



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
Επιστήμη του Διαδικτύου  
«Web Science»



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# Η Μαθηματική Ταξινόμια (Mathematics Subject Classification) σε Σημασιολογικό Περιβάλλον Μάθησης

Γεώργιος Ν. Αλεξιάδης

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:** Ιωάννης Αντωνίου  
Καθηγητής Α.Π.Θ.

**ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:** Δρ. Χαράλαμπος Μπράτσας

Δεκέμβριος 2012

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
Επιστήμη του Διαδικτύου  
«Web Science»



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# Η Μαθηματική Ταξινόμια (Mathematics Subject Classification) σε Σημασιολογικό Περιβάλλον Μάθησης

Γεώργιος Ν. Αλεξιάδης

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:** Ιωάννης Αντωνίου  
Καθηγητής Α.Π.Θ.

**ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:** Δρ. Χαράλαμπος Μπράτσας

Εγκρίθηκε από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή την 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.

.....  
Ι. Αντωνίου

Καθηγητής Α.Π.Θ.

.....  
Π. Μπαμίδης

Επίκουρος Καθηγητής Α.Π.Θ.

.....  
Π. Μωυσιάδης

Καθηγητής Α.Π.Θ.

Δεκέμβριος 2012

.....  
Γεώργιος Ν. Αλεξιάδης  
Πτυχιούχος Πληροφορικής Α.Π.Θ.

Copyright © Γεώργιος Ν. Αλεξιάδης, 2012  
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσης εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες μας γίνονται ιδιαίτερες προσπάθειες εξεύρεσης και υλοποίησης εφαρμογών στο μοναδικό αυτό επίτευγμα που αποκαλούμε Σημασιολογικό Ιστό. Δεν αρκεί πλέον να γνωρίζουμε το συντακτικό περιεχόμενο της πληροφορίας, αλλά χρειαζόμαστε και τη γνώση που υπάρχει πίσω από την πληροφορία, τα μεταδεδομένα, το νόημά της. Τα Διασυνδεδεμένα Δεδομένα αποτελούν πλέον ένα σημαντικό αποδεκτό βήμα για τη διευκόλυνση της αναζήτησης και σύνδεσης των δεδομένων μέσω των μεταδεδομένων τους. Αυτή η τάση μπορεί να επιτελέσει σπουδαίο ρόλο στον τομέα της εκπαίδευσης, διευκολύνοντας την αναζήτηση, εύρεση και σύνδεση ψηφιακών εκπαιδευτικών αντικειμένων μεταξύ τους, αλλά και μεταξύ μηχανών και ανθρώπων.

Προτείνεται η επέκταση του Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης Moodle, που αποτελεί το πιο δημοφιλές σύστημα στην κατηγορία του, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να συλλέγει μεταδεδομένα για τα αρχεία που μπορεί να προσθέσει κανείς στα ψηφιακά του μαθήματα, μεταξύ των οποίων δεδομένα της Μαθηματικής Ταξινόμιας, και μέσω του εργαλείου D2RQ να τα μετατρέπει σε σημασιολογικά RDF δεδομένα.

Στο πρώτο κεφάλαιο τίθεται συνοπτικά το θεωρητικό πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται το περιβάλλον του Moodle, ενώ στο δεύτερο πραγματοποιείται βασική περιγραφή του περιβάλλοντος αυτού και γίνεται ειδική αναφορά στο έργο mEducator. Το τρίτο κεφάλαιο περιγράφει αναλυτικά το σύστημα που αναπτύχθηκε για να εξυπηρετήσει το σκοπό της εργασίας, παραθέτοντας τρεις βασικούς επεμβατικούς άξονες. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται συμπεράσματα και πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις του συστήματος που προτείνεται. Τέλος, στα παραρτήματα παρέχονται σαφείς οδηγίες για την εγκατάσταση όλου συνολικά του συστήματος.

Η καινοτομία της εργασίας είναι η ενσωμάτωση της Σημασιολογικής Αναπαράστασης της Μαθηματικής Ταξινόμιας στο περιβάλλον Moodle, παρέχοντας νέες δυνατότητες σημασιολογικής επεξεργασίας στους χρήστες των Μαθηματικών.

## ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ψηφιακή Μάθηση, Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης Moodle, Διασυνδεδεμένα Δεδομένα, Μαθηματική Ταξινόμια, Εργαλείο D2RQ

## ABSTRACT

It's a fact that nowadays special efforts in searching and implementing applications for the important achievement called Semantic Web, are in progress. The syntactic aspect of information is not any more sufficient for addressing the overwhelming demands of the present knowledge society. It is necessary to process the knowledge underlying the information, namely the metadata, the meaning. Linked Data are a great step for improving data search and linking using metadata. This new possibilities can play a significant role in education by facilitating search and connection of digital educational content between machines or between machines and humans.

The aim of the present work is to extend the Learning Management System of Moodle, which is presently the most famous system in its area, in order to collect metadata for files added by users in their digital courses, including data from Mathematics Subject Classification, and convert these metadata into semantic RDF data through D2RQ tool.

The first chapter of the present work sets the theoretical background on which Moodle relies, while the second one describes basic issues found in Moodle and gives a special reference to mEducator project. The third chapter describes, in detail, the system developed for meeting the purpose of this work, by quoting three main invasive keystones. Conclusions and possible future extensions of the proposed system are described in the fourth chapter. Finally, clear instructions of installing the whole system are provided in the appendices of this work.

The innovation of this work is the incorporation of the Semantic Representation of the Mathematics Subject Classification into Moodle's environment, offering new possibilities to the users of Mathematics.

## KEYWORDS

Digital Learning, Moodle Learning Management System, Linked Data, Mathematics Subject Classification, D2RQ Tool

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την παρούσα εργασία ολοκληρώνω τις μεταπτυχιακές μου σπουδές στο πρόγραμμα «Επιστήμη του Διαδικτύου (Web Science)» του Τμήματος Μαθηματικών του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, όντας απόφοιτος πτυχιούχος του Τμήματος Πληροφορικής του ίδιου ιδρύματος.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον Δρ. Μπράτσα Χαράλαμπο για την αμέριστη συμπαράσταση, καθοδήγηση, συνεργασία και εμπιστοσύνη που επέδειξε προς το πρόσωπό μου και τους καθηγητές κ. Μπαμπίδη Παναγιώτη και κ. Αντωνίου Ιωάννη για τη συνεργασία και υποστήριξή τους. Επίσης, οφείλω να ευχαριστήσω τη συμφοιτήτρια και φίλη μου Δήμου Αναστασία για την παροχή των συμβουλών και οδηγιών της όποτε το χρειαζόμουν.

Τέλος, ευχαριστώ ιδιαίτερα τη μητέρα μου για την υπομονή, ενθάρρυνση και υποστήριξη που μου παρείχε. Αφιερώνω την εργασία αυτή στο μικρό μου ανιψιό που ήρθε στη ζωή για να γεμίσει το κενό απουσίας του παππού του.

ΑΛΕΞΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



## ΣΥΝΟΨΗ

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η επέκταση του πιο δημοφιλούς σήμερα, στην κατηγορία του, Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης Moodle, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εφικτή η συλλογή μεταδεδομένων για τα αρχεία που μπορεί να προσθέσει ο χρήστης σε ένα ψηφιακό μάθημα, μεταξύ των οποίων δεδομένα της Μαθηματικής Ταξινόμιας, όπως επίσης η μετατροπή των μεταδεδομένων αυτών σε σημασιολογικά RDF δεδομένα και η δημοσιοποίησή τους ως Διασυνδεδεμένα Δεδομένα μέσω του εργαλείου D2RQ. Η εφαρμογή που υλοποιήθηκε για να υπηρετήσει το σκοπό αυτό προτείνεται να χρησιμοποιηθεί στον τομέα των Μαθηματικών, καθώς το καινοτόμο στοιχείο που περιέχει αφορά την ενσωμάτωση του MSC/SKOS στο περιβάλλον, αλλά παράλληλα μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία προτύπων αντίστοιχων υλοποιήσεων και σε άλλους τομείς της εκπαίδευσης.

Το περιεχόμενο της εργασίας έχει οργανωθεί σε τρεις βασικές ενότητες. Η πρώτη ενότητα θέτει το θεωρητικό πλαίσιο πάνω στο οποίο τοποθετείται η εφαρμογή που υλοποιήθηκε. Γίνεται αρχικά λόγος για την ανάγκη δημιουργίας σύγχρονων, εναλλακτικών και ευέλικτων συστημάτων εκπαίδευσης, στηριζόμενα κατά κύριο λόγο ή αποκλειστικά στις νέες τεχνολογίες και στο Διαδίκτυο. Προς αυτή την κατεύθυνση κινείται η εκπαίδευση εξ αποστάσεως, που αντιμετωπίζεται ως το γενικότερο ευρύ πλαίσιο μέσα στο οποίο εντάσσεται η αναπτυχθείσα εφαρμογή. Στη σύγχρονη εποχή συναντούμε διάφορους όρους σχετικούς με τη συγκεκριμένη μορφή παροχής εκπαίδευσης, όπως τηλεεκπαίδευση, εκπαίδευση υποβοηθούμενη από υπολογιστή, και ψηφιακή μάθηση, οι οποίοι σήμερα τείνουν να είναι ταυτόσημοι μεταξύ τους αν αναλογιστεί κανείς ότι η σύγχρονη μορφή της εκπαίδευσης από απόσταση στηρίζεται σχεδόν αποκλειστικά στο Διαδίκτυο. Η παρούσα εργασία χρησιμοποιεί ως βασικό στοιχείο αναφοράς τον όρο ψηφιακή μάθηση, υπό τη θεώρηση ότι ανήκει στο ευρύτερο πεδίο της εκπαίδευσης εξ αποστάσεως.

Στη συνέχεια της πρώτης ενότητας παρατίθενται βασικές πληροφορίες περί ψηφιακής μάθησης, όπως οι μορφές που μπορεί να λάβει, τα οφέλη και οι αδυναμίες της. Η απαίτηση παροχής ψηφιακής μάθησης μέσα από κατάλληλα περιβάλλοντα δημιούργησε την ανάγκη σύστασης αυτοματοποιημένων συστημάτων υποστήριξης ψηφιακής μάθησης, ανάμεσα στα οποία συγκαταλέγονται τα Συστήματα Διαχείρισης

Μάθησης όπου ανήκει και η αναπτυχθείσα εφαρμογή. Στις μέρες μας, ολοένα και περισσότερα πανεπιστήμια, σχολεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα, οργανισμοί, ανεξάρτητοι εκπαιδευτικοί κ.ά. κάνουν χρήση τέτοιων περιβαλλόντων ψηφιακής μάθησης. Στην ενότητα αυτή, εν κατακλείδι, περιγράφονται τα εργαλεία και οι κατηγορίες των Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης, όπως επίσης και τα πρότυπα που έχουν κατασκευαστεί για την περιγραφή του μαθησιακού υλικού με απώτερο στόχο τη μεταφερσιμότητα των μαθησιακών πόρων, τη διαλειτουργικότητα μεταξύ τους και τη διευκόλυνση της αναζήτησής τους.

Η δεύτερη ενότητα παρουσιάζει το Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης Moodle. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στη φιλοσοφία πάνω στην οποία βασίζεται η ανάπτυξη και σχεδίαση του Moodle, που δεν είναι άλλη από το παιδαγωγικό κίνημα του «κοινωνικού εποικοδομητισμού». Οι δύο συνιστώσες του ρεύματος αυτού περιλαμβάνουν την κατασκευή της νέας γνώσης μέσα από την ενεργή συμμετοχή των μαθητών και την αλληλεπίδρασή τους τόσο με το περιβάλλον επικοινωνίας όσο και μεταξύ τους. Έπειτα παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά και οι δυνατότητες που παρέχει το ψηφιακό περιβάλλον μάθησης του Moodle, τα οποία δύναται να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά για την παροχή μιας ολοκληρωμένης ψηφιακής μάθησης, ενώ αναφέρονται και οι κατηγορίες χρηστών της πλατφόρμας. Η βασική δομή του Moodle, όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια, εμπεριέχει τέσσερα στοιχεία: τον ιστότοπο του Moodle, τις κατηγορίες των κύκλων μαθημάτων, τους κύκλους μαθημάτων (με δομικά μέρη τις πηγές, τις δραστηριότητες μαθημάτων, τα θέματα και τα μπλοκ) και τέλος την αρχική σελίδα κάθε κύκλου μαθημάτων.

Η επιλογή χρήσης του Moodle ως βασικού εργαλείου της παρούσας εργασίας στηρίχθηκε σε όλες τις παραπάνω δυνατότητες που παρέχει το εργαλείο αυτό, γι' αυτό και αποτελεί μάλιστα το πιο δημοφιλές σύστημα στην κατηγορία του. Παραδείγματα εφαρμογών του Moodle μπορούν να εντοπιστούν αρκετά στο Διαδίκτυο, εκ των οποίων μερικά παρατίθενται στη δεύτερη ενότητα. Η ενότητα αυτή κλείνει με την παρουσίαση ενός έργου που αποτέλεσε σημαντικό άξονα σκέψης για την ανάπτυξη του προτεινόμενου συστήματος της εργασίας, του έργου mEducator. Το έργο αυτό στοχεύει στην εφαρμογή και αξιολόγηση προτύπων και μοντέλων αναφοράς στο πεδίο της ψηφιακής μάθησης, ώστε να δύναται ο εντοπισμός, η ανάκτηση, η ανταλλαγή και η επαναχρησιμοποίηση ποιοτικού ιατρικού εκπαιδευτικού υλικού από τα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα.

Η τρίτη και τελευταία βασική ενότητα περιγράφει αναλυτικά τη σχεδίαση και υλοποίηση της προτεινόμενης εφαρμογής που αποτελεί στην ουσία επέκταση του

περιβάλλοντος ψηφιακής μάθησης Moodle. Το προτεινόμενο επεκταμένο σύστημα έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να δημιουργούνται συγκεκριμένα μεταδεδομένα ψηφιακών εκπαιδευτικών αντικειμένων και να μετατρέπονται στη συνέχεια σε σημαιολογικά μεταδεδομένα υπό τη μορφή RDF, επιτρέποντας την ένταξή τους στο Σύννεφο Διασυνδεδεμένων Ανοικτών Δεδομένων.

Η σχεδίαση και ανάπτυξη της προτεινόμενης εφαρμογής στηρίζεται σε τρεις άξονες. Ο πρώτος άξονας αφορά τη δημιουργία και προσθήκη τριών πινάκων στην βάση δεδομένων του Moodle, ενώ ο δεύτερος αφορά τη συγγραφή κώδικα για την παραμετροποίηση της φόρμας προσθήκης αρχείων στα ψηφιακά μαθήματα και του τρόπου εμφάνισής τους. Ο πιο σημαντικός άξονας είναι ο τρίτος που έχει να κάνει με την μετατροπή των μεταδεδομένων που παράγονται από τη συμπλήρωση της συγκεκριμένης φόρμας σε σημαιολογικά μεταδεδομένα τύπου RDF και τη δημοσιοποίησή τους ως Διασυνδεδεμένα Δεδομένα, μέσω του εργαλείου D2RQ.

Όσο αφορά τον πρώτο άξονα σχεδίασης της προτεινόμενης εφαρμογής, κατασκευάστηκαν τρεις πίνακες συνολικά, εκ των οποίων ο ένας είναι ο βασικός πίνακας μοντελοποίησης στον οποίο αποθηκεύονται τα νέα μεταδεδομένα των αρχείων-πόρων που προσθέτει ο χρήστης σε ένα ψηφιακό μάθημα. Οι υπόλοιποι δύο πίνακες δρουν ως κατάλογοι δεδομένων που αντιπροσωπεύουν όλα τα δυνατά δικαιώματα χρήσης ενός ψηφιακού αρχείου όπως προδιαγράφονται από τον οργανισμό Creative Commons και όλες τις κατηγορίες της Μαθηματικής Ταξινόμιας (Mathematics Subject Classification) στις οποίες δύναται να κατατάσσεται το αρχείο. Το καινοτόμο στοιχείο της προτεινόμενης εφαρμογής έγκειται στην ενσωμάτωση της Μαθηματικής Ταξινόμιας στο περιβάλλον του Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης Moodle, με στόχο τη μετατροπή της σε μορφή συμβατή με το Σημαιολογικό Ιστό.

Ο δεύτερος άξονας σχεδίασης αφορά τη συγγραφή κατάλληλου κώδικα PHP. Στο στάδιο αυτό περιλαμβάνονται διαδικασίες όπως: τροποποίηση της φόρμας εισαγωγής ψηφιακών αρχείων στα ψηφιακά μαθήματα προσθέτοντας επιπλέον πεδία που αντιπροσωπεύουν τα νέα μεταδεδομένα των αρχείων, προσθήκη νέου τύπου πεδίου για την επιλογή κατηγοριών της Μαθηματικής Ταξινόμιας και ενημέρωση της βιβλιοθήκης κλάσεων δημιουργίας φορμών για το νέο αυτό τύπο, εισαγωγή συμπληρωμένων πεδίων στους κατάλληλους πίνακες, ανάκτηση και ενημέρωση εγγραφών, τροποποίηση προβολής στοιχείων των ψηφιακών αρχείων ώστε να απεικονίζονται και τα νέα τους μεταδεδομένα.

Ο τελευταίος, ιδιαίτερα σημαντικός, άξονας σχεδίασης και υλοποίησης της προτεινόμενης εφαρμογής περιλαμβάνει τη χρήση της πλατφόρμας D2RQ για τη

σημασιοδότηση και διασύνδεση των αναγκαίων μεταδεδομένων. Το εργαλείο D2RQ επιτρέπει την προσπέλαση σχεσιακών βάσεων δεδομένων σε μορφή RDF, ενώ δίνει τη δυνατότητα υποβολής ερωτημάτων στις βάσεις αυτές μέσω του SPARQL endpoint που παρέχει. Με τούτο τον τρόπο καθιστά δυνατή την πρόσβαση στο περιεχόμενο των βάσεων δεδομένων με τη μορφή Διασυνδεδεμένων Δεδομένων. Προκειμένου οι προσπελάσεις αυτές να είναι εφικτές, απαιτείται μία αντιστοίχιση ανάμεσα στο σχεσιακό μοντέλο δεδομένων και σε μια οντολογία. Για την πραγματοποίηση της αντιστοίχισης αυτής στην περίπτωση της παρούσης εργασίας, έγινε κατάλληλη συγγραφή κώδικα σε Γλώσσα Αντιστοίχισης D2RQ. Τα αποτελέσματα από τη χρήση του εργαλείου D2RQ και του αντίστοιχου αναπτυχθέντος κώδικα αντιστοίχισης, μπορούν να θεαθούν στον εξυπηρετητή D2R είτε μέσω απλών φυλλομετρητών του Ιστού, είτε μέσω φυλλομετρητών Σημασιολογικού Ιστού, είτε μέσω SPAQL πελατών. Διαμέσου του SPARQL endpoint δίνεται περαιτέρω η δυνατότητα διατύπωσης ερωτημάτων στη βάση δεδομένων.

Μελλοντικές επεκτάσεις και τροποποιήσεις της προτεινόμενης εφαρμογής είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν και περιγράφονται στο τέλος του βασικού κορμού της εργασίας. Η προτεινόμενη εφαρμογή της παρούσης εργασίας προσφέρει ένα νέο σημασιολογικό πλαίσιο για τα ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης, ενώ καινοτομεί στην περίπτωση μαθηματικών ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης εισάγοντας το MSC/SKOS μέσα στο πλαίσιο αυτό. Η βασική συνεισφορά της εργασίας εντοπίζεται σε τρία σημεία:

- στην ανάπτυξη ενός ψηφιακού περιβάλλοντος μάθησης για την *Επιστήμη των Μαθηματικών*,
- στη σημασιολογική αναπαράσταση των μεταδεδομένων μαθησιακών αντικειμένων, μεταξύ των οποίων και της *Μαθηματικής Ταξινόμιας*, και
- στη δημοσιοποίηση των παραπάνω μεταδεδομένων ως *Διασυνδεδεμένα Δεδομένα*.

Η καινοτομία της παρούσης εργασίας είναι η ενσωμάτωση της Σημασιολογικής Αναπαράστασης της Μαθηματικής Ταξινόμιας στο περιβάλλον του Moodle, παρέχοντας νέες δυνατότητες σημασιολογικής επεξεργασίας στους χρήστες των Μαθηματικών.

## **SUMMARY**

The purpose of this work is to extend the Learning Management System Moodle, in order to collect metadata for files added by users in their digital courses, including data from Mathematics Subject Classification, convert these metadata into semantic RDF data and publish them as Linked Data through D2RQ tool. The innovative issue of incorporating MSC/SKOS into Moodle's environment offers a suggestion of using the application in the field of Mathematics, while the application can contribute to creating corresponding applications for other fields too.

The content of this work is organized into three basic sections. The first section sets the theoretical framework of the developed application. First of all, there is a part for mentioning the need of creating modern, alternative and flexible learning systems, based mainly or exclusively on new technologies and Internet. Distance Learning serves this need and is referred as the general wide framework of this application. There is presently a variety of terms related to distance learning, such as teleducation, computer supported education, digital learning, which are becoming identical in meaning. The reason for this is the World Wide Web because modern distance learning is supported almost exclusively on the Web. The present work uses the term digital learning, viewing it as a part of the wider field of distance learning.

The first section continues by giving main information regarding digital learning, such as its forms, advantages and disadvantages. The demand of offering digital learning through appropriate environments led to the construction of automated digital learning supporting systems, such as Learning Management Systems to which the developed application belongs. Nowadays, there is an increasing amount of universities, schools, educational institutions, organisms, independent educators etc., which make use of such digital learning environments. This section, finally, describes tools and categories of Learning Management Systems, and moreover presents standards for describing learning material and enabling portability, search and interconnection of learning resources.

The second section presents the Learning Management System of Moodle. More specifically, there is a mention to the philosophy upon which Moodle's design and development is based, the «social constructivism». The two components of this

philosophical movement include the construction of new knowledge, through active participation of students and students' interaction with the environment and others. Furthermore, the fundamental characteristics and facilities of Moodle's digital learning environment described next, can offer an integrated digital learning. This section continues by mentioning users' categories found in Moodle, as well as the main structure of Moodle, consisted of four parts: Moodle's front page, categories of courses, courses (which include resources, activities, issues and blocks) and courses' front pages.

All these features of Moodle made it widely recognized and supported the idea of using it as a main tool for implementing the present work. A variety of Moodle's applications can be found in the Internet, some of which this work describes. The second section ends by presenting the project mEducator, an inspiration for developing the suggested application. The purpose of mEducator is to implement and evaluate standards and reference models in the field of digital learning, enabling third-level educational institutions to search, retrieve, exchange and reuse qualitative medical learning material.

The last section describes, in detail, the design and implementation of the suggested application, which in fact extends the digital environment of Moodle. The suggested extended system is designed in a manner of creating specific metadata for digital educational objects and converting them into semantic metadata of RDF-type, allowing their incorporation into the Linking Open Data Cloud.

The design and development of the suggested application is based upon three keystones. The first keystone refers to constructing and adding three tables into Moodle's database, whereas the second one refers to writing code for changing Moodle's form of adding files into digital lessons and their display type. The most important keystone is the third one which entails the conversion of metadata, submitted by the previous form, into semantic metadata of RDF-type, and their publication as Linked Data, through D2RQ tool.

Regarding the first keystone, three tables have been constructed in total, one of which is the main table where new metadata, added into the files of digital lessons, are saved. The rest two tables are data catalogs, representing correspondingly every possible creative commons of a digital file, standardized by Creative Commons organism, and every possible category of Mathematics Subject Classification to which a digital file can belong. Incorporating Mathematics Subject Classification into Moodle's environment in order to convert it into a form compatible with the Semantic Web, is an

innovation of the suggested application.

The second keystone refers to writing appropriate code in PHP. This phase includes writing code about procedures such as: changing the form of adding digital files into digital lessons by adding extra fields that represent the new files' metadata, adding new type field for selecting categories from Mathematics Subject Classification and updating classes' library of creating forms to incorporate this new type of field, adding submitted data into the appropriate tables, retrieving and updating records, changing display issues for digital files in order to display their new metadata too.

The last, fundamental, keystone includes the use of D2RQ tool for converting metadata into semantics and connecting them in the form of Linked Data. D2RQ allows accessing relational databases in the form of RDF and querying them using a SPARQL endpoint. Therefore, it enables accessing databases' content as Linked Data over the Web. In order to make these accesses feasible, a mapping between the relational data model and an ontology, is needed. To meet this purpose, the present work includes a mapping file written in D2RQ Mapping Language. The results of using D2RQ tool and the constructed mapping file, can be viewed on D2R Server either by simple Web browsers, or by Semantic Web browsers, or by SPARQL clients. Moreover, a SPARQL endpoint allows querying the database.

The developed extended system admits future extensions and modifications, some of which are highlighted at the end of the present work. The suggested application offers a new semantic framework for digital learning environments, while innovating in the field of mathematic digital learning environments by introducing MSC/SCOS in this framework. The main results of this work are the following:

- *developing a digital learning environment for Mathematics science,*
- *semantically representing metadata of learning objects, among them data from Mathematics Subject Classification, and*
- *publishing these metadata as Linked Data over the Web.*

The innovation of this work is the incorporation of the Semantic Representation of the Mathematics Subject Classification into Moodle's environment, offering new possibilities to the users of Mathematics.

ΑΛΕΞΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT .....	6
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
ΣΥΝΟΨΗ.....	9
SUMMARY .....	13
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	17

<b>Κεφάλαιο</b>	<b>Σελίδα</b>
1. Η Ψηφιακή Μάθηση στη Σύγχρονη Εποχή.....	19
1.1. Η Εκπαίδευση σήμερα .....	19
1.2. Εκπαίδευση από Απόσταση.....	19
1.3. Ψηφιακή Μάθηση.....	21
1.4. Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης.....	23
1.4.1 Εργαλεία και Κατηγορίες Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης.....	23
1.4.2 Πρότυπα Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης.....	24
2. Το Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης MOODLE.....	27
2.1. Εισαγωγή.....	27
2.2. Η Φιλοσοφία του Moodle.....	28
2.3. Χαρακτηριστικά και Δυνατότητες του Moodle .....	29
2.4. Η Βασική Δομή του Moodle.....	32
2.5. Παραδείγματα Εφαρμογών του Moodle.....	34
2.6. Το Έργο mEducator .....	37
	17

3. Περιγραφή του Συστήματος της Εργασίας.....	41
3.1. Αρχιτεκτονική Συστήματος.....	41
3.2. Επέκταση της Βάσης Δεδομένων του Moodle .....	42
3.2.1 Η Μαθηματική Ταξινόμια (Mathematics Subject Classification – MSC). 46	
3.3. Τροποποίηση του Περιβάλλοντος Moodle.....	47
3.4. Χρήση του D2RQ για τη Σημασιοδότηση και Διασύνδεση Μεταδεδομένων ...	50
4. Συμπεράσματα – Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. Εγκατάσταση του Συστήματος της Εργασίας.....	59
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β. Εισαγωγή Πινάκων στη ΒΔ.....	71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ. Αρχεία Προστιθέμενου Κώδικα.....	73
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ. Εγκατάσταση του Εργαλείου D2RQ.....	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	91

## 1. Η Ψηφιακή Μάθηση στη Σύγχρονη Εποχή

### 1.1. Η Εκπαίδευση σήμερα

Τα συμβατικά συστήματα εκπαίδευσης που εφαρμόζονταν εδώ και δεκαετίες, σε διεθνές και ελληνικό επίπεδο, παρουσίαζαν μια σειρά σημαντικών περιορισμών, όπως η απαίτηση φυσικής παρουσίας των εκπαιδευόμενων στο χώρο διδασκαλίας, η έλλειψη άμεσης πρόσβασης σε ποικίλες πηγές πληροφοριών και η αδυναμία αρκετών εκπαιδευόμενων να ακολουθήσουν τον καθορισμένο ρυθμό διδασκαλίας με αποτέλεσμα την αποδυνάμωσή τους κυρίως γνωστικά. Το γεγονός αυτό έκανε επιτακτική την ανάγκη εισαγωγής σύγχρονων, εναλλακτικών και ευέλικτων συστημάτων εκπαίδευσης. Στην κατεύθυνση αυτή θεμέλιο αποτέλεσε η χρήση των σύγχρονων τεχνολογικών μέσων και κυρίως του Διαδικτύου.

Εάν επιχειρήσουμε να κάνουμε μια έρευνα γύρω από τον όρο εκπαίδευση με τη χρήση του Διαδικτύου, θα διαπιστώσουμε μία πληθώρα αποτελεσμάτων, ερμηνειών και ταξινομήσεων. Η δημιουργία του Διαδικτύου δεν άφησε ανεπηρέαστο κανέναν τομέα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η επιρροή αυτή έγινε αρκετά αισθητή και στον τομέα της εκπαίδευσης. Αρκεί μόνο να κοιτάξουμε τις νέες εκπαιδευτικές και διδακτικές κατευθύνσεις που παρέχονται για την υλοποίηση των νέων προγραμμάτων σπουδών, όπου φυσικά η χρήση πηγών, υλικών και μέσων του Διαδικτύου θεωρούνται απαραίτητα συστατικά τους.

Η αλματώδης ανάπτυξη των δικτύων και των τηλεπικοινωνιών έδωσε σημαντική ώθηση στην εκπαίδευση, προσφέροντας καινούριες δυνατότητες και λειτουργίες, παρέχοντας νέους τρόπους επικοινωνίας και εκμηδενίζοντας οποιαδήποτε απόσταση. Φτάσαμε, λοιπόν, σήμερα να μιλάμε για εκπαίδευση υποβοηθούμενη από υπολογιστή, για εκπαίδευση από απόσταση, για τηλεεκπαίδευση, για τηλεμάθηση, για μάθηση από απόσταση, για ψηφιακή μάθηση και γενικότερα για εκπαίδευση και μάθηση με χρήση τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών.

Στην επόμενη ενότητα δίνεται μια σύντομη περιγραφή του όρου εκπαίδευση από απόσταση, καθώς το αντικείμενο της παρούσης εργασίας εντάσσεται μέσα στο γενικότερο αυτό πλαίσιο.

### 1.2. Εκπαίδευση από Απόσταση

Ο ορισμός της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης δεν μπορεί εύκολα να δοθεί. Κατά καιρούς έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες αποσαφήνισης του όρου αυτού. Μερικοί ορισμοί που απαντώνται στη βιβλιογραφία είναι οι ακόλουθοι:

- «Η παροχή εκπαίδευσης σε κατάλληλες ομάδες ατόμων σε οποιαδήποτε περιοχή, την κατάλληλη στιγμή. Ο εκπαιδευτής μπορεί να χωρίζεται από το μαθητή είτε από την απόσταση είτε από το χρόνο είτε και από τα δύο» [2].
- «Εκπαίδευση από απόσταση ορίζεται η απόκτηση γνώσεων και ικανοτήτων με έμμεση πληροφόρηση και καθοδήγηση που περιλαμβάνει όλες τις τεχνολογίες και άλλες μορφές μάθησης από απόσταση» (U.S. Distance Learning Association).
- «Διαδικασία όπου ο εκπαιδευόμενος βρίσκεται σε φυσική απόσταση από τον εκπαιδευτή και τον εκπαιδευτικό φορέα, και η τεχνολογία διαμεσολαβεί με διάφορους τρόπους στην εκπαιδευτική διαδικασία» [12].
- «Εκπαίδευση που διδάσκει και ενεργοποιεί τον εκπαιδευόμενο πώς να μαθαίνει μόνος του και πώς να λειτουργεί αυτόνομα προς μια ευρετική πορεία αυτομάθησης και γνώσης» [11].

Στους παραπάνω ορισμούς μπορούμε να διακρίνουμε ορισμένα βασικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν την εκπαίδευση από απόσταση. Πρώτο στοιχείο αποτελεί η απόσταση, χρονικά και χωρικά. Ο εκπαιδευτής και οι εκπαιδευόμενοι βρίσκονται σε απόσταση τόσο στο χώρο, όσο και στο χρόνο. Δεύτερο χαρακτηριστικό είναι η έμμεση πληροφόρηση και καθοδήγηση. Τις περισσότερες φορές η πληροφόρηση και η καθοδήγηση των εκπαιδευόμενων πραγματοποιείται με έμμεσο τρόπο, χωρίς δηλαδή την άμεση και ζωντανή επαφή με τον εκπαιδευτή. Ένα ακόμη θεμελιώδες στοιχείο αποτελεί η τεχνολογία. Στις πλέον σύγχρονες μορφές εξ αποστάσεως εκπαίδευσης γίνεται χρήση ψηφιακών μέσων και σύγχρονων τεχνολογιών, οι οποίες μάλιστα αυξάνουν σημαντικά και τις δυνατότητες διάδρασης μεταξύ των εκπαιδευόμενων και των εκπαιδευτών.

Η εκπαίδευση από απόσταση αποτελεί αντικείμενο που καλύπτει ένα ευρύ φάσμα από σχετικούς με τη σύγχρονη εκπαίδευση όρους, όπως τηλεεκπαίδευση, τηλεμάθηση, εκπαίδευση υποβοηθούμενη από υπολογιστή και ψηφιακή μάθηση. Επειδή η σύγχρονη μορφή της εκπαίδευσης εξ αποστάσεως βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά στο Διαδίκτυο, τείνει να είναι ταυτόσημη με όλους τους όρους που αναφέραμε, όπως και με πολλούς άλλους που μπορεί να εντοπίσει κανείς βιβλιογραφικά ή μη. Στα πλαίσια της παρούσης εργασίας χρησιμοποιούμε τον όρο ψηφιακή μάθηση ως βασικό στοιχείο αναφοράς, θεωρώντας ότι ανήκει στο ευρύτερο πεδίο της εκπαίδευσης εξ αποστάσεως.

### 1.3. Ψηφιακή Μάθηση

Η έννοια της ψηφιακής μάθησης αποτελεί ένα διακριτό τύπο εκπαίδευσης, όπου χρησιμοποιούνται οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές ως βασικό μέσο της διδασκαλίας, συνήθως δικτυωμένοι, με στόχο την παραγωγή, προώθηση, παράδοση και διευκόλυνση εξατομικευμένης μάθησης οπουδήποτε και οποτεδήποτε, μέσα από ένα χρηστοκεντρικό περιβάλλον [13]. Πρόκειται για μάθηση που παραδίδεται, επιτρέπεται και μεταφέρεται μέσω των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών, με απώτερο και ξεκάθαρο σκοπό την εκπαίδευση.

Η ψηφιακή μάθηση μπορεί να λάβει διάφορες μορφές. Η βασικότερη διάκριση που πραγματοποιείται στη μάθηση αυτή είναι ανάμεσα στη σύγχρονη και την ασύγχρονη μορφή της. Στην πρώτη περίπτωση η μάθηση υλοποιείται σε πραγματικό χρόνο, μέσω του Διαδικτύου, σε περιβάλλον εικονικής τάξης. Οι συμμετέχοντες, εκπαιδευόμενοι και εκπαιδευτές, συναντώνται στον ίδιο χρόνο στο Διαδίκτυο, ενώ διαχωρίζονται χωρικά. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αυτής της μορφής είναι η γνωριμία των εκπαιδευτών με τους εκπαιδευόμενους, η επικοινωνία μεταξύ των εκπαιδευόμενων και η έλλειψη του αισθήματος αποξένωσης από την εκπαιδευτική διαδικασία. Στη δεύτερη περίπτωση, δηλαδή στην ασύγχρονη ψηφιακή μάθηση, οι συμμετέχοντες διαχωρίζονται όχι μόνο χωρικά, αλλά και χρονικά. Η επικοινωνία γίνεται με λίγα λόγια ασύγχρονα. Παραδείγματος χάριν, τοποθετείται πρώτα κάποιο εκπαιδευτικό υλικό στο Διαδίκτυο και έπειτα οι εκπαιδευόμενοι, οποιαδήποτε στιγμή και από οποιοδήποτε μέρος, εργάζονται με αυτό. Το βασικό πλεονέκτημα της ασύγχρονης ψηφιακής μάθησης έγκειται στο ότι ο εκπαιδευόμενος μαθαίνει στο χρόνο και με το ρυθμό που ο ίδιος επιθυμεί. Σήμερα, αρκετά συχνά, χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός σύγχρονης και ασύγχρονης ψηφιακής μάθησης, με στόχο μια πιο ολοκληρωμένη εκπαιδευτική εμπειρία.

Εκτός από την παραπάνω θεμελιώδη διάκριση της ψηφιακής μάθησης σε σύγχρονη και ασύγχρονη, είναι εφικτές και άλλες μορφές κατηγοριοποίησης αυτού του είδους μάθησης. Μπορούμε να κάνουμε λόγο για καθοδηγούμενη ψηφιακή μάθηση, είτε από κάποιον εκπαιδευτή είτε από κάποιο αυτοματοποιημένο σύστημα, και για αυτόνομη ψηφιακή μάθηση, κατά την οποία ο εκπαιδευόμενος λαμβάνει αποφάσεις και διαμορφώνει την πορεία εκπαίδευσής του. Επίσης δύναται να μιλάμε για ατομική ψηφιακή μάθηση, όπου ο εκπαιδευόμενος μαθαίνει ατομικά, και για ομαδική ή ομαδοσυνεργατική ψηφιακή μάθηση, με τον εκπαιδευόμενο να αποτελεί μέλος μιας ομάδας και να μαθαίνει μέσα από τη συνεργασία του με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας.

Αναμφίβολα μέσα από την ψηφιακή μάθηση παρέχονται σημαντικά οφέλη, τόσο

για τους εκπαιδευόμενους, όσο και για τους εκπαιδευτές. Οι πρώτοι αποκτούν πιο ενεργό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία, έχουν πρόσβαση σε επικαιροποιημένο και σύγχρονο υλικό, εμπλέκονται σε ποικίλες μορφές αξιολόγησης (αυτοαξιολόγηση, ομαδική αξιολόγηση, ετεροαξιολόγηση, αξιολόγηση εκπαιδευτή), αναπτύσσουν περισσότερο την κριτική τους σκέψη, μπορούν να υποπέσουν σε λάθη χωρίς να εκτεθούν απαραίτητα στους συνεκπαιδευόμενους, δέχονται εξατομικευμένη υποστήριξη και ακολουθούν συχνά εξατομικευμένη διδασκαλία, ενώ παράλληλα μαθαίνουν με το δικό τους ρυθμό και στο χρόνο που επιθυμούν. Από την άλλη πλευρά, οι εκπαιδευτές απαλλάσσονται από την ανάγκη διδασκαλίας των ίδιων πραγμάτων κατ' επανάληψη, δύναται να εστιάσουν και να αναγνωρίσουν περισσότερο τις ανάγκες κάθε εκπαιδευόμενου ξεχωριστά, αποκτούν μεγαλύτερη ευελιξία και ευχέρεια στην πραγματοποίηση αξιολογικών διαδικασιών, μετατρέπονται εν ολίγοις σε διαχειριστές της εκπαίδευσης.

Πέραν όλων των σημαντικών πλεονεκτημάτων που παρέχει η ψηφιακή μάθηση, δεν μπορούμε να παραλείψουμε και την αναφορά σε προβλήματα που ανακύπτουν από την υιοθέτησή της. Πολλοί εκπαιδευόμενοι δυσκολεύονται να διαχειριστούν μόνοι τους το χρόνο και μπορεί να αποπροσανατολιστούν από τους στόχους και την πορεία της εκάστοτε ψηφιακής διδασκαλίας. Σημαντικό επίσης πρόβλημα αποτελεί και η απουσία πλήρους πρόσβασης σε κατάλληλο υλικό, λογισμικό ή διαδικτυακό πόρο. Το κόστος που απαιτείται για τη σχεδίαση, ανάπτυξη και διαχείριση ενός περιβάλλοντος βασισμένου στην ψηφιακή μάθηση αποτελεί κι αυτό έναν αρνητικό παράγοντα. Ακόμη περισσότερο, ο ρόλος του εκπαιδευτή γίνεται πιο σύνθετος και πολύπλοκος. Ο εκπαιδευτής μπορεί να μην είναι πάντα διαθέσιμος όταν οι εκπαιδευόμενοι χρειάζονται άμεση υποστήριξη, ενώ σίγουρα θα πρέπει να είναι εκπαιδευμένος στη χρήση και διαχείριση σχετικών περιβαλλόντων ψηφιακής μάθησης και να αφιερώνει περισσότερο χρόνο στην οργάνωση και υλοποίηση των διδασκαλιών του.

Η οργάνωση, σχεδίαση και υλοποίηση ενός περιβάλλοντος υποστήριξης ψηφιακής μάθησης δεν είναι μια εύκολη διαδικασία. Για το λόγο αυτό, έχουν συσταθεί διάφορα αυτοματοποιημένα συστήματα, γνωστά με το γενικό όρο Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης, τα οποία παρέχουν σημαντικές λειτουργίες και δυνατότητες διαχείρισης της μάθησης με ψηφιακό τρόπο. Η επόμενη ενότητα περιγράφει ακριβώς τα συστήματα αυτά.

## 1.4. Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται σήμερα για την υποστήριξη της ψηφιακής μάθησης είναι κάτι περισσότερο από πολλά υπερκειμενικά και υπερμεσικά διασυνδεδεμένα έγγραφα. Τα σύγχρονα ψηφιακά εκπαιδευτικά συστήματα οφείλουν να παρέχουν στον εκπαιδευόμενο ένα παιδαγωγικό περιβάλλον, στο οποίο να αισθάνεται ο ίδιος ότι βρίσκεται σε μια εικονική τάξη και ακολουθεί την εκπαιδευτική διαδικασία, υποστηριζόμενος από τον εκπαιδευτή. Μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί αρκετά συστήματα προς αυτή την κατεύθυνση, ωστόσο παρατηρείται συχνά ασάφεια και σύγχυση ως προς τη χρησιμότητα καθενός. Έτσι λοιπόν συναντάμε τα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης (Learning Management Systems – LMS), τα Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου (Content Management Systems – CMS), τα Εικονικά Περιβάλλοντα Μάθησης (Virtual Learning Environments – VLE) και διάφορα άλλα συστήματα. Δεν κρίνεται σκόπιμο στο σημείο αυτό να ξεκαθαρίσουμε τις διαφορές ανάμεσα σε όλα αυτά τα συστήματα, αλλά θα αναφερθούμε στα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης, καθώς είναι εκείνα στα οποία βασίζεται κυρίως η ψηφιακή μάθηση [5].

Τα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης, ή αλλιώς πλατφόρμες ψηφιακής μάθησης, αποτελούν τη βασική τεχνολογική υποδομή λογισμικού για την υποστήριξη περιβαλλόντων ψηφιακής μάθησης. Χρησιμοποιούνται σήμερα σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης (πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια), καθώς τα οφέλη από τη χρήση τους είναι ποικίλα και σημαντικά. Τα συστήματα αυτά εμφανίστηκαν στο δεύτερο μισό της δεκαετίας του '90 και συνδυάζουν τη λειτουργικότητα των επικοινωνιών μέσω υπολογιστή, τις on-line μεθόδους παράδοσης διδακτικών υλικών και τα εργαλεία διαχείρισης της μαθησιακής διαδικασίας, προσφέροντας ένα ολοκληρωμένο Διαδικτυακό Περιβάλλον Μάθησης [4].

### 1.4.1 Εργαλεία και Κατηγορίες Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης

Τα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης είναι ενοποιημένα συστήματα λογισμικού που ενσωματώνουν διάφορα εργαλεία για τους εκπαιδευτικούς, τους σχεδιαστές, τους διαχειριστές και τους εκπαιδευόμενους. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να ταξινομηθούν σε συγκεκριμένες ομάδες [41]:

- *Εργαλεία Διαχείρισης Τάξης (Class Management Tools)*, για τη διαχείριση των εκπαιδευόμενων, τη δημιουργία ομάδων, την έκδοση στατιστικών μαθησιακής πορείας, τη διαχείριση βαθμών, την ανάθεση ρόλων και δικαιωμάτων

- πρόσβασης σε ψηφιακό υλικό, κ.ά.
- *Εργαλεία Διαχείρισης Περιεχομένου (Content Management Tools)*, για τη δημιουργία, δόμηση και διανομή του μαθησιακού υλικού, τη σχεδίαση του χώρου εργασίας – μελέτης των εκπαιδευόμενων, την εισαγωγή και εξαγωγή υλικού, τη διαχείριση αρχείων, κ.ά.
  - *Εργαλεία Επικοινωνίας (Communication Tools)*, για την παροχή λειτουργιών σύγχρονης και ασύγχρονης επικοινωνίας μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας (e-mail), συζήτησης (chat), τόπων συζήτησης στο Διαδίκτυο (discussion fora), συνδιάσκεψης ήχου και εικόνας (audio/video-conferencing), ιστολόγιων, wikis, ανακοινώσεων, συνεργασίας με διαμοιρασμό επιφάνειας εργασίας, κ.ά.
  - *Εργαλεία Αξιολόγησης (Assessment Tools)*, για τη δημιουργία, διανομή και διαχείριση δραστηριοτήτων αξιολόγησης (π.χ. επίλυση ασκήσεων αυτοαξιολόγησης, ηλεκτρονική αποστολή εργασιών, ηλεκτρονικός φάκελος), κ.ά.
  - *Εργαλεία Διαχείρισης Μαθημάτων (Course Management Tools)*, για τη δημιουργία, προσαρμογή και διαχείριση των ψηφιακών μαθημάτων, τη διαχείριση εγγραφών των απουσιών και οικονομικών θεμάτων των εκπαιδευόμενων, κ.ά.

Ένας διακριτός διαχωρισμός ανάμεσα στα ποικίλα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης που έχουν σχεδιαστεί και αναπτυχθεί μέχρι σήμερα, μπορεί να γίνει ανάμεσα σε εκείνα που είναι εμπορικά (ή εξειδικευμένα) και σε εκείνα που είναι ανοικτού κώδικα (open source). Χαρακτηριστικά παραδείγματα εμπορικών Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης αποτελούν οι πλατφόρμες Blackboard [27], Desire2Learn [28] και LearningStudio [33]. Στον αντίποδα, το πιο διαδεδομένο Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης ανοικτού κώδικα είναι το Moodle [34], πάνω στο οποίο στηρίχθηκε και η εκπόνηση της παρούσης εργασίας. Άλλα παρόμοια συστήματα ανοικτού κώδικα αποτελούν οι πλατφόρμες Joomla [32], Drupal [29], E-class [30], PostNuke [35], ILIAS [31].

#### 1.4.2 Πρότυπα Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης

Τα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης βασίζονται σε μια πληθώρα από πλατφόρμες ανάπτυξης, ξεκινώντας από αρχιτεκτονικές στηριζόμενες σε Java EE μέχρι και Microsoft .NET, ενώ στο υπόβαθρο χρησιμοποιούν μία ισχυρή βάση δεδομένων. Οι μεγάλες ανάγκες υποστήριξης, κυρίως σε λογισμικό, των αρχικών



Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης, έδωσαν το έναυσμα και κατέστησαν αναγκαία τη δημιουργία προτύπων για την περιγραφή του μαθησιακού υλικού, με στόχο τη δυνατότητα μεταφερσιμότητας των μαθησιακών πόρων, τη διαλειτουργικότητα μεταξύ τους και τη διευκόλυνση αναζήτησής τους [9]. Μέχρι σήμερα, γι' αυτό το σκοπό ακριβώς, έχουν κατασκευαστεί διάφορες προδιαγραφές και πρότυπα από οργανισμούς τυποποίησης, τα κυριότερα από τα οποία περιγράφονται εν συντομία ακολούθως.

- *Το πρότυπο της AICC (Aviation Industry Computer-Based Training Committee) [22]*

Η επιτροπή AICC συστάθηκε το 1988 και αποτελείται από μέλη επαγγελματίες που έχουν ως βασικό αντικείμενο ενασχόλησης την εκπαίδευση βασισμένη στην τεχνολογία. Εστιάζει στην αεροπορική βιομηχανία παρέχοντας σχετικές εκπαιδευτικές πρακτικές-οδηγίες βασισμένες στους υπολογιστές. Το πιο γνωστό τους πρότυπο είναι το AICC Course Structure File (CSF).

- *Τα πρότυπα της IMS Global Learning Consortium [37]*

Πρόκειται για σύμπραξη κατασκευαστών που ενδιαφέρονται για την ανάπτυξη XML προδιαγραφών σχετικών με τα βασικά χαρακτηριστικά μαθημάτων, εργασιών, ομάδων κ.ά. Τα πιο γνωστά πρότυπα της σύμπραξης IMS είναι το IMS Content Packaging, το IMS Metadata και το IMS Question and Test Interchange (QTI).

- *Το πρότυπο της IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) [23]*

Είναι ευρέως γνωστό ότι οι προδιαγραφές της IEEE έχουν υιοθετηθεί, διεθνώς και μη, από μία μεγάλη μερίδα χρηστών. Η ομάδα LTSC της IEEE παρέχει πρότυπα για την μάθηση μέσω της τεχνολογίας, το πιο γνωστό από τα οποία είναι το Learning Object Metadata (LOM). Το LOM ουσιαστικά ορίζει τα μεταδεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να περιγράψουν μαθησιακούς πόρους.

- *Το πρότυπο της ADL (Advanced Distributed Learning) [36]*

Η ADL αποτελεί πρωτοβουλία του Υπουργείου Άμυνας των Η.Π.Α. και ασχολείται με την ανάπτυξη προδιαγραφών σχετικών με την τηλεεκπαίδευση. Το βασικό πρότυπο που έχει κατασκευαστεί από την πρωτοβουλία αυτή είναι το SCORM (Sharable Content Object Reference Model). Το πρότυπο αυτό, μάλιστα, αποτελεί συνένωση όλων των υπολοίπων προδιαγραφών, είναι ιδιαίτερα δημοφιλές σήμερα και τα πακέτα που περιέχει μπορούν να φορτωθούν σε οποιοδήποτε, συμβατό με το SCORM, Σύστημα Διαχείρισης

## Μάθησης.

Στο σημείο αυτό ολοκληρώνεται το πρώτο κεφάλαιο της εργασίας, έχοντας θέσει συνοπτικά το θεωρητικό πρίσμα πάνω στο οποίο τοποθετείται η προτεινόμενη εφαρμογή. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται το Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης Moodle, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της παρούσης εργασίας.

ΑΛΕΞΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

## 2. Το Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης MOODLE

### 2.1. Εισαγωγή

Το Moodle είναι ένα πακέτο λογισμικού που έχει σχεδιαστεί με στόχο την κατασκευή διαδικτυακών μαθητών και ιστότοπων. Παρέχεται ελεύθερα ως Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα (υπό τους όρους της άδειας GNU Public License) [19]. Αυτό σημαίνει στην ουσία ότι το Moodle έχει πνευματικά δικαιώματα, αλλά διατίθενται επιπρόσθετα δικαιώματα στους χρήστες του. Έτσι, επιτρέπεται η αντιγραφή, χρήση και τροποποίησή του υπό τους εξής όρους: παροχή πηγαίου κώδικα στους άλλους, απαγόρευση αλλαγής ή αφαίρεσης της αρχικής άδειας και των πνευματικών δικαιωμάτων, και εφαρμογή της ίδιας άδειας σε οποιαδήποτε παραγόμενη εργασία. Η πλατφόρμα του Moodle δύναται να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε υπολογιστή μπορεί να τρέξει PHP και να υποστηρίξει μια βάση δεδομένων τύπου SQL (για παράδειγμα MySql). Μπορεί να «τρέξει» στα λειτουργικά συστήματα Windows και Mac, όπως επίσης σε πολλές εκδοχές του Linux.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναφερθήκαμε στα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης που έχουν υιοθετηθεί για την υποστήριξη της ψηφιακής μάθησης. Στην κατηγορία αυτών των συστημάτων ανήκει και το Moodle, το οποίο δημιουργήθηκε τη δεκαετία του '90 από τον Αυστραλό Martin Dugiamas ως τμήμα της διδακτορικής διατριβής του. Συχνά το Moodle περιγράφεται και ως εικονικό περιβάλλον μάθησης (VLE), με βασικό πάλι στόχο τη διεξαγωγή ψηφιακών, διαδικτυακών μαθημάτων μέσω ολοκληρωμένων υπηρεσιών ασύγχρονης τηλεκπαίδευσης.

Το όνομα Moodle έχει δύο ερμηνείες. Η πρώτη προέρχεται από το ακρωνύμιο Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Αρθρωτό Αντικειμενοστραφές Δυναμικό Περιβάλλον Μάθησης), του οποίου η χρησιμότητα εξυπηρετεί κυρίως τους προγραμματιστές και τους θεωρητικούς της εκπαίδευσης. Η δεύτερη ερμηνεία έχει να κάνει με τη χρήση του σαν ρήμα που περιγράφει μία άστοχη, αλλά συχνά δημιουργική και διορατική, σκέψη για την πραγματοποίηση των πραγμάτων όπως ακριβώς θεωρούμε ότι πρέπει να πραγματοποιηθούν. Έτσι, λοιπόν, η ονομασία Moodle ανταποκρίνεται και στον τρόπο με τον οποίο αναπτύχθηκε το περιβάλλον αυτό, αλλά και στον τρόπο με τον οποίο ο εκπαιδευτής ή ο εκπαιδευόμενος μπορούν να προσεγγίσουν τη διδασκαλία ή τη μάθηση σε ένα διαδικτυακό μάθημα [34].

Εάν προσπαθήσουμε να αναλύσουμε το ακρωνύμιο του Moodle, τους όρους δηλαδή που συνθέτουν τη λέξη Moodle, σύμφωνα με την πρώτη προαναφερθείσα ερμηνεία της, θα διαπιστώσουμε ότι το περιβάλλον του Moodle συντίθεται ουσιαστικά

από τα τρία ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά:

1. *Modular (Αρθρωτό)*: Η πλατφόρμα του Moodle αποτελείται από αυτοτελή τμήματα κώδικα (ενότητες ή λειτουργικές μονάδες – modules) καθένα από τα οποία επιτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες. Οι ενότητες αυτές μπορούν να τροποποιηθούν, δύνανται ακόμη να προστεθούν πολύ εύκολα νέα τμήματα, όπως επίσης και να κατασκευαστούν εξ αρχής νέες ενότητες. Παραδείγματα τέτοιων ενοτήτων είναι οι ομάδες συζήτησης, τα εργαστήρια, τα κουίζ και πολλά άλλα.
2. *Object-Oriented (Αντικειμενοστραφές)*: Το περιβάλλον του Moodle βασίζεται στην αντικειμενοστραφή προσέγγιση σχεδίασης. Έτσι έχουμε να κάνουμε με αντικείμενα και δράσεις που ασκούνται σε αυτά. Ο συγκεκριμένος τρόπος σχεδίασης απαλλάσσει το χρήστη από πολύπλοκες διαδικασίες εκμάθησης των λειτουργιών του περιβάλλοντος, καθιστώντας πιο εύκολη τη χρήση του.
3. *Dynamic (Δυναμικό)*: Από το χαρακτηρισμό και μόνο είναι κατανοητό ότι το περιβάλλον του Moodle είναι δυναμικό, και όχι στατικό. Αυτό σημαίνει με απλά λόγια ότι το περιεχόμενό του μπορεί να προσαρμοστεί στον κάθε χρήστη, παρέχοντας διαφορετικές, προσαρμοσμένες πληροφορίες, όπως παραδείγματος χάριν αποτελέσματα αξιολόγησης, προσωπικό προφίλ και στατιστικά δεδομένα.

## 2.2. Η Φιλοσοφία του Moodle

Η ανάπτυξη και σχεδίαση του περιβάλλοντος Moodle έχουν στηριχθεί στο παιδαγωγικό ρεύμα του «κοινωνικού εποικοδομητισμού». Το κίνημα αυτό αποτελείται από δύο συνιστώσες: την εποικοδομητική και την κοινωνική.

Η βασική ιδέα της πρώτης συνιστώσας, που εντάσσεται και απορρέει από το κίνημα του εποικοδομητισμού, είναι ότι οι άνθρωποι κατασκευάζουν τη νέα γνώση μέσα από την ενεργή συμμετοχή και αλληλεπίδραση με το περιβάλλον με το οποίο επικοινωνούν. Οτιδήποτε διαβάζουν, βλέπουν, ακούν, αγγίζουν και γενικά αισθάνονται, ελέγχεται ως προς την πρότερη γνώση τους και εάν είναι βιώσιμο μέσα στο διανοητικό τους κόσμο, μπορεί να κατακτηθεί σαν νέα γνώση, την οποία και συνοδεύουν περαιτέρω μαζί τους. Η γνώση ενδυναμώνεται όταν μπορούν οι άνθρωποι να την χρησιμοποιήσουν επιτυχώς στο ευρύτερο περιβάλλον τους [34].

Η δεύτερη συνιστώσα ενσωματώνει την έννοια της αλληλεπίδρασης των ανθρώπων όχι μόνο με το περιβάλλον επικοινωνίας, αλλά και μεταξύ τους. Στην

περίπτωση αυτή γίνεται λόγος περί δημιουργίας κοινωνικών ομάδων, οι οποίες κατασκευάζουν ή συμπληρώνουν γνώση η μία για την άλλη, δημιουργώντας συνεργατικά μια κοινή κουλτούρα. Συμπερασματικά, το κίνημα του «κοινωνικού εποικοδομητισμού» δεν βασίζεται στην απλή απορρόφηση και μεταβίβαση της γνώσης, αλλά στην οικοδόμησή της μέσα από την αλληλεπίδραση των ανθρώπων μεταξύ τους και με το περιβάλλον επικοινωνίας [34].

Αξιοσημείωτο αναφοράς είναι το πεντάπτυχο που έχει αναπτύξει ο σχεδιαστής του Moodle, ο Martin Dougiamas, ύστερα από εκτενή έρευνα γύρω από την εκπαίδευση, για το ρεύμα του «κοινωνικού εποικοδομητισμού». Οι πέντε θεμελιώδεις πτυχές, όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο ίδιος [34], του «κοινωνικού εποικοδομητισμού» είναι οι ακόλουθες:

1. Όλοι μας είμαστε σημαντικοί δάσκαλοι, όπως επίσης και μαθητές. Μέσα σε ένα πραγματικό, συνεργατικό περιβάλλον είμαστε και τα δύο.
2. Μαθαίνουμε ιδιαίτερα αποτελεσματικά όταν δημιουργούμε ή εκφράζουμε οτιδήποτε για την επίδειξή του στους άλλους.
3. Μαθαίνουμε αρκετά ακόμη και με την απλή παρατήρηση της δραστηριότητας των ζευγαριών μας.
4. Κατανοώντας τα συμφραζόμενα των άλλων, μπορούμε να διδάξουμε με έναν πιο μετασχηματιστικό τρόπο.
5. Ένα περιβάλλον μάθησης χρειάζεται να είναι ευέλικτο και προσαρμόσιμο, έτσι ώστε να μπορεί άμεσα να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των ατόμων που συμμετέχουν σε αυτό.

### **2.3. Χαρακτηριστικά και Δυνατότητες του Moodle**

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγική ενότητα, το εργαλείο Moodle διατίθεται σαν Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα, υπό τους όρους της άδειας δημόσιας χρήσης GNU [19]. Καθένας μπορεί, επομένως, να το προμηθευτεί και να το χρησιμοποιήσει ελεύθερα χωρίς κάποιο κόστος αγοράς, ενώ είναι δυνατή η λήψη του κώδικα από το Διαδίκτυο.

Το Moodle είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης. Μέχρι σήμερα έχει εγκατασταθεί σε 223 διαφορετικές χώρες και είναι διαθέσιμο σε 78 γλώσσες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της διασημότητας του εργαλείου Moodle αποτελεί επίσης το γεγονός ότι έχουν ήδη κατασκευαστεί 6.868.116 on-line μαθήματα, ενώ το πλήθος των χρηστών του ανέρχεται στους 63.841.875 [43].

Στον ιστότοπο του περιβάλλοντος Moodle έχει δημιουργηθεί μία μεγάλη

παγκόσμια κοινότητα χρηστών με 1.236.667 εγγεγραμμένους χρήστες [24]. Ένας μεγάλος αριθμός της κοινότητας αυτής χρησιμοποιεί τα νέα χαρακτηριστικά του εργαλείου και παρέχει ανατροφοδοτήσεις προς τα υπόλοιπα μέλη της κοινότητας, αλλά και προς τους κατασκευαστές του. Κατ' αυτό τον τρόπο συμβάλλουν αποτελεσματικά στην αναβάθμιση των λειτουργιών και υπηρεσιών που παρέχει το Moodle, δίνοντας τη δυνατότητα δημιουργίας νέων εκδόσεων του περιβάλλοντος με επιπρόσθετα χαρακτηριστικά και λειτουργίες. Πιο συγκεκριμένα, μέσα στην κοινότητα των χρηστών του Moodle, υπάρχει μία μεγάλη ομάδα που ασχολείται αποκλειστικά με θέματα ανάπτυξης λογισμικού για το εργαλείο αυτό. Τέτοια θέματα αφορούν κυρίως τη διόρθωση ατελειών (bugs) του κώδικα, την κατασκευή νέων εργαλείων και αρθρωμάτων, την επίλυση αποριών και προβλημάτων μέσω συζητήσεων με όλα τα μέλη της κοινότητας.

Το Moodle διαθέτει πληθώρα χαρακτηριστικών και δυνατοτήτων, τα οποία δύνανται να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά για την παροχή ολοκληρωμένης ψηφιακής μάθησης. Πρόκειται για ένα εύχρηστο εργαλείο, απλό στην εκμάθηση, ανθεκτικό και προσαρμόσιμο. Είναι ένα πλήρως λειτουργικό σύστημα διαχείρισης μαθημάτων, ιδιαίτερα κατάλληλο για την πραγματοποίηση διαδικτυακών μαθημάτων και για την ενίσχυση εξατομικευμένης και προσαρμοσμένης διδασκαλίας. Ένα σημαντικό επίσης χαρακτηριστικό του Moodle είναι η ευκολία με την οποία μπορεί οποιοσδήποτε να το εγκαταστήσει, αρκεί να διαθέτει πλατφόρμα υποστήριξης PHP και μια βάση δεδομένων.

Σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά που διέπουν το σύστημα του Moodle, από σχεδιαστική άποψη, μπορούν να συνοψιστούν ως εξής [34]:

- Είναι ένα γρήγορο και εύκολο στην εκμάθηση περιβάλλον, τόσο για τους εκπαιδευτές, όσο και για τους εκπαιδευόμενους.
- Επιτρέπει την τροποποίηση του γραφικού του περιβάλλοντος, κάνοντας μάλιστα χρήση προτύπων-θεμάτων.
- Υποστηρίζει πλήρως την ελληνική γλώσσα, όπως επίσης και πολλές άλλες.
- Μπορεί να υποστηρίξει υπερπληθώρα μαθημάτων, επιτρέποντας την αναζήτηση ανάμεσα σε αυτά και τη θεματική τους ταξινόμηση.
- Παρέχει τη δυνατότητα πρόσβασης επισκεπτών στα προσφερόμενα μαθήματα.
- Καθιστά εύκολη την προσθήκη πόρων στα μαθήματα.
- Δίνει αρκετή έμφαση σε θέματα ασφάλειας (έλεγχος δεδομένων φορμών, επικύρωση δεδομένων, κρυπτογράφηση cookies κ.ά.).

- Η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των λειτουργιών του μπορούν να επιτευχθούν πολύ εύκολα, όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο.
- Προσφέρει τη δυνατότητα δημιουργίας μπλοκ (π.χ. για την παροχή ειδήσεων), επιτρέποντας πολύ απλά και εύκολα τη μετακίνησή τους στο γραφικό περιβάλλον.
- Δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας ποικίλων δραστηριοτήτων και υπηρεσιών για τους εκπαιδευόμενους, όπως κουίζ ερωτήσεων, wikis, ιστολόγια, fora, chat κ.ά..
- Χρησιμοποιεί ενσωματωμένο επεξεργαστή κειμένου (WYSIWYG HTML) σε πολλές περιοχές εισαγωγής κειμένου, όπως στους πόρους και στις ομάδες συζητήσεων.
- Δύναται να παρέχει προηγμένη διαχείριση στους εκπαιδευόμενους.
- Συγκεντρώνει και παρουσιάζει στατιστικά στοιχεία παρακολούθησης ανά μάθημα και ανά εκπαιδευόμενο.

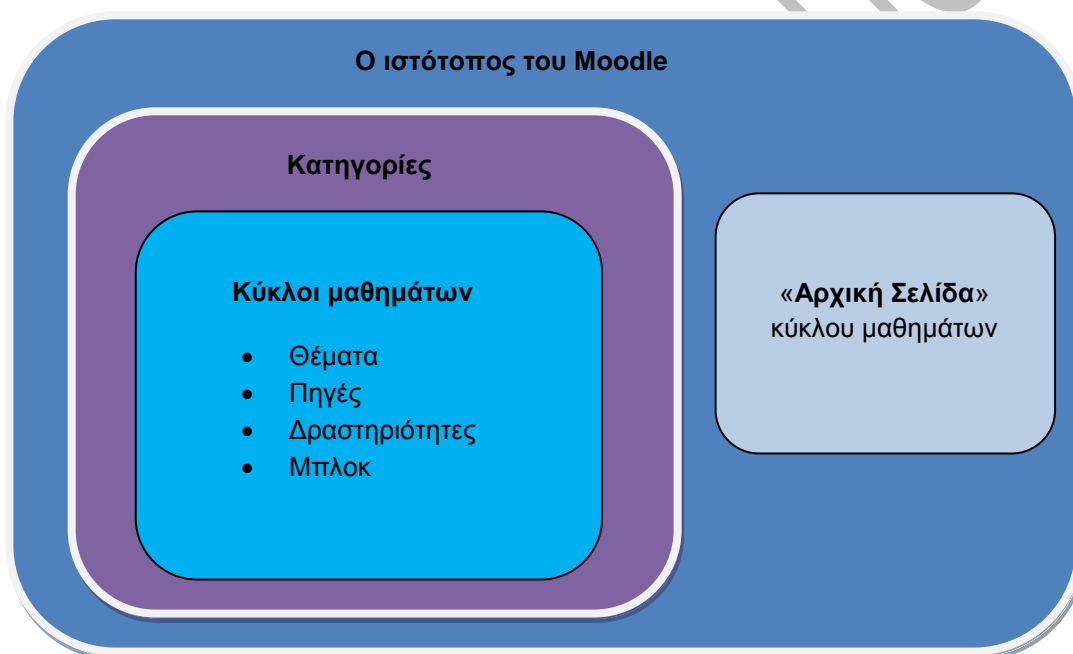
Στο Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης του Moodle, συναντούμε τέσσερις βασικές κατηγορίες χρηστών. Η πρώτη αφορά το διαχειριστή του συστήματος, ο οποίος έχει τον πλήρη έλεγχο των ρυθμίσεων και παραμέτρων του συστήματος, και είναι υπεύθυνος για την απόδοση δικαιωμάτων πρόσβασης στους πιθανούς χρήστες της πλατφόρμας. Η δεύτερη κατηγορία χρηστών περιλαμβάνει τους εκπαιδευτικούς και γενικά τους δημιουργούς των μαθημάτων. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν όσοι επιθυμούν να δημιουργήσουν κάποιο μάθημα ή να προσθέσουν υλικό σε υπάρχοντα μαθήματα, αφού όμως λάβουν σχετικό δικαίωμα από το διαχειριστή του συστήματος. Η τρίτη κατηγορία χρηστών αφορά τους εκπαιδευόμενους, οι οποίοι μπορούν να συμμετέχουν σε δραστηριότητες των μαθημάτων, να αποστέλλουν απορίες, να συζητούν σε ομάδες συζητήσεων, να κατεβάζουν υλικό από τα μαθήματα που παρακολουθούν. Τέλος, στο κατώτερο επίπεδο πρόσβασης, έχουμε τους επισκέπτες που μπορούν να πλοηγηθούν στην πλατφόρμα ως απλοί θεατές.

Βασική λειτουργία που διαθέτει η πλατφόρμα του Moodle σχετικά με τους χρήστες της είναι η δυνατότητα ανάθεσης ρόλων σε αυτούς. Έτσι, λοιπόν, μπορούν να ανατεθούν ρόλοι για συγκεκριμένους χρήστες, για κάθε μάθημα. Ο διαχειριστής του συστήματος μπορεί να αναθέσει σε εκπαιδευτές να δημιουργήσουν μαθήματα, να διδάξουν σε αυτά και να τους αποδώσει το δικαίωμα να ορίσουν οι ίδιοι άλλους χρήστες που να μπορούν να διδάξουν επίσης σε αυτά. Συγκεκριμένο ρόλο μπορεί να έχει και ένας εκπαιδευόμενος, όπως παραδείγματος χάριν να έχει πλήρη πρόσβαση σε όλο το υλικό του μαθήματος ή να μπορεί να συμμετέχει σε συγκεκριμένες ομάδες

συζητήσεων. Επιπροσθέτως, μέσω της ανάθεσης ρόλων, ένας χρήστης μπορεί να διαδραματίζει το ρόλο του εκπαιδευτή σε ένα μάθημα, ενώ παράλληλα να του ανατεθεί ο ρόλος του εκπαιδευόμενου σε κάποιο άλλο μάθημα.

## 2.4. Η Βασική Δομή του Moodle

Η βασική δομή του περιβάλλοντος Moodle παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.1 [20]. Όλα τα στοιχεία που απεικονίζονται στο σχήμα αυτό θεωρείται ότι ανήκουν σε κάποιο πλαίσιο αναφοράς (context), μία συγκεκριμένη περιοχή δηλαδή, στην οποία ανατίθενται κάποιοι από τους ρόλους που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα.



Σχήμα 2.1. Η βασική δομή του Moodle [20]

Τα βασικά δομικά στοιχεία που συγκροτούν το σύστημα του Moodle είναι τα ακόλουθα:

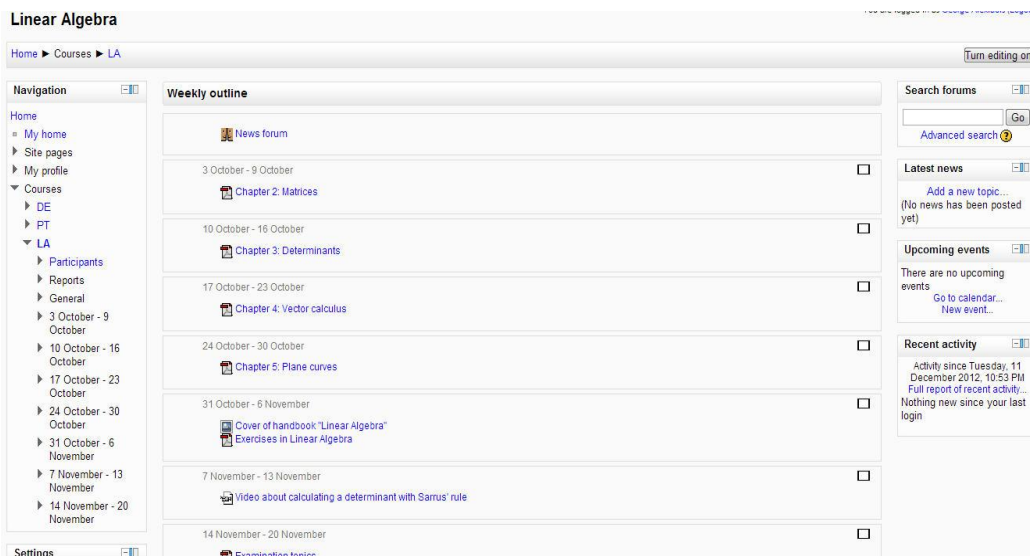
1. Ο ιστότοπος του Moodle (Εικόνα 2.4.1), που αποτελεί και το μεγαλύτερο πλαίσιο αναφοράς.





**Εικόνα 2.4.1.** Ο ιστότοπος του Moodle, όπως διαμορφώθηκε για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας

2. Οι κατηγορίες (categories) στις οποίες οργανώνονται οι κύκλοι μαθημάτων (courses). Για παράδειγμα, μαθήματα σχετικά με δίκτυα και γλώσσες προγραμματισμού μπορούν να ενταχθούν στην κατηγορία «Επιστήμη των Υπολογιστών».
3. Οι κύκλοι μαθημάτων (courses) που θεωρούνται μάλιστα το βασικότερο δομικό στοιχείο του συστήματος του Moodle (Εικόνα 2.4.2). Πρόκειται για σελίδες/περιοχές όπου οι εκπαιδευτές μπορούν να παρουσιάσουν τους πόρους (resources) και τις δραστηριότητες (activities) μάθησης στους εκπαιδευόμενους. Οι πόροι είναι ουσιαστικά παθητικά εργαλεία παροχής πληροφοριών και υλικού (βιβλιογραφικού ή μη) στους εκπαιδευόμενους, ενώ οι δραστηριότητες αποτελούν χρήσιμα, διαδραστικά εργαλεία για την ενίσχυση της διδασκαλίας και της μάθησης. Στους κύκλους μαθημάτων συναντούμε και τα θέματα (topics), έναν τρόπο οπτικής οργάνωσης των πόρων και δραστηριοτήτων κάθε κύκλου. Επίσης, ένα άλλο σημαντικό συστατικό ενός κύκλου μαθημάτων είναι τα μπλοκ (block), τα οποία αποτελούν ξεχωριστές περιοχές παρουσίασης επιπρόσθετων ή εξειδικευμένων πληροφοριών.
4. Τέλος, η αρχική σελίδα (front page) κάθε κύκλου μαθημάτων θεωρείται και αυτή ως ξεχωριστό δομικό συστατικό του Moodle. Σε αυτή τη σελίδα παρουσιάζονται όλες οι πληροφορίες γύρω από τον αντίστοιχο κύκλο μαθημάτων (Εικόνα 2.4.2). Μέσω της ανάθεσης ρόλων και παροχής δικαιωμάτων στους χρήστες, γίνεται εφικτή η προσαρμοσμένη εμφάνιση και λειτουργικότητα της αρχικής σελίδας.



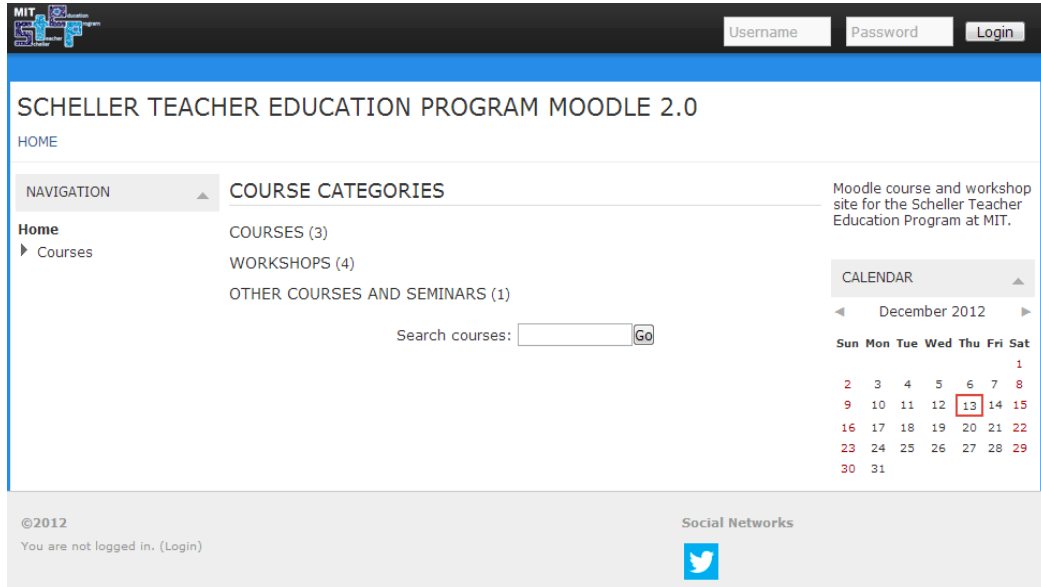
Εικόνα 2.4.2. Ο κύκλος μαθημάτων «Linear Algebra» που έχει δημιουργηθεί για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας

## 2.5. Παραδείγματα Εφαρμογών του Moodle

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω στοιχεία και χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν για το Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης του Moodle, καθίσταται σαφές ότι πρόκειται για ένα ιδιαίτερο χρήσιμο εργαλείο στα χέρια κάθε χρήστη. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται ολοένα και περισσότερο στις μέρες μας, αρκεί να αναλογιστεί κανείς ότι χρησιμοποιείται ήδη από μία μεγάλη ποικιλία οργανισμών και ιδιωτών. Πολλά πανεπιστήμια, ορισμένα γυμνάσια, λύκεια και δημοτικά σχολεία, κρατικές υπηρεσίες, οργανισμοί υγείας, στρατιωτικοί οργανισμοί, μικρομεσαίες επιχειρήσεις, ανεξάρτητοι ή εξειδικευμένοι εκπαιδευτικοί, όλα τα παραπάνω αποτελούν παραδείγματα χρηστών που χρησιμοποιούν και αξιοποιούν κατάλληλα το περιβάλλον του Moodle στα πλαίσια παροχής υπηρεσιών ψηφιακής μάθησης.

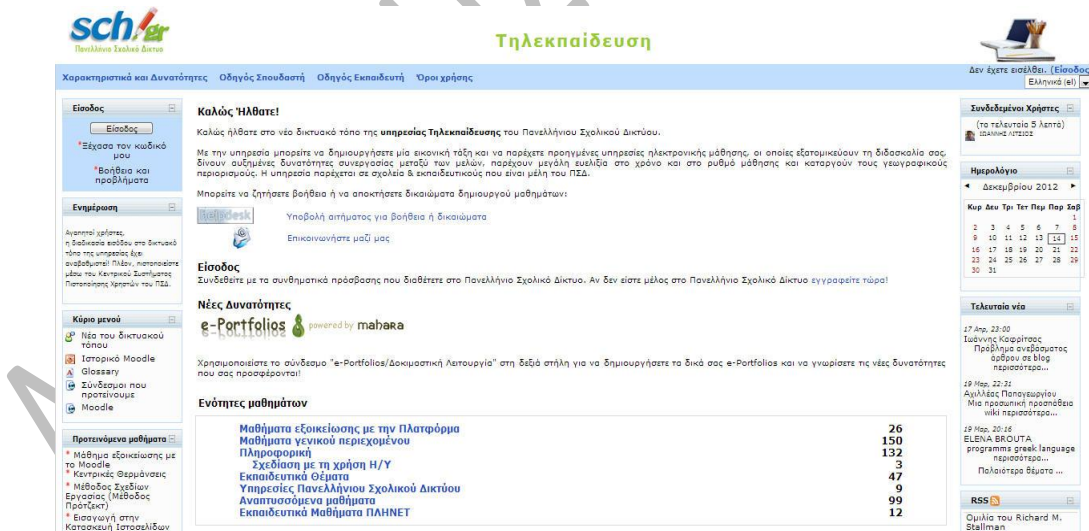
Στον παρακάτω κατάλογο σημειώνονται ορισμένα παραδείγματα εκπαιδευτικών οργανισμών που κάνουν ήδη χρήση της πλατφόρμας Moodle:

1. Το πανεπιστήμιο MIT (Massachusetts Institute of Technology) έχει ενσωματώσει στο πρόγραμμα σπουδών «Scheller Teacher Education Program» ένα σύστημα Moodle, του οποίου η αρχική σελίδα απεικονίζεται στην Εικόνα 2.5.1 [14].



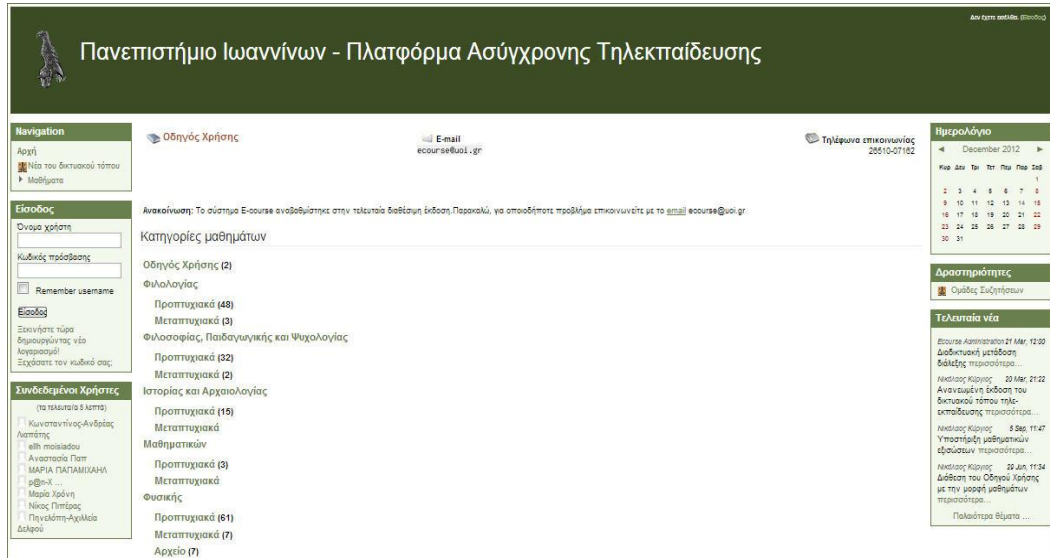
Εικόνα 2.5.1. Εφαρμογή του Moodle από το MIT στο πρόγραμμα «Scheller Teacher Education Program» [14]

2. Το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο (ΠΣΔ) παρέχει σε σχολεία και εκπαιδευτικούς-μέλη του υπηρεσίες τηλεεκπαίδευσης, κάνοντας χρήση ενός περιβάλλοντος Moodle (Εικόνα 2.5.2) [17].



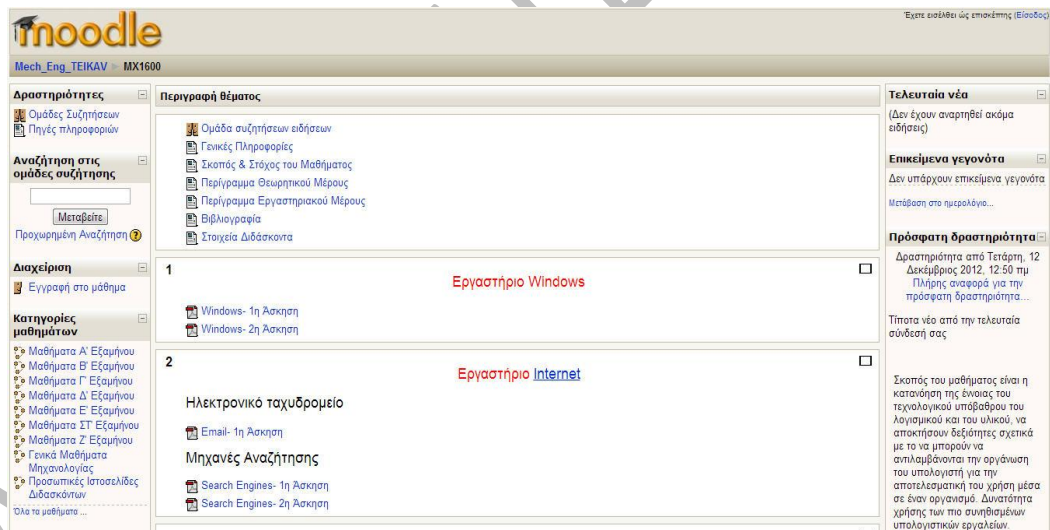
Εικόνα 2.5.2. Εφαρμογή του Moodle από το ΠΣΔ για την παροχή υπηρεσιών τηλεεκπαίδευσης [17]

3. Το πανεπιστήμιο Ιωαννίνων προσφέρει σχεδόν όλα τα προγράμματα σπουδών των τμημάτων του μέσα από την πλατφόρμα του Moodle (Εικόνα 2.5.3) [16].



Εικόνα 2.5.3. Εφαρμογή του Moodle από το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων [16]

4. Στην ίδια κατεύθυνση με το πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, κινείται και το ΤΕΙ Καβάλας (Εικόνα 2.5.4) [18].



Εικόνα 2.5.4. Εφαρμογή του Moodle από το ΤΕΙ Καβάλας [18]

5. Ένα ακόμη τελευταίο παράδειγμα χρήσης της πλατφόρμας Moodle υιοθετείται από το μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών με τίτλο «Διαχείριση περιβάλλοντος και υδάτινων πόρων» που προσφέρεται από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Εικόνα 2.5.5) [15].

The screenshot shows the Moodle interface for the 'Postgraduate Course in Water Resources and Environmental Management'. The header includes the DUCATE! logo and navigation links: Home, Course, Procedures, Universities, Contact, and Members login... A statistics widget displays a bar chart titled 'Connections during the last' with data for the last 7 days, and a calendar for December 2012. The main content area is titled 'Course categories' and lists four thematic areas, each with a list of course codes and titles. To the right of each course title are small icons representing different user roles or permissions.

**Εικόνα 2.5.5.** Εφαρμογή του Moodle από το μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών με τίτλο «Διαχείριση περιβάλλοντος και υδάτινων πόρων», του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου [15]

## 2.6. Το Έργο mEducator

Το έργο mEducator είναι ένα ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα που ξεκίνησε να αναπτύσσεται το 2009, με στόχο να εφαρμόσει και να αξιολογήσει πρότυπα και μοντέλα αναφοράς στο πεδίο της ψηφιακής μάθησης, προκειμένου να καταστήσει δυνατό τον εντοπισμό, την ανάκτηση, την ανταλλαγή και επαναχρησιμοποίηση εξειδικευμένου ποιοτικού ιατρικού εκπαιδευτικού υλικού από τα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα [46]. Στο έργο αυτό συμμετέχουν δεκατέσσερις συνολικά φορείς (πανεπιστήμια, εταιρίες και ερευνητικά κέντρα), οι οποίοι συνέθεσαν για τις ανάγκες του έργου ένα Δίκτυο Καλής Πρακτικής (Best Practice Network). Τα μέλη του δικτύου αυτού είναι τα ακόλουθα [45][44]:

- το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
- το Πανεπιστήμιο Κύπρου,
- το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης,
- το Τεχνικό Πανεπιστήμιο της Cluj-Napoca, στη Ρουμανία,
- ο Οργανισμός SITUSI Limited,
- το Πανεπιστήμιο της Nice Sophia Antipolis, στη Γαλλία,
- το Ιατρικό Πανεπιστήμιο του Plovdiv, στη Βουλγαρία,
- το Πανεπιστήμιο Degli Studi της Κατάνιας, στην Ιταλία (συμμετέχουν δύο τμήματά του),

- το Πανεπιστήμιο του Ελσίνκι, στη Φινλανδία,
- το Πανεπιστήμιο Αγ. Γεωργίου του Λονδίνου, στο Ηνωμένο Βασίλειο,
- η Εταιρεία *Succubus Interactive*,
- η Ευρωπαϊκή Εταιρεία για τον Καρκίνο του Αυχένα (*European Cervical Cancer Association – ECCA*), και
- το Πανεπιστήμιο του *Coventry*, στην Αγγλία.

Το εκπαιδευτικό περιεχόμενο που περιλαμβάνεται στο mEducator καλύπτει και αντιπροσωπεύει όλο το ευρύ πεδίο της Ιατρικής, ενώ παράλληλα γίνεται χρήση τόσο παραδοσιακών μορφών διδασκαλίας, όσο και μεθόδων ενεργούς μάθησης και πειραματικών προσεγγίσεων. Οι βασικοί στόχοι του έργου mEducator είναι τρεις [45][44]:

1. να εξετάσει σε ποιο βαθμό τα υπάρχοντα πρότυπα περιγραφής εκπαιδευτικού περιεχομένου μπορούν να καλύψουν όλους τους πιθανούς τύπους περιεχομένου της Ιατρικής (εικόνες, βίντεο, προσομοιώσεις, εικονικοί ασθενείς, παιχνίδια κ.ά.) και να αναπτύξουν επεκτάσεις των προτύπων αυτών,
2. να εξετάσει σε ποιο βαθμό τα υπάρχοντα πρότυπα συλλογής εκπαιδευτικού περιεχομένου και ανταλλαγής του μεταξύ Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης, είναι ικανά να υποστηρίξουν τη διαμοίραση του εκπαιδευτικού υλικού στον τομέα της Ιατρικής, και να παρέχουν επεκτάσεις των προτύπων αυτών, και τέλος
3. να εξετάσει σε ποιο βαθμό μπορεί ένα πρόσφατα προτεινόμενο μοντέλο αναφοράς για την εξερεύνηση, ανάκτηση και διαμοίραση εκπαιδευτικού περιεχομένου, να αναπτυχθεί ώστε να υποστηρίξει τις αντίστοιχες ανάγκες σε ιατρικό εκπαιδευτικό περιεχόμενο, και όπου κρίνεται αναγκαίο να δημιουργηθούν και για το σκοπό αυτό ανάλογες επεκτάσεις.

Το mEducator, ως Δίκτυο Καλής Πρακτικής, επιχειρεί να συγκρίνει δύο τρόπους επίτευξης του παραπάνω αναγκαίου διαμοιρασμού εκπαιδευτικού περιεχομένου. Η πρώτη λύση βασίζεται σε τεχνολογίες του Web 2.0, ενώ η δεύτερη σε υπηρεσίες Σημασιολογικού Ιστού και Διασυνδεδεμένων Δεδομένων [1]. Στη δεύτερη περίπτωση, με την οποία ασχολούνται κατά κύριο λόγο σήμερα οι φορείς του δικτύου, γίνεται προσπάθεια παροχής περιγραφών των ψηφιακών αντικειμένων σε μορφή RDF, με απώτερο στόχο τη συλλογή των περιγραφών αυτών από υπηρεσίες του Ιστού και την

απόδοση στον τελικό χρήστη, που αναζητά κάποιο συγκεκριμένο ψηφιακό αντικείμενο, της καταλληλότερης εξ αυτών. Οι περιγραφές αυτές πραγματοποιούνται στο έργο mEducator μέσα από ένα κατάλληλο σχήμα που δίνει έμφαση στην άδεια χρήσης των αντικειμένων, στον εκπαιδευτικό τους χαρακτήρα, αλλά και στην περιγραφή της αναδιαμόρφωσης και επαναχρησιμοποίησης των αντικειμένων αυτών [10].

Το έργο mEducator αποτέλεσε αφητηριακό σημείο για την ανάπτυξη του συστήματος της παρούσης εργασίας. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά το σύστημα που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της εργασίας, το οποίο αποτελεί στην ουσία μία σημασιολογική επέκταση του συστήματος Moodle.

ΑΛΕΞΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΛΕΞΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



### 3. Περιγραφή του Συστήματος της Εργασίας

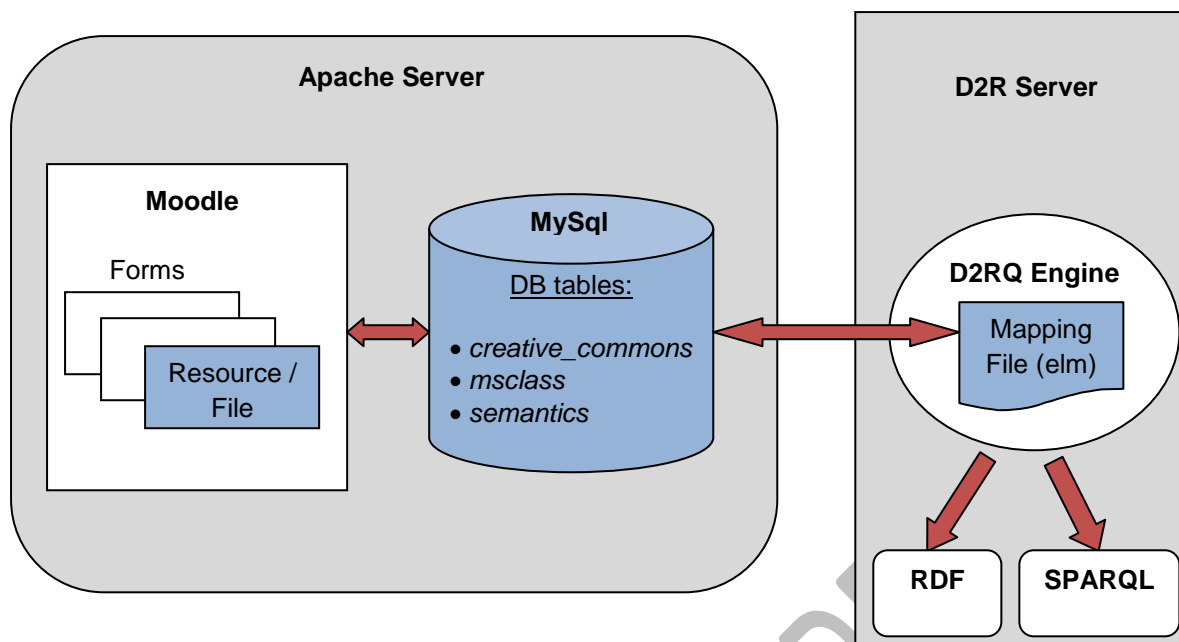
#### 3.1. Αρχιτεκτονική Συστήματος

Σήμερα, ολοένα και περισσότερο, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη εξεύρεσης λύσεων στο πρόβλημα της αναζήτησης και σύνδεσης των δεδομένων του Παγκόσμιου Ιστού μέσω της δομημένης περιγραφής τους. Την ανάγκη αυτή έρχεται να ικανοποιήσει αυτό που ονομάζουμε «Διασυνδεδεμένα Δεδομένα» (Linked Data), το οποίο υπήρχε σαν ιδέα εδώ και χρόνια, αλλά τα τελευταία χρόνια άρχισε να υλοποιείται. Ο όρος «Διασυνδεδεμένα Δεδομένα» είναι αλληλένδετος με το Σημαιολογικό Ιστό που εστιάζει στη δομή και περιγραφή των δεδομένων του Παγκόσμιου Ιστού, μέσα από τα μεταδεδομένα που φέρουν.

Η ανάπτυξη του συστήματος της παρούσης εργασίας είχε ως εφιαλτήριο ένα αντίστοιχο έργο που πραγματοποιήθηκε από το Εργαστήριο Ιατρικής Πληροφορικής [10], με σημείο αναφοράς το έργο mEducator που περιγράφηκε στην τελευταία ενότητα του προηγούμενου κεφαλαίου. Το σύστημα που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της εργασίας αποτελεί στην ουσία μια επέκταση του περιβάλλοντος ψηφιακής μάθησης Moodle. Έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να δημιουργούνται μεταδεδομένα για ορισμένα ψηφιακά εκπαιδευτικά αντικείμενα και να μετατρέπονται σε σημαιολογικά μεταδεδομένα τύπου RDF, με αποτέλεσμα την ένταξή τους μέσα στο αποκαλούμενο Σύννεφο Διασυνδεδεμένων Ανοιχτών Δεδομένων (Linking Open Data cloud diagram – LOD) [47].

Στο Σχήμα 3.1 παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του επεκταμένου συστήματος, η οποία στηρίζεται σε τρεις άξονες. Η πρώτη επέκταση αφορά τη δημιουργία τριών πινάκων στην ήδη εγκατεστημένη βάση δεδομένων του Moodle, ενώ η δεύτερη αφορά τη συγγραφή κώδικα για την παραμετροποίηση της φόρμας προσθήκης αρχείων στα ψηφιακά μαθήματα και του τρόπου εμφάνισής τους. Ο τρίτος και πιο σημαντικός άξονας έχει να κάνει με την μετατροπή των μεταδεδομένων που παράγονται από τη συμπλήρωση της συγκεκριμένης φόρμας σε σημαιολογικά μεταδεδομένα τύπου RDF και τη δημοσιοποίησή τους ως Διασυνδεδεμένα Δεδομένα, μέσω του εργαλείου D2RQ.

Οι επόμενες τρεις ενότητες του τρέχοντος κεφαλαίου περιγράφουν αναλυτικά τους τρεις παραπάνω άξονες επέκτασης του Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης Moodle, για την εκπλήρωση των αναγκών της εργασίας. Στα παραρτήματα που βρίσκονται στο τέλος της εργασίας μπορεί κανείς να βρει αναλυτικές οδηγίες εγκατάστασης βήμα-βήμα όλου του περιβάλλοντος Moodle, μαζί με τις επεκτάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί ανά άξονα αναφοράς.



Σχήμα 3.1. Η αρχιτεκτονική του επεκταμένου συστήματος της παρούσης εργασίας

### 3.2. Επέκταση της Βάσης Δεδομένων του Moodle

Διευκρινίζουμε αρχικά ότι δεν χρειάστηκε να επέμβουμε στους ήδη υπάρχοντες πίνακες της βάσης δεδομένων κάνοντας οποιαδήποτε τροποποίηση. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η προσθήκη τριών πινάκων συνολικά, εκ των οποίων ο ένας είναι ο βασικός πίνακας μοντελοποίησης, ενώ οι υπόλοιποι λειτουργούν ως κατάλογοι δεδομένων. Το μόνο που χρειάστηκε να υλοποιήσουμε ήταν η σύνδεση του βασικού μας πίνακα με τον πίνακα των πόρων (resources) του Moodle, η οποία πραγματοποιήθηκε μέσω κώδικα PHP και παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα.

Πιο αναλυτικά, προκειμένου να δημιουργήσουμε μεταδεδομένα για τα αρχεία που μπορεί να προσθέσει κανείς σε ένα ψηφιακό μάθημα της πλατφόρμας Moodle, κατασκευάσαμε αρχικά ένα βασικό πίνακα, με την ονομασία «semantics», η δομή του οποίου απεικονίζεται στην Εικόνα 3.2.1. Τα πεδία που αποτελούν τον πίνακα αυτόν περιγράφονται ως εξής:

1. *id*: Αύξων αριθμός για κάθε νέα δημιουργία αρχείου.
2. *sem\_id*: Αριθμός που χρησιμεύει στη σύνδεση των μεταδεδομένων με την αντίστοιχη εγγραφή που πραγματοποιείται κάθε φορά κατά την προσθήκη ενός αρχείου (στον ήδη υπάρχοντα πίνακα «resource» της ΒΔ του Moodle).

#	Στήλη	Τύπος	Σύνθεση	Χαρακτηριστικά	Κενό	Προεπιλογή	Πρόσθετα	Ενέργεια
1	id	bigint(10)			Όχι	Καμία	AUTO_INCREMENT	Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
2	sem_id	bigint(10)		UNSIGNED	Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
3	sem_author	text	utf8_unicode_ci		Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
4	sem_edobj	text	utf8_unicode_ci		Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
5	sem_creationdate	text	utf8_unicode_ci		Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
6	sem_type	smallint(4)		UNSIGNED	Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
7	sem_modifications	int(11)			Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
8	sem_comuse	int(11)			Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
9	sem_msc1	int(11)			Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
10	sem_msc2	int(11)			Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
11	sem_msc3	int(11)			Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα

Εικόνα 3.2.1. Η δομή του πίνακα «semantics»

3. *sem\_author*: Η χρήση του εξυπηρετεί την αναφορά των συγγραφέων του αρχείου που προστίθεται σε ένα ψηφιακό μάθημα.
4. *sem\_edobj*: Το πεδίο αυτό χρησιμοποιείται για την περιγραφή των εκπαιδευτικών στόχων του αρχείου που προστίθεται.
5. *sem\_creationdate*: Ένα πεδίο ημερομηνίας που αντιπροσωπεύει την ακριβή ημερομηνία δημιουργίας του αρχείου από τους συγγραφείς του (και όχι την ημερομηνία προσθήκης του αρχείου στη ΒΔ).
6. *sem\_type*: Ένας χαρακτηρισμός που αποδίδεται στο αρχείο, δηλώνοντας τον τύπο του (κείμενο, εικόνα, βίντεο, ήχος ή οτιδήποτε άλλο).
7. *sem\_modifications* και *sem\_comuse*: Τα δύο αυτά πεδία χρησιμοποιούνται για την απόδοση τιμών στο αρχείο σχετικά με τα δικαιώματα χρήσης του.
8. *sem\_msc1*, *sem\_msc2* και *sem\_msc3*: Μέσω των τριών αυτών πεδίων αποδίδονται τιμές σε ένα αρχείο σχετικά με την ταξινόμησή του στη Μαθηματική Ταξινόμια (Mathematics Subject Classification 2010).

Οι υπόλοιποι δύο πίνακες που δημιουργήθηκαν για να επεκτείνουν την υπάρχουσα βάση δεδομένων του Moodle σχετίζονται άμεσα με τις δύο παραπάνω τελευταίες ομάδες πεδίων (7 και 8). Ο πρώτος εξ αυτών, ονόματι «creative\_commons», λειτουργεί ως κατάλογος συγκεκριμένων δεδομένων και περιέχει όλες τις δυνατές κατηγορίες (συνολικά έξι) των δικαιωμάτων χρήσης των αρχείων, όπως αυτές ορίζονται σύμφωνα με το διεθνή οργανισμό Creative Commons [40]. Η δομή του πίνακα «creative\_commons» απεικονίζεται στην Εικόνα 3.2.2, ενώ στην Εικόνα 3.2.3 παρατηρούμε τις έξι συνολικά εγγραφές που περιέχει και αντιστοιχούν στους έξι δυνατούς συνδυασμούς δικαιωμάτων χρήσης των αρχείων, σύμφωνα πάντοτε με τα πρότυπα του οργανισμού Creative Commons.

#	Στήλη	Τύπος	Σύνθεση	Χαρακτηριστικά	Κενό	Προεπιλογή	Πρόσθετα	Ενέργεια
1	cc_id	bigint(10)		UNSIGNED	Όχι	Καμία	AUTO_INCREMENT	Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
2	cc_modifications	int(11)			Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
3	cc_comuse	int(11)			Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
4	cc_label	text	utf8_unicode_ci		Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
5	cc_uri	text	utf8_unicode_ci		Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα

Εικόνα 3.2.2. Η δομή του πίνακα «creative\_commons»

cc_id	cc_modifications	cc_comuse	cc_label	cc_uri
1	1	1	Attribution 3.0 Unported	http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/
2	2	1	Attribution-NoDerivs 3.0 Unported	http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/
3	3	1	Attribution-ShareAlike 3.0 Unported	http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/
4	1	2	Attribution-NonCommercial 3.0 Unported	http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/
5	2	2	Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/
6	3	2	Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/

Εικόνα 3.2.3. Τα δεδομένα του πίνακα «creative\_commons»

Τα πεδία από τα οποία αποτελείται ο πίνακας «creative commons» περιγράφονται ως ακολούθως:

1. *cc\_id*: Αύξων αριθμός για κάθε εγγραφή του πίνακα.
2. *cc\_modifications* και *cc\_comuse*: Τα πεδία αυτά χρησιμοποιούνται για την σύνδεσή τους με τα αντίστοιχα πεδία *sem\_modifications* και *sem\_comuse* του πίνακα «semantics».
3. *cc\_label*: Ο συνολικός χαρακτηρισμός που αποδίδεται σε ένα αρχείο για τα δικαιώματα χρήσης του (δυνατότητες τροποποίησης ή/και δυνατότητες εμπορικής χρήσης).
4. *cc\_uri*: Η URI διεύθυνση κάθε δυνατού συνδυασμού δικαιωμάτων χρήσης.

Ο δεύτερος συμπληρωματικός πίνακας (трίτος στο σύνολο όλων των κατασκευασμένων πινάκων) ονομάζεται «msclass» και λειτουργεί και αυτός ως κατάλογος δεδομένων. Οι εγγραφές που περιέχει στο σύνολό τους είναι πάνω από 6000 και αντιστοιχούν σε όλες τις κατηγορίες της Μαθηματικής Ταξινόμιας (MSC 2010) [25], η οποία περιγράφεται στην αμέσως επόμενη υποενότητα. Η ενσωμάτωση αυτής της λειτουργίας στο σύστημα Moodle αποτελεί μια καινοτομία της παρούσης εργασίας. Η δομή του πίνακα «msclass» απεικονίζεται στην Εικόνα 3.2.4, ενώ δείγμα των

εγγραφών που έχουν εισαχθεί στον πίνακα παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.2.5.

#	Στήλη	Τύπος	Σύνθεση	Χαρακτηριστικά	Κενό	Προεπιλογή	Πρόσθετα	Ενέργεια
1	<i>msc_id</i>	int(11)			Όχι	Καμία	AUTO_INCREMENT	Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
2	<i>msc_id1</i>	int(11)			Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
3	<i>msc_id2</i>	int(11)			Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
4	<i>msc_id3</i>	int(11)			Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
5	<i>msc_label</i>	text	utf8_unicode_ci		Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
6	<i>msc_description</i>	text	utf8_unicode_ci		Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα
7	<i>msc_uri</i>	text	utf8_unicode_ci		Όχι	Καμία		Αλλαγή Διαγραφή Περισσότερα

Εικόνα 3.2.4. Η δομή του πίνακα «*msclass*»

<i>msc_id</i>	<i>msc_id1</i>	<i>msc_id2</i>	<i>msc_id3</i>	<i>msc_label</i>	<i>msc_description</i>	<i>msc_uri</i>
3931	38	4	10	53D35	Global theory of symplectic and contact manifolds	<a href="http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D35">http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D35</a>
3932	38	4	11	53D37	Mirror symmetry, symplectic aspects, homological m...	<a href="http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D37">http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D37</a>
3933	38	4	12	53D40	Floer homology and cohomology, symplectic aspects	<a href="http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D40">http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D40</a>
3934	38	4	13	53D42	Symplectic field theory, contact homology	<a href="http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D42">http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D42</a>
3935	38	4	14	53D45	Gromov-Witten invariants, quantum cohomology, Frob...	<a href="http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D45">http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D45</a>
3936	38	4	15	53D50	Geometric quantization	<a href="http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D50">http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D50</a>
3937	38	4	16	53D55	Deformation quantization, star products	<a href="http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D55">http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D55</a>
3938	38	4	17	53D99	None of the above, but in this section	<a href="http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D99">http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53D99</a>
3939	38	5	-1	53Zxx	Applications to physics	<a href="http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53Zxx">http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53Zxx</a>
3940	38	5	0	53Z05	Applications to physics	<a href="http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53Z05">http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53Z05</a>
3941	38	5	1	53Z99	None of the above, but in this section	<a href="http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53Z99">http://msc2010.org/resources/MSC/2010/53Z99</a>

Εικόνα 3.2.5. Δείγμα δεδομένων του πίνακα «*msclass*»

Ακολουθεί σύντομη παρουσίαση των πεδίων που συγκροτούν τον πίνακα «*msclass*»:

1. *msc\_id*: Αύξων αριθμός για κάθε εγγραφή του πίνακα.
2. *msc\_id1*, *msc\_id2* και *msc\_id3*: Τα πεδία αυτά χρησιμοποιούνται για την σύνδεσή τους με τα αντίστοιχα πεδία *sem\_msc1*, *sem\_msc2* και *sem\_msc3* του πίνακα «*semantics*».
3. *msc\_label*: Η ετικέτα που αποδίδεται σε κάθε ξεχωριστή κατηγορία της MSC 2010.
4. *msc\_description*: Η περιγραφή κάθε κατηγορίας της MSC 2010.
5. *msc\_uri*: Η URI διεύθυνση κάθε κατηγορίας της MSC 2010.

Και οι τρεις παραπάνω πίνακες που παρουσιάστηκαν συνιστούν τον πρώτο άξονα επέκτασης του υπάρχοντος συστήματος Moodle, σύμφωνα με την αρχιτεκτονική που περιγράφηκε στην πρώτη ενότητα του τρέχοντος κεφαλαίου (Σχήμα 3.1). Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β παρέχονται οδηγίες για τον τρόπο εισαγωγής των πινάκων αυτών σε ένα ήδη εγκατεστημένο σύστημα Moodle.

### 3.2.1 Η Μαθηματική Ταξινόμια (Mathematics Subject Classification – MSC)

Η Μαθηματική Ταξινόμια (υπό τη συντομογραφία MSC) αποτελεί ένα αλφαριθμητικό σχήμα ταξινόμησης μαθηματικών δημοσιεύσεων, το οποίο διατηρείται από τη Mathematical Reviews της Αμερικάνικης Μαθηματικής Εταιρείας (American Mathematical Society – AMS) και από τη Zentralblatt MATH εκ μέρους της FIZ Karlsruhe's. Χρησιμοποιείται σήμερα από διάφορα μαθηματικά περιοδικά, που απαιτούν από τους συγγραφείς ερευνητικών άρθρων και εκθέσεων την αναγραφή σε αυτά κωδικών περιεχομένου μέσα από το σχήμα της ταξινόμιας αυτής.

Πρόκειται για ένα ιεραρχικό δένδρο, οργανωμένο σε τρία επίπεδα εννοιών. Οι έννοιες του πρώτου επιπέδου σηματοδοτούνται από δύο αριθμούς (π.χ. *11 Number Theory*). Οι έννοιες του δευτέρου επιπέδου σηματοδοτούνται από τους δύο αριθμούς του πρώτου επιπέδου στο οποίο ανήκουν, με την προσθήκη ενός γράμματος ακολούθως (π.χ. *11B Sequences and sets*). Στο τρίτο επίπεδο οι έννοιες της ταξινόμιας λαμβάνουν τη σηματοδότηση του δευτέρου επιπέδου, με την προσθήκη δύο ακόμη αριθμών (π.χ. *11B34 Representation functions*). Στο σύνολό της η Μαθηματική Ταξινόμια συγκροτείται από 63 έννοιες πρώτου επιπέδου, 528 έννοιες δευτέρου επιπέδου και 5606 έννοιες τρίτου επιπέδου.

Η αρχική μορφή της Μαθηματικής Ταξινόμιας στηρίζεται στην απλή, παραδοσιακή αναπαράσταση και ταξινόμηση εννοιών, όπου απουσιάζει η έννοια της σημασιολογίας. Στο ίδιο παραδοσιακό πλαίσιο κινούνται και διάφορα άλλα σχήματα ταξινόμησης που έχουν κατά καιρούς καθιερωθεί. Το αρχικό σχήμα της Μαθηματικής Ταξινόμιας δεν επιτρέπει την επαναχρησιμοποίησή της μεταξύ διαφόρων εφαρμογών, γεγονός που καθιστά δύσκολες έως ανέφικτες σημαντικές διαδικασίες, όπως αυτή της αναζήτησης και της διασύνδεσης μαθηματικών δεδομένων και εννοιών.

Η λύση στα παραπάνω προβλήματα ήρθε μέσα από την προσπάθεια μετατροπής της τελευταίας διαθέσιμης έκδοσης της ταξινόμιας αυτής (MSC 2010) σε μορφή συμβατή με το Σημασιολογικό Ιστό [6]. Προτάθηκε η μετατροπή της Μαθηματικής Ταξινόμιας σε ένα Απλό Σύστημα Οργάνωσης Γνώσης (Simple Knowledge Organization System – SKOS) [44], το οποίο αποτελεί ένα πρότυπο του

W3C κατάλληλο για τη μοντελοποίηση αναπαραστάσεων της γνώσης. Το MSC/SKOS που προέκυψε χρησιμοποιείται σήμερα στον ιστότοπο του Τμήματος Μαθηματικών του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Τα αποτελέσματα από την υλοποίηση της λύσης που προτάθηκε παρουσιάζονται στις αναφορές [3], [7] και [8]. Η σημασιολογική επισήμανση που παρέχει η οντολογία SKOS δύναται, εκτός από τη χρήση της σε αντίστοιχες επιστημονικές δημοσιεύσεις, να επεκταθεί και σε κάθε πιθανή πηγή πληροφοριών.

Η παρούσα εργασία προτείνει, ως καινοτόμο στοιχείο, την ενσωμάτωση της Μαθηματικής Ταξινόμιας στο περιβάλλον του Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης Moodle, με στόχο τη μετατροπή της σε μορφή συμβατή με το Σημασιολογικό Ιστό, σύμφωνα με το παραπάνω αναπτυχθέν MSC/SKOS. Η εισαγωγή όλων των δεδομένων και εννοιών της Μαθηματικής Ταξινόμιας στη ΒΔ του Moodle πραγματοποιήθηκε μέσω των διαθέσιμων επιλογών που παρέχει η ομάδα ανάπτυξης του MSC/SKOS. Ο απώτερος στόχος της χρήσης και ενσωμάτωσης της Μαθηματικής Ταξινόμιας στο Moodle είναι η δημοσιοποίηση των παραγόμενων σημασιολογικών δεδομένων ως Διαδυνδεδεμένα Δεδομένα, μέσω του εργαλείου D2RQ που περιγράφεται στην μεθεπόμενη ενότητα.

### 3.3. Τροποποίηση του Περιβάλλοντος Moodle

Η δεύτερη επέκταση του συστήματος Moodle, περιλαμβάνει την τροποποίηση της φόρμας εισαγωγής αρχείων σε ένα ψηφιακό μάθημα, την εισαγωγή και ενημέρωση των συμπληρωμένων πεδίων της φόρμας αυτής στους αντίστοιχους πίνακες της ΒΔ του Moodle και την αλλαγή του τρόπου εμφάνισης των εισαχθέντων αρχείων, έτσι ώστε να συμπεριλαμβάνονται οι τιμές των νέων συμπληρωμένων πεδίων. Η συνολική διαδικασία έγινε με όσο το δυνατόν πιο απλοϊκό και λειτουργικό τρόπο, συγγράφοντας και τροποποιώντας τον κώδικα PHP έξι συνολικά αρχείων, ενώ χρειάστηκε και η ενσωμάτωση ενός ήδη υπάρχοντος αρχείου που δεν παρέχεται στα αρχεία εγκατάστασης της πλατφόρμας Moodle. Ο κώδικας όλων των παρεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν στα αρχεία αυτά παρέχεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.

Το πρώτο βήμα σε αυτή τη φάση αφορά την τροποποίηση της φόρμας εισαγωγής αρχείων σε οποιοδήποτε κύκλο μαθημάτων. Όπως παρατηρούμε από την Εικόνα 3.3.1, έχει προστεθεί στο τέλος της φόρμας ένα σύνολο πεδίων, υπό την επικεφαλίδα «Semantics», τα οποία αντιπροσωπεύουν επιπρόσθετα μεταδεδομένα κάθε αρχείου. Στο πρώτο πεδίο ο χρήστης εισάγει τα ονόματα των συγγραφέων του αρχείου, ενώ στο δεύτερο καλείται να επιλέξει τον τύπο του αρχείου ανάμεσα στις

πέντε δυνατές επιλογές (Audio, Video, Text, Image, Other). Το τρίτο πεδίο χρησιμεύει για την περιγραφή των εκπαιδευτικών στόχων που υπηρετεί το αρχείο και το τέταρτο πεδίο για τη δήλωση της ημερομηνίας δημιουργίας του αρχείου. Τα επόμενα δύο πεδία εξυπηρετούν τον καθορισμό των δικαιωμάτων χρήσης του αρχείου και συγκεκριμένα εάν επιτρέπονται τροποποιήσεις στο αρχείο και εάν επιτρέπεται η εμπορική του χρήση. Τα πεδία αυτά είναι υποχρεωτικά προς συμπλήρωση, όπως και το τελευταίο (επισημαίνονται με κόκκινο χρώμα). Στο τελευταίο πεδίο ο χρήστης καλείται να επιλέξει ανάμεσα στις άνω των 6000 εννοιών που παρέχει η MSC 2010. Ο κώδικας υλοποίησης του πρώτου αυτού σταδίου εισήχθη στο αρχείο «mod\_form.php» (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ). Επιπροσθέτως, για την υλοποίηση του τελευταίου πεδίου χρησιμοποιήθηκε ένας τύπος πεδίου (ονόματι «hierselect») που δεν παρέχεται στα αρχεία εγκατάστασης του Moodle, αλλά αποτελεί δημιούργημα μέλους της κοινότητας του Moodle, το οποίο διαθέτει ελεύθερα τον κώδικα υλοποίησής του [38]. Ο κώδικας αυτός διατίθεται στο αρχείο «hierselect.php» που βρίσκεται μέσα στο φάκελο «Code files» του cd που συνοδεύει την παρούσα εργασία. Για την ενσωμάτωση του τύπου πεδίου που υλοποιεί ο συγκεκριμένος κώδικας, απαιτείται η προσθήκη σχετικής εντολής στη βιβλιοθήκη κλάσεων δημιουργίας φορμών, όπως απεικονίζεται στο αρχείο «formlib.php» (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ).

The screenshot shows the 'Semantics' form in Moodle. It includes the following fields and options:

- Author:** A text input field.
- Resource type:** A dropdown menu currently set to 'Image'.
- Educational Objectives:** A large empty text area for entering objectives.
- Date of creation:** Three dropdown menus for day (17), month (December), and year (2012).
- Allow modifications:** Radio buttons for Yes, No, and Yes, but share-alike.
- Commercial use:** Radio buttons for Yes and No.
- MSC2010:** A hierarchical selection menu with categories like 'General', 'History and biography', 'Mathematical logic and foundations', 'Combinatorics', 'Order, lattices, ordered algebraic structures', 'General algebraic systems', 'Instructional exposition (textbooks, tutorial papers, etc.)', and 'Research exposition (monographs, survey articles)'. The 'Instructional exposition' option is currently selected.

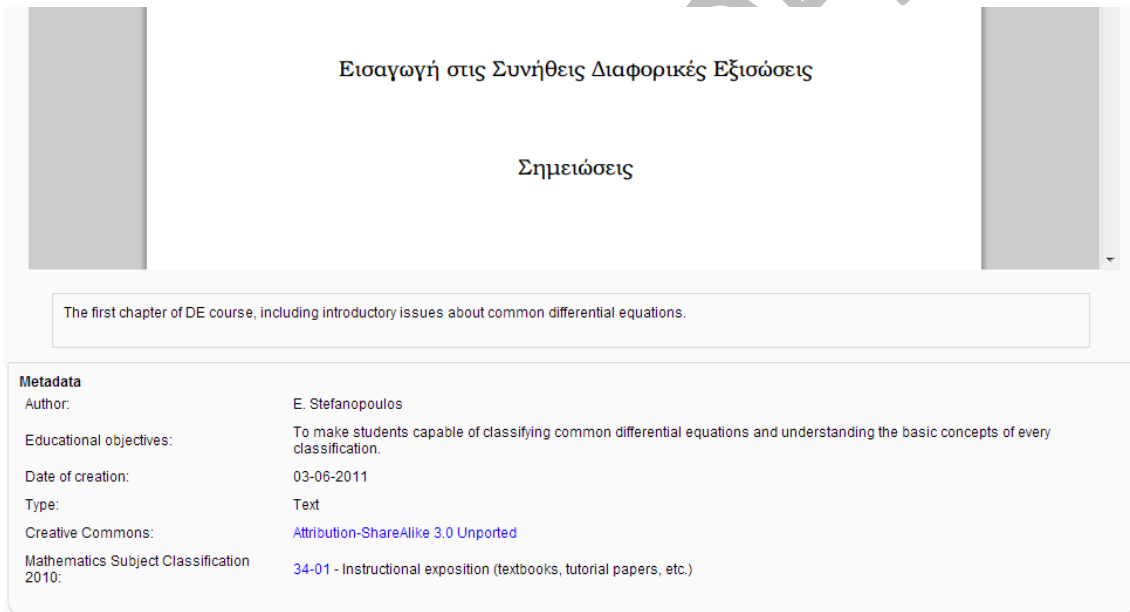
**Εικόνα 3.3.1.** Τα νέα πεδία της φόρμας εισαγωγής αρχείων σε ένα μάθημα

Αφότου ο χρήστης συμπληρώσει τα απαραίτητα πεδία της φόρμας εισαγωγής αρχείων, συμπεριλαμβανομένων και των νέων πεδίων που έχουν σχεδιαστεί,



υποβάλλει τη φόρμα στο σύστημα. Κατά την υποβολή της φόρμας, από τη στιγμή που έχουν προστεθεί νέα πεδία, τα οποία ανήκουν στον πίνακα «semantics» που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα, πρέπει να δίνεται εντολή στη βάση δεδομένων για την εισαγωγή των τιμών των πεδίων αυτών στον αντίστοιχο πίνακα. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσθήκη μιας εντολής εντός του αρχείου «lib.php» (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ).

Στη συνέχεια, ο χρήστης μπορεί να προβάλει το αρχείο που έχει προσθέσει, παρατηρώντας, εκτός από τα αντίστοιχα προκαθορισμένα δεδομένα του Moodle, τα νέα μεταδεδομένα που έχει συμπληρώσει. Ο κώδικας που υλοποιεί τη συγκεκριμένη διαδικασία εντοπίζεται στα αρχεία «view.php» και «locallib.php» (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ). Ένα παράδειγμα εισαχθέντος αρχείου απεικονίζεται στην Εικόνα 3.3.2, όπου μπορεί κανείς να παρατηρήσει τα αποτελέσματα εισαγωγής μεταδεδομένων στο αρχείο.



The screenshot shows a Moodle course page. At the top, the title is "Εισαγωγή στις Συνήθεις Διαφορικές Εξισώσεις". Below the title, there is a section for "Σημειώσεις" (Notes). A text box contains the description: "The first chapter of DE course, including introductory issues about common differential equations." Below this, there is a "Metadata" section with the following information:

Author:	E. Stefanopoulos
Educational objectives:	To make students capable of classifying common differential equations and understanding the basic concepts of every classification.
Date of creation:	03-06-2011
Type:	Text
Creative Commons:	<a href="#">Attribution-ShareAlike 3.0 Unported</a>
Mathematics Subject Classification 2010:	<a href="#">34-01 - Instructional exposition (textbooks, tutorial papers, etc.)</a>

**Εικόνα 3.3.2.** Παράδειγμα εμφάνισης μεταδεδομένων εισαχθέντος αρχείου

Το τελευταίο συγγραφικό (υπό τη μορφή κώδικα) στάδιο που υλοποιήθηκε μοντελοποιεί την περίπτωση κατά την οποία ο χρήστης επιθυμεί να ενημερώσει (τροποποιήσει) τα μεταδεδομένα ενός ήδη εισαχθέντος αρχείου. Σε αυτή την περίπτωση πρώτα πρέπει να πραγματοποιηθεί ανάκτηση των κατάλληλων στοιχείων από τη ΒΔ και έπειτα ενημέρωσή τους. Τα δύο αυτά επιμέρους βήματα υλοποιούνται αντίστοιχα στα αρχεία «modedit.php» και «lib.php» (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ).

### 3.4. Χρήση του D2RQ για τη Σημασιοδότηση και Διασύνδεση Μεταδεδομένων

Η πλατφόρμα D2RQ αποτελεί ένα σύστημα που επιτρέπει την πρόσβαση σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων ως εικονικοί RDF γράφοι. Παρέχει δηλαδή πρόσβαση τύπου RDF στο περιεχόμενο σχεσιακών βάσεων δεδομένων. Πρόκειται για ένα χρήσιμο εργαλείο που δίνει τη δυνατότητα υποβολής ερωτημάτων σε μη-RDF βάσεις δεδομένων μέσω του SPAQL endpoint που διαθέτει, ενώ παράλληλα καθιστά δυνατή την πρόσβαση στο περιεχόμενο μιας ΒΔ ως Διασυνδεδεμένα Δεδομένα του Ιστού. Είναι ένα Ανοικτού Κώδικα Λογισμικό, που συγκροτείται από τρία τμήματα [26]:

1. τον Εξυπηρετητή D2R (D2R Server) που χρησιμοποιείται για την απεικόνιση των Διασυνδεδεμένων Δεδομένων και την παροχή ενός SPARQL endpoint για τη βάση δεδομένων [39],
2. τη Μηχανή D2RQ (D2RQ Engine) που λειτουργεί ως πρόσθετο διαχείρισης των SQL ερωτημάτων στη ΒΔ, και
3. τη Γλώσσα Αντιστοίχισης D2RQ (D2RQ Mapping Language) που χρησιμεύει στην περιγραφή της σχέσης ανάμεσα σε μια οντολογία και σε ένα σχεσιακό μοντέλο δεδομένων [21].

Ο τρίτος και τελευταίος άξονας επέκτασης του υπάρχοντος συστήματος Moodle, σύμφωνα με την αρχιτεκτονική που περιγράφηκε στην πρώτη ενότητα του τρέχοντος κεφαλαίου (Σχήμα 3.1), αφορά την εγκατάσταση και χρήση της πλατφόρμας D2RQ για τη σημασιοδότηση και διασύνδεση των προστιθέμενων μεταδεδομένων. Το πρώτο στάδιο αυτής της παρέμβασης περιλαμβάνει την εγκατάσταση της πλατφόρμας D2RQ, διαδικασία που περιγράφεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.

Το δεύτερο στάδιο υλοποίησης του συγκεκριμένου άξονα αφορά τη διαδικασία περιγραφής της σχέσης ανάμεσα σε μια οντολογία και στο σχεσιακό μοντέλο δεδομένων του επεκταμένου συστήματος Moodle. Για το σκοπό αυτό συγγράφηκε σχετικός κώδικας σε Γλώσσα Αντιστοίχισης D2RQ, ο οποίος παρατίθεται συνολικά στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ. Η οντολογία που υιοθετήθηκε τοποθετείται κάτω από το namespace «elm» και κατασκευάζεται αυτόματα κατά τη διαδικασία προσδιορισμού των τριάδων. Η οντολογία αυτή κατασκευάζεται για συγκεκριμένες εφαρμογές, χωρίς αυτό να περιορίζει τη χρησιμότητά της. Η συγκεκριμένη οντολογία κατασκευάστηκε για εφαρμογές ψηφιακής μάθησης και την ονομάζουμε E-learning Mathematics Ontology (ELM Ontology – ELMO).

Οι πίνακες της ΒΔ του Moodle που χρησιμοποιήθηκαν στη διαδικασία αντιστοίχισης είναι οι τρεις προστιθέμενοι πίνακες «semantics», «creative\_commons» και «msclass», όπως επίσης και οι προϋπάρχοντες πίνακες «resource» και «course». Επίσης, οι ιδιότητες, ανά πίνακα, που χρησιμοποιήθηκαν στη διαδικασία αντιστοίχισης είναι οι ακόλουθες:

1. Από τον πίνακα «semantics»: όλες εκτός της *sem\_creationdate*.
2. Από τον πίνακα «creative\_commons»: όλες.
3. Από τον πίνακα «msclass»: όλες.
4. Από τον πίνακα «resource»: μόνον οι *id*, *course*, *name* και *intro*.
5. Από τον πίνακα «course»: μόνον οι *id*, *fullname* και *shortname*.

Οι πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 3.4.1, Πίνακας 3.4.2, Πίνακας 3.4.3, Πίνακας 3.4.4 και Πίνακας 3.4.5) παρουσιάζουν την αντιστοίχιση των παραπάνω επιλεγμένων σχεσιακών δεδομένων, ανά πίνακα της ΒΔ, με την ELM Οντολογία.

**Πίνακας 3.4.1.** Αντιστοίχιση πίνακα «semantics» και επιλεγμένων ιδιοτήτων του με την ELM Οντολογία.

Σχεσιακό Μοντέλο	ELM Οντολογία
<b>Πίνακας «semantics»</b>	<b>Κλάση «elm:semantics»</b>
Ιδιότητα <i>id</i>	Ιδιότητα <i>elm:semantics_id</i>
Ιδιότητα <i>sem_id</i>	Ιδιότητα <i>elm:semantics_sem_id</i>
Ιδιότητα <i>sem_author</i>	Ιδιότητα <i>elm:semantics_author</i>
Ιδιότητα <i>sem_type</i>	Ιδιότητα <i>elm:semantics_type</i>
Ιδιότητα <i>sem_edobj</i>	Ιδιότητα <i>elm:semantics_edobj</i>
Ιδιότητες <i>sem_modifications</i> & <i>sem_comuse</i>	Ιδιότητα <i>elm:semantics_creative_commons</i>
Ιδιότητες <i>sem_msc1</i> , <i>sem_msc2</i> & <i>sem_msc3</i>	Ιδιότητα <i>elm:semantics_msclass</i>

**Πίνακας 3.4.2.** Αντιστοίχιση πίνακα «creative\_commons» και ιδιοτήτων του με την ELM Οντολογία.

Σχεσιακό Μοντέλο	ELM Οντολογία
<b>Πίνακας «creative_commons»</b>	<b>Κλάση «elm:creative_commons»</b>
Ιδιότητα <i>cc_id</i>	Ιδιότητα <i>elm:creative_commons_id</i>
Ιδιότητα <i>cc_modifications</i>	Ιδιότητα <i>elm:creative_commons_modifications</i>
Ιδιότητα <i>cc_comuse</i>	Ιδιότητα <i>elm:creative_commons_commercial_use</i>
Ιδιότητα <i>cc_label</i>	Ιδιότητα <i>elm:creative_commons_label</i>
Ιδιότητα <i>cc_uri</i>	Ιδιότητα <i>elm:creative_commons_uri</i>

**Πίνακας 3.4.3.** Αντιστοίχιση πίνακα «*msc\_class*» και ιδιοτήτων του με την ELM Οντολογία.

Σχεσιακό Μοντέλο	ELM Οντολογία
<b>Πίνακας «msclass»</b>	<b>Κλάση «elm:msclass»</b>
Ιδιότητα <i>msc_id</i>	Ιδιότητα <i>elm:msclass_id</i>
Ιδιότητα <i>msc_id1</i>	Ιδιότητα <i>elm:msclass_id1</i>
Ιδιότητα <i>msc_id2</i>	Ιδιότητα <i>elm:msclass_id2</i>
Ιδιότητα <i>msc_id3</i>	Ιδιότητα <i>elm:msclass_id3</i>
Ιδιότητα <i>msc_label</i>	Ιδιότητα <i>elm:msclass_label</i>
Ιδιότητα <i>msc_description</i>	Ιδιότητα <i>elm:msclass_description</i>
Ιδιότητα <i>msc_uri</i>	Ιδιότητα <i>elm:msclass_uri</i>

**Πίνακας 3.4.4.** Αντιστοίχιση πίνακα «*resource*» και επιλεγμένων ιδιοτήτων του με την ELM Οντολογία.

Σχεσιακό Μοντέλο	ELM Οντολογία
<b>Πίνακας «resource»</b>	<b>Κλάση «elm:resource»</b>
Ιδιότητα <i>id</i>	Ιδιότητα <i>elm:resource_id</i>
Ιδιότητα <i>course</i>	Ιδιότητα <i>elm:resource_course</i>
Ιδιότητα <i>name</i>	Ιδιότητα <i>elm:resource_name</i>
Ιδιότητα <i>intro</i>	Ιδιότητα <i>elm:resource_intro</i>

**Πίνακας 3.4.5.** Αντιστοίχιση πίνακα «*course*» και επιλεγμένων ιδιοτήτων του με την ELM Οντολογία.

Σχεσιακό Μοντέλο	ELM Οντολογία
<b>Πίνακας «course»</b>	<b>Κλάση «elm:course»</b>
Ιδιότητα <i>id</i>	Ιδιότητα <i>elm:course_id</i>
Ιδιότητα <i>fullname</i>	Ιδιότητα <i>elm:course_fullname</i>
Ιδιότητα <i>shortname</i>	Ιδιότητα <i>elm:course_shortname</i>

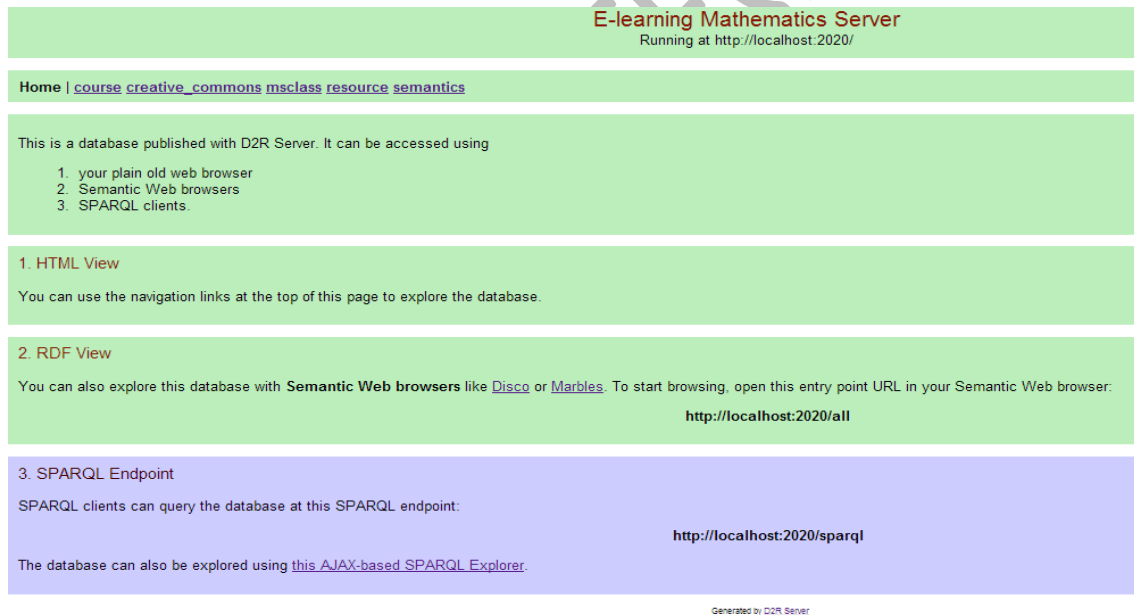
Εφόσον επομένως γίνει εγκατάσταση της πλατφόρμας D2RQ και συγγραφεί ο επιθυμητός κώδικας αντιστοίχισης σε Γλώσσα Αντιστοίχισης D2RQ, το επόμενο βήμα που χρειάζεται να πραγματοποιηθεί είναι η εκτέλεση, σε ένα παράθυρο γραμμής εντολών, της εντολής

```
d2r-server [-p port] [-b serverBaseURI] [--fast]
           [--verbose] [--debug] mapping_file.n3
```

όπου η παράμετρος *port* αντιπροσωπεύει τη θύρα έναρξης του D2R Server (προκαθορισμένη θύρα είναι η 2020), η παράμετρος *serverBaseURI* αφορά το URI πάνω στο οποίο τρέχει ο D2R Server, η επιλογή *--fast* επιταχύνει την εκτέλεση της

εντολής, οι επιλογές `--verbose` και `--debug` εμφανίζουν πληθώρα δεδομένων καταγραφής, ενώ το αρχείο `mapping_file.n3` αντιπροσωπεύει το αρχείο με τον κώδικα αντιστοίχισης. Μετά το πέρας της εκτέλεσης, εφόσον δεν προκύψει κάποιο πρόβλημα, ανοίγουμε το φυλλομετρητή μας και εισερχόμαστε στη διεύθυνση που καθορίσαμε στην παράμετρο `serverBaseURI`. Έτσι, τελικά, κατορθώνουμε να στήσουμε όλο αυτό τον άξονα μοντελοποίησης

Εκτελώντας τα βήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω στην περίπτωση της εργασίας μας, με βάση τον κώδικα αντιστοίχισης που υλοποιήσαμε, το αποτέλεσμα που λαμβάνουμε απεικονίζεται στην Εικόνα 3.4.1. Όπως παρατηρούμε στην εικόνα αυτή, βρισκόμαστε στο περιβάλλον της πλατφόρμας D2RQ, όπου τα επιλεχθέντα στοιχεία προς αντιστοίχιση της βάσης δεδομένων του Moodle δημοσιοποιούνται μέσω του D2R Server. Στο περιβάλλον αυτό υπάρχουν τρεις δυνατότητες θέασης της ΒΔ: είτε μέσα από έναν απλό φυλλομετρητή του Ιστού, είτε μέσω ενός φυλλομετρητή Σημασιολογικού Ιστού, είτε μέσω SPARQL πελατών.



**Εικόνα 3.4.1.** Οθόνη απεικόνισης της αρχικής σελίδας του γραφικού περιβάλλοντος D2R όπως προκύπτει μετά την υλοποίηση του τρίτου επεκτατικού άξονα της παρούσας εργασίας

Η Εικόνα 3.4.2 παρουσιάζει τα μεταδεδομένα που περιλαμβάνει μία συγκεκριμένη κατηγορία του MSC/SKOS. Όπως είναι εμφανές, το περιεχόμενο της ΒΔ μπορεί να προσπελαστεί ως Διασυνδεδεμένα Δεδομένα, ενώ μάλιστα χρησιμοποιώντας ένα φυλλομετρητή Σημασιολογικού Ιστού δύναται να προσπελαστεί ως εικονικοί RDF γράφοι. Τέλος, μία ιδιαίτερα σημαντική δυνατότητα που παρέχεται

μέσα από το περιβάλλον αυτό αφορά τη δυνατότητα διατύπωσης ερωτημάτων στη ΒΔ μέσω ενός SPARQL endpoint (Εικόνα 3.4.3). Στην Εικόνα 3.4.4 παρατίθεται ένα παράδειγμα διατύπωσης ερωτήματος, μαζί με τα αποτελέσματα από την εκτέλεσή του, σύμφωνα με το οποίο ζητείται από όλες τις πηγές για τις οποίες δεν επιτρέπεται τροποποίηση, αλλά επιτρέπεται η εμπορική τους χρήση, να εμφανιστούν οι κύκλοι μαθημάτων στους οποίους έχουν προστεθεί, οι συγγραφείς τους, οι περιγραφές τους και η ταξινόμησή τους στη Μαθηματική Ταξινόμια.

**Description of <http://localhost:2020/resource/msclass/6256>**  
Resource URI: <http://localhost:2020/resource/msclass/6256>

[Home](#) | [All msclass](#)

Property	Value
elm:msclass_description	Problem books. Competitions. Examinations (xsd:string)
elm:msclass_id	6256 (xsd:int)
elm:msclass_id1	62 (xsd:int)
elm:msclass_id2	16 (xsd:int)
elm:msclass_id3	3 (xsd:int)
elm:msclass_label	97U40 (xsd:string)
elm:msclass_uri	< <a href="http://msc2010.org/resources/MS/2010/97U40">http://msc2010.org/resources/MS/2010/97U40</a> >
is elm:semantics_msclass of	< <a href="http://localhost:2020/resource/semantics/12">http://localhost:2020/resource/semantics/12</a> >
is elm:semantics_msclass of	< <a href="http://localhost:2020/resource/semantics/15">http://localhost:2020/resource/semantics/15</a> >
is elm:semantics_msclass of	< <a href="http://localhost:2020/resource/semantics/21">http://localhost:2020/resource/semantics/21</a> >
is elm:semantics_msclass of	< <a href="http://localhost:2020/resource/semantics/23">http://localhost:2020/resource/semantics/23</a> >
is elm:semantics_msclass of	< <a href="http://localhost:2020/resource/semantics/8">http://localhost:2020/resource/semantics/8</a> >
rdf:type	< <a href="http://localhost/nsmsclass">http://localhost/nsmsclass</a> >

**Metadata**

<<http://localhost:2020/data/msclass/6256>>

dc:date	2012-12-17T19:46:32.205Z
priv:containedBy	< <a href="http://localhost:2020/dataset">http://localhost:2020/dataset</a> >
void:inDataset	< <a href="http://localhost:2020/dataset">http://localhost:2020/dataset</a> >
rdf:type	priv:DataItem
rdf:type	foaf:Document

**Εικόνα 3.4.2.** Σελίδα προβολής των μεταδεδομένων μιας συγκεκριμένης κατηγορίας της Μαθηματικής Ταξινόμιας, μέσω της πλατφόρμας D2RQ

**Snorql: Exploring <http://localhost:2020/sparql>**

**SPARQL:**

```

PREFIX db: <http://localhost:2020/resource/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX elm: <http://localhost/ns>
PREFIX d2r: <http://sites.wiwiw.fu-berlin.de/suhl/bizer/d2r-server/config.rdf#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX map: <file://C:/D2R/elm.n3#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

SELECT DISTINCT * WHERE {
  ?s ?p ?o
}
LIMIT 10

```

Results:

**Εικόνα 3.4.3.** Οθόνη περιήγησης της ΒΔ με χρήση ενός SPARQL φυλλομετρητή, βασισμένου σε AJAX

SPARQL:

```

PREFIX db: <http://localhost:2020/resource/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX elm: <http://localhost/msc/>
PREFIX d2r: <http://sites.wiwiass.fu-berlin.de/suhl/bisex/d2r-server/config.rdf#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX map: <file:/C:/D2R/elm.n3#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

SELECT ?course_fullname ?author ?description ?msclass
WHERE {
?course a elm:course;
elm:course_fullname ?course_fullname.
?resource a elm:resource;
elm:resource_intro ?description.
?semantics a elm:semantics;
elm:semantics_author ?author.
?creative_common a elm:creative_commons;
elm:creative_commons_uri <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/>.
?semantics elm:semantics_sem_id ?resource;
elm:semantics_creative_commons ?creative_common.
?semantics elm:semantics_msclass ?msclass.
?resource elm:resource_course ?course.}
    
```

Results:

SPARQL results:

course_fullname	author	description	msclass
"Differential Equations"^^xsd:string	"A. Pouliezos"^^xsd:string	"<p>A book for beginners, including basic material about differential equations.</p>"^^xsd:string	db:msclass/2292 <a href="#">↗</a>
"Differential Equations"^^xsd:string	"N. Alikakos - G. Akrivis"^^xsd:string	"<p>The second chapter describes partial differential equations.</p>"^^xsd:string	db:msclass/2520 <a href="#">↗</a>

**Εικόνα 3.4.4.** Παράδειγμα διατύπωσης ερωτήματος στη ΒΔ και εμφάνισης των αποτελεσμάτων εκτέλεσής του, μέσω του παρεχόμενου SPARQL endpoint

Στο σημείο αυτό ολοκληρώνεται η παρουσίαση του τρέχοντος κεφαλαίου, στο οποίο περιγράφηκε όσο το δυνατόν αναλυτικότερα η αρχιτεκτονική και υλοποίηση του συστήματος που προτείνει η παρούσα εργασία. Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται λόγος για πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις και τροποποιήσεις του προτεινόμενου συστήματος, έτσι ώστε να αναδειχθεί ακόμη περισσότερο ο ιδιαίτερα σημαντικός ρόλος που μπορεί να επιτελέσει μέσα στο πλαίσιο των Διασυνδεδεμένων Δεδομένων και του Σημασιολογικού Ιστού. Υπενθυμίζεται ότι στα παραρτήματα που βρίσκονται στο τέλος της εργασίας μπορεί κανείς να εγκαταστήσει πλήρως όλο το προτεινόμενο σύστημα, ακολουθώντας τις αναλυτικές οδηγίες που παρέχονται.

ΑΛΕΞΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



#### 4. Συμπεράσματα – Μελλοντικές Επεκτάσεις

Η χρήση και επέκταση του Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης Moodle θέτει ένα νέο σημαιολογικό πλαίσιο για τα ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης. Η ενσωμάτωση της Σημαιολογικής Αναπαράστασης της Μαθηματικής Ταξινόμιας αποτελεί μία καινοτομία που μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στις σύγχρονες εξελίξεις γύρω από την αναζήτηση, εύρεση και επαναχρησιμοποίηση ψηφιακών μαθηματικών αντικειμένων γενικότερα από μηχανές είτε ανθρώπους, για ερευνητικούς είτε εκπαιδευτικούς στόχους. Τα αποτελέσματα της εργασίας συνοψίζονται σε τρία σημεία:

- *Ανάπτυξη ενός ψηφιακού περιβάλλοντος μάθησης για την Επιστήμη των Μαθηματικών*
- *Σημαιολογική αναπαράσταση των μεταδεδομένων μαθησιακών αντικειμένων, μεταξύ των οποίων και της Μαθηματικής Ταξινόμιας*
- *Δημοσιοποίηση των παραπάνω μεταδεδομένων ως Διασυνδεδεμένα Δεδομένα*

Η οντολογία ELM κατασκευάστηκε για εφαρμογές ψηφιακής μάθησης στο πεδίο των Μαθηματικών. Παρόμοιες οντολογίες κατασκευάζονται με ανάλογο τρόπο για οποιοδήποτε τομέα, επιστημονικό, τεχνολογικό, πολιτιστικό. Για να συνδυαστούν αυτές οι αναδυόμενες οντολογίες απαιτείται η κατάλληλη διαδικασία ευθυγράμμισης (alignment).

Ποικίλες αναβαθμίσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν στην προτεινόμενη επέκταση του Moodle.

1. Η εισαγωγή της Μαθηματικής Ταξινόμιας στο σύστημα αυτό μπορεί να αποτελέσει θεμέλιο για την υλοποίηση αντίστοιχων εφαρμογών σε άλλα επιστημονικά πεδία (Φυσική, Βιολογία, Ιατρική, Οικονομικά) και τη διασύνδεση όλων των δεδομένων από όλα τα πεδία μεταξύ τους.
2. Η δημιουργία περισσότερων και πιο σύνθετων μεταδεδομένων για τα ψηφιακά εκπαιδευτικά αντικείμενα, με στόχο την ευρύτερη σημαιοδότηση και διασύνδεσή τους.
3. Προτείνεται μελλοντικά η εφαρμογή της προτεινόμενης επέκτασης και σε άλλους τύπους πόρων που μπορεί να συνοδεύουν ένα ψηφιακό μάθημα.
4. Η σύνδεση των συγγραφέων ενός πόρου με την οντολογία FOAF.
5. Τροποποιήσεις της διεπαφής του συστήματος, με στόχο την ικανοποίηση των εξειδικευμένων απαιτήσεων των χρηστών.

Ένα πολύ μικρό μέρος από τις δυνατότητες οι οποίες ενυπάρχουν στα Διασυνδεδεμένα Δεδομένα έχουν αξιοποιηθεί. Ο νευραλγικός τομέας της εκπαίδευσης αποτελεί προτεραιότητα για την ανάπτυξη εφαρμογών στα πλαίσια των Διασυνδεδεμένων Δεδομένων. Γι' αυτόν το λόγο οι προσπάθειες ανάπτυξης νέων προτύπων συλλογής και ανταλλαγής εκπαιδευτικού περιεχομένου ή τροποποίησης ήδη υπάρχοντων αντίστοιχων προτύπων, είναι σήμερα στο προσκήνιο.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. Εγκατάσταση του Συστήματος της Εργασίας

Στο παράρτημα αυτό περιγράφεται βήμα-βήμα η διαδικασία εγκατάστασης της πλατφόρμας Moodle κάνοντας χρήση του εργαλείου ΧΑΜΡΡ. Πρώτα, λοιπόν, εγκαθιστούμε το εργαλείο ΧΑΜΡΡ και στη συνέχεια το σύστημα Moodle. Για τις ανάγκες της εργασίας έγινε χρήση των αντίστοιχων εκδόσεων ΧΑΜΡΡ v.1.7.7 και Moodle v.2.2.3+. Τα αρχεία εγκατάστασης των συγκεκριμένων εκδόσεων διατίθενται στον οπτικό δίσκο που συνοδεύει την παρούσα εργασία, εντός του φακέλου «Installation files».

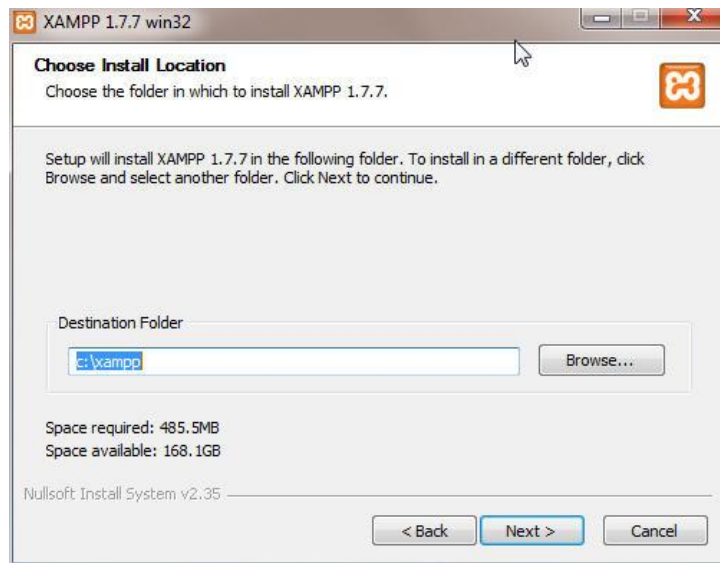
### A.1 Εγκατάσταση και Παραμετροποίηση του Εργαλείου ΧΑΜΡΡ

Το ΧΑΜΡΡ είναι ένα πακέτο προγραμμάτων ελεύθερου λογισμικού, λογισμικού ανοικτού κώδικα και ανεξάρτητου πλατφόρμας, το οποίο περιλαμβάνει τον εξυπηρετητή Apache, το περιβάλλον βάσεων δεδομένων της MySQL και ένα διερμηνέα για σενάρια γραμμένα σε PHP και Perl. Για να στήσουμε την πλατφόρμα του Moodle στον προσωπικό μας υπολογιστή, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το εργαλείο ΧΑΜΡΡ που μας παρέχει άμεσα όλα τα προαναφερθέντα αναγκαία περιβάλλοντα, πάνω στα οποία μπορεί να στηριχθεί η εγκατάσταση και χρήση ενός περιβάλλοντος Moodle. Τα βήματα εγκατάστασης του εργαλείου ΧΑΜΡΡ περιγράφονται αναλυτικά ακολούθως.

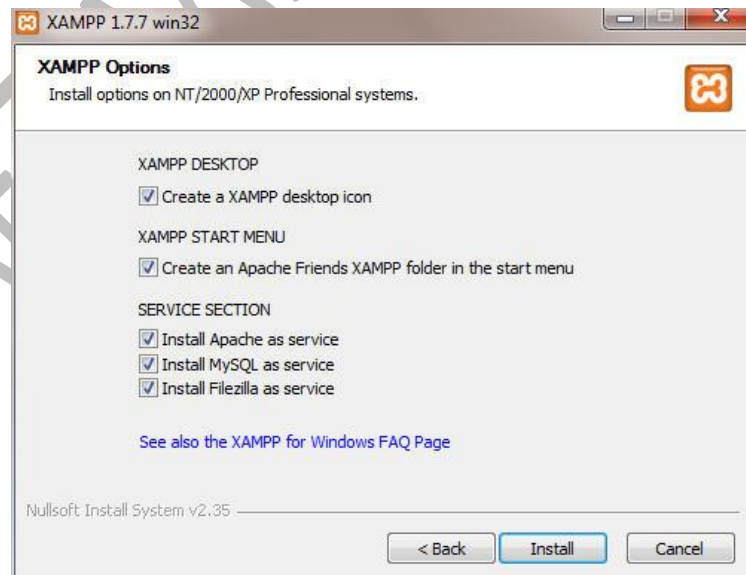
1. Ανοίγουμε το εκτελέσιμο αρχείο «xampp-win32-1.7.7-VC9-installer.exe» που βρίσκεται στο φάκελο «Installation files» μέσα στο cd που συνοδεύει την παρούσα εργασία. Εάν η συγκεκριμένη έκδοση του εργαλείου δεν είναι συμβατή με τον υπολογιστή και το λειτουργικό μας σύστημα, τότε θα πρέπει να αναζητήσουμε την ανάλογη έκδοση στον επίσημο ιστότοπο του ΧΑΜΡΡ.
2. Στο πρώτο παράθυρο (Εικόνα A.1.1) επιλέγουμε τη γλώσσα εγκατάστασης (English) και πατάμε «OK».
3. Προχωράμε πατώντας «Next» και φτάνουμε στον καθορισμό του φακέλου εγκατάστασης. Επιλέγουμε τον τοπικό μας δίσκο (Εικόνα A.1.2) και πατάμε «Next».
4. Στο επόμενο παράθυρο (Εικόνα A.1.3), εκτός από τις συντομεύσεις που μπορούμε να δημιουργήσουμε, είναι σημαντικό να επιλέξουμε τις τρεις τελευταίες επιλογές για την εγκατάσταση των λογισμικών Apache, MySQL και Filezilla. Μόλις τις επιλέξουμε, πατάμε «Install» για να ξεκινήσει η διαδικασία εγκατάστασης όλου του πακέτου λογισμικών.



Εικόνα Α.1.1. Οθόνη επιλογής γλώσσας εγκατάστασης του XAMPP

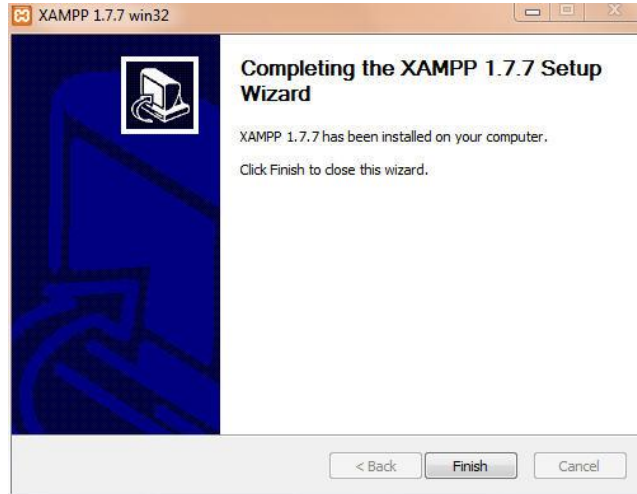


Εικόνα Α.1.2. Οθόνη καθορισμού φακέλου εγκατάστασης του XAMPP



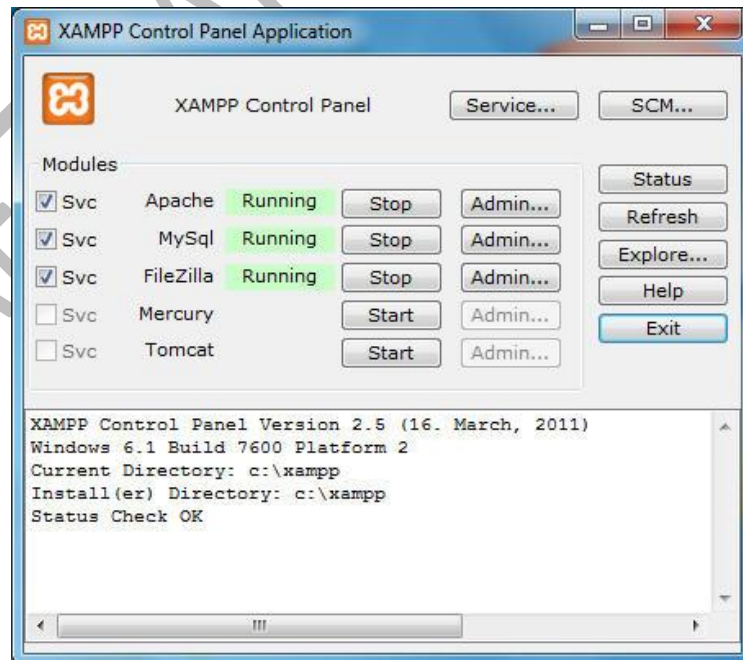
Εικόνα Α.1.3. Οθόνη επιλογής στοιχείων εγκατάστασης του XAMPP

5. Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης εμφανίζεται το τελικό παράθυρο ενημέρωσης (Εικόνα A.1.4), στο οποίο επιλέγουμε «Finish».



Εικόνα A.1.4. Τελική οθόνη εγκατάστασης του XAMPP

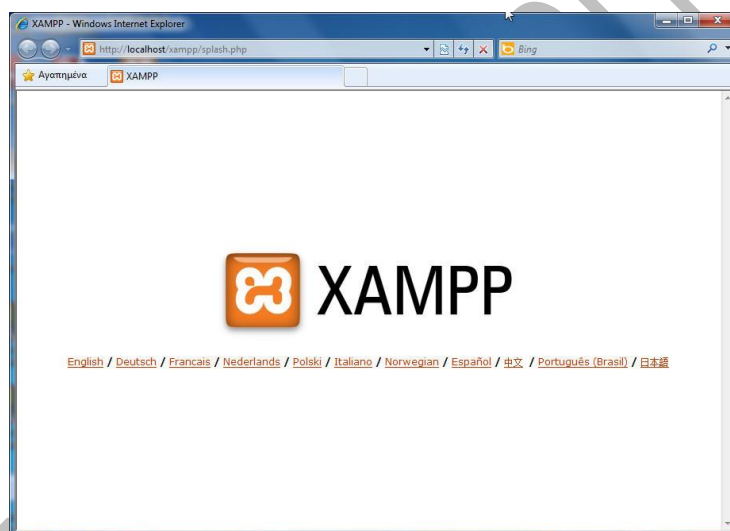
6. Παρατηρούμε ότι έχει δημιουργηθεί ο πίνακας ελέγχου του XAMPP, ο οποίος αποτελεί πλέον το βασικό μας οδηγό του πακέτου (Εικόνα A.1.5). Βεβαιωνόμαστε ότι οι τρεις βασικές υπηρεσίες του πακέτου (Apache, MySQL και FileZilla) λειτουργούν σωστά, φέροντας την ένδειξη «Running».



Εικόνα A.1.5. Ο πίνακας ελέγχου του XAMPP

Στη συνέχεια, μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης, οφείλουμε να κάνουμε ορισμένες τροποποιήσεις στις υπάρχουσες ρυθμίσεις, κυρίως για λόγους ασφαλείας. Πιο συγκεκριμένα, ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

1. Από τον πίνακα ελέγχου του XAMPP (Εικόνα A.1.5) επιλέγουμε «Admin» στο πεδίο του Apache.
2. Η σελίδα που εμφανίζεται μετά την ενέργεια αυτή απεικονίζεται στην Εικόνα A.1.6. Η ίδια σελίδα θα εμφανιζόταν εάν δεν εκτελούσαμε το προηγούμενο βήμα, αλλά αντίθετα πληκτρολογήσαμε σε ένα φυλλομετρητή τη διεύθυνση <http://localhost/xampp>. Επιλέγουμε «English», καθώς δεν υποστηρίζεται η ελληνική γλώσσα.

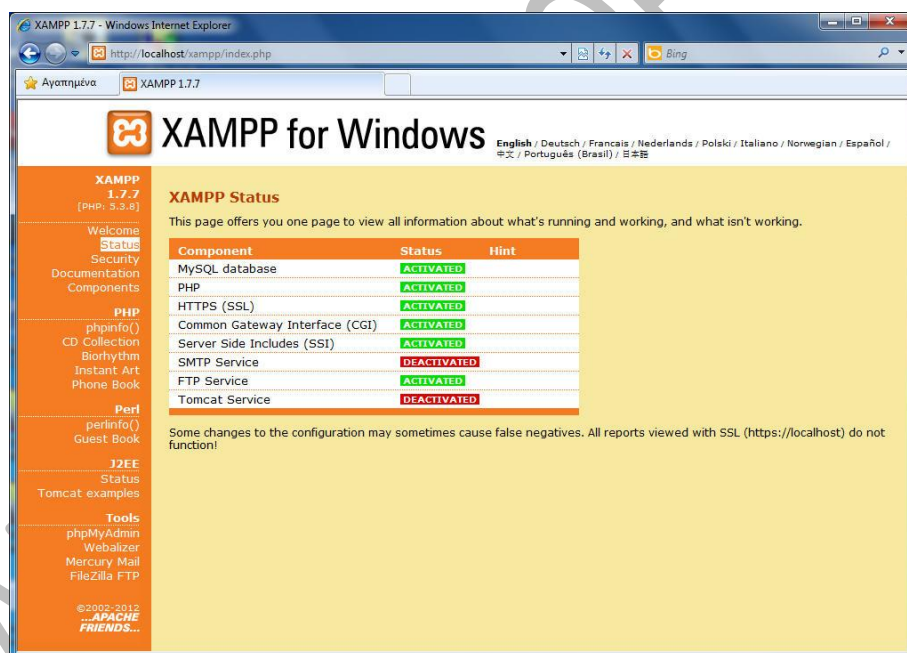


**Εικόνα A.1.6.** Η αρχική οθόνη παραμετροποίησης του XAMPP μέσω φυλλομετρητή

3. Στο σημείο αυτό βρισκόμαστε μέσα στο γραφικό περιβάλλον διαχείρισης του εργαλείου XAMPP (Εικόνα A.1.7).
4. Από το αριστερό μενού επιλέγουμε «Status» για να ελέγξουμε αν όντως τα απαραίτητα λογισμικά εγκαταστάθηκαν σωστά, φέροντας την ένδειξη «ACTIVATED» (Εικόνα A.1.8).
5. Το επόμενο βήμα είναι να ελέγξουμε την κατάσταση ασφαλείας του εξυπηρετητή μας. Στην Εικόνα A.1.7 από το αριστερό μενού επιλέγουμε «Security» και παρατηρούμε ότι ο εξυπηρετητής μας είναι εντελώς απροστάτευτος και προσπελάσιμος από οποιονδήποτε γνωρίζει την IP διεύθυνσή μας. Στη σελίδα ασφαλείας που εμφανίζεται μπροστά μας πατάμε στο σύνδεσμο <http://localhost/security/xamppsecurity.php>.



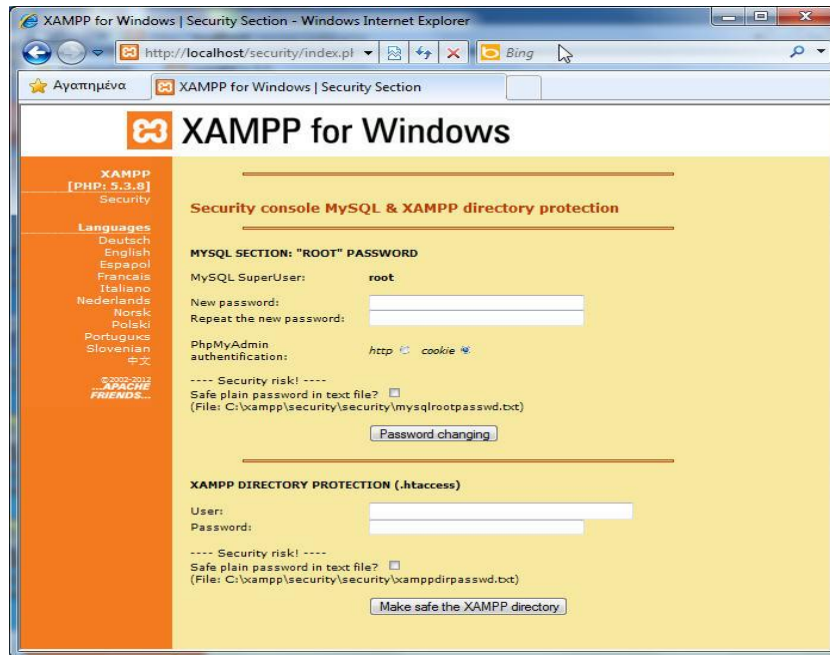
Εικόνα A.1.7. Το γραφικό περιβάλλον διαχείρισης του XAMPP



Εικόνα A.1.8. Οθόνη προβολής της κατάστασης των στοιχείων του XAMPP

6. Βρισκόμαστε στο σημείο αυτό στην κονσόλα ασφαλείας του XAMPP και της MySql (Εικόνα A.1.9). Ορίζουμε έναν κωδικό για την MySql (το όνομα χρήστη είναι εξ ορισμού root) και πατάμε «Password changing». Επίσης, καθορίζουμε ένα όνομα χρήστη και έναν κωδικό για το εργαλείο του XAMPP, και πατάμε έπειτα «Make safe the XAMPP directory».
7. Μεταβαίνουμε στον πίνακα ελέγχου του XAMPP (Εικόνα A.1.5) και επιλέγουμε «Stop» και «Start» διαδοχικά στο πεδίο της MySql, προκειμένου να λάβει η

MySQL τον κωδικό που ορίσαμε γι' αυτήν.

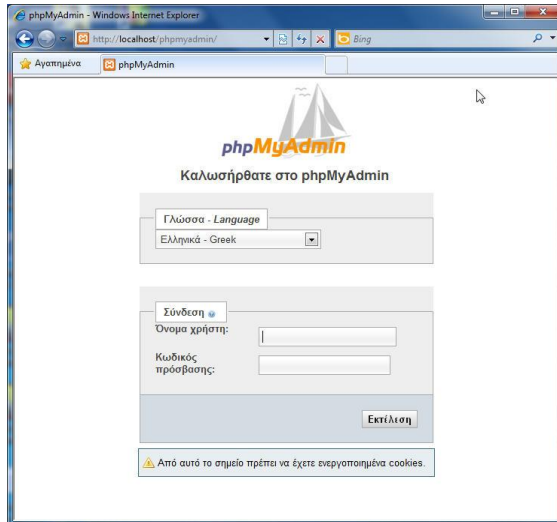


Εικόνα A.1.9. Κονσόλα ασφαλείας του XAMPP και της MySQL

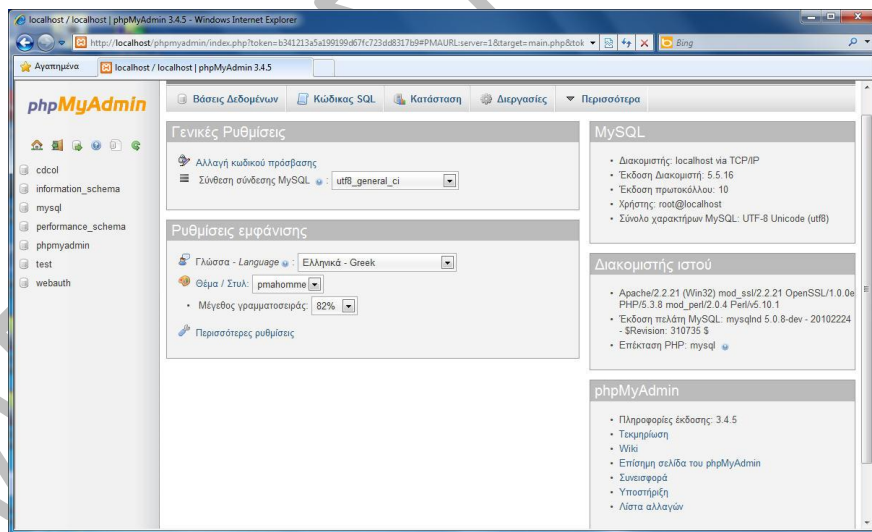
8. Στο φυλλομετρητή μας πληκτρολογούμε τώρα τη διεύθυνση <http://localhost/>. Παρατηρούμε ότι μας ζητείται το όνομα χρήστη και ο κωδικός που ορίσαμε για το εργαλείο του XAMPP. Εισάγουμε τα ζητούμενα στοιχεία και κατ' αυτό τον τρόπο εισερχόμαστε πάλι στο γραφικό περιβάλλον διαχείρισης του XAMPP. Εάν μεταβούμε τώρα στη σελίδα ασφαλείας του XAMPP, γίνεται εμφανές ότι οι υπηρεσίες Apache και MySQL είναι πλέον ασφαλείς.
9. Το επόμενο βήμα είναι ο έλεγχος για την ασφάλεια της MySQL. Πληκτρολογούμε στο φυλλομετρητή μας τη διεύθυνση <http://localhost/phpmyadmin/>. Βρισκόμαστε στην σελίδα εισόδου στο περιβάλλον της MySQL (Εικόνα A.1.10), όπου εισάγουμε το όνομα χρήστη «root» και τον κωδικό που ορίσαμε στο έκτο βήμα. Βεβαιωνόμαστε, στη συνέχεια, ότι έχουμε εισέλθει στην κεντρική σελίδα της MySQL (Εικόνα A.1.11).
10. Απομένει να προστατεύσουμε την υπηρεσία FileZilla. Ανοίγουμε τον πίνακα ελέγχου του XAMPP (Εικόνα A.1.5) και επιλέγουμε «Admin» στο πεδίο του FileZilla. Πατάμε «OK» και εισερχόμαστε στον εξυπηρετητή της υπηρεσίας (Εικόνα A.1.12). Από το μενού του παραθύρου αυτού επιλέγουμε «Edit» και στο υπομενού «Users». Στο παράθυρο των χρηστών (Εικόνα A.1.13) επιλέγουμε δεξιά «newusers» και αλλάζουμε τον προκαθορισμένο κωδικό. Πατάμε «OK»



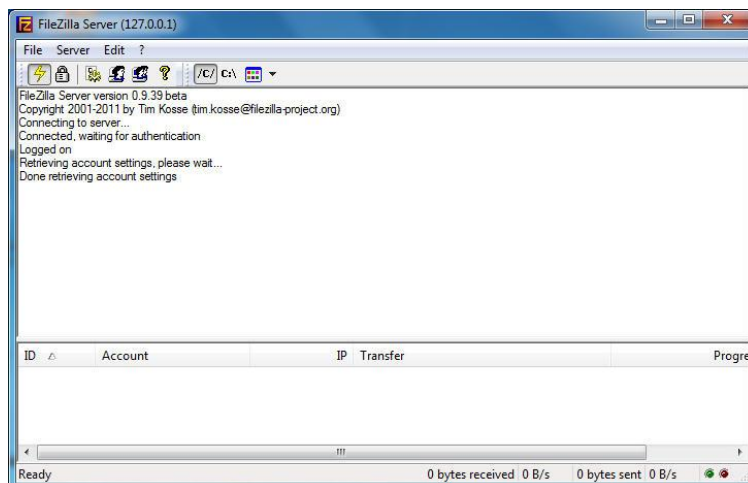
και με αυτό τον τρόπο έχουμε πλέον καταστήσει και την υπηρεσία FileZilla ασφαλή. Αυτό επιβεβαιώνεται και εάν μεταβούμε πάλι στη σελίδα ασφαλείας του XAMPP, όπου εμφανίζεται και η υπηρεσία FileZilla με την ένδειξη «SECURE».



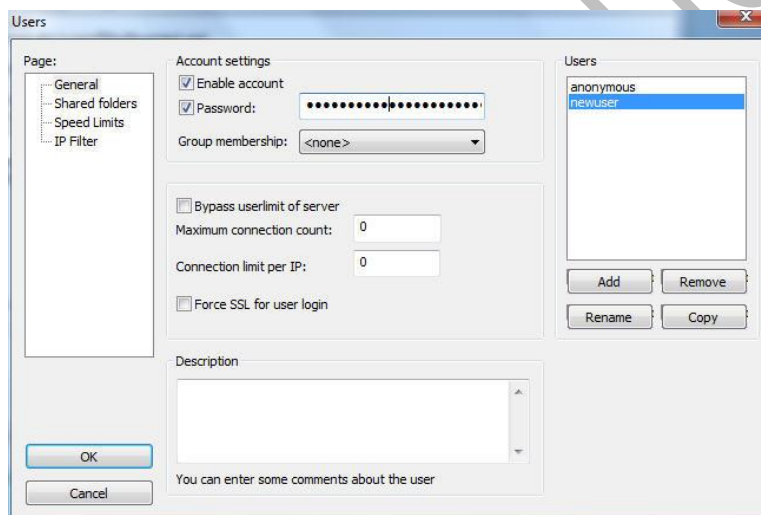
Εικόνα A.1.10. Αρχική σελίδα εισόδου στο περιβάλλον της MySQL



Εικόνα A.1.11. Κεντρική σελίδα διαχείρισης της MySQL



Εικόνα Α.1.12. Οθόνη του εξυπηρετητή του FileZilla



Εικόνα Α.1.13. Παράθυρο διαχείρισης χρηστών του FileZilla

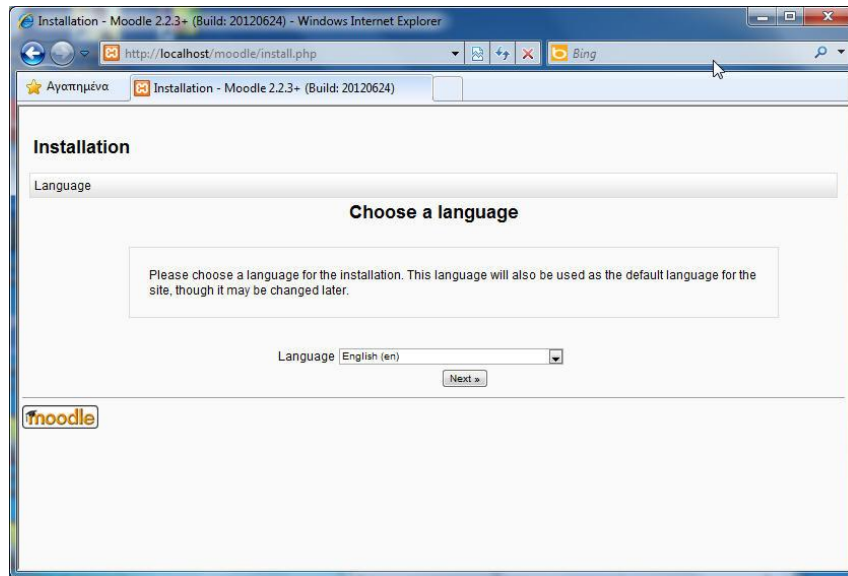
## A.2 Εγκατάσταση της πλατφόρμας Moodle

Για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας έγινε χρήση της σταθερής έκδοσης 2.2.3+ του Moodle. Προφανώς εάν κάποιος επιθυμεί να χρησιμοποιήσει διαφορετική έκδοση, μπορεί να την προμηθευτεί δωρεάν από τον επίσημο ιστότοπο του Moodle. Μάλιστα, ήδη κυκλοφορεί νεότερη σταθερή έκδοση του περιβάλλοντος αυτού. Εφόσον έχουμε ήδη εγκαταστήσει το πακέτο XAMPP, που περιέχει τις τρεις αναγκαίες υπηρεσίες, Apache, MySQL και FileZilla, το επόμενο στάδιο που υλοποιούμε είναι η εγκατάσταση της πλατφόρμας Moodle, της οποίας τα βήματα περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

1. Αποσυμπιέζουμε το φάκελο «moodle-latest-22» που βρίσκεται στο φάκελο «Installation files» μέσα στο cd που συνοδεύει την παρούσα εργασία, και

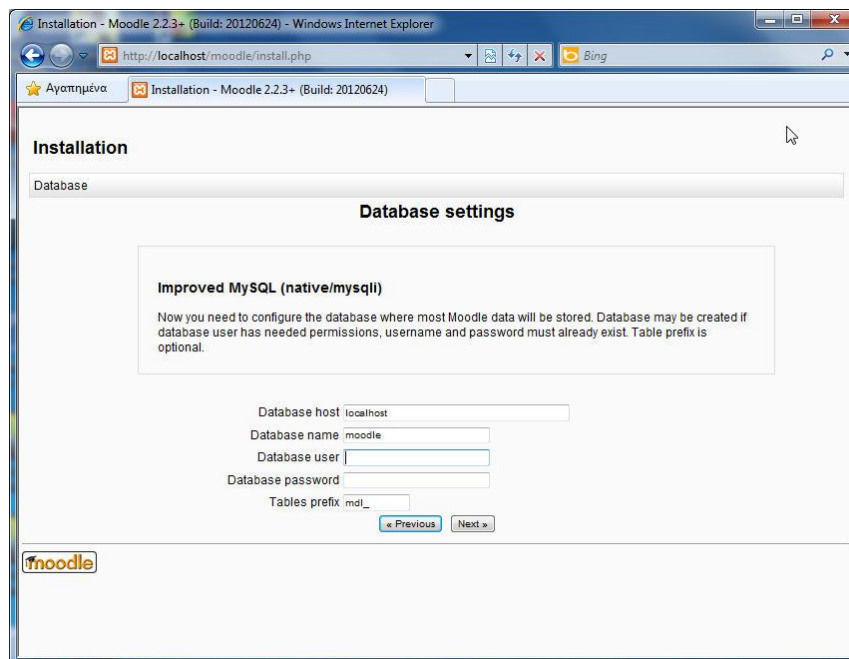
τοποθετούμε τον αποσυμπιεσμένο φάκελο μέσα στο φάκελο «htdocs» που βρίσκεται εντός του φακέλου «xampp» του τοπικού δίσκου στον οποίο εγκαταστήσαμε το πακέτο XAMPP.

2. Πληκτρολογούμε στο φυλλομετρητή μας τη διεύθυνση <http://localhost/moodle/install.php>. Η σελίδα που εμφανίζεται φαίνεται στην Εικόνα A.2.1.



Εικόνα A.2.1. Οθόνη επιλογής της γλώσσας εγκατάστασης του Moodle

3. Στη σελίδα αυτή επιλέγουμε τη γλώσσα εγκατάστασης και πατάμε «Next». Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η αγγλική γλώσσα. Αφήνουμε έπειτα τον κατάλογο των δεδομένων Moodle όπως είναι προκαθορισμένος και πατάμε «Next». Το ίδιο κάνουμε και στην επόμενη οθόνη, αφήνοντας τον προκαθορισμένο τύπο εξυπηρετητή της βάσης δεδομένων μας ως είναι, δηλαδή «Improved MySQL (native/mysqli)».
4. Στην επόμενη σελίδα (Εικόνα A.2.2) εισάγουμε στα πεδία «Database user» και «Database password» το όνομα χρήστη («root») και τον κωδικό αντίστοιχα, που έχει δημιουργηθεί στο έκτο βήμα παραμετροποίησης του XAMPP στην πρώτη ενότητα του τρέχοντος παραρτήματος.
5. Πατάμε «Next» και στην επόμενη οθόνη όπου αναφέρονται οι άδειες χρήσης της πλατφόρμας επιλέγουμε «Continue». Η επόμενη σελίδα ελέγχει εάν υπάρχει κάποιο πρόβλημα στις ρυθμίσεις του εξυπηρετητή μας προτού ξεκινήσει η βασική εγκατάσταση. Εάν δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα, τότε προχωρούμε στο επόμενο βήμα πατώντας «Continue».

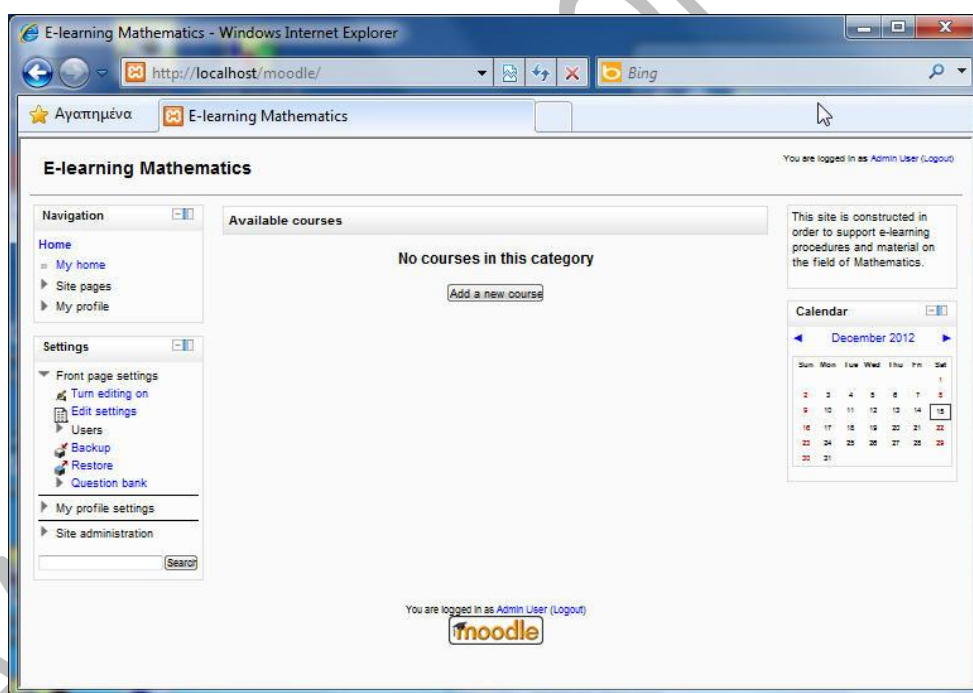


Εικόνα Α.2.2. Οθόνη καθορισμού στοιχείων της βάσης δεδομένων του Moodle

6. Παρατηρούμε στο σημείο αυτό ότι εγκαθίστανται σταδιακά όλα τα απαραίτητα στοιχεία. Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση όλων αυτών των στοιχείων πατάμε «Continue» και μεταβαίνουμε πλέον στη σελίδα καθορισμού του λογαριασμού του διαχειριστή του συστήματος (Εικόνα Α.2.3). Συμπληρώνουμε πρωτίστως τα υποχρεωτικά πεδία της φόρμας και έπειτα, εάν επιθυμούμε, τα υπόλοιπα κενά πεδία. Ενημερώνουμε εν τέλει το προφίλ του διαχειριστή, επιλέγοντας «Update profile».
7. Η επόμενη σελίδα αφορά την παραμετροποίηση της αρχικής σελίδας του μαθησιακού μας περιβάλλοντος. Εισάγουμε ένα πλήρες και ένα σύντομο όνομα για τον ιστότοπό μας, όπως επίσης και μια περιγραφή γι' αυτόν. Πατάμε «Save changes» και με αυτό τον τρόπο ολοκληρώνουμε τη διαδικασία εγκατάστασης του Moodle.
8. Η Εικόνα Α.2.4 στην οποία καταλήγουμε, απεικονίζει την αρχική σελίδα του συστήματος που εγκαταστήσαμε. Από δω και πέρα μπορούμε να ξεκινήσουμε την κατασκευή κύκλων μαθημάτων, την εγγραφή εκπαιδευτών και εκπαιδευόμενων, την προσθήκη εκπαιδευτικού υλικού, και γενικά οτιδήποτε άλλο θεωρούμε απαραίτητο.

The image shows the 'General' settings page for a Moodle user. The 'Username' field is set to 'admin'. The authentication method is 'Manual accounts'. The password requirements are: at least 8 characters, at least 1 digit, at least 1 lower case letter, at least 1 upper case letter, and at least 1 non-alphanumeric character. The 'New password' field is empty. The 'Force password change' checkbox is unchecked. The 'First name' is 'Admin', 'Surname' is 'User', and 'Email address' is 'giorgito\_alex@yahoo.gr'. The 'Email display' is set to 'Allow everyone to see my email address'. The 'Email format' is 'Pretty HTML format'. The 'Email digest type' is 'No digest (single email per forum post)'. The 'Forum auto-subscribe' is 'Yes: when I post, subscribe me to that forum'. The 'Forum tracking' is 'No: don't keep track of posts I have seen'. The 'When editing text' is 'Use HTML editor (some browsers only)'. The 'AJAX and Javascript' is 'Yes: use advanced web features'. The 'Screen reader' is 'No'. The 'City/town' is 'Thessaloniki', 'Select a country' is 'Greece', and 'Timezone' is 'Server's local time'. The 'Preferred language' is 'English (en)'.

Εικόνα Α.2.3. Σελίδα καθορισμού του λογαριασμού του διαχειριστή του Moodle



Εικόνα Α.2.4. Αρχική σελίδα του Moodle, μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασής του

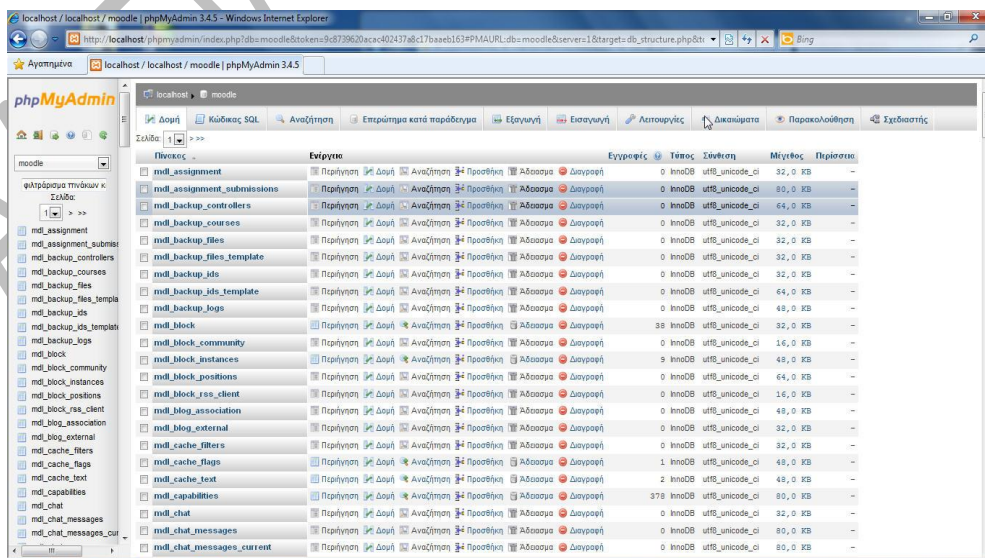
ΑΛΕΞΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β. Εισαγωγή Πινάκων στη ΒΔ

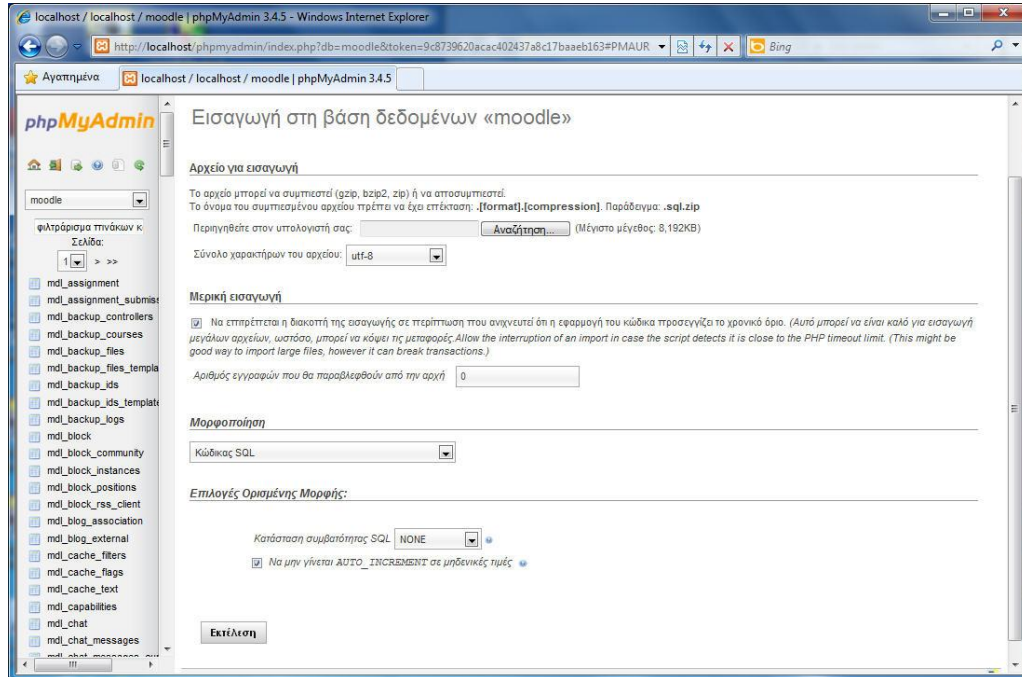
Για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας έχουν κατασκευαστεί τρεις πίνακες, ως επιπρόσθετοι πίνακες της συνολικής βάσης δεδομένων του Moodle. Οι πίνακες αυτοί βρίσκονται στα αντίστοιχα αρχεία «mdl\_creative\_commons.sql», «mdl\_msclass.sql» και «mdl\_semantics.sql», εντός του φακέλου «SQL tables» του cd που συνοδεύει την εργασία. Οι δύο πρώτοι πίνακες διαθέτουν όλες τις απαραίτητες εγγραφές, ενώ ο τελευταίος είναι κενός από εγγραφές, καθώς συμπληρώνεται αυτόματα με την προσθήκη πηγών σε μαθήματα που μπορεί οποιοσδήποτε να δημιουργήσει.

Για την εισαγωγή των τριών αυτών πινάκων στη βάση δεδομένων του Moodle, η διαδικασία είναι αρκετά εύκολη και πραγματοποιείται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα.

1. Πληκτρολογούμε στο φυλλομετρητή μας τη διεύθυνση <http://localhost/phpmyadmin> και δίνουμε το όνομα χρήστη και τον κωδικό μας (Εικόνα Α.1.10), για να εισέλθουμε στη βάση δεδομένων. Από την κεντρική σελίδα της MySql (Εικόνα Α.1.11) επιλέγουμε αριστερά τη βάση δεδομένων «moodle».
2. Βρισκόμαστε στο σημείο αυτό μέσα στη βάση δεδομένων του συστήματος Moodle (Εικόνα Β.1). Επιλέγουμε από το οριζόντιο μενού «Εισαγωγή» και μεταβαίνουμε στη σελίδα εισαγωγής αρχείων στη βάση δεδομένων «moodle» (Εικόνα Β.2).



Εικόνα Β.1. Η βάση δεδομένων του Moodle



Εικόνα Β.2. Σελίδα εισαγωγής στοιχείων στη βάση δεδομένων του Moodle

3. Στη σελίδα αυτή (Εικόνα Β.2), για κάθε έναν από τους τρεις πίνακες, επιλέγουμε «Αναζήτηση» και τον αναζητούμε από την κατάλληλη θέση, αφήνουμε τα άλλα πεδία όπως είναι προκαθορισμένα και πατάμε στο τέλος «Εκτέλεση».



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ. Αρχεία Προστιθέμενου Κώδικα

Ο κώδικας που έχει αναπτυχθεί για την επέκταση του συστήματος Moodle προκειμένου να εξυπηρετήσει τις ανάγκες της παρούσης εργασίας, είναι ενσωματωμένος σε επτά αρχεία PHP. Για την εγκατάσταση των αρχείων αυτών στο σύστημα του Moodle, αρκεί να εκτελέσουμε τις διαδικασίες που ορίζει ο Πίνακας Γ.1 στους αντίστοιχους καταλόγους. Τα αρχεία προστιθέμενου κώδικα βρίσκονται στο φάκελο «Code files» μέσα στο cd που συνοδεύει την εργασία.

**Πίνακας Γ.1.** Οι διαδικασίες εγκατάστασης των αρχείων προστιθέμενου κώδικα

Αρχείο	Θέση εγκατάστασης στον τοπικό δίσκο	Διαδικασία εγκατάστασης
mod_form.php	xampp\htdocs\moodle\mod\resource\	Αντιγραφή & Αντικατάσταση
lib.php	xampp\htdocs\moodle\mod\resource\	Αντιγραφή & Αντικατάσταση
modedit.php	xampp\htdocs\moodle\course\	Αντιγραφή & Αντικατάσταση
locallib.php	xampp\htdocs\moodle\mod\resource\	Αντιγραφή & Αντικατάσταση
formlib.php	xampp\htdocs\moodle\lib\	Αντιγραφή & Αντικατάσταση
view.php	xampp\htdocs\moodle\mod\resource\	Αντιγραφή & Αντικατάσταση
hierselect.php	xampp\htdocs\moodle\lib\form\	Αντιγραφή

Ακολουθεί παρουσίαση μόνον του αναπτυχθέντος κώδικα ανά αρχείο. Σημειώνεται ότι ο κώδικας του τελευταίου αρχείου «hierselect.php», για το οποίο γίνεται αναφορά στην ενότητα «Τροποποίηση του Περιβάλλοντος Moodle» του τρίτου κεφαλαίου, δεν αποτελεί προσωπική παραγωγή, γι ' αυτό και δεν παρουσιάζεται.

### Αρχείο «mod\_form.php»

```
//START OF NEW CODE
//*****
//Starting with a header labeled "Semantics" for grouping the new
fields of file form.
$mform->addElement('header', 'semanticfields', 'Semantics');

//First element-field is author's name-surname, of type "text", label
"Author", connected with column "sem_author" of "mdl_semantics" table.
//This element can, in future, be connected with a foaf ontology.
$mform->addElement('text', 'sem_author', 'Author');

//Options (as an array) for the second element. This can be also
accomplished with a lookup table (adding even more options).
```

```
$semtypeoptions = array(
    0 => 'Text',
    1 => 'Audio',
    2 => 'Image',
    3 => 'Video',
    4 => 'Other'
);

//Adding the second field, of type "select" (drop-down list), label
"Resource type", connected with column "sem_type" of "mdl_semantics"
table.
//This field is used complementary, to describe the general type of
the file.
//The last argument is the array of options defined above.
$mform->addElement('select', 'sem_type', 'Resource type',
    $semtypeoptions);
//We set the default value of the drop-down list to be the option
"Image" (value 2 of options' array).
$mform->setDefault('sem_type', 2);

//The third field is used for mentioning the educational objectives of
the file.
//It is of type "textarea", labeled "Educational Objectives" and
connected with column "sem_edobj" of "mdl_semantics" table.
//The last argument defines the size of textarea field (15 rows and 50
columns).
$mform->addElement('textarea', 'sem_edobj', 'Educational Objectives',
    'wrap="virtual" rows="15" cols="50"');

//Fourth element-field acts as a date selector, enabling users to add
the actual date of file's creation.
//It is of type "date_selector", labeled "Date of creation" and
connected with column "sem_creationdate" of "mdl_semantics" table.
//The last array-argument defines the starting year of the selector,
the stopping year and the step of moving between years.
$mform->addElement('date_selector', 'sem_creationdate', 'Date of
creation', array('startyear'=>2000, 'stopyear'=>2012, 'step'=>1));

//The next two elements represent the creative commons
(http://creativecommons.org/) of the file.
```

```
//We define them as radiobuttons (of type "radio"), labeled "Allow
modifications" and "Commercial use" respectively.
//In order to show them as radiobuttons in a row, we group them into
groups "radiomodifications" and "radiocommercial" respectively.
//For this purpose two arrays are needed (radioarray1, radioarray2).
//The first radiobuttons-group is connected with column
"sem_modifications" of "mdl_semantics" table, while the second one is
connected
//with column "sem_comuse" of the same table.
//The last commands of groups define rules for making the two fields
of radiobuttons obligatory for any user to select.
$radioarray1=array();
$radioarray1[] =& $mform->createElement('radio', 'sem_modifications',
'Allow modifications', 'Yes', 1, '');
$radioarray1[] =& $mform->createElement('radio', 'sem_modifications',
'Allow modifications', 'No', 2, '');
$radioarray1[] =& $mform->createElement('radio', 'sem_modifications',
'Allow modifications', 'Yes, but share-alike', 3, '');
$mform->addGroup($radioarray1, 'radiomodifications', 'Allow
modifications', array(' '), false);
$mform->addRule('radiomodifications', null, 'required', null,
'client');
$radioarray2=array();
$radioarray2[] =& $mform->createElement('radio', 'sem_comuse',
'Commercial use', 'Yes', 1, '');
$radioarray2[] =& $mform->createElement('radio', 'sem_comuse',
'Commercial use', 'No', 2, '');
$mform->addGroup($radioarray2, 'radiocommercial', 'Commercial use',
array(' '), false);
$mform->addRule('radiocommercial', null, 'required', null, 'client');

//The following nested loops are used for the last element-field, in
order to fill the appropriate elements of drop-down lists
//with data retrieved from "mdl_msclass" table.
//This field creates three dependent drop-down lists. The data of the
lists represent the "2010 Mathematics Subject Classification"
organized in three levels.
//Therefore we use three arrays (select1, select2, select3) to hold
every level's data.
```

```

//The numbers in the loops are not picked randomly. They refer to the
maximum found depth of every level in the classification.
//Moreover, arrays of type (i,-1,-1) refer to the first level, (i,j,-
1) to the second and (i,j,k) to the third one.
$select1 = array();
$select2 = array();
$select3 = array();
for($i = 0; $i <= 62; $i++) {
    if ($tableselect1 = $DB->get_record('msclass', array('msc_id1'
=> $i, 'msc_id2' => -1, 'msc_id3' => -1)))
        {$select1[$i] = $tableselect1->msc_description;}
for($i = 0; $i <= 62; $i++) {
    for($j = 0; $j <= 23; $j++) {
        if ($tableselect2 = $DB->get_record('msclass',
array('msc_id1' => $i, 'msc_id2' => $j, 'msc_id3' => -1)))
            {$select2[$i][$j] = $tableselect2->msc_description;}
        else {$j=24;}}
for($i = 0; $i <= 62; $i++) {
    for($j = 0; $j <= 23; $j++) {
        for($k = 0; $k <= 37; $k++) {
            if ($tableselect3 = $DB->get_record('msclass',
array('msc_id1' => $i, 'msc_id2' => $j, 'msc_id3' => $k))
                {$select3[$i][$j][$k] =
$tableselect3->msc_description;}
            else {$k=38;}}}}

//We define the "visible" size of every drop-down list as 6 elements.
$attribs = array('size'=>'6');
//In order to implement the three dependent drop-down lists, we use
the element "hierselect".
//This element is not defined in moodle. We use instead a patch from
"http://tracker.moodle.org/browse/MDL-20589",
//by adding it to the directory "/moodle/lib/form"
//and adding MoodleQuickForm::registerElementType('hierselect', "$CFG-
>libdir/form/hierselect.php", 'MoodleQuickForm_hierselect');
//in the formlibs.php file of directory "moodle/libs".
//The field is labeled "MSC2010" and sized by the last argument (of
value 6).
//To pass the values of the three elements a user selects into the

```

```
appropriate table, we use the array "listofmsc" to hold the three
values.
$selections = $mform->addElement('hierselect', 'listofmsc', 'MSC2010',
$attrs);
//We assign the three arrays to the three drop-down lists, in order to
fill them with the appropriate data.
$selections->setOptions(array($select1,$select2,$select3));
//We set as defaults values of every drop-down lists, their first
elements.
$mform->setDefaults(array('listofmsc'=>array(0,0,0)));
//Adding a rule for making this field obligatory for any user to
select.
$mform->addGroupRule('listofmsc', 'Choose subcategories', 'required',
null, 'client');
//*****
//END OF NEW CODE
```

**Αρχείο «lib.php»**

```
//START OF NEW CODE
//*****
//When adding a resource-file, we need to add also the values of the
new fields we created in the form.
//This is done with the following command, where every value submitted
is added as a record into "mdl_semantics" table.
//Notice that the "sem_id" takes the value of the "id" of the
resource, via data->id.
$mytablenewrecordid= $DB->insert_record('semantics', array(
'sem_id'=>$data->id , 'sem_author'=>$data->sem_author,
'sem_type'=>$data->sem_type, 'sem_edobj'=>$data->sem_edobj,
'sem_creationdate'=>$data->sem_creationdate,
'sem_modifications'=>$data->sem_modifications, 'sem_comuse'=>$data-
>sem_comuse, 'sem_msc1'=>$data->listofmsc[0], 'sem_msc2'=>$data-
>listofmsc[1], 'sem_msc3'=>$data->listofmsc[2]));
//*****
//END OF NEW CODE

//START OF NEW CODE
//*****
//When updating a resource-file (by actually editing it), we need to
```

```
update also the fields' values of group "Semantics".
//Therefore, firstly we retrieve, together with the resource record,
the appropriate record of "mdl_semantics" table.
//The connection between "mdl_resource" and "mdl_semantics" tables is
defined through "id" and "sem_id" respectively.
$myTableResourceID = $DB->get_record('semantics',
array('sem_id'=>$data->id));

//Afterwards, we update the record of "mdl_semantics" table, by
updating every separate value submitted.
//Notice that now we need not only the "sem_id" to match tables
"mdl_resource" and "mdl_semantics",
//but also the "id" of the record retrieved above.
$DB->update_record('semantics', array( 'id'=>$myTableResourceID->id,
'sem_id'=>$data->id , 'sem_author'=>$data->sem_author,
'sem_type'=>$data->sem_type, 'sem_edobj'=>$data->sem_edobj,
'sem_creationdate'=>$data->sem_creationdate,
'sem_modifications'=>$data->sem_modifications, 'sem_comuse'=>$data-
>sem_comuse, 'sem_msc1'=>$data->listofmsc[0], 'sem_msc2'=>$data-
>listofmsc[1], 'sem_msc3'=>$data->listofmsc[2]));
//*****
//END OF NEW CODE
```

#### Αρχείο «modedit.php»

```
//START OF NEW CODE
//*****
//This code is used in order to retrieve data from table
"mdl_semantics" when a user edits a resource-file.
//Firstly we retrieve the whole record, identified by its "sem_id".
$myNewResource = $DB->get_record('semantics', array('sem_id'=> $data-
>id));

//Afterwards we assign the separate values of the record to each data
field to be shown.
$data->sem_author = $myNewResource->sem_author;
$data->sem_type = $myNewResource->sem_type;
$data->sem_edobj = $myNewResource->sem_edobj;
$data->sem_creationdate = $myNewResource->sem_creationdate;
$data->sem_modifications = $myNewResource->sem_modifications;
```

```

$data->sem_comuse = $myNewResource->sem_comuse;
$data->listofmsc = array($myNewResource->sem_msc1, $myNewResource-
>sem_msc2, $myNewResource->sem_msc3);
//*****
//END OF NEW CODE

```

**Αρχείο «locallib.php»**

```

//START OF NEW CODE
//*****
//This section is used to display the values of "mdl_semantics" table
records, together with the values of "mdl_resource" table records,
//when a resource-file is added into the database.
//We added to the current function the required parameters (described
in file "moodle/mod/resource/view.php") and we display the appropriate
//values in the form of an html table, surrounded by a box.
echo $OUTPUT->box_start();
echo "<b> Metadata</b>" . "<br/>";
echo "<table border='0'><tr><td>"; echo "Author:</td><td>"; echo
$myprintresource->sem_author; echo "</td></tr>";
echo "<tr><td>"; echo "Educational objectives:</td><td>"; echo
$myprintresource->sem_edobj; echo "</td></tr>";
echo "<tr><td>"; echo "Date of creation:</td><td>"; echo date('d-m-Y',
$myprintresource->sem_creationdate); echo "</td></tr>";
echo "<tr><td>"; echo "Type:</td><td>"; echo $myprintresourcetype;
echo "</td></tr>";
echo "<tr><td>"; echo "Creative Commons:</td><td>"; echo "<a href=\"\"
. $myprinturi . \"\" . \"TARGET=\" . \"_blank\" . \">";
echo $myprintlabel; echo "</a></td></tr>";
echo "<tr><td>"; echo "Mathematics Subject Classification
2010:</td><td>";
echo "<a href=\"\" . $myPRmscURI . \"\" . \"TARGET=\" . \"_blank\" .
\">"; echo $myPRmsclabel; echo "</a>"; echo " - "; echo $myPRmscdesc;
echo "</td></tr></table>";
echo $OUTPUT->box_end();
//*****
//END OF NEW CODE

```

**Αρχείο «formslib.php»**

```
//START OF NEW CODE
//*****
//Adding the element "hierselect" in moodle.
MoodleQuickForm::registerElementType('hierselect',
"$CFG>libdir/form/hierselect.php", 'MoodleQuickForm_hierselect');
//*****
//END OF NEW CODE
```

**Αρχείο «view.php»**

```
//START OF NEW CODE
//*****
//First we need to retrieve the appropriate record from
"mdl_semantics" table.
//This is done by connecting "sem_id" with the id of the resource.
$myPR = $DB->get_record('semantics', array('sem_id'=> $resource-
>id));
//This part is used to display file's type as text, according to which
element user choosed from the drop-down list.
    switch ($myPR->sem_type) {
        case 0:
            $myPRtype="Text";
            break;
        case 1:
            $myPRtype="Audio";
            break;
        case 2:
            $myPRtype="Image";
            break;
        case 3:
            $myPRtype="Video";
            break;
        case 4:
            $myPRtype="Other";
            break;
    }
//This command is used in order to match the values selected from the
two radiobuttons-groups referring to creative commons,
//with the appropriate values of "mdl_creative_commons" table. Via
```



```
this matching, we get the appropriate record.
$myCC = $DB->get_record('creative_commons',
array('cc_modifications'=>$myPR->sem_modifications,
'cc_comuse'=>$myPR->sem_comuse));
//Then we retrieve the corresponding label and uri, in order to be
displayed.
$myPRlabel = $myCC->cc_label;
$myPRURI = $myCC->cc_uri;
//Furthermore, we retrieve the appropriate record of "mdl_msc"
table, by matching the values selected from the three drop-down lists
//referring to MSC2010, with its corresponding values.
$myPRmsc = $DB->get_record('msc',array('msc_id1'=>$myPR->sem_msc1,
'msc_id2'=>$myPR->sem_msc2, 'msc_id3'=>$myPR->sem_msc3));
//We get from this record its label, description and uri, in order to
be displayed.
$myPRmsclabel = $myPRmsc->msc_label;
$myPRmscdesc = $myPRmsc->msc_description;
$myPRmscURI = $myPRmsc->msc_uri;

//Finally, we edit the functions "resource_display_embed" and
"resource_display_frame", by adding into them, as parameters, the
values we need to display.
switch ($displaytype) {
    case RESOURCELIB_DISPLAY_EMBED:
        resource_display_embed($resource, $cm, $course, $file, $myPR,
$myPRtype, $myPRlabel, $myPRURI, $myPRmsclabel, $myPRmscdesc,
$myPRmscURI);
        break;
    case RESOURCELIB_DISPLAY_FRAME:
        resource_display_frame($resource, $cm, $course, $file, $myPR,
$myPRtype, $myPRlabel, $myPRURI, $myPRmsclabel, $myPRmscdesc,
$myPRmscURI);
        break;
    default:
        resource_print_workaround($resource, $cm, $course, $file);
        break;
}
//*****
//END OF NEW CODE
```

ΑΛΕΞΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ. Εγκατάσταση του Εργαλείου D2RQ

Στη συγκεκριμένη εργασία έγινε χρήση της έκδοσης 0.8.1 του εργαλείου D2RQ. Η εγκατάσταση του εργαλείου αυτού είναι πάρα πολύ απλή. Αποσυμπιέζουμε το φάκελο «d2rq-0.8.1» που βρίσκεται στο φάκελο «Installation files» μέσα στο cd που συνοδεύει την παρούσα εργασία, και τοποθετούμε τον αποσυμπιεσμένο φάκελο μέσα στον τοπικό δίσκο στον οποίο έχουμε εγκαταστήσει την πλατφόρμα Moodle. Μέσα στον κύριο κατάλογο του D2RQ τοποθετούμε ένα αντίγραφο του αρχείου «elm.n3» που βρίσκεται στο φάκελο «Code files» του cd της εργασίας. Ανοίγουμε το αντίγραφο και στις γραμμές περί username και password γράφουμε το όνομα χρήστη και τον κωδικό της βάσης δεδομένων μας. Αποθηκεύουμε τις αλλαγές και πλέον είμαστε έτοιμοι να τρέξουμε το εργαλείο D2RQ, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην ενότητα «Χρήση του D2RQ για τη Σημαιοδότηση και Διασύνδεση Μεταδεδομένων» του τρίτου κεφαλαίου. Ο κώδικας του αρχείου «elm.n3» παρατίθεται ακολούθως.

```
@prefix map: <file:/C:/D2R/elm.n3#> .
@prefix db: <> .
@prefix elm: <http://localhost/ns> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix d2rq: <http://www.wiwiss.fu-berlin.de/suhl/bizer/D2RQ/0.1#> .
@prefix jdbc: <http://d2rq.org/terms/jdbc/> .
@prefix d2r: <http://sites.wiwiss.fu-berlin.de/suhl/bizer/d2r-
server/config.rdf#> .

<> a d2r:Server;
    rdfs:label "E-learning Mathematics Server";
    d2r:baseURI <http://localhost:2020/>;
    d2r:port 2020;
    d2r:documentMetadata [
        rdfs:comment "This comment is custom document metadata";
    ];
    d2r:vocabularyIncludeInstances true;
    d2r:limitPerClassMap false;
    d2r:limitPerPropertyBridge false;
    .
```

```
map:database a d2rq:Database;
    d2rq:jdbcDriver "com.mysql.jdbc.Driver";
    d2rq:jdbcDSN "jdbc:mysql://localhost/moodle";
    d2rq:username ".....";
    d2rq:password ".....";
    jdbc:autoReconnect "true";
    jdbc:zeroDateTimeBehavior "convertToNull";
    .

# Table creative_commons
#####
map:creative_commons a d2rq:ClassMap;
    d2rq:dataStorage map:database;
    d2rq:uriPattern
"creative_commons/@@mdl_creative_commons.cc_id@";
    d2rq:class elm:creative_commons;
    d2rq:classDefinitionLabel "creative commons";
    .
map:cc_id a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:creative_commons;
    d2rq:property elm:creative_commons_id;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "creative commons id";
    d2rq:column "mdl_creative_commons.cc_id";
    d2rq:datatype xsd:int;
    .
map:cc_modifications a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:creative_commons;
    d2rq:property elm:creative_commons_modifications;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "creative commons modifications";
    d2rq:column "mdl_creative_commons.cc_modifications";
    d2rq:datatype xsd:int;
    .
map:cc_comuse a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:creative_commons;
    d2rq:property elm:creative_commons_commercial_use;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "creative commons commercial use";
    d2rq:column "mdl_creative_commons.cc_comuse";
    d2rq:datatype xsd:int;
    .
```

```
map:cc_label a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:creative_commons;
    d2rq:property elm:creative_commons_label;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "creative commons label";
    d2rq:column "mdl_creative_commons.cc_label";
    d2rq:datatype xsd:string;
.

map:cc_uri a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:creative_commons;
    d2rq:property elm:creative_commons_uri;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "creative commons uri";
    d2rq:uriColumn "mdl_creative_commons.cc_uri";
.

# Table msclass
#####
map:msclass a d2rq:ClassMap;
    d2rq:dataStorage map:database;
    d2rq:uriPattern "msclass/@@mdl_msclass.msc_id@";
    d2rq:class elm:msclass;
    d2rq:classDefinitionLabel "msclass";
.

map:msc_id a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:msclass;
    d2rq:property elm:msclass_id;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "msclass id";
    d2rq:column "mdl_msclass.msc_id";
    d2rq:datatype xsd:int;
.

map:msc_id1 a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:msclass;
    d2rq:property elm:msclass_id1;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "msclass id1";
    d2rq:column "mdl_msclass.msc_id1";
    d2rq:datatype xsd:int;
.

map:msc_id2 a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:msclass;
    d2rq:property elm:msclass_id2;
```

```
    d2rq:propertyDefinitionLabel "msclass id2";
    d2rq:column "mdl_msclass.msc_id2";
    d2rq:datatype xsd:int;
    .
map:msc_id3 a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:msclass;
    d2rq:property elm:msclass_id3;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "msclass id3";
    d2rq:column "mdl_msclass.msc_id3";
    d2rq:datatype xsd:int;
    .
map:msc_label a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:msclass;
    d2rq:property elm:msclass_label;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "msclass label";
    d2rq:column "mdl_msclass.msc_label";
    d2rq:datatype xsd:string;
    .
map:msc_description a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:msclass;
    d2rq:property elm:msclass_description;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "msclass description";
    d2rq:column "mdl_msclass.msc_description";
    d2rq:datatype xsd:string;
    .
map:msc_uri a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:msclass;
    d2rq:property elm:msclass_uri;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "msclass uri";
    d2rq:uriColumn "mdl_msclass.msc_uri";
    .

# Table course
#####
map:course a d2rq:ClassMap;
    d2rq:dataStorage map:database;
    d2rq:uriPattern "course/@@mdl_course.id@";
    d2rq:class elm:course;
    d2rq:classDefinitionLabel "course";
```

```
.
map:course_id a d2rq:PropertyBridge;
  d2rq:belongsToClassMap map:course;
  d2rq:property elm:course_id;
  d2rq:propertyDefinitionLabel "course id";
  d2rq:column "mdl_course.id";
  d2rq:datatype xsd:int;
.

map:course_fullname a d2rq:PropertyBridge;
  d2rq:belongsToClassMap map:course;
  d2rq:property elm:course_fullname;
  d2rq:propertyDefinitionLabel "course full name";
  d2rq:column "mdl_course.fullname";
  d2rq:datatype xsd:string;
.

map:course_shortcode a d2rq:PropertyBridge;
  d2rq:belongsToClassMap map:course;
  d2rq:property elm:course_shortcode;
  d2rq:propertyDefinitionLabel "course short name";
  d2rq:column "mdl_course.shortname";
  d2rq:datatype xsd:string;
.

# Table resource
#####
map:resource a d2rq:ClassMap;
  d2rq:dataStorage map:database;
  d2rq:uriPattern "resource/@@mdl_resource.id@";
  d2rq:class elm:resource;
  d2rq:classDefinitionLabel "resource";
.

map:resource_id a d2rq:PropertyBridge;
  d2rq:belongsToClassMap map:resource;
  d2rq:property elm:resource_id;
  d2rq:propertyDefinitionLabel "resource id";
  d2rq:column "mdl_resource.id";
  d2rq:datatype xsd:int;
.

map:resource_course a d2rq:PropertyBridge;
```

```
d2rq:belongsToClassMap map:resource;
d2rq:property elm:resource_course;
d2rq:propertyDefinitionLabel "resource course";
d2rq:refersToClassMap map:course;
d2rq:join "mdl_resource.course => mdl_course.id";
.
map:resource_name a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:resource;
d2rq:property elm:resource_name;
d2rq:propertyDefinitionLabel "resource name";
d2rq:column "mdl_resource.name";
d2rq:datatype xsd:string;
.
map:resource_intro a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:resource;
d2rq:property elm:resource_intro;
d2rq:propertyDefinitionLabel "resource intro";
d2rq:column "mdl_resource.intro";
d2rq:datatype xsd:string;
.
# Table semantics
#####
map:semantics a d2rq:ClassMap;
d2rq:dataStorage map:database;
d2rq:uriPattern "semantics/@@mdl_semantics.id@";
d2rq:class elm:semantics;
d2rq:classDefinitionLabel "semantics";
.
map:id a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:semantics;
d2rq:property elm:semantics_id;
d2rq:propertyDefinitionLabel "semantics id";
d2rq:column "mdl_semantics.id";
d2rq:datatype xsd:int;
.
map:sem_id a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:semantics;
d2rq:property elm:semantics_sem_id;
```



```
d2rq:propertyDefinitionLabel "semantics sem_id";
d2rq:refersToClassMap map:resource;
d2rq:join "mdl_semantics.sem_id => mdl_resource.id";
.
map:sem_author a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:semantics;
d2rq:property elm:semantics_author;
d2rq:propertyDefinitionLabel "semantics author";
d2rq:column "mdl_semantics.sem_author";
d2rq:datatype xsd:string;
.
map:sem_type a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:semantics;
d2rq:property elm:semantics_type;
d2rq:propertyDefinitionLabel "semantics type";
d2rq:column "mdl_semantics.sem_type";
d2rq:datatype xsd:int;
.
map:sem_edobj a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:semantics;
d2rq:property elm:semantics_edobj;
d2rq:propertyDefinitionLabel "semantics educational objectives";
d2rq:column "mdl_semantics.sem_edobj";
d2rq:datatype xsd:string;
.
map:sem_creative_commons a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:semantics;
d2rq:property elm:semantics_creative_commons;
d2rq:propertyDefinitionLabel "semantics creative commons";
d2rq:refersToClassMap map:creative_commons;
d2rq:join "mdl_semantics.sem_modifications =>
mdl_creative_commons.cc_modifications";
d2rq:join "mdl_semantics.sem_comuse =>
mdl_creative_commons.cc_comuse";
.
map:sem_msc a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:semantics;
d2rq:property elm:semantics_msclass;
d2rq:propertyDefinitionLabel "semantics msc2010 classification";
```

```
d2rq:refersToClassMap map:msclass;  
d2rq:join "mdl_semantics.sem_msc1 => mdl_msclass.msc_id1";  
d2rq:join "mdl_semantics.sem_msc2 => mdl_msclass.msc_id2";  
d2rq:join "mdl_semantics.sem_msc3 => mdl_msclass.msc_id3";  
.
```

ΑΛΕΞΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Bamidis, P.D., Kaldoudi E., Pattichis C. (2009). mEducator: A BEST PRACTICE NETWORK FOR REPURPOSING AND SHARING MEDICAL EDUCATIONAL MULTI-TYPE CONTENT. *In proceedings of PRO-VE 2009, Springer Verlag.*
- [2] Bingham, J., Davis, T., Moore, C. (1996). Emerging Technologies. In: *Distance Learning.*
- [3] Bratsas, C., Dimou, A., Ioannidis, L., Bamidis, P., Antoniou, I. (2012). Semantic CMS and Wikis as Platforms for Linked Learning. *World Wide Web Conference at Linked Learning 2012: 2<sup>nd</sup> International Workshop on Learning and Education with the Web of Data (LiLe2012)*, Lyon, France.
- [4] Britain, S., Liber, O. (1999). A Framework for Pedagogical Evaluation Of Virtual Learning Environments. University of Wales – Bangor: JTAP, JISC Technology Applications.
- [5] Brusilovsky, P., Miller, P. (2001). Course Delivery Systems for the Virtual University. In: *Access to Knowledge: New Information Technologies and the Emergence of the Virtual University*, by Tschang, T. and Della Senta, T. (eds.), Elsevier Science, pp. 167-206.
- [6] Dimou, A. (2012). Scientific Knowledge Exploration using Linked Data. *Master Thesis at Postgraduate Studies in «Web Science»*, Dept. of Mathematics, Aristotle University of Thessaloniki.
- [7] Lange, C., Lion, P., Dimou, A., Bratsas, C., Sperber, W., Kohlhase, M., Antoniou, I. (2012). Getting Mathematics Towards the Web of Data: the Case of the Mathematics Subject Classification. In: *The Semantic Web: Research and Applications*, Springer Berlin/Heidelberg, pp. 763-777.
- [8] Lange, C., Lion, P., Dimou, A., Bratsas, C., Sperber, W., Kohlhase, M., Antoniou, I. (2012). Reimplementing the Mathematical Subject Classification (MSC) as a Linked Open Dataset. In: *Intelligent Computer Mathematics*, Springer Berlin/Heidelberg, pp. 458-462.
- [9] Αυγερίου, Π., Παπασαλούρος, Α., Ρετάλης Σ., Ψαρομηλίγκος, Ι. (2005). Συστήματα διαχείρισης της μάθησης. Στο: *Οι προηγμένες τεχνολογίες διαδικτύου στην υπηρεσία της μάθησης*, Ρετάλης, Σ. (επιμ.), Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη, σελ. 131-154.
- [10] Κωνσταντινίδης, Σ.Θ., Λάκκα, Χ., Μπράτσας, Χ., Παππάς, Κ., Μπαμίδης, Π.Δ. (2011). Σημαιολογική περιγραφή ψηφιακών εκπαιδευτικών αντικειμένων σε

- ηλεκτρονικό περιβάλλον εκπαίδευσης. *Εισήγηση στο 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*, Πάτρα.
- [11] Λιοναράκης, Α. (2001). Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Προβληματισμοί για μία ποιοτική προσέγγιση σχεδιασμού διδακτικού υλικού. Στο: *Απόψεις και Προβληματισμοί για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση*, Λιοναράκης, Α. (επιμ.), Αθήνα: Εκδόσεις Προπομπός.
- [12] Ματθαίου, Δ., Μουζάκης, Χ., Ρουσάκης, Ι. (2001α). Η Αξιοποίηση των Νέων Τεχνολογιών Επικοινωνίας στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση: Εφαρμογές της Εκπαιδευτικής Τηλεδιάσκεψης στις Μεταπτυχιακές Σπουδές και την Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών. *Εισήγηση στο 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο στην Ανοικτή και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση-ΕΑΠ*, Πάτρα.
- [13] Σολομωνίδου, Χ. (2006). *Νέες Τάσεις στην Εκπαιδευτική Τεχνολογία. Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης*. Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο.
- [14] Εφαρμογή του Moodle από το MIT στο πρόγραμμα «Scheller Teacher Education Program», διαθέσιμη online: <http://moodle.mitstep.org/>, τελευταία προσπέλαση την 12<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [15] Εφαρμογή του Moodle από το μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών με τίτλο «Διαχείριση περιβάλλοντος και υδάτινων πόρων», του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, διαθέσιμη online: <http://www.water-msc.org/e-learning/index.php>, τελευταία προσπέλαση την 12<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [16] Εφαρμογή του Moodle από το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, διαθέσιμη online: <http://ecourse.uoi.gr/>, τελευταία προσπέλαση την 12<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [17] Εφαρμογή του Moodle από το ΠΣΔ για την παροχή υπηρεσιών τηλεεκπαίδευσης, διαθέσιμη online: <http://e-learning.sch.gr/>, τελευταία προσπέλαση την 12<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [18] Εφαρμογή του Moodle από το ΤΕΙ Καβάλας, διαθέσιμη online: <http://axis.teikav.edu.gr/moodle/course/view.php?id=54>, τελευταία προσπέλαση την 12<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [19] Η Άδεια Χρήσης GNU General Public License, διαθέσιμη online: <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>, τελευταία προσπέλαση την 11<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [20] Η Βασική Δομή του Moodle, διαθέσιμη online: [http://docs.moodle.org/24/en/Moodle site - basic structure](http://docs.moodle.org/24/en/Moodle_site_-_basic_structure), τελευταία προσπέλαση την 12<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.

- [21] Η Γλώσσα Αντιστοίχισης D2RQ (D2RQ Mapping Language), διαθέσιμη online: <http://d2rq.org/d2rq-language>, τελευταία προσπέλαση την 16<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [22] Η Επιτροπή AICC (Aviation Industry Computer-Based Training Committee), διαθέσιμη online: <http://www.aicc.org>, τελευταία προσπέλαση την 11<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [23] Η Επιτροπή IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC), διαθέσιμη online: <http://www.ieeeltsc.org:8080/Plone>, τελευταία προσπέλαση την 11<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [24] Η Κοινότητα Χρηστών του Moodle, διαθέσιμη online: <https://moodle.org/community/>, τελευταία προσπέλαση την 12<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [25] Η Μαθηματική Ταξινόμια Mathematics Subject Classification (MSC 2010), διαθέσιμη online: <http://www.ams.org/mathscinet/msc/msc2010.html>, τελευταία προσπέλαση την 15<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [26] Η Πλατφόρμα D2RQ, διαθέσιμη online: <http://d2rq.org/>, τελευταία προσπέλαση την 16<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [27] Η Πλατφόρμα Ψηφιακής Μάθησης Blackboard, διαθέσιμη online: <http://www.blackboard.com>, τελευταία προσπέλαση την 9<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [28] Η Πλατφόρμα Ψηφιακής Μάθησης Desire2Learn, διαθέσιμη online: <http://www.desire2learn.com/>, τελευταία προσπέλαση την 9<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [29] Η Πλατφόρμα Ψηφιακής Μάθησης Drupal, διαθέσιμη online: <http://www.drupal.org/>, τελευταία προσπέλαση την 9<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [30] Η Πλατφόρμα Ψηφιακής Μάθησης E-class, διαθέσιμη online: <http://www.eclass.net/>, τελευταία προσπέλαση την 9<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [31] Η Πλατφόρμα Ψηφιακής Μάθησης ILIAS, διαθέσιμη online: <http://www.ilias.de/>, τελευταία προσπέλαση την 9<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [32] Η Πλατφόρμα Ψηφιακής Μάθησης Joomla, διαθέσιμη online: <http://www.joomla.org/>, τελευταία προσπέλαση την 9<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [33] Η Πλατφόρμα Ψηφιακής Μάθησης LearningStudio, διαθέσιμη online: <http://www.pearsonlearningsolutions.com/pearson-learning-studio/>, τελευταία προσπέλαση την 9<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [34] Η Πλατφόρμα Ψηφιακής Μάθησης Moodle, διαθέσιμη online: <http://moodle.org/>, τελευταία προσπέλαση την 9<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [35] Η Πλατφόρμα Ψηφιακής Μάθησης PostNuke, διαθέσιμη online: <http://www.postnuke.com/>, τελευταία προσπέλαση την 9<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [36] Η Πρωτοβουλία ADL (Advanced Distributed Learning), διαθέσιμη online:

- <http://www.adlnet.org/>, τελευταία προσπέλαση την 11<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [37] Η Σύμπραξη IMS Global Learning Consortium, διαθέσιμη online: <http://www.imsproject.org/>, τελευταία προσπέλαση την 11<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [38] Κώδικας υλοποίησης πεδίου τύπου «hierarchyselect» στο Moodle, διαθέσιμος online: <http://tracker.moodle.org/browse/MDL-20589>, τελευταία προσπέλαση την 15<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [39] Ο Εξυπηρετητής D2R (D2R Server), διαθέσιμος online: <http://d2rq.org/d2r-server>, τελευταία προσπέλαση την 16<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [40] Ο Οργανισμός Creative Commons, διαθέσιμος online: <http://creativecommons.org/>, τελευταία προσπέλαση την 15<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [41] Πλατφόρμες Ψηφιακής Μάθησης – Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης, online διαθέσιμο άρθρο: <http://reviews.in.gr/greece/elearning/article/?aid=1231105224>, τελευταία προσπέλαση την 9<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [42] Σημαιολογική Μετατροπή της Μαθηματικής Ταξινόμησης MSC 2010, διαθέσιμη online: <http://msc2010.org/mscwork/>, τελευταία προσπέλαση την 15<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [43] Στατιστικά στοιχεία της πλατφόρμας Moodle, διαθέσιμα online: <https://moodle.org/stats/>, τελευταία προσπέλαση την 12<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [44] Το Απλό Σύστημα Οργάνωσης Γνώσης (Simple Knowledge Organization System – SKOS), διαθέσιμο online: <http://www.w3.org/2004/02/skos/>, τελευταία προσπέλαση την 16<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [45] Το Δίκτυο Καλής Πρακτικής του έργου mEducator, διαθέσιμο online: <http://projects.kmi.open.ac.uk/meducator/>, τελευταία προσπέλαση την 13<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [46] Το Έργο mEducator, διαθέσιμο online: <http://www.meducator.net/>, τελευταία προσπέλαση την 13<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.
- [47] Το Σύννεφο Διασυνδεδεμένων Ανοιχτών Δεδομένων (The Linking Open Data cloud diagram) <http://richard.cyganiak.de/2007/10/lod/>, τελευταία προσπέλαση την 15<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2012.