

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2008)

6ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



**Διδακτική Πληροφορικής: Μοντέλα Μαθητών
Λυκείου για τα Πακέτα Δεδομένων**

*Χρήστος Ανδρικόπουλος, Βασιλική
Σπηλιωτοπούλου, Γεώργιος Σ. Ιωαννίδης*

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ανδρικόπουλος Χ., Σπηλιωτοπούλου Β., & Ιωαννίδης Γ. Σ. (2026). Διδακτική Πληροφορικής: Μοντέλα Μαθητών Λυκείου για τα Πακέτα Δεδομένων. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 261–268. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/9633>

Διδακτική Πληροφορικής: Μοντέλα Μαθητών Λυκείου για τα Πακέτα Δεδομένων

Χρήστος Ανδρικόπουλος¹, Βασιλική Σπηλιωτοπούλου¹, Γεώργιος Σ. Ιωαννίδης²

¹ Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.) -

Παράρτημα Πάτρας

² Πανεπιστήμιο Πατρών

andrikop@otenet.gr, spiliot@otenet.gr, gsioanni@upatras.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή μελετώνται οι απαντήσεις 84 μαθητών Λυκείου σε τρία ερωτήματα σχετικά με τη μετάδοση της πληροφορίας σε πακέτα. Η ανάλυση των απαντήσεων οδήγησε σε μοντέλα και κατηγορίες που παρουσιάζονται με τη μορφή συστημικού δικτύου. Η έννοια του πακέτου φαίνεται να δυσκολεύει τους μαθητές και πολύ λίγοι χρησιμοποιούν κάποιο μοντέλο που να είναι κοινά στο επιστημονικό.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Διδακτική Πληροφορικής, Μοντέλα μαθητών για τα πακέτα δεδομένων διαδικτύου, Μεταφορά Δεδομένων, Λύκειο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ψηφιακός αλφαριθμητισμός αποτελεί στη σημερινή εποχή έναν κυρίαρχο εκπαιδευτικό και κοινωνικό στόχο. Περιλαμβάνει όχι μόνο γνώσεις για τους υπολογιστές και δεξιότητες με τους υπολογιστές, αλλά (μεταξύ άλλων) και κατανόηση βασικών λειτουργιών των δικτύων, εκτίμηση και χρήση κριτηρίων για τις διαδικασίες και τους τρόπους που οι πληροφορίες διακινούνται. Η Πληροφορική στο σχολείο σήμερα έχει μια σημαντικότερη αποστολή από αυτή που ίσχυε όταν είχε αρχικά εισαχθεί ως αυτόνομο μάθημα στην Εκπαίδευση. Πολλοί από τους μαθητές αποκτούν είτε μόνοι τους, είτε από το σχολείο κάποιες εμπειρίες με τους υπολογιστές και μερικές φορές οι ίδιοι πιστεύουν και δηλώνουν ότι είναι πληροφορικά εγγράμματοι και ότι είναι ικανοί να εφαρμόζουν αυτές τις γνώσεις σε ποικίλες εφαρμογές, αν και αυτό δεν είναι πάντα η πραγματικότητα (Wilkinson 2004). Διάφορες προσπάθειες έχουν γίνει για την καταγραφή του Πληροφορικού αλφαριθμητισμού διάφορων ομάδων (Mattheos et al. 2002, Hsu & Po 2005, Yueh & Lin 2000).

Η ΕΡΕΥΝΑ

Το αντικείμενο έρευνας

Η κατανόηση της έννοιας του πακέτου δεδομένων και της δυνατότητας αποστολής του (packet switching) μέσω δρομολογητών δεδομένων (server) προς τον παραλήπτη του, πέρα από αντικείμενο μάθησης στο μάθημα της Πληροφορικής, αποτελεί και αντικείμενο έρευνας που έχει σημαντική προτεραιότητα στον επιστημονικό χώρο των επικοινωνιών και δικτύων. Στο επίκεντρο των μελετών έχει βρεθεί η συλλογική συμπεριφορά της διακίνησης των πακέ-

των, καθώς θεωρείται ζωτικής σημασίας για την μελλοντική τους ανάπτυξη (Lawniczak, Maxie & Gerisch 2004), όπως επίσης η μοντελοποίηση και ανάλυση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας (Chaly & Sokolon 2003). Με τα πακέτα έχει επιλεγεί να μεταδίδονται τα δεδομένα στα δίκτυα, για έναν αριθμό λόγων. Τα πακέτα μεταδίδονται συνήθως ασύγχρονα και έτσι χρειαζόμαστε να γνωρίζουμε πότε το πακέτο αρχίζει και πότε τελειώνει. Το θέμα του πως οι βασικές πλευρές μιας τέτοιας έννοιας παρουσιάζονται στους μαθητές μέσα από το αναλυτικό πρόγραμμα και τα σχολικά βιβλία, αλλά και του πως οι μαθητές τις κατανοούν έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς σχετίζεται και με τις έννοιες της επικοινωνίας και των δικτύων και είναι ένα βασικό κομμάτι στην ανάπτυξη του πληροφορικού αλφαριθμητισμού των μαθητών. Για την περιοχή αυτή δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα. Τι είδους εμπειρίες αποκτούν οι μαθητές από την επαφή τους με το θέμα αυτό στο σχολείο ή από οποιαδήποτε άλλη εμπειρία με τα δίκτυα και τι είδους μοντέλα χτίζονται από αυτές τις εμπειρίες;

Το δείγμα

Για τους σκοπούς της έρευνας αυτής, το δείγμα που επιλέξαμε περιλάμβανε αγόρια και κορίτσια ηλικίας **16** μέχρι **18** περίπου ετών, οι οποίοι ήταν μαθητές των τριών τάξεων Λυκείου. Πιο συγκεκριμένα, συμμετείχαν **84** μαθητές τριών ενιαίων Λυκείων της Πάτρας και της ευρύτερης περιοχής της, καθώς και μαθητές ενός ΤΕΕ της Πάτρας. Οι συγκεκριμένοι μαθητές είχαν όλοι διδαχθεί θέματα διαδικτύου, ενώ περίπου το 60% αυτών είχαν διδαχθεί τη συγκεκριμένη ενότητα στο Λύκειο. Θέματα για το Διαδίκτυο, τη μετάδοση πληροφορίας και τα πακέτα περιλαμβάνονται στο αναλυτικό πρόγραμμα της Γ' Γυμνασίου. Τέλος να σημειωθεί ότι όλοι τους σχεδόν είχαν εμπειρίες από διάφορες χρήσεις του Internet, είτε μέσα από την αλληλεπίδρασή τους με τους υπολογιστές και το δίκτυο των σχολικών εργαστηρίων είτε από δικά τους προσωπικά βιώματα.

Τα ερωτήματα

Η διενέργεια της παρούσας έρευνας αναπτύχθηκε σε δυο πεδία. Το πρώτο διερευνά τις εμπειρίες των μαθητών σχετικά με τη διευθυνσιοδότηση και την προσπέλαση της ιστοσελίδας-δικτυακού τόπου, ενώ το δεύτερο τις εμπειρίες των μαθητών σχετικά με τα πακέτα μετάδοσης δεδομένων. Και τα δυο πεδία θεωρούνται κρίσιμα για την ανάπτυξη του ψηφιακού αλφαριθμητισμού των μαθητών, καθώς είναι απαραίτητα στοιχεία στο να διευρυνθεί η εμπειρία των μαθητών και από το να είναι απλοί χρήστες να αποκτήσουν μια συνειδητή και με γνώση στάση απέναντι στις λειτουργίες του δικτυακού κόσμου. Στη συνέχεια θα αναλυθεί το δεύτερο πεδίο από τα πιο πάνω, αυτό που αφορά τα πακέτα και θα αναζητηθούν χαρακτηριστικά της σχέψης των μαθητών γύρω από αυτά. Αναφέρεται ακολούθως το ερώτημα όπως τέθηκε στους μαθητές. Μετά από αυτό υπήρχε διαθέσιμος χώρος για τις απαντήσεις και τα σχέδια των μαθητών και η έκτασή του ήταν μια σελίδα.

Η πληροφορία στο Διαδίκτυο, άρα και η πληροφορία από τον δικτυακό τόπο που συνδεθήκαμε (αναφέρεται στο πρώτο πεδίο), μάθαμε στο μάθημα της Πληροφορικής ότι μεταδίδεται σε μικρά

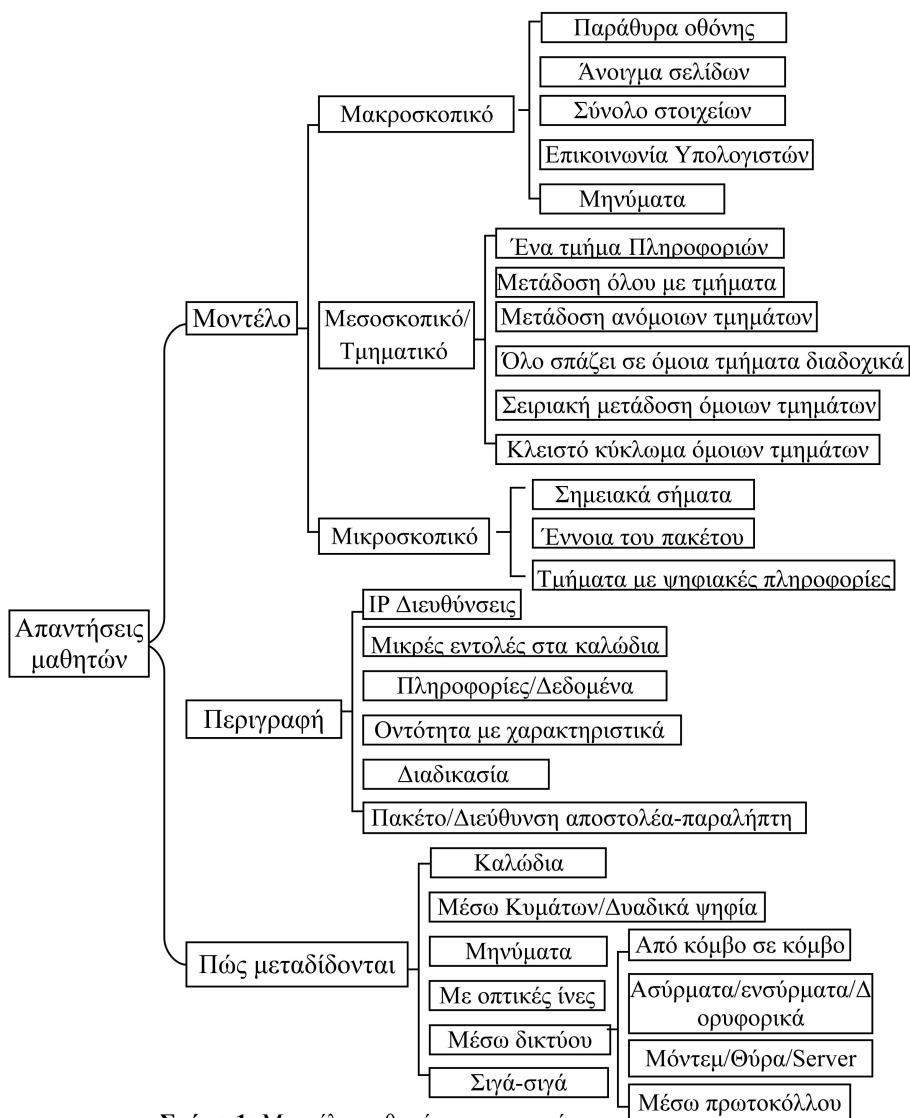
τμήματα, που αποκαλούνται “πακέτα”. Πως νομίζετε ότι είναι αυτά τα πακέτα; 1. Μπορείτε να περιγράψετε πως τα φαντάζεστε; 2. Μπορείτε να τα αναπαραστήσετε μέσω ενός σχεδίου; 3. Πως νομίζετε ότι μεταδίδονται;

ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Ανάλυση

Για τη μελέτη των απαντήσεων των μαθητών χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση περιεχομένου. Πιο συγκεκριμένα υιοθετήθηκε η επαγωγική ανάπτυξη κατηγοριών με την ποιοτική ανάλυση περιεχομένου του Mayring (2000). Έτσι, τόσο τα κείμενα όσο και τα σχέδια των μαθητών αναλύθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν σε διάφορες διαστάσεις: το **μοντέλο** που κάθε μαθητής χρησιμοποιεί και κατανοεί την έννοια του πακέτου, την **περιγραφή του τι είναι αυτά τα πακέτα** και τον **τρόπο μετάδοσής τους**. Κατά την ανάλυση των δεδομένων και για την παρουσίαση των κατηγοριών που προέκυψαν χρησιμοποιήθηκε η τεχνική των συστημικών δικτύων (Bliss et al., 1983). Το συστημικό δίκτυο με τις κατηγορίες που προέκυψαν, παρουσιάζεται στο Σχήμα 1. Παρατηρούμε τρία μοντέλα να αναδύονται από τις απαντήσεις των μαθητών. Το **μακροσκοπικό μοντέλο** υποδηλώνει τον συσχετισμό της έννοιας του πακέτου με τις εμπειρίες των μαθητών από οντότητες με τις οποίες έρχεται σε επαφή κατά τη χρήση του Η/Υ. Προκύπτει από απαντήσεις των μαθητών που συγχέουν τα πακέτα με κάποιες οντότητες που μπορεί να θεωρηθούν μακροσκοπικής φύσης, όπως είναι τα παράθυρα, οι ιστοσελίδες, σύνολο συσκευών ή πολυμέσων ή που τις συσχετίζουν με έννοιες όπως η σύνδεση και η επικοινωνία υπολογιστών, που περιγράφονται όμως αδιαφοροποίητα, ή σχετικές με το διαδίκτυο χρηστικές έννοιες, όπως τα μηνύματα. Χαρακτηριστική απάντηση της πρώτης υποκατηγορίας είναι η ακόλουθη: “Σελίδα γεμάτη διαφημίσεις που το βελάκι θα γίνεται παλάμη σαν περνάει πάνω από τις διαφημίσεις και τις άλλες παραπομπές. Αυτά είναι τα πακέτα”. Η σχηματική αναπαράσταση που έδωσε ο ίδιος μαθητής ανταποκρίνεται στη λεκτική περιγραφή και σχεδιάζει μια οθόνη Η/Υ με διάφορα ανοιγμένα παράθυρα. Κυρίαρχη έννοια εδώ φαίνεται ότι είναι τα **hyperlinks**. Μια αναπαράσταση που είναι πιο κοντά στη μεταφορά δεδομένων από έναν Η/Υ σε έναν άλλον παρουσιάζεται στο Σχήμα 2. Μερικές φορές ανάμεσα στους δυο Η/Υ τοποθετείται κάποια συσκευή ή δορυφόρος. Στο **μεσοσκοπικό ή τμηματικό μοντέλο** εμπίπτουν απαντήσεις που διαφοροποιούνται από το προηγούμενο μοντέλο ως προς το γεγονός ότι εδώ οι μαθητές επικεντρώνονται περισσότερο στη μετάδοση της πληροφορίας και στην έννοια του κομματιού που μεταφέρεται. Διάφορες εκφράσεις αυτού του μοντέλου απαντώνται. Το πακέτο θεωρείται ως ένα τμήμα πληροφοριών που μεταδίδεται ως όλο μέσα από τις τηλεφωνικές γραμμές σε κάποιον Η/Υ. Παράδειγμα αυτής της εκδοχής είναι το σχέδιο ενός μαθητή που απεικονίζεται στο Σχήμα 3(α). Μια άλλη αντίληψη μετάδοσης ενός όλου και των τμημάτων του, απεικονίζεται στο Σχήμα 3(β), ενώ αναπαραστάσεις αντίληψεων σειριακής μετάδοσης τμημάτων παρουσιάζονται στο Σχήμα 3(γ και δ). Στην περίπτωση του Σχήματος 3(δ) ο μαθητής περιγράφει ως εξής:

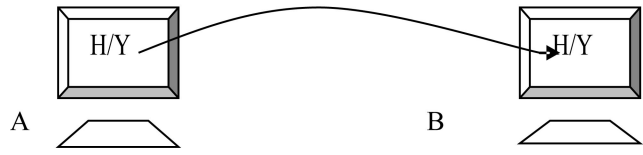
“Τα πακέτα είναι μια σειρά κουτάκια, όπου μέσα σε αυτά περνάνε οι πληροφορίες από τον υπολογιστή στο δικτυακό τόπο και αντίστροφα”.



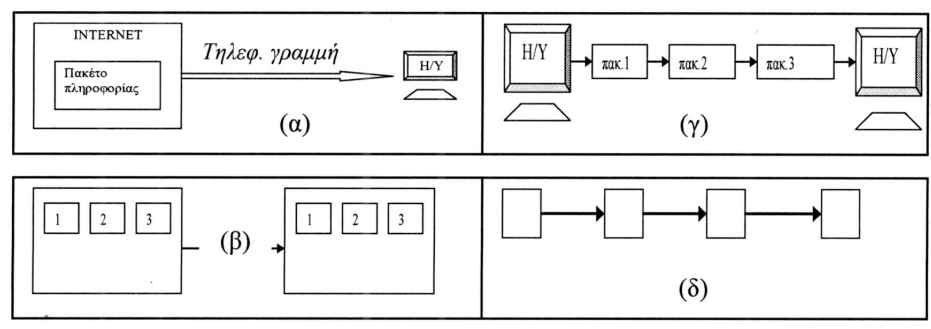
Σχήμα 1: Μοντέλα μαθητών για τα πακέτα

Αναφορικά με το πώς μεταδίδονται γράφει: “Τα πακέτα μεταδίδονται σιγά-σιγά αναλόγως της ταχύτητας που έχει κάθε υπολογιστής”.

Ο ένας Η/Υ δίνει πληροφορίες στον άλλο: π.χ. ο Α στον Β

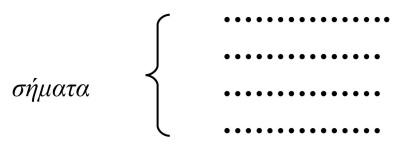


Σχήμα 2: Μοντέλα μεταφοράς δεδομένων μεταξύ 2 Η/Υ



Σχήμα 3: Παραδείγματα μεσοσκοπικού/τμηματικού μοντέλου

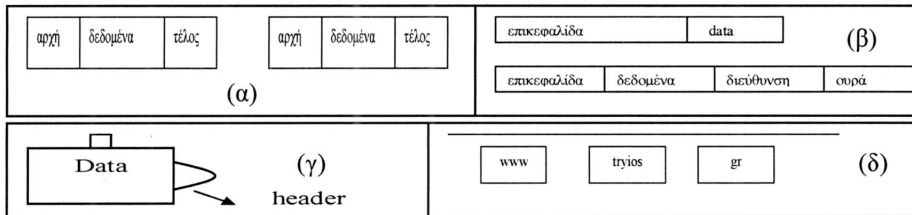
Στο **μικροσκοπικό** μοντέλο εμπίπτουν απαντήσεις μαθητών που διαφέρουν από αυτές των προηγούμενων μοντέλων, ως προς το ότι, είτε αναφέρονται στη δομή του πακέτου με όρους μικροσκοπικών οντοτήτων, είτε με ψηφιακούς όρους, είτε με όρους πληροφοριών των πακέτων, όπως η Δ/ση του παραλήπτη, τα δεδομένα, την επικεφαλίδα, κ.ά. Ένα παράδειγμα που επίσης εντάσσεται σε αυτή την κατηγορία είναι αυτό του Σχήματος 4, όπου το πακέτο αναπαρίσταται με σημειακή δομή, και τα σημεία αποκαλούνται ως 'σήματα'.



Σχήμα 4: Μικροσκοπικό μοντέλο μετάδοσης με σήματα

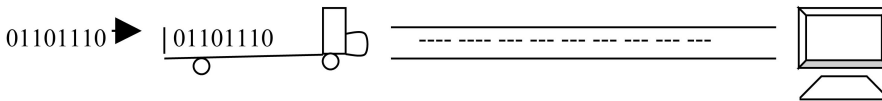
Στο Σχήμα 5 παρουσιάζονται διάφορες αναπαραστάσεις των μαθητών που εντάσσονται σε αυτό το μοντέλο. Έτσι βλέπουμε, αναπαραστάσεις όμοιων πακέτων με τμήματα αρχή-δεδομένα-τέλος που μεταδίδονται, ή αναπαραστάσεις δυο ειδών ενός μόνου πακέτου με δυο τμήματα ονομαζόμενα επικεφαλίδα-data και data/header, καθώς και αναπαραστάσεις πακέτου με τέσσερα τμήματα επικεφαλίδα-δεδομένα-διεύθυνση-ουρά. Μια από τις περιγραφές που ακολουθούν τέτοιου είδους αναπαραστάσεις είναι η ακόλουθη. "Στέλνουμε ένα μήνυμα σε έναν άλλο Η/Υ. Το μήνυμα χωρίζεται σε πακέτα. Κάθε πακέτο έχει μια IP

διεύθυνση, όπου την κοιτάζει ο δρομολογητής (router) για να ξέρει που θα το στείλει”. Η έννοια της διεύθυνσης φαίνεται ότι επηρεάζει τη σκέψη κάποιων μαθητών. Μια τέτοια απάντηση είναι η εξής: “Φεύγουν από τον Η/Υ και μέσω της κάρτας δικτύου περνάνε μέσα στο δίκτυο. Το κάθε πακέτο περιέχει μια διεύθυνση στην οποία το στέλνουμε, έτσι πάει στον Η/Υ που το στέλνουμε και σε κανέναν άλλο”. Μια άλλη αναπαράσταση είναι αυτή του Σχήματος 5δ, για την οποία ο μαθητής θεωρεί ότι: “τα πακέτα είναι μικρές εντολές που διαδίδονται μέσα από τα καλώδια” και ότι μεταδίδονται με τις “οπτικές ίνες”.



Σχήμα 5: Μοντέλα μαθητών για τα χαρακτηριστικά των πακέτων

Η ψηφιακή μετάδοση αποτελεί πεδίο αναφοράς για ορισμένους μαθητές και μια αναπαράσταση με μεταφορική σημασία είναι αυτή του Σχήματος 6. Παρόμοιες αναπαραστάσεις είναι σειριακά μεταδιδόμενα πακέτα-επιστολές, πάνω στις οποίες υπάρχουν ψηφιακές ομάδες. Περιγραφές που σχετίζονται με αυτή την προσέγγιση μοιάζουν με την ακόλουθη: “Τα δυαδικά ψηφία ομαδοποιούνται σε μικρά τμήματα που λέγονται πακέτα. Αυτά μπορεί να είναι διαφορετικού μεγέθους το ένα με το άλλο”.



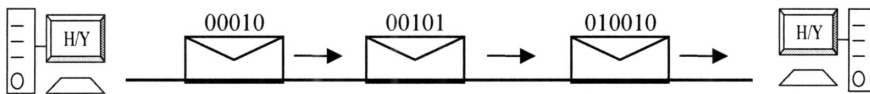
Σχήμα 6: Μοντέλο ψηφιακού σχήματος μεταφοράς δεδομένων

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η μεταφορά δεδομένων είναι μια πολύ βασική λειτουργία των δικτύων και η έννοια των πακέτων σημαντική για την κατανόηση θεμάτων γύρω από το διαδίκτυο. Οι ενότητες αυτές διδάσκονται και στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο. Παρόλα αυτά, 35±6% των μαθητών του δείγματος δεν απάντησαν σε κανένα από τα τρία ερωτήματα. Το 25±6% των απαντήσεων των μαθητών εμπίπτουν στο μακροσκοπικό μοντέλο. Στις απαντήσεις αυτές δεν διακρίνεται κάποια συσχέτιση με την έννοια της μετάδοσης της πληροφορίας σε πακέτα. Το 20±5% των απαντήσεων εμπίπτει στο μεσοσκοπικό μοντέλο. Εδώ εμφανίζεται η έννοια του πακέτου, αλλά δεν γίνεται αναφορά σε περαιτέρω πληροφορίες, είτε με χαρακτηριστικά του πακέτου, είτε με τη δυαδική του φύση. Το 20±5% των απαντήσεων δημιουργούν το μικροσκοπικό μοντέλο. Η πλειονότητα αυτού του είδους των απαντήσεων προσεγγίζουν την επιστημονική εκδοχή. Στις περισσότε-

ρες απαντήσεις, είτε αναφέρονται στην IP διεύθυνση ή στη διεύθυνση του παραλήπτη, ή σε άλλο προσδιορισμό είτε αναφέρονται στην ψηφιακή μετάδοση. Ένα άλλο θέμα που προκύπτει είναι ότι οι μαθητές έχουν την εντύπωση ότι όταν τα πακέτα φεύγουν το ένα πίσω από το άλλο, ακολουθούν κάποιο συγκεκριμένο ‘μονοπάτι’. Η ιδέα ότι κάθε πακέτο είναι ανεξάρτητο, ότι μπορεί να ταξιδέψει μόνο του και ότι η διαδρομή κάθε πακέτου μπορεί να είναι διαφορετική, καθώς καθένα ακολουθεί τη διαδρομή που θα του τύχει, δεν φαίνεται να είναι ξεκάθαρη στη σκέψη των μαθητών. Σε ελάχιστες απαντήσεις εμφανίζεται κάποια εκτίμηση του γεγονότος ότι δεν φτάνουν όλα με τη σειρά που εστάλησαν στον προορισμό τους, όπου γίνεται η επανα-συναρμολόγησή τους και τότε ακόμη οι περιγραφές τους δεν είναι ικανοποιητικές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα όσα ένας μαθητής περιγράφει: “Οι πληροφορίες μεταφέρονται σε πακέτα μεταφορικά. Στην ουσία οι πληροφορίες μεταφέρονται σειριακά σε κομμάτια δηλαδή σε ψηφία του δυαδικού συστήματος και τα λέμε πακέτα γιατί μοιάζουν σαν μικρά πακετάκια που ταξιδεύουν στα μέσα μετάδοσης”. Στην ερώτηση για το πώς μεταδίδονται συνεχίζει: “Τα δεδομένα ή μια πληροφορία μεταδίδεται από τον ένα κόμβο στον άλλο, αλλά στην περίπτωση που πρέπει να περάσει από άλλους κόμβους προσπαθούμε να τα στείλουμε από τον πιο σύντομο ‘δρόμο’. Τα δεδομένα μεταδίδονται από τον ένα υπολογιστή στον άλλο ασύρματα, ενσύρματα ή δορυφορικά ανάλογα την απόσταση.” Το σχέδιό του παρουσιάζεται στο Σχήμα 7.

Φαίνεται ότι ο μαθητής αυτός αντιλαμβάνεται την ανεξάρτητη κίνηση των



Σχήμα 7: Μοντέλο ψηφιακού οχήματος μεταφοράς δεδομένων

πακέτων ενός μηνύματος μέχρι τη διεύθυνση προορισμού, αλλά η έννοια του πακέτου που περιγράφει και σχεδιάζει είναι ελλιπής. Τι μας λένε όλα αυτά για τη διδασκαλία; Όπως και σε πολλές άλλες περιπτώσεις οι πληροφορίες στα αναλυτικά προγράμματα και στα σχολικά βιβλία οργανώνονται αποσπασματικά και με τις επιστημονικές πληροφορίες να διαχέονται σε πολλά κεφάλαια. Ενώ η επιστημονική πληρότητα είναι απαραίτητη, μόνη της δεν αρκεί ώστε να στηρίξει αποδοτικά την μάθηση. Τα ερευνητικά δεδομένα για τις εμπειρίες των μαθητών, που και στον χώρο της Πληροφορικής αρχίζουν και πληθαίνουν, μπορούν να βοηθήσουν στο μετασχηματισμό της καθαρά επιστημονικής γνώσης σε σχολική γνώση, έτσι ώστε ο μαθητής να αποκτήσει μια ουσιαστική και ακριβή εικόνα για όσα χειρίζεται και χρησιμοποιεί στον ψηφιακό κόσμο που ζει. Σε δυο κατευθύνσεις έχει εφαρμογή αυτός ο μετασχηματισμός: τη δόμηση των εννοιών και την επιλογή κατάλληλων αναπαραστάσεων. Στην πρώτη κατεύθυνση μια ιδέα που είναι κρίσιμη στη διδασκαλία της Πληροφορικής είναι η έννοια του συστήματος και των υποσυστημάτων. Πιο συγκεκριμένα αν ως σύ-

σημα θεωρήσουμε το Διαδίκτυο, ως υποσυστήματα μπορεί να λειτουργήσουν ενότητες για τις “λειτουργίες”, τη “μετάδοση πληροφορίας”, τα “Μέσα μετάδοσης”, κ.ά. Για παράδειγμα οι ενότητες στο βιβλίο Πληροφορική Γυμνασίου (Δαμιανάκης, κ.ά., 2004) για τη μεταφορά δεδομένων, αναλογική, ψηφιακή, ασύγχρονη και σύγχρονη μετάδοση (σελ. 239-243) και η ενότητα για τον τρόπο λειτουργίας του Διαδικτύου (σελ. 259-260), που περιλαμβάνει την έννοια του πακέτου, αποτελούν ένα σύνολο πληροφοριών που πρέπει να συνδεθούν και να οργανωθούν κατάλληλα, ώστε ο μαθητής να τις συσχετίσει και να συγκροτήσει ένα βιώσιμο και λειτουργικό μοντέλο. Μια άλλη σχετική και σημαντική διάσταση είναι το είδος των αναπαραστάσεων που χρησιμοποιούνται στην ενότητα του αναλυτικού προγράμματος. Πέρα από τον μεταφορικό τρόπο που περιγράφουμε τις σχετικές οντότητες, αντικείμενο μελέτης χρειάζεται να γίνουν και οι οπτικές αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται, π.χ. αυτοκινητάκια για τα bits, κομμάτια σελίδας για τα πακέτα, κ.ά., καθώς αποτελούν «παράθυρα» τα οποία οι μαθητές θα ανοίξουν ώστε να αποκτήσουν εμπειρίες για τις έννοιες και τις οντότητες που δεν εμπίπτουν στον άμεσο και ορατό κόσμο τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bliss, J., Monk, M. & Ogborn, J. (1983). *Qualitative Data Analysis for Educational Research*. London: Croom Helm.
- Chaly, D.J. & Sokolov, V.A. (2003). An Extensible Coloured Petri Net Model of a Transport Protocol for Packet Switched Networks *Lecture Notes in Computer Science*, 2763 (pp. 66-75). Berlin / Heidelberg: Springer.
- Δαμιανάκης, Α., Τζαβάρας, Α., Μαβόγλου, Χ. & Νταντουρής, Κ. (2004). Πληροφορική Γυμνασίου, Βιβλίο Μαθητή. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Hsu, H.-G. & Ho, C.-P. (2005) A Study on Computer Literacy of Students at U/CJC of Technology in Taiwan. In V. Uskov (Ed.), *Computers and Advanced Technology in Education* (pp. 470-478) Calgary, Canada: Acta Press.
- Lawniczak, A.T., Maxie, K.P., & Gerisch, A. (2004). From Individual to Collective Behaviour in CA Like Models of Data Communication Networks. *Lecture Notes in Computer Science*, 3305 (pp. 325-334). Berlin / Heidelberg: Springer.
- Mattheos, N., Nattestad, A., Schitteck, M., & Attström, R. (2002). Computer literacy and attitudes among students in 16 European dental schools: current aspects, regional differences and future trends. *European Journal of Dental Education*, 6(1), 30-35.
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis [28 paragraphs]. *Forum: Qualitative Social Research [On-line Journal]*, 1(2). Available online: <http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/2-00/2-00mayring-e.htm> [retrieved on December 11, 2006].
- Wilkinson, K. (2006). Students Computer Literacy: Perception versus Reality. *Delta Pi Epsilon Journal*, 48(2), 108-120.
- Yueh, H.-P. & Lin, W.-C. (2000). Investigating Agricultural Vocational School Students' Computer Literacy and Their use of Web-based Agricultural Information, *Chinese Journal of Science Education*, 8(4), 317-333.