

# 2016

*ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ*

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΚΡΙΤΟΥΛΗΣ

[ ΠΗΓΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΛΟΙΩΝ. ΚΥΡΙΕΣ ΚΑΙ ΕΦΕΔΡΙΚΕΣ. ]

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ:**

ΠΗΓΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΛΟΙΩΝ. ΚΥΡΙΕΣ ΚΑΙ ΕΦΕΔΡΙΚΕΣ.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΡΙΤΟΥΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ/3809

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων.....	3
Περίληψη .....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Abstract.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Πρόλογος .....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Κεφάλαιο 1 : Συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας πλοίων	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1 Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις του πλοίου πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένες ώστε: Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
1.2.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Κεφάλαιο 2 : Αξονική γεννήτρια πλοίο	
.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Κεφάλαιο 3 Κύρια πηγή ηλεκτρικής ισχύος	
: .....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3.1. Αριθμός και ισχύς γεννητριών	
.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3.2.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3.3.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Κεφάλαιο 4	
Έλεγχος των εκπεμπόμενων από τις diesel μηχανές αέριων ρύπων	
: .....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
4.1.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Κεφάλαιο 5 Λειτουργία κύριων γεννητριών	
: .....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Κεφάλαιο 6 : Προστασία γεννητριών	
.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Κεφάλαιο 7 : Γενικές απαιτήσεις	
.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
7.1.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Κεφάλαιο 8 : Γεννήτρια έκτακτης ανάγκης

- .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.  
8.1.....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.  
8.2. ....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Κεφάλαιο 9 : Συσσωρευτές έκτακτης ανάγκης

- .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.  
9.1. ....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.  
9.2. ....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Κεφάλαιο 10 : Λήψη ρεύματος από στερία

- .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.  
10.1 .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Κεφάλαιο 11 : Επιλογή κύριων γεννητριών και γεννήτριας έκτακτης ανάγκης

- .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.  
11.1. ....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.  
11.2. ....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Κεφάλαιο 12 : Συσσωρευτές πλοίου

- .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Κεφάλαιο 13 : Μπαταρίες άνθρακα/ ψευδαργύρου

- .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Κεφάλαιο 13,1 Αλκαλικές μπαταρίες μαγγανίου

- : .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Κεφάλαιο 13,2 : Μπαταρίες υδραργύρου

- .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

13.1. Μπαταρίες οξειδίου του αργύρου

- .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

15.2. Δευτερεύονται στοιχεία

- .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

15.3 Οι Σφραγισμένες μπαταρίες μολύβδου οξέος

- .....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

15.4 . Οι ασφράγιστες μπαταρίες μολύβδου οξέος .....

### ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:

Ηλεκτρικά Συστήματα Πλοίων, Ηλεκτρικές γεννήτριες , κύριες και εφεδρικές πηγές ενέργειας ,συσσωρευτές πλοίου , Ρύπους , καταναλώσεις , ISM CODE . SOLAS .

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ :

Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι να υποδείξω ότι κάθε πλοίο πρέπει να είναι εξοπλισμένο με τα κατάλληλα μέσα για την σωστή λειτουργία του αλλά και την αποφυγή ατυχημάτων σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης . Παράλληλα κάθε πλοίο πρέπει να είναι εφοδιασμένο με τις κατάλληλες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας κύριες αλλά και εφεδρικές σύμφωνα με τους κανόνες της MARPOL να μην μολύνουμε το περιβάλλον από ρίπους και σύμφωνα με τους κανόνες του SOLAS να μπορούμε να αντεπεξέλθουμε σε ένα έκτακτο περιστατικό με τους κατάλληλους εξοπλισμούς

### KEY WORDS:

Ship Power Systems, Electrical generators, main and backup sources of energy, ship batteries , Pollutants, consumption, ISM CODE. SOLAS.

### ABSTRACT :

The purpose of this thesis is to prove that each vessel must be equipped with suitable means for correct operation and avoid accidents emergency. Furthermore every ship shall be equipped with the appropriate sources of electricity main and stand-by agreement with the rules of MARPOL do not pollute the enclosures of pmol and according to the rules of SOLAS to be able to cope in an emergency situation with the appropriate equipment



Η ηλεκτρική ενέργεια είναι ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία του πλοίου και την ασφάλεια των επιβαινόντων. Η εγκατάσταση του πλοίου αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής, διανομής και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, που χαρακτηρίζεται από αυτάρκεια και αξιοπιστία και αποτελείται από τρία κύρια υποσυστήματα : ισχύος, φωτισμού και επικοινωνιών-ναυσιπλοΐας. Η διαρκώς αυξανόμενη χρήση της ηλεκτροπρόωσης έχει δημιουργήσει νέα δεδομένα και μεγαλύτερες ηλεκτρικές απαιτήσεις από την πλευρά της παραγωγής, του ελέγχου, της διανομής και της ποιότητας της ηλεκτρικής ισχύος

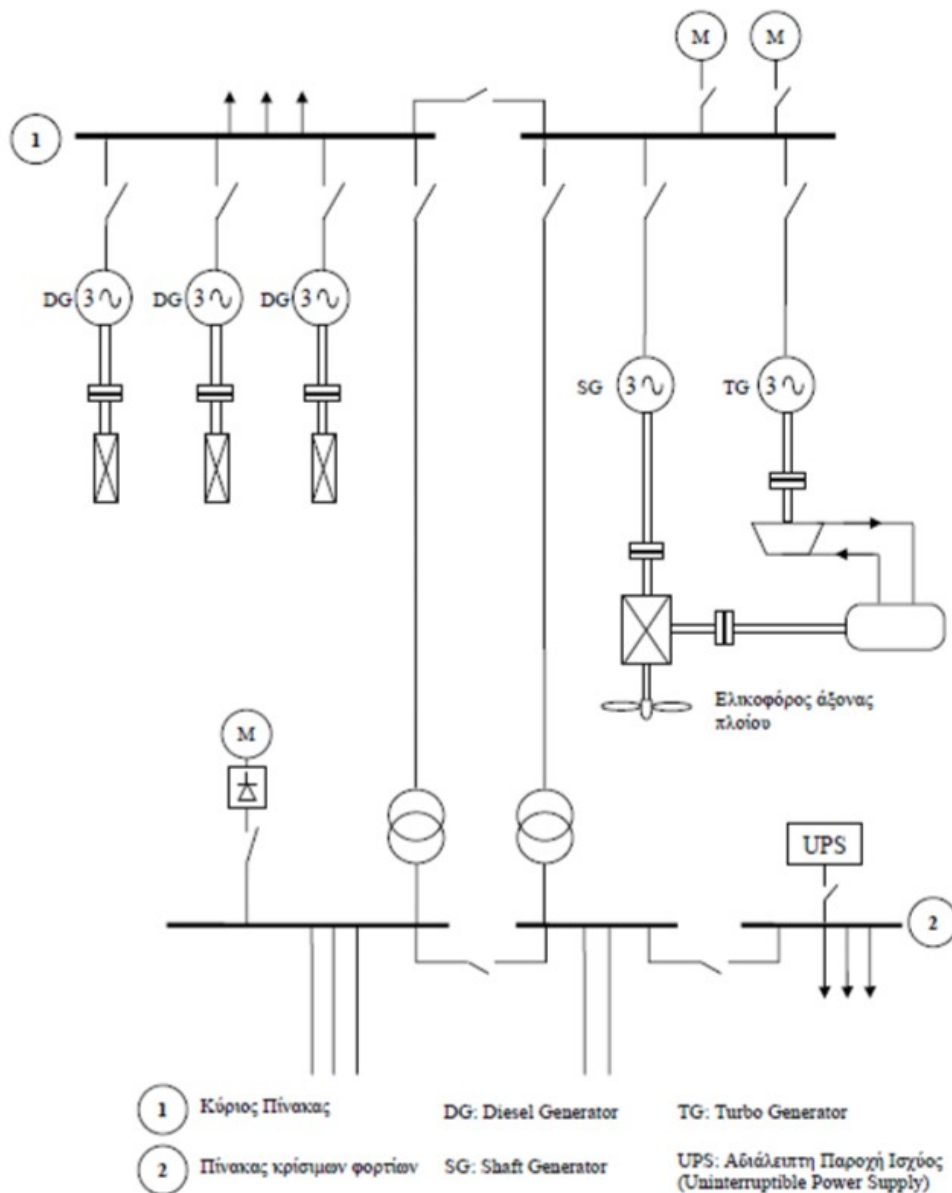
### **Συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας πλοίων**

Το τυπικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας πλοίου αποτελείται από τις συσκευές και τον εξοπλισμό παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς επίσης και από τους διάφορους καταναλωτές .

Τα κύρια στοιχεία που το απαρτίζουν είναι τα ακόλουθα : Πηγές ηλεκτρικής ενέργειας. Συνήθως αποτελούνται από τρεις ηλεκτρογεννήτριες (diesel generators, DG) από τις οποίες συνήθως η μια είναι σε εφεδρεία. Σε αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται αξονικές γεννήτριες (shaft generators, SG) οι οποίες είναι ηλεκτρικές μηχανές που παίρνουν κίνηση από τον ελικοφόρο άξονα του πλοίου καθώς και στρόβιλογεννήτριες (turbo generators, TG).

- Κύριος πίνακας μαζί με τις διατάξεις προστασίας, τους διακόπτες, τα όργανα ελέγχου και τους κύριους ζυγούς διανομής
- Ηλεκτρικός πίνακας ανάγκης (emergency) που καλύπτει μόνο κρίσιμα φορτία.
- Καλώδια μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

- Ηλεκτρικοί καταναλωτές που ενδέχεται να είναι και μεγάλοι κινητήρες, συγκρίσιμης ονομαστικής ισχύος με αυτήν των γεννητριών όπως π.χ. κινητήρες πρόωσης, αντλιών φορτίου κ.τ.λ.





**Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις του πλοίου πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένες ώστε:**

1. Να εξασφαλίζονται οι κανονικές συνθήκες λειτουργίας του πλοίου και οι ελάχιστες συνθήκες διαβίωσης στο πλοίο χωρίς την καταφυγή στην πηγή ηλεκτρικής ισχύος έκτακτης ανάγκης.
2. Να εξασφαλίζεται η λειτουργία του εξοπλισμού που είναι αναγκαίος για την ασφάλεια του πλοίου κάτω από συνθήκες έκτακτης ανάγκης
3. Να διασφαλίζεται η ασφάλεια των επιβατών, του πληρώματος και του πλοίου από ηλεκτρικούς κινδύνους.

Το ηλεκτρικό σύστημα των πλοίων μπορεί να θεωρηθεί ως ένα αυτόνομο, μικρής κλίμακας βιομηχανικού τύπου Σ.Η.Ε, το οποίο όμως παρουσιάζει τις εξής **ιδιαιτερότητες** σε σχέση με ένα ηπειρωτικό ηλεκτρικό σύστημα:

1. Η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται μέσω συστήματος διανομής (καλωδιώσεις, μετασχηματιστές, διακόπτες κλπ) πολύ περιορισμένου μήκους (της τάξης των 50 έως το πολύ 1000 μέτρων).
2. Το δίκτυο γείωσης του είναι κατά κανόνα αγειώτο
3. Το όλο σύστημα είναι αυτόνομο και η μόνη εφεδρική πηγή ενέργειας είναι το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ανάγκης το οποίο όμως είναι ικανό να τροφοδοτήσει ορισμένα μόνο φορτία ανάγκης. Για το λόγο αυτό το όλο σύστημα πρέπει να είναι εξαιρετικά αξιόπιστο

Η συντριπτική πλειοψηφία των πλοίων έχουν δίκτυο διανομής εναλλασσομένου ρεύματος (Ε.Ρ.) που προτιμάται σε σχέση με το δίκτυο σταθερού ρεύματος (Σ.Ρ.). Το δίκτυο Ε.Ρ. είναι φθηνότερο κατά την εγκατάσταση και κατά τη λειτουργία σε σχέση με το Σ.Ρ. . Συγκεκριμένα, προσφέρει ένα μεγαλύτερο λόγο ισχύος/ βάρους για την παραγωγή, διανομή και χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον η συντήρησή του είναι ευκολότερη. Το δίκτυο Ε.Ρ. όμως είναι πιο επικίνδυνο από το δίκτυο Σ.Ρ. από πλευράς ηλεκτροπληξίας καθώς το δίκτυο Ε.Ρ. γίνεται επικίνδυνο για τάσεις μεγαλύτερες από 60V ενώ το δίκτυο Σ.Ρ. μπορεί και σε τάση των 220V να μην προκαλεί θανατηφόρο ηλεκτροπληξία.

Η πλειονότητα των πλοίων έχουν τριφασικό, εναλλασσομένου ρεύματος, 3 αγωγών, 440 V σύστημα με μονωμένο τον ουδέτερο. Αυτό σημαίνει ότι ο ουδέτερος του συστήματος των γεννητριών σε συνδεσμολογία αστέρα δεν είναι γειωμένος στη γάστρα του πλοίου. Σε ευρωπαϊκά πλοία η τάση των 380 V είναι συνηθέστερη. Τα πλοία με μεγάλα ηλεκτρικά φορτία έχουν γεννήτριες που λειτουργούν σε υψηλές τάσεις των 3.3 kV, 6.6 kV ακόμη και 11 kV. Τέτοιες τάσεις είναι οικονομικά αναγκαίες σε συστήματα υψηλής ισχύος για τη μείωση της έντασης του ρεύματος, και επομένως τη μείωση της διατομής των αγωγών και του μεγέθους του απαιτούμενου

εξοπλισμού. Η λειτουργία σε τόσο υψηλές τάσεις γίνεται όλο και συχνότερη όσο αυξάνεται το μέγεθος του πλοίου,

### Αξονική γεννήτρια πλοίο

Σε πλοία με συμβατική πρόωση, ειδική περίπτωση αποτελούν τα πλοία που περιλαμβάνουν και αξονικές γεννήτριες (shaft generators) για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Η αξονική γεννήτρια είναι σύγχρονη ή ασύγχρονη ηλεκτρική μηχανή απ' ευθείας συνδεδεμένη με τον ελικοφόρο άξονα του πλοίου, παίρνει κίνηση από αυτόν και χρησιμοποιείται σαν μια επιπρόσθετη πηγή ενέργειας όταν το πλοίο κινείται, και έχει αρκετά υψηλό βαθμό απόδοσης. Ένα βασικό πρόβλημα στην χρήση αξονικών γεννητριών είναι η επίτευξη σταθερής τάσης και συχνότητας ειδικά όταν μεταβάλλονται οι στροφές της μηχανής και κατά συνέπεια του άξονα. Σήμερα για την επίτευξη σταθερής τάσης και συχνότητας χρησιμοποιούνται οι στατοί μετατροπείς (static converters). Η σύγχρονη αξονική γεννήτρια παράγει εναλλασσόμενο ρεύμα μεταβλητής συχνότητας και τάσης. Μετά την ανόρθωση το ρεύμα δίνεται στο ηλεκτρικό δίκτυο του πλοίου με σταθερή τιμή τάσης και συχνότητας μέσω ενός αντιστροφέα (inverter).



Μια γεννήτρια αναλαμβάνει την παραγωγή αέργου ισχύος (στρεφόμενος πυκνωτής – condenser). Ο βαθμός απόδοσης ενός τέτοιου συστήματος φτάνει το 80%, αλλά παρ'όλα τα εμφανή πλεονεκτήματα ενός τέτοιου συστήματος, υπάρχει ένα βασικό μειονέκτημα: η κυματομορφή της έντασης και της τάσης του ρεύματος είναι

παραμορφωμένες στην έξοδο του μετατροπέα, περιέχουν δηλαδή αρμονικές οι οποίες επηρεάζουν την ποιότητα ηλεκτρικής ισχύος.

## **Κύρια πηγή ηλεκτρικής ισχύος**

### **Αριθμός και ισχύς γεννητριών**

Με βάση τους κανονισμούς του GL και τη διεθνή σύμβαση SOLAS, σε κάθε πλοίο απαιτείται η εγκατάσταση μιας κύριας πηγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η κύρια αυτή πηγή θα πρέπει να αποτελείται από τουλάχιστον δύο ανεξάρτητες μεταξύ τους ηλεκτρογεννήτριες. Η ικανότητα αυτών των γεννητριών θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε σε περίπτωση διακοπής της λειτουργίας μιας γεννήτριας, η εναπομένουσα ηλεκτρογεννήτρια να μπορεί να τροφοδοτήσει επαρκώς όλα τα φορτία τα οποία είναι απαραίτητα, κατά την εν πλω κατάσταση, για την εξασφάλιση:

- κανονικών συνθηκών λειτουργίας για την πρόωση και την ασφάλεια του πλοίου
- των ελαχίστων συνθηκών άνετης διαβίωσης
- της προστασίας του φορτίου

Οι ελάχιστες συνθήκες άνετης διαβίωσης στο πλοίο, περιλαμβάνουν τουλάχιστον επαρκείς υπηρεσίες για φωτισμό, μαγείρεμα, θέρμανση, ψύξη, μηχανικό αερισμό, υγιεινή, και πόσιμο νερό.

Ωστόσο, στην πραγματικότητα συνηθίζεται μια πιο συντηρητική προσέγγιση, για λόγους ασφαλείας, αλλά και για τη διευκόλυνση των διαδικασιών συντήρησης, η οποία οδηγεί σε αύξηση του αριθμού των εγκατεστημένων ηλεκτρογεννητριών σε τρεις τουλάχιστον γεννήτριες, που συνήθως έχουν ίδια ονομαστική ισχύ (μειωμένη ποσότητα ανταλλακτικών στο πλοίο). Οι τρεις αυτές γεννήτριες μπορεί να δουλεύουν χωριστά ή παράλληλα ανά ζεύγη, αφήνοντας μια εφεδρική, ανάλογα με την κατάσταση λειτουργίας του πλοίου και τη συνολική ζητούμενη ηλεκτρική ισχύ από τα φορτία του πλοίου. Είναι επιθυμητό οι ώρες λειτουργίας των γεννητριών να ισομοιράζονται ώστε οι γεννήτριες να υφίστανται την ίδια φθορά.

### **Έλεγχος των εκπεμπόμενων από τις diesel μηχανές αέριων ρύπων**

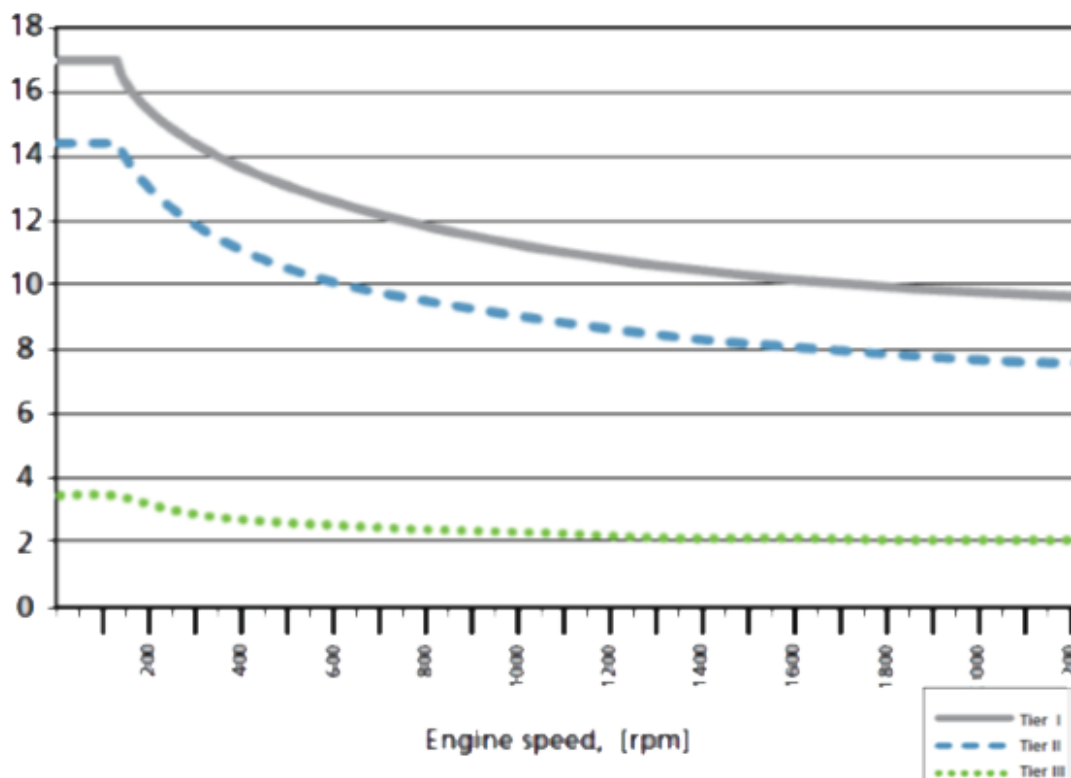
Μια οικονομικότερη αλλά πιο φιλική προς το περιβάλλον λύση, είναι η εγκατάσταση τριών κύριων γεννητριών, με τη μία να προορίζεται για χρήση μόνο εν όρμω ενώ οι άλλες δύο σε παράλληλη λειτουργία και σε φόρτιση πάνω από 80% να καλύπτουν τη φορτία στη δυσμενέστερη κατάσταση φόρτισης του πλοίου. Ο λόγος εγκατάστασης της γεννήτριας εν όρμω είναι οι μειωμένες ανάγκες ηλεκτρικής ισχύος του πλοίου σε αυτή την κατάσταση. Επομένως, προκειμένου να βελτιστοποιήσουμε το βαθμό απόδοσης της γεννήτριας, και άρα να μειώσουμε και τους ατμοσφαιρικούς ρύπους, τοποθετούμε μια γεννήτρια μικρότερης ονομαστικής ικανότητας που θα δουλεύει σε φόρτιση πάνω από 80%. Ο βαθμός απόδοσης της γεννήτριας γίνεται μέγιστος για

φορτία 75-100% του ονομαστικού και μια τέτοια απόδοση είναι επιθυμητή όχι μόνο για το περιβάλλον αλλά και την αποφυγή της φθοράς της γεννήτριας κατά την υπολειτουργία - λόγω επικαθίσεων άνθρακα στα υποσυστήματα του θαλάμου καύσης (λόγω της κακής ποιότητας καύσης). Τέλος, η γεννήτρια αυτή μπορεί να λειτουργήσει ως εφεδρική σε περίπτωση βλάβης μιας εκ των δύο κύριων γεννητριών.

Η ανάγκη μείωσης των ατμοσφαιρικών ρύπων προκύπτει και από τη διεθνή σύμβαση MARPOL (τέθηκε σε ισχύ στις 19 Μαΐου 2005) και συγκεκριμένα Annex VI και Regulations 13, 14 [19]. Οι κανονισμοί αυτοί καθορίζουν τα ανώτερα όρια εκπομπής οξειδίων του αζώτου (Reg.13) και οξειδίων του θείου (Reg.14). Ο κανονισμός 13, ο οποίος εφαρμόζεται σε όλα τα πλοία που έχουν κατασκευαστεί μετά την 1η Ιανουαρίου 2000 (Tier I) ή έχουν κάνει κάποια σημαντική μετασκευή (π.χ. αντικατάσταση κύριας μηχανής) μετά από αυτή την ημερομηνία και που διαθέτουν μηχανές με ισχύ πάνω από 130kW, προβλέπει ελεγχόμενες εκπομπές οξειδίων του αζώτου από τους ναυτικούς κινητήρες diesel. Ακόμη χαμηλότερα όρια έχουν θεσπιστεί για πλοία που έχουν κατασκευαστεί μετά την 1η Ιανουαρίου 2011 (Tier II). Επιπλέον, για ναυπηγήσεις που θα γίνουν μετά από την 1η Ιανουαρίου 2016 (Tier III), θα ισχύσουν νέοι περιορισμοί στις εκπομπές οξειδίων του αζώτου όταν τα πλοία αυτά πλέον σε περιοχές ελέγχου ρύπων από οξείδια του αζώτου (NOx ECAs). Στο Σχήμα φαίνονται τα επιτρεπτά όρια εκπομπής οξειδίων του αζώτου των diesel μηχανών.

Tier	Ship construction date on or after	Total weighted cycle emission limit (g/kWh) n = engine's rated speed (rpm)		
		n < 130	n = 130 - 1999	n ≥ 2000
I	1 January 2000	17.0	$45 \cdot n^{-0.2}$ e.g., 720 rpm – 12.1	9.8
II	1 January 2011	14.4	$44 \cdot n^{-0.23}$ e.g., 720 rpm – 9.7	7.7
III	1 January 2016*	3.4	$9 \cdot n^{-0.2}$ e.g., 720 rpm – 2.4	2.0

Ο κανονισμός 14, ο οποίος εφαρμόζεται σε όλα τα πλοία, ορίζει τη μέγιστη περιεκτικότητα σε θείο οποιουδήποτε καυσίμου χρησιμοποιείται στο πλοίο. Από 1η Ιανουαρίου 2012 το όριο αυτό έγινε 3,5% m/m ενώ πριν την ημερομηνία αυτή ίσχυε



το 4,5% m/m. Επιπλέον από 1η Ιανουαρίου 2020 το όριο αυτό θα μειωθεί στο 0,5% m/m. Σε περιοχές ελέγχου των ρύπων από οξειδία του θείου (SECAs- Sulphur Emission Control Areas) τα όρια της περιεκτικότητας σε θείο των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στο πλοίο, έχουν ως εξής:

- 1,5% m/m πριν την 1η Ιουλίου 2010
- 1,0% m/m μετά την 1η Ιουλίου 2010
- 0,1% m/m μετά την 1η Ιανουαρίου 2015

Το σχήμα δείχνει τις περιοχές ελέγχου ρύπων από οξειδία του θείου (SECAs). Η επιλογή των γεννητριών στηρίζεται επίσης σε κριτήρια όπως ο όγκος και το βάρος της εγκατάστασης, το αρχικό κόστος, το κόστος λειτουργίας, η ύπαρξη τυποποιημένων μεγεθών που είναι φθηνότερα από τα μη τυποποιημένα, η ύπαρξη ανταλλακτικών, η συντήρηση και η παράλληλη λειτουργία (είναι πιο εύκολα για όμοια Η/Ζ) και ο βαθμός απόδοσης (αυξάνει με το μέγεθος της μονάδας αλλά και για φορτίο 75-100% του ονομαστικού).



### Λειτουργία κύριων γεννητριών

Με βάση τους κανονισμούς του GL κατά την εγκατάσταση και λειτουργία των κύριων γεννητριών θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα παρακάτω:

- Η εγκατάσταση των κύριων μηχανών θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε η λειτουργία του πλοίου στα επιθυμητά επίπεδα, όπως αυτά έχουν προσδιοριστεί παραπάνω, να εξασφαλίζεται ανεξάρτητα από τη ταχύτητα και την κατεύθυνση της στροφής της κύριας μηχανής πρόωσης ή του άξονα
- Οι εγκαταστάσεις των μηχανών του πλοίου θα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένες ώστε, να μπορούν να τεθούν σε λειτουργία από νεκρή κατάσταση πλοίου. Οι γεννήτριες έκτακτης ανάγκης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επανεκκίνηση από τη νεκρή κατάσταση του πλοίου.
- Σε περίπτωση που η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των κύριων γεννητριών ξεπερνά τα 3MW, ο κύριος ζυγός θα πρέπει να χωρίζεται σε τουλάχιστον δύο μέρη τα οποία θα επικοινωνούν μεταξύ τους. Η σύνδεση των γεννητριών και οποιουδήποτε εξοπλισμού σε εφεδρεία θα πρέπει να είναι ισομοιρασμένη στα δύο μέρη.
- Αν μετασχηματιστές, συσσωρευτές μαζί με τους φορτιστές τους, μετατροπείς, και παρόμοιος εξοπλισμός, είναι ουσιώδη στοιχεία του κύριου δικτύου, τότε σε περίπτωση βλάβης μιας μονάδας, η πρόωση, η ασφάλεια, η διαβίωση και η προστασία του φορτίου θα πρέπει να διατηρηθούν στα ίδια επίπεδα με πριν.
- Κατά την εκκίνηση των κινητήρων, η φαινόμενη ισχύς των γεννητριών πρέπει να είναι τέτοια ώστε το ρεύμα εκκίνησης των κινητήρων να μην προκαλεί ανεπίτρεπτη πτώση τάσης στους ζυγούς του πλοίου και επομένως δυσλειτουργία κάποιων καταναλωτών.

- Οι γεννήτριες και οι διεγέρτριες τους, θα πρέπει να μπορούν να φορτίζονται στο 150% του ονομαστικού τους ρεύματος για δύο λεπτά με συντελεστή ισχύος 0,5 (επαγωγικό) και να δίνουν περίπου την ονομαστική τους τάση.
- Στη μόνιμη κατάσταση λειτουργίας, η τάση της γεννήτριας σε ονομαστική ταχύτητα, δεν πρέπει να αποκλίνει από την ονομαστική τιμή της περισσότερο από 2,5% για μηδενικό φορτίο έως το ονομαστικό και για ονομαστικό συντελεστή ισχύος.
- Στην μεταβατική κατάσταση λειτουργίας, με τη γεννήτρια σε ονομαστική ταχύτητα και τάση, θα πρέπει η τάση να μην πέσει κάτω από 85% ή να υπερβεί το 120% της ονομαστικής τιμής, όταν συμμετρικά φορτία συγκεκριμένης τιμής ρεύματος και συντελεστή ισχύος προστίθενται ή αφαιρούνται ξαφνικά. Η τάση θα πρέπει να ανακτά την ονομαστική της τιμή  $\pm 3\%$  σε 1,5 δευτερόλεπτα.
- Το ρεύμα βραχυκύκλωσης μόνιμης κατάστασης δεν πρέπει να είναι μικρότερο από τρεις φορές ή μεγαλύτερο από έξι φορές του ονομαστικού ρεύματος. Η γεννήτρια και η διεγέρτρια θα πρέπει να αντέχουν το ρεύμα βραχυκύκλωσης μόνιμης κατάστασης για δύο δευτερόλεπτα χωρίς βλάβη.
- Στην περίπτωση που η κύρια πηγή ηλεκτρικής ισχύος είναι απαραίτητη για την πρόωση και το σύστημα πηδαλιουχίας, το δίκτυο του πλοίου θα πρέπει να είναι έτσι ρυθμισμένο ώστε σε περίπτωση βλάβης μιας εκ των γεννητριών σε λειτουργία, η τροφοδοσία των ουσιωδών καταναλωτών να μη διακοπεί ή να αποκατασταθεί άμεσα.
- Όπου χρειάζεται, αυτόματη απόρριψη των μη ουσιωδών φορτίων ακόμη και των δευτερευόντων ουσιωδών φορτίων πρέπει να γίνει, προκειμένου να προστατευτούν οι γεννήτριες από υπερφόρτιση.
- Σε περίπτωση black-out, η αυτόματη εκκίνηση και σύνδεση μιας γεννήτριας και του πρωτεύοντα ουσιώδους εξοπλισμού, θα πρέπει να γίνει μέσα σε 30 δευτερόλεπτα.
- Όταν παραπάνω από μια γεννήτριες απαιτούνται για την κάλυψη της ζητούμενης ηλεκτρικής ισχύος του πλοίου και οι οποίες είναι μόνιμα σε παράλληλη λειτουργία, η βλάβη μιας μονάδας θα πρέπει να προκαλεί άμεση απόρριψη του μη-ουσιώδους εξοπλισμού ή και του δευτερεύοντα ουσιώδους εξοπλισμού αν είναι ο μόνος τρόπος για την αδιάλειπτη παροχή ηλεκτρικής ισχύος στον πρωτεύοντα ουσιώδη εξοπλισμό.
- Μια εφεδρική (stand-by) μονάδα θα πρέπει να εκκινεί άμεσα και αυτόματα σε περίπτωση βλάβης.

### **Προστασία γεννητριών**

Σύμφωνα με τους κανονισμούς του GL, οι γεννήτριες ενός πλοίου θα πρέπει να προστατεύονται τουλάχιστον από υπερεντάσεις και υπερφορτίσεις

- Η προστασία από βραχυκύκλωμα ρυθμίζεται για υπερένταση μεγαλύτερη από 50% αλλά μικρότερη από το ρεύμα βραχυκύκλωσης μόνιμης κατάστασης. Θα πρέπει να υπάρχει μικρή χρονική

καθυστέρηση ανάλογα με την επιλεκτικότητα του συστήματος (πχ για να μη διακόπτεται η λειτουργία των κινητήρων κατά την εκκίνηση όπου το ρεύμα εκκίνησής τους είναι αρκετά μεγαλύτερο από το ονομαστικό) (από 300 έως 500 ms). Σε περίπτωση πτώσης τάσης, η προστασία από βραχυκύκλωμα δεν θα πρέπει να απενεργοποιείται.

- Η προστασία από υπερφόρτιση, η οποία ρυθμίζεται για υπερένταση μεταξύ 10% και 50%, θα πρέπει να ενεργοποιεί τον αυτόματο διακόπτη της γεννήτριας με μια χρονική καθυστέρηση όχι μεγαλύτερη των δύο (2) λεπτών. Η προστασία από υπερφόρτιση δεν συνεπάγεται άμεση αποσύνδεση της γεννήτριας
- Γεννήτριες μεγαλύτερες των 50 kVA, οι οποίες προορίζονται για παράλληλη λειτουργία πρέπει να προστατεύονται με μια διάταξη προστασίας έναντι αντιστρόφου ρεύματος. Η επιλογή και η ρύθμιση της διάταξης σχετίζεται με την κινητήρια μηχανή της γεννήτριας, πχ για ατμο/αεριο-τροβιλοκίνητες γεννήτριες 2-6%, για diesel γεννήτριες 8-15% του ονομαστικού φορτίου, με χρονική καθυστέρηση 2 έως 5 δευτερόλεπτα. Η διάταξη αυτή πρέπει να λειτουργεί και σε πτώση τάσης έως και 50%

### **Γενικές απαιτήσεις**

Με βάση τη διεθνή σύμβαση SOLAS και τους κανονισμούς του GL, όλα τα επιβατηγά πλοία, ανεξαρτήτου χωρητικότητας αλλά και τα φορτηγά πλοία με GRT μεγαλύτερο από 500 θα πρέπει να έχουν μια έκτακτη πηγή ηλεκτρικής ισχύος, η οποία πρέπει να είναι αυτόνομη και ανεξάρτητη από την κύρια πηγή ηλεκτρικής ισχύος. Η ικανότητά της πρέπει να είναι επαρκής για να τροφοδοτήσει όλα τα φορτία που θεωρούνται αναγκαία για ασφάλεια σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Λαμβάνοντας υπόψη τα ρεύματα εκκίνησης και τη μεταβατική φύση μερικών φορτίων, η πηγή έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να τροφοδοτεί τα παρακάτω φορτία και για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα:

1. Για 3 ώρες, το φωτισμό ανάγκης σε κάθε σταθμό επιβίβασης, στα σωστικά σκάφη και λέμβους διάσωσης στο κατάστρωμα και κατά μήκος των πλευρών του πλοίου.
2. Για 18 ώρες, το φωτισμό ανάγκης σε όλους τους διαδρόμους στους χώρους ενδιαίτησης, στις σκάλες, στις εξόδους, στο μηχανοστάσιο, στους ανελκυστήρες, στον σταθμό των κύριων γεννητριών και στις θέσεις ελέγχου τους, στους σταθμούς ελέγχου, στη γέφυρα, σε κάθε κύριο ή έκτακτης ανάγκης πίνακα, σε όλους τους χώρους αποθήκευσης των στολών πυροσβεστών, στο τμήμα του συστήματος πηδαλιουχίας, στην αντλία πυρκαγιάς, στην αντλία καταιωνιστήρων - sprinkler (αν υπάρχει), στην αντλία σεντινών έκτακτης ανάγκης (αν υπάρχει) και στο σημείο όπου γίνεται η εκκίνηση των κινητήρων τους, και τέλος σε όλα τα αντλιοστάσια και τις δεξαμενές φορτίου των δεξαμενόπλοιων.



3. Για 18 ώρες, τα φώτα ναυσιπλοΐας και τα άλλα φώτα που απαιτούνται από τη διεθνή σύμβαση COLREGs (Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972 ) καθώς και τον ραδιοεξοπλισμό VHF, MF, τον επίγειο σταθμό του πλοίου και τον εξοπλισμό MF/HF. 4
4. Για 18 ώρες, τα μέσα συναγερμού και επικοινωνίας σε περίπτωση ανάγκης, τις συσκευές πλοήγησης, το σύστημα ανίχνευσης και συναγερμού σε περίπτωση φωτιάς εκτός και αν αυτές οι υπηρεσίες τροφοδοτούνται από μπαταρίες για το απαιτούμενο χρονικό διάστημα.
5. Για 18 ώρες, την αντλία πυρκαγιάς έκτακτης ανάγκης και τις εγκαταστάσεις ψεκασμού νερού, το βοηθητικό εξοπλισμό των γεννητριών έκτακτης ανάγκης και τουλάχιστον μια αντλία σεντινών για τους χώρους φορτίου.
6. Το μηχανισμό κινήσεως του πηδαλίου (για 10 λεπτά σε πλοία έως 10000 GRT και σε πάνω από 10000 GRT πλοία για 30 λεπτά)

Στην κατάσταση έκτακτης ανάγκης, στην παρούσα εργασία, τα παραπάνω φορτία θεωρούνται ότι είναι συνεχώς σε λειτουργία και ο συντελεστής λειτουργίας λαμβάνεται για λόγους ασφαλείας, ίσος με 1 κατά την κατάστρωση του επεκτεταμένου ηλεκτρικού ισολογισμού στην κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

Η πηγή ηλεκτρικής ισχύος έκτακτης ανάγκης μπορεί να είναι είτε γεννήτρια είτε συσσωρευτές αποθήκευσης ενέργειας.

Στην περίπτωση της γεννήτριας έκτακτης ανάγκης, θα πρέπει να είναι ανεξάρτητη από τις κύριες γεννήτριες και να έχει ανεξάρτητο σύστημα ψύξης. Επιπλέον, θα πρέπει να ξεκινά αυτόματα και όχι σε περισσότερο χρόνο από 45 δευτερόλεπτα μετά τη βλάβη των κύριων γεννητριών, εκτός και αν υπάρχει μεταβατική πηγή ηλεκτρικής ισχύος έκτακτης ανάγκης.

Στην περίπτωση που η πηγή ηλεκτρικής ισχύος έκτακτης ανάγκης είναι συσσωρευτές τότε θα πρέπει να συνδέονται αυτόματα στον πίνακα έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση βλάβης των κύριων γεννητριών, και να πληρούν τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο για την μεταβατική πηγή έκτακτης ανάγκης

### **Γεννήτρια έκτακτης ανάγκης**

Οι γεννήτριες έκτακτης ανάγκης και οι κινητήριες μηχανές τους, θα πρέπει να εγκαθίστανται στο ανώτερο κατάστρωμα και πίσω από το διάφραγμα συγκρούσεως. Το μέρος που θα τοποθετηθεί η γεννήτρια έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να είναι προσβάσιμο από το ανοιχτό κατάστρωμα και να είναι εγκατεστημένο έτσι ώστε μια φωτιά ή ένα περιστατικό στο χώρο που περιέχει τις κύριες γεννήτριες και/ή τον κύριο πίνακα διανομής ή σε ένα χώρο μηχανημάτων κατηγορίας A, να μην επηρεάζει την ικανότητα λειτουργίας της πηγής έκτακτης ανάγκης. Ο χώρος που περιέχει την πηγή έκτακτης ανάγκης, τους συναφείς μετασχηματιστές, τους μετατροπείς, τη μεταβατική πηγή έκτακτης ανάγκης και τον πίνακα έκτακτης ανάγκης δεν πρέπει να βρίσκεται

δίπλα σε χώρο που περιέχει την κύρια μηχανή, τον κύριο πίνακα διανομής, τους σχετικούς μετασχηματιστές, μετατροπείς κλπ., ή δίπλα σε χώρους μηχανημάτων κατηγορίας Α.

Τα ονομαστικά χαρακτηριστικά λειτουργίας και ο έλεγχος των γεννητριών έκτακτης ανάγκης, βασίζονται στις ίδιες αρχές με αυτές για τις κύριες γεννήτριες. Αποκλίσεις στην τάση της τάξεως των  $\pm 3,5\%$  σε συνθήκες μόνιμης κατάστασης και  $\pm 4\%$  σε μεταβατικές συνθήκες μετά από 5 δευτερόλεπτα, είναι αποδεκτές.

Η γεννήτρια έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να λειτουργεί ακόμη και με κλίση  $22,5^\circ$  προς τα δεξιά ή αριστερά, με διατοιχισμό  $22,5^\circ$ , με διαμήκη κλίση  $10^\circ$  και προνευστασμό  $10^\circ$

Οι γεννήτριες έκτακτης ανάγκης πρέπει να προστατεύονται τουλάχιστον από υπερένταση, υπερφόρτιση και από έλλειψη τάσεως. Σε περίπτωση υπερφόρτισης, τα φορτία που τροφοδοτούνται προσωρινά από τη γεννήτρια έκτακτης ανάγκης και δεν είναι φορτία έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να αποσυνδέονται αυτόματα.

#### **Συσσωρευτές έκτακτης ανάγκης**

Οι συσσωρευτές θα πρέπει να εγκαθίστανται έτσι ώστε να μην προκληθεί κίνδυνος για τον άνθρωπο ή τον εξοπλισμό από τα αέρια ή τις διαρροές των ηλεκτρολυτών. Σε δεξαμενόπλοια, οι συσσωρευτές δεν πρέπει να τοποθετούνται στις δεξαμενές φορτίου. Οι χώροι που περιέχουν τις μπαταρίες θα πρέπει να κατασκευάζονται και να αερίζονται έτσι ώστε να μην επιτρέπουν τη συγκέντρωση εύφλεκτου μίγματος αερίων.

Οι συσσωρευτές θα πρέπει να προστατεύονται από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα

Επιπλέον, θα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένοι ώστε να διατηρούν την ονομαστική τους ικανότητα ακόμη και σε κλίση  $22,5^\circ$  και να μην υπάρχει διαρροή ηλεκτρολύτη για κλίσεις έως  $40^\circ$ .

Μόνο σε πολύ μικρά σκάφη επιτρέπονται συσσωρευτές ως πηγή ασφαλείας

Σύμφωνα με τους κανονισμούς του GL οι μπαταρίες που είναι αποδεκτές είναι οι :

- ✓ μολύβδου-οξέος με διάλυμα αραιού θειικού οξέος σαν ηλεκτρολύτη
- ✓ ατσάλινες μπαταρίες νικελίου-καδμίου με αραιό διάλυμα υδροξειδίου του καλίου ως ηλεκτρολύτη

#### **Λήψη ρεύματος από στεριά**

Με βάση τη διεθνή σύμβαση SOLAS, κάθε πλοίο χωρητικότητας μεγαλύτερης από 500 GRT, θα πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον μια λήψη ρεύματος από τη στεριά σύμφωνα με τον κώδικα FSS (Fire Safety Systems Code).

Βρίσκεται στο κύριο κατάστρωμα, είναι κατάλληλα προστατευμένη και συνδέεται με τον κύριο πίνακα διανομής.

Η ενεργοποίηση της λήψης ρεύματος από τη στεριά θα πρέπει να είναι δυνατή μόνο εφόσον οι κύριες γεννήτριες είναι εκτός λειτουργίας. Παράλληλη λειτουργία της λήψης από τη στεριά με τις κύριες γεννήτριες για σύντομο χρονικό διάστημα για τη μεταφορά του φορτίου είναι επιτρεπτή. Η λήψη από τη στεριά θα πρέπει να γίνεται μέσω διακόπτη και να προστατεύεται από βραχυκύκλωμα.

### Επιλογή κύριων γεννητριών και γεννήτριας έκτακτης ανάγκης

- ❖ Ο αριθμός και οι ισχείς των γεννητριών θα πρέπει να ικανοποιούν την ακόλουθη απαίτηση: με μια γεννήτρια εκτός λειτουργίας, πρέπει να είναι δυνατή η τροφοδότηση όλων των μηχανημάτων, που είναι απαραίτητα για την ασφάλεια και πρόωση του πλοίου και τη διατήρηση του φορτίου σε καλή κατάσταση. Επειδή το συνολικό φορτίο είναι μικρότερο του 2200 kW [2], επιλέγονται δύο γεννήτριες ώστε η κάθε μία να είναι ικανή να καλύψει το φορτίο κανονικής πορείας, που είναι και η δυσμενέστερη κατάσταση κινήσεως του πλοίου από πλευράς ηλεκτρικού φορτίου. Άρα κάθε μια γεννήτρια θα πρέπει υπό φόρτιση 85%-90% να τροφοδοτεί τα 709,11 kW, δηλαδή η ισχύς της να είναι ίση ή μεγαλύτερη από
  - ❖  $709,11 \text{ kW} / 0,85 = 834,25 \text{ kW}$
  - ❖ Αναλυτικός ηλεκτρικός ισολογισμός του πλοίου

ΚΑΤΑΝΑΩΤΕΣ	η	N	Εγκατεστημένη Ισχύς				Ισχύς Κανονικής Πορείας			Ισχύς Χειρισμών			Ισχύς εν όρμω			
			P <sub>ον.αποδ.</sub>		P <sub>ον.αποφορ.</sub>		P <sub>εγκ.</sub>			N			ξ			
			PS	KW	KW	KW	N	ξ	P <sub>λετ.</sub>	N	ξ	P <sub>λετ.</sub>	N	ξ	P <sub>λετ.</sub>	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΠΡΟΩΣΗΣ</b>																
1	Κύριοι Αεροσυμπιεστές	0,85	2	25	18,40	21,65	43,29	1	0,20	4,33	1	0,70	15,15	1	0,30	6,49
2	Αντλίες λαδιού λίπανσης ΚΜ	0,85	2	45	33,12	38,96	77,93	1	0,85	33,12	1	0,85	33,12	0	0,00	0,00
3	Διαχωριστήρες πετρελαίου	0,85	3	20	14,72	17,32	51,95	1	0,70	12,12	1	0,20	3,46	1	0,20	3,46
4	Αντλία Μετάγγισης Πετρελαίου Diesel	0,85	1	5	3,68	4,33	4,33	1	0,70	3,03	1	0,20	0,87	1	0,10	0,43
5	Αεροσυμπιεστές Εκκινήσεως	0,85	2	40	29,44	34,64	69,27	1	0,20	6,93	1	0,70	24,24	1	0,30	10,39
6	Αεροσυμπιεστής Αυτοματισμού	0,85	1	35	25,76	30,31	30,31	1	0,20	6,06	1	0,20	6,06	1	0,20	6,06
7	Αντλία Συμπυκνώματος	0,85	2	12	8,83	10,39	20,78	1	0,50	5,20	1	0,50	5,20	1	0,50	5,20
8	Κινητήρες Μηχανισμού Πηδαλίου	0,85	2	35	25,76	30,31	60,61	1	0,50	15,15	1	0,70	21,21	0	0,00	0,00
9	Μηχανισμοί περιστροφής άξονα	0,85	2	10	7,36	8,66	17,32	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
10	Ανεμοστήρας Προσαγωγής Αέρα Λέβητα	0,85	1	4	2,94	3,46	3,46	1	0,50	1,73	1	0,50	1,73	1	0,50	1,73
11	Αντλίες Κυκλοφορίας νερού ψύξης καλίνδρων Κ.Μ	0,85	2	35	25,76	30,31	60,61	1	0,85	25,76	1	0,85	25,76	0	0,00	0,00
12	Αντλίες τροφοδότησης καυσίμου	0,85	2	10	7,36	8,66	17,32	1	0,85	7,36	1	0,85	7,36	0	0,00	0,00
13	Θερμαντήρες καυσίμου	1,00	2		15,00	15,00	30,00	1	0,70	10,50	1	0,70	10,50	1	0,70	10,50
14	Αντλίες μετάγγισης βαρέος	0,85	2	20	14,72	17,32	34,64	1	0,50	8,66	1	0,50	8,66	1	0,30	5,20

	πετρελαίου															
15	Κύριες αντλίες κυκλοφορίας θαλ. Νερού	0,85	3	85	62,56	73,60	220,8	2	0,85	125,12	2	0,85	125,12	1	0,30	22,08
16	Αντλίες ψύξης βαλβίδων Κ.Μ	0,85	2	25	18,40	21,65	43,29	1	0,85	18,40	1	0,85	18,40	0	0,00	0,00
17	Αντλίες τροφοδοτικού νερού λέβητα	0,85	2	8	5,89	6,93	13,85	1	0,50	3,46	1	0,50	3,46	1	0,50	3,46
18	Ανεμοστήρες προσαγωγής αέρα μηχανοστασίου	0,85	4	40	29,44	34,64	138,5	3	0,85	88,32	3	0,85	88,32	2	0,50	34,64
19	Διαχωριστήρας λαδιού λίπανσης	0,85	2	14	10,30	12,12	24,24	1	0,40	4,85	1	0,40	4,85	1	0,40	4,849
										380,10			403,48			114,49
	<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ</b>															
1	Γερανογέφυρα	0,85	1	15	11,04	12,99	12,99	1	0,10	1,30	1	0,10	1,30	1	0,20	2,60
2	Τόρνος	0,85	1	5	3,68	4,33	4,329	1	0,10	0,43	1	0,10	0,43	1	0,10	0,43
3	Δράπανο	0,85	1	2	1,47	1,73	1,732	1	0,10	0,17	1	0,10	0,17	1	0,10	0,17
4	Συσκευή συγκολλήσεων	0,85	1		20,00	23,53	23,53	1	0,10	2,35	1	0,10	2,35	1	0,10	2,35
5	Μονάδα επεξεργασίας Αποβλήτων	0,85	2		18,00	21,18	42,35	1	0,40	8,47	1	0,40	8,47	1	0,40	8,47
6	Διάφοροι ηλεκτροκινητήρες	0,85	4	20	14,72	17,32	69,27	1	0,10	1,73	1	0,10	1,73	1	0,10	1,73
7	Εφεδρική παροχή	0,85	2		15,00	17,65	35,29	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
										14,46			14,46			15,76
	<b>ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΚΑΦΟΥΣ</b>															
1	Αντλία κύτους	0,85	1	20	14,72	17,32	17,32	1	0,20	3,46	0	0,00	0,00	1	0,20	3,46
2	Αντλία πυρκαγιάς	0,85	1	45	33,12	38,96	38,96	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

3	Αντλίες γενικής χρήσεως	0,85	2	50	36,80	43,29	86,59	1	0,20	8,66	1	0,20	8,66	1	0,20	8,66
4	Εργάτης άγκυρας	0,85	1	40	29,44	34,64	34,64	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,10	3,46
5	Εργάτες πυρμηνσίαν	0,85	2	45	33,12	38,96	77,93	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	2	0,20	15,59
6	Αντλία ποσίμου νερού	0,85	2	15	11,04	12,99	25,98	1	0,50	6,49	1	0,50	6,49	1	0,50	6,49
7	Αντλία κυκλ. ζεστού νερού	0,85	1	5	3,68	4,33	4,329	1	0,70	3,03	1	0,70	3,03	1	0,70	3,03
8	Αντλία πλύσιματος καταστρώματος	0,85	1	15	11,04	12,99	12,99	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,30	3,90
9	Κινητήρας καταπέλη πρύμνης	0,85	1	20	14,72	17,32	17,32	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,10	1,73
10	Αντλίες υγιεινής	0,85	2	10	7,36	8,66	17,32	2	0,40	6,93	2	0,40	6,93	2	0,40	6,93
11	Υδραυλικές αντλίες πτερυγίων ευστάθειας	0,85	2	25	18,40	21,65	43,29	2	0,30	12,99	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
12	Βαρούλκα σωσίβιαν λέμβων	0,85	4	20	14,72	17,32	69,27	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
13	Αντλία στεγανών θυρών	0,85	1	5	3,68	4,33	4,329	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
14	Αντλίες πυρκαγιάς garage	0,85	4	30	22,08	25,98	103,9	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
										41,56			25,11			53,25
	<b>ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΧΩΡΩΝ ΕΝΔΙΑΙΠΗΣΗΣ</b>															
1	Συμπιεστές κλιματισμού	0,85	2	35	25,76	30,31	60,61	1	0,75	22,73	1	0,75	22,73	1	0,75	22,73
2	Συμπιεστές ψυκτικής	0,85	2	10	7,36	8,66	17,32	2	0,40	6,93	2	0,40	6,93	2	0,40	6,93
3	Αντλίες γλυκού νερού κλιματισμού	0,85	2	20	14,72	17,32	34,64	2	0,75	25,98	2	0,75	25,98	2	0,75	25,98
4	Αντλίες θαλ. νερού κλιματισμού	0,85	2	15	11,04	12,99	25,98	2	0,75	19,48	2	0,75	19,48	2	0,75	19,48
5	Αντλίες θαλ. νερού ψυκτικής	0,85	2	2	1,47	1,73	3,464	2	0,40	1,39	2	0,40	1,39	2	0,40	1,39
6	Αντλίες πόσιμου νερού	0,85	2	4	2,94	3,46	6,927	2	0,50	3,46	2	0,50	3,46	2	0,50	3,46
7	Αντλίες αποχέτευσης	0,85	2	10	7,36	8,66	17,32	2	0,70	12,12	2	0,70	12,12	2	0,70	12,12

8	Αντλίες θερμού νερού	0,85	2	3	2,21	2,60	5,195	2	0,70	3,64	2	0,70	3,64	2	0,70	3,64
9	Συμπιεστής παγωτομηχανής	0,85	1	1,5	1,10	1,30	1,299	1	0,80	1,04	1	0,80	1,04	1	0,80	1,04
10	Συμπιεστές διαφόρων ψυγείων	0,85	12	1	0,74	0,87	10,39	12	0,80	8,31	12	0,80	8,31	12	0,80	8,31
11	Ανεμιστήρες χώρων ενδιαίτησης	0,85	12	5	3,68	4,33	51,95	12	0,85	44,16	12	0,85	44,16	12	0,85	44,16
12	Διάφοροι ηλεκτροκινητήρες	0,85	7	10	7,36	8,66	60,61	7	0,40	24,24	7	0,40	24,24	7	0,40	24,24
13	Ανελκυστήρας	0,85	2	15	11,04	12,99	25,98	2	0,20	5,20	0	0,00	0,00	2	0,50	12,99
										<b>178,67</b>			<b>173,48</b>			<b>186,47</b>
	<b>ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΜΑΓΕΙΡΕΙΟΥ</b>															
1	Κουζίνα	1,00	2		30,00	30,00	60	2	0,30	18,00	1	0,30	9,00	1	0,30	9,00
2	Εστίες	1,00	2		20,00	20,00	40	2	0,30	12,00	1	0,30	6,00	1	0,30	6,00
3	Ανεμιστήρας προσαγωγής αέρα	0,85	1	6	4,42	5,20	5,195	1	0,30	1,56	1	0,30	1,56	1	0,30	1,56
4	Εξαεριστήρας	0,85	1	15	11,04	12,99	12,99	1	0,30	3,90	1	0,30	3,90	1	0,30	3,90
5	Πλυντήριο πιάτων	0,85	1	2	1,47	1,73	1,732	1	0,20	0,35	1	0,20	0,35	1	0,20	0,35
6	Διάφορες συσκευές	0,85	4		2,00	2,35	9,412	4	0,30	2,82	2	0,30	1,41	2	0,30	1,41
										<b>38,62</b>			<b>22,21</b>			<b>22,21</b>
	<b>ΠΙΝΑΚΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ</b>															
1	Μηχανοστάσιο	1,00	1		22,00	22,00	22	1	1,00	22,00	1	1,00	22,00	1	1,00	22,00
2	Γέφυρα	1,00	1		15,00	15,00	15	1	0,30	4,50	1	0,30	4,50	1	1,00	15,00
3	Χώροι ενδιαίτησης	1,00	2		12,00	12,00	24	2	0,70	16,80	2	0,70	16,80	2	0,70	16,80
4	Καταστρώματος	1,00	2		9,00	9,00	18	1	0,20	1,80	2	0,20	3,60	2	0,80	14,40
5	Φωτισμός ασφαλείας	1,00	1		10,00	10,00	10	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
										<b>45,10</b>			<b>46,90</b>			<b>68,20</b>

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΓΑΝΩΝ ΝΑΥΣΠΛΟΙΑΣ</b>	0,85	1		18,00	21,18	21,18	1	0,50	<b>10,59</b>	1	0,50	<b>10,59</b>	0	0,00	<b>0,00</b>
<b>ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ</b>	0,85	1		15,00	17,65	17,65	0	0,00	<b>0,00</b>	0	0,00	<b>0,00</b>	0	0,00	<b>0,00</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>									<b>709,11</b>			<b>696,23</b>			<b>460,38</b>

Πίνακας 6.2 Αναλυτικός ηλεκτρικός ισολογισμός του generic πλοίου στην κατάσταση εκτάκτου ανάγκης

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ	η	N	Εγκατεστημένη Ισχύς				Ισχύς Κατάστασης Ανάγκης								
				P <sub>ον.αποδ.</sub>		P <sub>ον.απορρ.</sub>		P <sub>εγκατ.</sub>	N	f <sub>i</sub>	P <sub>λιπτ.</sub>					
				PS	KW	KW	KW	KW			KW					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
	<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ</b>															
1	Φωτισμός ασφαλείας	1,00	1		10,00	10,00	10,00	1	1,00	10,00						
2	Όργανα ναυσιπλοΐας	0,85	1		18,00	21,18	21,18	1	1,00	21,18						
3	Αντλία πυρκαγιάς	0,85	1		45,00	33,12	38,96	38,96	1	1,00	38,96					
4	Αντλία πυρκαγιάς garage	0,85	1		30,00	22,08	25,98	25,98	1	1,00	25,98					
5	Αντλία κύτους (bilge pump)	0,85	1		20,00	14,72	17,32	17,32	1	1,00	17,32					
6	Αντλία στεγανών θυρών	0,85	1		5,00	3,68	4,33	4,33	1	1,00	4,33					
7	Βαρούλκα σασίβιαν λέμβων	0,85	4		20,00	14,72	17,32	69,27	4	1,00	69,27					
8	Κινητήρας μηχανισμού πηδαλίου	0,85	1		35,00	25,76	30,31	30,31	1	1,00	30,31					
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>															<b>217,34</b>

## Συσσωρευτές πλίου

Τα πρωτεύοντα στοιχεία δεν επαναφορτίζονται. Γεμίζουν με μια ποικιλία χημικών των οποίων η αντίδραση δεν είναι σχεδιασμένη να αντιστρέφεται. αυτό σημαίνει ότι όταν εξαντληθεί η χημική αντίδραση, η μπαταρία είναι νεκρή. Τα πρωτεύοντα στοιχεία:

- μπορούν να συνδεθούν σε σειρά να επιτευχθεί μια συγκεκριμένη τάση,
- δεν πρέπει να συνδέονται παράλληλα γιατί υπάρχει περίπτωση το ένα στοιχείο να προσπαθήσει να φορτίσει το άλλο.



για

Υπάρχουν πέντε συνηθισμένοι τύποι πρωτεύοντων στοιχείων που χρησιμοποιούνται στις μπαταρίες που υπάρχουν στα σκάφη.

### Μπαταρίες άνθρακα/ ψευδαργύρου

Έχουν ονομαστική τάση 1,5 V ανά στοιχείο. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι είναι φθηνές αλλά χάνουν το 15% της χωρητικότητάς τους ετησίως όταν αποθηκεύονται. Δεν πρέπει να μένουν ποτέ μέσα στο όργανο μετά την εξάντλησή τους γιατί είναι πιθανό να υπάρξει διαρροή πολύ διαβρωτικών χημικών που μπορεί να προκαλέσουν ακριβές ζημιές στον εξοπλισμό. Αν η μπαταρία τελειώνει, κλείνοντας το μηχάνημα και αφήνοντας τη μπαταρία να ξεκουραστεί μπορεί να αυξηθεί η ζωή της. Η συνεχής αποφόρτιση μειώνει τη χωρητικότητα της μπαταρίας

### Αλκαλικές μπαταρίες μαγγανίου

Είναι μπαταρίες μεγαλύτερης διάρκειας όπως η "Duracell". Έχουν ονομαστική τάση 1,5 V ανά στοιχείο. είναι πιο ακριβές από τις μπαταρίες άνθρακα ψευδαργύρου, αλλά έχουν τριπλάσια χωρητικότητα και συνήθως χάνουν μόνο το 7% της χωρητικότητάς τους ετησίως σε αποθήκευση. Αν η μπαταρία τελειώνει, κλείνοντας το μηχάνημα και αφήνοντας τη μπαταρία να ξεκουραστεί μπορεί να αυξηθεί η ζωή της. Η συνεχής αποφόρτιση μειώνει τη χωρητικότητα της μπαταρίας.

### Μπαταρίες υδραργύρου

Τα στοιχεία υδραργύρου έχουν ονομαστική αξία 1,4 V ανά στοιχείο. Είναι πιο ακριβά αλλά έχουν οκταπλάσια χωρητικότητα από τις μπαταρίες άνθρακα ψευδαργύρου και χάνουν μόνο το 6% της χωρητικότητάς τους ετησίως σε αποθήκευση. Λόγω των περιβαλλοντικών προβλημάτων που σχετίζονται με την απόρριψη των μπαταριών υδραργύρου σήμερα δε συναντιούνται συχνά.

## Μπαταρίες οξειδίου του αργύρου

Είναι γνωστές σαν τις μικρές στρογγυλές ασημένιες μπαταρίες που υπάρχουν στα ρολόγια, στα κομπιουτεράκια και σαν εφεδρικές μπαταρίες για κυκλώματα μνήμης σε κάποια είδη εξοπλισμού. Η ονομαστική τάση είναι περίπου 1,5 V ανά στοιχείο. Έχουν παρόμοια χωρητικότητα με τις μπαταρίες μαγγανίου σε πολύ μεγαλύτερο κόστος, αλλά το μεγάλο τους πλεονέκτημα είναι ότι χάνουν σχεδόν το 4% της χωρητικότητάς τους ετησίως.

## Δευτερεύονται στοιχεία

Είναι επαναφορτιζόμενα και λέγονται μπαταρίες αποθήκευσης. Χρησιμοποιούνται στα σκάφη για να τροφοδοτήσουν τον ηλεκτρικό εξοπλισμό όπως ο [ασύρματος VHF](#) και φορτίζονται από τον κινητήρα, τη γεννήτρια του σκάφους ή από ένα φορτηστή μπαταρίας συνδεδεμένο με την κύρια πηγή. Η φόρτιση της μπαταρίας αναστρέφει τη χημική διαδικασία μέσα στη μπαταρία ώστε να μπορεί να προσφέρει και πάλι ηλεκτρισμό. Τα δευτερεύοντα στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σειρά, παράλληλα ή σε συνδυασμό για να επιτευχθεί η απαραίτητη τάση και χωρητικότητα. Ο μόνος περιορισμός είναι ότι κάθε στοιχείο έχει παρόμοια τάση, χωρητικότητα και χημική σύσταση.



## Μπαταρίες μολύβδου οξέως

Είναι το πιο συνηθισμένο είδος μεγάλης επαναφορτιζόμενης μπαταρίας. Είναι ίδια με τη μπαταρία του αυτοκινήτου. Κάθε μπαταρία αποτελείται από έναν αριθμό ξεχωριστών στοιχείων που το καθένα έχει ονομαστική τάση 2 V. οι περισσότερες μπαταρίες αποτελούνται από τρία ή έξι στοιχεία δίνοντας τάσεις 6 ή 12 V. Οι μπαταρίες στη συνέχεια ομαδοποιούνται για να δημιουργήσουν μια δεξαμενή απαραίτητης τάσης και χωρητικότητας. τα περισσότερα σκάφη χρησιμοποιούν 12 ή 24 V για τις μπαταρίες τους.

Τα στοιχεία μολύβδου οξέος αποτελούνται από μια σειρά μολύβδινων πλακών ανεστραμμένων σε ένα υγρό που λέγεται ηλεκτρολύτης. Ο ηλεκτρολύτης αυτών των μπαταριών είναι το θεικό οξύ.

Οι μπαταρίες μολύβδου οξέος είναι δημοφιλής γιατί είναι φθηνές και μπορούν να προσφέρουν πολύ ρεύμα όταν χρειάζεται, π.χ. για την εκκίνηση του κινητήρα.

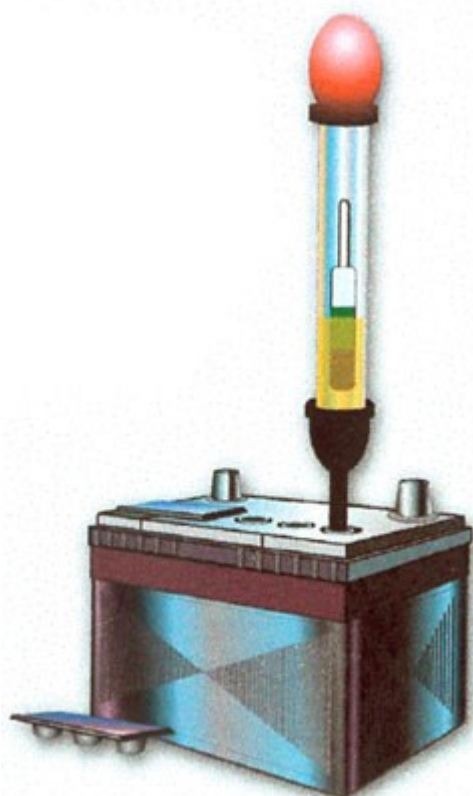
Οι μπαταρίες μολύβδου οξέος εντοπίζονται σε δύο εκδοχές: ασφράγιστες και σφραγισμένες.

**Οι ασφράγιστες μπαταρίες μολύβδου οξέος** συχνά προσφέρουν πρόσβαση σε κάθε στοιχείο τους μέσω καπακιών που επιτρέπουν τον ακριβή προσδιορισμό της κατάστασης κάθε στοιχείου.



Αυτό μπορεί να γίνει μετρώντας την ειδική βαρύτητα του ηλεκτρολύτη με ένα υδρόμετρο, γιατί όσο περισσότερο φορτίο υπάρχει στη μπαταρία τόσο πιο πυκνός γίνεται ο ηλεκτρολύτης

### **Υδρόμετρο**



Το υδρόμετρο αποτελείται από ένα γυάλινο σωλήνα που περιέχει ένα φλοτέρ. Στο ένα άκρο του σωλήνα υπάρχει ένας λαστιχένιος βολβίσκος. Το φλοτέρ μέσα στο σωλήνα δείχνει την ειδική βαρύτητα του ηλεκτρολύτη αν είναι πυκνό, διαφορετικά επιπλέει στο υγρό. Όσο λιγότερο πυκνό είναι το υγρό, τόσο πιο βαθιά βυθίζεται. Οι ενδείξεις της ειδικής βαρύτητας του ηλεκτρολύτη είναι περίπου 1,27, ενώ μια εντελώς αφόρτιστη μπαταρία θα δώσει ένδειξη περίπου 1,16 ανάλογα με τη θερμοκρασία του ηλεκτρολύτη. Συνήθως το φλοτέρ έχει χρωματικό κώδικα για να



βοηθά το χρήστη να προσδιορίζει το φορτίο του στοιχείου.

Η μέτρηση της ειδικής βαρύτητας πρέπει να επαναλαμβάνεται για κάθε στοιχείο και αν ένα έχει πολύ χαμηλότερη ειδική βαρύτητα από τα άλλα αυτό σημαίνει ότι το συγκεκριμένο στοιχείο δε φορτίζεται πλήρως και ότι η μπαταρία πλησιάζει στο τέλος της ζωής της.

Όταν η ειδική βαρύτητα πέφτει κάτω από το 1,22 το στοιχείο είναι κατά 75% φορτισμένο και πρέπει να επαναφορτιστεί.

Οι μπαταρίες μολύβδου οξέος χρησιμοποιούν νερό από τον ηλεκτρολύτη όταν φορτίζονται στο πλαίσιο της χημικής αντίδρασης. Πρέπει να προστίθεται στον ηλεκτρολύτη απεσταγμένο νερό. το συνιστώμενο επίπεδο του ηλεκτρολύτη πρέπει να τηρείται σε τέτοιο επίπεδο που οι κορυφές των μολύβδινων πλακών να μην είναι ποτέ εκτεθειμένες, αλλά μην ξεχειλίζει ο ηλεκτρολύτης όταν φορτίζεται η μπαταρία (συνήθως 5 mm).

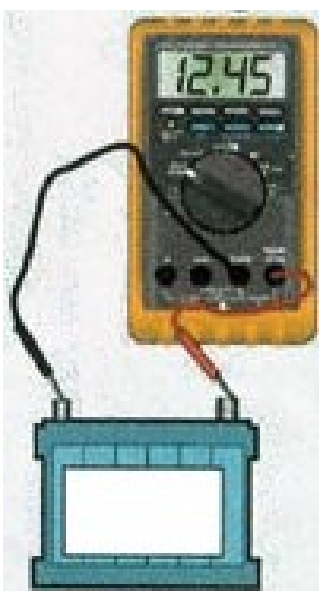
### Οι Σφραγισμένες μπαταρίες μολύβδου οξέος

έχουν κλειστά στοιχεία και δεν πρέπει να ανοίγονται με τη βία γιατί γεμίζονται υπό πίεση που δεν επιτρέπει στο νερό του ηλεκτρολύτη να χρησιμοποιηθεί κατά τη φόρτιση της μπαταρίας. Γι' αυτό λέγονται μπαταρίες που δε χρειάζονται συντήρηση.

μόνος τρόπος να διαπιστώσουμε την κατάσταση μιας σφραγισμένης μπαταρίας είναι να μετρήσουμε την τάση της. Όταν είναι πλήρως φορτισμένη θα έχει 12,6 V.

Όταν η τάση πέφτει κάτω από τα 12,4 V η μπαταρία είναι φορτισμένη κατά 75% και πρέπει να φορτιστεί.

Η μέτρηση μπορεί να γίνει με ένα ακριβές ψηφιακό βολτόμετρο (τα



αναλογικά δεν είναι αρκετά ακριβή). Το ψηφιακό βολτόμετρο πρέπει να ρυθμιστεί στα 20 έως 40 V. Τα σύρματα της κλίμακας και του μέτρου πρέπει να τοποθετηθούν στους πόλους της μπαταρίας.

Ετσι μπορούν να μετρηθούν και οι ασφράγιστες μπαταρίες, αλλά αυτό δε συνιστάται γιατί πρέπει να μετριοούνται με υδρόμετρο, κάθε στοιχείο χωριστά.

## **Μπαταρίες τζελ**

Είναι η σύγχρονη εκδοχή της μπαταρίας μολύβδου οξέος. Όπως υποδηλώνει το όνομά τους ο ηλεκτρολύτης έχει μορφή τζελ και όχι υγρό. Αυτό έχει το μεγάλο πλεονέκτημα ότι ο ηλεκτρολύτης δε μπορεί να χυθεί. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι κατά τη φόρτιση δεν εκλύουν πολύ υδρογόνο, έτσι η πιθανότητα έκρηξης μειώνεται και δε χρειάζεται να προστεθεί νερό. Οι μπαταρίες τζελ αντέχουν να μείνουν εντελώς αφόρτιστες ενώ οι μπαταρίες μολύβδου οξέος δεν αντέχουν. Επίσης μπορούν να δεχτούν φορτίο σε υψηλότερο επίπεδο από τις μπαταρίες μολύβδου οξέος χωρίς να πάθουν κάτι. Εκτός όμως από όλα αυτά τα θετικά έχουν και κάποια αρνητικά. Το πρώτο είναι το κόστος. Είναι τουλάχιστον δυο φορές ακριβότερες από την τιμή της αντίστοιχης μπαταρίας μολύβδου οξέος, αλλά γενικά έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Οι μπαταρίες δεν προσφέρουν δυνατά ρεύματα, π.χ. για την εκκίνηση της μηχανής αλλά αυτό δεν είναι πρόβλημα για τις μπαταρίες που τροφοδοτούν τα όργανα του [GMDSS](#) που χρειάζεται σχετικά αδύναμο ρεύμα για πολλή ώρα. Το μόνο αρνητικό είναι ότι η κατάσταση της μπαταρίας μπορεί να παρακολουθηθεί μόνο μετρώντας την τάση της και αυτή μένει σταθερή μέχρι να τελειώσει εντελώς η μπαταρία, οπότε δεν υπάρχει ένδειξη της πραγματικής κατάστασης της μπαταρίας. Η λύση είναι να υιοθετήσετε ένα τακτικό πρόγραμμα φόρτισης για να είναι πάντα η μπαταρία καλά φορτισμένη.

## **Μπαταρίες νικελίου καδμίου/ υδριδίων μετάλλων νικελίου**

Οι μπαταρίες NiCd έχουν τα ίδια περιβαλλοντικά προβλήματα απόρριψης με τις μπαταρίες υδραργύρου. Το πρόβλημα δημιουργεί το κάδμιο και συνήθως αντικαθίστανται με μπαταρίες υδριδίων μετάλλων νικελίου. Αυτές έχουν τις ίδιες ιδιότητες, αλλά απορρίπτονται με μεγαλύτερη ασφάλεια. Και οι δύο μπαταρίες νικελίου αποδίδουν καλύτερα αν αποφορτίζονται τελείως και μετά φορτίζονται πλήρως. Αν αποφορτίζονται μερικώς και φορτίζονται σε τακτική βάση μπορεί να χάσουν μέρος της χωρητικότητάς τους. Οι μπαταρίες νικελίου επωφελούνται από την περιοδική αποφόρτιση κατά 1 V ανά στοιχείο. Δεν πρέπει να πέφτουν κάτω από αυτή την τάση γιατί αν η μπαταρία ξεφορτιστεί κάποια στοιχεία μπορεί να υποστούν αναστροφή πολικότητας που τελικά θα μειώσει τη ζωή της μπαταρίας.

## **Μπαταρίες ιόντων λιθιού**

Είναι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες κορυφαίας τεχνολογίας. Έχουν τουλάχιστον διπλάσια χωρητικότητα από τις μπαταρίες υδριδίων μετάλλων νικελίου και έχουν μικρή τάση σχηματισμού μνήμης. Το αρνητικό είναι ότι κοστίζουν τριπλάσια από τις μπαταρίες υδριδίων μετάλλων νικελίου. Υπάρχουν σε εφαρμογές που χρειάζεται μεγάλη ισχύς αλλά όπου το βάρος πρέπει να τηρηθεί σε ένα ελάχιστο.

Προδιαγραφές τη σύμβασης [SOLAS](#)

Σε όλα τα σκάφη της [SOLAS](#) πρέπει να υπάρχει μια εφεδρική πηγή ενέργειας για την τροφοδοσία των ασυρμάτων για την αποστολή σημάτων κινδύνου και ασφάλειας σε

περίπτωση βλάβης των βασικών πηγών ενέργειας έκτακτης ανάγκης του σκάφους. Η εφεδρική πηγή πρέπει να μπορεί να λειτουργεί ταυτόχρονα με τους ασυρμάτους VHF και τον ασύρματο MF/HF ή το σταθμό γης [INMARSAT](#) του πλοίου (όπως συνίσταται για τη θαλάσσια περιοχή λειτουργίας του πλοίου).

Η χωρητικότητα της εφεδρικής πηγής ενέργειας πρέπει να είναι αρκετή για να λειτουργεί το όργανο με τη μεγαλύτερη κατανάλωση για την κατάλληλη περίοδο:

- Πλοία με γεννήτριες κινδύνου: 1 Ώρα
- Πλοία χωρίς γεννήτριες κινδύνου: 6 Ώρες

Οι μπαταρίες πρέπει να ξαναφορτίζονται για να έχουν τα απαιτούμενα ελάχιστα εντός 10 ωρών. Η χωρητικότητα των μπαταριών πρέπει να ελέγχεται με την κατάλληλη μέθοδο σε διαστήματα που δεν ξεπερνούν τους 12 μήνες.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βασιλείου Κ. Παπαδιά ‘Ανάλυση Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας, Τόμος ΙΙ, Ασύμμετρες και Μεταβατικές Καταστάσεις’, ΕΜΠ, Αθήνα 1993

Χρίστος Αθ. Φραγκόπουλος, Ιωάννης Μ. Προυσαλίδης, ‘Ενεργειακά Συστήματα Πλοίου, Τεύχος Α’, Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις, Εισαγωγή στον Αυτοματισμό’

Ι.Π. Ιωαννίδης, Χ.Α. Φραγκόπουλος, Ι.Μ. Προυσαλίδης, ‘Ενεργειακά Συστήματα Πλοίου, 2010 MARPOL 73/78, Annex VI, Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships, Technical and Operational Implications, DNV

<http://www.imo.org>

<http://www.abb.com/>

Ι.Κ. Χατζηλάου, Ι.Μ. Προυσαλίδης, Γ. Αντωνόπουλος, Ι.Κ. Γύπαρης, Π. Βαλλιανάτος, ‘Εξελίξεις στην ηλεκτροπρόωση πλοίων και ανασκόπηση ζητημάτων σχεδιασμού στο πλήρως εξηλεκτρισμένο πλοίο’, Ηλεκτροκίνητα μέσα μεταφοράς στην Ελλάδα – Υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές,

<https://www.cumminsgeneratortechnologies.com/en/>

C. Fischer, ‘Electrical Systems Design of a Maritime Search and Rescue Vessel’, 2008

[Ανάλυση Λειτουργίας και Μοντελοποίηση Συσσωρευτών](#)

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lead/>

<http://www.barden-uk.com/battery-introduction.html>

[http://batteryuniversity.com/learn/article/secondary\\_batteries](http://batteryuniversity.com/learn/article/secondary_batteries)

[http://batteryuniversity.com/learn/article/battery\\_statistics](http://batteryuniversity.com/learn/article/battery_statistics)

[http://batteryuniversity.com/learn/article/fuel\\_cell\\_technology](http://batteryuniversity.com/learn/article/fuel_cell_technology)

[http://library.tee.gr/digital/m2102/m2102\\_prousalidis.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2102/m2102_prousalidis.pdf)

[http://artemis.cslab.ntua.gr/el\\_thesis/artemis.ntua.ece/DT2013-0025/DT2013-0025.pdf](http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2013-0025/DT2013-0025.pdf)

Πλήρης ηλεκτρολογική μελέτη ενός πλοίου μεταφοράς φορτίου χύδην, ενός δεξαμενόπλοιου και ενός γενικευμένου τύπου πλοίου (Θίμο Γ. Αντζελα) Αθήνα, Μάρτιος 2013

[1] Βασιλείου Κ. Παπαδιά 'Ανάλυση Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας, Τόμος ΙΙ, Ασύμμετρες και Μεταβατικές Καταστάσεις', ΕΜΠ, Αθήνα 1993 [2] Χρίστος Αθ. Φραγκόπουλος, Ιωάννης Μ. Προυσαλίδης, 'Ενεργειακά Συστήματα Πλοίου, Τεύχος Α', Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις, Εισαγωγή στον Αυτοματισμό', ΕΜΠ, Αθήνα 2005 [3] Ι.Π. Ιωαννίδης, Χ.Α. Φραγκόπουλος, Ι.Μ. Προυσαλίδης, 'Ενεργειακά Συστήματα Πλοίου, Συμπληρωματικά Βοηθήματα και Ασκήσεις', ΕΜΠ, Αθήνα 2010 [6] IEC 60228, Third edition 2004-11, 'Conductors of insulated cables', IEC 2004 [7] GL Rules and Guidelines, I- Part 1, Chapter 3, GL 2010 [8] IEC 60287-1-1, Edition 1.2, 2001-11, 'Electric Cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equation (100% load factor) and calculation of losses – General', IEC 2001 [9] Mitsubishi Electric Company, '9 SHORT CIRCUIT CURRENT CALCULATIONS', <http://www.mitsubishielectric.co.jp/haisei/lvs/downloads/pdf/tech/shortcircuit.pdf> [10] Ι.Π. Ιωαννίδης, 'Μέθοδος για την Κατάστροφη Θερμικού Ισολογισμού Ναυτικών Προωστηρίων Εγκαταστάσεων Ατμού', ΕΜΠ, Αθήνα 1998 [11] C. Fischer, 'Electrical Systems Design of a Maritime Search and Rescue Vessel', 2008