονται ανά άτομο. Όσον αφορά στον τρόπο διαχείρισης των απορριμμάτων, αν και η παραγόμενη συνολική ποσότητα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το παρελθόν, παρατηρείται μία μεγάλη μείωση στις ποσότητες που οδηγούνται στις χωματερές (κατά 50% από το 1995 ως το 2013), ενώ αντίστοιχα η ποσότητα που ανακυκλώθηκε αυξήθηκε σημαντικά (κατά 160% από το 1995 ως το 2013) [2]. Παρόλα αυτά, στην πλειοψηφία των χωρών, πάνω από το 50% των απορριμμάτων εξακολουθούν να οδηγούνται στις χωματερές [3].



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1 - ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΕ (ΚΓ/ΚΑΡΙΤΑ) - ΠΗΓΗ: EUROSTAT (2013)

Διαχείριση απορριμμάτων στην Ελλάδα

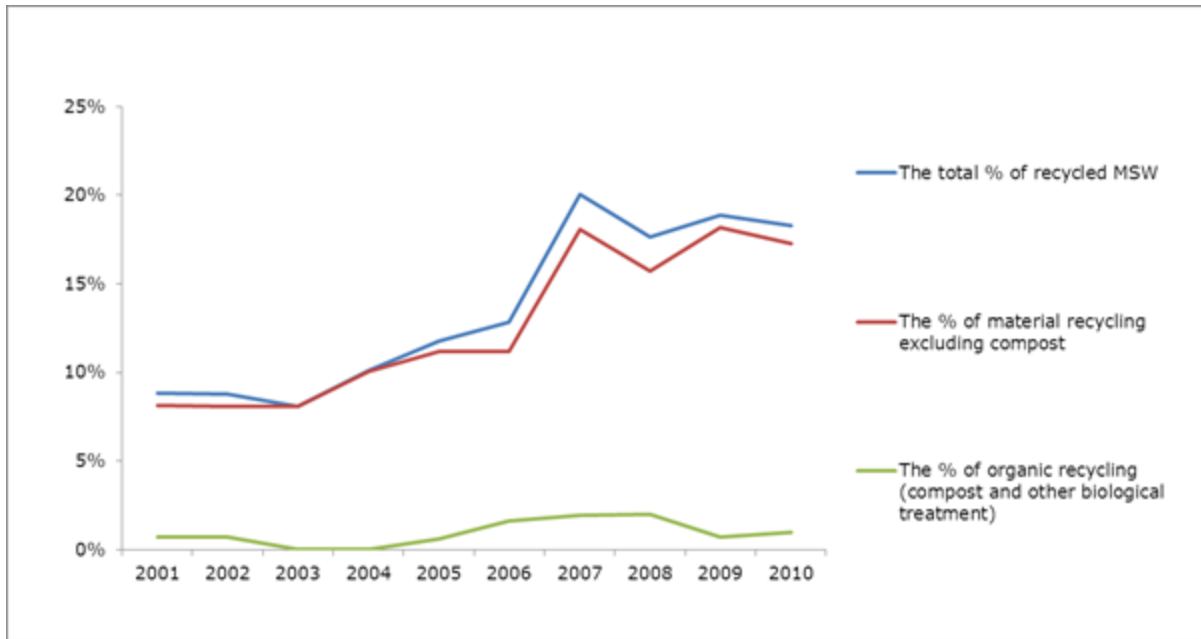
Στην Ελλάδα ο σχεδιασμός για τη διαχείριση των απορριμμάτων ξεκίνησε το 1996 [4], όπου και ξεκίνησε η προσπάθεια για τη διακοπή και την αποκατάσταση των πολυάριθμων ΧΑΔΑ (Ανεξέλεγκτοι χώροι διάθεσης απορριμμάτων). Προς αντικατάστασή τους, προωθήθηκε η δημιουργία πολυάριθμων ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων) προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες. Αργότερα, το 2003, δημιουργήθηκε για πρώτη φορά το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Απορριμμάτων και θεσμοθετήθηκε η υποχρέωση σύνταξης Περιφερειακών Σχεδίων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) από τις περιφέρειες, τα οποία εξειδικεύουν τους στόχους για την κάθε περιφέρεια, προβλέπουν την εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης απορριμμάτων και προβλέπουν έργα για τα επόμενα έτη. Τελευταία νομοθετική θέσπιση ήταν αυτή του νόμου 4042/2012 όπου γίνεται εναρμόνιση του ελληνικού δικαίου με το κοινοτικό και συγκεκριμένα με την οδηγία (2008/98/EC), καθορίζεται η ποινική προστασία του περιβάλλοντος και εισάγεται η ιεράρχηση των δράσεων για την διαχείριση των αποβλήτων. Όμως, παρά τα σημαντικά βήματα που έχουν γίνει και γίνονται στην Ελλάδα, υπάρχει ακόμα σημαντική υστέρηση σε σχέση με την Ευρώπη,

τόσο σε επίπεδο υποδομών, αλλά και σε επίπεδο ευαισθητοποίησης και συμμετοχής των πολιτών.

Η γενικότερη παραγωγή απορριμμάτων στην Ελλάδα παρουσιάζει σταθερή αύξηση από το 2001 κατά περίπου 75000 τόνους κάθε χρόνο ή περίπου κατά 1,5% ως το 2009. Η μέση παραγωγή αστικών απορριμμάτων ανά άτομο αυξάνεται επίσης αργά αλλά σταθερά από 416 kg/capita το 2001 σε 457 kg/capita το 2009.

Η ανακύκλωση των αστικών απορριμμάτων κυμαινόταν σε χαμηλά επίπεδα στην Ελλάδα, ιδιαίτερα πριν το 2001. Από τότε και έπειτα, λόγω της εισαγωγής του Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης Απορριμμάτων και άλλων ενεργειών (όπως η ίδρυση της Ελληνικής Εταιρείας Αξιοποίησης Ανακύκλωσης - ΕΕΑΑ) επήλθε μία σημαντική αύξηση η οποία και κορυφώθηκε το 2007, όπου η συνολική ποσότητα των απορριμμάτων που ανακυκλώθηκαν έφτασε το 20%. Αυτή η αύξηση επικεντρώνεται κυρίως στην ανακύκλωση υλικών, αφού η ανακύκλωση οργανικών εξακολουθεί να κυμαίνεται πολύ χαμηλά γύρω στο 1%. Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης αυτής οφείλεται στην κατασκευή και λειτουργία των πρώτων δύο εργοστασίων μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας το 2004 και 2006. Θα πρέπει εδώ να υπενθυμίσουμε πως ο στόχος για την ανακύκλωση το 2020 όπως καθορίστηκε από την οδηγία - πλαίσιο της ΕΕ για τα απορρίμματα είναι στο 50%, και όπως φαίνεται με τα σημερινά δεδομένα, η επίτευξη του στόχου αυτού είναι σχεδόν αδύνατη [5].

Αντίστοιχα, το 80% περίπου των ΑΣΑ οδηγήθηκαν στους ΧΥΤΑ, κάτι που σημαίνει πως ο στόχος της μείωσης κατά 70% των βιοδιασπώμενων αστικών απορριμμάτων που έθεσε η ΕΕ στην οδηγία του 2006 περί Τελικής Εναπόθεσης σε Χωματερές δεν επιτεύχθηκε, παρά την τετραετή παράταση που δόθηκε στην Ελλάδα και κατά πάσα πιθανότητα η τάση αυτή θα συνεχιστεί, με αποτέλεσμα η χώρα να μη φέρει εις πέρας και τον αντίστοιχο στόχο για το 2020.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2 – ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. ΠΗΓΗ: [5]

Όσον αφορά στην κατάσταση αυτή τη στιγμή, βρίσκονται σε λειτουργία 65 ΧΥΤΑ σε όλη την χώρα, οι οποίοι και θα πρέπει να μετατραπούν σε ΧΥΤΥ (Χώροι Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων). Παράλληλα, με δεδομένα του 2014, στην Ελλάδα εξακολουθούν να λειτουργούν 70 παράνομες χωματερές (ΧΑΔΑ) και άλλες 223 έχουν κλείσει, αλλά δεν έχουν αποκατασταθεί. Η χώρα καταδικάστηκε στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο το 2005 για τη λειτουργία τους και υποχρεώθηκε να διευθετήσει το πρόβλημα ως το τέλος του 2008. Η μη συμμόρφωση οδήγησε σε δεύτερη καταδίκη το 2014 και σε πρόστιμο 10 εκατ. ευρώ, αλλά και πρόστιμο 54.450 ευρώ ημερησίως ως το κλείσιμο και την αποκατάσταση όλων των χωματερών, μειούμενο κατά 150 ευρώ ημερησίως για κάθε χωματερή που κλείνει ή/και αποκαθίσταται [6].

Διαχείριση απορριμμάτων στον νησιωτικό χώρο

Ο νησιωτικός χώρος της Ελλάδας είναι ένας μεγάλος και ευαίσθητος γεωγραφικός χώρος με αρκετές ιδιαιτερότητες και περιορισμούς, συνδυασμός φυσικών αλλά και κοινωνικοοικονομικών στοιχείων. Χαρακτηριστικότερα αυτών είναι η σχετική απομόνωση, τα προβλήματα μεταφορών, η μικρή διαθεσιμότητα πόρων, η ιδιόμορφη αντίληψη του πληθυσμού [7]. Η χώρα

διαθέτει τη μεγαλύτερη πληθυσμιακή συσσώρευση στη νησιωτική χώρα από ότι οι άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τα διάφορα νησιωτικά συμπλέγματα της παρουσιάζουν έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ τους, όπως η μεγάλη διασπορά, η απόσταση από την ηπειρωτική χώρα, τα δημογραφικά προβλήματα, η οικονομική ανάπτυξη κ.α. [8].

Στο πρόσφατο παρελθόν όπου τα νησιά είχαν μικρούς πληθυσμούς και με κύρια απασχόληση τον πρωτογενή τομέα, ο όγκος των αποβλήτων ήταν και μικρός και διαφορετικής σύνθεσης σε σχέση με τις πυκνοκατοικημένες πόλεις. Έτσι, δεν υπήρχε απαίτηση να σχεδιαστεί κάποιος ιδιαίτερος μηχανισμός διαχείρισης απορριμμάτων. Η κατάσταση άρχισε να αλλάζει με την εμφάνιση του τουρισμού και την συνεπαγόμενη οικονομική ανάπτυξη των νησιών. Τα απορρίμματα του μόνιμου πληθυσμού αυξήθηκαν, η σύστασή τους άλλαξε και σε αυτά προστέθηκαν αυτά των τουριστών. Η πρακτική η οποία ακολουθήθηκε έκτοτε ήταν η απόθεση και η ταφή τους σε κάθε νήσο ανεξάρτητα. Όμως, ο περιορισμένος χώρος που μπορεί σε κάθε ένα νησί να διατεθεί για τον σκοπό αυτό, η συνεχώς αυξανόμενη παραγωγή απορριμμάτων με τρόπο που είναι δύσκολο να προβλεφθεί και οι κοινοτικές οδηγίες (αποφυγή της απόθεσης σε χωματερές, απαγόρευση των ΧΑΔΑ), έχουν ήδη οδηγήσει την κατάσταση σε τέλμα. Τα προτεινόμενα έργα διαχείρισης που προβλέπονται στους ΠΕΣΔΑ των «νησιωτικών» περιφερειών κινούνται στο ίδιο πνεύμα με την έως τώρα προσέγγιση και προτείνουν ξεχωριστά συστήματα ανά νήσο.

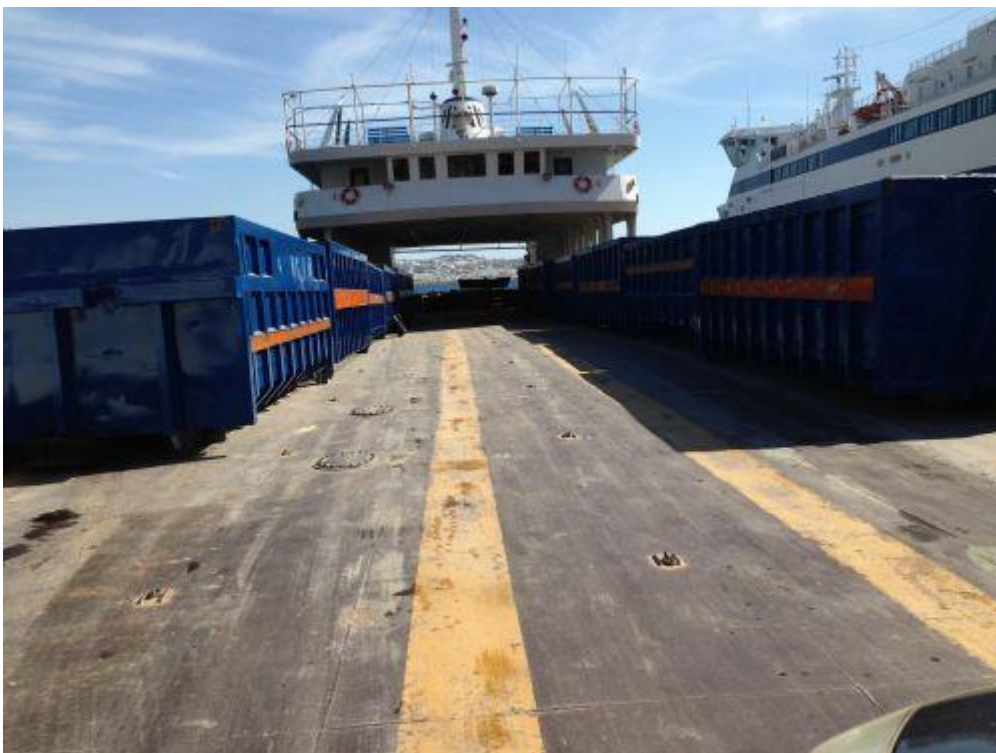
Διαχείριση απορριμμάτων στις Κυκλάδες

Στις Κυκλάδες στις οποίες θα επικεντρωθεί η παρούσα διπλωματική, μέρος των αστικών απορριμμάτων μέχρι πρότινος οδηγούνταν ως επί το πλείστον σε ανεξέλεγκτες χωματερές, υποβαθμίζοντας την αισθητική του τοπίου, αυξάνοντας δραστικά τον κίνδυνο πυρκαγιών και δημιουργώντας πολλαπλές εστίες μόλυνσης. Η παρουσία μεγάλου αριθμού τουριστών τους θερινούς μήνες προσθέτει μία ακόμα σημαντική παράμετρο στο όλο ζήτημα. Ο συνδυασμός μεταβολής πληθυσμού με τουρίστες και η εποχή προκαλούν σημαντική διακύμανση και στις παραγόμενες ποσότητες και στα ποσοστά περιεκτικότητας των διαφόρων υλικών μέσα στα απορρίμματα.

Στο νομό Κυκλάδων λειτουργούν επί του παρόντος 9 κατασκευασμένοι ΧΥΤΑ οι οποίοι και εξυπηρετούν περίπου το 45% του πληθυσμού (53.000 μόνιμους κατοίκους). Σύμφωνα με το ισχύον ΠΕΣΔΑ, προβλέπεται η κατασκευή 9 ακόμα ΧΥΤΑ οι οποίοι θα εξυπηρετούν 118.000 μόνιμους κατοίκους σε 24 νησιά συνολικά. Το παράδοξο είναι ότι ενώ τα μικρά νησιά διαθέτουν ΧΥΤΑ, τα μεγαλύτερα των Κυκλάδων με τον μεγαλύτερο πληθυσμό δεν έχουν (π.χ. Νάξος, Άνδρος κ.α.). Αυτό δημιουργεί την εκτίμηση ότι με δεδομένες τις παραγόμενες ποσότητες είναι βέβαιο ότι τα απορρίμματα με αδιευκρίνιστο τρόπο οδηγούνται σε ανεξέλεγκτη απόθεση. Όσον αφορά στους επίσημα καταγεγραμμένους ΧΑΔΑ, από τους 22 που λειτουργούσαν στις Κυκλάδες, οι 3 έχουν κλείσει και αποκατασταθεί, 10-12 έχουν σταματήσει να λειτουργούν και αναμένεται να γίνει αποκατάσταση. Επίσης, σύμφωνα με στοιχεία, υπολογίζεται ότι εξακολουθούν να λειτουργούν 40 ανεξέλεγκτες μη καταγεγραμμένες χωματερές [8]. Στην Τήνο και στη Σαντορίνη, όπου η νομοθεσία δεν προβλέπει στις ζώνες οικιστικού ελέγχου υποδομές σύγχρονων τεχνολογιών (όπως είναι οι ΧΥΤΑ), δεν έχει δοθεί καμία λύση και εξακολουθούν να λειτουργούν χωματερές. Στην Κέα δεν έχει γίνει χωροθέτηση ΧΥΤΑ, ενώ στην Νάξο η κατασκευή του καθυστερεί λόγω προσφυγής στο ΣτΕ, αν και το έργο έχει αδειοδοτηθεί,. Στην Άνδρο υπάρχει μελέτη για τη χωροθέτηση αλλά υπάρχει καθυστέρηση λόγω απουσίας συναίνεσης της τοπικής κοινωνίας [8].

Όπως έχει προαναφερθεί, η λύση που έχει προκριθεί, όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στον ΠΕΣΔΑ της περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου, «είναι η ολοκληρωμένη διαχείριση των ΑΣΑ που παράγονται σε κάθε τόπο, επιτόπου», αν και τα ανακυκλώσιμα διαχωρίζονται από αυτή τη λογική όπου προτείνεται η «μεταφορά των ανακυκλώσιμων στην Αττική» [9]. Στο πλαίσιο αυτής της οδηγίας, κάποιιοι δήμοι έχουν υπογράψει συμβάσεις με εταιρίες διαχείρισης ανακυκλώσιμων και αποστέλλουν τα ανακυκλώσιμα που συλλέγονται σε Κ.Δ.Α.Υ. (Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών) σε άλλες περιφέρειες και κυρίως στην Αττική. Έχουν καταγραφεί και περιπτώσεις όπου μαζί με

ανακυκλώσιμα έχουν παρανόμως μεταφερθεί στην Αττική και στον ΧΥΤΑ Φυλής σύμμεικτα απορρίμματα¹.



ΕΙΚΟΝΑ 2 - ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΥΚΟΝΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ ΜΕ ΤΟ ΠΛΟΙΟ «ΜΑΡΙΑ Π»², ΠΗΓΗ: CYCLADESVOICE.GR, 2013

Διαχείριση απορριμμάτων σε άλλους νησιωτικούς χώρους

Προβλήματα με τη διαχείριση των απορριμμάτων δεν παρουσιάζονται μόνο στον ελληνικό νησιωτικό χώρο. Λόγω του περιορισμένου διαθέσιμου χώρου και της αναλογικά μικρής κλίμακας παραγωγής απορριμμάτων, η ανάπτυξη

¹ Η θαλάσσια μεταφορά σύμμεικτων απορριμμάτων ήταν παράνομη ως την εισαγωγή της τροπολογίας που επιτρέπει την μεταφορά τον Δεκέμβριο του 2014. Επίσης δεν επιτρέπεται η μεταφορά σύμμεικτων απορριμμάτων από περιφέρεια σε περιφέρεια, εκτός και αν ορίζει διαφορετικά υπουργική απόφαση, όπως έχει γίνει στο πρόσφατο παρελθόν (Δήμος Τρίπολης, Δήμος Νέστου).

² Έχει καταγγελλθεί από κινήσεις πολιτών ότι η συγκεκριμένη μεταφορά (Ιούνιος 2013), αλλά και άλλες που ακολούθησαν, ήταν μεταφορές σύμμεικτων απορριμμάτων και όχι αποκλειστικά ανακυκλώσιμων, όπως είχε ανακοινώσει ο δήμος Μυκόνου.

και η λειτουργία τοπικών εγκαταστάσεων διαχείρισης σε νησιά σε όλο τον κόσμο, τις περισσότερες φορές αποδεικνύεται προβληματική.

Υπάρχουν αναρίθμητα παραδείγματα εσφαλμένης διαχείρισης απορριμμάτων σε νησιά. Πρώτο και χαρακτηριστικότερο παράδειγμα είναι το σύμπλεγμα των Μαλδίβων, όπου τα απορρίμματα του ντόπιου πληθυσμού και των περίπου 850.000 τουριστών το χρόνο μεταφέρονται με φορτηγίδες σε ένα νησί, όπου απλά απορρίπτονται, θάβονται ή καίγονται. Οι τοξικοί καπνοί που αναδύονται από την ανεξέλεγκτη καύση φτάνει ως την πρωτεύουσα Μαλέ, ενώ πολλές φορές τα απορρίμματα των φορτηγίδων αντί να καταλήγουν στο νησί, λόγω της μεγάλης αναμονής για την απόρριψη καταλήγουν στον ωκεανό. Τελικά, μετά από χρόνια κακών πρακτικών και ανεπανόρθωτης βλάβης στο περιβάλλον, αποφασίστηκε τα απορρίμματα να οδηγούνται στην κοντινή Ινδία [10].



ΕΙΚΟΝΑ 3 – ΝΗΣΙ ΤΙΛΑΦΟΥΣΙ, ΜΑΛΔΙΒΕΣ ΠΗΓΗ: DAILYMAIL,2012

Άλλα παραδείγματα προβληματικής διαχείρισης απορριμμάτων είναι τα περισσότερα από τα νησιά του Ειρηνικού ωκεανού (π.χ. Τόνγκα, νησιά Μάρσαλ), αλλά και τα νησιά της Καραϊβικής. Επειδή ακριβώς το πρόβλημα

φαίνεται να είναι πάντα πιο έντονο στα μικρά νησιά που έχουν αναλογικά μεγάλο πληθυσμό, τα προβλήματα είναι παντού κοινά: οι διαθέσιμες χωματερές είτε δεν επαρκούν, είτε βρίσκονται πολύ κοντά στις ακτές και υπάρχει πιθανότητα να πλημμυρίσουν, τοποθεσίες για νέες είναι δύσκολο να βρεθούν, η ανακύκλωση στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν έχει προωθηθεί σαν λύση [11], [12]. Στις εξαιρέσεις ανήκει το μικρό νησί Σαν Πέδρο της Μπελίζ στην Καραϊβική στο οποίο μετά από χρόνια εναπόθεσης και καύσης στην τοπική μικρή χωματερή, αποφασίστηκε η συλλογή, διαλογή και μεταφορά των απορριμμάτων μέσω φορτηγίδων στην κοντινή ενδοχώρα για επεξεργασία.

Η εικόνα γίνεται τελείως διαφορετική όσο αυστηροποιείται το νομικό πλαίσιο και αναπτύσσεται η περιβαλλοντική συνείδηση των πολιτών. Για παράδειγμα, στην αστικοποιημένη και βιομηχανική Σιγκαπούρη, η διαχείριση των απορριμμάτων ακολουθεί εδώ και τουλάχιστον μία δεκαετία το τετράπτυχο πρόληψη, ανακύκλωση, καύση ή εναπόθεση, όμοιο με αυτό που έχει υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Παρά το γεγονός ότι η έκταση της χώρας είναι μόλις 718 τετραγωνικά χιλιόμετρα και ο πληθυσμός της είναι περίπου πέντε εκατομμύρια, στην Σιγκαπούρη η ανακύκλωση αγγίζει αυτή τη στιγμή το 50% και στόχος της χώρας για το μέλλον έχει τεθεί η μηδενική απόρριψη σε χωματερές. Όσα απορρίμματα δεν μπορούν να ανακυκλωθούν, οδηγούνται σε εργοστάσια καύσης και παραγωγής ενέργειας, τα οποία επιτυγχάνουν τη μείωση του όγκου τους κατά 90%. Η στάχτη, δηλαδή το υπόλειμμα της καύσης, μεταφέρεται με φορτηγίδες στη μοναδική χωματερή που λειτουργεί στο νησί Σεμακάου σε απόσταση 25 km για την τελική εναπόθεση. Ενώ αρχικά είχε εκτιμηθεί ότι η χωρητικότητα της χωματερής θα επαρκεί για 30 χρόνια, μέσω της πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων και της ανακύκλωσης, τώρα εκτιμάται ότι θα επαρκεί για πάνω από 40 χρόνια [13].



ΕΙΚΟΝΑ 4 - ΦΟΡΤΗΓΙΔΑ ΚΑΘ' ΟΔΟΝ ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΣΕΜΑΚΑΟΥ (ΣΙΓΚΑΠΟΥΡΗ), ΠΗΓΗ:
WWW.UWCSEA.EDU.SG

Άλλα παραδείγματα επιτυχημένης διαχείρισης απορριμμάτων μπορούν να αναζητηθούν σε βρετανικά νησιά, όπως η νήσος του Μαν, το νησί Τζέρσεϊ ή τα νησιά Εβρίδες, στο βόρειο άκρο της Σκωτίας. Στα μεγαλύτερα σε μέγεθος και πληθυσμό η διαχείριση περιλαμβάνει εργοστάσια καύσης τα οποία παράγουν ενέργεια και τροφοδοτούν τμήμα των ενεργειακών αναγκών του νησιού, αλλά και χωματερές. Τα ανακυκλώσιμα, αν η απόσταση από την ηπειρωτική χώρα είναι μικρή, αποστέλλονται με κοντέινερ προς επεξεργασία. Στα πιο μικρά και απομακρυσμένα νησιά, όπως η νήσος Αγία Ελένη στον Ατλαντικό ωκεανό, τα ανακυκλώσιμα που συλλέγονται γίνεται προσπάθεια να αξιοποιηθούν επί τόπου, ενθαρρύνοντας τον κόσμο να τα παραλάβει και να τα επαναχρησιμοποιήσει. Η κατασκευή και λειτουργία των απαραίτητων εγκαταστάσεων, από τη χωματερή ως το εργοστάσιο καύσης και το κέντρο ανακύκλωσης, χρηματοδοτείται από το βρετανικό δημόσιο [14].

ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΗΣΙΩΤΙΚΟΥ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑΤΟΣ ΚΥΚΛΑΔΩΝ

Γενικά Στοιχεία

Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας και η γεωμορφολογία του εδάφους της την καθιστούν μια κατεξοχήν θαλάσσια και νησιωτική χώρα. Ο νησιωτικός χαρακτήρας της Ελλάδας διαμορφώνεται από την εκτενή παράκτια ζώνη μήκους 15.000 χιλιομέτρων, τη μεγαλύτερη στη Μεσόγειο, καθώς και τα περίπου 3.000 νησιά και νησίδες εκ των οποίων κατοικούνται μόνο τα 127 [15].

Η φυσιογνωμία των νησιωτικών περιοχών παρουσιάζει έντονες διαφοροποιήσεις ως προς την έκταση, τη δημογραφική σύνθεση και τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά. Ο νησιωτικός χώρος της Ελλάδας είναι έντονα κατακερματισμένος, εμφανίζει μεγάλη γεωγραφική διασπορά, και καταλαμβάνει το 19% της συνολικής επικράτειας, περιλαμβάνοντας νησιά μικρότερα του 1 τ.χλμ έως 8.335 τ.χλμ το μεγαλύτερο. Το μεγαλύτερο πέλαγος της χώρας είναι το Αιγαίο Αρχιπέλαγος, όπου συναντάται πλήθος νησιών μικρού και μεσαίου μεγέθους που ανήκουν διοικητικά στις περιφέρειες Νοτίου και Βορείου Αιγαίου. Ακόμα, το δυτικό Αιγαίο περιλαμβάνει πολυάριθμα νησιωτικά συμπλέγματα (Βόρειες Σποράδες, Νησιά Αργοσαρωνικού), το οποία διοικητικά ανήκουν στην ηπειρωτική χώρα.

Οι Κυκλάδες είναι ένα σύμπλεγμα νήσων στο Αιγαίο Πέλαγος. Αποτελούνται από περίπου 147 νησιά και βραχονησίδες μικρής έκτασης εκ των οποίων μόνο 24 είναι κατοικημένα. Το όνομά τους εικάζεται ότι δόθηκε στα νησιά λόγω της κυκλικής διάταξης γύρω από την ιερή νήσο Δήλο. Η διάταξη των νήσων είναι σε δύο παράλληλες ευθείες σε συνέχεια του Σουνίου και της Εύβοιας προσδίδοντας την επιμέρους διάκριση σε Δυτικές και Ανατολικές Κυκλάδες, οι οποίες αποτελούν τον ομώνυμο νομό Κυκλάδων. Ο συνολικός πληθυσμός του νομού είναι 124.109 (Απογραφή 2011) και η έδρα του η Ερμούπολη της Σύρου.

Διοικητική διαίρεση

Διοικητικά, τα νησιά των Κυκλάδων ανήκουν στον νομό Κυκλάδων, ο οποίος με την σειρά του ανήκει στην περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, στην οποία, εκτός από τις Κυκλάδες, ανήκουν και τα Δωδεκάνησα. Οι δήμοι του νομού είναι 20 και είναι:

Δήμοι Κυκλάδων	
1	Άνδρου
2	Ανάφης
3	Θήρας
4	Ιητών
5	Σικίνου
6	Φολέγανδρου
7	Κέας
8	Σύρου - Ερμούπολης
9	Μήλου
10	Σερίφου
11	Σίφνου
12	Μυκόνου
13	Αμοργού
14	Κιμώλου
15	Αντίπαρου
16	Πάρου
17	Κύθνου
18	Τήνου
19	Νάξου και μικρών Κυκλάδων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΔΗΜΟΙ ΝΗΣΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ

Παράλληλα, σύμφωνα με τον νόμο 3852/2010, το σύμπλεγμα των Κυκλάδων έχει υποδιαιρεθεί σε 9 περιφερειακές ενότητες.

Οικονομικά Στοιχεία

Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Α.Ε.Π.) που παράγεται στο Αιγαίο ανέρχεται σε 10.630 εκατομμύρια ευρώ εκ των οποίων το 32,5% παράγεται στις Κυκλάδες. Το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. (κκ Α.Ε.Π.) της περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου για την περίοδο 2005-2010 είναι το δεύτερο μεγαλύτερο στη χώρα μετά το νομό Αττικής, ενώ παράλληλα σημειώνεται πως για την ίδια περίοδο το κκ Α.Ε.Π. στο νομό Κυκλάδων είναι το υψηλότερο σε σχέση με όλους τους νομούς της επικράτειας.

Πρωτοπόρος στην οικονομία της περιοχής αναδεικνύεται ο τριτογενής τομέας ο οποίος παράγει περίπου τα τρία τέταρτα της συνολικής παραγόμενης Ακαθάριστης Προστιθέμενης Αξίας (Α.Π.Α.) [8]. Το συντριπτικά μεγαλύτερο τμήμα της δραστηριότητας αυτής αφορά στον τουριστικό κλάδο, ο οποίος κατέχει πρωταγωνιστικό ρόλο στην οικονομική και κοινωνική ζωή των Κυκλάδων. Η συνεισφορά του τουρισμού στο ΑΕΠ της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου υπολογίζεται σε πάνω από 60% [16].

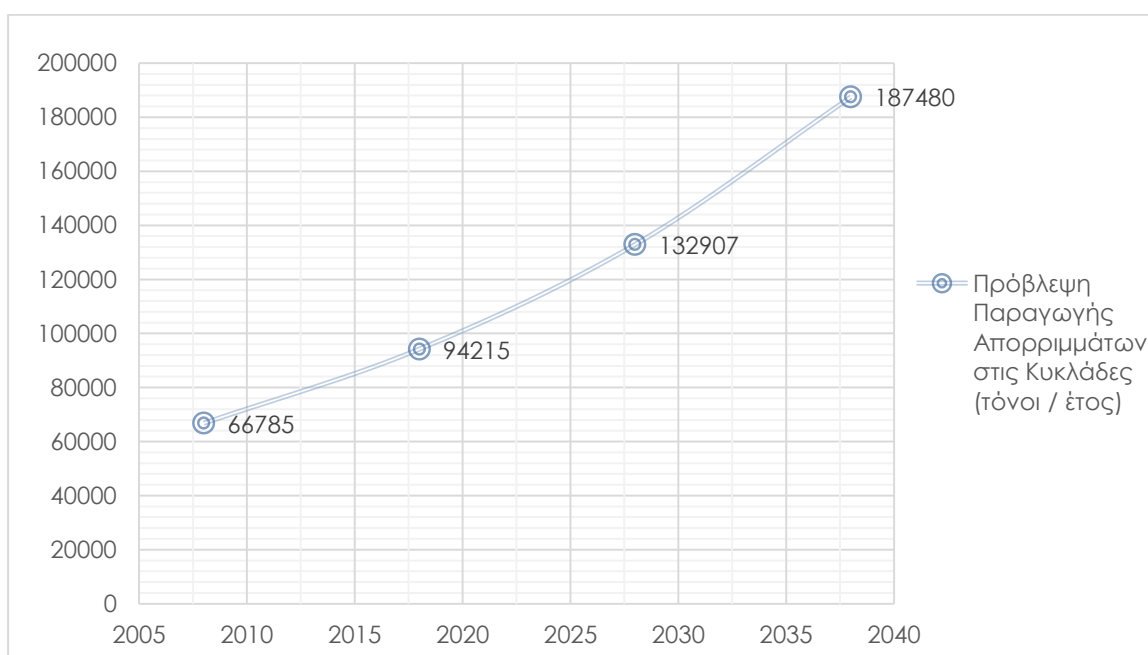
Η οικονομική κρίση η οποία βρίσκεται σε εξέλιξη αποτυπώνεται στα στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ. Συγκεκριμένα, την περίοδο 2008-2010, το ΑΕΠ στην περιφέρεια υποχώρησε κατά 5%, η αντίστοιχη μείωση όμως στις Κυκλάδες ήταν πολύ ηπιότερη και διαμορφώθηκε στο 1%. Αντίστοιχα, το κκ ΑΕΠ υποχώρησε κατά 6%, ενώ στις Κυκλάδες η μείωση ήταν 2,1%. Όπως φαίνεται λοιπόν, η κρίση δεν επηρέασε σε μεγάλο βαθμό την οικονομική δραστηριότητα στα νησιά των Κυκλάδων.

Απορρίμματα στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Κυκλάδων – Η σημερινή κατάσταση

Με βάση τα στοιχεία της περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου, η κατάσταση παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) στο Νότιο Αιγαίο των 308.610 χιλιάδων κατοίκων το 2011 με μετρήσεις και εκτίμηση για την παραγωγή στο μέλλον έχει ως εξής:

ΝΟΜΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (Τόνοι /έτος)			
	2008	2018	2028	2038
ΚΥΚΛΑΔΩΝ	66.785	94.215	132.907	187.480
ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ	171.770	242.299	341.786	482.123
ΣΥΝΟΛΟ	238.555	336.514	474.693	669.603

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ. ΠΗΓΗ: ΠΝΑ, 2008



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3 - ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΚΥΚΛΑΔΕΣ, ΠΗΓΗ: ΠΝΑ, 2008

Αναλυτικότερα και με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία πριν από την εφαρμογή του προγράμματος 'Καλλικράτης' η παραγωγή ΑΣΑ για κάθε νησί έχει ως εξής:

Νησί	Έκταση (τ.χλμ.)	Πληθυσμός (2001)	ΑΣΑ μονίμων	ΑΣΑ Επισκεπτών	Σύνολο Τόνων/έτος
Αμοργός	121,464	1.859	935	159	1.094
Ανάφη	38,636	273	137	2	139
Άνδρος	379,21	10.009	5.036	149	5.185
Αντίπαρος	35,09	1.037	522	86	608
Δονούσα	13,652	163	82	0	82
Ηρακλειά	18,078	151	76	0	76
Ίος	108,713	1.838	925	455	1.380
Κέα	131,693	2.417	1.216	70	1.286
Κίμωλος	37,426	769	387	0	387
Κουφονήσια	5,77	366	184	11	195
Κύθνος	99,432	1.608	809	14	823
Μήλος	158,403	4.771	2.400	229	2.629
Μύκονος	86,125	9.320	4.689	2.833	7.522
Νάξος	429,785	18.188	9.151	1.130	10.281
Πάρος	196,308	12.853	6.467	1.424	7.891
Σαντορίνη	76,19	13.402	6.878	2.407	9.285
Σέριφος	75,207	1.414	711	128	839
Σίκινος	41,676	238	120	1	121
Σίφνος	73,942	2.442	1.229	206	1.435
Σύρος	84,069	19.782	9.953	355	10.308
Σχοινούσα	8,144	256	104	6	110
Τήνος	194,59	8.574	4.314	402	4.716
Φολέγανδρος	32,384	667	336	59	395
Σύνολο	2561,514	112,629	56,039	10,265	66,785

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ ΣΤΑ ΝΗΣΙΑ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ, ΠΗΓΗ: ΠΝΑ, 2008

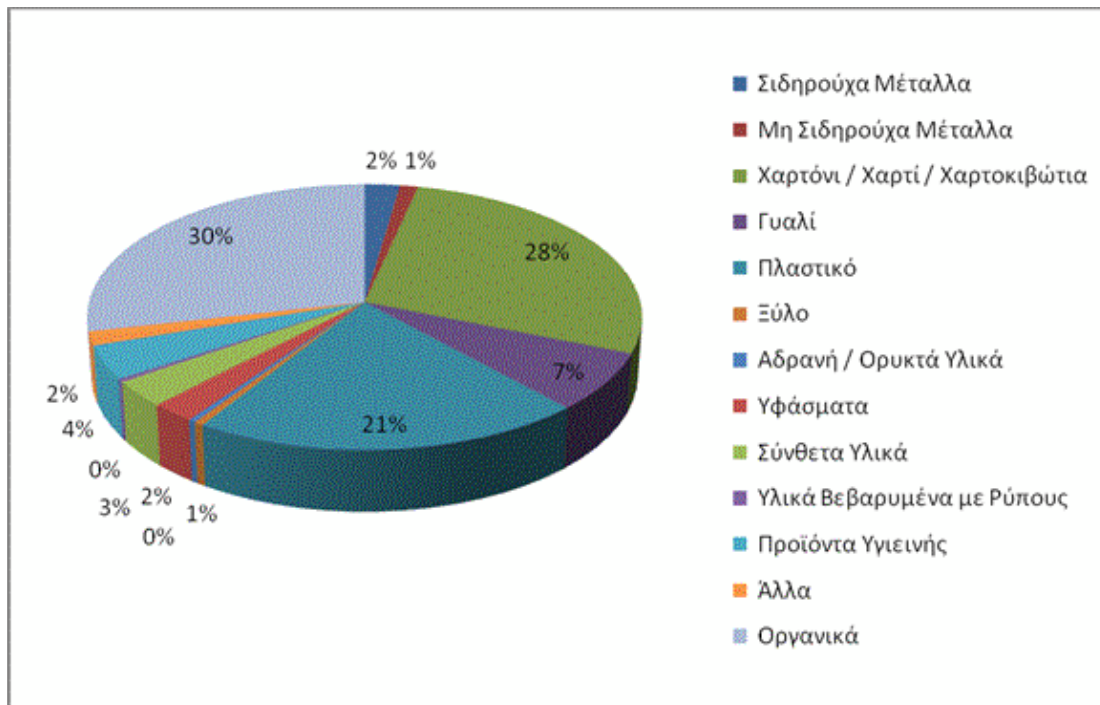
Στον παραπάνω πίνακα εκτός από την παραγωγή ΑΣΑ για κάθε νήσο, φαίνονται ξεχωριστά τα απορρίμματα που παράγονται από το μόνιμο πληθυσμό καθώς και αυτά που παράγονται από τους επισκέπτες. Αυτό που πρέπει εδώ να επισημανθεί είναι ότι λόγω του νησιωτικού χαρακτήρα της περιοχής και της έντονης τουριστικής δραστηριότητας οι παραγόμενες ποσότητες απορριμμάτων εμφανίζουν έντονες διαφοροποιήσεις ανάλογα με την εποχή.

Το πρόγραμμα της περιφέρειας περιλαμβάνει επίσης και στοιχεία για την ποιοτική σύσταση των παραγόμενων απορριμμάτων:

Είδος Απορριμμάτων	Ποσοστό (%)
Σιδηρούχα μέταλλα	2,28
Μη σιδηρούχα μέταλλα	1,18
Χαρτί/Χαρτόνι/Χαρτοκιβώτιο	27,68
Γυαλί	7,10
Πλαστικό	20,68
Ξύλο	0,50
Αδρανή/Ορυκτά	0,38
Υφάσματα	2,38
Σύνθετα	3,18
Υλικά βεβαρυσμένα με ρύπους	0,38
Προϊόντα Υγιεινής	4,08
Άλλα	1,68
Οργανικά	28,50

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΚΥΚΛΑΔΕΣ, ΠΗΓΗ: ΠΝΑ, 2008

Όπως ισχύει και για τις παραγόμενες ποσότητες, σημαντική διακύμανση υπάρχει και στην ποιοτική σύσταση [17]. Λόγω της έντονης τουριστικής δραστηριότητας, το ποσοστό κατά βάρος των συσκευασιών τροφίμων και ποτών αυξάνεται, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το ποσοστό των ανακυκλώσιμων επί αυτού του συνόλου των απορριμμάτων σε σχέση με αυτό της υπόλοιπης χώρας [18].



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΚΥΚΛΑΔΕΣ, ΠΗΓΗ: ΠΝΑ, 2008

Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, τα ανακυκλώσιμα υλικά αποτελούν περίπου το 58% επί του συνόλου. Η διαπίστωση αυτή καθιστά πρόδηλη την ανάγκη διαλογής και προώθησης των ανακυκλώσιμων στα κέντρα ανακύκλωσης.

Υλικό	Ποσοστό (%)
Χαρτόνι/Χαρτί/Χαρτοκιβώτια	27,7
Γυαλί	7,1
Πλαστικό	20,7
Μέταλλο	3,46
Σύνολο	58,5

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ, ΠΗΓΗ: ΠΝΑ, 2008

Έτος	Πρόβλεψη ετήσιας παραγωγής (tn)
2015	85,014
2016	87,976
2017	91,041
2018	94,215
2019	97,501
2020	100,905
2021	104,430
2022	108,082
2023	111,865
2024	115,783
2025	119,842
2026	124,046
2027	128,399
2028	132,907
2029	137,573
2030	142,403
2031	147,401
2032	152,572
2033	157,920
2034	163,449
2035	169,166
2036	175,073
2037	181,176
2038	187,480

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΤΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΝΑ

Θα πρέπει σε αυτό το σημείο να γίνει μία επισήμανση σχετικά με τις εκτιμήσεις τις Περιφέρειας, και πιο συγκεκριμένα για την πρόβλεψη παραγωγής απορριμμάτων. Στην τελευταία αναθεώρηση του ΠΕΣΔΑ της Αττικής, στις αντίστοιχες προβλέψεις για την παραγωγή απορριμμάτων αναφέρεται πως η αναμενόμενη αύξηση της παραγόμενης ποσότητας απορριμμάτων είναι της τάξεως του 1,5% ετησίως. Ακόμα επισημαίνεται πως ελήφθη αυτή η παραδοχή, γιατί αυτή είναι η παραδοχή που ελήφθη ενιαία για όλη την Ελλάδα και όλες τις Περιφέρειες, ώστε να καταρτιστεί η μελέτη για την Εθνική Στρατηγική Βιοαποδομήσιμων Αποβλήτων και τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα [18].

Στον διπλανό πίνακα φαίνεται αναλυτικά για κάθε έτος ως το 2038 η πρόβλεψη της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου. Όπως μπορεί να γίνει αντιληπτό, η μέση ετήσια αύξηση που έχει υπολογιστεί είναι της τάξεως του 3,5% περίπου, η οποία είναι υπερδιπλάσια αυτής που έχει χρησιμοποιηθεί στην περιφέρεια Αττικής. Κατά πάσα πιθανότητα, η εκτίμηση αυτή έγινε με βασικό άξονα τη σημαντική πληθυσμιακή αύξηση (19,8% για το νομό Κυκλάδων) τη δεκαετία 1991-2001

στις Κυκλάδες [19], η οποία δεν αναμένεται να συνεχιστεί με αυτούς τους ρυθμούς, όπως φαίνεται και από τη δεκαετία 2001-2011 (4,64% αύξηση). Ακόμα δύο ακόμα παράγοντες που αναμένεται πως θα μειώσουν την παραγωγή απορριμμάτων είναι η οικονομική ύφεση από το 2009 και μετά, που έχει μειώσει την αγοραστική δύναμη των πολιτών και κατά πάσα πιθανότητα θα μειώσει και το ρυθμό παραγωγής ΑΣΑ αλλά και τα διάφορα προγράμματα πρόληψης δημιουργίας απορριμμάτων που εφαρμόζονται και ήδη έχουν

αποδώσει καρπούς, ειδικά σε άλλες χώρες της ΕΕ. Ο μόνος παράγοντας που αναμένεται να αυξήσει τις παραγόμενες ποσότητες είναι αυτός της αύξησης του τουρισμού που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια στη χώρα [16], χωρίς όμως να κρίνεται πιθανό να υπερκεράσει τους προαναφερθέντες.

Παρά τα παραπάνω και ελλείψει άλλων επίσημων στοιχείων, αυτά τα στοιχεία θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια καθότι αυτή είναι η εκτίμηση στην οποία βασίστηκε το υπάρχον ΠΕΣΔΑ της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου.



ΕΙΚΟΝΑ 5 - ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΜΥΚΟΝΟΥ, ΠΗΓΗ: ΚΥΚΛΑΔΙΚΙ.GR

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Υποθέσεις Εργασίας

1. Για την παρούσα εργασία έχει υποθεθεί πως ζητείται η μεταφορά του συνόλου των παραγόμενων απορριμμάτων των Κυκλάδων στην ηπειρωτική χώρα, ως το τέλος της εκτίμησης για την παραγωγή στο μέλλον. Θα πρέπει να σημειωθεί πως παρότι η ιδέα έχει διατυπωθεί πολλές φορές, δεν έχει γίνει κάποιο βήμα προς αυτή την κατεύθυνση και το ισχύον Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (Π.Ε.Σ.Δ.Α.) της περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου περιλαμβάνει τη διαχείριση των απορριμμάτων του κάθε νησιού σε τοπικό επίπεδο, αποκλείοντας την μεταφορά απορριμμάτων.
2. Επίσης, έχει υποθεθεί πως κατά την ανάπτυξη της εργασίας αυτής θα αποκλειστεί οποιαδήποτε μακροχρόνια παραμονή μη επεξεργασμένων απορριμμάτων στα νησιά, λόγω των ιδιοτήτων αυτών, όπως έχουν αναπτυχθεί στα προηγούμενα κεφάλαια.
3. Γενικά, θα αναζητηθούν λύσεις όσο δυνατόν φιλικότερες προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον, αποφεύγοντας ωστόσο το κόστος των λύσεων αυτών να φτάσει σε απαγορευτικά επίπεδα. Στόχος αυτής της προσέγγισης είναι η προστασία του περιβάλλοντος, η περαιτέρω αναβάθμιση του τουριστικού προϊόντος των νησιών και η ευκολότερη αποδοχή του σχεδίου από τον πληθυσμό.
4. Τέλος, θεωρήθηκε ότι τα έσοδα που μπορούν να προκύψουν από την εμπορική αξία των ανακυκλώσιμων υλικών θα χρησιμοποιούνται για την οικονομική υποστήριξη του σχεδίου μεταφοράς.

Στόχος εργασίας

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η ανάπτυξη ενός βέλτιστου τρόπου μεταφοράς των απορριμμάτων των Κυκλάδων στην ηπειρωτική χώρα με ένα σύγχρονο και ταυτόχρονα φιλικό προς το περιβάλλον πλοίο, καθώς και ο προσδιορισμός της οικονομικής βιωσιμότητας της πρότασης αυτής. Στόχος να διερευνηθεί το κατά πόσο το σχέδιο μπορεί να είναι βιώσιμο και χωρίς την έκτακτη οικονομική στήριξη της πολιτείας.

Βασικά Χαρακτηριστικά της πρότασης

Τα βασικά χαρακτηριστικά της πρότασης παρουσιάζονται εν συντομία παρακάτω και θα αναλυθούν διεξοδικά στα αντίστοιχα κεφάλαια.

Τρόπος Μεταφοράς

Για τη μεταφορά των απορριμμάτων από τα νησιά του Αιγαίου προς την ηπειρωτική χώρα εξετάστηκαν οι δύο πιθανοί τρόποι μεταφοράς, δηλαδή η μεταφορά χύδην (bulk) και η μεταφορά συσκευασμένων απορριμμάτων. Ο πλέον καλύτερος εξ αυτών θεωρήθηκε η μεταφορά τους συσκευασμένων μέσα σε κατάλληλα κοντέινερ. Η λύση αυτή συγκεντρώνει πολλά προτερήματα. Κατ' αρχάς, είναι σύννομη αν ληφθεί υπόψη και η πρόσφατη τροπολογία περί θαλάσσιας μεταφοράς απορριμμάτων του 2014 [20], [21]. Δεύτερον, είναι περιβαλλοντικά ορθή, αφού με μεταφορά με μονάδα κλειστού τύπου ελαχιστοποιείται η πιθανότητα ρύπανσης της θάλασσας και του περιβάλλοντος, αλλά και διαφυλάσσεται αποτελεσματικά η δημόσια υγεία. Τέλος, καθώς η μεταφορά απορριμμάτων και κάθε είδους αποβλήτων με κοντέινερ είναι μία καθιερωμένη διαδικασία χρησιμοποιούμενη ευρέως στην Ελλάδα και παγκοσμίως, οι απαραίτητες υποδομές στις περισσότερες των περιπτώσεων ήδη υπάρχουν (ΣΜΑ, φορτηγά μεταφοράς κλπ.), σε αντίθεση με τη χύδην μεταφορά.

Με αυτόν τον τρόπο, το υπό συζήτηση πλοίο θα αποτελεί μέρος μιας αλυσίδας, η οποία θα αποτελείται από την αποκομιδή των απορριμμάτων από τα απορριμματοφόρα, τη μεταφόρτωσή τους σε κοντέινερ, τη φόρτωση τους στο πλοίο, την εκφόρτωσή τους στην ηπειρωτική χώρα και την αποστολή τους στα

εργοστάσια επεξεργασίας. Τα κοντέινερ τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τη μεταφορά των απορριμμάτων θα επιστρέφονται άδεια στο πλοίο, το οποίο θα τα μεταφέρει και πάλι εκ νέου για χρήση στα νησιά. Το όλο σύστημα θα χρησιμοποιεί τους υπάρχοντες ή υπό ανάπτυξη σταθμούς μεταφόρτωσης απορριμμάτων (Σ.Μ.Α.) των νησιών.

Υποδομές Λιμένων

Τα λιμάνια των Κυκλάδων είναι ως επί το πλείστον μικρά σε μέγεθος λιμάνια, χωρίς ιδιαίτερες υποδομές, προορισμένα για την εξυπηρέτηση μικρών σκαφών αναψυχής και αλιευτικών. Τα μεγαλύτερα πλοία που συνήθως προσεγγίζουν τους λιμένες είναι τα ΕΓ/ΟΓ της γραμμής. Ο πιο εύκολος τρόπος προσέγγισης (συνήθως και ο μοναδικός, ανάλογα με το μέγεθος του πλοίου) είναι η προμνοδέτηση.

Η φόρτωση και εκφόρτωση κοντέινερ από τα λιμάνια των Κυκλάδων λοιπόν, θα πρέπει να γίνεται από την πρόμνη. Εκτός από αυτό, επειδή οι λιμένες δεν έχουν τις υποδομές, το πλοίο θα πρέπει να φέρει τα δικά του φορτοεκφορτωτικά μέσα ώστε να διεκπεραιώνει τη φόρτωση και την εκφόρτωση των κοντέινερ μόνο του.

Επιλογή καυσίμου κίνησης

Για το πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων έγινε επιλογή του LNG ως καύσιμο κίνησης έναντι των συμβατικών καυσίμων πετρελαίου. Αυτή η απόφαση λήφθηκε λόγω των ξεκάθαρων περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων που το LNG προσφέρει, της μείωσης του κόστους που μπορεί να επιτευχθεί, αλλά και λόγω πολλών άλλων παραγόντων που συνολικά αναλύονται στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

ΧΡΗΣΗ LNG ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΟΙΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Βασικά Χαρακτηριστικά Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο είναι ένα μίγμα αερίων υδρογονανθράκων το οποίο είτε συναντάται μόνο του σε υπόγειες κοιλότητες είτε συνυπάρχει με άλλα ορυκτά καύσιμα. Κύριο συστατικό του είναι το μεθάνιο (σε ποσοστό άνω του 85%). Περιέχει ακόμα μικρές ποσότητες βαρύτερων υδρογονανθράκων και κυμαινόμενες ποσότητες αερίων μη υδρογονανθράκων. Παρότι η σύστασή του διαφέρει ανάλογα με την περιοχή προέλευσής του, μια τυπική σύνθεση είναι η παρακάτω [22]:

- Μεθάνιο - 94%
- Αιθάνιο - 4,7%
- Προπάνιο - 0,8%
- Βουτάνιο - 0,2%
- Άζωτο - 0,3%

Επειδή ακριβώς το φυσικό αέριο είναι μείγμα αερίων, οι ιδιότητές του εξαρτώνται από την εκάστοτε σύστασή του. Εξαιτίας του μεθανίου που είναι το κύριο συστατικό του, το οποίο έχει χαμηλό ποσοστό άνθρακα στο μόριο, έχει χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Ακόμα, λόγω του ότι είναι αέριο, η μίξη του με τον αέρα κατά την καύση του είναι καλύτερη σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα και η καύση του συνήθως είναι πλήρης. Τέλος, δεν περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα, είναι άοσμο, άχρωμο και μη τοξικό, ενώ καθότι ελαφρύτερο από τον αέρα, σε περίπτωση διαρροής δεν συσσωρεύεται χαμηλά όπως το προπάνιο.

Υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG – Liquefied Natural Gas)

Το υγροποιημένο φυσικό αέριο είναι φυσικό αέριο το οποίο έχει προηγουμένως μετατραπεί σε υγρή μορφή χάριν ευκολίας μεταφοράς ή αποθήκευσης. Η διαδικασία υγροποίησης περιλαμβάνει την απομάκρυνση διαφόρων συστατικών όπως ήλιο, διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο, νερό, βαρύτεροι υδρογονάνθρακες κ.α. και την υγροποίησή του υπό ατμοσφαιρική πίεση, με ψύξη του στους περίπου $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η ενέργεια που απαιτείται, κυμαίνεται ανάμεσα σε 10 – 20% του ενεργειακού περιεχομένου του φυσικού αερίου που υγροποιείται. Η διαδικασία έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του όγκου του φυσικού αερίου κατά περίπου 600 φορές.

Εκτός από την παραπάνω διαδικασία, ένας άλλος τρόπος να επιτευχθεί μείωση του όγκου του φυσικού αερίου είναι η συμπίεση του (CNG – Compressed Natural Gas), αλλά τελικά για δεδομένο βάρος φυσικού αερίου το LNG καταλαμβάνει μόνο το 40% του όγκου που θα χρειαστεί το CNG [23].

Υγροποιημένο φυσικό αέριο LNG ως ναυτιλιακό καύσιμο

Για πολλές δεκαετίες, το μαζούτ (HFO - Heavy Fuel Oil) ήταν το επικρατέστερο καύσιμο στο ναυτιλιακό κλάδο. Σήμερα, η κατάσταση είναι πλέον πολύ πιο πολύπλοκη και πολλές εναλλακτικές λύσεις πρέπει να εξεταστούν. Μία από αυτές, ίσως η πιο ρεαλιστική και προσιτή, είναι αυτή του LNG.

Τα πλοία μεταφοράς LNG είναι τα πρώτα τα οποία χρησιμοποίησαν διαφεύγον φυσικό αέριο από το φορτίο τους για τις ανάγκες πρόωσής τους. Το πρώτο σύγχρονο πλοίο που κατασκευάστηκε για να λειτουργεί αποκλειστικά με LNG καύσιμο ήταν το Glutra, ένα σχετικά μικρό Ro-Pax ferry που έκανε δρομολόγια στις ακτές της Νορβηγίας. Από τότε, ο αριθμός των πλοίων που χρησιμοποιούν ως καύσιμο LNG αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς και όλο και περισσότερα σχέδια για ανάλογες υποδομές υποστήριξης κατατίθενται. Αυτή τη στιγμή, 63 πλοία που χρησιμοποιούν ως καύσιμο LNG (εξαιρώντας τα πλοία μεταφοράς του) λειτουργούν σε παγκόσμιο επίπεδο, ενώ ταυτόχρονα άλλες 76 νέες κατασκευές έχουν επιβεβαιωθεί. Η αυξητική αυτή τάση θα συνεχιστεί και θα ενισχυθεί καθώς πλησιάζουμε το 2020, σε σημείο που να αναμένεται πως ο

παγκόσμιος στόλος πλοίων που θα λειτουργούν με LNG να είναι κοντά στα 1000 πλοία [24].

Οι κύριοι λόγοι που οδηγούν στη στροφή από τα συμβατικά πετρελαϊκά καύσιμα (HFO, MGO, MDO) προς το LNG είναι αφενός η αυξανόμενη περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και οι νέοι αυστηρότεροι περιβαλλοντικοί κανονισμοί για τις εκπομπές αερίων που την συνοδεύουν και αφετέρου η ολόένα και καλύτερη διαθεσιμότητα και τιμή του. Παρακάτω παρουσιάζονται επιγραμματικά τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα της χρήσης LNG σαν ναυτιλιακό καύσιμο, και κατ' επέκταση, οι λόγοι που μας οδήγησαν στην επιλογή του ως καύσιμο για το πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων.



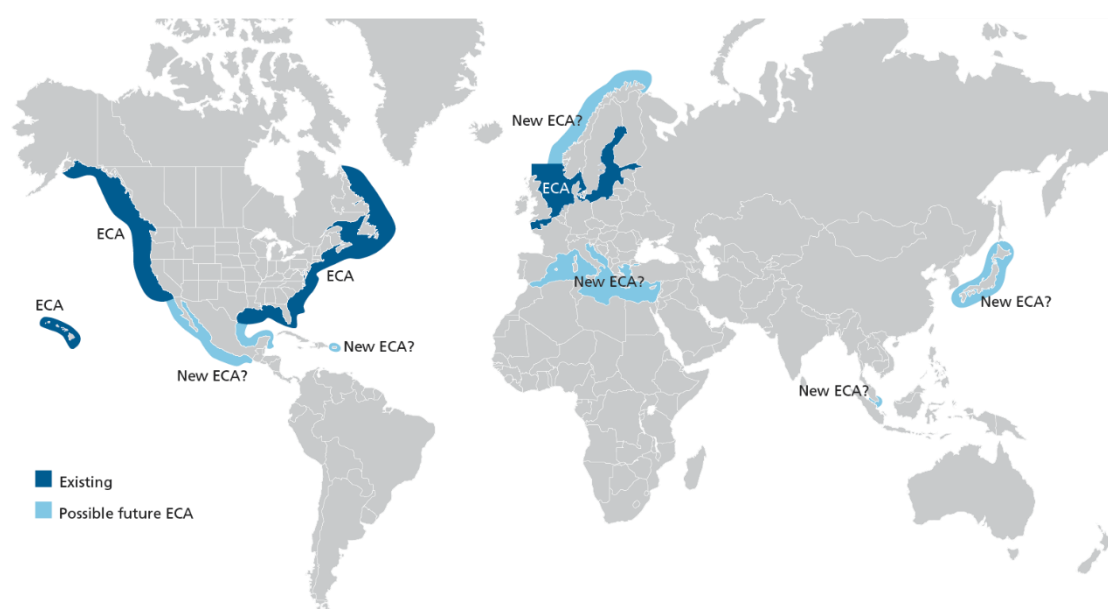
ΕΙΚΟΝΑ 6: ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΤΟΥ RO-PAX FERRY «GLUTRA», ΠΗΓΗ: [24]

Διεθνείς Κανονισμοί

Το παράρτημα VI της MARPOL που αναθεωρήθηκε για πρώτη φορά τον Μάιο του 2005, περιόρισε την περιεκτικότητα σε θείο στα ναυτιλιακά καύσιμα σε παγκόσμιο επίπεδο στο 4,5%. Το όριο αυτό αργότερα μειώθηκε εκ νέου στο 3,5% τον Ιανουάριο του 2012. Το παράρτημα VI επίσης επέβαλε τον περιορισμό του 1,5% περιεκτικότητα σε θείο εντός των Περιοχών Ελεγχόμενων Εκπομπών (Emission Control Areas - ECAs), ο οποίος ίσχυσε από τον Μάιο του 2006 και

ο οποίος αργότερα τροποποιήθηκε στο 1,0% περιεκτικότητα σε θείο τον Ιούλιο 2010 και 0,1% τον Ιανουάριο του 2015.

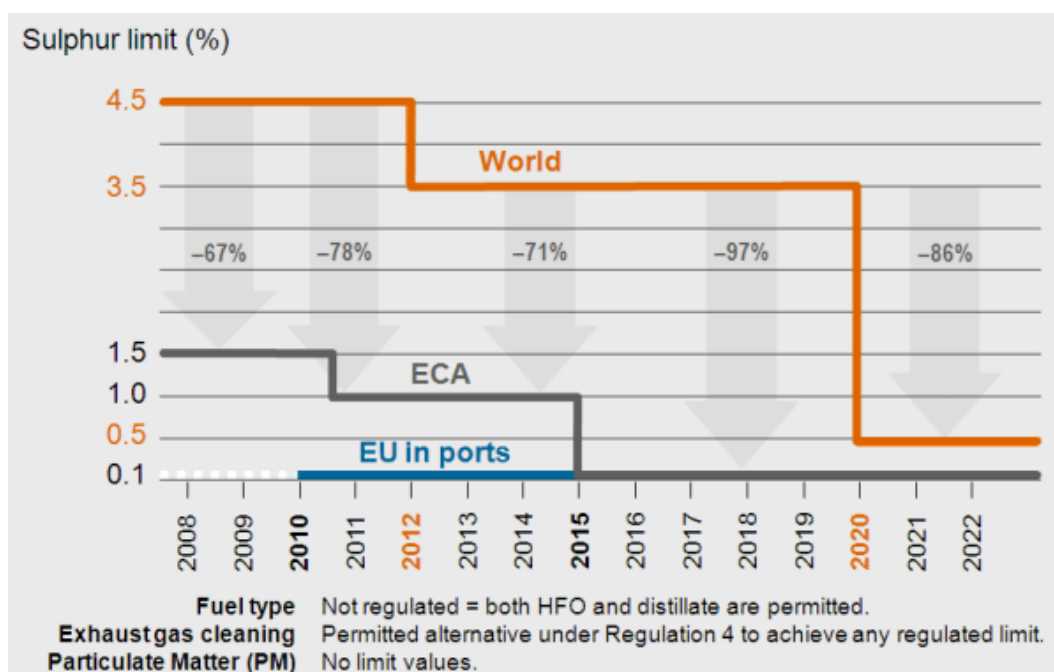
Αυτή τη στιγμή υπάρχουν 4 ECAs σε ισχύ: Η Βαλτική Θάλασσα (από τον Μάιο 2006), η Βόρεια Θάλασσα (από τον Νοέμβριο 2007), η Βόρεια Αμερική (από τον Αύγουστο 2011) και οι αμερικάνικες ακτές της Καραϊβικής (από τον Ιανουάριο 2013). Αναμένεται πως στο μέλλον οι περιοχές περιορισμού εκπομπών θα αυξηθούν, κάτι που φαίνεται γραφικά και στον παρακάτω χάρτη. Για να ανακηρυχθεί μία νέα περιοχή ως ECA, θα πρέπει μία ή περισσότερες χώρες να κάνουν την ανάλογη αίτηση στον ΙΜΟ. Υπολογίζεται, πως από τη στιγμή της αίτησης ως τη στιγμή της κήρυξης της περιοχής ως ECA, απαιτούνται περίπου 5 χρόνια [25].



ΕΙΚΟΝΑ 7: ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ECA ΠΕΡΙΟΧΕΣ, ΠΗΓΗ: DNV-GI

Η απαίτηση όμως που ίσως γείρει την πλάστιγγα υπέρ του LNG είναι αυτή που θα επιβάλλει την περαιτέρω μείωση του ποσοστού του θείου στο 0,5% παγκοσμίως. Αυτό αναμένεται να ισχύσει το 2020, αλλά είναι πιθανό να καθυστερήσει η εφαρμογή του ως το 2025. Η εφαρμογή του ή μη το 2020 εξαρτάται από το αποτέλεσμα της έκθεσης του ΙΜΟ που θα ολοκληρωθεί το

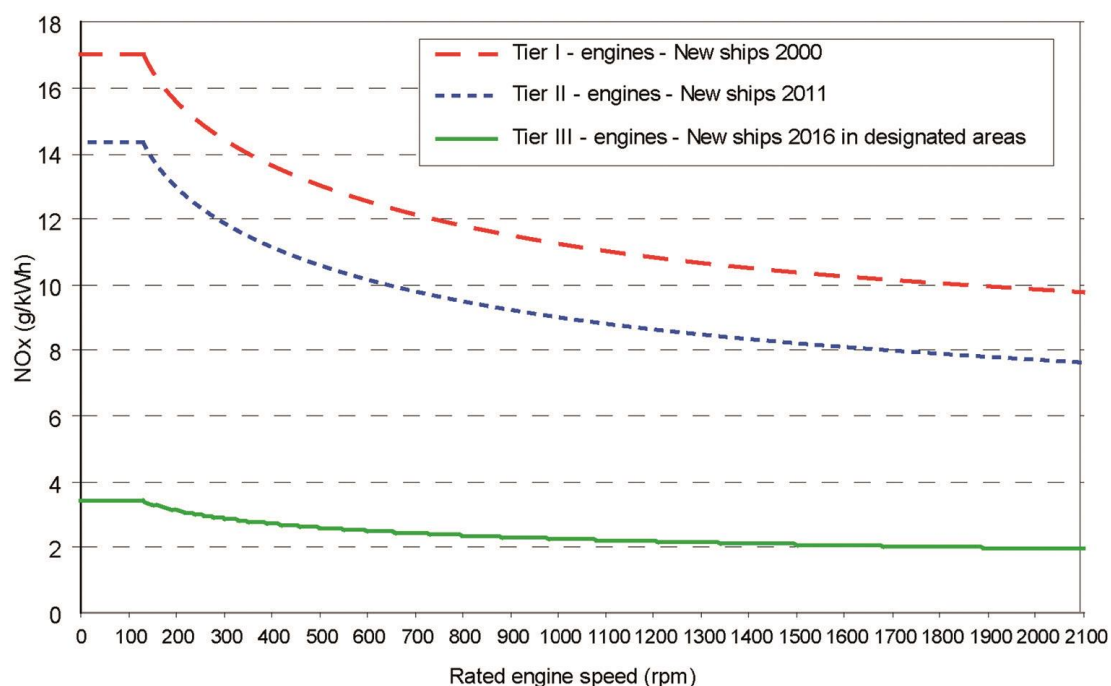
2018 σχετικά με την επαρκή διαθεσιμότητα καυσίμου με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο [26]. Παρόλα αυτά, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ήδη αποφασίσει πως θα εφαρμόσει την απαίτηση για 0,5% περιεκτικότητα σε θείο το 2020, ακόμα και αν η έκθεση του IMO προτείνει την αναβολή ως το 2025. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί πως ήδη από το 2010, η ΕΕ έχει απαγορεύσει την χρήση καυσίμων με περιεκτικότητα σε θείο πάνω από 0,1% στα λιμάνια της (Οδηγία 2005/33/EC).



ΕΙΚΟΝΑ 8: ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΘΕΙΟ ΚΑΤΑ ΙΜΟ ΣΤΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ, ΠΗΓΗ: WARTSILA

Εκτός όμως από τον περιορισμό για τις εκπομπές SO_x , το παράρτημα VI θέτει υποχρεωτικά όρια για τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x). Τα όρια αυτά ισχύουν για τις νέες κατασκευές, από τη στιγμή εισαγωγής του ανάλογου Tier. Τα πλοία που έχουν κατασκευαστεί πριν το 2000, θα πρέπει να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις του Tier 1, ενώ για τις περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί NECAs (NO_x Emission Control Areas) ισχύει από την 1^η Ιανουαρίου 2016 το πολύ αυστηρότερο Tier 3. Αυτή τη στιγμή ως NECAs έχουν χαρακτηριστεί οι

περιοχές ECA στη βόρεια Αμερική και αναμένεται να ακολουθήσουν αργότερα η Βαλτική και η Βόρεια Θάλασσα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5: ΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ NOx ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΚΑΤΑ ΙΜΟ, ΠΗΓΗ: WARTSILA

Ακόμα, σε μία προσπάθεια να μειωθεί η έκλυση διοξειδίου του άνθρακα από τη ναυτιλιακή βιομηχανία, ο IMO καθιέρωσε το 2011 την καθιέρωση του λεγόμενου δείκτη EEDI (Energy Efficiency Design Index) για νέα πλοία. Η εφαρμογή του δείκτη έγινε υποχρεωτική το 2015 και θα θέτει πρότυπα για κάθε τύπο πλοίου. Ο σχεδιασμός είναι οι απαιτήσεις αυτές να γίνονται αυστηρότερες με την πάροδο του χρόνου.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι τον Ιούνιο του 2015, ο IMO υιοθέτησε τον IGF Code (International Code of Safety for Ships using Gas or other Low-flashpoint Fuels), ο οποίος θα ισχύσει από το την 1^η Ιανουαρίου του 2017. Στόχος του κώδικα είναι να δώσει κατευθυντήριες γραμμές και το απαραίτητο υποχρεωτικό πλαίσιο κανόνων για τη χρήση του LNG και λοιπών αερίων στα πλοία, πλαίσιο το οποίο απουσίαζε ως τώρα.

Περιβαλλοντικά Πλεονεκτήματα και Στρατηγικές Συμμόρφωσης με τους Κανονισμούς

Για να πληρούνται οι επερχόμενες περιβαλλοντικές απαιτήσεις, οι πλοιοκτήτες έχουν τρεις εναλλακτικές:

1. Να χρησιμοποιούν ένα σύμφωνο με το παράρτημα VI της MARPOL υγρό καύσιμο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, όπως το MGO (Marine Gas Oil).

Ίσως η πιο εύκολη επιλογή από όλες, με την έννοια ότι δεν χρειάζεται κάποια παραπάνω κίνηση ή επένδυση εκτός από την προμήθεια και χρήση των αρκετά ακριβότερων ελαφρών καυσίμων, απαλλαγμένων από το θείο. Αυτή τη στιγμή, τέτοια καύσιμα παράγονται σε σχετικά μικρές ποσότητες, αφού προορίζονται να χρησιμοποιούνται εντός ECA περιοχών εντός λιμανιών, όπως ορίζουν οι κανονισμοί. Υπάρχει ένα μεγάλο ερωτηματικό για το αν η διαθεσιμότητά τους θα επαρκεί για να καλύψει τις μελλοντικές ανάγκες [26], [27].

2. Να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν υψηλής περιεκτικότητας σε θείο καύσιμο όπως το μαζούτ (HFO) και να εγκαταστήσουν εξοπλισμό μείωσης SO_x, όπως scrubbers.

Η λύση αυτή έχει το θετικό στοιχείο της συνέχισης της χρήσης των «βαρύτερων» (και πολύ φθηνότερων) καυσίμων (HFO, IFO, κλπ) αλλά με το κόστος της εγκατάστασης και λειτουργίας ενός «Καθαριστή» (Scrubber), ο οποίος θα επεξεργάζεται τα καυσαέρια ώστε να αφαιρούνται τα βλαβερά οξείδια του θείου και τα μικροσωματίδια. Επιπλέον, ίσως χρειάζεται και σύστημα SCR (Selective Catalytic Reduction) ή σύστημα EGR (Exhaust Gas Recirculation) για μείωση των NO_x εκπομπών στις NECA περιοχές. Το κόστος της λύσης αυτής δεν θεωρείται καθόλου αμελητέο, καθώς το αρχικό κόστος κτήσης είναι μεγάλο και το ετήσιο λειτουργικό κόστος αυξάνεται αισθητά. Παράλληλα, τα συστήματα αυτά καταλαμβάνουν αρκετό χώρο και σε κάποιες περιπτώσεις αυξάνουν την κατανάλωση καυσίμου κατά 2-3% [24].

3. Να στραφούν προς ένα νέο καύσιμο, το οποίο θα καλύπτει τις απαιτήσεις των κανονισμών και θα προσφέρεται σε προσιτή τιμή.

Το καύσιμο το οποίο μπορεί να εκπληρώσει τα παραπάνω είναι το LNG. Χρησιμοποιώντας LNG ως ναυτιλιακό καύσιμο:

- Οι εκπομπές οξειδίων του θείου (SO_x) εξαλείφονται πλήρως, αφού το LNG δεν περιέχει θείο. Οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x) μειώνονται κατά 85% στους κινητήρες χαμηλής πίεσης και περίπου 40% στους υψηλής πίεσης ενώ οι εκπομπές σωματιδίων (PM) σχεδόν μηδενίζονται.
- Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) μειώνονται τουλάχιστον κατά 20 με 25%. Βεβαίως, η μείωση αυτή δεν συμπεριλαμβάνει το πρόβλημα της ακούσιας απελευθέρωσης μεθανίου (methane slip) στους τετράχρονους κινητήρες, το οποίο μπορεί να μειώσει αυτό το ποσοστό στο 8 με 20% [24]. Οι pure gas κινητήρες έχουν αρκετά χαμηλότερες εκπομπές μεθανίου σε σχέση με τους κινητήρες διπλού καυσίμου [28].

Όπως φαίνεται, η χρήση του LNG σαν ναυτιλιακό καύσιμο προσφέρει ξεκάθαρα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα και πλήρη συμμόρφωση σε όλους τους απαιτούμενους κανονισμούς.

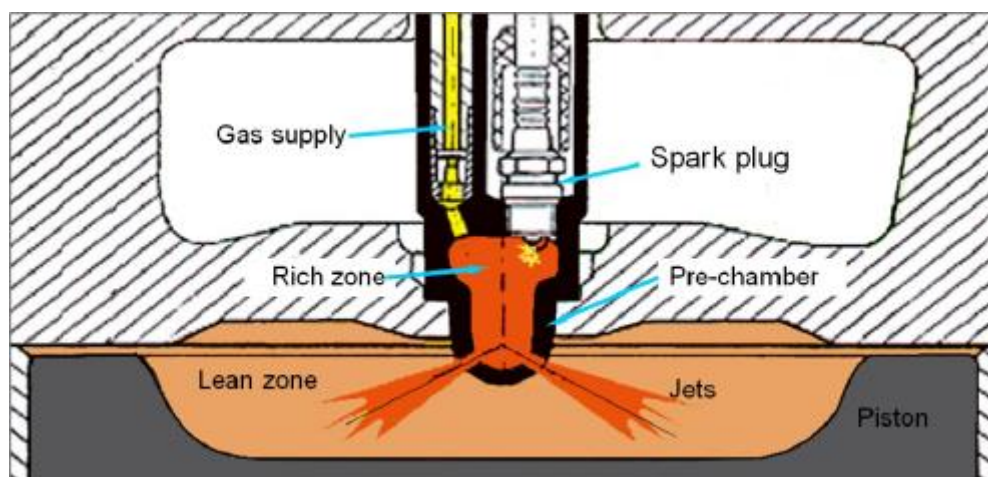
ENVIRONMENTAL REGULATIONS		
Emission component	Emission reduction with LNG as fuel	Comments
SO _x	100%	Complies with ECA and global sulphur cap
NO _x , Low pressure engines (Otto cycle)	85%	Complies ECA 2016 Tier III regulations
NO _x , High pressure engines (Diesel cycle)	40%	Need EGR/SCR to comply with ECA 2016 Tier III regulations
CO ₂	25-30%	Benefit for the EEDI requirement, no other regulations (yet)
Particulate matter	95-100%	No regulations (yet)

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ, ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ LNG, ΠΗΓΗ: DNV-GI, 2015

Η ανάπτυξη των ναυτικών κινητήρων καύσης LNG ξεκίνησε τη δεκαετία του 1980, σε μια προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στα LNG carriers το διαφεύγον φυσικό αέριο από τις δεξαμενές τους. Από τότε και ως το 1996, δημιουργήθηκαν δύο κύριες διαφορετικές υλοποιήσεις μηχανών:

✚ Spark Ignited Lean Burn engine (Κινητήρας Πτωχού Μείγματος με Σπινθήρα Ανάφλεξης)

Η λειτουργία του κινητήρα αυτού βασίζεται στον κύκλο Otto/Miller. Ένα πλούσιο μείγμα αερίου/αέρα αναφλέγεται μέσω σπινθήρα σε προθάλαμο καύσεως και ύστερα ψεκάζεται στο φτωχό μείγμα μέσα στον κύλινδρο. Το εισαγόμενο φυσικό αέριο στον προθάλαμο δεν χρειάζεται να βρίσκεται σε υψηλή πίεση (4-5 bar). Μέσω της τεχνολογίας αυτής εξασφαλίζεται υψηλή απόδοση σε υψηλό φορτίο (υψηλότερη από την αντίστοιχη diesel μηχανή) και χαμηλές εκπομπές ρύπων. Τα μειονεκτήματά της συνοψίζονται στο φαινόμενο της ακούσιας απελευθέρωσης μεθανίου (methane slip), της σχετικής ευαισθησίας του κινητήρα στην ποιότητα του φυσικού αερίου και στην αδυναμία χρήσης του πετρελαίου ως καυσίμου.



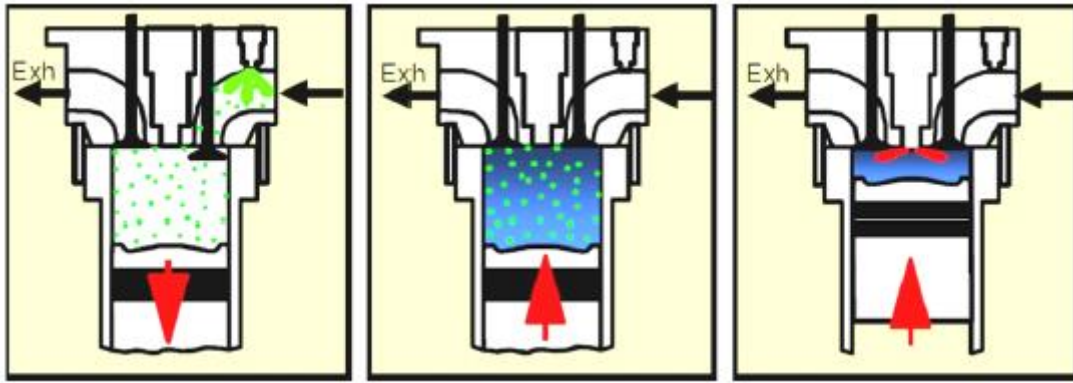
ΕΙΚΟΝΑ 9: LBSI ENGINE - ΚΥΚΛΟΣ ΟΤΤΟ/MILLER, ΠΗΓΗ:[29]



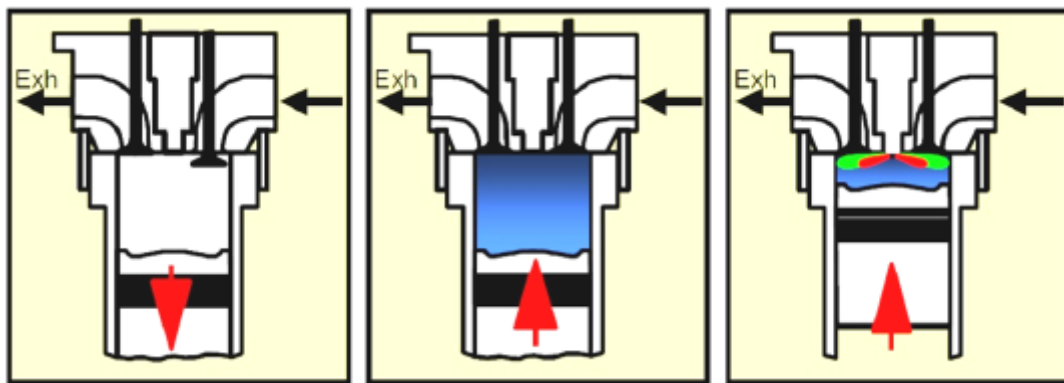
ΕΙΚΟΝΑ 10 – ΝΑΥΤΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ (LEAN BURN SPARK IGNITED) – ΠΗΓΗ: ROLLS – ROYCE, 2012

✚ Dual Fuel Engine (Κινητήρας Διπλού Καυσίμου)

Οι κινητήρες διπλού καυσίμου χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: Στους κινητήρες χαμηλής πίεσης (Lean Burn with Diesel Pilot) και στους κινητήρες υψηλής πίεσης (High Pressure Gas Injection) [30]. Η λειτουργία των συνήθως τετράχρονων κινητήρων χαμηλής πίεσης βασίζεται στο συνδυασμό των κύκλων Otto (για καύση LNG) και Diesel (για καύση πετρελαίου). Για τον κύκλο Otto το αέριο εισάγεται σε πρώτο χρόνο στο θάλαμο σε χαμηλή πίεση (4-5 bar) ακολουθούμενο σε δεύτερο χρόνο από το «pilot fuel» (πετρέλαιο ντίζελ) ποσότητας περίπου 1% του κύριου καυσίμου. Η συμπίεση του αέρα προκαλεί την ανάφλεξη του pilot fuel, η οποία με τη σειρά της προκαλεί την ανάφλεξη του αερίου μίγματος. Στους (συνήθως) δίχρονους κινητήρες υψηλής πίεσης, η λειτουργία τους για καύση LNG δεν βασίζεται στον κύκλο Otto, αλλά στον κύκλο Diesel. Το αέριο εισάγεται στο θάλαμο σε υψηλή πίεση (περίπου 300 bar) μαζί με pilot fuel και λόγω της συμπίεσης ακολουθεί η ανάφλεξη του μείγματος [27], [29]



ΕΙΚΟΝΑ 11 – DF ENGINE PILOT DIESEL IGNITION - ΚΥΚΛΟΣ ΟΤΤΟ, ΠΗΓΗ: [29]



ΕΙΚΟΝΑ 12 – HIGH PRESSURE GAS INJECTION – ΚΥΚΛΟΣ DIESEL, ΠΗΓΗ: [29]

Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτών των κινητήρων είναι φυσικά η δυνατότητα που προσφέρουν για χρήση εκτός του φυσικού αερίου και πετρελαίου, δυνατότητα η οποία μπορεί να είναι απαραίτητη για πλοία που εμπορεύονται σε περιοχές που δεν υπάρχει σταθερή διαθεσιμότητα LNG. Τα μειονεκτήματά τους είναι ότι γενικά η απόδοση των κινητήρων αυτών είναι χαμηλότερη και η κατανάλωση καυσίμου λίγο μεγαλύτερη σε σχέση με έναν pure gas κινητήρα. Επίσης, στην εκκίνηση και στη διαδικασία ελιγμών στις περισσότερες υλοποιήσεις απαιτείται η καύση πετρελαίου και όχι φυσικού αερίου, κάτι που ενδεχομένως να μην επιτρέπει την τήρηση κάποιων κανονισμών αναλόγως την περιοχή.

Όσον αφορά στις διαφορές ανάμεσα στους δύο κινητήρες διπλού καυσίμου, αυτές προκύπτουν από τους δύο διαφορετικούς κύκλους λειτουργίας. Ο κύκλος Otto προσφέρει υψηλή απόδοση και χαμηλές εκπομπές (IMO Tier III), αλλά με μειονεκτήματα το methane slip και την ευαισθησία στην ποιότητα του

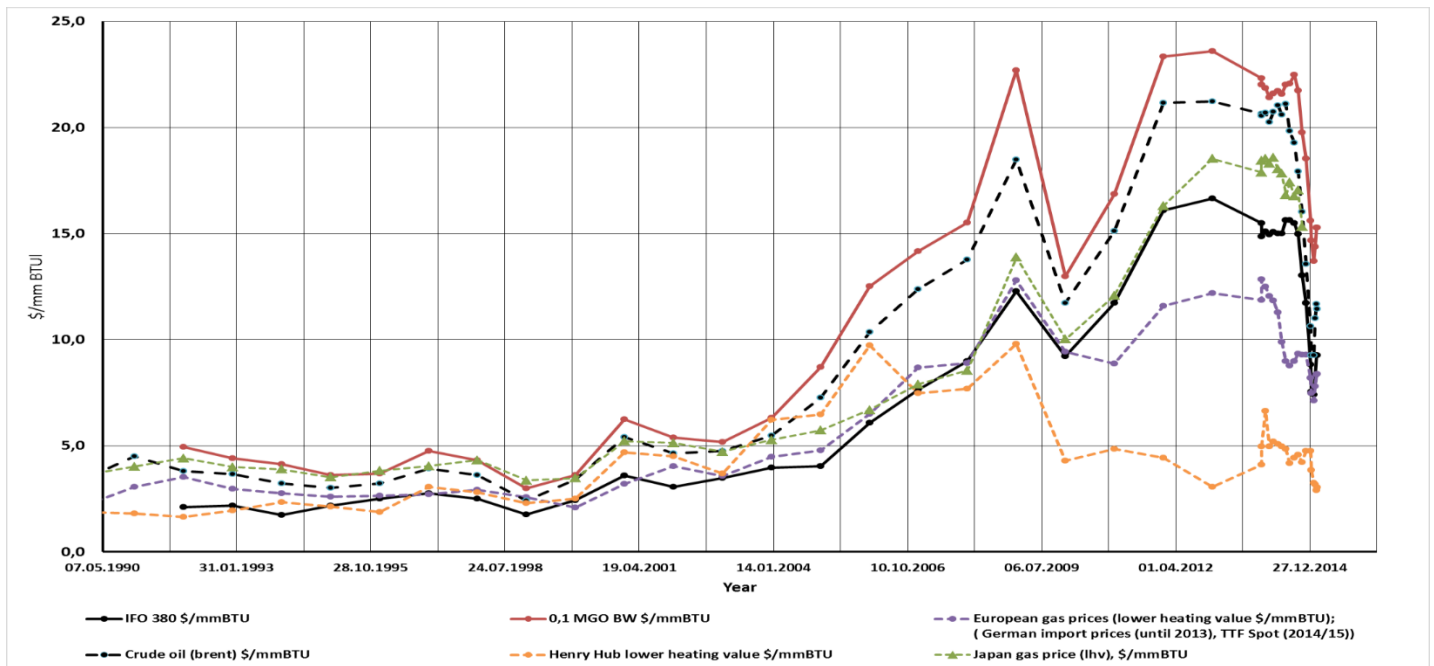
καυσίμου. Ο κύκλος Diesel εξαλείφει τα δύο παραπάνω προβλήματα, αλλά απαιτείται η αύξηση της πίεσης του φυσικού αερίου στα 300 περίπου bar και απαιτούνται περαιτέρω τεχνικές για μείωση των εκπομπών NO_x.



ΕΙΚΟΝΑ 13 – DUAL FUEL ENGINE (DF), ΠΗΓΗ: WARTSILA

Τιμολόγηση και διαθεσιμότητα LNG

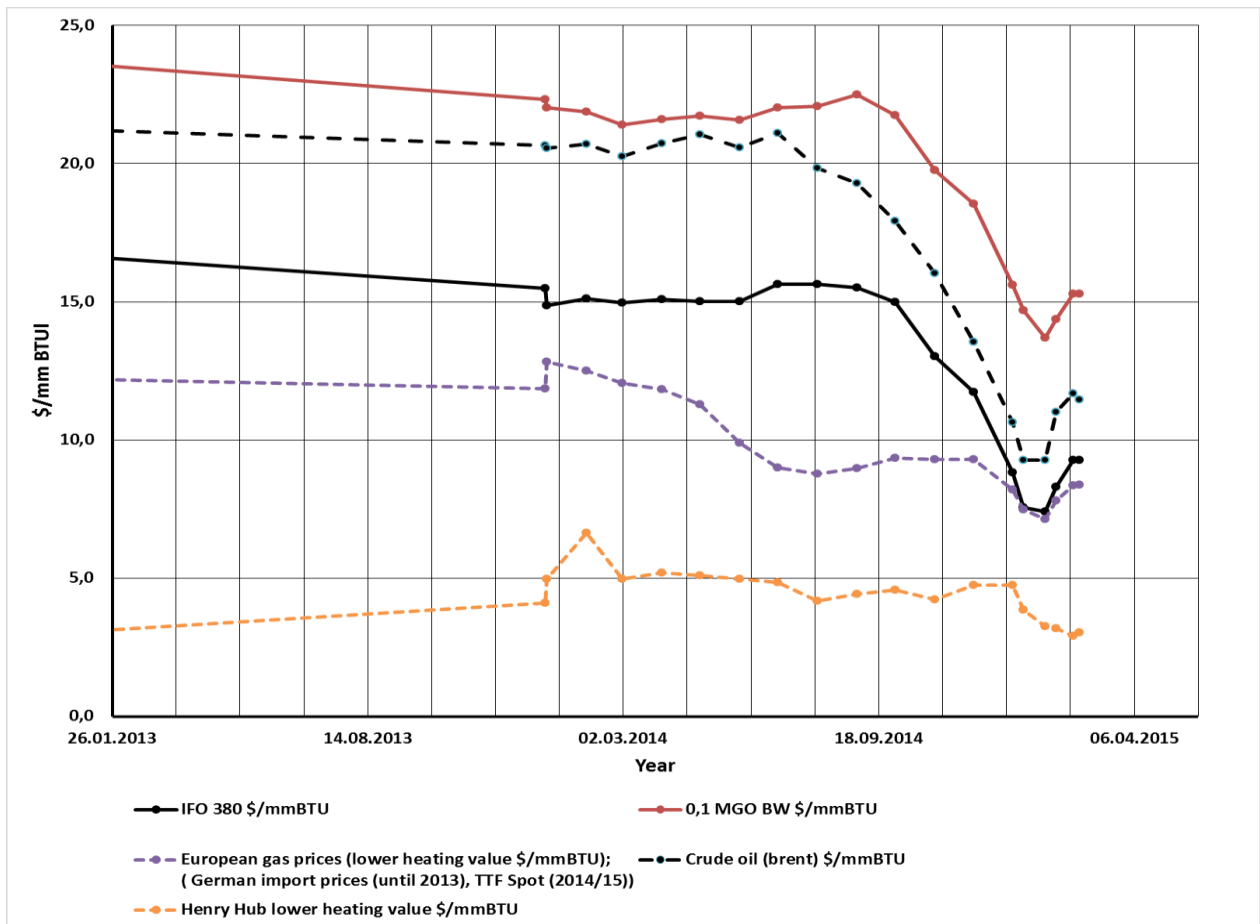
Όπως είναι γνωστό, το κόστος του καυσίμου είναι κομβικής σημασίας για τη λειτουργία ενός πλοίου και συνήθως αποτελεί τουλάχιστον το 50% των εξόδων λειτουργίας του. Είναι προφανές λοιπόν πως ένας από τους πιο σοβαρούς λόγους που το LNG αποτελεί μία σοβαρή εναλλακτική λύση απέναντι στα παραδοσιακά καύσιμα είναι η χαμηλή τιμή του.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6 – Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (1990-2014), ΠΗΓΗ: DNV-GL, 2015

Το παραπάνω διάγραμμα δείχνει την εξέλιξη των τιμών φυσικού αερίου και ναυτιλιακών καυσίμων από το 1990 έως σήμερα. Μπορούμε να παρατηρήσουμε γενικότερα τη διαχρονική άνοδο των τιμών των καυσίμων αλλά και τη μεγάλη διακύμανση που παρουσιάζουν τα τελευταία χρόνια οι τιμές του φυσικού αερίου ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή. Ακόμα, παρατηρείται η αποσύνδεση της τιμής του φυσικού αερίου στις Ηνωμένες Πολιτείες (Henry Hub) από τα ορυκτά καύσιμα, κάτι που κατά πάσα πιθανότητα οφείλεται στην αύξηση των αποθεμάτων φυσικού αερίου στην Αμερική τα τελευταία χρόνια λόγω της εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων σχιστολιθικού αερίου (shale gas). Τέλος, είναι εμφανής η μεγάλη διακύμανση που παρουσιάζουν οι τιμές των καυσίμων, κάτι που μαρτυρά την αστάθεια της αγοράς και καθιστά ιδιαίτερα δύσκολη την πρόβλεψη των τιμών στο μέλλον.

Θα πρέπει εδώ να επισημανθεί πως η τιμή Henry Hub είναι η τιμή φυσικού αερίου αγωγού στη βόρεια Αμερική και δεν περιλαμβάνει τα έξοδα υγροποίησης του αερίου, όπως και τα έξοδα μεταφοράς του στο πλοίο. Η τιμή για την Ευρώπη περιλαμβάνει το κόστος υγροποίησης αλλά όχι αυτό της διανομής.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7 – Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (2013-2015), ΠΗΓΗ: DNV-GL, 2015

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι η τιμή του LNG είναι πολύ κοντά με την τιμή του IFO 380 στην Ευρώπη, αλλά η διαφορά μεγαλώνει αισθητά κατά 100% συγκρινόμενη με την τιμή του MGO. Παρόλα αυτά, οι αποστάσεις αυτές δεν είναι πραγματικές, για δύο λόγους. Αφενός, η τιμή αυτή όπως προαναφέρθηκε δεν συμπεριλαμβάνει το κόστος διανομής στο πλοίο. Αφετέρου, έχει αμεληθεί ο πολύ σημαντικός παράγοντας της μη ύπαρξης επαρκών εγκαταστάσεων παραγωγής και διανομής LNG. Το κόστος της δημιουργίας των απαραίτητων υποδομών στα μέρη που δεν υπάρχουν είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα μετακυλιστούν στην τιμή στην οποία θα διατίθεται το LNG [23], [31].

Βέβαια, από την άλλη πλευρά, είναι βέβαιο πως οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις του παραρτήματος VI που συζητήθηκαν παραπάνω θα οδηγήσουν σε αυξήσεις στις τιμές των καυσίμων στο μέλλον, ιδιαίτερα μετά το 2020, αφού ανάλογα θα απαιτηθούν επιπλέον επενδύσεις από τους παραγωγούς καυσίμων για να παράγουν τις μεγάλες ποσότητες, απαλλαγμένων από θείο καυσίμων, που θα απαιτηθούν.

Η έλλειψη της απαραίτητης υποδομής, όπως εγκαταστάσεις ανεφοδιασμού και εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και αβεβαιότητες σχετικά με την μακροπρόθεσμη διαθεσιμότητα του καυσίμου είναι πάντα υπαρκτοί προβληματισμοί που συνοδεύουν την εισαγωγή νέων καυσίμων. Οι πλοιοκτήτες δεν θα αρχίσουν να χρησιμοποιούν νέα καύσιμα αν η υποδομή δεν είναι διαθέσιμη και οι πάροχοι ενέργειας δεν θα χρηματοδοτήσουν ακριβές εγκαταστάσεις χωρίς πριν να έχουν εξασφαλίσει πελάτες. Η λύση του γρίφου ίσως να είναι η συντονισμένη δράση από όλες τις πλευρές και η ενίσχυση εκ μέρους της πολιτείας και της ΕΕ για νέες υποδομές.

Επιπλέον παράμετροι που επηρεάζουν την απόφαση για τη χρήση του LNG

Παρά τα παραπάνω, η χρήση του LNG σαν ναυτιλιακό καύσιμο δεν είναι πάντα μια συμφέρουσα επιλογή. Οι δεξαμενές για την αποθήκευσή του αποτελούν μία μεγάλη δαπάνη γιατί απαιτούνται για την κατασκευή τους ακριβά υλικά και είναι αρκετά πιο πολύπλοκες σε σχέση με μία συμβατική δεξαμενή. Ταυτόχρονα, το LNG απαιτεί περίπου 2,5 φορές περισσότερο χώρο σε σχέση με το MDO για την ίδια ποσότητα ενέργειας επί του πλοίου, το οποίο μεταφράζεται σε μείωση της μεταφορικής ικανότητας του πλοίου σε σχέση με τη χρήση παραδοσιακών καυσίμων. Νέοι τύποι δεξαμενών (πρισματικές, τύπου μεμβράνης) αναμένεται να μειώσουν στο μέλλον αυτή την απαίτηση χώρου κατά περίπου 30%. Εκτός από τις δεξαμενές και το σύστημα σωληνώσεων, και οι κινητήρες που χρησιμοποιούν LNG είναι ακριβότεροι, τουλάχιστον προς το παρόν. Η σχετικά μεγάλη επένδυση που απαιτείται για τη μετάβαση στο LNG είναι πολλές φορές αποτρεπτική, ιδιαίτερα για τη μετασκευή υπάρχοντων πλοίων. Το συνολικό επιπλέον κόστος κατασκευής για

ένα πλοίο LNG κυμαίνεται ανάμεσα σε 8 και 15% ανάλογα με τον τύπο πλοίου. Τα δύο τρίτα περίπου του κόστους αφορούν τον εξοπλισμό, ενώ το ένα τρίτο στο αυξημένο κόστος του κινητήρα [29], [32], [33].

Εκτός όμως από τα παραπάνω, υπάρχουν και πλεονεκτήματα που δεν έχουν προαναφερθεί, όπως η μειωμένη συντήρηση που απαιτείται η οποία μπορεί να αντισταθμίσει σε βάθος χρόνου το μεγαλύτερο κόστος της αρχικής επένδυσης, η μειωμένη κατανάλωση λιπαντικών (LO), αλλά και η μειωμένη κατανάλωση καυσίμου κατά περίπου 4% [22].

Συνοψίζοντας, είναι γεγονός πως τα παραδοσιακά καύσιμα πετρελαίου θα συνεχίσουν να είναι η κύρια επιλογή καυσίμου στο κοντινό μέλλον, ιδιαίτερα για τα ποντοπόρα πλοία. Όμως, τα πλεονεκτήματα της χρήσης του LNG δεν μπορούν να αγνοηθούν για κάποιες κατηγορίες πλοίων με συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Με βάση όσα έχουν προαναφερθεί, το LNG ενδείκνυται για τύπους πλοίων με τα κάτωθι χαρακτηριστικά:

- Πλοία με δεδομένο δρομολόγιο και μικρή ακτίνα ενέργειας (κάτω από 4.000 nm), όπου δηλαδή η δεξαμενή που απαιτείται δεν είναι υπερβολικά μεγάλη και σταθερός τόπος και τρόπος ανεφοδιασμού μπορεί να καθοριστεί.
- Πλοία που λειτουργούν κυρίως μέσα σε μία ECA ή σε περιοχές που απαιτούνται χαμηλές εκπομπές.
- Πλοία με χαμηλές καταναλώσεις καυσίμου, όπου η μεταφερόμενη ενέργεια καυσίμου επαρκεί για ένα ικανοποιητικό διάστημα και η συχνότητα και ο χρόνος ανεφοδιασμού δεν είναι πολύ μεγάλος.
- Πλοία που λειτουργούν σε περιοχή όπου LNG είναι διαθέσιμο και σε ανταγωνιστική τιμή [32].

Ένα πλοίο που θα παραγγελθεί σήμερα θα εξακολουθεί να λειτουργεί τη δεκαετία του 2030, όπου οι τιμές των καυσίμων αναμένεται να είναι υψηλότερες, η διαθεσιμότητά τους αυτή τη στιγμή άγνωστη και οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί θα είναι κατά πάσα πιθανότητα αυστηρότεροι. Η λάθος επιλογή καυσίμου τώρα, μπορεί να επηρεάσει άρδην την οικονομική

ζωή ενός πλοίου, συμπεριλαμβανομένου της δυνατότητάς του να εμπορευέται, καθώς και τη μεταπωλητική του αξία [24].

Παράγοντες που ενισχύουν την επιλογή του LNG για το πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων

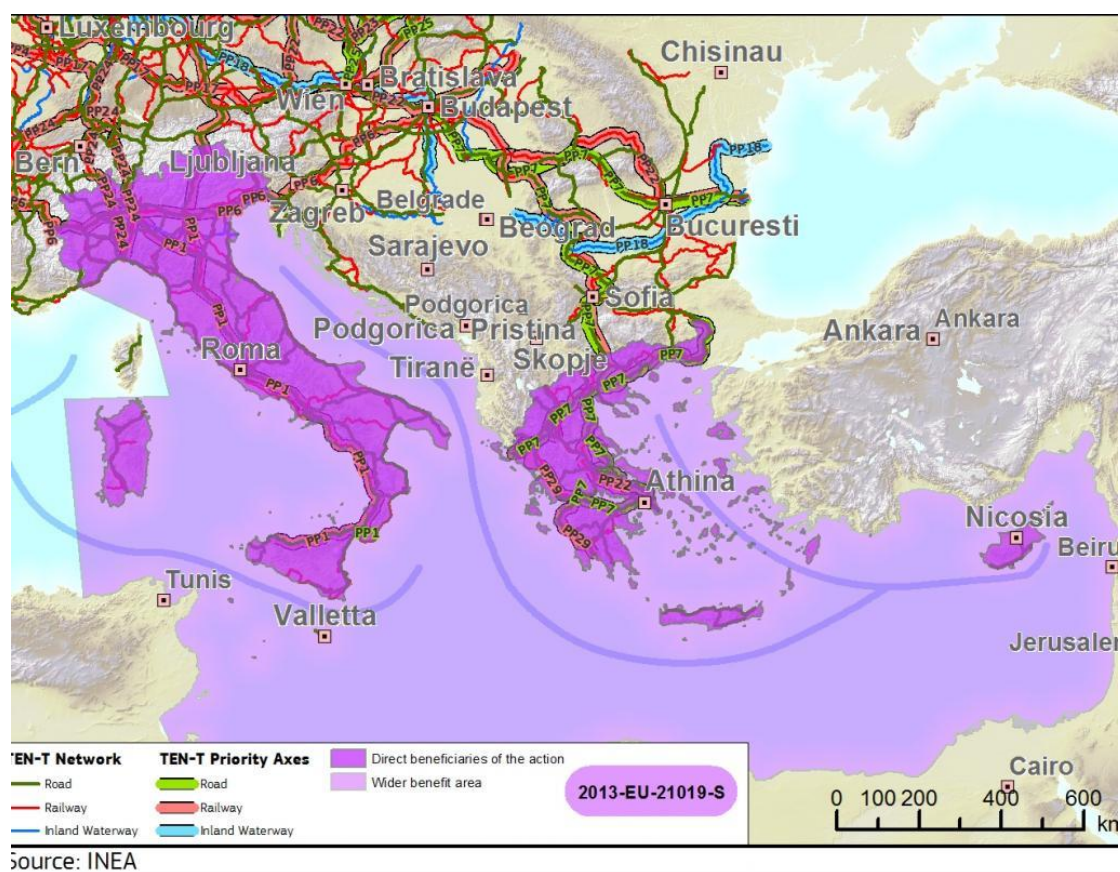
Καταρχάς, το πλοίο καθότι ειδικού σκοπού, έχει συγκεκριμένο δρομολόγιο όπως έχει καθοριστεί, με σχετικά μικρή ακτίνα ενέργειας. Η δεξαμενή η οποία απαιτείται για την αποθήκευση LNG θα είναι μικρού μεγέθους, ενώ και ο ανεφοδιασμός του, λόγω της πολύ κοντινής απόστασης από τον τερματικό σταθμό εισαγωγής της Ρεβυθούσας, μπορεί να γίνεται πολύ εύκολα και με μικρό κόστος προς το παρόν μέσω φορτηγών βυτιών.

Δεύτερον, το πλοίο θα λειτουργεί μέσα στο σύμπλεγμα των Κυκλάδων, κοντά σε ακτές, και θα κάνει συνεχώς στάσεις στα νησιά του Αιγαίου, όπως ακριβώς ένα ΕΓ/ΟΓ της ελληνικής ακτοπλοΐας. Για να ικανοποιεί τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς, το πλοίο θα καίει MDO με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο, ή LNG, το οποίο εκτός από το ότι είναι φτηνότερο, είναι και πολύ φιλικότερο προς το περιβάλλον. Επιπλέον, με αυτό τον τρόπο προλαμβάνονται όλες οι μελλοντικές αυστηροποιήσεις του κανονιστικού πλαισίου είτε του IMO, είτε της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως και μία ενδεχόμενη κήρυξη στο μέλλον της Μεσογείου ως περιοχή SECA ή και NECA [34].

Τρίτον, το πλοίο έχει επιλεγεί να ταξιδεύει με σχετικά μικρή ταχύτητα, ώστε να έχει αναλογικά μικρότερες καταναλώσεις, οι οποίες εκτός από τα ανάλογα οικονομικά οφέλη και τη μείωση των εκπομπών καυσαερίων, σημαίνει ότι θα έχει και σχετικά μεγάλη αυτονομία και η μεταφερόμενη ενέργεια θα επαρκεί για μεγάλο διάστημα χωρίς την συνεχή ανάγκη ανεφοδιασμού.

Άλλος ένας παράγοντας που υποβοηθά τη χρήση του LNG είναι τα σχέδια και οι επενδύσεις που έχουν ανακοινωθεί στο συγκεκριμένο τομέα στην Ελλάδα. Ενδεικτικό των παραπάνω προσπάθειών είναι το σχέδιο POSEIDON-MED, το οποίο είναι το πρώτο Ευρωπαϊκό διασυνοριακό έργο για ανεφοδιασμό των πλοίων με Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (LNG Bunkering Project) στη Μεσόγειο και την Αδριατική Θάλασσα. Το έργο στοχεύει στο σχεδιασμό μιας αλυσίδας λιμανιών για τη χρήση LNG ως ναυτιλιακό καύσιμο, συμπεριλαμβανομένης

της ανάπτυξης ενός δικτύου για τη μεταφορά και διανομή LNG, καθώς και τη δημιουργία μιας σωστά οργανωμένης και βιώσιμης αγοράς. Ήδη, δέκα τουλάχιστον νέα ή υπό μετατροπή πλοία (κυρίως ΕΓ/ΟΓ) συμμετέχουν στο σχέδιο, το οποίο εκτιμάται ότι θα κοστίσει στο σύνολό του 0,5 δισεκατομμύρια ευρώ. Το έργο συγχρηματοδοτείται από την ΕΕ μέσω του προγράμματος TEN-T (Trans-European Transport Network), το οποίο προσφέρει χρηματοδότηση για την ανάπτυξη και υποστήριξη των μεταφορικών υποδομών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η διαφαινόμενη δημιουργία σταθμού ανεφοδιασμού πλοίων LNG στον Πειραιά μέσω του προγράμματος και η εκτεταμένη χρήση του ως ναυτιλιακό καύσιμο θα εξασφαλίσει τον ευκολότερο και οικονομικότερο ανεφοδιασμό του πλοίου μεταφοράς απορριμμάτων για όλη την οικονομική ζωή του.



ΕΙΚΟΝΑ 14 – POSEIDON MED PROJECT, ΠΗΓΗ: EUROPEAN COMMISSION, 2015

Εξυπηρετούμενα νησιά

Το πρώτο στάδιο για την ανάπτυξη ενός πλοίου συλλογής των απορριμμάτων είναι ο καθορισμός του δρομολογίου που αυτό θα ακολουθεί. Η ιδέα να εξυπηρετούνται άμεσα και τα 24 κατοικημένα νησιά των Κυκλάδων από το πλοίο κρίθηκε ότι συγκεντρώνει αρκετά μειονεκτήματα. Εν συντομία, η διαδρομή που θα έπρεπε να καλύψει το πλοίο είναι πολύ μεγαλύτερη, για μία ποσότητα απορριμμάτων συγκριτικά πολύ μικρή, κάτι που θα είχε άμεσο αντίκτυπο στο κόστος. Ακόμα, πολλά από τα λιμάνια των Κυκλάδων, ακόμα και μεγαλύτερων νησιών, είναι μικρά με περιορισμένες υποδομές και δυνατότητες. Πολλά εξ αυτών δεν επιτρέπουν εύκολη προσέγγιση, ιδιαίτερα στα μεγαλύτερα σε μέγεθος πλοία και η φορτοεκφόρτωση θα ήταν μια δύσκολη διαδικασία άμεσα επηρεαζόμενη από τις καιρικές συνθήκες.

Αντί αυτού λοιπόν, προκρίθηκε η λύση της εξυπηρέτησης κάποιων νησιών άμεσα και των υπολοίπων έμμεσα. Τα κριτήρια για το διαχωρισμό των νησιών σε δύο ομάδες ήταν η παραγωγή απορριμμάτων του νησιού, το μέγεθός του, ο πληθυσμός του, η γεωγραφική του θέση, καθώς και οι υποδομές του λιμένα του. Όπως βλέπουμε από τα διαθέσιμα στοιχεία της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου, τα νησιά με παραγωγή μεγαλύτερη των 2.500 τόνων είναι η Σύρος, η Νάξος, η Σαντορίνη, η Πάρος και η Μύκονος ενώ ακολουθούν η Άνδρος, η Τήνος και η Μήλος. Τα νησιά αυτά, τα οποία θα αποτελέσουν την 1^η ομάδα, παράγουν συνολικά το 86,5% της συνολικής παραγωγής απορριμμάτων του νομού. Τη δεύτερη ομάδα θα αποτελέσουν τα υπόλοιπα 16 νησιά με συνολική παραγωγή απορριμμάτων ίση με το 13,5% της συνολικής παραγωγής, των οποίων τα απορρίμματα μετά την αποκομιδή τους θα φορτώνονται σε κοντέινερ και μέσω των πλοίων της γραμμής [21] θα αποστέλλονται στα νησιά της 1^{ης} ομάδας για συλλογή τους από το πλοίο. Οι αποστολές των απορριμμάτων των νησιών της 2^{ης} ομάδας θα γίνονται στο κοντινότερο νησί της 1^{ης} ομάδας.

Οι δύο ομάδες όπως προέκυψαν είναι οι εξής:

1 ^η ΟΜΑΔΑ	2 ^η ΟΜΑΔΑ
Σύρος	Αμοργός
Νάξος	Ανάφη
Σαντορίνη	Αντίπαρος
Πάρος	Δονούσα
Μύκονος	Ηρακλειά
Άνδρος	Ίος
Τήνος	Κέα
Μήλος	Κίμωλος
	Κουφονήσια
	Κύθνος
	Σέριφος
	Σίκινος
	Σίφνος
	Σχοινούσα
	Φολέγανδρος

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 – ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΝΗΣΙΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ

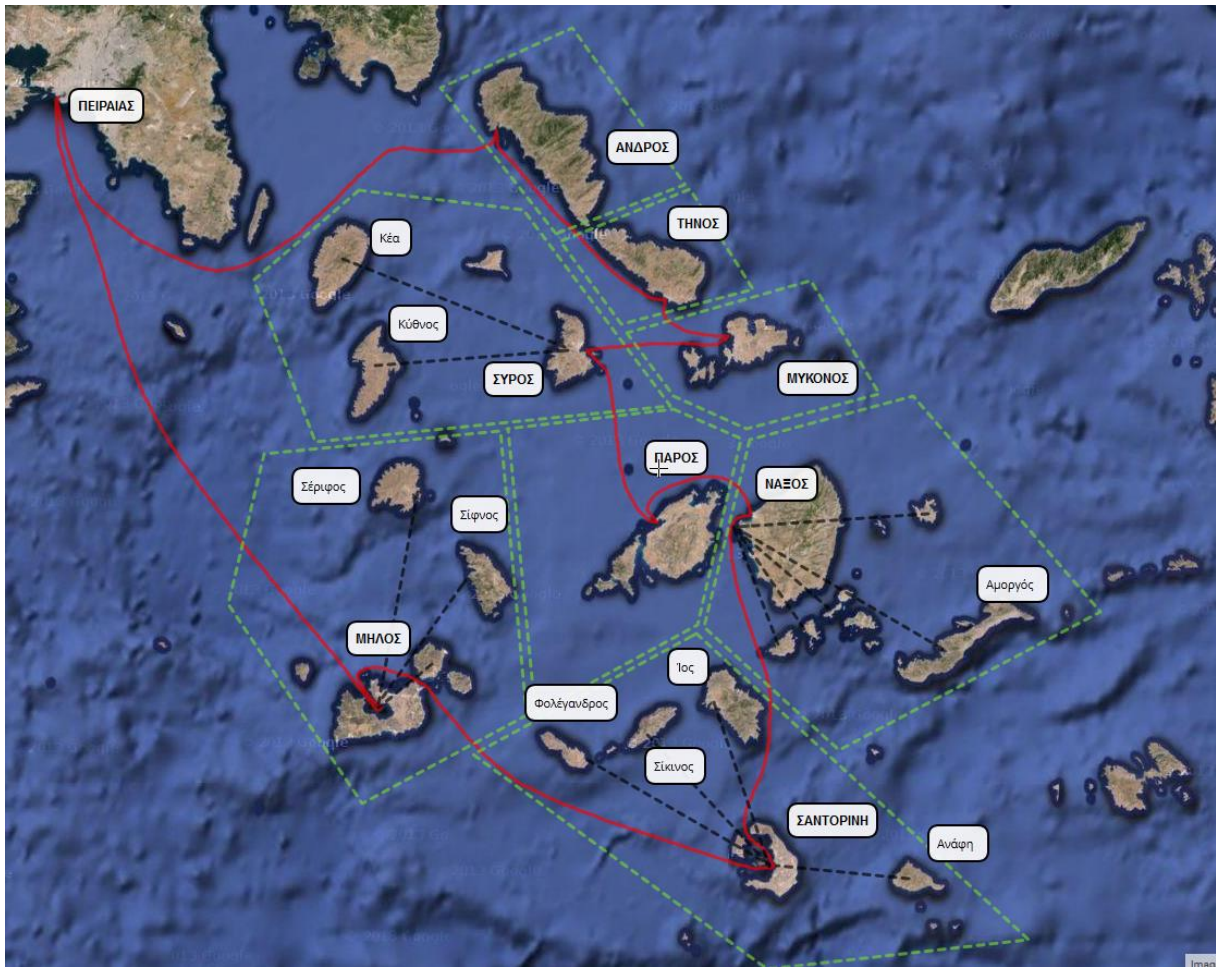
Κατά αυτόν τον τρόπο και λαμβάνοντας υπόψιν τις γεωγραφικές θέσεις των νησιών της 1^{ης} ομάδας, προέκυψε το δρομολόγιο που παρουσιάζεται παρακάτω. Ως αφετηρία του επιλέχθηκε ο Πειραιάς λόγω των υποδομών του λιμένα του και της θέσης του που καθιστά εύκολη τη μεταφορά των απορριμμάτων, είτε προς τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις επεξεργασίας απορριμμάτων, είτε προς άλλες που πιθανόν κατασκευαστούν αργότερα. Η υπάρχουσα σιδηροδρομική γραμμή του ΟΣΕ που ξεκινά από τον Πειραιά και καταλήγει στη Βόρεια Ελλάδα, θα μπορούσε εν δυνάμει να χρησιμοποιηθεί για την ευκολότερη, γρηγορότερη και οικονομικότερη μεταφορά των απορριμμάτων προς τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Ακόμα, ο Πειραιάς βρίσκεται πολύ κοντά στον τερματικό σταθμό της Ρεβυθούσας, κάτι που διευκολύνει πολύ τον τακτικό ανεφοδιασμό του.

Ο καθορισμός του δρομολογίου επέτρεψε εν συνεχεία τον προσδιορισμό των κυκλικών διαδρομών που θα μπορεί το πλοίο να ολοκληρώσει σε ένα μήνα. Όπως φαίνεται, το δρομολόγιο που θα εκτελεί το πλοίο είναι περίπου 380

ναυτικά μίλια. Ως ταχύτητα υπηρεσίας θεωρήθηκε αυτή των 14 κόμβων, η οποία είναι γενικά χαμηλή, αλλά επιλέχθηκε ώστε να επιτευχθεί το κατά δυνατόν μικρότερη κατανάλωση καυσίμου, και κατά συνέπεια χαμηλή περιβαλλοντική επιβάρυνση. Για κάθε στάση και φορτοεκφόρτωση υπολογίστηκαν ότι χρειάζονται το πολύ 3 ώρες. Επίσης, υπολογίστηκαν 24 ώρες χρόνος παραμονής στη βάση, χρόνος που θα αφιερώνεται στην εκφόρτωση, στη φόρτωση των άδειων κοντέινερ και στον ανεφοδιασμό του πλοίου. Τέλος, αν και το πλοίο θα μπορούσε θεωρητικά να ολοκληρώνει με αυτές τις προϋποθέσεις εννέα (9) κυκλικά δρομολόγια το μήνα, επιλέχθηκε να ολοκληρώνει οκτώ (8) και ο χρόνος των τεσσάρων περίπου αυτών ημερών τον μήνα να χρησιμοποιείται είτε για τη συντήρηση του πλοίου, είτε για να εξασφαλίζεται η πραγματοποίηση των απαιτούμενων δρομολογίων στην περίπτωση κακοκαιρίας.

ΚΥΚΛΙΚΟ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ				
Δρομολόγιο			Απόσταση	
Πειραιάς	-	Άνδρος (Γαύριο)	73.0	ν.μίλια
Άνδρος (Γαύριο)	-	Τήνος	32.4	ν.μίλια
Τήνος	-	Μύκονος	11.3	ν.μίλια
Μύκονος	-	Σύρος	19.0	ν.μίλια
Σύρος	-	Πάρος	25.4	ν.μίλια
Πάρος	-	Νάξος	19.8	ν.μίλια
Νάξος	-	Θήρα	47.3	ν.μίλια
Θήρα	-	Μήλος	64.0	ν.μίλια
Μήλος	-	Πειραιάς	87.3	ν.μίλια
		ΣΥΝΟΛΟ	379	ν.μίλια
Ταχύτητα Υπηρεσίας			14	κόμβοι
Κάθε Στάση			3,5	ώρες
Χρόνος στη βάση			24	ώρες
Δρομολόγια ανά μήνα			8	

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 – ΚΥΚΛΙΚΟ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ



ΕΙΚΟΝΑ 15 – ΚΥΚΛΙΚΟ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ ΚΑΙ ΟΜΑΔΕΣ ΝΗΣΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ

Λιμένες Νήσων Κυκλάδων

Ένας παράγοντας που περιορίζει το μέγεθος του υπό ανάπτυξη πλοίου είναι οι περιορισμοί που προκύπτουν από τα λιμάνια των νησιών των Κυκλάδων τα οποία το πλοίο θα εξυπηρετεί. Είναι γεγονός, πως ενώ κάποια από αυτά έχουν τις προδιαγραφές να εξυπηρετήσουν και μεγάλα σε μέγεθος πλοία, τα περισσότερα από αυτά είναι μικρά, χωρίς κατάλληλους λιμενοβραχίονες και

κυρίως με περιορισμένο βάθος, κάτι που καθιστά την προσέγγιση μεγάλων πλοίων δύσκολη.

Παρακάτω περιγράφεται επιγραμματικά η κατάσταση για κάθε νησί το οποίο το πλοίο θα προσεγγίζει. Οι ελλείψεις που αναφέρονται προέρχονται από την έκθεση για τα ελληνικά λιμάνια της Πανελληνίας Ένωσης Πλοιάρχων [35].

❖ ΜΗΛΟΣ

Έχει το πλεονέκτημα ότι βρίσκεται σε έναν από τους μεγαλύτερους και ασφαλέστερους φυσικούς κόλπους της Ελλάδας. Δεν καταγράφονται σοβαρές ελλείψεις. Προτείνεται η επέκταση προβλήτα για την ταυτόχρονη εξυπηρέτηση τουλάχιστον 3 πλοίων, η δημιουργία θέσεως προμνοπλαγιοδέτησης (L) και εκβάθυνση.

❖ ΘΗΡΑ (ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ)

Το βασικό πρόβλημα του λιμανιού είναι η ακαταλληλότητα του χώρου λόγω του μεγάλου βάθους, το οποίο δημιουργεί πολλά προβλήματα και δεν επιτρέπει κατασκευή λιμενοβραχίονα. Πρόσφατα έγιναν έργα τα οποία οπωσδήποτε βελτίωσαν την κατάσταση, όμως δεν έλυσαν το βασικό πρόβλημα του λιμανιού που είναι η ασφαλής προσέγγιση και παραμονή των πλοίων. Αυξήθηκε ο χερσαίος χώρος και θεωρητικά οι θέσεις προμνοδέτησης, όμως στην πράξη δεν μπορούν ταυτόχρονα να εξυπηρετηθούν περισσότερα από δυο πλοία λόγω του συγκλίνοντα προσανατολισμού των προβλητών. Προτείνεται μελλοντικά η μεταφορά του λιμανιού σε άλλη περιοχή.

❖ ΝΑΞΟΣ

Δεν σημειώνονται ιδιαίτερα προβλήματα. Προτείνεται η εκβάθυνση της λιμενολεκάνης έως την είσοδο της μαρίνας.

❖ ΠΑΡΟΣ

Δεν σημειώνονται ιδιαίτερα προβλήματα. Προτείνεται η εκβάθυνση πλησίον των θέσεων 6,7,8 και η δημιουργία τουλάχιστον μιας θέσης (L) προμνοπλαγιοδέτησης για παραμονή πλοίου με δυσμενείς καιρικές συνθήκες.

❖ ΣΥΡΟΣ

Επίσης δεν σημειώνονται ιδιαίτερα προβλήματα. Προτείνεται η εκβάθυνση της λιμενολεκάνης, καθώς σε πολλά σημεία το βάθος έχει ελαττωθεί με αποτέλεσμα να δυσχεραίνονται οι χειρισμοί των πλοίων με μεγάλο βύθισμα και η δημιουργία θέσης πρυμνοπλαγιοδέτησης για ασφαλή παραμονή πλοίου όταν επικρατούν κακές καιρικές συνθήκες.

❖ ΑΝΔΡΟΣ (ΓΑΥΡΙΟ)

Είναι επιτακτική η ανάγκη εκβάθυνσης όλης της λιμενολεκάνης. Λόγω του περιορισμένου βυθίσματος και του λασιώδους βυθού, δημιουργούνται προβλήματα στις αναρροφήσεις των πλοίων κατά τη διάρκεια χειρισμών. Ακόμα προτείνεται να μετατραπεί σε προβλήτα ο βραχώδης λιμενοβραχίονας.

❖ ΤΗΝΟΣ

Τα μεγαλύτερα προβλήματα μάλλον εντοπίζονται στο ημιτελές λιμάνι της Τήνου, στο οποίο βρίσκεται υπό κατασκευή προστατευτικός λιμενοβραχίονας - νησίδα. Σύμφωνα με την ΠΕΠΕΝ, ο νέος λιμενοβραχίονας θα δημιουργήσει περισσότερα προβλήματα από αυτά που θα λύσει και η αποπεράτωση του θα στερήσει από πλοία μεγαλύτερα των 120-130 μέτρων τη δυνατότητα να δέσουν στο λιμάνι, αφού η λιμενολεκάνη που δημιουργείται θα καθιστά ιδιαίτερα δύσκολη την πραγματοποίηση ελιγμών όταν οι καιρικές συνθήκες είναι κακές. Παράλληλα, σημειώνεται ότι έχει μειωθεί σημαντικά το βάθος του λόγω των προσχώσεων και πρέπει να γίνει άμεσα εκβάθυνση της εσωτερικής λιμενολεκάνης. Να σημειωθεί ακόμα ότι η εταιρία Blue Star, αποφάσισε τελικά να μη δρομολογήσει στη γραμμή Σύρου-Τήνου-Μυκόνου τα μεγαλύτερα Blue Star 1 ή 2, εξαιτίας της ακαταλληλότητας του λιμανιού της Τήνου.

❖ ΜΥΚΟΝΟΣ

Για το νέο λιμάνι της Μυκόνου, δεν σημειώνεται κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα, πέρα από το ότι δεν προστατεύεται από τους ΝΔ-ΒΔ ανέμους.

Παρακάτω παρουσιάζεται πίνακας με τα βάθη των λιμένων όπως προκύπτουν από την Υδρογραφική Υπηρεσία [36]. Να σημειωθεί ότι ο πίνακας είναι ενδεικτικός και σημειώνει το ελάχιστο και μέγιστο βάθος που συναντώνται μέσα στη λιμενολεκάνη.

ΒΑΘΗ ΛΙΜΕΝΩΝ ΝΗΣΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ					
	Ελάχιστο			Μέγιστο	
Άνδρος	5,5	5,9	m	8	m
Τήνος	3,6	3,9	m	16	m
Μύκονος	8,9	10,4	m	10,4	m
Σύρος	5,3	6	m	9,1	m
Πάρος	7,5	7,8	m	15	m
Νάξος	5	6,6	m	10	m
Θήρα	5,3	5,6	m	36	m
Μήλος	5,5	6	m	15	m

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 – ΤΟΠΙΚΑ ΜΕΓΙΣΤΑ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΒΑΘΗ ΛΙΜΕΝΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ, ΠΗΓΗ: ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ

Για να γίνει μια σωστή εκτίμηση των μέγιστων διαστάσεων που μπορεί να έχει το υπό ανάπτυξη πλοίο, θα πρέπει εκτός από τα παραπάνω, να ληφθούν υπόψη και τα πλοία που προσεγγίζουν τα λιμάνια των Κυκλάδων. Εξετάζοντας τα στοιχεία αφίξεων - αναχωρήσεων των λιμένων [37], παρατηρείται πως τα μεγαλύτερα αυτών είναι επιβατηγά ΕΓ/ΟΓ. Επιγραμματικά παρακάτω αναφέρονται τα χαρακτηριστικά των μεγαλύτερων εξ αυτών.

	BLUE STAR 1	BLUE STAR PAROS	NISSOS MYKONOS	THEOLOGOS P	VITSENTZOS KORNAROS
Year Built	2000	2002	2005	2000	1976
Length (m)	176	124,2	141	118	128,8
Beam (m)	25,7	18,9	22	21	20,2
Draft (m)	6,35	5	5,3	4,5	4,5
Speed (kn)	28	24,5	28	22	17
Passengers	1800	1440	1915	1154	1103
Cars	700	240	418	300	280

ΠΙΝΑΚΑΣ 11 – ΠΛΟΙΑ ΕΓ/ΟΓ ΠΟΥ ΠΡΟΣΕΓΓΙΖΟΥΝ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ, ΠΗΓΗ: MARINETRAFFIC

Με δεδομένο ότι ο λιμένας της Τήνου παρουσιάζει τα περισσότερα και σημαντικότερα προβλήματα όπως αυτά αναπτύσσονται παραπάνω και δεδομένου ότι το μεγαλύτερο οχηματαγωγό το οποίο προσεγγίζει το λιμάνι είναι το Blue Star Paros, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως το πλοίο πρέπει να μην υπερβαίνει τα 120 μέτρα σε μήκος και τα 5 μέτρα σε βύθισμα ώστε να διευκολύνεται η προσέγγιση και οι χειρισμοί σε όλους τους λιμένες των Κυκλάδων που το πλοίο θα προσεγγίζει.

Ανάλυση φορτίου απορριμμάτων

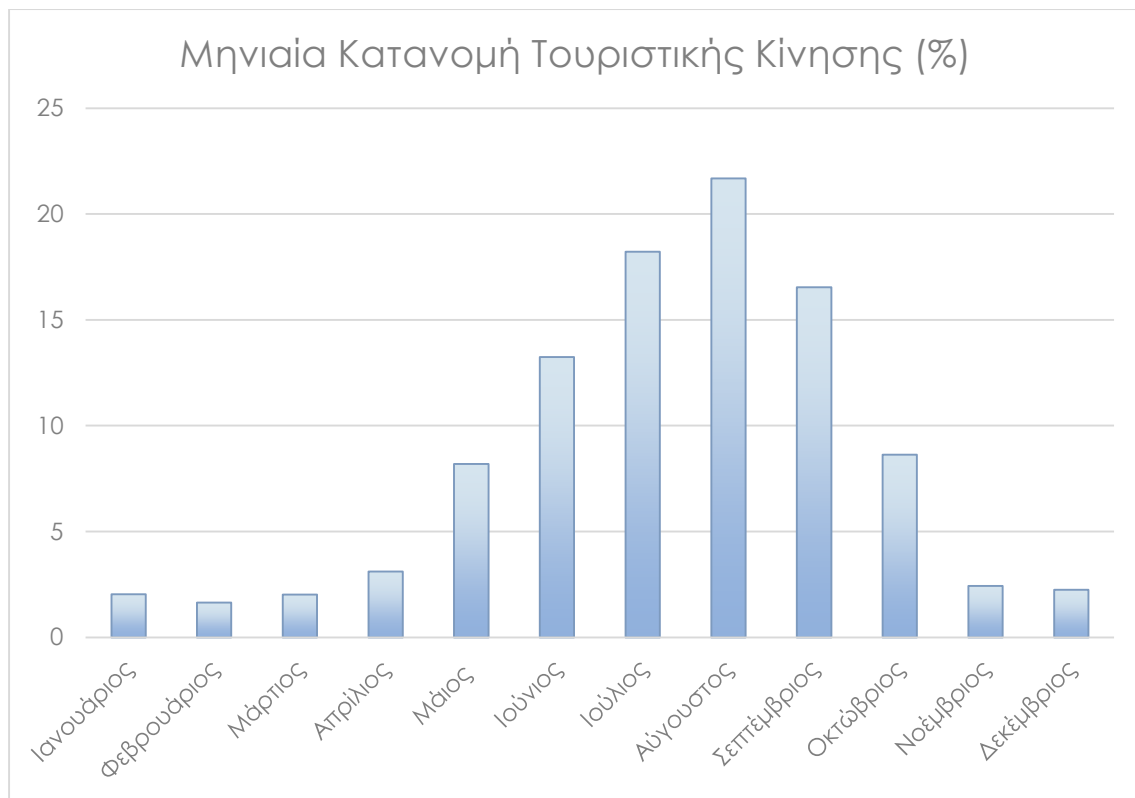
Μετά τον καθορισμό του δρομολογίου, ακολουθεί η εκτίμηση του βάρους των απορριμμάτων που θα πρέπει το πλοίο να μεταφέρει σε κάθε ταξίδι, ώστε να προσδιοριστεί τελικά το απαιτούμενο DWT (Dead Weight).

Με βάση τους στόχους που έχουν τεθεί και τα στοιχεία της περιφέρειας όπως παρουσιάστηκαν στο τρίτο κεφάλαιο, το πλοίο θα πρέπει να επαρκεί για τη μεταφορά όλων των απορριμμάτων των Κυκλάδων ως το 2038, δηλαδή να επαρκεί για τη μεταφορά 187.480 τόνων ανά έτος. Αυτό σημαίνει πως ως διάρκεια εκμετάλλευσης του πλοίου θα θεωρηθούν τα 23 έτη, ως το 2038. Θεωρώντας λοιπόν πως η ποσοστώση ανάμεσα στα απορρίμματα του μόνιμου πληθυσμού και των επισκεπτών δεν θα διαταραχθεί ιδιαίτερα στο μέλλον, προκύπτει το παρακάτω φορτίο απορριμμάτων:

ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ ΕΤΟΣ 2008 (tons)			ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ ΕΤΟΣ 2038 (tons)		
Σύνολο	Μόνιμοι	Επισκέπτες	Σύνολο	Μόνιμοι	Επισκέπτες
66,785	56,659	10,126	187,480	159,054	28,426

ΠΙΝΑΚΑΣ 12 – ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΜΟΝΙΜΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ

Ενώ τα απορρίμματα του μόνιμου πληθυσμού μπορούν εύκολα να κατανεμηθούν ανά μήνα, δεν ισχύει το ίδιο για τα απορρίμματα των επισκεπτών. Για να γίνει καταμερισμός του φορτίου των επισκεπτών, είναι απαραίτητα στοιχεία για την εποχικότητα της προσέλευσής τους. Ενδεικτικά, για το έτος 2013, η μηνιαία προσέλευση τουριστών ήταν η εξής:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8 – ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ (2013) - ΠΗΓΗ: ΣΕΤΕ

Βάσει της μηνιαίας κατανομής της τουριστικής κίνησης, προκύπτει ο καταμερισμός του φορτίου ανά μήνα. Όπως ήταν αναμενόμενο, η μεγαλύτερη παραγωγή απορριμμάτων παρουσιάζεται τον Αύγουστο, στο ζενίθ δηλαδή της παραθεριστικής περιόδου, και αντιστοιχεί σε 19.418 τόνους. Αφού το πλοίο μπορεί να ολοκληρώνει κάθε μήνα οκτώ κυκλικά δρομολόγια, η απαιτούμενη ποσότητα (Payload) που πρέπει να μεταφέρει σε κάθε δρομολόγιο είναι περίπου 2.427 τόνοι.

Απαιτούμενος Όγκος

Μετά τον προσδιορισμό του ωφέλιμου φορτίου, επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός του όγκου που απαιτείται για τη μεταφορά των απορριμμάτων, δηλαδή μία εκτίμηση για τον αριθμό των κοντέινερ που θα χρειαστούν.

Κοντέινερ

Για τη μεταφορά των απορριμμάτων θα χρησιμοποιηθούν κοντέινερ απορριμμάτων, κατάλληλα μετασκευασμένα και με τα απαραίτητα λειτουργικά σημεία μανδάλωσης (twistlocks) για να επιτρέπεται η στοιβασία στο πλοίο. Τα κοντέινερ αυτά είναι ο πλέον ενδεδειγμένος τρόπος μεταφοράς απορριμμάτων, καθώς εκτός από το ότι επιτρέπουν την εύκολη μεταφορά, είναι στεγανά και δεν επιτρέπουν τη διαφυγή υγρών και οσμών. Η μεταφορά και η τοποθέτησή τους γίνεται συνήθως από οχήματα τύπου Hook-Lift.



ΕΙΚΟΝΑ 16 – ΤΥΠΙΚΟ ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ, ΠΗΓΗ: NETMETAL

Το κοντέινερ που θα υπολογιστεί λοιπόν είναι κλειστού τύπου κοντέινερ απορριμμάτων κατάλληλα προσαρμοσμένο για στοιβάσια σε πλοίο και οι διαστάσεις του είναι ίδιες με τις διαστάσεις ενός TEU. Το βάρος του εκτιμήθηκε περίπου στους 4 τόνους.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ (TEU)		
Μήκος	6.1	m
Πλάτος	2.44	m
Ύψος	2.59	m
Όγκος	38	m ³
Βάρος	4	tons

ΠΙΝΑΚΑΣ 13 – ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Ειδικό βάρος

Το ειδικό βάρος ορίζεται ως το βάρος ενός υλικού ανά μονάδα όγκου. Για τα απορρίμματα, τα οποία από τη φύση τους μπορούν να συμπιεστούν, ισχύει ότι το ειδικό βάρος μεταβάλλεται ανάλογα με τη φάση διαχείρισής τους. Έτσι, επιτυγχάνεται μείωση του όγκου τους, ανάλογα με το διαχειριστικό στάδιο στο οποίο βρίσκονται, αλλά και ανάλογα με το υπό συμπίεση υλικό [38]. Στους παρακάτω πίνακες, παρουσιάζονται ενδεικτικά η διακύμανση, το τυπικό βάρος, αλλά και οι δυνατότητες συμπίεσης διαφόρων τύπων ΑΣΑ [39].

ΤΥΠΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΟΥ	ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΤΙΜΗ
Απόβλητα τροφίμων	130-480	290
Χαρτί	40-130	90
Χαρτόνι	40-80	50
Πλαστικά	40-130	65
Λάστιχο	100-205	130
Δέρμα	100-260	160
Απορρίμματα κήπων	60-225	110
Ξύλο	130-320	240
Γυαλί	160-480	195
Αλουμίνιο	65-240	160
Άλλα μέταλλα	130-1141	320
Τέφρες	650-830	745
Σκουπίδια	90-180	130

ΠΙΝΑΚΑΣ 14 – ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ, ΠΗΓΗ: [39]

Τύπος αποβλήτου	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg/m ³)		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ	
	Ασυμπίεστων ΑΣΑ	Κανονικά συμπίεσμένων	Καλά Συμπιεσμένων	
Υπολείμματα Τροφίμων	290	2,9	3	
Χαρτί, Χαρτόνι	65	4,5	6,2	
Πλαστικό	65	6,7	10	
Ύφασμα	65	5,6	6,7	
Λάστιχο, Δέρμα	145	3,3	3,3	
Απορρίμματα κήπων	100	4	5	
Ξύλο	240	3,3	3,3	
Γυαλί	195	1,7	2,5	
Μέταλλα	192	4,3	5,3	
Τέφρα, Σκόνη	480	1,2	1,3	

ΠΙΝΑΚΑΣ 15 – ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΑΣΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ, ΠΗΓΗ: [39]

Προσδιορισμός Όγκου

Για να υπολογιστεί λοιπόν ο όγκος που απαιτείται για τη μεταφορά των απορριμμάτων σε κοντέινερ, θα πρέπει λοιπόν να ληφθεί υπόψη η σύσταση των απορριμμάτων και να υπολογιστεί το ειδικό τους βάρος. Επίσης, σε δεύτερο στάδιο θα πρέπει να συμπεριληφθούν στους υπολογισμούς και οι δυνατότητες συμπίεσης που υπάρχουν.

Επειδή τα απορρίμματα δεν αποτελούν ένα ομοιογενές υλικό, οι ιδιότητές τους εξαρτώνται άμεσα από τη σύσταση, η οποία δεν είναι σταθερή και εξαρτάται άμεσα από τις καταναλωτικές συνήθειες, την περιοχή και την εποχή.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά η σύσταση των απορριμμάτων, το ειδικό βάρος και ο βαθμός συμπίεσης που μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε συστατικό.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg/m ³)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ
Υπολείμματα τροφών	28.50	290	2.9
Χαρτί	19.38	90	4.5
Χαρτόνι	8.30	50	4.5
Πλαστικά	20.68	65	6.7
Υφάσματα	2.38	65	5.6
Σύνθετα Υλικά	3.18	130	3.3
Διάφορα	1.68	160	3.3
Προϊόντα υγιεινής	4.08	70	4.5
Ξύλο	0.50	240	3.3
Γυαλί	7.10	195	1.7
Μη σιδηρούχα μέταλλα	1.18	160	4.3
Σιδηρούχα Μέταλλα	2.28	320	4.3
Αδρανή, τέφρες	0.76	480	1.2

ΠΙΝΑΚΑΣ 16 – ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤ. ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ

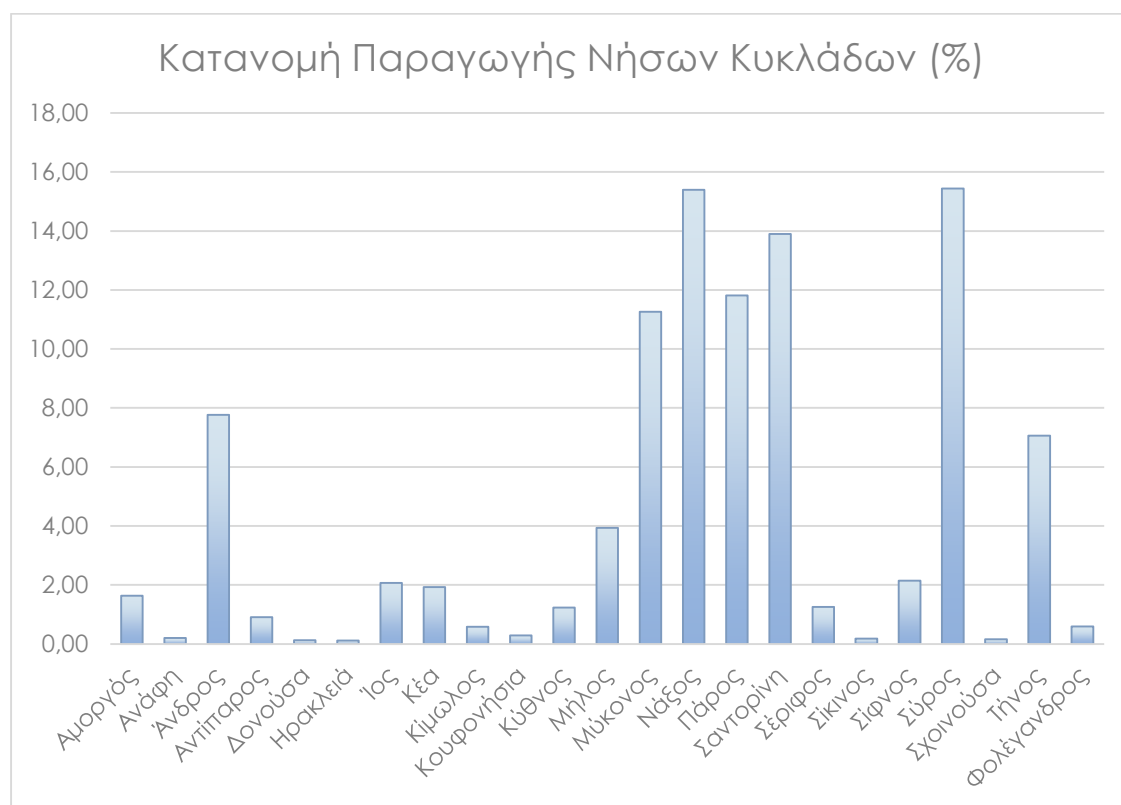
Όπως τα απορρίμματα στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο, (π.χ. στη χωματερή, σε κάδους, κοντέινερ) το βάρος των πάνω στρώσεων συμπιέζει τις κάτω στρώσεις, κάτι το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του όγκου τους. Εκτός από το φυσικό αυτό τρόπο συμπίεσης, υπάρχουν και πολλοί μηχανικοί τρόποι (πρέσες σε απορριμματοφόρα, κοντέινερ ή σταθερού τύπου πρέσες) που μπορούν να αυξήσουν πολύ περισσότερο το βαθμό συμπίεσης, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται τελικά το μικρότερο δυνατό κόστος μεταφοράς.

Αφού κατά την αποκομιδή τους από τα απορριμματοφόρα τα απορρίμματα συμπιέζονται ώστε να μειώνεται ο όγκος τους για τη μεταφορά τους, στους υπολογισμούς έχει ληφθεί υπόψη συμπίεση χρησιμοποιώντας τους συντελεστές του πίνακα 15 για την κανονική συμπίεση. Οι συντελεστές αυτοί εκτιμάται ότι αντικατοπτρίζουν την έκταση της συμπίεσης που θα επιτυγχάνεται κατά την αποκομιδή. Φυσικά, αν κριθεί απαραίτητο στο μέλλον, ο βαθμός της συμπίεσης θα μπορούσε να αυξηθεί περαιτέρω με διάφορους τρόπους, όπως η εγκατάσταση σταθερών πρεσών στους σταθμούς μεταφόρτωσης απορριμμάτων.

Χρησιμοποιώντας λοιπόν τα παραπάνω δεδομένα για όλα τα είδη αποβλήτων και λαμβάνοντας υπόψη πως πρέπει σε κάθε δρομολόγιο να μεταφέρονται 2.427 τόνοι, προέκυψε πως θα χρειαστούν 145 κοντέινερ ανά δρομολόγιο για τη μεταφορά όλων των απορριμμάτων των νησιών των Κυκλάδων στην ηπειρωτική χώρα. Το μέσο βάρος κάθε γεμάτου κοντέινερ εκτιμήθηκε κοντά στους 22 τόνους.

Αποκομιδή Κοντέινερ

Εκτός από τα κοντέινερ που θα πρέπει να μεταφέρει το πλοίο σε κάθε δρομολόγιο, κρίθηκε απαραίτητη μία εκτίμηση για την παραγωγή του κάθε νησιού και πιο συγκεκριμένα για τα κοντέινερ που θα πρέπει το πλοίο να παραλάβει από κάθε νησί. Παρακάτω φαίνεται η κατανομή της παραγωγής απορριμμάτων ανά νησί:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9 – ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΝΗΣΙ ΠΗΓΗ: ΠΝΑ, 2008

Θεωρώντας πως η κατανομή θα μείνει σταθερή στο μέλλον, η πρόβλεψη για τα κοντέινερ προς παραλαβή από κάθε νησί για το έτος 2038, όπως και το σύνολο της αποκομιδής από τα νησιά της 1^{ης} Ομάδας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΝΗΣΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ		ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ ΑΝΑ ΝΗΣΙ 1 ^{ης} ΟΜΑΔΑΣ
1η ΟΜΑΔΑ	2η ΟΜΑΔΑ		
Σύρος		22	27
	Κέα	3	
	Κύθνος	2	
Νάξος		22	26
	Δονούσα	0,5	
	Σχοινούσα	0,5	
	Κουφονήσια	0,5	
	Αμοργός	2	
	Ηρακλειά	0,5	
Σαντορίνη		20	24
	Ανάφη	0,5	
	Ίος	3	
	Σίκινος	0,5	
	Φολέγανδρος	1	
Πάρος		17	18
	Αντίπαρος	1	
Μήλος		6	12
	Κίμωλος	1	
	Σέριφος	2	
	Σίφνος	3	
Μύκονος		16	16
Άνδρος		11	11
Τήνος		10	10

ΠΙΝΑΚΑΣ 17 – ΑΠΟΚΟΜΙΔΗ ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ ΑΠΟ ΤΑ ΝΗΣΙΑ ΤΗΣ 1^{ΗΣ} ΟΜΑΔΑΣ (ΕΤΟΣ 2038)

Όπως αναμενόταν από την κατανομή της παραγωγής, η μεγαλύτερη αποκομιδή απορριμμάτων θα πρέπει να γίνει από την Σύρο και την Νάξο, με 27 και 26 κοντέινερ αντίστοιχα. Το σύνολο αυτό φυσικά, όπως φαίνεται και στον πίνακα, συμπεριλαμβάνει και τα απορρίμματα των νησιών της 2^{ης} ομάδας στην περιοχή, τα οποία προηγουμένως είχαν φορτωθεί σε κοντέινερ και είχαν μεταφερθεί με τα ΕΓ/ΟΓ της γραμμής στην Σύρο και στην Νάξο. Εκτιμώντας πως για τη φόρτωση κάθε κοντέινερ απαιτούνται περίπου 3 λεπτά, υπολογίζεται πως η φόρτωση στην Σύρο θα διαρκέσει περίπου 2 ώρες και 40 λεπτά, αν συνυπολογιστεί εκτός από τη φόρτωση και η εκφόρτωση των άδειων κοντέινερ που θα προηγηθεί. Ως εκ τούτου οι 3,5 ώρες που έχουν ήδη προϋπολογιστεί καλύπτουν την εκφόρτωση, τη φόρτωση και το χρόνο που απαιτείται για την προσόρμιση και πρυμνοδέτηση στο λιμάνι.

Προτεινόμενο Πλοίο Μεταφοράς Απορριμμάτων

Συνοψίζοντας, οι απαιτήσεις για το πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων όπως έχουν προκύψει έως τώρα είναι:

- ✚ Το πλοίο θα πρέπει να είναι ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων με χωρητικότητα τουλάχιστον 145 TEU.
- ✚ Θα πρέπει να μην υπερβαίνει συγκεκριμένες διαστάσεις (120 μέτρα ολικό μήκος, 5 μέτρα βύθισμα) για να μπορεί να προσεγγίζει χωρίς δυσκολίες τα λιμάνια.
- ✚ Θα πρέπει να φέρει δικά του φορτοεκφορτωτικά μέσα για να διεκπεραιώνει μόνο του τη διαδικασία της φόρτωσης, και μάλιστα από την πρόμνη, καθώς η παραβολή δεν είναι δυνατή για τέτοιου μεγέθους πλοία στα περισσότερα από τα λιμάνια των Κυκλάδων.

Με βάση τις παραπάνω απαιτήσεις προέκυψε η παρακάτω πρόταση (concept) για το πλοίο το οποίο θα αναλάβει το έργο της μεταφοράς των απορριμμάτων. Το πλοίο ονομάστηκε συμβολικά *Aegean Eco*, για να οριοθετηθεί η δράση του και να τονιστεί ο φιλικός προς το περιβάλλον προσανατολισμός του. Χρησιμοποιώντας φυσικό αέριο ως καύσιμο κίνησης και λόγω της χαμηλής

ταχύτητάς του, οι επιβλαβείς εκπομπές περιορίζονται σημαντικά σε σχέση με ένα ίδιου μεγέθους και μεγαλύτερης ταχύτητας υπηρεσίας πλοίο.

Όπως φαίνεται, το πλοίο μπορεί να χαρακτηριστεί ως **ConRO**, δηλαδή ως ένας συνδυασμός πλοίου μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (**Containership**) και ενός **RORO** (*Roll-on, Roll-off*). Η χωρητικότητά του είναι 164 κοντέινερ, η οποία υπερκαλύπτει την απαίτηση και εξασφαλίζει την πλήρη μεταφορά των απορριμμάτων των Κυκλάδων για τα επόμενα 23 χρόνια τουλάχιστον. Ο καταπέλτης που διαθέτει επιτρέπει την είσοδο στο πλοίο των φορτηγών τύπου *Hooklift* και την εκφόρτωση των κοντέινερ που φέρουν στο κλειστό κατάστρωμα. Ο εγκατεστημένος ανελκυστήρας αναλαμβάνει έπειτα να ανεβάζει το κοντέινερ στο ανοιχτό κατάστρωμα όπου και τοποθετείται στη θέση του από τον αναδιπλούμενο γερανό φορτοεκφόρτωσης (*Knuckleboom Crane*). Ο επιπλέον χώρος στο κλειστό κατάστρωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά απορριμματοφόρων αν αυτό κριθεί σκόπιμο. Οι κύριες διαστάσεις του και χαρακτηριστικά του είναι ως εξής:

AEGEAN ECO CONCEPT	
ESTIMATED DIMENSIONS AND CHARACTERISTICS	
Type of Vessel	ConRo
Length	100 m
Breadth	17,6 m
Depth	6,10 m
Draft	4,70 m
TEU	164
Deadweight	3500 tons
Service Speed	14 knots

ΠΙΝΑΚΑΣ 18 - ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Αναλυτικά η μέθοδος προεκτίμησης των κύριων διαστάσεων και λοιπών βασικών χαρακτηριστικών του πλοίου μεταφοράς απορριμμάτων απαραίτητων για τα εξεταστεί η οικονομική βιωσιμότητα του σχεδίου παρουσιάζεται παρακάτω μπορεί να αναζητηθεί στο παράρτημα Ι.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Κόστος Καυσίμων

Η Ελλάδα προμηθεύεται φυσικό αέριο από τρεις διαφορετικές πηγές:

- ✚ Από Ρωσία (μέσω Βουλγαρίας) και Αζερμπαϊτζάν (μέσω Τουρκίας) μέσω αγωγών σε αέρια μορφή.
- ✚ Από Αλγερία μέσω LNG-Carriers σε υγροποιημένη μορφή (LNG) στις εγκαταστάσεις της νήσου Ρεβυθούσας στον κόλπο των Μεγάρων.

Σύμφωνα με την πρώτη τριμηνιαία έκθεση του 2015 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την ευρωπαϊκή αγορά φυσικού αερίου [40], υπάρχει μεγάλη διακύμανση στις τιμές του φυσικού αερίου στις διάφορες χώρες της Ευρώπης. Η διακύμανση αυτή που καταγράφεται οφείλεται στην απόσταση από τη χώρα παραγωγής, τον αριθμό των πηγών - προμηθευτών και τις ενεργειακές ανάγκες σε αέριο που έχει κάθε χώρα. Η καταγεγραμμένη τιμή εισαγωγής για το LNG στην Ελλάδα σύμφωνα με την έκθεση είναι 29,38 €/MWh, και είναι αρκετά υψηλότερη σε σχέση με αυτή χωρών της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης, όπως η Γερμανία (22,93 €/MWh, το Βέλγιο (21,28 €/MWh) και το Ηνωμένο Βασίλειο (21,71€/MWh). Οι μόνες χώρες που η τιμή του φυσικού αερίου είναι υψηλότερη με βάση τα δεδομένα της έκθεσης είναι η Ρουμανία και η Εσθονία.

Δεδομένου ότι το πλοίο θα ανεφοδιάζεται έμμεσα από το εισαγόμενο LNG της Ρεβυθούσας και δεδομένου ότι το πλοίο θα είναι κατά πάσα πιθανότητα δημοσίου συμφέροντος, θεωρήθηκε ότι η τελική τιμή με την οποία το Aegean Eco θα παραλαμβάνει καύσιμο LNG θα είναι 483 €/ton³. Η τιμή αυτή είναι προσαυξημένη κατά 20% σε σχέση με την παραπάνω τιμή εισαγωγής για να

³ Η τιμή 29,38 €/MWh αντιστοιχεί σε 402,34 €/ton. Θεωρήθηκε φυσικό αέριο χαμηλής θερμογόνου ικανότητας 49,3 MJ/kg.

καλυφθεί το κόστος της διανομής στο πλοίο και το περιθώριο κέρδους του ΔΕΣΦΑ αν απαιτηθούν.

Για το MDO, του οποίου οι τιμές είναι έντονα πτωτικές το τελευταίο χρονικό διάστημα, σε αυτή τη φάση θεωρήθηκε τιμή βάσης τα 501,5 €/ton, τιμή που είναι ο μέσος όρος του τελευταίου τρίμηνου για το λιμάνι του Πειραιά.

Για το Lube Oil, θεωρήθηκε μέση τιμή 1600 €/ton [41].

Κόστος Κοντέινερ Απορριμμάτων

Η λειτουργία του πλοίου άμεσα συνεπάγεται και την ανάγκη προμήθειας κοντέινερ απορριμμάτων. Για να εξασφαλιστεί η συνεχή λειτουργία του συστήματος όπως έχει καθοριστεί, θα πρέπει τη στιγμή που ένα κοντέινερ φορτώνεται στο πλοίο γεμάτο απορρίμματα να εκφορτώνεται ένα άδειο για να το αντικαταστήσει. Λόγω του συστήματος αυτού υπολογίστηκε ότι απαιτείται η παραγγελία τουλάχιστον των διπλάσιων κοντέινερ σε σχέση με αυτά που έχουν προϋπολογιστεί στη φόρτωση.

Επειδή η ποσότητα των απορριμμάτων αυξάνεται με το χρόνο, έγινε η θεώρηση ότι η αγορά των κοντέινερ θα γίνεται κάθε έτος ανάλογα με τις ανάγκες. Το κόστος κάθε κοντέινερ εκτιμήθηκε στα 4000 €⁴. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η εκτίμηση για τα κοντέινερ που θα απαιτηθούν, καθώς και το κόστος της προμήθειάς τους για κάθε έτος.

Κόστος Αγοράς Container				
Έτος	Απορρίμματα ανά έτος(tons)	Απορρίμματα ανά δρομολόγιο (tons)	Απαραίτητα Containers ανά έτος	Κόστος ανά έτος (€)
0	85014	1100,672075	129	534699
1	87976	1139,023604	134	18631
2	91041	1178,713621	138	19281

⁴ Η εκτίμηση για το κόστος έγινε μετά από επικοινωνία με ελληνική εταιρεία κατασκευής κοντέινερ απορριμμάτων.

3	94215	1219,801926	143	19960
4	97501	1262,348324	148	20669
5	100905	1306,412615	153	21406
6	104430	1352,054602	159	22173
7	108082	1399,334087	164	22968
8	111865	1448,310872	170	23793
9	115783	1499,04476	176	24646
10	119842	1551,595553	182	25529
11	124046	1606,023053	188	26440
12	128399	1662,387062	195	27381
13	132907	1720,747382	202	28351
14	137573	1781,163816	209	29350
15	142403	1843,696166	216	30378
16	147401	1908,404234	224	31435
17	152572	1975,347822	232	32521
18	157920	2044,586733	240	33636
19	163449	2116,180768	248	34780
20	169166	2190,18973	257	35953
21	175073	2266,673421	266	37155
22	181176	2345,691644	275	38386
23	187480	2427,3042	285	39647

ΠΙΝΑΚΑΣ 19 – ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ ΑΝΑ ΕΤΟΣ

Λοιπά Ετήσια Έξοδα

Τα λοιπά ετήσια έξοδα για τη λειτουργία του πλοίου που προϋπολογίστηκαν είναι ως εξής:

Τροφοδοσία	81,760 €
Μισθοδοσία	392,000 €
Συντήρηση και Επισκευή	91,553 €
Ασφάλιση	32,176 €
Λιμένες	152,962 €
Γενικά	14,015 €

ΠΙΝΑΚΑΣ 20 – ΕΤΗΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ

- ✚ Ως έξοδα τροφοδοσίας θεωρήθηκαν 16 € ανά άτομο ανά μέρα.
- ✚ Ως έξοδα μισθοδοσίας θεωρήθηκαν 2000 € ανά μήνα ανά άτομο. Το ποσό αυτό αντιπροσωπεύει τον μέσο όρο μισθών του πληρώματος των 14 ατόμων. Συμπεριλήφθηκαν ακόμα 2 μήνες για δώρα εορτών και επίδομα αδείας.
- ✚ Τα έξοδα λιμένων υπολογίστηκαν ενδεικτικά με βάση τον τιμοκατάλογο του Οργανισμού Λιμένος Πειραιώς [42]. Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι τα δημοσίου συμφέροντος πλοία μπορούν να απαλλαγούν από όλες τις χρεώσεις στον λιμένα Πειραιώς και στους υπόλοιπους λιμένες των Κυκλάδων [42] [43].
- ✚ Τα κόστη για ασφάλιση, συντήρηση και επισκευή προέκυψαν από εμπειρικούς τύπους [44].

Ένας ακόμα παράγοντας που πρέπει να συνυπολογιστεί είναι η μεταφορά μέσω των πλοίων της γραμμής των γεμάτων κοντέινερ από τα νησιά της 2^{ης} ομάδας στα νησιά της 1^{ης} ομάδας. Η εκτίμηση του κόστους έγινε για φορτηγό τύπου hooklift με βάση το κόστος της διαδρομής Σαντορίνη – Ανάφη⁵ και θεωρήθηκε ότι το κόστος είναι όμοιο και για τις υπόλοιπες αποστάσεις. Παρακάτω ακολουθεί το προβλεπόμενο κόστος ανά έτος όπως προκύπτει, με βάση την ετήσια παραγωγή απορριμμάτων:

ΕΤΟΣ	ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ (τόνοι)	ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ ΑΝΑ ΕΤΟΣ (2->1)	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ (€)
2015	85,014	833	60,867
2016	87,976	862	62,988
2017	91,041	892	65,183
2018	94,215	923	67,455
2019	97,501	955	69,808
2020	100,905	988	72,244
2021	104,430	1,023	74,768
2022	108,082	1,059	77,383

⁵ Για του υπολογισμούς θεωρήθηκε φορτηγό μήκους 8,5 μέτρων. Η τιμή για τη διαδρομή είναι 8,6 €/μέτρο [51].

2023	111,865	1,096	80,091
2024	115,783	1,134	82,897
2025	119,842	1,174	85,803
2026	124,046	1,215	88,813
2027	128,399	1,258	91,930
2028	132,907	1,302	95,157
2029	137,573	1,347	98,498
2030	142,403	1,395	101,956
2031	147,401	1,444	105,534
2032	152,572	1,494	109,236
2033	157,920	1,547	113,065
2034	163,449	1,601	117,024
2035	169,166	1,657	121,117
2036	175,073	1,715	125,346
2037	181,176	1,775	129,716
2038	187,480	1,836	134,229

ΠΙΝΑΚΑΣ 23 – ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΑΠΟ 2^Η ΣΕ 1^Η ΟΜΑΔΑ

Προσδοκόμενα Έσοδα

Τα έσοδα του πλοίου μεταφοράς απορριμμάτων προέρχονται αποκλειστικά από την αξία των ανακυκλώσιμων υλικών που θα μεταφέρει. Η εκτίμηση των παραγόμενων ποσοτήτων με βάση τα στοιχεία της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου ακολουθεί στον παρακάτω πίνακα:

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ (τόνοι / έτος)					
Έτος	Πλαστικό	Μέταλλο	Χαρτί	Γυαλί	Σύνολο
1	17,581	2,941	27,000	6,036	53,559
2	18,193	3,044	27,941	6,246	55,425
3	18,827	3,150	28,915	6,464	57,356
4	19,484	3,260	29,923	6,689	59,355
5	20,163	3,374	30,966	6,923	61,426
6	20,867	3,491	32,047	7,164	63,570
7	21,596	3,613	33,167	7,415	65,791
8	22,351	3,740	34,327	7,674	68,091
9	23,134	3,871	35,528	7,942	70,475

10	23,944	4,006	36,773	8,221	72,943
11	24,783	4,147	38,062	8,509	75,500
12	25,653	4,292	39,397	8,807	78,149
13	26,553	4,443	40,780	9,116	80,892
14	27,485	4,599	42,211	9,436	83,731
15	28,450	4,760	43,693	9,768	86,671
16	29,449	4,927	45,227	10,111	89,714
17	30,483	5,100	46,815	10,465	92,863
18	31,552	5,279	48,457	10,833	96,120
19	32,658	5,464	50,155	11,212	99,489
20	33,801	5,655	51,912	11,605	102,973
21	34,983	5,853	53,727	12,011	106,574
22	36,205	6,058	55,603	12,430	110,296
23	37,467	6,269	57,542	12,864	114,141

ΠΙΝΑΚΑΣ 21 – ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Όσον αφορά τις τιμές των ανακυκλώσιμων υλικών, αυτές παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση ανάλογα με το έτος, τη χώρα και την ποιότητα του υλικού. Η διακύμανση αυτή εξαρτάται από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες, όπως η τιμή των αντίστοιχων πρώτων υλών, η γενικότερη οικονομική κατάσταση και πολλοί άλλοι παράγοντες. Επίσης, η διακύμανση από χώρα σε χώρα, ακόμα και μέσα στην ΕΕ, είναι ιδιαίτερα μεγάλη[45]. Για παράδειγμα, με μεταβλητή μόνο το είδος του υλικού και τιμές με βάση το WRAP Materials Pricing Report στη Μεγάλη Βρετανία, το γυαλί κόστιζε το 2009 16-32 £/ton, ενώ σήμερα κοστίζει 0-25 £/ton. Το πλαστικό από 0-340 £/ton το 2009, κοστίζει σήμερα 40-400 £/ton⁶. Η διακυμάνσεις αυτές, που για κάποια υλικά είναι πολύ μεγαλύτερα από άλλα, είναι ιδιαίτερα δύσκολο να εκτιμηθούν για το μέλλον.

Στην παρούσα εργασία, θεωρήθηκαν ως τιμές βάσης οι παρακάτω, οι οποίες βασίστηκαν στα έσοδα από ανακυκλώσιμα υλικά μεγάλης αλυσίδας λιανικού εμπορίου. Χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω τιμές, γιατί θεωρήθηκε πως αντιπροσωπεύουν καλύτερα τις πραγματικές τιμές και συνθήκες στην ελληνική

⁶ Το εύρος της τιμής έχει σχέση με το είδος του υλικού, π.χ. πράσινο, διαφανές, χρωματιστό ή μικτό γυαλί. Τιμή 0 σημαίνει ότι δεν υπήρξε ζήτηση και ως εκ τούτου δεν έχει καταγραφεί τιμή.

αγορά, και κατ' επέκταση θα οδηγήσουν σε καλύτερη προσέγγιση των εσόδων που θα προκύψουν. Θα πρέπει να επισημανθεί πως έχει θεωρηθεί ότι αξιοποιείται το σύνολο της παραγόμενης ποσότητας ανακυκλώσιμων υλικών, όπως αυτό έχει προσδιοριστεί.

ΤΙΜΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ (€/τόνο)			
Πλαστικό	Μέταλλο	Χαρτί	Γυαλί
190	210	55	21

ΠΙΝΑΚΑΣ 22– ΤΙΜΕΣ ΠΩΛΗΣΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΥΛΙΚΩΝ, ΠΗΓΗ: ΑΛΥΣΙΔΑ ΛΙΑΝΙΚΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ

ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΔΙΑΛΥΣΗΣ (\$/lt ldt)	
1997	152
1998	112
1999	143
2000	170
2001	135
2002	181
2003	267
2004	381
2005	332
2006	392
2007	472
2008	268
2009	328
2010	437
2011	456
2012	375
2013	410
2014	400
2015	295

Τέλος, πρέπει ακόμα να υπολογιστεί η υπολειμματική αξία του πλοίου στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του. Ως υπολειμματική αξία θα θεωρηθεί αυτή που προκύπτει από την πώληση του πλοίου προς διάλυση. Με βάση ιστορικές τιμές διάλυσης 18 ετών [46], η μέση τιμή που προκύπτει για να προσεγγιστεί η μελλοντική κατάσταση της αγοράς είναι 300 \$/lt ldt.

ΠΙΝΑΚΑΣ 24 - ΠΗΓΗ: ATHENIAN SHIPBROKERS S.A, 2015⁷

⁷ Οι τιμές διάλυσης βασίζονται σε ιστορικές τιμές διάλυσης πλοίων γενικού φορτίου στην Ινδία. Οι τιμές λήφθηκαν στο τέλος κάθε έτους.

Μέθοδοι Αξιολόγησης Επένδυσης

Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) – Net Present Value (NPV)

Η Καθαρή Παρούσα αξία είναι μία ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος αξιολόγησης επενδύσεων, η οποία ορίζεται ως η διαφορά της παρούσας αξίας των εισερχομένων ταμιακών ροών από την παρούσα αξία των εξερχομένων, κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Η παρούσα αξία των μελλοντικών ταμιακών ροών ανάγεται σε ισοδύναμες σημερινές παρούσες αξίες χρησιμοποιώντας το κατάλληλο προεξοφλητικό επιτόκιο (discount rate). Μηδενική Καθαρή Παρούσα Αξία σημαίνει ότι αποπληρώνεται η αρχική επένδυση χωρίς κέρδος, θετική ΚΠΑ σημαίνει ότι είναι αποδεκτή και επιστρέφει κέρδος, ενώ αρνητική ΚΠΑ σημαίνει πως η επένδυση δεν είναι αποδεκτή και καταλήγει σε ζημία.

Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ) – Internal Rate of Return (IRR)

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι η δεύτερη μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση του σχεδίου και ορίζεται ως το προεξοφλητικό επιτόκιο που εξισώνει την παρούσα αξία των ταμιακών ροών, ή αλλιώς μηδενίζει την ΚΠΑ της επένδυσης. Δείχνει την εσωτερική απόδοση ενός επενδυτικού σχεδίου. Αν ο ΕΒΑ είναι ίσος με 1, τότε η επένδυση θεωρείται οριακή, αν είναι μεγαλύτερος από 1 σημαίνει ότι είναι αποδεκτή, ενώ αν είναι μικρότερος από 1 η επένδυση δεν είναι αποδεκτή.

Μέθοδος Επανείσπραξης Κεφαλαίου (Payback Period)

Ως μέθοδος επανάκτησης του κεφαλαίου ορίζεται ως το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να καλυφθεί η δαπάνη της αρχικής επένδυσης από τις ετήσιες ταμιακές ροές. Η αρχή που διέπει τη μέθοδο είναι ότι όσο μικρότερη είναι η περίοδος αποπληρωμής του αρχικού κεφαλαίου, τόσο πιο συμφέρουσα και ασφαλής είναι η επένδυση. Οι αδυναμίες της μεθόδου συνοψίζονται στα δύο παρακάτω σημεία:

- ✚ Δεν λαμβάνεται υπόψιν η διαχρονική αξία του χρήματος.
- ✚ Δεν λαμβάνονται υπόψιν οι ταμειακές ροές που λαμβάνουν χώρα μετά την περίοδο αποπληρωμής του αρχικού κεφαλαίου.

Μία παραλλαγή της παραπάνω μεθόδου που αντιμετωπίζεται η αδυναμία του μη υπολογισμού της διαχρονικής αξίας του χρήματος είναι η προεξοφλημένη περίοδος επανείσπραξης. Η μέθοδος, η οποία θα χρησιμοποιηθεί και παρακάτω, ορίζεται ως το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να ανακτηθεί το αρχικό κεφάλαιο από τις προεξοφλημένες ταμειακές ροές.

Αποτελέσματα των μεθόδων

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες ταμειακών ροών, παρούσας αξίας, εσωτερικού βαθμού απόδοσης και περιόδου επανείσπραξης του σχεδίου μεταφοράς απορριμμάτων. Έχουν θεωρηθεί οι παρακάτω γενικές υποθέσεις:

- ✚ Το προεξοφλητικό επιτόκιο έχει ληφθεί ίσο με 8%.
- ✚ Η ανάλυση δεν συμπεριλαμβάνει πιθανούς φόρους.
- ✚ Ως χρονικός ορίζοντας του σχεδίου έχουν οριστεί τα 23 έτη, όπως και η οικονομική διάρκεια ζωής του πλοίου.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα αρχικά κόστη της επένδυσης.

Κόστος αγοράς πλοίου ⁸	20,227,582	€
Κόστος αγοράς κοντέινερ (1 ^ο έτος)	542,340	€
Σύνολο	20,769,926	€

ΠΙΝΑΚΑΣ 25: ΚΟΣΤΟΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Παρότι η αρχική επένδυση μπορεί εκ πρώτης όψεως να χαρακτηρίζεται υψηλή, συγκρινόμενη όμως με τα έργα που προβλέπονται στο ΠΕΣΔΑ της περιφέρειας κρίνεται μάλλον λογική. Για παράδειγμα, το ΠΕΣΔΑ προβλέπει την κατασκευή 9 ακόμα ΧΥΤΑ, μεταξύ αυτών και του ΧΥΤΑ Νάξου, ο οποίος θα κοστίζει 9,1 εκατ. ευρώ.

⁸ Η εκτίμηση για το κόστος αγοράς του πλοίου παρουσιάζεται στο παράρτημα II.

Επισημαίνεται ότι η ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου όπως ακολουθεί έχει ως επί τον πλείστον σκοπό να αναδείξει το κατά πόσο το σχέδιο είναι εφικτό και κάτω από ποιες συνθήκες θα ήταν οικονομικά βιώσιμο. Λόγω του μεγάλου βαθμού αβεβαιότητας που περιλαμβάνει, καθώς πρόκειται για μία επένδυση χρονικού ορίζοντα 23 ετών, τα απόλυτα μεγέθη της ΚΠΑ, ΕΒΑ και περιόδου αποπληρωμής θα πρέπει να θεωρηθούν ενδεικτικά.

ΚΠΑ (NPV) / ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή Ροή	Παρούσα Αξία
0	1.0000	20,762,280	0	-20,762,280	-20,762,280
1	0.9259	1,832,500	5,566,496	3,733,996	3,457,404
2	0.8573	1,835,345	5,760,464	3,925,119	3,365,157
3	0.7938	1,838,296	5,961,266	4,122,970	3,272,946
4	0.7350	1,841,357	6,169,193	4,327,836	3,181,089
5	0.6806	1,844,531	6,384,539	4,540,007	3,089,853
6	0.6302	1,847,822	6,607,595	4,759,773	2,999,464
7	0.5835	1,851,232	6,838,653	4,987,421	2,910,112
8	0.5403	1,854,765	7,078,006	5,223,242	2,821,955
9	0.5002	1,858,424	7,325,947	5,467,523	2,735,123
10	0.4632	1,862,213	7,582,767	5,720,554	2,649,723
11	0.4289	1,866,134	7,848,758	5,982,624	2,565,845
12	0.3971	1,870,192	8,124,213	6,254,021	2,483,558
13	0.3677	1,874,389	8,409,425	6,535,036	2,402,919
14	0.3405	1,878,729	8,704,684	6,825,956	2,323,972
15	0.3152	1,883,215	9,010,285	7,127,070	2,246,750
16	0.2919	1,887,850	9,326,518	7,438,668	2,171,276
17	0.2703	1,892,638	9,653,677	7,761,039	2,097,568
18	0.2502	1,897,582	9,992,052	8,094,471	2,025,633
19	0.2317	1,902,685	10,341,938	8,439,253	1,955,477
20	0.2145	1,907,951	10,703,625	8,795,674	1,887,096
21	0.1987	1,913,383	11,077,407	9,164,024	1,820,486
22	0.1839	1,918,984	11,463,575	9,544,592	1,755,637
23	0.1703	1,924,757	12,428,582	10,503,825	1,788,962
				ΚΠΑ	37,245,725
				IRR	22%

ΠΙΝΑΚΑΣ 26 – ΚΠΑ ΚΑΙ ΕΒΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ (Discounted Payback Period)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή ροή (δ)	Σωρευτική ταμειακή ροή
0	1.0000	20,762,280	0	-20,762,280	-20,762,280
1	0.9259	1,832,500	5,566,496	3,457,404	-17,304,876
2	0.8573	1,835,345	5,760,464	3,365,157	-13,939,719
3	0.7938	1,838,296	5,961,266	3,272,946	-10,666,773
4	0.7350	1,841,357	6,169,193	3,181,089	-7,485,685
5	0.6806	1,844,531	6,384,539	3,089,853	-4,395,832
6	0.6302	1,847,822	6,607,595	2,999,464	-1,396,368
7	0.5835	1,851,232	6,838,653	2,910,112	1,513,745
8	0.5403	1,854,765	7,078,006	2,821,955	4,335,700
9	0.5002	1,858,424	7,325,947	2,735,123	7,070,823
10	0.4632	1,862,213	7,582,767	2,649,723	9,720,546
11	0.4289	1,866,134	7,848,758	2,565,845	12,286,391
12	0.3971	1,870,192	8,124,213	2,483,558	14,769,949
13	0.3677	1,874,389	8,409,425	2,402,919	17,172,868
14	0.3405	1,878,729	8,704,684	2,323,972	19,496,840
15	0.3152	1,883,215	9,010,285	2,246,750	21,743,589
16	0.2919	1,887,850	9,326,518	2,171,276	23,914,866
17	0.2703	1,892,638	9,653,677	2,097,568	26,012,433
18	0.2502	1,897,582	9,992,052	2,025,633	28,038,067
19	0.2317	1,902,685	10,341,938	1,955,477	29,993,544
20	0.2145	1,907,951	10,703,625	1,887,096	31,880,640
21	0.1987	1,913,383	11,077,407	1,820,486	33,701,126
22	0.1839	1,918,984	11,463,575	1,755,637	35,456,763
23	0.1703	1,924,757	12,428,582	1,788,962	37,245,725
				Payback Period	6.48

ΠΙΝΑΚΑΣ 27 – ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Όπως φαίνεται σε πρώτη φάση, προκύπτει θετική Καθαρή Παρούσα Αξία και θετικός Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης, στοιχεία που αναδεικνύουν πως η επένδυση είναι αποδοτική. Η ΚΠΑ είναι της τάξης των 37.246.000 € περίπου, ο ΕΒΑ είναι της τάξης του 22% και η περίοδος επανείσπραξης είναι περίπου 6,5 έτη. Σαν έτος 0 νοείται το χρονικό διάστημα της αρχικής επένδυσης στην αρχή του 1^{ου} έτους.

Τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά του γεγονότος ότι το σχέδιο της μεταφοράς απορριμμάτων είναι οικονομικά βιώσιμο με μόνο έσοδο την αξία του ανακυκλώσιμου υλικού που μεταφέρει, ακόμα και αν το πλοίο μεταφοράς είναι ένα σύγχρονο και ταυτόχρονα χαμηλής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης πλοίο, όπως το *Aegean Eco*. Αν και το κόστος της αρχικής επένδυσης είναι μεγάλο, δεν κρίνεται απαγορευτικό για τους δημόσιους φορείς που είναι υπεύθυνοι για τη διαχείριση των απορριμμάτων στις Κυκλάδες.

Λόγω της μεγάλης αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει το σχέδιο, θα ακολουθήσουν στο επόμενο ποικίλα σενάρια μεταβολής διαφόρων μεταβλητών με στόχο την αναγνώριση των παραγόντων που έχουν το μεγαλύτερο αντίκτυπο και κατά συνέπεια αυξάνουν την αβεβαιότητα κατά το μεγαλύτερο βαθμό.

Μεταβολή Παραγόντων

Μεταβολή Απορριμμάτων

Ο πρώτος από τους παράγοντες που θεωρούνται αστάθμητοι και έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην οικονομική ανάλυση που προηγήθηκε είναι η παραγωγή απορριμμάτων, και κατ' επέκταση η παραγωγή ανακυκλώσιμων υλικών. Όπως έχει προαναφερθεί, θεωρείται ότι οι παραγόμενες ποσότητες που έχουν προβλεφθεί για τις Κυκλάδες είναι υπερτιμημένες (βλ. κεφάλαιο 2). Στο σημείο αυτό, θα θεωρήσουμε ότι ο ετήσιος ρυθμός παραγωγής θα είναι πιο ήπιος και θα διαμορφωθεί στο 1,5%, όπως αναμένεται και έχει υπολογιστεί σε πολλές άλλες περιφέρειες της χώρας [18]. Ο ετήσιος φόρτος που προκύπτει, είναι ως εξής:

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΡΥΘΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 1,5%) (τόνοι/έτος)			
2008	66,785	2024	84,749
2009	67,787	2025	86,020
2010	68,804	2026	87,311
2011	69,836	2027	88,620

2012	70,883	2028	89,950
2013	71,946	2029	91,299
2014	73,026	2030	92,668
2015	74,121	2031	94,058
2016	75,233	2032	95,469
2017	76,361	2033	96,901
2018	77,507	2034	98,355
2019	78,669	2035	99,830
2020	79,849	2036	101,328
2021	81,047	2037	102,848
2022	82,263	2038	104,390
2023	83,497		

ΠΙΝΑΚΑΣ 28 – ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΚΥΚΛΑΔΕΣ ΜΕ ΡΥΘΜΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 1,5%

Παρατηρούμε ότι οι παραγόμενες ποσότητες μειώνονται αισθητά, κάτι που βεβαιώνεται και από τον παρακάτω πίνακα που συγκρίνονται οι τιμές για τα έτη βάσης για τους δύο διαφορετικούς ρυθμούς ετήσιας αύξησης.

ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ		
Έτος	Ρυθμός (3.5 %)	Ρυθμός (1.5 %)
2008	66785	66,785
2018	94215	77,507
2028	132907	89,950
2038	187480	104,390

ΠΙΝΑΚΑΣ 29 – ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΜΕ ΡΥΘΜΟ 3,5% ΚΑΙ 1,5%

Οι παραπάνω μειωμένες ποσότητες που παράγονται οδηγούν και σε ανάλογη μείωση στις ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών που θα ανακτώνται από τα απορρίμματα. Οι ποσότητες που σε αυτή την περίπτωση θα ανακτώνται και τα προσδοκώμενα έσοδα από αυτές είναι ως εξής:

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ (τόνοι / έτος)					
Έτος	Πλαστικό	Μέταλλο	Χαρτί	Γυαλί	Σύνολο
1	15,328	2,565	23,541	5,263	46,696
2	15,558	2,603	23,894	6,246	48,301
3	15,792	2,642	24,252	6,464	49,150
4	16,028	2,682	24,616	6,689	50,016
5	16,269	2,722	24,985	6,923	50,899
6	16,513	2,763	25,360	7,164	51,800
7	16,761	2,804	25,741	7,415	52,720
8	17,012	2,846	26,127	7,674	53,659
9	17,267	2,889	26,519	7,942	54,617
10	17,526	2,932	26,916	8,221	55,595
11	17,789	2,976	27,320	8,509	56,594
12	18,056	3,021	27,730	8,807	57,614
13	18,327	3,066	28,146	9,116	58,655
14	18,602	3,112	28,568	9,436	59,718
15	18,881	3,159	28,997	9,768	60,804
16	19,164	3,206	29,431	10,111	61,912
17	19,451	3,254	29,873	10,465	63,044
18	19,743	3,303	30,321	10,833	64,200
19	20,039	3,353	30,776	11,212	65,380
20	20,340	3,403	31,238	11,605	66,585
21	20,645	3,454	31,706	12,011	67,816
22	20,955	3,506	32,182	12,430	69,072
23	21,269	3,559	32,664	12,864	70,355

ΠΙΝΑΚΑΣ 30: ΑΝΑΚΤΩΜΕΝΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ (ΣΕΝΑΡΙΟ 1)

ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ (€/ έτος)					
Έτος	Πλαστικό	Μέταλλο	Χαρτί	Γυαλί	Σύνολο
0	0	0	0	0	
1	2,912,362	538,563	1,294,745	110,514	4,856,185
2	2,956,047	546,642	1,314,167	112,172	4,929,028
3	3,000,388	554,841	1,333,879	113,855	5,002,963
4	3,045,394	563,164	1,353,887	115,563	5,078,008

5	3,091,075	571,611	1,374,196	117,296	5,154,178
6	3,137,441	580,185	1,394,809	119,055	5,231,490
7	3,184,503	588,888	1,415,731	120,841	5,309,963
8	3,232,270	597,722	1,436,967	122,654	5,389,612
9	3,280,754	606,687	1,458,521	124,494	5,470,456
10	3,329,966	615,788	1,480,399	126,361	5,552,513
11	3,379,915	625,025	1,502,605	128,256	5,635,801
12	3,430,614	634,400	1,525,144	130,180	5,720,338
13	3,482,073	643,916	1,548,021	132,133	5,806,143
14	3,534,304	653,575	1,571,242	134,115	5,893,235
15	3,587,319	663,378	1,594,810	136,127	5,981,634
16	3,641,128	673,329	1,618,732	138,169	6,071,358
17	3,695,745	683,429	1,643,013	140,241	6,162,429
18	3,751,182	693,680	1,667,659	142,345	6,254,865
19	3,807,449	704,085	1,692,673	144,480	6,348,688
20	3,864,561	714,647	1,718,064	146,647	6,443,918
21	3,922,529	725,366	1,743,834	148,847	6,540,577
22	3,981,367	736,247	1,769,992	151,080	6,638,686
23	4,041,088	747,291	1,796,542	153,346	6,738,266

ΠΙΝΑΚΑΣ 31: ΠΡΟΣΔΟΚΟΜΕΝΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ (ΣΕΝΑΡΙΟ 1)

Θεωρώντας πως οι υπόλοιποι παράγοντες μένουν σταθεροί και ο μόνος που μεταβάλλεται είναι οι ανακτώμενες ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών. Οι ΚΠΑ, ΕΒΑ και περίοδος επανείσπραξης διαμορφώνονται ως εξής:

ΚΠΑ (NPV) / ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή Ροή	Παρούσα Αξία
0	1.0000	20,762,280	0	-20,762,280	-20,762,280
1	0.9259	1,832,500	4,760,205	2,927,706	2,710,839
2	0.8573	1,835,345	4,831,609	2,996,264	2,568,813
3	0.7938	1,838,296	4,904,083	3,065,786	2,433,720
4	0.7350	1,841,357	4,977,644	3,136,287	2,305,264
5	0.6806	1,844,531	5,052,309	3,207,777	2,183,159
6	0.6302	1,847,822	5,128,093	3,280,271	2,067,127

7	0.5835	1,851,232	5,205,015	3,353,783	1,956,900
8	0.5403	1,854,765	5,283,090	3,428,325	1,852,217
9	0.5002	1,858,424	5,362,336	3,503,912	1,752,828
10	0.4632	1,862,213	5,442,771	3,580,559	1,658,491
11	0.4289	1,866,134	5,524,413	3,658,279	1,568,973
12	0.3971	1,870,192	5,607,279	3,737,087	1,484,049
13	0.3677	1,874,389	5,691,388	3,816,999	1,403,503
14	0.3405	1,878,729	5,776,759	3,898,030	1,327,127
15	0.3152	1,883,215	5,863,410	3,980,196	1,254,724
16	0.2919	1,887,850	5,951,361	4,063,511	1,186,100
17	0.2703	1,892,638	6,040,632	4,147,994	1,121,074
18	0.2502	1,897,582	6,131,241	4,233,659	1,059,469
19	0.2317	1,902,685	6,223,210	4,320,525	1,001,118
20	0.2145	1,907,951	6,316,558	4,408,607	945,859
21	0.1987	1,913,383	6,411,307	4,497,924	893,538
22	0.1839	1,918,984	6,507,476	4,588,492	844,010
23	0.1703	1,924,757	7,171,248	5,246,491	893,558
				ΚΠΑ	15,710,181
				IRR	16%

ΠΙΝΑΚΑΣ 32 – ΚΠΑ ΚΑΙ ΕΒΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΣΕΝΑΡΙΟ 1)

ΠΡΟΞΟΦΛΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ (Discounted Payback Period)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή ροή (δ)	Σωρευτική ταμειακή ροή
0	1.0000	20,762,280	0	-20,762,280	-20,762,280
1	0.9259	1,832,500	4,760,205	2,710,839	-18,051,442
2	0.8573	1,835,345	4,831,609	2,568,813	-15,482,628
3	0.7938	1,838,296	4,904,083	2,433,720	-13,048,908
4	0.7350	1,841,357	4,977,644	2,305,264	-10,743,644
5	0.6806	1,844,531	5,052,309	2,183,159	-8,560,485
6	0.6302	1,847,822	5,128,093	2,067,127	-6,493,357
7	0.5835	1,851,232	5,205,015	1,956,900	-4,536,457
8	0.5403	1,854,765	5,283,090	1,852,217	-2,684,240
9	0.5002	1,858,424	5,362,336	1,752,828	-931,412

10	0.4632	1,862,213	5,442,771	1,658,491	727,080
11	0.4289	1,866,134	5,524,413	1,568,973	2,296,053
12	0.3971	1,870,192	5,607,279	1,484,049	3,780,101
13	0.3677	1,874,389	5,691,388	1,403,503	5,183,604
14	0.3405	1,878,729	5,776,759	1,327,127	6,510,732
15	0.3152	1,883,215	5,863,410	1,254,724	7,765,455
16	0.2919	1,887,850	5,951,361	1,186,100	8,951,555
17	0.2703	1,892,638	6,040,632	1,121,074	10,072,629
18	0.2502	1,897,582	6,131,241	1,059,469	11,132,099
19	0.2317	1,902,685	6,223,210	1,001,118	12,133,216
20	0.2145	1,907,951	6,316,558	945,859	13,079,075
21	0.1987	1,913,383	6,411,307	893,538	13,972,614
22	0.1839	1,918,984	6,507,476	844,010	14,816,623
23	0.1703	1,924,757	7,171,248	893,558	15,710,181
				Payback Period	9.56

ΠΙΝΑΚΑΣ 33 – ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (ΣΕΝΑΡΙΟ 1)

Παρατηρούμε πως διαμορφώνονται οι δείκτες. Η ΚΠΑ είναι τώρα της τάξης των 15.710.000 € περίπου, ο ΕΒΑ είναι της τάξης του 16% και η περίοδος επανείσπραξης είναι περίπου 9,5 έτη. Με βάση τα κριτήρια, το σχέδιο της μεταφοράς εξακολουθεί να είναι αποδοτικό, αν και η μείωση των εσόδων είναι μεγάλη. Με περίοδο αποπληρωμής της αρχικής επένδυσης στα 9,5 έτη και χρονικό ορίζοντα της επένδυσης στα 23 έτη, η επένδυση σίγουρα δεν κρίνεται ιδιαίτερα ελκυστική, αν και για ένα έργο κοινής ωφέλειας, όπως μπορεί να χαρακτηριστεί το παραπάνω, μπορεί να κριθεί επαρκής.

Μεταβολή Κόστους Απόκτησης Πλοίου

Ο επόμενος παράγοντας που θα εξεταστεί ως προς την επίδρασή του και ως προς το τελικό αποτέλεσμα είναι το κόστος αγοράς του πλοίου. Φυσικά ως τιμή βάσης θεωρείται η τιμή των 20,227,582 € που προέκυψε από τις δύο προσεγγιστικές μεθόδους (βλ. παράρτημα ΙΙ) και σε αυτήν την παράγραφο θα

εξεταστεί η μεταβολή αυτής της τιμής κατά $\pm 20\%$ ⁹. Το ποσοστό αυτό μεταβολής είναι εν γένει μεγάλο, αλλά επιλέχθηκε ώστε να μπορεί να καλύψει όλα τα πιθανά σενάρια όσον αφορά στο κόστος αγοράς. Τέτοια σενάρια είναι η αύξηση ή η μείωση του κόστους ναυπήγησης στο μέλλον, αλλά και άλλα όπως η τελική επιλογή και κατασκευή ενός μικρότερου ή οικονομικότερου πλοίου ή ενός μεγαλύτερου ή ακριβότερου με επιπλέον χαρακτηριστικά και δυνατότητες.

ΚΠΑ (NPV) / ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή Ροή	Παρούσα Αξία
0	1.0000	24,807,797	0	-24,807,797	-24,807,797
1	0.9259	1,832,500	5,566,496	3,733,996	3,457,404
2	0.8573	1,835,345	5,760,464	3,925,119	3,365,157
3	0.7938	1,838,296	5,961,266	4,122,970	3,272,946
4	0.7350	1,841,357	6,169,193	4,327,836	3,181,089
5	0.6806	1,844,531	6,384,539	4,540,007	3,089,853
6	0.6302	1,847,822	6,607,595	4,759,773	2,999,464
7	0.5835	1,851,232	6,838,653	4,987,421	2,910,112
8	0.5403	1,854,765	7,078,006	5,223,242	2,821,955
9	0.5002	1,858,424	7,325,947	5,467,523	2,735,123
10	0.4632	1,862,213	7,582,767	5,720,554	2,649,723
11	0.4289	1,866,134	7,848,758	5,982,624	2,565,845
12	0.3971	1,870,192	8,124,213	6,254,021	2,483,558
13	0.3677	1,874,389	8,409,425	6,535,036	2,402,919
14	0.3405	1,878,729	8,704,684	6,825,956	2,323,972
15	0.3152	1,883,215	9,010,285	7,127,070	2,246,750
16	0.2919	1,887,850	9,326,518	7,438,668	2,171,276
17	0.2703	1,892,638	9,653,677	7,761,039	2,097,568
18	0.2502	1,897,582	9,992,052	8,094,471	2,025,633
19	0.2317	1,902,685	10,341,938	8,439,253	1,955,477
20	0.2145	1,907,951	10,703,625	8,795,674	1,887,096
21	0.1987	1,913,383	11,077,407	9,164,024	1,820,486

⁹ Η διαφορά ανάμεσα στις δύο προσεγγιστικές μεθόδους ήταν περίπου 4%, ποσοστό το οποίο υπερκαλύπτεται από τη μεταβολή που θα εξεταστεί εδώ.

22	0.1839	1,918,984	11,463,575	9,544,592	1,755,637
23	0.1703	1,924,757	12,428,582	10,503,825	1,788,962
			ΚΠΑ		33,200,209
			IRR		19%

ΠΙΝΑΚΑΣ 34 – ΚΠΑ ΚΑΙ ΕΒΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΣΕΝΑΡΙΟ 2)

ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ (Discounted Payback Period)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή ροή (δ)	Σωρευτική ταμειακή ροή
0	1.0000	24,807,797	0	-24,807,797	-24,807,797
1	0.9259	1,832,500	5,566,496	3,457,404	-21,350,393
2	0.8573	1,835,345	5,760,464	3,365,157	-17,985,236
3	0.7938	1,838,296	5,961,266	3,272,946	-14,712,289
4	0.7350	1,841,357	6,169,193	3,181,089	-11,531,201
5	0.6806	1,844,531	6,384,539	3,089,853	-8,441,348
6	0.6302	1,847,822	6,607,595	2,999,464	-5,441,884
7	0.5835	1,851,232	6,838,653	2,910,112	-2,531,771
8	0.5403	1,854,765	7,078,006	2,821,955	290,184
9	0.5002	1,858,424	7,325,947	2,735,123	3,025,306
10	0.4632	1,862,213	7,582,767	2,649,723	5,675,030
11	0.4289	1,866,134	7,848,758	2,565,845	8,240,874
12	0.3971	1,870,192	8,124,213	2,483,558	10,724,432
13	0.3677	1,874,389	8,409,425	2,402,919	13,127,351
14	0.3405	1,878,729	8,704,684	2,323,972	15,451,323
15	0.3152	1,883,215	9,010,285	2,246,750	17,698,073
16	0.2919	1,887,850	9,326,518	2,171,276	19,869,349
17	0.2703	1,892,638	9,653,677	2,097,568	21,966,917
18	0.2502	1,897,582	9,992,052	2,025,633	23,992,551
19	0.2317	1,902,685	10,341,938	1,955,477	25,948,027
20	0.2145	1,907,951	10,703,625	1,887,096	27,835,123
21	0.1987	1,913,383	11,077,407	1,820,486	29,655,610
22	0.1839	1,918,984	11,463,575	1,755,637	31,411,247
23	0.1703	1,924,757	12,428,582	1,788,962	33,200,209
				Payback Period	7.90

ΠΙΝΑΚΑΣ 35 – ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (ΣΕΝΑΡΙΟ 2)

Όπως βλέπουμε, η αύξηση της τιμής του πλοίου κατά 20% στα 24,273,000 € προκαλεί μείωση της ΚΠΑ στα 33.200.000 € κατά 8,5%, μείωση του ΕΒΑ από 22% στο 19%, ενώ η περίοδος επανείσπραξης από 6,4 χρόνια αυξάνεται στα 7,9 χρόνια.

ΚΠΑ (NPV) / ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή Ροή	Παρούσα Αξία
0	1.0000	16,716,764	0	-16,716,764	-16,716,764
1	0.9259	1,832,500	5,566,496	3,733,996	3,457,404
2	0.8573	1,835,345	5,760,464	3,925,119	3,365,157
3	0.7938	1,838,296	5,961,266	4,122,970	3,272,946
4	0.7350	1,841,357	6,169,193	4,327,836	3,181,089
5	0.6806	1,844,531	6,384,539	4,540,007	3,089,853
6	0.6302	1,847,822	6,607,595	4,759,773	2,999,464
7	0.5835	1,851,232	6,838,653	4,987,421	2,910,112
8	0.5403	1,854,765	7,078,006	5,223,242	2,821,955
9	0.5002	1,858,424	7,325,947	5,467,523	2,735,123
10	0.4632	1,862,213	7,582,767	5,720,554	2,649,723
11	0.4289	1,866,134	7,848,758	5,982,624	2,565,845
12	0.3971	1,870,192	8,124,213	6,254,021	2,483,558
13	0.3677	1,874,389	8,409,425	6,535,036	2,402,919
14	0.3405	1,878,729	8,704,684	6,825,956	2,323,972
15	0.3152	1,883,215	9,010,285	7,127,070	2,246,750
16	0.2919	1,887,850	9,326,518	7,438,668	2,171,276
17	0.2703	1,892,638	9,653,677	7,761,039	2,097,568
18	0.2502	1,897,582	9,992,052	8,094,471	2,025,633
19	0.2317	1,902,685	10,341,938	8,439,253	1,955,477
20	0.2145	1,907,951	10,703,625	8,795,674	1,887,096
21	0.1987	1,913,383	11,077,407	9,164,024	1,820,486
22	0.1839	1,918,984	11,463,575	9,544,592	1,755,637
23	0.1703	1,924,757	12,428,582	10,503,825	1,788,962
				ΚΠΑ	41,291,241
				IRR	27%

ΠΙΝΑΚΑΣ 36 – ΚΠΑ ΚΑΙ ΕΒΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΣΕΝΑΡΙΟ 2)

ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ (Discounted Payback Period)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή ροή (δ)	Σωρευτική ταμειακή ροή
0	1.0000	16,716,764	0	-16,716,764	-16,716,764
1	0.9259	1,832,500	5,566,496	3,457,404	-13,259,360
2	0.8573	1,835,345	5,760,464	3,365,157	-9,894,203
3	0.7938	1,838,296	5,961,266	3,272,946	-6,621,257
4	0.7350	1,841,357	6,169,193	3,181,089	-3,440,168
5	0.6806	1,844,531	6,384,539	3,089,853	-350,315
6	0.6302	1,847,822	6,607,595	2,999,464	2,649,149
7	0.5835	1,851,232	6,838,653	2,910,112	5,559,261
8	0.5403	1,854,765	7,078,006	2,821,955	8,381,216
9	0.5002	1,858,424	7,325,947	2,735,123	11,116,339
10	0.4632	1,862,213	7,582,767	2,649,723	13,766,062
11	0.4289	1,866,134	7,848,758	2,565,845	16,331,907
12	0.3971	1,870,192	8,124,213	2,483,558	18,815,465
13	0.3677	1,874,389	8,409,425	2,402,919	21,218,384
14	0.3405	1,878,729	8,704,684	2,323,972	23,542,356
15	0.3152	1,883,215	9,010,285	2,246,750	25,789,106
16	0.2919	1,887,850	9,326,518	2,171,276	27,960,382
17	0.2703	1,892,638	9,653,677	2,097,568	30,057,950
18	0.2502	1,897,582	9,992,052	2,025,633	32,083,583
19	0.2317	1,902,685	10,341,938	1,955,477	34,039,060
20	0.2145	1,907,951	10,703,625	1,887,096	35,926,156
21	0.1987	1,913,383	11,077,407	1,820,486	37,746,642
22	0.1839	1,918,984	11,463,575	1,755,637	39,502,279
23	0.1703	1,924,757	12,428,582	1,788,962	41,291,241
				Payback Period	5.03

ΠΙΝΑΚΑΣ 37 – ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (ΣΕΝΑΡΙΟ 2)

Αντίστοιχα, η μείωση της τιμής κτήσης του πλοίου στα 16,182,065 € όπως φαίνεται είναι ιδιαίτερα ευεργετική για την απόδοση της επένδυσης. Η ΚΠΑ αυξάνεται στα 41,291,000 € κατά 13% σε σχέση με τιμή βάσης, ενώ ο ΕΒΑ αυξάνεται στο 27% καταγράφοντας αύξηση κατά περίπου 22%. Τέλος, η περίοδος επανείσπραξης μειώνεται αισθητά από τα 6,4 χρόνια στα 5 χρόνια.

Μεταβολή Κόστους Καυσίμων

Μία ακόμα μεταβλητή η οποία μπορεί να έχει μεγάλη επίδραση στο υπό μελέτη σχέδιο είναι αυτή του κόστους των καυσίμων. Ως τιμή βάσης έχει θεωρηθεί ως τώρα για το LNG 483 €/ton, ενώ για το MDO τα 501,5 €/ton. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 6, η μεταβολή της τιμής των καυσίμων εμφανίζει διαχρονικά μεγάλη διακύμανση. Είναι χαρακτηριστικό πως η τιμή του MDO ήταν 200\$/ton τη δεκαετία του 1990, 500 \$/ton στο τέλος του 2006 και 900 \$/ton το 2012 (βλ.4^ο κεφάλαιο). Αναλογικές αν και χαμηλότερες ήταν και οι τιμές για το LNG τουλάχιστον στην Ευρώπη. Λόγω λοιπόν της μεγάλης διακύμανσης, θα εξετάσουμε τη μεταβολή του ετήσιου κόστους καυσίμων κατά $\pm 50\%$. Η μεταβολή αυτή αντιστοιχεί σε νέα τιμή προμήθειας LNG στα 724 €/ton και MDO στα 752 €/ton. Το ποσοστό αυτό μεταβολής είναι εν γένει μεγάλο, αλλά επιλέχθηκε ώστε να μπορεί να καλύψει πολλά πιθανά σενάρια σε βάθος ετών όσον αφορά στο κόστος των καυσίμων. Ένα επιπλέον σενάριο που μπορεί να ικανοποιηθεί με αυτή τη μεταβολή, είναι και αυτό της αυξομείωσης της ταχύτητας του πλοίου, η οποία άμεσα οδηγεί σε αυξομείωση του κόστους των καυσίμων¹⁰.

Παρακάτω ακολουθούν οι πίνακες των κριτηρίων αξιολόγησης με τα αυξημένα και τα μειωμένα λειτουργικά κόστη λόγω της αυξομείωσης του κόστους των καυσίμων.

ΚΠΑ (NPV) / ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή Ροή	Παρούσα Αξία
0	1.0000	20,762,280	0	-20,762,280	-20,762,280
1	0.9259	2,306,266	5,566,496	3,260,230	3,018,732
2	0.8573	2,309,111	5,760,464	3,451,353	2,958,979
3	0.7938	2,312,062	5,961,266	3,649,204	2,896,855
4	0.7350	2,315,123	6,169,193	3,854,070	2,832,857
5	0.6806	2,318,297	6,384,539	4,066,241	2,767,416

¹⁰ Ενδεικτικά, για ένα panamax bulker, αύξηση της ταχύτητας από τους 14 στους 16 κόμβους αυξάνει την κατανάλωση καυσίμου κατά 40%, ενώ μείωση της ταχύτητας από τους 14 στους 12 κόμβους μειώνει την κατανάλωση κατά 30% [52]. Για το Aegean Eco, διαθέσιμα δεδομένα σε αυτό το αρχικό στάδιο δεν υπάρχουν.

6	0.6302	2,321,588	6,607,595	4,286,007	2,700,911
7	0.5835	2,324,998	6,838,653	4,513,655	2,633,675
8	0.5403	2,328,531	7,078,006	4,749,476	2,565,994
9	0.5002	2,332,190	7,325,947	4,993,757	2,498,122
10	0.4632	2,335,979	7,582,767	5,246,788	2,430,278
11	0.4289	2,339,900	7,848,758	5,508,858	2,362,655
12	0.3971	2,343,958	8,124,213	5,780,256	2,295,419
13	0.3677	2,348,155	8,409,425	6,061,270	2,228,716
14	0.3405	2,352,495	8,704,684	6,352,190	2,162,673
15	0.3152	2,356,981	9,010,285	6,653,304	2,097,399
16	0.2919	2,361,616	9,326,518	6,964,902	2,032,989
17	0.2703	2,366,404	9,653,677	7,287,273	1,969,524
18	0.2502	2,371,348	9,992,052	7,620,705	1,907,074
19	0.2317	2,376,451	10,341,938	7,965,487	1,845,699
20	0.2145	2,381,717	10,703,625	8,321,909	1,785,451
21	0.1987	2,387,149	11,077,407	8,690,258	1,726,370
22	0.1839	2,392,750	11,463,575	9,070,826	1,668,492
23	0.1703	2,398,523	12,428,582	10,030,059	1,708,272
				ΚΠΑ	32,332,271
				IRR	20%

ΠΙΝΑΚΑΣ 38 – ΚΠΑ ΚΑΙ ΕΒΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΣΕΝΑΡΙΟ 3)

ΠΡΟΞΟΦΛΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ (Discounted Payback Period)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή ροή (δ)	Σωρευτική ταμειακή ροή
0	1.0000	20,762,280	0	-20,762,280	-20,762,280
1	0.9259	2,306,266	5,566,496	3,018,732	-17,743,549
2	0.8573	2,309,111	5,760,464	2,958,979	-14,784,569
3	0.7938	2,312,062	5,961,266	2,896,855	-11,887,714
4	0.7350	2,315,123	6,169,193	2,832,857	-9,054,857
5	0.6806	2,318,297	6,384,539	2,767,416	-6,287,442
6	0.6302	2,321,588	6,607,595	2,700,911	-3,586,530
7	0.5835	2,324,998	6,838,653	2,633,675	-952,856
8	0.5403	2,328,531	7,078,006	2,565,994	1,613,138
9	0.5002	2,332,190	7,325,947	2,498,122	4,111,260
10	0.4632	2,335,979	7,582,767	2,430,278	6,541,538
11	0.4289	2,339,900	7,848,758	2,362,655	8,904,193

12	0.3971	2,343,958	8,124,213	2,295,419	11,199,612
13	0.3677	2,348,155	8,409,425	2,228,716	13,428,328
14	0.3405	2,352,495	8,704,684	2,162,673	15,591,001
15	0.3152	2,356,981	9,010,285	2,097,399	17,688,400
16	0.2919	2,361,616	9,326,518	2,032,989	19,721,389
17	0.2703	2,366,404	9,653,677	1,969,524	21,690,912
18	0.2502	2,371,348	9,992,052	1,907,074	23,597,986
19	0.2317	2,376,451	10,341,938	1,845,699	25,443,686
20	0.2145	2,381,717	10,703,625	1,785,451	27,229,136
21	0.1987	2,387,149	11,077,407	1,726,370	28,955,506
22	0.1839	2,392,750	11,463,575	1,668,492	30,623,998
23	0.1703	2,398,523	12,428,582	1,708,272	32,332,271
				Payback Period	7.33

ΠΙΝΑΚΑΣ 39 – ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (ΣΕΝΑΡΙΟ 3)

Όπως φαίνεται, η ΚΠΑ από τα 38,614,000 € με την αύξηση του κόστους των καυσίμων κυμαίνεται πλέον στα 32,332,000 €, ενώ ο ΕΒΑ από το 23% κυμαίνεται τώρα στο 20%. Η περίοδος επανείσπραξης αυξήθηκε κατά περίπου ένα έτος στα 7,33 έτη. Κατά τη μείωση του κόστους καυσίμων προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

ΚΠΑ (NPV) / Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή Ροή	Παρούσα Αξία
0	1.0000	20,762,280	0	-20,762,280	-20,762,280
1	0.9259	1,358,734	5,566,496	4,207,762	3,896,076
2	0.8573	1,361,579	5,760,464	4,398,885	3,771,335
3	0.7938	1,364,530	5,961,266	4,596,735	3,649,037
4	0.7350	1,367,591	6,169,193	4,801,602	3,529,321
5	0.6806	1,370,765	6,384,539	5,013,773	3,412,290
6	0.6302	1,374,056	6,607,595	5,233,539	3,298,017
7	0.5835	1,377,466	6,838,653	5,461,187	3,186,550
8	0.5403	1,380,999	7,078,006	5,697,008	3,077,916
9	0.5002	1,384,658	7,325,947	5,941,289	2,972,124
10	0.4632	1,388,447	7,582,767	6,194,320	2,869,169
11	0.4289	1,392,368	7,848,758	6,456,390	2,769,035
12	0.3971	1,396,426	8,124,213	6,727,787	2,671,697

13	0.3677	1,400,623	8,409,425	7,008,802	2,577,122
14	0.3405	1,404,963	8,704,684	7,299,722	2,485,271
15	0.3152	1,409,449	9,010,285	7,600,836	2,396,100
16	0.2919	1,414,084	9,326,518	7,912,434	2,309,564
17	0.2703	1,418,872	9,653,677	8,234,804	2,225,612
18	0.2502	1,423,816	9,992,052	8,568,236	2,144,193
19	0.2317	1,428,919	10,341,938	8,913,019	2,065,254
20	0.2145	1,434,185	10,703,625	9,269,440	1,988,742
21	0.1987	1,439,617	11,077,407	9,637,790	1,914,602
22	0.1839	1,445,218	11,463,575	10,018,358	1,842,782
23	0.1703	1,450,991	12,428,582	10,977,591	1,869,652
				ΚΠΑ	42,159,179
				IRR	24%

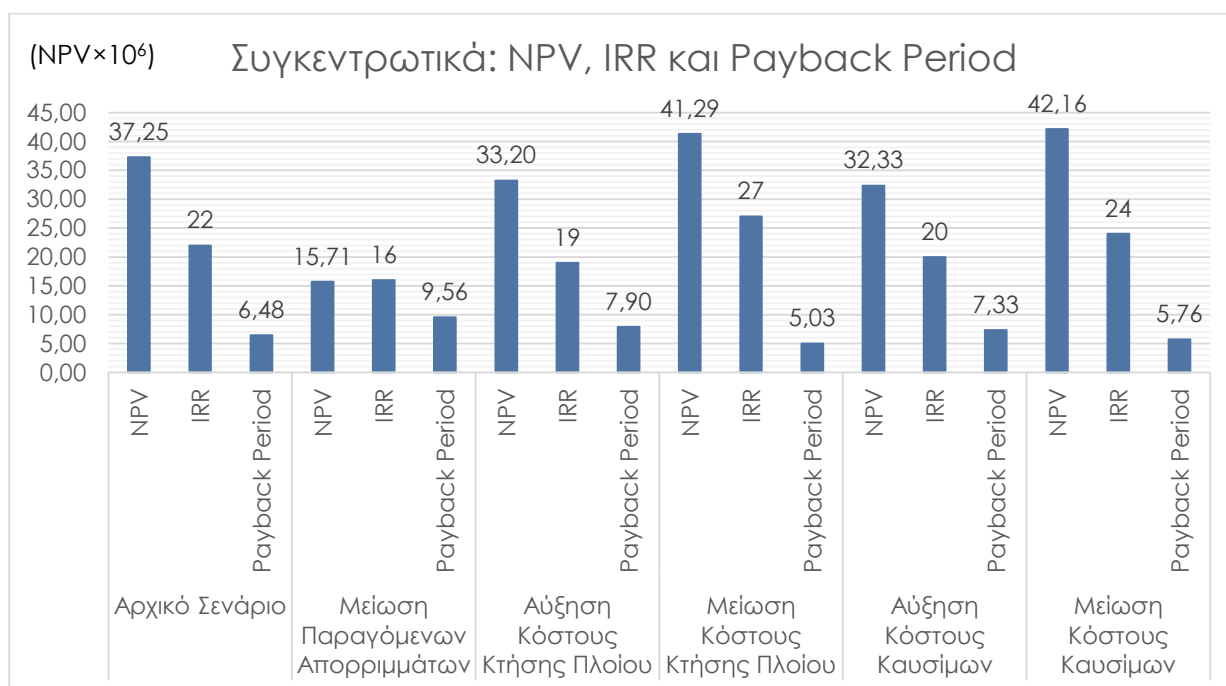
ΠΙΝΑΚΑΣ 40 – ΚΠΑ ΚΑΙ ΕΒΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΣΕΝΑΡΙΟ 3)

ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ (Discounted Payback Period)					
Έτος	Συντελεστής απομείωσης	Έξοδα	Έσοδα	Ταμειακή ροή (δ)	Σωρευτική ταμειακή ροή
0	1.0000	20,762,280	0	-20,762,280	-20,762,280
1	0.9259	1,358,734	5,566,496	3,896,076	-16,866,204
2	0.8573	1,361,579	5,760,464	3,771,335	-13,094,869
3	0.7938	1,364,530	5,961,266	3,649,037	-9,445,832
4	0.7350	1,367,591	6,169,193	3,529,321	-5,916,512
5	0.6806	1,370,765	6,384,539	3,412,290	-2,504,222
6	0.6302	1,374,056	6,607,595	3,298,017	793,795
7	0.5835	1,377,466	6,838,653	3,186,550	3,980,346
8	0.5403	1,380,999	7,078,006	3,077,916	7,058,262
9	0.5002	1,384,658	7,325,947	2,972,124	10,030,385
10	0.4632	1,388,447	7,582,767	2,869,169	12,899,554
11	0.4289	1,392,368	7,848,758	2,769,035	15,668,589
12	0.3971	1,396,426	8,124,213	2,671,697	18,340,286
13	0.3677	1,400,623	8,409,425	2,577,122	20,917,407
14	0.3405	1,404,963	8,704,684	2,485,271	23,402,678
15	0.3152	1,409,449	9,010,285	2,396,100	25,798,779
16	0.2919	1,414,084	9,326,518	2,309,564	28,108,343
17	0.2703	1,418,872	9,653,677	2,225,612	30,333,955
18	0.2502	1,423,816	9,992,052	2,144,193	32,478,148

19	0.2317	1,428,919	10,341,938	2,065,254	34,543,402
20	0.2145	1,434,185	10,703,625	1,988,742	36,532,143
21	0.1987	1,439,617	11,077,407	1,914,602	38,446,746
22	0.1839	1,445,218	11,463,575	1,842,782	40,289,528
23	0.1703	1,450,991	12,428,582	1,869,652	42,159,179
				Payback Period	5.76

ΠΙΝΑΚΑΣ 41 – ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (ΣΕΝΑΡΙΟ 3)

Η ΚΠΑ πλέον από τα 38,614,000 € διαμορφώνεται στα 42.160.000 €, ενώ ο ΕΒΑ από το 23% διαμορφώνεται στο 24%. Η περίοδος επανείσπραξης μειώθηκε από τα 6,36 έτη στα 5,76 έτη. Παρατηρείται ότι οι μεταβολές είναι ναί μεν σημαντικές, αλλά σε καμία περίπτωση δεν καθιστούν το σχέδιο μη βιώσιμο. Επιπλέον, αν και επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί μία μεγάλη αυξομείωση των τιμών καυσίμων, οι μεταβολές που προκύπτουν είναι ανάλογες των δύο σεναρίων που προηγήθηκαν, κάτι που καθιστά σαφές τον ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο της ποσότητας των μεταφερόμενων ανακυκλώσιμων υλικών και της αρχικής επένδυσης στο συγκεκριμένο εγχείρημα. Συγκεντρωτικά, οι ΚΠΑ, ΕΒΑ και Περίοδοι Επανείσπραξης από όλα τα σενάρια μπορούν να αναζητηθούν στο παρακάτω διάγραμμα:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10 - ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ NPV, IRR, PP

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων ΚΠΑ, ΕΒΑ και Περιόδου Επανεξέτασης που χρησιμοποιήθηκαν παραπάνω προκύπτει ότι το σχέδιο μεταφοράς των απορριμμάτων των Κυκλάδων στην ηπειρωτική χώρα είναι ένα βιώσιμο εναλλακτικό σχέδιο διαχείρισης των απορριμμάτων των νησιών. Το σχέδιο αυτό, το οποίο έρχεται σε αντίθεση με το υπάρχον της ΠΝΑ που προβλέπει την διαχείριση των απορριμμάτων κάθε νησιού σε τοπικό επίπεδο, προωθεί τη συνεργασία των νησιών και τη μεταφορά των απορριμμάτων σε μονάδες επεξεργασίας της ηπειρωτικής χώρας, έτσι ώστε να επιτευχθεί σημαντική οικονομία κλίμακας. Με αυτόν τον τρόπο, δεν είναι απαραίτητη η δημιουργία πολλών μικρότερων μονάδων στα νησιά (όπως ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ κ.α.), τα οποία λόγω του αναλογικά μικρού μεγέθους τους είναι ήδη ιδιαίτερα επιβαρυνόμενα περιβαλλοντικά, αλλά η χρήση ή η δημιουργία πολύ λιγότερων και μεγαλύτερων μονάδων επεξεργασίας σε κεντρικά σημεία στην ηπειρωτική χώρα.

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα της μελέτης αλλά και των διαφόρων σεναρίων, η αξία των ανακυκλώσιμων υλικών μπορεί να στηρίξει και να καταστήσει βιώσιμο το σχέδιο της μεταφοράς, ακόμα και αν το πλοίο μεταφοράς είναι ένα πλοίο νέας κατασκευής χαμηλής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης. Οι διάφορες μεταβολές κρίσιμων μεταβλητών που προηγήθηκαν, έδειξαν ότι το σχέδιο εξακολουθεί να είναι βιώσιμο, ακόμα και με πολύ μικρότερες παραγόμενες ποσότητες από αυτές που έχουν προϋπολογιστεί στο ΠΕΣΔΑ της περιφέρειας, με την αύξηση της τιμής των καυσίμων στο μέλλον, ή με την προμήθεια ενός μεγαλύτερου σε μεταφορική ικανότητα πλοίου. Βέβαια, παρότι το σχέδιο παραμένει βιώσιμο, έγινε εμφανής η πολύ σημαντική επίδραση που έχει ο παράγοντας της ποσότητας των απορριμμάτων που θα πρέπει να μεταφερθούν και κατ' επέκταση η ποσότητα των ανακυκλώσιμων που μπορούν να αξιοποιηθούν, αλλά και το κόστος της αρχικής επένδυσης, το οποίο αποτελείται ως επί το πλείστον από το κόστος κτήσης του πλοίου.

Φυσικά, απαραίτητες προϋποθέσεις για την εφαρμογή ενός τέτοιου σχεδίου είναι η διαμόρφωση του απαραίτητου πλαισίου και η ύπαρξη της απαραίτητης βούλησης από όλες τις εμπλεκόμενες πλευρές, καθώς το σχέδιο, παρότι είναι οικονομικά βιώσιμο και μπορεί να ανακουφίσει τα μικρά νησιά των Κυκλάδων από το μεγάλο φόρτο απορριμμάτων, μπορεί να προσκρούσει στις αντιδράσεις του τοπικού πληθυσμού στην ηπειρωτική χώρα. Θα πρέπει λοιπόν να καταβληθεί η απαραίτητη προσπάθεια για να αντισταθμιστούν οι πιθανές αρνητικές επιπτώσεις με αντιστοίχου μεγέθους φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις και εκτιμάται πως ένα πλοίο όπως αυτό, χαμηλής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης για τη μεταφορά, κινείται προς αυτή ακριβώς την κατεύθυνση.

Η χρήση του LNG ως καύσιμο κίνησης εξασφαλίζει στο πλοίο πολύ χαμηλές εκπομπές ρύπων και την αυτόματη ικανοποίηση των υπαρχόντων αλλά και των πιθανών μελλοντικών κανονισμών. Καθότι πρόκειται για ένα πλοίο κατά πάσα πιθανότητα δημοσίου συμφέροντος που θα επιτελεί κοινωνικό έργο, με τα παραπάνω στοιχεία αλλά και με την ολοένα αυξανόμενη παγκοσμίως διαθεσιμότητα φυσικού αερίου εξασφαλίζεται η αδιάκοπη λειτουργία του για όλη την οικονομική διάρκεια ζωής του, πιθανόν και για παραπάνω. Επιπλέον, μέσω της χρήση φυσικού αερίου ως καύσιμο πρόωσης, γίνεται εφικτή η μελλοντική εκμετάλλευση των απορριμμάτων, με την παραγωγή μέσω αυτών βιοαερίου και την χρήση του ως καύσιμο κίνησης για το πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων.

Η μετέπειτα εισαγωγή νέων καινοτόμων περιβαλλοντικών συστημάτων και λύσεων στα νησιά των Κυκλάδων, όπως η πρόληψη παραγωγής απορριμμάτων, η πλήρης διαλογή στην πηγή, η κομποστοποίηση ή άλλη επεξεργασία των οργανικών αποβλήτων, νέα εργοστάσια επεξεργασίας κ.α., θα μπορούσε στο μέλλον να οδηγήσει σε σταδιακή μείωση των παραγόμενων ποσοτήτων απορριμμάτων και μεταφορά στην ηπειρωτική χώρα μόνο των κλασμάτων που δεν μπορούν να επεξεργαστούν τοπικά. Έτσι, η αναμενόμενη επάρκεια του πλοίου για την μεταφορά των απορριμμάτων, θα μπορούσε να αυξηθεί πέραν των υπολογισμένων ετών.

Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Θα πρέπει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο πως η έρευνα που προηγήθηκε πρέπει να θεωρηθεί ενδεικτική, με την έννοια ότι περιέχει αβεβαιότητες λόγω των πολλών και αστάθμητων μεταβλητών, του μεγάλου χρονικού ορίζοντά της επένδυσης και της αβεβαιότητας για την ορθότητα κάποιων δεδομένων, όπως αυτά έχουν περιγραφεί προηγουμένως. Παρόλα αυτά, έχει γίνει μεγάλη προσπάθεια για την εξαγωγή όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστων αποτελεσμάτων, κάτι που ενισχύεται από τα διάφορα σενάρια που έχουν εκτιμηθεί.

Οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα εστιάζουν στην όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αύξηση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων αλλά και σε άλλα ιδιαίτερα σημαντικά σημεία και περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- ✚ Πραγματοποίηση νέας μελέτης εκτίμησης για το μέλλον των παραγόμενων ποσοτήτων απορριμμάτων στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, η οποία θα λαμβάνει υπόψιν τη μικρότερη του αναμενομένου αύξηση του πληθυσμού των Κυκλάδων τη δεκαετία 2001 – 2011.
- ✚ Πραγματοποίηση πλήρους μελέτης για την ανάπτυξη του νέου χαμηλής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης πλοίου μεταφοράς απορριμμάτων, που θα περιλαμβάνει εκτός των άλλων βέλτιστη εκτίμηση διαστάσεων, βαρών, σχέδιο γραμμών κλπ., λαμβάνοντας υπόψιν τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης.
- ✚ Πραγματοποίηση μελέτης εφικτότητας για την παραγωγή βιοαερίου χρησιμοποιώντας τα μεταφερόμενα οργανικά απορρίμματα και την χρήση του ως καύσιμο για την πρόωση του πλοίου μεταφοράς απορριμμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] European Commission, *Being wise with waste : the EU ' s approach to waste management*. 2010.
- [2] "Eurostat." [Online]. Available: <http://ec.europa.eu/eurostat/>.
- [3] EEA, "Managing municipal solid waste - a review of achievements in 32 European countries," 2013.
- [4] Υπουργείο Περιβάλλοντος, "Υ.Α. οικ. 69728/824/1996 - Μέτρα και όροι για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων." 1996.
- [5] I. Bakas, L. Milios, and (ETC/SCP), "Municipal waste management in Greece," 2013.
- [6] WWF, "Δεσμεύσεις και εφαρμογή: Η περιβαλλοντική νομοθεσία στην Ελλάδα," 2015.
- [7] Α. Παπαδασκαλόπουλος, Γ. Μέργος, and Μ. Χριστοφάκης, "Αναπτυξιακή Στρατηγική για το Νησιωτικό Χώρο," 2005.
- [8] Χ. Λύκος, "Διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων στο Νησιωτικό Χώρο των Κυκλάδων. Προοπτικές και Εναλλακτικά Σχέδια," 2014.
- [9] Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, "ΠΕΣΔΑ Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου," 2011.
- [10] C. Hall, "Paradise trashed : The beautiful island in the Maldives that's been reduced to a pile of rubbish," *DailyMail*, pp. 1-7, 2012.
- [11] W. Phillips and E. Thorne, "Municipal solid waste management in the Caribbean," 2008.
- [12] Asian Development Bank, "Solid Waste Management in the Pacific The Marshall Islands Country," 2013.

- [13] V. Teo, "Integrated Thinking: Solid Waste Management in Singapore," *Waste Manag. World*, pp. 8–11, 2014.
- [14] A. Street, "The Answer for Remote Islands," *Waste Management World*, pp. 1–4, 2015.
- [15] Χ. Κοκκώσης and Α. Μέξα, "Τα Νησιά," in *Άνθρωπος και Περιβάλλον στην Ελλάδα*, 2002, pp. 82–89.
- [16] Άρης Ίκκος (Sete Intelligence), "Η συμβολή του τουρισμού στην ελληνική οικονομία το 2014 - συνοπτική απεικόνιση βασικών μεγεθών." 2015.
- [17] P. Mendesa, A. C. Santosa, L. M. Nunesb, and M. R. Teixeirac, "Evaluating municipal solid waste management performance in regions with strong seasonal variability," *Ecol. Indic.*, no. 30, pp. 170–177, 2013.
- [18] Περιφέρεια Αττικής, "Αναθεώρηση Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕ.Σ.Δ.Α.)." .
- [19] Δήμος Τήνου, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Università degli studi di Verona, and Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης, "Παραδοτέο 1-1 : Υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Τήνο," 2012.
- [20] Τ. Μάχη, "Με τροπολογία διευκολύνεται η μεταφορά αποβλήτων δια θαλάσσης," *Το Βήμα*, 2014.
- [21] Σχέδιο Νόμου, "Ενίσχυση της ανακύκλωσης και βελτίωση της διαχείρισης των αποβλήτων." 2014.
- [22] Rolls-Royce, "The use of LNG as fuel for propulsion on board merchant ships," in *European Fuels Conference*, 2011.
- [23] American Clean Skies Foundation, *Natural Gas for Marine Vessels: U.S. Market Opportunities*. 2012.
- [24] DNV-GL, "LNG AS SHIP FUEL: Latest developments and projects in the LNG industry," 2015.
- [25] R. Meech, "Emission Control Areas (ECAs)," in *Regional Workshop on the Ratification and Implementation of MARPOL Annex VI*, 2010.

- [26] F. Adamchak and A. Adede, "LNG As Marine Fuel," in *LNG-17 Conference*, 2013, pp. 1-10.
- [27] Κ. Κανναβός, "Μελέτη οικονομικής εφικτότητας λειτουργίας πλοίων εμπορευματοκιβωτίων και Κορο πλοίων με υγροποιημένο φυσικό αέριο ως καύσιμο," 2013.
- [28] O. M. (Rolls-R. M. Horgen, "Rolls Royce Bergen Engines Presentation," in *SNAME GL&GR MEETING*, 2012.
- [29] MARINTEK, "LNG-Fuelled Engines and Fuel Systems for Medium-Speed Engines in Maritime Applications." pp. 1-38, 2011.
- [30] S. Ehlers, B. E. Asbjornslett, O. J. Rodseth, and T. E. Berg, "Maritime-Port Technology and Development," 2014.
- [31] Λ. Χρυσίνας, "Μελέτη οικονομικής εφικτότητας λειτουργίας σταθμού ανεφοδιασμού πλοίων με υγροποιημένο φυσικό αέριο ως καύσιμο," 2013.
- [32] CCD/TT and HEC, "LNG as a ship fuel : effects on ship design, operations and supporting infrastructure," in *TRB AW010(1)-New Technologies for the Marine Highway*, 2013.
- [33] T. Sandtorv (Eidesvik), "LNG Presentation." 2013.
- [34] H. Mohn and (DNV), "ECA and emissions: Status and alternative solutions," in *DNVGL Baltic States seminars*, 2014.
- [35] Π.Ε.Π.Ε.Ν., "Εκθεση για τα ελληνικά λιμάνια," 2012.
- [36] "Υδρογραφική Υπηρεσία Πολεμικού Ναυτικού." [Online]. Available: www.hnhs.gr.
- [37] "Marine Traffic." [Online]. Available: <http://www.marinetraffic.com>.
- [38] Α. Λόκου, "Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα-Μελέτη Περίπτωσης: Όι Δήμοι Κονιστρών, Κύμης και Αυλώνας στην Κεντρική Εύβοια," 2009.

- [39] Ζ. ΓΚΟΥΣΚΟΣ, “ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΣΤΑΛΛΑΓΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΧΩΡΟ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ,” 2006.
- [40] European Commission, “Quarterly Report on European Gas Markets,” 2015.
- [41] WARTSILA, *Significant savings through reduced lube oil consumption*. 2013.
- [42] Ο.Λ.Π., “Κανονισμός και Τιμολόγια στη Λιμενική Ζώνη Ο.Λ.Π.,” 2012.
- [43] Εφημερις της Κυβερνησεως, “Τεύχος Δεύτερο - Αρ.Φύλλου 310,” 2004.
- [44] M. Ventura, “Costs Estimate (Ship Design I).” Instituto Superior Tecnico (Marine Engineering and Naval Architecture).
- [45] Q-PLAN Βορείου Ελλάδος Ε.Π.Ε., “Synthesis report on PPP opportunities in waste recycling (ΕΚΔΟΣΗ : 2),” 2010.
- [46] Athenian Shipbrokers S.A., “Demolition Quick Update,” 2015.
- [47] A. Papanikolaou, *Ship Design: Methodologies of Preliminary Design*, vol. 33. 2014.
- [48] M. Ventura, “Estimation Methods for Basic Ship Design,” *Instituto Superior Tecnico*. pp. 1-61.
- [49] P. Koch, “Bergen Engine’s latest 4-stroke engine developments in relation to NO_x TIER III,” in *CIMAC NMA Norge*.
- [50] Rolls-Royce, “Gas Engine B35:40L Fact Sheet,” 2012.
- [51] “ANEK LINES.” [Online]. Available: <http://www.anek.gr/>.
- [52] M. Počuča, “Methodology of day-to-day ship costs assessment,” *Promet - Traffic Transp.*, vol. 18, no. 5, pp. 337-345, 2006.
- [53] Fearnleys, “Weekly Newbuilding Report.”

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΕΓΕΑΝ ΕCΟ

Στο παρόν παράρτημα θα παρουσιαστεί αναλυτικά ο τρόπος εκτίμησης των κύριων διαστάσεων και λοιπών βασικών χαρακτηριστικών του πλοίου μεταφοράς απορριμμάτων. Η προσπάθεια που ακολουθεί στοχεύει στον προσδιορισμό των απαιτούμενων χαρακτηριστικών ώστε να καταστεί δυνατή η μελέτη βιωσιμότητας του σχεδίου και δεν αποτελεί πλήρη προμελέτη του υπό συζήτηση πλοίου.

Kvitbjorn - Kvitnos

Με βάση αυτά τις απαιτήσεις και τις ανάγκες όπως έχουν προκύψει και έχουν συζητηθεί στο 3^ο κεφάλαιο, αναζητήθηκε ένα σύγχρονο πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων χωρητικότητας έως 200 TEU, RORO, με δικά του φορτοεκφορτωτικά μέσα και χαμηλής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης. Μετά από έρευνα λήφθηκε η απόφαση η μορφή και εν μέρει οι διαστάσεις του πλοίου να βασιστούν στα τότε υπό κατασκευή και πλέον νεότευκτα πλοία Kvitbjorn και Kvitnos, τα οποία αντιπροσώπευαν με τον καλύτερο τρόπο τα δητούμενα χαρακτηριστικά. Τα δύο δίδυμα πλοία, τα οποία κατασκευάστηκαν σε κινέζικο ναυπηγείο και παραδόθηκαν στον Νορβηγό ιδιοκτήτη τους μέσα στο πρώτο εξάμηνο του 2015, είναι τύπου RORO General Cargo και η προωστήρια τους εγκατάσταση χρησιμοποιεί ως καύσιμο αποκλειστικά υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG). Έχουν δείκτη ενεργειακής απόδοσης EEDI index ίσο με 12,96 και η μείωση των εκπομπών σε σχέση με τους κλασικούς κινητήρες πετρελαίου φτάνει το 35% για CO₂, 90% για τα οξείδια NO_x και 100% για τα οξείδια SO_x. Τα δύο πλοία βασίζονται στο Environship NVC 405 concept της Rolls-Royce. Παρακάτω παρουσιάζονται εν συντομία τα βασικά χαρακτηριστικά τους:

Όνομα σκάφους		<i>Kvitbjorn - Kvitnos</i>
Χρόνος ναυπήγησης		2015
<i>Gross Tonnage</i>	<i>t</i>	9132
<i>Net Tonnage</i>	<i>t</i>	2740
<i>L_{OA}</i>	<i>m</i>	119.92
<i>L_{BP}</i>	<i>m</i>	117.56
<i>B</i>	<i>m</i>	20.80
<i>D</i>	<i>m</i>	7.90
<i>T</i>	<i>m</i>	6.00
<i>DWT</i>	<i>ton</i>	4,900
<i>V_{service}</i>	<i>Kn</i>	14.20
<i>V_{δοκ}</i>	<i>Kn</i>	15.50
<i>P_B</i>	<i>kW</i>	3,940
Τύπος μηχανής	<i>Rolls-Royce - Bergen B35:40 L9</i>	

ΠΙΝΑΚΑΣ 42 – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΟΙΩΝ ΚΒΙΤΒJORN - ΚΒΙΤΝΟΣ



ΕΙΚΟΝΑ 17 - Kvitbjorn (ΠΗΓΗ: MARINETRAFFIC)

Καθότι τα διαθέσιμα στοιχεία για το πλοίο Kvitbjorn δεν επαρκούσαν για τον βασικό έστω προσδιορισμό διαστάσεων και χαρακτηριστικών για το πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων ¹¹, οι αναγκαίοι συντελεστές προσεγγίστηκαν με την βοήθεια προσεγγιστικών τύπων.

Ο συντελεστής γάστρας C_B για πλοία RORO κυμαίνεται μεταξύ 0,50 – 0,60, ενώ ο λόγος DWT/Δ μεταξύ 50 – 60 [47]. Με βάση τους προσεγγιστικούς τύπους για την εκτίμηση του C_B από Schneekluth και Κατσούλη προκύπτει και θεωρήθηκε για τις ανάγκες της εργασίας ότι $C_B=0,58$ [47], [48]. Κατά συνέπεια, προκύπτει ο όγκος εκτοπίσματος, το εκτόπισμα, και τα λοιπά χαρακτηριστικά του πλοίου Kvitbjorn:

<i>Αριθμός TEU στο εγκάρσιο</i>	$n=$	6	
<i>Πλάτος Πλοίου</i>	$B=$	20.80	<i>m</i>
<i>Μήκος Πλοίου</i>	$L_{bp}=$	117.56	<i>m</i>

¹¹ Τα αναγκαία στοιχεία για το πλοίο Kvitbjorn αναζητήθηκαν αλλά δεν παραχωρήθηκαν από την πλοιοκτήτρια εταιρεία.

<i>Βύθισμα Πλοίου</i>	$T=$	6.00	<i>m</i>
<i>Κοίλο Πλοίου</i>	$D=$	7.90	<i>m</i>
<i>Συντ. Γάστρας</i>	$C_b=$	0.58	
<i>Γεωμετρικό Εκτόπισμα</i>	$\Delta_I=$	8784	<i>tn</i>
<i>Συντελεστής Βάρους Κενού Σκάφους</i>	$w_{LS}=$	0.20	<i>t/m3</i>
<i>Βάρος Άφορτου Σκάφους</i>	$LS=$	3850	<i>tn</i>
<i>Εκτόπισμα Βαρών</i>	$\Delta_B=$	8750	<i>tn</i>

ΠΙΝΑΚΑΣ 43 - ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΛΟΙΠΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΛΟΙΟΥ KNITBJORN

Aegean Eco

Ισχύς Πρόωσης και Προωστήρια Εγκατάσταση

Με βάση την υπηρεσιακή ταχύτητα των 14,2 κόμβων των Knitbjorn – Knitnos και τον κινητήρα *Bergen B35:40L9* ισχύος 3940 kW που φέρουν, ο συντελεστής αγγλικού ναυαρχείου που προκύπτει είναι $C_N = 309$. Θεωρώντας πως ο συντελεστής μένει σταθερός, η εκτιμώμενη ισχύς του μικρότερου Aegean Eco είναι τα 2800 kW. Λόγω της μικρής ποικιλίας, ο κινητήρας που επιλέχθηκε για το πλοίο είναι ο *Bergen B35:40L8* ισχύος 3500 kW.

Ακτίνα Ενέργειας

Η ακτίνα ενέργειας του Aegean Eco θεωρήθηκε ίση με 4 φορές το κυκλικό του δρομολόγιο στις Κυκλάδες, δηλαδή ίση με 1520 ναυτικά μίλια. Η θεώρηση αυτή του δίνει μεγαλύτερη ευελιξία σε πιθανή μελλοντική αλλαγή του δρομολογίου και μειώνει τους απαιτούμενους ανεφοδιασμούς (και το συνεπαγόμενο κόστος) σε δύο τον μήνα. Ως ταχύτητα υπηρεσίας έχει θεωρηθεί η ταχύτητα των 14 κόμβων.

Εκτίμηση Deadweight

Για την εκτίμηση του βάρους των καυσίμων, υπολογίστηκε ως χρόνος πλεύσης σε ανοιχτή θάλασσα 82 ώρες ανά ακτίνα ενέργειας (δηλαδή ανά 4 κυκλικά δρομολόγια) με ειδική κατανάλωση κύριας μηχανής 155 gr/kWh και ως χρόνος προσέγγισης των λιμανιών και ελιγμών υπολογίστηκαν 26,4 ώρες ανά ακτίνα

ενέργειας με κατανάλωση κύριας μηχανής 166 gr/kWh ¹² [49]. Ακόμα, θεωρήθηκε συντελεστής εφεδρείας ίσος με 1,4 για την επάρκεια καυσίμου σε κάθε περίπτωση.

Για τον υπολογισμό των καυσίμων θεωρήθηκε ότι το πλοίο θα φέρει 2 ηλεκτρογεννήτριες των 500 kW η καθεμία με ειδική κατανάλωση 190 gr/kWh . Ο χρόνος φόρτωσης – εκφόρτωσης εκτιμήθηκε στις 93 ώρες ανά ακτίνα ενέργειας. Ο συντελεστής εφεδρείας σε αυτή την περίπτωση θεωρήθηκε ίσος με 1,2.

Για το βάρος των λιπαντικών θεωρήθηκε ειδική κατανάλωση λιπαντικού κύριας μηχανής ίση με $0,4 \text{ gr/kWh}$ [50] και των ηλεκτρογεννητριών βάρος ίσο με το 3% του βάρους καυσίμου [47].

Υπολογισμός Βάρους καυσίμων			
Ισχύς κύριας μηχανής	$P_{B1} =$	3500	kW
Χρόνος πλεύσης (ανοιχτή θάλασσα)	$t_1 =$	82	hrs
Χρόνος Ελιγμών	$t_2 =$	26.4	hrs
Ειδική κατανάλωση κύριας μηχανής	$b_1 =$	155	gr/kWh
Ειδική κατανάλωση κύριας μηχανής	$b_2 =$	166	gr/kWh
Εφεδρεία	$C =$	1.4	
Βάρος Καυσίμου LNG	$W_{LNG} =$	57	t
Ηλεκτρογεννήτριες	$N =$	2	
Ισχύς ηλεκτρογεννήτριας	$P_{B2} =$	500	kW
Χρόνος πλεύσης (ανοιχτή θάλασσα)	$t_1 =$	82	hrs
Χρόνος Ελιγμών	$t_2 =$	26.4	hrs
Χρόνος Φόρτωσης / Εκφόρτωσης	$t_3 =$	93.2	hrs
ειδική κατανάλωση ηλεκτρογεννήτριας	$b_2 =$	190	gr/kWh
Μέσος βαθμός απόδ. ηλεκτρογ.	$n_E =$	0.85	
Εφεδρεία	$C =$	1.2	
Βάρος Καυσίμου MDO	$W_{MDO} =$	32	t

¹² Κατά την πλεύση στην ανοιχτή θάλασσα θεωρήθηκε πως η μηχανή δουλεύει στο 80% MCR και κατά την προσέγγιση στα λιμάνια στο 35% MCR.

Βάρος καυσίμων	$W_{FUEL} =$	90	t
-----------------------	--------------	----	---

Υπολογισμός Βάρους λιπαντικών (Lub Oil)			
ειδική κατανάλωση λιπαντικού μηχανής		0.4	gr/kWh
Βάρος λιπαντικών	$W_{LO} =$	1.12	t

ΠΙΝΑΚΑΣ 44 ΚΑΙ 45 – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ ΑΕΓΕΑΝ ΕCΟ

Για το βάρος του νερού, υπολογίστηκε πλήρωμα 14 ατόμων, 20 kg ανά άτομο την μέρα πόσιμο νερό και 200 kg ανά άτομο την μέρα νερό καθαριότητας.

Υπολογισμός Βάρους Νερού			
Αριθμός Πληρώματος	$Crew =$	14	
Κατανάλωση πόσιμου νερού	$F.W1 =$	20	Kg/man day
Κατανάλωση νερού καθαριότητας	$F.W2 =$	200	Kg/man day
Βάρος νερού	$W_{FW} =$	14	t

ΠΙΝΑΚΑΣ 46– ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΝΕΡΟΥ ΑΕΓΕΑΝ ΕCΟ

Για βάρος εφοδίων, τροφίμων υπολογίστηκαν 12 kg ανά άτομο την μέρα και για βάρος ατόμων και αποσκευών υπολογίστηκαν 75 kg ανά άτομο και 20 kg για αποσκευές.

Υπολογισμός Βάρους Εφοδίων Τροφίμων			
Κατανάλωση εφοδίων τροφίμων	$Prov. =$	12	Kg/man day
Βάρος Εφοδίων Τροφίμων	$W_{Pr} =$	0.8	t

Βάρος πλήρώματος και αποσκευών			
Βάρος Επιβάτη		75	
Βάρος Αποσκευής		20	
Σύνολο		95	kg/man
	$W_{cr} =$	1.3	t

ΠΙΝΑΚΑΣ 47 ΚΑΙ 48 – ΒΑΡΟΣ ΕΦΟΔΙΩΝ, ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΣΚΕΥΩΝ

Δεδομένου ότι το πλοίο πρέπει να μεταφέρει απορρίμματα 2500 τόνων και 150 κοντέινερ¹³, το νεκρό βάρος (Deadweight) του πλοίου εκτιμάται στους 3480 τόνους.

Με βάση την παραπάνω εκτίμηση έχουμε την εκτίμηση που ακολουθεί για τις διαστάσεις του πλοίου μεταφοράς απορριμμάτων. Όπως έχει προαναφερθεί, οι απαιτήσεις που έχουν προκύψει είναι χωρητικότητα 145 TEU και μέγιστο βύθισμα 5 μέτρα.

ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ AEGEAN ECO I		
Αριθμός TEU στο εγκάρσιο	$n =$	5.00
Πλάτος Πλοίου	$B =$	17.60 m
Μήκος	$L_{bp} =$	100.00 m
Ολικό Μήκος	$L_{oa} =$	102.00 m
Βύθισμα	$T =$	4.70 m
Κοίλο	$D =$	6.10 m
Συντελεστής Γάστρας	$C_b =$	0.66
Γεωμετρικό Εκτόπισμα	$\Delta_{\Gamma} =$	5629 tn
Συντελεστής Βάρους Κενού Σκάφους	$w_{LS} =$	0.20
Βάρος Άφορτου Σκάφους	$LS =$	2138 tn
Εκτόπισμα Βαρών	$\Delta_B =$	5616 tn
Έλεγχος Εκτοπισμάτων		0.22 %

ΠΙΝΑΚΑΣ 49 – ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ AEGEAN ECO

Όπως φαίνεται, θεωρήθηκε αριθμός TEU στο εγκάρσιο ίσος με 5. Κατ' επέκταση και με βάση την σχέση $B = 3 \cdot n + 2.2$ προέκυψε πλάτος ίσο με 17,6 μέτρα. Το μήκος μεταξύ καθέτων προσεγγίστηκε με την βοήθεια του τύπου ελάχιστου κόστους του Schneekluth, προέκυψε μεταξύ 96,7 και 106 μέτρων και επιλέχθηκε στα 100 μέτρα. Μέσω του λόγου B/T και της απαίτησης για $T_{\max}=5$ μέτρα, το βύθισμα T ορίστηκε στα 4,7 μέτρα και μέσω της πρόβλεψης για τα απαιτούμενα έξαλα [48] το κοίλο D ορίστηκε στα 6,1 μέτρα. Ο συντελεστής βάρους κενού

¹³ Το βάρος ενός άδειου κοντέινερ εκτιμήθηκε στους 4 τόνους.

σκάφους w_{LS} θεωρήθηκε σταθερά ίσος με $0,20 \text{ tons/m}^3$ στο πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων.

Οι διαστάσεις και χαρακτηριστικά που προέκυψαν από την παραπάνω διαδικασία δεν θεωρείται πως αποτελούν τα βέλτιστα ¹⁴(και δεν θα πρέπει να ληφθούν ως τέτοια), αλλά θεωρούνται σε κάθε περίπτωση ικανοποιητικά σε αυτό το στάδιο για την εξέταση της βιωσιμότητας του σχεδίου μεταφοράς με ένα σύγχρονο και φιλικό προς το περιβάλλον πλοίο.

¹⁴ Ακριβέστερος προσδιορισμός των απαιτούμενων χαρακτηριστικών δεν ήταν δυνατός σε αυτό το στάδιο, λόγω ανεπάρκειας στοιχείων των πλοίων Kvitbjorn-Kvitnos και μη ύπαρξης άλλων όμοιων πλοίων με αυτά.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΤΗΣΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η εκτίμηση του κόστους κτήσης ενός πλοίου μεταφοράς απορριμμάτων όπως του Aegean Eco θα γίνει με προσεγγιστικές μεθόδους βασιζόμενες στο όμοιο πλοίο Kvitbjorn. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων των προσεγγιστικών μεθόδων και της πραγματικής τιμής αγοράς του πλοίου που είναι γνωστή, αναμένεται ότι θα μας δώσει μια καλή εκτίμηση για την πραγματική τιμή αγοράς ενός πλοίου όπως το Aegean Eco.

Η εκτίμηση για το βάρος κενού σκάφους LightShip του πλοίου Kvitbjorn όπως προέκυψε στο παράρτημα Ι είναι 3850 tons. Ο καταμερισμός του βάρους αυτού είναι ως εξής ¹⁵:

<i>Εκτίμηση Ομάδων Βαρών</i>		
<i>W_{st}</i>	<i>2,618</i>	<i>tons</i>
<i>W_{ot}</i>	<i>693</i>	<i>tons</i>
<i>W_M</i>	<i>539</i>	<i>tons</i>

ΠΙΝΑΚΑΣ 50

1^η Προσεγγιστική

Το κόστος κατασκευής προκύπτει από το άθροισμα του κόστους μεταλλικής κατασκευής, του εξοπλισμού και της μηχανολογικής εγκατάστασης:

$$Q = C_H + C_E + C_M + G_E$$

¹⁵ Η κατανομή του βάρους έγινε με βάση τυπικά μεγέθη και ποσοστά ομάδων βαρών κατά Η. Schneekluth και E. Strohbusch [47]. Για τον καταμερισμό, θεωρήθηκαν οι εξής συντελεστές: $W_{st}/W_L=0.68$, $W_{ot}/W_L=0.18$, $W_M/W_L=0.14$.

Το κόστος μεταλλικής κατασκευής προκύπτει ως το άθροισμα του κόστους των υλικών και του κόστους παραγωγής, τα οποία αναλύονται στον παρακάτω πίνακα:

$$C_H = CA_c + CF_c$$

$CA_c = P_c \cdot m_c$			
Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής	P_c	2,618	ton
Κόστος χάλυβα ανά τόνο	m_c	800	\$/ton
Κόστος Υλικών	CA_c	2,094,400	\$
$CF_c = Hh_c \cdot m_{Hh}$			
Απαραίτητες Εργατοώρες¹⁶	Hh_c	195,380	h
Κόστος Εργατοώρας¹⁷	m_{Hh}	12	\$/h
Κόστος παραγωγής	CF_c	2,344,562	\$

Το κόστος εξοπλισμού και ενδιαίτησης προκύπτει ως εξής:

$$C_E = P_E^{0.95} \cdot m_E + CF_E$$

Βάρος Εξοπλισμού	P_E	693	ton
Κόστος Εξοπλισμού ανά τόνο	m_E	2220	\$/ton
$CF_E = Hh_E + m_{Hh}$	$Hh_E = Z * L * B^{\frac{1}{2}}$		
Μήκος Πλοίου	L	120	-
Πλάτος Πλοίου	B	21	
Συντελεστής	Z	350	
Εργατοώρες για εξοπλισμό	Hh_E	191,437	h
Κόστος Εγκατάστασης Εξοπλισμού	CF_E	2,297,244	\$

Το κόστος της μηχανολογικής εγκατάστασης προκύπτει ως εξής:

¹⁶ Οι απαιτούμενες εργατοώρες προέκυψαν κατά Benford [44], [47]

¹⁷ Κόστος εργατοώρας με βάση ενδεικτικές τρέχουσες τιμές για Κίνα [44]

$$C_M = 1.6 \cdot \left(\frac{P_B}{100}\right)^{0.82} \cdot m_M + CF_M$$

Εγκατεστημένη Ισχύς πρόωσης	P_B	3,940	kW
Ισχύς Γεννητριών	P_G	1200	kW
Κόστος Προωστήριας εγκατάστασης ανά kW	m_M	600	\$/kW
Κόστος Γεννητριών ανά kW	m_{M2}	400	\$/kW
$CF_M = Hh_M \cdot m_{Hh}$		$Hh_M = 1600 \cdot \left(\frac{P_B}{100}\right)^{0.6}$	
Εργατοώρες εγκατάστασης μηχανής	Hh_M	14,502	h
Κόστος Εγκατάστασης Μηχανών	CF_M	174,020	\$

ΠΙΝΑΚΑΣ 51

Τελικά προκύπτει με την εφαρμογή της μεθόδου:

Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής	4,438,962	\$
Κόστος Εξοπλισμού	3,461,184	\$
Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης	3,018,020	\$
Κόστος Κατασκευής	10,918,165	\$
	9,706,249	€

ΠΙΝΑΚΑΣ 52

Η καταγεγραμμένη τιμή αγοράς για το πλοίο, όπως δόθηκε από την οικο ναυτιλιακών υπηρεσιών Clarkson είναι 29.418.000 €. Η τιμή μπορεί να θεωρηθεί υψηλή για ένα πλοίο τέτοιου μεγέθους¹⁸, αλλά μπορεί να κριθεί λογική για ένα πλοίο RoRo - General Cargo, LNG πρόωσης και καινοτόμου μορφής και σχεδίασης. Η μεγάλη διαφορά που προκύπτει ανάμεσα στην πραγματική τιμή και στην τιμή της προσεγγιστικής μεθόδου οφείλονται σε δύο παράγοντες. Ο πρώτος είναι ότι οι προσεγγιστικοί μέθοδοι βαρών σε αυτό το στάδιο βασίζονται ως επί το πλείστον σε στατιστικές αναλύσεις προηγούμενων ετών συμβατικών πλοίων συμβατικής μορφής και όχι σε καινοτόμα, νέας

¹⁸ Ενδεικτικά, η τιμή είναι ανάλογη ενός Bulkcarrier Panamax 76.000 τόνων DWT ή ενός Product Tanker 50.000 τόνων DWT, πλοία αρκετά μεγαλύτερα σε μέγεθος (τιμές 2015) [53].

τεχνολογίας πλοία. Ο δεύτερος είναι η απόσταση που χωρίζει την τιμή κατασκευής ενός πλοίου από την τιμή απόκτησης ενός πλοίου¹⁹. Παρόλα αυτά, η εισαγωγή συντελεστή διόρθωσης και η εφαρμογή του στο πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων αναμένεται να διορθώσει το τελικό αποτέλεσμα και να προσφέρει μία καλή εκτίμηση για το κόστος απόκτησης ενός πλοίου όπως το ζητούμενο. Ο συντελεστής διόρθωσης που προκύπτει ανάμεσα στο κόστος της προσεγγιστικής μεθόδου και της πραγματικής τιμής είναι $\lambda=3,03$.

Η εφαρμογή της παραπάνω μεθόδου για την εκτίμηση διαστάσεων ενός πλοίου απορριμμάτων όπως έχει καθοριστεί στο παράρτημα Ι δίνει τα εξής αποτελέσματα:

Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής	2,585,451	\$
Κόστος Εξοπλισμού	2,462,973	\$
Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης	2,612,085	\$
Κόστος Κατασκευής	7,661,184	\$
	6,810,193	€

ΠΙΝΑΚΑΣ 53

Εφαρμόζοντας τον συντελεστή διόρθωσης προκύπτει εκτιμώμενη τιμή κτήσης για το Aegean Eco ίση με **20.645.293 €**.

2η Προσεγγιστική

Για το πλοίο Kvitbjorn, το κόστος μεταλλικής κατασκευής, το κόστος τους εξοπλισμού και το κόστος της μηχανολογικής εγκατάστασης είναι ως εξής:

Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής			
Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής	$W_{st} =$	2,618	tons
Τιμή Χάλυβα	K_{ST1}	800	\$/ton
Φύρα		18 %	

¹⁹ Το κόστος απόκτησης, εκτός από το κόστος κατασκευής, περιλαμβάνει επίσης λοιπά πάσης φύσεως έξοδα αλλά και το κέρδος του ναυπηγείου. Επίσης, πρέπει να ληφθούν υπόψιν οι συνθήκες της αγοράς και οι εκάστοτε τιμές των ναύλων.

Κόστος Υλικών	$C_{ST1} =$	2,471,392	\$
Απαιτούμενες εργατοώρες	$MHS_{ST} =$	131,820	<i>h (kata Benford)</i>
Εργατοώρες	K_{ST2}	12	\$
Κόστος Εργατικών	$C_{ST2} =$	1,581,842	\$
Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής	C_{ST}	4,053,234	\$

ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ			
	Κόστος (\$)	Κόστος (€)	Ποσοστό
Εργατικά	1,581,842	1,406,258	39.03%
Υλικά	2,471,392	2,197,067	60.97%
Σύνολο	4,053,234	3,603,325	100%

ΠΙΝΑΚΑΣ 54

Κόστος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού			
Βάρος εξοπλισμού	$W_{OT} =$	693.00	tons
Κόστος υλικών εξοπλισμού	CS_{OT}	2,498,426	\$
Εργατοώρες	MHS_{OT}	75,227	<i>h</i>
Εργατικό κόστος εξοπλισμού	CMH_{OT}	902,720	\$
Συνολικό κόστος εξοπλισμού	CS_{OT}	3,401,147	\$

ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΔΙΑΙΤΙΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ			
	Κόστος (\$)	Κόστος (€)	Ποσοστό
Εργατικά	902,720	802,518	26.54%
Υλικά	2,498,426	2,221,101	73.46%
Σύνολο	3,401,147	3,023,619	100.00%

ΠΙΝΑΚΑΣ 55

Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης			
<i>Ισχύς Προωστήριας Εγκατάστασης</i>	$P_{B=}$	3,940	<i>kW</i>
<i>Ισχύς Γεννητριών</i>	$P_{G=}$	1200	<i>kW</i>
<i>Κόστος LNG εγκατάστασης ανά kW</i>	C_{kW1}	600	<i>\$/kW</i>
<i>Κόστος Diesel εγκατάστασης ανά kW</i>	C_{kW2}	350	<i>\$/kW</i>
<i>Κόστος υλικών μηχ. Εγκατάστασης</i>	$CS_{M=}$	2,784,000	
<i>Εργατοώρες</i>	$MHS_{M=}$	21,414	<i>h</i>
<i>Εργατικό κόστος μηχ. εγκατάστασης</i>	$CMH_{M=}$	256,969	
<i>Συνολικό κόστος μηχ. Εγκατάστασης</i>	$C_{M=}$	3,040,969	

ΚΟΣΤΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ			
	Κόστος (\$)	Κόστος (€)	Ποσοστό
<i>Εργατικά</i>	256,969	228,445	8.45%
<i>Υλικά</i>	2,784,000	2,474,976	91.55%
Σύνολο	3,040,969	2,703,421	100%

ΠΙΝΑΚΑΣ 56

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΛΟΙΟΥ			
	Κόστος (\$)	Κόστος (€)	ΠΟΣΟΣΤΑ
<i>Μεταλλική Κατασκευή</i>	4,053,234	3,603,325	23.78%
<i>Ενδιαίτηση και εξοπλισμός</i>	3,401,147	3,023,619	22.65%
<i>Μηχανολογική Εγκατάσταση</i>	3,040,969	2,703,421	24.02%
Σύνολο	10,495,350	9,330,366	100%

ΠΙΝΑΚΑΣ 57

Όπως φαίνεται, τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων για το πλοίο Kvitbjorn είναι παρόμοια, όμως και οι δύο μέθοδοι δεν καταφέρνουν (προφανώς για τους ίδιους λόγους) να προβλέψουν με ακρίβεια την τιμή κατασκευής. Σε αυτή την περίπτωση, ο συντελεστής διόρθωσης ο είναι $\lambda=3,15$.

Με εφαρμογή της ίδιας μεθόδου στο Aegean Eco προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής			
Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής	$W_{st} =$	1,454	tons
Τιμή Χάλυβα	K_{ST1}	800	\$/ton
Φύρα		18.00%	
Κόστος Υλικών	$C_{ST1} =$	1,372,593	\$
Απαιτούμενες εργατοώρες	$MHS_{ST} =$	82,350	h (κατά Benford)
Εργατοώρες	K_{ST2}	12	\$
Κόστος Εργατικών	$C_{ST2} =$	988,197	\$
Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής	C_{ST}	2,360,790	\$

ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ			
	Κόστος (\$)	Κόστος (€)	ΠΟΣΟΣΤΑ
Εργατικά	988,197	878,507	41.86%
Υλικά	1,372,593	1,220,235	58.14%
Σύνολο	2,360,790	2,098,742	100%

ΠΙΝΑΚΑΣ 58

Κόστος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού			
Βάρος εξοπλισμού	$W_{OT} =$	384.89	tons
Κόστος υλικών εξοπλισμού	CS_{OT}	1,429,015	\$
Εργατοώρες	MHS_{OT}	48,397	h
Εργατικό κόστος εξοπλισμού	CMH_{OT}	580,769	\$
Συνολικό κόστος εξοπλισμού	CS_{OT}	2,009,784	\$

ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΔΙΑΙΤΙΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ			
	Κόστος (\$)	Κόστος (€)	ΠΟΣΟΣΤΑ
ΕΡΓΑΤΙΚΑ	580,769	516,303	28.90%
ΥΛΙΚΑ	1,429,015	1,270,394	71.10%
ΣΥΝΟΛΟ	2,009,784	1,786,698	100.00%

ΠΙΝΑΚΑΣ 59

Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης			
<i>Ισχύς Προωστήριας Εγκατάστασης</i>	$P_B=$	3,500	<i>kW</i>
<i>Ισχύς Γεννητριών</i>	$P_G=$	1000	<i>kW</i>
<i>Κόστος LNG εγκατάστασης ανά kW</i>	C_{kW1}	600	<i>\$/kW</i>
<i>Κόστος Diesel εγκατάστασης ανά kW</i>	C_{kW2}	350	<i>\$/kW</i>
<i>Κόστος υλικών μηχ. Εγκατάστασης</i>	$CS_M=$	2,450,000	
<i>Εργατοώρες</i>	$MHS_M=$	20,577	<i>h</i>
<i>Εργατικό κόστος μηχ. εγκατάστασης</i>	$CMH_M=$	246,919	
<i>Συνολικό κόστος μηχ. Εγκατάστασης</i>	$C_M=$	2,696,919	

ΚΟΣΤΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ			
	Κόστος (\$)	Κόστος (€)	Ποσοστό
<i>Εργατικά</i>	246,919	219,511	9.16%
<i>Υλικά</i>	2,450,000	2,178,050	90.84%
<i>Σύνολο</i>	2,696,919	2,397,561	100%

ΠΙΝΑΚΑΣ 60

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ AEGEAN ECO		
	Κόστος (\$)	Κόστος (€)
<i>Μεταλλική Κατασκευή</i>	2,360,790	2,098,742
<i>Ενδιαίτηση και εξοπλισμός</i>	2,009,784	1,786,698
<i>Μηχανολογική Εγκατάσταση</i>	2,696,919	2,397,561
<i>Σύνολο</i>	7,067,493	6,283,001

ΠΙΝΑΚΑΣ 61

Εφαρμόζοντας τον συντελεστή διόρθωσης σε αυτή την περίπτωση προκύπτει εκτιμώμενη τιμή για το πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων ίση με **19,809,870 €**. Λαμβάνοντας τον μέσο όρο αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων έχουμε ότι η εκτιμώμενη τιμή για ένα πλοίο μεταφοράς απορριμμάτων, με χαρακτηριστικά όμοια με αυτά που έχουν περιγραφεί προηγουμένως, είναι **20,227,582 €**.