

**Η Διδασκαλία του Προγραμματισμού Η/Υ στη Δευτεροβάθμια  
Εκπαίδευση ως Διαδικασία Ανάπτυξης Πνευματικών  
Δεξιοτήτων**

*Μία Πρόταση Βασισμένη στη Δημιουργία Βάσης  
Ασκήσεων Γνωστής Δυσκολίας*

***B. Γεωργίου, Α. Τζιμογιάννης***

**1. Εισαγωγή**

Η Πληροφορική έχει εισαχθεί ως γνωστικό αντικείμενο στην εκπαίδευση σε διάφορες χώρες (ΗΠΑ, Αγγλία, Γαλλία κ.λ.π.) ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '80, με την εμφάνιση των πρώτων προσωπικών υπολογιστών [1]. Στη χώρα μας η διδασκαλία του μαθήματος ξεκινάει το 1985 σε Πολυκλαδικά (ΕΠΑ) και Τεχνικά Επαγγελματικά Λύκεια (ΤΕΛ) με τη διδασκαλία κυρίως γλωσσών προγραμματισμού (Basic, Pascal και Cobol). Το 1992 γίνεται σταδιακά η εισαγωγή της Πληροφορικής στο Γυμνάσιο, στα πλαίσια του μαθήματος Πληροφορική-Τεχνολογία. Από το επόμενο σχολικό έτος 1998-99 αναμένεται η επέκταση του μαθήματος στο νέο Ενιαίο Λύκειο με την καθιέρωση ενός πραγματικά σύγχρονου προγράμματος διδασκαλίας.

Συγκρίνοντας τη διδασκαλία της Πληροφορικής με τη διδασκαλία άλλων συναφών γνωστικών αντικειμένων αντίστοιχης σπουδαιότητας (Μαθηματικά, Φυσική), διαπιστώνεται η έλλειψη ενός οργανωμένου πλαισίου διδασκαλίας [2]. Ιδιαίτερα στη χώρα μας, δεν έχουν καθοριστεί συγκεκριμένοι διδακτικοί στόχοι στο αναλυτικό πρόγραμμα (τόσο του γυμνασίου όσο και του λυκείου), με αποτέλεσμα το μάθημα να εμφανίζεται αποσπασματικό και ασύνδετο με τα άλλα γνωστικά αντικείμενα.

Η εργασία αυτή στοχεύει να αποτελέσει την πρώτη προσπάθεια ανάπτυξης ενός οργανωμένου πλαισίου διδασκαλίας του προγραμματισμού Η/Υ, με έμφαση στην ανάπτυξη αλγορίθμων και στην κωδικοποίηση τους στις διάφορες γλώσσες προγραμματισμού που διδάσκονται στα ΤΕΛ (Basic, Pascal και Cobol). Για το σκοπό αυτό σχεδιάστηκε και δημιουργείται μία Βάση Ασκήσεων Γνωστής Δυσκολίας (ΒΑΓΔ). Η αξιοποίηση της πολυετούς διδακτικής εμπειρίας καθηγητών Πληροφορικής στα ΤΕΛ και η συνεργασία ειδικών διδακτολόγων στοχεύει ευρύτερα στην παιδαγωγική και διεπιστημονική προσέγγιση του προγραμματισμού ως γνωστικού αντικειμένου στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

## 2. Η Διδακτική της Πληροφορικής

Σε ένα σύγχρονο αναλυτικό πρόγραμμα η Πληροφορική θα πρέπει να στοχεύει:

- στην εκμάθηση γλωσσών προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν το νόημα της επεξεργασίας και των δομών δεδομένων, τον κεντρικό ρόλο του λογισμικού και τη λογική της δομικής επιστήμης των υπολογιστών
- στην ανάπτυξη δεξιοτήτων για την επίλυση προβλημάτων και στην καλλιέργεια της κριτικής σκέψης των μαθητών
- στην εξοικείωση των μαθητών με τα βασικά εργαλεία-τεχνολογίες της επιστήμης των υπολογιστών και τις ποικίλες εφαρμογές τους
- στην ενίσχυση και βελτίωση του περιβάλλοντος διδασκαλίας άλλων γνωστικών αντικειμένων
- στην εξοικείωση των μαθητών με τη χρήση τοπικών δικτύων και του Διαδικτύου (Internet) για την επικοινωνία και μετάδοση δεδομένων.

Παρά το γεγονός ότι η διδασκαλία της Πληροφορικής και η εφαρμογή της στην εκπαιδευτική διαδικασία βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος διεθνώς, στη χώρα μας τα πράγματα περιορίζονται απλά στην εισαγωγή του μαθήματος στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Δεν εμφανίζεται ως οργανωμένος κλάδος η Διδακτική της Πληροφορικής και η αντίστοιχη έρευνα της διδασκαλίας του μαθήματος είναι υποτυπώδης. Έτσι, η διδακτική προσέγγιση του αντικειμένου είναι περισσότερο εμπειρική και συχνά χαρακτηρίζεται από έντονα τεχνοκεντρικά στοιχεία.

Η ιδιαιτερότητα του μαθήματος απαιτεί τόσο από τη μεριά του εκπαιδευτικού όσο και από τη μεριά των μαθητών, ένα διαφορετικού τύπου μάθημα. Ο εκπαιδευτικός, από φορέας γνώσης που είναι στα συμβατικά μαθήματα, μετατρέπεται στο εργαστήριο πληροφορικής σε καθοδηγητή και συντονιστή των μαθησιακών δραστηριοτήτων των μαθητών. Για τους μαθητές το εργαστήριο πληροφορικής αποτελεί χώρο μελέτης, ενεργητικής συμμετοχής και συνεργασίας (τόσο με τον διδάσκοντα όσο και τους άλλους συμμαθητές). Έτσι, ενθαρρύνεται η αλληλεπιδραστική σχέση υπολογιστή-μαθητή και ευνοείται η αυτενέργεια και η ερευνητική προσέγγιση της γνώσης.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι, τα σχολικά εγχειρίδια στα ΤΕΛ ή είναι ξεπερασμένα ή απουσιάζουν παντελώς. Δεν είναι λειτουργικά ενσωματώνοντας μεθοδικές και παιδαγωγικά οργανωμένες σειρές εργαστηριακών ασκήσεων, οι οποίες θα εισάγουν τους μαθητές σταδιακά και βήμα-βήμα στα βασικά εργαλεία του προγραμματισμού των Η/Υ. Από την άλλη μεριά υπάρχει σημαντική επιβάρυνση στο πρόγραμμα με τη διδασκαλία παλαιών και ξεπερασμένων γλωσσών, χωρίς παιδαγωγικό αντίκτυπο (π.χ. GW-Basic). Επίσης, αναφέρονται με έμφαση παλαιές τεχνικές προγραμματισμού (π.χ. χρήση εντολής GOTO) και δεν τονίζονται όσο θα έπρεπε οι δομημένες τεχνικές σχεδίασης και ανάπτυξης προγραμμάτων. Η διδασκαλία γλωσσών που δεν διαθέτουν τα χαρακτηριστικά του δομημένου προγραμματισμού, για παράδειγμα GW-Basic θεωρείται από ορισμένους αρνητική [3].

Η αναγκαιότητα να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στην εξοικείωση με σύγχρονα

εργαλεία (πακέτα εφαρμογών γενικής χρήσης, οπτικός προγραμματισμός, πολυμέσα κ.λ.π.) και στη διασύνδεση του μαθήματος με άλλα αντικείμενα του αναλυτικού προγράμματος (π.χ. Μαθηματικά, Φυσικές Επιστήμες, Γλώσσα, Ιστορία) τονίζεται ευρύτερα. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε την προσέγγιση που δίνεται τα τελευταία χρόνια στην Αγγλία, όπου αναθεωρήθηκε το Αναλυτικό Πρόγραμμα με βάση την άποψη ότι *"πρέπει να δίνονται οι ευκαιρίες στους μαθητές να αναπτύξουν και να εφαρμόζουν την ικανότητα τους στην Πληροφορική (Information Technology Capability) μέσα από τη μελέτη όλων των μαθημάτων του ωρολογίου προγράμματος"* [4]. Η Πληροφορική δεν αποτελεί πλέον ένα ξεχωριστό μάθημα αλλά ενσωματώνεται σε όλα τα υπόλοιπα μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος.

Η σημαντικότερη διαφορά της Πληροφορικής σε σχέση με τα Μαθηματικά ή τη Φυσική είναι ότι, η παρεχόμενη γνώση δεν μπορεί να είναι στατική αλλά πρέπει να εξελίσσεται δυναμικά, ακολουθώντας τις διάφορες τεχνολογίες της επιστήμης των υπολογιστών. Από την άποψη αυτή γεννάται το ερώτημα

*"ποια είναι η γνωστική αξία της παρεχόμενης γνώσης, όταν με τους σημερινούς ρυθμούς εξέλιξης καθίσταται ξεπερασμένη για εφαρμογή σε δύο-τρία χρόνια;"*

Από τη στιγμή που η διαχρονικότητα των παρεχόμενων γνώσεων είναι αμφισβητήσιμη, καθίσταται αναγκαία η αναζήτηση δεξιοτήτων και δυνατοτήτων που αποκτώνται μέσα από τη διδασκαλία του μαθήματος, ώστε να κριθεί σκόπιμη η εισαγωγή του στο αναλυτικό πρόγραμμα. Χαρακτηριστικά θα πρέπει να αναφερθούν

- η εξοικείωση με τα σύγχρονα υπολογιστικά περιβάλλοντα
- η ανάπτυξη εξατομικευμένης και ενεργητικής μάθησης, μέσω της αλληλεπίδρασης μαθητή-υπολογιστή
- η ανάπτυξη συνεργατικής μάθησης μέσω της εκτέλεσης εργασιών μαζί με άλλους συμμαθητές
- η αύξηση του κινήτρου μάθησης για το διδασκόμενο αντικείμενο που αναπτύσσεται στο περιβάλλον του εργαστηρίου Πληροφορικής [5].

### **3. Η διδασκαλία του Προγραμματισμού στο Λύκειο**

Η διδασκαλία του προγραμματισμού στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση έχει ως στόχο

- να εξοικειώσει τους μαθητές με την επεξεργασία δεδομένων και τη διάκριση μεταξύ δεδομένων και πληροφορίας
- να κατανοήσουν οι μαθητές την έννοια του αλγορίθμου και να είναι σε θέση να συντάσσουν αλγορίθμους για την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής
- να εξοικειωθούν οι μαθητές με τα διάφορα στάδια ανάπτυξης ενός προγράμματος
- να είναι σε θέση οι μαθητές να ανιχνεύουν και να διορθώνουν τα λάθη τους

Η σημασία του προγραμματισμού ως γνωστική δραστηριότητα και η συνεισφορά

του στην ανάπτυξη δομημένης σκέψης έχει αποδειχθεί από μια σειρά έρευνες [6]. Παράλληλα, η εξοικείωση με τα χαρακτηριστικά του δομημένου προγραμματισμού έχει θετική επίδραση στην καλλιέργεια των πνευματικών δεξιοτήτων των μαθητών. Επομένως, η διδασκαλία ενός παιδαγωγικά οργανωμένου μαθήματος θεωρίας αλγορίθμων και προγραμματισμού Η/Υ θα μπορούσε να αποκτήσει διαχρονική αξία, όπως συμβαίνει με τα Μαθηματικά ή τις Φυσικές Επιστήμες. Για τους παραπάνω λόγους, ίσως θα πρέπει να επανεξεταστεί η θέσπιση ενός εισαγωγικού μαθήματος δομημένου προγραμματισμού στη θετική Κατεύθυνση του Ενιαίου Λυκείου.

Η επίλυση προβλημάτων και η ανάπτυξη πνευματικών δεξιοτήτων και κριτικής σκέψης αποτελεί τον κύριο στόχο της διδασκαλίας των γλωσσών προγραμματισμού. Η ακριβής περιγραφή μιας αυστηρά καθορισμένης σειράς διαδοχικών βημάτων (διαδικασίας) που απαιτούνται για την επίλυση ενός προβλήματος, είναι γνωστή ως αλγόριθμος. Ο προγραμματισμός για ένα έμπειρο προγραμματιστή περιλαμβάνει μία σειρά τυποποιημένες ενέργειες

- κατανόηση του προβλήματος
- επιλογή μεθόδου επίλυσης (αλγόριθμου)
- κωδικοποίηση αλγορίθμου
- έλεγχοι-διόρθωση σφαλμάτων
- τεκμηρίωση προγράμματος

Η διδακτική προσέγγιση του προγραμματισμού έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και δυσκολίες που δε συναντώνται σε άλλα γνωστικά αντικείμενα:

1. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση αλγορίθμων αποτελεί μία σύνθετη και περίπλοκη νοητική δραστηριότητα, η οποία απαιτεί την καλλιέργεια δεξιοτήτων της λογικής και την ύπαρξη γνώσεων από διάφορα αντικείμενα (π.χ. Μαθηματικά, Στατιστική κ.λπ.). Κατά συνέπεια, δεν μπορεί να είναι επιτυχημένη μία διδασκαλία, η οποία προσανατολίζει τους μαθητές στην αποστήθιση εντολών ή διαδικασιών. Το ζητούμενο στον προγραμματισμό δεν είναι απλά η παραγωγή αποτελεσμάτων αλλά η ανάπτυξη μεθόδων (διαδικασιών) για την επίλυση ισοδύναμων προβλημάτων. Για το λόγο αυτό, η διδασκαλία θα πρέπει να επικεντρώνεται περισσότερο στην αλγοριθμική θεωρία και πρακτική. Η κωδικοποίηση των αλγορίθμων και οι συντακτικές ιδιαιτερότητες κάθε γλώσσας θα πρέπει να τοποθετούνται σε δεύτερη προτεραιότητα.

2. Ο κώδικας επικοινωνίας μαθητή-υπολογιστή είναι απόλυτος και αυστηρά καθορισμένος, με βάση συγκεκριμένους συντακτικούς κανόνες. Η αυστηρότητα αυτή είναι εγγενής στον προγραμματισμό και δεν έχει την έννοια που συναντάμε στις άλλες θετικές επιστήμες. Για παράδειγμα, η διατύπωση της αρχής διατήρησης της ενέργειας ή του Πυθαγόρειου θεωρήματος από ανεξάρτητους μαθητές μπορεί να είναι διαφορετική συντακτικά, χωρίς πρόβλημα λάθους. Σε ένα πρόγραμμα όμως το παραμικρό συντακτικό λάθος θα έχει ως αποτέλεσμα τη διακοπή της εκτέλεσης του.

3. Βασικός παράγοντας στη διδασκαλία γλωσσών προγραμματισμού είναι η ενεργός συμμετοχή του μαθητή, καθώς ο προγραμματισμός είναι σύμφυτος με διαδικασίες επικοινωνίας-ανάδρασης μεταξύ μαθητή και υπολογιστή. Παράλληλα, ο διδάσκων δεν αποτελεί τον παραδοσιακό φορέα γνώσης, αλλά ο ρόλος του είναι περισσότερο καθοδηγητικός των μαθησιακών δραστηριοτήτων των μαθητών.

4. Η διαδικασία διόρθωσης σφαλμάτων (εκσφαλμάτωση) στα προγράμματα έχει ιδιαίτερη γνωστική αξία. Βασίζεται στην κριτική ανάγνωση του κώδικα και στην κατανόηση των βασικών διαδικασιών που τον συνθέτουν. Είναι διαδικασία αλληλεπιδραστική μεταξύ μαθητή-Η/Υ και περιλαμβάνει την κατανόηση των βασικών δομών και των διαδοχικών λογικών βημάτων, την εμπέδωση των τύπων δεδομένων και τη γνώση των συντακτικών κανόνων της χρησιμοποιούμενης γλώσσας προγραμματισμού.

Στη χώρα μας, όπου η Διδακτική των γλωσσών προγραμματισμού δεν είναι οργανωμένη, θα πρέπει να αξιοποιηθεί η εμπειρία και η μεθοδολογία της Διδακτικής των συναφών επιστημών (Μαθηματικά, Φυσικές Επιστήμες). Η έρευνα για την καταγραφή των αντιλήψεων και των δυσκολιών που συναντούν οι μαθητές στην ανάπτυξη προγραμμάτων, έχει ιδιαίτερη παιδαγωγική αξία, η οποία θα μπορέσει να αξιοποιηθεί θετικά τόσο στη διδακτική πράξη όσο και στη διαμόρφωση νέων αναλυτικών προγραμμάτων και βιβλίων.

Αναλυτικότερα, είναι σημαντικό να καταγραφεί

α) αν οι μαθητές κατανοούν

- την έννοια της μεταβλητής και δεν την συγχέουν με την αντίστοιχη έννοια στα μαθηματικά
- την έννοια της εντολής εκχώρησης και διακρίνουν τη διαφορά της από τα μαθηματικά
- τις δομές ελέγχου και επανάληψης
- την έννοια και την πρακτική εφαρμογή του λογικού διαγράμματος στην ανάπτυξη αλγορίθμων
- την αξία και τους τρόπους χρήσης των βασικών δομών δεδομένων

β) ποια είναι τα συστηματικά λάθη των μαθητών κατά τη σύνταξη, διόρθωση και επαλήθευση των προγραμμάτων τους

γ) ποια λάθη είναι τυχαία, ποια είναι αποτέλεσμα των δεξιοτήτων που διαθέτουν οι μαθητές από την εκπαιδευτική διαδικασία του σχολικού προγράμματος, ποια οφείλονται στον τρόπο διδασκαλίας και τέλος ποια οφείλονται στις πραγματικές, εγγενείς δυσκολίες του προγραμματισμού.

#### **4. Δημιουργία Βάσης Ασκήσεων Γνωστής Δυσκολίας**

Η εργασία αυτή στοχεύει στη σχεδίαση και ανάπτυξη ενός παιδαγωγικά οργανωμένου πλαισίου διδασκαλίας του προγραμματισμού Η/Υ. Δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη και κωδικοποίηση αλγορίθμων στις διάφορες γλώσσες προγραμματισμού που διδάσκονται στα ΤΕΛ (Basic, Pascal και Cobol). Η αξιοποίηση της πολυετούς εμπειρίας εκπαιδευτικών στα ΤΕΛ και η συνεργασία ειδικών παιδαγωγών της Πληροφορικής στοχεύει στην παιδαγωγική και διεπιστημονική προσέγγιση του προγραμματισμού, ως γνωστικού αντικείμενου στη μέση εκπαίδευση. Για το σκοπό αυτό δημιουργούμε τη Βάση Ασκήσεων Γνωστής Δυσκολίας. Στόχος της είναι

- να λειτουργήσει πιλοτικά, σε πρώτη φάση στα συνεργαζόμενα σχολεία, ως ένα σύγχρονο πλαίσιο διδασκαλίας του προγραμματισμού που βασίζεται σε παιδαγωγικά οργανωμένες ασκήσεις
- να αποτελέσει το μηχανισμό καταγραφής των ιδεών που έχουν οι μαθητές

των ΤΕΛ για τα βασικά εργαλεία του προγραμματισμού, καθώς και των δυσκολιών που συναντούν στην επίλυση προβλημάτων

- να αποτελέσει ένα σύστημα ελέγχου του βαθμού αφομοίωσης των γνώσεων των μαθητών, παρέχοντας στον εκπαιδευτικό τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί ασκήσεις κλιμακούμενου βαθμού δυσκολίας
- να αποτελέσει πρότυπο διδασκαλίας και για άλλα γνωστικά αντικείμενα (π.χ. Μαθηματικά, Φυσική κ.λ.π.).

Η ταξινόμηση των ασκήσεων στη Βάση γίνεται με κριτήριο το ποσοστό των μαθητών που έδωσαν σωστή λύση. Για παράδειγμα, αν σε μία άσκηση έδωσε σωστή απάντηση το 40% των μαθητών τότε αυτή χαρακτηρίζεται με βαθμό δυσκολίας 60. Η καταγραφή του βαθμού δυσκολίας κάθε άσκησης βασίζεται σε ένα ευρύ δείγμα μαθητών από τα συνεργαζόμενα σχολεία 3ο ΤΕΛ Χαλκίδας, 2ο Εσπερινό ΤΕΛ Ιωαννίνων και 6ο ΤΕΛ Θεσσαλονίκης, στα πλαίσια αντίστοιχου Προγράμματος Κινητικότητας του Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ.. Στους στόχους μας είναι ο εμπλουτισμός της Βάσης με δεδομένα και από άλλα σχολεία της χώρας, ώστε να αντισταθμίζονται οι τυχόν ιδιομορφίες και ιδιαιτερότητες των εμπλεκόμενων σχολείων και να εξασφαλίζεται επιστημονικά η αντικειμενικότητα του χαρακτηρισμού των ασκήσεων.

##### **5. Οι πίνακες ως παράδειγμα εφαρμογής της έρευνας.**

Οι πίνακες αποτελούν την πιο απλή δομή δεδομένων και χρησιμοποιούνται σε όλες τις γλώσσες προγραμματισμού. Είναι ένα βασικό εργαλείο για τη διαχείριση και ομαδοποίηση δεδομένων του ίδιου τύπου. Η διδακτική εμπειρία δείχνει ότι οι μαθητές συναντούν σημαντικές δυσκολίες στη χρήση των πινάκων σε απλά προγράμματα. Ιδιαίτερα προβλήματα υπάρχουν στην κατανόηση της λογικής έννοιας του πίνακα στον προγραμματισμό, στην καταχώρηση δεδομένων σε μεταβλητές τύπου πίνακα και στην επεξεργασία των δεδομένων αυτών μέσω απλών διαδικασιών. Στόχος της εργασίας μας είναι η καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών Τεχνικών Λυκείων σχετικά με τους πίνακες και των δυσκολιών που συναντούν στην εφαρμογή τους για την επίλυση απλών προβλημάτων. Η ερευνητική υπόθεση είναι ότι

*πολλοί μαθητές των ΤΕΛ έχουν δυσκολίες να κατανοήσουν και να εφαρμόσουν τους πίνακες σε προγράμματα για την επίλυση απλών προβλημάτων*

Για την επιβεβαίωση ή απόρριψη της παραπάνω υπόθεσης οργανώσαμε τρεις απλές ασκήσεις-έργα που δόθηκαν για απάντηση στους μαθητές. Οι ασκήσεις αυτές χρησιμοποιούνται με δύο τρόπους:

α) για την καταγραφή των συγκεκριμένων δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές

β) για την αξιολόγηση του βαθμού δυσκολίας τους.

Στις ασκήσεις που αξιολογούνται στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκε η Pascal ως γλώσσα προγραμματισμού για την κωδικοποίηση των προγραμμάτων. Το δείγμα μας αποτελείται από 60 μαθητές της Γ' Τάξης Κλάδου Πληροφορικής του 1ου ΤΕΛ Χαλκίδας, 1ου ΤΕΛ Ιωαννίνων και 2ου Εσπερινού ΤΕΛ Ιωαννίνων. Τα αποτελέσματα της εργασίας αποτελούν, από όσο γνωρίζουμε, τα πρώτα ερευνητικά δεδομένα στην Ελληνι-

κή βιβλιογραφία σχετικά με τη διδασκαλία του προγραμματισμού Η/Υ.

### Άσκηση 1.

Να γραφεί πρόγραμμα το οποίο να δημιουργεί και να εμφανίζει στην οθόνη πίνακα 10 στοιχείων, που περιέχει τους 10 πρώτους φυσικούς αριθμούς (1,2,3,...9,10).

Οι απαντήσεις που δόθηκαν στην παραπάνω άσκηση χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Ως ανεπαρκείς χαρακτηρίζονται οι προσεγγίσεις που δεν χρησιμοποιούν σωστά τις απαραίτητες μεταβλητές του κατάλληλου τύπου ή/και δεν κάνουν καταχώρηση τιμών στον πίνακα. Θεωρούμε λανθασμένες τις λύσεις που βασίζονται σε λανθασμένη διαδικασία καταχώρησης, παρότι χρησιμοποιούν σωστά τη δομή επανάληψης και τις απαραίτητες μεταβλητές του κατάλληλου τύπου. Για παράδειγμα, γίνεται εισαγωγή των αριθμών από το πληκτρολόγιο ή χρησιμοποιείται λανθασμένη διαδικασία καταχώρησης τιμών στον πίνακα, όπως

```
FOR i:=1 TO 10 DO a[i]:=a[i+1];
```

Τέλος, θεωρούμε σωστές τις ολοκληρωμένες λύσεις που βασίζονται στη σωστή δομή καταχώρησης τιμών

```
FOR i:=1 TO 10 DO a[i]:=i;
```

Τα αποτελέσματα της έρευνας για την Άσκηση 1 δίνονται στον Πίνακα 1. Το 20% των μαθητών έχει ανεπαρκή προσέγγιση της άσκησης. Το 25% δε χρησιμοποιεί τη σωστή δομή καταχώρησης τιμών στον πίνακα. Τέλος, 55% των μαθητών έδωσε σωστή και ολοκληρωμένη λύση της άσκησης. Κατά συνέπεια, η άσκηση αυτή χαρακτηρίζεται με βαθμό δυσκολίας 45.

**Πίνακας 1.** Αποτελέσματα Άσκησης 1

A/A	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ N=60	ΠΟΣΟΣΤΟ %
1	Ανεπαρκής προσέγγιση	12	20
2	Λανθασμένη διαδικασία καταχώρησης	15	25
3	Σωστή λύση	33	55
	Βαθμός δυσκολίας: 45		

### Άσκηση 2.

Να γραφεί πρόγραμμα το οποίο

α) να καταχωρεί σε ένα πίνακα 20 ακέραιες τιμές, που δίνονται από το πληκτρολόγιο

β) να βρίσκει και να εμφανίζει στην οθόνη το μέσο όρο των τιμών αυτών,

Οι απαντήσεις που δόθηκαν στη δεύτερη άσκηση χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Ως ανεπαρκείς χαρακτηρίζονται οι προσεγγίσεις εκείνες που δεν απαντούν σε κανένα ερώτημα και δε χρησιμοποιούν σωστά τις απαραίτητες μεταβλητές. Θεωρούμε ελλιπείς τις λύσεις που χρησιμοποιούν σωστά τις απαραίτητες μεταβλητές του κατάλλη-

λου τύπου, βασίζονται σε σωστή διαδικασία καταχώρησης τιμών στον πίνακα, αλλά δεν υπολογίζουν ή υπολογίζουν λανθασμένα το μέσο όρο τιμών. Για παράδειγμα, δεν υπολογίζουν σωστά το άθροισμα τιμών χρησιμοποιώντας την κατάλληλη επαναληπτική δομή. Τέλος, θεωρούμε σωστές τις λύσεις, που χρησιμοποιούν τη σωστή δομή καταχώρησης τιμών και την κατάλληλη διαδικασία υπολογισμού του μέσου όρου.

Τα αποτελέσματα της έρευνας δίνονται στον Πίνακα 2. Το 23% των μαθητών έχει ανεπαρκή προσέγγιση της άσκησης. Το 52% δε χρησιμοποιεί τη σωστή διαδικασία υπολογισμού του μέσου όρου τιμών του πίνακα Τέλος, 25% των μαθητών έδωσε σωστή και ολοκληρωμένη λύση της άσκησης. Κατά συνέπεια, η άσκηση αυτή χαρακτηρίζεται με βαθμό δυσκολίας 75.

**Πίνακας 2. Αποτελέσματα Άσκησης 2**

A/A	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ N=60	ΠΟΣΟΣΤΟ %
1	Ανεπαρκής προσέγγιση	14	23
2	Ελλιπής προσέγγιση	31	52
3	Σωστή λύση	15	25
	Βαθμός δυσκολίας 75		

### **Άσκηση 3.**

*Να γραφεί πρόγραμμα το οποίο να καταχωρεί σε ένα πίνακα 20 θέσεων ης παρακάτω ακέραιες τιμές με τη σειρά: 2, 5, 10, 17, 26, 37,...*

Οι απαντήσεις που δόθηκαν στην άσκηση αυτή κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες. Ως ανεπαρκείς χαρακτηρίζονται οι προσεγγίσεις εκείνες που δεν χρησιμοποιούν σωστά τις απαραίτητες μεταβλητές και δεν κάνουν την κατάλληλη καταχώρηση τιμών στις θέσεις του πίνακα. Θεωρούμε ελλιπείς τις λύσεις που χρησιμοποιούν σωστά τις απαραίτητες μεταβλητές του κατάλληλου τύπου αλλά βασίζονται σε λανθασμένη διαδικασία καταχώρησης τιμών στον πίνακα. Τέλος, θεωρούμε σωστές τις λύσεις, που χρησιμοποιούν σωστά τις απαραίτητες μεταβλητές του κατάλληλου τύπου και την επαναληπτική δομή καταχώρησης τιμών, χρησιμοποιώντας μία από τις παρακάτω διαδικασίες

```
FOR i:=1 TO 20 DO a[i]:=sqr(i)+ 1;
```

ή

```
FOR i:=1 TO 20 DO
```

```
BEGIN
```

```
a [i] =a[i-1]+s;
```

```
s:=s+2;
```

```
END;
```

με αρχικές τιμές a[1]=2 και s=3.



Τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με την Άσκηση 3 δίνονται στον Πίνακα 3. Το 60% των μαθητών έχει ανεπαρκή προσέγγιση της άσκησης. Είναι χαρακτηριστικό, ότι οι περισσότεροι από τους μαθητές δεν χρησιμοποιούν σωστά την επαναληπτική δομή καταχώρησης ούτε δηλώνουν τις απαραίτητες μεταβλητές για τη δημιουργία ενός πίνακα ακεραίων 20 θέσεων. Το ποσοστό ανεπαρκών προσεγγίσεων είναι τριπλάσιο από αυτό που συναντάται στις δύο πρώτες ασκήσεις (20% και 23% αντίστοιχα). Φαίνεται ότι, λόγω του υψηλότερου βαθμού δυσκολίας που παρουσιάζει η διαδικασία καταχώρησης τιμών στον πίνακα, οι μαθητές δυσκολεύονται να εκτελέσουν σωστά ακόμη και ενέργειες ρουτίνας (π.χ. δήλωση κατάλληλων μεταβλητών), που μπορούν να εφαρμόζονται σε αντίστοιχες ασκήσεις μικρότερου βαθμού δυσκολίας.

Το 30% έχει ελλιπή προσέγγιση της άσκησης. Παρότι οι μαθητές αυτοί χρησιμοποιούν τις κατάλληλες μεταβλητές, η προτεινόμενη λύση βασίζεται σε λανθασμένη διαδικασία καταχώρησης τιμών στον πίνακα. Η δυσκολία υλοποίησης της διαδικασίας παραγωγής των αριθμών μπορεί να αποδοθεί σε μεγάλο βαθμό στις αδυναμίες και στο ευρύτερο μαθηματικό υπόβαθρο των μαθητών. Τέλος, το 10% των μαθητών έδωσε σωστή και ολοκληρωμένη λύση, χρησιμοποιώντας τη σωστή διαδικασία εκχώρησης τιμών στον πίνακα. Κατά συνέπεια, η άσκηση αυτή χαρακτηρίζεται με βαθμό δυσκολίας 90.

**Πίνακας 3. Αποτελέσματα Άσκησης 3**

A/A	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ N=60	ΠΟΣΟΣΤΟ %
1	Ανεπαρκής προσέγγιση	36	60
2	Ελλιπής προσέγγιση	18	30
3	Σωστή λύση	6	10
	Βαθμός δυσκολίας: 90		

## 6. Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή αποτελεί μία μελέτη περίπτωσης με στόχο την καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών Τεχνικών Επαγγελματικών Λυκείων κλάδου Πληροφορικής, σχετικά με τους πίνακες και τους τρόπους εφαρμογής τους για την επίλυση απλών προβλημάτων. Ως γλώσσα προγραμματισμού χρησιμοποιήθηκε η Pascal. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την ερευνητική μας υπόθεση, καθώς διαπιστώνεται ότι η πλειονότητα των μαθητών έχει σοβαρές αδυναμίες στην κατανόηση και στην εφαρμογή των πινάκων για τη σύνταξη απλών αλγορίθμων.

Κατά μέσο όρο, μόλις το 18% έχει σωστή προσέγγιση των διαφόρων προβλημάτων ενώ ένας στους τρεις μαθητές (34%) έχει εντελώς ανεπαρκή προσέγγιση. Επίσης διαπιστώνουμε χαρακτηριστικά ότι, όσο αυξάνεται ο βαθμός δυσκολίας, οι μαθητές δυσκολεύονται να εκτελέσουν ακόμη και ενέργειες ρουτίνας (όπως δήλωση των κατάλληλων μεταβλητών, χρήση δομών επανάληψης κ.λ.π.), που εφαρμόζονται σωστά σε

αντίστοιχες ασκήσεις μικρότερου βαθμού δυσκολίας. Το εύρημα αυτό θα αξιολογηθεί συστηματικότερα στο άμεσο μέλλον, με την εφαρμογή της έρευνας και σε άλλα σχολεία και τη διεύρυνση της Βάσης με ικανό αριθμό κατάλληλων ασκήσεων.

Η Βάση Ασκήσεων Γνωστής Δυσκολίας στοχεύει στην παιδαγωγική και διεπιστημονική προσέγγιση του προγραμματισμού ως γνωστικού αντικειμένου στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Απώτερος στόχος είναι να συνδεθεί η διδασκαλία του προγραμματισμού Η/Υ με τα άλλα μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος και να καταστεί μια διαδικασία καλλιέργειας και ανάπτυξης πνευματικών δεξιοτήτων.

### **Αναφορές**

1. Χαρουπιάς, Α., 1997, Ειδική Εκπαίδευση Θεωρία και Πράξη, Τόμος Ι, Εκδόσεις Ατραπός
2. Φιλοκύπρου Γ., Γυφτοδήμος Γ. και Γεωργιάδης Π., 1994, Υπολογιστές στην Εκπαίδευση: Πώς και Γιατί, Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Εκπαιδευτικής Πληροφορικής, 3
3. Δαγλιδέλης Β., 1987, Σημεία Αιχμής στις Σύγχρονες Έρευνες στην Διδακτική της Πληροφορικής, Σύγχρονη Εκπαίδευση, τ. 32, 74
4. DES 1995, Information Technology Orders for England Department for Education and Science, HMSO, London (στο Η Πληροφορική στην Αγγλική Β' θμια Εκπαίδευση, Αλγόριθμος, τ. 8,13,1997)
5. De Jong, M. L., 1991, Computers in introductory Physics, Computers in Physics Jan/Feb, 12
6. Kagan, D. M., 1989, Research on Computer Programming as a Cognitive Activity, implications for the study of classroom teaching, Journal of Education for Teaching, Vol.15, No. 3, 177 (και υπάρχουσες αναφορές)