

## Η αξιολόγηση στα Μαθηματικά. Θεωρία και πράξη. Σχεδιασμός και ανάπτυξης συστήματος στα Μαθηματικά με την χρήση Νέων Τεχνολογιών

Αθανάσιος Καραγεωργιάδης, υποψ. Δρ(\*)  
Εργαστήριο Μαθηματικών Διδακτικής και Πολυμέσων,  
ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Δημοκρατίας 1, 85100, Ρόδος  
akarageorgiadis@gmail.com

Ευγένιος Αυγερινός  
Εργαστήριο Μαθηματικών Διδακτικής και Πολυμέσων,  
ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Δημοκρατίας 1, 85100, Ρόδος  
[eavger@aegean.gr](mailto:eavger@aegean.gr)

(\*) Εργασία που χρηματοδοτείται από υποτροφία ΙΚΥ και ΕΤΕ

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία διερευνά τις μεθόδους αξιολόγησης στα Μαθηματικά και εστιάζεται στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν για την διαμορφωτική αξιολόγηση των μαθητών στα Μαθηματικά. Τα αποτελέσματα και οι καρποί αυτής της έρευνας εφαρμόστηκαν κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη του συστήματος αξιολόγησης για τα Μαθηματικά με την χρήση Νέων Τεχνολογιών, που προτείνεται στην παρούσα εργασία. Το σύστημα αποτελείται από 3 επιμέρους υποσυστήματα. Για την πρακτική εφαρμογή των υποσυστημάτων της τράπεζας ερωτήσεων και της διαχείρισης της, δημιουργήθηκαν λογισμικά για ηλεκτρονικό υπολογιστή που υλοποιούν τις λειτουργίες τους. Για το υποσύστημα αυτόματης διόρθωσης των τεστ αξιολόγησης επιλέχθηκε η χρήση ενός δωρεάν και ελεύθερου κώδικα λογισμικού οπτικής αναγνώρισης σημαδιών. Δεδομένου των θετικών αποτελεσμάτων από την πρώτη χρήση του συστήματος, κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω επέκταση και βελτίωσή του.

Λέξεις κλειδιά: διαμορφωτική αξιολόγηση, μαθηματικά, νέες τεχνολογίες.

### 1. Εισαγωγή

Η αξιολόγηση αποτελεί ένα καίριο και κρίσιμο μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Είναι ένα εργαλείο, μέσω του οποίου ο εκπαιδευτικός μπορεί να ελέγξει τις επιδόσεις των μαθητών, να αποσαφηνίσει τα κενά και τις παρανοήσεις των μαθητών, να προσδιορίσει ποιες αλλαγές πρέπει να γίνουν κατά την διδακτική διαδικασία, έτσι ώστε οι μαθητές να γίνουν «κάτοχοι» της γνώσης και όχι παθητικοί αποδέκτες της κα. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι πολυδιάστατος και περιλαμβάνει την προετοιμασία για το επόμενο μάθημα, την διδασκαλία αρκετών μαθημάτων, την κάλυψη των κενών των μαθητών, την επινόηση διδακτικών στρατηγικών για την αποσαφήνιση των αναγκών των μαθητών, την αξιολόγησή τους κ.ο.κ. Όλες αυτές οι ευθύνες καταδεικνύουν την ευρεία χρήση των παραδοσιακών μορφών αξιολόγησης, μέχρι και σήμερα, σε αντίθεση με την χρήση μορφών διαμορφωτικής αξιολόγησης η οποία δεν είναι τόσο συνηθισμένη για τα Ελληνικά εκπαιδευτικά δεδομένα. Η υιοθέτηση, ακόμα και σήμερα, μορφών παραδοσιακής αξιολόγησης, αποτελεί μια δοκιμασμένη μέθοδο με σίγουρα αποτελέσματα. Αντίθετα, η διαμορφωτική αξιολόγηση απαιτεί πολύ περισσότερο χρόνο από τον εκπαιδευτικό, κάτι που επιβαρύνει ακόμη περισσότερο το ήδη «φορτωμένο» πρόγραμμα του εκπαιδευτικού. Η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των νέων τεχνολογιών μπορεί να αποτελέσει μια πρόσφορη λύση στο παραπάνω πρόβλημα. Για παράδειγμα, η χρήση ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής είναι μια μορφή διαμορφωτικής αξιολόγησης, η οποία, αν συνδυαστεί με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τις νέες τεχνολογίες, μπορεί να ωφελήσει την εκπαιδευτική διαδικασία.

## **2. Αθροιστική και Διαμορφωτική Αξιολόγηση**

Η αθροιστική αξιολόγηση (summative) είναι μια μέθοδος αξιολόγησης που χρησιμοποιεί ποσοτικά δεδομένα για την αξιολόγηση ενός μαθητή. Χρησιμοποιεί διάφορους τύπους αξιολόγησης, όπως προφορική εξέταση, γραπτές ασκήσεις για το σπίτι, συμμετοχή στο μάθημα, σύντομα τεστ, διαγωνίσματα, εργασία τύπου project και άλλα. Ο εκπαιδευτικός, αφού συγκεντρώσει την βαθμολογία του κάθε μαθητή από όλους τους τύπους αξιολόγησης, εξάγει τον τελικό βαθμό του μαθητή, με βάση τον οποίο ο μαθητής θα περάσει ή όχι την τάξη.

Σε ερευνες που έχουν διεξαχθεί τα τελευταία χρόνια, αφενός έχει αποδειχτεί ότι η αθροιστική αξιολόγηση αν και δοκιμασμένη μέθοδος με αποδεδειγμένα αποτελέσματα, δεν αποδίδει και δεν βοηθάει τους μαθητές να κατακτήσουν πραγματικά την γνώση και αφετέρου έχουν στρέψει το ενδιαφέρον της στην διαμορφωτική αξιολόγηση (Black & Wiliam, 2005; Wiliam, 2007). Ο Bloom (1969) ήταν από τους πρώτους που αποπειράθηκαν να διαχωρίσουν την αξιολόγηση σε αθροιστική και διαμορφωτική αξιολόγηση. Σύμφωνα με τον Bloom, ο ορισμός της διαμορφωτικής αξιολόγησης είναι:

*«Σε αντίθεση είναι η χρήση του όρου «διαμορφωτική αξιολόγηση», η οποία παρέχει ανατροφοδότηση και διορθωτικές αλλαγές σε κάθε στάδιο της διαδικασίας διδασκαλίας-μάθησης. Με τη*

διαμορφωτική αξιολόγηση εννοούμε την αξιολόγηση με σύντομα τεστ που χρησιμοποιούνται από τους δασκάλους και τους μαθητές ως βοηθήματα στη διαδικασία της μάθησης. Ενώ τα τεστ αυτά μπορούν να βαθμολογηθούν και να χρησιμοποιηθούν ως μέρος της κριτικής και ταξινομητικής λειτουργία της αξιολόγησης, βλέπουμε πολύ πιο αποτελεσματική χρήση της διαμορφωτικής αξιολόγησης εάν διαχωρίζεται από τη διαδικασία βαθμολόγησης και χρησιμοποιείται κυρίως ως βοήθημα διδασκαλίας» (Bloom 1969, p.48 στο William 2006).

Δηλαδή, η διαμορφωτική αξιολόγηση έχει σαν στόχο να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό να εντοπίσει τις αδυναμίες και τα γνωστικά και μαθησιακά κενά των μαθητών και μέσω αυτών των κενών να σχεδιάσει τις κατάλληλες εκπαιδευτικές παρεμβάσεις, οι οποίες θα βοηθήσουν τους μαθητές να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους.

### **3. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής**

Οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής χρησιμοποιήθηκαν πρώτα από τον Σωκράτη στην αρχαία Αθήνα. Ο Σωκράτης χρησιμοποιούσε την μαιευτική μέθοδο, όπως την ονόμαζε, όπου με την χρήση σύντομων ερωτήσεων μπορούσε να μεταδώσει «γνώση» στον συνομιλητή του, την οποία την κατείχε ήδη όπως έλεγε ο Σωκράτης και αυτός απλά τον βοηθούσε να την φέρει την επιφάνια. Στις ερωτήσεις του Σωκράτη ο συνομιλητής απαντούσε με ένα ναι ή ένα όχι. Στην ουσία μπορούν να θεωρηθούν οι πρώτες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής τύπου X σωστού ή λάθους. Η μαιευτική μέθοδος του Σωκράτη ήταν πολύ επιτυχημένη μέθοδος διδασκαλίας και ο Σωκράτης ήταν ένας από τους μεγαλύτερους φιλοσόφους και παιδαγωγός ανά τους αιώνες με πάρα πολλούς μαθητές.

Οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής έχουν δεχτεί μεγάλη κριτική, με βάση τον ισχυρισμό ότι ενεργοποιούν την κατώτερου επιπέδου σκέψη των μαθητών. Ένα τέτοιο γεγονός περιγράφει η Latterell (2005) στο βιβλίο της “Math Wars”, όπου παρουσιάζει την προστριβή μεταξύ μαθηματικών σχετικά με την διδακτική και την αξιολόγηση στα μαθηματικά στις ΗΠΑ. Από την άλλη, όμως, υπάρχουν πολλές έρευνες που υποστηρίζουν ότι η χρήση ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής (Case & Swanson, 2002) στην διαμορφωτική αξιολόγηση, και σε συνδυασμό με παροχή ανατροφοδότησης στον μαθητή, ενεργοποιούν την ανώτερου επιπέδου σκέψη του μαθητή και τον βοηθούν να βελτιώσει τις επιδόσεις του (Taras, 2001). Όπως και να έχει, οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής χρησιμοποιούνται και στην αθροιστική αξιολόγηση και στην διαμορφωτική.

Υπάρχουν πολλά είδη ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής. Μερικά από αυτά είναι τα εξής: α) τύπου X, δηλαδή ο μαθητής διαλέγει την σωστή απάντηση ανάμεσα σε δύο απαντήσεις, β) τύπου M, δηλαδή ερωτήσεις τύπου αντιστοίχισης, γ) τύπου R, δηλαδή δίνεται στον μαθητή μια ερώτηση με τέσσερις διαφορετικές απαντήσεις και ο μαθητής καλείται να επιλέξει την σωστή απάντηση και δ) βέλτιστης απάντησης τύπου A, οι οποίες αποτελούνται από μια εισαγωγική ερώτηση με τέσσερις αποπροσανατολιστικές απαντήσεις, όπου μόνο μία είναι η σωστή. Ο τελευταίος τύπος ερωτήσεων

έχει αρκετές ομοιότητες με τον τύπο ερωτήσεων R, αλλά είναι ο πιο διαδομένος τύπος ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής (Norcini και συν., 1985; Case & Swanson, 2003; Abdalla και συν., 2011).

Οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής έχουν πολλά πλεονεκτήματα τα οποία μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα. Πιο αναλυτικά οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής:

- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην διαμορφωτική αξιολόγηση
- Χρησιμοποιούν την λογική της ταξινομίας του Bloom
- Μπορούν να αξιολογήσουν και τα ανώτερα και τα κατώτερα επίπεδα σκέψης των μαθητών
- Λόγω της δομής τους, μπορούν να αξιοποιηθούν σε υπολογιστικά συστήματα που βασίζονται στις νέες τεχνολογίες
- Μπορούν να αξιολογήσουν μεγαλύτερο μέρος της διδακτικής ύλης
- Αποδίδουν αξιόπιστα και αντικειμενικά αποτελέσματα
- Υπάρχουν λίγες πιθανότητες οι μαθητές να απαντήσουν τυχαία σωστά σε μια ερώτηση
- Αντικατοπτρίζουν τα κενά και τις ελλείψεις των μαθητών, μέσω των απαντήσεών τους στις ερωτήσεις

Παρά τα πλεονεκτήματα τους, οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής έχουν και ορισμένους περιορισμούς οι οποίοι θα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Τα μειονεκτήματα των ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής είναι τα κάτωθι:

- Απαιτούν περισσότερο χρόνο για την δημιουργία τους
- Είναι δυνατό οι μαθητές να διαβάζουν επιφανειακά και όχι σε βάθος
- Είναι πιθανό οι μαθητές να μαντέψουν την σωστή απάντηση
- Δεν μπορούν να αξιολογήσουν δεξιότητες, όπως η παραγωγή γραπτού λόγου
- Οι μαθητές πρέπει να καταλαβαίνουν τι διαβάζουν, ειδικά σε περιπτώσεις «έξυπνων» ερωτήσεων

#### **4. Αξιολόγηση με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή (Computer Assisted Assessment - CAA)**

Έχει γίνει εκτεταμένη έρευνα για την ενσωμάτωση υπολογιστικών συστημάτων στην εκπαίδευση. Παρόλα αυτά, λόγω του μη ευέλικτου αναλυτικού προγράμματος στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, η έρευνα έχει επικεντρωθεί στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, όπου τα αναλυτικά προγράμματα είναι πολύ πιο ευέλικτα. Έκτοτε, πολλά πανεπιστήμια έχουν αναπτύξει τέτοια υπολογιστικά συστήματα, ιδιαίτερα στο Ηνωμένο Βασίλειο, όπου το 1998 ιδρύθηκε το εθνικό κέντρο για την υποβοηθούμενη από ηλεκτρονικό υπολογιστή αξιολόγηση (Computer Assisted Assessment centre). Σύμφωνα με τους Chalmers και McAusland (2002), αξιολόγηση με

την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή είναι η αξιολόγηση της προόδου των μαθητών με την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Ενδιαφέρουσα είναι η πρόταση των Conole και Warburton (2005), οι οποίοι παρομοιάζουν την αξιολόγηση με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή (CAA) με ένα υπερσύνολο, το οποίο με τη σειρά του εμπεριέχει επιμέρους τύπους αξιολόγησης, όπως η αξιολόγηση που βασίζεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή (Computer Based Assessment - CBA), δηλαδή αυτή η αξιολόγηση δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η CBA χωρίζεται σε άλλα επιμέρους υποσύνολα, την αυτόνομη (standalone)CBA, την δικτυακή (networked) CBA και την διαδικτυακή (online assessment) CBA.

Η δομή ενός συστήματος αξιολόγησης με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή συνήθως αποτελείται από τα παρακάτω υποσυστήματα:

A) Την Τράπεζα Ερωτήσεων: αποτελεί τον πυρήνα ενός τέτοιου συστήματος, δηλαδή αποτελείται από μια βάση δεδομένων με ενσωματωμένες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

B) Η διεπαφή για την διάδραση του μαθητή με το σύστημα: μέσω της διεπαφής του μαθητή με το σύστημα αξιολόγησης, ο μαθητής διαδρά με αυτό με πολλούς τρόπους.

Γ) Το υποσύστημα που επεξεργάζεται τα δεδομένα της αξιολόγησης των μαθητών: το υποσύστημα ενημερώνει τους μαθητές σχετικά με την βαθμολογία τους, αλλά και τα κενά και τις ελλείψεις τους και τους παρέχει ανατροφοδότηση, αλλά ταυτόχρονα ενημερώνει το εκπαιδευτικό προσωπικό σχετικά με τα κενά και τις ελλείψεις των μαθητών.

Η ενσωμάτωση της ταξινομίας του Bloom σε ένα σύστημα αξιολόγησης με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή μπορεί να αποφέρει πολλά πλεονεκτήματα τόσο για τον μαθητή όσο και για τον εκπαιδευτικό. Σκοπός της αξιολόγησης, ειδικά της διαμορφωτικής, δεν είναι μόνο η βαθμολογία του μαθητή, αλλά κυρίως η εύρεση των αιτιών που οδήγησαν τον μαθητή να απαντήσει λάθος σε μια ερώτηση. Η ταξινομία του Bloom βασίζεται σε 6 στάδια σκέψης. Με βάση το επίπεδο στο οποίο βρίσκεται ο μαθητής, ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρέμβει και να βοηθήσει τον μαθητή να καλύψει τις ελλείψεις και τα κενά του. Η ταξινομία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα σύστημα αξιολόγησης με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Υπάρχουν, όμως, και άλλες νεότερες ταξινομίες με παρόμοιο σκοπό, πολλές από τις οποίες προσπαθούν να βελτιώσουν ή να τροποποιήσουν την αρχική ταξινομία του Bloom. Μια τέτοια ταξινομία, που εν μέρει στηρίζεται στην ταξινομία του Bloom, παρουσιάζουν οι King και συν. (2004) για το μάθημα της γλώσσας και των μαθηματικών. Προτείνουν για την αξιολόγηση των μαθητών την χρήση ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής όπως κάθε μια από τις εναλλακτικές απαντήσεις μπορεί να ανήκει σε ένα από τα τέσσερα επίπεδα που έχει η ταξινομία τους. Στο μεγαλύτερο επίπεδο, δηλαδή στο τέταρτο επίπεδο, βρίσκεται η σωστή απάντηση, ενώ στα χαμηλότερα επίπεδα βρίσκονται λάθος απαντήσεις, οι οποίες με την συμβολή της ταξινομίας των

King κ.α. βοηθούν τον εκπαιδευτικό να εντοπίσει τα κενά και τις ελλείψεις του μαθητή. Όπως οι ίδιοι αναφέρουν, η ταξινόμιά τους είναι ειδικά διαμορφωμένη για να χρησιμοποιηθεί σε κάποιο σύστημα αξιολόγησης με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Τα οφέλη από την χρήση ενός επιτυχημένου συστήματος αξιολόγησης με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή (CAA) έχει πολλά πλεονεκτήματα καθώς:

- Δίνει την δυνατότητα αξιολόγησης μεγάλου εύρους θεμάτων
- Εξοικονομεί χρόνο και πόρους, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καλύτερη αξιολόγηση των μαθητών
- Τα τεστ προσαρμόζονται στις ανάγκες των μαθητών και το περιεχόμενό τους αλλάζει αυτόματα και προσαρμόζεται στις αδυναμίες των μαθητών

Υπάρχουν όμως και διαχειριστικά οφέλη από την χρήση τους, όπως:

- Εξοικονόμηση χρόνου και πόρων, ειδικά στην περίπτωση μεγάλου αριθμού μαθητών
- Σε περίπτωση επαναληπτικών εξετάσεων, σημειώνεται εξοικονόμηση κόστους εκτύπωσης
- Μείωση χρόνου αξιολόγησης, με την αυτόματη δημιουργία στατιστικών αξιολογήσεων των αποτελεσμάτων
- Συντονισμός και ενσωμάτωση αρχείων των φοιτητών με τα συστήματα διαχείρισης και πληροφόρησης ενός πανεπιστημίου

Παρά όμως τα οφέλη και τις δυνατότητες που παρέχει ένα σύστημα αξιολόγησης με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή (CAA), η χρήση του έχει κάποιους περιορισμούς και αδυναμίες καθώς:

- Η ποιότητα και ο χρόνος για την δημιουργία ενός συστήματος αξιολόγησης: Εάν δεν δαπανηθεί αρκετός χρόνος για να στηθεί και να λειτουργήσει ένα τέτοιο σύστημα, η ποιότητά του θα είναι αμφίβολη
- Απαιτείται μεγάλο κόστος για την δημιουργία ενός τέτοιου συστήματος αξιολόγησης
- Η ποιότητά του εξαρτάται από το έμπειρο και εξειδικευμένο προσωπικό που θα εργαστεί για την δημιουργία του
- Αυτά τα συστήματα κατασκευάζονται ειδικά για πανεπιστήμια, τα οποία διαθέτουν τα χρήματα για την υλοποίηση τέτοιων συστημάτων
- Σε περίπτωση που ένα πανεπιστημιακό ίδρυμα θέλει να χρησιμοποιήσει ένα CAA σύστημα και χρησιμοποιεί ήδη άλλο σύστημα, το οποίο είναι ασύμβατο με το CAA σύστημα, η ενσωμάτωση θα είναι αρκετά δύσκολη

Παρά του παραπάνω περιορισμούς που έχουν τα αξιολόγησης με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή (CAA) και επειδή τα οφέλη από την χρήση τους είναι συγκριτικά μεγαλύτερα πολλά πανεπιστημιακά ιδρύματα επένδυσαν στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων για τις εκπαιδευτικές τους ανάγκες. Έτσι οι Appleby και συν. (1997) παρουσιάζουν το σύστημα

Diagnosys, το οποίο είναι εστιασμένο στην αξιολόγηση των μαθηματικών. Ο Thelwall (1998) παρουσιάζει το έργο του πανεπιστημίου του Wolverhampton της Αγγλίας. Η προσπάθεια του πανεπιστημίου δεν εστιάστηκε στην δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος, αλλά σε επιμέρους προγράμματα αξιολόγησης για ηλεκτρονικό υπολογιστή, το καθένα εστιασμένο σε διαφορετικό γνωστικό αντικείμενο. Οι Callear και King (1997) στην εργασία τους παρουσιάζουν τα προγράμματα αξιολόγησης για ηλεκτρονικό υπολογιστή που χρησιμοποιούσε το πανεπιστήμιο του Portsmouth της Αγγλίας. Το πανεπιστήμιο χρησιμοποιούσε τα τεστ για τρία χρόνια τόσο για την τελική εξέταση των φοιτητών στο τέλος μια διδακτικής περιόδου όσο και για την συνεχόμενη διαμορφωτική τους αξιολόγηση. Το σύστημα CAPA (Computer Assisted Personalized Approach) παρουσιάζουν στο άρθρο τους οι Thoennesen και Harrison (1996) και ο Hunt (1998) παρουσιάζει το σύστημα CAMPUS (Computer Aided Marking Program Using Spreadsheets) για την στατιστική του πανεπιστημίου του Coventry της Αγγλίας.

## **5. Σύστημα διαμορφωτικής αξιολόγησης στα Μαθηματικά**

Σύμφωνα με τα όσα παρουσιάστηκαν ως τώρα, τα συστήματα αξιολόγησης με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή είναι πολύτιμα εκπαιδευτικά εργαλεία για την αξιολόγηση στα Μαθηματικά και χρησιμοποιούνται εκτεταμένα από πολλά πανεπιστημιακά ιδρύματα σε διάφορες χώρες. Ένα ειδικά σχεδιασμένο σύστημα διαμορφωτικής αξιολόγησης για τα Μαθηματικά εστιασμένο στις ανάγκες τις πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης θα μπορούσε να αποφέρει σημαντικά οφέλη από την χρήση του. Ένα τέτοιο σύστημα θα έπρεπε να έχει την δυνατότητα να ενσωματωθεί στην καθημερινή διδασκαλία στην τάξη χωρίς να απαιτείται κατάλληλος εξοπλισμός και μεγάλες αλλαγές του τρόπου διδασκαλίας.

Τον βασικό πυρήνα του συστήματος αξιολόγησης για τα Μαθηματικά αποτελούν τρία υποσυστήματα που εκτελούν τις βασικές λειτουργίες του. Είναι η τράπεζα ερωτήσεων που περιέχει τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία των τεστ αξιολόγησης των μαθητών, το υποσύστημα που διαχειρίζεται αυτή την τράπεζα ερωτήσεων και είναι υπεύθυνο για την επιλογή των ερωτήσεων που θα αποτελέσουν ένα τεστ αξιολόγησης, και το υποσύστημα αυτόματης διόρθωσης των τεστ.

Στην τράπεζα ερωτήσεων εμπεριέχονται οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, οι οποίες χρησιμοποιούνται στα τεστ αξιολόγησης. Εκτός από την ποιότητα του παιδαγωγικού υλικού που απαιτείται, χρειάζεται και σωστή οργάνωσή του, για την επιτυχημένη λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος. Οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής εισάγονται στην τράπεζα ερωτήσεων και από εκεί αντλούνται για να χρησιμοποιηθούν στα τεστ αξιολόγησης.

Για τον λόγο αυτό, το σύστημα χρησιμοποιεί τέσσερα έξυπνα μεταδεδομένα τα οποία αποθηκεύονται μαζί με κάθε ερώτηση που εισάγετε στο σύστημα πέρα από τα τετριμμένα μεταδεδομένα που αφορούν την τάξη που αναφέρεται η ερώτηση, το κεφάλαιο, σε πιο βιβλίο υπάρχει σε έντυπη μορφή και άλλα σχετικά.

Τα έξυπνα μεταδεδομένα μιας ερώτησης αποτελούν κάποιες επιπλέον πληροφορίες για την ερώτηση και αναφέρονται:

- α) στον βαθμό βαρύτητας της ερώτησης,
- β) στο επίπεδο δυσκολίας της,
- γ) στον βαθμό συγγένειας που έχει με άλλες ερωτήσεις της τράπεζας ερωτήσεων
- δ) και στο αν υπάρχουν ίδιες ερωτήσεις με διαφορετικές εναλλακτικές απαντήσεις ή ίδιες ερωτήσεις με διαφορετικής διατύπωση.

Σχετικά με το υποσύστημα που διαχειρίζεται την τράπεζα ερωτήσεων, επικοινωνεί με την βάση δεδομένων της τράπεζας ερωτήσεων του συστήματος και εκτελεί σημαντικές λειτουργίες. Η πιο σημαντική λειτουργία του υποσυστήματος είναι η χρήση ειδικού, «έξυπνου» αλγορίθμου, ο οποίος επιλέγει τις ερωτήσεις με βάση τις ανάγκες και το επίπεδο των μαθητών.

Τέλος, το τρίτο βασικό υποσύστημα είναι το υποσύστημα αυτόματης διόρθωσης τεστ αξιολόγησης. Μία από τις προδιαγραφές που έχει το σύστημα είναι η χρήση προγράμματος οπτικής αναγνώρισης σημαδιών (OMR), το οποίο δίνει την δυνατότητα έντυπης μορφής των ερωτήσεων και αυτόματης διόρθωσης των τεστ. Χρησιμοποιήθηκε έτοιμο λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Από τα λογισμικά που εξετάστηκαν, εξετάστηκαν τα θετικά και αρνητικά τους χαρακτηριστικά και τελικά χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό AMC (Auto Multiple Choice), γιατί συνδυάζει τα παρακάτω χαρακτηριστικά διατίθεται δωρεάν, διαθέτει πηγαίο κώδικα, διαθέτει οπτική αναγνώριση σημαδιών (OMR), είναι κατάλληλο για δημιουργία τεστ αξιολόγησης, διαθέτει εύχρηστο γραφικό περιβάλλον, το γραφικό περιβάλλον είναι καλοσχεδιασμένο, είναι ολοκληρωμένη και ανεξάρτητη εφαρμογή, έχει παιδαγωγικό χαρακτήρα και είναι ειδικά σχεδιασμένο για τα μαθηματικά

## **6. Συμπεράσματα**

Καταρχήν, προτείνεται η δημιουργία ενός ανοιχτού προτύπου για την τράπεζα ερωτήσεων, το οποίο θα γίνει κοινά αποδεκτό. Με τον τρόπο αυτό θα είναι δυνατή η μεταφορά της τράπεζας ερωτήσεων σε άλλες πλατφόρμες, αλλά και η μεταφορά παιδαγωγικού υλικού από άλλα συστήματα στο σύστημα αξιολόγησης για τα Μαθηματικά που προτείνεται. Παρόμοιες προσπάθειες για την δημιουργία ανοιχτών προτύπων, τα οποία είναι κοινά αποδεκτά υπάρχουν πολλές στον χώρο του λειτουργικού συστήματος Linux. Για παράδειγμα, ο προγραμματισμός σε γλώσσα C++ κατά το πρότυπο ANSI είναι ένα γεγονός, το οποίο επιτρέπει την εύκολη μεταφορά ενός λογισμικού για Linux σε περιβάλλον Windows, MACOS και άλλα. Επίσης, προτείνεται η δημιουργία μιας μεγάλης



τράπεζας ερωτήσεων, η οποία θα περιέχει ικανό αριθμό ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής σαν εκπαιδευτικό υλικό ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία του συστήματος σε πραγματικές συνθήκες διδασκαλίας. Στο στάδιο της πειραματικής δοκιμής η τράπεζα ερωτήσεων περιείχε μερικές δεκάδες ερωτήσεις. Για να είναι δυνατή η εφαρμογή του συστήματος, αυτός ο αριθμός θα πρέπει να είναι κατά πολύ μεγαλύτερος και να είναι σε θέση να καλύψει την ύλη που προτείνεται από το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.

Επίσης, η λειτουργία του αλγορίθμου μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά. Αν ο αλγόριθμος αποκτήσει την δυνατότητα να αποθηκεύει τα αποτελέσματα των μαθητών και να τα επεξεργάζεται, μπορεί να αποκτήσει την δυνατότητα να τροποποιεί αυτόματα το επίπεδο δυσκολίας μιας ερώτησης που είναι αποθηκευμένης στην τράπεζα ερωτήσεων αξιολογώντας τις απαντήσεις των μαθητών σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Επιπλέον, θα μπορεί να ελέγχει αν παλαιότερα ο μαθητής είχε απαντήσει σωστά ή λάθος σε μια συγκεκριμένη ερώτηση, σε μια διαφορετική της εκδοχή ή σε μια συγγενική της ερώτηση. Η δυνατότητα αυτή θα παρέχει ακόμα καλύτερη στόχευση στα κενά μάθησης του μαθητή. Τέλος, είναι δυνατή η δημιουργία ενός πλήρως ή μερικώς συνδεδεμένου σχήματος μεταξύ των ερωτήσεων που είναι αποθηκευμένες στην τράπεζα ερωτήσεων και με τον τρόπο αυτό θα είναι δυνατή η εφαρμογή τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης στον αλγόριθμο. Η χρήση των τεχνικών αυτών θα κάνει ακόμα «έξυπνότερο» τον αλγόριθμο και θα μπορεί να επιλέγει αυτός τους κανόνες με τους οποίους θα ομαδοποιεί τις ερωτήσεις της τράπεζας ερωτήσεων σε κατηγορίες βελτιώνοντας αισθητά τις δυνατότητες διαμορφωτικής αξιολόγησης του συστήματος στα Μαθηματικά.

Τέλος προτείνεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη λογισμικού οπτικής αναγνώρισης σημαδιών (OMR), ειδικά σχεδιασμένου και αναπτυγμένου για τις ανάγκες του συστήματος της εργασίας. Πρόκειται για μια μεγάλη προσπάθεια, η οποία, αν ολοκληρωθεί, θα είναι δυνατή η πλήρης ενσωμάτωση του λογισμικού αυτού στο σύστημα την εργασίας, το οποίο θα μετασχηματιστεί σε ένα πλήρες σύστημα αξιολόγησης με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή για τα μαθηματικά. Αν ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία, τότε θα είναι δυνατή η πρόσβαση των μαθητών στο σύστημα και από άλλες πλατφόρμες, όπως το διαδίκτυο και έξυπνα κινητά τηλέφωνα και θα μπορεί να επεκταθεί περαιτέρω το σύστημα με την προσθήκη επιπλέον λειτουργιών. Εν κατακλείδι η παρούσα εργασία αποτελεί έναυσμα για την χρήση πιο «έξυπνων» αλγορίθμων σε εκπαιδευτικά προγράμματα και την ανάγκη για μελλοντική ενσωμάτωση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης και άλλων νέων τεχνολογιών σε αυτά.

## **Βιβλιογραφία**

- Abdalla, M. E., Gaffar, A. M., & Suliman, R. A. (2011). *Constructing A-Type Multiple Choice Questions (MCQs): Step By Step Manual*. Abdelrahim Mutwakel Gaffar
- Appleby, J., Samuels, P. & Treasure-Jones, T. (1997). Diagnosys-a knowledge-based diagnostic test of basic mathematical skills. *Computers & Education*, 28 (2), 113-131.
- Black, P., & William, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5 (1), 7-74.
- Black, P., & William, D. (2005). Changing teaching through formative assessment: research and practice. The King's-Medway-Oxfordshire formative assessment project. (Pages 223-237) *In Formative assessment: improving learning in secondary classrooms*. Center for Educational Research and Innovation. Paris: OECD Publication.
- Case, M. S. & Swanson, B. D. (2003). *Constructing Written Test Questions For the Basic and Clinical Sciences*. 3<sup>rd</sup> edition. National Board of Medical Examiners. Ημερομηνία ανάκτησης: 6-2-2012. [http://www.nbme.org/pdf/itemwriting\\_2003/2003iwgwhole.pdf](http://www.nbme.org/pdf/itemwriting_2003/2003iwgwhole.pdf)
- Callear, D. & King, T. (1997). Using computer-based tests for information science. *Association for Learning Technology Journal*, 5 (1), 27-32.
- Charlmers, D. & McAusland, M. D. W. (2002). Computer-assisted Assessment. The Handbook for Economics Lecturers. Ημερομηνία ανάκτησης: 11-4-2012. [http://www.economicsnetwork.ac.uk/handbook/printable/caa\\_v5.pdf](http://www.economicsnetwork.ac.uk/handbook/printable/caa_v5.pdf)
- Conole, G. & Warburton, B. (2005). A review of computer-assisted assessment. *Research in Learning Technology*, 13 (1), 17-31.
- Harlen, W., & James, M. (1997). Assessment and Learning: differences and relationships between formative and summative assessment. *Assessment in Education: Principles*, 4 (3), 365-379.
- King, K. V., Gardener, A. D., Zucker, S. & Jorgensen, A. M. (2004). *The distractor rationale taxonomy: Enhancing multiple-choice items in reading and mathematics*. Assessment Report. Pearson.
- Latterell, M. C. (2005). *Math Wars: A Guide for Parents and Teachers*. Connecticut: Praeger Publishers.
- Norcini, J. J., Swanson, D. B., Grosso, L. J. & Webster, G. D. (1985), Reliability, validity and efficiency of multiple choice question and patient management problem item formats in assessment of clinical competence. *Medical Education*, 19, 238–247
- Taras, M. (2001). The Use of Tutor Feedback and Student Self-assessment in Summative Assessment Tasks: Towards transparency for students and for tutors. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 26 (6), 605-614.

- Thelwall, M. (1998). A unique style of computer-assisted assessment. *Association for Learning Technology*, 6 (2), 49-57.
- Thelwall, M. (2000). Computer-based assessment: a versatile educational tool. *Computers & Education*, 32 (1), 37-49.
- Thoennesen, M. & Harrison, J. M. (1996). Computer-assisted assignments in a large physics class. *Computers & Education*, 27 (2), 141-147.
- William, D. (2006). Formative assessment: getting the focus right, *Educational Assessment*, 11 (3&4), 283-289.
- William, D. (2007). Keeping learning on track. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1053-1098.