

**ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΑΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

Πτυχιακή εργασία

**ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ SULZER ΤΗΣ
ΔΕΗ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**

ΑΡΓΥΡΙΟΣ ΠΕΛΟΣ

A.M. 5969

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Χρηστάκης Δημήτριος

Ηράκλειο, Νοέμβριος 2019

Ευχαριστώ τον κ. Χρηστάκη Δημήτρη για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας καθώς και το προσωπικό του Τομέα Συντήρησης του ΑΗΣ Λ. για την συμβολή του.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με το κόστος συντήρησης των κινητήρων Sulzer και συγκεκριμένα με τον RTAF58. Πιο αναλυτικά, στο πρώτο κεφάλαιο, θα γίνει μια σύντομη ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη των κινητήρων ντίζελ στο πέρασμα των αιώνων. Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο, θα αναφερθούν και θα αναλυθούν τα διαφορετικά είδη των κινητήρων, ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής τους, ενώ στο τρίτο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα δομικά τμήματα που αποτελούν τον κινητήρα και τα κύρια χαρακτηριστικά του.

Στο τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας, θα γίνει εκτενής αναφορά στους θερμοδυναμικούς κύκλους Diesel και ταυτόχρονα θα επισημανθούν τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα των δίχρονων και των τετράχρονων κινητήρων. Αμέσως μετά, στο πέμπτο κεφάλαιο, θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν τα διάφορα είδη τεχνικών συντήρησης που εφαρμόζονται στις σύγχρονες βιομηχανίες. Στη συνέχεια, στο έκτο κεφάλαιο, θα εκτεθούν οι διαφοροποιήσεις της μικρής και της μεγάλης συντήρησης και θα επισημανθούν οι διαφορές τους .

Τέλος, το έβδομο κεφάλαιο, θα αναφέρεται εξ' ολοκλήρου στο οικονομοτεχνικό μέρος, δηλαδή στο κόστος συντήρησης του συγκεκριμένου κινητήρα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	7
2. ΤΑΞΙΜΟΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ	10
2.1 Χαμηλών στροφών	10
2.2 Μεσαίων στροφών	10
2.3 Υψηλών στροφών	11
3. ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	13
3.1 Γενικά στοιχεία κινητήρα	13
3.1.1 Χαρακτηριστικά σειράς RTA της Sulzer.....	13
3.2 ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	17
3.2.1 Πλάκα στήριξης (bedplate).....	17
3.2.2 Χιτώνια (cylinder liners).....	17
3.2.3 Εντατήρας (tie-rods)	18
3.2.4 Κεφαλή κυλίνδρου (cylinder head).....	19
3.2.5 Διωστήρας (connecting rod)	19
3.2.6 Έμβολο (piston head).....	20
3.2.7 Στροφαλοφόρος άξονας (crankshaft).....	21
3.2.8 Εκκεντροφόρος άξονας (camshaft).....	21
4. ΚΥΚΛΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ DIESEL	23
4.1 Θεωρητικός κύκλος τετράχρονου κινητήρα	23
4.2 Πραγματικός κύκλος τετράχρονου κινητήρα	24
4.3 Κύκλος δίχρονου κινητήρα	25
4.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα 2-χρονου και 4-χρονου κινητήρα.....	26
4.4.1 Πλεονεκτήματα 2-χρονου κινητήρα	26
4.4.2 Μειονεκτήματα 2-χρονου κινητήρα	27
4.4.3 Πλεονεκτήματα 4-χρονου κινητήρα	27
4.4.4 Μειονεκτήματα 4-χρονου κινητήρα	27
5. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	28
5.1 Προληπτική συντήρηση.....	28
5.2 Διορθωτική συντήρηση.....	28
5.3 Βελτιωτική συντήρηση	29
6. ΜΙΚΡΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	31
6.1 Μικρή συντήρηση (3000h)	31
6.1.1 Προβλεπτική	31
6.1.2 Επισκευαστική	36
6.2 Μεγάλη συντήρηση	37

7.ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.....	43
7.1 Κόστος εργασίας.....	43
7.2 Κόστος καυσίμων/έτος	43
7.3 Τιμή Kwh.....	43
7.4 Κόστος ομάδας συντήρησης	44
7.5 Κόστος υλικών μεγάλης συντήρησης	45
7.6 Κόστος υλικών μικρής συντήρησης	46
7.7 Κόστος-κέρδος.....	46
7.8 Κόστος εγκατάστασης	47
7.9 Διάγραμμα κατανομής δαπανών	48
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	49

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1: Ο κινητήρας που χρησιμοποιήθηκε στις επιτυχημένες δοκιμές του 1897....	8
Εικόνα 2: Ρώσικο μεταφορικό Vandal.....	9
Εικόνα 3: Petit Pierre βάρκα καναλιού.....	9
Εικόνα 4: Ο κινητήρας Wärtsilä RT-flex96C με ισχύ 83MW στις 120 [rpm].....	11
Εικόνα 5: Βάση στήριξης (bedplate).....	18
Εικόνα 6: Χιτώνιο (cylinder liner).....	19
Εικόνα 7: Εντατήρας (tie-rod).....	19
Εικόνα 8: Κυλινδροκεφαλή (cylinder head).....	20
Εικόνα 9: Διωστήρας (connecting rod).....	21
Εικόνα 10: κεφαλή εμβόλου (piston head).....	21
Εικόνα 11: Στραφαλοφόρος άξονας (crankshaft).....	22
Εικόνα 12: Εκκεντροφόρος άξονας (camshaft).....	23

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Η βελτιστοποίηση με το πέρασμα του χρόνου.....	15
Διάγραμμα 2 : Ισχύς [%]-Ισχύς [KW].....	16
Διάγραμμα 3 : Κατανάλωση καυσίμου.	16
Διάγραμμα 4: Ειδική κατανάλωση καυσίμου.	17
Διάγραμμα 5: Ειδική Κατανάλωση λαδιού λίπανσης κύλινδρου.	17
Διάγραμμα 6: Διάγραμμα P-V θεωρητικού κύκλου τετράχρονου κινητήρα.....	24
Διάγραμμα 7: Διάγραμμα P-V πραγματικού κύκλου τετράχρονου κινητήρα.	26
Διάγραμμα 8: Διάγραμμα P-V θεωρητικού κύκλου δίχρονου κινητήρα.	27
Διάγραμμα 9: Ετήσιων δαπανών.....	48

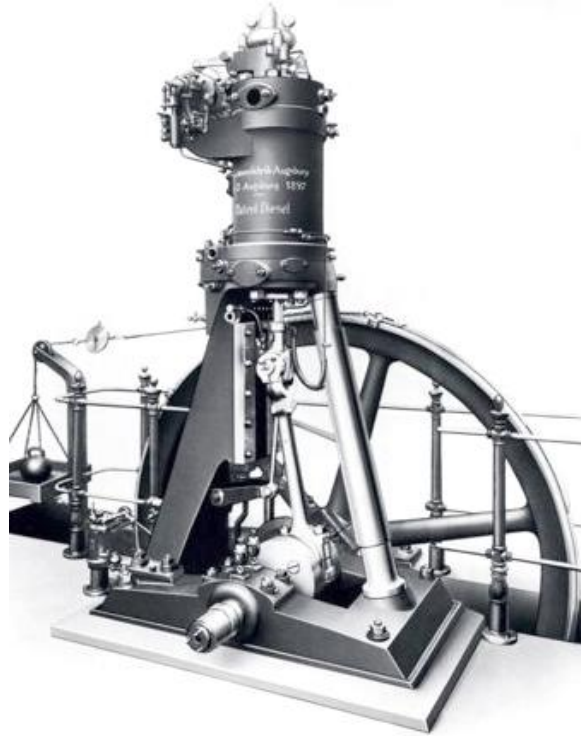
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ταχύτητες και διάμετροι για μεσαίες και υψηλές στροφές για να επιτύχουν 200 KW/κύλινδρο.....	13
Πίνακας 2: Πίνακας στοιχείων κινητήρα.....	15
Πίνακας 3: Πίνακας στοιχείων κινητήρα.....	16
Πίνακας 4 ^α : Πίνακας προβλεπτικής συντήρησης.....	32
Πίνακας 4 ^β : Πίνακας προβλεπτικής συντήρησης.....	33
Πίνακας 4 ^γ : Πίνακας προβλεπτικής συντήρησης.....	34
Πίνακας 4 ^δ : Πίνακας προβλεπτικής συντήρησης.....	35
Πίνακας 4 ^ε : Πίνακας προβλεπτικής συντήρησης.....	36
Πίνακας 5: Πίνακας βαθμίδων μισθοδοσίας.....	44
Πίνακας 6: Πίνακας κόστους καυσίμων.....	44
Πίνακας 7: Τιμή kWh.....	44
Πίνακας 8 ^α : Κόστος υλικών μεγάλης συντήρησης.....	46
Πίνακας 8 ^β : Κόστος υλικών μεγάλης συντήρησης.....	47
Πίνακας 9: Κόστος υλικών μικρής συντήρησης.....	47
Πίνακας 10: Ετήσια έσοδα και παραγωγή.....	47
Πίνακας 11: Κόστος εγκατάστασης.....	48

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

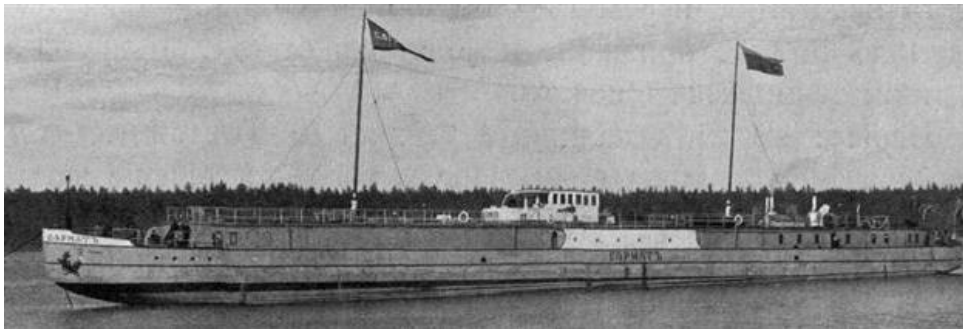
Οι κινητήρες ντίζελ ονομάστηκαν έτσι από τον Rudolf Diesel ο οποίος ήταν ο πρώτος που εισήγαγε τον αρχικό θεωρητικό κύκλο (1892) που βασιζόταν στην θεωρία του Carnot. Η ιδέα του ήταν να συμπιεστεί ο αέρας τόσο πολύ ώστε η θερμοκρασία του αέρα να υπερβεί αυτήν της καύσης. Αργότερα βέβαια διαπίστωσε ότι η αρχική του ιδέα δεν θα λειτουργούσε και έτσι εφάρμοσε τον κύκλο με σταθερή πίεση τον οποίο περιέγραψε το 1895.

Το 1885 κατασκεύασε το πρώτο εργοστάσιο στο Παρίσι ξεκινώντας ταυτόχρονα την ανάπτυξη ενός κινητήρα ανάφλεξης με συμπίεση. Η διαδικασία ανάπτυξης και κατασκευής διήρκησε συνολικά 14 χρόνια. Οι διαδικασίες των δοκιμών ξεκίνησαν τον Αύγουστο του 1893, το πρωτότυπο είχε διάμετρο κυλίνδρου 150mm και 400mm διαδρομή. Βέβαια, οι πρώτες δοκιμές απέτυχαν και ξεκίνησε μια σειρά από βελτιώσεις για να οδηγήσουν στην επιτυχία, το 1897. Ο Diesel παρουσίασε ένα κινητήρα με βαθμό απόδοσης 26.2% υπό φορτίο το οποίο είναι ένα σημαντικό κατόρθωμα σε σχέση με το 10% της διαδεδομένης για εκείνη την εποχή ατμομηχανή. Αξίζει να αναφερθεί ότι η εταιρία Sulzer έδειξε ιδιαίτερο ενδιαφέρον στο έργο του και αγόραζαν κάποια δικαιώματα το 1893.



Εικόνα 1: Ο κινητήρας που χρησιμοποιήθηκε στις επιτυχημένες δοκιμές του 1897.

Το 1903 άρχισαν να χρησιμοποιούνται οι κινητήρες ντίζελ στα πλοία. Την αρχή έκαναν το ρώσικο μεταφορικό Vandal και το Petit Pierre που ήταν βάρκα καναλιού. Στα τέλη του 1910 υπήρχαν 34 εμπορικά πλοία πάνω από 30m μήκος με κινητήρες ντίζελ και άγνωστος αριθμός από μικρά σκάφη αναψυχής.



Εικόνα 2: Ρώσικο μεταφορικό Vandal.



Εικόνα 3: Petit Pierre βάρκα καναλιού.

Προς τα τέλη του 1920 όλοι οι σχεδιαστές προσπαθούσαν να απαλλαγούν από την έκχυση καύσιμου με την βοήθεια πεπιεσμένου αέρα (air blast injection). Έτσι ο Diesel ανέπτυξε ένα νέο σύστημα το οποίο θα παρείχε καύσιμο σε πίεση εκατοντάδων bar. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος ήταν ότι αποτελούταν από μία αντλία και ένα στόμιο (nozzle) τα οποία θα τοποθετούνταν από κοινού στην κεφαλή του κυλίνδρου. Το 1910 αναπτύχθηκε μια ανανεωμένη έκδοση του συστήματος αυτού από εταιρία Vickers το οποίο θα λειτουργούσε μεταξύ των 140 bar έως 420 bar. Μέχρι το τέλος του 1915 είχε κατασκευαστεί και δοκιμαστεί με επιτυχία ο πρώτος κινητήρας πετρελαίου με την τεχνολογία του άμεσου ψεκασμού (direct injection). Μετά από οκτώ χρόνια ήταν πλέον δυνατή η κατασκευή πιο αξιόπιστων αντλιών ψεκασμού για υψηλότερες πιέσεις επεκτείνοντας έτσι το εύρος των εφαρμογών.

Ένα σημαντικό βήμα στην αύξηση της ιπποδύναμης και της ταυτόχρονης μείωσης του μεγέθους και του βάρους ήταν η χρήση υπερπληρωτή (turbocharger). Η χρήση της υπερπλήρωσης χρησιμοποιούταν με ποικίλους τρόπους από τους μηχανικούς είτε από αντλίες αέρα οι οποίες έπαιρναν κίνηση από τον στροφαλοφόρο είτε από ανεξάρτητες αντλίες . Το 1905 ο Ελβετός μηχανικός Alfred Buchi ανακάλυψε την υπερπλήρωση με την χρήση των καυσαερίων και σε συνεργασία με την εταιρία Sulzer Brothers ξεκίνησαν τις δοκιμές με τον πρώτο υπερπληρωτή το 1911-1915.

Ο πρώτος κινητήρας υπερπλήρωσης (1927) ήταν ένας τετράχρονος δεκακύλινδρος της εταιρίας Vulcan-Man του οποίου ο υπερπληρωτής της Brown Boveri παρείχε σταθερή πίεση στο σύστημα . Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί η ιπποδύναμη από 1250 [KW] στις 240 [rpm] στα 1765 [KW] στις 275 [rpm] σε έναν κινητήρα ο οποίος είχε διάμετρο κυλίνδρου 540 [mm] και διαδρομή εμβόλου 600 [mm].

Με το πέρασμα των χρόνων και την ανάπτυξη της τεχνολογίας οι υπερπληρωτές έγιναν πιο αποδοτικοί. Έτσι, στα μέσα του 1950 ήταν πλέον εφικτή η τοποθέτηση τέτοιων συστημάτων σε δίχρονους κινητήρες.

2. ΤΑΞΙΜΟΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

2.1 Χαμηλών στροφών

Η πρώτη κατηγορία κινητήρων είναι των χαμηλών στροφών το εύρος λειτουργίας τους είναι μεταξύ των 50 με 300 [rpm] χρησιμοποιούνται στην πρόωση μεγάλων πλοίων και ελάχιστα στην παραγωγή ενέργειας. Οι μεγαλύτεροι από αυτούς μπορεί να φτάσουν την ισχύ των 85 MW (114000 hp) λειτουργώντας σε ταχύτητες μεταξύ 60 έως 200 [rpm] φτάνοντας τα 15m σε ύψος και τους 2000 τόνους σε βάρος. Συνήθως είναι δίχρονοι κινητήρες με τέσσερις έως δώδεκα κυλίνδρους σε σειρά, οι οποίοι σχεδόν πάντα συνοδεύονται με υπερπλήρωση. Επιπρόσθετα, η αναλογία της διαδρομής-διαμέτρου κυμαίνεται ανάμεσα στις τιμές 2.5/1 με 4.2/1. Τέτοιου τύπου κινητήρες είναι πολύ μεγάλης διαδρομής, οι οποίοι όπως έχει διαπιστωθεί, είναι ικανοί να λειτουργήσουν με χαμηλότερης ποιότητας καύσιμο. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι αυτές οι μηχανές είναι οικονομικότερες στην κατανάλωση καύσιμου και ελαίου λίπανσης σε σύγκριση με τους κινητήρες μεσαίων και υψηλών στροφών.



Εικόνα 4: Ο κινητήρας Wärtsilä RT-flex96C με ισχύ 83MW στις 120 [rpm].

2.2 Μεσαίων στροφών

Οι κινητήρες μεσαίων στροφών χρησιμοποιούνται συνήθως σε γεννήτριες, πρόωση πλοίων, μεγάλες αντλίες και συμπιεστές. Το καύσιμο με το οποίο

λειτουργούν είναι είτε το πετρέλαιο είτε μαζούτ το οποίο εκχύνεται στο θάλαμο καύσης με άμεσο ψεκασμό (direct injection).

Επίσης, οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικές γεννήτριες έχουν ταχύτητες από 300 έως 1000 [rpm] (πέρα από κάποιες εξαιρέσεις όπως για παράδειγμα η Sulzer - Cegielski που λειτουργεί στις 125 [rpm]) και είναι συγχρονισμένες να λειτουργούν με την ίδια συχνότητα (50-60Hz) που λειτουργεί η γεννήτρια έτσι ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει στις απότομες μεταβολές του φορτίου. Οι πιο συχνές ταχύτητες για τέτοιους κινητήρες είναι 500/514 [rpm], 600 [rpm], 720/750 [rpm] και 900/1000 [rpm]. Επιπρόσθετα, η διάμετρος του κυλίνδρου κυμαίνεται στα 20 με 50 [cm] και η διάταξη διαμορφώνεται σε σειρά και σε σχηματισμό V για τους μεγαλύτερους κινητήρες (20 κυλίνδρους). Οι περισσότεροι κινητήρες μεσαίων στροφών χρησιμοποιούν συμπιεσμένο αέρα απευθείας στο έμβολο με τη χρήση ενός διανομέα για την εκκίνηση του. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι πολλοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν πλέον ως καύσιμο το φυσικό αέριο το οποίο λειτουργεί σύμφωνα με τον κύκλο του Όττο γιατί χρησιμοποιεί σπινθηριστή για την ανάφλεξη.

2.3 Υψηλών στροφών

Οι κινητήρες υψηλών στροφών έχουν ταχύτητες περιστροφής από 1000 έως 1500 [rpm]. Διακρίνονται συνήθως σε δύο υποκατηγορίες των υψηλών προδιαγραφών και βαρέως τύπου. Οι πρώτες έχουν εκτενή χρήση στον στρατιωτικό τομέα και είναι αρκετά πολύπλοκες στην κατασκευή και στην συντήρησή τους. Από την άλλη μεριά οι βαρέως τύπου μηχανές έχουν σχεδιαστεί για οχήματα εκτός δρόμου, για παραγωγή ενέργειας και μηχανές τρένων. Κατά κύριο λόγο, είναι πολύ πιο απλές και στιβαρές σε σχέση με των υψηλών προδιαγραφών και έχουν καλύτερη αναλογία βάρους-ισχύς.

Με την ανάπτυξη νέων μοντέλων οι σχεδιαστές προσπαθούν να επιτύχουν στην ουσία τα ίδια πράγματα με τους δυο προηγούμενους κινητήρες που αναφέρθηκαν δηλαδή αξιοπιστία, αντοχή, μειωμένα κόστη συντήρησης και μακροβιότητα στα μηχανικά μέρη. Επίσης, η ανάπτυξη στην απόδοση με το πέρασμα της δεκαετίας έφερε ανασχεδιασμούς στην διάμετρο του κυλίνδρου και στην ταχύτητα του κινητήρα ώστε να παράγει 200 Kw / κύλινδρο. Για να παραχθεί η ισχύς αυτή το 1945 απαιτούνταν 400mm διάμετρο και μία ταχύτητα περίπου 400 στροφών/λεπτό, αντίστοιχα το 1970 ένας κινητήρας μεσαίων στροφών χρειαζόταν διάμετρο 300mm και ταχύτητα 600 στροφών/λεπτό, ενώ ένας υψηλών στροφών χρειαζόταν 250mm διάμετρο και 1000 στροφές/λεπτό για να παράξει τα 200 Kw / κύλινδρο. Στις μέρες μας για να επιτευχθεί

αυτός ο στόχος σε κινητήρες υψηλών στροφών απαιτείται 200mm διάμετρο και 1500 στροφές / λεπτό.



ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	1945	1970	1995
ΤΑΧΥΤΗΤΑ	428	600(1000)	1500
ΔΙΑΔΡΟΜΗ	500	360(300)	240
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	420	300(250)	200

Πίνακας 1: Ταχύτητες και διαμέτροι για μεσαίες και υψηλές στροφές για να επιτύχουν 200 KW/κύλινδρο.

3.ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

3.1 Γενικά στοιχεία κινητήρα

3.1.1 Χαρακτηριστικά σειράς RTA της Sulzer

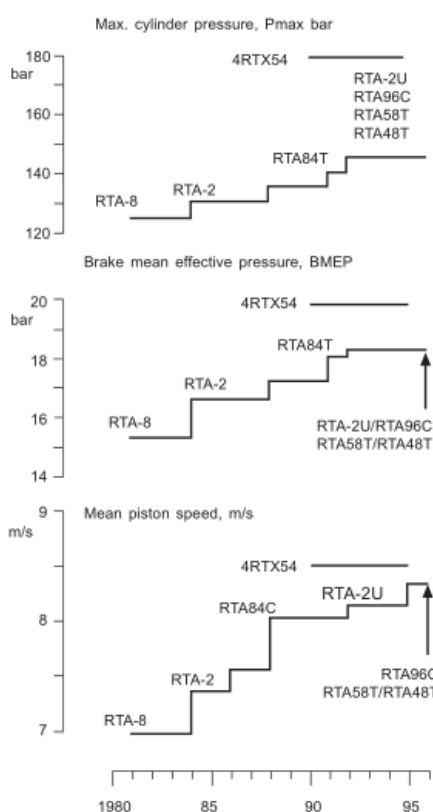
Η σειρά RTA της εταιρίας Sulzer αποτελείται από έξη μοντέλα με διαμέτρους από 380mm, 480mm, 580mm, 680mm, 760mm, 840mm και αναλογία διαδρομής-διαμέτρου στα 2.86.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των κινητήρων αυτών είναι τα εξής:

- Στιβαρή κατασκευή σχεδιασμένη για χαμηλές τάσεις και μικρές μετατοπίσεις στη βάση. Επίσης τα περιβλήματα των κυλίνδρων είναι φτιαγμένα από χυτοσίδηρο και είναι βιδωμένα με το μπλοκ του κινητήρα.
- Ο στροφαλοφόρος άξονας είναι χωρισμένος σε δύο μέρη για τους κινητήρες μεγαλύτερης διαμέτρου.
- Οι κυλινδροκεφαλές έχουν μία μεγάλη βαλβίδα εξαγωγής η οποία είναι κατασκευασμένη από υλικά ανθεκτικά στην θερμότητα και στην διάβρωση (NIMONIC , κράματα αποτελούμενα κυρίως από χρώμιο (Cr), Νικέλιο (Ni), Τιτάνιο (Ti)).
- Οι θάλαμοι καύσης πρέπει να έχουν τις απαραίτητες θερμοκρασίες στην επιφάνεια τους για να αποτραπεί η διάβρωση λόγω υψηλών θερμοκρασιών διότι υπάρχει ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας. Έτσι η πλευρά με την χαμηλότερη θερμοκρασία ευνοεί την δημιουργία διάβρωσης λόγω θεικού οξέος.
- Το γρανάζι που δίνει κίνηση στο εκκεντροφόρο άξονα είναι τοποθετημένο δίπλα στον άξονα ή στο κέντρο της μηχανής σε κινητήρες μεγαλύτερης διαδρομής
- Οι ενεργοποιητές της αντλίας έγχυσης καυσίμου είναι σε μία μονάδα (μπλόκ) για κάθε δύο κυλίνδρους ενώ οι ενεργοποιητές της αντλίας εξαγωγής είναι σε μία μονάδα (μπλόκ) σε κάθε κύλινδρο. Αμφότεροι οι παραπάνω ενεργοποιητές παίρνουν κίνηση από τον εκκεντροφόρο.

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη της σειράς αυτής έχει αναβαθμιστεί με το πέρασμα των χρόνων(βλέπε εικόνα) διευρύνοντας ταυτόχρονα το εύρος των μοντέλων ώστε να

μπορέσει να παραμείνει ανταγωνιστική στις αυξανόμενες απαιτήσεις της αγοράς. Οι βελτιώσεις που εφαρμόστηκαν στην σειρά αυτή πάνω στα πεδία της ταχύτητας, της αύξησης ισχύος, στην μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και τέλος στην μείωση της φθοράς και των επισκευών. Αξίζει να σημειωθεί ότι καθοριστικός παράγοντας για την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου ήταν η χρήση ηλεκτρικών αντλιών (ύδατος, ελαίου, καυσίμου) οι οποίες εκμηδένισαν την ισχύ που καταναλώνουν από τον κινητήρα οι βοηθητικές μονάδες.



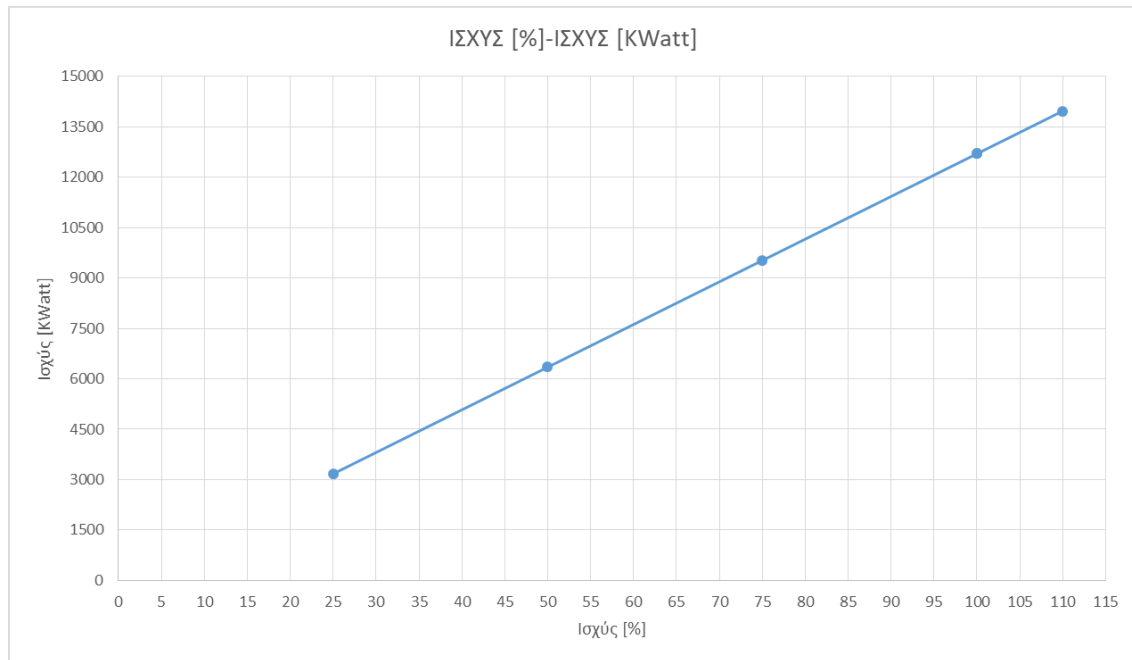
Διάγραμμα 1: Η βελτιστοποίηση με το πέρασμα του χρόνου.

ΤΥΠΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	9RTAF 58
ΜΕΓΙΣΤΗ ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗ	12700 [KW] ή 17018 [hp]
ΣΤΡΟΦΕΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗΣ	125 [rpm]
ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ	9
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ	580 [mm]
ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΕΜΒΟΛΟΥ	1700 [mm]
ΜΕΣΗ ΕΝΕΡΓΗ ΠΙΕΣΗ (mean efficient pressure / m.e.p.)	15.07 [bar]

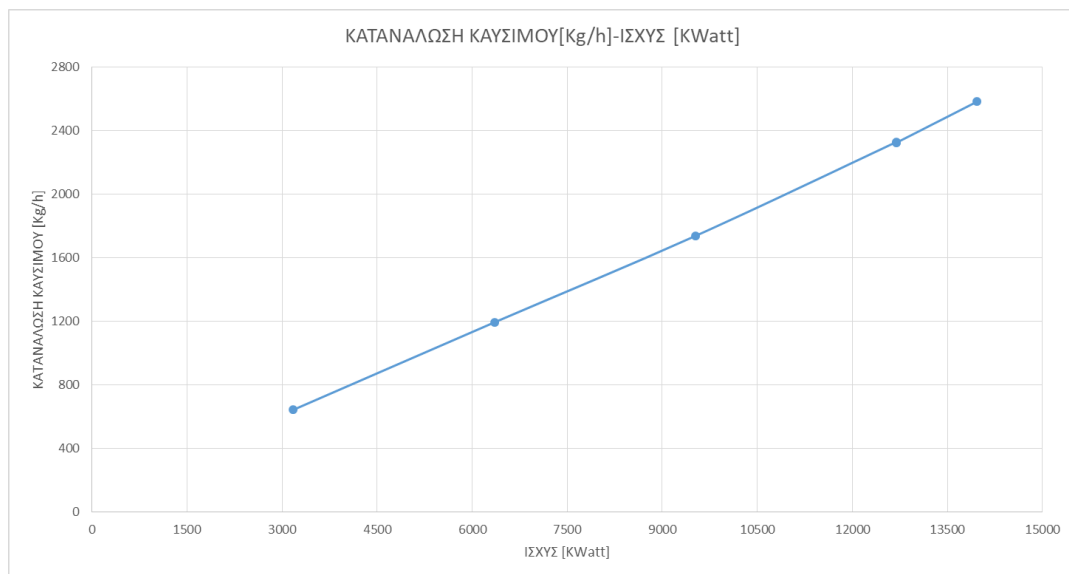
Πίνακας 2: Πίνακας στοιχείων κινητήρα.

ΛΙΠΑΝΣΗ	Ρουλεμάν	Κυλίνδρου	Υπερσυμπίε στή	Ρυθμιστικά	Μονάδες
ΤΥΠΟΣ	Marinol CASAE 30	Mobilgard 570	Tu 40	Nettol SAE 30	-
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (20 C)	0.892	0.934	0.881	0.890	[g/ml]
ΙΞΩΔΕΣ (50 C)	67.88	110.2	39.5	73.2	[mm ² /s]

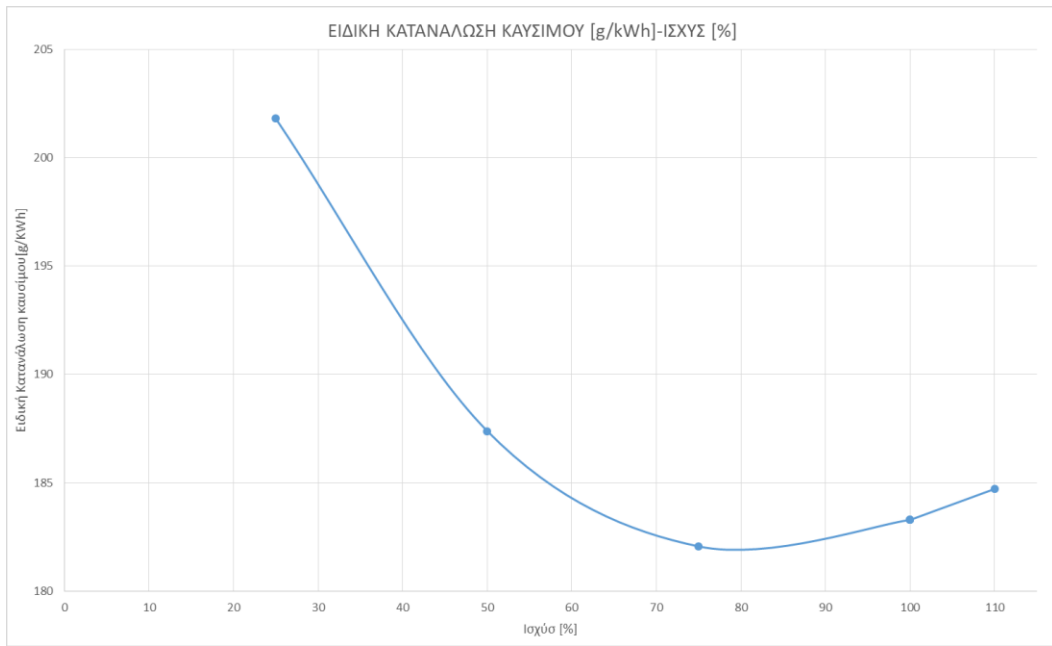
Πίνακας 3: Πίνακας στοιχείων κινητήρα.



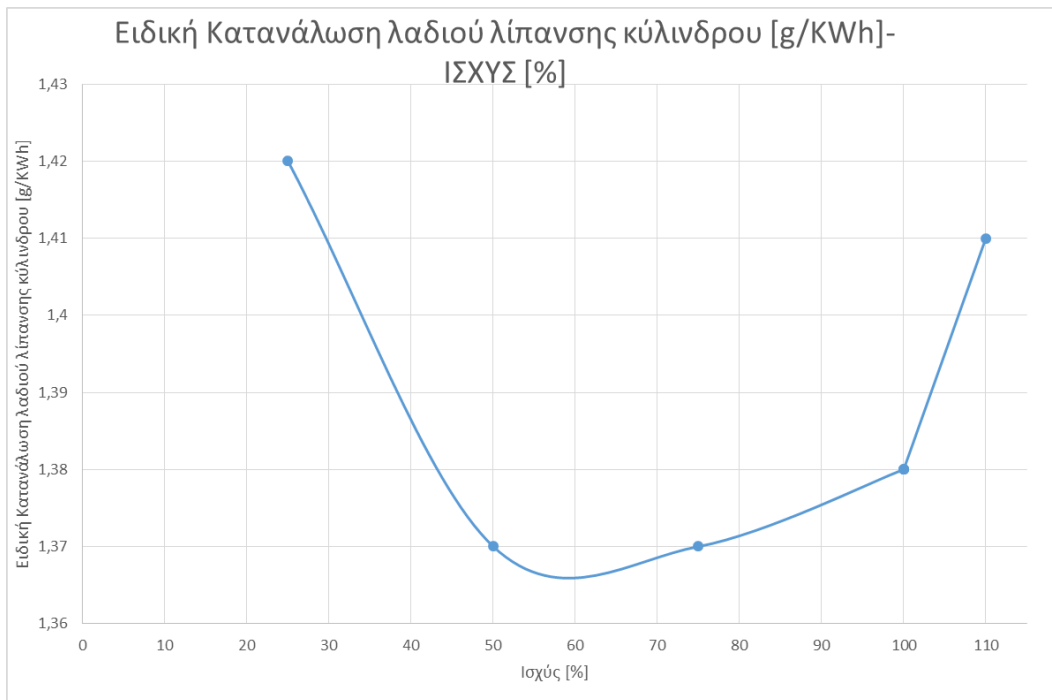
Διάγραμμα 2 : Ισχύς [%]-Ισχύς [KW]



Διάγραμμα 3 : Κατανάλωση καυσίμου.



Διάγραμμα 4: Ειδική κατανάλωση καυσίμου.

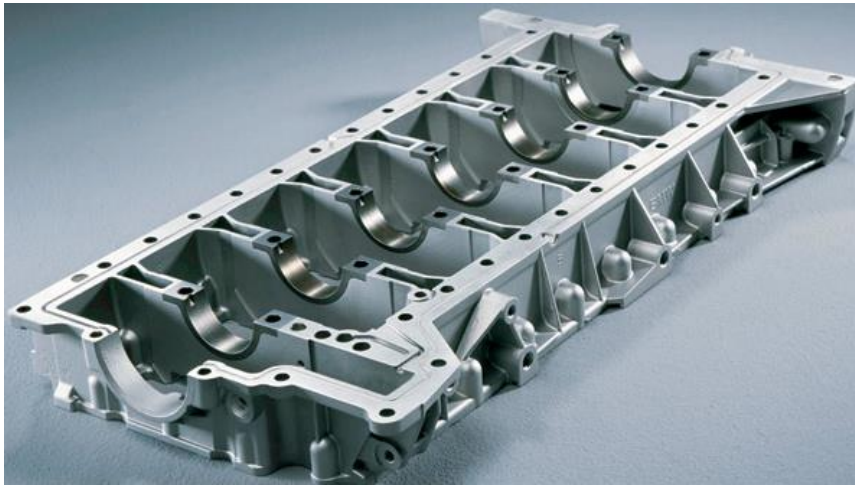


Διάγραμμα 5: Ειδική Κατανάλωση λαδιού λίπανσης κύλινδρου.

3.2 ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

3.2.1 Πλάκα στήριξης (bedplate)

Η πλάκα στήριξης έχει ως κύριο σκόπο την αύξηση της αντοχής, διατηρεί την σωστή ευθυγράμμιση και στηρίζει το βάρος όλων των εξαρτημάτων. Πρέπει να είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να αντέχει τις μεταβαλλόμενες δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την διάρκεια της λειτουργίας του κινητήρα για αυτό τον λόγο είναι κατασκευασμένη από χυτοχάλυβα. Επίσης, έχει τον ρόλο της περισυλλογής λιπαντικού λαδιού. Στους κινητήρες που είναι σχεδιασμένοι να λειτουργούν σε χαμηλές στροφές αποτελείται από ένα βαθύ τμήμα διαμήκη κιβωτίου το οποίο έχει ενισχυθεί με μέλη (“νεύρα”) και πλέγματα. Τα εγκάρσια μέλη (“νεύρα”) τοποθετούνται μεταξύ κάθε κενού του στροφαλοφόρου άξονα τα οποία είναι συγκολλημένα διότι δέχονται τις υψηλότερες τάσεις για να υποστηρίξουν τις κύριες ράβδους και την σύνδεση των εντατήρων.



Εικόνα 5: Βάση στήριξης (bedplate).

3.2.2 Χιτώνια (cylinder liners)

Τα χιτώνια είναι ένα κυλινδρικό κομμάτι το οποίο τοποθετείται μέσα στο κύριο σώμα του κινητήρα (block) να σχηματίσει έτσι το εσωτερικό τοίχο του κυλίνδρου. Δέχεται υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις καθώς τα δακτυλίδια του πιστονιού ολισθαίνουν με υψηλές ταχύτητες.



Εικόνα 6: Χιτώνιο (cylinder liner).

3.2.3 Εντατήρας (tie-rods)

Ο εντατήρας είναι μία ράβδος-κοχλίας (αμφικοχλιωτή δηλαδή φέρει σπείρωμα και στα δύο άκρα της) η οποία συνδέει τρία κύρια μέρη του κινητήρα το κύριο σώμα, την πλάκα στήριξης και τον υπόλοιπο σκελετό. Τοποθετούνται όσο πιο κοντά γίνεται στο κέντρο του κινητήρα για να ελαχιστοποιηθεί η κάμψη στην εγκάρσια ράβδο.



Εικόνα 7: Εντατήρας (tie-rod).

3.2.4 Κεφαλή κυλίνδρου (cylinder head)

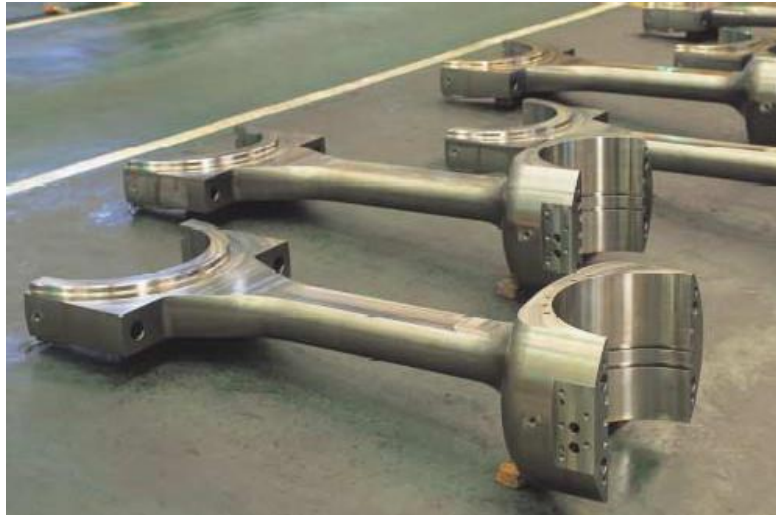
Η κεφαλή του κυλίνδρου έχει πολλαπλές λειτουργίες. Αρχικά, λειτουργεί ως κάλυμμα για τον θάλαμο καύσης παρέχοντας ένα κλειστό χώρο για να πραγματοποιηθεί. Επίσης, εκεί εδράζεται το σύστημα ψεκασμού και ο βαλβιδοφορέας ο οποίος φέρει το στέλεχος βαλβίδας εξαγωγής καυσαερίων (“μανιτάρι”). Η κατασκευή και η σωστή λειτουργία είναι ιδιαίτερα απαιτητική γιατί είναι εκτεθειμένη σε υψηλά θερμικά και μηχανικά φορτία.



Εικόνα 8: Κυλινδροκεφαλή (cylinder head).

3.2.5 Διωστήρας (connecting rod)

Ο διωστήρας είναι αυτός που μετατρέπει την παλινδρομική κίνηση σε περιστροφική δεχόμενος πολύ μεγάλα αξονικά φορτία ιδιαίτερα όσο βρίσκεται στο άνω νεκρό σημείο. Πέρα από αυτό τον σκοπό ειδικά σχεδιασμένοι διωστήρες μπορούν να μεταφέρουν λιπαντικό στο έμβολο.



Εικόνα 9: Διωστήρας (connecting rod).

3.2.6 Έμβολο (piston head)

Το έμβολο μεταφέρει την πίεση των καυσαερίων τα οποία προέρχονται από την καύση, στον διωστήρα. Επίσης, το έμβολο απορροφάει μεγάλο μέρος της θερμότητας από την καύση για αυτό τον λόγο πρέπει να τη αποβάλλει για να βρίσκεται στα κατασκευαστικά όρια λειτουργίας. Απαρτίζεται από τρεις περιοχές: την κεφαλή (piston head), την “ποδιά” (piston skirt) και το βάκτρο (piston rod). Η κεφαλή είναι αυτή που υποβάλλεται στις υψηλότερες θερμοκρασίες, η επιφάνεια της μπορεί να διαβρωθεί και να καεί για αυτόν τον λόγο κατασκευάζεται από χάλυβα με την προσθήκη χρωμίου και μολυβδαινίου τα οποία είναι ανθεκτικότερα. Η “ποδιά” του εμβόλου η οποία είναι κατασκευασμένη από χυτοσίδηρο και δρα ως οδηγός μέσα στο χιτώνιο (cylinder liner).



Εικόνα 10: Έμβολο (piston head).

3.2.7 Στροφαλοφόρος άξονας (crankshaft)

Ο σταφαλοφόρος άξονας είναι ένα από τα εξαρτήματα που συμβάλει στην μετατροπή της πίεσης των αερίων σε μηχανικό έργο και είναι ταυτόχρονα υπεύθυνος για την έξοδο αυτού του έργου. Οι δυνάμεις που δέχεται ποικίλουν, δηλαδή φορτία καύσης, αξονικά φορτία από την προπέλα (αν υπάρχει) και φορτία συμπίεσης. Λόγο αυτών των εναλλασσόμενων φορτίων προκαλείται υπερβολική κόπωση και τα υλικά που πρέπει να χρησιμοποιηθούν οφείλουν να έχουν υψηλή αντοχή στον εφελκυσμό. Πιο αναλυτικά, τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή έχουν άμεση σχέση με τη ταχύτητα λειτουργίας του κινητήρα δηλαδή οι κινητήρες χαμηλής ταχύτητας είναι κατασκευασμένοι από ανθρακούχο χάλυβα με ποσοστό χάλυβα από 0.2% έως 0.4%, ενώ μεσαίας και υψηλής ταχύτητας από κράματα χάλυβα.



Εικόνα 11: Σταφαλοφόρος άξονας (crankshaft).

3.2.8 Εκκεντροφόρος άξονας (camshaft)

Ο εκκεντροφόρος άξονας φέρει έκκεντρα τα οποία ενεργοποιούν άμεσα τις αντλίες καυσίμου και έμμεσα (μέσω αντλιών ελαίου) τις βαλβίδες εξαγωγής. Επίσης, κάτι που πρέπει να αναφερθεί είναι ότι λειτουργεί μια φορά σε κάθε κύκλο της μηχανής δηλαδή στους δίχρονους κινητήρες η ταχύτητα περιστροφής του είναι η ίδια με αυτήν του στροφαλοφόρου.



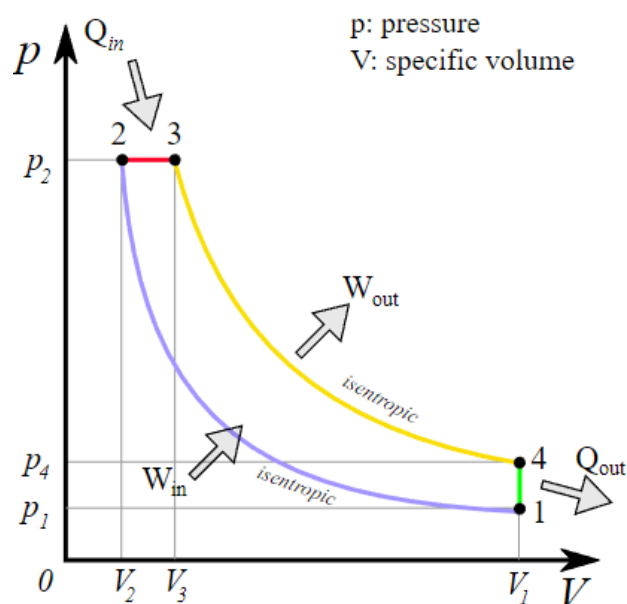
Εικόνα 12: Εκκεντροφόρος άξονας (camshaft).

4.ΚΥΚΛΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ DIESEL

Στους κινητήρες πετρελαίου ή αλλιώς μηχανές ανάφλεξης με συμπίεση ο αέρας συμπιέζεται σε θερμοκρασία υψηλότερη από την θερμοκρασία αυτανάφλεξης του καύσιμου και η καύση αρχίζει με επαφή, κατά τον ψεκασμό του καυσίμου στον θερμό αέρα. Επίσης, σε τέτοιους κινητήρες συμπιέζεται μόνο ο αέρας κατά την διάρκεια της διαδρομής αποτρέποντας την πιθανότητα αυτανάφλεξης σε αντίθεση με τους βενζινοκινητήρες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μπορούν να σχεδιαστούν κινητήρες με μεγαλύτερους λόγους συμπίεσης από 12 έως και 24 χρησιμοποιώντας έτσι καύσιμα χαμηλότερου κόστους.

4.1 Θεωρητικός κύκλος τετράχρονου κινητήρα

Ο θεωρητικός κύκλος λειτουργίας ενός τετράχρονου κινητήρα πετρελαίου περιλαμβάνει τις μεταβολές που γίνονται στον κύλινδρο υπό ιδανικές συνθήκες χωρίς απώλειες.



Διάγραμμα 6: Διάγραμμα P-V θεωρητικού κύκλου τετράχρονου κινητήρα.

Περιγραφή θεωρητικού κύκλου:

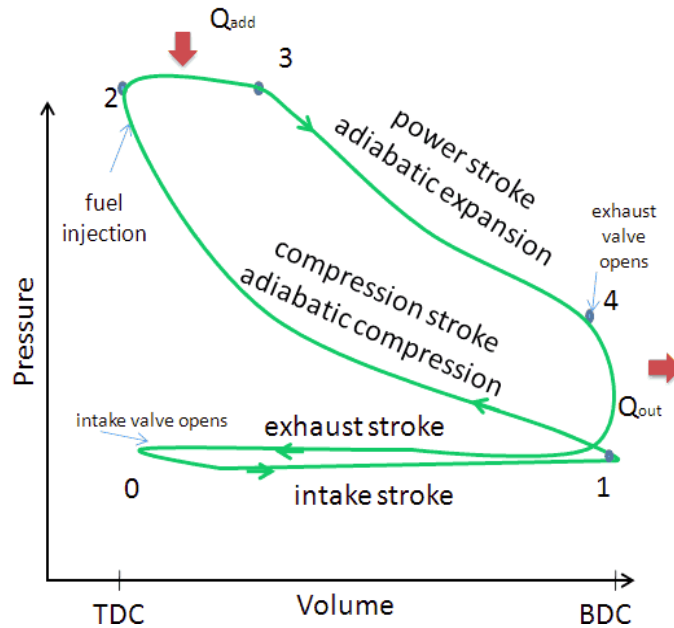
- Η διεργασία 1-2 είναι ισηντροπική συμπίεση (αδιαβατική) δηλαδή μειώνεται ο όγκος ενώ αυξάνεται η θερμοκρασία. Το πιστόνι μετακινείται από το κάτω νεκρό σημείο στο άνω νεκρό σημείο αυξάνοντας την εσωτερική ενέργεια (θερμοκρασία) ενώ η εντροπία

παραμένει σταθερή. Ο μεταβαλλόμενος όγκος V_1/V_2 δίνει τον λόγο συμπίεσης.

- Η διεργασία 2-3 είναι προσθήκη θερμότητας υπό σταθερές συνθήκες πίεσης θεωρείται στην ουσία ισοβαρής μεταβολή. Η προσθήκη θερμότητας γίνεται με την βοήθεια της καύσης.
- Η διεργασία 3-4 είναι ισεντροπική εκτόνωση (αδιαβατική) θεωρώντας ότι δεν υπάρχουν απώλειες θερμότητας. Το πιστόνι κατευθύνεται από την θέση V_3 στο κάτω νεκρό σημείο και τα αέρια χάνουν μία ποσότητα από την εσωτερική τους ενέργεια (θερμοκρασία) ίση με το έργο που απορρίπτεται από το σύστημα, ενώ η εντροπία παραμένει σταθερή.
- Τέλος, η διεργασία 4-1 είναι ισόχωρη απόρριψη θερμότητας υπό σταθερό όγκο.

4.2 Πραγματικός κύκλος τετράχρονου κινητήρα

Η πιο σημαντική διαφορά που παρατηρείται στο διάγραμμα του πραγματικού κύκλου σε σχέση με το θεωρητικό είναι η απλοποίηση του χρόνου εισαγωγής και εξαγωγής. Πιο αναλυτικά, στον χρόνο εξαγωγής τα καυσαέρια που παράγονται από την καύση απορρίπτονται από την μηχανή και αντικαθίστανται από νέο μίγμα αέρα και καυσίμου. Κοιτάζοντας το διάγραμμα του πραγματικού κύκλου παρατηρείται ότι η μεταβολή 2-3 δεν είναι ισοβαρής προσθήκη θερμότητας και στην μεταβολή 1-2 (αδιαβατική συμπίεση) θα υπάρχουν πάντα παρεμβολές που θα μειώνουν την θερμική απόδοση. Επίσης, υπάρχουν απώλειες λόγω του πρόωρου ανοίγματος των βαλβίδων εξαγωγής (blowout loss) το οποίο έχει ως αποτέλεσμα στην απώλεια έργου κατά την διάρκεια του χρόνου εκτόνωσης. Ακόμη, γίνεται αντιληπτή η ύπαρξη απωλειών λόγω τριβών μεταξύ των μηχανικών εξαρτημάτων και απώλειες πίεσης οι οποίες προκύπτουν από την διαρροή των συμπιεσμένων αέριων μέσω των δακτυλιδίων του πιστονιού και από άλλες ρωγμές. Τέλος, μπορεί να διαπιστωθεί με την βοήθεια του διαγράμματος ότι πάντα η περιοχή που περικλείει το P-V γράφημα (έργο) θα είναι πάντα μικρότερη (περίπου 20%) από εκείνη του θεωρητικού.



Διάγραμμα 7: Διάγραμμα P-V πραγματικού κύκλου τετράχρονου κινητήρα.

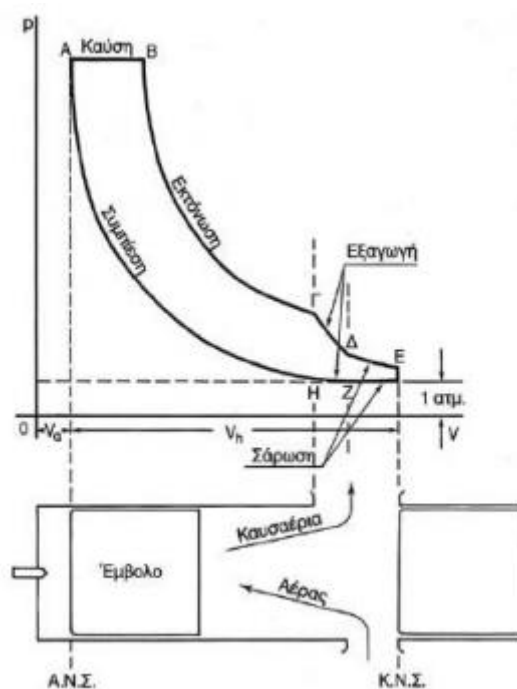
4.3 Κύκλος δίχρονου κινητήρα

Στους δίχρονους κινητήρες η εισαγωγή, η συμπίεση, η καύση και η εξαγωγή συμβαίνουν σε μία περιστροφή δηλαδή σε 360 μοίρες, ενώ στους τετράχρονους συμβαίνουν σε δύο πλήρης περιστροφές δηλαδή 720 μοίρες. Στους δίχρονους βενζινοκινητήρες δεν υπάρχουν πάντα βαλβίδες αλλά θυρίδες από τα οποία διέρχονται τα απορριπτόμενα καυσαέρια και το μίγμα αέρα-καυσίμου.

Ο πρώτος χρόνος θεωρείται ότι ξεκινάει όταν το έμβολο βρίσκεται στο άνω νεκρό σημείο και προκαλείται η καύση ενώ η βαλβίδα εισαγωγής είναι κλειστή. Πριν την καύση η πίεση αυξάνεται διαρκώς αλλά ο όγκος παραμένει σταθερός επειδή θεωρείται ότι συμβαίνει ακαριαία και δεν μετατοπίζεται το έμβολο. Αμέσως μετά παίρνει θέση η εκτόνωση των καυσαερίων μετατοπίζοντας έτσι το έμβολο στο κάτω νεκρό σημείο μειώνοντας την πίεση αλλά αυξάνοντας τον σταθερό όγκο. Η κίνηση του εμβόλου στο κάτω νεκρό σημείο απελευθερώνει την θυρίδα εξαγωγής απορρίπτοντας τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρά. Στην συνέχεια απελευθερώνεται η θυρίδα σάρωσης όπου εισέρχεται το νέο μίγμα ωθώντας τα εναπομείναντα καυσαέρια προ το περιβάλλον, διαδικασία αυτή λέγεται σάρωση ή απόπλυση κυλίνδρου.

Στην αρχή του δεύτερου χρόνου το έμβολο βρίσκεται στο κάτω νεκρό σημείο και συνεχίζεται η υπερπλήρωση του κινητήρα με νέο μίγμα αέρα, ο όγκος στον

κύλινδρο μειώνεται και η πίεση παραμένει σταθερή και ίση με την ατμοσφαιρική επειδή οι θυρίδες εισαγωγής και εξαγωγής είναι ακόμη ανοικτές. Μόλις το έμβολο αρχίσει την άνοδο του προς το άνω νεκρό σημείο η θυρίδα σάρωσης και εξαγωγής κλείνει. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να συμπιέζεται το μίγμα αυξάνοντας την πίεση αλλά μειώνοντας τον όγκο (αδιαβατική συμπίεση).



Διάγραμμα 8: Διάγραμμα P-V θεωρητικού κύκλου δίχρονου κινητήρα.

4.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα 2-χρονου και 4-χρονου κινητήρα

4.4.1 Πλεονεκτήματα 2-χρονου κινητήρα

Τα πλεονεκτήματα του δίχρονου κινητήρα είναι τα εξής:

- Είναι πιο απλός στον σχεδιασμό και στην κατασκευή λόγο του ότι δεν έχει βαλβίδες αλλά θυρίδες άρα και το κόστους του είναι χαμηλότερο.
- Έχουν χαμηλότερο βάρος.
- Έχουν μεγαλύτερη ιπποδύναμη διότι σε κάθε επόμενο χρόνο παράγεται έργο σε αντίθεση με τους 4-χρονους όπου παράγεται έργο μόνο μία φορά στους τέσσερις χρόνους (συγκεκριμένα στον τρίτο).

4.4.2 Μειονεκτήματα 2-χρονου κινητήρα

Τα μειονεκτήματα του δίχρονου κινητήρα είναι τα εξής:

- Μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου γιατί σε κάθε εναλλασσόμενο χρόνο υπάρχει καύση.
- Η επιπλέον προσθήκη λαδιού είναι αρκετά ακριβή διότι στους κινητήρες αυτούς χρειάζεται ένα μίγμα από καύσιμο και αέρα μαζί με λάδι για την λίπανση του στροφαλοφόρου, διωστήρα και των εσωτερικών τοιχωμάτων του χιτωνίου.
- Παράγουν περισσότερα καυσαέρια και καπνό λόγο της καύσης λαδιού.
- Κατά την διάρκεια της διαδικασίας της σάρωσης απομένουν πολλές φορές υπολείμματα καυσαερίων και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην παράγεται η μέγιστη δυνατή ιπποδύναμη λόγω ακατάλληλης καύσης.
- Το νέο μίγμα που εισέρχεται στον κύλινδρο πολλές φορές εξάγεται μαζί με τα καυσαέρια με αποτέλεσμα να χάνεται καύσιμο και να επηρεάζεται ταυτόχρονα η απόδοση του κινητήρα.

4.4.3 Πλεονεκτήματα 4-χρονου κινητήρα

Τα πλεονεκτήματα του τετράχρονου κινητήρα είναι τα εξής:

- Χαμηλότερη κατανάλωση καύσιμου διότι η καύση πραγματοποιείται μόνο μια φορά στους τέσσερις χρόνους.
- Λιγότερα καυσαέρια άρα χαμηλότερα επίπεδα μόλυνσης.
- Δεν χρειάζονται επιπλέον προσθήκη λαδιού.

4.4.4 Μειονεκτήματα 4-χρονου κινητήρα

- Ο σχεδιασμός τους είναι πιο πολύπλοκος λόγω του μηχανισμού των βαλβίδων οι οποίοι λειτουργούν μέσω γραναζιών και αλυσίδων
- Παράγουν λιγότερη ισχύ εξαιτίας των δύο περιστροφών του στροφάλου
- Είναι πιο ακριβός επειδή έχει περισσότερα μηχανικά μέρη

5.ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Βιομηχανική συντήρηση ονομάζεται κάθε δραστηριότητα όπως δοκιμές, μετρήσεις, αντικαταστάσεις, προσαρμογές (ρυθμίσεις) και επισκευές που αποσκοπούν στην αποκατάσταση μιας βλάβης σε μια μονάδα παραγωγής για να συνεχίσει να εκτελεί τις προδιαγεγραμμένες λειτουργίες της.

5.1 Προληπτική συντήρηση

Στην βιομηχανία σήμερα υπάρχουν τρία είδη συντήρησης η προληπτική, η διορθωτική και βελτιωτική όπου η καθεμία από έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της.

Πλεονεκτήματα:

- Σημαντική μείωση εμφάνισης βλαβών (και του αριθμού και της έκτασης)
- Η συντήρηση μπορεί να σχεδιαστεί καλύτερα όταν προγραμματίζεται.
- Μειωμένες πιθανότητες εκδήλωσης εργατικών ατυχημάτων.
- Ποιότητα συντήρησης (λιγότερη πίεση χρόνου) και μεγάλη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού.
- Μείωση του κόστους των επισκευών (μείωσης των δευτερευουσών βλαβών).

Μειονεκτήματα:

- Αύξηση των δραστηριοτήτων και του κόστους συντήρησης.
- Γίνονται περιττές και παρεμβατικές συντηρήσεις.
- Αυξημένο κόστος συντήρησης λόγω ανάλωσης πολλών ανταλλακτικών τα οποία δεν έχουν εξαντλήσει το όριο ζωής τους.
- Αυξημένο προσωπικό συντήρησης.
- Αυξημένο κόστος λειτουργίας από τη μειωμένη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού.

5.2 Διορθωτική συντήρηση

Πλεονεκτήματα:

- Το χαμηλό κόστος, όταν εφαρμόζεται σωστά. Όταν δεν απαιτείται συντήρηση δεν προκύπτει και κόστος συντήρησης.

- Οι βλάβες είθισται να συμβαίνουν ξαφνικά. Η Λειτουργία ως τη βλάβη δεν απαιτεί προγραμματισμό, γεγονός που αποτελεί μια επιπλέον μείωση του κόστους.
- Η δυνατότητα συλλογής πληροφοριών. Με βάση τις αστοχίες μιας χαμηλής σημασίας μηχανής μπορούν να προκύψουν αξιόπιστες πληροφορίες για μηχανές μεγαλύτερης σημασίας που έχουν τα ίδια στοιχεία.

Μειονεκτήματα:

- Χαμηλή ποιότητα συντήρησης μειωμένη διάρκεια ζωής μηχανημάτων.
- Απρόβλεπτη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού.
- Οι μεγάλες απώλειες παραγωγής (απρογραμματίστες στάσεις).
- Οι βλάβες συμβαίνουν ξαφνικά, απαιτούνται μεγάλες ποσότητες διαθέσιμων αποθεμάτων για την κάλυψη των έκτακτων αναγκών.
- Μεγαλύτερες πιθανότητες εργατικών ατυχημάτων (έκτακτες προσελεύσεις υπερωριακή εργασία, πίεση χρόνου, της ξαφνική φύση των βλαβών).
- Μεγάλη ομάδα συντήρησης.

5.3 Βελτιωτική συντήρηση

Πλεονεκτήματα:

- Συνεχώς επαναλαμβανόμενα προβλήματα μπορούν να επιλυθούν ολοκληρωτικά.
- Οι εταιρείες κάνουν τις βελτιώσεις μία μόνο φορά.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις μικρές ρυθμίσεις στο σχεδιασμό μπορούν να είναι πολύ αποτελεσματικές και οικονομικές.
- Το κόστος λειτουργίας ελαχιστοποιείται, όπως και οι καθυστερήσεις και οι απώλειες.
- Το επαναλαμβανόμενο κόστος συντήρησης εξαφανίζεται ή μειώνεται στο ελάχιστο.
- Με την απομάκρυνση των ατελειών του σχεδιασμού και τη βελτίωση της λειτουργικότητας η παραγωγική διαδικασία σταθεροποιείται.

Μειονεκτήματα:

- Απώλειες στην παραγωγή. Οι εργασίες της Βελτιωτικής Συντήρησης μπορεί να διαρκέσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Εκτεταμένα προγράμματα Βελτιωτικής Συντήρησης μπορούν να αποδειχτούν πολύ ακριβά, ενώ το αναμενόμενο αποτέλεσμα μπορεί να μην επιτευχθεί.
- Εάν δεν εφαρμοστεί από ικανούς και πεπειραμένους ανθρώπους μπορεί να οδηγήσει στα αντίθετα από τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Το κόστος αποκατάστασης στην διορθωτική συντήρηση είναι πολλαπλάσιο εάν η επισκευή είχε γίνει στα πλαίσια μίας προγραμματισμένης συντήρησης. Παρ' όλα αυτά το είδος αυτής της συντήρησης συνεχίζεται να υφίσταται διότι πολλές φορές είναι τεχνικά και οικονομικά αδύνατη η διαπίστωση της φθοράς. Από την άλλη μεριά, στην προβλεπτική συντήρηση η οποία βασίζεται στη χρήση συστημάτων μέτρησης και ελέγχου οδηγούν στην ουσιαστική διάγνωση χωρίς να πραγματοποιηθεί κάποια παρέμβαση. Βέβαια και στους δύο αυτούς τύπους συντήρησης υπάρχει η πιθανότητα αστοχίας του μηχανήματος και αυτό θα έχει αρνητικά αποτελέσματα στην παραγωγική διαδικασία. Τέλος, η βελτιωτική συντήρηση αποτελεί το μέλλον της συντήρησης παρ' όλου τα μειονεκτήματα που έχει και αυτή ως μέθοδος. Αυτό που ξεχωρίζει την βελτιωτική συντήρηση από τις υπόλοιπες είναι ότι υπάρχει εντοπισμός του προβλήματος που προκαλεί την βλάβη και όχι στα συμπτώματα.

6.ΜΙΚΡΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

6.1 Μικρή συντήρηση (3000h)

6.1.1 Προβλεπτική

SULZER ΕΞΑΡΤΗΜΑ	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ						
		ΗΜΕΡΗΣΙΑ	500	1500	3000	6-8000	15-20000	ΟΤΑΝ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ
ΕΛΑΙΟ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΓΟΝΑΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ		•		•			
ΝΕΡΟ ΨΥΞΗΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΛΑΤΩΝ	-						
ΒΑΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ ΠΑΚΤΩΣΕΩΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΤΑΠΩΝ	ΓΙΑ ΠΡΩΤΗ ΦΟΡΑ ΜΕΤΑ ΤΙΣ 1500h						
ΚΟΥΖΙΝΕΤΑ ΒΑΣΗΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΝΙΣΗΣ ΚΟΧΛΙΑ ΘΡΟΣ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΥΖΙΝΕΤΩΝ ΕΞΑΡΜΟΣΗ-ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΥΣ	ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ						
ΚΟΥΖΙΝΕΤΟ ΘΡΟΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΟΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΚΤΙΝΙΚΟΥ ΔΙΑΚΕΝΟΥ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΩ ΟΠΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΥΖΙΝΕΤΟΥ	ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ						
ΤΥΡΑΝΤΕΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΝΙΣΗΣ	ΑΡΧΙΚΑ ΚΑΘΕ 1 ΧΡΟΝΟ, ΜΕΤΑ ΚΑΘΕ 4 ΧΡΟΝΙΑ						
ΘΑΛΑΜΟΣ ΠΕΡΙΧΙΤΩΝΙΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΟΔΗΓΙΚΩΝ ΕΛΑΤΗΡΙΩΝ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΝΕΡΟΥ	ΠΑΝΤΑ ΟΤΑΝ ΓΙΝΕΤΑΙ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΤΟΥ ΧΙΤΩΝΙΟΥ						
ΧΙΤΩΝΙΟ	ΜΕΤΡΗΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΧΙΤΩΝΙΟΥ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΤΟΥ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑ ΑΚΡΑ ΤΩΝ ΘΥΡΙΔΩΝ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΥΛΑΚΩΝ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΔΑΚΤΥΛΙΩΝ	ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ						

Πίνακας 4^ο: Πίνακας προβλεπτικής συντήρησης.

SULZER	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ					
		ΗΜΕΡΗΣΙΑ	500	1500	3000	6-8000	15-20000
ΦΩΛΙΕΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗΣ ΕΜΒΟΛΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΛΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ	ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ					
ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙ- ΗΣΗΣ	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΛΑΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΦΘΟΡΑΣ	ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ					
ΚΕΦΑΛΗ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΩΡΟΥ ΚΑΥΣΗΣ	ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ					
-	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ ΨΕΚΑΣΤΗΡΩΝ						•
ΨΕΚΑΣΤΗΡΑΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΣΦΙΞΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΣ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΨΕΚΑΣΤΗΡΑ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΤΗΣ ΜΠΟΥΣΑΣ	ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΑΚΡΑ ΣΤΑΣΗ • • •					
ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΑΝ ΕΙΝΑΙ ΖΕΣΤΗ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΒΑΛΒΙΔΑΣ	ΚΑΤΑ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ •					
ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΟ ΚΕΦΑΛΗΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ-ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ				•		
ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ 4-107.044.059-1/-2	ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΙΣ 3000-6000 ΩΡΕΣ					
ΣΤΡΟΦΑΛΟ- ΦΟΡΟΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ			•			
WOODWARD	ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΛΑΙΟΥ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	•			•		
ΑΞΟΝΙΚΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ	ΕΞΑΡΜΩΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ				•		•

Πίνακας 4^β : Πίνακας προβλεπτικής συντήρησης.

SULZER	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ						
ΕΞΑΡΤΗΜΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΗΜΕΡΗΣΙΑ	500	1500	3000	6-8000	15-20000	ΟΤΑΝ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ
ΚΡΙΚΟΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΛΑΙΟΥ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ							ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ • •
ΚΟΥΖΙΝΕΤΑ ΚΕΦΑΛΗΣ ΚΑΙ ΠΟΔΟΣ ΔΙΩΣΤΗΡΟΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΚΕΝΟΥ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΤΥΧΟΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΩΣΤΗΡΟΣ					•	•	•
ΟΔΗΓΙΚΑ ΠΛΕΓΜΑΤΑ ΠΕΙΡΟΙ ΣΤΑΥΡΩΝ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΡΙΒΗΣ ΕΞΑΡΜΩΣΗ ΣΤΑΥΡΟΥ					•		•
ΕΜΒΟΛΟ	ΕΞΑΡΜΩΣΗ-ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΣΦΙΞΗΣ ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΘΥΡΙΔΕΣ					•		•
ΕΜΒΟΛΟ	ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ ΨΥΞΗΣ							ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ
ΕΛΑΤΗΡΙΑ	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ-ΕΛΕΓΧΟΣ-ΤΥΧΟΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ							ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ
ΨΥΞΗ ΕΜΒΟΛΟΥ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΤΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΙΣ ΜΠΟΥΣΕΣ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ, ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ							ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΕΜΒΟΛΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΚΑΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ							•
ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΑΛΒΙΔΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	ΕΠΙΣΚΕΥΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ							•

Πίνακας 4^ο: Πίνακας προβλεπτικής συντήρησης.

SULZER ΕΞΑΡΤΗΜΑ	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΗΜΕΡΗΣΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ						
			500	1500	3000	6-8000	15-20000	35-40000	ΟΤΑΝ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ
ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΟΝΤΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΚΕΝΩΝ ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΤΟΥ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΥ ΓΡΑΝΑΖΙΟΥ ΕΞΑΡΜΩΣΗ ΓΡΑΝΑΖΙΟΥ ΣΤΡΟΦΑΛΟΥ				•	•			• •
ΚΟΥΖΙΝΕΤΑ ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΚΕΝΩΝ					•			
SERVOMOTOR ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ								•
ΕΚΚΕΝ.ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΚΚΕΝ.ΜΗΧΑΝ. ΚΙΝΗΣΗ ΒΑΛΒΙΔΩΝ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ			•					•
ΔΙΑΝΟΜΕΑΣ ΑΕΡΑ	ΕΞΑΡΜΟΣΗ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΑΛΒΙΔΩΝ						•		
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΑΝΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ	ΕΞΑΕΡΩΣΗ ΕΞΑΡΜΟΣΗ,ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ							•	
SERVOMOTOR ΚΡΑΤΗΣΗΣ	ΕΞΑΡΜΟΣΗ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ								
ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ							•	
ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΕΡΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ, ΑΠΟΦΡΑΞΗ								
ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΠΥΡΟΜΕΤΡΑ	ΚΑΛΙΜΠΡΑΡΙΣΜΑ					•			•
ΦΙΛΤΡΑ ΕΛΑΙΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ								•

Πίνακας 4^δ: Πίνακας προβλεπτικής συντήρησης.

SULZER	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ						
		ΗΜΕΡΗΣΙΑ	500	1500	3000	6-8000	15-20000	ΟΤΑΝ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ
ΕΞΑΡΤΗΜΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ							
ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΡΑΤΗΣΗΣ	ΕΞΑΡΜΩΣΗ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ						•	
ΑΝΤΛΙΕΣ Υ.Π.	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΠΑΚΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΒΑΛΒΙΔΩΝ ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΟΥΣ ΜΟΧΛΟΥΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ			•		•		•
ΟΧΕΤΟΣ ΑΕΡΑ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΟΧΕΤΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑ ΝΕΡΟΥ	•			•	•		•
ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΤΗΣ	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΑΕΡΑ	•						
ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΤΗΣ ΦΙΛΤΡΑ ΑΕΡΑ	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ			•				•
ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ ΚΑΙ ΚΕΛΥΦΟΣ					•		
ΨΥΓΕΙΑ ΑΕΡΑ	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΑΡΧΙΚΑ ΚΑΘΕ ΒΔΟΜΑΔΑ						•
-	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΝ ΣΤΑΣΗ ΣΤΗΛΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ ΕΞΑΡΜΩΣΗ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ							• • •
ΑΝΤΛΙΕΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΧΙΤΩΝΙΩΝ	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ					•		
ΟΧΕΤΟΙ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΟΧΕΤΩΝ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΤΡΙΒΗΣ					• •		

Πίνακας 4^ο: Πίνακας προβλεπτικής συντήρησης.

6.1.2 Επισκευαστική

A. Υπερπληρωτές VTR454-A32: Εξάρμωση και καθαρισμός των υπερπληρωτών. Λόγω πολλών επικαθήσεων και μικρορωγμών στα σταθερά πτερύγια. Αμμοβολή με κορούνδιο (οξείδιο του αργιλίου Al_2O_3) mesh 180 και των δύο στεφανιών των σταθερών πτερυγίων, και επισκευή της στεφάνης με αναγόμωση με μέθοδο TIG (υλικό σύρματος TIG 31-LSI). Αμμοβολή με το ίδιο υλικό και των δύο στροφείων (μόνο δίσκοι και πτερύγια στροβίλου και διαχυτή (diffuser) αεροσυμπιεστή. Αντικατάσταση εδράνων και αντλιών πλευράς αέρος και καυσαερίων.

B. Αντικατάσταση με νέο, του κέλυφος εισαγωγής καυσαερίων στον Υ/Π Νο1, λόγω διαφυγής καυσαερίων. Το κέλυφος είχε τρεις ρωγμές στα νεύρα και δεν ήταν δυνατή η επισκευή του.

Γ. Χημικός καθαρισμός του λέβητα ανάκτησης θερμότητας λόγω ρύπανσης από διαρροή καύσιμου. Κατασκευή όλης της απαραίτητης υποδομής για την εργασία αυτή και αφαίρεσή της μετά τον καθαρισμό του καζανιού. Προϊόν καθαρισμού DREW AMEROID HDE 777 σε διάλυμα 3% και 5% και θερμοκρασία 60-70 °C. Παράλληλα έγινε χειρωνακτικός καθαρισμός και με χρησιμοποίηση πλυστικής μηχανής του τυμπάνου, του απαερωτή και του δοχείου.

Δ. Αποσυναρμολόγηση και συναρμολόγηση του καπακιού – εμβόλου του Νο1 κυλίνδρου για αντικατάσταση δύο (2) κοχλιών της κεφαλής που είχαν κόψει.

Ε. Αποσυναρμολόγηση της βαλβίδας εξαγωγής του Νο2 κυλίνδρου για αντικατάσταση δακτυλίων στεγάνωσης.

ΣΤ. Αφαίρεση, επισκευή (διαρροή και αλλαγή χιτωνίου) και επανατοποθέτηση της αντλίας ΥΠΚ κυλίνδρου Νο9.

Z. Επισκευή τυμπάνου.

Η. Τηλεσκοπικοί σωλήνες. Έλεγχος τηλεσκοπικών λόγω διαρροής νερού εμβόλων. Αντικατάσταση τηλεσκοπίου νερού εισόδου στον Νο8 κύλινδρο γιατί είχε αποσυναρμολογηθεί το προστόμιο στην άκρη.

Θ. Αντικατάσταση ασφαλιστικού Νο9 κυλίνδρου.

6.2 Μεγάλη συντήρηση

1. **Λάδι λίπανσης μηχανής:** Έλεγχος καταλληλότητας λαδιού λίπανσης. Χημική ανάλυση φυσικοχημικών χαρακτηριστικών.
2. **Κοχλίες βάσεως:** Έλεγχος σύσφιξης των 20 κοχλιών βάσεως (bedplate) και των 56 κοχλιών βάσεως (foundation bolts). Σύσφιξη κοχλιών στις τιμές που ορίζει ο κατασκευαστής των μηχανών και καταγραφή σε έντυπο των τιμών πριν και μετά την τελική σύσφιξη.
3. **Έδρανα βάσεως:** Έλεγχος διακένων εδράνων βάσεως και ωστικών εδράνων, καταγραφή των τιμών σε ειδικό έντυπο. Έλεγχος αξονικού διακένου εδράνου θρός. Έλεγχος οπής απορροής λαδιού και καθαρισμός της.
4. **Χιτώνια κυλίνδρων:** Καθαρισμός χιτωνίων, μέτρηση φθοράς εσωτερικής διαμέτρου, λείανση πατούρων στο άνω και κάτω νεκρό σημείο, τρόχισμα ακμών θυρίδων σαρώσεως, έλεγχος καλής λειτουργίας λιπαντήρων χιτωνίων και επισκευή όσων δεν λειτουργούν σωστά. Καταγραφή μετρήσεων σε έντυπο. Αντικατάσταση στεγανωτικών δακτυλίων νερού ψύξεως χιτωνίων.
5. **Συσκευές στεγανότητας βάκτρων εμβόλων:** Εξάρμωση συσκευών, καθαρισμός δακτυλίων απόξεσης και μέτρημα φθοράς τους, αντικατάσταση όσων έχουν περάσει τα προκαθορισμένα από τον κατασκευαστή όρια, καταγραφή των μετρήσεων σε ειδικό έντυπο. Αντικατάσταση δακτυλίων στεγανότητας και έλεγχος καλής λειτουργίας των δακτυλίων απόξεσης.
6. **Καπάκια κυλίνδρων:** Εξάρμωση σωληνώσεων σύνδεσης καπακιών, αποσύνδεση κοχλιών σύσφιξης και εξάρμωση καπακιού. Εξάρμωση βαλβίδων προκίνησης, καυστήρων, κρουνών εξαερισμού κυλίνδρων, ασφαλιστικών, βαλβίδων εξαγωγής καυσαερίων. Καθαρισμός καπακιών και άρμωση τους στους κυλίνδρους της μηχανής αφού έχουν επισκευαστεί και τοποθετηθεί όλα τα εξαρτήματα στη θέση τους. Εξάρμωση οδηγού νερού ψύξης, καθαρισμός και αντικατάσταση δακτυλίων στεγανότητας.
7. **Καυστήρες:** Τοποθέτηση 27 εφεδρικών καυστήρων επισκευασμένων και ελεγμένων στο δοκιμαστήριο του σταθμού.
8. **Βαλβίδες προκίνησης:** Εξάρμωση βαλβίδων, καθαρισμός, επισκευή και αντικατάσταση φθαρμένων τμημάτων.
9. **Εξαεριστικά κυλίνδρων:** Εξάρμωση, καθαρισμός και επισκευή φθαρμένων τμημάτων.

10. **Ασφαλιστικά κυλίνδρων:** Έλεγχος ανοίγματος, εξάρμωση, καθαρισμός και επαναρύθμιση ανοίγματος στην σωστή τιμή.
11. **Βαλβίδες εξαγωγής καυσαερίων:** Πλήρης αποσυναρμολόγηση βαλβιδοφορέων καθαρισμός εξαρτημάτων, μέτρημα φθοράς των διαφόρων εξαρτημάτων και λήψη απαραίτητων μετρήσεων που προβλέπονται από τον κατασκευαστή. Λείανση εδρών μανιταριού και έδρας βαλβίδας εξαγωγής στις καθορισμένες από τον κατασκευαστή γωνίες. Έλεγχος στεγανότητας αέρα καμπίνας βαλβίδας. Η κατάσταση των εξαρτημάτων καθώς και οι απαραίτητες μετρήσεις έχουν καταγραφεί σε ειδικό έντυπο.
12. **Στροφαλοφόρος άξονας:** Μέτρηση απόκλισης στρόφαλου αμέσως μετά την κράτηση της μηχανής καθώς και μετά την τοποθέτηση όλων των εξαρτημάτων της αφού έχει γίνει η επισκευή τους. Καταγραφή των μετρήσεων σε ειδικό έντυπο. Καθαρισμός χώρου στροφαλοθαλάμου.
13. **Κρίκος:** Έλεγχος κατάστασης λαδιού, αντικατάσταση του λόγω υπερβολικής ρύπανσης.
14. **Έδρανα διωστήρα:** Μέτρημα διάκενων εδράνων διωστήρα, έλεγχος τιμών και καταγραφή σε ειδικό έντυπο μετρήσεων.
15. **Οδηγητικά πέδηλα:** Μέτρημα διακένων και καταγραφή μετρήσεων σε έντυπο.
16. **Έμβολα κυλίνδρων:** Εξάρμωση εμβόλων και ελατηρίων, καθαρισμός ελατηρίων και καταγραφή φθοράς τους. Καθαρισμός κεφαλής εμβόλου, μέτρημα διαστάσεων λουκιών ελατηρίων και καταγραφή τους σε ειδικό έντυπο. Αποσυναρμολόγηση των κεφαλών και των ποδιών όλων των εμβόλων. Αντικατάσταση ελαστικών δακτυλίων στις κεφαλές και ποδιές όλων των εμβόλων. Έγινε αντικατάσταση με καινούριες ή επισκευασμένες κεφαλές στα έμβολα λόγω ύπαρξης υπερβολικών διακένων στα λούκια των ελατηρίων. Έγινε έλεγχος στεγανότητας του χώρου ψύξεως κεφαλής εμβόλου πρεσάροντας υδραυλικά τα έμβολα. Έγινε μέτρημα βάκτρων εμβόλων και καταγραφή μετρήσεων σε έντυπο.
17. **Τηλεσκοπικοί σωλήνες:** Εξάρμωση τηλεσκοπικών σωλήνων ψύξης εμβόλων, καθαρισμός τους, μέτρημα φθοράς δακτυλίων στεγανότητας και αντικατάσταση φθαρμένων. Καταγραφή εργασιών σε ειδικό έντυπο.

18. **Συσκευές στεγανότητας τηλεσκοπικών σωλήνων:** Εξάρμωση συσκευών, καθαρισμός τους, μέτρημα δακτυλίων απόξεσης και αντικατάσταση φθαρμένων. Αντικατάσταση δακτυλίων στεγανότητας.
19. **Οδοντωτοί τροχοί:** Οπτικός έλεγχος δοντιών, έλεγχος διακένων δοντιών και εδράνων ενδιάμεσου γραναζιού.
20. **Έδρανα εκκεντροφόρου, έκκεντρα αντλιών καυσίμου και βαλβίδων εξαγωγής:** Μέτρημα διακένων εδράνων εκκεντροφόρου και καταγραφή σε ειδικό έντυπο. Έλεγχος κατάστασης επιφανειών ολίσθησης εκκέντρων ενεργοποίησης, αντλιών καυσίμου και βαλβίδων εξαγωγής.
21. **Διανομέας αέρα εκκίνησης:** Εξάρμωση βαλβίδων διανομέα, καθαρισμός τους και έλεγχος λειτουργίας.
22. **Σερβομοτέρ αυτομάτου κρατήσεως:** Εξάρμωση, καθαρισμός και αντικατάσταση φθαρμένων εξαρτημάτων.
23. **Μογλοί χειριστηρίου μηχανής:** Αποσύνδεση μοχλών χειριστηρίου, έλεγχος αρθρώσεων, αντικατάσταση φθαρμένων συνδέσεων.
24. **Ρυθμιστής Woodward:** Αντικατάσταση ρυθμιστή λαδιού .
25. **Αντλίες έγχυσης καυσίμου:** Εξάρμωση γεφυρών αντλιών, βαλβίδων αναρρόφησης και επιστροφών, ωστηρίων βαλβίδων. Λείανση επιφανειών γεφυρών και σώματος αντλιών, λείανση βαλβίδων αναρρόφησης-κατάθλιψης-επιστροφών, καθαρισμός ωστηρίων. Άρμωση των παραπάνω εξαρτημάτων, ρύθμιση αντλιών καυσίμου και καταγραφή των ρυθμίσεων σε ειδικό έντυπο. Εξάρμωση προφυλακτήρων σωληνώσεων καυσίμου (από τις αντλίες στους καυστήρες) και αντικατάσταση στηριγμάτων σωληνώσεων.
26. **Οχετός αέρα σάρωσης:** Καθαρισμός οχετού αέρα σάρωσης, εξάρμωση σωληνώσεων απορροής οχετού και απόφραξή τους. Εξάρμωση ανεπίστροφων αέρα, καθαρισμός και αντικατάσταση φθαρμένων λαμών. Εξάρμωση διαχωριστών νερού, καθαρισμός και βαφή τους με αντιοξειδωτικά χρώματα αφού προηγουμένως τους έγινε αμμοβολή. Ματσακόνισμα και βαφή τμημάτων οχετού λόγω διάβρωσης. Αντικατάσταση φθαρμένων στεγνωντικών περιεμβυσμάτων στις πόρτες του οχετού σάρωσης για την καλύτερη στεγανοποίηση του αέρα σάρωσης. Τοποθέτηση σωλήνα νερού στην οριζόντια σωλήνα απολάσπωσης για τον καλύτερο καθαρισμό της.
27. **Στροβιλοφουσητήρες ή Υπερπληρωτές (Turbocharger):** Άδειασμα λαδιών, εξάρμωση καπακιών, μέτρημα αποκλίσεων αξόνων. Εξάρμωση αντλιών

λαδιού, εδράνων, στροφείων στροβιλοφυσητήρων, σταθερών πτερυγίων. Καθαρισμός στροφείων, σταθερών πτερυγίων. Συναρμολόγηση των παραπάνω, μέτρημα αποκλίσεων άξονα μετά την τοποθέτηση εδράνων και αντλιών, πλήρωση λαδιού λίπανσης εδράνων.

28. **Φίλτρα αέρα:** Εξάρμωση φίλτρων αέρα και αντικατάστασή τους. Καθαρισμός χώρου φίλτρων, ψεκασμός φίλτρων με λάδι για την καλύτερη κατακράτηση σωματιδίων.
29. **Ψυγεία αέρα σάρωσης:** Εξάρμωση σωληνώσεων εισαγωγής-εξαγωγής θαλάσσης και καθρεφτών ψυγείων. Κατασκευή των παραπάνω σωληνώσεων από ανοξείδωτο θαλάσσης λόγω διάβρωσής τους και συχνών διαρροών, καθαρισμός ψυγείων από πλευράς θαλάσσης. Αντικατάσταση γραμμής πλύσης ψυγείων εξάρμωση προφυσίων πλύσης και καθαρισμός τους. Ψεκασμός ψυγείων από πλευράς αέρος με χημικό καθαριστικό και ξέπλυμα με καθαρό νερό. Εξάρμωση επιστομίων αναρρόφησης-κατάθλιψης και επισκευή τους.
30. **Αντλίες λίπανσης χιτωνίων:** άδειασμα λαδιού λουμπρικετών και ξέπλυμα με λάδι στρωσίματος ελατηρίων. Έλεγχος λειτουργίας λουμπρικετών.
31. **Οχετοί εξαγωγής καυσαερίων:** Άνοιγμα πόρτας οχετού πολλαπλής εξαγωγής καυσαερίων, καθαρισμός χώρου καθώς και των προστατευτικών πλεγμάτων στην είσοδο καυσαερίων προς υπερπληρωτές. Άνοιγμα θυρών σιγαστήρα εξόδου καυσαερίων και απομάκρυνση καταλοίπων τα οποία έχουν συσσωρευτεί.
32. **ETTA BOOSTER:** Εξάρμωση στροβίλου και σταθερών πτερυγίων, καθαρισμός και μέτρημα ακτινικών-αξονικών αποκλίσεων στροφείου. Επιθεώρηση υδραυλικού συμπλέκτη, έλεγχος στάθμης λαδιού και ελαστικών πλακιδίων, αντικατάσταση φθαρμένων.

3.1.1 Εργασίες βοηθητικών μηχανημάτων

1. **Ψυγεία εμβόλων, χιτωνίων, λαδιού, συμυκνώματος:** Εξάρμωση ψυγείων, χημικός καθαρισμός, αντικατάσταση ψευδαργύρων, ματσακόνισμα τμημάτων καπακιών λόγω διάβρωσης και βαφή τους με αντισκωριακές βαφές.
2. **Φίλτρο καυσίμου:** Εξάρμωση αυτοκαθαριζόμενου φίλτρου καυσίμου, καθαρισμός, αντικατάσταση στεγανωτικών δακτυλίων και γενικώς όλων των εξαρτημάτων που προβλέπονται από τον κατασκευαστή του φίλτρου. Έγινε

εγκατάσταση νέου χειροκίνητου διπλού φίλτρου παράλληλα με το υπάρχον αυτοκαθαριζόμενο για την αποφυγή κρατήσεων της μονάδας λόγω έμφραξης του φίλτρου.

3. **Ψυγεία αέρα γεννήτριας:** Εξάρμωση ψυγείων, χημικός καθαρισμός από πλευράς θαλάσσης, αντικατάσταση ψευδαργύρων, ματσακόνισμα και βαφή καπακιών ψυγείων λόγω διάβρωσή τους.
4. **Δεξαμενές νερού εμβόλων, απολάσπωσης σάρωσης:** Άνοιγμα θυρών δεξαμενών, καθαρισμός.
5. **Αεροσυμπιεστής:** Εξάρμωση κυλίνδρων, καθαρισμός εμβόλων, βαλβίδων χαμηλής και υψηλής, αντικατάσταση φίλτρου αέρα. Εξάρμωση ψυγείου αεροσυμπιεστή, χημικός καθαρισμός του. Αντικατάσταση γραμμών νερού ψύξης ψυγείου αεροσυμπιεστή λόγω συχνών διαρροών, με ανοξειδωτους σωλήνες.
6. **Προθερμαντής λαδιού λίπανσης:** Έγινε αντικατάσταση του προθερμαντή με άλλον πλακοειδούς τύπου λόγω αδυναμίας του υπάρχοντος να προθερμάνει το λάδι στην θερμοκρασία που απαιτείται για τον καθαρισμό του από τον διαχωριστή λαδιού.
7. **Διαχωριστής λαδιού:** Εξάρμωση διαχωριστή και γενική του συντήρηση σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τον κατασκευαστή.
8. **Φίλτρα κεντρικής γραμμής θαλάσσης:** Κατασκευή ειδικού φίλτρου στην κεντρική γραμμή θαλάσσης της μονάδας για την κατακράτηση των μυδιών και φυκιών τα οποία δημιουργούν σοβαρά προβλήματα βουλώματος στα ψυγεία λαδιού, αέρος, γεννήτριας, χιτωνίων, εμβόλων και συμπυκνώματος. Η κατασκευή του φίλτρου έγινε από το συνεργείο του σταθμού από σωλήνες και σίτα ανοξειδωτη.
9. **Βοηθητικός λέβητας καυσαερίων:** Άνοιγμα θυρών λέβητα και πλύσιμό του. Εξάρμωση ασφαλιστικού, επισκευή και έλεγχος ανοίγματος. Επισκευή σωληνώσεων εκκαπνισμού λόγω διαρροών. Εξάρμωση βαλβίδων, τρίψιμο εδρών, κατασκευή σαλαμαστρών και αντικατάστασή τους. Έλεγχος λειτουργίας τάμπερ καυσαερίων, λίπανση αρθρώσεων. Εξάρμωση διαφόρων επιστομίων ατμού-νερού, τρίψιμο εδρών, αντικατάσταση σαλαμαστρών. Άνοιγμα σιγαστήρα εξόδου καυσαερίων και απομάκρυνση εξανθρακωμάτων.
10. **Αντλίες κυκλοφορίας λέβητα:** Εξάρμωση επιστομίων αναρρόφησης-κατάθλιψης, τρνίρισμα εδρών, αντικατάσταση σαλαμαστρών. Εξάρμωση

αντλιών, λύσιμο, καθαρισμός φτερωτών, αντικατάσταση ρουλεμάν και λαδιού λίπανσής τους, αντικατάσταση σλαμαστρών.

11. **Φιάλες αέρος μηχανής:** Άνοιγμα θυρών φιαλών, καθαρισμός εσωτερικά, απόξεση βαφών (προστατευτικής βαφής) οι οποίες έχουν φουσκώσει. Τοποθέτηση νέου συστήματος αυτόματης απομάκρυνσης υγρασίας στην γραμμή αέρα από αεροσυμπιεστή προς φιάλες.

7.ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

7.1 Κόστος εργασίας

ΧΡΟΝΙΑ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ	ΜΙΣΘΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΙΣΘΙΟ	ΕΡΓΑΤΟ-ΩΡΑ
3	800	26.18	3.27
3-6	880	29.33	3.66
6-9	960	32.00	4.00
9+	1040	34.66	4.33
Μ.Ο	920	30.54	3.82

Πίνακας 5: Πίνακας βαθμίδων μισθοδοσίας

7.2 Κόστος καυσίμων/έτος

ΚΑΥΣΙΜΟ	ΤΙΜΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ [€]
Μαζούτ	478 €/τόνο	11.151 [τόνους]	5.330.178
Ντίζελ	1.085 €/λίτρο	78.000 [λίτρα]	84.630

Πίνακας 6: Πίνακας κόστους καυσίμων

7.3 Τιμή Kwh

ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ	kwh	€/ kwh
Πρώτο	Έως 1600	0.17588
Δεύτερο	1601-2000	0.18518
Τρίτο	Άνω των 2000	0.21985
Μ.Ο	-	0.19364

Πίνακας 7: Τιμή kwh

7.4 Κόστος ομάδας συντήρησης

1^η Περίπτωση: Με εργασία Σαββατοκύριακα χωρίς υπερωρίες.

Κόστος Σαββάτων: Αριθμός Σαββάτων * άτομα * συντελεστής * ώρες * εργατοώρα =
 $4 * 22 * 1.3 * 8 * 3.82 = 3.496,065 \text{ €}$

Κόστος Κυριακών: Αριθμός Κυριακών * άτομα * συντελεστής * ώρες * εργατοώρα =
 $4 * 22 * 0.75 * 8 * 3.82 = 2.016,96 \text{ €}$

Συνολικό κόστος Σαββατο-Κύριακων: $3.496,065 + 2.016,96 = 5.513,03$

Όφελος από την συντόμευση 12 ημερών:

$8 * 14.673,51 + 2 * 11.738,81 + 2 * 8.804,11 = 117.388,08 + 23.477,62 + 17.608,22 =$
 $= 158.473,92 \text{ €}$

Συνολικό όφελος: $158.473,92 - 5.513,03 = 152.960,95 \text{ €}$

2^η Περίπτωση: Με εργασία Σαββατοκύριακα και 3 ώρες υπερωρία τις καθημερινές.

Κόστος Σαββάτων: Αριθμός Σαββάτων * άτομα * συντελεστής * ώρες * εργατοώρα =
 $3 * 22 * 1.3 * 8 * 3.82 = 2.622,05 \text{ €}$

Κόστος Κυριακών: Αριθμός Κυριακών * άτομα * συντελεστής * ώρες * εργατοώρα
 $= 3 * 22 * 0.75 * 8 * 3.82 = 1.512,72 \text{ €}$

Κόστος υπερωριών: $650 \text{ ώρες} * 1.3 * 3.82 = 3.227,9 \text{ €}$

Συνολικό κόστος Σαββατο-Κύριακων και υπερωριών : $2.622,05 + 1.512,72 + 3.227,9$
 $= 7.362,67 \text{ €}$

Όφελος από την συντόμευση 18 ημερών:

$12 * 14.673,51 + 3 * 11.738,81 + 3 * 8.804,11 = 176.082,12 + 35.216,43 + 26.412,33 =$
 $= 237.710,88 \text{ €}$

Συνολικό όφελος: $237.710,88 - 7.362,67 = 230.347,41 \text{ €}$

Άρα η πιο συμφέρουσα περίπτωση είναι η δεύτερη διότι έχει το μεγαλύτερο όφελος λόγω του ότι ο κινητήρας θα μείνει για λιγότερες μέρες εκτός λειτουργίας.

*Ετήσιος μισθός ομάδας συντήρησης: $22(\text{άτομα}) * 920\text{€}(\text{μ.ό. πίνακας 24}) * 12(\text{μήνες})$
 $= 242.880 \text{ €}$

Συνολικό κόστος συντήρησης: $242.880 + 7.362,67 * 2 = 257.605,34 \text{ €}$

7.5 Κόστος υλικών μεγάλης συντήρησης

	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ(€)	ΣΥΝΟΛΟ(€)
1	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (800X9)	36	7,10	255,60
2	ΜΕΜΒΡΑΝΗ ΕΛΕΣΤΙΚΗ ΛΙΠΑΝΤΗΡΑ	72	3,20	230,40
3	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (329,57X6,99) ΚΥΑΘΙΟΥ (ΦΩΛΙΑΣ)	9	1,85	16,65
4	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (266,3X3,53) ΓΙΑ ΔΑΚΤΥΛΙΟ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ	9	0,40	3,60
5	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (304,17X6,99) ΓΙΑ ΚΑΤΩ ΚΥΑΘΙΟ	9	0,80	7,20
6	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (85,09X5,33) ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΤΗΡΑ	27	0,92	24,84
7	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (36,09X3,53) ΤΑΝΥΣΤΗ ΕΛΑΤΗΡΙΟΥ	27	0,40	10,80
8	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (34,59X2,62) ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	27	0,28	7,56
9	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (85,09X5,33) ΣΩΜΑΤΟΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ	9	0,15	1,35
10	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (69,22X5,33) ΓΙΑ ΤΟ ΧΙΤΩΝΙΟ	9	0,12	1,08
11	ΕΔΡΑ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ	1	900,00	900,00
12	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ ΕΔΡΑΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ	9	10,00	90,00
13	ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ (ΜΑΝΙΤΑΡΙ)	1	5800,00	5800,00
14	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (O-RING) ΒΑΚΤΡΟΥ ΒΑΛΒΙΔΑΣ	9	4,00	36,00
15	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (367,67X6,99) ΕΔΡΑΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ	9	7,20	64,80
16	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΣ ΕΔΡΑΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ	9	5,80	52,20
17	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (43,82X5,33) ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΟΥ	9	0,10	0,90
18	ΧΙΤΩΝΙΟ ΟΔΗΓΗΤΙΚΟ (ΜΠΟΥΣΑ)	36	0,45	16,20
19	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (24,99X3,53) ΑΝΩ ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΣΩΛΗΝΑ	18	0,10	1,80
20	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (26,58X3,53) ΚΑΤΩ ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΣΩΛΗΝΑ	18	0,12	2,16
21	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ, ΣΕ 3 ΤΜΗΜΑΤΑ, ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΟΥ ΣΩΛΗΝΑ	18	4,00	72,00
22	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΞΥΣΤΡΑ, ΣΕ 3 ΤΜΗΜΑΤΑ, ΣΤΥΠΙΟΘΛΙΠΤΗ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΟΥ	18	10,00	180,00
23	ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	3	65,00	195,00
24	ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	1	55,00	55,00
25	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (ΚΑΤΩ) ΧΙΤΩΝΙΟΥ 680X9 ΜΜ	18	8,50	153,00
26	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΥΛΙΝΔΡΟ ΑΕΡΑ	9	18,88	162,00
27	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (304,17X6,99)	18	20,40	43,20
28	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (37,47X5,33)	36	0,90	32,40
29	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (36,09X3,53) ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΟΥ ΣΩΛΗΝΑ	18	0,15	2,70
30	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (345,0X7,0)	18	4,80	86,40
31	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (500,07X7,0) ΜΕΤΑΞΥ ΚΕΦΑΛΗΣ ΕΜΒΟΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΔΙΑΣ	9	7,80	70,20
32	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (53,34X5,33) ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΣΩΛΗΝΑ	18	0,20	3,60
33	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (66,27X3,53) ΣΩΜΑΤΟΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	9	0,45	4,05
34	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (21,89X2,62)	9	0,14	1,26
35	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (367,67X6,99) ΒΑΛΒΙΔΟΦΟΡΕΑ	9	3,10	27,90

Πίνακας 8^α : Κόστος υλικών μεγάλης συντήρησης

36	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ 94,62X5,33, VITON 90 SHORE	9	1,85	16,65
37	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ 158,12X5,33 VITON 80 SHORE	9	4,10	36,90
38	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ 151.77X5.33 VITON 90 SHORE	9	3,50	31,50
39	ΧΙΤΩΝΙΟ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ	2	8800,00	17600,00
40	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΑΠΟΞΕΣΗΣ (ΚΥΑΘΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ) ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ	18	85,00	1170,00
41	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΓΙΑ ΔΑΚΤΥΛΙΟ ΑΠΟΞΕΣΗΣ	36	2,40	86,40
42	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ ΓΙΑ ΔΑΚΤΥΛΙΟ	18	1,60	28,80
43	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΟΣ (53.57X3.53) ΓΙΑ ΔΑΚΤΥΛΙΟ	18	0,32	5,76
44	ΕΛΑΤΗΡΙΟ ΕΜΒΟΛΟΥ	45	78,00	3510,00
45	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΑΠΟΞΕΣΕΩΣ ΕΛΑΙΟΥ, ΜΠΡΟΥΤΖΙΝΟΣ, ΣΕ ΤΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ, ΠΛΗΡΗΣ	54	55,00	2970,00
46	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΑΠΟΞΕΣΕΩΣ ΕΛΑΙΟΥ, ΜΠΡΟΥΤΖΙΝΟΣ, ΣΕ ΤΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ, ΠΛΗΡΗΣ	54	55,00	2970,00
47	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΣΕ ΤΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ, ΠΛΗΡΗΣ	9	75,00	675,00
48	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΑΠΟΞΕΣΕΩΣ, ΣΕ ΤΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ, ΠΛΗΡΗΣ	9	110,00	990,00
49	ΣΦΗΝΑ	4	18,00	72,00
ΣΥΝΟΛΟ				38.811,76

Πίνακας 8^β : Κόστος υλικών μεγάλης συντήρησης

7.6 Κόστος υλικών μικρής συντήρησης

	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ(€)	ΣΥΝΟΛΟ(€)
1	ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	27	150	4050
2	ΑΚΡΟΦΥΣΙΟ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	27	45	1215
3	ΕΛΑΣΜΑ ΑΝΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΑΕΡΑ ΣΑΡΩΣΗΣ	140	0.8	112
ΣΥΝΟΛΟ				5377

Πίνακας 9: Κόστος υλικών μικρής συντήρησης

7.7 Κόστος-κέρδος

-	Mwh/έτος	Kwh/έτος	€/έτος
Ετήσια παραγωγή	54.041	54.041.000	-
Ετήσια έσοδα	-	-	10.464.499,24 [Kwh/έτος * 0,19364 €]

Πίνακας 10: Ετήσια έσοδα και παραγωγή

7.8 Κόστος εγκατάστασης

Έτη λειτουργείας	Mwh/έτος	Mw	Σύνολικό κόστος εγκατάστασης(€)	Καταμερισμός κόστους(€/έτος)
1989-μέχρι σήμερα	54.041	6,17	8.638.000 [6.17*1.400.000]	287.933,33 [8.638.000/30]
-	-	-		

Πίνακας 11: Κόστος εγκατάστασης

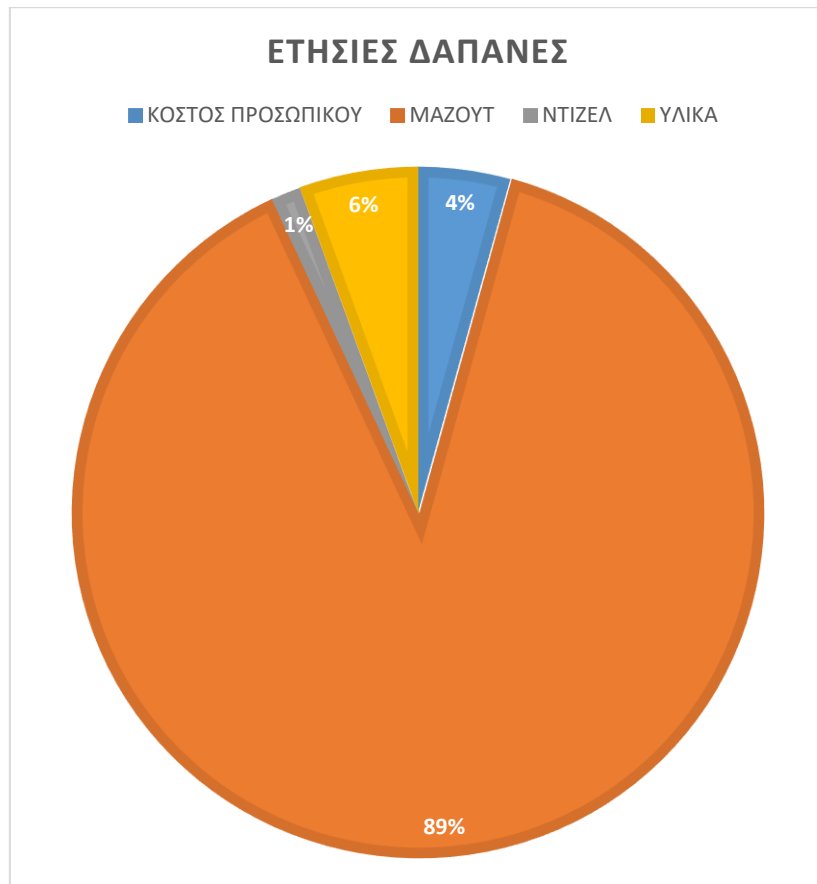
7.8.1 Κόστος Kwh μαζούτ και ντίζελ

ΚΑΥΣΙΜΟ	€/ton	Kwh/ton
Μαζούτ	478	5.128*
Ντίζελ	1302	3.333

Πίνακας 12: Κόστος kwh μαζούτ και ντίζελ

*Άρα απο τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνετε ότι η οικονομικότερη λύση είναι το μαζούτ. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας αντί του ντίζελ, του οποίου η χρήση γίνεται μόνο για την έναρξη του κινητήρα για να φτάσει στις επιθυμητές στροφές [rpm] λειτουργίας

7.9 Διάγραμμα κατανομής δαπανών



Διάγραμμα 9: Ετήσιων δαπανών

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο κινητήρα RTAF 58
2. Πληροφορίες από το προσωπικό συντήρησης της Δ.Ε.Η
3. Pounder's marine diesel engines and gas turbines, Eighth edition
DOUG WOODYARD
4. Θερμοδυναμική για μηχανικούς, 9^η έκδοση
YUNUS A. CENGEL, MICHAEL A. BOLES
5. Μηχανές εσωτερικής καύσης εισαγωγή στην λειτουργία και τη χρήση,
ΝΙΚΟΛΑΟΣ Α. ΚΥΡΙΑΚΗΣ
6. <https://www.marineinsight.com/tech/important-things-to-check-in-ships-engine-bedplate/>
7. https://www.dieselnets.com/tech/diesel_history.php
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Diesel_engine
9. <https://www.marineinsight.com/main-engine/everything-you-ever-wanted-to-know-about-crankcase-inspection-on-a-ship/>
10. <https://www.marineinsight.com/main-engine/how-ships-engine-works/>
11. <http://mechstuff.com/differences-advantages-disadvantages-of-4-stroke-2-stroke-engine/>
12. <http://www.fundinguniverse.com/company-histories/sulzer-ltd-history/>
13. http://www.marinediesels.info/2_stroke_engine_parts/camshaft.htm
14. <http://www.machineryspaces.com/piston.html>
15. <https://www.brighthubengineering.com/marine-engines-machinery/22993-crankshaft-deflection-marine-diesel-engine-components/>
16. <https://www.brighthubengineering.com/marine-engines-machinery/23022-construction-and-working-of-a-marine-diesel-engine-piston/>
17. <https://www.nuclear-power.net/nuclear-engineering/thermodynamics/thermodynamic-cycles/diesel-cycle-diesel-engine/theory-of-diesel-cycle-diesel-engine/>
18. https://en.wikipedia.org/wiki/Diesel_cycle
19. https://www.dieselnets.com/tech/diesel_engines.php
20. <https://www.britannica.com/technology/diesel-engine>