IMPLEMENTATION OF A WEB BASED APPLICATION TO SUPPORT IMS COMMON CARTRIDGE SPECIFICATION

by

RELAKIS ANTONIOS

BA, Informatics and Multimedia, TEI of Crete, 2011

A THESIS

submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree

MASTER OF SCIENCE

DEPARTMENT OF INFORMATICS ENGINEERING

SCHOOL OF APPLIED TECHNOLOGY

TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTE OF CRETE

HERAKLION, JUNE 2016

Approved by:
KALOGIANNAKIS MICHAEL
PAPADAKIS NIKOLAOS

Major Professor
VASSILAKIS M. COSTAS

Copyright

RELAKIS ANTONIOS

2016

Abstract

IMS Common Cartridge (IMS CC) is a suite of open standards and specifications developed by IMS Global Learning Consortium for interoperable packaging of educational resources. It was developed primarily to support the use of digital course materials in the instructional context and it has as goal to achieve the organization and the exchange of digital learning content in the form of Learning Objects. The specification enables interoperability by defining a specific form (format) for representing content that is interpreted uniformly as to what the content is and how it is organized. It allows any learning platform (LMS, LOR etc) that is compliant with IMS CC specification to manage and properly display content that is formed as a CC package.

The format of IMS Common Cartridge is very flexible because it process a collection of open standards and specifications, freely available and without permissions for applying web-based e-learning (QTI, LTI, CP, LOM, SCORM, etc.). These standards, if followed by content developers and learning platforms, enable strict interoperability between content and systems. A Cartridge can be a whole range of additional digital content that comes along with a book, it may be an online course, it could be a lesson plan, it could be a particular issue or a complete Learning Object, evaluations and feedback.

This thesis has two main aims. The first aim is to understand the specific role of IMS CC specification and how it can provide added value in e-learning context. The second goal is to accomplish a web-based prototype implementation of IMS CC according to the requirements defined in the latest version of the specification (July, 2013).

Περιεχόμενα

COPYRIGHT ..... **II**

ABSTRACT ..... **III**

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ **1**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ **1**

1.1 Ηλεκτρονικη μαθηση (e-learning) 1

1.2 Συστηματα διαχειρισης μαθησης (Learning Management Systems - LMS) 3

1.3 Μαθησιακα αντικειμενα (Learning Objects - LO) 5

1.3.1 Σχεδιασμός Μαθησιακού αντικειμένου (Learning Object) *5*

1.4 E-learning Standards (Προτυπα ηλεκτρονικης μαθησης) 6

1.4.1 Εφαρμογες των προτυπων ηλεκτρονικης μαθησης 8

1.5 Μεταδεδομένα - περιγραφή περιεχόμενου (Metadata -Content Description) *9*

1.5.1 Το πρότυπο Learning Object Metadata (LOM) 9

1.5.2 Το πρότυπο Dublin Core Metadata Element Set 12

1.6 Η προδιαγραφή Content Packaging *16*

1.6.1 Αρχιτεκτονική της συσκευασίας IMS CP (Packaging Architecture) 18

1.7 Το μοντελο αναφορας SCORM 22

1.7.1 Τα SCORM BOOKS *24*

1.7.2 Το βιβλίο CAM *24*

1.7.3 SCORM Run-Time Environment *28*

1.7.4 SCORM Sequencing and Navigation *29*

1.8 Η προδιαγραφη IMS Common Cartridge (IMS-CC) 30

1.8.1 Εισαγωγή *30*

1.8.2 Τι υλοποιεί το Common Cartridge; *31*

1.8.3 Συστατικά/λειτουργικότητα του IMS Common Cartridge *32*

1.8.4 Το λειτουργικό μοντέλο IMS Common Cartridge Run *34*

1.8.5 Common Cartridge Package Interchange File Structure *35*

1.8.6 Πλεονεκτήματα του Common Cartridge *36*

1.8.7 Εργαλεία συγγραφής για common cartridge *37*

1.8.8 Πιστοποιημένα LMS που υποστηρίζουν την προδιαγραφή του IMS CC *40*

1.8.9 Convert Scorm to CC *41*

1.8.10 Το IMS CC σε σύγκριση με το SCORM *41*

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ **45**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 45

2.1 Ανάλυση 45

2.1.1 Περιπτώσεις χρήσης (Use Cases) *45*

2.1.1.1 Περίπτωση χρήσης 1 46

2.1.1.2 Περίπτωση χρήσης 2 46

2.1.1.3 Περίπτωση χρήσης 3 47

2.1.1.4 Περίπτωση χρήσης 4 47

2.1.1.5 Περίπτωση χρήσης 5 48

2.1.1.6 Περίπτωση χρήσης 6 48

2.1.1.7 Περίπτωση χρήσης 7 49

2.2 Σχεδιασμος 50

2.2.1 SPA (Single Page Application) *53*

2.2.2 Model-View-Controller *54*

2.3 Λεπτομερειες Σχεδιασμου-Υλοποιησης 55

2.3.1 Τμήματα κώδικα από τα scripts που αναφέρονται στη Εικόνα 24 ..... *57*

2.3.2 Η λειτουργικότητα της εφαρμογής. *60*

2.3.3 AJAX Post και η βάση δεδομένων BaseX. *71*

2.3.4 Διάβασμα και αποδόμηση αρχείου imsmanifest.xml *74*

2.3.5 jQuery και Underscore *76*

2.3.6 Η αναπαραγωγή των μαθημάτων στην εφαρμογή *80*

2.3.7 Σκοπός χρήσης του BaseX GUI για την επαλήθευση των κόμβων κατά την υλοποίηση της εφαρμογής 84

2.3.8 Εγκατάσταση & λειτουργία εφαρμογής. *87*

2.3.8.1 Απαιτούμενα για την εκτέλεση της εφαρμογής. 87

2.3.8.2 Εκτέλεση και έλεγχος εφαρμογής 88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 105

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 106

Πίνακας εικόνων.

Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική ενός συστήματος διαχείρισης μάθησης [30] 4
Εικόνα 2: Δομή μαθησιακού αντικειμένου (Learning Object -LO) [32] 6
Εικόνα 3: Δημιουργία μαθήματος μέσα από τη συμβολή διαφορετικών δημιουργών, εργαλείων και αντικειμένων, χάρις στη διαλειτουργικότητα [33] 8
Εικόνα 4: Η δομή του IEEE LOM [35] 12
Εικόνα 5: Η δομή του Dublin Core Metadata [36] 15
Εικόνα 6: Σχήμα με τους στόχους του IMS Content Framework. [38] 18
Εικόνα 7: Δομή Αρχιτεκτονικής PIF [38] 19
Εικόνα 8: Περιεχόμενα ενός CP πακέτου [38] 20
Εικόνα 9: Scorm Bookshelf [11] 24
Εικόνα 10: SCORM Content Organization [11] 27
Εικόνα 11: To Launch, το API και το Data Model όπως εφαρμόζονται σύμφωνα με το SCORM Run-Time Environment [11] 28
Εικόνα 12: Ιεραρχία IMS Common Cartridge [12] 32
Εικόνα 13: Δημιουργία και αναπαραγωγή IMS Common Cartridge [12] 34
Εικόνα 14: IMS Common Cartridge Run-Time Functional Model [12] 35
Εικόνα 15: Γενική διάταξη ανταλλαγής αρχείων, συσκευασία του Common Cartridge. [12] 36
Εικόνα 16: IMS CC Authoring tool - eXe [49] 37
Εικόνα 17: IMS CC Authoring Tool – MIR [13] 38
Εικόνα 18: IMS CC Authoring Tool & Player – IDE [40] 39
Εικόνα 19: IMS CC Authoring Tool - Common Cartridge Builder [40] 39
Εικόνα 20: Εφαρμογή μετατροπής ADL SCORM σε IMS CC 41
Εικόνα 21: Γενικό μοντέλο Συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης LMS με τις αλληλεπιδράσεις τους. [14] 43
Εικόνα 22: Σύστημα διαχείρισης μάθησης (LMS) ως ένα Single Page Application (SPA) 51
Εικόνα 23: Σχεδιασμός υλοποίησης 52
Εικόνα 24: Σχεδιάγραμμα αλληλεπίδρασης εφαρμογής 53
Εικόνα 25: Η κεντρική σελίδα index με τα ονόματα από τα scripts: client and server 56
Εικόνα 26: Αρχική οθόνη εφαρμογής 61

Εικόνα 27: Με την επιλογή των όρων χρήσης μπορεί να φορτωθεί ένα αρχείο ims cc zip 62
Εικόνα 28: Ο χρήστης έχει πατήσει το κουμπί για αναζήτηση του αρχείου zip, στη συνέχεια ανοίγει ένα παράθυρο διαλόγου για να επιλέξει το imscc.zip αρχεία που θέλει να φορτώσει στην εφαρμογή. 63
Εικόνα 29: Διαδικασία φόρτωσης και αποδόμησης με ποσοστό και μέγεθος μπάρας προόδου.. 64
Εικόνα 30: Διαδικασία φόρτωσης του imscc.zip αρχείου και εμφάνιση της μπάρας μεταφόρτωσης. 65
Εικόνα 31: Η τελική μορφή όταν διαβαστεί και αποδομηθεί το πακέτο zip 66
Εικόνα 32: Έχει προστεθεί το imscc.zip file και έχουν διαβαστεί τα αρχεία του, τα οποία έχουν εμφανιστεί στο αριστερό DIV με πρώτο το imsmanifest.xml 67
Εικόνα 33: Το κουμπί που εκτελεί μέρος από το server-side scripting στο server. 68
Εικόνα 34: Η δημιουργία της βάσης δεδομένων με τα αρχείο XML και εκκίνηση αναπαραγωγής του περιεχομένου. 69
Εικόνα 35: Τα μεταδεδομένα, τα πνευματικά δικαιώματα του πακέτου συσκευσίας και το κουμπί έναρξης..... 70
Εικόνα 36: Το πρόσθετο στο Firefox που δείχνει τα αποτελέσματα των αιτήσεων..... 72
Εικόνα 37: GET και POST ενέργειες που έχουν πραγματοποιηθεί. 72
Εικόνα 38: Έχει φορτωθεί το μάθημα και έχει δημιουργηθεί η XML Database..... 75
Εικόνα 39: Τα μεταδεδομένα, τα πνευματικά δικαιώματα του πακέτου συσκευσίας zip και το κουμπί έναρξης 77
Εικόνα 40: Η αναζήτηση διασταυρωμένων πληροφοριών, όπως φαίνεται στα Developer Tools του Firefox 78
Εικόνα 41: Αναζήτηση δεδομένων του XML, όπως φαίνεται στα Developer Tools του Firefox 79
Εικόνα 42: Στιγμιότυπο δεδομένων του XML, αποθηκευμένα στους πίνακες όπως φαίνεται στα Developer Tools του Firefox Developer. 80
Εικόνα 43: Το πρώτο μάθημα του πακέτου που συνήθως περιέχει την εισαγωγή στο περιεχόμενο μαθημάτων. 81
Εικόνα 44: Προβολή των μετα-δεδομένων του μαθημάτων με την έναρξη αναπαραγωγής του πακέτου 82
Εικόνα 45: Στιγμιότυπο εκτέλεση μαθήματος..... 83
Εικόνα 46: Παρασκήνιο εκτέλεση μαθήματος 2 84

Εικόνα 47: Επιθεώρηση του περιεχομένων του imsmanifest.XML με το XML Notepad. 87
Εικόνα 48: Τοποθεσία localhost τοπικής βάσης δεδομένων 88
Εικόνα 49: Τοποθεσία localhost BaseX βάσης δεδομένων 89
Εικόνα 50: BaseX Login page 90
Εικόνα 51: Δημιουργία BaseX βάσης δεδομένων 90
Εικόνα 52: Χαρακτηριστικά BaseX DB 91
Εικόνα 53: BaseX Testing Page 92
Εικόνα 54: Αρχεία του κώδικα εφαρμογής στην πλευρά του Server 92
Εικόνα 55: IMS Global Validator 93
Εικόνα 56: Διαδικασία επιλογής αρχείου στο IMS Global Validator 94
Εικόνα 57: Διαδικασία ανεβάσματος αρχείου προς επικύρωσης στο IMS Global Validator 94
Εικόνα 58: IMS GLOBAL Validator Success message 95
Εικόνα 59: Αρχική σελίδα εφαρμογής μας 95
Εικόνα 60: Διαδικασία εισαγωγής επικυρωμένου αρχείου imscc στην εφαρμογή μας. 96
Εικόνα 61: Ονομαστική λίστα περιεχομένων Common Cartridge zip αρχείου. 97
Εικόνα 62: Μεταφόρτωση του imscc.zip πακέτου στον server 97
Εικόνα 63: Αποθηκευμένα περιεχόμενα του imscc.zip πακέτου στον server μας. 98
Εικόνα 64: Εισαγωγή περιεχομένων του imsmanifest.xml στην βάση της BaseX 99
Εικόνα 65: Αρχική σελίδα με τα περιεχόμενα και πνευματικά δικαιώματα του imscc.zip 99
Εικόνα 66: Αρχική σελίδα μαθήματος. 100
Εικόνα 67: Διαδικασία πλοήγησης στην δεύτερη σελίδα του μαθήματος. 100
Εικόνα 68: Προβολή περιεχομένου με εικόνα. 101
Εικόνα 69: Ενέργεια επιλογής ‘LOADED LESSON CONTENTS:’ 102
Εικόνα 70: Δυνατότητα προβολής ερωτήσεων και απαντήσεων του. 102
Εικόνα 71: Διαφάνεια η οποία περιέχει .pdf αχρείο. 103
Εικόνα 72: Προβολή .pdf αρχείου μέσα από την εφαρμογή μας. 104

Γενικό μέρος

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

1.1 Ηλεκτρονική μάθηση (e-learning)

Τα επιτεύγματα της τεχνολογικής ανάπτυξης έχουν επιφέρει μεγάλες αλλαγές στη σημερινή ανθρωπότητα. Παρατηρώντας κανείς τον τρόπο οργάνωσης της σημερινής κοινωνίας καθώς και την εξέλιξή της σε σχέση με τους προηγούμενους αιώνες, ακόμα και λίγες δεκαετίες πριν, είναι εμφανές πως πλέον η τεχνολογία έχει διεισδύσει στην καθημερινότητά μας και είναι απαραίτητη η εξοικείωση από όλους μας με αυτήν. Σήμερα εκτός του ότι έχει γίνει η καθημερινότητα μας πιο εύκολη, έχουν αυξηθεί και οι απαιτήσεις της κοινωνίας μας, καθώς έχουν αλλάξει και οι ρυθμοί της καθημερινότητάς μας. Έχουν εκμηδενιστεί οι αποστάσεις και η πρόσβαση στην πληροφορία είναι πιο εύκολη από ποτέ, αφού με τη χρήση του internet ο χρήστης από όποιο σημείο και αν βρίσκεται έχει πλέον πρόσβαση σε τεράστιο online πληροφοριακό υλικό ποικίλων αποθετηρίων, βιβλιοθηκών, πανεπιστημίων, οργανισμών κλπ. Μέσα από αυτήν την εξέλιξη, όπου εκπαιδευτικοί οργανισμοί κάθε επιπέδου εκπαίδευσης μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση, καθώς και από τις πιέσεις της οικονομίας που απαιτεί συνεχή εκπαίδευση των εργαζομένων των επιχειρήσεων σε νέες πρακτικές και εξειδικευμένες γνώσεις για να είναι πιο αποδοτικοί, αφού η τεχνολογία δεν μένει ποτέ στάσιμη, δημιουργήθηκε η ανάγκη για την ηλεκτρονική μάθηση (e-learning). [1]

Η ηλεκτρονική μάθηση (e-learning) είναι η διαδικασία κατά την οποία κάποιος εκπαιδεύεται έχοντας ως εργαλείο τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και ορίζεται ως η χρήση ηλεκτρονικών μέσων, εκπαιδευτικών τεχνολογιών και αξιοποίηση υπηρεσιών των ΤΠΕ στη εκπαίδευση. Το e-learning μπορεί να χωριστεί σε εκπαίδευση με σύνδεση (online) και σε χωρίς σύνδεση (offline). Η online ηλεκτρονική μάθηση επιτυγχάνεται με τη χρήση εκπαιδευτικού υλικού με απ’ ευθείας σύνδεση κυρίως στο διαδίκτυο, ενώ η offline ηλεκτρονική μάθηση υλοποιείται κατ’ απαίτηση (on demand) με αξιοποίηση εκπαιδευτικού υλικού που βρίσκεται σε αποθηκευτικά μέσα (CD, DVD, κλπ) του υπολογιστή μας. [1]

Το e-learning μπορεί να εφαρμοστεί μέσα και έξω από την αίθουσα διδασκαλίας, χρησιμοποιώντας διάφορα ηλεκτρονικά μέσα, όπως αρχεία ήχου και εικόνας, τα οποία μπορούν να διαμοιραστούν μέσα από το διαδίκτυο, αλλά και μέσα από CD, DVD, USB Flash Drives καθώς και μέσα από την τηλεόραση. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιεί εφαρμογές εκπαίδευσης υποβοηθούμενες ή βασισμένες σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (computer-assisted or computer-based learning). [2]

Η εκπαίδευση υποβοηθούμενη από ηλεκτρονικό υπολογιστή (Computer-assisted learning - CAL) μπορεί να οριστεί ως οποιοδήποτε μάθηση, που επιτυγχάνεται με χρήση υπολογιστών ή του διαδικτύου, η οποία δεν απαιτεί την άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και ενός φυσικού εκπαιδευτή για να ολοκληρωθεί. Το CAL παρουσιάζει στον χρήστη μια διεπαφή (κατασκευασμένη από ένα ειδικευμένο εκπαιδευτικό), η οποία επιτρέπει στον χρήστη να ακολουθήσει ένα σχέδιο μαθήματος (Learning Path) ή μπορεί να επιτρέψει αυτό-κατευθυνόμενη πρόσβαση σε συγκεκριμένες πληροφορίες που του προκαλούν ενδιαφέρον. Η αυτό-κατευθυνόμενη πρόσβαση είναι βασισμένη κυρίως στο σημασιολογικό ιστό, γιατί χρησιμοποιεί μεταδεδομένα (metadata), για να μπορέσει να συγκεντρώσει αυτόματα τις κατάλληλες πληροφορίες στον χρήστη. Καθώς όμως το κόστος υλοποίησης τέτοιου είδους υποδομών είναι αρκετά μεγάλο, δεν πάντα εφικτή η αξιοποίηση τους από εκπαιδευτικούς οργανισμούς. [2]

Η εκπαίδευση βασισμένη σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (Computer-based learning – CBL) αναφέρεται στη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών ως βασικό συστατικό του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος. Εκτός από τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών σε μια αίθουσα, ο όρος αναφέρεται ευρύτερα σε ένα δομημένο ψηφιακό περιβάλλον (τοπικό δίκτυο ή internet), στο οποίο οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές χρησιμοποιούνται για διδακτικούς σκοπούς. Ο βασικός σκοπός είναι η χρήση της τεχνολογίας, με τρόπους όπου η μάθηση είναι ένα περιφερειακό στοιχείο της εμπειρίας του χρήστη, όπως για παράδειγμα τα ηλεκτρονικά παιχνίδια και η περιήγηση στο διαδίκτυο κ.α. [3]

Τέλος, η ηλεκτρονική εκπαίδευση χωρίζεται σε σύγχρονη και ασύγχρονη. Η σύγχρονη ηλεκτρονική μάθηση (synchronous e-learning) περιγράφει τις μορφές και τις διαδικασίες διδασκαλίας που πραγματοποιούνται την ίδια χρονική στιγμή, αλλά όχι στον ίδιο χώρο. Απαιτείται ταυτόχρονη συμμετοχή του εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου, καθώς η αλληλεπίδραση μεταξύ τους λαμβάνει χώρα σε πραγματικό χρόνο, όπου μπορούν να

ανταλλάξουν εκπαιδευτικό υλικό και απόψεις. Μερικές μορφές του synchronous e-learning είναι τα chats, τα online σεμινάρια (webminars) και οι τηλεδιασκέψεις. [4]

Η ασύγχρονη μάθηση (asynchronous e-learning) περιγράφει μορφές και διαδικασίες διδασκαλίας που πραγματοποιούνται σε διαφορετικό χρόνο και διαφορετικές τοποθεσίες. Εδώ δεν απαιτείται η ταυτόχρονη συμμετοχή του εκπαιδευτικού με τον εκπαιδευόμενο, κατά συνέπεια οι εκπαιδευόμενοι μπορούν μόνοι τους να επιλέγουν το εκπαιδευτικό χρονικό πλαίσιο συμμετοχής τους, κάτι που την καθιστά πιο ευέλικτη από την σύγχρονη μάθηση. Μερικά παραδείγματα είναι τα forums, τα wikis, τα blogs και γενικότερα τα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου όπως τα συστήματα διαχείρισης μάθησης καθώς και η μάθηση μέσα από προκαθορισμένο οπτικοακουστικό υλικό (CD, DVD) και με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.[4]

1.2 Συστήματα διαχείρισης μάθησης (Learning Management Systems - LMS)

Μέσα από τις νέες τεχνολογίες που αναφέραμε προέκυψε η ανάγκη δημιουργίας μιας πλατφόρμας ή μιας εφαρμογής όπου θα μπορούν να αξιοποιηθούν οι περισσότερες από αυτές τις τεχνολογίες, με σκοπό τη δημιουργία καλύτερης διεπαφής του χρήστη και μιας πιο ολοκληρωμένης εκπαίδευσης των εκπαιδευομένων μέσα από αυτήν, καθώς και ενός ισχυρού εργαλείου για τον εκπαιδευτή. Με αυτόν τον σκοπό προέκυψε η ανάγκη δημιουργίας των LMS.

Ένα σύστημα διαχείρισης μάθησης (LMS) είναι μια διαδικτυακή εφαρμογή λογισμικού (a Web-Based application), που χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση μιας συγκεκριμένης διαδικασίας μάθησης. Ένα LMS παρέχει ουσιαστικά εκπαιδευτική υποδομή ένα εκπαιδευτικό μέσο στον εκπαιδευτή, όπου θα μπορεί αυτός να δημιουργήσει και να παρέχει εκπαιδευτικό υλικό στους εκπαιδευόμενους του πέραν των στενών πλαισίων της αίθουσας διδασκαλίας, αλλά και να εφαρμόσει συγκεκριμένες διδακτικές πρακτικές. Με την αξιοποίηση των δυνατοτήτων των LMS ο εκπαιδευτής μπορεί να αποκτήσει εύκολα ανάδραση (feedback), δηλαδή να έχει μια αναφορά όπου βλέπει τη συμμετοχή των εκπαιδευομένων, και να τους αξιολογεί μέσα από την εμπειρία τους στην εφαρμογή. Μπορεί να ορίσει χρονοδιαγράμματα και να έχει τη δυνατότητα να παραλαμβάνει τις εργασίες οι οποίες έχουν ανατεθεί στους εκπαιδευόμενους. Επιπρόσθετα, παρέχονται δυνατότητες στον

εκπαιδευόμενο για διαδραστικές δραστηριότητες, όπως οι συζητήσεις σε forum και οι τηλεδιασκέψεις που μπορούν να αξιοποιηθούν από τον εκπαιδευτικό.

Τα LMS δημιουργήθηκαν για να βοηθήσουν τον εκπαιδευτή στο ρόλο του και όχι για να τον αντικαταστήσουν. Είναι ένα όπλο για τον εκπαιδευτικό, ώστε να μπορέσει να βελτιώσει την μαθησιακή διαδικασία. Παρέχεται η δυνατότητα εμπλουτισμού του μαθήματος με περισσότερο εκπαιδευτικό υλικό, καθώς και η χρήση επιπρόσθετων εφαρμογών. Μέσα από το LMS προσφέρεται και μια πιο προσιτή διεπαφή (User Interface), κάνοντας τη μάθηση ακόμα πιο ενδιαφέρουσα, ευχάριστη και διαδραστική. Μπορεί επίσης να τους παρέχει μάθηση μέσα από παιχνίδια και βίντεο, όπου ο χρήστης απασχολούμενος με αυτά μέσα από αυτά μπορεί να βελτιώνεται και να βλέπει τα αποτελέσματά του, ώστε με την επανάληψη των ασκήσεων να ανεβάζει το γνωστικό του επίπεδο που είναι και το επιθυμητό αποτέλεσμα. [5]



Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική ενός συστήματος διαχείρισης μάθησης [30]

Μέσα από τα LMS απλοποιείται η διαδικασία της μάθησης, καθώς είναι εύκολα στη χρήσης τους και από τις δυο πλευρές. Πρόκειται για μια πολύ καλή και προσιτή λύση για τα εκπαιδευτικά ιδρύματα, που τους δίνει τη δυνατότητα να παρέχουν ολοκληρωμένα προγράμματα σπουδών, ώστε να παρέχουν ένα ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό σύστημα. Επιπρόσθετα, μπορούν εύκολα να αναβαθμιστούν και να επεκτείνουν τις δυνατότητές τους.

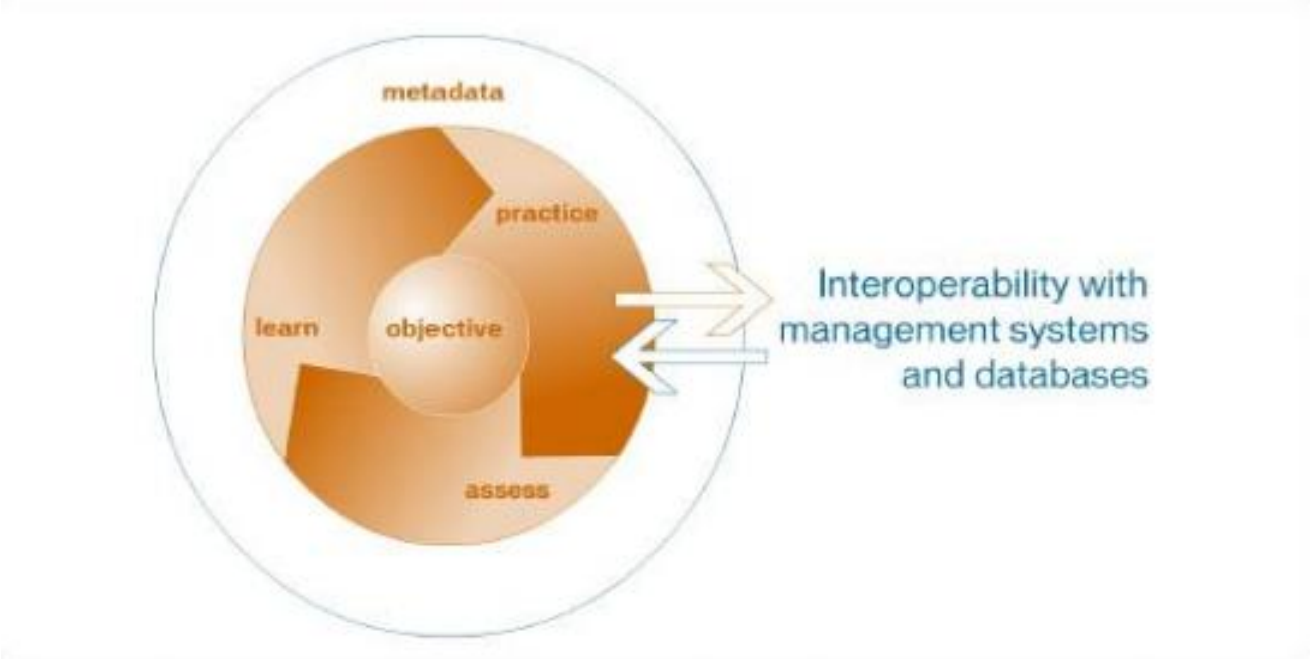
1.3 Μαθησιακά αντικείμενα (Learning Objects - LO)

Ένα μαθησιακό αντικείμενο (Learning Object - LO) είναι μια οντότητα ψηφιακή ή μη ψηφιακή, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατάρτιση, τη μάθηση και την εκπαίδευση.[6] Είναι ένα αντικείμενο ή μια ενότητα πόρων (resourses), η οποία μπορεί να βελτιώσει τα μαθησιακά αποτελέσματα. Λειτουργεί ως μια αυτόνομη και ανεξάρτητη μονάδα εκπαιδευτικού περιεχομένου, η οποία μπορεί να συνδεθεί με ένα ή περισσότερα μαθησιακά αποτελέσματα και έχει δημιουργηθεί εξ’ αρχής με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή της από διαφορετικές εκπαιδευτικές εφαρμογές (reusable). Πρέπει να έχει δομηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση σε αυτό (accessibility) καθώς και η μεταφορά του σε διαφορετικά περιβάλλοντα (share ability) ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί και από άλλες εκπαιδευτικά πληροφοριακά συστήματα. Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να περιγράφεται με τα κατάλληλα μεταδεδομένα (metadata), ώστε να γίνει δυνατή η αποθήκευσή του και η αναφορά του σε βάσεις δεδομένων και σε άλλες πήγες ή πόρους. Επιπρόσθετα, πρέπει να είναι διαλειτουργικό ώστε να είναι ανεξάρτητο το σύστημα διαχείρισης μάθησης ή τη πλατφόρμα που το φιλοξενεί. Άρα ένα μαθησιακό αντικείμενο πρέπει να διαθέτει μαθησιακή αξία (learning value), να είναι επαναχρησιμοποιούμενη η μορφή και το περιεχόμενό του (reusable), να είναι αυτοτελές, σωστά τεκμηριωμένο για μπορεί να εντοπιστεί εύκολα, με κατάλληλα μεταδεδομένα για την αναζήτηση του με αντίστοιχα κριτήρια και τέλος διαλειτουργικό, δηλαδή να μπορεί να υποστηριχθεί από διαφορετικές εφαρμογές και πλατφόρμες και ανάλογα με τους εκπαιδευτικούς στόχους. [31]

1.3.1 Σχεδιασμός Μαθησιακού αντικειμένου (Learning Object)

Για να σχεδιαστεί ένα μαθησιακό αντικείμενο πρέπει πρώτα να καθοριστούν (α) το γνωστικό αντικείμενο, που αφορά το μάθημα που θα δημιουργηθεί (π.χ. πληροφορική), (β) ο

μαθησιακός στόχος του μαθήματος (π.χ βασικές έννοιες πληροφορικής), γ) η εκπαιδευτική προσέγγιση, δηλαδή σε ποιες θεωρίες μάθηση θα βασιστεί ο σχεδιασμός, δ) η εκπαιδευτική λειτουργία όπου λαμβάνεται υπόψη η προ-υπάρχουσα γνώση του εκπαιδευόμενου, ο καθορισμός σωστών κινήτρων για αυτόν και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του μαθησιακού αντικειμένου, ε) τα προσδοκόμενα αποτελέσματα που θέλουμε να επιτύχουμε μέσα από τη δημιουργία του μαθησιακού αντικειμένου, στ) το είδος της δραστηριότητας που θα εμπεριέχει, δηλαδή αν η εμπειρία του εκπαιδευόμενου θα είναι ατομική ή σε ομάδα (ατομική ή συνεργατική μάθηση), ζ) τα εκπαιδευτικά εργαλεία που θα πρέπει να επιλέξει μετά από έρευνα ο σχεδιαστής για την υλοποίηση του μαθησιακού αντικειμένου και τέλος η) τα πνευματικά δικαιώματα για τη κατοχύρωση του δημιουργού του μαθησιακού αντικειμένου. [6]



Εικόνα 2: Δομή μαθησιακού αντικειμένου (Learning Object -LO) [32]

1.4 E-learning Standards (Πρότυπα ηλεκτρονικής μάθησης)

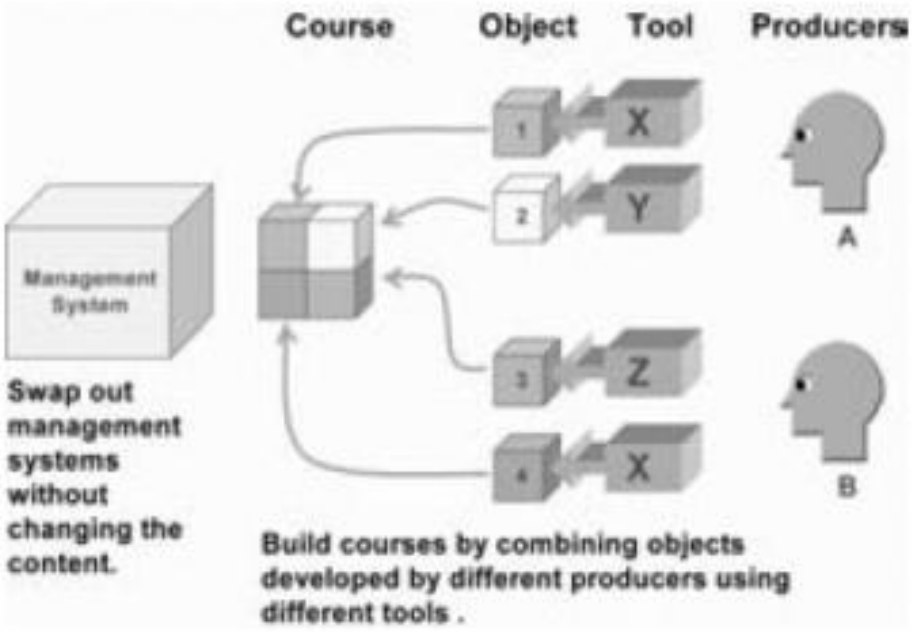
Με δεδομένο ότι υπάρχει μεγάλο πλήθος εκπαιδευτικού υλικού και μαθήματα που έχουν δημιουργηθεί σε ψηφιακή μορφή θα ήταν άσκοπο και θα είχε τεράστιο οικονομικό και προγραμματιστικό κόστος, εάν κάθε σύστημα διαχείρισης μάθησης είχε το δικό του πρότυπο επεξεργασίας και διαχείρισης. Άρα μέσα από την ανάγκη για διαμοιρασμό του εκπαιδευτικού

υλικού και μέσα από την απαίτηση για διαλειτουργικότητα μεταξύ συστημάτων προέκυψε η ανάγκη δημιουργίας κοινών προτύπων κυρίως για τα μαθησιακά αντικείμενα. Μέσα από τα πρότυπα ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning standards) προτείνονται για τα μαθησιακά αντικείμενα κοινές δομές και σημασιολογικές περιγραφές, με τρόπο κατανοητό από συστήματα διαχείρισης μάθησης.

Υπάρχουν τέσσερα βασικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την ανάπτυξη και χρήση ενός κοινού προτύπου για την διαχείριση του ψηφιακού υλικού στον τομέα της ηλεκτρονικής μάθησης.

- Η ανθεκτικότητα (durability), καθώς δεν υπάρχει η ανάγκη για αλλαγή της εκπαιδευτικής πλατφόρμας για να υποστηρίζει το μαθησιακό αντικείμενο.
- Η διαλειτουργικότητα (interoperability) του εκπαιδευτικού υλικού μέσα από εκπαιδευτικές πλατφόρμες, web based εφαρμογές και συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης.
- Η προσβασιμότητα (accessibility) από οποιοδήποτε χρήστη και οποτεδήποτε (on demand)
- Η επαναχρησιμοποίησή (reusability) του εύκολα και από πολλά εργαλεία ανάπτυξης (development tools).

Οι γενικές αντιλήψεις για τα μαθησιακά αντικείμενα προέρχονται από τον κόσμο του αντικειμενοστραφή προγραμματισμού, καθώς ο όρος ‘αντικείμενο’ δηλώνει έναν πόρο ό οποίος μπορεί να είναι επεκτάσιμος, να επαναχρησιμοποιηθεί και να ενσωματωθεί μαζί με άλλα αντικείμενα. Τα μαθησιακά αντικείμενα προορίζονται ως δομικά στοιχεία που μπορούν να συνδυαστούν σχεδόν με άπειρους τρόπους για την κατασκευή εκπαιδευτικών ενοτήτων, μαθημάτων ή και ακόμα προγραμμάτων σπουδών. Όσο μεγαλύτερο είναι ένα μαθησιακό αντικείμενο τόσο πιο δύσκολο είναι στην επαναχρησιμοποίησή του, ενώ τα μικρά μπορούν με μικρές τροποποιήσεις να συνδυαστούν και να επαναχρησιμοποιηθούν πιο εύκολα. [7]



Εικόνα 3: Δημιουργία μαθήματος μέσα από τη συμβολή διαφορετικών δημιουργών, εργαλείων και αντικειμένων, χάρις στη διαλειτουργικότητα [33]

1.4.1 Εφαρμογές των πρότυπων ηλεκτρονικής μάθησης

Τα βασικά ζητήματα που αφορούν στη διαλειτουργικότητα των εργαλείων και των τεχνολογιών ηλεκτρονικής μάθησης είναι η περιγραφή των μεταδεδομένων (metadata) για τον χαρακτηρισμό του περιεχομένου, η δομή της συσκευασίας του περιεχομένου (Content Packaging) για τη σύνθεση και τον διαχωρισμό του περιεχόμενου καθώς και για τον καθορισμό του τρόπου, που τα μαθησιακά αντικείμενα θα ενσωματώνονται σε διαφορετικά συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης LMS, η δομή για την δημιουργία ερωτήσεων και τεστ για τον καθορισμό του τρόπου με τον οποίο η βαθμολογία θα μπορέσει να ερμηνευτεί σε διαφορετικά συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης LMS, η διαχείριση των εκπαιδευομένων (Learner Management), τα συστήματα διαχείρισης προφίλ (Profiling Systems) για την αναφορά της προόδου και των επιδόσεων των εκπαιδευομένων και την ανταλλαγή των δεδομένων καθώς και η επικοινωνία των αποτελεσμάτων με την εκπαιδευτική πλατφόρμα. Τέλος, ένα άλλο ζήτημα είναι η διαχείριση των ψηφιακών δικαιωμάτων (Digital Rights Management) για την προστασία της πνευματικής ιδιοκτησίας και των δικαιωμάτων του δημιουργού του μαθησιακού αντικειμένου.

1.5 Μεταδεδομένα - περιγραφή περιεχόμενου (Metadata -Content Description)

Η ανάγκη για περιγραφή περιεχομένου των μαθησιακών αντικειμένων προέκυψε μέσα από τη ραγδαία αύξησή τους, η οποία τα καθιστά πιο δύσκολη τη διαχείρισή τους. Με τον όρο διαχείριση των μαθησιακών αντικειμένων εννοούμε τη δυνατότητα να μπορούμε να τα αναζητούμε πιο εύκολα, να τα ενημερώνουμε για μελλοντικές αλλαγές και για να τα χρησιμοποιούν διαφορετικά συστήματα, κάτι που πραγματοποιείται μέσα από τον διαμοιρασμό τους ή με την επαναχρησιμοποιήση τους. Η χρήση των μεταδεδομένων ήταν και παραμένει η μόνη λύση στο πρόβλημα αυτό.

Τα μεταδεδομένα ουσιαστικά είναι δεδομένα που περιγράφουν άλλα δεδομένα. Χρησιμοποιούν περιγραφικές ετικέτες (element tags), για να διευκολυνθεί η λειτουργία αναζήτησης και η αξιοποίηση των μαθησιακών πόρων. Η περιγραφή δεδομένων πραγματοποιείται δομημένα, έτσι ώστε ένα σύστημα να μπορεί να ξεχωρίζει το είδος η τη χρησιμότητα κάποιου μαθησιακού αντικειμένου. [34]

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες προδιαγραφές μεταδεδομένων από τις οποίες οι πιο σημαντικές προσπάθειες ανήκουν στην IEEE με το LOM (Learning Object Metadata) [35] και στο Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) [36] με το Dublin Core Metadata Element Set (DCMES) [37].

1.5.1 Το πρότυπο Learning Object Metadata (LOM)

Το πρότυπο «μεταδεδομένα μαθησιακού αντικειμένου» LOM (Learning Object Metadata) της IEEE, είναι το πρώτο εγκεκριμένο πρότυπο στον τομέα της ηλεκτρονικής μάθησης με την επωνυμία «IEEE 01.12.1484 - 2002 Standard for Learning Object Metadata» [35]. Πρόκειται για ένα διεθνώς αναγνωρισμένο ανοικτό πρότυπο για την περιγραφή των μαθησιακών αντικειμένων. Είναι ένα μοντέλο κωδικοποιημένο σε XML, που χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα αντικείμενο μάθησης και είναι αξιοποιήσιμο από συστήματα διαχείρισης για την υποστήριξη ηλεκτρονικής μάθησης που συμμορφώνονται με αυτό το πρότυπο. Ο σκοπός του IEEE LOM είναι να στηρίξει την επαναχρησιμοποίηση των μαθησιακών αντικειμένων, να

βοηθήσει τον εντοπισμό τους και να διευκολύνει τη διαλειτουργικότητά τους, συνήθως μέσα σε online λειτουργία.

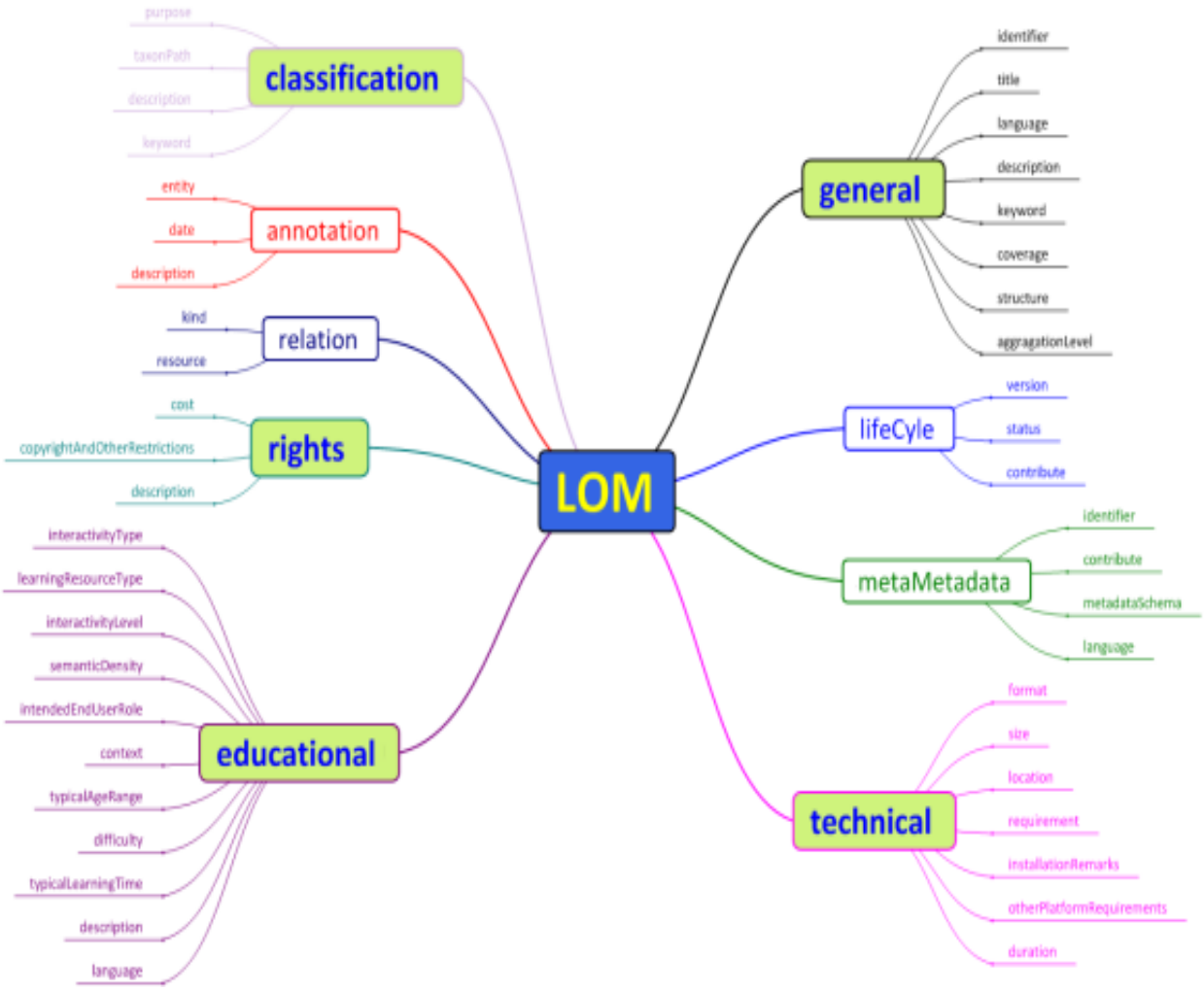
Σχετικές ιδιότητες των μαθησιακών αντικειμένων που περιγράφει το LOM είναι: ο τύπος του αντικειμένου, ο συγγραφέας, ο ιδιοκτήτης, οι όροι της διανομής, η μορφή και τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά, όπως η διδασκαλία ή το στυλ αλληλεπίδρασης. Ήταν μια κοινή πρόταση της IEEE μαζί με την ARIADNE και την συμβολή της IMS η οποία δανείζεται κάποια στοιχεία από το Dublin Core (DC). Εστιάζει σε μικρά σύνολα ιδιοτήτων, τα οποία είναι αναγκαία για τη διαχείριση, τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των μαθησιακών αντικειμένων. Τα βασικότερα χαρακτηριστικά του είναι τα έξης:

- Περιγραφή (binding) με XML DTD's, τα οποία είναι ένα σύνολο δηλώσεων σήμανσης και χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της σύνταξης και του σημασιολογικού περιεχομένου του.
- Παρέχει τα κατάλληλα γνωρίσματα με σκοπό την περιγραφή ενός μαθησιακού αντικειμένου, όπως τύπος δεδομένων, όνομα στοιχείου.
- Είναι πολύ κατανοητό πρότυπο με όλες σχεδόν τις υπάρχουσες υλοποιημένες προδιαγραφές μεταδεδομένων να βασίζονται σε αυτό.
- Επικεντρώνεται σ' ένα ελάχιστο σύνολο γνωρισμάτων, με σκοπό τη διαχείριση και την αποτίμηση των μαθησιακών αντικειμένων. [8]

Ο τρόπος λειτουργίας του IEEE LOM περιλαμβάνει μια ιεραρχία στοιχείων. Στο πρώτο επίπεδο, υπάρχουν εννέα κατηγορίες, καθένα από τα οποία περιέχει επιμέρους στοιχεία. Αυτά τα επιμέρους στοιχεία μπορεί να είναι απλά στοιχεία που περιέχουν δεδομένα, ή που μπορούν τα ίδια να είναι συγκεντρωτικά στοιχεία, τα οποία περιέχουν περαιτέρω υπό-στοιχεία. Η σημασιολογία ενός στοιχείου καθορίζεται από το πλαίσιό της (tag) και επηρεάζεται από τον γονέα του. Το μοντέλο δεδομένων καθορίζει επίσης την αξία και τον τύπο δεδομένων για κάθε ένα από τα απλά στοιχεία δεδομένων. Το LOM έχει την ακόλουθη δομή η οποία καθορίζεται από εννιά προαιρετικές κατηγορίες [8]:

1. **Γενικά (general):** Ομαδοποιείται η γενική πληροφορία που περιγράφει ένα μαθησιακό αντικείμενο.
2. **Κύκλος Ζωής (lifecycle):** Περιγράφεται η ιστορία ενός μαθησιακού αντικειμένου η τωρινή κατάστασή του και πώς επηρεάστηκε η εξέλιξή του.

3. **Μεταδεδομένα (meta-metadata):** Περιγράφεται η πληροφορία για την ίδια την εγγραφή των μεταδεδομένων.
4. **Τεχνικά (technical):** Περιγράφονται τεχνικές προδιαγραφές για το μαθησιακό αντικείμενο.
5. **Εκπαιδευτικά (educational):** Περιγράφονται τα εκπαιδευτικά – παιδαγωγικά χαρακτηριστικά ενός μαθησιακού αντικειμένου.
6. **Δικαιώματα (rights):** Περιγράφονται τα δικαιώματα και οι όροι για την χρήση του μαθησιακού αντικειμένου.
7. **Σχέσεις (relation):** Περιγράφονται οι σχέσεις μεταξύ ενός μαθησιακού αντικειμένου και άλλων μαθησιακών αντικειμένων .
8. **Σχόλια (annotation):** Παρέχονται σχόλια για την εκπαιδευτική χρήση του μαθησιακού αντικειμένου.
9. **Ταξινόμηση (classification):** Περιγράφεται που είναι ένα μαθησιακό αντικείμενο τοποθετημένο μέσα σ' ένα συγκεκριμένο σύστημα αξιολόγησης.



Εικόνα 4: Η δομή του IEEE LOM [35]

1.5.2 Το πρότυπο Dublin Core Metadata Element Set

Το Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) και η IEEE Learning Technology Standards σε συνεργασία ανέπτυξαν τη δημιουργία ενός διαλειτουργικού προτύπου μεταδεδομένων με σκοπό την εκπαιδευτική διαδικασία. Το Dublin Core Metadata Element Set (DCMES) της πρωτοβουλίας DCMI είναι ένα διεθνές πρότυπο (ISO Standard 15836-2009) το οποίο χρησιμοποιεί 15 στοιχεία (elements), για να περιγράψει ψηφιακά αντικείμενα, έχοντας ως σκοπό τον εύκολο εντοπισμό και ανάκτησή τους. Το DC χρησιμοποιείται για την περιγραφή ψηφιακών αντικειμένων όπως εικόνες, ήχος, κείμενο, βίντεο, αλλά και πιο πολύπλοκων αντικειμένων όπως

ιστοσελίδες. Η υλοποίησή του είναι βασισμένη σε γλώσσες μεταδεδομένων XML και RDF και εξαιτίας της απλότητάς του έχει οριστεί ως το πιο διαδεδομένο πρότυπο metadata.

Το DC περιλαμβάνει δυο επίπεδα, το Simple DC και το Qualified DC. Το Simple DC χρησιμοποιεί δεκαπέντε στοιχεία για την περιγραφή τεκμηρίων, ενώ το Qualified DC χρησιμοποιεί τρία επιπλέον στοιχεία, το Audience, Provenance, RightsHolder, ενώ παράλληλα παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής προσδιοριστικών (qualifiers), οι οποίοι συμβάλουν στον καθορισμό του σημασιολογικού περιεχομένου των στοιχείων με σκοπό την πιο ακριβή αναζήτηση των ψηφιακών αντικειμένων. Το Qualified DC δεν αναπτύσσεται περαιτέρω (http://dublincore.org/documents/2000/07/11/dcmes-qualifiers).

Οι στόχοι που προσπαθεί να καλύψει το Dublin Core Metadata είναι η απλότητα δημιουργίας μεταδεδομένων και συντήρησής αυτών. Δηλαδή μη ειδικευμένα άτομα να μπορούν να δημιουργούν εγγραφές μεταδεδομένων για πόρους με αποτελεσματική ανάκτηση σε διαδικτυακό περιβάλλον και με κοινά κατανοητή σημασιολογία και αυξημένη προσβασιμότητα στα περιεχόμενα του πόρου.[9]

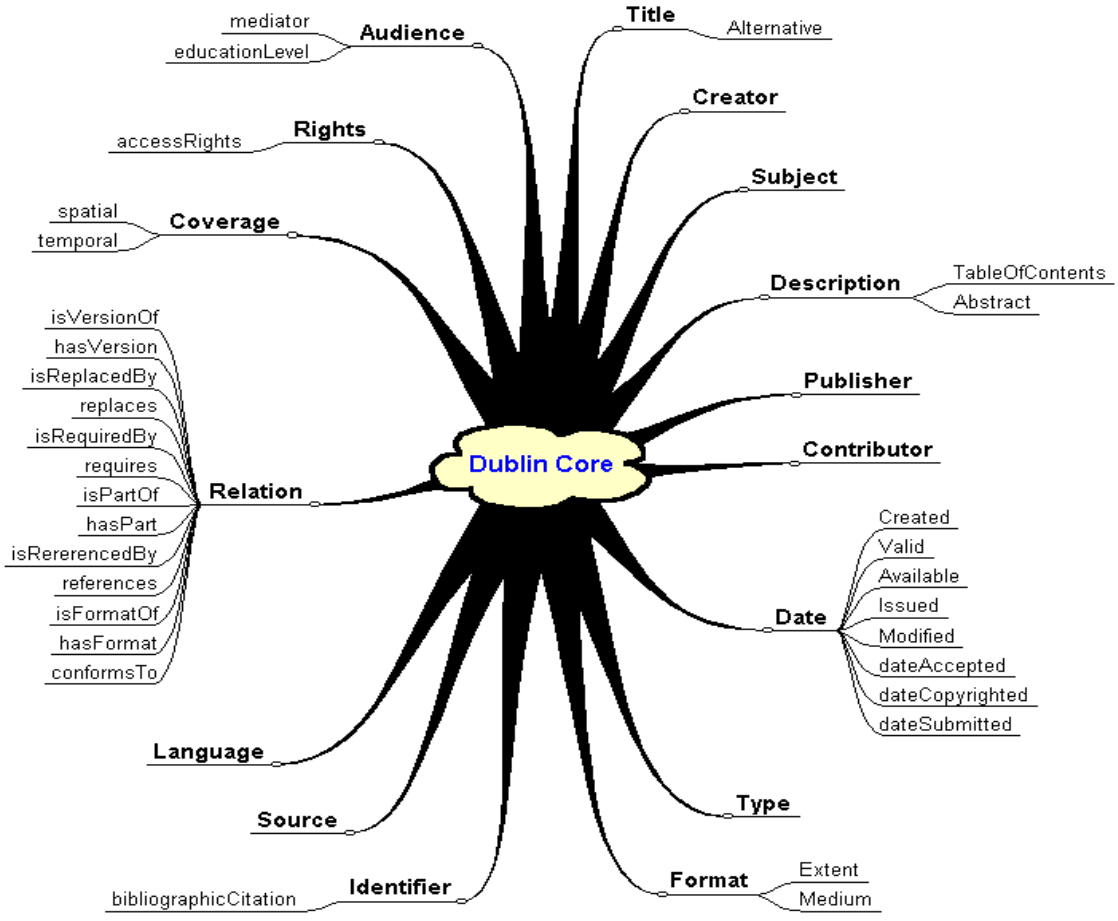
Στη συνέχεια, θα αναλύσουμε τη δομή του και θα αναφέρουμε τα δεκαπέντε στοιχεία (elements) του DC και με ποιον τρόπο χρησιμοποιούνται [9].

- **Τίτλος (title):** Συνήθως δίνεται στον πόρο από τον δημιουργό ή τον συγγραφέα.
- **Συγγραφέας ή Δημιουργός (creator):** Είναι το άτομο ή ο οργανισμός που είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία του πόρου και έχει τα πνευματικά δικαιώματα. Για παράδειγμα, δημιουργοί γραπτών κειμένων, δημιουργοί οπτικοακουστικού υλικού.
- **Θέμα και Λέξεις Κλειδιά (subject):** Είναι το αντικείμενο του πόρου. Το αντικείμενο περιγράφεται μέσα από λέξεις κλειδιά ή φράσεις που περιγράφουν το περιεχόμενο του πόρου. Θα πρέπει να γίνει χρήση επίσημων γλωσσάριων (controlled vocabulary) και σχημάτων ταξινόμησης (taxonomies).
- **Περιγραφή (description):** Είναι μια αυτούσια περιγραφή του περιεχομένου που διαθέτει ο πόρος, είναι ένα κείμενο, είναι η περίληψή του ή, αν είναι οπτικοακουστικός πόρος, είναι η περιγραφή των περιεχομένων του.
- **Εκδότης (publisher):** Είναι η υπεύθυνη οντότητα που διέθεσε τον πόρο στην υπάρχουσα μορφή, ένα πανεπιστήμιο, ένας εκδοτικός οίκος.

- **Συντελεστής (contributor):** Είναι το πρόσωπο ή ο οργανισμός που έχει συμβάλει πνευματικά σημαντικά στον πόρο, αλλά είναι δευτερεύουσα η συνεισφορά του σε σχέση με τον δημιουργό, για παράδειγμα ένας μεταφραστής, εικονογράφος.
- **Ημερομηνία (date):** Είναι μια σχετική ημερομηνία η οποία προσδιορίζει την ημερομηνία κοινοποίησης ή δημοσίευσης του πόρου. Δεν είναι ίδια με την ημερομηνία δημιουργίας του περιεχόμενου, διότι έχουν δημιουργηθεί σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.
- **Τύπος πόρου (type):** Είναι η κατηγορία του πόρου, όπως τεχνική αναφορά, έκθεση, λεξικό, ποίημα, μυθιστόρημα, αναφορά εργασίας κλπ. Για τη λειτουργικότητα του πόρου ο τύπος θα πρέπει να επιλεχθεί από ένα σύνολο απαριθμημένων όρων (vocabulary).
- **Μορφότυπο (format):** Είναι η μορφή που έχουν τα δεδομένα του πόρου και χρησιμοποιείται για να πιστοποιήσει το λειτουργικό σύστημα τι μπορεί να χρειαστεί για τη λειτουργία του πόρου. Όπως και στον τύπο του πόρου θα πρέπει και πάλι να επιλεχθεί από ένα σύνολο όρων για χάρη της λειτουργικότητας (vocabulary πχ MIME).
- **Κωδικός Πόρου (identifier):** Είναι μια φράση ή ένας αριθμός που χρησιμοποιείται, για να εκφράσει μοναδικά τον πόρο. Για παράδειγμα μοναδικοί κώδικες, όπως το Internation Standard Book Number (ISBN).
- **Πηγή (source):** Είναι οι πληροφορίες για τον αρχικό πόρο από τον οποίο απορρέουν οι πληροφορίες για τη δημιουργία του συγκεκριμένου πόρου. Στις πληροφορίες που αφορούν την πηγή μπορούν να προστεθούν ακόμα ο δημιουργός και η ημερομηνία δημιουργίας της.
- **Γλώσσα (language):** Είναι η γλώσσα του πόρου.
- **Σχέση (relation):** Είναι ένα αναγνωριστικό ενός άλλου πόρου που ερμηνεύει τη σχέση του με τον παρόντα πόρο. Για παράδειγμα, αν ο πόρος περιέχει ένα κεφάλαιο ενός βιβλίου (IsPartOf), μια μετάφραση μιας εργασίας (IsBasedOn), περιέχει μια έκδοση μιας εργασίας (IsversionOF) και μια διαμόρφωση των δεδομένων ενός οπτικοακουστικού υλικού (IsFormatOf). Και πάλι για χάρη της

λειτουργικότητας οι σχέσεις θα πρέπει να επιλέγονται από ένα σύνολο απαριθμημένων όρων.

- **Κάλυψη (coverage):** Είναι τα χαρακτηριστικά χρόνου ή χώρου του περιεχομένου που έχει ο πόρος. Η κάλυψη του χώρου περιγράφει την υλική περιοχή με χρήση γεωγραφικών συντεταγμένων για παράδειγμα γεωγραφικό πλάτος και μήκος, ενώ η χρονική κάλυψη αναφέρεται στο γιατί ο πόρος σχετίζεται με τη συγκεκριμένη και όχι στην ημερομηνία δημιουργίας (το οποίο αναφέρει πιο πάνω το στοιχείο της ημερομηνίας.)
- **Δικαιώματα χρήσης (rights):** Είναι μια δήλωση των δικαιωμάτων χρήσης, διαχωρίζεται σε έναν κωδικό που παραπέμπει σε μια δήλωση δικαιωμάτων χρήσης ή σε έναν κωδικό που παραπέμπει σε μια υπηρεσία παροχής πληροφοριών που αφορούν τα δικαιώματα χρήσης του πόρου.



Εικόνα 5: Η δομή του Dublin Core Metadata [36]

1.6 Η προδιαγραφή Content Packaging

Η συσκευασία περιεχομένου (Content Packaging – CP) είναι ένα αρχείο οποίο βασίζεται σε συγκεκριμένες δομές δεδομένων για να διαμορφώσει ένα μαθησιακό αντικείμενο σαν πακέτο έτοιμο για διακίνηση. Είναι ένας προκαθορισμένος και σταθερός τρόπος που χρησιμοποιείται, ώστε πολλά προγράμματα διαφορετικά μεταξύ τους να είναι σε θέση να διαβάζουν και να χρησιμοποιούν ένα Μαθησιακό Αντικείμενο. Στην ηλεκτρονική μάθηση η πιο διαδεδομένη προδιαγραφή για την συσκευασία μαθησιακών αντικειμένων είναι αυτό της IMS global (https://www.imsglobal.org/content/packaging/index.html).

Η IMS με την υλοποίησή της προδιαγραφής CP δημιούργησε ένα μοντέλο συσκευασίας για μαθησιακά αντικείμενα με βάση τον γενικό σκοπό ως αναφέραμε και πιο πάνω την διαλειτουργικότητα, έτσι ώστε να επιτρέπεται εύκολα η εισαγωγή και η εξαγωγή του, δηλαδή την ανταλλαγή του μαθησιακού αντικειμένου ανάμεσα σε πολλά συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης διαφορετικά μεταξύ τους. Το IMS CP προδιαγράφει ποιες δομές δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν, ώστε να καθίσταται εφικτή η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης μάθησης ή μιας αυτοτελούς εφαρμογής. Άρα καθίσταται εφικτή η εξαγωγή μαθησιακών αντικειμένων από αποθετήρια (Repositories) και η εισαγωγή τους στα LMS και αντίστροφα, με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή του. Η προδιαγραφή IMS CP καθορίζει και προδιαγράφει τη συσκευασία του εκπαιδευτικού υλικού και τη μεταφορά του, δεν προδιαγράφει όμως τον τύπο και την ποιότητά του. Με αυτόν τον τρόπο υποστηρίζονται ποικίλα μαθησιακά αντικείμενα.

Μέσα από το IMS CP οργανώνεται η εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς υπάρχουν κοινές κατευθυντήριες γραμμές:

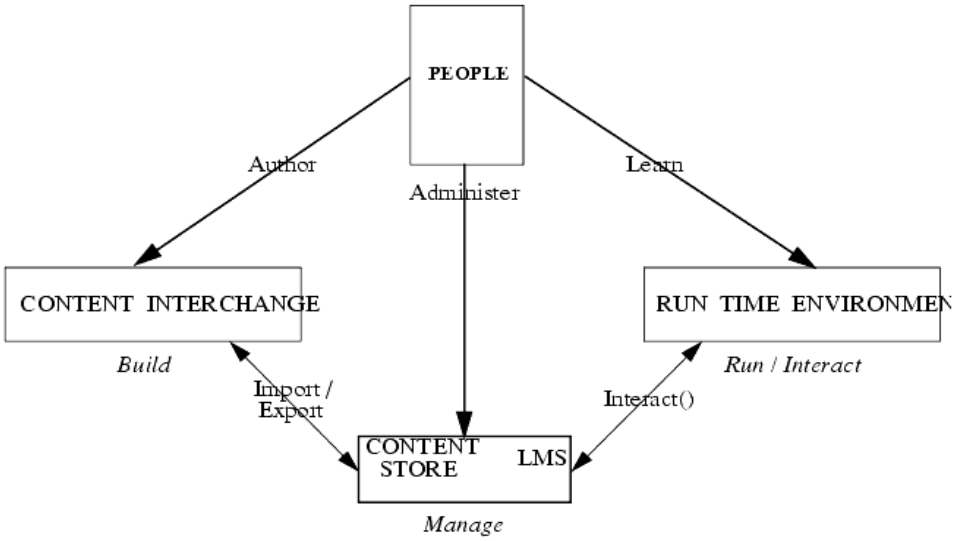
- Οι εκπαιδευτές διαθέτουν πλέον online εργαλεία με τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν πακεταρισμένα μαθήματα εύκολα και απλά.
- Οι διαχειριστές των συστημάτων μάθησης (LMS) μπορούν εύκολά να αλλάξουν τα μεταδεδόμενα και τα στοιχεία που απαιτούνται για τον διαμοιρασμό του αρχείου χωρίς να χρειάζεται να αλλάξουν όλο το αρχείο.

- Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τα μαθησιακά αντικείμενα μέσα από διάφορες εκπαιδευτικές πλατφόρμες, να έρθουν σε επαφή με εξωτερικές πηγές και τέλος να παραδοθούν τα αποτελέσματα τους ανεξάρτητα της εκπαιδευτικής πλατφόρμας. [10]

Το περιεχόμενο της συσκευασίας πάρεχεται με ένα γνωστό μορφότυπο αρχείων, καθώς και επαρκείς πληροφορίες που το υποστηρίζουν, ώστε να μπορούν να ικανοποιούν καλύτερα τις ανάγκες της μαθησιακής κοινότητας. Η μαθησιακή κοινότητα αυξάνεται συνεχώς με αποτέλεσμα να απαιτούνται κοινές κατευθύνσεις και προδιαγραφές όπου θα επιτρέπεται:

- Στους συγγραφείς περιεχόμενου να δημιουργήσουν σε online σύνδεση το μαθησιακό περιεχόμενο.
- Στους διαχειριστές να διαχειρίζονται και να διανέμουν το περιέχομαι με κοινή μέθοδο.
- Στους εκπαιδευομένους να αλληλοεπιδρούν και να μαθαίνουν μέσα από την εμπειρία τους με το περιεχόμενο.

Βάσει των παραπάνω στόχων έχει δημιουργηθεί ένα κοινό πλαίσιο (framework). Ο σκοπός του Content Framework είναι να επιτρέψει με συνοπτικό και εύκολο τρόπο την ενθυλάκωση, όλων των απαιτούμενων πόρων του περιεχομένου, περιέχοντας την πληροφορία και τη δομή που απαιτείται για τον διαμοιρασμό του βάσει της διαλειτουργικότητας που απαιτείται.



Εικόνα 6: Σχήμα με τους στόχους του IMS Content Framework. [38]

Οι πιο δημοφιλείς και διαδεδομένες εκδόσεις του είναι:

- IMS Content Packaging 1.1.2 στην όποια βασίστηκε το SCORM 1.2 της ADL.
- IMS Content Packaging 1.1.4 στην όποια έχει βασιστεί το SCORM 2004, αλλά και το IMS Common Cartridge

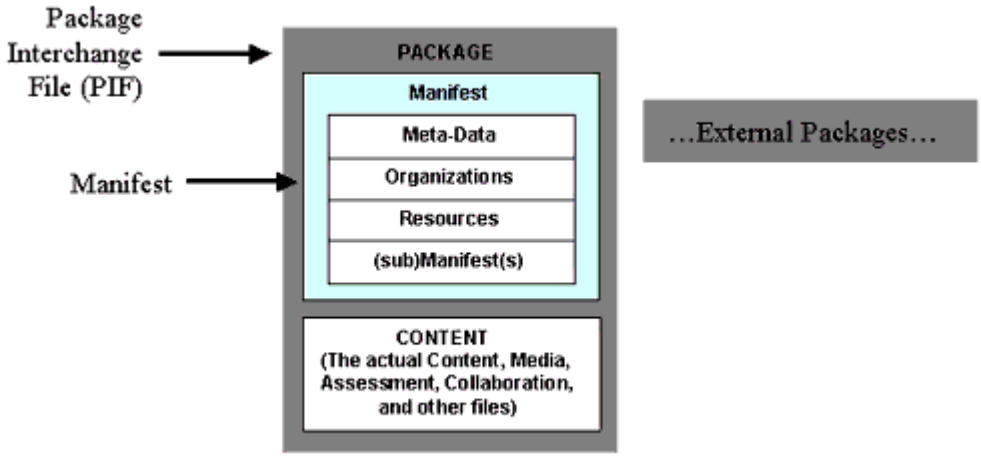
1.6.1 Αρχιτεκτονική της συσκευασίας IMS CP (Packaging Architecture)

Ένα πακέτο ανταλλαγής αρχείων (Package Interchange File - PIF) είναι ένα αρχείο σε μορφή .zip, το οποίο περιέχει όλα τα αρχεία περιεχομένου που απαιτούνται για την εκτέλεση μαθησιακών ακολουθιών, όπως για παράδειγμα την προβολή μιας σελίδας HTML, την ακρόαση ενός οπτικοακουστικού περιεχομένου κ.α. Είναι καλά δομημένο, καθώς υπάρχει η δυνατότητα τα αρχεία να εμπεριέχονται σε υποφακέλους. Το βασικότερο αρχείο που περιέχεται σε ένα πακέτο ανταλλαγής είναι το imsmanifest.xml που είναι ένα μοντέλο περιγραφής (schema). Το imsmanifest.xml είναι ένα αρχείο με XML δομή και περιέχει [38]:

- Το τμήμα των metadata </metadata>, στο οποίο περιγράφεται συνολικά το πακέτο.
- Ένα κατάλογο πόρων (Resource List) </resourses>, όπου περιέχονται οι αναφορές σε όλους τους εξωτερικούς πόρους που χρειάζονται π.χ. media

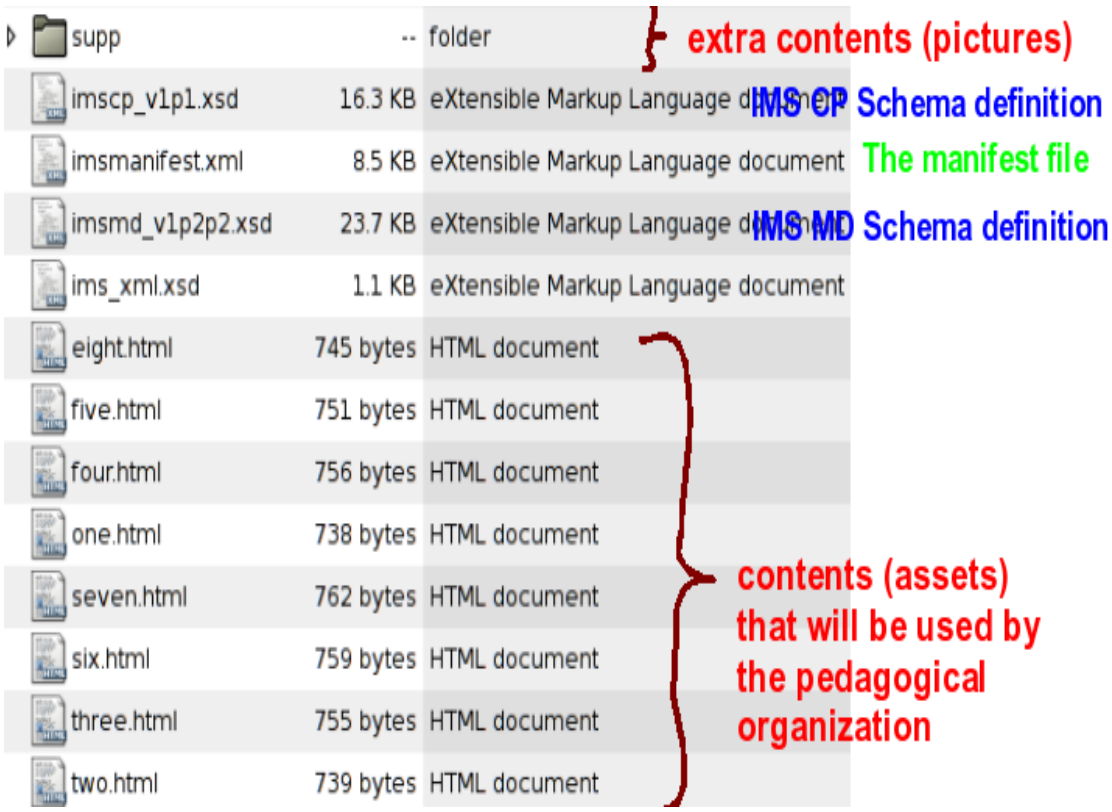
elements και αναφορές σε εξωτερικά αρχεία με URLs. (εδώ συμπεριλαμβάνονται και τα μεταδεδομένα που περιγράφουν τις πηγές.)

- Ένα τμήμα με τίτλο «Organizations» στο οποίο περιγράφονται από καμία έως πολλαπλές δομές (οργανισμοί) οι οποίες αναπτύσσονται ιεραρχικά με πρότυπα, που χρησιμοποιούνται από τα μαθησιακά αντικείμενα, δηλαδή πληροφορίες που χρησιμοποιούνται για να "παίξει" το περιεχόμενο. Επιπρόσθετα, σε αυτό το τμήμα μπορεί επίσης να περιέχονται δομές για IMS Simple Sequencing (προδιαγραφή της IMS για την αλληλουχία του περιεχομένου) ή IMS Learning Design (προδιαγραφή της IMS για την σχεδιασμό της μάθησης) ή οποιοδήποτε άλλο μαθησιακό πρότυπο της IMS.
- Υπάρχουν τα (sub)manifest(s) που πραγματοποιούν ακριβώς ότι και το manifest και περιλαμβάνονται σε αυτό.
- Τέλος, στο αρχείο υπάρχει το περιεχόμενο των μαθησιακών αντικειμένων που αποτελούν τη συσκευασία.



Εικόνα 7: Δομή Αρχιτεκτονικής PIF [38]

Στην εικόνα την οποία παραθέτουμε παρακάτω (Εικόνα 8) φαίνονται ξεκάθαρα τα περιεχόμενα ενός Content Packaging zip αρχείου. Εμφανίζονται, πέραν των αρχείων του περιεχομένου και τρία *.xsd schema αρχεία μαζί με το αρχείο imsmanifest.xml



Εικόνα 8: Περιεχόμενα ενός CP πακέτου [38]

Στη συνέχεια, παραθέτουμε ένα παράδειγμα με τα όσα αναφέραμε πριν για το πώς είναι υλοποιημένο το imsmanifest.xml και τη δομή του (όπως απεικονίζεται και στην εικόνα 7). Από την επίσημη σελίδα της IMS.[10]

```
 <!-- ***************To Header imsmanifest.XML με τα namespaces******************** -->
<manifest xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"
        xmlns:imsmd="http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2"
        xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
        identifier="MANIFEST-1"
        xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1 imscp_v1p1.xsd
                http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2 imsmd_v1p2p2.xsd">

 <!-- ********************** Το τμήμα των METADATA ************************ -->
 <metadata>
  <imsmd:lom>
   <imsmd:general>
    <imsmd:identifier>metadata-id</imsmd:identifier>
    <imsmd:title>
     <imsmd:langstring xml:lang="en">Simple IMS 1.1.4 Content Package</imsmd:langstring>
    </imsmd:title>
   </imsmd:general>
```

```
    <imsmd:metametadata>
      <imsmd:contribute>
        <imsmd:role>
          <imsmd:source><imsmd:langstring
xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring></imsmd:source>
          <imsmd:value><imsmd:langstring xml:lang="x-
none">Creator</imsmd:langstring></imsmd:value>
        </imsmd:role>
        <imsmd:centity><imsmd:vcard>Daniel K. Schneider -
                adapted from Colin D. Milligan's Reload example</imsmd:vcard></imsmd:centity>
        <imsmd:date><imsmd:datetime>december 2006</imsmd:datetime></imsmd:date>
      </imsmd:contribute>
    </imsmd:metametadata>
    <imsmd:technical> <imsmd:format>text/html</imsmd:format> </imsmd:technical>
    <imsmd:educational>
      <imsmd:interactivitytype>
        <imsmd:source>
          <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
        </imsmd:source>
        <imsmd:value> <imsmd:langstring xml:lang="x-none">Expositive</imsmd:langstring>
</imsmd:value>
      </imsmd:interactivitytype>
    </imsmd:educational>
    <imsmd:rights>
      <imsmd:description>
        <imsmd:langstring xml:lang="en">This is total freeware.</imsmd:langstring>
      </imsmd:description>
    </imsmd:rights>
  </imsmd:lom>
 </metadata>

 <!-- ********************** Το τμήμα ORGANISATION  ********************** -->
 <!-- Note: The orginal examples had 7 elements - mod. by Daniel K. Schneider -->
 <organizations default="learning_sequence_1">
  <!-- The one learning sequence defined: learner can look at three pictures -->
  <organization identifier="learning_sequence_1" structure="hierarchical">
    <title>Summer Pictures</title>
    <!-- The 3 items of the learning sequence. Each item refers to a single resource -->
    <item identifier="ITEM-1" isvisible="true" identifierref="RES-1">
      <title>Loch Katrine</title>
    </item>
    <item identifier="ITEM-2" isvisible="true" identifierref="RES-2">
      <title>Ben Ledi</title>
    </item>
    <item identifier="ITEM-3" isvisible="true" identifierref="RES-3">
      <title>Jencks Earthwork</title>
    </item>
  </organization>
 </organizations>
```

```
<!-- ******************** Το τμήμα των RESOURCES (Πηγών) ********************** -->
<resources>
  <!-- Each resource refers to a file to be displayed and includes all the dependent resources
       that are needed to display this file, including the file itself -->
  <resource identifier="RES-1" type="webcontent" href="five.html">
    <file href="five.html" />
    <file href="supp/reloadhelp.css" />
    <file href="supp/reloadeditoricon.gif" />
    <file href="supp/trossachs.jpg" />
  </resource>
  <resource identifier="RES-2" type="webcontent" href="three.html">
    <file href="three.html" />
    <file href="supp/reloadhelp.css" />
    <file href="supp/reloadeditoricon.gif" />
    <file href="supp/benledi.jpg" />
  </resource>
  <resource identifier="RES-3" type="webcontent" href="six.html">
    <file href="six.html" />
    <file href="supp/reloadhelp.css" />
    <file href="supp/reloadeditoricon.gif" />
    <file href="supp/jencks.jpg" />
  </resource>
 </resources>
</manifest> Κλείσιμο του Manifest αρχείου.
```

1.7 Το μοντέλο αναφοράς SCORM

Το Shareable Content Object Reference Model (SCORM), όπως αναφέραμε και πρωτύτερα, δημιουργήθηκε από την ADL (Advanced Distributed Learning Network), η οποία αποτελεί μια πρωτοβουλία του υπουργείου άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, σαν μια προσπάθεια για την αποτελεσματικότερη διαχείριση μεγάλου όγκου μαθησιακών αντικειμένων. Η ADL έχει ως σκοπό να εξασφαλίσει πρόσβαση σε υψηλής ποιότητας μαθησιακά αντικείμενα αλλά και να προσφέρει δυνατότητες προσαρμογής των μαθησιακών αντικειμένων, ανεξάρτητα του χώρου που βρίσκεται ο εκπαιδευόμενος, του χρόνου πρόσβασης αλλά και της εκπαιδευτικής πλατφόρμας η οποία φιλοξενεί τα μαθησιακά αντικείμενα.

Στην αποσαφήνιση του SCORM συνέβαλαν και οι οργανισμοί AICC, IMS και IEEE, οι οποίοι δραστηριοποιούνται στον χώρο της ηλεκτρονικής μάθησης.

Το SCORM σήμερα αποτελεί την πιο ευρέως διαδεδομένη και επιτυχημένη πρωτοβουλία που έχει αναπτυχθεί ανάμεσα στα εκπαιδευτικά πρότυπα της ηλεκτρονικής μάθησης. Με απλά λόγια είναι ένα μοντέλο αναφοράς (reference model) που αξιοποιεί μια συλλογή από πρότυπα και προδιαγραφές για την οργάνωση και τη διακίνηση μαθησιακών αντικειμένων, τα οποία επιτρέπουν στα συστήματα διαχείρισης μάθησης (LMS) να εντοπίσουν, να εισάγουν και να ενσωματώσουν μαθησιακά αντικείμενα. Το SCORM καθορίζει πως πρέπει να συσκευαστούν μαθησιακά αντικείμενα, προκειμένου να εξασφαλιστεί η διαλειτουργικότητά τους ανάμεσα σε διαφορετικά LMS και εκπαιδευτικά εργαλεία.

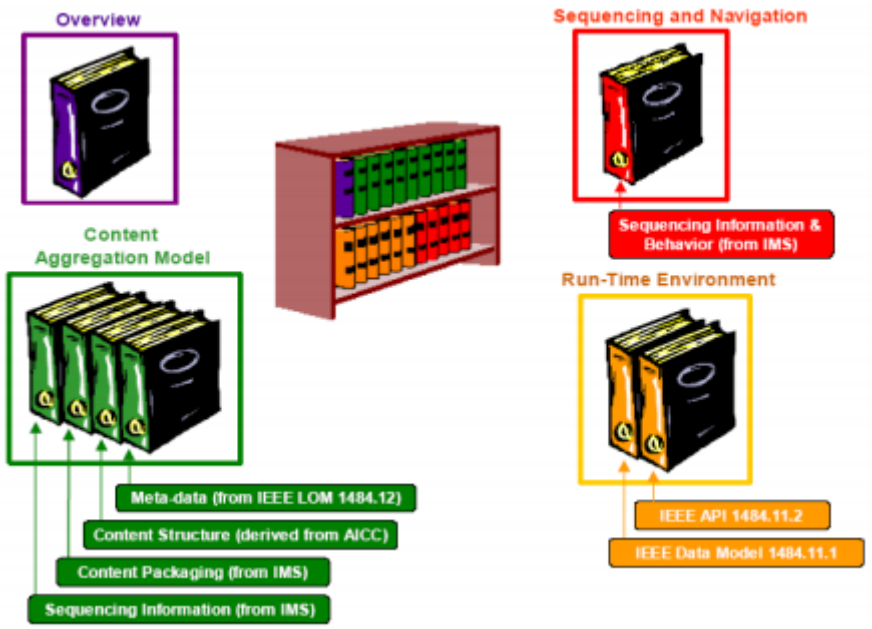
Πιο συγκεκριμένα, ο σκοπός του SCORM είναι να δημιουργήσει μαθησιακά αντικείμενα τα οποία να έχουν τις έξης ιδιότητες (utilities): [11]

- Επαναχρησιμοποίηση (reusability): Το εκπαιδευτικό υλικό θα δημιουργηθεί μια φορά και θα είναι ανεξάρτητο από την πλατφόρμα στην οποία θα πραγματοποιηθεί η αναπαραγωγή του.
- Διαλειτουργικότητα (interoperability): Το εκπαιδευτικό υλικό θα λειτουργήσει και θα μπορεί να αναπαραχθεί από διαφορετικά συστήματα υλικού και λογισμικού.
- Ανθεκτικότητα (durability): Δεν θα απαιτείται στο μαθησιακό αντικείμενο να αλλάξει την μορφή του, ούτε να πραγματοποιηθεί τροποποίησή του.
- Προσβασιμότητα (accessibility): Το περιεχόμενο του μαθησιακού αντικειμένου θα μπορεί να αναζητηθεί και να βρεθεί όποτε χρειαστεί.
- Βιωσιμότητα (sustainability): Το περιεχόμενο του μαθησιακού αντικειμένου θα μπορεί να αλλάξει χωρίς κόπο, χωρίς επανασχεδιασμό, αναδιάρθρωση ή εκ νέου κωδικοποίηση του πακέτου.
- Προσαρμοστικότητα (adaptability): Το μαθησιακό αντικείμενο θα πρέπει να είναι σε θέση να ικανοποιήσει τις διαφορετικές και οργανωτικές ανάγκες.

Η πιο επιτυχημένη έκδοση του SCORM είναι η 1.2 (2001) για την οποία υπάρχουν tests συμμόρφωσης και χρησιμοποιεί την προδιαγραφή IMS Content Packaging (manifest file) και την υποστήριξη μεταδεδομένων. Η νεώτερη εκδοχή SCORM 2004 του μοντέλου έχει 4 εκδόσεις (η τελευταία το 2009) υποστηρίζει προσαρμοστική αλληλουχία των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και παρακολούθηση των ενεργειών των εκπαιδευομένων. [11]

1.7.1 Τα SCORM BOOKS

Πιο συγκεκριμένα, το SCORM 2004 απαρτίζεται από μια συλλογή προτύπων και προδιαγραφών, τα οποία έχουν συγκεντρωθεί όλα σε μια συλλογή τεχνικών βιβλίων, τα λεγόμενα SCORM Books. Τα SCORM Books, ομαδοποιούνται έχοντας τρεις βασικούς τίτλους, το CAM (Content Aggregation Model), το RTE (Run-time Environment) και το SN (Sequencing and Navigation).



Εικόνα 9: Scorm Bookshelf [11]

1.7.2 Το βιβλίο CAM

Το CAM (Content Aggregation Model) είναι αυτό που περιγράφει τις συνιστώσες που χρησιμοποιούνται μέσα σε μια μαθησιακή διαδικασία, περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η αναπαράσταση των συνιστωσών για τη διασφάλιση της διαλειτουργικότητας τους ανάμεσα σε διαφορετικές εκπαιδευτικές πλατφόρμες και προδιαγράφει τον τρόπο με το οποίο θα πραγματοποιηθεί η περιγραφή αυτών των συστατικών, ώστε να γίνει ευκολότερη η αναζήτηση και η εύρεση του μαθησιακού αντικειμένου για την επαναχρησιμοποίησή του. Το CAM έχει ως στόχο να προωθήσει τη μόνιμη αποθήκευση, το πακετάρισμα, την ονομασία, τον εύκολο εντοπισμό και την ανταλλαγή του μαθησιακού αντικειμένου. Επιπρόσθετα, αυτό το SCORM Book περιγράφει ποιες είναι οι απαιτήσεις για τη σωστή δόμηση του περιεχομένου του

μαθησιακού αντικειμένου καθώς και την οργάνωση του περιεχομένου του, (π.χ. σειρά μαθημάτων). Περιέχει πληροφορίες για τη σωστή δημιουργία πακέτων περιεχομένου, τη σωστή εκχώρηση και εφαρμογή μεταδεδομένων στα τμήματα του πακέτου και παρέχει όλες τις αναφορές για τη πλοήγηση του εκπαιδευόμενου με τη διεπαφή χρήστη (User Interface) μέσα στο μαθησιακό αντικείμενο. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθησιακοί πόροι, οι οποίοι παρέχουν τη μαθησιακή εμπειρία πακετάρονται μέσα σε ένα αρχείο .zip (SCORM Package of Package Interchange File – PIF). Αυτό το αρχείο δεν περιέχει μόνο τα αρχεία των μαθημάτων, αλλά και ένα αρχείο XML, το οποίο ονομάζεται επίσης manifest file και είναι υπεύθυνο για την περιγραφή των μαθημάτων και τη συνέχεια των περιεχομένων τους. [11]

Το SCORM CAM ουσιαστικά αντιπροσωπεύει μια εκπαιδευτική ταξινόμηση, η οποία βοηθάει τους σχεδιαστές και τους εκπαιδευτές να δομήσουν τα μαθησιακά αντικείμενα, ώστε να συγκεντρώσουν τις επιθυμητές μαθησιακές εμπειρίες. Οι μαθησιακές εμπειρίες αυτές αποτελούνται από δραστηριότητες (Activities) που στηρίζονται σε ηλεκτρονικούς ή μη μαθησιακούς πόρους.

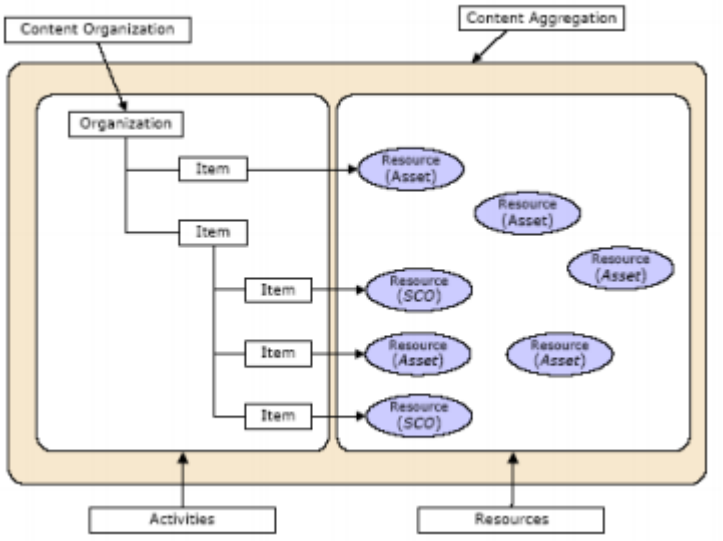
Μία δραστηριότητα (Activity) εμπεριέχει την εύρεση και τη συγκέντρωση (aggregation) των μαθησιακών πόρων από την πιο βασική τους μορφή (assets), για την δημιουργία περισσότερο πολύπλοκων μαθησιακών πόρων και προδιαγράφει την μετέπειτα οργάνωσή τους σε μια προκαθορισμένη μορφή διακίνησής τους. Τα βασικά στοιχεία από τα οποία έχει δημιουργηθεί το του SCORM CAM είναι τα εξής:

- Content Packaging, εδώ ορίζονται οι τρόποι με τους οποίους θα προσδιοριστεί η δομή του περιεχομένου καθώς και το πακετάρισμα του μαθησιακού αντικειμένου.
- Metadata, εδώ ορίζονται τα σωστά μεταδεδομένα για την περιγραφή του περιεχομένου του μαθησιακού αντικειμένου, αλλά και τμημάτων του.
- Content Model, πρόκειται για την ονοματολογία στην οποία στηρίζονται τα επιμέρους τμήματα του μαθησιακού αντικειμένου.
- Sequencing and Navigation, είναι ένα σύνολο από κανόνες, οι οποίοι περιγράφουν προκαθορισμένη τακτοποίηση και ακολουθία των δραστηριοτήτων.

Το SCORM CAM αναφέρεται σε Assets, SCO’s (Sharable Content Objects) και σε Content Organization τα οποία και θα αναλύσουμε πιο κάτω. Ο μηχανισμός στον όποιο έχει στηριχθεί είναι η προδιαγραφή IMS CP (Content Package).

- Asset, αποτελεί τη βασικότερη μορφή σε ένα μαθησιακό αντικείμενο. Τα Assets (απλοί πόροι) είναι ψηφιακές αναπαραστάσεις μέσων, γραφικών, ιστοσελίδων, κειμένου, αντικείμενων αξιολόγησης ή άλλων πολυμέσων ικανών να διαδοθούν στον εκπαιδευόμενο μέσω του διαδικτύου. Το Asset περιγράφεται από τα Asset Metadata, ώστε να είναι εύκολη η αναζήτηση του μαθησιακού αντικειμένου, η εύρεσή του και επαναχρησιμοποίησή του μέσα σε Learning Repositories (εκπαιδευτικά αποθετήρια).
- SCO (Sharable Content Object), αντιπροσωπεύει ένα σύνολό ενός ή περισσότερων μαθησιακών αντικειμένων, καθώς είναι η μικρότερη λογική μονάδα περιεχομένων, η οποία μπορεί να υπάρξει ανάμεσα σε ολοκληρωμένες πλατφόρμες. Ένα SCO έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικές μαθησιακές καταστάσεις ή περιπτώσεις, έχοντας ως σκοπό την υλοποίηση μαθησιακών στόχων, δηλαδή είναι ανεξάρτητο με το εκπαιδευτικό πλαίσιο, κάτι που του δίνει τη δυνατότητα να είναι πιο ευέλικτο και βελτιώνεται η επαναχρησιμοποίησή του. Το CP (Content Packaging) είναι το πρότυπο που παρέχει την μοντελοποίηση του πακέτου και επιπλέον διαθέτει, όπως το Asset, metadata, όπου και εδώ γίνεται πιο εύκολη η εύρεση, αναζήτηση και επαναχρησιμοποίησή του μέσα από πλατφόρμες ηλεκτρονικής μάθησης. Η ολοκλήρωση δυο ή και περισσότερων SCO’s δημιουργεί ένα απαραίτητο υπόβαθρο για να επιτευχθούν εκπαιδευτικοί σκοποί ανώτερης εκπαιδευτικής αξίας. Μια γενική όμως κατευθυντήρια οδηγία για το πρότυπο είναι η δημιουργία SCO’s με μικρό μέγεθος, καθώς έτσι θα επιτυγχάνεται πιο εύκολα η διαλειτουργικότητά του, αφού θα περιέχει πιο στοχευόμενη πληροφορία μαθήματος και θα μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί από πολλές άλλες εκπαιδευτικές εφαρμογές. Τεχνικά ένα SCO είναι η μικρότερη μαθησιακή μονάδα που μπορεί να επικοινωνεί με την πλατφόρμα ηλεκτρονικής μάθησης (για παράδειγμα ένα LMS).
- Content Organization, είναι ένας χάρτης που αντιπροσωπεύει την προτιθέμενη χρήση που θα έχει το περιεχόμενο μέσα από τις δομημένες ενότητες διδασκαλίας. Ο χάρτης μας απεικονίζει τις συσχετίσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων (Activities). Μέσα σε αυτές τις δραστηριότητες υπάρχει η δυνατότητα να

εμφωλεύονται και άλλες δραστηριότητες οι οποίες ακολουθούν μια ιεραρχική δομή.[11]



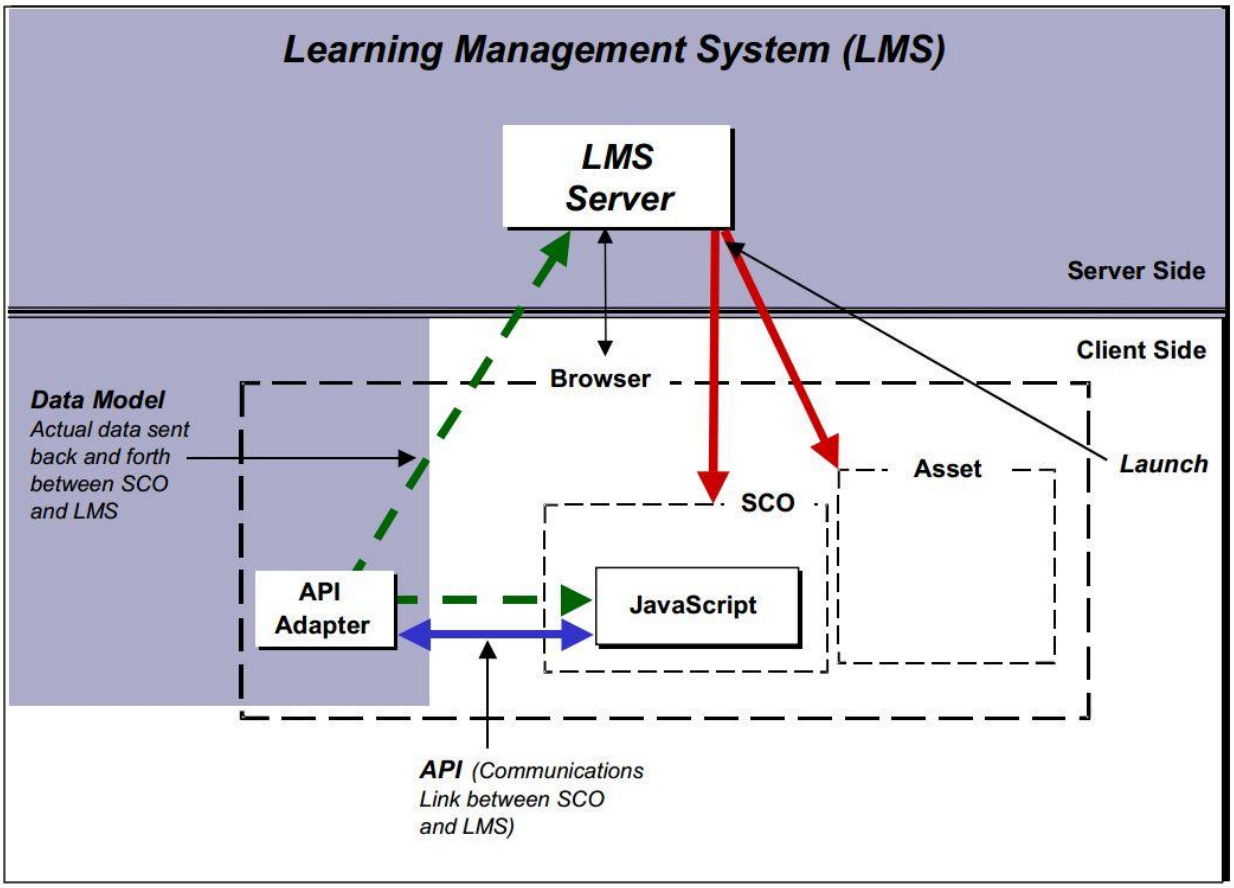
Εικόνα 10: SCORM Content Organization [11]

Η ενότητα του SCORM CAM ουσιαστικά παρέχει τον σχεδιασμό και την απεικόνιση μαθησιακών αντικειμένων. Έπειτα απαιτείται να επιτευχθεί ο διαμοιρασμός των μαθησιακών αντικειμένων στους εκπαιδευομένους μέσα από τις πλατφόρμες ηλεκτρονικής μάθησης όπως τα Learning Repositories ή τα LMS. Για την συσκευασία των μαθησιακών αντικειμένων χρησιμοποιούνται τα πρότυπα IMS CP καθώς και το πρότυπο IEEE LOM, ώστε να είναι ανεξάρτητο το μαθησιακό αντικείμενο από τις εκπαιδευτικές πλατφόρμες. Πρόκειται για ένα σύνολο από προδιαγραφές, οι οποίες υποστηρίζονται από το IMS CP και τις οποίες το SCORM ειδικεύει ακόμα περισσότερο, παρέχοντάς μας πρόσθετες οδηγίες υλοποίησης αλλά και απαιτήσεις για την συσκευασία σε ότι αφορά τα Assets, τα SCO’s και τα Content Organization. Τέλος, πολλά από τα στοιχεία του IEEE LOM είναι υποχρεωτικά στα μεταδεδομένα των SCO’s τα οποία περιλαμβάνουν τις ακόλουθες κατηγορίες:

- Version,
- Rights.
- Technical Format,
- Status,
- Metadata.

1.7.3 SCORM Run-Time Environment

Ο στόχος του SCORM Run-Time Environment είναι η επαναχρησιμοποίηση των μαθησιακών πόρων καθώς και η διαλειτουργικότητα τους σε όλα τα συστήματα διαχείρισης μάθησης (LMS). Για να καταστεί αυτό δυνατό, θα πρέπει να υπάρχει ένας κοινός τρόπος ανάγνωσης του μαθησιακού πόρου, δηλαδή ένας κοινός μηχανισμός που θα καθορίζει την επικοινωνία με το LMS, μέσα από μια προκαθορισμένη γλώσσα ή λεξιλόγιο στο οποίο θα βασίζεται ολόκληρη η επικοινωνία. Όπως απεικονίζεται στην εικόνα 11 υπάρχουν τρεις πτυχές όπου καθορίζεται ο χρόνος εκτέλεσης ενός SCORM πακέτου. Αυτές οι οποίες είναι το Launch, το Application Program Interface (API) και το Data Model.



Εικόνα 11: Το Launch, το API και το Data Model όπως εφαρμόζονται σύμφωνα με το SCORM Run-Time Environment [11]

Το Launch ορίζει έναν κοινό τρόπο στα LMS για το πως θα ξεκινήσει η Web-based παροχή του μαθησιακού υλικού. Ο μηχανισμός αυτός καθορίζει τις διαδικασίες έναρξης και ευθύνεται για τον διαμοιρασμό της πληροφορίας αλλά και της επικοινωνίας μεταξύ των εκπαιδευτικών πόρων και των LMS. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας καθορίζονται μέσα από την χρήση ενός κοινού API.

Το SCORM API είναι ο μηχανισμός επικοινωνίας για την ενημέρωση του LMS καθώς και της κατάστασης του εκπαιδευτικού πόρου (π.χ. προετοιμασία, ολοκλήρωση ή κατάσταση σφάλματος), και χρησιμοποιείται για τον καθορισμό όλων των δεδομένων και την ανταλλαγή τους (π.χ., σκορ, προθεσμίες, κλπ) μεταξύ των LMS και του κοινόχρηστου αντικείμενου περιεχομένου (στο SCORM μας είναι ένα SCO πακέτο).

Το Data Model είναι ένα τυποποιημένο σύνολο από data elements που χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τις τρέχουσες πληροφορίες που είναι σε εξέλιξη, για παράδειγμα η κατάσταση του μαθησιακού πόρου. Στην απλούστερη μορφή του, το Data Model καθορίζει τα data elements που υπάρχουν μεταξύ των LMS και των SCO και τα οποία τοποθετούνται σε σχετικά sessions, όπου γίνεται η προσωρινή αποθήκευση τους, ώστε να πραγματοποιηθεί η σωστή ανάγνωση του μαθησιακού πόρου, που εκτελείται από το LMS.

1.7.4 SCORM Sequencing and Navigation

Η επικοινωνία μεταξύ του εκπαιδευτικού περιεχομένου και των LMS διευκολύνεται με τη χρήση του βιβλίου SCORM Sequencing and Navigation, το οποίο προδιαγράφει πώς να παρουσιάζεται το περιεχόμενο στους εκπαιδευόμενους με βάση τις επιλογές τους και τις επιδόσεις τους κατά το χρόνο εκτέλεσης. Αυτή η επικοινωνία επιτρέπει επίσης στα LMS να παρακολουθούν την πρόοδο των εκπαιδευομένων και τις επιδόσεις τους, ενώ τους παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Αυτό το SCORM Book περιγράφει λεπτομερώς πώς οι συμπεριφορές αλληλουχίας εφαρμόζονται για την παρακολούθηση της προόδου του μαθητή και την ανάγνωση τους. Το Sequencing εμπεριέχει εννοιολογικές πληροφορίες που σχετίζονται με Sequencing Definitions (ορισμούς αλληλουχίας) και Behaviors (συμπεριφορές), δηλαδή μας περιγράφει την συμπεριφορά του κάθε αντικειμένου κατά την εκτέλεση, ενώ το Navigation εμπεριέχει εννοιολογικές πληροφορίες που σχετίζονται με Navigation Controls

(ελέγχους πλοήγησης) και Data models (μοντέλα δεδομένων). Δηλαδή το navigation είναι η διαδικασία η οποία οδηγεί στον προσδιορισμό των δραστηριοτήτων της μάθησης. Τόσο ο χρήστης όσο και το σύστημα μπορεί να ξεκινήσει μια διαδικασία.

1.8 Η προδιαγραφή IMS Common Cartridge (IMS-CC)

1.8.1 Εισαγωγή

Το IMS Common Cartridge (CC) είναι ένα πρότυπο, που περιγράφει τη μορφή για τη δημιουργία και την κοινή χρήση κυρίως ψηφιακού εκπαιδευτικού περιεχομένου και είναι μια εναλλακτική επιλογή για το SCORM. Η IMS παρέχει μια plug & play αρχιτεκτονική στα σύστημα διαχείρισης μάθησης με την οποία δίνεται η δυνατότητα αναπαραγωγής και παρακολούθησης διεργασιών σε καινοτόμες εκπαιδευτικές εφαρμογές, γρήγορα και με κοινά χαρακτηριστικά. Το IMS Common Cartridge (CC) είναι ένα από τα τρία πρότυπα που επιδιώκουν να υποστηρίξουν την διαλειτουργικότητα στην επερχόμενη εκπαιδευτική τεχνολογία, τα οποία είναι τα εξής:

- Common Cartridge (CC),
- Learning Tools Interoperability (LTI)
- και Learning Information Services (LIS).

Το Common Cartridge εστιάζει στην αλληλεπίδραση με εξωτερικές εφαρμογές και υπηρεσίες, ενώ τα πρότυπα Learning Tools Interoperability και Learning Information Services καθορίζουν πως θα επιτευχθεί αυτή η αλληλεπίδραση. Έτσι, η IMS Global Learning Consortium μας παρουσιάζει και τα τρία πρότυπα μαζί και τα θεωρεί αλληλένδετα.

Πιο αναλυτικά, το Common Cartridge έχει ως κύριο σκοπό την οργάνωση και την διανομή ψηφιακού περιεχομένου μάθησης με τη μορφή μαθησιακών αντικειμένων. Προσδιορίζει μια μορφή (format) για την ανταλλαγή περιεχομένου, όπου ερμηνεύεται ομοιόμορφα ως προς το τι είναι το περιεχόμενο του και πώς είναι οργανωμένο. Αυτό επιτρέπει σε κάθε πλατφόρμα μάθησης που υποστηρίζει το Common Cartridge να διαχειρίζεται και να εμφανίζει σωστά ένα CC πακέτο. Το Common Cartridge χρησιμοποιεί το πρότυπο LOM, για την περιγραφή και τον χαρακτηρισμό μαθησιακών αντικειμένων.

Η μορφή του Common Cartridge είναι απίστευτα ευέλικτη. Ένα Cartridge (συσκευασία) μπορεί να είναι μια ολόκληρη σειρά ψηφιακών περιεχομένων για εκπαιδευτικούς σκοπούς όπως ένα βιβλίο, ένα online μάθημα, ένα πλάνο μαθήματος, μια αξιολόγηση κλπ. [12]

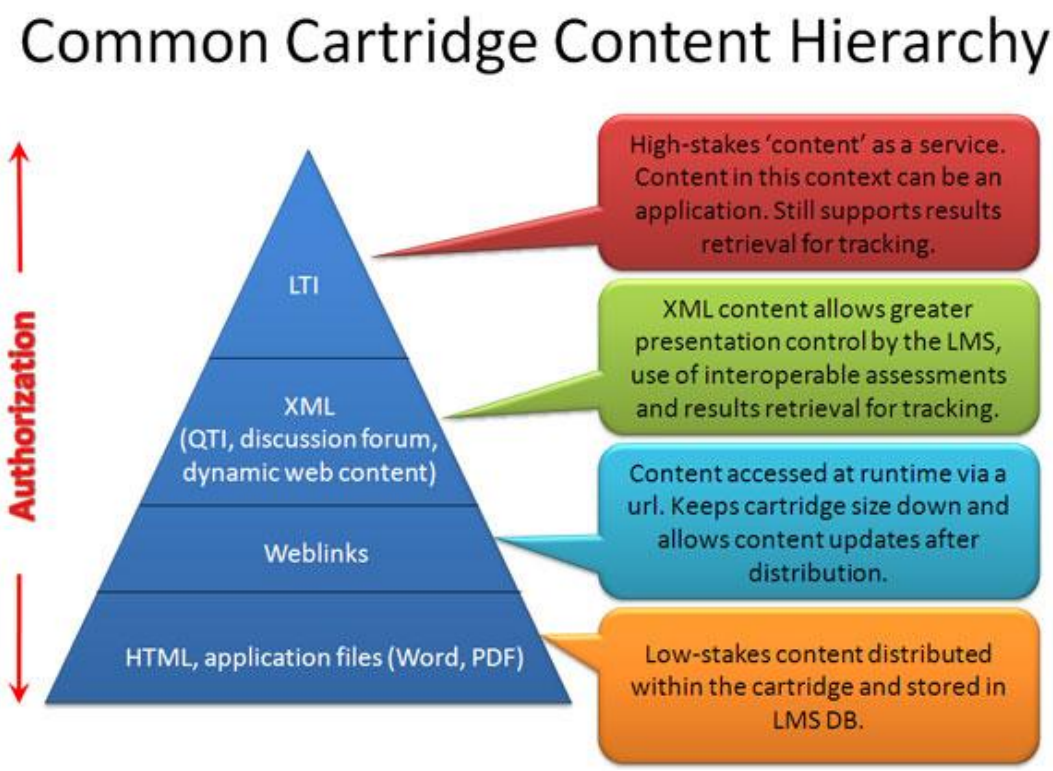
1.8.2 Τι υλοποιεί το Common Cartridge;

Το Common Cartridge καθορίζει έξι πράγματα:

- Ένα σχήμα (format) για την ανταλλαγή περιεχομένου μεταξύ των συστημάτων, έτσι ώστε να υπάρχει ένας κοινός τρόπος ερμηνείας και οργάνωσης του ψηφιακού περιεχομένου μάθησης. Το περιεχόμενο απεικονίζεται στο manifest και τα στοιχεία που το συνθέτουν (manifest components) μπορεί να είναι μέσα στο διαμοιραζόμενο πακέτο ή εκτός του πακέτου (δηλαδή να αναφέρεται σε ένα URL).
- Ένα πρότυπο εξουσιοδότησης (authorization standard με access rules) για κάθε component του πακέτου. Αυτό επιτρέπει σε "προστατευμένο" περιεχόμενο ή σε εφαρμογές που απαιτούν σχετική άδεια να περιέχονται σε ένα Cartridge με ευέλικτο τρόπο, μαζί με το μη προστατευμένο περιεχόμενο.
- Ένα πρότυπο για τα μεταδεδομένα που περιγράφουν το περιεχόμενο της Cartridge που βασίζεται στο IEEE LOM. Όμως το Common Cartridge είναι επεκτάσιμο και επιτρέπει την χρήση και άλλων σχημάτων μεταδεδομένων.
- Ένα πρότυπο για αξιολογήσεις (IMS Question and Test Interoperability). Το πρότυπο αυτό δίνει τη δυνατότητα στα συστήματα διαχείρισης μάθησης, να κατανοήσουν μια αξιολόγηση και να την χειριστούν κατάλληλα. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα δημιουργίας τράπεζας θεμάτων (question banks). Το πρότυπο IMS QTI επιτρέπει στα συμμορφούμενα συστήματα διαχείρισης μάθησης να κατανοήσουν το επίπεδο του χρήστη με βάση τα αποτελέσματα από τη χρήση του πακέτου και να τα αξιοποιήσουν κατάλληλα για να αποφασίζουν ποια εκπαιδευτικά αντικείμενα πρόκειται να χρησιμοποιηθούν κατά την ροή του μαθήματος.
- Ένα πρότυπο (IMS Learning Tools Interoperability) για την εκκίνηση εξωτερικών εφαρμογών και την ανταλλαγή δεδομένων, έτσι ώστε να μπορεί να είναι μέρος μιας εμπειρίας μάθησης, η οποία δρομολογείται από κάποιο σύστημα μάθησης. Οι εφαρμογές

μπορεί να είναι οποιεσδήποτε και οπουδήποτε στο διαδίκτυο, όπως εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης, wikis, τα συστήματα αξιολόγησης, προσαρμοστικά συστήματα εκπαίδευσης (adaptive tutoring systems), ποικίλες web-based εφαρμογές διαχείρισης περιεχόμενου και βιβλιοθηκών, ή και άλλα συστήματα μάθησης.

- Ένα πρότυπο για απευθείας σύνδεση ενός φόρουμ συζήτησης με στόχο τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών. Αυτό επιτρέπει στα φόρουμς να έχουν προσυμπληρωμένες πιθανές ασκήσεις, νήματα (threads) θεμάτων συζήτησης, και ούτω καθεξής. [12]



Εικόνα 12: Ιεραρχία IMS Common Cartridge [12]

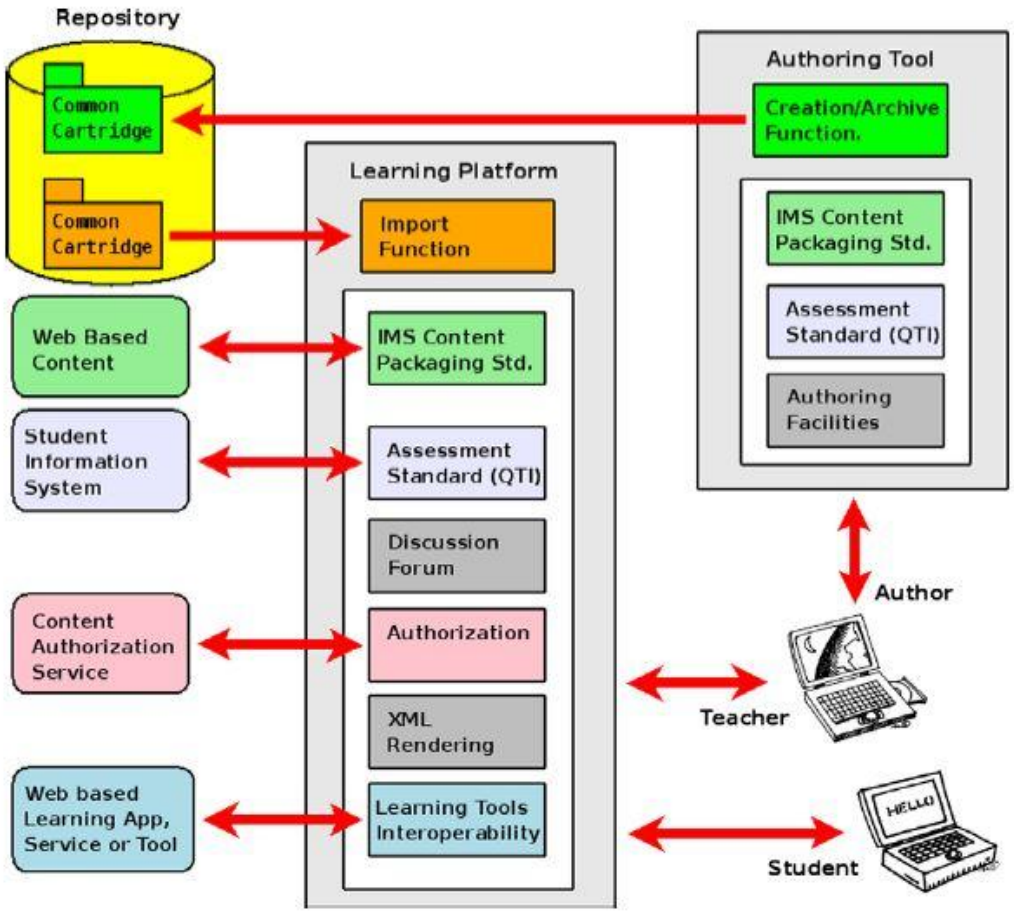
1.8.3 Συστατικά/λειτουργικότητα του IMS Common Cartridge

Η έκδοση Common Cartridge v1.0 Final Specification, περιλαμβάνει δύο έγγραφα: το IMS Common Cartridge Profile v1.0, το οποίο ορίζει την έννοια του ανοιχτού format για τη διανομή των web-based περιεχόμενου, και το IMS Common Cartridge Authorization Web Service, το οποίο ορίζει την επικοινωνία μεταξύ της πλατφόρμας μάθησης και του εκδότη του

Cartridge, για να επιτρέψει την πρόσβαση των σπουδαστών στο Cartridge περιεχόμενο. Το Common Cartridge αυτοπροσδιορίζεται ως προφίλ των διαφόρων προδιαγραφών, που ασχολούνται με τα μεταδεδομένα, και περιεχόμενο της άδειας. Τα Common Cartridge μεταδεδομένα είναι βασισμένα στο IEEE Learning Object Metadata (IEEE LOM). Τα πρότυπα LOM IEEE 1484.12.1-2002 και LOM IEEE-03.12.1484-2005 ορίζουν ένα σύνολο χαρακτηριστικών για διαλειτουργικά αντικείμενα μάθησης, και να εξηγούν πώς αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να αναπαρασταθούν σαν XML αρχεία.

Το πρότυπο CC σκοπεύει να δηλώσει σαφώς και απερίφραστα πως οι παραπάνω προδιαγραφές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διανομή περιεχομένου με υψηλό βαθμό διαλειτουργικότητας σε όλες τις πλατφόρμες. Αυτό έχει επιτευχθεί με την επικέντρωση στις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες και στον αποκλεισμό άλλων που χρησιμοποιούνται σπάνια, αφαιρώντας ανεπιθύμητες προεκτάσεις, προσθέτοντας περιορισμούς σε δεδομένα σε ότι αφορά τον τύπο, το εύρος τιμών και τα λεξιλόγια, και εξαιρουμένων επιλογών υλοποίησης από τα σχετικά πρότυπα [12].

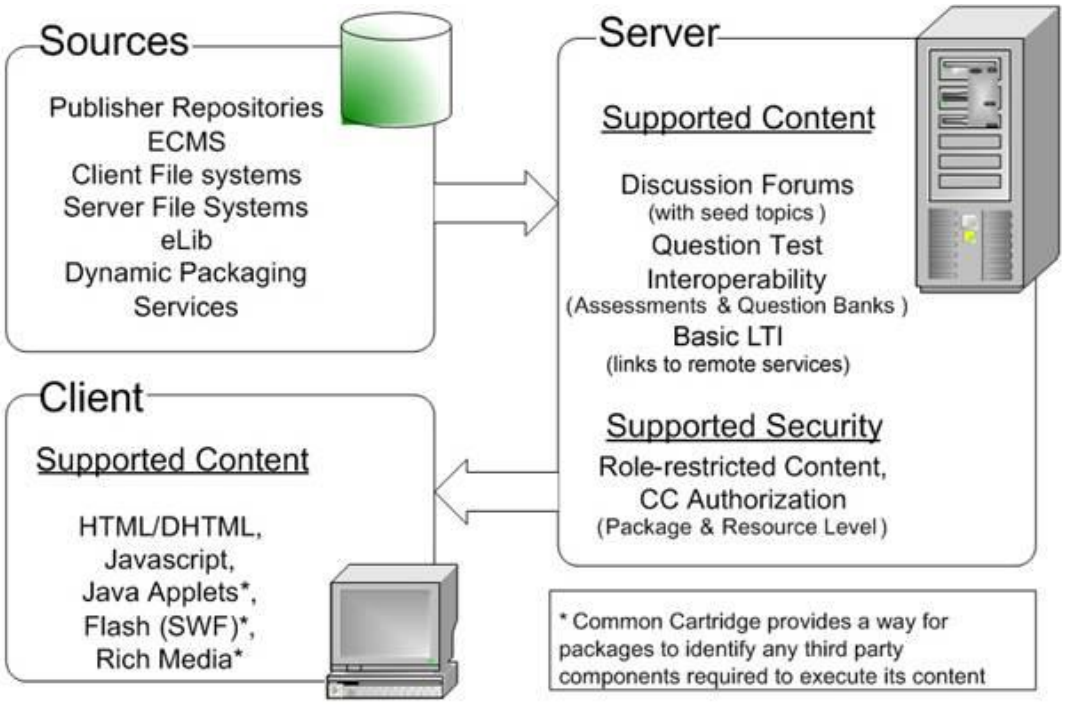
Στην εικόνα 13 βλέπουμε την δημιουργία ενός IMS CC πακέτου μέσα από ένα Authoring Tool , όπου το αρχείο περιέχει στοιχεία του IMS CP, του IMS QTI καθώς και άλλα συστήματα συγγραφής περιεχομένου. Στην συνέχεια βλέπουμε την εξαγωγή του και αποθήκευση του αρχείου IMS CC σε κάποιο εκπαιδευτικό αποθετήριο (Learning Repository) όπου θα μπορέσει εύκολα να το ανακτήσει ο εκπαιδευτής της πλατφόρμας για την δημιουργία ενός μαθήματος που θα βασίζεται πάνω σε αυτό τον εκπαιδευτικό πόρο. Έπειτα βλέπουμε και το βασικότερο κομμάτι της εφαρμογής, όπου θα εστιαστούμε και εμείς παρακάτω, την αναπαραγωγή του αρχείου IMS CC. Κατά την εκτέλεση του αρχείου από την εκπαιδευτική πλατφόρμα καλείται η import function ή όποια και καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο θα αποδομηθεί το IMS CC αρχείο και θα είναι έτοιμο προς ανάγνωση από την πλατφόρμα, σύμφωνα με το XML Rendering [39]. Επιπρόσθετα βλέπουμε και τις διεργασίες με εξωτερικές πηγές του αρχείου καθώς και τις προδιαγραφές τις οποίες ενσωματώνει (QTI, LTI, Forums κ.α).



Εικόνα 13: Δημιουργία και αναπαραγωγή IMS Common Cartridge [12]

1.8.4 Το λειτουργικό μοντέλο IMS Common Cartridge Run

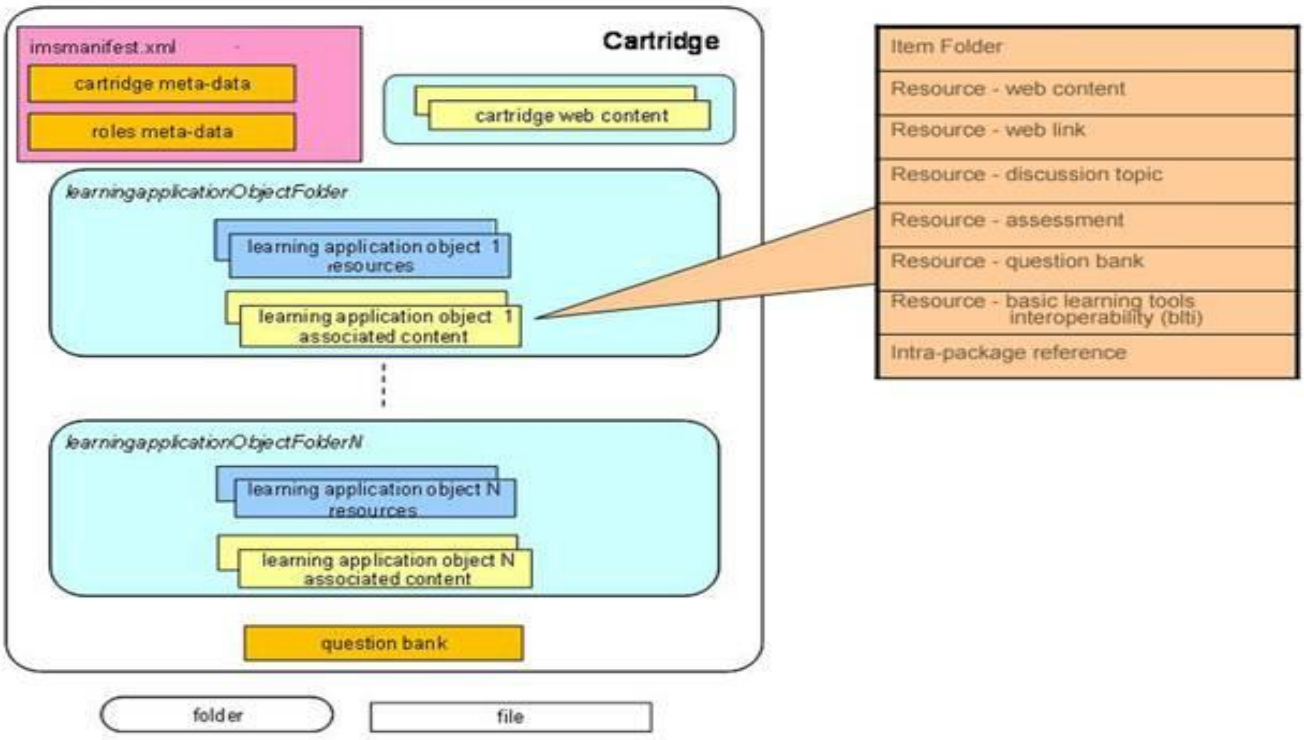
Το Common Cartridge επικεντρώνεται κυρίως στο πώς οι πληροφορίες μπορούν να τοποθετηθούν φυσικά σε ένα πακέτο και πώς οι πλατφόρμες μάθησης θα πρέπει να κατασκευάσουν ειδικά native objects, όπως εξωτερικές συνδέσεις, θέματα συζήτησης, basic LTI συνδέσεις, αξιολογήσεις και τράπεζες ερωτήσεων. Το Common Cartridge επίσης καθορίζει πώς οι πλατφόρμες μάθησης θα πρέπει να συμπεριφέρονται κατά την επεξεργασία πακέτων.[12] Στην εικόνα 14 βλέπουμε την δομή του IMS CC Run-Time Functional Model με τις επικοινωνίες του Server με εξωτερικές πηγές και με τον Client σύμφωνα με τις βοηθητικές προδιαγραφές που εμπεριέχει το IMS CC και τα πρωτόκολλα ασφαλείας κατά το Authorization.



Εικόνα 14: IMS Common Cartridge Run-Time Functional Model [12]

1.8.5 Common Cartridge Package Interchange File Structure

Το παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 15) μας δείχνει τη γενική διάταξη της συσκευασίας του Common Cartridge η οποία εμπεριέχει τα αρχεία των φακέλων, πηγές από web περιεχόμενο, web link τα οποία παραπέμπουν σε εξωτερικές παραπομπές, question banks, discussion topics, σύμφωνα με τα μαθησιακών αντικείμενα που περιγράφονται (learning application object associated content). Εδώ καταλαβαίνουμε την ευελιξία αλλά και τις τεράστιες δυνατότητες της προδιαγραφής IMS CC που οφείλονται στα διάφορα άλλα specification που ενσωματώνει. Επίσης, το Basic LTI είναι μέρος του Common Cartridge και το πακέτο θα πρέπει να έχει την επέκταση "imscc"[12].



Εικόνα 15: Γενική διάταξη ανταλλαγής αρχείων, συσκευασία του Common Cartridge. [12]

1.8.6 Πλεονεκτήματα του Common Cartridge

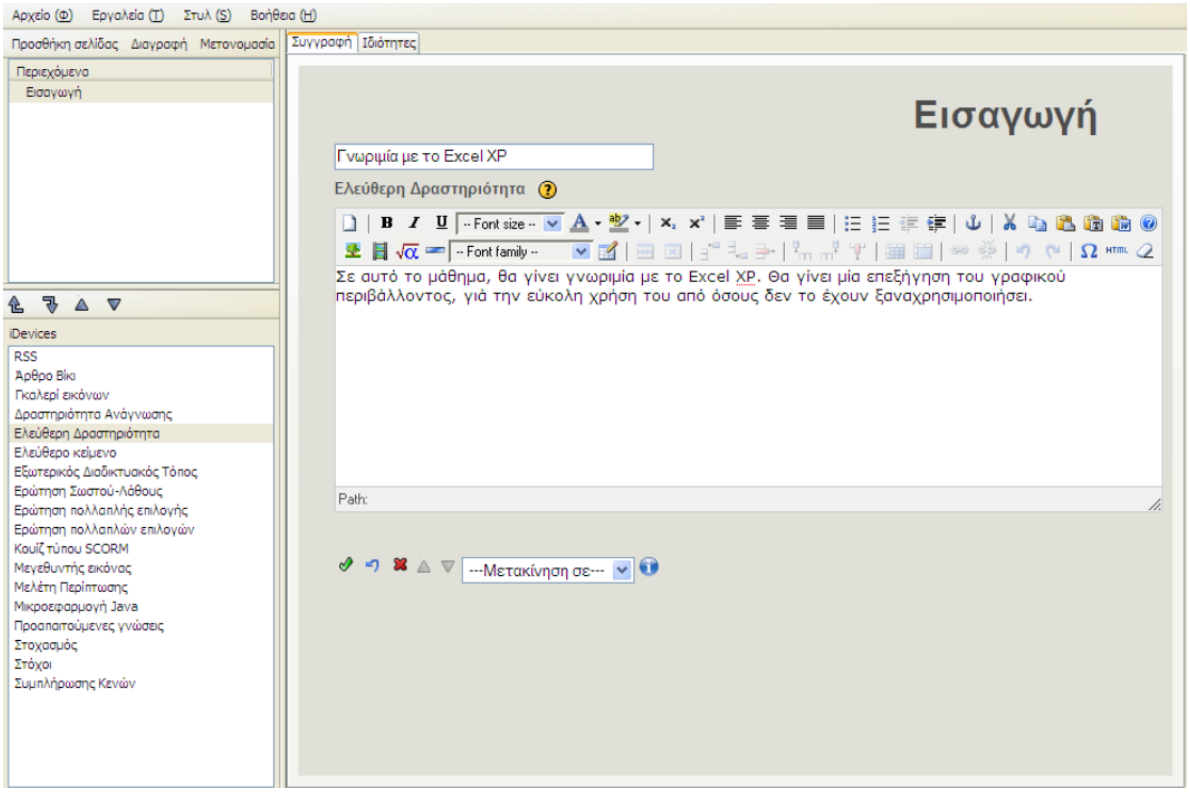
Το Common Cartridge επεκτείνει τα μαθησιακά αντικείμενα, ώστε να περιλαμβάνουν:

1. Κατανεμημένο περιεχόμενο, όπως για παράδειγμα ένα πακέτο μπορεί να περιλαμβάνει αναφορές σε πόρους και προορισμούς από το διαδίκτυο.
2. Αλληλεπίδραση με εξωτερικά εργαλεία, υπηρεσίες και εφαρμογές.
3. Εξουσιοδότηση, δίδοντας δικαιώματα πρόσβασης σε ολόκληρο το πακέτο ή σε επιμέρους τμήματα του.
4. Μπορούν να συμπεριληφθούν συνεργατικά forums.
5. Αξιολόγηση εκπαιδευόμενων που μπορεί να γίνει μέσα από τεστς και να χρησιμοποιηθούν άμεσα από τις εκπαιδευτικές πλατφόρμες.

1.8.7 Εργαλεία συγγραφής για common cartridge

Παρακάτω παραθέτουμε μερικά Authoring tools που υποστηρίζουν την δημιουργία IMS CC πακέτων.

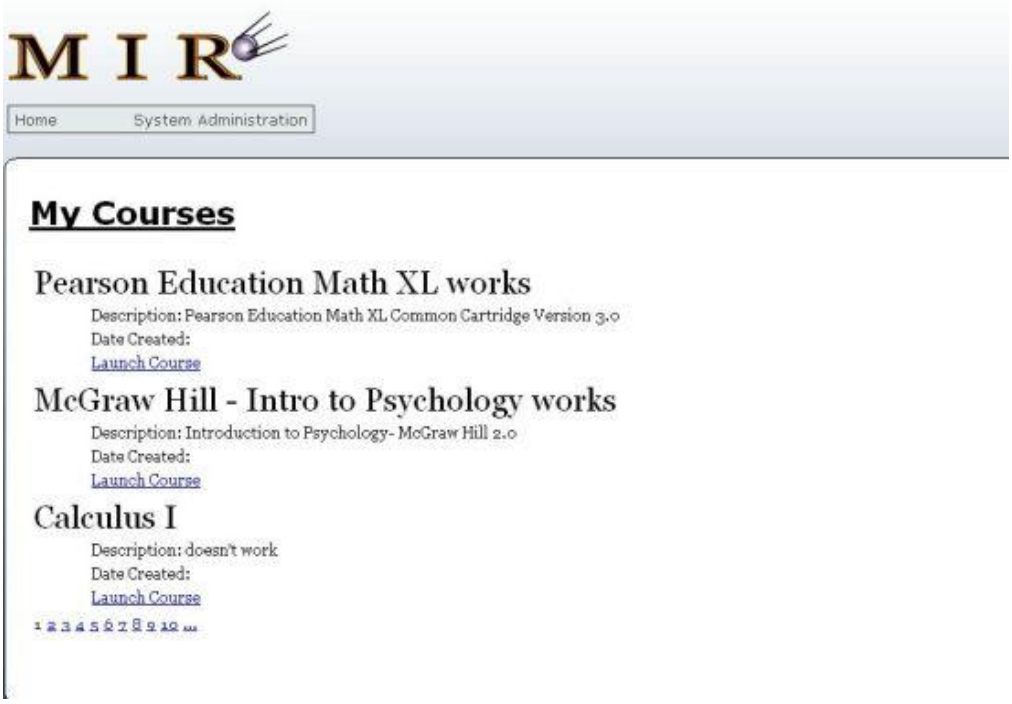
- **eXe.** Είναι ένα λογισμικό ανοικτού κώδικα το οποίο βοηθάει τους εκπαιδευτικούς στην δημιουργία και δημοσίευση εκπαιδευτικού περιεχομένου στο διαδίκτυο χωρίς να διαθέτουν γνώσεις ως προς την δημιουργία HTML ή XML markup. Επιπρόσθετα τους παρέχεται και η δυνατότητα ώστε να εξάγουν εκπαιδευτικό υλικό σε ευρέως αποδεκτές μορφές συσκευασίας περιεχομένου όπως σε IMS CP, Scorm 1.2 και σε IMS Common Cartridge.



Εικόνα 16: IMS CC Authoring tool - eXe [49]

- **MIR.** Το λογισμικό MIR είναι μια ανοιχτού κώδικα εφαρμογή για ανάπτυξη του IMS Common Cartridge σε πλατφόρμες Microsoft Windows. Ως χρήστης, μπορείτε να εισάγετε, να επεξεργαστείτε και να δημιουργήσετε ένα Cartridge package. Είναι δημιουργημένο σε ASP.NET, C# και Microsoft SQL Server. Τον πηγαίο κώδικα μπορείτε να κατεβάσετε από www.codeplex.com/mir και είναι IMS Copyright με άδεια

BSD. Το έργο αυτό είναι μια κοινή προσπάθεια μεταξύ της IMS, Microsoft και LearnGauge. [13]



Εικόνα 17: IMS CC Authoring Tool – MIR [13]

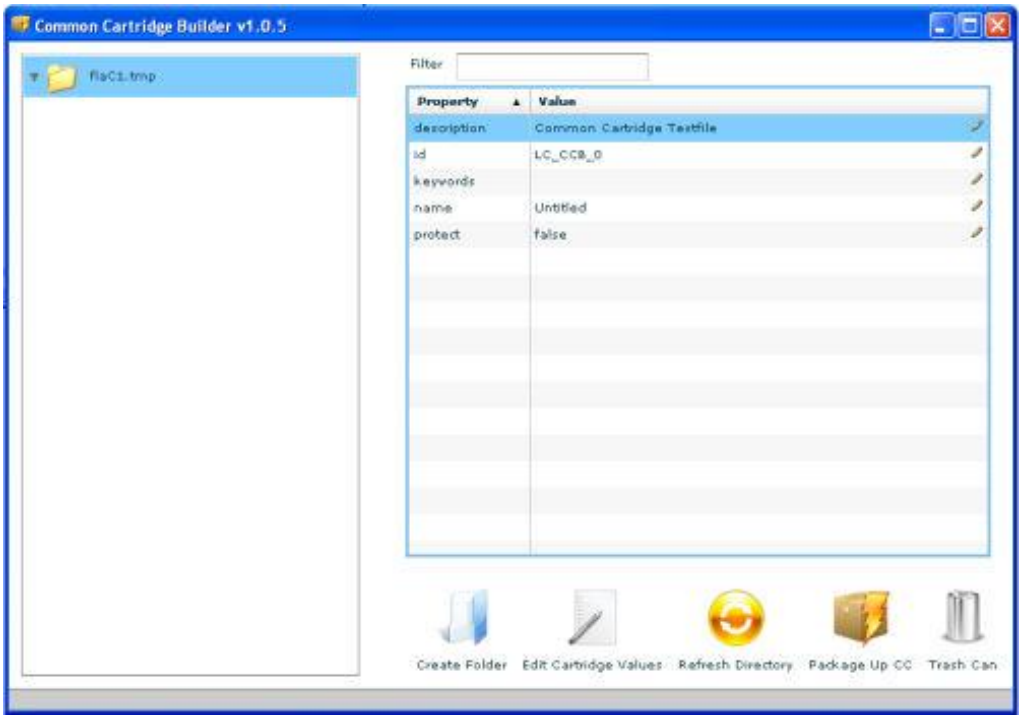
- **IDE Authoring tool and player.** Η τελευταία έκδοση που έχει κυκλοφορήσει η Learning Components Inc είναι η IDE LC (Instructional Development/Design Environment) που συνοδεύεται από τον LC Player.

  Τα χαρακτηριστικά που εμπεριέχει αυτό το authoring tool είναι η δυνατότητα drag n' drop που δίνει την δυνατότητα στον συγγραφέα να δημιουργήσει common cartridge πακέτα πολύ πιο εύκολα.



Εικόνα 18: IMS CC Authoring Tool & Player – IDE [40]

- **Common Cartridge Builder**, είναι μια Adobe AIR εφαρμογή που επιτρέπει εύκολα και γρήγορα να δημιουργήσουμε ένα Common Cartridge πακέτο με δυνατότητες drag n' drop αρχείων από τον υπολογιστή μας μέσα στην εφαρμογή. Επιπρόσθετα μας δίνει την δυνατότητα να μετονομάσουμε ή να αλλάζουμε τη δομή του πακέτου. Πρόκειται για Beta έκδοση.



Εικόνα 19: IMS CC Authoring Tool - Common Cartridge Builder [40]

1.8.8 Πιστοποιημένα LMS που υποστηρίζουν την προδιαγραφή του IMS CC

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές από τις πλατφόρμες LMS οι οποίες έχουν δοκιμαστεί και πιστοποιηθεί από την IMS Global ότι υποστηρίζουν επίσημα την προδιαγραφή IMS CC σε διάφορες εκδόσεις της.

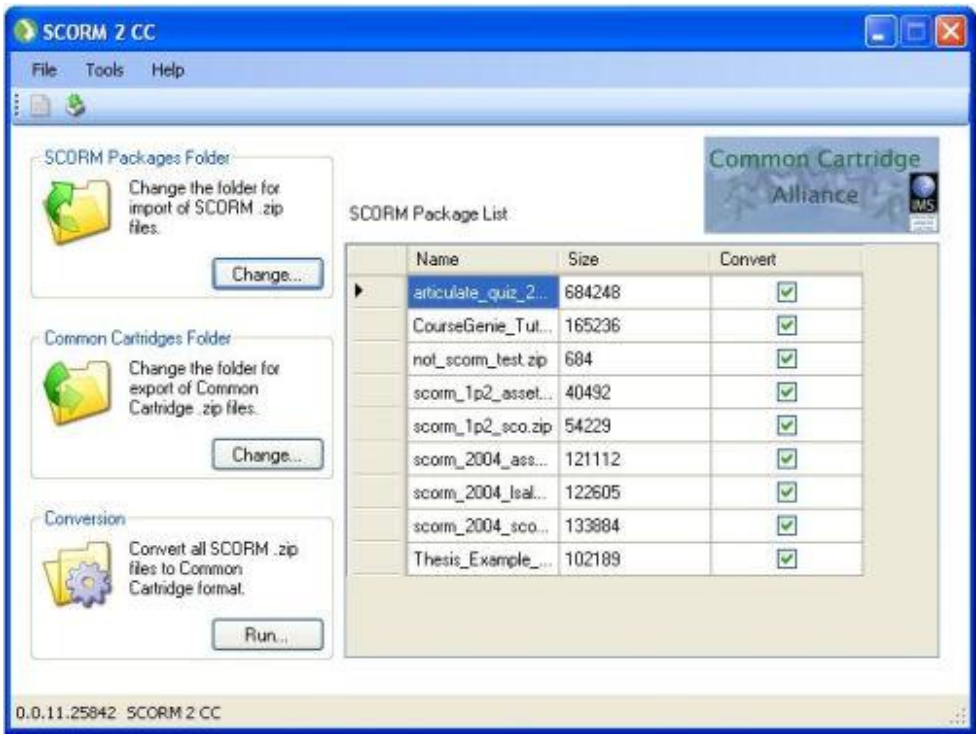
- Blackboard Learn: Είναι ένα εμπορικό σύστημα διαχείρισης μάθησης (commercial) και έχει αναπτυχθεί από την Blackboard Inc και λειτουργεί είτε ως hosted σε servers της Blackboard ή και τοπικά εγκατεστημένο. Μερικά από τα χαρακτηριστικά που περιλαμβάνει είναι:
  - ανακοινώσεις,
  - συζητήσεις,
  - chat,
  - διαχείριση περιεχομένου,
  - ημερολόγια,
  - αναθέσεις εργασιών,
  - βαθμολογία
  - και βιβλιοθήκες multimedia.

  Το Blackboard είναι σχεδιασμένο για να μπορεί να υποστηρίξει επίσημα τις εκδόσεις του IMS CC έως και την 1.2
- D2L: Πρόκειται για το Desire2Learn, ένα σύστημα LMS που περιλαμβάνει τα τυπικά χαρακτηριστικά συν ένα σύστημα e-Portfolio, αναφορές (reports) καθώς και τη δυνατότητα λήψης και μετάδοσης παρουσιάσεων με multimedia υλικό σε απομακρυσμένα ακροατήρια. Πρόκειται για λύση που αξιοποιεί το cloud με πελάτες από όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Το D2L είναι σχεδιασμένο για να μπορεί να υποστηρίξει επίσημα τις εκδόσεις του IMS CC έως και την 1.3
- Canvas: Το σύστημα διαχείρισης μάθησης Canvas LMS έχει αναπτυχθεί από την Instructure Inc και διατίθεται σε δύο εκδόσεις, την Cloud που είναι η εμπορική έκδοση με την συνοδεία εφαρμογών για κινητές συσκευές, την χρήση στοιχείων Web 2.0 και την έκδοση CV που είναι η έκδοση ανοιχτού κώδικα, η οποία έχει όμως αρκετές ελλείψεις.

Το Canvas είναι σχεδιασμένο για να μπορεί να υποστηρίξει επίσημα τις εκδόσεις του IMS CC έως και την 1.2 [28]

1.8.9 Convert Scorm to CC

Το Scorm2CC είναι ένα βοηθητικό πρόγραμμα για τη μετατροπή πακέτου ADL SCORM Package Interchange File (PIF) format σε IMS Common Cartridge format. Είναι διαθέσιμο από την Microsoft και είναι ανοιχτού κώδικα. Λειτουργεί τόσο με SCORM 1.2 όσο και με SCORM 2004. Εάν όμως το SCORM αρχείο PIF περιέχει πολλαπλές δομές οργάνωσης θα μετατραπεί μόνο η προεπιλεγμένη.



Εικόνα 20: Εφαρμογή μετατροπής ADL SCORM σε IMS CC

1.8.10 Το IMS CC σε σύγκριση με το SCORM

Σύμφωνα με την IMS, το IMS CC δεν σχεδιάστηκε ως ο αντικαταστάτης του πρότυπου SCORM, αλλά ως μια βελτίωσή του [14]. Το SCORM αναπτύχθηκε για την υποστήριξη της εκπαίδευσης βασισμένης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (Computer-based learning – CBL), η οποία, όπως αναφέραμε και στο πρώτο κεφάλαιο, αναφέρεται στη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών ως βασικό συστατικό του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, με ελάχιστη ή μηδενική

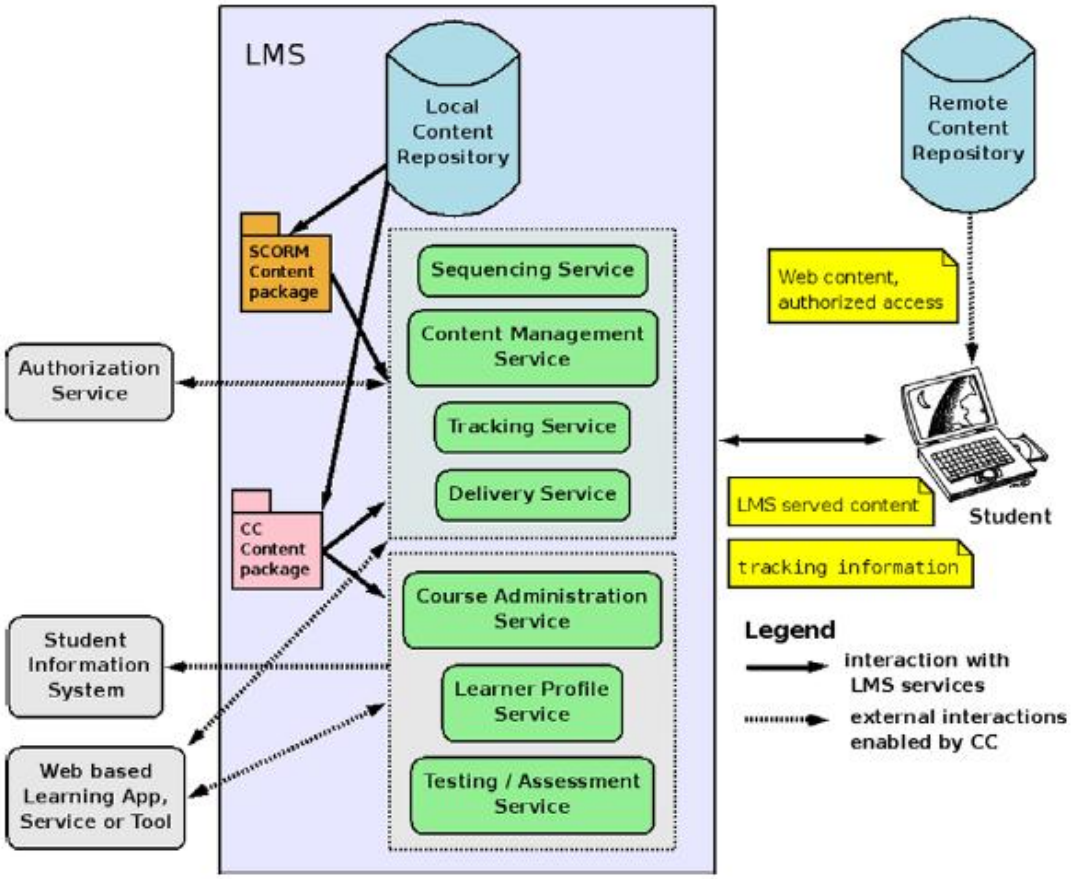
αλληλεπίδραση με τον εκπαιδευτικό και με τους συμμαθητές του εκπαιδευομένου. Σε αντίθεση το CC, σχεδιάστηκε, ώστε να επιτρέπεται η χρήση του εκπαιδευτικού υλικού σε ένα διαδραστικό, συνεργατικό περιβάλλον μεταξύ των εκπαιδευομένων και των εκπαιδευτών. Στις μέρες μας δεν είναι απαραίτητο να συγκεντρωθούν στον ίδιο χώρο οι συμμετέχοντες για την διεξαγωγή ενός μαθήματος, αλλά ίσως την ίδια χρονική στιγμή από διαφορετικές τοποθεσίες. Για το σκοπό αυτό, το IMS CC περιλαμβάνει και την υποστήριξη δραστηριοτήτων, οι οποίες δεν έχουν συμπεριληφθεί στο SCORM, όπως δηλαδή αξιολογήσεις, διαδραστικό περιεχόμενο, δραστηριότητες συνεργασίας, διευκόλυνση και την αδειοδότηση, forums και τηλεδιασκέψεις. Σύμφωνα πάντα με την IMS, το IMS CC σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει πολύ διαφορετικά σενάρια μάθησης, με την πεποίθηση ότι το web-based περιεχόμενο θα είναι διαδεδομένο τόσο σε τυπικές δομές μάθησης, όπως μαθήματα, όσο και στην άτυπη μάθηση, όπως η παραπομπή σε εξωτερικές πηγές και την χρήση του στην επαγγελματική κατάρτιση.

Η IMS ισχυρίζεται πως με το CC έχει κάνει μια προσπάθεια να απλοποιήσει τα πρότυπα εφαρμογών μέσω της χρήσης των προφίλ, έτσι ώστε η υλοποίηση και ο έλεγχος να είναι ευκολότερος από ότι είναι με το SCORM.

Ας πραγματοποιήσουμε όμως μια σύγκριση ανάμεσα στο SCORM και το IMS CC:

- Content Packaging: Και τα δυο πρότυπα βασίζονται πάνω στο IMS Content Packaging
- Metadata: Και τα δυο πρότυπα βασίζονται στο πλήρες σύνολο μεταδεδομένων που προτείνει το IEEE LOM.
- Sequencing: Το SCORM απαιτεί τουλάχιστον έναν οργανισμό, ενώ το IMS CC εφαρμόζει τη χρήση μόνος ενός οργανισμού.
- Assessment: Το SCORM δεν υποστηρίζει δομές αξιολόγησης, σε αντίθεση με το IMS CC το οποίο υποστηρίζει το IMS QTI.
- Tracking: Το SCORM δίνει τη δυνατότητα στην εκπαιδευτική πλατφόρμα να αποκτήσει μόνο ορισμένα στοιχεία της απόδοσης του εκπαιδευομένου, όπως βαθμολογία, για το αν πέτυχε ή απέτυχε ο εκπαιδευόμενος, καθώς και για τον χρόνο που δαπάνησε για κάθε εργασία. Το IMS CC επιτυγχάνει πιο λεπτομερή παρακολούθηση με τη βοήθεια του IMS QTI και του IMS LTI.
- Συνεργατικά Forum: Το IMS CC παρέχει τη δυνατότητα υποστήριξης forum επικοινωνίας, σε αντίθεση με το SCORM

- Αλληλεπίδραση WEB 2.0 με άλλα εκπαιδευτικά εργαλεία: Το IMS CC παρέχει τη δυνατότητα αυτή μέσα από το IMS LTI.
- Content Authorization: Το CC Παρέχει τη δυνατότητα αυτή μέσω του IMS Web Service Authorization.
- Outcomes reporting, τα οποία αναμένεται να υποστηριχθούν από το IMS CC μέσα από τις προδιαγραφές IMS ePortfolio, Learner Information Package (LIP) και Learning Information Services.
- Accessibility: Και εδώ αναμένεται να υπάρξει υποστήριξη για τους εκπαιδευομένους με ειδικές ανάγκες για τις πλατφόρμες ηλεκτρονικής μάθησης που υποστηρίζουν το IMS CC, τόσο για το εκπαιδευτικό περιεχόμενο όσο και για τις εκπαιδευτικές διαδικασίες. Αυτό είναι μια προδιαγραφή της ISO / IEC JTC1 SC36, που προσπαθεί να υλοποιήσει το πρότυπο IMS Access for All Working Group. [14]



Εικόνα 21: Γενικό μοντέλο Συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης LMS με τις αλληλεπιδράσεις τους. [14]

Στην Εικόνα 20 απεικονίζεται ένα γενικό μοντέλο μιας εφαρμογής LMS με τις αλληλεπιδράσεις τους και τις διεργασίες τους. Ένα πακέτο περιεχομένου SCORM αποθηκεύεται σ' ένα εκπαιδευτικό αποθετήριο (Learning Repository) και μπορεί να αλληλεπιδράσει με διάφορες υπηρεσίες, τη διαχείριση περιεχομένου, την παρακολούθηση, την παράδοσή του και το sequencing. Ένα πακέτο περιεχομένου IMS CC μπορεί να αλληλεπιδράσει με τις ίδιες υπηρεσίες καθώς και με τη διαχείριση του μαθήματος, το προφίλ του εκπαιδευομένου και την αξιολόγηση του. Το IMS CC επιτρέπει επίσης και την αλληλεπίδραση με χρήση υπηρεσιών authorization, την ενημέρωση των εκπαιδευομένων και αξιοποίηση web-based εφαρμογών, υπηρεσιών ή εργαλείων.

Η IMS υποστηρίζει τη μετατροπή του SCORM σε IMS CC σαν μια απλή διαδικασία καθώς και τα δυο βασίζονται στο IMS Content Packaging, όπως αναφέραμε και πρωτύτερα με την εφαρμογή SCORM2CC. Με τη μετατροπή του πακέτου δεν θα είναι απαραίτητη η υποστήριξη του προτύπου SCORM από τα LMS, καθώς εάν υποστηρίζεται το IMS CC και έχει πραγματοποιηθεί η μετατροπή σε αυτό, θα είναι δυνατή και η αναπαραγωγή του και ουσιαστικά το LMS θα μπορεί να παρέχει μέσα από το IMS CC και έναν SCORM Player. [14]

Ειδικό μέρος

Κεφάλαιο 2 – Ανάπτυξη του συστήματος

Στα πλαίσια της παρούσης διπλωματικής εργασίας ασχοληθήκαμε με τη δομή του IMS Content Package την οποία και χρησιμοποιεί το IMS CC, με το πρότυπο μεταδεδομένων IEEE LOM καθώς και με την λειτουργία, την δομή και τις απαιτήσεις της προδιαγραφής IMS CC v1.3 [12] που ήταν και ο αρχικός στόχος της εργασίας μας. Στη συνέχεια, υλοποιήσαμε μια Web-Based εφαρμογή, η οποία υποστηρίζει την ανάγνωση και αναπαραγωγή ενός IMS CC αρχείου μέσα από την αποδόμηση του imsmanifest.xml αρχείου, το οποίο κουβαλάει όλη την πληροφορία για το περιεχόμενο της συσκευασίας. Η εφαρμογή μας αφορά σε μια Thin έκδοση του IMS CC και είναι βασισμένη στην τελευταία έκδοση v1.3.

2.1 Ανάλυση

Οι λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος μας είναι οι παρακάτω:

- Προσθήκη ενός ήδη επικυρωμένου, σύμφωνα με το επίσημο εργαλείο της IMS, αρχείου imscc.zip (IMS-CC συσκευασία) μέσα στην εφαρμογή (add files).
- Ανάλυση και αποδόμηση των περιεχομένων του αρχείου imscc.zip σύμφωνα με το imsmanifest.xml.
- Μεταφόρτωση των πόρων που περιλαμβάνονται στο αρχείο imscc.zip καθώς και φόρτωση των περιεχομένων του μαθήματος.
- Αναπαραγωγή μαθήματος με τη σειρά και τους όρους που ορίζει η συσκευασία.
- Το πρωτότυπο σύστημα που θα παρουσιάζει το υλικό θα πρέπει να είναι διαδραστικό για το μαθητή, ανεξάρτητα από το υλικό που εισάγεται, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μια online εμπειρία μάθησης.

2.1.1 Περιπτώσεις χρήσης (Use Cases)

Αναλύονται οι πιο κάτω περιπτώσεις χρήσης:

1. Αποδοχή όρων χρήσεις της εφαρμογής από τον χρήστη - I have read and agree with the terms above.
2. Αναζήτηση
3. Ακύρωση μεταφόρτωσης (upload) αρχείου από τον χρήστη -Cancel load

4. Μεταφόρτωση (upload) αρχείου zip στο server και στην συνέχεια φόρτωση μαθήματος -Upload the zip file to server and then Load the lesson!!!
5. Προβολή περιεχομένου του πακέτου imscc.zip -COMMON CARTRIDGE ZIP CONTENTS.
6. Φόρτωση μαθήματος - Load the Lesson → → →
7. Φόρτωση περιεχομένων μαθήματος - LOAD LESSON CONTENTS

2.1.1.1 Περίπτωση χρήσης 1

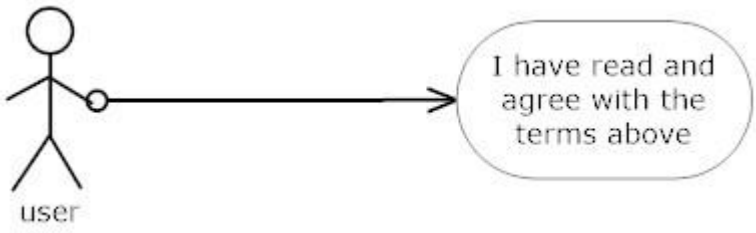
Τίτλος περίπτωσης χρήσης

Αποδοχή όρων χρήσης για χρήση της εφαρμογή.

Σύντομη περιγραφή

Ο χρήστης για να κάνει χρήση της εφαρμογής θα πρέπει αρχικά να αποδεχτεί τους όρους χρήσης.

Διάγραμμα δραστηριότητας περίπτωσης χρήσης



2.1.1.2 Περίπτωση χρήσης 2

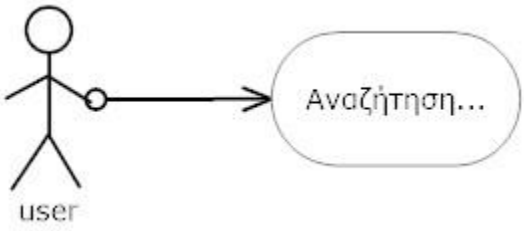
Τίτλος περίπτωσης χρήσης

Αναζήτηση τοπικά αποθηκευμένου αρχείου imscc.zip από το χρήστη .

Σύντομη περιγραφή

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί «αναζήτηση» επιλέγει το αρχείο imscc.zip που επιθυμεί να μεταφορτώσει στην εφαρμογή.

Διάγραμμα δραστηριότητας περίπτωσης χρήσης



2.1.1.3 Περίπτωση χρήσης 3

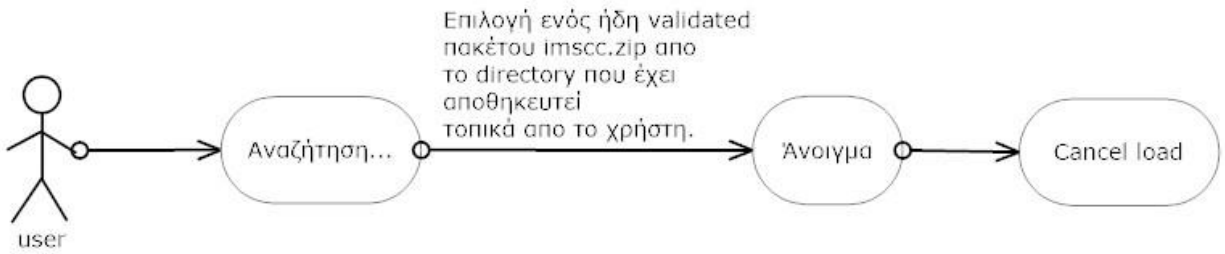
Τίτλος περίπτωσης χρήσης

Ακύρωση μεταφόρτωσης (upload) του πακέτου imscc.zip στην εφαρμογή.

Σύντομη περιγραφή

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα εφόσον έχει επιλέξει το πακέτο imscc.zip για να το ανεβάσει στη εφαρμογή, να ακυρώσει την διαδικασία.

Διάγραμμα δραστηριότητας περίπτωσης χρήσης



2.1.1.4 Περίπτωση χρήσης 4

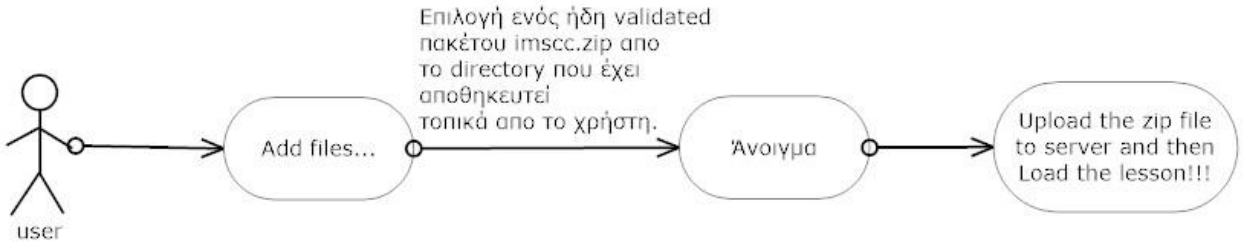
Τίτλος περίπτωσης χρήσης

Μεταφόρτωση (upload) του πακέτου imscc.zip στην εφαρμογή.

Σύντομη περιγραφή

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα έχοντας επιλέξει το πακέτο imscc.zip, να το προσθέσει στην εφαρμογή.

Διάγραμμα δραστηριότητας περίπτωσης χρήσης



2.1.1.5 Περίπτωση χρήσης 5

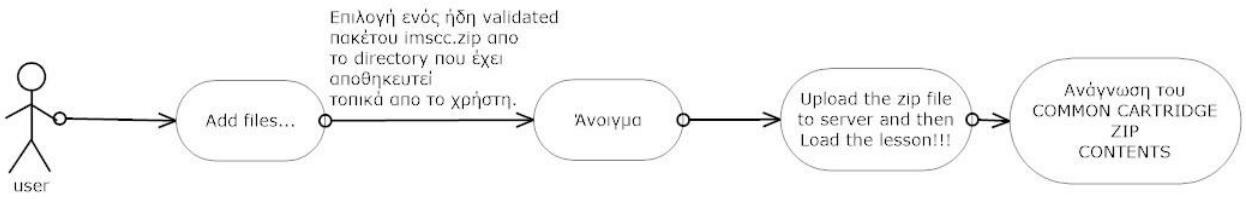
Τίτλος περίπτωσης χρήσης

Προβολή περιεχομένου του πακέτου imscc.zip που έχει επιλέξει ο χρήστης .

Σύντομη περιγραφή

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα εφόσον έχει επιλέξει το πακέτο imscc.zip και το έχει προσθέσει στην εφαρμογή, να μπορεί να δει τα περιεχόμενα του πακέτου αυτού και στην συνέχεια να γίνει η προβολή του πακέτου που επέλεξε.

Διάγραμμα δραστηριότητας περίπτωσης χρήσης



2.1.1.6 Περίπτωση χρήσης 6

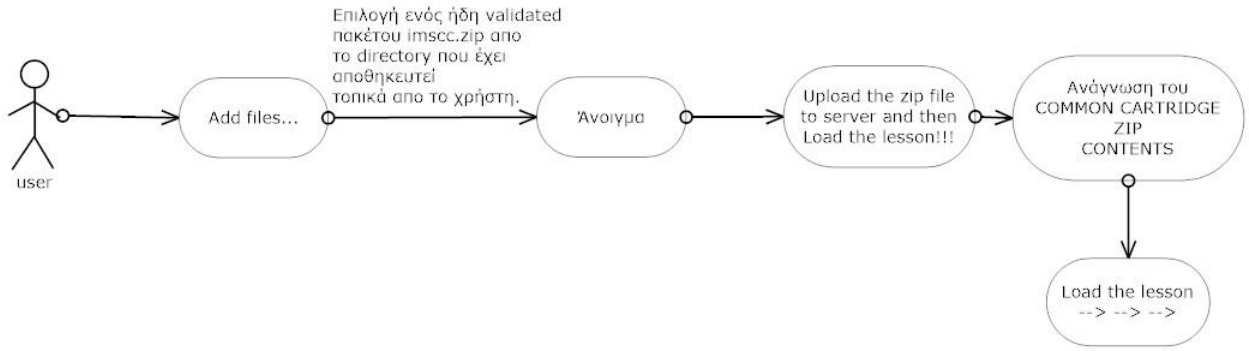
Τίτλος περίπτωσης χρήσης

Φόρτωση του μαθήματος που έχει επιλέξει ο χρήστης.

Σύντομη περιγραφή

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα εφόσον έχει μεταμορφώσει το πακέτο imscc.zip και διαβάσει τα περιεχόμενα του να το προσθέσει στην εφαρμογή.

Διάγραμμα δραστηριότητας περίπτωσης χρήσης



2.1.1.7 Περίπτωση χρήσης 7

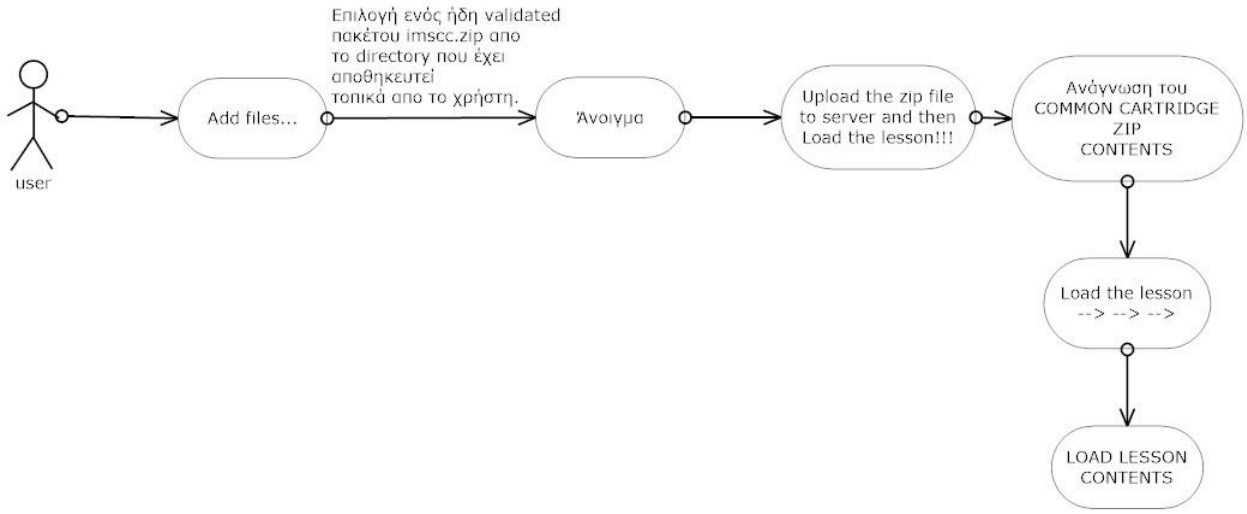
Τίτλος περίπτωσης χρήσης

Φόρτωση περιεχομένων μαθήματος.

Σύντομη περιγραφή

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα εφόσον έχει προσθέσει στην εφαρμογή το πακέτο imscc.zip, να μπορεί να αρχίσει την αναπαραγωγή του.

Διάγραμμα δραστηριότητας περίπτωσης χρήσης

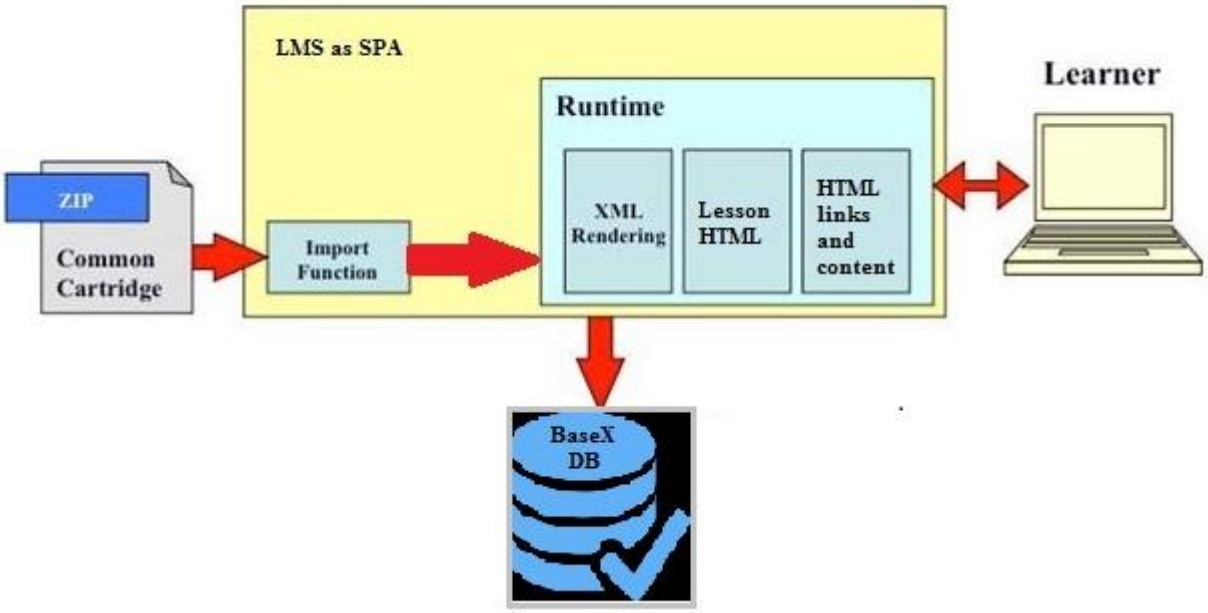


2.2 Σχεδιασμός

Στην Εικόνα 22 παρουσιάζεται ένα σχεδιάγραμμα με τις λειτουργικές διαδικασίες της εφαρμογής, από την μεταφόρτωση του imscc.zip αρχείου έως την ανάγνωση του περιεχομένου από το εκπαιδευόμενο. Αρχικά, πραγματοποιείται η φόρτωση του αρχείου .zip που είναι δομημένο σύμφωνα με το πρότυπο IMS CC (imscc.zip) και γίνεται η αποθήκευση του στον server. Αφού φορτωθεί το αρχείο ακολουθεί η αποδόμηση του και εντοπίζεται το αρχείο imsmanifest.xml που είναι το βασικότερο αρχείο καθώς είναι αυτό που περιέχει όλη τη πληροφορία της συσκευασίας (IMS CC). Στη συνέχεια ταξινομείται το περιεχόμενο σύμφωνα με την προδιαγραφή και λαμβάνοντας υπόψη τους κανόνες που το διέπουν, παρουσιάζεται στο χρήστη-εκπαιδευόμενο. Πιο αναλυτικά στο σχήμα της Εικόνας 22 βλέπουμε στα αριστερά το αρχείο imscc.zip το οποίο έχει επιλέξει ο χρήστης για να φορτώσει στην εφαρμογή. Στην συνέχεια πραγματοποιείται η διαδικασία της import function όπου αντιγράφονται τα περιεχόμενα του πακέτου στον server και η τοποθέτηση του imsmanifest.xml στην βάση δεδομένων (BaseX, μια XML database engine). Κατά την διαδικασία του runtime πραγματοποιείται η αναπαραγωγή του μαθήματος βάσει του XML rendering καθώς έχουμε ως οδηγό το imsmanifest.xml για την αναπαραγωγή των html αρχείων, των links και του υπόλοιπου περιεχομένου σε οποιαδήποτε άλλη μορφή (pdf, video κλπ).

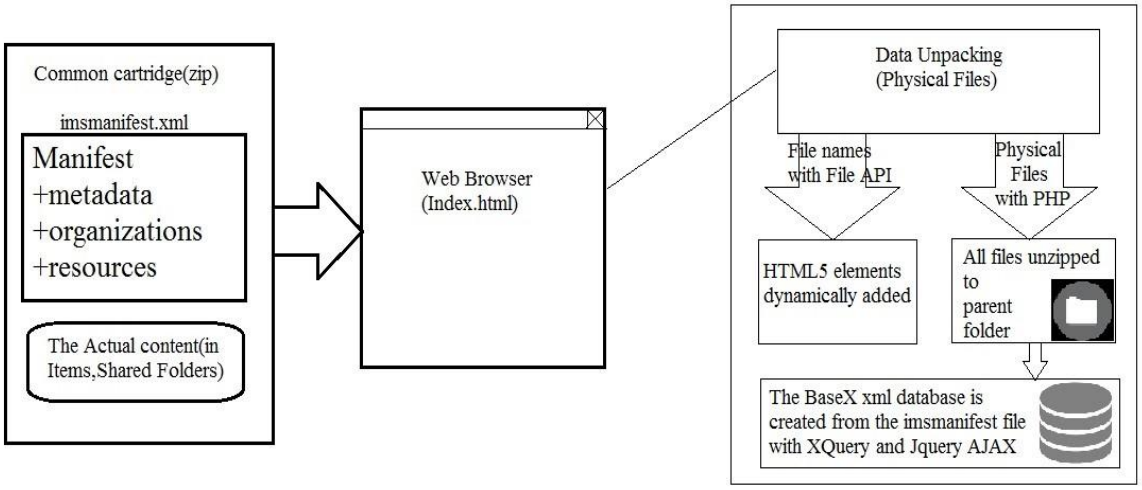
Το IMS CC είναι ένα σύνολο προδιαγραφών που παρέχει [12]:

- Πρώτον, το ψηφιακό υλικό των μαθημάτων για χρήση σε ηλεκτρονικά συστήματα μάθησης, το οποίο μπορεί να αναπτυχθεί σε μια και μόνο συγκεκριμένη μορφή και να παραδοθεί σε διαφορετικά συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης και πλατφόρμες.
- Δεύτερον, την αξιοποίηση νέων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την παρουσίαση του υλικού, όπως ψηφιακά βιβλία, βίντεο, ιστοσελίδες, μαθήματα κ.λπ. σε διαδικτυακό περιβάλλον.



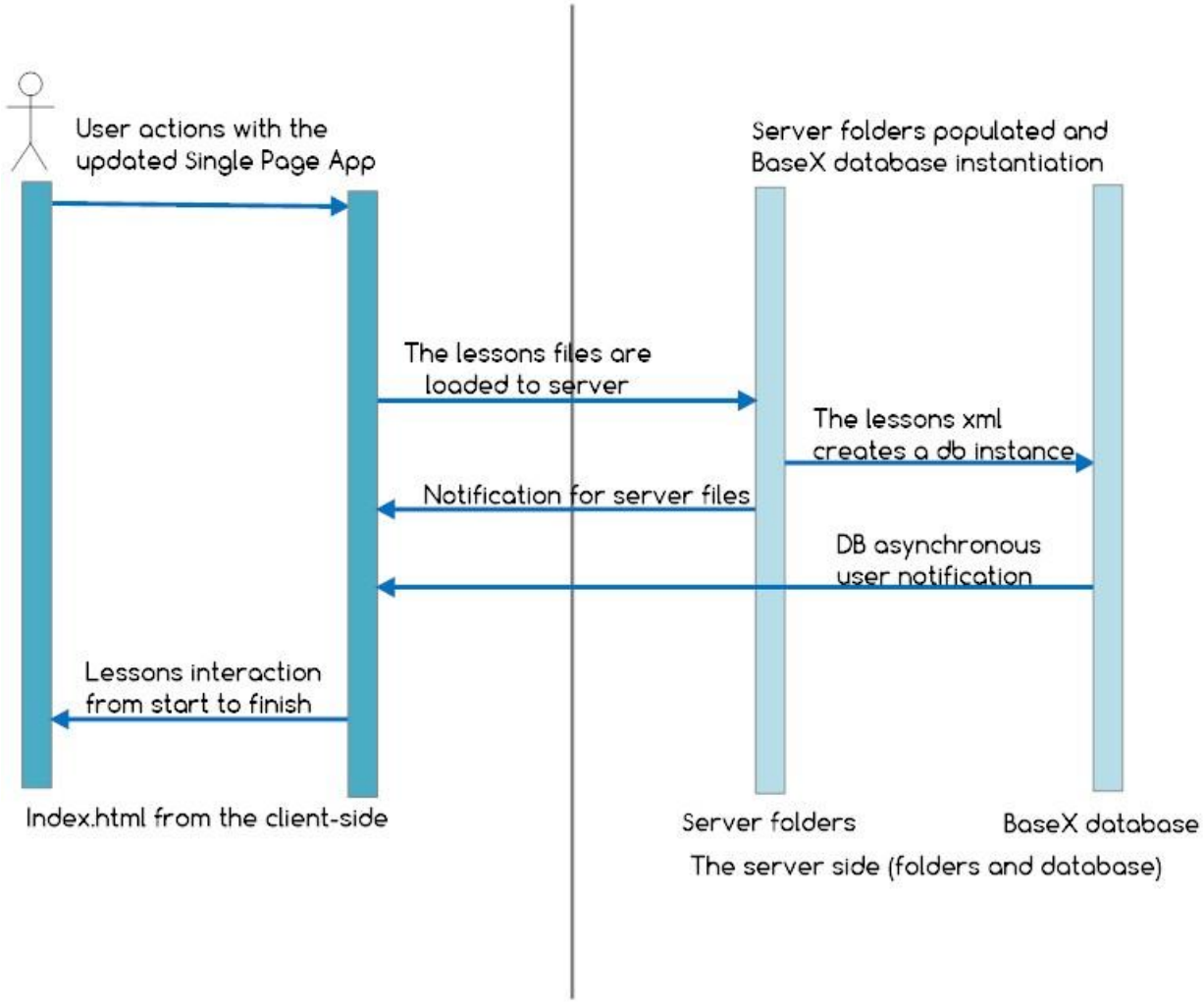
Εικόνα 22: Σύστημα διαχείρισης μάθησης (LMS) ως ένα Single Page Application (SPA)

Ο σχεδιασμός της εφαρμογή μας είναι βασισμένος στην τεχνική SPA (Single Page Application), καθώς όλες οι ενέργειες του χρήστη θα πραγματοποιούνται μέσα από μια κεντρική σελίδα. Στην Εικόνα 23, γίνεται μια παρουσίαση του σχεδιασμού που ακολουθήθηκε για την ~~η~~ υλοποίηση της εφαρμογής. Αρχικά βλέπουμε την δομή του πακέτου imscc.zip που έχει επιλεχθεί από το χρήστη για να φορτωθεί στην εφαρμογή μας μέσω ενός web browser. Στην συνέχεια αναλαμβάνουν ρόλο η μηχανισμοί της εφαρμογής μας, με πρώτη την διεργασία του data unpacking με την οποία πραγματοποιείται η αποσυμπίεση των δεδομένων. Με το file API διαβάζονται τα ονόματα των αρχείων και τοποθετούνται δυναμικά στην εφαρμογή με χρήση HTML5. Με την βοήθεια της php πραγματοποιείται αποσυμπίεση των περιεχομένων του αρχείου στο server και αναπτύσσεται η BaseX βάση η οποία δημιουργείται από το imsmanifest.xml αρχείο με την βοήθεια των τεχνολογιών XQuery και JQuery AJAX.



Εικόνα 23: Σχεδιασμός υλοποίησης

Στην Εικόνα 24 παρουσιάζεται ένα πλήρες σχεδιάγραμμα αλληλεπίδρασης με τις αιτήσεις του χρήστη (από πλευράς client) της εφαρμογής και το πώς γίνεται η επικοινωνία με τον server, για τη λήψη της πληροφορίας που ζητήθηκε. Ο χρήστης πραγματοποιεί αίτημα μέσω της εφαρμογής μας για να ανεβάσει το (συσκευασμένο) μάθημα που έχει επιλέξει. Στην συνέχεια τα περιεχόμενα του μαθήματος φορτώνονται στον server και δημιουργείται η βάση BaseX από το imsmanifest.xml της συσκευασίας. Μέσα από την εφαρμογή ο χρήστης ενημερώνεται για την ολοκλήρωση του ανεβάσματος των αρχείων στον server καθώς και για την δημιουργία της BaseX βάσης. Ο χρήστης πλέον μπορεί να αλληλοεπιδράσει με την εφαρμογή μας και να αναπαράγει το μάθημα του από την αρχή μέχρι το τέλος του.



Εικόνα 24: Σχεδιάγραμμα αλληλεπίδρασης εφαρμογής

2.2.1 SPA (Single Page Application)

Μια SPA (Single Page Application) [42], είναι ένα αρχιτεκτονικό πρότυπο σχεδιασμού μιας διαδικτυακής εφαρμογής (web application/site), όπου το περιβάλλον λειτουργίας και η εμπειρία του χρήστη οριοθετούνται σε μια κύρια ενιαία σελίδα. Η εισαγωγή δεδομένων καθώς και η εμφάνιση των αποτελεσμάτων παρέχονται στον χρήστη μέσα από μια σελίδα χωρίς αυτή ν' ανανεώνεται ή να τερματίζεται για να υπάρξει μετάβαση σε μια νέα σελίδα.

Σε μια SPA οι λειτουργικές μέθοδοι asynchronous HTTP GET και POST [22] στέλνουν και λαμβάνουν δεδομένα από τον διακομιστή (server) και είναι αυτές οι οποίες παρέχουν την πληροφορία που προστίθεται δυναμικά στη σελίδα. Αυτό προκαλεί μια ιδιότυπη εμπειρία του

χρήστη μέσα από ένα ευέλικτο user interface (σύστημα διεπαφής χρήστη), που στέλνει και λαμβάνει μόνο τα απαιτούμενα δεδομένα προς και από τον διακομιστή (server). Έτσι με τα αναγκαία δεδομένα μόνο, ο χρήστης επικεντρώνεται σε αυτά μόνο και μπορεί να βιώσει μια πιο συγκροτημένη διεπαφή. Επιπρόσθετα, προσφέρει καλύτερη και πιο ασφαλή διαχείριση του διακομιστή και των αποθηκευμένων δεδομένων (server/storage), χωρίς να δίνονται δικαιώματα περισσότερα από τα απολύτως απαραίτητα σε απλούς χρήστες.

Μια SPA (Single Page Application) είναι μια εφαρμογή με ένα ενιαίο σημείο εισόδου (για παράδειγμα index.html) και όλο το περιεχόμενο που χρησιμοποιεί προστίθεται δυναμικά ή αφαιρείται δυναμικά από αυτή τη μοναδική σελίδα εφαρμογής. Η υλοποίησή της γίνεται σύμφωνα με την αρχιτεκτονική όπου ο χρήστης αλληλοεπιδρά μόνο από τη μεριά του client και όλα τα στοιχεία και τα δεδομένα εμφανίζονται στη σελίδα που χρησιμοποιεί.

Στην εφαρμογή μας ο αποθηκευτικός χώρος του server ενημερώνεται με τα αρχεία και τους φακέλους, σύμφωνα με αυτά που είναι δηλωμένα μέσα στο imsmanifest.xml και περιλαμβάνονται στο συμπιεσμένο αρχείο (imscc.zip), που επιλέγει ο χρήστης να εισάγει στην εφαρμογή. Η μεταφόρτωση του αρχείου ξεκινάει μετά από αίτημα που πραγματοποιεί ο χρήστης. Ο χρήστης αλληλοεπιδρά μέσα στη σελίδα μόνο με HTML5 [43] στοιχεία (elements) και δεν υπάρχει άμεση επαφή του χρήστη με τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στον server και στη βάση δεδομένων. Όλες οι απαραίτητες διεργασίες περιλαμβάνουν τον συγχρονισμό των δεδομένων ανάμεσα στον client και τον server.

2.2.2 Model-View-Controller

Το Model-View-Controller (MVC) είναι ένα μοντέλο αρχιτεκτονικής λογισμικού το οποίο χρησιμοποιείται για την δημιουργία περιβαλλόντων αλληλεπίδρασης χρήστη. Στο μοντέλο αυτό η εφαρμογή διαιρείται σε τρία διασυνδεδεμένα μέρη ώστε να διαχωριστεί η παρουσίαση της πληροφορίας στον χρήση από την μορφή που έχει αποθηκευτεί στο σύστημα. Το κύριο μέρος του μοντέλου είναι το αντικείμενο Model το οποίο διαχειρίζεται την ανάκτηση / αποθήκευση των δεδομένων στο σύστημα. Το αντικείμενο View χρησιμοποιείται μόνο για να παρουσιάζεται η πληροφορία στον χρήστη (π.χ. με γραφικό τρόπο). Το τρίτο μέρος είναι ο

Controller ο οποίος δέχεται την είσοδο και στέλνει εντολές στο αντικείμενο Model και στο View [47].

Στη εφαρμογή που αναπτύξαμε χρησιμοποιήθηκε το MVC μοντέλο για να κρατηθούν οι απαραίτητες πληροφορίες μέσα από τα στοιχεία HTML5 που έχει το imsmanifest.xml σχετικά με το Μοντέλο-Προβολή (Model-View) και να διατηρηθεί η λογική του Controller σε ξεχωριστές δομές δεδομένων που έχουν φορτωθεί και ενημερώνονται από το imsmanifest.xml αρχείο.

2.3 Λεπτομέρειες Σχεδιασμού-Υλοποίησης

Το πρωτότυπο σύστημα που αναπτύχθηκε αποτελείται από μια HTML5 διεπαφή (User Interface – UI) με στοιχεία που προστίθενται δυναμικά κατά την περιήγηση. Κάθε αρχείο του πακέτου imscc.zip αντιγράφεται στο γονικό φάκελο και επιπλέον δημιουργείται μια βάση δεδομένων BaseX [26] βασισμένη στο τρέχον αρχείο imsmanifest.xml του πακέτου συσκευασίας imscc.zip που έχει προηγουμένως φορτωθεί στην εφαρμογή μας. Η γενική αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος χωρίζεται λειτουργικά σε δύο βασικά μέρη:

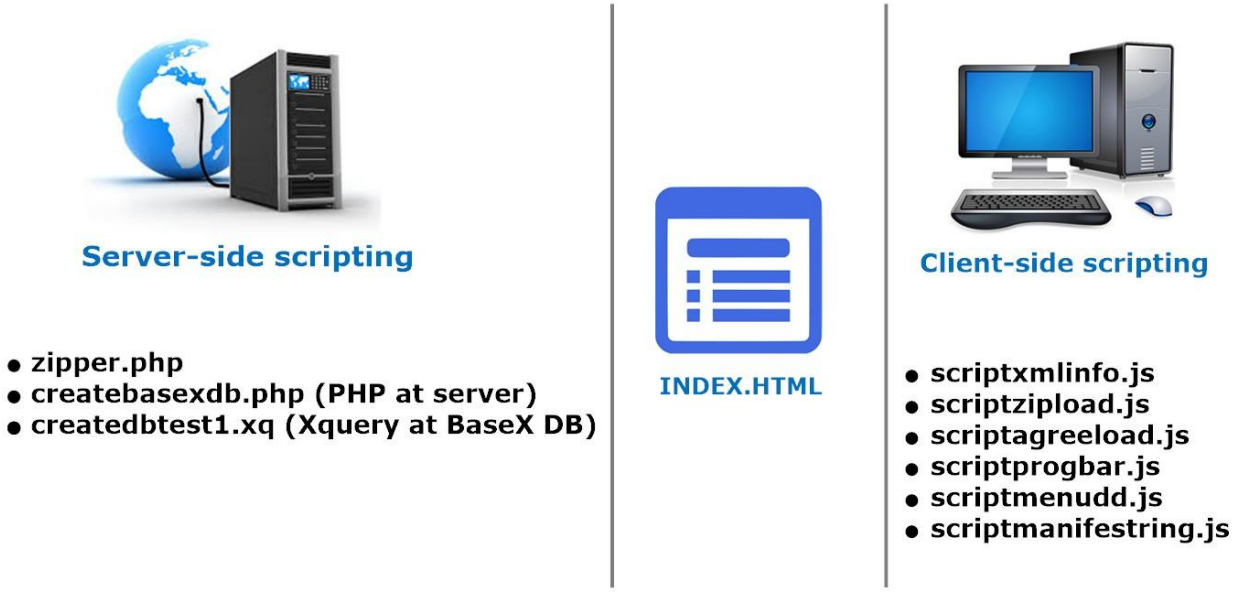
(α) σε client-side scipting και

(β) σε server-side scripting.

Το client-side scripting αφορά σε ότι έχει να κάνει με τη εμπειρία του χρήστη από την διεπαφή του με το σύστημα (UI) μέχρι να κάνει τις κατάλληλες επιλογές για την εισαγωγή του πακέτου (IMS common cartridge package) και την κλήση των προγραμμάτων για την εκτέλεση όλων των συστατικών του πακέτου (παρουσίαση του περιεχομένου).

Το server-side scripting υλοποιεί λογική στη πλευρά του διακομιστή για την αποσυμπίεση όλου του περιεχομένου, κρατώντας παράλληλα την αρχική δομή του περιεχομένου του αρχείου zip όπως αυτό έχει δημιουργηθεί και πιστοποιηθεί από το εργαλείο ανάπτυξης (authoring tool) και στη συνέχεια έχει επικυρωθεί από εφαρμογή στο επίσημο site της IMS (http://validator.imsglobal.org/cc). Επίσης, υλοποιεί τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων, χρησιμοποιώντας το REST (Representational State Transfer) API της BaseX βάσης δεδομένων που είναι μια αρχιτεκτονική η οποία στηρίζεται στο πρωτόκολλο SOAP (Simple Object Access Protocol) και χρησιμοποιεί τεχνικές AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) [44], για να

στείλει ένα ασύγχρονο HTTP GET ή POST αίτημα στο διακομιστή και να λάβει ως απόκριση ένα αντικείμενο. Στην υλοποίηση μας, η javascript βιβλιοθήκη jQuery [48] με χρήση εντολών AJAX καλεί ένα αρχείο PHP (script), το οποίο εκτελεί με τη σειρά του ένα αρχείο με εντολές XQuery (XML Query**)** που βρίσκεται στο φάκελο της BaseX, προκειμένου να δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων BaseX και να προστεθεί η περιγραφή του imsmanifest.xml αρχείου, ως πόρος στη βάση δεδομένων.



Εικόνα 25: Η κεντρική σελίδα index με τα ονόματα από τα scripts: client and server

Στην Εικόνα 25 βλέπουμε τα scripts που δημιουργήσαμε για την υλοποίηση της εφαρμογής.

Στο μέρος του Server-side scripting έχουμε τα παρακάτω script:

- **zipper.php**, που διαχειρίζεται τη διαδικασία αποσυμπίεσης του zip πακέτου.
- **createbasexdb.php,** για τη δημιουργία της BaseX βάσης δεδομένων από το imsmanifext.xml του αρχείου imscc.zip που έχει επιλέξει ο χρήστης.
- **createdbtest1.xq,** που είναι κλήση εντολών XQuery για την δημιουργία της βάση δεδομένων.

Στο μέρος του Client-side scripting έχουμε τα παρακάτω script:

- **scriptxmlinfo.js,** για το διάβασμα των περιεχομένων του XML αρχείου και δημιουργία λίστας με τα περιεχόμενα του.

- **scriptziploadjs,** για τον χειρισμό της διαδικασίας μεταφόρτωσης του αρχείου zip, την αποδόμηση των περιεχόμενων του και την δυναμική παρουσίαση όλων αυτών.
- **scriptagreeloadjs,** που εκτελεί την αλλαγή ενεργοποίησης-απενεργοποίησης των κουμπιών.
- **scriptprogbarjs,** για την εμφάνιση της μπάρας κατά την διαδικασία μεταφόρτωσης του αρχείου imscc.zip στο server.
- **scriptmenuddjs,** το οποίο κατά την αναπαραγωγή του μαθήματος εμφανίζει ή αποκρύπτει το δεξιό μενού των περιεχομένων του μαθήματος.
- **scriptmanifestringjs,** το οποίο περιέχει Javascript, jQuery και Underscore (JavaScript library) κώδικα για να ξεκινήσει και να ολοκληρωθεί η αναπαραγωγή του μαθήματος.

2.3.1 Τμήματα κώδικα από τα scripts που αναφέρονται στη Εικόνα 24

```
********** Κώδικας από το scriptziploadjs**********
//a function for handling the input of a zip file on the browser
//creating a new Filereader object instance
var fileReader = new FileReader();
//function that executes at the onload of the filereader instance
fileReader.onload = function(fileLoadedEvent)
{
	//create a new instance for the zip unpacking by using JSZip and saving it to a variable
	var zipFileLoaded = new JSZip(fileLoadedEvent.target.result);
	//this variable will save the zip contents
	var ulFilesContained = document.getElementById("ulFilesContained");
	for (var nameOfFileContainedInZipFile in zipFileLoaded.files)
	//iterate in the zip contents(from JSZip documentation)
	{
		var ziphtmli=new ziphtmlitem();//create a new function item
		var xmlpatt = new RegExp("imsmanifest.xml");
		//create the file pattern that holds the xml and save to variable
		var htmlpatt = new RegExp(".html");
		//create the file pattern and save the names of the html files in a variable
	var fileContainedInZipFile = zipFileLoaded.files[nameOfFileContainedInZipFile];
		//check the file pattern that ends in xml and save to variable xmlurl
		if(xmlpatt.test(nameOfFileContainedInZipFile)){
			xmlurl=fileContainedInZipFile.asText();
		}else if(htmlpatt.test(nameOfFileContainedInZipFile)){
			ziphtmli.name=nameOfFileContainedInZipFile;
```

```
                        ziphtmli.content=fileContainedInZipFile.asText();
                        ziphtmlitems.push(ziphtmli);
                        //on the three above lines the item is populated
                }
                else{//no match for the zip contents then just add the item
                        zipfolderitems.push(fileContainedInZipFile);
                }
                //create the elements for the zip items and append to the DOM
                var liFileContained = document.createElement("li");
                liFileContained.innerHTML = nameOfFileContainedInZipFile;
                liFileContained.id="imscccontents";
                liFileContained.file = fileContainedInZipFile;
                //liFileContained.onclick = displayFileAsText;
                ulFilesContained.appendChild(liFileContained);
        }
};
```

********** Κώδικας από το scriptxmlinfo.js **********

```
//clear list items before parsing
$('.interest-list').remove();
//create an empty area
var items = [];
//parse through the entire xml file to find the tags with title and loop in the results
 $(xmlurl).find("title").each(function() {
        //only the title elements that have a text to avoid empty titles
        if($(this).text()){
        //setting an object that has an identifierref so that is referenced as lesson content
                if($(this).parent().attr("identifierref")){
var newxml=new
xmlistitle($(this).parent().attr("identifier"),$(this).parent().attr("identifierref"),$(this).text());
                //push in this list the newxml of title info
                xmlistitems.push(newxml);
//push in this list the nwxml as an href element to be added in the dom
items.push('<a href="javascript: void(0);" id="'+ newxml.idref +'">'+ newxml.text + '</a>');
                }
        }
        });
//parse through the entire xml file to find the nodes with resources that have attributes not text
         $(xmlurl).find("resource").each( function() {
                  if($(this).attr("identifier")){
        var newres=new
resourcelist($(this).attr("href"),$(this).attr("identifier"),$(this).attr("type"));
                resourcelistitems.push(newres);
                  }
         });
```

```
//create a li that holds all the items, give a class name and join the array data and add all items to the specific ul
		$('<li/>', {
			'class':'interest-list',
			html : items.join('</br>')
		}).appendTo('#ulxmlContained');
//with jguery hide the left div, change css for middle div, create and add li for metadata and the lessons button
		//hide the left div
		$('#left').hide();
		//remove the middle div container so as to put the lessons elements
		$('#zipinput').remove();
		//apply css on the middle element for viewing the lesson
		$('#middle').css({ "margin-left":"0" , "height":"450px" , "width":"50%" });


************************** Κώδικας από το zipper.php **************************

//the zip file is checked and all the contents get unzipped
if($_FILES["zip_file"]["name"]) {
		$filename = $_FILES["zip_file"]["name"];
		$source = $_FILES["zip_file"]["tmp_name"];
		$type = $_FILES["zip_file"]["type"];

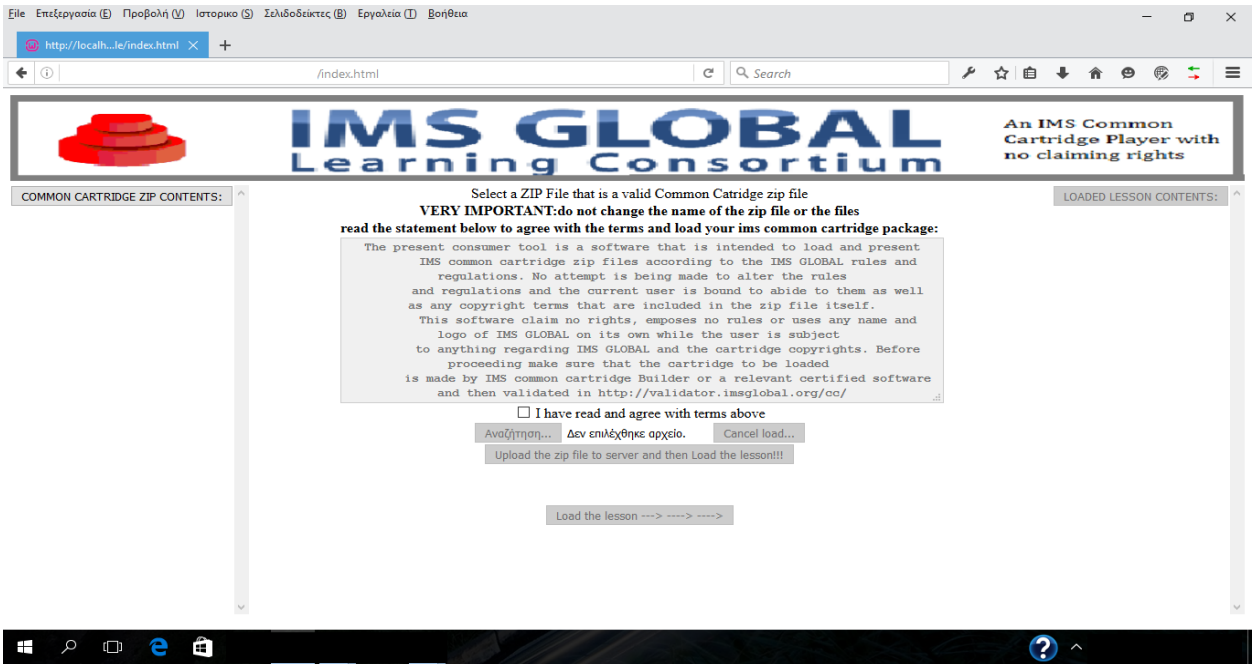
		$name = explode(".", $filename);
		$accepted_types = array('application/zip', 'application/x-zip-compressed', 'multipart/x-zip', 'application/x-compressed');
		foreach($accepted_types as $mime_type) {
			if($mime_type == $type) {
				$okay = true;
				break;
			}
		}
		//extracting the zip file contents in the parent folder
		$target_path = $target_dir.$filename;  // change this to the correct site path
		if(move_uploaded_file($source, $target_path)) {
			$zip = new ZipArchive();
			$x = $zip->open($target_path);
			if ($x === true) {
				$zip->extractTo($target_dir); // change this to the correct site path
				$zip->close();
			}
		}
}
```

2.3.2 Η λειτουργικότητα της εφαρμογής.

Στη υλοποίηση της εφαρμογής προσπαθήσαμε η διεπαφή του χρήστη να είναι όσο το δυνατόν πιο απλή. Περιέχει HTML5 και CSS (Cascading Style Sheets) στοιχεία (elements), ένα στοιχείο κεφαλίδας (header element) όπου ενσωματώνουμε μια απλή εικόνα και προσθέτουμε ένα στοιχείο διαχωρισμού τμήματος (div element) που έχει ενσωματωμένα άλλα τρία div elements (left, middle and right), όπως τα βλέπουμε στην Εικόνα 26.

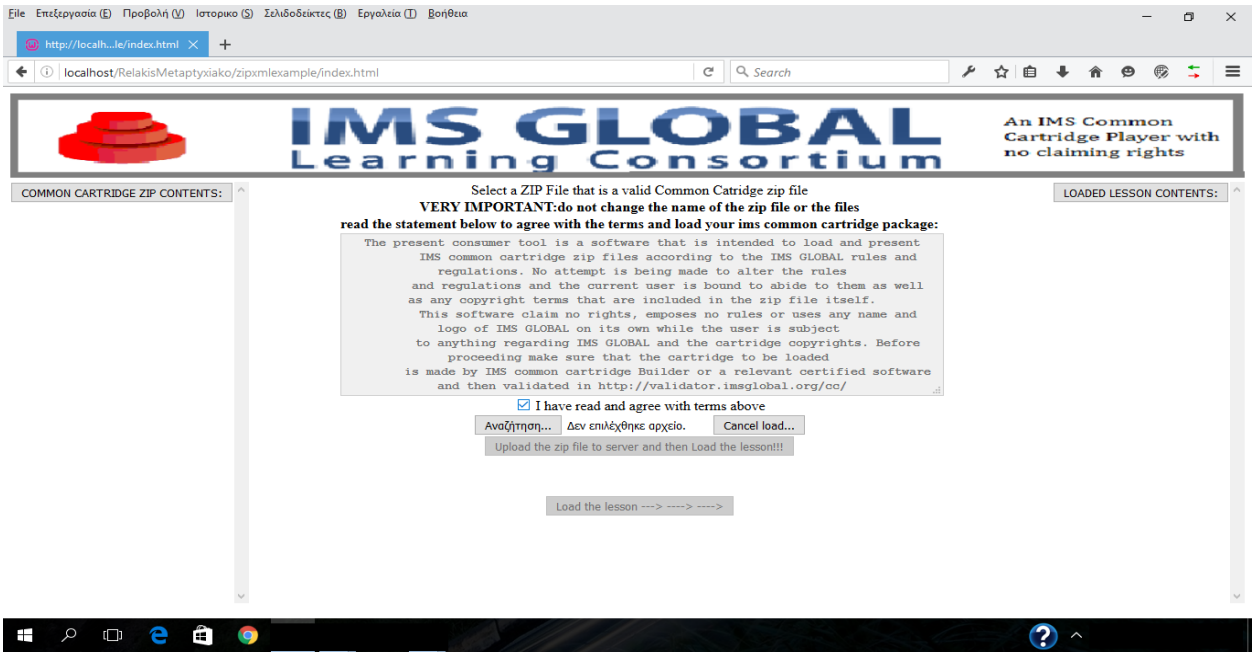
- Left div: σε αυτό το διαχωριστικό προστίθενται δυναμικά τα περιεχόμενα του IMS Common Cartridge zip αρχείου.
- Middle div: περιέχει σύντομες οδηγίες περισσότερο στο πώς να δημιουργηθεί ένα IMS CC zip file ή αν το βρούμε κάπου πώς το επικυρώνουμε (validation process) για να προχωρήσουμε. Επιλέγουμε στο checkbox την ενεργοποίηση αναζήτησης του IMS common cartridge zip file τοπικά εκεί που έχουμε αποθηκεύσει το επικυρωμένο IMS Common Cartridge (imscc.zip) αρχείο.
- Right div: όπου προστίθενται δυναμικά τα περιεχόμενα του XML τα οποία βρίσκονται στο XML του επικυρωμένου IMS CC zip αρχείου (θα φανούν οι τίτλοι αλλά όλο το περιεχόμενο υπάρχει στις data structures του κώδικα μας).

Ένα CSS αρχείο (generstyle.css) αναλαμβάνει το τρόπο εμφάνισης των HTML elements, όπως πλάτος, ύψος, χρώμα, γραμματοσειρές, μπάρες κύλισης κτλ από τα αρχικά elements, αλλά και αυτά που θα δημιουργηθούν δυναμικά στην πορεία.



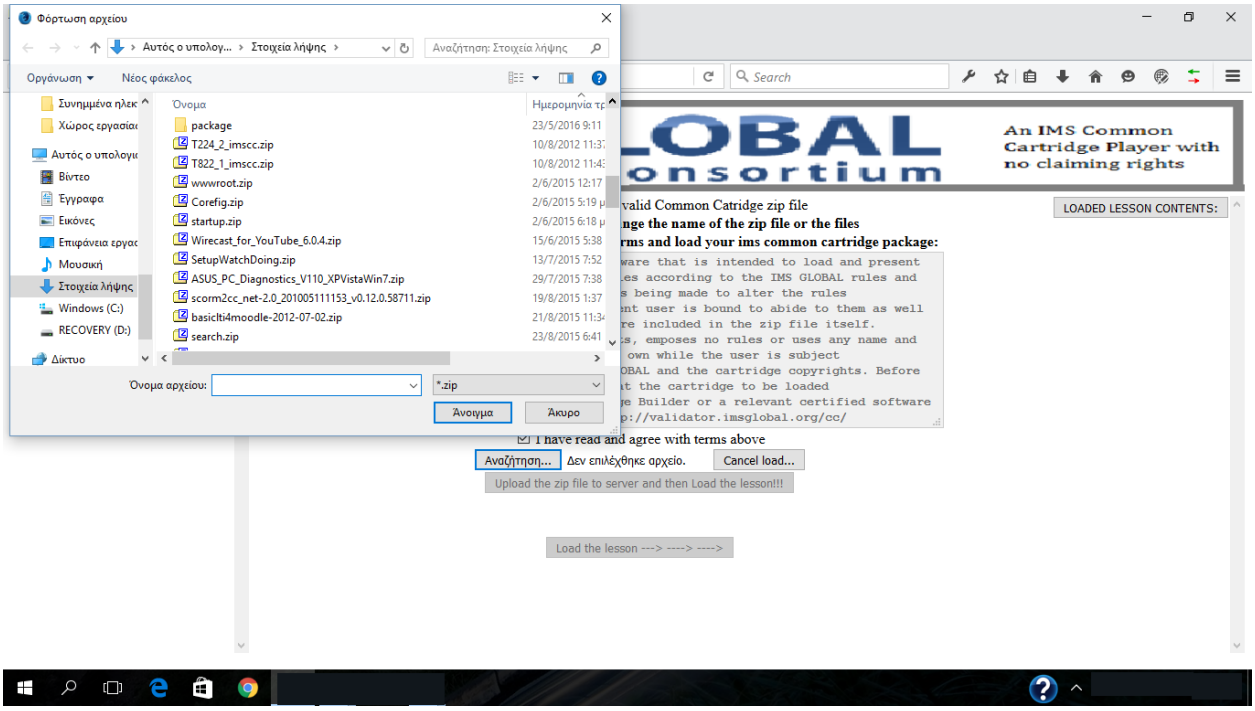
Εικόνα 26: Αρχική οθόνη εφαρμογής

Από το επόμενο βήμα ξεκινάει και ο κώδικας της εφαρμογής (εκτός του κώδικα για το HTML5 UI και το CSS). Αφού επιλέξει ο χρήστης ότι συμφωνεί με τους όρους χρήσης (Εικόνα 27) της εφαρμογής, ενεργοποιείται η δυνατότητα φόρτωσης ενός ήδη επικυρωμένου (validated) IMS common cartridge zip αρχείου (με κώδικα jQuery) το οποίο έχουμε φροντίσει να αποθηκεύσουμε τοπικά στον υπολογιστή μας.



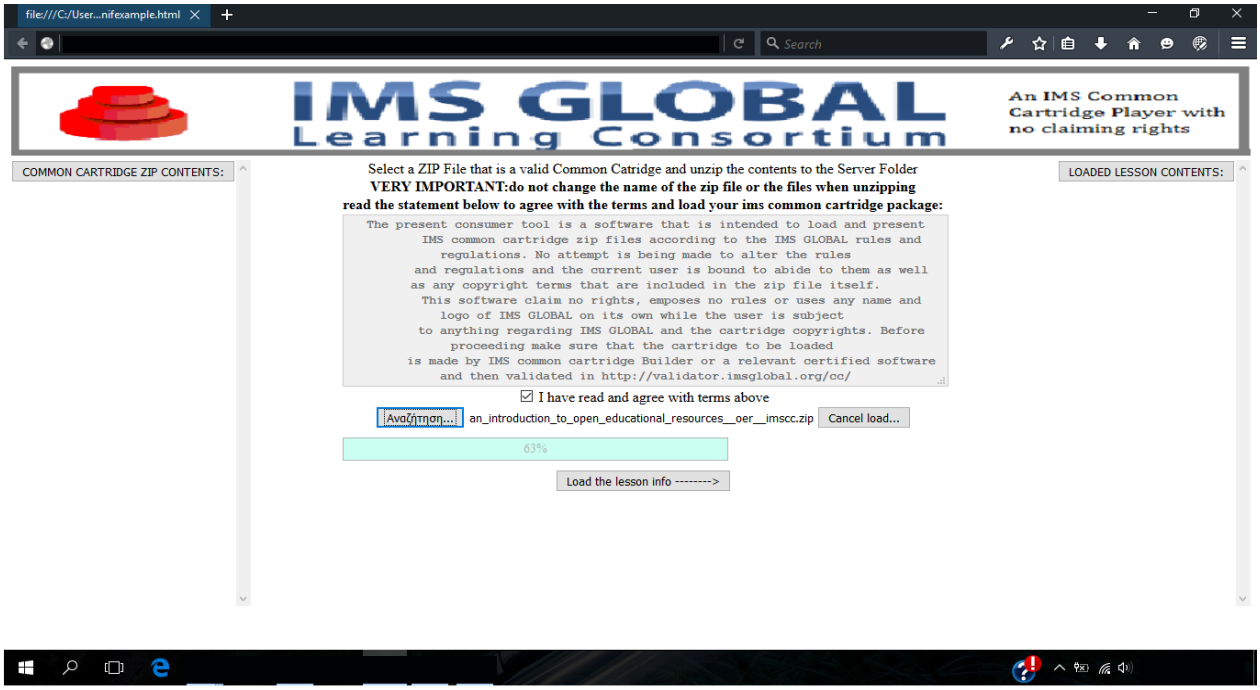
Εικόνα 27: Με την επιλογή των όρων χρήσης μπορεί να φορτωθεί ένα αρχείο ims cc zip

Στη συνέχεια ξεκινάει το μεγαλύτερο μέρος του εξωτερικού κώδικα δηλαδή του κώδικα από την μεριά του διακομιστή (server-side). Σε πρώτη φάση χρησιμοποιούμε το HTML5 File API μαζί με το JSZIP Javascript API (εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου με πλοήγηση στα αρχεία του υπολογιστή μας), για να επιλέξουμε ένα IMS CC zip file, που είναι αποθηκευμένο τοπικά και να φορτώσουμε τα περιεχόμενα του μαζί με το XML του (imsmanifest.xml) σε Javascript data structures (Εικόνα 28). Η λίστα με τα περιεχόμενα θα γεμίσει στο αριστερό κομμάτι της διεπαφής, ενώ στο κώδικα ξεχωρίζουμε το αρχείο XML που θα αποθηκευτεί χωριστά (Εικόνα 30).



Εικόνα 28: Ο χρήστης έχει πατήσει το κουμπί για αναζήτηση του αρχείου zip, στη συνέχεια ανοίγει ένα παράθυρο διαλόγου για να επιλέξει το imscc.zip αρχεία που θέλει να φορτώσει στην εφαρμογή.

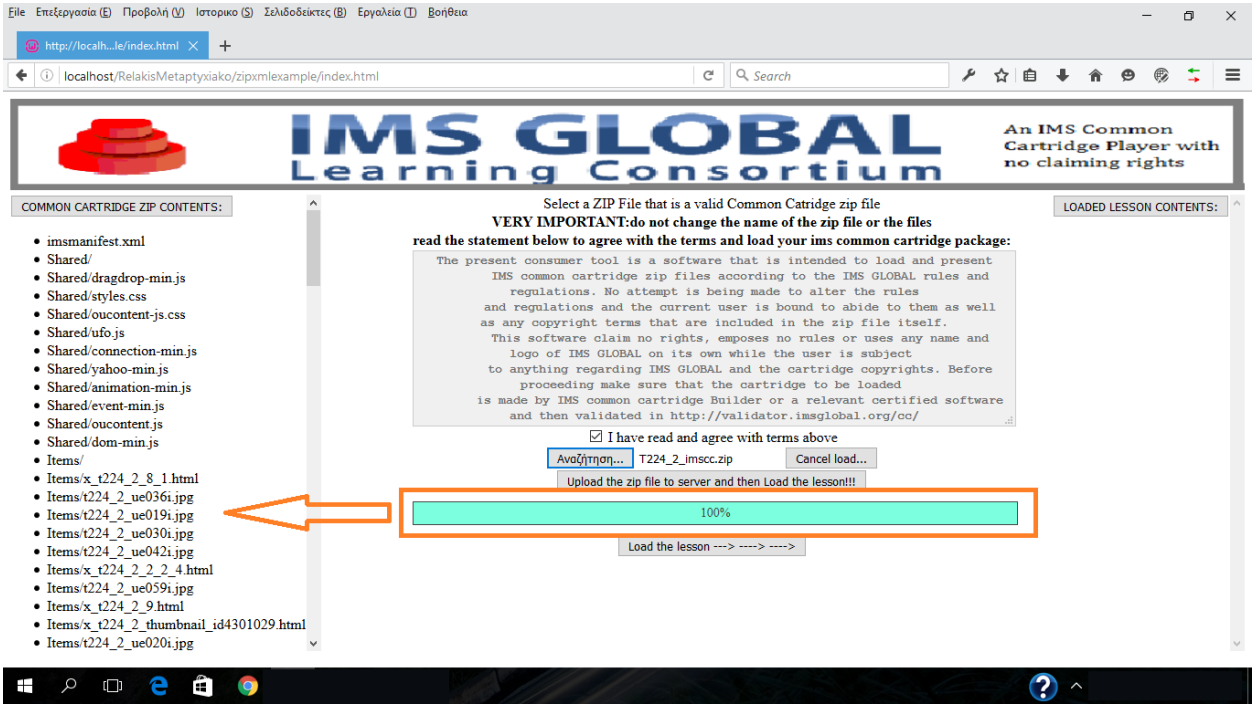
Το ανέβασμα των περιεχομένων του αρχείου imscc.zip στον server ξεκινά αφού επιλέξουμε το κατάλληλο IMS CC zip file και επιλέξουμε το «Άνοιγμα» στο παράθυρο διαλόγου, ενώ παράλληλα εμφανίζεται και η μπάρα προόδου (progress bar). Η μπάρα εμφανίζεται δυναμικά σύμφωνα με το ποσοστό προόδου της μεταφόρτωσης του αρχείου στον server και θα φτάσει στο 100% μόλις τελειώσει το διάβασμα του zip αρχείου (Εικόνα 29). Η γραφική παράσταση της μπάρας προόδου γίνεται μέσω μιας συνάρτησης που καλείται από το συμβάν της ανάγνωσης του πακέτου και χρησιμοποιεί ιδιότητες CSS που βρίσκονται στον κώδικα, αλλά και σε ένα αρχείο ξεχωριστά για να δείξει το στοιχείο που μεγαλώνει με ένα χρώμα και ένα ποσοστό το οποίο υπολογίζεται (ως ένας αριθμός) και αλλάζει σύμφωνα με τον χρόνο ανάγνωσης. Ο αριθμός υπολογίζεται από το συμβάν της φόρτωσης και μετατρέπεται σε έναν ακέραιο. Το δε χρώμα ορίζεται ως μια κλάση που αλλάζει μέσω CSS και εξαφανίζεται, όταν ολοκληρωθεί το συμβάν.



Εικόνα 29: Διαδικασία φόρτωσης και αποδόμησης με ποσοστό και μέγεθος μπάρας προόδου.

Κατά την διαδικασία φόρτωσης του αρχείου, ένα script δημιουργεί ένα στιγμιότυπο FileReader [18], που συγχρονίζεται με τη τοπική διαδικασία ανάγνωσης του zip αρχείου που έχει επιλεγεί. Αυτό το συμβάν (event) διαχειρίζεται επίσης και ένα αριθμό σφαλμάτων που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας και αφορούν στην κατάσταση που βρίσκεται το αρχείο, καθώς είναι δυνατόν να είναι κατεστραμμένο ή μη έχει μεταφορτωθεί σωστά κλπ. Συνήθως τέτοιου είδους λάθη δεν περιλαμβάνουν περιπτώσεις σφαλμάτων που οφείλονται σε αρχεία που δεν είναι σύμφωνα με τη IMS–CC προδιαγραφή (μη επικυρωμένα). Η κατάσταση του πακέτου αναφορικά με συμμόρφωση XML αρχείου και του υπόλοιπου περιεχόμενου με τη IMS-CC προδιαγραφή δεν είναι αντικείμενο της παρούσης διπλωματικής. Η χρήση επικυρωμένου πακέτου είναι προϋπόθεση σύμφωνα με τους όρους χρήσης που έχει αποδεχθεί νωρίτερα ο χρήστης. Ο χρήστης της εφαρμογής είναι υπεύθυνος να ανεβάσει ένα σωστό πακέτο το οποίο πρέπει να έχει δημιουργηθεί με εξουσιοδοτημένο από την IMS λογισμικό και έχει επικυρωθεί στο επίσημο site της IMS (http://validator.imsglobal.org/cc/). Στην περίπτωση που όλα αυτά πληρούνται το παρόν λογισμικό, θα διαβάσει τα περιεχόμενα ή

θα ενημερώσει τον χρήστη για σφάλματα και στην συνέχεια θα αναπαράγει σωστά το περιεχόμενο της συσκευασίας

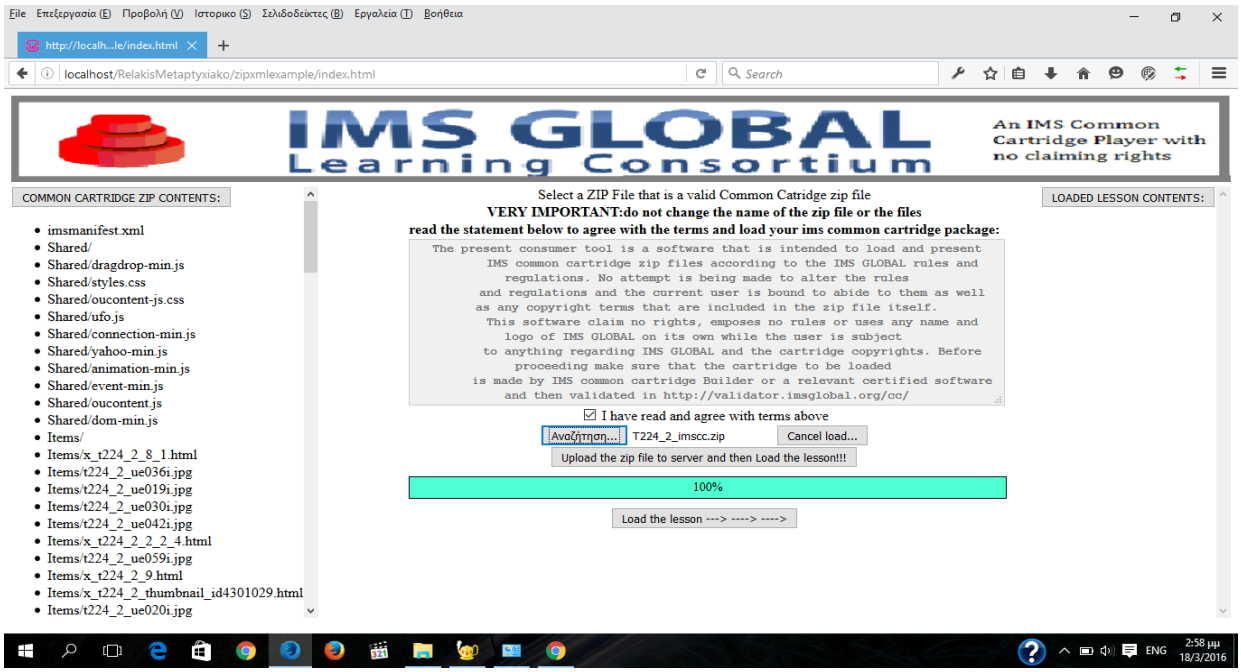


Εικόνα 30: Διαδικασία φόρτωσης του imscc.zip αρχείου και εμφάνιση της μπάρας μεταφόρτωσης.

Όσον αφορά τον κώδικα του client-side scripting, μια σειρά από διαφορετικές λειτουργίες διεξάγονται που υλοποιούν μέρος του UI, αλλά και ένα μεγάλο μέρος της λογικής της εφαρμογής πού έχουν να κάνουν με την εμφάνιση των στοιχείων, την δημιουργία των κατάλληλων δομών για τα δεδομένα και για αποστολή δεδομένων από και προς το διακομιστή και τη βάση δεδομένων. Αυτά τα αρχεία της εφαρμογής περιλαμβάνονται στο index.html αρχείο και αποτελούνται από κώδικα javascript, jQuery και Underscore.

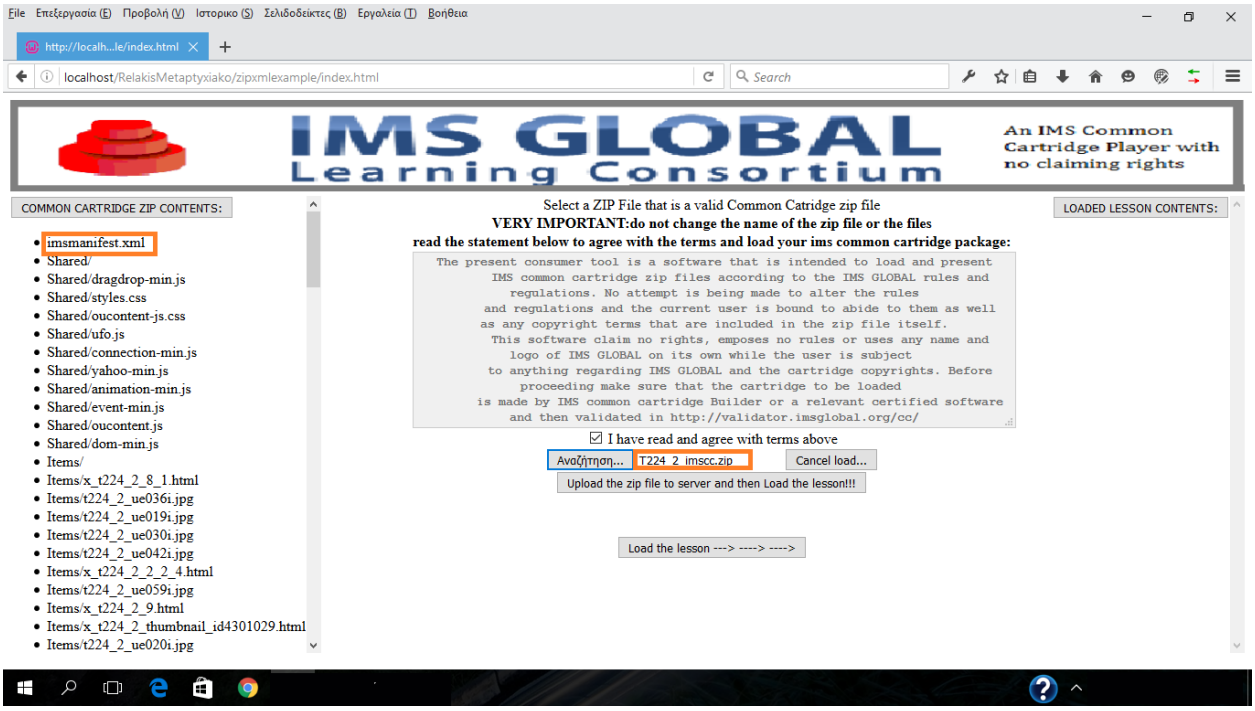
Το αρχείο scriptagreeload.js εκτελεί την αλλαγή ενεργοποίησης-απενεργοποίησης των κουμπιών. Ένα άλλο αρχείο (scriptzipload.js) χειρίζεται την όλη διαδικασία από την έναρξη της μεταφόρτωσης του αρχείου zip, την αποδόμηση των περιεχόμενων του (φακέλους και αρχεία), την δυναμική παρουσίαση όλων αυτών των πληροφοριών στο ορατό αριστερό στοιχείο div (Εικόνα 30), την αποθήκευση όλων τα δεδομένων στις εσωτερικές δομές που είναι διαθέσιμες

και στα υπόλοιπα script αρχεία (χρήση του HTML5 File API με javascript) και τέλος την ενεργοποίηση των κουμπιών για να ενημερωθεί η βάση δεδομένων.



Εικόνα 31: Η τελική μορφή όταν διαβαστεί και αποδομηθεί το πακέτο zip

Στη συνέχεια εμφανίζεται το όνομα του αρχείου που φορτώσαμε μαζί με τα περιεχόμενα (ονομασίες) σαν list elements την αριστερή ενότητα (div) που τώρα έχει τον τίτλο «common cartridge zip contents» (Εικόνα 31). Για να προστεθούν δυναμικά elements στο HTML DOM (Document Object Model) της ιστοσελίδας χρησιμοποιούμε javascript εντολές και τη βιβλιοθήκη JQuery. Σε γενικές γραμμές αυτό που υλοποιείται είναι να διαβάζονται οι πληροφορίες από το XML DOM του imsmanifest.xml, όταν αυτό αποδομείται και να εμφανίζονται στη διεπαφή του χρήστη.



Εικόνα 32: Έχει προστεθεί το imscc.zip file και έχουν διαβαστεί τα αρχεία του, τα οποία έχουν εμφανιστεί στο αριστερό DIV με πρώτο το imsmanifest.xml

Μαζί με το συμβάν φόρτωσης (scriptziploαd.js), εκτελείται άλλο ένα συμβάν που διαχειρίζεται τη διαδικασία αποσυμπίεσης του zip πακέτου (zipper.php) και τη δημιουργία αρχικοποίηση και πλήρωση μιας δομής δεδομένων, όπως αναφέρουμε πιο κάτω. Η διαδικασία αποσυμπίεσης είναι μόνο για τη δημιουργία των στοιχείων (elements) του IMS CC αρχείου που φορτώσαμε και παρουσιάζονται στην αριστερή πλευρά της εφαρμογής μας (όπως βλέπουμε στην Εικόνα 32). Πρόκειται για μια διαδικασία ελέγχου που μας βοήθησε για να διαπιστώσουμε ότι πραγματοποιείται σωστά η αποσυμπιέση των αρχείων.

Επίσης, όλα τα περιεχόμενα του πακέτου χωρίζονται ανάλογα με τον τύπο του αρχείου. Ειδικότερα, το αρχείο XML (imsmanifest.xml) αποθηκεύεται συνολικά ως αρχείο κειμένου σε μια μεταβλητή που χρησιμοποιείται αργότερα για περαιτέρω επεξεργασία. Το imsmanifest.xml αρχείο είναι το πιο σημαντικό περιεχόμενο του IMS Common Cartridge αρχείου (imscc.zip) καθώς περιγράφει τη δομή πάνω στην οποία χτίζεται το όλο σύστημα. Σύμφωνα με την προδιαγραφή IMS-CC [12] το αρχείο imsmanifest.xml ως αυτόνομο αρχείο περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες για την αναπαραγωγή του υλικού που υπάρχει στο αρχείο zip και περιέχει

πληροφορίες για τα συσκευασμένα αντικείμενα, όχι μόνο ως περιγραφή, αλλά και πως συνδέονται αυτά μεταξύ τους.

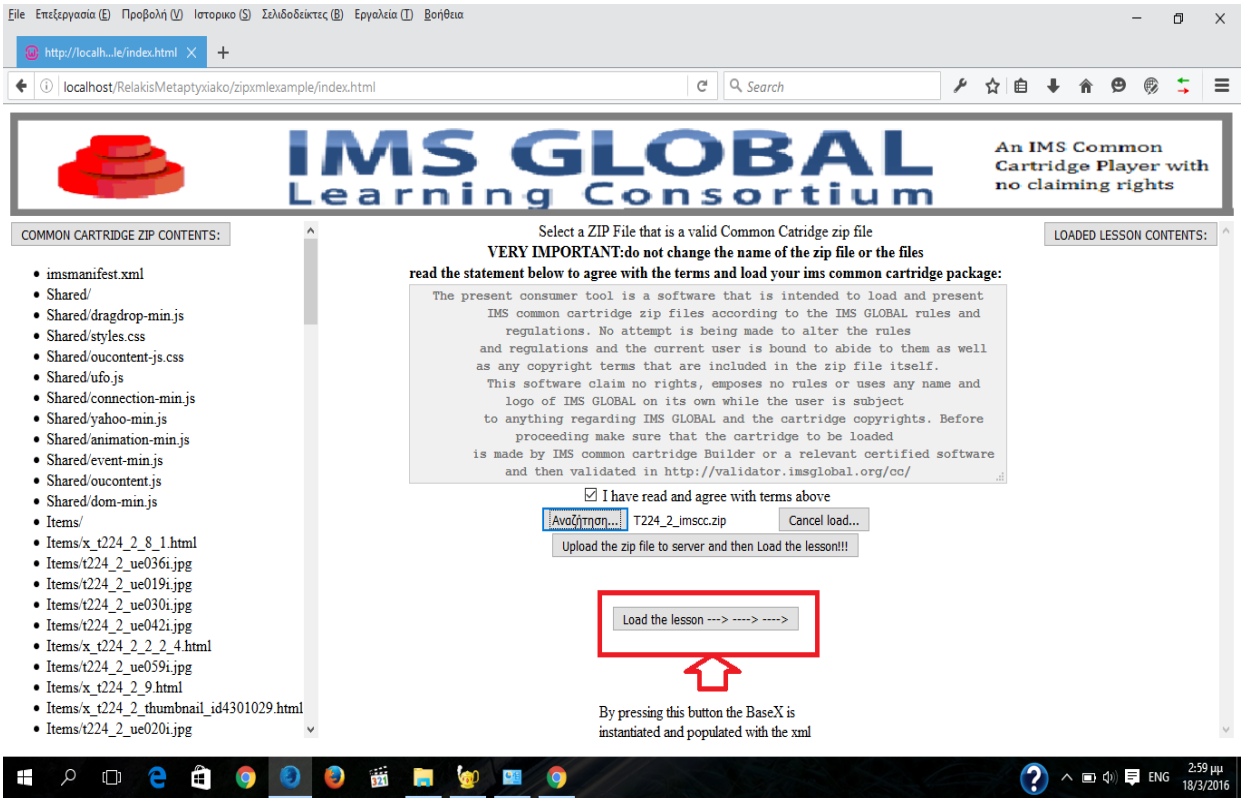


Εικόνα 33: Το κουμπί που εκτελεί μέρος από το server-side scripting στο server.

Πατώντας το κουμπί “Upload the zip file to server and then Load the lesson!!!”, όπως βλέπουμε στην Εικόνα 33, το πακέτο αποστέλλεται στο διακομιστή και δημιουργείται η βάση δεδομένων (με server-side scripting). Στη συνέχεια ο διακομιστής εκτελεί κώδικα php (αρχείο“zipper.php”), όπου μέσα από ένα στοιχείο HTML5 τύπου “form” που περιλαμβάνει αυτό το κουμπί, παρουσιάζει τα περιεχόμενα του αρχείου zip στον αριστερό div. Αυτός ο κώδικας υλοποιεί όλη την ανάλυση και αποδόμηση του περιεχομένου του αρχείου zip στο γονικό φάκελο του διακομιστή στον οποίο βρίσκεται και το λογισμικό για την μετέπειτα αναπαραγωγή του περιεχομένου του. Ο κώδικας που εκτελείται στο διακομιστή αναλαμβάνει την “backend” υλοποίηση της εφαρμογής, δηλαδή μεταφέρει αυτούσια τα αρχεία του πακέτου zip στο διακομιστή (server).

Ο αριθμός των αρχείων και οι ονομασίες τους πρέπει να παραμείνουν ως έχουν μετά την αποσυμπίεση. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του IMS [12] και την υλοποίηση αυτής της

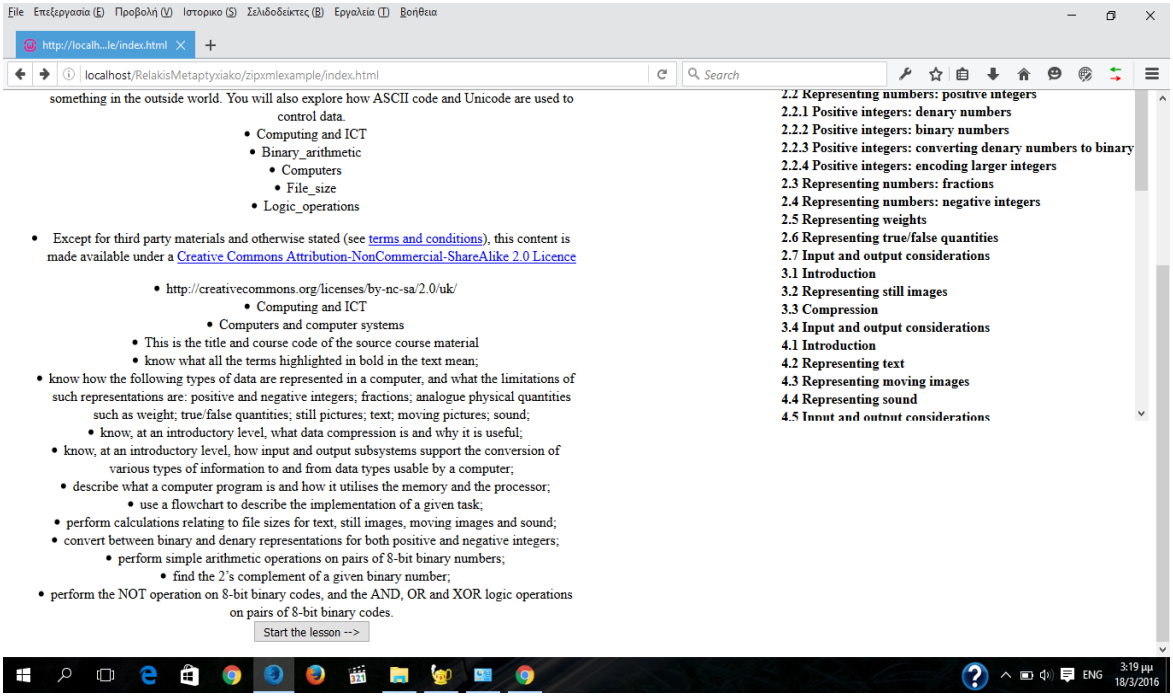
εφαρμογής, όλο το περιεχόμενο θα πρέπει να τοποθετηθεί στο γονικό φάκελο της ιστοσελίδας της εφαρμογής που τρέχει στον web server Apache. Το αρχείο XML φυλάσσεται επίσης στο γονικό φάκελο μαζί με το υπόλοιπο περιεχόμενο που είναι απαραίτητο να βρίσκεται στη σωστή θέση και με τα ονόματα ανεπηρέαστα, έτσι ώστε ο κώδικας για την αναπαραγωγή των μαθημάτων να εκτελείται χωρίς σφάλματα. Ο κώδικας θα πρέπει να εντοπίζει το κατάλληλο περιεχόμενο που υπάρχει στους φακέλους. Η αναπαραγωγή του μαθήματος εξαρτάται από το πώς θα διαβαστεί το περιεχόμενό του, διαφορετικά εάν το περιεχόμενο δεν εμφανίζεται σωστά ή θα εμφανίζεται εν μέρει (για παράδειγμα, μια ιστοσελίδα html όπου ένα κομμάτι λείπει ή μέρος ενός αρχείου που εμπεριέχει, δεν θα φαίνεται σωστά, καθώς αυτό μπορεί να οφείλεται σε ένα κοινόχρηστο αρχείο javascript που δεν περιλαμβάνεται στον κώδικα ή χάνεται κατά την αποδόμηση του). Όλα τα παραπάνω εξαρτώνται από τα περιεχόμενα του αρχείου zip στο φάκελο και τη σχετική περιγραφή στο XML, που δηλώνει όλη δομή της συσκευασίας και το περιεχόμενο της που πρέπει να είναι σύμφωνα με την προδιαγραφή IMS έκδοση 1.3 [12] το Μάιο του 2014.



Εικόνα 34: Η δημιουργία της βάσης δεδομένων με τα αρχείο XML και εκκίνηση αναπαραγωγής του περιεχομένου.

Αφού έχει γίνει η αναπαράσταση του επιλεγμένου IMS CC πακέτου στο σύστημα, μπορούμε να ξεκινήσουμε την αναπαραγωγή των περιεχομένων του. Τα μεταδεδομένα του αρχείου XML παρουσιάζονται στο περιβάλλον εργασίας χρήστη και ο χρήστης μπορεί να προχωρήσει στην αναπαραγωγή του περιεχομένου των μαθημάτων. Το αρχείο imsmanifest.xml αναλύεται και ενημερώνονται αντίστοιχα οι μεταβλητές στις δομές δεδομένων, έτσι ώστε να είναι έτοιμες να χρησιμοποιηθούν. Επίσης, για την αναζήτηση και εύρεση τιμών στις δομές δεδομένων χρησιμοποιείται η έτοιμη βιβλιοθήκη Underscore [46].

Όσον αφορά τα μεταδεδομένα, είναι οι πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την παρουσίαση στο χρήστη σχετικά με τη δημιουργία μαθημάτων και οποιαδήποτε δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας ή τα δικαιώματα για το μάθημα που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τον δημιουργό του. Στην εφαρμογή που έχουμε δημιουργήσει σκοπός είναι η αναπαραγωγή περιεχομένου μαθήματος από πακέτα imscc.zip, τα οποία είναι ελεύθερα προς χρήση από τους δημιουργούς τους και δεν εμπεριέχουν πνευματικά δικαιώματα, σε αντίθετη περίπτωση ή χρήση της εφαρμογής για την αναπαραγωγή περιεχομένου με πνευματικά δικαιώματα καθιστά απόλυτα υπεύθυνο τον χρήστη της εφαρμογής. Στην Εικόνα 35 βλέπουμε την προβολή των μεταδεδομένων του μαθήματων με την έναρξη αναπαραγωγής του πακέτου.

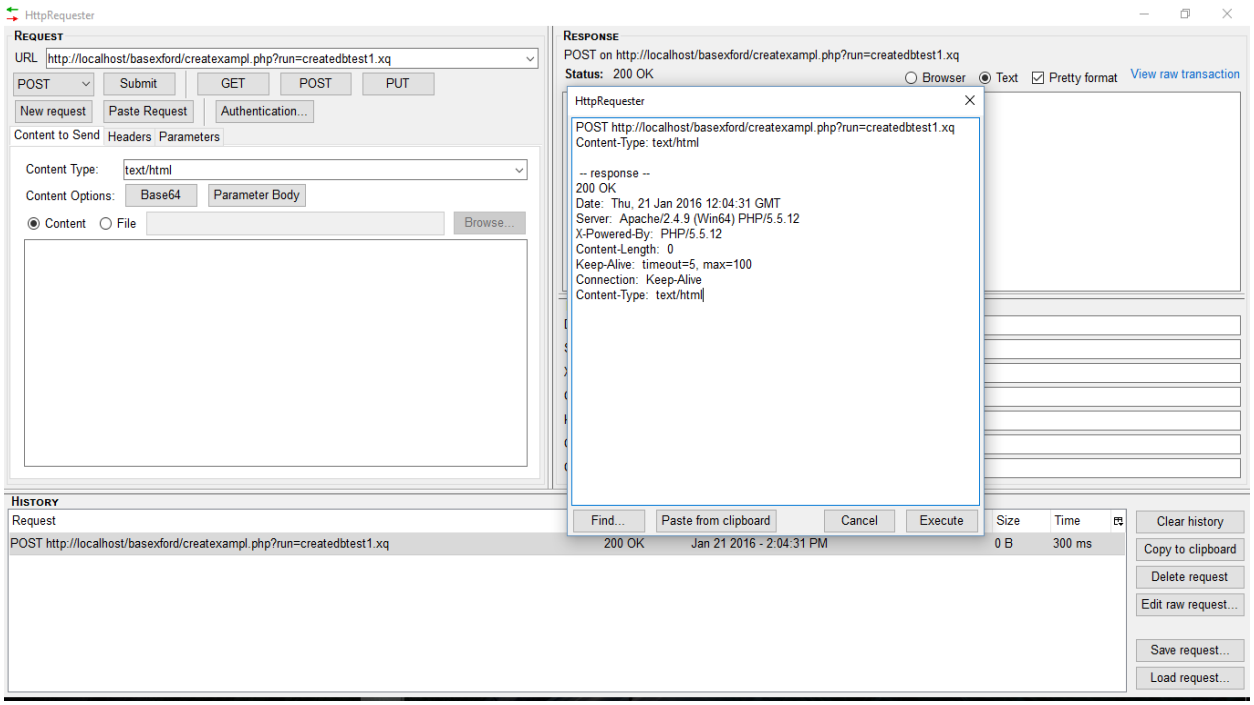


Εικόνα 35: Τα μεταδεδομένα, τα πνευματικά δικαιώματα του πακέτου συσκευσίας και το κουμπί έναρξης

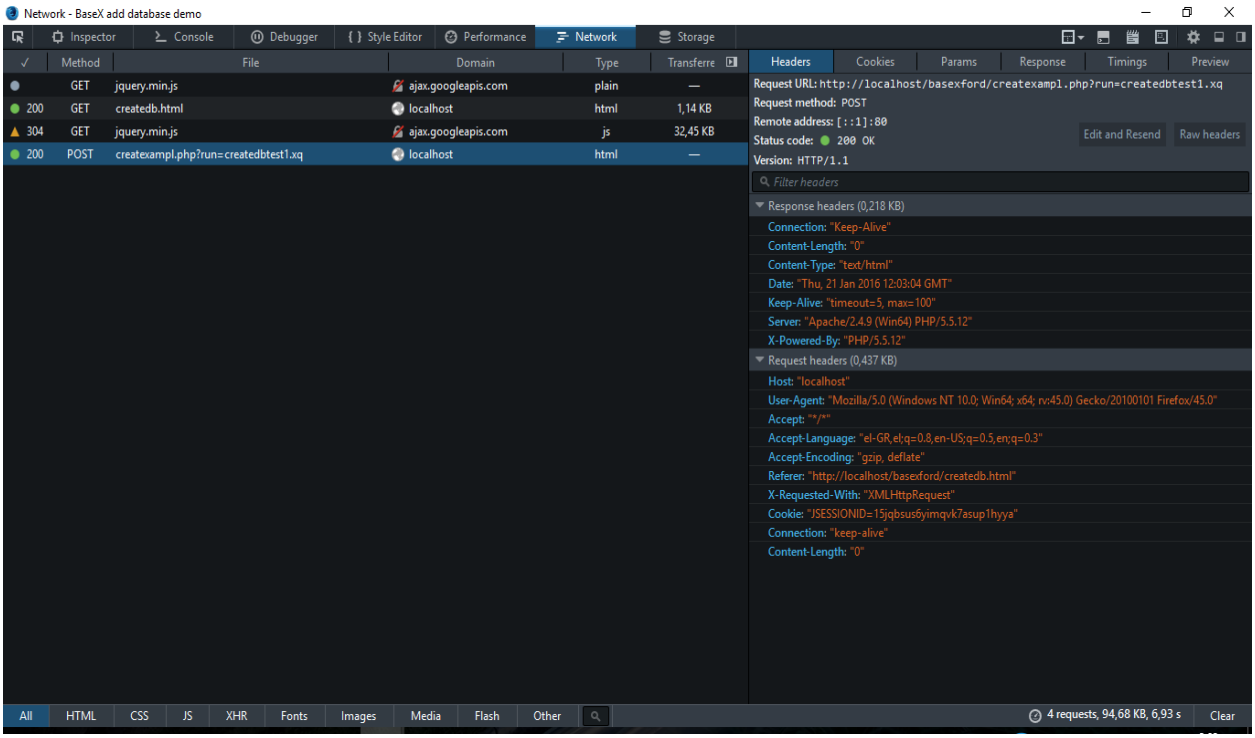
Το αρχείο scriptmanifestring.js υλοποιεί όλη την αναπαραγωγή του υλικού των μαθημάτων που είναι αποθηκευμένα στο φάκελο του διακομιστή που περιλαμβάνει το αρχείο imsmanifest.xml και τους φακέλους με το πραγματικό τους περιεχόμενο και έχει τα δεδομένα XML του imsmanifest.xml που έχουν φορτωθεί σύμφωνα με τη δομή του σχήματος της βάσης δεδομένων, διατηρώντας τη δομή κατά τη διάρκεια της εμπειρίας του χρήστη από την αρχή μέχρι το τέλος.

2.3.3 AJAX Post και η βάση δεδομένων BaseX

Μετά την εγκατάσταση και τη διαμόρφωση του χρήστη διαχειριστή της βάσης δεδομένων, το λογισμικό βάσης δεδομένων BaseX είναι έτοιμο για τη δημιουργία βάσεων δεδομένων με το αρχείο XML. Το πρώτο πράγμα που πρέπει να γίνει είναι η δημιουργία ενός δεύτερου χρήστη με δικαιώματα για τη δημιουργία, την τροποποίηση και τον χειρισμό βάσεων δεδομένων (αυτός δεν πρέπει να είναι ο διαχειριστής της βάσης σύμφωνα με τη τεκμηρίωση της διαχείρισης BaseX) και σύμφωνα με τους ρόλους διαχείρισης των LMS, που διακρίνονται σε τρείς ρόλους χρηστών: τον εκπαιδευτή, τον εκπαιδευόμενο και το διαχειριστή. Η δημιουργία ενός στιγμιότυπου της βάσης δεδομένων υλοποιείται με τη χρήση εντολών που βρίσκονται στον Client, στο διακομιστή και στη βάση δεδομένων. Στη πλευρά του client υπάρχει κώδικας jQuery για την δημιουργία αιτήματος post με asynchronous javascript (AJAX) προς το url του κώδικα PHP. Η asynchronous JavaScript χρησιμοποιεί μια HTTP μέθοδο αιτήματος-απάντησης (HTTP request-respone method) για να πάρει και να στείλει δεδομένα από/προς το διακομιστή (δηλαδή αποστολή ή η λήψη των στοιχείων γίνεται με τις μεθόδους GET ή POST). Στην εφαρμογή μας εφαρμόζεται η χρήση της μεθόδου POST, σύμφωνα με την τεκμηρίωση της BaseX. Αυτή η μέθοδος θα εκτελέσει ένα αίτημα από τον client στον server και το αποτέλεσμα θα επιστρέψει μια ασύγχρονη απάντηση, μαζί με κάποιο μήνυμα (alert) μετά τη ολοκλήρωση της λειτουργίας. Για τον έλεγχο των δεδομένων που αποστέλλονται και λαμβάνονται όταν καλούνται αυτοί οι μέθοδοι αξιοποιήσαμε ένα πρόσθετο (plugin) στο Firefox έκδοση Developer που ονομάζεται HttpRequester 2.1.1. Από καρτέλα «Δίκτυο» (Network) του Firefox, στα εργαλεία εντοπισμού σφαλμάτων του έργου, όπως φαίνεται παρακάτω (Εικόνες 36 και 37), μπορούμε να ελέγξουμε αυτές τις μεθόδους.



Εικόνα 36: Το πρόσθετο στο Firefox που δείχνει τα αποτελέσματα των αιτήσεων.



Εικόνα 37: GET και POST ενέργειες που έχουν πραγματοποιηθεί.

Η μέθοδος δεν δημιουργεί άμεσα το στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων BaseX, αλλά ζητά την εκτέλεση ενός PHP script στον εξυπηρετητή που χειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ του AJAX Post και του διακομιστή BaseX. Το αρχείο php script βρίσκεται στην ίδια διαδρομή με την εφαρμογή και όταν καλείται, χειρίζεται μια εσωτερική επικοινωνία μεταξύ του web server Apache και της βάσης δεδομένων BaseX. Η επικοινωνία γίνεται μέσα από μια σειρά από βήματα, όπως αναφέρει η τεκμηρίωση:

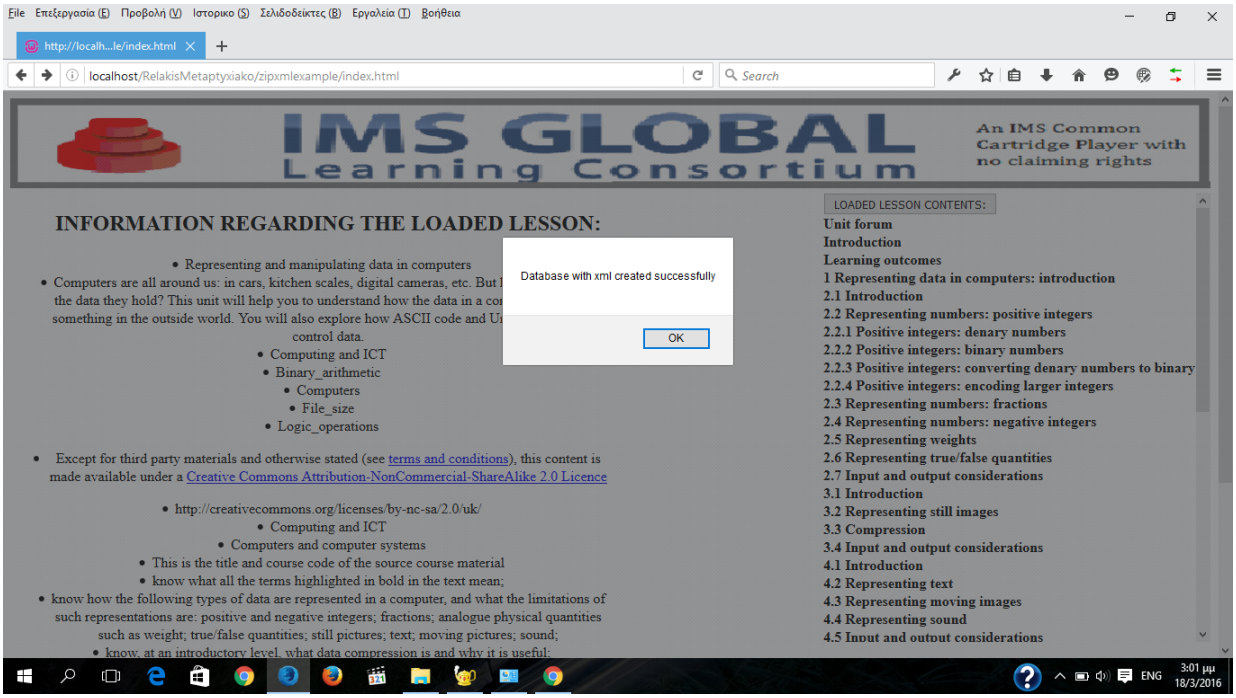
- Στο πρώτο βήμα, χρειάζεται έγκριση (authorization) από το διακομιστή στη βάση δεδομένων και δημιουργώντας ένα ρεύμα (stream) στην php με τις βασικές πληροφορίες (το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης που είναι ο δεύτερος χρήστης που δημιουργήσαμε κατά την εγκατάσταση) ως κεφαλίδα και
- Στο δεύτερο βήμα, χρησιμοποιούνται οι κεφαλίδες HTTP του REST API της βάσης δεδομένων BaseX για την εκτέλεση XQueries για την συγκεκριμένη βάση. Το REST API του BaseX χρησιμοποιεί κυρίως τα δεδομένα XML για την κάθε είδους επικοινωνία από και προς τη βάση δεδομένων. Πληροφορίες για τις βάσεις δεδομένων που υπάρχουν στο σύστημα μας, μπορούμε να πάρουμε από το link "http://localhost:8984/rest". Οι βάσεις δεδομένων είναι σε XML και μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε αυτές αν γνωρίζουμε που είναι αποθηκευμένες (path). Στην εφαρμογή μας, καλώντας τη διαδρομή του XML που περιέχονται στη βάση δεδομένων που δημιουργήσαμε, μετά την ολοκλήρωση, μπορούμε να δούμε το imsmanifest.xm αρχείο στο πρόγραμμα περιήγησης με τη δομή του XML. Η διαδρομή XML μπορεί να διατηρηθεί και για την ανάκτηση του περιεχομένου του XML.
- Στο τελευταίο βήμα αυτής της εσωτερικής επικοινωνίας, για να ολοκληρωθεί η δημιουργία της βάσης δεδομένων, μια εντολή XQuery για την δημιουργία της βάσης δεδομένων πρέπει να εκτελεστεί από το API της BaseX. Με αυτή την εντολή αυτή το XML προστίθεται μέσω της διαδρομής της στο διακομιστή. Αυτή είναι μια απλή, άμεση αλλά ισχυρή εντολή για τη BaseX.

Η BaseX GUI δίνει στο χρήστη μια γραφική διεπαφή χρήστη με πολλές επιλογές όσον αφορά τις βάσεις δεδομένων και το περιεχόμενό τους. Μέσα από το γραφικό περιβάλλον (GUI) της BaseX μπορούμε να ανοίξουμε μια βάση δεδομένων και να προβάλουμε το XML που περιλαμβάνει. Βλέπουμε επίσης ότι υπάρχουν μια σειρά από επιλογές απεικόνισης του XML. Οι

πιο χρήσιμες επιλογές για την απεικόνιση είναι: ως χάρτης, ως δέντρο και ως φάκελος όπου το υπάρχον XML προβάλλεται με διαφορετικούς τρόπους. Για να επιλέξουμε τις πληροφορίες για έναν κόμβο (node) ή το περιεχόμενο ενός χαρακτηριστικού (attribute) του XML, οι διαφορετικές επιλογές είναι πολύτιμες ώστε να καθορίσει τις ενέργειες για την επιστροφή αυτών των τιμών που αν δεν γίνεται πάντα άμεσα, μπορεί να γίνει έμμεσα, δηλαδή μέσω των προγόνων και των απογόνων των κόμβων. Μετά την εύρεση της θέσης ενός κόμβου ή ενός χαρακτηριστικού μπορούμε να πάρουμε το αποτέλεσμα του ερωτήματος για το XML, το μέγεθος και το χρόνο που απαιτείται κ.λπ. Αυτό είναι εξαιρετικά χρήσιμο για μεγάλα αρχεία δεδομένων XML, όπου το δέντρο απεικόνισης των κόμβων μπορεί να είναι πάρα πολύ περίπλοκο για να το διαχειριστούμε εύκολα. Οι επιλογές απεικόνισης μαζί με την τεκμηρίωση της BaseX συμβάλλουν αποτελεσματικά στη διαδικασία εύρεσης και άντλησης των δεδομένων από ένα XML. Σε ένα μεγάλο XML υπάρχουν επιπλέον πληροφορίες που πρέπει να αποθηκευθούν και που είναι αναγκαία για την όλη δομή του XML, όπως για παράδειγμα η δομή της βάσης δεδομένων για τα μαθήματα.

2.3.4 Διάβασμα και αποδόμηση αρχείου imsmanifest.xml

Το σχήμα μεταδεδομένων του IEEE LOM που χρησιμοποιείται στο imsmanifest.xml δείχνει τον τρόπο με τον οποίον σχετίζονται τα μεταδεδομένα μεταξύ τους, καθώς περιλαμβάνουν κόμβους με σχέση γονέα-παιδιού (parent-child or ancestors-descendants). Σύμφωνα με το πρότυπο IEEE LOM τα στοιχεία των μεταδεδομένων ακολουθούν μια ιεραρχική απεικόνιση με φύλλα και ενδιάμεσους κόμβους. Πληροφορίες για αυτά τα δεδομένα μπορούμε να πάρουμε μέσα από το BaseX GUI όπου στη γραφική του απεικόνιση βλέπουμε τη διαδρομή για να φτάσουμε στα τελικά φύλλα. Με τη βοήθεια του BaseX GUI μπορέσαμε να καταλάβουμε την δομή του imsmanifest.xml στην πράξη το οποίο χρησιμοποιεί την δομή του IEEE LOM όπως αναφέραμε και πιο πάνω. Άρα μελετώντας το IEEE LOM και χρησιμοποιώντας το baseX GUI με απευθείας δοκιμές στο xml και την πλατφόρμα μπορέσαμε να διαβάσουμε τα περιεχόμενα και να τα αποδημήσουμε.



Εικόνα 38: Έχει φορτωθεί το μάθημα και έχει δημιουργηθεί η XML Database

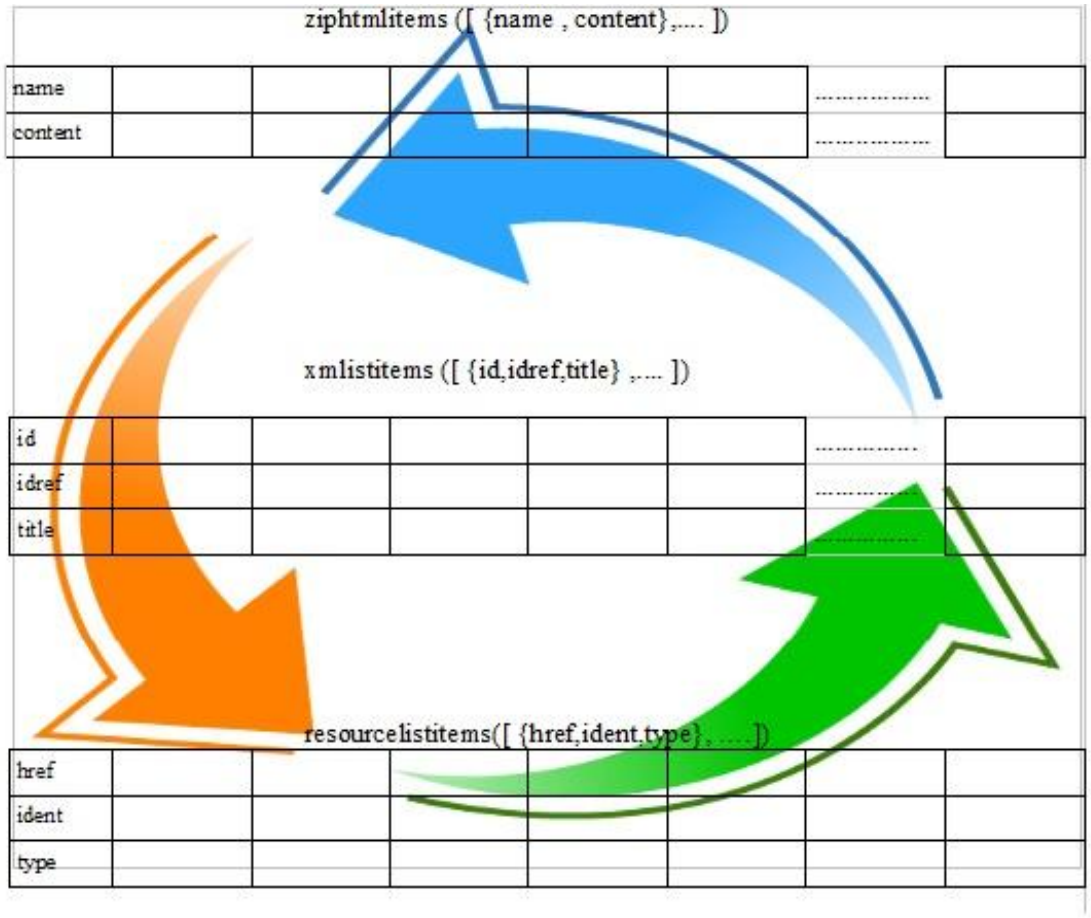
Με την αρχική εκτέλεση του scriptmanifestring.js όπως βλέπουμε στην Εικόνα 38 μας εμφανίζεται το μήνυμα ‘Database with xml created successfully’ που μας ενημερώνει ότι έχει δημιουργηθεί η βάση δεδομένων BaseX τοποθετώντας σε αυτήν ολόκληρο το imsmanfest.xml, αφού πρώτα έχει καθαριστεί η βάση από τυχόν προηγούμενο imsmanifest.xml προγενέστερης χρήσης της εφαρμογής μας. Το scriptmanifestring.js περιέχει Javascript, jQuery και Underscore κώδικα για να ξεκινήσει και να ολοκληρωθεί η αναπαραγωγή του μαθήματος, κώδικας ο οποίος είναι σε συμμόρφωση με τις προδιαγραφές και το σχήμα XML του IMS-CC. Σε γενικές γραμμές αυτό που κάνει το scriptmanifestring.js είναι να φορτώσει τα δεδομένα από το XML DOM στο HTML DOM καθώς το αρχείο HTML ενημερώνεται με τις νέες πληροφορίες, διατηρώντας την αρχιτεκτονική Model-View-Controller (MVC).

Μετά τη διαδικασία φόρτωσης των τιμών στις δομές των δεδομένων, ο στόχος είναι να βρεθούν όλες οι σχετικές πληροφορίες που αφορούν το μάθημα. Οι πληροφορίες αυτές προβάλλονται μέσω του αρχείου imsmanifest.xml που κρατά τις πληροφορίες σχετικά με το όνομα των μαθημάτων, τα αρχεία που πρέπει να συμπεριληφθούν για την αναπαραγωγή και μια σειρά από άλλες σχετικές πληροφορίες, όπως τον τύπο του περιεχομένου, πρόσθετα αρχεία που απαιτούνται για τη σωστή αναπαραγωγή κ.λπ.

2.3.5 jQuery και Underscore

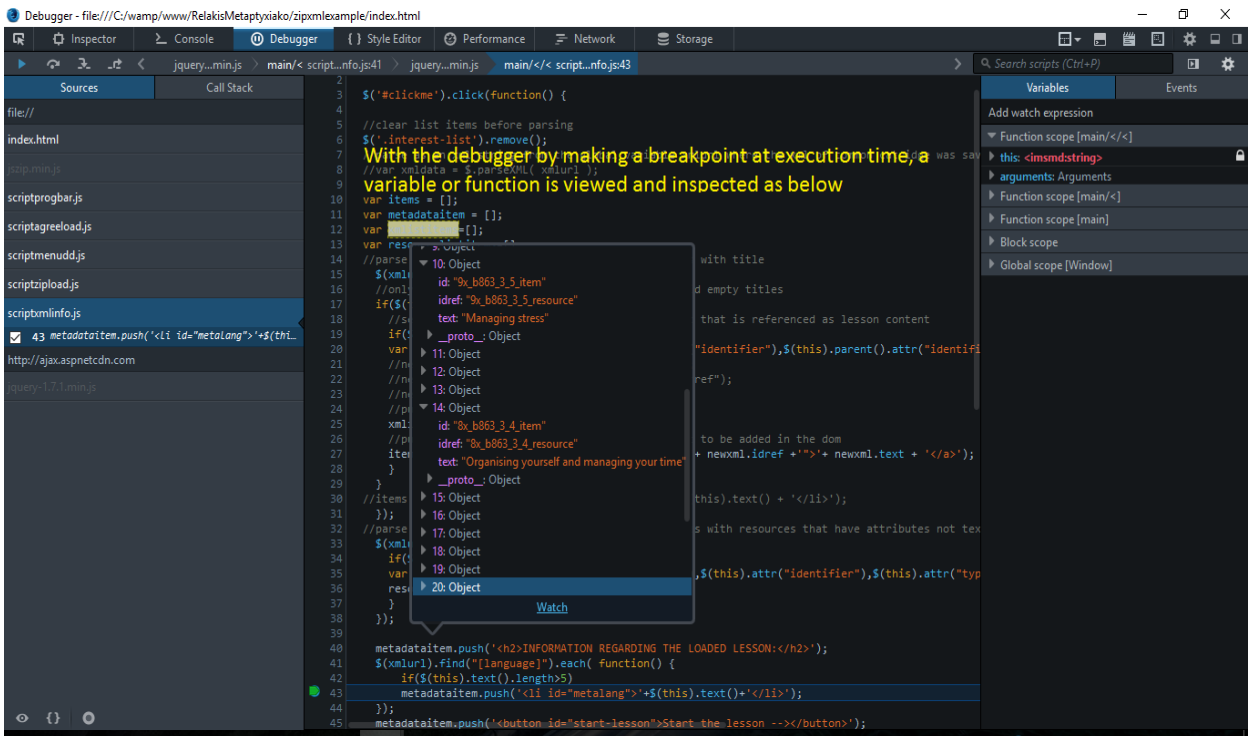
Η χρήση του jQuery είναι πολύ σημαντική για τη σωστή αποδόμηση του αρχείου XML και τη μεταφόρτωση των πληροφοριών που περιέχει στην εφαρμογή. Το jQuery περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών που έχουν να κάνουν με την επιλογή στοιχείων HTML με συγκεκριμένες εντολές, επαναλήψεις στα δεδομένα για τα δεδομένα που επιστρέφονται ή την δημιουργία ενός νέου HTML στοιχείου που προστίθεται στην εφαρμογή. Επίσης, η jQuery έχει δυνατότητες αλυσιδωτής σύνδεσης των αποτελεσμάτων (chaining capabilities) που σημαίνει ότι όλες αυτές οι λειτουργίες και ακόμα περισσότερες μπορούν να δημιουργηθούν με μία μόνο λειτουργία ή σε μία μόνο εντολή.

Αυτή η δυνατότητα είναι ακόμη ένας λόγος που κάνει το jQuery μοναδικό στις βιβλιοθήκες Javascript που χρησιμοποιούνται στον τομέα των εφαρμογών SPA (single page application) και είναι εξαιρετικά χρήσιμο για τους προγραμματιστές που κατασκευάζουν εφαρμογές στο διαδίκτυο. Ένα παράδειγμα χρήσης του jQuery είναι ότι μπορούμε να επιλέξουμε συγκεκριμένους κόμβους του XML, να τους “δέσουμε” πάνω σε ένα HTML στοιχείο, να προσθέσουμε ιδιότητες CSS και να ενημερώνουμε την εφαρμογή που θα έχει το καινούργιο στοιχείο. Το αποτέλεσμα της χρήσης της jQuery δεν είναι απλά λιγότερες γραμμές κώδικα, από μεριάς προγραμματιστή, αλλά και ο διαχωρισμός των δεδομένων του XML, καθώς επιλέγονται λιγότεροι κόμβοι και γίνεται καλύτερος χειρισμός των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα σε ξεχωριστές συναρτήσεις οι οποίες συνδέονται με στοιχεία της διεπαφής (UI). Το jQuery βοηθάει να περάσουν τα δεδομένα από την επεξεργασία του XML, στις συναρτήσεις, να προστεθούν στο UI και να αναλάβουν οι ιδιότητες του CSS την αλλαγή των χρωμάτων, την εμφάνιση ή απόκρυψη, την αύξηση ή μείωση του πλάτους και γενικά κάθε αλλαγή που δίνει στο χρήστη ένα διακριτό διαχωρισμό των στοιχείων στην εφαρμογή. Το jQuery χειρίζεται την εισαγωγή, αλλαγή ή διαγραφή κάποιας κλάσης που μεταβάλει την εμφάνιση των στοιχείων κατά την διάρκεια της αναπαραγωγής του υλικού (μαθήματα), αλλά και με τη συμβολή του Underscore. Εν κατακλείδι, το jQuery με το jQuery UI αξιοποιούνται από αρκετές πλατφόρμες και διευκολύνουν στη μετάβαση του λογισμικού σε άλλες συσκευές, όπως ταμπλέτες, κινητά τηλέφωνα κ.λπ.



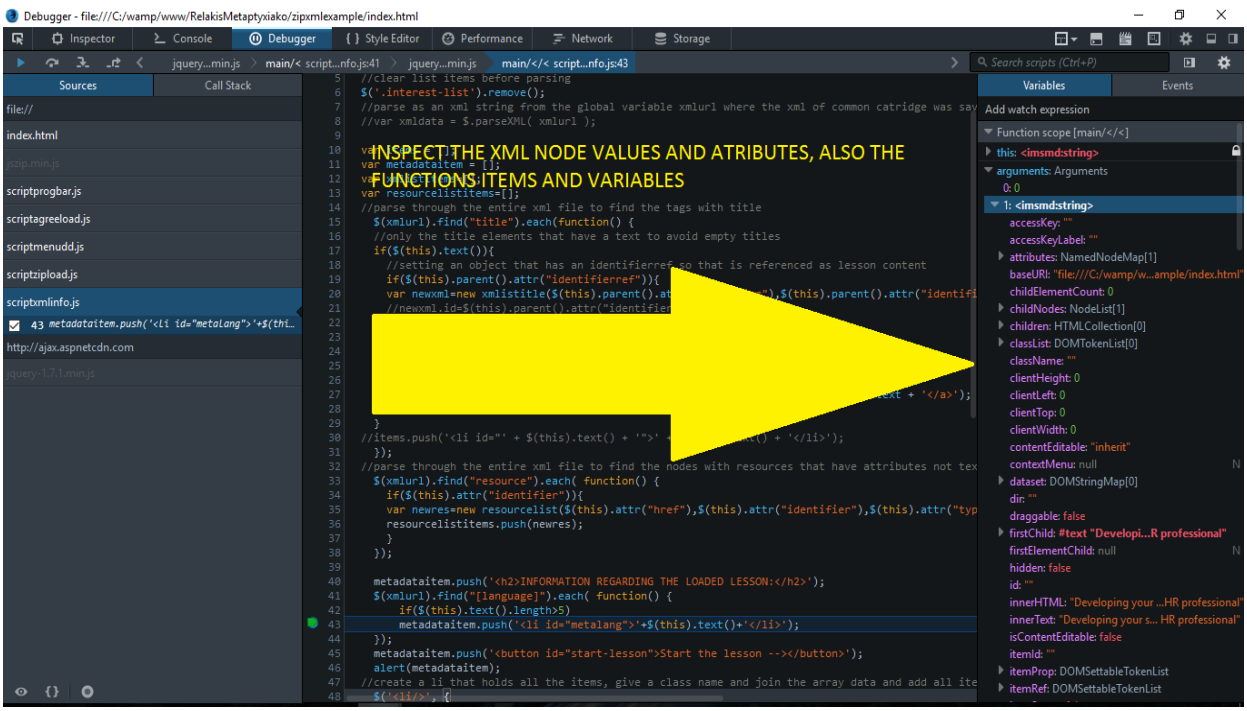
Εικόνα 39: Τα μεταδεδομένα, τα πνευματικά δικαιώματα του πακέτου συσκευσίας zip και το κουμπί έναρξης

Η Undescore είναι μια βιβλιοθήκη Javascript που συνδέεται με το jQuery και αφορά σε δεδομένα που δημιουργούνται. Τα δεδομένα που αποθηκεύονται σε συναρτήσεις και στη συνέχεια σε πίνακες συναρτήσεων είναι δύσκολο να τα χειριστεί το jQuery με τη συνήθη λογική της επανάληψης. Η αξιοποίηση του Underscore κάνει τα πράγματα πιο εύκολα. Με πάνω από 100 λειτουργίες, όπως find, filter, Where, findWhere, reduce κλπ η αναζήτηση και η εύρεση των δεδομένων υλοποιείται με μια γραμμή κώδικα, αντί για ένθετες επαναλήψεις και αλυσιδωτές κλήσεις κώδικα.



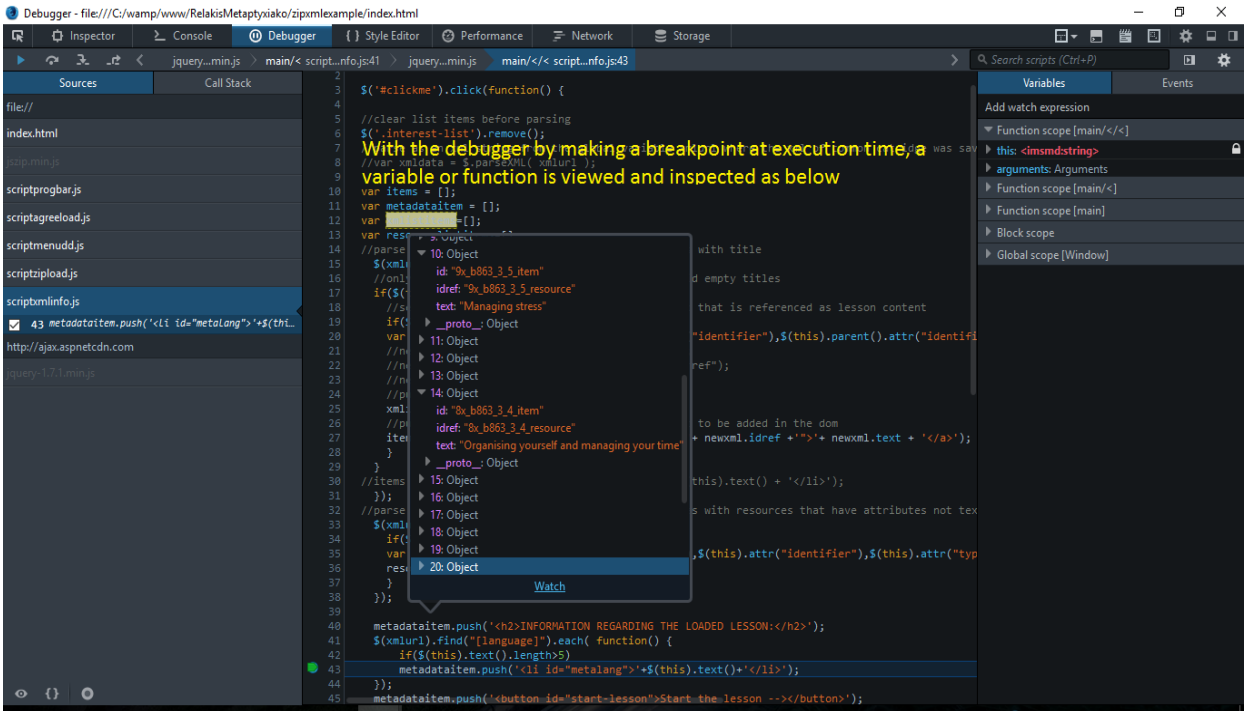
Εικόνα 40: Η αναζήτηση διασταυρωμένων πληροφοριών, όπως φαίνεται στα Developer Tools του Firefox

Το Undercore αναζητά κάποια ιδιότητα δεδομένων σε ένα πίνακα συναρτήσεων και φέρνει το αποτέλεσμα σε ένα άλλο πίνακα συναρτήσεων από τον οποίο βρίσκει μια άλλη ιδιότητα που ταιριάζει. Με αυτό τον τρόπο υλοποιείται η διασταυρούμενη αναζήτηση (cross-reference, Εικόνα 39) των δεδομένων για τα μαθήματα που έχει να κάνει με ένα μεγάλο όγκο πληροφοριών για το μάθημα (παραπομπές, ταυτοποίηση του imsmanifest.xml, κοινόχρηστο περιεχόμενο, αριθμός αρχείων, τύπος μαθήματος κλπ.) Οι λειτουργίες αυτές στο εσωτερικό των συναρτήσεων και των πινάκων υλοποιούνται με έτοιμες συναρτήσεις Underscore.



Εικόνα 41: Αναζήτηση δεδομένων του XML, όπως φαίνεται στα Developer Tools του Firefox

Στις δύο παραπάνω εικόνες (Εικόνα 40, Εικόνα 41) μέσα από το περιβάλλον Developer Debugger Firefox μπορούμε να δούμε ένα παράδειγμα των μεταβλητών, των πινάκων δεδομένων και των λειτουργιών που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή. Διακόπτοντας τη λειτουργία κάποιου script μπορούμε να δούμε τις τιμές των δεδομένων. Εάν τα εισερχόμενα δεδομένα έχουν αναλυθεί σωστά, μπορούμε να εξετάσουμε τις τιμές τους. αυτές. Από τον έλεγχο των τιμών μπορούν να προκύψουν αλλαγές στον κώδικα και στα στοιχεία (elements) για να πάρουμε τα αναμενόμενα αποτελέσματα που θα χρησιμοποιηθούν ως είσοδος στην επόμενη φάση της εφαρμογής.



Εικόνα 42: Στιγμιότυπο δεδομένων του XML, αποθηκευμένα στους πίνακες όπως φαίνεται στα Developer Tools του Firefox Developer.

2.3.6 Η αναπαραγωγή των μαθημάτων στην εφαρμογή

Τελευταία φάση της εφαρμογής είναι η αναπαραγωγή του περιεχομένου του IMS CC πακέτου (περιεχόμενο μαθημάτων). Όλα τα δεδομένα που δημιουργούνται, αρχικοποιούν μεταβλητές και δομές με σκοπό να αναπαραχθεί το περιεχόμενο που περιλαμβάνεται στο πακέτο zip. Επίσης, στη βάση του διακομιστή έχει καταγραφεί το περιεχόμενο (resources) του πακέτου IMS CC που θα χρησιμοποιηθεί στην αναπαραγωγή του περιεχομένου. Η εφαρμογή υποστηρίζει την πιο πρόσφατη έκδοση της προδιαγραφής IMS-CC (1.3).

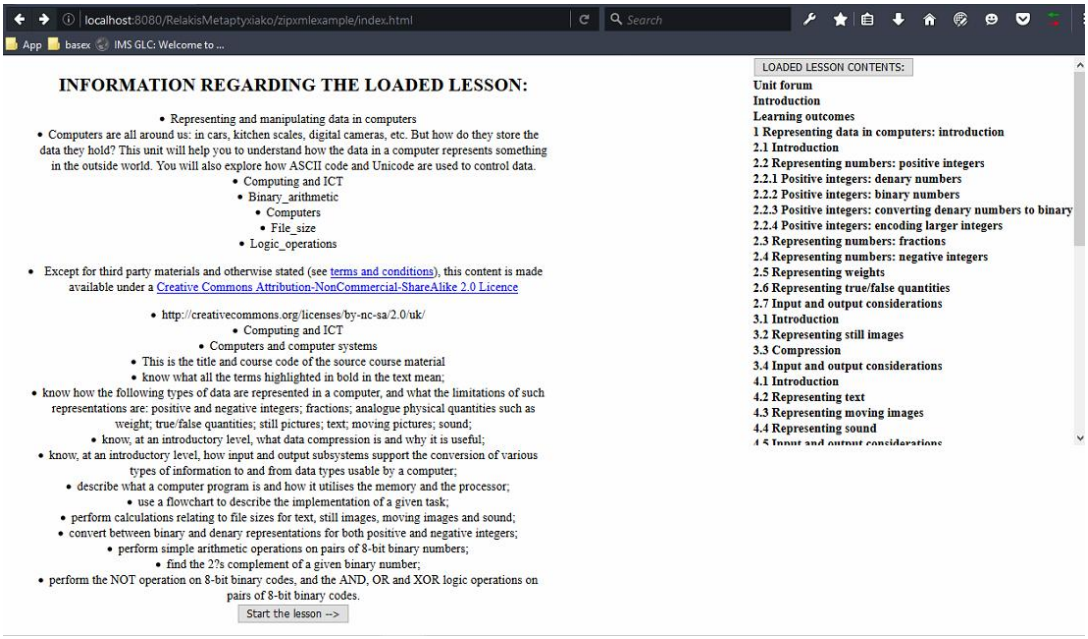


Εικόνα 43: Το πρώτο μάθημα του πακέτου που συνήθως περιέχει την εισαγωγή στο περιεχόμενο μαθημάτων.

Το περιεχόμενο του μαθήματος έχει τοποθετηθεί σε ένα iframe HTML5 και αυτό συνδέει το εσωτερικό περιεχόμενό του μαθήματος με το υπόλοιπο της εφαρμογής μας. Η αναπαραγωγή ξεκινά από τη στιγμή που παρουσιάζεται η πρώτη οθόνη με τα μεταδεδομένα του μαθήματος και στη δεξιά ενότητα (div) υπάρχει ο κατάλογος των μαθημάτων πριν από τη φόρτωση του πρώτου μαθήματος και η αναζήτηση κάποιου τίτλου διευκολύνεται με την χρήση κυλιόμενης μπάρας.

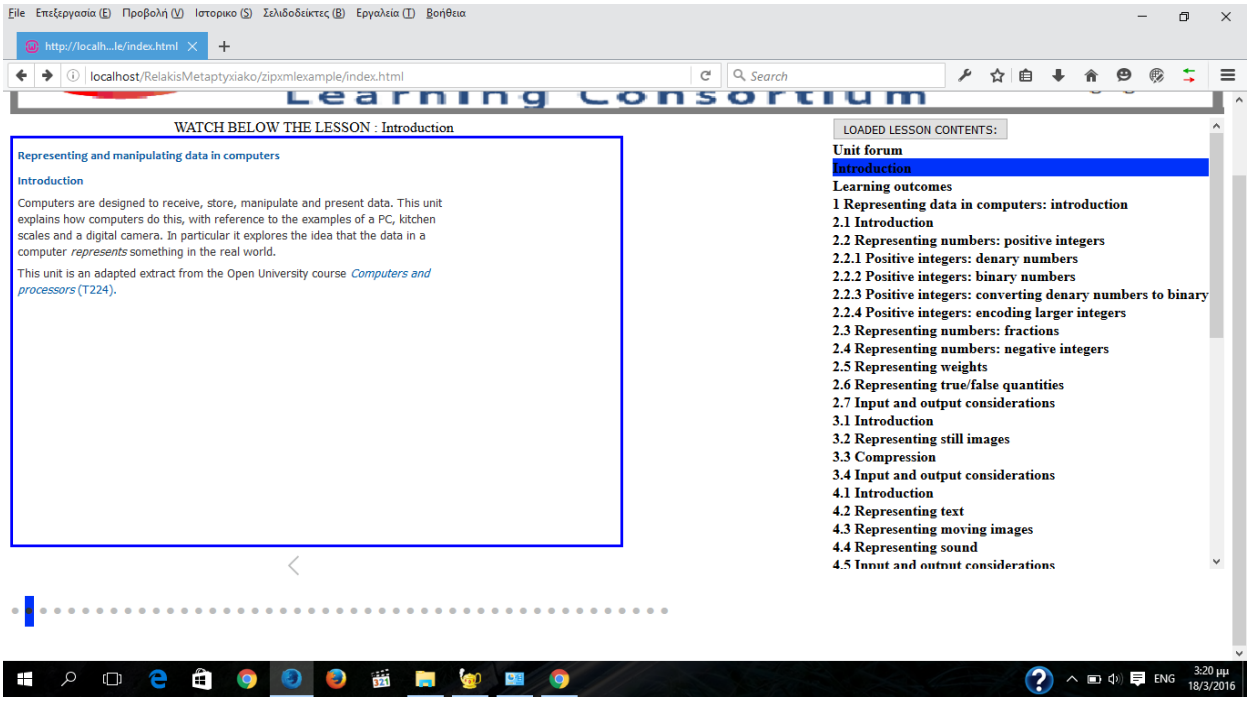
Για τη σωστή αναπαραγωγή των μαθημάτων απαιτείται μια σειρά ενεργειών που έχουν ήδη περιγραφεί και είναι απαραίτητες για την προετοιμασία του backend στον διακομιστή με τα βήματα που περιγράφονται για την εκτέλεση του server-side scripting, αλλά και ως μέρος της υλοποίησης του frontend client-side για το client-side scripting.

Το HTML UI στην Εικόνα 44 περιέχει τον κατάλογο των μαθημάτων που εμφανίζονται στη δεξιά πλευρά, στο πλαίσιο αναπαραγωγής του μαθήματος είναι τα μεταδεδομένα του μαθήματος που έχουν φορτωθεί, στο κάτω μέρος της σελίδας που απεικονίζεται στην Εικόνα 44 υπάρχει το κουμπί "Ξεκινήστε το μάθημα", που με το πάτημα του κουμπιού το γεγονός εκτελείται και η αναπαραγωγή ξεκινά και δημιουργείται δυναμικά ένα iframe με απλό javascript κώδικα το οποίο έχει ως περιεχόμενο το μάθημα που έχουμε επιλέξει να αναπαραχθεί.



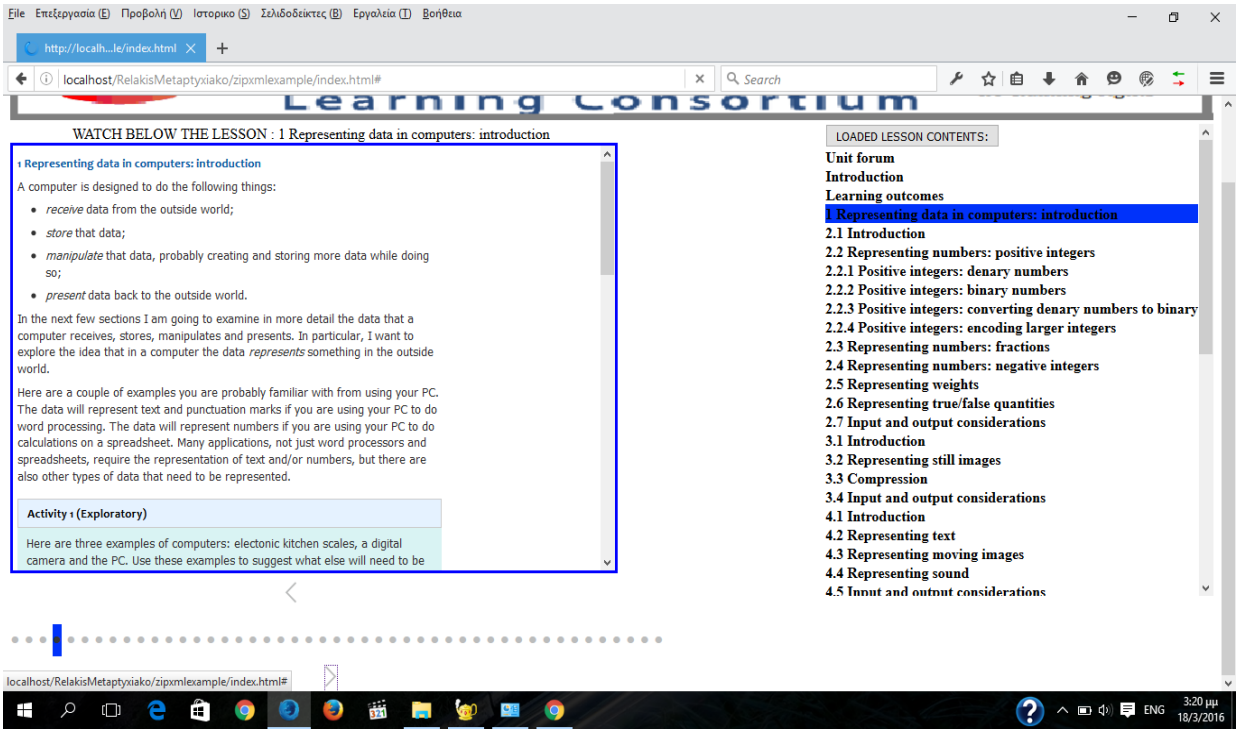
Εικόνα 44: Προβολή των μετα-δεδομένων του μαθημάτων με την έναρξη αναπαραγωγής του πακέτου

Στη συνέχεια, μια επανάληψη των στοιχείων που εμπεριέχουν τα ονόματα των μαθημάτων θα δημιουργήσει μια λίστα με κουκκίδες που θα εμφανίζεται ακριβώς κάτω από το iframe (Εικόνα 45). Ο αριθμός των κουκκίδων συνδέεται άμεσα με τον αριθμό των μαθημάτων, και την ίδια στιγμή ένας συγχρονισμός ξεκινά μεταξύ των λειτουργιών που περιγράφηκαν προηγουμένως και την ανάδειξη του μαθήματος που είναι επιλεγμένο στο div. Το όνομα του μαθήματος εμφανίζεται και στην κορυφή του iframe.



Εικόνα 45: Στιγμιότυπο εκτέλεση μαθήματος

Επόμενο βήμα είναι η πλοήγηση στα μαθήματα. Όλη η διαδικασία της πλοήγησης καθορίζεται σύμφωνα με την πληροφορία στο αρχείο imsmanifest.xml. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων η πλοήγηση είναι ιεραρχική, δηλαδή μπορούμε να πάμε από το ένα μάθημα στο άλλο, μπροστά και πίσω και από το προηγούμενο στο επόμενο, χρησιμοποιώντας τα βελάκια που βρίσκονται στην αρχή και στο τέλος των κουκίδων. Κάθε φορά που πατάμε ένα βελάκι (μπροστά ή πίσω) το αντίστοιχο μάθημα επισημαίνεται με μπλε και το όνομα του μαθήματος εμφανίζεται στο πάνω μέρος. Αυτό που συμβαίνει είναι ότι οι μεταβλητές που έχουν όλες τις πληροφορίες για το μάθημα, το περιεχόμενο του μαθήματος, το όνομα, τον τύπο του μαθήματος, τα σχετιζόμενα αρχεία κτλ. ελέγχονται και από εκεί μεταφέρονται στην εφαρμογή με κώδικα jQuery και Underscore. Η λίστα των μαθημάτων και οι κουκκίδες επιτρέπουν την πλοήγηση μόνο σύμφωνα με τη δομή που έχουν τα μαθήματα, δηλαδή μπορούμε να πάμε από το προηγούμενο στο επόμενο και όχι από το ένα μάθημα σε κάποιο άλλο. Η πλοήγηση μπορεί να μην επιτρέπει να πηγαίνουμε π.χ. από το πρώτο κατευθείαν στο τελευταίο, αλλά να μεταβαίνουμε διαδοχικά από το προηγούμενο μάθημα στο επόμενο, αλλά και από το τελευταίο να βρεθούμε πάλι στο πρώτο και να ξεκινήσουμε από την αρχή.



Εικόνα 46: Παρασκήνιο εκτέλεση μαθήματος 2

2.3.7 Σκοπός χρήσης του BaseX GUI για την επαλήθευση των κόμβων κατά την υλοποίηση της εφαρμογής

Στην παρούσα ενότητα πραγματοποιούμε αναφορά σε συναρτήσεις τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και οι οποίες δημιουργούν αντικείμενα με βάση τις τιμές που αντλούν από το imsmanifest.xml και τοποθετούνται σε πίνακες για χρήση τους από την εφαρμογή (πχ εκτέλεση μιας Loop με σκοπό την προσπέλαση των κόμβων του αρχείου xml, καθώς με την εμφάνιση των περιεχομένων τους πραγματοποιείται η αναπαραγωγή του μαθήματος). Οι συναρτήσεις δημιουργίας του αντικειμένου περιλαμβάνουν τις παραμέτρους ως ιδιότητες των αντικειμένων, για το πέρασμα των τιμών και την αρχικοποίηση του αντικειμένου. Στην εφαρμογή μας κάθε αντικείμενο που δημιουργείται έχει τιμές ανάλογα με την κατηγορία τιμών που παίρνει από το αρχείο XML το οποίο περιέχει όλες τις πληροφορίες του ims common cartridge zip file.

Οι συναρτήσεις με τους ορισμούς και τις περιγραφές τους

Ορισμός	Περιγραφή

function ziphtmlitem (name,content){
this.name=name;
this.content=content;
}
	Καθορίζει το όνομα του IMS-CC zip αρχείου με το περιεχόμενο και το ίδιο το περιεχόμενο.

function xmlistitle(id,idref,text){
this.id=id;
this.idref=idref;
this.text=text;
}
	Καθορίζει ένα στοιχείο: το αναγνωριστικό του (identifier), την αναφορά του αναγνωριστικού (identifier reference) και τον τίτλο του, όπως αυτός αναφέρεται στο imsmanifest.xml.

function resourcelist(href,ident,type){
this.href=href;
this.ident=ident;
this.type=type;
}
	Παρέχει τις βασικές πληροφορίες για ένα πόρο: την αναφορά της τοποθεσίας του αρχείου (href), το αναγνωριστικό του και τον τύπο του περιεχομένου.

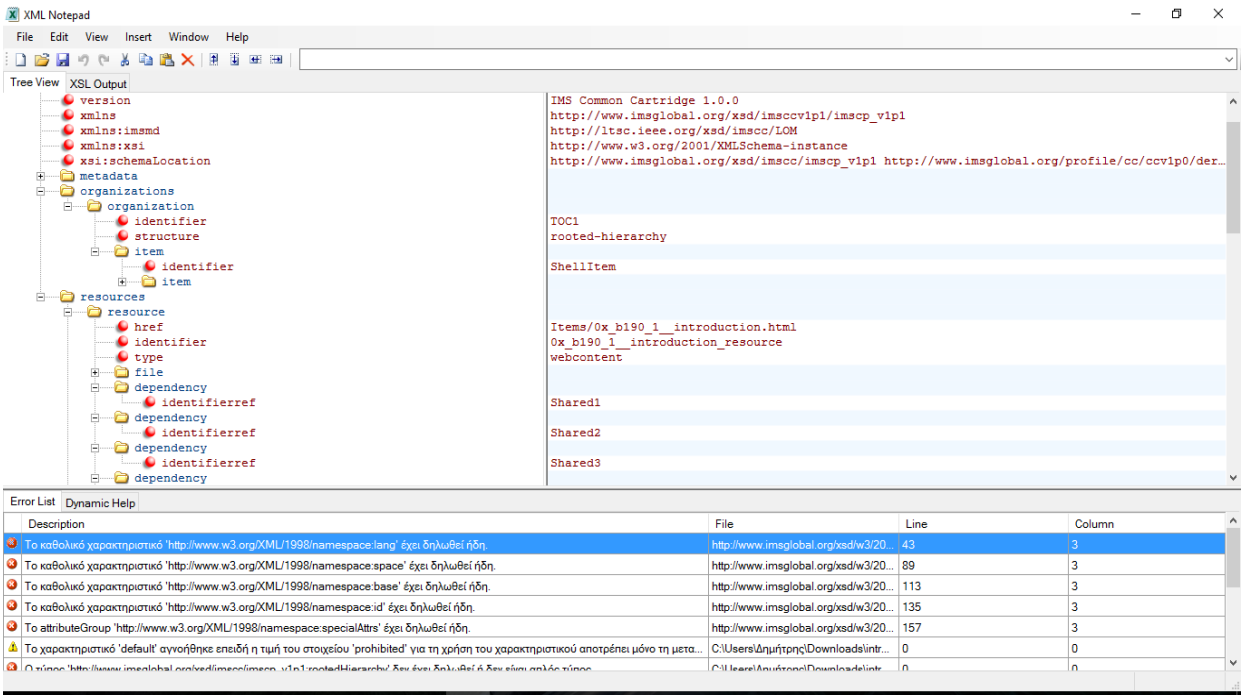
Η αποθήκευση των συναρτήσεων γίνεται σε ένα πίνακα αντικειμένων. Ένας πίνακας ως δομή αποθηκεύει κάθε συνάρτηση που δημιουργείται ως αντικείμενο με μια κλήση εσωτερικής συνάρτησης Push για το νέο αντικείμενο που δημιουργείται μαζί με τις τιμές του. Οι συναρτήσεις γεμίζουν με τιμές τα αντικείμενα, οπότε μπορούμε με τη χρήση των ιδιοτήτων κάθε αντικειμένου να το χρησιμοποιήσουμε μέσα από την τιμή που έχει στον πίνακα ή να καλέσουμε μια επαναληπτική δομή που θα μας δώσει όλες τις τιμές κάθε αντικείμενου που εισάγουμε στον πίνακα. Για παράδειγμα, για να προσπελάσουμε ένα στοιχείο που βρίσκεται στην 11η θέση στον πίνακα xmlistitems αρκεί να γράψουμε xmlistitems[10].text (η αρίθμηση ξεκινά από το 0) ή να προσπελάσουμε όλα τα στοιχεία του πίνακα με for loop (ή με each του jQuery). Στην πορεία του προγράμματος, αφού διαβάσουμε το XML, αρχίζουμε να γεμίζουμε με αντικείμενα τον άδειο πίνακα.

Οι πίνακες των συναρτήσεων

Ορισμοί πινάκων	Περιγραφή
var items=[]	Ο πίνακας γεμίζει με τους τίτλους των περιεχομένων του imsmanifest.xml. Δρα βοηθητικά ως προς τον επόμενο πίνακα xmlistitems.
var xmlistitems=[]	Περιέχει τους τίτλους των στοιχείων του imsmanifest.xml αφού έχουν γίνει αλλαγές σε ορισμένες ιδιότητες τους, για είναι εφικτή η αντιστοιχία τους σε παραπομπές (cross- reference).

var metadataitems=[]	Συμπληρώνεται με πληροφορίες για τα μεταδεδομένα του μαθήματος, εφόσον αυτά υπάρχουν στο αρχείο imsmanifest.xml.
var resourcelistitems=[]	Ο πίνακας γεμίζει με τους πόρους στους οποίους αναφέρονται τα στοιχεία του imsmanifest.xml περιέχοντας όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την μεταφόρτωση (loading) τους.

Για να δούμε αναλυτικά τους κόμβους και τα χαρακτηριστικά της XML μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το πολύ χρήσιμο GUI της BaseX, το οποίο έχει πολλές επιλογές απεικόνισης ή οποιοδήποτε άλλο πρόγραμμα, όπως το XML Notepad (Εικόνα 47) ή σχετικό λογισμικό, που μπορεί να απαριθμήσει τα περιεχόμενα ενός XML. Ο σκοπός είναι μια καλύτερη οπτική απεικόνιση για να δούμε και να βρούμε πώς να πάρουμε τις τιμές ενός κόμβου ανάλογα με τους προγόνους και τους απογόνους που έχει αυτός (τιμές και χαρακτηριστικά). Μπορούμε να μάθουμε αν ένας κόμβος που θέλουμε να διαβάζουμε περιέχει ή όχι κείμενο, δηλαδή αν οι κόμβοι είναι πρόγονοι ή διάδοχοι και αν περιέχει μόνο χαρακτηριστικά. Με την προβολή του XML σε ένα τέτοιο λογισμικό η διάκριση είναι σαφέστερη με διαφορετικά χρώματα των αντικειμένων. Με αυτό τον τρόπο είναι εύκολο να καταλάβουμε εάν ένας κόμβος έχει προγόνους ή απογόνους και ποια είναι τα χαρακτηριστικά του. Η αξιοποίηση του BaseX GUI διευκόλυνε σημαντικά στη υλοποίηση της εφαρμογής, καθώς πρόσφερε ένα εύκολο τρόπο ανάγνωσης του XML αρχείου.



Εικόνα 47: Επιθεώρηση του περιεχομένων του imsmanifest.XML με το XML Notepad.

2.3.8 Εγκατάσταση & λειτουργία εφαρμογής

2.3.8.1 Απαιτούμενα για την εκτέλεση της εφαρμογής.

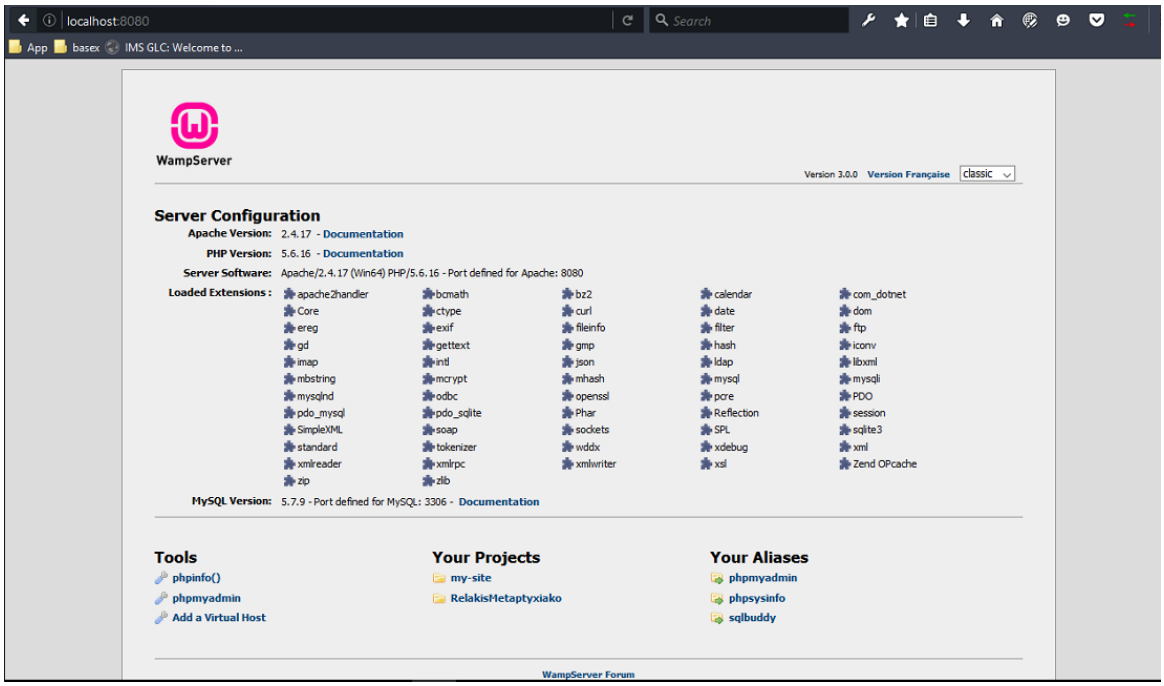
- Αρχικά, πρέπει να εγκαταστήσουμε τον WAMP WEB Server σε λειτουργικό σύστημα Windows 10, ώστε να δώσουμε στον υπολογιστή μας τη δυνατότητα να υποστηρίζει τη γλώσσα προγραμματισμού PHP, τον HTTP server Apache και το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων Mysql. Με την εγκατάσταση του WAMP δημιουργείται στην τοποθεσία “C:\wamp\www” ο χώρος όπου θα τοποθετηθούν τα αρχεία της εφαρμογής μας. Χρειαζόμαστε τον Apache Web Server, γιατί μας δίνει τη δυνατότητα να τρέξουμε την web εφαρμογή μας στον Localhost και την PHP για να εκτελέσουμε το Server Side Scripting.
- Στη συνέχεια θα πρέπει να εγκαταστήσουμε και την BaseX XML Database, ώστε να δημιουργήσουμε τη XML βάση που θα αποθηκευτεί το αρχείο imsmanifest.xml. Ακολουθώντας τις οδηγίες θα χρειαστεί να ορίσουμε ένα username και ένα κωδικό πρόσβασης για τον διαχειριστή της βάσης (administrator). Μετά τα παραπάνω βήματα θα έχουμε πρόσβαση στη βάση μέσα από το πρόγραμμα περιήγησης (web browser) που

χρησιμοποιούμε ως προεπιλεγμένο (εμείς χρησιμοποιήσαμε τον Mozilla Firefox Developer Edition), εκτελώντας τη διαδρομή http://localhost:8984/dba και στη συνέχεια εισάγοντας τα διαπιστευτήρια του διαχειριστή που δημιουργήσαμε.

- Με την εγκαταστάτη των παραπάνω εφαρμογών θα πρέπει κάθε φορά που θέλουμε να τρέχουμε την εφαρμογή μας να έχουμε εκτελέσει πρώτα τις εφαρμογές WAMP και BaseX.
- Το μηχάνημά μας είναι έτοιμο να υποστηρίξει ένα website με Apache και να διαχειριστεί δεδομένα σε Mysql ή BaseX βάση δεδομένων.

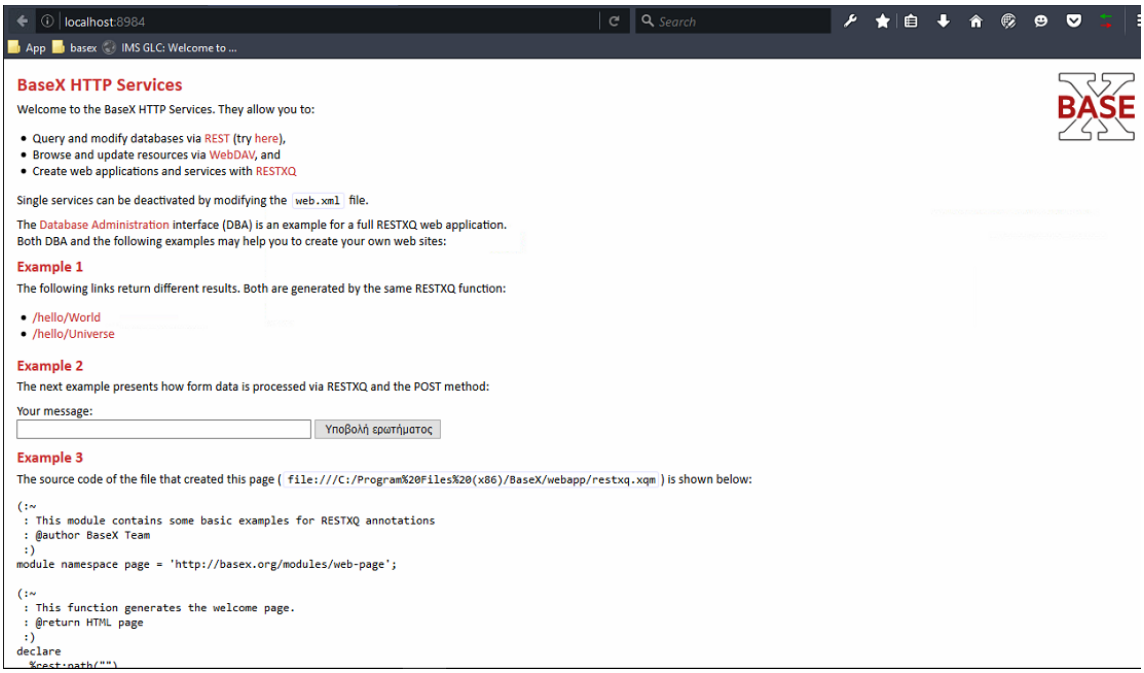
2.3.8.2 Εκτέλεση και έλεγχος εφαρμογής

Μια από τις αρχικές ενέργειες για να διαπιστώσουμε πως έχουμε εγκαταστήσει όλα τα προαπαιτούμενα σωστά στην πλευρά του server side είναι η εκτέλεση της τοποθεσίας localhost:8080 μέσα από έναν web browser. Όπως βλέπουμε στην Εικόνα 48 δεν υπάρχει κάποιο σφάλμα στην εγκατάσταση μας καθώς τρέχουν σωστά όλα τα services για την δημιουργία της τοπικής μας βάση δεδομένων.



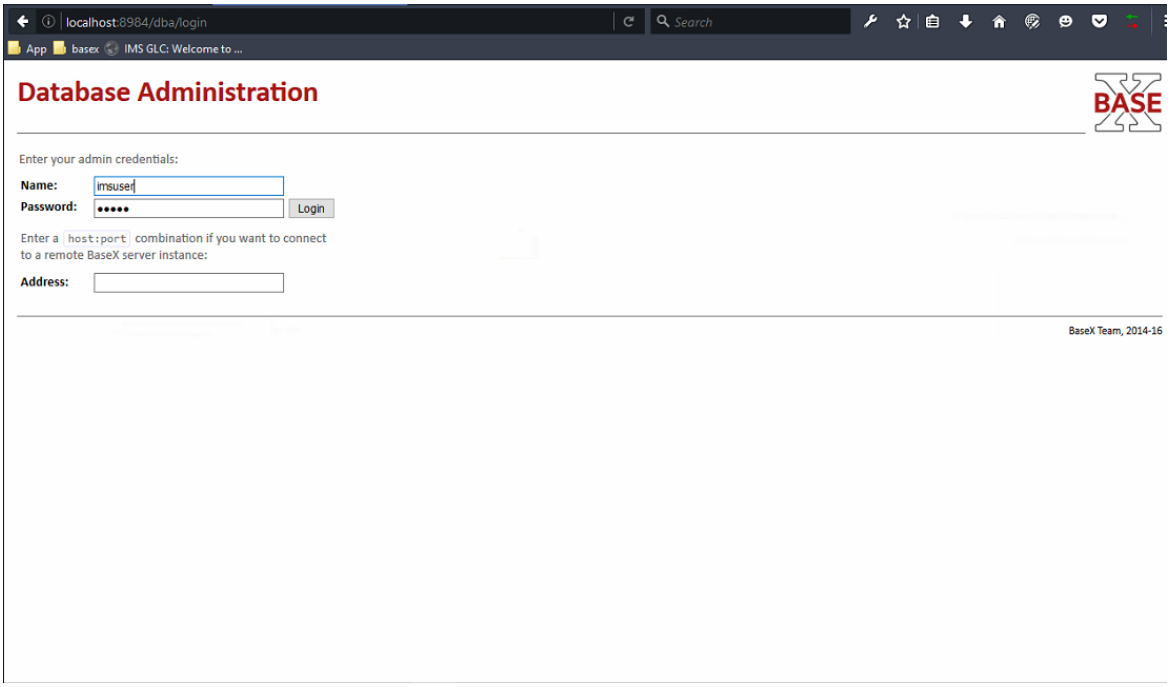
Εικόνα 48: Τοποθεσία localhost τοπικής βάσης δεδομένων

Στην συνέχεια πραγματοποιούμε έλεγχο και για την δυναμική βάση που θα δημιουργηθεί με την χρήση της BaseX. Επιλέγουμε σε web browser την τοποθεσία localhost:8984 όπως βλέπουμε στην Εικόνα 49 χωρίς και πάλι κάποιο σφάλμα.



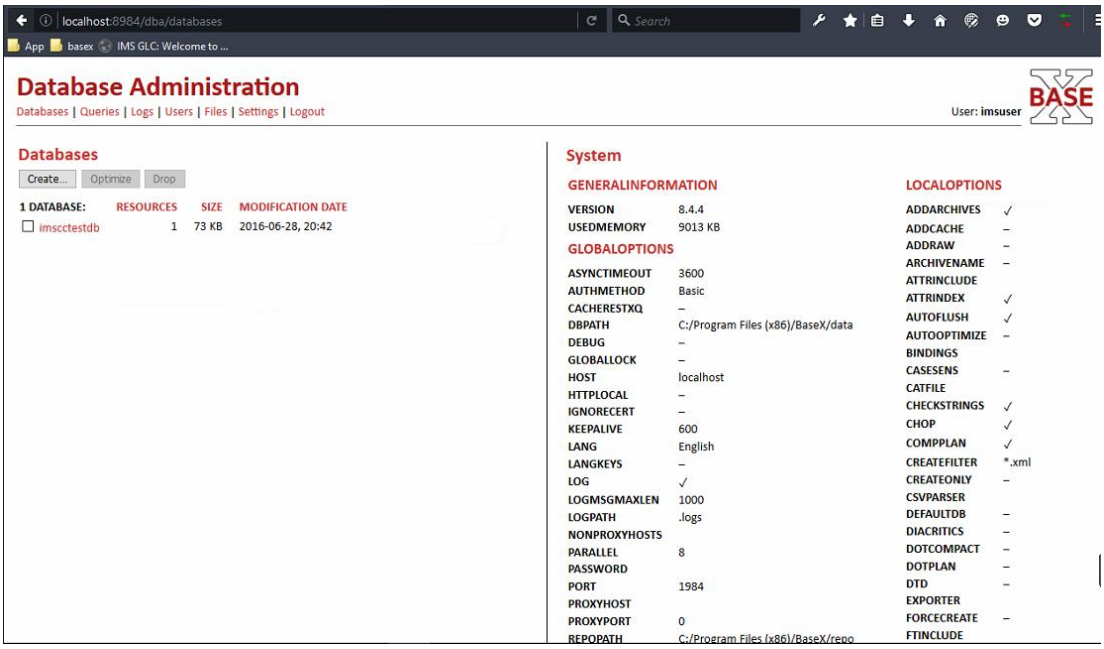
Εικόνα 49: Τοποθεσία localhost BaseX βάσης δεδομένων

Έπειτα επισκεπτόμαστε την τοποθεσία localhost:8984/dba/login και πραγματοποιούμε είσοδο στο σύστημα διαχείρισης της βάσης BaseX, όπως βλέπουμε στην Εικόνα 50.



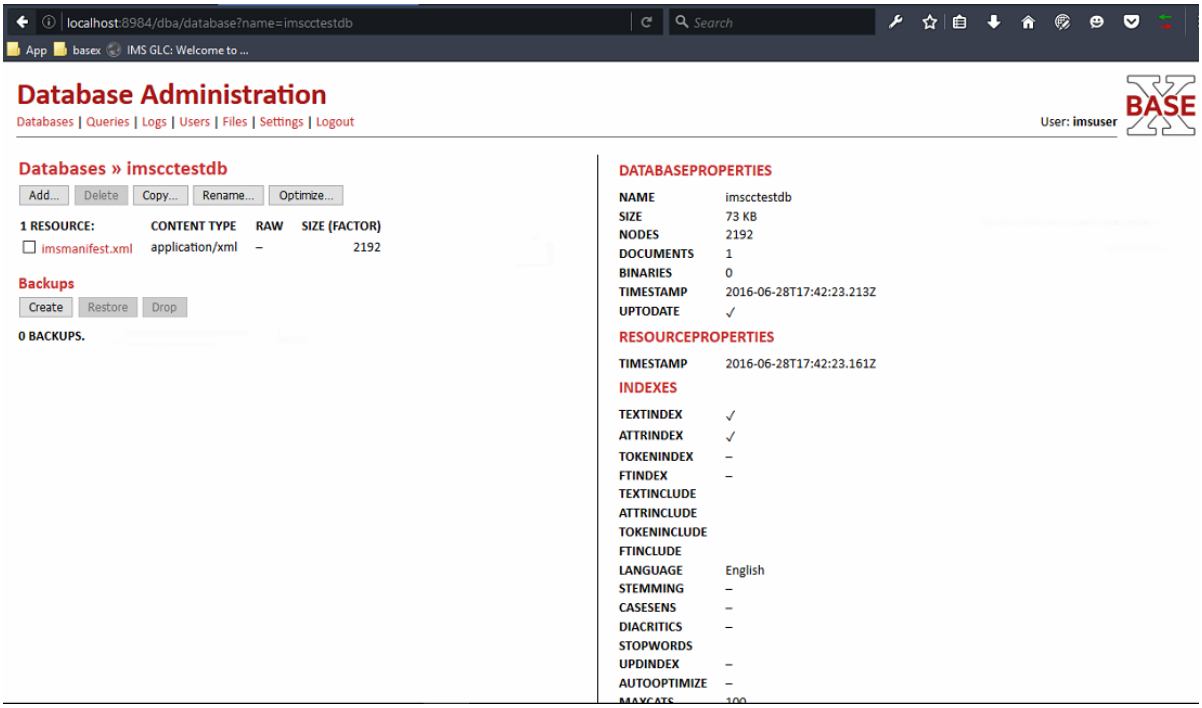
Εικόνα 50: BaseX Login page

Στη συνέχεια, δημιουργούμε μια νέα βάση δεδομένων με το όνομα imsccctestdb, όπως βλέπουμε στην Εικόνα 51, έτσι ώστε όταν τρέξει η εφαρμογή μας να αποθηκεύσει το imsmanifest.xml σε αυτήν.



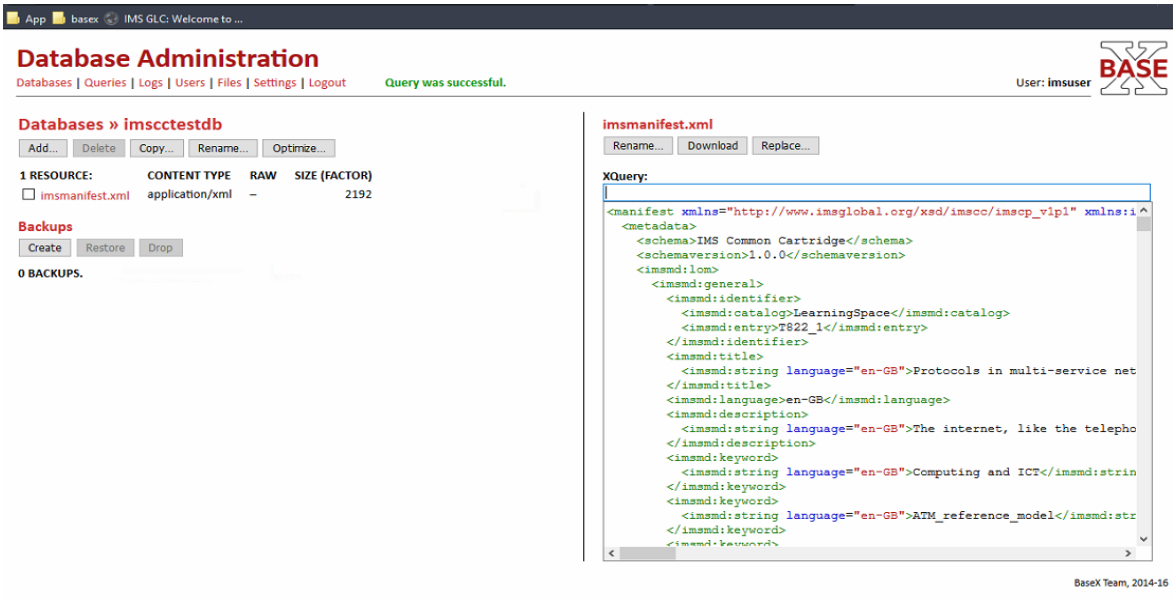
Εικόνα 51: Δημιουργία BaseX βάσης δεδομένων

Έχοντας δημιουργήσει την βάση μπορούμε να πατώντας πάνω στο όνομα της να μπούμε και να διαβάσουμε όπως βλέπουμε στην Εικόνα 52, τα χαρακτηριστικά που την ορίζουν. (πχ μέγεθος, ημερομηνία δημιουργίας, indexes κ.α)



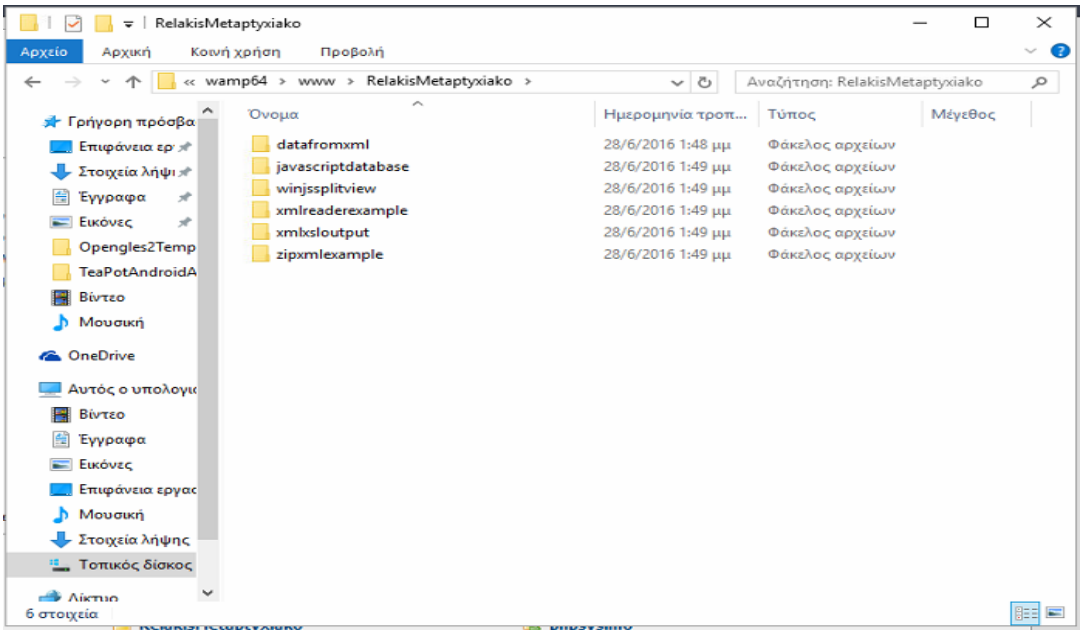
Εικόνα 52: Χαρακτηριστικά BaseX DB

Από προηγούμενη εκτέλεση του συστήματος μας έχει αποθηκευτεί στην BaseX βάση ένα αρχείο imsmanifest.xml και πατώντας πάνω στο όνομα του όπως βλέπουμε στην Εικόνα 53, ανοίγει η σελίδα επεξεργασίας του περιεχομένου της βάσης μας, όπου στην περίπτωση μας είναι το περιεχόμενο του το imsmanifest.xml που θα χρησιμοποιήσουμε για την πλοήγηση (navigation & sequencing) της εφαρμογής μας. Επιπρόσθετα, βλέπουμε ότι έχουμε την δυνατότητα να τρέξουμε δοκιμαστικά Xqueries για debugging και βοήθεια στο σχεδιασμό της εφαρμογής μας.



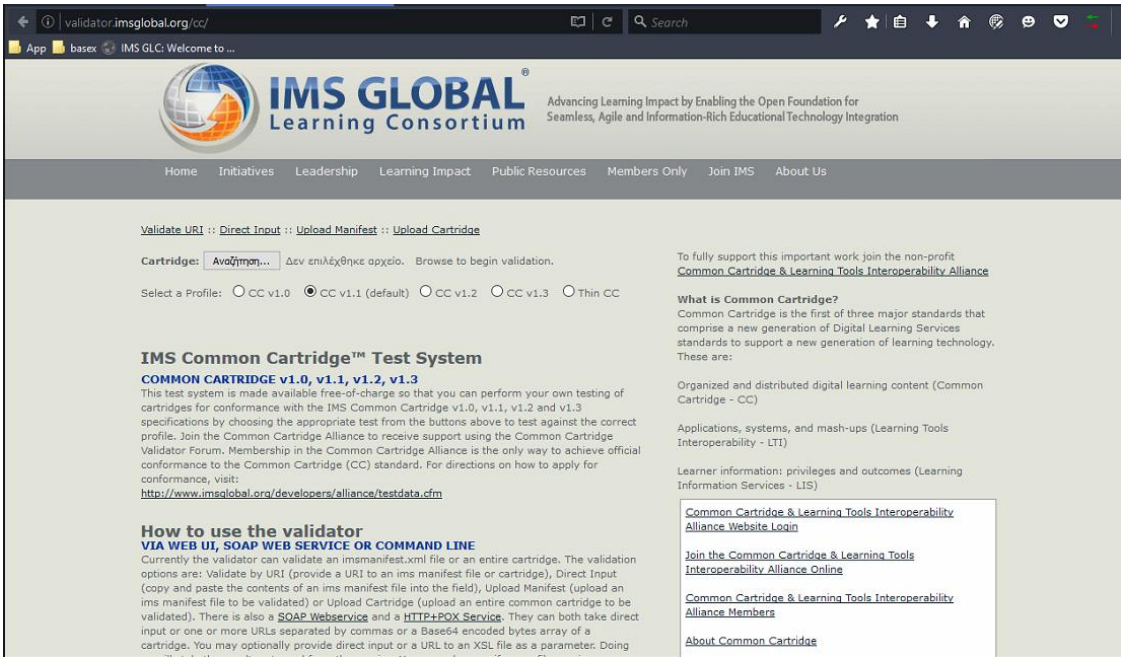
Εικόνα 53: BaseX Testing Page

Στην συνέχεια επισκεπτόμαστε τον τοπικό φάκελο στο τμήμα του server side όπου είναι αποθηκευμένα τα αρχεία με τον κώδικα της εφαρμογής που δημιουργήσαμε σύμφωνα με τα πρότυπα της IMS, όπως βλέπουμε στην Εικόνα 54.



Εικόνα 54: Αρχεία του κώδικα εφαρμογής στην πλευρά του Server

Πριν εκτελέσουμε την εφαρμογή μας, πρέπει να βεβαιωθούμε πως το αρχείο imscc.zip που διαθέτουμε είναι επικυρωμένο από το επίσημο εργαλείο της IMS. Η IMS στη διεύθυνση (https://validator.imsglobal.org/cc) μας δίνει τη δυνατότητα να ελέγξουμε την εγκυρότητα του πακέτου μας (Εικόνα 55).



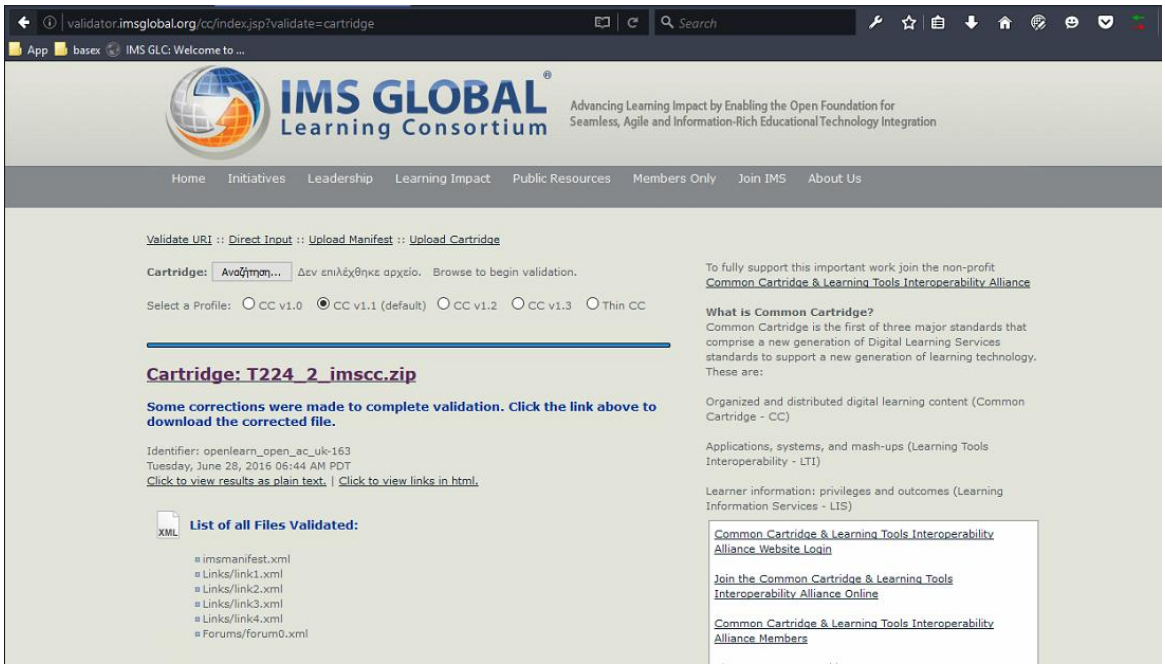
Εικόνα 55: IMS Global Validator

Πραγματοποιούμε upload του αρχείου imscc.zip όπως βλέπουμε στην Εικόνα 56.



Εικόνα 56: Διαδικασία επιλογής αρχείου στο IMS Global Validator

Στην συνέχεια έχει ξεκινήσει η διαδικασία μεταμόρφωσης του αρχείου imscc.zip καθώς έχει εμφανιστεί και η μπάρα προόδου της διαδικασίας όπως βλέπουμε στην Εικόνα 57.



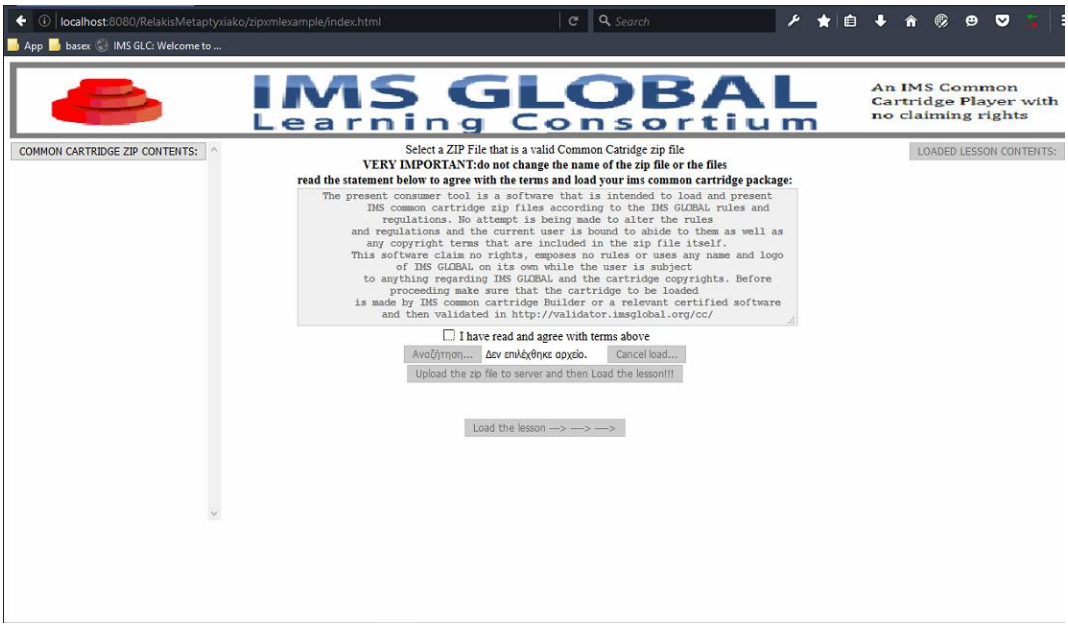
Εικόνα 57: Διαδικασία ανεβάσματος αρχείου προς επικύρωσης στο IMS Global Validator

Στο τέλος της διαδικασίας επαλήθευσης το σύστημα μας ενημερώνει όπως βλέπουμε στην Εικόνα 58 αν το αρχείο imscc.zip έχει περάσει επιτυχώς από την διαδικασία της επαλήθευσης.



Εικόνα 58: IMS GLOBAL Validator Success message

Αφού ολοκληρώσαμε την διαδικασία της επικύρωσης του αρχείου imscc.zip στην συνέχεια ξεκινούμε την εκτέλεση της εφαρμογής μας. Στην Εικόνα 59 βλέπουμε την αρχική σελίδα της εφαρμογής μας.



Εικόνα 59: Αρχική σελίδα εφαρμογής μας

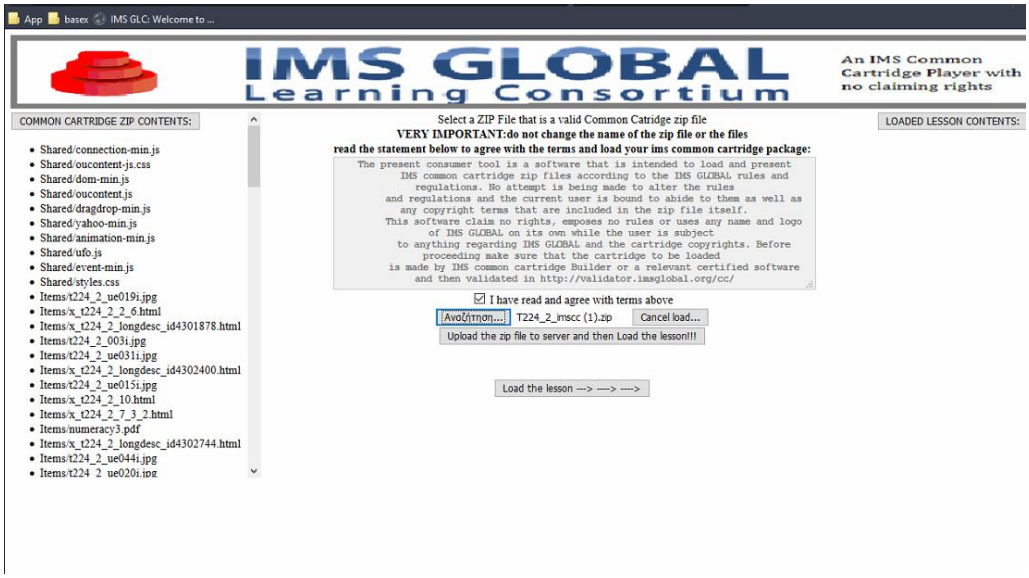
Επιλέγουμε το imscc.zip αρχείο το οποίο έχει επικυρωθεί από την εφαρμογή της IMS GLOBAL και όπως βλέπουμε στην Εικόνα 60 έχει κατέβει στον τοπικό μας φάκελο με την

προσθήκη του λεκτικού ‘(1)’ στο τέλος του ονόματος του. Αυτό σημαίνει ότι το αρχείο είναι διαφορετικό από το αρχικό.



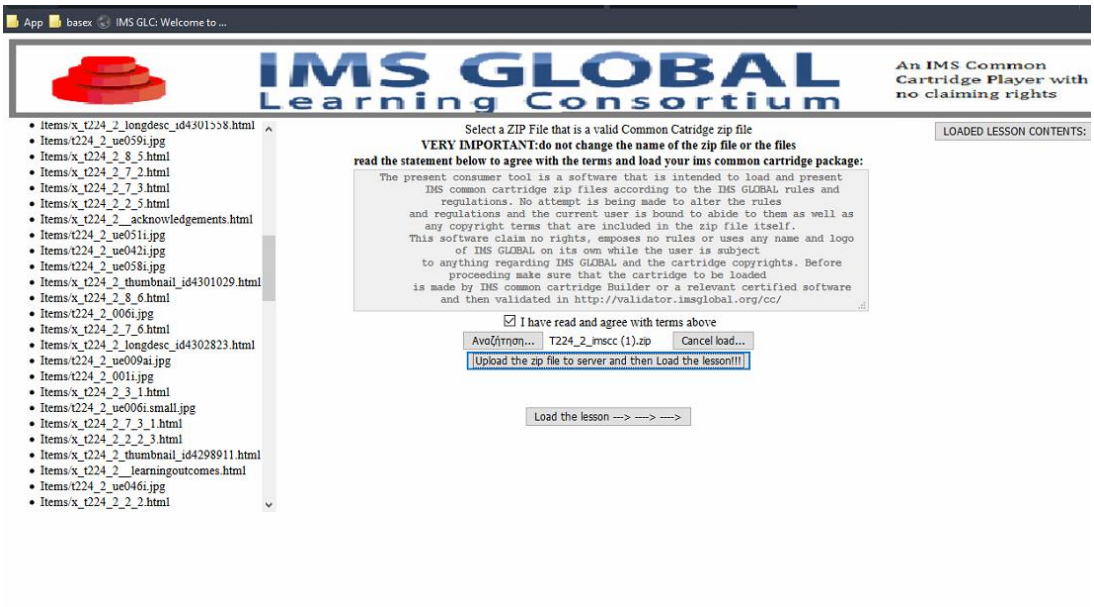
Εικόνα 60: Διαδικασία εισαγωγής επικυρωμένου αρχείου imscc στην εφαρμογή μας.

Μετά το upload, βλέπουμε στην Εικόνα 61 ότι στο αριστερό div της σελίδας να έχει δημιουργηθεί μια ονομαστική λίστα με τα περιεχόμενα το imscc.zip πακέτου μας έπειτα από σύντομη ανάγνωση του imsmanifest.xml και χωρίς να έχουν ανέβει τα περιεχόμενα του αρχείου στο server side. Αυτό θα μας βοηθήσει στην συνέχεια να διαπιστώσουμε ότι έχουν ανέβει όλα τα περιεχόμενα του αρχείου σωστά.



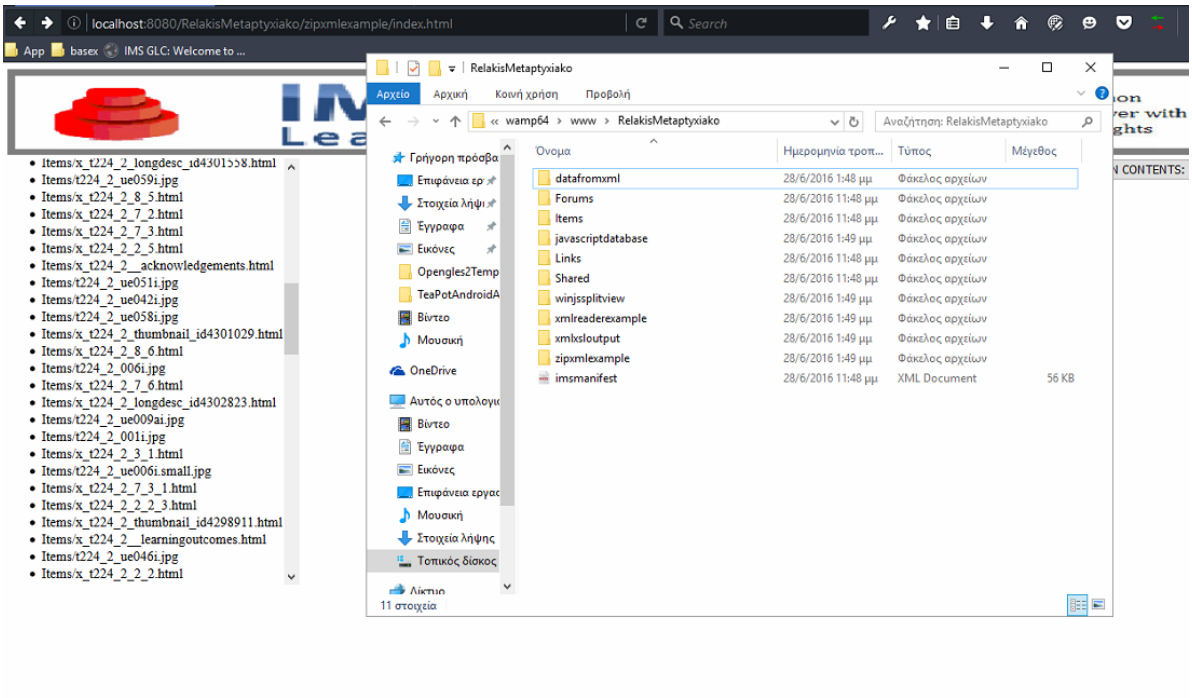
Εικόνα 61: Ονομαστική λίστα περιεχομένων Common Cartridge zip αρχείου.

Στην συνέχεια επιλέγουμε την ένδειξη «Upload the zip file to server and then load the lesson!!!!» όπως βλέπουμε στην Εικόνα 62 για να γίνει η αποσυμπίεση των αρχείων του πακέτου imscc.zip στο server.



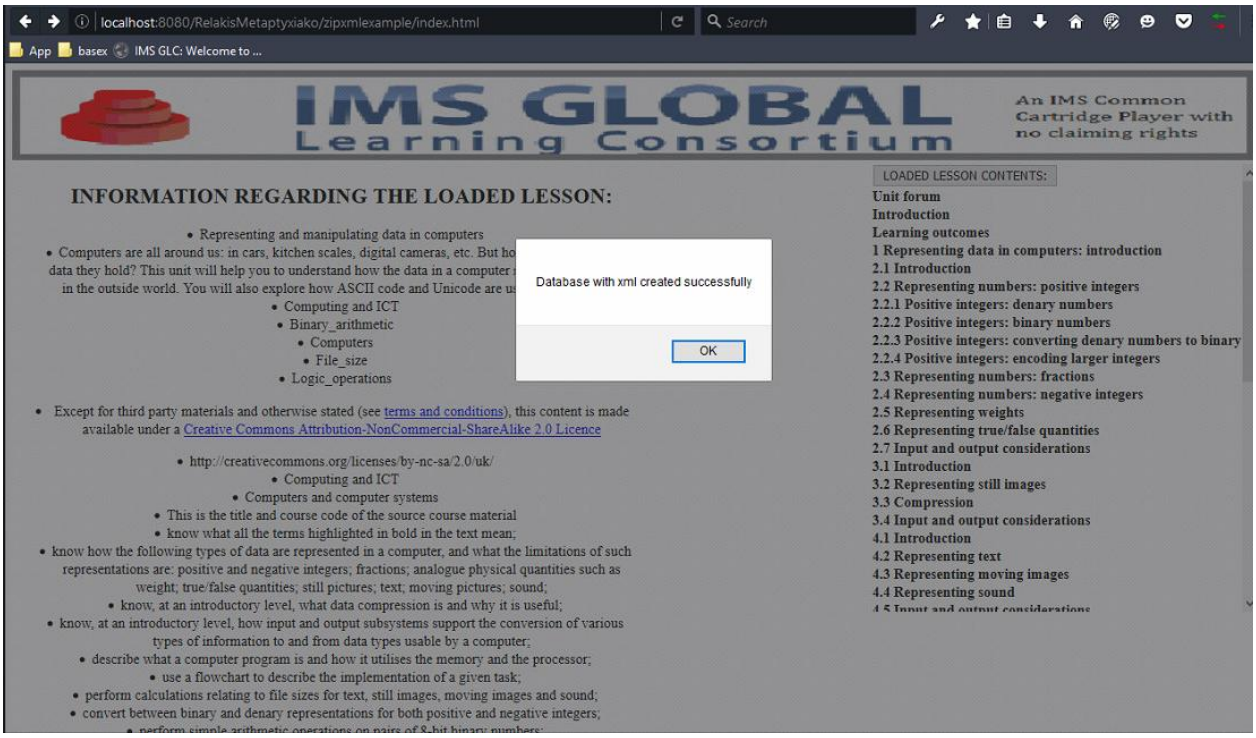
Εικόνα 62: Μεταφόρτωση του imscc.zip πακέτου στον server

Όπως βλέπουμε στην Εικόνα 63, αφού ανεβάσουμε τα αρχεία στον server, επισκεπτόμαστε το φάκελο που είναι εγκατεστημένη η εφαρμογή, όπου διαπιστώνουμε ότι έχουν αποσυμπιεστεί τα περιεχόμενα του αρχείου.



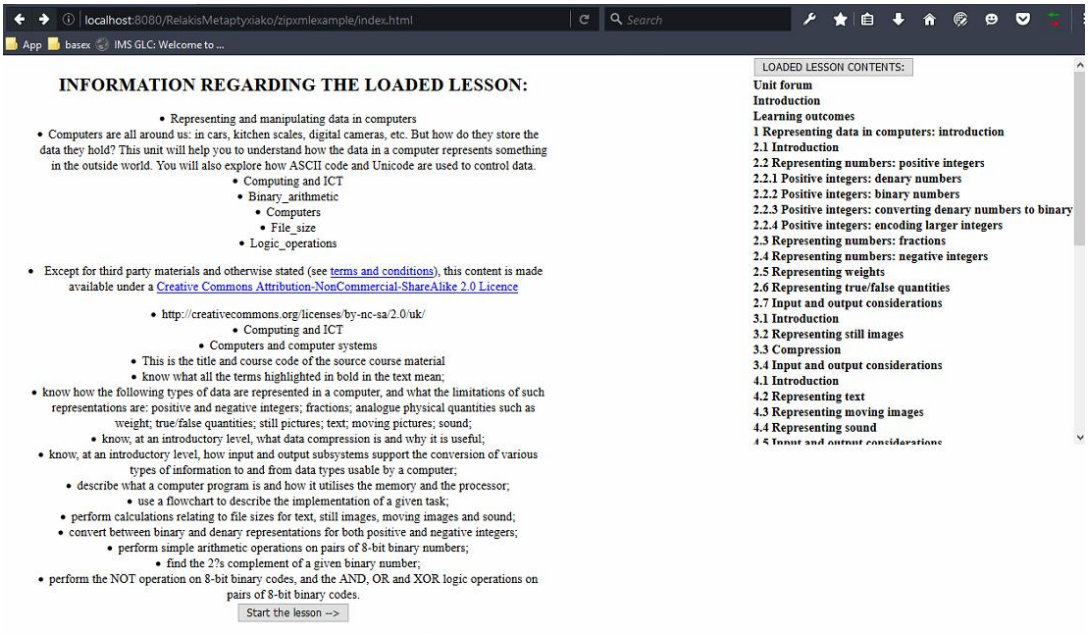
Εικόνα 63: Αποθηκευμένα περιεχόμενα του imscc.zip πακέτου στον server μας.

Με την επιλογή της ένδειξης «Load the lesson → → →» μεταφερόμαστε αυτόματα στην αρχική σελίδα πλοήγησης του imscc.zip μαθήματος, όπου μας εμφανίζεται το μήνυμα «Database with XML created Successfully» (Εικόνα 64) το οποίο μας ενημερώνει ότι έχει δημιουργηθεί η βάση με τα περιεχόμενα του imsmanifest.xml στην BaseX.



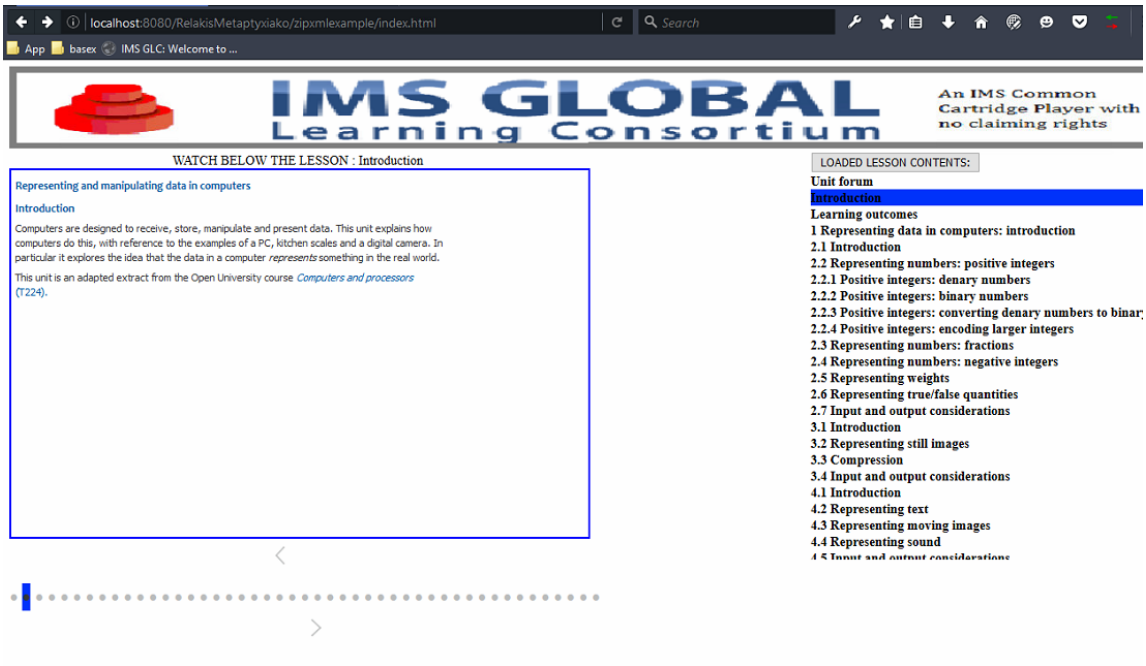
Εικόνα 64: Εισαγωγή περιεχομένων του imsmanifest.xml στην βάση της BaseX

Στην Εικόνα 65 βλέπουμε την αρχική σελίδα του imscc.zip πακέτου μας, όπου ενημερωνόμαστε για τα πνευματικά δικαιώματα του αρχείου και τα περιεχόμενα του.



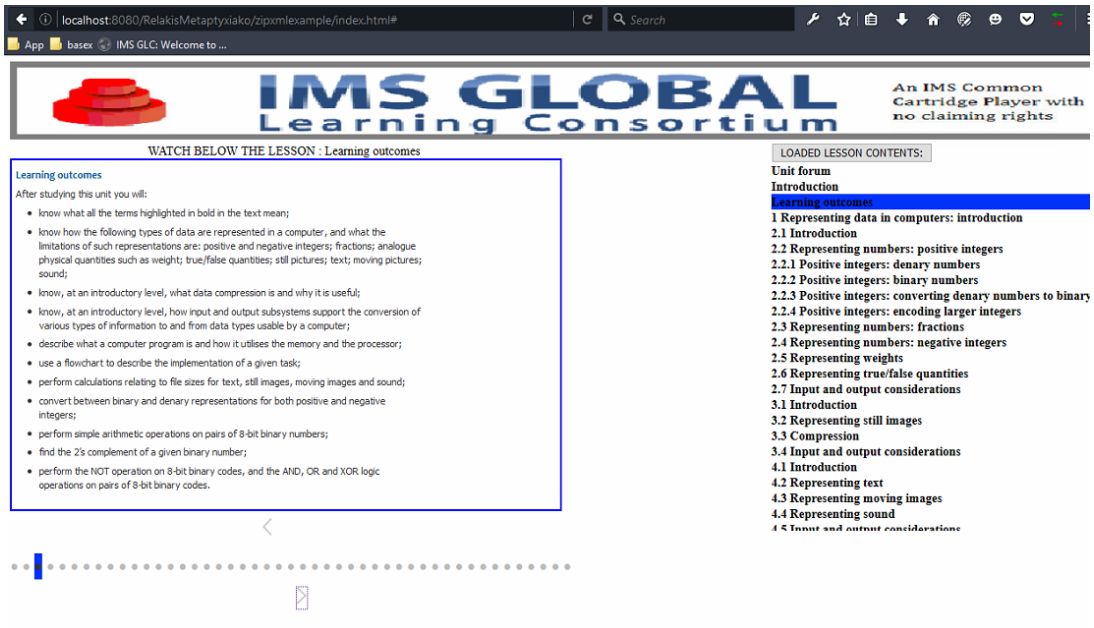
Εικόνα 65: Αρχική σελίδα με τα περιεχόμενα και πνευματικά δικαιώματα του imscc.zip

Στην Εικόνα 66 βλέπουμε αφού έχουμε πατήσει το κουμπί «start the lesson» την πρώτη σελίδα του μαθήματος μας.



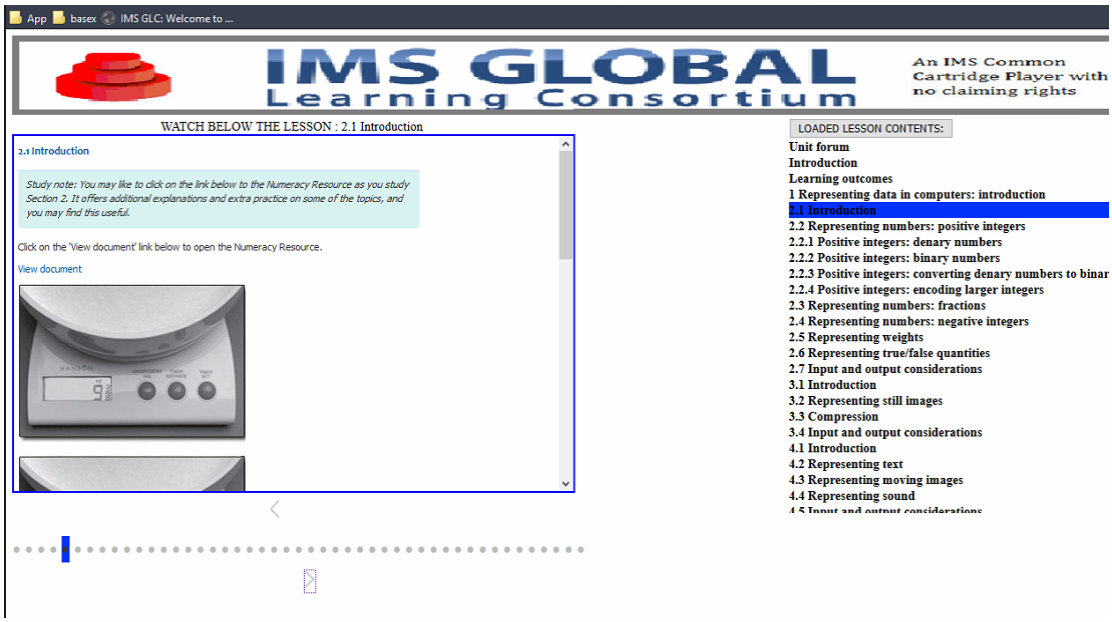
Εικόνα 66: Αρχική σελίδα μαθήματος.

Με το βελάκι «next» όπως βλέπουμε στην Εικόνα 67, μεταφερόμαστε την επόμενη σελίδα του μαθήματος και πως έχει δυναμικά αλλάξει ο τίτλος της διαφάνειας.



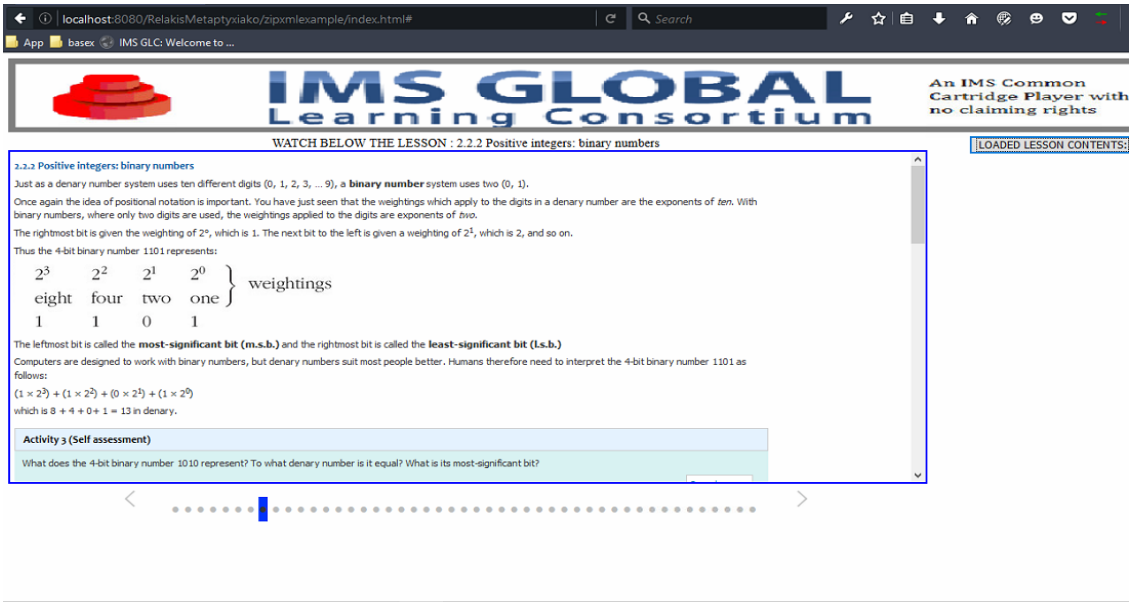
Εικόνα 67: Διαδικασία πλοήγησης στην δεύτερη σελίδα του μαθήματος.

Όπως βλέπουμε στην Εικόνα 68 η εφαρμογή μας αναπαράγει σωστά το περιεχόμενο της σελίδας η οποία διαθέτει και εικόνες.



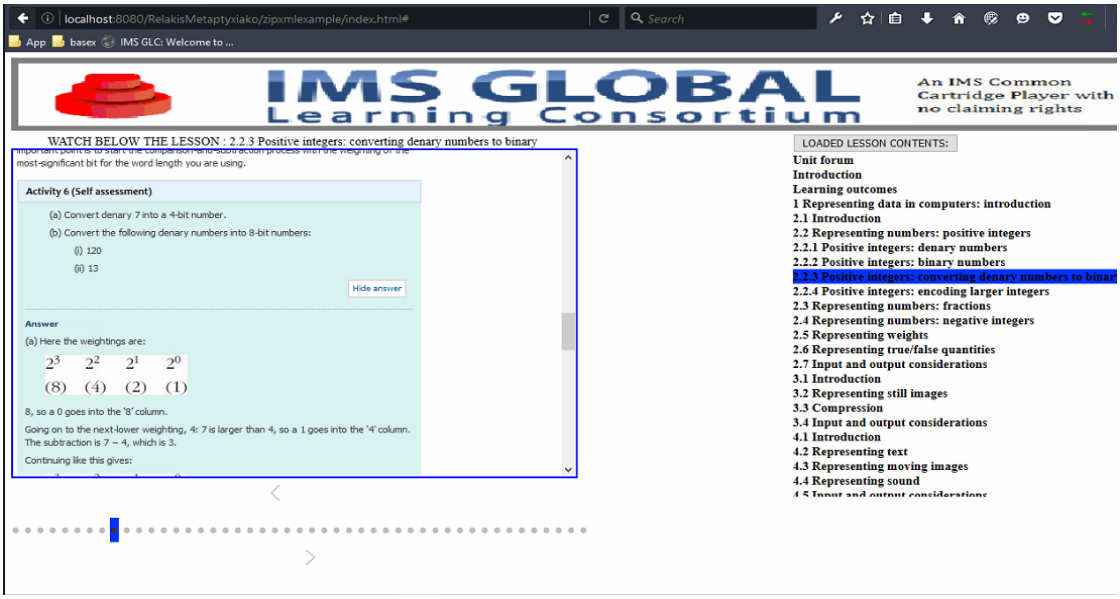
Εικόνα 68: Προβολή περιεχομένου με εικόνα.

Επιλέγοντας το κουμπί «LOADED LESSON CONTENTS» βλέπουμε (Εικόνα 69) ότι έχει αφαιρεθεί το div με τα περιεχόμενα του αρχείου και δίνεται στο εκπαιδευόμενο η δυνατότητα να αναπαράγει το περιεχόμενο του σε μεγαλύτερο παράθυρο. Αυτή η ενέργεια μπορεί να πραγματοποιηθεί σε όλες τις σελίδες του μαθήματος.



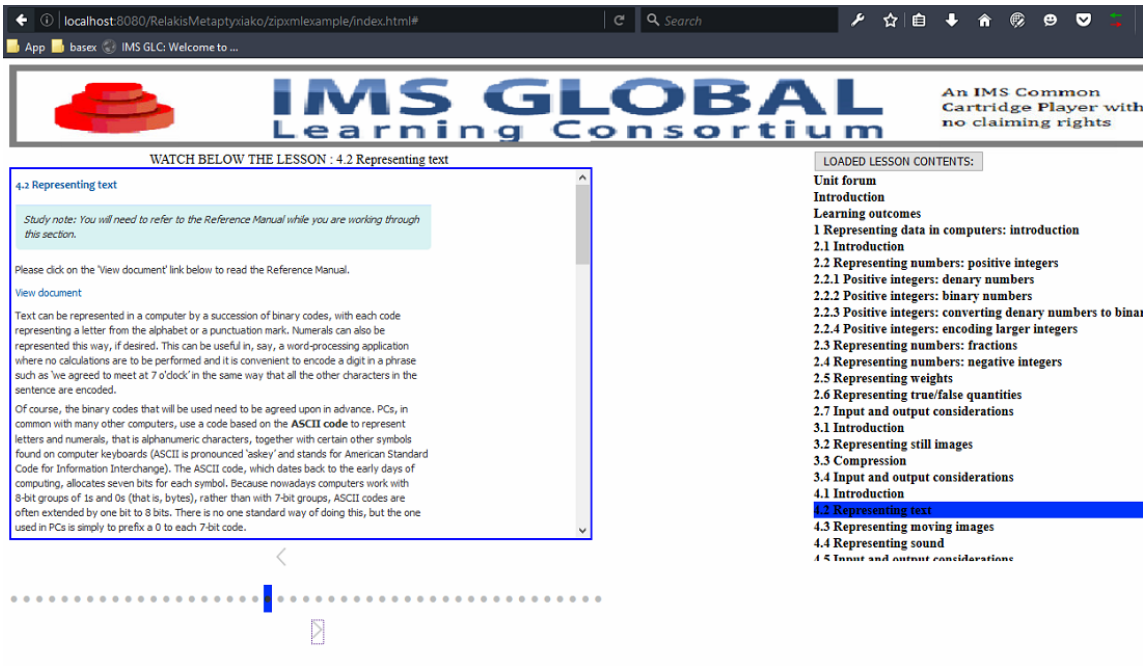
Εικόνα 69: Ενέργεια επιλογής 'LOADED LESSON CONTENTS:'

Στην Εικόνα 70 βλέπουμε τις ερωτήσεις ενός τεστ του μαθήματος καθώς και (μέσα από javascript κώδικα) την ανάγνωση των απαντήσεων τους.



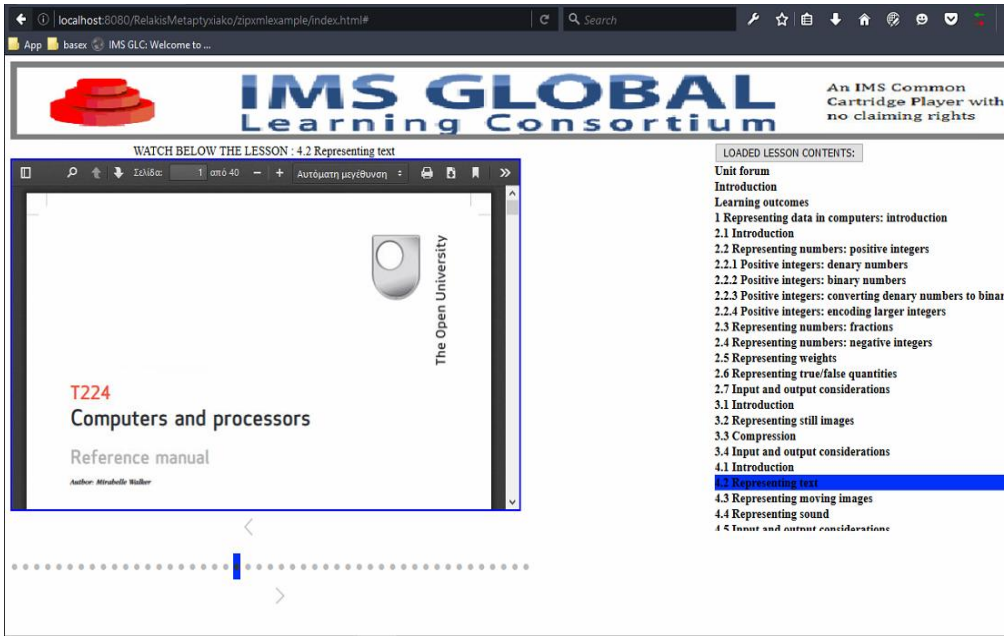
Εικόνα 70: Δυνατότητα προβολής ερωτήσεων και απαντήσεων του.

Στην Εικόνα 71 βλέπουμε την επιλογή που έχουμε για να ανοίξουμε ένα .pdf αρχείο που περιέχει το imscc.zip αρχείο μας.



Εικόνα 71: Διαφάνεια η οποία περιέχει .pdf αχρείο.

Στην Εικόνα 72 βλέπουμε το περιεχόμενο του αρχείου pdf της προηγούμενης διαφάνειας εντός της εφαρμογής μας, με δυνατότητες πλοήγησης σε αυτό.



Εικόνα 72: Προβολή .pdf αρχείου μέσα από την εφαρμογή μας.

Κεφάλαιο 3 – Συμπεράσματα

Το IMS CC αποτελεί την πιο τεχνολογικά ενημερωμένη μορφή συσκευασίας εκπαιδευτικού υλικού για ηλεκτρονική μάθηση. Ενσωματώνει όλα σχεδόν τα πρότυπα της IMS global για μια ολοκληρωμένη διεπαφή χρήστη με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο, με εξωτερικές πηγές και προσφέρει δυνατότητες για εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων διδασκαλίας μέσα από την συνεργατική μάθηση, με την βοήθεια Forums και Online Chats. Υποστηρίζει όλες τις δυνατότητες του SCORM καθώς ένα πακέτο SCORM μπορεί να μετατραπεί εύκολα σε IMS CC και να αναπαραχθεί από όλες τις εκπαιδευτικές πλατφόρμες οι οποίες αναπαράγουν IMS CC. Πρόκειται για ένα ισχυρό εργαλείο στα χέρια των εκπαιδευτών καθώς αυτοί έχουν την δυνατότητα πληροφόρησης για την εμπειρία των χρηστών μέσα από την πλοήγηση τους στο ηλεκτρονικό περιεχόμενο. Τέλος με την υποστήριξη της προδιαγραφής IMS QTI προσφέρεται μια πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση των εκπαιδευομένων και πιο αναλυτική ενημέρωση της γραμμής μάθησης (Learning Path).

Το δυνατό σημείο της παρούσα εφαρμογής είναι ότι αποτελεί ένα αυτοτελές σύστημα αναπαραγωγής εκπαιδευτικού υλικού βάση του προτύπου IMS CC το οποίο δεν βασίζεται σε κάποιο LMS ή είναι υποσύστημα του. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε είναι πρότυπη και δεν υπάρχει άλλη παρόμοια υλοποίηση την παρούσα χρονική περίοδο.

Μελλοντικές επεκτάσεις του συστήματός μας θα μπορούσε να είναι η πλήρης υποστήριξη ενός IMS CC αρχείου, που και πάλι βέβαια θα πρέπει να είναι επικυρωμένο (validated) από την IMS, ανεξάρτητα από το μέγεθός του, ενώ ακόμα θα μπορεί να υποστηρίξει online chat, forums και την αναλυτική αξιολόγηση της εκπαίδευσης των χρηστών της.

Βιβλιογραφία

[1] T. S. Al-Jewair, A. F. Qutub, G. Malkhassian και L. J. Dempster, «A Systematic Review of Computer-Assisted Learning in Endodontics Education,» pp. 601-611, 2010.

[2] J. L. Moore, C. Dickson-Deane και K. Galyenb, «e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same?,» p. 129–135, 2011.

[3] G. SCHRAW, «Measuring Self-Regulation in Computer-Based Learning Environments,» pp. 258-266, 2010.

[4] E. Murphy, M. A. Rodríguez-Manzanares και M. Barbour, «Asynchronous and synchronous online teaching: Perspectives of Canadian high school distance education teachers,» p. 583–591, 2011.

[5] M. A. Condea, F. J. García-Peñalvoa, M. J. Rodríguez-Condea, M. Alierb, M. J. Casanyb και J. Piguillemb, «An evolving Learning Management System for new educational environments using 2.0 tools,» pp. 188-204, 2014.

[6] J. Watson, «A Case Study: Developing Learning Objects with an Explicit Learning Design,» pp. 41-50, 2010.

[7] C. Fallon και S. Brown, E-learning standards: a guide to purchasing, developing, and deploying standards-conformant e-learning, 2016.

[8] X. Ochoa, J. Klerkx, B. Vandeputte και E. Duval, On the Use of Learning Object Metadata: The GLOBE Experience, 2011.

[9] «Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1: Reference Description,» 1999. [Ηλεκτρονικό]. Available: http://dublincore.org/documents/1999/07/02/dces/.

[10] «Content Packaging v1.1.4 Final,» 2004. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.imsglobal.org/content/packaging/index.html#version1.1.4.

[11] «SCORM 2004 (3rd Edition),» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.adlnet.gov/adl-research/scorm/.

[12] «IMS Common Cartrigde Version 1.3 - Final Specification,» 2013. [Ηλεκτρονικό].

Available: https://www.imsglobal.org/cc/index.html.

[13] «MIR Authoring Tool,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://mir.codeplex.com/.

[14] V. Gonzalez-Barbone και L. Anido-Rifon, «From SCORM to Common Cartridge: A step forward,» pp. 88-102, 2010.

[15] «JSZip API,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://stuk.github.io/jszip/documentation/api_jszip.html .

[16] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.ibm.com/developerworks/library/os-ind-educstand2/.

[17] «File API,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.w3.org/TR/file-upload/.

[18] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.w3.org/TR/file-upload/#dfn-filereader.

[19] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.w3.org/TR/file-upload/#dfn-fileerror.

[20] «Progress Events,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.w3.org/TR/progress-events/#Progress.

[21] «PHP 5 Form Handling,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.w3schools.com/php/php_forms.asp.

[22] «PHP $_POST,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://php.net/manual/en/reserved.variables.post.php.

[23] «JavaScript HTML DOM,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.w3schools.com/js/js_htmldom.asp.

[24] «XML DOM Tutorial,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.w3schools.com/xml/dom_intro.asp .

[25] «IMS Metadata,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3/imsmd_bestv1p3.html.

[26] «BaseX,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/BaseX.

[27] «XQuery,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/XQuery.

[28] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.xml.com/lpt/a/1717.

[29] I. Global, «https://www.imsglobal.org/cc/statuschart.cfm,» [Ηλεκτρονικό].

[30] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.edubilla.com/online-degree-programs/articles/learning-management-system/.

[31] R. S. SMITH, GUIDELINES FOR AUTHORS OF LEARNING OBJECTS, McGraw-Hill Education, 2004.

[32] S. Epifani. [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.slideshare.net/stefanoepifani/il-processo-produttivo-dei-learning-object.

[33] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.cs.ucy.ac.cy/~nicolast/courses/cs654/lectures/cs654l05.pdf.

[34] I. Varlamis και I. Apostolakis, «The Present and Future of Standards for E-Learning Technologies,» 2006.

[35] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3/imsmd_bestv1p3.html.

[36] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://dublincore.org/specifications/.

[37] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://dublincore.org/documents/dces/.

[38] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp_bestv1p1p4.html.

[39] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://docs.tibco.com/pub/activematrix_businessworks/6.2.2/doc/html/GUID-A61FA8DE-BFE5-4EAF-AFD8-F26492458596.html.

[40] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://mir.codeplex.com/.

[41] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.learningcomponents.com/.

[42] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Single-page_application.

[43] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp.

[44] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.w3schools.com/xml/ajax_intro.asp.

[45] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Data_structure.

[46] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://underscorejs.org/.

[47] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Model%E2%80%93view%E2%80%93controller.

[48] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://jquery.com/.

[49] «https://exelearning.org/,» [Ηλεκτρονικό].