



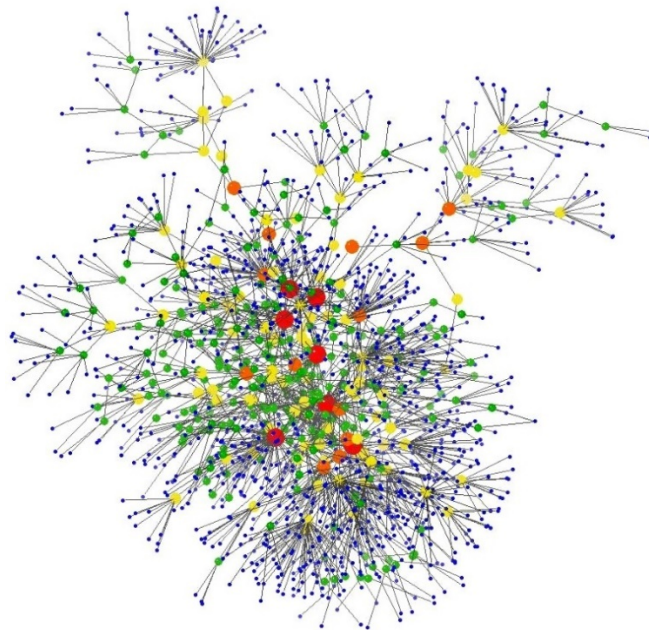
**Τμήμα  
Μηχανικών  
Πληροφορικής τ.ε.**

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα  
Δυτικής Ελλάδας

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

με τίτλο

**“Η εξέλιξη των οντολογιών στον κλάδο του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας”**



**Ιακωβάκης Ανδρέας**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΕΡΕΜΕΤΗ ΛΑΜΠΡΙΝΗ**

**ΑΝΤΙΠΡΙΟ 2019**

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αντίρριο, Σεπτέμβριος 2019

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

**Κούγιας Ιωάννης**

**Ασαρίδης Ηλίας**

**Σερεμέτη Λαμπρινή**

*Υπογραφή*

*Υπογραφή*

*Υπογραφή*

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα της πτυχιακής μου εργασίας κα Σερεμέτη Λαμπρινή που με εμπιστεύθηκε με την ανάθεση αυτού του πολύ ενδιαφέροντος θέματος και με καθοδήγησε με υπομονή καθ' όλη τη διάρκεια της πραγματοποίησης αυτής της πτυχιακής εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω επίσης στην οικογένειά μου, οι οποίοι με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου με κάθε τρόπο.



## Περίληψη

Στη σημερινή εποχή, λόγω του τεράστιου όγκου πληροφοριών καθώς και των διαφορετικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή εννοιών, έχει αναπτυχθεί ο κλάδος των οντολογιών, ο οποίος σχετίζεται με την αναπαράσταση και τη διαχείριση της γνώσης. Οι οντολογίες συνδέονται άμεσα με το Σημασιολογικό Ιστό και λειτουργούν ως υπόβαθρο για την υλοποίηση εφαρμογών του Ιστού.

Η εργασία αυτή εστιάζει στην χρήση των οντολογιών στον τομέα της εκπαίδευσης και ιδίως στην ανώτερη και ανώτατη εκπαίδευση, οι οποίες πάντα σχετίζονται με τη χρήση καινοτόμων τεχνολογιών. Η διδασκαλία και η έρευνα δύναται να αναβαθμιστούν με τη χρήση των μοντέλων των οντολογιών, χάριν στη επιτυχή διαχείριση και αξιοποίηση των πληροφοριών των εκπαιδευτικών οργανισμών. Επιπλέον, η χρήση των οντολογιών μπορεί να συμβάλει και στην καλύτερη οργάνωση στο εσωτερικό των εκπαιδευτικών οργανισμών, με την καλύτερη οργάνωση του ανθρώπινου δυναμικού και των καθηκόντων τους.

Όσον αφορά τη δομή της εργασίας, αρχικά γίνεται η παρουσίαση της έννοιας των οντολογιών, δηλαδή η ιστορική αναδρομή τους, ο σκοπός ανάπτυξής τους και τα βασικά τους χαρακτηριστικά. Στη συνέχεια αναλύεται ο Σημασιολογικός Ιστός, ο οποίος είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με τις οντολογίες και μελετώνται τα πιθανά οφέλη που μπορούν να προκύψουν από την αξιοποίησή τους σε διάφορους τομείς. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον τομέα της εκπαίδευσης, ο οποίος αποτελεί και την κεντρική ιδέα της παρούσας εργασίας. Ακόμη, μελετώνται οι γλώσσες αναπαράστασης οντολογιών καθώς και τα εργαλεία με τα οποία γίνεται η αναπαράσταση και η επεξεργασία των δημιουργούμενων μοντέλων. Στη συνέχεια, αναλύεται η έννοια της διαλειτουργικότητας, η οποία υποστηρίζει την ύπαρξη κοινού υπόβαθρου για τη συμβατότητα και την επικοινωνία διαφορετικών συστημάτων. Τέλος, με βάση το σεμινάριο του Tanu Shri Sahu γίνεται η παρουσίαση της εξέλιξης των οντολογιών.

Ύστερα από τη θεωρητική παρουσίαση των εννοιών που αναφέρθηκαν, ακολουθεί η υλοποίηση ενός παραδείγματος οντολογίας στον κλάδο του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, η οποία πραγματοποιείται στο λογισμικό Protégé και αναδεικνύεται η χρήση των οντολογιών. Στο τέλος της εργασίας παρουσιάζονται ορισμένες προοπτικές οι οποίες πηγάζουν από τη συγκεκριμένη εργασία και μπορούν να αποτελέσουν βάση για μελλοντική δουλειά

**Λέξεις κλειδιά:** οντολογία, ανώτερη εκπαίδευση, ανώτατη εκπαίδευση, μάθηση, εξέλιξη, διαλειτουργικότητα, Protégé



# Πίνακας Περιεχομένων

<b>Κεφάλαιο 1ο</b> .....	<b>1</b>
<b>Η έννοια της οντολογίας</b> .....	<b>1</b>
1.1 Ορισμός Οντολογίας.....	1
1.2 Βασικά Συστατικά Οντολογίας .....	2
1.3 Κατηγοριοποίηση Οντολογιών.....	3
1.4 Κατασκευή Οντολογίας.....	4
1.5 Σκοπός Οντολογίας .....	4
<b>Κεφάλαιο 2ο</b> .....	<b>7</b>
<b>Σημασιολογικός Ιστός</b> .....	<b>7</b>
<b>και</b> .....	<b>7</b>
<b>Γλώσσες αναπαράστασης οντολογιών</b> .....	<b>7</b>
2.1 Εισαγωγή .....	7
2.2 Σκοπός του Σημασιολογικού Ιστού.....	7
2.3 Προκλήσεις στον Σημασιολογικό Ιστό .....	9
2.4 Δομή Σημασιολογικού Ιστού.....	10
2.6 Γλώσσες περιγραφής οντολογιών .....	12
2.6.1 XML .....	13
2.6.2 RDF .....	14
2.6.3 Γλώσσα Οντολογίας Ιστού (OWL) .....	14
2.6.4 SPARQL.....	16
2.7 Λογική και Απόδειξη.....	17
2.8 Εμπιστοσύνη.....	17
2.9 Επεξεργαστές Οντολογιών .....	18
<b>Κεφάλαιο 3ο</b> .....	<b>19</b>
<b>Εφαρμογές Οντολογιών</b> .....	<b>19</b>

<b>και .....</b>	<b>19</b>
<b>Σημασιολογικού Ιστού .....</b>	<b>19</b>
3.1 Εισαγωγή .....	19
3.2 Ηλεκτρονικό Επιχειρίν .....	19
3.3 Ηλεκτρονική Υγεία.....	22
3.4 Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση .....	23
3.5 Σημασιολογικό Πλέγμα (Semantic Grid) .....	25
3.6 Ηλεκτρονική Εκπαίδευση.....	26
3.6.1 Διαχείριση Γνώσης .....	27
3.6.2 Ψηφιακές Βιβλιοθήκες .....	27
3.6.3 Εικονικές Κοινότητες και Οργανισμοί.....	29
3.6.4 Ηλεκτρονική Μάθηση (e-learning) .....	30
3.6.5 Τηλεκπαίδευση .....	33
<b>Κεφάλαιο 4ο .....</b>	<b>35</b>
<b>Διαλειτουργικότητα.....</b>	<b>35</b>
<b>και .....</b>	<b>35</b>
<b>Εξέλιξη των Οντολογιών.....</b>	<b>35</b>
4.1 Εισαγωγή .....	35
4.2 Διαλειτουργικότητα.....	35
4.2.1 Ορισμός Διαλειτουργικότητας .....	35
4.2.2 Πεδία Εφαρμογής Διαλειτουργικότητας .....	37
4.2.3 Επίπεδα Διαλειτουργικότητας .....	39
4.2.4 Παραδείγματα Διαλειτουργικότητας.....	43
4.3 Διαλειτουργικότητα στην Εκπαίδευση.....	44
4.4 Εξέλιξη των Οντολογιών.....	46
4.4.1 Ορισμός και Κατηγοριοποίηση .....	46
4.4.2 Εργαλεία Εξέλιξης Οντολογιών .....	48



4.4.3 Μελλοντικά ζητήματα .....	49
<b>Κεφάλαιο 5ο .....</b>	<b>51</b>
<b>Υλοποίηση Οντολογίας στο Λογισμικό Protégé .....</b>	<b>51</b>
5.1 Εισαγωγή .....	51
5.2 Ανάπτυξη Οντολογίας στο λογισμικό Protégé .....	51
5.2.1 Κλάσεις (classes) .....	51
5.2.2 Ιδιότητες Αντικειμένων (Object Properties).....	55
5.2.3 Ιδιότητες Δεδομένων (Data Properties).....	56
5.2.4 Στιγμιότυπα (Individuals).....	59
5.3 Παρουσίαση Οντολογίας TEIWestOntology .....	60
5.3.1 Η κλάση “Άτομα” .....	60
5.3.2 Η κλάση “Ερευνητικά Εργαστήρια” .....	63
5.3.3 Η Κλάση “Κύκλοι μαθημάτων” .....	64
5.3.4 Η κλάση Σχολές.....	67
5.3.5 Ιδιότητες Αντικειμένων Οντολογίας TEIWestOntology .....	71
5.3.6 Ιδιότητες Δεδομένων Οντολογίας TEIWestOntology .....	76
5.3.7 Στιγμιότυπα Οντολογίας TEIWestOntology .....	80
5.4 Αναπαράσταση Οντολογίας μέσω OntoGraf .....	86
<b>Κεφάλαιο 6ο .....</b>	<b>87</b>
<b>Συμπεράσματα – Προοπτικές .....</b>	<b>87</b>



## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1.1: Ταξινόμια και οντολογία.....	2
Εικόνα 2.1: Διαχείριση και ερμηνεία πληροφορίας από τον άνθρωπο μέσω του Παγκόσμιου Ιστού.....	8
Εικόνα 2.2: Διαχείριση και ερμηνεία πληροφορίας από τον Η/Υ μέσω του Σημασιολογικού Ιστού.....	8
Εικόνα 2.3: Στοίβα σημασιολογικού διαδικτύου.....	11
Εικόνα 2.4: Αναπαράσταση της δομής ενός XML εγγράφου ως δένδρο.....	13
Εικόνα 2.5: Εννοιολογικό μοντέλο Λογικής (Logic) και Απόδειξης (Proof).....	17
Εικόνα 2.6: Επεξεργαστής Protégé.....	18
Εικόνα 3.1: Μοντέλο στρατηγικής ηλεκτρονικού επιχειρείν.....	21
Εικόνα 3.2: Επίπεδα Ωριμότητας Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης.....	25
Εικόνα 3.3: Σημασιολογική ψηφιακή βιβλιοθήκη.....	29
Εικόνα 4.1: Η έννοια της διαλειτουργικότητας.....	36
Εικόνα 4.2: Η διαλειτουργικότητα στην Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση.....	36
Εικόνα 4.3: Παράγοντες εξασφάλισης διαλειτουργικότητας.....	37
Εικόνα 4.4: Επίπεδα διαλειτουργικότητας.....	43
Εικόνα 4.5: Ο κύκλος ζωής της εξέλιξης μιας οντολογίας.....	47
Εικόνα 5.1: Δημιουργία κλάσεων και υποκλάσεων μέσω του Tab “Add a subclass”.....	52
Εικόνα 5.2: Εναλλακτική δημιουργία κλάσεων και υποκλάσεων.....	52
Εικόνα 5.3: Επιλογή “disjoint” για το διαχωρισμό των κλάσεων.....	53
Εικόνα 5.4: Διαχωρισμός κλάσεων μέσω της επιλογής disjoint.....	53
Εικόνα 5.5: Πλήρης ανάπτυξη κλάσεων και υποκλάσεων οντολογίας TEIWestOntology.....	54
Εικόνα 5.6: Εισαγωγή ιδιότητας αντικειμένου και επιλογή τιμών για τα πεδία “Domain” και “Range”.....	55

Εικόνα 5.7: Ιδιότητες αντικειμένων στο λογισμικό Protégé.....	56
Εικόνα 5.8: Εισαγωγή ιδιοτήτων αντικειμένων και επιλογή των πεδίων “Domain” και “Range”.....	57
Εικόνα 5.9: Επιλογή κλάσεων για το πεδίο “Domain” και επιλογή τύπου δεδομένων για το πεδίο “Range”.....	57
Εικόνα 5.10: Ιδιότητες δεδομένων στο λογισμικό Protégé.....	58
Εικόνα 5.11: Εισαγωγή στιγμιότυπου και επιλογή κλάσης στην οποία ανήκει.....	59
Εικόνα 5.12: Συμπλήρωση ιδιοτήτων αντικειμένων και δεδομένων ενός στιγμιότυπου.....	60
Εικόνα 5.13: Περιγραφή υποκλάσης “Φοιτητές”.....	61
Εικόνα 5.14: Πληροφορίες υποκλάσης “Φοιτητές” στην καρτέλα “Usage”.....	61
Εικόνα 5.15: Περιγραφή υποκλάσης “Εκπαιδευτικό Προσωπικό”.....	62
Εικόνα 5.16: Πληροφορίες υποκλάσης “Εκπαιδευτικό Προσωπικό” στην καρτέλα “Usage”.....	62
Εικόνα 5.17: Περιγραφή υποκλάσης “Διοικητικό Προσωπικό”.....	63
Εικόνα 5.18: Πληροφορίες υποκλάσης “Διοικητικό Προσωπικό” στην καρτέλα “Usage”.....	63
Εικόνα 5.19: Περιγραφή κλάσης “Ερευνητικά Εργαστήρια”.....	64
Εικόνα 5.20: Πληροφορίες κλάσης “Ερευνητικά Εργαστήρια” στην καρτέλα “Usage”.....	64
Εικόνα 5.21: Περιγραφή κλάσης “Κύκλοι μαθημάτων”.....	65
Εικόνα 5.22: Πληροφορίες κλάσης “Κύκλοι μαθημάτων” στην καρτέλα “Usage”.....	65
Εικόνα 5.23: Περιγραφή υποκλάσης “Προπτυχιακά μαθήματα”.....	66
Εικόνα 5.24: Πληροφορίες υποκλάσης “Προπτυχιακά μαθήματα” στην καρτέλα “Usage”.....	66
Εικόνα 5.25: Περιγραφή υποκλάσης “Μεταπτυχιακά μαθήματα”.....	66
Εικόνα 5.26: Πληροφορίες υποκλάσης “Μεταπτυχιακά μαθήματα” στην καρτέλα “Usage”.....	67

Εικόνα 5.27: Περιγραφή κλάσης “Σχολές”.....	67
Εικόνα 5.28: Πληροφορίες κλάσης “Σχολές” στην καρτέλα “Usage”.....	68
Εικόνα 5.29: Περιγραφή υποκλάσης “Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας”.....	68
Εικόνα 5.30: Πληροφορίες υποκλάσης “Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας” στην καρτέλα “Usage”.....	69
Εικόνα 5.31: Περιγραφή υποκλάσης “Σχολή Επαγγελματών Υγείας και Πρόνοιας.....	69
Εικόνα 5.32: Πληροφορίες υποκλάσης “Σχολή Επαγγελματών Υγείας και Πρόνοιας” στην καρτέλα “Usage”.....	69
Εικόνα 5.33: Περιγραφή υποκλάσης “Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής”.....	70
Εικόνα 5.34: Πληροφορίες υποκλάσης “ Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής ” στην καρτέλα “Usage”.....	70
Εικόνα 5.35: Περιγραφή υποκλάσης “Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών”.....	70
Εικόνα 5.36: Πληροφορίες υποκλάσης “ Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών ” στην καρτέλα “Usage”.....	71
Εικόνα 5.37: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “φοιτάει”.....	71
Εικόνα 5.38: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “αποτελείται”.....	72
Εικόνα 5.39: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “διδάσκει”.....	72
Εικόνα 5.40: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “διδάσκεται”.....	73
Εικόνα 5.41: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “διοικεί”.....	73
Εικόνα 5.42: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “διοικείται”.....	74
Εικόνα 5.43: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “κάνει πειράματα”.....	74
Εικόνα 5.44: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “γίνονται πειράματα”.....	75
Εικόνα 5.45: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “παρακολουθεί”.....	75
Εικόνα 5.46: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “παρακολουθείται”.....	76
Εικόνα 5.47: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Όνοματεπώνυμο”.....	76
Εικόνα 5.48: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Αριθμός Μητρώου”.....	77

Εικόνα 5.49: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Έτος Εισαγωγής”.....	77
Εικόνα 5.50: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Βαθμίδα εκπαιδευτικού προσωπικού”.....	78
Εικόνα 5.51: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Βαθμίδα διοικητικού προσωπικού”.....	78
Εικόνα 5.52: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Τίτλος μαθήματος”.....	79
Εικόνα 5.53: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Επίπεδο μαθήματος”.....	79
Εικόνα 5.54: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Τίτλος Εργαστηρίου”.....	80
Εικόνα 5.55: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Τίτλος Τμήματος Σχολής”.....	80
Εικόνα 5.56: Παρουσίαση δέκα στιγμιότυπων της οντολογίας TEIWestOntology.....	81
Εικόνα 5.57: Περιγραφή στιγμιότυπου “Φοιτητής01”.....	81
Εικόνα 5.58: Περιγραφή στιγμιότυπου “Φοιτητής02”.....	82
Εικόνα 5.59: Περιγραφή στιγμιότυπου “Εκπαιδευτικός01”.....	82
Εικόνα 5.60: Περιγραφή στιγμιότυπου “Εκπαιδευτικός02”.....	83
Εικόνα 5.61: Περιγραφή στιγμιότυπου “Διοικητικός03”.....	83
Εικόνα 5.62: Περιγραφή στιγμιότυπου “Τμήμα Σχολής Επ. Υγείας και Πρόνοιας”.....	84
Εικόνα 5.63: Περιγραφή στιγμιότυπου “Εργαστήριο12”.....	84
Εικόνα 5.64: Περιγραφή στιγμιότυπου “Π_ELE01”.....	85
Εικόνα 5.65: Περιγραφή στιγμιότυπου “Π_CIED22”.....	85
Εικόνα 5.66: Περιγραφή στιγμιότυπου “M_NURS05”.....	86
Εικόνα 5.67: Αναπαράσταση οντολογίας TEIWestOntology στο Ontograf.....	86

## Λίστα Πινάκων

Πίνακας 3.1: Διαφορές μεταξύ παραδοσιακής εκπαίδευσης και ηλεκτρονικής μάθησης.....	32
Πίνακας 4.1: Επεξεργαστές οντολογιών.....	48
Πίνακας 5.1: Κλάσεις και υποκλάσεις οντολογίας TEIWestOntology.....	54
Πίνακας 5.2: Ιδιότητες αντικειμένου οντολογίας TEIWestOntology.....	55
Πίνακας 5.3: Ιδιότητες δεδομένων οντολογίας TEIWestOntology.....	58





# Κεφάλαιο 1ο

## Η έννοια της οντολογίας

### 1.1 Ορισμός Οντολογίας

Ο όρος Οντολογία εμφανίζεται από τα αρχαία χρόνια. Αρχικά, επινοήθηκε από τους φιλοσόφους, κυρίως της Πλατωνικής σχολής (Σερέτη, 2015). Σαν κλάδος της μεταφυσικής, είχε ως προεξέχων αντικείμενο έρευνας το “τι πραγματικά υπάρχει”. Συνεπώς, μελετούσε τα όντα, τις κατηγορίες που αυτά ανήκαν και τις σχέσεις μεταξύ τους.

Στη διεθνή βιβλιογραφία είναι δυνατό να εντοπιστούν πάρα πολλοί ορισμοί για το τι είναι η οντολογία. Ένας ορισμός της, που προσεγγίζει τη φιλοσοφική πλευρά του όρου, ορίζει την οντολογία ως την επιστήμη που μελετά την ύπαρξη, τη φύση και τις σχέσεις των όντων. Επιπρόσθετα, ένας από τους ορισμούς που χρησιμοποιείται ευρύτατα από τους περισσότερους ερευνητές, είναι αυτός που προτείνεται από τον Gruber (1993): «Μια οντολογία είναι ένας τυπικός ορισμός μιας εννοιολογικής αναπαράστασης (An ontology is an explicit specification of a conceptualization)».

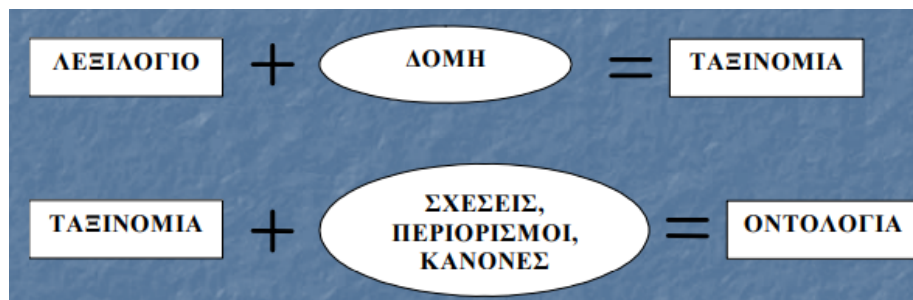
Λίγο αργότερα (1997) ο Boorst τροποποιώντας ελαφρώς τον ορισμό του Gruber, έγραψε ότι η οντολογία είναι τυπική και σαφής περιγραφή μιας κοινά αποδεκτής εννοιολογικής αναπαράστασης μέρος του κόσμου μας (an ontology is a formal, explicit specification of a shared conceptualization).

Ο όρος τυπική (formal) αναφέρεται στο ότι η οντολογία θα πρέπει να είναι μηχανικά αναγνώσιμη, να διαβάζεται από ένα υπολογιστικό σύστημα. Ο όρος σαφής ή κατηγορηματική (explicit) περιγραφή σημαίνει ότι το είδος των εννοιών που χρησιμοποιούνται και οι περιορισμοί που αφορούν την χρήση αυτών των 11 εννοιών είναι προσδιορισμένα με σαφήνεια. Ο όρος κοινά αποδεκτή (shared) αναφέρεται στο ότι η οντολογία πρέπει να αποτυπώνει γνώση κοινής αποδοχής στα πλαίσια μιας κοινότητας. Ο όρος εννοιολογική αναπαράσταση (conceptualization) αναφέρεται στα αντικείμενα, τις ιδέες και άλλες οντότητες που συνάγεται ότι υπάρχουν σε κάποια περιοχή ενδιαφέροντος και στις μεταξύ τους σχέσεις.

Ο Fensel (2001), επιχειρώντας να αναλύσει αυτόν το σύνθετο εννοιολογικά ορισμό, αναγνωρίζει τις τέσσερις βασικές έννοιες που εμπλέκονται: ένα αφηρημένο μοντέλο ενός φαινομένου που ορίζεται ως «εννοιολογική αναπαράσταση», μια ακριβής, μαθηματικά, περιγραφή που υποδηλώνει ο όρος «τυπικός», η ακρίβεια των εννοιών και των εμφανώς ορισμένων σχέσεών τους, που εκφράζονται με τον όρο «σαφής» και η ύπαρξη μιας συμφωνίας

μεταξύ εκείνων που χρησιμοποιούν τις οντολογίες, που υποδηλώνεται με τον όρο «διαμοιρασμένη».

Όσον αφορά την επιστήμη υπολογιστών έχει δοθεί ένας σαφώς πιο συγκεκριμένος ορισμός. Εδώ, η οντολογία αποτελεί μία συστηματική διάταξη όλων των σημαντικών κατηγοριών των αντικειμένων που ανήκουν σε ένα πεδίο έρευνας όπου παράλληλα καταδεικνύονται και οι σχέσεις μεταξύ τους. Σύμφωνα με έναν πιο πρόσφατο ορισμό της έννοιας οντολογίας, επίσης από τον Gruber (2008), στα πλαίσια της επιστήμης των υπολογιστών και της πληροφορικής, μια οντολογία καθορίζει ένα σύνολο από αρχέτυπα αναπαράστασης (representational primitives) τα οποία χρησιμοποιούνται για την δημιουργία μοντέλων κάποιου πεδίου γνώσης ή ενδιαφέροντος.



Εικόνα 1.1: Ταξινόμια και οντολογία (Γαϊτάνου, Γεργατσούλης, 2006)

## 1.2 Βασικά Συστατικά Οντολογίας

Η γνώση στις οντολογίες μοντελοποιείται χρησιμοποιώντας κυρίως πέντε κατηγορίες συστατικών (Γεργατσούλης, Παπαθεοδώρου, 2010) :

- **Κλάσεις (classes):** Πρόκειται για έννοιες που σχετίζονται με ένα πεδίο ή κάποιες εργασίες, οι οποίες είναι συνήθως οργανωμένες σε κάποιο ταξινομικό σύστημα. Για παράδειγμα, σε μια οντολογία που αφορά το πανεπιστήμιο: ο 'φοιτητής' και ο 'καθηγητής' αποτελούν δύο κλάσεις.
- **Σχέσεις (relations):** Οι σχέσεις είναι ένας τύπος αλληλεπίδρασης μεταξύ εννοιών ενός πεδίου (π.χ. subclass-of, is-a).
- **Συναρτήσεις (functions):** Μια ειδική περίπτωση σχέσης στην οποία το ν-οστό στοιχείο της σχέσης προσδιορίζεται μοναδικά από τα ν-1 προηγούμενα στοιχεία. Για παράδειγμα, η τιμή μεταχειρισμένου αυτοκινήτου μπορεί να προσδιορίζεται σαν συνάρτηση της αρχικής τιμής του καινούριου αυτοκινήτου, του μοντέλου του

αυτοκινήτου, των χαρακτηριστικών του αυτοκινήτου και των χιλιομέτρων που έχει διανύσει.

- **Αξιώματα (axioms):** Αναπαριστούν προτάσεις που είναι πάντα αληθείς. Παράδειγμα: αν ο Φ είναι δευτεροετής φοιτητής τότε μπορεί να εγγραφεί στο επιλεγόμενο μάθημα Μ.
- **Στιγμιότυπα (instances):** Αναπαριστούν συγκεκριμένα στοιχεία. Παράδειγμα: ο φοιτητής με το όνομα ‘Νίκος’ είναι ένα στιγμιότυπο της κλάσης ‘φοιτητής’.

### 1.3 Κατηγοριοποίηση Οντολογιών

Οι οντολογίες μπορούν να ταξινομηθούν με βάση διάφορα κριτήρια, όπως το βαθμό εξάρτησης από μία έννοια ή αντικείμενο και το βαθμό τυπικότητας της γλώσσας (Τζελέπης, 2011). Οι Uschold και Gruninger ταξινομούν τις οντολογίες σύμφωνα με τον βαθμό της τυπικότητας της γλώσσας της ως εξής:

- **Άτυπη (informal):** εκφρασμένη σε μια φυσική γλώσσα
- **Ημι-άτυπη (semi-informal):** για παράδειγμα διατυπωμένη σε ένα περιορισμένο και δομημένο υποσύνολο κάποιας φυσικής γλώσσας.
- **Ημι-τυπική (semi-formal):** διατυπωμένη σε μια τεχνητή και αυστηρά ορισμένη γλώσσα.
- **Αυστηρά τυπική (rigorously formal):** ορισμοί όρων με αυστηρή σημασιολογία, θεωρήματα και αποδείξεις ιδιοτήτων όπως η ορθότητα (soundness) και η πληρότητα (completeness).

Μια διαφορετική προσέγγιση στην κατηγοριοποίηση των οντολογιών έχει ως εξής:

- **Οντολογίες πεδίου ορισμού (domain ontologies):** αναπαριστούν γνώση γύρω από ένα συγκεκριμένο πεδίο (π.χ. ιατρική, ηλεκτρονικά κ.λπ.).
- **Οντολογίες μεταδεδομένων (metadata ontologies):** παρέχουν ένα λεξιλόγιο για την περιγραφή του περιεχομένου ηλεκτρονικά διαθέσιμης πληροφορίας.
- **Γενικές ή κοινές οντολογίες (generic or common sense ontologies):** στοχεύουν στο να αποτυπώσουν γενική γνώση γύρω από τον κόσμο, παρέχοντας βασικές έννοιες όπως ο χρόνος, ο χώρος, τα συμβάντα, κ.λπ..
- **Οντολογίες αναπαράστασης (representational ontologies):** παρέχουν οντότητες αναπαράστασης χωρίς να προσδιορίζουν τι συγκεκριμένο αναπαριστούν.

- **Οντολογίες μεθοδολογίας ή εργασιών (method or task ontologies):** παρέχουν όρους που αναφέρονται σε συγκεκριμένες εργασίες (π.χ. διάγνωση κ.λπ.).

## 1.4 Κατασκευή Οντολογίας

Για την κατασκευή μιας οντολογίας πρέπει να οριστούν το πεδίο γνώσης που θα εφαρμοστεί καθώς και ο σκοπός της δημιουργίας. Ορίζονται οι κλάσεις της, η ιεραρχία των κλάσεων και οι σχέσεις μεταξύ τους σύμφωνα με μια σειρά μεθοδολογιών που έχουν οριστεί από την ερευνητική κοινότητα. Η κατασκευή μιας οντολογίας γίνεται σε 5 στάδια. Τα στάδια αυτά είναι η Σύλληψη, Κωδικοποίηση, Ενοποίηση υπάρχουσων οντολογιών, Αξιολόγηση και Τεκμηρίωση. Αναλυτικά (Γεργατσούλης, Παπαθεοδώρου, 2010):

1. Σύλληψη: Προσδιορισμός των βασικών εννοιών και των μεταξύ τους σχέσεων. Παραγωγή σαφών προδιαγραφών των εννοιών και των μεταξύ τους σχέσεων σε μορφή κειμένου. Αποδοχή όρων με τους οποίους αναφέρονται έννοιες και σχέσεις.
2. Κωδικοποίηση: Είναι η σαφής αναπαράσταση της σύλληψης του προηγούμενου σταδίου σε μία τυπική γλώσσα.
3. Ενοποίηση υπάρχουσων οντολογιών: Χρήση υπάρχουσων οντολογιών ή τμήματα αυτών.
4. Αξιολόγηση: Σύμφωνα με τον Gomez-Perez «έκφραση τεχνικών κρίσεων σχετικά με τις οντολογίες, το σχετιζόμενο με αυτές περιβάλλον λογισμικού και την τεκμηρίωση σε σχέση με ένα πλαίσιο αναφοράς..».
5. Τεκμηρίωση: Όλες οι σημαντικές παραδοχές πρέπει να τεκμηριωθούν, αναφορικά με τις βασικές έννοιες και με τα βασικά δομικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την έκφραση αυτών των εννοιών.

## 1.5 Σκοπός Οντολογίας

Οι οντολογίες συνενώνουν δύο ουσιώδη συστατικά τα οποία συμβάλουν στην πλήρη ανάπτυξη του Παγκόσμιου Ιστού: ορίζουν την τυπική σημασιολογία της πληροφορίας διευκολύνοντας την επεξεργασία της πληροφορίας από τον Η/Υ (Γεργατσούλης, Παπαθεοδώρου, 2010). Επιπλέον, ορίζουν τη σημασιολογία του πραγματικού κόσμου επιτρέποντας τη σύνδεση του περιεχομένου το οποίο επεξεργάζεται μηχανικά, με τη σημασία που του δίνουν οι άνθρωποι βασιζόμενοι σε κοινά αποδεκτή ορολογία.

Άνθρωποι, οργανισμοί και προγράμματα πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους. Οι διαφορετικές ανάγκες και το διαφορετικό υπόβαθρο οδηγούν σε αποκλίνουσες οπτικές γωνίες και παραδοχές για πράγματα που στην ουσία είναι ίδια μεταξύ τους. Η έλλειψη κοινής αντίληψης οδηγεί σε προβλήματα στην επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων και οργανισμών. Δυσκολίες στον προσδιορισμό των απαιτήσεων και κατά συνέπεια στην ανάπτυξη των προδιαγραφών των συστημάτων. Οι ανομοιόμορφες μέθοδοι μοντελοποίησης, οι γλώσσες και τα εργαλεία λογισμικού περιορίζουν σοβαρά: τη διαλειτουργικότητα, την επαναχρησιμοποίηση και το διαμοιρασμό εφαρμογών.

Η εξάλειψη ή η μείωση της σύγχυσης σχετικά με τις έννοιες και τους όρους οδηγεί τελικά στην απόκτηση κοινής αντίληψης. Αυτή η κοινή αντίληψη μπορεί να αποτελέσει το ενοποιητικό πλαίσιο ανάμεσα στις διαφορετικές οπτικές γωνίες και να συμβάλει στην βελτίωση της επικοινωνίας, και της διαλειτουργικότητας. Μπορεί να διευκολύνει την ανάπτυξη προδιαγραφών και τη βελτίωση της αξιοπιστίας συστημάτων και να παρέχει δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης τους.

Οι δυνατότητες μίας οντολογίας συγκεντρωτικά είναι οι εξής (Τζελέπης, 2011):

- Διαμοιρασμός της δομής της πληροφορίας και του περιεχομένου της μεταξύ των ανθρώπων ή του λογισμικού. Είναι ο πιο σημαντικός σκοπός για την ανάπτυξη μιας οντολογίας.
- Επαναχρησιμοποίηση της επιστημονικής γνώσης ενός πεδίου. Αποτελεί ένα σημαντικό κριτήριο δημιουργίας οντολογιών και μία από τις κινητήριες δυνάμεις που οδηγούν στην έρευνα για τις οντολογίες. Αν αναπτυχθεί μία οντολογία από μία επιστημονική ομάδα υπάρχει η δυνατότητα να επαναχρησιμοποιηθεί από άλλες ομάδες. Επιπρόσθετα μπορεί να προκύψουν νέες ευρύτερες οντολογίες από την επαναχρησιμοποίηση και συνένωση άλλων οντολογιών.
- Δημιουργία ρητών αξιωματών για κάθε γνωστικό πεδίο. Η δημιουργία αξιωματών που περιέχονται σε οντολογίες βοηθούν ένα χρήστη ή ένα νέο επιστήμονα με όχι επαρκή και πλήρη γνώση του αντικειμένου να αντιληφθεί με σαφήνεια την έννοια και την σημασιολογία των όρων του κάθε επιστημονικού πεδίου.
- Διαχωρισμός της γνώσης του κάθε πεδίου από τη λειτουργική γνώση. Η γνώση η οποία περιγράφεται για ένα γνωστικό αντικείμενο παραμένει ανεξάρτητη για το πώς χρησιμοποιείται το αντικείμενο.



# **Κεφάλαιο 2ο**

## **Σημασιολογικός Ιστός**

### **και**

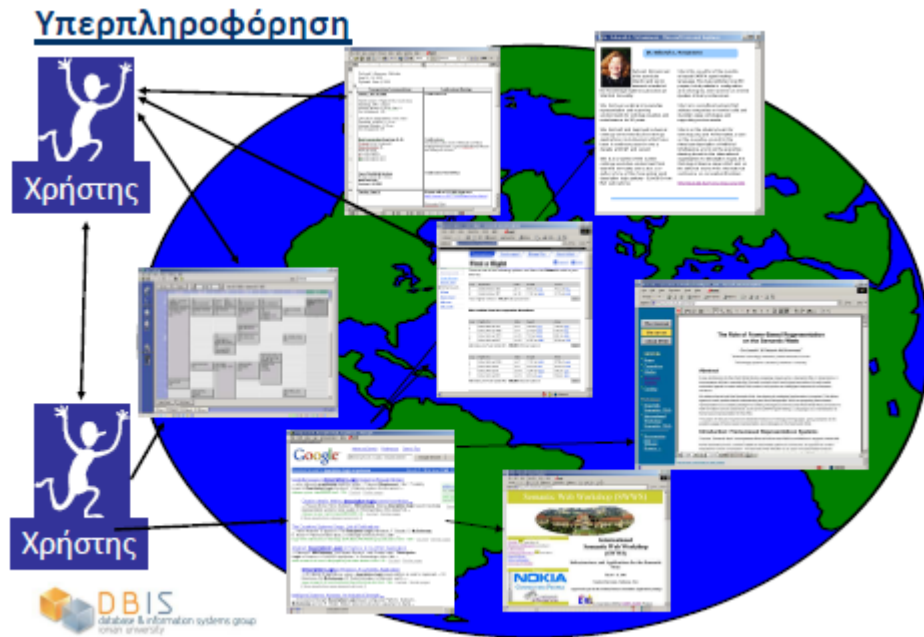
## **Γλώσσες αναπαράστασης οντολογιών**

### **2.1 Εισαγωγή**

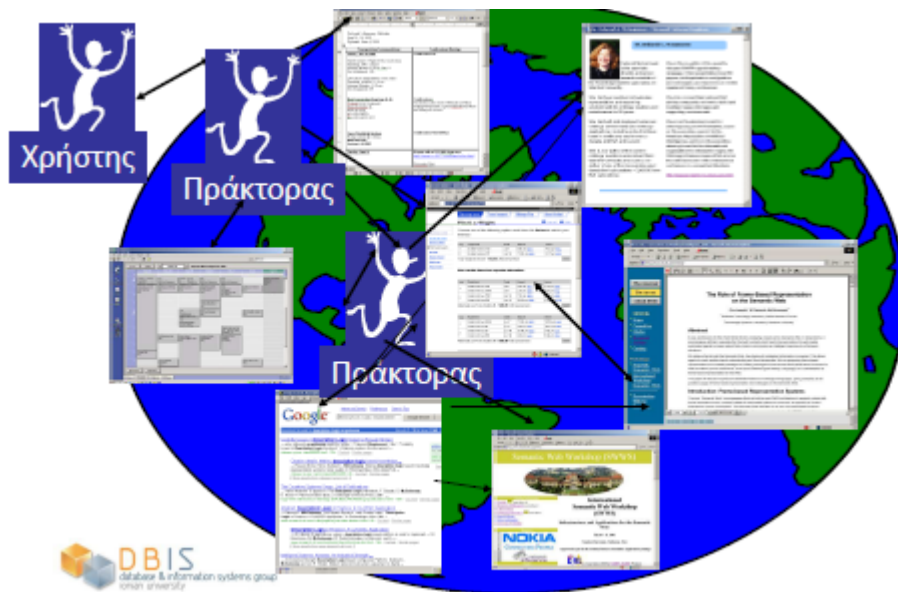
Η ιδέα για τον Σημασιολογικό Ιστό πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '60 και προέρχεται από τον γνωστικό επιστήμονα Άλαν Κόλινς (Allan M. Collins), τον γλωσσολόγο M. Ross Quillian και την ψυχολόγο Elizabeth F. Loftus μέσα από πολλές δημοσιεύσεις, ως ένας τρόπος παρουσίασης της σημασιολογικής γνώσης (Wikipedia). Επεκτείνει το διαδίκτυο, το οποίο αποτελείται από απλές σελίδες που μπορούν να αναγνωστούν μόνο από ανθρώπους, σε σελίδες που περιέχουν πληροφορίες ανάγνωσης για τις μηχανές (μεταδεδομένα) και στο πως συνδέονται μεταξύ τους οι σελίδες, δημιουργώντας έτσι αυτόματες υπηρεσίες που χρησιμοποιούν τον Ιστό πιο έξυπνα και πραγματοποιούν εργασίες για τους χρήστες. Ο όρος "Σημασιολογικός Ιστός" εφευρέθηκε από τον Τιμ Μπέρνερς Λι, δημιουργό του παγκόσμιου ιστού (World Wide Web) και διευθυντή του World Wide Web Consortium ("W3C"), το οποίο επιβλέπει την ανάπτυξη των προτάσεων για τα στάνταρ του Σημασιολογικού Ιστού. Ο ίδιος ορίζει τον σημασιολογικό ιστό ως: "ένας ιστός από πληροφορίες ο οποίος μπορεί να επεξεργαστεί άμεσα και έμμεσα από μηχανές."

### **2.2 Σκοπός του Σημασιολογικού Ιστού**

Ο κύριος σκοπός του σημασιολογικού ιστού είναι να εξελίξει τον τωρινό ιστό. Αυτό πραγματοποιείται κάνοντας του χρήστες να βρίσκουν, να μοιράζονται και να συνδυάζουν πληροφορίες πιο εύκολα. Οι άνθρωποι είναι ικανοί να χρησιμοποιούν τις δυνατότητες του ιστού, όπως να βρίσκουν μεταφράσεις για άλλες γλώσσες, να δεσμεύουν ένα βιβλίο από την βιβλιοθήκη, να ψάχνουν την χαμηλότερη τιμή για ένα DVD, κ.α. Παρόλα αυτά, οι μηχανές δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις δυνατότητες χωρίς την καθοδήγηση από κάποιον άνθρωπο, επειδή οι ιστοσελίδες είναι σχεδιασμένες να διαβάζονται από ανθρώπους και όχι από μηχανές. Το σημασιολογικό διαδίκτυο είναι μία μορφή πληροφορίας η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από μηχανές, έτσι ώστε να αναλαμβάνουν οι ίδιοι οι υπολογιστές τις κουραστικές δουλειές που περιλαμβάνουν εύρεση, ένωση και επεξεργασία πάνω στις πληροφορίες που βρίσκονται στο διαδίκτυο.



Εικόνα 2.1: Διαχείριση και ερμηνεία πληροφορίας από τον άνθρωπο μέσω του Παγκόσμιου Ιστού (Γεργατσούλης, Παπαθεοδώρου, 2010)



Εικόνα 2.2: Διαχείριση και ερμηνεία πληροφορίας από τον Η/Υ μέσω του Σημασιολογικού Ιστού (Γεργατσούλης, Παπαθεοδώρου, 2010)

Το σημασιολογικό διαδίκτυο, όπως αρχικά οραματίστηκε, είναι ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει στις μηχανές να "καταλαβαίνουν" τα πολύπλοκα ανθρώπινα αιτήματα βασισμένα στο νόημά τους. Τέτοιου είδους "κατανόηση" απαιτεί από τις συσχετιζόμενες πηγές πληροφοριών να έχουν μία σημασιολογική δομή.



Ο Tim Berners-Lee αρχικά οραματίστηκε το σημασιολογικό διαδίκτυο ως εξής:

“I have a dream for the Web [in which computers] become capable of analyzing all the data on the Web – the content, links, and transactions between people and computers. A "Semantic Web", which makes this possible, has yet to emerge, but when it does, the day-to-day mechanisms of trade, bureaucracy and our daily lives will be handled by machines talking to machines. The "intelligent agents" people have touted for ages will finally materialize.”

Το σημασιολογικό διαδίκτυο θεωρείται ότι ολοκληρώνει διαφορετικά περιεχόμενα μεταξύ τους, πληροφορίες εφαρμογών και συστημάτων. Επίσης έχει εφαρμογές και στην δημοσίευση, στα blog και σε πολλούς άλλους τομείς.

Συχνά οι όροι "σημασιολογία", "μεταπληροφορία", "οντολογία" και "Σημασιολογικό διαδίκτυο" χρησιμοποιούνται με ασυνέπεια. Πιο συγκεκριμένα, αυτοί οι όροι υπάρχουν και χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ορολογία ερευνητών και επαγγελματιών, οι οποίοι επεκτείνονται σε μεγάλο αριθμό πεδίων, τεχνολογιών και εφαρμογών. Επί πλέον, υπάρχει μία σύγχυση σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση που επιτρέπει στις τεχνολογίες να οραματίζονται το Σημασιολογικό Διαδίκτυο. Σε ένα άρθρο οι Gerber, Barnard and Van der Merwe παρομοίασαν το Σημασιολογικό Διαδίκτυο ως ένα τοπίο και παρουσίασαν την χαρτογράφηση του, καθώς και μία σύντομη περίληψη με τους συσχετιζόμενους όρους. Το αρχιτεκτονικό μοντέλο το οποίο προτάθηκε από τον Tim Berners-Lee, χρησιμοποιείται ως βάση για να παρουσιάσει ένα μοντέλο κατάστασης το οποίο αντανάκλα τις τρέχουσες και αναδυόμενες τεχνολογίες.

### 2.3 Προκλήσεις στον Σημασιολογικό Ιστό

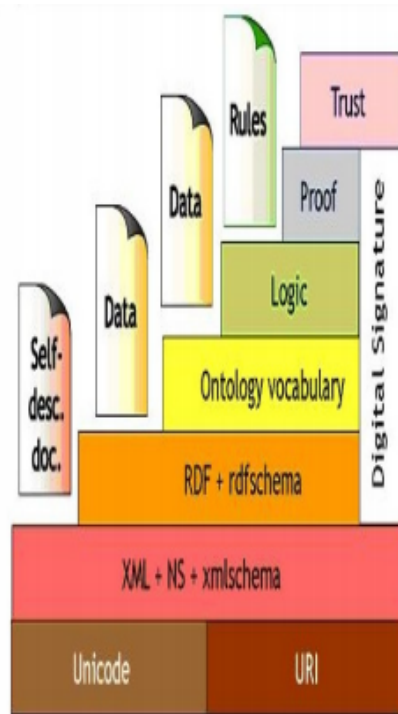
Κάποιες από τις προκλήσεις που έχει να αντιμετωπίσει το Σημασιολογικό Διαδίκτυο είναι η απεραντοσύνη, η ασάφεια, η αβεβαιότητα, η ασυνέπεια και η εξαπάτηση. Αυτόματα συστήματα λογικής θα πρέπει να αντιμετωπίσουν όλα αυτά τα προβλήματα έτσι ώστε να μπορέσουν να ανταπεξέλθουν σε όλα αυτά που υπόσχεται το Σημασιολογικό Διαδίκτυο. Αναλυτικά:

- **Απεραντοσύνη:** Το παγκόσμιο διαδίκτυο περιέχει πάρα πολλές δισεκατομμύρια σελίδες. Ο ιατρικός όρος οντολογία SNOMED CT περιέχει από μόνος του 370.000 ονόματα κλάσεων και η υπάρχουσα τεχνολογία δεν έχει καταφέρει ακόμα να μειώσει όλους τους σημασιολογικούς διπλούς όρους. Οποιοδήποτε λογικό σύστημα θα πρέπει να έρθει αντιμέτωπο με έναν πραγματικά τεράστιο αριθμό από δεδομένα εισαγωγής.

- **Ασάφεια:** Όροι όπως "νέος" ή "ψηλός" είναι ασαφείς. Αυτό προέρχεται από την ασάφεια των ερωτημάτων του χρήστη, από έννοιες που εμφανίζονται από παρόχους περιεχομένων, από ταίριασμα των όρων των ερωτημάτων με τους όρους των παρόχων και από την προσπάθεια συνδυασμού διαφορετικών βάσεων γνώσης με επικαλυπτόμενες αλλά διακριτά διαφορετικές έννοιες. Η ασαφής λογική είναι η πιο κοινή τεχνική με την οποία αντιμετωπίζουμε την ασάφεια.
- **Αβεβαιότητα:** Τέτοιοι όροι είναι ακριβής με αβέβαιες τιμές. Για παράδειγμα, ένας ασθενής μπορεί να εμφανίσει ένα σύνολο από συμπτώματα τα οποία ανταποκρίνονται σε έναν αριθμό από διαφορετικές διαγνώσεις όπου η κάθε μία έχει διαφορετική πιθανότητα να είναι αληθής. Οι πιθανοτικές λογικές τεχνικές εφαρμόζονται γενικότερα για να διευθετήσουν την αβεβαιότητα.
- **Ασυνέπεια:** Αυτές είναι λογικές αντιφάσεις οι οποίες εμφανίζονται εντελή κατά την διάρκεια ανάπτυξης μεγάλων οντολογιών ή και όταν οντολογίες από διαφορετικές πηγές ενώνονται. Ο παραγωγικός συλλογισμός αποτυγχάνει καταστροφικά όταν αντιμετωπίζει την ασυνέπεια.
- **Εξαπάτηση:** Αυτό συμβαίνει όταν ο δημιουργός της πληροφορίας εσκεμμένα παραπληροφορεί τον καταναλωτή για την πληροφορία. Οι κρυπτογραφικές τεχνικές είναι αυτές που χρησιμοποιούνται για να μειώσουν αυτήν την απειλή.

## 2.4 Δομή Σημασιολογικού Ιστού

Η αρχιτεκτονική του Σημασιολογικού Ιστού βασίζεται στην ενίσχυση του ήδη υπάρχοντος Παγκόσμιου Ιστού με επιπρόσθετα επίπεδα (Παγγέ, Παγγέ, 2012). Τα επιπλέον αυτά επίπεδα αποτελούν σύνολα τεχνολογιών και γλωσσών προγραμματισμού, τα οποία υποστηρίζονται από τις τεχνολογίες των κατωτέρων επιπέδων. Η αρχιτεκτονική αυτή αναπαρίσταται γραφικά από το σχήμα που ακολουθεί, το οποίο ονομάζεται στοίβα του Σημασιολογικού διαδικτύου (Semantic Web Stack/Semantic Web layercake).



Εικόνα 2.3: Στοιβά σημασιολογικού διαδικτύου (Παγγέ, Παγγέ, 2012)

Τα επίπεδα του Σημασιολογικού Ιστού είναι τα ακόλουθα:

1. **Επίπεδο 1:** Αναπαριστά την ήδη υπάρχουσα δομή του παγκόσμιου ιστού, όπου βρίσκονται οι πληροφορίες σε φυσικό και σε λογικό επίπεδο.
2. **Επίπεδο 2:** Περιλαμβάνει την αναπαράσταση του περιεχομένου βάσει του προτύπου XML, μια μεταγλώσσα σήμανσης που δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας πληροφοριακών πόρων με πολύπλοκη και ευέλικτη δομή.
3. **Επίπεδο 3:** Γίνεται η αναπαράσταση νοήματος και η περιγραφή των μεταδεδομένων των πληροφοριακών πόρων, ώστε να είναι κατανοητή από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.
4. **Επίπεδο 4:** Συναντάται το λεξιλόγιο των οντολογιών και οι διαδικτυακές γλώσσες ορισμού τους.
5. **Επίπεδο 5:** Δίνεται η δυνατότητα αναπαράστασης κανόνων κατηγορηματικής λογικής και συσχετίσεων μεταξύ των δεδομένων για την εξαγωγή αφαιρετικών συμπερασμάτων έπειτα από λογική ανάλυση.
6. **Επίπεδο 6 και 7:** Ακόμα και σήμερα δεν έχουν πλήρως αναπτυχθεί και αφορούν στην υλοποίηση μηχανισμών και γλωσσών προγραμματισμού, ικανών να κατηγοριοποιούν το βαθμό αξιοπιστίας και να αξιολογούν τις διαδικτυακές πηγές βάσει ψηφιακών υπογραφών και πιστοποιητικών.

Η δημιουργία και η εφαρμογή του Σημασιολογικού Ιστού υποστηρίζεται από τρεις βασικές τεχνολογίες: α) τις οντολογίες, β) τα μεταδεδομένα και γ) τους πράκτορες λογισμικού. Για τις οντολογίες έχει γίνει ήδη λόγος σε προηγούμενη ενότητα, οπότε κρίνεται σκόπιμο να αναλυθεί η σημασία μόνο των δύο ακόλουθων εννοιών:

**Μεταδεδομένα:** Ο ίδιος ο BernersLee (1997) όρισε ως τις «πληροφορίες που αφορούν στα δεδομένα». Αποτελούν επιπρόσθετες πληροφορίες με σημασιολογία και δομημένη μορφή, ώστε να είναι κατανοητές και επεξεργάσιμες από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Αφορούν σε έγγραφα, ιστοσελίδες ή διαδικτυακούς πόρους πληροφοριών οποιασδήποτε μορφή. Ενσωματώνονται στον πόρο και μεταδίδονται μαζί με αυτόν στο διαδίκτυο, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στις εφαρμογές να έχουν πρόσβαση στην πλήρη περιγραφή της πληροφοριακής πηγής χωρίς να είναι απαραίτητη η εξέταση του ίδιου του πόρου. Με άλλα λόγια, ο εμπλουτισμός ενός αντικειμένου με μεταδεδομένα είναι η «διαδικασία απόδοσης σημασιολογικής περιγραφής στις πληροφορίες του διαδικτύου, συνδέοντας τις με μια σειρά ιδιοτήτων ορισμένων σε οντολογίες». Παραδείγματα μεταδεδομένων μπορεί να αποτελέσουν είτε ο προσδιορισμός της πολιτικής που εφαρμόζεται για την προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων του εκάστοτε πληροφοριακού πόρου, είτε ο χρόνος ισχύος του.

**Πράκτορες λογισμικού:** Είναι ειδικά σχεδιασμένα λογισμικά, αυτόνομου χαρακτήρα, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να περιηγούνται στο διαδίκτυο, να αλληλεπιδρούν με επιλεγμένες διαδικτυακές εφαρμογές, να αντιλαμβάνονται τη σημασιολογική περιγραφή των πληροφοριακών πόρων και να εξάγουν λογικές επαγωγές, βάσει προκαθορισμένων κανόνων, με στόχο την κάλυψη των αναγκών των χρηστών τους. Κατά την περιήγηση στο διαδίκτυο, οι πράκτορες λογισμικού έχουν την ικανότητα να επικοινωνούν και να συνεργάζονται με άλλους έμπιστους πράκτορες. Η επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων προϋποθέτει την ύπαρξη οντολογιών και σημασιολογικά εμπλουτισμένων πηγών πληροφορίας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, οι πράκτορες λογισμικού δεν στοχεύουν στην αντικατάσταση του χρήστη, όσον αφορά τη λήψη αποφάσεων, αλλά στη διευκόλυνσή του, εκτελώντας κανόνες επαγωγικής λογικής και παρέχοντας έγκυρες και επίκαιρες εναλλακτικές λύσεις.

## **2.6 Γλώσσες περιγραφής οντολογιών**

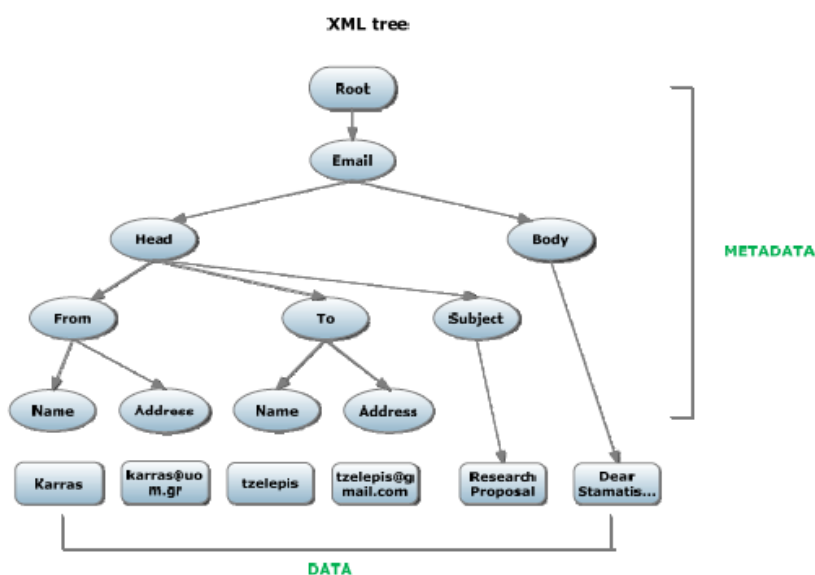
Οι οντολογικές γλώσσες επιτρέπουν στο χρήστη να γράψει μια σαφή και επίσημη εννοιολογική θεώρηση για κάποιο πεδίο γνώσης (Δημητριάδης, 2017). Οι κυριότερες απαιτήσεις είναι μία

καλά ορισμένη σύνταξη, μια μεθοδική σημασιολογία, εποτελεσματική συλλογιστική υποστήριξη, εκφραστική ισχύς και εκφραστική ευκολία. Κατά καιρούς έχουν αναπτυχθεί διάφορες γλώσσες για την αναπαράσταση οντολογιών, από τις οποίες άλλες χαρακτηρίζονται ως παραδοσιακές γλώσσες (π.χ. ontolingua) και άλλες ως web-based γλώσσες. Η διαφορά ανάμεσα στις παραδοσιακές και στις web-based γλώσσες είναι πως οι τελευταίες διαθέτουν καλά ορισμένη σύνταξη και σημασιολογία και ικανοποιητική συλλογιστική υποστήριξη. Επίσης, παρέχουν δύναμη και ευελιξία στην εκφραστικότητα και το συντακτικό τους είναι συμβατό με ήδη υπάρχοντα πρότυπα του web (XML, RDF, RDFS).

Δύο από τις σημαντικότερες τεχνολογίες στις οποίες βασίστηκε η ανάπτυξη οντολογικών γλωσσών είναι η XML και η RDF.

### 2.6.1 XML

Η XML είναι μία markup γλώσσα, χρησιμοποιεί δηλαδή ετικέτες για να δώσει πληροφορίες για τα δεδομένα της ιστοσελίδας. Οι ετικέτες της XML δίνουν πληροφορία για τη δομή του εγγράφου, δηλαδή πληροφορίες για τα δεδομένα του εγγράφου και τις σχέσεις μεταξύ τους. Με άλλα λόγια, δίνονται με ρητό τρόπο πληροφορίες για τη δομή του κειμένου. Με αυτό τον τρόπο αυτές οι πληροφορίες γίνονται προσπελάσιμες από τη μηχανή. Ο χρήστης μπορεί να ορίσει διαφορετικές κάθε φορά XML ετικέτες ανάλογα με το πεδίο συζήτησης, δηλαδή ο χρήστης μπορεί να ορίσει ένα λεξιλόγιο κατάλληλο για την εφαρμογή του. Έτσι η XML επιτρέπει στους χρήστες να προσθέτουν μια αυθαίρετη δομή στα έγγραφά τους αλλά δεν προσφέρει καμία πληροφορία σχετικά με τη σημασία αυτής της δομής.



Εικόνα 2.4: Αναπαράσταση της δομής ενός XML εγγράφου ως δένδρο (Τζελέπης, 2011)

## 2.6.2 RDF

Η RDF είναι η πρώτη γλώσσα που καθορίστηκε από το W3C για την αναπαράσταση σημασιολογικής πληροφορίας για αυθαίρετους πόρους. Η RDF εκφράζει σημασία την οποία κωδικοποιεί σε σύνολα τριάδων, όπου κάθε τριάδα θα μπορούσε να παρομοιαστεί με το Υποκείμενο-Ρήμα-Αντικείμενο, μιας στοιχειώδους πρότασης. Οι τριάδες αυτές μπορούν να γραφτούν χρησιμοποιώντας ετικέτες XML, επομένως μπορεί να πει κανείς ότι η RDF βασίζεται στην XML. Βασικές έννοιες στην RDF είναι οι πόροι (ιδιότητες και δηλώσεις). Κάθε πόρος έχει ένα URI (Universal Resource Identifier) δηλαδή μία ταυτότητα που χαρακτηρίζει μοναδικά αυτό τον πόρο. Οι ιδιότητες είναι ένας ειδικός τύπος πόρων που περιγράφει σχέσεις μεταξύ πόρων. Κάθε ιδιότητα έχει μια συγκεκριμένη σημασία, ορίζει τις επιτρεπόμενες τιμές της, τους τύπους των πόρων που μπορεί να περιγράψει, καθώς και τις σχέσεις της με άλλες ιδιότητες. Στην RDF, οι ιδιότητες χαρακτηρίζονται επίσης από URIs, γεγονός που μειώνει τις συνωνυμίες. Μια δήλωση είναι μια τριάδα που αποτελείται από έναν πόρο, μια τιμή και μια ιδιότητα. Τα τρία μέλη της τριάδας ονομάζονται Υποκείμενο, Κατηγορημα και Αντικείμενο αντίστοιχα.

Η RDF έχει αρκετή εκφραστική ισχύ και επιτρέπει την αναπαράσταση ορισμένης οντολογικής γνώσης, δεν ανταποκρίνεται όμως στην ανάπτυξη μιας υψηλής σημασιολογικής αναπαράστασης και αδυνατεί να περιγράψει εις βάθος το νόημα της πληροφορίας. Εξάλλου, η σύνταξή της, βασισμένη στην XML είναι κατάλληλη για επεξεργασία από τη μηχανή αλλά όχι ιδιαίτερος φιλική για τον άνθρωπο. Επέκταση της RDF, η RDF Schema είναι μία γλώσσα με την οποία το μοντέλο δεδομένων της RDF εμπλουτίζεται με χαρακτηριστικά αντικειμενοστραφούς αναπαράστασης. Το RDF Schema ορίζει ένα λεξικό για να εκφράζονται οι κλάσεις των πόρων, οι πόροι, οι ιδιότητές τους και οι μεταξύ τους σχέσεις. Είναι φανερό ότι η RDF Schema είναι μια στοιχειώδης οντολογική γλώσσα, η οποία αποτελεί βάση για άλλες πιο πολύπλοκες.

## 2.6.3 Γλώσσα Οντολογίας Ιστού (OWL)

Το RDF και το RDF Schema όπως αναφέρθηκε, έχουν περιορισμένες εκφραστικές δυνατότητες. Επομένως προέκυψε η ανάγκη για μια πλουσιότερη οντολογική γλώσσα. Οι πρώτες προσπάθειες οδήγησαν διαφορετικές ερευνητικές ομάδες σε Ευρώπη και Αμερική σε διαφορετικές λύσεις. Το αμερικανικό ερευνητικό πρακτορείο DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) δημιούργησε την οντολογική γλώσσα DAML (DARPA Agent

Markup Language). Η DAML ήταν βασισμένη στο RDF. Στην Ευρώπη αναπτύχθηκε η OIL (Ontology Inference Layer), από τους Dieter Fensel, Frank Harmelen και Ian Horrocks. Η OWL βασίζεται στα Description Logics και είναι συμβατή με το RDF Schema. Τα χαρακτηριστικά των δύο γλωσσών συνδυάστηκαν σε μία νέα γλώσσα, την DAML+OIL. Η DAML+OIL εξελίχθηκε τελικά στην Web Ontology Language (OWL).

Η OWL έχει οριστεί σαν τρεις διαφορετικές υπό-γλώσσες, η κάθε μία με διαφορετική εκφραστικότητα και υπολογιστική πολυπλοκότητα:

- OWL Full: αποτελεί ολόκληρη την OWL περιλαμβάνοντας επίσης, την OWL Lite και την OWL DL. Βρίσκεται σε πλήρη συμβατότητα με την RDF, η συντακτική ελευθερία της οποίας, προσφέρει στην γλώσσα πολύ υψηλή εκφραστικότητα. Με αυτό τον τρόπο, όμως, η γλώσσα επεκτείνεται χωρίς περιορισμούς δυσκολεύοντας την όποια ολοκληρωμένη συλλογιστική υποστήριξη.
- OWL DL: Η OWL DL έχει μερικούς περιορισμούς σε σχέση με την OWL Full, ώστε να είναι υπολογιστικά αποδοτική. Παρέχει μία σαφώς ορισμένη σημασιολογία χωρίς να στερείται εκφραστικότητας, αλλά και με ικανοποιητική δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων. Δεν είναι πλήρως συμβατή με την RDF. Ένα RDF έγγραφο πρέπει να τροποποιηθεί για να μπορεί να θεωρηθεί έγκυρο OWL DL έγγραφο. Το αντρίστροφο ισχύει φυσικά πάντα.
- OWL Lite: Περαιτέρω περιορισμοί επιβάλλονται στην OWL Lite. Διαθέτει μία ιεραρχία κλάσεων με απλούς περιορισμούς και για το λόγο αυτό είναι πιο εύληπτη από τον άνθρωπο και πιο εύκολο να υλοποιηθεί από εργαλεία ανάπτυξης οντολογιών. Από την άλλη όμως έχει το μειονέκτημα περιορισμένης εκφραστικότητας.

Πέρα από την OWL και την DAML+OIL υπάρχουν πολλές άλλες γλώσσες για την αναπαράσταση οντολογιών, οι οποίες ως επί το πλείστον βασίζονται στην XML, RDF και RDF Schema. Επιγραμματικά μερικές είναι οι Simple HTML Ontology Extensions (SHOE), η Ontology Exchange Language (XOL), η Ontology Markup Language (OML), η Ribo web και πολλές ακόμα.

Κατά την ανάπτυξη οντολογιών, θα πρέπει να γίνεται επιλογή της κατάλληλης υπογλώσσας, ανάλογα με τις ανάγκες κάθε φορά (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007). Η επιλογή ανάμεσα στην OWL Lite και στην OWL DL, εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο οι χρήστες απαιτούν τα πιο εκφραστικά στοιχεία που παρέχονται από την OWL DL. Η επιλογή ανάμεσα στην OWL DL και στην OWL Full κυρίως εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο οι χρήστες απαιτούν τις

ευκολίες μετα-μοντελοποίησης που παρέχει το RDF Schema (π.χ. ο ορισμός κλάσεων και η απόδοση ιδιοτήτων σε κλάσεις). Όταν χρησιμοποιείται η OWL Full σε σχέση με την OWL DL, η υποστήριξη συλλογιστικής είναι λιγότερο αναμενόμενη, καθώς πλήρεις υλοποιήσεις της OWL Full δεν υπάρχουν προς το παρόν.

Η OWL Full μπορεί να θεωρηθεί μία επέκταση του RDF, ενώ η OWL Lite και η OWL DL, μπορούν να θεωρηθούν επεκτάσεις μιας περιορισμένης όψης του RDF. Κάθε έγγραφο OWL (Full, DL, Lite) αποτελεί ένα έγγραφο RDF και κάθε έγγραφο RDF αποτελεί ένα έγγραφο OWL Full, αλλά μόνο κάποια έγγραφα RDF μπορούν να είναι έγκυρα OWL Lite ή OWL DL έγγραφα. Εξαιτίας αυτού, θα πρέπει να δίνεται προσοχή όταν π.χ. ο χρήστης θέλει να μετατρέψει ένα έγγραφο RDF σε έγγραφο OWL. Όταν η εκφραστικότητα της OWL DL ή της OWL Lite κρίνεται κατάλληλη, θα πρέπει να παίρνονται προφυλάξεις έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η συμβατότητα του αρχικού RDF εγγράφου με τους επιπλέον περιορισμούς που επιβάλλονται από την OWL DL και την OWL Lite. Μεταξύ άλλων, κάθε URI που χρησιμοποιείται ως όνομα κλάσης θα πρέπει να είναι τύπου owl:Class (το αντίστοιχο ισχύει για τις ιδιότητες), το κάθε «πράγμα» θα πρέπει να ανήκει τουλάχιστον σε μία κλάση και τα URIs που χρησιμοποιούνται για κλάσεις, ιδιότητες και πράγματα, θα πρέπει να είναι μη επικαλυπτόμενα (disjoint).

#### **2.6.4 SPARQL**

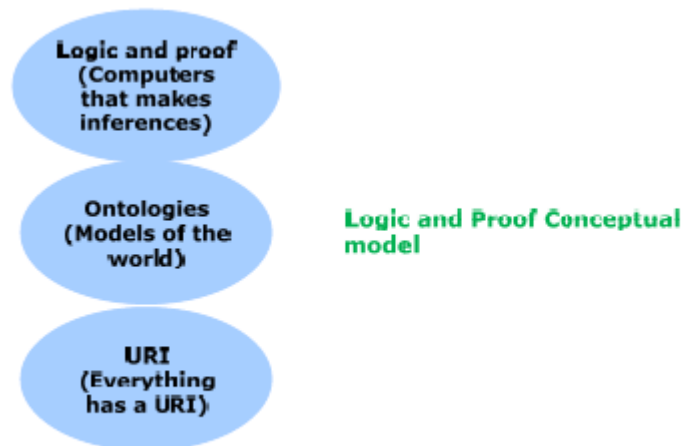
Η SPARQL (Simple Protocol And RDFQuery Language) είναι μια γλώσσα ερωτημάτων για βάσεις δεδομένων, ειδικά σχεδιασμένη για την επεξεργασία δεδομένων αποθηκευμένων σε μορφή RDF και αποτελεί μια από τις βασικότερες τεχνολογίες Σημαιολογικού Ιστού (Δημητριάδης, 2017). Τα ερωτήματα στην SPARQL μπορούν να έχουν τις εξής μορφές χρήσιμες σε διαφορετικές περιπτώσεις:

- ASK: χρησιμοποιούνται για ερωτήσεις με απλές True/False απαντήσεις
- CONSTRUCT: μετατρέπουν τα αποτελέσματα των ερωτήσεων σε RDF προτάσεις
- DESCRIBE: σχηματίζουν γράφο RDF από τα αποτελέσματα της ερώτησης
- SELECT: τα αποτελέσματα επιστρέφονται σε μορφή πίνακα. Όλες οι παραπάνω μορφές ακολουθούνται από ένα block Where, το οποίο περιγράφει τις συνθήκες του ερωτήματος και στην περίπτωση ερωτήματος DESCRIBE είναι προαιρετικό.



## 2.7 Λογική και Απόδειξη

Τα έως τώρα αναφερόμενα επίπεδα αρχιτεκτονικής του Σημασιολογικού Ιστού σχετίζονται με την αναπαράσταση γνώσης (knowledge representation) (Τζελέπης, 2011). Η γνώση αντικατοπτρίζει το περιεχόμενο των πόρων του διαδικτύου η οποία επιτυγχάνεται με τη χρήση της XML και RDF. Η οντολογία αναπαριστά τη γνώση σχετικά με τις έννοιες ενός καθορισμένου τομέα και των σχέσεων μεταξύ των εννοιών. Οι τεχνολογίες που αναφέρθηκαν είναι διεθνή πρότυπα του οργανισμού W3C. Τα επίπεδα Λογική (Logic) και Απόδειξη (Proof) του Σημασιολογικού Ιστού αναφέρονται στη δημιουργία συμπερασματικών κανόνων (semantic rules) για την αυτόματη διεξαγωγή συμπερασμάτων από πληροφοριακά συστήματα. Οι συμπερασματικοί κανόνες χρησιμοποιούν κανόνες λογικής και ειδικότερα της περιγραφικής λογικής (description logic) και τις οντολογίες για τη διεξαγωγή των συμπερασμάτων.



Εικόνα 2.5: Εννοιολογικό μοντέλο Λογικής (Logic) και Απόδειξης (Proof) (Τζελέπης, 2011)

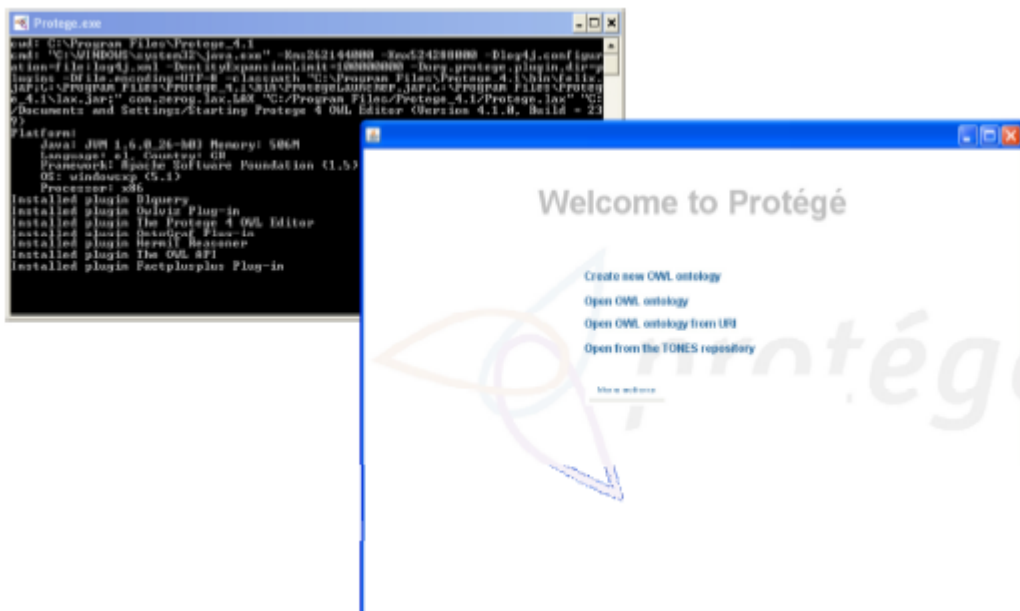
## 2.8 Εμπιστοσύνη

Η εμπιστοσύνη (trust) είναι το τελικό επίπεδο στον σημασιολογικό ιστό. Στο επίπεδο αυτό εξετάζονται ποιος έχει πρόσβαση στις πηγές των πληροφοριών. Αν μπορεί κανείς να εμπιστευτεί τις πληροφορίες οι οποίες παρέχονται από οντολογίες ή άλλους μηχανισμούς αποτύπωσης γνώσης ακόμα και από ειδικούς ενός τομέα (knowledge experts) και αν οι συμπερασματικοί κανόνες δίνουν τα σωστά αποτελέσματα.

## 2.9 Επεξεργαστές Οντολογιών

Για να παράγουμε κάποιες οντολογίες χρησιμοποιούμε τους λεγόμενους (επεξεργαστές οντολογιών) <ontology editors>, οι οποίοι υποστηρίζουν την ιεραρχία των εννοιών ενώ παράλληλα προσφέρουν τη δυνατότητα αναζήτησης, κωδικοποίησης και τροποποίησης άλλων οντολογιών (Ντούσικος, Τσιώλης, 2017).

Οι επεξεργαστές οντολογιών είναι χρήσιμοι όταν παρέχουν διασυνδεδεμένες διατάξεις σε γραφικό επίπεδο (GUIs) και εναρμονίζονται με τα ήδη υπάρχοντα πρότυπα της web based ανάπτυξης λογισμικού. Ένα παράδειγμα επεξεργαστή οντολογιών είναι το Protégé όπου επιτρέπει σε διαχειριστές γνώσης να κατασκευάσουν συστήματα βασισμένα στη γνώση, δημιουργώντας και τροποποιώντας ήδη υπάρχουσες οντολογίες.



Εικόνα 2.6: Επεξεργαστής Protégé (Ντούσικος, Τσιώλης, 2017)

# Κεφάλαιο 3ο

## Εφαρμογές Οντολογιών και Σημασιολογικού Ιστού

### 3.1 Εισαγωγή

Ο Σημασιολογικός Ιστός πλέον έχει ωριμάσει αρκετά, σε βαθμό που να μπορεί να υιοθετηθεί και να χρησιμοποιηθεί σε διάφορους τομείς, οι πιο σημαντικοί από τους οποίους παρουσιάζονται παρακάτω (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007):

- Ηλεκτρονικό Επιχειρίν
- Ηλεκτρονική Εκπαίδευση (e-Learning)
- Ηλεκτρονική Υγεία (e-Health)
- Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση (e-Government)
- Ηλεκτρονική Επιστήμη (e-Science)
- Σημασιολογικό Πλέγμα (Semantic Grid)
- Περιβαλλοντική Νοημοσύνη (Ambient Intelligence)
- Παράδοση Περιεχομένου (Content Delivery)

Ιδιαίτερη έμφαση στα πλαίσια της παρούσας εργασίας δίνεται στη συμβολή του Σημασιολογικού Ιστού στον τομέα της εκπαίδευσης και συγκεκριμένα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

### 3.2 Ηλεκτρονικό Επιχειρίν

Κάθε εταιρεία οφείλει να έχει κάποια στρατηγική για την αντιμετώπιση αυτής της ηλεκτρονικής επανάστασης, συμπεριλαμβανομένων τόσο των παραδοσιακών επιχειρήσεων (συχνά αποκαλούμενες και ως “clicks-and-mortar”) όσο και αυτών με καθαρά ηλεκτρονική υπόσταση (γνωστές και ως “dot-coms”) (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007).

Βασικό ρόλο σε αυτή τη νέα πραγματικότητα αναμένεται να παίζει ο Σημασιολογικός Ιστός, με την παροχή υπηρεσιών που θα έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αυτόματα για τη δημιουργία βραχυχρόνιων ή μακροχρόνιων επιχειρηματικών δεσμών. Οι τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού μπορούν να βοηθήσουν σε αυτόν τον τομέα, με την επεξεργασία περιγραφικών δεδομένων, επιτρέποντας την αυτοματοποίηση των διαδικασιών.

Κι αυτό δεν αναφέρεται αποκλειστικά στις συναλλαγές επιχείρησης-με-επιχείρηση (B2B) αλλά και σε κάθε άλλη επιχειρηματική διαδικασία όπως στις συναλλαγές επιχείρησης-πελάτη (B2C), στη διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, στη διαχείριση της γνώσης καθώς και σε διάφορες άλλες διαδικασίες.

Όσον αφορά το ηλεκτρονικό κατάστημα, ένα σημαντικό εργαλείο είναι η αναζήτηση για διάφορα προϊόντα (Καρακατσούλης, 2011). Έως τώρα οι καταναλωτές χρησιμοποιούν διάφορες πλατφόρμες όπως το amazon για να συγκρίνουν τιμές προϊόντων. Αυτές οι πλατφόρμες όμως δεν παρέχουν στον καταναλωτή τη μέγιστη δυνατή πληροφορία για το προϊόν που αναζητά, αλλά μόνο ένα μέρος της. Με τις εφαρμογές των τεχνολογιών του Σημαιολογικού Ιστού επιτρέπουμε στις μηχανές αναζήτησης να συγκεντρώσουν μόνο τις πληροφορίες που ανταποκρίνονται στο αίτημα μας ταυτόχρονα, χωρίς να παραλείψουν καμία από αυτές. Έτσι, ο καταναλωτής μπορεί να προμηθευτεί το προϊόν που πληροί τις προδιαγραφές που έχει την χαμηλότερη τιμή.

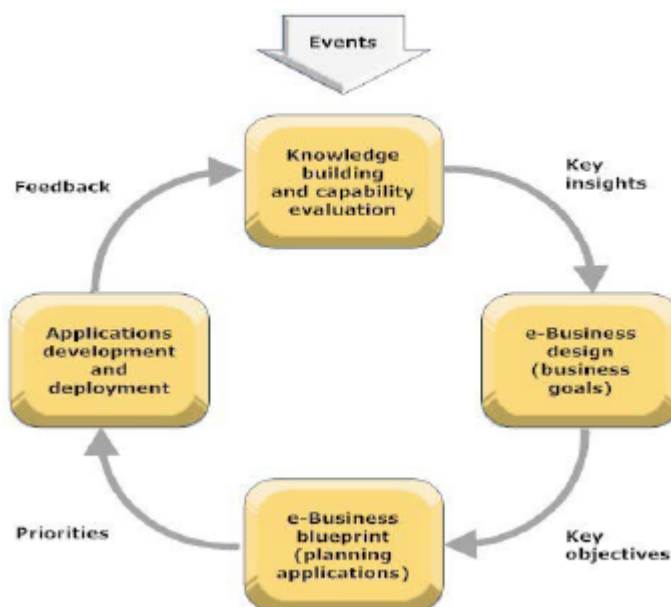
Το Internet και διάφορες πλατφόρμες συγκέντρωσης ηλεκτρονικών εμπορικών δραστηριοτήτων έδωσαν τη δυνατότητα στους συμμετέχοντες στην παγκόσμια αγορά, μία καλύτερη εικόνα για την κατάστασή της. Η επόμενη γενιά την αγοράς, η οποία θα βασίζεται σε τεχνολογίες του Σημαιολογικού Ιστού, θα επιτρέψει στους καταναλωτές να έχουν μία συνολική εικόνα της εκάστοτε αγοράς. Σε διάφορους κλάδους η σημασία που δίνεται τώρα στη διαφήμιση θα ελαττωθεί, καθώς οι επιχειρήσεις θα μπορούν να παρουσιάζουν καλύτερα τα πλεονεκτήματα των προϊόντων τους μέσω της δομημένης σημαιολογικής περιγραφής των χαρακτηριστικών τους με χρήση των οντολογιών. Αυτό θα ωφελήσει κυρίως τις μικρές και τις μεσαίες επιχειρήσεις οι οποίες μέχρι στιγμής δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα να προβληθούν. Οι προμηθευτές συγκεκριμένων προϊόντων αναμένεται να έχουν μεγαλύτερο περιθώριο κέρδους καθώς οι πελάτες είναι πρόθυμοι να πληρώσουν περισσότερα για ένα προϊόν που ταιριάζει περισσότερο στις ανάγκες τους και που ξέρουν πως θα τους ικανοποιήσει.

Η αναζήτηση και συλλογή πληροφοριών για διάφορα αντικείμενα δεν στηρίζεται μόνο στην έννοια του κειμένου αλλά και σε εικόνες, ήχο, βίντεο. Ο Σημαιολογικός Ιστός, μέσω των οντολογιών του, δίνει την ικανότητα σημαιολογικού σχολιασμού αυτών των αντικειμένων κάνοντάς τα εμφανή στους ευφείς πράκτορες αναζήτησης του. Έτσι, η πληροφορία θα οργανώνεται και θα παρουσιάζεται στον απλό χρήστη πιο εύκολα και κατανοητά. Έτσι ο κάθε ένας από εμάς θα έχει την κρίση να αγοράσει το προϊόν που θα τον ικανοποιήσει.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που στον οποίον επεμβαίνει ο Σημαιολογικός Ιστός είναι η ενοποίηση διάφορων συστημάτων μεταξύ εταιριών. Οι οντολογίες χρησιμοποιούνται για την ορολογία ποικίλων συστημάτων και στην ουσία τα ηλεκτρονικά καταστήματα τύπου B2B αυτοματοποιούνται.

Οι οντολογίες επεμβαίνουν σε αυτό που θα λέμε μελλοντικά κόσμο των μηχανών και καθιστούν τις πληροφορίες που υπάρχουν στο διαδίκτυο κατανοητές σε αυτές. Το ηλεκτρονικό εμπόριο για να λειτουργήσει καλύτερα απαιτεί διάλογο και συναλλαγές μεταξύ διαφορετικών μηχανών πάνω σε διαφορετικά ζητήματα. Οι τεχνολογίες του Σημαιολογικού Ιστού μπορούν να προσφέρουν στην υλοποίηση μιας τέτοιου είδους επικοινωνίας και στην γρήγορη επεξεργασία μεγάλου όγκου πληροφοριών.

Κάποιες επιχειρήσεις δημιουργούν κάποιο είδος «εικονικής κοινότητας» στο διαδίκτυο μέσω της οποίας ανταλλάσσουν απόψεις και γνώσεις για ζητήματα κοινού εν-διαφέροντος προς κοινό όφελος. Οι οντολογίες μπορούν να βοηθήσουν στον τομέα αυτόν με θέματα οργάνωσης και προσδιορισμού κάποιας ιεραρχίας ανάμεσα στα μέλη της κοινότητας. Μια εναλλακτική μέθοδο για τα ζητήματα αυτά μεταξύ των μελών της «εικονικής κοινότητας» μπορούν και να προσδιοριστούν και μέσω των κλάσεων και ιδιοτήτων των οντολογιών.



Εικόνα 3.1: Μοντέλο στρατηγικής ηλεκτρονικού επιχειρείν (Καρακατσούλης, 2011)

### 3.3 Ηλεκτρονική Υγεία

Ο τομέας της υγείας χρησιμοποιεί εδώ και καιρό ηλεκτρονικές μεθόδους για διοικητικές λειτουργίες, όμως η τεχνολογία αφομοιώθηκε με πιο αργούς ρυθμούς στον τομέα αυτό για τη βελτίωση των υπηρεσιών, λόγω του ότι η υιοθέτηση νέων διαδικασιών που έχουν να κάνουν με τεχνολογία προϋποθέτει ότι οι διαδικασίες αυτές έχουν εξεταστεί ενδελεχώς ως προς την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητά τους, για λόγους ασφαλείας (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007).

Από την άλλη μεριά, τα πληροφοριακά συστήματα που χρησιμοποιούνται στο χώρο της υγείας, αποθηκεύουν δεδομένα σε πολλά ανόμοια και ετερογενή αποθετήρια δεδομένων. Οι διαδικασίες που αφορούν τη διαχείριση της γνώσης, είναι περισσότερο επικεντρωμένες στην απόκτηση και αποθήκευση πληροφοριών, παρά στο διαμοιρασμό και τη μεταφορά αυτών μεταξύ συστημάτων και οργανισμών, για την υποστήριξη της παραγωγικότητας των χρηστών. Επιπλέον, τα δεδομένα που αποκτώνται και αποθηκεύονται σε πληροφοριακά συστήματα υγείας, μπορεί να έχουν οποιαδήποτε μορφή. Οι γιατροί είναι αδύνατον να γνωρίζουν όλα τα νοσήματα καθώς η ιατρική γλώσσα χρησιμοποιεί ένα πλούσιο και περίπλοκο λεξιλόγιο (Μαριέττου, 2018). Οι ιατρικοί όροι είναι συχνά ασαφείς και σπανίως αυστηρά προσδιορισμένοι. Η ίδια νόσος μπορεί να είναι γνωστή με διάφορα ονόματα, που θεωρούνται συνώνυμα. Αντίστροφα, ένας ιατρικός όρος μπορεί να έχει διάφορες ερμηνείες, ανάλογα με τον ομιλούντα και τα συμφραζόμενα.

Είναι επιτακτική η ανάγκη ύπαρξης ενός κοινού λεξιλογίου για την αναπαράσταση δεδομένων και πληροφοριών, προκειμένου να επιτυγχάνεται η αποδοτική διαχείριση της γνώσης στον τομέα της υγείας (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007). Οι διάφορες προσπάθειες που έγιναν κατά καιρούς, έχουν επικεντρωθεί στην ανάπτυξη ανεξάρτητων εφαρμογών που προσπαθούν να κάνουν τα συστήματα να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, ενώ η πραγματική ανάγκη είναι να δημιουργηθούν μοντέλα για την ενοποίηση των δεδομένων σε αυτά τα ανόμοια συστήματα, με σκοπό την αποτελεσματική χρήση και τον αποτελεσματικό διαμοιρασμό της γνώσης. Για την εξυπηρέτηση των αναγκών, η γνώση που αφορά τους ασθενείς θα πρέπει να είναι προσβάσιμη στο άτομο που παρέχει φροντίδα, εγκαίρως κατά την ροή των εργασιών. Οι οντολογίες μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη ισχυρότερων και πιο διαλειτουργικών συστημάτων πληροφοριών και να υποστηρίξουν την ανάγκη της διαδικασίας υγειονομικής περίθαλψης για τη μετάδοση, επαναχρησιμοποίηση και ανταλλαγή δεδομένων ασθενών (Μαριέττου, 2018). Το σημαντικότερο όφελος που μπορούν να προσφέρουν οι οντολογίες είναι η ικανότητά τους να

υποστηρίζουν την απαραίτητη ενσωμάτωση των γνώσεων και των δεδομένων και γενικότερα να παρέχουν κριτήρια βασισμένα στη σημασιολογία για την υποστήριξη διαφορετικών στατιστικών συνόλων για διαφορετικούς σκοπούς.

Τα πρότυπα διαλειτουργικότητας που παρέχουν οι αναδυόμενες τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού, μπορούν να καταστήσουν δυνατή την ολοκλήρωση των πληροφοριών στο χώρο της υγείας με τη χρήση ενός κοινού «λεξικού», εξασφαλίζοντας τη διαφάνεια των σχετικών διαδικασιών ανάμεσα σε όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς, όπως νοσοκομεία, φαρμακευτικές εταιρίες, ασφαλιστικές εταιρίες, άλλους παρόχους υπηρεσιών υγείας, κλινικά εργαστήρια, κλπ. Τέτοιου είδους καινοτομίες, μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένη αποτελεσματικότητα των παρόχων υπηρεσιών υγείας, στη μεγαλύτερη ικανοποίηση των εργαζομένων, στη μεγαλύτερη ικανοποίηση των ασθενών και γενικότερα στη βελτίωση του συστήματος υγείας και των σχετικών παρεχόμενων υπηρεσιών (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007).

### **3.4 Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση**

Με τον όρο «ηλεκτρονική διακυβέρνηση» εννοούμε τη χρήση των διαδικτυακών τεχνολογιών για την παροχή κυβερνητικών υπηρεσιών στους πολίτες και τις επιχειρήσεις (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007). Στόχος της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης είναι να εκσυγχρονίσει και να απλοποιήσει τις διαδικασίες και να βελτιώσει τις συναλλαγές με τον επιχειρηματικό κόσμο, να ενδυναμώσει τη θέση των πολιτών παρέχοντάς τους κατάλληλες πληροφορίες και να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της κυβερνητικής διοίκησης. Ο τομέας της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης είναι μοναδικός λόγω της τεράστιας πρόκλησης που αντιμετωπίζει για την επίτευξη διαλειτουργικότητας, δεδομένου των υπηρεσιών της που εκτείνονται σε πολλά διαφορετικά οργανωσιακά πλαίσια και υποδομές και των πολλαπλών σημασιολογικών διαφορών κατά την ερμηνεία και επεξεργασία πληροφοριών που αφορούν για παράδειγμα νόμους, κανονισμούς, υπηρεσίες προς τους πολίτες, διαχειριστικές διαδικασίες, βέλτιστες πρακτικές, κ.ο.κ.

Αυτές οι διαφορές σημασιολογικού χαρακτήρα είναι άμεσα συνδεδεμένες με πολλές διαφορετικές λύσεις σε επίπεδο εφαρμογών και πληροφοριακών συστημάτων, οι οποίες θα πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους. Συνεπώς, και στην περίπτωση της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, οι δυσκολίες εκτέλεσης των διάφορων διαδικασιών και παροχής των υπηρεσιών, συνίστανται ουσιαστικά στη διαφορετική μορφή των δεδομένων και στο γεγονός ότι απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση για την ολοκλήρωσή τους. Η δημιουργία

αποτελεσματικών υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης απαιτεί την ολοκλήρωση των πληροφοριών καθώς και των διαδικασιών.

Οι τεχνολογίες του Σημαιολογικού Ιστού μπορούν να βελτιώσουν τις διαδικασίες ηλεκτρονικής διακυβέρνησης με το διαφανή διαμοιρασμό πληροφοριών και γνώσης. Ήδη έχουν γίνει προσπάθειες και εξετάζεται η χρήση των οντολογιών σε εφαρμογές ηλεκτρονικής διακυβέρνησης βασισμένες σε τεχνολογίες Σημαιολογικού Ιστού, για την υποστήριξη της διαχείρισης της γνώσης στα πλαίσια παροχής υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Παρόλα αυτά, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την ανάλυση των απαιτήσεων καθώς και για την εξέταση των παραγόντων επιτυχίας στην ανάπτυξη συστημάτων με τη χρήση τεχνολογιών Σημαιολογικού Ιστού, για την αποτελεσματική διαχείριση της γνώσης στα πλαίσια της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης.

Συνοπτικά, οι παράγοντες επιτυχούς μετάβασης στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση είναι οι εξής (Παρασκευάς, χωρίς ημερομηνία):

- Ύπαρξη καλά οργανωμένων διαδικασιών (από κεντρικό κράτος, αυτοδιοίκηση, οργανισμούς, κ.λ.π.)
- Άρτια εκπαιδευμένο προσωπικό, το οποίο θα κληθεί να χειριστεί τα πληροφοριακά συστήματα.
- Χρήση ώριμων τεχνολογιών υψηλών και ανοιχτών προδιαγραφών και προτύπων που έχουν σαν στόχους να εξασφαλίζουν:
  - ✓ Τη διαλειτουργικότητα (Interoperability) ανάμεσα στα πληροφοριακά συστήματα
  - ✓ Την επαναχρησιμοποίησή τους (Reusability)
- Οι ψηφιακά εγγράμματοι πολίτες

Η Πολιτεία οφείλει να ηγηθεί της προσπάθειας για τη μεγιστοποίηση των ωφελειών από τη χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), σε όλους τους πολίτες, την οικονομία και την κοινωνία. Καταλυτικό βήμα αποτελεί η αξιοποίηση των δυνατοτήτων των ΤΠΕ για:

- ✓ Τον μετασχηματισμό και τη βελτίωση των υπηρεσιών του Δημοσίου προς τους πολίτες και τις επιχειρήσεις
  - ✓ Την αύξηση της αποτελεσματικότητας του δημόσιου τομέα σε όλα τα επίπεδα
- Την πάταξη της γραφειοκρατίας και της διαφθοράς



Η εξοικείωση των πολιτών και των επιχειρήσεων με τις ΤΠΕ μπορεί να γίνει μέσω της ανάπτυξης υπηρεσιών στους τομείς της διακυβέρνησης, της υγείας και της εκπαίδευσης (βασικοί και μεγάλοι τομείς), όπου ο πολίτης δεν «αγοράζει» τεχνολογίες αλλά υπηρεσίες, αφού αυτές αντιλαμβάνεται καλύτερα επειδή βελτιώνουν την καθημερινότητά του.



Εικόνα 3.2: Επίπεδα Ωριμότητας Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης (Παρασκευάς, χωρίς ημερομηνία)

### 3.5 Σημασιολογικό Πλέγμα (Semantic Grid)

Τα Πλέγματα (GRIDs) ενοποιούν μέσω ηλεκτρονικών δικτύων υπολογιστικούς, αποθηκευτικούς και άλλους πόρους (π.χ. αισθητήρες) κατανεμημένους σε τοπική εθνική και διεθνή κλίμακα, κλιμακώνοντας τις δυνατότητες της κοινωνίας της πληροφορίας, όπως αντίστοιχα τα πλέγματα ηλεκτρικής ισχύος υπήρξαν καταλυτικοί παράγοντες της βιομηχανικής επανάστασης (Ντούσικος, Τσιώλης, 2017). Τα σημασιολογικά πλέγματα που αναπτύσσονται από την ερευνητική και επιχειρηματική κοινότητα:

- Επιτρέπουν το διαμοιρασμό των πόρων σε πολλαπλούς χρήστες διαφορετικών κοινοτήτων με ετερογενή πεδία εφαρμογών και γεωγραφική κατανομή. Το σημασιολογικό πλέγμα μας θα στηρίζεται αρχικά σε ένα μητροπολιτικό δίκτυο MAN, και στη συνέχεια σε ένα εθνικής εμβέλειας δίκτυο WAN συνδεδεμένο με διεθνούς κάλυψη δίκτυο, όπως το ευρωπαϊκό ερευνητικό δίκτυο GEANT και το αμερικάνικο Abilene, ανάλογα με τις απαιτήσεις των εφαρμογών και τις υπάρχουσες δικτυακές υποδομές.

- Απαιτούν ασφαλή πρόσβαση μέσω ενδιάμεσου λογισμικού, με παγκόσμια έμφαση στο λογισμικό ανοιχτού κώδικα-open source. Τα πλέγματα επεκτείνουν την φιλοσοφία του ανοιχτού λογισμικού σε ανοιχτά υπολογιστικά συστήματα, με περιορισμούς μόνο όσο αφορά στην ασφάλεια και τη διαθεσιμότητα πόρων για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών.
- Παρουσιάζουν μμεγάλη δυνατότητα κλιμάκωσης, με ιδιαίτερα περιορισμένη αρχική επένδυση. Οι αρχιτεκτονικές GRID μπορεί να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο για την υπέρβαση του ψηφιακού χάσματος στον κόσμο, σε μια ήπειρο, σε μια χώρα, σε έναν οργανισμό campus.
- Ενοποιούν μέσω δικτύων Internet/ Internet υπολογιστικές, αποθηκευτικές και άλλες ηλεκτρονικές εγκαταστάσεις με ετερογενείς τεχνολογικές υλοποιήσεις με στόχο την παροχή ολοκληρωμένων ηλεκτρονικών υπηρεσιών. Η ενοποίηση υλοποιείται με χρήση ενός επιπρόσθετου στρώματος ενδιάμεσου λογισμικού (middleware), που αναλαμβάνει τον διαμοιρασμό των πόρων πάνω από το δίκτυο με τα παραπάνω χαρακτηριστικά και θα αναπτυχθεί στα πλαίσια του παρόντος ερευνητικού έργου.

Είναι προφανές ότι τις ηλεκτρονικές υποδομές οδηγούν οι ερευνητικές και ακαδημαϊκές κοινότητες, οι οποίες θα συνεισφέρουν σημαντικά στην προτυποποίηση των σχετικών τεχνολογιών αυτών, και θα επιτρέψουν την ευρεία διάδοση τους σε άλλες περιοχές.

### **3.6 Ηλεκτρονική Εκπαίδευση**

Ο Σημαιολογικός Ιστός αναμένεται να έχει ιδιαίτερα σημαντικό αντίκτυπο στον τομέα της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης και ιδίως στην ανώτερη και ανώτατη εκπαίδευση, μιας και εκεί συναντάμε συνήθως τους περισσότερο «ανοιχτούς» και ενήμερους δυνητικούς χρήστες καινοτόμων τεχνολογιών (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007). Παρά το γεγονός ότι δεν είναι ακόμα απολύτως ξεκάθαρο σε ποια σημεία ακριβώς θα επηρεάσει ο Σημαιολογικός Ιστός τον τομέα της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης, υπάρχουν τέσσερις τομείς στους οποίους κατά πάσα πιθανότητα θα έχει σημαντικές επιπτώσεις τόσο όσον αφορά τη διδασκαλία όσο και την έρευνα: η διαχείριση της γνώσης, οι ψηφιακές βιβλιοθήκες, οι εικονικές κοινότητες και οι online συνεργασίες και η ηλεκτρονική μάθηση.

### 3.6.1 Διαχείριση Γνώσης

Πιθανώς, το αντικείμενο μελέτης που έχει κερδίσει μέχρι τώρα το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στο χώρο του Σημαιολογικού Ιστού, είναι η διαχείριση της γνώσης, δηλαδή η οργάνωση και η ανακάλυψη πληροφοριών, μιας και αποτελεί το βασικό κίνητρο πίσω από την ανάπτυξή του (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007). Ο Σημαιολογικός Ιστός μπορεί να ενισχύσει τις δυνατότητες των εργαλείων του παρόντος Ιστού, έτσι ώστε να εξελιχθούν σε χρήσιμα εργαλεία διαχείρισης της γνώσης, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να επεξεργάζονται τις σημασιολογικές περιγραφές που συνδέονται με κάποιες ιστοσελίδες. Ο Παγκόσμιος Ιστός ήδη αποτελεί τη βασική πηγή πληροφόρησης για πολλούς μαθητές και ερευνητές ανά τον κόσμο. Μία περισσότερο δομημένη και στοχευμένη προσέγγιση για τη διαχείριση αυτών των πληροφοριών, τόσο στο εσωτερικό επίπεδο ενός οργανισμού όσο και ανάμεσα σε διαφορετικούς οργανισμούς, μπορεί να καταστήσει αυτές τις πληροφορίες περισσότερο χρήσιμες και να βελτιώσει τη δυνατότητα «μέτρησης» της ποιότητάς τους. Με την αυτοματοποίηση της επεξεργασίας της σημασιολογίας των δεδομένων μπορεί να μειωθεί κατά πολύ ο χρόνος που αφιερώνουν οι χρήστες για τη εκτέλεση διαδικασιών ρουτίνας.

### 3.6.2 Ψηφιακές Βιβλιοθήκες

Οι βιβλιοθήκες είναι κατά παράδοση ο φορέας οργανωμένης γνώσης (Χατζηχρήστου, 2009). Στο νέο περιβάλλον του σημασιολογικού ιστού οφείλουν να προσφέρουν την εμπειρία που διαθέτουν για την οργάνωση της γνώσης από το συμβατικό περιβάλλον αλλά και να αξιοποιήσουν κατάλληλα όλα τα νέα εργαλεία, ώστε να συνεχίσουν να επιτελούν το κοινωνικό τους έργο διατηρώντας ίδια υψηλά επίπεδα ποιότητας.

Οι βιβλιοθήκες αποτελούν ένα βασικό συστατικό της πληροφοριακής υποδομής που υποστηρίζει την ανώτερη και ανώτατη εκπαίδευση (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007). Παρέχουν μία βασική πηγή γνώσης για μαθητές και ερευνητές, ενώ μετατρέπονται ολοένα και περισσότερο σε ψηφιακές βιβλιοθήκες. Ένα κύριο χαρακτηριστικό των ψηφιακών βιβλιοθηκών, είναι η παροχή διαμοιραζόμενων καταλόγων (shared catalogues) που μπορούν να δημοσιευθούν και να διαβαστούν online. Αυτό απαιτεί τη χρήση κοινών μεταδεδομένων για την περιγραφή των πεδίων του καταλόγου (π.χ. τίτλος, συγγραφέας, ημερομηνία, εκδότης, κλπ.), καθώς και κοινών ελεγχόμενων λεξικών (controlled vocabularies) για την αντιστοίχιση των δημοσιεύσεων σε συγκεκριμένες θεματικές κατηγορίες. Με τη δημοσίευση ελεγχόμενων λεξικών στα οποία μπορούν να έχουν πρόσβαση όλοι οι χρήστες online, οι κατάλογοι των βιβλιοθηκών μπορούν

να χρησιμοποιούν τα ίδια λεξικά για την κατηγοριοποίηση και τη σήμανση των περιεχομένων τους με βάση σχετικούς όρους από το λεξικό, ανάλογα με τον τομέα ενδιαφέροντος. Κατόπιν, οι μηχανές αναζήτησης μπορούν να χρησιμοποιούν τα ίδια λεξικά κατά τη διαδικασία αναζήτησης έτσι ώστε να επιστρέφουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Στις Ψηφιακές Βιβλιοθήκες η κύρια αλλαγή είναι ότι το τεκμήριο πλέον έχει αλλάξει υπόσταση, έχει περάσει δηλαδή από την υλική στην ψηφιακή (Χατζηχρήστου, 2009). Ακόμη έχουν αλλάξει τα δεδομένα πρόσβασης στο υλικό τους, το περιεχόμενο των συλλογών τους και το οικονομικό τους περιβάλλον. Οι συλλογές τους πλέον απαρτίζονται από ψηφιακά πολυμεσικά αντικείμενα σε διάφορα formats, ηλεκτρονικά βιβλία και περιοδικά, videos, φωτογραφίες κ.ά. Το κοινό επίσης έχει αλλάξει. Πρόκειται για ένα παγκόσμιο κοινό που μπορεί να ζητά πρόσβαση στην πληροφορία από οποιοδήποτε μέρος του πλανήτη, γεγονός που θέτει και θέμα πολυγλωσσικότητας. Το οικονομικό περιβάλλον είναι διαφορετικό, πλέον η βιβλιοθήκη εκτός από κοινωφελής οργανισμός πρέπει να είναι και βιώσιμος, παρέχοντας υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας.

Οι σημασιολογικές ψηφιακές βιβλιοθήκες διαφέρουν από τις ψηφιακές βιβλιοθήκες ως προς τα εξής:

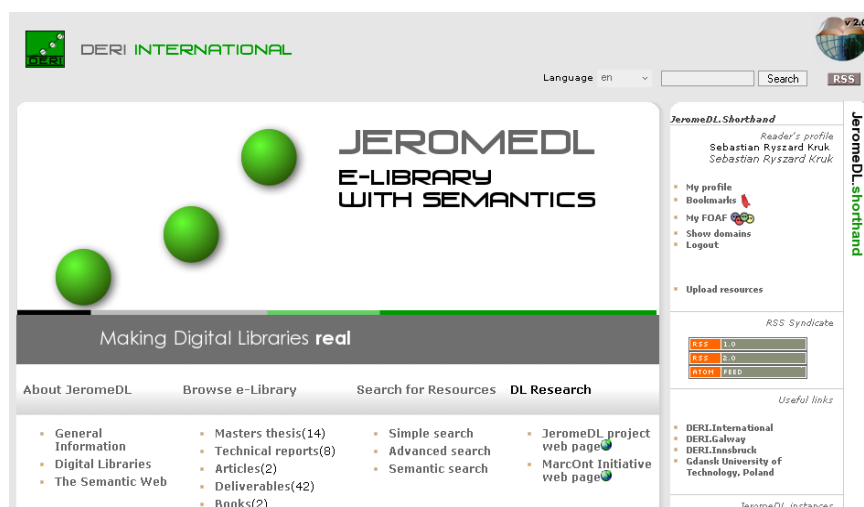
- περιγραφή και έκθεση των πόρων της με έναν τρόπο μηχανών
- οι πόροι μπορούν να αφορούν περιεχόμενο, ψηφιακά χειροποίητα αντικείμενα, οργάνωση των αντικειμένων (π.χ. συλλογές), χρήστες, κοινότητες χρηστών, ελεγχόμενα λεξιλόγια, θησαυρούς και ταξινομήσεις
- εκθέτουν τη σημασιολογία των μεταδεδομένων τους από την άποψη μιας οντολογίας, η οποία καθορίζεται χρησιμοποιώντας μια επίσημη γλώσσα

Δύο κύρια οφέλη των σημασιολογικών ψηφιακών βιβλιοθηκών:

- νέα παραδείγματα αναζήτησης για το διάστημα πληροφοριών
  - Οντολογία, βασισμένη αναζήτηση/αναζήτηση απόψεων
  - Κοινοτικός, εύκολη αναζήτηση
- παροχή της λειτουργικότητας στο επίπεδο στοιχείων ενσωματώνοντας μεταδεδομένα από τις διάφορες ετερογενείς πηγές και διασυνδέοντας διαφορετικά ψηφιακά συστήματα βιβλιοθηκών

Ο Σημασιολογικός Ιστός παρέχει τη δυνατότητα για την υιοθέτηση μιας τέτοιας προσέγγισης. Δημιουργεί ανοιχτά πρότυπα που επιτρέπουν τεχνολογικές λύσεις ανεξάρτητες από

κατασκευαστές και παρέχει ευελιξία στην επεξεργασία δεδομένων, επιτρέποντας δομημένα και ημι-δομημένα δεδομένα, τυπικές και άτυπες περιγραφές αυτών, καθώς και μία ανοιχτή και επεκτάσιμη αρχιτεκτονική (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007).



Εικόνα 3.3: Σημασιολογική ψηφιακή βιβλιοθήκη (Χατζηχρήστου, 2009)

### 3.6.3 Εικονικές Κοινότητες και Οργανισμοί

Ένα άλλο σημαντικό θέμα που προέκυψε κατά την ανάπτυξη του Σημασιολογικού Ιστού, είναι η δυνατότητα που παρέχει για την υποστήριξη της online επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης μεταξύ διαφόρων ομάδων ανθρώπων. Αυτό έχει δύο προεκτάσεις, την υποστήριξη εικονικών κοινοτήτων (virtual communities) και την υποστήριξη εικονικών οργανισμών (virtual organizations) (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007).

Όσον αφορά τις εικονικές κοινότητες, όπως είναι γνωστό, οποιοσδήποτε μπορεί πλέον πολύ εύκολα να δημοσιεύσει στο διαδίκτυο πληροφορίες σχετικά με τον εαυτό του, τα ενδιαφέροντά του και την εργασία του, επιτρέποντας έτσι σε άλλα άτομα με κοινά ενδιαφέροντα να ανακαλύψουν και να μοιραστούν αυτή τη γνώση, με σκοπό τη δημιουργία μιας εικονικής κοινότητας ατόμων που μοιράζονται ιδέες. Η υποστήριξη τέτοιου είδους κοινοτήτων, θα μπορούσε να αποδειχθεί πολύ χρήσιμη στο χώρο της εκπαίδευσης.

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας κατάλληλα εργαλεία ενσωματωμένα σε Εικονικά Περιβάλλοντα Μάθησης (Virtual Learning Environments), κοινότητες σπουδαστών μέσα στο ίδιο τμήμα ή ανάμεσα σε διαφορετικούς οργανισμούς, θα μπορούσαν να βρουν κατάλληλη υποστήριξη με ή χωρίς καθοδήγηση. Αυτές οι κοινότητες θα μπορούσαν για παράδειγμα να διευκολύνουν την ανταλλαγή χρήσιμων πληροφοριών και απόψεων (π.χ. βιβλιογραφίες) και τις συζητήσεις μέσω ιστολογίων (blogs) και σχολίων σε αυτά. Παρέχοντας μια πλουσιότερη

περιγραφική δομή σε αυτές τις πληροφορίες με τη χρήση των τεχνολογιών Σηματολογικού Ιστού, μπορεί να ενισχυθεί σημαντικά η χρησιμότητά τους και να γίνει πιο άμεσος και εύκολος ο διαμοιρασμός τους. Με τον ίδιο τρόπο, αυτά τα εργαλεία μπορούν να υποστηρίξουν και τις ερευνητικές κοινότητες με την ενσωμάτωσή τους σε Εικονικά Περιβάλλοντα Έρευνας (Virtual Research Environments).

Από την άλλη μεριά, μία περισσότερο αυστηρή προσέγγιση απαιτείται στην περίπτωση που άνθρωποι και οργανισμοί επιθυμούν να συνεργαστούν και «επίσημα» online για την επίτευξη κοινών στόχων. Στο χώρο της εκπαίδευσης, για παράδειγμα, ως εικονική συνεργασία μπορεί να θεωρηθεί ένα ερευνητικό έργο με εταίρους που βρίσκονται διάσπαρτοι σε διάφορα μέρη της Ευρώπης, ή η εκμάθηση υποβοηθούμενη από υπολογιστές, όπου οι σπουδαστές και ο διδάσκων επιθυμούν να μοιραστούν εκπαιδευτικό υλικό online καθώς και να συμμετέχουν σε ομαδικές δραστηριότητες όπως π.χ. ομαδικές εργασίες.

Ο όρος εικονικός οργανισμός, αναφέρεται στην συνεργασία που επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών, πέρα από τα στενά όρια ενός οργανισμού. Ήδη υπάρχουν σχετικά πρότυπα που παρέχουν την υποδομή για τη δημιουργία εικονικών οργανισμών, συνήθως με τη χρήση του λεγόμενου Service Oriented Architecture (εν συντομία SOA), όπου εφαρμογές και εργαλεία παρέχουν προκαθορισμένη πρόσβαση σε υπηρεσίες στα μέλη μιας συνεργασίας. Για την υποστήριξη της λειτουργίας ενός εικονικού οργανισμού, θα πρέπει να υπάρχει κάποιος τρόπος ώστε τα μέλη του να βρίσκουν εύκολα τις προσφερόμενες υπηρεσίες που ανταποκρίνονται στις ανάγκες τους, να διαπραγματεύονται τη χρήση τους με ασφάλεια και να συντονίζουν τη χρήση διαφορετικών υπηρεσιών για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Αυτά τα πρότυπα απαιτούν την ανάπτυξη κοινών λεξιλογίων και πρωτοκόλλων διαπραγμάτευσης. Ο Σηματολογικός Ιστός μπορεί να παρέχει την κατάλληλη υποδομή για την ανάπτυξη μιας τέτοιας αρχιτεκτονικής για την υποστήριξη εικονικών οργανισμών, με την αυτοματοποίηση των διαδικασιών εύρεσης και διαπραγμάτευσης υπηρεσιών.

### **3.6.4 Ηλεκτρονική Μάθηση (e-learning)**

Είναι ξεκάθαρο πλέον από όσα ειπώθηκαν παραπάνω, ότι ο Σηματολογικός Ιστός έχει πολλά να προσφέρει στον τομέα της ηλεκτρονικής μάθησης, υποστηρίζοντας τόσο την εξ αποστάσεως όσο και την παραδοσιακή εκπαίδευση. Η έννοια του «μαθησιακού αντικειμένου» (learning object) ως αυτόνομης μονάδας εκπαιδευτικού υλικού που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και να συνδυαστεί με άλλα μαθησιακά αντικείμενα, αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό των

συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης. Εντούτοις, η μέθοδος αυτή (δηλ. η χρήση μαθησιακών αντικειμένων) έχει δεχθεί πολλές κριτικές για την έλλειψη ευελιξίας και για το γεγονός ότι δε λαμβάνει υπόψη τις ιδιαίτερες μαθησιακές ανάγκες κάθε ατόμου ή τις απαιτήσεις του πλαισίου χρήσης. Παρόλα αυτά, αν χρησιμοποιηθεί ορθά αποτελεί μία χρήσιμη και αποτελεσματική μέθοδο, η οποία έχει πολλά να κερδίσει από τον Σημαιολογικό Ιστό.

Τα μαθησιακά αντικείμενα μπορούν να οργανωθούν σε αποθετήρια (repositories) και να διαμοιραστούν μέσω του Ιστού. Κάθε μαθησιακό αντικείμενο που προστίθεται στο αποθετήριο συνοδεύεται από πλούσια μεταδεδομένα, δηλαδή πληροφορίες που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου με στόχο την πιο αποτελεσματική εύρεση, διαχείριση και χρήση του. Στη συνέχεια, μπορεί να γίνει εύκολη αναζήτηση και ανάκτηση των αντικειμένων, αναζητώντας τα στο διαμοιραζόμενο αποθετήριο με βάση τα μεταδεδομένα τους.

Αξίζει να σημειωθεί ότι έχουν ήδη εμφανιστεί αρκετές γλώσσες για τη σηματολογική περιγραφή μαθησιακών αντικειμένων, όπως για παράδειγμα η γλώσσα Educational Modelling Language (EML) που αναπτύχθηκε από το ανοιχτό πανεπιστήμιο της Ολλανδίας και τα Learning Object Metadata (LOM) από το Learning Technology Μηχανικών (IEEE). Αυτές οι γλώσσες επιτρέπουν την καλύτερη αλληλεπίδραση με το εκπαιδευτικό υλικό, και τη μεσολάβηση οντολογιών και ευφυών πρακτόρων για την αντιστοίχιση των αναγκών των εκπαιδευόμενων με τους διαθέσιμους πόρους. Standardization Committee (LTSC) του Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών.

Μέχρι πρόσφατα η εκπαιδευτική διαδικασία είχε τρία πολύ βασικά χαρακτηριστικά:

- Το διδακτικό περιεχόμενο καθοριζόταν αυστηρά και μόνο από τον εκπαιδευτή.
- Η σειρά με την οποία γινόταν η διδασκαλία ήταν προκαθορισμένη και αυστηρά γραμμική.
- Απαιτούσε την ταυτόχρονη παρουσία του εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου στον ίδιο φυσικό χώρο.

Έτσι μέχρι τώρα η εκπαίδευση είχε έναν μαζικό χαρακτήρα, που δεν ταίριαζε πάντα στις ανάγκες και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των εκπαιδευόμενων.

Με την χρήση του Παγκόσμιου Ιστού όμως όλα τείνουν να αλλάξουν. Πλέον ο καθένας μπορεί να αναζητήσει την πληροφορία που επιθυμεί, τη στιγμή που την χρειάζεται. Ακόμα, ο εκπαιδευόμενος έχει τη δυνατότητα να διαμορφώσει ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα που να ανταποκρίνεται στις προσωπικές του ανάγκες και στον τρόπο μάθησης που εκείνος προτιμά.

Τις ίδιες ακριβώς απαιτήσεις από ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα έχουν και οι σύγχρονες επιχειρήσεις. Ζητούμενο είναι η ταχύτητα, η εγκυρότητα και η προσαρμογή της πληροφορίας στα εκάστοτε δεδομένα. Μέσω της προσέγγισης του e-learning όλα τα παραπάνω είναι εφικτά. Οι κυριότερες διαφορές μεταξύ παραδοσιακής εκπαίδευσης και ηλεκτρονικής μάθησης παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 3.1 (Τζελέπης, 2011).

**Πίνακας 3.1: Διαφορές μεταξύ παραδοσιακής εκπαίδευσης και ηλεκτρονικής μάθησης**

Τομέας	Παραδοσιακή μάθηση	e-Learning
Διανομή γνώσεων	Προ-αποφασισμένη από τον διδάσκοντα (push)	Ο εκπαιδευόμενος αποφασίζει για την ύλη του (pull)
Ανταπόκριση	Προϋποθέτει τις ανάγκες του ακροατηρίου	Ανταποκρίνεται στις ανάγκες που εντοπίζει
Πορεία	Γραμμική, με καθορισμένη πρόοδο των γνώσεων	Μη γραμμική, επιτρέπει απ' ευθείας πρόσβαση σε οποιοδήποτε κομμάτι γνώσης
Πρόοδος	Διακριτή, συγκεκριμένα κομμάτια γνώσης συνήθως αυτοτελή	Συνεχής, η μάθηση δε σταματάει
Αρχή	Κεντριοποιημένη, μόνη αρχή ο διδάσκων	Κατανεμημένη, διδάσκων και διδασκόμενος συναποφασίζουν
Εξατομίκευση	Μαζικός τρόπος παροχής γνώσεων σε όλο το ακροατήριο	Προσωποποιημένη, σχεδιασμένη για τις ανάγκες κάθε μαθητευόμενου
Προσαρμοστικότητα	Στατική, το περιεχόμενο γνώσης δεν ανανεώνεται συχνά	Δυναμική, το περιεχόμενο της γνώσης αλλάζει σύμφωνα με την εμπειρία του εκπαιδευόμενου



Με τα δεδομένα του σήμερα όμως, είναι δύσκολο να γίνει αποτελεσματικά η καταχώρηση και αναζήτηση της κατάλληλης πληροφορίας και η σύνδεση της με το αντίστοιχο εκπαιδευτικό υλικό, ιδιαίτερα όταν τα δεδομένα είναι και διαφορετικής προέλευσης (π.χ. διαφορετικοί συγγραφείς) και πρέπει να γίνεται χειροκίνητα (Ζαβαλιάδης, Πίτσα, 2007). Στα πλαίσια των αναγκών αυτών, η χρήση απλών μεταδεδομένων, παρότι σημαντική, δεν είναι αρκετή. Αυτό που απαιτείται είναι η σύνδεση του εκπαιδευτικού υλικού με κατάλληλες οντολογίες, ούτως ώστε να είναι πιο εύκολο όχι μόνο να καταχωρείται και να κατηγοριοποιείται το αντίστοιχο υλικό, αλλά και για να είναι δυνατή η εκτέλεση της αναζήτησης μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών, από ευφυείς πράκτορες. Έτσι όχι μόνο θα είναι δυνατή η διαμόρφωση ενός προσωπικού εκπαιδευτικού προγράμματος και η μη γραμμική πρόσβαση στη γνώση, αλλά και η ολοκλήρωση και ενσωμάτωση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων σε επιχειρηματικές διαδικασίες. Ήδη η χρήση των οντολογιών στα πλαίσια της ηλεκτρονικής μάθησης και τα οφέλη που προκύπτουν από αυτή, εξετάζονται από μεγάλα ερευνητικά έργα όπως είναι το *ELeGI (European Learning Grid Infrastructure)*.

### **3.6.5 Τηλεκπαίδευση**

Σε σύγκριση με την παραδοσιακή εκπαίδευση, η τηλεκπαίδευση δεν είναι καθοδηγούμενη από τον εκπαιδευτικό (Αγλαΐνη, 2016). Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να έχουν πρόσβαση στην ύλη, χωρίς κάποια προκαθορισμένη σειρά και μπορούν να συνθέσουν μεμονωμένα μαθήματα επιλέγοντας την εκπαιδευτική ύλη. Μια τέτοια προσέγγιση θα μπορούσε να λειτουργήσει μόνο αν η διδακτέα ύλη είναι εφοδιασμένη με πρόσθετες πληροφορίες για την υποστήριξη της αποτελεσματικής δεικτοδότησης και ανάκτησης. Μια λύση είναι η χρήση μεταδεδομένων (metadata). Στην κοινότητα της τηλεκπαίδευσης έχουν εμφανιστεί διάφορα πρότυπα όπως το LOM της IEEE. Συσχετίζει τη διδακτέα ύλη με πληροφορίες όπως εκπαιδευτικές και παιδαγωγικές ιδιότητες, δικαιώματα πρόσβασης και όρους χρήσης, καθώς και τη σχέση της με άλλες εκπαιδευτικές πηγές. Ωστόσο, το βασικό μειονέκτημα αυτών των προτύπων που βασίζονται αποκλειστικά σε μεταδεδομένα είναι η απουσία της σημασιολογίας. Ο συνδυασμός της ύλης που προέρχεται από διαφορετικούς συγγραφείς, όπου ο κάθε συγγραφέας μπορεί να χρησιμοποιεί διαφορετική ορολογία, είναι δύσκολος. Ομοίως, η ανάκτηση πληροφοριών μπορεί να μη γίνεται με το βέλτιστο τρόπο. Η ανάκτηση και η οργάνωση του εκπαιδευτικού υλικού πρέπει να γίνεται χειρωνακτικά από τους εκπαιδευτές, ενώ θα μπορούσε να γίνεται αυτόματα με τη χρήση ενός αυτοματοποιημένου πράκτορα. Ουσιαστικά είναι ένας μηχανισμός εδραίωσης μια κοινής αντίληψης για τους εκπαιδευόμενους και τους εκπαιδευτές.

Στα πλαίσια της τηλεκαίδεισης, υπάρχουν τρία είδη οντολογιών:

- Οντολογίες περιεχομένου: Περιγράφουν τις βασικές έννοιες ενός πεδίου, π.χ. του μαθήματος "Ιστορία". Περιέχουν τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών και τις βασικές ιδιότητες τους. Η οντολογία πρέπει να περιλαμβάνει τη σχέση "is part of". Επίσης, μπορεί να περιέχει σχέσεις για να αποτυπώσει συνώνυμα, συντομεύσεις-συντμήσεις, κ.ο.κ.
- Παιδαγωγικές οντολογίες: Περιγράφουν-διευθετούν τα διάφορα παιδαγωγικά θέματα.
- Οντολογίες δομής: Περιγράφουν τη λογική δομή του εκπαιδευτικού υλικού. Περιλαμβάνουν ιεραρχικές σχέσεις, αλλά και σχέσεις πλοήγησης. Π.χ. Σχέσεις όπως "προηγούμενο", "επόμενο", "is part of", "has part", "requires" , "is based on". Είναι δυνατόν να περιλαμβάνουν ορισμούς για τη σχέση μεταξύ συγκεκριμένων σχέσεων. Οι σχέσεις "has part" και " is part of" είναι αντίστροφες.

## **Κεφάλαιο 4ο**

### **Διαλειτουργικότητα**

#### **και**

### **Εξέλιξη των Οντολογιών**

#### **4.1 Εισαγωγή**

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι προσπάθειες για την υποστήριξη της Διαλειτουργικότητας στο πλαίσιο της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης ξεκίνησαν στα τέλη του 1990, προκειμένου να εξασφαλιστούν καλύτερες υπηρεσίες (Κοντοράβδης, 2016). Η καθιέρωση ενός Πλαισίου Διαλειτουργικότητας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο συμφωνήθηκε για πρώτη φορά κατά τη σύνοδο κορυφής της Σεβίλλης (Ιούνιος 2002), όπου οι Ευρωπαίοι αρχηγοί κρατών ενέκριναν το eEurope Action Plan 2005, προκειμένου να υποστηρίξουν την παροχή πανευρωπαϊκών υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης σε πολίτες και επιχειρήσεις.

Σε συνέχεια της απόφασης αυτής, ανακοινώθηκε το Νοέμβριο του 2004 η 1 η έκδοση του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Διαλειτουργικότητας (European Interoperability Framework - EIF) το οποίο είχε ως στόχο να αποτελεί το έγγραφο αναφοράς για τη διαλειτουργικότητα για το Πρόγραμμα IDABC (Interoperable Delivery Of European eGovernment Services to Public Administrations, Business and Citizens). Το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας (EIF) είναι μια σειρά συστάσεων οι οποίες καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι δημόσιες διοικήσεις, οι επιχειρήσεις και οι πολίτες επικοινωνούν μεταξύ τους εντός της ΕΕ και πέραν των συνόρων των κρατών μελών.

Η 2 η έκδοση του EIF ανακοινώθηκε το Δεκέμβριο του 2010, ενώ οι βασικές διαφορές με την 1<sup>η</sup> έκδοση είναι τα επίπεδα της διαλειτουργικότητας, τα οποία από τρία (οργανωσιακή, σημασιολογική και τεχνική διαλειτουργικότητα) γίνονται τέσσερα, καθώς προστίθεται το επίπεδο της θεσμικής διαλειτουργικότητας, ενώ παράλληλα εισάγεται και το πολιτικό υπόβαθρο, μέσα στο οποίο κινείται η διαλειτουργικότητα.

#### **4.2 Διαλειτουργικότητα**

##### **4.2.1 Ορισμός Διαλειτουργικότητας**

Ως διαλειτουργικότητα ορίζεται η δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ διαφόρων οργανισμών με ένα ομοιογενή και αποτελεσματικό τρόπο με σκοπό την επίτευξη κοινών στόχων, και η οποία

περιλαμβάνει διαμοιρασμό της πληροφορίας που εμπλέκεται στις επιχειρησιακές τους διαδικασίες και πραγματοποιείται μέσω της σύνδεσης των πληροφοριακών συστημάτων που τις υποστηρίζουν τα οποία υιοθετούν κοινά πρότυπα.



Εικόνα 4.1: Η έννοια της διαλειτουργικότητας (Παρασκευάς, χωρίς ημερομηνία)

Η διαλειτουργικότητα αναγνωρίζεται διεθνώς σαν ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα για την επίτευξη της αποτελεσματικής και αποδοτικής λειτουργίας πληροφοριακών συστημάτων σε επιχειρήσεις και οργανισμούς κάθε μεγέθους και κλάδου. Μέσω της διαλειτουργικότητας ενισχύεται η συνεργασία μεταξύ πολιτών - επιχειρήσεων και δημόσιων φορέων, ενώ παράλληλα μειώνονται οι απαιτούμενες επενδύσεις για συντήρηση και διασύνδεση πολύπλοκων συστημάτων.



Εικόνα 4.2: Η διαλειτουργικότητα στην Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση (Κοντοράβδης, 2016)

Απαραίτητες προϋποθέσεις για την εξασφάλιση της διαλειτουργικότητας είναι οι εξής (Παρασκευάς, χωρίς ημερομηνία):

- Ύπαρξη ανοιχτών αρχιτεκτονικών, στις οποίες καθορίζονται η θέση και ο ρόλος κάθε υποσυστήματος.

- Ύπαρξη κοινών και ευρύτερα αποδεκτών προτύπων (Standards), που περιγράφουν τον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ των υποσυστημάτων και τη μορφή των πληροφοριών που ανταλλάσσονται.
- Έλεγχος των προϊόντων από ανεξάρτητους οργανισμούς, για τη συμμόρφωσή τους με τα πρότυπα.
- Μεγάλη γκάμα επιλογών για τον καταναλωτή, είτε πρόκειται για φυσικό πρόσωπο είτε για επιχείρηση είτε για το Δημόσιο, καθώς αυτός μπορεί να επιλέξει προϊόντα από πολλούς διαφορετικούς κατασκευαστές.
- Μείωση της πολυπλοκότητας, καθώς απαλλάσσει τον καταναλωτή από τη διαδικασία διερεύνησης της συμβατότητας των επιθυμητών προϊόντων με τα συστήματα που ήδη διαθέτει ή σκοπεύει να αποκτήσει.
- Ανεξαρτησία από μονοπώλια ή ολιγοπώλια και η ενίσχυση του ελεύθερου ανταγωνισμού, καθώς η ανοιχτή αρχιτεκτονική και η αποδοχή των προτύπων επιτρέπουν σε πολλούς κατασκευαστές να δημιουργήσουν ανταγωνιστικά προϊόντα. Η ολοκλήρωση εξοπλισμού και εφαρμογών, αλλά και διαλειτουργικότητα μεταξύ προϊόντων και συστημάτων, καθώς διευκολύνεται η σύνθεση πολυπλοκότερων συστημάτων με τη χρήση απλούστερων προϊόντων.
- Έμμεση αύξηση της αξίας χρήσης ήδη αποκτηθέντων προϊόντων.



Εικόνα 4.3: Παράγοντες εξασφάλισης διαλειτουργικότητας (Παρασκευάς, χωρίς ημερομηνία)

#### 4.2.2 Πεδία Εφαρμογής Διαλειτουργικότητας

Τα πεδία εφαρμογής της διαλειτουργικότητας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, οριζόντιας και τομεακής εμβέλειας (Κοντοράβδης, 2016):

1. Μερικά ενδεικτικά παραδείγματα για τα πεδία οριζόντιας εμβέλειας αποτελούν τα εξής:
  - Διασύνδεση βασικών μητρώων Δημόσιας Διοίκησης
  - Δημιουργία μοναδικού σημείου πρόσβασης στις Υπηρεσίες του Δημόσιου Τομέα
  - Αυτεπάγγελτη αναζήτηση δικαιολογητικών
  - Ψηφιακή ταυτοποίηση / αυθεντικοποίηση (eID)
  - Ψηφιακή υπογραφή (eSignature)
  - Διακίνηση ηλεκτρονικών εγγράφων & πληροφοριών (eDelivery)
  - Ανοικτή διάθεση δημόσιας πληροφορίας (open data) από κεντρικά σημεία
  - Υλοποίηση κεντρικών datawarehouses με δεδομένα από πολλαπλά συστήματα
2. Αντίστοιχα, τομείς εφαρμογής για τα πεδία τομεακής εμβέλειας αποτελούν οι παρακάτω:
  - **Τομέας Οικονομικών:** Σ' αυτόν τον τομέα αναφέρονται κυρίως προσπάθειες ολοκληρωμένης διαχείρισης των φορολογικών και λοιπών δηλώσεων (εισοδήματος, ΦΠΑ, ενδοκοινοτικών αποκτήσεων/ παραδόσεων, ακίνητης περιουσίας, μεταβολών κλπ.) με υποστήριξη ηλεκτρονικής υποβολής, αυτόματης εκκαθάρισης, ηλεκτρονικής πληρωμής και διασύνδεσης με λοιπά συναφή συστήματα (π.χ. Περιουσιολόγιο) κλπ.
  - **Τομέας Εργασίας:** Σ' αυτόν τον τομέα αναφέρονται προσπάθειες ολοκληρωμένης διαχείρισης της προσφοράς και της ζήτησης θέσεων εργασίας, ηλεκτρονικής παρακολούθησης των θέσεων απασχόλησης, των επιδομάτων ανεργίας κλπ.
  - **Τομέας Κοινωνικής Ασφάλισης και Πρόνοιας:** Προσπάθειες για αυτοματοποιημένη διαχείριση της ηλεκτρονικής υποβολής και επεξεργασίας αιτήσεων για έκδοση σύνταξης, επιδόματα κοινωνικής πρόνοιας, ηλεκτρονικής υποβολής και διαχείρισης εισφορών κλπ.
  - **Τομέας Υγείας:** Εδώ αναφέρονται κυρίως προσπάθειες για τη δημιουργία ηλεκτρονικού φακέλου υγείας, τη διασύνδεση των φορέων παροχής υπηρεσιών υγείας (πχ νοσοκομεία, ιατρικά κέντρα), τη διασύνδεση των παρόχων υγείας με φορείς κοινωνικής ασφάλισης και φορείς ασφάλισης υγείας για την αποτελεσματική εισαγωγή της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης κλπ.
  - **Τομέας Δικαιοσύνης:** Εδώ αναφέρονται προσπάθειες που αφορούν την ολοκληρωμένη διαχείριση δικαστικών υποθέσεων με παράλληλη δυνατότητα ηλεκτρονικών υποβολών (π.χ. δικογράφων, μηνύσεων κλπ) καθώς και πληρωμών κλπ.

- **Τομέας Ασφάλειας:** Εδώ αναφέρονται κυρίως πρωτοβουλίες για ηλεκτρονική αναγνώριση και ταυτοποίηση πολιτών (ψηφιακά αποτυπώματα) και διασύνδεση με διεθνείς βάσεις δεδομένων της Europol και Interpol, ηλεκτρονικό Ποινικό Μητρώο και διασύνδεση με την ευρωπαϊκή βάση δεδομένων Ποινικών Μητρώων ECRIS κλπ.
- **Τομέας Εσωτερικών:** Εδώ αναφέρονται κυρίως ενέργειες για την εισαγωγή ηλεκτρονικών ταυτοτήτων και διαβατηρίων.
- **Τομέας Μεταφορών:** Εδώ αναφέρονται πρωτοβουλίες με στόχο τη βελτίωση της παροχής υπηρεσιών οδικής βοήθειας, τη μείωση του κυκλοφοριακού προβλήματος, την ενημέρωση των πολιτών για τα δρομολόγια των μέσων μεταφοράς αλλά και την κίνηση στους δρόμους, την εισαγωγή ηλεκτρονικού εισιτηρίου κλπ.
- **Τομέας Χωροταξίας:** Εδώ αναφέρονται κυρίως ενέργειες που αφορούν το κτηματολόγιο, την διαχείριση των αδειών οικοδομής κλπ.

#### 4.2.3 Επίπεδα Διαλειτουργικότητας

Οι σύγχρονες τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνιών (ΤΠΕ) μπορεί να επιταχύνουν την ανταλλαγή δεδομένων και γενικότερα να διευκολύνουν τη συνεργασία μεταξύ των Δημόσιων Υπηρεσιών, με την προϋπόθεση ότι θα τηρούνται ορισμένοι κανόνες διαλειτουργικότητας. Διακρίνονται τέσσερα επίπεδα διαλειτουργικότητας (Σαραντοπούλου, 2014):

**A) Οργανωσιακή Διαλειτουργικότητα (Organizational Interoperability):** αναφέρεται στον καθορισμό στόχων, τη διαμόρφωση διαδικασιών και την επίτευξη συνεργασίας των φορέων, που επιδιώκουν ανταλλαγή πληροφοριών, και ίσως έχουν διαφορετικές εσωτερικές δομές και διαδικασίες. Επιπλέον, στοχεύει στην ικανοποίηση των απαιτήσεων της κοινότητας των χρηστών προσφέροντας υπηρεσίες αναγνωρίσιμες, προσβάσιμες και επικεντρωμένες στις ανάγκες του χρήστη. Η Οργανωσιακή Διαλειτουργικότητα διασφαλίζεται μέσω νομοθετικών ρυθμίσεων και διατάξεων και μέσω γενικών συμφωνιών μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων. Επιπροσθέτως, η αναγκαιότητα διασφάλισης της οργανωσιακής διαλειτουργικότητας μεταξύ των φορέων του δημοσίου τομέα καθίσταται σαφής, δεδομένου ότι με υπουργική απόφαση έχει ρητώς καθοριστεί ότι η απεικόνιση, η προδιαγραφή και η τεκμηρίωση των διαδικασιών του Δημοσίου Τομέα πρέπει να πραγματοποιείται με βάση το πρότυπο BPMN (Business Process Modeling Notation)<sup>14</sup>, όπως αυτό ορίστηκε αρχικά από το Business Process Management Initiative (BPMI) και συντηρείται από το Object Management Group (OMG).

Η οργανωσιακή διαλειτουργικότητα θέτει τις βάσεις για την επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ διαφορετικών φορέων, προσδιορίζοντας, μεταξύ άλλων:

- την αναγκαιότητα και το σκοπό της συνεργασίας μεταξύ των φορέων για την παροχή ολοκληρωμένων τελικών υπηρεσιών προς πολίτες, επιχειρήσεις και φορείς
- τα επιχειρησιακά σημεία επαφής μεταξύ των φορέων, τα οποία συνίστανται σε συγκεκριμένες οργανωτικές μονάδες ή ρόλους των φορέων
- τα καθήκοντα και τις αρμοδιότητες κάθε εμπλεκόμενου στην παροχή μιας υπηρεσίας και τον τρόπο εκτέλεσής τους μέσω της τεκμηρίωσης της υπηρεσίας
- την πληροφορία που ανταλλάσσεται μεταξύ των φορέων
- τους κανόνες της συνεργασίας, οι οποίοι περιλαμβάνουν αφενός τις νομικές διατάξεις που διέπουν τις διαδικασίες παροχής της υπηρεσίας αφετέρου τις επιμέρους συμφωνίες μεταξύ των φορέων σχετικά με τις υποχρεώσεις τους (απόκριση, ασφάλεια και ποιότητα δεδομένων κλπ.)
- τον τρόπο αντιμετώπισης προβλημάτων κατά τη μεταβατική περίοδο (π.χ. πρόγραμμα διαχείρισης αλλαγών-Risk Management)
- την εκπαίδευση του προσωπικού
- τον τρόπο ηλεκτρονικής αναγνώρισης των χρηστών (πολιτών και επιχειρήσεων)
- τον τρόπο αποτίμησης της αποτελεσματικότητας της διαλειτουργικότητας στην Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση.

Έτσι, η οργανωσιακή διαλειτουργικότητα διασφαλίζει ότι οι φορείς γνωρίζουν γιατί επικοινωνούν, ποιες μονάδες ή ρόλοι τους είναι κυρίως υπεύθυνοι για την επικοινωνία και τι πληροφορία ανταλλάσσεται. Βέβαια, όλα τα παραπάνω θα πρέπει να εκτελούνται με το λιγότερο δυνατό κόστος για το Δημόσιο Τομέα και την παράλληλη αύξηση της αξιοποίησης των δημόσιων πόρων.

#### **B) Σημασιολογική ή Εννοιολογική Διαλειτουργικότητα (Semantic Interoperability):**

αφορά στη διασφάλιση ότι η ακριβής έννοια/σημασία των ανταλλασσόμενων πληροφοριών καθίσταται κατανοητή από οποιαδήποτε εφαρμογή. Η επίτευξη διαλειτουργικότητας σε σημασιολογικό επίπεδο επιτρέπει στα συστήματα να συνδυάζουν τις πληροφορίες με εκείνες από άλλες πηγές και να τις επεξεργάζονται αποτελεσματικά. Η Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα επιτυγχάνεται ορίζοντας και υιοθετώντας κοινό λεξιλόγιο και ορολογία σε όλα τα συστήματα και τις υπηρεσίες. Ο ορισμός και η συντήρηση ενός τέτοιου «λεξικού» γίνεται συνήθως από μια κεντρική υπηρεσία. Το λεξικό αυτό αφορά κυρίως σε μεταδεδομένα



(metadata) που περιγράφουν την ανταλλασσόμενη πληροφορία αλλά και τα αντίστοιχα xml σχήματα.

Το πρόβλημα της σημασιολογικής ετερογένειας παράγεται από τις σημασιολογικές αντιθέσεις, οι οποίες προκύπτουν όταν η σημασία των δεδομένων και της πληροφορίας μπορεί να εκφραστεί με διαφορετικούς τρόπους και ερμηνείες. Ακόμα και όταν το σύνολο των φορέων της Δημόσιας Διοίκησης χρησιμοποιεί έναν κοινό τρόπο αναπαράστασης των δεδομένων του, ώστε η ανταλλαγή αυτών ανάμεσά τους να είναι τεχνολογικά εφικτή, δεν είναι πάντοτε εξασφαλισμένο ότι οι διαφορετικοί φορείς θα αντιλαμβάνονται το νόημα των δεδομένων αυτών με τον ίδιο τρόπο.

Από τα παραπάνω τεκμαίρεται ότι αποτελεί επιτακτική ανάγκη η κοινή συμφωνία οργανισμών, διαδικασιών και συστημάτων γύρω από τα δεδομένα που αυτά διαχειρίζονται, καθώς και τη σημασία τους για κάθε συμμετέχοντα. Για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας σε σημασιολογικό επίπεδο, απαιτείται η υιοθέτηση τεχνολογιών και μεθόδων σημασιολογικής ολοκλήρωσης, πάντα σε συνεργασία με τα άλλα δύο επίπεδα διαλειτουργικότητας. Το πρόβλημα επομένως της επίτευξης σημασιολογικής διαλειτουργικότητας μεταξύ των φορέων αφορά στη διασφάλιση ότι η ακριβής έννοια/σημασία των ανταλλασσόμενων πληροφοριών είναι το ίδιο κατανοητή από τον κάθε φορέα και τα πληροφοριακά συστήματά του. Η αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού είναι γνωστή ως σημασιολογική ολοκλήρωση.

Γενικότερα, η σημασιολογική ολοκλήρωση καλείται να αντιμετωπίσει είτε την πλήρη ανυπαρξία έτοιμων σημασιολογικών μοντέλων είτε, αντίθετα, την ύπαρξη πολλών και διαφορετικών σημασιολογικών μοντέλων που αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα και σε διαφορετικούς χρόνους.

**Γ) Τεχνική Διαλειτουργικότητα (Technical Interoperability):** ορίζεται ως η ικανότητα μεταφοράς και χρησιμοποίησης της πληροφορίας με ομοιογενή και αποτελεσματικό τρόπο μεταξύ συστημάτων πληροφορικής και οργανισμών. Το επίπεδο αυτό αφορά σε τεχνικές προδιαγραφές για την αποθήκευση, δόμηση, μεταφορά, παρουσίαση και ασφάλεια δεδομένων και υπηρεσιών. Η Τεχνική Διαλειτουργικότητα αντιπροσωπεύει τη διαλειτουργικότητα των υποδομών και του λογισμικού. Τα πληροφοριακά συστήματα των φορέων της Δημόσιας Διοίκησης που συνδράμουν ή συμμετέχουν στην παροχή ηλεκτρονικών υπηρεσιών σε πολίτες, επιχειρήσεις και άλλους φορείς ή οργανισμούς πρέπει να σχεδιάζονται και να υλοποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να υπακούν σε ορισμένες βασικές αρχές:

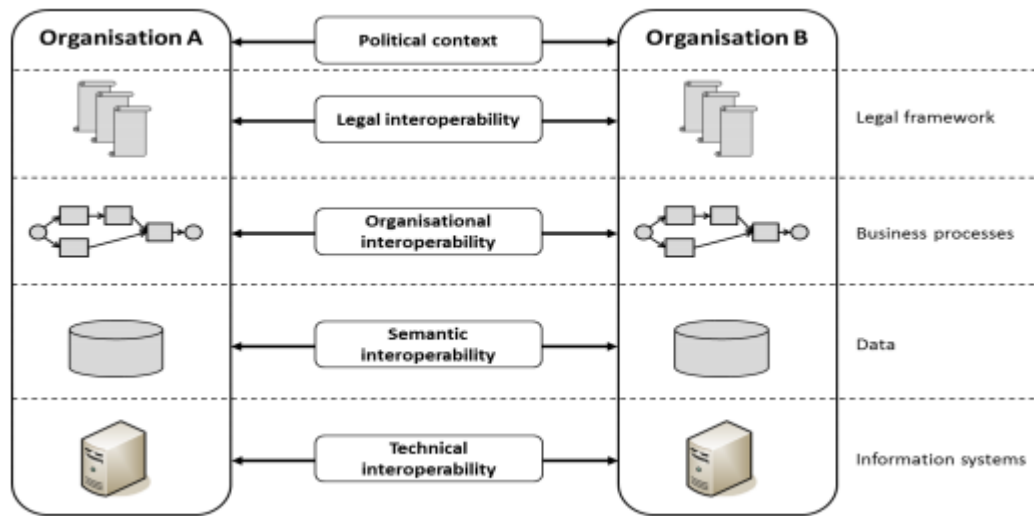
- Επαναχρησιμοποίηση στοιχείων (Reusability)

- Προσαρμοστικότητα (Flexibility)
- Πρότυπα (Standards)
- Κλιμάκωση (Scalability)
- Απόδοση (Performance) και απόκριση (Response)
- Φιλικότητα προς το χρήστη (User-friendliness)
- Διαθεσιμότητα (Availability)
- Ανοχή σφαλμάτων (Fault tolerance)
- Συντήρηση (Maintenance) και αναβάθμιση (Updating)
- Ασφάλεια (Security)
- Διαφάνεια και εξωστρέφεια

**Δ) Θεσμική Διαλειτουργικότητα (Legal Interoperability):** η λειτουργία των φορέων του δημοσίου τομέα καθορίζεται από ένα σύνολο νομικών και κανονιστικών διατάξεων, οι οποίες περιγράφουν τις διαδικασίες που ακολουθούν για την παροχή υπηρεσιών σε πολίτες, επιχειρήσεις και άλλα νομικά πρόσωπα. Επομένως, η μεταφορά των διαδικασιών που ακολουθούν και των υπηρεσιών που παρέχουν οι φορείς σε περιβάλλον ηλεκτρονικής διακυβέρνησης προϋποθέτει την αντιμετώπιση μιας σειράς θεμάτων νομικής φύσης, όπως:

- Εντοπισμός και προσαρμογή των νομικών διατάξεων που διέπουν την εκτέλεση των διαδικασιών και την παροχή των υπηρεσιών, έτσι ώστε να προβλέπεται η χρήση ηλεκτρονικών μέσων.
- Διασφάλιση της εγκυρότητας και της νομικής ισχύος των αποτελεσμάτων των διαδικασιών/υπηρεσιών, όταν αυτά παρέχονται με ηλεκτρονικά μέσα.
- Προστασία της ιδιωτικότητας και των προσωπικών και ευαίσθητων δεδομένων των αποδεκτών των ηλεκτρονικών υπηρεσιών.

Η μη έγκαιρη και ορθή αντιμετώπιση των παραπάνω θεμάτων δυσχεραίνει ή αποκλείει τη διαλειτουργικότητα σε θεσμικό επίπεδο. Επιπροσθέτως, δεδομένου ότι η διασφάλιση θεσμικής διαλειτουργικότητας αποτελεί προϋπόθεση για την επίτευξη διαλειτουργικότητας σε οργανωσιακό, σημασιολογικό και τεχνικό επίπεδο, είναι σαφές ότι η μη επίτευξη θεσμικής διαλειτουργικότητας μεταξύ δύο ή περισσότερων φορέων καθιστά προβληματική ή αδύνατη τη μεταξύ τους διαλειτουργικότητα σε οποιοδήποτε επίπεδο.



Εικόνα 4.4: Επίπεδα διαλειτουργικότητας (Κοντοράβδης, 2016)

#### 4.2.4 Παραδείγματα Διαλειτουργικότητας

Μερικά συνηθισμένα παραδείγματα διαλειτουργικότητας είναι τα παρακάτω (Μαριέττου, 2018):

- Διακομιστή-πελάτη: ένα πρόγραμμα περιήγησης ιστού και μια ιστοσελίδα συνεργάζονται εάν βασίζονται στα ίδια πρότυπα.
- Υπηρεσίες-λογισμικού: οι υπηρεσίες ή τα στοιχεία λογισμικού ενδέχεται να σχεδιάζονται για να μοιράζονται δεδομένα ή να επεκτείνουν τις λειτουργίες των άλλων. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή διαχείρισης επαφών μπορεί να ενσωματωθεί με ένα εργαλείο αυτοματισμού δύναμης πωλήσεων για τον συγχρονισμό επαφών πωλήσεων.
- Συσκευές: το βύσμα του ποντικιού που συνδέεται σε ένα φορητό υπολογιστή και αρχίζει να λειτουργεί αμέσως.
- Μέσα: ένα μουσικό αρχείο που παίζει σε μια φορητή συσκευή αναπαραγωγής μουσικής.
- Υποδομές: δύο μοντέλα του δρομολογητή δικτύου που είναι σε θέση να ανταλλάσσουν την κίνηση στο Internet με υψηλή ταχύτητα.
- Εξοπλισμός: ένας προσαρμογέας πυροσβεστικού σωλήνα είναι συμβατός με έναν πυροσβεστήρα.
- Τροφοδοτικό: όλα τα ηλεκτρονικά που πωλούνται σε μια χώρα συνδέονται με ένα τυποποιημένο τροφοδοτικό σε αυτή τη χώρα

- Μορφές αρχείων: ένα λογισμικό επεξεργασίας κάμερας και εικόνας υποστηρίζει την ίδια μορφή εικόνας.
- Εγκαταστάσεις: ένα αεροσκάφος έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με αερολιμενικές εγκαταστάσεις όπως πύλες.
- Φροντίδα-Υγείας: ένας αισθητήρας καρδιακών παλμών ενσωματώνεται με τα συστήματα του νοσοκομείου έξω από το κουτί.
- Σιδηρόδρομοι: οι σιδηρόδρομοι με συμμορφούμενη γραμμή και λειτουργικά πρότυπα μπορούν να μοιράζονται σιδηροδρομική κυκλοφορία.

### 4.3 Διαλειτουργικότητα στην Εκπαίδευση

Ο χώρος της εκπαίδευσης δεν θα πρέπει πλέον να περιορίζεται στα στενά πλαίσια τυπικών διαδικασιών και προγραμμάτων (Σαραντοπούλου, 2014). Είναι απαραίτητο με την αρωγή των νέων τεχνολογικών μεθόδων να αναβαθμιστούν οι εκπαιδευτικές διαδικασίες, ώστε να ανταποκρίνονται και να συμβαδίζουν με τις σύγχρονες ανάγκες, με στόχο την διεύρυνση των γνώσεων και κατ' επέκταση την επίτευξη της μάθησης, της διδασκαλίας αλλά και της διοίκησης των εκπαιδευτικών μονάδων με τον καλύτερο δυνατό και αποδοτικό τρόπο.

Τα πλεονεκτήματα από την εισαγωγή της σημασιολογίας στις εκπαιδευτικές υπηρεσίες του Ιστού είναι τα ακόλουθα:

A. Οι σημασιολογικά εμπλουτισμένες υπηρεσίες του Ιστού χειρίζονται τη διαλειτουργικότητα σε τεχνικό επίπεδο· αυτό γίνεται διότι επιτρέπουν στις εκπαιδευτικές εφαρμογές να επικοινωνούν μεταξύ τους ανεξάρτητα από την πλατφόρμα και το λογισμικό που κάθε φορά χρησιμοποιείται,

B. Η σημασιολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανεύρεση και τη σύνθεση εκπαιδευτικών υπηρεσιών Ιστού

Γ. Η σημασιολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανακάλυψη των εγγραφών ως κεντρικός μηχανισμό

Ταυτόχρονα, οι δυνατότητες που προσφέρει ο Σημασιολογικός Ιστός σε επίπεδο εκπαιδευτικής μονάδας είναι οι εξής: α) η παροχή ουσιαστικής πληροφορίας, κατανοητής από τις μηχανές, β) η μετατροπή της πληροφορίας από απλή «συλλογή χαρακτήρων» σε «συλλογή κατανοητών εννοιών» με τη χρήση ετικετών, γ) η σύνδεση ετικετών μεταξύ τους (οντολογίες), οι οποίες παρουσιάζουν τη λογική διασύνδεση των εννοιών και δ) η χρήση κοινών ορισμών, κανόνων

αλληλεπίδρασης και οντολογιών, που μπορεί να μετατρέψει το διαδίκτυο από στατική συλλογή πληροφοριών σε σύστημα με αλληλένδετα στοιχεία<sup>71</sup>. Επιπλέον, τα δεδομένα στο περιβάλλον του Σημασιολογικού Ιστού αποκτούν σημασιολογία, καθίστανται δηλαδή αναγνώσιμα από τις μηχανές, οι οποίες είναι σε θέση να χρησιμοποιούν κοινώς αποδεκτά λεξικά με αποτέλεσμα οι μηχανές αναζήτησης να δίνουν πιο εύστοχα αποτελέσματα και οι εφαρμογές και οι ιστότοποι να μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες και αυτόματα να ενημερώνονται.

Η έλλειψη συμβατότητας και διαλειτουργικότητας μεταξύ των πληροφοριακών συστημάτων λόγω των διαφορετικών λογισμικών που χρησιμοποιούνται, δημιουργεί προβλήματα στην επικοινωνία και στην ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των εκπαιδευτικών μονάδων, αλλά και μεταξύ εκπαιδευτικών μονάδων-κεντρικής εξουσίας-τοπικής κοινωνίας. Ως εκ τούτου, προκειμένου να προωθηθεί η διαλειτουργικότητα σε όλα τα επίπεδα εντός των εκπαιδευτικών μονάδων, θα πρέπει να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν πληροφοριακά συστήματα, τα οποία θα υιοθετούν τις αρχές, τις προδιαγραφές και τα πρότυπα που ορίζει το ελληνικό πλαίσιο διαλειτουργικότητας.

Σε αυτή την περίπτωση, τη λύση έρχεται να δώσει ο Σημασιολογικός Ιστός με τη δημιουργία των οντολογιών, οι οποίες θα συνδράμουν στην ποιοτικότερη, ασφαλέστερη και ταχύτερη διάδοση, ανάκληση και επαναχρησιμοποίηση της πληροφορίας και της γνώσης σε όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων. Άλλωστε, τα τελευταία χρόνια πολλές έρευνες έχουν αποδείξει πως οι οντολογίες και οι τεχνολογίες βασισμένες σε οντολογίες, εφαρμόζονται ευρέως στον τομέα της εκπαίδευσης και αποτελούν τους πιο σημαντικούς τομείς έρευνας της εκπαιδευτικής τεχνολογία.

Η συνεχής και αυξανόμενη χρήση του Σημασιολογικού Ιστού μπορεί να δημιουργήσει ένα κοινό αποδεκτό δίκτυο, όπου οι καλές πρακτικές θα ανευρίσκονται και θα επαναχρησιμοποιούνται εύκολα και γρήγορα. Η δε αξιοποίησή του στον εκπαιδευτικό χώρο θα επιφέρει μια επαναστατική εποχή, αφού η αλληλεπίδραση ενός χρήστη με τον υπολογιστή θα επιτυγχάνεται στα πλαίσια της τεχνητής νοημοσύνης και θα επιτρέπει ουσιαστική και εννοιολογική επικοινωνία μεταξύ τους.

## 4.4 Εξέλιξη των Οντολογιών

### 4.4.1 Ορισμός και Κατηγοριοποίηση

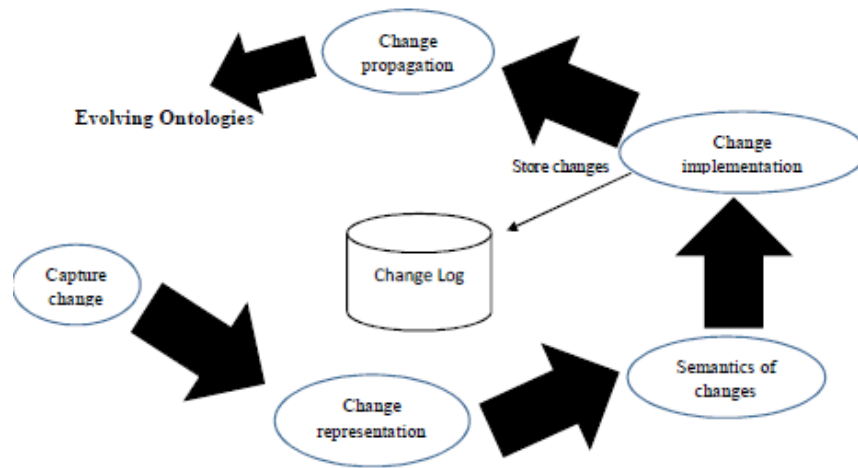
Η εξέλιξη των οντολογιών (Ontology Evolution) ορίζεται ως η έγκαιρη προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες εργασιακές απαιτήσεις, στις τάσεις, στα στιγμιότυπα, στον τρόπο χρήσης εφαρμογών που βασίζονται σε οντολογίες, καθώς και τη συνεχή διαχείριση των αλλαγών αυτών (Γαϊτάνου, Γεργατσούλης, 2006). Σκοπός της εξέλιξης των οντολογιών αποτελεί η αύξηση της γνώσης σε κάθε κόμβο ενός ανοιχτού κατανεμημένου συστήματος, με την απόκτηση περιγραφών πηγών από τις οντολογίες των άλλων κόμβων.

Η διαδικασία της εξέλιξης των οντολογιών έχει ορισμένες υποδιατάξεις (Tanu Shri Sahu, χωρίς ημερομηνία):

- Αλλαγή σύλληψης (Capture Change): η οποία θα συλλάβει τις αλλαγές που απαιτούνται για την προσαρμογή στην οντολογία.
- Αλλαγή αναπαράστασης (Change Representation): στην οποία όλες οι απαιτούμενες αλλαγές παρουσιάζονται σε επίσημη μορφή.
- Αλλαγή Σημασιολογίας (Semantic of Change): στην οποία οι επιδράσεις των απαιτούμενων αλλαγών δοκιμάζονται στην οντολογία για τη συνοχή της.
- Αλλαγή υλοποίησης και επαλήθευσης (Change Implementation and Verification): στην οποία η αίτηση αλλαγής γίνεται στην οντολογία και έπειτα ακολουθεί η επαλήθευση.
- Αλλαγή διάδοσης (Change Propagation): στην οποία όλες οι αλλαγές και ενημερώσεις κατευθύνονται προς τα αντίστοιχα εξαρτώμενα δεδομένα.

Υπάρχουν δύο είδη εξέλιξης στην Οντολογία: Οντολογιακός πληθυσμός και Εμπλουτισμός Οντολογίας:

- A. Οντολογιακός πληθυσμός: κάθε φορά που εμφανίζονται νέες περιπτώσεις για την έννοια που υπάρχει ήδη στην οντολογία. Αυτές οι νέες περιπτώσεις εισάγονται και η οντολογία συμπληρώνεται.
- B. Εμπλουτισμός Οντολογίας: όταν υπάρχουν αλλαγές στη δομή της βάσης γνώσεων ή της οντολογίας. Σε περίπτωση που υπάρχουν νέες ιδέες που είναι εντελώς καινούριες για την οντολογία, αλλάζουμε τη δομή της οντολογίας. Στη συνέχεια η οντολογία εμπλουτίζεται με νέες έννοιες.



Εικόνα 4.5: Ο κύκλος ζωής της εξέλιξης μιας οντολογίας (Tanu Shri Sahu, χωρίς ημερομηνία)

Το πλαίσιο της εξέλιξης στοχεύει σε δύο είδη εργασιών εξέλιξης: Εξέλιξη κατόπιν αιτήματος (Evolution-on-Request) για μηχανικούς οντολογίας και Εξέλιξη και ανταπόκριση (Evolution-in-response) για τους διαχειριστές, οι οποίοι αναζητούν αλλαγές που έγιναν Οντολογία.

A. Evolution-on-Request: Αυτή η εργασία χωρίζεται σε πέντε στάδια, τα οποία παρουσιάζονται ακολούθως.

1. Αρχικά, οι μηχανικοί οντολογίας μεταφέρουν την αίτηση αλλαγής τους στη γλώσσα ορισμού αλλαγών.
2. Στη συνέχεια, το βήμα συντήρησης συνέπειας ασχολείται με την επίλυση ασυνέπειας.
3. Έπειτα, η ανίχνευση αλλαγής αποσκοπεί στην ανίχνευση των αλλαγών που προέκυψαν ως αποτέλεσμα της εφαρμοζόμενης τροποποίησης.
4. Στην ανάκτηση αλλαγής, όλες οι ασήμαντες και περιττές ενδιάμεσες αλλαγές μπορούν να ανακτηθούν.
5. Τέλος, η αλλαγή που εφαρμόζεται στο τοπικό αντίγραφο της οντολογίας εφαρμόζεται στη δημόσια έκδοση.

B. Evolution-in-Response: η οποία χωρίζεται σε τρία στάδια

1. Πρώτη βρίσκεται η φάση ανίχνευσης αλλαγής, για να αποκτηθεί το αρχείο εξέλιξης.
2. Έπειτα, στόχος του κόστους της εξέλιξης είναι να αξιολογήσει το κόστος της ενημέρωσης εξαρτημένων αντικειμένων.
3. Τέλος η φάση συνέπειας των εκδόσεων στοχεύει στη συνοχή του εξαρτώμενου τεχνητού που εξελίχθηκε στον οντολογία, αλλιώς παραμένει ίδια όπως στην προηγούμενη έκδοση της οντολογίας.

#### 4.4.2 Εργαλεία Εξέλιξης Οντολογιών

Η οντολογία κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της πρέπει να ενημερωθεί, για να δεχτεί τις αλλαγές στον τομέα γνώσεων της, για τη βελτίωση των υπηρεσιών της εφαρμογής. Η διαδικασία εξέλιξης φροντίζει για αυτό, ασχολείται με την εμφάνιση οντολογιών, καταγράφοντας και προσαρμόζοντας τις νέες πληροφορίες. Έχουν εφαρμοστεί διάφορα εργαλεία και αλγόριθμοι για αυτήν τη διαδικασία. Η διαχείριση της εξέλιξης της οντολογίας χειροκίνητα δεν είναι ένα τετριμμένο καθήκον. Οι μηχανικοί δεν μπορούν να γνωρίζουν όλα τα προβλήματα των αλλαγών, να τα επιλύουν και να αξιολογούν τις αλλαγές στην οντολογία. Για αυτό το λόγο υπάρχουν μερικά εργαλεία που παρέχουν τεχνικά μέσα υποστήριξης της εξέλιξης στην Οντολογία. Ορισμένα από αυτά περιγράφονται παρακάτω.

Εκτός από ορισμένους υπάρχοντες επεξεργαστές οντολογιών που υποστηρίζουν ορισμένα χαρακτηριστικά εξέλιξης, τρέχουσες έρευνες για την εξέλιξη οντολογιών έχουν προτείνει πιο εξειδικευμένα εργαλεία με στόχο την καθοδήγηση των χρηστών για να πραγματοποιήσουν τις αλλαγές χειροκίνητα ή ακόμη και αυτόματα. Στον Πίνακα 4.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένοι επεξεργαστές οντολογιών και τα χαρακτηριστικά τους.

**Πίνακας 4.1: Επεξεργαστές οντολογιών**

Σύστημα	Συνεισφορά	Περιορισμοί	Εξέλιξη
<b>Protégé</b>	Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία Οντολογίας	Αδυναμία στη διαχείριση των αλλαγών σε μια Οντολογία. Για τον έλεγχο της συνέπειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπηρεσίες τρίτου μέρους.	Υποστήριξη χειροκίνητης εξέλιξης
<b>KAON</b>	Παρέχει υπηρεσίες επεξεργασίας Οντολογιών όπως το Protégé. Υποστηρίζει την	Σύνθετο σύστημα. Αργή απόκριση	Προκαθορισμένη υποστήριξη εξέλιξης



	αυτόματη εξέλιξη, επαναφορά και αναίρεση		
<b>OiLED</b>	Χρησιμοποιείται στη μηχανική οντολογίας. Δεν επιτρέπει ασυνέπεια Οντολογία	Δεν υποστηρίζει δυνατότητα αλλαγής της καταγραφής, ούτε ανάκτηση οντολογιών	Ημιαυτόματη υποστήριξη

#### 4.4.3 Μελλοντικά ζητήματα

Ύστερα από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν έχουν προκύψει ζητήματα στο κομμάτι της διαχείρισης αλλαγών στις Οντολογίες, τα οποία παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- Μια διαδικασία εξέλιξης οντολογίας πρέπει να μπορεί να χειριστεί την εφαρμογή μιας δεδομένης οντολογικής αλλαγής με τη λήψη ενδιάμεσων αλλαγών που απαιτούνται, την καταγραφή των επιπτώσεων της αλλαγής και την εξασφάλιση της συνοχής της υποκείμενης οντολογίας και όλων των εξαρτημένων αντικειμένων.
- Η διαδικασία εξέλιξης πρέπει να είναι αυτοματοποιημένη και βελτιστοποιημένη, αλλά ταυτόχρονα ευέλικτη ώστε να επιτρέπει στον χρήστη να διαχειρίζεται εύκολα τις αλλαγές και να επικυρώνει ή να ανακαλεί μια αλλαγή αίτησης ή ψήφου.
- Η διαδικασία της εξέλιξης πρέπει να προσφέρει δυνατότητες για να πραγματοποιηθούν χρήσιμες αλλαγές για τη βελτίωση της οντολογίας βασισμένη στον τομέα της οντολογία.



## **Κεφάλαιο 5ο**

### **Υλοποίηση Οντολογίας στο Λογισμικό Protégé**

#### **5.1 Εισαγωγή**

Το Protégé είναι ένας δωρεάν επεξεργαστής οντολογιών ανοιχτού κώδικα και ταυτόχρονα προσφέρει ένα σύστημα διαχείρισης γνώσης. Το Protégé προσφέρει ένα γραφικό περιβάλλον για το χρήστη, κάνοντάς το έτσι εύχρηστο για τον ορισμό οντολογιών. Περιλαμβάνει επίσης ταξινομητές για την εξακρίβωση της συνέπειας των μοντέλων που κατασκευάζονται. Το Protégé δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα να φορτώνουν, επεξεργάζονται και να αποθηκεύουν ήδη υπάρχοντες οντολογίες, ενώ παράλληλα είναι δυνατή και η δημιουργία οντολογιών από την αρχή και η αποθήκευσή τους σε διαφορετικές μορφές. Επιπλέον, οι οντολογίες οπτικοποιούνται σε γραφική μορφή, δείχνοντας τις λειτουργικές σχέσεις μεταξύ των κλάσεων.

Το Protégé έχει σχεδιαστεί για όσους ασχολούνται με τον τομέα της οντολογίας και της μοντελοποίησης γνώσης, αφού σχεδόν πάντα απαιτείται κάποιος βαθμός γνώσης για τα υποκείμενα αξιώματα. Υπάρχουν πολλά πρόσθετα εργαλεία (plugins) που υποστηρίζονται, τα πιο χρήσιμα από τα οποία ασχολούνται με τη γραφική αναπαράσταση σύνθετων μοντέλων, καθώς και την αξιοποίηση δεδομένων και μεταδεδομένων.

#### **5.2 Ανάπτυξη Οντολογίας στο λογισμικό Protégé**

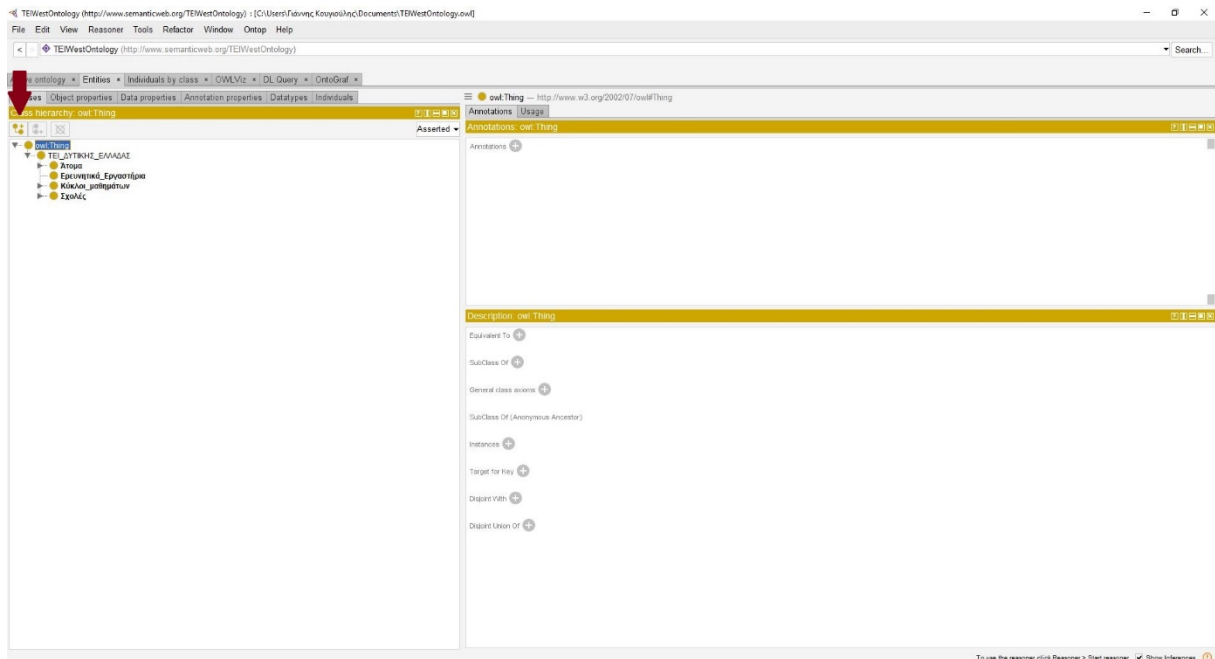
Η οντολογία TEIWestOntology, όπως αναλυτικά παρουσιάζεται παρακάτω, αποτελείται από τέσσερις κλάσεις ενώ οι περισσότερες από αυτές έχουν τις δικές τους υποκλάσεις. Επιπλέον αναπτύσσονται ιδιότητες αντικειμένων καθώς και δεδομένα για την κάθε κλάση, τα οποία αξιοποιούνται τελικά από ορισμένα στιγμιότυπα, δίνοντας έτσι υπόσταση σε υποθετικά μέλη για να καταστεί φανερή η συνολική δομή της οντολογίας.

##### **5.2.1 Κλάσεις (classes)**

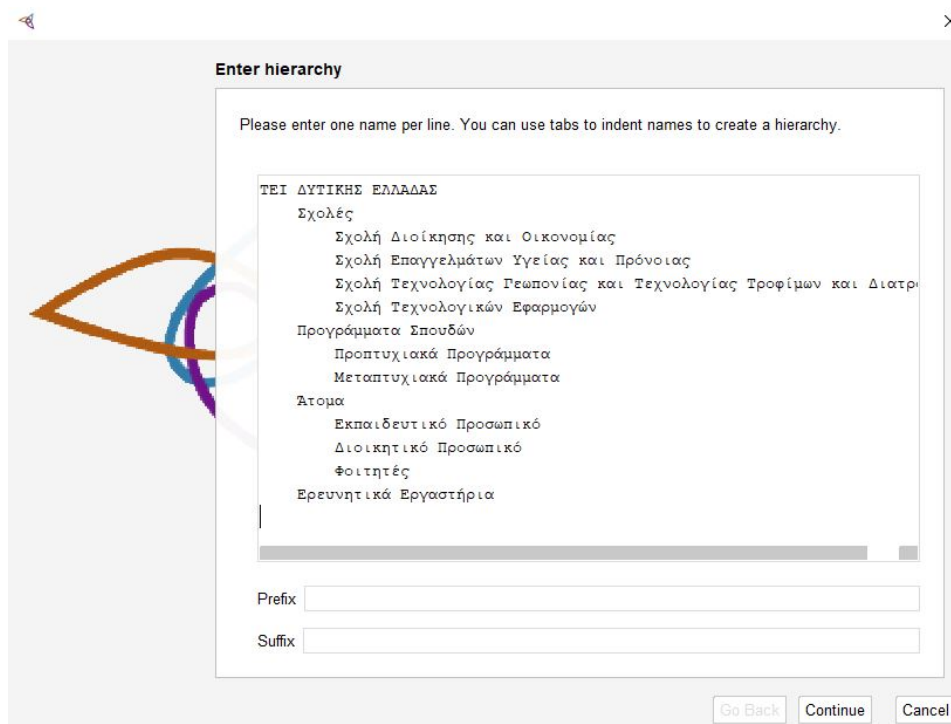
Οι κλάσεις αποτελούν τη βασική έννοια της οντολογίας και χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τις κύριες έννοιες στο αντικείμενο που καλείται να αναπαραστήσει η οντολογία.

Σε κάθε νέα οντολογία δημιουργείται αυτόματα η κλάση “Thing” ενώ κάθε νέα κλάση αποτελεί υποκλάση (subclass) της τελευταίας. Για τη δημιουργία μίας κλάσης στο Protégé μπορεί κανείς

να επιλέξει το tab “Add a subclass” ή να πλοηγηθεί μέσω του Tools→Create class hierarchy και να σχηματίσει τις επιθυμητές κλάσεις και υποκλάσεις. Στην τελευταία περίπτωση, χρησιμοποιώντας το πλήκτρο “Tab” εισάγονται τα κατάλληλα κενά διαστήματα, ώστε να γίνει διάκριση μεταξύ των κλάσεων και των αντίστοιχων υποκλάσεων.

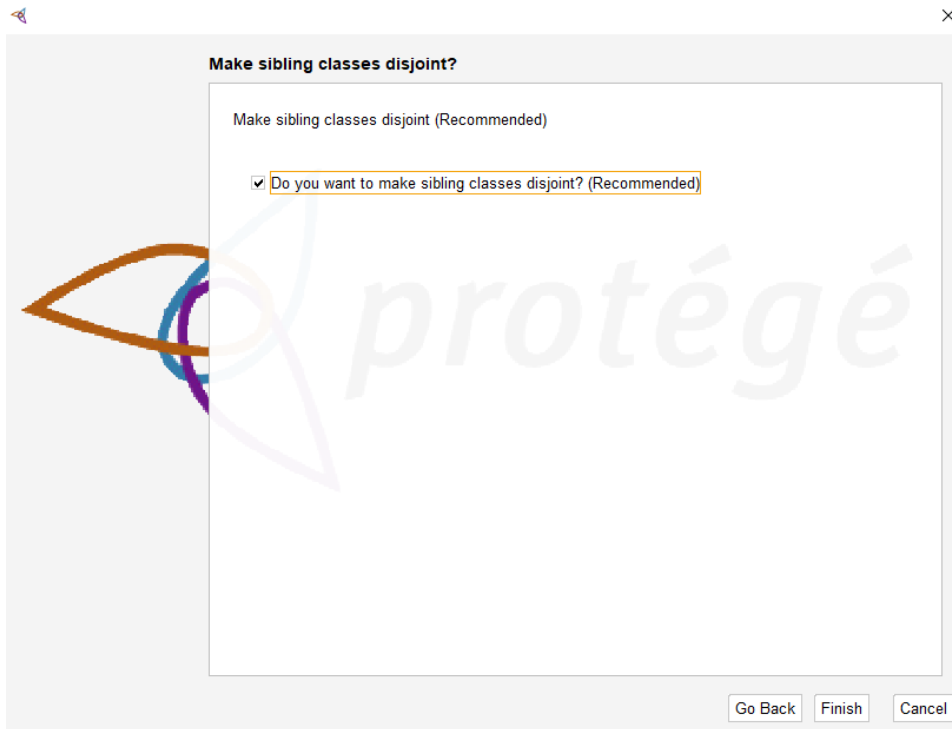


Εικόνα 5.1: Δημιουργία κλάσεων και υποκλάσεων μέσω του Tab “Add a subclass”

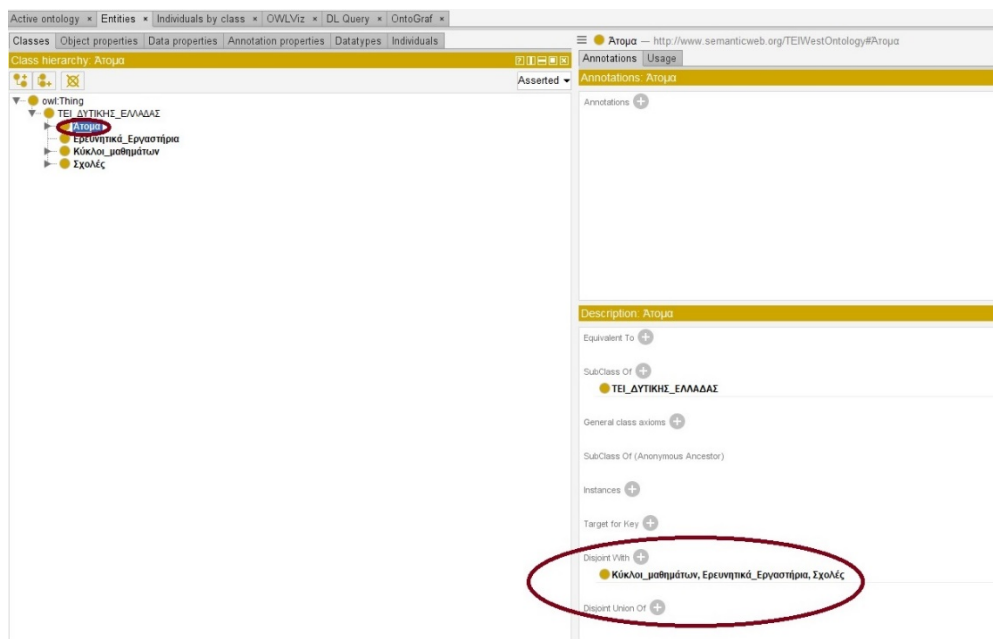


Εικόνα 5.2: Εναλλακτική δημιουργία κλάσεων και υποκλάσεων

Ύστερα από τη δημιουργία των κλάσεων συνίσταται η επιλογή της λειτουργία “disjoint”, έτσι ώστε να διαχωριστούν οι κλάσεις και πρακτικά ένα αντικείμενο δεν μπορεί να βρίσκεται σε δύο κλάσεις ταυτόχρονα. Επιλέγοντας μία κλάση, στην κατηγορία “Description” διακρίνει κανείς τις υπόλοιπες κλάσεις με τις οποίες η κλάση αυτή έχει γίνει “disjoint”, έχει δηλαδή διαχωριστεί, ενώ επίσης είναι δυνατός και ο χειροκίνητος διαχωρισμός κλάσεων.



Εικόνα 5.3: Επιλογή “disjoint” για το διαχωρισμό των κλάσεων

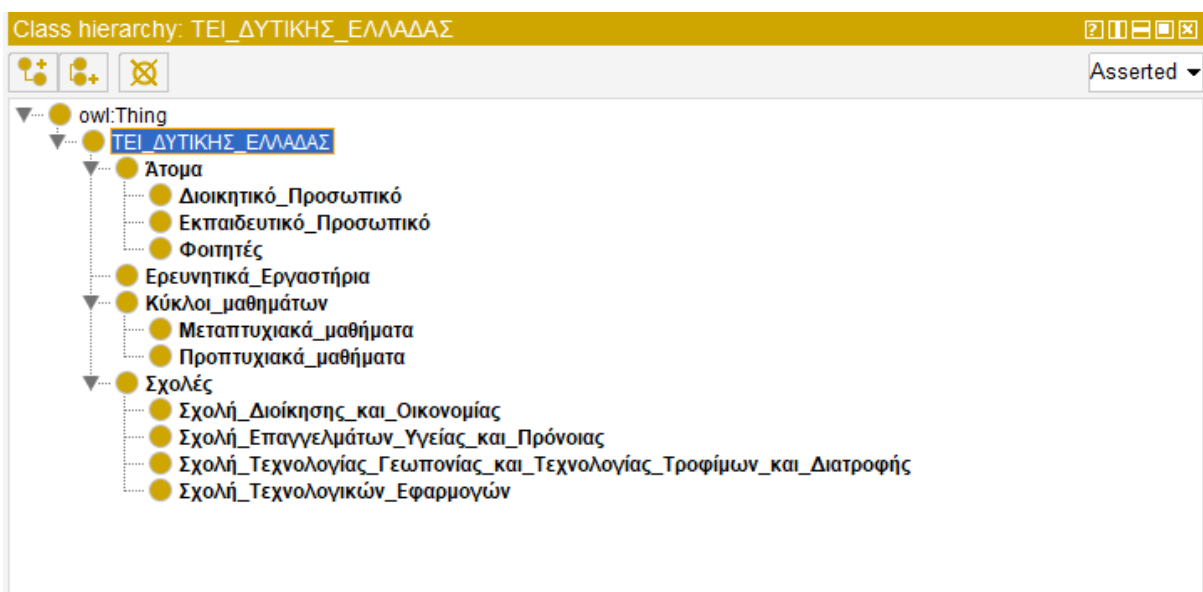


Εικόνα 5.4: Διαχωρισμός κλάσεων μέσω της επιλογής disjoint

Στην υπό μελέτη οντολογία TEIWestOntology, δημιουργήθηκαν τέσσερις κλάσεις, οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 5.1 μαζί με τις υποκλάσεις τους. Στην εικόνα 5.5 διακρίνονται οι κλάσεις και οι υποκλάσεις της οντολογίας στο Protégé σε πλήρη ανάπτυξη.

**Πίνακας 5.1: Κλάσεις και υποκλάσεις οντολογίας TEIWestOntology**

Κλάση	Υποκλάση 1	Υποκλάση 2	Υποκλάση 3	Υποκλάση 4
Άτομα	Φοιτητές	Διοικητικό προσωπικό	Εκπαιδευτικό προσωπικό	-
Σχολές	Σχολή διοίκησης και οικονομίας	Σχολή επαγγελματών υγείας και πρόνοιας	Σχολή τεχνολογίας γεωπονίας και τεχνολογίας τροφίμων και διατροφής	Σχολή τεχνολογικών εφαρμογών
Κύκλοι μαθημάτων	Προπτυχιακά μαθήματα	Μεταπτυχιακά μαθήματα	-	-
Ερευνητικά εργαστήρια	-	-	-	-



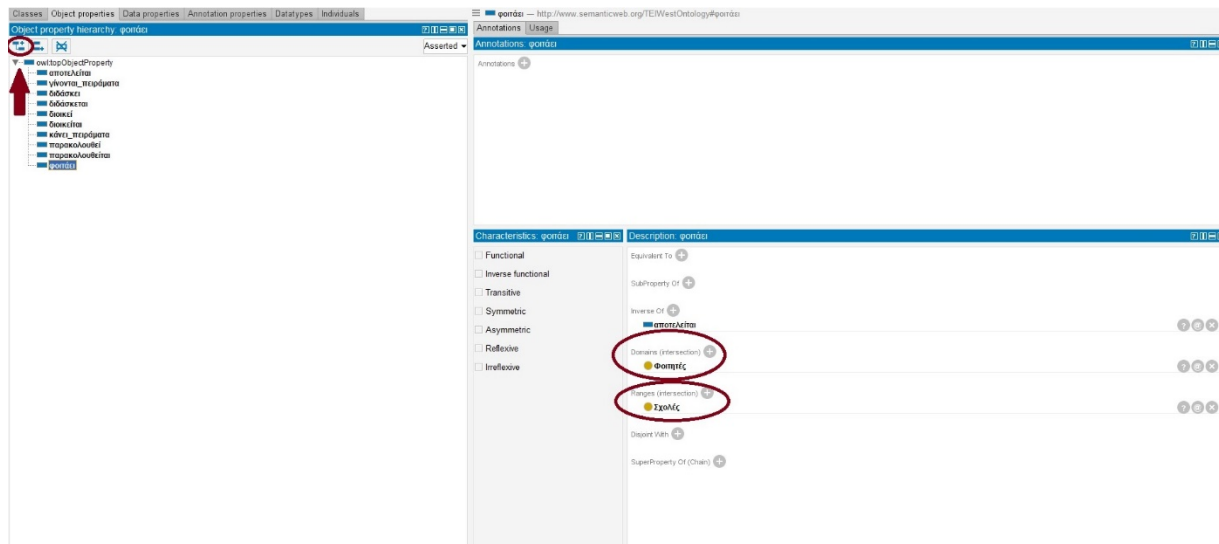
Εικόνα 5.5: Πλήρης ανάπτυξη κλάσεων και υποκλάσεων οντολογίας TEIWestOntology

## 5.2.2 Ιδιότητες Αντικειμένων (Object Properties)

Οι ιδιότητες αντικειμένων εκφράζουν τις σχέσεις που επικρατούν μεταξύ των υφιστάμενων κλάσεων και είναι απαραίτητες ώστε οι κλάσεις να συνδεθούν μεταξύ τους. Κάθε υποκλάση έχει αυτόματα τις ιδιότητες της κλάσης στην οποία ανήκει.

Μεταβαίνοντας στο λογισμικό Protégé στην καρτέλα “Object Properties” και επιλέγοντας το Tab “Add sub property” προστίθενται οι επιθυμητές ιδιότητες αντικειμένων.

Μία ιδιότητα έχει δύο πεδία, το “Domain” και το “Range” τα οποία παίρνουν ως τιμή μία κλάση, ενώ για κάθε ιδιότητα είναι δυνατό να υπάρχει και μία αντίθετη ιδιότητα (“Inverse of”), στην οποία τα προαναφερθέντα πεδία είναι αντεστραμμένα. Μέσω της ιδιότητας δηλαδή συσχετίζονται μεταξύ τους οι κλάσεις που βρίσκονται στα πεδία “Domain” και “Range”.



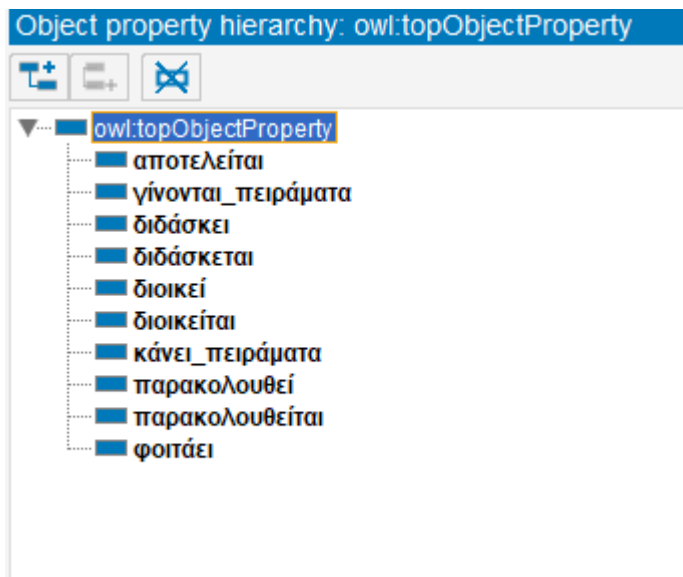
Εικόνα 5.6: Εισαγωγή ιδιότητας αντικειμένου και επιλογή τιμών για τα πεδία “Domain” και “Range”

Η οντολογία TEIWestOntology αξιοποιεί συνολικά δέκα ιδιότητες αντικειμένων, πρόκειται δηλαδή για πέντε ιδιότητες και τις αντίστροφές τους. Οι ιδιότητες αυτές, καθώς και τα πεδία τους “Domain” και “Range” παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.2 και στην Εικόνα 5.7 μέσω του λογισμικού Protégé.

**Πίνακας 5.2: Ιδιότητες αντικειμένου οντολογίας TEIWestOntology**

Ιδιότητα αντικειμένου	Domain	Range
φοιτάει	Φοιτητές	Σχολές
αποτελείται	Σχολές	Φοιτητές

κάνει πειράματα	Φοιτητές	Ερευνητικά εργαστήρια
γίνονται πειράματα	Ερευνητικά εργαστήρια	Φοιτητές
διοικεί	Διοικητικό προσωπικό	Σχολές
διοικούνται	Σχολές	Διοικητικό προσωπικό
διδάσκει	Εκπαιδευτικό προσωπικό	Κύκλοι μαθημάτων
διδάσκονται	Κύκλοι μαθημάτων	Εκπαιδευτικό προσωπικό
παρακολουθεί	Φοιτητές	Κύκλοι μαθημάτων
παρακολουθείται	Κύκλοι μαθημάτων	Φοιτητές



Εικόνα 5.7: Ιδιότητες αντικειμένων στο λογισμικό Protégé

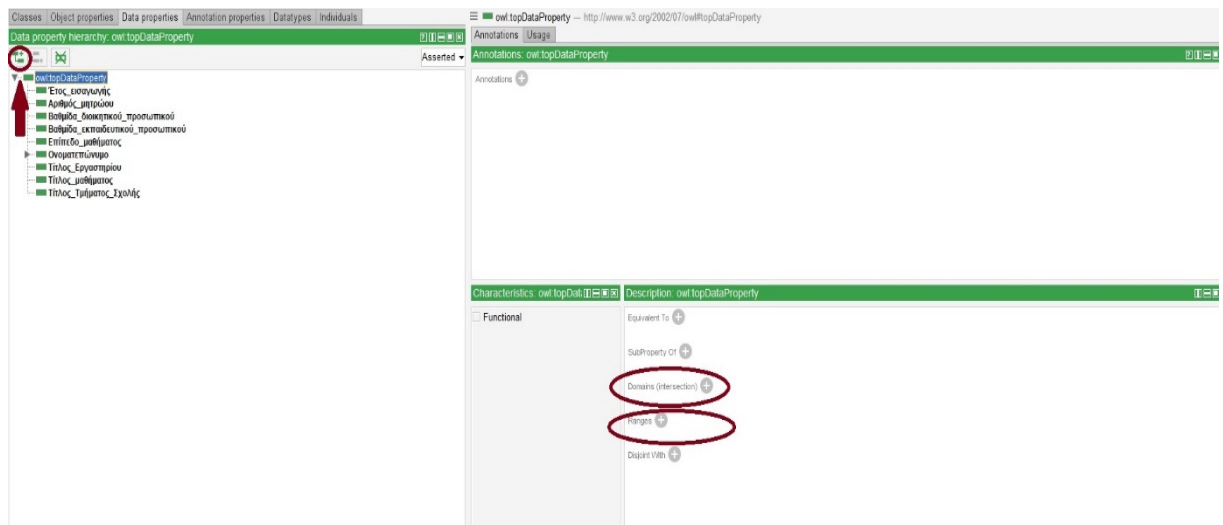
### 5.2.3 Ιδιότητες Δεδομένων (Data Properties)

Οι ιδιότητες αντικειμένων συσχετίζουν τιμές δεδομένων με στιγμιότυπα, δηλαδή πραγματικά ή υποθετικά πρόσωπα και αντικείμενα τα οποία ανήκουν σε μία κλάση.

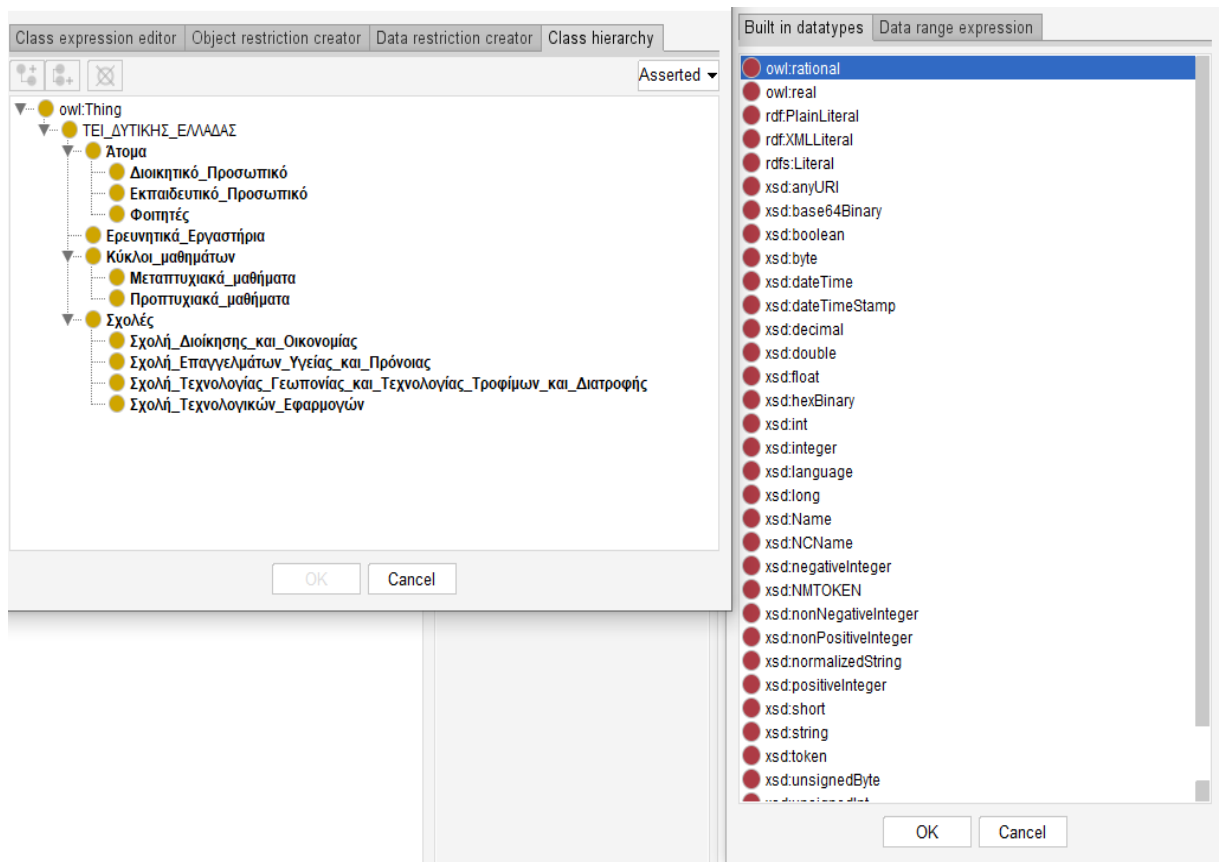
Για την εισαγωγή ιδιοτήτων δεδομένων στο λογισμικό Protégé επιλέγεται το Tab “Add sub property” και εισάγεται το όνομα της ιδιότητας. Στη συνέχεια επιλέγοντας την ιδιότητα που μόλις δημιουργήθηκε, είναι δυνατή η συμπλήρωση των πεδίων “Domain” και “Range”. Το πεδίο “Domain” παίρνει ως τιμή μία κλάση, ενώ το πεδίο “Range” αναφέρεται στο είδος του



δεδομένου στο οποίο αναφέρεται η συγκεκριμένη ιδιότητα, αν πρόκειται δηλαδή για αλφαριθμητικό, ακέραιο αριθμό, δεκαδικό αριθμό, λογική τιμή κ.ο.κ.



Εικόνα 5.8: Εισαγωγή ιδιοτήτων αντικειμένων και επιλογή των πεδίων “Domain” και “Range”

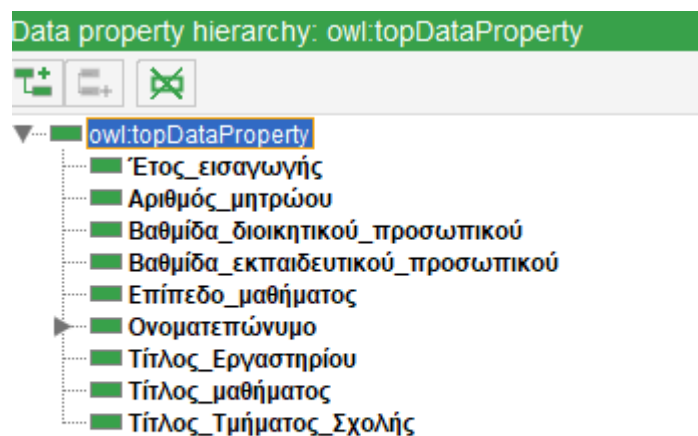


Εικόνα 5.9: Επιλογή κλάσεων για το πεδίο “Domain” και επιλογή τύπου δεδομένων για το πεδίο “Range”

Στη συγκεκριμένη υλοποίηση εισάχθηκαν συνολικά εννιά ιδιότητες δεδομένων, οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 5.3 μαζί με τα πεδία “Domain” και “Range”.

**Πίνακας 5.3: Ιδιότητες δεδομένων οντολογίας TEIWestOntology**

Ιδιότητα δεδομένων	Domain	Range
Όνοματεπώνυμο	Άτομα	string
Έτος εισαγωγής	Φοιτητές	integer
Αριθμός μητρώου	Φοιτητές	integer
Τίτλος μαθήματος	Κύκλοι μαθημάτων	string
Τίτλος εργαστηρίου	Ερευνητικά εργαστήρια	string
Τίτλος τμήματος σχολής	Σχολές	string
Επίπεδο μαθήματος	Κύκλοι μαθημάτων	string
Βαθμίδα εκπαιδευτικού προσωπικού	Εκπαιδευτικό προσωπικό	string
Βαθμίδα διοικητικού προσωπικού	Διοικητικό προσωπικό	string

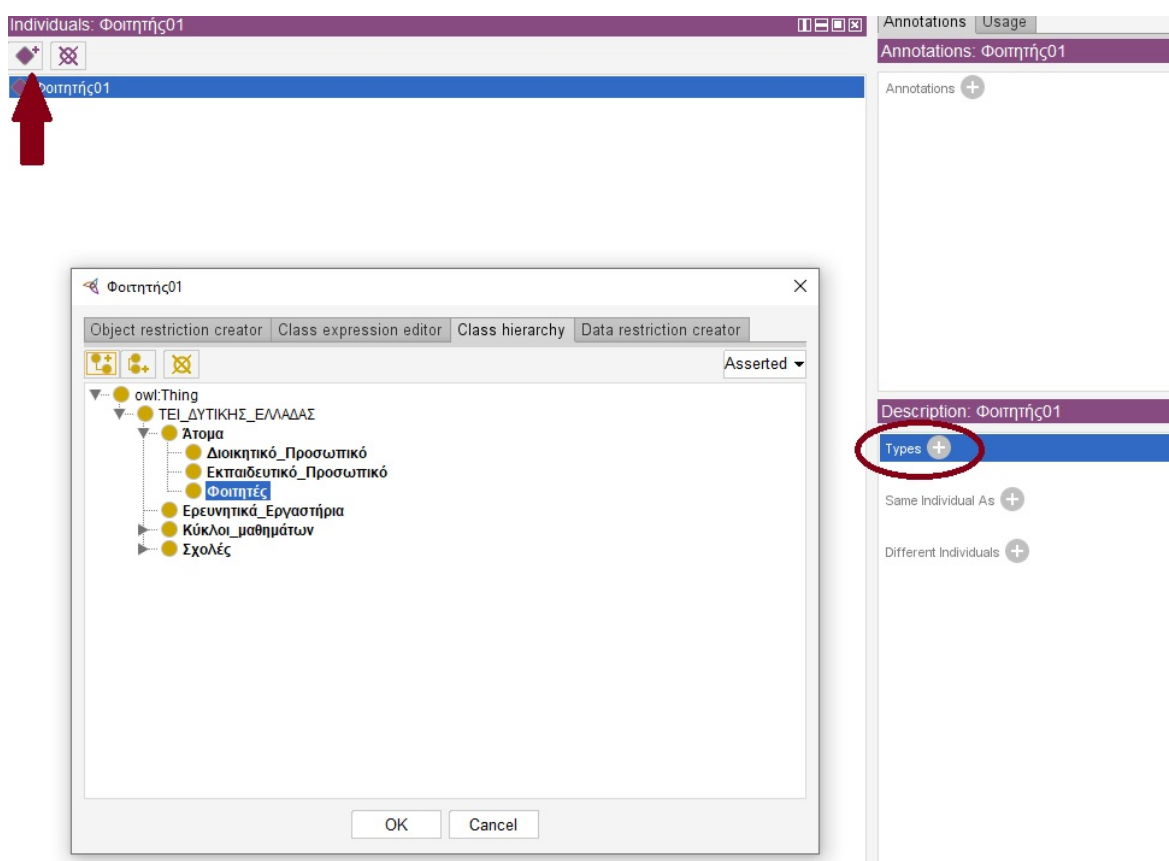


Εικόνα 5.10: Ιδιότητες δεδομένων στο λογισμικό Protégé

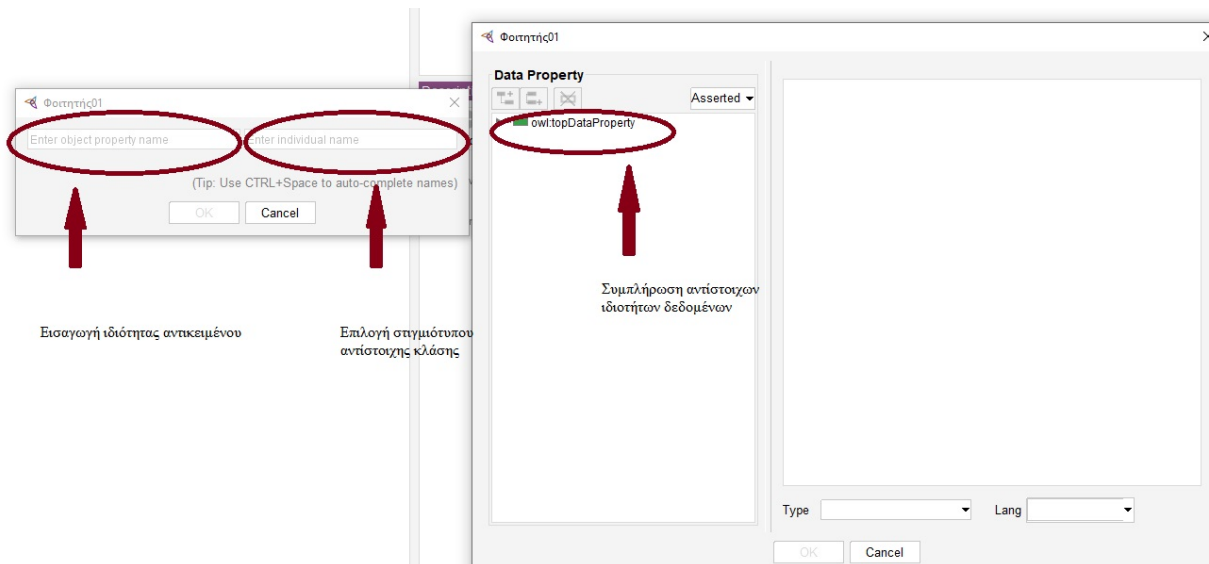
## 5.2.4 Στιγμιότυπα (Individuals)

Τα στιγμιότυπα είναι παραδείγματα, που αναφέρονται σε πραγματικά ή υποθετικά πρόσωπα και αντικείμενα, με στόχο να κάνουν εμφανή το σκοπό και τη χρησιμότητα της οντολογίας.

Επιλέγοντας το Tab “Add individual” και δίνοντας το επιθυμητό όνομα δημιουργείται ένα στιγμιότυπο. Στη συνέχεια μέσω της καρτέλας “Types” επιλέγεται η κλάση στην οποία ανήκει το συγκεκριμένο στιγμιότυπο, ούτως ώστε στη συνέχεια να προστεθούν οι αντίστοιχες ιδιότητες αντικειμένων και δεδομένων που αντιστοιχούν σε αυτή την κλάση. Μέσω των ιδιοτήτων αντικειμένων συσχετίζεται το συγκεκριμένο στιγμιότυπο με άλλα στιγμιότυπα, ενώ από τις ιδιότητες δεδομένων γίνονται φανερά τα στοιχεία του στιγμιότυπου, είτε αυτά είναι πραγματικά είτε υποθετικά.



Εικόνα 5.11: Εισαγωγή στιγμιότυπου και επιλογή κλάσης στην οποία ανήκει



Εικόνα 5.12: Συμπλήρωση ιδιοτήτων αντικειμένων και δεδομένων ενός στιγμιότυπου

### 5.3 Παρουσίαση Οντολογίας TEIWestOntology

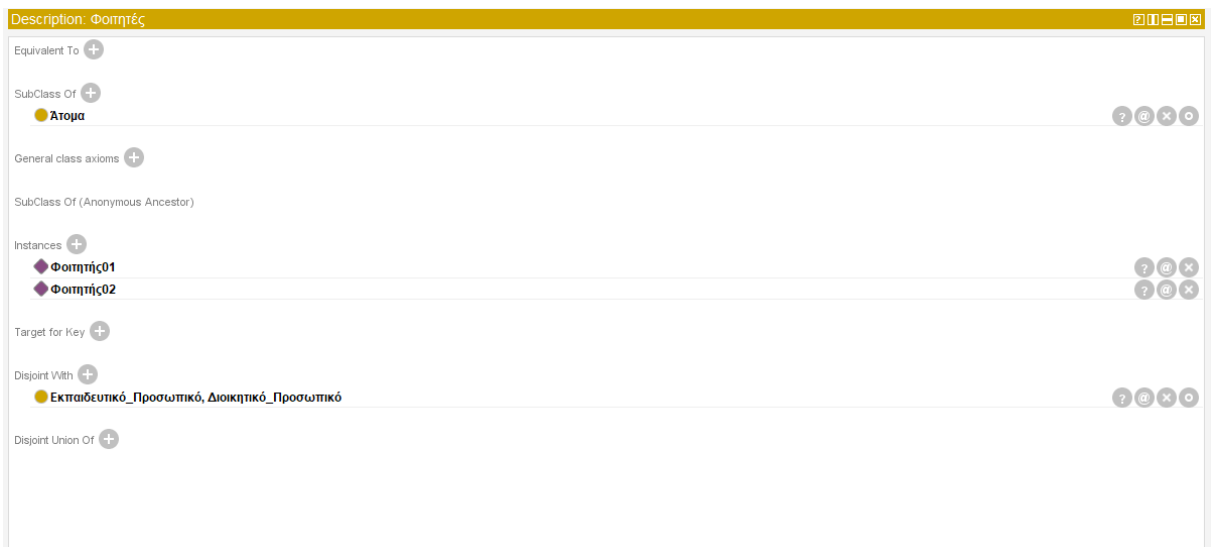
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται αναλυτικά οι κλάσεις και υποκλάσεις της οντολογίας TEIWestOntology, οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν την καθεμιά, καθώς και οι σχέσεις με τις οποίες δύο κλάσεις συνδέονται μεταξύ τους.

#### 5.3.1 Η κλάση “Άτομα”

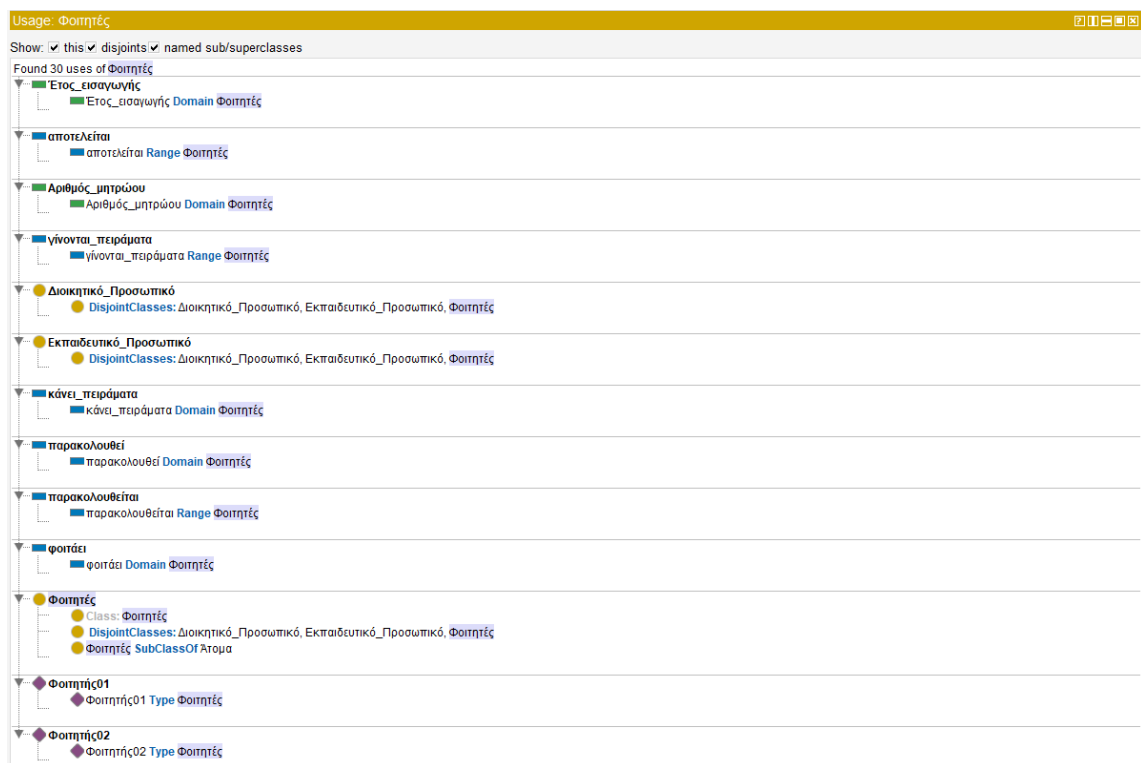
Η κλάση “Άτομα” έχει τρεις υποκλάσεις, τους Φοιτητές, το Εκπαιδευτικό Προσωπικό, δηλαδή καθηγητές, επιστημονικούς συνεργάτες κλπ. και το Διοικητικό Προσωπικό που αναφέρεται στους διοικητικούς υπαλλήλους του ιδρύματος. Έτσι κατηγοριοποιούνται τα φυσικά πρόσωπα που συμμετέχουν με το δικό τους τρόπο στις διαδικασίες του ΤΕΙ. Η κλάση “Άτομα” έχει γίνει disjoint με τις υπόλοιπες τρεις κλάσεις, “Κύκλοι μαθημάτων”, ”Σχολές”, ”Ερευνητικά Εργαστήρια”. Όλες οι υποκλάσεις έχουν ιδιότητα δεδομένων το “Όνοματεπώνυμο”, το οποίο προφανώς είναι απαραίτητο για την περιγραφή φυσικών προσώπων, ενώ επίσης στην υποκλάση “Φοιτητές” υπάρχουν οι ιδιότητες “Αριθμός μητρώου” και “Έτος εισαγωγής”. Αντίστοιχα για τις άλλες δύο υποκλάσεις, για την περιγραφή της βαθμίδας του προσωπικού έχουν χρησιμοποιηθεί οι δύο ιδιότητες “Βαθμίδα Εκπαιδευτικού Προσωπικού” και “Βαθμίδα Διοικητικού Προσωπικού”.

Πιο συγκεκριμένα, η υποκλάση Φοιτητές έχει τα αντίστοιχα disjoint με τις υποκλάσεις “Εκπαιδευτικό Προσωπικό” και “Διοικητικό Προσωπικό”. Όσον αφορά τις ιδιότητες αντικειμένων, μεταβαίνοντας στην καρτέλα “Usage” βλέπουμε ότι υπάρχουν τρεις τέτοιες

ιδιότητες, “κάνει πειράματα”, “παρακολουθεί” και “φοιτάει” με την υποκλάση “Φοιτητές” να εμφανίζεται στο πεδίο Domain. Ταυτόχρονα διακρίνονται και οι αντίστροφες ιδιότητες αντικειμένων των προαναφερθέντων, όπου όπως είναι αναμενόμενο η υποκλάση “Φοιτητές” εμφανίζεται στο πεδίο “Range”. Επιπλέον η υποκλάση αυτή έχει δύο στιγμιότυπα, “Φοιτητής01” και “Φοιτητής02” τα οποία αναλύονται στη συνέχεια. Τέλος στο πεδίο “Usage” είναι εμφανείς πληροφορίες σχετικές με τις ιδιότητες δεδομένων που χαρακτηρίζουν την κλάση αυτή.

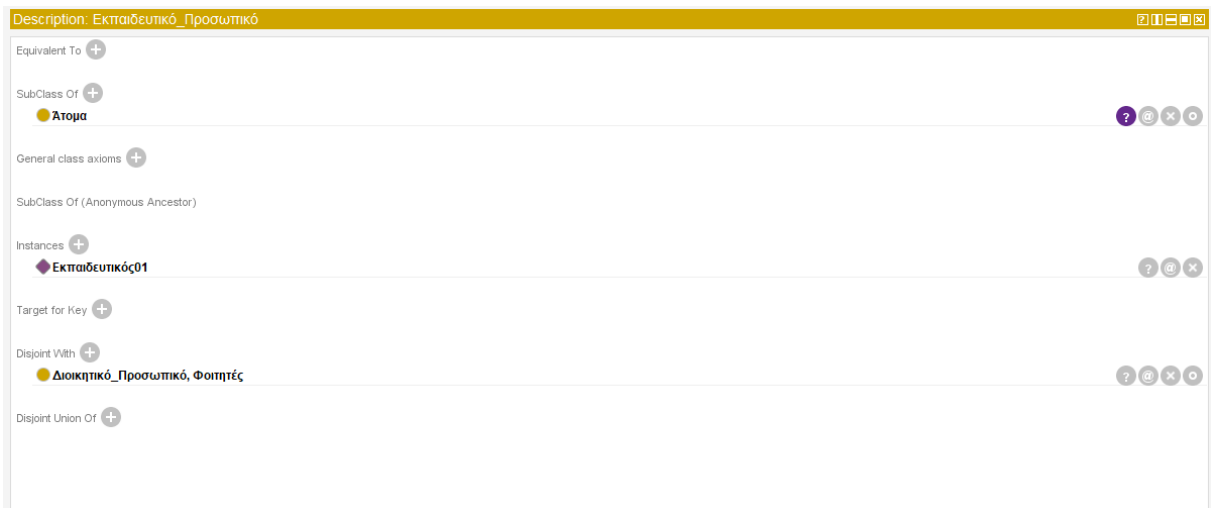


Εικόνα 5.13: Περιγραφή υποκλάσης “Φοιτητές”

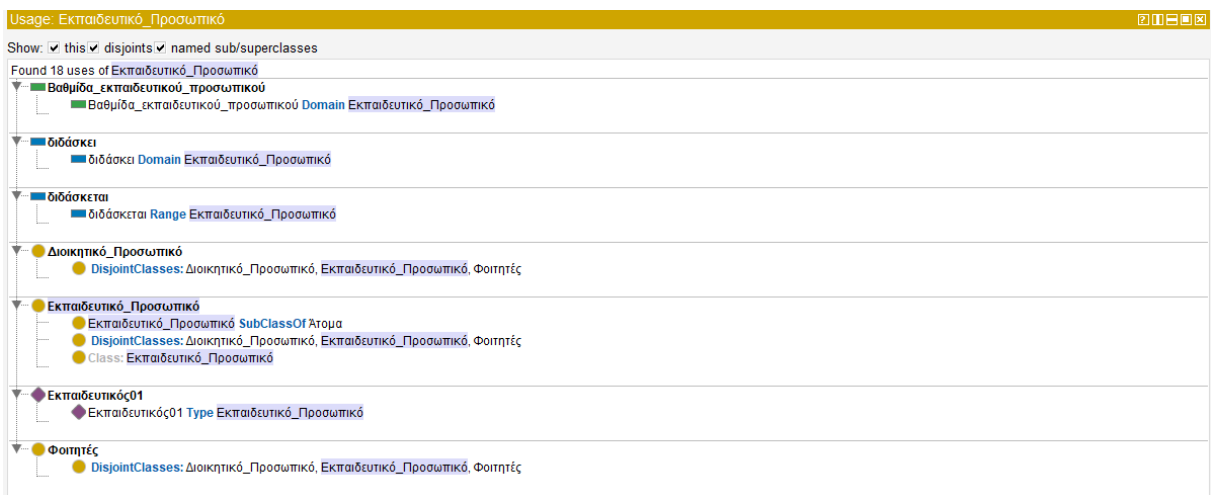


Εικόνα 5.14: Πληροφορίες υποκλάσης “Φοιτητές” στην καρτέλα “Usage”

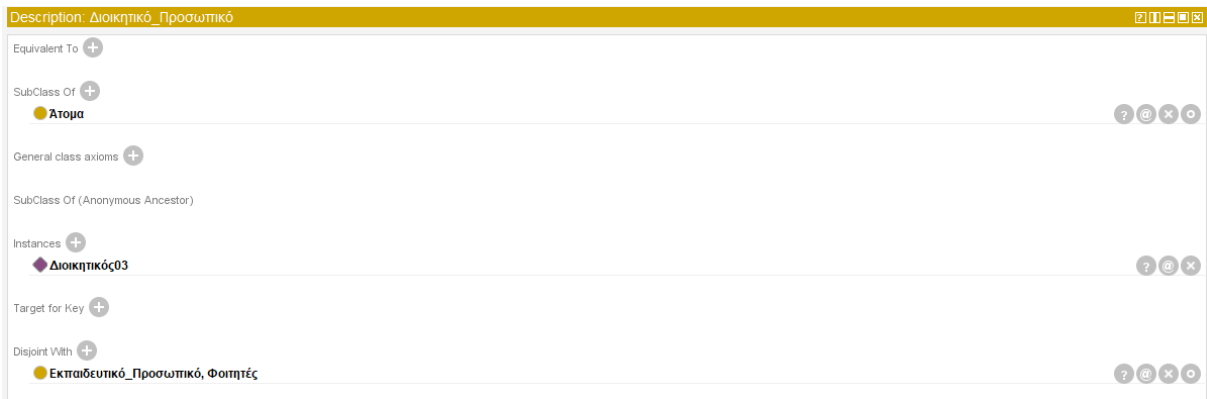
Με όμοιο τρόπο προκύπτουν οι πληροφορίες και για τις δύο υπόλοιπες υποκλάσεις “Εκπαιδευτικό Προσωπικό” και “Διοικητικό Προσωπικό”. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για την υποκλάση “Εκπαιδευτικό Προσωπικό” υπάρχει η ιδιότητα αντικειμένου “διδάσκει” και για το “Διοικητικό Προσωπικό” αντίστοιχα “διοικεί”. Στις εικόνες 5.15-5.18 γίνονται εμφανείς οι πληροφορίες για τις δύο αυτές υποκλάσεις, όπως και στην περίπτωση της υποκλάσης “Φοιτητές”.



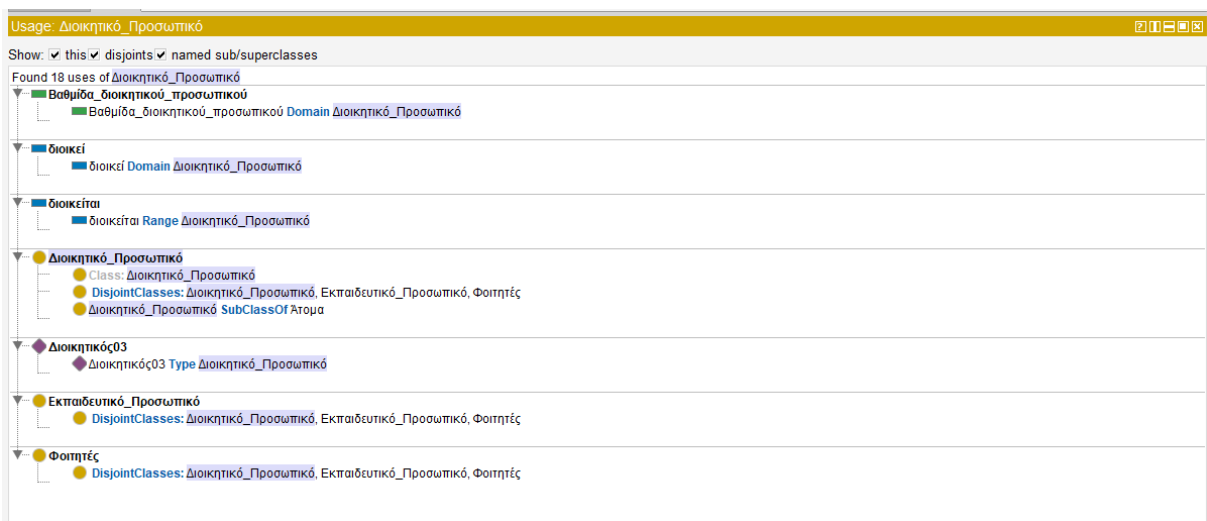
Εικόνα 5.15: Περιγραφή υποκλάσης “Εκπαιδευτικό Προσωπικό”



Εικόνα 5.16: Πληροφορίες υποκλάσης “Εκπαιδευτικό Προσωπικό” στην καρτέλα “Usage”



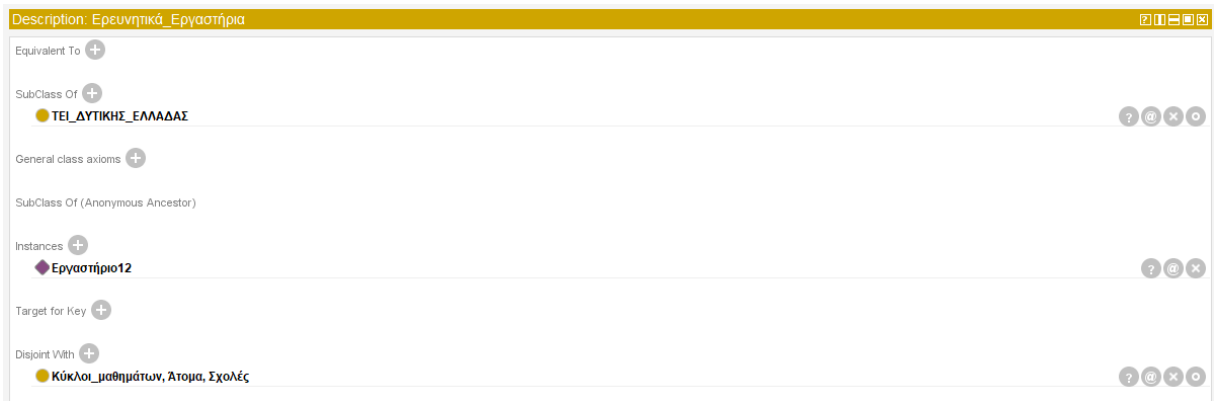
Εικόνα 5.17: Περιγραφή υποκλάσης “Διοικητικό Προσωπικό”



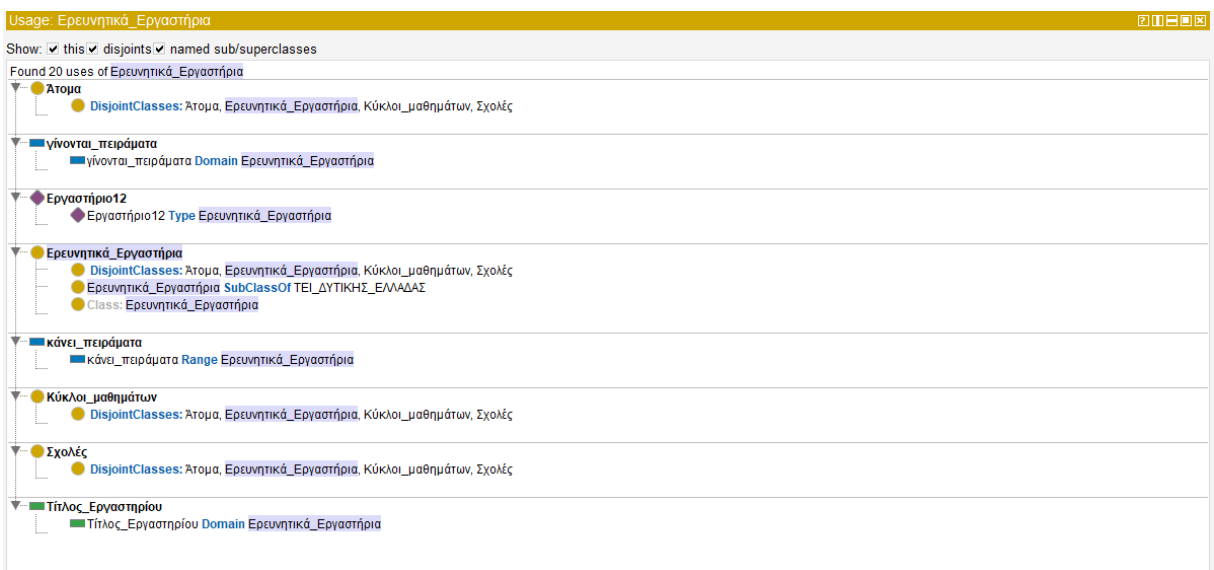
Εικόνα 5.18: Πληροφορίες υποκλάσης “Διοικητικό Προσωπικό” στην καρτέλα “Usage”

### 5.3.2 Η κλάση “Ερευνητικά Εργαστήρια”

Η κλάση “Ερευνητικά Εργαστήρια” δεν έχει υποκλάσεις. Έχει γίνει disjoint με τις κλάσεις “Κύκλοι μαθημάτων”, “Ατομα” και “Σχολές” και έχει δοθεί ένα στιγμιότυπο με τίτλο “Εργαστήριο12”. Επιπλέον υπάρχει μία ιδιότητα αντικειμένου, “γίνονται πειράματα” που όπως αναφέρθηκε είναι η αντίστροφη της ιδιότητας “κάνει πειράματα”. Στην κλάση αυτή έχει δοθεί μία ιδιότητα δεδομένων, “Τίτλος Εργαστηρίου” ούτως ώστε στην περίπτωση ενός στιγμιότυπου να μπορέσει να γίνει εμφανές το όνομα το εργαστηρίου για το οποίο γίνεται λόγος.



Εικόνα 5.19: Περιγραφή κλάσης “Ερευνητικά Εργαστήρια”

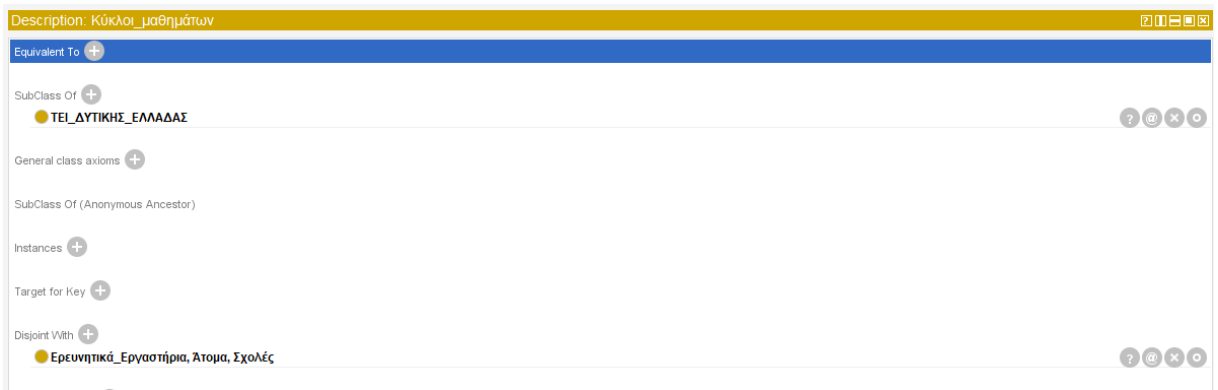


Εικόνα 5.20: Πληροφορίες κλάσης “Ερευνητικά Εργαστήρια” στην καρτέλα “Usage”

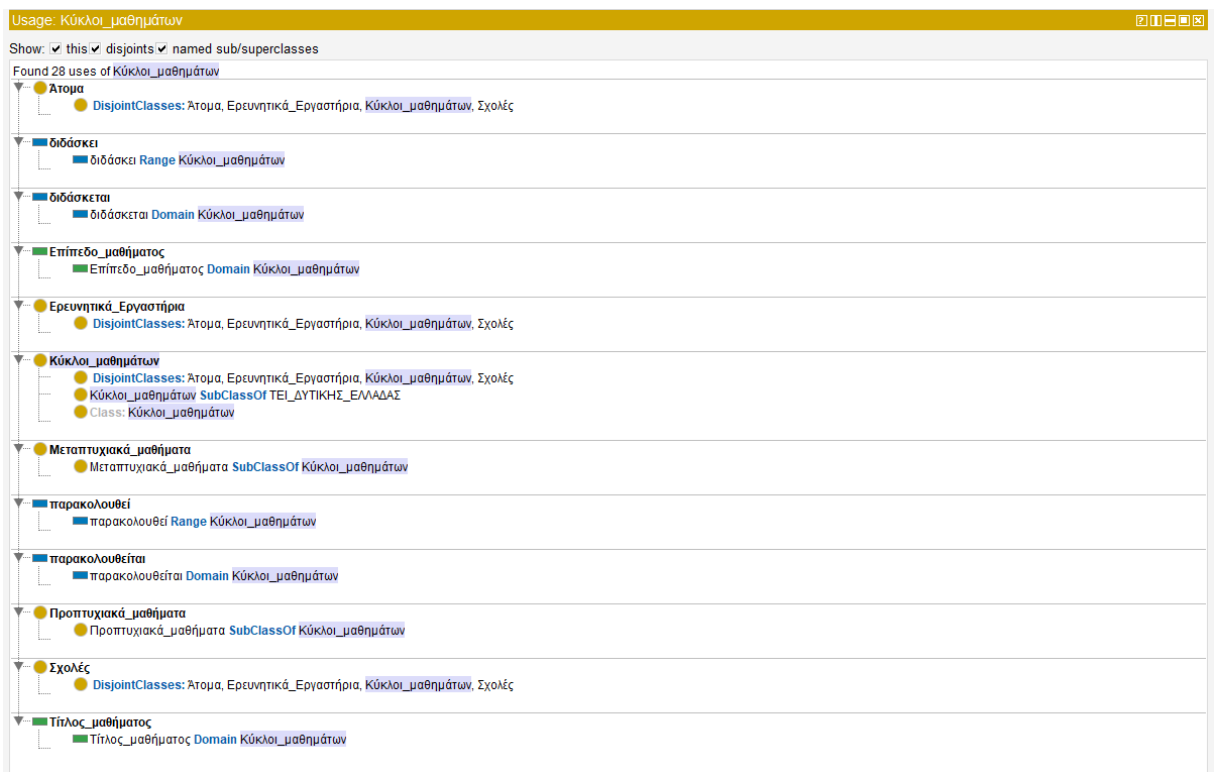
### 5.3.3 Η Κλάση “Κύκλοι μαθημάτων”

Η κλάση “Κύκλοι μαθημάτων” έχει δύο υποκλάσεις, “Προπτυχιακά μαθήματα” και “Μεταπτυχιακά μαθήματα”. Έχουν δοθεί δύο στιγμιότυπα, ένα για κάθε υποκλάση, ενώ οι ιδιότητες δεδομένων που χρησιμοποιούνται είναι “Τίτλος μαθήματος” και “Επίπεδο μαθήματος”. Επίσης στις εικόνες που ακολουθούν διακρίνονται τα disjoint με τις υπόλοιπες κλάσεις.

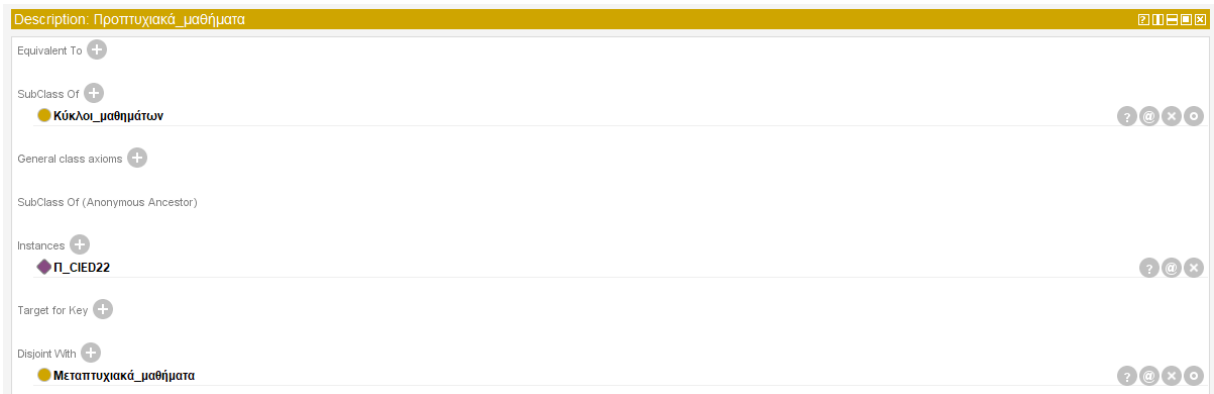




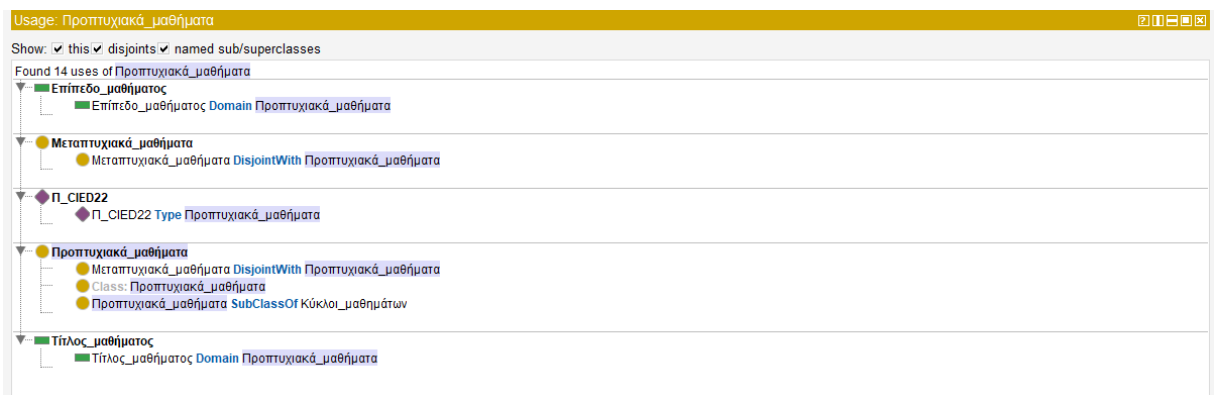
Εικόνα 5.21: Περιγραφή κλάσης “Κύκλοι μαθημάτων”



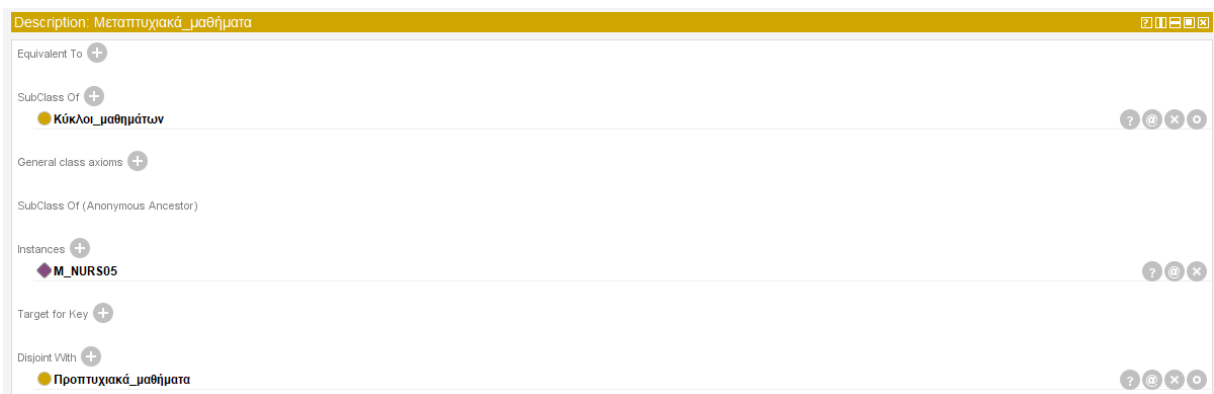
Εικόνα 5.22: Πληροφορίες κλάσης “Κύκλοι μαθημάτων” στην καρτέλα “Usage”



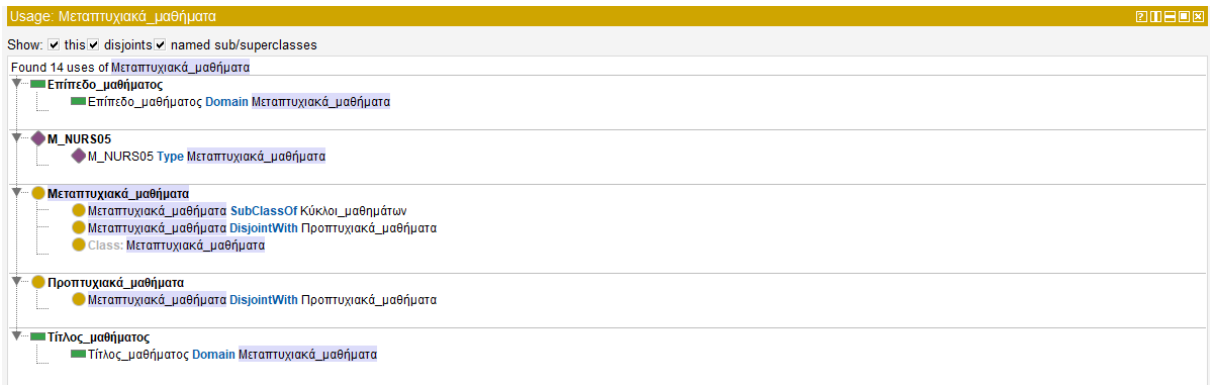
Εικόνα 5.23: Περιγραφή υποκλάσης “Προπτυχιακά μαθήματα”



Εικόνα 5.24: Πληροφορίες υποκλάσης “Προπτυχιακά μαθήματα” στην καρτέλα “Usage”



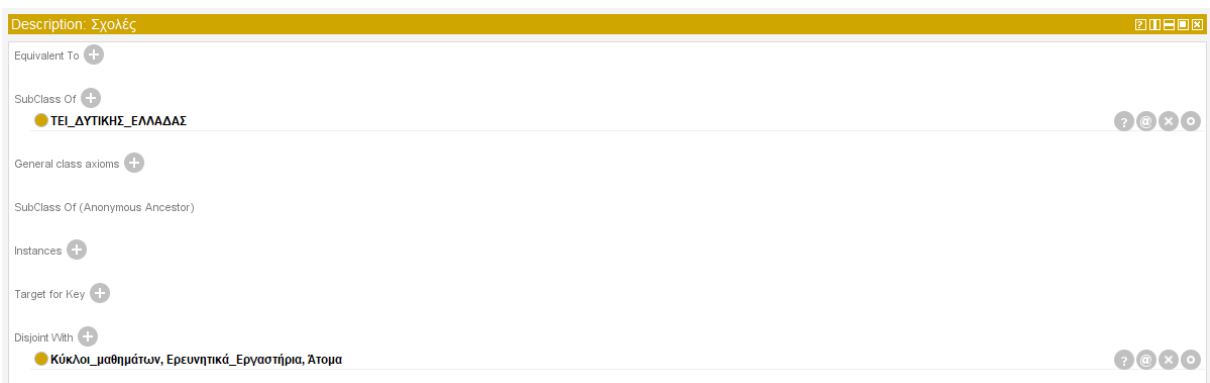
Εικόνα 5.25: Περιγραφή υποκλάσης “Μεταπτυχιακά μαθήματα”



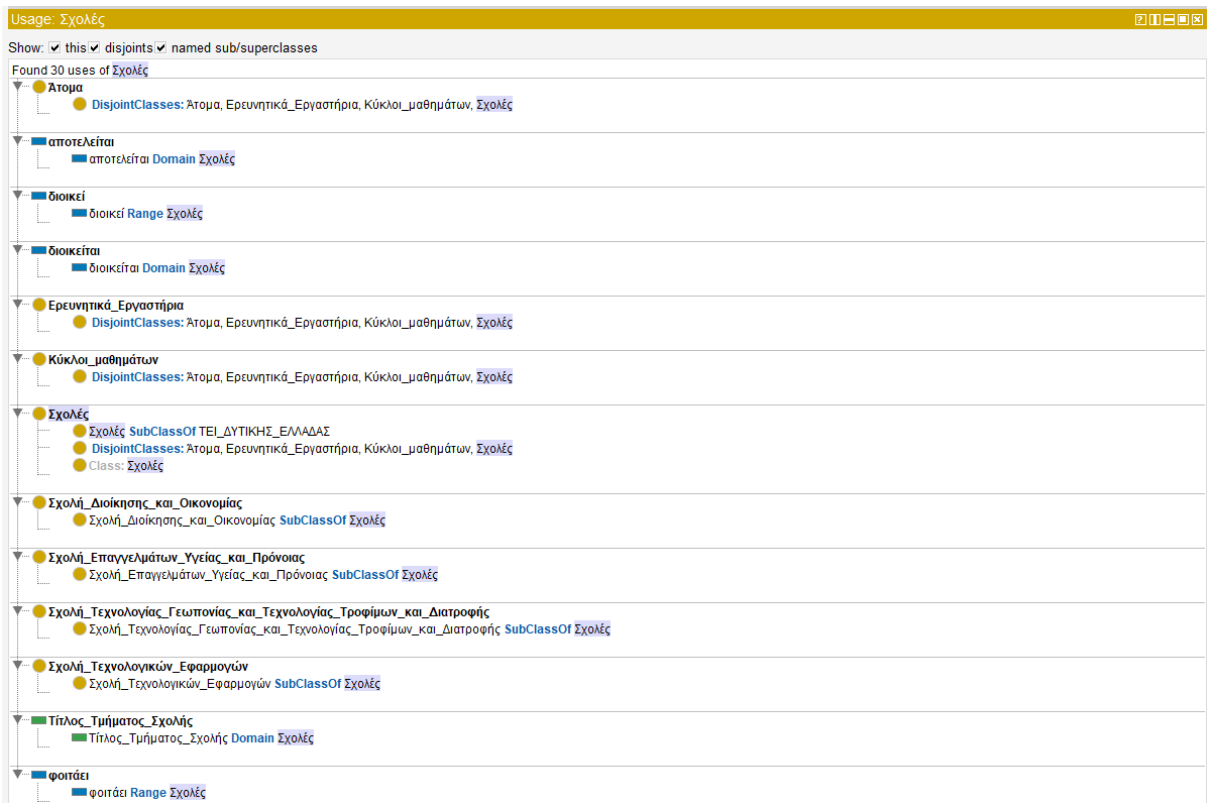
Εικόνα 5.26: Πληροφορίες υποκλάσης “Μεταπτυχιακά μαθήματα” στην καρτέλα “Usage”

### 5.3.4 Η κλάση Σχολές

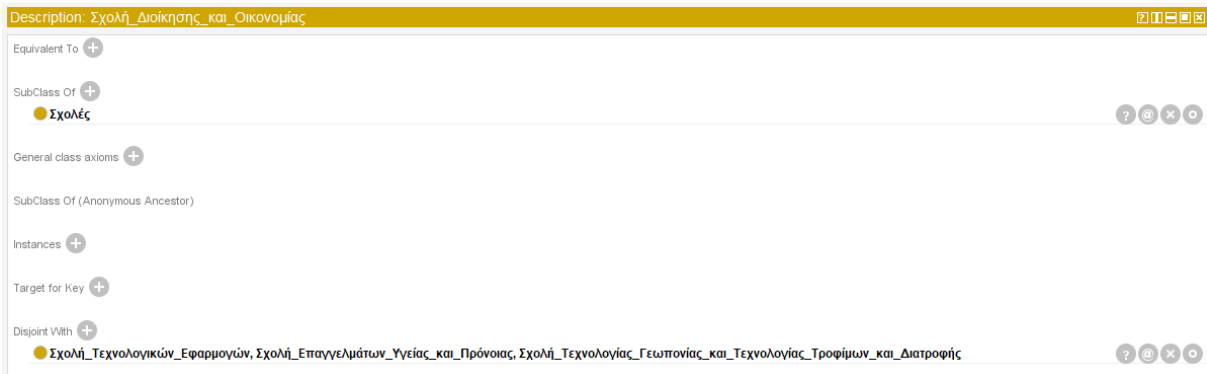
Η κλάση “Σχολές” αποτελείται από τέσσερις υποκλάσεις, με τις οποίες γίνεται πρακτικά η διάκριση ανάμεσα στο αντικείμενο ενασχόλησης της κάθε σχολής. Έτσι υπάρχουν οι εξής υποκλάσεις, “Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας” “Σχολή Επαγγελματίων Υγείας και Πρόνοιας” “Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής” “Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών”. Αναπτύχθηκε ένα στιγμιότυπο με τίτλο “Τμήμα Σχολής Επ. Υγείας και Πρόνοιας” ενώ επίσης οι ιδιότητες αντικειμένων που την χαρακτηρίζουν είναι “αποτελείται” και “διοικείται” που είναι οι αντίστροφες των ιδιοτήτων “φοιτάει” και “διοικεί”, αντίστοιχα. Ακολουθούν εικόνες από το λογισμικό Protégé, με εμφανείς τις ιδιότητες αντικειμένων και δεδομένων της κλάσης και της κάθε υποκλάσης, τα πεδία “Domain” και “Range” καθώς και τα disjoint.



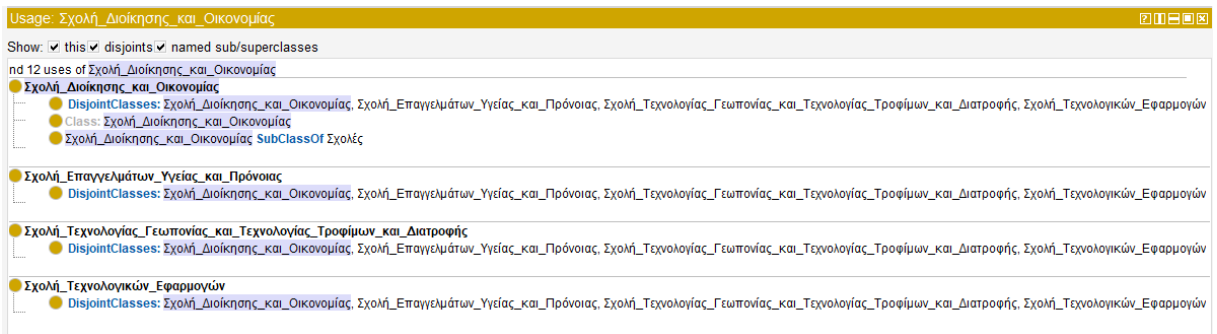
Εικόνα 5.27: Περιγραφή κλάσης “Σχολές”



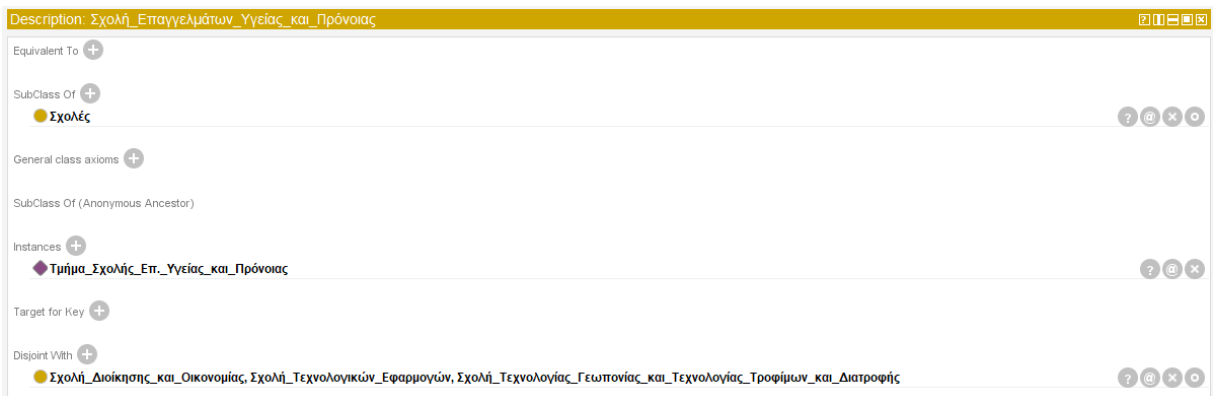
Εικόνα 5.28: Πληροφορίες κλάσης “Σχολές” στην καρτέλα “Usage”



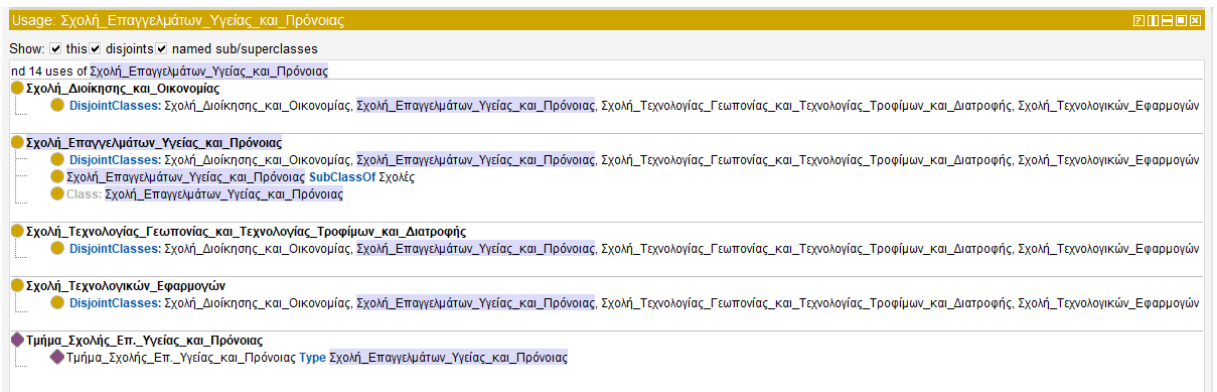
Εικόνα 5.29: Περιγραφή υποκλάσης “Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας”



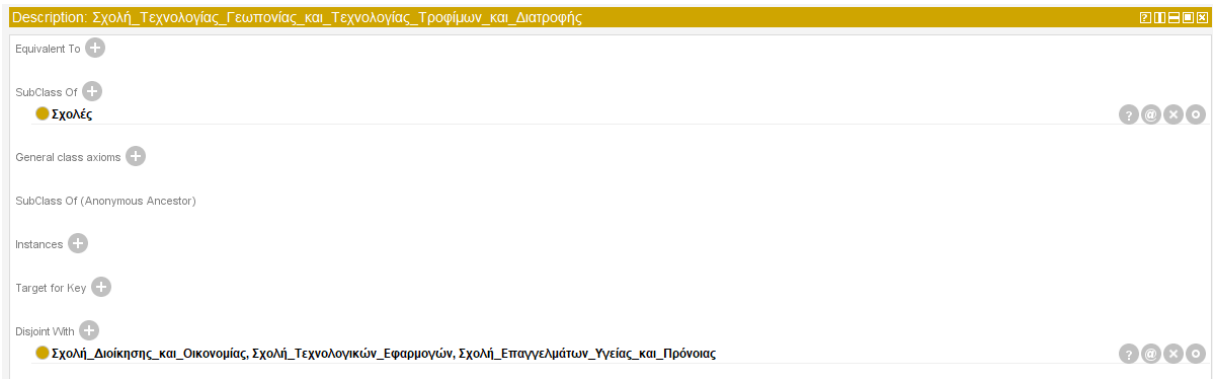
Εικόνα 5.30: Πληροφορίες υποκλάσης “Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας” στην καρτέλα “Usage”



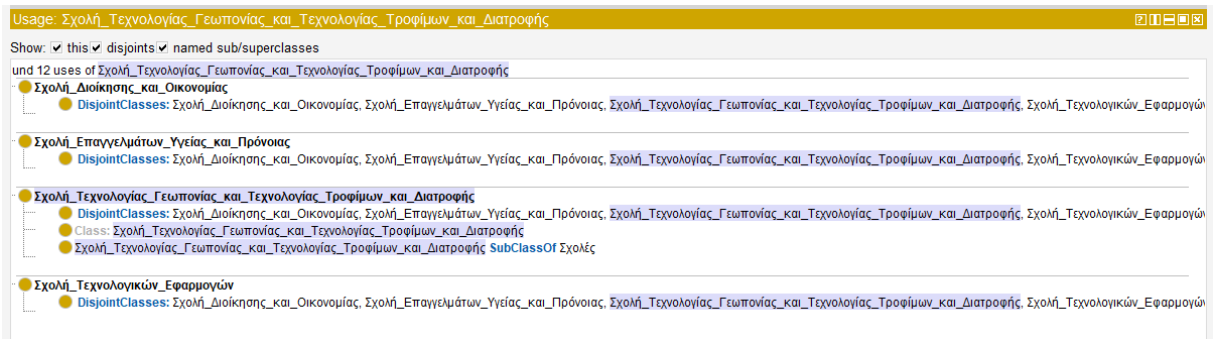
Εικόνα 5.31: Περιγραφή υποκλάσης “Σχολή Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας”



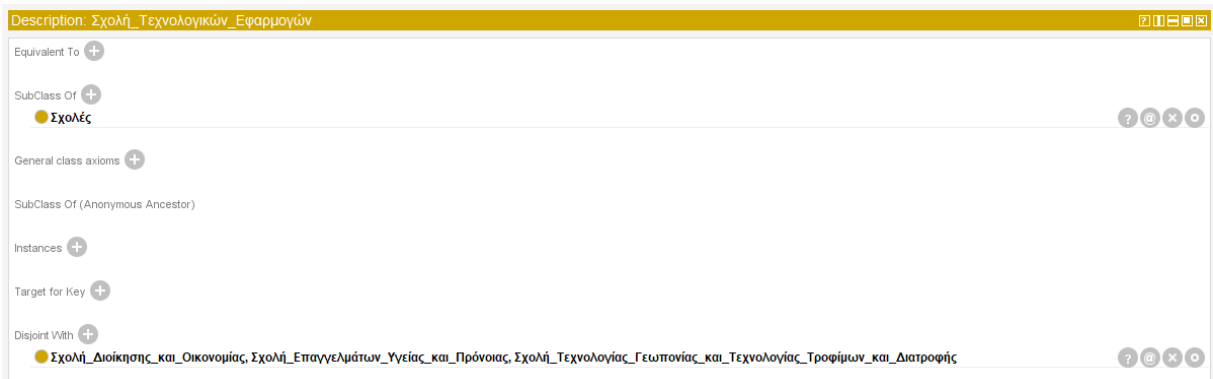
Εικόνα 5.32: Πληροφορίες υποκλάσης “Σχολή Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας” στην καρτέλα “Usage”



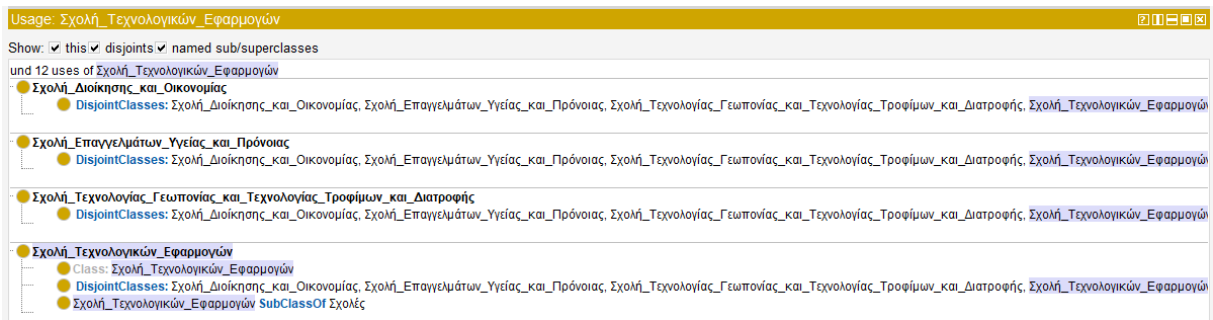
Εικόνα 5.33: Περιγραφή υποκλάσης “Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής”



Εικόνα 5.34: Πληροφορίες υποκλάσης “ Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής ” στην καρτέλα “Usage”



Εικόνα 5.35: Περιγραφή υποκλάσης “Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών”

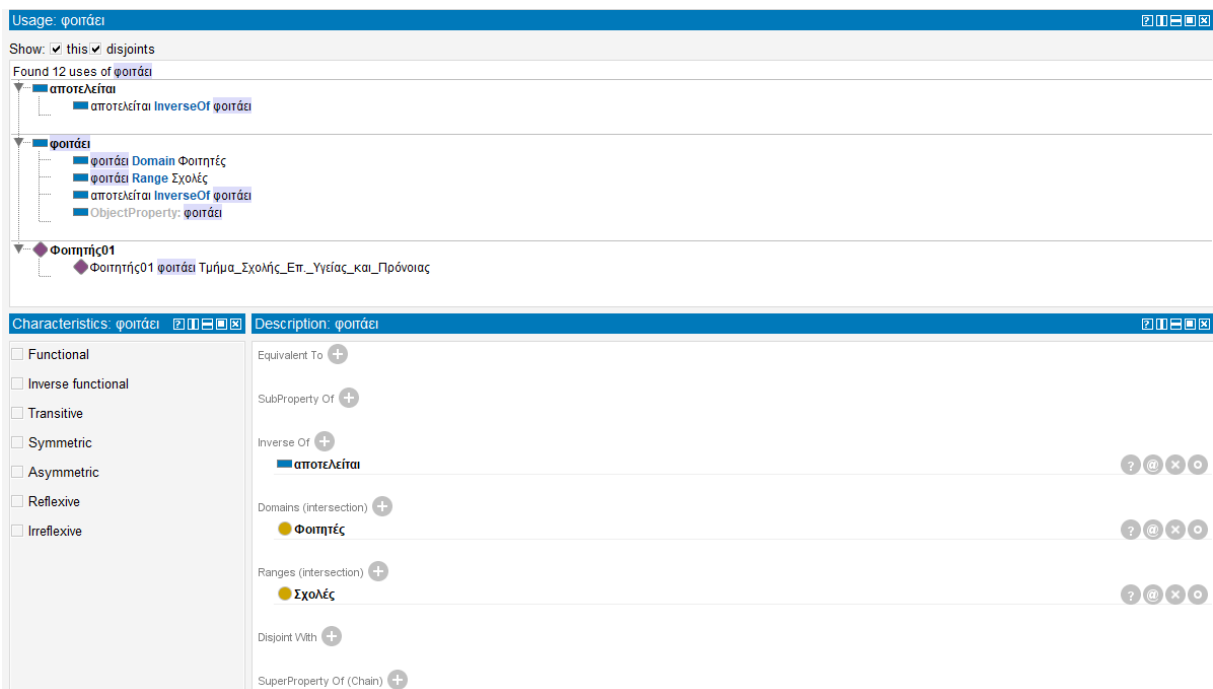


Εικόνα 5.36: Πληροφορίες υποκλάσης “ Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών ” στην καρτέλα “Usage”

### 5.3.5 Ιδιότητες Αντικειμένων Οντολογίας TEIWestOntology

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, πρόκειται για πέντε ιδιότητες αντικειμένων που περιγράφουν τις σχέσεις μεταξύ των κλάσεων και υποκλάσεων, καθώς και τις αντίστροφες ιδιότητες αυτών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι αντίστοιχες εικόνες όπου γίνονται εμφανή και τα πεδία “Domain” και “Range” που συσχετίζει η κάθε ιδιότητα.

#### Ιδιότητα “φοιτάει”



Εικόνα 5.37: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “φοιτάει”

## Ιδιότητα “αποτελείται”

The screenshot shows the 'Usage: αποτελείται' interface. The top section displays a tree view of 10 uses of the property 'αποτελείται'. The uses are categorized under 'αποτελείται' and 'φοιτάει'. The 'αποτελείται' category includes: 'αποτελείται Range Φοιτητές', 'ObjectProperty: αποτελείται', 'αποτελείται InverseOf φοιτάει', and 'αποτελείται Domain Σχολές'. The 'φοιτάει' category includes: 'αποτελείται InverseOf φοιτάει'. Below the tree view, the 'Characteristics' section lists several options: Functional, Inverse functional, Transitive, Symmetric, Asymmetric, Reflexive, and Irreflexive. The 'Description: αποτελείται' section shows the property's characteristics: Equivalent To, SubProperty Of, Inverse Of (with 'φοιτάει' listed), Domains (intersection) (with 'Σχολές' listed), and Ranges (intersection) (with 'Φοιτητές' listed).

Εικόνα 5.38: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “αποτελείται”

## Ιδιότητα “διδάσκει”

The screenshot shows the 'Usage: διδάσκει' interface. The top section displays a tree view of 12 uses of the property 'διδάσκει'. The uses are categorized under 'διδάσκει', 'διδάσκεται', and 'Εκπαιδευτικός01'. The 'διδάσκει' category includes: 'διδάσκει InverseOf διδάσκεται', 'ObjectProperty: διδάσκει', 'διδάσκει Range Κύκλοι\_μαθημάτων', and 'διδάσκει Domain Εκπαιδευτικό\_Προσωπικό'. The 'διδάσκεται' category includes: 'διδάσκει InverseOf διδάσκεται'. The 'Εκπαιδευτικός01' category includes: 'Εκπαιδευτικός01 διδάσκει Π\_CIED22'. Below the tree view, the 'Characteristics' section lists several options: Functional, Inverse functional, Transitive, Symmetric, Asymmetric, Reflexive, and Irreflexive. The 'Description: διδάσκει' section shows the property's characteristics: Equivalent To, SubProperty Of, Inverse Of (with 'διδάσκεται' listed), Domains (intersection) (with 'Εκπαιδευτικό\_Προσωπικό' listed), and Ranges (intersection) (with 'Κύκλοι\_μαθημάτων' listed).

Εικόνα 5.39: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “διδάσκει”



## Ιδιότητα “διδάσκεται”

Usage: διδάσκεται

Show:  this  disjoints

Found 10 uses of διδάσκει

- διδάσκει
  - διδάσκει InverseOf διδάσκει
- διδάσκει
  - διδάσκει InverseOf διδάσκει
  - ObjectProperty: διδάσκει
  - διδάσκει Range Εκπαιδευτικό\_Προσωπικό
  - διδάσκει Domain Κύκλοι\_μαθημάτων

Characteristics: διδάσκει

- Functional
- Inverse functional
- Transitive
- Symmetric
- Asymmetric
- Reflexive
- Irreflexive

Description: διδάσκει

Equivalent To +

SubProperty Of +

Inverse Of +

Domains (intersection) +

Ranges (intersection) +

Εικόνα 5.40: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “διδάσκεται”

## Ιδιότητα “διοικεί”

Usage: διοικεί

Show:  this  disjoints

Found 12 uses of διοικεί

- διοικεί
  - διοικεί InverseOf διοικείται
  - ObjectProperty: διοικεί
  - διοικεί Domain Διοικητικό\_Προσωπικό
  - διοικεί Range Σχολές
- διοικείται
  - διοικεί InverseOf διοικείται
- Διοικητικός03
  - Διοικητικός03 διοικεί Τμήμα\_Σχολής\_Επ\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας

Characteristics: διοικεί

- Functional
- Inverse functional
- Transitive
- Symmetric
- Asymmetric
- Reflexive
- Irreflexive

Description: διοικεί

Equivalent To +

SubProperty Of +

Inverse Of +

Domains (intersection) +

Ranges (intersection) +

Εικόνα 5.41: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “διοικεί”

## Ιδιότητα “διοικείται”

The screenshot shows the 'Usage: διοικείται' interface. The top section displays 'Show: this disjoints' and 'Found 10 uses of διοικείται'. A tree view shows the following structure:

- διοικείται
  - διοικεί InverseOf διοικείται
- διοικείται
  - διοικείται Range Διοικητικό\_Προσωπικό
  - διοικεί InverseOf διοικείται
  - ObjectProperty: διοικείται
  - διοικείται Domain Σχολές

The bottom section, 'Characteristics: διοικείται', lists several properties with checkboxes: Functional, Inverse functional, Transitive, Symmetric, Asymmetric, Reflexive, and Irreflexive. The 'Description: διοικείται' section shows 'Equivalent To', 'SubProperty Of', and 'Inverse Of' (with 'διοικεί' selected). It also lists 'Domains (intersection)' as 'Σχολές' and 'Ranges (intersection)' as 'Διοικητικό\_Προσωπικό'.

Εικόνα 5.42: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “διοικείται”

## Ιδιότητα “κάνει πειράματα”

The screenshot shows the 'Usage: κάνει πειράματα' interface. The top section displays 'Show: this disjoints' and 'Found 12 uses of κάνει πειράματα'. A tree view shows the following structure:

- γίνονται\_πειράματα
  - γίνονται\_πειράματα InverseOf κάνει\_πειράματα
- κάνει\_πειράματα
  - ObjectProperty: κάνει\_πειράματα
  - γίνονται\_πειράματα InverseOf κάνει\_πειράματα
  - κάνει\_πειράματα Range Ερευνητικά\_Εργαστήρια
  - κάνει\_πειράματα Domain Φοιτητές
- Φοιτητής01
  - Φοιτητής01 κάνει\_πειράματα Εργαστήριο12

The bottom section, 'Characteristics: κάνει\_πειράματα', lists several properties with checkboxes: Functional, Inverse functional, Transitive, Symmetric, Asymmetric, Reflexive, and Irreflexive. The 'Description: κάνει\_πειράματα' section shows 'Equivalent To', 'SubProperty Of', and 'Inverse Of' (with 'γίνονται\_πειράματα' selected). It also lists 'Domains (intersection)' as 'Φοιτητές' and 'Ranges (intersection)' as 'Ερευνητικά\_Εργαστήρια'.

Εικόνα 5.43: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “κάνει πειράματα”

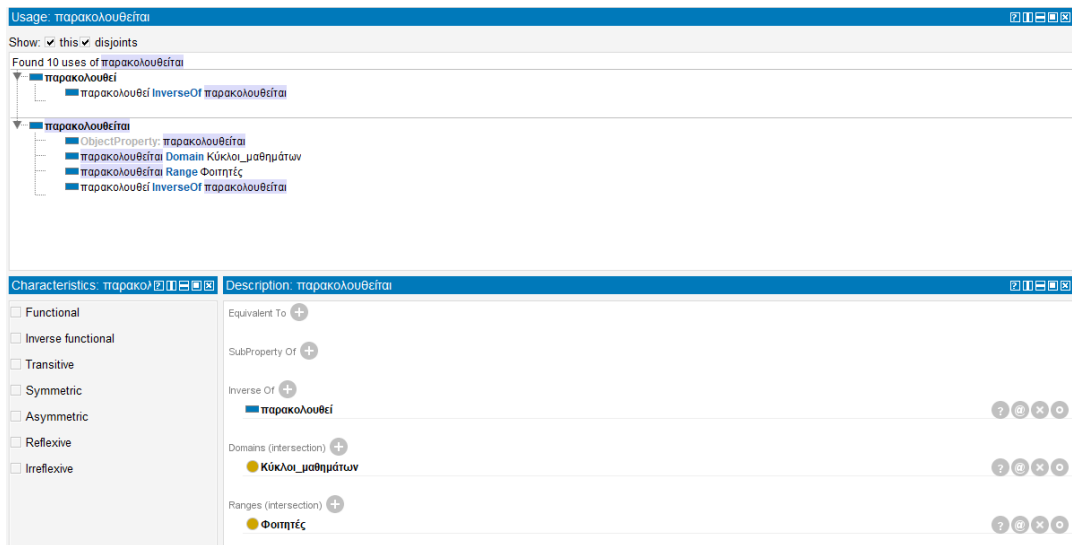
## Ιδιότητα “γίνονται πειράματα”

Εικόνα 5.44: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “γίνονται πειράματα”

## Ιδιότητα “παρακολουθεί”

Εικόνα 5.45: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “παρακολουθεί”

## Ιδιότητα “παρακολουθείται”

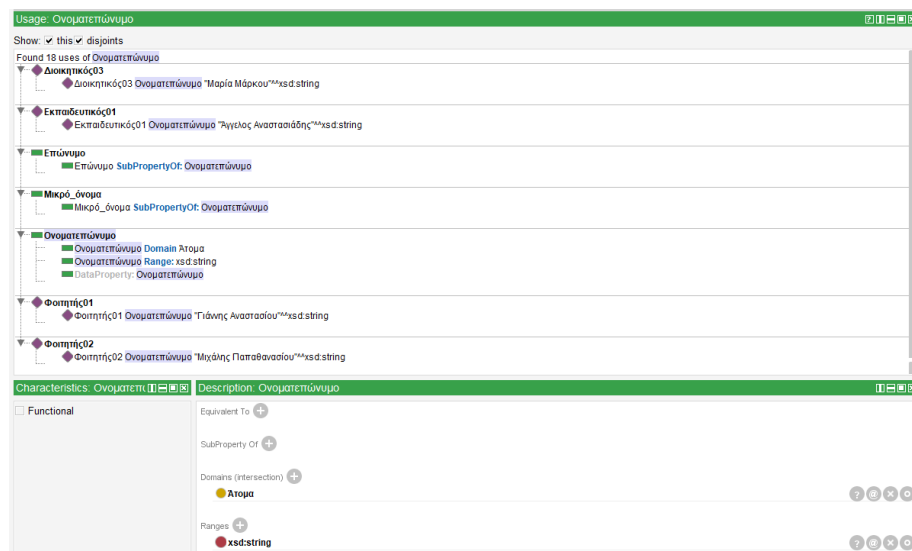


Εικόνα 5.46: Περιγραφή ιδιότητας αντικειμένου “παρακολουθείται”

### 5.3.6 Ιδιότητες Δεδομένων Οντολογίας TEIWestOntology

Πρόκειται για εννέα ιδιότητες δεδομένων, μία για την κλάση “Άτομα”, δύο για την υποκλάση “Φοιτητές”, μία για την υποκλάση “Διοικητικό Προσωπικό”, μία για την υποκλάση “Εκπαιδευτικό Προσωπικό”, μία για την κλάση “Έρευνητικά Εργαστήρια”, μία για την κλάση “Σχολές” και δύο για την κλάση “Κύκλοι μαθημάτων” και παρουσιάζονται όλες στις επόμενες εικόνες.

## Ιδιότητα “Ονοματεπώνυμο”



Εικόνα 5.47: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Ονοματεπώνυμο”

## Ιδιότητα “Αριθμός Μητρώου”

The screenshot displays the Protege editor interface for the property 'Αριθμός\_μητρώου'. The top section, titled 'Usage: Αριθμός\_μητρώου', shows a tree view of 10 uses. The first use is 'Αριθμός\_μητρώου' with a range of 'xsd:integer', a domain of 'Φοιτητές', and a data property. Below this, two instances are shown: 'Φοιτητής01' with the value '1026085' and 'Φοιτητής02' with the value '1050432'. The bottom section, titled 'Characteristics: Αριθμός\_μητρώου', shows the property is not functional. It lists characteristics: 'Equivalent To', 'SubProperty Of', 'Domains (intersection)' with the domain 'Φοιτητές', and 'Ranges' with the range 'xsd:integer'.

Εικόνα 5.48: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Αριθμός Μητρώου”

## Ιδιότητα “Έτος Εισαγωγής”

The screenshot displays the Protege editor interface for the property 'Έτος\_εισαγωγής'. The top section, titled 'Usage: Έτος\_εισαγωγής', shows a tree view of 10 uses. The first use is 'Έτος\_εισαγωγής' with a range of 'xsd:integer', a domain of 'Φοιτητές', and a data property. Below this, two instances are shown: 'Φοιτητής01' with the value '2015' and 'Φοιτητής02' with the value '2014'. The bottom section, titled 'Characteristics: Έτος\_εισαγωγής', shows the property is not functional. It lists characteristics: 'Equivalent To', 'SubProperty Of', 'Domains (intersection)' with the domain 'Φοιτητές', and 'Ranges' with the range 'xsd:integer'.

Εικόνα 5.49: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Έτος Εισαγωγής”

## Ιδιότητα “Βαθμίδα εκπαιδευτικού προσωπικού”

The screenshot displays the Protege editor interface for the property "Βαθμίδα εκπαιδευτικού προσωπικού". The top section, titled "Usage", shows 10 uses of the property. It is a **DataProperty** with a **Domain** of "Εκπαιδευτικό\_Προσωπικό" and a **Range** of "xsd:string". Below this, two instances are listed under the class "Εκπαιδευτικός01": "Εκπαιδευτικός01 Βαθμίδα\_εκπαιδευτικού\_προσωπικού ""xsd:string" and "Εκπαιδευτικός01 Βαθμίδα\_εκπαιδευτικού\_προσωπικού "Επίκουρος Καθηγητής"xsd:string".

The bottom section, titled "Characteristics", shows the property is **Functional**. It lists the **Equivalent To**, **SubProperty Of**, **Domains (intersection)**, and **Ranges**. The domain is "Εκπαιδευτικό\_Προσωπικό" and the range is "xsd:string".

Εικόνα 5.50: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Βαθμίδα εκπαιδευτικού προσωπικού”

## Ιδιότητα “Βαθμίδα διοικητικού προσωπικού”

The screenshot displays the Protege editor interface for the property "Βαθμίδα διοικητικού προσωπικού". The top section, titled "Usage", shows 8 uses of the property. It is a **DataProperty** with a **Domain** of "Διοικητικό\_Προσωπικό" and a **Range** of "xsd:string". Below this, one instance is listed under the class "Διοικητικός03": "Διοικητικός03 Βαθμίδα\_διοικητικού\_προσωπικού "Γραμματέας"xsd:string".

The bottom section, titled "Characteristics", shows the property is **Functional**. It lists the **Equivalent To**, **SubProperty Of**, **Domains (intersection)**, and **Ranges**. The domain is "Διοικητικό\_Προσωπικό" and the range is "xsd:string".

Εικόνα 5.51: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Βαθμίδα διοικητικού προσωπικού”

## Ιδιότητα “Τίτλος μαθήματος”

The screenshot displays the Protege editor interface for the property "Τίτλος μαθήματος". The top section, titled "Usage: Τίτλος μαθήματος", shows a tree view of 12 uses of the property. The uses are categorized into three groups: M\_NURS05, Π\_CIED22, and Π\_ELE01. The M\_NURS05 group includes the use "M\_NURS05 Τίτλος μαθήματος 'Καινοτόμες Τεχνολογίες στην Αποκατάσταση'", Π\_CIED22 includes "Π\_CIED22 Τίτλος μαθήματος 'Βάσεις Δεδομένων'", and Π\_ELE01 includes "Π\_ELE01 Τίτλος μαθήματος 'Ηλεκτρικά Κυκλώματα'". The main "Τίτλος μαθήματος" node is expanded to show its characteristics: it is a DataProperty with Range xsd:string, Domain Κύκλοι μαθημάτων, and Range xsd:string.

The bottom section, titled "Characteristics: Τίτλος μαθήματος", shows the property's configuration. The "Functional" checkbox is unchecked. The "Equivalent To" section is empty. The "SubProperty Of" section is empty. The "Domains (Intersection)" section contains one domain: "Κύκλοι μαθημάτων". The "Ranges" section contains one range: "xsd:string".

Εικόνα 5.52: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Τίτλος μαθήματος”

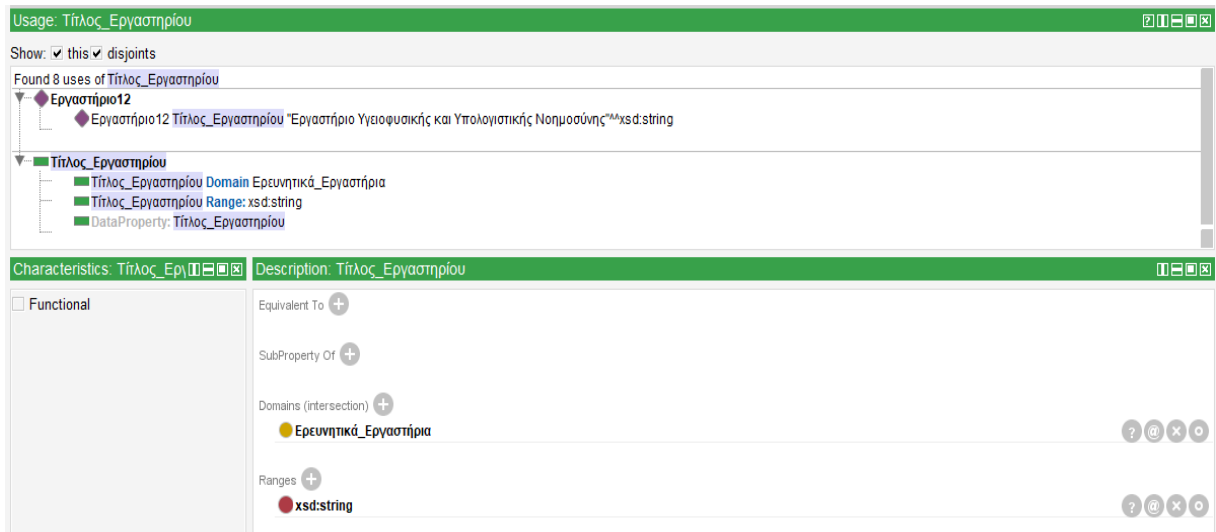
## Ιδιότητα “Επίπεδο μαθήματος”

The screenshot displays the Protege editor interface for the property "Επίπεδο μαθήματος". The top section, titled "Usage: Επίπεδο μαθήματος", shows a tree view of 12 uses of the property. The uses are categorized into three groups: M\_NURS05, Π\_CIED22, and Π\_ELE01. The M\_NURS05 group includes the use "M\_NURS05 Επίπεδο μαθήματος 'Μεταπτυχιακό'", Π\_CIED22 includes "Π\_CIED22 Επίπεδο μαθήματος 'Προπτυχιακό'", and Π\_ELE01 includes "Π\_ELE01 Επίπεδο μαθήματος 'Προπτυχιακό'". The main "Επίπεδο μαθήματος" node is expanded to show its characteristics: it is a DataProperty with Range xsd:string, Domain Κύκλοι μαθημάτων, and Range xsd:string.

The bottom section, titled "Characteristics: Επίπεδο μαθήματος", shows the property's configuration. The "Functional" checkbox is unchecked. The "Equivalent To" section is empty. The "SubProperty Of" section is empty. The "Domains (Intersection)" section contains one domain: "Κύκλοι μαθημάτων". The "Ranges" section contains one range: "xsd:string".

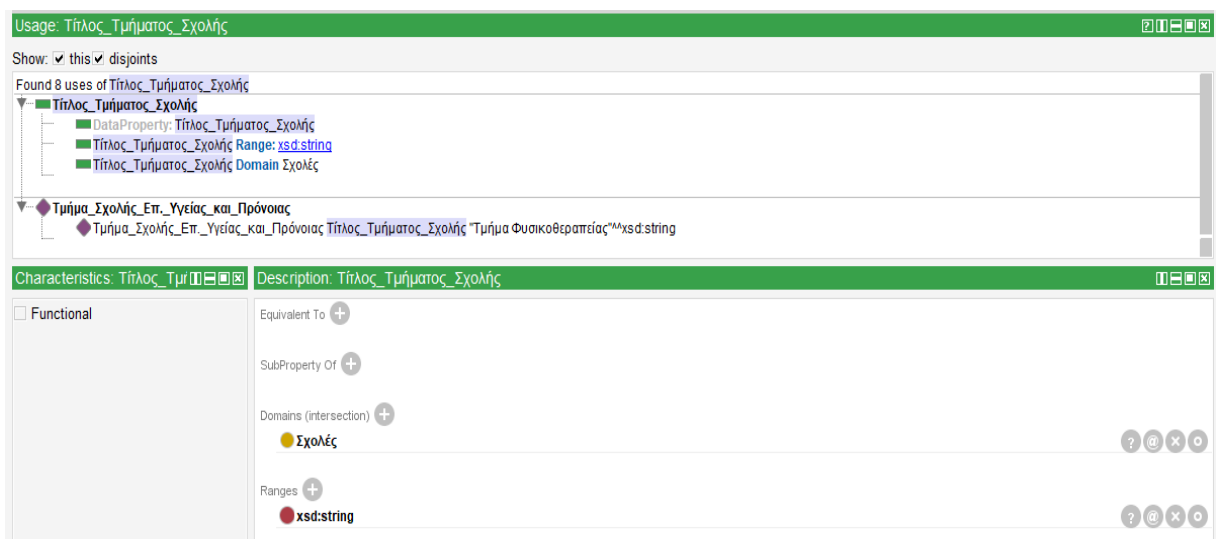
Εικόνα 5.53: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Επίπεδο μαθήματος”

## Ιδιότητα “Τίτλος Εργαστηρίου”



Εικόνα 5.54: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Τίτλος Εργαστηρίου”

## Ιδιότητα “Τίτλος Τμήματος Σχολής”

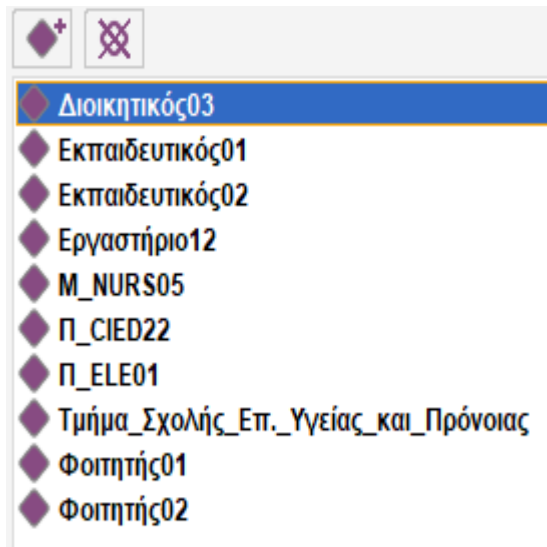


Εικόνα 5.55: Περιγραφή ιδιότητας δεδομένων “Τίτλος Τμήματος Σχολής”

### 5.3.7 Στιγμιότυπα Οντολογίας TEIWestOntology

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα δέκα στιγμιότυπα που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της παρούσας οντολογίας.





Εικόνα 5.56: Παρουσίαση δέκα στιγμιότυπων της οντολογίας TEIWestOntology

### Στιγμιότυπο “Φοιτητής01”

Usage: Φοιτητής01

Show:  this  different

Found 14 uses of Φοιτητής01

- Φοιτητής01 Type Φοιτητές
- Individual: Φοιτητής01
- Φοιτητής01 Έτος\_εισαγωγής 2015
- Φοιτητής01 φοιτάει Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας
- Φοιτητής01 Ονοματεπώνυμο "Γιάννης Αναστασίου"^^xsd:string
- Φοιτητής01 κάνει\_πειράματα Εργαστήριο12
- Φοιτητής01 Αριθμός\_μητρώου 1026085

Description: Φοιτητής01

Property assertions: Φοιτητής01

Types +

- Φοιτητές

Same Individual As +

Different Individuals +

Object property assertions +

- φοιτάει Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας
- κάνει\_πειράματα Εργαστήριο12

Data property assertions +

- Έτος\_εισαγωγής 2015
- Ονοματεπώνυμο "Γιάννης Αναστασίου"^^xsd:string
- Αριθμός\_μητρώου 1026085

Εικόνα 5.57: Περιγραφή στιγμιότυπου “Φοιτητής01”

## Στιγμιότυπο “Φοιτητής02”

The screenshot displays the Protégé interface for the class 'Φοιτητής02'. The top panel shows 'Usage: Φοιτητής02' with 'Show: this different' checked. Below, it lists 'Found 12 uses of Φοιτητής02' with a tree view containing:

- Individual: Φοιτητής02
- Φοιτητής02 Αριθμός\_μητρώου 1050432
- Φοιτητής02 Type Φοιτητές
- Φοιτητής02 Ονοματεπώνυμο "Μιχάλης Παπαθανασίου"^^xsd:string
- Φοιτητής02 παρακολουθεί M\_NURS05
- Φοιτητής02 Έτος\_εισαγωγής 2014

The bottom section is split into 'Description: Φοιτητής02' and 'Property assertions: Φοιτητής02'. The description panel shows 'Types' with 'Φοιτητές' selected, and 'Same Individual As' and 'Different Individuals' options. The property assertions panel shows:

- Object property assertions: παρακολουθεί M\_NURS05
- Data property assertions: Αριθμός\_μητρώου 1050432, Ονοματεπώνυμο "Μιχάλης Παπαθανασίου"^^xsd:string, Έτος\_εισαγωγής 2014

Εικόνα 5.58: Περιγραφή στιγμιότυπου “Φοιτητής02”

## Στιγμιότυπο “Εκπαιδευτικός01”

The screenshot displays the Protégé interface for the class 'Εκπαιδευτικός01'. The top panel shows 'Usage: Εκπαιδευτικός01' with 'Show: this different' checked. Below, it lists 'Found 12 uses of Εκπαιδευτικός01' with a tree view containing:

- Εκπαιδευτικός01 Type Εκπαιδευτικό\_Προσωπικό
- Individual: Εκπαιδευτικός01
- Εκπαιδευτικός01 Ονοματεπώνυμο "Άγγελος Αναστασιάδης"^^xsd:string
- Εκπαιδευτικός01 Βαθμίδα\_εκπαιδευτικού\_προσωπικού ""^^xsd:string
- Εκπαιδευτικός01 Βαθμίδα\_εκπαιδευτικού\_προσωπικού "Επίκουρος Καθηγητής"^^xsd:string
- Εκπαιδευτικός01 διδάσκει Π\_CIED22

The bottom section is split into 'Description: Εκπαιδευτικός01' and 'Property assertions: Εκπαιδευτικός01'. The description panel shows 'Types' with 'Εκπαιδευτικό\_Προσωπικό' selected, and 'Same Individual As' and 'Different Individuals' options. The property assertions panel shows:

- Object property assertions: διδάσκει Π\_CIED22
- Data property assertions: Ονοματεπώνυμο "Άγγελος Αναστασιάδης"^^xsd:string, Βαθμίδα\_εκπαιδευτικού\_προσωπικού ""^^xsd:string, Βαθμίδα\_εκπαιδευτικού\_προσωπικού "Επίκουρος Καθηγητής"^^xsd:string

Εικόνα 5.59: Περιγραφή στιγμιότυπου “Εκπαιδευτικός01”

## Στιγμιότυπο “Εκπαιδευτικός02”

The screenshot displays the Protege interface for the class "Εκπαιδευτικός02". The top panel shows the class name and a "Show" filter set to "this" and "different". Below this, it states "Found 10 uses of Εκπαιδευτικός02" and lists several instances and types, including "Εκπαιδευτικός02 Ονοματεπώνυμο 'Μαρία Οικονόμου'", "Εκπαιδευτικός02 Type Εκπαιδευτικό\_Προσωπικό", "Εκπαιδευτικός02 διδάσκει Π\_ELE01", "Εκπαιδευτικός02 Βαθμίδα\_εκπαιδευτικού\_προσωπικού 'Καθηγήτρια'", and "Individual: Εκπαιδευτικός02".

The bottom panel is divided into two sections: "Description: Εκπαιδευτικός02" and "Property assertions: Εκπαιδευτικός02". The "Description" section shows the type "Εκπαιδευτικό\_Προσωπικό" and options for "Same Individual As" and "Different Individuals". The "Property assertions" section lists "Object property assertions" such as "διδάσκει Π\_ELE01" and "Data property assertions" such as "Ονοματεπώνυμο 'Μαρία Οικονόμου'" and "Βαθμίδα\_εκπαιδευτικού\_προσωπικού 'Καθηγήτρια'".

Εικόνα 5.60: Περιγραφή στιγμιότυπου “Εκπαιδευτικός02”

## Στιγμιότυπο “Διοικητικός03”

The screenshot displays the Protege interface for the class "Διοικητικός03". The top panel shows the class name and a "Show" filter set to "this" and "different". Below this, it states "Found 10 uses of Διοικητικός03" and lists several instances and types, including "Διοικητικός03 Βαθμίδα\_διοικητικού\_προσωπικού 'Γραμματέας'", "Individual: Διοικητικός03", "Διοικητικός03 διοικεί Τμήμα\_Σχολής\_Επ\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας", "Διοικητικός03 Type Διοικητικό\_Προσωπικό", and "Διοικητικός03 Ονοματεπώνυμο 'Μαρία Μάρκου'".

The bottom panel is divided into two sections: "Description: Διοικητικός03" and "Property assertions: Διοικητικός03". The "Description" section shows the type "Διοικητικό\_Προσωπικό" and options for "Same Individual As" and "Different Individuals". The "Property assertions" section lists "Object property assertions" such as "διοικεί Τμήμα Σχολής Επ. Υγείας και Πρόνοιας" and "Data property assertions" such as "Βαθμίδα\_διοικητικού\_προσωπικού 'Γραμματέας'" and "Ονοματεπώνυμο 'Μαρία Μάρκου'".

Εικόνα 5.61: Περιγραφή στιγμιότυπου “Διοικητικός03”

## Στιγμιότυπο “Τμήμα Σχολής Επ. Υγείας και Πρόνοιας”

Usage: Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας

Show:  this  different

Found 10 uses of Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας

- ◆ Διοικητικό03
  - ◆ Διοικητικός03 διοικεί Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας
- ◆ Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας
  - ◆ Individual: Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας
  - ◆ Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας Type Σχολή\_Επαγγελματιών\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας
  - ◆ Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας Title: Τμήματος\_Σχολής\_Τμήμα\_Φυσικοθεραπείας^^xsd:string
- ◆ Φοιτητής01
  - ◆ Φοιτητής01 φοιτάει Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας

Description: Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας

Property assertions: Τμήμα\_Σχολής\_Επ.\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας

Types +

- Σχολή\_Επαγγελματιών\_Υγείας\_και\_Πρόνοιας

Same Individual As +

Object property assertions +

Data property assertions +

- Title: Τμήματος\_Σχολής\_Τμήμα\_Φυσικοθεραπείας^^xsd:string

Εικόνα 5.62: Περιγραφή στιγμιότυπου “Τμήμα Σχολής Επ. Υγείας και Πρόνοιας”

## Στιγμιότυπο “Εργαστήριο12”

Usage: Εργαστήριο12

Show:  this  different

Found 10 uses of Εργαστήριο12

- ◆ Εργαστήριο12
  - ◆ Εργαστήριο12 Title: Εργαστηρίου\_Υγειοφυσικής\_και\_Υπολογιστικής\_Νοημοσύνης^^xsd:string
  - ◆ Εργαστήριο12 γίνεται\_πειράματα Φοιτητής01
  - ◆ Individual: Εργαστήριο12
  - ◆ Εργαστήριο12 Type Ερευνητικά\_Εργαστήρια
- ◆ Φοιτητής01
  - ◆ Φοιτητής01 κάνει\_πειράματα Εργαστήριο12

Description: Εργαστήριο12

Property assertions: Εργαστήριο12

Types +

- Ερευνητικά\_Εργαστήρια

Same Individual As +

Different Individuals +

Object property assertions +

- γίνεται\_πειράματα Φοιτητής01

Data property assertions +

- Title: Εργαστηρίου\_Υγειοφυσικής\_και\_Υπολογιστικής\_Νοημοσύνης^^xsd:string

Εικόνα 5.63: Περιγραφή στιγμιότυπου “Εργαστήριο12”

## Στιγμιότυπο “Π\_ELE01”

The screenshot displays the Protégé interface for the class **Π\_ELE01**. The top section, titled "Usage: Π\_ELE01", shows a tree view of 10 uses. The first use is **Εκπαιδευτικός02**, which is expanded to show its properties: **Π\_ELE01 Επίπεδο\_μαθήματος "Προπτυχιακό"^^xsd:string**, **Π\_ELE01 Type Προπτυχιακά\_μαθήματα**, **Π\_ELE01 Τίτλος\_μαθήματος "Ηλεκτρικά Κυκλώματα"^^xsd:string**, and **individual: Π\_ELE01**. The bottom section is split into two panes. The left pane, "Description: Π\_ELE01", shows the class **Προπτυχιακά\_μαθήματα** as a type. The right pane, "Property assertions: Π\_ELE01", lists object and data property assertions. Under "Object property assertions", there is one assertion: **διδάσκεται Εκπαιδευτικός02**. Under "Data property assertions", there are two assertions: **Επίπεδο\_μαθήματος "Προπτυχιακό"^^xsd:string** and **Τίτλος\_μαθήματος "Ηλεκτρικά Κυκλώματα"^^xsd:string**.

Εικόνα 5.64: Περιγραφή στιγμιότυπου “Π\_ELE01”

## Στιγμιότυπο “Π\_CIED22”

The screenshot displays the Protégé interface for the class **Π\_CIED22**. The top section, titled "Usage: Π\_CIED22", shows a tree view of 10 uses. The first use is **Εκπαιδευτικός01**, which is expanded to show its properties: **Π\_CIED22 Type Προπτυχιακά\_μαθήματα**, **Π\_CIED22 Τίτλος\_μαθήματος "Βάσεις Δεδομένων"^^xsd:string**, **individual: Π\_CIED22**, and **Π\_CIED22 Επίπεδο\_μαθήματος "Προπτυχιακό"^^xsd:string**. The bottom section is split into two panes. The left pane, "Description: Π\_CIED22", shows the class **Προπτυχιακά\_μαθήματα** as a type. The right pane, "Property assertions: Π\_CIED22", lists object and data property assertions. Under "Object property assertions", there is one assertion: **διδάσκεται Εκπαιδευτικός01**. Under "Data property assertions", there are two assertions: **Τίτλος\_μαθήματος "Βάσεις Δεδομένων"^^xsd:string** and **Επίπεδο\_μαθήματος "Προπτυχιακό"^^xsd:string**.

Εικόνα 5.65: Περιγραφή στιγμιότυπου “Π\_CIED22”

## Στιγμιότυπο “M\_NURS05”

Usage: M\_NURS05

Show:  this  different

Found 10 uses of M\_NURS05

- ◆ M\_NURS05
  - ◆ individual: M\_NURS05
  - ◆ M\_NURS05 Type Μεταπτυχιακά\_μαθήματα
  - ◆ M\_NURS05 Επίπεδο\_μαθήματος "Μεταπτυχιακό"^^xsd:string
  - ◆ M\_NURS05 Τίτλος\_μαθήματος "Καινοτόμες Τεχνολογίες στην Αποκατάσταση"^^xsd:string
- ◆ Φοιτητής02
  - ◆ Φοιτητής02 παρακολουθεί M\_NURS05

Description: M\_NURS05

Types +

- Μεταπτυχιακά\_μαθήματα

Same Individual As +

Different Individuals +

Property assertions: M\_NURS05

Object property assertions +

- παρακολουθείται Φοιτητής02

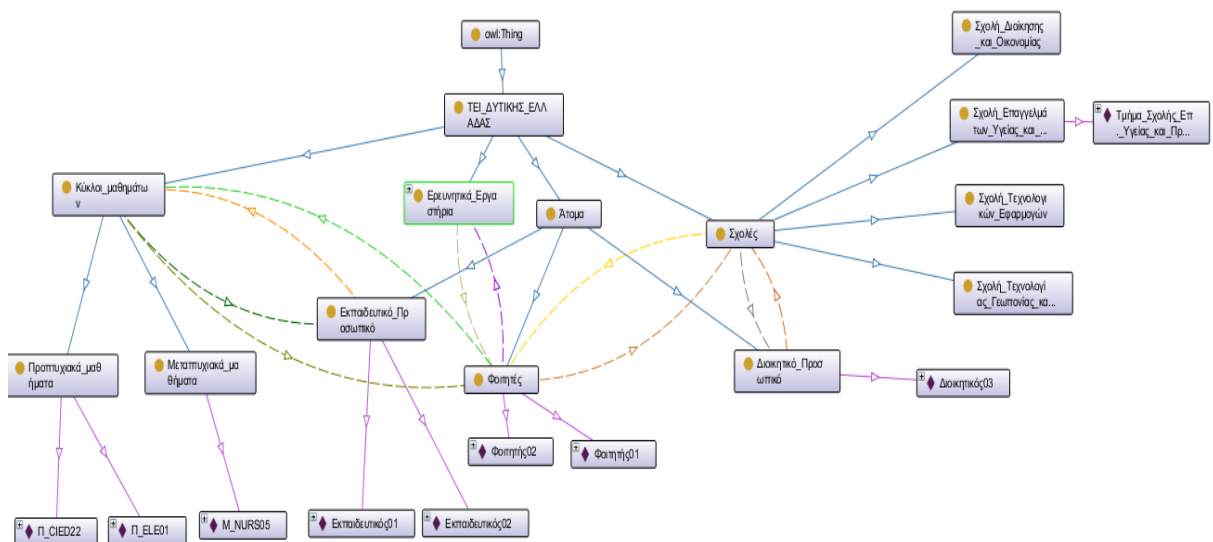
Data property assertions +

- Επίπεδο\_μαθήματος "Μεταπτυχιακό"^^xsd:string
- Τίτλος\_μαθήματος "Καινοτόμες Τεχνολογίες στην Αποκατάσταση"^^xsd:string

Εικόνα 5.66: Περιγραφή στιγμιότυπου “M\_NURS05”

## 5.4 Αναπαράσταση Οντολογίας μέσω OntoGraf

Το Ontograp δίνει τη δυνατότητα γραφικής απεικόνισης της οντολογίας, κάνοντας εμφανείς τις κλάσεις και υποκλάσεις της οντολογίας, τις ιδιότητες που τις διέπουν καθώς και τα στιγμιότυπα τα οποία αναπτύχθηκαν. Επιπλέον, προσφέρεται η δυνατότητα επιλογής φίλτρων ώστε να απεικονίζονται μόνο τα χαρακτηριστικά τα οποία ενδιαφέρουν το χρήστη, δίνοντας έτσι διαφορετική μορφή στη γραφική απεικόνιση. Η οντολογία TEIWestOntology απεικονίζεται στο Ontograp στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 5.67: Αναπαράσταση οντολογίας TEIWestOntology στο Ontograp

## **Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>**

### **Συμπεράσματα – Προοπτικές**

Οι οντολογίες στη σημερινή εποχή καλούνται να οργανώσουν την πληροφορία με ένα νέο μέχρι τώρα τρόπο, προσφέροντας ένα κοινό υπόβαθρο σε τομείς όπου η επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων και οργανισμών δυσχεραίνεται, λόγω των διαφορετικών μοντέλων που επικρατούν. Με τη χρήση των οντολογιών, είναι δυνατή η σύνδεση της πληροφορίας όπως αυτή επεξεργάζεται από τα ηλεκτρονικά συστήματα με την σημασία που αποδίδουν οι άνθρωποι βάση κοινών αποδεκτών προτύπων.

Στην παρούσα εργασία μελετάται η επιτυχώς η εξέλιξη των οντολογιών στον κλάδο του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, ενώ ταυτόχρονα γίνεται ανάλυση της έννοιας των οντολογιών, καθώς και των εργαλείων και γλωσσών προγραμματισμού για την ανάπτυξη οντολογιών. Παράλληλα, αναλύεται η χρήση του σημασιολογικού ιστού, ο οποίος συνδέεται άμεσα με την αξιοποίηση των οντολογιών και συγκεκριμένα στο κομμάτι της εκπαίδευσης, προσφέροντας σημαντικές δυνατότητες.

Στα πλαίσια της εργασίας και με σκοπό την ανάδειξη των οντολογιών στον τομέα της εκπαίδευσης, υλοποιείται ένα παράδειγμα οντολογίας στο χώρο του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας με βάση το λογισμικό Protégé. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιούνται υποθετικά αλλά και πραγματικά στοιχεία, βασισμένα στην οργάνωση των σχολών και των τμημάτων του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εμφανές ότι η οργάνωση της πληροφορίας με βάση της οντολογίες μπορεί να αξιοποιηθεί σε πολλούς τομείς και βρίσκεται ιδιαίτερη εφαρμογή στον τομέα της εκπαίδευσης.

Προοπτικές για μελλοντική εργασία μπορεί να αποτελέσει η επέκταση της υπάρχουσας οντολογίας και η δημιουργία κι άλλων τέτοιων οντολογιών με σκοπό τη χρήση τους στον τομέα της εκπαίδευσης αλλά και σε άλλες ερευνητικές περιοχές, όπου παρουσιάζεται ανάλογο ενδιαφέρον. Επιπλέον, στο μέλλον θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η υπάρχουσα οντολογία από διάφορα εκπαιδευτικά ιδρύματα, προσαρμόζοντας την στις εκάστοτε συνθήκες, εισάγοντας νέα στοιχεία και δεδομένα.





## Βιβλιογραφία

### Ελληνόγλωσση

Σερέτη Βασιλική (2015), “Ανάπτυξη και αξιολόγηση οντολογίας γνωστικού πεδίου με βάση μαθησιακά αποτελέσματα”, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Μαθηματικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Γαϊτάνου Πανωραία,, Γεργατσούλης Μανόλης (2006), “Διαχείριση οντολογιών: μελέτη και εμπάθυνση στα βασικά προβλήματα που την αφορούν και παρουσίαση υπαρχουσών βιβλιοθηκών οντολογιών”, 15<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών

Γεργατσούλης Μανόλης, Παπαθεοδώρου Χρήστος (2010), “Εισαγωγή στις Οντολογίες και το Σημασιολογικό Ιστό”, Ομάδα Βάσεων Δεδομένων και Πληροφοριακών Συστημάτων, Τμήμα Αρχαιονομίας – Βιβλιοθηκονομίας, Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Τζελέπης Σταμάτης (2011), “Ανάπτυξη Πολυμεσικού Συστήματος για Ηλεκτρονική Εκπαίδευση με Τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού”, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82\\_%CE%99%CF%83%CF%84%CF%8C%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%99%CF%83%CF%84%CF%8C%CF%82)

Παγγέ Αποστολία, Παγγέ Τζένη (2012), “Ο Σημασιολογικός Ιστός και η Συμβολή του στην Ηλεκτρονική Μάθηση”, Επιστημονική Επετηρίδα Παιδαγωγικού Τμήματος Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Δημητριάδης Θεόδωρος (2017), “Εφαρμογή RDF βιβλιοθηκών σε CMS συστήματα”, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Ζαβαλιάδης Δημήτρης, Πίτσα Αικατερίνη (2007), “Ο Σημασιολογικός Ιστός ως Μοχλός Ανάπτυξης μιας Νέας Γενιάς Ηλεκτρονικού Επιχειρείν”, Ομάδα Εργασίας Ια2 e-business forum, Αθήνα

Ντούσικος Δημήτρης, Τσιώλης Παναγιώτης (2017), “Σημασιολογικός Ιστός και Σχετικές Τεχνολογίες, Πιθανές Χρήσεις στην Ακαδημαϊκή Κοινότητα”, Πτυχιακή εργασία, Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων – Μεσολόγγι, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας

Καρακατσούλης Δημοσθένης (2011), “Ηλεκτρονικό Εμπόριο & Σημασιολογικός Ιστός: Υλοποίηση του Ηλεκτρονικού Καταστήματος YourBooks”, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών & Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πατρών

Μαριέττου Σαβίνα (2018), “Η εξέλιξη των οντολογιών στον κλάδο της βιοϊατρικής”, Πτυχιακή εργασία, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας

Χατζηχρήστου Έμελη (2009), “Αξιολόγηση Σημασιολογικού Ιστού και Κοινωνικές Τεχνολογίες για Ψηφιακές Βιβλιοθήκες”, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών: Επιστήμη της Πληροφορίας – Υπηρεσίες Πληροφόρησης σε Ψηφιακό Περιβάλλον, Τμήμα Αρχιονομίας – Βιβλιοθηκονομίας, Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Αγλαΐνη Γεωργία (2016), “Σημασιολογικός παγκόσμιος ιστός και εφαρμογές του”, Πτυχιακή εργασία, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας

Κοντοράβδης Δήμος (2016), “Η Σημασία της Διαλειτουργικότητας”, Ομιλία PLANET

Πρασκευάς Μιχαήλ, “Ενότητα Β’: Πληροφοριακά Συστήματα για τη Διοίκηση της Εκπαίδευσης”, Στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών “Όργάνωση και Διοίκηση της Εκπαίδευσης”, Σχολή Ανθρωπιστικών & Κοινωνικών Επιστημών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σαραντοπούλου Όλγα (2014), “Δημιουργία Οντολογίας στη Σχολική Ηγεσία”, Διπλωματική εργασία, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών “Διοίκηση και Διαχείριση Εκπαιδευτικών Μονάδων”, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας & Οικολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών

### Ξενόγλωσση

Tanu Shri Sahu, “Ontology Evolution”, Seminar in Data and Knowledge Engineering, Faculty of Computer Science, Free University of Bozen-Bolzano, Italy

<https://www.dataone.org/software-tools/protege>