

Αξιολόγηση των Θεμάτων του Μαθήματος "Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον" στις Γενικές Εξετάσεις Ενιαίων Λυκείων 2004-2005

Ευάγγελος Κανίδης¹, Αστέριος Φανίκος²

¹ ΚΕ ΠΛΗΝΕΤ Β' Αθήνας

² 9^ο Ενιαίο Λύκειο Λάρισας

vkandidis@sch.gr, fanikosa@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εξετάζει και αξιολογεί τη μορφή και το επίπεδο δυσκολίας των θεμάτων του μαθήματος "Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον" στις Γενικές Εξετάσεις Ενιαίων Λυκείων του σχολικού έτους 2004-2005 για τους μαθητές ημερησίων Λυκείων επιχειρώντας μία σύγκρισή τους με τα θέματα της προηγούμενης χρονιάς 2003-2004. Η εξέταση και η αξιολόγηση γίνεται σε σχέση με την ταξινόμια γνωστικών στόχων του Bloom. Επιπρόσθετα επιχειρείται μια ταξινόμηση και αξιολόγηση των δυσκολιών που αντιμετώπισαν οι μαθητές στην απάντηση των θεμάτων μέσα από ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Θέματα εξετάσεων, Ταξινόμια γνωστικών στόχων, Δυσκολίες μαθητών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το επίπεδο δυσκολίας των θεμάτων στις γενικές εξετάσεις είναι ένα θέμα που αφορά όχι μόνο τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς αλλά έχει ένα ευρύτερο κοινωνικό ενδιαφέρον. Κάθε αναφορά των ΜΜΕ στα θέματα των εξετάσεων συνοδεύεται από χαρακτηρισμούς όπως "ήταν βατά", "ήταν εύκολα", "ήταν δύσκολα". Συνεπώς επικρατεί η αντίληψη ότι η δυσκολία των θεμάτων διαφοροποιείται από χρόνο σε χρόνο. Ειδικότερα, μελέτη της βαθμολογίας των μαθητών στο μάθημα "Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον" σε προηγούμενα έτη (Κανίδης & Ραχωβίτσας, 2004) επιβεβαιώνει ότι τα θέματα που έχουν τεθεί διαφοροποιούνται ως προς το βαθμό δυσκολίας τους από χρόνο σε χρόνο. Η διαφοροποίηση αυτή έχει αποτέλεσμα την δημιουργία αισθημάτων αδικίας μεταξύ των μαθητών όταν διαπιστώνουν ότι τα θέματα που εξετάζονται είναι πολύ πιο "δύσκολα" από τα περυσινά και επομένως ο βαθμός τους στο μάθημα αυτό θα είναι χαμηλός. Το Προεδρικό Διάταγμα 86/2001 αναφέρεται στην αξιολόγηση των μαθητών του Ενιαίου Λυκείου και στο άρθρο 15 ορίζει ότι οι ερωτήσεις

των θεμάτων πρέπει να "είναι κλιμακούμενου βαθμού δυσκολίας". Υπάρχει λοιπόν η ανάγκη εύρεσης ενός τρόπου καθορισμού της δυσκολίας ενός θέματος στο μάθημα "Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον".

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζεται ένας τρόπος υπολογισμού της δυσκολίας των θεμάτων που βασίζεται στην ταξινόμια γνωστικών στόχων του Bloom (1956).

Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΙΑΣ ΤΟΥ BLOOM ΣΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ "ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΕ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ"

Η ταξινόμια γνωστικών στόχων του Bloom προτείνει έξι επίπεδα γνωστικής ικανότητας ενός εκπαιδευόμενου σε ένα συγκεκριμένο αντικείμενο. Ο έλεγχος της κατάκτησης αυτών των επιπέδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση του εκπαιδευόμενου. Αντίστοιχα η δυσκολία ενός θέματος είναι ανάλογη με την γνωστική ικανότητα που απαιτεί από τον εκπαιδευόμενο η λύση του. Συνεπώς η δυσκολία ενός θέματος μπορεί να καθοριστεί αν προσδιοριστεί σε ποιο επίπεδο γνωστικών στόχων του Bloom ανήκει. Μια αντιστοίχιση του περιεχομένου μιας ερώτησης στο μάθημα "Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον" με τα επίπεδα του Bloom έχει την παρακάτω μορφή.

1^ο επίπεδο–Γνώση: Στο επίπεδο αυτό ελέγχεται η ανάκληση της γνώσης δηλαδή η απομνημόνευση και η πιστή αναπαραγωγή της. Συνεπώς οι ερωτήσεις αυτού του επιπέδου θα πρέπει να ζητούν από το μαθητή την ανάκληση της θεωρίας (διδασχθείσα ύλη) όπως περιέχεται στο διδακτικό βιβλίο ή σε παρεμφερή μορφή. Ενδεικτικά οι ερωτήσεις αυτού του επιπέδου θα πρέπει να ζητούν από τον μαθητή:

- τη διατύπωση ενός ορισμού.
- την αντιστοίχιση μιας έννοιας στο σωστό ορισμό της.
- την απάντηση μιας ερώτησης σωστού-λάθους, όταν η απάντηση αυτή προκύπτει άμεσα από τη θεωρία

2^ο επίπεδο–Κατανόηση: Στο επίπεδο αυτό ελέγχεται η κατανόηση της γνώσης του προηγούμενου επιπέδου. Δηλαδή ελέγχεται αν ο μαθητής εκτός από την απομνημόνευση των πληροφοριών, τις έχει εντάξει σε ένα ολοκληρωμένο νοητικό μοντέλο, στο οποίο οι πληροφορίες δεν είναι ανεξάρτητες αλλά συσχετίζονται μεταξύ τους. Ενδεικτικά οι ερωτήσεις αυτού του επιπέδου ζητούν από τον μαθητή:

- τη "μετάφραση"– διασαφήνιση μιας έννοιας ή τη συσχέτιση των πληροφοριών.
- τη μετατροπή μιας διδασχθείσας γνώσης από μια μορφή σε μια άλλη. Για παράδειγμα τη μετατροπή ενός μαθηματικού τύπου σε έκφραση ψευδοκώδικα ή κώδικα προγράμματος ή τη μετατροπή ενός λογικού διαγράμματος σε ψευδοκώδικα ή κώδικα.
- την πρόβλεψη της τιμής μιας μεταβλητής μετά από ένα σύνολο εντολών ή τον αριθμό των επαναλήψεων μιας δομής επανάληψης.

3^ο επίπεδο–Εφαρμογή: Στο επίπεδο αυτό ελέγχεται η ικανότητα εφαρμογής της γνώσης (που έχει κατανοηθεί) στην επίλυση ενός προβλήματος. Ο μαθητής θα πρέπει να χρησιμοποιήσει τους κανόνες και τις μεθόδους που έχει διδασχθεί για την επίλυση ενός

συγκεκριμένου προβλήματος. Ενδεικτικά οι ασκήσεις αυτού του επιπέδου θα πρέπει να ζητούν από το μαθητή:

- να επιλέξει μόνος του τη δομή ή τις δομές του κώδικα που θα πρέπει να χρησιμοποιήσει για την επίλυση του προβλήματος.
- να συνδυάσει τις δομές αυτές με εντολές εισόδου-εξόδου.

4^ο επίπεδο–Ανάλυση: Στο επίπεδο αυτό ελέγχεται η ικανότητα ανάλυσης του προβλήματος στα μέρη του. Ο μαθητής θα πρέπει να διακρίνει τη δομή του προβλήματος και να το διαχωρίσει σε τμήματα. Ενδεικτικά οι ασκήσεις αυτού του επιπέδου θα πρέπει να ζητούν από το μαθητή:

- να διακρίνει τη δομή ενός σύνθετου προβλήματος και να το διασπάσει στα επί μέρους τμήματα που το αποτελούν.
- να ανιχνεύσει τις συσχετίσεις και τον τρόπο δόμησης αυτών των μερών για να αντιμετωπίσει επιτυχώς το πρόβλημα.

5^ο επίπεδο–Σύνθεση: Στο επίπεδο αυτό ελέγχεται η δημιουργική ικανότητα του μαθητή μέσα από τη σύνθεση διάσπαρτων πληροφοριών για την ολοκλήρωση ενός προβλήματος. Ενδεικτικά οι ασκήσεις αυτού του επιπέδου ζητούν από το μαθητή τη δημιουργία νέας γνώσης από τις ήδη υπάρχουσες. Η νέα αυτή γνώση μπορεί να προέλθει από τη σύνθεση, την οργάνωση και το συνδυασμό υπαρχουσών γνώσεων (π.χ. η βελτίωση ενός αλγορίθμου ταξινόμησης).

6^ο επίπεδο–Αξιολόγηση: Στο επίπεδο αυτό ελέγχεται η ικανότητα κρίσης και απόδειξης της βέλτιστης λύσης. Ο μαθητής θα πρέπει να έχει την ικανότητα να συγκρίνει, να αξιολογεί και να επιλέγει μεθόδους και λύσεις ενός προβλήματος σε σχέση με την ορθότητα, την πληρότητα και την ακρίβεια της μεθόδου που χρησιμοποιείται για τη λύση του. Ενδεικτικά οι ασκήσεις αυτού του επιπέδου θα πρέπει να ζητούν από το μαθητή την απόδειξη ότι η συγκεκριμένη λύση που επέλεξε είναι η βέλτιστη μεταξύ όλων των δυνατών λύσεων.

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ

Η ανωτέρω αντιστοίχιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατάταξη των θεμάτων που τέθηκαν στις Γενικές Εξετάσεις ημερήσιων Ενιαίων Λυκείων το 2005 στο μάθημα "Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον" σε επίπεδα. Τα θέματα αυτά είναι διαθέσιμα από την ιστοσελίδα του Υπουργείου Παιδείας στη διεύθυνση http://www.ypepth.gr/docs/them_plir_kat_c_hmer_no_0605.pdf. Μια συνοπτική μορφή των θεμάτων αυτών και η αναλυτική κατάταξη τους με βάση την ταξινόμια του Bloom είναι η ακόλουθη:

Το πρώτο θέμα περιείχε πέντε ενότητες: Η ενότητα **A** περιείχε μια ερώτηση (A1) θεωρίας σχετική με τα κριτήρια που πρέπει να ικανοποιεί ένας αλγόριθμος, καθώς και μια ερώτηση (A2) σχετική με το ποιο κριτήριο δεν ικανοποιεί ένα τμήμα δεδομένου αλγορίθμου (ο οποίος περιείχε ατέρμονα βρόχο). Η ενότητα **B** περιείχε πέντε ερωτήσεις του τύπου Σωστό – Λάθος. Η ενότητα **Γ** περιείχε μια επαναληπτική δομή τύπου Για .. και ζητούσε το ισοδύναμό της με χρήση των επαναληπτικών δομών Όσο <συνθήκη> επανάλαβε (Γ1) και Αρχή επανάληψης ... Μέχρις ότου (Γ2). Η ενότητα **Δ** περιείχε τη

μετατροπή δύο αλγεβρικών παραστάσεων σε έκφραση της ΓΛΩΣΣΑΣ. Η ενότητα Ε περιείχε μια ερώτηση πολλαπλής αντιστοίχισης. Οι ενότητες Α1, Ε και το μεγαλύτερο μέρος της Β (60%) ανήκουν στο πρώτο επίπεδο γνωστικού ελέγχου (ανάκληση γνώσης) ενώ οι ενότητες Α2, Γ και Δ και το υπόλοιπο της Β (40%) ανήκουν στο δεύτερο επίπεδο (κατανόηση).

Το δεύτερο θέμα περιείχε ένα τμήμα προγράμματος το οποίο καλούσε μια συνάρτηση μέσα από μια επαναληπτική δομή της μορφής *Όσο <συνθήκη> επανάλαβε* και ζητούσε την τιμή τριών μεταβλητών που εκτύπωνε το πρόγραμμα σε κάθε επανάληψη (τέσσερις επαναλήψεις). Το θέμα αυτό ανήκει στο δεύτερο επίπεδο (κατανόηση) αλλά υπήρξαν αρκετές ενστάσεις σχετικά με το αν το πέρασμα μεταβλητών που χρησιμοποιούσε το πρόγραμμα ήταν εντός ύλης ή εκτός ύλης. Το θέμα πράγματι αγγίζει τα όρια της εξεταζόμενης ύλης αλλά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές δεν αντιμετώπισαν πρόβλημα σε αυτό το σημείο.

Το τρίτο θέμα έδινε δύο πίνακες $A[N]$ και $B[N-1]$ ακεραίων και θετικών αριθμών και ζητούσε να σχεδιαστεί αλγόριθμος ο οποίος να εξετάζει αν όλα τα στοιχεία του πίνακα Β ικανοποιούσαν την σχέση $B[i] = (A[i] + A[i+1])/2$. Αν η σχέση ήταν αληθής για όλα τα στοιχεία του Β ο αλγόριθμος θα έπρεπε να εμφανίζει το μήνυμα "Ο πίνακας Β είναι ο τρέχων μέσος του Α", διαφορετικά το μήνυμα "Ο πίνακας Β δεν είναι ο τρέχων μέσος του Α". Μια πρωτοτυπία του θέματος ήταν ότι περιείχε και ένα παράδειγμα που διευκρίνιζε την εκφώνηση του θέματος.

Το θέμα αυτό ήταν μικρό συμπαγές χωρίς υποενότητες και ξεφεύγει από τα συνηθισμένα πρότυπα θεμάτων. Γνωστικά ανήκει στο τέταρτο επίπεδο ελέγχου (ανάλυση) αφού ο μαθητής για να το λύσει δεν αρκεί απλά να εφαρμόσει μια δομή επανάληψης και μια δομή ελέγχου. Η ανάλυση είναι αυτή που θα του υποδείξει ότι ο έλεγχος της επιτυχίας ή της αποτυχίας της σχέσης και η εμφάνιση των μηνυμάτων πρέπει να γίνει μετά το τέλος της σύγκρισης όλων των στοιχείων του πίνακα Β. Επίσης η ανάλυση αυτή θα οδηγήσει τον μαθητή στη χρήση μιας λογικής μεταβλητής (ή ενός μετρητή) μέσα στη δομή επανάληψης και τον έλεγχο αυτής της μεταβλητής μετά το τέλος των επαναλήψεων για την εμφάνιση του κατάλληλου μηνύματος.

Το τέταρτο θέμα περιείχε ένα πίνακα δύο διαστάσεων $ΑΠ[100,50]$ όπου έπρεπε να καταχωρηθούν οι απαντήσεις 100 υποψηφίων σε 50 ερωτήσεις. Οι απαντήσεις ήταν της μορφής Σ (Σωστό), Λ (Λάθος), Ξ (Μη απάντηση). Η πρώτη ενότητα του θέματος ζητούσε την καταχώρηση των απαντήσεων καθώς και τον έλεγχο της καταχώρησης.

Η ενότητα αυτή ανήκει στο τρίτο επίπεδο γνωστικού ελέγχου (εφαρμογή) αφού ο μαθητής πρέπει να επιλέξει τις κατάλληλες δομές επανάληψης – ελέγχου για την εισαγωγή των στοιχείων.

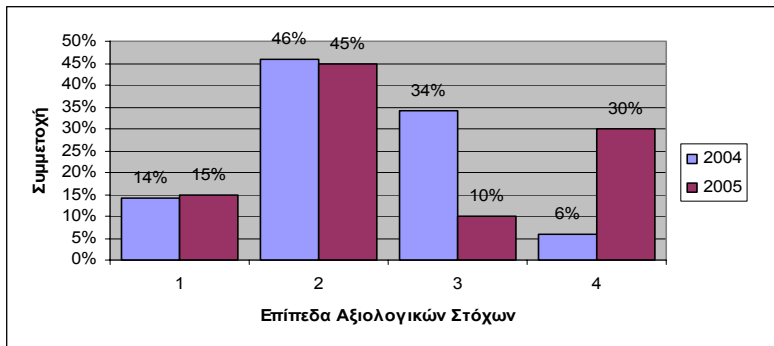
Η δεύτερη ενότητα του θέματος ζητούσε από το μαθητή να γράψει ένα τμήμα αλγορίθμου ο οποίος "Να βρίσκει και να τυπώνει τους αριθμούς των ερωτήσεων που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας, δηλαδή έχουν το μικρότερο πλήθος σωστών απαντήσεων."

Η ενότητα αυτή ανήκει στο τέταρτο επίπεδο γνωστικού ελέγχου αφού ο μαθητής πρέπει να αναλύσει την έκφραση "έχουν το μικρότερο πλήθος σωστών απαντήσεων"

έτσι ώστε αρχικά να υπολογίζει το πλήθος των σωστών απαντήσεων κάθε στήλης στη συνέχεια να βρει ποιο είναι το ελάχιστο πλήθος σωστών απαντήσεων και στη συνέχεια να εντοπίσει τους αριθμούς των ερωτήσεων που έχουν αυτό το πλήθος.

Η τρίτη ενότητα ζητούσε (γΙ) την δημιουργία ενός πίνακα ΒΑΘ[100] ο οποίος θα περιείχε την βαθμολογία κάθε υποψηφίου αν κάθε σωστή απάντηση παίρνει δύο μονάδες, για κάθε λάθος απάντηση αφαιρείται μια μονάδα ενώ κάθε "Μη απάντηση-δεν γνωρίζω" (Ξ) υπολογίζεται ως μηδέν. Επίσης ζητούσε (γΙΙ) το πλήθος των υποψηφίων που συγκέντρωσαν βαθμολογία πάνω από 50. Η ενότητα αυτή ανήκει στο τρίτο επίπεδο γνωστικού ελέγχου (εφαρμογή) αφού καλείται ο μαθητής να εφαρμόσει γνωστές δομές επανάληψης και ελέγχου για το "γέμισμα" του πίνακα ΒΑΘ[100] καθώς και τον υπολογισμό του πλήθους των κελιών που έχουν τιμή πάνω από 50.

Η κατατάξη που παρουσιάστηκε παραπάνω, δίνει, συγκεντρωτικά την κατανομή που φαίνεται στο Σχήμα 1, το οποίο αναπαριστά την επί τις εκατό συμμετοχή θεμάτων ανά γνωστικό επίπεδο στις γενικές εξετάσεις του 2005 αλλά και στις αντίστοιχες του 2004, όπως αυτά έχουν παρουσιαστεί και αναλυθεί (Κανίδης, Ραχωβίτσας, 2005).



Σχήμα 1: Συγκριτική Κατανομή Μονάδων σε Επίπεδα Αξιολογικών Στόχων

Η σύγκριση των στοιχείων που παρουσιάζονται στο σχήμα, αναδεικνύει μία εξέλιξη των θεμάτων από το ένα έτος στο επόμενο. Συγκεκριμένα παρατηρούμε τα εξής:

- η συμμετοχή, στα θέματα των εξετάσεων, του πρώτου και του δεύτερου επιπέδου διατηρήθηκε σταθερή στα δύο χρόνια αφού στο πρώτο επίπεδο η συμμετοχή ήταν και τις δύο χρονιές περί το 15 % ενώ του δεύτερου επιπέδου περί το 45 %. Είναι χαρακτηριστικό ότι και τις δύο χρονιές, το σύνολο των μονάδων που αντιπροσωπεύουν θέματα στα δύο πρώτα γνωστικά επίπεδα είναι ακριβώς το ίδιο (60%)
- η συμμετοχή θεμάτων που κατατάσσονται στο 4^ο επίπεδο αυξήθηκε, σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά, σε βάρος των θεμάτων που κατατάσσονται στο 3^ο επίπεδο από 34 προς 6, η φετινή αναλογία αντιστράφηκε στο 10 προς 30.

Παρατηρούμε, επομένως, μία σχετική ‘μετατόπιση’ των θεμάτων προς τα ανώτερα επίπεδα αξιολογικών στόχων, με μία σταθερή συμμετοχή θεμάτων των πρώτων δύο επιπέδων, σε ένα βαθμό του 60%, ενώ δεν συμμετέχουν στην αξιολόγηση των μαθητών θέματα που έχουν ως σκοπό να ανιχνεύσουν δεξιότητες όπως η σύνθεση και η αξιολόγηση (επίπεδα 5 & 6), κάτι αναμενόμενο δεδομένου ότι τα ανώτερα επίπεδα της ταξινομίας Bloom δεν καλύπτονται (ή καλύπτονται οριακά) από το πρόγραμμα σπουδών του μαθήματος.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

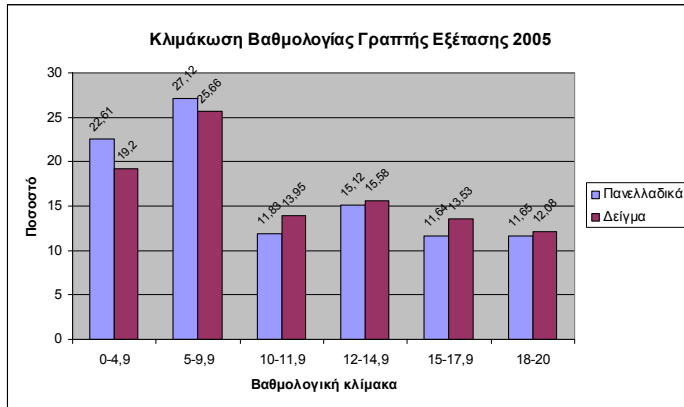
Στην ενότητα αυτή καταγράφονται τόσο ποσοτικά στοιχεία που αφορούν στις επιδόσεις των μαθητών στις επιμέρους ενότητες των θεμάτων όσο και ποιοτικά στοιχεία που αφορούν στις δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι μαθητές στην απάντησή τους.

Υπάρχει μια πλούσια βιβλιογραφία σχετική με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές γύρω από τα μαθήματα Πληροφορικής και ιδιαίτερα σε μαθήματα σχετικά με τον προγραμματισμό (Soloway, Bonar & Ehrlich 1983, Du Boulay 1989, Ξυνόγαλος, Σατρατζέμη & Δαγδιλέλης 2000, Τζιμογιάννης & Κόμης 2000, Γρηγοριάδου, Γόγουλου, & Γούλη 2002). Ο Τζιμογιάννης (2003) ο οποίος αναφέρεται σε δυσκολίες που έχουν οι μαθητές σχετικά με τη χρήση μεταβλητών και τη μη διάκριση των τύπων των δεδομένων. Οι Γρηγοριάδου, Γόγουλου και Γούλη (2004) αναφέρονται σε δυσκολίες των μαθητών στις επαναληπτικές δομές και ιδιαίτερα στην αναγνώριση της αρχικής τιμής της μεταβλητής ελέγχου, στην αναγνώριση της εντολής που χρησιμοποιείται για την ανανέωση της τιμής της μεταβλητής ελέγχου καθώς επίσης και σε παράλειψη αρχικοποίησης ή ανανέωσης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου. ολλές από τις παρατηρήσεις που έχουν καταγραφεί στη βιβλιογραφία εντοπίζονται και στις απαντήσεις των μαθητών όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στη συνέχεια.

Στην ενότητα αυτή γίνεται μία αξιολόγηση των επιδόσεων των μαθητών με βάση τα στοιχεία που συνέλεξαν οι συγγραφείς του άρθρου σε ένα δείγμα 2400 γραπτών σε βαθμολογικά κέντρα της Αθήνας και της Λάρισας. Η σχέση με τα στοιχεία που δημοσιεύονται από το ΥπΕΠΘ (Δ/νση Οργάνωσης και διεξαγωγής εξετάσεων) και αφορούν το σύνολο των μαθητών διαπιστώνεται ότι οι μαθητές του δείγματος είχαν ελαφρά καλύτερες επιδόσεις (μεγαλύτερα ποσοστά στο μέσο και στο ανώτερο τμήμα της βαθμολογίας). Η σύγκριση της βαθμολογίας παρουσιάζεται στο Σχήμα 2:

Η διαφορά στις υψηλότερες βαθμολογίες (σε σχέση με τα στοιχεία της επικράτειας), γεγονός το οποίο θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός ότι τα γραπτά του δείγματος ήταν από μία περιορισμένη γεωγραφική περιοχή μεγάλου αστικού κέντρου στο οποίο οι υψηλότερες βαθμολογίες είναι αναμενόμενες.

Εν τούτοις, η γενικότερη κατανομή του δείγματος είναι αρκετά όμοια με αυτή του συνόλου των μαθητών της επικράτειας γεγονός που μας επιτρέπει να θεωρήσουμε ως αρκετά αντιπροσωπευτικά τα στοιχεία και τα συμπεράσματα που παρουσιάζονται στη συνέχεια.



Σχήμα 2: Συγκριτική Παρουσίαση της Κλιμάκωσης της βαθμολογίας του δείγματος σε σχέση με τα συγκεντρωτικά στοιχεία της επικράτειας

Ποιοτικά στοιχεία

Το πρώτο θέμα δεν παρουσίασε ιδιαίτερες δυσκολίες στους μαθητές.

Στο ερώτημα **A1** οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά και μόνο ένα μικρό ποσοστό της τάξης του 1% δεν απάντησε ολοκληρωμένα.

Στο ερώτημα **A2** ομοίως η συντριπτική πλειονότητα των μαθητών απάντησε σωστά ότι ο αλγόριθμος δεν πληροί το κριτήριο της περατότητας, αλλά υπήρξε και ένα μικρό ποσοστό μαθητών (5%) το οποίο θεώρησε ότι δεν πληροί το κριτήριο της αποτελεσματικότητας ή της καθοριστικότητας. Οι μαθητές αυτοί προφανώς θεώρησαν ότι το βήμα μεταβολής μιας δομής επανάληψης δεν μπορεί να είναι μηδέν, άρα η εντολή δεν μπορεί να εκτελεστεί ή δεν είναι καθορισμένο το αποτέλεσμα της.

Στην ενότητα **B** (Σωστό –Λάθος) επίσης οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά. Ένα σημαντικό ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων (40%) εντοπίζεται στην τελευταία ερώτηση " Κατά την εκτέλεση ενός προγράμματος μπορεί να αλλάζει η τιμή και ο τύπος μιας μεταβλητής." όπου οι μαθητές απαντούσαν "Σωστό". Η πιθανή εξήγηση είναι ότι οι μαθητές δεν κατανόησαν τον όρο "ο τύπος της μεταβλητής" και ότι για να είναι σωστή μια πρόταση που περιέχει το λογικό σύνδεσμο "και" θα πρέπει να είναι σωστά και τα δύο μέρη της.

Στην ενότητα **Γ** τα συνηθισμένα λάθη των μαθητών κατά την μετατροπή της δομής επανάληψης ήταν να ξεχάσουν να θέσουν αρχική τιμή στην μεταβλητή που ελέγχει τον αριθμό των επαναλήψεων ή να ξεχάσουν την εντολή εκχώρησης που αυξάνει την τιμή της μεταβλητής που ελέγχει τον αριθμό των επαναλήψεων. Στα λάθη αυτά εντοπίζεται η γνωστή δυσκολία κατανόησης του μηχανισμού των επαναληπτικών δομών, από ένα σύνολο μαθητών.

Στη ενότητα **Δ** τα συνηθισμένα λάθη των μαθητών κατά την μετατροπή των αλγεβρικών παραστάσεων σε ΓΛΩΣΣΑ ήταν να ξεχάσουν τις παρενθέσεις ή να γράψουν τους εκθέτες των δυνάμεων με τη μορφή του εκθέτη (δηλαδή αντί για X^2 έγραφαν X^2).

Στο **δεύτερο θέμα**, Για το θέμα αυτό για πρώτη φορά δόθηκε διευκρίνιση από την ΚΕΓΕ ότι αν σε μια επανάληψη ο μαθητής υπολογίσει λάθος την τιμή μιας μεταβλητής αλλά χρησιμοποιώντας αυτή την τιμή οι επόμενοι υπολογισμοί είναι σωστοί τότε λάθος υπολογίζεται μόνο η πρώτη λανθασμένη τιμή.

Η διευκρίνιση αυτή έλυσε ένα πρόβλημα που παρουσιάζουν τα θέματα που ζητούν τιμές μεταβλητών που προκύπτουν μέσα από μια επαναληπτική διαδικασία. Βέβαια παραμένει ένα σημαντικό πρόβλημα που αφορά τα θέματα που η απάντησή τους είναι μόνο μια σειρά αριθμών. Είναι γνωστό ότι τέτοιου είδους απαντήσεις είναι εύκολο να αντιγραφούν. Η απλή αναγραφή των τιμών των μεταβλητών δεν εξασφαλίζει ότι ο μαθητής εκτέλεσε κανονικά τον κώδικα και ανακάλυψε τις τιμές των μεταβλητών. Έτσι υπήρξαν περιπτώσεις που ο μαθητής χωρίς κάποια δόμηση της λύσης έγραψε 12 αριθμούς και κέρδιζε το μέγιστο της βαθμολογίας. Μια πιθανή λύση του προβλήματος αυτού είναι να ζητείται και ο πίνακας τιμών όλων των μεταβλητών και των λογικών συνθηκών του προβλήματος έτσι ώστε να είναι καθαρή η πορεία που ακολουθεί ο μαθητής. Σε αυτή την περίπτωση βέβαια απαιτείται η πρόταση (προς την εκπαιδευτική κοινότητα) ενός ενιαίου τρόπου αναπαράστασης του *πίνακα τιμών*, κάτι που δε παρουσιάζεται στο διδακτικό πακέτο που χρησιμοποιείται στα σχολεία. Επίσης συχνά εμφανίζονται η περίπτωση όπου οι μαθητές εκτελούσαν τον αλγόριθμο σωστά, αλλά εμφάνιζαν τις τιμές των μεταβλητών στο τέλος της κάθε επανάληψης και όχι στο σημείο που υπήρχε η αντίστοιχη εντολή εξόδου. Στην περίπτωση αυτή δεν έχει διευκρινιστεί αν η απάντηση θεωρείται απόλυτα σωστή ή θα πρέπει να αφαιρεθούν ορισμένες μονάδες.

Το **τρίτο θέμα** αποτέλεσε μια έκπληξη με την συμπαγή "μαθηματικοποιημένη" μορφή του. Η μορφή αυτή δημιούργησε ορισμένα προβλήματα αφού δεν για παράδειγμα δεν διευκρινίζει τι είναι το N το οποίο στα μαθηματικά συμβολίζει ένα φυσικό αριθμό. Επίσης πολλοί μαθητές δεν θεώρησαν ότι οι πίνακες A και B είναι δεδομένοι και έγραψαν τμήματα κώδικα για το "γέμισμά" τους με τιμές. Το υψηλό γνωστικό επίπεδο του θέματος είχε άμεσο αντίκτυπο στην αντιμετώπισή του από τους μαθητές. Η αδυναμία σωστής ανάλυσης οδήγησε την πλειονότητα από αυτούς να θέσουν την εμφάνιση του μηνύματος μέσα στη δομή επανάληψης με φυσικό αποτέλεσμα την εμφάνιση διαδοχικών (και ενίοτε διαφορετικών) μηνυμάτων. Μόνο ένα ποσοστό μαθητών (14%) χρησιμοποίησε λογική μεταβλητή για την διακοπή της δομής επανάληψης παρόλο που οι μαθητές έχουν διδαχθεί ένα παραπλήσιο θέμα στην αναζήτηση της πρώτης εμφάνισης μια τιμής μέσα σε ένα πίνακα.

Εκτός από την λανθασμένη τοποθέτηση της εντολής ελέγχου και των μηνυμάτων δυσκολίες εντοπίστηκαν στη χρήση της εντολής Διάβαση. Οι μαθητές χρησιμοποίησαν εκφράσεις του τύπου Διάβαση $A[N]$, $B[N-1]$, Διάβαση $B[i] = (A[i] + A[i+1])/2$. Το αίτιο είναι ότι οι μαθητές θεωρούν ότι με την εντολή αυτή τα δεδομένα γίνονται διαθέσιμα στον αλγόριθμο. Ενδεικτικά ένα μαθητής σημειώνει:

! Έχοντας τα δεδομένα θα τα διαβάσουμε.

Διάβαση $A[N]$, Διάβαση $B[N-1]$

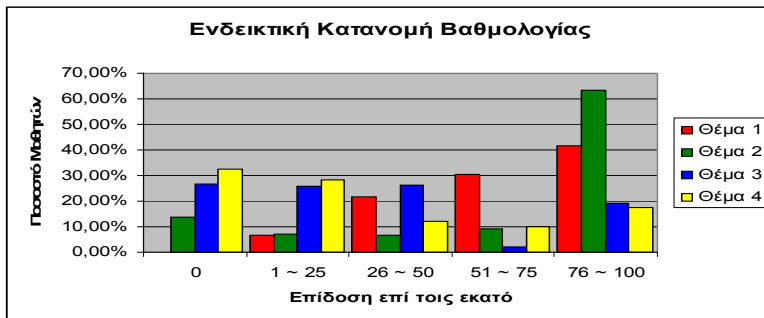
Το πρόβλημα αυτό έχει εντοπιστεί και στις περυσινές απαντήσεις των μαθητών (Κανίδης & Ραχωβίτσας 2005). Η συμπαγής δομή του θέματος δημιούργησε ένα

επιπλέον πρόβλημα στην βαθμολόγησή του σχετικά με τον μερισμό των 20 μονάδων του θέματος στα διάφορα δομικά μέρη του. Έτσι σε διάφορα βαθμολογικά κέντρα η σωστή τοποθέτηση του ελέγχου και η εμφάνιση των μηνυμάτων μετρούσε από 8 έως 15 μονάδες. Αυτό είναι ένα πρόβλημα που θα πρέπει να αντιμετωπιστεί σε μελλοντικά θέματα αυτού του τύπου.

Στο **τέταρτο θέμα**, οι δυσκολίες και τα λάθη των μαθητών που παρατηρήθηκαν αφορούσαν: την εντολή εισόδου Διάβασε. Οι μαθητές χρησιμοποίησαν εκφράσεις του τύπου Διάβασε ΑΠ[100,50], Διάβασε ΒΑΘ[100] και θεωρούσαν ότι με τον τρόπο αυτό τα στοιχεία των πινάκων γίνονται διαθέσιμα στον αλγόριθμο. Στην εντολή εκχώρησης όπου σε μια μεταβλητή γινόταν εκχώρηση τριών τιμών όπως $A[i,j] \leftarrow \Sigma, \Lambda, \Xi$, ή στη χρήση της μέσα σε εντολή ελέγχου όπως $\text{An } A[i,j] \leftarrow \Sigma$. Στην εμπλοκή αλφαριθμητικών τιμών μέσα σε δομές ελέγχου όπως $\text{An } \text{ΑΠ}[\Sigma] < \text{ΑΠ}[\Lambda] \dots$

Ποσοτικά στοιχεία

Η κατανομή της βαθμολογίας στα τέσσερα θέματα των εξετάσεων φαίνεται συγκεντρωτικά στο Σχήμα 3 και ερμηνεύεται στη συνέχεια ανά θέμα.



Σχήμα 3: Κατανομή Βαθμολογίας ανά θέμα

Το **πρώτο** θέμα αντιμετωπίστηκε από τους μαθητές με μεγάλα ποσοστά επιτυχίας αφού το 71,28% των γραπτών που εξετάστηκαν βαθμολογήθηκε πάνω από τη βάση (>20/40). Ο μέσος όρος βαθμολογίας ήταν 66,47% με τις υψηλότερες βαθμολογίες να δίνονται στις ερωτήσεις της ενότητας Β (81,52%) ακολουθούμενες από αυτές της ενότητας Α.1 (75,82%), Ε (75,02%), Δ.2 (62,90%), Δ.1(62,69%), Γ.1 (58,97%), Γ.2 (49,92%) και τις χαμηλότερες σε αυτές της ενότητας Α.2 (48,63%)

Το **δεύτερο** θέμα, επίσης, αντιμετωπίστηκε από τους μαθητές με μεγάλα ποσοστά επιτυχίας αφού το 72,71% των γραπτών που εξετάστηκαν βαθμολογήθηκε πάνω από τη βάση (>10/20) με τη συντριπτική πλειονότητα των μαθητών (>60%) να βαθμολογούνται με βαθμό > 16/20 και το μέσο όρο βαθμολογίας να φθάνει στο 71,19%.

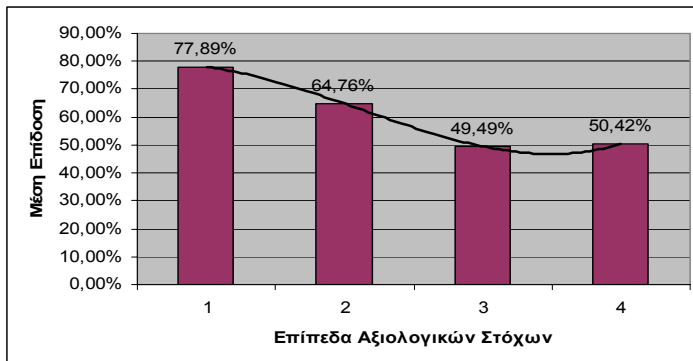
Το **τρίτο** θέμα δυσκόλεψε αρκετά τους μαθητές με αποτέλεσμα μόνο το 21,14% να βαθμολογηθούν πάνω από τη βάση (>10/20), ενώ ένα μεγάλο ποσοστό (28,81%)

βαθμολογήθηκε με 0 (μηδέν). Ο μέσος όρος βαθμολογίας του θέματος ήταν στο 34,87%. Τα στοιχεία αναδεικνύουν την ιδιαιτερότητα του αφού το θέμα από μόνο του δεν προσέφερε μία κατάτμηση των 20 μονάδων σε επιμέρους υποερωτήματα. Έτσι η κατανομή των βαθμών, με μία εμφανή συσσώρευση και ομαλή κατανομή κάτω από τη βάση, δείχνει να παρουσιάζει μία αξιοπρόσεκτη ασυνέχεια στη βάση της βαθμολογίας (10/20), γεγονός που φαίνεται και στο σχήμα, αφού ελάχιστοι μαθητές βαθμολογήθηκαν από 10 μέχρι 18 (στις 20 μονάδες του θέματος)

Τέλος, το **τέταρτο** θέμα, συγκέντρωσε, επίσης, αρκετά χαμηλές βαθμολογίες, αφού μόνο το 27,25% των μαθητών βαθμολογήθηκε πάνω από τη βάση, και ένα ποσοστό 32,45% βαθμολογήθηκε με 0 (μηδέν). Ο μέσος όρος βαθμολογίας του θέματος ήταν 31%, με το ερώτημα γii να συγκεντρώνει τις υψηλότερες βαθμολογίες με μέσο όρο 43,96%, ακολουθούμενο από το ερώτημα α (39,80%), το γi (39,34%) και, τέλος, το ερώτημα Β να δέχεται τις χαμηλότερες βαθμολογίες και να παρουσιάζει μέσο όρο 24,75%.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνδυάζοντας τη μέση επίδοση ανά ερώτημα με την κατανομή των ερωτημάτων στα γνωστικά επίπεδα του Bloom που παρουσιάστηκε στην αρχή του άρθρου (στην ενότητα *Κατάταξη των Θεμάτων*) μπορεί να προκύψει η μέση επίδοση ανά επίπεδο (ΜΕΕ) που φαίνεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4: Μέση Επίδοση ανά Επίπεδο (2005)

Τα στοιχεία του σχήματος αποκαλύπτουν μία φθίνουσα επίδοση των μαθητών αυξανόμενου του επιπέδου γνωστικού στόχου, η οποία δείχνει να σταθεροποιείται στα επίπεδα 3 και 4. Η ανισοκατανομή των θεμάτων σε γνωστικά επίπεδα σε συνδυασμό με τις αυξημένες απαιτήσεις των ανώτερων επιπέδων ίσως εν μέρει να ερμηνεύει την παρατηρούμενη πτωτική τάση που εμφανίζει η επίδοση των μαθητών, εν τούτοις αποτελεί και μία σαφή ένδειξη την έμφασης που θα πρέπει να δοθεί κατά τη διδασκαλία

του μαθήματος στην ανάπτυξη από τους μαθητές δεξιοτήτων που θα ξεπερνούν τα στενά όρια της γνώσης και της κατανόησης, επιτρέποντάς τους μαθητές να προσεγγίσουν γνωστικούς στόχους όπως η εφαρμογή και η ανάλυση.

Σχετικά με τη μορφή των θεμάτων στις πανελλαδικές εξετάσεις προτείνουμε την καθιέρωση των γνωστικών επιπέδων του Bloom σα μέσο ελέγχου της δυσκολίας των θεμάτων. Επίσης πρέπει να τροποποιηθεί το Προεδρικό διάταγμα 86/2001 έτσι ώστε να καθορίζει με περισσότερη ακρίβεια τη μορφή των θεμάτων όπως ακριβώς κάνει στα μαθήματα των Μαθηματικών και της Φυσικής.

Η υλοποίηση της πρότασης αυτής εξασφαλίζει μια σταθερή μορφή του γνωστικού επιπέδου που θα πρέπει να ελέγχει κάθε θέμα. Η χρήση της ταξινόμιας του Bloom μπορεί να οδηγήσει στην κατασκευή θεμάτων αξιολόγησης σταθερής και ελεγχόμενης δυσκολίας από χρονιά σε χρονιά, που είναι απαραίτητη όταν οι εξετάσεις γίνονται σε πανελλαδικό ή περιφερειακό επίπεδο. Σχετικά με τις δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση των αλγοριθμικών δομών η έρευνά μας συμφωνεί με τις σχετικές μελέτες άλλων ερευνητών. Έτσι οι μαθητές παρουσίασαν δυσκολίες στη χρήση μεταβλητών, στις δομές επανάληψης καθώς και στις δομές ελέγχου. Επιπλέον προβλήματα εντοπίστηκαν στη χρήση των εντολών εισόδου. Πολλά από τα προβλήματα αυτά οφείλονται στην θεωρητική αντιμετώπιση των αλγορίθμων και στην μειωμένη έως ανύπαρκτη πρακτική εξάσκηση των μαθητών. Η μειωμένη πρακτική εξάσκηση των μαθητών οφείλεται αρχικά στον περιορισμένο χρόνο διδασκαλίας του μαθήματος εβδομαδιαίως καθώς και στη μη ύπαρξη εγκεκριμένου εκπαιδευτικού λογισμικού (διερμηνευτής της ΓΛΩΣΣΑΣ/ψευδογλώσσας). Πιστεύουμε ότι είναι αναγκαία μια αύξηση των ωρών διδασκαλίας κατά μια ώρα εβδομαδιαίως όπως ήταν και η αρχική σχεδίαση του μαθήματος καθώς και δημιουργία ενός εγκεκριμένου εκπαιδευτικού λογισμικού.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bloom B. (1956), *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*, New York
- Du Boulay B.(1989), Some difficulties of learning to program, in E. Soloway & J. C. Spohrer (Eds.), *Studying the novice programmer*, 283-300, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
- Soloway E., Bonar J. & Ehrlich K. (1983), Cognitive strategies and looping constructs: An empirical study, *Communications of the ACM*, 26(11), 853-860
- Γρηγοριάδου Μ., Γόγουλου Α. & Γούλη Ε. (2002), Εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού, στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), *Πρακτικά 3^ο Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για τις "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, 239-248, Ρόδος
- Γρηγοριάδου Μ., Γόγουλου Α. & Γούλη Ε., Μαθησιακές δυσκολίες στις επαναληπτικές δομές, *Πρακτικά 4^ο Πανελληνίου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, 535-537, Αθήνα

- Δαγδιλέλης Β. & Δελληγιάννη Ε. (2004), Μια απόπειρα εφαρμογής της ταξινόμιας του Bloom στον ψηφιακό εγγραμματισμό, *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, Τόμος Α', 467- 476, Αθήνα
- Κανίδης Ε. & Ραχωβίτσας Η. (2005), Αξιολόγηση των θεμάτων του μαθήματος "Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον" στις Πανελλαδικές Εξετάσεις 2003-2004, *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ*, Σύρος
- Ξυνόγαλος Σ., Σατρατζέμη Μ. & Δαγδιλέλης Β. (2000), Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές προσεγγίσεις και διδακτικά εργαλεία, στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 2^{ου} Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για τις "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, 115-124, Πάτρα
- Προεδρικό Διάταγμα 86/2001, Άρθρο 15
- Τζιμογιάννης Α. & Κόμης Β., (2000), Η έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό: Δυσκολίες και παρανοήσεις των μαθητών του Ενιαίου Λυκείου, στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 2^{ου} Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, 103-114, Πάτρα
- Τζιμογιάννης Α. (2003), Η Διδασκαλία του προγραμματισμού στο Ενιαίο Λύκειο: Προς ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο με στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, *Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου των εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ "Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη"*, 706-720, Σύρος