

ΣΧΟΛΗ	ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ	ΕΞΑΜΗΝΟ	Α'	STCW MC 7.03				App.2
ΜΑΘΗΜΑ	Α02	ΦΥΣΙΚΗ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑΡΧΟΥΣ Ι						
ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ								
ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ	3	ΕΞΑΜΗΝΟΥ	45	ΘΕΩΡΙΑ	30	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	15	
<p>Σκοπός – Στόχοι: Μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας του μαθήματος στα Α', Β', Γ' εξάμηνα οι σπουδαστές θα πρέπει να αποκτήσουν τις βασικές γνώσεις που θα τους βοηθήσουν να κατανοήσουν τις φυσικές αρχές που διέπουν τη συμπεριφορά του πλοίου και του περιβάλλοντός του καθώς και την λειτουργία του εξοπλισμού που θα συναντήσουν κατά την διάρκεια της επαγγελματικής τους σταδιοδρομίας. Οι σπουδαστές θα είναι επίσης σε θέση να κατανοήσουν καλύτερα τις τεχνικές προδιαγραφές, τη λειτουργία και τις οδηγίες συντήρησης του εξοπλισμού με τον οποίο δεν είναι και τόσο εξοικειωμένοι. Η διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής για Πλοιάρχους Ι του Α' Εξαμήνου περιλαμβάνει γνώσεις Μηχανικής. Η ύλη του μαθήματος έχει λάβει υπόψη τις απαιτήσεις του IMO Model Course 7.03 (Officer in Charge of the Navigational Watch).</p>								
Τρόπος διδασκαλίας	Να χρησιμοποιούνται κατά τον δυνατόν παραδείγματα και ασκήσεις σχετικές με τις απαιτήσεις του επαγγέλματος, ώστε οι σπουδαστές να κατανοήσουν τη χρησιμότητα των γνώσεων που αποκτούν από το μάθημα της Φυσικής στο επάγγελμά τους. Να ληφθούν υπόψη οι σημειώσεις στο τέλος κάθε ενότητας. Επιπλέον κατά την διδασκαλία να γίνεται χρήση της αγγλικής ορολογίας που συναντάται στο πλοίο.							
Μέσα/ Εξοπλισμός διδασκαλίας	Πίνακας, προβολέας (projector), υπολογιστής χειρός με τριγωνομετρικούς αριθμούς, εκπαιδευτικό κείμενο, εργαστηριακός εξοπλισμός. Προτείνεται ο ακόλουθος εξοπλισμός για να έχουν την ευκαιρία οι εκπαιδευόμενοι να πραγματοποιούν πειραματικές εργασίες/ασκήσεις και πειράματα επίδειξης σε εργαστήριο: Μετροταινίες, χάρακες, μοιρογνωμόνια, χρονόμετρα, ζυγαριά, σειρές μαζών, τροχαλίων, ελατηρίων, γυροσκόπιο επίδειξης, πίνακες σχεδίασης, ορθογώνια τεμάχια γυαλιού, πρίσματα (συμπεριλαμβανομένων των πρισμάτων με ορθή γωνία), επίπεδα και σφαιρικά κάτοπτρα, φωτιστική πηγή και οθόνες, σεντ φακών διαφόρων εστιακών διαστάσεων, καυστήρες Bunsen, ορθοστάτες, ποτήρια, φιαλίδια και φιάλες μέτρησης, θερμόμετρα, θερμιδομετρητές χαλκού, μπουκάλια πυκνότητας, μανόμετρα, βαρόμετρο, υδρόμετρα, συσκευή για την επίδειξη των νόμων για τα αέρια, ένα υγρόμετρο, μία δεξαμενή κυματισμών, ένα σύνολο από διαπασών, σωλήνας συντονισμού, ραβδόμορφοι μαγνήτες, πυξίδες, ρινίσματα σιδήρου, μαγνητόμετρο, μία ασφαλής πηγή συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος, διάφορα είδη καλωδίων, αντιστάσεις, συνδετήρες (connectors), αμπερόμετρα, βολτόμετρα, γέφυρα Wheatstone, σωληνοειδές (solenoid), μετασχηματιστές, μεταβλητός επαγωγός και πυκνωτής, ηλεκτροκινητήρας επίδειξης και γεννήτρια, στοιχεία μπαταριών (αλκαλικά και μολύβδου – οξέος) με αποκομμένο το εξωτερικό περίβλημα, παλμογράφος.							
Τρόπος τελικής εξέτασης	Γραπτές εξετάσεις.							

Αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας

ΜΗΧΑΝΙΚΗ

1. ΜΑΖΑ, ΒΑΡΟΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΗ

- 1.1 Αναφορά στις μονάδες μάζας, μήκους και χρόνου στο σύστημα S.I.
- 1.2 Αναφορά στο ότι το λίτρο είναι μονάδα όγκου ρευστού ίση με 1 κυβικό δεκατόμετρο και ότι $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$.
- 1.3 Χρησιμοποίηση και αναφορά της έννοιας των προθεμάτων για πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των μονάδων, συμπεριλαμβανομένων: giga, mega, kilo, deci, centi, milli, micro, nano και pico.

- 1.4 Χρησιμοποίηση συντομογραφιών για τα προθέματα.
- 1.5 Έννοια της μάζας ενός σώματος.
- 1.6 Αναφορά στο ότι η μάζα ενός σώματος παραμένει αμετάβλητη με κίνηση ή αλλαγή της τοποθεσίας του.
- 1.7 Αναφορά στην αρχή διατήρησης της μάζας.
- 1.8 Ορισμός της *δύναμης* ως αιτίας που αλλάζει την κατάσταση ηρεμίας του σώματος ή της ομαλής κίνησης σε ευθεία γραμμή.
- 1.9 Αναφορά στο ότι η μονάδα δύναμης είναι το Newton (N).
- 1.10 Ορισμός του *Newton* ως της δύναμης που απαιτείται για να δώσει η μάζα ενός κιλού επιτάχυνση ενός μέτρου ανά δευτερόλεπτο στο τετράγωνο.
- 1.11 Αναφορά στο ότι όλα τα σώματα έλκουν το ένα το άλλο με μία δύναμη που είναι ανάλογη με το γινόμενο των μαζών τους και αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της απόστασης μεταξύ των κέντρων μάζας τους.
- 1.12 Αναφορά στο ότι η ελκτική δύναμη μεταξύ της Γης και ενός σώματος ονομάζεται βαρυτική δύναμη.
- 1.13 Αναφορά στο ότι η βαρυτική δύναμη προσδίδει επιτάχυνση σε ένα σώμα το οποίο βρίσκεται σε ελεύθερη πτώση, γνωστή ως επιτάχυνση της βαρύτητας.
- 1.14 Αναφορά στο ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή περίπου $9,8 \text{ m/s}^2$ και υποδηλώνεται με το « g ».
- 1.15 Αναφορά στο ότι η δύναμη που ασκείται από ένα σώμα στα στηρίγματά του ή στην επιφάνεια της Γης είναι μία δύναμη ίση με το βάρος του σώματος.
- 1.16 Να εξηγηθεί ότι το βάρος είναι ίσο με το γινόμενο της μάζας επί την επιτάχυνση της βαρύτητας, $w = m \times g$.
- 1.17 Να περιγραφεί πώς η περιστροφή της Γης επηρεάζει την τιμή του g .
- 1.18 Να εξηγηθεί γιατί η επιτάχυνση της βαρύτητας μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου.
- 1.19 Αναφορά στο ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας σε ύψος h μέτρα πάνω από την στάθμη της θάλασσας είναι: $g \times \left(1 + \frac{h}{R}\right)^{-2}$, όπου: g είναι η τιμή στο επίπεδο της θάλασσας και R είναι η ακτίνα της Γης σε μέτρα.
- 1.20 Να εξηγηθεί γιατί το βάρος μίας δεδομένης μάζας ποικίλλει ανάλογα με τη θέση της μάζας.
- 1.21 Αναφορά στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, σύμφωνα με τον οποίο «σε κάθε δράση υπάρχει μία ίση και αντίθετη αντίδραση» και παράθεση παραδειγμάτων.
- 1.22 Αναφορά στο ότι η τριβή είναι το όνομα που δίνεται σε μία δύναμη που αντιτίθεται στην σχετική κίνηση δύο επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους.
- 1.23 Αναφορά στο ότι η τριβή σε κίνηση μεταξύ στερεών, υγρών ή αερίων είναι πάντα παρούσα.
- 1.24 Γενική περιγραφή των παραγόντων που επηρεάζουν την τριβή στην κίνηση.
- 1.25 Ορισμός της *ελαστικότητας* ως της ικανότητας ενός σώματος να ανακτά το αρχικό του σχήμα και μέγεθος μετά από παραμόρφωση.
- 1.26 Αναφορά στο ότι ένα υλικό για το οποίο η παραμόρφωση είναι ανάλογη προς την εφαρμοζόμενη δύναμη θεωρείται ότι υπακούει στον νόμο του Hooke.
- 1.27 Περιγραφή εφαρμογής του νόμου του Hooke στη μέτρηση των δυνάμεων.
- 1.28 Διερεύνηση του νόμου του Hooke σχεδιάζοντας ένα γράφημα της επιμήκυνσης ενός ελατηρίου έναντι του φορτίου του.
- 1.29 Ορισμός της *τάσης* ως επιμήκυνσης διαιρούμενης με το αρχικό μήκος.
- 1.30 Ορισμός της *ελαστικής σταθεράς* ως παραμόρφωσης διαιρούμενης με την εφαρμοζόμενη δύναμη.
- 1.31 Καθορισμός της ελαστικής σταθεράς ενός ελατηρίου.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Πρέπει να τονιστεί η σημαντική διαφορά μεταξύ μάζας και βάρους. Ταυτόχρονα, πρέπει να γίνει αναφορά στο γεγονός ότι οι μονάδες μάζας

μερικές φορές χρησιμοποιούνται λανθασμένα σε τεχνικά δεδομένα όταν πρόκειται για την δύναμη. Η τιμή που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε έναν υπολογισμό πρέπει να μπει με τις σωστές μονάδες, αλλιώς θα προκύψει λανθασμένο αποτέλεσμα. Οι λόγοι για τις διακομάνσεις της τιμής του «g» θα μπορούσαν να αναβληθούν μέχρι να καλυφθεί η ύλη για την κυκλική κίνηση.

2. ΑΠΟΣΤΑΣΗ, ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ

- 2.1 Διάκριση της απόστασης από την μετατόπιση.
- 2.2 Διάκριση της μέσης ταχύτητας από την στιγμιαία ταχύτητα.
- 2.3 Ορισμός της *στιγμιαίας ταχύτητας* ως μεταβολής της μετατόπισης διαιρούμενης με το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.
- 2.4 Μονάδα μέτρησης ταχύτητας σε m/s, km/h ή κόμβους και μετατροπή από ένα σύνολο μονάδων σε άλλο.
- 2.5 Εξήγηση των εννοιών: 1) *ομαλή μέση ταχύτητα* και 2) *ομαλή στιγμιαία ταχύτητα*.
- 2.6 Αναφορά στο ότι η απόσταση s, που διανύεται με ομαλή ταχύτητα u, στον χρόνο t, δίνεται από την σχέση $s = ut$.
- 2.7 Ορισμός της *επιτάχυνσης* ως μεταβολής της ταχύτητας διαιρούμενης με το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.
- 2.8 Εξήγηση της έννοιας *ομαλή επιτάχυνση*.
- 2.9 Διατύπωση του πρώτου νόμου κίνησης του Νεύτωνα.
- 2.10 Ορισμός της *ορμής* ενός σώματος ως το γινόμενο της μάζας επί την ταχύτητά του.
- 2.11 Διατύπωση του δεύτερου νόμου κίνησης του Νεύτωνα.
- 2.12 Να εξηγηθεί ότι η δύναμη είναι ίση με το γινόμενο της επιτάχυνσης επί την μάζα του σώματος.
- 2.13 Διατύπωση της *Αρχής Διατήρησης της Ορμής*.
- 2.14 Χρησιμοποίηση των νόμων του Νεύτωνα και της *Αρχής Διατήρησης της Ορμής* για επίλυση απλών προβλημάτων.

Κατευθυντήριες οδηγίες: *Αν υπάρχουν χρονομετρητές με ταινίες καταγραφής και αμαξίδια, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί ένα πείραμα, που δείχνει ότι η δύναμη είναι ίση με το γινόμενο μάζα x επιτάχυνση. Τα προβλήματα με ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση πρέπει να περιλαμβάνουν περιπτώσεις στις οποίες η κίνηση μπορεί να αναλυθεί σε κατακόρυφη κίνηση υπό την επίδραση της βαρύτητας και σε οριζόντια κίνηση με σταθερή ταχύτητα.*

3. ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ

- 3.1 Να εξηγηθεί ότι η αλλαγή κατεύθυνσης με ομαλή ταχύτητα συνεπάγεται μεταβολή της ταχύτητας, η οποία απαιτεί μία δύναμη για να την προκαλέσει.
- 3.2 Να αναφερθεί ότι για ένα σώμα που κινείται με ομαλή ταχύτητα σε έναν κύκλο, η απαιτούμενη δύναμη, σε Newtons, είναι ίση με $\frac{m \times u^2}{r}$ κατευθυνόμενη προς το κέντρο του κύκλου, όπου: m είναι η μάζα του σώματος σε kg, u είναι η ταχύτητα σε m / s, r είναι η ακτίνα του κύκλου σε μέτρα.
- 3.3 Αναφορά στο ότι στην περίπτωση ενός δορυφόρου σε τροχιά, η δύναμη παρέχεται από την βαρυτική έλξη.
- 3.4 Ορισμός *στροφορμής* ενός σώματος ως $(I \cdot \omega)$, όπου: I είναι η ροπή αδράνειας ως προς τον άξονα περιστροφής και ω είναι η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής σε ακτίνια/ δευτερόλεπτο.
- 3.5 Να αναφερθεί ότι, ελλείψει εξωτερικών δυνάμεων, η στροφορμή διατηρείται.
- 3.6 Να περιγραφεί πώς η στροφορμή μπορεί να αναπαρασταθεί από ένα διάνυσμα.

- 3.7 Να περιγραφεί πώς μία εφαρμοζόμενη ροπή μεταβάλλει το διάνυσμα της στροφορμής.
- 3.8 Να αναφερθεί ότι η σταθερότητα ενός γυροσκοπίου αποτελεί συνέπεια της διατήρησής της στροφορμής.
- 3.9 Να αναφερθεί ότι η μεταβολή του διανύσματος της στροφορμής του γυροσκοπίου που προκύπτει από μία εφαρμοζόμενη ροπή είναι γνωστή ως *μετάπτωση*.
- 3.10 Να περιγραφεί η προκαλούμενη μετάπτωση, δεδομένης της κατεύθυνσης περιστροφής ενός γυροσκοπίου και της κατεύθυνσης της εφαρμοζόμενης ροπής στρέψης.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Αυτή η ενότητα παρέχει μία εξήγηση της σχέσης μεταξύ της τροχιακής περιόδου και του ύψους των δορυφόρων μέσω των οποίων πραγματοποιείται η ναυσιπλοΐα και οι επικοινωνίες. Η επίδραση της εφαρμοζόμενης ροπής στην κατεύθυνση του διανύσματος της στροφορμής μπορεί καλύτερα να παρουσιαστεί με ένα γυροσκόπιο επίδειξης.

4. ΣΤΑΤΙΚΗ

- 4.1 Χρησιμοποίηση διανυσματικών μεθόδων για να βρεθεί η συνισταμένη δύο ή περισσότερων δυνάμεων.
- 4.2 Αναφορά στην συνθήκη ισορροπίας για τρεις δυνάμεις που δρουν σε ένα σημείο.
- 4.3 Κατασκευή πολυγώνου δυνάμεων και διατύπωση των συνθηκών ισορροπίας για δυνάμεις που δρουν σε ένα σημείο.
- 4.4 Ορισμός *ροπής* μίας δύναμης ως προς ένα σημείο.
- 4.5 Αναφορά στο ότι όταν ένα σώμα βρίσκεται σε ισορροπία, το άθροισμα των ροπών που είναι αντίθετες προς την ωρολογιακή φορά είναι ίσο με το άθροισμα των ροπών που είναι προς την ωρολογιακή φορά.
- 4.6 Εύρεση συνισταμένης ροπής ως προς ένα σημείο για έναν αριθμό παράλληλων δυνάμεων.
- 4.7 Ορισμός *ζεύγους δυνάμεων* και εύρεση της ροπής ενός ζεύγους δυνάμεων.
- 4.8 Αναφορά στο ότι ένα ζεύγος δυνάμεων δεν μπορεί να μειωθεί σε μία μόνο δύναμη και μπορεί μόνο να είναι σε ισορροπία με ένα ίσο και αντίθετο ζεύγος δυνάμεων.
- 4.9 Αναφορά στις συνθήκες για μία σειρά παράλληλων δυνάμεων ώστε να βρίσκονται σε ισορροπία.
- 4.10 Ορισμός *κέντρου βάρους*.
- 4.11 Χρησιμοποίηση κατακόρυφου όπως αυτή προκύπτει από ένα νήμα με δεμένο ένα βάρος στο άκρο του για να βρεθεί το κέντρο βάρους ενός σώματος.
- 4.12 Ανάλυση μίας μόνο δύναμης σε συνιστώσες που δρουν σε δύο δεδομένες κατευθύνσεις.
- 4.13 Ανάλυση μίας μόνο δύναμης που ενεργεί σε ένα σώμα σε μία δύναμη που δρα στο κέντρο βάρους του και ένα ζεύγος.
- 4.14 Εξήγηση των παραγόντων που διέπουν τη σταθερότητα και την ανατροπή ενός κουτιού.
- 4.15 Περιγραφή των συνθηκών σταθερής, ασταθούς και αδιάφορης ισορροπίας.
- 4.16 Επίλυση απλών αριθμητικών και γραφικών προβλημάτων που περιλαμβάνουν δυνάμεις, ροπές δυνάμεων και συνθήκες ισορροπίας.
- 4.17 Ορισμός *δύναμης διάτμησης (Shear Force)*.
- 4.18 Ορισμός *ροπής κάμψης (bending moment)*.
- 4.19 Υπολογισμός της αντίδρασης στα υποστηρίγματα μίας απλά υποστηριζόμενης δοκού (αμφιέριστη δοκός), με ή χωρίς φορτίο.
- 4.20 Σχεδιασμός καμπλών των δυνάμεων διάτμησης και των ροπών κάμψης για μία αμφιέριστη δοκό με ή χωρίς φορτίο.
- 4.21 Σχεδιασμός καμπλών των δυνάμεων διάτμησης και των ροπών κάμψης για μία δοκό πρόβολο (cantilever beam), με ή χωρίς φορτίο.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Οι ασκήσεις πρέπει να περιλαμβάνουν λύσεις με ανάλυση σε οριζόντιες και κάθετες συνιστώσες μαζί με την χρήση των διανυσμάτων.

5. ΕΡΓΟ, ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ

- 5.1 Ορισμός *έργου* (work) ως γινομένου της δύναμης επί την απόσταση που μετακινείται το σώμα στην κατεύθυνση της δύναμης.
- 5.2 Αναφορά στο ότι η μονάδα έργου είναι το Joule (J) και ορίζεται ως το έργο που παράγεται όταν το σημείο εφαρμογής μίας δύναμης 1 Newton μετακινείται ένα μέτρο στην κατεύθυνση της δύναμης.
- 5.3 Ορισμός *ενέργειας* (energy) ως δυνατότητας παραγωγής έργου. Αναφορά στο ότι η ενέργεια μετριέται σε Joules.
- 5.4 Αναφορά στο ότι η κιλοβατώρα (kWh) είναι μονάδα ενέργειας που είναι ισοδύναμη με 1 kW ισχύος (1 kW) το οποίο καταναλώθηκε για μία ώρα (1 ώρα) χρόνου.
- 5.5 Ορισμός *δυναμικής ενέργειας*.
- 5.6 Ορισμός *Κινητικής Ενέργειας (KE)*. Αναφορά στο ότι η $KE = \frac{m \times u^2}{2}$, όπου: m είναι η μάζα σε kg και v είναι η ταχύτητα σε m/s.
- 5.7 Περιγραφή της μετατροπής μεταξύ δυναμικής και κινητικής ενέργειας.
- 5.8 Περιγραφή του νόμου διατήρησης της ενέργειας.
- 5.9 Εξήγηση του τι συμβαίνει με τη μηχανική ενέργεια που χάνεται στις κρούσεις.
- 5.10 Αναφορά στο ότι η ενέργεια περιστροφής είναι μία άλλη μορφή μηχανικής ενέργειας.
- 5.11 Ορισμός της ισχύος (Power) ως του ρυθμού μεταφοράς ενέργειας ή του ρυθμού του παραγόμενου έργου.
- 5.12 Χρησιμοποίηση της εξίσωσης: $\text{Μέση ισχύς} = \frac{\text{παραγόμενο έργο}}{\text{χρονικό διάστημα που έχει πραγματοποιηθεί το έργο}}$.
- 5.13 Αναφορά στο ότι η μονάδα ισχύος είναι το Watt (W) και ότι 1 W = 1 J/s.
- 5.14 Επίλυση απλών προβλημάτων έργου, ενέργειας και ισχύος.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Πρέπει να συμπεριληφθούν περιπτώσεις στις οποίες η κίνηση του σημείου εφαρμογής μίας δύναμης δεν είναι στην κατεύθυνση της δύναμης.

6. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

- 6.1 Περιγραφή του τι σημαίνει η έννοια *μηχανισμός* (machine).
- 6.2 Ορισμός *μηχανικού κέρδους ή πλεονεκτήματος* μίας μηχανής ως του λόγου του φορτίου που μετακινήθηκε προς την προσπάθεια που δαπανήθηκε.
- 6.3 Ορισμός του *λόγου ταχύτητας* ως ο λόγος της απόστασης που κινήθηκε η προσπάθεια προς την απόσταση που κινήθηκε το φορτίο στον ίδιο χρόνο.
- 6.4 Ορισμός της *απόδοσης* (efficiency) μίας μηχανής ως του λόγου του ωφέλιμου έργου που παράχθηκε από την μηχανή προς την συνολική ενέργεια που δαπανάται σε αυτήν.
- 6.5 Να δειχθεί ότι: $\text{Απόδοση} = \frac{\text{μηχανικό πλεονέκτημα}}{\text{λόγος ταχύτητας}}$.
- 6.6 Να εξηγηθεί γιατί η απόδοση των πραγματικών μηχανών είναι πάντοτε μικρότερη από τη μονάδα (1).
- 6.7 Επίλυση προβλημάτων στους ακόλουθους μηχανισμούς:
1. Μοχλός.
 2. Κινούμενη τροχαλία.
 3. Πολύσπαστο.
 4. Κεκλιμένο επίπεδο.
 5. Τροχός και άξονας.
 6. Γρανάζια.

7. Κοχλίας (γρύλος).

Κατευθυντήριες οδηγίες: Μπορούν να εκτελεστούν από τους εκπαιδευόμενους πειράματα που χρησιμοποιούν πολύσπαστα (blocks and tackles). Χρησιμοποιώντας ένα εύρος φορτίων και καταγραφή της προσπάθειας που απαιτείται για την ανύψωσή τους, μπορούν να προκύψουν γραφήματα του μηχανικού οφέλους ως προς το φορτίο αλλά και της απόδοσης έναντι του φορτίου. Τα αποτελέσματα δείχνουν την επίδραση της τριβής και επίσης το πώς το μηχανικό όφελος και η απόδοση μεταβάλλονται ανάλογα με την αύξηση του φορτίου.