

Αξιοποίηση των Λογιστικών Φύλλων για τη Δημιουργία ενός Γενικευμένου Μηχανισμού Αναπαράστασης Πληροφοριών στα Συστήματα Αρίθμησης

Άννα Σαριδάκη
Εκπαιδευτικός ΠΕ19 – 2^ο ΤΕΕ Νέας Σμύρνης, Αθήνας
achalkid@ath.forthnet.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην ανάπτυξη ενός ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού βοηθήματος σχετικά με τις μετατροπές αριθμών από το δεκαδικό σε οποιοδήποτε άλλο σύστημα αρίθμησης. Η υλοποίηση έχει γίνει στο λογιστικό φύλλο excel, ώστε να χρησιμοποιηθεί ένα πρίον λογισμικού γενικής χρήσης. Η ένταξή της εφαρμογής που αναπτύχθηκε προτείνεται να γίνει σε δύο πεδία. Το πρώτο αφορά στην αναπαράσταση της πληροφορίας και το δεύτερο στην ανάπτυξη και υλοποίηση του αλγόριθμου και των τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν σε περιβάλλον excel με την αξιοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχονται από αυτό.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Αναπαράσταση πληροφορίας, συστήματα αρίθμησης, αριθμητικά συστήματα, λογιστικό φύλλο, excel, διδακτική Πληροφορικής, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, ΤΕΕ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από δεκαπενταετή διδακτική εμπειρία, στον Τομέα Πληροφορικής της Τεχνικής και Επαγγελματικής Εκπαίδευσης (Τ.Ε.Λ., Τ.Ε.Ε.), έχει παρατηρηθεί η συστηματική αδυναμία που παρουσιάζουν οι μαθητές σχετικά με την κατανόηση της διαδικασίας της μετατροπής ενός αριθμού από ένα σύστημα αρίθμησης σε άλλο. Στο χώρο της διδακτικής της Πληροφορικής και των Μαθηματικών δεν έχει εντοπιστεί βιβλιογραφία ή έρευνα που να ασχολείται με το θέμα της μετατροπής αριθμών μεταξύ συστημάτων αρίθμησης.

Με αφορμή την ενδοσχολική επιμόρφωση 2001-2002 καθηγητών Πληροφορικής, στο πλαίσιο προγράμματος επιμόρφωσης στις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση, διερευνήθηκαν οι μέχρι τώρα παρεχόμενες λύσεις από υπάρχουσες εφαρμογές εκπαιδευτικού λογισμικού και υλοποιήθηκε ένα ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό βοήθημα σχετικά με την αναπαράσταση αριθμών σε κάποιο σύστημα αρίθμησης και με τις μετατροπές αριθμών από το δεκαδικό σε οποιοδήποτε άλλο σύστημα.

Αντί να υλοποιηθεί η εφαρμογή σε συγγραφικό εργαλείο επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί το λογιστικό φύλλο excel ώστε να μπορούν οι μαθητές των ΤΕΕ να αποκωδικοποιήσουν τον τρόπο κατασκευής της.

ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Από τις εφαρμογές εκπαιδευτικού λογισμικού, που είναι προσιτές στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα, οι μόνες που έχουν ασχοληθεί με την αναπαράσταση της πληροφορίας

είναι οι εφαρμογές Δ.Ε.Λ.Υ.Σ. και ΤΡΙΤΩΝ (ΠΡΑΞΙΣ).

Στην εφαρμογή *ΤΡΙΤΩΝ / ΠΡΑΞΙΣ* (ΕΜΠ, 2000) και συγκεκριμένα στην ενότητα «*Μετατροπές*» πραγματοποιούνται μετατροπές από το δεκαδικό στο οκταδικό, από το οκταδικό στο δυαδικό και από το δυαδικό στο δεκαεξαδικό καθώς και όλες οι αντίστροφες μετατροπές. Επίσης παρουσιάζονται τα ψηφία των παραπάνω τεσσάρων αριθμητικών συστημάτων και τα βάρη (δυνάμεις της βάσης του αριθμητικού συστήματος) ανάλογα με τη θέση του ψηφίου στον αριθμό.

Στην εφαρμογή *Δ.Ε.Λ.Υ.Σ.* (Παν. Μακεδονίας, κ.α., 2000) πραγματοποιούνται μετατροπές μόνο από το δεκαδικό στο δυαδικό. Στην ενότητα «*Η επεξεργασία Δεδομένων / Δυαδική παράσταση αριθμών*» παρουσιάζεται αναλυτικά και με διαφανή τρόπο, ο αλγόριθμος μετατροπής ενός αριθμού από το δεκαδικό στο δυαδικό σύστημα. Επίσης στην ενότητα «*Εικονικό Εργαστήριο / Εικονική ζυγαριά*» παρουσιάζεται η ισοδυναμία των αριθμών στα δύο αριθμητικά συστήματα (δεκαδικό, δυαδικό) με χρήση βαρών / σταθμών.

Οι αναφορές στα συστήματα αρίθμησης και στις δύο προαναφερόμενες εφαρμογές, δεν χρησιμοποιούνται για την αυτόνομη διδασκαλία των συστημάτων αρίθμησης εν γένει, αλλά τη χρησιμοποιούν με αφορμή τον τρόπο λειτουργίας του ψηφιακού ηλεκτρονικού υπολογιστή, γι' αυτό και περιορίζονται στα συγκεκριμένα συστήματα αρίθμησης. Για τις δύο παραπάνω περιπτώσεις έχουν συνταχθεί σχέδια μαθήματος (Κάππας 2001).

ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Μέχρι τώρα στον Τομέα της Πληροφορικής των ΤΕΕ, διδάσκεται το excel ως αυτόνομο διδακτικό αντικείμενο (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2000). Οι πιο συνηθισμένες χρήσεις των λογιστικών φύλλων είναι η διενέργεια υπολογισμών, σε μεγάλο όγκο οργανωμένων (πινακοποιημένων) δεδομένων και η αξιοποίηση των γραφικών παραστάσεων που υποστηρίζονται από αυτά. Μπορούν ακόμη να αξιοποιηθούν ως στοιχειώδεις Βάσεις Δεδομένων χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες ταξινόμησης και αναζήτησης που υποστηρίζονται.

Πέρα από τις τυπικές χρήσεις των λογιστικών φύλλων, έχουν προταθεί μια σειρά από προτάσεις χρήσης του, καταρχήν για τα Μαθηματικά. Μεταξύ άλλων έχει προταθεί η χρήση του για τη γραφική επίλυση συστήματος εξισώσεων καθώς επίσης και στην άλγεβρα Bool (Gradinarova, 1997).

Στο χώρο της Φυσικής έχει προταθεί η σύνδεση των λογιστικών φύλλων, με δεδομένα από λογισμικό προσομοίωσης, με συγκεκριμένες υλοποιήσεις στο νόμο του Coulomb (Τζιμογιάννης κ.α., 1995) και στην ελεύθερη πτώση (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 1997). Ακόμη αξιοποιώντας τη δυνατότητα ανάπτυξης μακροεντολών, έχει αναπαρασταθεί το πείραμα του Rutherford και άλλες καταστάσεις (Παλίλης κ.α., 1999).

Έχει ακόμη προταθεί η σύνδεση με πειραματικές συσκευές, ώστε το λογιστικό φύλλο να αξιοποιήσει πραγματικές μετρήσεις, καθώς επίσης και η δημιουργία μοντέλων για πρόβλεψη μελλοντικών καταστάσεων (π.χ. δημογραφικών). Τέτοιες προσεγγίσεις μπορεί να είναι χρήσιμες στα πλαίσια της εκπόνησης προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Χαλκίδης κ.α., 1998).

Μια σειρά από προτάσεις και συγκεκριμένες υλοποιήσεις για χρήση του excel στην εκπαίδευση, βρίσκονται σε ιστοσελίδα του Πανεπιστημίου της Βιέννης (University of Vienna, χχε).

Από το Πανεπιστήμιο του Ελσίνκι υπάρχει στο χώρο της Πληροφορικής μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση, η οπτικοποίηση αλγορίθμων με animation χρησιμοποιώντας τις μακροεντολές του excel (AAPS, χχε).

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Το λογισμικό / εργαλείο που αναπτύχθηκε, πραγματοποιείται τα συστήματα αρίθμησης και τον τρόπο που περνάμε από το δεκαδικό σε οποιοδήποτε άλλο σύστημα αρίθμησης δίνοντας την βάση του. Η υλοποίηση του έγινε με ένα προσιτό εργαλείο λογισμικού γενικού σκοπού (excel). Με την επιλογή αυτή η εφαρμογή μπορεί να προσεγγιστεί από δύο σκοπές. Η πρώτη αφορά στην

αξιοποίησή της για τη διδασκαλία των συστημάτων αρίθμησης και χαρακτηρίζεται ως «αδιαφανής διαδικασία – μαύρο κουτί», ενώ η δεύτερη αφορά στην αξιοποίηση των τεχνικών της υλοποίησής της για τη διδασκαλία μέρους των δυνατοτήτων του ίδιου του λογιστικού φύλλου. Η δεύτερη σκοπιά χαρακτηρίζεται ως «διαφανής διαδικασία – διάφανο κουτί».

Σύμφωνα με την πρώτη, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό που παρουσιάζουμε, ως μια αδιαφανή διαδικασία, η οποία τους παρέχει πληροφορίες για την αναπαράσταση αριθμών σε ένα σύστημα αρίθμησης, την αντιστοιχία τους με το δεκαδικό και γενικότερα τα χαρακτηριστικά ενός συστήματος αρίθμησης. Μπορούν να διερευνήσουν διαφορετικά συστήματα, δίνοντας δυνατότητες για αλληλεπίδραση και ενεργητική μάθηση, παρακάμπτοντας το γνωστικό «εμπόδιο» που έχουν σε σχέση με μαθηματικούς υπολογισμούς.

Σύμφωνα με τη δεύτερη, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό ως μια διαφανή διαδικασία, η οποία δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να μελετήσουν την υλοποίηση του αλγόριθμου και των τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν εσωτερικά, εφόσον το εργαλείο υλοποίησης τους είναι προσιτό και οικείο. Μπορούν να τροποποιήσουν ή να επεκτείνουν τον αλγόριθμο και να επέμβουν στην μορφοποίηση των αποτελεσμάτων.

Τελικός σκοπός είναι η ανάπτυξη ενός γενικευμένου μηχανισμού για τη μετατροπή ενός αριθμού από το δεκαδικό σύστημα αρίθμησης σε οποιοδήποτε άλλο και η δυνατότητα εποπτείας του σχετικού αλγόριθμου.

Όλες οι δραστηριότητες έχουν συμπεριληφθεί σε ένα μόνο αρχείο του excel σε διαφορετικά φύλλα η κάθε μια. Οι δραστηριότητες που σχετίζονται με κάθε μια από τις παραπάνω οπτικές γωνίες υλοποιούνται σε διαφορετικά φύλλα ενός βιβλίου / αρχείου του excel. Αν και στις δύο προσεγγίσεις οι αλγόριθμοι είναι οι ίδιοι, η οργάνωση των αντίστοιχων φύλλων είναι διαφορετική διότι εξυπηρετεί διαφορετικούς παιδαγωγικούς σκοπούς και στόχους.

Η εφαρμογή περιορίζεται στην αναπαράσταση των φυσικών αριθμών και δεν επεκτείνεται σε πράξεις ανάμεσα σε αριθμούς. Τα παραδείγματα εκπαιδευτικής αξιοποίησης έχουν επιλεγεί από τη διδακτέα ύλη των ΤΕΕ.

ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΑΝ ΜΑΥΡΟ ΚΟΥΤΙ

Στα ΤΕΕ οι μαθητές παρουσιάζουν αδυναμία στην κατανόηση της διαδικασίας της μετατροπής από ένα αριθμητικό σύστημα σε άλλο. Η εφαρμογή περιορίστηκε στην ισοδυναμία ενός αριθμού του δεκαδικού συστήματος αρίθμησης, που είναι οικείο στους μαθητές, σε οποιοδήποτε άλλο σύστημα. Υπό το πρίσμα αυτό το λογισμικό αποτελεί ένα μαύρο κουτί που εκτελεί τους υπολογισμούς και τις μετατροπές που ζητούνται.

Σε μια τυπική χρήση της εφαρμογής ο μαθητής δίνει τη βάση ενός συστήματος αρίθμησης και εμφανίζονται τα ψήφια (δυνάμεις) της βάσης του, και οι αριθμοί (ξεκινώντας από το 0) στο νέο σύστημα, σε αντιστοιχία με εκείνους του δεκαδικού (σχήμα 1).

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Εισαγωγή Μορφή Εργαλεία Δεδομένα Παράθυρο Βοήθεια															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		Βάση 5	ψηφία							εκθέτης του 5	Βάρος		αριθμός στο 10δικό	αριθμός στο 5 δικό	
2			0							0	1		0	00000000	
3			1							1	5		1	00000001	
4			2							2	25		2	00000002	
5			3							3	125		3	00000003	
6			4							4	625		4	00000004	
7										5	3125		5	00000010	
8															

Σχήμα 1: Ένα στιγμιότυπο της εφαρμογής για το πενταδικό σύστημα αρίθμησης. Ο μαθητής δίνει τη βάση ενός συστήματος αρίθμησης και του εμφανίζονται οι υπόλοιπες πληροφορίες.

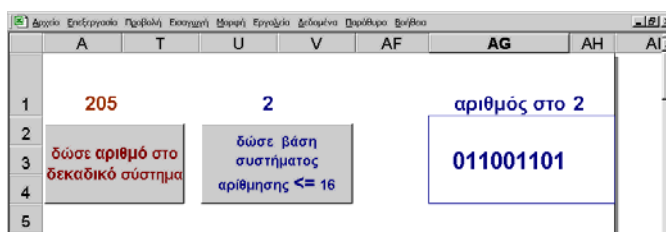
Σε μια άλλη χρήση η εφαρμογή δέχεται ως στοιχεία εισόδου, έναν αριθμό στο δεκαδικό

σύστημα και τη βάση οποιουδήποτε άλλου συστήματος και εμφανίζει ως έξοδο τον αριθμό εκφρασμένο στο νέο σύστημα αρίθμησης (σχήμα 2).

Επειδή η υλοποίηση στηρίζεται σε γενικευμένους μηχανισμούς χρησιμοποιούνται σε αυτή την περίπτωση δύο μόνο οθόνες αυξάνοντας έτσι την ευκολία στη χρήση της εφαρμογής.

Η αξιοποίηση με αυτό τον τρόπο του λογισμικού προτείνεται να γίνει στα μαθήματα της Α' τάξης του 1^{ου} κύκλου των ΤΕΕ, συμπληρωματικά με τις άλλες εφαρμογές λογισμικού που καλύπτουν καλύτερα κάποιες άλλες πτυχές. Κυρίως στο μάθημα «*Βασικές αρχές Ψηφιακής τεχνολογίας*», για τη διδασκαλία της έννοιας του συστήματος αρίθμησης, τον ορισμό ενός συστήματος αρίθμησης (πλήθος ψηφίων, ψηφία, βάση, αριθμούς συστήματος) σε αναλογία με την πρώτη τυπική χρήση που αναφέρθηκε (σχήμα 1). Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται επικουρικά, χωρίς να υποκαθιστά τη διαδικασία με χαρτί και μολύβι.

Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο μάθημα «*Υλικό υπολογιστών*» για την εύρεση (ή την επαλήθευση) ενός αριθμού στο δυαδικό ή το δεκαεξαδικό σύστημα. Τέλος στο μάθημα «*Βασικές υπηρεσίες διαδικτύου*» για την εύρεση (σε πολύ εξεζητημένες περιπτώσεις) μιας IP διεύθυνσης εκφρασμένης σε δεκαεξαδική μορφή.



Σχήμα 2: Ένα στιγμιότυπο της εφαρμογής για τη μετατροπή ενός αριθμού του δεκαδικού συστήματος, στο σύστημα αρίθμησης της επιλογής του μαθητή.

ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΑΝ ΔΙΑΦΑΝΟ ΚΟΥΤΙ

Το παραπάνω «μαύρο κουτί» μπορεί να γίνει «διάφανο» εάν η οπτική γωνία είναι από την πλευρά της υλοποίησης του. Το excel είναι ένα προσιτό λογισμικό, γενικής χρήσης και η χρήση του αποτελεί αντικείμενο διδασκαλίας.

Microsoft Excel - αριθμητικά συστήματα 3					
Αριθμοί					
Επεξεργασία Προβολή Εισαγωγή Μεταβί Εργαλεία Δεδομένα Παράθυρο Βοήθεια					
B3		=POWER(B\$2,\$A3)			
	A	B	C	D	E
1	εκθέτης	βάση	βάση	βάση	
2		2	3	4	
3	0	1	1	1	
4	1	2	3	4	
5	2	4	9	16	
6	3	8	27	64	
7	4	16	81	256	
8	5	32	243	1024	

Σχήμα 3: Ένα τμήμα της εφαρμογής που σχετίζεται με τη διδασκαλία απόλυτης και σχετικής διευθυνσιοδότησης. Σημειώση: Όπως φαίνεται και στη γραμμή τύπων, το περιεχόμενο του κελιού B3 είναι “=POWER(B\$2,\$A3)”. Η αναφορά στη βάση δηλώνεται με σχετική αναφορά στο τμήμα της στήλης και με απόλυτη αναφορά στο τμήμα της γραμμής, ενώ το αντίστροφο έχει επιλεγεί για την αναφορά στον εκθέτη. Με το παραπάνω περιεχόμενο στο κελί B3 όταν το επιλέξουμε και σύρουμε την επιλογή για επέκταση / συμπλήρωση σειρών ή στηλών υπολογίζονται ορθά τα περιεχόμενα των υπόλοιπων κελιών (δυνάμεις του 2 και επέκταση και στους υπόλοιπους αριθμούς αντίστοιχα).

Προτείνεται λοιπόν η αξιοποίηση του λογισμικού να γίνει στο μάθημα της Α' τάξης του 1^{ου} κύκλου των ΤΕΕ «Αυτοματισμός γραφείου» στην ενότητα του λογιστικού φύλλου excel. Το λογισμικό που αναπτύχθηκε, έχει και μια έκδοση με μικρότερες αυτόνομες ενότητες - ασκήσεις με τις οποίες, εκμεταλλευόμενο τις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για να υλοποιηθεί η εφαρμογή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία θεμάτων όπως:

- αναφορές σε απόλυτες και σχετικές θέσεις κελιών, στηλών και γραμμών (σχήμα 3)
- συναρτήσεις κειμένου, αριθμητικές και αναφοράς
- μορφοποίηση υπό όρους
- μακροεντολές κλπ.

Η χρήση των συναρτήσεων (power, mod, int, ...) βοηθάει τους μαθητές να ξεπεράσουν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στους υπολογισμούς.

Δώσε αριθμό στο δεκαδικό σύστημα: 5230

Μετατροπή στο δυαδικό σύστημα: 001010001101110

Μετατροπή στο δεκαεξαδικό σύστημα: 0000000146E

Διαίρετος	Διαίρετος	Υπόλοιπο
5230	2	0
2615	2	1
1307	2	1
653	2	1
326	2	0
163	2	1
81	2	1
40	2	0
20	2	0
10	2	0
5	2	1
2	2	0
1	2	1
0	2	0

Διαίρετος	Διαίρετος	Υπόλοιπο
5230	16	14
326	16	6
20	16	4
1	16	1
0	16	0
0	16	0
0	16	0
0	16	0
0	16	0
0	16	0

Σχήμα 4: Ένα τμήμα της εφαρμογής για την υλοποίηση του αλγορίθμου που μετατρέπει ένα αριθμό του δεκαδικού συστήματος στο δυαδικό και στο δεκαεξαδικό με διαδοχικές διαιρέσεις.

Ενδεικτικά με την διαδικασία μετατροπής από το δεκαδικό στο δυαδικό και το δεκαεξαδικό (σχήμα 4) μπορούν να διδαχθούν:

- διαφανής εκτέλεση του αλγόριθμου μετατροπής από το δεκαδικό στο νέο σύστημα αρίθμησης
- απόλυτες και σχετικές αναφορές σε κελιά, στήλες και γραμμές
- συναρτήσεις int, mod, choose, concatenate, if
- μορφοποίηση αποτελεσμάτων

και προετοιμάζονται οι μαθητές για τον τμηματικό προγραμματισμό.

Δώσε αριθμό στο δεκαδικό σύστημα: 730

Δώσε βάση συστήματος αρίθμησης: 16

Μετατροπή στο 16 δικά σύστημα: 0000000000002DA

Διαίρετος: 16

Διαίρετος	Διαίρετος	Υπόλοιπο
730	16	10
45	16	13
2	16	2
0	16	0
0	16	0

Σχήμα 5: Ένα τμήμα της εφαρμογής στο οποίο γίνεται γενίκευση του αλγορίθμου που μετατρέπει ένα αριθμό του δεκαδικού συστήματος σε οποιοδήποτε σύστημα αρίθμησης με διαδοχικές διαιρέσεις.

Ο παραπάνω αλγόριθμος γενικεύεται όταν δίνεται παραμετρικά / εξωτερικά η βάση του νέου συστήματος αρίθμησης (σχήμα 5)

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η παραπάνω εφαρμογή αναπτύχθηκε κατά το τρέχον σχολικό έτος. Στην τάξη δοκιμάστηκε μόνο από τη δεύτερη οπτική γωνία του «διάφανου κουτιού» και μάλιστα μερικές μόνο από τις δραστηριότητες που περιλαμβάνει. Αν και δεν μπορούμε να μιλήσουμε ακόμη για οργανωμένη εμπειρική έρευνα και τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από αυτή, η εμπειρία έδωσε θετικά κατ' αρχήν αποτελέσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- AAPS (χχε), *Algorithm Animation with Excel*, electronic document available at <http://www.cs.helsinki.fi/research/aaps/excel/>
- Gradinarova B. (1997), *Innovations in Mathematics Education through Excel spreadsheets*, 3^ο Πανελλήνιο συνέδριο «Διδακτική των μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση», Πάτρα, 112-122
- University of Vienna (χχε), *Spreadsheets, Mathematics, Science, and Statistics Education*, electronic document available at <http://sunsite.univie.ac.at/Spreadsite/>
- E.M.Π. – Εργαστήριο Υπολογιστικών Συστημάτων (2000), *Τρίτων*, εκπαιδευτικό λογισμικό, Αθήνα
- Κάππας Κ. (2001), Εκπαιδευτικές σημειώσεις και σχέδια μαθημάτων, Σεμινάρια ενδοσχολικής επιμόρφωσης στις ΤΠΕ, Αθήνα
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2000), Προγράμματα σπουδών 1^{ου} κύκλου του τομέα Πληροφορικής-Δικτύων Η/Υ των Τεχνικών Επαγγελματικών Εκπαιδευτηρίων
- Παλίλης Β., Πολυζώης Γ., Σπυρόπουλος Χ., Τσέγκας Χ. (1999), Εφαρμογή φύλλων εργασίας του Excel στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Πανελλήνιο συνέδριο «Πληροφορική & Εκπαίδευση», Ιωάννινα, 419-428
- Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Tessera Multimedia, κ.ά. (2000), Δ.Ε.Α.Υ.Σ. – Διαδραστικό Εκπαιδευτικό Λογισμικό για Υπολογιστικά Συστήματα, Θεσσαλονίκη
- Τζιμογιάννης Α., & Μικρόπουλος Α. (1997), Ο υπολογιστής στη διδασκαλία της Φυσικής. Μια άμεση πρόταση εφαρμογής με συνδυασμένη χρήση λογισμικού προσομοίωσης και φύλλων εργασίας, *Διημερίδα Πληροφορικής «Η Πληροφορική στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση»*, Αθήνα, 107-115
- Τζιμογιάννης Α., Μικρόπουλος Α., Κουλαϊδής Β. (1995), Ο υπολογιστής στη διδασκαλία της Φυσικής. Μια άμεση εφαρμογή με χρήση φύλλων εργασίας, *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, τ. 85, 38-46
- Χαλκίδης Α., Σαριδάκη Α., Τσάκαλης Π. (1998), Εφαρμογές νέων τεχνολογιών στα πλαίσια της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, *1η Πανεπειρωτική ημερίδα «Πληροφορική και Εκπαίδευση»*, Ιωάννινα, 49-63