

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**Τμήμα Διδακτικής της Τεχνολογίας
και Ψηφιακών Συστημάτων**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Χρήση λογισμικών
δημιουργίας διαδραστικών προσομοιώσεων
για τα Μαθήματα Ειδικότητας,
του Τομέα Μηχανολογίας – Οχημάτων
των Επαγγελματικών Λυκείων**

**Τρούσας Κωνσταντίνος
Α.Μ. ΜΕ 12038**

**Επιβλέπων: Συμεών Ρετάλης, Αναπληρωτής Καθηγητής
*Πειραιάς, Ιούνιος 2014***

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	2
Κατάλογος Εικόνων – Γραφημάτων	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT	8
Ευχαριστίες.....	10
1 Κεφάλαιο 1ο. Εισαγωγή.....	11
1.1 Η ανάγκη αναβάθμισης της διδασκαλίας των μαθημάτων ειδικότητας των Επαγγελματικών Λυκείων – έμφαση στον πειραματισμό και την πρακτική άσκηση.	12
1.2 Αξιοποιώντας εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοίωσης στην διδασκαλία των μαθημάτων ειδικότητας των Επαγγελματικών Λυκείων.	16
1.3 Σκοπός της εργασίας.....	19
1.4 Δομή της εργασίας.....	19
2 Κεφάλαιο 2ο. Εκπαιδευτική διαδικασία και λογισμικά προσομοίωσης. ..	21
2.1 Εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοίωσης ως διερευνητικό εργαλείο .	22
2.2 Το Διδακτικό μοντέλο της Διερευνητικής Μάθησης	24
2.3 Διδακτική Επαγγελματικών Μαθημάτων	33
2.3.1 Εισαγωγή	33
2.3.2 Σκοποί της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης.	35
2.3.3 Προϋποθέσεις της διδασκαλίας των μαθημάτων ειδικότητας των Επαγγελματικών Λυκείων.....	36
2.3.4 Βασικές αρχές και τεχνικές για τη διδασκαλία των Επαγγελματικών μαθημάτων.....	37
3 Κεφάλαιο 3ο: Εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοίωσης.....	42
3.1 Λογισμικό προσομοίωσης Algodoo	43
3.2 Βασικά χαρακτηριστικά του Algodoo	44

3.2.1	Εκπαιδευτική χρήση του Algodoo.....	45
3.3	Περιγραφή του λογισμικού - οθόνη-εργαλεία.....	49
4	Κεφάλαιο 4ο. Εκπαιδευτικό Υλικό – Δραστηριότητες.....	62
4.1	Εκπαιδευτικά σενάρια.....	62
4.1.1	Εκπαιδευτικά σενάρια για την επαγγελματική εκπαίδευση ..	65
4.1.2	Τα φύλλα εργασίας των εκπαιδευόμενων.....	66
4.1.3	Οδηγίες για τον εκπαιδευτή.....	66
5	Κεφάλαιο 5ο. Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού.....	68
5.1	Εισαγωγή.....	68
5.2	Στόχοι της αξιολόγησης.....	68
5.2.1	Μέσα συλλογής δεδομένων για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού.....	74
5.3	Η πορεία της αξιολόγησης.....	76
5.4	Κριτήρια αξιολόγησης.....	76
5.5	Συμμετέχοντες στη μελέτη αξιολόγησης.....	77
5.6	Ευρήματα αξιολόγησης.....	78
5.7	Συμπεράσματα – προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	107
6	Βιβλιογραφία.....	109
6.1	Ξένη Βιβλιογραφία:.....	109
6.2	Ελληνική Βιβλιογραφία:.....	113
7	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	116
7.1	1ο Εκπαιδευτικό σενάριο: ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ.....	117
7.2	2ο Εκπαιδευτικό σενάριο: ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ.....	156
7.3	3ο Εκπαιδευτικό σενάριο: ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	239
7.4	4ο Εκπαιδευτικό σενάριο: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ.....	288

7.5 5ο Εκπαιδευτικό σενάριο: ΕΛΙΚΟΒΙΔΗ ΕΛΑΤΗΡΙΑ –
ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ (ΑΜΟΡΤΙΣΕΡ) 341

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Κατάλογος Εικόνων – Γραφημάτων

Εικόνα 1. Κύριες φάσεις και οι επιμέρους δραστηριότητες ενός μαθήματος σύμφωνα με το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο.....	30
Εικόνα 2. Πορεία Αξιολόγησης Εκπαιδευτικού Λογισμικού.....	76
Γράφημα 1. Φύλλο Αξιολογητών.....	79
Γράφημα 2. Θέση Εργασίας.....	79
Γράφημα 3. Σπουδές.....	80
Γράφημα 4. Θέση Εργασίας.....	80
Γράφημα 5. Επίπεδο Τ.Π.Ε.	80
Γράφημα 6. Απαντήσεις ερωτήματος 1.....	81
Γράφημα 7. Απαντήσεις ερωτήματος 2.....	81
Γράφημα 8. Απαντήσεις ερωτήματος 3.....	82
Γράφημα 9. Απαντήσεις ερωτήματος 4.....	82
Γράφημα 10. Απαντήσεις ερωτήματος 5.....	84
Γράφημα 11. Απαντήσεις ερωτήματος 6.....	84
Γράφημα 12. Απαντήσεις ερωτήματος 7.....	85
Γράφημα 13. Απαντήσεις ερωτήματος 8.....	85
Γράφημα 14. Απαντήσεις ερωτήματος 9.....	86
Γράφημα 15. Απαντήσεις ερωτήματος 10.....	86
Γράφημα 16. Απαντήσεις ερωτήματος 11.....	87
Γράφημα 17. Απαντήσεις ερωτήματος 12.....	88
Γράφημα 18. Απαντήσεις ερωτήματος 13.....	88
Γράφημα 19. Απαντήσεις ερωτήματος 14.....	89
Γράφημα 20. Απαντήσεις ερωτήματος 15.....	89
Γράφημα 21. Απαντήσεις ερωτήματος 16.....	90
Γράφημα 22. Απαντήσεις ερωτήματος 17.....	90
Γράφημα 23. Απαντήσεις ερωτήματος 18.....	92
Γράφημα 24. Απαντήσεις ερωτήματος 19.....	92
Γράφημα 25. Απαντήσεις ερωτήματος 20.....	93
Γράφημα 26. Απαντήσεις ερωτήματος 21.....	93
Γράφημα 27. Απαντήσεις ερωτήματος 22.....	95

Γράφημα 28. Απαντήσεις ερωτήματος 23.....	95
Γράφημα 29. Απαντήσεις ερωτήματος 24.....	96
Γράφημα 30. Απαντήσεις ερωτήματος 25.....	96
Γράφημα 31. Απαντήσεις ερωτήματος 26.....	97
Γράφημα 32. Απαντήσεις ερωτήματος 27.....	98
Γράφημα 32. Απαντήσεις ερωτήματος 28.....	98
Γράφημα 33. Απαντήσεις ερωτήματος 29.....	99
Γράφημα 34. Απαντήσεις ερωτήματος 30.....	99
Γράφημα 35. Απαντήσεις ερωτήματος 31.....	100
Γράφημα 36. Απαντήσεις ερωτήματος 32.....	100
Γράφημα 37. Απαντήσεις ερωτήματος 33.....	102
Γράφημα 38. Απαντήσεις ερωτήματος 34.....	102
Γράφημα 39. Απαντήσεις ερωτήματος 35.....	103
Γράφημα 40. Απαντήσεις ερωτήματος 36.....	103
Γράφημα 41. Απαντήσεις ερωτήματος 37.....	104
Γράφημα 42. Απαντήσεις ερωτήματος 38.....	104

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ελλάδα σήμερα βρίσκεται σε μια κρίσιμη καμπή της νεότερης ιστορίας της, περνά το δυσεπίλυτο πρόβλημα της οικονομικής εξάρτησης, της έντονης ανεργίας και της περικοπής πόρων σε όλους τους τομείς του Δημοσίου. Είναι λοιπόν περισσότερο από άλλοτε επιβεβλημένη η εξεύρεση νέων έξυπνων λύσεων, οι οποίες θα συμβάλουν στην ανάπτυξη και την βελτίωση των παραμέτρων της Ελληνικής Οικονομίας και κατ' επέκταση της Παιδείας. Ιδιαίτερα στην Επαγγελματική Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, η αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία του «Νέου Επαγγελματικού Λυκείου» που ξεκίνησε την λειτουργία του κατά το τρέχον σχολικό έτος, όπως αυτό το σχεδίασε το Ελληνικό Υπουργείο Παιδείας.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται διαδραστικό εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε για τα μαθήματα ειδικότητας του Τομέα Μηχανολογίας - Οχημάτων των Επαγγελματικών Λυκείων. Σκοπός της δημιουργίας του υλικού αυτού είναι να λειτουργήσει υποστηρικτικά στη διδασκαλία των μαθημάτων ειδικότητας. Συμβάλλει να ξεπεραστούν τα προβλήματα και οι περιορισμοί που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας των μαθημάτων, βοηθά στην αλλαγή στάσης των εκπαιδευτικών της τεχνικής επαγγελματικής εκπαίδευσης, απέναντι σε σύγχρονες εκπαιδευτικές μεθόδους και νέες τεχνολογίες όπως τα εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοίωσης.

Ο κύριος προσανατολισμός της εργασίας είναι να ενισχυθεί η διδασκαλία των επαγγελματικών μαθημάτων, έτσι ώστε να προωθηθεί η ενεργός συμμετοχή των εκπαιδευόμενων και να προσελκύσει το ενδιαφέρον τους, αξιοποιώντας αποτελεσματικά την χρήση των λογισμικών προσομοίωσης σαν συμπληρωματικό εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης. Στο σημείο αυτό διαπιστώνεται η ανάγκη εξοπλισμού των Επαγγελματικών Λυκείων με σύγχρονα εργαστήρια και κατάλληλο εποπτικό - διαδραστικό υλικό.

Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της μελέτης που έγινε για την ένταξη των Τ.Π.Ε στην εκπαιδευτική διαδικασία που καταγράφεται τόσο στη διεθνή όσο στην Ελληνική βιβλιογραφία, για τη χρήση των λογισμικών προσομοίωσης στην εκπαίδευση και συγκεκριμένα στη εκπαίδευση μηχανικών

αυτοκινήτου. Περιλαμβάνει επίσης το θεωρητικό πλαίσιο ανάπτυξης των λογισμικών προσομοίωσης καθώς και της εφαρμογής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Γίνεται σύντομη περιγραφή του εκπαιδευτικού λογισμικού *Algodo* και πώς αυτό μπορεί να ενταχθεί στην εκπαιδευτική πραγματικότητα.

Σημαντικό κομμάτι της εργασίας αποτελεί το υλικό που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτής. Το υλικό αυτό έχει τη μορφή εκπαιδευτικών σεναρίων με την χρήση προσομοιώσεων. Σε αυτό προσομοιώνονται απλές αρχές της φυσικής αλλά και η εφαρμογή τους κατά την λειτουργία μίας μηχανής εσωτερικής καύσης. Προσομοιώνεται επίσης η λειτουργία των επιμέρους μηχανολογικών συστημάτων ενός οχήματος. Εκτός από τις προσομοιώσεις, δημιουργήθηκε επίσης στα πλαίσια αυτής της εργασίας, υποστηρικτικό υλικό για τον εκπαιδευτή και τον εκπαιδευόμενο, καθώς και εγχειρίδιο χρήσης του λογισμικού προσομοίωσης. Η εργασία ολοκληρώνεται με παρουσίαση των αποτελεσμάτων που κατέληξα μετά από την αξιολόγηση του υλικού από μηχανολόγους σχολικούς συμβούλους - εκπαιδευτικούς, καθώς και προτάσεις για περαιτέρω ανάπτυξη νέου και βελτίωση του υπάρχοντος υλικού.

ABSTRACT

During the last decade, Greece is at a critical turning point. The country has to overcome the intractable problems of economic dependency, increased unemployment and the constantly reducing funds of the Public Sector. Therefore, it is imperative - more than ever before - to explore innovative solutions that will assist in the development and improvement of the Greek economy and consequently by extension of the Greek education. Thus, especially within Secondary Technical Education, the use of Information and Communication Technologies constitutes one of the most essential tools employed by the *New Technical Lyceum* that was launched by the Greek Ministry of Education during the current academic year.

Within this present dissertation, interactive educational material, created for the specialty courses of the Engineering and Automobiles sector of the Technical Lyceum, is presented. The creation of the aforementioned material aims to support the teaching of the specialty courses, to contribute in overcoming

restrictions and problems within the teaching process of these courses and to improve the relationship - that the majority of specialty technical courses teachers have - with contemporary educational methods and new educational technologies, such as simulation software for educational purposes.

The main orientation of this dissertation is to improve the teaching process of the specialty technical courses by attracting the student's interest, with the effective employment of educational simulation software, leveraging its use as a supplementary teaching tool. Hence, the need of new well-equipped labs and supervisory interactive material within Technical Lyceums arises.

Consequently, the present dissertation consists of the research results towards the incorporation of the new information and communication technologies into the educational process, found both in the international as well as the Greek bibliography alike, concerning the use of educational simulation software into automobile engineering teaching. Furthermore it includes the theoretical framework around the educational simulation software development as well as their employment within the educational process. Moreover, a brief description of the educational software *Algodo* follows along with a proposition of its incorporation into the educational reality.

Finally, an essential part of this dissertation is the educational material developed within its framework. This material is presented in the form of educational scenarios with the use of simulations. In these simulations, simple physics principles and their applications are simulated during the operation on an internal combustion engine and other individual mechanical systems of a vehicle. The educational simulation material is supplemented by supportive educational material intended for both the teachers and the students as well as a simulation software manual. The dissertation concludes with a presentation of the results reached after the evaluation of the educational material mentioned above by engineering teachers and educational counselors along with their proposals for further development of the material produced.

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό, με την ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού προγράμματος θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τους καθηγητές για την σημαντική βοήθεια τους, τα μέλη της ομάδας εργασίας μου για την άψογη συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να αποδώσω στον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής εργασίας μου, κ. Συμεών Ρετάλη για τη συνεργασία του, τη βοήθεια που μου παρείχε για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής, την ηθική στήριξη καθώς και για την άμεση ανταπόκρισή του σε κάθε ερώτημά και ενόχληση μου.

Επίσης, θέλω θερμά να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη συνεχή συμπαράσταση και την αμέριστη υποστήριξή της στην προσπάθειά μου και τον αδερφικό μου φίλο και κουμπάρο για τη βοήθεια του κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

1 Κεφάλαιο 1ο. Εισαγωγή

Αν το Γενικό Λύκειο ενσωματώνει τις κυριότερες σημερινές απαιτήσεις του στον στόχο της παιδευτικής του αυτοτέλειας και της αποδέσμευσης από τον σφιχτό εναγκαλισμό του με την τριτοβάθμια Εκπαίδευση ή, για τους πιο στοχαστικούς, αν προσβλέπει στον εύρυθμο συνδυασμό και της παιδείας και του προσανατολισμού προς την ανωτέρου επιπέδου γνώση, η μελέτη του Επαγγελματικού Λυκείου είναι πολύ πιο σύνθετη, δύσκολη και απαιτητική και δύσκολα εκφράζεται με λίγες γραμμές. Η δυσκολία της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης έγκειται, με πολύ απλά λόγια, στο ότι καλείται να καλύψει πολύ πιο πολλές, πολύπλοκες, πολυδιάστατες και ενίοτε αλληλοσυγκρουόμενες ή και αντιφατικές ανάγκες της ελληνικής κοινωνίας που διατυπώνονται από την ελληνική οικογένεια, μαθητές και γονείς, τους εκπαιδευτικούς και τα στελέχη της εκπαίδευσης, την αγορά εργασίας, την τριτοβάθμια εκπαίδευση, την κοινωνία στο σύνολό της.

Η Επαγγελματική Εκπαίδευση οφείλει πρωτίστως να ανταποκριθεί στο αίτημα για επαγγελματική διαμόρφωση του μαθητή, κάνοντάς τον ικανό να αντεπεξέλθει στις ανάγκες του αυριανού επαγγέλματός του, αλλά και μαθαίνοντάς τον να αγαπά το επάγγελμά του, αν δεν θέλει να δημιουργήσει ήδη από τη φάση της εκπαίδευσης αυριανές στρατιές αλλοτριωμένων εργαζόμενων ανθρώπων.

Οφείλει να επιλύσει τις αναρίθμητες δυσκολίες (οικονομικές, διοικητικές και άλλες), πάντοτε με έμφαση συγκριτικά με τη Γενική Εκπαίδευση, καθώς και να αντιμετωπίσει τα οξυμένα προβλήματα που αντιμετωπίζει, κυρίως η ίδια η Επαγγελματική Εκπαίδευση, όπως είναι η έντονη σχολική αποτυχία και η αυξημένη σχολική διαρροή, αλλά και η ιδιαίτερων απαιτήσεων επιμόρφωση των εκπαιδευτικών της - πάντοτε ανεπαρκής - από την πλευρά της πολιτείας.

Οφείλει να αξιοποιήσει όλα τα μέτρα που αποσκοπούν στον εκσυγχρονισμό και την ανανέωση ολόκληρου του φάσματος της Εκπαίδευσης, Γενικής και Επαγγελματικής και στην αναβάθμιση της ποιότητάς της, (στην υλικοτεχνική υποδομή, στους εργαστηριακούς χώρους και τους εξοπλισμούς, στην εφαρμογή νέων τεχνολογιών, στη δοκιμή νέων διδακτικών προσεγγίσεων),

όπου και στα σημεία αυτά, η Επαγγελματική Εκπαίδευση παρουσιάζεται και είναι πιο υποβαθμισμένη, εδώ και πολλές δεκαετίες.

Οφείλει να συνεργαστεί εποικοδομητικά με θεσμούς (όπως πρακτικής άσκησης, μαθητείας, περαιτέρω εξειδίκευσης και γιατί όχι επανειδίκευσης), άλλων υπουργείων και δημόσιων φορέων, χωρίς να μετατοπίσει την ευθύνη της εκπαίδευσης και της πεμπουσίας της εκπαίδευσης σε εξωεκπαιδευτικές πρωτοβουλίες.

Όλα τα παραπάνω δημιουργούν ένα σύμπλεγμα αντικρουόμενων απαιτήσεων, των οποίων οι επιπτώσεις μπορεί να είναι σοβαρές αν δεν προμελετηθούν με σύνεση και συνέπεια. Πόσο μάλλον όταν στις εγγενείς αυτές δυσκολίες προστίθενται και τα νέα δεδομένα στην αγορά εργασίας που επιβάλλουν πρόσθετη μέριμνα, ώστε ο αυριανός εργαζόμενος να είναι εφοδιασμένος με εκείνα τα εφόδια που θα του επιτρέπουν να απεγκλωβίζεται από τις επιλογές των δεκαέξι του χρόνων και να αλλάζει επαγγελματική δραστηριότητα όταν, στις δύσκολες φάσεις που περνάει η ανθρωπότητα, τον απειλήσει η ανεργία.

1.1 Η ανάγκη αναβάθμισης της διδασκαλίας των μαθημάτων ειδικότητας των Επαγγελματικών Λυκείων – έμφαση στον πειραματισμό και την πρακτική άσκηση.

Κρίνεται λοιπόν επιτακτικό, περισσότερο από κάθε άλλη φορά να εξευρεθούν τρόποι αναβάθμισης της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και κατ' επέκταση της διδασκαλίας των μαθημάτων ειδικότητας των Επαγγελματικών Λυκείων.

Η εμφάνιση νέων θεωριών μάθησης, παραμερίζουν με την πάροδο του χρόνου τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης. Οι θεωρίες αυτές είναι γνωστές ως Θεωρίες Οικοδόμησης της Γνώσης. Γενικά ο Εποικοδομητισμός (Constructivism) είναι μια θεωρία μάθησης σύμφωνα με την οποία μαθαίνουμε σημαίνει οικοδομούμε νέα γνώση για μας. Μάθηση είναι η οικοδόμηση νοήματος. Οικοδομούμε νέα γνώση καθώς αλληλεπιδρούμε με τα δεδομένα στο υπόβαθρο

των εμπειριών μας. Ο όρος κονστρουκτιονισμό / οικοδομητισμό (constructionism): "*Κονστρουκτιονισμός σημαίνει να δίνεις στα παιδιά καλά πράγματα να κάνουν έτσι ώστε να μπορούν να μάθουν κάνοντας πολύ καλύτερα απ' ότι μπορούσαν πριν*" (Papert, 1980).

Στην κατεύθυνση αυτή μπορούν αποφασιστικά να συνδράμουν οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) (Information & Communication Technologies - ICT) έχοντας αποκτήσει ήδη ιδιαίτερη σημασία και ρόλο στην καθημερινή ζωή των μαθητών. Ως εκ τούτου είναι αναπόφευκτο, το Εκπαιδευτικό μας Σύστημα ως ανοικτό σύστημα που επηρεάζει και επηρεάζεται άμεσα από τις εξελίξεις στην ευρύτερη κοινωνία, να μην εντάξει και χρησιμοποιήσει τις ΤΠΕ στις καθημερινές του διαδικασίες, είτε αυτές αφορούν τη διαχείριση του εκπαιδευτικού συστήματος και των σχολικών μονάδων είτε τη διδασκαλία και τη μάθηση.

Έχοντας λοιπόν ως επίκεντρο το μαθητή και τις ανάγκες του, την προσφορά ίσων ευκαιριών πρόσβασης στα τεχνολογικά εργαλεία και συστήματα, η χρήση των ΤΠΕ από όλους τους συντελεστές της εκπαίδευσης, μαθητές - εκπαιδευτικούς συμβάλλει αποφασιστικά στην αναβάθμιση της διδασκαλίας και βελτιώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών. Βέβαια κύριο ρόλο στην ένταξη των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση θα διαδραματίσει η συνεχής επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και η συνεχής υποστήριξη των συστημάτων. Οι πιο πάνω αποτελούν τους παράγοντες, που ενισχύουν την εφαρμογή των ΤΠΕ και εγγυώνται τη μακροπρόθεσμη επιτυχή εφαρμογή τους.

Το επιδιωκόμενο μοντέλο δεν είναι αποκλειστικά η εφαρμογή των ΤΠΕ ως ξεχωριστό γνωστικό αντικείμενο, αλλά η ενσωμάτωσή τους στη μαθησιακή διαδικασία όλων των μαθημάτων. Άρα, οι μαθητές δε μαθαίνουν "Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές" μόνο για να καταστούν καλοί χειριστές τους, αλλά τους χρησιμοποιούν για να κατακτήσουν τη βασική γνώση οποιουδήποτε μαθήματος, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και στο λιγότερο δυνατό χρόνο, ώστε να τους δοθεί ο πολύτιμος χρόνος της εμβάθυνσης στο γνωστικό αντικείμενο και της μετάβασης σε γνωστικές περιοχές που τους προσφέρουν μετασχηματιστικές γνώσεις.

Η διδασκαλία τόσο των μαθημάτων γενικής παιδείας όσο και ειδικότητας επωφελείται από τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, αφού αυτοί προσφέρουν τη δυνατότητα μοντελοποίησης και προσομοίωσης, μέσω λογισμικού εφαρμογών, το οποίο χαρακτηρίζεται ως “εκπαιδευτικό λογισμικό”.

Συμβάλλουν έτσι στη δημιουργία ισχυρών περιβαλλόντων μάθησης παρέχοντας μοναδικές ευκαιρίες στους εκπαιδευόμενους να παρατηρούν φαινόμενα και διαδικασίες που συχνά είναι δύσκολο ή ακόμα και επικίνδυνο να παρατηρήσουν στην πραγματικότητα, να εκτελέσουν εικονικά πειράματα, να παρέμβουν σε διαδικασίες προκειμένου να ελέγξουν υποθέσεις και να μελετήσουν αλλαγές συμπεριφοράς τόσο στον πραγματικό κόσμο όσο και σε εικονικούς. Δηλαδή το εκπαιδευτικό υλικό είναι κατασκευασμένο ώστε να προσελκύει και να κινεί το ενδιαφέρον του εκπαιδευόμενου και συνάμα ο εκπαιδευόμενος να αποκτά την γνώση πιο εύκολα, γρήγορα και με λιγότερη “σπατάλη” πνευματικού έργου.

Μέσω των προσομοιώσεων, ο χρήστης μπορεί να επιταχύνει ή να επιβραδύνει την ολοκλήρωση ενός φαινομένου, να μεταβάλλει τις παραμέτρους λειτουργίας και να μελετήσει σε βάθος την αλληλεπίδρασή τους. Μπορεί έτσι, να επιβεβαιώσει όσα ήδη γνωρίζει ή να ανακαλύψει την πλάνη που έχει γύρω από κάποια φαινόμενα.

Αναπόσπαστο “κομμάτι” κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση προγραμμάτων διδασκαλίας των μαθημάτων ειδικότητας είναι η πρακτική άσκηση, αφού αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς τρόπους σύνδεσης της θεωρίας με την πράξη. Σύμφωνα με τον Jarvis (2004) η πρακτική άσκηση ως τεχνική στοχεύει στο να αποκτήσει ο εκπαιδευόμενος συγκεκριμένες δεξιότητες υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτή, ενώ παλαιότερα υπό την μορφή μαθητείας, αποτελούσε την μόνη μέθοδο εκπαίδευσης σε τεχνικές ειδικότητες. Στοιχεία που προσδιορίζουν την Πρακτική Άσκηση, προσδίδοντας σ’ αυτήν ιδιαίτερο ρόλο είναι:

- Συμβάλλει κατεξοχήν στην εμπέδωση της θεωρίας και την μάθηση μέσω της πράξης.
- Στη βιωματική προσέγγιση της γνώσης.

- Αποτελεί ατομική ή ομαδική εργασία, η οποία προϋποθέτει την ενεργητική συμμετοχή των εκπαιδευομένων.

Επιμέρους στόχοι της Πρακτικής Άσκησης είναι:

- Η απόκτηση μιας πρώτης εμπειρίας με το επάγγελμα που θα ακολουθήσει ο εκπαιδευόμενος.
- Η ουσιαστικότερη αφομοίωση της γνώσης μέσα από τη διαδικασία της εξάσκησης, η ανάδειξη των δεξιοτήτων των ασκούμενων μαθητών και η ανάπτυξη επαγγελματικής συνείδησης.
- Στην προώθηση της συνεργατικής αλλά και της εξατομικευμένης μάθησης (οι μαθητές στο πλαίσιο κοινών δραστηριοτήτων μαθαίνουν να συνεργάζονται αλλά και ο κάθε μαθητής ξεχωριστά μπορεί να ακολουθήσει τους δικούς του ρυθμούς μάθησης).
- Η ομαλότερη μετάβαση των μαθητών από το χώρο της προετοιμασίας τους στο χώρο της παραγωγής των επιχειρήσεων.
- Η εξοικείωση των μαθητών με το εργασιακό περιβάλλον και τις απαιτήσεις του επαγγελματικού χώρου.

Στην πρακτική άσκηση – είτε οι εκπαιδευόμενοι ενεργούν σε ατομικό είτε σε ομαδικό επίπεδο – η διάθεσή τους για ενεργή συμμετοχή βρίσκει ευρύ πεδίο ανάπτυξης. Ανάλογα με το είδος και την μορφή πρακτικής άσκησης που κάθε φορά επιλέγεται, οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να σχεδιάσουν, να υλοποιήσουν, να εφαρμόσουν, να επανασχεδιάσουν και να αξιολογήσουν συγκεκριμένες δραστηριότητες. Έτσι διασφαλίζεται η ενεργητική συμμετοχή τους και αξιοποιούνται οι προϋπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες τους.

Η ουσιαστική λοιπόν αναβάθμιση της διδασκαλίας των μαθημάτων ειδικότητας πρέπει να υποβοηθηθεί με την ένταξη των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση μέσω κατάλληλων “εκπαιδευτικών λογισμικών”, τη συνεχή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών σε νέες σύγχρονες Τεχνολογίες και τη συνεχή υποστήριξη και αναβάθμιση του εργαστηριακού εξοπλισμού των Επαγγελματικών Λυκείων.

1.2 Αξιοποιώντας εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοίωσης στην διδασκαλία των μαθημάτων ειδικότητας των Επαγγελματικών Λυκείων.

Η εισαγωγή της πληροφορικής στην Ελληνική Εκπαίδευση ξεκίνησε από τα Τεχνικά – Επαγγελματικά και τα Πολυκλαδικά Λύκεια κατά την περίοδο 1983-1985. Στη συνέχεια επεκτάθηκε στα Γυμνάσια από το 1992 και από το 1998 στα Γενικά Λύκεια. Τα τελευταία χρόνια οι νέες τεχνολογίες κάνουν την εμφάνισή τους και στην

Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση με την καθιέρωση ενός ενδεικτικού προγράμματος σπουδών και τον εξοπλισμό των αρκετών σχολείων με ηλεκτρονικούς υπολογιστές στο πλαίσιο της διεύρυνσης του ωραρίου του (ολοήμερη λειτουργία). Στη χώρα μας, οι μέχρι τώρα προσπάθειες που έγιναν για την εισαγωγή των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση ακολούθησαν την τεχνοκεντρική προσέγγιση. Σήμερα η εισαγωγή τους στα πλαίσια της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης εμπνέεται από το ολοκληρωμένο πρότυπο εισαγωγής ενώ δανείζεται (λόγω και των συνθηκών που επικρατούν στην ελληνική εκπαίδευση) ιδέες του πραγματολογικού προτύπου.

Όσον αφορά στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, εφαρμόζεται το πραγματολογικό πρότυπο εισαγωγής με εμφανή όμως στοιχεία του τεχνολογικού μοντέλου. Ο Β. Κόμης (2004) αναφέρει ότι μέχρι και το 1997 η εισαγωγή και ένταξη των ΤΠΕ στην ελληνική εκπαίδευση διαπνέεται καθαρά από το τεχνοκεντρικό και σε μικρότερο βαθμό από το πραγματολογικό μοντέλο, αφού σε επίπεδο γυμνασίου η εισαγωγή ενός μαθήματος πληροφορικού αλφαριθμητισμού συνάδει περισσότερο με αυτή την προσέγγιση.

Για πρώτη φορά, το 1997 ξεκινά το πιλοτικό πρόγραμμα «Οδύσσεια», ένα ολοκληρωμένο πιλοτικό πρόγραμμα που έχει ως στόχο την ένταξη των νέων τεχνολογιών σε όλο το φάσμα της ελληνικής εκπαίδευσης το οποίο χρηματοδοτείται από το Υ.ΠΑΙ.Θ. και από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα έργα της Οδύσσειας περιλαμβάνουν ανάπτυξη υπολογιστικής και δικτυακής υποδομής στα σχολεία, κατάλληλη εκπαίδευση και επιμόρφωση εκπαιδευτικών και ανάπτυξη λογισμικού και ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού. Στόχος είναι η τεχνολογία να

αξιοποιηθεί στη διδασκαλία όλων των μαθημάτων, στις δράσεις που συμπληρώνουν τη μαθητική ζωή, στη διοίκηση του σχολείου, για όλους τους εκπαιδευτικούς και όλους τους μαθητές, καθημερινά.

Η Δευτεροβάθμια Επαγγελματική Εκπαίδευση αποβλέπει στο συνδυασμό της γενικής παιδείας με την τεχνική επαγγελματική γνώση, με ειδικότερους σκοπούς:

- την ανάπτυξη των ικανοτήτων, της πρωτοβουλίας, της δημιουργικότητας και της κριτικής σκέψης των μαθητών
- τη μετάδοση των απαιτούμενων τεχνικών και επαγγελματικών γνώσεων και την ανάπτυξη συναφών δεξιοτήτων τους
- την παροχή των απαραίτητων γνώσεων και εφοδίων στους μαθητές, για τη συνέχιση των σπουδών τους στην επόμενη εκπαιδευτική βαθμίδα.

Το Εκπαιδευτικό Λογισμικό θεωρείται μέρος του πλαισίου συμφραζομένων (context) της μάθησης. Αυτό το πλαίσιο επίσης συμπεριλαμβάνει το μαθητή, το δάσκαλο, την αλληλεπίδραση τους και τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα. Σημαντική είναι η διερεύνηση της επίδρασης του Εκπαιδευτικού Λογισμικού στη διαδικασία αλλά και της αλληλεπίδρασής του με το μαθητή, δηλαδή αν και πόσο δίνει στο μαθητή τη δυνατότητα να εκφράσει και να δομήσει τις ιδέες του. Συμβάλλει στην ενεργοποίηση των εσωτερικών κινήτρων που επηρεάζουν τη διαδικασία μάθησης (Lee et al, 2004) και θεωρούνται η πιο επιθυμητή μορφή παρώθησης (Hodges, 2004). Κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με τον McCall σε γνωστικά, κίνητρα αυτοέκφρασης, κίνητρα αυτοεκτίμησης και αυτοπεποίθησης, κίνητρα συνεργασίας και κοινωνικής αναγνώρισης και κίνητρα ικανοποίησης φυσιολογικών αναγκών. Έτσι λοιπόν το Εκπαιδευτικό Λογισμικό επηρεάζει τις προσεγγίσεις των μαθητών στο αντικείμενο της μάθησης, αφού αυτές είναι διαφορετικές από τις αντίστοιχες που αναπτύσσονται στο πλαίσιο χαρτί-μολύβι. Το κέρδος είναι συγκέντρωση στα βασικά σημεία των εννοιών, ξεκαθάρισμα των αναλογικών σχέσεων που εμπεριέχονται στο περιβάλλον και η δυνατότητα γενίκευσης μέσα από ειδικές περιπτώσεις.

Το Εκπαιδευτικό Λογισμικό δίνει την δυνατότητα διεπιστημονικής προσέγγισης στη μάθηση μέσα από προσομοιώσεις πραγματικών καταστάσεων

(φυσικά φαινόμενα, μηχανές κτλ), που αλλιώς θα ήταν αδύνατη η παρουσίαση τους στους μαθητές. Αφενός συνδυάζεται η γνώση με την πραγματικότητα ή την επιστήμη, αφετέρου δίνεται η δυνατότητα προσομοίωσης καταστάσεων με σύνθεση γνωστικών αντικειμένων, π.χ. φυσικής, χημείας, γεωγραφίας κτλ. Το πλεονέκτημα είναι η προσέγγιση της γνώσης ως ανθρώπινης δραστηριότητας με ενεργητικό ρόλο για τους μαθητές.

Το Εκπαιδευτικό Λογισμικό δίνει, μέσω των αλληλεπιδραστικών μέσων που διαθέτει, την ευκολία του πειραματισμού. Μέσα από προσεγγίσεις διερευνητικές, ο μαθητής εμπλέκεται με πιο πραγματικά προβλήματα που υλοποιούνται στην οθόνη του Η/Υ. Παρέχεται έτσι η δυνατότητα γενίκευσης μέσα από ειδικές περιπτώσεις και σύνδεσης επαγωγικής σκέψης με παραγωγική σκέψη.

Στην Επαγγελματική Εκπαίδευση έχουν ενταχθεί και χρησιμοποιούνται στην διδασκαλία των μαθημάτων ειδικοτήτων αρκετά εκπαιδευτικά λογισμικά, κυρίως όμως διαγνωστικού χαρακτήρα. Δυστυχώς, η πολυπλοκότητα της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης με πληθώρα τομέων, πολλές ειδικότητες ανά τομέα δυσχεραίνει την ουσιαστική ένταξη των εκπαιδευτικών λογισμικών στο πρόγραμμα σπουδών των μαθημάτων ειδικότητας. Προτείνεται λοιπόν να υπάρξει ένα ευρύτερο και πιο οργανωμένο σχέδιο δράσης για κατηγοριοποίηση, ταξινόμηση αλλά και αξιολόγηση των εκπαιδευτικών λογισμικών που υπάρχουν στο διαδίκτυο από τους αρμόδιους εκπαιδευτικούς φορείς και η ανάρτησή τους σε δημόσια ιστοσελίδα.

Θα πρέπει λοιπόν η εκπαιδευτική κοινότητα να πειστεί ότι η ένταξη των εκπαιδευτικών λογισμικών στα προγράμματα σπουδών είναι ρεαλιστική, εποικοδομητική και χρήσιμη.

Το μεγάλο στοίχημα λοιπόν για την αναβάθμιση της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης είναι η ένταξη και αποτελεσματική αξιοποίηση αυτών των λογισμικών στην εκπαιδευτική διαδικασία και η σύνδεσή τους με τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών.

Συμπερασματικά λοιπόν η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή ως διαμεσολαβητικού, αλληλεπιδραστικού εργαλείου, η αλλαγή στάσης από την πλειοψηφία των εκπαιδευτικών απέναντι στα εκπαιδευτικά λογισμικά, η

ενεργοποίηση εσωτερικών κινήτρων των εκπαιδευόμενων να ασχοληθούν με μια σχολική δραστηριότητα επειδή αντλούν ικανοποίηση και ευχαρίστηση από αυτή και όχι για να επιτύχουν κάποια εξωτερική αμοιβή (Φράγκου 2000), μπορεί να δράσει υποστηρικτικά στην επιχειρούμενη αναβάθμιση της διδασκαλίας των μαθημάτων ειδικότητας των Επαγγελματικών Λυκείων.

1.3 Σκοπός της εργασίας

Η παρούσα εργασία σχεδιάστηκε με σκοπό την δημιουργία διαδραστικού εκπαιδευτικού υλικού, υπό μορφή σεναρίων, για χρήση σε διαδραστικούς πίνακες και tablet pc, για τα μαθήματα ειδικότητας του τομέα Μηχανολογίας - Οχημάτων της Δευτεροβάθμιας Επαγγελματικής Εκπαίδευσης.

Το υλικό δημιουργήθηκε για να υποστηρίξει επικουρικά την διδασκαλία των μαθημάτων ειδικότητας και στοχεύει:

- Στην επίτευξη των διδακτικών στόχων σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών των μαθημάτων ειδικότητας του Υπουργείου Παιδείας.
- Στην αλλαγή της στάσης, με την ενεργοποίηση των εσωτερικών κινήτρων μάθησης, των εκπαιδευόμενων απέναντι στις νέες τεχνολογίες και στην προώθηση της χρησιμοποίησης των εκπαιδευτικών λογισμικών προσομοίωσης στην εκπαιδευτική διαδικασία των μαθημάτων ειδικότητας.

1.4 Δομή της εργασίας

Η Διπλωματική Εργασία αποτελείται από τα εξής πέντε κεφάλαια:

- Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται διερεύνηση της κατάστασης στην οποία βρίσκεται σήμερα η Επαγγελματική Εκπαίδευση στην Ελλάδα. Προτείνονται μέθοδοι αναβάθμισης της διδασκαλίας των μαθημάτων ειδικότητας των Επαγγελματικών Λυκείων – έμφαση στον πειραματισμό και την πρακτική άσκηση. Γίνεται προσπάθεια αξιοποίησης εκπαιδευτικών λογισμικών προσομοίωσης με στόχο την ένταξή τους στη μαθησιακή διαδικασία και πιο συγκεκριμένα για τη διδασκαλία των μαθημάτων της

επαγγελματικής εκπαίδευσης. Τέλος, αναφέρεται ο σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας.

- Το *δεύτερο κεφάλαιο* αναφέρεται στο θεωρητικό πλαίσιο της ένταξης των εκπαιδευτικών λογισμικών προσομοίωσης σαν διερευνητικό εργαλείο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Γίνεται μια αναφορά από το συμπεριφορισμό στον κοινωνικό εποικοδομητισμό καθώς επίσης και στις θεωρίες μάθησης που διέπουν τα εκπαιδευτικά λογισμικά. Αναλύετε το Διδακτικό μοντέλο της Διερευνητικής Μάθησης και στην συνέχεια περιγράφονται βασικές αρχές και τεχνικές για τη διδασκαλία των Επαγγελματικών μαθημάτων, πώς μπορούν τα εκπαιδευτικά λογισμικά να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που εμφανίζονται κατά τη διδασκαλία τους.
- Στο *τρίτο κεφάλαιο* περιγράφετε το εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοίωσης Algodoo. Αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά του και πώς αυτά μπορούν να ενταχθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επίσης πραγματοποιείται μια σύντομη περιγραφή των οργάνων και των εργαλείων τους. Στο παράρτημα περιλαμβάνονται *εγχειρίδια χρήσης* των λογισμικών στα όποια γίνεται μια λεπτομερέστερη περιγραφή δημιουργίας σκηνών.
- Ακολούθως στο *τέταρτο κεφάλαιο* αναπτύσσονται τα εκπαιδευτικά σενάρια για κάθε μια διδακτική ενότητα που υποστηρίζεται από το λογισμικό. Εκτός από αυτά, στο παράρτημα, περιλαμβάνονται όλα τα απαραίτητα εκπαιδευτικά υποστηρικτικά υλικά (Οδηγίες εκπαιδευτή και Φύλλα εργασιών) που είναι αναγκαία για την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των λογισμικών στη διαδικασία της μάθησης.
- Το *πέμπτο κεφάλαιο* περιλαμβάνει την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού που δημιουργήθηκε. Αρχικά γίνεται μια περιγραφή του γενικού πλαισίου της αξιολόγησης, των στόχων, ποιους αφορά και ποιοι μετέχουν σε αυτήν τη διαδικασία. Στην συνέχεια αναλύεται ο τύπος το οποίο επιλέχτηκε ώστε να πραγματοποιηθεί καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά της. Τέλος αναλύονται τα ευρήματα της αξιολόγησης, τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε και οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

2 Κεφάλαιο 2ο. Εκπαιδευτική διαδικασία και λογισμικά προσομοίωσης.

Αποτελεί κοινή διαπίστωση ότι αρκετοί μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες σε πολλά από τα μαθήματα που διδάσκονται. Για αυτό το λόγο η δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για την προώθηση της αποτελεσματικής μάθησης αποτελεί απώτερο σκοπό της Διδακτικής και Μεθοδολογίας των διαφόρων επιστημών. Τα τελευταία χρόνια αυτές οι προσπάθειες έχουν επεκταθεί και στον χώρο της εκπαιδευτικής τεχνολογίας με απώτερο σκοπό το σχεδιασμό και την υλοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού.

Ως εκπαιδευτικό λογισμικό ορίζεται το προϊόν της τεχνολογίας με το οποίο προσπαθούμε να διδάξουμε ένα γνωστικό αντικείμενο υλοποιώντας συγκεκριμένη παιδαγωγική φιλοσοφία και συγκεκριμένη εκπαιδευτική στρατηγική (Μικρόπουλος 2000).

Τα μαθησιακά περιβάλλοντα και τα εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο της προσπάθειας αυτής φέρουν το τίτλο εκπαιδευτικό λογισμικό και είναι πολλά και διαφορετικά μεταξύ τους. Κυρίως διαφέρουν ως προς τα χαρακτηριστικά τους, ως προς τη φιλοσοφία σχεδιασμού τους και τη διδακτική προσέγγιση που χρησιμοποιούν (EAITY,σελ 3).

Ο Means (1994) περιγράφει τέσσερις κατηγορίες χρήσεις του υπολογιστή για εκπαιδευτικούς σκοπούς: Ο υπολογιστής χρησιμοποιείται για *διδασκαλία*, για *εξερεύνηση*, ως *εργαλείο* και για *επικοινωνία*.

Πολλά από τα είδη εκπαιδευτικού λογισμικού που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα θέτουν τον υπολογιστή στη θέση του καθηγητή ενώ άλλα αξιοποιούν τη δυνατότητα για *εξερεύνηση* και *επικοινωνία*, υλοποιώντας έτσι μια περισσότερο επικοδομητική διδακτική προσέγγιση. Κατά τους Paterson και Strickland (Paterson, Strickland, 1986) το εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να ταξινομηθεί με κριτήριο τη χρήση του στη μαθησιακή διαδικασία ως εξής :

- Λογισμικό εξάσκησης (Drill & Practice).
- Λογισμικό Παρουσίασης (Tutorial).
- Εκπαιδευτικό Παιχνίδι (Educational game).
- Προσομοίωση (Simulation).

- Επίλυση προβλήματος (Problem solving).
- Περιβάλλοντα Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality)

Άλλο κριτήριο ταξινόμησης των εκπαιδευτικών λογισμικών είναι η χρήση των τεχνολογικών μέσων στην κατασκευή τους. Αυτά είναι τα πολυμέσα, υπερμέσα (multimedia) και υπερκείμενα, αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι αυτά ενυπάρχουν στις προηγούμενες κατηγορίες, (π.χ ένα λογισμικό εξάσκησης ή ένα λογισμικό παρουσίασης μπορεί να είναι multimedia).

Μια άλλη ταξινόμηση εφαρμόζει ως κριτήριο το βαθμό αλληλεπίδρασης μεταξύ λογισμικού και χρήστη διακρίνοντας δύο βασικές κατηγορίες εκπαιδευτικών λογισμικών τα ανοικτά και κλειστά περιβάλλοντα.

Τέλος είναι απαραίτητη η αναφορά στην κατηγοριοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού με κριτήριο την παιδαγωγική προσέγγιση που αυτό υιοθετεί. Σύμφωνα με αυτό το κριτήριο και αναλόγως της παιδαγωγικής προσέγγισης του, αποδίδεται σε ένα εκπαιδευτικό λογισμικό ο χαρακτηρισμός του *διερευνητικού εκπαιδευτικού λογισμικού*.

2.1 Εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοίωσης ως διερευνητικό εργαλείο

Όπως επισημαίνεται από τον Tall (1991), υπάρχει μεγάλη απόσταση μεταξύ της *προσωπικής αντίληψης* για μια έννοια (concept image) που διαμορφώνουν οι μαθητές και του *αντικειμενικού ορισμού* της έννοιας (concept definition), το κατάλληλο εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να βοηθήσει στη μείωση αυτής της απόστασης, αναπαριστώντας μία έννοια με πολλαπλούς τρόπους.

Κάποια μοντέλα μάθησης μέσω υπολογιστή χρησιμοποιούν τις *ατομικές διαφορές* μεταξύ των μαθητών ως το βασικό μέσο εκτίμησης του μαθησιακού αποτελέσματος (Carroll, 1963). Αυτό συμβαίνει επειδή πράγματι όλοι οι μαθητές δεν έχουν την ίδια προηγούμενη γνώση και εμπειρία, την ίδια προδιάθεση και τις ίδιες δεξιότητες, δεν κινητοποιούνται από τις ίδιες αιτίες και δεν έχουν τον ίδιο τρόπο να μαθαίνουν. Πρέπει λοιπόν να δίνεται στο μαθητή, μέσω της χρήσης του εκπαιδευτικού λογισμικού, η δυνατότητα

- να συνειδητοποιεί τα δυνατά και τα αδύνατα σημεία του,
- να εντοπίζει πιθανά λάθη στη διαδικασία επίλυσης ενός προβλήματος

- να αναπτύσσει νέα στρατηγική για την επιτυχία του μαθησιακού του στόχου
- να επιβάλει στην μαθησιακή διαδικασία το δικό του ρυθμό εκμάθησης
- να δοκιμάζει όσες φορές θέλει την άποψή του ή τις γνώσεις του χωρίς να φοβάται ότι θα χαρακτηριστεί άσχημα.

Το τελευταίο σημείο αφορά την αποενοχοποίηση του λάθους, σύνδρομο το οποίο έχει αποτρέψει πολλούς μαθητές ιδιαίτερα της Επαγγελματικής από την εμπλοκή τους στην περιπέτεια της μάθησης.

Οι προσομοιώσεις σύμφωνα με τον Ford είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την κατανόηση εννοιών και φαινομένων για τα μαθήματα των Φυσικών επιστημών. Στις ίδιες βασικές αρχές, έννοιες και φαινόμενα στηρίζονται και τα Επαγγελματικά μαθήματα εφαρμόζοντάς τες στην πράξη. Η αποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού προσομοιώσεων ή εικονικών εργαστηρίων στηρίζεται στο γεγονός πως η παρατήρηση και ο πειραματισμός ευνοούν την εξαγωγή συμπερασμάτων, τη δημιουργία ορισμών, κανόνων όπως και την κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Όμως συχνά, τα φυσικά φαινόμενα εκδηλώνονται σε χρόνο που δεν είναι εύκολο να παρατηρηθούν. Επίσης, η εκδήλωσή τους συνοδεύεται από προβλήματα επικινδυνότητας. Για το λόγο αυτό, μπορούν να μεταφερθούν στο εικονικό εργαστήριο μέσω των προσομοιώσεων. Μέσω των προσομοιώσεων, ο χρήστης μπορεί να επιταχύνει ή να επιβραδύνει την ολοκλήρωση ενός φαινομένου, να μεταβάλλει τις παραμέτρους λειτουργίας και να μελετήσει σε βάθος την αλληλεπίδρασή τους. Μπορεί έτσι, να επιβεβαιώσει όσα ήδη γνωρίζει ή να ανακαλύψει την πλάνη που έχει γύρω από κάποια φαινόμενα. Οι προσομοιώσεις και τα εικονικά εργαστήρια είναι εφαρμογές συγγενικές με τα ανοικτά μαθησιακά περιβάλλοντα, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα ισχυρής αλληλεπίδρασης με το χρήστη και πειραματισμού.

Διερευνητικό λογισμικό μπορεί να χαρακτηριστεί το περιβάλλον που εκπληρώνει τις απαιτήσεις του χρήστη για την προσέγγιση των πληροφοριών και την οικοδόμηση της γνώσης. Στηριζόμενο στην παιδαγωγική αρχή της διερευνητικής μάθησης, ένα τέτοιο λογισμικό αναπτύσσει το κριτικό πνεύμα του μαθητή, την ικανότητά του για επίλυση προβλημάτων και δόμηση της γνώσης, τη

δημιουργικότητα του και τη δυνατότητα αναζήτησης, ανάλυσης και έκθεσης πληροφοριών.

Βασικά χαρακτηριστικά ενός διερευνητικού λογισμικού θεωρούνται:

- Η δυνατότητα πειραματισμού και παραμετροποίησης φαινομένων.
- Η δυνατότητα οικοδόμησης της γνώσης μέσα από διαδικασία αναζήτησης πληροφορίας και κριτικής αποδοχής ή απόρριψης μιας άποψης.
- Η δυνατότητα διαθεματικής προσέγγισης των εννοιών ώστε η αποκτώμενη γνώση να μην είναι αποσπασματική.
- Η δυνατότητα συνεργασίας των μαθητών και κοινής οικοδόμησης της γνώσης μέσα από συζήτηση και αντιπαράθεση.

Σε αυτού του είδους το λογισμικό ο ρόλος του καθηγητή αλλάζει και, από απόλυτος κυρίαρχος της μαθησιακής διαδικασίας και μοναδικός κάτοχος της γνώσης την οποία πρόκειται να μεταδώσει στους μαθητές, γίνεται συνεργάτης του μαθητή στη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης. Ο προορισμός του εκπαιδευτικού είναι να διευκολύνει το μαθητή με την κατάλληλη υπόδειξη και ενθάρρυνση.

2.2 Το Διδακτικό μοντέλο της Διερευνητικής Μάθησης

«Αυτονομία, πρωτοβουλία και δημιουργική σκέψη καλλιεργούνται μόνο εφόσον κατά τη διάρκεια του μαθήματος δίνονται στους μαθητές ευκαιρίες να ενεργούν αυτόνομα, να παίρνουν πρωτοβουλίες και να σκέφτονται δημιουργικά» (Bleichroth 1991).

Η εξέλιξη της διδασκαλίας δεν μπορεί να είναι τυχαία και να βασίζεται στον αυθορμητισμό της στιγμής. Η επιλογή της διδακτικής μεθοδολογίας πρέπει ν' ανταποκρίνεται στις διδακτικές και παιδαγωγικές αρχές και να εξυπηρετεί την υλοποίηση των διδακτικών σκοπών και στόχων, προσφέροντας δυνατότητες πολύπλευρης αντιμετώπισης της διδακτέας ύλης, συγκροτημένες όμως μεθοδολογικά, ώστε η μία να ενισχύει την άλλη, συντελώντας τελικά στη γνωστική εδραίωση των νέων δεδομένων. Η επιλογή της μεθοδολογίας είναι καθοριστική για την επιτυχία του μαθήματος, αφού προδιαγράφει τη δομή του μαθήματος και την ποιότητα της σχέσης μαθητή - εκπαιδευτικού.

Η διδακτική μεθοδολογία πρέπει να είναι προσανατολισμένη στον εκπαιδευόμενο θα βοηθήσει στην καλλιέργεια της αυτονομίας του στην κατάκτηση των «νέων» μαθησιακών στοιχείων. Στο *De l'Art de persuader* ("On the Art of Persuasion") του Pascal αποτυπώνεται η βασική αυτή θέση: *«Πειθόμαστε γενικά ευκολότερα από τα αίτια τα οποία ανακαλύπτουμε μόνοι μας παρά από εκείνα τα οποία δημιουργήθηκαν στο μυαλό άλλων»*. Η επιλογή όμως ακόμη και με βάση τα παραπάνω δεν είναι μονοσήμαντη. Το εύρος αντίστοιχων μοντέλων είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Αν στο ένα άκρο, ως προς τη σχέση εκπαιδευτικού - μαθητή και την αυστηρότητα του καθορισμού της διδακτικής πορείας, τοποθετούνται τα δασκαλοκεντρικά μοντέλα, τότε στο άλλο άκρο πρέπει να τοποθετηθεί το «ανοιχτό μάθημα». Η Maria Montessori χρησιμοποίησε τη φράση ενός παιδιού *«Βοήθησέ με να το κάνω μόνος μου»* για την περιγραφή της κεντρικής ιδέας των «ανοιχτών» διδακτικών προγραμμάτων (Berge 1993). O Wallrabenstein (1992) δίνει ένα γενικό ορισμό για το «ανοιχτό μάθημα»: *«Ανοιχτό μάθημα είναι ένας γενικός χαρακτηρισμός για διαφορετικές μεταρρυθμιστικές παρεμβάσεις με πολυμορφία ανοίγματος περιεχομένου, μεθοδολογίας και οργανωτικής δομής, με στόχο την αλλαγή της σχέσης με το παιδί και με βάση μία νέα αντίληψη της έννοιας της μάθησης»*. Είναι σαφές από τα παραπάνω ότι η λέξη «ανοιχτό» δεν αποτελεί χαρακτηρισμό συγκεκριμένης διδακτικής μεθοδολογίας. Είναι ορθότερο να δώσουμε στην έννοια «ανοιχτό» τη διάσταση του χαρακτηριστικού των διδακτικών μοντέλων. Με αυτήν την προσέγγιση του όρου τα δασκαλοκεντρικά μοντέλα έχουν αυτό το χαρακτηριστικό σε ελάχιστο βαθμό, θα τα χαρακτήριζε συνεπώς κανείς ως «κλειστά» μοντέλα. Ο Ramsager (1992) αναφέρεται σε τρεις διαστάσεις της έννοιας «ανοιχτό»: το άνοιγμα του περιεχομένου, το μεθοδολογικό άνοιγμα και το οργανωτικό άνοιγμα.

Η επιλογή της διδακτικής μεθοδολογίας στην παρούσα προσέγγιση έχει στόχο τη σταδιακή μετατόπιση προς πιο «ανοιχτό» μάθημα. Επιδιώκεται ο προσανατολισμός του μαθήματος στο μαθητή, στο βαθμό που αυτό είναι δυνατό, χωρίς το μάθημα των φυσικών επιστημών να γίνει αντιληπτό από τους μαθητές ως κάτι δραματικά καινούριο και ξένο με τα υπόλοιπα μαθήματα, που διδάσκονται στην πλειοψηφία τους δασκαλοκεντρικά. Ως προς το περιεχόμενο το

μάθημα είναι «κλειστό», ο βασικός κορμός της ύλης είναι καθορισμένος. Παρ' όλα αυτά στο πλαίσιο του παραλληλισμού με τα θεματικά ενδιαφέροντα των μαθητών, ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να αποκλίνει από το βασικό αυτό κορμό του περιεχομένου, καθορίζοντας την έκταση και το βάθος της διδασκαλίας κάθε φαινομένου. Όπου εντοπίζει ενδιαφέρον των μαθητών, έχει τη δυνατότητα να εμβαθύνει με αναφορές σε εφαρμογές και παραδείγματα, ενώ, όταν διαπιστώνει αδιαφορία, μπορεί να επιταχύνει το ρυθμό εντοπίζοντας μόνο στα κύρια σημεία. Η έκταση της ύλης είναι ούτως ή άλλως αδύνατο να καλυφθεί πλήρως, ο εκπαιδευτικός συνεπώς μπορεί να αποφασίσει ποια θέματα δε θ' αντιμετωπίσει.

Βάση της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης αποτελεί το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο των Schmidkunz και Lindeman (1992). Η υλοποίησή του, όπως άλλωστε κάθε μοντέλου που προσανατολίζεται στο μαθητή, προϋποθέτει την καθιέρωση κατάλληλου κλίματος διδασκαλίας - μάθησης στην τάξη, κλίματος που κατοχυρώνει το «άνοιγμα» του μαθήματος, που βασίζεται στο σεβασμό της ελευθερίας του μαθητή να συγκαθορίσει τη μαθησιακή του πορεία, κλίματος που δημιουργεί τις προϋποθέσεις στους μαθητές για να εκφράσουν ελεύθερα, χωρίς το φόβο του χλευασμού και της ειρωνείας, τις απόψεις τους.

Η προσπάθεια του μαθητή να μαθαίνει μόνος του, αυτόβουλα, κάνοντας χρήση των εσωτερικών του εμπειριών και δυνατοτήτων ανάγεται στην εποχή του Σωκράτη και του Πλάτωνα. Στην εποχή εκείνη, ο μεν πρώτος αναταράζει τις δημιουργικές δυνάμεις των μαθητών του, ο δε δεύτερος με τη διαλεκτική του καθορίζει έναν επιστημονικό τρόπο εργασίας στη μάθηση. Βασική τους θέση είναι ότι η αληθής γνώση είναι κρυμμένη πίσω από τα πράγματα και μπορεί να αποκαλυφθεί μόνο με τη λογική ανάλυση των εμπειριών (Ματσαγγούρας, 2000). Η βασική φιλοσοφία αυτού του μοντέλου είναι ότι ο εκπαιδευτικός - σαν νέος Σωκράτης - δεν προσφέρει έτοιμη τη γνώση αλλά δημιουργεί ευκαιρίες στους εκπαιδευόμενους να την ανακαλύψουν μόνοι τους. Το επιτυγχάνει μέσω μιας σκόπιμης διερευνητικής διαδικασίας, την οποία δομεί πάνω σε σύνθετα, αυθεντικά ερωτήματα και προσεκτικά σχεδιασμένες εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Η διερευνητική μάθηση είναι μια μαθητοκεντρική προσέγγιση κατά την οποία ο εκπαιδευόμενος λειτουργεί ως μικρός ερευνητής, διεξάγει την

έρευνα του και καταλήγει σε δικά του αποτελέσματα. Αυτό γίνεται μέσω μιας διαδικασίας κατά την οποία ο εκπαιδευόμενος μετά την παρουσίαση του προβλήματος, χρησιμοποιώντας προϋπάρχουσες γνώσεις, καλείται να κάνει τις αρχικές του υποθέσεις και να δώσει τα δικά του παραδείγματα. Ακολούθως ερευνά, συλλέγει πληροφορίες, διαπραγματεύεται με τους συνεκπαιδευόμενους του και ελέγχει, αναθεωρεί ή εμπλουτίζει την αρχική του υπόθεση, καταλήγοντας σε κάποιο συμπέρασμα. Η διαδικασία αυτή βέβαια μπορεί να επαναλαμβάνεται καθώς η γνώση επαναπροσδιορίζεται και διαμορφώνεται συνεχώς. Η πορεία που ακολουθεί ο εκπαιδευόμενος μέσα από τη διαδικασία της διερευνητικής μάθησης τον βοηθάει να ελέγχει τη μαθησιακή του πρόοδο και να κατακτά αυτόνομα τη γνώση. Το μοντέλο της διερευνητικής μάθησης απαιτεί ένα σχολικό περιβάλλον στο οποίο ο εκπαιδευόμενος θα νιώθει ελεύθερος να εκφράσει τη γνώμη του και να διατυπώσει τις αρχικές του υποθέσεις. Στη συνέχεια η συστηματική συλλογή και επεξεργασία του απαραίτητου υλικού, τον βοηθάει να αναπτύξει στρατηγικές διερεύνησης και επίλυσης προβλημάτων, εφόδια απαραίτητα για την καθημερινή του ζωή.

Σε πολλές χώρες προωθείται επίσημα ως παιδαγωγική προσέγγιση για τη βελτίωση της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες (Bybee, Powell & Trowbridge, 2008; Hounsell & McCune, 2003; Minner, Levy & Century, 2010). Ύστερα από τη δημοσίευση της έκθεσης με τον τίτλο "Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe" (Εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες τώρα: Μια ανανεωμένη παιδαγωγική για το μέλλον της Ευρώπης) (Rocard et al., 2007) η διερευνητική μάθηση προωθείται επίσημα και ως ένας από τους κορυφαίους εκπαιδευτικούς στόχους της Ευρώπης. Γενικότερα με τον όρο διερεύνηση εννοείται:

«η συνειδητή διαδικασία διάγνωσης προβλημάτων, κριτικής θεώρησης πειραμάτων, και διάκρισης εναλλακτικών λύσεων, σχεδιασμού ερευνών, διερεύνησης εικασιών, αναζήτησης πληροφοριών, κατασκευής μοντέλων, συζήτησης με «ομοίους» (press), και διατύπωσης συνεκτικών επιχειρημάτων (Linn, Davis & Bell 2004, p4).

Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών βασίζεται στην αρχή ότι οι καλύτερες στρατηγικές διδασκαλίας είναι εκείνες που βοηθούν στην επίτευξη των

μαθησιακών αποτελεσμάτων που ο εκπαιδευτικός έχει ορίσει για τους εκπαιδευόμενους του ("The Pathway to Inquiry Based Teaching"). Πρέπει λοιπόν να ξεκινήσει κανείς προσδιορίζοντας τον όρο: "προσανατολισμένων στη διερεύνηση αποτελεσμάτων" για την μάθηση των φυσικών επιστημών. Τα μαθησιακά αποτελέσματα λοιπόν μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες:

- Κατανόηση του αντικειμένου διδασκαλίας.
- Ανάπτυξη των απαραίτητων ικανοτήτων για την πραγματοποίηση της επιστημονικής διερεύνησης.
- Ανάπτυξη κατανόησης της επιστημονικής διερεύνησης.

Επιδιώκουμε οι εκπαιδευόμενοι να επιδείξουν τέτοια συμπεριφορά μέσα στη σχολική τάξη, ώστε να είναι προσανατολισμένη στη διερεύνηση, λαμβάνοντας υπόψη κάποια βασικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε ο εκπαιδευόμενος να:

- Ασχολείται με ερωτήματα με επιστημονικό προσανατολισμό.
- Δίνει προτεραιότητα στα αποδεικτικά στοιχεία κατά την απάντηση των ερωτημάτων.
- Διατυπώνει εξηγήσεις βασιζόμενος στα στοιχεία.
- Συνδέει τις εξηγήσεις με την επιστημονική γνώση.
- Παρουσιάζει και δικαιολογεί τις εξηγήσεις.

Η υλοποίηση της διερευνητικής μάθησης απαιτεί ένα σχολικό περιβάλλον στο οποίο ο εκπαιδευόμενος θα είναι ελεύθερος να εκφράσει την γνώμη του και να διατυπώσει τις αρχικές του υποθέσεις. Η συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων θα βοηθήσει τον εκπαιδευόμενο να αναπτύξει στρατηγικές διδασκαλίας και επίλυσης προβλημάτων, εφόδια απαραίτητα για την καθημερινή του ζωή.

«Στο ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο διδασκαλίας υπάρχει δομή, η οποία επιτρέπει τη σχεδίαση, την εκτέλεση, την περιγραφή, την αξιολόγηση και την εκτίμηση βασικών στοιχείων του μαθήματος» (Schmidkunz and Lindeman 1992)

Το μοντέλο εξελίσσεται σε συγκεκριμένα στάδια και μεθοδεύεται από συγκεκριμένες πρωτοβουλίες. Ο εκπαιδευτής έχει κάθε στιγμή τη δυνατότητα παρακολούθησης της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η ανακαλυπτική διάσταση έγκειται στη μετατόπιση του μαθήματος στις δραστηριότητες του εκπαιδευόμενου και στην αναγωγή των φαινομένων σε προβλήματα τα οποία καλούνται να αντιμετωπίσουν αυτόνομα. Καλούνται να προβληματιστούν από τις καθημερινές παρατηρήσεις τους, να διατυπώσουν υποθέσεις, να τις ελέγξουν με απλά πειράματα, να παρατηρήσουν την εξέλιξή τους καταγράφοντας τις παρατηρήσεις τους και να καταλήξουν σε συμπεράσματα.

Σύμφωνα με την θεωρία του κονστρουκτιβισμού (constructivism) ο κάθε εκπαιδευόμενος δομεί τη δική του αντίληψη για τον κόσμο. Η φυσική πραγματικότητα είναι δεδομένη όπως ο καθένας μας την προσεγγίζει διαφορετικά. Η πορεία που οδηγεί κάθε φορά στο καινούργιο δεν είναι δεδομένη και το σχολείο πρέπει να δίνει έμφαση στην καλλιέργεια των γνωστικών δεξιοτήτων που θα οδηγήσουν στη διαμόρφωση της αντίληψης του εκπαιδευόμενου παρά στα περιεχόμενα της διδασκαλίας αυτά κάθε αυτά.

ΦΑΣΕΙΣ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ
Αναγωγή του φαινομένου σε πρόβλημα	Παρουσίαση
	Συζήτηση
Προτάσεις αντιμετώπισης του προβλήματος	Επιστημονική πρόβλεψη
Εφαρμογή της πρότασης	Οργάνωση του πειράματος
	Μέτρηση - καταγραφή
Μοντελοποίηση των ευρημάτων	Σύγκριση προβλέψεων με τα αποτελέσματα
	Συζήτηση
Εμπέδωση	Ερωτήσεις, ασκήσεις και εργασίες

Εικόνα 1. Κύριες φάσεις και οι επιμέρους δραστηριότητες ενός μαθήματος σύμφωνα με το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο

Στις φυσικές επιστήμες η αναγκαιότητα ανάπτυξης νοητικών μοντέλων ανάγει τον παραγωγικό συλλογισμό (productive thinking) στο απαραίτητο μεθοδολογικό εφόδιο κατανόησής τους. Η μετάδοση λοιπόν της λογικής της παραγωγικής σκέψης είναι για το μάθημα των φυσικών επιστημών βασικό ζητούμενο. Ο συνδυασμός σκέψης και πράξης οδηγεί στην εδραίωση νοητικών δεξιοτήτων πολύ ουσιαστικότερων από τη μηχανική εφαρμογή ή την απομνημόνευση συγκεκριμένων κανόνων. Με αυτή την έννοια η θέση του πειράματος είναι ιδιαίτερα σημαντική. Το πείραμα πρέπει να είναι σε λογικό συνδυασμό με την προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος στο οποίο προσπαθούμε να ανάγουμε το φαινόμενο (Hofstein and Lunetta, 2004). Η αναγωγή αυτή των φαινομένων σε προβλήματα, τα οποία οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν, ξεχωρίζει το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο από τα υπόλοιπα ανακαλυπτικά. Ο στόχος κάθε διδακτικής ενότητας ανάγεται σε πρόβλημα. Οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίζουν, να διατυπώνουν και να επιδιώκουν την επίλυση του προβλήματος, αναπαράγοντας στον μικρόκοσμο του σχολικού εργαστηρίου, με συνέπεια την πορεία της επιστημονικής μεθοδολογίας. Διατυπώνουν μια υπόθεση, υλοποιούν μια πειραματική πρόταση αντιμετώπισης

και την εκτελούν, παρατηρώντας συστηματικά την εξέλιξη του πειράματος και καταγράφοντας την παρατήρησή τους. Οι διαπιστώσεις συζητούνται και αφηρηματοποιούνται. Το νέο γνωστικό υλικό εμπεδώνεται τέλος με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, ο οποίος επιλέγει παραδείγματα και εφαρμογές ανάλογες με τα ειδικά ενδιαφέροντα των μαθητών, προκαλώντας έτσι τη γενίκευση των συμπερασμάτων. Το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο, αξιοποιώντας πολύπλευρα το πείραμα και την επιστημονική μεθοδολογία μέσα από την αναγωγή κάθε φαινομένου σε πρόβλημα προς επίλυση, καλλιεργεί πολύ ευρύτερες δεξιότητες των μαθητών.

Με τον όρο ερευνητικό δίνεται έμφαση στην προσπάθεια να βοηθηθεί ο μαθητής, με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις και τα μέσα που διαθέτει και με μεθόδους αντίστοιχες του γνωστικού του δυναμικού, να ανακαλύψει αυτόνομα τη νέα γνώση.

Ο όρος εξελισσόμενο εστιάζει στο γεγονός ότι η ερευνητική πορεία του μαθητή δεν είναι τυχαία και ελεύθερη, αλλά εξελίσσεται σε συγκεκριμένα στάδια με χρονική αλληλουχία. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να οργανώσει και να συντονίσει την ερευνητική πρωτοβουλία του μαθητή σύμφωνα με τα στάδια αυτά και με στόχο τη διεύρυνση των νοητικών δομών, ώστε να καταστεί δυνατή η αφομοίωση του κάθε φορά καινούριου.

Δεν υπάρχει ερευνητική διδασκαλία που να μην είναι σε μικρό ή μεγάλο βαθμό καθοδηγούμενη. Ακόμη και στην επιστημονική έρευνα η ανακάλυψη δεν είναι ελεύθερη. Κάθε ερευνητής δέχεται ερεθίσματα και έμμεση καθοδήγηση στην έρευνά του από τις προϋπάρχουσες γνώσεις του και τις επιδράσεις του επιστημονικού περιβάλλοντος (δημοσιεύσεις, συζητήσεις με συναδέλφους κ.ο.κ.). Σημαντικό είναι η όποια καθοδήγηση του μαθητή να στοχεύει στη μεθόδευση της δουλειάς του, χωρίς όμως να χαλιναγωγεί τη φαντασία του, ούτε να του αφαιρεί τη διάθεσή να έχει την πρωτοβουλία. Η προσέγγιση της «επίλυσης» του «προβλήματος», στο οποίο ανάγεται το φαινόμενο που μελετάται, γίνεται στο ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο με μικρά γνωστικά βήματα, σε λογική αλληλουχία. Η αλληλουχία των σταδίων - φάσεων, χαρακτηρίζουν τη διδακτική - μαθησιακή πορεία. Αυτή είναι που επιτρέπει στο εκπαιδευτικό να σχεδιάσει και τον ελέγξει τη εκπαιδευτική διαδικασία, τον

βοηθά στην οργάνωση και εκτέλεση του μαθήματος. Τα διδακτικά στάδια – φάσεις λοιπόν στην προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση είναι:

- **Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων:** Στο στάδιο αυτό επιδιώκεται ο προσανατολισμός του ενδιαφέροντος των μαθητών στο φαινόμενο που θα μελετηθεί, επιδιώκεται να τεθεί η βάση του «προβλήματος» και να δοθούν τα ερεθίσματα για την ανάπτυξή του. Μια σύντομη παρουσίαση του εκπαιδευτικού, μια συζήτηση εκπαιδευτικού - μαθητών ή μεταξύ των μαθητών μπορούν σταδιακά να αναδείξουν το πρόβλημα, το οποίο μέχρι αυτή τη στιγμή γνωρίζει μόνον αυτός. Με κατάλληλα στοχευμένα ερωτήματα από το εκπαιδευτικό μπορεί το πρόβλημα να αναδειχθεί και στους μαθητές. Στο στάδιο αυτό προκαλείται και η διατύπωση υποθέσεων. Οι υποθέσεις πρέπει να βασίζονται στο συνδυασμό των προγενέστερων σχετικών γνώσεων, συνεπώς πρέπει στο μυαλό των μαθητών να σχηματίζονται με την έννοια της πιθανότητας επιτυχίας και να μην είναι απλές εικασίες. Κατά την πρόκληση της διατύπωσης υποθέσεων γίνεται και η καταγραφή των πρώιμων αντιλήψεων των μαθητών, των σχετικών με το φαινόμενο.
- **Πειραματική αντιμετώπιση:** Οι μαθητές εκτελούν ένα ή περισσότερα πειράματα, παρατηρούν συστηματικά και καταγράφουν την παρατήρησή τους. Επιδιώκεται από τον εκπαιδευτικό η όσο το δυνατό ευρύτερη συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία, προτιμητέα είναι η εκτέλεση του πειράματος σε ομάδες, δίνοντας έτσι έμφαση στην μεταξύ τους συνεργασία. Κατά την διάρκεια του πειράματος ο εκπαιδευτικός έχει το δύσκολο ρόλο του αρωγού παράλληλα για όλες τις ομάδες, τις οποίες και επισκέπτεται, χωρίς όμως να παρεμβαίνει, για να μη μετατραπεί το πείραμα σε επίδειξη. Ο εκπαιδευτικός περιέρχεται την τάξη εξασφαλίζοντας την ορθότητα των παρατηρήσεων που θα καταγράψουν οι μαθητές.
- **Εξαγωγή συμπεράσματος:** Μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης των πειραμάτων και μέσα από συζήτηση στην τάξη, επιδιώκεται η αφηρηματοποίηση και η γενίκευση των παρατηρήσεων με τη διατύπωση ενός συμπεράσματος. Μετά την εξαγωγή του συμπεράσματος οι μαθητές ανατρέχουν στις υποθέσεις που διατύπωσαν στην αρχή του μαθήματος και ελέγχουν, με βάση όσα μελέτησαν πειραματικά, την επιβεβαίωση ή απόρριψή

τους. Μέσα από συζήτηση στην τάξη οι μαθητές σχολιάζουν, επαναδιατυπώνουν, συμπληρώνουν ή διορθώνουν τις υποθέσεις τους. Με τον τρόπο αυτό γίνεται σαφές ότι η πειραματική διαδικασία είναι αυτή που οδηγεί στη διεύρυνση του γνωστικού πεδίου.

- **Εμπέδωση - Γενίκευση:** Στο τελευταίο αυτό στάδιο επιδιώκεται η εμπέδωση και η γενίκευση των νέων γνωστικών στοιχείων. Αυτό επιτυγχάνεται με δραστηριότητες που αναφέρονται σε εφαρμογές και παραδείγματα από την καθημερινή ζωή των εκπαιδευομένων. Η γενίκευση των συμπερασμάτων, στα οποία οι μαθητές κατέληξαν με την πειραματική διερεύνηση, με όσο το δυνατόν περισσότερες εφαρμογές δίνει τη διάσταση της ευρύτητας του φαινομένου και δημιουργεί παράλληλα ευκαιρίες για ασυνείδητη ανάκληση του συμπεράσματος. Η αξιολόγηση των μαθητών δίνει στο εκπαιδευτικό την πληροφορία για τον βαθμό ικανότητας των μαθητών να ανταποκριθούν στις εργασίες αυτές και την επιτυχή εδραίωση της νέας γνώσης.

Το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο λοιπόν αποτελεί τη βάση για τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών σεναρίων για τα μαθήματα ειδικότητας του Επαγγελματικού Λυκείου που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία.

2.3 Διδακτική Επαγγελματικών Μαθημάτων

2.3.1 Εισαγωγή

Η Γενική και η Επαγγελματική Εκπαίδευση αν και αποτελούν τους δύο βασικούς πυλώνες της εκπαιδευτικής διαδικασίας σε επίπεδο Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης δεν χρίζουν της ίδιας αναγνώρισης και αποδοχής από την ελληνική κοινωνία. Παρά το γεγονός ότι η επαγγελματική εκπαίδευση καλλιεργεί την ανάπτυξη των προσωπικών κλίσεων και των δεξιοτήτων των μαθητών, μέσα από ένα πλήθος ειδικοτήτων που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα σπουδών της, θεωρείται από αρκετούς ως εκπαίδευση Β' κατηγορίας και λύση ανάγκης για τους «αδύνατους» μαθητές.

Το Ι.Ε.Π. (πρώην Παιδαγωγικό Ινστιτούτο) διαπιστώνει ότι στην Ελλάδα η Επαγγελματική Εκπαίδευση προσελκύει εκπαιδευμένους με χαμηλές επιδόσεις στα σχολικά μαθήματα. Τα παιδιά αυτά έχουν μεγάλα μαθησιακά κενά, συνήθως

με μεγάλα οικογενειακά προβλήματα και είναι συχνά πεπεισμένα ότι δεν μπορούν να κατακτήσουν τη γνώση. Προκύπτει λοιπόν ότι η Επαγγελματική Εκπαίδευση αποτελεί λύση ανάγκης για εκείνους τους μαθητές που η πορεία τους στον ακαδημαϊκό χώρο είναι προβληματική ή αδύνατη (Κασσωτάκης, 1982). Εξετάζοντας το μαθητικό δυναμικό των ΕΠΑΛ διακρίνουμε τρεις κατηγορίες μαθητών:

- Οι μαθητές που πραγματικά επιθυμούν να ακολουθήσουν το επάγγελμα της ειδικότητας που έχουν επιλέξει, είτε γιατί αυτό το επάγγελμα κάνουν και οι γονείς τους με αποτέλεσμα να τους παρέχεται άμεση και γρήγορη επαγγελματική αποκατάσταση, είτε γιατί έχουν ήδη αντίστοιχη εργασιακή εμπειρία.
- Οι μαθητές που έχουν ως απώτερο σκοπό την εισαγωγή τους σε κάποιο ΑΤΕΙ και θεωρούν ότι η εισαγωγή τους σε αυτό θα είναι πιο εύκολη και σίγουρη μέσα από την φοίτησή τους σε κάποιο ΕΠΑ.Λ, παρακολουθώντας την ανάλογη ειδικότητα. Η κατηγορία αυτή των μαθητών είναι η πλέον ολιγάριθμη.
- Οι μαθητές που έχουν χαμηλές προσδοκίες. Είναι αυτοί που το ίδιο το εκπαιδευτικό σύστημα τους χαρακτηρίζει «αδύνατους» και παρουσιάζουν συνήθως μειωμένο ενδιαφέρον για μάθηση ή μαθησιακές δυσκολίες. Η κατηγορία αυτή είναι δυστυχώς η πολυπληθέστερη στα τεχνικά επαγγελματικά σχολεία (Πάγκαλος, 2011).

Σήμερα λοιπόν η Επαγγελματική Εκπαίδευση καλείται να προετοιμάσει τους εκπαιδευόμενους ως αυριανούς εργαζόμενους μέσα σε ένα εργασιακό και κοινωνικό περιβάλλον, το οποίο έχει τα εξής χαρακτηριστικά (ΠΑΙ.ΕΠ.ΕΚ.ΟΑΕΔ, σελ3):

- Αλλαγή σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, με ρυθμούς που δύσκολα παρακολουθεί ο απλός πολίτης.
- Έκρηξη των γνώσεων στην τεχνολογία και στις θετικές επιστήμες, η γνώση διπλασιάζεται κάθε πέντε χρόνια στον τομέα των μηχανικών.
- Ριζική αλλαγή της οργάνωσης της εργασίας, σταδιακή μετάβαση στην ευέλικτη ειδίκευση, η οποία έχει ανάγκη από εργαζόμενους με

πρωτοβουλία, υπευθυνότητα, φαντασία, επινοητικότητα και αισθητική αντίληψη.

- Επαγγελματική κινητικότητα, ο σημερινός νέος θα αλλάξει τρεις ως επτά φορές επάγγελμα στην διάρκεια του οικονομικά ενεργού βίου του.

Η μεγάλη, λοιπόν, πρόκληση για την σύγχρονη εκπαίδευση είναι ποιες πρακτικές και μεθόδους θα χρησιμοποιήσει, ώστε να μπορέσει να προκαλέσει το ενδιαφέρον αυτών των μαθητών και να τους εντάξει ενεργητικά στο μαθητικό γίγνεσθαι. Το αδύναμο σημείο του σχολικού συστήματος είναι ότι έχει μια αφετηρία, ένα ρυθμό και μια διδακτική προσέγγιση. Απευθύνεται με πανομοιότυπο τρόπο σε όλους τους μαθητές, ανεξάρτητα από τις ικανότητές τους, τις κλίσεις και τα ενδιαφέροντα τους, το πολιτισμικό τους περιβάλλον, το επίπεδο ωριμότητας τους και τους ρυθμούς τους.

2.3.2 Σκοποί της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης.

Η Δευτεροβάθμια Επαγγελματική Εκπαίδευση αποτελεί για την Ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα τον αρμόδιο και ταυτόχρονα αποκλειστικό φορέα που καλείται να υλοποιήσει την παροχή γενικής παιδείας σε συνδυασμό με την τεχνική επαγγελματική γνώση, ενώ παράλληλα αντιπροσωπεύει τον χώρο εκείνο που αναλαμβάνει την προετοιμασία για την είσοδο στην αγορά εργασίας, με ειδικότερους σκοπούς:

- την ανάπτυξη των ικανοτήτων, της πρωτοβουλίας, της δημιουργικότητας και της κριτικής σκέψης των μαθητών
- τη μετάδοση των απαιτούμενων τεχνικών και επαγγελματικών γνώσεων και την ανάπτυξη συναφών δεξιοτήτων τους
- την παροχή των απαραίτητων γνώσεων και εφοδίων στους μαθητές, για τη συνέχιση των σπουδών τους στην επόμενη εκπαιδευτική βαθμίδα.

Ο John Dewey έχει επισημάνει πως αυτά που μαθαίνουν οι εκπαιδευόμενοι στα σχολεία είναι τελείως άσχετα με τις πραγματικές συνθήκες της ζωής έξω από αυτά. Η εκπαίδευση έχει ανάγκη από εποπτικές και ολιστικές

διαδικασίες για τη μετάδοση και οικειοποίηση της γνώσης όπως και για τη μετατροπή της αφομοιωμένης γνώσης σε οικειότητα και δεξιότητα. Κρίνεται λοιπόν αναγκαίο, η διδασκαλία να σχετίζεται με τον όλο άνθρωπο: με το νου, την καρδιά, το σώμα και τις αισθήσεις.

Σκοπός της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης, και ειδικότερα για τα μαθήματα ειδικοτήτων της, σύμφωνα με τους Kane, Berryman, Goslin, and Meltzer, (1990) είναι η δημιουργία ενός ιδιαίτερα ικανού εργατικού δυναμικού που θα μπορεί να παράγει υψηλής απόδοσης εργασία, ενώ για την επίτευξη αυτού του σκοπού απαιτούνται νέοι τρόποι απόκτησης της γνώσης.

Η παιδαγωγική πρόταση του O. F. Bollnow για την οικοδόμηση της γνώσης από τον μαθητή προτάσσει σαν κυρίαρχο στοιχείο το « πνεύμα της άσκησης » επιβάλλοντας από τη φύση της περισσότερο ευέλικτες διαδικασίες μάθησης.

Ο Giel προτείνει μια διδακτική ως « θεωρία του ενεργείν » για την προσέγγιση της γνώσης, βάζοντας τέλος σε ένα σχολικό μάθημα που βασίζεται στη σχολική γνώση ως « σύνθεση μιας πραγματικότητας που απουσιάζει » και δεν κινεί το ενδιαφέρον του μαθητή. Η θεωρία του Giel για το Πολυπρισματικό Μάθημα, το ενεργείν και το δεικνύειν αποτελεί την βάση γόνιμου προβληματισμού για την διδακτική των επαγγελματικών μαθημάτων.

2.3.3 Προϋποθέσεις της διδασκαλίας των μαθημάτων ειδικότητας των Επαγγελματικών Λυκείων

Βασική προϋπόθεση για τη διδασκαλία των Επαγγελματικών Μαθημάτων είναι η σύνδεση του τεχνικού υπόβαθρου το οποίο αποκτά ο μαθητής στα επιμέρους μαθήματα με τις ευρύτερες συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο θα ασκήσει τα επαγγελματικά του καθήκοντα. Η διδασκαλία στοχεύει να καταστεί ο μαθητής ικανός:

- να κατανοήσει τη σημασία και το ρόλο του στο πλαίσιο του κλάδου, της περιοχής και του ευρύτερου οικονομικού και κοινωνικού περιγυρου,

- να αντιληφθεί την ένταξη του εργαζόμενου και επαγγελματία σε ένα πλέγμα που περιλαμβάνει επιχειρήσεις, εργαζομένους, πελάτες, φορείς κ.λ.π.
- να προσεγγίσει τις μεθόδους οργάνωσης και διαχείρισης της επαγγελματικής δραστηριότητας και τον τρόπο επικοινωνίας που αρμόζει στον επαγγελματία τεχνικό,
- να εντάσσεται επαρκώς στο επαγγελματικό και εργασιακό περιβάλλον, να διασφαλίζει και να αναπτύσσει την ποιότητα της εργασίας του.

Η επιτυχής ένταξη και η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση του μαθητή μέσα από την εκπαιδευτική διαδικασία προϋποθέτει:

- Τη διαθεματική και διεπιστημονική προσέγγιση των θεμάτων
- Η διδασκαλία να εστιάζεται σε ομαδοσυνεργατικές διαδικασίες
- Η εκπαιδευτική διαδικασία θα πρέπει να διακατέχεται από την εποικοδομητική προσέγγιση.
- Την ευαισθητοποίηση των μαθητών για τα κρίσιμα περιβαλλοντικά ζητήματα και προβλήματα, όπως και η εύρεση τρόπων επίλυσης και πρόληψής τους.

2.3.4 Βασικές αρχές και τεχνικές για τη διδασκαλία των Επαγγελματικών μαθημάτων

Η ανάγκη εκπαίδευσης – παράλληλα με την απόκτηση σχολικής μόρφωσης – και πρακτικής άσκησης στους χώρους εργασίας είχε διαπιστωθεί ήδη από τον 18ο αιώνα, γεγονός οπωσδήποτε όχι άμοιρο με αυτό της βιομηχανικής επανάστασης. Ο Humboldt διαχώρισε την ανθρωπιστική από την επαγγελματική εκπαίδευση, θεωρώντας ότι η δεύτερη υποτάσσει τον άνθρωπο στις άμεσες ανάγκες του επαγγέλματός του (Παπαϊωάννου, 1990, σ. 52). Ο «πατέρας του επαγγελματικού σχολείου», ο Kerschensteiner, ήταν αυτός που υποστήριξε την σύνδεση της επαγγελματικής εκπαίδευσης με τα ενδιαφέροντα των νέων (Παπαϊωάννου, 1990,, σ.

55), πρότεινε την διασύνδεση της επαγγελματικής με την ανθρωπιστική Παιδεία και την έμπρακτη εφαρμογή – διασύνδεση της χειρονακτικής εργασίας με την διδασκαλία της σε θεωρητικό επίπεδο (Reble, 1996, σ. 459 – 460). Η θέση του Kerscheneiner ότι η ανάπτυξη των πρακτικών δεξιοτήτων θα πρέπει να στηρίζεται στον ίδιο βαθμό με αυτή των πνευματικών και ηθικών ικανοτήτων (Reble, 1996, σ. 462), επηρέασε αποφασιστικά τον τρόπο ανάπτυξης της Τεχνικής και Επαγγελματικής Εκπαίδευσης όχι μόνο στο εκπαιδευτικό σύστημα της Γερμανίας, αλλά και σ' εκείνα τα εκπαιδευτικά συστήματα που ενδιαφέρθηκαν για την ένταξη της Επαγγελματικής εκπαίδευσης στην συνολική τους δομή.

Με άξονα λοιπόν την γνωστική, ηθική και αισθητική αγωγή του παιδιού, η Διδακτική της Επαγγελματικής Παιδαγωγικής μπορεί να ανανεώσει τις τυποποιημένες διδακτικές μεθόδους όλων των σχολικών κλάδων του εκπαιδευτικού συστήματος. Βασιζόμενοι στην αρχή «η διδακτική δραστηριότητα είναι έλλογη συνειδητή ενέργεια», ο διδακτικός σχεδιασμός θα πρέπει να αντιμετωπίζει τη διδασκαλία σαν σύνολο διδακτικών διαδικασιών και μεθόδων μιας σκόπιμης προδιαγεγραμμένης ως ένα βαθμό, πορείας (με αφετηρία και τέλος), που μπορεί, κάτω από ορισμένες συνθήκες να φτάσει σε κάποια επιδιωκόμενα αποτελέσματα.

Βασικές αρχές της διδασκαλίας των Επαγγελματικών μαθημάτων είναι:

- *Η μεθόδευση της διδασκαλίας με τρία δομικά στοιχεία,*
 - *Τον προγραμματισμό (σχεδιασμό, αρχιτεκτονική) της διδασκαλίας σε μακροεπίπεδο (για μεγάλη διδακτική περίοδο) και μικροεπίπεδο (για διδακτική ενότητα ή ώρα),*
 - *Τη διεξαγωγή (στρατηγική) της διδασκαλίας, (δραστηριότητες που επελέγησαν στο στάδιο του προγραμματισμού για την επίτευξη των στόχων)*
 - *Τον έλεγχο του αποτελέσματος της διδασκαλίας, (αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών).*
- *Η διδακτική του «σχολείου εργασίας» στο επίκεντρο της διδασκαλίας ο μαθητής με τα βιώματα, τις εμπειρίες και τα ενδιαφέροντά του, με τρεις διδακτικές αρχές,*
 - *Την αυτενέργεια του μαθητή,*

- Την εποπτικότητα και
- Την παιδοκεντρικότητα της διδασκαλίας

Αφετηρία του παιδαγωγικού συστήματος του Dewey αποτελεί το αξίωμα ότι η εμπειρία είναι το κλειδί για να γνωρίσουμε και να κατακτήσουμε την πραγματικότητα (κάνω κάτι, το δοκιμάζω και το γνωρίζω , προχωρώντας σε συνεχή σύνθεση και ανασύνθεση της εμπειρίας). Στόχος της διδασκαλίας, η υποκίνηση του μαθητή σε δράση, σύμφωνα με την παιδαγωγική αρχή «μανθάνειν δια του πράττειν) "Learning by doing". Η μέθοδος του Dewey βελτιώθηκε και εφαρμόστηκε ως "Project-Method" από τον μαθητή του Kilpatrick.

- Πορεία διδασκαλίας κατά τον Dewey,
 - Ξεκινά από μια προβληματική κατάσταση (Σωκρατική μέθοδος)
 - προχωρά στην αντιμετώπιση του προβλήματος με την δοκιμή δυνατών λύσεων
 - στη διαμόρφωση μιας σωστής λύσης και
 - στην εφαρμογή και αξιοποίηση των εμπειριών για την αντιμετώπιση όμοιων μελλοντικών προβλημάτων.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνει η σύγχρονη διδακτική στην αρχή της παιδοκεντρικότητας. Καταβάλλεται προσπάθεια για την προσαρμογή της διδασκαλίας στα «μέτρα του παιδιού». Η αρχή της παιδοκεντρικότητας κορυφώνεται στον Kerschensteiner (θεμελιώδες αξίωμα της μορφωτικής διαδικασίας: πλήρης αντιστοιχία ανάμεσα στα μορφωτικά αγαθά και την ψυχική εξέλιξη του παιδιού).

Με γνώμονα όλα τα παραπάνω το Ι.Ε.Π. προτείνει τις παρακάτω διδακτικές αρχές αποτελεσματικής διδασκαλίας για τα μαθήματα της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης (ΠΑΙ.ΕΠ.ΕΚ.ΟΑΕΔ,σελ8):

- Οι εκπαιδευόμενοι να μην μένουν για πολλή ώρα παθητικοί ακροατές. Να συμμετέχουν σε συνεργατικές δραστηριότητες, πειράματα, εργασίες κ.α.
- Τα μαθήματα να έχουν εφαρμογή σε καταστάσεις άσκησης του επαγγέλματος που επέλεξαν.
- Να καλούνται κάποιες φορές ειδικό μέσα στην τάξη και να συζητούν με τους μαθητές ή να πραγματοποιούνται επισκέψεις σε χώρους εργασίας.
- Να συνδεθεί το σχολείο με τους χώρους εργασίας και με την κοινωνία.

- Οι εκπαιδευόμενοι να συνηθίσουν και να μπορούν να διαβάζουν βιβλία της ειδικότητας, να αναζητούν πληροφορίες εκτός σχολικού εγχειριδίου, να αξιολογούν τις πληροφορίες, να εκπονούν μικρές εργασίες και να παίρνουν πρωτοβουλίες και ευθύνες. Να κατανοούν και όχι να απομνημονεύουν την ύλη.
- Ο κάθε εκπαιδευόμενος να αφήνεται να μαθαίνει με τον δικό του τρόπο και με τους δικούς του ρυθμούς.
- Να καλλιεργείται η συνεργασία των εκπαιδευόμενων μεταξύ τους, ενθαρρύνοντας τους με σχόλια.
- Να αποφεύγεται η κατηγοριοποίηση των εκπαιδευόμενων με βάση τις ικανότητες ή τις γνώσεις ή την επίδοσή τους, διότι λειτουργεί αποθαρρυντικά για τους αδύναμους.
- Ο εκπαιδευτής θα πρέπει να επιδιώκει να συζητά με τους εκπαιδευόμενους για το θέμα που προτίθεται να διδάξει.
- Είναι σημαντικό να κατανοήσει ο εκπαιδευόμενος τις τεχνικές έννοιες της ειδικότητας, να κατανοήσει πρώτα ποιοτικά τα φαινόμενα καθώς επίσης και να αποκτήσει βασικές τεχνικές δεξιότητες στο εργαστήριο, όπου θα γίνεται η πειραματική επαλήθευση των θεωρητικών γνώσεων.
- Η προσέγγιση της γνώσης από τον εκπαιδευόμενο πρέπει να γίνεται με ενεργητικό τρόπο. Αυτό βοηθά στην καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης και δεν συσσωρεύει πληροφορίες και γνώσεις.
- Η παρουσίαση των θεμάτων εκτός από το γνωστικό περιεχόμενο θα πρέπει να περιλαμβάνει και τα εξής στοιχεία προς όφελος των εκπαιδευόμενων: τη δημιουργία κινήτρου, την πρόσκληση του ενδιαφέροντος και της περιέργειας, την ενθάρρυνση της συμμετοχής και την εξοικείωση με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.
- Τα θέματα θα πρέπει να διδάσκονται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι του μαθήματος. Ιδιαίτερα τονίζεται ότι η μάθηση πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μια ενεργητική διαδικασία, η οποία συντελείται μέσα από μια διαρκή αλληλεπίδραση του εκπαιδευόμενου με το κοινωνικό-οικονομικό-πολιτικό-πολιτισμικό του περιβάλλον.

- Η σύζευξη θεωρίας και πράξης πρέπει να ακολουθείται με συνέπεια και συνέχεια.

Ποιο συγκεκριμένα για την ενίσχυση της διδασκαλίας των μαθημάτων ειδικότητας «πάντρεμα της θεωρίας με την πράξη», του τομέα Μηχανολογίας – Οχημάτων προτείνει:

Την ανάληψη εργασιών συντήρησης – επισκευής αλλά και κατασκευής – εγκατάστασης στους χώρους και για τις ανάγκες του σχολείου, αποτελούν ισχυρό κίνητρο και παράλληλα σημαντική ευκαιρία ενεργοποίησης – δραστηριοποίησης των μαθητών απόκτησης επαγγελματικής εμπειρίας στα πλαίσια υλοποίησης της εργαστηριακής τους πρακτικής άσκησης. Και δεν θα ήταν υπερβολική η πρόταση διεύρυνσης της εργαστηριακής αυτής πρακτικής άσκησης σε όμορα σχολεία ή κτίρια του δήμου φιλοξενίας του σχολείου (Δημαρχείο, Πολιτιστικό Κέντρο, ΚΕΠ, κλπ).

Την επισκευή – συντήρηση των αυτοκινήτων των εκπαιδευτικών, όπως και των δικύκλων των μαθητών, στο βαθμό που είναι τεχνικά κάτι τέτοιο εφικτό στο αντίστοιχο σχολικό εργαστήριο, και φυσικά κάτω από την επίμονη επίβλεψη του υπεύθυνου εκπαιδευτικού τους, αποτελεί ιδανική ευκαιρία πρακτικής εξάσκησης – δραστηριοποίησης των μαθητών σε πραγματικές εργασιακές συνθήκες. Η ενεργή δραστηριοποίηση των μαθητών σε συνθήκες εργασιακού περιβάλλοντος θα αποτελέσει για τους μαθητές μιας πρώτης τάξης ευκαιρία να εφαρμόσουν στην πράξη όσα διδάσκονται στην θεωρία και υλοποιούν στο αντίστοιχο εργαστήριο, ενώ παράλληλα η ικανοποίηση που θα αποκομίσουν οι μαθητές, βλέποντας την κατασκευή, επισκευή ή συντήρηση που πραγματοποίησαν, να λειτουργεί κανονικά, θα είναι το ισχυρότερο κίνητρο για αυτούς στην σχολική τους διαδρομή στην Επαγγελματική Εκπαίδευση. Τέλος, η ενσωμάτωση και η ένταξη των Η/Υ και πληροφορικής σε όλα τα εκπαιδευτικά αντικείμενα είναι ένας σύγχρονος, αναγκαίος και φιλόδοξος στόχος με μεγάλη ευρύτητα.

3 Κεφάλαιο 3ο: Εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοίωσης

Γενικά

Όπως έχουμε ήδη προαναφέρει σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι εκπαιδευτές για υποστηρίξουν τους εκπαιδευόμενους στη μάθηση αφηρημένων επιστημονικών εννοιών χρησιμοποιούν παραδείγματα της άμεσης εμπειρίας τους, επιδείξεις πειραμάτων αλλά και απλές ή σύνθετες πειραματικές δραστηριότητες με εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοιώσεων.

Τα εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοιώσεων σχεδιάζονται για τη διδασκαλία, μελέτη και κατανόηση ενός φαινομένου. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από την παρατήρηση της συμπεριφοράς του και της αντίδρασης που παράγεται από την προσομοίωσή του. Η εισαγωγή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να ασχοληθούν με την επινόηση και κατασκευή μοντέλων, τη δοκιμή τους μέσα από προσομοίωση του φαινομένου που απορρέει από αυτά και τη βελτίωσή τους μέσα από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων τους με αυτά της πραγματικότητας. Βασικό στοιχείο των λογισμικών αυτών είναι οι προσομοιώσεις των υπό μελέτη φαινομένων αλλά και η οπτικοποίηση των αφηρημένων εννοιών (de Jong et all. 1999, Mayer & Moreno, 2002, Smith & Blankinship, 1999) .

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία του διαδραστικού εκπαιδευτικού υλικού για τα μαθήματα ειδικότητας του τομέα Μηχανολογίας - Οχημάτων, Επαγγελματικού Λυκείου της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Για την υλοποίησή του χρησιμοποιήθηκε το εκπαιδευτικό λογισμικό Algodoo, το οποίο θα τα περιγράψουμε παρακάτω.

3.1 Λογισμικό προσομοίωσης Algodoo

Το λογισμικό προσομοιώσεων Algodoo είναι ένα λογισμικό της εταιρίας Algorix. Πρόδρομός του ήταν το λογισμικό Phun. Είναι ένα δισδιάστατο (2D) λογισμικό προσομοίωσης της φυσικής που γράφτηκε από τον Emil Ernerfeldt για τη διατριβή του Umea University στη Σουηδία.

Το όνομα "Phun" είναι ένας συνδυασμός της «φυσικής» και της «διασκέδασης», και έχει ενσωματωμένη μια γλώσσα προγραμματισμού που λέγεται (thyme). Το Phun κυκλοφόρησε στις 17 Δεκεμβρίου του 2007, και από τότε λάμβανε τακτικές ενημερώσεις. Το Phun Beta 5 μετονομάστηκε σε "Algodoo: Phun Edition" τον Αύγουστο του 2009 και μετατράπηκε σε εμπορικό προϊόν Algodoo - 2D Φυσικής Sandbox, το οποίο είναι ένα πλήρες λογισμικό εκμάθησης της φυσικής. Το Phun ήταν ένα πρόγραμμα προσομοίωσης της φυσικής, το οποίο επικεντρωνόταν σε μεγάλο βαθμό στους παίκτες, δίνοντας τους αρκετά εργαλεία για να οπτικοποιούν και να προσομοιώνουν τις ιδέες τους. Δεν υπάρχουν καθορισμένα αντικείμενα παρά μόνο βασικά εργαλεία. Ωστόσο, μπορούν να κατασκευαστούν πολύπλοκες συσκευές, όπως κινητήρες, οχήματα και συστήματα μετάδοσης της κίνησης. Περιλαμβάνει πολλές περισσότερες δυνατότητες επεξεργασίας, τα εργαλεία και τα προηγμένα χαρακτηριστικά του για την απεικόνιση και τη σχεδίαση και χρησιμοποιείται σε σχολεία σε όλο τον κόσμο.

Η Algorix με το Algodoo και την SMART Technologies έχουν κάνει ακόμη ένα βήμα για να καταστεί το Algodoo το νούμερο ένα λογισμικό για τη διδασκαλία, τη μάθηση και την εξερεύνηση της φυσικής στις αίθουσες διδασκαλίας. Η SMART και η Algorix έχουν συνεργαστεί για να ενισχυθεί το Algodoo στην απαίτηση της πολλαπλής αφής για το SMART Board διαδραστικού πίνακα.

3.2 Βασικά χαρακτηριστικά του Algodoo

Το λογισμικό προσομοίωσης Algodoo είναι ένα μοναδικό 2D - περιβάλλον προσομοίωσης για τη δημιουργία διαδραστικών σκηνών με έναν εύθυμο, « cartoony » τρόπο.

Το Algodoo έχει σχεδιαστεί για να ενθαρρύνει τα παιδιά, τους μαθητές και τους φοιτητές, έτσι ώστε να αναπτύξουν τη δημιουργικότητα, τις ικανότητες και τα κίνητρα τους για την κατασκευή της γνώσης, προσομοιώνοντας και κάνοντας χρήση των νόμων της φυσικής που εξηγούν τον πραγματικό μας κόσμο.

Η συνεργασία της επιστήμης και της τέχνης κάνει το Algodoo εκτός από εκπαιδευτικό λογισμικό να είναι και διασκεδαστικό. Η προσομοίωση γίνεται με βάση την ακαδημαϊκή έρευνα στο Πανεπιστήμιο του Umea στην Σουηδία.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του Algodoo είναι:

Λειτουργικότητα: Επιτρέπει τη δημιουργία και επεξεργασία σχημάτων και σκηνών με χρήση απλών εργαλείων σχεδίασης. Επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν και με ένα απλό κλικ μπορούν να σύρουν, να κυλίσουν, να περιστρέψουν και να μετακινήσουν ένα αντικείμενο.

Ο χρήστης μπορεί να αναπαραγάγει και κάνει παύση των σκηνών , αλλά και να αλλάζει το υλικό, το σχήμα και την εμφάνιση των αντικειμένων. Μπορεί να χρησιμοποιήσει τα ίχνη τροχιάς της κίνησης ενός σώματος, χρησιμοποιώντας κάποιο χρώμα, τις γραφικές παραστάσεις, τις δυνάμεις, κλπ. για την ενίσχυση της προσομοίωσης. Μπορεί να αλλάζει και να φτιάχνει τις δικές του οθόνες χρήστη και να δημιουργεί μοναδικές παλέτες προσομοιώνοντας αντικείμενα και περιβάλλοντα.

Προσομοιώνει φυσικά στοιχεία: Ο χρήστης μπορεί να κατασκευάσει, συμπαγή σώματα όπως αλυσίδες, γρανάζια, ελατήρια, αρθρωτές συνδέσεις, κινητήρες, να τις γεμίσει υγρά, να πειραματιστεί με την συμπεριφορά τους και να εξερευνήσει φυσικά μεγέθη όπως βαρύτητα, δύναμη, τριβή,

Αυτό το σημείο της εργασίας θα κάνουμε μια σύντομη εισαγωγή σε κάποια από τα χαρακτηριστικά του Algodoo.

Προσομοίωση στερεών σωμάτων: Το Algodoo έχει τη δυνατότητα να προσομοιώσει στερεά σώματα σε δύο διαστάσεις, προσομοιώνοντας τη δύναμη

της βαρύτητας. Τα φυσικά αντικείμενα μπορεί να αλλάζουν ιδιότητες τις οποίες ρυθμίζει ο χρήστης. Οι δυνάμεις και οι ταχύτητες που δρουν σε ένα τέτοιο σώμα μπορεί να εμφανίζονται για να διευκολύνουν το χρήστη να τις μελετήσει. Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει στερεά σώματα με τη βοήθεια του εργαλείου πλαισίου, του εργαλείου κύκλου ή να τα σχεδιάσει με ελεύθερο χέρι. Τα σώματα αυτά μπορούν επίσης να συγχωνεύονται και να ενώνονται για να δημιουργήσουν πιο πολύπλοκες κατασκευές.

1. Ενώσεις (αρθρώσεις): Μια ένωση (άρθρωση) ενώνει δύο σώματα μαζί. Τα σώματα μπορεί να περιστρέφονται ελεύθερα γύρω από την άρθρωση, καθιστώντας αυτές ιδανικές για τη δημιουργία των τροχών του αυτοκινήτου και γενικότερα περιστρεφόμενων εξαρτημάτων. Η άρθρωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως κινητήρας, όπου ο χρήστης καθορίζει την ταχύτητα περιστροφής και το ανώτατο όριο ροπής του.
2. Λείζερ: Λείζερ ακολουθεί τους νόμους της οπτικής. Δηλαδή ο δείκτης διάθλασης του υλικού θα καθορίσει αν ένα λείζερ θα αντανακλάται όταν πέφτει επάνω σε ένα σώμα ή όχι.
3. Ελατήρια: Μπορούμε να προσομοιώσουμε ελατήρια, όπου ο χρήστης μπορεί να ρυθμίζει το μήκος και το συντελεστή απόσβεσης του ελατηρίου.
4. Υγρά: Τέλος μπορούν να προσομοιωθούν υγρά (νερό), να ρυθμιστεί η πυκνότητα τους και να μελετηθεί η συμπεριφορά τους όταν πέσει ένα αντικείμενο μέσα σε αυτά.

Εγχειρίδια – tutorials: Το Algodoo διαθέτει πολλά ενσωματωμένα εγχειρίδια - tutorials που παρέχουν βοήθεια σε έναν αρχάριο για να ξεκινήσει.

Μέθοδοι: Το Algodoo βασίζεται στην τελευταία λέξη της τεχνολογίας, των προσομοιώσεων της Algodoo, για να μπορεί ο χρήστης να δημιουργήσει διαδραστικές προσομοιώσεις, των εννοιών, των νόμων και των φαινομένων της φυσικής – μηχανικής, καθώς και των σχέσεων στις οποίες βασίζονται διάφορα τεχνολογικά επιτεύγματα (π.χ: μηχανές) για να λειτουργήσουν.

3.2.1 Εκπαιδευτική χρήση του Algodoo

Ως εκπαιδευτικό λογισμικό, το λογισμικό προσομοιώσεων Algodoo, βασίζεται και εφαρμόζει την θεωρία μάθησης του Κονστρουκτιβισμού – Εποικοδομισμού.

Το Algodoo παρέχει στο χρήστη - μαθητή ελευθερία κινήσεων να πειραματιστεί, να επεξεργαστεί και να προσαρμόσει - αλλάξει έτοιμες σκηνές, αλλά και να δημιουργήσει τις δικές του εκπαιδευτικές δραστηριότητες – προσομοιώσεις. Δηλαδή, οδηγεί το χρήστη να ακολουθήσει μια διαδικασία μάθησης που θα βασίζεται στην οικοδόμηση της γνώσης, δίνοντας ουσιαστικά στη διάθεση του προσομοιώσεις έτοιμες να τις τροποποιήσει και όχι μόνο να πειραματίζεται επάνω σε έτοιμα από πριν τεχνητά συστήματα.

Η «ανοικτή» ως λογισμικό διάσταση που παρουσιάζει το Algodoo είναι μια πολύ σημαντική πτυχή, ως προς την ανάπτυξη της δημιουργικότητας και της ενεργοποίησης των κινήτρων των χρηστών. Το Algodoo συνοδεύεται από μια ζωντανή ιστοσελίδα, γεμάτη εγχειρίδια (tutorial) για τη δημιουργία σκηνών, από την κοινότητα των χρηστών του Algodoo, forum, αλλά και μια σειρά από έτοιμες σκηνές, παραδείγματα και μαθήματα, που βρίσκονται on-line, στο αποθετήριο σκηνών.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ένας οδηγός για το πώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και να εντάξουμε το Algodoo στη μαθησιακή διαδικασία. Ο οδηγός αυτός περιλαμβάνει «Σενάρια μαθημάτων» με συγκεκριμένους στόχους, για την εκπαίδευση μαθητών των Επαγγελματικών Λυκείων και τη διδασκαλία των μαθημάτων τις ειδικότητάς τους. Μαθητές που συνήθως είναι πάνω από 15 ετών. Το Algodoo όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να ενταχθεί στη διδασκαλία μαθητών σε διάφορα επίπεδα. Η εταιρία που έχει τα δικαιώματα του Algodoo, η Algorix, για τον καθορισμό αυτών των επιπέδων, αναφέρετε σε διαφορετικές ηλικίες και ταξινομεί τους μαθητές ανά ηλικιακά επίπεδα όπως αυτά αντιστοιχίζονται με τα περισσότερα σημερινά εκπαιδευτικά συστήματα.

Τα επίπεδα αυτά είναι, από:

Ηλικίες 5 έως 7: Οι κύριοι στόχοι αυτού του σταδίου είναι η ενθάρρυνση των παιδιών να σκεφτούν δημιουργικά για τις επιστήμες. Εδώ το Algodoo μέσα από τα σενάρια μαθήματος χρησιμοποιείται για να δώσει μια εισαγωγή στις πιο βασικές έννοιες των φυσικών επιστημών όπως η κίνηση και η σοβαρότητα. Αυτό γίνεται κυρίως μέσα από δημιουργικές και διαδραστικές δραστηριότητες και με ταυτόχρονη χρήση του Algodoo ως παιχνίδι, όπου ο δάσκαλος και τα παιδιά μπορούν να χρησιμοποιήσουν το Algodoo ως ένα ψηφιακό παιχνίδι μέσα στην

τάξη.

Ηλικίες 7 έως 11: Σε αυτό το επίπεδο στη διδασκαλία του μαθήματος τα παιδιά αναπτύσσουν όλο και περισσότερο πρωτοβουλίες αφού είναι ήδη εξοικειωμένοι με τα μοντέλα μπορεί να προσομοιώσει το Algodoo και δημιουργούν πράγματα με τα οποία δεν μπορούν άμεσα να πειραματιστούν στην πραγματική ζωή. Μπορούν να κάνουν προσομοιώσεις στις οποίες θα συνδέονται και θα οπτικοποιούνται διαφορετικά φαινόμενα και τεχνολογικά επιτεύγματα που θα γνωρίζουν μέσα από τις προσωπικές τους εμπειρίες. Σε αυτό το επίπεδο μπορεί να προσομοιωθούν ελαφρώς πιο προηγμένες και σύνθετες έννοιες μάθημα, όπως η μάζα, η πυκνότητα και η πλευστότητα, οι δυνάμεις, η επιτάχυνση, η ταχύτητα και η τριβή.

Ηλικίες 11 έως 14: Όταν τα παιδιά φθάσουν σ 'αυτό το επίπεδο, η απεικόνιση των δυνάμεων, των ταχυτήτων αλλά και των υπολοίπων φυσικών μεγεθών ,καθώς και τεχνολογικών επιτευγμάτων όπως εργαλεία και μηχανές γίνεται ακόμα πιο εύκολη. Σε αυτό το επίπεδο ολοένα και μεγαλύτερη σημασία αποκτά η σχεδίαση των σκηνών του Algodoo, οι οποίες θα πρέπει να διακρίνονται από λειτουργικότητα και ευχρηστία. Εδώ μπορεί να προσομοιωθούν και να εισαχθούν προς μελέτη, πειραματισμό και διερεύνηση ακόμη πιο σύνθετοι νόμοι και έννοιες των φυσικών επιστημών όπως η έννοια της γραμμικής και γωνιακής κίνησης ή η έννοια της ροπής.

Ηλικίες 14 και άνω: Στις ενότητες των μαθημάτων που μπορεί να αναπτυχθούν σε αυτό το επίπεδο πρέπει, να δίνεται έμφαση στην διερεύνηση και κατανόηση της σχέσης μεταξύ των διαφόρων εννοιών και φαινομένων. Οι τιμές των μεγεθών όπως η μάζα, η δύναμη και η ταχύτητα αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την περαιτέρω εξερεύνηση αλλά και την αξιολόγηση των σκηνών του Algodoo, έτσι ώστε να επιτευχθούν πιο σύνθετοι στόχοι στη διδασκαλία μας. Σε αυτό το επίπεδο μπορεί να εισαχθεί προς διερεύνηση και πειραματισμό μια άλλη σημαντική έννοια η ενέργεια, ενώ μπορεί να διερευνηθούν περαιτέρω έννοιες και φαινόμενα όπως η δύναμη της βαρύτητας, το κέντρο βάρους σώματος, η ροπή δύναμης, η τριβή, το έργο και η ισορροπία δυνάμεων ενός σώματος. Για τη διερεύνηση των παραπάνω μεγεθών καθώς και της σχέσης που έχουν μεταξύ

τους μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι γραφικές παραστάσεις που προσφέρει το εργαλείο.

Επιπλέον σε αυτό το ηλικιακό επίπεδο μπορούμε να εντάξουμε τη διδασκαλία του τρόπου λειτουργίας εργαλείων, μηχανών και άλλων τεχνολογικών επιτευγμάτων, άρα και τη διδασκαλία των μαθημάτων ειδικότητας των επαγγελματικών Λυκείων.

Το λογισμικό καλύπτει μια τεράστια ποικιλία θεμάτων στο πρόγραμμα σπουδών των θετικών επιστημών που είναι πολύ πιο εύκολο για τους εκπαιδευόμενους να κατανοήσουν με τη βοήθεια της προσομοίωσης:

- Διερευνούνται οι έννοιες της κινηματικής, της εξοικονόμησης ενέργειας, των συγκρούσεων, της περιστροφής, της ροπής, της στροφορμής, των υγρών, της οπτικής, της διάθλασης και πολλά άλλα.
- Παρακινεί και αυξάνει το ενδιαφέρον των εκπαιδευόμενων για την επιστήμη.
- Οι ίδιοι οι εκπαιδευόμενοι θα μπορούν να «παίζουν» με τις παραμέτρους και να βλέπουν τα άμεσα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασής τους.

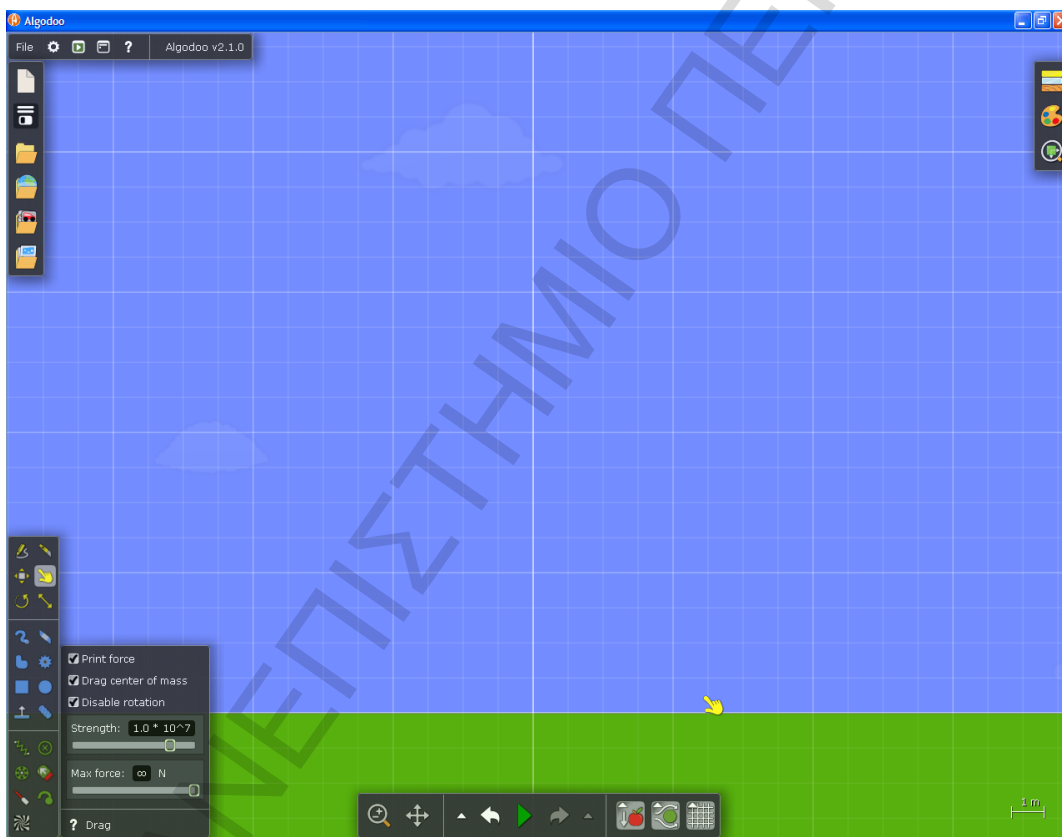
Το λογισμικό είναι πλήρως υποστηριζόμενο για τους διαδραστικούς πίνακες, αλλά και υποστηρίζει άλλους κατασκευαστές τέτοιων συστημάτων:

- Multitouch, υποστήριξη με multi-user σχέδιο, εξασφαλίζοντας την αλληλεπίδραση με τους διαδραστικούς πίνακες.
- Υπάρχει η δυνατότητα πολλαπλής αφής και ταυτόχρονη χρήση από πολλούς χρήστες που επιτρέπει να δουλεύουν και επεξεργάζονται διαδραστικά.
- Οι διαδραστικές «χειρονομίες» επιτρέπουν τη δημιουργία αντικειμένων.
- Πλήρης υποστήριξη χρωμάτων με τις πένες των διαδραστικών πινάκων SMART, του ειδικού σφουγγαριού και των διαδραστικών λειτουργιών με ειδικές «χειρονομίες» για διαπεραστικά μέσα.

Το λογισμικό Algodoo v2.1.0 είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://www.algodoo.com>.

3.3 Περιγραφή του λογισμικού - οθόνη-εργαλεία

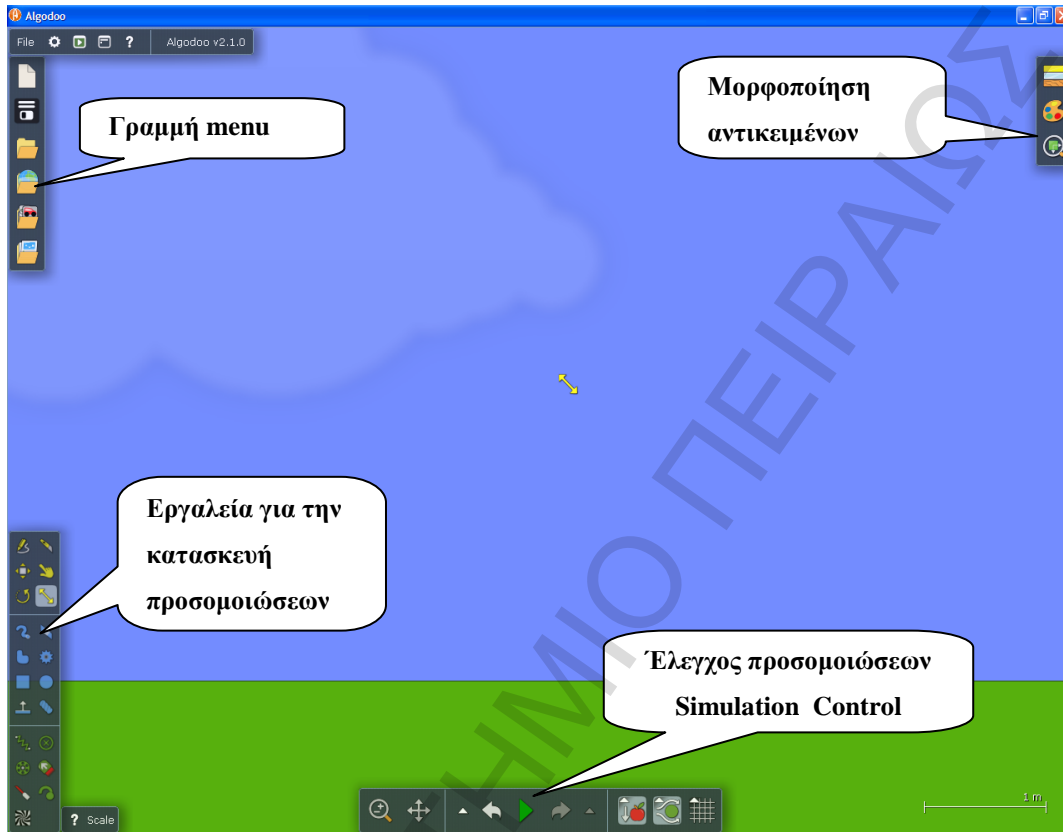
Το λογισμικό προσομοιώσεων Algodoo μας προσφέρει ένα μοναδικό δύο διαστάσεων (2D) περιβάλλον προσομοίωσης για τη δημιουργία διαδραστικών σκηνών με έναν διασκεδαστικό τρόπο. Η αρχική οθόνη του προγράμματος που βλέπει, δημιουργεί και πειραματίζεται ο χρήστης είναι η παρακάτω:



Οι γραμμές ελέγχου του λογισμικού είναι:

- η γραμμή του Menu,
- η γραμμή εργαλείων για την κατασκευή προσομοιώσεων,
- η γραμμή ελέγχου της προσομοίωσης
- η γραμμή μορφοποίησης αντικειμένων

Παρουσιάζονται δε στην παρακάτω εικόνα:



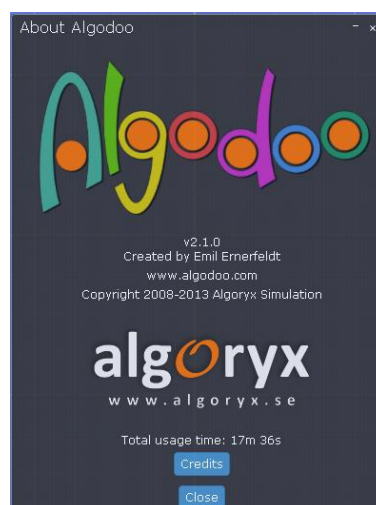
Πιο αναλυτικά για τις γραμμές ελέγχου του λογισμικού:

- **Γραμμή Menu**

Με τη γραμμή αυτή ελέγχουμε πολλές από τις λειτουργίες που μας προσφέρει το Algodoo όπως:

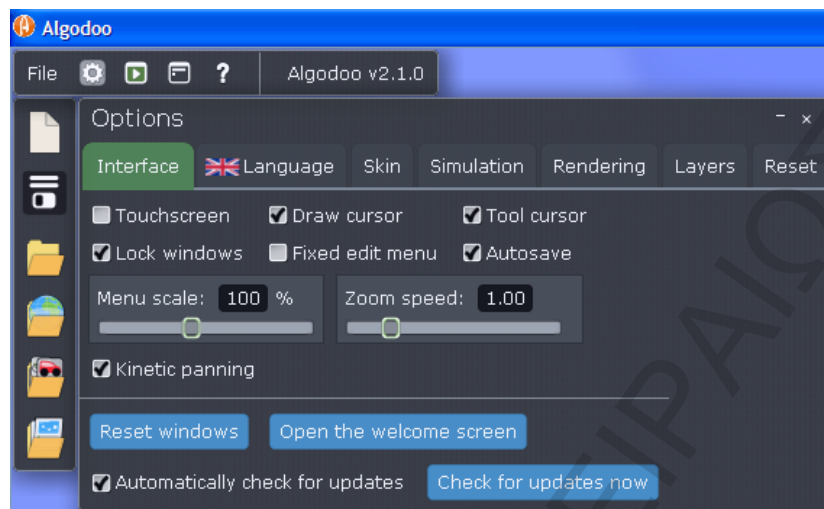


- Να δημιουργήσουμε μια νέα σκηνή (new scene).
- Να σώσουμε μια σκηνή (save scene).
- Να μεταφορτώσουμε μια σκηνή (load scene).
- Να διαγράψουμε όλα τα υγρά από την προσομοίωση (erase all water).
- Να πάρουμε πληροφορίες για την προσομοίωση (show sim-info)
- Να μεταβούμε σε πλήρη οθόνη (toggle fullscreen).
- Να πάρουμε πληροφορίες για τις δυνατότητες του λογισμικού με έτοιμα παραδείγματα (open lessons).
- Να δούμε γενικές πληροφορίες για το λογισμικό (about).

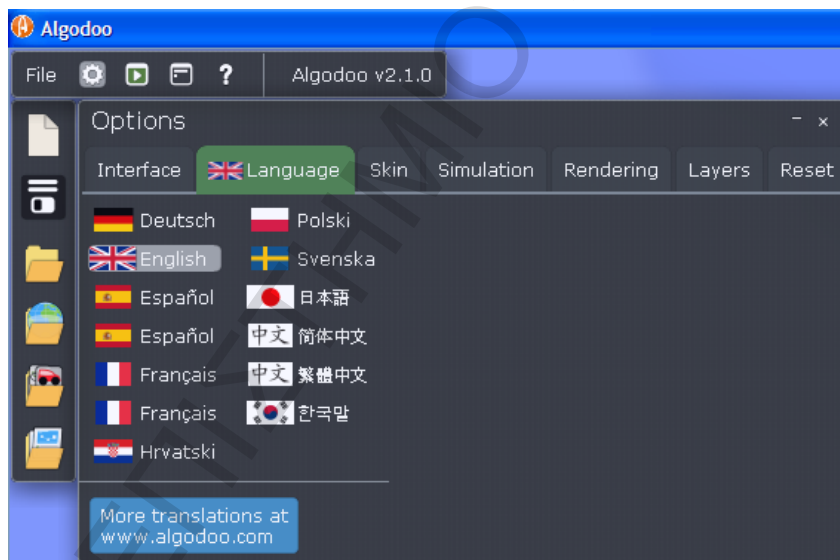


Επίσης έχουμε την δυνατότητα μέσω της λειτουργίας (options):

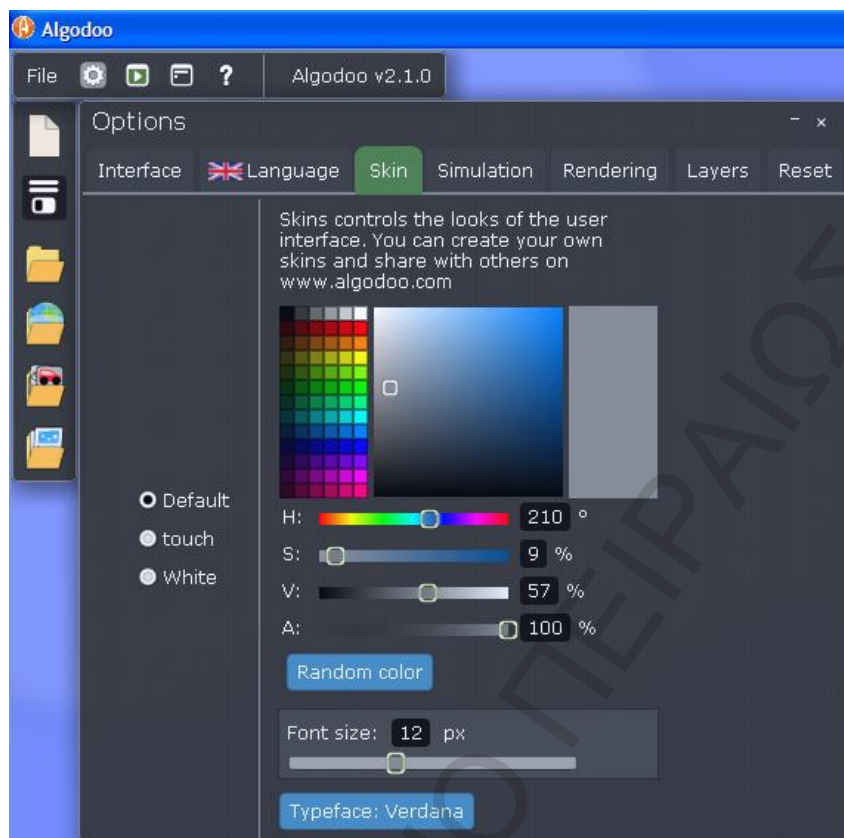
- Να επέμβουμε στην διεπαφή - αρχική οθόνη του λογισμικού και να επιλέξουμε παραμέτρους λειτουργίας του.



- Να επιλέξουμε γλώσσα (language) επικοινωνίας του λογισμικού.

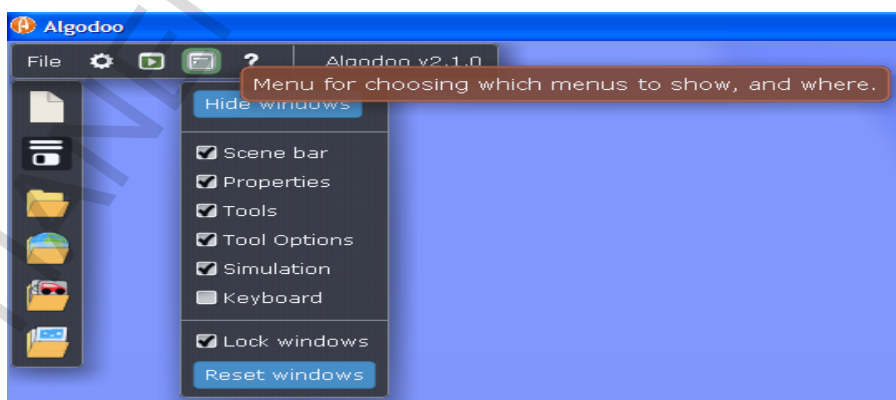


- Να επιλέξουμε εμφάνιση (skin) της διεπαφής – αρχικής οθόνης χρήστη του λογισμικού



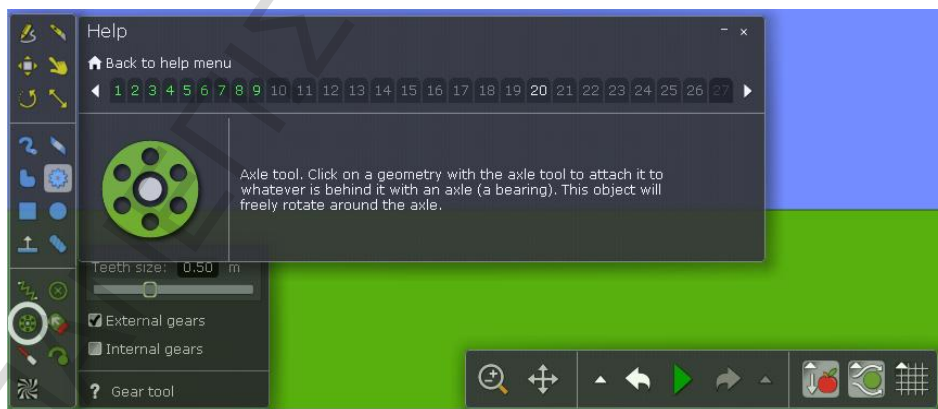
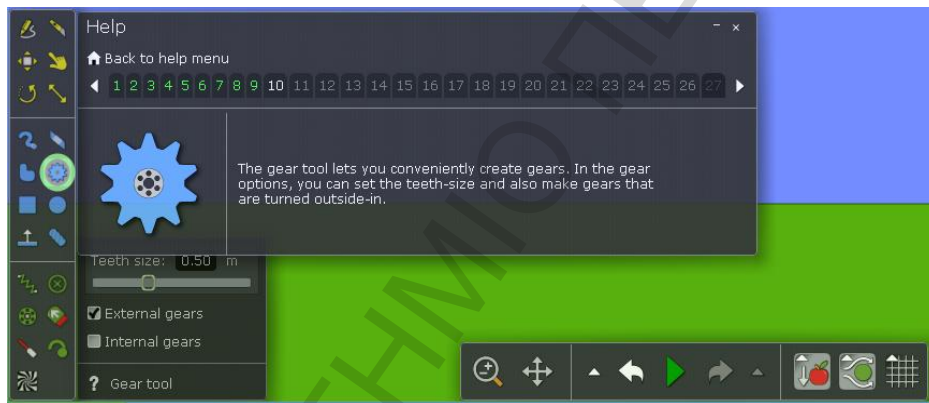
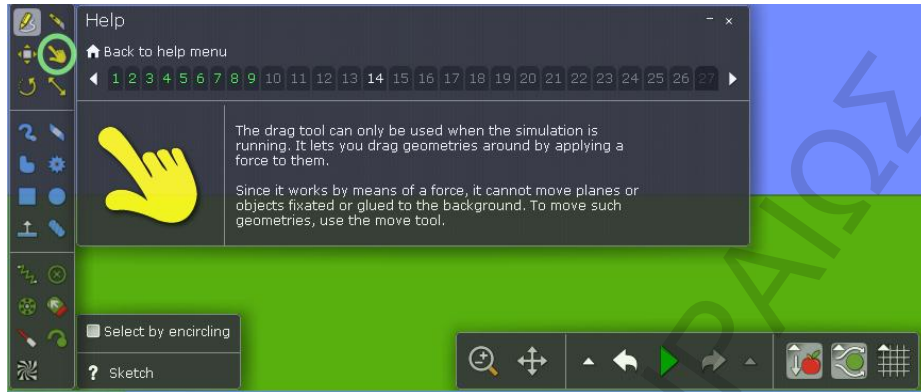
Επίσης μπορούμε:

- Να επιλέξουμε συχνότητα εναλλαγής προσομοιώσεων (simulation).
- Να επιλέξουμε το επίπεδο λεπτομέρειας των προσομοιώσεων (rendering).
- Να επιλέξουμε τα συνεργαζόμενα επίπεδα στην προσομοίωση (layers).



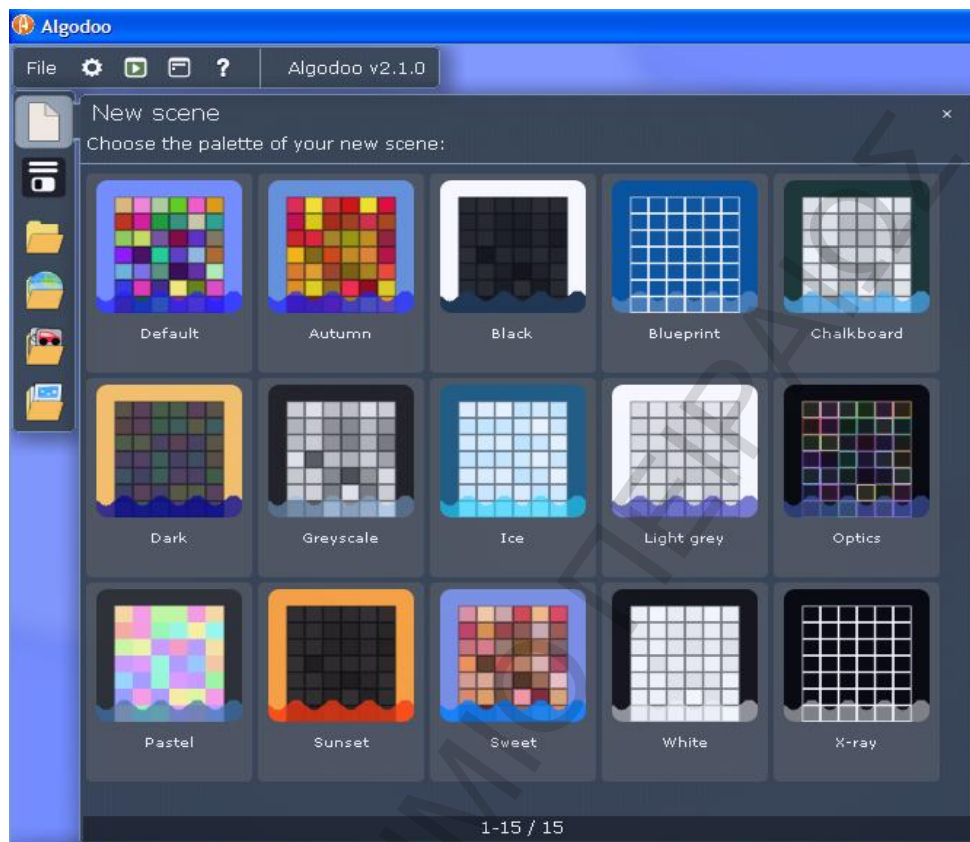
- Να επιλέξουμε πιο menu του λογισμικού θα χρησιμοποιούμε και σε ποια θέση.

- Την βοήθεια (help) με πληροφορίες για τα εργαλεία δημιουργίας προσομοιώσεων του λογισμικού.



Μπορούμε ακόμη :

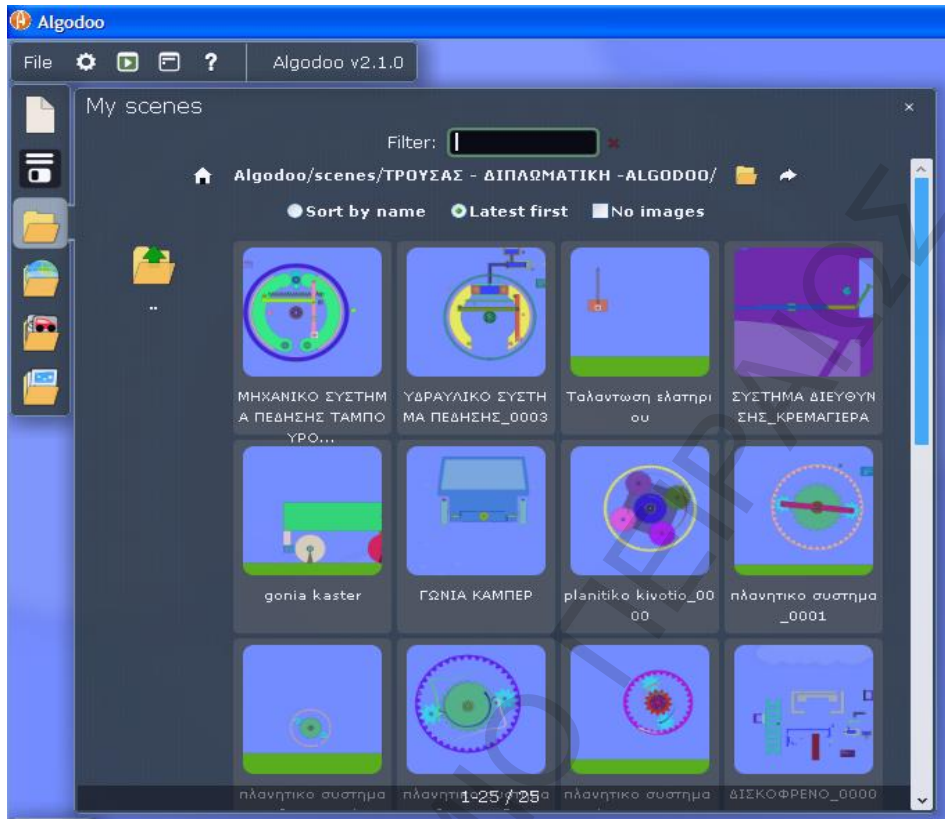
- Να επιλέξουμε τον καμβά πάνω στον οποίο θα δημιουργήσουμε την προσομοίωση.



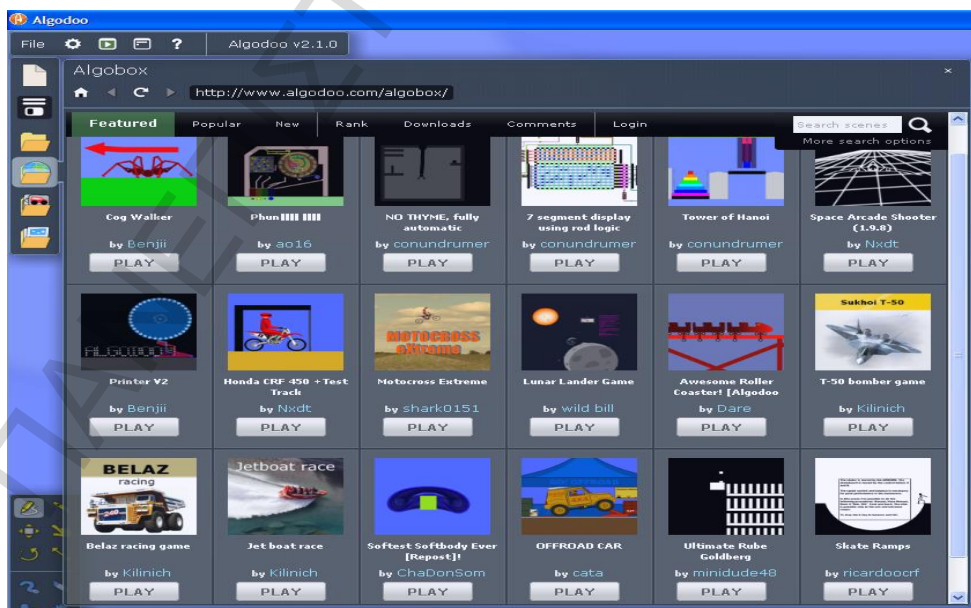
- Να αποθηκεύσουμε την προσομοίωσή μας δίνοντας της τίτλο, περιγραφή και συγγραφέα. Να την μοιραστούμε με άλλους χρήστες από την κοινότητα του Algodoo στο διαδίκτυο.



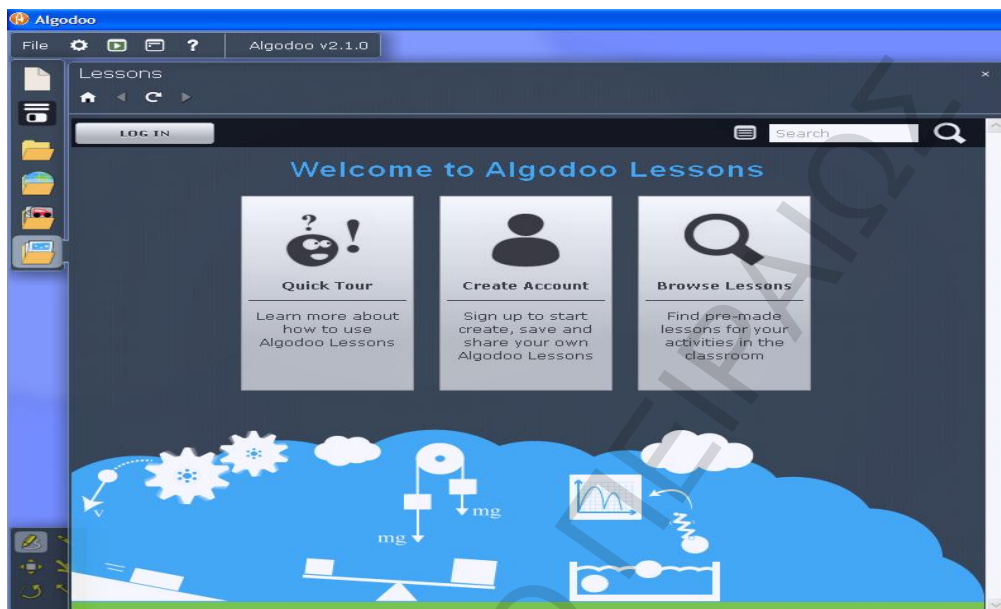
- Να δημιουργήσουμε την βιβλιοθήκη με τις προσομοιώσεις μας.



- Να πάρουμε ιδέες από έτοιμες προσομοιώσεις (κοινότητα Algodoo - Algobox) για την κατασκευή της δικής μας.



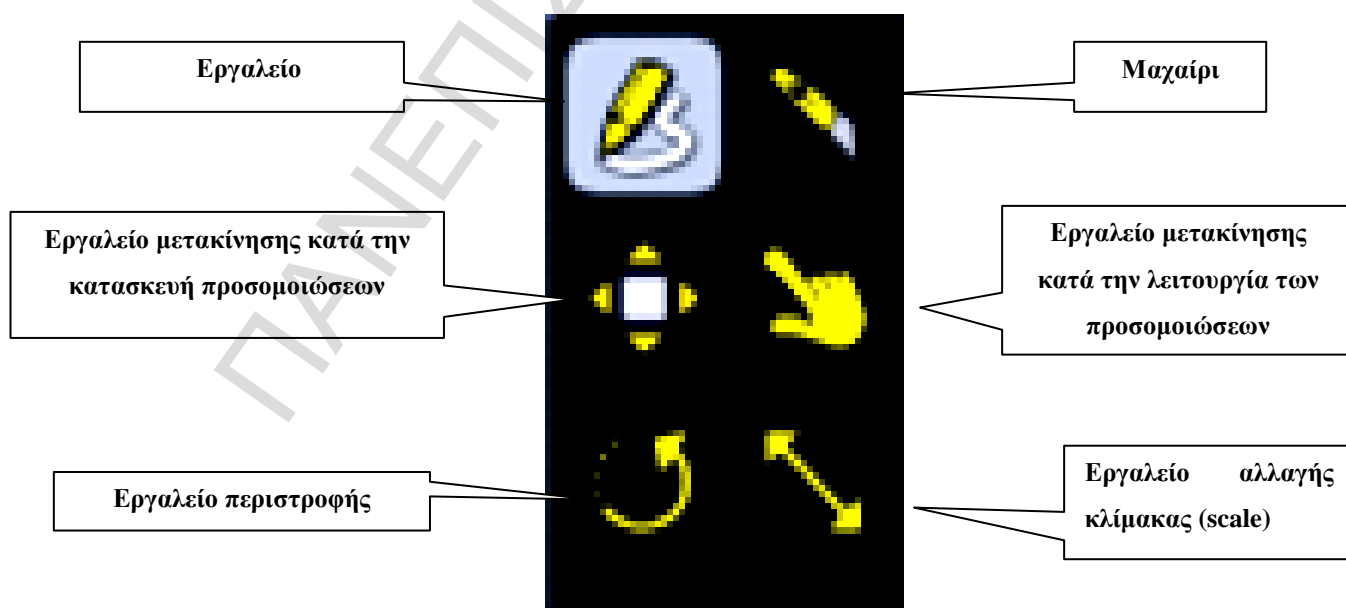
- Να επιλύσουμε τυχόν απορίες μας για την δημιουργία προσομοιώσεων (Algodoo Lessons)

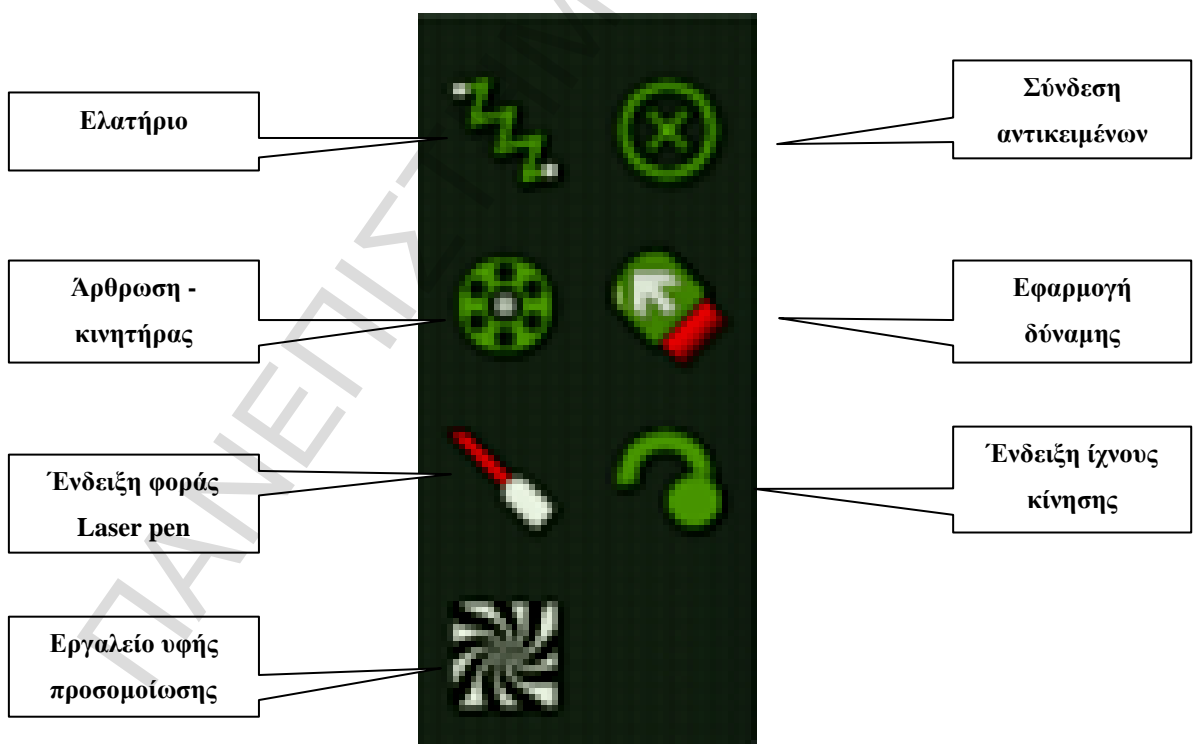
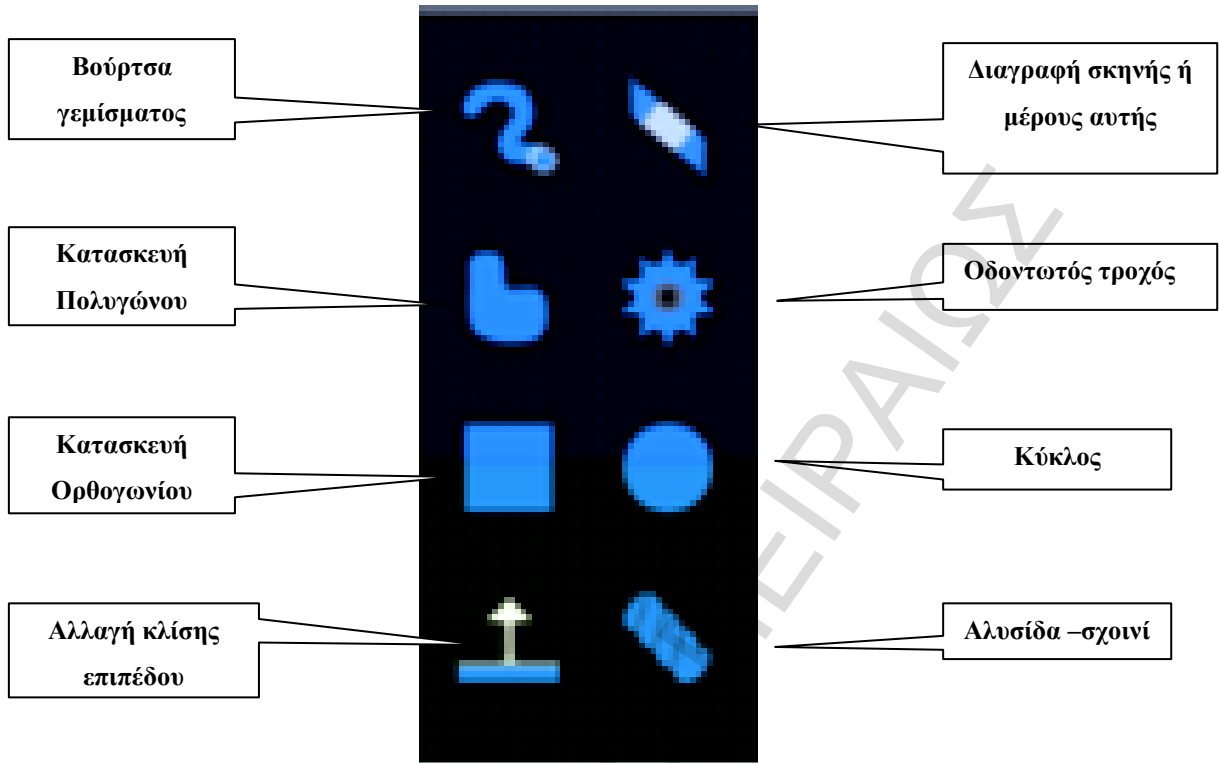


- **Γραμμή εργαλείων κατασκευής προσομοιώσεων**

Η γραμμή εργαλείων περιέχει όλα τα εργαλεία που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία των διαδραστικών σκηνών. Εκτενέστερη παρουσίαση με όλες τις λειτουργίες και τις δυνατότητες που μας παρέχουν τα εργαλεία αυτά, αναπτύσσεται στο παράρτημα.

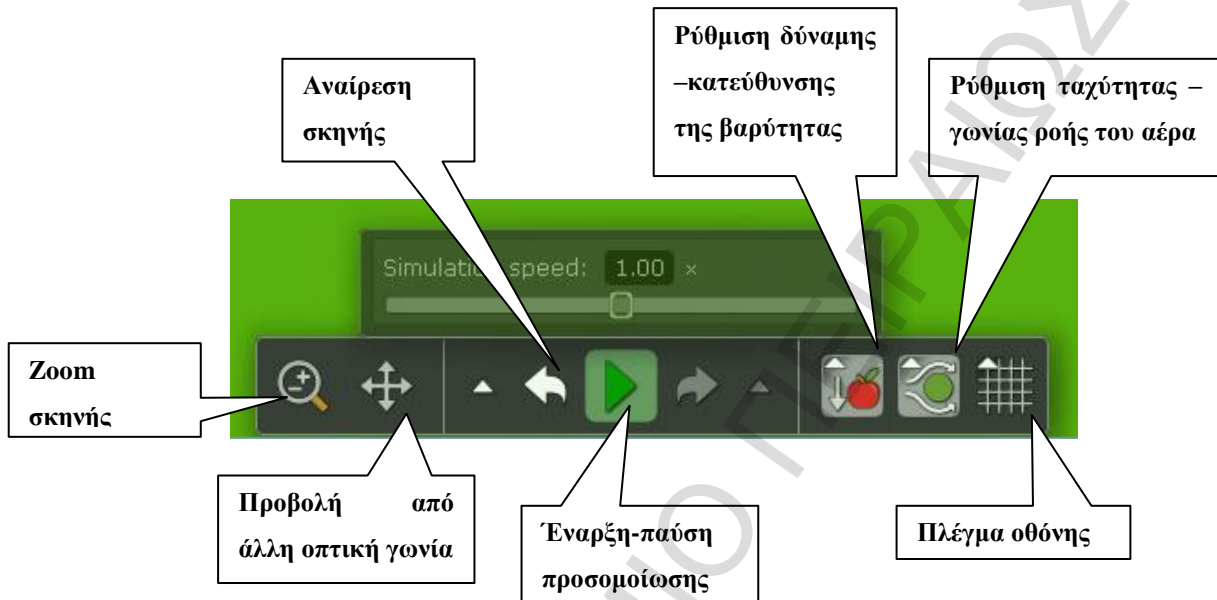
Στην παρακάτω εικόνα γίνεται παρουσίαση της γραμμής εργαλείων.





- **Γραμμή ελέγχου προσομοίωσης - Simulation control**

Η γραμμή ελέγχου της προσομοίωσης μας επιτρέπει να θέτουμε σε λειτουργία τις προσομοιώσεις που έχουμε δημιουργήσει, ώστε να ελέγξουμε την ορθότητά τους αλλά και για να πειραματιστούμε με αυτές.




- **Γραμμή μορφοποίησης αντικειμένων**

Η γραμμή των ρυθμίσεων μορφοποίησης αντικειμένων μας επιτρέπει να προβούμε σε επιλογές που αφορούν το υλικό, την εμφάνιση - χρώμα και τα ίχνη - απεικόνιση των δυνάμεων που εφαρμόζονται σε αυτά.



Πιο αναλυτικά περιγράφονται τα εργαλεία μορφοποίησης αντικειμένων:

- **Υλικό αντικειμένου**



Είδος υλικού

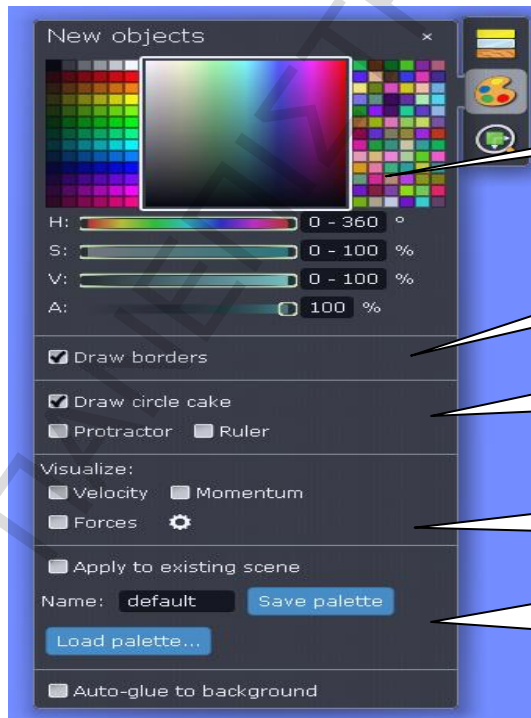
Ποκνότητα υλικού

Συντελεστής τριβής

Επαναφορά του αντικειμένου στην αρχική του

Κίνηση-Ελξη

- **Εμφάνιση – χρώμα αντικειμένου**



Παλέτα χρωμάτων

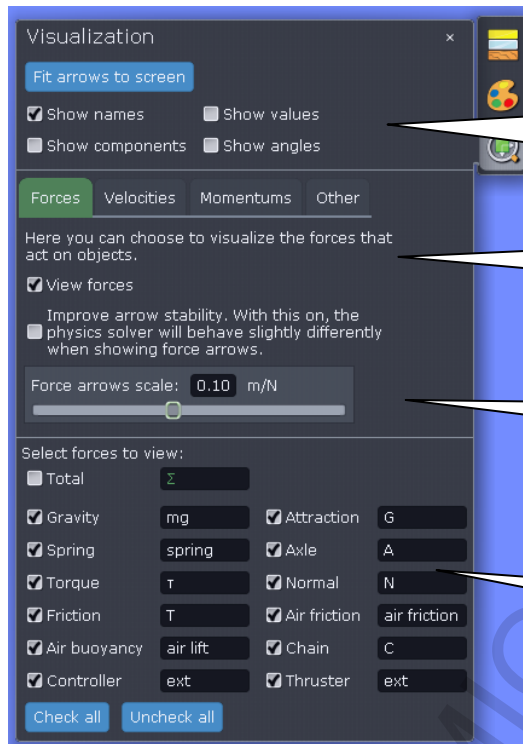
Περίγραμμα αντικειμένων

Σχεδίαση τεταρτημορίων κύκλου

Οπτικοποίηση ταχυτήτων - δυνάμεων

Αποθήκευση επιλογής χρωμάτων - αντικειμένων οθόνης

- Ίχνη δυνάμεων του αντικειμένου

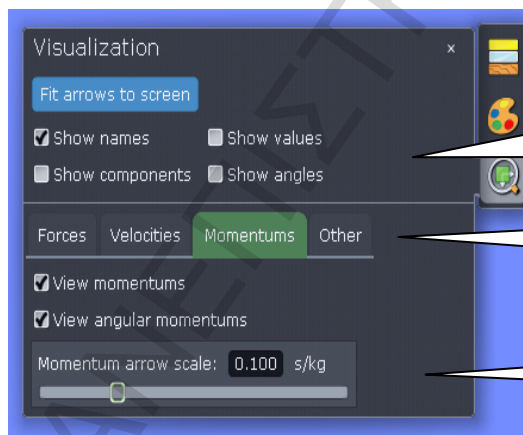


Εμφάνιση διαφόρων παραμέτρων δυνάμεων όπως: Ονόματα-τιμές-συνιστώσες-γωνίες

Εμφάνιση στοιχείων όπως: Δύναμης- Ταχύτητας-Ορμής-κ.λπ.

Μέγεθος / Κλίμακα Δυνάμεων

Επιλογή εμφάνισης διαφόρων ειδών δύναμης



Εμφάνιση διαφόρων παραμέτρων δυνάμεων όπως: Ονόματα-τιμές-συνιστώσες-γωνίες

Εμφάνιση στοιχείων όπως: Ορμής - Στροφορμής

Μέγεθος / Κλίμακα Ορμής - Στροφορμής

4 Κεφάλαιο 4ο. Εκπαιδευτικό Υλικό – Δραστηριότητες

4.1 Εκπαιδευτικά σενάρια

Εκπαιδευτικό σενάριο είναι η δομημένη, πλήρης και λεπτομερειακή περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθείται σε μια διδασκαλία που εστιάζει το ενδιαφέρον της σε συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, έχει καθορισμένους - ειδικούς και γενικότερους- εκπαιδευτικούς στόχους, εφαρμόζει διδακτικές και παιδαγωγικές αρχές, χρησιμοποιεί πρακτικές ανάμεσα στις οποίες περιλαμβάνεται πιθανόν και η χρήση των Τ.Π.Ε. Περιλαμβάνει έναν οδηγό οργάνωσης της διδασκαλίας, μέρος που αφορά στους διδάσκοντες, φύλλα εργασίας, μέρος που απευθύνεται στους μαθητές. Επειδή η σύλληψή του είναι ευρύτερη, συνήθως η διάρκειά του αφορά περισσότερες από μία διδακτικές ώρες. Βασικά χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού σεναρίου είναι:

- διαθέτει ταυτότητα
- χαρακτηρίζεται από σαφή και ευδιάκριτη δομή
- προσδιορίζει με σαφήνεια τους επιδιωκόμενους μαθησιακούς στόχους
- συνοδεύεται από αναλυτικά και εύστοχα διατυπωμένα φύλλα εργασίας
- προσδιορίζει τα μέσα και τη διαδικασία αξιολόγησης των μαθητών, αλλά και της εκπαιδευτικής διαδικασίας που ακολουθείται

Ένα εκπαιδευτικό σενάριο πρέπει, να αξιοποιεί με ισορροπία και οικονομία τα μέσα και τα εργαλεία μάθησης, να ενισχύει την κατευθυνόμενη ανακάλυψη και την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία, να προωθεί τις συνεργατικές δραστηριότητες και να επιμένει στο διερευνητικό χαρακτήρα της μάθησης και να διαθέτει ευελιξία και εναλλακτικές πρακτικές. Τα φύλλα εργασίας των εκπαιδευόμενων αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης, πρέπει να δίνουν πρωτοβουλία και ευχέρεια κινήσεων, ώστε οι μαθητές να ασκούν τη διερευνητική τους ικανότητα, να αναπτύσσουν το μηχανισμό κριτικής αποτίμησης της πληροφορίας, αποφεύγοντας να καθοδηγούν μηχανιστικά και ασφυκτικά τους μαθητές σε κάθε τους ενέργεια. Με τη βοήθεια αυτών των φύλλων εργασίας οι εκπαιδευόμενοι καθοδηγούνται και

υποστηρίζονται στη μαθησιακή διαδικασία. Το φύλλο εργασίας μπορεί να πάρει πολλές και διαφορετικές μορφές, ανάλογα με το περιεχόμενο του μαθήματος, τους στόχους που έχουν τεθεί, τα μέσα τα εργαλεία και τα υλικά και την διδακτική μέθοδο που θα ακολουθηθεί. Θα πρέπει λοιπόν να περιέχει, αν όχι όλα, τα περισσότερα στοιχεία τα οποία διαμορφώνουν και τη δομή του (Πιλιάτου & Σταυρίδου 2005):

- *Εισαγωγή-κατάσταση προβληματισμού*: η εισαγωγή των εκπαιδευόμενων στις νέες έννοιες και φαινόμενα πρέπει να γίνεται με παραστατικό και ενδιαφέρον τρόπο και για αυτό τον λόγο θα πρέπει να προηγηθεί ένας σύντομος διάλογος, μια προβληματική κατάσταση ώστε να προκληθεί το ενδιαφέρον τους.
- *Ανίχνευση των ιδεών και εμπειριών των παιδιών*: καλό είναι να υπάρχουν δραστηριότητες ώστε να δίνεται στους εκπαιδευόμενους η δυνατότητα να εκφράσουν ελεύθερα τις απόψεις τους για αυτά που πρόκειται να διδαχθούν, καθώς επίσης να διατυπώσουν προβλέψεις για προβλήματα ή καταστάσεις που θα μελετήσουν ή που αφορούν στην καθημερινή τους ζωή.
- *Ομαδικές-διερευνητικές δραστηριότητες*: είναι σημαντικό κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, οι εκπαιδευόμενοι να πραγματοποιούν δραστηριότητες που να τους κινητοποιούν νοητικά-γνωστικά. Ειδικότερα να συνεργάζονται στην ομάδα, να κάνουν παρατηρήσεις, ταξινομήσεις, να διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, να εργάζονται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με κατάλληλες προσομοιώσεις και να πραγματοποιούν εικονικά πειράματα, να καταγράφουν αποτελέσματα, να συζητούν και να διατυπώνουν συμπεράσματα.
- *Ζώνη διαλόγου*: αφού ολοκληρωθεί ο κύκλος των πειραμάτων και των δραστηριοτήτων ακολουθεί η ανακοίνωση των αποτελεσμάτων της κάθε ομάδας και συζήτηση στην τάξη για την εξαγωγή του επιθυμητού συμπεράσματος. Με τον τρόπο αυτό αναπτύσσεται μια ζώνη διαλόγου στη σχολική αίθουσα που ευνοεί την επικοινωνία μεταξύ των εκπαιδευομένων, τη διαπραγμάτευση του νοήματος και την οικοδόμηση της νέας γνώσης.

- *Μεταγνωστικού τύπου δραστηριότητες:* μέσα από κατάλληλες δραστηριότητες στο φύλλο εργασίας θα πρέπει να δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να παρακολουθούν την εξέλιξη των προσωπικών τους απόψεων και ιδεών συγκρίνοντας το τί έλεγαν στην αρχή για κάποιο φαινόμενο ή κάποια έννοια και τί διατύπωσαν στο τέλος της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Με αυτόν τον τρόπο επιτρέπεται στους εκπαιδευόμενους να αναπτύξουν μεταγνωστικού τύπου δεξιότητες.
- *Εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης σε καταστάσεις καθημερινής ζωής:* για τη σύνδεση της επιστημονικής γνώσης με την καθημερινή ζωή θα πρέπει να προτείνονται σε διάφορες φάσεις της διδασκαλίας δραστηριότητες σχετικές με καταστάσεις, προβλήματα ή ζητήματα που αφορούν στην καθημερινή ζωή με στόχο να αποκτήσουν οι εκπαιδευόμενοι γνώσεις χρήσιμες και λειτουργικές.

Η οργάνωση της τάξης είναι καθοριστικό στοιχείο σχεδιασμού σε ότι αφορά στη δραστηριότητα των μαθητών, αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα επιτυχίας στην υλοποίηση ενός εκπαιδευτικού σεναρίου μπορεί να πάρει τρεις βασικές μορφές: εργασία με το σύνολο της τάξης, ατομική εργασία, εργασία σε ομάδες. Η πιο πρόσφορη μορφή οργάνωσης είναι σε ομάδες 2-4 ατόμων. Μπορεί η ίδια εργασία να ανατεθεί σε όλες τις ομάδες ή να γίνει καταμερισμός του έργου σε διαφορετικές ομάδες, καταμερισμός αρμοδιοτήτων μπορεί επίσης να γίνει και στο εσωτερικό κάθε ομάδας και να προβλέπονται ειδικοί ρόλοι του συντονιστή, του γραμματέα του υπεύθυνου παρουσίασης της εργασίας.

Οι οδηγίες για τον εκπαιδευτή αποτελούν και αυτές χρήσιμο εργαλείο για την ορθή υλοποίηση ενός εκπαιδευτικού σεναρίου και την οργάνωση της τάξης. Περιλαμβάνουν όλα εκείνα τα στοιχεία που πρέπει να λάβει υπόψη του πρώτου ξεκινήσει την εκπαιδευτική διαδικασία, όπως το απαιτούμενο λογισμικό προσομοίωσης, οι προαπαιτούμενες γνώσεις, οι στόχοι και σύντομη περιγραφή του σεναρίου.

4.1.1 Εκπαιδευτικά σενάρια για την επαγγελματική εκπαίδευση

Τα εκπαιδευτικά σενάρια δημιουργήθηκαν με σκοπό να καλύψουν την διδακτέα ύλη ενός μαθήματος ειδικότητας του Τομέα Μηχανολογίας - Οχημάτων, των ΕΠΑ.Λ.

Για το σχεδιασμό τους ακολουθήθηκαν όλα τα προβλεπόμενα βήματα για τη δημιουργία ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου εκπαιδευτικού σεναρίου. Έτσι η δομή των εκπαιδευτικών σεναρίων είναι η ακόλουθη:

1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου.
2. Εκπαιδευτικό Πρόβλημα.
3. Στόχοι του Εκπαιδευτικού Σεναρίου.
4. Χαρακτηριστικά των Εκπαιδευόμενων.
5. Ανάγκες των Εκπαιδευομένων.
6. Εκπαιδευτική Προσέγγιση του Εκπαιδευτικού Σεναρίου.
7. Πορεία Διδασκαλίας – Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες.
8. Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης – Πόροι.
9. Ρόλοι Εκπαιδευομένων.
10. Εργαλεία – Υπηρεσίες.

Τα εκπαιδευτικά σενάρια δημιουργήθηκαν με σκοπό να λειτουργήσουν υποστηρικτικά στη διδασκαλία των μαθημάτων ειδικότητας και να συμβάλλουν στην άρση των προβλημάτων και των περιορισμών που εμφανίζονται κατά τη διδασκαλία τους.

Το μάθημα που επελέγει είναι «Συστήματα Αυτοκινήτου Ι» της Β΄ τάξης της ειδικότητας « *Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου* » των Επαγγελματικών Λυκείων.

Τα εκπαιδευτικά σενάρια που δημιουργήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, με τη σειρά που αναφέρονται παρακάτω είναι:

Ενότητα 2.3 Συστήματα μετάδοσης κίνησης (Συμπλέκτης Τριβής)

Ενότητα 2.4 Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων (Πλανητικό σύστημα)

Ενότητα 3.5 Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης

(Ακερμαν – Κάμπερ – Κάστερ – Σύγκλιση)

*Ενότητες 4.3 Ελικοειδή ελατήρια - 4.4 Αποσβεστήρες ταλαντώσεων
(Αμορτισέρ αερίου λαδιού μονής – διπλής ενέργειας)*

Ενότητα 6.0 Συστήματα Πέδησης

(Μηχανικά – Με υδραυλική υποβοήθηση – Με δίσκους)

Τα εκπαιδευτικά σενάρια δημιουργήθηκαν πιλοτικά με σκοπό την επέκτασή τους και στα υπόλοιπα μαθήματα ειδικότητας του τομέα, με την χρήση του ίδιου ή άλλου εκπαιδευτικού λογισμικού.

4.1.2 Τα φύλλα εργασίας των εκπαιδευόμενων

Για το σχεδιασμό τους ακολουθήθηκαν όλα τα απαιτούμενα βήματα που προβλέπονται για την δημιουργία ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου εκπαιδευτικού σεναρίου. Η δομή των φύλλων εργασιών των εκπαιδευόμενων είναι η ακόλουθη:

1. Περιγραφή.
2. Στόχοι.
3. Θεωρητικές επισημάνσεις.
4. Εκπαιδευτικές δραστηριότητες.
5. Περισσότερες πληροφορίες για τους εκπαιδευομένους
6. Δραστηριότητα για το εργαστήριο.

Τα φύλλα εργασιών περιέχονται στο παράρτημα της εργασίας.

4.1.3 Οδηγίες για τον εκπαιδευτή

Για το σχεδιασμό των οδηγιών ακολουθήθηκαν όλα τα απαιτούμενα βήματα που προβλέπονται για την δημιουργία ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου εκπαιδευτικού σεναρίου.

Η δομή των οδηγιών για τον εκπαιδευτή είναι η ακόλουθη:

1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου.
2. Λογισμικό που χρησιμοποιείται
3. Βασικές έννοιες και μεγέθη.
4. Προαπαιτούμενες Γνώσεις Εκπαιδευομένων.

5. Περιγραφή του Εκπαιδευτικού Σεναρίου.
6. Στόχοι του Εκπαιδευτικού Σεναρίου.
7. Μέθοδος –οργάνωση της τάξης.
8. Απαιτούμενοι Πόροι.

Οι οδηγίες για τον εκπαιδευτή περιέχονται στο παράρτημα της εργασίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

5 Κεφάλαιο 5ο. Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού

5.1 Εισαγωγή

Αξιολόγηση είναι ένα εργαλείο, μέσα από αυτό μας δίνεται η δυνατότητα προσδιορισμού του βαθμού υλοποίησης των στόχων για τους οποίους κατασκευάστηκε ένα προϊόν ή μέρος αυτού. Ορίζεται δε, σαν την συστηματική συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία πληροφοριών για οποιαδήποτε πλευρά ενός προϊόντος, με στόχο τη διαπίστωση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητάς του ή την εκτίμηση οποιονδήποτε άλλων παραμέτρων που σχετίζονται με την εφαρμογή του (Παναγιωτακόπουλος , Χ., Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας, Π.,2003).

Ξεκινά από την αρχική φάση της δημιουργίας ενός εκπαιδευτικού λογισμικού, σχετίζεται δε, άμεσα με την σχεδίασή του. Επιτρέπει σε τρίτους να εκτιμήσουν την αποτελεσματικότητά του, το σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε και τη χρησιμότητά του στην εκπαιδευτική διαδικασία. Πολύ συχνά συνεχίζεται και μετά την παραγωγή και διάθεσή του, προκειμένου να προσαρμοστεί στα συνεχώς μεταβαλλόμενα εκπαιδευτικά δεδομένα (Καρούλης Α.,2001).

5.2 Στόχοι της αξιολόγησης

Γενικοί στόχοι της αξιολόγησης είναι να εξεταστεί ο διδακτικός και παιδαγωγικός σχεδιασμός σε ένα ευρύ φάσμα μαθησιακού υλικού που διαθέτει το εκπαιδευτικό λογισμικό και να βρεθούν τα άριστα στοιχεία στο σχεδιασμό των προϊόντων σε οποιαδήποτε μορφή κι αν διατίθενται (Chinien & Hlynka, 1993).

Ειδικοί στόχοι (Nielsen, 1997) της αξιολόγησης είναι να διερευνηθεί η δυνατότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού για την ανταπόκρισή του ως προς τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. την εξασφάλιση των διδακτικών και παιδαγωγικών στόχων τους οποίους έχει θέσει ως στόχους να ικανοποιήσει,

2. την τεχνική του αρτιότητα ως λογισμικό πολυμέσων,
3. το ύφος του διαλογικού περιβάλλοντος επικοινωνίας, που διαθέτει, σε σχέση με τις απαιτήσεις της ομάδας στόχου που απευθύνεται,
4. τη μεθοδολογία ένταξης στο σχολικό περιβάλλον, που προβλέπει για την εξασφάλιση της παραγωγής και μεταφοράς της γνώσης,
5. την αποδοχή που έχει ως μαθησιακό εργαλείο από τους φυσικούς φορείς της γνώσης, τους εκπαιδευτικούς και τους αποδέκτες της, τους μαθητές,
6. τη διευκόλυνση που παρέχει, ώστε με ευέλικτο τρόπο να αποκαλύπτει τα νεωτεριστικά χαρακτηριστικά του στους εκπαιδευτικούς και μαθητές.

Τύποι αξιολόγησης

Μια από τις πιο κλασσικές ταξινομήσεις της εκπαιδευτικής αξιολόγησης είναι αυτή που πρότεινε ο M. Scriven (1991) και αφορά τη διάκριση μεταξύ διαμορφωτικής (formative) και συμπερασματικής (summative) αξιολόγησης.

Η διαμορφωτική διαφοροποιείται από την αθροιστική τόσο σχετικά με το χρόνο που εφαρμόζονται όσο και το στόχο που επιτελούν «Όταν δοκιμάζει τη σούπα ο μάγειρας πρόκειται για διαμορφωτική αξιολόγηση. Όταν δοκιμάζει ο πελάτης πρόκειται για αθροιστική αξιολόγηση» (Harvey, 1998)

Διαμορφωτική ορίζεται η αξιολόγηση που διενεργείται εκ των προτέρων (ex ante) ή κατά τη διάρκεια (ongoing) ενός εκπαιδευτικού φαινομένου (π.χ. καθώς σχεδιάζεται ή εκτελείται ένα πρόγραμμα επιμόρφωσης ενηλίκων), με βασικό κριτήριο το εάν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης μπορεί αντικειμενικά να οδηγήσουν σε αποφάσεις και δράση που θα τροποποιήσει (διαμορφώσει) το φαινόμενο αυτό.

Σύμφωνα με τον Calder, σκοπός της διαμορφωτικής αξιολόγησης είναι η πραγματοποίηση αλλαγών και η εν γένει βελτίωση του προϊόντος στη φάση της εξέλιξής του ώστε κάθε τμήμα που περιέχει να συμφωνεί με τις προδιαγραφές του, καθώς επίσης η αναγνώριση των ελαττωμάτων ή ελλείψεων που θα εμποδίσουν τους εκπαιδευόμενους να αποκτήσουν τα επιθυμητά μαθησιακά

αποτελέσματα ή εμπειρίες και όχι να μετρηθεί η μαθησιακή αποτελεσματικότητα μιας ψηφίδας.

Οι αλλαγές πραγματοποιούνται με βάση τις απαιτήσεις του χρήστη και επικεντρώνονται στα εξής σημεία:

- Στην επαρκή κατανόηση των εννοιών που διδάσκονται
- Στην ικανοποίηση των χρηστών από την επαφή τους με το λογισμικό
- Στη βοήθεια που παρέχει το υποστηρικτικό υλικό στη διαδικασία της μάθησης
- Η διαμορφωτική αξιολόγηση εφαρμόζεται έχοντας σαν στόχους:
- Την αξιολόγηση της διαδικασίας υλοποίησης ενός ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού υλικού,
- Τον καθορισμό των αναγκών των χρηστών ώστε το ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό υλικό να ανταποκρίνεται σε αυτές.
- Την αντιστοιχία προδιαγραφών που έχουν τεθεί και βαθμού υλοποίησής τους.
- Το περιεχόμενο του προγράμματος σε σχέση με τα αναμενόμενα αποτελέσματα (Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας, Π., 2003).

Συμπερασματική είναι η εκ των υστέρων (ex post) αξιολόγηση που διεξάγεται μετά την ολοκλήρωση του φαινομένου (μετά το πέρας ενός προγράμματος επιμόρφωσης). Η συμπερασματική αξιολόγηση πολλές φορές παίρνει τη μορφή μιας συγκριτικής αξιολόγησης, δεδομένου ότι έτσι τόσο οι αξιολογητές όσο και οι ενδιαφερόμενες ομάδες μπορούν να ορίσουν με πιο συγκεκριμένο και λειτουργικό τρόπο τα αποτελέσματα του αξιολογούμενου φαινομένου. Έτσι ορίζονται *κριτήρια αξιολόγησης* (ή χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού φαινομένου) βάσει των οποίων γίνεται η αξιολόγηση αυτή.

Οι άξονες πάνω στους οποίους πραγματοποιείται η συμπερασματική αξιολόγηση είναι:

- Αξιολόγηση αποτελέσματος, όπου εξακριβώνεται η ικανοποίηση ή όχι των επιδιωκόμενων στόχων.

- Αξιολόγηση επίδρασης, όπου εξετάζεται η επίδραση του εκπαιδευτικού λογισμικού καθώς και αποτελέσματα που δεν είχαν προβλεφθεί.
- Δευτερεύουσα αξιολόγηση, όπου αξιολογούνται νέες ερευνητικές ερωτήσεις που προέκυψαν από τα αποτελέσματα της τελικής αξιολόγησης.
- Αξιολόγηση μετα-ανάλυσης, όπου εκτιμά τα αποτελέσματα από όλες τις αξιολογήσεις συνολικά και προσπαθεί να δώσει απαντήσεις στα ερωτήματα της αξιολόγησης βλέποντάς τα γενικά και από νέες οπτικές γωνίες.

(Μαρκέα, Χ. & Πιντέλας, Π. 2000 και Παναγιωτακόπουλος, Χ. & Πιντέλας, Π.,2001).

Μορφές Αξιολόγησης

Από άποψη μορφής των δεδομένων που συλλέγονται η αξιολόγηση διακρίνεται σε ποσοτική (quantitative) και ποιοτική (qualitative)

Ποσοτική (quantitative) αξιολόγηση. Μεθοδολογία που καταγράφει τιμές ποσοτικών μεγεθών που αποτελούν δείκτες αξιολόγησης. Εστιάζει στα μεγέθη που μπορούν να ποσοτικοποιηθούν και να μετρηθούν, πχ. οι βαθμοί σε ένα τεστ που δείχνουν τι έμαθαν οι εκπαιδευόμενοι ένα βαθμονομημένο ερωτηματολόγιο όπου οι χρήστες εκφράζουν το βαθμό ικανοποίησής τους σε μια κλίμακα από 1 έως 5

Ποιοτική (qualitative) αξιολόγηση. Μεθοδολογία που εστιάζει στις ποιότητες που χαρακτηρίζουν και/ή αναδεικνύονται μέσα από την εμπειρία μάθησης που προσφέρει το νέο περιβάλλον. Τα δεδομένα που συλλέγονται είναι σε μεγάλο βαθμό σχόλια & δηλώσεις των συμμετεχόντων.

Η σύγχρονη προσέγγιση στην αξιολόγηση

Σημαντικά χαρακτηριστικά μιας αξιολόγησης θεωρούνται σήμερα τα εξής:

- Αξιολόγηση σε αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης
- Καταγραφή μεγάλου εύρους δεδομένων από ποικίλες πηγές
- Αξιολόγηση σε ολοκληρωμένα περιβάλλοντα μάθησης
- Εστίαση σε χαρακτηριστικά ατομικά και αλλά και του ευρύτερου πλαισίου εκπαίδευσης

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός εκπαιδευτικού λογισμικού, τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην αξιολόγηση είναι τα εξής:

(Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας, Π. 2003):

- **Η καταλληλότητα (applicability).** Το προϊόν του εκπαιδευτικού λογισμικού θα πρέπει να εξετάζεται αν είναι κατάλληλο για την ομάδα στην οποία απευθύνεται και εάν εκπληρώνει τους μαθησιακούς στόχους για τους οποίους είναι σχεδιασμένο.
- **Η προσαρμοστικότητα (adaptability).** Το προϊόν εκπαιδευτικού λογισμικού είναι σχεδιασμένο με βάση τη συγκεκριμένη ομάδα στην οποία απευθύνεται, αλλά είναι επιθυμητό να διαθέτει δυνατότητα προσαρμογής σε διαφορετικές καταστάσεις, τύπους μάθησης και ομάδες χρηστών.
- **Η αποδοτικότητα-αποτελεσματικότητα (effectiveness).** Εξετάζεται κατά πόσο ένα προϊόν εκπαιδευτικού λογισμικού αποδίδει στη μαθησιακή διαδικασία. θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να αξιολογούνται.
- **Ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός (instructional design).** Το κριτήριο αυτό αφορά στη μεθοδολογία και τις διδακτικές τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται στη σχεδίαση ενός συγκεκριμένου προϊόντος εκπαιδευτικού λογισμικού.
- **Ο έλεγχος στο μαθητή (learner control).** Η ροή των πληροφοριών κατά τη διάρκεια χρήσης του εκπαιδευτικού λογισμικού θα πρέπει να είναι ελεγχόμενη και να υπάρχει ρυθμιζόμενος ρυθμός ροής.

- **Η πρόσβαση του χρήστη (learner access).** Η φιλικότητα της διεπιφάνειας του χρήστη την οποία χρησιμοποιεί το εκπαιδευτικό λογισμικό είναι βασικός παράγοντας στην προσπάθεια προσέγγισής του. Μια καλά σχεδιασμένη διεπιφάνεια χρήστη δημιουργεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την καλύτερη εξέλιξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας μιας και γίνεται ευκολότερη και ελκυστικότερη η συμμετοχή του χρήστη.
- **Η εμφάνιση και η αισθητική (appearance and aesthetics).** Κύριο στοιχείο ελκυστικότητας ενός εκπαιδευτικού λογισμικού είναι η εικόνα, κινούμενη ή όχι και ο ήχος. Ορισμένες τεχνικές πολυμέσων και υπερμέσων, τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιεί, καθιστούν το εκπαιδευτικό λογισμικό λειτουργικότερο αλλά και αισθητικά αναβαθμισμένο.
- **Η ευκολία στη χρήση (ease of use).** Οι ευκολίες τις οποίες παρέχει ένα εκπαιδευτικό λογισμικό στη χρήση και η ευελιξία της διεπιφάνειας χρήστη που μπορεί να έχει αποτελούν ένα επιπλέον σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης ενός προϊόντος. Στοιχεία όπως η παροχή βοήθειας στο χρήστη σχετικά με διάφορες λειτουργίες του λογισμικού ή η ευκολία πραγματοποίησης διάφορων ενεργειών, καθώς επίσης και η γρήγορη έξοδος από ανεπιθύμητες καταστάσεις είναι σημαντικά εφόδια ενός λογισμικού.
- **Η παρουσίαση (presentation).** Η παρουσίαση της πληροφορίας πρέπει να γίνεται με τρόπο κατάλληλο, ανάλογα με την ηλικία του χρήστη του λογισμικού.
- **Αποτίμηση και ανατροφοδότηση (assessment-feedback).** Τα εξελιγμένα εκπαιδευτικά λογισμικά διαθέτουν ανεπτυγμένη την ικανότητα ανταπόκρισης και ανατροφοδότησης στις αντιδράσεις του χρήστη. Το γεγονός αυτό προάγει τη μαθησιακή διαδικασία καθώς πολλές φορές δίνεται η αίσθηση στο χρήστη ότι έχει απέναντί του ένα πραγματικό εκπαιδευτή.
- **Ο χειρισμός (management).** Ο χειρισμός έχει να κάνει με την ευκολία διαχείρισης των δυνατοτήτων που παρέχει ένα προϊόν εκπαιδευτικού λογισμικού. Η ασφάλεια των δεδομένων, η ευκολία εγκατάστασής του και η διαφύλαξη των εργασιών του κάθε χρήστη είναι ορισμένα από τα ζητήματα

χειρισμού ενός εκπαιδευτικού λογισμικού τα οποία λαμβάνονται υπόψη για την αξιολόγηση.

- **Η τεκμηρίωση και πρόσθετο υλικό (documentation and supplementary material).** Για την καλύτερη κατανόηση των δυνατοτήτων ενός εκπαιδευτικού λογισμικού, θα πρέπει αυτό να συνοδεύεται από κατάλληλο υλικό τεκμηρίωσης το οποίο θα ενημερώνει αναλυτικά το χρήστη-εκπαιδευόμενο για το σύνολο των μαθησιακών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνει. Ακόμα, το υλικό τεκμηρίωσης θα αναφέρει και όλους τους μαθησιακούς στόχους τους οποίους είναι σχεδιασμένο να εκπληρώνει διευκολύνοντας με τον τρόπο αυτό τον εκπαιδευτή που κάνει χρήση του λογισμικού αυτού.
- **Το κίνητρο χρήσης (motivation).** Για να επιτευχθεί η συνεχόμενη χρήση ενός συγκεκριμένου προϊόντος εκπαιδευτικού λογισμικού, θα πρέπει αυτό να παρέχει κίνητρα χρήσης και να μην μειώνεται το ενδιαφέρον του χρήστη με την πάροδο του χρόνου. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να διαθέτει μεγάλη ποικιλία ασκήσεων και να προσφέρει διαρκώς νέα στοιχεία ακόμα και με τη μέθοδο των συνεχών ενημερώσεων του (updates) από το διαδίκτυο.

5.2.1 Μέσα συλλογής δεδομένων για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού

Τα κυριότερα μέσα για τη συλλογή των δεδομένων για την πραγματοποίηση της αξιολόγησης ενός εκπαιδευτικού λογισμικού είναι τα εξής:

- **Το ερωτηματολόγιο (questionnaire).** Έντυπο με σειρά από επιλεγμένες ερωτήσεις (ανοικτού και κλειστού τύπου) σχετικά με τα χαρακτηριστικά του Ε.Λ.
- **Η συνέντευξη (interview).** Προσωπική επικοινωνία μεταξύ ερευνητή-αξιολογητή και ερωτώμενου-χρήστη όπου οι ερωτήσεις υποβάλλονται προφορικά Δομημένες, ημι-δομημένες, ανοικτές συνεντεύξεις

- **Η παρατήρηση** (observation). Τεχνική συλλογής δεδομένων από τον ίδιο τον ερευνητή-αξιολογητή μέσω της προσωπικής παρουσίας στον χώρο εγκατάστασης και χρήσης του Ε.Λ. Δομημένη, ημι-δομημένη, ελεύθερη παρατήρηση
- **Η αυτοματοποιημένη μέτρηση** (automated measure). Μια καλά σταθμισμένη και χαρακτηρισμένη αυτόματη συστοιχία που χορηγείται ομοιογενώς μπορεί να μας δίνει πιο αξιόπιστα και έγκυρα αποτελέσματα από άτομα μέτριας ή παρωχημένης κατάρτισης, με ανεπαρκές ενδιαφέρον και κίνητρο.
- **Το ψυχομετρικό τεστ** (psychometric test). Προκειμένου να εξεταστεί το επίπεδο γνώσεων του εκπαιδευόμενου και να αναδειχτούν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας του. Για παράδειγμα, μπορεί να προκύψει για κάποιον εκπαιδευόμενο πως προτιμά την ατομική εργασία και δεν μπορεί να λειτουργήσει μέσα σε ομάδα. Για αυτό και δεν υπάρχουν σωστές και λάθος απαντήσεις. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι ψυχομετρικών τεστ: ερωτηματολόγια προσωπικότητας, αξιών, ενδιαφερόντων και τεστ ικανοτήτων, γνώσεων, δεξιοτήτων και ευφυΐας.
- **Η κριτική** (review). Εμπεριστατωμένη έκθεση βασισμένη στις γνώσεις και την κρίση του αξιολογητή. Εμπεριέχει το υποκειμενικό στοιχείο και κατά πολλούς δεν είναι αξιόπιστη
- **Η λίστα αξιολόγησης** (checklist). Τυποποιημένη φόρμα πάνω στην οποία είναι καταγεγραμμένο ένα σύνολο ερωτήσεων επικεντρωμένων στις απαιτήσεις της αξιολόγησης
- **Η μελέτη πεδίου** (field study). Πειραματική τεχνική που απαιτεί χρήση του λογισμικού με την ομάδα-στόχο σε πραγματικό περιβάλλον. Καθορίζονται δραστηριότητες με το Ε.Λ. και ομάδα-στόχος μικρού πλήθους εμπλέκεται στις δραστηριότητες αυτές. Οι ερευνητές-αξιολογητές παρακολουθούν την ομάδα-στόχο & καταγράφουν συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα του λογισμικού.

5.3 Η πορεία της αξιολόγησης

Η πορεία αξιολόγησης ενός εκπαιδευτικού λογισμικού είναι η ακόλουθη:



Εικόνα 2. Πορεία Αξιολόγησης Εκπαιδευτικού Λογισμικού

5.4 Κριτήρια αξιολόγησης

Για να διαπιστωθεί η λειτουργικότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού, η ελκυστικότητα, η ευχρηστία, η αποτελεσματική συμβολή στην κατανόηση από

τους εκπαιδευόμενους των θεμάτων που πραγματεύεται και ο βαθμός διευκόλυνσης των επιμορφωτών στο εκπαιδευτικό τους έργο θα πραγματοποιηθεί έρευνα διαμορφωτικής αξιολόγησης (formative evaluation).

Για την ανάπτυξη των Κριτηρίων Αξιολόγησης στην παρούσα εργασία δημιουργήθηκαν οι παρακάτω θεματικές περιοχές:

- **Αξιολόγηση του Εκπαιδευτικού υλικού (Περιεχόμενο – Στόχοι 35%)**
- **Αξιολόγηση της διδακτικής - παιδαγωγικής προσέγγισης (Διδακτική – Παιδαγωγική καταλληλότητα 20%)**
- **Ένταξη του λογισμικού προσομοίωσης στη δόμηση του εκπαιδευτικού περιεχομένου (Αλληλεπίδραση με τον χρήστη 10%)**
- **Αισθητική, μορφολογικά χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού λογισμικού (Αισθητική 10%)**
- **Αξιολόγηση των δυνατοτήτων του εκπαιδευτικού λογισμικού (Τεχνική αρτιότητα 10%)**
- **Λειτουργικότητα - ευχρηστία - οδηγίες χρήσης του εκπαιδευτικού λογισμικού (Οδηγός χρήσης λογισμικού 5%)**
- **Η συνολική παιδαγωγική-διδακτική αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού (Δομή – οργάνωση 10%)**

5.5 Συμμετέχοντες στη μελέτη αξιολόγησης

Στην διαδικασία της αξιολόγησης θα συμμετέχουν , Σχολικοί σύμβουλοι και εκπαιδευτικοί του Μηχανολογικού τομέα – Οχημάτων των ΕΠΑΛ.

Αυτοί θα μελετήσουν το ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό υλικό, πρώτα ως εκπαιδευόμενοι και στη συνέχεια θα συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης. Επίσης οι παραπάνω εκπαιδευτικοί θα μελετήσουν, το λογισμικό προσομοίωσης ALGODOO και το εκπαιδευτικό υλικό που απευθύνεται στους εκπαιδευτικούς (σενάρια μαθήματος), θα το αξιολογήσουν, συμβάλλοντας έτσι στην τελική διαμόρφωσή του. Στόχος είναι η αξιολόγηση του υλικού και η χρήση των αποτελεσμάτων της έρευνας στη βελτίωση και διαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού στις ανάγκες των εκπαιδευόμενων και των εκπαιδευτικών.

Η αξιολόγηση θα γίνει σε τρεις φάσεις:

- **Αξιολόγηση ερώτησης (Βαρύτητα κάθε απάντησης)**

Συμφωνώ	100%
Συμφωνώ Εν Μέρει	80%
Διαφωνώ Εν Μέρει	60%
Διαφωνώ	40%
Δεν Έχω Άποψη	20%

- **Αξιολόγηση θεματικής ενότητας (Βαρύτητα κάθε ενότητας)**

Ενότητα 1	35%
Ενότητα 2	20%
Ενότητα 3	10%
Ενότητα 4	10%
Ενότητα 5	10%
Ενότητα 6	5%
Ενότητα 7	10%

- **Αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού – λογισμικού προσομοίωσης:**

Αφού συμπληρωθεί το ερωτηματολόγιο από τους εκπαιδευτικούς , θα αξιολογηθεί κάθε απάντηση χωριστά, με βάση την βαρύτητά της.

Ο μέσος όρος των απαντήσεων της ενότητας θα αξιολογήσει την ενότητα και το άθροισμα των ενότητων θα μας αξιολογήσει, σε τι ποσοστό το εκπαιδευτικό υλικό καλύπτει τους στόχους για τους οποίους δημιουργήθηκε.

5.6 Ευρήματα αξιολόγησης

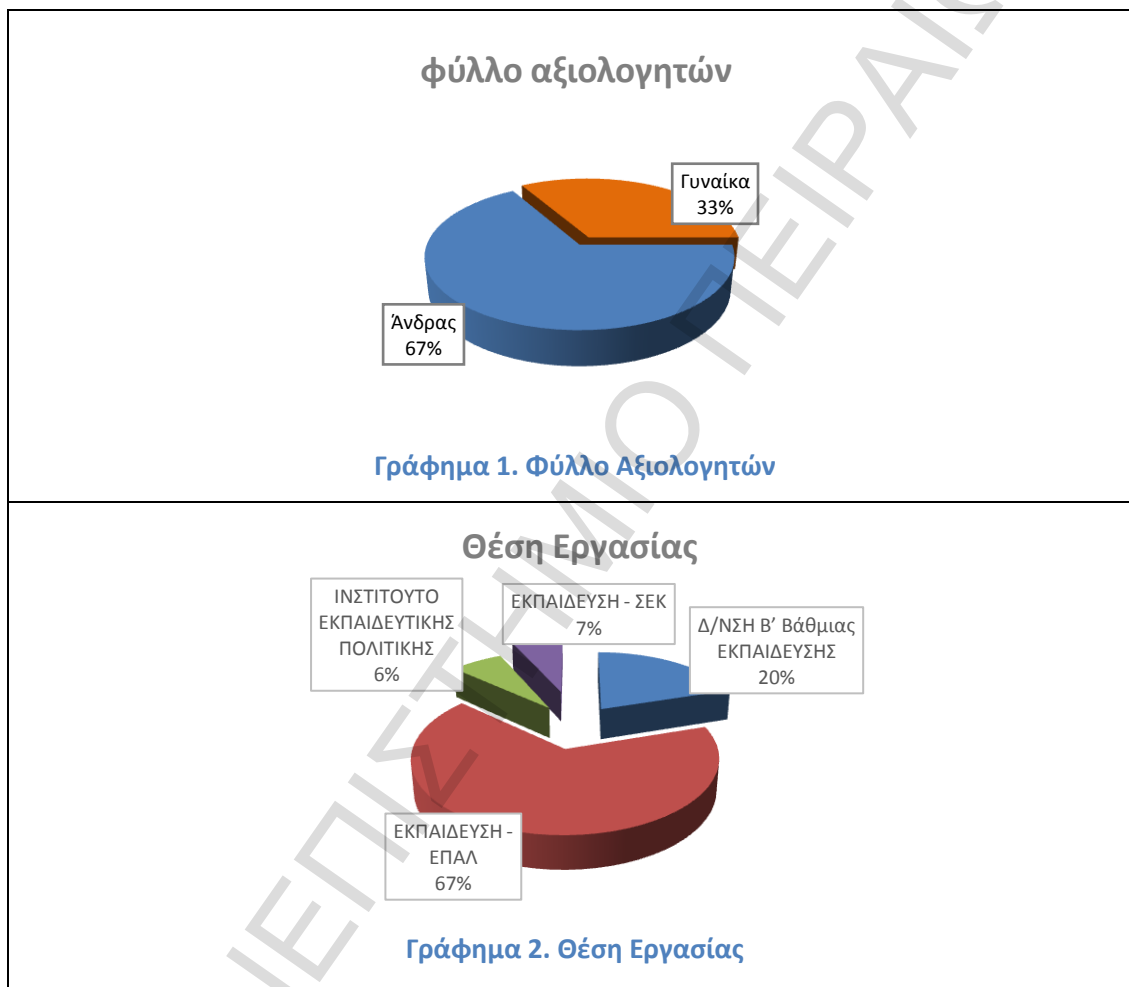
Το προφίλ του δείγματος

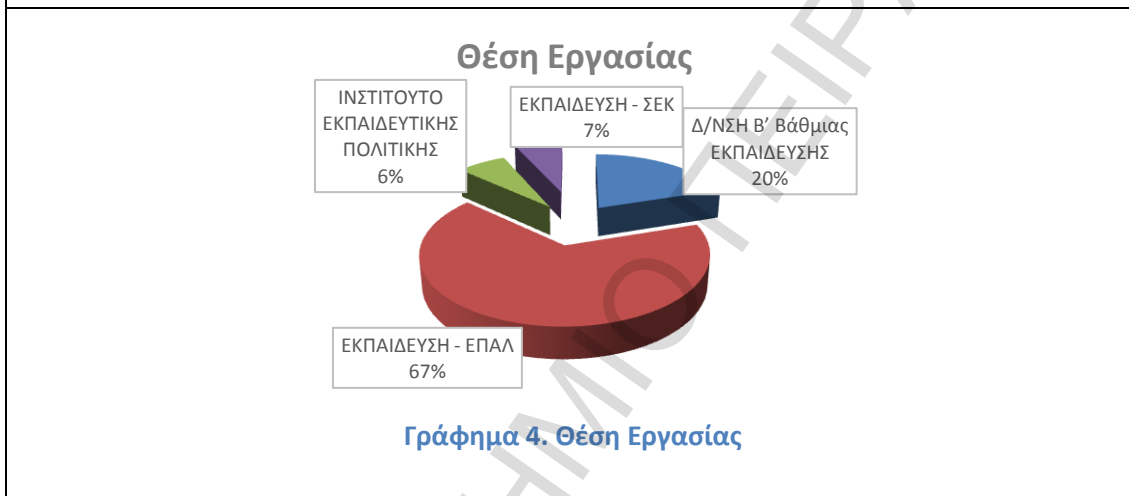
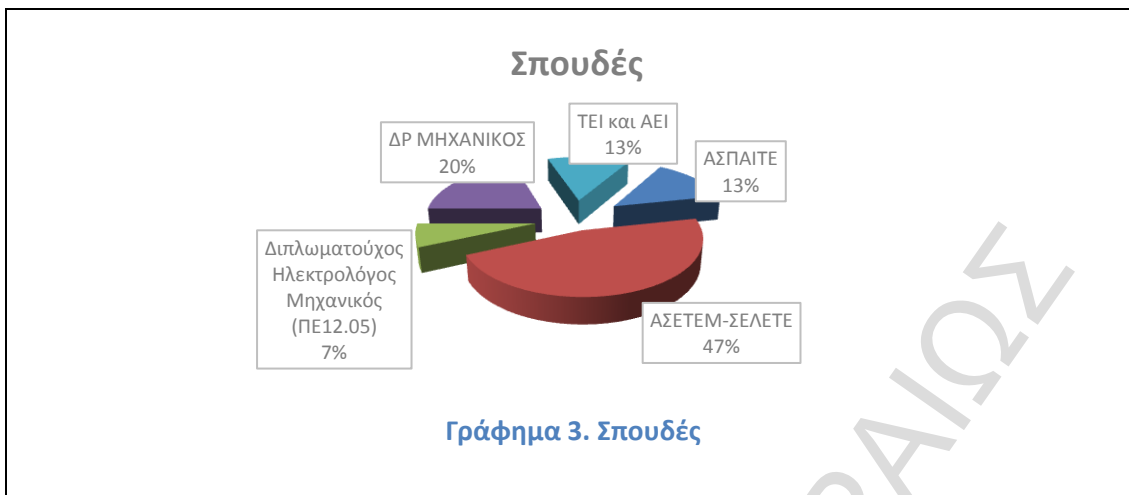
Για να διαμορφωθεί το προφίλ του δείγματος, οι εκπαιδευτές απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο (checklist). Στο ερωτηματολόγιο αυτό καταγράφηκαν οι εξής παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διαδικασία γενίκευσης των αποτελεσμάτων της έρευνας και την εξαγωγή των συμπερασμάτων:

- **Δημογραφικά στοιχεία:** όπως το φύλλο, την θέση που κατέχουν, τις σπουδές του καθενός και το αντικείμενο με το οποίο ασχολούνται.
- **Στοιχεία σχετικά με τη χρήση των Τ.Π.Ε:** όπως το επίπεδό τους σχετικά με τη χρήση των Τ.Π.Ε στην εκπαιδευτική διαδικασία.
- **Απόψεις** σχετικά με τα βασικά χαρακτηριστικά των λογισμικών (ενότητες 1 έως 7).

Δημογραφικά στοιχεία

Το πλήθος των εκπαιδευτών που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν 15 άτομα. Τα στοιχεία που έχουν να κάνουν με το φύλλο, την θέση που κατέχουν, τις σπουδές του καθενός και το αντικείμενο με το οποίο ασχολούνται παρουσιάζονται συνοπτικά στα παρακάτω διαγράμματα:





Στοιχεία σχετικά με τη χρήση των Τ.Π.Ε στην εκπαίδευση

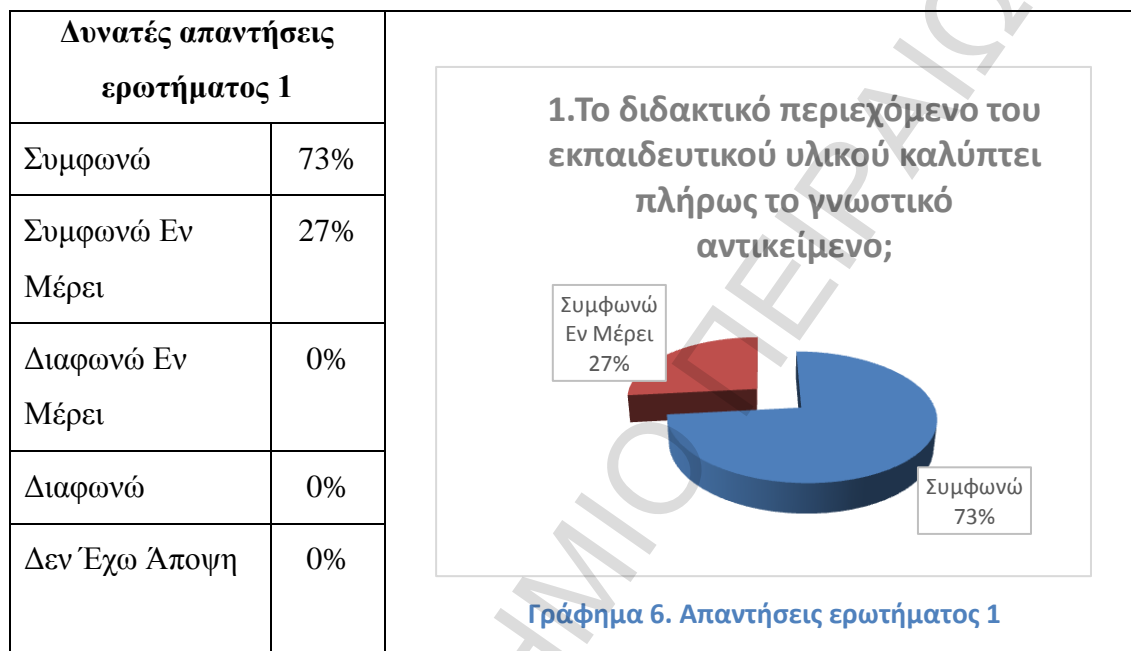
Τα στοιχεία που έχουν να κάνουν με το επίπεδο των εκπαιδευτών στη χρήση των Τ.Π.Ε στην εκπαιδευτική διαδικασία φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.



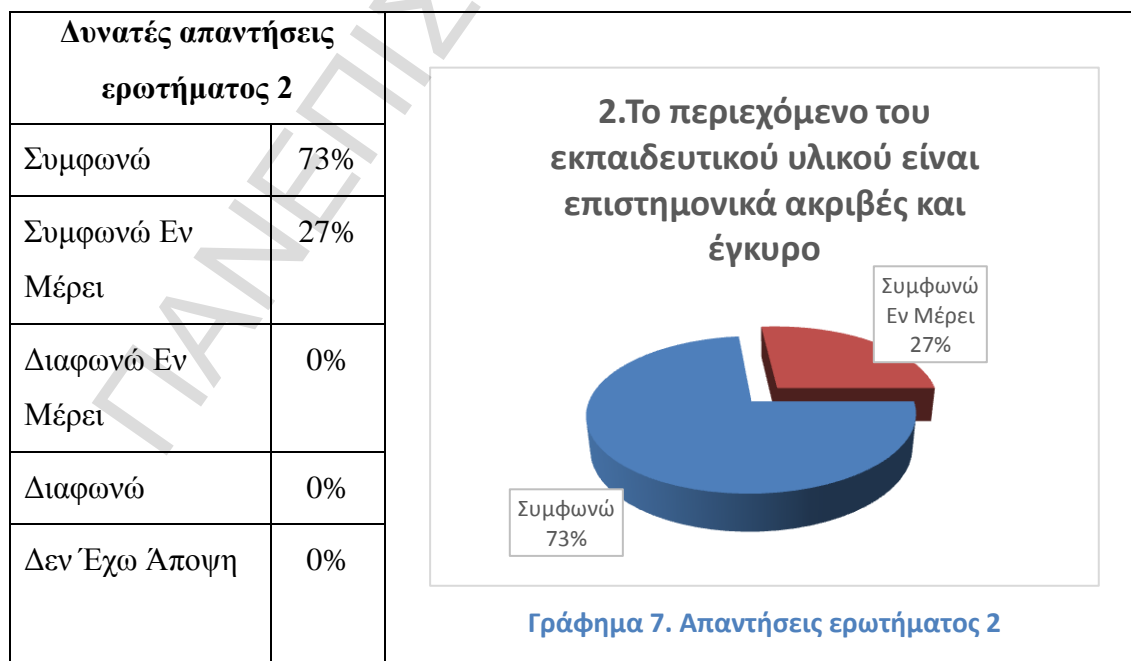
Στοιχεία σχετικά με τα βασικά χαρακτηριστικά των λογισμικών

Ενότητα Α: Αξιολόγηση του Εκπαιδευτικού υλικού (Περιεχόμενο - Στόχοι 35%)

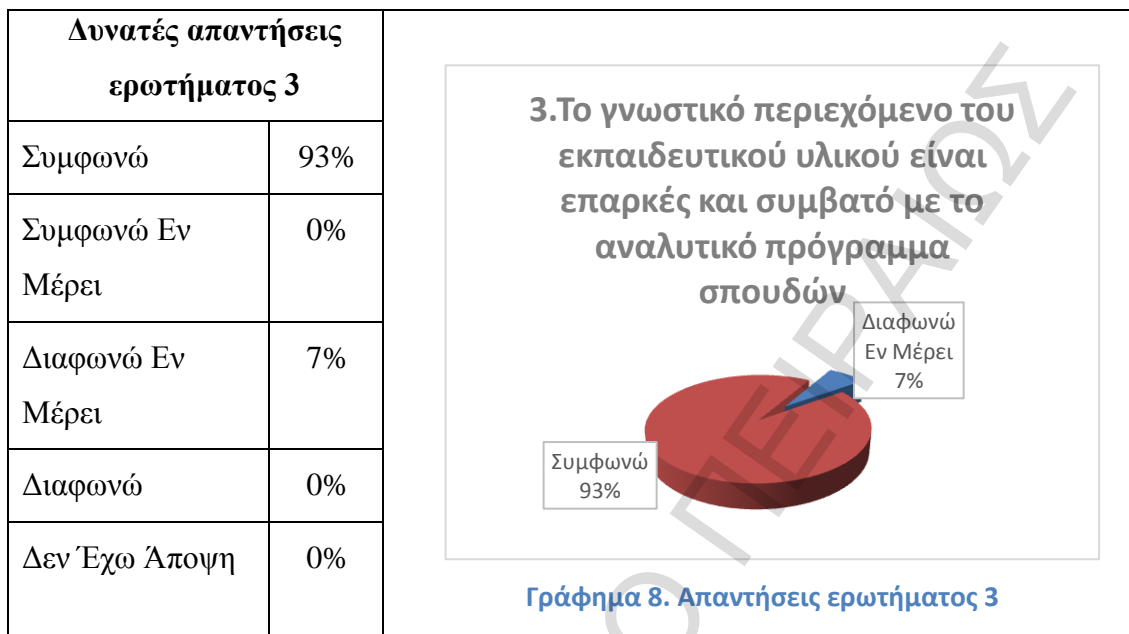
1. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση " Το διδακτικό περιεχόμενο του εκπαιδευτικού υλικού καλύπτει πλήρως το γνωστικό αντικείμενο ".



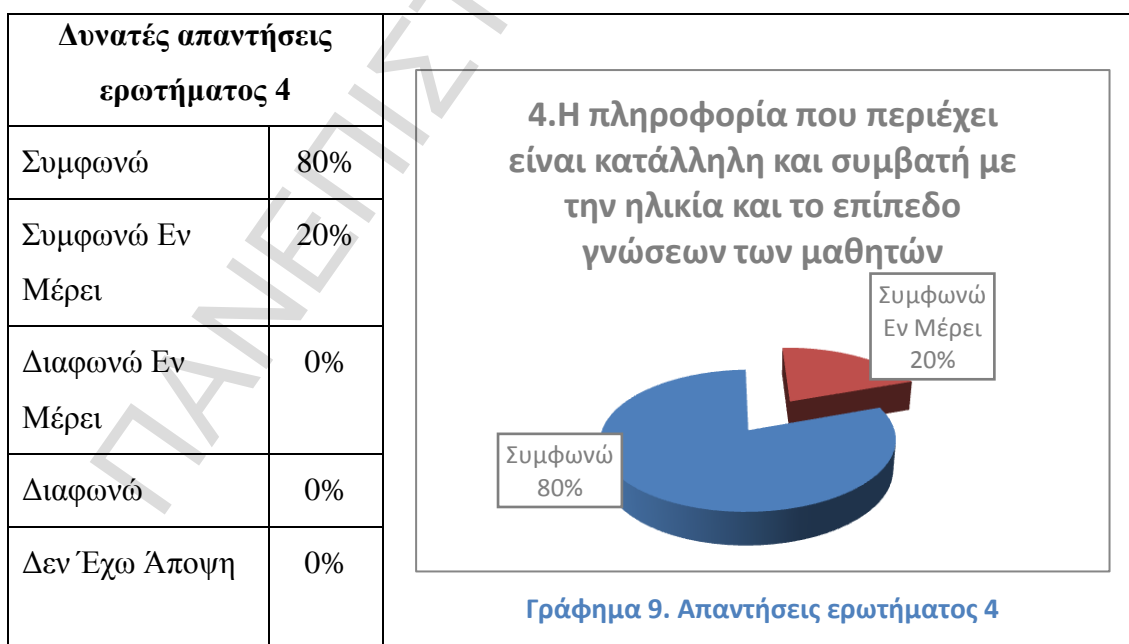
2. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση " Το περιεχόμενο του εκπαιδευτικού υλικού είναι επιστημονικά ακριβές και έγκυρο ".



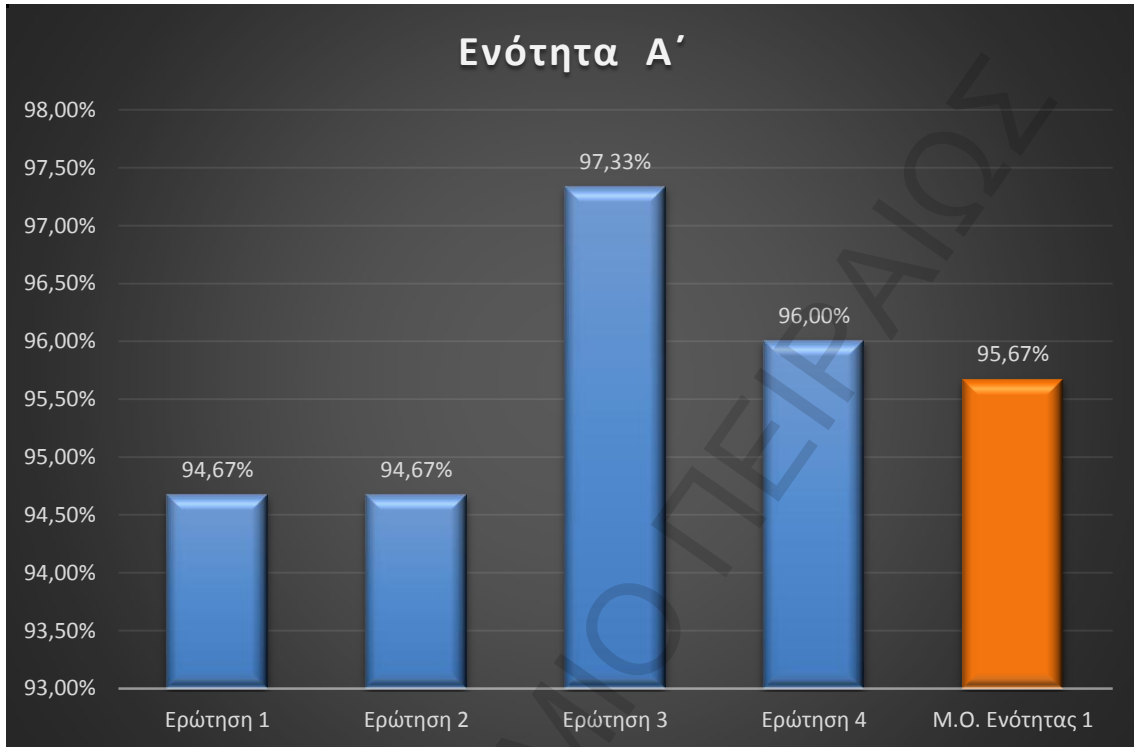
3. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το γνωστικό περιεχόμενο του εκπαιδευτικού υλικού είναι επαρκές και συμβατό με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών”.



4. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “Η πληροφορία που περιέχει είναι κατάλληλη και συμβατή με την ηλικία και το επίπεδο γνώσεων των μαθητών”.

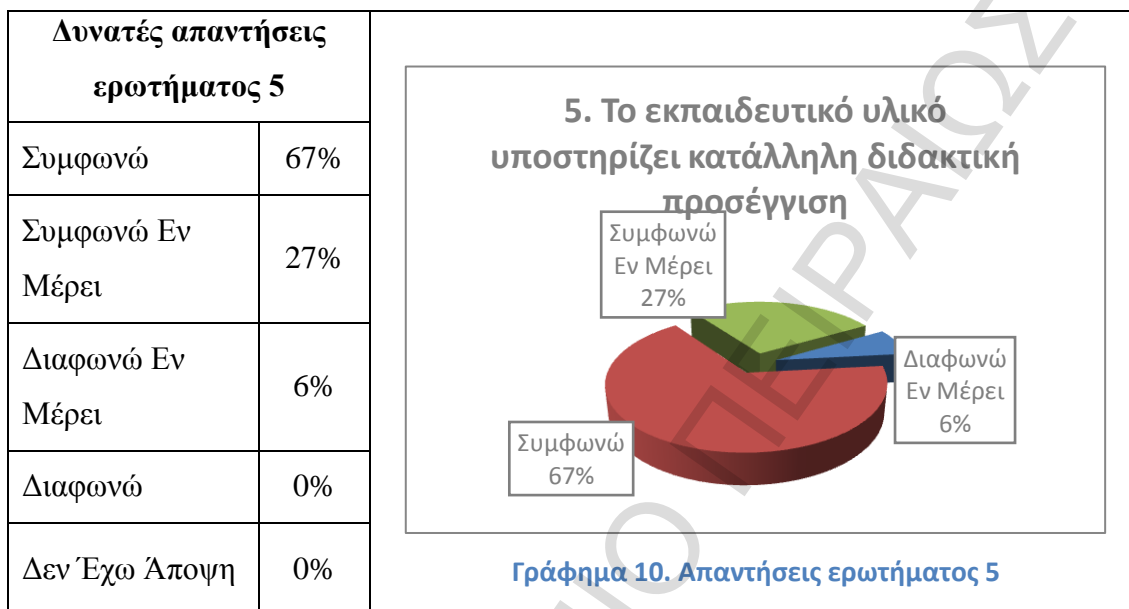


Αξιολόγηση της Α΄ θεματικής ενότητας

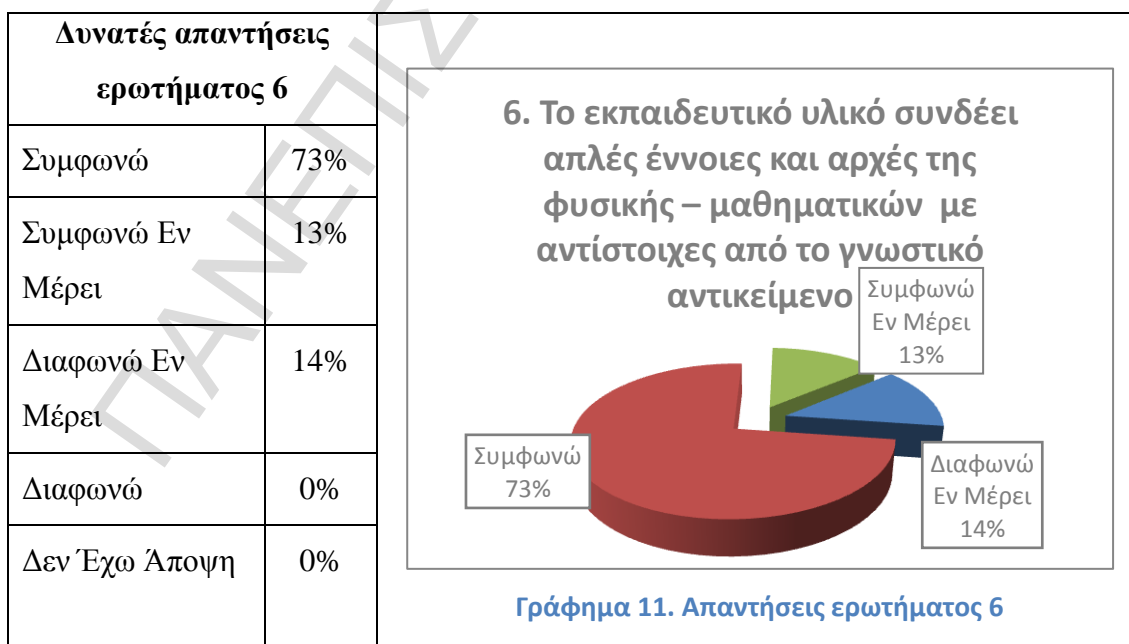


**Ενότητα Β: Αξιολόγηση της διδακτικής - παιδαγωγικής προσέγγισης
(Διδακτική – Παιδαγωγική καταλληλότητα 20%)**

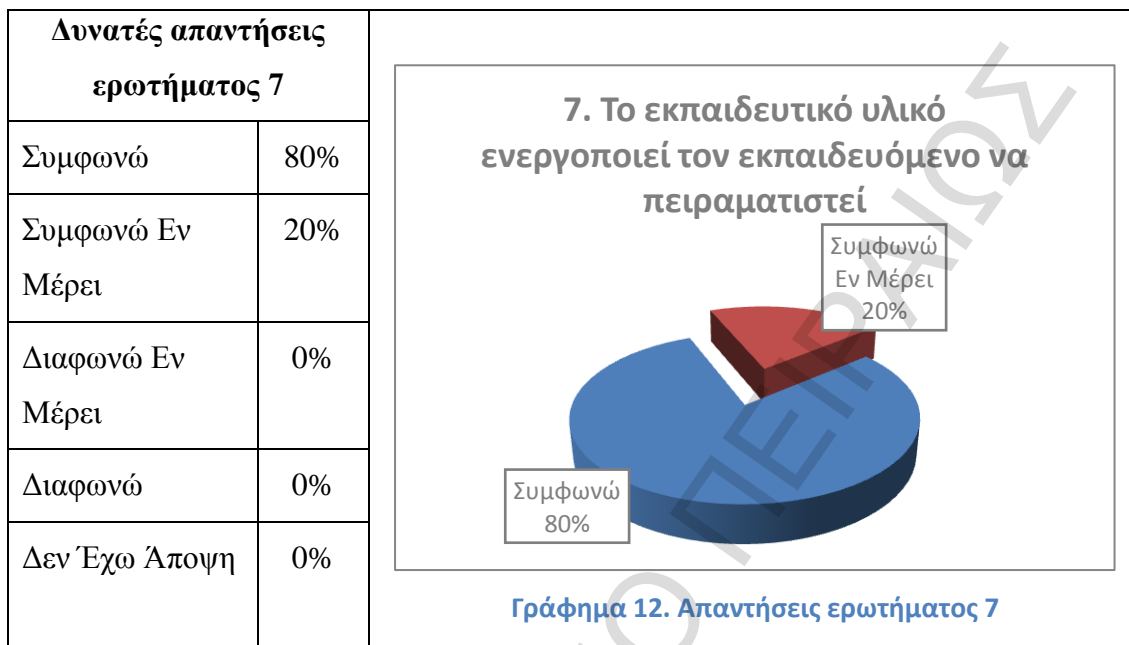
5. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό υλικό υποστηρίζει κατάλληλη διδακτική προσέγγιση “.



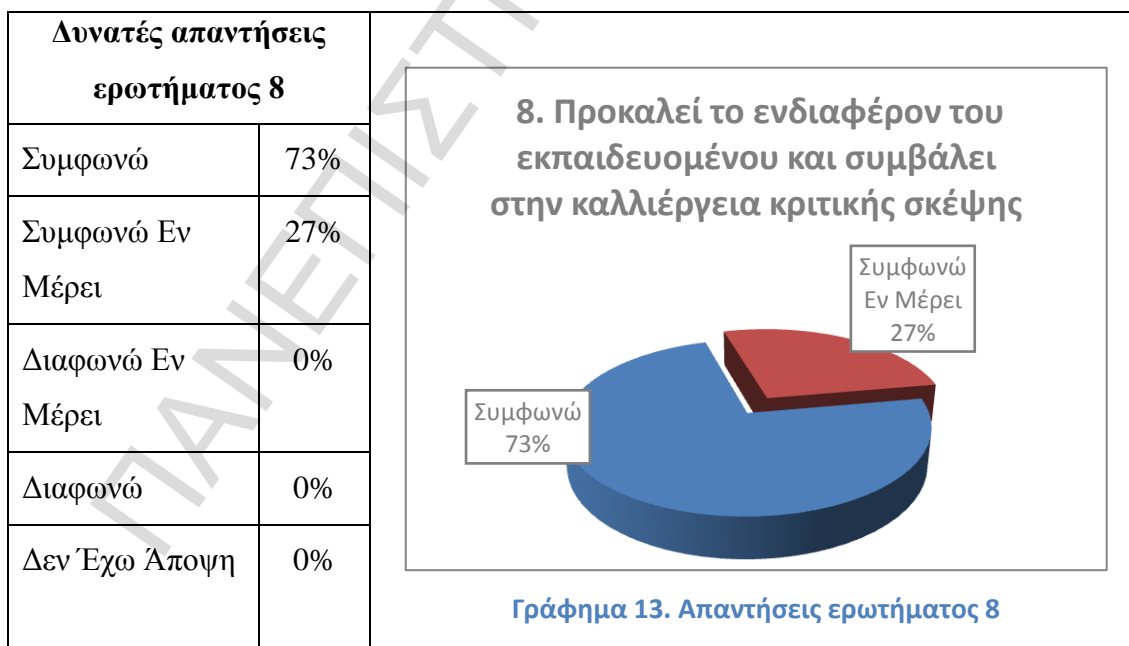
6. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό υλικό συνδέει απλές έννοιες και αρχές της φυσικής – μαθηματικών με αντίστοιχες από το γνωστικό αντικείμενο “.



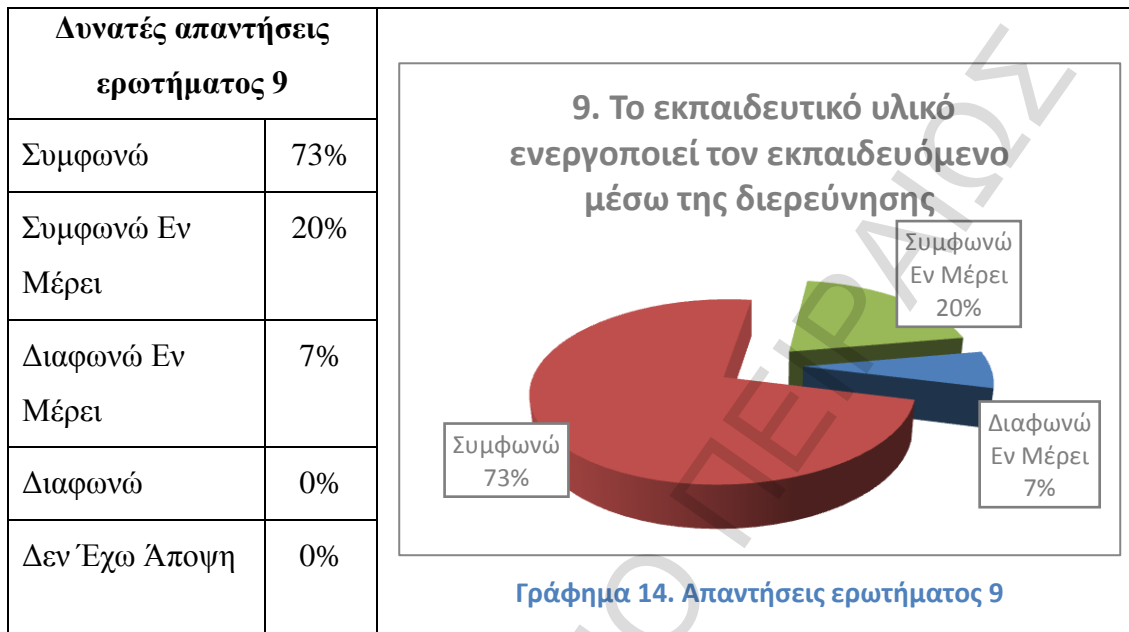
7. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό υλικό ενεργοποιεί τον εκπαιδευόμενο να πειραματιστεί ”.



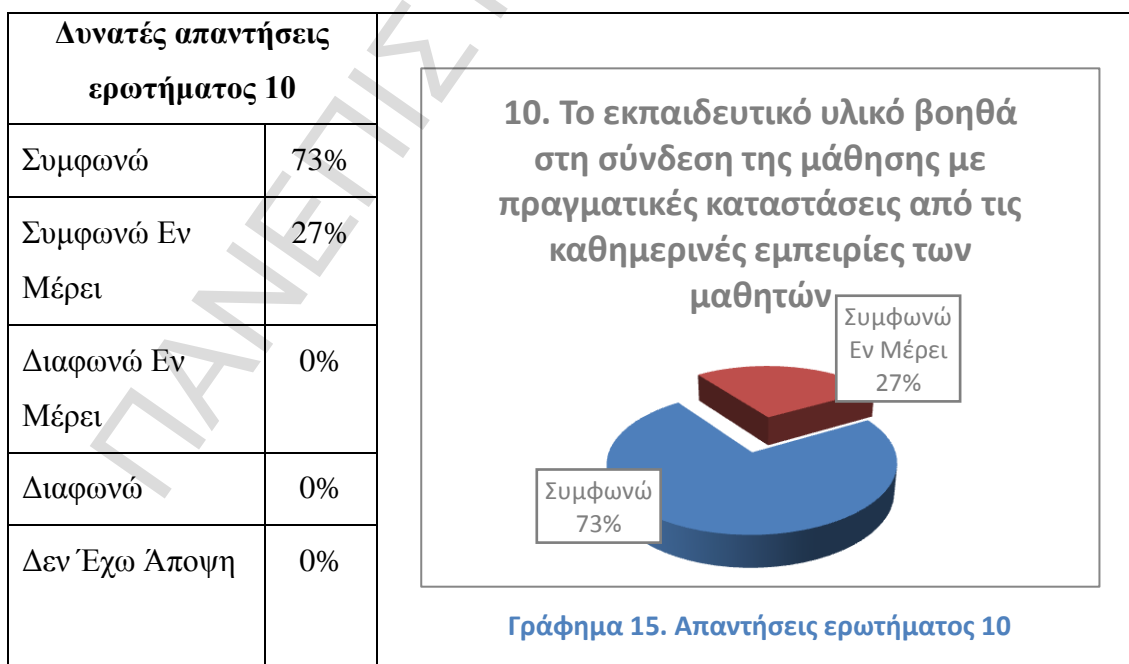
8. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Προκαλεί το ενδιαφέρον του εκπαιδευομένου και συμβάλει στην καλλιέργεια κριτικής σκέψης ”.



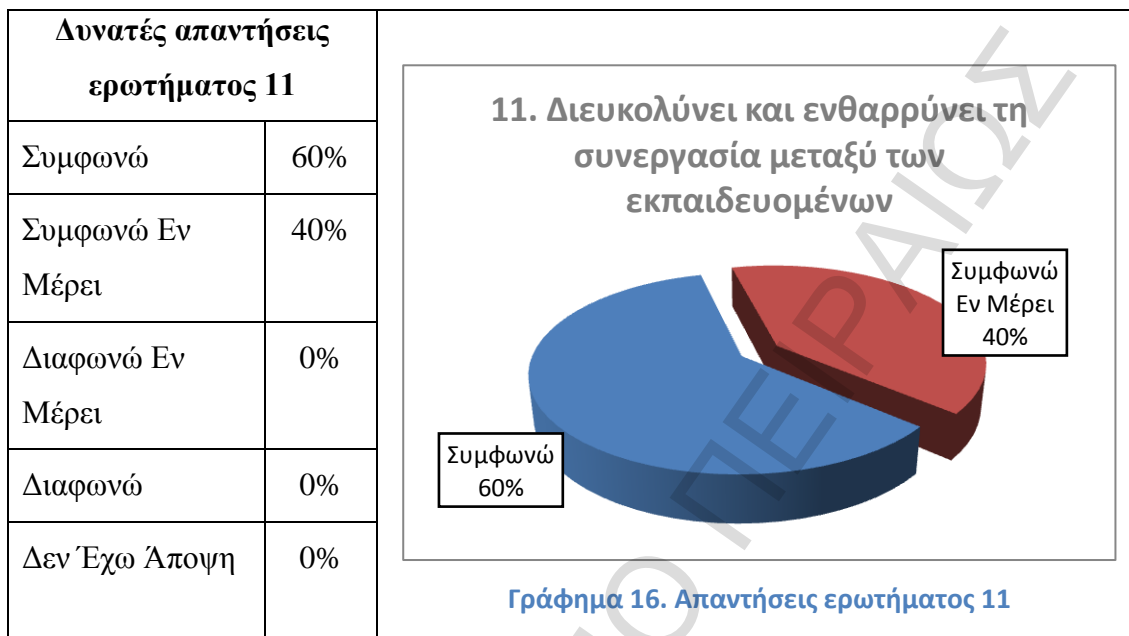
9. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό υλικό ενεργοποιεί τον εκπαιδευόμενο μέσω της διερεύνησης ”.



10. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό υλικό βοηθά στη σύνδεση της μάθησης με πραγματικές καταστάσεις από τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών ”.



11. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Διευκολύνει και ενθαρρύνει τη συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευομένων ”.

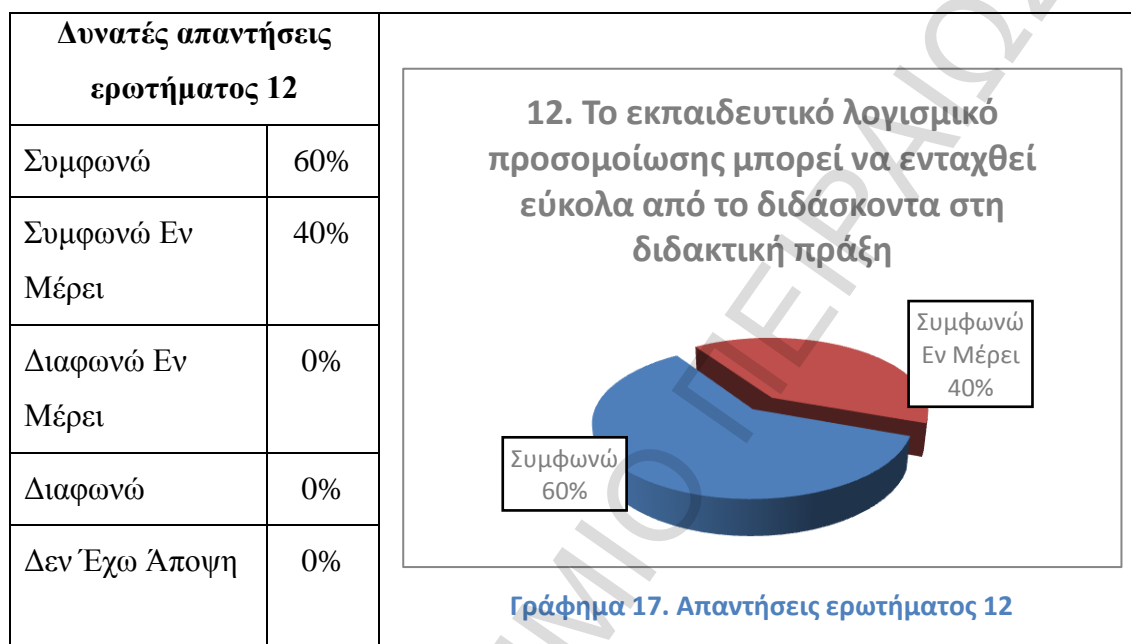


Αξιολόγηση της Β' θεματικής ενότητας

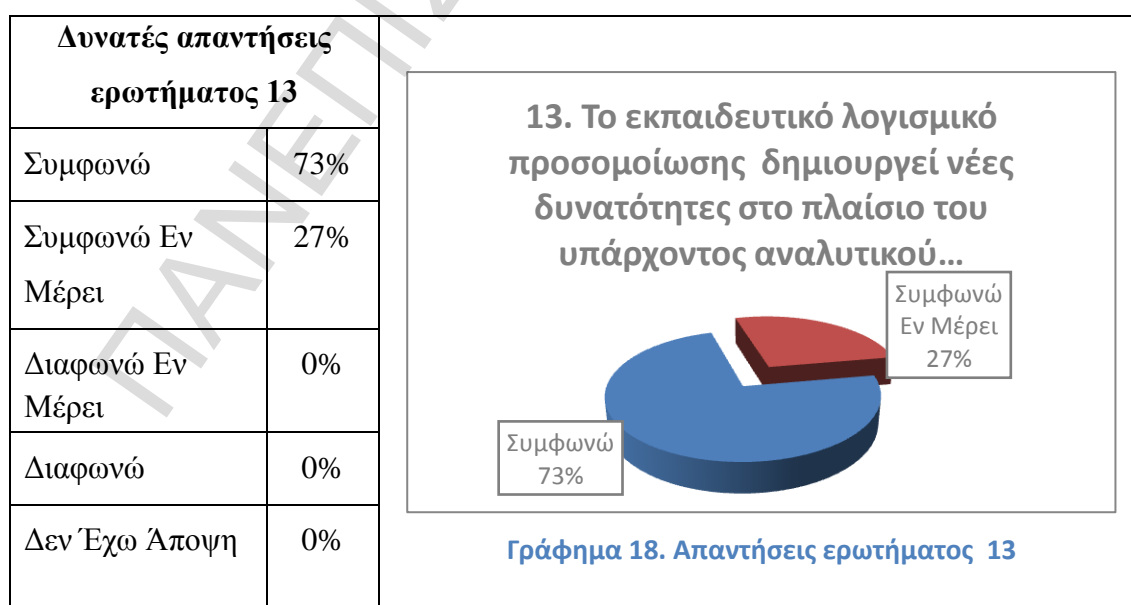


Ενότητα Γ: Ένταξη του λογισμικού προσομοίωσης στη δόμηση του εκπαιδευτικού περιεχομένου (Αλληλεπίδραση με τον χρήστη 10%)

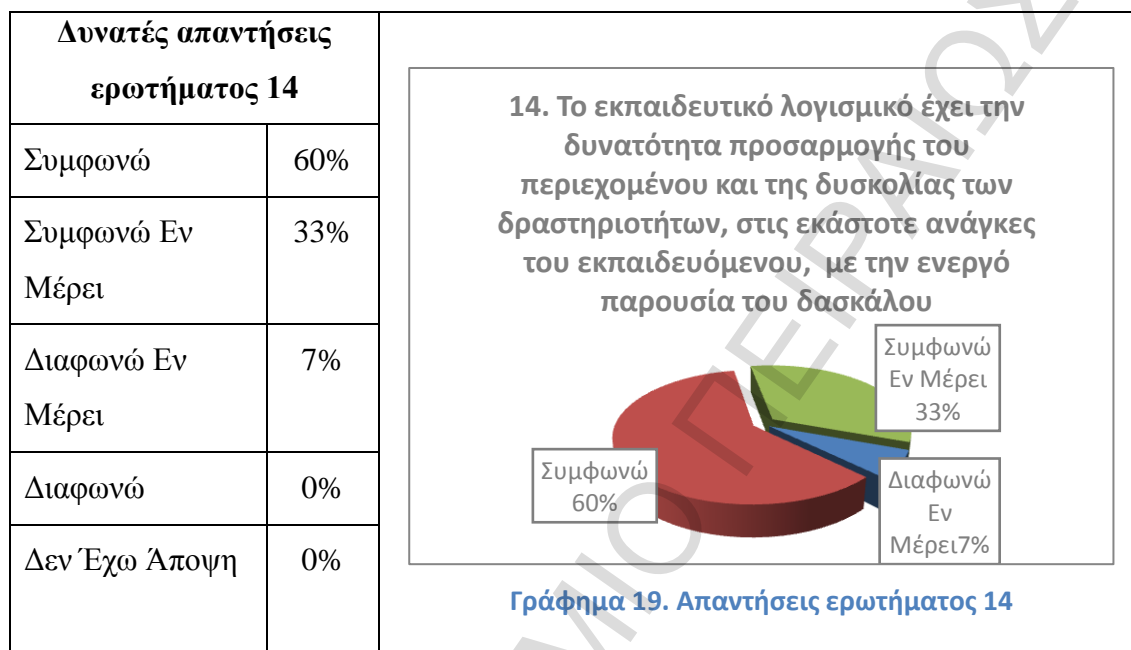
12. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοίωσης μπορεί να ενταχθεί εύκολα από το διδάσκοντα στη διδακτική πράξη “.



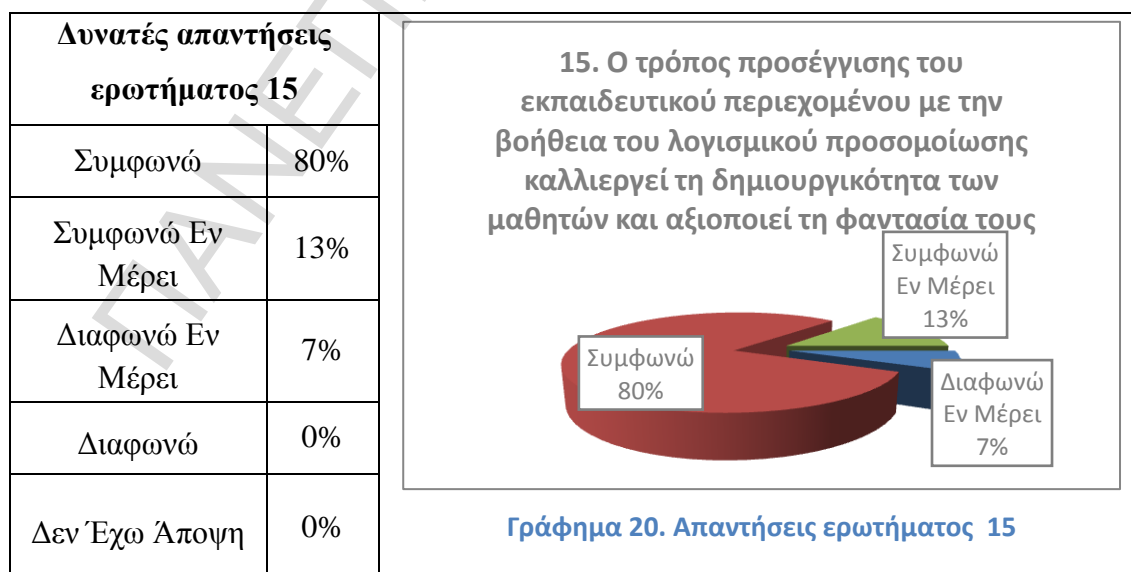
13. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοίωσης δημιουργεί νέες δυνατότητες στο πλαίσιο του υπάρχοντος αναλυτικού προγράμματος “.



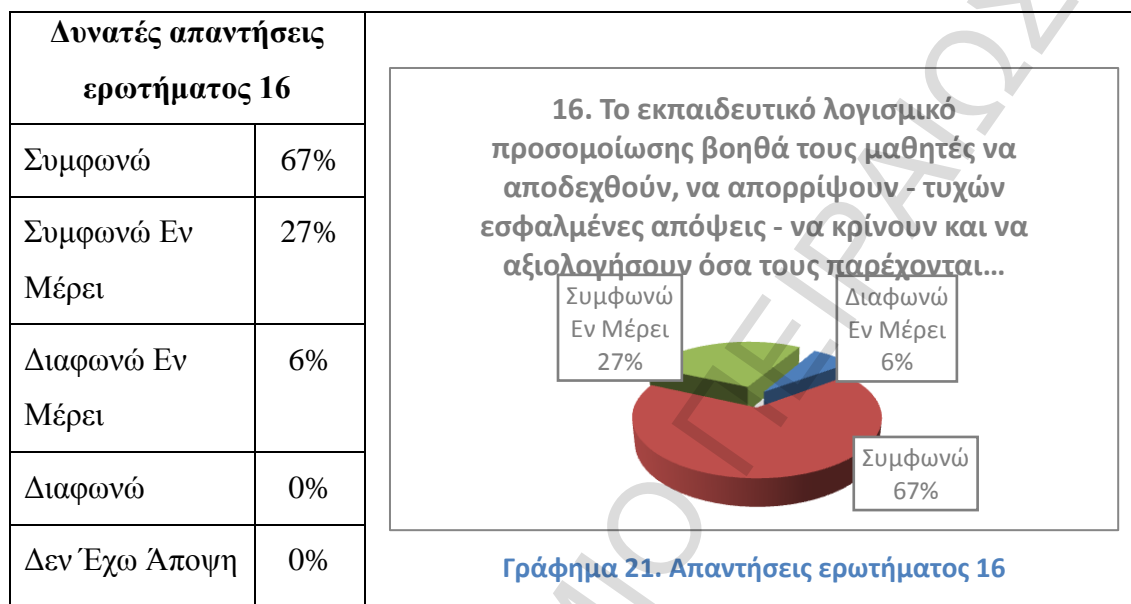
14. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό λογισμικό έχει την δυνατότητα προσαρμογής του περιεχομένου και της δυσκολίας των δραστηριοτήτων, στις εκάστοτε ανάγκες του εκπαιδευόμενου, με την ενεργό παρουσία του δασκάλου ”.



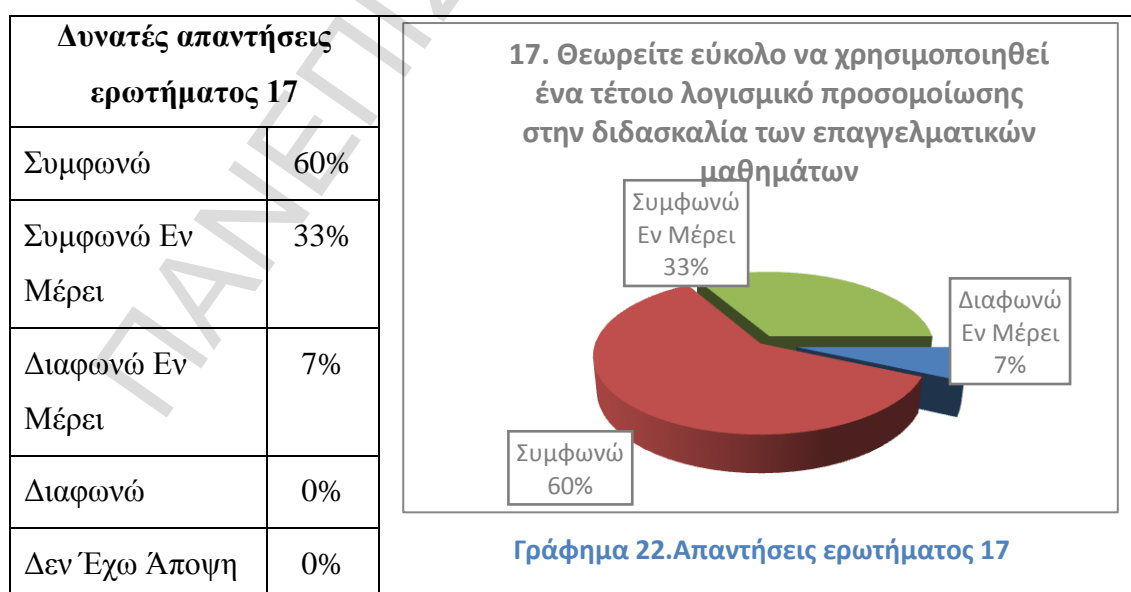
15. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “Ο τρόπος προσέγγισης του εκπαιδευτικού περιεχομένου με την βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης καλλιεργεί τη δημιουργικότητα των μαθητών και αξιοποιεί τη φαντασία τους”.



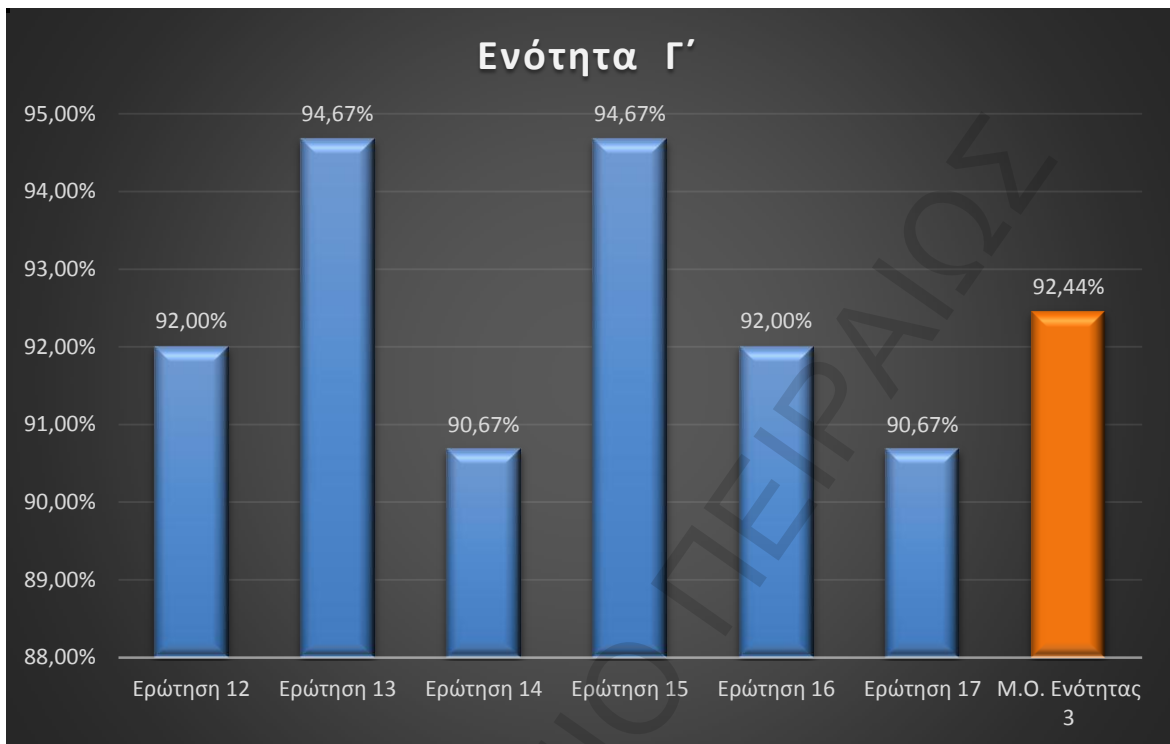
16. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση " Το εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοίωσης βοηθά τους μαθητές να αποδεχθούν, να απορρίψουν - τυχών εσφαλμένες απόψεις - να κρίνουν και να αξιολογήσουν όσα τους παρέχονται κατά την δόμηση του εκπαιδευτικού περιεχομένου ".



17. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση " Το εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοίωσης βοηθά τους μαθητές να αποδεχθούν, να απορρίψουν - τυχών εσφαλμένες απόψεις - να κρίνουν και να αξιολογήσουν όσα τους παρέχονται κατά την δόμηση του εκπαιδευτικού περιεχομένου ".

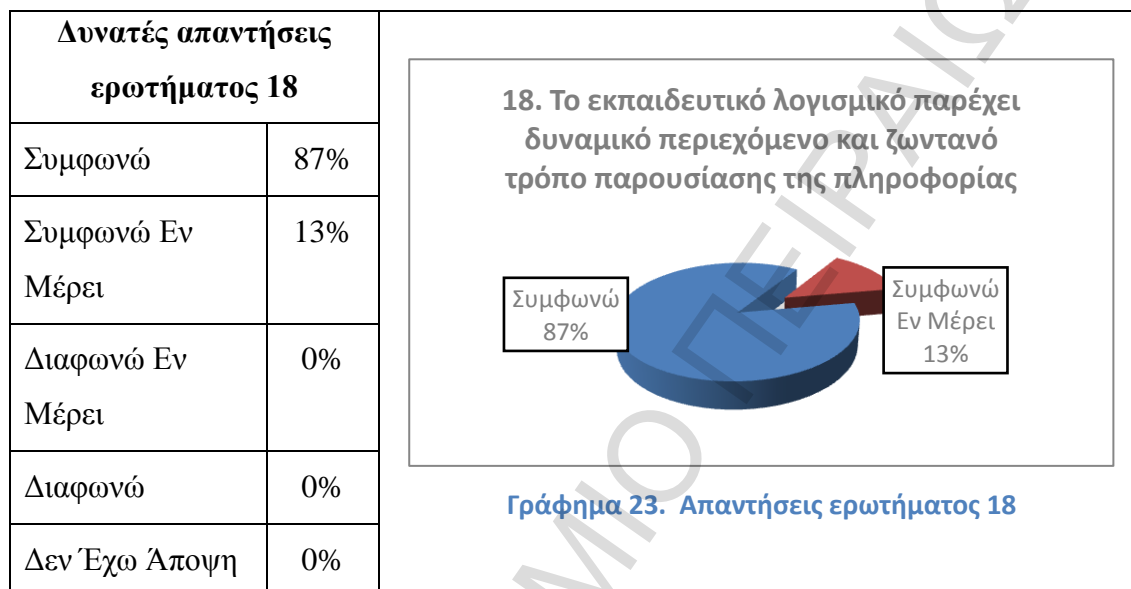


Αξιολόγηση της Γ' θεματικής ενότητας

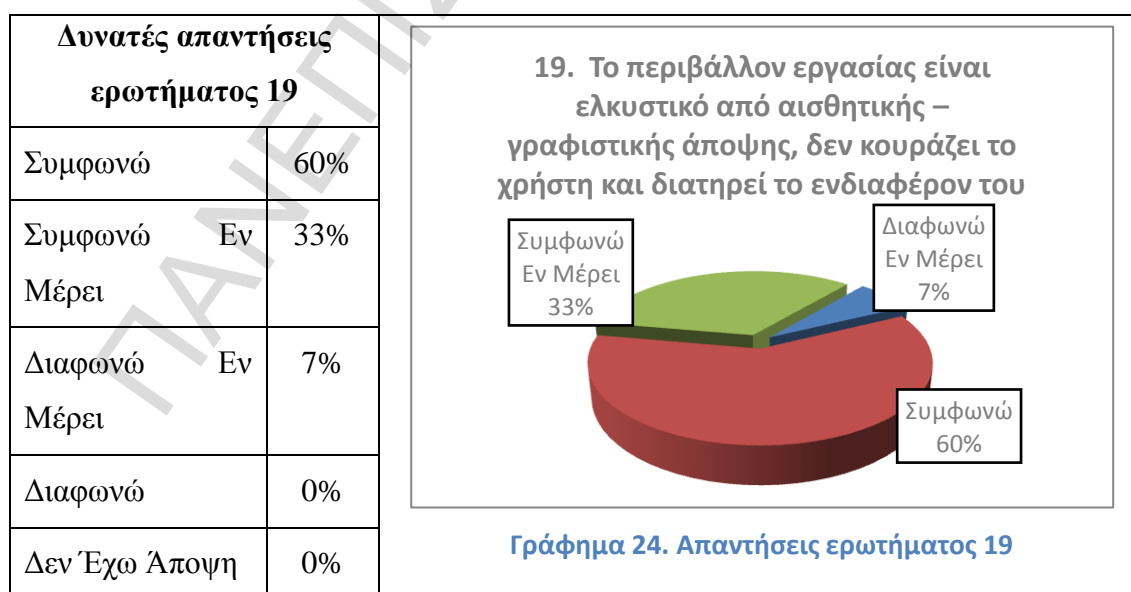


Ενότητα Δ: Αισθητική, μορφολογικά χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού λογισμικού (Αισθητική 10%)

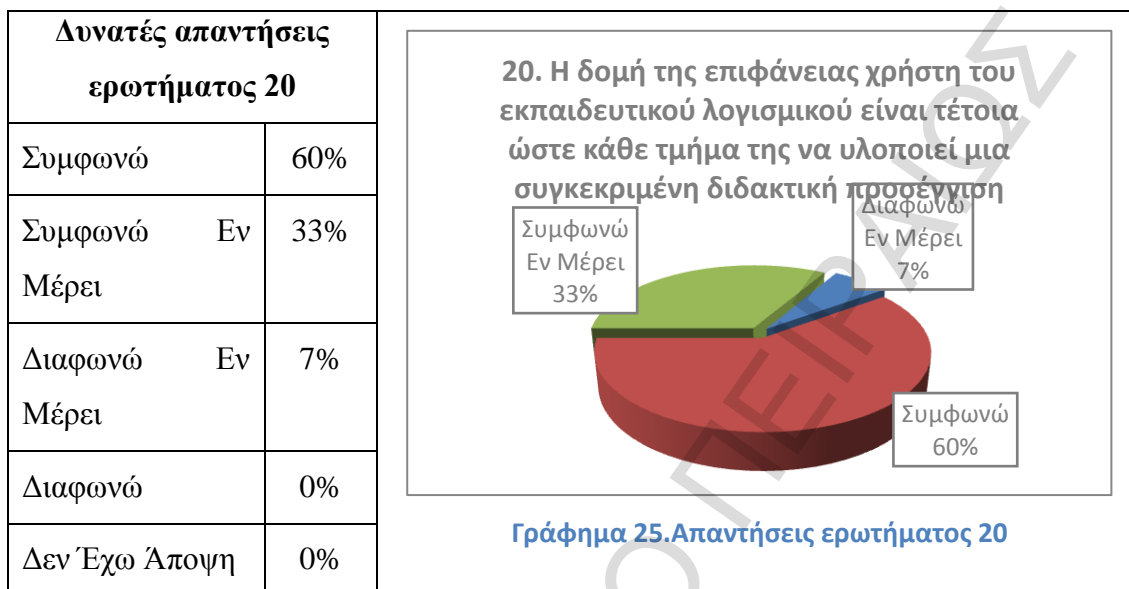
18. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό λογισμικό παρέχει δυναμικό περιεχόμενο και ζωντανό τρόπο παρουσίασης της πληροφορίας”.



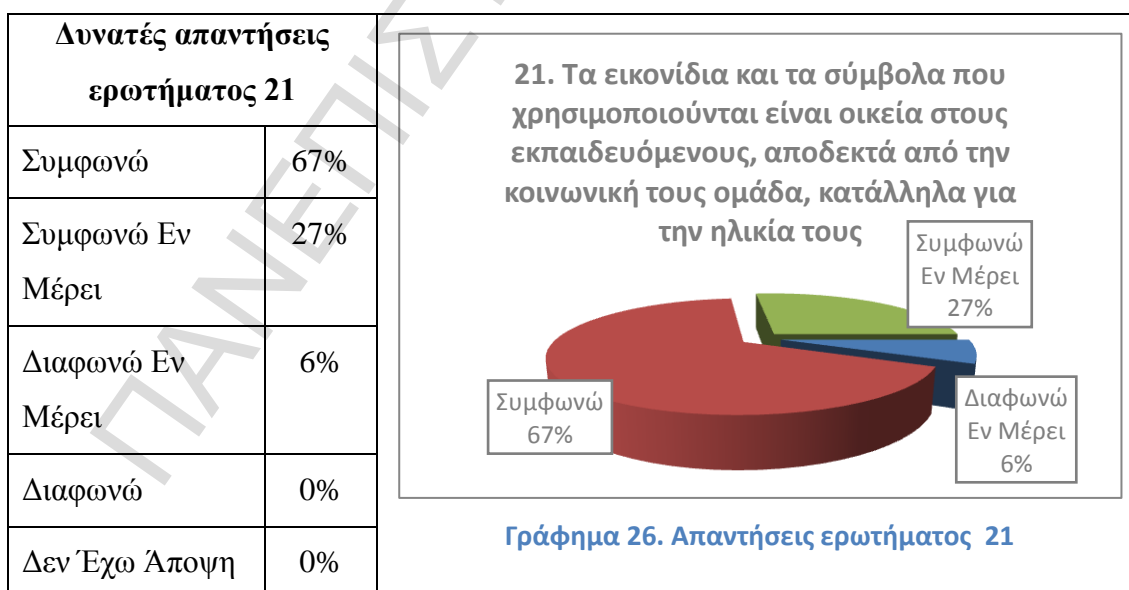
19. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το περιβάλλον εργασίας είναι ελκυστικό από αισθητικής – γραφιστικής άποψης, δεν κουράζει το χρήστη και διατηρεί το ενδιαφέρον του ”.



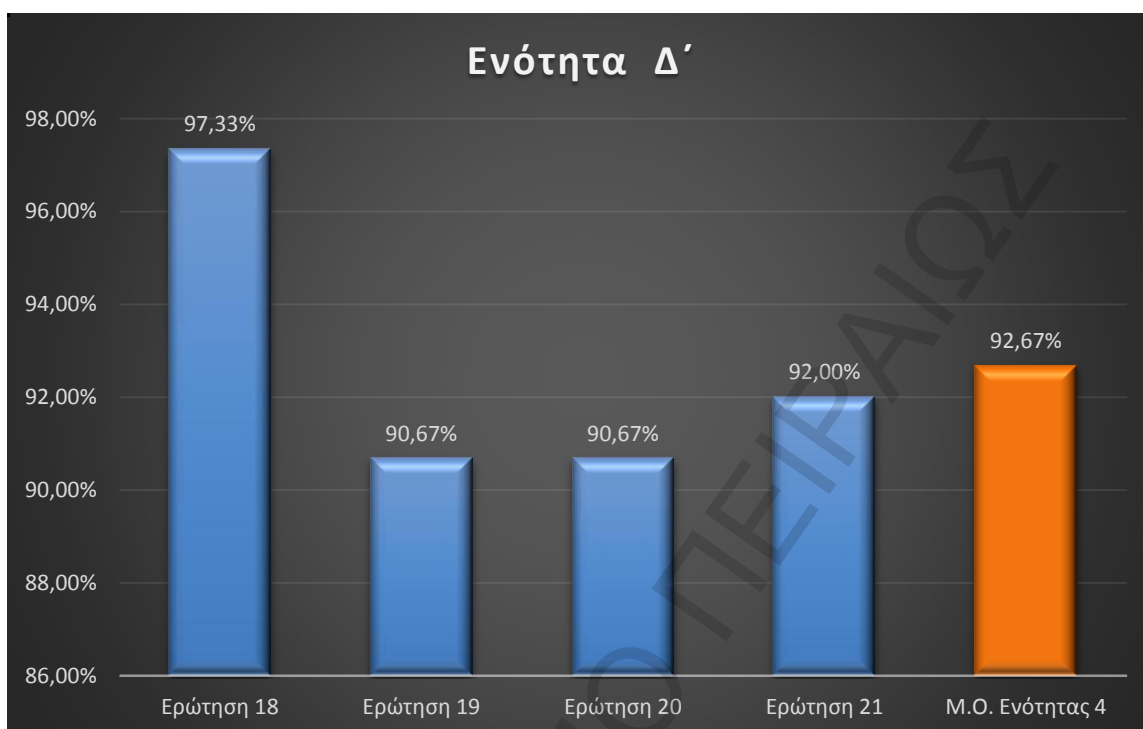
20. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση "Η δομή της επιφάνειας χρήστη του εκπαιδευτικού λογισμικού είναι τέτοια ώστε κάθε τμήμα της να υλοποιεί μια συγκεκριμένη διδακτική προσέγγιση".



21. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση "Τα εικονίδια και τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται είναι οικεία στους εκπαιδευόμενους, αποδεκτά από την κοινωνική τους ομάδα, κατάλληλα για την ηλικία τους".

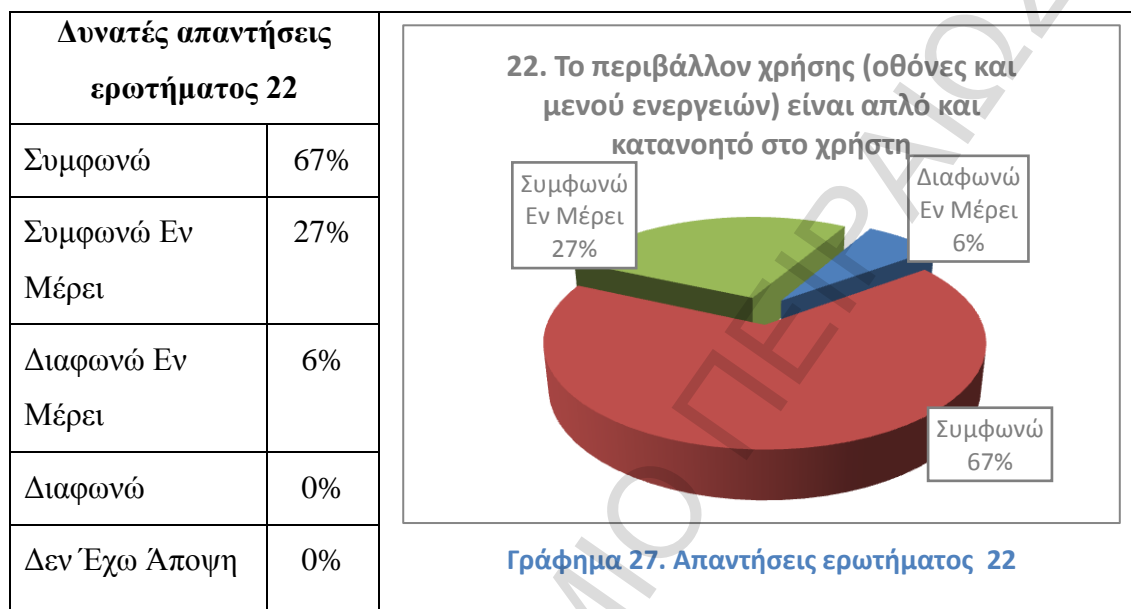


Αξιολόγηση της Δ΄ θεματικής ενότητας

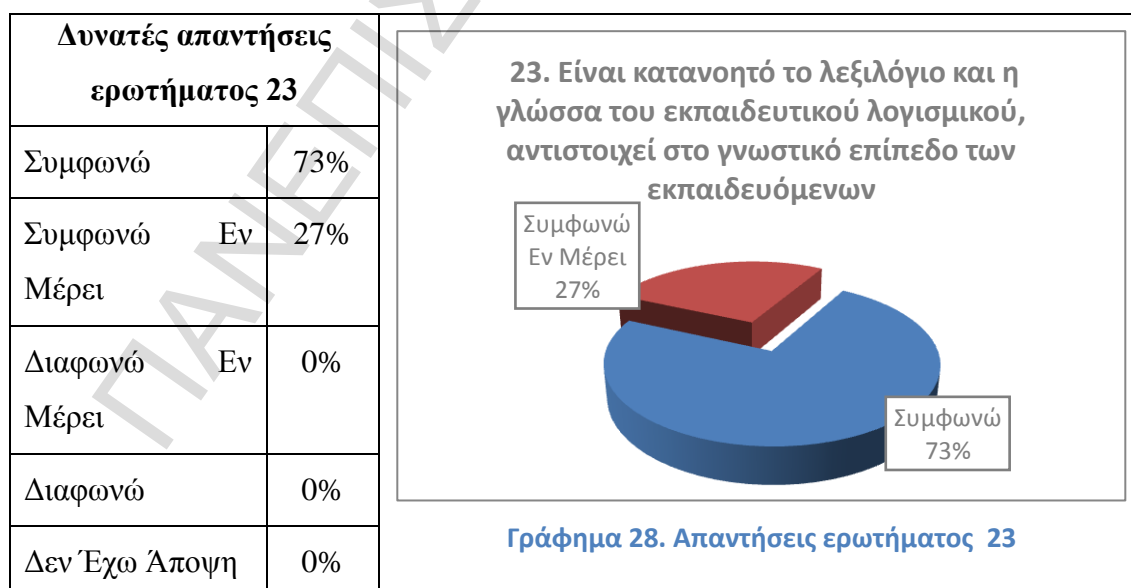


**Ενότητα Ε:Αξιολόγηση των δυνατοτήτων του εκπαιδευτικού λογισμικού
(Τεχνική αρτιότητα 10%)**

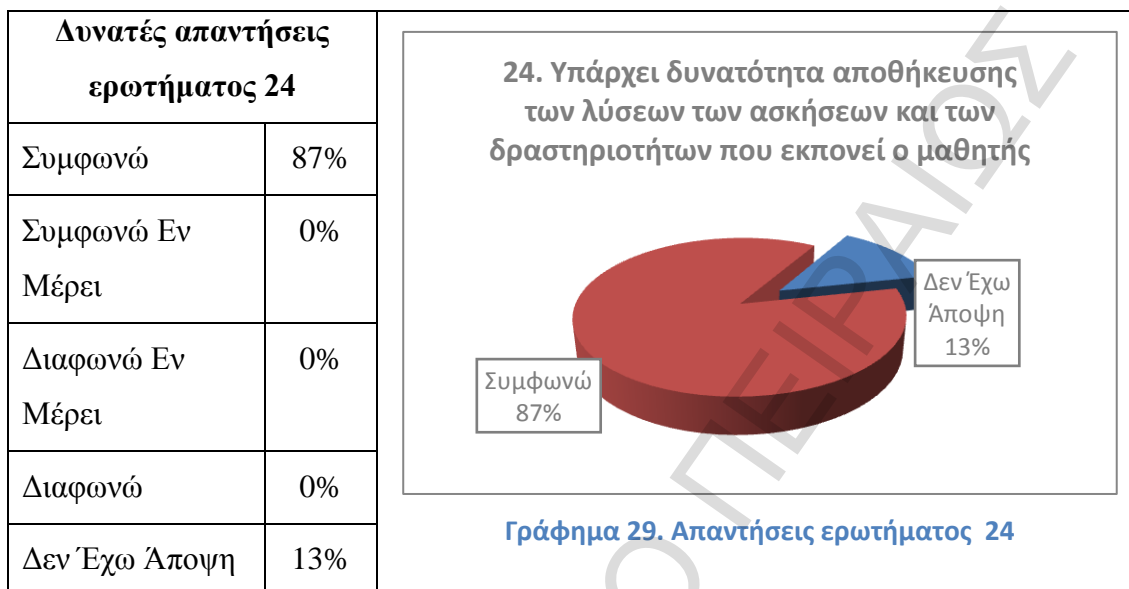
22. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το περιβάλλον χρήσης (οθόνες και μενού ενεργειών) είναι απλό και κατανοητό στο χρήστη “.



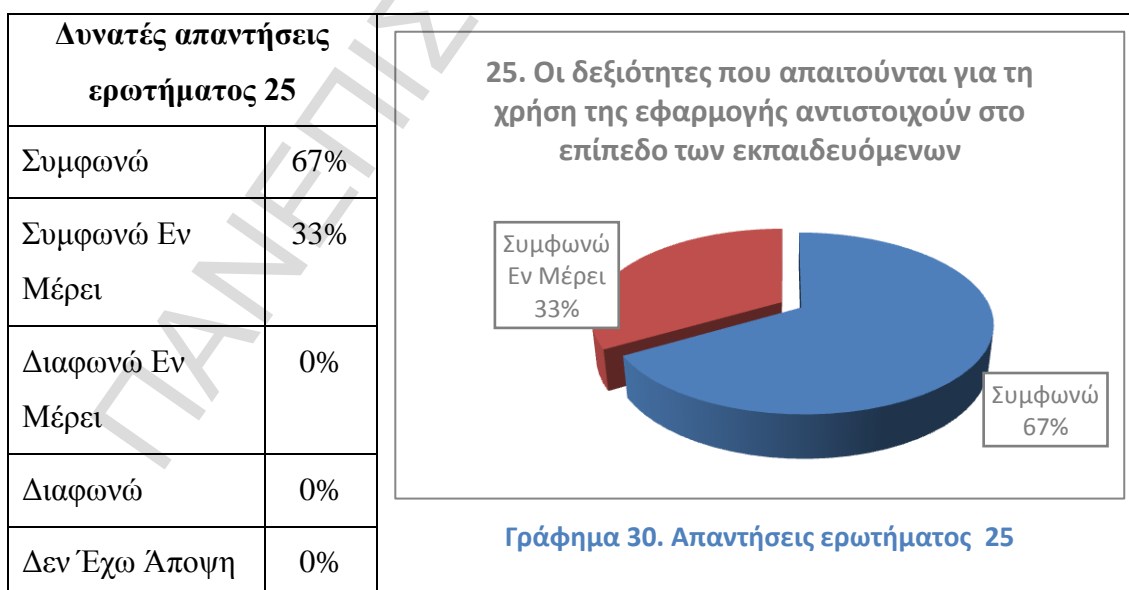
23. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Είναι κατανοητό το λεξιλόγιο και η γλώσσα του εκπαιδευτικού λογισμικού, αντιστοιχεί στο γνωστικό επίπεδο των εκπαιδευόμενων “.



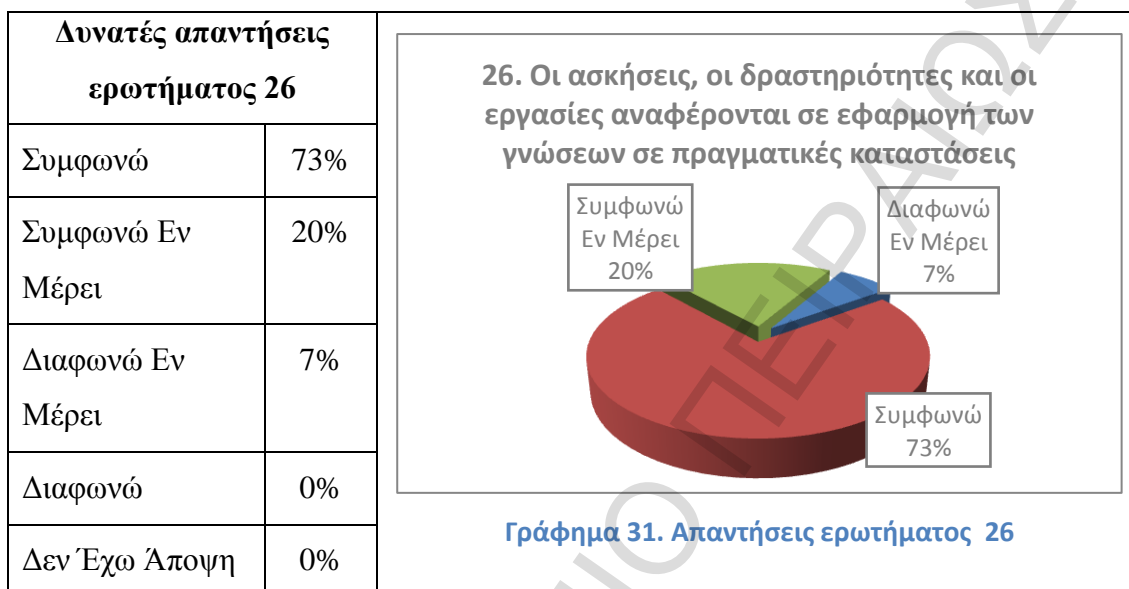
24. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης των λύσεων των ασκήσεων και των δραστηριοτήτων που εκπονεί ο μαθητής”.



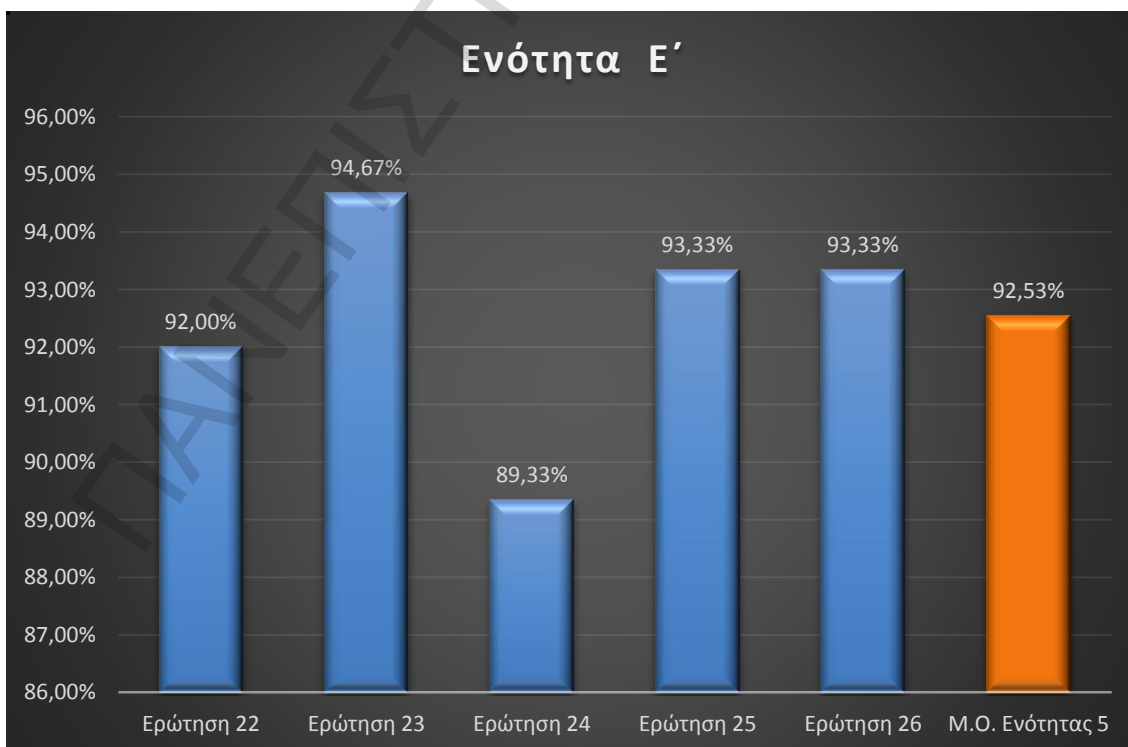
25. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Οι δεξιότητες που απαιτούνται για τη χρήση της εφαρμογής αντιστοιχούν στο επίπεδο των εκπαιδευόμενων”.



26. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Οι ασκήσεις, οι δραστηριότητες και οι εργασίες αναφέρονται σε εφαρμογή των γνώσεων σε πραγματικές καταστάσεις”.

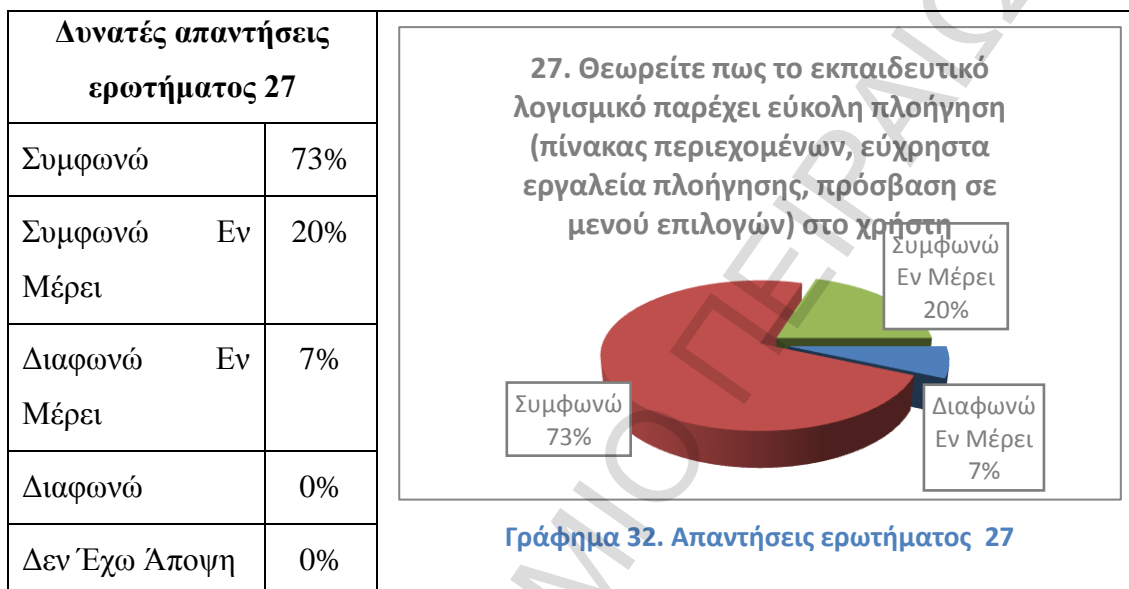


Αξιολόγηση της Ε΄ θεματικής ενότητας

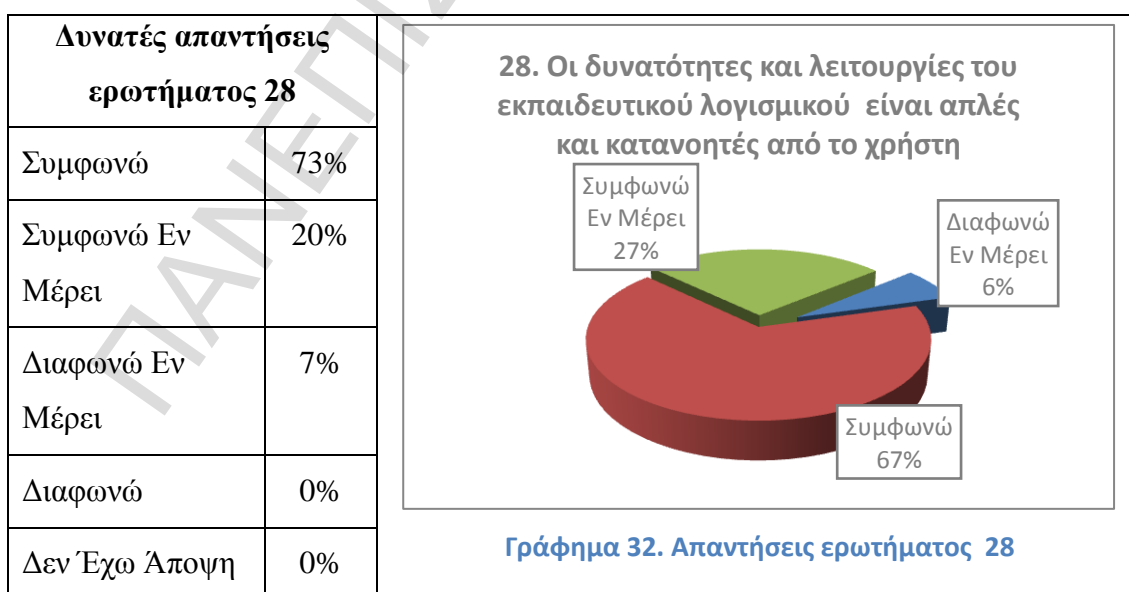


Ενότητα ΣΤ: Λειτουργικότητα - ευχρηστία - οδηγίες χρήσης του εκπαιδευτικού λογισμικού (Οδηγός χρήσης λογισμικού 5%)

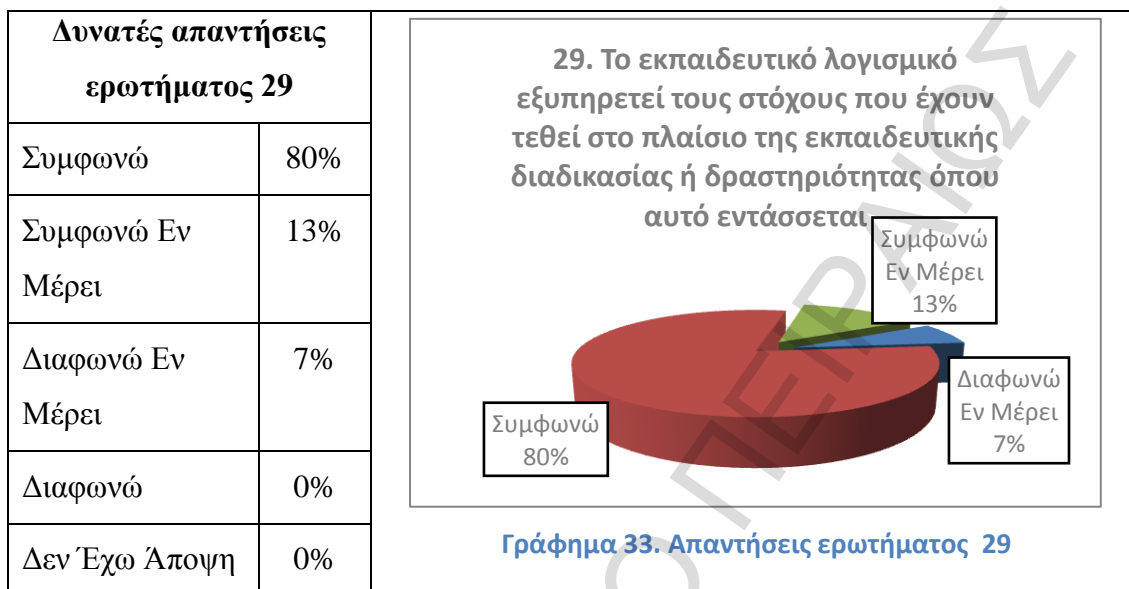
27. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Θεωρείτε πως το εκπαιδευτικό λογισμικό παρέχει εύκολη πλοήγηση (πίνακας περιεχομένων, εύχρηστα εργαλεία πλοήγησης, πρόσβαση σε μενού επιλογών) στο χρήστη ”.



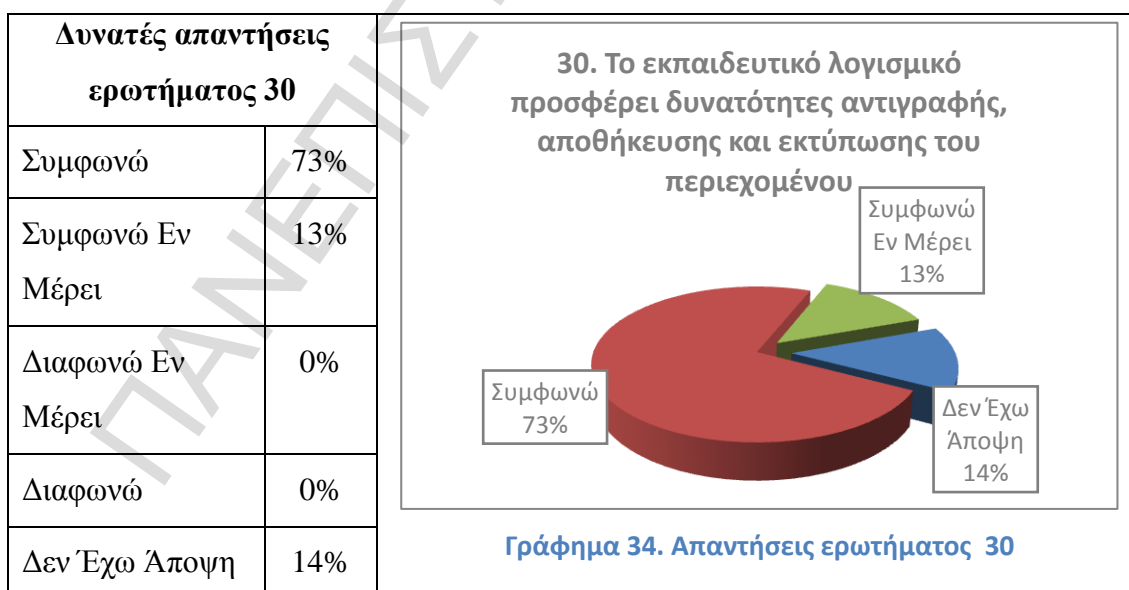
28. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Οι δυνατότητες και λειτουργίες του εκπαιδευτικού λογισμικού είναι απλές και κατανοητές από το χρήστη ”.



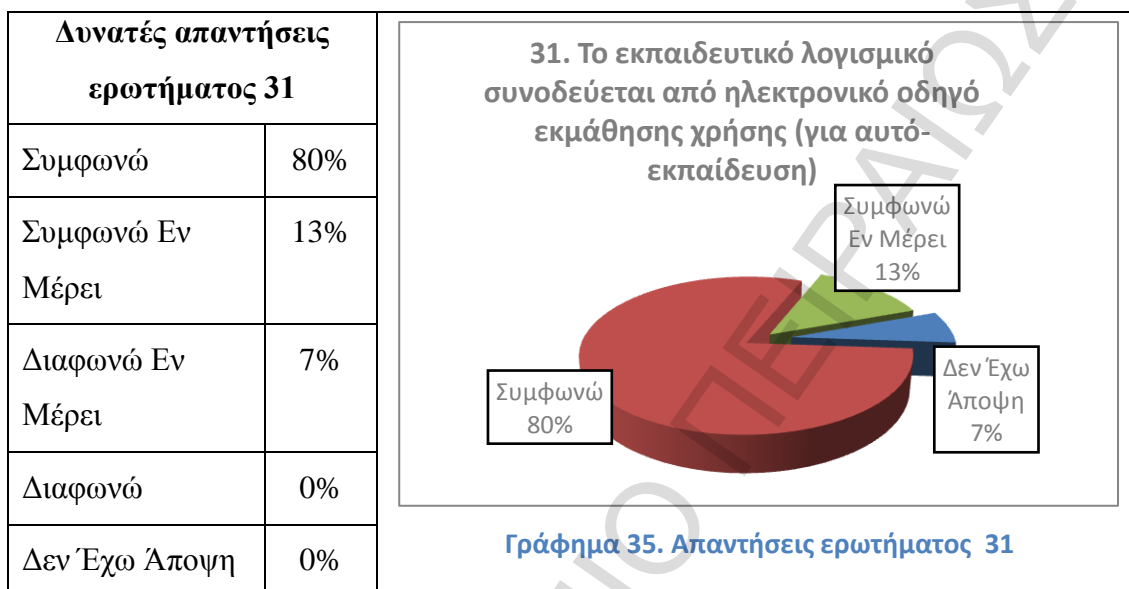
29. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “Το εκπαιδευτικό λογισμικό εξυπηρετεί τους στόχους που έχουν τεθεί στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας ή δραστηριότητας όπου αυτό εντάσσεται”.



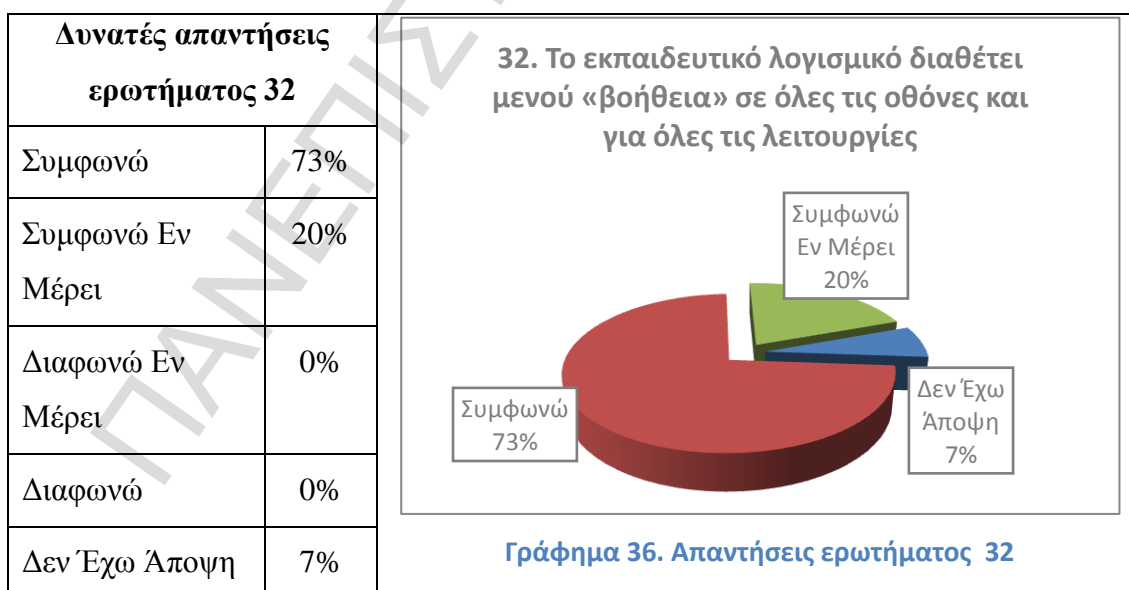
30. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό λογισμικό προσφέρει δυνατότητες αντιγραφής, αποθήκευσης και εκτύπωσης του περιεχομένου ”.



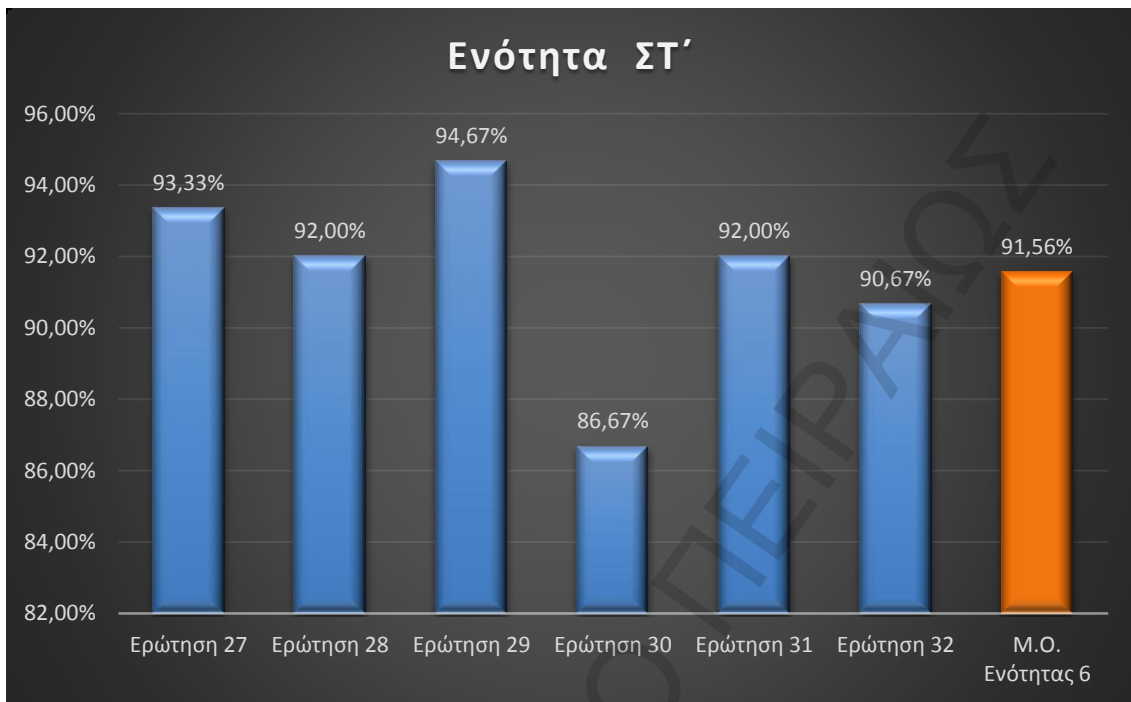
31. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό λογισμικό συνοδεύεται από ηλεκτρονικό οδηγό εκμάθησης χρήσης (για αυτό-εκπαίδευση) ”.



32. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό λογισμικό διαθέτει μενού «βοήθεια» σε όλες τις οθόνες και για όλες τις λειτουργίες ”.

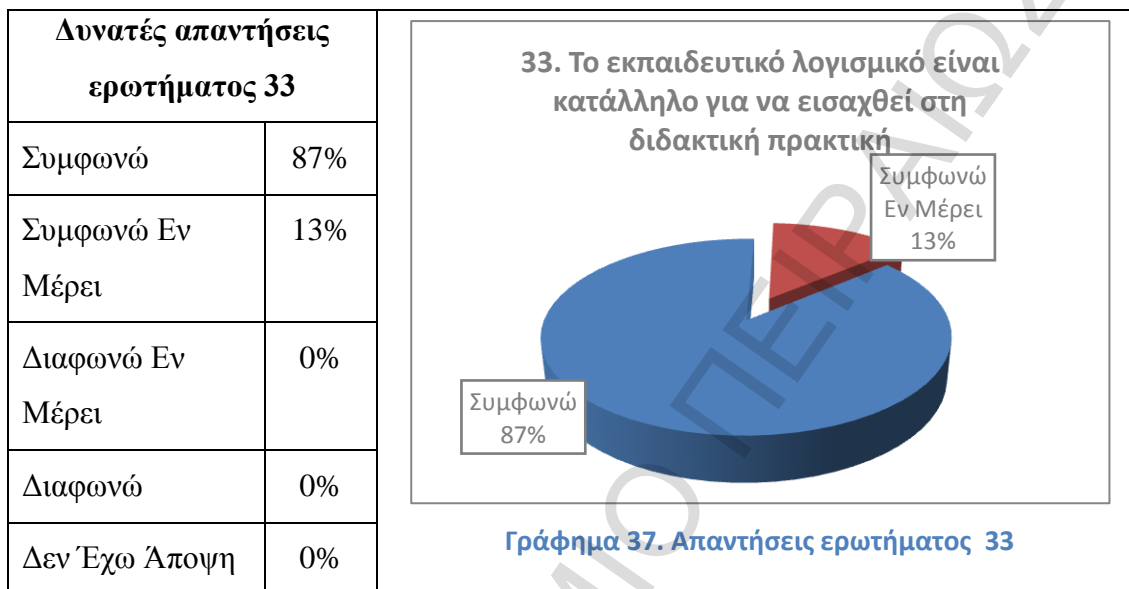


Αξιολόγηση της ΣΤ' θεματικής ενότητας

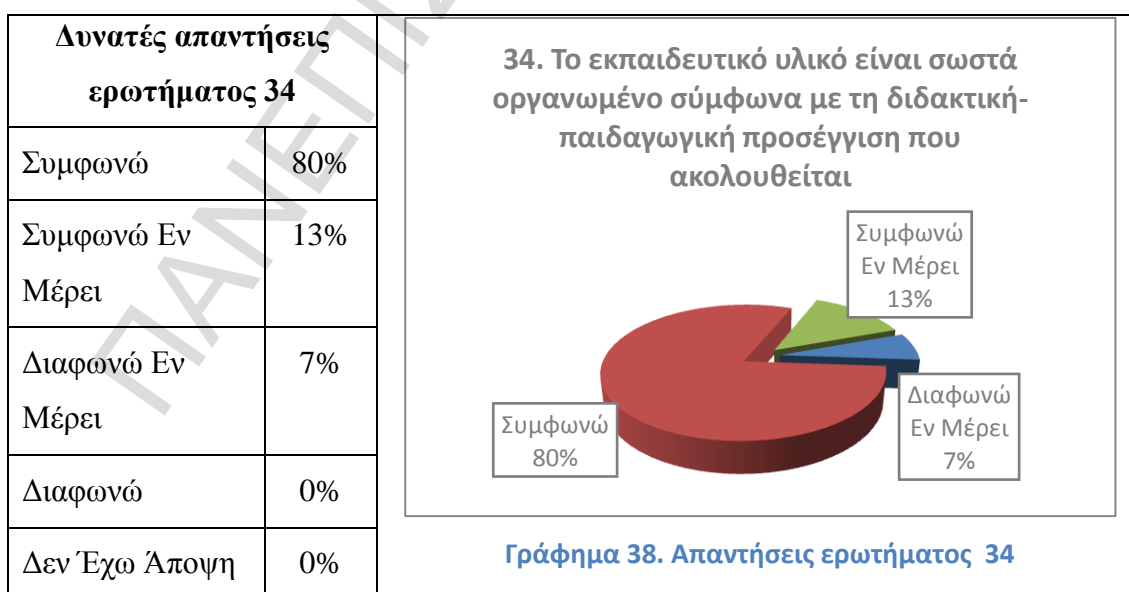


Ενότητα Ζ: Η συνολική παιδαγωγική-διδασκτική αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού (Δομή – οργάνωση 10%)

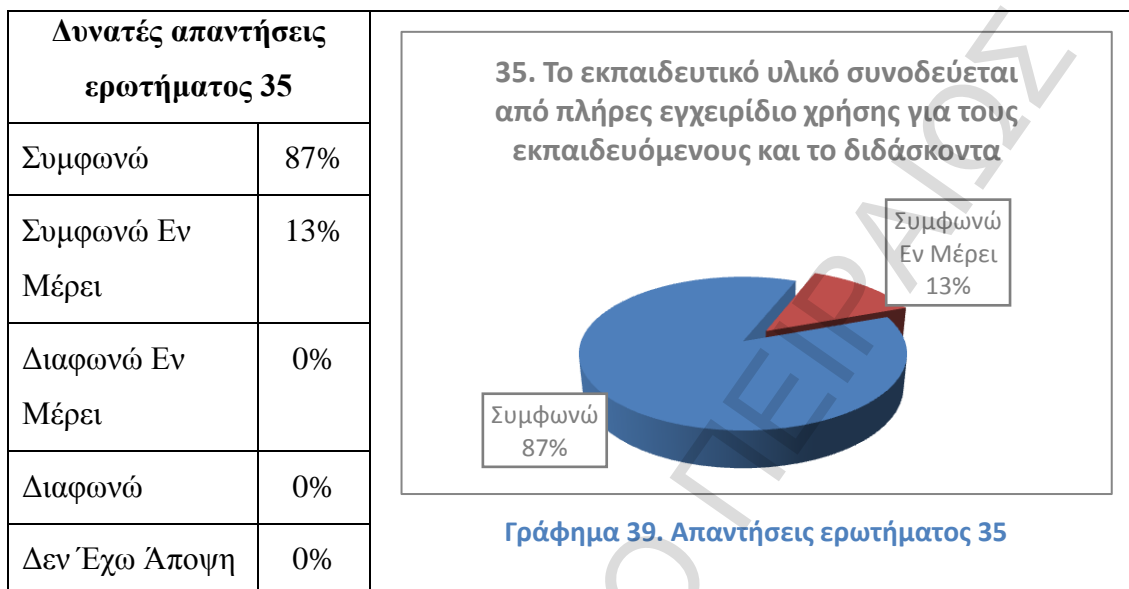
33. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό λογισμικό είναι κατάλληλο για να εισαχθεί στη διδακτική πρακτική ”.



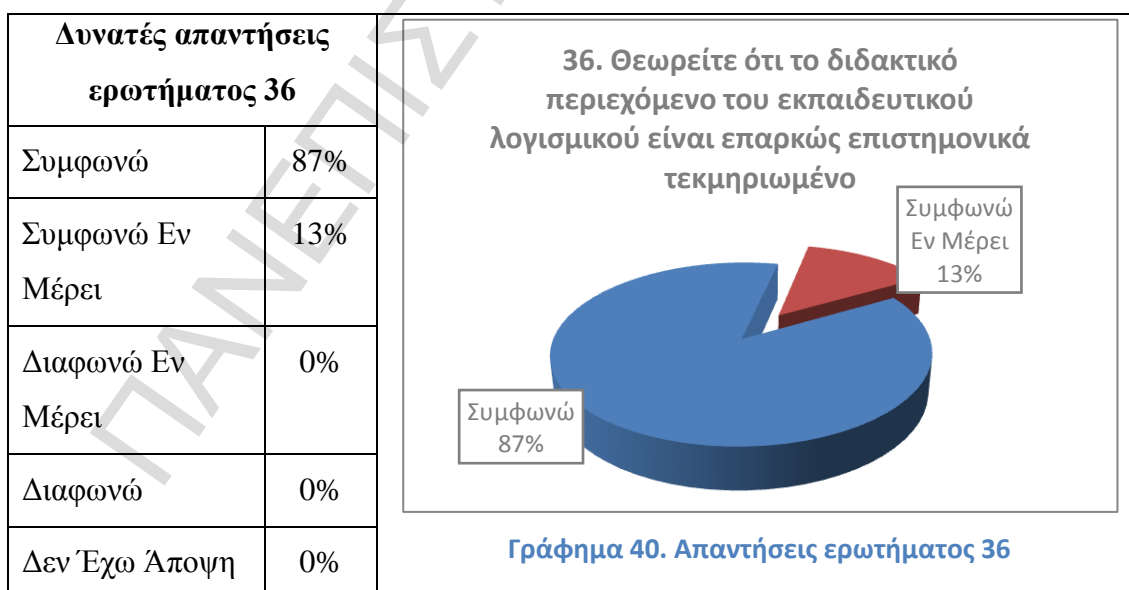
34. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό υλικό είναι σωστά οργανωμένο σύμφωνα με τη διδακτική-παιδαγωγική προσέγγιση που ακολουθείται ”.



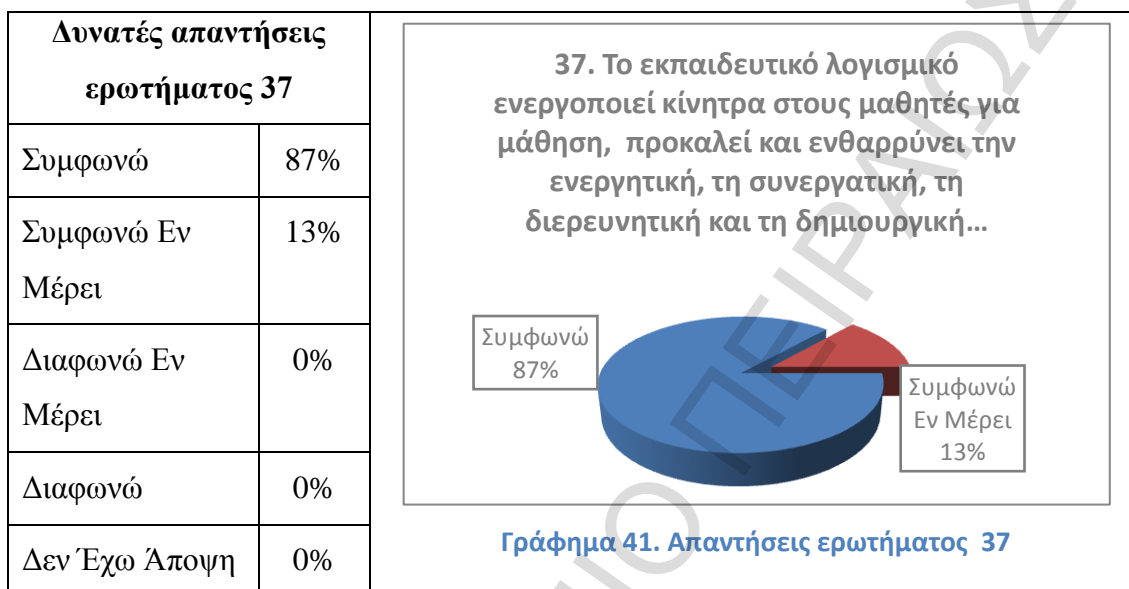
35. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό υλικό συνοδεύεται από πλήρες εγχειρίδιο χρήσης για τους εκπαιδευόμενους και το διδάσκοντα ”.



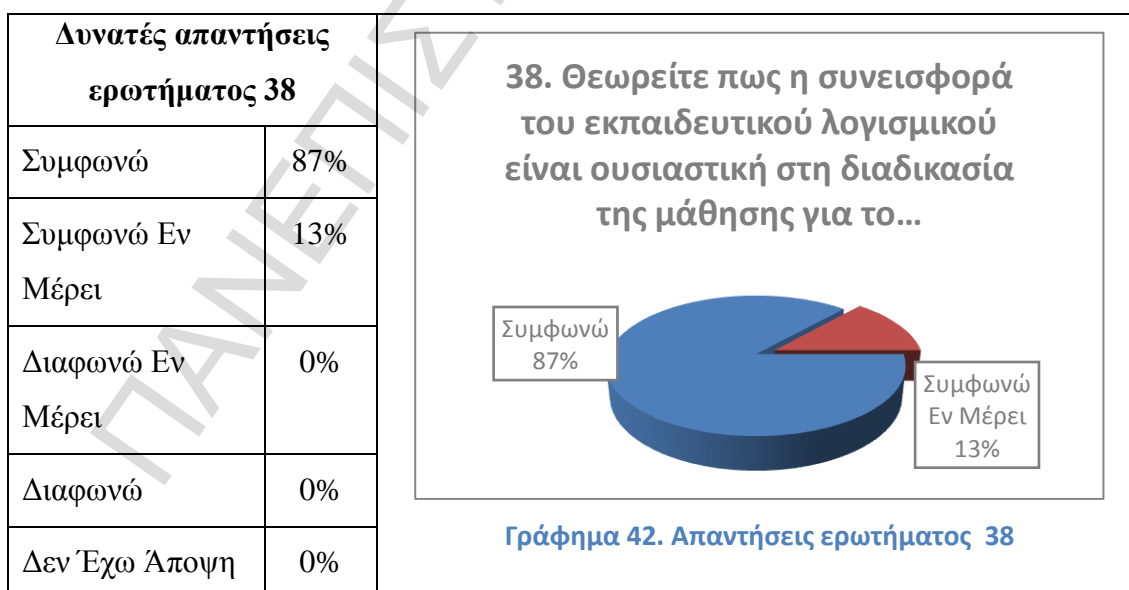
36. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Θεωρείτε ότι το διδακτικό περιεχόμενο του εκπαιδευτικού λογισμικού είναι επαρκώς επιστημονικά τεκμηριωμένο ”.



37. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Το εκπαιδευτικό λογισμικό ενεργοποιεί κίνητρα στους μαθητές για μάθηση, προκαλεί και ενθαρρύνει την ενεργητική, τη συνεργατική, τη διερευνητική και τη δημιουργική προσέγγιση της γνώσης ”.



38. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Θεωρείτε πως η συνεισφορά του εκπαιδευτικού λογισμικού είναι ουσιαστική στη διαδικασία της μάθησης για το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο ”.



Αξιολόγηση της Ζ΄ θεματικής ενότητας



39. Απαντήσεις σχετικά με την ερώτηση “ Εκφράστε την άποψη σας και τις εντυπώσεις σας, από την εμπειρία για το εκπαιδευτικό υλικό, καθώς και τις προτάσεις σας για μελλοντική βελτίωση του”.

Η ερώτηση αυτή έδωσε την δυνατότητα στους αξιολογητές να εκφράσουν γραπτώς την άποψή τους σχετικά με το εκπαιδευτικό υλικό καθώς και για το εκπαιδευτικό λογισμικό Algodoο. Οι παρατηρήσεις τους είναι σημαντικές τόσο για τη βελτίωση όσο και για την περαιτέρω εξέλιξή του. Ορισμένα από τα σχόλιά τους σχετικά με την εισαγωγή του στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι:

“Ο ρόλος του εκπαιδευτή αλλάζει. Από μεταφορέας της γνώσης γίνεται καθοδηγητής και συντονιστής της εκπαιδευτικής πράξης”.

“Είναι πολύ σημαντικό που δημιουργήθηκε. Μπορεί να δοκιμαστεί άμεσα, πιλοτικά, σε περιβάλλοντα τάξης. Από την εμπειρία της αξιοποίησης στην τάξη μπορεί να βελτιωθεί”.

“Το εκπαιδευτικό υλικό είναι οργανωμένο σε γνωστικές ενότητες σύμφωνες με τα σύγχρονα, τεχνικά, παιδαγωγικά δεδομένα και ανταποκρίνεται πλήρως στις ανάγκες εκμάθησης αντικειμένου”.

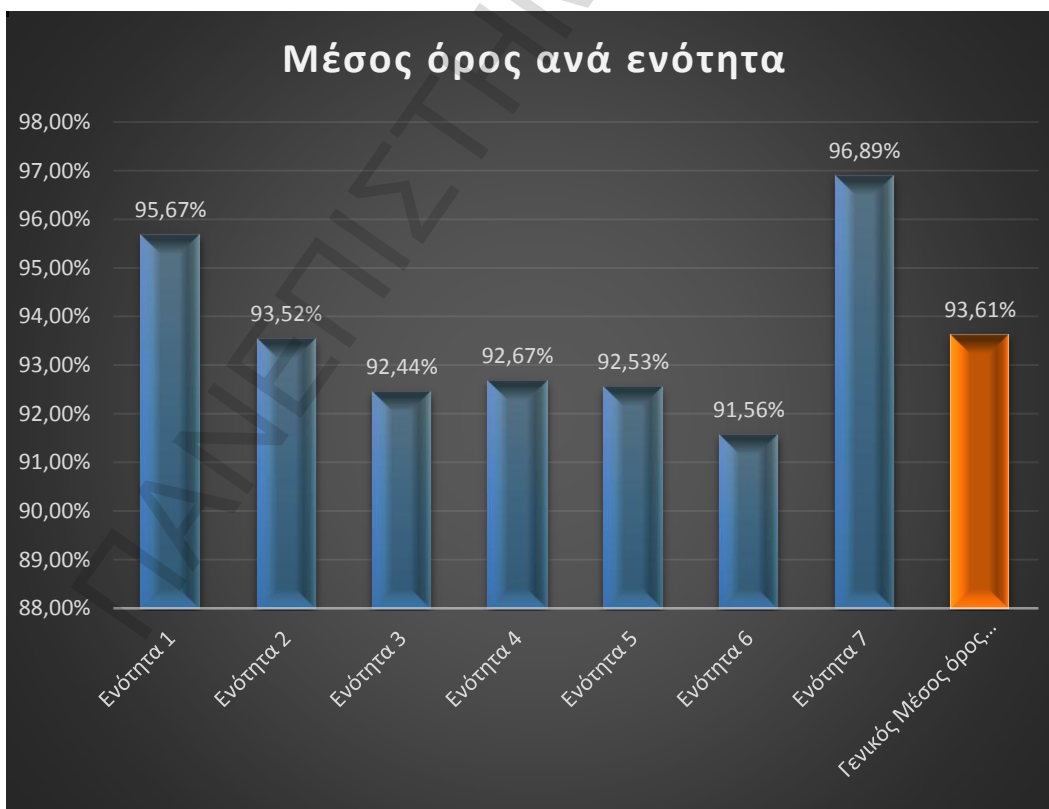
“ Πραγματικά αξιόλογη εργασία, καλύπτει πλήρως το διδακτικό αντικείμενο χωρίς περιττές λεπτομέρειες για τους μαθητές. Αυτό που απαιτείται είναι υπολογιστές στα σχολεία που να υποστηρίζουν το λογισμικό για να προκύψει το επιθυμητό εκπαιδευτικό αποτέλεσμα”.

“Εξαιρετική προσπάθεια! Μακάρι να μπορούσε άμεσα να χρησιμοποιηθεί στην τάξη. Οι προσομοιώσεις είναι πάρα πολύ καλές, η υλικοτεχνική υποδομή των σχολείων υστερεί”.

“Θεωρώ ότι είναι ένα αξιόλογο εργαλείο στα χέρια κάθε εκπαιδευτικού τεχνικών ειδικοτήτων και των εκάστοτε μαθητών του”.

“Συγχαρητήρια, η δημιουργία τέτοιων εκπαιδευτικών σεναρίων είναι πάρα πολύ σημαντική, ιδιαίτερα για εργαστηριακά μαθήματα. Σε επόμενη φάση αυτά τα σεναρία να διαμορφώνονται συνεργατικά από συναδέλφους εκπαιδευτικούς ώστε να αξιοποιείται η συλλογική εμπειρία και να ανοίξουν νέοι ορίζοντες στη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού”.

Συνολική αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού



Συμπερασματικά λοιπόν το εκπαιδευτικό υλικό καλύπτει σε μεγάλο ποσοστό τους στόχους για τους οποίους δημιουργήθηκε.

Αυτό προκύπτει από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου και τα σχόλια των εκπαιδευτικών – αξιολογητών, από την θέση ευθύνης του (σχολικός σύμβουλος – σύμβουλος ΙΕΠ – υπεύθυνος τομέα – μάχιμος εκπαιδευτικός) ο καθένας.

5.7 Συμπεράσματα – προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία σχεδιάστηκαν, δημιουργήθηκαν, υλοποιήθηκαν και αξιολογήθηκαν διαδραστικά εκπαιδευτικά σενάρια για τα Μαθήματα ειδικότητας του τομέα Μηχανολογίας - Οχημάτων, των Επαγγελματικών Λυκείων. Πιο συγκεκριμένα δημιουργήθηκαν πέντε εκπαιδευτικά σενάρια για το μάθημα «Συστήματα Αυτοκινήτου Ι» της Β΄ τάξης **Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου** καλύπτοντας έτσι σε μεγάλο βαθμό το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών του συγκεκριμένου μαθήματος. Σχεδιάστηκε και δημιουργήθηκε επίσης το αντίστοιχο εγχειρίδιο χρήσης για τον εκπαιδευτικό και τον μαθητή, του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε.

Η ανάλυση των στοιχείων της αξιολόγησης έδειξε σε μεγάλο βαθμό την ικανοποίηση της ομάδας των εκπαιδευτικών σχετικά με το υλικό που δημιουργήθηκε. Αποτιμήθηκε δε θετικά η εισαγωγή του εκπαιδευτικού λογισμικού στη μαθησιακή διαδικασία, καθώς θεώρησαν ότι το εκπαιδευτικό υλικό:

- Καλύπτει πλήρως το γνωστικό αντικείμενο το οποίο καλείται να υποστηρίξει.
- Είναι πλήρως συμβατό με τους στόχους του αναλυτικού προγράμματος που θέτει το Υ.ΠΑΙ.Θ.,
- Είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με την διδακτική-παιδαγωγική προσέγγιση της διερευνητικής μάθησης.
- Το υποστηρικτικό και πληροφοριακό υλικό είναι επιστημονικά ακριβές και έγκυρο.

Η δημιουργία του εκπαιδευτικού υλικού έδειξε πως ενισχύεται η άποψη σχετικά με την αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία από τον εκπαιδευτικό. Με τη χρήση των λογισμικών έχουμε παρακίνηση και ενεργοποίηση των εκπαιδευόμενων και ενθάρρυνση αυτών για τη συμμετοχή τους στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού αλλάζει. Από μεταφορέας της γνώσης γίνεται καθοδηγητής και συντονιστής της εκπαιδευτικής πράξης.

Η επιθυμία των εκπαιδευτών, η προσδοκία τους να χρησιμοποιηθεί το εκπαιδευτικό υλικό πιλοτικά στην τάξη αλλά και σε άλλες δραστηριότητες, αποτελούν ισχυρές ενδείξεις της επίδρασης του, στην κατανόηση και το χειρισμό των δομών της διερεύνησης, της προσομοίωσης και της σύνδεσης της με την πρακτική άσκηση. Η θετική στάση τους απέναντι στις Τ.Π.Ε. καθιστά τέτοιου είδους παρεμβάσεις, πολλά υποσχόμενες εκπαιδευτικές δραστηριότητες για τη βελτίωση της διδασκαλίας των μαθημάτων ειδικότητας.

Καταλήγουμε δε στο συμπέρασμα, της γενίκευσης χρήσης των εκπαιδευτικών λογισμικών προσομοίωσης στην εκπαιδευτική διαδικασία ώστε να επιτύχουμε άρση των συνηθισμένων προβλημάτων που παρατηρούνται στη διδασκαλία τόσο των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών όσο και των Επαγγελματικών. Επιπλέον θα πρέπει να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν δραστηριότητες για όλα τα μαθήματα ειδικότητας των τάξεων του Επαγγελματικού Λυκείου.

Κλείνοντας και έχοντας σαν δεδομένο ότι οι εκπαιδευτικοί προσπαθούν για την συνεχή βελτίωση την εκπαιδευτικής διαδικασίας, η δημιουργία της παρούσας διπλωματικής εργασίας - αλλά και όσων δημιουργήθηκαν μέχρι τώρα - πιστεύω ότι θα προσθέσει ένα ακόμα μικρό λιθαράκι προς την κατεύθυνση αυτή. Η αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού Algodoο μπορεί να επεκταθεί και να υποστηρίξει με επιτυχία την εκπαιδευτική διαδικασία της διδασκαλίας των περισσότερων μαθημάτων ειδικότητας του Επαγγελματικού Λυκείου.

6 Βιβλιογραφία.

6.1 Ξένη Βιβλιογραφία:

- Ausubel, (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bacon, R. (1996). The effective use of computers in the teaching of physics. *Active Learning*, 4, 37-41.
- Bell, P. L., Hoadley, C., & Linn, M. C. (2004). Design-based research as educational inquiry. In M. C. Linn, E. A. Davis & P. L. Bell (Eds.), *Internet environments for science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Biggs, J. (1996), Enhancing teaching through constructive alignment, *Higher Education Research and Development*, 15(2), 133-142.
- Bleichroth Wolfgang et al. (1991) *Fachdidaktik Physik*. Aulis Verlag Deubner, Köln.
- Bollnow F.O., 1958. *Die Lebensphilosophie*. Heidelberg.
- Bruce, C.B. & Levin, A.J. (1997). Educational technology: media for inquiry, communication, construction and expression. *Journal of Educational Computing Research*, 17(1), 79-102.
- Bruner, J. (1960). *The process of education*. New York: Vintage.
- Bruner, J. (1985). Vygotsky: a historical and conceptual perspective. In J. Wertsch (Ed.), *Culture, communication and cognition: Vygotskian perspectives*. UK: Cambridge University Press, pp. 21-34.
- Bybee, R. W. (2000). Teaching science as inquiry. In van Zee, E. H. (Ed.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching Science* (pp. 20–46). Washington, DC: AAAS.
- Bybee, R.W. (2000). Teaching science as inquiry. In van Zee, E. H. (Ed.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching Science* (pp. 20–46). Washington, DC: AAAS.
- Bybee, R.W., Powell, J.C & Trowbridge, L.W. (2008). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education (9th Edition).

- Charles Xie., (2010). Computational Experiments for Science and Engineering Education, Invited paper, MODSIM World Conference and Expo, October 13-15, Hampton, Virginia.
- Chinien C, Hlynka D., 1993. Innovations in Education and Teaching International Volume 30, Issue 1.
- Clements, H.D. (1991). Enhancement of creativity in computer environments. *American Educational Research Journal*, 28, 173-187.
- Crook, C. (1994). *Computers and the collaborative experience of learning*. London: Routledge.
- Dewey, J., 1938. Experience and education, Kappa Delta, New York.
- Duit, R., & Treagust, D. (1998). Learning in science: from behaviourism towards social constructivism and beyond. In B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 3-25.
- Education*, 32, 347-364.
- Evolution of the modern photon. *American Journal of Physics*, 57, 27–35
- Hinostroza, E., Rehbein, L., Mellar, H. & Preston, C. (2000). Developing educational software: A professional tool perspective. *Education and Information Technologies*, 5 (2), 103-117 (τρεις κατηγορίες μεθόδων αξιολόγησης τίτλων ελ: πειραματικές, με καταλόγους ελέγχου κριτηρίων - check-lists, ποιοτικές).
- Hounsell, D. & McCune, V. (2003). 'Students' experiences of learning to present'. In C. Rust (ed.). *Improving Student Learning Theory and Practice – Ten Years On*. Proceedings of the Tenth International Symposium on Improving Student Learning, Brussels, September 2002. (pp 109-118). Oxford: CSLD.
- Jimoyiannis, A. & Komis V., (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education* 36, 183-204.
- Jimoyiannis, A., Mikropoulos, T. A. & Ravanis, K., (2000). Students' performance towards computer simulations on kinematics. *Themes in Education*, 1(4), 357-372.

- Jonassen, D. (1996). *Computers in the classroom. Mindtools for critical thinking*. USA: Prentice-Hall.
- Jong T., Martin E., Zamarro J.-M., Esquembre F., Swaak J., Joolingen Wouter R., (1999). The Integration of Computer Simulation and Learning Support: An Example from the Physics Domain of Collisions. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(5) 597–615.
- Jong T., Martin E., Zamarro J.-M., Esquembre F., Swaak J., Joolingen Wouter R., (1999). The Integration of Computer Simulation and Learning Support: An Example from the Physics Domain of Collisions. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(5) 597–615.
- Jonnaert, P., & Vander Borgh, C. (1999). *Créer des conditions d'apprentissage*. Bruxelles: De Boeck & Larcier.
- Kane, M., et al., 1990. Identifying and describing the skills required by work. U.S. Department of Labor, The Secretary's Commission on Achieving Necessary Skills. Washington, DC: Author.
- Kelly, G. (1955), *The Psychology of personal constructs 1 and 2*, New York, Norton),
- Laurillard, D.M. (1992). Learning through collaborative computer simulations. *British Journal of Educational Technology*, 2, 164-171.
- Linn, M.C., Davis E.A. & Bell, P.L. (2004) Inquiry and Technology. In M.C. Linn, E.A. Davis & P.L. Bell (Eds.), *Internet environments for science education*. (pp 3-27). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mayer, R. and Moreno, R, (2002). Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, Vol. 14, No. 1.
- McDermott, L.C., (1984). Research on conceptual understanding in mechanics, *Physics Today*, 37, (7), pp.24-32.
- Minner, D.D., Levy, A.J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, pp 474–496.
- Nielsen B.M., 1997. Simulation Techniques for Minimally Invasive Surgery HT Medical, Inc. Rockville, USA.

- OCDE/OECD. Centre for Educational Research and Technology (1989). *Information Technologies in Education. The quest for quality software*. Paris (επισήμανση της έλλειψης ποιότητας και προτάσεις για τη σχεδίαση και αξιολόγηση).
- Osborne, J. & Hennessy, S. (2003). *Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions*. NESTA Futurelab Series, Bristol: NESTA Futurelab.
- <http://www.nestafuturelab.org/research/reviews/se01.htm>
- Paterson, W., Strickland, J., (1986) Garbage In / Garbage Out: Evaluating Computer Software, *The English Record*, 2nd quarter, σελ 11-15.
- Piaget J, (1973), *To understand is to invent*. Grossman, New York.
- Piaget, J. (1968), *Le structuralisme*, Presse Universitaires de France, Paris
- Poole, B.J. (1997). *Education for an information age. Teaching in the computerized classroom*. USA: Mc Grow-Hill (2nd edition) *processes*, Cambridge Mass: Harvard University Press.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemm, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.
- Schmidkunz Heinz, Lindemann Helmut (1992). *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren. Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Westarp Wissenschaften, Essen.
- Smith, B. & Blankinship, E., (1999). Imagery as Data: Structures for Visual Model Building. *Computer Support for Collaborative Learning* 549-557.
- Squires, D. & McDougall, A. (1994). *Choosing and Using Educational Software: A Teacher's Guide*. London: The Falmer Press (κατάρτιση ενός σχετικά πλήρους καταλόγου κριτηρίων αξιολόγησης ελ).
- Squires, D. & Preece, J. (1999). Predicting quality in educational software: Evaluating for learning, usability and the synergy between them. *Interacting with Computers*, 11, 467-483 (σειρά κριτηρίων αξιολόγησης ελ συμβατών με την επικοινωνιακή προσέγγιση για τη μάθηση).

- Tamir, P. (1985). Content analysis focusing on inquiry. *Journal of Curriculum Studies*, 17(1), pp 87-94.
- Trowbridge D.E., McDermott, L.C., (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American Journal of Physics*, 49 (13), pp.242-253.
- Trowbridge, David E. and McDermott, L., (1980). Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *Am. J. Physics* 48(12), 1020-1028.
- Underwood, J., & Underwood, G. (1994). *Computers and learning*. Oxford: Blackwell.
- Vygotski, L. S. (1978), *Mind in society: The development of higher psychological*
- Wallrabenstein Wulf (1992). *Offene Schule - Offener Unterricht*. Rowohlt, Hamburg
- Wood, D.J., Bruner, J.S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Psychology and Psychiatry*, 77, 89-100.
- Algodo. [http://www.algodo.com/\[10/3/2013\]](http://www.algodo.com/[10/3/2013])

6.2 Ελληνική Βιβλιογραφία:

- Αγγελέτος Μ.,Καρακώστα Θ.,Καράμπελας Α.,Ρεπαντής Β.(2009). Αξιοποίηση των τρισδιάστατων τεχνολογιών στη διδασκαλία της Αλγοριθμικής: Προγραμματισμός για τους «πολλούς» - μια διαθεματική προσέγγιση. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΤΠΕ «Αξιοποίηση Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην Διδακτική Πράξη». Σύρος 08-10 Μαΐου.
- Ανδριανός Ν. Παναγιωτίδης Π. Παπαδόπουλος Ν. (2008). Συστήματα Αυτοκινήτου Ι - Ο.Ε.Δ.Β.
- Ανδριανός Ν. Παναγιωτίδης Π. Παπαδόπουλος Ν. (2009). Συστήματα Αυτοκινήτου Ι - Εργαστηριακός Οδηγός - Ο.Ε.Δ.Β.
- Βοσνιάδου Σ., (1998). *Γνωσιακή Ψυχολογία*, Gutenberg, Αθήνα.
- Γιαλαούρη Ελ. (2011). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες με τη χρήση Προηγμένων Τεχνολογικών Εφαρμογών. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

- Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών (2002). Εκπαιδευτικό λογισμικό: Πρώτη Γνωριμία με Διαθέσιμο Εκπαιδευτικό Λογισμικό. Τίτλος Έργου: «Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στην αξιοποίηση των τεχνολογιών πληροφορίας & επικοινωνιών στην εκπαίδευση». Πάτρα.
- Καρούλης Α. (2001). *Προβλήματα Σχεδιασμού και Ανάπτυξη Διαλογικών Interfaces για την Υποστήριξη Multimedia Εκπαιδευτικών Συστημάτων*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Κόμης, Β., (2002). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*. Αθήνα Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Κοντογεωργίου Α. (2011). Τα γνωσιολογικά εμπόδια και το μοντέλο των δυναμικών δικτύων. *Η εφαρμογή του μοντέλου στην διδακτική αξιοποίηση των ΤΠΕ*. Εκδόσεις Ασημίνα Κοντογεωργίου – Παπανικολάου, Βόλος.
- Κουζέλη Θ. Παναγιωτίδη Π. « *Αυτοκίνητα και Μηχανήματα Τεχνικών Έργων* » *ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ*.
- Μαρκέα, Χ. & Πιντέλας, Π. (2000). *Αξιολόγηση εκπαιδευτικού λογισμικού*. Πάτρα
- Ματσαγγούρας Γ. Ηλίας (2000), *Στρατηγικές Διδασκαλίας –Η κριτική Σκέψη στη Διδακτική Πράξη*, 5η Έκδ., Gutenberg.
- Μικρόπουλος, Α.Τ. (2000). Εκπαιδευτικό Λογισμικό. Θέματα σχεδίασης και αξιολόγησης λογισμικού υπερμέσων. Αθήνα , Κλειδάριθμος .
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, (2011). Βασικό επιμορφωτικό υλικό. Τόμος Β: Ειδικό μέρος ΠΕ04 Φυσικών Επιστημών. Μείζον πρόγραμμα επιμόρφωσης εκπαιδευτικών. Αθήνα.
- Παναγιωτακόπουλος Χ., Πιερρακέας Χ. & Πιντέλας Π. (2003). *Το εκπαιδευτικό Εκπαιδευτικό Λογισμικό και η Αξιολόγησή του*. Αθήνα, Μεταίχμιο.
- Παναγιωτακόπουλος, Χ. & Πιντέλας, Π. (2001). *Το πρόβλημα της αξιολόγησης του*
- Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας, Π. (2003). *Το Εκπαιδευτικό Λογισμικό και η Αξιολόγησή του*. Αθήνα, Μεταίχμιο.
- Πανταζής Β. (2008). *Διδακτική επαγγελματικών μαθημάτων*. Τίτλος έργου: «Παιδαγωγική επιμόρφωση εκπαιδευτικών του ΟΑΕΔ». Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών και Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, Αθήνα.

- Παντελής Ν. Γαλίτης, (2010). *Η διδασκαλία των εργαστηριακών μαθημάτων του Μηχανολογικού Τομέα και του Τομέα Οχημάτων στην Δευτεροβάθμια Τεχνική –Επαγγελματική Εκπαίδευση: Προτάσεις αναβάθμισης της εργαστηριακής διαδικασίας– εμπειρίας στα πλαίσια των Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών*. Πρακτικά του Ελληνικού Ινστιτούτου Εφαρμοσμένης Παιδαγωγικής και Εκπαίδευσης (ΕΛΛ.Ι.Ε.Π.ΕΚ.), 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο με θέμα «Μαθαίνω πώς να μαθαίνω», Αθήνα 7-9 Μαΐου.
- Ράπτης Αρ. & Ράπτη Αθ. (1999). *Πληροφορική και εκπαίδευση. Συλλογική προσέγγιση*. Αθήνα: Έκδοση των συγγραφέων.
- Σολομωνίδου Χ. (1999). *Εκπαιδευτική Τεχνολογία. Μέσα, Υλικά, διδακτική χρήση και αξιοποίηση*. Αθήνα, Καστανιώτης.
- Σολομωνίδου Χ. (2006). *Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης*. Αθήνα Μεταίχμιο.
- Σταυρίδου (2000). *Συνεργατική μάθηση στις επιστήμες. Μία εφαρμογή στο δημοτικό σχολείο*. Βόλος, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας.
- Στυλιανίδου Φ., Κουλούρης Π., Σωτηρίου Σ. (2011). Τρόποι προαγωγής της διερευνητικής μάθησης των Φυσικών Επιστημών με την αξιοποίηση των ΤΠΕ. Πρακτικά 2ου Πανελληνίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» (σελ. 1215-1218). Πάτρα 28-30 Απριλίου.

7 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

7.1 1ο Εκπαιδευτικό σενάριο: ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ

Εκπαιδευτικό Σενάριο Μαθήματος

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων	Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι
Ταξή: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου	Ενότητα : Συμπλέκτης
Καθηγητής:	Διάρκεια : 4 ώρες x 45'
Εκπαιδευτικό Πρόβλημα : Οι μαθητές ερχόμενοι στην εκπαιδευτική διαδικασία έχουν διαμορφωμένη άποψη για τα φυσικά φαινόμενα, δίνοντας τη δική τους ερμηνεία για αυτά, μέσω διαφόρων αλληλεπιδράσεων στην καθημερινή τους ζωή (Trowbridge and McDermott, 1981). Το εκπαιδευτικό πρόβλημα σχετίζεται με την αδυναμία πολλών μαθητών να κατανοήσουν την τεχνική ορολογία αλλά και τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζονται οι νόμοι των φυσικών επιστημών στην λειτουργία των διαφόρων συστημάτων του αυτοκινήτου, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν και συνεργάζονται μεταξύ τους. Στόχοι : Γνώσεις: <ol style="list-style-type: none">1. Να αναφέρουν τα είδη του συμπλέκτη.2. Να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα μέρη εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένας συμπλέκτης.3. Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας του συγκεκριμένου μηχανισμού, καθώς και των επιμέρους εξαρτημάτων του.	

4. Να προσδιορίζουν τη θέση του κάθε μέρους - εξαρτήματος στην όλη διάταξη.

Δεξιότητες:

1. Να αναπτύσσουν την κριτική τους ικανότητα.

2. Να κατανοούν την αρχή λειτουργίας ενός συστήματος μετάδοσης κίνησης – συμπλέκτη – να περιγράφουν τον τρόπο και τα μέσα αποσυναρμολόγησης των επιμέρους τμημάτων του συμπλέκτη.

3. Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες του συστήματος, αυτού, καθώς και των επιμέρους εξαρτημάτων του.

4. Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους ελέγχου, επισκευής, ρύθμισης και συντήρησης του συγκεκριμένου συστήματος, όπως και των επιμέρους εξαρτημάτων του.

5. Να συνδέουν τα θέματα και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην τάξη με τις πρακτικές εφαρμογές στο εργαστήριο.

Στάσεις:

1. Οι μαθητές θα πρέπει να δείχνουν ενδιαφέρον για θέματα φυσικών επιστημών, για τεχνολογικά θέματα ώστε να τα συνδέουν μεταξύ τους

2. Να ελέγχουν τη μαθησιακή τους πρόοδο.

3. Να αξιολογούν τη στρατηγική τους.

4. Να εκμεταλλεύονται την συνεχή ανατροφοδότηση που τους δίνει ο εκπαιδευτής, χρησιμοποιώντας την ως αφετηρία για περαιτέρω βελτίωση, στην τάξη αλλά και στο εργαστήριο

Χαρακτηριστικά εκπαιδευομένων:

Γνωστικά:

1. Να έχουν βασικές γνώσεις Φυσικής – Αγγλικών.
2. Να έχουν καλή σχέση με την τεχνολογία, τις εφαρμογές λογισμικού και το διαδίκτυο.
3. Να είναι εξοικειωμένοι με την χρήση εργαλείων χειρός, αλλά και συσκευών.

Ψυχοκοινωνικά:

1. Να επιθυμούν να συμμετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία.
2. Να είναι πρόθυμοι να συνεργάζονται σε ομάδες ομότιμα, σεβόμενοι την διαφορετικότητα των απόψεων των συμμαθητών τους.
3. Να είναι πρόθυμοι να προσεγγίσουν την ανακαλυπτική διαδικασία μέσω πειραμάτων. Μέσα από ομαδοσυνεργατικές διαδικασίες να καταβάλουν συνειδητή προσπάθεια και δραστηριοποίηση για την επίλυση των προβλημάτων.

Δημογραφικά:

Οι εκπαιδευόμενοι στα ΕΠΑ.Λ. είναι και των δύο φύλων, ηλικίας 16 έως 18 ετών. Σε απογευματινά ΕΠΑΛ υπάρχουν και ενήλικες μαθητές εργαζόμενοι συνήθως, με διαμορφωμένη άποψη (εσφαλμένη ή όχι) σε πολλά θέματα.

Ανάγκες εκπαιδευομένων:

Οι εκπαιδευόμενοι έχουν την ανάγκη να:

1. Να αισθάνονται ικανοί να ελέγχουν την πορεία της μάθησης τους χρησιμοποιώντας την πρότερη γνώση για την οικοδόμηση νέας.
2. Να αναπτύξουν την κριτική τους ικανότητα μέσα από συνεχή ανατροφοδότηση, είτε από τον εκπαιδευτή, είτε από τους συμμαθητές τους.
3. Να αποκτήσουν δεξιότητες και το αίσθημα πληρότητας μέσα από πρακτικές – πειραματικές εμπειρίες.

Εκπαιδευτική προσέγγιση του εκπαιδευτικού σεναρίου

Για την επίλυση του υπό εξέταση διδακτικού προβλήματος, επιλέχθηκε ως καταλληλότερη η εκπαιδευτική προσέγγιση που βασίζεται στις

αρχές του διδακτικού μοντέλου της διερευνητικής μάθησης.

Για την υλοποίηση του επιλεγμένου διδακτικού μοντέλου, λάβαμε υπόψη μας, τις παρακάτω παραμέτρους:

1. Παρουσίαση του θέματος με τρόπο που να κινητοποιήσει τις ανάγκες των εκπαιδευομένων: αναφορές σε καθημερινά προβλήματα των μαθητών.
2. Διάρκεια: Μάθημα 2 x 45 λεπτά / Δραστηριότητες – Εφαρμογές 2 x 45 λεπτά.
3. Ηλεκτρονικός υπολογιστής - Διαδραστικός Πίνακας ή Βίντεο προβολέας
4. Λογισμικό: Microsoft Office 2007 - προσομοίωση ALGODOO

Πορεία Διδασκαλίας – Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες – Χρονοδιάγραμμα :

Πορεία διδασκαλίας	Μεθοδολογία	Μέσα διδασκαλίας	Χρόνος
Φάση 1^η: Κινητοποίηση αναγκών - καθοδήγηση των μαθητών			
Ο καθηγητής δίνει στους μαθητές τα κατάλληλα ερεθίσματα ώστε να αναγάγει το φαινόμενο σε πρόβλημα, με σύντομη αναδρομή σε πρότερες γνώσεις ενεργοποιώντας τις ανάγκες των μαθητών.	Διάλεξη		4
Φάση 2^η: Παρουσίαση – Διερεύνηση του προβλήματος			
Ο εκπαιδευτής ανοίγει την παρουσίαση προβάλλοντας βίντεο και εικόνες από πρακτικά παραδείγματα στους εκπαιδευόμενους, στα οποία εμφανίζεται το πρόβλημα προς	Επίδειξη -	H/Y – projector	6

διερεύνηση, με το οποίο θα ασχοληθούν. Παρουσιάζει τους λόγους για τους οποίους είναι απαραίτητη η ύπαρξη του συμπλέκτη στο σύστημα μετάδοσης κίνησης του αυτοκινήτου.	Προβολή		
Συζήτηση με τους μαθητές: Στη συνέχεια γίνεται συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτή και εκπαιδευόμενων όπου παραθέτουν τα δικά τους παραδείγματα. Οι μαθητές είναι ιδιαίτερα εξοικειωμένοι με τα μηχανοκίνητα αθλήματα, πολλές φορές με εσφαλμένες απόψεις.	Συζήτηση		5
Ο εκπαιδευτής παρουσιάζει με την βοήθεια power point τα είδη του συμπλέκτη τοποθετώντας την εξέλιξή του χρονικά από τον πιο απλό στον πιο σύνθετο. Αναλύει σε επιμέρους εξαρτήματα και τους εξηγεί πώς η τεχνολογία χρησιμοποίησε απλές αρχές της φυσικής (ανακαλώντας πρότερη γνώση) για να επιτύχει τους στόχους της	Διάλεξη – Προβολή παρουσίασης	H/Y –projector	15
Φάση 3^η: Προετοιμασία της δραστηριότητας.			
Ο εκπαιδευτής αφού οι μαθητές χωρισθούν σε ομάδες, και επιλέξουν ρόλους διανέμει φύλλο έργου όπου εκεί τους παρέχει οδηγίες σχετικά με τα βήματα που θα ακολουθήσουν, προκειμένου να προετοιμαστούν για την εκπαιδευτική δραστηριότητα. Συζητά μαζί τους επιλύει απορίες.	Διάλεξη - Συζήτηση	Projector – H/Y	6
Εξηγεί την χρησιμότητα της προσομοίωσης της λειτουργίας διαφόρων εξαρτημάτων ή και μηχανών ακόμη, μέσω του υπολογιστή. Παρουσιάζει με την βοήθεια διαδραστικού πίνακα το πρόγραμμα προσομοίωσης Algodoo, επεξηγώντας τις λειτουργίες και τις	Επίδειξη λογισμικού	Λογισμικό Algodoo – Διαδραστικός	9

δυνατότητες του .		πίνακας – Η/Υ	
Φάση 4^η: Πρακτική εξάσκηση στην τάξη.			
<p>Ο εκπαιδευτικός ζητά από τον αρχηγό της κάθε ομάδας να αναθέσει στα μέλη του μέρος της δραστηριότητας από το φύλλο εργασίας. Κάθε μαθητής με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού κάνει μόνος του πρακτική εξάσκηση με το εργαλείο Algodoo. Το λογισμικό Algodoo δίνει με ένα έξυπνο και διασκεδαστικό τρόπο την δυνατότητα στον μαθητή να κατανοήσει εύκολα έννοιες της φυσικής και φυσικά φαινόμενα που συναντά στην καθημερινότητά του. Η διαδικασία αυτή καλλιεργεί το αίσθημα πληρότητας, της αυτοεκτίμησης και ενισχύει σημαντικά την ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας όπως επίσης και τις μεταγνωστικές δεξιότητες του μαθητή. Αφού εξοικειωθούν με το εργαλείο προσομοίωσης, παρέχεται χρόνος στους μαθητές να πειραματίσθουν ελεύθερα μόνοι τους .</p>	Πρακτική εξάσκηση στο λογισμικό	Projector – Η/Υ– Διαδραστικός πίνακας – tablet PC	10
<p>Οι μαθητές πειραματίζονται μέσα από το λογισμικό ώστε να κατανοήσουν την έννοια της τριβής, της δύναμης, της συμπεριφοράς των ρευστών και πώς αυτή παρουσιάζεται μέσω της προσομοίωσης.</p> <p>Οι μαθητές μέσω του λογισμικού προσομοίωσης καλούνται να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας που τους δόθηκε.</p> <p>Δραστηριότητα 1^η:</p> <p>Οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν τις έννοιες της τριβής και της δύναμης. Οι</p>	Πείραμα προσομοίωσης -	Η/Υ – Λογισμικό Algodoo – Διαδραστικός πίνακας – tablet	20

<p>μαθητές καλούνται να δημιουργήσουν αντικείμενα διαφόρων υλικών που συνεργάζονται μεταξύ τους, να καταγράψουν την συμπεριφορά τους και πως η τριβή επηρεάζει την λειτουργία τους. Καλούνται επίσης να υπολογίσουν την δύναμη που πρέπει να ασκήσουν σε αυτά ώστε να υπερνικήσουν την τριβή μεταξύ τους. Οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν τα αποτελέσματα στο φύλλο εργασίας και να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους.</p> <p>Δραστηριότητα 2^η:</p> <p>Στη δεύτερη δραστηριότητα η κάθε ομάδα μαθητών καλείται να δημιουργήσει μια σκηνή με το λογισμικό, στην οποία θα προσομοιώσει με την βοήθεια του ένα επιμέρους εξαρτήματα από το οποίο αποτελείται ο συμπλέκτης και να διερευνήσει πώς επηρεάζεται η λειτουργία του όταν σε αυτά τοποθετήσουμε υγρά.</p> <p>Σκοπός της δραστηριότητας αυτής είναι η διερεύνηση της συμπεριφοράς των υγρών σε ένα κλειστό δοχείο και πώς μια δύναμη μεταδίδεται από ένα στερεό σε ένα υγρό και αντίστροφα.</p> <p>Δραστηριότητα 3^η:</p> <p>Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές πειραματίζονται σε έτοιμες σκηνές του λογισμικού προσομοίωσης Algodoo, που έχει δημιουργήσει ο εκπαιδευτικός.</p> <p>Ζητείται από την κάθε ομάδα να δημιουργήσει την κινηματική αλυσίδα (τοποθετώντας τα εξαρτήματα στην σειρά) λειτουργίας του συμπλέκτη ώστε να επιτύχουμε</p>	<p>άσκηση</p>	<p>PC</p>	
---	----------------------	------------------	--

<p>αποσύμπλεξη και σύμπλεξη του κινητήρα από τα υπόλοιπα συστήματα του.</p> <p>Οι μαθητές πειραματιζόμενοι καλούνται επίσης να επιλέξουν την τριβή μεταξύ των υλικών και τις δυνάμεις που απαιτούνται για την ορθή προσομοίωση της λειτουργίας του συμπλέκτη, είτε αυτός λειτουργεί μηχανικά είτε με υδραυλική υποβοήθηση.</p>			
<p>Αποτελέσματα:</p> <p>Οι ομάδες καταγράφουν τα αποτελέσματά τους στο φύλλο εργασίας.</p> <p>Στο φύλλο εργασίας ο καθηγητής ζητά από τα μέλη των ομάδων:</p> <ul style="list-style-type: none"> • να υπολογίσουν τη δύναμη που απαιτείται για να επιτύχουμε αποσύμπλεξη στον συμπλέκτη, να αιτιολογήσουν την απάντησή τους, αποτέλεσμα της οποίας θα είναι η επιτυχής η προσομοίωση. • να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα επιμέρους εξαρτήματα από τα ποία αποτελείται ο συμπλέκτης και να περιγράψουν τον τρόπο λειτουργίας τους. • να δημιουργήσουν την κινηματική αλυσίδα (τοποθετώντας τα εξαρτήματα στην σειρά) λειτουργίας του συμπλέκτη ώστε να επιτύχουν αποσύμπλεξη και σύμπλεξη του κινητήρα από τα υπόλοιπα συστήματα του. 	<p>Συγγραφή Αποτελεσμάτων</p>	<p>H/Y – Φύλλο εργασίας</p>	<p>5</p>
<p>Φάση 5^η: Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων – Ανατροφοδότηση</p>			
<p>Οι ομάδες καλούνται να αναλύσουν, να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα να παρουσιάσουν και να επεξηγήσουν, αιτιολογώντας τις επιλογές που έκαναν κατά την</p>		<p>H/Y – Λογισμικό Algodoo –</p>	<p>7</p>

<p>διάρκεια της διαδικασίας.</p> <p>Τα αποτελέσματα και οι επεξηγήσεις της κάθε ομάδας αξιολογούνται από τις υπόλοιπες, σχολιάζοντας, επαναδιατυπώνοντας, συμπληρώνοντας ή και διορθώνοντας τις υποθέσεις τους. Επιδιώκεται έτσι η γενίκευση των παρατηρήσεων και η διατύπωση κοινών συμπερασμάτων.</p>	<p>Συζήτηση</p>	<p>Διαδραστικός πίνακας – tablet PC</p>	
<p>Ο καθηγητής αξιολογεί τα αποτελέσματα των μαθητών και παρέχει την απαιτούμενη ανατροφοδότηση όπου αυτή χρειάζεται, τονίζοντας τα σημαντικότερα σημεία και επιλύοντας τυχόν απορίες.</p>	<p>Πείραμα - Άσκηση</p>	<p>Διαδραστικός πίνακας – tablet PC</p>	<p>3</p>
<p>Φάση 6^η: Από την προσομοίωσηστη πράξη του εργαστηρίου</p>			
<p>Οι ομάδες καλούνται πλέον στον χώρο του εργαστηρίου συστημάτων Αυτοκινήτου, με την εποπτεία του εκπαιδευτικού, σε πραγματικές συνθήκες, με την βοήθεια και των οδηγιών του φύλου εργασίας, να αποσυναρμολογήσουν συμπλέκτη από κινητήρα αυτοκινήτου, να δουν τα επιμέρους εξαρτήματά του και να τον συναρμολογήσουν επιτυχώς.</p> <p>Η τελευταία φάση συμβάλει στην επίτευξη μακροπρόθεσμου στόχου, με την κατάκτηση βιωματικών δεξιοτήτων, οι οποίες θα αξιοποιηθούν στην επαγγελματική τους σταδιοδρομία.</p>	<p>Πρακτική εξάσκηση</p>	<p>Εργαστήριο Συστημάτων Αυτοκινήτου</p>	<p>90</p>

Οδηγίες για τον Εκπαιδευτή

Εκπαιδευτικό σενάριο: ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι

Ταξη: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου Ενότητα : Συμπλέκτης

Διδάσκον Καθηγητής: Διάρκεια : 4 ώρες x 45'

1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου	Συμπλέκτης		
2. Λογισμικό που χρησιμοποιείται	ALGODOO	Αρχεία	(σκηνή: ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ-ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ)
	Διάθεση στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.algodoo.com/		
3. Βασικές έννοιες και μεγέθη	Σύμπλεξη – αποσύμπλεξη – ροπή στρέψης – τριβή - κινηματική αλυσίδα.		
4. Προαπαιτούμενες Γνώσεις	Οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να γνωρίζουν τα φυσικά μεγέθη που αφορούν την ροπή στρέψης – τριβή – συντελεστή τριβής - τις ιδιότητες των μετάλλων – πώς αυτά συμπεριφέρονται σε συνθήκες τριβής – υψηλές θερμοκρασίες – χρήση εργαλείων χειρός.		
5. Περιγραφή του Εκπαιδευτικού Σεναρίου	Με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης « ALGODOO », θα διερευνηθούν οι συνθήκες λειτουργίας του συστήματος σύμπλεξης – αποσύμπλεξης του κινητήρα από τα υπόλοιπα συστήματα του Αυτοκινήτου. Η δραστηριότητα αυτή θα βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να κατανοήσουν πειραματικά την η αρχή λειτουργίας του συστήματος σύμπλεξης – αποσύμπλεξης καθώς και πώς τα επιμέρους συστήματα συνεργάζονται μεταξύ τους έτσι ώστε να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.		

	Θα διερευνήσουν επίσης την συμπεριφορά των ρευστών και πώς αυτά συνδράμουν στην επίτευξη του στόχου.
6. Στόχοι του Εκπαιδευτικού Σεναρίου	<p>Οι αναμενόμενοι στόχοι διακρίνονται σε ειδικούς και γενικούς στόχους. Οι Ειδικοί Διδακτικοί Στόχοι σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών σχετίζονται με την ενότητα:</p> <p>«2.3 Συστήματα μετάδοσης κίνησης –Συμπλέκτης »:</p> <p>Οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ικανοί να:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Να αναφέρουν τα είδη του συμπλέκτη. 2. Να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα μέρη και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένας συμπλέκτης. 3. Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας του συγκεκριμένου μηχανισμού, καθώς και των επιμέρους εξαρτημάτων του. 4. Να προσδιορίζουν τη θέση του κάθε μέρους - εξαρτήματος στην όλη διάταξη. <p>Οι Γενικοί Διδακτικοί Στόχοι ορίζονται με βάση τα τρία ανώτερα επίπεδα της αναθεωρημένης ταξινομίας διδακτικών στόχων του Bloom (ανάλυση, αξιολόγηση, σύνθεση).</p> <p>Οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναλύουν τις σχέσεις που συνδέουν τα μεγέθη ενός συστήματος μετάδοσης κίνησης με τριβή . • να αξιολογούν, να επαληθεύουν τα ευρήματά τους, και να προτείνουν εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα. • κατανοούν τα φαινόμενα, πώς αυτά συνδέονται μεταξύ τους ώστε να διαμορφώνουν και να παράγουν συμπεράσματα με άμεση εφαρμογή στην πράξη, που θα εφαρμοστεί άμεσα στο εργαστήριο.
7. Μέθοδος – οργάνωση της τάξης	<p>Οι μαθητές θα εργαστούν είτε ατομικά είτε ομαδικά (ανάλογα με το μοντέλο).</p> <p>Το φύλλο εργασίας διανέμεται στους εκπαιδευόμενους στην αρχή του εκπαιδευτικού σεναρίου.</p>
8. Πόροι	<p>Απαιτείται η χρήση: H/Y και projector.</p> <p>Διαδραστικού πίνακα ή tablet pc.</p>

Φύλλο Εργασίας

Εκπαιδευτικό σενάριο: ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ

Τομέας Μηχανολογίας Οχημάτων	:	Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου I		
Τάξη: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου		Ενότητα : Συμπλέκτης		
Διδάσκον Καθηγητής:		Διάρκεια : 4 ώρες x 45'		
1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου		Συμπλέκτης		
Όνοματεπώνυμο Ομάδας:				
Ημερομηνία:				
2. Λογισμικό που χρησιμοποιείται		ALGODOO	Αρχεία	(σκηνή: ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ)
		Διάθεση στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.algodoo.com/		
Περιγραφή του μαθήματος - Στόχοι				
Περιγραφή:		Με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης « ALGODOO », θα διερευνήσετε τις συνθήκες λειτουργίας του συστήματος σύμπλεξης – αποσύμπλεξης του κινητήρα από τα υπόλοιπα συστήματα του Αυτοκινήτου. Με την δραστηριότητα αυτή θα βοηθηθείτε να κατανοήσετε πειραματικά την αρχή λειτουργίας του συστήματος σύμπλεξης – αποσύμπλεξης καθώς		

	<p>και πώς τα επιμέρους συστήματα συνεργάζονται μεταξύ τους έτσι ώστε να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.</p> <p>Θα διερευνήσετε επίσης την συμπεριφορά των ρευστών και πώς αυτά συνδράμουν στην επίτευξη του στόχου.</p>
<p>Στόχοι:</p>	<p>Με το τέλος της εκπαιδευτικής διαδικασίας θα είστε ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναλύετε τις σχέσεις που συνδέουν τα μεγέθη ενός συστήματος μετάδοσης κίνησης με τριβή . • να αξιολογείτε , να επαληθεύουν τα ευρήματά τους, και να προτείνετε εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα. • κατανοείτε τα φαινόμενα, πώς αυτά συνδέονται μεταξύ τους ώστε να διαμορφώσετε και να παράγετε συμπεράσματα με άμεση εφαρμογή στην πράξη, την οποία και θα εφαρμόσετε άμεσα στο εργαστήριο.
<p>ΘΕΩΡΙΑ:</p>	
<p><u>ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ</u></p>	
<p>Σκοπός του συμπλέκτη. Ο συμπλέκτης έχει σκοπό την προσωρινή αποσύνδεση και την προοδευτική σύνδεση του κινητήρα με τα υπόλοιπα μέρη του συστήματος μετάδοσης κίνησης.</p> <p>Σκοπός της προοδευτικής σύμπλεξης. <i>Γιατί πρέπει να γίνεται η σύμπλεξη προοδευτικά</i> Ο κινητήρας του αυτοκινήτου (και κάθε κινητήρας εσωτερικής καύσης) δεν μπορεί να ξεκινήσει με φορτίο (δηλαδή να αρχίσει να στρέφεται όταν είναι συνδεδεμένος με το φορτίο του). Μπορεί να αναλάβει φορτίο μόνο όταν ξεπεράσει ένα ελάχιστο όριο αριθμό στροφών 600 έως 800 στρ/min.</p> <p>Τα κιβώτια ταχυτήτων δεν μπορούν να συμπλέξουν εύκολα τα δύο μέρη, όταν αυτά κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες, (πολύ περισσότερο όταν το ένα είναι ακίνητο) ούτε και να τα αποσυμπλέξουν, όταν μεταφέρουν φορτίο. Γι' αυτό ανάμεσα στο κιβώτιο ταχυτήτων και τον κινητήρα τοποθετείται ο συμπλέκτης.</p> <p>Προοδευτική σύμπλεξη του κινητήρα με το σύστημα μετάδοσης κίνησης.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ο κινητήρας τίθεται σε λειτουργία με αποσυμπλεγμένο το κιβώτιο ταχυτήτων και συμπλεγμένο το συμπλέκτη. 2. Όταν ο κινητήρας φτάσει τον ικανοποιητικό αριθμό στροφών που του επιτρέπει να αναλάβει φορτίο τότε ... 3. Ο συμπλέκτης αποσυμπλέκεται και ... 4. Εμπλέκεται το κιβώτιο ταχυτήτων στην 1^η ταχύτητα ... 5. Αμέσως μετά συμπλέκεται προοδευτικά ο συμπλέκτης. <p>Ενέργειες για την αλλαγή ταχύτητας, στο κιβώτιο ταχυτήτων:</p> <ol style="list-style-type: none"> A. Αποσυμπλέκεται πρώτα ο συμπλέκτης, το κιβώτιο ταχυτήτων τότε σταματά να μεταβιβάζει ισχύ και ... B. Είναι δυνατή η απεμπλοκή του ενός ζευγαριού των οδοντωτών τροχών του κιβωτίου ταχυτήτων και η εμπλοκή του άλλου. Γ. Αμέσως μετά επανεμπλέκεται προοδευτικά ο συμπλέκτης και αποκαθίσταται η μετάδοση της 	

ισχύς από τον κινητήρα, στους τροχούς.

Μόνιμη αποσύμπλεξη.

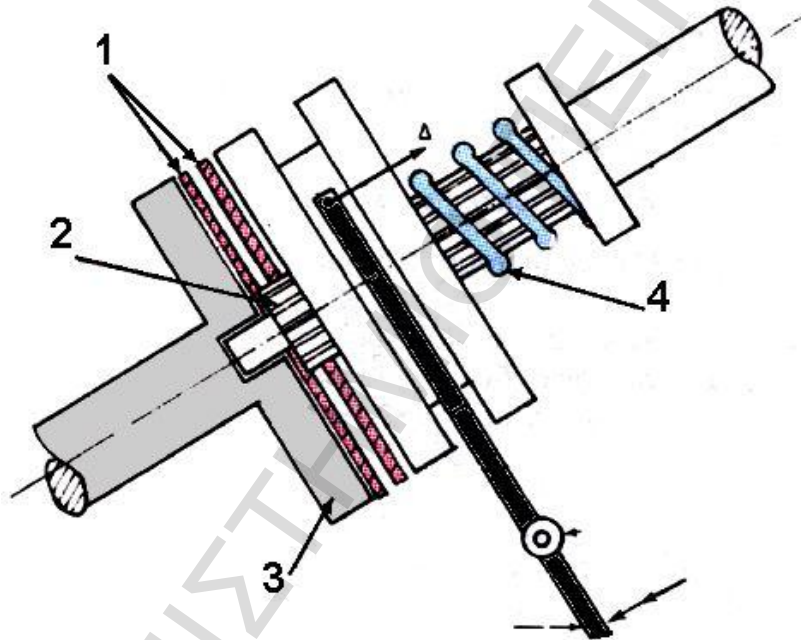
I. Αποσύμπλεξη πρώτα του συμπλέκτη.

II. Αποσύμπλεξη του κιβωτίου ταχυτήτων.

III. Σύμπλεξη του συμπλέκτη.

Αρχή λειτουργίας του συμπλέκτη.

Η αρχή λειτουργίας του συμπλέκτη βασίζεται στην τριβή. Αν έρθει σε επαφή ένας δίσκος που περιστρέφεται με ένα δεύτερο δίσκο, τότε λόγω της τριβής θα αρχίσει να περιστρέφεται και ο δεύτερος δίσκος, εφ' όσον ανάμεσα στις επιφάνειες των δύο δίσκων, παρεμβάλλεται κάποιο υλικό που έχει μεγάλο συντελεστή τριβής.

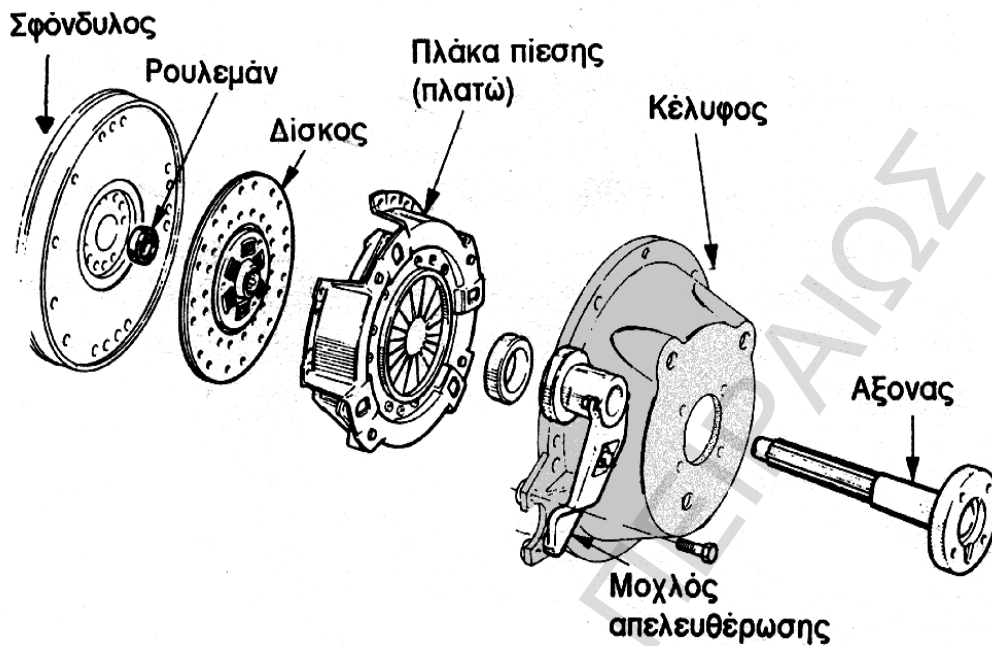


1. Δίσκοι θερμοσίτ. 2. Πολύσφηνο ή καρτέ. 3. Σφόνδυλος. 4. Ελατήριο πίεσεως.

Εξαρτήματα του συμπλέκτη.

Το συγκρότημα του συμπλέκτη αποτελείται από τα εξαρτήματα:

- **Τον δίσκο.**
- **Τον ωστικό τριβέα.**
- **Το κέλυφος.**
- **Την κινηματική αλυσίδα χειρισμού του συμπλέκτη.**



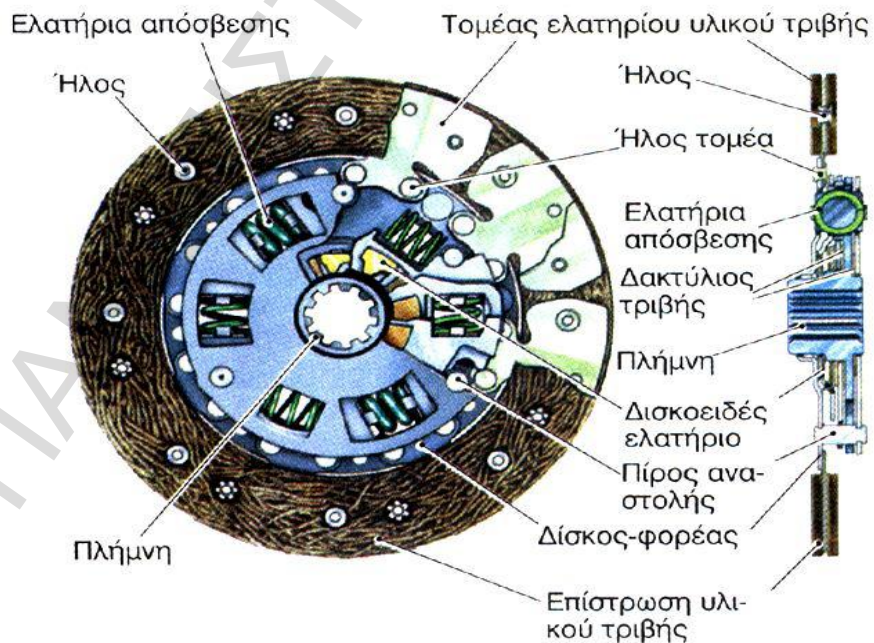
Δίσκος.

Ο δίσκος μεταφέρει την ροπή στρέψης από τον κινητήρα στο κιβώτιο ταχυτήτων.

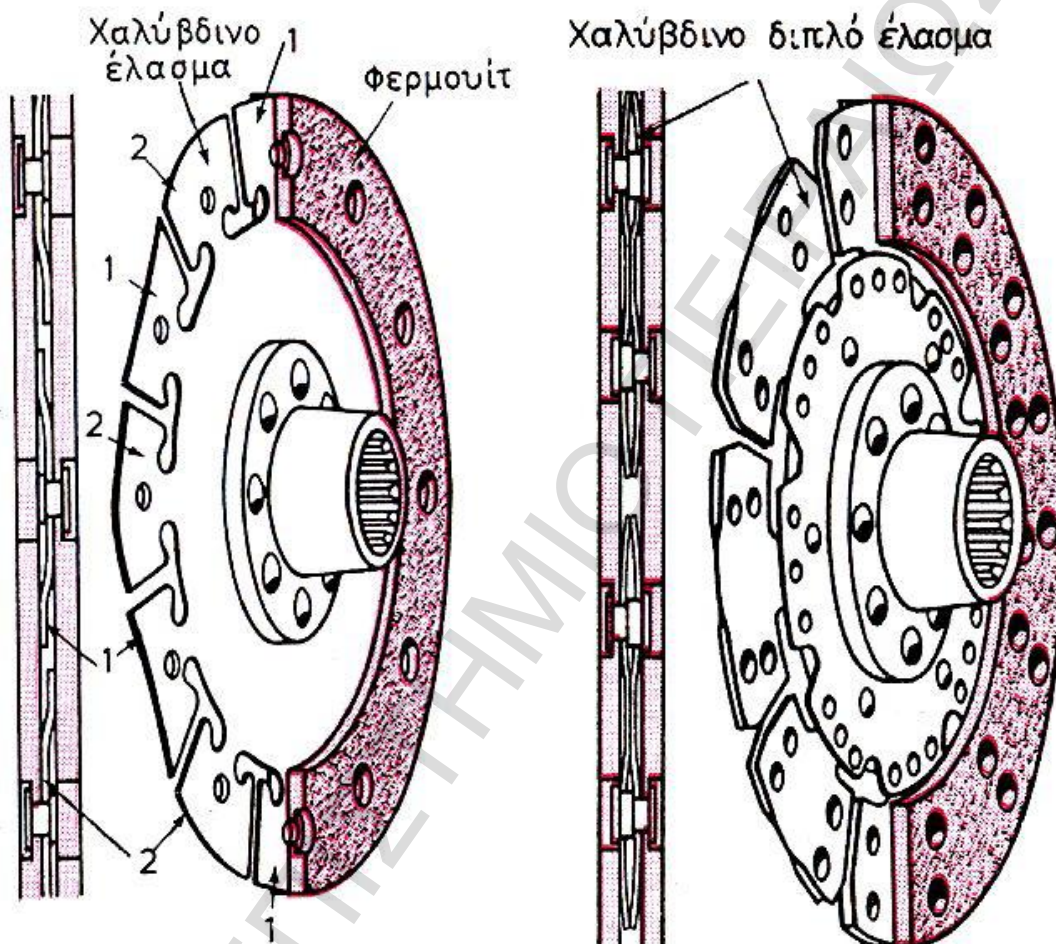
Περιγραφή.

Ο δίσκος έχει και στις δύο του πλευρικές επιφάνειες υλικό τριβής θερμουίτ που είναι κατασκευασμένο από αμίαντο με ρινίσματα ορείχαλκου.

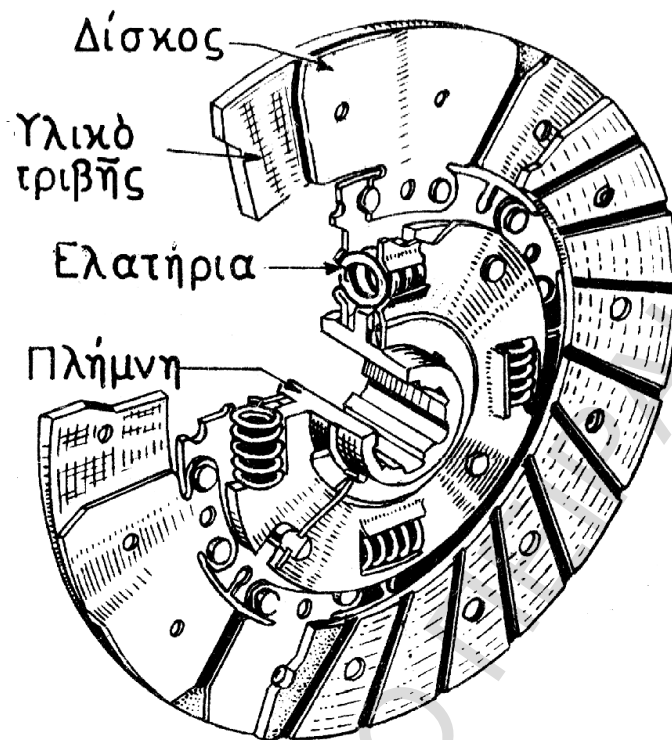
Δομή ενός δίσκου συμπλέκτη



Το θερμούιτ καρφώνεται με ορειχάλκινα καρφιά. Η επιφάνεια που καρφώνεται το θερμούιτ είναι διαμορφωμένη σε σχήμα κυματοειδή διπλό S. Εάν πιεστούν οι επιφάνειες του δίσκου, τότε θα παύσουν να έχουν το αρχικό σχήμα S και θα έλθουν στην ίδια ευθεία. Η ιδιομορφία αυτή εξασφαλίζει πολύ καλή πρόσφυση του δίσκου στις επιφάνειες συγκρατήσεώς του και προοδευτική σύμπλεξη.



Ο δίσκος έχει κυλινδρικά ελατήρια που σκοπό έχουν να αποσβένουν τους κραδασμούς στρέψης που δημιουργούνται και την απότομη σύμπλεξη. Η συσπείρωση των ελατηρίων μπορεί να φτάσει μέχρι το 1/16 της περιστροφής του δίσκου.



Κατά την λειτουργία τα ελατήρια (λόγω ειδικής κατασκευής) φορτίζονται διαδοχικά το ένα μετά το άλλο εξασφαλίζοντας ομαλότερη μετάδοση. Στο κέντρο του ο δίσκος έχει πολύσφηνο πλήμνη ή αφαλό με χαραγμένο καρέ, για να συνδέεται με ένα πολύσφηνο με τον πρωτεύοντα άξονα. Το πολύσφηνο επιτρέπει στον δίσκο να κινείται κατά μήκος του πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων, χωρίς να στρέφεται γύρω του αλλά να τον παρασύρει. Τα αυλάκια που είναι χαραγμένα στο θερμωίτ εξασφαλίζουν:

Την απομάκρυνση ρινισμάτων.

Την καλύτερη ψύξη του δίσκου από στροβιλισμό του αέρα που περνάει από αυτά.

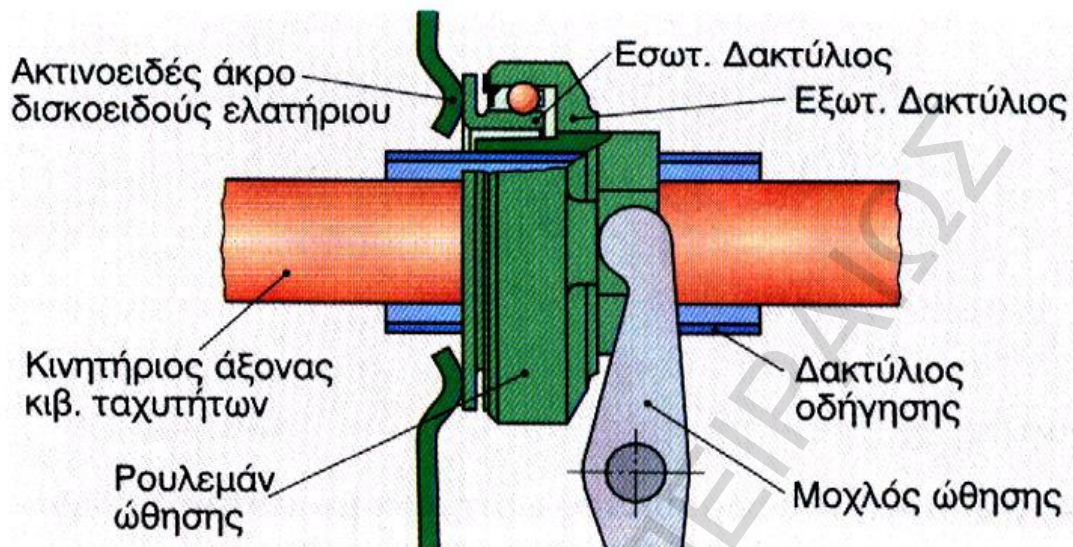
Ωστικός τριβέας.

Ο ωστικός τριβέας είναι το εξάρτημα που δέχεται την πίεση που ασκεί ο οδηγός, όταν πιέζει το πεντάλ του συμπλέκτη. Με την σειρά του αυτός ενεργεί και ανάλογα την κατασκευή του συστήματος αποσυμπλέκει και ελευθερώνει τον δίσκο.

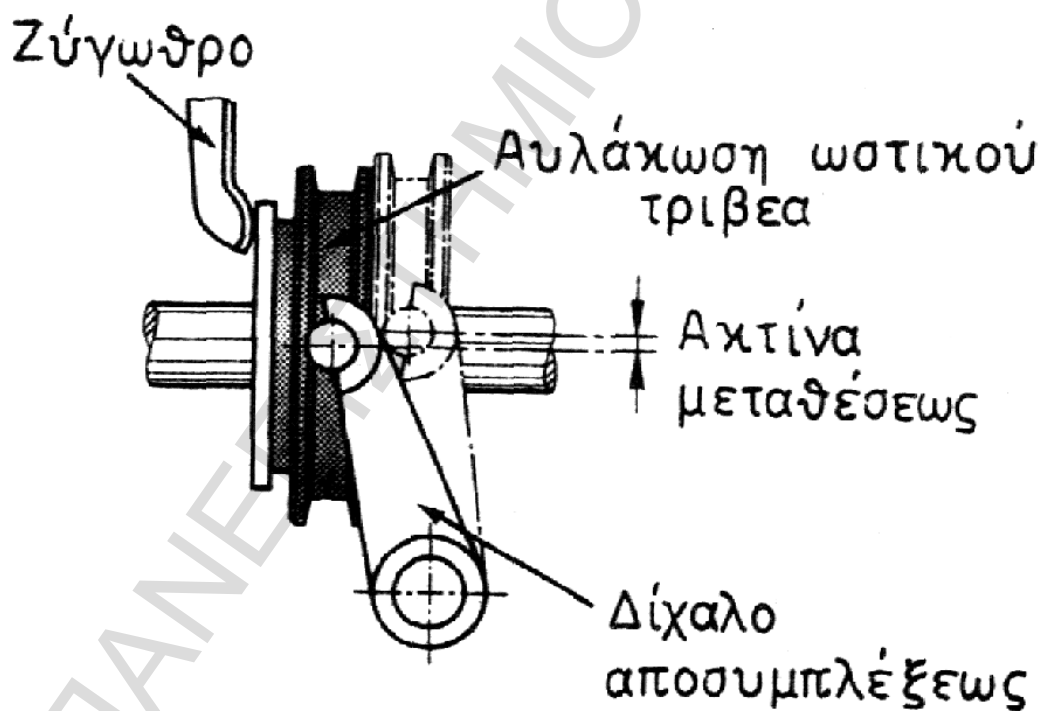
Χρησιμοποιούνται δύο είδη:

1. **Ένσφαιρος αυτό-λιπαινόμενος ωστικός τριβέας.** Ο ωστικός τριβέας αυτού του είδους μπορεί να είναι με *συγκεντρική* και *μη συγκεντρική* μετάθεση.

Ωστικό ρουλεμάν με κεντρική οδήγηση



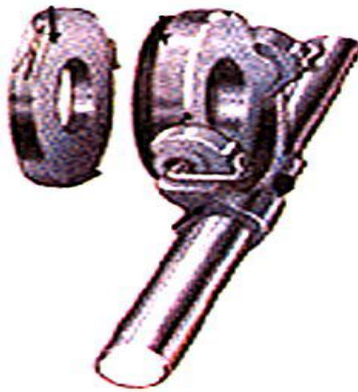
Συγκεντρική



μη συγκεντρική

2. Ωστικός τριβέας από δακτύλιο γραφίτη.

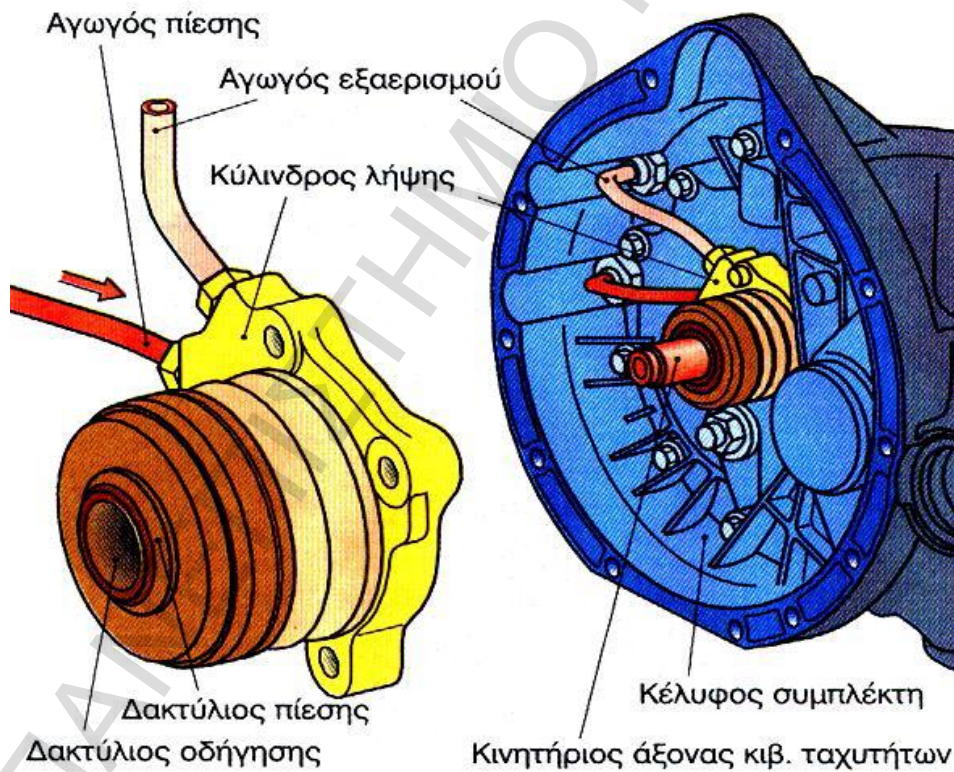
Ο γραφίτης έχει μεγάλη αντοχή στην πίεση και χαμηλό συντελεστή τριβής με το σίδηρο με αποτέλεσμα να μη χρειάζεται λίπανση.



Υδραυλικό ωστήριο.

Χρησιμοποιείται στον συμπλέκτη που ενεργοποιείται με υδραυλικό τρόπο. Στερεώνεται στο εσωτερικό μέρος του κελύφους του συμπλέκτη. Το υδραυλικό ωστήριο είναι ένας κύλινδρος λήψης.

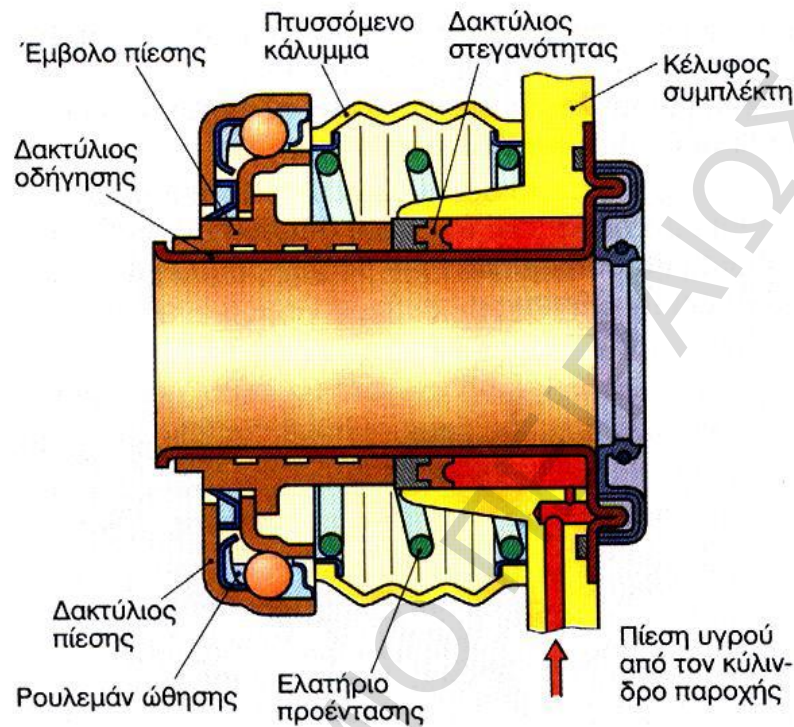
Διάταξη του υδραυλικού ωστηρίου με κεντρική οδήγηση



Αποτελείται από:

- Τον δακτύλιο οδήγησης. Το ρουλεμάν ώθησης.
- Το κέλυφος του. Το δακτύλιο πίεσης.
- Το έμβολο πίεσης. Το ελατήριο προέντασης.
- Το πτυσσόμενο ελαστικό κάλυμμα.
- Τον δακτύλιο στεγανότητας.

Δομή του υδραυλικού ωστηρίου με κεντρική οδήγηση σε συμπιεσμένη κατάσταση



Λειτουργία:

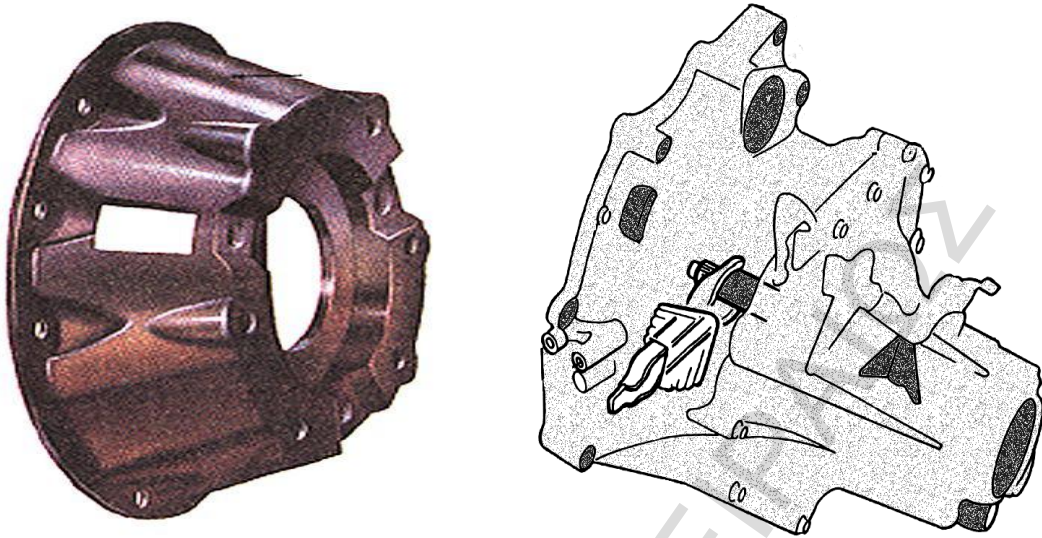
Το έμβολο πίεσης δέχεται πίεση από το υδραυλικό υγρό, που προέρχεται από τον κύλινδρο παροχής, και μετατοπίζεται πάνω στον δακτύλιο ώθησης. Το ρουλεμάν ώθησης και ο δακτύλιος πίεσης πιέζονται πάνω στο χτένι και πραγματοποιείται η αποσύμπλεξη. Όταν δεν υπάρχει πίεση του υγρού, το ελατήριο προέντασης πιέζει το ρουλεμάν, και περιστρέφονται μαζί, σύμπλεξη.

Κέλυφος του συμπλέκτη.

Σκοπός του κελύφους είναι:

1. να συγκρατεί: την πλάκα, τα ελατήρια πίεσεως, το υπομόχλιο (ελατηριωτό διάφραγμα), το σύστημα του ωστικού τριβέα.
2. να μεταδίδει την περιστροφική κίνηση σε όλα αυτά.
3. να επιτρέπει στην πλάκα (πλατό) μικρή διαμήκη κίνηση, έτσι ώστε να μπορεί να απομακρυνθεί από τον σφόνδυλο με αποτέλεσμα να επιτευχθεί η αποσύμπλεξη.

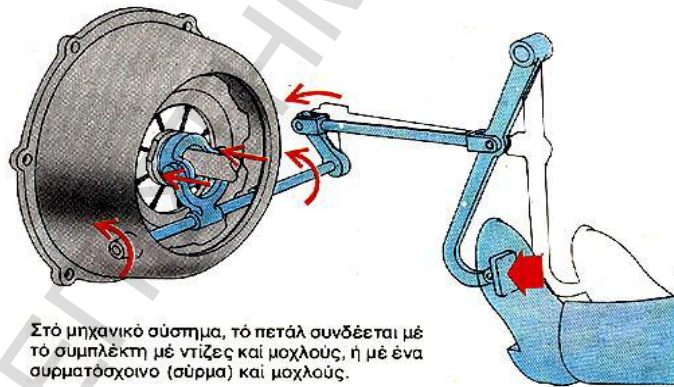
Κατασκευάζεται συνήθως από διαμορφωμένο με πίεση χαλύβδινο έλασμα.



Κινηματική αλυσίδα χειρισμού του συμπλέκτη.

Όταν ο οδηγός πιάσει το πεντάλ, η πίεση μεταδίδεται στον ωστικό τριβέα του συμπλέκτη, με μηχανική κινηματική αλυσίδα, ή με υδραυλικό σύστημα.

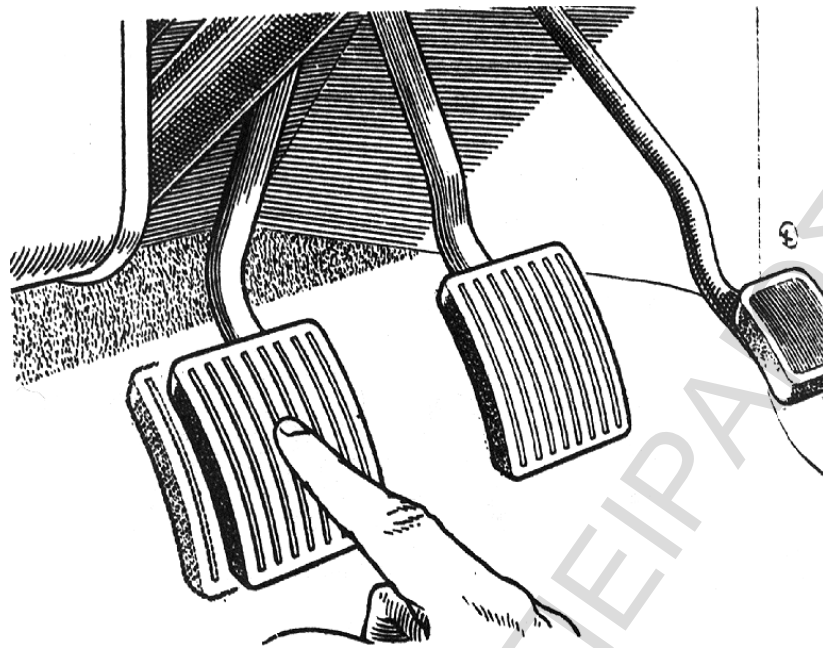
Μηχανική κινηματική αλυσίδα.



Στό μηχανικό σύστημα, το πεντάλ συνδέεται με το συμπλέκτη με ντίζες και μοχλούς, ή με ένα ασηματόσχοινο (σύρμα) και μοχλούς.

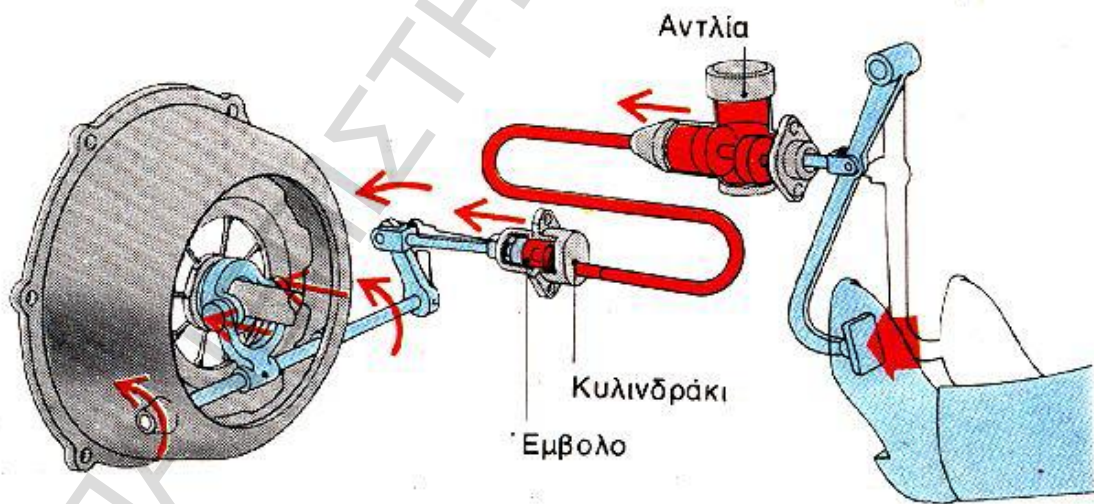
Αποτελείται από: **διάφορους μοχλούς, βραχίονες έλξεως, και ελατήρια.**

Όλα αυτά είναι ρυθμισμένα μεταξύ τους έτσι ώστε το πεντάλ να έχει ελεύθερη κίνηση 10 έως 30 χιλιοστά, πριν ο ωστικός τριβέας αγγίξει τους μοχλούς αποσύμπλεξης ή τους δακτυλίους του διαφράγματος.



Η ρύθμιση αυτή γίνεται με το χέρι για να προσδιορίζεται ακριβώς το σημείο όπου αρχίζει η αντίσταση επαφής του ωστικού τριβές.

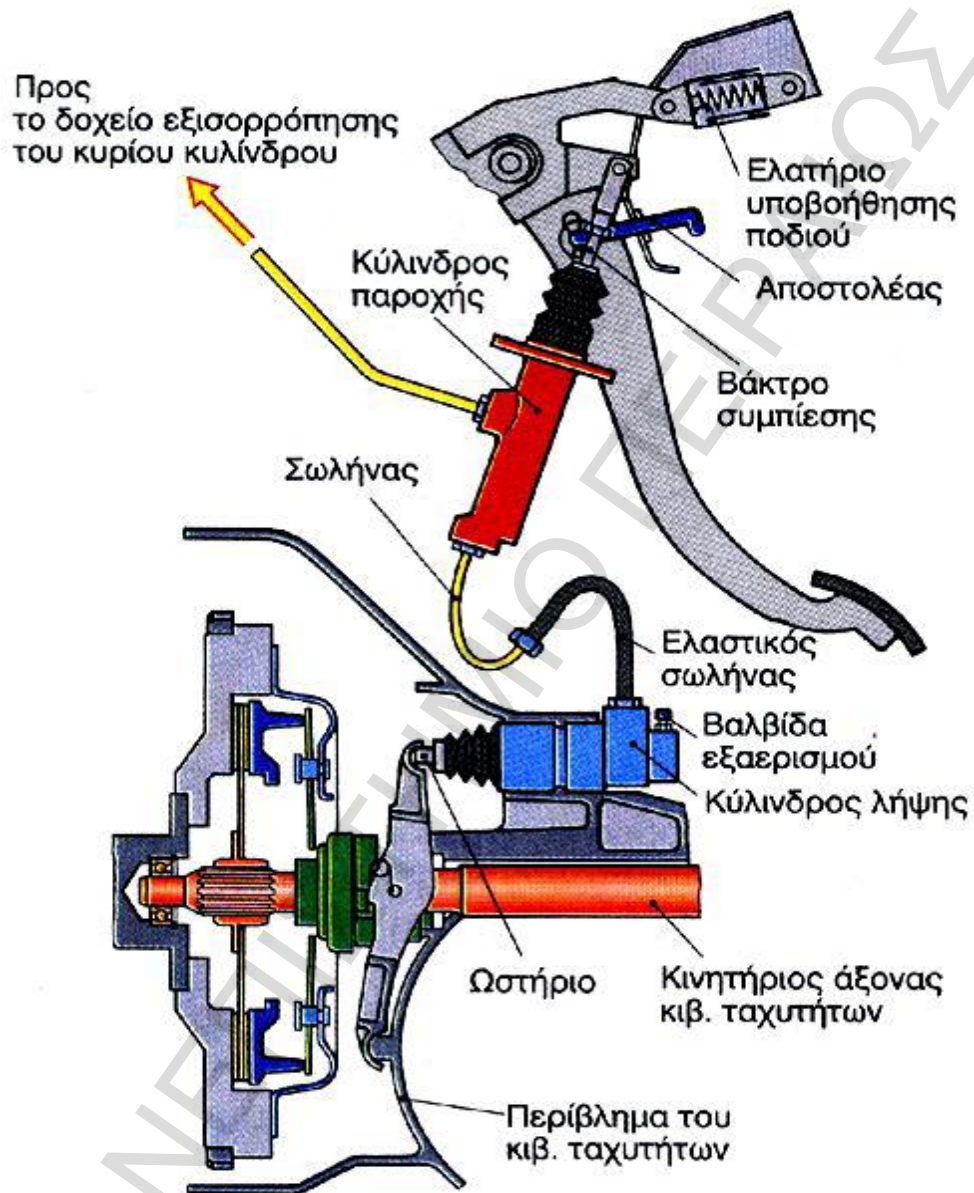
Υδραυλικό σύστημα.



Αποτελείται από τα εξαρτήματα και μηχανισμούς:

Το δοχείο υγρού. Τις σωληνώσεις. Τον υδραυλικό κύλινδρο. (Τον λέμε και εντολοδότη κύλινδρο ή κύριο κύλινδρο *master cylinder*) **Το έμβολο. Τον εντολοδόχο κύλινδρο.** (*Slave cylinder*)

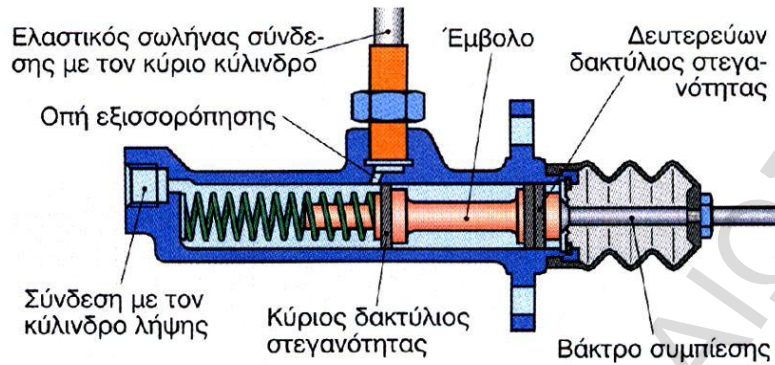
Ενεργοποίηση συμπλεκτή με υδραυλικό τρόπο



Λειτουργία.

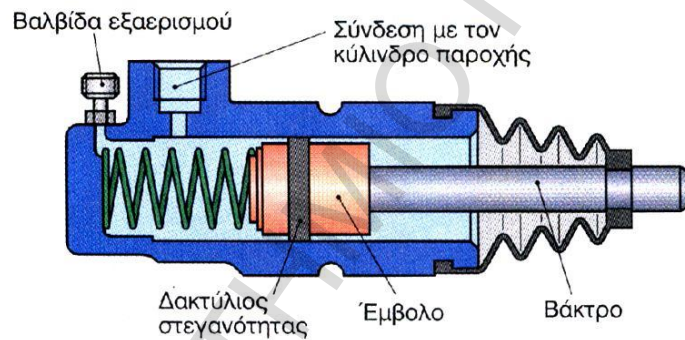
Κατά την υδραυλική μετάδοση, η πίεση του πεντάλ μεταδίδεται στο έμβολο του κυρίου υδραυλικού κυλίνδρου.

Κύλινδρος παροχής



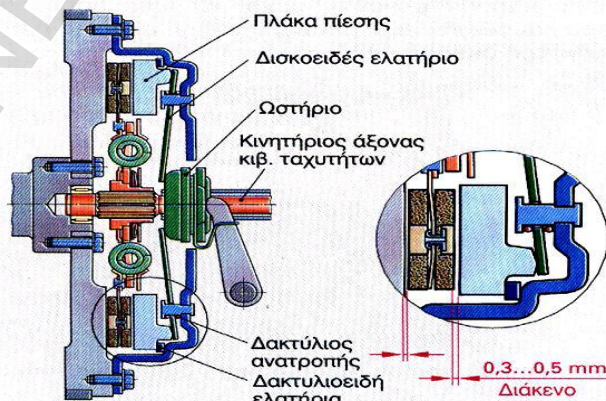
Από εκεί μεταδίδεται μέσω σωληνώσεων στον εντολοδόχο κύλινδρο.

Κύλινδρος λήψης



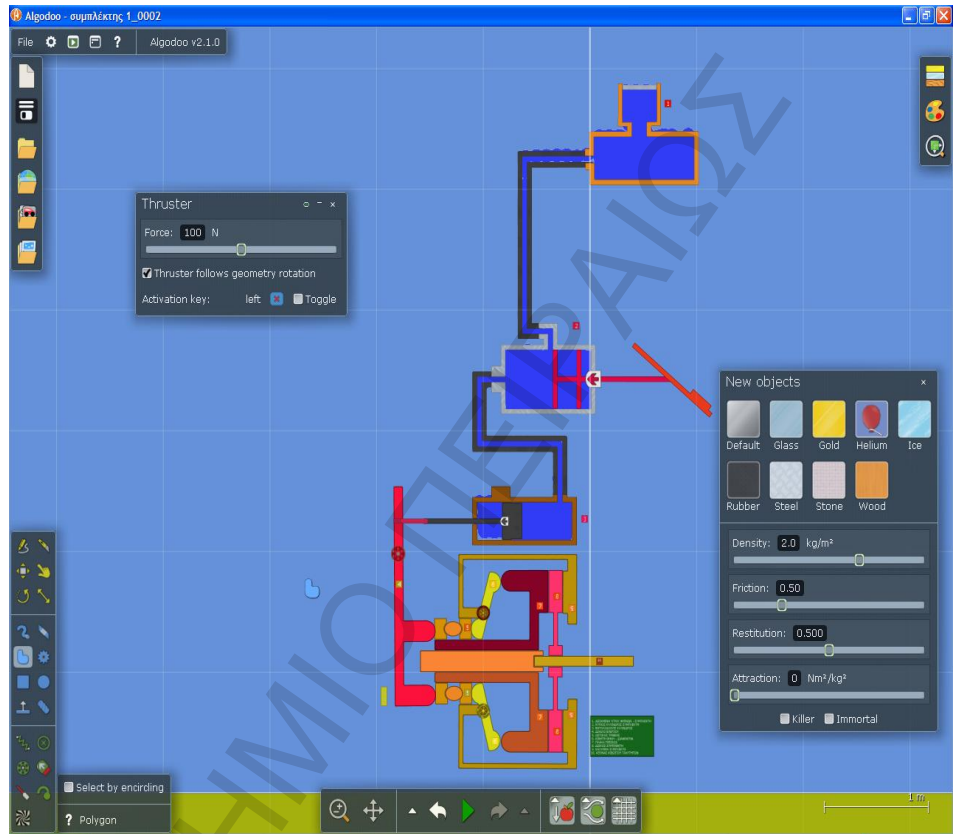
Ο εντολοδόχος κύλινδρος συνδέεται με το δίχτυο του ωστικού τριβέα, στον οποίο μεταδίδει τελικά την πίεση. Κατά την αποσύμπλεξη το πλατό από τον δίσκο απομακρύνεται μερικά δέκατα του χιλιοστού.

Συμπλέκτης δισκοειδούς ελατηρίου με συμπίεση στην απόζευξη.



Κατάσταση απόζευξης

Ανοίξτε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: Συμπλέκτης) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:



Δραστηριότητα 1^η:
διερεύνηση των εννοιών
της τριβής και της
δύναμης.

Καλείστε να διερευνήσετε τις έννοιες της τριβής και της δύναμης. Η κάθε ομάδα θα δημιουργήσει επιμέρους εξαρτήματα του συμπλέκτη, όπως αυτά στην παραπάνω οθόνη, διαφόρων υλικών που να συνεργάζονται μεταξύ τους, ανά δύο. Θα καταγράψει την συμπεριφορά τους και πως η τριβή επηρεάζει την λειτουργία τους. Καλείται επίσης να φτιάξει πίνακα τιμών ώστε να υπολογίσει την δύναμη που πρέπει να ασκήσει σε αυτά ώστε να υπερνικήσουν την τριβή μεταξύ τους και να επιτύχει αποσύμπλεξη. Καταγράψτε τα αποτελέσματα και να αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας.

	ΥΛΙΚΟ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ	ΔΥΝΑΜΗ ΤΡΙΒΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
	<p>Αιτιολογήστε και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>			
	<p>Ανοίξτε το πρόγραμμα ALGODOO (σκηνή: Επιμέρους Εξαρτήματα Συμπλέκτη) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:</p>			

Δραστηριότητα 2^η:
Κατασκευή επιμέρους
εξαρτημάτων
συμπλέκτη, διερεύνηση
συμπεριφοράς των
υγρών σε ένα κλειστό
δοχείο.



Η κάθε ομάδα μαθητών καλείται να δημιουργήσει μια σκηνή με το λογισμικό, στην οποία θα προσομοιώσει, με την βοήθεια του, τα επιμέρους εξαρτήματα από το οποίο αποτελείται ο συμπλέκτης και να διερευνήσει πώς επηρεάζεται η λειτουργία τους όταν σε αυτά τοποθετήσουμε υγρά.

Σκοπός της δραστηριότητας αυτής είναι η διερεύνηση της συμπεριφοράς των υγρών σε ένα κλειστό δοχείο και πώς μια δύναμη μεταδίδεται από ένα στερεό σε ένα υγρό και αντίστροφα. Καταγράψτε τα αποτελέσματα και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ανοίξτε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: **Επιμέρους Εξαρτήματα Συμπλέκτη**) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:



Δραστηριότητα 3^η:
κινηματική αλυσίδα
αποσύμπλεξης και
σύμπλεξης

Εδώ θα πειραματιστείτε σε έτοιμες σκηνές του λογισμικού προσομοίωσης Algodoo, που έχουν δημιουργηθεί για σας.

Ζητείται από την κάθε ομάδα να δημιουργήσει με την δική της προσομοίωση, την κινηματική αλυσίδα (τοποθετώντας τα εξαρτήματα στην σειρά) λειτουργίας του συμπλέκτη ώστε να επιτύχει αποσύμπλεξη και σύμπλεξη του κινητήρα από τα υπόλοιπα συστήματα του.

Καλείστε επίσης να επιλέξετε την τριβή, τα υλικά και τις δυνάμεις που απαιτούνται για την ορθή προσομοίωση της λειτουργίας του συμπλέκτη, είτε αυτός λειτουργεί μηχανικά είτε με υδραυλική υποβοήθηση.

Περισσότερες πληροφορίες

Τύποι συμπλεκτών.

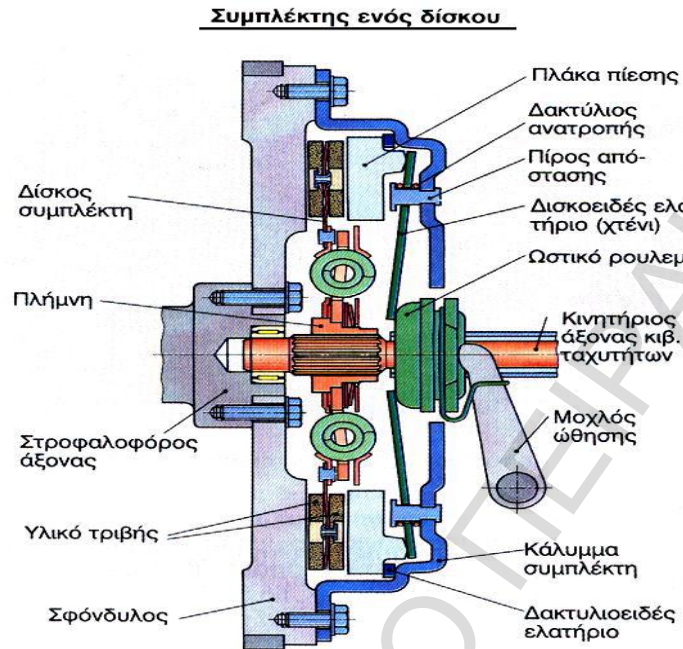
Οι κυριότεροι τύποι συμπλεκτών είναι:

- **Μηχανικοί ή συμπλέκτες τριβής.**
- **Υδραυλικοί ή αυτόματοι.**
- **Φυγοκεντρικοί.**
- **Ηλεκτρομαγνητικοί.**

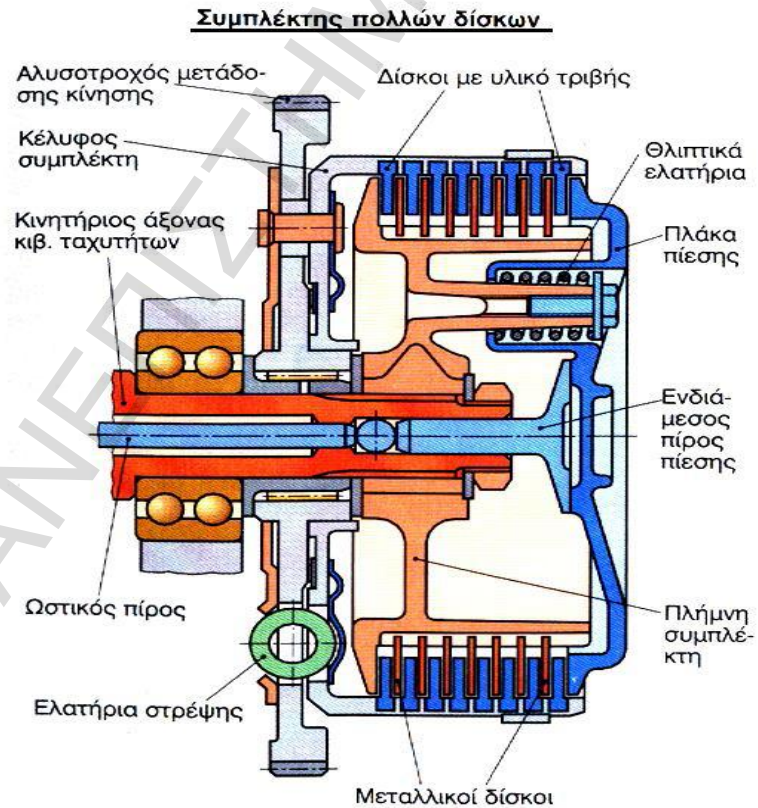
ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΣΥΜΠΛΕΚΤΕΣ

Οι μηχανικοί συμπλέκτες λειτουργούν με την τριβή, και είναι δύο ειδών :

Επίπεδος με ένα δίσκο.



Επίπεδος με πολλούς δίσκους.



Επίπεδος συμπλέκτης με ένα δίσκο.

Περιγραφή.

Ο συμπλέκτης αποτελείται από δύο δακτυλιοειδείς πλάκες που οι επιφάνειές τους δεν έχουν επένδυση τριβής, και ένα δίσκο που έχει επένδυση τριβής. Η μία πλάκα είναι ο *σφόνδυλος* του κινητήρα. Η άλλη είναι η *πλάκα πίεσης* (πλατώ) που συνδέεται με τον σφόνδυλο και το κέλυφος του συμπλέκτη και περιστρέφεται μαζί του. Ανάμεσα στις δύο πλάκες βρίσκεται ένας *δίσκος* που συνδέεται με τον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων.

Η σύμπλεξη επιτυγχάνεται όταν:

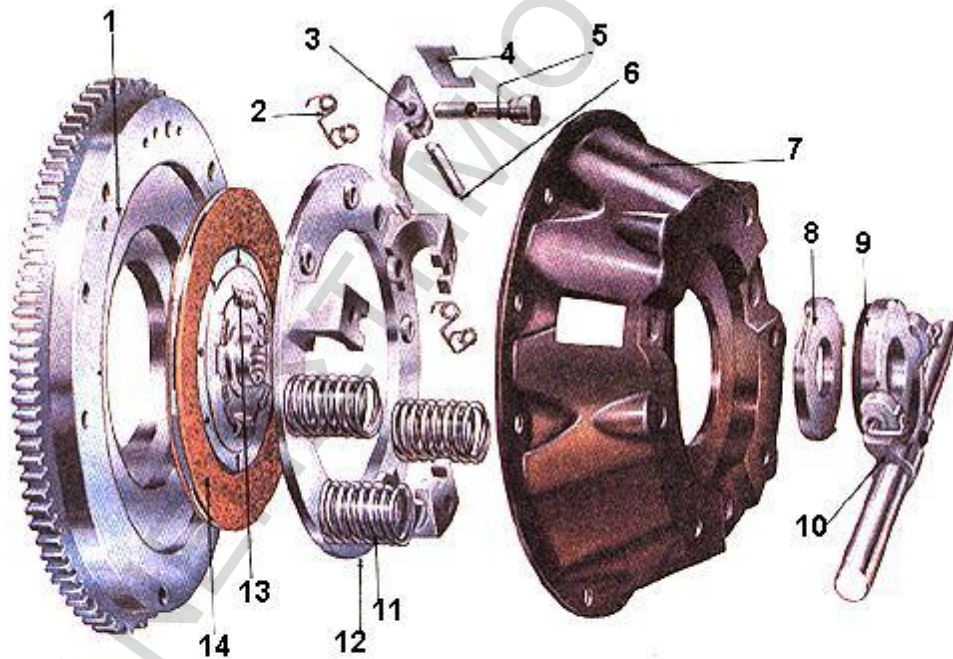
Η πλάκα πίεσης πιέζεται προς τον σφόνδυλο. (δηλαδή προς την αντίθετη πλευρά από εκείνη του κελύφους του συμπλέκτη).

Τότε πάνω στον σφόνδυλο πιέζεται ο δίσκος με αποτέλεσμα να αρχίσει να περιστρέφεται, μεταφέροντας την κίνηση στο κιβώτιο ταχυτήτων.

Είδη επίπεδου συμπλέκτη με ένα δίσκο.

Ο επίπεδος συμπλέκτης, ανάλογα με τον τρόπο που πιέζεται η πλάκα πίεσης προς τον σφόνδυλο, διακρίνεται σε συμπλέκτη με:

κυλινδρικά ελατήρια, διάφραγμα, σπειροειδές ελατήριο.



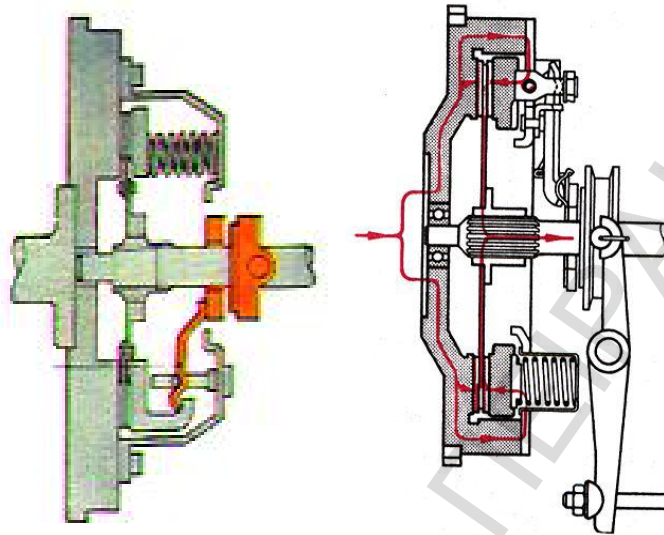
1. Σφόνδυλος, 2. Ελατηριωτό κλιπ, 3. Μοχλός σπασσυμπλέξεως, 4. Έλασμα ευθυγραμμίσεως,
5. Πείρος στερεώσεως-υπομόχλιο στο κέλυφος, 6. Πείρος-υπομόχλιο, 7. Κέλυφος συμπλέκτη,
8. Δακτύλιος ωστικού τριβέα, 9. Ωστικός τριβέας από γραφίτη, 10. Δίχλαλο συμπλέκτη,
11. Ελατήριο, 12. Πλάκα πίεσεως, 13. Αντιδονηστικά ελατήρια, 14. Δίσκος.

Αυτός ο συμπλέκτης έχει περιφερειακά στην πλάκα πίεσης από την πλευρά του κελύφους μια σειρά από κυλινδρικά ελατήρια.

Σύμπλεξη.

Η σύμπλεξη επιτυγχάνεται όταν τα ελατήρια πιέζουν την πλάκα πίεσης προς τον σφόνδυλο, ενώ το πεντάλ του συμπλέκτη δεν πιέζεται από τον οδηγό.

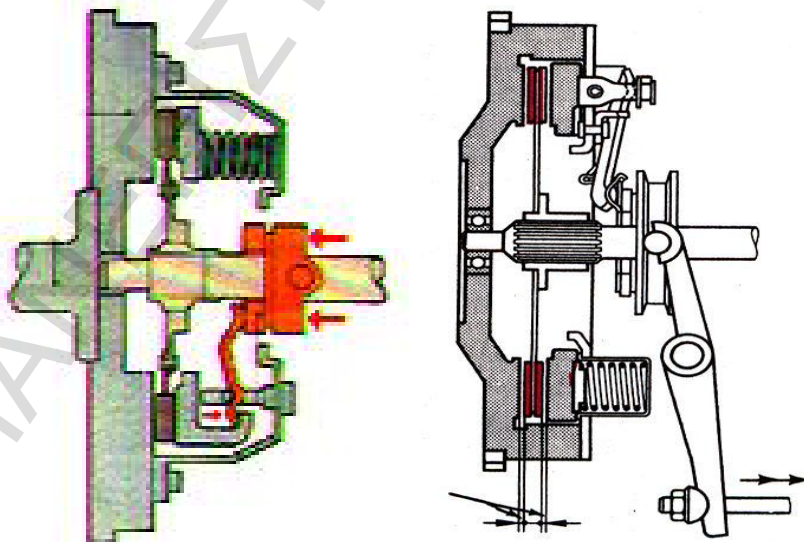
Τότε γίνεται η σφήνωση του δίσκου μεταξύ σφονδύλου και πλάκας πίεσης, με αποτέλεσμα την μετάδοση της κίνησης.



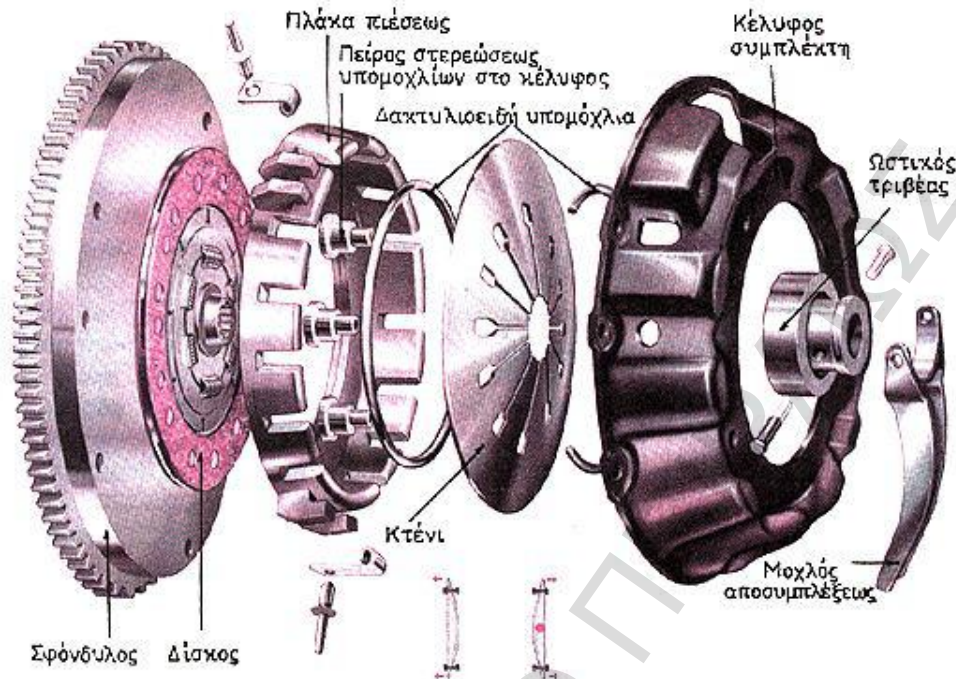
Αποσύμπλεξη.

Όταν ο οδηγός πατήσει το πεντάλ του συμπλέκτη για να κάνει αποσύμπλεξη, η κίνηση αυτή μεταφέρεται σε ένα δίχαλο.

Το δίχαλο μετακινεί τον ειδικό ωστικό τριβέα, που μπορεί να είναι ``ρουλεμάν`` ή ``απλός τριβέας ολίσθησης από γραφίτη (καρβουνάκια). Ο ωστικός τριβέας με την σειρά του πιέζει την πλάκα πίεσης προς τα πίσω και έτσι ελευθερώνεται ο δίσκος.



Συμπλέκτης με δισκοειδές ελατήριο (κτένι).

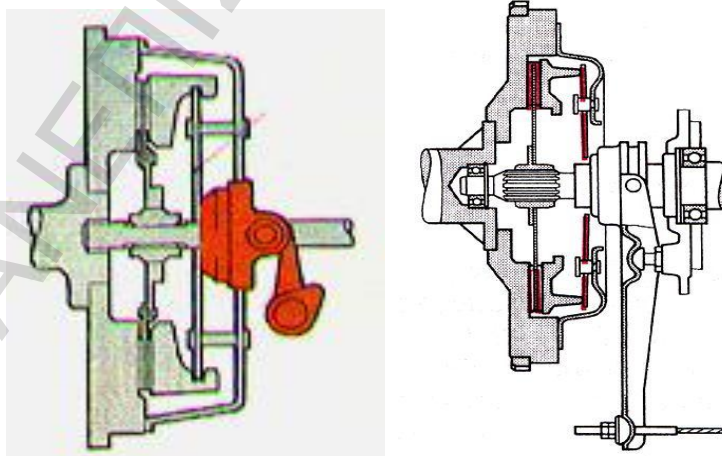


Σ' αυτόν τον συμπλέκτη η πλάκα πίεσης αντί για ελατήρια πιέζεται προς τον σφόνδυλο, από ένα χαλύβδινο δισκοειδές ελατήριο.

Το δισκοειδές ελατήριο έχει μορφή κώνου και στην επιφάνειά του προς το κέντρο έχει σχισμές, έτσι ώστε να σχηματίζεται μία σειρά μοχλών με διάταξη ακτινών. Η εξωτερική του περιφέρεια είναι στερεωμένη στην πλάκα πίεσης.

Σύμπλεξη.

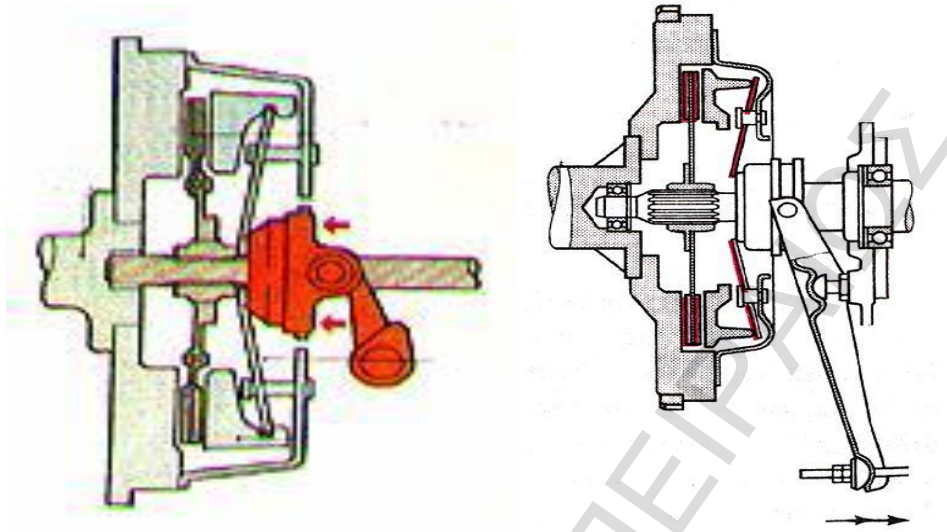
Όταν το πεντάλ δεν πιέζεται το δισκοειδές ελατήριο εξαναγκάζεται να παραμένει σε επίπεδη μορφή, με αποτέλεσμα να πιέζει την πλάκα πίεσης.



Αποσύμπλεξη.

Όταν το πεντάλ πιέζεται (αποσύμπλεξη) ο ωστικός τριβέας πιέζει τα άκρα των ακτινοειδών μοχλών του δισκοειδές ελατηρίου με αποτέλεσμα να γίνει κοίλο και η εξωτερική του περιφέρεια να απομακρυνθεί

από τον σφόνδυλο παρασύροντας ταυτόχρονα την πλάκα πίεσης.
Έτσι ο δίσκος του συμπλέκτη απελευθερώνεται και επιτυγχάνεται αποσύμπλεξη.

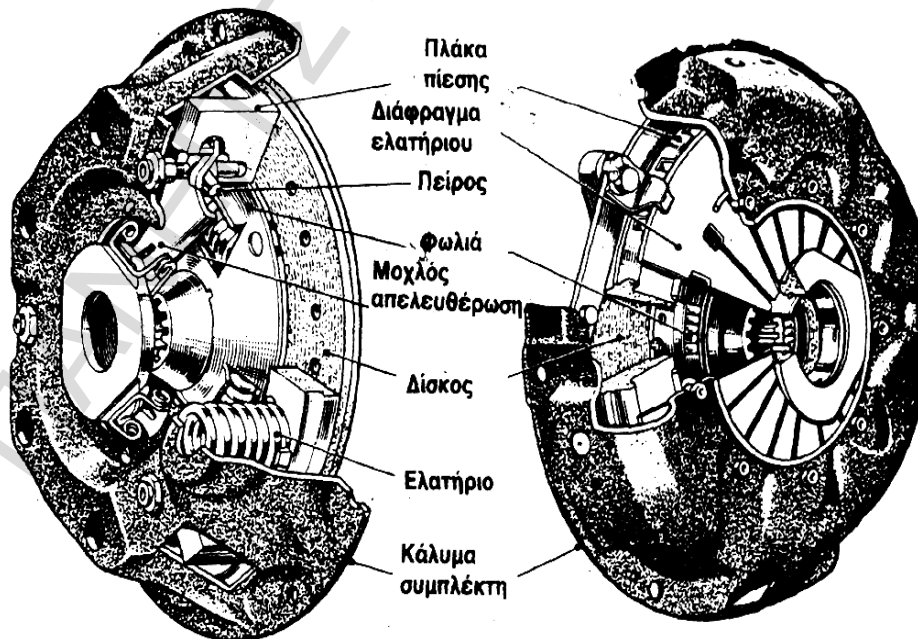


Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα.

Ο συμπλέκτης με διάφραγμα χρησιμοποιείται περισσότερο από αυτόν με ελατήρια γιατί παρουσιάζει τα

ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Έχει ικανοποιητική απόδοση σε υψηλό βαθμό στροφών.
- Η πίεση που εξασκεί το διάφραγμα στην πλάκα πίεσης δεν μειώνεται με το πέρασμα του χρόνου σε αντίθεση με τα ελατήρια που εξασθενούν.
- Για την λειτουργία απαιτείται περίπου 20% μικρότερη πίεση στο πεντάλ.
- Έχει πολύ λιγότερα εξαρτήματα.
- Έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.



Επίπεδος συμπλέκτης με πολλούς δίσκους.

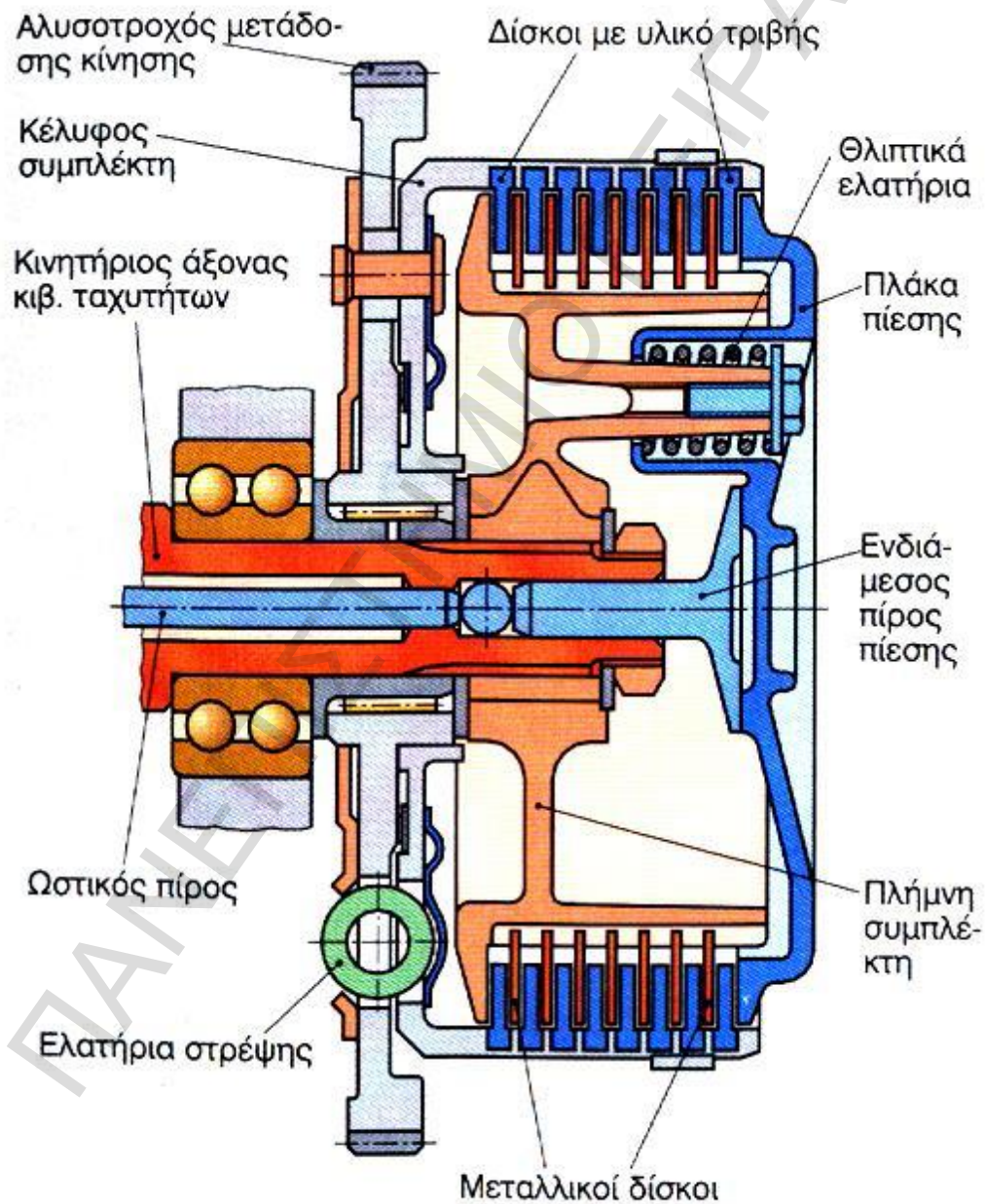
Συμπλέκτες με πολλούς δίσκους χρησιμοποιούνται:

στα δίκυκλα, στους πολύ μεγάλους κινητήρες και στα βαριά στρατιωτικά οχήματα, (άρματα μάχης κτλ.).

Η λειτουργία του συμπλέκτη με πολλούς δίσκους είναι η ίδια με αυτή του συμπλέκτη με έναν δίσκο, με την

διαφορά ότι διαθέτει δύο ή περισσότερους δίσκους που ανάμεσα τους έχουν ενδιάμεσες πλάκες πίεσης.

Συμπλέκτης πολλών δίσκων



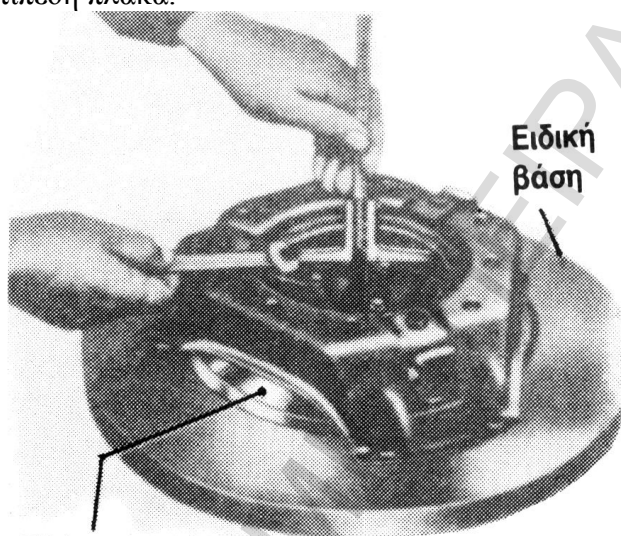
Πρακτική εξάσκηση :

Ρύθμιση του συμπλέκτη, των ζυγώθρων και της διαδρομής του πεντάλ.

Μετά από κάθε επισκευή ή αντικατάσταση του δίσκου του συμπλέκτη απαιτείται ρύθμιση του ύψους των

ζυγώθρων και της διαδρομής του πεντάλ.

Η πορεία εργασίας ρύθμισης ύψος ζυγώθρων. Για να ρυθμιστεί το ύψος των ζυγώθρων τοποθετείται ο συμπλέκτης πάνω σε μία επίπεδη πλάκα.



Πλάκα πίεσης

Μετά γίνεται μέτρηση του ύψους που πρέπει να είναι το ίδιο για όλα τα ζυγώθρα.



Ζυγώθρο

Η ρύθμιση γίνεται στο ύψος που ορίζει ο κατασκευαστής.

Παρατήρηση

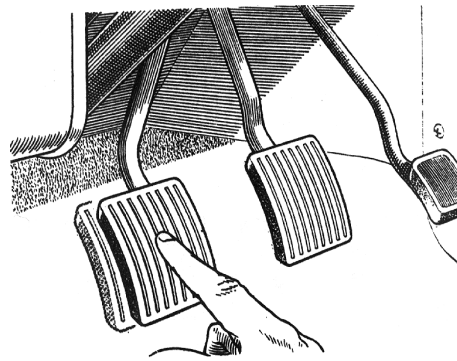
Το ύψος των ζυγώθρων μπορεί να γίνει και μετά την τοποθέτηση του συμπλέκτη.

Ρύθμιση της ελεύθερης διαδρομής του πεντάλ.

Η ρύθμιση γίνεται από την ρυθμιστική βίδα που υπάρχει στο σύστημα σύνδεσης (χειρισμού) του

συμπλέκτη.

Το μήκος της ελεύθερης διαδρομής του πεντάλ δίνεται από τον κατασκευαστή.



Αν είναι μικρότερη από την κανονική θα προκαλέσει:

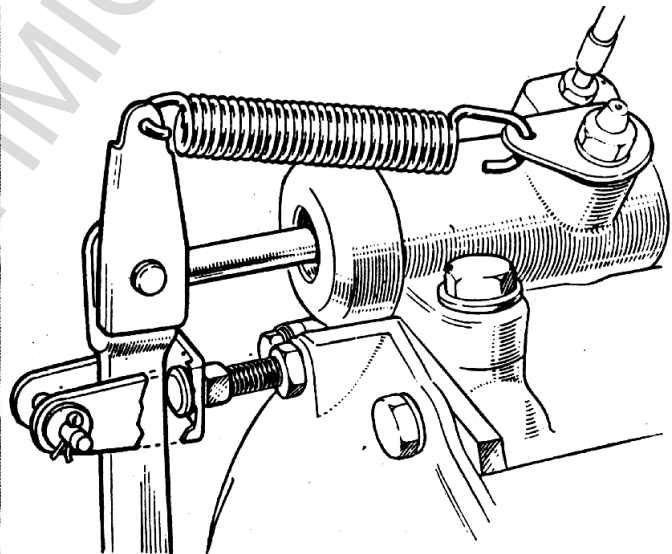
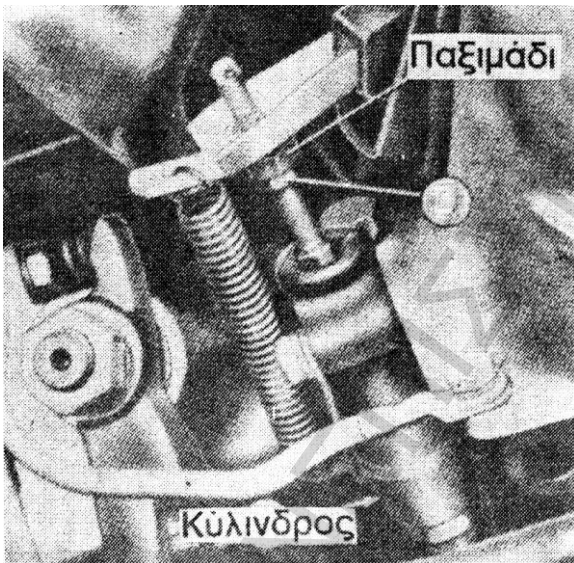
φθορές στο ρουλεμάν ή στα άκρα των ζυγώθρων.

Αν είναι μεγαλύτερη από την κανονική θα προκαλέσει:

ολίσθηση και κακή σύμπλεξη.

Υδραυλική σύνδεση.

Στην υδραυλική σύνδεση, η ρυθμιστική βίδα βρίσκεται συνήθως στην άκρη του πείρου που συνδέει το δίγαλο με το έμβολο του κυλίνδρου.



Συνηθέστερες βλάβες των εξαρτημάτων του συμπλέκτη.

Φθορά δίσκου.

Το υλικό τριβής ``θερμουίτ`` του δίσκου φθείρεται φυσιολογικά ή αντικανονικά λόγω χρήσης του συμπλέκτη.

Η φθορά του υλικού τριβής αναγνωρίζεται από:

- τη θορυβώδη λειτουργία,
- την αύξηση της ελεύθερης διαδρομής του πεντάλ,
- την κακή αποσύμπλεξη,

- την απότομη σύμπλεξη,
- την ολίσθηση του δίσκου.

Τα κύρια αίτια της υπερβολικής φθοράς του υλικού τριβής είναι:

- Η κακή χρήση του συμπλέκτη. ``Συνεχώς πίεση του πεντάλ``
- Η υπερθέρμανση των επιφανειών τριβής.
- Η φθορά των επιφανειών του σφονδύλου ή της πλάκας πίεσης.
- Η ολίσθηση του δίσκου.
- Η εξασθένηση των ελατηρίων της πλάκας πίεσης.
- Η κακή κατασκευή του υλικού τριβής.

Άλλες βλάβες του δίσκου, είναι:

- η στρέβλωσή του,
- Η εξασθένηση των ελατηρίων του,
- Και η παραμόρφωση ή η φθορά του πολύσφηνου.

Σε περίπτωση βλάβης ή φθοράς απαιτείται η αντικατάστασή του δίσκου.

Φθορές Πλάκα πίεσης ή πλατό.

Οι κυριότερες βλάβες της είναι:

- Η στρέβλωση,
- Η μονόπλευρη φθορά,
- Και η θραύση της.

Φθορά στα ελατήρια πλάκας πίεσης.

Η αντικανονική τάση των ελατηρίων της πλάκας πίεσης οφείλεται:

- Στην θραύση τους,
- Στην εξασθένησή τους,
- Στην κακή ρύθμιση των ζυγώθρων,
- Στην φθορά των επιφανειών του δίσκου ή του σφονδύλου,
- Στην στρέβλωση του καλύμματος του συμπλέκτη.

Φθορά των ζυγώθρων (κοκοράκια).

Στα κοκοράκια παρατηρείται:

- Κάμψη,
- Φθορά στα άκρα τους,
- Κάμψη των πείρων στερεώσεώς τους στην πλάκα πίεσης.

Φθορά του σφονδύλου.

Στην επιφάνεια του σφονδύλου μπορεί να παρατηρηθεί:

- Στρέβλωση,
- Φθορά,
- Χαραγές.

Φθορές του κελύφους.

Οι κυριότερες βλάβες είναι:

- Η στρέβλωση,
- Η θραύση.

Αντικανονική λειτουργία του Συμπλέκτη

ΒΛΑΒΗ	ΑΙΤΙΑ
<p style="text-align: center;">Ολίσθηση ή πατινάρισμα.</p> <p>Ο μηχανισμός του συμπλέκτη δεν μεταφέρει όλες τις στροφές του κινητήρα στον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων.</p> <p>Η ολίσθηση αναγνωρίζεται από :</p> <ul style="list-style-type: none"> • την πτώση ισχύος, • την υπερθέρμανση του κινητήρα, • τον θόρυβο στην αλλαγή των ταχυτήτων, • την μικρή ταχύτητα του οχήματος με πίεση του γκαζιού, • τον μεγάλο χρόνο στην αρχική εκκίνηση του οχήματος. 	<ul style="list-style-type: none"> α) Κακή ρύθμιση. β) Υπάρχουν λάδια ή γράσο στα θερμουίτ. γ) Υπερβολική φθορά στα θερμουίτ. δ) Γυάλισμα επιφανειών θερμουίτ. ε) Χαλασμένος μηχανισμός αποσύμπλεξης. στ) Αντικανονική τάση στα ελατήρια πίεσης ή στο κτένι.
<p style="text-align: center;">Φθορές στις επιφάνειες του δίσκου.</p> <p>Το υλικό τριβής θερμουίτ φθείρεται φυσιολογικά ή αντικανονικά. Η φθορά αναγνωρίζεται από την :</p> <ul style="list-style-type: none"> • θορυβώδη λειτουργία, • αύξηση της ελεύθερης διαδρομής του πεντάλ, • κακή αποσύμπλεξη, • απότομη σύμπλεξη, • ολίσθηση του δίσκου. 	<ul style="list-style-type: none"> α) Μεγάλη καταπόνηση από φορτία. β) Συνεχόμενη μικρή πίεση στο πεντάλ κατά την οδήγηση. γ) Υπερθέρμανση θερμουίτ. δ) Κακή κατασκευή θερμουίτ. ε) Φθορά των επιφανειών του σφονδύλου ή της πλάκας πίεσης. στ) Ολίσθηση του δίσκου. Ζ) Εξασθένηση των ελατηρίων της πλάκας πίεσης.
<p style="text-align: center;">Δύσκολη αποσύμπλεξη.</p> <p>Κατά την αποσύμπλεξη πρέπει η πλάκα πίεσης να μετακινείται απότομα προς τα πίσω και η επιφάνειά της να είναι παράλληλη προς τον σφόνδυλο.</p> <p>Εάν δεν γίνεται αυτό τότε έχουμε κακή αποσύμπλεξη με αποτελέσματα :</p> <ul style="list-style-type: none"> • θόρυβο λειτουργίας, • φθορά του δίσκου. 	<ul style="list-style-type: none"> α) Μεγάλη ελεύθερη διαδρομή στο πεντάλ. β) Πολύσφηνο, κολλημένο ή φρακαρισμένο. Γ) Δίσκος κολλημένος στο βολάν.
<p style="text-align: center;">Σκορτσάρισμα.</p> <p>Όταν για διάφορους λόγους η σύμπλεξη κατά την</p>	<ul style="list-style-type: none"> α) Η πλάκα πίεσης δεν μετακινείται παράλληλα με τον δίσκο. (φθαρμένη ή στραβωμένη).

<p>αρχική εκκίνηση ή στην αλλαγή των ταχυτήτων, δεν είναι ομαλή και προοδευτική. Το αυτοκίνητο παρουσιάζει απότομες μετακινήσεις.</p>	<p>β) Δίσκος στραβός ή με φθαρμένες επιφάνειες τριβής. γ) Πιθανή ύπαρξη σκόνης, σκληρών σωμάτων ή λάδια στις τριβόμενες επιφάνειες. δ) Κακή ευθυγράμμιση του κινητήρα με το κιβώτιο ταχυτήτων.</p>
<p>Θόρυβος του συμπλέκτη. Οφείλεται σε κακή ρύθμιση των εξαρτημάτων του ή σε φθορά αυτών.</p>	<p>α) Φθορά στο ρουλεμάν ή στη βάση του ή στο δίχαλο. β) Σπασμένα ελατήρια. γ) Αρρυθμιστα κοκοράκια.</p>

7.2 2ο Εκπαιδευτικό σενάριο: ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

Εκπαιδευτικό Σενάριο Μαθήματος

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων	Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου I
Ταξή: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου	Ενότητα : Σύστημα Πέδησης
Καθηγητής:	Διάρκεια : 5 ώρες x 45'
Εκπαιδευτικό Πρόβλημα : Οι μαθητές ερχόμενοι στην εκπαιδευτική διαδικασία έχουν διαμορφωμένη άποψη για τα φυσικά φαινόμενα, δίνοντας τη δική τους ερμηνεία για αυτά, μέσω διαφόρων αλληλεπιδράσεων στην καθημερινή τους ζωή (Trowbridge and McDermott, 1981). Το εκπαιδευτικό πρόβλημα σχετίζεται με την αδυναμία πολλών μαθητών να κατανοήσουν την τεχνική ορολογία αλλά και τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζονται οι νόμοι των φυσικών επιστημών στην λειτουργία των διαφόρων συστημάτων του αυτοκινήτου, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν και συνεργάζονται μεταξύ τους. Στόχοι : Γνώσεις: <ol style="list-style-type: none">1. Να εξηγούν το λόγο ύπαρξης του συστήματος πέδησης στο αυτοκίνητο2. Να μπορούν να διακρίνουν και να αναφέρουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται το σύστημα πέδησης.3. Να είναι σε θέση να αξιολογήσουν και να διακρίνουν τα διάφορα είδη συστημάτων πέδησης στα οχήματα .4. Να είναι ικανοί να υπολογίσουν τη δύναμη που απαιτείται για την πέδηση ενός οχήματος, καθώς την απόσταση και το	

χρόνο ακινητοποίησής του.

Δεξιότητες:

1. Να αναπτύσσουν την κριτική τους ικανότητα.
2. Να κατανοούν την αρχή λειτουργίας ενός συστήματος πέδησης να περιγράφουν τον τρόπο και τα μέσα αποσυναρμολόγησης των επιμέρους τμημάτων του.
3. Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες του συστήματος, αυτού, καθώς και των επιμέρους εξαρτημάτων του.
4. Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους ελέγχου, επισκευής, ρύθμισης και συντήρησης του συγκεκριμένου συστήματος, όπως και των επιμέρους εξαρτημάτων του.
5. Να συνδέουν τα θέματα και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην τάξη με τις πρακτικές εφαρμογές στο εργαστήριο.

Στάσεις:

1. Οι μαθητές θα πρέπει να δείχνουν ενδιαφέρον για τεχνολογικά θέματα, ιδιαίτερα για την ειδικότητα που επέλεξαν ώστε να τα συνδέουν μεταξύ τους
2. Να ελέγχουν τη μαθησιακή τους πρόοδο.
3. Να αξιολογούν τη στρατηγική τους.
4. Να εκμεταλλεύονται την συνεχή ανατροφοδότηση που τους δίνει ο εκπαιδευτής, χρησιμοποιώντας την ως αφετηρία για περαιτέρω βελτίωση, στην τάξη αλλά και στο εργαστήριο

Χαρακτηριστικά εκπαιδευομένων:

Γνωστικά:

1. Να έχουν βασικές γνώσεις Μαθηματικών - Φυσικής.

2. Να έχουν καλή σχέση με την τεχνολογία, τις εφαρμογές λογισμικού και το διαδίκτυο.

3. Να είναι εξοικειωμένοι με την χρήση εργαλείων χειρός, αλλά και συσκευών.

Ψυχοκοινωνικά:

1. Να επιθυμούν να συμμετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία.

2. Να είναι πρόθυμοι να συνεργάζονται σε ομάδες ομότιμα, σεβόμενοι την διαφορετικότητα των απόψεων των συμμαθητών τους.

3. Να είναι πρόθυμοι να προσεγγίσουν την ανακαλυπτική διαδικασία μέσω πειραμάτων. Μέσα από ομαδοσυνεργατικές διαδικασίες να καταβάλουν συνειδητή προσπάθεια και δραστηριοποίηση για την επίλυση των προβλημάτων.

Δημογραφικά:

Οι εκπαιδευόμενοι στα ΕΠΑ.Λ. είναι και των δύο φύλων, ηλικίας 16 έως 18 ετών. Σε απογευματινά ΕΠΑΛ υπάρχουν και ενήλικες μαθητές εργαζόμενοι συνήθως, με διαμορφωμένη άποψη (εσφαλμένη ή όχι) σε πολλά θέματα.

Ανάγκες εκπαιδευομένων:

Οι εκπαιδευόμενοι έχουν την ανάγκη:

1. Να αισθάνονται ικανοί να ελέγχουν την πορεία της μάθησης τους χρησιμοποιώντας την πρότερη γνώση για την οικοδόμηση νέας .

2. Να αποκτήσουν την διάθεση για ενεργό συμμετοχή στη διαδικασία της μάθησης. Η χρήση νέων τεχνολογιών είναι ελκυστική και προκαλεί εξ' αρχής τη θετική στάση τους στη διαδικασία που προτείνεται.

3. Να αναπτύξουν την κριτική τους ικανότητα μέσα από συνεχή ανατροφοδότηση, είτε από τον εκπαιδευτή, είτε από τους συμμαθητές τους.

4. Να επικοινωνήσουν και να συνεργαστούν σε ομαδικές δραστηριότητες και να εξάγουν συμπεράσματα, σαν αποτέλεσμα διαλόγου, προωθεί το ομαδικό πνεύμα και αναπτύσσει την κοινωνικότητά τους.
5. Αξιοπιστής αξιολόγησης η οποία θα ενισχύει την ικανότητα τους για αυτο-αξιολόγηση, με αποτέλεσμα αυτό, να λειτουργεί ως κίνητρο για επιπλέον συμμετοχή.
6. Να αποκτήσουν δεξιότητες και το αίσθημα πληρότητας μέσα από πρακτικές – πειραματικές εμπειρίες.

Εκπαιδευτική προσέγγιση του εκπαιδευτικού σεναρίου

Για την επίλυση του υπό εξέταση διδακτικού προβλήματος, επιλέχθηκε ως καταλληλότερη η εκπαιδευτική προσέγγιση που βασίζεται στις αρχές του διδακτικού μοντέλου της διερευνητικής μάθησης (Inquiry Based Learning – IBL) και περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια διδασκαλίας:

- **Πρώτη Φάση:** Έκθεση Προβλήματος προς διερεύνηση – Κινητοποίηση Μαθητών
- **Δεύτερη Φάση:** Συγκέντρωση Δεδομένων - Διατύπωση Υποθέσεων– Επεξεργασία Υλικού
- **Τρίτη Φάση:** Οργάνωση – Διατύπωση Συμπερασμάτων
- **Τέταρτη Φάση:** Εμπέδωση - Γενίκευση

Για την υλοποίηση του επιλεγμένου διδακτικού μοντέλου, λάβαμε υπόψη μας, τις παρακάτω παραμέτρους:

1. Παρουσίαση του θέματος με τρόπο που να κινητοποιήσει τις ανάγκες των εκπαιδευομένων: αναφορές σε καθημερινά προβλήματα των μαθητών.
2. Διάρκεια: Μάθημα 2 x 45 λεπτά / Δραστηριότητες – Εφαρμογές 3 x 45 λεπτά.
3. Ηλεκτρονικός υπολογιστής - Διαδραστικός Πίνακας ή Βίντεο προβολέας

4. Λογισμικό: Microsoft Office 2007 - προσομοίωσης ALGODOO

Καθορισμός Ρόλων

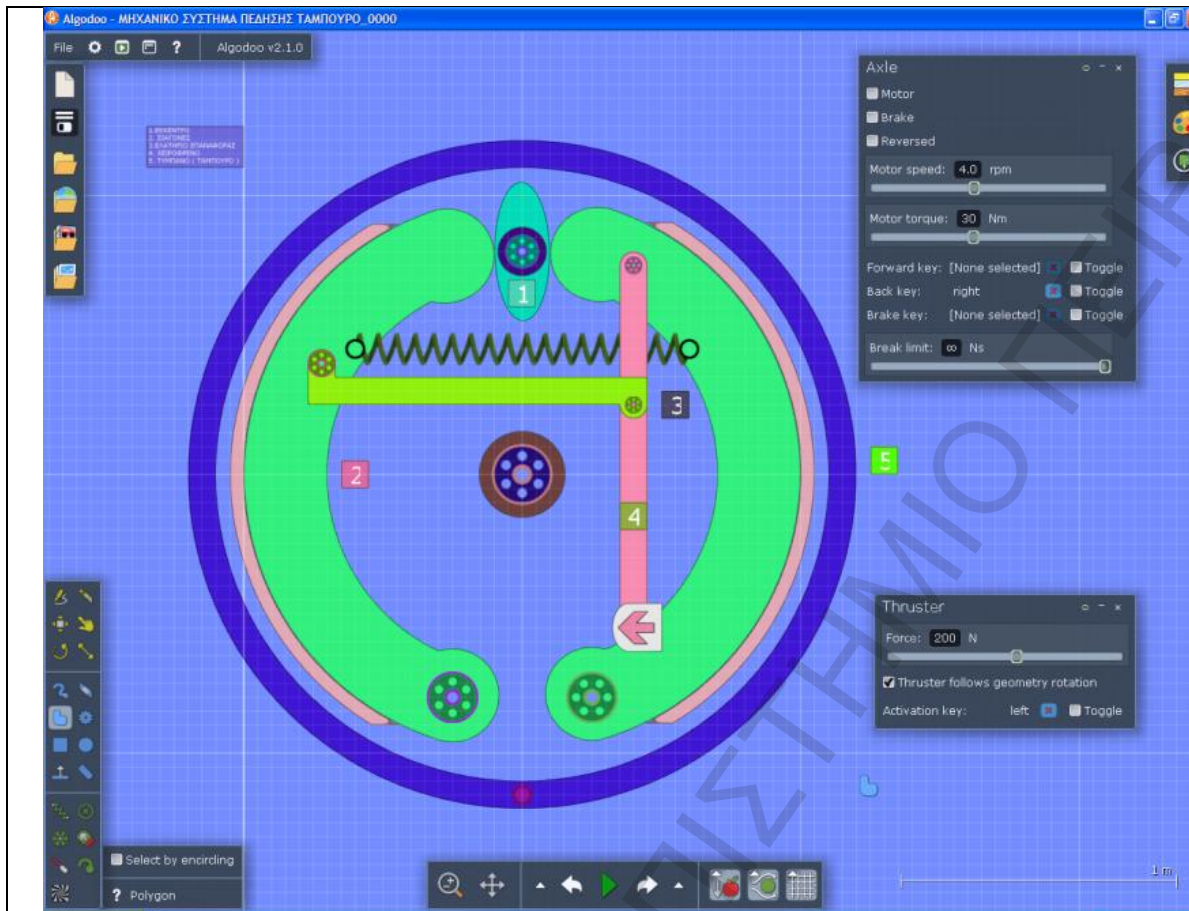
Ο καθηγητής δίνει στους μαθητές τα κατάλληλα ερεθίσματα ώστε να αναγάγει το φαινόμενο σε πρόβλημα. Παρουσιάζει τους στόχους που έχουν τεθεί. Οργανώνει το υλικό, το παρουσιάζει στους μαθητές, κάνοντας σύντομη αναδρομή σε προϋπάρχουσες γνώσεις ενεργοποιώντας έτσι τις ανάγκες τους. Τους περιγράφει τον τρόπο αξιολόγησης τους και αξιολογεί το παραγόμενο αποτέλεσμα.

Οι μαθητές θα πρέπει, να είναι συνεπείς στα καθήκοντά τους συμμετέχοντας σε όλα τα στάδια της εκπαιδευτικής αυτής διαδικασίας, είτε ατομικά είτε ομαδικά, να επικοινωνούν με τους συμμαθητές/τριες της ομάδας τους, να ανταλλάσσουν απόψεις, έτσι ώστε να καταλήγουν σε συμπεράσματα, να εκφράζουν τυχόν απορίες τους και να ζητούν τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, όπου τη χρειάζονται.

Πορεία Διδασκαλίας – Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες – Χρονοδιάγραμμα :

Πορεία διδασκαλίας	Μεθοδολογία	Μέσα διδασκαλίας	Χρόνος
Φάση 1 ^η : Έκθεση Προβλήματος προς διερεύνηση - κινητοποίηση αναγκών - καθοδήγηση των μαθητών			

<p>Ο εκπαιδευτής παρουσιάζει με την βοήθεια power point τα είδη των συστημάτων πέδησης τοποθετώντας την εξέλιξή τους χρονικά από τον πιο απλό στον πιο σύνθετο. Αναλύει σε επιμέρους εξαρτήματα και τους εξηγεί πώς η τεχνολογία χρησιμοποίησε απλές αρχές της φυσικής (μετατροπή της κινητικής ενέργειας ενός σώματος σε θερμική - ανακαλώντας πρότερη γνώση) για να επιτύχει τους στόχους της.</p> <p>Εξηγεί την χρησιμότητα της προσομοίωσης της λειτουργίας διαφόρων εξαρτημάτων ή και μηχανών ακόμη, μέσω του υπολογιστή. Παρουσιάζει με την βοήθεια διαδραστικού πίνακα το πρόγραμμα προσομοίωσης Algodoo, επεξηγώντας τις λειτουργίες και τις δυνατότητες του .</p> <p>Οι μαθητές πειραματίζονται μέσα από το λογισμικό ώστε να κατανοήσουν την έννοια της τριβής, της δύναμης, της συμπεριφοράς των ρευστών και πώς αυτή παρουσιάζεται μέσω της προσομοίωσης.</p> <p>Ζητείται από τους εκπαιδευόμενους να ανοίξουν το λογισμικό Algodoo (σκηνή: ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ, ΤΑΜΠΟΥΡΟ)</p>	<p>Διάλεξη Επίδειξη λογισμικού</p>	<p>Λογισμικό Algodoo– Διαδραστικός πίνακας – Η/Υ</p>	<p>14</p>
--	---	---	------------------



Πρακτική
εξάσκηση στο
λογισμικό

Projector –
H/Y–
Διαδραστικός
πίνακας –
tablet PC

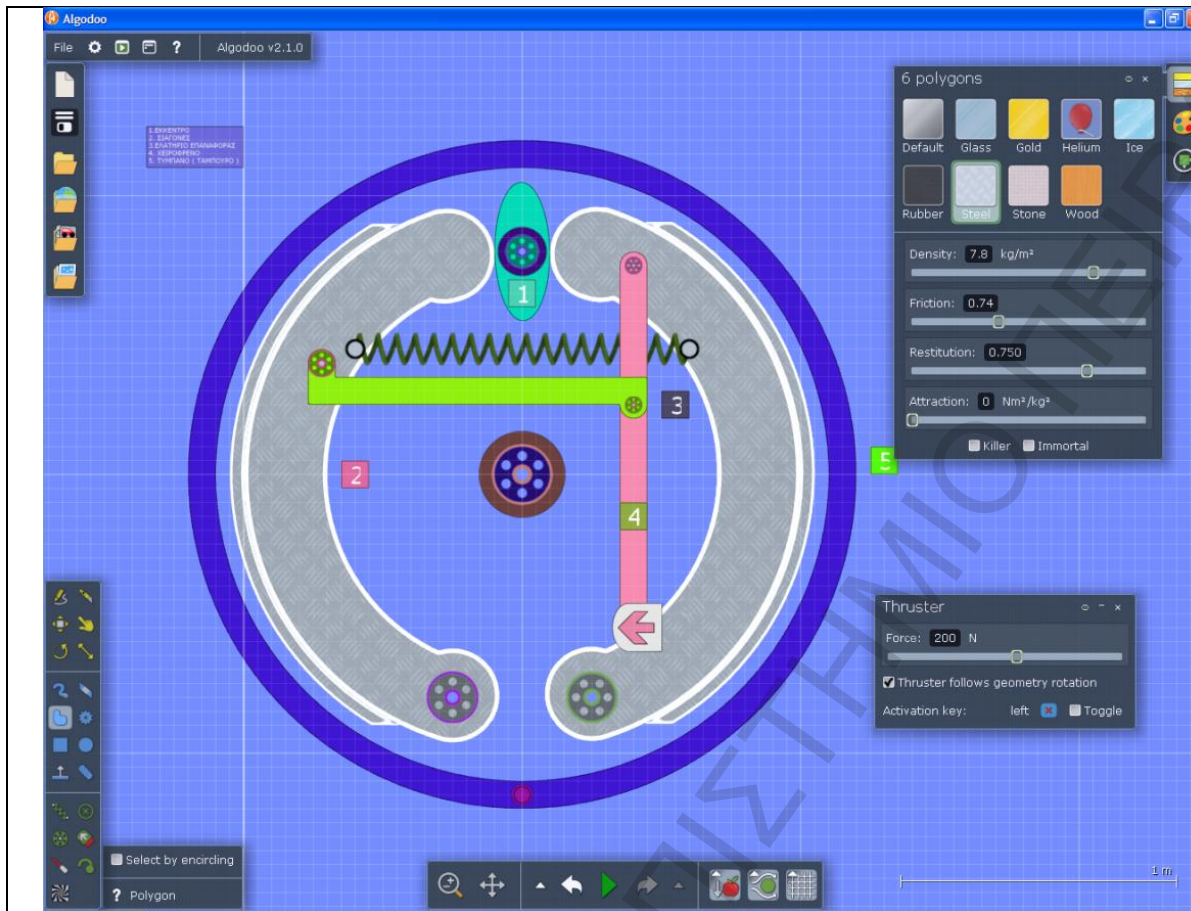
Πείραμα

Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσουν οι εκπαιδευόμενοι, τη σχέση που συνδέει το υλικό τριβής ενός συστήματος πέδησης με την δυνατότητα ακινητοποίησης του οχήματος. Για να το επιτύχουν θα πρέπει να επιλέξουν από το **menu** του λογισμικού την λειτουργία **material**. Εκεί μπορούν να επιλέξουν διαφορετικό υλικό τριβής (Rubber-Steel-Stone-Wood)

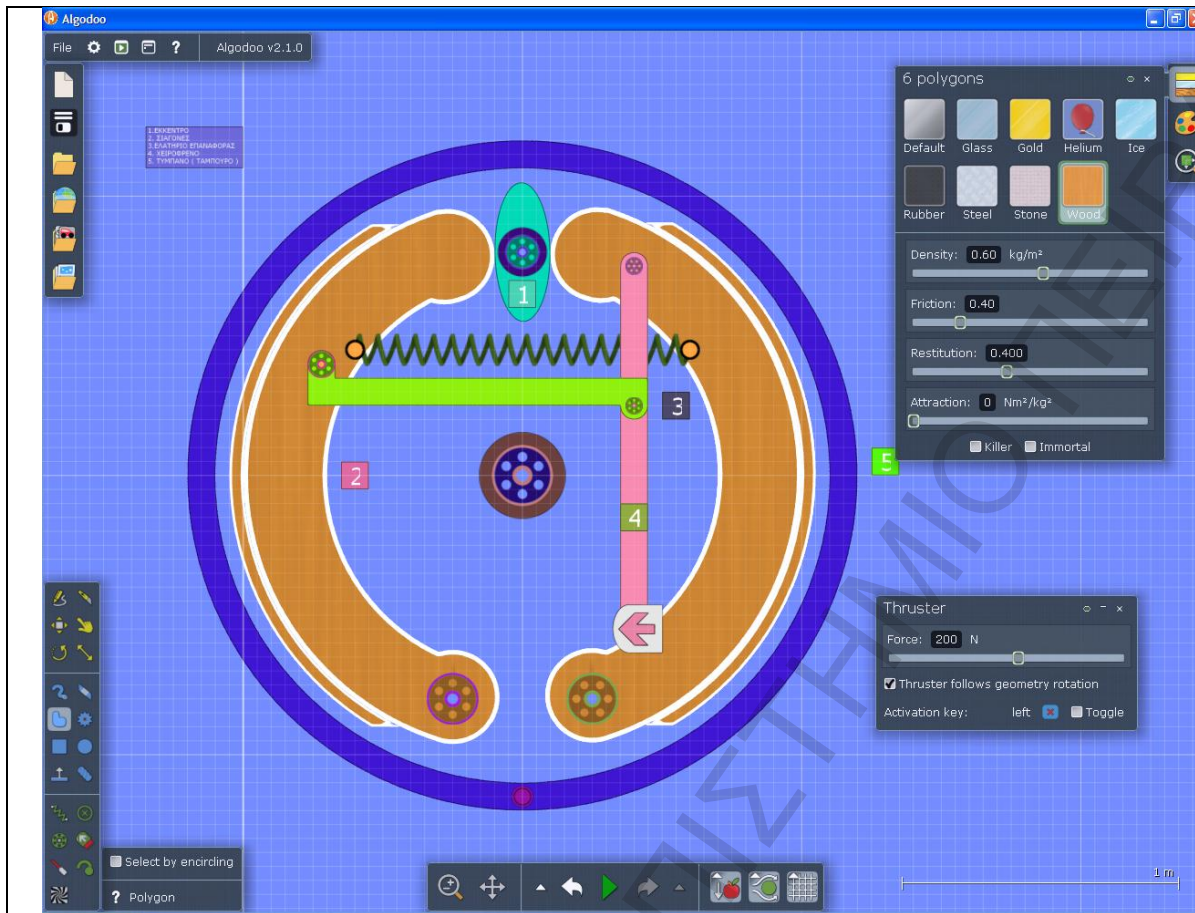
για την προσομοίωση του συστήματος πέδησης, με τον αντίστοιχο συντελεστή Friction, ώστε να διερευνήσουν, πώς αυτός επιδρά στην λειτουργία του συστήματος πέδησης.



Θα πρέπει λοιπόν να τρέξουν την προσομοίωση επιλέγοντας κάθε φορά διαφορετικό υλικό, άρα και συντελεστή τριβής (**κρατώντας όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους σταθερές**) και να μετρήσουν τις περιστροφές του τροχού μέχρι την ακινητοποίησή του. Π.χ.



ΥΛΙΚΟ ΤΡΙΒΗΣ STEEL



ΥΛΙΚΟ ΤΡΙΒΗΣ WOOD κ.λ.π.

Φάση 2^η: Συγκέντρωση Δεδομένων - Διατύπωση Υποθέσεων- Επεξεργασία Υλικού

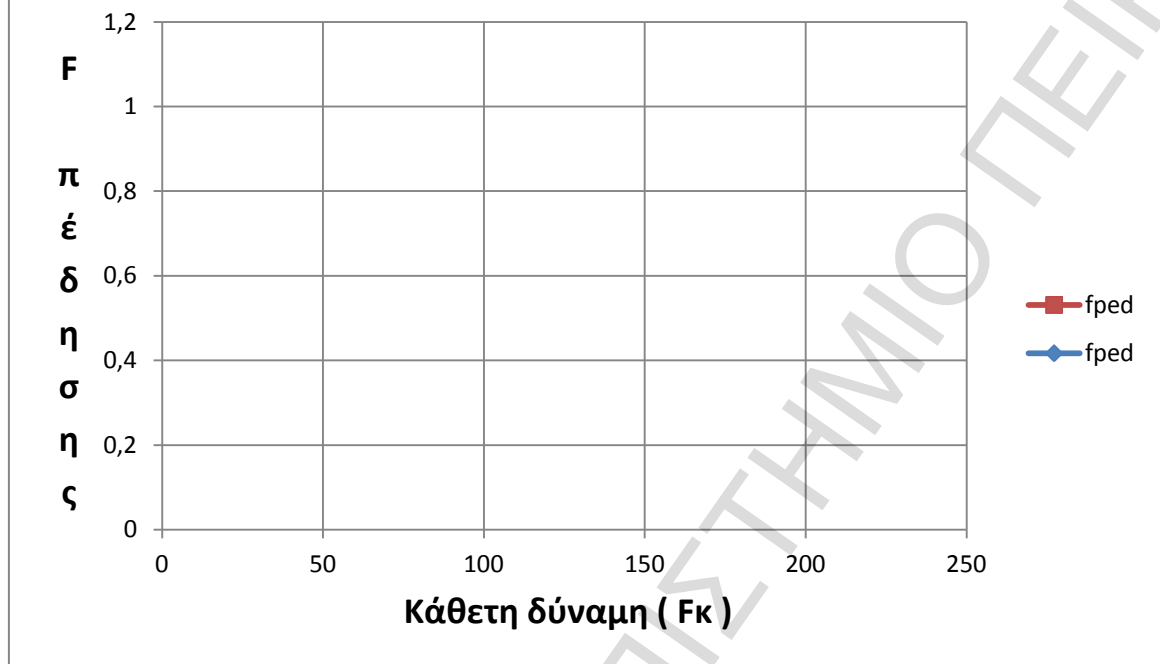
Ο εκπαιδευτής ανοίγει την παρουσίαση προβάλλοντας βίντεο και εικόνες από πρακτικά

<p>παραδείγματα στους εκπαιδευόμενους, στα οποία εμφανίζεται το πρόβλημα προς διερεύνηση, με το οποίο θα ασχοληθούν. Παρουσιάζει τους λόγους για τους οποίους είναι απαραίτητη η ύπαρξη του συστήματος πέδησης στο αυτοκίνητο.</p> <p>Δραστηριότητα 1^η:</p> <p>Οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν τις έννοιες της τριβής και της δύναμης. Αφού δημιούργησαν αντικείμενα διαφόρων υλικών (άρα και συντελεστή τριβής) που συνεργάζονται μεταξύ τους και κατέγραψαν την συμπεριφορά τους, καλούνται τώρα να υπολογίσουν την δύναμη πέδησης (τριβής) που πρέπει να ασκήσουν σε αυτά, για συγκεκριμένο υλικό τριβής. Επιλέγουν διαφορετικό συντελεστή τριβής (n) και κρατούν σταθερή την δύναμη (F_κ). Τα αποτελέσματα καταγράφονται στο φύλλο εργασίας, αιτιολογούνται και απεικονίζονται σε γραφική παράσταση.</p> <p>Συνεχίζοντας μεταβάλλουν την δύναμη κρατώντας σταθερό τον συντελεστή τριβής και επαναλαμβάνουν την διαδικασία.</p> <p>Για τον υπολογισμό της δύναμης πέδησης (τριβής) που πρέπει να ασκήσουμε σε αυτά, χρησιμοποιούμε τον τύπο:</p> $F_{\text{πέδησης}} = n * F_{\text{κ}}$ <p>όπου: n: συντελεστής τριβής και F_κ: κάθετη δύναμη στην επιφάνεια ολίσθησης</p>	<p>Επίδειξη – Προβολή</p> <p>Πρακτική εξάσκηση στο λογισμικό</p> <p>Πείραμα προσομοίωσης</p>	<p>H/Y – projector</p> <p>H/Y – Λογισμικό</p>	<p>6</p>
---	---	---	-----------------

A/A	n: συντ. τριβής	F _κ : κάθετη δύναμη	F _{πέδησης}	- άσκηση	Algodoo – Διαδραστικός πίνακας – tablet PC
1					
2					
3					
4					
5					

F πέδησης για F_κ σταθερό

F πέδησης για n=σταθερό



Δραστηριότητα 2^η:

Οι μαθητές τώρα καλούνται να διερευνήσουν την απόσταση και τον χρόνο που απαιτείται για να ακινητοποιηθεί ένα όχημα. Επιλέγουν σαν $n_{ολ}$ (μέγιστος συντελεστής τριβής ολίσθησης) τις τιμές του προηγούμενου πίνακα (Δραστηριότητα 1^η), και ταχύτητα οχήματος $v = 30 \text{ m/sec}$ (περίπου 108 km/h).

Για τον υπολογισμό της απόστασης ακινητοποίησης θα χρησιμοποιήσουν τον τύπο:

$$S_{πέδησης} = v^2 / 2 * n_{ολ} * g$$

όπου: $n_{ολ}$: μέγιστος συντελεστής τριβής ολίσθησης και $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$

Για τον υπολογισμό του χρόνου ακινητοποίησης θα χρησιμοποιήσουν τον τύπο:

$$t_{ακιν} = v / n_{ολ} * g$$

Καταγράφουν τα αποτελέσματα στο φύλλο εργασίας και να αιτιολογούν τις απαντήσεις τους.

A/A	$n_{ολ}$: συντ. τριβής ολίσθησης	$S_{πέδησης}$	$t_{ακιν}$
1			
2			
3			
4			
5			

Δραστηριότητα 3^η:

Στη τρίτη δραστηριότητα η κάθε ομάδα μαθητών καλείται να δημιουργήσει μια σκηνή με το λογισμικό, στην οποία θα προσομοιώσει με την βοήθεια του εκπαιδευτή ένα επιμέρους εξαρτήματα (πέδη με σιαγόνες μηχανικά – υδραυλικά, με δίσκους) από το οποίο αποτελείται το σύστημα πέδησης και να διερευνήσει πώς συνεργάζεται αυτό, με τα υπόλοιπα εξαρτήματα του συστήματος. Το λογισμικό Algodoo δίνει με ένα έξυπνο και διασκεδαστικό τρόπο την δυνατότητα στον μαθητή να κατανοήσει εύκολα έννοιες της φυσικής και φυσικά φαινόμενα που συναντά στην καθημερινότητά του. Η διαδικασία αυτή καλλιεργεί το αίσθημα πληρότητας, της αυτοεκτίμησης και ενισχύει σημαντικά την ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας όπως επίσης και τις μεταγνωστικές δεξιότητες του μαθητή. Αφού εξοικειωθούν με το εργαλείο προσομοίωσης, παρέχεται χρόνος στους μαθητές να πειραματιστούν ελεύθερα μόνοι τους .

Σκοπός της δραστηριότητας αυτής είναι η διερεύνηση της συμπεριφοράς των διαφόρων συστημάτων πέδησης και η εξοικείωσή τους με το λογισμικό προσομοίωσης.



ALGODOO (σκηνή: μηχανικό σύστημα πέδησης)



ALGODOO (σκηνή: Υδραυλικό σύστημα πέδησης – Ταμπούρο)



ALGODOO (σκηνή: Υδραυλικό Δισκόφρενο)

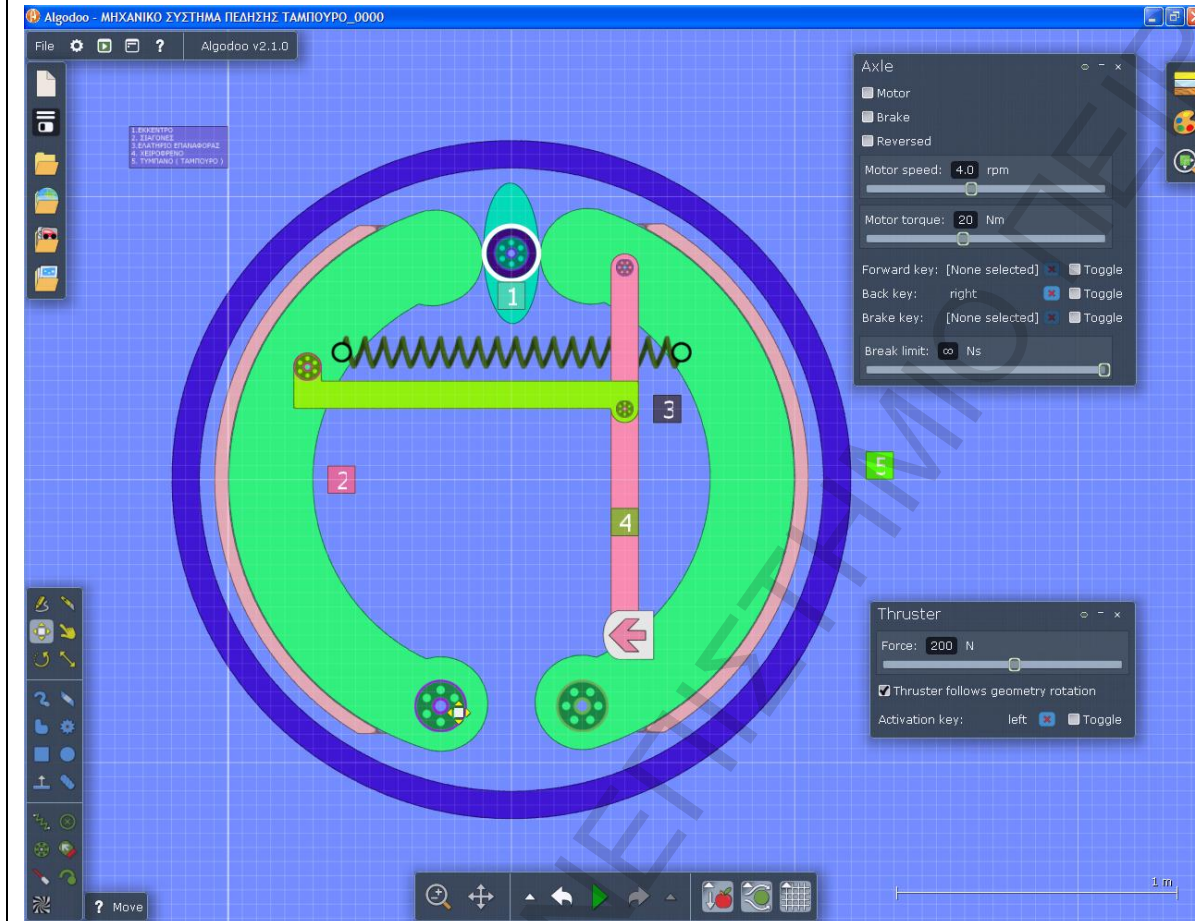
Δραστηριότητα 4^η:

Ο εκπαιδευτής διανέμει φύλλο έργου στις ομάδες, όπου εκεί τους παρέχει σχετικές οδηγίες για το θεωρητικό μέρος και τα βήματα που θα ακολουθήσουν, προκειμένου να προετοιμαστούν για την εκπαιδευτική δραστηριότητα. Συζητά μαζί τους επιλύει απορίες. Εξηγεί την χρησιμότητα της προσομοίωσης της λειτουργίας διαφόρων εξαρτημάτων ή και μηχανών ακόμη, μέσω του υπολογιστή.

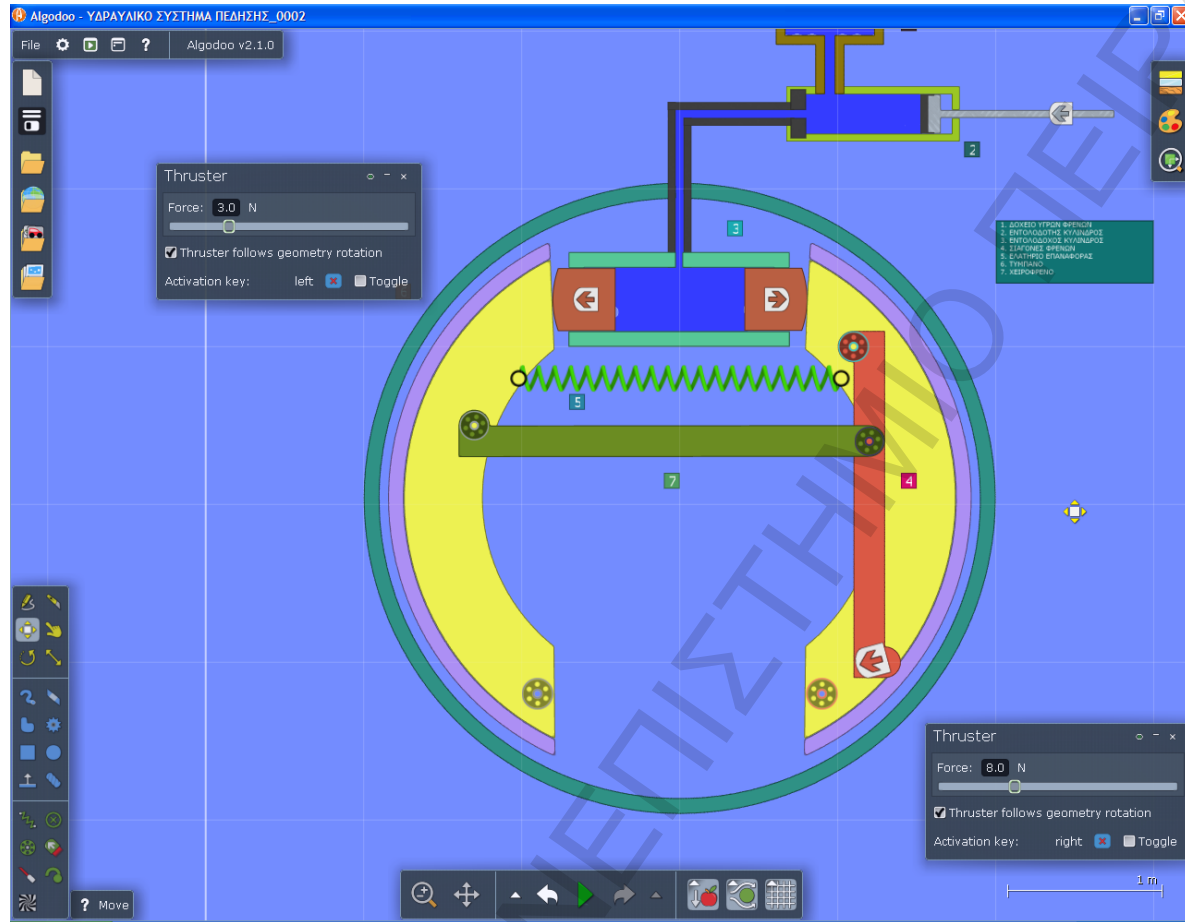
Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές πειραματίζονται σε έτοιμες σκηνές του λογισμικού προσομοίωσης Algodoο, που έχει δημιουργήσει ο εκπαιδευτικός.

Ζητείται από την κάθε ομάδα να δημιουργήσει την κινηματική αλυσίδα (τοποθετώντας τα κατάλληλα εξαρτήματα στην σειρά) λειτουργίας του συστήματος πέδησης και να το κατατάξει ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του.

ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ



ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ



ΔΙΣΚΟΦΡΕΝΟ



<p>Φάση 3η: Οργάνωση – Διατύπωση Συμπερασμάτων</p> <p>Στη φάση αυτή, γίνεται συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτή και εκπαιδευόμενων όπου αναλύουν – συγκρίνουν τα αποτελέσματα μέσα στην τάξη. Συνοψίζουν, τα συμπεράσματα στα οποία έχουν καταλήξει και αποτυπώνονται στα φύλλα εργασίας τους.</p> <p>Με βάση τα συμπεράσματα που θα διατυπώσουν οι εκπαιδευόμενοι θα ανατρέξουν στις υποθέσεις που διατύπωσαν στην αρχή του μαθήματος και θα ελέγξουν με βάση όσα μελέτησαν πειραματικά, ώστε να τα επιβεβαιώσουν ή να τα απορρίψουν.</p> <p>Αυτά αφορούν:</p> <ul style="list-style-type: none"> • τις έννοιες της τριβής και της δύναμης • την απόσταση και τον χρόνο που απαιτείται για να ακινητοποιηθεί ένα όχημα • τα επιμέρους εξαρτήματα από το οποίο αποτελείται το σύστημα πέδησης και πώς συνεργάζονται μεταξύ τους • την κινηματική αλυσίδα λειτουργίας του κάθε συστήματος πέδησης • την κατάταξη ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του. 	<p>Συζήτηση Διάλεξη Συγγραφή Αποτελεσμάτων</p>	<p>H/Y – projector – Φύλλο εργασίας</p>	<p>15</p>
--	--	---	-----------

<p>Φάση 4^η: Εμπέδωση - Γενίκευση</p>			
<p>Οι ομάδες καλούνται πλέον στον χώρο του εργαστηρίου συστημάτων Αυτοκινήτου, με την εποπτεία του εκπαιδευτικού, να συνδέσουν τη νέα γνώση και την εφαρμογή της σε πραγματικές συνθήκες.</p> <p>Δραστηριότητα 5^η:</p> <p>Με την βοήθεια και των οδηγιών του φύλου εργασίας, να αποσυναρμολογήσουν τα διάφορα συστήματα πέδησης του αυτοκινήτου, να δουν τις διαφορές τους, τα επιμέρους εξαρτήματά τους και να τα συναρμολογήσουν επιτυχώς.</p> <p>Η τελευταία φάση συμβάλει στην επίτευξη μακροπρόθεσμου στόχου, με την κατάκτηση βιωματικών δεξιοτήτων, οι οποίες θα αξιοποιηθούν στην επαγγελματική τους σταδιοδρομία.</p>	<p>Πρακτική εξάσκηση</p>	<p>Εργαστήριο Συστημάτων Αυτοκινήτου</p>	<p>3*45</p>
<p>Αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών</p>			
<p>Ανάλυση των φάσεων και των δραστηριοτήτων</p> <p>Με την ολοκλήρωση του σεναρίου οι εκπαιδευόμενοι αξιολογούνται συνολικά για τις πέντε δραστηριότητες, με τις οποίες έχουν ασχοληθεί, μέσω μιας κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων (rubric). Τα κριτήρια, σύμφωνα με τα οποία αξιολογούνται είναι: η συμμετοχή, καθώς και η επίδοσή τους σε κάθε δραστηριότητα. Η βαρύτητα της αξιολόγησης αυτής είναι 75/100.</p> <p>Επίσης κάθε εκπαιδευόμενος συμπληρώνει ατομικά ένα τεστ με προβλήματα και ερωτήσεις.</p>			

<p>Τα κριτήρια με βάση τα οποία αξιολογούνται οι εκπαιδευόμενοι είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ο υπολογισμός της δύναμης πέδησης, • της απόστασης • και του χρόνου που απαιτείται για να ακινητοποιηθεί ένα όχημα, • να αναφέρουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται το σύστημα πέδησης, • να διακρίνουν τα διάφορα είδη συστημάτων πέδησης στα οχήματα ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους • η συμπλήρωση ενός σταυρόλεξου. <p>Η βαρύτητα της αξιολόγησης αυτής είναι 25/100.</p>			
<p>Υπολογισμός Τελικού Βαθμού</p> <p>Η τελική βαθμολογία κάθε εκπαιδευόμενου προκύπτει από την ποσόστωση κάθε μιας από τις παραπάνω επιδόσεις (βαθμολογίες). Αναλυτικότερα η τελική ατομική βαθμολογία κάθε εκπαιδευόμενου προκύπτει από τον ακόλουθο τύπο:</p> <p>Τελικός βαθμός= [αξιολόγηση δραστηριοτήτων]*0.75 + [αξιολόγηση τεστ]*0.25</p>			

ΡΟΥΜΠΡΙΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗ: _____

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΟΜΕΝΟΥ: _____

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: _____

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΑΡΙΣΤΗ ΕΠΙΔΟΣΗ (3)	ΜΕΤΡΙΑ ΕΠΙΔΟΣΗ (2)	ΧΑΜΗΛΗ ΕΠΙΔΟΣΗ (1)	ΒΑΘΜΟΣ
ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗ ΜΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗ ΜΕ 3-4 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗ ΜΕ ΚΑΤΩ ΑΠΟ 3 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	
1η & 2η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ - ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ 1ης & 2ης ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ	
3η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ– ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ- ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΜΑΔΑ	ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ– ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ	ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ	
4η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ– ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ- ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΜΑΔΑ	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ– ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ	
5η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ Η ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ 3 ^{ων} ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΕΔΗΣΗΣ- ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΜΑΔΑ	ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΛΑΧΙΣΤΟΝ 2 ΑΠΟ ΤΑ 3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΔΗΣΗΣ	ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΜΑΔΑ	
			ΣΥΝΟΛΟ:	

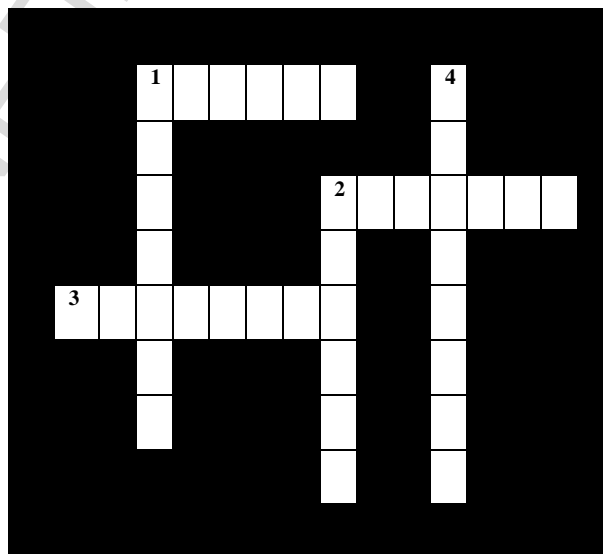
ΤΕΣΤ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

Όνομα:.....

Επώνυμο:.....

Ημ/νια:.....

1. Να υπολογίσετε :
 - α) Την δύναμη πέδησης ($F_{\text{πέδησης}}$) σε ένα όχημα όταν $n=0,6$ και $F_k = 1000 \text{ N}$
 - β) Την κάθετη δύναμη (F_k), όταν $n=0,5$ και $F_{\text{πέδησης}} = 500 \text{ N}$
 - γ) Τον συντελεστή τριβής (n), όταν $F_k = 500 \text{ N}$ και $F_{\text{πέδησης}} = 1000 \text{ N}$(1/5)
2. Να υπολογίσετε :
 - α) Την απόσταση ακινητοποίησης όταν, η ταχύτητα του οχήματος $v = 20 \text{ m/sec}$ και ο συντελεστής τριβής ολίσθησης $n = 0,7$.
 - β) Τον χρόνο ακινητοποίησης για τις ίδιες συνθήκες λειτουργίας.(1/5)
3. Αναφέρατε τα επιμέρους εξαρτήματα που αποτελείτε:
 - α) Ένα μηχανικό σύστημα πέδησης τύπου τυμπάνου
 - β) Ένα υδραυλικό σύστημα πέδησης τύπου τυμπάνου
 - γ) Ένα υδραυλικό σύστημα πέδησης με δίσκους τριβής.(1/5)
4. Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος πέδησης τύπου τυμπάνου.
(1/5)
5. Συμπληρώστε το σταυρόλεξο με τις κατάλληλες λέξεις.



Κάθετα:

1. Η δύναμη πέδησης εφαρμόζεται σε ΤΥΜΠΑΝΟ που είναι συνδεδεμένο με τον τροχό.
2. Για αποτελεσματικότερη ψύξη οι ΔΙΣΚΟΙ διαμορφώνονται με εσωτερικά πτερύγια και αυλάκια .
4. Το περιστρεφόμενο ΕΚΚΕΝΤΡΟ αναγκάζει τις σιαγόνες να έλθουν σε επαφή με το τύμπανο του τροχού.

Οριζόντια:

1. Ο συντελεστής ΤΡΙΒΗΣ επηρεάζει την απόσταση ακινητοποίησης ενός οχήματος.
 2. Η ΔΑΓΚΑΝΑ συγκρατεί τα έμβολα του υδραυλικού συστήματος πέδησης στην θέση τους
 3. Οι ΣΙΑΓΟΝΕΣ του συστήματος πέδησης έχουν επικάλυψη από υλικό τριβής.
- (1/5)

Οδηγίες για τον Εκπαιδευτή

Εκπαιδευτικό σενάριο: ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων

Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι

Ταξή: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου

Ενότητα : Σύστημα Πέδησης

Διδάσκον Καθηγητής:

Διάρκεια : 5 ώρες x 45΄

1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου

Σύστημα Πέδησης

2. Λογισμικό που χρησιμοποιείται

ALGODOO

Διάθεση στην ηλεκτρονική διεύθυνση:
<http://www.algodoo.com/>

Αρχεία

(σκηνή: ΔΙΣΚΟΦΡΕΝΟ – ΜΗΧΑΝΙΚΟ-ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ, ΤΑΜΠΟΥΡΟ)

3. Βασικές έννοιες και μεγέθη

Δύναμη πέδησης – απόσταση και χρόνος ακινητοποίησης - κινηματική αλυσίδα συστημάτων πέδησης.

4. Προαπαιτούμενες Γνώσεις

Οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να γνωρίζουν τα φυσικά μεγέθη που αφορούν τον υπολογισμό της δύναμης πέδησης – συντελεστή τριβής - τις ιδιότητες των μετάλλων – κινητική ενέργεια – υψηλές θερμοκρασίες – χρήση εργαλείων χειρός.

5. Περιγραφή του Εκπαιδευτικού Σεναρίου

Με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης « **ALGODOO** », θα διερευνηθούν οι συνθήκες λειτουργίας του συστήματος πέδησης και η συνεργασία του με τα υπόλοιπα συστήματα του Αυτοκινήτου.
Η δραστηριότητα αυτή θα βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να κατανοήσουν πειραματικά την αρχή λειτουργίας του συστήματος πέδης μηχανικά – υδραυλικά, πώς τα επιμέρους συστήματα συνεργάζονται μεταξύ τους έτσι ώστε να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα και να τα κατατάξουν ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους.

<p>6. Στόχοι του Εκπαιδευτικού Σεναρίου</p>	<p>Οι αναμενόμενοι στόχοι διακρίνονται σε ειδικούς και γενικούς στόχους.</p> <p>Οι Ειδικοί Διδακτικοί Στόχοι σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών σχετίζονται με το κεφάλαιο:</p> <p>«6.0 Συστήματα Πέδησης »:</p> <p>Οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ικανοί να:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Να προσδιορίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση ενός οχήματος. 2. Να αναφέρουν τα είδη του συστήματος πέδησης. 3. Να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα μέρη και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένα συστήματος πέδησης. 4. Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας κάθε μηχανισμού πέδησης, καθώς και τα επιμέρους εξαρτήματά του. 5. Να προσδιορίζουν τη θέση του κάθε μέρους - εξαρτήματος στην όλη διάταξη. <p>Οι Γενικοί Διδακτικοί Στόχοι ορίζονται με βάση τα τρία ανώτερα επίπεδα της αναθεωρημένης ταξινόμιας διδακτικών στόχων του Bloom (ανάλυση, αξιολόγηση, σύνθεση).</p> <p>Οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναλύουν τις σχέσεις που συνδέουν τα μεγέθη ενός συστήματος πέδησης είτε αυτό είναι μηχανικό – υδραυλικό με σιαγόνες ή δίσκους. • να αξιολογούν, να επαληθεύουν τα ευρήματά τους, και να προτείνουν εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα. • κατανοούν τα φαινόμενα, πώς αυτά συνδέονται μεταξύ τους ώστε να διαμορφώνουν και να παράγουν συμπεράσματα με άμεση εφαρμογή στην πράξη, που θα εφαρμοστεί άμεσα στο εργαστήριο.
<p>7.Μεθοδος –οργάνωση της τάξης</p>	<p>Οι μαθητές θα εργαστούν είτε ατομικά είτε ομαδικά (ανάλογα με το μοντέλο). Το φύλλο εργασίας διανέμεται στους εκπαιδευόμενους στην αρχή του εκπαιδευτικού σεναρίου.</p>
<p>8. Πόροι</p>	<p>Απαιτείται η χρήση: Η/Υ και projector.</p> <p>Διαδραστικού πίνακα ή tablet pc.</p>

Φύλλο Εργασίας

Εκπαιδευτικό σενάριο: ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣ

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων	Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι		
Ταξή: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου	Ενότητα : Σύστημα πέδης		
Διδάσκον Καθηγητής:	Διάρκεια : 5 ώρες x 45΄		
1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου	Σύστημα Πέδησης		
Όνοματεπώνυμο Ομάδας:			
Ημερομηνία:			
2. Λογισμικό που χρησιμοποιείται	ALGODOO	Αρχεία	(σκηνή: ΔΙΣΚΟΦΡΕΝΟ – ΜΗΧΑΝΙΚΟ- ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ, ΤΑΜΠΟΥΡΟ)
	Διάθεση στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.algodoo.com/		

Περιγραφή του μαθήματος - Στόχοι	
Περιγραφή:	<p>Με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης « ALGODOO », θα διερευνήσετε τις συνθήκες λειτουργίας του συστήματος πέδησης και πώς αυτό συνεργάζεται με τα υπόλοιπα συστήματα του Αυτοκινήτου.</p> <p>Με την δραστηριότητα αυτή θα βοηθηθείτε να κατανοήσετε πειραματικά την αρχή λειτουργίας του συστήματος πέδησης μηχανικά – υδραυλικά, πώς τα επιμέρους συστήματα συνεργάζονται μεταξύ τους έτσι ώστε να επιτύχετε το επιθυμητό αποτέλεσμα και να τα κατατάξετε ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους.</p>
Στόχοι:	<p>Με το τέλος της εκπαιδευτικής διαδικασίας θα είστε ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναλύετε τις σχέσεις που συνδέουν τα μεγέθη ενός συστήματος πέδησης και να προσδιορίζετε τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση ενός οχήματος. • αξιολογείτε , να επαληθεύουν τα ευρήματά σας, και να προτείνετε εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα. • αναφέρετε τα είδη του συστήματος πέδησης. • είστε σε θέση να αναγνωρίζετε - προσδιορίζετε τη θέση του κάθε μέρους - εξαρτήματος από τα οποία αποτελείται ένα σύστημα πέδησης. • περιγράφετε τον τρόπο λειτουργίας κάθε μηχανισμού πέδησης, καθώς και τα επιμέρους εξαρτήματά του. • κατανοείτε τα φαινόμενα, πώς αυτά συνδέονται μεταξύ τους ώστε να διαμορφώνετε και να παράγετε συμπεράσματα με άμεση εφαρμογή στην πράξη, την οποία και θα εφαρμόσετε άμεσα στο εργαστήριο.

ΘΕΩΡΙΑ:

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

Σκοπός του συστήματος πέδησης είναι:

Ο σκοπός του συστήματος πέδησης είναι να επιτρέπει στον οδηγό την προοδευτική μείωση της ταχύτητας του οχήματός του, την ακινητοποίησή ή η αποτροπή του από αυτόματη και ανεπιθύμητη εκκίνησή του όταν είναι σταματημένο, ανεξάρτητα της κλίσης του δρόμου.

Αρχή λειτουργίας του συστήματος.

Μετατρέπει την κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου σε θερμότητα, με την τριβή που παράγεται στα φρένα των τροχών, μεταξύ ενός ακίνητου μέρους του αυτοκινήτου και ενός κινητού που περιστρέφεται μαζί με τον τροχό.

Παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση.

Η επιβράδυνση του αυτοκινήτου πρέπει να είναι ομαλή και η πέδηση αποτελεσματική.

Παράγοντες για ομαλή και αποτελεσματική πέδηση.

⇒ Το είδος της επιφάνειας του εδάφους που κινείται το αυτοκίνητο.

Επειδή το αυτοκίνητο ακινητοποιείτε με την τριβή που αναπτύσσεται μεταξύ δρόμου και ελαστικού, η σχέση που υπάρχει μεταξύ ελαστικού και δρόμου χαρακτηρίζεται από τον **συντελεστή τριβής**.

Όταν είναι μεγάλος η επαφή μεταξύ δρόμου και ελαστικού "πρόσφυση" είναι καλή.

Όταν είναι μικρός η "πρόσφυση" είναι ικανοποιητική.

Ο συντελεστής της τριβής μειώνεται, σε βάρος της επιβράδυνσης και της αποτελεσματικής πέδησης, ανάλογα με το είδος και την κατάσταση (ολισθηρότητα) του οδοστρώματος.

π.χ. σε νερό, λάδι, πάγο, χιόνι, άμμος.

⇒ Η κατάσταση επιφανειών τριβής που έρχονται σε επαφή κατά την πέδηση.

Σιαγόνες – τύμπανα, ή πλακίδια (τακάκια) - δίσκοι, του συστήματος πέδησης.

⇒ Η θερμοκρασία των επιφανειών (υλικό τριβής) που έρχονται σε επαφή κατά την πέδηση.

Κατά την πέδηση αναπτύσσεται θερμοκρασία.

Αν αυτή η **θερμοκρασία** που αναπτύσσεται **δεν απάγεται** (αποβάλλεται) προς το περιβάλλον τότε:

Μειώνεται η ικανότητα της πέδησης και της επιβράδυνσης.

⇒ Το φορτίο του οχήματος που επιβαρύνει τους τροχούς.

⇒ Η κατάσταση γενικά του συστήματος πέδησης.

Φθορές, βλάβες, έλλειψη συντήρησης κ.τ.λ.

⇒ Η κατάσταση των ελαστικών.

Όταν τα ελαστικά: Είναι **φθαρμένα**, δεν έχουν τη **σωστή πίεση**, είναι **ακατάλληλα** για τις συγκεκριμένες συνθήκες κίνησης. Τότε:

Μειώνεται δραστικά η αποτελεσματικότητα της πέδησης και της επιβράδυνσης.

Τύποι συστημάτων πέδησης.

Χρησιμοποιούνται δύο τύποι πέδησης:

A/ Φρένα τύπου Τυμπάνου (ταμπούρο)

Ακίνητο μέρος: οι σιαγόνες με το υλικό τριβής (θερμουίτ).

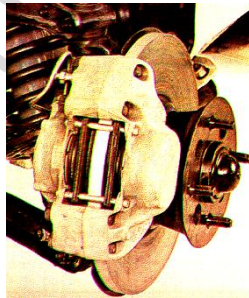
Κινητό μέρος: το τύμπανο (ταμπούρο).



B/ Φρένα με δίσκο (δισκόφρενα)

Ακίνητο μέρος είναι: η δίχαλο με το υλικό τριβής (τακάκια).

Κινητό μέρος είναι: ο δίσκος.



Είδη συστημάτων πέδησης

Με το πάτημα του πεντάλ του φρένου από τον οδηγό ή με την ενεργοποίηση του μοχλού του χειρόφρενου, αναπτύσσεται μία δύναμη (πέδησης) που φέρει τις επιφάνειες τριβής σε επαφή.

Η δύναμη αυτή πολλές φορές ενισχύεται με βοηθητικούς μηχανισμούς.

Ανάλογα με τον τρόπο που μεταφέρεται η δύναμη πέδησης από τον οδηγό στις επιφάνειες τριβής και από τους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυσή της, τα συστήματα πέδησης χωρίζονται:

A/ Κατηγορίες συστημάτων πέδησης.

- ⇒ Μηχανικά.
- ⇒ Υδραυλικά.
- ⇒ Μεικτά.
- ⇒ Αερόφρενα.
- ⇒ Αεροϋδραυλικά

B/ Μηχανισμοί υποβοήθησης συστημάτων πέδησης.

- ⇒ Σερβομηχανισμοί (σερβόφρενα)
- ⇒ Ηλεκτρική πέδη (ηλεκτρόφρενα).

Μηχανικά συστήματα πέδησης.

Στα μηχανικά συστήματα πέδησης η δύναμη που ασκεί ο οδηγός στο πεντάλ, φτάνει μέχρι τις σιαγόνες των τροχών με καθαρά μηχανικό τρόπο. Μηχανικό σύστημα πέδησης σήμερα χρησιμοποιείται μόνο στο **χειρόφρενο**.

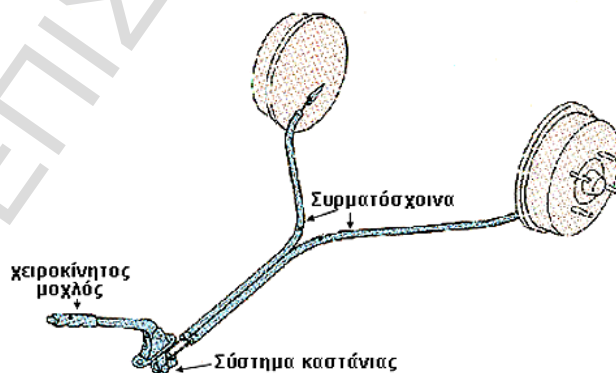
Χειρόφρενο.

Με το χειρόφρενο εξασφαλίζεται η ακινητοποίηση των οχημάτων όταν αυτά είναι σταθμευμένα.

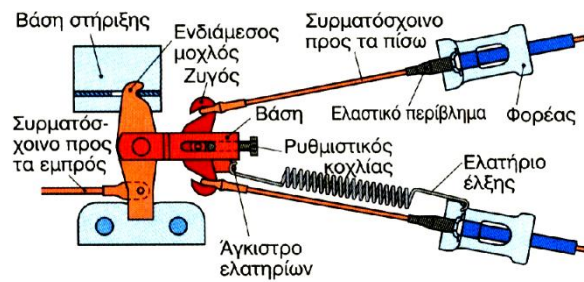
Είναι ένα μηχανικό σύστημα πέδησης. Ενεργεί συνήθως στους πίσω τροχούς.

Ο μηχανισμός του χειρόφρενου, αποτελείται από:

Ένα χειροκίνητο μοχλό, ένα σύστημα τροχού αναστολής (καστάνιας) με οδοντωτό τροχό, τον μηχανισμό απεμπλοκής, συρματόσχοινα για την μετάδοση της κίνησης (ντίζες).

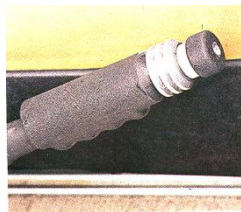


Η εξισορρόπηση της δύναμης του αριστερού και του δεξιού τροχού γίνεται με ειδικό μηχανισμό.

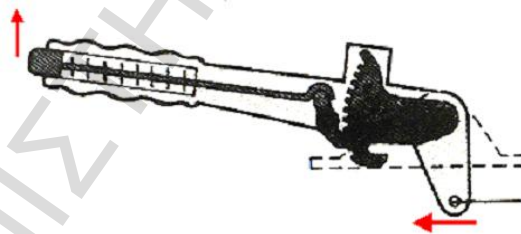


Λειτουργία.

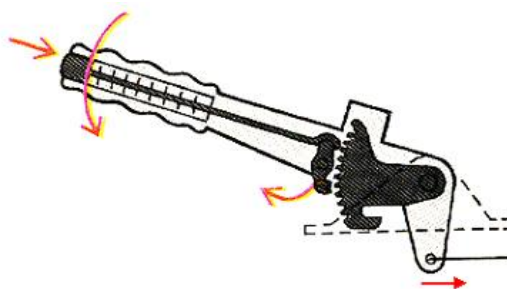
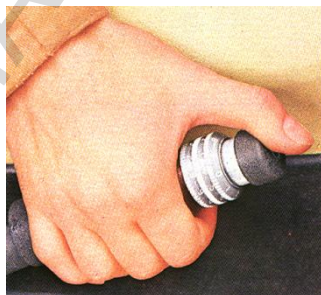
Η ενεργοποίηση του χειρόφρενου γίνεται από τον μοχλό που βρίσκεται κοντά στην θέση του οδηγού.



Όταν ο μοχλός σηκώνεται το μάνδαλο (καστανία) κινείται επάνω στον τροχό αναστολής, εμπλέκεται στα δόντια του τροχού, (εμπλοκή χειρόφρενου), χωρίς να είναι δυνατή η κίνηση του προς τα κάτω. (απεμπλοκή του χειρόφρενου).

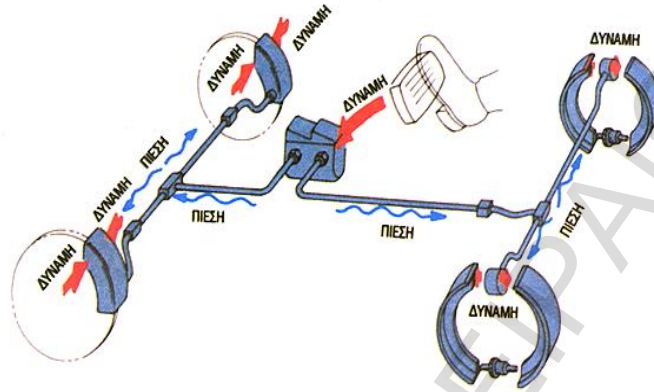


Για να απεμπλακεί το χειρόφρενο πιέζεται το κουμπί του μηχανισμού που βρίσκεται στην άκρη του βραχίονα του χειρόφρενου, ελευθερώνοντας το μάνδαλο (καστανία).



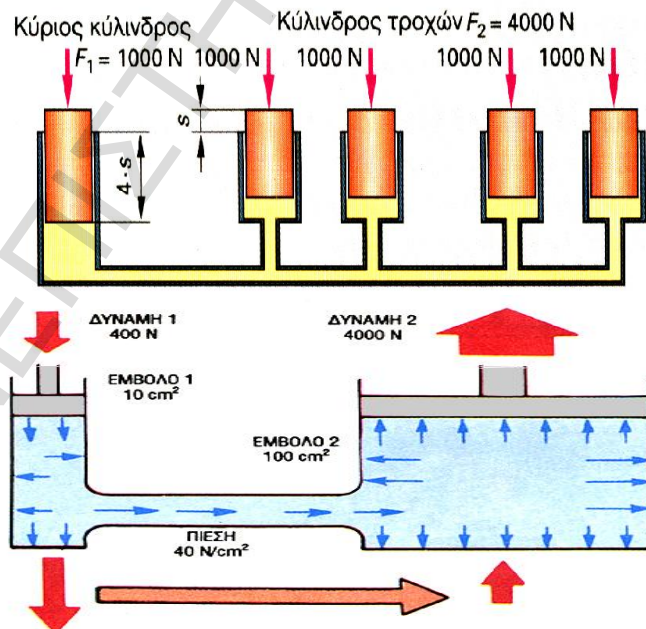
Η δύναμη από τον βραχίονα του χειρόφρενου μεταφέρεται στους πίσω τροχούς με την βοήθεια των

κινείται και εκτοπίζει με πίεση το υγρό του συστήματος πέδησης στο δίκτυο, αυτό με την σειρά του ενεργεί στους κυλίνδρους των στοιχείων πέδησης με αποτέλεσμα τα έμβολα των κυλίνδρων να μετατοπίζονται και να πιέζουν, ανάλογα με τον τύπο του συστήματος πέδησης τις σιαγόνες πάνω στα τύμπανα (ταμπούρα), ή τα τακάκια πάνω στους δίσκους.



Αρχή λειτουργίας υδραυλικού συστήματος.

Η λειτουργία των υδραυλικών φρένων βασίζεται στον νόμο του **Πασκάλ**, που λέει ότι ``η πίεση που ασκείται σε ένα σημείο ενός υγρού, μεταδίδεται ομοιόμορφα σε όλα τα σημεία του υγρού αυτού.



Με άλλα λόγια αν τα έμβολα έχουν ίσες διατομές, η δύναμη στο έμβολο εξόδου θα ισούται με την δύναμη στο έμβολο εισόδου. Αν τα έμβολα έχουν άνισες διατομές, η δύναμη που ασκείται στο

μικρότερο έμβολο θα πολλαπλασιαστεί στο έμβολο εξόδου (μεγαλύτερο) ανάλογα με το εμβαδόν της διατομής του.

Όσο μικρότερο είναι το έμβολο εισόδου, τόσο περισσότερο θα μετακινηθεί.

Όσο μεγαλύτερο είναι το έμβολο εξόδου τόσο λιγότερο θα μετακινηθεί.

Κανόνες κατά τη χρήση υδραυλικής μεταφοράς.

- Η δύναμη σε κάθε έμβολο είναι ανάλογη προς την επιφάνειά του.
- Το μέτρο της δυνάμεως 'F' ισούται με το γινόμενο της πίεσεως 'P' επί την επιφάνεια του εμβόλου 'S'.

$$F=PS, P=F/S$$

- Οι μετακινήσεις των εμβόλων είναι αντιστρόφως ανάλογες προς τις επιφάνειές τους.

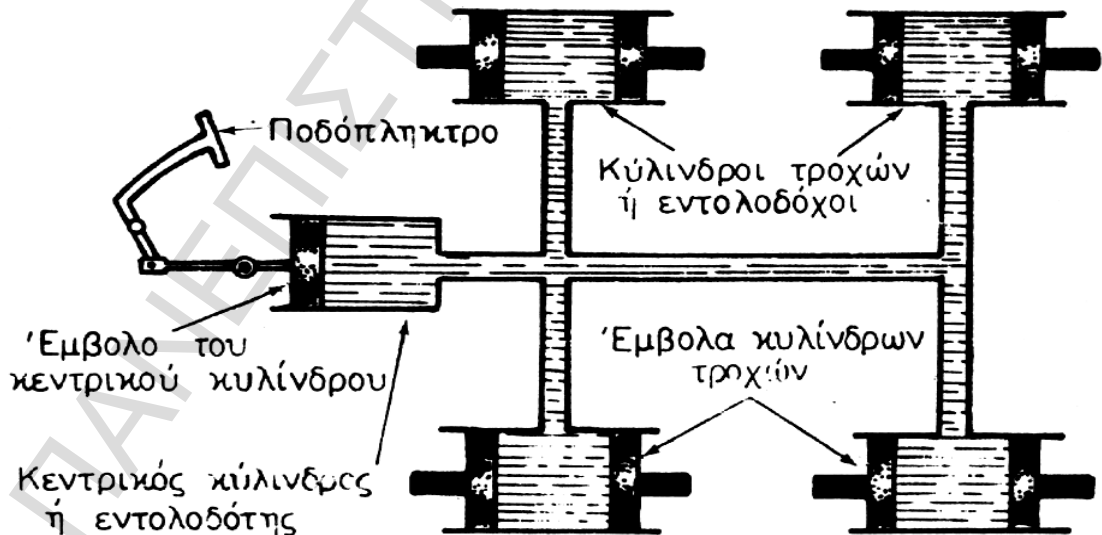
Οι πιέσεις και στα δύο έμβολα είναι πάντα ίσες.

Για τον υπολογισμό της δυνάμεως 'F' που ασκείται από ρευστά, πολλαπλασιάζουμε την πίεση 'P' επί την επιφάνεια 'S'.

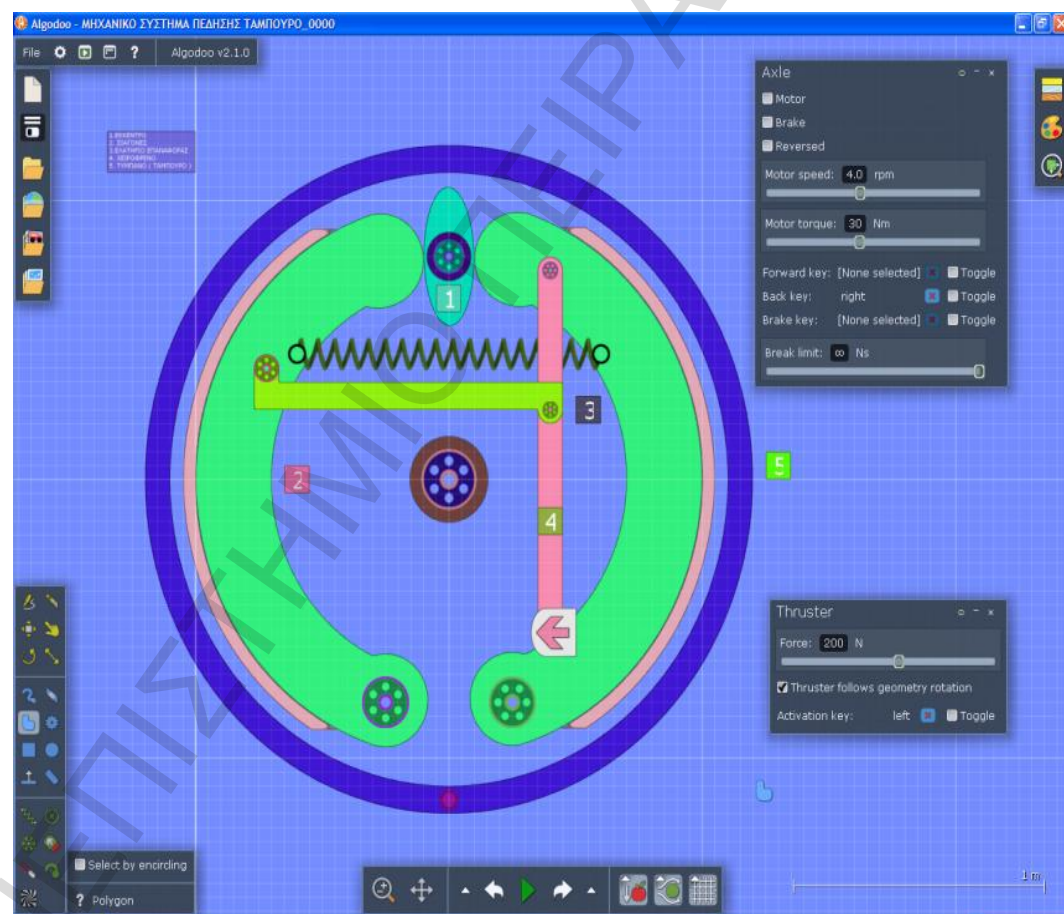
Παράδειγμα:

Έστω ότι η επιφάνεια σε δοχείο είναι 20.000 cm^2 και ότι η πίεση είναι 100 N/cm^2 . Πόσο είναι η δύναμη που ασκείται στην δεύτερη επιφάνεια.

$$F = P \cdot S = 20.000 \cdot 100 = 200.000 \text{ N}$$



Ανοίξετε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: **ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ, ΤΑΜΠΟΥΡΟ**) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:



Έκθεση
Προβλήματος
προς διερεύνηση
κινητοποίηση
αναγκών

Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσετε, τη σχέση που συνδέει το υλικό τριβής ενός συστήματος πέδησης με την δυνατότητα ακινητοποίησης του οχήματος. Για να το επιτύχετε θα πρέπει να επιλέξετε από το **menu** του λογισμικού την λειτουργία **material**. Εκεί μπορείτε να επιλέξετε διαφορετικό υλικό τριβής (Rubber-Steel-Stone-Wood.....) για την προσομοίωση του συστήματος πέδησης, με τον αντίστοιχο συντελεστή Friction, ώστε να διερευνήσετε, πώς αυτός επιδρά στην λειτουργία του συστήματος πέδησης.

Καλείστε τώρα να υπολογίσετε την δύναμη πέδησης (τριβής) που πρέπει να ασκηθεί σε αυτά, για συγκεκριμένο υλικό τριβής. Επιλέγετε διαφορετικό συντελεστή τριβής (n) και κρατάτε σταθερή την δύναμη (F_K). Τα αποτελέσματά σας θα καταγράφουν στο φύλλο εργασίας. Αιτιολογούνται και απεικονίζονται σε γραφική παράσταση.

Για τον υπολογισμό της δύναμης πέδησης (τριβής) που πρέπει να ασκήσουμε σε αυτά, χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$F_{\text{πέδησης}} = n * F_K$$

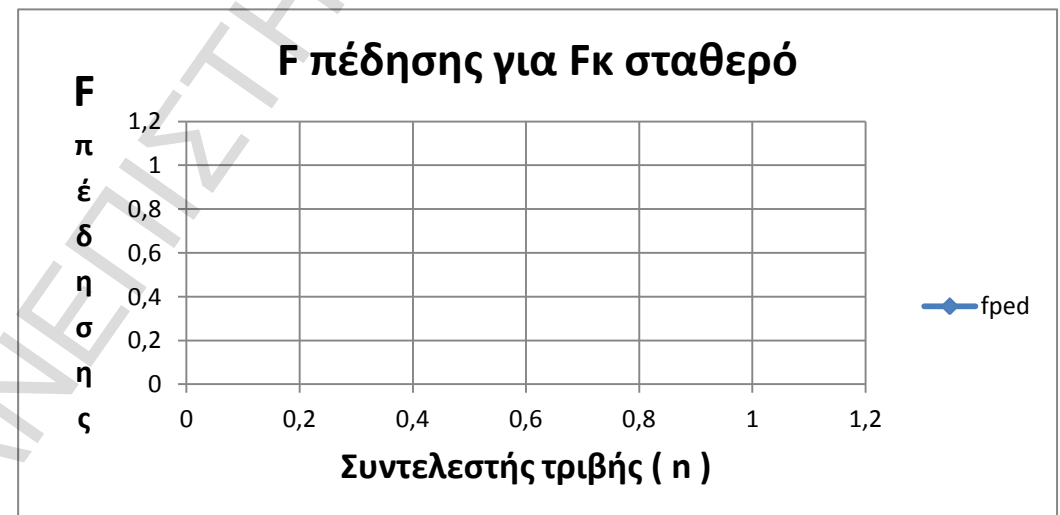
όπου: n : συντελεστής τριβής και F_K : κάθετη δύναμη στην επιφάνεια ολίσθησης

Δραστηριότητα

1^η:

διερεύνηση των εννοιών της τριβής και της δύναμης

A/A	n : συντ. τριβής	F_K : κάθετη δύναμη	$F_{\text{πέδησης}}$
1			
2			
3			
4			
5			



Αιτιολογήστε και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας:

.....

.....

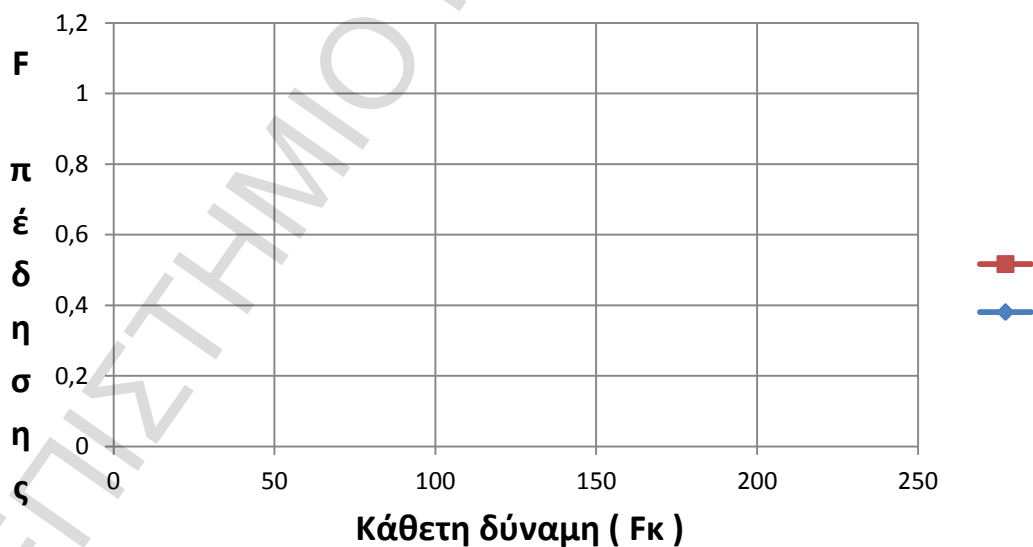
.....

.....

 Συνεχίζοντας μεταβάλλετε την δύναμη κρατώντας σταθερό τον συντελεστή τριβής και επαναλαμβάνετε την διαδικασία.

A/A	n: συντ. τριβής	F _κ : κάθετη δύναμη	F _{πέδησης}
1			
2			
3			
4			
5			

F πέδησης για n=σταθερό



Αιτιολογήστε και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας:

.....

Καλείστε να διερευνήσετε την απόσταση και τον χρόνο που απαιτείται για να ακινητοποιηθεί ένα όχημα. Επιλέγετε σαν $n_{ολ}$ (μέγιστος συντελεστής τριβής ολίσθησης) τις τιμές του προηγούμενου πίνακα (Δραστηριότητα 1^η), και ταχύτητα οχήματος $v = 30 \text{ m/sec}$ (περίπου 108 km/h).

Για τον υπολογισμό της απόστασης ακινητοποίησης θα χρησιμοποιήσετε τον τύπο:

$$S_{πέδησης} = v^2 / 2 * n_{ολ} * g$$

όπου: $n_{ολ}$: μέγιστος συντελεστής τριβής ολίσθησης και $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$

Για τον υπολογισμό του χρόνου ακινητοποίησης θα χρησιμοποιήσετε τον τύπο:

$$t_{ακιν} = v / n_{ολ} * g$$

Δραστηριότητα 2^η:

διερεύνηση της απόστασης και του χρόνου που απαιτείται για να ακινητοποιηθεί ένα όχημα

Καταγράφουν τα αποτελέσματα στο φύλλο εργασίας και να αιτιολογούν τις απαντήσεις τους.

A/A	$n_{ολ}$: συντ. τριβής ολίσθησης	$S_{πέδησης}$	$t_{ακιν}$
1			
2			
3			
4			
5			

Αιτιολογήστε και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας:


.....

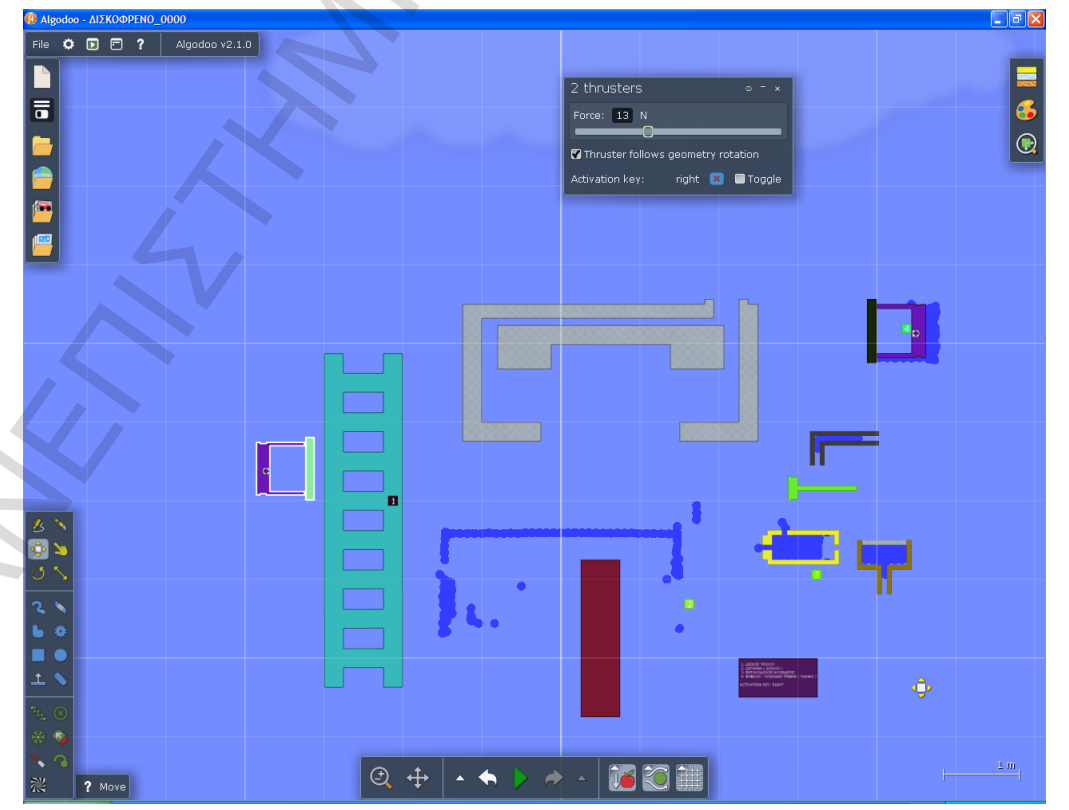
.....

.....

.....

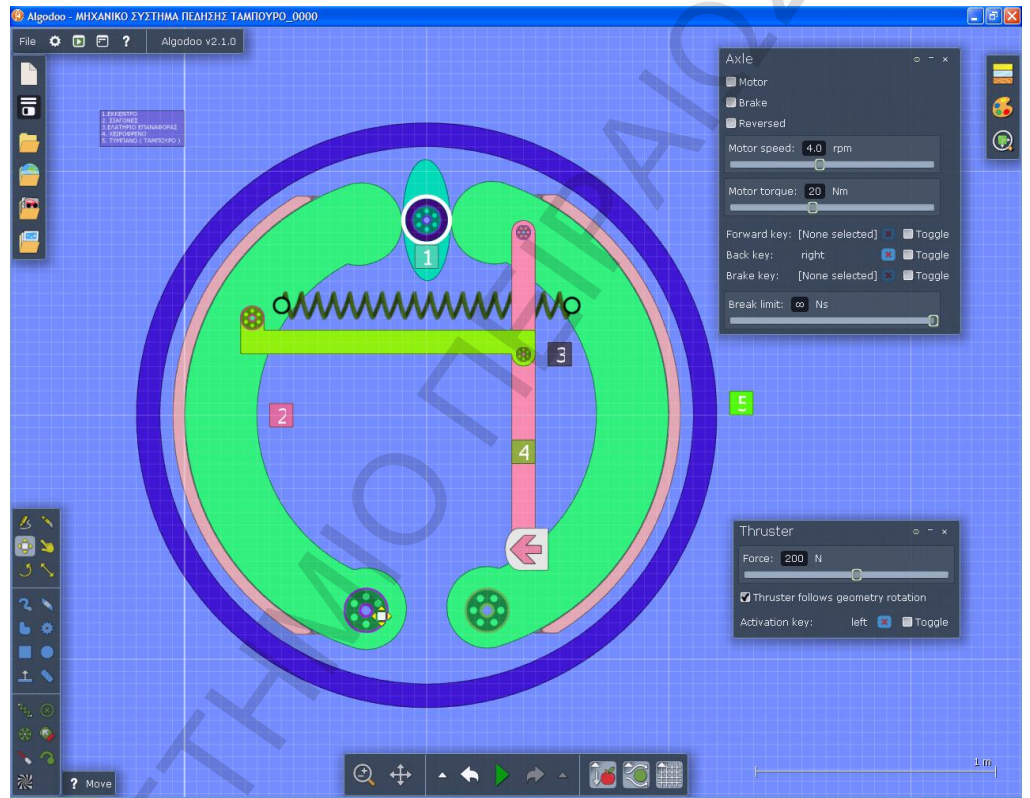
.....

<p>Δραστηριότητα 3^η: διερεύνηση της συμπεριφοράς των διαφόρων συστημάτων πέδησης και η εξοικείωση τους με το λογισμικό προσομοίωσης.</p>	<p>Ανοίξτε το πρόγραμμα ALGODOO (σκηνή: μηχανικό σύστημα πέδησης) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:</p>  <p>Κάθε μέλος της ομάδας καλείται να κατασκευάσει ένα επιμέρους εξάρτημα από τα οποία αποτελείται το σύστημα πέδησης (πέδη με σιαγόνες μηχανικά – υδραυλικά, με δίσκους). Έτσι η ομάδα στο τέλος της δραστηριότητας θα έχει κατασκευάσει ένα ολοκληρωμένο σύστημα πέδησης και να διερευνήσει πώς συνεργάζονται τα επιμέρους εξαρτήματα του συστήματος μεταξύ τους.</p>



Ανοίξετε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: **ΔΙΣΚΟΦΡΕΝΟ – ΜΗΧΑΝΙΚΟ-ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ, ΤΑΜΠΟΥΡΟ**) και θα εμφανιστούν οι παρακάτω οθόνες:

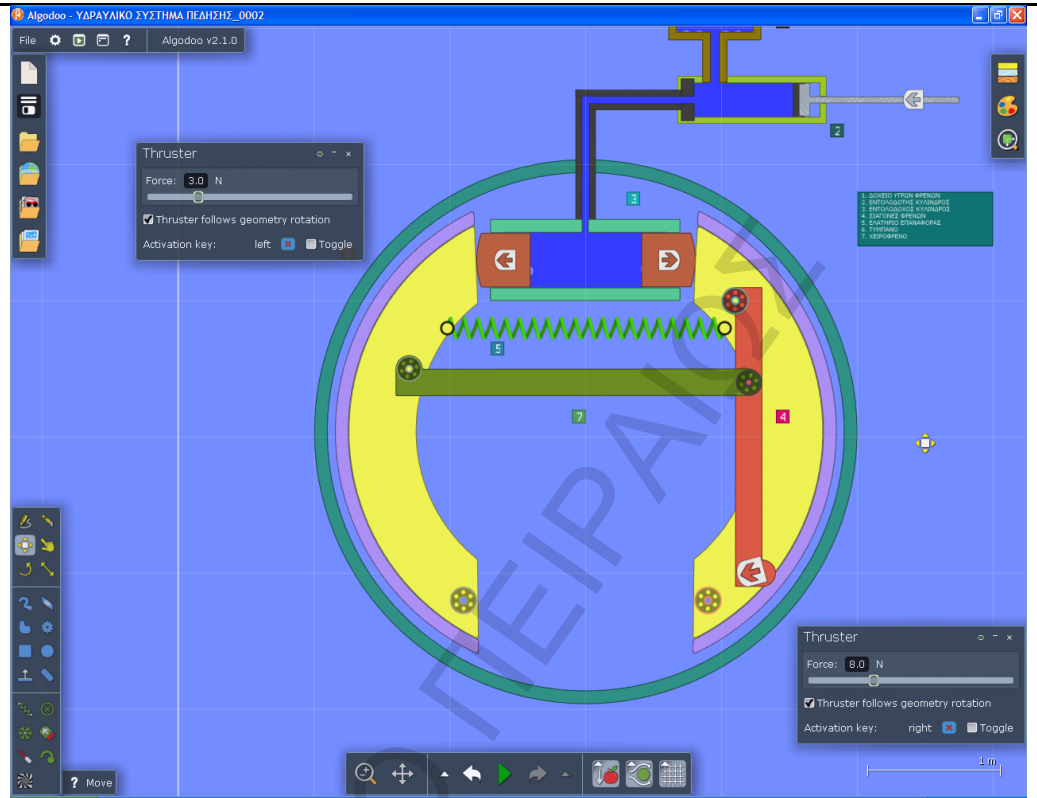
ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ



Δραστηριότητα 4^η:
κινηματική αλυσίδα λειτουργίας του συστήματος πέδησης - κατάταξη ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του.

Ζητείται από την κάθε ομάδα πειραματιζόμενη στο λογισμικό προσομοίωσης σε έτοιμες σκηνές, να αναγνωρίζει τα επιμέρους εξαρτήματα του κάθε συστήματος πέδησης, να δημιουργήσει την κινηματική αλυσίδα (τοποθετώντας τα κατάλληλα εξαρτήματα στην σειρά) λειτουργίας των συστημάτων πέδησης και να τα κατατάξει ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους.

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ



ΔΙΣΚΟΦΡΕΝΟ



Δραστηριότητα 5^η:

ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ:

**ΑΦΑΙΡΕΣΗ – ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ - ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ
ΤΑΜΠΟΥΡΟΥ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΣΙΑΓΟΝΩΝ ΦΡΕΝΩΝ**



**ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ
ΑΣΚΗΣΗΣ**

Να αποκτηθούν οι δεξιότητες για:
την αφαίρεση του συγκροτήματος ταμπούρου.
την επιθεώρηση των εξαρτημάτων.
τη συναρμολόγηση του συγκροτήματος ταμπούρου.

**ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ
ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ
ΣΥΣΚΕΥΕΣ**

Κλειδί για βίδες τροχών.
Ανυψωτικό μηχάνημα.
Τρίποδα.
Εξολκέας ταμπούρου.
Πένσα εξαγωγής ελατηρίων ταμπούρου.
Πλαστικό σφυρί (ματσόλα)
Γερμανικά κλειδιά.

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Πρέπει να ακολουθούνται τα γενικά και απαραίτητα μέτρα ασφαλείας για εργασίες που γίνονται όταν ανυψώνεται αυτοκίνητο με γρύλο.

Προσοχή χρειάζεται στην μεταχείριση των εργαλείων και κλειδιών.

Προσοχή κατά την εξαγωγή των ελατηρίων.

ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Εργασίες αφαίρεσης ταμπούρου

Τοποθετήστε τάκους σε ένα από τους τροχούς της πλευράς που **δεν** θα σηκωθεί.



Ανυψώστε το αυτοκίνητο περίπου 50 cm από το δάπεδο και στερεώστε το με τρίποδα.



Λασκάρεται και βγάλτε τις βίδες του τροχού.



<p>Βγάλτε τον τροχό.</p>		
<p>Ξεβιδώστε τις βίδες του ταμπούρου και βγάλτε το. Εάν έχει κολλήσει χτυπήστε το ελαφριά με ένα μαλακό σφυρί. Προσοχή. Μερικά ταμπούρα βγαίνουν μαζί με το ρουλεμάν του τροχού και χρειάζονται εξολκεία.</p>		
<p>Καθαρίστε τη κιθάρα, το μηχανισμό ρύθμισης, και τις αρθρώσεις του χειρόφρενου.</p>		
<p>Απαγκιστρώστε το κάτω ελατήριο με την ειδική πένσα και αφαιρέστε το.</p>		
<p>Αφαιρέστε τα ελατήρια του πείρου, τους πείρους, τις ροδέλες και τις ασφάλειες.</p>		

<p>Απαγκιστρώστε το επάνω ελατήριο με την ειδική πένσα και αφαιρέστε το.</p>	
<p>Αποσυνδέστε το μηχανισμό του χειρόφρενου.</p>	
<p>Χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο κατσαβίδι ή ένα ειδικό μοχλό, μετακινείτε προς τα έξω κάθε σιαγώνα χωριστά.</p>	
<p>Τραβήξτε τις άκριες των σιαγώνων έξω από τις εγκοπές συναρμογής που τις κρατούν στην θέση τους.</p> <p><u>Προσοχή.</u></p> <p>Μην πατάτε ποτέ το πεντάλ του φρένου όταν είναι τα ταμπούρα βγαλμένα.</p>	
<p>Καθαρίστε τις εγκοπές συναρμογής χρησιμοποιώντας ένα κατσαβίδι.</p> <p>Λιπάνετε τις επιφάνειες με γράσο.</p>	

Εργασίες επανατοποθέτησης

Τοποθετήστε τη σιαγόνα που φέρει το μηχανισμό του χειρόφρενου και συνδέστε το.

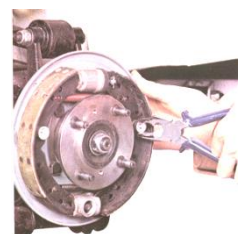
Συνδέστε τις καινούργιες σιαγόνες και τα ελατήρια επαναφοράς. Αλλάξτε τα ελαττωματικά ή σπασμένα ελατήρια.



Σπρώξτε τις σιαγόνες στην θέση τους με ένα κατσαβίδι.



Τοποθετήστε τον πείρο στερέωσης των σιαγόνων και ασφαλίστε τον.



Βεβαιωθείτε ότι έχουν τοποθετηθεί όλα ότι αφαιρέθηκαν και είναι στην σωστή θέση.



Τοποθετήστε το ταμπούρο.



<p>Ρύθμιση σιαγώνων.</p>	
<p>Τοποθετήστε τους τροχούς.</p>	
<p>Πατήστε το πεντάλ του φρένου, για να κεντραριστούν οι σιαγώνες.</p>	
<p style="text-align: center;"><u>ΑΦΑΙΡΕΣΗ – ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ – ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΔΙΣΚΟΦΡΕΝΩΝ.</u></p> <p style="text-align: center;"><u>ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΑΚΑΚΙΑ</u></p> <div style="text-align: center;">  </div>	
<p style="text-align: center;">ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ</p>	<p>Να αποκτηθούν οι δεξιότητες για:</p> <p>τον σωστό τρόπο αλλαγής τακάκια δισκοφρένου.</p> <p>να αφαιρούν όλο το συγκρότημα του δισκοφρένου.</p> <p>να αποσυναρμολογούν και να συναρμολογούν το συγκρότημα του δισκοφρένου.</p>

	να επιθεωρούν και να ελέγχουν τα εξαρτήματά του	
ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	<p>Κλειδί για βίδες τροχών.</p> <p>Σφυρί μαλακό (ματσόλα).</p> <p>Πένσα - Κατσαβίδια διάφορα.</p> <p>Σειρά γερμανικών κλειδιών.</p>	
ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	<p>Πρέπει να ακολουθούνται τα γενικά και απαραίτητα μέτρα ασφαλείας για εργασίες που γίνονται όταν ανυψώνεται αυτοκίνητο με γρύλο.</p> <p>Προσοχή χρειάζεται στην μεταχείριση των εργαλείων και κλειδιών.</p>	
<p><u>ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ</u></p> <p><u>ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΔΑΓΚΑΝΑΣ ΚΑΙ ΤΑΚΑΚΙΑ</u></p>		
Ανυψώστε το αυτοκίνητο περίπου 50 cm από το δάπεδο και στερεώστε το με τρίποδα.		
Βγάλτε τον τροχό.		

<p>Καθαρίζουμε όλο το συγκρότημα του δισκοφρένου με ένα πινέλο.</p>		
<p>Αφαιρέστε τις ασφάλειες που συγκρατούν τις βάσεις της δαγκάνας.</p>		
<p>Αφαιρέστε τις βάσεις της δαγκάνας.</p>		
<p>Αφαιρέστε τη δαγκάνα. Συγκρατήστε τη με κάποιο τρόπο έτσι ώστε να μην καταπονείται ο σωλήνας υγρού.</p>		
<p>Αφαιρέστε τα τακάκια και τα ελατήρια.</p>		
<p><u>ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΔΑΓΚΑΝΑΣ</u></p>		
<p>Πατήστε μαλακά το πεντάλ του φρένου για να βγει το έμβολο της δαγκάνας έξω, έτσι ώστε να μπορείτε να το πιάσετε και να το αφαιρέσετε.</p>		

Αποσυνδέστε τον ελαστικό σωλήνα των υγρών.

Μεταφέρετε τη δαγκάνα στον πάγκο εργασίας.



Αφαιρέστε το ελαστικό προστατευτικό κάλυμμα του εμβόλου προσεκτικά.

Προσέξτε να μην υποστεί φθορά η δαγκάνα και να μη σκιστεί το κάλυμμα.



Αφαιρέστε το έμβολο.

Αν δεν βγαίνει:

Βάλτε ανάμεσα στο έμβολο και τη δαγκάνα ένα ξύλινο τάκο.

Από την οπή εισαγωγής υγρών διοχετεύστε πεπιεσμένο αέρα. **Προσοχή να μην τραυματισθείτε.**




Καθαρίστε τον κύλινδρο της δαγκάνας και ελέγξτε τον.

Δεν πρέπει να παρουσιάζει γραμμώσεις και διάβρωση.



Για να συναρμολογήσετε τη δαγκάνα ακολουθήστε την αντίστροφη πορεία.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΔΙΣΚΟΥ

<p>Αφαιρέστε τις βίδες και βγάλτε το στήριγμα του δισκοφρένου.</p>	
<p>Ελέγξτε με ωρολογιακό μικρόμετρο το δίσκο για να διαπιστώσετε εάν παρουσιάζει στρέβλωση.</p>	 
<p>Ξεβιδώστε τις βίδες που συγκρατούν το δίσκο στην πλήμνη του τροχού. Αφαιρέστε τον δίσκο.</p>	
<p>Εάν χρειαστεί επισκευάστε τον (τορνάρισμα)</p>	
<p>Συναρμολογήστε το συγκρότημα του δισκοφρένου.</p>	

Πιέστε το πεντάλ του φρένου για να έρθουν εντελώς στη θέση τους τα τακάκια.

Κάντε εξαέρωση.

ΡΟΥΜΠΡΙΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗ: _____

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΟΜΕΝΟΥ: _____

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: _____

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΑΡΙΣΤΗ ΕΠΙΔΟΣΗ (3)	ΜΕΤΡΙΑ ΕΠΙΔΟΣΗ (2)	ΧΑΜΗΛΗ ΕΠΙΔΟΣΗ (1)	ΒΑΘΜΟΣ
ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗ ΜΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗ ΜΕ 3-4 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗ ΜΕ ΚΑΤΩ ΑΠΟ 3 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	
1η & 2^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ - ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ 1ης & 2ης ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ	
3η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ– ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ- ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΜΑΔΑ	ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ– ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ	ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ	
4η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ– ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ- ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΜΑΔΑ	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ– ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ	
5η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ 3 ^{ου} ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΕΔΗΣΗΣ- ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΜΑΔΑ	ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΛΑΧΙΣΤΟΝ 2 ΑΠΟ ΤΑ 3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΔΗΣΗΣ	ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΜΑΔΑ	
			ΣΥΝΟΛΟ:	

Περισσότερες πληροφορίες:

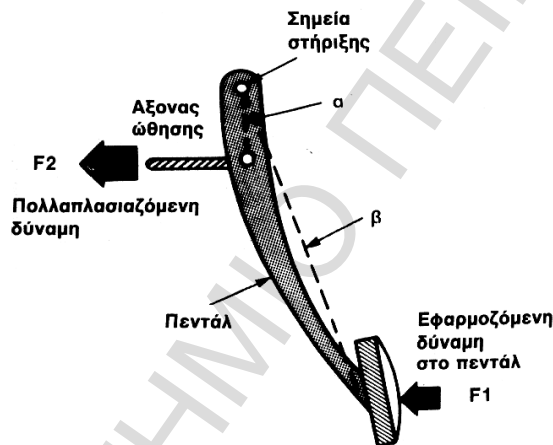
Περιγραφή εξαρτημάτων.

⇒ Το πεντάλ.

Είναι το εξάρτημα στο οποίο ο οδηγός ασκεί τη δύναμη πέδησης με το πόδι του.

Συνδέεται, μέσω του άξονα ώθησης, με το έμβολο της κεντρικής αντλίας φρένων, στο οποίο μεταδίδει πολλαπλασιασμένη τη δύναμη του οδηγού προκαλώντας την κίνηση του.

Μέχρι το πεντάλ να ενεργοποιηθεί το έμβολο της κεντρικής αντλίας, διανύει μία ελεύθερη (νεκρή) διαδρομή. Ένα ελατήριο φροντίζει να επαναφέρει το πεντάλ στην αρχική του θέση όταν ο οδηγός σταματήσει να το πιέζει.



Σχηματικό διάγραμμα
της εφαρμοζόμενης δύναμης.

⇒ Την κεντρική αντλία φρένων.

Αντλίες φρένων υπάρχουν δύο ειδών, με ένα υδραυλικό κύκλωμα και με δύο υδραυλικά κυκλώματα.

Οι αντλίες με δύο υδραυλικά κυκλώματα παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια, για του λόγου ότι εάν υπάρξει διαρροή στο ένα κύκλωμα, τότε η αντλία λειτουργεί με το δεύτερο.

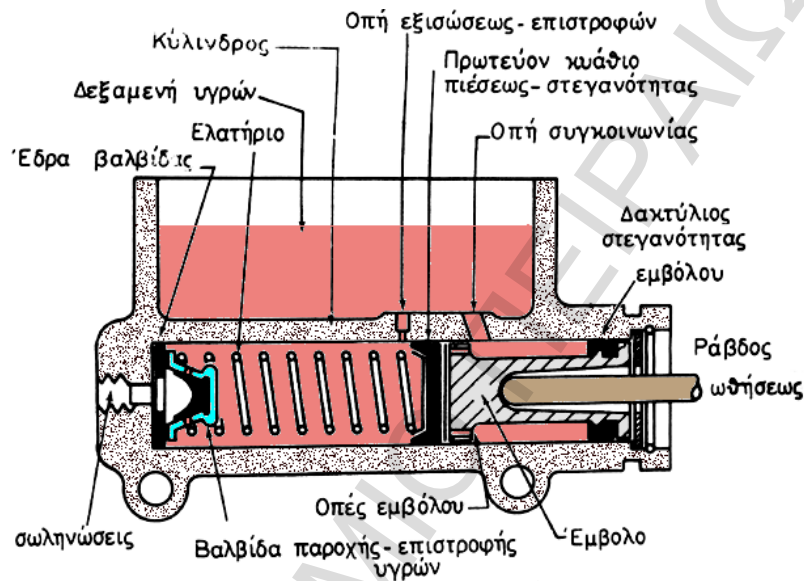
Σήμερα χρησιμοποιούνται αντλίες με δύο έως τέσσερα ξεχωριστά υδραυλικά κυκλώματα.

Η αρχή λειτουργίας τους είναι η ίδια.



Η κεντρική αντλία μονού κυκλώματος αποτελείται από:

- ⇒ Το σώμα ή κορμό του κυλίνδρου.
- ⇒ Ένα έμβολο.
- ⇒ Ένα ελαστικό κύαθιο πίεσεως-στεγανότητας (ποτηράκι)
- ⇒ Ένα ελατήριο.
- ⇒ Μία βαλβίδα διπλής ενέργειας (παροχής επιστροφής)

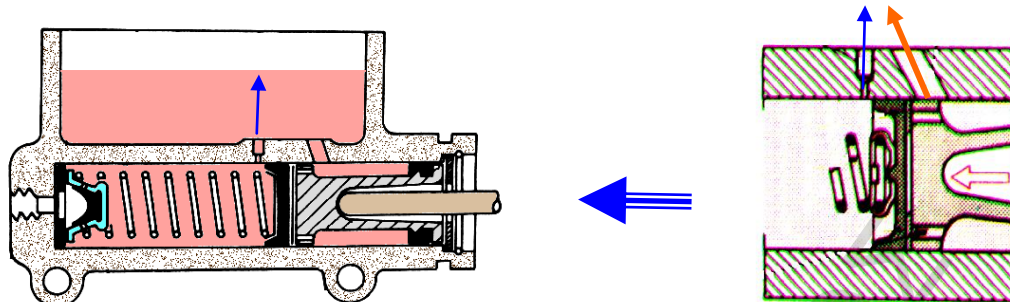


Περιγραφή λειτουργίας αντλίας μονού κυκλώματος..

Το σώμα του κυλίνδρου έχει δύο οπές. Με αυτές συγκοινωνεί με την δεξαμενή του υγρού.

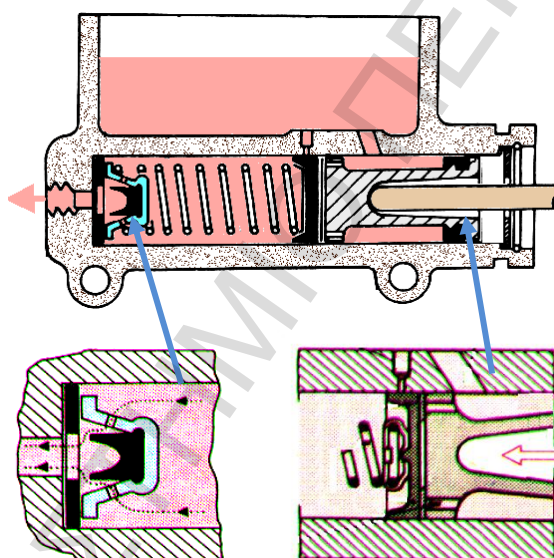
Η μία από τις οπές αυτές, ονομάζεται **οπή συγκοινωνίας** ή **οπή παροχής**, είναι μεγαλύτερη από την άλλη και έχει την έξοδό της πίσω από το έμβολο σε θέση ηρεμίας.

Η άλλη είναι μικρότερη, ονομάζεται **οπή διαστολής** ή **οπή εξισώσεως** ή **οπή επιστροφής υγρών**, και έχει την έξοδό της εμπρός από το ελαστικό κύαθιο του εμβόλου σε θέση ηρεμίας. Όταν πιεστεί το πεντάλ του φρένου, το έμβολο κινείται προς τα εμπρός.



Αρχικά το υγρό από την οπή εξισώσεων-επιστροφών, γυρίζει στην δεξαμενή υγρού.

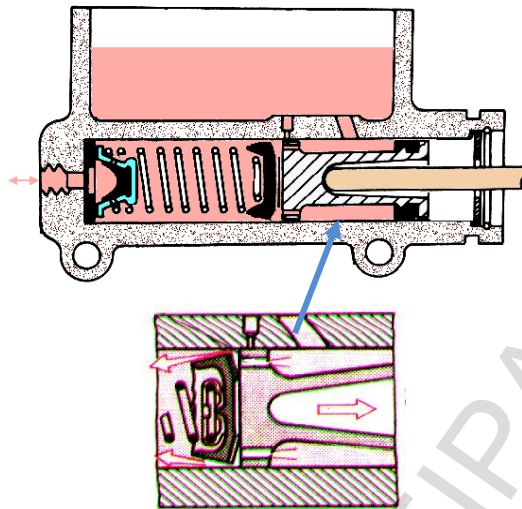
Μόλις όμως το έμβολο κινηθεί λίγο ακόμη προς τα εμπρός, η οπή κλείνει, το κυάθιο της βαλβίδας παροχής-επιστροφής υγρών υποχωρεί με αποτέλεσμα το υγρό να κινείται προς τους κυλίνδρους των τροχών.



Όταν σταματήσει η πίεση από το πεντάλ του φρένου, τότε το έμβολο με την ενέργεια του ελατηρίου γυρίζει αμέσως πίσω, ενώ η αδράνεια και οι τριβές εμποδίζουν το υγρό που είναι μέσα στους σωλήνες να γυρίσει πίσω το ίδιο γρήγορα.

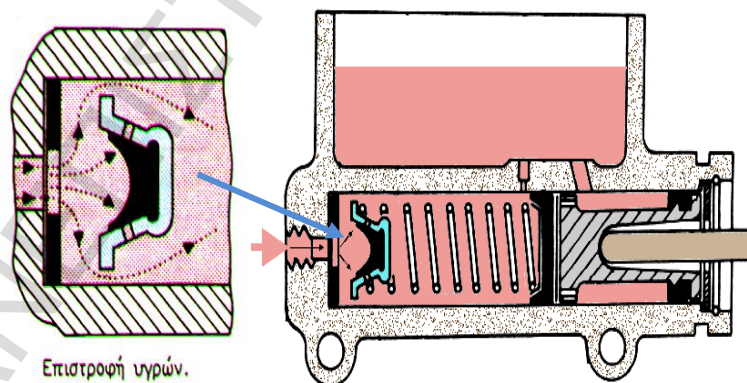
Έτσι δημιουργείται υποπίεση μέσα στον κύλινδρο με αποτέλεσμα την παραμόρφωση του πρωτεύοντος ελαστικού κυαθίου στεγανότητας, επιτρέποντας υγρό να περάσει μέσα από τις περιφερειακές οπές του εμβόλου από το πίσω μέρος στο μπροστινό.

Αυτό βοηθάει στην εξισορρόπηση της πίεσης και την άμεση από-πέδηση.



Τη στιγμή αυτή υπάρχει μέσα στον κύλινδρο και τους σωλήνες περισσότερο υγρό από αυτό που είχαν πριν αρχίσει η πίεση στο πεντάλ.

Όταν το έμβολο έρθει στην θέση της ηρεμίας του, τότε το υγρό, με την επίδραση των ελατηρίων των σιαγώνων, πιάζει και ανοίγει τη βαλβίδα παροχής-επιστροφής (η οποία συγκρατείται σε κλειστή θέση με το ελατήριο του κεντρικού κυλίνδρου) και γυρίζει σιγά-σιγά στον κύλινδρο, ενώ ταυτόχρονα από την οπή εξισώσεως-επιστροφών ανεβαίνει στην δεξαμενή του υγρού.



Αυτό γίνεται μέχρι να εξισωθεί η δύναμη των επανατατικών ελατηρίων με τη δύναμη του ελατηρίου του κεντρικού κυλίνδρου.

Έτσι στη θέση αυτή κλείνει η βαλβίδα παροχής-επιστροφής από το ελατήριο, ενώ στο υδραυλικό σύστημα υπάρχει μία πίεση (περίπου **0,5 at**) αντίστοιχη βέβαια με την τάση του ελατηρίου που κρατά κλειστεί τη βαλβίδα.

Από αυτό συμπεραίνεται ότι υπάρχει πάντα κάποια πίεση στο σύστημα πέδησης που εμποδίζει την είσοδο αέρα και που ενεργοποιεί ακαριαία το σύστημα.

Κεντρική αντλία φρένων διπλής ενέργειας.

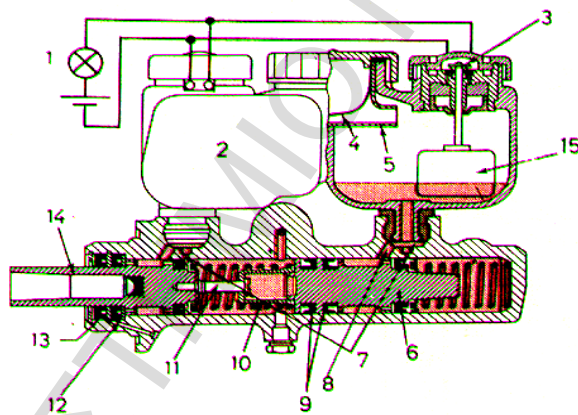
Οι αντλίες αυτές έχουν δύο ανεξάρτητα υδραυλικά κυκλώματα πέδησης.

Σε περίπτωση που το ένα λόγω διαρροών δεν λειτουργήσει η πέδηση επιτυγχάνεται με το άλλο κύκλωμα.

Περιγραφή αντλίας.

Αποτελείται από τα κύρια μέρη:

1. Το δοχείο (δεξαμενή ή αποθήκη) υγρών φρένων,
2. τον κυλινδρικό θάλαμο,
3. τα έμβολα.

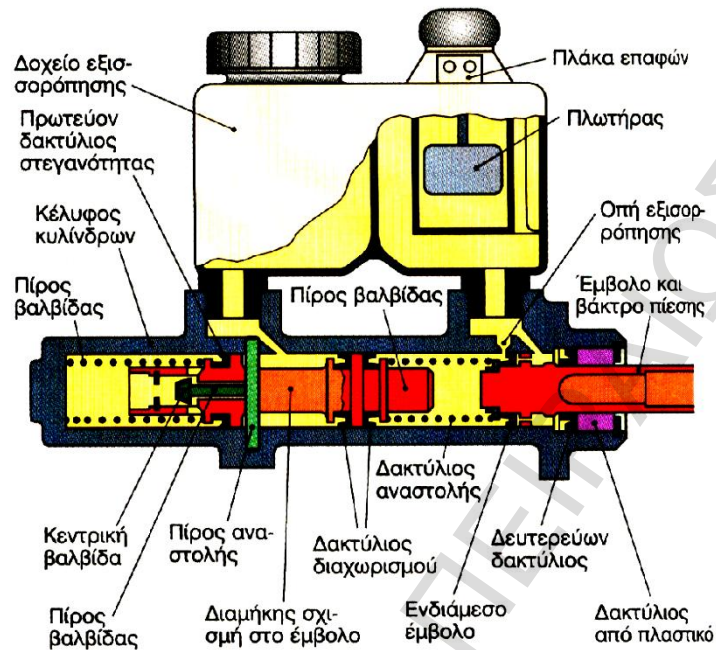


1. Ενδεικτική λυχνία. 2. Δεξαμενή υγρών. 3. Πλάκα βραχυκυκλώσεως επαφών. 4. Κάλυμμα πληρώσεως υγρών.
5. Είσοδος υγρών πλωτήρα. 6. Δεύτερο έμβολο. 7. Οπή εξισώσεως επιστροφών. 8. Οπή συγκοινωνίας.
9. Δακτύλιος στεγανότητας. 10. Κυάθιο, 11. Κοχλίας αποστάσεως. 12. Στεγανωτικός δακτύλιος εμβόλου.
13. Στεγανωτικός δακτύλιος υποπίεσεως. 14. Πρώτο έμβολο. 15. Πλωτήρας.

Δοχείο υγρών.

Το κάθε κύκλωμα έχει το δικό του ανεξάρτητο δοχείο υγρών. Το σχήμα του δοχείου ποικίλει. Είναι τοποθετημένο πάνω στην αντλία ή ξεχωριστά και συνδέεται με σωληνώσεις. Επιτρέπει τη διαστολή ή τη συστολή του υγρού, ανάλογα με τη θερμοκρασία ή την λειτουργία του συστήματος πέδησης.

Η στάθμη του υγρού πρέπει να βρίσκεται σε ένα προκαθορισμένο ύψος. Στο δοχείο υπάρχει ένας μηχανισμός που σε περίπτωση μειωμένης στάθμης υγρού ενεργοποιεί το όργανο που υπάρχει στο ταμπλό.



Κυλινδρικός θάλαμος.

Στον κυλινδρικό θάλαμο υπάρχουν δύο έμβολα.

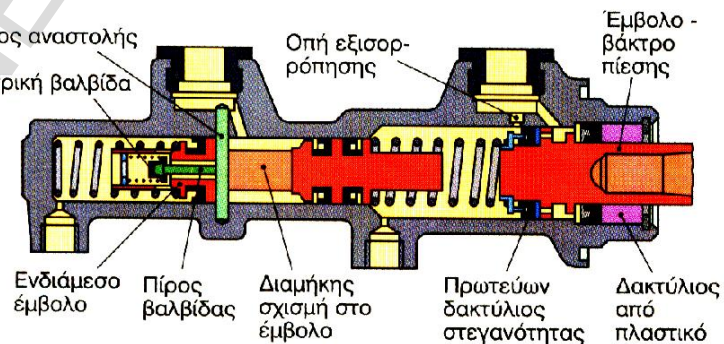
Μπροστά από κάθε έμβολο βρίσκεται ο χώρος συμπίεσης του υγρού.

Ο κάθε ένας από τους δύο χώρους συμπίεσης επικοινωνεί με το ένα από τα δύο ανεξάρτητα κυκλώματα και διαθέτει το δικό του ξεχωριστό δοχείο υγρών.

Έμβολα.

Το πρώτο έμβολο συνδέεται με τον άξονα ώθησης του πεντάλ.

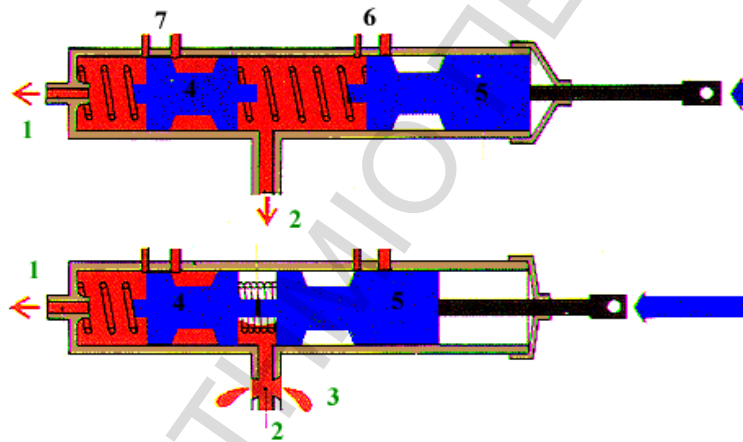
Το δεύτερο βρίσκεται μεταξύ των δύο χώρων συμπίεσης συγκρατούμενο από τα ελατήρια που υπάρχουν για την επαναφορά του εμβόλου.



Λειτουργία.

Κατά την πέδηση όταν και τα δύο κυκλώματα λειτουργούν κανονικά το πρώτο έμβολο δημιουργεί πίεση στο ένα κύκλωμα και ταυτόχρονα πιέζει και το δεύτερο έμβολο που με την σειρά του δημιουργεί πίεση στο άλλο κύκλωμα. Όταν υπάρχει διαρροή στο πρώτο κύκλωμα, το πρώτο έμβολο δεν συναντά αντίσταση και κινείται μπροστά μέχρι να έρθει σε επαφή με το δεύτερο έμβολο. Έτσι το δεύτερο έμβολο δημιουργεί πίεση στο υγρό του δευτέρου υδραυλικού κυκλώματος ώστε να επιτευχθεί η πέδηση.

Όταν υπάρχει διαρροή στο δεύτερο κύκλωμα, το δεύτερο έμβολο δεν συναντά αντίσταση και κινείται μπροστά κλείνοντας τον αγωγό προς το κύκλωμα αυτό. Η πέδηση επιτυγχάνεται μόνο στο πρώτο κύκλωμα με την ενέργεια του πρώτου εμβόλου.



1 σωληνώσεις δευτέρου κυκλώματος. 2 σωληνώσεις πρώτου κυκλώματος. 3 διαρροή. 4 έμβολο δεύτερου κυκλώματος. 5 έμβολο πρώτου κυκλώματος. 6 σύνδεση με το δοχείο υγρών του πρώτου κυκλώματος. 7 σύνδεση με το δοχείο υγρών του δεύτερου κυκλώματος.

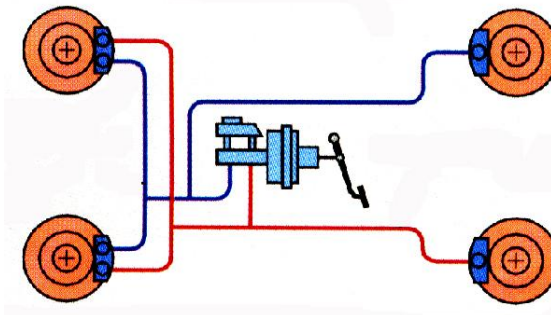
Τύποι ανεξάρτητων υδραυλικών κυκλωμάτων.

Ανάλογα με τους τροχούς των οποίων τα φρένα ενεργοποιούνται υπάρχουν οι τύποι:

⇒ Υδραυλικό σύστημα για μπροστινούς τροχούς, και τον ένα πίσω τροχό.

Το ένα κύκλωμα λειτουργεί και φρενάρει τους μπροστινούς τροχούς και τον πίσω δεξιά.

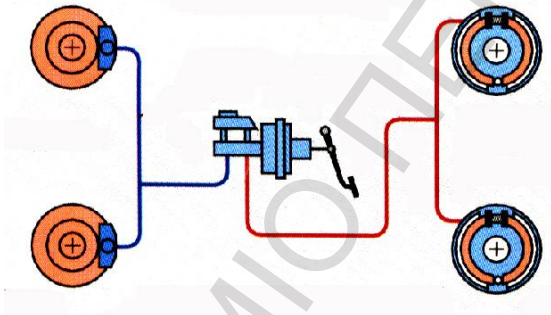
Το άλλο κύκλωμα λειτουργεί και φρενάρει τους μπροστινούς τροχούς και τον πίσω αριστερά.



⇒ Υδραυλικό σύστημα για μπροστινούς και πίσω τροχούς

Το ένα κύκλωμα λειτουργεί και φρενάρει τους μπροστινούς τροχούς.

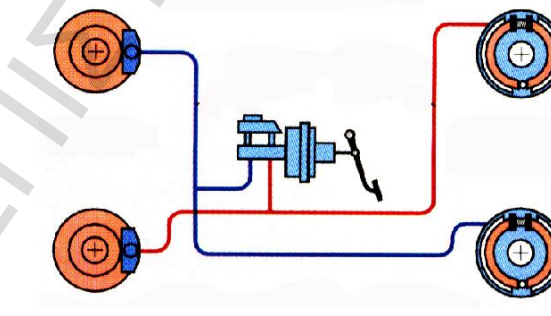
Το άλλο κύκλωμα λειτουργεί και φρενάρει τους πίσω τροχούς.



⇒ Υδραυλικό σύστημα διαγώνιο

Το ένα κύκλωμα λειτουργεί και φρενάρει τον μπροστινό δεξιό τροχό και τον πίσω αριστερό.

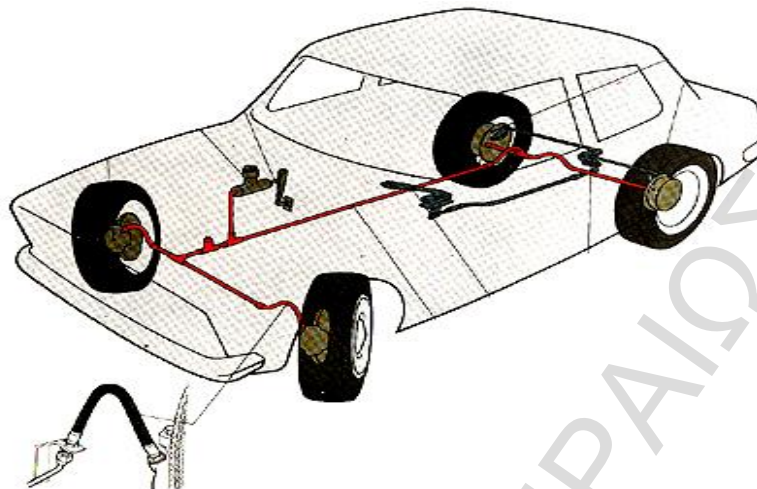
Το άλλο κύκλωμα λειτουργεί και φρενάρει τον μπροστινό αριστερό τροχό και τον πίσω δεξιό.



Σωληνώσεις.

Οι σωληνώσεις των υδραυλικών συστημάτων πέδησης μεταφέρουν το υγρό από την κεντρική αντλία στους κυλίνδρους των τροχών. Μέχρι ένα σημείο κοντά στους τροχούς είναι χαλύβδινες.

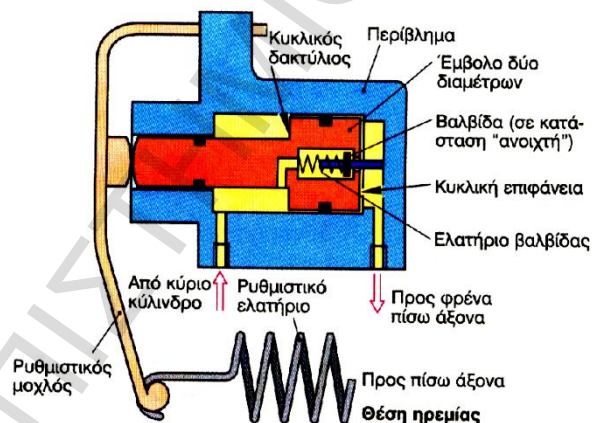
Από εκεί μέχρι τα κυλινδράκια τοποθετούνται εύκαμπτα ενισχυμένα ελαστικά σωληνάκια.



⇒ Κατανεμητής πίεσης.

Είναι μία ρυθμιστική βαλβίδα που τοποθετείται στο υδραυλικό κύκλωμα.

Σκοπός της είναι να φροντίζει να υπάρχει ένα όριο στην πίεση που ασκείται στα φρένα των πίσω τροχών, ώστε να αποφεύγεται το μπλοκάρισμα τους κατά την πέδηση.



Κατά την πέδηση εμφανίζεται μία μετατόπιση των φορτίων των αξόνων. Η μετατόπιση των φορτίων των αξόνων εξαρτάται από:

1. Το μέγεθος της επιβράδυνσης,
2. Το βάρος του φορτίου,
3. Την καταπόνηση του φορτίου επάνω στο αυτοκίνητο, και
4. Από το ύψος του κέντρου βάρους του αυτοκινήτου.

Κατά την πέδηση σε ευθεία κίνηση, οι μπροστινοί τροχοί φορτίζονται περισσότερο, ενώ οι πίσω τροχοί εκφορτίζονται. Κατά την πέδηση σε στροφή αναπτύσσεται επιπλέον μία υπερφόρτιση των εξωτερικών τροχών και μία εκφόρτιση των εσωτερικών.

Οι κατασκευαστές των αυτοκινήτων έχουν κατανέμει αυτές τις δυνάμεις της πέδησης έτσι ώστε να προκύπτει η καλύτερη συμπεριφορά του. Αν οι κατανομή αυτή αποκλείσει πολύ από τα όρια τότε μπορεί να μπλοκάρουν οι πίσω τροχοί με αποτέλεσμα να εκτραπεί το αυτοκίνητο. Για το λόγο αυτό οι κατασκευαστές τοποθετούν στο υδραυλικό σύστημα έναν κατανεμητή πίεσης.

⇒ Στοιχεία πέδησης.

Ταμπούρα.

Περιγραφή.

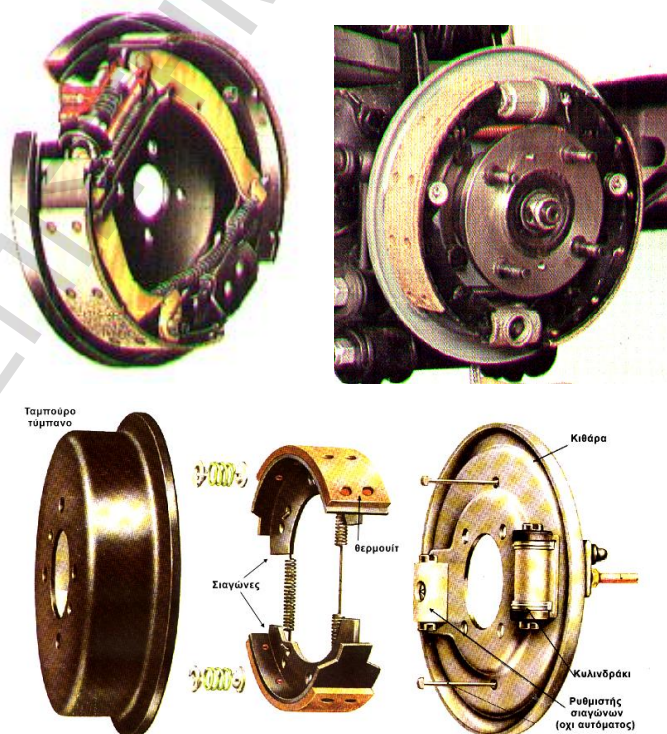
Τα Ταμπούρα αποτελούνται από:

Εξωτερικά από ένα τύμπανο. Αυτό συνδέεται με τον τροχό. Περιστρέφεται μαζί με τον τροχό. Κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο που αντέχει στην φθορά και έχει την ικανότητα να απορροφά σημαντική ποσότητα θερμότητας.

Εσωτερικά του τύμπανου υπάρχουν οι σιαγόνες. Οι σιαγόνες είναι δύο, ημικυκλικού σχήματος. Η διατομή τους έχει σχήμα 'T'. Κατασκευάζεται από χάλυβα. Επάνω στις σιαγόνες είναι καρφωμένο η κολλημένο το υλικό τριβής 'θερμουί'.

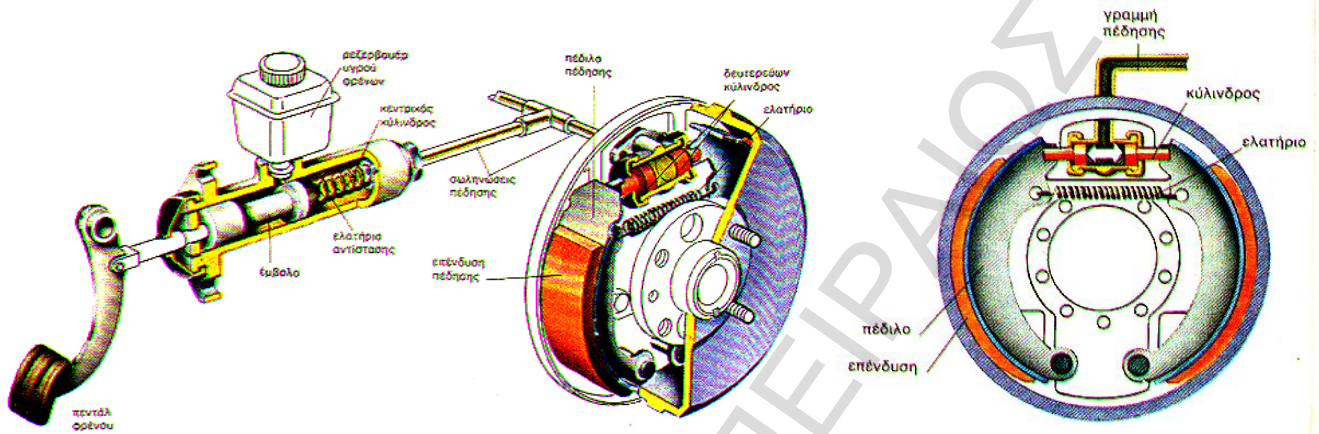
Τον μηχανισμό μετακίνησης των σιαγόνων.

Είναι τα κυλινδράκια των ταμπούρων. Και τα ελατήρια επαναφοράς.

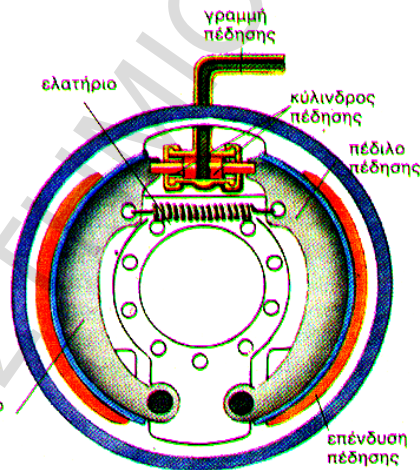


Λειτουργία ταμπούρων.

Όταν ο οδηγός πατήσει το πεντάλ, μέσω της κεντρικής αντλίας φρένων και των σωληνώσεων, το υγρό φρένων φτάνει με πίεση στα κυλινδράκια των φρένων, τα έμβολα των οποίων πιέζουν τις σιαγόνες στο ταμπούρο.



Μετά την πέδηση ένα ή δύο επανατατικά ελατήρια επαναφέρουν τις σιαγόνες στην θέση τους.



Σιαγόνες.

Το ένα άκρο των σιαγόνων στηρίζεται σε μία εγκοπή πάνω σε μία πλάκα που λέγεται κιθάρα.

Η κιθάρα είναι συνδεδεμένη με τον ακίνητο άξονα του τροχού. Το άλλο άκρο των σιαγόνων συνδέεται με ένα ωστήριο, που κινείται από το έμβολο του κυλίνδρου του τροχού.

Υλικό τριβής.

Οι σιαγόνες έχουν διατομή 'Τ' ται για να αποκτήσουν την απαραίτητα αντοχή. Κατασκευάζονται από φύλλο χάλυβα με συγκόλληση ή χυτές από αλουμίνιο. Επάνω στις σιαγόνες προσαρμόζονται το υλικό τριβής 'θερμουίτ'. Το υλικό τριβής 'θερμουίτ' εδώ και πολλά χρόνια δεν έχει βασικό

συστατικό το αμίαντο αλλά ημι-μεταλλικά ή συνθετικά υλικά.

Κατασκευάζονται από ίνες μετάλλου (ψευδαργύρου ή κραμάτων χαλκού-ψευδαργύρου), εμποτίζονται με θερμοπλαστικές ρητίνες και ανακατεύονται με ουσίες όπως σκόνη γραφίτη κλπ.

Σήμερα χρησιμοποιείται συνθετικό υλικό με υαλοϋφασματινές ίνες, και ίνες **kevlar, Aramid** κλπ.



Το θερμούιτ έχει μεγάλο συντελεστή τριβής, είναι ανθεκτικό στις μεγάλες θερμοκρασίες, αντέχει στο νερό και στο λάδι και η συμπεριφορά τριβής του είναι ομοιόμορφη.

Η στερέωση του θερμούιτ στις σιαγόνες γίνεται με κόλλημα με θέρμανση και συμπίεση με θερμοπλαστική ρητίνη ή καρφώνεται με ορειχάλκινα καρφιά.

Το κεφάλι των καρφιών είναι πλατύ (πριτσίνι) τελειώς βυθισμένο στο θερμούιτ.

Όταν φθαρεί το θερμούιτ και προτού ακουμπήσουν τα καρφιά στο τύμπανο πρέπει να αντικατασταθεί με νέο. Το πλεονέκτημα των κολλητών θερμούιτ είναι ότι επιτρέπουν μεγαλύτερο όριο φθοράς, πριν αντικατασταθούν τα θερμούιτ.

Χρειάζεται καλή κατεργασία της σιαγόνας με ειδικά μηχανήματα πριν γίνει η κόλληση. Κατά την χρήση το θερμούιτ φθείρεται και πρέπει να γίνεται ρύθμιση του διάκενου μεταξύ σιαγόνων-τύμπανου.

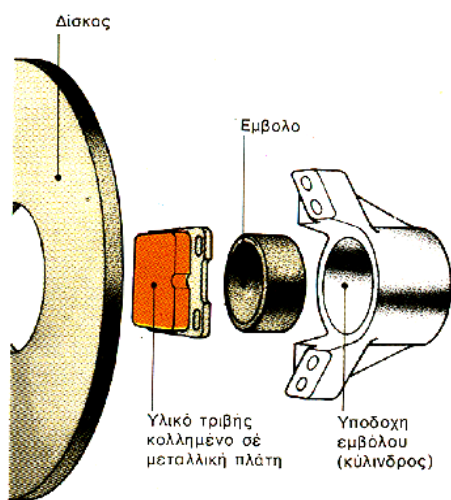
Δισκόφρενα.

Τα δισκόφρενα αποτελούνται από:

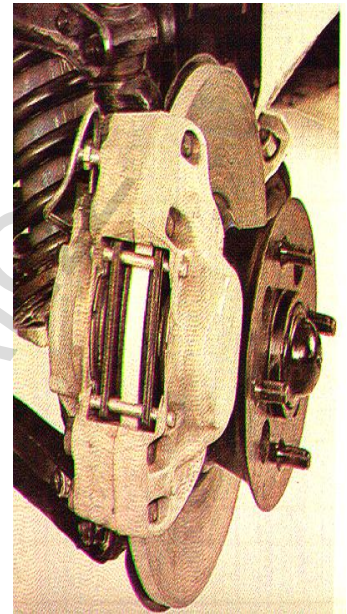
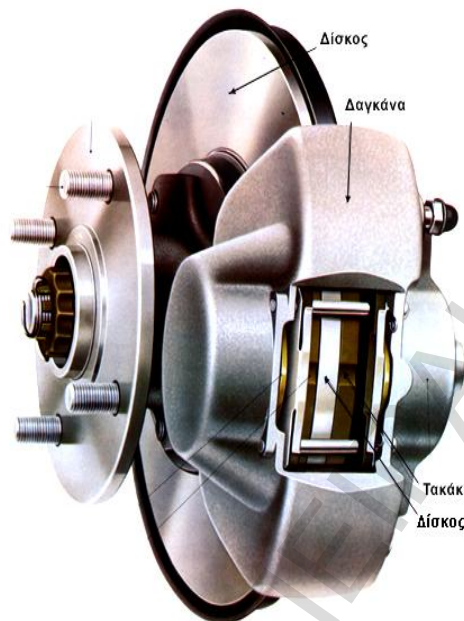
Ένα χυτοσιδερένιο δίσκο. Κινητό μέρος.

Ένα δίγαλο. Δαγκάνα ή πένσα. Σταθερό μέρος.

Ένα ή δύο κυλίνδρους με έμβολα. Δύο βάσεις με το υλικό τριβής (τακάκια) Σταθερό μέρος.

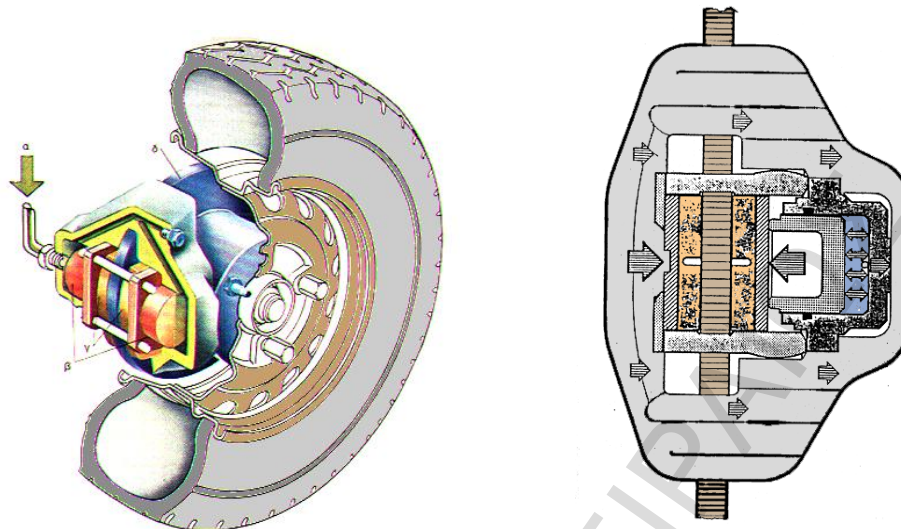


Κυριότερα εξαρτήματα Το σώμα της πένσας αποτελείται από δύο «μισά» –πού το καθένα περιέχει ένα κύλινδρο, ένα έμβολο και ένα τακάκι– που είναι ενωμένα μαζί.



Περιγραφή Λειτουργία.

Ο δίσκος περιστρέφεται μαζί με τον τροχό και κινείται ανάμεσα στα σκέλη του σταθερού δίχαλου που καλύπτει ένα μικρό τμήμα του δίσκου. Κάθε σκέλος της δαγκάνας έχει ένα ή δύο κυλίνδρους με έμβολα που καταλήγουν σε μία μεταλλική βάση, πάνω στην οποία είναι κολλημένη μία επένδυση τριβής (θερμουίτ). Αυτή η μεταλλική βάση λέγεται τακάκι. Συμπέρασμα αυτών είναι ότι ο δίσκος κινείται ανάμεσα στα τακάκια. Όταν πιεσθεί το πεντάλ του φρένου, το υγρό του συστήματος πέδησης έρχεται με πίεση πίσω από τα έμβολα που βρίσκονται μέσα στους κυλίνδρους του δίχαλου και τα σπρώχνει έξω από αυτούς.



Τα έμβολα των κυλίνδρων πιέζουν τα τακάκια που σφίγγουν τον δίσκο ανάμεσά τους με αποτέλεσμα να τον επιβραδύνουν ή των ακινητοποιούν.

Δίσκος.

Ο δίσκος κατασκευάζεται από χάλυβα ή χυτοσίδηρο.

Παρατήρηση.

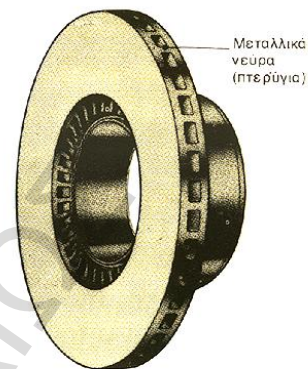
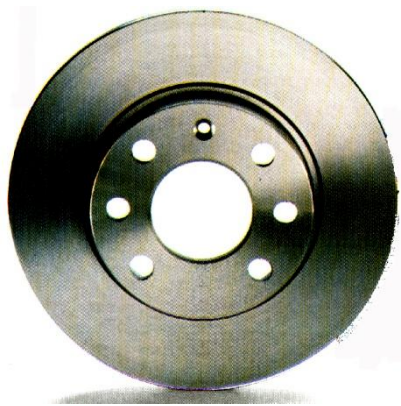
Τα δισκόφρενα δεν διαθέτουν αυτοενισχυτική ενέργεια κατά την λειτουργία τους, όπως τα ταμπούρα.

Η ροπή πέδησης είναι ανάλογη με τη δύναμη που εφαρμόζεται στο πεντάλ. Για τον λόγο αυτό στο σύστημα πέδησης με δισκόφρενα είναι απαραίτητο να υπάρχει **σερβομηχανισμός υποβοήθησης** της πέδης.

Είδη δίσκων.

Δίσκος αεριζόμενος.

Για να βελτιωθεί η ψύξη των δίσκων κατασκευάζονται με δύο λεπτές μεταλλικές επιφάνειες που ανάμεσά τους υπάρχουν πτερύγια σχηματίζοντας διόδους αέρα. Καθώς περιστρέφεται ο δίσκος, ο αέρας ρέει στο εσωτερικό του και ψύχει αποτελεσματικά τις επιφάνειες του.



Δίνοντας στο δίσκο τό σχήμα δύο λεπτών μεταλλικών πλακών –ενωμένων εσωτερικά με νεύρα– αντί μίας παχύτερης, επιτυγχάνεται η ταχύτερη ψύξη του από τον αέρα που μπορεί να ρεει γύρω του προς όλες τις κατευθύνσεις.

Δίσκοι με αυλάκια ή τρύπες στην επιφάνεια τριβής.

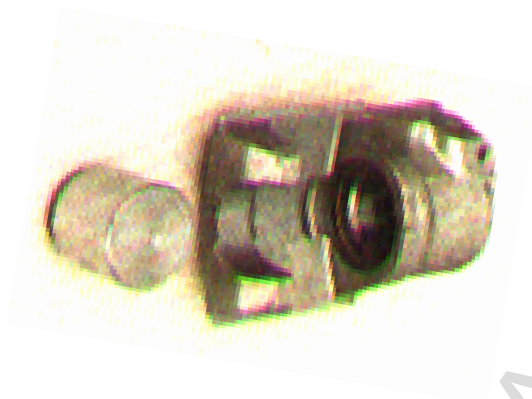
Οι δίσκοι με αυλάκια προσφέρουν: Μεγαλύτερη ασφάλεια φρεναρίσματος σε βρεγμένο οδόστρωμα. Αυτό γίνεται γιατί τα αυλάκια αποβάλλουν τις βρομιές και τα νερά που συσσωρεύονται ανάμεσα στα τακάκια και τον δίσκο. Η φθορά της επιφάνειας του δίσκου γίνεται ομοιόμορφα. Η φθορά στα τακάκια είναι μικρότερη.



Η φθορά στα τακάκια και τον δίσκου με αυλάκια είναι μικρότερη.

Λαγκάνα ή δίγαλο.

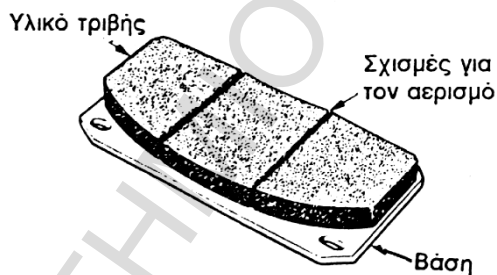
Το υλικό κατασκευής είναι χάλυβας και η μορφές ποικίλουν ανάλογα τον τύπο του δισκόφρενου. Μπορεί να είναι με ένα έμβολο, με δύο, ή και περισσότερα.



Τακάκια.

Το σχήμα τους ποικίλει π.χ. κυκλικού τομέα, ορθογώνια, τετράγωνα, τραπεζοειδή.

Το υλικό τριβής τους είναι θερμουίτ. Η αντοχή τους είναι μεγαλύτερη από αυτή των σιαγόνων, γιατί αντιμετωπίζουν μεγαλύτερες πιέσεις.



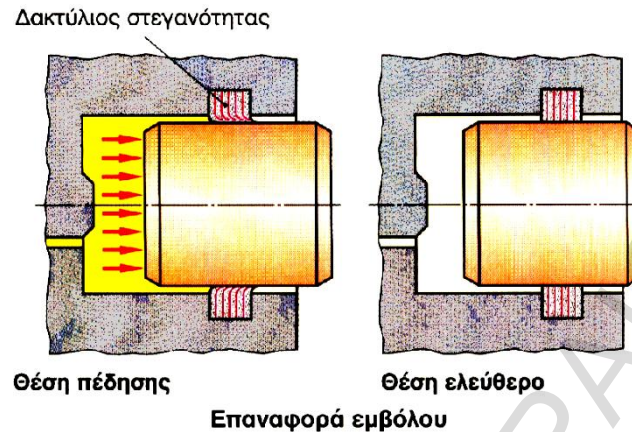
Τακάκι δισκοφρένου

Το υλικό τριβής (θερμουίτ) πρέπει να έχει τις εξής ιδιότητες:

1. Μεγάλη αντοχή στη θερμότητα.
2. Σταθερό συντελεστή τριβής.
3. Ανθεκτικότητα στο νερό και στους ρύπους.
4. Να μην υαλοποιείται στις μεγάλες θερμοκρασίες.

Για υλικό κατασκευής χρησιμοποιούνται υλικά **κονιομεταλλουργίας**.

Κύλινδρος με το έμβολο.



Περιγραφή και λειτουργία.

Σε ένα περιφερειακό αυλάκι του κυλίνδρου βρίσκεται ένας ελαστικός δακτύλιος με ορθογωνική διατομή ο οποίος στεγανοποιεί το έμβολο.

Η εσωτερική διάμετρος του δακτυλίου είναι λίγο μικρότερη από τη διάμετρο του εμβόλου.

Όταν κινηθεί το έμβολο για την πέδηση, τότε ο δακτύλιος παραμορφώνεται κατά ελαστικό τρόπο.

Με αυτό τον τρόπο ο δακτύλιος αποθηκεύει μία δύναμη.

Όταν μειωθεί η πίεση στο κύκλωμα αυτή η δύναμη επαναφέρει το έμβολο στην θέση του και ο δακτύλιος επανέρχεται την αρχική του μορφή.

Τύποι δισκόφρενων.

Οι τύποι των δισκόφρενων που χρησιμοποιούνται είναι:

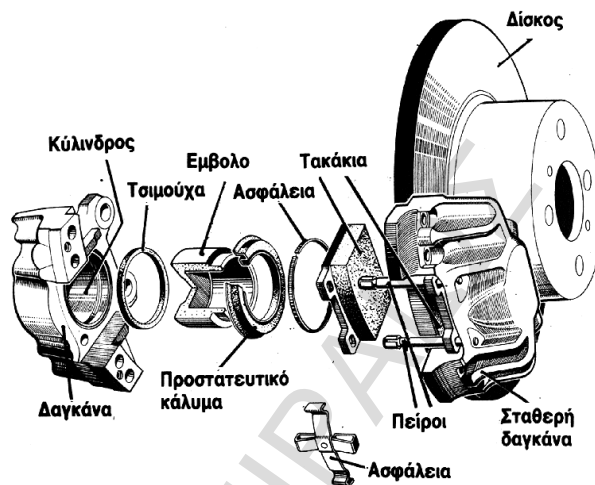
α/ Δισκόφρενα με σταθερή δαγκάνα.

β/ Δισκόφρενα με αιωρούμενη δαγκάνα.

γ/ Δισκόφρενα με ολισθαίνουσα δαγκάνα.

δ/ Δισκόφρενα με παλινδρομική δαγκάνα.

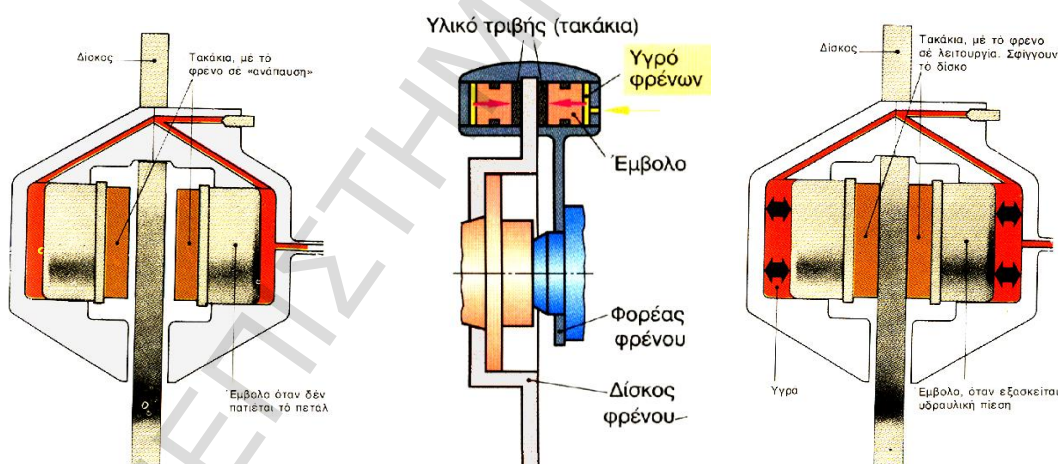
α/ Δισκόφρενα με σταθερή δαγκάνα διπλής ενέργειας.



Δισκόφρενο με διπλά κυλινδράκια (σταθερή δαγκάνα).

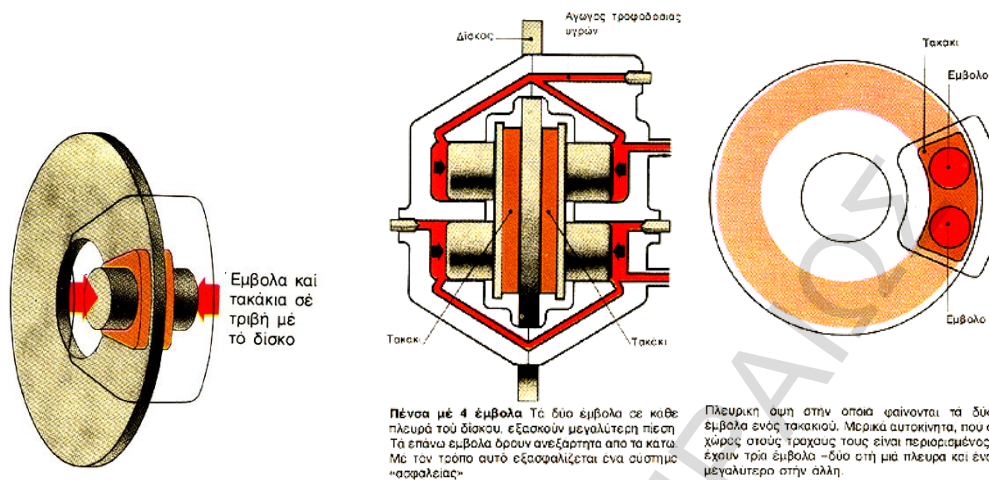
Λειτουργία.

Ο δίσκος περιστρέφεται ανάμεσα στα σκέλη του σταθερού δίχαλου.



Όταν πατηθεί το πεντάλ του φρένου, το υγρό του συστήματος πέδησης έρχεται με πίεση πίσω από τα έμβολα που βρίσκονται μέσα στους κυλίνδρους του δίχαλου και τα σπρώχνει έξω από αυτούς.

Τα έμβολα των κυλίνδρων πιέζουν τα τακάκια που σφίγγουν τον δίσκο ανάμεσά τους με αποτέλεσμα να τον επιβραδύνουν ή των ακινητοποιούν.



Παρατήρηση.

Η δαγκάνα (ή πένσα) μπορεί να έχει 2 ή περισσότερα έμβολα, οπότε υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν μεγαλύτερα τακάκια για μεγαλύτερη ενεργό επιφάνεια πέδησης.

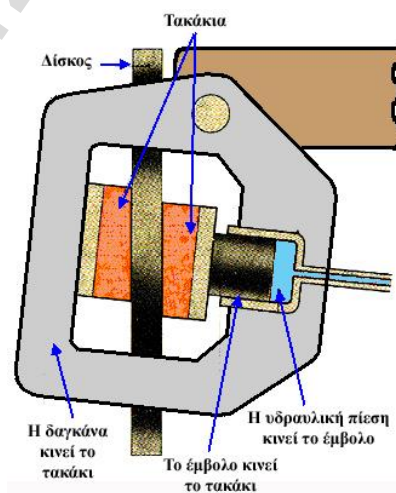
β/ Δισκόφρενα με αιωρούμενη δαγκάνα.

Η δαγκάνα ή δίχαλο συγκρατείται από ένα πείρο και έχει την δυνατότητα να κινηθεί ελεύθερα, μέσα σε περιορισμένα όρια.

Στο ένα σκέλος του δίχαλου υπάρχει κύλινδρος με έμβολο.

Η πίεση του υδραυλικού κυκλώματος επενεργεί μόνο στο ένα τακάκι που πιέζεται πάνω στον δίσκο.

Ταυτόχρονα όμως δημιουργείται μία δύναμη που σπρώχνει το δίχαλο αντίθετα με αποτέλεσμα και το άλλο τακάκι να πιέζεται στο δίσκο.



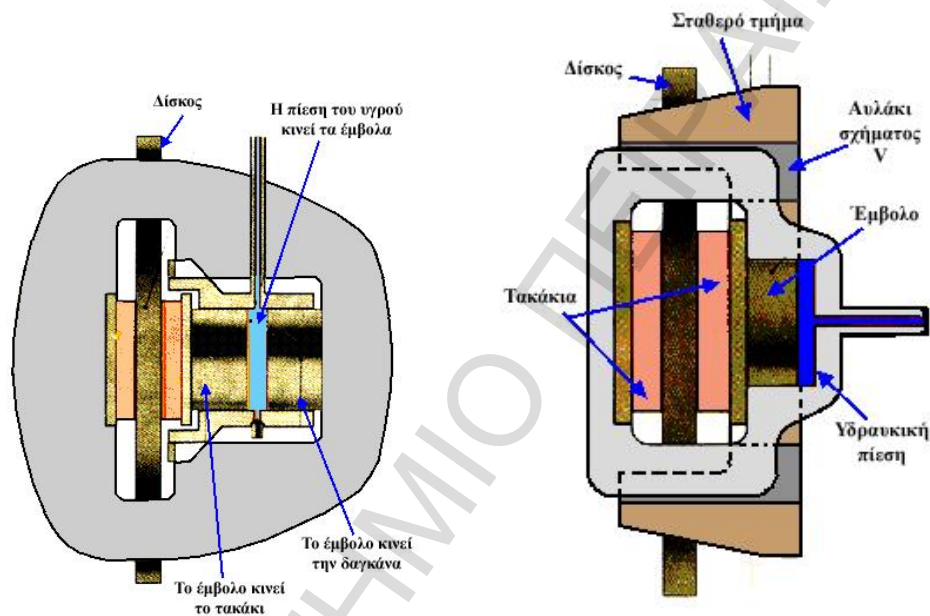
γ/ Δισκόφρενα με ολισθαίνουσα δαγκάνα.

Το ένα τμήμα του δίχαλου ολισθαίνει πάνω στο άλλο.

Ο κύλινδρος έχει δύο έμβολα και είναι στερεωμένος στο σταθερό τμήμα του δίχαλου.

Το έμβολο πιέζει κατ' ευθεία πάνω στο ένα τακάκι.

Το άλλο έμβολο κινεί το δίχαλο προς την αντίθετη μεριά οπότε πιέζεται και το άλλο τακάκι του δίσκου.



δ/ Δισκόφρενα με παλινδρομική δαγκάνα.

Η δαγκάνα έχει ένα σταθερό και ένα κινητό τμήμα.

Το κινητό τμήμα κινείται παλινδρομικά πάνω σε ειδικά αυλάκια σχήματος V.

Στο ένα σκέλος της δαγκάνας υπάρχει κύλινδρος με έμβολο.

Η υδραυλική πίεση κινεί το έμβολο. Η πίεση των υγρών αντιδρά και στο σύνολο της δαγκάνας προκαλώντας την ολίσθηση της μέσα στα αυλάκια του σταθερού τμήματος.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των δισκόφρενων σε σύγκριση με τα ταμπούρα.

Πλεονεκτήματα.

- ⇒ Αυξημένη αξιοπιστία πέδησης λόγω καλύτερης ψύξης.
- ⇒ Μεγαλύτερη σταθερότητα λόγω έλλειψης αυτοενίσχυσης.
- ⇒ Μειωμένο βάρος.

⇒ Επειδή δεν υπερθερμαίνονται μειώνονται οι βλάβες που οφείλονται σ' αυτή (στρεβλώσεις).

⇒ Ευκολότερη συντήρηση.

Μειονεκτήματα.

⇒ Επειδή δεν έχουν αυτοενίσχυση, χρειάζονται σερβομηχανισμό υποβοήθησης της δύναμης του οδηγού.

⇒ Τα τακάκια φθείρονται ευκολότερα από ότι τα θερμοίτ των σιαγόνων.

⇒ Δεν προστατεύονται εύκολα από τις ακαθαρσίες του δρόμου.

Υγρά φρένων.

Τα υγρά που χρησιμοποιούνται στο υδραυλικό σύστημα των φρένων κατασκευάζονται με βάση την γλυκόλη, και πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές:

1. Να διατηρούν τις ιδιότητες τους σε όλες τις θερμοκρασίες.
2. Να μην απορροφούν εύκολα υγρασία.
3. Να μην καταστρέφουν τις τσιμούχες.
4. Να έχουν υψηλό σημείο βρασμού.
5. Να είναι ελάχιστα συμπιεστά.
6. Να έχουν χαμηλή τάση δημιουργίας αφρού.
7. Να μπορούν να αναμιχθούν με άλλα υγρά της ίδιας σύστασης.

Ανάλογα τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες τους διακρίνονται σε **DOT 3** και **DOT 4**.

Τα **DOT 4** έχουν καλύτερες προδιαγραφές.

Με την πάροδο του χρόνου απορροφούν υγρασία με αποτέλεσμα να μειώνεται το σημείο βρασμού τους και να χάνονται απαραίτητες ιδιότητες τους. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να αντικαθίστανται μετά από 1-2 χρόνια ανάλογα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Βλάβες

Χειρόφρενο	Δεν πιάνει.	Μεγάλο διάκενο μεταξύ σιαγόνων και ταμπούρων τροχού. Κακή ρύθμιση της ελεύθερης (νεκρής) διαδρομής του χειρόφρενου. Μεγάλο μήκος συρματόσχοινο. Σπασμένο ή κολλημένο συρματόσχοινο ή σπασμένα έκκεντρα
-------------------	--------------------	---

		<p>σιαγόνων.</p> <p>Φθαρμένα ή βρεγμένα ή λαδωμένα θερμουίτ.</p>
	<p>Πιάνουν χωρίς να επενεργούμε σε αυτά.</p>	<p>Μικρό διάκενο μεταξύ θερμουίτ σιαγόνων και ταμπύρου.</p> <p>Αντικανονικά ρυθμισμένη η ελεύθερη (νεκρή) διαδρομή του μοχλού ενεργοποίησης του χειρόφρενου.</p> <p>Μικρό μήκος συρματόσχοινου.</p>
<p>Υδραυλικά συστήματα πέδησης.</p>	<p>Χρειάζεται υπερβολική πίεση στο πεντάλ.</p>	<p>Κακή λειτουργία αντλίας φρένων.</p> <p>Κακή λειτουργία σερβομηχανισμού.</p> <p>Κολλημένα έμβολα στους κυλίνδρους φρένων των τροχών.</p> <p>Υπερθέρμανση.</p> <p>Φθαρμένα ή βρεγμένα ή λαδωμένα θερμουίτ.</p> <p>Γυαλισμένες οι τριβόμενες επιφάνειες.</p>
	<p>Τα φρένα λειτουργούν χωρίς να πιεστεί το πεντάλ.</p>	<p>Κακή ρύθμιση της κινηματικής αλυσίδας μεταξύ πεντάλ και κεντρικής αντλίας φρένων. Φθαρμένο ή σπασμένο ελατήριο επαναφοράς του πεντάλ.</p> <p>Ελαττωματική λειτουργία κεντρικής αντλίας φρένων. (κολλημένη βαλβίδα επιστροφής ή σπασμένο ελατήριο).</p> <p>Ελαττωματική λειτουργία σερβομηχανισμού.</p> <p>Μαγκωμένα έμβολα στους κυλίνδρους των τροχών.</p> <p>Κακή ρύθμιση διάκενου μεταξύ θερμουίτ σιαγόνων και ταμπύρων.</p> <p>Φθαρμένα ή σπασμένα επανατατικά ελατήρια των σιαγόνων.</p>

<p>Τα φρένα λειτουργούν απότομα. (απότομα φρενάρισμα).</p>	<p>Λανθασμένη τοποθέτηση σιαγόνων. (οι σιαγόνες εφάπτονται μόνο στα άκρα τους εξαιτίας, ή λανθασμένης τοποθέτησης ή παραμόρφωσης του ταμπούρου)</p> <p>Παραμόρφωση σιαγόνων ή ταμπούρων ή κιθάρας.</p> <p>Λαδωμένα ή βρεγμένα υλικά τριβής. (συσσώρευση υγρασίας στο υλικό τριβής κατά την διάρκεια της νύχτας. Η βλάβη αυτή είναι προσωρινή)</p> <p>Υλικό τριβής με μεγάλο συντελεστή.</p>
<p>Το πεντάλ παρουσιάζει μεγάλη διαδρομή μέχρι το πάτωμα του αυτοκινήτου.</p>	<p>Έλλειψη υγρού φρένων από διαρροές στις σωληνώσεις ή στην κεντρική αντλία ή στα κυλινδράκια των τροχών.</p> <p>Μεγάλη ελεύθερη (νεκρή) διαδρομή του πεντάλ.</p> <p>Ελαττωματική λειτουργία σερβομηχανισμού.</p> <p>Είσοδος αέρα στο σύστημα.</p>
<p>Το όχημα κατά το φρενάρισμα στρέφει προς τη μία μεριά.</p>	<p>Όλες οι αιτίες όταν έχουμε απότομο φρενάρισμα, μπλοκάρισμα ή μη επενέργεια φρένου στον ένα τροχό, ενώ ο άλλος τροχός φρενάρει κανονικά.</p> <p>Διαφορετικές πιέσεις στα ελαστικά.</p> <p>Φθορά στο σύστημα διεύθυνσης.</p> <p>Κακή ευθυγράμμιση στο σύστημα διεύθυνσης.</p> <p>Ελαττωματικά αμορτισέρ.</p> <p>Μη επενέργεια του φρένου στον ένα τροχό.</p>

Σερβομηχανισμοί.

<p>Όταν τεθεί ο κινητήρας σε λειτουργία και χωρίς να πιεστεί το πεντάλ του φρένου, ο κινητήρας "ρετάρει" με τάση να σβήσει. Αφού αποκλειστούν όλες οι άλλες αιτίες που τις προκαλούν τυχόν άλλα συστήματα, έχουμε τις αιτίες.</p>	<p>Είσοδο ατμοσφαιρικού αέρα στον κινητήρα λόγω της φθοράς του αγωγού υποπίεσης μεταξύ πολλαπλής εισαγωγής και σερβομηχανισμού.</p> <p>Είσοδο ατμοσφαιρικού αέρα στον κινητήρα λόγω καταστροφής της μεμβράνης ή ελαττωματικής ανεπίστροφης βαλβίδας.</p>
<p>Κατά το φρενάρισμα υπάρχει ελαττωματική πέδηση ενώ το πεντάλ των φρένων είναι σκληρό και ο κινητήρας ρετάρει.</p>	<p>Είσοδος ατμοσφαιρικού αέρα από τον αγωγό υποπίεσης.</p> <p>Μειωμένη υποπίεση στην πολλαπλή εισαγωγής.</p> <p>Κολλημένο έμβολο σερβομηχανισμού.</p>
<p>Κατά την αρχική ενέργεια στο πεντάλ υπάρχει ελαφρά πέδηση, αλλά όσο πιέζεται η πέδηση σιγά – σιγά μειώνεται.</p>	<p>Ανεπαρκής υποπίεση και κακή λειτουργία του σερβομηχανισμού. Η αρχική ενέργεια οφείλεται στην υποπίεση που έχει απομείνει.</p>

7.3 3ο Εκπαιδευτικό σενάριο: ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Εκπαιδευτικό Σενάριο Μαθήματος

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων	Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι
Ταξή: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου	Ενότητα : Αυτόματο Κιβώτιο ταχυτήτων – Πλανητικό σύστημα μετάδοσης κίνησης
Καθηγητής:	Διάρκεια : 3 ώρες x 45΄
Εκπαιδευτικό Πρόβλημα : <p>Οι μαθητές ερχόμενοι στην εκπαιδευτική διαδικασία έχουν διαμορφωμένη άποψη για τα φυσικά φαινόμενα, δίνοντας τη δική τους ερμηνεία για αυτά, μέσω διαφόρων αλληλεπιδράσεων στην καθημερινή τους ζωή (Trowbridge and McDermott, 1981).</p> <p>Το εκπαιδευτικό πρόβλημα σχετίζεται με την αδυναμία πολλών μαθητών να κατανοήσουν την τεχνική ορολογία αλλά και τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζονται οι νόμοι των φυσικών επιστημών στην λειτουργία των διαφόρων συστημάτων του αυτοκινήτου, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν και συνεργάζονται μεταξύ τους.</p> Στόχοι : Γνώσεις: <ol style="list-style-type: none">1. Να εξηγούν το λόγο ύπαρξης του κιβωτίου ταχυτήτων στο αυτοκίνητο2. Να μπορούν να διακρίνουν και να αναφέρουν τα μέρη και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.	

3. Να είναι σε θέση να αξιολογήσουν και να διακρίνουν τα διάφορα είδη αυτόματων κιβωτίων στα οχήματα .
4. Να είναι ικανοί να υπολογίσουν τον απαραίτητο αριθμό δοντιών των οδοντωτών τροχών ενός πλανητικού συστήματος μετάδοσης που απαιτείται για να επιτύχουμε επιτάχυνση – επιβράδυνση του οχήματος.

Δεξιότητες:

1. Να αναπτύσσουν την κριτική τους ικανότητα.
2. Να κατανοούν την αρχή λειτουργίας ενός αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων να περιγράφουν τον τρόπο και τα μέσα αποσυναρμολόγησης των επιμέρους τμημάτων του.
3. Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες του συστήματος, αυτού, καθώς και των επιμέρους εξαρτημάτων του.
4. Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους ελέγχου, επισκευής, ρύθμισης και συντήρησης του συγκεκριμένου συστήματος, όπως και των επιμέρους εξαρτημάτων του.
5. Να συνδέουν τα θέματα και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην τάξη με τις πρακτικές εφαρμογές στο εργαστήριο.

Στάσεις:

1. Οι μαθητές θα πρέπει να δείχνουν ενδιαφέρον για τεχνολογικά θέματα, ιδιαίτερα για την ειδικότητα που επέλεξαν ώστε να τα συνδέουν μεταξύ τους
2. Να ελέγχουν τη μαθησιακή τους πρόοδο.
3. Να αξιολογούν τη στρατηγική τους.
4. Να εκμεταλλεύονται την συνεχή ανατροφοδότηση που τους δίνει ο εκπαιδευτής, χρησιμοποιώντας την ως αφετηρία για περαιτέρω βελτίωση, στην τάξη αλλά και στο εργαστήριο

Χαρακτηριστικά εκπαιδευομένων:

Γνωστικά:

1. Να έχουν βασικές γνώσεις Φυσικής.
2. Να έχουν καλή σχέση με την τεχνολογία, τις εφαρμογές λογισμικού και το διαδίκτυο.
3. Να είναι εξοικειωμένοι με την χρήση εργαλείων χειρός, αλλά και συσκευών.

Ψυχοκοινωνικά:

1. Να επιθυμούν να συμμετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία.
2. Να είναι πρόθυμοι να συνεργάζονται σε ομάδες ομότιμα, σεβόμενοι την διαφορετικότητα των απόψεων των συμμαθητών τους.
3. Να είναι πρόθυμοι να προσεγγίσουν την ανακαλυπτική διαδικασία μέσω πειραμάτων. Μέσα από ομαδοσυνεργατικές διαδικασίες να καταβάλουν συνειδητή προσπάθεια και δραστηριοποίηση για την επίλυση των προβλημάτων.

Δημογραφικά:

Οι εκπαιδευόμενοι στα ΕΠΑ.Λ. είναι και των δύο φύλων, ηλικίας 16 έως 18 ετών. Σε απογευματινά ΕΠΑΛ υπάρχουν και ενήλικες μαθητές εργαζόμενοι συνήθως, με διαμορφωμένη άποψη (εσφαλμένη ή όχι) σε πολλά θέματα.

Ανάγκες εκπαιδευομένων:

Οι εκπαιδευόμενοι έχουν την ανάγκη να:

1. Να αισθάνονται ικανοί να ελέγχουν την πορεία της μάθησης τους χρησιμοποιώντας την πρότερη γνώση για την οικοδόμηση νέας .
2. Να αναπτύξουν την κριτική τους ικανότητα μέσα από συνεχή ανατροφοδότηση, είτε από τον εκπαιδευτή, είτε από τους συμμαθητές τους.
3. Να αποκτήσουν δεξιότητες και το αίσθημα πληρότητας μέσα από πρακτικές – πειραματικές εμπειρίες.

Εκπαιδευτική προσέγγιση του εκπαιδευτικού σεναρίου

Για την επίλυση του υπό εξέταση διδακτικού προβλήματος, επιλέχθηκε ως καταλληλότερη η εκπαιδευτική προσέγγιση που βασίζεται στις αρχές του διδακτικού μοντέλου της διερευνητικής μάθησης.

Για την υλοποίηση του επιλεγμένου διδακτικού μοντέλου, λάβαμε υπόψη μας, τις παρακάτω παραμέτρους:

1. Παρουσίαση του θέματος με τρόπο που να κινητοποιήσει τις ανάγκες των εκπαιδευομένων: αναφορές σε καθημερινά προβλήματα των μαθητών.
2. Διάρκεια: Μάθημα 2 x 45 λεπτά / Δραστηριότητες – Εφαρμογές 1 x 45 λεπτά.
3. Ηλεκτρονικός υπολογιστής - Διαδραστικός Πίνακας ή Βίντεο προβολέας
4. Λογισμικό: Microsoft Office 2007 - προσομοίωσης ALGODOO

Πορεία Διδασκαλίας – Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες – Χρονοδιάγραμμα :

Πορεία διδασκαλίας	Μεθοδολογία	Μέσα διδασκαλίας	Χρόνος
Φάση 1^η: Κινητοποίηση αναγκών - καθοδήγηση των μαθητών			
Ο καθηγητής δίνει στους μαθητές τα κατάλληλα ερεθίσματα ώστε να αναγάγει το φαινόμενο σε πρόβλημα, με σύντομη αναδρομή σε πρότερες γνώσεις ενεργοποιώντας τις ανάγκες των μαθητών.	Διάλεξη		4

Φάση 2^η: Παρουσίαση – Διερεύνηση του προβλήματος			
<p>Ο εκπαιδευτής ανοίγει την παρουσίαση προβάλλοντας βίντεο και εικόνες από πρακτικά παραδείγματα στους εκπαιδευόμενους, στα οποία εμφανίζεται το πρόβλημα προς διερεύνηση, με το οποίο θα ασχοληθούν. Παρουσιάζει τους λόγους για τους οποίους είναι απαραίτητη η ύπαρξη του κιβωτίου ταχυτήτων (ιδιαίτερα του αυτόματου) στο αυτοκίνητο.</p>	Επίδειξη - Προβολή	H/Y – projector	6
<p>Συζήτηση με τους μαθητές: Στη συνέχεια γίνεται συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτή και εκπαιδευόμενων όπου παραθέτουν τα δικά τους παραδείγματα. Οι μαθητές είναι ιδιαίτερα εξοικειωμένοι με τα μηχανοκίνητα αθλήματα, πολλές φορές με εσφαλμένες απόψεις.</p>	Συζήτηση		5
<p>Ο εκπαιδευτής παρουσιάζει με την βοήθεια power point τα είδη των κιβωτίων ταχυτήτων τοποθετώντας την εξέλιξή τους χρονικά από τον πιο απλό στον πιο σύνθετο. Αναλύει σε επιμέρους εξαρτήματα και τους εξηγεί πώς η τεχνολογία χρησιμοποίησε απλές αρχές της φυσικής για να επιτύχει τους στόχους της</p>	Διάλεξη – Προβολή παρουσίασης	H/Y –projector	10
Φάση 3^η: Προετοιμασία της δραστηριότητας.			
<p>Ο εκπαιδευτής αφού οι μαθητές χωρισθούν σε ομάδες, και επιλέξουν ρόλους διανέμει φύλλο έργου όπου εκεί τους παρέχει σχετικές οδηγίες για το θεωρητικό μέρος και τα βήματα που θα ακολουθήσουν, προκειμένου να προετοιμαστούν για την εκπαιδευτική δραστηριότητα. Συζητά μαζί τους επιλύει απορίες.</p>	Διάλεξη - Συζήτηση	Projector – H/Y	4

<p>Εξηγεί την χρησιμότητα της προσομοίωσης της λειτουργίας διαφόρων εξαρτημάτων ή και μηχανών ακόμη, μέσω του υπολογιστή. Παρουσιάζει με την βοήθεια διαδραστικού πίνακα το πρόγραμμα προσομοίωσης Algodoo, επεξηγώντας τις λειτουργίες και τις δυνατότητες του .</p>	<p>Επίδειξη λογισμικού</p>	<p>Λογισμικό Algodoo – Διαδραστικός πίνακας – Η/Υ</p>	<p>6</p>
<p>Φάση 4^η: Πρακτική εξάσκηση ... στην τάξη.</p>			
<p>Ο εκπαιδευτικός ζητά από την κάθε ομάδα να διερευνήσει πειραματιζόμενη, μέρος της δραστηριότητας από το φύλλο εργασίας. Κάθε μαθητής με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού κάνει μόνος του πρακτική εξάσκηση με το εργαλείο Algodoo. Το λογισμικό Algodoo δίνει με ένα έξυπνο και διασκεδαστικό τρόπο την δυνατότητα στον μαθητή να κατανοήσει εύκολα έννοιες της φυσικής και φυσικά φαινόμενα που συναντά στην καθημερινότητά του. Η διαδικασία αυτή καλλιεργεί το αίσθημα πληρότητας, της αυτοεκτίμησης και ενισχύει σημαντικά την ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας όπως επίσης και τις μεταγνωστικές δεξιότητες του μαθητή. Αφού εξοικειωθούν με το εργαλείο προσομοίωσης, παρέχεται χρόνος στους μαθητές να πειραματισθούν ελεύθερα μόνοι τους .</p>	<p>Πρακτική εξάσκηση στο λογισμικό</p>	<p>Projector – Η/Υ– Διαδραστικός πίνακας – tablet PC</p>	<p>10</p>
<p>Οι μαθητές πειραματίζονται είτε μέσω απλών υπολογισμών χρησιμοποιώντας την θεωρία που έχουν διδαχθεί σχετικά με την σχέση μετάδοσης (με την χρήση οδοντωτών τροχών), αλλά και μέσα από το λογισμικό ώστε να κατανοήσουν την έννοια της</p>			

<p>αύξησης ή της μείωσης των στροφών, γιατί αυτή επιδιώκετε σε ένα κιβώτιο ταχυτήτων και πώς αυτή παρουσιάζεται μέσω της προσομοίωσης.</p> <p>Οι μαθητές μέσω του λογισμικού προσομοίωσης καλούνται να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας που τους δόθηκε.</p> <p>Δραστηριότητα 1^η:</p> <p>Οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν την έννοια της μετάδοσης της κίνησης. Οι μαθητές καλούνται να δημιουργήσουν οδοντωτούς τροχούς διαφόρων διαμέτρων που συνεργάζονται μεταξύ τους, να καταγράψουν την σχέση μεταξύ διαμέτρου, αριθμού δοντιών, στροφών και πώς αυτή επηρεάζει την σχέση μετάδοσης κατά την λειτουργία τους. Οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν τα αποτελέσματα στο φύλλο εργασίας και να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους.</p> <p>Δραστηριότητα 2^η:</p> <p>Στη δεύτερη δραστηριότητα η κάθε ομάδα μαθητών καλείται να δημιουργήσει μια σκηνή με το λογισμικό, στην οποία θα προσομοιώσει με την βοήθεια του εκπαιδευτή τα επιμέρους εξαρτήματα (οδοντωτή στεφάνη, πλανήτες, φορέα πλανητών, ήλιος) από τα οποία αποτελείται το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων και να διερευνήσει πώς συνεργάζονται τα εξαρτήματα του συστήματος μεταξύ τους .</p> <p>Σκοπός της δραστηριότητας αυτής είναι η διερεύνηση της συμπεριφοράς του πλανητικού συστήματος κίνησης και η εξοικείωση των μαθητών με το λογισμικό</p>	<p>Πείραμα προσομοίωσης - άσκηση</p>	<p>H/Y – Λογισμικό Algodoo – Διαδραστικός πίνακας – tablet PC</p>	<p>30</p>
---	---	--	------------------

<p>προσομοίωσης.</p> <p>Δραστηριότητα 3^η:</p> <p>Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές πειραματίζονται δημιουργώντας σκηνές με το λογισμικό προσομοίωσης Algodoo, ώστε η κάθε ομάδα να δημιουργήσει συνδυασμούς οδοντωτών τροχών επιτυγχάνοντας, απευθείας μετάδοση κίνησης, μείωση στροφών, πολλαπλασιασμό, κίνηση πίσω, ή ελεύθερη περιστροφή νεκρό και να το κατατάξει ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του.</p> <p>Οι μαθητές πειραματιζόμενοι καλούνται να υπολογίσουν με την βοήθεια της θεωρίας από την 1^η δραστηριότητα την εκάστοτε σχέση μετάδοσης και να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους.</p>			
<p>Αποτελέσματα:</p> <p>Οι ομάδες καταγράφουν τα αποτελέσματά τους στο φύλλο εργασίας.</p> <p>Στο φύλλο εργασίας ο καθηγητής ζητά από τα μέλη των ομάδων:</p> <ul style="list-style-type: none"> • να υπολογίσουν τη σχέση μετάδοσης μεταξύ δύο ή περισσότερων οδοντωτών τροχών. Να καταγράψουν και αιτιολογήσουν την απάντησή τους, αποτέλεσμα της οποίας θα είναι η επιτυχής η προσομοίωση. • να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα επιμέρους εξαρτήματα από τα ποία αποτελείται ένα πλανητικό σύστημα μετάδοσης κίνησης και να περιγράψουν τον 	<p>Συγγραφή Αποτελεσμάτων</p>	<p>Η/Υ – Φύλλο εργασίας</p>	<p>5</p>

<p>τρόπο λειτουργίας του.</p> <ul style="list-style-type: none"> • να δημιουργήσουν την κινηματική αλυσίδα, τοποθετώντας κατάλληλα οδοντωτούς τροχούς ώστε να επιτύχουν αντίστοιχες μεταδόσεις κίνησης, (επιτάχυνση – επιβράδυνση – κίνηση προς τα πίσω) ενός πλανητικού συστήματος μετάδοσης της κίνησης. 			
Φάση 5^η: Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων – Ανατροφοδότηση			
<p>Οι ομάδες καλούνται να αναλύσουν, να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα να παρουσιάσουν και να επεξηγήσουν, αιτιολογώντας τις επιλογές που έκαναν κατά την διάρκεια της διαδικασίας.</p> <p>Τα αποτελέσματα και οι επεξηγήσεις της κάθε ομάδας αξιολογούνται από τις υπόλοιπες, σχολιάζοντας, επαναδιατυπώνοντας, συμπληρώνοντας ή και διορθώνοντας τις υποθέσεις τους. Επιδιώκεται έτσι η γενίκευση των παρατηρήσεων και η διατύπωση κοινών συμπερασμάτων.</p>	Συζήτηση	H/Y – Λογισμικό Algodoo – Διαδραστικός πίνακας – tablet PC	7
<p>Ο καθηγητής αξιολογεί τα αποτελέσματα των μαθητών και παρέχει την απαιτούμενη ανατροφοδότηση όπου αυτή χρειάζεται, τονίζοντας τα σημαντικότερα σημεία και επιλύοντας τυχών απορίες.</p>	Πείραμα - Άσκηση	Διαδραστικός πίνακας – tablet PC	3
Φάση 6^η: Από την προσομοίωση στη πράξη του εργαστηρίου			
<p>Οι ομάδες καλούνται πλέον στον χώρο του εργαστηρίου συστημάτων Αυτοκινήτου,</p>			

<p>με την εποπτεία του εκπαιδευτικού, σε πραγματικές συνθήκες, με την βοήθεια και των οδηγιών του φύλου εργασίας, να αποσυναρμολογήσουν αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων , να δουν τα πλανητικά συστήματα μετάδοσης κίνησης τον τρόπο λειτουργίας, τα επιμέρους εξαρτήματά τους και να το συναρμολογήσουν επιτυχώς.</p> <p>Η τελευταία φάση συμβάλει στην επίτευξη μακροπρόθεσμου στόχου, με την κατάκτηση βιωματικών δεξιοτήτων, οι οποίες θα αξιοποιηθούν στην επαγγελματική τους σταδιοδρομία.</p>	<p>Πρακτική εξάσκηση</p>	<p>Εργαστήριο Συστημάτων Αυτοκινήτου</p>	<p>45</p>
---	-------------------------------------	---	------------------

Οδηγίες για τον Εκπαιδευτή

Εκπαιδευτικό σενάριο: ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων

Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι

Τάξη: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών
Συστημάτων Αυτοκινήτου

Ενότητα : Αυτόματο Κιβώτιο ταχυτήτων –
Πλανητικό σύστημα μετάδοσης κίνησης

Διδάσκον Καθηγητής:

Διάρκεια : 3 ώρες x 45'

1. Τίτλος

Εκπαιδευτικού
Σεναρίου

Πλανητικό σύστημα μετάδοσης κίνησης

2. Λογισμικό που
χρησιμοποιείται

ALGODOO

Διάθεση στην ηλεκτρονική
διεύθυνση:
<http://www.algodoo.com/>

Αρχεία

(σκηνή: Πλανητικό
σύστημα μετάδοσης
κίνησης)

3. Βασικές έννοιες και
μεγέθη

Οδοντώσεις – σχέση μετάδοσης κίνησης - κινηματική αλυσίδα πλανητικού
συστήματος.

4. Προσπαιτούμενες
Γνώσεις

Οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να γνωρίζουν τα είδη οδοντώσεων την
έννοια της μετάδοσης κίνησης, πως αυτή σχετίζεται με τον αριθμό δοντιών
την διάμετρο και τις στροφές ενός συστήματος οδοντωτών τροχών - πώς
αυτά συμπεριφέρονται όταν συνεργάζονται μεταξύ τους – χρήση
εργαλείων χειρός.

5. Περιγραφή του
Εκπαιδευτικού
Σεναρίου

Με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης « **ALGODOO** », θα
διερευνηθούν οι συνθήκες λειτουργίας του πλανητικού συστήματος
μετάδοσης κίνησης και η συνεργασία του με τα υπόλοιπα συστήματα του
Αυτοκινήτου.
Η δραστηριότητα αυτή θα βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να
κατανοήσουν πειραματικά την έννοια της μετάδοσης κίνησης, πως αυτή

	<p>σχετίζεται με τον αριθμό δοντιών την διάμετρο και τις στροφές ενός συστήματος οδοντωτών τροχών, πώς τα επιμέρους συστήματα οδοντωτών τροχών συνεργάζονται μεταξύ τους έτσι ώστε να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.</p>
<p>6. Στόχοι του Εκπαιδευτικού Σεναρίου</p>	<p>Οι αναμενόμενοι στόχοι διακρίνονται σε ειδικούς και γενικούς. Οι Ειδικοί Διδακτικοί Στόχοι σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών σχετίζονται με το κεφάλαιο: <i>«2.4 Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων »:</i></p> <p>Οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ικανοί να:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Να αναφέρουν τα είδη των αυτόματων κιβωτίων ταχυτήτων. 2. Να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα μέρη και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων . 3. Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας τόσο του ίδιου – σαν ενιαίο σύνολο – όσο και των επιμέρους εξαρτημάτων του. 4. Να προσδιορίζουν τη θέση του κάθε μέρους – εξαρτήματος του κιβωτίου αυτού στην όλη διάταξη. <p>Οι Γενικοί Διδακτικοί Στόχοι ορίζονται με βάση τα τρία ανώτερα επίπεδα της αναθεωρημένης ταξινομίας διδακτικών στόχων του Bloom (ανάλυση, αξιολόγηση, σύνθεση).</p> <p>Οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναλύουν τις σχέσεις που συνδέουν τα μεγέθη ενός συστήματος μετάδοσης κίνησης . • να αξιολογούν, να επαληθεύουν τα ευρήματά τους, και να προτείνουν εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα. • κατανοούν τα φαινόμενα, πώς αυτά συνδέονται μεταξύ τους ώστε να διαμορφώνουν και να παράγουν συμπεράσματα με άμεση εφαρμογή στην πράξη, που θα εφαρμοστεί άμεσα στο εργαστήριο.

7.Μεθοδος –οργάνωση της τάξης	<p>Οι μαθητές θα εργαστούν είτε ατομικά είτε ομαδικά (ανάλογα με το μοντέλο).</p> <p>Το φύλλο εργασίας διανέμεται στους εκπαιδευόμενους στην αρχή του εκπαιδευτικού σεναρίου.</p>
8. Πόροι	<p>Απαιτείται η χρήση: Η/Υ και projector, διαδραστικού πίνακα ή tablet pc.</p>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Φύλλο Εργασίας

Εκπαιδευτικό σενάριο: ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Τομέας : Μηχανολογίας -
Οχημάτων

Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι

Ταξή: Β΄ Μηχανικών και
Ηλεκτρολογικών
Συστημάτων
Αυτοκινήτου

Ενότητα : Αυτόματο Κιβώτιο ταχυτήτων – Πλανητικό σύστημα
μετάδοσης κίνησης

Διδάσκον Καθηγητής:

Διάρκεια : 3 ώρες x 45΄

1. Τίτλος Εκπαιδευτικού
Σεναρίου

Πλανητικό σύστημα μετάδοσης κίνησης

Όνοματεπώνυμο
Ομάδας:

Ημερομηνία:

2. Λογισμικό που
χρησιμοποιείται

ALGODOO

Διάθεση στην ηλεκτρονική διεύθυνση:
<http://www.algodoo.com/>

Αρχεία

(σκηνή:
**Πλανητικό
σύστημα
μετάδοσης
κίνησης**)

Περιγραφή του μαθήματος - Στόχοι

<p>Περιγραφή:</p>	<p>Με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης « ALGODOO », θα διερευνήσετε τις συνθήκες λειτουργίας ενός πλανητικού συστήματος μετάδοσης κίνησης και πώς αυτό συνεργάζεται με τα υπόλοιπα συστήματα του Αυτοκινήτου.</p> <p>Με την δραστηριότητα αυτή θα βοηθηθείτε να κατανοήσετε πειραματικά την έννοια της σχέσης μετάδοσης κίνησης πώς αυτή σχετίζεται με τον αριθμό δοντιών την διάμετρο και τις στροφές ενός συστήματος οδοντωτών τροχών και πώς αυτή επηρεάζει την λειτουργία του πλανητικού συστήματος μετάδοσης κίνησης . Πώς τα επιμέρους συστήματα συνεργάζονται μεταξύ τους έτσι ώστε να επιτύχετε το επιθυμητό αποτέλεσμα (επιτάχυνση – επιβράδυνση – κίνηση προς τα πίσω) και να το κατατάξετε ανάλογα με την λειτουργία του.</p>
<p>Στόχοι:</p>	<p>Με το τέλος της εκπαιδευτικής διαδικασίας θα είστε ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναλύετε τις παραμέτρους που συνδέουν τα μεγέθη ενός πλανητικού συστήματος μετάδοσης κίνησης, με την έννοια της σχέσης μετάδοσης κίνησης, πώς αυτή σχετίζεται με τον αριθμό δοντιών την διάμετρο και τις στροφές ενός συστήματος οδοντωτών τροχών. • να αξιολογείτε , να επαληθεύετε τα ευρήματά σας, και να προτείνετε εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα. • κατανοείτε τα φαινόμενα, πώς αυτά συνδέονται μεταξύ τους ώστε να διαμορφώνετε και να παράγετε συμπεράσματα με άμεση εφαρμογή στην πράξη, την οποία και θα εφαρμόσετε άμεσα στο εργαστήριο.
<p>ΘΕΩΡΙΑ:</p>	
<p><u>ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ</u></p> <p>Εισαγωγή</p> <p><i>Οδοντωτός τροχός είναι δίσκος που η περιφέρεια του είναι διαμορφωμένη σε εσοχές και εξοχές με</i></p>	

κατάλληλη μορφή ώστε να σχηματίζουν δόντια με ορισμένη κατατομή.

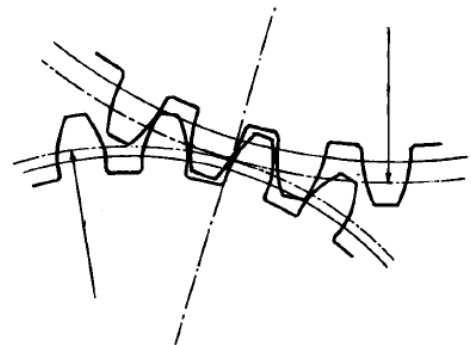
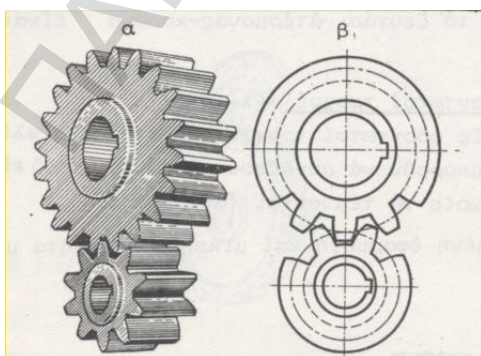
Οδοντοκίνηση είναι μία διάταξη για τη μετάδοση της κίνησης, η οποία γίνεται με στοιχεία μηχανών γενικού προορισμού που λέγονται οδοντωτοί τροχοί (γρανάζια).



Διάφοροι τύποι οδοντωτών τροχών

Παράλληλοι οδοντοτροχοί τροχοί

Οι οδοντωτοί τροχοί με παράλληλους οδόντες χρησιμοποιούνται για μικρές περιφερειακές ταχύτητες και κανονικές απαιτήσεις π.χ. σε μειωτήρες γενικής χρήσης, μικρά σχετικά ανυψωτικά μηχανήματα, βαρούλκα, δομικές και αγροτικές μηχανές, κιβώτια αλλαγής ταχυτήτων σε εργαλειομηχανές.



Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα των παράλληλων οδοντωτών τροχών

Πλεονεκτήματα

Δεν εμφανίζουν κατά τη λειτουργία αξονικές δυνάμεις και επομένως τα έδρανα δέχονται μικρότερα φορτία.

Ο βαθμός απόδοσης είναι λίγο μεγαλύτερος.

Οι οδόντες μπορούν να κατασκευασθούν με μεγαλύτερο πλάτος. Έτσι προκύπτουν μεγαλύτερες επιφάνειες επαφής, μικρότερες πιέσεις επιφάνειας και αντίστοιχα μικρότερη φθορά.

Μειονεκτήματα

Η λειτουργία τους είναι σχετικά θορυβώδης και όχι τόσο ήρεμη, ιδιαίτερα σε υψηλό αριθμό στροφών.

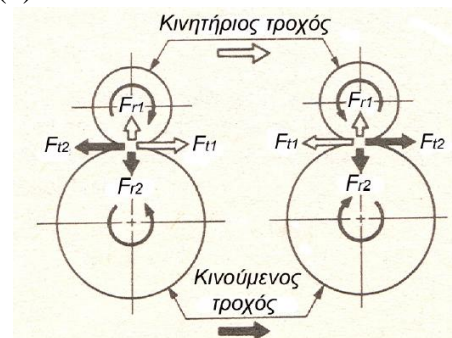
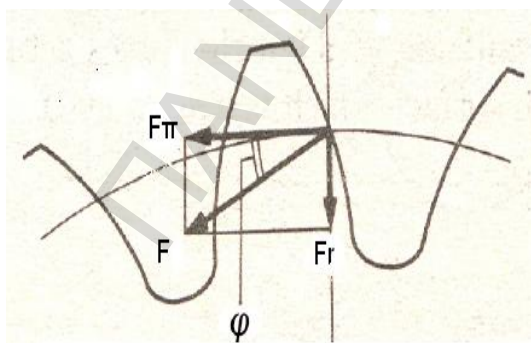
Η αντοχή τους, για τις ίδιες διαστάσεις, είναι λίγο μικρότερη.

Είναι ευαίσθητοι έναντι λαθών μορφής του οδόντα και πρόσθετων δυναμικών φορτίων δηλαδή εμφανίζουν ευκολότερα ταλαντώσεις και δυναμικές θραύσεις.

Συνθήκες και σχέσεις λειτουργίας

Έστω ότι έχουμε εμπλοκή δύο τροχούς, τον κινητήριο (1) και τον κινούμενο (2). Διαδοχικά κάθε δόντι του (1) ασκεί δύναμη F στο αντίστοιχο του (2) η οποία είναι κάθετη στην επιφάνεια επαφής τους. Ο (2) ασκεί βέβαια ίση και αντίθετη δύναμη στον (1). Ο τροχός χάραξης των κατανομών των δοντιών έχει σαν αποτέλεσμα η διεύθυνση της F να περνά από το σημείο επαφής των αρχικών περιφερειών. Έτσι μπορεί να αναλυθεί σε δύο συνιστώσες: την ακτινική F_r (που έχει ως συνέπεια μια τάση απομάκρυνσης των ατράκτων) και την περιφερειακή δύναμη F_t που είναι εφαπτόμενη των αρχικών περιφερειών. Η δύναμη αυτή είναι η αιτία της ροπής M που αναγκάζει τον (2) να περιστρέφεται και δίνεται από τη σχέση:

$$M_2 = F_t R_2 \quad (1)$$



Δυνάμεις επί των συνεργαζόμενων τροχών

Επίσης κατά την εμπλοκή των δύο τροχών, του κινητήριου (1) και του κινούμενου (2), το έργο W και η ισχύς P δεν μπορούν με τη μετάδοση ούτε να πολλαπλασιαστούν ούτε να μειωθούν, άρα θα ισχύει:

$$P_1 = P_2 \quad (2)$$

Και κατά συνέπεια: $M_1 n_1 = M_2 n_2$

$$M_1 / M_2 = n_2 / n_1 \quad (3)$$

όπου, n_1 η περιστροφική ταχύτητα κινητήριας ατράκτου και n_2 η περιστροφική ταχύτητα κινούμενης ατράκτου. Από τις παραπάνω σχέσεις συμπεραίνουμε ότι για τη μετάδοση της περιστροφικής κίνησης από τον κινητήριο (1) και στον κινούμενο (2) τροχό, **οι ροπές είναι αντιστρόφως ανάλογες των στροφών τους.**

Οι συνεργαζόμενοι τροχοί έχουν κοινή περιφερειακή ταχύτητα v , δηλαδή $v_1 = v_2$, αφού $v = \pi d n$ άρα $\pi d_1 n_1 = \pi d_2 n_2$ κατά συνέπεια

$$n_2 / n_1 = d_1 / d_2 \quad (4)$$

Αυτό σημαίνει ότι **οι στροφές των τροχών είναι αντιστρόφως ανάλογες των διαμέτρων τους.**

Η **σχέση μετάδοσης κινήσεως** εκφράζεται ως ο αριθμός εκείνος που αναπαριστά το πόσες φορές θα αυξηθεί ή θα μειωθεί η περιστροφική ταχύτητα καθώς μεταφέρεται από την κινητήρια στην κινούμενη άτρακτο και υπολογίζεται με τον λόγο:

$$i = n_2 / n_1 \quad (5)$$

Η τιμή της σχέσης μετάδοσης δεν μπορεί να ξεπεράσει συνήθως το 1/6 και σπάνια το 1/8. Αν απαιτείται μεγαλύτερη τιμή χρησιμοποιούνται δύο (ή και περισσότερα) ζευγάρια με ενδιάμεσο άξονα. Τότε η συνολική σχέση είναι $i_{ολ} = i_1 i_2 i_3 \dots$

Ισχύει ακόμα πως η σχέση μετάδοσης κίνησης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$i = z_1 / z_2 \quad (6)$$

όπου z_1 ο αριθμός οδόντων του κινητήριου τροχού και z_2 ο αριθμός οδόντων του κινούμενου τροχού.

Από τις δύο παραπάνω σχέσεις (5) και (6), προκύπτει ότι:

$$n_2 / n_1 = z_1 / z_2 \quad (7)$$

που σημαίνει ότι **οι στροφές των τροχών είναι αντιστρόφως ανάλογες των αριθμών των δοντιών τους.** Τέλος από τις σχέσεις (4) και (7), προκύπτει ότι:

$$d_1 / d_2 = z_1 / z_2 \quad (8)$$

που σημαίνει ότι **οι διάμετροι των τροχών είναι ανάλογοι των αριθμών των δοντιών τους.**

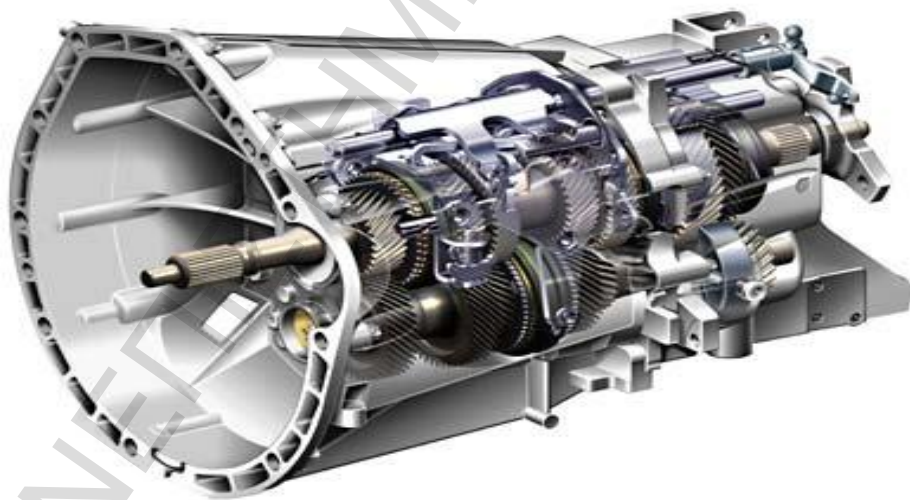
Γενικά – Σκοπός του κιβωτίου ταχυτήτων.

Ο σκοπός του κιβωτίου ταχυτήτων είναι:

Εκτός από την δυνατότητα αλλαγής στη σχέση μετάδοσης της κίνησης από τον κινητήρα στους τροχούς, να έχει την δυνατότητα:

- Να αποσυμπλέκει και να μπορεί, σε αντίθεση με τον συμπλέκτη να αφήνει αποσυμπλεγμένο, (απομονωμένο) **μόνιμα** τον κινητήρα από τους τροχούς.
- Να εξασφαλίζει την **αναστροφή** της φοράς περιστροφής των τροχών του οχήματος, χωρίς την αναστροφή του κινητήρα (όπισθεν).

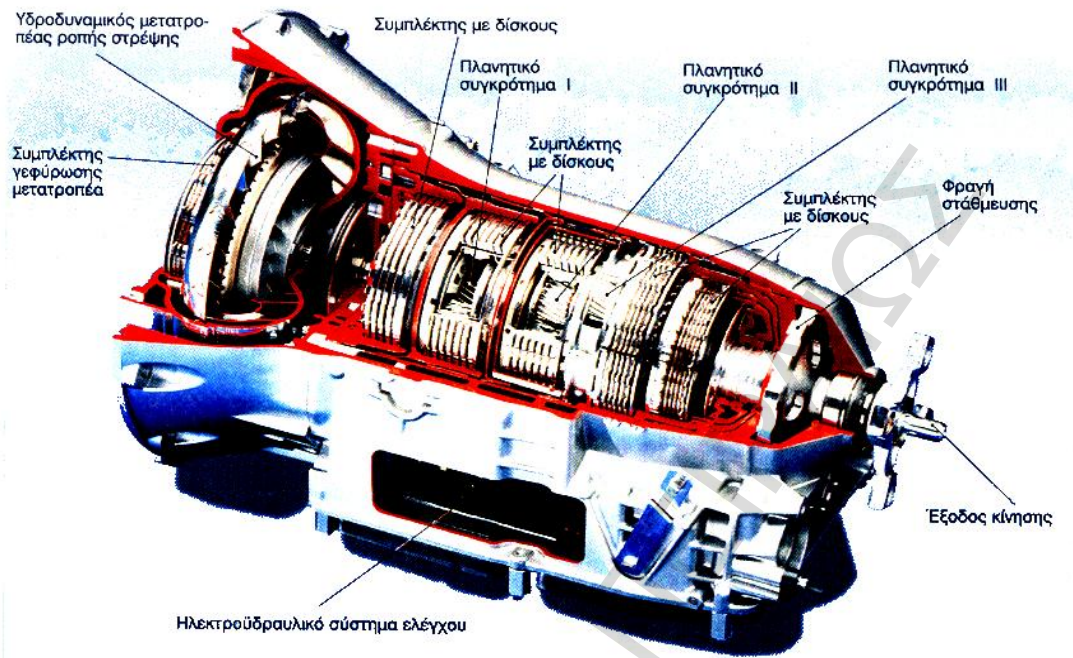
Η λειτουργία ενός μηχανικού κιβωτίου ταχυτήτων **ελέγχεται** από τον οδηγό, ο οποίος πιέζοντας το πεντάλ του συμπλέκτη και με την βοήθεια του μοχλού επιλογής ταχυτήτων, επιλέγει το ζεύγος εκείνο των οδοντωτών τροχών του κιβωτίου, το οποίο κρίνει κατάλληλο να υπερνικήσει τις αντιστάσεις από τα φορτία που αντιμετωπίζει το όχημα.



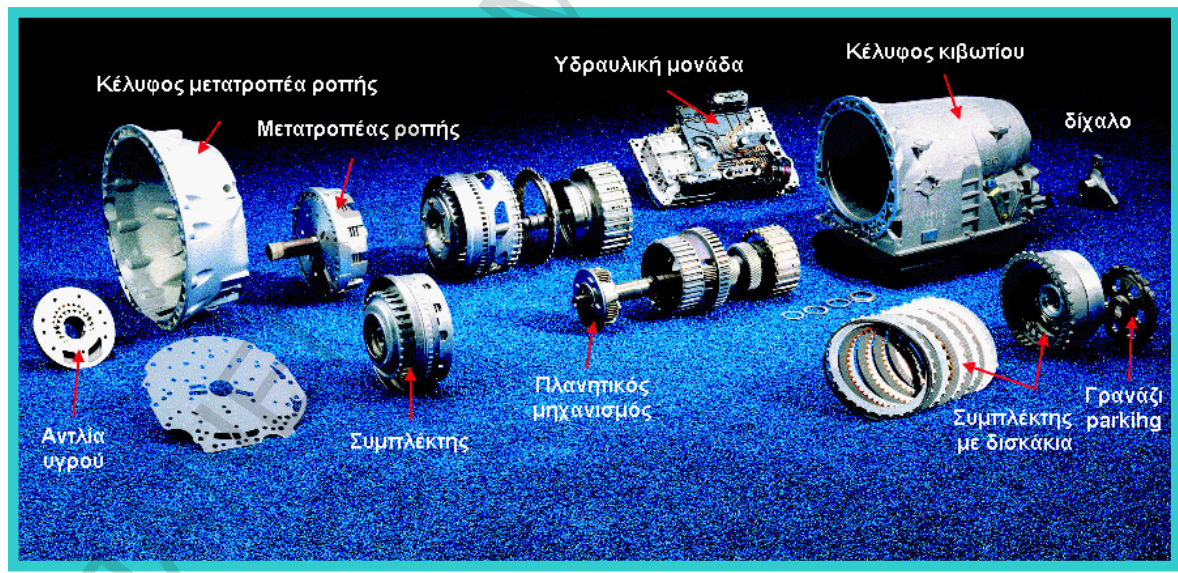
Στα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων η παραπάνω εργασία επιλογής του ζεύγους των οδοντωτών τροχών γίνεται **αυτόματα** από το ίδιο το κιβώτιο, χωρίς την μεσολάβηση του οδηγού.

Τα αυτόματα κιβώτια λειτουργούν υδραυλικά (με πίεση λαδιού) και αποτελούνται από δύο:

- Τον **υδραυλικό μετατροπέα** ροπής στρέψης (υδραυλικό συμπλέκτη)
- Από ένα αριθμό (δύο ή περισσότερων) συστημάτων οδοντωτών τροχών, που καλούνται **πλανητικά συστήματα** κίνησης.



Πλήρως αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, 5 σχέσεων, με 3 πλανητικά συγκροτήματα (τύπου Wilson)

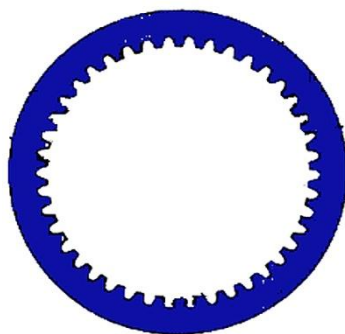


Εξαρτήματα αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων

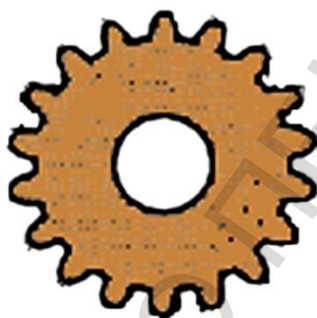
ΠΛΑΝΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΣΗΣ

Ένα πλανητικό σύστημα κίνησης αποτελείται από τα εξής μέλη:

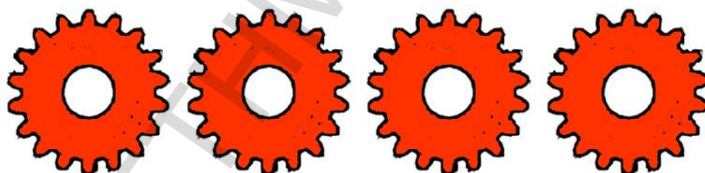
- Μια οδοντωτή στεφάνη (κορώνα) που φέρει άξονα και εσωτερική οδόντωση.



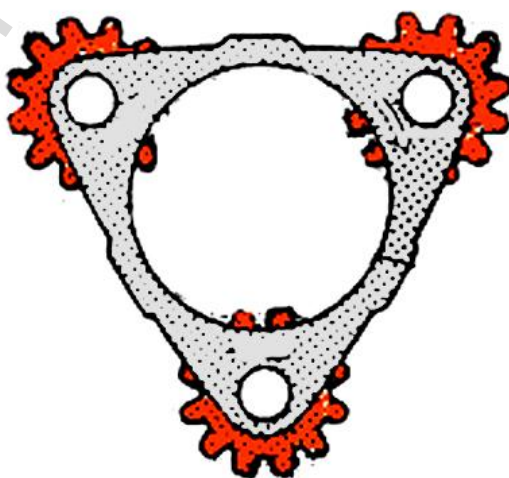
- Ένα κεντρικό οδοντωτό τροχό (πινιόν) που καλείται ήλιος.



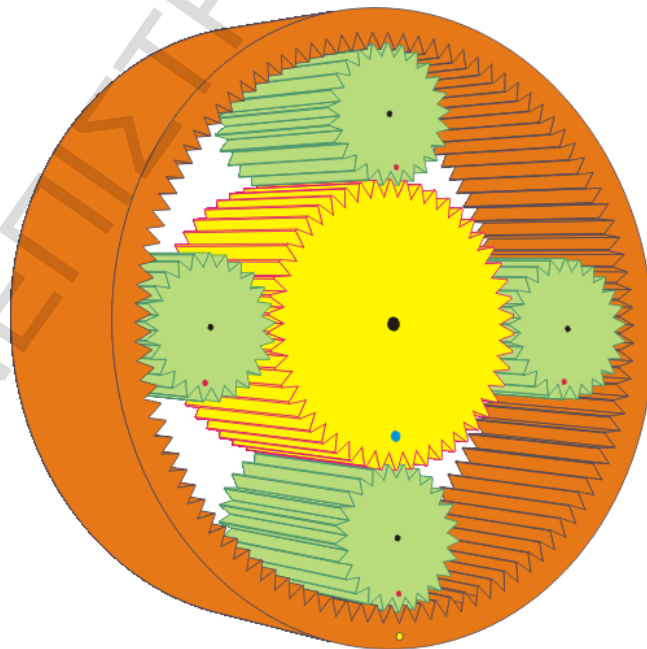
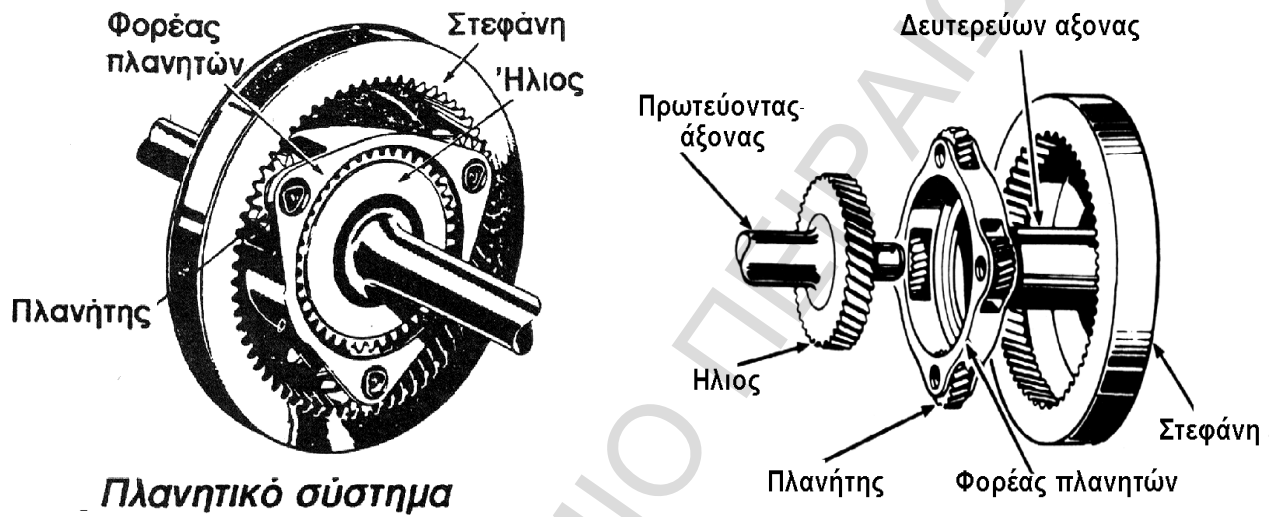
- Δύο, τρεις ή περισσότερους οδοντωτούς τροχούς που καλούνται πλανήτες και είναι πάντα σε εμπλοκή μεταξύ στεφάνης και ήλιου και περιστρέφονται επί αξονίσκων.

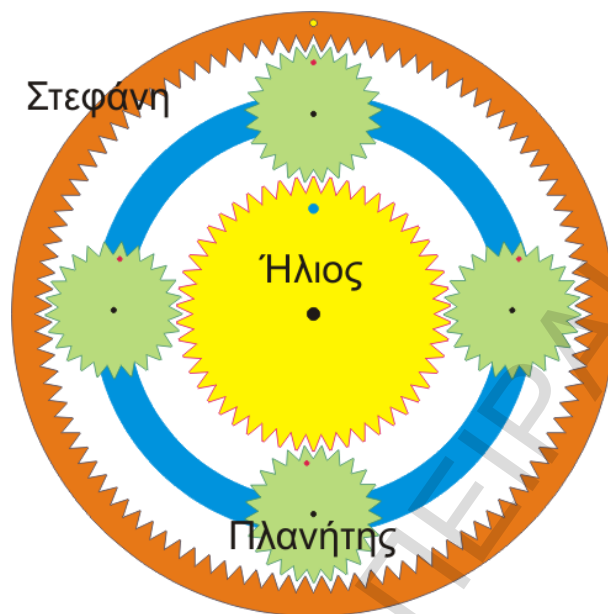


- Από τον φορέα των πλανητών πάνω στον οποίο είναι στερεωμένοι οι αξονίσκοι με τους πλανήτες.



Ο φορέας καταλήγει σε άξονα, ο οποίος είναι ευθυγραμμισμένος με τον άξονα του "ήλιου", ενώ και οι δύο αυτοί άξονες είναι απόλυτα κεντραρισμένοι με την οδοντωτή στεφάνη, η οποία και φέρει τον δικό της άξονα



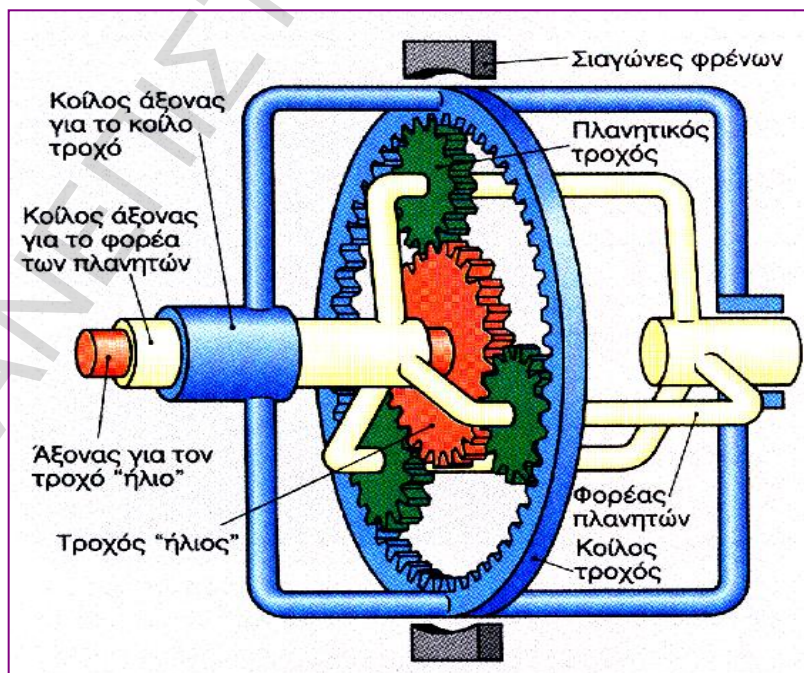


Τα εξαρτήματα αυτά είναι τοποθετημένα επάνω σε τρεις άξονες που αποτελούν τα μέλη του πλανητικού συστήματος.

1^{ος} άξονας κόκκινος Ήλιος.

2^{ος} άξονας πράσινοι Πλανήτες.

3^{ος} άξονας μπλε Στεφάνη.

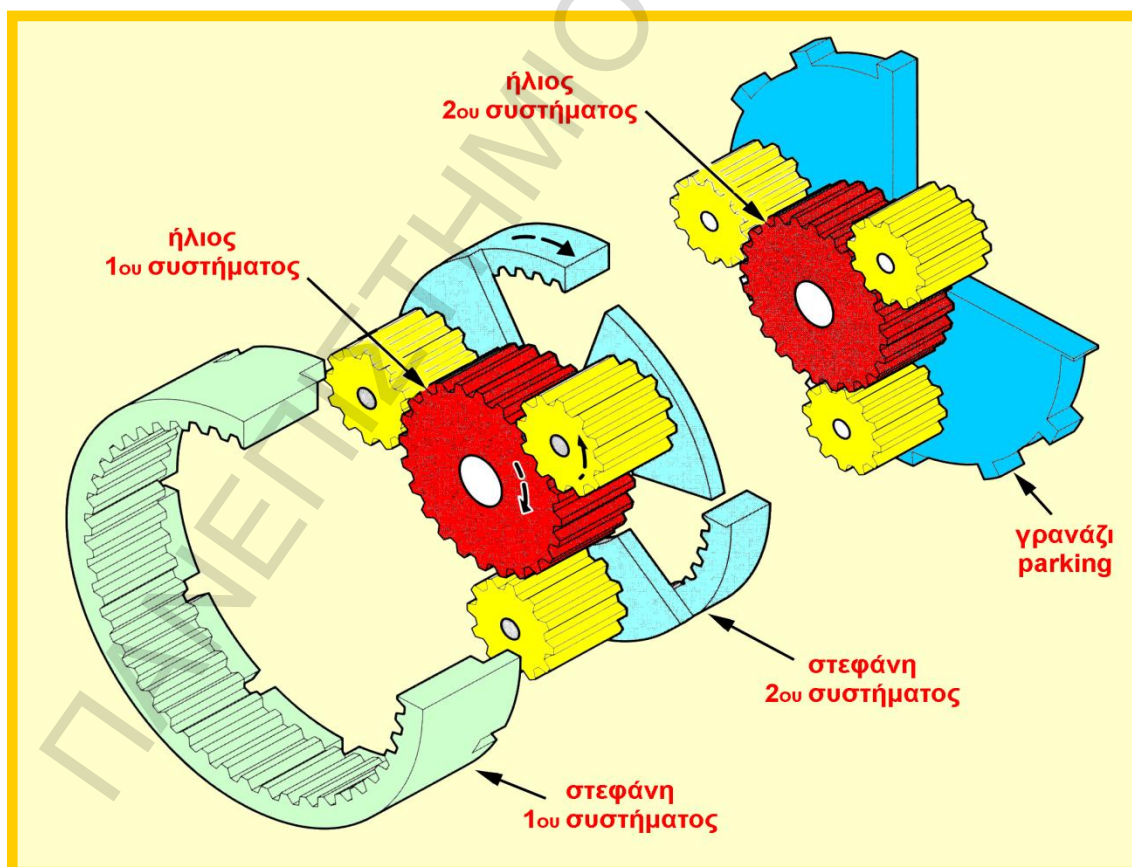


Ο κεντρικός οδοντωτός τροχός, που ονομάζεται ήλιος συνδέεται με τον πρώτο συμπαγή άξονα.

Γύρω από τον ήλιο τοποθετούνται οι πλανήτες. Οι άξονες των πλανητών στερεώνονται σε ίσες μεταξύ τους γωνίες στον φορέα. Κάθε πλανήτης περιστρέφεται ελεύθερα στον δικό του άξονα. Στην άκρη κάθε άξονα υπάρχει ένα τύμπανο πάνω στο οποίο μπορεί να ενεργήσει μία πέδη (φρένο) και να ακινητοποιήσει το αντίστοιχο σύστημα. Κάθε ένα μέλος χωριστά μπορεί ακόμα να πάρει ή να δώσει κίνηση.

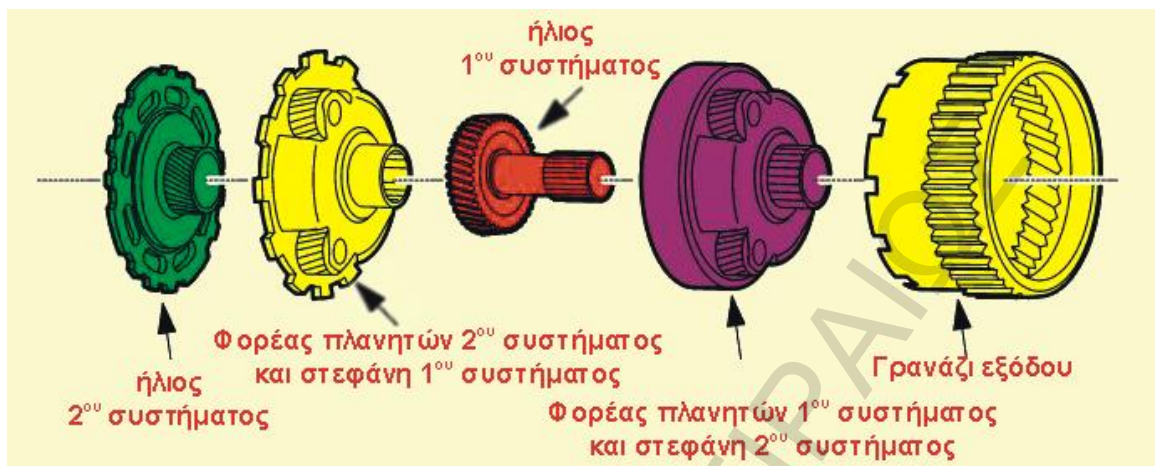
Λειτουργία του πλανητικού συστήματος μετάδοσης κίνησης.

Η κίνηση ανάλογα με τις επιθυμητές σχέσης μετάδοσης, μεταφέρεται πότε στο ένα και πότε στο άλλο γρανάζι των πλανητικών συστημάτων, και από εκεί στα υπόλοιπα και τελικά φτάνει στον άξονα εξόδου.



Σε μία συνηθισμένη διάταξη πλανητικών συστημάτων, οι ήλιοι βρίσκονται πάνω σε έναν κοινό άξονα και περιστρέφονται ταυτόχρονα. Έτσι, όταν η στεφάνη ή οι πλανήτες του πλανητικού

συστήματος, μεταδίδουν την κίνηση στον κεντρικό άξονα των ήλιων, αυτός με τη σειρά του μεταδίδει την κίνηση στη στεφάνη και τους πλανήτες του πίσω πλανητικού συστήματος.



Για παράδειγμα, αν ο άξονας των πλανητών είναι σταθερός και ο άξονας εισόδου της κίνησης είναι ο άξονας της στεφάνης, τότε ο άξονας του ήλιου θα περιστραφεί με αντίθετη φορά και με σχέση μετάδοσης ανάλογη του λόγου των δοντιών ήλιου – στεφάνης. Όταν ο ήλιος είναι σταθεροποιημένος και ο άξονας εισόδου είναι ο άξονας της στεφάνης (**ταχύτητα περιστροφής ω_B**) τα γρανάζια των πλανητών παρασύρονται από την στεφάνη και αρχίζουν να περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους και γύρω από τον άξονα του ήλιου. Αυτό σημαίνει ότι ο άξονας του φορέα των πλανητών θα στραφεί κατά την ίδια φορά αλλά με **ταχύτητα περιστροφής ω_C** , μικρότερη από αυτή της στεφάνης. Η ταχύτητα περιστροφής υπολογίζεται: $\omega_C = \omega_B / i$ όπου: i = σχέση μετάδοσης

Συνδυασμοί κινήσεων μεταξύ αξόνων αυτόματου κιβωτίου			
Άξονας Εισόδου	Άξονας Εξόδου	Σταθερό Εξάρτημα	Σχέση Μετάδοσης
A	C	B	$i = 1 + Z_B / Z_A$
B	C	A	$i = 1 + Z_A / Z_B$
C	A	B	$i = 1 / (1 + Z_B / Z_A)$
C	B	A	$i = 1 / (1 + Z_A / Z_B)$
A	B	C	$i = -Z_B / Z_A$
B	A	C	$i = -Z_A / Z_B$

Όπου:

A: Ήλιος

i: τελική σχέση μετάδοσης

B: Οδοντωτή στεφάνη

Z_B : αριθμός δοντιών στεφάνης

C: Άξονας πλανητών

Z_A : αριθμός δοντιών ήλιου

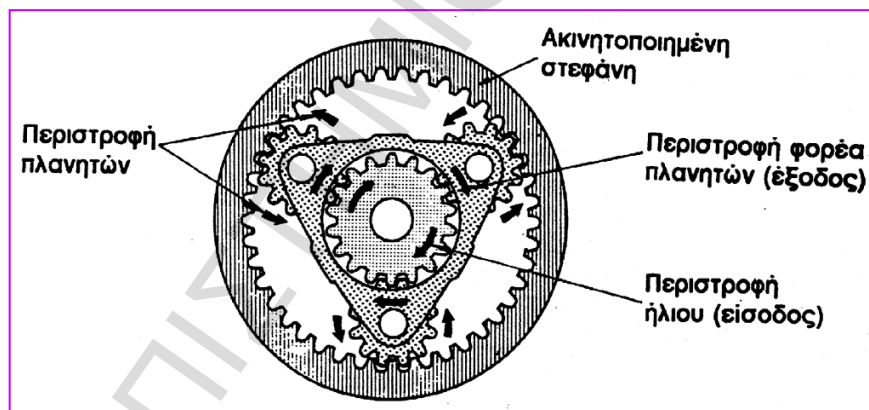
Πρώτη Ταχύτητα

Εισαγωγή κίνησης στο πλανητικό σύστημα: από τον ήλιο

Ακίνητοποιημένη η στεφάνη, κινητήριος ο ήλιος.

Τρόπος Μετάδοση κίνησης

Η στεφάνη είναι σταθερή, περιστρέφεται ο ήλιος, οι πλανήτες παρασύρονται από την περιστροφή του, κυλίνουν επάνω στα δόντια της στεφάνης και περιστρέφονται παρασύροντας τον φορέα τους, με αποτέλεσμα να τον περιστρέψουν. Η κίνηση μεταφέρεται από τον φορέα των πλανητών έξω από το πλανητικό σύστημα *υπό-πολλαπλασιασμένη*.



Δεύτερη ταχύτητα

Εισαγωγή κίνησης στο πλανητικό σύστημα: από την στεφάνη.

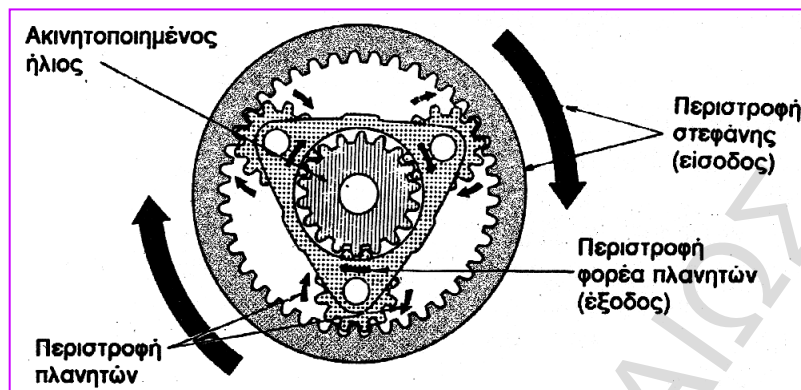
Ακίνητος ο ήλιος, Κινητήρια η στεφάνη.

Τρόπος Μετάδοση κίνησης

Η στεφάνη την μεταδίδει την κίνηση στους πλανήτες. Οι πλανήτες εξαναγκάζονται να περιστραφούν γύρω από τον ήλιο, περιστρέφοντας τον φορέα τους, με την ίδια φορά που περιστρέφεται η στεφάνη.

Η κίνηση μεταφέρεται από τον φορέα των πλανητών έξω από το πλανητικό σύστημα *υπό-*

πολλαπλασιασμένη.



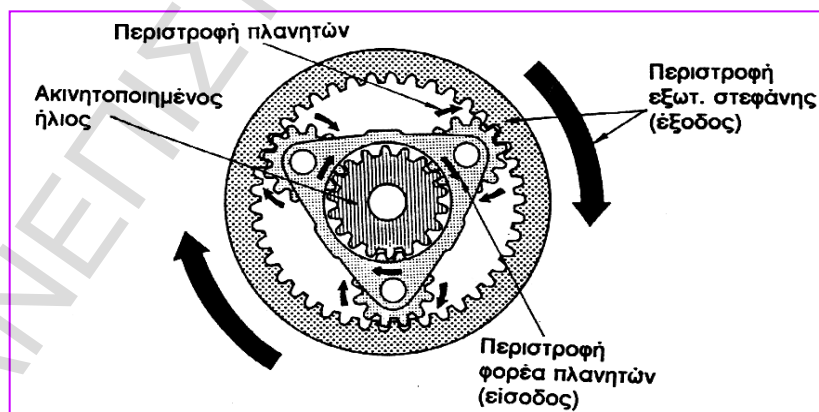
Τρίτη ταχύτητα

Εισαγωγή κίνησης στο πλανητικό σύστημα: Από τον φορέα των πλανητών
Ακίνητοποιημένος ήλιος, Κινητήριος ο άξονας του φορέα των πλανητών.

Τρόπος Μετάδοση κίνησης

Αφού ο ήλιος είναι ακίνητοποιημένος, και περιστρέφεται ο φορέας των πλανητών γύρω του, αναγκαστικά περιστρέφονται γύρω από τον ήλιο και ταυτόχρονα γύρω από τον άξονά τους οι πλανήτες, δηλαδή κυλίνουν επάνω στα δόντια του ήλιου. Οι δύο αυτές κινήσεις μεταδίδονται στη στεφάνη, με αποτέλεσμα να περιστρέφεται πιο γρήγορα από τον φορέα των πλανητών.

Η κίνηση μεταφέρεται από τη στεφάνη έξω από το πλανητικό σύστημα *υπέρ-πολλαπλασιασμένη*.



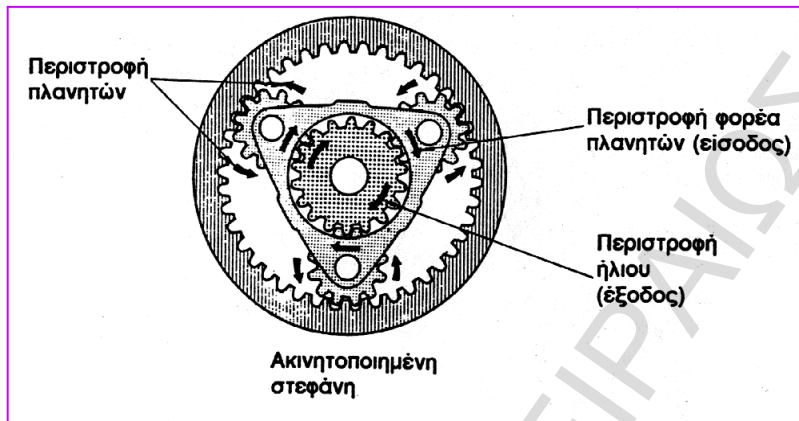
Τετάρτη ταχύτητα

Εισαγωγή κίνησης στο πλανητικό σύστημα: Από τον φορέα των πλανητών

Ακίνητοποιημένη στεφάνη, κινητήριος ο φορέας των πλανητών

Τρόπος Μετάδοση κίνησης

Αφού περιστρέφεται ο φορέας των πλανητών και η στεφάνη είναι ακίνητη, οι πλανήτες κυλίνουν στα δόντια της στεφάνης, περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους, παρασύροντας σε περιστροφή τον ήλιο. Η κίνηση από τον ήλιο μεταφέρεται έξω από το πλανητικό σύστημα *υπέρ-πολλαπλασιασμένη*.



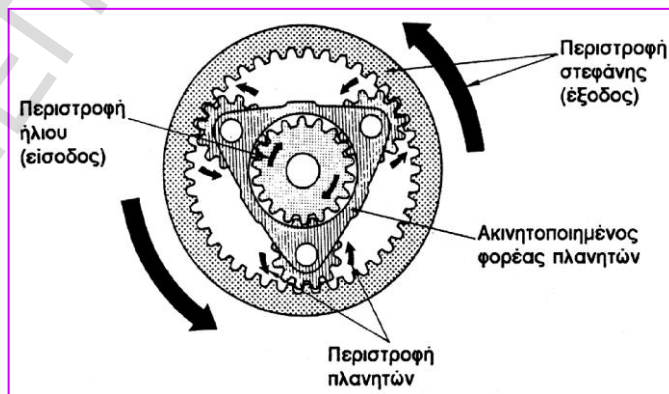
Οπισθοπορεία

Εισαγωγή κίνησης στο πλανητικό σύστημα: Από τον ήλιο

Ακίνητος φορέας πλανητών, κινητήριος ο ήλιος.

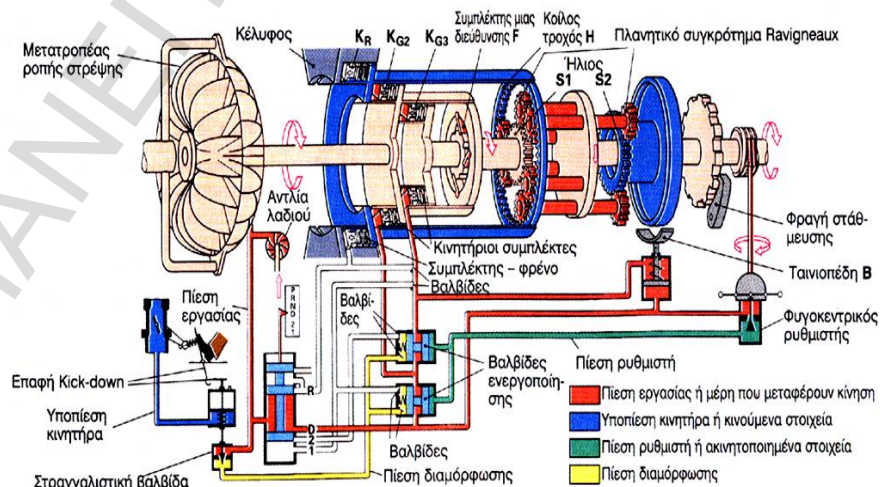
Τρόπος Μετάδοση κίνησης

Αφού ακίνητος είναι ο φορέας των πλανητών και περιστρέφεται ο ήλιος, οι πλανήτες περιστρέφονται μόνο γύρω από τον άξονά τους, με αντίθετη φορά προς την φορά του ήλιου. Η κίνηση που μεταδίδεται στη στεφάνη, την αναγκάζει να περιστραφεί με την ίδια φορά που περιστρέφονται οι πλανήτες, αλλά αντίθετη από αυτή του ήλιου. Η κίνηση μεταφέρεται έξω από το πλανητικό σύστημα από τη στεφάνη, αλλά με αντίθετη φορά και με μειωμένη ταχύτητα.



ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Ταχύτητα	Σταθερό μέρος	Κίνηση		Σχέση μετάδοσης
		Είσοδος	Έξοδος	
1 ^η	Στεφάνη	Ήλιος	Φορέας πλανητών	υπό-πολλαπλασιασμένη
2 ^η	Ήλιος	Στεφάνη	Φορέας πλανητών	υπό-πολλαπλασιασμένη
3 ^η	Ήλιος	Φορέας πλανητών	Στεφάνη	υπέρ-πολλαπλασιασμένη
4 ^η	Στεφάνη	Φορέας πλανητών	Ήλιος	υπέρ-πολλαπλασιασμένη
Όπισθεν	Φορέας πλανητών	Ήλιος	Στεφάνη	αντίθετη φορά και μειωμένη ταχύτητα
Νεκρά	Όταν και τα τρία μέλη του πλανητικού συστήματος είναι ελεύθερα, τότε η κίνηση δεν			Καμία
1:1	Όταν ακινητοποιηθούν δύο μέλη του πλανητικού συστήματος			1:1



Σταθερό εξάρτημα	1η	2η	3η	4η	Όπισθεν
Ήλιος 1ου συστήματος	Ροπή εισόδου (σύμπλεξη 1ης-3ης)	Ροπή εισόδου (σύμπλεξη 1ης-3ης)	Ροπή εισόδου (σύμπλεξη 1ης-3ης)	Περιστρέφεται ελεύθερα	Περιστρέφεται ελεύθερα
Ήλιος 2ου συστήματος	Περιστρέφεται ελεύθερα	Σταθερός (φρένο 2ης-4ης)		Σταθερός (φρένο 2ης-4ης)	Ροπή εισόδου (σύμπλεξη Όπισθεν)
Στεφάνη 1ου συστήματος & Φορέας πλανητών 2ου συστήματος	Σταθερή (μονόφορος συμπλέκτης 1ης)	Περιστρέφεται ελεύθερα	Ροπή εισόδου (σύμπλεξη (3ης/4ης)	Ροπή εισόδου (σύμπλεξη 3ης/4ης)	Σταθερή (φρένο όπισθεν)
Στεφάνη 2ου συστήματος & Φορέας πλανητών 1ου συστήματος	Ροπή εξόδου	Ροπή εξόδου	Ροπή εξόδου	Ροπή εξόδου	Ροπή εξόδου

<p>Δραστηριότητα 1^η:</p> <p>διερεύνηση της έννοιας της σχέσης μετάδοσης σε συνδυασμό με τον αριθμό δοντιών των εμπλεκόμενων οδοντωτών τροχών</p>	<p>Καλείστε να υπολογίσετε (αφού μελετήσετε την αντίστοιχη θεωρία) την ταχύτητα εξόδου ω σε r.p.m σε πλανητικό σύστημα μετάδοσης κίνησης, με την βοήθεια του πίνακα (Συνδυασμοί κινήσεων μεταξύ αξόνων αυτόματου κιβωτίου).</p> <p>Χαρακτηριστικά οδοντωτών τροχών:</p> <p>ΗΛΙΟΣ: $Z_A = 28$ δόντια</p> <p>ΠΛΑΝΗΤΕΣ: $Z_C = 16$ δόντια</p> <p>ΟΔΟΝΤΩΤΗ ΣΤΕΦΑΝΗ: $Z_B = 64$ δόντια</p> <p>Για τον υπολογισμό της ταχύτητας εξόδου θα χρησιμοποιήσετε τον τύπο:</p> $\omega_C = \omega_B / i \quad \text{όπου: } i = \text{σχέση μετάδοσης}$ <p>Για τον υπολογισμό της σχέσης μετάδοσης θα χρησιμοποιήσετε τον πίνακα (Συνδυασμοί κινήσεων μεταξύ αξόνων αυτόματου κιβωτίου) όπου και δύνονται οι δυνατοί συνδυασμοί κινήσεων μεταξύ των γραναζιών- αξόνων του πλανητικού συστήματος:</p> <p>Καταγράψτε τα αποτελέσματα στο φύλλο εργασίας και να αιτιολογήσετε τις</p>
--	--

– συνδυασμοί οδοντωτών τροχών σε πλανητικό σύστημα για την επίτευξη επιτάχυνσης – επιβράδυνσης – οπισθοπορείας - ακινητοποίησης

απαντήσεις σας.

ΑΞΟΝΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	ΣΤΑΘΕΡΟ ΕΞΑΡΤΗΜΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΞΟΔΟΥ
B	C	3500 r.p.m	
A	B	1200 r.p.m	
C	A	1000 r.p.m	
A	C	1200 r.p.m	
B	A	2500 r.p.m	
C	B	3800 r.p.m	

Αιτιολογήστε και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας:

.....

.....

.....

.....

.....

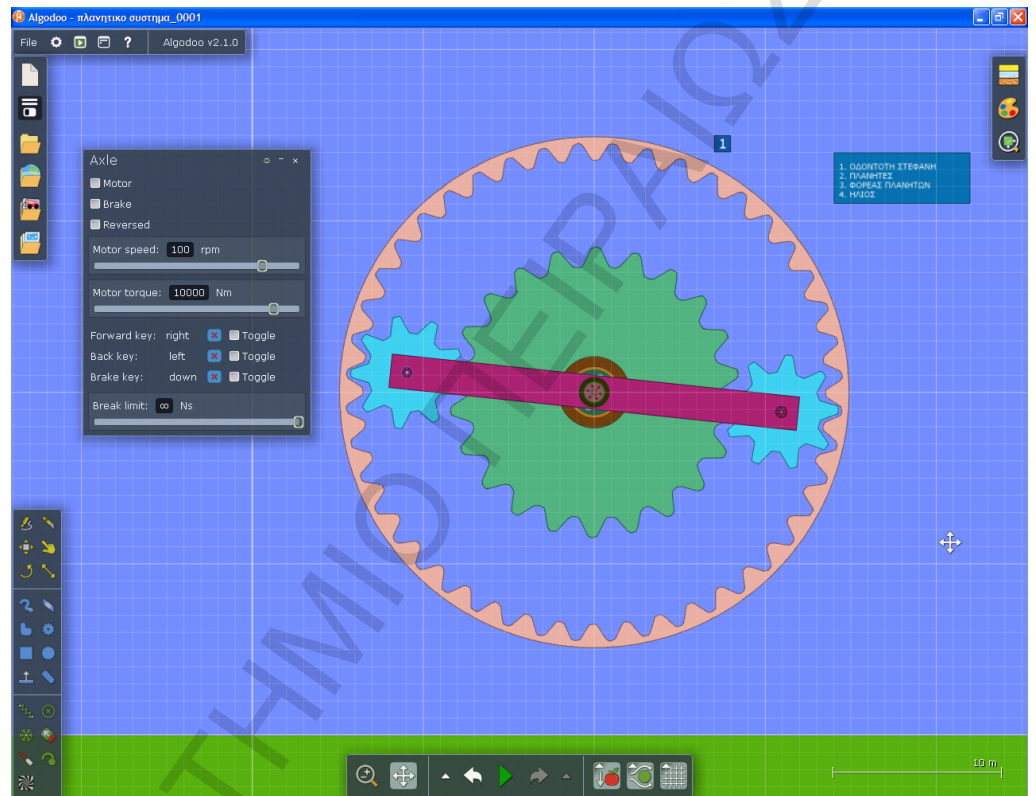
Ανοίξτε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: Πλανητικό σύστημα μετάδοσης κίνησης) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:

Δραστηριότητα 2^η:
Κατασκευή εξαρτημάτων από το οποία αποτελείται ένα πλανητικό σύστημα



μετάδοσης
κίνησης.

Η κάθε ομάδα καλείτε να κατασκευάσει τα επιμέρους εξάρτημα (ήλιος – οδοντωτή στεφάνη - φορέα πλανητών – πλανήτες) από τα οποία αποτελείται το πλανητικό σύστημα μετάδοσης κίνησης και να διερευνήσει πώς συνεργάζεται μεταξύ τους.



Καλείται επίσης να επιλέξει την κατάλληλη κλίμακα στο σενάριο που θα κατασκευάσει ώστε να επιτύχει τον απαραίτητο αριθμό δοντιών στα γρανάζια, (όπως αυτά δίνονται στην άσκηση της προηγούμενης φάσης). Θα πρέπει να παρατηρήσει πώς αυτά συνεργάζονται μεταξύ τους και να δημιουργήσει άξονες περιστροφής, όπως αυτά θα εμπλέκονται μεταξύ τους σε πραγματικές συνθήκες.

Ανοίξετε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: **planitiko kivotio**) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:

Δραστηριότητα

3^η:

κινηματική
αλυσίδα
λειτουργίας του
πλανητικού
συστήματος
μετάδοσης κίνησης
ανάλογα με τον
τρόπο λειτουργίας
του.



Ζητείται από την κάθε ομάδα να αναγνωρίζει τα επιμέρους εξαρτήματα του πλανητικού συστήματος πέδησης.

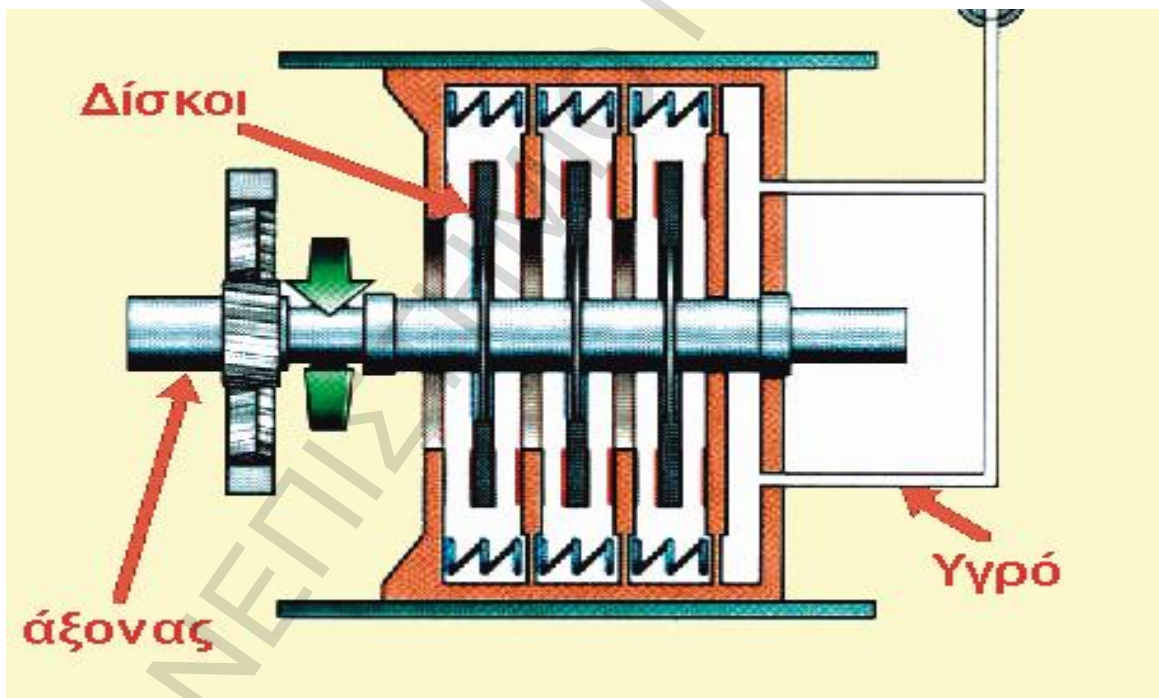
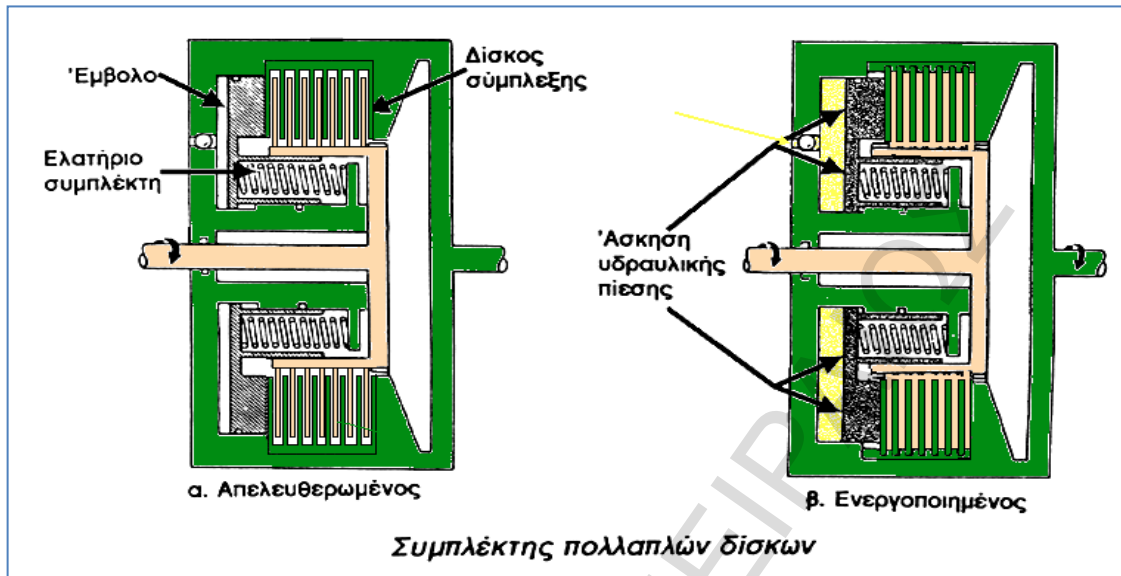
Αφού κατασκευάσατε το πλανητικό σύστημα σύμφωνα με τις οδηγίες που πήρατε δώστε τις τιμές (ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ, ΑΞΟΝΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ, ΣΤΑΘΕΡΟ ΕΞΑΡΤΗΜΑ) όπως στην άσκηση και δείτε αν πράγματι επαληθεύονται.

Περισσότερες πληροφορίες:

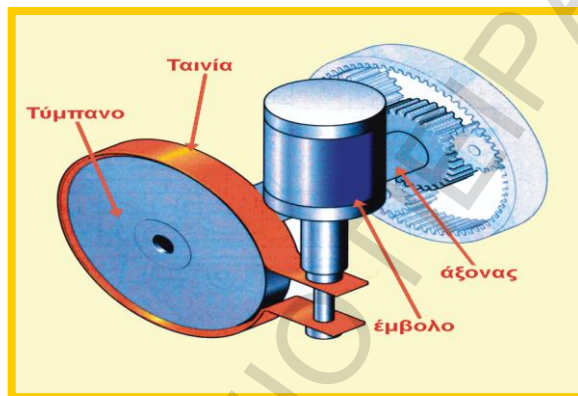
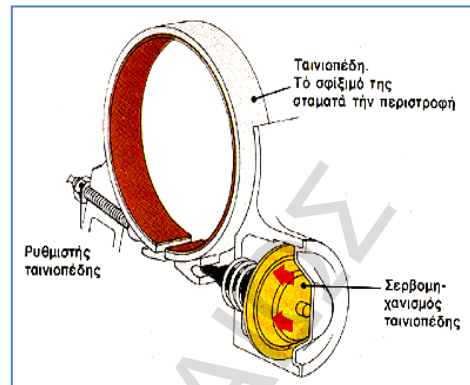
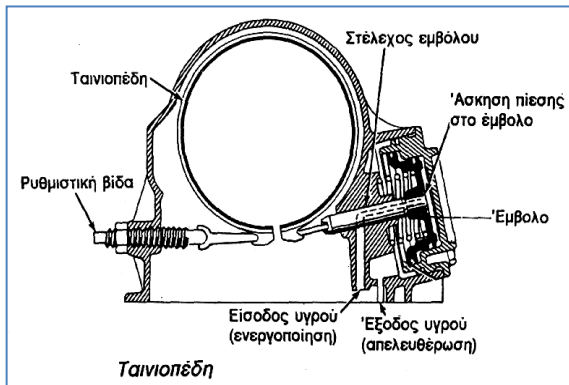
ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

Οι κυριότεροι μηχανισμοί ελέγχου του κιβωτίου είναι:

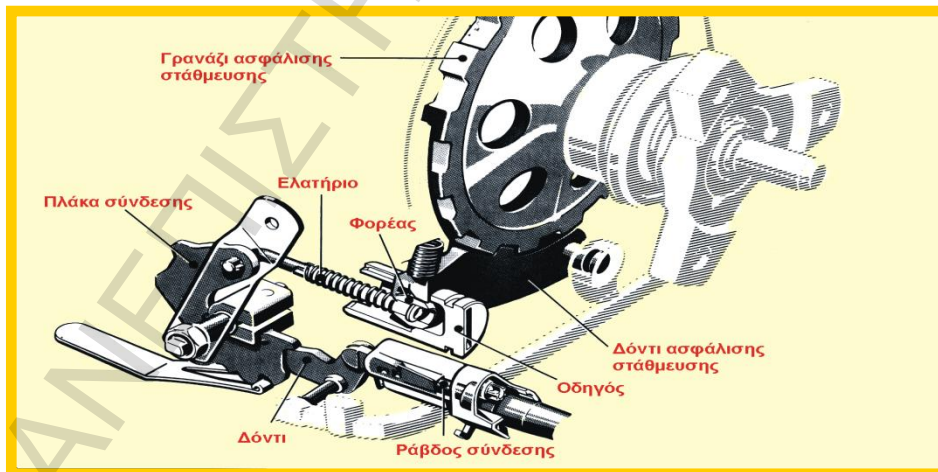
- Οι συμπλέκτες πολλαπλών δίσκων (πολύδισκοι συμπλέκτες). Αυτοί οι συμπλέκτες μεταφέρουν τη ροπή στρέψης.



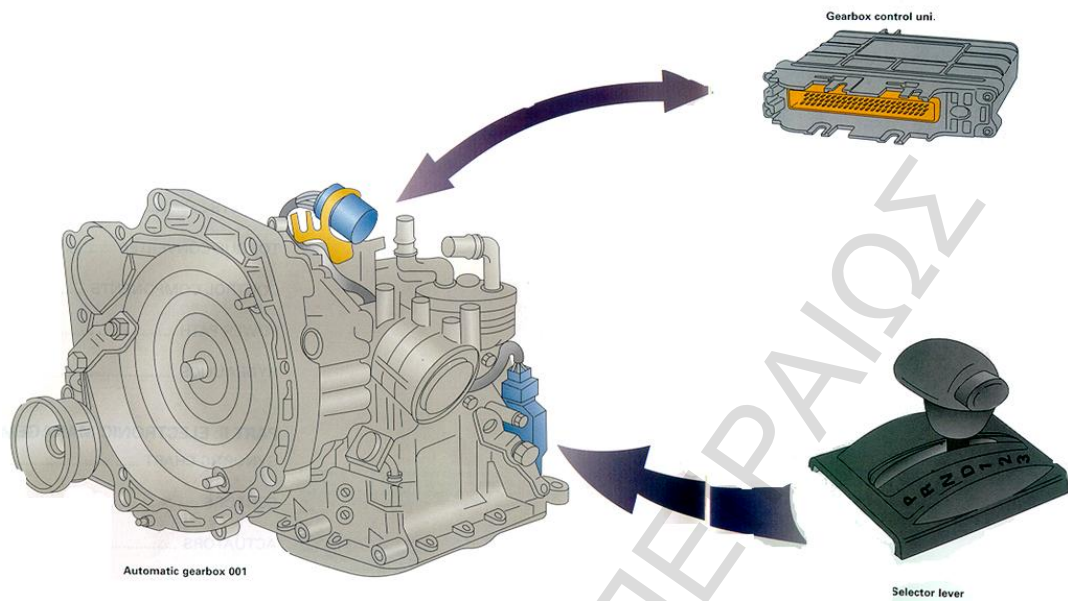
- **Οι ταινιοπέδες:** Αυτοί οι μηχανισμοί ακινητοποιούν τα διάφορα μέλη των πλανητικών συστημάτων, ώστε να επιτυγχάνονται οι διάφοροι συνδυασμοί και τελικά η επιθυμητή σχέση μετάδοσης.



Μηχανισμός στάθμευσης (parking).



Οι μηχανισμοί αυτοί ενεργοποιούνται από το υδραυλικό σύστημα ελέγχου (εγκέφαλο), που είναι τοποθετημένο στο κάτω μέρος του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων.



Οι εντολές στο υδραυλικό σύστημα δίνονται από τον μοχλό επιλογής ταχυτήτων, που βρίσκεται στην καμπίνα του οδηγού.



Η πιο απλή σειρά επιλογής είναι P R N D L.

Η θέση P είναι για την ακινητοποίηση (στάθμευση) του οχήματος

Η θέση R είναι για την όπισθεν

Η θέση **N** είναι για το νεκρό.

Η θέση **D** είναι για την εμπρός αυτόματη οδήγηση.

Η θέση **L** είναι για την εμπρός αυτόματη οδήγηση με μικρή ταχύτητα



Ένδειξη επιλογή	Λειτουργία
P (parking)	Στάση, το κιβώτιο είναι μπλοκαρισμένο και δεν επιτρέπεται η κίνηση του αυτοκινήτου
N(neutral)	Νεκρά, ο κινητήρας είναι αποσυνδεδεμένος από το κιβώτιο.
R (reverse)	Όπισθεν
D (drive)	Μπροσινή κίνηση, το κιβώτιο ταχυτήτων μπορεί να επιλέξει τις 3 ταχύτητες και την τελική ταχύτητα πολλαπλασιασμού των στροφών (οβερντράιβ).
2	Μπροσινή κίνηση, το κιβώτιο ταχυτήτων μπορεί να επιλέξει μόνο την 1η και την 2η ταχύτητα.
L (Low)	Μπροσινή κίνηση, το κιβώτιο ταχυτήτων μπορεί να επιλέξει μόνο την 1η ταχύτητα.
O/D	Με το πλήκτρο "O/D" ενεργοποιημένο (κατάσταση "ON") το κιβώτιο ταχυτήτων μπορεί να επιλέξει και τη ταχύτητα πολλαπλασιασμού των στροφών (οβερντράιβ) που χρησιμοποιείται σε κίνηση του αυτοκινήτου με υψηλή ταχύτητα και χαμηλές στροφές λειτουργίας του κινητήρα.

Πιθανά προβλήματα – βλάβες – κακή λειτουργία του συστήματος

Η προβληματική λειτουργία των αυτομάτων κιβωτίων μπορεί να εμφανίζει τα παρακάτω συμπτώματα:

- Καθυστέρηση στην αλλαγή των ταχυτήτων
- Αδυναμία αλλαγής ταχυτήτων
- Υπερβολικό θόρυβο κατά τις αλλαγές ταχυτήτων
- Αύξημένη κατανάλωση καυσίμου
- Μπλοκάρισμα του κιβωτίου και ακινητοποίηση του αυτοκινήτου
- Διαρροή λαδιού
- Σκορτσαρίσματα κατά τις αλλαγές ταχυτήτων
- Βούισμα

Βίντεο σχετικά με την λειτουργία του πλανητικού συστήματος μετάδοσης κίνησης:

<http://www.youtube.com/watch?v=wZQqWRF2MOE>

<http://www.youtube.com/watch?v=JXrHDjcQIIU>

<http://www.youtube.com/watch?v=1ByVBBfEXWk>

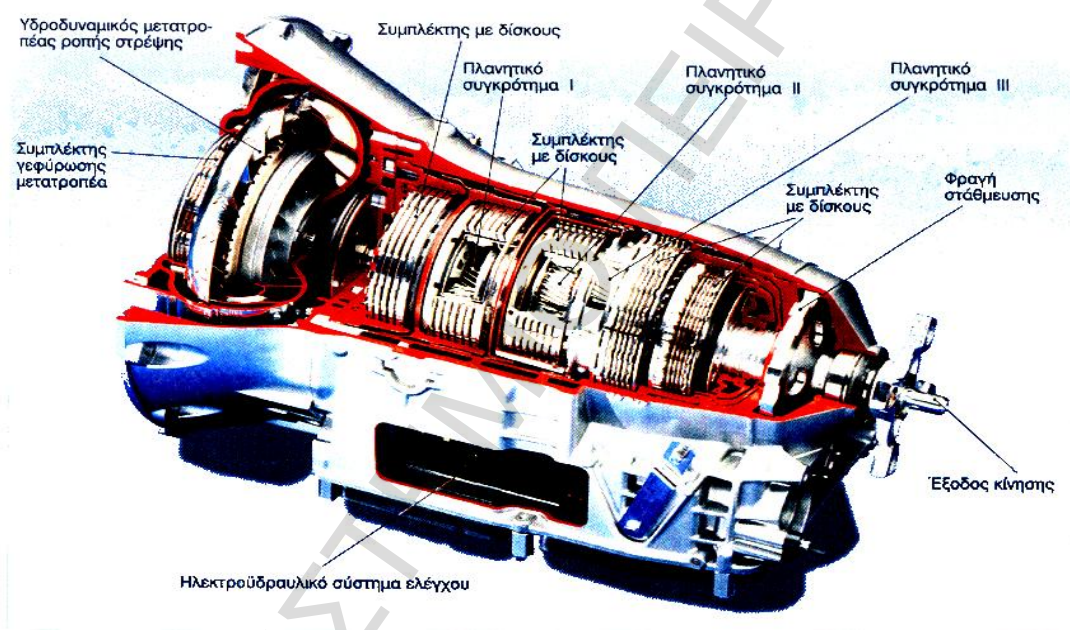
<http://www.youtube.com/watch?v=rQhzruw2Qh8>

<http://www.youtube.com/watch?v=UakeTEJIXGw>

<http://www.youtube.com/watch?v=JBB1sC7LCuQ>

ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ:

ΑΦΑΙΡΕΣΗ – ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ – ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.



Πλήρως αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, 5 σχέσεων, με 3 πλανητικά συγκροτήματα (τύπου Wilson)

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Να αποκτήσουν οι εκπαιδευόμενοι δεξιότητες:

**Αφαίρεσης - αποσυναρμολόγησης του συγκροτήματος αυτόματου κιβωτίου.
την επιθεώρηση των εξαρτημάτων του.**

Και συναρμολόγηση του συγκροτήματος αυτόματου κιβωτίου.

**ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ
ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ
ΣΥΣΚΕΥΕΣ**

Ανυψωτικό μηχάνημα.
Τρίποδα.
Εξολκέας οδοντωτών τροχών.
Πένσα εξαγωγής ελατηρίων οδοντωτών τροχών .
Πλαστικό σφυρί (ματσόλα)
Γερμανικά κλειδιά.

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Πρέπει να ακολουθούνται τα γενικά και απαραίτητα μέτρα ασφαλείας για εργασίες που γίνονται όταν ανυψώνεται αυτοκίνητο με γρύλο.
Προσοχή χρειάζεται στην χρήση των εργαλείων και κλειδιών. Προσοχή κατά την εξαγωγή των ελατηρίων -ασφαλειών.

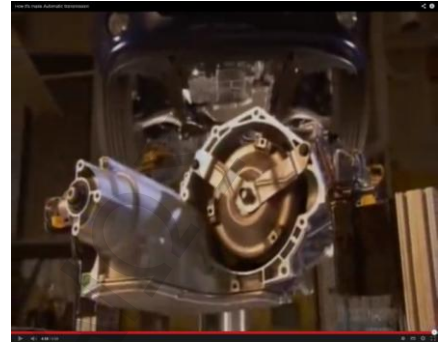
ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Εργασίες αφαίρεσης του συγκροτήματος αυτόματου κιβωτίου.

Ανυψώστε το αυτοκίνητο με την βοήθεια ανυψωτικού μηχανήματος περίπου 180 cm από το δάπεδο και ασφαλίστε το.



Αποσυναρμολογήστε το συγκρότημα αυτόματου κιβωτίου από τον κινητήρα του οχήματος, με την βοήθεια υδραυλικού γρύλου. Τοποθετήστε τον σε περιστρεφόμενη βάση στήριξης για ευκολότερη – ασφαλέστερη αποσυναρμολόγηση.



Ξεβιδώστε τις βίδες του καλύμματος του υδραυλικού συμπλέκτη και αφαιρέστε το.

Εάν έχει κολλήσει χτυπήστε το ελαφρά με ένα μαλακό σφυρί.



Αφαιρέστε τον υδραυλικό συμπλέκτη από το συγκρότημα του κιβωτίου ταχυτήτων.



Αποσυναρμολογήστε το δίκτυο σωληνώσεων, μεταφοράς υγρών.



Αφαιρέστε το δίκτυο σωληνώσεων, μεταφοράς υγρών.



Αποσυναρμολογήστε τα καπάκια των ελατηρίων εμπλοκής επάνω από τον κορμό του συμπλέκτη. και αφαιρέστε τα.



Αφαιρέστε τα ελατήρια εμπλοκής.



Χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο κατσαβίδι ή ένα ειδικό μοχλό, μετακινείτε προς τα έξω τον κύριο άξονα μετάδοσης κίνησης.



Ελέγξτε τον άξονα για φθορές – στρεβλώσεις.

Προσοχή.

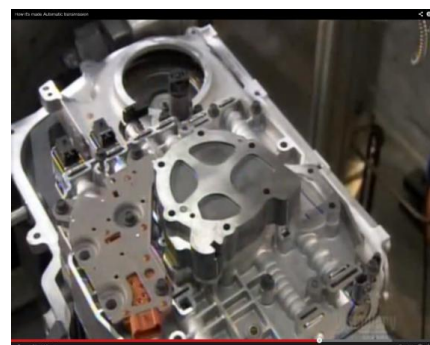
Συμβουλευτείτε το βιβλίο οδηγιών του κατασκευαστή.



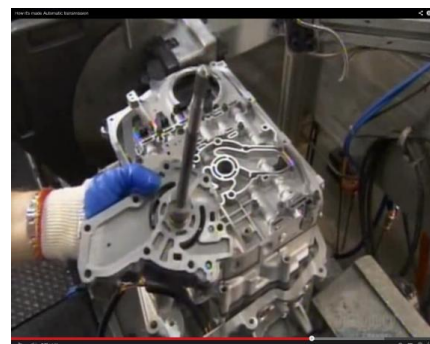
Περιστρέψτε το κιβώτιο ταχυτήτων πάνω στην βάση στερέωσης. Καθαρίστε τις εγκοπές συναρμογής χρησιμοποιώντας ένα κατσαβίδι.



Αφαιρέστε το κάλυμμα του κιβωτίου.



Αφαιρέστε το ενδιάμεσο κάλυμμα του κιβωτίου, με τον μοχλό σύμπλεξης - αποσύμπλεξης.



Αφαιρέστε το ενδιάμεσο κάλυμμα του κιβωτίου.



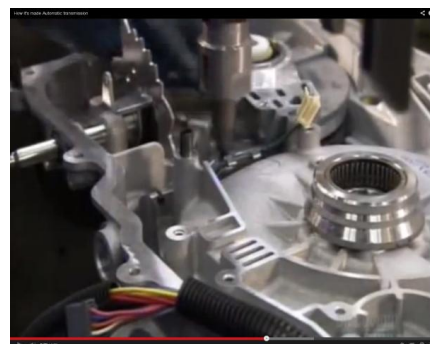
Αφαιρέστε την αλυσίδα (καδένα) μετάδοσης κίνησης μαζί με τους οδοντωτούς τροχούς.



Ελέγξτε την αλυσίδα για τυχόν φθορές.



Αποσυναρμολογήστε το καπάκι του συγκροτήματος πλανητών.



**Αφαιρέστε τους ηλεκτρονικούς αισθητήρες
στροφών του κιβωτίου.**



Ελέγξτε το συγκρότημα πλανητών.



**Αφαιρέστε τον συμπλέκτη πολλαπλών
δίσκων.**



Ελέγξτε τους δίσκους για τυχόν φθορές.



Αντικαταστήστε τους τυχόν φθαρμένους.



Αφαιρέστε τα επιμέρους πλανητικά συστήματα του κιβωτίου με ειδικό εξολκέα.



Ελέγξτε κάθε ένα ξεχωριστά.



Αφαιρέστε το κεντρικό πλανητικό συγκρότημα.



Αφαιρέστε τον κύριο άξονα με τους πλανήτες και τον ήλιο.



Ελέγξτε τον φορέα των πλανητών για τυχόν φθορές.



Με την χρήση ειδικού εξολκέα αφαιρέστε το κέλυφος του πλανητικού συστήματος.



Ελέγξτε την επιφάνεια του μηχανισμού εμπλοκής.



Ελέγξτε τον μηχανισμό αρπάγης του συμπλέκτη πολλαπλών δίσκων.



Αφαιρέστε το μηχανισμό εμπλοκής.



Με την χρήση ειδικού εξολκέα αφαιρέστε το πλανητικό σύστημα εμπλοκής με το διαφορικό.



Ελέγξτε το πλανητικό του διαφορικού.



Ελέγξτε το διαφορικό για φθορές.

Προσοχή.

Συμβουλευτείτε το βιβλίο οδηγιών του κατασκευαστή.



Για να συναρμολογήσετε το συγκρότημα αυτόματου κιβωτίου ακολουθήστε την αντίστροφη πορεία.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

7.4 4ο Εκπαιδευτικό σενάριο: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Εκπαιδευτικό Σενάριο Μαθήματος

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων	Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι
Ταξή: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου	Ενότητα : Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης (Άκερμαν – Κάμπερ – Κάστερ – Σύγκληση)
Καθηγητής:	Διάρκεια : 3 ώρες x 45΄
Εκπαιδευτικό Πρόβλημα : <p>Οι μαθητές ερχόμενοι στην εκπαιδευτική διαδικασία έχουν διαμορφωμένη άποψη για τα φυσικά φαινόμενα, δίνοντας τη δική τους ερμηνεία για αυτά, μέσω διαφόρων αλληλεπιδράσεων στην καθημερινή τους ζωή (Trowbridge and McDermott, 1981).</p> <p>Το εκπαιδευτικό πρόβλημα σχετίζεται με την αδυναμία πολλών μαθητών να κατανοήσουν την τεχνική ορολογία αλλά και τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζονται οι νόμοι των φυσικών επιστημών στην λειτουργία των διαφόρων συστημάτων του αυτοκινήτου, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν και συνεργάζονται μεταξύ τους.</p> Στόχοι : Γνώσεις: <ol style="list-style-type: none">1. Να εξηγούν το λόγο ύπαρξης του συστήματος διεύθυνσης στο αυτοκίνητο2. Να μπορούν να διακρίνουν και να αναφέρουν τα μέρη και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το σύστημα διεύθυνσης ενός οχήματος.	

3. Να είναι σε θέση να αξιολογήσουν και να τεκμηριώσουν την σημασία ύπαρξης του τετραπλεύρου του Άκερμαν στο σύστημα διεύθυνσης των αυτοκινήτων και να εξηγούν την λειτουργία του..
4. Να είναι ικανοί να ορίζουν τις γωνίες Κάμπερ, Κάστερ και λοιπές γωνίες του συστήματος διεύθυνσης, ανάλογα με την θέση των τροχών και να περιγράφουν την επίδραση τους στην λειτουργία του συστήματος.

Δεξιότητες:

1. Να αναπτύσσουν την κριτική τους ικανότητα.
2. Να διακρίνουν, με την βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων, μοντέλων, προσομοιώσεων, πραγματικών εφαρμογών) τα διάφορα είδη συστημάτων διεύθυνσης.
3. Να εξηγούν, με την βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων, μοντέλων, προσομοιώσεων, πραγματικών εφαρμογών) την λειτουργία της κινηματικής αλυσίδας, μετά από την πυξίδα διεύθυνσης ή κρεμαγιέρας, ως τους τροχούς κατά περίπτωση.
4. Να μπορούν να συσχετίζουν τις πιθανές βλάβες του συστήματος διεύθυνσης, με τα πιθανά αίτια που τα προκαλούν.
5. Να συνδέουν τα θέματα και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην τάξη με τις πρακτικές εφαρμογές στο εργαστήριο.
6. Να ακολουθούν τους τρόπους συντήρησης των συστημάτων διεύθυνσης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών.

Στάσεις:

1. Οι μαθητές θα πρέπει να δείχνουν ενδιαφέρον για τεχνολογικά θέματα, ιδιαίτερα για την ειδικότητα που επέλεξαν ώστε να τα συνδέουν μεταξύ τους
2. Να ελέγχουν τη μαθησιακή τους πρόοδο.
3. Να αξιολογούν τη στρατηγική τους.
4. Να εκμεταλλεύονται την συνεχή ανατροφοδότηση που τους δίνει ο εκπαιδευτής, χρησιμοποιώντας την ως αφετηρία για περαιτέρω

βελτίωση, στην τάξη αλλά και στο εργαστήριο

Χαρακτηριστικά εκπαιδευομένων:

Γνωστικά:

1. Να έχουν βασικές γνώσεις Φυσικής - Γεωμετρίας.
2. Να έχουν καλή σχέση με την τεχνολογία, τις εφαρμογές λογισμικού και το διαδίκτυο.
3. Να είναι εξοικειωμένοι με την χρήση εργαλείων χειρός, αλλά και συσκευών.

Ψυχοκοινωνικά:

1. Να επιθυμούν να συμμετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία.
2. Να είναι πρόθυμοι να συνεργάζονται σε ομάδες ομότιμα, σεβόμενοι την διαφορετικότητα των απόψεων των συμμαθητών τους.
3. Να είναι πρόθυμοι να προσεγγίσουν την ανακαλυπτική διαδικασία μέσω πειραμάτων. Μέσα από ομαδοσυνεργατικές διαδικασίες να καταβάλουν συνειδητή προσπάθεια και δραστηριοποίηση για την επίλυση των προβλημάτων.

Δημογραφικά:

1. Οι εκπαιδευόμενοι στα ΕΠΑ.Λ. είναι και των δύο φύλων, ηλικίας 16 έως 18 ετών.
2. Σε απογευματινά ΕΠΑΛ υπάρχουν και ενήλικες μαθητές εργαζόμενοι συνήθως, με διαμορφωμένη άποψη (εσφαλμένη ή όχι) σε πολλά θέματα.

Ανάγκες εκπαιδευομένων:

Οι εκπαιδευόμενοι έχουν την ανάγκη να:

1. Να αισθάνονται ικανοί να ελέγχουν την πορεία της μάθησης τους χρησιμοποιώντας την πρότερη γνώση για την οικοδόμηση νέας .
2. Να αναπτύξουν την κριτική τους ικανότητα μέσα από συνεχή ανατροφοδότηση, είτε από τον εκπαιδευτή, είτε από τους συμμαθητές τους.
3. Να αποκτήσουν δεξιότητες και το αίσθημα πληρότητας μέσα από πρακτικές – πειραματικές εμπειρίες.

Εκπαιδευτική προσέγγιση του εκπαιδευτικού σεναρίου

Για την επίλυση του υπό εξέταση διδακτικού προβλήματος, επιλέχθηκε ως καταλληλότερη η εκπαιδευτική προσέγγιση που βασίζεται στις αρχές του διδακτικού μοντέλου της διερευνητικής μάθησης.

Για την υλοποίηση του επιλεγμένου διδακτικού μοντέλου, λάβαμε υπόψη μας, τις παρακάτω παραμέτρους:

1. Παρουσίαση του θέματος με τρόπο που να κινητοποιήσει τις ανάγκες των εκπαιδευομένων: αναφορές σε καθημερινά προβλήματα των μαθητών.
2. Διάρκεια: Μάθημα 2 x 45 λεπτά / Δραστηριότητες – Εφαρμογές 1 x 45 λεπτά.
3. Ηλεκτρονικός υπολογιστής - Διαδραστικός Πίνακας ή Βίντεο προβολέας
4. Λογισμικό: Microsoft Office 2007 - προσομοίωσης ALGODOO

Πορεία Διδασκαλίας – Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες – Χρονοδιάγραμμα :			
Πορεία διδασκαλίας	Μεθοδολογία	Μέσα διδασκαλίας	Χρόνος
Φάση 1^η: Κινητοποίηση αναγκών - καθοδήγηση των μαθητών			
Ο καθηγητής δίνει στους μαθητές τα κατάλληλα ερεθίσματα ώστε να αναγάγει το φαινόμενο σε πρόβλημα, με σύντομη αναδρομή σε πρότερες γνώσεις ενεργοποιώντας τις ανάγκες των μαθητών.	Διάλεξη		4
Φάση 2^η: Παρουσίαση – Διερεύνηση του προβλήματος			
Ο εκπαιδευτής ανοίγει την παρουσίαση προβάλλοντας βίντεο και εικόνες από πρακτικά παραδείγματα στους εκπαιδευόμενους, στα οποία εμφανίζεται το πρόβλημα προς διερεύνηση, με το οποίο θα ασχοληθούν. Παρουσιάζει τους λόγους για τους οποίους είναι απαραίτητη η ύπαρξη του συστήματος διεύθυνσης στο αυτοκίνητο.	Επίδειξη - Προβολή	H/Y – projector	6
Συζήτηση με τους μαθητές: Στη συνέχεια γίνεται συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτή και εκπαιδευόμενων όπου παραθέτουν τα δικά τους παραδείγματα. Οι μαθητές είναι ιδιαίτερα εξοικειωμένοι με το αυτοκίνητο (μερικοί από αυτούς εργάζονται) πολλές φορές με εσφαλμένες απόψεις.	Συζήτηση		5
Ο εκπαιδευτής παρουσιάζει με την βοήθεια power point τα είδη των συστημάτων			

διεύθυνσης τοποθετώντας την εξέλιξή τους χρονικά και από το ποιο απλό στο ποιο σύνθετο. Αναλύει σε επιμέρους εξαρτήματα και τους εξηγεί πώς η τεχνολογία χρησιμοποίησε απλές αρχές της φυσικής – γεωμετρίας για να επιτύχει τους στόχους της	Διάλεξη – Προβολή παρουσίασης	H/Y –projector	10
Φάση 3^η: Προετοιμασία της δραστηριότητας.			
Ο εκπαιδευτής αφού οι μαθητές χωρισθούν σε ομάδες, και επιλέξουν ρόλους διανέμει φύλλο έργου όπου εκεί τους παρέχει σχετικές οδηγίες για το θεωρητικό μέρος και τα βήματα που θα ακολουθήσουν, προκειμένου να προετοιμαστούν για την εκπαιδευτική δραστηριότητα. Συζητά μαζί τους επιλύει απορίες.	Διάλεξη - Συζήτηση	Projector – H/Y	4
Εξηγεί την χρησιμότητα της προσομοίωσης της λειτουργίας διαφόρων εξαρτημάτων ή και μηχανών ακόμη, μέσω του υπολογιστή. Παρουσιάζει με την βοήθεια διαδραστικού πίνακα το πρόγραμμα προσομοίωσης Algodoo, επεξηγώντας τις λειτουργίες και τις δυνατότητες του .	Επίδειξη λογισμικού	Λογισμικό Algodoo – Διαδραστικός πίνακας – H/Y	6
Φάση 4^η: Πρακτική εξάσκηση στην τάξη.			
Ο εκπαιδευτικός ζητά από την κάθε ομάδα να διερευνήσει πειραματιζόμενη, μέρος της δραστηριότητας από το φύλλο εργασίας. Κάθε μαθητής με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού κάνει μόνος του πρακτική εξάσκηση με το εργαλείο Algodoo. Το λογισμικό Algodoo δίνει με ένα έξυπνο και διασκεδαστικό τρόπο την δυνατότητα στον μαθητή να κατανοήσει εύκολα έννοιες της φυσικής και φυσικά φαινόμενα που συναντά στην καθημερινότητά του. Η διαδικασία αυτή καλλιεργεί το αίσθημα πληρότητας, της	Πρακτική εξάσκηση στο	Projector – H/Y–	10

<p>αυτοεκτίμησης και ενισχύει σημαντικά την ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας όπως επίσης και τις μεταγνωστικές δεξιότητες του μαθητή. Αφού εξοικειωθούν με το εργαλείο προσομοίωσης, παρέχεται χρόνος στους μαθητές να πειραματισθούν ελεύθερα μόνοι τους .</p>	<p>λογισμικό</p>	<p>Διαδραστικός πίνακας – tablet PC</p>	
<p>Οι μαθητές πειραματίζονται είτε μέσω απλών υπολογισμών χρησιμοποιώντας την θεωρία που έχουν διδαχθεί σχετικά με την γωνία στροφής, το κέντρο στροφής ενός οχήματος, αλλά και μέσα από το λογισμικό ώστε να κατανοήσουν τον λόγο για τον οποίο οι τροχοί του συστήματος διεύθυνσης ενός οχήματος στέφονται με διαφορετική γωνία ο καθένας και πώς αυτή παρουσιάζεται μέσω της προσομοίωσης.</p> <p>Οι μαθητές με την βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης καλούνται να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας που τους δόθηκε.</p> <p>Δραστηριότητα 1^η:</p> <p>Οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν τον τρόπο λειτουργίας του Συστήματος διεύθυνσης.</p> <p>Πειραματίζονται σε έτοιμες σκηνές με το λογισμικό προσομοίωσης Algodoo, ώστε να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας της κρεμαγιέρας.</p> <p>Οι μαθητές καλούνται να ονομάσουν με την βοήθεια της θεωρίας τα τέσσερα μέρη από τα οποία αποτελείται το σύστημα διεύθυνσης και να περιγράψουν την λειτουργία</p>	<p>Πείραμα</p>	<p>H/Y – Λογισμικό Algodoo –</p>	

<p>του.</p> <p>Δραστηριότητα 2^η:</p> <p>Οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν την γωνία στροφής των τροχών (αριστερού και δεξιού) μέσω της προσομοίωσης. Καλούνται σε σκηνές που έχουν δημιουργηθεί από τον διδάσκοντα, να υπολογίσουν με την βοήθεια των εργαλείων του προγράμματος, σε τυχαίες θέσεις του συστήματος διεύθυνσης, την γωνία στροφής του εσωτερικού και του εξωτερικού τροχού. Οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν τα αποτελέσματα στο φύλλο εργασίας και να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους.</p> <p>Δραστηριότητα 3^η:</p> <p>Στη τρίτη δραστηριότητα οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν την γωνία Κάμπερ των τροχών (θετική – αρνητική) μέσω της προσομοίωσης.</p> <p>Καλούνται σε σκηνές που έχουν δημιουργηθεί από τον διδάσκοντα, να υπολογίσουν με την βοήθεια των εργαλείων του προγράμματος, σε τυχαίες θέσεις των τροχών, την γωνία Κάμπερ, και πώς επηρεάζει την γωνία σύγκλησης των τροχών σε μπρός ή πίσω κίνηση του οχήματος.</p> <p>Σκοπός της δραστηριότητας αυτής είναι η διερεύνηση της συμπεριφοράς του συστήματος διεύθυνσης και η εξοικείωση των μαθητών με το λογισμικό προσομοίωσης.</p>	<p>προσομοίωσης - άσκηση</p>	<p>Διαδραστικός πίνακας – tablet PC</p>	<p>30</p>
<p>Αποτελέσματα:</p> <p>Οι ομάδες καταγράφουν τα αποτελέσματά τους στο φύλλο εργασίας.</p>			

<p>Στο φύλλο εργασίας ο καθηγητής ζητά από τα μέλη των ομάδων:</p> <ul style="list-style-type: none"> • να υπολογίσουν τη διαφορά της γωνίας κλίσης των τροχών (εσωτερικού – εξωτερικού) σε τυχαίες θέσεις του συστήματος διεύθυνσης. Να καταγράψουν και αιτιολογήσουν την απάντησή τους, αποτέλεσμα της οποίας θα είναι η επιτυχής η προσομοίωση. • να δημιουργήσουν την κινηματική αλυσίδα, να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα επιμέρους εξαρτήματα από τα ποία αποτελείται ένα σύστημα διεύθυνσης και να περιγράψουν τον τρόπο λειτουργίας του. • να υπολογίσουν την γωνία σύγκλησης των τροχών ανάλογα με την γωνία Κάμπερ (θετική – αρνητική) και πώς επηρεάζετε αυτή σε οχήματα με κίνηση στους εμπρός ή πίσω τροχούς. 	<p>Συγγραφή Αποτελεσμάτων</p>	<p>H/Y – Φύλλο εργασίας</p>	<p>5</p>
<p>Φάση 5^η: Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων – Ανατροφοδότηση</p>			
<p>Οι ομάδες καλούνται να αναλύσουν, να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα να παρουσιάσουν και να επεξηγήσουν, αιτιολογώντας τις επιλογές που έκαναν κατά την διάρκεια της διαδικασίας.</p> <p>Τα αποτελέσματα και οι επεξηγήσεις της κάθε ομάδας αξιολογούνται από τις υπόλοιπες, σχολιάζοντας, επαναδιατυπώνοντας, συμπληρώνοντας ή και διορθώνοντας τις υποθέσεις τους. Επιδιώκεται έτσι η γενίκευση των παρατηρήσεων και η διατύπωση</p>	<p>Συζήτηση</p>	<p>H/Y – Λογισμικό Algodoo – Διαδραστικός πίνακας – tablet PC</p>	<p>7</p>

κοινών συμπερασμάτων.			
Ο καθηγητής αξιολογεί τα αποτελέσματα των μαθητών και παρέχει την απαιτούμενη ανατροφοδότηση όπου αυτή χρειάζεται, τονίζοντας τα σημαντικότερα σημεία και επιλύοντας τυχόν απορίες.	Πείραμα - Άσκηση	Διαδραστικός πίνακας – tablet PC	3
Φάση 6^η: Από την προσομοίωση στη ... πράξη του εργαστηρίου			
<p>Οι ομάδες καλούνται πλέον στον χώρο του εργαστηρίου συστημάτων Αυτοκινήτου, με την εποπτεία του εκπαιδευτικού, σε πραγματικές συνθήκες, με την βοήθεια και των οδηγιών του φύλου εργασίας, να αποσυναρμολογήσουν το σύστημα διεύθυνσης οχήματος, να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας, να δουν τα επιμέρους εξαρτήματά του και να το συναρμολογήσουν επιτυχώς.</p> <p>Η τελευταία φάση συμβάλει στην επίτευξη μακροπρόθεσμου στόχου, με την κατάκτηση βιωματικών δεξιοτήτων, οι οποίες θα αξιοποιηθούν στην επαγγελματική τους σταδιοδρομία.</p>	Πρακτική εξάσκηση	Εργαστήριο Συστημάτων Αυτοκινήτου	45

Οδηγίες για τον Εκπαιδευτή

Εκπαιδευτικό σενάριο: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων

Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι

Ταξή: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου

Ενότητα : Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης (Άκερμαν – Κάμπερ – Κάστερ – Σύγκληση)

Διδάσκον Καθηγητής:

Διάρκεια : 3 ώρες x 45΄

1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου	Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης		
2. Λογισμικό που χρησιμοποιείται	ALGODOO	<i>Αρχεία</i>	(σκηνή: Σύστημα διεύθυνσης – Γωνία Κάμπερ)
	Διάθεση στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.algodoo.com/		
3. Βασικές έννοιες και μεγέθη	Τετράπλευρο Άκερμαν – γωνία κάμπερ – κάστερ – σύγκληση τροχών - κινηματική αλυσίδα συστήματος διεύθυνσης.		
4. Προαπαιτούμενες Γνώσεις	Οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να γνωρίζουν τα επιμέρους συστήματα τα οποία είναι απαραίτητα για τη μετάδοση της κίνησης από τον κινητήρα στους τροχούς και πώς αυτά συμπεριφέρονται όταν συνεργάζονται μεταξύ τους – χρήση εργαλείων χειρός.		
5. Περιγραφή του Εκπαιδευτικού Σεναρίου	<p>Με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης « ALGODOO », θα διερευνηθούν οι συνθήκες λειτουργίας του συστήματος διεύθυνσης και η συνεργασία του με τα υπόλοιπα συστήματα του Αυτοκινήτου.</p> <p>Η δραστηριότητα αυτή θα βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να κατανοήσουν πειραματικά πόσο σημαντική είναι διαφορετική γωνία περιστροφής των τροχών του συστήματος διεύθυνσης (χρήση τετράπλευρου Άκερμαν) , πώς οι γωνίες κάμπερ – κάστερ βοηθούν στη ομαλή λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης και πώς τα επιμέρους εξαρτήματα του συστήματος διεύθυνσης</p>		

	<p>συνεργάζονται μεταξύ τους έτσι ώστε να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.</p>
<p>6. Στόχοι του Εκπαιδευτικού Σεναρίου</p>	<p>Οι αναμενόμενοι στόχοι διακρίνονται σε ειδικούς και γενικούς. Οι Ειδικοί Διδακτικοί Στόχοι σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών σχετίζονται με το κεφάλαιο:</p> <p>«3.5 Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης »:</p> <p>Οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να ορίζουν το σύστημα διεύθυνσης των αυτοκινήτων. • Να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα μέρη και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το σύστημα διεύθυνσης ενός οχήματος. • Να αξιολογούν τη σημασία ύπαρξης του τετράπλευρου του Άκερμαν στο σύστημα διεύθυνσης ενός οχήματος και να εξηγούν τον τρόπο λειτουργίας του. • Να μπορούν να συσχετίζουν τις βλάβες του συστήματος διεύθυνσης με τα πιθανά αίτια που τις προκαλούν. • Να ακολουθούν τις οδηγίες συντήρησης των συστημάτων διεύθυνσης σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. <p>Οι Γενικοί Διδακτικοί Στόχοι ορίζονται με βάση τα τρία ανώτερα επίπεδα της αναθεωρημένης ταξινόμιας διδακτικών στόχων του Bloom (ανάλυση, αξιολόγηση, σύνθεση). Οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναλύουν τις σχέσεις που συνδέουν τα μεγέθη ενός συστήματος μετάδοσης κίνησης . • να αξιολογούν, να επαληθεύουν τα ευρήματά τους, και να προτείνουν εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα. • κατανοούν τα φαινόμενα, πώς αυτά συνδέονται μεταξύ τους ώστε να διαμορφώνουν και να παράγουν συμπεράσματα με άμεση εφαρμογή στην πράξη, που θα εφαρμοστεί άμεσα στο εργαστήριο.
<p>7.Μεθοδος –οργάνωση της τάξης</p>	<p>Οι μαθητές θα εργαστούν είτε ατομικά είτε ομαδικά (ανάλογα με το μοντέλο).</p>

	Το φύλλο εργασίας διανέμεται στους εκπαιδευόμενους στην αρχή του εκπαιδευτικού σεναρίου.
8. Πόροι	Απαιτείται η χρήση: Η/Υ και projector, διαδραστικού πίνακα ή tablet pc.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Φύλλο Εργασίας

Εκπαιδευτικό σενάριο: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Τομέας :
Μηχανολογίας - Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι
Οχημάτων

Ταξή: Β΄ Μηχανικών
και Ηλεκτρολογικών
Συστημάτων
Αυτοκινήτου
Ενότητα : Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης (Άκερμαν – Κάμπερ
– Κάστερ – Σύγκληση)

Διδάσκον Καθηγητής: Διάρκεια : 3 ώρες x 45'

1. Τίτλος
Εκπαιδευτικού
Σεναρίου
Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης

Όνοματεπώνυμο
Ομάδας:

Ημερομηνία:

2. Λογισμικό που
χρησιμοποιείται

ALGODOO

Διάθεση στην ηλεκτρονική
διεύθυνση:
<http://www.algodoo.com/>

Αρχεία

(σκηνή: Σύστημα
διεύθυνσης – Γωνία
Κάμπερ)

Περιγραφή του μαθήματος - Στόχοι	
Περιγραφή:	<p>Με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης « ALGODOO », θα διερευνήσετε τις συνθήκες λειτουργίας ενός συστήματος διεύθυνσης και πώς αυτό συνεργάζεται με τα υπόλοιπα συστήματα του Αυτοκινήτου.</p> <p>Με την δραστηριότητα αυτή θα βοηθηθείτε να κατανοήσετε πειραματικά πόσο σημαντική είναι η διαφορετική γωνία περιστροφής των τροχών του συστήματος διεύθυνσης (χρήση τετράπλευρου Άκερμαν) , πώς οι γωνίες κάμπερ – κάστερ βοηθούν στη ομαλή λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης. Πώς τα επιμέρους εξαρτήματα του συστήματος διεύθυνσης συνεργάζονται μεταξύ τους έτσι ώστε να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.</p>
Στόχοι:	<p>Με το τέλος της εκπαιδευτικής διαδικασίας θα είστε ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναλύετε τις παραμέτρους που συνδέουν τα μεγέθη ενός συστήματος διεύθυνσης, (χρήση τετράπλευρου Άκερμαν - πώς οι γωνίες κάμπερ- κάστερ) , πως αυτές βοηθούν στη ομαλή λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης. • να αξιολογείτε , να επαληθεύετε τα ευρήματά σας, και να προτείνετε εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα. • κατανοείτε τα φαινόμενα, πώς αυτά συνδέονται μεταξύ τους ώστε να διαμορφώνετε και να παράγετε συμπεράσματα με άμεση εφαρμογή στην πράξη, την οποία και θα εφαρμόσετε άμεσα στο εργαστήριο.
ΘΕΩΡΙΑ:	
<u>ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ</u>	
Εισαγωγή	
<i>Τι είναι και τι σκοπό έχει.</i>	
<p>Το σύστημα διεύθυνσης είναι, ένα σύνολο μηχανισμών που ελέγχονται από το τιμόνι, έτσι ώστε να είναι δυνατή η αλλαγή της κατεύθυνσης του αυτοκινήτου ανάλογα με την επιθυμία του οδηγού.</p>	

Δηλαδή με την κίνηση του τιμονιού, ο μηχανισμός διεύθυνσης προσαρμόζει τους διευθυντήριους τροχούς.

Ένα σύστημα διεύθυνσης για να λειτουργεί ικανοποιητικά πρέπει να έχει ορισμένες ικανότητες όπως:

- Να πολλαπλασιάζει την δύναμη που καταβάλλει ο οδηγός στο τιμόνι, ώστε να είναι ελαφρύ και εύκολο στον χειρισμό.
- Να δημιουργεί τάση στους διευθυντήριους τροχούς, ώστε να επιστρέφουν στην ευθύγραμμη αρχική τους πορεία έπειτα από μία στροφή.
- Να έχει ευαισθησία, ακόμη και στις μικρές αλλαγές κατεύθυνσης.
- Να είναι σταθερό και να μην μεταδίδει κραδασμούς, προερχόμενους από τις ανωμαλίες του δρόμου. Παρατήρηση πρέπει όμως να δίνει την αίσθηση ``επαφής`` με τον δρόμο.
- Να έχει αντοχή στις διάφορες καταπονήσεις.
- Να είναι εύκολη η συντήρησή και η επισκευή του.

Τα συστήματα διεύθυνσης διακρίνονται.

1. Ανάλογα με τον **μηχανισμό** από τον οποίο προέρχεται και μεταδίδεται η δύναμη διεύθυνσης υπάρχουν τα συστήματα :

- **Σύστημα διεύθυνσης με απλό μηχανισμό οδήγησης.**
Η δύναμη του οδηγού στο τιμόνι φτάνει στους διευθυντήριους τροχούς αφού πολλαπλασιαστεί με την σχέση μετάδοσης του ενδιάμεσου μηχανισμού.
- **Σύστημα διεύθυνσης με υποβοήθηση.**
Η δύναμη του οδηγού στο τιμόνι υποβοηθάτε με κάποιο υδραυλικό, Ή πνευματικό, Ή ηλεκτρικό σύστημα.

2. Ανάλογα με τους **τροχούς** στους οποίους επενεργεί το σύστημα διεύθυνσης υπάρχει:

- **Σύστημα διεύθυνσης με διευθυντήριους τους μπροστινούς τροχούς.**
Εφαρμόζεται στα περισσότερα επιβατικά και μικρά φορτηγά.
- **Σύστημα διεύθυνσης με διευθυντήριους τροχούς και στους τέσσερις τροχούς.**
Εφαρμόζεται σε μερικά επιβατικά και σε ειδικά οχήματα.
- **Σύστημα διεύθυνσης με διευθυντήριους μόνο τους πίσω τροχούς.**
Εφαρμόζεται σε ειδικά οχήματα (κλάρκ).

Κύρια μέρη του συστήματος.

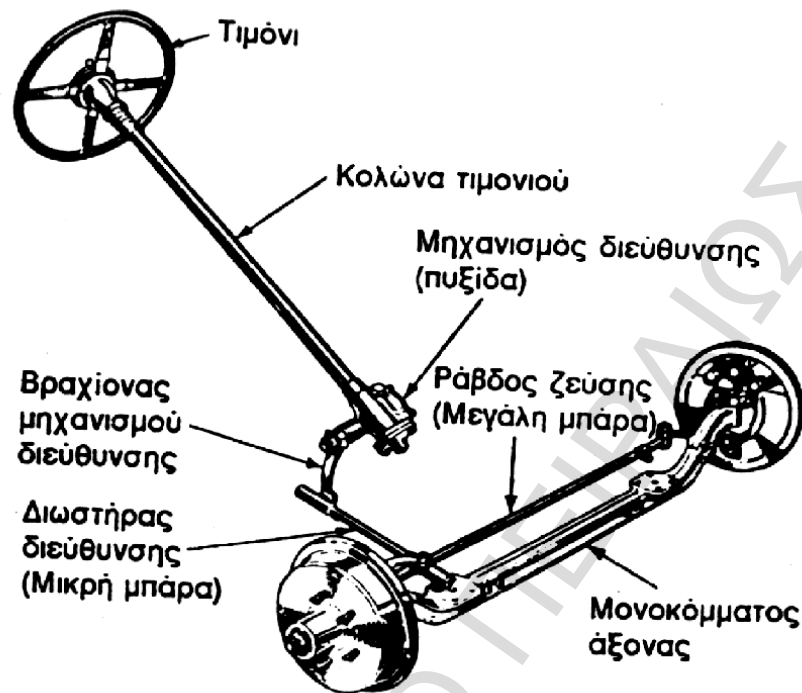
Το σύνολο των εξαρτημάτων που μεταφέρουν τις κινήσεις του τιμονιού στους διευθυντήριους τροχούς, λέγεται και **αρθρωτός μηχανισμός του συστήματος διεύθυνσης.**

Σύστημα διεύθυνσης με διευθυντήριους τους μπροστινούς τροχούς.

Σύστημα διεύθυνσης με απλό μηχανισμό οδήγησης.

Τα εξαρτήματα που αποτελούν το σύστημα αυτό είναι:

1. **Το τιμόνι.**
2. **Η κολόνα του τιμονιού. (στήλη ή άξονας).**
3. **Ο μηχανισμός διεύθυνσης. (πυξίδα ή κουτί τιμονιού).**
4. **Ο διωστήρας διεύθυνσης. (ράβδος έλξης ή μικρή μπάρα).**
5. **Ράβδος ζεύξης. (μεγάλη μπάρα).**



1. Τιμόνι, πηδάλιο ή βολάν.

Είναι ένας τροχός που χειρίζεται ο οδηγός, εφαρμόζοντας μία δύναμη με τα χέρια του. Αν το τιμόνι περιστραφεί δεξιά ή αριστερά, τότε ανάλογα κινείται και το όχημα.

2. Κολώνα τιμονιού.

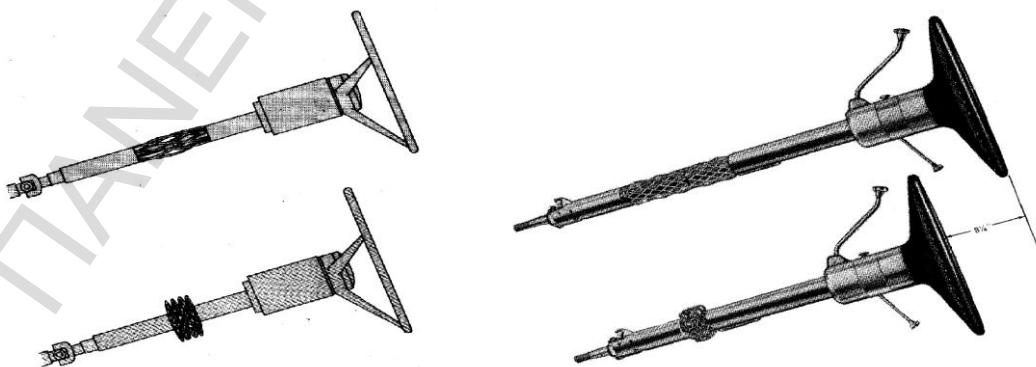
Στηρίζει και περιέχει τον άξονα που συνδέει το τιμόνι με τον μηχανισμό διεύθυνσης. Μεταβιβάζει την ροπή στρέψης που εφαρμόζει ο οδηγός στο τιμόνι.

Κατασκευή.

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του άξονα γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε σε περίπτωση μετωπικής σύγκρουσης να παρέχει ασφάλεια στον οδηγό.

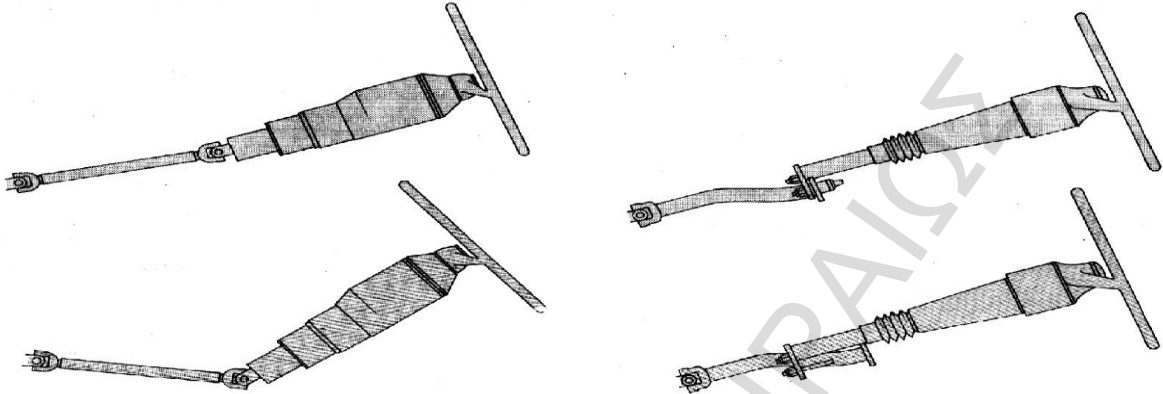
Κατασκευή 1.

Ένα τμήμα δεν είναι συμπαγές αλλά αποτελείται από πλέγμα που όταν συμπιεστεί “συνθλίβεται”.



Κατασκευή 2.

Ο άξονας χωρίζεται σε τμήματα που συνδέονται με σταυρούς. Σε περίπτωση σύγκρουσης ή συνθλίβεται στο σημείο σύνδεσης ή το επάνω τμήμα της υποχωρεί προς τα κάτω.



Σημείωση.

1. Σε μερικούς τύπους αυτοκινήτων η κολώνα του τιμονιού είναι ρυθμιζόμενη ώστε το τιμόνι να μετακινείται σε διάφορες θέσεις, ανάλογα τις ανάγκες του οδηγού.
2. Σε αυτοκίνητα σύγχρονης τεχνολογίας στο τιμόνι υπάρχει αερόσακος προστασίας του οδηγού.

3. Μηχανισμός διεύθυνσης. Πυξίδα ή κουτί τιμονιού.

Σκοπός του μηχανισμού.

Ο σκοπός του είναι να πολλαπλασιάζει τη ροπή στρέψης, που ασκεί ο οδηγός στο τιμόνι, ώστε να δημιουργείται η απαραίτητη δύναμη, για την κίνηση των τροχών.

Σχέση πολλαπλασιασμού.

Στα επιβατικά αυτοκίνητα είναι από **10:1** έως **25:1**

Στα φορτηγά & λεωφορεία είναι από **25:1** έως **40:1**

Δηλαδή **10:1** σημαίνει ότι η δύναμη του οδηγού δεκαπλασιάζεται.

Τύποι μηχανισμών διεύθυνσης.

- **Με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό κανόνα (κρεμαγιέρα).**
- **Με ατέρμονα κοχλία και περικόχλιο.**
- **Με ατέρμονα κοχλία και περικόχλιο με περιστρεφόμενα σφαιρίδια.**
- **Με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τομέα.**
- **Με ατέρμονα κοχλία και ράουλα.**
- **Με ατέρμονα κοχλία και πείρο.**

1. Με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό κανόνα (κρεμαγιέρα).

Είναι απλό τύπος.

Χρησιμοποιείται: Σε επιβατικά αυτοκίνητα με μπροστινή κίνηση και ανεξάρτητη ανάρτηση μπροστινών τροχών.

Σε φορτηγά και λεωφορεία **δεν** χρησιμοποιείται **επειδή** δεν μπορεί να δώσει μεγάλη σχέση μετάδοσης.

Περιγραφή.

Ο άξονας της κολώνας του τιμονιού καταλήγει σε έναν **ατέρμονα κοχλία**. Ο ατέρμον κοχλίας είναι σε

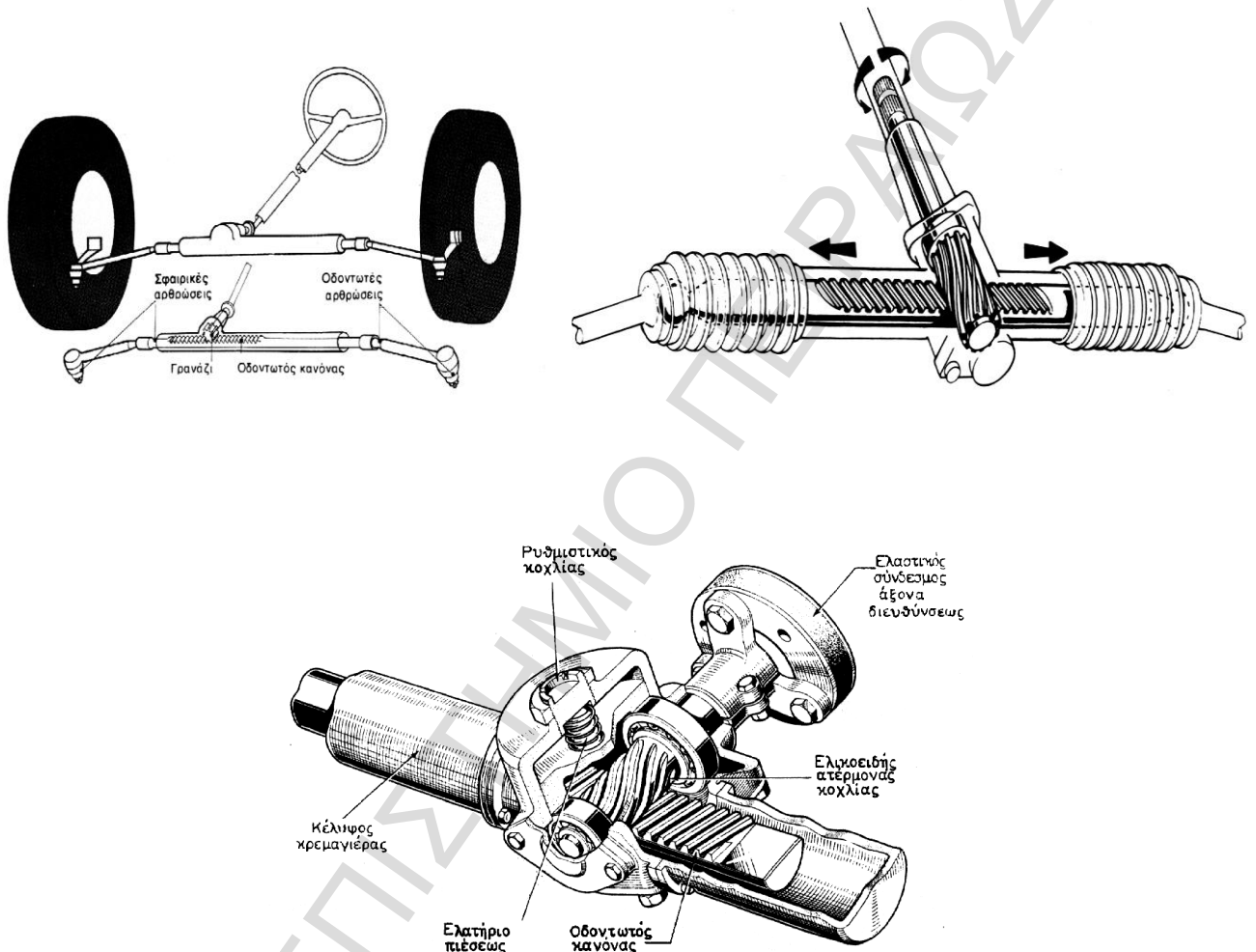
εμπλοκή με έναν **οδοντωτό κανόνα**.

Λειτουργία.

Όταν το τιμόνι περιστρέφεται ο οδοντωτός κανόνας κινείται από την μία άκρη στην άλλη.

Η κίνηση αυτή μεταφέρεται με σφαιρικούς συνδέσμους στους βραχίονες των τροχών.

Στα άκρα του οδοντωτού κανόνα υπάρχουν ελαστικά καλύμματα (φυσούνες) για να τον προστατεύουν από ξένα σώματα (λάσπη κ.τ.λ.)



2. Με ατέρμονα κοχλία και περικόχλιο.

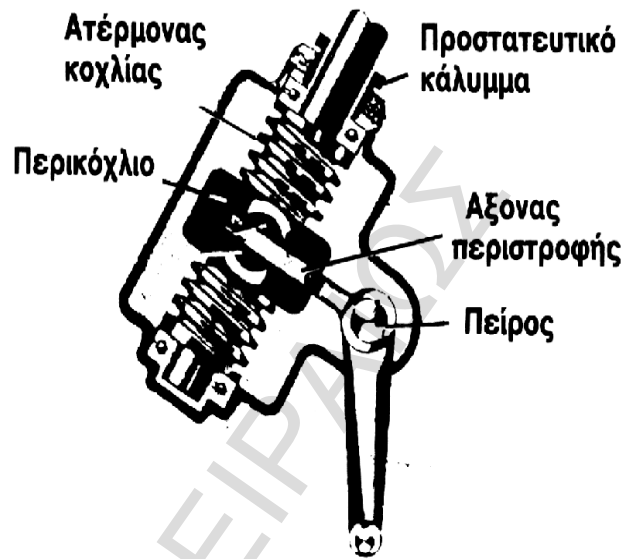
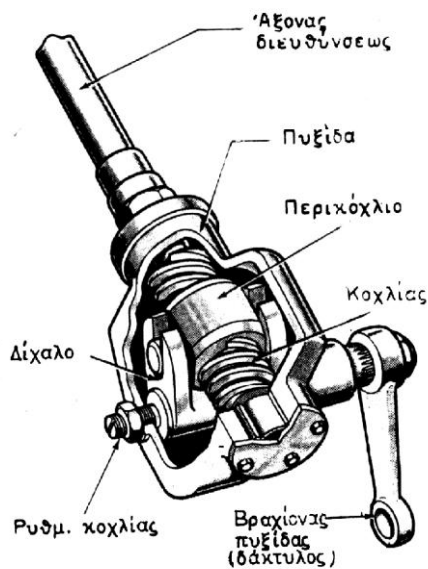
Περιγραφή.

Ο άξονας του τιμονιού καταλήγει σε έναν ατέρμονα κοχλία. Ο ατέρμονας κοχλίας περιβάλλεται από ένα περικόχλιο. Το περικόχλιο έχει προσαρμοσμένο έναν βραχίονα (μοχλό), λέγεται βραχίονας της πυξίδας.

Ο βραχίονας της πυξίδας είναι στερεωμένος σε ένα στροφέα (πέιρο) και συνδεδεμένος με το μηχανισμό διεύθυνσης των τροχών.

Λειτουργία.

Όταν ο ατέρμονας κοχλίας περιστραφεί, το περικόχλιο κινείται πάνω ή κάτω και ο βραχίονας της πυξίδας διαγράφει μία γωνία, που προκαλεί την κίνηση του υπόλοιπου αρθρωτού μηχανισμού διεύθυνσης, ώστε να στρίψουν οι τροχοί.



3. Με ατέρμονα κοχλία και περικόχλιο με περιστρεφόμενα σφαιρίδια.

Περιγραφή.

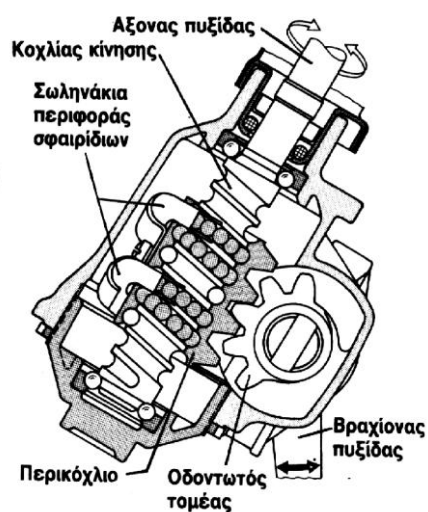
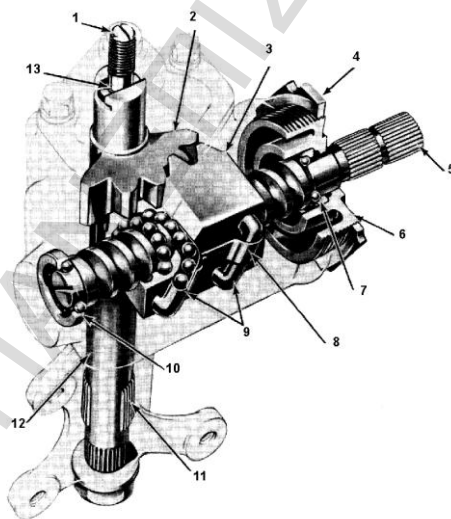
Ο άξονας του τιμονιού καταλήγει σε ένα ατέρμονα κοχλία με μεγάλο βήμα. Το περικόχλιο που περιβάλλει τον ατέρμονα έχει και αυτό αντίστοιχο μεγάλο βήμα. Τα σπειρώματα του ατέρμονα και του περικοχλίου

έχουν κυκλική κατανομή, ώστε να είναι δυνατή η περιφορά χαλύβδινων σφαιριδίων μεταξύ των δύο αυτών σπειρωμάτων.

Τα σφαιρίδια ανακυκλώνονται μέσα σε δύο σωλήνες (αυλούς). Το πλεονέκτημα αυτού του μηχανισμού είναι ότι η κίνηση μεταδίδεται από τον ατέρμονα στο περικόχλιο με μειωμένες τριβές.

Μετάδοση κίνησης.

Η εξωτερική πλευρά του περικοχλίου έχει κωνικό σπείρωμα και εμπλέκεται με ένα οδοντωτό τομέα που είναι συνδεδεμένος με τον βραχίονα της πυξίδας.

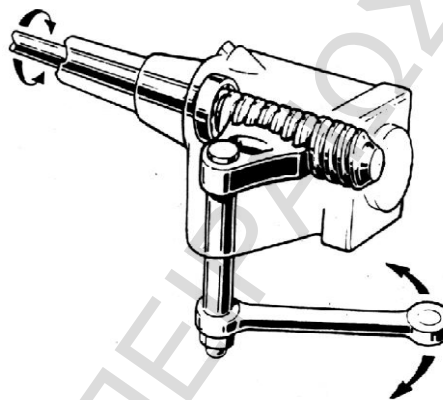
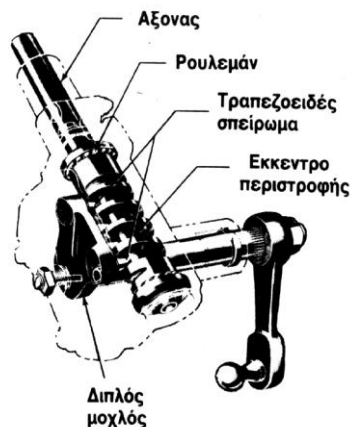


4. Με ατέρμονα κοχλία και πείρο.

Ο άξονας του τιμονιού καταλήγει σε ατέρμονα κοχλία. Το σπείρωμα του ατέρμονα κοχλία εμπλέκεται σε ένα ή δύο πείρους. Οι πείροι συνδέονται με τον βραχίονα της πυξίδας.

Παρατήρηση.

Στην θέση του πείρου μπορεί να υπάρχει τομέας κωνικού τροχού που περιστρέφεται γύρο από τον άξονα του και κινεί τον βραχίονα της πυξίδας.



Άλλος κατασκευαστής αντί για πείρους χρησιμοποιεί τομέα κωνικού τροχού, που περιστρέφεται γύρο από τον άξονά του για μείωση τριβών.

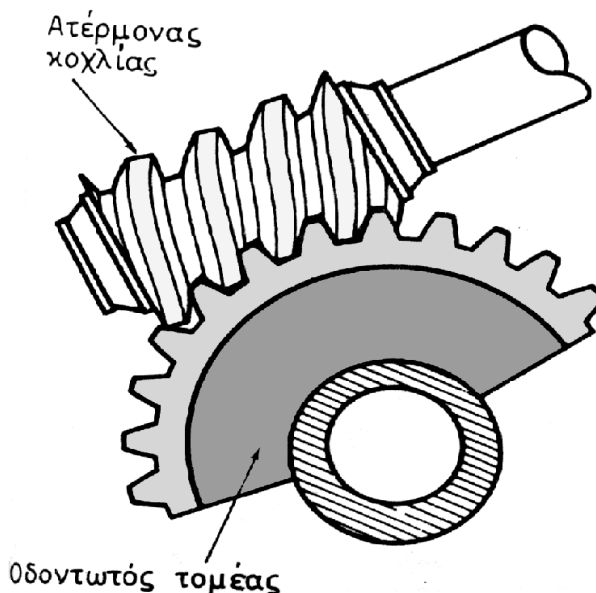
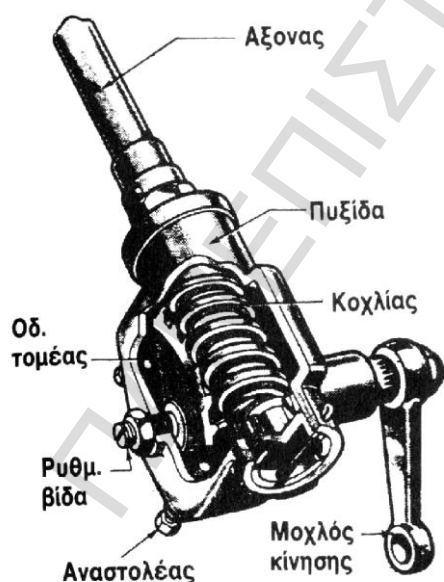
5. Με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τομέα.

Περιγραφή.

Ο άξονας του τιμονιού καταλήγει σε ατέρμονα κοχλία. Ο ατέρμονας κοχλίας είναι σε εμπλοκή με οδοντωτό τομέα.

Λειτουργία.

Ο ατέρμονας κοχλίας κινεί τον οδοντωτό τομέα και αυτός του βραχίονα της πυξίδας.

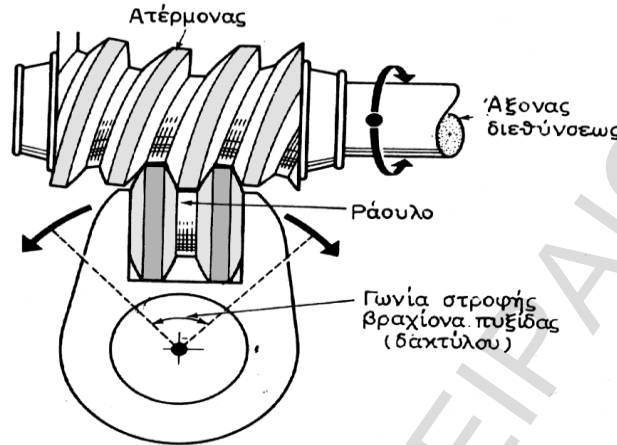


6. Με ατέρμονα κοχλία και ράουλα.

Ο άξονας του τιμονιού καταλήγει σε ατέρμονα κοχλία που έχει διάμετρο μεγαλύτερη στα άκρα και

μικρότερη στο μέσο. Στο σπείρωμα του ατέρμονα κοχλία εμπλέκονται δύο ράουλα.

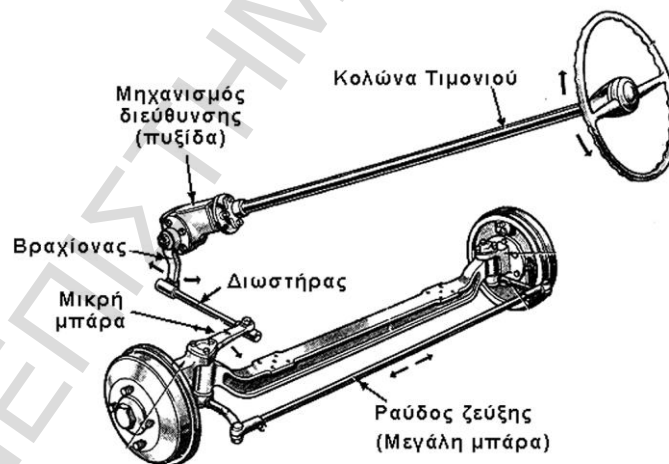
Τα ράουλα περιστρέφονται γύρω από τον άξονα συμμετρίας τους και γύρω από ένα άξονα κάθετο σ' αυτόν. Ο τελευταίος αυτός άξονας κινεί τον βραχίονα της πυξίδας.



- **Διωστήρας διεύθυνσης (ράβδος έλξης ή μικρή μπάρα).**

Είναι η ράβδος που μεταβιβάζει τη ροπή στρέψης που εφαρμόζει ο οδηγός στο τιμόνι από τον βραχίονα της πυξίδας, (μηχανισμός διεύθυνσης), στην ράβδο ζεύξης (μεγάλη μπάρα).

Η θέση του διωστήρα διεύθυνσης ποικίλει ανάλογα του συστήματος διεύθυνσης. Μπορεί να είναι στην μέση ή κοντά σε ένα από τους τροχούς.



- **Ράβδος ζεύξης (μεγάλη μπάρα).**

Είναι η ράβδος που μεταβιβάζει την κίνηση από τον διωστήρα διεύθυνσης, με τους βραχίονες (ακρόμπαρα) στους τροχούς.

Μαζί με τον διωστήρα διεύθυνσης αποτελεί την κινηματική αλυσίδα διεύθυνσης.

Κατά την κίνηση του οχήματος υφίσταται ισχυρές καταπονήσεις, (από τους κραδασμούς που προέρχονται από τις ανωμαλίες του δρόμου).

Είδη ράβδων.

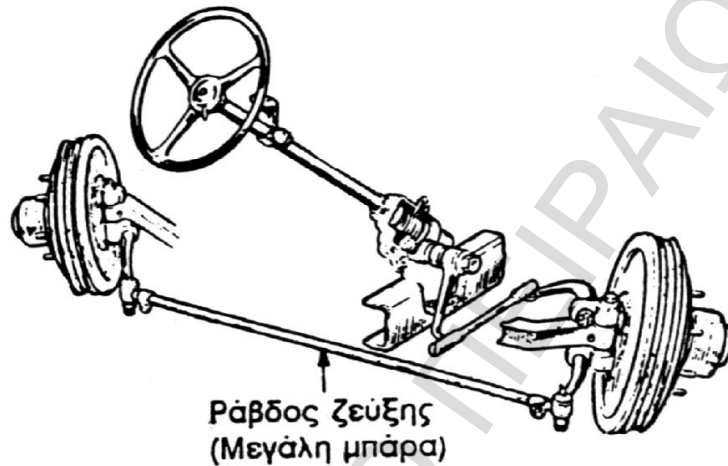
Ανάλογα με τον τύπο του συστήματος διεύθυνσης και την σχεδίαση της ανάρτησης, η ράβδος ζεύξης μπορεί να είναι **μονοκόμματη** ή **διαιρούμενη** σε δύο ή περισσότερα κομμάτια τμήματα.

Μονοκόμματη ράβδος ζεύξης.

Χρησιμοποιείται σε οχήματα με άκαμπτο μπροστινό άξονα, *γιατί*: ο άκαμπτος άξονας επιβάλει στους τροχούς να κινηθούν μαζί προς τα επάνω ή προς τα κάτω όταν περνούν ανωμαλίες στον δρόμο.

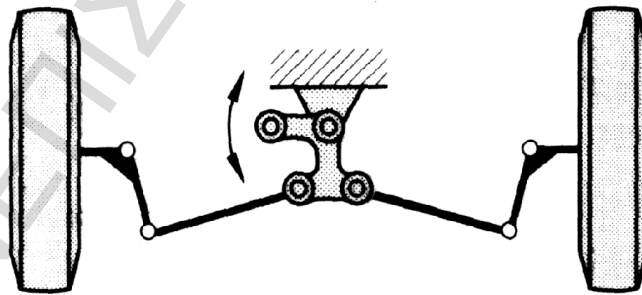
Μειονεκτήματα: οι κραδασμοί από τους τροχούς μεταφέρονται στο τιμόνι.

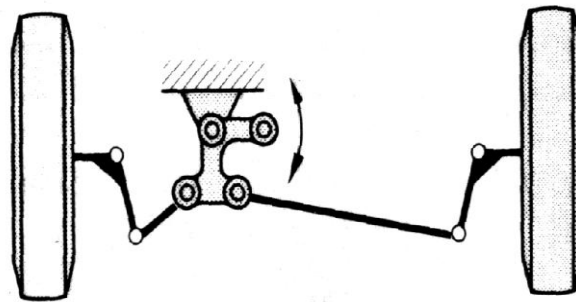
Για να αποφευχθούν οι κραδασμοί εφοδιάζονται με αμορτισέρ.



Διαιρούμενη (σπαστή) ράβδος ζεύξης.

Χρησιμοποιείται σε οχήματα με ανεξάρτητη μπροστινή ανάρτηση. Επειδή οι μπροστινοί τροχοί κινούνται ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, αν η ράβδος ζεύξης γινόταν μονοκόμματη, κάθε ανωμαλία του δρόμου θα προκαλούσε ισχυρούς κραδασμούς σε όλο το σύστημα διεύθυνσης. Για να αποφευχθεί αυτό διαιρείται σε τμήματα.



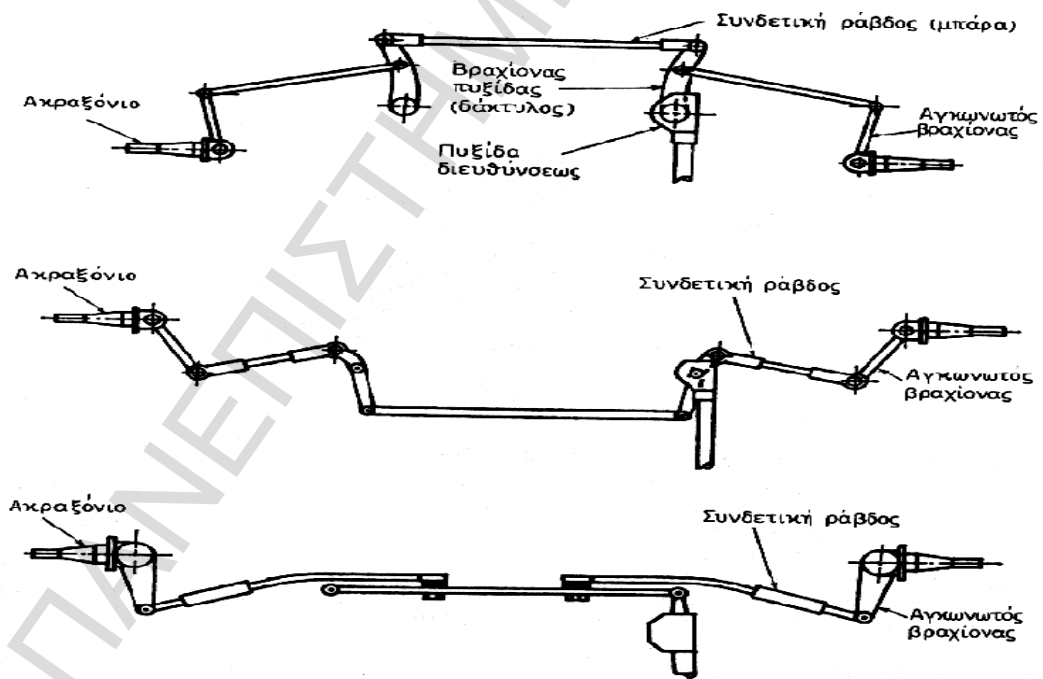


Μεγάλη μπάρα χωρισμένη άνισα πλευρικά.

Κινηματική αλυσίδα.

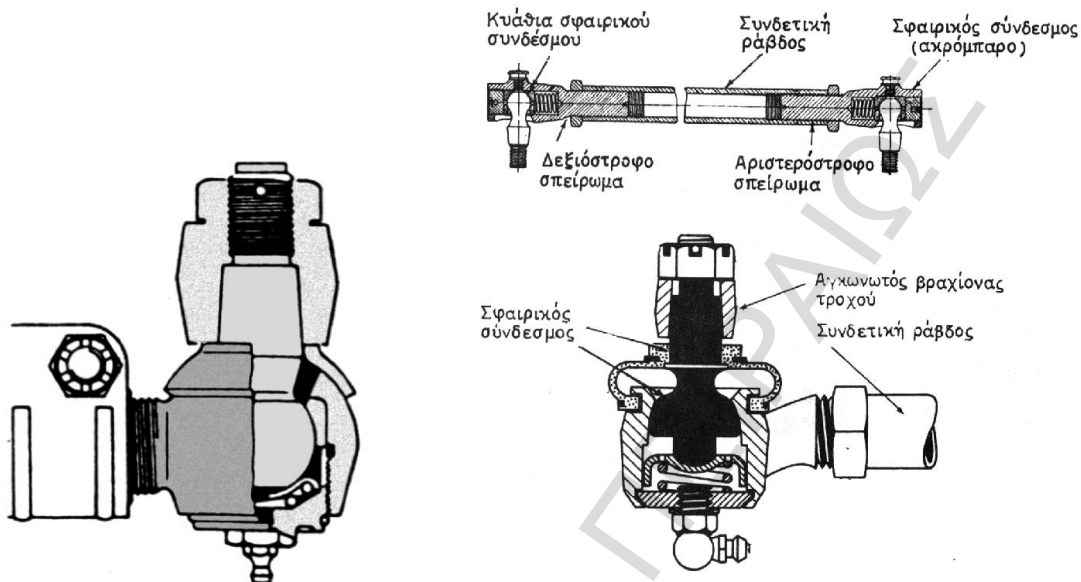
Η κινηματική αλυσίδα μετάδοσης της κίνησης από το βραχίονα της πυξίδας μέχρι το βραχίονα οδήγησης ο οποίος και στρέφει το ακροαξόνιο, έχει ποικιλία μορφών.

Μερικές από αυτές είναι:



Σφαιρικός σύνδεσμος (μπαλάκι).

Όλες οι ράβδοι συνδέονται μεταξύ τους με σφαιρικούς συνδέσμους (μπαλάκια). Αυτά επιτρέπουν γωνιακές κινήσεις προς όλες τις κατευθύνσεις.



Σύστημα διεύθυνσης με υποβοήθηση.

Στα μεγάλα επιβατικά αυτοκίνητα, στα φορτηγά, και στα λεωφορεία η διεύθυνση τους απαιτεί αρκετή μυϊκή δύναμη. Η δύναμη αυτή αυξάνει στις χαμηλές ταχύτητες, στους ελιγμούς και στα παρκαρίσματα.

Για να είναι λιγότερο κοπιαστική η οδήγηση οι κατασκευαστές εφοδιάζουν τα οχήματα με ειδικούς μηχανισμούς που τους λέμε **σερβομηχανισμούς**.

Οι σερβομηχανισμοί παίρνουν κίνηση από τον κινητήρα και επενεργούν στο σύστημα διεύθυνσης με πίεση **λαδιού** ή **αέρα**. Χρησιμοποιείται περισσότερο αυτός που λειτουργεί με λάδι, και λέγεται υδραυλικός.

Παρατήρηση: Όταν για οποιαδήποτε λόγο (βλάβη, απώλεια, λαδιού κ.τ.λ.) πάψει να λειτουργεί η υποβοήθηση, το σύστημα διεύθυνσης εξακολουθεί να λειτουργεί σαν απλό, χρειάζεται όμως μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη (προσπάθεια). Στα σημερινά αυτοκίνητα όλοι οι κατασκευαστές τοποθετούν και στα επιβατικά υδραυλικό σύστημα υποβοήθησης.

Οι τύποι των σερβομηχανισμών είναι πολύ. Κάθε κατασκευαστής εφαρμόζει την τεχνολογία του. Η αρχή λειτουργίας όμως είναι η ίδια.

Γενική περιγραφή ενός συστήματος διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση.

Ένα υδραυλικό σύστημα με οδοντωτό κανόνα αποτελείται από:

- Το μηχανικό σύστημα οδοντωτού τροχού –πινιόν.
- Τον υδραυλικό κύλινδρο.
- Την βαλβίδα ελέγχου.
- Την αντλία.

Τρόπος λειτουργίας.

Όταν στρέφεται το τιμόνι, η δύναμη των χεριών μεταφέρεται, μέσω της ράβδου στρέψης στο πινιόν.

Παράλληλα στρέφεται και ο σύρτις στην βαλβίδα ελέγχου. Με την περιστροφή του ο σύρτις αλλάζει θέση αποκαλύπτοντας άλλους εισόδους και εξόδους συμπιεσμένου λαδιού.

Το λάδι με την πίεση από την αντλία μέσω των σωληνώσεων εισέρχεται στον αντίστοιχο υδραυλικό

κύλινδρο.

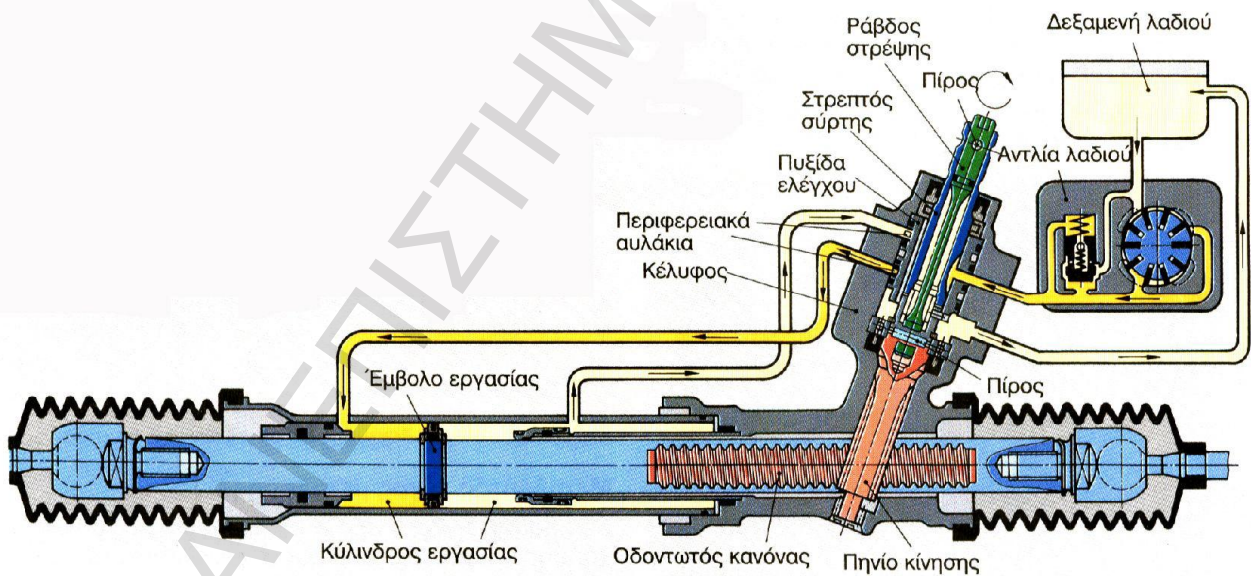
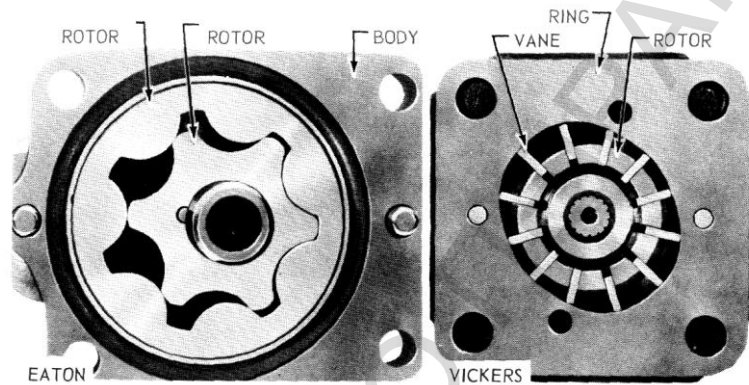
Η πίεση του λαδιού ενεργεί ή στην δεξιά ή στην αριστερή πλευρά του εμβόλου.

Αυτή η δύναμη ενεργεί πρόσθετα επάνω στη δύναμη που ασκεί ο οδηγός, περιστρέφοντας το τιμόνι.

Αντλία λαδιού.

Η αντλία λαδιού είναι με **λοβούς** ή με **λαμάκια**.

Η αντλία με λαμάκια αρχή λειτουργίας της έχει την φυγόκεντρο δύναμη. Κατά την περιστροφή του ρότορα εκτοξεύονται λόγω φυγόκεντρης δύναμης προς τα έξω, τα λαμάκια, ακουμπούν στην περιφέρεια του ελλειπτικού κυλίνδρου δημιουργώντας έτσι υποπίεση στην αναρρόφηση της αντλίας με συνέπεια την κυκλοφορία του λαδιού με μεγάλη πίεση.



Σερβομηχανισμός με υδραυλικό κύλινδρο FORD.

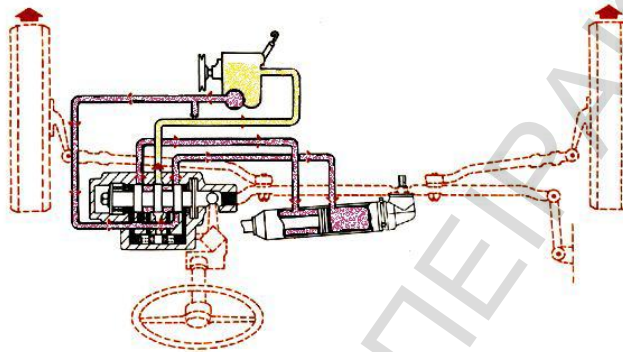
Αποτελείται από:

- Το δοχείο λαδιού.
- Την αντλία λαδιού.
- Την βαλβίδα ελέγχου.
- Τον υδραυλικό κύλινδρο.

Ο υδραυλικός κύλινδρος περιέχει το έμβολο που συνδέεται με τον μηχανισμό διεύθυνσης και τους αγωγούς (σωληνώσεις) παροχής και επιστροφής.

Λειτουργία.

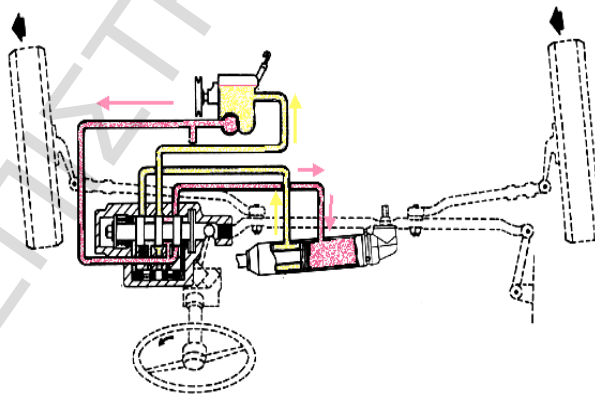
Κατά την **εθύγραμμη** κίνηση το λάδι που έρχεται από την αντλία με πίεση, διοχετεύεται από τον μηχανισμό της βαλβίδας ελέγχου προς τις δύο μεριές του υδραυλικού κυλίνδρου, του οποίου το έμβολο ισορροπεί στη μέση.

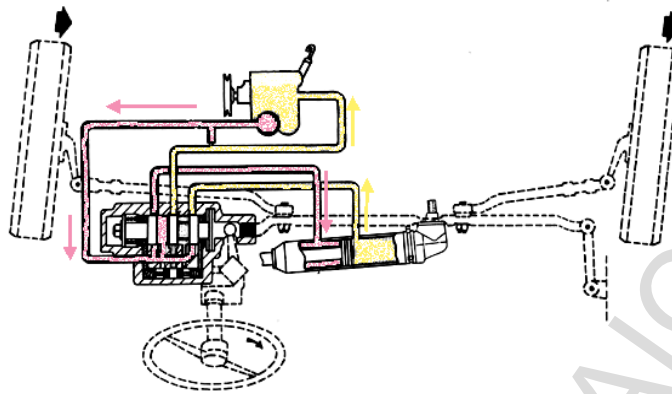


Αν το τιμόνι στραφεί **αριστερά** η βαλβίδα ελέγχου μετακινείται προς τα δεξιά.

Φράζει τον αγωγό του λαδιού προς το αριστερό μέρος του κυλίνδρου που συνδέεται με την επιστροφή.

Με τον τρόπο αυτό το λάδι στο δεξιό μέρος του κυλίνδρου που έχει υψηλή πίεση, πιέζει το έμβολο προς τα αριστερά, με αποτέλεσμα να στρίψουν και οι τροχοί προς τα αριστερά. Η αντίστροφη λειτουργία συμβαίνει αν το τιμόνι στραφεί **δεξιά**.



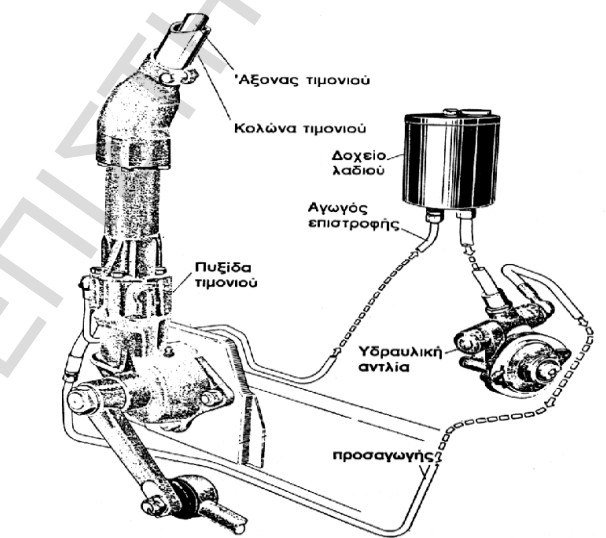


Σερβομηχανισμός σε σειρά.

Αποτελείται από:

- **Το δοχείο λαδιού.**
- **Την αντλία λαδιού.**
- **Την βαλβίδα ελέγχου.**
- **Τους αγωγούς παροχής και επιστροφής.**

Δεν υπάρχει ανεξάρτητος υδραυλικός κύλινδρος. Ο ίδιος ο μηχανισμός διεύθυνσης εκτελεί την λειτουργία του υδραυλικού κυλίνδρου.



Περιγραφή.

Στην πυξίδα διεύθυνσης καταλήγει το άκρο του άξονα διεύθυνσης που έχει ένα ατέρμονα κοχλία, ο οποίος περιβάλλεται από περικόχλιο σε σειρά από σφαιρίδια. Η εξωτερική πλευρά του περικοχλίου εμπλέκεται με οδοντωτό τομέα που μεταδίδει την κίνηση στον βραχίονα της πυξίδας.

Η πυξίδα είναι διαμορφωμένη κατάλληλα και λειτουργεί σαν κύλινδρος.

Το περικόχλιο λειτουργεί σαν έμβολο.

ΑΡΑ το περικόχλιο μπορεί να κινηθεί:

ή από την στροφή του τιμονιού (αφού συνδέεται με τον ατέρμονα κοχλίας)

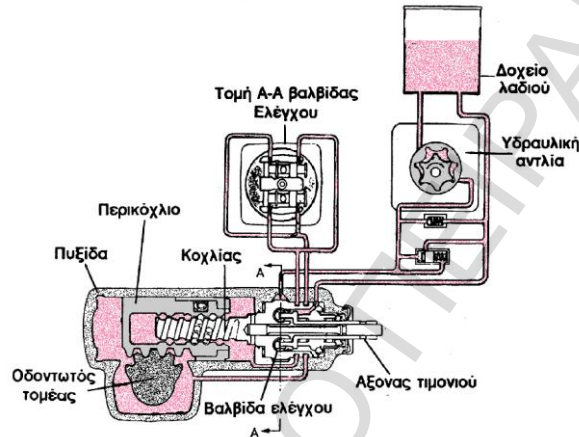
ή από την πίεση του λαδιού σε μία από τις δύο πλευρές του, (αφού λειτουργεί σαν έμβολο).

Λειτουργία.

Ευθύγραμμη κίνηση.

Το λάδι διοχετεύεται από την βαλβίδα ελέγχου του σερβομηχανισμού και στις δύο πλευρές του κυλίνδρου - πυξίδα.

Αποτέλεσμα: το έμβολο περικόχλιο ισορροπεί.



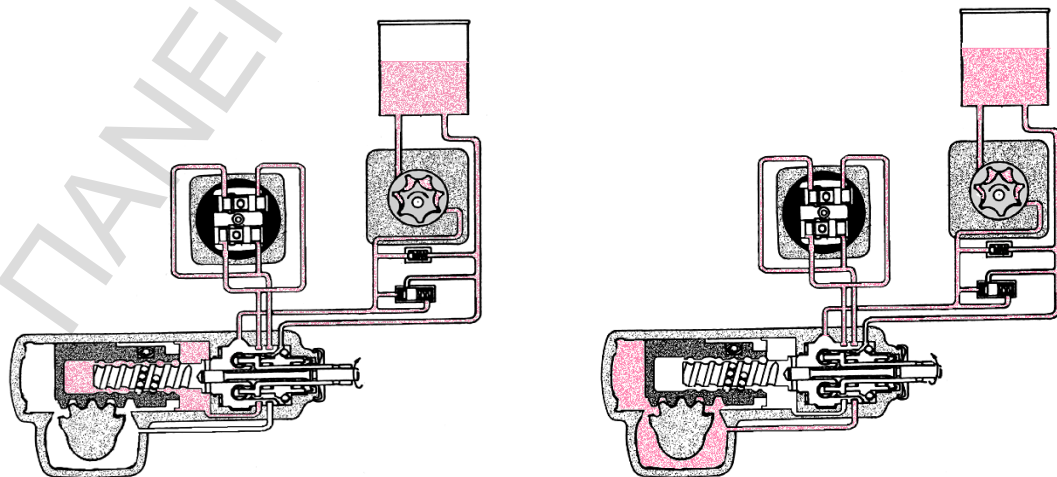
Στροφή αριστερά.

Η βαλβίδα ελέγχου φράζει τον αγωγό του λαδιού προς το επάνω μέρος του κυλίνδρου-πυξίδα, το οποίο και συνδέεται με την επιστροφή. Στην θέση αυτή, το λάδι στο κάτω μέρος του κυλίνδρου-πυξίδα έχει υψηλή πίεση. Πιέζει το έμβολο-περικόχλιο προς τα επάνω.

Αποτέλεσμα: να κινηθεί ο βραχίονας της πυξίδας, που με τη σειρά του μεταδίδει την κίνηση προς τους τροχούς.

Στροφή δεξιά.

Η αντίστροφη λειτουργία όταν το τιμόνι στραφεί δεξιά.



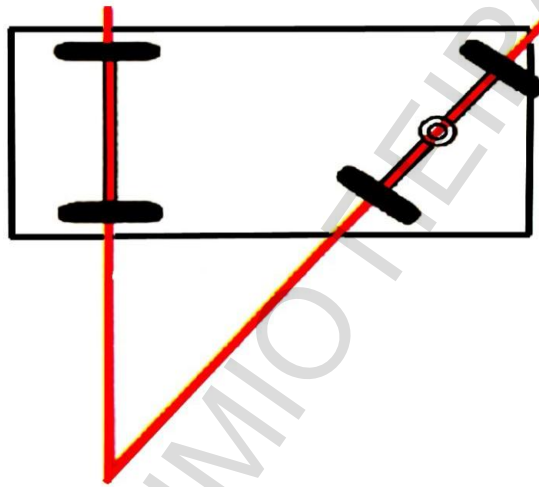
**Γεωμετρία διεύθυνσης.
Τετράπλευρο οδήγησης ή τετράπλευρο του Άκερμαν. (Ackerman).**

Γεωμετρία διεύθυνσης.

1ος τρόπος κατεύθυνσης.

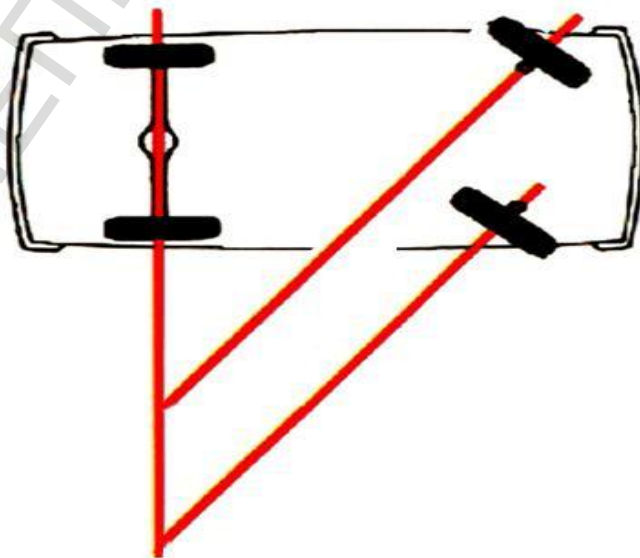
Ο πιο απλός τρόπος να κατευθύνεις ένα όχημα είναι να περιστρέφεις τον διευθυντήριο άξονά του γύρω από τον εαυτό του. Το σοβαρότερο μειονέκτημα είναι ότι μειώνεται σημαντικά η βάση στήριξης του αυτοκινήτου και η ευστάθειά του στις στροφές λόγω της φυγόκεντρης δύναμης που αναπτύσσεται.

Σημαντικό πρόβλημα είναι και ότι οι εσωτερικοί τροχοί δεν περιστρέφονται αλλά ολισθαίνουν (σύρονται), στο έδαφος.



2ος τρόπος κατεύθυνσης.

Και ας υποθέσουμε ότι περιστρέφονται οι κατευθυντήριοι τροχοί σε δικό τους άξονα, αλλά σε παράλληλη τροχιά. Και πάλι το όχημα δεν θα στρίβει κανονικά, θα παραμείνει η αστάθεια στις στροφές με μεγάλη ταχύτητα και θα παρατηρηθεί πλαγιολίσθηση (σύρσιμο), των τροχών πάνω στο έδαφος.



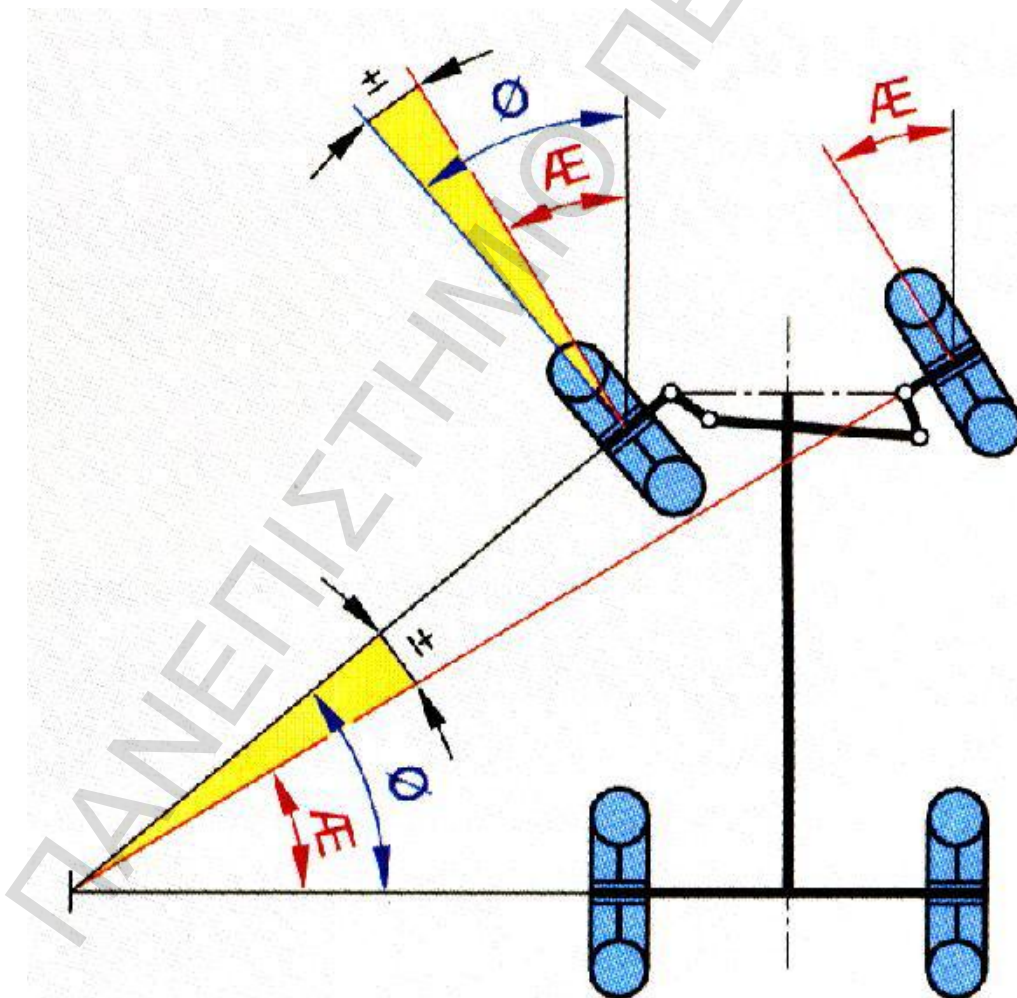
3ος τρόπος κατεύθυνσης τετράπλευρο του Άκερμαν

Για να κυλάνε οι τροχοί ενός οχήματος στις στροφές και να μην σύρονται επάνω στο οδόστρωμα, θα πρέπει:

1. κάθε τροχός να είναι κάθετος προς την ακτίνα της καμπύλης που θα διαγράψει.
2. όλες οι καμπύλες που θα διαγράψουν οι τροχοί πρέπει να έχουν το ίδιο κέντρο (δηλαδή ομόκεντρες).
3. επειδή οι πίσω τροχοί είναι σταθεροί πάνω στον άξονά τους και κατά τις στροφές δεν αλλάζουν γωνία, το κέντρο περιστροφής τους συμπίπτει με την προέκταση του άξονά τους.
4. Τότε το κέντρο περιστροφής των μπροστινών τροχών να βρίσκεται στην προέκταση του πίσω άξονα, και να έχουν το ίδιο κέντρο. Για να έχουν το ίδιο κέντρο πρέπει ο εσωτερικός τροχός να στρίβει περισσότερο από τον εξωτερικό.

Η διαφορά αυτή των γωνιών αυξάνει, όσο μικραίνει η ακτίνα στροφής του αυτοκινήτου, δηλαδή όσο το αυτοκίνητο παίρνει πιο κλειστή στροφή.

Τη διαφορά αυτή στις γωνίες των διευθυντηρίων τροχών κατά τις στροφές επιτυγχάνεται με το **τετράπλευρο οδηγήσεως ή τετράπλευρο του Άκερμαν Ackerman**.

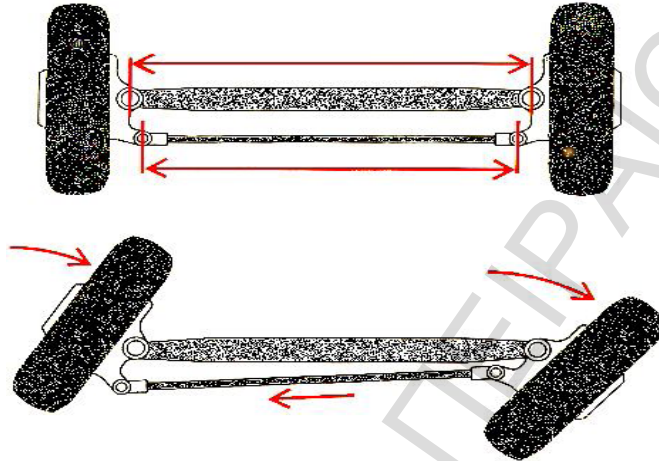


Τραπέζιο του Ackermann

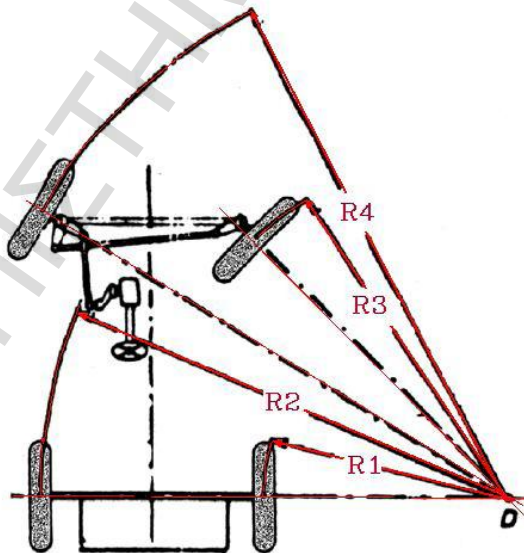
Ο μηχανισμός που επιτυγχάνει την διαφοροποίηση των γωνιών, ονομάζεται τετράπλευρο οδήγησης ή τετράπλευρο του Άκερμαν (*Ackermann*).

Σχηματίζεται από τον μπροστινό άξονα (πραγματικό ή νοητό), τη ράβδο ζεύξης (μεγάλη μπάρα) και τους δύο βραχίονες που συνδέονται με τα ακραζόνια των τροχών.

Δηλαδή επειδή η μεγάλη μπάρα είναι κοντύτερη από τον άξονα δημιουργείται η διαφοροποίηση των γωνιών και αναγκάζεται ο εσωτερικός τροχός να στρίβει περισσότερο από τον εξωτερικό.



Στο σύστημα αυτό οι τροχιές των πίσω τροχών έχουν μικρότερες ακτίνες από τις τροχιές των μπροστινών τροχών. Δηλαδή $R1 < R3$ και $R2 < R4$.



Οι βιομηχανίες των αυτοκινήτων χρησιμοποιούν διάφορα συστήματα οδήγησης, αλλά όλα στηρίζονται στην ίδια αρχή του Άκερμαν.

Αυτός είναι ο λόγος που στις κλειστές στροφές οι πίσω τροχοί του αυτοκινήτου ανεβαίνουν στο πεζοδρόμιο.



Και σε αυτό οφείλεται ότι το παρκάρισμα γίνεται ευκολότερα με την προς τα πίσω κίνηση (όπισθεν).

Γωνία Κάστερ. CASTER

Σκοπός της γωνίας Κάστερ.

Ο σκοπός της γωνίας **Κάστερ** είναι:

Να δίνει στους τροχούς τη τάση να επιστρέφουν στην ευθύγραμμη πορεία μετά από κάθε στροφή.

Να βελτιώνει την κατευθυντικότητα και σταθερότητα του αυτοκινήτου στην ευθύγραμμη πορεία.

Σημαντική παρατήρηση.

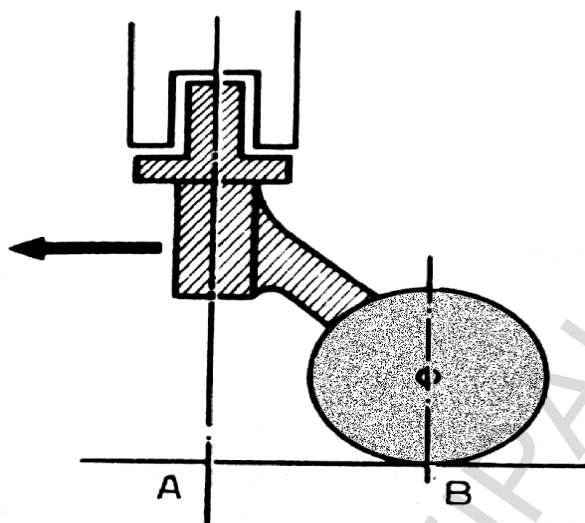
Όταν έχει περισσότερες μοίρες από το κανονικό, το τιμόνι επανέρχεται στην αρχική του θέση γρηγορότερα **αλλά είναι βαρύτερο**.

Όταν έχει λιγότερες μοίρες από τις κανονικές το τιμόνι γίνεται **ελαφρύτερο** αλλά μειώνεται η επαναφορά του και περιορίζεται η ευστάθεια του αυτοκινήτου.

Παράδειγμα λειτουργίας.

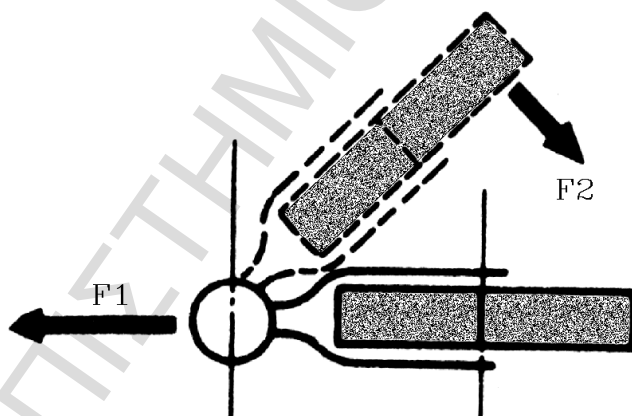
Παράδειγμα της ενέργειας της γωνίας **Κάστερ** είναι τα ροδάκια ενός καροτσιού **market**.

Αν παρατηρηθούν διαπιστώνεται ότι ακολουθούν τον άξονα τους και περιστρέφονται ακολουθώντας την κατεύθυνση προς την οποία ωθείται το καρότσι.



Αυτό γίνεται γιατί σε κάθε ροδάκι επενεργούν δύο δυνάμεις.

Π.χ. η F_1 που προέρχεται από την ώθηση επενεργώντας στον άξονα περιστροφής και η F_2 που είναι η αντίσταση τριβής ρόδας – εδάφους. Οι δύο αυτές δυνάμεις δημιουργούν μία ροπή που προσπαθεί να φέρει τα ροδάκια παράλληλα με την διεύθυνση της κίνησης.



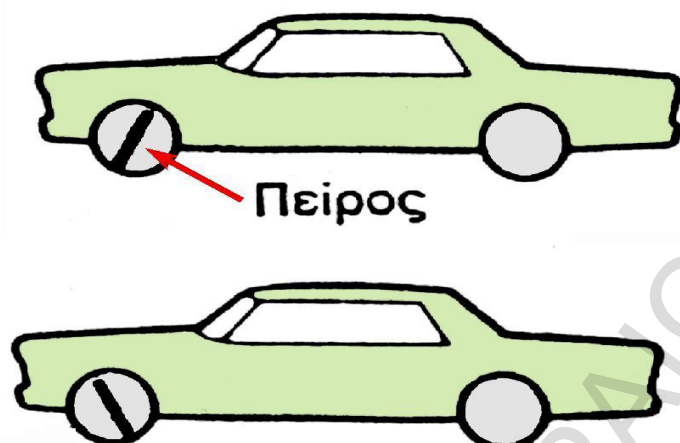
Εφαρμογή

Το ίδιο συμβαίνει και με την γωνία **Κάστερ** στο αυτοκίνητο. Ο άξονας του πείρου τέμνει το έδαφος μπροστά από το σημείο επαφής τροχού-εδάφους. Η ροπή που δημιουργείται εξαναγκάζει τον τροχό να ακολουθεί την διεύθυνση της κίνησης. Για να το κατανοηθεί την γωνία **Κάστερ** πρέπει να παρατηρηθεί από το πλευρό του αυτοκίνητου, ο πείρος του ακραξιονίου των διευθυντηρίων τροχών.

Θα διαπιστωθεί ότι δεν είναι κατακόρυφος αλλά έχει μία μικρή κλίση, δηλαδή σχηματίζει μία γωνία.

Η γωνία αυτή ονομάζεται γωνία **Κάστερ**.

Σχηματίζεται από την προέκταση του άξονα του πείρου και της κατακόρυφου που περνά από το μέσον του πείρου.

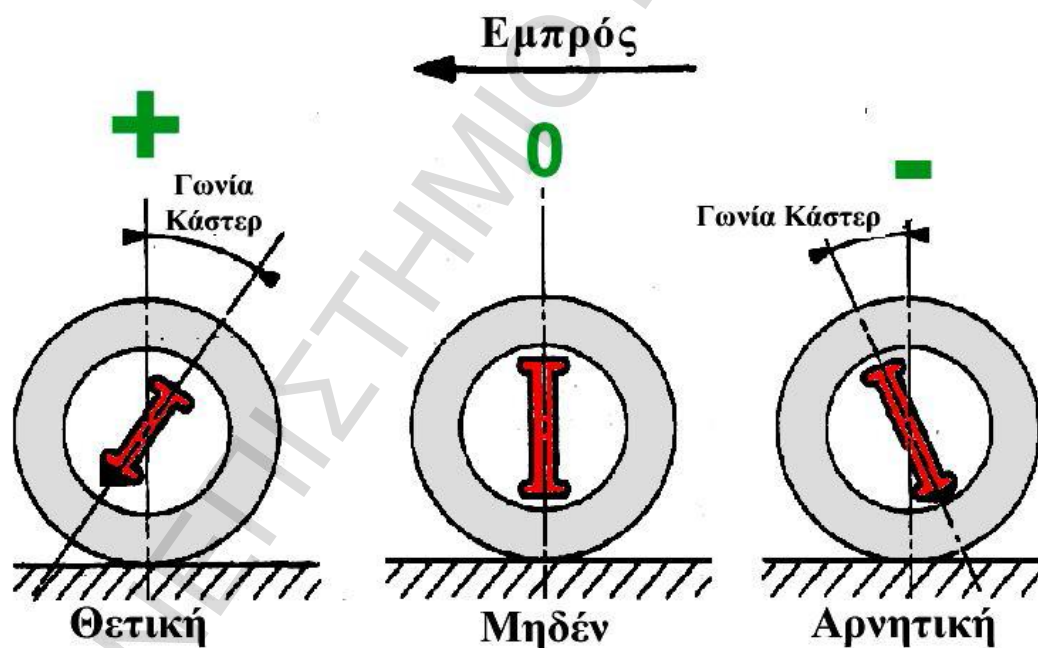


Η γωνία **Κάστερ** δίνεται σε μοίρες οι σε χιλιοστά.

Αρνητική και θετική γωνία Κάστερ.

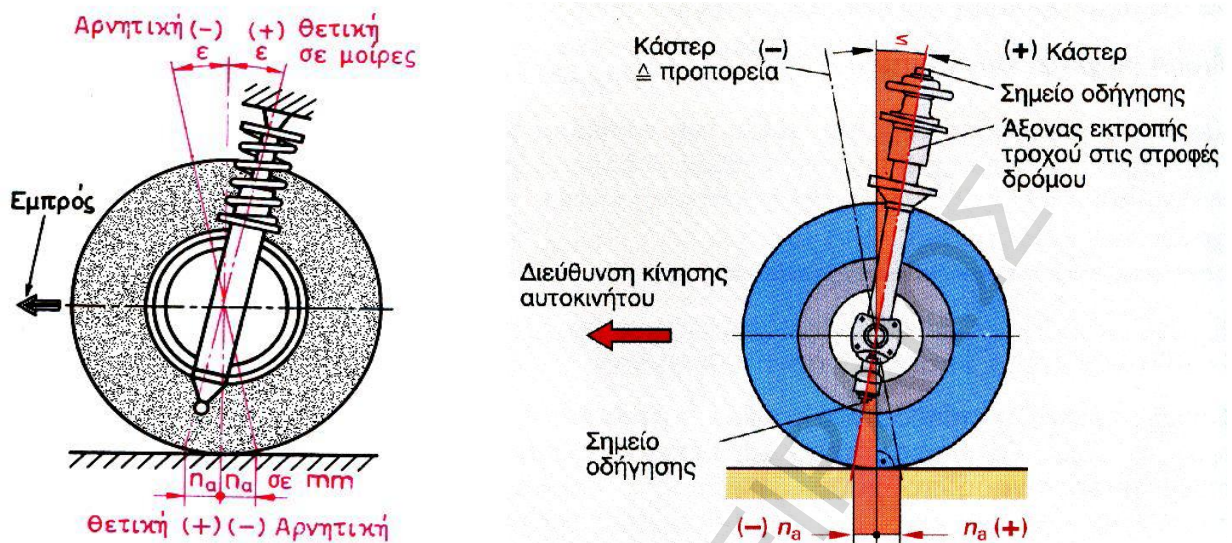
Όταν η προέκταση του άξονα του πείρου συναντά το έδαφος μπροστά από το σημείο που τα συναντά κατακόρυφος που περνά από το μέσο του πείρου, η γωνία **Κάστερ** είναι **θετική**.

Αν είναι αντίθετα τότε είναι **αρνητική**.



Στα αυτοκίνητα με ανεξάρτητη ανάρτηση που δε έχουν πείρο, σαν άξονας του πείρου θεωρείται:
 Α/ αν υπάρχουν πάνω και κάτω ψαλίδια, ο νοητός άξονας που συνδέει τους σφαιρικούς συνδέσμους (μπαλάκια) των ψαλιδιών αυτών.

Β/ αν υπάρχουν γόνατα Μακ Φέρσον ο γεωμετρικός άξονας αυτού.

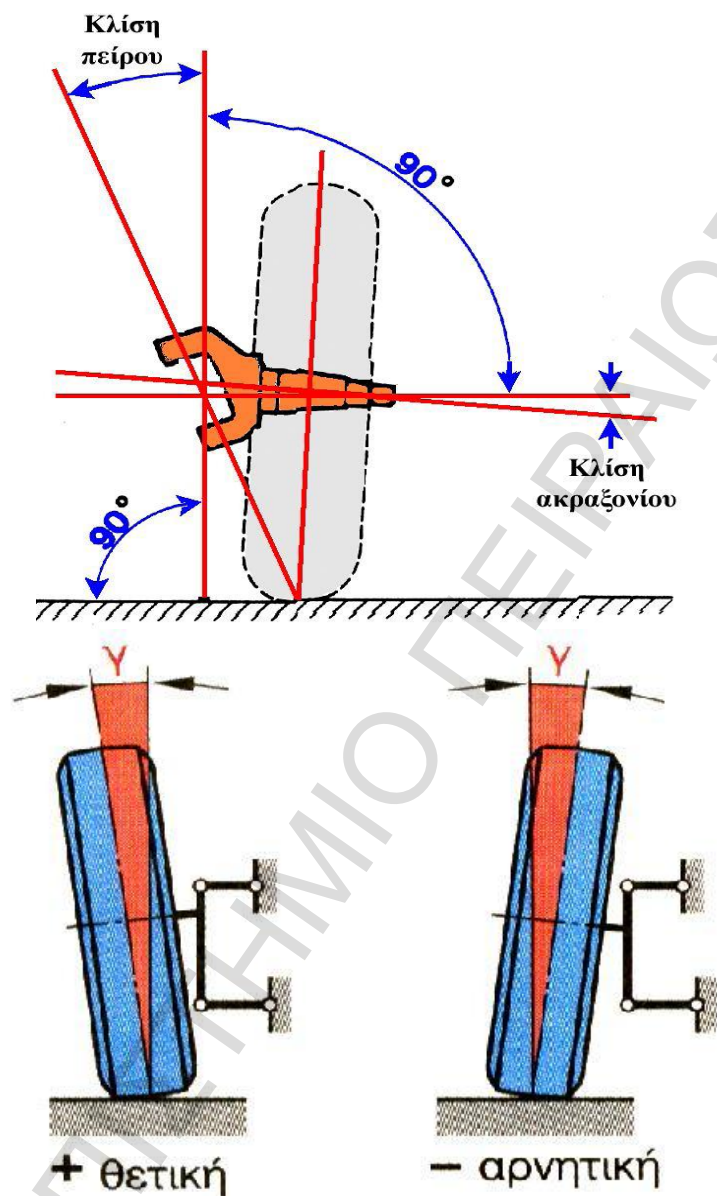


Στα αυτοκίνητα με τον κινητήρα τοποθετημένο πίσω που είναι ελαφρότερα μπροστά (και γενικά στα ελαφριά οχήματα) η γωνία **Κάστερ** είναι **μεγαλύτερη**. Στα βαριά οχήματα ή με τον κινητήρα μπροστά η γωνία **Κάστερ** είναι **μικρότερη**.

Γωνία Κάμπερ CAMBER

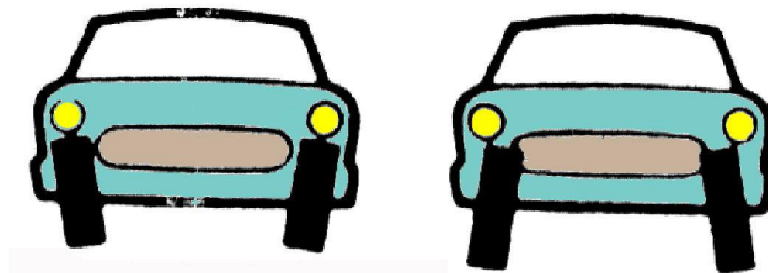
Σκοπός της γωνίας Κάμπερ.

Σκοπός της γωνίας **Κάμπερ** είναι :
Να εξουδετερώνει τις αντιδράσεις που δημιουργούνται από την πρόσκρουση του τροχού σε κάποιο εμπόδιο Να επαναφέρει το σύστημα διεύθυνσης στην ευθύγραμμη πορεία.
*Τι είναι η γωνία **Κάμπερ**.*
 Οι κατασκευαστές των αυτοκινήτων δίνουν στο ακραξόνιο μία μικρή κλίση συνήθως προς τα κάτω. Η γωνία αυτή που είναι ίση με τη γωνία που σχηματίζεται από την κατακόρυφο και το μεγάλο άξονα του τροχού, ονομάζεται **κλίση του ακραξονίου ή γωνία Κάμπερ**.



Δηλαδή: Η γωνία **Κάμπερ** σχηματίζεται από τον άξονα του τροχού και την κατακόρυφο.

Για να κατανοηθεί η γωνία **Κάμπερ** πρέπει να παρατηρηθεί από το μπροστινό μέρος ένα αυτοκίνητο σταθευμένο. Θα διαπιστωθεί ότι οι τροχοί του δεν είναι κατακόρυφοι αλλά έχουν μία κλίση προς τα μέσα ή προς τα έξω, κατά μία γωνία.



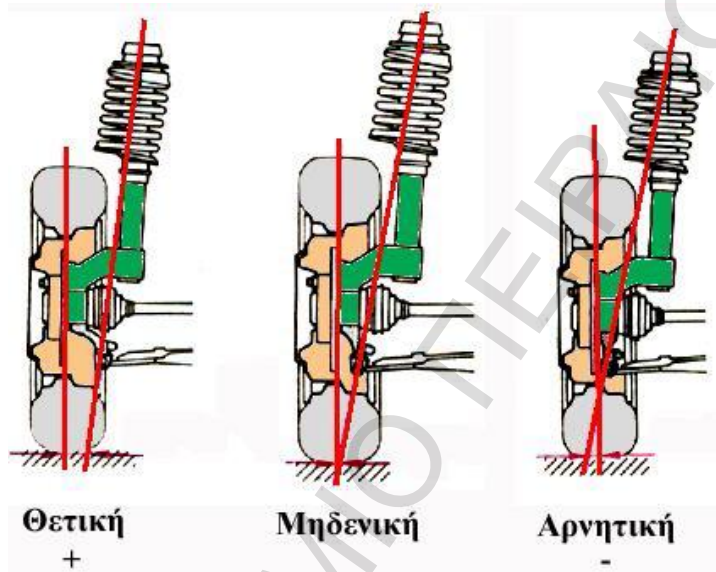
Η γωνία Κάμπερ μπορεί να είναι θετική ή αρνητική.

Θετική είναι όταν το επάνω μέρος του τροχού κλίνει προς τα έξω.

Αρνητική είναι όταν το επάνω μέρος του τροχού κλίνει προς τα μέσα.

Όταν είναι **θετική** συμβαίνει στους **μπροστινούς** τροχούς των περισσότερων αυτοκινήτων, **+0o20'** έως **+1030'**, υπάρχει σταθερότητα στην ευθύγραμμη πορεία και μειώνει την καταπόνηση του συστήματος διεύθυνσης.

Όταν είναι **αρνητική** συμβαίνει στους **πίσω** τροχούς των περισσότερων αυτοκινήτων **-0o3o** έως **-2o** αυξάνεται η πλευρική ευστάθεια στις στροφές, αλλά προκαλείται φθορά στο εσωτερικό μέρος του πέλατος των ελαστικών.



Προσοχή αποκλίσεις $\pm 30'$ είναι μέσα στις επιτρεπόμενες ανοχές.

Αρνητική δίνεται και στους **μπροστινούς** τροχούς των αυτοκινήτων αγώνων επειδή αυτά πρέπει να έχουν μεγάλη πλευρική ευστάθεια στις στροφές.

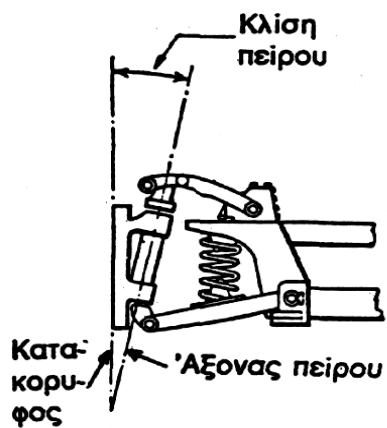
Σημείωση. Σε πολλά συστήματα ανεξάρτητης ανάρτησης η γωνία **Κάμπερ** μεταβάλλεται από θετική σε αρνητική όταν ο τροχός ανεβοκατεβαίνει στις ανωμαλίες του δρόμου.

Κλίση πείρου.

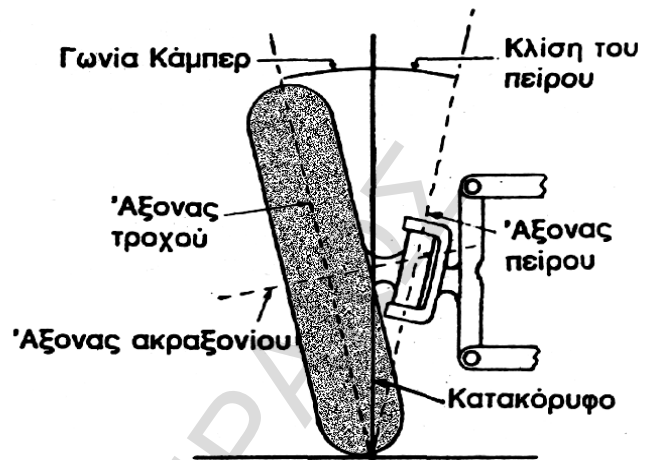
Ο πείρος που συνδέει τον άξονα με το ακραζόνιο του, έχει κλίση κατά μία γωνία. Δηλαδή ο πείρος δεν είναι κατακόρυφος, αλλά το επάνω μέρος του έχει κλίση προς τα μέσα, και το κάτω μέρος του μία αντίστοιχη κλίση προς τα έξω.

Η γωνία αυτή σχηματίζεται από τον άξονα του πείρου και την κατακόρυφο, ονομάζεται **εγκάρσια κλίση του πείρου** και συνήθως είναι περίπου στις **3o** έως **7o**.

Αυτοκίνητα επιβατικά με ανάρτηση Μακ Φέρσον η γωνία αυτή είναι από **5o** έως **10o**.



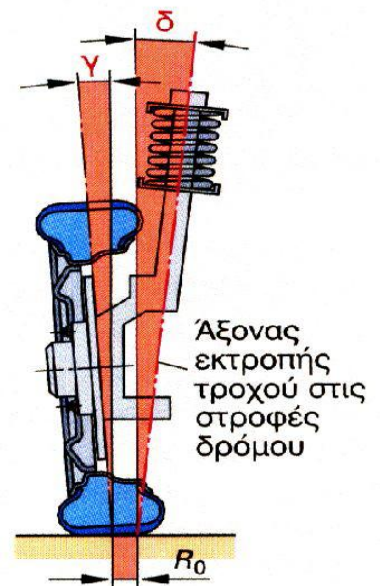
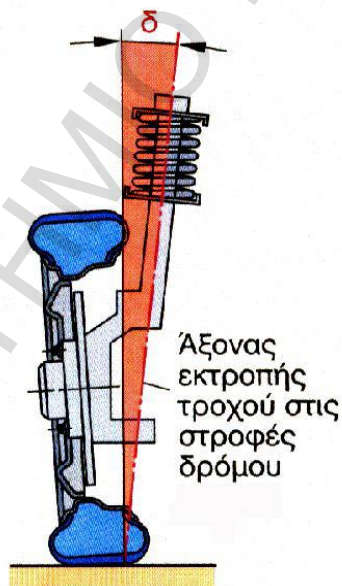
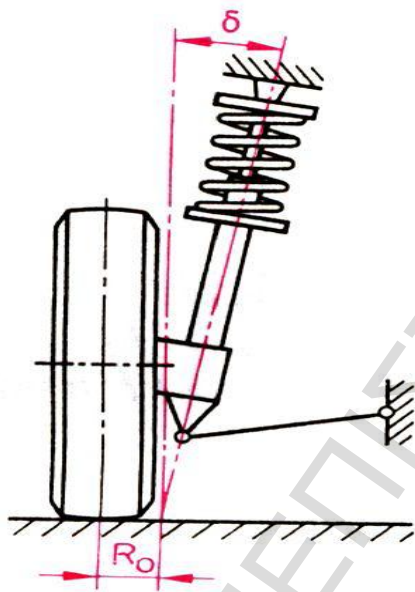
Κλίση πείρου



Γωνία κάμπερ και κλίση πείρου

Σημαντική σημείωση:

Η γωνία της κλίσης του πείρου είναι συμπληρωματική της γωνίας **Κάμπερ**.



Με την κλίση αυτή επιτυγχάνεται:

α/ η σταθερότητα του αυτοκινήτου στην ευθύγραμμη πορεία.

β/ περιορισμός στις καταπονήσεις του συστήματος διεύθυνσης.

γ/ καλύτερη επαναφορά του τιμονιού μετά από κάθε στροφή. Να γυρίζει δηλαδή το τιμόνι ίσια όταν το αφήνουμε ελεύθερο.

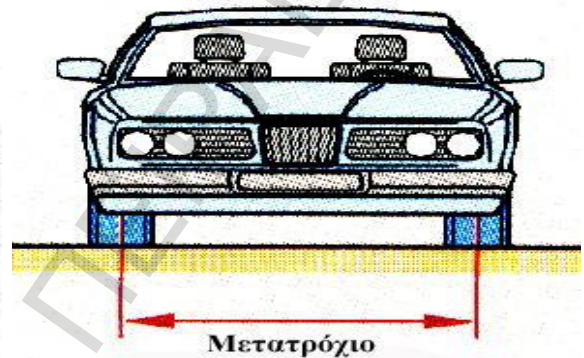
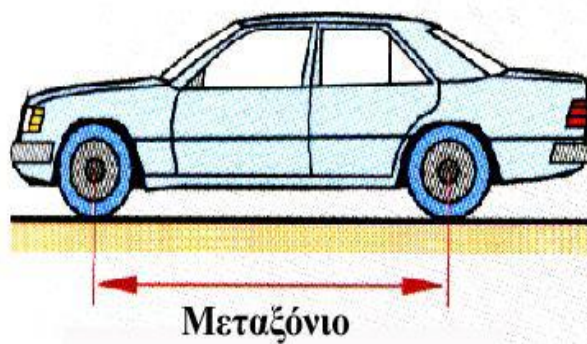
Μεταξόνιο, Μετατρόχιο. Σύγκλιση ή απόκλιση των τροχών.

Μεταξόνιο.

Το μεταξόνιο είναι η απόσταση μεταξύ των κέντρων των μπροστινών από τους πίσω τροχούς.

Μετατρόχιο.

Το μετατρόχιο είναι η απόσταση των τροχών του ίδιου άξονα, από το μέσον του ενός ελαστικού έως το μέσον του άλλου. Το μεταξόνιο και το μετατρόχιο δίνουν την επιφάνεια στήριξης του αυτοκινήτου.

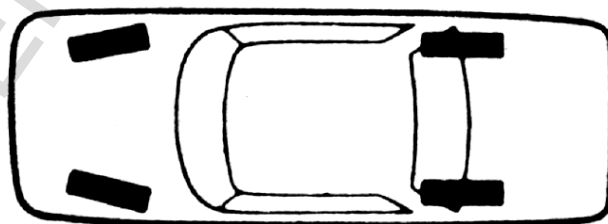


Σύγκλιση.

Όσο ισχυρός και να είναι ο εμπρόσθιος άξονας και τα ακραξόνια, υπάρχει πάντοτε μία ελαστικότητα, η οποία κατά την ώρα της κίνησης του αυτοκινήτου δημιουργεί μία απόκλιση στο εμπρόσθιο μέρος των τροχών, **αν από την κατασκευή τους ήταν ακριβώς παράλληλη**. Πιο έντονο αυτό το φαινόμενο το κάνει η γωνία **Κάμπερ**.

Η απόκλιση αυτή θα δημιουργεί απώλεια ισχύος και φθορά στα ελαστικά. Η απόκλιση αυτή αυξάνεται αν υπάρχουν μπόσικα στο μηχανισμό διεύθυνσης.

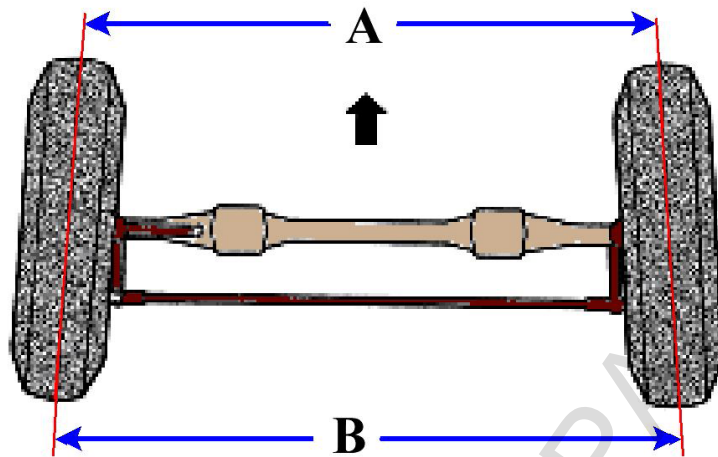
Για να αποφευχθεί το μειονέκτημα αυτό, κατασκευάζεται το εμπρόσθιο σύστημα των τροχών του αυτοκινήτου με μία μικρή **σύγκλιση** προς τα εμπρός.



σύγκλιση

Η τιμή της σύγκλισης ή της απόκλισης είναι η διαφορά των αποστάσεων των τροχών (μετατρόχιο) πίσω και εμπρός, δηλαδή $\Sigma = B - A$.

Οι αποστάσεις μετρώνται από τα κέντρα των πελμάτων των ελαστικών στο ύψος του άξονα και δίνεται σε χιλιοστά.

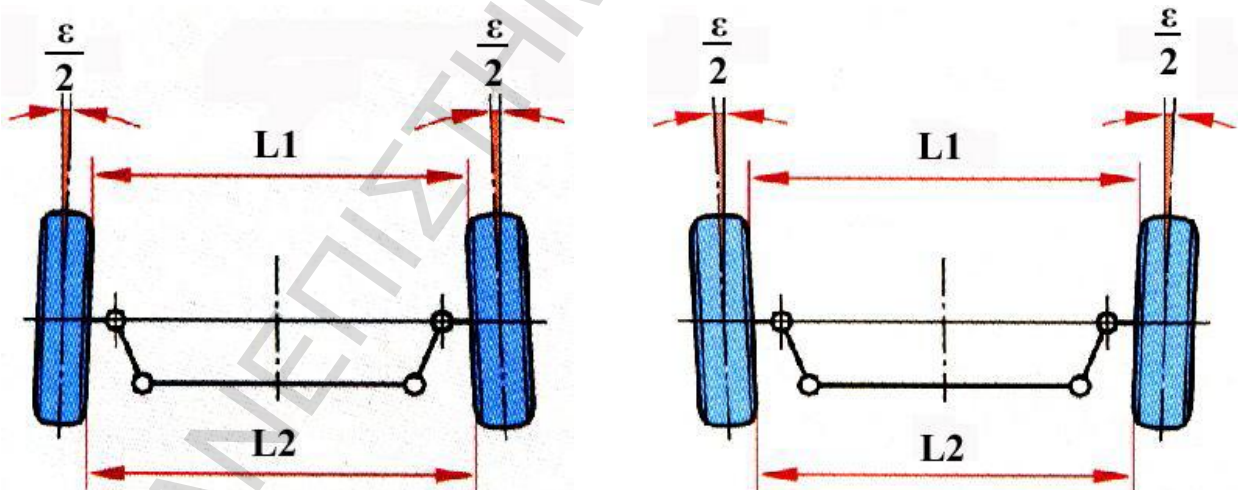


Στα αυτοκίνητα με **πίσω κίνηση** υπάρχει τάση των μπροστινών διεθυντηρίων τροχών να ανοίξουν προς τα έξω.

Για να αντισταθμιστεί η τάση αυτή και κατά την κίνηση οι τροχοί να είναι παράλληλοι, δίνεται εκ των προτέρων **σύγκλιση**.

Στα αυτοκίνητα με **μπροστινή κίνηση** υπάρχει τάση των μπροστινών διεθυντηρίων τροχών να κλείσουν προς τα μέσα.

Για να αντισταθμιστεί η τάση αυτή και κατά την κίνηση οι τροχοί να είναι παράλληλοι δίνεται εκ των προτέρων **απόκλιση**.



Η αντικανονική σύγκλιση ή απόκλιση έχει αποτέλεσμα την καταπόνηση των μπαρών του συστήματος διεύθυνσης και την φθορά των ελαστικών.

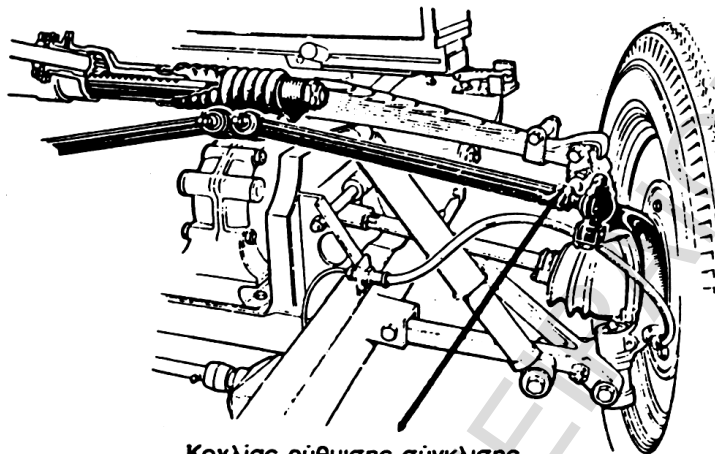
Σημείωση.

Η υπερβολική σύγκλιση φθείρει τα ελαστικά περισσότερο στο εξωτερικό μέρος τους.

Η υπερβολική απόκλιση τα φθείρει περισσότερο στο εσωτερικό μέρος τους.

Ρύθμιση της απόκλισης.

Η ρύθμιση της απόκλισης ή σύγκλισης ρυθμίζεται με την αυξομειώσεϊ του μήκους της μεγάλης μπάρας, ή των συνδετικών ράβδων (ακρόμπαρα).



Κοχλίας ρύθμισης σύγκλισης

Ρύθμιση σύγκλισης

Η σύγκλιση και απόκλιση, η γωνία Κάμπερ, η γωνία Κάστερ, η κλίση του πείρου εναρμονίζονται μεταξύ τους κατά τέτοιο τρόπο ώστε:

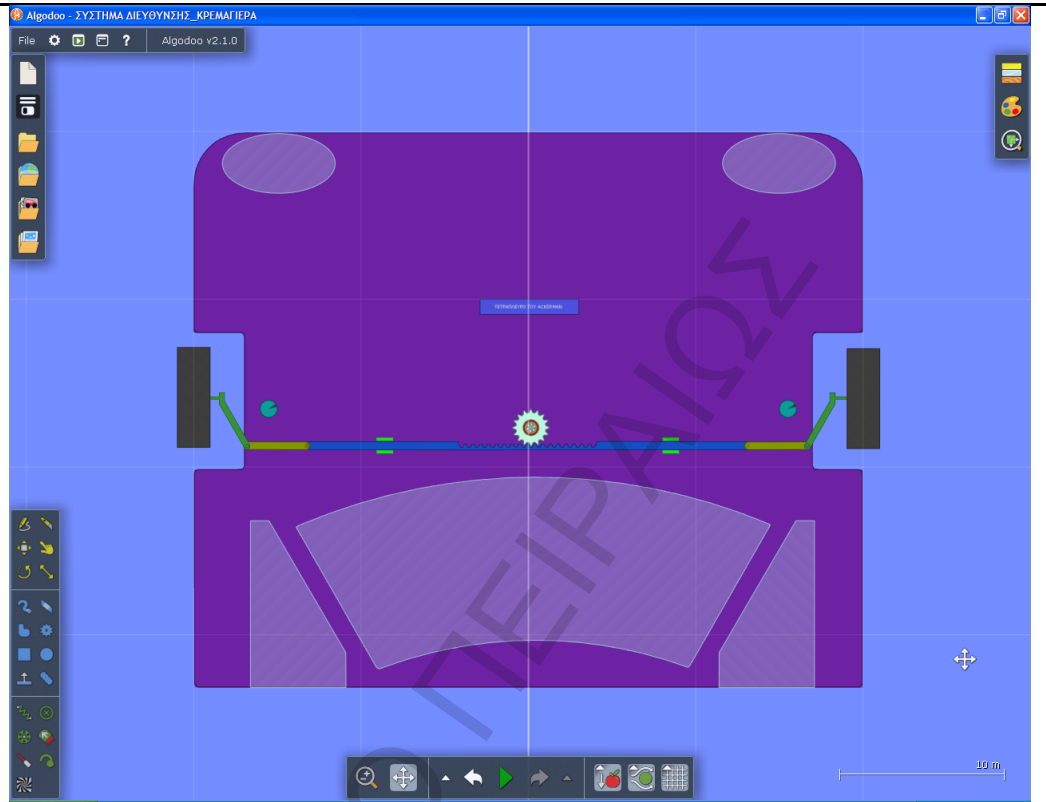
- Το αυτοκίνητο να κινείται αξιοπρεπώς στο οδόστρωμα.
- Τα ελαστικά να φθείρονται ελάχιστα.

Δραστηριότητα1^η:

διερεύνηση του
τρόπο λειτουργίας
του Συστήματος
διεύθυνσης.

Καλείστε να διερευνήσετε τον τρόπο λειτουργίας του Συστήματος διεύθυνσης.

Ανοίξτε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: **Σύστημα διεύθυνσης – Κρεμαγιέρα**) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:



Αφού ενεργοποιήσετε το **play**, πατήστε το δεξί και το αριστερό βέλος για να πειραματιστείτε με τον τρόπο λειτουργίας της κρεμαγιέρας.

Να ονομάσετε τα 4 μέρη από τα οποία αποτελείται το σύστημα διεύθυνσης που επεξεργάζεστε και να περιγράψετε την λειτουργία του.

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....

Περιγραφή της λειτουργίας του συστήματος διεύθυνσης:

.....

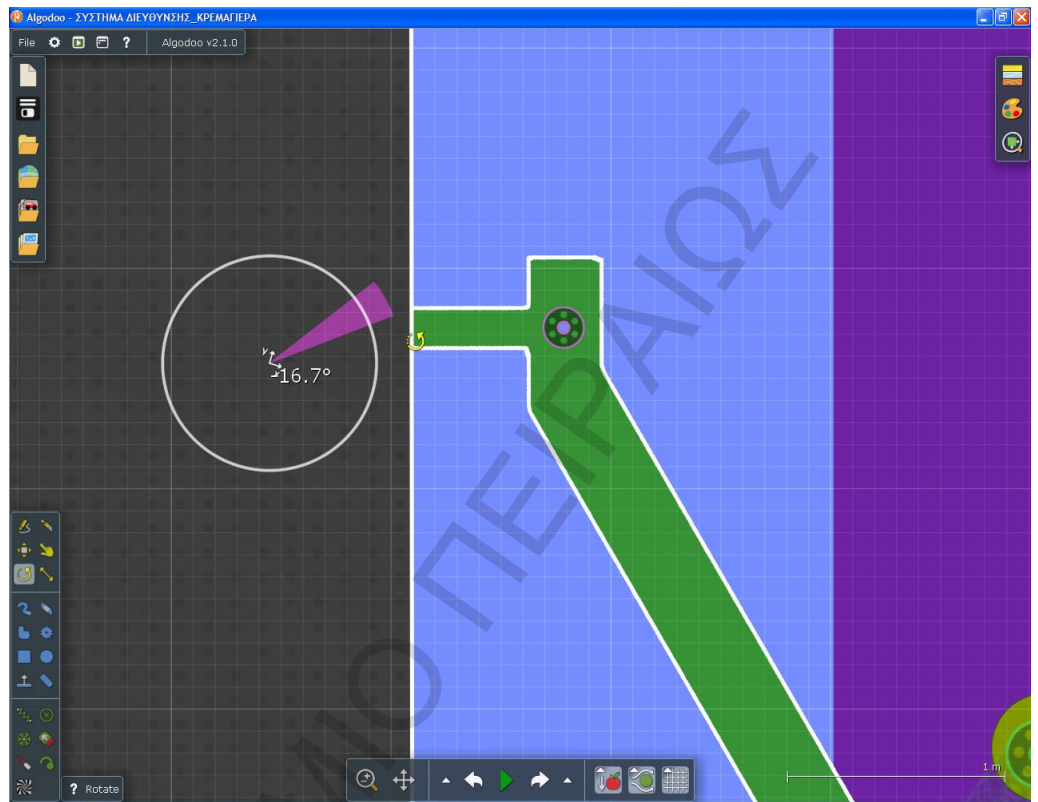
.....

.....

.....

.....


Ανοίξετε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: Σύστημα διεύθυνσης – Κρεμαγιέρα) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:

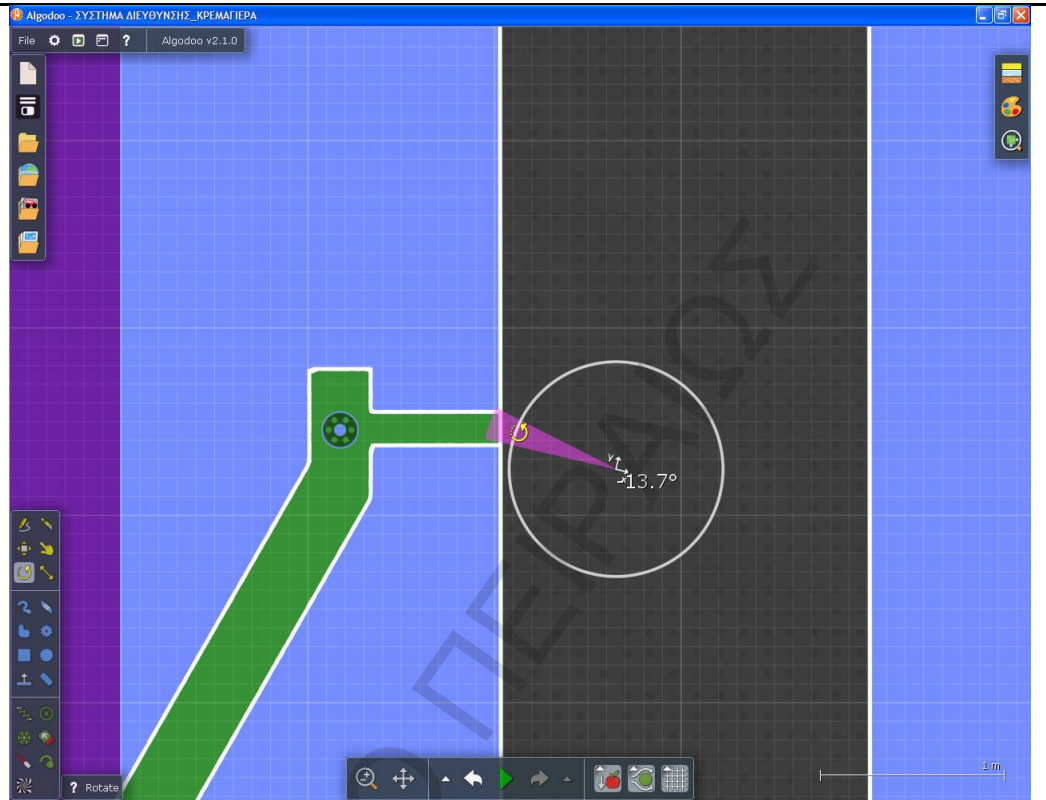


Δραστηριότητα 2^η:
Κατασκευή
εξαρτημάτων
από το οποία
αποτελείται ένα
πλανητικό σύστημα
μετάδοσης κίνησης.

Η κάθε ομάδα καλείται:

Αφού ενεργοποιήσετε το **play**, πατήστε το δεξί ή το αριστερό βέλος, έτσι ώστε το σύστημα διεύθυνσης του οχήματος να περιστρέψει τους τροχούς αριστερά – δεξιά. Σταματήστε την περιστροφή των τροχών με το **pause** σε τυχαία θέση, όπως στην παραπάνω σκηνή.

Χρησιμοποιήστε το εργαλείο περιστροφής  του προγράμματος και επαναφέρατε τον αριστερό τροχό σε ευθεία πορεία μετρώντας την γωνία επαναφοράς.



Επαναλάβετε την διαδικασία και για τον δεξιό τροχό. Συγκρίνετε τις γωνίες επαναφοράς.

Για να είστε βέβαιοι για την επαναφορά του τροχού στην ευθεία πορεία, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το πλέγμα (grid).

Δημιουργήστε πίνακα για πέντε τυχαίες θέσεις των τροχών του συστήματος διεύθυνσης, αξιολογήστε τα αποτελέσματα:

ΘΕΣΗ ΤΙΜΟΝΙΟΥ	ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ ΤΡΟΧΟΣ °	ΔΕΞΙΟΣ ΤΡΟΧΟΣ °
ΘΕΣΗ 1η		
ΘΕΣΗ 2η		
ΘΕΣΗ 3η		
ΘΕΣΗ 4η		
ΤΙΜΟΝΙ ΟΛΟ (ΔΕΞΙΑ –ΑΡΙΣΤΕΡΑ)		

Ανοίξετε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: **Γωνία Κάμπερ**) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:

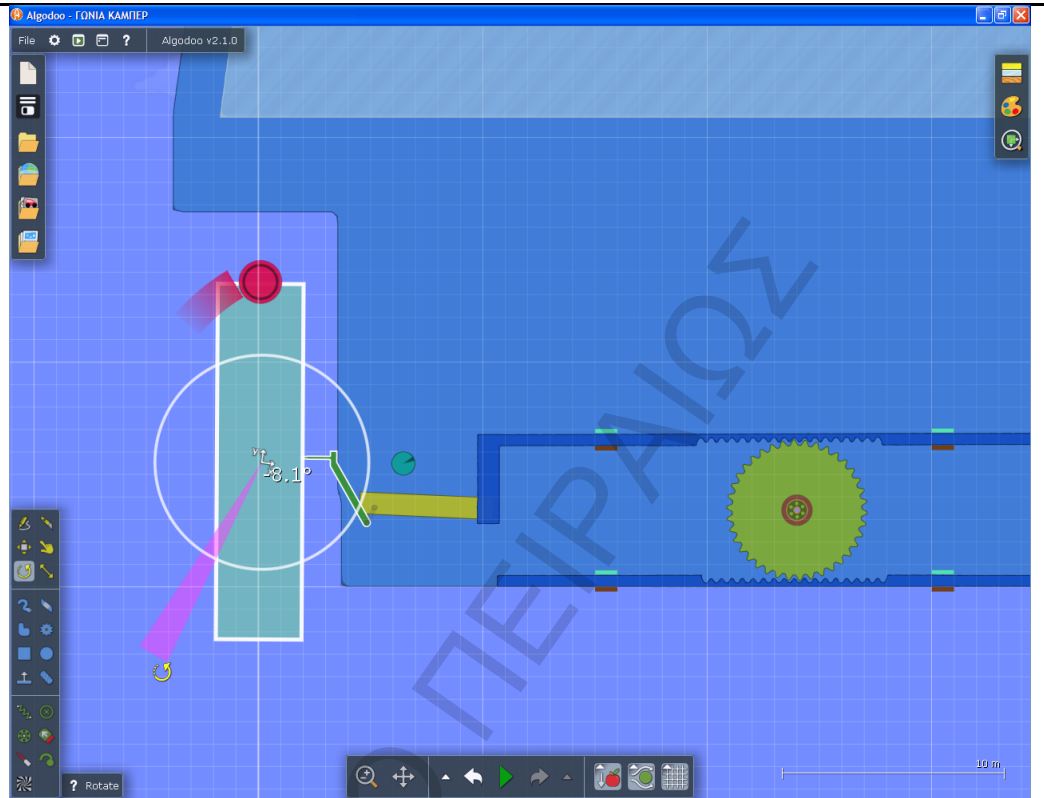


Δραστηριότητα 3^η:

Διερεύνηση της γωνίας Κάμπερ – σύγκλησης των τροχών.

Η κάθε ομάδα καλείται:

Αφού ενεργοποιήσετε το **play**, πατήστε το δεξί ή το αριστερό βέλος, έτσι ώστε το σύστημα αξόνων και γραναζιών να περιστρέφει τους τροχούς γύρο από τον άξονά τους δημιουργώντας έτσι θετική (αν το επάνω μέρος του τροχού κλίνει προς τα **έξω**), ή αρνητική (αν το επάνω μέρος του τροχού κλίνει προς τα **μέσα**), γωνία Κάμπερ. Σταματήστε την περιστροφή των τροχών με το **pause** σε τυχαία θέση, όπως στην παραπάνω σκηνή.



Χρησιμοποιήστε το εργαλείο περιστροφής του προγράμματος και επαναφέρατε τους τροχούς στην κατακόρυφο (0° γωνία κάμπερ) πορεία μετρώντας έτσι την γωνία επαναφοράς.

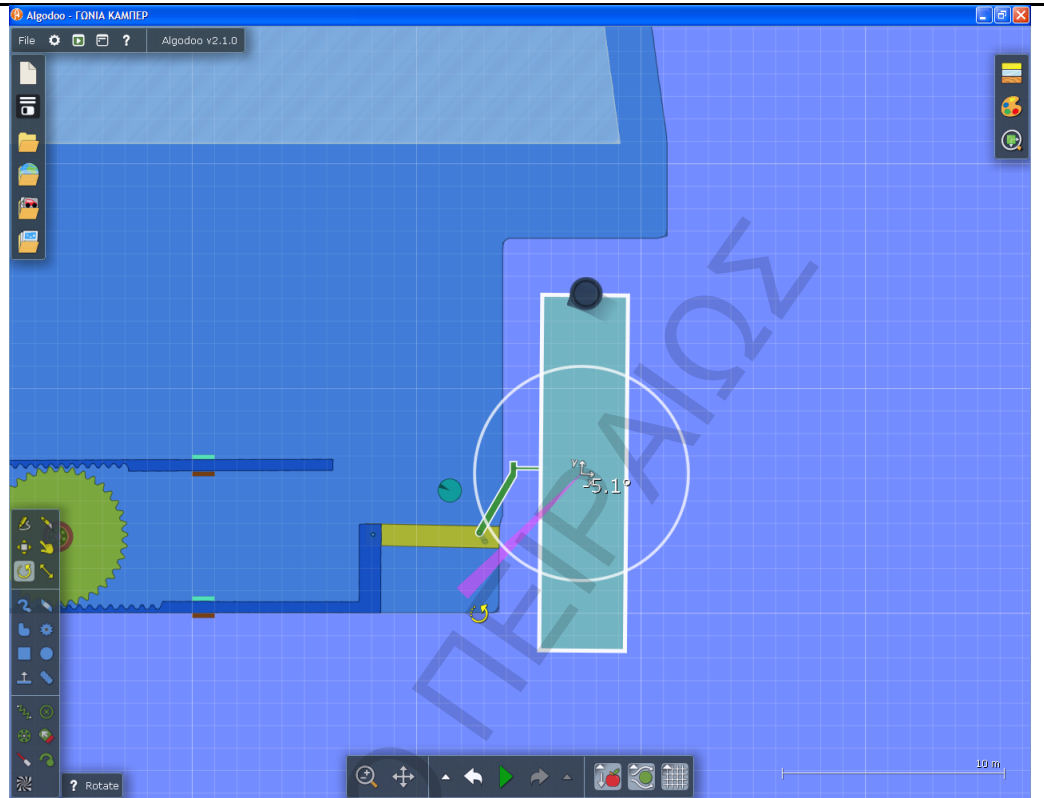
Επαναλάβετε το ίδιο σε τυχαίες θέσεις των τροχών για θετική και αρνητική γωνία.

Με την βοήθεια της θεωρίας να υπολογίσετε την τιμή της Σύγκλισης των τροχών (Σ), για δύο περιπτώσεις:

α) για όχημα με μπροστινή κίνηση: $\Sigma = \dots\dots\dots$

β) για όχημα με πίσω κίνηση: $\Sigma = \dots\dots\dots$

Για τον υπολογισμό της απόστασης μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το πλέγμα (grid), που παρέχει το πρόγραμμα Algodoo.



Περισσότερες πληροφορίες:

Έλεγχος της γωνίας Κάστερ.

Αίτια μεταβολή της γωνίας Κάστερ.

Η μεταβολή της γωνίας **Κάστερ** οφείλεται:

- Στην στρέβλωση του μπροστινού συστήματος. Των τροχών.
- Στην κακή τοποθέτηση του μπροστινού ελατηρίου, ή γόνατου Μακ Φέρσον.
- Στην παραμόρφωση του ψαλιδιού ανάρτησης
- Στην μετακίνηση της στρεπτικής δοκού (ζανφόρ) ή την κακή ρύθμισή της.

Η μεταβολή της αντιλαμβάνεται:

- Από την έλλειψη σταθερότητας κατά την οδήγηση
- Από την μικρή δύναμη επαφοράς του τιμονιού, μετά από στροφή των τροχών.
- Από την πορεία του αυτοκινήτου προς την μία πλευρά όταν έχει μεταβληθεί η γωνία στον ένα τροχό.

Έλεγχος γωνίας Κάστερ.

Η μέτρηση της γωνίας **Κάστερ** γίνεται με τη συσκευή ευθυγράμμισης τροχών.

Η συσκευή αυτή μπορεί να είναι μηχανική, οπτική, ή ηλεκτρονική.

Σημείωση.

Οι καινούργιες ηλεκτρονικές ευθυγραμμίσεις με ηλεκτρονικό υπολογιστή διαθέτουν κεφαλές που συγκρατούνται στα χείλη της ζάντας.

Οι μετρήσεις μεταφέρονται με καλωδίωση στη συσκευή και απεικονίζονται σε οθόνη.

Ρύθμιση της γωνίας Κάστερ.

Στην περίπτωση οχημάτων με ανάρτηση Μακ Φέρσον η ρύθμιση γίνεται με προσθήκη ή αφαίρεση ροδελών στην αντιστρεπτική ράβδο (ζανφόρ).

Στην περίπτωση ανάρτησης με διπλά ψαλίδια γίνεται με κοχλίωση ή αποκοχλίωση των ρυθμιστικών περικοχλίων, που βρίσκονται στο επάνω ψαλίδι.

Έλεγχος της γωνίας Κάμπερ.

Αιτίες μεταβολής της γωνίας Κάμπερ.

Στην κάμψη του εμπρόσθιου άξονα των τροχών ή του ακραξιονίου.

Στην αύξηση ή μείωση του μήκους των ψαλιδιών.(η αύξηση ή η μείωση του μήκους των ψαλιδιών οφείλεται στην **κάμψη ή στρέβλωση τους ή σε φθορά των συνεμπλόκ ή κακή ρύθμιση**).

Η μεταβολή της αντιλαμβάνεται :

- Από την πρόωρη ή ανομοιόμορφη φθορά των ελαστικών.
- Από τα κτυπήματα του τιμονιού στις ανωμαλίες του δρόμου.
- Από το κακό κράτημα του οχήματος στις στροφές.
- Από την δυσκολία στο παρκάρισμα.

Μέτρηση της γωνίας κάμπερ.

Γίνεται με τη συσκευή που μετρήθηκε και η γωνία **Κάστερ**.

Η διαφορά είναι ότι οι τροχοί του αυτοκινήτου πρέπει να είναι σε ευθεία θέση. Δηλαδή το μοιρογνωμόνιο της πλάκας περιστροφής να δείχνει '0'.

Η τιμή της γωνίας **Κάμπερ**, λαμβάνεται στη θέση αυτή από την αντίστοιχη κλίμακα της κεφαλής που εφαρμόζεται στον τροχό. Η κεφαλή πρέπει τη στιγμή της μέτρησης να είναι σε οριζόντια θέση.

Η ρύθμιση της γωνίας **Κάμπερ** γίνεται με την πρόσθεση ή αφαίρεση ρυθμιστικών ροδελών διαφόρων παχών στις βάσεις των ψαλιδιών ανάρτησης και την σύσφιξη των αντίστοιχων κοχλίων.

Βλάβες του συστήματος διεύθυνσης.

Βαρύ τιμόνι.

Όταν κατά την περιστροφή του τιμονιού απαιτείται δύναμη μεγαλύτερη από την κανονική η αιτία μπορεί να είναι:

- Χαμηλή πίεση των ελαστικών.
- Διαρροή λιπαντικού στην πυξίδα διεύθυνσης.
- Κακή ευθυγράμμιση της κολόνας του τιμονιού.
- Σφικτές αρθρώσεις.
- Υπερβολική γωνία **Κάστερ**.
- Βλάβη υδραυλικού συστήματος. (αντλίας, βαλβίδων, διαρροή λαδιού, κ.τ.λ)

Μεγάλος τζόγος τιμονιού.

Η περιστροφή του τιμονιού κατά την οποία δεν μετακινούνται οι τροχοί ονομάζεται νεκρή διαδρομή ή τζόγος τιμονιού.

Οι κυριότερες αιτίες που προκαλούν τον υπερβολικό τζόγο είναι:

- Κακή ρύθμιση της πυξίδας, και ιδιαίτερα του βραχίονα της.
- Φθορά ή χαλαρή σύσφιξη των αρθρώσεων όλου του συστήματος.
- Φθορά των ρουλεμάν των τροχών.

Τράβηγμα τιμονιού σε μία πλευρά.

Όταν το τιμόνι τραβάει προς την μία πλευρά εξετάζονται οι ακόλουθες αιτίες:

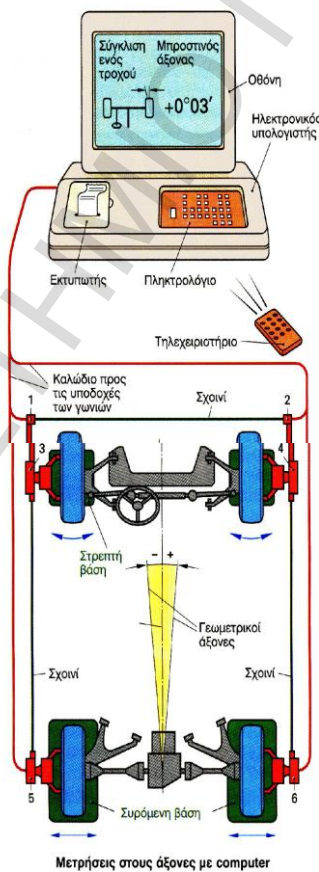
- Η ανομοιόμορφη πίεση στα ελαστικά.
- Η ανομοιόμορφη φθορά στα ελαστικά.
- Η αντικανονική γωνία **Κάστερ** σε ένα τροχό.
- Η φθορά ρουλεμάν ενός τροχού.
- Η κακή ρύθμιση της πυξίδας διεύθυνσης.
- Η εξασθένηση ή θραύση ελατηρίου ανάρτησης.
- Η κακή ρύθμιση ή ανομοιόμορφη φθορά στα φρένα.

Μέτρηση γεωμετρίας τροχών.

Σε κάθε αυτοκίνητο απαιτείται ένας ορισμένος βαθμός ευθυγράμμισης ως προς τις γωνίες Κάμπερ και Κάστερ. Επίσης πρέπει να ελέγχονται η απόκλιση και σύγκλιση των τροχών.

Οι έλεγχοι αυτοί γίνονται με ηλεκτρονικές συσκευές, που στην οθόνη τους απεικονίζουν κάθε μεταβολή του συστήματος διεύθυνσης.

Από τις οδηγίες του κατασκευαστή ο έμπειρος τεχνικός – χειριστής του μηχανήματος ρυθμίζει τις σωστές γωνίες.



ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ:

ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ – ΕΛΕΓΧΟΣ - ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ	<p>Να αποκτήσουν οι εκπαιδευόμενοι δεξιότητες:</p> <p>Έλεγχο του συστήματος διεύθυνσης, την επιθεώρηση των εξαρτημάτων του και ρύθμιση εάν χρειάζεται των γωνιών κάμπερ – καστερ – σύγκλισης.</p>
ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	<p>Συσκευή ευθυγράμμισης τροχών.</p> <p>Γερμανικά κλειδιά.</p>
ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	<p>Πρέπει να ακολουθούνται τα γενικά και απαραίτητα μέτρα ασφαλείας για εργασίες που γίνονται όταν ανυψώνεται ένα όχημα. Προσοχή χρειάζεται στην χρήση των εργαλείων και κλειδιών. Προσοχή κατά την εξαγωγή ελατηρίων, ασφαλειών.</p>

ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

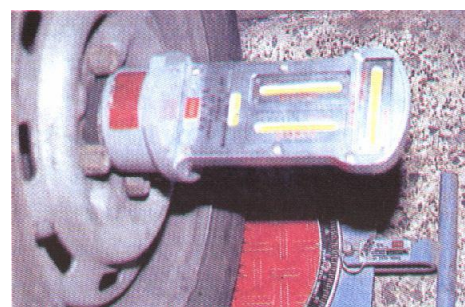
Εργασίες επιθεώρησης, ελέγχου, ρύθμισης του συστήματος
διεύθυνσης οχήματος.

Το αυτοκίνητο πρέπει να βρίσκεται σε επίπεδο και οριζόντιο έδαφος.

Οι μπροστινοί τροχοί τοποθετούνται πάνω σε 2 περιστρεφόμενες πλάκες (πιάτα).



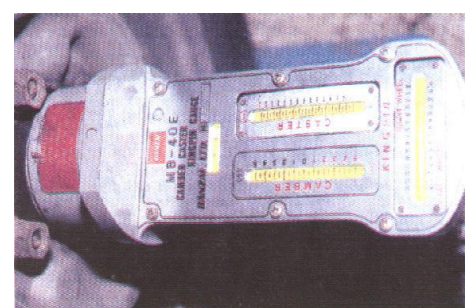
Προσαρμόζεται ένας αισθητήρας (κεφαλή) στο κέντρο του τροχού που πρέπει να μετρηθεί, με μαγνητικό τρόπο (στα χείλη της ζάντας), ή μαγνητικά (στο κέντρο αυτής).



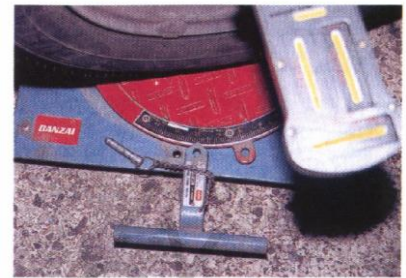
Ευθυγραμμίζεται σε οριζόντια θέση με την βοήθεια ενσωματωμένου αλφαδιού.

Πάνω στην κεφαλή βρίσκεται η κλίμακα για τη μέτρηση της γωνίας κάμπερ, και οι κλίμακες για την

Μέτρηση των άλλων γωνιών του συστήματος διεύθυνσης.



Στη συνέχεια περιστρέφεται ο τροχός κατά 20ο προς τη μία πλευρά, όπως φαίνεται στο μοιρογνωμόνιο της πλάκας περιστροφής του.



Στο σημείο αυτό ελέγχεται αν η κεφαλή είναι οριζόντια και μηδενίζεται η ένδειξη της γωνίας κάμπερ με τη βοήθεια του ρυθμιστικού διακόπτη.

**Περιστρέφεται ο τροχός προς την αντίθετη πλευρά κατά 20ο, (δηλαδή συνολική περιστροφή 40ο από την θέση μηδενισμού) και λαμβάνεται η τιμή της γωνίας
Κάστερ.**



Ελέγχεται αν η τιμή αυτή είναι μέσα στα όρια που καθορίζεται από τον κατασκευαστή του οχήματος, διαφορετικά γίνεται η ρύθμιση της.

7.5 5ο Εκπαιδευτικό σενάριο: ΕΛΙΚΟΕΙΔΗ ΕΛΑΤΗΡΙΑ – ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ (ΑΜΟΡΤΙΣΕΡ)

Εκπαιδευτικό Σενάριο Μαθήματος

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων	Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι
Ταξή: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου	Ενότητα : Ελικοειδή ελατήρια – Αποσβεστήρες ταλαντώσεων (Αμορτισέρ)
Καθηγητής:	Διάρκεια : 3 ώρες x 45'
Εκπαιδευτικό Πρόβλημα : <p>Οι μαθητές ερχόμενοι στην εκπαιδευτική διαδικασία έχουν διαμορφωμένη άποψη για τα φυσικά φαινόμενα, δίνοντας τη δική τους ερμηνεία για αυτά, μέσω διαφόρων αλληλεπιδράσεων στην καθημερινή τους ζωή (Trowbridge and McDermott, 1981).</p> <p>Το εκπαιδευτικό πρόβλημα σχετίζεται με την αδυναμία πολλών μαθητών να κατανοήσουν την τεχνική ορολογία αλλά και τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζονται οι νόμοι των φυσικών επιστημών στην λειτουργία των διαφόρων συστημάτων του αυτοκινήτου, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν και συνεργάζονται μεταξύ τους.</p> Στόχοι : Γνώσεις: <ol style="list-style-type: none">1. Να εξηγούν το λόγο ύπαρξης του συστήματος αναρτήσεων στο αυτοκίνητο2. Να μπορούν να διακρίνουν και να αναφέρουν τα μέρη και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το σύστημα ανάρτησης ενός οχήματος.	

3. Να είναι σε θέση να αξιολογήσουν και να τεκμηριώσουν τον τρόπο λειτουργίας ενός ελατηρίου, σε συνδυασμό με τον αποσβεστήρα ταλάντωσης.

Δεξιότητες:

1. Να αναπτύσσουν την κριτική τους ικανότητα.
2. Να διακρίνουν, με την βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων, μοντέλων, προσομοιώσεων, πραγματικών εφαρμογών) τα διάφορα είδη συστημάτων ανάρτησης.
3. Να εξηγούν, με την βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων, μοντέλων, προσομοιώσεων, πραγματικών εφαρμογών) την λειτουργία ενός ελατηρίου, σε συνδυασμό με τον αποσβεστήρα ταλάντωσης – αμορτισέρ.
4. Να μπορούν να συσχετίζουν τις πιθανές βλάβες του συστήματος ανάρτησης, με τα πιθανά αίτια που τα προκαλούν.
5. Να συνδέουν τα θέματα και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην τάξη με τις πρακτικές εφαρμογές στο εργαστήριο.
6. Να ακολουθούν τους τρόπους συντήρησης των διαφόρων συστημάτων ανάρτησης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών.

Στάσεις:

1. Οι μαθητές θα πρέπει να δείχνουν ενδιαφέρον για τεχνολογικά θέματα, ιδιαίτερα για την ειδικότητα που επέλεξαν ώστε να τα συνδέουν μεταξύ τους
2. Να ελέγχουν τη μαθησιακή τους πρόοδο.
3. Να αξιολογούν τη στρατηγική τους.
4. Να εκμεταλλεύονται την συνεχή ανατροφοδότηση που τους δίνει ο εκπαιδευτής, χρησιμοποιώντας την ως αφετηρία για περαιτέρω βελτίωση, στην τάξη αλλά και στο εργαστήριο

Χαρακτηριστικά εκπαιδευομένων:

Γνωστικά:

1. Να έχουν βασικές γνώσεις Φυσικής.
2. Να έχουν καλή σχέση με την τεχνολογία, τις εφαρμογές λογισμικού και το διαδίκτυο.
3. Να είναι εξοικειωμένοι με την χρήση εργαλείων χειρός, αλλά και συσκευών.

Ψυχοκοινωνικά:

1. Να επιθυμούν να συμμετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία.
2. Να είναι πρόθυμοι να συνεργάζονται σε ομάδες ομότιμα, σεβόμενοι την διαφορετικότητα των απόψεων των συμμαθητών τους.
3. Να είναι πρόθυμοι να προσεγγίσουν την ανακαλυπτική διαδικασία μέσω πειραμάτων. Μέσα από ομαδοσυνεργατικές διαδικασίες να καταβάλουν συνειδητή προσπάθεια και δραστηριοποίηση για την επίλυση των προβλημάτων.

Δημογραφικά:

Οι εκπαιδευόμενοι στα ΕΠΑ.Λ. είναι και των δύο φύλων, ηλικίας 16 έως 18 ετών. Σε απογευματινά ΕΠΑΛ υπάρχουν και ενήλικες μαθητές εργαζόμενοι συνήθως, με διαμορφωμένη άποψη (εσφαλμένη ή όχι) σε πολλά θέματα.

Ανάγκες εκπαιδευομένων:

Οι εκπαιδευόμενοι έχουν την ανάγκη να:

1. Να αισθάνονται ικανοί να ελέγχουν την πορεία της μάθησης τους χρησιμοποιώντας την πρότερη γνώση για την οικοδόμηση νέας .

2. Να αναπτύξουν την κριτική τους ικανότητα μέσα από συνεχή ανατροφοδότηση, είτε από τον εκπαιδευτή, είτε από τους συμμαθητές τους.
3. Να αποκτήσουν δεξιότητες και το αίσθημα πληρότητας μέσα από πρακτικές – πειραματικές εμπειρίες.

Εκπαιδευτική προσέγγιση του εκπαιδευτικού σεναρίου

Για την επίλυση του υπό εξέταση διδακτικού προβλήματος, επιλέχθηκε ως καταλληλότερη η εκπαιδευτική προσέγγιση που βασίζεται στις αρχές του διδακτικού μοντέλου της διερευνητικής μάθησης.

Για την υλοποίηση του επιλεγμένου διδακτικού μοντέλου, λάβαμε υπόψη μας, τις παρακάτω παραμέτρους:

1. Παρουσίαση του θέματος με τρόπο που να κινητοποιήσει τις ανάγκες των εκπαιδευομένων: αναφορές σε καθημερινά προβλήματα των μαθητών.
2. Διάρκεια: Μάθημα 2 x 45 λεπτά / Δραστηριότητες – Εφαρμογές 1 x 45 λεπτά.
3. Ηλεκτρονικός υπολογιστής - Διαδραστικός Πίνακας ή Βίντεο προβολέας
4. Λογισμικό: Microsoft Office 2007 - προσομοίωσης ALGODOO

Πορεία Διδασκαλίας – Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες – Χρονοδιάγραμμα :

Πορεία διδασκαλίας	Μεθοδολογία	Μέσα διδασκαλίας	Χρόνος
Φάση 1^η: Κινητοποίηση αναγκών - καθοδήγηση των μαθητών			
Ο καθηγητής δίνει στους μαθητές τα κατάλληλα ερεθίσματα ώστε να αναγάγει το			

φαινόμενο σε πρόβλημα, με σύντομη αναδρομή σε πρότερες γνώσεις ενεργοποιώντας τις ανάγκες των μαθητών.	Διάλεξη		4
Φάση 2^η: Παρουσίαση – Διερεύνηση του προβλήματος			
Ο εκπαιδευτής ανοίγει την παρουσίαση προβάλλοντας βίντεο και εικόνες από πρακτικά παραδείγματα στους εκπαιδευόμενους, στα οποία εμφανίζεται το πρόβλημα προς διερεύνηση, με το οποίο θα ασχοληθούν. Παρουσιάζει τους λόγους για τους οποίους είναι απαραίτητη η ύπαρξη του συστήματος ανάρτησης στο αυτοκίνητο.	Επίδειξη - Προβολή	H/Y – projector	6
Συζήτηση με τους μαθητές: Στη συνέχεια γίνεται συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτή και εκπαιδευόμενων όπου παραθέτουν τα δικά τους παραδείγματα. Οι μαθητές είναι ιδιαίτερα εξοικειωμένοι με το αυτοκίνητο (μερικοί από αυτούς εργάζονται) πολλές φορές με εσφαλμένες απόψεις.	Συζήτηση		5
Ο εκπαιδευτής παρουσιάζει με την βοήθεια power point τα είδη των συστημάτων ανάρτησης τοποθετώντας την εξέλιξη τους χρονικά και από το πιο απλό στο πιο σύνθετο. Αναλύει σε επιμέρους εξαρτήματα και τους εξηγεί πώς η τεχνολογία χρησιμοποίησε απλές αρχές της φυσικής για να επιτύχει τους στόχους της	Διάλεξη – Προβολή παρουσίασης	H/Y – projector	10
Φάση 3^η: Προετοιμασία της δραστηριότητας.			
Ο εκπαιδευτής αφού οι μαθητές χωρισθούν σε ομάδες, και επιλέξουν ρόλους διανέμει φύλλο έργου όπου εκεί τους παρέχει σχετικές οδηγίες για το θεωρητικό μέρος και τα	Διάλεξη -	Projector –	4

βήματα που θα ακολουθήσουν, προκειμένου να προετοιμαστούν για την εκπαιδευτική δραστηριότητα. Συζητά μαζί τους επιλύει απορίες.	Συζήτηση	H/Y	
Εξηγεί την χρησιμότητα της προσομοίωσης της λειτουργίας διαφόρων εξαρτημάτων ή και μηχανών ακόμη, μέσω του υπολογιστή. Παρουσιάζει με την βοήθεια διαδραστικού πίνακα το πρόγραμμα προσομοίωσης Algodoo, επεξηγώντας τις λειτουργίες και τις δυνατότητες του .	Επίδειξη λογισμικού	Λογισμικό Algodoo – Διαδραστικός πίνακας – H/Y	6
Φάση 4^η: Πρακτική εξάσκηση ... στην τάξη.			
Ο εκπαιδευτικός ζητά από την κάθε ομάδα να διερευνήσει πειραματιζόμενη, μέρος της δραστηριότητας από το φύλλο εργασίας. Κάθε μαθητής με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού κάνει μόνος του πρακτική εξάσκηση με το εργαλείο Algodoo. Το λογισμικό Algodoo δίνει με ένα έξυπνο και διασκεδαστικό τρόπο την δυνατότητα στον μαθητή να κατανοήσει εύκολα έννοιες της φυσικής και φυσικά φαινόμενα που συναντά στην καθημερινότητά του. Η διαδικασία αυτή καλλιεργεί το αίσθημα πληρότητας, της αυτοεκτίμησης και ενισχύει σημαντικά την ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας όπως επίσης και τις μεταγνωστικές δεξιότητες του μαθητή. Αφού εξοικειωθούν με το εργαλείο προσομοίωσης, παρέχεται χρόνος στους μαθητές να πειραματισθούν ελεύθερα μόνοι τους .	Πρακτική εξάσκηση στο λογισμικό	Projector – H/Y– Διαδραστικός πίνακας – tablet PC	10

<p>Οι μαθητές πειραματίζονται, μέσω απλών εφαρμογών χρησιμοποιώντας την θεωρία που έχουν διδαχθεί σχετικά με την χρήση των ελατηρίων, αλλά και μέσα από το λογισμικό ώστε να κατανοήσουν τον λόγο για τον οποίο τα ελατήρια του συστήματος ανάρτησης ενός οχήματος συνοδεύονται υποχρεωτικά από αποσβεστήρες ταλαντώσεων και πώς αυτός ο συνδυασμός παρουσιάζεται μέσω της προσομοίωσης.</p> <p>Οι μαθητές με την βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης καλούνται να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας που τους δόθηκε.</p> <p>Δραστηριότητα 1^η:</p> <p>Οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν τον τρόπο λειτουργίας του Συστήματος ανάρτησης.</p> <p>Πειραματίζονται σε έτοιμες σκηνές με το λογισμικό προσομοίωσης Algodoo, ώστε να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας του ελατηρίου και πώς αυτό αντιδρά όταν φορτίζεται.</p> <p>Οι μαθητές καλούνται να ονομάσουν με την βοήθεια της θεωρίας τα μέρη από τα οποία αποτελούνται τα διάφορα σύστημα ανάρτησης και να περιγράψουν την λειτουργία τους.</p> <p>Δραστηριότητα 2^η:</p> <p>Οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν την συμπεριφορά ενός ελατηρίου (ταλάντωση κάτω από φορτίο σε συνάρτηση με τον χρόνο) μέσω της προσομοίωσης.</p>	<p>Πείραμα προσομοίωσης - άσκηση</p>	<p>H/Y – Λογισμικό Algodoo – Διαδραστικός πίνακας – tablet PC</p>	<p>30</p>
--	---	--	------------------

<p>Καλούνται σε σκηνές που θα δημιουργήσουν οι ίδιοι , να καταγράψουν με την βοήθεια των εργαλείων του προγράμματος (διάγραμμα απόσβεσης ταλάντωσης) , την συμπεριφορά ενός ελατηρίου κάτω από φορτίο. Οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν τα αποτελέσματα στο φύλλο εργασίας και να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους.</p> <p>Δραστηριότητα 3^η:</p> <p>Στη τρίτη δραστηριότητα οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν την συμπεριφορά ενός αποσβεστήρα ταλαντώσεων σαν μοναδικό εξάρτημα σε ένα σύστημα ανάρτησης και την αλλαγή συμπεριφοράς αυτού με την χρήση συστήματος ελατηρίου - αποσβεστήρα (ταλάντωση κάτω από φορτίο σε συνάρτηση με τον χρόνο) μέσω της προσομοίωσης.</p> <p>Καλούνται σε σκηνές που θα δημιουργήσουν, να καταγράψουν με την βοήθεια των εργαλείων του προγράμματος (διάγραμμα απόσβεσης ταλάντωσης) την συμπεριφορά του συστήματος πλέον, κάτω από το ίδιο φορτίο. Οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν τα αποτελέσματα στο φύλλο εργασίας και να τα συγκρίνουν με τα προηγούμενα.</p> <p>Σκοπός της δραστηριότητας αυτής είναι η διερεύνηση της συμπεριφοράς του συστήματος ανάρτησης και η κατανόηση της χρησιμότητάς του στο αυτοκίνητο η εξοικείωση των μαθητών με την βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης.</p>			
<p>Αποτελέσματα:</p>			

<p>Οι ομάδες καταγράφουν τα αποτελέσματά τους στο φύλλο εργασίας.</p> <p>Στο φύλλο εργασίας ο καθηγητής ζητά από τα μέλη των ομάδων:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να καταγράψουν την σημαντική βελτίωση της συμπεριφοράς του συστήματος ανάρτησης ενός οχήματος, με την χρήση απλών ελατηρίων και συνδυασμού ελατηρίων – αμορτισέρ. • Να καταγράψουν και αιτιολογήσουν την απάντησή τους, αποτέλεσμα της οποίας θα είναι η επιτυχής η προσομοίωση. • Να αναφέρουν τα μέρη, να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα επιμέρους εξαρτήματα από τα ποία αποτελείται ένα σύστημα ανάρτησης και να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας του. 	<p>Συγγραφή Αποτελεσμάτων</p>	<p>H/Y – Φύλλο εργασίας</p>	<p>5</p>
<p>Φάση 5^η: Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων – Ανατροφοδότηση</p>			
<p>Οι ομάδες καλούνται να αναλύσουν, να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα να παρουσιάσουν και να επεξηγήσουν, αιτιολογώντας τις επιλογές που έκαναν κατά την διάρκεια της διαδικασίας.</p> <p>Τα αποτελέσματα και οι επεξηγήσεις της κάθε ομάδας αξιολογούνται από τις υπόλοιπες, σχολιάζοντας, επαναδιατυπώνοντας, συμπληρώνοντας ή και διορθώνοντας τις υποθέσεις τους. Επιδιώκεται έτσι η γενίκευση των παρατηρήσεων και η διατύπωση κοινών συμπερασμάτων.</p>	<p>Συζήτηση</p>	<p>H/Y – Λογισμικό Algodoo – Διαδραστικός πίνακας – tablet PC</p>	<p>7</p>

<p>Ο καθηγητής αξιολογεί τα αποτελέσματα των μαθητών και παρέχει την απαιτούμενη ανατροφοδότηση όπου αυτή χρειάζεται, τονίζοντας τα σημαντικότερα σημεία και επιλύοντας τυχών απορίες.</p>	<p>Πείραμα - Άσκηση</p>	<p>Διαδραστικός πίνακας – tablet PC</p>	<p>3</p>
<p>Φάση 6^η: Από την προσομοίωση στη πράξη του εργαστηρίου</p>			
<p>Οι ομάδες καλούνται πλέον στον χώρο του εργαστηρίου συστημάτων Αυτοκινήτου, με την εποπτεία του εκπαιδευτικού, σε πραγματικές συνθήκες, με την βοήθεια και των οδηγιών του φύλου εργασίας, να αποσυναρμολογήσουν το σύστημα ανάρτησης οχήματος, να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας, να μάθουν τα μυστικά αποσυναρμολόγησης του συστήματος, να δουν τα επιμέρους εξαρτήματά του και να το συναρμολογήσουν επιτυχώς.</p> <p>Η τελευταία φάση συμβάλει στην επίτευξη μακροπρόθεσμου στόχου, με την κατάκτηση βιωματικών δεξιοτήτων, οι οποίες θα αξιοποιηθούν στην επαγγελματική τους σταδιοδρομία.</p>	<p>Πρακτική εξάσκηση</p>	<p>Εργαστήριο Συστημάτων Αυτοκινήτου</p>	<p>45</p>

Οδηγίες για τον Εκπαιδευτή

**Εκπαιδευτικό σενάριο: ΕΛΙΚΟΕΙΔΗ ΕΛΑΤΗΡΙΑ – ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΕΣ
ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ (ΑΜΟΡΤΙΣΕΡ)**

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων

Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου Ι

**Ταξή: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών
Συστημάτων Αυτοκινήτου**

**Ενότητα : Ελικοειδή ελατήρια – Αποσβεστήρες
ταλαντώσεων (Αμορτισέρ)**

Διδάσκον Καθηγητής:

Διάρκεια : 3 ώρες x 45΄

1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου	Ελικοειδή ελατήρια – Αποσβεστήρες ταλαντώσεων (Αμορτισέρ)		
2. Λογισμικό που χρησιμοποιείται	ALGODOO	Αρχεία	(σκηνή: Σύστημα ανάρτησης – Ελικοειδή ελατήρια – Αποσβεστήρες ταλαντώσεων (Αμορτισέρ)
	Διάθεση στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.algodoo.com/		
3. Βασικές έννοιες και μεγέθη	Είδη αναρτήσεων, αναρτημένες και μάζες του αυτοκινήτου, ελατήρια, αποσβεστήρας ταλαντώσεων, επιμέρους εξαρτήματα συστήματος ανάρτησης.		
4. Προαπαιτούμενες Γνώσεις	Οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να γνωρίζουν τα επιμέρους εξαρτήματα τα οποία είναι απαραίτητα για την ομαλή κίνηση ενός οχήματος σε διάφορα είδη οδοστρώματος και πώς αυτά συμπεριφέρονται όταν συνεργάζονται μεταξύ τους – χρήση εργαλείων χειρός.		
5. Περιγραφή του Εκπαιδευτικού Σεναρίου	<p>Με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης « ALGODOO », θα διερευνηθούν οι συνθήκες λειτουργίας του συστήματος ανάρτησης και η συνεργασία του με τα υπόλοιπα συστήματα του Αυτοκινήτου.</p> <p>Η δραστηριότητα αυτή θα βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να κατανοήσουν πειραματικά πώς επηρεάζεται η οδική συμπεριφορά ενός οχήματος με την χρήση αποσβεστήρα ταλαντώσεων στο σύστημα ανάρτησης και πώς τα επιμέρους εξαρτήματα της ανάρτησης συνεργάζονται</p>		

	<p>μεταξύ τους έτσι ώστε να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.</p>
<p>6. Στόχοι του Εκπαιδευτικού Σεναρίου</p>	<p>Οι αναμενόμενοι στόχοι διακρίνονται σε ειδικούς και γενικούς. Οι Ειδικοί Διδακτικοί Στόχοι σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών σχετίζονται με το κεφάλαιο:</p> <p>«4.3.2 Ελικοειδή ελατήρια » «4.4 Αποσβεστήρες ταλαντώσεων (αμορτισέρ)»</p> <p>Οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να ορίζουν το σκοπό του συστήματος ανάρτησης των αυτοκινήτων. • Να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα μέρη και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το σύστημα ανάρτησης ενός οχήματος. • Να αξιολογούν τη σημασία και να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας ενός ελατηρίου, σε συνδυασμό με τον αποσβεστήρα ταλάντωσης (αμορτισέρ). • Να μπορούν να συσχετίζουν τις βλάβες του συστήματος ανάρτησης με τα πιθανά αίτια που τις προκαλούν. • Να ακολουθούν τους τρόπους συντήρησης των διαφόρων αυτών συστημάτων σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. <p>Οι Γενικοί Διδακτικοί Στόχοι ορίζονται με βάση τα τρία ανώτερα επίπεδα της αναθεωρημένης ταξινόμιας διδακτικών στόχων του Bloom (ανάλυση, αξιολόγηση, σύνθεση).</p> <p>Οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναλύουν τις σχέσεις που συνδέουν τα επιμέρους εξαρτήματα ενός συστήματος ανάρτησης . • να αξιολογούν, να επαληθεύουν τα ευρήματά τους, και να προτείνουν εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα. • κατανοούν τα φαινόμενα, πώς αυτά συνδέονται μεταξύ τους ώστε να διαμορφώνουν και να παράγουν συμπεράσματα με άμεση εφαρμογή στην πράξη, που θα εφαρμοστεί άμεσα στο εργαστήριο.
<p>7.Μεθοδος – οργάνωση της τάξης</p>	<p>Οι μαθητές θα εργαστούν είτε ατομικά είτε ομαδικά (ανάλογα με το μοντέλο). Το φύλλο εργασίας διανέμεται στους εκπαιδευόμενους στην αρχή του εκπαιδευτικού σεναρίου.</p>
<p>8. Πόροι</p>	<p>Απαιτείται η χρήση: Η/Υ και projector, διαδραστικού πίνακα ή tablet pc.</p>

Φύλλο Εργασίας

Εκπαιδευτικό σενάριο: **ΕΛΙΚΟΕΙΔΗ ΕΛΑΤΗΡΙΑ – ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ
(ΑΜΟΡΤΙΣΕΡ)**

Τομέας : Μηχανολογίας - Οχημάτων	Μάθημα : Συστήματα Αυτοκινήτου I		
Ταξή: Β΄ Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου	Ενότητα : Ελικοειδή ελατήρια – Αποσβεστήρες ταλαντώσεων (Αμορτισέρ)		
Διδάσκον Καθηγητής:	Διάρκεια : 3 ώρες x 45΄		
1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου	Ελικοειδή ελατήρια – Αποσβεστήρες ταλαντώσεων (Αμορτισέρ)		
Όνοματεπώνυμο Ομάδας:			
Ημερομηνία:			
2. Λογισμικό που χρησιμοποιείται	ALGODOO	Αρχεία	(σκηνή: Σύστημα ανάρτησης – Ελικοειδή ελατήρια – Αποσβεστήρες ταλαντώσεων (Αμορτισέρ)
	Διάθεση στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.algodoo.com/		

Περιγραφή του μαθήματος - Στόχοι

Περιγραφή:

Με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης « **ALGODOO** », θα διερευνήσετε τις συνθήκες λειτουργίας ενός συστήματος διεύθυνσης και πώς αυτό συνεργάζεται με τα υπόλοιπα συστήματα του Αυτοκινήτου.

Με την δραστηριότητα αυτή θα βοηθηθείτε να κατανοήσετε πειραματικά πόσο σημαντική είναι η διαφορετική γωνία περιστροφής των τροχών του συστήματος διεύθυνσης (χρήση τετράπλευρου Άκερμαν), πώς οι γωνίες κάμπερ – κάστερ βοηθούν στη ομαλή λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης και πώς τα επιμέρους εξαρτήματα του συστήματος διεύθυνσης συνεργάζονται μεταξύ τους έτσι ώστε να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Στόχοι:

Με το τέλος της εκπαιδευτικής διαδικασίας θα είστε ικανοί να:

- αναλύετε τις παραμέτρους που συνδέουν τα μεγέθη ενός συστήματος διεύθυνσης, (χρήση τετράπλευρου Άκερμαν - πώς οι γωνίες κάμπερ - κάστερ), πως αυτές βοηθούν στη ομαλή λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης.
- να αξιολογείτε , να επαληθεύετε τα ευρήματά σας, και να προτείνετε εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα.
- κατανοείτε τα φαινόμενα, πώς αυτά συνδέονται μεταξύ τους ώστε να διαμορφώνετε και να παράγετε συμπεράσματα με άμεση εφαρμογή στην πράξη, την οποία και θα εφαρμόσετε άμεσα στο εργαστήριο.

ΘΕΩΡΙΑ:

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ

Εισαγωγή

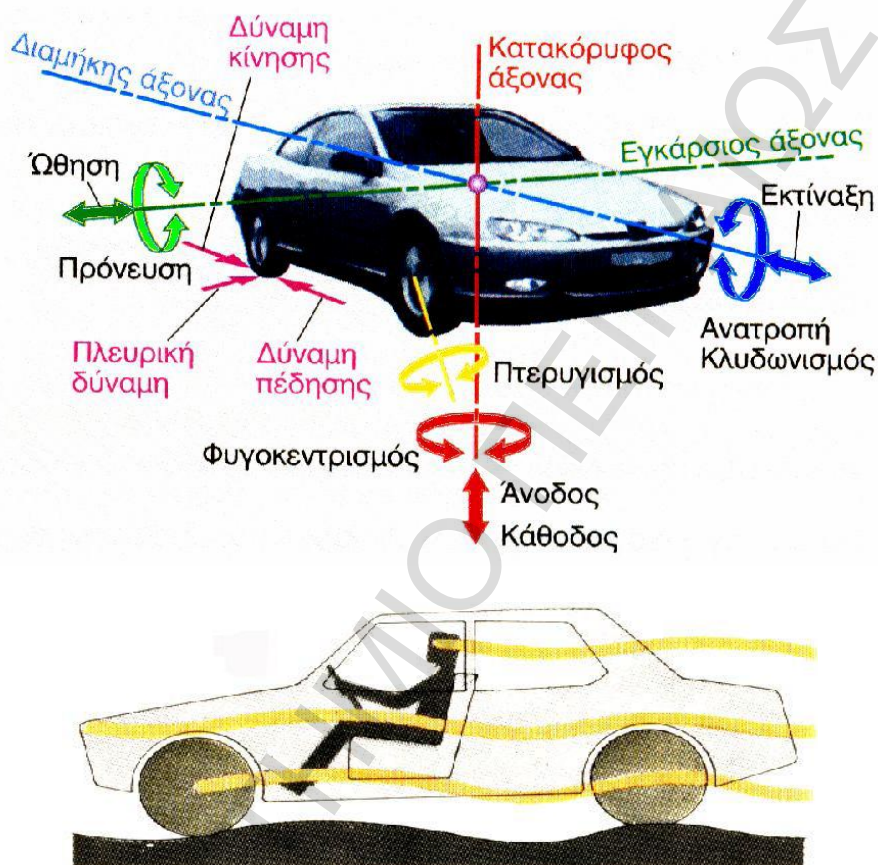
Τι είναι και τι σκοπό έχει.

Ας φανταστούμε, ένα αυτοκίνητο κινούμενο με άξονες στερεωμένους απευθείας στο σώμα του. Θα κυλούσε ομαλά σε ένα λείο σαν γυαλί δρόμο χωρίς στροφές, όμως η παραμικρή ανωμαλία στο δρόμο θα το τράνταζε σε μεγάλο βαθμό, με αποτέλεσμα, αφενός να έχανε πολύ εύκολα την επαφή με το δρόμο και αφετέρου οι επιβάτες αφάνταστα, το δε αυτοκίνητο θα καταστρεφόταν γρήγορα.

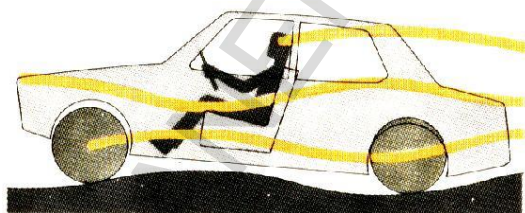
Εκτός των ανωμαλιών του οδοστρώματος στο αυτοκίνητο επιδρούν και άλλες δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές που είναι: οι *κινητήριες*, της *πέδησης*, οι *φυγόκεντρες*, αναγκάζουν το αυτοκίνητο να ταλαντεύεται.

Οι ταλαντώσεις αυτές δεν πρέπει να μεταφέρονται στους επιβάτες, στα φορτία και στο αμάξωμα.

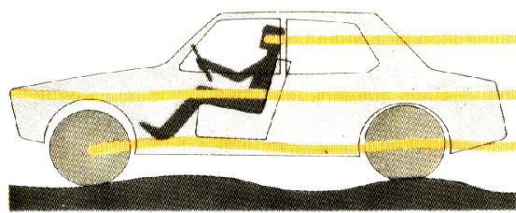
Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητη η παρεμβολή μεταξύ των τροχών και του αμαξώματος ενός είδους **ελαστικού συνδέσμου**. Ο ελαστικός αυτός σύνδεσμος ονομάζεται **ανάρτηση**.



Αυτοκίνητο χωρίς ανάρτηση. Όλες οι ανωμαλίες του οδοστρώματος μεταφέρονται σε αυτό.



**Αυτοκίνητο χωρίς αμορτισέρ.
Το αυτοκίνητο αναπηδά συνέχεια πάνω κάτω.**



**Αυτοκίνητο με καλή ανάρτηση.
Κινούνται οι τροχοί πάνω-κάτω.**

Κατηγορίες ανάρτησης.

Οι αναρτήσεις των αυτοκινήτων ανάλογα σε ποιο σημείο είναι τοποθετημένες χωρίζουν τις μάζες που μεταφέρει το αυτοκίνητο σε δύο κατηγορίες: στις **αναρτημένες** και στις **μη αναρτημένες**.

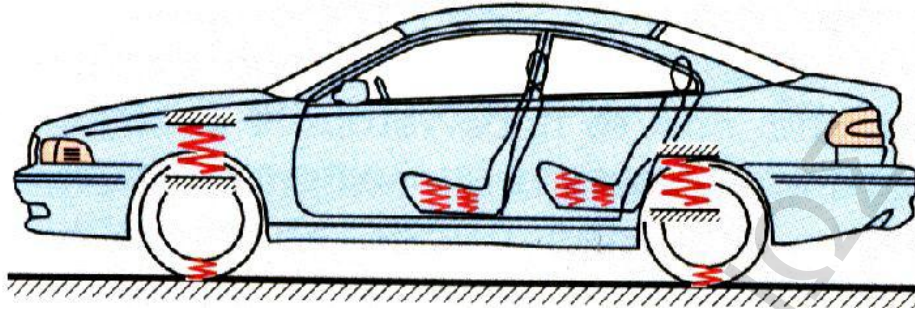
Αναρτημένες ονομάζονται οι μάζες που μεταξύ αυτών και των τροχών παρεμβάλλεται η ανάρτηση.

Π.χ. αναρτημένες μάζες είναι το *αμάξωμα*, οι *επιβάτες*, τα *φορτία*.

Μη αναρτημένες ονομάζονται οι μάζες που υπόκεινται απ' ευθείας στους κραδασμούς και στις

ταλαντώσεις.

Π.χ. μη αναρτημένες μάζες είναι οι τροχοί και τα εξαρτήματα που συνδέονται σταθερά μαζί τους όπως οι άξονες.



Σκοπός του συστήματος ανάρτησης.

Ένα σύστημα ανάρτησης εκπληρώνει τον σκοπό του όταν:

1. Εξασφαλίζει στους επιβάτες του αυτοκινήτου άνεση και ασφάλεια προστατεύοντάς τους από τους κραδασμούς που προκαλείται από την κίνηση των τροχών στο οδόστρωμα.
2. Εξασφαλίζει ασφάλεια μεταφοράς από ζημίες στα φορτία.
3. Περιορίζει την καταπόνηση των μερών του αυτοκινήτου.
4. Κρατά σε ισορροπία το αμάξωμα όταν το αυτοκίνητο κινείται σε ανώμαλο δρόμο ή στις στροφές.
5. Συνδέει αποτελεσματικά και ελαστικά τις αναρτημένες και μη αναρτημένες μάζες μεταβιβάζοντας σ' αυτές όλες τις δυνάμεις που αναπτύσσονται από την συγκρότηση και την κίνηση του αυτοκινήτου, όπως το βάρος, την αδράνεια, τη κίνηση την επιτάχυνση και την επιβράδυνση.
6. Επιτρέπει στους τροχούς του αυτοκινήτου να πατούν σωστά στο έδαφος.

Κύρια μέρη του συστήματος.

Το σύστημα ανάρτησης ανάλογα τον σχεδιασμό του και την κατασκευή του αποτελείται από διάφορα εξαρτήματα συνδεδεμένα σε διάφορους συνδυασμούς.

Τα κυριότερα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται σε μία ανάρτηση είναι:

- Τα ελατήρια.
- Τα αμορτισέρ. (αποσβεστήρες ταλαντώσεων).
- Οι βραχίονες (ψαλίδια).

Τα ελατήρια.

Σκοπός των ελατηρίων.

Σκοπός των ελατηρίων είναι να απορροφούν την ενέργεια που μεταδίδεται στους τροχούς από τις ανωμαλίες του δρόμου.

Κατά την λειτουργία τους κάμπτονται ή συστρέφονται, και όταν σταματήσει η ενέργεια που τα καταπονεί επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση (θέση) με μία έναν αριθμό από ταλαντώσεις, επαναφέροντας συγχρόνως και τους τροχούς στην αρχική τους θέση.

Χαρακτηριστικά των ελατηρίων.

Βασικό χαρακτηριστικό των ελατηρίων είναι:
η ελαστικότητα, και η σκληρότητα.

Η ελαστικότητα είναι η ιδιότητα που έχουν τα ελατήρια να μεταβάλουν την μορφή τους και τις διαστάσεις τους ανάλογα με τις δυνάμεις που ασκούνται σ' αυτά.

Σκληρότητα είναι η ιδιότητα που έχουν τα ελατήρια να κάμπτονται και να συμπιέζονται.

Αν κάμπτονται και συμπιέζονται εύκολα τότε τα ελατήρια αυτά είναι **μαλακά** και απορροφούν τους κραδασμούς που προέρχονται από τον δρόμο. Αν δεν κάμπτονται και συμπιέζονται εύκολα τα ελατήρια είναι **σκληρά** και μεταφέρουν τους κραδασμούς στο αυτοκίνητο.

Καταπονήσεις.

Στα ελατήρια επενεργούν δυνάμεις που οφείλονται: στην **στατική** και **δυναμική** φόρτιση.

Η **στατική** φόρτιση προέρχεται από δυνάμεις που δεν μεταβάλλονται όπως το βάρος του αυτοκινήτου.

Η **δυναμική** φόρτιση προέρχεται από δυνάμεις που μεταβάλλονται όπως είναι οι δυνάμεις αδρανείας που προέρχονται από την αλλαγή της κινητικής κατάστασης του αυτοκινήτου (επιτάχυνση – επιβράδυνση). Οι κρουστικές δυνάμεις προέρχονται από τους κραδασμούς που δημιουργεί η κίνηση των τροχών στο δρόμο.

Είδη ελατηρίων.

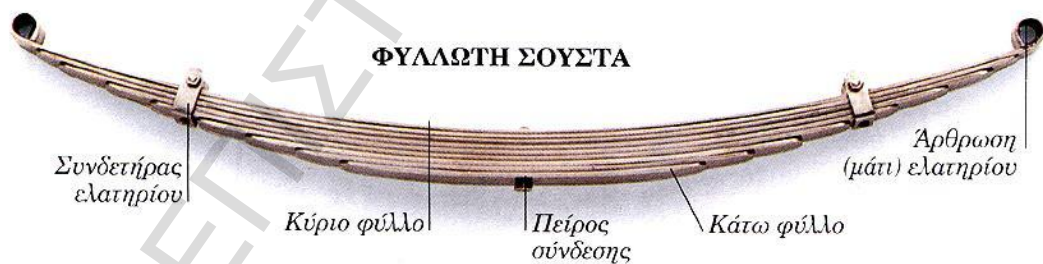
Στις αναρτήσεις χρησιμοποιούνται τρία είδη ελατηρίων.

1. **Ημιελλειπτικά (σούστες).**
2. **Σπειροειδή ή ελικοειδή.**
3. **Ράβδοι στρέψης (στρεπτικοί ράβδοι).**

1. Ημιελλειπτικά ελατήρια (σούστες).

Οι σούστες είναι τα πρώτα ελατήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάρτηση των αυτοκινήτων. Αποτελούνται από χαλύβδινα ελάσματα (φύλλα) που έχουν σχήμα μισής έλλειψης.

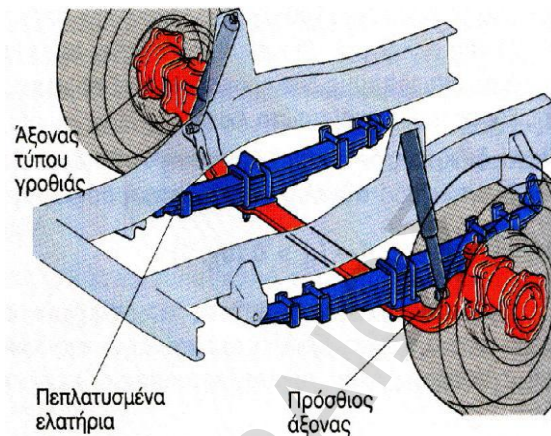
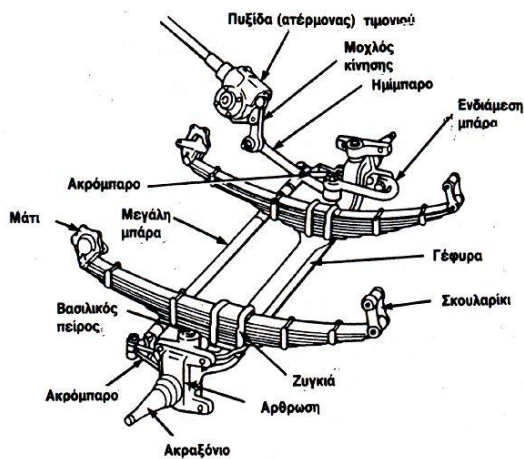
Είναι τοποθετημένα το ένα επάνω στο άλλο και συνδέονται μεταξύ τους με έναν κεντρικό πείρο. Στηρίζονται στο πλαίσιο και στον άξονα του αυτοκινήτου.



Τα Ημιελλειπτικά ελατήρια αποταμιεύουν την ενέργεια φόρτισης με την κάμψη τους.

Η κατασκευή τους είναι τέτοια ώστε να είναι σκληρότερα στο κέντρο τους που η κύρτωση είναι μεγαλύτερη. Ένα μέρος των ταλαντώσεων αποσβένονται και από την τριβή που δημιουργείται ανάμεσα στα φύλλα των ελατηρίων.

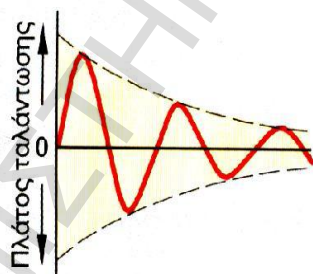
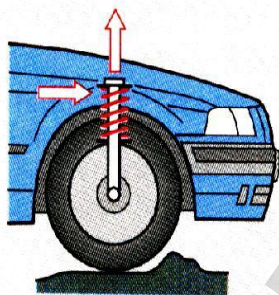
Για να μη απομακρύνονται τα φύλλα μεταξύ τους συγκρατούνται με επιδεσμίδες.



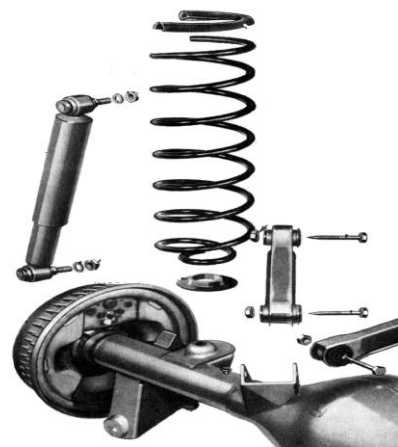
2. Σπειροειδή ή ελικοειδή ελατήρια.

Τα σπειροειδή ελατήρια κατασκευάζονται από χαλύβδινη ράβδο κυκλικής διατομής στην οποία έχει δοθεί το σχήμα σπείρας.

Τα ελατήρια αυτά όταν απορροφούν την ενέργεια της φόρτισης συμπιέζονται ή συστρέφονται (συσπειρώνονται). Όταν σταματήσει η φόρτιση το ελατήριο εκτελεί μία ταλάντωση μέχρι να επανέλθει στην αρχική του θέση.



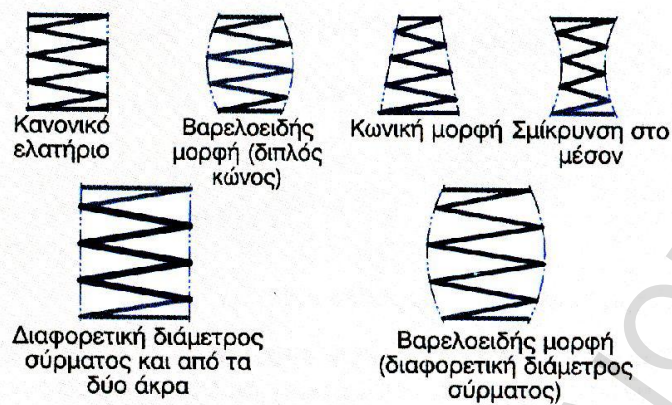
Ταλάντωση με απόσβεση



Είδη σπειροειδή ελατηρίων.

Για να γίνει δυνατή μία μεγαλύτερη φόρτιση αλλά με ικανοποιητική άνεση, πρέπει τα ελατήρια να έχουν:

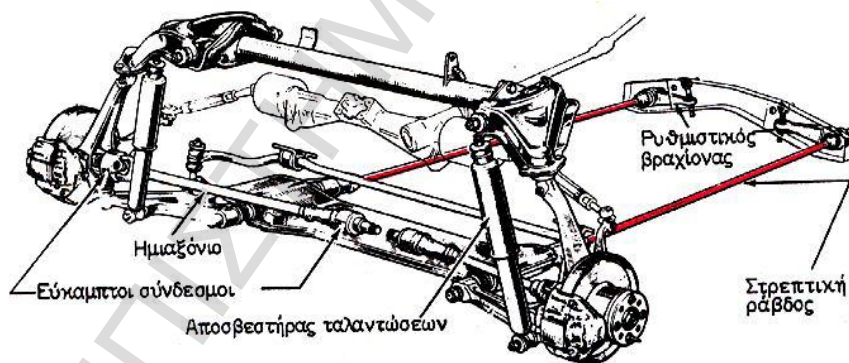
Διαφορετική κλίση σπειρών, Διαφορετικό μέγεθος της εσωτερικής διαμέτρου, Διαφορετική διάμετρο του σύρματος.



Είδη ελικοειδών ελατηρίων

3. Ράβδοι στρέψης (στρεπτικοί ράβδοι).

Η ράβδος στρέψης είναι μία χαλύβδινη βέργα που συνδέεται σταθερά στο αμάξωμα και στον βραχίονα της ανάρτησης. Σε κάθε φόρτιση οι ράβδοι στρέψης απορροφούν ενέργεια με την στρέψη τους. Όταν η φόρτιση σταματήσει, επανέρχονται στην αρχική τους θέση.



Ανάρτηση με στρεπτικές ράβδους.

Τα αμορτισέρ. (αποσβεστήρες ταλαντώσεων).

Τι είναι τα αμορτισέρ, που τοποθετούνται.

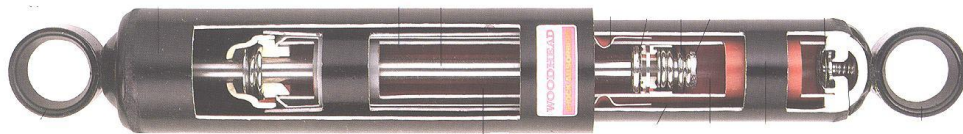
Τα ελατήρια της ανάρτησης μετά από την φόρτιση επανέρχονται στην αρχική τους θέση με ταλαντώσεις.

Τα αμορτισέρ αποσβένουν αυτές τις ταλαντώσεις των ελατηρίων.

Τα αμορτισέρ τοποθετούνται ανάμεσα στις αναρτημένες και μη αναρτημένες μάζες του αυτοκινήτου, δηλαδή μεταξύ του αμαξώματος και των τροχών. Δεν επιβαρύνονται με το βάρος του αυτοκινήτου γιατί δεν παρουσιάζουν καμιά αντίσταση στα στατικά επιβαλλόμενα φορτία.

Δηλαδή υποχωρούν σε οποιαδήποτε μικρή δύναμη αν η διάρκεια εφαρμογής της είναι μεγάλη.

Επειδή κάθε ελατήριο έχει τη δική του συχνότητα ταλάντωσης, συνδυάζεται με ένα ξεχωριστό αμορτισέρ.



Σκοπός των αμορτισέρ.

1. Σταθεροποιούν γρήγορα το αμάξωμα αποσβένοντας αμέσως τις ταλαντώσεις που δημιουργούνται από τις ανωμαλίες του δρόμου.
2. Εμποδίζουν την τάση των τροχών για αναπήδηση που έχει σαν αποτέλεσμα την απώλεια της επαφής τους με τον δρόμο.
3. Προστατεύουν το αμάξωμα από φθορές.
4. Αυξάνουν την άνεση των επιβατών.
5. Καλύτερεύουν την οδική συμπεριφορά του αυτοκινήτου.

Διαδικασία απόσβεσης των ταλαντώσεων.

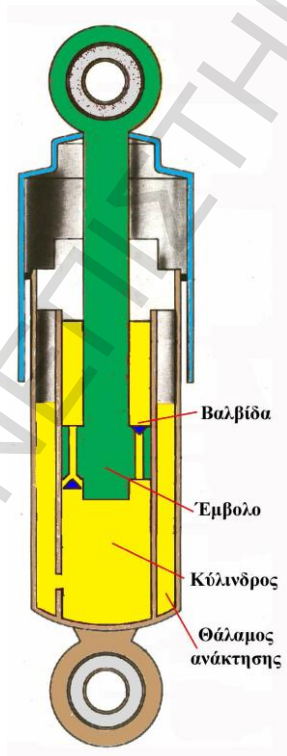
Η διαδικασία της απόσβεσης των ταλαντώσεων περιλαμβάνει δύο φάσεις.

Πρώτη φάση: Συμπύεση των αμορτισέρ. Δεύτερη φάση: Επιμήκυνση των αμορτισέρ.

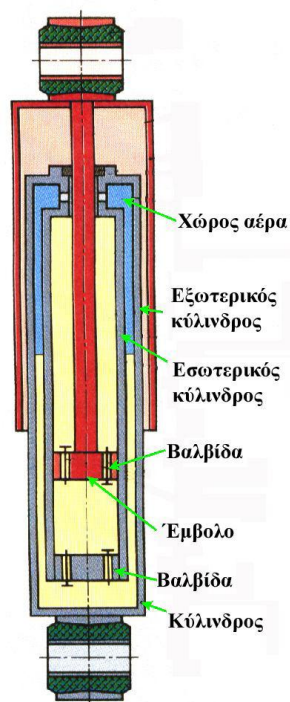
Είδη αμορτισέρ.

Τα βασικά είδη αμορτισέρ είναι δύο:

Τα αμορτισέρ λαδιού, και τα αμορτισέρ λαδιού – αερίου.



Αμορτισέρ δύο κυλίνδρων



Αμορτισέρ λαδιού.

Περιγραφή.

Είναι τηλεσκοπικού τύπου και η βάση κατασκευής τους είναι ένας κύλινδρος γεμάτος με λάδι, στην κορυφή του οποίου υπάρχει ένα έμβολο πάνω σε ένα στέλεχος.

Το κάτω μέρος του είναι το κλειστό άκρο του κυλίνδρου και έχει άρθρωση που συνεργάζεται στον τροχό.

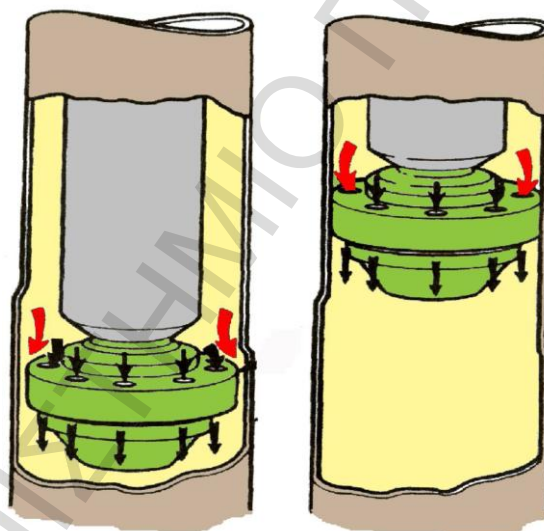
Το επάνω μέρος του είναι το κλειστό άκρο του κυλίνδρου και έχει άρθρωση που στερεώνεται στο αμάξωμα του αυτοκινήτου.

Λειτουργία.

Όταν οι τροχοί συναντήσουν κάποιο εμπόδιο κινούνται προς τα επάνω και το αμορτισέρ συμπιέζεται.

Το έμβολο κινείται προς τα κάτω και πιέζει το λάδι που εξαναγκάζεται να περάσει με ταχύτητα προς το επάνω μέρος του κυλίνδρου μέσα από μικρές τρύπες ή βαλβίδες που υπάρχουν στο έμβολο.

Επειδή όμως ο χώρος πάνω από το έμβολο είναι μικρότερος γιατί ένα τμήμα του καταλαμβάνεται από το στέλεχος του εμβόλου, το εκτοπισμένο λάδι δεν μπορεί να περάσει όλο στο επάνω μέρος του κυλίνδρου.



Έτσι η ποσότητα που πλεονάζει διοχετεύεται μέσω μίας βαλβίδας που βρίσκεται στη βάση του κυλίνδρου προς ένα κενό χώρο (θάλαμος επιστροφής) που σχηματίζεται μεταξύ του κυρίως κυλίνδρου (εσωτερικού) και ενός άλλου (εξωτερικού) που τον περιβάλλει.

Οι μικρές τρύπες ή οι βαλβίδες προκαλούν μεγάλη αντίσταση στην ροή του λαδιού. Αυτή η αντίσταση προκαλεί την αποσβεστική δράση του αμορτισέρ. Η αποθηκευμένη στο ελατήριο ενέργεια από την συμπίεση του, αντί να προκαλέσει ταλαντώσεις καταναλώνεται για την υπερνίκηση της αντίστασης στη ροή του λαδιού μετατρέπόμενη σε θερμότητα.

Όταν οι τροχοί κατεβαίνουν τότε το έμβολο κινείται προς τα επάνω αναγκάζοντας το λάδι να περάσει αντίστροφα από τις τρύπες και τις βαλβίδες και να φτάσει στην αρχική του θέση στον κύριο εσωτερικό κύλινδρο.

Η ικανότητα απόσβεσης του αμορτισέρ εξαρτάται από την αντίσταση στη ροή του λαδιού. Μεγάλη αντίσταση στη ροή σημαίνει άμεση απόσβεση της ταλάντωσης αλλά μειωμένη ελαστικότητα (σκληρά αμορτισέρ).

Μικρή αντίσταση στη ροή σημαίνει αργή απόσβεση της ταλάντωσης αλλά αυξημένη ελαστικότητα (μαλακά αμορτισέρ).

Η επιθυμητή συμπεριφορά του αμορτισέρ επιτυγχάνεται με την επιλογή των καταλλήλων βαλβίδων και τρυπών.

Αμορτισέρ λαδιού – αερίου.

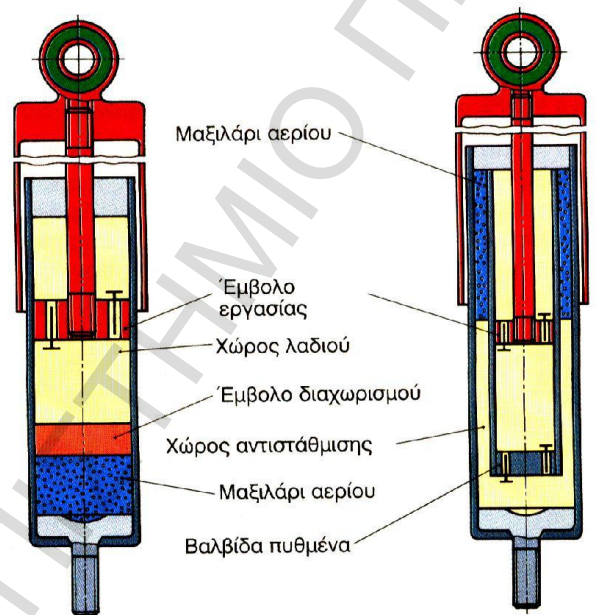
Τα αμορτισέρ λαδιού – αερίου έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας με τα αμορτισέρ λαδιού.

Στο κάτω μέρος του κυλίνδρου υπάρχει μία ποσότητα αδρανούς αερίου (συνήθως άζωτο).

Το αέριο χωρίζεται από το λάδι με ένα διαχωριστικό έμβολο, που ολισθαίνει στα τοιχώματα του κυλίνδρου και προς τις δύο κατευθύνσεις.

Κατά την συμπίεση το κυρίως έμβολο κινείται προς τα κάτω πιέζοντας το λάδι, το οποίο με τη σειρά του πιέζει μέσω του διαχωριστικού εμβόλου το αέριο.

Ο επιπλέον χώρος που απαιτείται για την πλεονάζουσα ποσότητα λαδιού, (δηλαδή την ποσότητα που δεν χωράει στο επάνω μέρος του κυλίνδρου), σχηματίζεται με την κάθοδο του διαχωριστικού εμβόλου και την συμπίεση του αερίου.



Αποσβεστήρας ταλαντώσεων ενός κυλίνδρου με συμπίεμένο αέριο

Αποσβεστήρας ταλαντώσεων δύο κυλίνδρων με συμπίεμένο αέριο

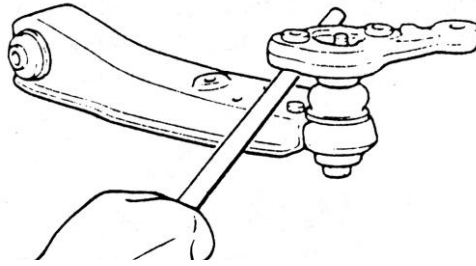
Παρατήρηση. Τα αέρια είναι συμπιεστά δηλαδή αυξομειώνουν τον όγκο τους ανάλογα με την μεταβολή της πίεσης, ενώ τα υγρά είναι ασυμπιεστά. Για τον λόγο αυτό τα αμορτισέρ λαδιού-αερίου δεν έχουν εξωτερικό κύλινδρο για την διοχέτευση του πλεονάζοντος λαδιού.

Οι βραχίονες (ψαλίδια).

Οι βραχίονες ή ψαλίδια είναι ο σύνδεσμος μεταξύ των τροχών και του πλαισίου. Ανάλογα με τη μορφή κάθε ανάρτησης χρησιμοποιούνται απλοί βραχίονες (απλά ή **μονά ψαλίδια**) ή διπλοί βραχίονες (**διπλά ψαλίδια**).

Απλά ψαλίδια.

Τα απλά ψαλίδια, χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με αντιστρεπτικές ράβδους.



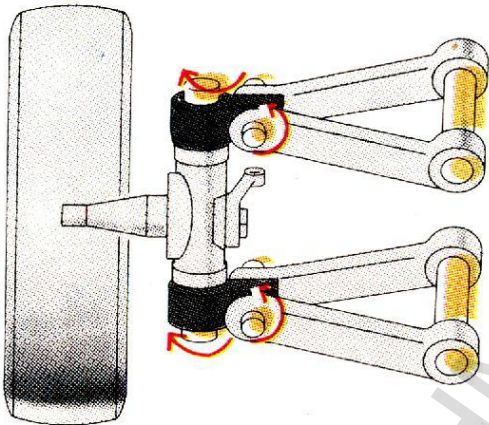
Διπλά ψαλίδια.

Τα διπλά ψαλίδια αποτελούν το σύνδεσμο μεταξύ των μπροστινών τροχών και του πλαισίου.

Μαζί με τα ελατήρια εξασφαλίζουν μία ελευθερία κίνησης στην ανεξάρτητη μπροστινή ανάρτηση.

Ο κάθε τροχός συνδέεται με το πλαίσιο με ένα άνω και ένα κάτω ψαλίδι.

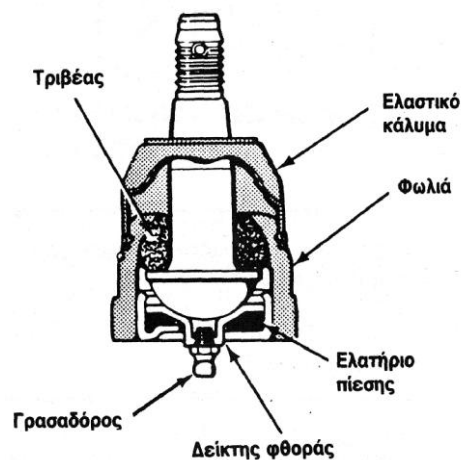
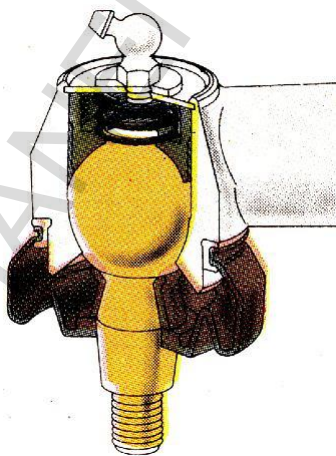
Τα δύο ψαλίδια δίνουν σταθερότητα και επιτρέπουν σε κάθε τροχό να κινείται πάνω και κάτω, καθώς περνά από ανωμαλίες του οδοστρώματος.



Σφαιρικοί σύνδεσμοι ή μπαλάκια.

Τα ψαλίδια συνδέονται με την πλήμη (μουαγιέ) των τροχών μέσω των **σφαιρικών συνδέσμων** (μπαλάκια)

που παρέχουν ελαστικότητα και κινητικότητα. Στο εσωτερικό τους οι σφαιρικοί σύνδεσμοι έχουν λιπαντικό γράσο και εξωτερικά περιβάλλονται από ελαστικό κάλυμμα.



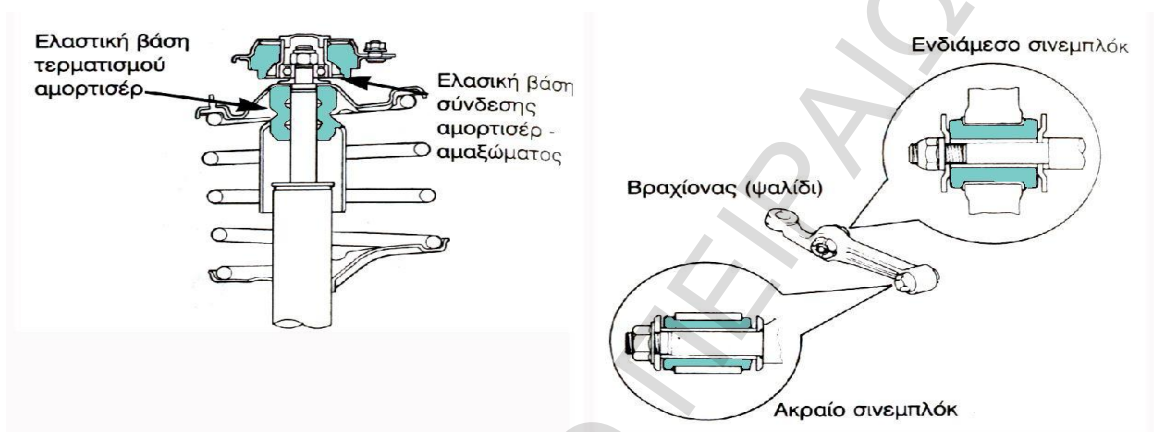
Ανάλογα με τον σχεδιασμό του μπροστινού συστήματος της ανάρτησης, οι σφαιρικοί σύνδεσμοι φέρουν ένα μέρος του φορτίου του αυτοκινήτου. Ή δεν φέρουν κανένα φορτίο αλλά είναι υπό ένταση και μειώνουν στο ελάχιστο τις αλλαγές της γεωμετρίας του μπροστινού συστήματος.

Ελαστικοί σύνδεσμοι silent block

Όλα τα τμήματα της ανάρτησης (ελατήρια, αμορτισέρ, βραχίονες) συνδέονται με το αμάξωμα αλλά και μεταξύ τους με ελαστικούς συνδέσμους ή απλά ακουμπούν επάνω σε αυτούς.

Οι ελαστικοί σύνδεσμοι λέγονται **silent block** (σαϊλεντ μπλόκ) Τα σαϊλεντ μπλόκ είναι κατασκευασμένα από μέταλλο πάνω στο οποίο είναι τοποθετημένο κατάλληλο ελαστικό παρέμβυσμα, για να δέχεται τις διάφορες καταπονήσεις και να εξασφαλίζει αθόρυβη λειτουργία. Από τη θέση των ψαλιδιών ελέγχονται οι γωνίες **Κάμπερ** και **Κάστερ**.

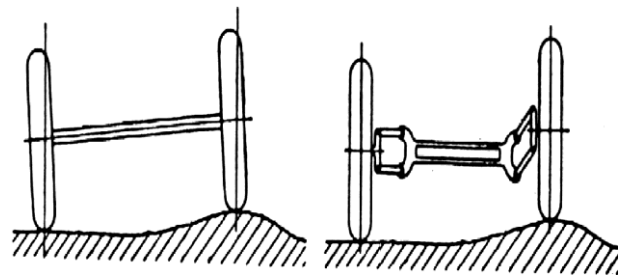
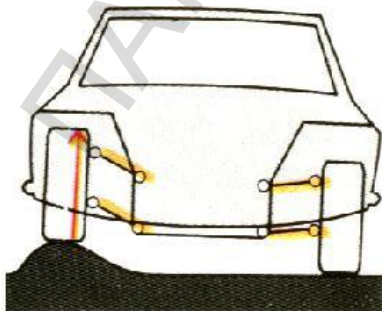
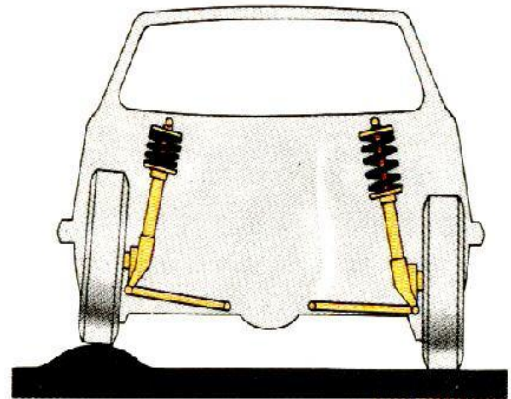
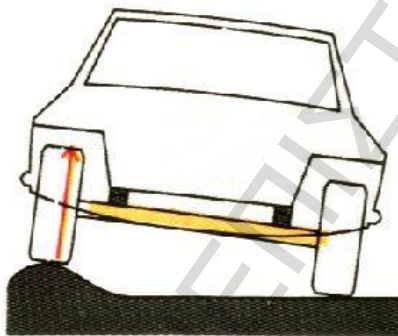
Αν τα σαϊλεντ μπλόκ που συνδέουν τα ψαλίδια με το πλαίσιο δεν είναι σε καλή κατάσταση, τότε δεν μπορεί να γίνει σωστή ευθυγράμμιση του οχήματος.



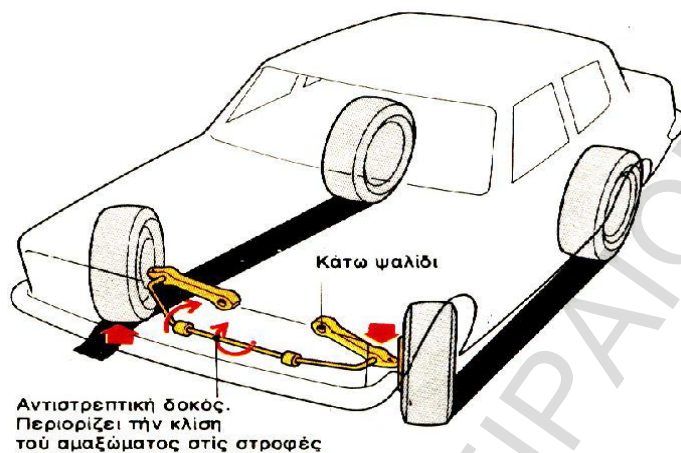
Ανάρτηση στους εμπρόσθιους τροχούς

Στους εμπρόσθιους τροχούς έχουν επικρατήσει τα ανεξάρτητα συστήματα ανάρτησης.

Με αυτά τα συστήματα κάθε τροχός συνδέεται στο αμάξωμα με τα δικά του ελατήρια και βραχίονες, με αποτέλεσμα η κίνηση κάθε τροχού να είναι ανεξάρτητη και δεν επηρεάζει τον άλλο.

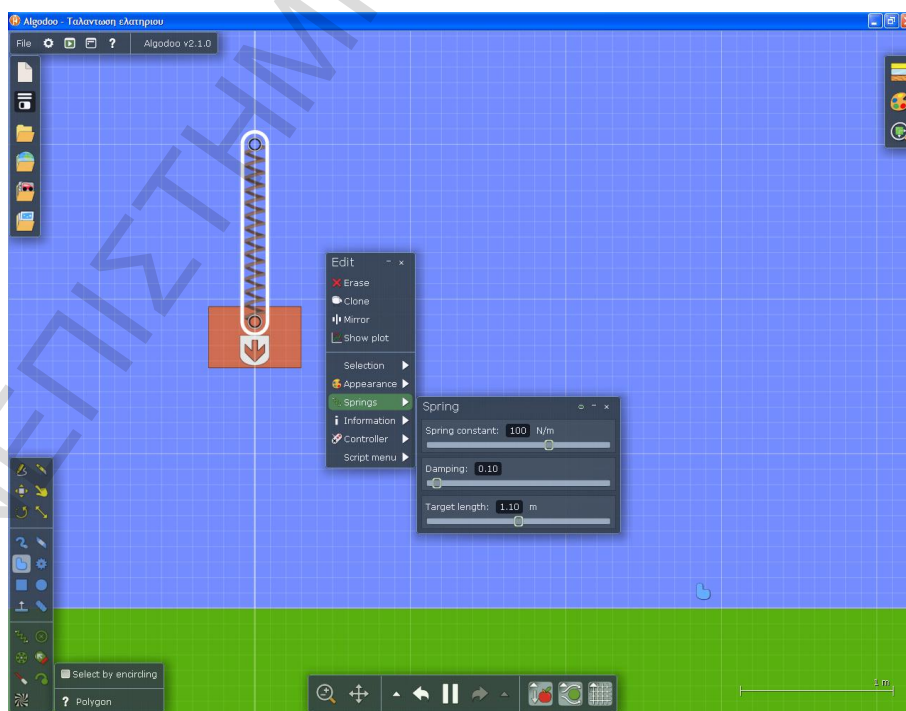


Οι ανεξάρτητες αναρτήσεις των εμπρόσθιων τροχών συνδέονται με μία **στρεπτική ράβδο** η οποία στηρίζεται εγκάρσια στο αμάξωμα και συνδέεται στον κάτω βραχίονα κάθε τροχού.
Σκοπός της στρεπτικής ράβδου είναι να περιορίζει την κλίση του αμαξώματος στις στροφές.



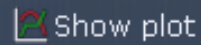
Καλείστε να διερευνήσετε τον τρόπο λειτουργίας του Συστήματος Ανάρτησης .
Ανοίξετε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: **Ταλάντωση ελατηρίου**) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:

Δραστηριότητα 1^η:
διερεύνηση του
τρόπου λειτουργίας
του Συστήματος
Ανάρτησης

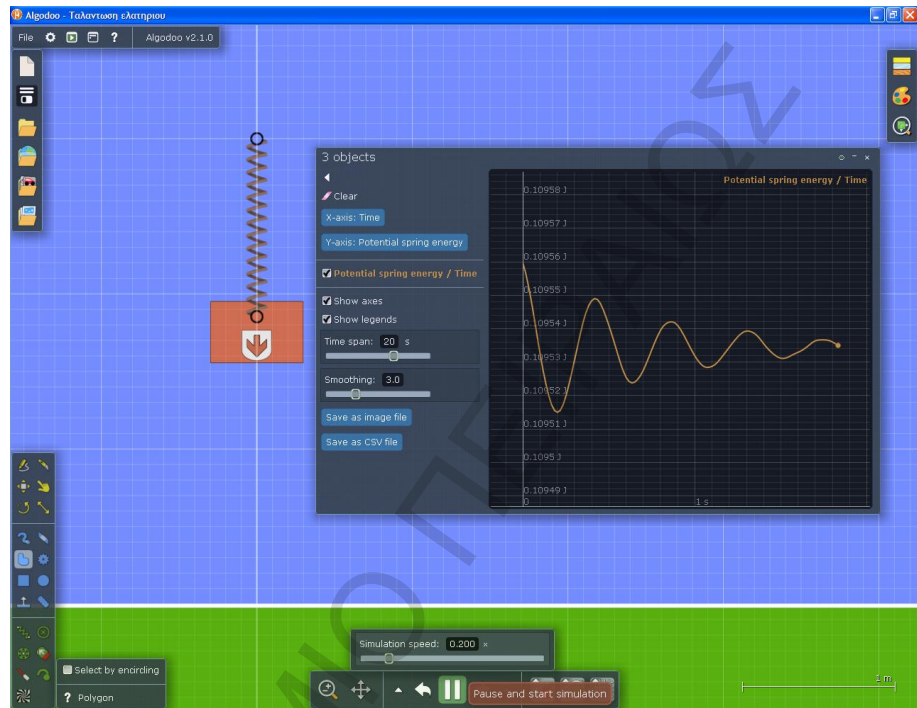


Αφού ενεργοποιήσετε το **play**, πατήστε το κάτω βέλος για να πειραματιστείτε με τον τρόπο λειτουργίας του ελατηρίου κάτω από φορτίο.

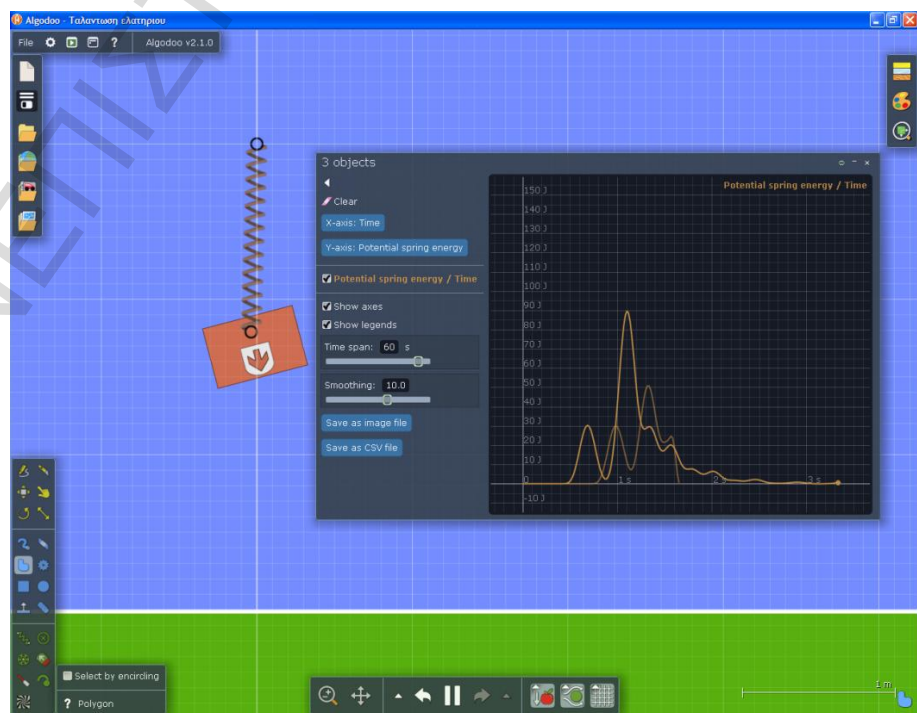
Επιλέξτε την λειτουργία **show plot**



όπου εκεί θα εμφανισθεί διάγραμμα μέσα από το οποίο θα σας επιτραπεί να παρατηρήσετε την συμπεριφορά του ελατηρίου (ταλάντωση) κάτω από φορτίο



Καταγράψτε τα αποτελέσματα (ταλάντωση) κάτω από διαφορετικά φορτία.



Αξιολογήστε τα αποτελέσματα, για πέντε διαφορετικά φορτία (force) στο ελατήριο και ελατήρια διαφορετικής σκληρότητας (spring constant), αναλύοντας τα διαγράμματα ταλάντωσης:

.....

.....

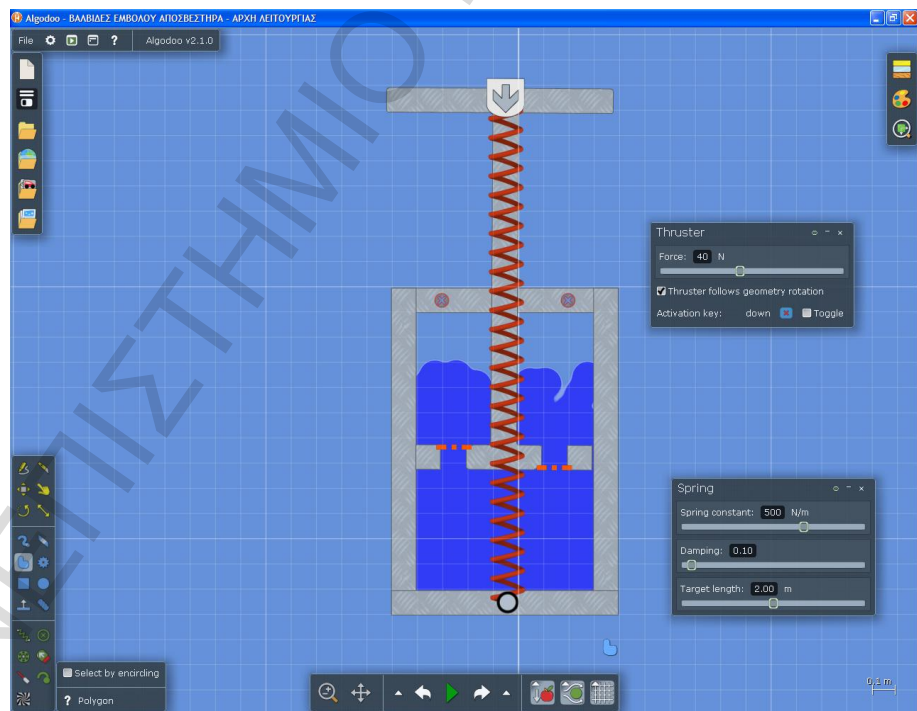
.....

.....

.....

Ανοίξετε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: **Βαλβίδες Εμβόλου Αποσβεστήρα - Αρχή λειτουργίας**) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:

Δραστηριότητα 2^η:
Αρχή λειτουργίας
αποσβεστήρα
ταλαντώσεων –
βαλβίδες εμβόλου.



Η κάθε ομάδα καλείται:

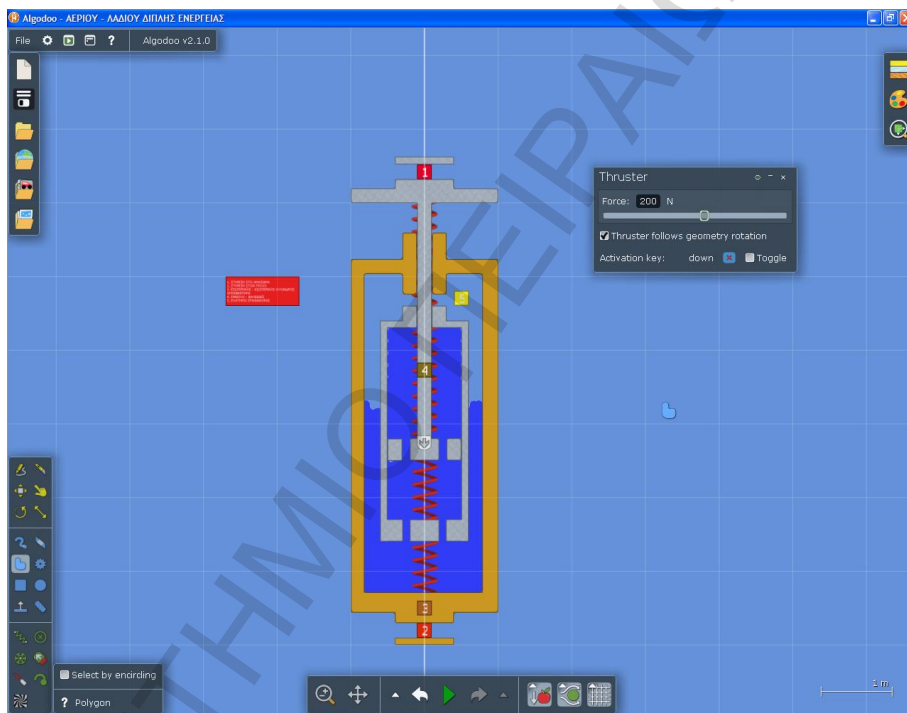
Αφού ενεργοποιήσετε το **play**, πατήστε το πλήκτρο (βέλος κάτω), έτσι ώστε το σύστημα εμβόλου του αποσβεστήρα, κάτω από την επίδρασή του φορτίου να μετακινηθεί προς τα κάτω. Αν αφήσετε το πλήκτρο (βέλος κάτω), το έμβολο κάτω από την αντίδραση του ελατηρίου θα επανέλθει στην αρχική του θέση μετά από μικρή ταλάντωση. Επαναλάβετε την διαδικασία με διαφορετικά

φορτία (force) και ελατήρια διαφορετικής σκληρότητας (spring constant). Καταγράψτε τα αποτελέσματα, αναλύοντας τα διαγράμματα ταλάντωσης, συγκρίνοντας τα με αυτά του απλού ελατηρίου. Αξιολογήστε την συμπεριφορά του αποσβεστήρα, κάτω από διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας.

Ανοίξτε το πρόγραμμα **ALGODOO** (σκηνή: **Αποσβεστήρας Αερίου λαδιού-διπλής ενέργειας**) και θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη:

Δραστηριότητα 3^η:

Διερεύνηση της αρχής λειτουργίας αποσβεστήρα αερίου λαδιού – διπλής ενέργειας .



Η κάθε ομάδα καλείται:

Να επαναλάβει την διαδικασία της 2^{ης} δραστηριότητας στον αποσβεστήρα αερίου λαδιού – διπλής ενέργειας, με τα ίδια φορτία και την ίδια σκληρότητα στα ελατήρια και να συγκρίνει τα αποτελέσματα της συμπεριφοράς του αποσβεστήρα διπλής ενέργειας με τον απλό. Αξιολογήστε την συμπεριφορά του αποσβεστήρα, κάτω από διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας.

Περισσότερες πληροφορίες:

Είδη αναρτήσεων εμπρόσθιων τροχών.

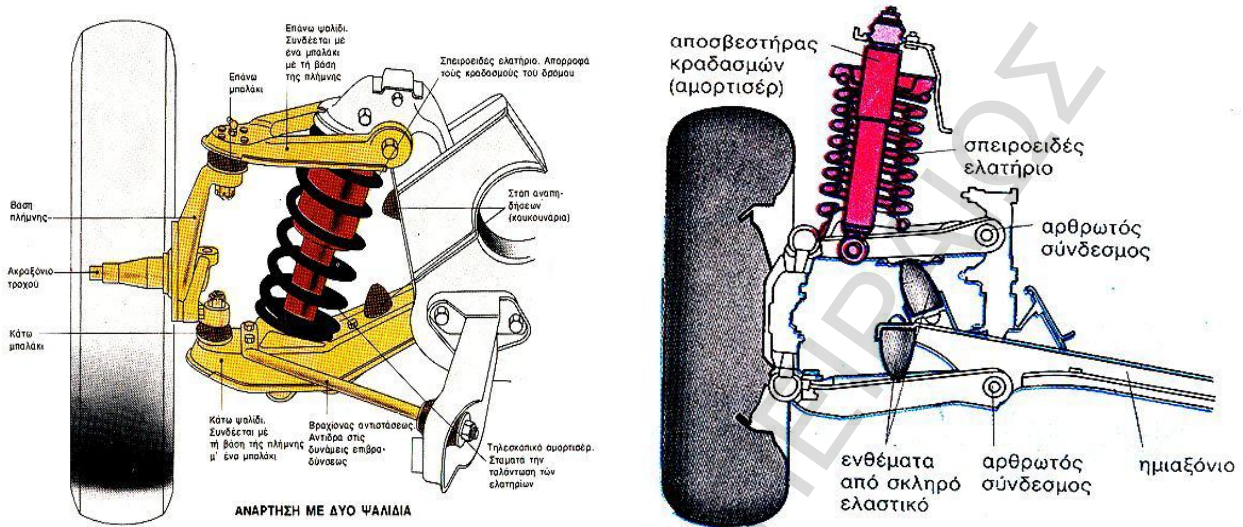
α/ με διπλά ψαλίδια.

β/ με γόνατα **Mc Pherson** (Μακ Φέρσον).

α/ Σύστημα μπροστινής ανάρτησης με διπλά ψαλίδια.

Στο σύστημα αυτό υπάρχουν δύο διπλοί βραχίονες (ψαλίδια). Αρθρώνονται με την φαρδιά τους άκρη στο αμάξωμα και με την στενή στην πλήμνη του τροχού. Ανάμεσα στους βραχίονες τοποθετείται

ένα σπειροειδές ελατήριο, και ένα αμορτισέρ. Σε άλλον τύπο το ελατήριο και το αμορτισέρ τοποθετείται πάνω από τον άνω βραχίονα. Οι βραχίονες (τα ψαλίδια) συνήθως δεν είναι παράλληλα μεταξύ τους και το επάνω ψαλίδι είναι πιο κοντό από το κάτω. Η γεωμετρία τους αυτή έχει αποτέλεσμα να γέρνει ελαφρά προς τα μέσα ο τροχός όταν περνά πάνω από ανωμαλίες του οδοστρώματος.



β/ Σύστημα μπροστινής ανάρτησης με γόνατα Μακ Φέρσον. Mac Pherson.

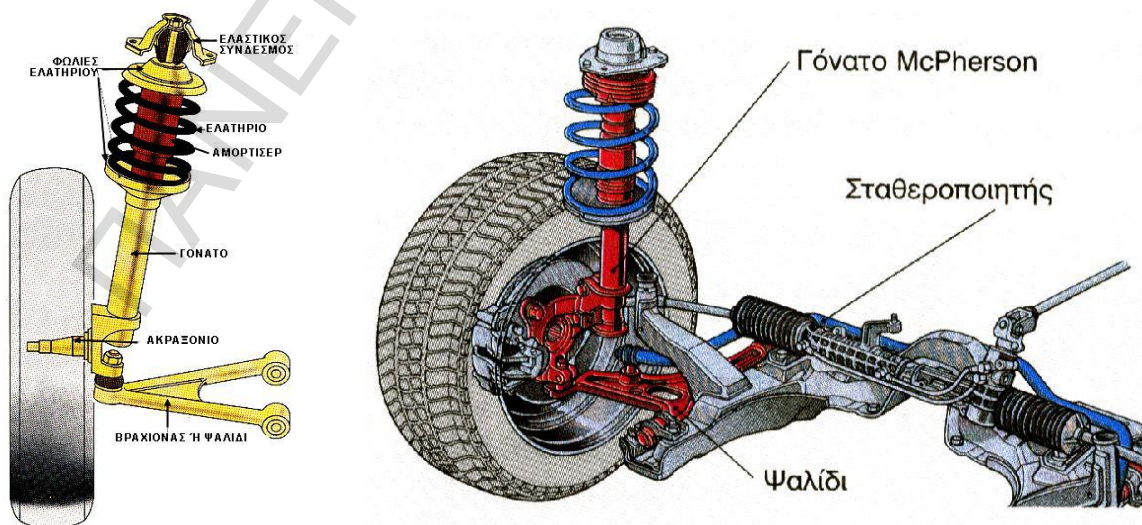
Στο σύστημα αυτό δεν υπάρχει το επάνω ψαλίδι το αντικαθιστά μία μπουκάλα που την λέμε **γόνατο**. Το γόνατο αυτό έχει μέσα του το αμορτισέρ και γύρο του ομόκεντρα το σπειροειδές ελατήριο. Το πάνω μέρος του γόνατου συνδέεται με στο αμάξωμα (στον θόλο του φτερού) με έναν ελαστικό σύνδεσμο.

Το κάτω ψαλίδι μπορεί αν είναι διπλό ή μονό. Το μονό συνδυάζεται με αντιστρεπτική ράβδο.

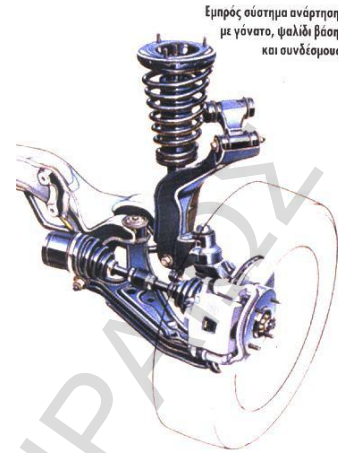
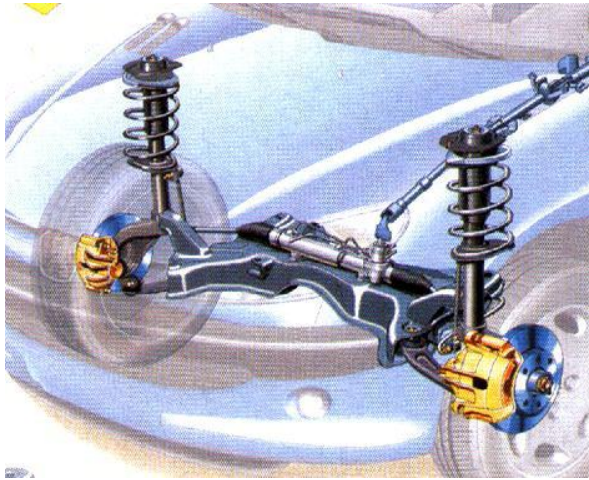
Πλεονεκτήματα.

Η ανάρτηση με γόνατα Μακ Φέρσον είναι απλό σύστημα, ανάρτηση για τους μπροστινούς τροχούς και χρησιμοποιείται σχεδόν από όλους τους κατασκευαστές.

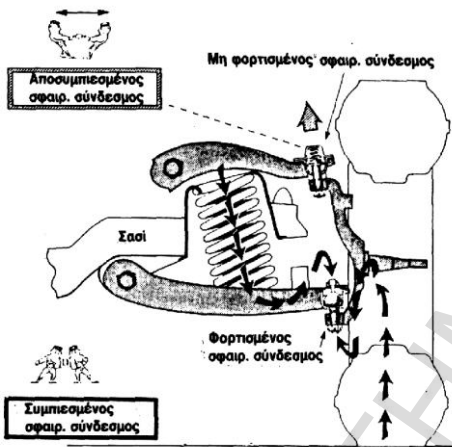
Τα βασικά πλεονεκτήματα του είναι: *Βοηθά τους τροχούς να ακολουθούν τις ανωμαλίες του οδοστρώματος, Αντιστέκονται σε κάθετες και σε εγκάρσιες δυνάμεις, Και δεν επιτρέπει μεγάλη μεταβολή της γωνίας Κάμπερ.*



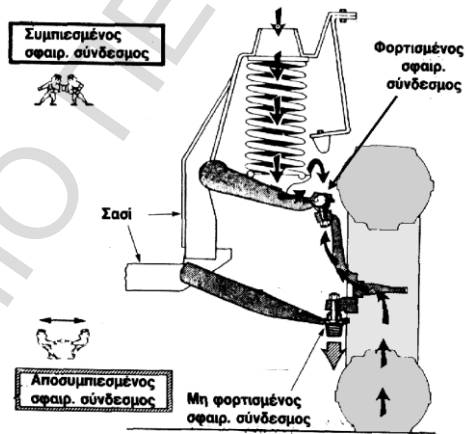
Διάφορα είδη ανεξάρτητης μπροστινής ανάρτησης.



Εμπρός σύστημα ανάρτησης με γόνατο, ψαλίδι βάρσης και συνδέσμος.



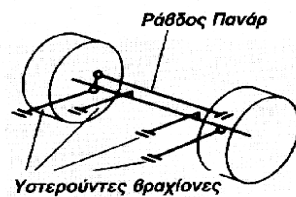
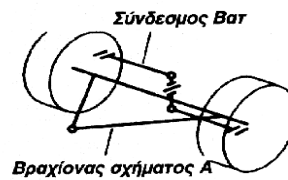
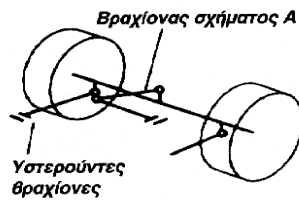
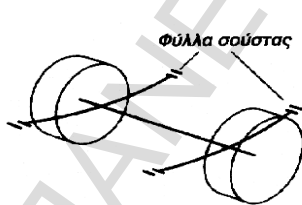
Φορτισμένος σφαιρικός σύνδεσμος κάτω ψαλιδιού ανάρτησης με διπλά ψαλίδια.



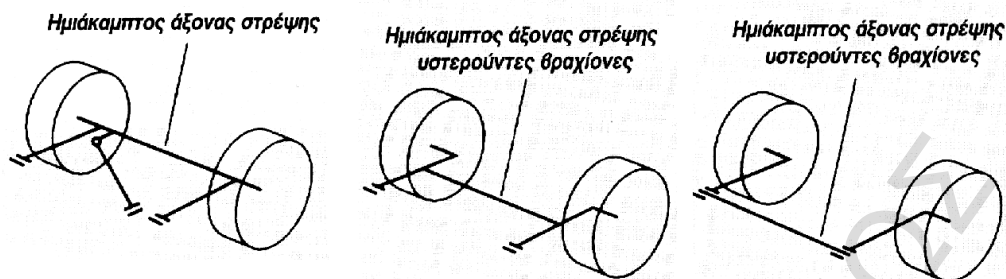
Φορτισμένος σφαιρικός σύνδεσμος πάνω ψαλιδιού ανάρτησης με διπλά ψαλίδια.

Τύποι μπροστινής ανάρτησης.

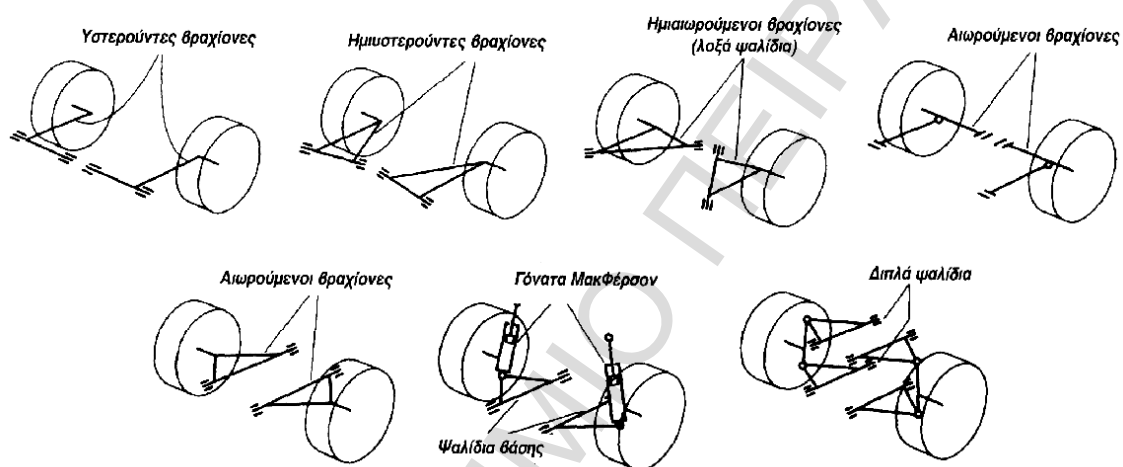
Μη ανεξάρτητη ανάρτηση



Ημιανεξάρτητη ανάρτηση



Ανεξάρτητη ανάρτηση



Ανάρτηση στους πίσω τροχούς

Στα περισσότερα αυτοκίνητα οι πίσω τροχοί σηκώνουν το μεγαλύτερο βάρος. Για τον λόγο αυτόν απαιτείται ιδιαίτερη μελέτη στη σχεδίαση των συστημάτων ανάρτησης.

Η ανάρτηση των πίσω τροχών μπορεί να είναι:

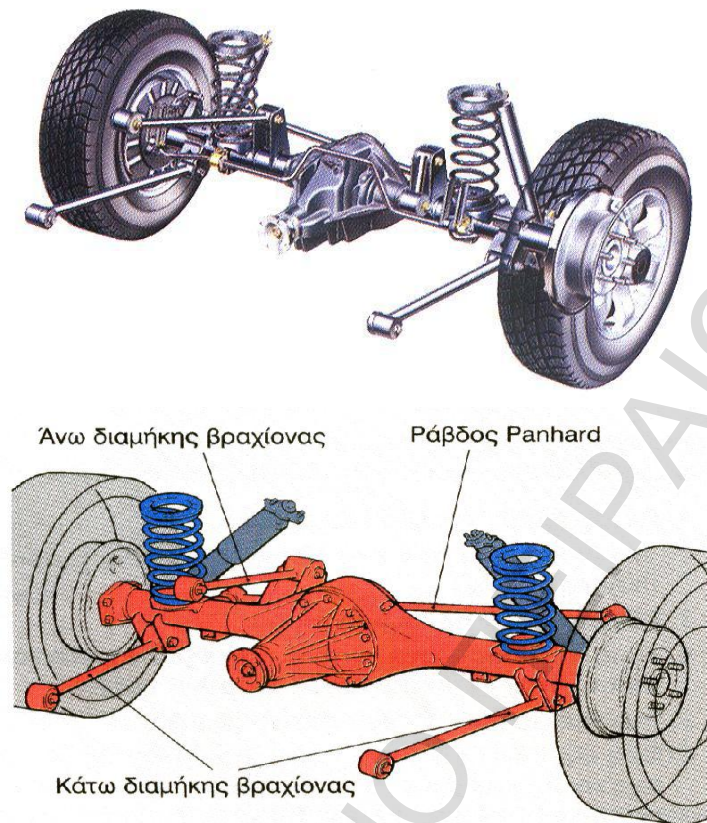
- Μη ανεξάρτητη
- Η ανεξάρτητη σε κάθε τροχό.

α) Μη ανεξάρτητη ανάρτηση.

Σε ένα κοινό τύπο μη ανεξάρτητης ανάρτησης χρησιμοποιείται ένας **άκαμπος** άξονας που στις άκρες του έχει **ημιελλειπτικά** ελατήρια (**σούστες**). Η μπροστινή άκρη κάθε σούστας στηρίζεται στο πλαίσιο με ελαστικό δακτυλίδι. Η πίσω άκρη στηρίζεται στο πλαίσιο του αυτοκινήτου με σύνδεσμο διπλής άρθρωσης (σκουλαρίκι). Ο άξονας στηρίζεται ή στην μέση των ελατηρίων ή μπροστά από την μέση.

Στο σύστημα αυτό, το διαφορικό, τα ημιαξόνια και τα μωαγιέ των τροχών αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο.

Προκειμένου να μειωθούν οι μεταβολές της θέσης του άξονα στις ανωμαλίες του δρόμου ή στις στροφές, μερικές αναρτήσεις έχουν ράβδους **διαμήκης** ή **πανάρ**. Στον άκαμπο πίσω άξονα εκτός από τις σούστες τοποθετούνται **σπειροειδή ελατήρια**.



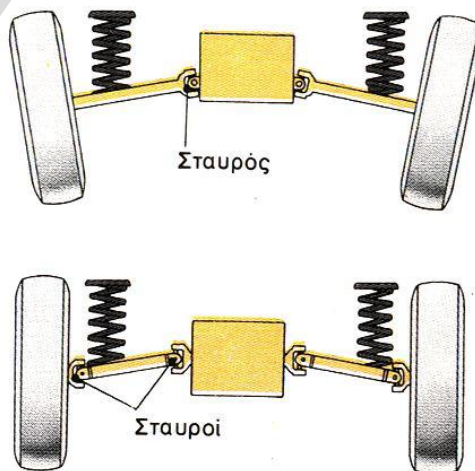
β) Ανεξάρτητη πίσω ανάρτηση.

Βασικό χαρακτηριστικό της ανεξάρτητης ανάρτησης στους πίσω τροχούς είναι ότι ο άκαμπτος άξονας δεν υπάρχει και έχει αντικατασταθεί με δύο ημιαξόνια που συνδέονται στο διαφορικό με σταυρούς, που μπορούν να κινηθούν ανεξάρτητα.

Μερικοί τύποι ανεξάρτητης πίσω ανάρτησης.

Αιωρούμενα ημιαξόνια.

Σε αυτόν τον τύπο υπάρχουν δύο αιωρούμενα ημιαξόνια που κινούνται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Συνδέονται στο διαφορικό και στους τροχούς με σταυρό. Επειδή έχουν την δυνατότητα να διαγράφουν τόξα πάνω-κάτω προκαλούν μεταβολές στη γωνία και στο μετατρόχιο. Το διαφορικό είναι στερεωμένο στο πλαίσιο.

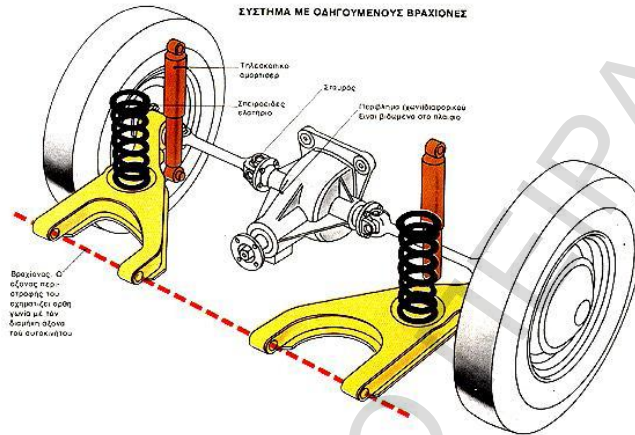


Οδηγούμενοι βραχίονες.

Επειδή τα ημιαξόνια αιωρούνται, κατασκευάστηκαν διάφοροι τύποι με **οδηγούμενους βραχίονες**.

Σε αυτόν τον τύπο κάθε πίσω τροχός στηρίζεται σε ένα βραχίονα που αρθρώνεται στο πλαίσιο του αυτοκινήτου. Τα σημεία άρθρωσης των βραχιόνων σχηματίζουν ορθή γωνία με τον διαμήκη άξονα του αυτοκινήτου.

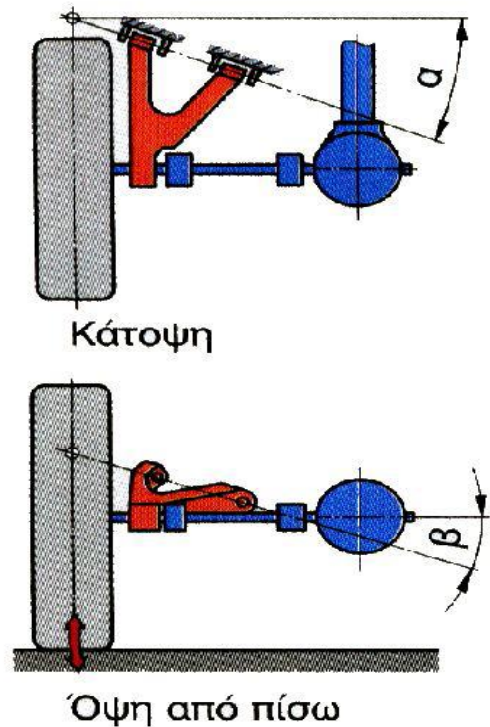
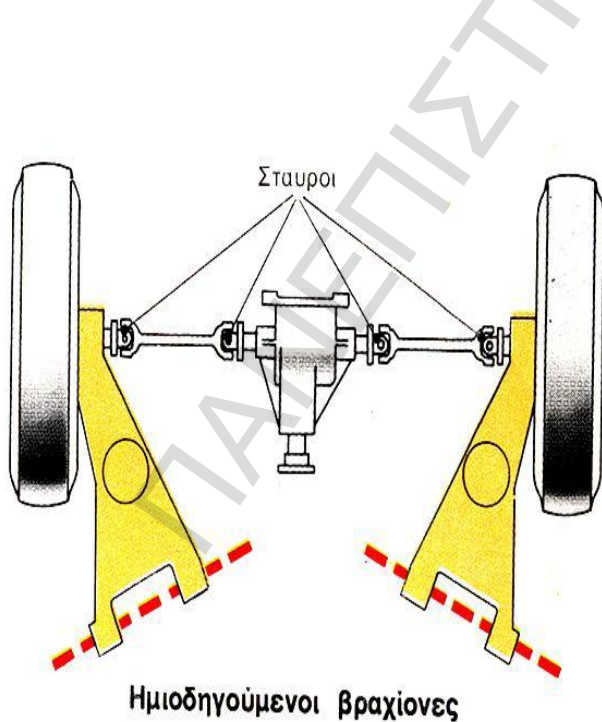
Με τον τρόπο αυτόν δεν μεταβάλλεται η γωνιακή κλίση και η ευθυγράμμιση των τροχών καθώς ανεβο-κατεβαίνουν. Το διαφορικό είναι συνδεδεμένο σταθερά με το πλαίσιο του αυτοκινήτου.



Ημιοδηγούμενοι βραχίονες.

Είναι όμοιο με τους οδηγούμενους βραχίονες, με την διαφορά που τα κέντρα των σημείων άρθρωσης των βραχιόνων σχηματίζουν αμβλεία γωνία με τον διαμήκη άξονα του αυτοκινήτου.

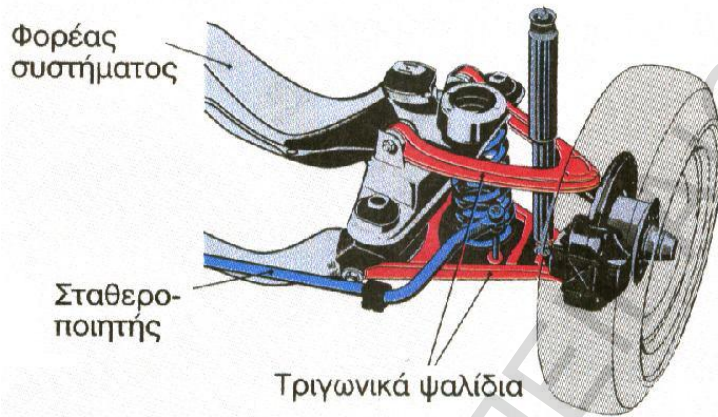
Το πλεονέκτημα είναι ότι υπάρχει η δυνατότητα να προκαθοριστεί από τους σχεδιαστές η μεταβολή της γωνιακής κλίσης και ευθυγράμμισης των τροχών από τις ανωμαλίες του δρόμου.



Διπλά ψαλίδια.

Είναι όμοιο με αυτό που χρησιμοποιείται στην μπροστινή ανάρτηση. Η διαφορά είναι ότι οι τροχοί πρέπει να κινούνται παράλληλα προς τον διαμήκη άξονα του αυτοκίνητου, και να μη στρίβουν.

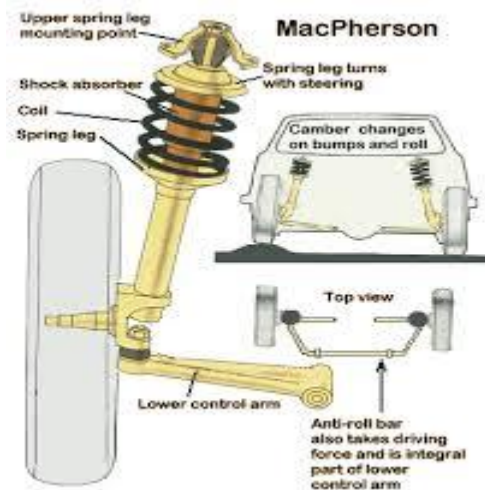
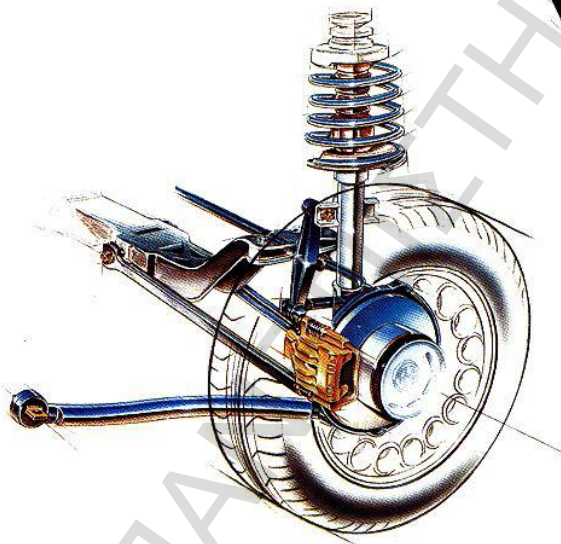
Για τον λόγο αυτόν το ένα ψαλίδι τοποθετείται με την φαρδιά του άκρη στον τροχό ενώ έχει πρόσθετα μία ράβδο σύνδεσης που δέχεται τα εμπρός και πίσω φορτία.



Ανάρτηση τροχού σε διπλά ψαλίδια

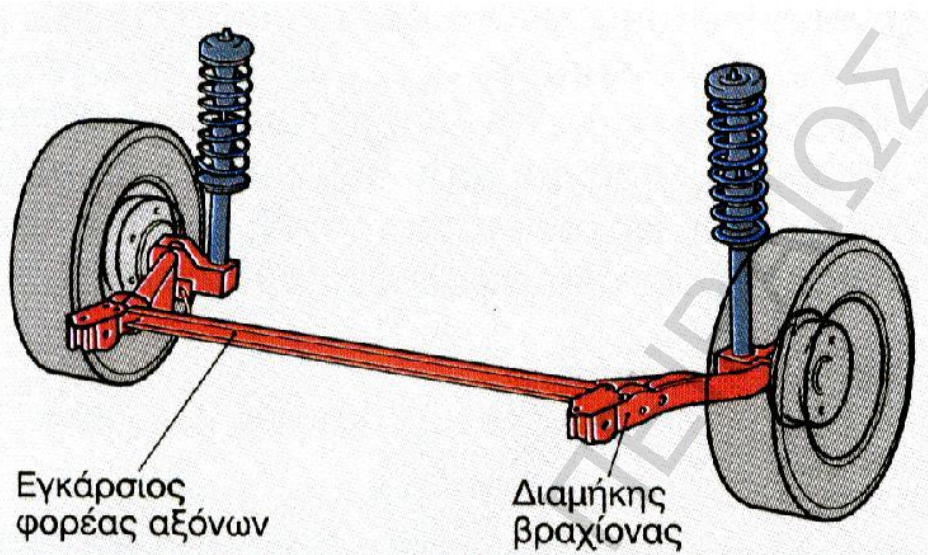
Γόνατα Μακ-Φέρσον.

Είναι το ίδιο με το αντίστοιχο σύστημα που χρησιμοποιείται στους μπροστινούς τροχούς.



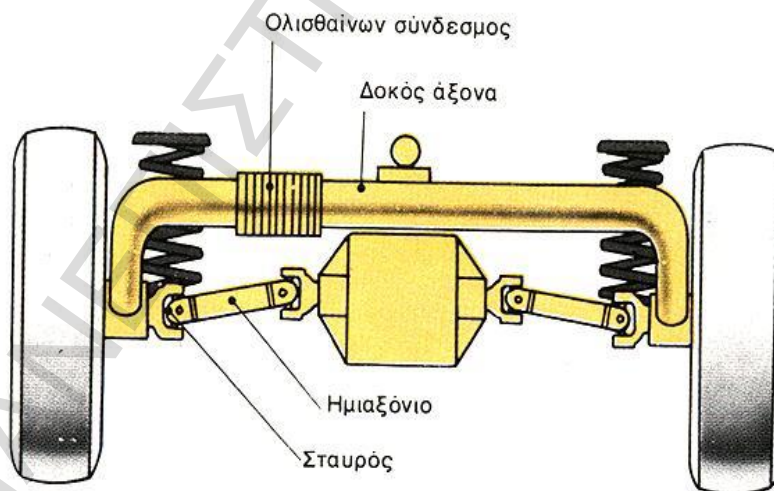
Ράβδοι στρέψης.

Στο σύστημα αυτό μία ισχυρή εγκάρσια ράβδος στρέψης στηρίζεται στη μέση του μήκους της στο αμάξωμα και στις άκρες της σε δύο επιμήκεις ημιαιωρούμενους βραχίονες (ψαλίδια) στήριξης και ανάρτησης των τροχών.

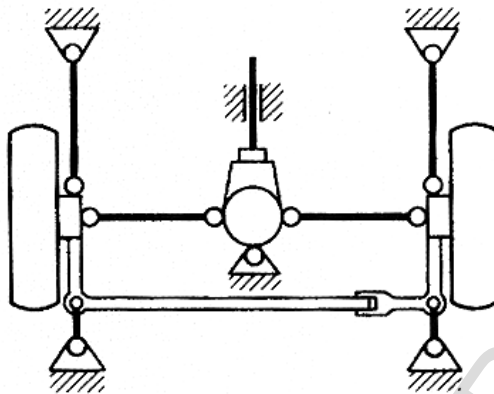


De Dion Ντε – Ντιόν.

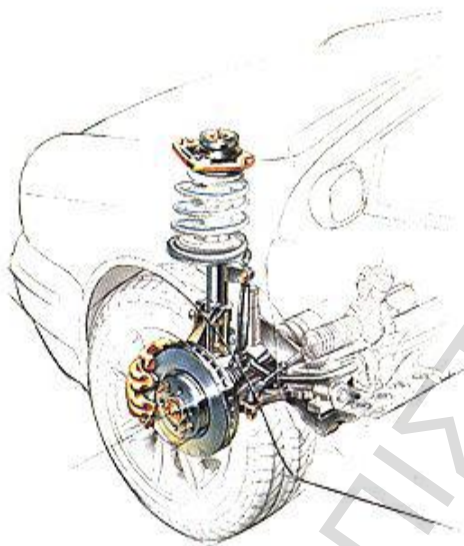
Είναι ένας συνδυασμός ανεξάρτητης και μη ανεξάρτητης ανάρτησης. Πίσω από τα αιωρούμενα ημιαξόνια υπάρχει ένας ανεξάρτητα τοποθετημένος ισχυρός εγκάρσιος βραχίονας με μεγάλη διάμετρο που περιορίζει τις κινήσεις των ημιαξονίων.



ΝΤΕ ΝΤΙΟΝ

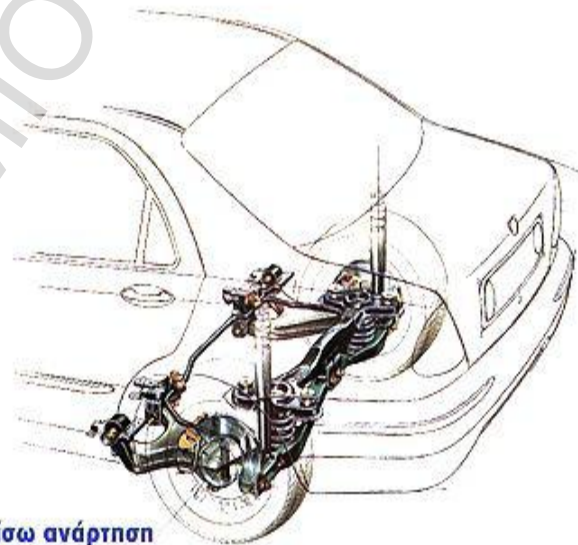


Η ανάρτηση ΝτεΝτιόν έχει ένα σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με τα υπόλοιπα μη ανεξάρτητα συστήματα: Το διαφορικό δεν φέρεται από τον άκαμπτο άξονα που ενώνει τους τροχούς, αλλά τοποθετείται στο αμάξωμα, με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της μη φερόμενης μάζας.



Εμπρός ανάρτηση

Η μπροστινή συνταγή της ανάρτησης ακολουθεί την οικονομική αλλά και ασφαλή πεπατημένη με γόνατα τύπου Μακφέρσον. Ο επανασχεδιασμός τους σε ό,τι αφορά τα αντίστοιχα της 156 που χρησιμοποιεί το ίδιο πλαίσιο έγινε με μοναδικό στόχο την αγαστή τους συνεργασία με την ολοκαίνουρια πίσω ανάρτηση.



Πίσω ανάρτηση

Ο σχεδιασμός της πίσω ανάρτησης δεν έχει σχεδόν καμία σχέση με την αντίστοιχη της 156, όντας σαφώς πολυπλοκότερος. Ουσιαστικά πρόκειται για διαμήκεις βραχίονες, των οποίων η στήριξη πραγματοποιήθηκε μέσω πολλαπλών (τεσσάρων) αρθρώσεων, επέχοντας θέση πολλαπλών συνδέσμων.

ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ:

ΑΦΑΙΡΕΣΗ – ΕΛΕΓΧΟΣ και **ΕΠΑΝΑΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** **ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ Mac-Pherson –ΑΛΛΑΓΗ** **ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ** **(ΑΜΟΡΤΙΣΕΡ)**

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Να αποκτήσουν οι εκπαιδευόμενοι δεξιότητες:

- Αφαιρούν και να επιθεωρούν την ανάρτηση τύπου *Mac-Pherson*,
- Επιθεωρούν και ελέγχουν το ελικοειδές ελατήριο της ανάρτησης,
- Επιλέγουν τον κατάλληλο εξοπλισμό για την συγκεκριμένη άσκηση,
- Λαμβάνουν τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Ανυψωτικό μηχάνημα
Βασική συλλογή εργαλείων χειρός
Εξολκέας συσπειρωτής ελικοειδών ελατηρίων.

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Πρέπει να ακολουθούνται τα γενικά και απαραίτητα μέτρα ασφαλείας για εργασίες που γίνονται όταν ανυψώνεται ένα όχημα. Προσοχή χρειάζεται στην χρήση των εργαλείων και κλειδιών, ιδιαίτερα δε κατά την συσπείρωση των ελικοειδών ελατηρίων.

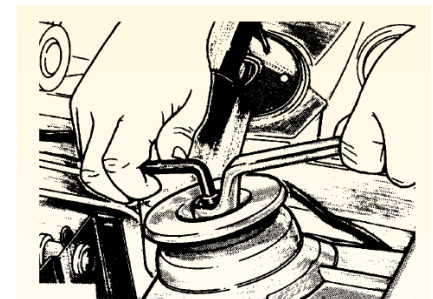
ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

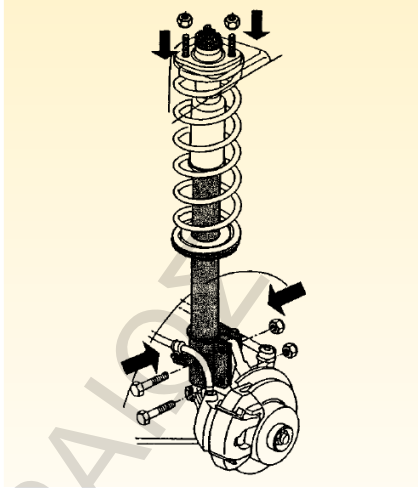
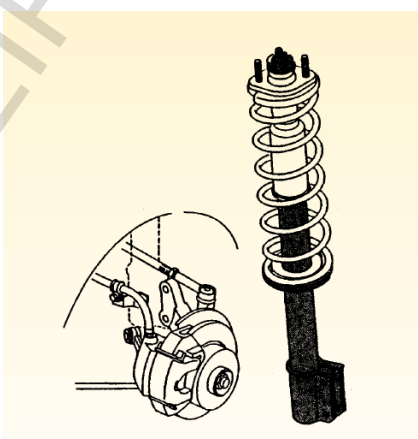

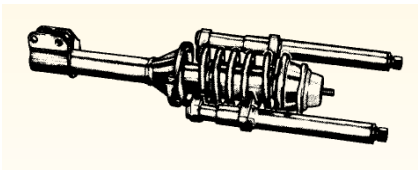
- Ανοίξτε και ασφαλίστε το καπό του οχήματος
- Λασκάρτε τα μπουλόνια των τροχών από όπου θα γίνει η αφαίρεση της ανάρτησης

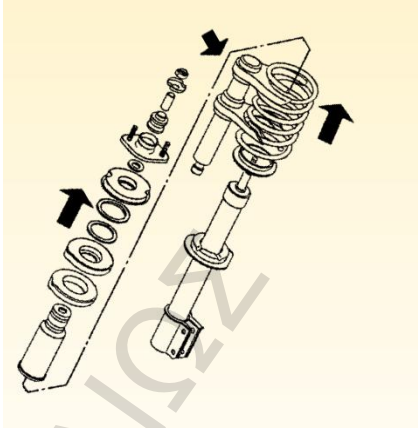
- Τοποθετήστε τους βραχίονες του ανυψωτικού μηχανήματος στα σημεία ανύψωσης του αμαξώματος
- Ανυψώστε το όχημα και αφαιρέστε τους τροχούς



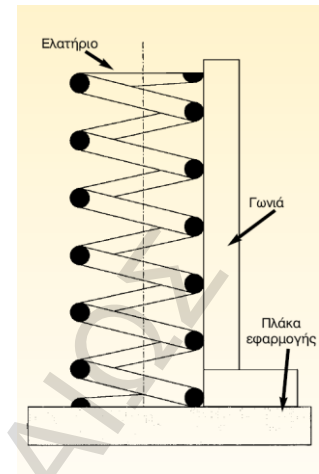
- Λασκάρτε το περικόχλιο ασφαλείας του βάκτρου του εμβόλου, που συγκρατεί τη φλάντζα του ελατηρίου.



<ul style="list-style-type: none"> • Αφαιρέστε τις βίδες σύνδεσης του « γόνατου» της ανάρτησης με το ακραζόνιο. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Αφαιρέστε τις βίδες σύνδεσης του «γόνατου» της ανάρτησης με το θόλο του τροχού και απομακρύνετε το από το όχημα. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Συγκρατείστε το γόνατο στη μέγγενη • Προσαρμόστε και ασφαλίστε τον ειδικό εξολκέα – συσπειρωτή στο ελατήριο. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Συσπειρώστε το ελατήριο. 	

<ul style="list-style-type: none"> • Ξεβιδώστε το περικόχλιο ασφαλείας και αφαιρέστε την φλάντζα, τη βάση του ελατηρίου, τα δαχτυλίδια, το ρουλεμάν ώσης..... 	
<ul style="list-style-type: none"> • Αφαιρέστε το ελατήριο και τοποθετήστε το σε ασφαλές μέρος, ώστε ακόμα και αν εκτονωθεί παρά την θέλησή σας, να μην προκαλέσει τραυματισμούς. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Ξεβιδώστε το παξιμάδι από τον κύλινδρο και αφαιρέστε το αμορτισέρ. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Τοποθετήστε το νέο « φυσίγγιο » και σφίξτε το παξιμάδι. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Πιέστε το έμβολο του νέου φυσιγγίου 5-6 φορές πάνω κάτω για να κυκλοφορήσει το λάδι μέσα σε αυτό. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Για την συναρμολόγηση ακολουθείτε την αντίστροφη διαδικασία. 	
<p>Για τον έλεγχο του ελατηρίου θα πρέπει να ακολουθήσετε τα παρακάτω βήματα:</p>	

- Εκτονώστε το ελατήριο και αφαιρέστε το εργαλείο συσπείρωσης.
- Τοποθετήστε το ελατήριο σε πλάκα εφαρμογής και ελέγξτε με τον ελεγκτήρα (γωνιά) την καθετότητά του.



- Τοποθετήστε το ελατήριο σε πρέσα και εξασκείστε σε αυτό δύναμη όση ορίζει ο κατασκευαστής.
- Μετρήστε το βέλος κάμψης και αν είναι μεγαλύτερο από το προβλεπόμενο, το ελατήριο έχει εξασθενίσει και πρέπει να αντικατασταθεί.
- Μετρήστε το ύψος του αφόρτιστου ελατηρίου.

