

Η Κληρονομιά της Τεχνολογίας Επικοινωνιών στα Μαθήματα Πληροφορικής

Γ. Μπουκέας

Εσπερινό Γυμνάσιο Χίου, boukeas@gmail.com

Περίληψη

Το μάθημα της Τεχνολογίας Επικοινωνιών διδάχθηκε φέτος στην Τεχνολογική Κατεύθυνση της Β' Τάξης Γενικού Λυκείου για τελευταία φορά. Στην εργασία αυτή θα προσπαθήσουμε να στοιχειοθετήσουμε ότι ορισμένες από τις διδακτέες ενότητες πραγματεύονταν έννοιες με ιδιαίτερη επιστημονική ή παιδαγωγική σημασία, οι οποίες συνδέονται άμεσα με την Πληροφορική. Στόχος μας είναι να δείξουμε ότι η ενσωμάτωση τέτοιων εννοιών σε μαθήματα Πληροφορικής θα παρείχε ουσιαστικό όφελος, προσφέροντας μια ανανεωμένη και ευρεία θεώρηση της Πληροφορικής ως επιστήμη. Συγκεκριμένα, θα εστιάσουμε στις έννοιες που συνδέονται με το καθολικό υπόδειγμα συστημάτων, το υπόδειγμα συστημάτων επικοινωνίας, τις αλλαγές στα συστήματα επικοινωνίας και τις αρχές που χρησιμοποιούνται στα συστήματα επικοινωνίας. Σε κάθε ενότητα προτείνουμε επεκτάσεις που συμπληρώνουν την προσέγγιση των συγκεκριμένων εννοιών και αναδεικνύουν τη σύνδεσή τους με την Πληροφορική.

Λέξεις κλειδιά: επικοινωνίες, συστήματα, έννοιες

1. Εισαγωγή

Το μάθημα της Τεχνολογίας Επικοινωνιών ξεκίνησε να διδάσκεται στην Τεχνολογική Κατεύθυνση της Β' Τάξης Γενικού Λυκείου από το σχολικό έτος 1998-1999, ενώ για τέσσερα χρόνια εξετάστηκε και σε πανελλαδικό επίπεδο. Φέτος διδάχθηκε για τελευταία φορά.

Από νωρίς είχαν εκφραστεί ανησυχίες και ενστάσεις για το μάθημα, κυρίως σε σχέση με την καταλληλότητα του σχολικού εγχειριδίου: η παλαιότητά του καθώς και ο τρόπος παρουσίασης της διδακτέας ύλης δημιουργούσε προβλήματα σε μαθητές και καθηγητές (Λαζαρίνης, 2002). Σημείο καμπής αποτέλεσε το σχολικό έτος 2004-2005, χρονιά κατά την οποία το μάθημα έπαψε να εξετάζεται σε πανελλαδικό επίπεδο, καταργώντας έτσι την ανάγκη να ακολουθείται αυστηρά το προβληματικό σχολικό εγχειρίδιο. Ωστόσο, παρά τη διαθέσιμη πλέον ευελιξία, η στάση των περισσότερων διδασκόντων απέναντι στο μάθημα φαίνεται να επιδεινώθηκε τα χρόνια που ακολούθησαν (Στέκι, 2006-2010).

Η Τεχνολογία Επικοινωνιών δεν ήταν ένα μάθημα Πληροφορικής. Προβλέπονταν μόνο ως δεύτερη ανάθεση για τους εκπαιδευτικούς του κλάδου, ενώ τα κεφάλαια της διδακτέας ύλης παρέπεμπαν πολύ συχνά σε άλλα γνωστικά αντικείμενα. Ωστόσο, στην εργασία αυτή θα προσπαθήσουμε να στοιχειοθετήσουμε ότι ορισμένες από τις διδακτέες ενότητες πραγματεύονταν έννοιες με ιδιαίτερη επιστημονική ή παιδαγωγική σημασία, οι οποίες συνδέονται άμεσα με την Πληροφορική. Στόχος μας

είναι να δείξουμε ότι η ενσωμάτωση των εννοιών αυτών σε μαθήματα Πληροφορικής θα παρείχε ουσιαστικό όφελος, προσφέροντας μια ανανεωμένη και ευρύτερη θεώρηση της Πληροφορικής ως επιστήμη.

Συγκεκριμένα, θα εστιάσουμε στις έννοιες που συνδέονται με το *καθολικό υπόδειγμα συστημάτων* (κεφ. 1), το *υπόδειγμα συστημάτων επικοινωνίας* (κεφ. 1), τις *αλλαγές στα συστήματα επικοινωνίας* (κεφ. 2) και τις *αρχές που χρησιμοποιούνται στα συστήματα επικοινωνίας* (κεφ. 16). Σε κάθε ενότητα συνοδεύουμε την επιχειρηματολογία μας με θεματικές επεκτάσεις που θεωρούμε ότι συμπληρώνουν τον τρόπο προσέγγισης των συγκεκριμένων εννοιών και αναδεικνύουν τη σύνδεσή τους με την Πληροφορική. Τονίζουμε ότι θα εστιάσουμε στις *έννοιες*, χωρίς να μας αφορά ο τρόπος που αυτές εκτίθενται στο συγκεκριμένο σχολικό βιβλίο.

Στη διδακτέα ύλη περιλαμβάνεται επίσης μια ενότητα που αφορά στη *μελέτη επιπτώσεων* των συστημάτων επικοινωνίας (κεφ. 3). Θεωρούμε την ενότητα αυτή πολύ σημαντική αλλά δεν την περιλαμβάνουμε στην εργασία μας. Είναι ήδη σύνηθες για τα προγράμματα σπουδών Πληροφορικής να περιλαμβάνουν αυτή τη διάσταση, ιδιαίτερα δε σε σχέση με τις κοινωνικές επιπτώσεις (Bond et al., 2011; Ontario, 2008; Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2003; Tucker et al., 2011).

2. Καθολικό Υπόδειγμα Συστημάτων

Το καθολικό υπόδειγμα συστημάτων είναι “*ένας τρόπος μελέτης των τεχνολογικών συστημάτων*” και αποτελείται από την είσοδο, τη διαδικασία, την έξοδο και την ανάδραση (Sanders, 1998). Κάθε σύστημα μπορεί να μελετηθεί με βάση αυτούς τους όρους.

Η υιοθέτηση μιας τέτοιας θεώρησης για τη μελέτη τεχνολογικών αλλά και φυσικών συστημάτων κρίνεται σημαντική για τους μαθητές. Στις εκπαιδευτικές προδιαγραφές (standards) που ισχύουν στις ΗΠΑ για τη διδασκαλία τεχνολογικών θεμάτων, αναφέρεται ότι οι μαθητές πρέπει “*να κατανοούν τη φύση και τη λειτουργία των συστημάτων*” και πιο συγκεκριμένα ότι “*κατά τον ορισμό ενός συστήματος είναι σημαντικό να καθοριστούν τα όρια και τα υποσυστήματά του, να εντοπιστεί η σχέση του με άλλα συστήματα και να προσδιοριστεί ποια αναμένεται να είναι η είσοδος και η έξοδός του.*” (Kendall, 2011). Ανάλογο βάρος στα συστήματα και τις συναφείς έννοιες δίνεται στις εθνικές προδιαγραφές για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, όπου σημειώνεται ότι “*η θεώρηση με όρους συστημάτων προϋποθέτει την κατανόηση του όλου ως σύνολο από αλληλεπιδρώντα υποσυστήματα, όρια, εισόδους και εξόδους, ανάδραση και τις σχέσεις μεταξύ τους.*” (NAS, 1996).

Στην Πληροφορική, βασικό αντικείμενο της οποίας είναι η μελέτη υπολογιστικών συστημάτων, οι έννοιες του καθολικού υποδείγματος είναι θεμελιώδεις. Σε πολλά προγράμματα σπουδών οι μαθητές καλούνται να κατανοήσουν ότι ένα υπολογιστικό σύστημα (τόσο σε επίπεδο υλικού, όσο και λογισμικού) δέχεται δεδομένα από τις συσκευές εισόδου, τα επεξεργάζεται κι επιστρέφει τα αποτελέσματα μέσω των συσκευών εξόδου (OCR, 2010; Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2003; Tucker et al., 2006).

Πρόκειται ουσιαστικά για μια εξειδίκευση του καθολικού υποδείγματος που θα ονομάζαμε “υπόδειγμα υπολογιστικού συστήματος”.

Γενικότερα, ποικιλόμορφες οντότητες όπως ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, μια ρομποτική κατασκευή, μια λογική συνάρτηση, ένα υποπρόγραμμα ή τα αντικείμενα μιας αντικειμενοστραφούς γλώσσας μπορούν να μελετηθούν, να κατανοηθούν αλλά και να σχεδιαστούν ως συστήματα, με είσοδο, διαδικασίες, έξοδο, ανάδραση αλλά και εμφωλευμένα υποσυστήματα. Υπάρχουν παραδείγματα προγραμμάτων σπουδών Πληροφορικής που αναφέρονται ρητά στην έννοια του συστήματος αλλά και τις συναφείς θεμελιώδεις έννοιες της *τμηματικότητας* και της *αφαίρεσης* (Hazzan, Gal-Ezer & Blum, 2008).

Ο Πίνακας 1 συνοψίζει τις έννοιες του καθολικού υποδείγματος συστημάτων, αλλά και πιθανές επεκτάσεις. Θεμελιώδης είναι η έννοια της εμφώλευσης, δηλαδή το γεγονός ότι ένα σύστημα μπορεί να αποτελείται από υποσυστήματα. Επίσης, ένα σύστημα έχει όρια (boundaries) και σημεία αλληλεπίδρασης με άλλα συστήματα (αυτό που θα ονομάζαμε συσκευές εισόδου-εξόδου). Σημαντικό είναι επίσης ότι οι ροές (είσοδοι, έξοδοι) εντός των συστημάτων αλλά και ανάμεσα στα συστήματα μπορεί να αλλάζουν μορφή ή αναπαράσταση.

Πίνακας 1: Το καθολικό υπόδειγμα συστημάτων και πιθανές επεκτάσεις

Βασικές Έννοιες	Επεκτάσεις
Είσοδος	Εμφώλευση Συστημάτων – Τμηματικότητα
Διαδικασία	Αφαίρεση (Abstraction)
Έξοδος	Όρια Συστήματος
Ανάδραση	Σημεία Αλληλεπίδρασης Μετασχηματισμοί - Αναπαραστάσεις

Οι πηγές συγκλίνουν στην εκτίμηση ότι η θεώρηση με όρους συστημάτων ενέχει οφέλη για τους μαθητές. Τους βοηθά να σχηματίσουν αφηρημένες αναπαραστάσεις για συγκεκριμένα συστατικά στοιχεία (Tucker et al., 2011), μεταφέροντας έτσι γνώση και έννοιες ανάμεσα σε διαφορετικά γνωστικά πεδία. Τους βοηθά να αντιληφθούν τον μετασχηματισμό και την αλληλεπίδραση εννοιών όπως η μάζα, η ενέργεια, ή τα γεγονότα (NAS, 1996). Τους διευκολύνει στην κατανόηση προβλημάτων, το σχεδιασμό λύσεων (Ontario, 2008), καθώς και τη μαθηματική τους μοντελοποίηση και προσομοίωση (Kendall, 2011).

3. Υπόδειγμα Συστημάτων Επικοινωνίας και Συναφείς Έννοιες

Το υπόδειγμα συστημάτων επικοινωνίας είναι ουσιαστικά μια εξειδίκευση του καθολικού υποδείγματος. Βασική είσοδος και έξοδος είναι ένα μήνυμα, ενώ η διαδικασία αποτελείται από τον πομπό, το κανάλι επικοινωνίας και το δέκτη. Ενδεχομένως να υπάρχει και ανάδραση, όπως εξάλλου σε κάθε σύστημα. Ως επιπρόσθετες έννοιες που παίζουν σημαντικό ρόλο στα συστήματα επικοινωνίας

περιγράφονται από το σχολικό εγχειρίδιο: ο σχεδιασμός του μηνύματος, η κωδικοποίηση και η αποκωδικοποίηση, η εκπομπή και η λήψη και, τέλος, η αποθήκευση και η ανάκτηση (Sanders, 1998). Είναι σαφές ότι τα συστατικά του υποδείγματος αποτελούν απλουστευμένη εκδοχή της θεώρησης που εισήγαγε ο Shannon, στην εργασία που θεμελίωσε τη Θεωρία Πληροφορίας (Shannon, 1948).

Τα πρότυπα διδασκαλίας τεχνολογικών θεμάτων αναφέρουν ότι ένας μαθητής θα πρέπει “να κατανοεί τη φύση και τις χρήσεις διαφόρων τεχνολογιών” και σε αυτό το πλαίσιο θα πρέπει “να γνωρίζει τα συστατικά στοιχεία ενός συστήματος επικοινωνίας, δηλαδή την πηγή, τον κωδικοποιητή, τον πομπό, τον δέκτη, τον αποκωδικοποιητή και τον προορισμό” (Kendall, 2011).

Η Επικοινωνία συμπεριλαμβάνεται στις επτά Θεμελιώδεις Αρχές της Πληροφορικής (Denning, 2010; αλλά και Royal Society, 2012). Ο κατάλογος των εννοιών που αφορούν στην Επικοινωνία περιέχει τα στοιχεία του υποδείγματος (κατά Shannon, όχι στην απλουστευμένη εκδοχή του σχολικού βιβλίου), αλλά και σημαντικές σχετικές έννοιες όπως η πληροφορία, η χωρητικότητα καναλιού, ο θόρυβος, οι κώδικες ανίχνευσης και διόρθωσης λαθών, η συμπίεση και η κρυπτογράφηση (Denning & Martel, 2007). Οι περισσότερες από αυτές τις έννοιες αποτελούν τη βάση πολλών πρακτικών εφαρμογών στο πεδίο των επικοινωνιών και όχι μόνο, ενώ συνδέονται άμεσα με έννοιες της Πληροφορικής όπως η πολυπλοκότητα και η υπολογισιμότητα (Page et al., 2008).

Ο Πίνακας 2 συνοψίζει τις έννοιες του υποδείγματος συστημάτων επικοινωνίας, αλλά και τις πιθανές επεκτάσεις που αναφέρθηκαν.

Πίνακας 2: Το υπόδειγμα συστημάτων επικοινωνίας και πιθανές επεκτάσεις.

Βασικές Έννοιες	Συναφείς Έννοιες	Επεκτάσεις
Μήνυμα Εισόδου	Σχεδιασμός Μηνύματος	Πηγή – Προορισμός
Πομπός	Κωδικοποίηση (*)	Ψηφιακή Αναπαράσταση
Κανάλι (Διάυλος)	Εκπομπή – Λήψη	Κωδικοποίηση
Δέκτης	Αποθήκευση – Ανάκτηση	Συμπίεση
Μήνυμα Εξόδου		Κρυπτογράφηση
Ανάδραση		Πληροφορία
		Χωρητικότητα
		Θόρυβος
		Ανίχνευση – Διόρθωση Λαθών

(*) Η κωδικοποίηση, όπως περιγράφεται στο σχολικό βιβλίο ταυτίζεται μόνο με την ψηφιοποίηση.

Το υπόδειγμα συστημάτων επικοινωνίας καθεαυτό δεν εμφανίζεται σε προγράμματα σπουδών Πληροφορικής για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ενώ γενικότερα το πεδίο των επικοινωνιών δεν είναι στο προσκήνιο (με εξαίρεση βέβαια το διαδίκτυο). Υπάρχουν όμως περιπτώσεις νεότερων προγραμμάτων που περιέχουν πολλές από τις συναφείς έννοιες (Bell, Andrae & Lambert, 2010) ή ενσωματώνουν στοιχεία σχετικά με τα συστήματα επικοινωνίας (Bond et al., 2011; Tucker et al., 2011). Είναι

εύλογο κάτι τέτοιο να παρατηρείται ολοένα και συχνότερα, αν λάβει κανείς υπόψη τον αυξανόμενο ρόλο της δικτύωσης και της κωδικοποίησης κάθε μορφής στα υπολογιστικά συστήματα, καθώς και το κοινωνικό αντίκτυπο αυτής της τάσης.

4. Αλλαγές στα Συστήματα Επικοινωνίας

Η βασικότερη αλλαγή που έχει συντελεστεί στο υλικό των συστημάτων επικοινωνίας είναι αναμφισβήτητα η χρήση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, αυτό που το σχολικό εγχειρίδιο ονομάζει “μετατροπή συστημάτων ώστε να συνδέονται με υπολογιστές”. Πρόκειται βέβαια για μια αλλαγή με επίδραση πολύ ευρύτερη από τα συστήματα επικοινωνίας, και βέβαια άρρηκτα συνδεδεμένη με τα υπολογιστικά συστήματα και την Πληροφορική: “Οι περισσότερες από τις αλλαγές αυτές επηρεάζονται από τον υπολογιστή. Ορισμένες τάσεις έχουν δημιουργήσει τομές σε όλα τα τεχνικά συστήματα επικοινωνιών,” (Sanders, 1998).

Ο Πίνακας 3 περιέχει τις αλλαγές που έχουν συντελεστεί στα συστήματα επικοινωνίας, σύμφωνα με το σχολικό βιβλίο, και πιθανές επεκτάσεις. Θεμελιώδεις αλλαγές με μεγάλες επιπτώσεις είναι και η αύξηση της υπολογιστικής ισχύος, η μείωση της απαιτούμενης ενέργειας και ο αυξανόμενος ρόλος της δικτύωσης στα υπολογιστικά συστήματα. Επίσης, η μείωση του όγκου συσχετίζεται με την αύξηση του βαθμού ολοκλήρωσης και το νόμο του Moore. Η αύξηση χωρητικότητας των μέσων αποθήκευσης μπορεί να συζητηθεί παράλληλα με την μείωση του κόστους αποθήκευσης. την εξέλιξη των βάσεων δεδομένων και την απαραίτητη βελτίωση των τεχνολογιών αναζήτησης και εξόρυξης δεδομένων.

Πίνακας 3: Αλλαγές στα συστήματα επικοινωνίας και πιθανές επεκτάσεις.

Αλλαγές	Επεκτάσεις
Ολοκληρωμένα Κυκλώματα	Υπολογιστική Ισχύς Δικτύωση (*) και Κατανεμημένα Συστήματα Κόστος Παραγωγής
Ταχύτητα	Βαθμός Ολοκλήρωσης (τρανζίστορ ανά μονάδα επιφάνειας)
Κόστος	Νόμος του Moore
Όγκος	Χωρητικότητα αποθήκευσης (*)
Ψηφιοποίηση	Κόστος Αποθήκευσης
Ενοποίηση	Τεχνολογίες Αναζήτησης και Εξόρυξης Δεδομένων.
Διάδοση	Κατανάλωση Ενέργειας (υπολογισμοί ανά κιλοβατώρες)
Ποιότητα	
Αξιοπιστία	

(*) Η αύξηση της χωρητικότητας των αποθηκευτικών μέσων, καθώς και η αυξανόμενη δικτύωση των συστημάτων επικοινωνίας περιγράφονται στο σχολικό βιβλίο ως μελλοντικές τάσεις.

Εξετάζοντας τις αλλαγές που έχει επιφέρει η χρήση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων ουσιαστικά επιχειρείται μια ιστορική προσέγγιση. Η χρήση ιστορικών στοιχείων και αφηγήσεων για τη διδασκαλία της Πληροφορικής έχει πολλούς υποστηρικτές, τόσο

στη δευτεροβάθμια όσο και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (Antonitsch, Kleinhagauer & Micheuz, 2008; Denning & Martel, 2007; Impagliazzo et al., 1999). Αν και μια ιστορική θεώρηση δεν είναι ανάγκη να περιορίζεται στα ολοκληρωμένα κυκλώματα, στη συγκεκριμένη περίπτωση οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να αντιληφθούν πως έχουν εξελιχθεί πολλά από τα συστήματα του περιβάλλοντός τους, να προβάλλουν αυτές τις τάσεις εξέλιξης στο μέλλον και να εκτιμήσουν πόσα συστήματα δε θα ήταν καν δυνατό να υπάρξουν χωρίς την εφεύρεση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.

5. Αρχές Επικοινωνίας

Είναι δύσκολο να υποστηρίξει κανείς ότι η ενέργεια, ο ηλεκτρισμός και τα φαινόμενα του ηλεκτρομαγνητισμού και της επαγωγής πρέπει να διδάσκονται στα πλαίσια ενός μαθήματος Πληροφορικής. Αν όμως κάποιος έχει πειστεί από την ενότητα 2.2 ότι οι επικοινωνίες θα πρέπει να αποτελούν τμήμα ενός μαθήματος Πληροφορικής, τότε οι έννοιες της διαμόρφωσης και της πολυπλεξίας καθίστανται απαραίτητες (Denning & Martel, 2007). Εξάλλου, χρησιμοποιούνται σε κάθε σύγχρονο σύστημα επικοινωνίας.

Το σχολικό βιβλίο περιγράφει δύο είδη διαμόρφωσης (πλάτους και συχνότητας) και μάλιστα αποκλειστικά για αναλογικά σήματα. Όμως σημαντικός είναι και ο ρόλος της φάσης στη διαμόρφωση σημάτων. Άλλες πιθανές επεκτάσεις είναι η διαμόρφωση ψηφιακών σημάτων και η ψηφιακή διαμόρφωση σημάτων. Επιπροσθέτως, θα πρέπει να καθίστανται σαφείς οι λόγοι για τους οποίους είναι απαραίτητη η διαμόρφωση, και να επισημαίνεται ότι χρησιμοποιείται επίσης και στις ενσύρματες επικοινωνίες. Θεωρούμε αυτές τις επεκτάσεις σημαντικές και τις συνοψίζουμε στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Αρχές επικοινωνίας και πιθανές επεκτάσεις.

Βασικές Έννοιες	Επεκτάσεις
Μετατροπή Ενέργειας	Διαμόρφωση Φάσης
Ηλεκτρισμός	Διαμόρφωση Ψηφιακών Σημάτων
Ηλεκτρομαγνητισμός	Ψηφιακή Διαμόρφωση Σημάτων
Επαγωγή	Διαμόρφωση στις Ενσύρματες και Οπτικές Επικοινωνίες
Ραδιοκύματα	Σημασία της Διαμόρφωσης
Φάσμα Συχνότητων	
Διαμόρφωση	
Είδη Διαμόρφωσης	
Πολυπλεξία (*)	

(*) Η πολυπλεξία περιγράφεται στο Κεφ. 17 του σχολικού βιβλίου.

6. Προτάσεις Διδασκαλίας

Η Τεχνολογία Επικοινωνιών ήταν ένα μάθημα στο οποίο πολλοί εκπαιδευτικοί ανέθεταν εργασίες (Μιχαηλίδης, 2011). Αυτό εξάλλου αποτελούσε πρόταση και των αρμοδίων Συμβούλων (Σαλωνίδου & Σταμπολίδης, 2010). Πολλές φορές οι εργασίες

είχαν ως αφορμή τη θεματολογία του κεφ. 3 και πραγματεύονταν τις “*επιπτώσεις της τεχνολογίας επικοινωνιών*”. Ωστόσο, τόσο τα υποδείγματα συστημάτων, όσο και η μελέτη των αλλαγών μπορούν να συνδυαστούν με την μελέτη επιπτώσεων σε θέματα εργασιών ή δραστηριοτήτων.

Για ένα συγκεκριμένο σύστημα μπορεί να ζητηθεί από τους μαθητές να εντοπίσουν τις εισόδους, τις εξόδους και τα σημεία αλληλεπίδρασης, να περιγράψουν τη διαδικασία και να αναλύσουν σε υποσυστήματα. Αν πρόκειται για σύστημα επικοινωνίας μπορούν επιπροσθέτως να εντοπίσουν τον πομπό και το δέκτη και να μελετήσουν σε ποια σημεία και με ποιο τρόπο υπεισέρχονται έννοιες όπως η ψηφιοποίηση, η κωδικοποίηση, η κρυπτογράφηση, η συμπίεση, η αποθήκευση, η διαμόρφωση και η πολυπλεξία. Τέτοιου είδους δραστηριότητες είναι πολύ ουσιαστικές, γιατί αναδεικνύουν τις παρανοήσεις των μαθητών και καλλιεργούν την ικανότητά τους να εφαρμόζουν στην πράξη τις θεωρητικές έννοιες που διδάσκονται. Τα συστήματα που θα μπορούσαν να μελετηθούν είναι ανεξάντλητα αφού οτιδήποτε μπορεί να μελετηθεί ως σύστημα. Μερικά παραδείγματα τεχνολογικών συστημάτων είναι: ο προσωπικός υπολογιστής και τα υποσυστήματά του, παιχνιδιομηχανές αλλά και απλά παιδικά παιχνίδια, συσκευές αναπαραγωγής πολυμέσων, κινητά τηλέφωνα, συσκευές πλοήγησης, οικιακές συσκευές, μεταφορικά μέσα και τα υποσυστήματά τους, ιατρικά μηχανήματα και προσθετικά μέλη, στρατιωτικά συστήματα, κτλ.

Για την εξοικείωση των μαθητών με την κωδικοποίηση, τη συμπίεση, την κρυπτογράφηση και άλλες συναφείς έννοιες μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις, όπως οι κιναισθητικές δραστηριότητες του Unplugged (Bell, Witten & Fellows, 2006) και παραδείγματα από τα άρθρα του Computer Science for Fun (Curzon, McOwan & Black, 2005-2011).

Έχοντας μελετήσει ένα σύστημα με βάση τις έννοιες των υποδειγμάτων, οι μαθητές μπορούν να προχωρήσουν διερευνώντας πως στο συγκεκριμένο σύστημα γίνεται χρήση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (και υπολογιστικών συστημάτων γενικότερα). Μπορούν να μελετήσουν τις αλλαγές που έχουν επέλθει στη μορφή και τις δυνατότητες του συστήματος εξαιτίας της χρήσης ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, αλλά και τις νέες δυνατότητες που αυτή εισήγαγε. Επίσης, μπορούν να αναζητήσουν αριθμητικά και χρονολογικά δεδομένα σχετικά με τις μεταβολές των μεγεθών του Πίνακα 3 (βαθμός ολοκλήρωσης, όγκος, υπολογιστική ισχύς, αποθηκευτικός χώρος, κόστος, κατανάλωση ενέργειας) και να παράγουν αφίσες, γραφικές παραστάσεις, χρονογραμμές (timelines) και πληροφοριακά γραφήματα (infographics).

Τέλος, θα ήταν ενδιαφέρον να διερευνηθεί κατά πόσο θα μπορούσαν να σχεδιαστούν πειραματικές δραστηριότητες για το *εργαστήριο φυσικής* με στόχο την υλοποίηση διαφόρων μορφών ενσύρματης και ασύρματης επικοινωνίας.

7. Συμπεράσματα

Η διδασκαλία του μαθήματος της Τεχνολογίας Επικοινωνιών ολοκληρώθηκε. Οι ασάφειες, οι ανακρίβειες, οι ατυχείς μεταφράσεις όρων, η επιφανειακή προσέγγιση

και η παρωχημένη θεματολογία αφήνουν ίσως τους περισσότερους από εμάς με μια δυσάρεστη γεύση. Όμως αυτή δεν πρέπει να επικελύψει τις έννοιες που διδάσκονταν. Στην εργασία αυτή θελήσαμε να δείξουμε ότι ορισμένες από τις έννοιες αυτές μπορούν και πρέπει να ενταχθούν σε μαθήματα Πληροφορικής. Η επιστημονική και παιδαγωγική τους αξία, η διαθεματική τους φύση, οι πρακτικές τους εφαρμογές και το γεγονός ότι προσφέρονται για εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις μπορούν να μολιάσουν πολύ δημιουργικά τα μαθήματά μας.

Βιβλιογραφία

- Antonitsch, P., Kleinhagauer, R., Micheuz, P. (2008) Incorporating History in Secondary Education Informatics Courses. *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 30(3).
- Bell, T., Andreae, P., Lambert, L. (2010) Computer Science in New Zealand High Schools. *Proceedings of ACE '10*, vol. 103.
- Bell, T., Witten, I., Fellows, M. (2006) *Computer Science Unplugged*. Ανακτήθηκε 21/11/2011, από τη διεύθυνση <http://goo.gl/Q2qFQ>.
- Bishop C. (2008) *Under the Surface: Hi-Tech Trek*. Royal Institute Christmas Lectures 2008. Ανακτήθηκε 12/01/2011, από τη διεύθυνση <http://goo.gl/E7myX>.
- Bond, K., Cutts, Q., Davies, R., Dorling, M., Hunt, S., Lang, J., McNicol, A., Jones, S.P., Saeed, S., Woollard, J. & Wright, E. (2011). *Computing: A Curriculum for Schools*. Ανακτήθηκε 13/12/2011 από τη διεύθυνση <http://goo.gl/zE1mU>.
- Curzon, P., McOwan, P., Black, J. (2005-2011) *Computer Science for Fun*. Ανακτήθηκε 28/12/2011 από τη διεύθυνση <http://goo.gl/wXB5>.
- Denning, P. (2010) The Great Principles of Computing. *American Scientist*, vol. 98(5).
- Denning, P., Martel, G. (2007), *Great Principles of Computing*. Ανακτήθηκε στις 13/11/2011, από τη διεύθυνση <http://goo.gl/zD6bI>.
- Hazzan, O., Gal-Ezer, J., Blum, L. (2008) A Model for High School Computer Science Education: The Four Key Elements that Make It!. *Proc. of SIGCSE '08*.
- Impagliazzo, J., Campbell-Kelly, M., Davies, G., Lee, J., Williams, M. (1999) History in the Computing Curriculum. *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 21(1).
- Kendall, J. (2011). *Content knowledge: A compendium of standards and benchmarks for K-12 education*. Ανακτήθηκε 12/11/2011, από τη διεύθυνση <http://goo.gl/6QGSP>.
- Λαζαρίνης, Φ. (2002) Προβληματισμοί και προτάσεις για το μάθημα «Τεχνολογία Επικοινωνιών» Β' τάξης Ενιαίου Λυκείου. 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο, Διδακτική των Φυσικών Επιστημών & Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.

6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής «Πληροφορική και Νέο Σχολείο»

- Μιχαηλίδης, Ν.Π. (2011) *Οι τελικές εργασίες των μαθητών στην Τεχνολογία Επικοινωνιών για το σχολικό έτος 2010-2011*. Ανακτήθηκε 9/12/2011 από τη διεύθυνση <http://goo.gl/259B1>.
- NAS (1996) *National Science Education Standards*. National Academy of Science, National Committee on Science Education Standards and Assessment, National Research Council, Εκδόσεις: National Academy Press.
- OCR (2010) *OCR GCSE in Computing (Pilot) Specification*. Ανακτήθηκε 12/11/2011 από τη διεύθυνση <http://goo.gl/90Tst>.
- Ontario (2008). *The Ontario Curriculum, Grades 10 to 12: Computer Studies*. Ανακτήθηκε 23/12/2011 από τη διεύθυνση <http://goo.gl/6aXzg>.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2003) *Δ.Ε.Π.Π.Σ. Πληροφορικής*. Ανακτήθηκε 17/11/2011, από τη διεύθυνση <http://goo.gl/DsH9x>.
- Page, D., Smart, N., Montanaro, A., Flach, P., Kovacs, T., Marshall, J. (2008) *What is Computer Science*. Department of Computer Science, University of Bristol. Ανακτήθηκε 15/06/2010, από τη διεύθυνση <http://goo.gl/zFGty>.
- Royal Society (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. Ανακτήθηκε 23/1/2012 από τη διεύθυνση <http://goo.gl/YnEU3>.
- Sanders, M. (1998) *Τεχνολογία Επικοινωνιών*. Εκδόσεις: Ίδρυμα Ευγενίδου.
- Shannon, C.E. (1948) A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, vol. 27. Ανακτήθηκε 12/11/2010, από τη διεύθυνση <http://goo.gl/VDq9>.
- Σαλωνίδου, Α., Σταμπολίδης, Ν. (2010) *Πρόταση για τον προγραμματισμό διδασκαλίας του μαθήματος της Τεχνολογίας Επικοινωνιών*. Ανακτήθηκε 9/12/2011, από τη διεύθυνση <http://goo.gl/MkCJD>.
- Στέκι (2006-2010) Αναρτήσεις στο διαδικτυακό forum *Το Στέκι των Πληροφορικών*. Ανακτήθηκαν 21/11/2011, μετά από αναζήτηση στο Google: “Τεχνολογία Επικοινωνιών” site:alkisg.mysch.gr.
- Tucker, A., Deek, F., Jones, J., McCowan, D., Stephenson, C. & Verno, A. (2006). *A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee (2nd Edition)*. Ανακτήθηκε 23/1/2012 από τη διεύθυνση <http://goo.gl/KXqfi>.
- Tucker, A., Seehorn, D., Carey, S., Moix, D., Fuschetto, B., Lee, I., O'Grady-Cuniff, D., Stephenson, V. & Verno, A. (2011). *CSTA K-12 Computer Science Standards (Revised 2011)*. Ανακτήθηκε 23/1/2012 από τη διεύθυνση <http://goo.gl/EEJtw>.