



Ερμηνεία πινάκων από μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Σκουμιάς Μ., Γαργανουράκης Β.

Πανεπιστήμιο Αιγαίου, skoumios@rho.forthnet.gr

1ο Γυμνάσιο Ρόδου, vgargan@gmail.com

Μολονότι η ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να ερμηνεύουν δεδομένα αποτελεί ουσιώδες συστατικό του επιστημονικού εγγραμματισμού, είναι σχετικά περιορισμένες οι έρευνες που εστιάζονται στην ερμηνεία πινάκων από μαθητές. Η εργασία αυτή στοχεύει στη διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης να ερμηνεύουν δεδομένα που παρουσιάζονται σε πίνακα. Ως ερευνητικό εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 123 μαθητές (39 της ΣΤ' Δημοτικού, 40 της Β' Γυμνασίου και 44 της Β' Λυκείου). Η ανάλυση των απαντήσεων και των εξηγήσεων των μαθητών επέτρεψε την αποτύπωση σε επίπεδα της ικανότητας των μαθητών να ερμηνεύουν δεδομένα ενός πίνακα και κατέδειξε ότι δεν διαφοροποιείται σημαντικά αυτή η ικανότητα καθώς οι μαθητές ανέρχονται την εκπαιδευτική κλίμακα από το Δημοτικό μέχρι και το Λύκειο.

Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία εντάσσεται στο χώρο της μελέτης της ικανότητας των μαθητών να συλλέγουν και να ερμηνεύουν δεδομένα. Ειδικότερα, επικεντρώνεται στη μελέτη της ικανότητας των μαθητών να ερμηνεύουν δεδομένα που παρουσιάζονται σε πίνακα.

Η χρήση πινάκων για την παρουσίαση δεδομένων συνιστά ένα αναπόσπαστο τμήμα των πρακτικών που χρησιμοποιεί ευρύτατα η επιστημονική κοινότητα (Lemke 1998). Οι πίνακες εμφανίζονται συχνά στα βιβλία των Φυσικών Επιστημών και στα επιστημονικά άρθρα. Μεταφέρουν πληροφορία, συστηματοποιούν δεδομένα, επιδεικνύουν τάσεις και σχέσεις, «μεταδίδουν» την επιστημονική γνώση (Wu & Krajcik 2006), αλλά και μεγεθύνουν και αναδημιουργούν το περιεχόμενο μιας πληροφορίας που διαφορετικά δεν θα ήταν δυνατόν να γίνει εύκολα αντιληπτό (Lemke 1998).

Επιπρόσθετα, η ερμηνεία πινάκων συγκαταλέγεται ανάμεσα στους θεμελιώδεις μαθησιακούς στόχους για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (National Research Council 1996) και κατατάσσεται στις μαθησιακές πρακτικές για την ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραμματισμού στους μαθητές (American Association for the Advancement of Science 1993).

Παρά το σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει η ερμηνεία πινάκων τόσο στις επιστημονικές πρακτικές όσο και στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, είναι περιορισμένες οι ερευνητικές προσπάθειες που διερευνούν την ικανότητα των μαθητών να ερμηνεύουν δεδομένα που παρουσιάζονται σε πίνακες. Ο Wainer (1992) πρότεινε τρία επίπεδα ερωτήσεων με στόχο την αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών να ερμηνεύουν πίνακες. Το πρώτο επίπεδο περιλαμβάνει ερωτήσεις που σχετίζονται με την εξαγωγή πληροφοριών από πίνακες. Στο δεύτερο επίπεδο συγκαταλέγονται ερωτήσεις που σχετίζονται με τάσεις σε ένα τμήμα των δεδομένων. Το τρίτο επίπεδο περιλαμβάνει ερωτήσεις που σχετίζονται με σύγκριση τάσεων και σχηματισμό ομάδων από δεδομένα ενός πίνακα. Οι Guthrie, Weber και Kimmerly (1993) διερεύνησαν την ικανότητα φοιτητών να ερμηνεύουν πίνακες και διαπίστωσαν ότι η αναγνώριση τάσεων είναι δυσκολότερη από τον απλό εντοπισμό μιας πληροφορίας. Πιο πρόσφατα οι Jeong, Songer και Lee (2007) μελέτησαν την ικανότητα των μαθητών ηλικίας 13



ετών να ερμηνεύουν πίνακες. Προέκυψε ότι η ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν και να ερμηνεύουν δεδομένα που παρουσιάζονται σε πίνακα ήταν περιορισμένη. Συγκεκριμένα, οι περισσότεροι μαθητές ήταν ικανοί να αναγνωρίζουν μια τάση στα δεδομένα ενός πίνακα, αλλά μόνο οι μισοί από αυτούς ήταν ικανοί να συγκρίνουν τάσεις ανάμεσα σε δύο μεταβλητές. Επιπλέον, σχεδόν οι μισοί μαθητές χρησιμοποίησαν ορθά τα δεδομένα ενός πίνακα προκειμένου να εντοπίσουν τα απαραίτητα στοιχεία για να δώσουν μια απάντηση.

Παρότι στις εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί εξετάστηκε αν οι μαθητές είναι ικανοί να ερμηνεύουν δεδομένα που παρουσιάζονται σε πίνακες, εντούτοις δεν έχει διερευνηθεί το επίπεδο της ικανότητας των μαθητών να δίνουν ακριβείς και επαρκείς απαντήσεις αλλά και αιτιολογήσεις όταν τους ζητείται να εντοπίζουν πληροφορίες από ένα πίνακα, να αναγνωρίζουν και να συγκρίνουν τάσεις σε δεδομένα ενός πίνακα. Επιπρόσθετα, δεν έχει διερευνηθεί η εξέλιξη της ικανότητας των μαθητών να ερμηνεύουν πίνακες καθώς «μεταβαίνουν» από το Δημοτικό προς το Λύκειο. Τέλος, δεν υπάρχουν δεδομένα που να αφορούν την ικανότητα των μαθητών στην Ελλάδα να ερμηνεύουν δεδομένα που παρουσιάζονται σε πίνακες.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση του επιπέδου της ικανότητας των μαθητών Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου να ερμηνεύουν δεδομένα που παρουσιάζονται σε πίνακα. Ειδικότερα, επιδιώκει να απαντήσει στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

(α) Ποιο είναι το επίπεδο της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν πληροφορίες από ένα πίνακα;

(β) Ποιο είναι το επίπεδο της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν τάσεις σε δεδομένα ενός πίνακα και να αιτιολογούν την απάντησή τους;

(γ) Ποιο είναι το επίπεδο της ικανότητας των μαθητών να συγκρίνουν τάσεις σε δεδομένα ενός πίνακα και να αιτιολογούν την απάντησή τους;

Η ταυτότητα της έρευνας

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 123 μαθητές σχολείων της Ρόδου. Πιο συγκεκριμένα, το δείγμα της έρευνας απετέλεσαν 39 μαθητές της ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού, 40 μαθητές της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και 44 της Β΄ τάξης του Λυκείου.

Ως μέσο συλλογής των δεδομένων της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο που συγκροτήθηκε, αφού εφαρμόστηκε πιλοτικά σε ένα τμήμα μαθητών της ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού, της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και της Β΄ τάξης του Λυκείου και αναμορφώθηκε κατάλληλα, συγκροτήθηκε στην τελική του μορφή.

Τα δεδομένα της έρευνας απετέλεσαν οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και οι αιτιολογήσεις τους σε αυτές τις απαντήσεις. Το τελικό ερωτηματολόγιο που συγκροτήθηκε συνίσταται από ένα πίνακα και τρεις ερωτήσεις (βλ. Παράρτημα). Στον πίνακα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των θερμοκρασιών για κάθε μήνα μιας ποσότητας νερού μέσα σε ένα ποτήρι, που βρίσκεται σε δύο διαφορετικές πόλεις (Ρόδος της Ελλάδας και Κέιπ Τάουν της Νότιας Αφρικής) σε δύο σχολικές τάξεις, μια δεδομένη χρονική στιγμή. Η πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου (ερώτηση 1) αποσκοπεί στη διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να εξάγουν πληροφορίες από τον πίνακα («ποια είναι η μέση θερμοκρασία του νερού τον Μάρτιο στη Ρόδο;»). Η δεύτερη ερώτηση (ερώτηση 2) επιδιώκει τη διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν μια τάση σε ένα τμήμα δεδομένων του πίνακα και να αιτιολογούν την απάντησή τους («από τον Ιανουάριο μέχρι τον Ιούλιο η μέση θερμοκρασία του νερού στο Κέιπ Τάουν αυξάνεται, ελαττώνεται ή παραμένει σταθερή; Δικαιολόγησε την απάντησή σου»). Η τρίτη ερώτηση (ερώτηση 3), στοχεύει στη διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να συγκρίνουν τάσεις στα δεδομένα του πίνακα και να αιτιολογούν την απάντησή τους

(ανάμεσα σε ποιους μήνες η μέση θερμοκρασία του νερού στο Κέιπ Τάουν μεταβάλλεται (δηλαδή αυξάνεται ή ελαττώνεται) όπως στη Ρόδο από τον Ιανουάριο μέχρι τον Αύγουστο; Δικαιολόγησε την απάντησή σου»).

Οι απαντήσεις των μαθητών και οι αιτιολογήσεις τους στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ταξινομήθηκαν σε τρία επίπεδα (επίπεδο 0, 1 και 2). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα τρία επίπεδα τόσο για τις απαντήσεις όσο και για τις αιτιολογήσεις των μαθητών.

Πίνακας 1: ταξινόμηση σε επίπεδα των απαντήσεων και των αιτιολογήσεων των μαθητών.

Κατηγορία	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Απάντηση μαθητή	Δεν προτείνει απάντηση ή προτείνει μια ανακριβή απάντηση.	Προτείνει μια ακριβή αλλά ελλιπή απάντηση.	Προτείνει μια ακριβή και πλήρη απάντηση.
Αιτιολόγηση μαθητή	Δεν παρέχει αιτιολόγηση με στοιχεία ή παρέχει μόνο ακατάλληλα στοιχεία (στοιχεία που δεν υποστηρίζουν την απάντηση).	Παρέχει αιτιολόγηση με κατάλληλα αλλά ανεπαρκή στοιχεία για να υποστηριχθεί η απάντηση.	Παρέχει αιτιολόγηση με κατάλληλα και επαρκή στοιχεία για να υποστηριχθεί η απάντηση.

Προκειμένου να διερευνηθεί η εξέλιξη της ικανότητας των μαθητών να ερμηνεύουν πίνακες, έγινε καταγραφή και στη συνέχεια σύγκριση των συχνοτήτων εμφάνισης των επιπέδων των απαντήσεων και των αιτιολογήσεων των μαθητών σε κάθε μία από τις ερωτήσεις ανά τάξη φοίτησης των μαθητών. Η διερεύνηση της συσχέτισης ανάμεσα στις απαντήσεις και στις αιτιολογήσεις των μαθητών, και στις τάξεις φοίτησής τους πραγματοποιήθηκε με βάση το τεστ χ^2 . Ο καθορισμός και η ερμηνεία των συσχετίσεων βασίστηκε στις τιμές του χ^2 και των τυποποιημένων υπολοίπων (Erickson & Nosanchuk 1985, Blalock 1987). Έτσι, στους πίνακες συνάφειας παρουσιάζονται οι ακόλουθες τιμές: (α) οι παρατηρούμενες τιμές, (β) τα τυποποιημένα υπόλοιπα (εντός αγκυλών) και (γ) ένα πρόσημο (+, -) που δηλώνει κατά πόσο οι παρατηρούμενες τιμές είναι μεγαλύτερες (+) ή μικρότερες (-) από τις αναμενόμενες τιμές.

Αποτελέσματα

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων αρθρώνεται σε τρεις άξονες. Ο πρώτος άξονας αναφέρεται στην ικανότητά των μαθητών να εξάγουν πληροφορίες από ένα πίνακα. Ο δεύτερος άξονας επικεντρώνεται στην ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν μια τάση σε δεδομένα ενός πίνακα και να αιτιολογούν την απάντησή τους. Ο τρίτος άξονας εστιάζεται στην ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν τάσεις στα δεδομένα του πίνακα και να αιτιολογούν την απάντησή τους.

Εξαγωγή πληροφοριών από πίνακα

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση 1 -που εστιάζεται στην ικανότητα των μαθητών να εξάγουν πληροφορίες από ένα πίνακα δεδομένων- κατατάχθηκαν σε τρία επίπεδα και αποτυπώθηκε η συχνότητα εμφάνισης κάθε επιπέδου (βλ. Πίνακα 2).

**Πίνακας 2:** Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 1: συχνότητες (N, N%)

Απαντήσεις στην ερώτηση 1	Μαθητές ΣΤ' Δημοτικού		Μαθητές Β' Γυμνασίου		Μαθητές Β' Λυκείου	
	N	N%	N	N%	N	N%
Επίπεδο 0	6	15,4	1	2,5	2	4,5
Επίπεδο 1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Επίπεδο 2	33	84,6	39	97,5	42	95,5
Σύνολο	39	100	40	100	44	100

Από τον Πίνακα 2 διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων των μαθητών και των τριών τάξεων ανήκει στο επίπεδο 2 (ενδεικτική απάντηση μαθητή: «η μέση θερμοκρασία του νερού τον Μάρτιο στη Ρόδο είναι 21°C»). Είναι ιδιαίτερα μικρότερο το ποσοστό των απαντήσεων των μαθητών που ανήκουν στο επίπεδο 0 (ενδεικτική απάντηση μαθητή: «η θερμοκρασία είναι 23°C»). Τέλος, δεν εντοπίζονται απαντήσεις μαθητών που να ανήκουν στο επίπεδο 1.

Αναγνώριση τάσης σε ένα τμήμα δεδομένων ενός πίνακα

Από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 2 (βλ. Πίνακα 3) -που επικεντρώνεται στην ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν τάσεις στα δεδομένα ενός πίνακα- προκύπτει ότι το επίπεδο 2 είναι δημοφιλέστερο (ενδεικτική απάντηση μαθητή: «η μέση θερμοκρασία του νερού ελαττώνεται») συγκρινόμενο με το επίπεδο 0 (ενδεικτική απάντηση μαθητή: «η θερμοκρασία αυξάνεται»).

Πίνακας 3: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 2: συχνότητες (N, N%)

Απαντήσεις στην ερώτηση 2	Μαθητές ΣΤ' Δημοτικού		Μαθητές Β' Γυμνασίου		Μαθητές Β' Λυκείου	
	N	N%	N	N%	N	N%
Επίπεδο 0	8	27,6	9	22,5	5	11,4
Επίπεδο 1	2	2,0	0	0,0	0	0,0
Επίπεδο 2	29	74,4	31	77,5	39	88,6
Σύνολο	39	100	40	100	44	100

Επιπλέον, δεν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 2 και στις τάξεις φοίτησής τους [$\chi^2 = 2,0400$, $df = 2$, $p=0,3606$] (βλ. Πίνακα 4).

Πίνακας 4: Οι συχνότητες εμφάνισης των επιπέδων των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 2 ανά τάξη φοίτησης και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα

Απαντήσεις στην ερώτηση 2	Μαθητές ΣΤ' Δημοτικού	Μαθητές Β' Γυμνασίου	Μαθητές Β' Λυκείου
Επίπεδο 0	8 [0,39] +	9 [0,69] +	5 [1,02] -
Επίπεδα 1 & 2	31 [0,18] -	31 [0,32] -	39 [0,48] +

Από την ανάλυση των αιτιολογήσεων των μαθητών στην ερώτηση 2 (βλ. Πίνακα 5), προκύπτει ότι για τους μαθητές της ΣΤ' Δημοτικού και της Β' Λυκείου τα δημοφιλέστερα επίπεδα είναι το επίπεδο 0 (ενδεικτική απάντηση μαθητή: «γιατί είναι καλοκαίρι») και το επίπεδο 2 (ενδεικτική

απάντηση μαθητή: «η θερμοκρασία από 30°C που ήταν τον Ιανουάριο ελαττώνεται μήνα με το μήνα σε 16°C τον Ιούλιο») συγκρινόμενα με το επίπεδο 1 (ενδεικτική απάντηση μαθητή: «φαίνεται από τον πίνακα ότι ελαττώνεται»). Όμως, στους μαθητές της Β΄ Γυμνασίου κυριαρχούν τα επίπεδα 0 και 1.

Πίνακας 5: Τα επίπεδα αιτιολογήσεων των μαθητών στην ερώτηση 2: συχνότητες (N, N%)

Αιτιολογήσεις στην ερώτηση 2	Μαθητές ΣΤ΄ Δημοτικού		Μαθητές Β΄ Γυμνασίου		Μαθητές Β΄ Λυκείου	
	N	N%	N	N%	N	N%
Επίπεδο 0	15	38,5	18	45,0	15	34,1
Επίπεδο 1	7	17,9	14	35,0	8	18,2
Επίπεδο 2	17	43,6	8	20,0	21	47,7
Σύνολο	39	100	40	100	44	100

Επιπρόσθετα, δεν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των αιτιολογήσεων των μαθητών στην ερώτηση 2 και στις τάξεις φοίτησής τους [$\chi^2 = 1,0600$, $df = 2$, $p=0,5886$] (βλ. Πίνακα 6).

Πίνακας 6: Οι συχνότητες εμφάνισης των επιπέδων των αιτιολογήσεων των μαθητών στην ερώτηση 2 ανά τάξη φοίτησης και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα

Αιτιολογήσεις στην ερώτηση 2	Μαθητές ΣΤ΄ Δημοτικού	Μαθητές Β΄ Γυμνασίου	Μαθητές Β΄ Λυκείου
Επίπεδο 0	15 [0,06] +	18 [0,60] +	15 [0,52] -
Επίπεδα 1 & 2	24 [0,05] +	22 [0,48] -	29 [0,42] +

Σύγκριση τάσεων στα δεδομένα ενός πίνακα

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση 3 -που αφορά στην ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν τάσεις στα δεδομένα ενός πίνακα- κατατάχθηκαν σε τρία επίπεδα και αποτυπώθηκε η συχνότητα εμφάνισης κάθε επιπέδου (βλ. Πίνακα 7).

Πίνακας 7: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 3: συχνότητες (N, N%)

Απαντήσεις στην ερώτηση 3	Μαθητές ΣΤ΄ Δημοτικού		Μαθητές Β΄ Γυμνασίου		Μαθητές Β΄ Λυκείου	
	N	N%	N	N%	N	N%
Επίπεδο 0	23	59,0	21	52,5	24	54,5
Επίπεδο 1	3	7,7	14	35,0	7	15,9
Επίπεδο 2	13	33,3	5	12,5	13	29,6
Σύνολο	39	100	40	100	44	100

Από τον Πίνακα 7 διαπιστώνεται ότι πάνω από τις μισές απαντήσεις κατατάσσονται στο επίπεδο 0. Είναι σχετικά μικρότερο το ποσοστό των απαντήσεων των μαθητών που ανήκει είτε στο επίπεδο 2 (ενδεικτική απάντηση μαθητή: «η θερμοκρασία μεταβάλλεται με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή αυξάνεται, ανάμεσα στον Ιούλιο και το Δεκέμβριο») είτε στο επίπεδο 1 όπου οι μαθητές προτείνουν ένα ελλιπές εύρος της ζητούμενης χρονικής περιόδου (ενδεικτική απάντηση μαθητή: «από το Σεπτέμβριο μέχρι τον Δεκέμβριο»).

**Πίνακας 8:** Οι συχνότητες εμφάνισης των επιπέδων των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 3 ανά τάξη φοίτησης και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα

Απαντήσεις στην ερώτηση 2	Μαθητές ΣΤ' Δημοτικού	Μαθητές Β' Γυμνασίου	Μαθητές Β' Λυκείου
Επίπεδο 0	23 [0,31] +	21 [0,24] -	24 [0,07] -
Επίπεδα 1 & 2	16 [0,34] -	19 [0,26] +	20 [0,07] +

Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 3 και στις τάξεις φοίτησής τους [$x^2 = 0,3500$, $df = 2$, $p=0,8395$] (βλ. Πίνακα 8).

Πίνακας 9: Τα επίπεδα αιτιολογήσεων των μαθητών στην ερώτηση 3: συχνότητες (N, N%)

Αιτιολογήσεις στην ερώτηση 3	Μαθητές ΣΤ' Δημοτικού		Μαθητές Β' Γυμνασίου		Μαθητές Β' Λυκείου	
	N	N%	N	N%	N	N%
Επίπεδο 0	30	76,9	32	80,0	37	84,1
Επίπεδο 1	9	23,1	4	10,0	3	6,8
Επίπεδο 2	0	0,0	4	10,0	4	9,1
Σύνολο	39	100	40	100	44	100

Αναφορικά με τις αιτιολογήσεις των μαθητών στην ερώτηση 2 (βλ. Πίνακα 9), προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό τους ανήκει στο επίπεδο 0 (ενδεικτική απάντηση μαθητή: «η απάντησή μου στηρίζεται στην παρατήρηση του παραπάνω πίνακα»). Είναι συγκριτικά μικρότερο το ποσοστό των αιτιολογήσεων των μαθητών που κατατάσσονται στο επίπεδο 2. Οι μαθητές αυτοί παρέχουν αιτιολόγηση με κατάλληλα και επαρκή στοιχεία (ενδεικτική απάντηση μαθητή: «στη Ρόδο η θερμοκρασία αυξάνεται. Στο Κέιπ Τάουν όμως η αύξηση αυτή γίνεται από τον Ιούλιο (16°C) έως και τον Δεκέμβριο (30°C)»). Τέλος, είναι ιδιαίτερα περιορισμένο το ποσοστό των αιτιολογήσεων των μαθητών που ανήκει στο επίπεδο 1. Οι μαθητές αυτοί παρέχουν αιτιολόγηση με κατάλληλα αλλά ανεπαρκή στοιχεία (ενδεικτική απάντηση μαθητή: «στον πίνακα φαίνεται ότι η θερμοκρασία αυξάνεται με τον ίδιο τρόπο από τους μήνες Μάιο μέχρι και Δεκέμβρη»).

Πίνακας 10: Οι συχνότητες εμφάνισης των επιπέδων των αιτιολογήσεων των μαθητών στην ερώτηση 3 ανά τάξη φοίτησης και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα

Αιτιολογήσεις στην ερώτηση 3	Μαθητές ΣΤ' Δημοτικού	Μαθητές Β' Γυμνασίου	Μαθητές Β' Λυκείου
Επίπεδο 0	30 [0,25] -	32 [0,03] -	37 [0,27] +
Επίπεδα 1 & 2	9 [0,50] +	8 [0,07] +	7 [0,54] -

Ακόμη, προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των αιτιολογήσεων των μαθητών στην ερώτηση 3 και στις τάξεις φοίτησής τους [$x^2 = 0,6900$, $df = 2$, $p=0,7082$] (βλ. Πίνακα 10).

Συμπεράσματα

Αναφορικά με το ζήτημα της εξαγωγής πληροφοριών από τα δεδομένα ενός πίνακα, διαπιστώθηκε ότι, σχεδόν όλοι οι μαθητές έχουν αναπτύξει την ικανότητα να εξάγουν πληροφορίες από πίνακα δεδομένων. Σχετικά με το ζήτημα της αναγνώρισης τάσεων στα δεδομένα ενός πίνακα, διαπιστώθηκε ότι πάνω από τα τρία τέταρτα των μαθητών έχουν αναπτύξει την ικανότητα να αναγνωρίζουν τάσεις στα δεδομένα ενός πίνακα. Όμως, οι μισοί σχεδόν μαθητές δεν αιτιολογούν την απάντησή τους ή παρέχουν στοιχεία που δεν υποστηρίζουν την απάντησή τους. Σε ότι αφορά το ζήτημα της σύγκρισης τάσεων στα δεδομένα ενός πίνακα οι μισοί μαθητές αποτυγχάνουν να απαντήσουν. Είναι περιορισμένος ο αριθμός των μαθητών (σχεδόν δύο στους δέκα) που απαντούν με ακρίβεια και επάρκεια. Ιδιαίτερα περιορισμένος είναι και ο αριθμός των μαθητών που αιτιολογούν επαρκώς την απάντησή τους, ενώ οι περισσότεροι μαθητές (σχεδόν οκτώ στους δέκα) δεν παρέχουν αιτιολόγηση ή αιτιολογούν με ακατάλληλα στοιχεία την απάντησή τους.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας καταδεικνύουν ότι η ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν τάσεις στα δεδομένα ενός πίνακα είναι λιγότερο αναπτυγμένη σε σχέση με την ικανότητά τους να αναγνωρίζουν τάσεις στα δεδομένα του πίνακα. Παράλληλα, η ικανότητα αιτιολόγησης των απαντήσεών τους είναι ιδιαίτερα περιορισμένη.

Επιπρόσθετα, προέκυψε ότι δεν διαφοροποιούνται σημαντικά οι απαντήσεις και οι αιτιολογήσεις των μαθητών, σε ζητήματα ερμηνείας δεδομένων που παρουσιάζονται σε πίνακες, καθώς οι μαθητές «μεταβαίνουν» από το Δημοτικό προς το Λύκειο. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι η διδασκαλία δεν επιδρά στην ικανότητα των μαθητών να εξάγουν πληροφορίες, να αναγνωρίζουν και να συγκρίνουν τάσεις στα δεδομένα ενός πίνακα, καθώς επίσης και στην ικανότητά τους να αιτιολογούν τις απαντήσεις τους.

Τα παραπάνω ευρήματα αυτής της εργασίας είναι δυνατόν να αποδοθούν στην καθημερινή σχολική πρακτική -που εστιάζεται στην απλή παρουσίαση γεγονότων όπου οι μαθητές οφείλουν να απομνημονεύσουν χωρίς να εμπλέκονται με διαδικασίες συλλογής δεδομένων, παρουσίασης τους σε πίνακες, ερμηνείας των δεδομένων και εξαγωγής συμπερασμάτων- και στην έλλειψη αντίστοιχων δραστηριοτήτων στα σχολικά βιβλία Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού, του Γυμνασίου και του Λυκείου.

Με στόχο την ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να ερμηνεύουν δεδομένα που παρουσιάζονται σε πίνακες, κρίνεται αναγκαία η διαμόρφωση διδακτικών παρεμβάσεων στις οποίες θα παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να συλλέγουν δεδομένα, να συγκροτούν πίνακες για την παρουσίαση των δεδομένων, να εξάγουν πληροφορίες, να αναγνωρίζουν και να συγκρίνουν τάσεις στα δεδομένα των συγκεκριμένων πινάκων (Wu & Krajcik 2006). Επιπρόσθετα, προκειμένου να βελτιωθεί η ικανότητα των μαθητών να αιτιολογούν με επάρκεια τις απαντήσεις τους, είναι απαραίτητη η συγκρότηση διδακτικών παρεμβάσεων που να δίνουν ευκαιρίες στους μαθητές να διατυπώνουν ισχυρισμούς, να υποστηρίζουν τους ισχυρισμούς τους με αποδείξεις και να συνδέουν τους ισχυρισμούς με τις αποδείξεις (McNeill, Lizotte, Krajcik & Marx 2006). Ωστόσο απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να διαπιστωθεί η επίδραση ορισμένων χαρακτηριστικών αυτών των διδασκαλιών στις απαντήσεις και τις αιτιολογήσεις των μαθητών σχετικά με την ερμηνεία δεδομένων. Η έρευνα αυτή θα επιτρέψει τη δημιουργία διδακτικού υλικού που να πριμοδοτεί την ικανότητα των μαθητών να ερμηνεύουν με ακρίβεια και επάρκεια δεδομένα που παρουσιάζονται σε πίνακες.



Παράρτημα

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις θερμοκρασίες μιας ποσότητας νερού που βρίσκεται μέσα σε ένα ποτήρι σε δύο σχολικές τάξεις στη Ρόδο της Ελλάδας και στο Κέιπ Τάουν της Νότιας Αφρικής το μεσημέρι (παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των θερμοκρασιών για κάθε μήνα).

Μήνας	Μέση Θερμοκρασία νερού στη Ρόδο (°C)	Μέση Θερμοκρασία νερού στο Κέιπ Τάουν (°C)
Ιανουάριος	16	30
Φεβρουάριος	20	27
Μάρτιος	21	24
Απρίλιος	24	21
Μάιος	26	18
Ιούνιος	28	17
Ιούλιος	30	16
Αύγουστος	33	17
Σεπτέμβριος	32	19
Οκτώβριος	29	24
Νοέμβριος	24	27
Δεκέμβριος	20	30

Ερώτηση 1: Ποια είναι η μέση θερμοκρασία του νερού τον Μάρτιο στη Ρόδο;

Ερώτηση 2: Από τον Ιανουάριο μέχρι τον Ιούλιο η μέση θερμοκρασία του νερού στο Κέιπ Τάουν αυξάνεται, ελαττώνεται ή παραμένει σταθερή; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

Ερώτηση 3: Ανάμεσα σε ποιους μήνες η μέση θερμοκρασία του νερού στο Κέιπ Τάουν μεταβάλλεται (δηλαδή αυξάνεται ή ελαττώνεται) όπως στη Ρόδο από τον Ιανουάριο μέχρι τον Αύγουστο; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

Βιβλιογραφία

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for Science literacy*. New York: Oxford University Press.

Blalock, H. M. (1987). *Social statistics*, Singapore: McGraw-Hill.

Erickson, B. & Nosanchuk, T. (1985). *Understanding data*. Milton Keynes: Open University Press.

Guthrie, J. T, Weber, S., & Kimmerly, N. (1993). Searching documents: Cognitive process and deficits in understanding graphs, tables, and illustrations. *Contemporary Educational Psychology*, 18, 186-221.

Jeong, H., Songer, N. B. & Lee, S. (2007). Evidentiary competence: Sixth graders' understanding for gathering and interpreting evidence in scientific investigations. *Research in Science Education*, 37, 75-97.

Lemke, J. (1998). Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In J. R. Martin & R. Vell (Eds.), *Reading science: Critical and functional perspectives on discourses of science* (pp. 87–113). New York: Routledge.

McNeill, K. L., Lizotte, D. J, Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.

National Research Council. (1996). National science education standards, Washington, DC: National Academy Press.

Wainer, H. (1992). Understanding graphs and tables. *Educational Researcher*, 21, 14–23.

Wu, H., & Krajcik, J. S. (2006). Inscriptional Practices in Two Inquiry-Based Classrooms: A Case Study of Seventh Graders' Use of Data Tables and Graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 63–96.