

# Agro-Semantics knowledge representation via Open Linked data (OLD) cloud: a case study in Integrated Crop Production

**Petros T. Damos**

Web Science Program, Mathematics Department and Plant Protection  
Department, Faculty of Agriculture, Aristotle University of  
Thessaloniki, Greece  
[damos@agro.auth.gr](mailto:damos@agro.auth.gr)

**Michael Oikonomou**

Web Science Program, Mathematics Department Aristotle University of  
Thessaloniki, Greece  
michael.oikonomou@gmail.com

**Charalampos Bratsas**

Web Science Program, Mathematics Department and Laboratory, Aristotle  
University of Thessaloniki, Greece  
[cbratsas@math.auth.gr](mailto:cbratsas@math.auth.gr)

**Ioannis Antoniou**

Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Science, Mathematics  
Department, Web Science Section, Greece  
iantonio@math.auth.gr

## Abstract

*Crop Systems worldwide are increasing their use of integrated production systems in response to consumer preferences and environmental imperatives. In particular integrated crop production gives priority to environmental and human health safety in the production of high-quality crops. Although certification organizations are use integrated production systems at the crop level to make certification determinations for individual farms, the available information is either not shared or exposed in non exploitable formats. In this work a web-3 semantic framework is proposed based on OLD cloud to link available information, related to Integrated Crop Production, to facilitate development and evaluation of current integrated crop production systems in Greece. In the case study, we propose links as relationships anchors in hypertext documents written in HTML, for data between arbitrary things described by RDF. We further proposed URIs to identify any kind of object or concept related to integrated fruit production. Since typical network portals, related to integrated fruit production, do not provide links among available data, nor expose their information in a standard form, the proposed ontology based on Semantic Web technologies (RDF, OWL, SPARQL, etc.) provides an environment where application can query that data and draw inferences using related vocabulary. By providing those extra links (in terms of RDF triples) several applications for integrated crop production can be developed. In particular, by virtue of integrating facts from several datasets (cultivation type, productivity, pesticides applications) integrated crop production systems can be evaluated on a real basis. Additionally, SWAT analysis briefly outlines potentials, challenges and specific constrains of the project.*

**Keywords:** web science, integrated crop production, crop protection, sustainable agriculture, semantics, ontology

**JEL classifications:** L86, L88, L81

## **Αγρο-σημασιολογική αναπαράσταση γνώσης μέσω ανοιχτού συνδεδεμένου νέφους δεδομένων: μελέτη περίπτωσης για την Ολοκληρωμένη Παραγωγή Αγροτικών Προϊόντων**

**Πέτρος Δάμος**

Τομέας Επιστήμης του Διαδικτύου, Μαθηματικό Τμήμα και τομέας Φυτοπροστασίας, Γεωπονική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

[damos@agro.auth.gr](mailto:damos@agro.auth.gr)

**Μιχάλης Οικονόμου**

Τομέας Επιστήμης του Διαδικτύου, Μαθηματικό Τμήμα, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
michael.oikonomou@gmail.com

**Χαράλαμπος Μπράτσας**

Τομέας Επιστήμης του Διαδικτύου, Μαθηματικό Τμήμα, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

[cbratsas@math.auth.gr](mailto:cbratsas@math.auth.gr)

**Ιωάννης Αντωνίου**

Τομέας Επιστήμης του Διαδικτύου, Μαθηματικό Τμήμα, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
iantonio@math.auth.gr

### **Περίληψη**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η κατάδειξη, σχεδιασμός και πρωτότυπη της εφαρμογής καινοτόμων διαδικτυακών υπηρεσιών στο χώρο της πρωτογενούς παραγωγής και συγκεκριμένα στην διασύνδεση δεδομένων. Συγκεκριμένα, μελετάται η περίπτωση που αφορά στα συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης αγροτικών προϊόντων (ΣΟΔ) και σύμφωνα με τα πρότυπα διαχείρισης AGRO 2.1 & AGRO 2.2. Ειδικότερα, αναφερόμαστε στην σύνδεση και σημασιολογική αναπαράσταση δεδομένων που αφορούν στις τακτικές διαχείρισης παρασίτων και την χρήση εγκεκριμένων ανά καλλιέργειας και εχθρό τακτικών διαχείρισης και γεωργικών φαρμάκων. Με βάση την υπάρχουσα κατάσταση προτείνεται μια κατανομημένη σημασιολογική αρχιτεκτονική που θα παρέχει ενιαία αναγνωστικά πόρων ή/και διεθνή Αναγνωριστικά Πόρων (Unique Resource Identifiers – URIs/IRIs) για τους φορείς (γεωργικοί συνεταιρισμοί, αγροτικές υπηρεσίες, ομάδες παραγωγών κ.α.). Σύμφωνα με το μοναδικό αναγνωριστικό πόρων κάθε φορέας που ακολουθεί κάποιο από τα πρότυπα ΣΟΔ θα αναγνωρίζεται από ενδιαφερόμενους και τους σχετικούς δημόσιους φορείς από το κράτος. Η δημοσίευση των δεδομένων στον ιστό από τους εμπλεκόμενους φορείς (AgroCert, διευθύνσεις Φυτοπροστασίας, Γεωργικοί συνεταιρισμοί κ.α.) θα γίνεται σε μορφή Resource Description Framework (RDF). Δημιουργώντας εννοιολογικά πρότυπα (concept schemes) και αντίστοιχες οντολογίες, θα μπορεί να εντοπιστεί πληθώρα ετερογενούς φύσεως πληροφορία (mashups) και αρχεία ΣΟΔ μέσω σημασιολογικών φυλλομετρητών (semantic browsers). Επιπλέον, το γεγονός ότι τα

διαθέσιμα δεδομένα και αρχεία, που αφορούν παραγωγούς ΣΟΔ, είναι σε μεγάλο βαθμό αποκεντρωμένα, η προσπάθεια δημοσίευσης στοιχείων στον ιστό με τον τρόπο που προτείνεται, θα συμβάλει στην λύση συμβατικών περιορισμών που ανακύπτουν από τον μέχρι τώρα τρόπο ανάρτησης δεδομένων. Τέλος, καταδεικνύονται οφέλη της πρότασης καθώς και δυνητικά ανασταλτικοί παράγοντες για την υλοποίηση του. Ειδικότερα, μεταξύ των καινοτόμων υπηρεσιών αναφέρετε η συμβολή του πάνω σε θέματα ρεαλιστικής αξιολόγησης των ΣΟΔ και της διασφάλισης ποιότητας εμπλεκόμενων υπηρεσιών του Υπουργείου Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Λέξεις-κλειδιά: ολοκληρωμένη παραγωγή αγροτικών προϊόντων, πρότυπα εφαρμογής Agro, φυτοπροστασία, αειφόρος γεωργία, σημασιολογικός ιστός, οντολογία

JEL classifications: L86, L88, L81

## Εισαγωγή

Δεδομένης της νέας κοινοτικής οδηγίας 2009/128/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, που για πρώτη φορά θεσπίζει σε κοινοτικό επίπεδο νομικό πλαίσιο που αφορά στην ορθολογική χρήση γεωργικών φαρμάκων αλλά και ορθολογική διαχείριση των ενεργειακών εισροών σε Αγρο-οικοσυστήματα, γίνεται επιτακτική η ανάγκη ανάπτυξης και αξιολόγησης των υπάρχοντων συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης αγροτικών προϊόντων (European Commission 2009a,b. Damos and Savouroulou-Soultani 2012).

Προς την κατεύθυνση αυτή η χρήση νέων διαδικτυακών τεχνολογιών ανοιχτών συνδεδεμένων δεδομένων OLD (open linked data) και οι εφαρμογές του σημασιολογικού ιστού (semantic web) (Berners-Lee et al. 2001, Bratsas et al. 2011, Kondocostas et al. 2011, 2012), παρέχουν τις προοπτικές αποτελεσματική και αξιόπιστης οργάνωσης και διαχείρισης μεγάλων βάσεων δεδομένων, όπως στους τομείς πρωτογενούς παραγωγής της χώρας μας. Το τελευταίο είναι πλέον εφικτό ανεξαρτήτως γλώσσας που χρησιμοποιείτε στην βάση δεδομένων, μετά την διεθνοποίηση των Linked Open Data με πρώτη εφαρμογή την Ελληνική DPpedia και το πρώτο Ελληνικό Νέφος Συνδεδεμένων Δεδομένων (OLD data Cloud) (Bratsas et al. 2011, Kondocostas et al. 2012).

Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα εφαρμογής συνδεδεμένων δεδομένων στον ευρύτερο τομέα του εμπορίου αγαθών και υπηρεσιών είναι και η οντολογία Good relations που για παράδειγμα επιτρέπει χιλιάδες χρήστες ανά την υφήλιο να αναρτήσουν στοιχεία και δεδομένα σχετικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αγαθών ή και υπηρεσιών που διαθέτουν (<http://wiki.goodrelations>). Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται σημαντικά η αναζήτηση πληροφορίας (data mining) και εφαρμογές όπως το ηλεκτρονικό εμπόριο (e-commerce) (Bratsas et al. 2011, Kondocostas et al. 2011, 2012).

Σήμερα πέραν της έλλειψης μηχανογράφησης, και των κατακερματισμένων δεδομένων, στον τομέα της πρωτογενούς παραγωγής διαπιστώνεται ασυμβατότητα στα διαθέσιμα δεδομένα στις διάφορες υπηρεσίες του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και συναφών φορέων (π.χ. πληθώρα στοιχείων και δεδομένων από αγροτικούς συνεταιρισμούς, παραγωγών που συμμετέχουν σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης, καθώς και περιφερειακών ινστιτούτων φυτοπροστασίας και διευθύνσεων γεωργίας).

Η ραγδαία ανάπτυξη του Σημασιολογικού Ιστού (*Semantic Web*), κυρίως την τελευταία πενταετία, επιλύει σήμερα τεχνικά προβλήματα απροσπέλαστα με τεχνολογίες Web2.

Η χρήση τροπικής λογικής στον σημασιολογικό ιστό (π.χ. OWL), ή και τεχνητής νοημοσύνης, επιτρέπει την ανάπτυξη 'ευφών' διαδικτυακών εφαρμογών που διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ πληθώρας ετερογενών δεδομένων μέσω του διαδικτύου (Protégé - OWL api programmer's guide 2006), συμπεριλαμβανομένης και αυτών που άπτονται του πρωτογενούς τομέα και συναρτούμενων εμπορικών δραστηριοτήτων. Αναφέρονται ενδεικτικά οι διαθέσιμες πρότυπες τεχνολογίες και διαθέσιμες γλώσσες αναπαράστασης δεδομένων/μεταδεδωμένων τύπου XML, RDF, OWL που επιτρέπουν την σύνδεση πληθώρας δεδομένων και την μετέπειτα διάθεση τους στην κοινότητα για οικονομική εκμετάλλευση (Cardoso 2007, *Creating Linked Data* <http://www.jenitennison.com>).

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη περίπτωσης πιλοτικής ανάπτυξης οντολογιών συνδεδεμένων δεδομένων στον τομέα της πρωτογενούς παραγωγής και ειδικότερα σε συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης αγροτικών προϊόντων στην χώρα μας. Στόχοι είναι η τεχνική περιγραφή του συστήματος και του τρόπου διασύνδεσης διαθέσιμων δεδομένων, η πρόταση μιας κατανοημένης αρχιτεκτονικής, που θα είναι σε θέση να συνδέει σημασιολογικά τις σχετικές βάσεις δεδομένων καθώς και η ανάδειξη πιθανών αδυναμιών αλλά και πλεονεκτημάτων του συστήματος και για την περίπτωση που μελετάται.

#### **Συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης αγροτικών προϊόντων και πιστοποιημένα πρότυπα εφαρμογής**

Σύμφωνα με τον ορισμό του διεθνούς οργανισμού βιολογικής καταπολέμησης (International Organisation of Biological Control: IOBC) (Cross and Dickler 1994) η ολοκληρωμένη διαχείριση (ή και παραγωγή) αγροτικών προϊόντων ορίζεται ως η οικονομικά συμφέρουσα παραγωγή υψηλής ποιότητας προϊόντων, που δίνει προτεραιότητα σε ασφαλείς οικολογικά μεθόδους, ελαχιστοποιεί τις ανεπιθύμητες δευτερογενείς επιδράσεις και χρήσεις φυτοπροστατευτικών προϊόντων και συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας (Bajwa and Kogan 1997, Δάμος 2009, Bajwai et al. 2003, Damos and Savoroulou-Soultani 2012).

Η ολοκληρωμένη διαχείριση αγροτικών προϊόντων συνάδει με τα γενικότερα πλαίσια που ορίζει η αειφόρος γεωργία που αποσκοπεί, μεταξύ άλλων, στην μείωση κάθε μορφής ενεργειακών εισροών προς τα Αγρο-οικοσυστήματα (Altieri 1992, IPM 2000) με σκοπό την διατήρηση τους για τις επερχόμενες γενεές.

Η εφαρμογή συστημάτων ολοκληρωμένης παραγωγής αγροτικών προϊόντων αποτελεί προϋπόθεση για την επιτυχή διάθεσή τους στις διεθνείς αγορές και σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές και άλλες επιταγές και κριτήρια. Αυτό μεταφράζεται στο ότι κάθε εναρμονισμένο με τις αρχές της ολοκληρωμένης διαχείρισης παραγωγικό σύστημα απαιτεί την τήρηση συγκεκριμένων προτύπων εφαρμογής και κανόνων ασφαλείας.

#### **Υπάρχουσα κατάσταση διαχείρισης δεδομένων ΣΟΔ (State of the Art)**

Στην χώρα μας για την εφαρμογή ΣΟΔ είναι υπεύθυνος ο Οργανισμός Πιστοποίησης και Επίβλεψης Γεωργικών Προϊόντων (ΟΠΕΓΕΠ - AgroCert) ο οποίος έχει εκπονήσει τα πρότυπα εφαρμογής AGRO2.1 & AGRO 2.2. Ο AgroCert υπάγεται στο Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και αρκετές πληροφορίες, αναφορικά με τα πρότυπα εφαρμογής ΣΟΔ και

στοιχεία παραγωγών, είναι διαθέσιμα από την ιστοσελίδα του (<http://www.agrocert.gr>).

Στο σύνολό τους τα πρότυπα περιγράφουν τις απαιτήσεις στις οποίες πρέπει να συμμορφώνεται μια γεωργική εκμετάλλευση, προκειμένου να πιστοποιηθεί για την εφαρμογή του Συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (ΣΟΔ) στην παραγωγή των προϊόντων της. Η τήρηση των δεσμεύσεων ελέγχεται από εταιρίες πιστοποίησης ενώ η υποχρεωτική σύνταξη αρχείων από μέρος των παραγωγών, που μεταξύ άλλων διασφαλίζουν την ιχνηλασιμότητα των προϊόντων (και την προστασία από ανεπίτρεπτα για την υγεία των καταναλωτών υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων), περιλαμβάνουν το σύνολο των πληροφοριών που αφορά σε όλες τις ενέργειες που πραγματοποιούνται στην γεωργική εκμετάλλευση.

Συγκεκριμένα στα αρχεία και πρωτόκολλο εφαρμογής, συλλέγεται πληθώρα πληροφοριών σχετικά με το είδος της εκμετάλλευσης, τις τακτικές διαχείρισης που εφαρμόστηκαν, ακόμη και στοιχεία του παραγωγού με λεπτομέρειες όπως η περιοχή καλλιέργειας και το αγροτεμάχιο από όπου έχουν παραχθεί συγκεκριμένα προϊόντα.

Ωστόσο μεγαλύτερο μέρος από τα παραπάνω δεδομένα δεν είναι πλήρως μηχανογραφημένο, ενώ επιπλέον, η ψηφιακή αναπαράστασή του και ανάρτηση μέρους των στοιχείων ΣΟΔ στο διαδίκτυο είναι συντακτική. Αυτό συνεπάγεται δυσκολίες στην στοχευόμενη αναζήτηση πληροφορίας, στην διασταύρωση στοιχείων και στην διάθεση της πληροφορίας αυτής για παραπέρα χρήση. Έτσι για παράδειγμα αν ενδιαφέρεται ο χρήστης να αναζητήσει ένα αγροτικό προϊόν με συγκεκριμένα ποιοτικά και άλλα χαρακτηριστικά (π.χ. ποικιλία, περιοχή, στρεμματική απόδοση, αριθμός και είδος χημικών επεμβάσεων, υπηρεσία πιστοποίησης που ελέγχει) οφείλει να το κάνει 'χειρονακτικά'.

Η σημασιολογική αναπαράσταση και ανοιχτή διάθεση του σύνολο αυτής της πληροφορίας περιγράφει τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της εκμετάλλευσης και κατ' επέκταση και του προϊόντος, καθορίζοντας τα συγκριτικά του πλεονεκτήματα και την τελική τιμή διάθεσής του στις αγορές.

### **Τεχνολογίες ιστού και πρωτόκολλα διασύνδεσης δεδομένων σε ΣΟΔ**

Η διασύνδεση δεδομένων και πληροφοριών που αφορούν σε συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης (ΣΟΔ), είναι πλήρως εφικτή σύμφωνα με νεότερες-τρέχουσες τεχνολογίες διαδικτύου που βασίζονται στα ενιαία αναγνωριστικά πόρων (Uniform Resource Identifiers-URIs), τους ενιαίους εντοπιστές πόρων (Uniform Resource Locators-URLs) και σε συνδυασμό με τα πρωτόκολλα μεταφοράς υπερκειμένου (Linked Data:principles and state of the Art).

Η διαδικασία εμπλέκει την ταυτοποίηση όλων των τύπων δεδομένων (π.χ. αρχεία κειμένου, δεδομένα, εικόνες κ.α.) τα οποία μέσω HTTP URIs αποτελούν το καθένα από μόνο του ένα αντικείμενο που μπορεί να εντοπιστεί και ταυτοποιηθεί (dereferenceable). Οι πληροφορίες μπορεί στην συνέχεια να ταξινομηθεί σε πληροφοριακούς πόρους και μη-πληροφοριακούς πόρους.

Ο παραπάνω διαχωρισμός είναι σημαντικό να πραγματοποιηθεί δεδομένου ότι στους πληροφοριακούς πόρους μπορεί να περιλαμβάνονται: έγγραφα, αρχεία, εικόνες αναφορικά με συγκεκριμένα πρόσωπα που εφαρμόζουν ΣΟΔ. Για παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί ένα τιμολόγιο αγοράς ή στοιχεία που αφορούν πληροφορίες πάνω στο αγροτεμάχιο που εφαρμόζεται το ΣΟΔ. Τα

στοιχεία αυτά θα αναπαρασταθούν στη συνέχεια με διάφορους τρόπους (π.χ. ως έγγραφο RDF, εκτυπώσιμο αρχείο Word ή PDF ή και ως ιστοσελίδα HTML).

Αντίθετα, πληροφορίες και δεδομένα που θα αφορούν σε φυσικά πρόσωπα (π.χ. παραγωγός, έμπορος τάδε κ.α.), αλλά και πληροφορίες με εννοιολογικό ή και περιγραφικό περιεχόμενο (π.χ. τοποθεσία, όνομα ποικιλίας που καλλιεργείται) είναι μη-πληροφοριακοί πόροι και στην πράξη αποτελούν αντικείμενα και του πραγματικού κόσμου (σε αντιδιαστολή με τον ψηφιακό).

Στο επόμενο βήμα θα χρησιμοποιηθεί τεχνολογία RDF (Resource Description Framework). Πρόκειται για μοντέλο δόμησης βασισμένο σε γράφο (Biggs et al. 1986), που συνδέει δεδομένα με την μορφή τριάδων που αποτελούνται από υποκείμενο, κατηγορημα και αντικείμενο (RDF σχήμα). Στην περίπτωση των ΣΟΔ υποκείμενο και αντικείμενο θα ταυτοποιηθούν, μέσω URIs, αποτελώντας ένα πόρο. Το κατηγορημα θα καθορίζει τον τρόπο σύνδεσης μεταξύ υποκειμένου και αντικειμένου και θα αναπαριστάται στον σημασιολογικό ιστό αντίστοιχα μέσω ενός δικού του URI. Με βάση το γεγονός ότι τα URIs είναι dereferencable ή χρήση των HTTP URIs επιτρέπει στον χρήστη να ανατρέξει στοχευόμενα στο αντικείμενο που ταυτοποιείται και να λάβει έτσι την περιγραφή του (στην πράξη η RDF ιδιότητα λειτουργεί ως υπερσύνδεσμος (hyperlink) διευκολύνοντας την αναζήτηση επιπρόσθετων συναρτημένων δεδομένων).

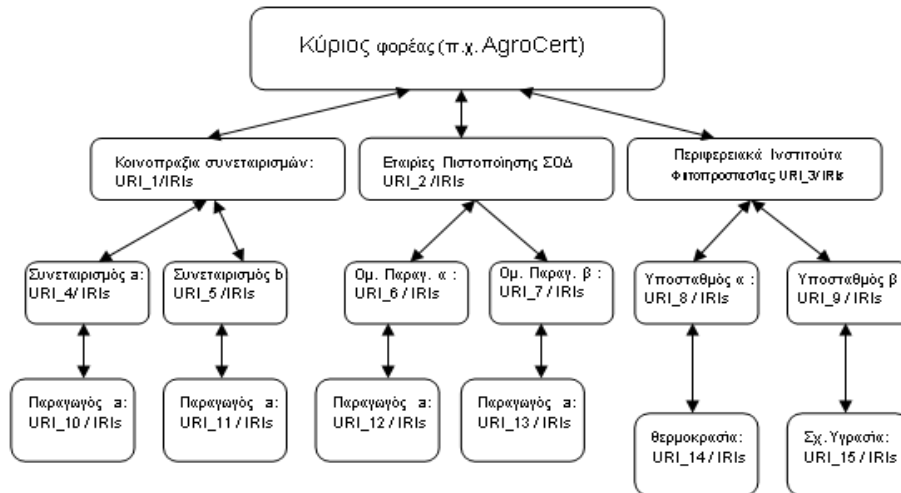
#### **Αρχιτεκτονική συνδεδεμένων δεδομένων ΣΟΔ**

Προκειμένου να υλοποιηθεί η πρόταση είναι σημαντικό σε κάθε φορέα παραχής και διάθεσης δεδομένων να διατίθεται ένα χαρακτηριστικό αναγνωριστικό που θα διευκολύνει την διαδικασία δημοσίευσης πληροφοριών. Στην μελέτη περίπτωσης που εξετάζεται κεντρικός φορέας που είναι υπεύθυνος για την εφαρμογή συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης στην χώρα μας είναι ο AgroCert.

Επιπλέον, δεδομένου ότι ο AgroCert είναι είδη επιφορτισμένος με την συλλογή, αξιολόγηση και δημοσίευση δεδομένων που αφορούν την εφαρμογή ΣΟΔ στη χώρας μας σύμφωνα με τα πρότυπα AGRO, διευκολύνεται το εγχείρημα. Κατά συνέπεια, ο επικεφαλής φορέας θα είναι και ο υπεύθυνος για την ανάθεση σε κάθε υπαγόμενο φορέα (συνεταιρισμό, κοινοπραξία, παραγωγό, εταιριών πιστοποίησης, συμβούλων φυτοπροστασίας κ.α.) ενός μοναδικού αναγνωριστικού (identifier).

Ο κάθε υπαγόμενος φορέας στη συνέχεια θα αποτελεί αυθύπαρκτη οντότητα που θα του ανατεθεί ένα URI που θα τον ταυτοποιεί μονοδιάστατα στον παγκόσμιο ιστό. Κατά συνέπεια κάθε υπαγόμενος φορέας με βάση τα URIs που του ανατέθηκαν, θα μπορεί να συνδεθεί με υπο-φορείς (οντότητες) του εαυτού του (π.χ. παραγωγοί ενός συνεταιρισμού) αλλά και με άλλους φορείς, που μπορούν δυνητικά να δημοσιεύουν δεδομένα στο ιστό μέσω του σχήματος RDF (π.χ. περιφερειακά ινστιτούτα φυτοπροστασίας, εργαστήρια ελέγχου υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων κ.α.) (Διάγραμμα 1).

Στην πράξη ένας Data Server, όπως για παράδειγμα ο D2R και ο Virtuos, δημιουργεί και αναθέτει URIs στους πόρους με αυτόματο τρόπο κατά τη δημιουργία της συντεταγμένης απεικόνισης (mapping) και στην συνέχεια μπορεί να προσαρμοστεί κατά τις ανάγκες.

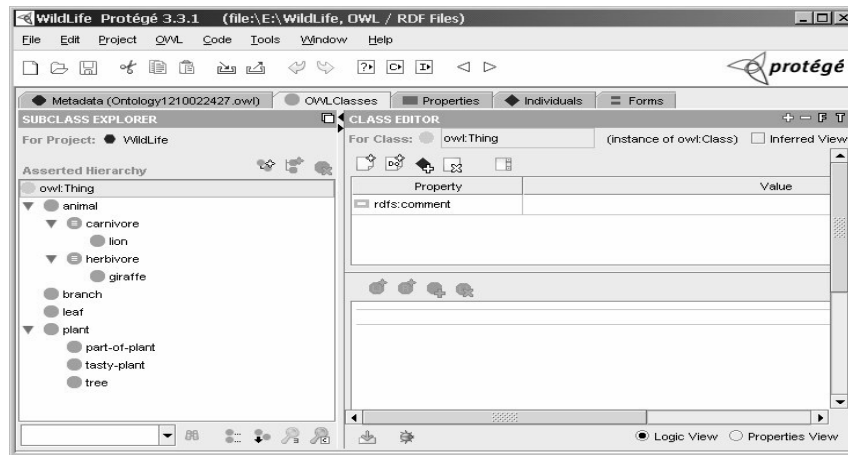


**Διάγραμμα 1:** Βασική αρχιτεκτονική συνδεδεμένων δεδομένων ΣΟΔ μέσω ανάθεσης URIs από τον κύριο φορέα - πάροχο (στην πράξη χάρη στο RDF schema όλα τα αντικείμενα που έχουν απεικονιστεί μέσω URIs είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους και είναι derefencable - διακοπτόμενες γραμμές σύνδεσης). Ο καθορισμός των παραπάνω σχέσεων σε πρώτη φάση μπορεί να χαρακτηριστεί επίπεδος ιεραρχικός (μη διακοπτόμενα βέλη).

Με βάση την προτεινόμενη αρχιτεκτονική, δημιουργείται μια αρχική οντολογία μεταξύ των αντικειμένων που διαθέτουν URI. Έτσι για παράδειγμα εφόσον αναζητούμε πληροφορίες για ένα αγροτικό προϊόν που έχει παραχθεί κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις και πληροί τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ΣΟΔ, διευκολύνεται σημαντικά ο εντοπισμός των συναφών πηγών που παρέχουν δεδομένα και πληροφορίες για το συγκεκριμένο προϊόν (π.χ. όνομα καλλιεργητή, αγροτικός συνεταιρισμός που υπάγεται, περιοχή καλλιέργειας, χημικές επεμβάσεις κ.α.). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μεταξύ των καινοτομιών του συστήματος είναι το γεγονός ότι εντοπίζουμε πηγές πληροφοριών ακόμα και αν δεν είναι γνωστές οι επί μέρους ιστοσελίδες των φορέων ή και υποφορέων που υπάγεται το προϊόν (ή και αντίστοιχη πληροφορία που ενδιαφέρει). Επιπλέον, ο ενδιαφερόμενος με πρόσβαση στο σύστημα (π.χ. ελεγκτής, σύμβουλος φυτοπροστασίας) θα μπορεί να συνδέεται αρχικά με μια και μόνο από της πηγές που διαθέτει URI, αυτόματα μπορεί να πλοηγηθεί και στα υπόλοιπα συνδεδεμένα αντικείμενα που έχουν οριστεί. Σε ένα επόμενο βήμα θα μεταφερθούν τα διαθέσιμα δεδομένα σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων (π.χ. τύπου MySQL) σε ένα κοινό server (επικεφαλής φορέας) (Publishing Databases on the Semantic Web: D2R Server Technical Note). Η σχεσιακή βάση δεδομένων θα αποτελείται από ένα κύριο πίνακα που θα αντιπροσωπεύει τον κύριο φορέα (Entity) και αντίστοιχη ταυτότητα (id). Εδώ θα περιλαμβάνονται επίσης επιπλέον πεδία που θα αφορούν σε στοιχεία του φορέα (π.χ. όνομα, συντομογραφία, κώδικας, διεύθυνση κ.α.). Κατά ανάλογο τρόπο υπο-πίνακες θα περιλαμβάνουν στοιχεία των υπο-φορέων (Entities Types) και τις αντίστοιχες ταυτότητες (id's). Τέλος, θα δημιουργηθεί πίνακας που θα καθορίζει (ιεραρχικά) το είδος των σχέσεων μεταξύ των φορέων (Entity Related To) ενώ για την αποθήκευση των σχέσεων μεταξύ των φορέων θα χρησιμοποιηθεί ξεχωριστός πίνακας σχέσεων (Relation) που θα καθορίζει συγκεκριμένα το είδος των σχέσεων μεταξύ των φορέων (π.χ. καλλιεργητής του συνεταιρισμού A, συνεταιρισμός A μέρος κοινοπραξίας 1). Η τελική σύνδεση των δεδομένων μπορεί να πραγματοποιηθεί με την βοήθεια εργαλείων αυτόματης σύνδεσης (π.χ. SILK). Το σύστημα αυτοματοποιημένα ανακαλύπτει σχέσεις μεταξύ αντικειμένων για δεδομένα προερχόμενα από διαφορετικές πηγές.

**Επιστημονική μεθοδολογία και γλώσσα σημασιολογικής αναπαράστασης δεδομένων**

Για την ανάπτυξη του συστήματος μπορεί να βασιστεί σε μια ισχυρή γλώσσα σημασιολογική αναπαράστασης εννοιών και μοντελοποίησης οντολογιών. Ενδεικτικά θα αναφερθούν συγκεκριμένα παραδείγματα με βάση την OWL που είναι η σύγχρονη εκδοχή της DAM+OIL και που είναι εύκολη στη διαχείριση μέσω του παραθυρικού περιβάλλοντος που παρέχει το λειτουργικό protégé (Εικόνα 1).



**Εικόνα 1: Το περιβάλλον εργασίας του λειτουργικού συστήματος protégé για την δημιουργία οντολογιών με OWL**

Η OWL επιλέγεται ως αντιπροσωπευτικό παράδειγμα δεδομένο ότι αποτελεί το standard πρότυπο για την ανάπτυξη και περιγραφή οντολογιών. Ακολουθώντας στο περιβάλλον protégé δίδονται ιδιότητες και περιγράφονται ιεραρχικές σχέσεις μεταξύ των εννοιών που επιθυμούμε και που μέσω του RDF σχήματος θα παραπέμπουν στα αντίστοιχα ανοιχτά δεδομένα.

Για παράδειγμα ορίζοντας την κλάση 'Farmer' (παραγωγός) να αποτελεί υποκλάση της 'agricultural corporation' (γεωργικός συνεταιρισμός) σε OWL:

```
<owl:Class rdf:ID="Farmer">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#agricultural corporation"/>
</owl:Class>
```

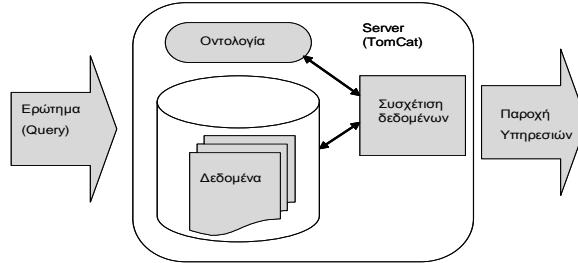
το σύστημα αυτόματα συνδέει εννοιολογικά κάθε παραγωγό με την ιδιότητα του μέλους του αντίστοιχου γεωργικού συνεταιρισμού. Στο επόμενο βήμα δίδονται μια σειρά από ιδιότητες στα αντικείμενα (Object properties) ή/και στα δεδομένα (data type properties) π.χ.:

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="isMemberOf"
<owl:domain rdf:resource="#peach producers"/>
<owl:range rdf:resource="#agricultural corporation"/>
<rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#involves"/>
</owl:ObjectProperty>
```

Στο παραπάνω παράδειγμα η ιδιότητα του αντικειμένου Farmer (παραγωγός) είναι 'is memberOf' (είναι μέλος του) και έχει domain την κλάση 'Peach Producers' (παραγωγοί ροδάκινων) ενώ μπορεί να πάρει τιμές από την κλάση 'agricultural corporation' (αγροτικός συνεταιρισμός).



Κατά συνέπεια, και όπως εμφανίζεται στο Διάγραμμα 3, η OWL επιτρέπει λογικό συμπερασμό (reasoning) και παράγει έτσι νέα γνώση συνδυάζοντας υπάρχοντα δεδομένα αρκεί να ορισθούν οι ιεραρχικές σχέσεις μεταξύ αντικειμένων και ιδιότητες-σχέσεις που έχουν μεταξύ τους όπως εμφανίζονται στο Διάγραμμα 1.



**Διάγραμμα 3: Σύντομη περιγραφή της λειτουργίας του συστήματος της παρούσας μελέτης περίπτωσης ΣΟΔ και σύμφωνα με την προτεινόμενη επιστημονική μεθοδολογία.**

Θα πρέπει να τονισθεί ότι η σημασιολογική αναπαράσταση (έχοντας εννοιολογική ερμηνεία) αποτελεί ριζική μετατόπιση από όλες τις ως τώρα μορφές συντακτικής αναπαράστασης δεδομένων όχι μόνο εγχώρια αλλά και διεθνώς, αποτελώντας κύριο συγκριτικό πλεονέκτημα και καινοτομία του προτεινόμενου εγχειρήματος.

**Πλεονεκτήματα, προκλήσεις και προοπτικές συνδεδεμένων δεδομένων ΣΟΔ**

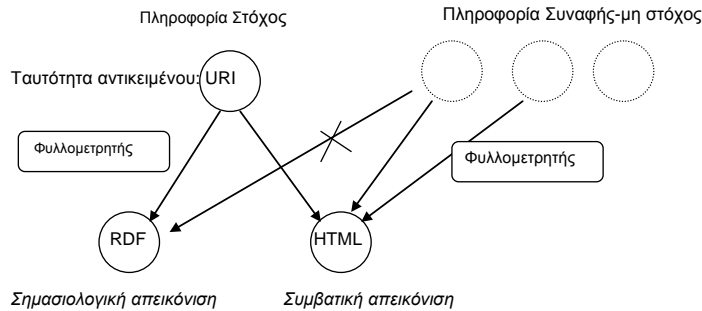
Κάθε ενδιαφερόμενος μπορεί εύκολα μέσω ενός φυλλομετρητή να έχει πρόσβαση σε κάθε URI έγγραφο και μέσω του κατηγορήματος RDF σε επιπλέον άμεσα σχετιζόμενες πληροφορίες (Berners-Lee and Fischetti 1999).

Για παράδειγμα εισάγοντας ερώτημα σχετικά με το ΣΟΔ που εφαρμόζεται από συγκεκριμένο γεωργικό συνεταιρισμό, ή ομάδα παραγωγών στην επικράτεια, θα είναι εφικτή στοχευόμενη πλοήγηση σε πληροφορίες και δεδομένα του ενδιαφέροντος μας. Θα μπορούν με τον τρόπο αυτό να παρέχονται συγκεκριμένα στοιχεία και πληροφορίες όπως για αυτές που αφορούν στο είδος της καλλιέργειας, την ποικιλία που καλλιεργείται, το γεωγραφικό πλάτος και μήκος, της καλλιεργητικές εργασίες που ακολουθήθηκαν, το είδος και χρόνος των καλλιεργητικών χειρισμών και χημικών επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν, η στρεμματική απόδοση, ποιοτικά χαρακτηριστικά κ.α. Παράλληλα η διασύνδεση με μετεωρολογικά δεδομένα η πληροφορίες πάνω στην εμφάνιση εχθρών και ασθενειών από το αντίστοιχο περιφερειακό ινστιτούτο φυτοπροστασίας θα μπορούν να συσχετισθούν με τα δεδομένα του AgroCert προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την αξιολόγηση του συγκεκριμένου ΣΟΔ.

Ένα δεύτερο σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι επιπλέον δεδομένα (πέραν των προαναφερόμενων), που εισάγονται στο σύστημα μέσω URIs, θα μπορούν να συγχωνευτούν, με βάση την αρχική οντολογία και μάλιστα με φυσικό τρόπο. Το σχήμα <http://> για παράδειγμα, είναι απλό URI σχήμα το οποίο υποστηρίζεται ευρέως από σχεδόν όλα τα σημερινά εργαλεία και υποδομές. Κατά συνέπεια με τις είδη υπάρχουσες πληροφορίες που θα συνδεθούν μέσω της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής και οντολογίας θα μπορεί να επεκτείνεται σταδιακά ο γράφος συνδεδεμένων δεδομένων με νεότερες πληροφορίες και δεδομένα (π.χ. τρέχουσες τιμές διάθεσης προϊόντων ανά αγορά, επιπλέον οικονομοτεχνικά στοιχεία και χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, δεδομένα πρωτογενούς παραγωγής από την εθνική στατιστική

υπηρεσία κ.α.). Η προοπτική αυτή παρέχει δυνατότητες στοχευόμενης αναζήτησης και ανάκτησης πληροφορίας (Lin and Huang 2009).

Το σύστημα που σύντομα περιγράφηκε, πλεονεκτεί ακόμη στο γεγονός ότι διευκολύνει την αναπαράσταση περισσότερων πληροφοριών που μπορούν να εκφραστούν μέσω διαφορετικών σημασιολογικών γλωσσών (π.χ. OWL: Ontology Web Language ή RDF-S) επιτρέποντας την σύνδεση τόσο δομημένης όσο και μη δομημένης πληροφορίας σχετικής με τα ΣΟΔ.



**Διάγραμμα 2: Απλοποιημένη σχηματική απεικόνιση αναζήτηση πληροφορίας (query expansion) και αντίστοιχα περιγραφικά έγγραφα που χρησιμοποιούνται για συμβατική-συντακτική αναζήτηση πληροφορίας και την Web3-σημασιολογική αναζήτηση πληροφορίας και σύνδεση δεδομένων με τον τρόπο που προτείνεται στην παρούσα εργασία.**

Το γεγονός ότι τα συνδεδεμένα δεδομένα μπορούν να σχετιστούν με άλλα μέρη συνδεδεμένων δεδομένων παρέχει πραγματικά νέες δυνατότητες στην ανάπτυξη, εφαρμογή, αξιολόγηση και βελτιστοποίηση των Συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης αγροτικών προϊόντων στη χώρας μας. Αν και στην πράξη οι εφαρμογές είναι απεριόριστες, ένα ακόμη παράδειγμα θα καταδείξει τα πλεονεκτήματα των συνδεδεμένων δεδομένων για τα ΣΟΔ. Έτσι, πληροφορίες που αφορούν σε δεδομένα από συνήθεις ενεργειακές εισροές που διοχετεύονται προς ένα Αγρο-οικοσύστημα και για δεδομένη χρονική στιγμή και γεωγραφική περιοχή, μπορούν να συνδυαστούν με διαθέσιμα δεδομένα (και εφόσον ακολουθούν την αρχιτεκτονική που προτάθηκε) που αφορούν σε στρεμματική απόδοση και τιμή του προϊόντος. Θα πρέπει να διευκρινιστεί στο σημείο αυτό ότι τα δεδομένα αυτά είναι είδη διαθέσιμα από τους εμπλεκόμενους ΣΟΔ φορείς, ωστόσο με την υπάρχουσα δομή μη 'εκμεταλλεύσιμα'.

Ωστόσο, και όπως συνοπτικά περιγράφονται στο πίνακα 1, στην παρούσα μελέτη περίπτωσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και μια σειρά από παράγοντες που δυνητικά δυσχεραίνουν την υλοποίηση του προτεινόμενου σχήματος.

Δεδομένου του ενδιαφέροντος των εποπτικών φορέων για κεντρικό σχεδιασμό ανασταλτικοί παράγοντες εστιάζονται κυρίως στην διάθεση και μηχανογράφηση των δεδομένων και στην εξοικείωση προς την σημασιολογική αναπαράσταση γνώσης και στην χρήση των τεχνολογιών Web3 και του RDF σχήματος για να υλοποιηθούν. Με γνώμονα ότι η παρούσα επιστημονικής μεθοδολογία ως περιγράφεται κρίνεται αξιόπιστη, δεδομένου ότι έχει είδη υλοποιήθηκε σε συναφείς εφαρμογές (Bratsas et al. 2011, Kondocostas et al. 2012), η υλοποίηση της παρούσας μελέτης είναι εφικτή.

**Πίνακας 1: SWOT ανάλυση (Strength, weakness, opportunities, threats - Δυνατότητες, Αδυναμίες, Ευκαιρίες και Απειλές)**

<b>Δυνατότητες και ευκαιρίες</b>	<b>Αδυναμίες και Απειλές</b>
Μακροπρόθεσμος κεντρικός σχεδιασμός αγροτικής πολιτικής	Έλλειψη κεντρικού σχεδιασμού και στρατηγικών συντονισμού με στόχο την αναβάθμισης των μητρώων καλλιεργητών ΣΔΟ προς την κατεύθυνση της πλήρους σημασιολογικής αναπαράστασης γνώσης
Εποπτεία και εύκολη διαχείριση διαθέσιμων δεδομένων από την κεντρική διοίκηση και τους εμπλεκόμενους φορείς εποπτείας	
Χαμηλό Κόστος αναβάθμισης χωρίς σημαντικό επενδυτικό κεφάλαιο	Έλλειψη οικονομικών πόρων
Ανοιχτού κώδικα διαθέσιμες τεχνολογίες Web 3	Έλλειψη τεχνικών γνώσεων από τους φορείς κεντρικού σχεδιασμού πάνω σε θέματα σημασιολογικής αναπαράστασης γνώσης και συνδεδεμένων δεδομένων
Διαφάνεια και άμεση διασταύρωση στοιχείων	Απαίτηση για μηχανοργάνωση και πλήρη ψηφιοποίηση όλων των αρχείων καλλιεργητών και διαθέσιμων δεδομένων
Μείωση της γραφειοκρατίας και	
Επεκτασιμότητα	Διαχείριση μεγάλων και κατακερματισμένων βάσεων δεδομένων
Εναρμόνιση με τις οδηγίες ΚΑΠ της ΕΕ και Διεθνοποίηση	Δυσκολίες απορρόφησης κοινοτικών πόρων και αναβάθμιση της λειτουργικότητας δημόσιων φορέων
Ανοιχτή διάθεση μεγάλου αριθμού δεδομένων για αξιοποίηση από δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς.	Δυσκολίες χρήσης διαθέσιμων δεδομένων και ανάπτυξη καινοτόμων εφαρμογών
Αξιολόγηση και βελτιστοποίηση ΣΟΔ	Δεν είναι εγγυημένη η διάθεση αξιόπιστων δεδομένων από μεριά των εποπτικών φορέων και αγροτικών συνεταιρισμών
Διασταύρωση δεδομένων αρχείων καλλιεργητών και ιχνηλασιμότητα	
Έλεγχος και ελαχιστοποίηση ενεργειακών εισροών σε αγρο-οικοσυστήματα με ότι αυτό συνεπάγεται	

## Συζήτηση

Η παρούσα εργασία μελετά την περίπτωση σημασιολογικής αναπαράστασης γνώσης-δεδομένων σε συγκεκριμένους τομείς της φυτικής παραγωγής και συγκεκριμένα της ολοκληρωμένης διαχείρισης αγροτικών προϊόντων. Με βάση το προτεινόμενο θεωρητικό πλαίσιο, βασιζόμενο σε τρέχουσες τεχνολογίες, καθίσταται αξιοποιήσιμη η σύνδεση δεδομένων σχετικών με τα πρότυπα εφαρμογής συστημάτων ολοκληρωμένης παραγωγής που εφαρμόζονται είδη στη χώρα μας (τύπου AGRO 2.1 & AGRO 2.2. και έτσι όπως αυτά ορίζονται από τον Οργανισμό Πιστοποίησης και Επίβλεψης Γεωργικών Προϊόντων (AgroCert) του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Αναμφίβολα, η αντίληψη της εφαρμογής και αξιολόγησης συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης τίθεται σε νέα βάση πλήρως εναρμονισμένη με τις κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας. Κατά συνέπεια ο μόνος ρεαλιστικός τρόπος προσαρμογής στις Ευρωπαϊκές απαιτήσεις είναι η ανάπτυξη σύγχρονων συστημάτων ολοκληρωμένης παραγωγής σε όλο το φάσμα της πρωτογενούς παραγωγής.

Στην πραγματικότητα η εφαρμογή συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης αποτελεί μονόδρομο για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αφού εμφανίζεται ως μόνος ορθολογικός και ρεαλιστικός τρόπος ελέγχου της χρήσης ενεργειακών εισροών σε Αγρο-οικοσυστήματα. Ήδη η χώρα μας έχει καθυστερήσει σε σχέση αρκετές από τις αναπτυγμένες χώρες (Goense and Hofstee 1994, Agrovoc Linked Open Data). Επιπλέον, ο τρόπος αυτός ανάπτυξης του πρωτογενούς τομέα ακολουθεί συγκεκριμένα πλαίσια και κανόνες που συνάδουν με το πνεύμα και τις αρχές της Αειφόρου Γεωργίας. Ως σύστημα άσκησης γεωργίας, τα ΣΟΔ είναι από τα λίγα που άμεσα μπορούν να αξιολογηθούν αναφορικά με την αποτελεσματικότητά και με την προϋπόθεση ότι υπάρχουν πράγματι διαθέσιμα δεδομένα.

Η περίπτωση της παροχής υπηρεσιών, και συναφούς πληροφορίας, από φορείς που εμπλέκονται σε ΣΟΔ μέσω διαδικτύου, μπορεί να συμβάλει στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ΣΟΔ που εφαρμόζονται στην επικράτεια της χώρας μας. Θα διευκολύνει επίσης σημαντικά τις δημόσιες αρχές (π.χ. AgroCert) στον έλεγχο και την επίβλεψη των ανά την επικράτεια εφαρμοζόμενων ΣΟΔ. Θα συνεισφέρει ακόμη στην προοδευτική σύνδεση μεταξύ αποκεντρωμένων υπηρεσιών και φορέων που δραστηριοποιούνται στο τομέα της πρωτογενούς παραγωγής εξορθολογίζοντας το υπάρχον σύστημα δημόσιας διοίκησης.

Η χρήση του σημασιολογικού ιστού Web3 πραγματικά μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην μορφοποίηση δεδομένων ώστε να είναι πλήρως διαθέσιμα για κάθε ενδιαφερόμενο. Μια στοιχειοθετημένη βάση δεδομένων, και αντίστοιχη οντολογία, παρέχει το σύνολο των πληροφοριών με τα ιδιαίτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά κάθε καλλιέργειας και παραγωγού προς τους ενδιαφερόμενους (παραγωγούς, κοινοπραξίες, εμπόρους, AgroCert κ.α.) προκειμένου να διασφαλιστούν οι απαιτήσεις της αγοράς. Κατά συνέπεια επιτρέπεται η διασύνδεση μεγάλου όγκου ετερογενούς φύσεως πληροφορίας, και πέραν του συμβατικού τρόπου της απλής ανάρτησης πληροφορίας σε ιστοσελίδες του υπουργείου. Ακόμη, η δημιουργία πρότυπων οντολογιών επιτρέπει την ταξινόμηση και συνεχή ανανέωση της πληροφορίας από τους χρήστες καθώς και την άμεση εύρεση συγκεκριμένων πληροφοριών από κάθε ενδιαφερόμενο.

Επειδή σήμερα τα συνδεδεμένα δεδομένα αποτελούν την βέλτιστη διαθέσιμη επιλογή για την δημοσίευση ανοιχτών δεδομένων από δημόσιους και άλλους φορείς, η υλοποίηση του προτεινόμενου πλαισίου σύνδεσης δεδομένων είναι το απαραίτητο πρώτο βήμα που θα συμβάλει καθοριστικά στην αξιολόγηση και βελτιστοποίηση των υπάρχοντων ΣΟΔ που εφαρμόζονται στην χώρα μας εκσυγχρονίζοντας και εναρμονίζοντας τα συστήματα ποιοτικού ελέγχου αγροτικών προϊόντων της χώρας μας, σύμφωνα με εγχώρια και διεθνή πρότυπα.

## Βιβλιογραφία

- Altieri, M.A. (1992), "Agroecological Foundations of Alternative Agriculture in California", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **39**, pp. 23-53
- Antoniou G. and F.van Harmelen "A Semantic Web Primer" , MIT Press , Ch 1, 2, 3 , pp. 15,37,77
- Antoniou I. and Vafopoulos M. (2010), Web as a Complex System, in GRID 2010 Conference Proceedings, Dubna, Russia
- Bajwa, W.I. and M. Kogan, (1997), [On-line], IPM informatics. Electronic knowledgebase. Oregon State University<<http://ippc.orst.edu/ipminformatics>>
- Bajwai, W.I. L. Coop and M. Kogan (2003), Pest Management (IPM) and Internet-Based Information Delivery Systems, *Neotropical Entomology* **32**, pp. 373-383
- Berners-Lee, T. and Fischetti M. (1999), Weaving the Web: The Past, Present and Future of the World Wide Web by its Inventor. Britain: Orion Business
- Berners-Lee, T. Hendler, J. Lassila O. (2001), "The Semantic Web". *Scientific American*
- Biggs N.L., Lloyd E.K. and Wilson R. J. (1986), *Graph Theory*, Second Edition. Clarendon Press, New York
- Bratsas, C. Alexiou, S. Kontokostas, D. Parapontis, I. Antoniou, I. Metakides, G. (2012), Greek Open Data in the Age of Linked Data: A Demonstration of LOD Internationalization, 3rd ACM Web Science Conference, Koblenz, Germany, June 14-17 2011

- Cardoso, J. (2007), "Semantic Web Services, Theory, Tools and Applications", Information Science Reference, Ch. XI, pp. 240
- Creating Linked Data <http://www.jenitennison.com/blog/>
- Cross, J. V. Dickler, E. (1994), Guidelines for Integrated Production of pome fruits in Europe: IOBC Technical Guideline III. IOBC/wprs Bulletin 17, 1-8, International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, Montfavet, France
- Damos, P. and Savopoulou-Soultani, M. (2012), Microlepidoptera of Economic Significance in Fruit Production: Challenges, Constrains and Future Perspectives for Integrated Pest Management. In: Moths: Types, Ecological Significance and Control. Editor: Luis Cauterruccio, Nova Science Publications, ISBN: 978-1-61470-647-2
- European Commission, (2009a), Directive of 21 October 2009 concerning the sustainable use of pesticides (2009/128/EC)
- European commission, (2009b), Final Report Development of guidance for establishing Integrated pests management (IPM) principles 2009 pp3.
- Agrovoc Linked Open Data, FAO-Food and Agriculture Organisation of the United Nations [org/standards/agrovoc/linked-open-data](http://org/standards/agrovoc/linked-open-data)
- God Relations for Semantic SEO, <http://wiki.goodrelations>
- Goense, D. Hofstee, J.W. (1994), An open system architecture for application of information technology in crop production Proc. of the 12th world congress on agricultural engineering, CIGR, Milano, August 29 - September 1, 1994, pp. 1356-1363
- IPM Europe (2000), For the harmonisation of European support to developing countries in the use of IPM to improve agricultural sustainability
- Kontokostas, D. Bratsas, C. Auer, S. Hellmann, S. Antoniou, I. Metakides, G. (2011), Towards Linked Data Internationalization: Realizing the Greek DBpedia, 3rd ACM Web Science Conference, Koblenz, Germany, June 14-17 2011
- Kontokostas, D., Ch. Bratsas, S. Auer S., S. Hellman, I Antoniou, G. Metakidis (2012), Internationalization of Linked Data: The case of the Greek DBpedia edition, Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, Available online 18 January 2012, ISSN 1570-8268, 10.1016/j.websem.2012.01.001. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570826812000030>)
- Lin Z. L. Wu. Huang, X. (2009), "Using query expansion in graph-based approach for query-focused multi-document summarization", *Information Processing and Management*, **45**, pp. 35-41
- Linked Data: Principles and State of the Art <http://www.w3.org/2008/Talks/WWW2008-W3CTrack-LOD.pdf>
- Protégé - owl api programmer's guide, (2006), 21 September; <http://protege.stanford.edu/plugins/owl/api/guide.html>
- Publishing Databases on the Semantic Web (D2R Server Technical Note) <http://www4.wiwi.fu-berlin.de/bizer/d2r-server/publishing/>
- Vafopoulos, M. Angelis, V.A. Platis, A. (2005), Hyper Clustering: from Digital Divide to GRID e-workspace, In Zanasi, A., Brebbia, C.A. and Ebecken, N. (eds), DataMining VI: DataMining, Text Mining and Their Business Applications, WIT Transactions on Information & Communication Technologies, 2005, Vol. 34, pp. 311-321. (ISSN 1743-3517)
- Δάμος Π. (2009), Βιο-οικολογία και αντιμετώπιση των μικρολεπιδοπτέρων της ροδακινιάς στα πλαίσια της ολοκληρωμένης παραγωγής καρπών, Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης