ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2010)

7ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Πρόταση Χρήσης Τεχνολογίας Υπολογιστικού Νέφους στην Εκπαίδευση

Μαρία Χρόνη, Βασίλειος Μποζιάρης, Σταύρος Νικολόπουλος

Βιβλιογραφική αναφορά:

Χρόνη Μ., Μποζιάρης Β., & Νικολόπουλος Σ. (2023). Πρόταση Χρήσης Τεχνολογίας Υπολογιστικού Νέφους στην Εκπαίδευση. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 035–044. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4976

Πρόταση Χρήσης Τεχνολογίας Υπολογιστικού Νέφους στην Εκπαίδευση

Μαρία Χρόνη, Βασίλειος Μποζιάρης, Σταύρος Νικολόπουλος
mchroni@cs.uoi.gr, vboziari@hotmail.com, stavros@cs.uoi.gr
Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Στην μελέτη αυτή θέτουμε το ερώτημα της δυνατότητας εξάλειψης ή περιορισμού των προβλημάτων της υφιστάμενης τεχνολογικής οργάνωσης για την υποστήριξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας χωρίς την υποβάθμιση της ποιότητας της παρερχομένης εκπαίδευσης. Η απάντηση δίδεται μέσω της αποτελεσματικής εφαρμογής της τεχνολογίας του Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing), η οποία διαθέτει και προσφέρει την τεχνολογική οργάνωση που όχι μόνο περιορίζει τα προβλήματα της παραδοσιακής υλοποίησης και λειτουργίας των εκπαιδευτικών μονάδων Η/Υ αλλά υποβοηθά σε μεγάλο βαθμό πολλούς τομείς ενός σύγχρονου εκπαιδευτικού συστήματος. Συνδυάζοντας τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας του Υπολογιστικού Νέφους και τις διαθέσιμες τεχνολογικές υποδομές των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων της χώρας, προτείνουμε ένα σύνθετο μοντέλο δημιουργίας ενός Υπολογιστικού Νέφους το οποίο αποτελείται: (α) από ένα Υπολογιστικό Νέφος που το διαχειρίζεται ένας Εθνικός Φορέας, (β) ένα σύνολο από Υπολογιστικά Νέφη τα οποία διαχειρίζονται επιλεγμένα Πανεπιστημιακά Ιδρύματα της χώρας, και (γ) σύνολα Σχολικών Μονάδων (εκπαιδευτικά εργαστήρια Η/Υ), κάθε ένα από τα οποία έχει πρόσβαση στο λογισμικό και τους πόρους ενός πανεπιστημιακού Υπολογιστικού Νέφους. Το προτεινόμενο μοντέλο Υπολογιστικού Νέφους προσφέρει πολλαπλά επιστημονικά οφέλη και συμβάλλει ενεργά στη διείσδυση και την αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: υπολογιστικό νέφος, Διαδίκτυο, εκπαιδευτικό λογισμικό, εργαστήριο πληροφορικής

Εισαγωγή

Η εκπαιδευτική διαδικασία, κυρίως τα τελευταία χρόνια, τείνει να υποστηρίζεται σε σημαντικό βαθμό από τις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), και η τάση αυτή είναι διαρκώς ανοδική, καθώς η χρήση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών (Η/Υ) αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο μιας σύγχρονης εκπαιδευτικής δομής. Ωστόσο, ενώ η ενσωμάτωση των ΤΠΕ σε όλους τους τομείς του Δημοσίου έχει καταστεί αναγκαία, σύμφωνα με της οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2000), η διείσδυση των ΤΠΕ στην ελληνική εκπαίδευση δεν είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα σε σχέση και με τους υπόλοιπους εταίρους μας (Μπίκος, 1993; Γρηγοριάδου κ.α., 2004; Παναγιωτακόπουλος & Ρηγάλου, 2007; Κουστουράκης, 2008). Οι λόγοι είναι πολλοί (οικονομικοί, κοινωνικοί, δομής, πολιτικοί, οργάνωσης, προγραμματισμού) και πολυεπίπεδοι.

Η τρέχουσα κατάσταση ανάπτυξης υπολογιστικής τεχνολογίας για την υποβοήθηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας βασίζεται κυρίως στη χρησιμοποίηση μεμονωμένων ή συνδεδεμένων σε τοπικό δίκτυο Η/Υ. Μια τέτοια τεχνολογική δομή οργάνωσης παρουσιάζει δυσκολίες συντήρησης και υποστήριξης, ενώ στην πλειονότητα των περιπτώσεων η χρησιμοποίησή της είναι «αντιοικονομική» αφενός μεν λόγω του μικρού κύκλου ζωής τόσο του υλικού (hardware) όσο και του λογισμικού (software), και αφετέρου

Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου
με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», τόμος ΙΙ, σ. 35-44
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 23-26 Σεπτεμβρίου 2010

λόγω της περιορισμένης αξιοποιήσεώς της (utilization) δεδομένου του χρόνου ημερήσιας λειτουργίας των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων. Επομένως η υφιστάμενη τεχνολογική οργάνωση παρουσιάζει μια σειρά από δυσλειτουργίες και αναποτελεσματικότητες (εκπαιδευτικές, οικονομικές, τεχνολογικές, κλπ), με συνέπεια να δυσχεραίνεται η εκπαιδευτική διαδικασία και να αποκλείεται η εκπαιδευτική κοινότητα από τις σύγχρονες εξελίξεις που ίσως οδηγούν στο σχολείο του μέλλοντος.

Στην παρούσα μελέτη, δεδομένου των παραπάνω προβλημάτων, θέτουμε το ερώτημα εάν υπάρχει δυνατότητα εξάλειψης ή περιορισμού των προβλημάτων αυτών χωρίς την υποβάθμιση της ποιότητας της παρεχόμενης εκπαίδευσης. Η απάντηση πιστεύουμε ότι μπορεί να δοθεί μέσω της αποτελεσματικής εφαρμογής της τεχνολογίας του Υπολογιστικού Νέφους (ΥΝ) (Cloud Computing), η οποία διαθέτει και προσφέρει αυτή την τεχνολογική οργάνωση που όχι μόνο περιορίζει τα αναφερθέντα προβλήματα της παραδοσιακής υλοποίησης και λειτουργίας των εκπαιδευτικών μονάδων Η/Υ αλλά υποβοηθά σε μέγιστο βαθμό πολλούς τομείς ενός σύγχρονου εκπαιδευτικού συστήματος.

Αλλά τι είναι ένα Υπολογιστικό Νέφος; Στη βιβλιογραφία, ανάλογα από την οπτική γωνία που βλέπει κάποιος το θέμα, έχουν προταθεί διάφοροι ορισμοί (Vaquero et al., 2009) Στην μελέτη μας, θεωρούμε ότι ένα Υπολογιστικό Νέφος είναι ένα σύνολο υπολογιστών, προγραμμάτων και διαδικασιών τα οποία ο χρήστης (στην δική μας μελέτη ένα εκπαιδευτικό εργαστήριο Η/Υ) μπορεί να ενοικιάσει, για χρήση σε πραγματικό χρόνο, και στα οποία η πρόσβαση μπορεί να γίνει από οποιοδήποτε μέλος της εκπαιδευτικής κοινότητας, οποιαδήποτε στιγμή και, δεδομένης της ύπαρξης διαδικτυακής υποδομής, από οποιαδήποτε γεωγραφική θέση. Υπό αυτό το πρίσμα, η υλικοτεχνική υποδομή των σχολικών εργαστηρίων παύει να έχει την παραδοσιακή μορφή του πάγιου στοιχείου για τον οργανισμό και παίρνει την μορφή υπηρεσίας.

Η προτεινόμενη μεταβολή στο πρότυπο χρησιμοποίησης των τεχνολογιών υποστήριξης της εκπαιδευτικής διαδικασίας θα επηρεάσει θεμελιωδώς τον τρόπο που αντιμετωπίζονται οι επενδύσεις στον τομέα της πληροφορικής, αλλά κυρίως θα επηρεάσει τον τρόπο που χρησιμοποιείται η υπολογιστική τεχνολογία στην εκπαίδευση (αξιοποίηση υπολογιστικών πόρων, αποτελεσματική και αξιόπιστη λειτουργία μονάδων Η/Υ, μείωση των λειτουργικών δαπανών που απαιτούνται για τη συντήρηση και αναβάθμιση των εκπαιδευτικών εργαστηρίων Η/Υ). Έτσι, η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας του υπολογιστικού νέφους θα μπορούσε να θεωρηθεί σαν το μέσο που επιτρέπει την ομοιόμορφη διάχυση της γνώσης, μιας και όλα τα μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας θα έχουν ίδιες ευκαιρίες χρησιμοποίησης της διαθέσιμης υλικοτεχνικής υποδομής. Η κατανεμημένη αποθήκευση και διαχείριση των εκπαιδευτικών βοηθημάτων (βιβλία, σημειώσεις, εργαστηριακές ασκήσεις, εκπαιδευτικό λογισμικό, κα.) θα δίδει την δυνατότητα και την ευκαιρία στους εκπαιδευόμενους να τα προσεγγίζουν ισότιμα μεταξύ τους, από οποιανδήποτε χώρο, για οσοδήποτε χρόνο, και με οποιοδήποτε μέσο είναι διαθέσιμο (π.χ. desktop, laptop, notebook, mobile phone, κλπ). Από την άλλη πλευρά, οι εκπαιδευτές θα έχουν τη δυνατότητα να ενημερώνονται άμεσα για τις εξελίξεις του επιστημονικού τους αντικειμένου, να αντλούν εκπαιδευτικό υλικό και, κυρίως, θα έχουν τη δυνατότητα να ενημερώνουν σε πραγματικό χρόνο το εκπαιδευτικό τους υλικό με τρόπο που παρακάμπτουν εύκολα προβλήματα χρονικής απαξίωσης αρκετών παραδοσιακών βοηθημάτων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, σε άλλες χώρες έχουν ήδη αρχίσει να σκέφτονται τη δημιουργία τεχνολογιών ΥΝ στο χώρο της εκπαίδευσης, ενώ τα πρώτα σχετικά άρθρα που γράφονται μιλούν για τα οφέλη και τις προκλήσεις από τη χρήση του ΥΝ στην εκπαίδευση (Campus Technology, 2009; Katz, 2009). Επίσης, σύμφωνα με την ανακοίνωση της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2009), στόχος της

Ευρωπαϊκής Ένωσης για την καλύτερη αξιοποίηση των ΤΠΕ είναι η χρήση της τεχνολογίας του ΥΝ, ενώ σύμφωνα με τις εκθέσεις "Horizon" (Horizon, 2009; 2010), μία από τις τάσεις της τεχνολογίας στην εκπαίδευση είναι η αξιοποίηση των τεχνολογιών ΥΝ.

Υφιστάμενη κατάσταση εκπαιδευτικών εργαστηρίων πληροφορικής

Οι Νέες Τεχνολογίες έχουν καταστεί αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Σε όλες πλέον τις βαθμίδες της εκπαίδευσης υπάρχουν Εργαστήρια Η/Υ με μεγάλο πλήθος και εύρος ερευνητικών και εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Η συντήρηση των εργαστηρίων αυτών είναι μία δύσκολη, απαιτητική και επίπονη εργασία, απαραίτητη όμως προκειμένου να διασφαλίζεται η εύρυθμη λειτουργία τους και, μέσω αυτής, να αποκομίζει η εκπαιδευτική κοινότητα στο ακέραιο τα οφέλη από τη χρήση τους.

Ο Κανονισμός Λειτουργίας Σχολικού Εργαστηρίου Πληροφορικής και Εφαρμογών Η/Υ του Υπουργείου Παιδείας (ΥΠΕΠΘ, 2005), καθορίζει το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας, διαχείρισης και συντήρησης των εργαστηρίων Πληροφορικής και Εφαρμογών Η/Υ των σχολικών μονάδων της χώρας. Από τον κανονισμό αυτό, προκύπτει ο πολυδιάστατος ρόλος των εργαστηρίων στην εκπαιδευτική διαδικασία καθώς αυτά χρησιμοποιούνται από εκπαιδευτές και εκπαιδευομένους διαφορετικών ειδικοτήτων με διαφορετικές ανάγκες.

Ο υπεύθυνος εργαστηρίου σε κάθε σχολική μονάδα Β/θμιας Εκπαίδευσης, όπως ορίζει ο παραπάνω κανονισμός, σε συνεργασία με το αρμόδιο ΚΕ ΠΛΗ.ΝΕ.Τ., ασχολείται με τη διαχείριση, τη συντήρηση και την αποκατάσταση των προβλημάτων του εξοπλισμού των εργαστηρίων (υλικό και λογισμικό), προκειμένου να διασφαλίζεται η εύρυθμη λειτουργία τους. Μεταξύ άλλων, αναλαμβάνει την εγκατάσταση και τη διαχείριση (ενημέρωση, αναβάθμιση, επιδιόρθωση) των πακέτων λογισμικού που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο, το οποίο γίνεται είτε σε κάθε τερματικό υπολογιστή, είτε κεντρικά στο διακομιστή (server) του εργαστηρίου. Επίσης, αναλαμβάνει να διατηρεί αντίγραφα ασφαλείας και αρχεία με σημαντικούς κωδικούς, να ελέγχει για την ισχύ των αδειών χρήσης και να υποστηρίζει αποδοτικά τη χρήση λογισμικού προστασίας από ιούς και άλλες απειλές.

Δυστυχώς, η υφιστάμενη κατάσταση των εργαστηρίων πληροφορικής παρουσιάζει προβλήματα με τα οποία έρχονται αντιμέτωποι τόσο ο υπεύθυνος του εργαστηρίου όσο και οι εκπαιδευτές και οι εκπαιδευόμενοι. Τα αίτια μπορούν να αναζητηθούν αφενός μεν στη μη τήρηση του κανονισμού λειτουργίας και αφετέρου στους εξής δύο βασικούς παράγοντες: (i) στο γεγονός ότι οι Η/Υ είναι μηχανές ευαίσθητες σε βλάβες, και (ii) στο γεγονός ότι οι Η/Υ βάλλονται καθημερινά από τις ταχύτατες εξελίξεις στην επιστήμη της Πληροφορικής τόσο σε επίπεδο υλικού όσο και σε επίπεδο λογισμικού. Επί αυτών, και πρέπει να επισημανθεί αυτό, προστίθενται και οι σημαντικές ελλείψεις του εν λόγω κανονισμού, όπως για παράδειγμα το γεγονός ότι δεν προβλέπει την ανάθεση της συντήρησης των σχολικών εργαστηρίων Η/Υ των Δημοτικών σχολείων σε κάποιον υπεύθυνο και τις ανάγκες καλύπτει το ΚΕ.ΠΛΗ.ΝΕ.Τ.

Ένα άλλο σημαντικό γεγονός είναι ότι στους Η/Υ όλων των σχολικών εργαστηρίων της χώρας (συχνά και εντός του ίδιου σχολείου) υπάρχουν διαφορετικές εκδόσεις των λογισμικών που χρησιμοποιούνται και διδάσκονται. Για παράδειγμα το λειτουργικό σύστημα κάποιων Η/Υ είναι Windows XP, ενώ κάποιων άλλων είναι Windows 98. Επίσης, οι Η/Υ των σχολικών εργαστηρίων της χώρας έχουν διαφορετικές δυνατότητες όσον αφορά στο υλικό τους (π.χ., 89.2% έχουν επεξεργαστή Pentium, 6.1% έχουν επεξεργαστή Celeron, ενώ το 3.7% είναι τεχνολογίας από 386 μέχρι και 486 – (ΕΣΠΑ, 2007)). Αυτό συμβαίνει διότι τα σχολεία έχουν προμηθευτεί τον εξοπλισμό των εργαστηρίων τους από διαφορετικές εταιρείες, με διαφορετικούς διαγωνισμούς και σε διαφορετικές χρονικές περιόδους κατά τις οποίες επικρατούσαν διαφορετικά πρότυπα τεχνολογίας. Έτσι, υπάρχουν Η/Υ στους

οποίους δεν είναι δυνατή η εγκατάσταση ορισμένων πακέτων λογισμικού, γιατί δεν τα υποστηρίζει το υλικό τους.

Επιπλέον, σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Παιδείας (ΥΠΕΠΘ, 2006), υπάρχουν διαθέσιμα εκπαιδευτικά λογισμικά τα οποία δεν έχουν διανεμηθεί σε όλα τα σχολεία. Όλα τα παραπάνω συντέλεσαν στη δημιουργία μίας εργαστηριακής υποδομής η οποία δεν διαθέτει τα ίδια λογισμικά σε όλους τους εκπαιδευτές, δυσχεραίνοντας έτσι το έργο τους, ενώ παράλληλα δεν παρέχει ίσες ευκαιρίες μάθησης σε όλους τους εκπαιδευομένους, ούτε και ίσες ευκαιρίες στην αξιοποίηση των Νέων Τεχνολογιών.

Σύμφωνα με στοιχεία του Επιχειρησιακού Προγράμματος *"Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση"* του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς 2007-2013 (ΕΣΠΑ, 2007), το ποσοστό των σχολείων με Η/Υ, το ποσοστό των μαθητών που αντιστοιχούν σε έναν Η/Υ καθώς και το ποσοστό των Η/Υ με δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο, παρουσιάζουν σημαντικές αποκλίσεις ανάλογα με την εκπαιδευτική βαθμίδα. Ενδεικτικά, η αναλογία μαθητών ανά Η/Υ είναι 23,7 μαθητές στα δημοτικά και 11,4 μαθητές κατά μέσο όρο στα γυμνάσια, λύκεια και ΤΕΕ. Από τα στοιχεία που αναφέρονται στο (ΕΣΠΑ, 2007) προκύπτει και η υστέρηση διείσδυσης της Α/θμιας Εκπαίδευσης σε ΤΠΕ συγκριτικά με την αντίστοιχη της Β/θμιας Εκπαίδευσης καθώς επίσης και ότι μεταξύ των περιφερειών της χώρας υπάρχουν ανισότητες αναφορικά με την κατοχή και την πρόσβαση σε ΤΠΕ.

Στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση η κατάσταση όσον αφορά στο υλικό και στο λογισμικό των Η/Υ των Πανεπιστημιακών εργαστηρίων είναι σε αρκετά υψηλό επίπεδο. Οι παράγοντες για το γεγονός αυτό είναι αρκετοί, ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι τα Πανεπιστημιακά εργαστήρια και δίκτυα συνήθως υποστηρίζονται από επαγγελματίες μηχανικούς Πληροφορικής οι οποίοι έχουν προσληφθεί για αυτήν ακριβώς την εργασία.

Έτσι λοιπόν, είναι επιτακτική ανάγκη να θωρακιστεί το σχολικό εργαστήριο από δυσλειτουργίες λόγω βλαβών του υλικού και του λογισμικού, να αποδεσμευτεί από τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις στο χώρο της Πληροφορικής, οι οποίες απαξιώνουν τους Η/Υ σε σύντομα χρονικά διαστήματα και απαιτούν σημαντικά κόστη για τη συντήρηση και αντικατάστασή τους, και να παρέχει ίσες ευκαιρίες μάθησης στους εκπαιδευομένους καθώς και τα ίδια εργαλεία μάθησης στους εκπαιδευτές. Επίσης, η πρόσβαση όλων των μαθητών σε Η/Υ και στο Διαδίκτυο είναι μείζον θέμα για την αναβάθμιση της ποιότητας της εκπαίδευσης και για τη δημιουργία ενός ενιαίου περιβάλλοντος μάθησης.

Με βάσει την υφισταμένη κατάσταση των Εκπαιδευτικών Εργαστηρίων Πληροφορικής, γεννάται το ερώτημα εάν υπάρχει σήμερα η δυνατότητα χρήσης ευέλικτων ΤΠΕ που μπορούν να παρέχουν λύσεις στα προβλήματα των εργαστηρίων Η/Υ όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης, κυρίως όμως της Α/θμιας και της Β/θμιας εκπαίδευσης, χωρίς μακροπρόθεσμη επιπρόσθετη οικονομική επιβάρυνση για το δημόσιο, οι οποίες εξασφαλίζουν συνθήκες για ίσες ευκαιρίες μάθησης και πρόσβασης σε ΤΠΕ τόσο στους εκπαιδευτές όσο και στους εκπαιδευομένους.

Η απάντηση μας στο παραπάνω ερώτημα είναι θετική και η πρότασή μας για την επίλυση των υφιστάμενων προβλημάτων, και γενικότερα για τη βελτίωση της υφιστάμενης κατάστασης, συνίσταται στη χρήση της τεχνολογίας του Υπολογιστικού Νέφους

Υπολογιστικό νέφος

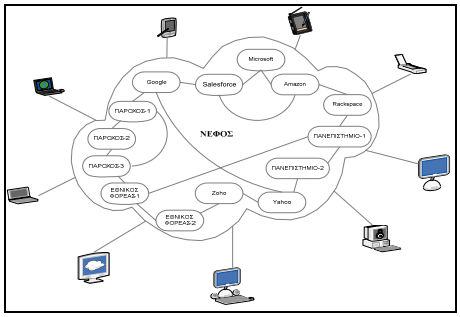
Ο όρος Υπολογιστικό Νέφος (ΥΝ) χαρακτηρίζει ένα δικτυακό μοντέλο οργάνωσης Ηλεκτρονικών Υπολογιστών (Η/Υ) που έχουν τη δυνατότητα να ικανοποιούν, σε πραγματικό χρόνο, τις ανάγκες των χρηστών για αποθήκευση (storage), υπολογιστική ισχύ

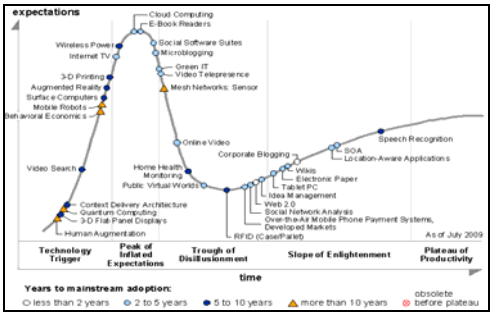
(computer power), και εφαρμογές (applications). Ένα λογικό διάγραμμα οργάνωσης ενός ΥΝ δίδεται στο Σχήμα 1(α).

Η ιδέα του ΥΝ προωθείται σαν μια καινοτόμος τεχνολογία κλιμακωτής (scalable) ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών (Armbrust et al., 2009), στην οποία, με βάση την ζήτηση, κατανέμονται δυναμικά και εικονικά, υπολογιστικές υποδομές υπό την μορφή υπηρεσίας (Gruman & Knorr, 2008; Haynie, 2009), χωρίς να απαιτείται από τους χρήστες να έχουν γνώση, εμπειρία ή έλεγχο της υποδομής του ΥΝ που χρησιμοποιούν.

Εφαρμογές όπως οι Google App Engine, Flickr, YouTube, κλπ, έχουν αναπτυχθεί και διατίθενται μέσω τεχνολογιών ΥΝ. Το χαρακτηριστικό τους είναι ότι δεν εκτελούνται (τρέχουν – run) σε έναν υπολογιστή αλλά ανατίθενται σε μια κατανεμημένη συστοιχία (distributed cluster), η οποία ανάλογα με τις απαιτήσεις, χρησιμοποιεί αποθηκευτικό χώρο και υπολογιστική ισχύ από πολλαπλές μηχανές (υπολογιστές). Ένα άλλο χαρακτηριστικό τους είναι ότι παρέχει πλήρη ελευθερία σχετικά με την γεωγραφική θέση και τον ιδιοκτήτη του ΥΝ. Για παράδειγμα, το "Amazon's cloud", που είναι γνωστό σαν Elastic Compute Cloud (EC2) (Amazon, 2009), χρησιμοποιείται για την υποστήριξη του Amazon.com, αλλά μπορεί να ενοικιαστεί από οποιοδήποτε μέρος του κόσμου για διαφορετικούς σκοπούς.

Σύμφωνα με μελέτες που διεξήχθησαν από την εταιρεία Gartner το 2009 (Gartner Inc., 2009) σχετικά με τις ανερχόμενες τεχνολογίες, το ΥΝ βρέθηκε στην κορυφή των προσδοκιών και του ενδιαφέροντος για τα επόμενα χρόνια, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1(β).





(α) (β)

Σχήμα 1. (α) Λογικό διάγραμμα οργάνωσης ενός ΥΝ; (β) Αναδυόμενες τεχνολογίες

Η τεχνολογία του ΥΝ προωθεί ουσιαστικά τη διαθεσιμότητα και περιγράφεται από (NIST Working Definition, 2009): (α) πέντε βασικά χαρακτηριστικά (*On-demand self-service*, *Broad network access*, *Resource pooling*, *Rapid elasticity*, και *Measured Service*.), (β) τρία μοντέλα παροχής υπηρεσιών (*Cloud Software as a Service* (SaaS), *Platform as a Service* (PaaS), *Infrastructure as a Service* (IaaS) και (γ) τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης, τα οποία αναφέρονται παρακάτω εν συντομία:

- *Private cloud*: Το private (ιδιωτικό) ΥΝ δεν είναι διαθέσιμο στο ευρύ κοινό αλλά αποτελεί ιδιωτική υπηρεσία μίας εταιρείας ή ενός οργανισμού.
- *Public cloud*: Το public (δημόσιο) ΥΝ είναι διαθέσιμο επί πληρωμή στο καταναλωτικό κοινό, με κυριότερα παραδείγματα τα Amazon Web Services (Amazon, 2009) και Google AppEngine (Google, 2009).
- *Hybrid cloud*: Το hybrid (υβριδικό) ΥΝ αποτελεί ένα συνδυασμό πολλαπλών ιδιωτικών και/ή δημοσίων ΥΝ (όταν ένα ιδιωτικό ΥΝ αδυνατεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις

των χρηστών του μια δεδομένη χρονική περίοδο, τότε χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες ή δεσμεύει προς στιγμήν μέρος των πόρων ενός δημόσιου ΥΝ).

- *Community cloud*: Το Community (κοινοτικό) ΥΝ δημιουργείται για να εξυπηρετήσει χρήστες με κοινά ενδιαφέρονται και διαμοιράζεται σε διάφορους οργανισμούς. Η διαχείριση του Community ΥΝ μπορεί να γίνει από τους ίδιους τους οργανισμούς είτε από εξωτερικούς οργανισμούς (π.χ. Google).

Να σημειώσουμε ότι το Δημόσιο ΥΝ διατίθεται από παρόχους υπηρεσιών και δίδει στους χρήστες την δυνατότητα να αναπτύξουν ή να καταναλώσουν υπηρεσίες. Αυτό το ΥΝ μπορεί να είναι δωρεάν (π.χ. Google, 2009) ή επί πληρωμή με βάση ένα μοντέλο πωλήσεων χρήσης (pay-per-usage model) (π.χ. Microsoft, 2009).

Υπολογιστικό νέφος στην εκπαίδευση: μια εφικτή πρόταση

Το Υπολογιστικό Νέφος (ΥΝ) μπορεί να δώσει λύσεις σε αρκετά από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η εκπαίδευση στην Ελλάδα και να συμβάλλει ενεργά στη διείσδυση και την αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση.

Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές μπορούν να αποκομίσουν σημαντικά οφέλη από την τεχνολογία του ΥΝ. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν μεγάλο πλήθος εκπαιδευτικών λογισμικών, τα οποία είναι ανά πάσα στιγμή διαθέσιμα από οποιοδήποτε Η/Υ με πρόσβαση στο δίκτυο, και έτσι να παρακάμψουν τις γραφειοκρατικές διαδικασίες που πρέπει να ακολουθήσουν για να αποκτήσουν τα λογισμικά που χρησιμοποιούν στα εργαστήριά τους. Οι μαθητές, από την άλλη πλευρά, μπορούν να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους και να βιώσουν την εμπειρία της αλληλεπίδρασης με μια πληθώρα λογισμικών, ενώ τους δίνεται η δυνατότητα να δουλεύουν τις εργασίες τους εκτός σχολικού ωραρίου και να συνεργάζονται με ομάδες μαθητών από άλλα σχολεία. Όλοι έχουν πρόσβαση σε ανεξάντλητους αποθηκευτικούς χώρους και ανεξάντλητη υπολογιστική ισχύ. Άλλα πλεονεκτήματα της χρήσης της τεχνολογίας του ΥΝ είναι και τα εξής:

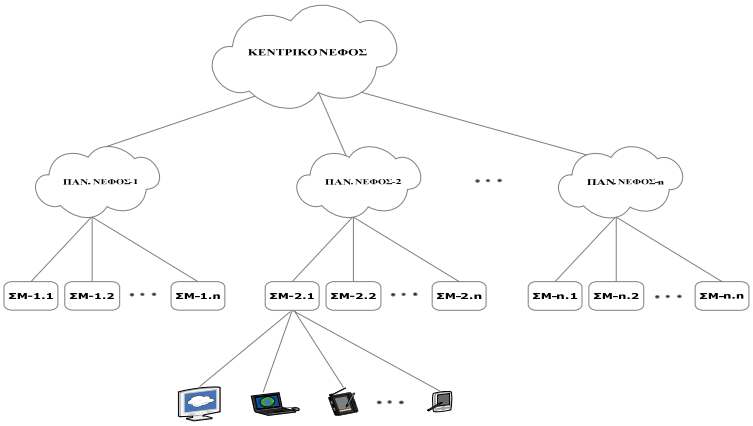
- Μείωση του χρόνου που απαιτείται από τους υπεύθυνους των σχολικών εργαστηρίων Η/Υ για εγκατάσταση, αναβάθμιση, και ενημέρωση των λογισμικών. Τα λογισμικά πλέον θα διατίθενται από το ΥΝ.
- Εξάλειψη της διατήρησης και συντήρησης υψηλής τεχνολογίας σε τοπικό επίπεδο (π.χ. ερευνητικά και εκπαιδευτικά λογισμικά, νέοι επεξεργαστές, μεγαλύτερες μνήμες, κλπ). Το ΥΝ δίνει τη δυνατότητα χρήσης εφαρμογών και πόρων που δε διαθέτουμε τοπικά και έτσι μπορούμε πλέον να αξιοποιούμε Η/Υ με υποτυπώδεις δυνατότητες κάτι που συνεπάγεται άμεσα μείωση των δαπανών για την αναβάθμιση και συντήρηση υλικού και λογισμικού των εργαστηρίων Η/Υ (π.χ., μητρικές, σκληροί δίσκοι, μνήμες κλπ).
- Διαθεσιμότητα λογισμικού και δεδομένων. Το λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποτεδήποτε και από οποιαδήποτε φορητή συσκευή με δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο, ενώ εκπαιδευτικοί και εκπαιδευόμενοι έχουν άμεση πρόσβαση στα δεδομένα τους (σημειώσεις, εργασίες, φωτογραφίες, βίντεο), χωρίς να μεριμνούν για τη μεταφορά τους με συσκευές προσωρινής αποθήκευσης (CD's, DVD's, USB flash μνήμες κ.λπ.).
- Ασφάλεια δεδομένων. Στην αρχιτεκτονική του ΥΝ τα δεδομένα αποθηκεύονται σε πολλά αντίγραφα ασφαλείας και σε διαφορετικές τοποθεσίες.
- Προστασία περιβάλλοντος. Το ΥΝ συμβάλλει ενεργά στην προστασία του περιβάλλοντος λόγω της μείωσης της συνολικής χρήσης των υλικών υπολογιστικών πόρων που συνεπάγεται μείωση και της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας και ως εκ

τούτου μείωση των παραγόμενων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Keith & Burkhard, 2009).

Στην παρούσα εργασία προτείνονται αρχικά δύο επιλογές όσον αφορά στη δομή οργάνωσης και χρήσης της τεχνολογίας του ΥΝ καθώς και στο καθεστώς ιδιοκτησίας του ΥΝ για χρήση του στην εκπαίδευση.

Η πρώτη επιλογή είναι να μισθωθεί από έναν Εθνικό Φορέα (π.χ., το Υπουργείο Παιδείας) ένα δημόσιο ΥΝ μίας εταιρείας (πάροχος). Τα πλεονεκτήματα αυτής της πρότασης θα ήταν ότι η συντήρηση του ΥΝ θα ήταν ευθύνη εξολοκλήρου του παρόχου του ΥΝ, ενώ το ΥΝ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αμέσως μετά τη σύναψη της σχετικής σύμβασης. Από την άλλη όμως πλευρά υπάρχει ο φόβος της εξάρτησης των χρηστών του ΥΝ (σχολικές μονάδες) από τις μεγάλες εταιρίες, η οποία σταδιακά αυξανόμενη ίσως οδηγήσει τελικά στον εγκλωβισμό όλων στις προσφερόμενες υπηρεσίες. Αυτό θα οδηγήσει με τη σειρά του στην ενίσχυση της ανάγκης για καταβολή όλο και μεγαλύτερων χρηματικών ποσών για τη διατήρηση της δυνατότητας πρόσβασης στις παρεχόμενες υπηρεσίες. Επίσης υπάρχει και η ανησυχία για την διαρροή των δεδομένων μας τα οποία θα αποθηκεύονται στο ΥΝ.

Η δεύτερη επιλογή είναι να αναλάβει ένας Εθνικός Φορέας (π.χ. το Υπουργείο Παιδείας) τη δημιουργία ενός ιδιωτικού ΥΝ που θα ανήκει στην ελληνική εκπαιδευτική κοινότητα. Το ΥΝ θα μπορεί να αποτελεί το χώρο συγκέντρωσης όλων των εγκεκριμένων εκπαιδευτικών λογισμικών. Ως εκ τούτου δε θα διανέμονται στις σχολικές μονάδες με οπτικούς δίσκους (CD's) ή από συγκεκριμένους δικτυακούς τόπους (ΥΠΕΠΘ, 2006). Επίσης, θα είναι διαθέσιμα σε όλα τα σχολεία της χώρας που έχουν δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο, ενώ τα νέα εκπαιδευτικά λογισμικά θα μπορούν να δοκιμαστούν και να αξιολογηθούν από το σύνολο της εκπαιδευτικής κοινότητας με απώτερο στόχο την περαιτέρω βελτίωσή τους.



Σχήμα 2. Προτεινόμενο μοντέλο τεχνολογίας ΥΝ στην εκπαίδευση

Η δεύτερη πρόταση απαιτεί χρόνο για να μπορέσει να υλοποιηθεί και να τεθεί σε αποτελεσματική λειτουργία, λόγω της κεντρικής οργάνωσής της, πλην όμως αποτελεί καινοτόμο πρόκληση και ίσως την πιο ενδεδειγμένη προσέγγιση. Όμως, ο προβληματισμός και το ερώτημα που τίθεται είναι εάν μεταξύ των «σχολικών μονάδων» και του «ΥΝ» του εθνικού φορέα, θα μπορούσε να υπάρξει μια «τεχνολογική υποδομή» που θα συνέβαλε στην αρτιότερη και επιστημονικότερη διάχυση και αξιοποίηση της τεχνολογικής πληροφορίας.

Οι τεχνολογικές υποδομές των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων της χώρας είναι σε αρκετά υψηλό επίπεδο. Επίσης, το επιστημονικό προσωπικό που στελεχώνει τα ιδρύματα αυτά είναι στην πλειοψηφία του υψηλού επιπέδου με άρτιες τεχνολογικές γνώσεις. Επομένως, θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν οι υπολογιστικοί πόροι που ανήκουν στα πανεπιστημιακά ιδρύματα της χώρας (δίκτυα, εξυπηρετητές, αποθηκευτικοί χώροι, κλπ) και οι γνώσεις του επιστημονικού δυναμικού τους, στην κατεύθυνση του να αποτελέσουν τη βάση για τη δημιουργία ενός ΥΝ για τις ανάγκες της εκπαιδευτικής κοινότητας.

Συνδυάζοντας τα πλεονεκτήματα της δεύτερης προτεινομένης επιλογής (ΥΝ Εθνικού Φορέα) και τις υποδομές των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων της χώρας προτείνουμε ένα σύνθετο μοντέλο δημιουργίας ενός ΥΝ (βλέπε Σχήμα 2), το οποίο αποτελείται από τρία συστατικά:

(1) Ένα Υπολογιστικό Νέφος που το διαχειρίζεται ένας Εθνικός Φορέας (π.χ., το Υπουργείο Παιδείας), και το οποίο ονομάζουμε «Κεντρικό» (ΚΥΝ).

(2) Ένα σύνολο από Υπολογιστικά Νέφη τα οποία διαχειρίζονται επιλεγμένα πανεπιστημιακά ιδρύματα τις χώρας, το καθένα από τα οποία έχει πρόσβαση στο λογισμικό και τους πόρους του ΚΥΝ, και τα οποία ονομάζουμε «Πανεπιστημιακά Υπολογιστικά Νέφη» (ΠΥΝ).

(3) Σύνολα Σχολικών Μονάδων (εκπαιδευτικά εργαστήρια Η/Υ), κάθε ένα από τα οποία έχει πρόσβαση στο λογισμικό και τους πόρους ενός ΠΥΝ. Οι σχολικές μονάδες ενός ΠΥΝ επιλέγονται με γεωγραφικά κριτήρια (και δυνατότητα σύνδεσής τους στο δίκτυο) για να αποτελέσουν πυρήνες εκπαιδευτικής τεχνολογικής ανάπτυξης υπό την τεχνολογική υποστήριξη ενός πανεπιστημιακού ιδρύματος.

Συμπεράσματα και Επεκτάσεις

Το προτεινόμενο, σε αυτή την εργασία, μοντέλο ΥΝ (Κεντρικό ΥΝ – Πανεπιστημιακά ΥΝ) μπορεί να δώσει λύσεις σε αρκετά από τα προβλήματα τεχνολογικής υποδομής που αντιμετωπίζει σήμερα το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα και να συμβάλλει ενεργά στη διείσδυση και την αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. Το προτεινόμενο εγχείρημα έχει πολλαπλά επιστημονικά οφέλη, σημαντικότερα των οποίων είναι η επιστημονική αλληλεπίδραση μεταξύ του διδακτικού δυναμικού των σχολικών μονάδων της Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης και του διδακτικού και ερευνητικού δυναμικού του πανεπιστημίου που καλύπτει την αντίστοιχη γεωγραφική περιοχή. Η αλληλεπίδραση αυτή θα έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχή επιμόρφωση του διδακτικού δυναμικού των σχολικών μονάδων, τη συνεχή ενημέρωσή του για τις τρέχουσες εξελίξεις της επιστήμης, και τη γρήγορη «μετάλλαξη» των μελών του σε «ενεργούς επιστήμονες». Επίσης, το τεχνικό προσωπικό και οι υπεύθυνοι των σχολικών εργαστηρίων, μέσω της συνεργασίας τους με τους υπευθύνους των τοπικών Πανεπιστημιακών ΥΝ, θα αναπτύξουν δεξιότητες και θα έχουν άμεση και συνεχή πρόσβαση στις τεχνολογικές εξελίξεις. Επιπλέον, θα μειωθεί ο φόρτος απασχόλησής τους σε τετριμμένα και μη-δημιουργικά θέματα τοπικής συντήρησης.

Όσον αφορά την υλοποίηση του εγχειρήματος, θα μπορούσε αρχικά να αναπτυχθούν τα τοπικά Πανεπιστημιακά ΥΝ, με χρήση της υφιστάμενης τεχνολογίας, και στην συνέχεια να αναπτυχθεί το Κεντρικό ΥΝ του Εθνικού Φορέα. Σε πλήρη εφαρμογή του συστήματος, τα τοπικά Πανεπιστημιακά ΥΝ θα μπορούσαν να αναπτύξουν δραστηριότητες (παροχή υπηρεσιών σε ιδιωτικές σχολικές μονάδες) οι οποίες θα απέφεραν μακροπρόθεσμα έσοδα μέσω των οποίων θα κάλυπταν τις ανάγκες αναβάθμισης και επέκταση της υφιστάμενης υποδομής τους προς όφελος των παρερχόμενων υπηρεσιών εκπαίδευσης των σχολικών μονάδων.

Θα πρέπει να επισημανθεί, με ιδιαίτερη αυστηρότητα, ότι η παρούσα εργασία προτείνει ένα μοντέλο ΥΝ (Κεντρικό ΥΝ – Πανεπιστημιακά ΥΝ), περιγράφει τα χαρακτηριστικά του και εκτιμάει τα εκπαιδευτικά οφέλη από την εφαρμογή του με βάσει την υπάρχουσα τεχνολογική υποδομή των σχολικών μονάδων και τις υπολογιστικές δυνατότητες της αρχιτεκτονικής του ΥΝ. Ωστόσο, για να υπάρξει μια σαφής εκτίμηση της πολυπλοκότητας υλοποίησης του εγχειρήματος αλλά και της ακριβούς μέτρησης, μέσω δεικτών, των ωφελειών της υιοθέτησή της, θα πρέπει να σχεδιαστεί μελέτη οικονομοτεχνικού χαρακτήρα όπου εκεί θα εκτιμηθεί το οικονομικό κόστος εφαρμογής της πρότασης σε σχέση με τα αναμενόμενα οφέλη (ποιοτικά και ποσοτικά) που αυτή θα αποφέρει. Τα ποιοτικά οφέλη, σε σχέση με τα οικονομικά (ανάλυση κόστους-ωφέλειας), πιστεύουμε ότι θα καταδείξουν όχι μόνο την χρησιμότητα αλλά και την βιωσιμότητα της προτεινόμενης τεχνολογικής δομής στην εκπαίδευση.

Αναφορές

Amazon (2009). *Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)*. Retrieved from http://aws.amazon.com/ec2

Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I., & Zaharia, M. (2009). *Above the Clouds: A Berkeley view of Cloud Computing*, University of California, Berkeley, *Tech. Rep. 2009.* Retrieved from http://d1smfj0g31qzek.cloudfront.net/abovetheclouds.pdf

Campus Technology (2009). *Is cloud computing a credible solution for education?* Retrieved 2 April 2010 from http://campustechnology.com/articles/2009/11/12/is-cloud-computing-a-credible-solution-for-education.aspx

Gartner Inc. (2009). *Gartner's 2009 Hype Cycle Special Report Evaluates Maturity of 1,650 Technologies*. Retrieved 2 April 2010 from http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1124212

Google (2009). *Google App Engine: Run your web apps on Google's infrastructure.* Retrieved 2 May 2010 from http://code.google.com/appengine

Gruman, G., & Knorr, E. (2008). *What Cloud Computing really means*. Retrieved 2 May 2010 from http://www.infoworld.com/article/08/04/07/15FE-cloud-computing-reality 1.html

Haynie, M. (2009). *Enterprise cloud services: Deriving business value from Cloud Computing*. Micro Focus.

Horizon Report (2009). *Ετήσια έκθεση Horizon 2009 – The K-12 Edition*, The New Media Consortium. Retrieved 15 March 2010 from http://wp.nmc.org/horizon-k12-2009

Horizon Report (2010). *Ετήσια έκθεση Horizon 2010*, The New Media Consortium. Retrieved 25 Jan 2010 from http://wp.nmc.org/horizon2010

Katz, R. (2009). *The Tower and the Cloud: Higher Education in the Age of Cloud Computing*, Educause. Retrieved 20 May 2010 from http://www.educause.edu/thetowerandthecloud

Keith, J., & Burkhard, N.L. (2009). *The future of cloud computing: Opportunities for European cloud computing beyond 2010.* Retrieved 20 May 2010 from http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/docs/cloud-report-final.pdf

Microsoft (2009). *Windows Azure Platform*. Retrieved 12 May 2010 from http://www.microsoft.com/windowsazure

NIST Working Definition (2009). *The NIST Definition of Cloud Computing*. Retrieved 12 May 2010 from http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing

Vaquero, L.M, Rodero-Merino, L., Caseres, J., & Lindner, M. (2009). A break in the clouds: towards a cloud definition, *ACM SIGCOMM Computer Communication*. 39(1), 50-55.

Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α., Γουλή, Ε., Δαγδιλέλης, Β., Κόμης, Β., Κορδάκη, Μ., Μικρόπουλος, Α., Μπακογιάννης, Σ., Παπαδόπουλος, Γ., Πολίτης, Π., Σφηκόπουλος, Θ., & Τζιμογιάννης, Α. (2004). Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση: Υπάρχουσα κατάσταση, προβλήματα, προτάσεις, Στο Π. Πολίτης (επιμ.), *Πρακτικά 2ης Πανελλήνιας Διημερίδας με Διεθνή Συμμετοχή «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σ. 39-47), Βόλος.

Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (2000). *Να σκεφτούμε την εκπαίδευση του αύριο να προωθήσουμε την καινοτομία με τις νέες τεχνολογίες.* Βρυξέλλες, 27.1.2000. COM (2000). Ανακτήθηκε από http://www.aic.lv/bolona/Bologna/contrib/EU/new_techn.pdf

Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (2009). *Σύμπραξη δημόσιου-ιδιωτικού τομέα για το μελλοντικό Διαδίκτυο.* Ανακτήθηκε 2 Μαΐου 2010 από http://ec.europa.eu/information_society/activities/foi/library/docs/ficommunication_el.pdf

ΕΣΠΑ (2007). *Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση»*, Υπουργείο Παιδείας, Ανακτήθηκε 2 Μαΐου 2010 από http://www.espa.gr/elibrary/Episimo_Keimeno_EP_Ekpaideysi-DiaBiou_Mathisi.pdf

Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*. Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Κουστουράκης, Γ., & Παναγιωτακόπουλος, Χ. (2008). Η εισαγωγή των ΤΠΕ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση: επιδράσεις και προβλήματα. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 4ου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σ. 425-434). Πάτρα.

Μπίκος, Γ. (1993). *Εκπαιδευτικοί και υπολογιστές: Στάσεις Ελλήνων εκπαιδευτικών απέναντι στην εισαγωγή ηλεκτρονικών υπολογιστών στη Γενική Εκπαίδευση*. Εκδόσεις Α. Κυριακίδη.

Παναγιωτακόπουλος, Χ., & Κουστουράκης, Γ. (2005). Η εφαρμογή των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας στην εκπαίδευση: Διεθνείς, ευρωπαϊκές και εθνικές εξελίξεις. *Επιστημονική Επετηρίδα Π.Τ.Δ.Ε. "Αρέθας"* (τ.3, σ. 293-310).

Παναγιωτακόπουλος, Χ., & Ρηγάλου, Χ. (2007). Γνώσεις, στάσεις και αντιλήψεις δείγματος εκπαιδευτικών ειδικής αγωγής για τις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών. *Επιστημονική Επετηρίδα Π.Τ.Δ.Ε. "Αρέθας"* (σ. 224-238)

ΥΠΕΠΘ (2005). *Κανονισμός Λειτουργίας Σχολικού Εργαστηρίου Πληροφορικής & Εφαρμογών Η/Υ.* Ανακτήθηκε στις 19 Μαρτίου 2010 από http://www.ypepth.gr/docs/ kanonismos_s_e_p_e_h_y_071219.pdf

ΥΠΕΠΘ (2006). *Στοιχεία Προϊόντων Εκπαιδευτικού Λογισμικού (Κατάλογος 3).* Ανακτήθηκε στις 19 Μαρτίου 2010 από http://www.ypepth.gr/ktp/download/2006/Edu_Soft_Full.pdf