



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Ηλεκτρικές Μηχανές II

Ενότητα 1: Χαρακτηριστικές-Τύπος του Kloss

Επ. Καθηγήτρια Τζόγια Χ. Καππάτου

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας
Υπολογιστών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Περιεχόμενα

- *Ηλεκτρομαγνητική Ροπή Α.Μ.*
- *Τύπος του Kloss*
- *Διαγράμματα Ροπής, Ρεύματος, Ισχύος Α.Μ.*

Ηλεκτρομαγνητική Ροπή Α.Μ.

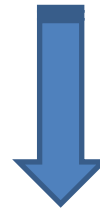
ΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟ ΠΕΔΙΟ



ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ



ΡΕΥΜΑ ΔΡΟΜΕΑ



ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΡΟΠΗ

$$M_e = \frac{m_s}{\Omega_s} * \frac{X_{SR} X_{RS} \frac{R_R}{s} U_s^2}{\left(\frac{R_S R_R}{s} - X_S X_R + X_{SR} X_{RS} \right)^2 + \left(\frac{R_R}{s} X_S + R_S X_R \right)^2}$$

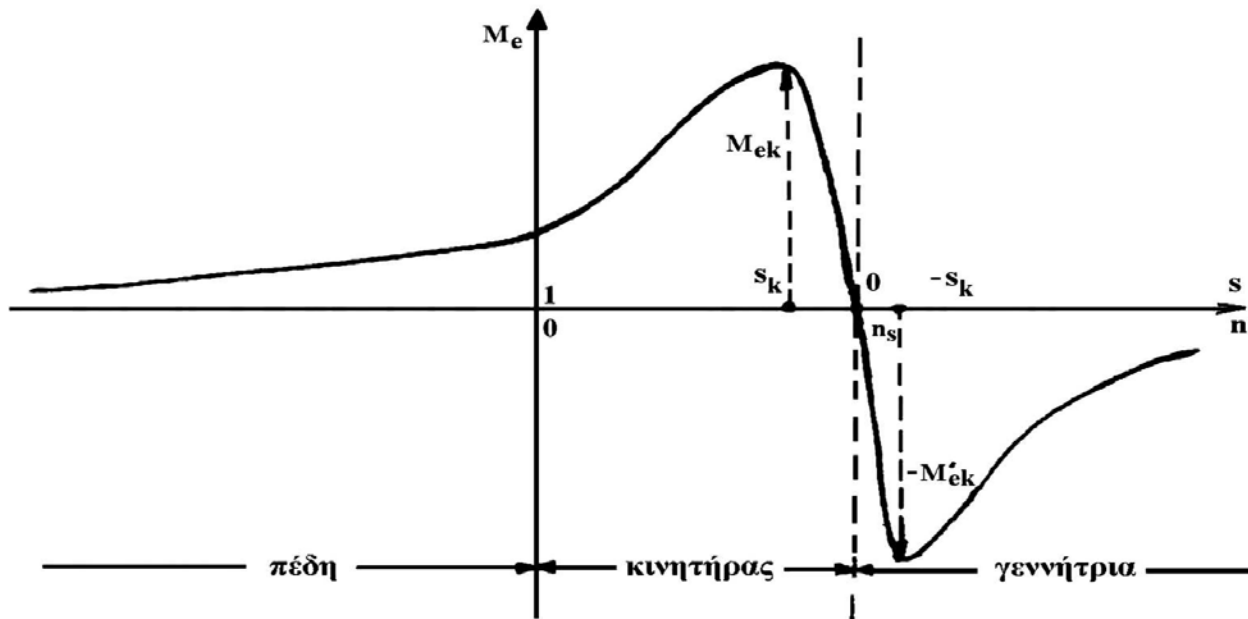
Ηλεκτρομαγνητική Ροπή Α.Μ. (1)

$$M_e = \frac{m_s}{\Omega_s} * \frac{X_{SR} X_{RS} \frac{R_R}{s} U_s^2}{\left(\frac{R_S R_R}{s} - X_S X_R + X_{SR} X_{RS} \right)^2 + \left(\frac{R_R}{s} X_S + R_S X_R \right)^2}$$

Από τον τύπο της Ηλεκτρομαγνητικής Ροπής της Α.Μ. συμπεραίνουμε:

1. Η ροπή είναι ανάλογη του τετραγώνου της φασικής τάσης
2. Η ροπή είναι πολύπλοκη συνάρτηση της ολίσθησης s
3. Μηδενισμός της ροπής όταν η αντίσταση δρομέα είναι μηδέν
4. Ο μηδενισμός της αντίστασης στάτη είναι επιτρεπτός (επιθυμητός)

Χαρακτηριστική Καμπύλη Ροπής-Στροφών Α.Μ.



Χαρακτηριστική καμπύλη ροπής – ταχύτητας μιας Α.Μ.

Όπου: M_{ek} = Ροπή Ανατροπής (Μέγιστη Ροπή)

s_k = Ολίσθηση Ανατροπής

Τύπος του Kloss

Συνηθίζεται η παρουσίαση της καμπύλης ροπής – ταχύτητας σε ανοιγμένη μορφή.



Ανοιγμένη Μορφή = Διαίρεση της εκάστοτε τιμής της ροπής με την ροπή ανατροπής.

Τύπος του Kloss

$$\frac{M_e}{M_{ek}} = \frac{2(1 + \varepsilon)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + 2\varepsilon}$$

$$\varepsilon = \frac{r_s(1 - \sigma)}{\sqrt{(1 + r_s^2)(\sigma^2 + r_s^2)}}, \quad r_s = \frac{R_s}{X_s}$$

$$s_k = +r_R \sqrt{\frac{1 + r_s^2}{\sigma^2 + r_s^2}}, \quad r_R = \frac{R_R}{X_R}$$

Όπου: σ = Ολικός συντελεστής σκεδάσεως

Τύπος του Kloss (1)

- Η Ωμική Αντίσταση Στάτη των Α.Μ. Μηχανών κατασκευάζεται πολύ μικρή για την κατά δυνατόν μεγαλύτερη μείωση των ωμικών απωλειών.
- Θεωρώντας την ωμική αντίσταση στάτη R_s ίση με **μηδέν** προκύπτει ο **απλοποιημένος τύπος του Kloss**:

$$\frac{M_e}{M_{ek}} = \frac{2}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s}}$$

για

$$R_s = 0$$

Τύπος του Kloss (2)

Από την απλοποιημένη σχέση του Kloss συμπεραίνουμε ότι:

- Για $s \ll s_k$



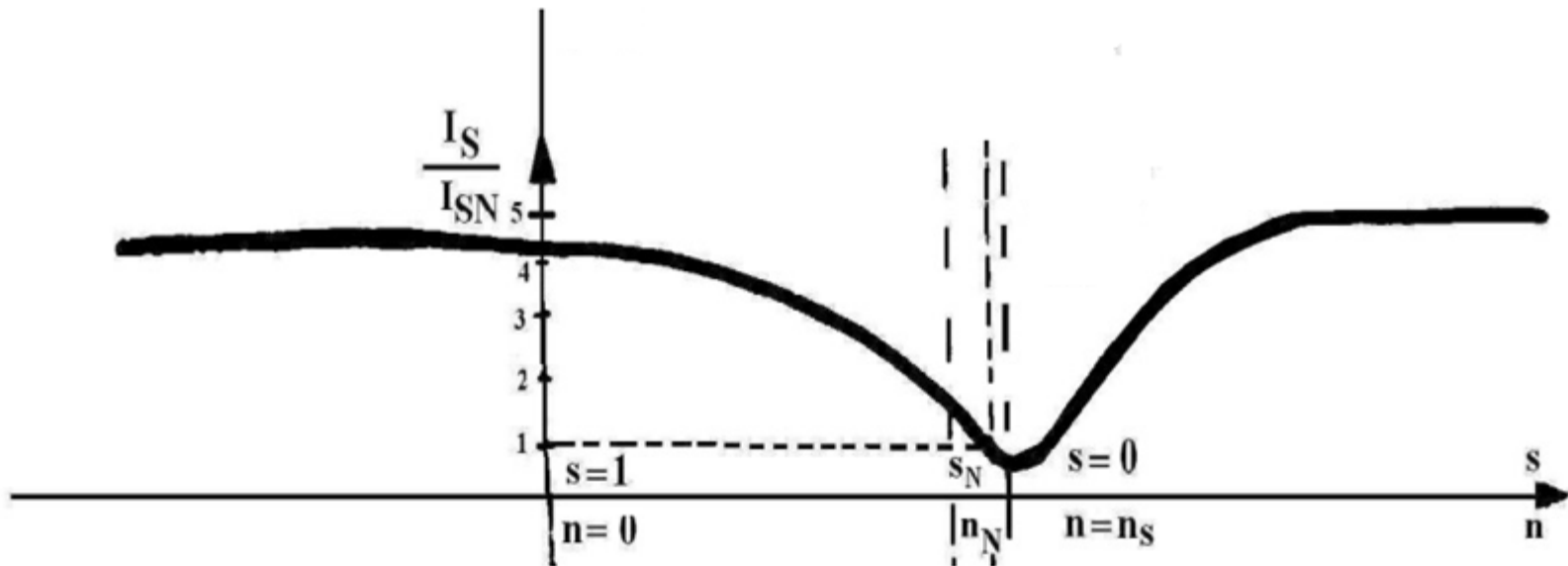
$$\frac{M_e}{M_{ek}} \approx \frac{2s}{s_k}$$

- Για $s \gg s_k$



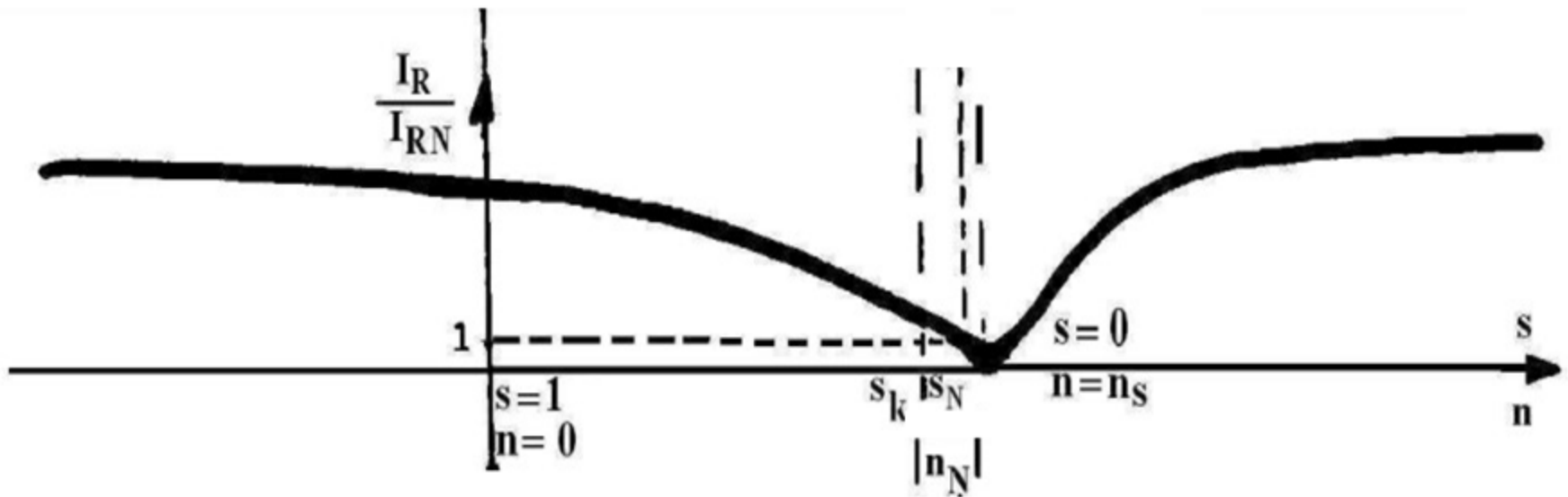
$$\frac{M_e}{M_{ek}} \approx \frac{2s_k}{s}$$

Διάγραμμα Ρεύματος - Στροφών Στάτη



$$\vec{I}_S = \frac{\vec{U}_S}{jX_S} \cdot \frac{X_{RS}}{X_R} \cdot \frac{(s - jr_R)}{(r_S r_R - \sigma s) + j(r_R + r_S s)}$$

Διάγραμμα Ρεύματος - Στροφών Δρομέα



$$\vec{I}_R = \frac{\vec{U}_S}{jX_S} \cdot \frac{X_{RS}}{X_R} \cdot \frac{s}{(r_S r_R - \sigma s) + j(r_R + r_S s)}$$

Κατανομή Ισχύος εντός της Α.Μ.

Για την κατανομή της ισχύος εντός της μηχανής έχουμε :

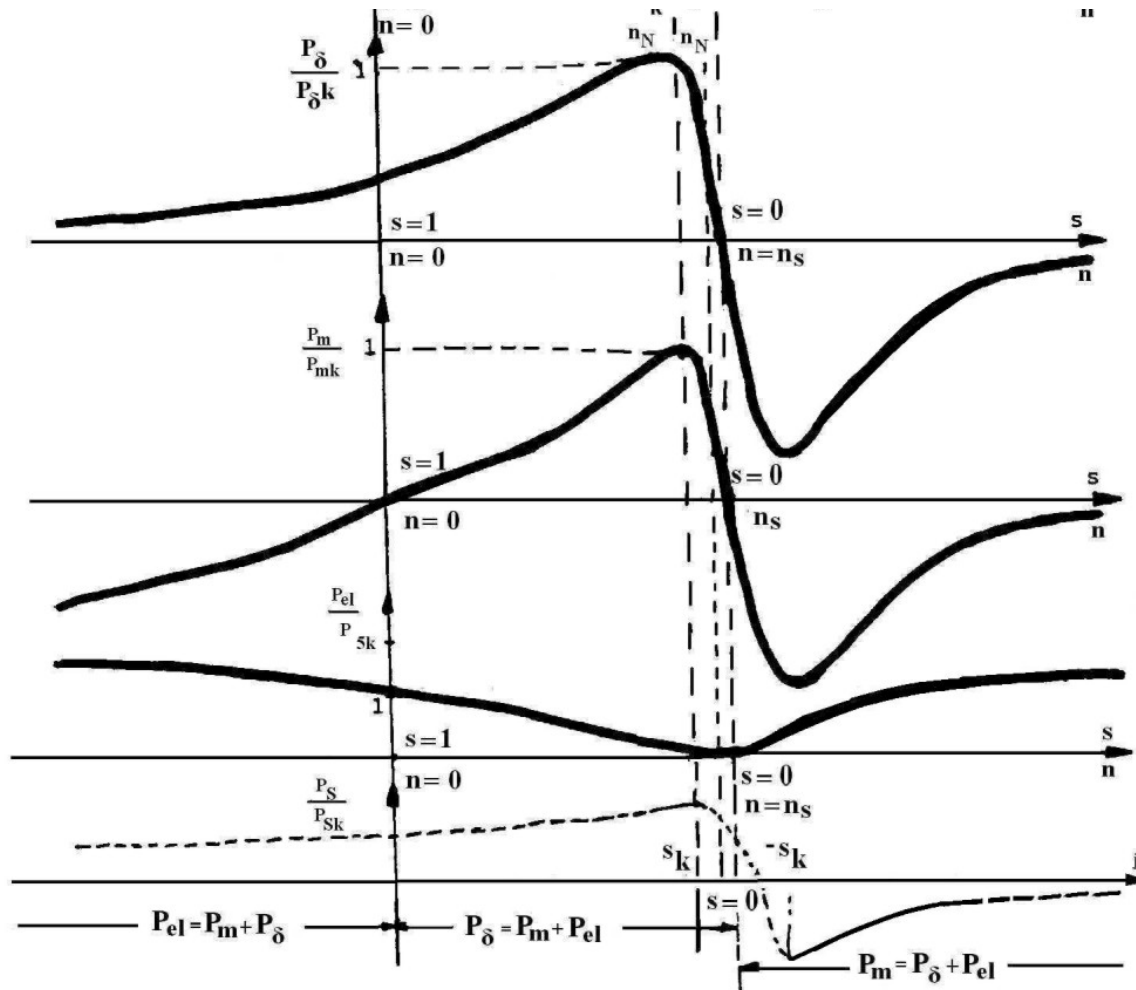
$$P_s = 3U_\Phi I_\Phi \cos\varphi = P_\delta + P_{Fe} + P_{CuS}$$

$$P_\delta = \Omega_s M_e$$

$$P_{CuR} = sP_\delta \equiv P_{el}$$

$$P_m = \Omega M_e = (1-s)\Omega_s M_e$$

Διαγράμματα Ισχύων



Διαγράμματα Ισχύος συναρτήσει των στροφών ή ολίσθησης

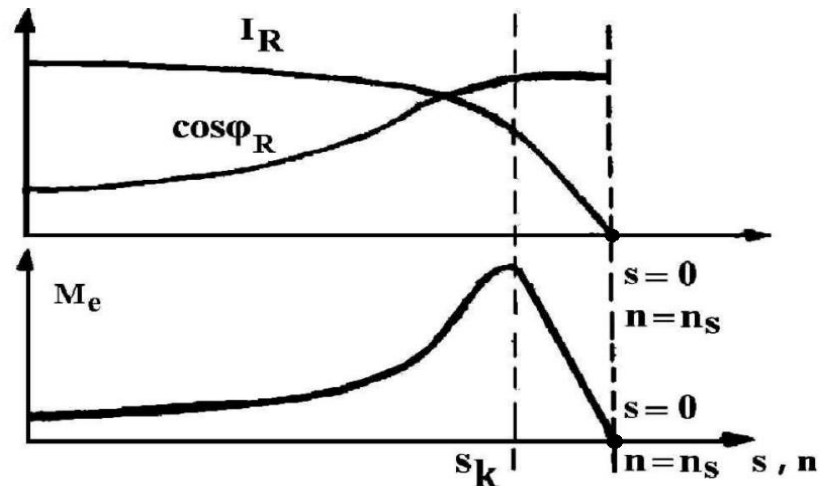
Διάγραμμα συντελεστή ισχύος

- Αποδεικνύεται για την ηλεκτρομαγνητική ροπή M_e ότι μπορούμε να την περιγράψουμε και με την συνοπτική εξίσωση :

$$M_e = KBI_R \cos \varphi_R$$

K =σταθερά, B =μαγνητική επαγωγή του στρεφόμενου πεδίου, I = ρεύμα δρομέα

$$\cos \varphi_R = \frac{(R_R / s)}{\sqrt{X_{R\sigma}^2 + (R_R / s)^2}}$$



Ρεύμα δρομέα, συνημίτονο της γωνίας φ_R και ροπή ως συναρτήσεις της ολίσθησης ή των στροφών.

Παρατηρήσεις επί των Διαγραμμάτων

- Τρεις λειτουργίες Α.Μ.: Κινητήρας, Γεννήτρια, Πέδη.
- Για τιμές της ολίσθησης 1 (εκκίνηση) και -1 το ρεύμα του Στάτη και του Δρομέα είναι μέγιστο.
- Η μέγιστη τιμή M_k οφείλεται στην μεταβλητή διαφορά φάσης φ_R μεταξύ ρεύματος και τάσης εξ' επαγωγής στο δρομέα λόγω ολίσθησης.
- Για μικρές τιμές της ολίσθησης υπερισχύει το ωμικό μέρος της σύνθετης αντίστασης, ενώ για μεγάλες το επαγωγικό επειδή μεγαλώνει η συχνότητα του δρομέα ω_R .

Πηγές

Οι πηγές των **Εικόνων, των Σχημάτων και των Διαγραμμάτων είναι:**

[1] Α.Ν. Σαφάκας, «Ηλεκτρικές Μηχανές Α», Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 2009

[2] Α.Ν. Σαφάκας, «Ηλεκτρικές Μηχανές Β», Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 2009

[3] Α.Ν. Σαφάκας, «Δυναμική Ηλεκτρομηχανικών συστημάτων» Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 2008

[4] Τζόγια Χ. Καππάτου, Εξομοιώσεις Ηλεκτρικών Μηχανών σε περιβάλλον Πεπερασμένων Στοιχείων, Εργαστήριο Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας, Η.Μ.Τ.Υ, Πανεπιστήμιο Πατρών.

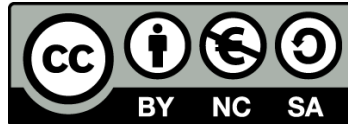
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Τζόγια Καππάτου. Τζόγια Καππάτου, «Ηλεκτρικές Μηχανές II». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/EE687/>.



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 και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους 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.

Τέλος Ενότητας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης