

Ψηφιακές Βιβλιοθήκες για τα Μαθηματικά

Σιώχος Βασίλειος, Msc Επιστήμη & Πληροφορία, Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης
Σπυρόπουλος Αναστάσιος, Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης

1. Εισαγωγή

Ο όρος βιβλιοθήκη προσδιορίζει εκείνο τον φυσικό χώρο στον οποίο αποθηκεύονται και χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο τα βιβλία και τα λοιπά τεκμήρια (Μπώκος, 2001). Προσθέτοντας τον προσδιορισμό "ψηφιακή" στην βιβλιοθήκη αντιλαμβανόμαστε ότι τα τεκμήρια που διαχειρίζεται αυτή η βιβλιοθήκη θα διατηρούνται σε ψηφιακή μορφή. Βέβαια η λειτουργία της αποθήκευσης πλούσια μορφοποιημένων τεκμηρίων σε υψηλής ποιότητας μέσω αποθήκευσης, δεν είναι το μοναδικό χαρακτηριστικό μιας ψηφιακής βιβλιοθήκης, αφού πρέπει να υποστηρίζει και εξελιγμένες δυνατότητες αναζήτησης και αληθινή πλοήγηση υπερκειμένου για να μπορεί να θεωρηθεί πλήρης.

Κάθε βιβλιοθήκη είτε λαϊκή, είτε ακαδημαϊκή, δημιουργήθηκε με κάποιο στόχο, να καλύπτει κάποιο συγκεκριμένο θεματικό πεδίο. Μια λαϊκή βιβλιοθήκη που απευθύνεται στο ευρύ κοινό θα προσπαθεί να καλύψει όσο το δυνατόν περισσότερα θεματικά πεδία, αλλά δεν μπορεί να το κάνει εξαντλητικά και για το καθένα εις βάθος. Μια ακαδημαϊκή βιβλιοθήκη ενός πανεπιστημιακού τμήματος θα προσπαθεί να καλύψει όλες τις διαστάσεις του κυρίου επιστημονικού πεδίου του τμήματος σε όσο μεγαλύτερο βάθος της επιτρέπουν οι δυνατότητές της. Μια ψηφιακή βιβλιοθήκη όμως θεωρητικά μπορεί να έχει οσοδήποτε μεγάλο αναγνωστικό κοινό και οσοδήποτε μεγάλη συλλογή τεκμηρίων, ή με κάποια συνδρομητική πολιτική να το περιορίσει. Συνεπώς μια ψηφιακή βιβλιοθήκη ακολουθώντας την πολιτική της ελεύθερης πρόσβασης, μπορούμε να της χαρακτηρίσουμε "λαϊκή" γιατί μπορεί να την χρησιμοποιήσει οποιοσδήποτε. Ακολουθώντας όμως την πολιτική της πρόσβασης με συνδρομή και μόνο για μέλη κάποιας κοινότητας μπορεί να απευθύνεται σε συγκεκριμένο κοινό.

Μια μαθηματική ψηφιακή βιβλιοθήκη μπορεί να είναι οσοδήποτε γενική ή εξειδικευμένη σε κάποιον τομέα, ανάλογα με τον σκοπό δημιουργίας της. Όπως θα δούμε παρακάτω αναφερόμενοι στα υπάρχοντα συστήματα ταξινόμησης, ο όρος Μαθηματικά περιλαμβάνει πολλές θεματικές υποενότητες. Μπορεί να περιλαμβάνει ιστορικές πηγές για την ιστορική εξέλιξη των μαθηματικών, πρωτότυπα κείμενα μαθηματικών καθαρά ιστορικά, μαθηματική επιστημονική γνώση η οποία χωρίζεται σε πάμπολλους κλάδους (άλγεβρα, ανάλυση, γεωμετρία κ.λπ.), φιλοσοφία μαθηματικών και διδακτική μαθηματικών. Συνεπώς μια ανοικτή ως προς τους χρήστες βιβλιοθήκη θα πρέπει να περιλαμβάνει τις βασικές γνώσεις από τις σημαντικότερες κατηγορίες, ενώ μια κλειστή θα πρέπει να περιλαμβάνει οτιδήποτε υπάρχει και αφορά την κλειστή κοινότητα χρηστών για την οποία έχει δημιουργηθεί. Ακόμη έναν διαχωρισμό σχετικό με τους χρήστες που πρέπει να αναφέρουμε είναι το είδος των χρηστών μια μαθηματικής ψηφιακής βιβλιοθήκης, τους οποίους και πρέπει να λάβουμε ξεχωριστά υπόψη κατά την ανάπτυξή της. Είναι οι εξής κατηγορίες χρηστών:

- Δημιουργός: είναι εκείνος ο οποίος παράγει-καταγράφει τη μαθηματική γνώση, πληροφορίες, τεκμήρια.
- Καταλογογράφος: εκείνος ο οποίος θα ταξινομήσει και θα αρχειοθετήσει τις νέες μαθηματικές πληροφορίες – τεκμήρια σε νέες συλλογές.
- Καταναλωτής: ο τελικός χρήστης – αποδέκτης της διαδικασίας αυτής στον οποίο θα καταλήξει η μαθηματική πληροφορία και θα την χρησιμοποιήσει.

2. Περιεχόμενο

Μιλώντας για μια λογοτεχνική βιβλιοθήκη στο νου μας έρχεται το κείμενο, ενώ μιλώντας για μια φωτογραφική βιβλιοθήκη στο νου μας έρχεται η φωτογραφία. Ανοίγοντας ένα βιβλίο μαθηματικών η πιο συνηθισμένη περίπτωση είναι να δούμε πολύπλοκα σύμβολα, γράμματα, σχήματα και αριθμούς.

Κατά την δημιουργία ενός ψηφιακού τεκμηρίου το πρώτο πράγμα που θα μας απασχολήσει είναι το περιεχόμενο. Διαφορετικά θα ενεργήσουμε για την δημιουργία ενός ψηφιακού τεκμηρίου που αποτελείται μόνο από κείμενο, και διαφορετικά αν αποτελείται μόνο από εικόνες. Ένα μαθηματικό τεκμήριο μπορεί να αποτελείται μόνο από εικόνες, ή μόνο από κείμενο, ή και να συνδυάζει αυτά τα δύο. Τα είδη του περιεχομένου ενός μαθηματικού τεκμηρίου συνίστανται στα εξής.

- Κείμενο: π.χ. μια βιογραφία ενός μαθηματικού, αποτελεί και αυτή κομμάτι των Μαθηματικών.
- Εικόνα: π.χ. μια γραφική παράσταση μιας συνάρτησης, ή ένα γεωμετρικό σχήμα.
- Σύμβολα: π.χ. ο συμβολισμός του ολοκληρώματος \int_a^b .
- Εργαλεία: π.χ. άβακας, διαβήτης, ή μια τρισδιάστατη κατασκευή.
- Λογισμικό: π.χ. Mathematica.

Σε ένα ψηφιακό περιβάλλον η επεξεργασία η συμπεριφορά όλων αυτών των ειδών περιεχομένων διαφέρει και εξαρτάται από τον τρόπο υλοποίησης. Για παράδειγμα για την ανάδειξη της ιστορικής διάστασης του διαβήτη αρκεί η απεικόνισή του με μια φωτογραφία του. Για την ανάδειξη της χρηστικής αξίας του όμως, σε ένα σύγχρονο ψηφιακό περιβάλλον θα μπορούμε ο διαβήτης να υλοποιηθεί (π.χ. με μια εφαρμογή Java) σαν ένα ζωντανό εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον αναγνώστη να πειραματιστεί μαζί του και να αντιληφθεί την πραγματική χρηστική του αξία και δυνατότητές του. Αυτό αποτελεί ένα μικρό παράδειγμα της αξιοποίησης των δυνατοτήτων που μας παρέχει το ψηφιακό περιβάλλον.

Για τους διαχειριστές της μαθηματικής γνώσης το βασικό ερώτημα που τίθεται είναι ποια είναι τα μέλη της μαθηματική κοινότητας. Μέλη της μαθηματικής κοινότητας μπορεί να είναι ένας μαθητής δημοτικού, ο οποίος μαθαίνει να μετράει στο δεκαδικό σύστημα, κάποιος που ασχολείται από απλό ενδιαφέρον με τα μαθηματικά και ενδιαφέρεται για μια μαθηματική έννοια, μέχρι τον ακαδημαϊκό καθηγητή που ασχολείται με την έρευνα. Σχετικά με τις ψηφιακές βιβλιοθήκες για τα μαθηματικά ο Adams (2001) αναφέρει: "Κατά την ανάπτυξη τεχνολογίας το γενικό με το ειδικό πρέπει πάντα να κρατούνται σε ισορροπία. Η παράβλεψη της άποψης αυτής έχει οδηγήσει στον κατακερματισμό των μαθηματικών εργαλείων που βλέπουμε σήμερα".

Συνεπώς το ζητούμενο δεν είναι μόνο η ανάπτυξη των κατάλληλων εκείνων εργαλείων με τα οποία θα μπορέσει να γίνει πράξη μια ψηφιακή βιβλιοθήκη που να μπορεί να υποστηρίξει στην πράξη την αποθήκευση και διαχείριση την μαθηματικής γνώσης και όχι μόνο των μαθηματικών τεκμηρίων. Αλλά θα πρέπει να δημιουργούμε και με γνώμονα τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των ψηφιακών βιβλιοθηκών.

3. Ιδιαιτερότητες – Προβλήματα Ψηφιακών Βιβλιοθηκών για τα Μαθηματικά

Κατά παράδοση οι Βιβλιοθηκονόμοι, έχουν αποδεχθεί την ευθύνη της μακροπρόθεσμης διατήρησης της γνώσης, μέσω των τεκμηρίων που διαχειρίζονται στις βιβλιοθήκες. Αρχικά η συντήρηση και διατήρηση των περιοδικών, βιβλίων και των λοιπών τεκμηρίων απαιτούσε κατά κύριο λόγο χώρο. Με την εμφάνιση όμως των ψηφιακών τεκμηρίων, όπου θεωρητικά μεν ο ψηφιακός χώρος είναι απεριόριστα διαθέσιμος, πρακτικά όμως εμφανίζονται μια σειρά από νέα προβλήματα – προκλήσεις που καλούνται να επιλυθούν.

Σίγουρα ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της κοινότητας διαχείρισης της μαθηματικής γνώσης πρέπει να είναι η βελτίωση της πρόσβασης των μαθηματικών στα ψηφιακά συστήματα (Adams, 2001). Μιλώντας για μαθηματικά σε ένα ψηφιακό περιβάλλον υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι αναπαράστασής τους:

Ψηφιοποιημένα μαθηματικά: στην περίπτωση αυτή η μαθηματική γνώση έχει ενσωματωθεί σε ένα ψηφιακό αρχείο προσπελάσιμο είτε τοπικά είτε απομακρυσμένα. Π.χ. ένα μαθηματικό κείμενο γραμμένο στο word με τη βοήθεια με τη βοήθεια του Mathype.

Μαθηματικά με ψηφιακή αναπαράσταση: το ψηφιακό τεκμήριο έχει κάποια συντακτική δομή η οποία παραπέμπει στη μαθηματική δομή που περιέχεται στο τεκμήριο. Π.Χ. μια μαθηματική απόδειξη γραμμένη με MathML.

Τυπικά μαθηματικά: εδώ στο ψηφιακό μαθηματικό τεκμήριο είναι προσπελάσιμη και η συντακτική δομή και η σημασιολογία της μαθηματικής γνώσης. Π.χ. μια αλγεβρική απόδειξη γραμμένη στο Mathematica.

Η σχέση μεταξύ της φυσικής γλώσσας ενός μαθηματικού κειμένου και του συμβολικού περιεχομένου περιπλέκεται με την ποικιλία ονοματολογίας και συμβόλων. Μεταξύ δύο διαφορετικών κλάδων των μαθηματικών μια λέξη ή ένα σύμβολο μπορεί να έχουν διαφορετική σημασία. Για παράδειγμα η έννοια του σύμβολου της πρόσθεσης "+" για την Ανάλυση είναι δεδομένο, ενώ για την άλγεβρα και το σύμβολο της πρόσθεσης μπορεί να έχει διαφορετικό νόημα. Ο προσδιορισμός "αδύνατη" για μια εξίσωση, έχει διαφορετική έννοια για την Πραγματική Ανάλυση και άλλη για την Μιγαδική ανάλυση. Όπως επίσης η έννοια "διάμεσος" υφίσταται στην Ευκλείδεια Γεωμετρία και στην Στατιστική. Επομένως μπορούμε εύκολα να αντιληφθούμε ότι τα πράγματα δεν είναι τόσο εύκολα για μια Μαθηματική Ψηφιακή Βιβλιοθήκη. Το αποτέλεσμα της αναζήτησης του λήμματος "διάμεσος" εξαρτάται από τον κλάδο των μαθηματικών για τον οποίο ενδιαφερόμαστε. Συνεπώς η αναζήτηση κειμένου με την τυπική ανάπτυξη, ενώ μπορεί να επιτευχθεί ευκολότερα από την απλή αναζήτηση σε λιγότερο δομημένη ψηφιακή αναπαράσταση μαθηματικών, μπορεί να οδηγήσει σε μια υπερπληθώρα αποτελεσμάτων. Οπότε δεν μπορούμε να αγνοήσουμε την ανάγκη για καλούς μηχανισμούς αναζήτησης με κατάταξη των αποτελεσμάτων και κάποιας μορφής σημασιολογικού ταιριάσματος για ποιοτικότερα και ευκολότερα αξιοποιήσιμα αποτελέσματα

Σε αναλογία με την εξέλιξη της φυσικής γλώσσας που μεταβάλλεται με το πέρασμα του χρόνου, μεταβάλλεται και η μαθηματική γλώσσα. Συνεπώς για όσο παλαιότερο μαθηματικό κείμενο πρόκειται τόσο μεγαλύτερη είναι η απόκλιση από τον σύγχρονο τρόπο χρήσης των μαθηματικών συμβολισμών και εννοιών. Οπότε σχετικά με την ψηφιοποίηση ενός μαθηματικού κειμένου τίθεται το εξής ζήτημα. Αφενός για να είναι αξιοποιήσιμο ένα παλαιότερο μαθηματικό κείμενο θα πρέπει να καταβάλλονται μεγάλες προσπάθειες ούτως ώστε αυτά να επικαιροποιούνται ως προς την μαθηματική γλώσσα την οποία χρησιμοποιούν, αφετέρου όμως με αυτήν την επεξεργασία που υφίσταται χάνεται η ιστορική αξία του πρωτότυπου μαθηματικού κειμένου.

Εκτός όμως από το ζήτημα της αλλαγής της γλώσσας υπάρχει και το ζήτημα της εξέλιξης της μαθηματικής γνώσης. Για παράδειγμα για κάποιο θεώρημα για το οποίο υπάρχει κάποια απόδειξη μπορεί να ανακαλυφθεί μια καινούργια. Αυτό δεν σημαίνει ότι καταργείται η παλαιότερη, διότι και αυτή αποτελεί μαθηματική γνώση. Μάλιστα αυτό είναι και χαρακτηριστικό γνώρισμα της επιστήμης των Μαθηματικών: η νέα επιστήμη εξαρτάται καθοριστικά από την παλαιότερη γνώση

(MSRI, 2004). Το 50% των σύγχρονων αναφορών αναφέρονται σε δημοσιεύσεις πριν το 1990 και το 25% σε δημοσιεύσεις πριν το 1980. Μια αρχιτεκτονική η οποία διατηρεί όχι μόνο την τρέχουσα αποδεικτική κατάσταση αντικειμένων με αναφορά στην έκδοση, αλλά που επίσης προσπαθεί να προσθέσει αποδείξεις οι οποίες απέτυχαν με νέες χρησιμοποιώντας αυτόματες τεχνικές αφαίρεσης, έχει αναπτυχθεί από την ομάδα NuPri του Πανεπιστημίου Cornell.

4. Συστήματα Ταξινόμησης Μαθηματικών

Πριν προχωρήσουμε στην αξιολόγηση κάποιων Ψηφιακών Βιβλιοθηκών για Μαθηματικά θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά στα συστήματα ταξινόμησης και συγκεκριμένα στις κατηγορίες που αφορούν τα μαθηματικά. Κρίθηκε σκόπιμο για λόγους σύγκρισης να παρατεθούν οι μαθηματικές κατηγορίες των δύο πιο ευρέως αποδεκτών από τον κλάδο της βιβλιοθηκονομίας ταξινομικών συστημάτων και του πιο σημαντικού ταξινομικού συστήματος που έχει αναπτυχθεί και γίνει αποδεκτό από την παγκόσμια μαθηματική κοινότητα.

4.1 Δεκαδική Ταξινόμηση Dewey (DDC)

Η Δεκαδική Ταξινόμηση Dewey (DDC) χωρίζεται σε 10 κύριες κατηγορίες. Η 6^η κατηγορία με τίτλο "500 Φυσικές Επιστήμες και Μαθηματικά" περιέχει τις υποκατηγορίες μαθηματικών, η οποία με την σειρά της χωρίζεται σε 100 υποκατηγορίες από τις οποίες μόνο οι παρακάτω 12 αναφέρονται σε κλάδους μαθηματικών.

- 500 Natural sciences & mathematics
- 501 Philosophy & theory
- 507 Education, research, related topics
- 510 Mathematics
- 511 General principles
- 512 Algebra & number theory
- 513 Arithmetic
- 514 Topology
- 515 Analysis
- 516 Geometry
- 519 Probabilities & applied mathematics
- 526 Mathematical geography

Εικόνα 1 – υποκατηγορία μαθηματικών DDC

4.2 Ταξινομικό Σύστημα LOC

Το ταξινομικό σύστημα της Βιβλιοθήκης του Κογκρέσου χωρίζεται σε 26 κύριες κατηγορίες. Η κύρια κατηγορία Q αναφέρεται στις Επιστήμες, της οποίας η υποκατηγορία QA είναι τα Μαθηματικά. Η υποκατηγορία των Μαθηματικών χωρίζεται με τη σειρά της σε 12 υποκατηγορίες – κλάδους των μαθηματικών.

Subclass QA

QA1-939	Mathematics
QA1-43	General
QA47-59	Tables
QA71-90	Instruments and machines
QA75-76.95	Calculating machines
QA75.5-76.95	Electronic computers. Computer science
QA76.75-76.765	Computer software
QA101-(145)	Elementary mathematics. Arithmetic
QA150-272.5	Algebra
QA273-280	Probabilities. Mathematical statistics
QA299.6-433	Analysis
QA440-699	Geometry. Trigonometry. Topology
QA801-939	Analytic mechanics

Εικόνα 2 – υποκατηγορία μαθηματιών LOC

4.3 Mathematics Subject Classification 2000

Το ταξινομικό σύστημα μαθηματικών Mathematics Subject Classification συντάχθηκε και αποτελεί πόνημα της EMIS και της Zentralblatt MATH. Η European Mathematical Information Services (EMIS) είναι μια υπηρεσία μαθηματικής πληροφόρησης και υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Μαθηματική Εταιρία (EMS). Το Zentralblatt MATH είναι η παλαιότερη υπηρεσία σύνοψης και επιθεώρησης για τα μαθηματικά και λειτουργεί από το 1931. Το ταξινομικό σύστημα MSC αποτελεί την συγχώνευση του Mathematical Reviews και του Zentralblatt που προήλθε από το ταξινομικό σύστημα της Αμερικάνικης Μαθηματικής Εταιρίας (AMS) υποστηριζόμενο από την Παγκόσμια Μαθηματική Εταιρία (IMU). Το ταξινομικό σύστημα MSC 2000 αποτελεί την αναθεώρηση της έκδοσης 1991. Αποτελείται από 97 κύριες κατηγορίες κάθε μία από τις οποίες χωρίζεται σε άλλα δύο επίπεδα υποκατηγοριών.

Για να φανταστούμε το πλήθος των διαφορετικών μαθηματικών κλάδων, ακόμη και ένας απόφοιτος Μαθηματικού Τμήματος δεν έχει διδαχθεί όλους αυτούς τους κλάδους, ενώ για πολλούς από αυτούς έχει μόνο μια αμυδρή ιδέα περί τίνος πρόκειται. Σε αντίθεση με αυτό το ταξινομικό σύστημα οι κατηγορίες των προηγούμενων δύο είναι γνωστές σε έναν απόφοιτο της μέσης εκπαίδευσης, τις περισσότερες από τις οποίες έχει διδαχθεί κιόλας κάποια κεφάλαια.

Είναι φανερό ότι ο βαθμός λεπτομέρειας εξαρτάται από τον σκοπό χρήσης του ταξινομικού συστήματος. Τόσο το DDC όσο και το LOC απευθύνονται σε βιβλιοθήκες ποικίλου περιεχομένου και στοχεύουν στην κάλυψη πολλών τομέων. Αντιθέτως το MSC2000 δημιουργήμα της μαθηματικής κοινότητας στοχεύει στην λεπτομερή καταγραφή όλων των κλάδων των μαθηματικών.

Overview

00	General	46	Functional analysis
01	History and biography	47	Operator theory
03	Mathematical logic and foundations	49	Calculus of variations and optimal control; optimization
05	Combinatorics	51	Geometry
06	Order, lattices, ordered algebraic structures	52	Convex and discrete geometry
08	General algebraic systems	53	Differential geometry
11	Number theory	54	General topology
12	Field theory and polynomials	55	Algebraic topology
13	Commutative rings and algebras	57	Manifolds and cell complexes
14	Algebraic geometry	58	Global analysis, analysis on manifolds
15	Linear and multilinear algebra; matrix theory	60	Probability theory and stochastic processes
16	Associative rings and algebras	62	Statistics
17	Nonassociative rings and algebras	65	Numerical analysis
18	Category theory, homological algebra	68	Computer science
19	K-theory	70	Mechanics of particles and systems
20	Group theory and generalizations	74	Mechanics of deformable solids
22	Topological groups, Lie groups	76	Fluid mechanics
26	Real functions	78	Optics, electromagnetic theory
28	Measure and integration	80	Classical thermodynamics, heat transfer
30	Functions of a complex variable	81	Quantum theory
31	Potential theory	82	Statistical mechanics, structure of matter
32	Several complex variables and analytic spaces	83	Relativity and gravitational theory
33	Special functions	85	Astronomy and astrophysics
34	Ordinary differential equations	86	Geophysics
35	Partial differential equations	90	Operations research, mathematical programming
37	Dynamical systems and ergodic theory	91	Game theory, economics, social and behavioral sciences
39	Difference and functional equations	92	Biology and other natural sciences
40	Sequences, series, summability	93	Systems theory, control
41	Approximations and expansions	94	Information and communication, circuits
42	Fourier analysis	97	Mathematical education
43	Abstract harmonic analysis		
44	Integral transforms, operational calculus		
45	Integral equations		

Εικόνα 3 – ταξινομικό σχήμα MSC2000

5. Σχήματα Μεταδεδομένων για Μαθηματικά

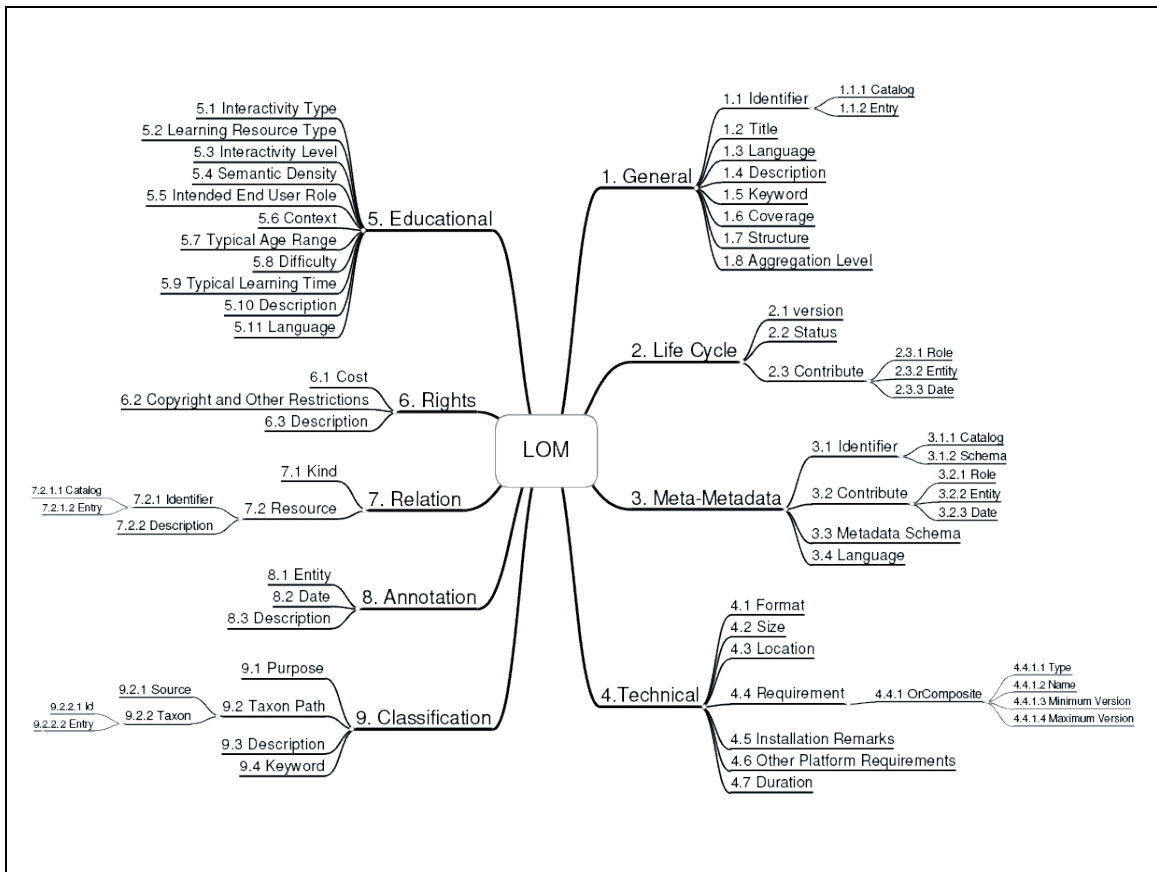
Για την περιγραφή των δεδομένων μιας βιβλιοθήκης γνώσης, δηλαδή των μεταδεδομένων, είναι απαραίτητος ένας κωδικοποιημένος τρόπος περιγραφής τους, τα σχήματα μεταδεδομένων. Ο τρόπος περιγραφής των μεταδεδομένων είναι άμεσα συνδεδεμένος με τις λειτουργίες της αναζήτησης και της ανάκτησης σε μια ψηφιακή βιβλιοθήκη. Συνεπώς, όπως αναφέρθηκε και στις ιδιαιτερότητες των μαθηματικών κειμένων, έχει μεγάλη αξία να μπορούμε να αναζητούμε με βάση το νόημα μιας μαθηματικής έκφρασης, τη σημασιολογία της.

Ειδικότερα για εκπαιδευτικό υλικό τα μεταδεδομένα για μαθησιακά αντικείμενα μπορούν να θεωρηθούν σαν ένα σύστημα σήμανσης, σκοπός του οποίου είναι να περιγράψει τα χαρακτηριστικά και τον σκοπό του αντικειμένου (Frosh-Wilke, 2004). Τα μεταδεδομένα του μαθησιακού αντικειμένου επιτρέπουν την υλοποίηση της αναζήτησης, αξιολόγησης, ανάκτησης και χρήση του. Επίσης στοχεύουν στην διευκόλυνση του διαμοιρασμού και ανταλλαγής των αντικειμένων, αναπτύσσοντας καταλόγους και ευρετηρίων (IEEE, 2002).

5.1 LOM – IMS

Το σχήμα μεταδεδομένων LOM (Learning Object Metadata) 1484.12.1 (2002) της κοινοπραξίας

IMS Global Learning Consortium είναι ένα μέρος ενός πολυδιάστατου προτύπου το οποίο περιγράφει το μοντέλο LOM. Στόχος του προτύπου είναι η ανάπτυξη σαφώς δομημένων και λεπτομερών περιγραφών των μαθησιακών αντικειμένων με σκοπό την αναζήτηση, πρόσκτηση και χρήση τους. Το πρότυπο συνίσταται από 9 κύρια στοιχεία, τα οποία με ιεραρχική δομή περιλαμβάνουν περισσότερα υποστοιχεία. Στις 9 κύριες κατηγορίες συμπεριλαμβάνεται και η εκπαιδευτική κατηγορία για την περιγραφή των εκπαιδευτικών συνιστωσών του μαθησιακού αντικειμένου.



Εικόνα 4 – Στοιχεία του σχήματος LOM

Εστιάζοντας στην εκπαιδευτική κατηγορία, αυτή περιλαμβάνει 11 υποστοιχεία. Κάθε ένα από αυτά περιγράφεται στο πρότυπο μεταδεδομένων από λεπτομερείς προδιαγραφές της σημασιολογίας του κάθε στοιχείου και συνοδεύεται από παραδείγματα εφαρμογής. Η χρησιμότητα της ύπαρξης μεταδεδομένων για την περιγραφή του εκπαιδευτικού υλικού έγκειται στην ευκολία αναζήτησης και ανάκτησής του μέσα σε μια ψηφιακή βιβλιοθήκη, στην ανταλλαγή υλικού μεταξύ ψηφιακών βιβλιοθηκών και στην πληρέστερη ενημέρωση του χρήστη για τα χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού υλικού. Για παράδειγμα αναζητώντας ένας μαθηματικός, προετοιμάζοντας μια διδασκαλία του, κάποια εφαρμογή μιας συγκεκριμένης έννοιας για μια καθορισμένη τάξη, μπορεί να περιορίσει την αναζήτησή του με βάση τα κριτήρια αυτά και να οδηγηθεί γρηγορότερα στο υλικό που τον ενδιαφέρει. Έχοντας περιοριστεί στο υλικό με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά το αποτέλεσμα της αναζήτησης στην ψηφιακή βιβλιοθήκη είναι πιο καλό ποιοτικά, καθώς δεν απαιτείται η επισκόπηση υλικού που δεν είναι σχετικό.

Στοιχεία Μεταδεδομένων		Περιγραφή
5.1	Interactivity Type	Κυρίαρχος τρόπος μάθησης που υποστηρίζεται από το μαθησιακό αντικείμενο. (Ενεργητική, αφηγηματική, μικτή)
5.2	Learning Resource Type	Ειδικός τύπος μαθησιακού αντικειμένου. Ο κυρίαρχος τύπος αναφέρεται πρώτος.
5.3	Interactivity Level	Ο βαθμός αλληλεπίδρασης που διέπει το μαθησιακό αντικείμενο.
5.4	Semantic Density	Ο βαθμός περιεκτικότητας ενός μαθησιακού αντικειμένου.
5.5	Indented End User Role	Αρχικός(οί) χρήστη(ες) για τον(τους) οποίο(ους) σχεδιάστηκε το μαθησιακό αντικείμενο.
5.6	Context	Το πλαίσιο αναφοράς του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο θα λάβει χώρα η μάθηση και η χρήση του μαθησιακού αντικειμένου.
5.7	Typical Age Range	Ηλικία των χρηστών στους οποίους απευθύνεται το μαθησιακό αντικείμενο.
5.8	Difficulty	Ο βαθμός δυσκολίας εργασίας με ή μέσα στο μαθησιακό αντικείμενο, για τον τυπικό χρήστη στον οποίο απευθύνεται.
5.9	Typical Learning Time	Κατά προσέγγιση ή ακριβής χρόνος που απαιτείται για την εργασία με ή μέσα στο μαθησιακό αντικείμενο, για τον τυπικό χρήστη στον οποίο απευθύνεται.
5.10	Description	Σχόλια για τον τρόπο χρήσης του μαθησιακού αντικειμένου.
5.11	Language	Η γλώσσα που θα χρησιμοποιήσει ο τυπικός χρήστης για το μαθησιακό αντικείμενο.

Εικόνα 5 – Υποστοιχεία εκπαιδευτικών μεταδεδομένων

6. Αξιολόγηση Ψηφιακών Βιβλιοθηκών

Αναζητώντας ψηφιακές βιβλιοθήκες για τα μαθηματικά στο διαδίκτυο τα αποτελέσματα δεν είναι αρκετά ενθαρρυντικά. Το υλικό που υπάρχει είναι άφθονο και απαντώνται αρκετές και ενδιαφέρουσες προσπάθειες ανάπτυξης ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού. Ωστόσο οι περισσότερες από αυτές τις προσπάθειες απέχουν αρκετά από τον χαρακτηρισμό τους ως ψηφιακή βιβλιοθήκη. Η ορθολογική ταξινόμηση, η κατάλληλη τεκμηρίωση, η δυνατότητα αναζήτησης και η εύκολη πλοήγηση στο περιεχόμενο είναι κάποια βασικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να πληροί μια ψηφιακή βιβλιοθήκη. Η πλειοψηφία των ιστοσελίδων αναπτύσσονται από μεμονωμένους εκπαιδευτικούς και είναι έκδηλη προσπάθεια ανάπτυξης και οργάνωσης του ψηφιακού υλικού με την νοοτροπία του εντύπου εκπαιδευτικού υλικού. Δεν γίνεται σωστή εκμετάλλευση των εργαλείων που μας παρέχουν οι σύγχρονες τεχνολογίες του διαδικτύου.

Μέσα από την έρευνα εντοπίστηκαν δύο ιστοσελίδες που θα μπορούσε κανείς να τις χαρακτηρίσει ως εν δυνάμει ψηφιακές βιβλιοθήκες.

		
Νομικό Καθεστώς	Εκπαιδευτική Πύλη ΥΠΕΠΘ	Ιδιωτική Πρωτοβουλία
Επιστημονική Εποπτεία	Γραφείο Δικτυακής Εκπαιδευτικής Πύλης	Πρότυπος Φροντιστηριακός Οργανισμός
Όνομα Χώρου	www.e-yliko.gr	www.telemath.gr
Ταξινόμικό Σύστημα	ανά θεματική ενότητα	ανά τάξη
Μεταδομένα	Ναι	Όχι
Περιγραφή	Τίτλος, Περιγραφή, Δημιουργός, Απαιτούμενο Λογισμικό, γνωστικό υπόβαθρο	Τίτλος
Αναπαράσταση Μαθηματικών	Κείμενο	Εικόνες
Μορφότυπα διαθέσιμου υλικού	Κείμενο, εικόνα, διαδραστικές εφαρμογές, λογισμικό	Κείμενο, εικόνα, διαδραστικές εφαρμογές
Δυνατότητα αναζήτησης	Όχι	Όχι
Χάρτης Περιεχομένου	Ναι	Όχι
Βιβλιογραφία	Όχι	Όχι
Βοήθεια	Τεκμηρίωση τρόπου χρήσης του υλικού	Όχι
Τελευταία ενημέρωση	Φεβρουάριος 2007	Δεν αναφέρεται
Αριθμός ιστοσελίδων που έχουν σύνδεσμο προς αυτή την ιστοσελίδα	133	9

Πίνακας 1 – Συγκριτική αξιολόγηση ψηφιακών βιβλιοθηκών

6.1 e-yliko

Η ιστοσελίδα www.e-yliko.gr αποτελεί την εκπαιδευτική πύλη του ΥΠΕΠΘ με σκοπό, όπως αναφέρεται και στην ιστοσελίδα, να διαθέσει στην εκπαιδευτική κοινότητα μια πηγή εκπαιδευτική πληροφορίας. Μέχρι πρόσφατα διέθετε μόνο εκπαιδευτικό υλικό, ενώ πλέον το υλικό του εμπλουτίστηκε, προσφέρει ενημερωτικό υλικό γενικότερου εκπαιδευτικού ενδιαφέροντος, υλικό για ΑΜΕΑ και τακτικό ενημερωτικό δελτίο. Ωστόσο το εκπαιδευτικό υλικό δεν αποτελεί μια οργανωμένη και λειτουργική ψηφιακή βιβλιοθήκη, καθώς ούτε τεκμηριώνεται όπως θα έπρεπε, ούτε είναι οργανωμένο σε μια βάση δεδομένων. Ο μόνος τρόπος να αναζητηθεί υλικό είναι μέσω του είδους του υλικού που αναζητείται, μέσω των επιλογών που δίνει η ιστοσελίδα και μέσω της θεματικής ταξινόμησης που παρατίθεται. Θετικό στοιχείο αποτελεί το ότι στο περιεχόμενο υπάρχουν μεμονωμένες περιγραφές με τον τίτλο, τον συγγραφέα, το είδος του υλικού, το λογισμικό που απαιτείται για την χρήση του και την εκπαιδευτική βαθμίδα που αφορά.

6.2 Telemath

Η ιστοσελίδα www.telemath.gr αποτελεί μια μαθηματική πύλη ενός φροντιστηριακού οργανισμού, για τον οποίο δεν αναφέρονται περισσότερες πληροφορίες. Η ιστοσελίδα έχει εκπαιδευτικό υλικό αποκλειστικά για μαθηματικά και είναι οργανωμένο σε 20 θεματικές κατηγορίες οι οποίες αφορούν εκπαιδευτική βαθμίδα, πηγές πληροφοριών και δραστηριότητες σχετικές με τα μαθηματικά. Το περιεχόμενο είναι αρκετά πλούσιο, αλλά η πλοήγηση σε αυτό είναι δύσχρηστη. Δεν υπάρχει η δυνατότητα αναζήτησης υλικού με βάση συγκεκριμένα κριτήρια, ούτε καν ένας συγκεντρωτικός χάρτης περιεχομένου του υλικού που διατίθεται από την ιστοσελίδα.

6.3 Αξιολόγηση ψηφιακών βιβλιοθηκών

Για τις δύο αυτές ιστοσελίδες έγινε μια καταγραφή των σημαντικότερων χαρακτηριστικών που θα έπρεπε να πληρούν για να χαρακτηριστούν ψηφιακές βιβλιοθήκες (Πίνακας 1). Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1 πολλά από τα κριτήρια δεν πληρούνται καθόλου ή όχι επαρκώς. Τα σημαντικότερα από αυτά που απουσιάζουν είναι τα μεταδεδομένα, το ολοκληρωμένο ταξινόμικό σύστημα και η δυνατότητα αναζήτησης. Ακόμη το μαθηματικό περιεχόμενο είναι στην πλειοψηφία του υπό μορφή εικόνας χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας του ή αναζήτησης βάσει αυτού. Τέλος στα κριτήρια σύγκρισης έχει προστεθεί και ο αριθμός των σελίδων που παραπέμπουν με σύνδεσμο στις σελίδες αυτές, το οποίο αποτελεί μια ένδειξη για τον βαθμό διάδοσης των σελίδων αυτών στο διαδίκτυο.

7. Συμπεράσματα

Λαμβάνοντας υπόψη τις σύγχρονες τάσεις ανάπτυξης των ψηφιακών βιβλιοθηκών γενικά και όχι μόνο των μαθηματικών, είναι φανερό ότι αυτές δεν έχουν αγγίξει ακόμη την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η σημερινή τεχνολογία παρέχει πολλές δυνατότητες για αποτελεσματική οργάνωση και ποιοτικότερη αξιοποίηση του ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού, το οποίο μπορεί να δώσει στους μαθητές πολλά ερεθίσματα αναζήτησης της γνώσης και ενεργοποίησης της σκέψης.

Παράλληλα με το κοινό πλαίσιο λειτουργίας των σχολικών βιβλιοθηκών θα μπορούσε λειτουργήσει μια κοινή ψηφιακή βιβλιοθήκη για όλες τις εκπαιδευτικές μονάδες, η οποία θα μπορούσε εμπλουτίζεται διαρκώς αξιοποιώντας το υλικό που σίγουρα δημιουργείται από πολλούς εκπαιδευτικούς.

8. Βιβλιογραφία

1. A. Asperti G.Gogvadze, Metadata for Mathematical Knowledge Management, Information Society Technologies (Ist) Programme, 2001, <http://monet.nag.co.uk/mkm/Final-docs/MKMNetTN-D5-2.pdf>
(ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
2. Andrew A. Adams, Digitisation, Representation, and Formalisation Digital Libraries of Mathematics, <http://monet.nag.co.uk/mkm/Final-docs/MKMNetTN-D2-6.pdf>
3. Cordis, Community Research & Development Information Service (CORDIS), <http://ica.cordis.lu/search>

/index.cfm?fuseaction=proj.simpledocument&PJ_RC�=2915832&CFID=6424492&CFTOKEN=86311137 (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)

4. Cordis, Community Research & Development Information Service, http://ica.cordis.lu/search/index.cfm?fuseaction=proj.simpledocument&PJ_RC�=5253621&CFID=6424492&CFTOKEN=86311137 (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
5. Design Science, How Science Communicates, http://www.dessci.com/en/support/tutorials/mathml/gitmml/big_picture.htm (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
6. Dewey Decimal Classification System, <http://www.tnrplib.bc.ca/dewey.html> (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
7. Eisenbud & Moore, Capturing the world's scholarly mathematical literature, A presentation to the Gordon and Betty Moore Foundation, World Digital Mathematics Library, August 19, 2004, <http://www.msri.org/specials/dmlp/DMLP/1-Eisenbud-Moore70.pdf>
8. Frosh-Wilke, D. (2004). An Extended and Adaptable Information Model for Learning Objects, The 4th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'03).
9. G.Goguadze & E.Melis & A. Asperti, A proposal for a unified Metadata Model and Search Architecture, INFORMATION SOCIETY TECHNOLOGIES (IST) PROGRAMME, 2001, <http://monet.nag.co.uk/mkm//Final-docs/MKMNetTN-D5-5.pdf>
10. I.Dahn & A. Asperti, Mathematical Knowledge Management and searchability, Information Society Technologies (IST) Programme, 2001, <http://monet.nag.co.uk/mkm//Final-docs/MKMNetTN-D5-4.pdf> (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
11. IEEE 1484.12.1-2002, Draft Standard for Learning Object Metadata. 15 July 2002.
12. Library Of Congress Classification Outline, http://www.loc.gov/catdir/cpsolcco/lcco/lcco_q.pdf (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
13. Lori Lorigo, Jon Kleinberg, Richard Eaton, and Robert Constable, A Graph-Based Approach Towards Discerning Inherent Structures in a Digital Library of Formal Mathematics, Department of Computer Science, Cornell University, Ithaca, NY, USA.
14. Mathematical Markup Language (MathML) Version 2.0 (Second Edition) W3C Recommendation 21 October 2003, <http://www.w3.org/TR/2003/REC-MathML2-20031021/> (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
15. Mathematics Subject Classification 2000, <http://www.ams.org/msc/classification.pdf> (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
16. MathML Conference 2002, www.mathmlconference.org/2002/index.html (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
17. Project Euclid, <http://projecteuclid.org/> (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
18. Project Euler, <http://www.emis.de/projects/EULER/> (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
19. Robert Miner, The Importance of MathML to Mathematics Communication, NOTICES OF THE AMS, volume 52, number 5, May 2005.
20. The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting, <http://www.openarchives.org/OAI/openarchivesprotocol.html> (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)
21. The OpenMath Society, <http://www.openmath.org/cocoon/openmath/index.html> (ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/09/2007)