



Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο TEI Αθήνας



Ηλεκτροτεχνία – Ηλ. Μηχανές & Εγκαταστάσεις πλοίου (Θ)

Ενότητα 10: Ηλεκτρικά δίκτυα πλοίων

Δ.Ν. Παγώνης

Τμήμα Ναυπηγών Μηχανικών ΤΕ



Το περιεχόμενο του μαθήματος διατίθεται με άδεια Creative Commons εκτός και αν αναφέρεται διαφορετικά



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

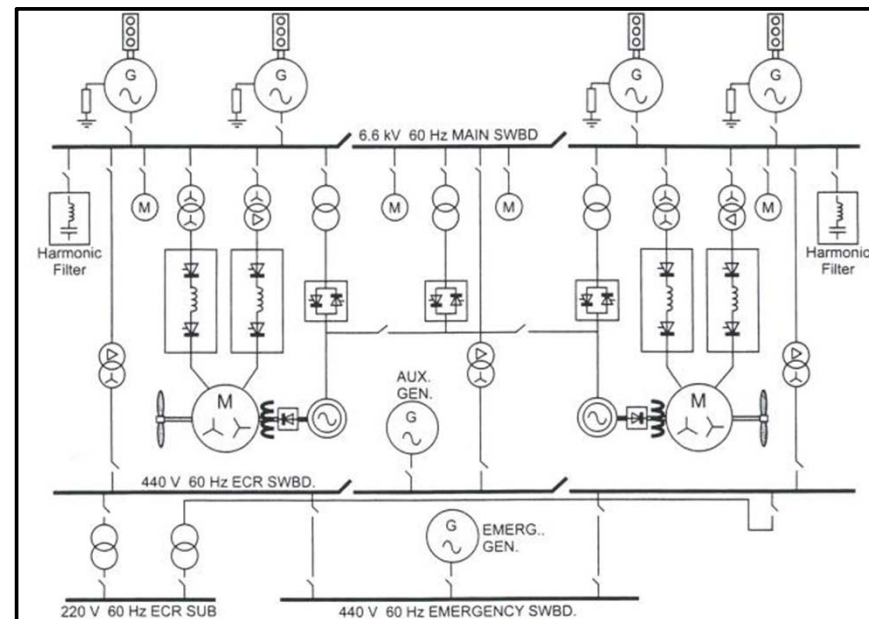
Γενική τοπολογία ηλεκτρικών δικτύων πλοίων (1/2)

- Στην πλειοψηφία των πλοίων, το ηλεκτρικό δίκτυο είναι **τριφασικό E.P.** (440V, 3-phase / 380V, 3- phase)
- Όλοι οι καταναλωτές ηλεκτρικού ρεύματος τροφοδοτούνται από τον κεντρικό πίνακα του ηλεκτροστασίου μέσω του **κύριου δικτύου διανομής** και των τοπικών πινάκων
- Ξεχωριστό δίκτυο διανομής **ανάγκης** (emergency distribution system) που τροφοδοτείται από τη γεννήτρια ασφαλείας (ή κατάλληλους συσσωρευτές) δίνει τη δυνατότητα παράλληλης τροφοδοσίας συγκεκριμένων καταναλωτών -απαραίτητοι για την ασφάλεια και τη λειτουργία του πλοίου, σε περίπτωση μη λειτουργίας του κύριου δικτύου

Γενική τοπολογία ηλεκτρικών δικτύων πλοίων (2/2)

- Σε πλοία με πολύ μεγάλα φορτία (μεγάλα κρουαζιερόπλοια), το κύριο δίκτυο μπορεί να τροφοδοτείται μέσω **γεννητριών υψηλής τάσης** (3.3 kV, 6.6 kV ή ακόμα και 11 kV) για τον περιορισμό του μεγέθους της έντασης του ρεύματος και συνεπώς της απαραίτητης διατομής καλωδίων τροφοδοσίας
- Ο φωτισμός του πλοίου και μονοφασικά φορτία χαμηλής ισχύος συνήθως λειτουργούν σε τάση **220V** (μέσω κατάλληλων μετασχηματιστών)

Τυπικό ηλεκτρικό δίκτυο πλοίου (HV/LV)



Καλώδια που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά δίκτυα πλοίων (1/4)

- Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικό δίκτυο πλοίου πρέπει να είναι εγκεκριμένου “**ναυτικού τύπου**” (πιστοποιημένα από νηογνώμονα) καθώς οι συνθήκες λειτουργίας τους διαφοροποιούνται σε σχέση με εκείνες σε ένα κλασικό δίκτυο διανομής στεριάς (π.χ. υγρασία, θερμοκρασία περιβάλλοντος χώρου κ.α.)
- Πρέπει να είναι **άφλεκτα** και **στεγανά** - σε περίπτωση πυρκαγιάς καταστρέφονται αλλά δεν αναφλέγονται ώστε να μεταδώσουν τη φωτιά
- Σε πλοίο με ηλεκτρολογικό δίκτυο τάσης 440V (πλειοψηφία των περιπτώσεων) χρησιμοποιούνται πιστοποιημένα καλώδια διανομής 600/1000V (600V ως προς τη γη / 1000V μεταξύ δύο αγωγών)

Καλώδια που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά δίκτυα πλοίων (2/4)

- Κατηγοριοποιούνται σε δύο βασικές κατηγορίες με βάση το σκοπό χρήσης τους:
 - **Εύκαμπτα** – σε περιπτώσεις όπου απαιτείται αντοχή του καλωδίου σε επανειλημμένες κάμψεις αυτού, π.χ. ηλεκτρικές φορητές συσκευές
 - **Δύσκαμπτα** – σε περιπτώσεις όπου δεν απαιτείται ευκαμψία του καλωδίου (π.χ. σε κυκλώματα διανομής ηλεκτρικής διανομής), εξαιρετικά ανθεκτικά σε θερμότητα και φλόγα
- Ανάλογα με τις **απαιτήσεις** του συγκεκριμένου δικτύου διανομής που εξυπηρετούν (π.χ. ένταση ρεύματος λειτουργίας) και τις αντίστοιχες συνθήκες λειτουργίας (π.χ. αντίσταση σε υψηλή θερμοκρασία), επιλέγονται με βάση την κατασκευαστική **δομή** τους
- Τα περισσότερα καλώδια που χρησιμοποιούνται σε πλοία έχουν εξωτερική **θωράκιση** από δικτυωτό μεταλλικό πλέγμα από χάλυβα, ορείχαλκο ή αλουμίνιο

Καλώδια που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά δίκτυα πλοίων (3/4)

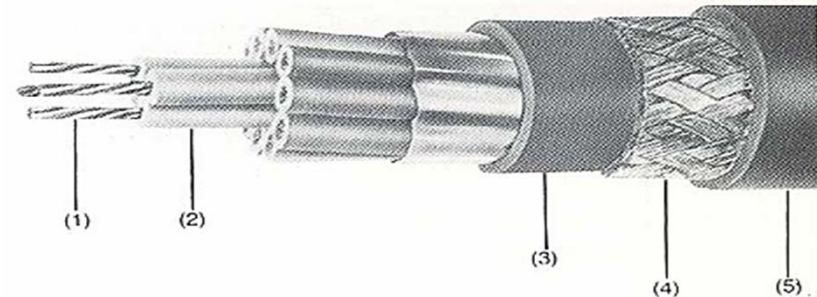
- Τα βασικά μέρη που αποτελούν ένα καλώδιο είναι:

- **Ηλεκτρικοί αγωγοί** -

αποτελούνται από χαλκό υψηλής καθαρότητας, ανάλογα με τον αριθμό των αγωγών χαρακτηρίζονται διπολικά (δύο αγωγοί), τριπολικά (τρεις αγωγοί), κτλ

- **Μονωτικά υλικά** – γενικά αποτελούνται από συνθετικά υλικά (βουτίλιο, σιλικόνη κ.α.) εξασφαλίζουν την ηλεκτρική μόνωση μεταξύ των αγωγών Cu (το PVC το οποίο συναντάται συνήθως σε εγκαταστάσεις διανομής ξηράς, δεν χρησιμοποιείται για μόνωση των αγωγών καθώς παρουσιάζει μικρή αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες (σημείο τήξης 150 οC)

Τυπική δομή καλωδίων ναυτικού τύπου



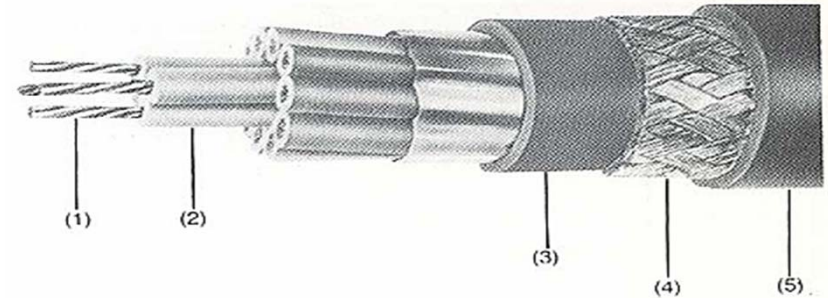
- (1) Ηλεκτρικός αγωγός Cu
- (2) Ηλεκτρική μόνωση μεταξύ αγωγών -FPR καουτσούκ
- (3) Εσωτερική επένδυση
- (4) Θωράκιση καλωδίου Cu
- (5) Εξωτερική επένδυση Polychloroprene καουτσούκ

MGCC type [Fulgor Greek Electric Cables SA]

Καλώδια που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά δίκτυα πλοίων (4/4)

- Τα βασικά μέρη που αποτελούν ένα καλώδιο είναι:
 - **Παρεμβάσματα** – κατάλληλα υλικά για την πλήρωση πιθανών κενών μεταξύ των μονωμένων αγωγών ώστε να εξασφαλίζεται η συμπαγής κυλινδρική δομή του καλωδίου
 - **Προστατευτική επένδυση/θωράκιση** – εξασφαλίζει την προστασία του καλωδίου από την υγρασία και πιθανές μηχανικές καταπονήσεις, συνήθως αποτελούνται από δικτυωτό μεταλλικό πλέγμα από χάλυβα, ορείχαλκο ή αλουμίνιο

Τυπική δομή καλωδίων ναυτικού τύπου



- (1) Ηλεκτρικός αγωγός Cu
- (2) Ηλεκτρική μόνωση μεταξύ αγωγών -FPR καουτσούκ
- (3) Εσωτερική επένδυση
- (4) Θωράκιση καλωδίου Cu
- (5) Εξωτερική επένδυση Polychloroprene καουτσούκ

MGCC type [Fulgor Greek Electric Cables SA]

Επιλογή μεγέθους καλωδίων, ασφαλειών και διακοπών (1/2)

Ονομαστική ένταση ρεύματος γραμμής

- Υπολογίζεται για την κατάσταση πλήρους φορτίου σύμφωνα με τις σχέσεις:
- Συνεχές ρεύμα (DC): $I_{\gamma\rho} = \frac{P}{V}$
- Εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) – Μονοφασικός καταναλωτής: $I_{\gamma\rho} = \frac{P}{V \times \cos(\varphi)}$
- Εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) – Τριφασικός καταναλωτής: $I_{\gamma\rho} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{\pi} \times \cos(\varphi)}$



Για καθαρά **ωμικά** φορτία
(π.χ. δίκτυο φωτισμού) : **cosφ=1**

Τυποποιημένα μεγέθη ασφαλειών και διακοπών (μέγιστη ένταση ρεύματος σε A για συνεχή λειτουργία)

6	10	16	20	25	35	50
63	80	100	125	160	200	50
400	630	1000	1250	1600	2000	3150

Επιλογή μεγέθους καλωδίων, ασφαλειών και διακοπών (2/2)

Ένταση ρεύματος γραμμής για την επιλογή καλωδίου ή ασφάλειας και διακόπτη

- Δίκτυα **φωτισμού** (ωμικά φορτία): $I_{\text{επιλ}} = I_{\gamma\rho}$
- Δίκτυα κίνησης **ενός** κινητήρα: $I_{\text{επιλ}} = 1.25 \times I_{\gamma\rho}$
- Δίκτυα κίνησης **πολλαπλών** κινητήρων:

$$I_{\text{επιλ}} = 1.25 \times I_{\gamma\rho 1} + \sum_{i \neq 1} I_{\gamma\rho i} + 0.5 \times \sum_j I_{s j}$$

όπου: $I_{\gamma\rho 1}$ η ονομαστική ένταση ρεύματος για τον μεγαλύτερο κινητήρα

$I_{\gamma\rho i}$ η ονομαστική ένταση ρεύματος για τον καθένα από τους υπόλοιπους κινητήρες

$I_{s j}$ η ονομαστική ένταση ρεύματος των εφεδρικών διακοπών j (όπου προβλέπονται)

Πτώση τάσης κατά μήκος του αγωγού (1/2)

- Η μέγιστη επιτρεπτή δίνεται σαν ποσοστό της ονομαστικής τάσης λειτουργίας
- Σε εγκαταστάσεις πλοίων ισούται με 6% (κατά LRS). Υπολογίζεται από τις εξισώσεις:
- Συνεχές ρεύμα (DC) - Δίκτυο δύο αγωγών: $\Delta V = \frac{2 \times \ell \times \rho \times I}{S}$
- Εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) – Μονοφασικός καταναλωτής: $\Delta V = \frac{2 \times \ell \times \rho \times I}{S}$
- Εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) – Τριφασικός καταναλωτής: $\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times \ell \times \rho \times I}{S}$

όπου: ℓ το μήκος της γραμμής τροφοδοσίας

S η διατομή του αγωγού

ρ η ειδική αντίσταση του υλικού του αγωγού (για Cu, $\rho=0,0294 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)

Πτώση τάσης κατά μήκος του αγωγού (2/2)

Διαδικασία προσδιορισμού κατάλληλης διατομής αγωγών

- Με βάση την ένταση ρεύματος γραμμής για την επιλογή καλωδίου, επιλέγεται τυποποιημένη διατομή από τον πίνακα τεχνικών χαρακτηριστικών του κατασκευαστή του καλωδίου
- Υπολογίζεται η μέγιστη πτώση τάσης από τον κύριο πίνακα μέχρι τον καταναλωτή- σε περίπτωση που είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη επιτρεπτή, επιλέγεται η αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη διατομή και επαναλαμβάνεται η διαδικασία
- Όταν τοποθετούνται σε μία δέσμη περισσότερα από έξι καλώδια, η επιτρεπτή ένταση ρεύματος για το καθένα μειώνεται στο 85% της ονομαστικής τιμής (στον πίνακα)
- Η ονομαστική τιμή έντασης ρεύματος από τον κατασκευαστή, ισχύει για θερμοκρασία περιβάλλοντος-κατάλληλοι διορθωτικοί συντελεστές πρέπει να χρησιμοποιηθούν για λειτουργία σε υψηλότερες θερμοκρασίες

Προεκτίμηση ηλεκτρικού φορτίου (1/3)

Απαραίτητη στο αρχικό στάδιο σχεδιασμού- υπολογίζεται κατά προσέγγιση με βάση εμπειρικούς τύπους ή διαγράμματα

- Πλοία με πρόωση ατμού
- Το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο μπορεί να υπολογισθεί κατά προσέγγιση:

$$P_G = (A + B + C) \times P_{sm} + 1,6 \times z + 9 \times \sqrt{z} + 80 + P_c$$

όπου: P_G το απαραίτητο ηλεκτρικό φορτίο (kW)

P_{sm} η μέγιστη συνεχής ισχύς στον άξονα (HP)

Z ο αριθμός μελών του πληρώματος

$A = 0,011$ για βοηθητικά μηχανήματα συνεχούς λειτουργίας, έγχυση θαλασσινού νερού στο ψυγείο και ηλεκτροκίνητες αντλίες κενού

$B = 0,007$ για ηλεκτροκίνητη κύρια αντλία κυκλοφορίας θαλασσινού νερού (όπου χρησιμοποιείται)

$C = 0,16 \times 10^3 \times$ (μανομετρικό του ανεμιστήρα προσαγωγής αέρα στον λέβητα, cm H₂O) – συνήθως $C = 0,0048$

P_c διάφορα πρόσθετα ηλεκτρικά φορτία για ψύξη /αφύγρανση φορτίου ή άλλα συστήματα

Προεκτίμηση ηλεκτρικού φορτίου (2/3)

- Ο άνω υπολογισμός ισχύει μόνο όταν υπάρχει εγκατάσταση κλιματισμού, όλα τα βοηθητικά μηχανήματα είναι ηλεκτροκίνητα και $20 < Z < 100$. Στην περίπτωση όπου δεν υπάρχει κλιματισμός, αφαιρείται ηλεκτρική ισχύς ίση με: $P_{κλ} = 34 + 0,33 \times z$

- Η επιλογή των γεννητριών υπολογίζεται κατά προσέγγιση:

$$P_{NG} = (A' + B' + C') \times P_{sm} + 1,6 \times z + 9 \times \sqrt{z} + 80 + P_c$$

όπου: P_{NG} η ονομαστική ισχύς της γεννήτριας (kW)

P_{sm} η μέγιστη συνεχής ισχύς στον άξονα (HP)

Z ο αριθμός μελών του πληρώματος

Τυποποιημένα μεγέθη στροβιλογεννητριών (τιμές σε kW)						
500	630	800	1000	1250	1500	2000

$A' = 0,017$ για βοηθ. μηχανήματα συνεχούς/διακεκομμένης λειτουργίας (δεν περιλαμβάνεται η κύρια αντλία κυκλοφορίας θαλ. νερού)

$B' = 0,007$ για ηλεκτροκίνητη κύρια αντλία κυκλοφορίας χωρίς έγχυση θαλασσινού νερού στο ψυγείο

$= 0,0042$ για ηλεκτροκίνητη κύρια αντλία κυκλοφορίας (χρήση μόνο στη διάρκεια χειρισμών), με έγχυση θαλ. νερού στο ψυγείο

$C = 0,006$ (συνήθως)

Προεκτίμηση ηλεκτρικού φορτίου (3/3)

- Απαραίτητη στο αρχικό στάδιο σχεδιασμού- υπολογίζεται κατά προσέγγιση με βάση εμπειρικούς τύπους ή διαγράμματα
- Πλοία με **πρόωση Diesel**
- Στην περίπτωση όπου οι αντλίες νερού και λαδιού είναι ηλεκτροκίνητες:
$$P_G = 0,015 \times P_{Dm} + 1,6 \times z + 9 \times \sqrt{z} + 80 + P_c$$
 όπου P_{Dm} η μέγιστη συνεχής ισχύς στον άξονα (HP)
- Για εξαρτημένες αντλίες νερού και λαδιού:
$$P_G = 0,008 \times P_{Dm} + 1,6 \times z + 9 \times \sqrt{z} + 80 + P_c$$
- Οι άνω εξισώσεις ισχύουν μόνο όταν υπάρχει εγκατάσταση κλιματισμού - σε αντίθετη περίπτωση αφαιρείται ηλεκτρική ισχύς ίση με:
$$P_{κλ} = 34 + 0,33 \times z$$
- Η **επιλογή των γεννητριών** υπολογίζεται κατά προσέγγιση:
$$P_{NG} = \frac{P_G}{\beta}$$
 όπου: $0,75 \leq \beta \leq 0,90$ (συνήθως $\beta=0,82$)

Τυποποιημένα μεγέθη ντηζελογεννητριών (τιμές σε kW)						
63	80	100	125	160	200	250
315	400	500	630	300	100	1250

Ηλεκτρικός ισολογισμός (2/5)

ομάδες (π.χ. Βοηθ. μηχανήματα πρόωσης, φωτισμός κλπ), ο **βαθμός απόδοσης** (η) για τον καθένα, και το **πλήθος** τους (N) - Όμοιοι καταναλωτές αναφέρονται μόνο μία φορά

Ηλεκτρική ισχύ που απορροφά κάθε καταναλωτής :
 $P_{\text{ov.αποδ.}}$ / $P_{\text{ov.αποδ.}}$

Ηλεκτρική ισχύ που απορροφά το σύνολο όμοιων καταναλωτών :
 $P_{\text{λειτ.}}$ / $P_{\text{ov.αποδ.}} \times N$

Πλήθος καταναλωτών σε λειτουργία για τη συγκεκριμένη κατάσταση λειτουργίας πλοίου

Μέση απορροφώμενη **ισχύς λειτουργίας** για κάθε καταναλωτή (σε κάθε κατάσταση)

α/α	Καταναλωτής	η (βαθμός απόδοσης)	N (Συνολικός αριθμός καταναλωτών)	Εγκατεστημένη ισχύς			Ισχύς κανονικής πορείας			Ισχύς Χειρισμού			Ισχύς "εν όρμω"		
				$P_{\text{ov.αποδ.}}$ (Αποδιδόμενη ονομαστική ισχύ)	$P_{\text{ov.απορ.}}$ (Απορροφώμενη ονομαστική ισχύ)	$P_{\text{εγκα.}}$ (Εγκατεστημένη ονομαστική ισχύ)	N' (N° μονάδων σε λειτουργία)	P_s (Ισχύς λειτουργίας)	N'	f_s P	λειτ	N'	f_s P	λειτ	
	Π.Χ			PS	kW	kW			kW		kW			kW	
1	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ	0,885	4	30	$P_{\text{ov.αποδ.}} / \eta = 33,9$	$4 \times P_{\text{ov.απορ.}} = 135,6$	4	0,85	$4 \times 0,85 \times 33,9$	4	0,85	2	0,2		
2	..														
3	..														
..	..														
	ΣΥΝΟΛΟ														

Απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ σε κάθε κατάσταση λειτουργίας του πλοίου

Συντελεστής λειτουργίας για κάθε καταναλωτή f_s όπου: P_i ισχύς λειτουργίας κατά τη χρονική περίοδο i του 24-ώρου (δίνεται από πίνακα) :

$$f_s = \frac{\text{μέσο φορτίο 24 - ώρου}}{\text{ονομαστικό φορτίο}} = \frac{\sum_i P_i \times t_i}{24 \times P_{\text{ov.αποδ.}}}$$

t_i ώρες λειτουργίας με ισχύ P_i κατά τη διάρκεια ενός 24-ώρου

Ηλεκτρικός ισολογισμός (3/5)

- Για καταναλωτές όπως φωτισμός, μαγειρείο, θερμαντήρες, ηλεκτρονικές συσκευές (γενικότερα μη ηλεκτροκίνητα μηχανήματα) μπορεί να συμπληρωθεί κατευθείαν στον πίνακα ισολογισμού, η εγκατεστημένη ισχύς $P_{εγκατ}$

- Η μέση απορροφημένη ισχύς λειτουργίας $P_{λειτουργία}$ υπολογίζεται για κάθε κατάσταση από τις σχέσεις:

$$P_{λειτουργία} = \frac{P_{ον.αποδ.}}{\eta} \times N' \times f_s = P_{ον.απορ} \times N' \times f_s \text{ (για ηλεκτροκίνητα μηχανήματα)}$$

$$P_{λειτουργία} = P_{εγκατ.} \times f_s \text{ (για φωτισμό, μαγειρεία, θερμαντήρες, ηλ. συσκευές κλπ)}$$

- Με βάση τη συνολική απαιτούμενη ισχύ στη **δυσμενέστερη κατάσταση** λειτουργίας του πλοίου, επιλέγονται οι απαραίτητες **γεννήτριες** (προβλέποντας ένα επιπλέον περιθώριο ισχύος περίπου 15%)

Ηλεκτρικός ισολογισμός (4/5)

- Συνήθως η ισχύς της μίας γεννήτριας δεν ξεπερνά τα 2500 kW – σε πλοία που η απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ είναι μεγάλη (>6 MVA) μπορούν να εγκατασταθούν γεννήτριες μεγαλύτερης ισχύος αλλά μέσης τάσης (3,3-6 kV)
- Με εξαίρεση τα πολύ μικρά σκάφη, οι γεννήτριες που εγκαθίστανται είναι **τουλάχιστον δύο**, ώστε να είναι δυνατή η **τροφοδότηση όλων των απαραίτητων μηχανημάτων** για την ασφάλεια, την πρόωση και τη διατήρηση του φορτίου του πλοίου σε καλή κατάσταση **μόνο από τη μία**, σε περίπτωση όπου η άλλη βρεθεί εκτός λειτουργίας

Ηλεκτρικός ισολογισμός (5/5)

Πρακτικοί κανόνες που ακολουθούνται:

- Για ηλεκτρικά φορτία μεγαλύτερα των 2200 kW εγκαθίστανται τρεις ή περισσότερες γεννήτριες
- Για φορτία μέχρι 2200 kW επιλέγονται δύο γεννήτριες, η κάθε μία ικανή να καλύψει το ηλ. φορτίο κανονικής πορείας
- Σε ατμόπλοια, εγκαθίστανται μία στροβιλογεννήτρια και μία ντηζελογεννήτρια ίσης ισχύος με δυνατότητα παράλληλης λειτουργίας
- Σε ντηζελοκίνητα πλοία μεγάλης ισχύος μπορεί να τοποθετηθεί στροβιλογεννήτρια με λέβητα καυσαερίων
- Αρκετά συχνά, εγκαθίστανται γεννήτριες κινούμενες από την Κ.Μ. του πλοίου (shaft generator)

Ηλεκτρικός ισολογισμός ανάγκης

Γεννήτρια ανάγκης (1/2)

- Αντίστοιχος με τον ηλεκτρικό ισολογισμό- χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της απαραίτητης γεννήτριας ανάγκης (emergency generator) η οποία είναι συνδεδεμένη με τον πίνακα διανομής ανάγκης του πλοίου και τίθεται σε λειτουργία αυτόματα σε περίπτωση διακοπής τροφοδοσίας από τις κύριες γεννήτριες του πλοίου (black out)
- Η γεννήτρια ανάγκης πρέπει να είναι ικανή να τροφοδοτεί απρόσκοπτα, επιλεγμένα ηλεκτρικά φορτία για συγκεκριμένο **χρονικό διάστημα** (π.χ. 3-12 ώρες)
- Τα ηλεκτρικά φορτία (καταναλωτές) που τροφοδοτούνται από τη γεννήτρια ανάγκης και λαμβάνονται υπόψη στον ισολογισμό ανάγκης, καθορίζονται από την αντίστοιχη **νομοθεσία**, ανάλογα με τον **τύπο** του πλοίου (Φ/Γ, Ε/Γ-Ο/Γ, Ε/Γ-Ο/Γ αν. τύπου κτλ) και τους εκτελούμενους **πλόες** (π.χ. διεθνής, κατηγορίας Α,Β,Γ,Δ κατά κοινοτική οδηγία 98/18 κτλ)

Ηλεκτρικός ισολογισμός ανάγκης

Γεννήτρια ανάγκης (2/2)

- Ο πίνακας διανομής ανάγκης πρέπει να τοποθετείται όσο πλησιέστερα είναι πρακτικά εφικτό στη γεννήτρια ανάγκης
- Σε ορισμένες περιπτώσεις Ε/Γ πλοίων (βλ. Κοιν. οδηγία 98/18) απαιτείται η ύπαρξη **μεταβατικής πηγής ενέργειας** (ή προσωρινής πηγής ενέργειας), επιπρόσθετα της γεννήτριας ανάγκης, η οποία αποτελείται από κατάλληλη συστοιχία συσσωρευτών και εξασφαλίζει τη συνεχή λειτουργία ορισμένων από τους καταναλωτές ανάγκης επί ημίωρο, χωρίς να χρειάζεται επαναφόρτιση
- Σε περιπτώσεις κυρίως μικρών σκαφών, η γεννήτρια ανάγκης **μπορεί να αντικατασταθεί** από κατάλληλη συστοιχία **συσσωρευτών** που εξασφαλίζει την τροφοδότηση των απαραίτητων ηλεκτρικών φορτίων ανάγκης σύμφωνα με την προβλεπόμενη νομοθεσία

Προτεινόμενοι συντελεστές λειτουργίας (fs) για διάφορους καταναλωτές (1/2)

Περιγραφή	Μέγιστη τιμή	Κανονικής πορείας	Χειρισμών	Όρμου	Παρατηρήσεις
Βοηθητικά Προώσεις					
1. Κυρία αντλία κυκλοφορίας	0,90	0,85	0,85	0,0	
2. Βοηθητική αντλία κυκλοφορίας	0,90	0,0	0,70	0,70	
3. Κυρία αντλία συμπυκνώματος	0,75	0,40	0,40	0,0	
4. Βοηθητική αντλία συμπυκνώματος	0,75	0,0	0,0	0,75	
5. Κυρία τροφοδοτική αντλία	0,80 (a)				
6. Τροφοδοτική αντλία ανάγκης	0,0 (c)				
7. Τροφοδοτική αντλία όρμου	0,0 (c)				
8. Αντλία συμπυκνωμάτων προθερμαντήρων Χ.Π.	0,65	0,65	0,65	0,0	
9. Αντλία μεταγίσεως συμπυκνώματος Ψυγείου	0,60	0,60	0,60	0,60	
10. Αντλία λαδιού λιπάνσεως	0,90	0,85	0,85	0,0	
11. Αντλία μεταγίσεως λαδιού	0,0 (c)				
12. Αντλία κυκλοφορίας ψυγείου λαδιού λιπάνσεως	0,90	0,90	0,90	0,0	
13. Αντλία τροφοδοτήσεως καυσίμου	0,85	0,80	0,80	0,0	
14. Αντλία μεταγίσεως βαρέος καυσίμου	0,10	0,10	0,0	0,0	
15. Υψηλεπί αντλία θάλασσας	0,80				
16. Τροφοδοτική αντλία αποστακτήρα ακαθάρτων	0,65				
17. Αντλία κυκλοφορίας ατμοσφαιρικού ψυγείου	0,0 (c)				
18. Ανεμιστήρας προσαγωγής Λέβητα	(b)				0,5 0,5 0,2
19. Αεροσυμπιεστής αυτοματισμού	0,40	0,20	0,20	0,20	
20. Καθαριστής λαδιού λιπάνσεως	0,35	0,35	0,35	0,0	
21. Προθερμαντήρας λαδιού λιπάνσεως	0,10	0,0	0,0	0,10	
22. Μηχανισμός πηδαλίου	0,20	0,10	0,20	0,0	
23. Ανεμιστήρες προσαγωγής μηχανοστασίου	0,85	0,85	0,85	0,20	
24. Ανεμιστήρες εξαγωγής μηχανοστασίου	0,85	0,85	0,85	0,85	
25. Ανεμιστήρας αναρροφήσεως λαβυρίνθων	0,90	0,90	0,90	0,90	
26. Τύμπανο προθερμαντ. αέρα	0,90	0,90	0,90	0,0	
27. Φωτισμός μηχανοστασίου	0,90	0,90	0,90	0,90	
28. Αντλία κενού	0,80	0,80	0,80	0,0	
29. Κύριος αεροσυμπιεστής	0,85	0,10	0,85	0,10	0,30 εάν η Κ. Μ. είναι ατμ./βίλος
30. Αντλία κυκλοφορίας νερού ψύξεως κυλίνδρων	0,85	0,85	0,85	0,0	
31. Αντλία κυκλοφορίας νερού ψύξεως εμβόλων	0,85	0,85	0,85	0,0	
32. Αντλία νερού ψύξεως καυστήρων	0,85	0,85	0,85	0,0	
33. Αντλία μεταγίσεως ελαφρού πετρελαίου	0,0 (c)				
34. Καθαριστής βαρέος πετρελαίου	0,70	0,70	0,0	0,0	
35. Καθαριστής ελαφρού τρελαίου	0,0 (c)				
36. Βοηθητικός ανεμιστήρας Κυρίας Μηχανής	0,85	0,0	0,85	0,0	
37. Μηχανισμός περιστροφής άξονα	0,80	0,0	0,0	0,80	
38. Σύστημα καύσεως συνδυσμένου λέβητα	0,80	0,50	0,80	0,80	
39. Αντλία λαδιού λιπάνσεως μειωτήρα	0,90	0,90	0,90	0,0	

Ι.Π. Ιωαννίδης, "Μέθοδος για την κατάσρωση θερμικού ισολογισμού ναυτικών προωστήριων εγκαταστάσεων ατμού", ΕΜΠ, 1998

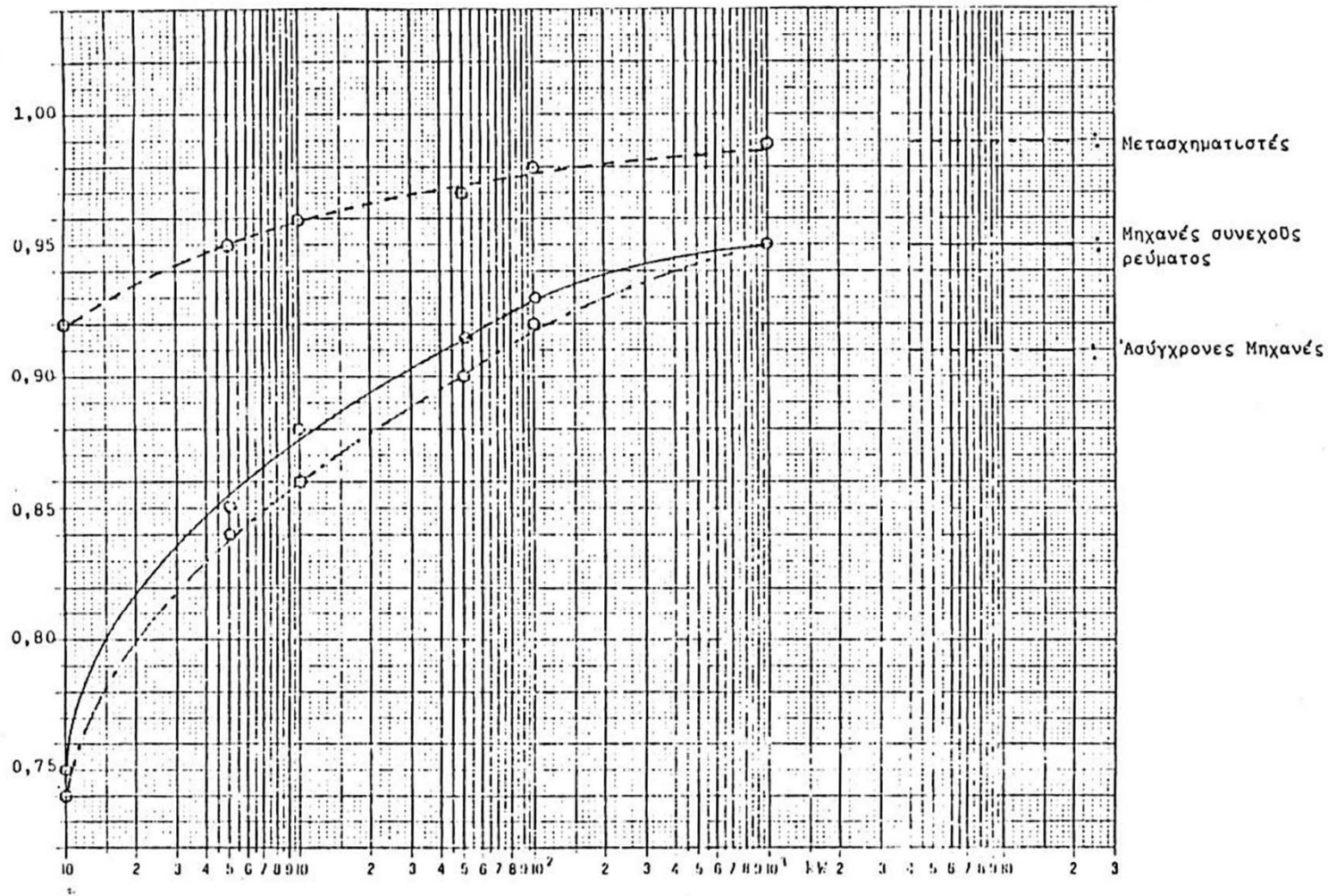
Προτεινόμενοι συντελεστές λειτουργίας (fs) για διάφορους καταναλωτές (2/2)

Βοηθητικά χώρων διαμονής				
1. Φωτισμός διαμερισμάτων	0,60	0,40	0,40	0,60
2. Αερισμός διαμερισμάτων	0,85	0,85	0,85	0,85
3. Ατομικοί ανεμιστήρες	0,50	0,30	0,0	0,40
4. Συσκευές μαγειρείου	0,30	0,30	0,30	0,30
5. Συσκευές πλυντηρίου	0,20	0,20	0,0	0,20
6. Συσκευές vασοκομείου	0,20	0,20	0,20	0,20
7. Ηλεκτρική θέρμανση νερού	0,50	0,0	0,20	0,50
8. Θέρμανση διαμερισμάτων	0,40	0,40	0,40	0,40
9. Αντλία κυκλοφορίας ζεστού νερού	0,70	0,70	0,70	0,70
10. Αντλία κυκλοφορίας παλού κρύου νερού	0,70	0,70	0,70	0,70
11. Αντλία ποσίμου νερού	0,50	0,50	0,50	0,50
12. Πίδακες ποσίμου νερού	0,30	0,30	0,30	0,30
13. Αντλία κυκλοφ.καλυμβητικής δεξαμενής	0,20	0,20	0,0	0,0
14. Αντλία υγιεινής	0,40	0,40	0,40	0,40
15. Εγκατάσταση αποχετεύσεως	0,70	0,70	0,70	0,70
16. Συμπιεστής ψυκτικής	0,40	0,40	0,40	0,40
17. Αντλία κυκλοφ. θάλασσας ψυκτικής	0,40	0,40	0,40	0,40
18. Μεμονωμένα ψυγεία	0,30	0,30	0,30	0,30
19. Συμπιεστής κλιματισμού	0,75	0,75	0,75	0,75
20. Αντλία κρύου νερού κλιματισμού	0,75	0,75	0,75	0,75
21. Αντλία ζεστού νερού κλιματισμού	0,75	0,75	0,75	0,75
22. Αντλία κυκλοφορίας θάλασσας κλιματισμού	0,75	0,75	0,75	0,75
23. Ανεμιστήρας κλιματισμού	0,75	0,75	0,75	0,75
24. Αντλία τροφοδότησεως θαλασσινού νερού στον αποστακτήρα	0,75	0,75	0,0	0,0
25. Αντλία εξαγωγής υπολειμ. αποστάξεως	0,75	0,75	0,0	0,0
26. Αντλία συμπυκνώματος νερού αποστάξεως	0,60	0,50	0,0	0,0
27. Αντλία αποστραγγίσεως αποστακτήρα	0,60	0,0	0,0	0,60
28. Αντλία μεταγγίσεως απεσταγμένου νερού	0,60	0,60	0,0	0,0
29. Αντλία τροφοδότησεως χημικών στο απεσταγμένο νερό	0,20	0,20	0,0	0,0

Βοηθητικά σκάφους				
1. Αντλία πυρκαϊάς	0,0	(c)		
2. Αντλία πυρκαϊάς και κύτους	0,0	(c)		
3. Αντλία πυρκαϊάς και γενικής χρήσεως	0,0	(c)		
4. Αντλία κύτους και έρματος	0,20	0,20	0,0	0,20
5. Υποβρύχια αντλία κύτους	0,10	0,10	0,0	0,0
6. Αντλία έρματος	0,90	0,0	0,0	0,90
7. Αντλία πληρώσεως φυγοκεντρικών αντλιών	0,10	0,0	0,0	0,10
8. Αεροσυμπιεστής σκάφους	0,30	0,30	0,30	0,30
9. Φωτισμός καταστρώματος	0,90	0,0	0,0	0,90
10. Φωτισμός ναυσιπλοίας	0,50	0,50	0,50	0,0
11. Φωτισμός χώρου ασυρμάτου	0,50	0,50	0,50	0,0
12. Εσωτερικές επικοινωνίες	0,40	0,40	0,40	0,40
13. Ηλεκτρονικά	0,45	0,45	0,45	0,30
14. Φόρτιση συσσωρευτών	0,20	0,20	0,20	0,20
15. Πίνακας ελέγχου ηλεκτρικών συσκευών	0,20	0,20	0,0	0,20
16. Γυροπυξίδα	0,40	0,40	0,40	0,20
17. Θερμαντές μηχανμάτων καταστρώματος	1,00	1,00	1,00	1,00
18. Εργαλειομηχανές	0,10	0,10	0,0	0,10
19. Αερισμός φορτίου	0,85	0,85	0,85	0,85
20. Ξήρανση φορτίου	0,50	0,50	0,50	0,50
21. Γερανός μηχανοστασίου	0,80	0,0	0,0	0,40
22. Εργάτης ακτήρας	0,0	(c)		
23. Βαρούλκα	0,0	(c)		
24. Υδραυλικοί κινητήρες καλυμμάτων κυτών	0,10	0,0	0,0	0,10
25. Φορτωτές φορτίου	0,50	0,0	0,0	0,35

(a) Στην περίπτωση εγκαταστάσεως ηλεκτροκινήτων αντλιών
(b) Να υπολογιστεί η ισχύς χωριστά
(c) Δεν χρησιμοποιείται παρά σπάνια

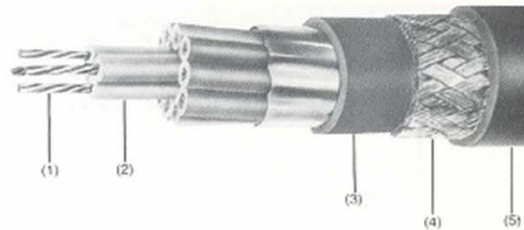
Βαθμός απόδοσης ηλεκτρικών μηχανών (η)



Ι.Π. Ιωαννίδης, "Μέθοδος για την κατάστρωση θερμικού ισολογισμού ναυτικών προωστήριων εγκαταστάσεων ατμού", ΕΜΠ, 1998

Τυποποιημένα καλώδια εμπορίου ναυτικού τύπου

SHIP WIRING CABLES



TYPE : MGCG
RATED VOLTAGE : 600/1000 V
SPECIFICATION : DIN 89158/2 1975
CONDUCTOR : Soft annealed stranded tinned copper (1)
INSULATION : FPR rubber (2)
INNER SHEATH : Rubber (only for multicore cables) (3)
SCREENING : Copper wire braiding (for the protection of the copper braid, a plastic tape is applied underneath and over the braid) (4)
OVERSHEATH : Polychloroprene rubber (5)

Nominal area of conductor mm ²	CONDUCTOR		Thickness of insulation mm	Thickness of inner sheath mm	Thickness of outer sheath mm	Max. overall diameter mm	Weight of finished cable (approx.) Kg/Km	Max DC resistance at 20° C Ω/Km	Current rating (*) A
	Min. number of wires	Max. diameter mm							
1 x 1.5	7	1.6	1.0	-	1.0	7.7	85	13.6	21
1 x 2.5	7	2.1	1.0	-	1.0	8.2	100	7.41	27
1 x 4	7	2.6	1.1	-	1.0	8.9	125	4.60	36
1 x 6	7	3.2	1.1	-	1.1	9.7	160	3.05	46
1 x 10	7	4.1	1.2	-	1.1	10.9	220	1.81	63
1 x 16	7	5.2	1.3	-	1.2	12.6	300	1.14	83
1 x 25	19	6.9	1.4	-	1.2	14.6	450	0.666	110

Nominal area of conductor mm ²	CONDUCTOR		Thickness of insulation mm	Thickness of inner sheath mm	Thickness of outer sheath mm	Max. overall diameter mm	Weight of finished cable (approx.) Kg/Km	Max DC resistance at 20° C Ω/Km	Current rating (*) A
	Min. number of wires	Max. diameter mm							
1 x 35	19	7.8	1.5	-	1.3	15.9	550	0.519	135
1 x 50	19	9.1	1.6	-	1.3	17.6	700	0.383	167
1 x 70	19	10.9	1.7	-	1.4	19.8	950	0.265	205
1 x 95	37	12.7	1.9	-	1.5	22.4	1250	0.197	255
1 x 120	37	14.4	2.0	-	1.6	24.5	1600	0.151	290
1 x 150	37	16.0	2.1	-	1.7	26.5	1900	0.123	330
1 x 185	37	17.9	2.3	-	1.7	29.1	2300	0.0982	375
1 x 240	61	20.6	2.4	-	1.9	32.4	3000	0.0747	445
1 x 300	61	23.0	2.6	-	2.0	35.8	3700	0.0595	510
2 x 1.5	7	1.6	1.0	0.6	1.2	13.1	240	13.8	18
2 x 2.5	7	2.1	1.0	0.6	1.2	14.1	300	7.56	23
2 x 4	7	2.6	1.1	0.6	1.3	15.8	380	4.70	30
2 x 6	7	3.2	1.1	0.6	1.3	17.2	460	3.11	39
2 x 10	7	4.1	1.2	0.6	1.4	19.8	640	1.84	54
2 x 16	7	5.2	1.3	0.7	1.5	22.8	910	1.16	70
2 x 25	19	6.9	1.4	0.8	1.7	27.8	1380	0.679	93
3 x 1.5	7	1.6	1.0	0.6	1.2	13.7	270	13.8	15
3 x 2.5	7	2.1	1.0	0.6	1.2	14.8	330	7.56	19
3 x 4	7	2.6	1.1	0.6	1.3	16.9	440	4.70	25
3 x 6	7	3.2	1.1	0.6	1.4	18.3	540	3.11	32
3 x 10	7	4.1	1.2	0.6	1.5	21.2	790	1.84	44
3 x 16	7	5.2	1.3	0.7	1.6	24.2	1090	1.16	58
3 x 25	19	6.9	1.4	0.8	1.8	29.6	1670	0.679	77
3 x 35	19	7.8	1.5	0.9	1.9	32.3	2060	0.529	95

Τέλος Ενότητας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Σημειώματα

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας, Δ.Ν. Παγώνης 2014.
Δ.Ν. Παγώνης. «Ηλεκτροτεχνία – Ηλ. Μηχανές & Εγκαταστάσεις πλοίου (Θ).
Ενότητα 10: Ηλεκτρικά δίκτυα πλοίων». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο
από τη δικτυακή διεύθυνση: ocp.teiath.gr.

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό. Οι όροι χρήσης των έργων τρίτων επεξηγούνται στη διαφάνεια «Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων».

Τα έργα για τα οποία έχει ζητηθεί άδεια αναφέρονται στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων

© Δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, παρά μόνο εάν ζητηθεί εκ νέου άδεια από το δημιουργό.

διαθέσιμο με άδεια CC-BY	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου και η δημιουργία παραγώγων αυτού με απλή αναφορά του δημιουργού.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-SA	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού, και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-ND	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η δημιουργία παραγώγων του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC-SA	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC-ND	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου και η δημιουργία παραγώγων του.
διαθέσιμο με άδεια CC0 Public Domain	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού.
διαθέσιμο ως κοινό κτήμα	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού.
χωρίς σήμανση	Συνήθως δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Αθήνας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

