

Συμπεράσματα από τις επιδόσεις των μαθητών στις Πανελλαδικές εξετάσεις του μαθήματος της Ανάπτυξης Εφαρμογών

Δ. Γκίνης¹, Γ. Οικονόμου²

¹Εκπαιδευτικός ΠΕ19, Γ.Λ. Κάτω Αχαΐας, Ηλ. Μηχ. & Τεχν. Υπολ.
dimginis@yahoo.gr

²Εκπαιδευτικός ΠΕ19 Γ.Λ. Διακοπτού, Μηχ. Η/Υ & Πληροφορικής
jecon@sch.gr

Περίληψη

Στο άρθρο παρουσιάζονται οι επιδόσεις δείγματος μαθητών της Γ' τάξης του ΓΕΛ στις Πανελλήνιες εξετάσεις στο μάθημα «Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον» για τα έτη: 2001- 2009. Οι συγγραφείς εξετάζουν τις επιδόσεις των μαθητών ανά τύπο θέματος, εντοπίζοντας κοινά λάθη, έννοιες που χρειάζονται προσοχή καθώς και σημεία στα οποία οι επιδόσεις των μαθητών δείχνουν να βελτιώνονται. Το άρθρο καταλήγει σε συμπεράσματα που αφορούν τη διδασκαλία, τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές κατανοούν βασικές έννοιες του μαθήματος και παρουσιάζει προτάσεις οι οποίες, σύμφωνα με τους συγγραφείς, θα οδηγούσαν σε βελτίωση της διδασκαλίας.

Λέξεις κλειδιά: αλγόριθμοι, ΓΕΛ, επιδόσεις μαθητών, Πανελλήνιες εξετάσεις, Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον

Abstract

This paper presents the achievement of a sample of Greek students in their final year of high school, in their written examinations in the subject “Developing Applications in a programming environment”, for the years 2001 to 2009. The authors examine student performance in each type of problem as they vary over the years, identifying common mistakes, points which need attention, and points at which the achievement of students seems to improve. The paper draws conclusions relating to teaching, the way that students understand some fundamental lesson concepts and ends with proposals that, according to the authors, would lead to improvement of teaching.

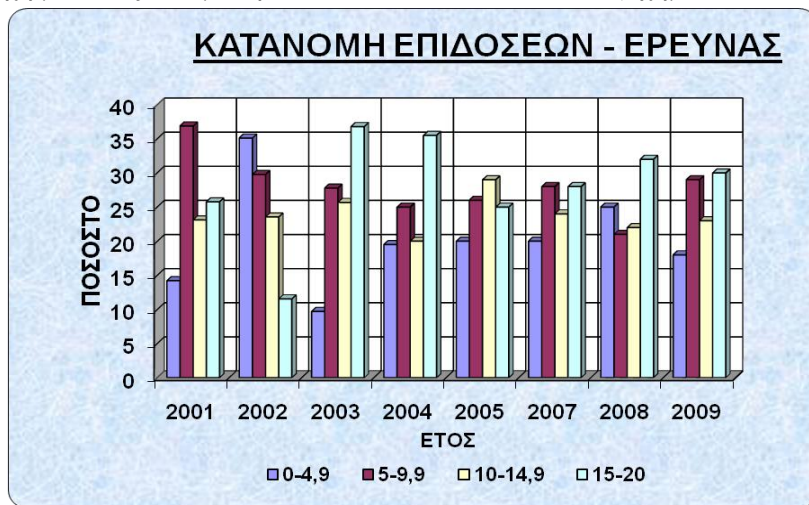
Keywords: algorithms, Greek high school, student achievement, written examinations, Developing Applications in a programming environment

Εισαγωγή - Στοιχεία της έρευνας

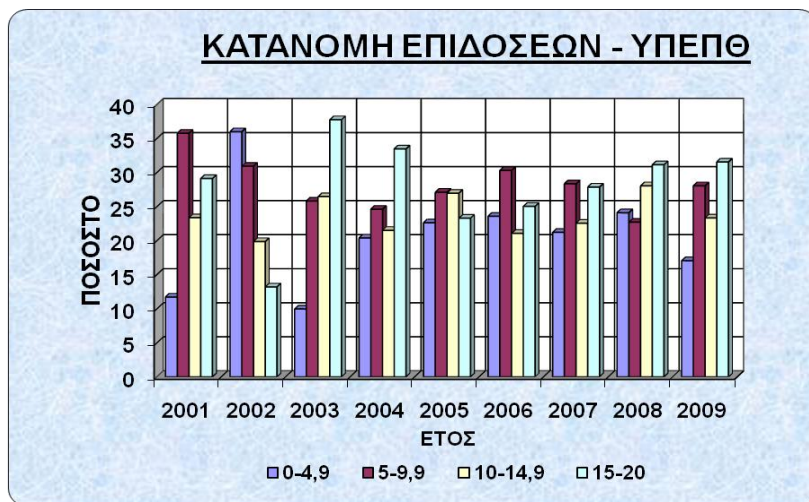
Τα στοιχεία της εργασίας αυτής βασίζονται σε 1485 γραπτά μαθητών στο μάθημα «Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον», κατά τα έτη 2001 (225 γραπτά), 2002 (225), 2003 (145), 2004 (200), 2005 (100), 2007 (340), 2008 (150), 2009 (100). Η προέλευση των γραπτών είναι από σχολεία του Λεκανοπεδίου

Αττικής, Κεφαλονιάς και Πρέβεζας και η βαθμολόγηση έγινε στο Βαθμολογικό Κέντρο της Πάτρας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι επιδόσεις των μαθητών του δείγματος (Σχήμα 1), είναι αντίστοιχη με αυτές των μαθητών σε πανελλαδικό επίπεδο. (Σχήμα 2).



Σχήμα 1. Επιδόσεις μαθητών – δείγμα υπό εξέταση – 2001-2009



Σχήμα 2: Επιδόσεις μαθητών – Στοιχεία ΥΠΕΠΘ – 2001-2009

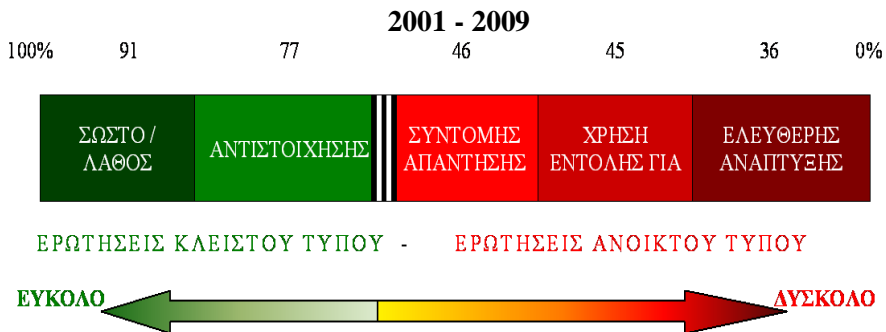
Εξετάζοντας τις επιδόσεις των μαθητών, παρατηρούνται μεγάλες διακυμάνσεις τα πρώτα έτη (2001-2004), που μπορεί να θεωρηθεί ως «περίοδος προσαρμογής» για μαθητές και διδάσκοντες. Στα επόμενα έτη (2005-2009) οι διακυμάνσεις αυτές ελαχιστοποιούνται δίνοντας μια πιο σταθερή κατανομή των βαθμολογιών.

Κατά τη ανάλυση των γραπτών έγινε παράλληλα προσπάθεια να αποτυπωθεί η “συμπεριφορά” - επίδοση των μαθητών ανά ερώτημα - υποερώτημα κάθε θέματος και προέκυψαν μια σειρά από χρήσιμα συμπεράσματα, τα οποία αξίζει να προβληματίσουν τον καθηγητή που διδάσκει το μάθημα.. **Επισημαίνεται ότι τα ποσοστά που παρουσιάζονται αφορούν μαθητές που έχουν λάβει πάνω από τις μισές μονάδες του συγκεκριμένου ερωτήματος.**

Θέματα εξετάσεων: Κάθε χρόνο ακολουθείται παρόμοια δομή στα θέματα.

Θέμα 1^ο

Θέμα καθαρά θεωρητικό, κλειστού ή ανοικτού τύπου. Παρατηρείται ότι τα θέματα κλειστού τύπου δεν αποτελούν πρόβλημα για την πλειοψηφία των μαθητών. Στα ανοικτού τύπου εμφανίζεται μια απόκλιση στην επίδοση, η οποία σχετίζεται με το θεωρητικό υπόβαθρο του μαθητή, όπως αυτό διαπιστώνεται από τη συνολική εικόνα του γραπτού. Η απόκλιση αυτή είναι εντονότερη όπου απαιτείται η κρίση του μαθητή. (Σχήμα 3)



Σχήμα 3: Απόδοση μαθητών στο 1^ο Θέμα

Περιπτώσεις από τις οποίες μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα αλλά και προβληματισμοί είναι:

- Σε ερώτηση μετατροπής της πολλαπλής «Αν» στην ισοδύναμη «Επίλεξε» (2008), την οποία θεωρούμε την χειρότερη τεκμηριωμένη εντολή στο βιβλίο, παρατηρείται μεγάλο ποσοστό αποτυχίας των μαθητών. **Προτείνεται η αναθεώρηση της διδακτέας ύλης με αναδιατύπωση ορισμένων τμημάτων.**
- Σε ερώτηση μετατροπής της δομής επανάληψης «Για» σε ισοδύναμη «Όσο» (2001), διαπιστώνεται ουσιαστική αδυναμία αντιμετώπισής του. Τις επόμενες χρονιές η απόδοση των μαθητών βελτιώνεται σε θέματα που σχετίζονται με τις δομές επανάληψης. Σε ερώτηση μετατροπής δομής επανάληψης «Όσο» σε ισοδύναμη «Για» (2009) διαπιστώνεται αισθητή βελτίωση αντιμετώπισής της. Από την μελέτη των απαντήσεων προκύπτει επίσης ότι η κατανόηση των διαφόρων δομών επανάληψης, κατατάσσοντάς τες σε σειρά από εύκολη προς δύσκολη είναι: ΓΙΑ,

ΟΣΟ και τέλος ΜΕΧΡΙΣ_ΟΤΟΥ. Η δυσκολία κατανόησης επαναληπτικών εντολών κυρίως τα πρώτα χρόνια, εκτός της «Για», θα αναλυθεί στις παρατηρήσεις για το 2^ο Θέμα όπου και γίνεται περισσότερο εμφανής.

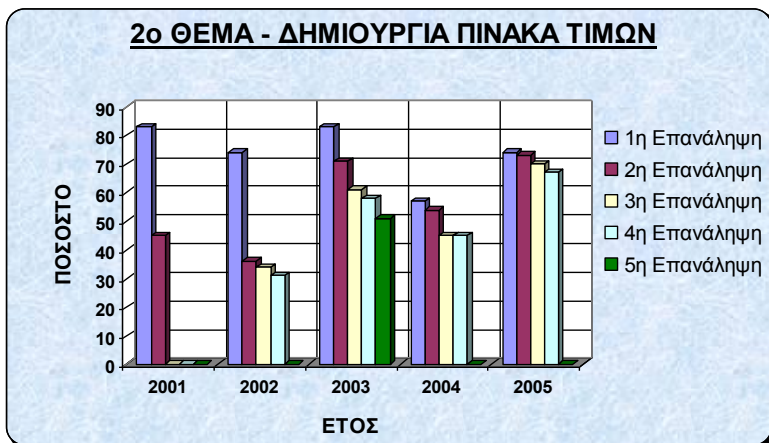
Θέμα 2ο

Το δεύτερο θέμα είναι θεωρητικό, απαιτεί κατανόηση του τρόπου λειτουργίας ενός αλγόριθμου, συχνά δημιουργία πίνακα τιμών ενώ τα τελευταία χρόνια έχουν εισαχθεί και προγράμματα, υποπρογράμματα και διαγράμματα ροής. Γενικά παρατηρούμε ότι οι απαντήσεις των μαθητών είναι διαβαθμισμένες ανάλογα με την πολυπλοκότητα των δομών που χρησιμοποιούνται (τελεστές div-mod , απλή-εμφωλευμένη-σύνθετη επιλογή, επαναληπτική Όσο-Για, πίνακες, Διάγραμμα Ροής, Υποπρόγραμμα).

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα παρακάτω:

- Η ακολουθιακή δομή, καθώς και η απλή / σύνθετη δομή επιλογής «Αν», δεν παρουσιάζουν προβλήματα στους μαθητές καθώς τα ποσοστά επιτυχίας σε αντίστοιχα ζητήματα είναι υψηλά.

- Τα πρώτα κυρίως, χρόνια παρατηρούμε μια δυσκολία των μαθητών στην παρακολούθηση της επανεκτέλεσης του βρόχου στη δομή επανάληψης «Όσο». Δηλαδή, οι μαθητές δεν κατανοούν τη λειτουργία μιας επαναληπτικής δομής που εμπεριέχει σύγκριση της τιμής μιας μεταβλητής η οποία αλλάζει μέσα στον βρόχο της επανάληψης. Ουσιαστικά διαπιστώνεται ότι η γνώση του μαθητή περιορίζεται στο να παρακολουθεί έναν καθαρά ακολουθιακό αλγόριθμο, πιθανά με κάποιες εντολές διακλάδωσης. Με την πάροδο όμως των χρόνων παρατηρούμε μια εξοικείωση όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4 που ακολουθεί και το οποίο αφορά τα έτη 2001 έως 2005.



Σχήμα 4: Απόδοση μαθητών κατά τη δημιουργία πίνακα τιμών

- Ανάλογα με το μαθηματικό υπόβαθρο του μαθητή παρατηρείται και σχετικό πρόβλημα στη διαπραγμάτευση εντολών που περιέχουν τον αριθμητικό τελεστή του

υπολοίπου ακέραιας διαίρεσης (mod) που συνεχίζεται μέχρι και σήμερα (2009, Θέμα 2^ο, αποτυχία 35%, ποσοστό υψηλό αν ληφεί υπόψη ότι διδάσκεται ήδη 10 χρόνια).

- Δυσκολία στον χειρισμό υποπρογραμμάτων: Το 2007 σε ζήτημα μετατροπής διαδικασίας σε συνάρτηση παρουσιάστηκαν μεγάλα ποσοστά αποτυχίας τόσο στην κλήση της διαδικασίας (ποσοστό αποτυχίας 57 %) από το κυρίως πρόγραμμα όσο και στην εκχώρηση της τελικής επιστρεφόμενης τιμής στην αντίστοιχη τυπική παράμετρο της διαδικασίας (ποσοστό αποτυχίας 53%).

- Σκοπιμότητα χρήσης διαγραμμάτων ροής: Το 2008 σε ζήτημα μετατροπής αλγορίθμου με δομή επανάληψης από ψευδογλώσσα σε διάγραμμα ροής, παρουσιάστηκε πρόβλημα στα σημεία επιστροφής των βρόχων επανάληψης στον ακολουθιακό κορμό του διαγράμματος (ποσοστό αποτυχίας 30%). Έχοντας υπόψη τη σχετική αναφορά στο βιβλίο μαθητή «Η χρήση διαγραμμάτων ροής ...δεν αποτελεί την καλύτερη λύση, ... εμφανίζονται όλο και σπανιότερα στην βιβλιογραφία και στην πράξη.» (Βακάλη κα., 2003) προτείνεται να αναθεωρηθεί ο τρόπος εξέτασης των διαγραμμάτων ροής.

Θέμα 3ο

Το τρίτο θέμα είναι άσκηση στο οποίο παρατηρείται κλιμάκωση στο βαθμό δυσκολίας με την πάροδο των χρόνων. Τα πρώτα έτη (2001-2005) απαιτεί την υλοποίηση απλού αλγορίθμου, στα αμέσως επόμενα έτη οι εξεταζόμενοι χρειάζεται να κατέχουν βαθύτερη γνώση της αλγοριθμικής λογικής (2007), ενώ τις δύο τελευταίες χρονιές (2008, 2009) απαιτεί την υλοποίηση προγράμματος και υποπρογράμματος.

Αξίζει να τονιστούν τα παρακάτω:

- Σε περιπτώσεις που ο αλγόριθμος απαιτεί τη χρήση αλφαριθμητικών μεταβλητών και εφαρμογή συγκριτικών τελεστών σε αυτές (2002, 2004), διαπιστώνεται η μη ουσιαστική κατανόησή τους κατά τα πρώτα έτη εξέτασης του μαθήματος. Ουσιαστικά οι μαθητές τις χειρίζονται ως αριθμητικές (πχ. $T = \Delta$) ή απλά ως λέξεις (πχ. $T = \text{Δίκυκλο}$), αντί του σωστού (πχ. $T = \text{"Δ"}$), με συνέπεια υψηλά ποσοστά αποτυχίας στα αντίστοιχα ζητήματα (το 2002 αποτυχία σε ποσοστό 90%, το 2004 ποσοστό 85%). Αξίζει να σημειωθεί βέβαια ότι σε παρόμοιες περιπτώσεις σε ζητήματα των εξετάσεων των τελευταίων ετών (μετά το 2007), παρουσιάζεται σημαντική βελτίωση αντιμετώπισης τους.

- Όπως προαναφέρθηκε, με βάση τις επιδόσεις τους, οι μαθητές φαίνεται να κατανοούν καλύτερα τις ακολουθιακές δομές και λειτουργούν με ανάλογο τρόπο. Καταγράφονται αρκετές περιπτώσεις όπου οι μαθητές αντιμετωπίζουν τα διαφορετικά υποερωτήματα των θεμάτων αυστηρώς σειριακά-ακολουθιακά, ακολουθώντας δηλαδή, στη λύση που προτείνουν, την ίδια σειρά με την οποία διατυπώνονται τα ζητούμενα στην εκφώνηση ακόμη και όταν κάτι τέτοιο οδηγεί σε λάθος αποτέλεσμα.

Για παράδειγμα, στην εκφώνηση ενός ερωτήματος (2002) αναφέρεται μεταξύ άλλων: «Αν το υπόλοιπο της κάρτας (Y) δεν επαρκεί, μηδενίζεται και δίνεται με μήνυμα το ποσό που απομένει να πληρωθεί (A-Y)».

Έτσι, ενώ η σωστή υλοποίηση του αλγορίθμου είναι:

Εμφάνισε “Απομένει να πληρώσετε”, A-Y, “ευρώ”

$Y \leftarrow 0$,

αρκετοί μαθητές ακολουθώντας σειριακά την εκφώνηση το υλοποίησαν ως εξής:

$Y \leftarrow 0$

Εμφάνισε “Απομένει να πληρώσετε”, A-Y, “ευρώ”,

οδηγούμενοι έτσι σε λάθος σε ποσοστό 80%.

- Παρατηρείται επίσης το φαινόμενο οι μαθητές, για την αντιμετώπιση θεμάτων που, ενώ απαιτούν ένα και μόνο αλγόριθμο, να υλοποιούν τόσους αλγόριθμους όσα και τα υποερωτήματα.

- Το 2008 και 2009 απαιτείται υλοποίηση προγράμματος και υποπρογράμματος (διαδικασία ή συνάρτηση). Οι επιδόσεις των μαθητών στα ζητήματα αυτά παρουσιάζονται στη συνέχεια στην ανάλυση του 4^{ου} θέματος, όπου ζητούνται πιο συχνά.

Θέμα 4ο

Το τέταρτο θέμα είναι άσκηση και απαιτεί την υλοποίηση αλγορίθμου ή προγράμματος μέσα από υποερωτήματα κλιμακωτής δυσκολίας. Συχνά επίσης απαιτείται η χρήση και επεξεργασία πινάκων. Γενικά διαπιστώνεται ότι ο μαθητής για να διαπραγματευτεί συνολικά με επιτυχία το θέμα αυτό πρέπει να έχει ολοκληρωμένη γνώση της αλγοριθμικής λογικής. Από την ανάλυση των γραπτών προκύπτει ότι το ποσοστό των μαθητών αυτών είναι αρκετά χαμηλό. Σημειώνουμε όμως ότι με την πάροδο των χρόνων παρατηρείται μια σχετική βελτίωση στα ποσοστά επιτυχίας.

Αναλυτικότερα:

- Στις περιπτώσεις που ζητήθηκε τμήμα δηλώσεων μεταβλητών διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές δεν μπόρεσαν να το ενσωματώσουν σωστά στον αλγόριθμό τους ή στο πρόγραμμα (ενδεικτικά, το 2008: ποσοστό αποτυχίας 60%) . Μια πρώτη ερμηνεία αυτού είναι ότι οι μαθητές δεν δίνουν την πρέπουσα προσοχή, σε αντίστοιχες ασκήσεις κατά την διδασκαλία του μαθήματος. Από την ανάλυση όμως των γραπτών στο σύνολό τους εκτιμούμε ότι το πρόβλημα είναι ουσιαστικότερο. Δηλαδή, οι μαθητές πέραν των απλών αριθμητικών μεταβλητών, οι οποίες φαίνεται ότι είναι οι πιο εύκολες στην κατανόηση και τον χειρισμό τους, δεν είναι σε θέση να κατανοήσουν τη λειτουργία και τις ιδιότητές τους και επομένως να τις δηλώσουν και να τις χειριστούν. Εκτιμούμε ότι θα βοηθούσε το μαθητή ο ορισμός των μεταβλητών ακόμα και στους αλγόριθμους με τη μορφή παρατήρησης ή σχόλιου.

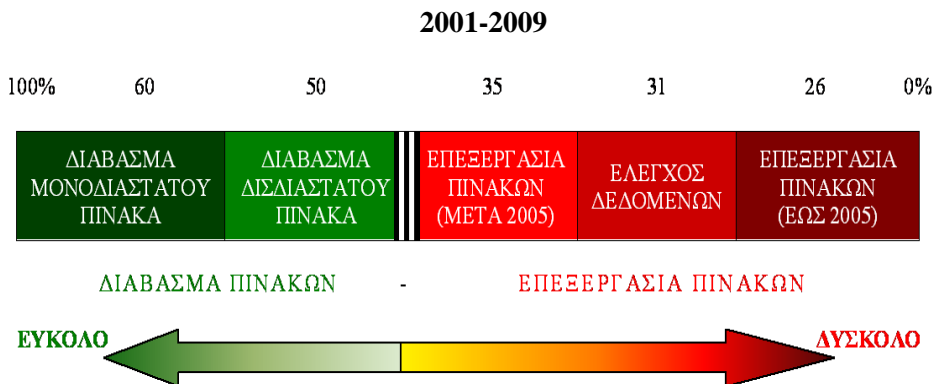
- Εμφανής είναι επίσης η δυσκολία των μαθητών να διαχειριστούν ζητήματα που απαιτούν χρήση υποπρογραμμάτων (κλήση, ορισμός, δήλωση τυπικών

μεταβλητών). Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι το 2009, σε σχετικό θέμα το 71% των μαθητών του δείγματος απέτυχε σε υποερώτημα που απαιτούσε την χρήση υποπρογράμματος.

- Επίσης παρατηρείται μια αδυναμία υλοποίησης τμημάτων αλγορίθμου όπου απαιτείται ο έλεγχος δεδομένων εισόδου με την χρήση των εντολών επανάληψης (ΟΣΟ ή ΜΕΧΡΙΣ_ΟΤΟΥ). Κυρίως στα ερωτήματα των τελευταίων ετών είναι απαραίτητη η υλοποίηση τέτοιων ελέγχων.

- Σχετικά με το χειρισμό πινάκων προκύπτουν κάποια ιδιαίτερα συμπεράσματα. Το διάβασμα, η εμφάνιση καθώς και οι απλές λειτουργίες των πινάκων απαντώνται σωστά σε υψηλά ποσοστά από τους μαθητές. Ερωτήματα όμως που απαιτούν πιο σύνθετες – πολύπλοκες διεργασίες και επεξεργασία των στοιχείων πίνακα φαίνεται να δυσκολεύουν αρκετά τους υποψηφίους. Λίγοι μαθητές είναι σε θέση να επινοήσουν - συνθέσουν τις εντολές του αλγορίθμου οι οποίες θα υλοποιούν το ζητούμενο από την εκφώνηση. Τα τελευταία έτη οι επιδόσεις σε αυτού του τύπου τα θέματα φαίνεται να βελτιώνονται.

Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 5) παρουσιάζονται οι επιδόσεις των υποψηφίων για τα έτη 2001 έως 2009 στους πιο αντιπροσωπευτικούς τύπους θεμάτων που έχουν τεθεί.



Σχήμα 5: Απόδοση μαθητών κατά τη λύση τμημάτων – δομών αλγορίθμου

Συμπεράσματα – Προτάσεις

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι ένας σημαντικός αριθμός των μαθητών, εκτός από τις απλές αλγοριθμικές δομές, δεν κατέχουν την ουσία της αλγοριθμικής σκέψης. Κάτι τέτοιο φυσικά είναι λογικό εάν σκεφτεί κανείς τα μαθήματα που παρακολουθεί ένας μαθητής στο σχολείο του και τον προσανατολισμό τους. Για το λόγο αυτό καλείται ο καθηγητής της Πληροφορικής να εισάγει τους μαθητές σε έναν καινούριο - αλγοριθμικό τρόπο σκέψης. Κάτι το οποίο απαιτεί ιδιαίτερη προσπάθεια τόσο από την πλευρά του καθηγητή όσο και από αυτήν του μαθητή. Φυσικά όμως με την πάροδο των χρόνων παρατηρείται μια σταδιακή

βελτίωση που όμως μας δημιουργεί το εξής ερώτημα : **Κατέχουν οι μαθητές την ουσία της αλγοριθμικής σκέψης, ή απλώς μαθαίνουν τεχνικές επίλυσης συγκεκριμένων αλγοριθμικών δομών και κατηγοριών προβλημάτων; (που απλώς βελτιώνονται με την πάροδο των χρόνων).**

Με δεδομένο το νέο τρόπο σκέψης που εισάγει το μάθημα δημιουργείται η ανάγκη μεγάλου αριθμού ασκήσεων-εργασιών κατάλληλων για τη σωστή χρήση των αλγοριθμικών δομών και των εννοιών του προγραμματισμού. Γενική εκτίμηση είναι ότι οι δύο (2) εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας είναι ανεπαρκείς.

Επίσης η ενσωμάτωση του εργαστηρίου Πληροφορικής με τη χρήση του κατάλληλου λογισμικού (που ήδη έχει αναπτυχθεί) Αλγοριθμική, Γλωσσομάθεια, Διερμηνευτής της Γλώσσας, Ψευδογλώσσα είναι αναγκαία από μαθησιακή και από παιδαγωγική σκοπιά και απαιτεί πρόσθετο χρόνο (απαιτήσεις της συνεργατικής μάθησης, λειτουργία του εξοπλισμού, κλπ).

Έχοντας δε εκτιμήσει ότι το αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος είχε σχεδιαστεί αισιόδοξα ως προς τον επαρκή χρόνο διδασκαλίας για κάθε ενότητα (ας μην ξεχνάμε ότι το Πρόγραμμα Σπουδών αρχικά είχε σχεδιαστεί για να διδάσκεται το μάθημα 4 ώρες την εβδομάδα , οι οποίες στη συνέχεια έγιναν 3 για να καταλήξουν τελικά στις 2) , πρόταση είναι η αύξηση των ωρών διδασκαλίας του μαθήματος ή η αντίστοιχη μείωση της υπάρχουσας διδακτέας ύλης. Επίσης πρόταση μας είναι η προσθήκη εισαγωγικού μαθήματος πχ. «Εισαγωγή στην Αλγοριθμική» στη Β' Λυκείου Τεχνολογικής Κατεύθυνσης (πιθανή αντικατάσταση του μαθήματος «Τεχνολογία Επικοινωνιών»).

Καταλήγοντας στόχος μας πρέπει να είναι πραγματικά η κατανόηση του αντικειμένου του μαθήματος από τους μαθητές και όχι η φαινομενική κάλυψη ορισμένου όγκου ύλης, γιατί μόνον τότε θα καταφέρουμε το ποθητό αποτέλεσμα που δεν είναι άλλο από το να μπορούν οι μαθητές να χρησιμοποιούν δημιουργικά τη σκέψη τους για την επίλυση θεμάτων και προβλημάτων.

Βιβλιογραφία

Βακάλη, Α., Γιαννόπουλος, Η., Ιωαννίδης, Ν., Κοΐλιας, Χ., Μάλαμας, Κ., Μανωλόπουλος, Ι., Πολίτης, Π. (2003). *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*, ΟΕΔΒ.
Υπ.Ε.Π.Θ., (2001-2009). www.ypεpth.gr