

# Οπτικές Αναπαραστάσεις Δικτύων Επικοινωνιών σε Διδακτικά Εγχειρίδια Πληροφορικής

Ιωάννης Μπερδούσης<sup>1</sup>, Βασιλική Σπηλιωτοπούλου<sup>2</sup>  
[i.berdousis@aegean.gr](mailto:i.berdousis@aegean.gr), [spiliot@otenet.gr](mailto:spiliot@otenet.gr)

<sup>1,2</sup> Παιδαγωγικό Τμήμα, Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (ΑΣΠΑΙΤΕ), Πάτρα

## Περίληψη

Οι οπτικές αναπαραστάσεις (ο.α.) (εικόνες, διαγράμματα, πίνακες, σκίτσα) στα σχολικά εγχειρίδια εξαιτίας της εξέχουσας και περιοπτης θέσης τους, μπορούν να βοηθήσουν και να εξυπηρετήσουν την διδακτική - μαθησιακή διαδικασία και να οδηγήσουν τους μαθητές στην κατανόηση, την απόκτηση και την αφομοίωση της επιστημονικής γνώσης, των τεχνολογικών διαδικασιών και των επιστημονικών οντοτήτων και εννοιών. Στη συγκεκριμένη εργασία μελετώνται 113 ο.α. δικτύων επικοινωνιών σε ενότητες 4 σχολικών εγχειριδίων Πληροφορικής. Για τη μελέτη των ο.α. υιοθετήθηκε η επαγωγική ανάλυση περιεχομένου. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φαίνεται πως οι ο.α. δικτύων επικοινωνιών εμφανίζονται αρκετά συχνά στα εγχειρίδια Πληροφορικής και μπορούν να αναλυθούν σε δύο διαστάσεις, δηλ, ως προς την *idia* την ο.α. και ως προς το *τι αναπαριστά* η ο.α. Η επιμέρους ανάλυση των δύο αυτών διαστάσεων συζητείται στη συγκεκριμένη εργασία, ενώ τα τελικά αποτελέσματα της κατηγοριοποίησης των ο.α. έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και το ζήτημα της ουσιαστικής αξιοποίησής τους από τον εκπαιδευτικό στη σχολική τάξη παίζει σημαντικό ρόλο.

**Λέξεις κλειδιά:** Σχολικά Εγχειρίδια, Δίκτυα Επικοινωνιών, Οπτικές Αναπαραστάσεις

## Εισαγωγή

Η σημασία του διδακτικού υλικού στη μάθηση των μαθητών σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης έχει ενδιαφέρον τόσο σε διδακτικό όσο και σε ερευνητικό επίπεδο. Υπό το πρίσμα της συμμετοχικής (participatory) μάθησης σε μια εγκαθιδρυμένη πρακτική, τα εργαλεία και η χρήση τους σε αυτή την πρακτική θεωρούνται αυτόνομα πρωτογενή αντικείμενα μελέτης (Sfard & McClain, 2002). Τα διδακτικά εγχειρίδια στην ελληνική πραγματικότητα, αλλά και σε πολλές άλλες χώρες, αποτελούν το κύριο διδακτικό μέσο για τη διενέργεια της διδασκαλίας και της μάθησης. Μέσα από το κείμενο και τις οπτικές αναπαραστάσεις (ο.α.) ο μαθητής προσεγγίζει το περιεχόμενο και το εννοιολογικό πεδίο του κάθε μαθήματος. Η ανάπτυξη των τεχνολογιών των πληροφοριών και των επικοινωνιών έχουν διευκολύνει την αξιοποίηση οπτικού υλικού στα σχολικά βιβλία (Schnotz, 2002), αλλά και τον συνδυασμό του με το κείμενο, ενώ στη συνεργασία κειμένου και εικόνας έχει αποδοθεί ιδιαίτερη σημασία αναφορικά με τη σημασία της στη μάθηση (Patrick, Carter, & Wiebe, 2005).

Οι ο.α. έχουν αποτελέσει αντικείμενο ερευνητικού ενδιαφέροντος τα τελευταία χρόνια και ο ρόλος τους στα σχολικά εγχειρίδια έχει μελετηθεί σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα. Ταξινομήσεις των λειτουργιών των εικόνων και του πώς υποστηρίζουν το κείμενο έχουν αναπτυχθεί αρκετά χρόνια πριν (Levin, 1981), ενώ οι Pozzer & Roth (2003) ταξινόμησαν όλη την εικονογράφηση των σχολικών βιβλίων της Βιολογίας σε ένα φάσμα από λιγότερο σε περισσότερο αφαιρετικές αναπαραστάσεις, περιλαμβάνοντας φωτογραφίες, νατουραλιστικά σχέδια, χάρτες και διαγράμματα, γραφήματα και πίνακες και εξισώσεις. Οι ο.α. του διαδικτύου στα ελληνικά σχολικά βιβλία της Πληροφορικής έχουν μελετηθεί και ένα σύστημα κατηγοριών έχει αναπτυχθεί για την ανάλυσή του (Spiliotopoulou et al, 2009). Η

Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.), *Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο, 3-5 Οκτωβρίου 2014.

ανάλυση που προτείνεται αφορά αφενός μεν την ο.α. αυτή καθεαυτή ως προς τον τύπο της και τη λεξάντα της και αφετέρου την σχέση της με το κείμενο. Στη δεύτερη αυτή συνιστώσα οι ο.α. κατηγοριοποιούνται αναφορικά με το εννοιολογικό τους επίπεδο, τη διδακτική τους λειτουργία και την τοποθέτησή τους αναφορικά με το κείμενο. Τα ευρήματα της έρευνας αυτής υποδηλώνουν ότι για μια έννοια, όπως του διαδικτύου, η οποία είναι αφηρημένη και αόρατη, η έμφαση δίνεται σε διακοσμητικές και απεικονιστικές αναπαραστάσεις, σε ενημέρωση για εφαρμογές του διαδικτύου, χωρίς όμως να δίνεται στον μαθητή η δυνατότητα να εμβαθύνει. Παρόμοια έννοια με το διαδίκτυο είναι και η έννοια του δικτύου υπολογιστών, η οποία καλύπτεται σε σημαντικό μέρος του αναλυτικού προγράμματος της Πληροφορικής στα σχολεία. Είναι έννοια με ισχυρά οντολογικά χαρακτηριστικά, αλλά και με μεγάλη εφαρμοσιμότητα σε τεχνολογικές εφαρμογές. Οι ο.α. των δικτύων στα σχολικά εγχειρίδια μελετώνται σε αυτή την μελέτη. Η αναζήτηση αυτή έγινε και με βάση την παρατήρηση ότι οι περισσότερες κατηγοριοποιήσεις μέχρι τώρα είναι αποπλαισιωμένες, δηλ. είναι γενικές και δεν συνδέονται με το συγκεκριμένο εννοιολογικό πεδίο. Όμως, τόσο το περιεχόμενο των ο.α., όσο και το πλαίσιο τους, αλλά και άλλα χαρακτηριστικά τους φαίνεται να επηρεάζουν την κατανόηση των μαθητών και τη γνώση που δημιουργούν, ενώ εικόνες που αποβλέπουν στην συναισθηματική κινητοποίηση των μαθητών δεν έχουν κάποια επίδραση (Park & Lim, 2007). Πιο συγκεκριμένα, τα ερωτήματα που εξετάζονται στην παρούσα έρευνα διαμορφώνονται και διατυπώνονται ως ακολούθως:

- Πώς αναπαριστάται η έννοια του δικτύου στα διδακτικά εγχειρίδια Πληροφορικής της Β/θμιας εκπαίδευσης;
- Μπορεί η ανάλυση των οπτικών αναπαραστάσεων να γίνει και με βάση το εννοιολογικό περιεχόμενό τους;
- Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των ο.α. για τα δίκτυα και ποια η σημασία τους για τη μάθηση και τη διδασκαλία;

### Μεθοδολογία

Στη συγκεκριμένη εργασία μελετώνται οι ο.α. των δικτύων επικοινωνιών σε σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής. Συγκεκριμένα αναλύονται οι ο.α. που σχετίζονται με τα δίκτυα υπολογιστών των ακόλουθων διδακτικών εγχειριδίων: α) «Πληροφορική» Α' Γυμνασίου, Ενότητα 4: Γνωριμία με το διαδίκτυο και τις υπηρεσίες του, σελ 73-93, β) «Πληροφορική» Β' Γυμνασίου, Ενότητα 1: Γνωρίζω τον υπολογιστή ως ενιαίο σύστημα, κεφάλαιο 4: Δίκτυα Υπολογιστών, σελ 120-126, γ) «Εφαρμογές Πληροφορικής Υπολογιστών» Β' Λυκείου, Κεφάλαιο 12: Επικοινωνίες δίκτυα διαδίκτυο και ιστοσελίδες, σελ 357-400 και «Βασικές Υπηρεσίες Διαδικτύου» ΕΠΑΛ, Ενότητα 1: Δικτυακή τεχνολογία και Διαδίκτυο, σελ 11-58.

Για την ανάλυση των ο.α. υιοθετήθηκε η ποιοτική επαγωγική ανάλυση περιεχομένου (Mayring, 2000). Σύμφωνα με αυτήν, ένας από τους κύριους στόχους είναι να εντοπιστούν χαρακτηριστικά των δεδομένων και να αναπτυχθούν ιδιογραφικές κατηγορίες ανάλυσης όσο πιο κοντά στα δεδομένα. Στην επαγωγική ανάπτυξη κατηγοριών, δεν χρησιμοποιούνται έτοιμα εργαλεία ανάλυσης, αλλά διατυπώνονται τα κριτήρια της ανάλυσης από τον ερευνητή προσαρμοσμένα στο συγκεκριμένο, υπό μελέτη, υλικό. Στη συγκεκριμένη εργασία ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: αρχικά καταγράφηκαν όλες οι ο.α. των υπό μελέτη εγχειριδίων και επισημάνθηκαν διάφορα χαρακτηριστικά τους. Δύο κύριες διαστάσεις προσδιορίστηκαν για την ανάλυση: η μια διάσταση εξετάζει το περιεχόμενο της ο.α. και η άλλη τα γενικότερα χαρακτηριστικά της. Στη συνέχεια καθορίστηκαν τα επίπεδα ανάλυσης και διαμορφώθηκαν οι επιμέρους κατηγορίες. Μέσα από την ανάλυση κάθε ο.α. και με βάση το σύστημα κατηγοριών που είχε αρχικά διαμορφωθεί έγινε η ταξινόμησή τους.

Η διαδικασία αυτή οδήγησε σε αναθεώρηση ορισμένων κατηγοριών και στη διατύπωση νέων. Το οριστικό πλαίσιο ανάλυσης διαμορφώθηκε, μετά την ολοκλήρωση της υπαγωγής στο ήμισυ περίπου των ο.α, και ακολούθησε η τελική κατηγοριοποίηση και η ανάλυση των αποτελεσμάτων. Για την αξιοπιστία των κατηγοριών, δυο ερευνητές συμμετείχαν στον προσδιορισμό του τελικού σχήματος μέσα από την ταξινόμηση ο.α.: ένας Μηχανικός Η/Υ, μελλοντικός εκπαιδευτικός και μια ειδική στη Διδακτική των Θετικών Επιστημών και της Τεχνολογίας.

Τόσο κατά την ανάλυση, όσο και για την παρουσίαση έχει χρησιμοποιηθεί η τεχνική του συστημικού δικτύου (Bliss et al., 1983). Οι δύο συμβολισμοί (I) και (II) των συστημικών δικτύων, που χρησιμοποιούνται, αντιστοιχεί ο μεν πρώτος (I) στον λογικό σύνδεσμο “και”, ο δε δεύτερος στον “ή”. Ο λογικός σύνδεσμος “ή” αναφέρεται στην περίπτωση των αμοιβαία αποκλειόμενων κατηγοριών ορισμένων επιπέδων ανάλυσης, με αποτέλεσμα την υποχρεωτική υπαγωγή των ο.α. μόνο σε μία κατηγορία των επιπέδων αυτών ανάλυσης, ενώ ο λογικός σύνδεσμος “και” στην περίπτωση των μη αμοιβαία αποκλειόμενων κατηγοριών,

## Ανάλυση

Τα κριτήρια, στα οποία βασίστηκε η ανάλυση των ο.α. που σχετίζονται με τα δίκτυα επικοινωνιών, ακολούθησαν τις δυο βασικές διαστάσεις που προσδιορίστηκαν. Η πρώτη αφορά το **τι αναπαριστά** η ο.α και η δεύτερη αφορά την **ίδια** τη φύση της ο.α. Το ανεπτυγμένο σχήμα κατηγοριοποίησης παρουσιάζεται με τη μορφή συστημικού δικτύου στο Σχήμα 1. Αναλυτικότερα ως προς την πρώτη διάσταση κάθε ο.α. αναλύεται ως προς το αν αναπαριστά:

(α) **Στοιχεία**, και αναλυτικότερα αν τα στοιχεία χαρακτηρίζονται ως **λειτουργικά** ή **δομικά**. Οι ο.α. που κατηγοριοποιούνται στα δομικά στοιχεία αφορούν τα ουσιαστικά, κυρίως άυλα στοιχεία των δικτύων, για παράδειγμα τα σήματα. Οι ο.α. που κατηγοριοποιούνται στα λειτουργικά στοιχεία σχετίζονται με τα μέρη και τις συσκευές που χρησιμοποιούνται για να δομηθεί ένα δίκτυο (υπολογιστές, κάρτες δικτύων, κτλ).

(β) **Δομή**, που αφορά είτε την **τοπολογία**, είτε την **αρχιτεκτονική** του δικτύου. Η τοπολογία αφορά τη μορφή της σύνδεσης μεταξύ των κόμβων ενός δικτύου, ενώ η αρχιτεκτονική αφορά τα πρωτόκολλα επικοινωνίας.

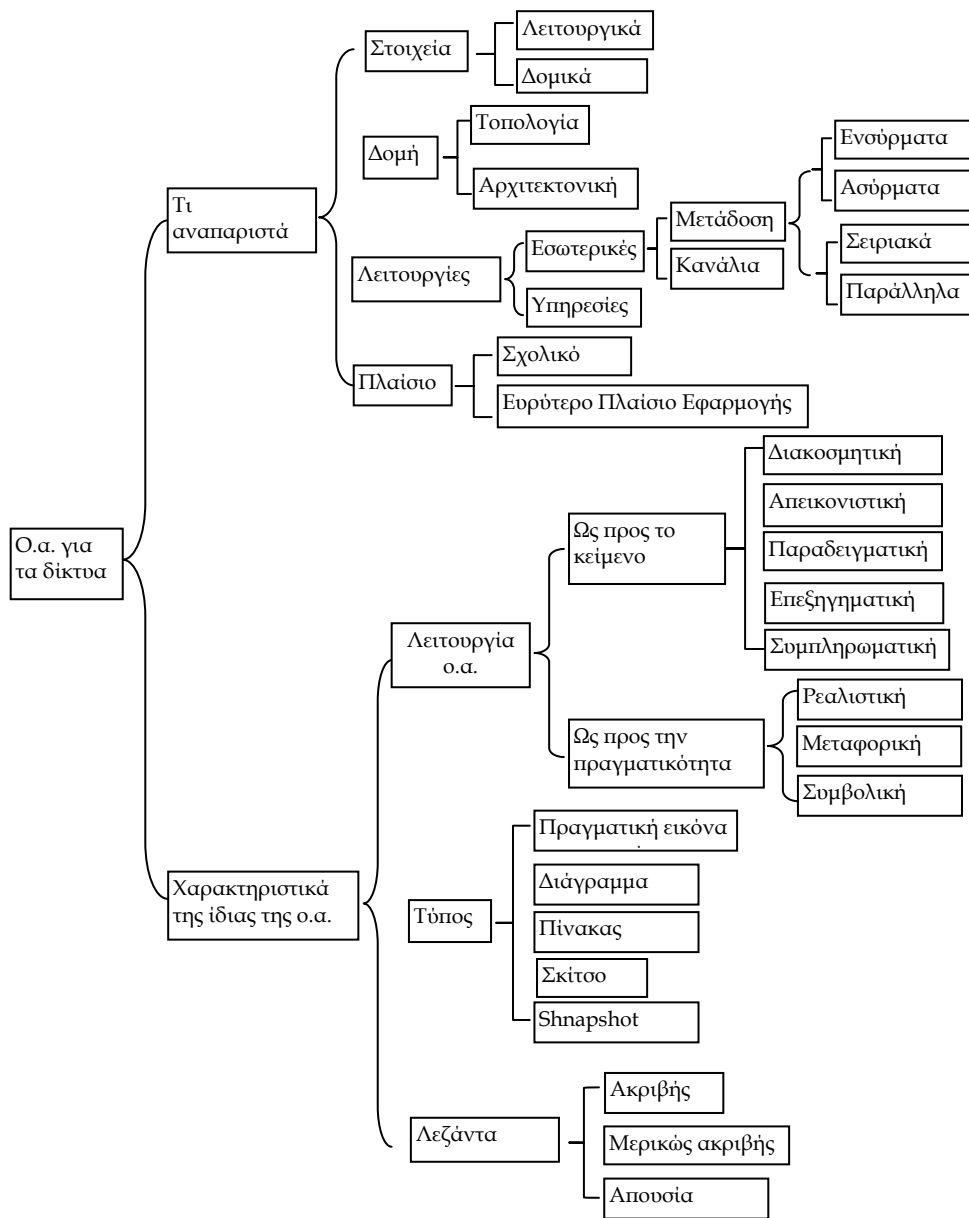
(γ) **Λειτουργίες**, που διακρίνονται σε **εσωτερικές** ή **υπηρεσίες**. Οι εσωτερικές λειτουργίες αφορούν μετάδοση σήματος και κανάλια επικοινωνίας, ενώ η μετάδοση σήματος μπορεί να αναφέρεται σε ενσύρματη ή ασύρματη, καθώς και σε σειριακή ή παράλληλη. Η μετάδοση σήματος αφορά ο.α. που δείχνουν τον τρόπο που μεταφέρεται το σήμα σε ένα δίκτυο, που μπορεί να γίνεται μέσω καλωδίων, ή μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Η μετάδοση αυτή της πληροφορίας μπορεί να γίνεται με τη διαδοχική αποστολή των bit, ή με την ταυτόχρονη μετάδοση ενός αριθμού bit.

(δ) **Πλαίσιο**, που διακρίνεται σε **σχολικό** ή **ευρύτερο** πλαίσιο εφαρμογής. Το σχολικό πλαίσιο αφορά ο.α. που έχουν δημιουργηθεί αποκλειστικά για σχολική χρήση και στόχο έχουν να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν έννοιες, καταστάσεις και οντότητες των δικτύων. Το ευρύτερο πλαίσιο εφαρμογής αφορά ο.α. που απεικονίζουν δίκτυα επικοινωνιών σε διάφορες πραγματικές καταστάσεις που βρίσκουν αυτά εφαρμογή.

Όσον αφορά στα χαρακτηριστικά της ίδιας της ο.α., οι ο.α. αναλύονται ως προς:

(α) τη **Λειτουργία** της ο.α.. Πιο συγκεκριμένα εξετάζεται αν είναι **Διακοσμητική** ή **Απεικονιστική** ή **Παραδειγματική** ή **Επεξηγηματική** ή **Οργανωτική** ή **Συμπληρωματική**. Ακόμα μια ο.α. μπορεί να είναι **Ρεαλιστική** ή **Συμβολική** ή **Μεταφορική**. Διακοσμητικές είναι οι ο.α. που απλά διακοσμούν τη σελίδα, έχοντας μικρή ή καθόλου σχέση με το περιεχόμενο του

κειμένου. Απεικονιστικές είναι οι ο.α. που αναπαριστούν μέρος ή ολόκληρο το περιεχόμενο του κειμένου και αφορούν μια οντότητα ή μια έννοια. Παραδειγματικές είναι οι ο.α. που σχετίζονται άμεσα με το κείμενο της σελίδας ή της παραγράφου στις οποίες αυτές αντιστοιχούν και αφορούν παραδείγματα και αναφορά σε περισσότερες από μια οντότητες ή έννοιες. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει γι' αυτές αναφορά στο κυρίως κείμενο, ενώ οι ίδιες δεν παρέχουν περισσότερες πληροφορίες στον αναγνώστη πέραν αυτών του κειμένου.



Σχήμα 1. Συστημικό δίκτυο με κατηγορίες ανάλυσης ο.α. εγχειριδίων για τα δίκτυα

Επεξηγηματικές είναι οι ο.α. που σχετίζονται άμεσα με το κείμενο της σελίδας ή της παραγράφου στις οποίες αυτές αντιστοιχούν. Παρέχουν επιπλέον πληροφορίες στον αναγνώστη, οι οποίες έχουν και αυτές άμεση σχέση με τη διδακτέα ύλη, δεν αναγράφονται, όμως, στο κυρίως κείμενο. Συμπληρωματικές είναι οι ο.α. που παρέχουν επιπλέον πληροφορίες για ένα θέμα που δεν αναφέρονται στην αντίστοιχη ενότητα του σχολικού εγχειριδίου. Ρεαλιστικές είναι οι ο.α. που απεικονίζουν μια οντότητα του πραγματικού κόσμου για να δείξουν πως πραγματικά είναι, ενώ συμβολικές είναι οι ο.α. που δείχνουν έννοιες, αντικείμενα, οντότητες ή κατάσταση με σύμβολα. Μεταφορικές είναι οι ο.α. που χρησιμοποιούν έννοιες ή αντικείμενα της καθημερινής ζωής για να αναπαραστήσουν κατ' αναλογία έννοιες και οντότητες των δικτύων.

(β) τον **Τύπο Αναπαράστασης**, με την ο.α. να είναι είτε *Πραγματική Εικόνα*, όπου απεικονίζεται μια οντότητα όπως είναι στην πραγματική της διάσταση μέσα από μια φωτογραφία, είτε *Διάγραμμα*, που αφορά ο.α. που συσχετίζουν έννοιες, οντότητες, καταστάσεις με διαγραμματική μορφή, είτε *Πίνακας*, που αφορά ο.α. που παρουσιάζουν στοιχεία και δεδομένα με μορφή πίνακα, είτε *Σκίτσο*, που αφορά ο.α. που αναπαριστούν οντότητες ή έννοιες με μορφές που έχουν σχεδιαστεί με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή, είτε *Snapshot*, που αφορά ο.α. που αποτελούν μια «φωτογραφία» του περιεχομένου της οθόνης του υπολογιστή (συνήθως εφαρμογές ή εικόνες)

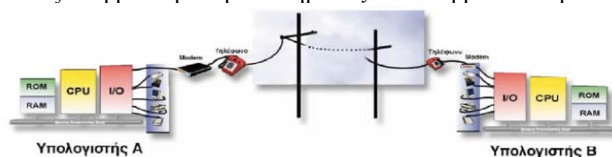
(γ) τη **Λεζάντα**, όπου για μια ο.α. μπορεί να είναι είτε *Ακριβής* είτε *Μερικώς Ακριβής* είτε να μην υπάρχει (*Απουσία*). Ακριβής λεζάντα σημαίνει ότι περιγράφεται επαρκώς αυτό που αναπαριστά η ο.α. στο σύνολό της. Μερικώς ακριβής σημαίνει ότι κάποιο κομμάτι της ο.α. δεν περιγράφεται στη λεζάντα (είναι δηλαδή ελλιπής) ή μέρος της λεζάντας αναφέρεται σε κάτι που δεν αναπαριστά η ο.α.

### Παραδείγματα ανάλυσης

Δύο παραδείγματα ο.α. και η διαδικασία κωδικοποίησής τους παρουσιάζονται στη συνέχεια, με βάση τις κατηγορίες του συστημικού δικτύου που αναπτύχθηκε.

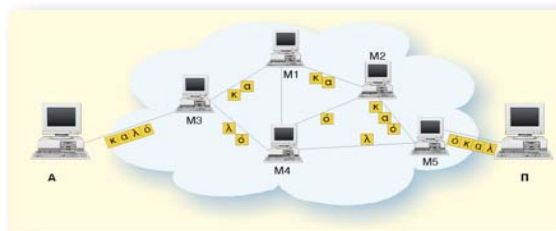
**1ο παράδειγμα:** Η ο.α. παρουσιάζεται στο Σχήμα 2. Η συγκεκριμένη ο.α. βρίσκεται στο σχολικό εγχειρίδιο «Εφαρμογές Πληροφορικής Υπολογιστών» Β Λυκείου, Κεφάλαιο 12: Επικοινωνίες δίκτυα διαδίκτυο και ιστοσελίδες στη σελίδα 359. Η λεζάντα που συνοδεύει την ο.α. αναφέρει «στο σχήμα φαίνεται η διάταξη των συσκευών καθώς και η μετατροπή σημάτων κατά τη μετάδοσή τους μέσα από το κοινό τηλεφωνικό δίκτυο». Η συγκεκριμένη ο.α. που φαίνεται παρακάτω, στο δίκτυο ανάλυσης που έχει δημιουργηθεί κατηγοριοποιείται ως εξής: όσον αφορά τα Στοιχεία απεικονίζει λειτουργικά, καθώς δείχνει συσκευές για την σύνδεση και επικοινωνία υπολογιστών (μέρη υπολογιστή, καλώδια, τηλέφωνο, μόντεμ). Όσον αφορά τη Δομή απεικονίζει τοπολογία καθώς δείχνει τον τρόπο σύνδεσης συσκευών για την επικοινωνία υπολογιστών. Όσον αφορά τις Λειτουργίες αναπαριστά μετάδοση σήματος και συγκεκριμένα ενσύρματη μετάδοση, καθώς αναδεικνύει τη σύνδεση υπολογιστών μέσα από καλώδιο αλλά και το τηλεφωνικό δίκτυο. Το Πλαίσιο είναι ένα ευρύτερο πλαίσιο εφαρμογής. Όσον αφορά τη Λειτουργία της ο.α., θεωρείται συμπληρωματική, καθώς στο κείμενο του εγχειριδίου στο συγκεκριμένο σημείο δεν αναφέρεται στο ποιες συσκευές χρειαζόμαστε για να συνδεθούν δύο υπολογιστές ή το πως πρέπει να διαταχθούν αυτές οι συσκευές για να επιτευχθεί η επικοινωνία. Παρόλα αυτά η ο.α. προσφέρει στον αναγνώστη χρήσιμες πληροφορίες και δεν μπορεί να θεωρηθεί διακοσμητική. Επίσης, η **συγκεκριμένη** ο.α. χαρακτηρίζεται συμβολική αφού παρουσιάζει μέρη του υπολογιστή με σύμβολα (ROM, Ram, CPU, I/O) και ρεαλιστική, καθώς περιλαμβάνει και πραγματικές οντότητες του πραγματικού κόσμου, όπως καλώδια, μόντεμ, τηλέφωνα. Όσον αφορά τον Τύπο Αναπαράστασης, η συγκεκριμένη ο.α. είναι ένα σκίτσο. Τέλος, όσον αφορά τη Λεζάντα,

αυτή υπάρχει αλλά είναι μερικώς ακριβής καθώς αν και μας ενημερώνει για τη διάταξη των συσκευών δεν απεικονίζει τη μετατροπή του σήματος κατά τη μετάδοσή του.



**Σχήμα 2. Οπτική Αναπαράσταση στο Εγχειρίδιο «Εφαρμογές Πληροφορικής Υπολογιστών» Β' Λυκείου**

**2ο παράδειγμα:** Η δεύτερη ο.α., που απεικονίζεται στο Σχήμα 3, βρίσκεται στο σχολικό εγχειρίδιο «Βασικές Υπηρεσίες Διαδικτύου» του ΕΠΑΛ στην Ενότητα 1: Δικτυακή τεχνολογία και Διαδίκτυο και συγκεκριμένα στη σελίδα 28. Η λεζάντα που συνοδεύει την ο.α. αναφέρει «ένα δίκτυο μεταγωγής με αυτοδύναμα πακέτα. Σε κάθε μεταγωγό του δικτύου τα πακέτα μιας ροής δεδομένων δρομολογούνται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Έτσι, μπορούν να ακολουθήσουν διαφορετικές διαδρομές κατά τη διέλευσή τους από το δίκτυο». Η συγκεκριμένη ο.α. που φαίνεται παρακάτω, στο δίκτυο ανάλυσης που έχει δημιουργηθεί κατηγοριοποιείται ως εξής: όσον αφορά τα Στοιχεία απεικονίζει λειτουργικά, καθώς δείχνει τερματικά υπολογιστών που επικοινωνούν μεταξύ τους. Όσον αφορά τη Δομή απεικονίζει τοπολογία, καθώς δείχνει τον τρόπο σύνδεσης υπολογιστών. Όσον αφορά τις Λειτουργίες αναπαριστά μετάδοση σήματος και συγκεκριμένα παράλληλη μετάδοση, καθώς αναδεικνύει τη μεταφορά πακέτων από διαφορετικούς «δρόμους» που μπορούν να πραγματοποιηθούν παράλληλα.. Το Πλαίσιο είναι σχολικό, καθώς το συγκεκριμένο σκίτσο έχει δημιουργεί για σχολική χρήση και για να αναδείξει την μετάδοση πακέτων πληροφοριών από υπολογιστή σε υπολογιστή σε ένα δίκτυο μεταγωγής Όσον αφορά τη Λειτουργία της ο.α., αυτή είναι απεικονιστική καθώς στο κείμενο του εγχειριδίου στο συγκεκριμένο σημείο αναφέρεται η αρχή λειτουργίας των δικτύων μεταγωγής με αυτοδύναμα πακέτα, καθώς και το ότι τα πακέτα μιας ροής μπορεί να ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές κατά τη διέλευσή τους από το δίκτυο.



**Σχήμα 3. Οπτική Αναπαράσταση στο Εγχειρίδιο «Βασικές Υπηρεσίες Διαδικτύου» Β' ΕΠΑΛ**

Επίσης, η συγκεκριμένη ο.α. είναι ρεαλιστική, καθώς απεικονίζει οντότητες του πραγματικού κόσμου, υπολογιστές. Όσον αφορά τον Τύπο Αναπαράστασης, η συγκεκριμένη ο.α. είναι ένα σκίτσο. Τέλος, αναφορικά με τη Λεζάντα, αυτή υπάρχει και είναι ακριβής, καθώς απεικονίζει αυτό που αναφέρει και μας ενημερώνει για τον τρόπο μετάδοσης των πακέτων πληροφορίας σε ένα δίκτυο μεταγωγής.

## Αποτελέσματα

### Συχνότητες εμφάνισης οπτικών αναπαραστάσεων και των κατηγοριών τους

Συνολικά μελετήθηκαν 113 ο.α. που σχετίζονται με τα δίκτυα επικοινωνιών σε σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής Γυμνασίου και Λυκείου. Οι 113 αυτές ο.α. περιλαμβάνονται σε 120 σελίδες σχολικών εγχειριδίων (συχνότητα εμφάνισης (σ.ε) ο.α. 1ο.α./1,06 σελίδες). Συγκεκριμένα, στις 28 σελίδες των εγχειριδίων Πληροφορικής Γυμνασίου υπήρχαν 34 ο.α. (σ.ε 1ο.α./1,21 σελίδες), στις 44 σελίδες του εγχειριδίου Πληροφορικής Ενιαίου Λυκείου υπήρχαν 50 ο.α. (σ.ε 1ο.α./0,88 σελίδες), ενώ στις 48 σελίδες του εγχειριδίου Πληροφορικής Επαγγελματικού Λυκείου υπήρχαν 29 ο.α. (σ.ε 1ο.α./1,65 σελίδες). Επισημαίνεται πως στην συγκεκριμένη εργασία μελετήθηκαν μόνο ο.α. που σχετίζονταν με τα δίκτυα επικοινωνιών και όχι άλλες τυχόν ο.α. που μπορεί να περιλαμβάνονται στις συγκεκριμένες σελίδες του βιβλίου, όπως αυτές που έχουν να κάνουν με τη ψυχολογική προετοιμασία ή καθοδήγηση των μαθητών και δεν αφορούν την κατανόηση των δικτύων επικοινωνιών.

Πίνακας 1 Αποτελέσματα ανάλυσης ο.α.

Διαστάσεις/Κατηγορίες		Αριθμός ο.α./ Βιβλίο			%		
		ΠΠ	ΠΕν Λ	ΠΕπ Λ		Σύνολο	
Ως προς τι αναπαρι- στά η ο.α.	Στοιχεία	Λειτουργικά	15	19	19	46,90	
		Δομικά	-	6	-	5,31	
	Δομή	Τοπολογία	11	13	16	35,40	
		Αρχιτεκτονική	2	2	1	4,42	
	Λειτουργίες	Εσωτερικές	Ενσύρματα	3	1	-	3,54
			Μετάδοση Ασύρματα	4	3	-	6,19
		Υπηρεσίες	Σειριακά	-	1	1	1,77
			Παράλληλα	-	1	1	1,77
		Πλαίσιο	Κανάλια Επικοινωνίας	-	4	1	4,42
			Σχολικό	16	21	11	42,47
	Ευρύτερο Πλαίσιο Εφαρμογή	Ευρύτερο Πλαίσιο	21	23	17	53,98	
		Εφαρμογή	13	27	12	46,02	
Ως προς την ίδια την ο.α.	Λειτουργία ο.α.	Διακοσμητική	-	3	-	2,65	
		Απεικονιστική	16	23	17	49,55	
		Παραδειγματική	6	14	8	24,77	
		Επεξηγηματική	8	7	4	16,81	
		Συμπληρωματική	4	3	-	6,19	
		Πραγματική	26	33	22	71,68	
	Τόπος αναπαρά- στασης	Συμβολική	8	13	12	29,20	
		Μεταφορική	4	6	-	8,85	
		Πραγματική Εικόνα	1	1	3	4,42	
		Διάγραμμα	3	4	6	11,50	
		Πίνακας	-	4	1	4,42	
		Σκίτσο	21	25	14	53,10	
Λεξάντα	Snapshot	9	16	5	25,66		
	Ακριβής	21	18	27	58,41		
	Μερικώς Ακριβής	5	3	1	7,96		
	Απουσία	8	29	1	33,63		

Από τον Πίνακα 1 φαίνεται πως από τις 113 ο.α. που μελετήθηκαν οι 59 (52,21% επί των συνολικών ο.α.) αναπαριστούν στοιχεία δικτύων επικοινωνιών και συγκεκριμένα 53 (46,90% επί του συνόλου) από αυτές τις αναπαραστάσεις δείχνουν λειτουργικά στοιχεία και μόνο 6 (5,31% επί του συνόλου) δείχνουν δομικά στοιχεία. Από αυτές τις 59 ο.α. το 90% αναπαριστά λειτουργικά στοιχεία και μόλις το 10% αναπαριστά δομικά. Από τις 113 ο.α. οι 45 (39,82% επί του συνόλου) αναπαριστούν *δομή δικτύων επικοινωνιών* και συγκεκριμένα 40 (35,40% επί του συνόλου) από αυτές τις αναπαραστάσεις δείχνουν τοπολογία και μόλις 5 (4,42% επί του συνόλου) δείχνουν δομικά στοιχεία. Από αυτές τις 45 ο.α., το 89% αναπαριστά αρχιτεκτονική και μόλις το 9% αναπαριστά τοπολογία.

Όσον αφορά τις λειτουργίες που απεικονίζονται στις ο.α., μόνο 22 (19,47%) από τις 113 ο.α. απεικονίζουν εσωτερικές λειτουργίες. Συγκεκριμένα, οι 17 ο.α. αναπαριστούν κάποια μορφή μετάδοσης σήματος, με 4 ο.α. να αναπαριστούν ενσύρματη μετάδοση, 7 ο.α. ασύρματη μετάδοση, 2 ο.α. σειριακή και 2 ο.α. παράλληλη, ενώ μόνο 5 ο.α. αναπαριστούν κανάλια επικοινωνίας. Από την άλλη, από τις 113 ο.α. οι 48 απεικονίζουν υπηρεσίες (ποσοστό 42,47%).

Όσον αφορά το πλαίσιο, σε 61 από τις 113 ο.α. (53,98%) το πλαίσιο είναι συμβατικό σχολικό και σε 52 από τις 113 ο.α. (46,02%) συναντάται ένα ευρύτερο πλαίσιο πραγματικής εφαρμογής των δικτύων. Όσον αφορά το πλαίσιο, σε 61 από τις 113 ο.α. (53,98%) το πλαίσιο είναι συμβατικό σχολικό και σε 52 από τις 113 ο.α. (46,02%) συναντάται ένα ευρύτερο πλαίσιο πραγματικής εφαρμογής των δικτύων. Η κατηγοριοποίηση των ο.α. ως προς τη λειτουργία τους, όπως έχει προταθεί στο δίκτυο ανάλυσης, καταδεικνύει πως μόλις το 2,65% των ο.α. έχει ρόλο διακοσμητικό, το 49,5% έχει ρόλο απεικονιστικό, το 24,77% έχει ρόλο παραδειγματικό, το 16,81% έχει ρόλο επεξηγηματικό και το 6,19% έχει ρόλο συμπληρωματικό. Από την άλλη, το 71,68% αναπαριστούν μια πραγματική κατάσταση, το 29,90% μια συμβολική και μόλις το 8,85% είναι μεταφορικές ο.α. Από τις 113 ο.α., μόλις οι 5 είναι φωτογραφίες, οι 13 είναι διαγράμματα, οι 5 είναι πίνακες, οι 60 είναι σκίτσα και οι 29 snapshots. Όσον αφορά τις λεζάντες, 75 από τις 113 ο.α. έχουν λεζάντα και μάλιστα οι 66 λεζάντες βρέθηκαν ακριβείς και 9 μη ακριβείς, ενώ 38 ο.α. δεν έχουν λεζάντα.

## Συζήτηση

Στη συγκεκριμένη εργασία μελετήθηκαν οι ο.α. των δικτύων επικοινωνιών σε σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής της Β/θμιας εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δείχνουν ότι περιλαμβάνεται ένας ικανοποιητικός αριθμός ο.α. δικτύων επικοινωνιών στα εγχειρίδια που μελετήθηκαν, με σχεδόν κάθε σελίδα να έχει μια ο.α. Σχεδόν οι μισές ο.α. συνολικά αναπαριστούν στοιχεία των δικτύων επικοινωνιών, μία τάση που υπάρχει και μεμονωμένα σε κάθε εγχειρίδιο Πληροφορικής που αναλύθηκε. Το σημαντικό είναι πως το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών των ο.α. αναπαριστά λειτουργικά στοιχεία των δικτύων επικοινωνιών, όπως τερματικά υπολογιστών, συσκευές, κτλ. Είναι αξιοσημείωτο πως στα εγχειρίδια Πληροφορικής Γυμνασίου και Επαγγελματικού Λυκείου δεν υπάρχουν ο.α. που να απεικονίζουν δομικά στοιχεία των δικτύων, όπως τα έχουμε ορίσει παραπάνω, κυρίως σήματα. Αυτό για τα εγχειρίδια του Γυμνασίου μπορεί να σημαίνει πως δεν θεωρείται απαραίτητο οι μαθητές να εισαχθούν εξ αρχής σε «δύσκολες» έννοιες των δικτύων επικοινωνιών. Άλλωστε και στα κείμενα των εγχειριδίων δεν γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στα δομικά στοιχεία των δικτύων.

Κάτι ανάλογο με τα στοιχεία των δικτύων επικοινωνιών παρατηρείται και στη δομή των δικτύων και τις ο.α. που την απεικονίζουν. Σε αυτή την περίπτωση περίπου 4 στις 10 ο.α., συνολικά σε όλα τα εγχειρίδια που μελετήθηκαν, αναπαριστούν τη δομή των δικτύων και μάλιστα η πλειονότητα αυτών αναπαριστά τοπολογία δικτύων επικοινωνιών, ενώ μόνο 6



ο.α. συνολικά αναπαριστούν αρχιτεκτονική. Είναι βέβαιο πως η τοπολογία δικτύων επικοινωνιών είναι εύκολο να αναπαρασταθεί με μια ο.α. και καλύπτει ένα ευρύ φάσμα και ένα μεγάλο κομμάτι των δικτύων επικοινωνιών. Από αυτή την άποψη ήταν αναμενόμενο να υπάρχουν περισσότερες ο.α. που να αναπαριστούν διαφορετικές τοπολογίες δικτύων επικοινωνιών. Όμως, και η αρχιτεκτονική δικτύων επικοινωνιών αποτελεί αναπόσπαστο και κυρίαρχο κομμάτι των δικτύων, και όπως αναδεικνύεται από τα αποτελέσματα της έρευνας υπάρχει τουλάχιστον μία σε κάθε εγχειρίδιο που μελετήθηκε. Αναφέρεται στα κείμενα των εγχειριδίων και σχεδόν πάντα αναπαρίσταται με τον ίδιο τρόπο ως διάγραμμα με τα διαφορετικά επίπεδα του OSI.

Οι περισσότερες από τις ο.α. που απεικονίζουν κάποιου είδους λειτουργία αναπαριστούν κάποιου είδους υπηρεσία, ενώ λίγες είναι αυτές που στηρίζουν την κατανόηση της ουσιαστικής λειτουργίας των δικτύων, για παράδειγμα της μετάδοσης σήματος. Αυτή η τάση υπάρχει και μεμονωμένα σε καθένα από τα εγχειρίδια Πληροφορικής που αναλύθηκαν στις διαφορετικές βαθμίδες εκπαίδευσης. Είναι γεγονός πως τα δίκτυα επικοινωνιών προσφέρουν πολλές και διαφορετικές υπηρεσίες καθεμία από τις οποίες μπορεί να αναπαρίσταται με διαφορετικό τρόπο κάθε φορά. Επομένως, θα ήταν αναμενόμενο να υπάρχουν πολλές ο.α. που αναπαριστούν υπηρεσίες δικτύων επικοινωνιών. Αλλά και η μετάδοση σήματος/πληροφορίας σε ένα δίκτυο επικοινωνιών μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους και θα περίμενε κανείς να υπάρχουν περισσότερες ο.α. που να το αναδεικνύουν. Η ασύρματη μετάδοση σήματος φαίνεται να είναι αυτή που αναπαρίσταται περισσότερο σε αυτή την κατηγορία.

Το πλαίσιο μέσα στο οποίο εντάσσεται μια ο.α. φαίνεται να είναι συνολικά περίπου μοιρασμένο ανάμεσα στο συμβατικό σχολικό πλαίσιο και το ευρύτερο πλαίσιο αναφοράς. Όσον αφορά τις λειτουργίες των ο.α. φαίνεται πως το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών έχει ρόλο απεικονιστικό και ύστερα παραδειγματικό και επεξηγηματικό. Θετικό είναι το γεγονός ότι περίπου 9 στις 10 ο.α. σχετίζονται με κάποιο τρόπο με το κείμενο που συνοδεύονται στα εγχειρίδια, ενώ στο εγχειρίδιο του Επαγγελματικού Λυκείου όλες οι ο.α. δικτύων επικοινωνιών συνδέονται με το κείμενο. Επίσης, πολύ λίγες είναι οι ο.α. που έχουν ρόλο διακοσμητικό και φαίνεται πως οι ο.α. που συμπεριλαμβάνονται στα βιβλία έχουν συγκεκριμένο σκοπό και προσφέρουν κάποιου είδους χρήσιμη πληροφορία. Επίσης, η πλειονότητα των ο.α. περιέχουν ρεαλιστικά στοιχεία, λιγότερα συμβολικά και ακόμη λιγότερα μεταφορικά. Φαίνεται πως σε αυτά τα εγχειρίδια επιχειρείται να αναπαρασταθούν δίκτυα επικοινωνιών με οντότητες του πραγματικού κόσμου και όχι με σύμβολα ή αναλογίες. Οι μεταφορικές ο.α. συναντώνται στα εγχειρίδια Γυμνασίου και Ενιαίου Λυκείου και λιγότερο σε αυτό του Επαγγελματικού Λυκείου όπου επιλέγονται κυρίως ρεαλιστικές εικόνες, που ίσως να έχουν και συμβολικά στοιχεία, για να απεικονιστούν κυρίως οντότητες των δικτύων επικοινωνιών. Επιπλέον, επιλέγεται σε μεγάλο ποσοστό οι ο.α. να είναι σκίτσα. Πολύ λίγες ο.α. είναι φωτογραφίες και κυρίως αυτές υπάρχουν στο εγχειρίδιο του Επαγγελματικού Λυκείου. Λίγοι είναι και οι πίνακες και τα διαγράμματα, ενώ φαίνεται να επιλέγεται αρκετά συχνά το snapshot ως μορφή ο.α. Μάλιστα στο εγχειρίδιο του Ενιαίου Λυκείου υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό snapshots που απεικονίζουν κυρίως υπηρεσίες. Φαίνεται ότι επιλέγεται αυτή η μορφή αναπαράστασης, κυρίως για τις υπηρεσίες των δικτύων, για να έρθουν οι μαθητές σε επαφή με «οθόνες» που έχουν συναντήσει ή θα συναντήσουν δίνοντας έτσι μια πιο πρακτική διάσταση.

Η κατανόηση της θεωρίας δικτύων από τους μαθητές χωρίς την φυσική επαφή με το αντικείμενο θεωρείται κάτι δύσκολο και συχνά οι μαθητές καταλήγουν να θεωρούν τις συγκεκριμένες ενότητες δύσκολες και βαρετές (Sarkar, 2006). Όπως έχουμε δει και στην παρούσα μελέτη οι ο.α., αλλά και το κείμενο υστερούν στα θέματα της λειτουργίας των

δικτύων, πτυχή πολύ σημαντική στην κατανόηση του εννοιολογικού αυτού πεδίου. Το γεγονός αυτό, μαζί με το δεδομένο του μικρού αριθμού των επεξηγηματικών ο.α. δηλώνει την αναγκαιότητα να περιληφθούν περισσότερες επεξηγηματικές αναπαραστάσεις της πραγματικής λειτουργίας των δικτύων.

Η επίγνωση των χαρακτηριστικών των ο.α. των σχολικών βιβλίων από τους εκπαιδευτικούς μπορεί να οδηγήσει στη συνειδητή χρήση τους στη διδασκαλία και να στηρίξει τη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών του δικτύου από τους μαθητές.

Επιπλέον, ο συνδυασμός των ο.α. με ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα θα μπορούσε να συνεισφέρει στην κατανόηση των μαθητών. Η σημασία των εικονικών εργαλείων εκμάθησης (virtual learning tools) στην κατανόηση των πολύπλοκων θεμάτων στην αρχιτεκτονική δικτύων έχει αναγνωρισθεί και μέσω της οπτικοποίησης (visualization) των εργασιών που προσφέρουν μπορεί να γίνει καλύτερα αντιληπτές οι διάφορες πτυχές της επικοινωνίας και ο ρόλος τους στο δίκτυο (Janitor, Jakab, & Kniewald, 2010, p. 5).

Θέματα, όπως το τι οι μαθητές βλέπουν και κατανοούν σε μια ο.α. και ποια χαρακτηριστικά των ο.α. είναι κατάλληλα για να στηρίξουν καλύτερα τη διάκριση των οντοτήτων, της σύνδεσής τους και της λειτουργίας τους είναι ανοικτά και απαιτούν επικεντρωμένη έρευνα. Συγκρίσεις ανάμεσα στο τι προσφέρουν οι διάφοροι τύποι μιας ο.α. για τα δίκτυα και τι αντίστοιχα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα στους μαθητές είναι, επίσης, κρίσιμα θέματα προς περαιτέρω διερεύνηση. Τέτοιου είδους έρευνες και τα αποτελέσματά τους μπορούν να οδηγήσουν καλύτερα τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη της ενότητας για τα δίκτυα στα διαδραστικά ψηφιακά βιβλία (interactive e-books), που φαίνεται να αντικαθιστούν τις παραδοσιακές εκδόσεις των σχολικών βιβλίων.

## Αναφορές

- Bliss, J., Monk, M., & Ogborn, J. (1983). *Qualitative Data Analysis for Educational Research*. London: Croom Helm.
- Janitor, J., Jakab, F., & Kniewald, K. (2010). Visual Learning Tools for Teaching/Learning Computer Networks: Cisco Networking Academy and Packet Tracer. Paper presented at the Sixth International conference on Networking and Services, 7-13 March 2010.
- Levin, J. R. (1981). On functions of pictures in prose. In F. J. Pirozzolo, & M. C. Wittrock, (eds.), *Neuropsychological and Cognitive Processes in Reading* (pp. 203-228), New York: Academic Press.
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis. *Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). Ανακτήθηκε 8 Δεκεμβρίου 2013 από <http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/2-00/2-00mayring-e.htm>.
- Park, S. & Lim, J. (2007). Promoting positive emotion in multimedia learning using visual illustration. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 16(2), 141-162.
- Patrick, M.D., Carter, G., & Wiebe, E.N. (2006). Visual representations of DNA: A comparison of salient features for experts and novices. *Proceedings of the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST)*, San Francisco, CA.
- Pozzer, L.L., & Roth, W. M. (2003). Prevalence, function and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 1089-1114.
- Sarkar, N. (2006). *Tools for Teaching Computer Networking and Hardware Concepts*: Information Science Pub.
- Schnotz, W. (2002) Towards an integrated view of learning from text and visual displays. *Educational Psychology Review*. 14(1), 101-120.
- Sfard, A. & McClain, K. (2002). Analyzing Tools: Perspectives on the Role of Designed Artifacts in Mathematics Learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(2&3), 153-161.
- Spiliotopoulou, V., Karatrantou, A., Panagiotakopoulos, C. & Koustourakis, G. (2009). Visual Representations of the Internet in Greek School Textbooks and Students' Experiences. *Education & Information Technologies*, 14, 205-227.