

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2005)

3ο Συνέδριο Σύρου στις ΤΠΕ



Διδακτική αξιοποίηση της προσομοίωσης της λειτουργίας της τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης με το MicroworldsPro

Νίκος Χαζάπης, Δημήτρης Αλιμήσης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Χαζάπης Ν., & Αλιμήσης Δ. (2024). Διδακτική αξιοποίηση της προσομοίωσης της λειτουργίας της τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης με το MicroworldsPro. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 255–262. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/6236>

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΜΕ ΤΟ MicroworldsPro

Χαζάπης Νίκος
ΤΕΕ Χώρας Άνδρου
E-mail ksandrou@otenet.gr

Αλιμήσης Δημήτρης
Ανωτάτη Σχολή Παιδαγωγικής
και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης
Παράρτημα Πάτρας
E-mail pateslab@otenet.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το κείμενο αυτό περιγράφει την ανάπτυξη, εφαρμογή στη διδακτική πράξη και αξιολόγηση ενός ηλεκτρονικού παραδείγματος διδασκαλίας που περιλαμβάνει την προσομοίωση της λειτουργίας της τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης με το MicroworldsPro, την ανάθεση στους μαθητές εργασιών σε περιβάλλον «μολύβι και χαρτί» με τη μορφή ερωτημάτων από την οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή ενώ επεξεργάζονται τα στοιχεία και τις λειτουργίες της προσομοιωμένης μηχανής. Τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά όσον αφορά στην κατανόηση της λειτουργίας της μηχανής από τους μαθητές.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: προσομοίωση, μηχανή εσωτερικής καύσης, MicroworldsPro, διδακτική, τεχνολογικός τομέας

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Η εργασία αυτή αναφέρεται στη δημιουργία και διδακτική αξιοποίηση της προσομοίωσης της λειτουργίας της τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η προσομοίωση «στήθηκε» επάνω στο λογισμικό MicroworldsPro, το οποίο προσφέρει ισχυρή αλληλοεπιδραστικότητα και χρησιμοποιεί τη LOGO, η οποία εκτός από δυναμική γλώσσα προγραμματισμού αποτελεί πολύτιμο εργαλείο σκέψης και επίλυσης προβλημάτων. Μπορεί με την κατάλληλη παρέμβαση του δάσκαλου να προσφέρει στα παιδιά μικρόκοσμους και προσομοιώσεις, ενασχόληση με ανοιχτά προβλήματα (εξερεύνηση, ανακάλυψη, διάγνωση λαθών), τον έλεγχο και την αυτονομία στη διαδικασία της μάθησης, αυθόρμητη έκφραση, πολλαπλές οπτικές ανάγνωσης ενός προβλήματος, ανάπτυξη αυτογνωσίας (Noss 1987, Hoyles και Sutherland 1989, Δαπόντες 1989, Μικρόπουλος και Λαδιάς 1997). Γενικότερα η Logo υποστηρίζει την ενεργό εποικοδομητική μάθηση και τη χρήση του υπολογιστή σαν εργαλείου ανάπτυξης νοητικών δεξιοτήτων (mindtool) (Papert 1980, Jonassen 2000).

Κύριο χαρακτηριστικό της LOGO είναι η δυνατότητα να ορίζει κανείς διαδικασίες (procedures), τις οποίες στη συνέχεια τις χρησιμοποιεί σαν νέες εντολές (commands) για τον ορισμό νέων διαδικασιών και ούτω καθεξής. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να δημιουργεί κανείς πολύπλοκες δομές-ιεραρχίες χωρίς να χάνει την γενικότερη εποπτεία του έργου. Με απλές έννοιες-διαδικασίες μπορεί κανείς να δομήσει άλλες πιο σύνθετες με τρόπο επαγωγικό, έτσι όπως δομείται και η ανθρώπινη νόηση. Το χαρακτηριστικό αυτό την καθιστά ένα δυνατό εργαλείο έκφρασης ιδεών που ευνοεί την κατασκευή της γνώσης. Επιπλέον προσφέρει μια «στρατιά χελωνών» με απεριόριστη γκάμα κουστουμιών και δυναμική κίνηση που κάνει εύκολη την προσομοίωση ποικίλων φαινομένων με εντυπωσιακά αποτελέσματα (Στεργιοπούλου, 2000).

Το συγκεκριμένο λογισμικό προσφέρεται ιδιαίτερα για διδασκαλία μαθημάτων του τεχνολογικού τομέα που διδάσκονται στα ΤΕΕ. Επιχειρείται λοιπόν σε αυτή την εργασία να

περιγραφεί η εμπειρία μας από μια διδακτική προσέγγιση μέσω ηλεκτρονικών προσομοιώσεων στις οποίες καλούνται οι μαθητές να μελετήσουν και ερευνήσουν τους χρόνους της τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης. Η διδακτική παρέμβαση με το λογισμικό MWPPro επιχειρεί να δώσει τη δυνατότητα στο μαθητή, πέρα από τη θεωρητική προσέγγιση, να παρατηρήσει τις εσωτερικές διεργασίες της μηχανής εσωτερικής καύσης, οι οποίες κατά την λειτουργία της σε πραγματικές συνθήκες δεν είναι ορατές. Παράλληλα ο μαθητής αποκτά πρόσβαση στην λειτουργία των επιμέρους εξαρτημάτων. Η συγκεκριμένη ενότητα που επιλέχθηκε είναι δύσκολο να κατανοηθεί από τους μαθητές μόνο μέσα από την χρήση του σχολικού βιβλίου που διδάσκεται (Στοιχεία Ναυτικών Μηχανών για Πλοίαρχους- Γ. Δανιήλ). Και αυτό γιατί, όχι μόνο από το συγκεκριμένο βιβλίο αλλά και από άλλα αντίστοιχα, ο μαθητής αφομοιώνει πολύ δύσκολα μέσα από κείμενα και σχηματικές παραστάσεις τις έννοιες των χρόνων μιας μηχανής εσωτερικής καύσης. Αυτό συμβαίνει γιατί είναι δύσκολο για το μαθητή να καταλάβει πώς το κάθε εξάρτημα συνεργάζεται με τα υπόλοιπα ώστε να πραγματοποιηθεί ο κύκλος λειτουργίας της.

Στόχος λοιπόν της προσομοίωσης λειτουργίας τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης είναι να κατανοήσει ο μαθητής όσο το δυνατόν καλύτερα με εποικοδομητικό τρόπο τον κύκλο λειτουργίας της συγκεκριμένης μηχανής παρατηρώντας τις εσωτερικές διεργασίες που πραγματοποιούνται κατά την λειτουργία της.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Βασική πηγή του πολυμεσικού υλικού που ενσωματώθηκε στις προσομοιώσεις που δημιουργήσαμε για τις ανάγκες αυτής της εργασίας υπήρξε το διαδίκτυο από το οποίο αντλήθηκαν οι σχηματικές προσομοιώσεις σαν animation. Στην συνέχεια ανοίχθηκαν τα «καρέ» στο Photoshop για να εισαχθούν σαν γραφικά στο MicroworldsPro. Το ηλεκτρονικό παράδειγμα που δημιουργήσαμε, δηλαδή η προσομοίωση λειτουργίας της τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης, αποτελείται από 17 σελίδες του λογισμικού MicroworldsPro, στις οποίες ο μαθητής αποκτά πρόσβαση με την ενεργοποίηση κατάλληλων κουμπιών.

Στις πρώτες σελίδες υπάρχει σύντομη αναφορά των εννοιών καθώς και οδηγίες για τον τρόπο χρήσης του ηλεκτρονικού παραδείγματος. Ακολουθεί μετά η αναλυτική παρουσίαση των εξαρτημάτων της τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι χρόνοι αυτής, η συναρμολόγηση και σχετικές ερωτήσεις προς το μαθητή που τον καλούν να εργαστεί με την προσομοίωση. Στο κάτω μέρος κάθε σελίδας υπάρχουν τα κουμπιά με την υπόδειξη «προηγούμενη» - «επόμενη» που οδηγούν το μαθητή στην επόμενη ή την προηγούμενη σελίδα, τα οποία βρίσκονται αριστερά και δεξιά αντίστοιχα. Σε όλες σχεδόν τις σελίδες υπάρχουν διάφορα κουμπιά με τα οποία καλείται ο μαθητής να θέσει σε λειτουργία, να σταματήσει ή να επαναλάβει όσες φορές θέλει διάφορες διαδικασίες.



Εικόνα 1. Η 1^η σελίδα του ηλεκτρονικού έργου

Στις πρώτες σελίδες υπάρχει σύντομη αναφορά των εννοιών καθώς και οδηγίες για τον τρόπο χρήσης του ηλεκτρονικού παραδείγματος. Ακολουθεί μετά η αναλυτική παρουσίαση των εξαρτημάτων της τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι χρόνοι αυτής, η συναρμολόγηση και σχετικές ερωτήσεις προς το μαθητή που τον καλούν να εργαστεί με την προσομοίωση. Στο κάτω μέρος κάθε σελίδας υπάρχουν τα κουμπιά με την υπόδειξη «προηγούμενη» - «επόμενη» που οδηγούν το μαθητή στην επόμενη ή την προηγούμενη σελίδα, τα οποία βρίσκονται αριστερά και δεξιά αντίστοιχα.

Σε όλες σχεδόν τις σελίδες υπάρχουν διάφορα κουμπιά με τα οποία καλείται ο μαθητής να θέσει σε λειτουργία, να σταματήσει ή να επαναλάβει όσες φορές θέλει διάφορες διαδικασίες. Η προσομοίωση της πραγματικής μηχανής αποτελείται από διαδοχικές φωτογραφίες από πραγματική τετράχρονη μηχανή κατάλληλα διαμορφωμένη (σε τομή). Τα εξαρτήματα που υπάρχουν σε φωτογραφίες είναι εξαρτήματα της συγκεκριμένης μηχανής (μια αναλυτικότερη περιγραφή της προσομοίωσης δημοσιεύεται στο www.epyna.gr)

Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ

Το ηλεκτρονικό παράδειγμα που αφορά στην προσομοίωση της λειτουργίας της Τετράχρονης Μηχανής Εσωτερικής Καύσης, παρουσιάστηκε σε τρεις τάξεις ΤΕΕ. Τα σχολεία που επιλέχθηκαν ήταν:

- 4^ο ΤΕΕ Πάτρας, τμήμα της Γ τάξης με ειδικότητα Ναυτικών Μαθημάτων (12 μαθητές)
- ΤΕΕ Άνδρου, τμήμα της Γ τάξης με ειδικότητα Ναυτικών Μαθημάτων (9 μαθητές)
- ΤΕΕ Κορθίου Άνδρου, τμήμα της Β τάξης με ειδικότητα Μηχανικών Αυτοκινήτων (1 μαθητής)



Εικόνα 2. Ενδεικτική σελίδα του ηλεκτρονικού έργου

Το κριτήριο επιλογής των προαναφερόμενων τμημάτων είναι ότι οι μαθητές διδάσκονται κατά το συγκεκριμένο έτος φοίτησης αυτή την ενότητα. Πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι για τους μαθητές των δυο ΤΕΕ με την ειδικότητα των Ναυτικών Μαθημάτων, αν και διδάσκεται η συγκεκριμένη ενότητα δεν αποτελεί πρωτεύον μάθημα, επειδή η κατεύθυνση είναι για Πλοιάρχους Εμπορικού Ναυτικού και όχι για Μηχανικούς Εμπορικού Ναυτικού.

Οι μαθητές και των τριών σχολείων συμπλήρωσαν τα φύλλα εργασίας που τους είχαν διανεμηθεί από την αρχή. Στη συνέχεια τους δόθηκαν κάποιες οδηγίες σχετικά με την χρήση της ηλεκτρονικής προσομοίωσης που αφορούσε τον χειρισμό από τους μαθητές και ενημερώθηκαν πως θα έπρεπε να συμπληρώσουν τα φύλλα εργασίας όταν θα τους παρουσιάζονταν η αντίστοιχη ανακοίνωση στην οθόνη.

Ο χρόνος της επεξεργασίας από τους μαθητές διήρκεσε 2 διδακτικές ώρες που κρίνεται ικανοποιητικός για την συγκεκριμένη ηλεκτρονική διδασκαλία. Το χρονικό διάστημα που χρειάστηκαν οι μαθητές για να ολοκληρώσουν την επεξεργασία της ηλεκτρονικής παρουσίασης κυμάνθηκε μεταξύ εβδομήντα έως ενενήντα λεπτά. Ο κάθε μαθητής εργάστηκε ξεχωριστά,

γιατί στην προκειμένη περίπτωση θέλαμε να αξιολογήσουμε αν το ηλεκτρονικό παράδειγμα θα ήταν κατανοητό και σε ποιο βαθμό από τον καθένα μαθητή ξεχωριστά. Το λογισμικό MicroworldsPro είχε ήδη εγκατασταθεί στα σχολικά δίκτυα και οι μαθητές ξεκίνησαν απευθείας την εργασία.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Οι μαθητές δούλεψαν με αρκετή ευκολία στο συγκεκριμένο πρόγραμμα χωρίς να χρειαστούν επιπλέον επεξηγήσεις από τον διδάσκοντα. Καθ' όλη την διάρκεια της επεξεργασίας της προσομοίωσης οι μαθητές έδειξαν προσήλωση στην εργασία τους και αρκετό ενδιαφέρον. Αρκετό χρονικό διάστημα αφιέρωσαν στην 12^η σελίδα (δες πλήρη περιγραφή της προσομοίωσης στη διεύθυνση www.epyna.gr) στην οποία περιέχονταν οι βασικότερες έννοιες. Για την ηλεκτρονική αυτή μορφή διδασκαλίας έδειξαν επίσης σημαντικό ενδιαφέρον και οι διδάσκοντες αυτού του μαθήματος οι οποίοι και παρακολούθησαν την διαδικασία.

Τα φύλλα εργασίας που αξιολογήθηκαν ήταν 20, γιατί δύο μαθητές του ΤΕΕ της Άνδρου δεν τα συμπλήρωσαν.

ΕΡΓΑΣΙΑ 1^η : Στο φύλλο της 1^{ης} εργασίας υπάρχουν 4 ερωτήματα που αφορούν στην περιγραφή του αντίστοιχου χρόνου. Οι απαντήσεις χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες:

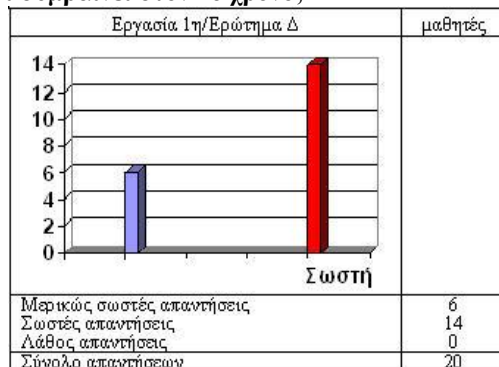
- Λάθος απάντηση, στην περίπτωση που τα αναφερόμενα δεν ήταν σωστά.
- Μερικώς σωστή απάντηση, στην περίπτωση που τμήμα μόνο της απάντησης ήταν σωστό.
- Σωστή απάντηση, στην περίπτωση που η απάντηση ήταν πλήρης.

ΕΡΩΤΗΜΑ 1.Α: «Τι συμβαίνει στον 1^ο χρόνο;»



ΕΡΩΤΗΜΑ 1.Β: «Τι συμβαίνει στο 2ο χρόνο;»



ΕΡΩΤΗΜΑ 1.Γ: «Τι συμβαίνει στον 3ο χρόνο;»**ΕΡΩΤΗΜΑ 1.Δ: «Τι συμβαίνει στον 4ο χρόνο;»**

Συνοψίζοντας θα λέγαμε ότι περίπου το 75% των μαθητών, όπως προκύπτει από τους πίνακες, έδωσαν σωστή απάντηση στα 4 ερωτήματα της 1^{ης} Εργασίας, 17% έδωσαν όχι ολοκληρωμένες απαντήσεις και 8% έδωσαν λάθος απαντήσεις.

Επομένως καθώς αφορά την 1^η Εργασία οι μαθητές αντεπεξήλθαν αρκετά καλά και έδειξαν να κατανοούν σε σημαντικό βαθμό τους χρόνους της τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης και κατ' επέκταση τη λειτουργία της.

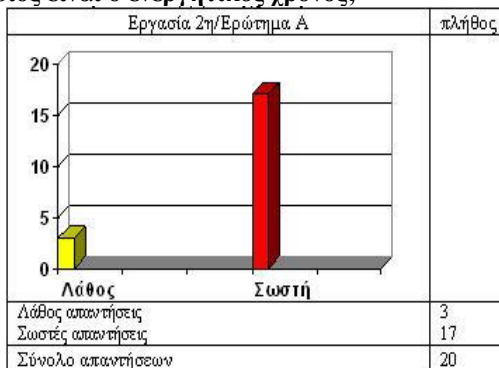
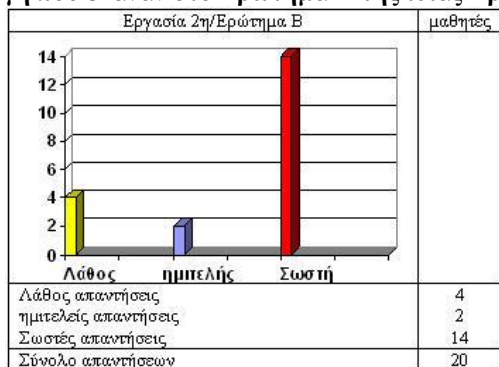
ΕΡΓΑΣΙΑ 2^η: Στην 2^η Εργασία υπάρχουν δύο ερωτήματα: «Στην τετράχρονη μηχανή οι τρεις από τους τέσσερις χρόνους είναι παθητικοί γιατί απορροφούν ενέργεια και ο ένας ενεργητικός στον οποίο παράγεται το έργο. Ποιος είναι αυτός ο χρόνος; Μπορείς να εξηγήσεις γιατί;»

Στο πρώτο ερώτημα οι απαντήσεις χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες: (Λάθος απάντηση, Σωστή απάντηση).

Στο δεύτερο ερώτημα οι απαντήσεις χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες:

- Λάθος απάντηση, στην περίπτωση που τα αναφερόμενα δεν ήταν σωστά.
- Ημιτελής απάντηση, στην περίπτωση που τμήμα της απάντησης ήταν σωστό.
- Σωστή απάντηση, στην περίπτωση που η απάντηση ήταν ολοκληρωμένη.

Τα αποτελέσματα παρατίθενται στη συνέχεια.

ΕΡΩΤΗΜΑ 2.Α: Ποιος είναι ο ενεργητικός χρόνος;**ΕΡΩΤΗΜΑ 2.Β: Στο Ερώτημα Β της 2ης Εργασίας θα έπρεπε οι μαθητές να αιτιολογήσουν την επιλογή που έκαναν στο Ερώτημα Α της ίδιας Εργασίας.**

Από τους δυο προηγούμενους πίνακες προκύπτει ότι στο ερώτημα Α απάντησε σωστά το 85% των μαθητών και λάθος το 15%. Στο δεύτερο ερώτημα το 77,5% των μαθητών απάντησε σωστά, το 10% έδωσε μια όχι πλήρη απάντηση και το 20% απάντησε λάθος. Τα αποτελέσματα είναι περίπου ίδια με αυτά της προηγούμενης 1ης εργασίας, κάτι που ήταν αναμενόμενο, γιατί η 2η εργασία έχει άμεση σχέση με την προηγηθείσα 1η εργασία και προϋποθέτει την κατανόηση λειτουργίας της τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης. Ο μαθητής καλείται να χρησιμοποιήσει την προηγούμενη κατανόηση της λειτουργίας της μηχανής, να ενεργοποιήσει την κριτική του σκέψη για να φτάσει σε μια ικανοποιητική απάντηση. Ουσιαστικά μέσω των απαντήσεων των μαθητών στη 2η εργασία επιβεβαιώνονται τα αποτελέσματα της 1ης εργασίας. Συνοψίζοντας θα λέγαμε ότι περίπου τα 3/4 των μαθητών έχουν κατανοήσει τη λειτουργία της συγκεκριμένης μηχανής.

ΕΡΓΑΣΙΑ 3^η: Στο φύλλο της 3^{ης} εργασίας υπάρχει ένα ερώτημα που αφορά τη συνδετική σχέση στροφαλοφόρου άξονα με τον εκκεντροφόρο: «Τα γρανάζια του στροφαλοφόρου άξονα καθώς και του εκκεντροφόρου φέρουν σημάδια τα οποία κατά την συναρμολόγηση πρέπει να είναι αντικριστά. Μάλιστα το σημάδι του γραναζιού του εκκεντροφόρου είναι ορατό. Γιατί είναι συγκεκριμένη η τοποθέτηση των οδοντωτών τροχών (γραναζιών), του εκκεντροφόρου με τον στροφαλοφόρο άξονα; Τι θα συνέβαινε αν κατά λάθος δεν συνέπιπταν τα δύο σημάδια ή διαφορετικά τοποθετούσαμε σε τυχαία θέση τα γρανάζια των δύο εξαρτημάτων;»

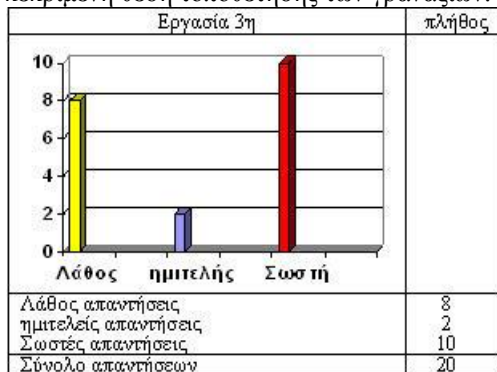
Το ερώτημα έχει να κάνει ουσιαστικά με τον χρονισμό της τετράχρονης μηχανής πράγμα που σημαίνει ότι ο μαθητής πρέπει να αναλύσει αυτά που έχει κατανοήσει για να απαντήσει στην

συγκεκριμένη ερώτηση. Πρόκειται για μια δύσκολη ερώτηση της οποίας η απάντηση δεν αναφέρεται σκόπιμα πουθενά στην ηλεκτρονική διδασκαλία.

Οι απαντήσεις, που δόθηκαν από τους μαθητές χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες:

- Λάθος απάντηση, στην περίπτωση που τα αναφερόμενα δεν ήταν σωστά.
- Ημιτελής απάντηση, στην περίπτωση που τμήμα μόνο της απάντησης ήταν σωστό.
- Σωστή απάντηση, στην περίπτωση που η απάντηση ήταν πλήρης.

Όπως προαναφέρθηκε, έπρεπε ο μαθητής να αναφέρει γιατί ο Εκκεντροφόρος με τον Στροφαλοφόρο έχουν συγκεκριμένη θέση τοποθέτησης των γραναζιών.



Στην 3^η Εργασία δόθηκαν από τους 20 μαθητές 10 σωστές απαντήσεις 2 όχι ολοκληρωμένες και 8 λάθος. Βλέπουμε από τον προηγούμενο πίνακα ότι το 50% των μαθητών έδωσε σωστή απάντηση, το 10% δεν έδωσε πλήρη απάντηση και το 40% έδωσε λάθος απάντηση. Όπως αναφέραμε προηγουμένως πρόκειται για μια δύσκολη ερώτηση, η οποία για να απαντηθεί σωστά προϋποθέτει από τον μαθητή να έχει κατανοήσει σε υψηλό βαθμό την λειτουργία της τετράχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης. Από τις απαντήσεις μερικών μαθητών φαίνεται ότι η διατύπωση της τελευταίας σειράς του ερωτήματος («...ή διαφορετικά τοποθετούσαμε σε τυχαία θέση τα γραναζία των δύο εξαρτημάτων») δεν βοήθησε τους μαθητές στην κατανόηση του ερωτήματος με αποτέλεσμα να δώσουν απαντήσεις όπως: «...τα γραναζία του στροφαλοφόρου άξονα καθώς και του εκκεντροφόρου πρέπει να τοποθετούνται σε συγκεκριμένα σημεία γιατί αλλιώς δεν γίνεται περιστροφή και δεν ανοίγουν οι βαλβίδες». Συμπεραίνουμε από την απάντηση του συγκεκριμένου μαθητή ότι ερμήνευσε το ερώτημα ως τι θα συνέβαινε αν ο εκκεντροφόρος τοποθετούνταν σε μια οποιαδήποτε άλλη θέση μέσα στη μηχανή, ας πούμε για παράδειγμα μέσα στον κύλινδρο. Να σημειώσουμε εδώ ότι με παρόμοιο περιεχόμενο βρέθηκαν 7 απαντήσεις μαθητών σ' αυτή την εργασία. Επομένως θα πρέπει να αναδιατυπωθεί καλύτερα το ερώτημα της 3^{ης} Εργασίας υπό την εξής μορφή: «...Τι θα συνέβαινε αν κατά λάθος δεν συνέπιπταν τα δύο σημάδια μεταξύ τους;»

Οι μαθητές στην πλειοψηφία τους δούλεψαν με θετικά αποτελέσματα στη συγκεκριμένη ηλεκτρονική διδασκαλία. Ήταν μια πρωτόγνωρη για αυτούς εργασία, η οποία έγινε δεκτή με θετικά σχόλια. Θετικά σχόλια εκφράσθηκαν και από τους εκπαιδευτικούς που δίδασκαν το συγκεκριμένο μάθημα και στα τρία σχολεία και παρακολούθησαν τις διδασκαλίες.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Σε γενικές γραμμές οι στόχοι της διδακτικής παρέμβασης επιτεύχθηκαν. Οι μαθητές λειτούργησαν εποικοδομητικά και κατανόησαν στην πλειοψηφία τους την λειτουργία της τετράχρονης Μ.Ε.Κ. όπως φαίνεται άλλωστε από τα φύλλα εργασίας τους και τους πίνακες που παρατέθηκαν προηγουμένως. Το λογισμικό MicroworldsPro έδειξε ότι έχει μεγάλες δυνατότητες

για παρόμοιου τύπου διδασκαλίες, προσφέρει υψηλή αλληλεπιδραστικότητα και κάνει ελκυστική για τους μαθητές τη μαθησιακή διαδικασία. Η αξιοποίησή του από τους εκπαιδευτικούς θα μπορούσε υπό όρους να συντελέσει στην ανανέωση και αναβάθμιση του διδακτικού τους έργου. Προϋπόθεση βεβαίως αποτελεί η κατάλληλη εκπαίδευση και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών (Αλιμήσης, 2001) όχι μόνο στην τεχνική της χρήσης του MicroworldsPro αλλά και (κυρίως) στην εκπαιδευτική του φιλοσοφία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Hoyles, C. and Sutherland, R. (1989), *Logo Mathematics in the Classroom*, Routledge.
2. Jonassen, D. (2000), *Computers as Mindtools for Schools*, Prentice Hall.
3. Noss, R. (1987), How do Children do Mathematics with Logo? *J. of Computer Assisted Learning*, 3,1, 2-12.
4. Papert, S. (1980), *Mindstorms*. New York: Basic Books.
5. Αλιμήσης Δ., Logo και Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών, *Πρακτικά 5^ο Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Διδακτική των Μαθηματικών και Πληροφορική στην Εκπαίδευση»*, σελ. 550-557, Α. Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 12-14 Οκτωβρίου 2001.
6. Δανιήλ Γεώργιος, 1993. *Στοιχεία Ναυτικών Μηχανών για Πλοιάρχους*, Ίδρυμα Ευγενίδη.
7. Δαπόντες, Ν. (1989), Η διδασκαλία της Logo στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Gutenberg.
8. Μικρόπουλος, Τ. και Λαδιάς, Τ. (1997), *Η Logo στην εκπαιδευτική διαδικασία*, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
9. Στεργιοπούλου Λέττα (2000), Βιβλίο Καθηγητή, ηλεκτρονική έκδοση, στο CD του MicroWorldsPro, ελληνική έκδοση.