

## ΜΙΑ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΥΛΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Αθανάσης Ν., Καλαμποκίδης Κ., Βαϊτης Μ., Σουλακέλλης Ν.  
*Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας*

### Περίληψη

Η ανάγκη για εύκολη πρόσβαση σε γεωγραφικά δεδομένα αυξάνεται ολοένα και περισσότερο. Όμως οι πληροφορίες αυτές είναι πολλές φορές διασκορπισμένες σε διάφορους οργανισμούς και φορείς (εργαστήρια γεωγραφικών πληροφοριών, δημόσιοι φορείς γεωγραφικών δεδομένων κ.λπ.), κάτι που δυσχεραίνει την αποτελεσματική συλλογή και αξιοποίησή τους. Τα τελευταία χρόνια, η ανάπτυξη γεωγραφικών διαδικτυακών πυλών, γνωστών ως γεωπύλες (geoportals), έχει βοηθήσει σημαντικά στην καλύτερη και αποτελεσματικότερη οργάνωση και διαχείριση γεωγραφικών δεδομένων στο διαδίκτυο. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια καινοτόμος μεθοδολογία για την οργάνωση πληροφοριών σε γεωγραφικές πύλες. Με βάση το Σημασιολογικό Ιστό (Semantic Web), η προσέγγιση αυτή εκμεταλλεύεται το πλαίσιο περιγραφής πόρων (Resource Description Framework-RDF) για την περιγραφή των μεταδεδομένων της γεωπύλης μέσω μιας κατάλληλης οντολογία. Όταν οι χρήστες αναζητούν πληροφορίες, η σημασιολογική αυτή οργάνωση των πληροφοριών αξιοποιείται με σκοπό την αποτελεσματικότερη αναζήτηση επιθυμητών πληροφοριών στο περιβάλλον της γεωπύλης.

### TOWARDS A SEMANTICS-BASED APPROACH IN THE DEVELOPMENT OF GEOGRAPHIC PORTALS

Athanasios N., Kalabokidis K., Vaitis M., Soulakellis N.  
*Department of Geography, University of the Aegean, Greece*

### Abstract

As the demand for geospatial data increases, the lack of efficient ways to find suitable information becomes critical. In this paper, a new methodology for knowledge discovery in geographic portals is presented. Based on the Semantic Web, our approach exploits the Resource Description Framework (RDF) in order to describe the geoportals' information with ontology-based metadata. When users search for data of interest our approach takes advantage over the portal's semantic infrastructure. The high level navigation and querying mechanisms provided lead to a more accurate and efficient information discovery. New information published in the geoportals by information providers is enriched with metadata that hold the appropriate ontology-based semantics.

**Λέξεις κλειδιά:** γεωπύλη, σημασιολογικός ιστός, μεταδεδομένα.

**Key words:** geoportals, semantic web, metadata.

### 1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη διαδικτυακών γεωγραφικών πυλών, γνωστές ως γεωπύλες (γεωγραφικές πύλες), έχει βοηθήσει σημαντικά στην καλύτερη και αποτελεσματικότερη οργάνωση και γεωγραφικών πληροφοριών στο διαδίκτυο. Οι γεωπύλες παρέχουν ολοκληρωμένη πρόσβαση σε γεωγραφικά σύνολα πληροφοριών, όπως χάρτες, γεωγραφικές υπηρεσίες, αναλυτικά μοντέλα και συστήματα στήριξης αποφάσεων. Τα

γεωγραφικά δεδομένα σε μια γεωπύλη ανανεώνονται διαρκώς από κατάλληλους παροχείς πληροφοριών (information providers). Σκοπός των παροχών πληροφοριών είναι να δημοσιοποιούν τις περιγραφές των πληροφοριών τους, γνωστές και ως μεταδεδομένα, στη γεωπύλη ώστε οι υπόλοιποι χρήστες της να είναι σε θέση να τα αξιοποιούν ανά πάσα στιγμή. Η γεωπύλη με άλλα λόγια λειτουργεί ως διαμεσολαβητής μεταξύ χρηστών και παροχών. Οι παροχείς στέλνουν περιγραφές μεταδεδομένων στη γεωπύλη, ενώ οι χρήστες της γεωπύλης αναζητούν και βρίσκουν γεωγραφικές πληροφορίες που τους ενδιαφέρουν.

Σε ένα όμως τόσο κατανεμημένο σύστημα όπως μια γεωπύλη, υπάρχουν ακόμα πολλά ανοικτά ζητήματα. Η ραγδαία ανάπτυξη των διαθέσιμων πληροφοριών σε συνδυασμό με την έλλειψη ενός κοινού διαλειτουργικού τρόπου διακίνησης και αξιοποίησής τους, αποτελούν τις βασικότερες προκλήσεις. Προσπάθειες για προτυποποίηση γεωγραφικών πληροφοριών συντελούνται κυρίως από το Open Geospatial Consortium (OGC, 2004), ενώ τα βασικότερα πρότυπα μεταδεδομένων είναι τα Content Standard on Digital Geospatial Metadata Standard (Lee and Chan, 2000) της Geographic Data Committee (FGDC) και το πρότυπο "ISO 19115" (Ostensen, 1996) τα οποία περιγράφουν τις ιδιότητες των δεδομένων μέσα από ένα προκαθορισμένο σύνολο χαρακτηριστικών. Όμως, οι πληροφορίες πολλές φορές περιέχουν ερμηνείες κατανοητές αποκλειστικά μόνο από τους δημιουργούς τους. Η χρησιμότητα της πληροφορίας που ανήκει σε ένα περιβάλλον είναι περιορισμένη όταν αυτή χρησιμοποιείται σε ένα διαφορετικό περιβάλλον, (Bernard *et al.*, 2003), εξαιτίας της ελλιπούς μετάφρασης της ερμηνείας της. Το πρόβλημα αυτό είναι ευρύτερα γνωστό ως σημασιολογική ετερογένεια (Goh *et al.*, 1999). Τα πρότυπα γεωγραφικών πληροφοριών παρέχουν περιγραφές με βάση λέξεις κλειδιά, δίχως η σημασιολογία της να μπορεί να γίνει κατανοητή από τα υπολογιστικά συστήματα (Parekh *et al.*, 2004). Έτσι, τα συμβατικά πρότυπα μεταδεδομένων όταν χρησιμοποιούνται από συστήματα αναζήτησης γεωγραφικών πληροφοριών πολλές φορές είτε δεν βρίσκουν τις επιθυμητές πληροφορίες στο χρήστη είτε αυτές που βρίσκουν δεν είναι (σημασιολογικά) κοντά σε αυτό που αναζητά (Bernstein and Klein, 2002). Παράλληλα, πολλές φορές οι παροχείς μιας γεωπύλης επιθυμούν να αποδώσουν στα δεδομένα χαρακτηριστικά που δεν ανήκουν όμως στο σύνολο των προτύπων μεταδεδομένων. Σε μια γεωπύλη φυσικών καταστροφών για παράδειγμα, μια φωτιά θα μπορούσε να έχει ως χαρακτηριστικό τη χρήση γης (πριν αυτή καταστραφεί) ή το ποσοστό της σοδιάς που καταστράφηκε από τη φωτιά. Αν και τα πρότυπα μεταδεδομένων είναι επεκτάσιμα, εντούτοις χαρακτηριστικά όπως τα παραπάνω δεν περιέχονται σε αυτά, με αποτέλεσμα οι πληροφορίες μιας γεωπύλης να στερούνται σημαντικά μεταδεδομένα.

Μια προσέγγιση για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων είναι ο Σημασιολογικός Ιστός (Antonίου *et al.*, 2005), μια προέκταση του παγκόσμιου ιστού όπου η σημασιολογία της πληροφορίας είναι κατανοητή και επεξεργάσιμη από κατάλληλα υπολογιστικά προγράμματα. Βασικό στοιχείο στο σημασιολογικό ιστό διαδραματίζουν οι οντολογίες. Οντολογία είναι μια τυπική, ρητή προδιαγραφή μιας κοινής αντίληψης πάνω σε ένα συγκεκριμένο πεδίο (Gruber, 1993). Με τη χρήση οντολογιών, η σημασιολογία των πληροφοριών μπορούν να ερμηνευτούν κατάλληλα τόσο από ανθρώπους όσο και από κατάλληλα υπολογιστικά συστήματα με αποτέλεσμα τα συστήματα αυτά να μπορούν να βρίσκουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις πληροφορίες που οι χρήστες επιθυμούν (Lutz, 2007). Παράλληλα, κάθε παροχέας πληροφοριών μπορεί να περιγράψει τις πληροφορίες που πρόκειται να δημοσιοποιήσει βασισμένος σε κατάλληλες οντολογίες.

Αν και πολλά συστήματα αναζήτησης γεωγραφικών πληροφοριών βασίζονται ήδη σε οντολογίες και σε τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού, εντούτοις κανένα από τα συστήματα γεωγραφικών πυλών δεν ακολουθούν μια τέτοια προσέγγιση. Οι συμβατικές τεχνικές αναζήτησης βασισμένες σε λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιούν συχνά δυσκολεύουν τους χρήστες στο να βρουν τις πληροφορίες που επιθυμούν. Αυτό λοιπόν που λείπει από τις τρέχουσες εφαρμογές γεωπυλών είναι η αξιοποίηση της σημασιολογίας της πληροφορίας κατά την αναζήτηση επιθυμητών δεδομένων.

Η παρούσα εργασία περιγράφει μια καινοτόμα προσέγγιση στην οργάνωση της πληροφορίας σε ένα περιβάλλον γεωπύλης. Πιο συγκεκριμένα, η προσέγγισή μας:

- Αξιοποιεί τη σημασιολογία των πληροφοριών της γεωπύλης μέσα από την κατάλληλη χρήση γλωσσών οντολογιών, όπως το πλαίσιο περιγραφής πόρων (Resource Description Framework-RDF) (Lassila and Swick, 2001).
- Επιτρέπει νέες πληροφορίες που δημοσιοποιούνται να είναι εμπλουτισμένα με τα κατάλληλα μεταδεδομένα βασισμένα στην οντολογία της γεωπύλης.
- Χρησιμοποιεί σημασιολογικές γλώσσες επερωτήσεων που αξιοποιούν τα μεταδεδομένα της οντολογίας και αυξάνουν την ακρίβεια της αναζήτησης επιθυμητών πληροφοριών.

## 2. Σχετική εργασία

Στην περιοχή γεωγραφικών συστημάτων, το πρόβλημα της σημασιολογικής ετερογένειας κατά την αναζήτηση πληροφοριών έχει μελετηθεί διεξοδικά όπως για παράδειγμα στις περιπτώσεις των (Lutz and Klien, 2006). Άλλα συστήματα όπως το GeoCosm (Sudha *et al.*, 2001) και το (Córcoles and González, 2004) αναφέρονται σε ζητήματα ενοποίησης γεωγραφικών δεδομένων. Συγκρινόμενα με την δική μας προσέγγιση, όλα αυτά τα συστήματα περιγράφουν λύσεις βασισμένες σε οντολογίες για να αντιμετωπίσουν τα διάφορα προβλήματα αξιοποίησης γεωγραφικών πληροφοριών. Παρόλα αυτά, κάποιες από αυτές είναι ακόμα σε θεωρητικό στάδιο ενώ οι υπόλοιπες δεν είναι υλοποιημένες για να δουλεύουν στον παγκόσμιο ιστό, όπως μια πύλη γεωγραφικής πληροφορίας. Αντιθέτως, η δική μας προσέγγιση όχι μόνο αξιοποιεί τη σημασιολογία των πληροφοριών και προσφέρει εξελιγμένες τεχνικές αναζήτησης που λαμβάνουν υπόψη τους τη σημασιολογία των δεδομένων. Η ανάπτυξη των γεωπυλών περιγράφεται στο (Maguire and Longley, 2005). Μερικές από τις εμπορικές γεωπύλες διαχειρίζονται γεωγραφικά δεδομένα από όλο τον κόσμο, όπως τα "Geospatial One Stop" και "Geography Network" (Tait, 2005), ενώ άλλες διαχειρίζονται δεδομένα από συγκεκριμένες περιοχές ή χώρες, όπως η γεωπύλη του Καναδά "Mapster" (Tang and Selwood, 2005) και της Νορβηγίας "geoNorge" (Tang and Selwood, 2005). Άλλες πάλι γεωπύλες είναι επικεντρωμένες σε συγκεκριμένους τομείς γεωγραφικών πληροφοριών όπως γεωπύλες φυσικών καταστροφών (Walker and Maidment, 2006). Όμως, όλες οι παραπάνω υλοποιήσεις γεωγραφικών πυλών στηρίζονται στα συμβατικά πρότυπα μεταδεδομένων. Μολονότι όλα χρησιμοποιούν διαλειτουργικά πρότυπα για τη διακίνηση και οργάνωση των δεδομένων τους, όπως τα SOAP, UDDI, WFS, WMS (Zhao *et al.*, 2004), κανένα δεν ακολουθεί μια προσέγγιση βασισμένη στο σημασιολογικό ιστό και στην αξιοποίηση μεταδεδομένων βασισμένων σε οντολογίες.

Στην περιοχή των σημασιολογικών πυλών στην προσέγγιση του (Athanasios *et al.*, 2004) προτείνεται μια γεννήτρια κατασκευής σημασιολογικών πυλών (Semantic Web Portal Generator-SWPG), μια γενική προσέγγιση που επιτρέπει την κατασκευή σημασιολογικών πυλών ανεξάρτητα από το αντικείμενο που προέρχονται τα δεδομένα της πύλης. Αξιοποιεί την γλώσσα RQL (Karvounarakis *et al.*, 2004) για να προσφέρει πρόσβαση σε πόρους που είναι οργανωμένοι με βάση το πρότυπο RDF. Παρόμοιες προσεγγίσεις είναι η σημασιολογική πύλη ICS-FORTH (Athanasios *et al.*, 2004) και (Kotzinos *et al.*, 2005). Ένα παρεμφερές σύστημα είναι το gDisDL (Xing, 2005), μια ψηφιακή βιβλιοθήκη για διαχείριση μεταδεδομένων φυσικών κινδύνων. Συγκρινόμενες με τη δική μας προσέγγιση, σε όλες τις εφαρμογές αυτές οι οντολογίες παίζουν ένα βασικό ρόλο, ενώ παράλληλα χρησιμοποιούν σημασιολογικές γλώσσες επερωτήσεων για τη διαχείριση των πληροφοριών τους. Παρόλα αυτά, καμιά από τις προσεγγίσεις αυτές δεν διαθέτει τα βασικά χαρακτηριστικά μιας εφαρμογής γεωπύλης, όπως για παράδειγμα την απεικόνιση των γεωγραφικών πληροφοριών τους σε χάρτες.

### 3. Μεθοδολογία

Χρησιμοποιούμε το πλαίσιο περιγραφής πόρων (Resource Description Framework-RDF) για την αναπαράσταση των μεταδεδωμένων των πληροφοριών της γεωπύλης. Παρόμοια μοντέλα, όπως το DAML+OIL (Connolly *et al.*, 2001) ή το OWL (Dean *et al.*, 2002), είναι στα άμεσα σχέδιά μας για να αξιοποιηθούν. Το RDF είναι ένα πλαίσιο περιγραφής μεταδεδωμένων. Αποτελεί μέρος της κοινοπραξίας W3C για τη διαχείριση (κωδικοποίηση, ανταλλαγή και επεξεργασία) των μεταδεδωμένων οποιουδήποτε πληροφοριακού πόρου (Καρουνarakis, 2004). Ο στόχος του RDF είναι ο καθορισμός των ιδιοτήτων των πόρων με τρόπο διαλειτωρητικό και ανεξάρτητο του πεδίου από το οποίο προέρχονται (Christophides, 2003). Αυτές οι ιδιότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για να αποδώσουν την τιμή μιας ιδιότητας του πόρου (όπως το όνομά του), είτε για να δηλώσουν συσχετίσεις με διαφορετικούς πόρους. Οι περιγραφές των πόρων RDF απεικονίζονται ως κατευθυνόμενοι γράφοι και αποτελούνται από κόμβους και τόξα που τους συνδέουν. Τα τόξα αντιπροσωπεύουν τις ιδιότητες των πόρων (απλές είτε συσχετίσεις), ενώ οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν τους πόρους και τις ατομικές τους τιμές. Μαζί με τις περιγραφές, ένα σχήμα RDF (RDF Schema-RDFS) ορίζεται σε ένα πιο αφαιρετικό επίπεδο, όπου κλάσεις αναπαριστούν πόρους με κοινά γνωρίσματα και ιδιότητες αναπαριστούν τις συσχετίσεις μεταξύ κλάσεων.

Υπεύθυνοι για τη δημιουργία των μεταδεδωμένων (RDF σχήματος και των περιγραφών) των πληροφοριών της γεωπύλης είναι οι διαχειριστές του ιστοτόπου της, παρόλα αυτά το σύστημά μας επιτρέπει νέες πληροφορίες που δημοσιοποιούνται από αντίστοιχους παροχείς να εμπλουτίζονται με μεταδεδωμένα βασισμένα στην οντολογία της γεωπύλης. Ο εμπλουτισμός αυτός επιτυγχάνεται όμως με τρόπο εύκολο, δίχως οι παροχείς να χρειάζεται να διαθέτουν γνώσεις του προτύπου RDF. Μέσα από το περιβάλλον της γεωπύλης, συμπληρώνουν τα μεταδεδωμένα της νέας πληροφορίας που πρόκειται να συνεισφέρουν, ορίζοντας τα ατομικά γνωρίσματα τους καθώς και πιθανές συσχετίσεις με πληροφορίες που ήδη έχουν δημοσιευτεί. Ο καθορισμός αυτός των ατομικών γνωρισμάτων και των συσχετίσεων με άλλες πληροφορίες γίνεται με βάση το RDF σχήμα της πύλης. Μετά την αποστολή τους, τα μεταδεδωμένα συλλέγονται από τη γεωπύλη και μετατρέπονται σε RDF περιγραφές οι οποίες προστίθενται σε αυτές που ήδη υπάρχουν. Έτσι, μετά το τέλος αυτής της διαδικασίας, η νέα πληροφορία έχει δημοσιευτεί και αποτελεί μέρος του συνόλου των διαθέσιμων πληροφοριών της γεωπύλης.

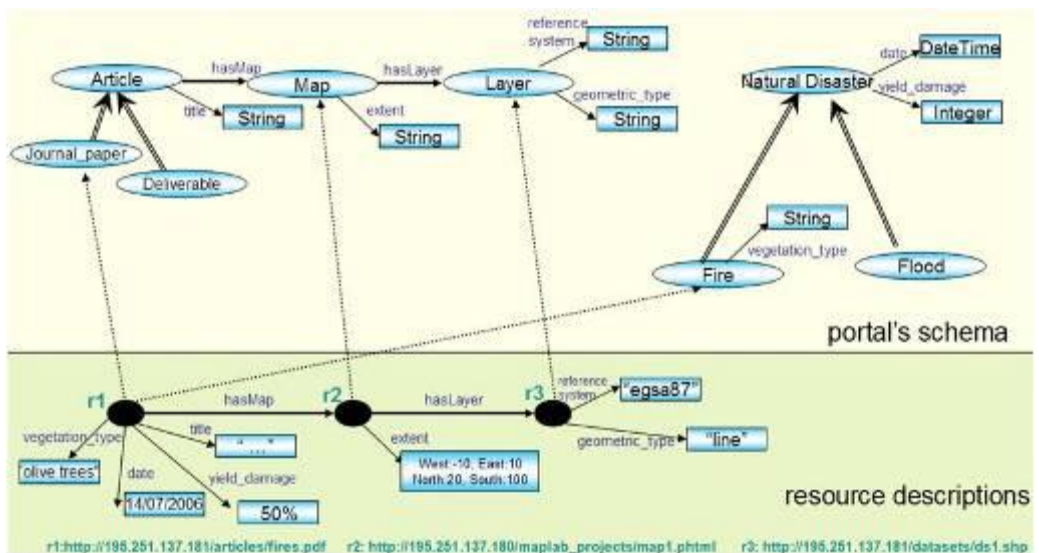
Έχοντας ως βάση τη σημασιολογική αυτή υποδομή, η γεωπύλη προσφέρει ανεπτυγμένους μηχανισμούς πλοήγησης που αξιοποιούν τη σημασιολογία της πληροφορίας. Οι μηχανισμοί αυτοί στηρίζονται στη σημασιολογική γλώσσα ερωτήσεων RQL (RDF Query Language) πάνω στα μεταδεδωμένα της πύλης και επιτρέπουν πέρα από το φιλτράρισμα της πληροφορίας να πλοηγηθούν σε (σημασιολογικά) συσχετιζόμενα δεδομένα. Κάθε συσχέτιση μεταξύ των δεδομένων όπως αυτές προκύπτουν από τις RDF περιγραφές μετατρέπεται στη γεωπύλη σε υπερσύνδεσμο που συνδέει δύο σελίδες μεταξύ τους. Έτσι, όταν οι χρήστες αναζητήσουν μια επιθυμητή πληροφορία στο σύστημα, αυτό απεικονίζει δίπλα από κάθε πληροφορία έναν υπερσύνδεσμο προς συσχετιζόμενες πληροφορίες, με βάση πάντα τις RDF περιγραφές των μεταδεδωμένων. Η δυνατότητα αυτή επιτρέπει την περαιτέρω πλοήγηση σε πληροφορίες που εννοιολογικά σχετίζονται και που έτσι είναι πιθανό να ενδιαφέρουν σημαντικά το χρήστη.

### 4. Η γεωπύλη φυσικών καταστροφών

Για να αναδειχθούν περισσότερο τα πλεονεκτήματα της προσέγγισής μας, αναπτύχθηκε μια πιλοτική γεωπύλη φυσικών καταστροφών στην περιοχή του Βορειοανατολικού Αιγαίου. Οι πληροφορίες της προέρχονται από το Τμήμα Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, τη Δασική Υπηρεσία Λέσβου και την Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου.

Στο σχήμα 1 απεικονίζονται τα μεταδεδωμένα της γεωπύλης, εκφρασμένα σε RDF. Για

λόγους λιτότητας μόνο οι περιγραφές τριών πόρων φαίνονται ( $r_1$ ,  $r_2$  and  $r_3$ ). Ο  $r_1$  είναι ένα άρθρο (κλάση *Article*), το  $r_2$  είναι ένας χάρτης (κλάση *Map*) και ο  $r_3$  ένα στρώμα (κλάση *Layer*). Οι βασικές RDF κλάσεις είναι οι *Article* (άρθρο), *Map* (χάρτης), *Layer* (στρώμα) και "Natural Disaster" (φυσική καταστροφή). Πληροφορίες κατηγοριοποιημένες κάτω από την κλάση *Article* έχουν ως ιδιότητα το *title* (δηλαδή ο τίτλος του άρθρου), παρόλα αυτά μπορούν να σχετίζονται με μια ή περισσότερες φυσικές καταστροφές (κλάσεις *Fire* και *Flood*), ως εκ τούτου πληροφορίες της τάξης *Article* ενδέχεται να είναι κατηγοριοποιημένες κάτω από την κλάση "Natural Disaster" ώστε να διαθέτουν χαρακτηριστικά όπως *date* (ημερομηνία που προκλήθηκε η καταστροφή), *yield damage* (ποσοστό καταστροφής της σοδιάς) και *vegetation type* (τύπος βλάστησης). Το εύρος τιμών των *date* και *yield damage* είναι τύπου *DateTime* (ημερομηνία) και *Integer* (ακέραιος) αντίστοιχα, όπως ορίζονται στο (Thompson *et al.*, 2000). Πληροφορίες της κλάσης *Article* μπορούν να κατηγοριοποιηθούν πιο εξειδικευμένα στις υπο-κλάσεις *Journal paper* και *Deliverable*. Ένα άρθρο μπορεί να συσχετίζεται και με έναν ή περισσότερους χάρτες, κάτι που δηλώνεται με την συσχέτιση *hasMap*. Οι χάρτες (πληροφορίες της τάξης *Map*) ενδεχομένως να διαθέτουν ένα ή περισσότερα στρώματα (*Layers*), κάτι που δηλώνεται μέσα από τη συσχέτιση *hasLayer*. Κάθε δεδομένο της τάξης *Layer* διαθέτει χαρακτηριστικά όπως το σύστημα αναφοράς *reference system* (π.χ. *egsa87*, *WGS84* κ.λπ.) και ο γεωμετρικός τύπος *geometric type* (π.χ. *point*, *polygon*, *line* κ.λπ.).



Σχήμα 1. Δείγμα των μεταδεδομένων της γεωπύλης φυσικών καταστροφών

Η διεύθυνση του  $r_1$  είναι <http://195.251.137.181/articles/fires.pdf>, έχει ως τίτλο (ιδιότητα *title*): "Integrating new methods and tools in fire danger rating" (Vasilakos *et al.*, 2007) και αναφέρεται σε μια φωτιά (*Fire*) που ξεκίνησε στις 27/8/2003. Το  $r_1$  σχετίζεται με το χάρτη  $r_2$  που έχει διεύθυνση: [http://195.251.137.180/maplab\\_projects/map1.phtml](http://195.251.137.180/maplab_projects/map1.phtml) και απεικονίζει μια περιοχή (ιδιότητα *extent*) "-10, 10, 20, 100". Ο χάρτης αυτός απαρτίζεται από το στρώμα  $r_3$  με διεύθυνση <http://195.251.137.181/datasets/ds1.shp> και απεικονίζει ένα γραμμικό στοιχείο (*line*) στο *egsa87* σύστημα αναφοράς.

Η οργάνωση αυτή των μεταδεδομένων με βάση την οντολογία της γεωπύλης, αξιοποιείται με σκοπό την αποτελεσματικότερη αναζήτηση επιθυμητών πληροφοριών. Οι μηχανισμοί πλοήγησης και αναζήτησης πληροφοριών στο σύστημα απεικονίζονται στο σχήμα 2. Το



αριστερό τμήμα δείχνει τις κλάσεις του RDF σχήματος σε μια ιεραρχική (δενδρική) δομή ώστε να αναπαριστώνται οι κλάσεις και οι αντίστοιχες υποκλάσεις τους. Στο κεντρικό μέρος απεικονίζεται ένας γενικός χάρτης όπου ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί και να καθορίσει την περιοχή στην οποία θα αναφέρονται οι πληροφορίες που αναζητά. Επιλέγοντας μια από τις κατηγορίες στα αριστερά, η γεωπύλη δίνει τη δυνατότητα για φιλτράρισμα με βάση κάποιες



Σχήμα 2. Αναζήτηση πληροφοριών από το περιβάλλον της γεωπύλης

λέξεις – κλειδιά. Στο σύστημά μας το φιλτράρισμα καθορίζεται από τις ιδιότητες της εκάστοτε οντολογίας της γεωπύλης. Για κάθε επιλογή κατηγορίας δεδομένων, η γεωπύλη απεικονίζει τις ιδιότητες της συγκεκριμένης κατηγορίας. Έτσι, επιλέγοντας για παράδειγμα την κατηγορία *Article*, η γεωπύλη απεικονίζει ένα πλαίσιο όπου ο χρήστης μπορεί να φιλτράρει με βάση τον τίτλο των άρθρων (ιδιότητα *title* του RDF σχήματος), τον τύπο της φυσικής καταστροφής, την ημερομηνία που προκλήθηκε η καταστροφή (ιδιότητα *date*), το ποσοστό καταστροφής της σοδιάς (ιδιότητα *yield damage*) και τύπος βλάστησης (ιδιότητα *vegetation type*). Στο στιγμιότυπο του σχήματος 2, ο χρήστης έχει καθορίσει ότι ενδιαφέρεται για άρθρα σχετικά με φωτιές στην περιοχή που οπτικά περιορίζεται από το χάρτη του κεντρικού τμήματος της εικόνας. Τα άρθρα αυτά περιέχουν τη λέξη *wildfire* στον τίτλο τους.

Πέρα από το φιλτράρισμα, η γεωπύλη επιτρέπει την πλοήγηση σε σημασιολογικά συσχετιζόμενες πληροφορίες. Για κάθε μια από τις πληροφορίες που ταιριάζουν στα κριτήρια που έθεσε ο χρήστης, το σύστημα αυτόματως προσδιορίζει όλες τις συσχετίσεις των πληροφοριών αυτών με άλλες πληροφορίες, με βάση τη σημασιολογία που προκύπτει από το RDF σχήμα. Εάν υπάρχει συσχέτιση με κάποια άλλη πληροφορία, εμφανίζεται ένας σπυρτικός υπερσύνδεσμος (“see related”) προς την πληροφορία αυτή. Έτσι, δίπλα από το άρθρο Το σχήμα 3 εμφανίζει τα αποτελέσματα της αναζήτησης σχετικά με άρθρα που περιέχουν τη λέξη *wildfire* στον τίτλο τους. Δίπλα από τα μεταδεδομένα της πληροφορίας που βρέθηκε, το σύστημα «προτείνει» στο χρήστη μέσα από τον υπερσύνδεσμο «see related Map(s)” να επισκεφτεί και το χάρτη r2 που ενδεχομένως να τον ενδιαφέρει.

Όταν ένα καινούριο δεδομένο δημοσιοποιείται στη γεωπύλη, αυτό είναι εμπλουτισμένο με τα κατάλληλα μεταδεδομένα με βάση το RDF σχήμα. Η διαδικασία αυτή φαίνεται στο σχήμα 4. Όταν ο παροχέας πληροφοριών επιλέξει μια από τις κατηγορίες δεδομένων από το αριστερό μέρος της γεωπύλης, τότε στα δεξιά του συστήματος εμφανίζεται μια κατάλληλη φόρμα όπου δηλώνονται τα χαρακτηριστικά της νέας πληροφορίας. Το σχήμα 4 δείχνει ένα στιγμιότυπο από τη διαδικασία δημοσιοποίησης. Ο παροχέας έχει επιλέξει να δημοσιοποιήσει

ένα νέο στρώμα (layer). Αφού επιλέξει την κατηγορία Layer (που αντιστοιχεί στην κλάση Layer του RDF σχήματος) από το αριστερό τμήμα του συστήματος, καθορίζει τη διεύθυνση του νέου πόρου, τα χαρακτηριστικά του (γεωμετρικό σύστημα και γεωμετρικό τύπο) καθώς και τη συσχέτισή του με έναν υπάρχοντα χάρτη. Στην περίπτωση του σχήματος 4, το νέο στρώμα έχει ως διεύθυνση <http://195.251.137.181/datasets/ds2.tiff>, βρίσκεται στο egsa87 γεωμετρικό σύστημα και είναι ένα στρώμα raster του χάρτη [http://195.251.137.180/maplab\\_projects/map1.phtml](http://195.251.137.180/maplab_projects/map1.phtml).

The screenshot shows the 'Geportal of Natural Disasters' interface. On the left, there are 'Data Categories' including Article, Journal paper, Deliverable, Map, and Layer. The main area displays a map of Greece with a red area indicating a fire. Below the map is a search results table:

Resource	Title	Hazard type	date	yield damage	vegetation type
<a href="http://195.251.137.181/articles/fires.pdf">http://195.251.137.181/articles/fires.pdf</a>	Fire and society: a comparative analysis of wildfire in Greece and the United States	Fire	14/07/2006	50%	olive trees

Σχήμα 3. Πλοήγηση σε συσχετιζόμενες πληροφορίες

The screenshot shows the 'Geportal of Natural Disasters' interface with the 'Publish new data' form open. The form includes fields for 'reference system' (set to 'egsa87'), 'geometric type' (set to 'raster'), 'hazard type', 'hazard characteristics', 'date', 'yield damage (%)', and 'vegetation type'. A 'Specify the URL of the new information' field contains the URL <http://195.251.137.181/datasets/ds2.tiff>. A 'specify relationship with' dropdown is set to 'Map' with the URL [http://195.251.137.180/maplab\\_projects/map1.phtml](http://195.251.137.180/maplab_projects/map1.phtml).

Σχήμα 4. Δημοσιοποίηση νέων πληροφοριών στη γεωπύλη

## 5. Επίλογος

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε μια καινοτόμος προσέγγιση στην ανάπτυξη γεωγραφικών πυλών διαδικτύου. Η προσέγγισή μας αξιοποιεί το πλαίσιο περιγραφής πόρων (RDF) για τις περιγραφές των μεταδεδομένων της γεωπύλης. Νέες πληροφορίες που

δημοσιοποιούνται είναι εμπλουτισμένες με τα κατάλληλα μεταδεδομένα βασισμένα σε ένα RDF σχήμα που παίζει το ρόλο της οντολογίας. Χρησιμοποιώντας τη σημασιολογικές γλώσσες επερωτήσεων RQL πάνω στα μεταδεδομένα της οντολογίας αυξάνεται η ακρίβεια της αναζήτησης επιθυμητών πληροφοριών.

Η λειτουργικότητα της παρούσας προσέγγισης εφαρμόζεται πάνω σε μια γεωπύλη φυσικών καταστροφών για την περιοχή του βορειανατολικού Αιγαίου. Πρωταρχικός μας στόχος είναι η τελειοποίηση του συστήματος, ενώ στη συνέχεια σχεδιάζεται να εφαρμοστούν πέρα από το πρότυπο RDF και άλλα παραπλήσια μοντέλα γλωσσών οντολογιών όπως το DAML+OIL και OWL. Με την ολοκλήρωση της γεωπύλης επιθυμούμε μέσα από τους καινοτόμους μηχανισμούς της να αναπτυχθεί μια τράπεζα δεδομένων για την υποστήριξη λήψης αποφάσεων φυσικών κινδύνων, αφετέρου να παγιωθεί στο ευρύ κοινό μια «κουλτούρα κινδύνου», δηλαδή μια συλλογική ευαισθητοποίηση πάνω σε θέματα πυρκαγιών και εν γένει διατήρηση της φυσικής μας κληρονομιάς.

## Βιβλιογραφία

Alexaki, S., Christophides, V., Karvounarakis, G., Plexousakis, D., Tolle, K., 2001: *The ICS-FORTH RDFSuite: Managing Voluminous RDF Description Bases*, 2nd International Workshop on the Semantic Web (SemWeb'01), in conjunction with Tenth International World Wide Web Conference (WWW10), 1-13.

Antoniou, G., Franconi, E., Van Harmelen, F., 2005: *Introduction to Semantic Web Ontology Languages*, Lecture Notes in Computer Science 3564, 1-21

Athanasis, N., Christophides, V., Kotzinos, D., 2004: *Generating On the Fly Queries for the Semantic Web: The ICS-FORTH Graphical RQL Interface (GRQL)*, proceedings of the 3rd International Semantic Web Conference (ISWC'04), Hiroshima, Japan.

Bernard, L., U., Einspanier, S., Haubrock, S., Hübner, W., Kuhn, R., Lessing, M., Lutz, U. Visser, 2003: Ontologies for intelligent search and Semantic Translation in Spatial Data Infrastructures, *Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation*, 451-462.

Berners-Lee, J., Hendler, J., Lassila, O., 2001: The Semantic Web, *Scientific American*, vol. 184, no. 5, 34-43.

Bernstein, A., Klein, M., 2002: *Towards High-Precision Service Retrieval*. International Semantic Web Conference, Sardinia, Italy.

Brickley, D., Guha, R.V., 1999: *Resource Description Framework (RDF) Schema Specification*. Proposed Recommendation.

Christophides, V., Plexousakis, D., Scholl, M., Tannen, V., 2003: *The Semantic Web: Myths and Reality*, The Onassis Foundation Lectures Series in Computer Science: Internet and Web: Crawling the Algorithmic Foundations.

Connolly, D., Van Harmelen, McGuinness, D., Patel-Schneider, P., Stein, L.A, 2001: *DAML+OIL Reference Description*, W3C Note.

Córcoles, J. E., González, P., 2004: *Using RDF to Query Spatial XML*. ICWE, 316-329.

Dean, M., Connolly, D., Van Harmelen, F., Hendler, J., Horrocks, I., McGuinness, D., Patel-Schneider, P., Stein, L.A. 2002: *OWL Web Ontology Language 1.0 Reference W3C Working Draft*.

Goh, C. H., Bressan, S., Madnick, S., & Siegel, M, 1999: Context Interchange: New Features and Formalisms for the Intelligent Integration of Information. *ACM Transactionson Information Systems*, 17(3), 270-293.



- Greve, K., Kiehle, C., 2006: OGC-Standards (Open Geospatial Consortium) of the future, *GIS-Business* (10), 30-32.
- Gruber, T., 1993: A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220.
- ISO/TC 211 Working Group 3, 1997: *Geographic Information - Metadata, ISO Standard 15046-15 Version 2.0, Draft*.
- Karvounarakis, G., Christophides, V., Plexousakis, D., Alexaki, S., 2001: *Querying RDF Descriptions for Community Web Portals*, 17<sup>èmes</sup> Journées Bases de Données Avancées (BDA'01), 133-144, Agadir, Maroc.
- Karvounarakis, G., Magkanaraki A., Alexaki, S., Christophides, V., Plexousakis, D., Scholl, M., Tolle, K., 2004: *RQL: A Functional Query Language for RDF, The Functional Approach to Data Management: Modelling, Analyzing and Integrating Heterogeneous Data*, LNCS Series, Springer-Verlag.
- Klien, E., Lutz, M., Kuhn, 2005: W., Ontology-based discovery of geographic information services - An application in disaster management. *Computers, Environment and Urban Systems*, 30 (1), 102-123.
- Kokla, M., Kavouras, M., 2002: *Theories of Concepts in Resolving Semantic Heterogeneities*, Proceedings of the 5th AGILE Conference on Geographic Information Science, Palma de Mallorca, Spain.
- Kotzinos, D., Pediaditaki, S., Apostolidis, A., Athanasis, N., Christophides, V., 2005: *Online Curriculum on the Semantic Web: The CSD-UoC Portal for Peer-to-peer e-learning*, Proceedings of the 14th Intl' World Wide Web Conference (WWW'05), Chiba, Japan.
- Larsen, L. P., 1996: Learning to speak metadata, *GIS Europe*, Vol. 5, no 7 (20-22)
- Larsgaard, M.L., 2005: Metadata of digital geospatial data, *Cartographic Journal*, 42 (3), 231-237.
- Lassila, O., Swick, R., 2001: *Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification*.
- Lee, Y.C., Chan, H.C.E., 2000: Spatial metadata and its management , *Geomatica*, 54 (4), 451-462.
- Lutz, M., 2007: Ontology-Based descriptions for semantic discovery and composition of geoprocessing services, *GeoInformatica*, 11 (1), 1-36.
- Lutz, M., Klien, E., 2006: Ontology-based retrieval of geographic information, *International Journal of Geographical Information Science*, 20 (3), 233-260.
- Maguire, D. J., Longley, P. A., 2005: *The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures*, Proceeding of the 7th Conference on Global Spatial Data Infrastructure.
- McBride, B., 2002: Jena: A semantic web toolkit, *IEEE Internet Computing*, 6 (6), 55-58.
- OGC-Open Geospatial Consortium, 2004: *Catalogue Services Specification, Version 2.0, OGC Implementation Specification 04-021r2*.
- Ostensen, O., 1996: ISO TC/211 ISO standards for GI infrastructures, *Geomatics Info Magazine*, 10 (3), 24-25.

Panian, Z., 2006: Service-oriented architecture implementation: A requirements-driven approach WSEAS, *Transactions on Information Science and Applications*, 3 (12), 2417-2424.

Parekh, V., Gwo, J., Finnin, T., 2004: Ontology based Semantic Metadata for Geoscience, *Data. IKE*, 485-490.

Qi, L., Lingling, G., Yong, T., Huang F., 2004: *An integrated geospatial metadata storing architecture Geoscience and Remote Sensing Symposium*, IGARSS '04, IEEE International Volume 7, 4425– 4427.

Reitsma, F., Albrecht, J., 2005: Modeling with the semantic web in the geosciences, *IEEE Intelligent Systems*, 20 (2), 86-88.

Shi, R., Wu, C., 2006: *XML based map web publication technologies*, ICIS '06 International Congress of Imaging Science, 672-674.

Stonebraker, M., 1990: Postgres DBMS, *ACM SIGMOD Record*, 19 (2), 394.

Studer, R., Benjamins, V. R., Fensel, D., 1998: Knowledge Engineering: Principles and Methods, *Data and Knowledge Engineering*, 25(1-2), 161-197.

Sudha, R., Vijay, K., Limin, Z., Daniel, D. Z., 2001: *GeoCosm: A Semantics-Based Approach for Information Integration of Geospatial Data*, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2465.

Tait, M. G., 2005: Implementing geoportals: applications of distributed GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(1).

Tang, W., Selwood, J., 2005: *Spatial Portals*, ESRI Press.

Thompson, H.S., Beech, D., Maloney, M., Mendelsohn, N., 2000: XML schema part 1: Structures. W3C Candidate Recommendation.

Vasilakos, C., Kalabokidis, K., Hatzopoulos, J., Kallos, G., Matsinos, Y., 2007: Integrating new methods and tools in fire danger rating, *International Journal of Wildland Fire*, 16, 306–316.

Wagner, H., Weibel, S., 2005: The Dublin core metadata registry: Requirements, implementation, and experience. *Journal of Digital Information*, 6(2)1, State of the Dublin Core Metadata Initiative, April 2003.

Walker, W.S., Maidment, D.R. 2006: Geodatabase design for FEMA flood hazard studies, Technical (Online) Report-University of Texas at Austin, Center for Research in Water Resources, 6 (10), 1-197.

Xing, W., Dikaiakos, M.D., Yang, H., Sphyris, A., Eftichidis, G., 2005: A grid-enabled digital library system for natural disaster metadata, *Lecture Notes in Computer Science* 3470, 516-526.

Zhao, P., Chen, A., Liu, Y., Di, L., [Yang, W.](#), Li, P., 2004: Grid metadata catalog service-based OGC web registry service, *Proceedings of the ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems*, 22-30.