

ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Χ. Χριστακούδης^{2,3}, Α.Πανούτσου¹, Γ. Σ. Ανδρουλάκης^{2,3}, Χ. Ζαγούρας²

¹Γυμνάσιο Δεμενίκων Ν. Αχαΐας {apanoutsou@sch.gr}

²Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων {christak, gadroul, zagouras}@cti.gr

³Διοίκηση Επιχειρήσεων, Πανεπιστήμιο Πατρών {christakoudis, gandroul}@upatras.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή περιγράφεται η εμπειρία που αποκτήθηκε από την αξιοποίηση ελεύθερου και ανοικτού λογισμικού για την ενδιάμεση αξιολόγηση τριμήνου στο μάθημα της πληροφορικής για μαθητές της Α και Β τάξης Γυμνασίου. Αναφέρονται τα βασικά χαρακτηριστικά των αυτοματοποιημένων συστημάτων εξέτασης (*Computer Based Testing*) και περιγράφονται τα λειτουργικά χαρακτηριστικά και οι ιδιαίτερες δυνατότητες του λογισμικού TCEexam το οποίο ανήκει στην κατηγορία των αυτοματοποιημένων συστημάτων εξέτασης και παρέχεται με τη μορφή ελεύθερου λογισμικού FLOSS (*Free Libre Open Source Software – FLOSS*). Το ερευνητικό ερώτημα που μας απασχολεί αφορά στη γνώμη των μαθητών για την αυτοματοποιημένη εξέτασή τους καθώς και στον τρόπο με τον οποίο επηρεάζονται οι απαντήσεις τους από διάφορους παράγοντες (π.χ φύλο, γνώσεις πληροφορικής κλπ).

Λέξεις κλειδιά: *Αυτόματα Συστήματα Εξέτασης, ανοικτό λογισμικό.*

1. Εισαγωγή

Οι υποδομές των περισσότερων σχολείων της χώρας παρέχουν τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να ενσωματώνουν τη χρήση του διαδικτύου στην καθημερινή τους διδασκαλία συνδυάζοντας την αξιοποίηση ποικίλων μέσων με την χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (Federico, 2000). Η εκπαιδευτική αξιοποίηση του διαδικτύου στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Παπανικολάου, Γρηγοριάδου, & Γουλή, 2005) αποτελεί πολύτιμο εργαλείο που υπηρετεί τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό του εκπαιδευτικού. Επιπλέον, οι μέθοδοι αξιολόγησης που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το ΤΙ και το ΠΩΣ μαθαίνουν οι μαθητές του. Έτσι, οι μέθοδοι αξιολόγησης αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του εκπαιδευτικού σχεδιασμού και καθορίζονται από τους εκπαιδευτικούς στόχους της διδασκαλίας (Rowntree, 1987). Ειδικά στο Γυμνάσιο, βασικό στοιχείο του εκπαιδευτικού σχεδιασμού αποτελεί η αξιολόγηση των γνώσεων, δεξιοτήτων ή στάσεων που έχει κατακτήσει ο μαθητής στο πλαίσιο των διαφόρων μαθημάτων. Η αξιολόγηση των γνωστικών ικανοτήτων που έχουν κατακτήσει οι μαθητές αποτιμάται μέσα από γραπτές δοκιμασίες που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια των τριμήνων και κατά τις τελικές προαγωγικές ή απολυτήριες εξετάσεις σε κάθε σχολικό έτος. Στην πλειοψηφία των Γυμνασίων το μάθημα της πληροφορικής διδάσκεται μία ώρα την εβδομάδα (σχ. έτος 2011-2012) ενώ ο καθηγητής πληροφορικής καλείται να υποβάλει τους μαθητές του σε γραπτή δοκιμασία εξέτασης

τουλάχιστον μία φορά στο πρώτο τρίμηνο. Για τον καθηγητή πληροφορικής, η διαχείριση των γραπτών διαγωνισμάτων στο Γυμνάσιο είναι μια περιοδική διαδικασία που οδηγεί στην τεκμηρίωση της βαθμολογίας που λαμβάνουν οι μαθητές.

Πολλά συστήματα υποβοήθησης της αξιολόγησης (Computer Based Assessment systems-CBA) έχουν κατά καιρούς αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση πληθυσμών (μαθητές, φοιτητές, εργαζόμενοι κλπ) ενώ τα ιδιαίτερα και επιθυμητά χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών έχουν μελετηθεί (Sclater & Howie, 2003). Αξιοποιώντας τα συστήματα CBA σε εβδομαδιαία ηλεκτρονικά διαγωνίσματα (η-διαγωνίσματα) στην τριτοβάθμια εκπαίδευση παρατηρείται μείωση των απαιτούμενων πόρων (χαρτί, ανθρωπόωρες κλπ) ενώ ταυτόχρονα έχουν καταγραφεί θετικές επιπτώσεις για τους εξεταζόμενους (αύξηση της μέσης απόδοσης, ενεργοποίηση και συμμετοχή στο μάθημα, θετική στάση κλπ) (Mulligan, 1999; Russell & Bullen, 2003; Ασμίνη & Μαρινάγη, 2009).

Τα περισσότερα συστήματα CBA δίνουν τη δυνατότητα σε εξουσιοδοτημένους χρήστες να συγγράφουν και να αποθηκεύουν ερωτήματα με τη μορφή μιας οργανωμένης συλλογής οντοτήτων όπου κάθε στοιχείο της μπορεί να χαρακτηρίζεται από ποσοτικά, κατηγορικά και λογικά χαρακτηριστικά (Linden, 2005).

Τα βασικά πλεονεκτήματα που απορρέουν από την αξιοποίηση ενός αυτοματοποιημένου συστήματος εξέτασης σε σχέση με τις παραδοσιακές εξετάσεις σε χαρτί-μολύβι είναι: (α) διάθεση του η-διαγωνίσματος σε μεγάλες ομάδες εξεταζόμενων (β) ευελιξία στη διαχείριση και στη βαθμολόγηση των απαντήσεων (γ) μείωση του κόστους που συνοδεύει τον κύκλο ζωής των ερωτημάτων (δ) δυνατότητα για ασφαλή διακίνηση των η-διαγωνισμάτων εφαρμόζοντας ειδικούς κρυπτογραφικούς αλγορίθμους (ε) αυξημένη αξιοπιστία της εξεταστικής διαδικασίας (ζ) βελτίωση της διαδικασίας αναθεώρησης των διαθέσιμων ερωτημάτων (η) άμεση ενημέρωση των εξεταζόμενων και γρηγορότερη λήψη αποφάσεων από την πλευρά των εξεταστών (θ) αντικειμενικότητα στη βαθμολόγηση (ι) εύκολη μεταγλώττιση και διάθεση των η-διαγωνισμάτων σε άλλη γλώσσα (κ) υποστήριξη ευέλικτων τύπων ερωτήσεων (λ) αυξημένη αποδοχή από τους συμμετέχοντες.

Σε πρόσφατες μελέτες που έχουν γίνει για τη σύγκριση της παραδοσιακής εξέτασης χαρτί-μολύβι με την αυτοματοποιημένη εξέταση μέσω υπολογιστή έχει παρατηρηθεί ότι (α) τα αποτελέσματα της εξέτασης δεν επηρεάζονται από τον τρόπο διάθεσης του διαγωνίσματος (β) τα αυτοματοποιημένα συστήματα εξέτασης παρουσιάζουν μεγαλύτερο δείκτη αποδοχής από την πλευρά των εξεταζόμενων σε σχέση με τις εξετάσεις χαρτί-μολύβι (γ) το επίπεδο γνώσης χειρισμού υπολογιστών δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά τα τελικά αποτελέσματα και (δ) η αξιοποίηση αυτοματοποιημένων συστημάτων εξέτασης φαίνεται να επηρεάζει θετικά και την συνολική μαθησιακή διαδικασία (Clariana & Wallace, 2002; Vrabel, 2004). Διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται στις διάφορες ερευνητικές προσπάθειες μπορούν να ερμηνευτούν από την ραγδαία ανάπτυξη των διαθέσιμων τεχνολογιών (Angus S, 2002).

Πολλά εργαλεία διατίθενται ελεύθερα στην εκπαιδευτική κοινότητα και αφορούν στην υποβοήθηση του έργου της αξιολόγησης. Σε πρόσφατες συγκριτικές έρευνες το λογισμικό TCExam (TCExam - <http://www.tcexam.org>) φαίνεται να είναι ένα από τα δημοφιλέστερα και πληρέστερα συστήματα αυτόματης εξέτασης (Ζωγόπουλος & Μπαγουλή, 2011).

Στην εργασία αυτή περιγράφεται η εμπειρία που αποκτήθηκε από την αξιοποίηση ελεύθερου και ανοικτού λογισμικού για την ενδιάμεση αξιολόγηση τριμήνου μαθητών της Α και Β τάξης Γυμνασίου στο μάθημα της πληροφορικής. Το ερευνητικό ερώτημα που τέθηκε αφορά στη γνώμη που έχουν οι μαθητές για την αυτοματοποιημένη εξέτασή τους καθώς και στον τρόπο με τον οποίο επηρεάζονται οι απαντήσεις τους από διάφορους παράγοντες (π.χ φύλο, γνώσεις πληροφορικής κλπ).

2. Τα χαρακτηριστικά του λογισμικού TCExam

Για τη διεξαγωγή των αυτοματοποιημένων εξετάσεων με χρήση υπολογιστή αξιοποιήθηκε το λογισμικό TCExam που διατίθεται ελεύθερα με τη μορφή FLOSS (Free Libre Open Source Software – FLOSS). Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτές να συγγράψουν, να προγραμματίσουν και να διαθέσουν η-διαγωνίσματα αξιοποιώντας το διαδίκτυο. Μια σειρά από παραμετροποιήσεις μπορούν να αξιοποιηθούν από τον καθηγητή/τρια πληροφορικής στο πλαίσιο της παιδαγωγικής αξιοποίησης της εφαρμογής (άμεση ανατροφοδότηση των μαθητών, εφαρμογή διορθωτικού συντελεστή, υποστήριξη ερωτημάτων ανοικτού τύπου όπου αυτό απαιτείται, καλλιέργεια κινήτρων μεταξύ των μαθητών κλπ).

Τα παραγόμενα η-διαγωνίσματα είναι διαθέσιμα μέσω διαδικτύου (web-based) και ακολουθούν διάφορα πρότυπα προσβασιμότητας και ευχρηστίας (W3C-WAI-WCAG, XHTML 1.0) που διευκολύνουν τη χρήση και αξιοποίηση του λογισμικού από άτομα με δυσκολίες (π.χ άτομα με προβλήματα όρασης) έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η παροχή ίσων ευκαιριών σε όλους τους εξεταζόμενους. Το περιβάλλον της εφαρμογής είναι μεταφρασμένο σε πολλές γλώσσες μεταξύ των οποίων είναι και τα Ελληνικά και παρέχει πλήθος δυνατοτήτων παραμετροποίησης.

Η εφαρμογή συνοδεύεται από στατιστικές αναφορές και φίλτρα ενώ δίνει τη δυνατότητα άμεσης ενημέρωσης των εξεταζόμενων για τα αποτελέσματα που πέτυχαν. Παρέχει δυνατότητες για εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων υποστηρίζοντας μια σειρά από ανοικτά πρότυπα (*CSV -Comma Separated Values, XML-eXtensible Mark-up Language, PDF-Portable Document Format*) ενώ διευκολύνει τη σύνδεση των χρηστών υποστηρίζοντας τα σημαντικότερα πρωτόκολλα αυθεντικοποίησης (*LDAP-Lightweight Directory Access Protocol, RADIUS-Remote Authentication Dial In UserService, CAS-Central Authentication Service, HTTP Basic Authentication*). Μπορεί να υποστηρίξει ακόμη και την κλασσική διαδικασία εξέτασης με χαρτί-μολύβι προσφέροντας την επιλογή για εκτύπωση μιας ειδικής έκδοσης του η-διαγωνίσματος σε χαρτί το οποίο στη συνέχεια ψηφιοποιείται (scanning), ανεβαίνει στο σύστημα εξέτασης (uploading) και αξιολογείται αυτόματα. Υποστηρίζει μια απλή γλώσσα περιγραφής (markup language) για τη διατύπωση των

θεμάτων η οποία δίνει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης πλήθους πολυμεσικών αντικειμένων στο σώμα της εκφώνησης (εικόνες, ήχους, βίντεο, μαθηματικές εξισώσεις με υποστήριξη LATEX κλπ). Μια σειρά από παραμέτρους που αφορούν στη συμπεριφορά του εξεταζόμενου καταγράφονται με αυτόματο τρόπο (π.χ χρονική διάρκεια του η-διαγωνίσματος, χρόνος αντίδρασης σε μια ερώτηση, η διεύθυνση IP από την οποία συνδέθηκε ο χρήστης κλπ).

2.1 Η τράπεζα θεμάτων

Η τράπεζα θεμάτων είναι οργανωμένη σε τρία επίπεδα (ενότητες, υποενότητες και ερωτήματα) ενώ ο γεννήτορας παραγωγής των η-διαγωνισμάτων μπορεί να επιλέξει με τυχαίο τρόπο ερωτήματα που ανήκουν στην ίδια υποενότητα και έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (πλήθος δολωμάτων, βαθμός δυσκολίας κλπ). Με τον τρόπο αυτό τα παραγόμενα η-διαγωνίσματα διαφέρουν από εξεταζόμενο σε εξεταζόμενο και μπορούν να θεωρούνται ισοδύναμα μια και αναφέρονται στην ίδια εξεταζόμενη ύλη (στην πράξη πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο βαθμός δυσκολίας των ερωτημάτων που καταχωρούνται σε έναν κόμβο του πίνακα εξεταζόμενης ύλης).

Η εφαρμογή υποστηρίζει τέσσερα (4) είδη ερωτημάτων: (α) **μία επιλογή από πολλές** όπου ο εξεταζόμενος καλείται να επιλέξει μόνο μια σωστή απάντηση (β) **πολλαπλή επιλογή** όπου ο εξεταζόμενος μπορεί να επιλέξει πολλές πιθανές απαντήσεις (γ) **κατάταξης** όπου ο εξεταζόμενος καλείται να βάλει στη σειρά (ordering) τις διαθέσιμες απαντήσεις και (δ) **ανοικτές ερωτήσεις** όπου ο εξεταζόμενος μπορεί να απαντήσει με ελεύθερο κείμενο (από μία λέξη μέχρι ένα ολόκληρο δοκίμιο).

Τόσο οι εκφωνήσεις όσο και τα δολώματα (πιθανές απαντήσεις) μπορούν να περιέχουν πολυμεσικά στοιχεία. Τα χαρακτηριστικά μιας ερώτησης (attributes) που μπορεί να ρυθμίσει ο διαχειριστής της εφαρμογής είναι: (α) η προσθήκη μιας διευκρίνισης (explanation) (β) ο τύπος της ερώτησης (γ) το επίπεδο δυσκολίας (δ) η σειρά εμφάνισης (position) (ε) ο μέγιστος χρόνος εμφάνισης της ερώτησης (ζ) η εμφάνιση της ερώτησης σε πλήρη οθόνη (full screen mode) (η) η θέση εμφάνισης των δολωμάτων (οριζόντια ή κατακόρυφα) (θ) η αυτόματη μεταφορά στην επόμενη ερώτηση.

2.2 Η μορφή των η-διαγωνισμάτων

Τα η-διαγωνίσματα δε δημιουργούνται με την αναλυτική επιλογή των ερωτημάτων που θα συμμετάσχουν στην εξέταση. Ο διαχειριστής του διαγωνίσματος επιλέγει τις ενότητες ή τις υποενότητες που επιθυμεί να συμμετέχουν στο η-διαγώνισμα και για κάθε τέτοια επιλογή ρυθμίζει: (α) το πλήθος των αντίστοιχων ερωτημάτων που θα επιλεγούν από τον κόμβο αυτό, (β) τον τύπο των ερωτήσεων που θα συμμετέχουν (μία από πολλές, ανοικτές ερωτήσεις κλπ), (γ) το επίπεδο δυσκολίας τους και (δ) το πλήθος των δολωμάτων που θα έχει κάθε ερώτηση που θα επιλεγεί. Έτσι τα η-διαγωνίσματα που δημιουργούνται τελικά είναι διαφορετικά για κάθε εξεταζόμενο αλλά καλύπτουν ακριβώς την ίδια ύλη.

Τα χαρακτηριστικά ενός η-διαγωνίσματος που μπορεί να επηρεάσει ο διαχειριστής είναι: (α) το όνομα του διαγωνίσματος (β) τη μέγιστη διάρκειά του (γ) τη χρονική περίοδο κατά την οποία είναι διαθέσιμο στους εξεταζόμενους (δ) τις μονάδες που αντιστοιχούν σε κάθε σωστή, λανθασμένη ή μη απαντημένη ερώτηση (ε) τη βάση εξέτασης (ζ) την τυχαία εμφάνιση των ερωτήσεων στους εξεταζόμενους (η) το ανακάτεμα των δολωμάτων (θ) την αυτόματη προσθήκη της επιλογής «δεν απαντώ» (ι) τη δυνατότητα εμφάνισης μιας λίστας των διαθέσιμων ερωτήσεων (κ) τη δυνατότητα προσθήκης σχολίων από τους εξεταζόμενους μόλις ολοκληρωθεί το διαγώνισμα (λ) την άμεση ενημέρωση των εξεταζόμενων με τα αποτελέσματα και (μ) τη δυνατότητα επανάληψης του διαγωνίσματος από τον εξεταζόμενο.

3. Η δομή της εξέτασης

Στο αυτοματοποιημένο σύστημα εξέτασης βασίστηκε η εξέταση των μαθητών στο μάθημα της Πληροφορικής (Α Τρίμηνο). Η εξεταζόμενη ύλη (syllabus) του μαθήματος οργανώθηκε με τη μορφή ενοτήτων (modules) και υποενοτήτων (themes) σε δύο επίπεδα ακολουθώντας το πρόγραμμα σπουδών.

Σε κάθε υποενότητα του πίνακα εξεταζόμενης ύλης αντιστοιχήθηκε μια ολόκληρη οικογένεια ερωτημάτων που μοιράζονται το χαρακτηριστικό της αποκλειστικής επιλογής και έχουν τον ίδιο βαθμό δυσκολίας. Τα ερωτήματα μιας οικογένειας θεωρούνται ισοδύναμα και δημιουργήθηκαν μέσω μιας διαδικασίας κλωνοποίησης (Christakoudis, Androulakis, & Zagouras, 2011). Ο εμπλουτισμός κάθε οικογένειας με ισοδύναμα ερωτήματα έγινε με δύο διαφορετικούς τρόπους:

(α) **Ακριβώς ίδια εκφώνηση με διαφορετικά δολώματα κάθε φορά.** Για μια συγκεκριμένη εκφώνηση μπορούν να καταχωρηθούν πολλές σωστές πιθανές απαντήσεις καθώς και πολλές λάθος απαντήσεις. Στην συνέχεια, κατά την παραγωγή του η-διαγωνίσματος, ο διαχειριστής της εξέτασης μπορεί να επιλέξει πόσες σωστές και πόσες λανθασμένες απαντήσεις θα εμφανίζονται στο η-διαγώνισμα. Έτσι, οι εξεταζόμενοι βλέπουν την ίδια ακριβώς εκφώνηση αλλά οι πιθανές απαντήσεις (δολώματα) διαφέρουν τόσο ως προς το περιεχόμενό τους όσο και ως προς την σειρά εμφάνισης στο η-διαγώνισμα.

(β) **Παρόμοια εκφώνηση με διαφορετικά δολώματα.** Πολλές φορές οι απαντήσεις των μαθητών βασίζονται σε υπολογισμούς που πρέπει να κάνουν προκειμένου να υπολογίσουν κάποια αριθμητικά μεγέθη (π.χ μετατροπές στο δυαδικό σύστημα). Μικρές αλλαγές στην εκφώνηση (π.χ αλλαγή ενός αριθμού) μπορούν να οδηγήσουν σε εντελώς διαφορετικές απαντήσεις.

Τα η-διαγώνισμα στα οποία βασίστηκε η εξέταση τριμήνου είχαν διάρκεια μιας διδακτικής ώρας και βασίστηκαν σε ένα σύνολο 12 ερωτημάτων που κάλυπταν όλη την εξεταζόμενη ύλη. Τα η-διαγώνισμα περιείχαν μόνο κλειστού τύπου ερωτήσεις και η τελική επίδοση των μαθητών ήταν άμεσα διαθέσιμη στον καθηγητή πληροφορικής. Κατά την αυτόματη βαθμολόγηση των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές εφαρμόστηκε διορθωτικός συντελεστής. Αμέσως μετά τις διακοπές των

Χριστουγέννων οι μαθητές κλήθηκαν να επαναλάβουν το η-διαγώνισμα και οι απαντήσεις τους συγκρίθηκαν με τις απαντήσεις που είχαν δώσει την πρώτη φορά.

4. Μεθοδολογία

Τα δεδομένα στα οποία βασίζεται η παρούσα έρευνα προέρχονται από τρεις άξονες: **(α) η-διαγώνισμα** (χρόνος εξέτασης, συνολική επίδοση) **(β) ερώτημα** (χρόνος απόκρισης, απάντηση μαθητή, τύπος ερωτήματος, βαθμός δυσκολίας) **(γ) ερωτηματολόγιο** (προαιρετικό ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις σχετικά με τα δημογραφικά στοιχεία των μαθητών καθώς και με τον τρόπο που αντιμετωπίζουν τις εξετάσεις στο σχολείο).

Ορίστηκε ένα σύνολο μεταβλητών ελέγχου (v_{ij}) που περιγράφουν τη συμπεριφορά των μαθητών κατά τη διάρκεια της εξέτασης ανάλογα με τις απαντήσεις που δόθηκαν σε κάθε ερώτημα (v_{1j}) ή σε κάθε η-διαγώνισμα (v_{2j}). Οι μεταβλητές ελέγχου εκτέθηκαν σε ένα σύνολο μονοπαραγοντικών στατιστικών ελέγχων σε σχέση με μια σειρά παραγόντων ομαδοποίησης (f_i).

Για κάθε μεταβλητή ελέγχου (v_{ij}) εκτελέστηκαν οι έλεγχοι υποθέσεων που περιγράφονται στην εξίσωση 1 που ακολουθεί.

$$H_0: \mu_{ijk1} = \mu_{ijk2} = \dots = \mu_{ijkn} \quad (1)$$

H1: τουλάχιστον μια από τις μέσες τιμές μ_{ijkn} διαφέρει στατιστικά

όπου μ_{ijkn} είναι η μέση τιμή της μεταβλητής (v_{ij}) υπολογισμένη για την υποομάδα n που περιέχει ο παράγοντας (f_k)

Ορίστηκαν οι παρακάτω μεταβλητές ελέγχου: **(v₁₁)** χρόνος απόκρισης σε κάθε ερώτημα **(v₂₁)** τελική επίδοση (ο συνολικός βαθμός που έχει επιτύχει ο μαθητής) **(v₂₂)** σωστές απαντήσεις (το ποσοστό των ερωτημάτων που απαντήθηκαν σωστά από τον μαθητή) **(v₂₃)** λανθασμένες απαντήσεις (το ποσοστό των ερωτημάτων που απαντήθηκαν λανθασμένα από τον μαθητή) **(v₂₄)** μη-απαντημένες ερωτήσεις (το ποσοστό των ερωτημάτων που αφήνουν αναπάντητα οι μαθητές) **(v₂₅)** χρόνος εξέτασης (πόσος χρόνος πέρασε μέχρι να ολοκληρωθεί το η-διαγώνισμα)

Οι μεταβλητές ελέγχου εκτέθηκαν σε ένα σύνολο μονοπαραγοντικών στατιστικών ελέγχων με βάση τους παρακάτω παράγοντες ομαδοποίησης: **(f1) Φύλλο** (το φύλλο του μαθητή) **(f2) Γνώσεις πληροφορικής** (αυτοαξιολόγηση των μαθητών στην κλίμακα 1-πολύ χαμηλό έως 5-πολύ υψηλό) **(f3) Πρόσβαση από το σπίτι** (δυνατότητα χρήσης υπολογιστή με πρόσβαση στο διαδίκτυο από το σπίτι) **(f4) Τύπος ερώτησης** (μία από πολλές, πολλαπλής επιλογής) **(f5) Βαθμός δυσκολίας ερώτησης** (1-εύκολες έως 10-δύσκολες) **(f6) Επαναληπτική εξέταση** (1-διαγώνισμα τριμήνου 2-επαναληπτικό διαγώνισμα)

Για να εκτιμήσουμε τον εάν ισχύει ή δεν ισχύει η ισότητα των μέσων μεταξύ των υποομάδων σε κάθε παράγοντα ομαδοποίησης εφαρμόστηκε ο μη-παραμετρικός στατιστικός έλεγχος Kruskal–Wallis (Hollander & Wolfe, 1999) με 95% βεβαιότητα.

Όπου βρέθηκαν επαρκείς στατιστικές ενδείξεις για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης ($p\text{-value} < 0.05$) σχετικά με έναν παράγοντα ομαδοποίησης εκτελέστηκαν πολλαπλοί έλεγχοι σε ζεύγη που βασίστηκαν στο Wilcoxon rank sum tests (Hollander & Wolfe, 1999) εφαρμόζοντας την απαραίτητη διόρθωση (*bonferroni correction*) προκειμένου να αποφασιστεί αν οι διαφορές που παρατηρούνται είναι στατιστικά σημαντικές (Abdi, 2007).

Επιπλέον, οι μαθητές που συμμετείχαν στις εξετάσεις κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο που διατέθηκε ηλεκτρονικά μέσω διαδικτύου (team, 2011). Τα ερωτήματα που τέθηκαν αφορούσαν στην καταγραφή στοιχείων σχετικά με τα δημογραφικά στοιχεία και τις απόψεις και στάσεις των μαθητών σχετικά με τις εξετάσεις.

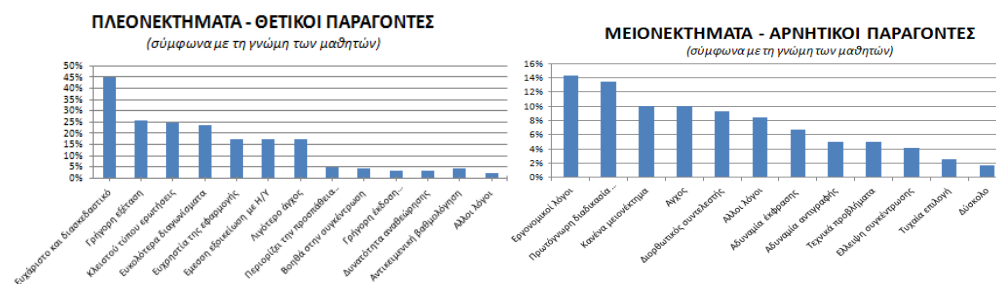
5. Αποτελέσματα - Συζήτηση

Στην έρευνα συμμετέχουν 140 μαθητές γυμνασίου (*A και B τάξη*) με περίπου ίδια κατανομή στα φύλα (53% αγόρια και 47% κορίτσια). Η πλειοψηφία των μαθητών του δείγματος (~73%) δηλώνουν ότι έχουν τη δυνατότητα να συνδέονται στο διαδίκτυο από το σπίτι χρησιμοποιώντας προσωπικούς υπολογιστές. Οι περισσότεροι μαθητές (~58%) διευκρινίζουν ότι οι δεξιότητες χειρισμού ενός υπολογιστή που κατέχουν δεν είναι πολύ υψηλές. Πολύ μικρό ποσοστό μαθητών (~6%) αισθάνεται ανασφάλεια όταν χρησιμοποιεί εργαλεία πληροφορικής ενώ οι υπόλοιποι μαθητές (~36%) έχουν την αυτοπεποίθηση ότι μπορούν να χειρίζονται έναν υπολογιστή με μεγάλη ευχέρεια. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών δηλώνουν ότι προτιμούν να εξετάζονται μόνο προφορικά (~32%) ενώ η αμέσως επόμενη επιλογή τους (~19%) είναι η εξέταση μέσω υπολογιστή με κλειστά βιβλία στο εργαστήριο πληροφορικής.

Οι μαθητές απάντησαν σε ανοικτό ερώτημα για την άποψή τους σχετικά με τα θετικά στοιχεία που αναγνώρισαν στην αυτοματοποιημένη εξέταση στην οποία συμμετείχαν. Περίπου ένας στους δύο μαθητές (~45%) χαρακτηρίζει τη διαδικασία εξέτασης με υπολογιστή ως διασκεδαστική, ευχάριστη και πρωτότυπη. Εκφράζουν επίσης την αίσθηση ότι ολοκληρώνουν γρήγορα το η-διαγώνισμα (~25%) ενώ ένας στους τέσσερεις μαθητές (~25%) επισημαίνει ως βασικό πλεονέκτημα της εξέτασης τη χρήση ερωτήσεων κλειστού τύπου. Παρόμοιο ποσοστό μαθητών (~24%) θεωρεί ότι το η-διαγώνισμα τριμήνου ήταν σχετικά εύκολο. Αρκετοί μαθητές (17%) ανέφεραν ότι η εξέταση στο εργαστήριο χρησιμοποιώντας Η/Υ βοηθά στην έμμεση εξοικείωσή τους με το περιβάλλον εργασίας του υπολογιστή. Μικρότερες ομάδες μαθητών (<5%) ανέφεραν ως θετικά στοιχεία της εξέτασης (α) την καλύτερη συγκέντρωσή τους στο διαγώνισμα σε σχέση με τη γραπτή εξέταση (β) την ταχεία ανακοίνωση της βαθμολόγησης από τον καθηγητή πληροφορικής (γ) τη δυνατότητα αναθεώρησης των απαντήσεων (αλλαγή επιλογής) χωρίς το άγχος της κακής εικόνας που μπορεί να έχει το γραπτό και (δ) την αντικειμενική και δίκαιη βαθμολόγηση των η-διαγωνισμάτων. Ελάχιστοι μαθητές (~1%) δήλωσαν ότι δεν βρίσκουν κανένα θετικό στοιχείο στην εξέταση με χρήση υπολογιστή.

Οι μαθητές κλήθηκαν επίσης να εκφράσουν την άποψή τους σχετικά με τα πιθανά μειονεκτήματα της αυτοματοποιημένης εξέτασης στην οποία συμμετείχαν. Αρκετοί μαθητές (~14%) αναφέρουν πιθανά προβλήματα εργονομίας (πόνος στα μάτια, στο κεφάλι) αλλά δε διευκρινίζουν όλοι αν αυτό το παρατήρησαν στον εαυτό τους ή αν είναι απλά η εκτίμησή τους. Αρκετοί επίσης δηλώνουν ότι αφινιδιάστηκαν από την αυτοματοποιημένη εξέταση γιατί δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία (~13%) από ένα τέτοιο είδος εξέτασης ενώ ένα μικρό υποσύνολό αυτής της ομάδας (κυρίως μαθητές της Α γυμνασίου) δήλωσαν ότι τους δυσκόλεψε η χρήση του υπολογιστή. Σχετικά μεγάλο είναι το ποσοστό των μαθητών (~10%) που δηλώνει ότι δεν βρίσκει κανένα μειονέκτημα σε αυτή τη διαδικασία. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι αρκετοί μαθητές (~10%) δηλώνουν ότι η ύπαρξη χρονομέτρου τους επηρεάζει αρνητικά αυξάνοντας το άγχος τους ενώ παρόμοιο ποσοστό μαθητών (~9%) δηλώνει ότι ο τρόπος βαθμολόγησης με χρήση διορθωτικού συντελεστή είναι ιδιαίτερα σκληρός. Μικρός αριθμός μαθητών (~7%) επισημαίνει ως αρνητικό χαρακτηριστικό της εξέτασης το γεγονός ότι δεν μπορούσε να απαντήσει με τα δικά του λόγια. Μικρότερες ομάδες μαθητών (~ <5%) ανέφεραν ως αρνητικά στοιχεία της εξέτασης (α) τη δυσκολία αντιγραφής από άλλους συμμαθητές (β) την πιθανότητα να εμφανιστούν τεχνικά προβλήματα (διακοπή ρεύματος, δυσλειτουργία υπολογιστή κλπ) (γ) τη δυνατότητα που έχει ένας μαθητής να πλοηγηθεί ελεύθερα στο διαδίκτυο κατά τη διάρκεια της εξέτασης και (δ) τη δυνατότητα της τυχαίας επιλογής.

Η συνοπτική παρουσίαση της συχνότητας εμφάνισης των παραγόντων στις απαντήσεις των μαθητών εμφανίζεται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1: Απόψεις μαθητών για την αυτοματοποιημένη εξέταση

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν 52 μη-παραμετρικοί στατιστικοί έλεγχοι χρησιμοποιώντας τις μεταβλητές ελέγχου (v_{ij} , $i=1,2$ και $j=1..5$) και μια σειρά από παράγοντες ομαδοποίησης (f_j , $j=1..6$). Τα αποτελέσματα των στατιστικών ελέγχων παρατίθενται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα (*p.values*) μονοπαραγοντικών, στατιστικών ελέγχων

V_{ij} f_i	A Τάξη						B Τάξη					
	V ₁₁	V ₂₁	V ₂₂	V ₂₃	V ₂₄	V ₂₅	V ₁₁	V ₂₁	V ₂₂	V ₂₃	V ₂₄	V ₂₅
f_1	0.9457	0.9539	0.4659	0.7705	0.3252	0.4376	0.6682	0.5004	0.3744	0.3876	0.7201	0.4371
f_2	0.4313	0.0378	0.0199	0.2867	0.0271	0.0329	0.5726	0.0081	0.0351	0.0502	0.2332	0.8116
f_3	0.9997	0.8569	0.6773	0.8555	0.5852	0.4682	0.0531	0.0586	0.0895	0.2629	0.7242	0.6156
f_4	0						0					
f_5	0						0					
$f_6(\text{paired})$	4.84e-13	0.1670	0.4619	0.5166	1	7.1e-12	1.4e-19	0.7272	0.6958	0.1640	0.0122	8e-10

Μελετώντας τα αποτελέσματα των στατιστικών ελέγχων παρατηρούμε ότι το φύλο (f_1) και η δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο από το σπίτι (f_3) δεν επηρεάζουν καμία μεταβλητή ελέγχου. Η ικανότητα χειρισμού (f_2) φαίνεται να επηρεάζει περισσότερο τις μικρές ηλικίες μαθητών της Α τάξης. Ο χρόνος αντίδρασης των μαθητών στα ερωτήματα επηρεάζεται απόλυτα από το είδος τους ερωτήματος και από το επίπεδο δυσκολίας όπως είναι αναμενόμενο. Δεν καταγράφηκαν επαρκείς στατιστικές ενδείξεις που να τεκμηριώνουν ότι οι μαθητές διαφοροποίησαν τον τελικό τους βαθμό αλλά είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά που παρατηρήθηκε με τη μεγαλύτερη ταχύτητα απάντησης στα ερωτήματα καθώς και με την ολοκλήρωση του η-διαγωνίσματος σε μικρότερο χρόνο.

6. Συμπεράσματα

Στο άρθρο αυτό περιγράφηκε η οργάνωση των εξετάσεων τριμήνου στο μάθημα της πληροφορικής Γυμνασίου αξιοποιώντας το σύστημα αυτόματης εξέτασης TCEexam και διερευνήθηκαν οι απόψεις των μαθητών σχετικά με αυτό τον τρόπο εξέτασης καθώς και οι παράγοντες που επηρέασαν τις απαντήσεις τους.

Από την ανάλυση των απαντήσεων που καταγράφηκαν στο εργαλείο διερεύνησης καθώς και από τα στατιστικά στοιχεία που καταγράφηκαν από το λογισμικό τεκμηριώνεται ότι οι μαθητές του δείγματος:

- αποδέχονται περισσότερο τις αυτοματοποιημένες εξετάσεις με χρήση υπολογιστή σε σχέση με τις καθιερωμένες γραπτές εξετάσεις μια και κατατάσσουν την αυτοματοποιημένη εξέταση σε υψηλότερη θέση σε σχέση με τη γραπτή εξέταση σύμφωνα με τις απαντήσεις τους στο εργαλείο διερεύνησης.
- εξοικειώνονται έμμεσα με τη χρήση του υπολογιστή καθώς απαντούν στο η-διαγώνισμα και η έμμεση αυτή ωφέλεια φαίνεται να είναι μεγαλύτερη για τους μαθητές της Α Γυμνασίου (σύμφωνα με τις απαντήσεις τους).
- εξοικειώνονται γρήγορα με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της εφαρμογής μια και η επανάληψη του η-διαγωνίσματος οδηγεί σε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση του μέσου χρόνου απάντησης.

- δεν επηρεάζονται από παράγοντες όπως το φύλλο ή την πρόσβαση σε υπολογιστή από το σπίτι
- οι μαθητές της Α γυμνασίου χρειάζονται μεγαλύτερη προσοχή και εξοικείωση με το εργαλείο εξέτασης

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του λογισμικού TCExam μπορούν να αξιοποιηθούν από τον καθηγητή πληροφορικής ώστε (α) να αυξήσει την αντικειμενικότητα των επίσημων εξετάσεων τριμήνου, (β) να ελαττώσει το φόρτο εργασίας για την διόρθωση των η-διαγωνισμάτων στο πλαίσιο της αξιολόγησης των μαθητών και (γ) να επεκτείνει τη διαδικασία μάθησης διαθέτοντας η-διαγωνίσματα στους μαθητές του από απόσταση και (δ) να ελέγχει το επίπεδο κατανόησης των μαθητών μέσα από συχνά η-διαγωνίσματα.

Η εφαρμογή TCExam αποτελεί ένα σταθερό και αξιόπιστο περιβάλλον που μπορεί να αξιοποιηθεί για την αυτοματοποιημένη εξέταση τόσο στην τριτοβάθμια εκπαίδευση όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση όταν ο εκπαιδευτικός επιθυμεί να εκτιμήσει αυτόματα το επίπεδο γνώσεων, δεξιοτήτων ή στάσεων μέσα από ερωτήσεις κλειστού τύπου (μία επιλογής, πολλαπλής επιλογής, ταξινόμησης) ενώ υποστηρίζονται επαρκώς και ερωτήματα ανοικτού τύπου.

Βιβλιογραφία

- Abdi, H. (Συγγρ.). (2007). Bonferroni and Sidak corrections for multiple comparisons. *Encyclopedia of Measurement and Statistics*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Angus S, M. (Συγγρ.). (2002). The impact of individual differences on the equivalence of computer-based and paper-and-pencil educational assessments. *Computers & Education*, 39(3), 299–312. Ανακτήθηκε Φεβρουάριος 28, 2012, από <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131502000325>
- Christakoudis, C., Androulakis, S. G. S., & Zagouras, C. (Συγγρ.). (2011). Prepare items for Large Scale Computer Based Assessment: Case study for Teachers' Certification on Basic Computer Skills. Παρουσιάστηκε στο International Conference on Education and Educational Psychology, Instabul.
- Clariana, R., & Wallace, P. (Συγγρ.). (2002). Paper-Based versus Computer-Based Assessment: Key Factors Associated with the Test Mode Effect. *British Journal of Educational Technology*, 33(5), 593–602. Ανακτήθηκε Φεβρουάριος 28, 2012, από <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/detail?accno=EJ657890>
- Federico, P. A. (Συγγρ.). (2000). Learning styles and student attitudes toward various aspects of network-based instruction1. *Computers in Human Behavior*, 16(4), 359–379.
- Hollander, M., & Wolfe, D. A. (Συγγρ.). (1999). *Nonparametric Statistical Methods, 2nd Edition* (2ος έκδ.). Wiley-Interscience.

- Linden, W. J. van der (Συγγρ.). (2005). *Linear Models for Optimal Test Design* (1ος έκδ.). Springer.
- Mulligan, B. (Συγγρ.). (1999). Pilot Study on the Impact of Frequent Computerized Assessment on Student Work Rates. Στο M. Danson & R. Sherratt (Επιμ.), *Proceedings of 3rd International Computer Assisted Assessment*. Παρουσιάστηκε στο 3rd International Computer Assisted Assessment, Loughborough.
- Rowntree, D. (Συγγρ.). (1987). *Assessing students: how shall we know them?* Kogan Page.
- Russell, M., & Bullen, P. (Συγγρ.). (2003). Improving student success through implementation of weekly, student unique CAA tutorial sheets. *7th International Computer Assisted Assessment Conference* (σσ 340–353). Παρουσιάστηκε στο 7th International Computer Assisted Assessment Conference, University of Loughborough.
- Sclater, N., & Howie, K. (Συγγρ.). (2003). User requirements of the ‘ultimate’ online assessment engine. *Computers & Education*, 40(3), 285–306. Ανακτήθηκε Σεπτέμβριος 8, 2011, από <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013150200132X>
- TCExam - <http://www.tcexam.org/>. (χ.χ.). *SourceForge*. Ανακτήθηκε Φεβρουάριος 28, 2012, από <http://sourceforge.net/projects/tcexam/>
- team, T. L. project (Συγγρ.). (2011, Απρίλιος 24). LimeSurvey - the free and open source survey software tool! Software, . Ανακτήθηκε Νοέμβριος 7, 2011, από <http://www.limesurvey.org/>
- Vrabel, M. (Συγγρ.). (2004). Computerized versus paper-and-pencil testing methods for a nursing certification examination: a review of the literature. *Computers, Informatics, Nursing: CIN*, 22(2), 94–98; quiz 99–100. Ανακτήθηκε Ιούλιος 18, 2011, από <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15520572>
- Ασμίνη, Ε, & Μαρινάγη, Κ (Συγγρ.). (2009). Η επίδραση της ενδιάμεσης αξιολόγησης των σπουδαστών στη βελτίωση της βαθμολογίας της τελικής εξέτασης. (σσ 44–54). Παρουσιάστηκε στο 22ο Πανελλήνιο Συνέδριο Στατιστικής, Χανιά: Ελληνικό Στατιστικό Ινστιτούτο.
- Ζωγόπουλος, Ε, & Μπαγουλή, Κ (Συγγρ.). (2011). Λογισμικά διαδικτυακής μαθησιακής εξέτασης και αξιολόγησης. Μια πρώτη προσέγγιση. *2ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΤΠΕ-ΠΑΤΡΑΣ 28-30/4/2011*. Παρουσιάστηκε στο 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΤΠΕ ‘Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία’, ΠΑΤΡΑ. Ανακτήθηκε Φεβρουάριος 28, 2012, από <http://www.cetl.elemedu.upatras.gr/proc2/proceedings/2-1079.pdf>
- Παπανικολάου, Κυπαρισία Α., Γρηγοριάδου, Μαρία, & Γουλή, Ευαγγελία (Συγγρ.). (2005). Η συμβολή του διαδικτύου στην ανανέωση εκπαιδευτικών πρακτικών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, 6(1), 23–57.