

<b>Έργο:</b>	<b>«ΘΑΛΗΣ: Ενίσχυση της Διεπιστημονικής ή και Διδρυματικής έρευνας και καινοτομίας με δυνατότητα προσέλκυσης ερευνητών υψηλού επιπέδου από το εξωτερικό μέσω της διενέργειας βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας αριστείας»</b>
<b>Τίτλος</b>	<b>«ΕΙΚΟΣ»: Θεωρητική και αλγοριθμική θεμελίωση για</b>
<b>Υποέργου:</b>	<b>Προσωποκεντρικά Συνεργατικά Πληροφοριακά Συστήματα</b>

## **Παραδοτέο Π.5.2**

### **Ρύθμιση της εξέλιξης υπερχώρων και οικοσυστημάτων πληροφορίας**

**Σεπτέμβριος 2015**



**Ευρωπαϊκή Ένωση**  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ**  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



**ΕΣΠΑ**  
**2007-2013**  
Πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



<b>Δράση 5</b>	<b>Υποστήριξη εξέλιξης της πληροφορίας και αυτορρύθμισης συστημάτων</b>				
<b>Ομάδα</b>	Ερ. Ομάδα 5	<b>Έναρξη</b>	01/06/2012	<b>Λήξη</b>	30/11/2015
<b>Συντονιστής ΕΟ5</b>	Π. Βασιλειάδης (Παν. Ιωαννίνων)				
<b>Υποδράση: ΥΔ 5.2</b>	Ρύθμιση της εξέλιξης υπερχώρων και οικοσυστημάτων πληροφορίας				
<b>Συμμετέχοντες</b>	<i>Μέλη ΚΕΟ</i>	Π. Βασιλειάδης, Ι. Βασιλείου, Α. Γούναρης, Ι. Σταύρακας			
	<i>Μέλη ΟΕΣ</i>	Γ. Παπαστεφανάτος (ΕΚ. ΑΘΗΝΑ\ ΙΠΣΥ), Πέτρος Μανούσης (Παν. Ιωαννίνων), Γεωργία Κούγκα (ΑΠΘ), Θεοδώρα Γαλάνη (ΕΜΠ)			
<b>Σύντομη Περιγραφή</b>	<p>Η Υποδράση ΥΔ5.2 ερευνά μοντέλα και αλγοριθμικές μεθόδους που επιτρέπουν στους χρήστες ενός οικοσυστήματος να ρυθμίζουν την εξέλιξή του ελαχιστοποιώντας τον φόρτο εργασίας για την εναρμόνιση των μονάδων λογισμικού με τη νέα δομή, ή σημασιολογία του. Στο πλαίσιο της υποδράσης, με στόχο να αναπαραστήσουμε τη δομή ενός οικοσυστήματος, χτίσαμε ένα γραφοθεωρητικό μοντέλο ενός οικοσυστήματος, το Γράφημα Αρχιτεκτονικής, με ιδιότητες που εγγυώνται την ορθή εξάπλωση του αποτελέσματος μιας επικείμενης αλλαγής στο οικοσύστημα. Παρέχουμε επίσης αλγορίθμους που επιτρέπουν την ορθή προσαρμογή του οικοσυστήματος στη νέα κατάσταση.</p>				
<b>Παραδοτέο</b>	<u>Π.5.2</u> Ρύθμιση της εξέλιξης υπερχώρων και οικοσυστημάτων πληροφορίας				
<b>Στόχος στο Τ.Δ.</b>	Τεχνική αναφορά που θα περιλαμβάνει τουλάχιστον 2 δημοσιεύσεις.				
<b>Επίτευξη στόχου</b>	100%				



## Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	7
1.1	Πλαίσιο έρευνας.....	7
1.2	Κίνητρα της έρευνας και κεντρική ιδέα .....	9
2	Διάδοση Αλλαγών Σε Πληροφοριακά Οικοσυστήματα.....	11
3	Αυτοματοποίηση της Προσαρμογής Εξελισσόμενων Οικοσυστημάτων Δεδομένων .....	13
4	Ανακεφαλαίωση.....	15



## 1 Εισαγωγή

Ο βασικός στόχος του έργου ΕΙΚΟΣ είναι να προσφέρει τη μεθοδολογία, τη θεωρητική θεμελίωση, τις αλγοριθμικές τεχνικές και την αρχιτεκτονική του λογισμικού που απαιτείται ώστε τα πληροφοριακά συστήματα να μπορούν να προσφέρουν στους χρήστες αφενός την δυνατότητα εξατομίκευσης της παρεχόμενης πληροφορίας και αφετέρου τη δυνατότητα χρήσης ενσωματωμένων ετερογενών δεδομένων, ενδεχομένως διαφορετικής προέλευσης, με διαφανή τρόπο.

Στα πλαίσια του έργου, η Δράση 5 «Υποστήριξη εξέλιξης της πληροφορίας και αυτορρύθμισης συστημάτων» προσφέρει στο έργο αλγοριθμικά αποτελέσματα για τη σχεδίαση και την προσαρμογή ενός-οικοσυστήματος δεδομένων σε ότι αφορά εξελικτικές μεταβολές που αφορούν στη σημασιολογία, δομή και περιεχόμενο της πληροφορίας. Η Δράση οργανώνεται σε τρεις θεμελιώδεις δράσεις, εκ των οποίων η πρώτη αφορά τη μοντελοποίηση των γεγονότων εξέλιξης και των αλληλεξαρτήσεών τους, η δεύτερη την ρύθμιση και αυτοματοποίηση της εξέλιξης ενός οικοσυστήματος δεδομένων και η τρίτη την a-priori σχεδίασή του, έχοντας υπόψη τις διαθέσιμες τεχνικές προσαρμογής από την προηγούμενη υποδράση.

Το παρόν Παραδοτέο Π.5.2 περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της υποδράσης ΥΔ5.2. Στην ενότητα 1 παρουσιάζουμε το γενικότερο πλαίσιο του προβλήματος. Στην ενότητα 2 περιγράφουμε μηχανισμούς ελέγχου της διάδοσης των αλλαγών σε ένα οικοσύστημα και στην ενότητα 3 περιγράφουμε μηχανισμούς προσαρμογής του οικοσυστήματος στις αλλαγές αυτές. Ανακεφαλαιώνουμε τα αποτελέσματά μας στην ενότητα 4.

### 1.1 Πλαίσιο έρευνας

Όπως σε όλα τα συστήματα λογισμικού, έτσι και οι τα συστήματα διαχείρισης δεδομένων εξελίσσονται στο πέρασμα του χρόνου. Κάθε τέτοιο σύστημα είναι αντικείμενο μιας συνεχούς εξελικτικής διαδικασίας με σκοπό την προσαρμογή του σε πολλούς παράγοντες όπως η αλλαγή των απαιτήσεων, καινούριες λειτουργίες, συμμόρφωση με νέους κανονισμούς, ενσωμάτωση με άλλα συστήματα καθώς και μεταβολή σε θέματα ασφάλειας και προστασίας

προσωπικών δεδομένων. Οι λόγοι της εξέλιξης της δομής (γνωστής και ως σχήμα) των δεδομένων, μπορούν να περιγραφούν εν τάχει ως εξής:

- Δεν υπάρχει γνώση, ή υπάρχει αδυναμία προσδιορισμού εκ των προτέρων, όλων των επιθυμητών χαρακτηριστικών και λειτουργιών μιας μεγάλης εφαρμογής. Μόνο έπειτα από εκτεταμένη χρήση του συστήματος μπορούν να προσδιοριστούν ικανοποιητικά οι ανάγκες και οι απαιτήσεις του.
- Ο "κόσμος" των εφαρμογών μεταβάλλεται συνεχώς. Επομένως, για να παραμένει ένα σύστημα βιώσιμο, απαιτούνται συνεχείς βελτιώσεις και προσθήκες λειτουργιών ώστε να συμβαδίζει με αυτές τις αλλαγές.
- Συχνά οι αλλαγές γίνονται σε τέτοια κλίμακα που απαιτείται ολικός επανασχεδιασμός του συστήματος. Αυτό φέρει ως αποτέλεσμα την αλλαγή των απαιτήσεων ορισμένων ήδη εγκατεστημένων υποσυστημάτων.

Συνεπώς, συνεχείς αλλαγές στα σχήματα είναι απαραίτητες ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του συστήματος ανά πάσα στιγμή.

Στον κύκλο ζωής ενός συστήματος διαχείρισης δεδομένων, το πρόβλημα της εξέλιξη του σχήματός του αρχίζει να γίνεται ορατό από τα πρώτα στάδια της σχεδίασης. Η πολυπλοκότητα των δεδομένων και η συντήρηση λογισμικού είναι ανάλογα με το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του συστήματος. Ξεκινώντας από ενδοεταιρικά συστήματα, που συνήθως αναπτύσσονται και συντηρούνται από σχετικά μικρές και σταθερές ομάδες προγραμματιστών, σε συστήματα συντηρούμενα και αναπτυσσόμενα από κοινότητες ή/και μεμονωμένα άτομα, η ανάγκη για μία καλά οργανωμένη εξέλιξη γίνεται αναγκαία.

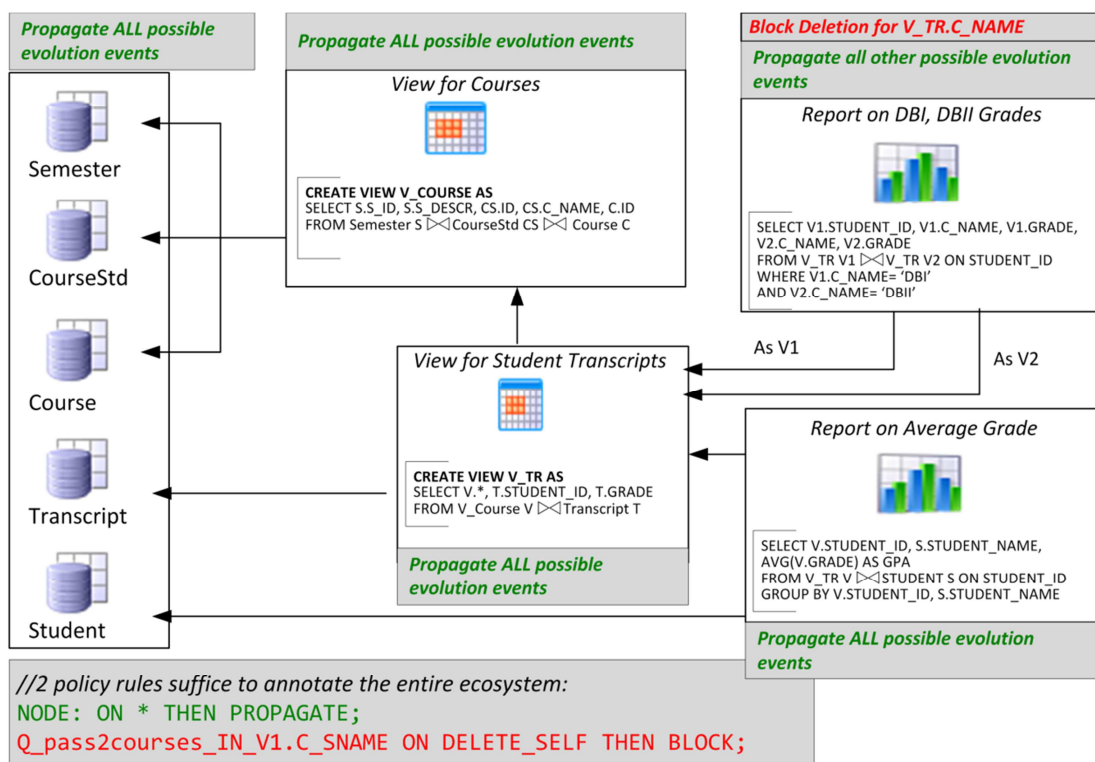
Ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζονται οι αλλαγές στη δομή των δεδομένων απαιτεί, τις περισσότερες φορές, δύσκολες και 'ακριβές' μετατροπές όπως τερματισμός ή επανεκκίνηση του συστήματος, προγραμματιστικό κόστος, απαιτήσεις σε πόρους συστήματος, κτλ. Τα αποτελέσματα των αλλαγών στα σχήματα βάσεων δεδομένων χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες.

1. Επιρροές σε άλλα τμήματα του ίδιου σχήματος



2. Επιρροές σε εξωτερικά δεδομένα
3. Επιρροές στον τρόπο λειτουργίας των εφαρμογών που τα χρησιμοποιούν.

Ο αντίκτυπος αυτής της εξέλιξης είναι εξαιρετικής σημασίας καθώς κάθε αλλαγή στη δομή των δεδομένων επηρεάζει την συντακτική ορθότητα καθώς και τη σημασιολογική εγκυρότητα όλων των εφαρμογών που την περιβάλλουν και απαιτεί εκ των πραγμάτων τη συντήρησή τους, προκειμένου να αρθούν τα λάθη από τον πηγαίο τους κώδικα. Στα πλαίσια της Υποδράσης ΥΔ5.2, καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε τα παραπάνω προβλήματα με συγκροτημένο τρόπο.



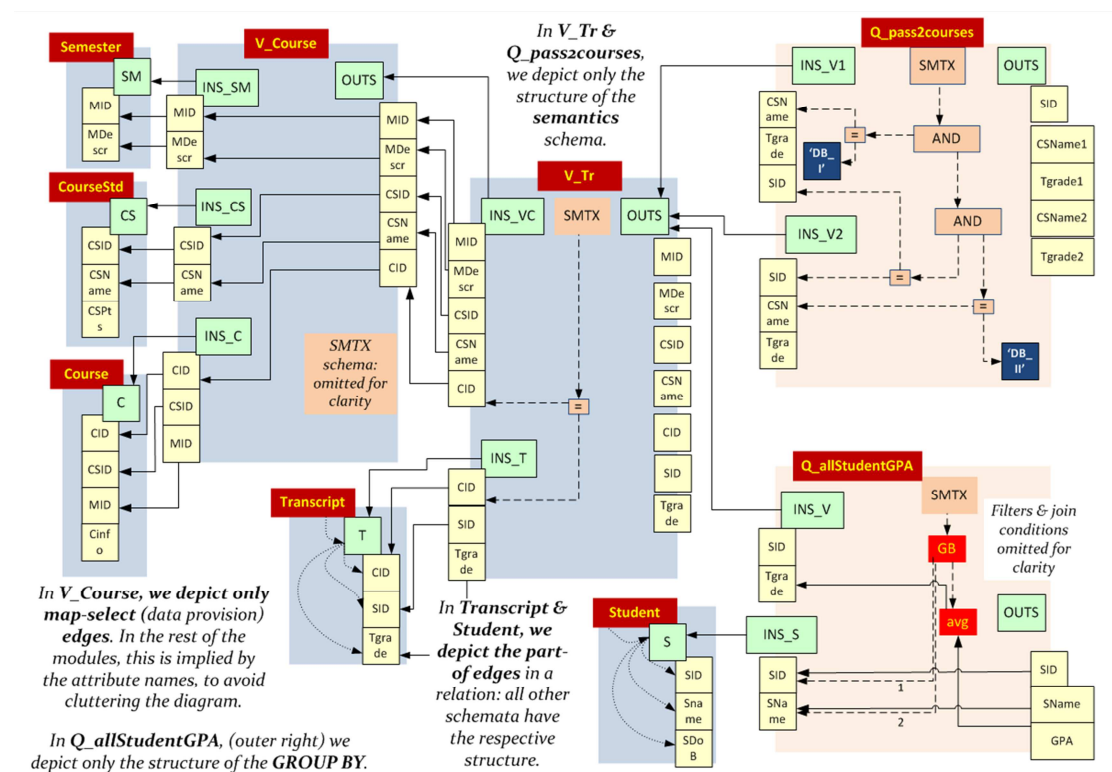
Σχήμα 1 Οικοσύστημα δεδομένων: αριστερά οι πίνακες, στο κέντρο οι views και δεξιά ερωτήσεις (ενσωματωμένες σε reports). Με πράσινα και κόκκινα γράμματα κανόνες που ρυθμίζουν την διάδοση των εξελικτικών γεγονότων στο οικοσύστημα.

## 1.2 Κίνητρα της έρευνας και κεντρική ιδέα

Στο πλαίσιο της Υποδράσης 5.2 σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε αλγοριθμικές μεθόδους που επιτρέπουν στους διαχειριστές και τους χρήστες ενός οικοσυστήματος δεδομένων να ρυθμίζουν την εξέλιξη του ελαχιστοποιώντας τον φόρτο εργασίας για την εναρμόνιση των μονάδων λογισμικού (εφαρμογών,

αναφορών, αποθηκευμένων αποτελεσμάτων, προφίλ κλπ) με τη νέα δομή, σημασιολογία ή περιεχόμενο του οικοσυστήματος.

Τα οικοσυστήματα δεδομένων αποτελούνται από συγκροτημένες συλλογές δεδομένων και εφαρμογές οι οποίες εξυπηρετούν ερωτήσεις και συνεπώς εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από αυτές. Η προσέγγισή μας στηρίζεται στην τεχνική του Γραφήματος Αρχιτεκτονικής το οποίο αναπαριστά τα συστατικά ενός οικοσυστήματος δεδομένων σε ένα γράφημα με κόμβους τα τμήματα κάθε μονάδας λογισμικού (module) και ακμές την εξάρτηση μεταξύ τους. Ένα Γράφημα Αρχιτεκτονικής αναπαριστά με κόμβους (α) τις ερωτήσεις που βρίσκονται ενσωματωμένες σε κάποιες μονάδες λογισμικού που αλληλεπιδρούν με τη βάση δεδομένων (φόρμες, scripts, stored procedures) και (β) τους πίνακες της βάσης δεδομένων, τα πεδία και τους περιορισμούς ορθότητας. Οι ακμές του Γραφήματος δείχνουν κατά βάση εξάρτηση ενός κόμβου από ένα άλλο, ο οποίος λειτουργεί ως πάροχος πληροφορίας.



Σχήμα 2 Γράφημα Αρχιτεκτονικής για το παράδειγμα του προηγούμενου σχήματος

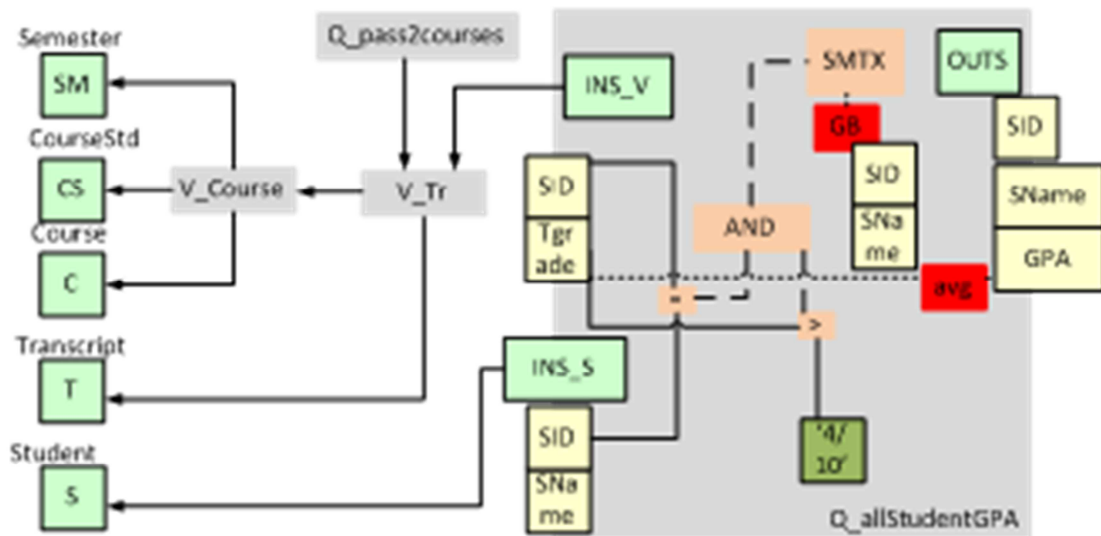
Τα κύρια προβλήματα που αντιμετωπίσαμε συνοψίζονται ως εξής: (α) με ποιους αλγορίθμους μπορεί κανείς να πλοηγηθεί στο Γράφημα Αρχιτεκτονικής και να

εντοπίζει τους κόμβους που επηρεάζονται από μια πιθανή αλλαγή, (β) με ποιους τρόπους μπορεί να ρυθμιστεί η διαχείριση της εξέλιξης ώστε να μην γίνεται αυθαίρετα από το σύστημα αλλά με κανόνες που έχει θέση ο διαχειριστής, (γ) πώς είναι δυνατόν να γίνεται με απόλυτα αυτοματοποιημένο τρόπο η ανασύνταξη ενός Γραφήματος, δοθείσης μιας υποψήφιας αλλαγής, και, (δ) πώς θα γίνουν όλα τα παραπάνω με εγγυήσεις ορθότητας, όπως π.χ., τη σύγκλιση (confluence) του αλγορίθμου μετασχηματισμού σε μοναδικά αποτελέσματα, ασχέτως της διάταξης του Γραφήματος.

## **2 Διάδοση Αλλαγών Σε Πληροφοριακά Οικοσυστήματα**

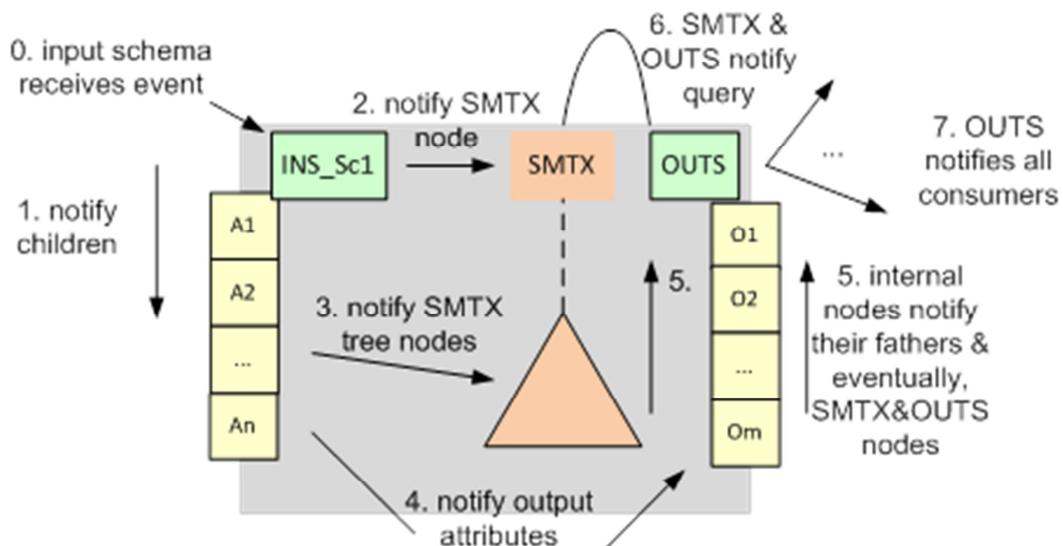
Η αρχική μας προσέγγιση στηρίχθηκε σε μια πρωτόλεια εκδοχή του Γραφήματος Αρχιτεκτονικής για την διαχείριση γεγονότων εξέλιξης σε συστήματα διαχείρισης δεδομένων. Συγκεκριμένα, μας απασχολεί ένα προσανατολισμένο στα δεδομένα οικοσύστημα (data centric ecosystem) που στη μοντελοποίησή του περιλαμβάνει σχέσεις, όψεις και ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις είναι μια καλή αρχική αφαίρεση για να μοντελοποιήσουμε πολύ πιο σύνθετες ενότητες λογισμικού (modules), οι οποίες είναι είτε εσωτερικές στη βάση δεδομένων (όπως για παράδειγμα αποθηκευμένες διαδικασίες – stored procedures) ή εξωτερικές (όπως για παράδειγμα, εφαρμογές που προσπελάζουν τη βάση δεδομένων, αναφορές, κλπ). Με άλλα λόγια, το οικοσύστημα επεκτείνεται και εκτός της βάσεως και περιλαμβάνει και τις εφαρμογές που προσπελάζουν τη βάση στη μοντελοποίησή του.

Επιπλέον, επισημειώνουμε το πληροφοριακό οικοσύστημα με πολιτικές διαχείρισης εξελικτικών γεγονότων – δηλαδή, για κάθε πιθανή αλλαγή που μπορεί να φτάσει σε μια ενότητα λογισμικού (πίνακας, όψη, ή ερώτηση), η εν λόγω ενότητα είναι επισημειωμένη με πολιτικές που καθορίζουν την αντίδρασή της στο γεγονός της αλλαγής. Συγκεκριμένα, οι αλλαγές μπορεί να αντιμετωπίζονται με τον κανόνα BLOCK, που σημαίνει ότι ο επισημειωμένος κόμβος επιθυμεί να διατηρήσει την αρχική του κατάσταση, ή με τον κανόνα PROPAGATE, που σημαίνει ότι ο επισημειωμένος κόμβος, όταν ερωτάται για ένα εξελικτικό γεγονός, δηλώνει ότι συναινεί στην αλλαγή και θα προσαρμοστεί αναλόγως.



Σχήμα 3. Γράφημα Αρχιτεκτονικής σε zoom-out εκδοχή

Με βάση αυτά, διερευνούμε το πώς είναι εφικτή η διαχείριση της διάδοσης των αλλαγών στο Γράφημα Αρχιτεκτονικής. Πρακτικά, κάθε αλλαγή που καταφτάνει σε μια ενότητα λογισμικού ενεργοποιεί και μια πολιτική, η οποία με τη σειρά της είτε τερματίζει τη διάδοση του γεγονότος, είτε καθορίζει την περαιτέρω μετάδοση σε επόμενες ενότητες. Εσωτερικά σε μια ενότητα λογισμικού, η αλλαγή προωθείται με ένα οργανωμένο πρωτόκολλο επίσκεψης των εσωτερικών κόμβων της.



Σχήμα 4. Πρωτόκολλο εσωτερικής διάδοσης αλλαγών

Τα αποτελέσματά μας δημοσιεύθηκαν στο άρθρο [ΠαΒΣ12] που παρουσιάστηκε στο 11<sup>ο</sup> Ελληνικό Συμπόσιο Διαχείρισης Δεδομένων, το 2012.

### **3 Αυτοματοποίηση της Προσαρμογής Εξελισσόμενων Οικοσυστημάτων Δεδομένων**

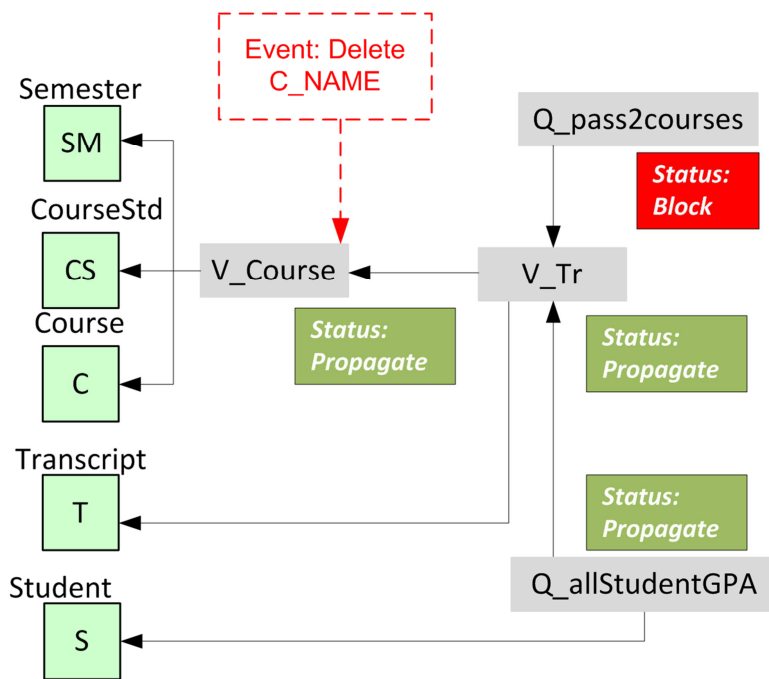
Σε συνέχεια της προηγούμενης δουλειάς μας, εξελίξαμε το Γράφημα Αρχιτεκτονικής, καθώς και την αυτοματοποίηση της διάδοσης αλλαγών, την αποτίμηση των επιπτώσεων και της επανεγγραφής του αλλαγμένου οικοσυστήματος, μετά τη διάδοση των αλλαγών.

Διατηρούμε τα δομικά στοιχεία από τα προηγούμενα αποτελέσματα, με ιδιαίτερη έμφαση στην περιγραφή των ενοτήτων λογισμικού με input and output schemata τα οποία επιτρέπουν την οργανωμένη διάδοση των αλλαγών και την παροχή εγγυήσεων για την ορθή διάχυση των αλλαγών και τον τερματισμό της διαδικασίας. Στο Σχήμα 2 παρέχεται μια οπτική αναπαράσταση ενός μεγάλου μέρους του γραφήματος. Η γλώσσα που χρησιμοποιείται για την επισημείωση των ενοτήτων λογισμικού (modules) με κανόνες εξακολουθεί να στηρίζεται στις δύο θεμελιώδεις πολιτικές (α) BLOCK, που σημαίνει ότι ο επισημειωμένος κόμβος, όταν ερωτάται για ένα εξελικτικό γεγονός, δηλώνει ότι επιθυμεί να διατηρήσει την αρχική του κατάσταση, και (β) PROPAGATE, που σημαίνει ότι ο επισημειωμένος κόμβος, συναινεί στην αλλαγή και θα προσαρμοστεί αναλόγως.

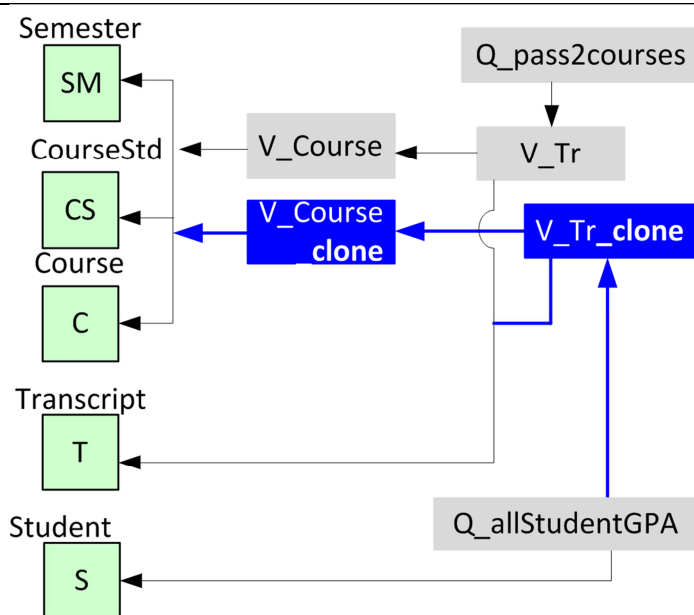
Στο πλαίσιο αυτό, παρέχουμε τα εξής τρία πολύ σημαντικά αποτελέσματα:

1. Παρέχουμε έναν αλγόριθμο για την εκτίμηση των επιπτώσεων που έχει μια πιθανή αλλαγή σε ένα Γράφημα Αρχιτεκτονικής. Ο αλγόριθμος εγγυάται ότι ο μηχανισμός διάσχισης του γραφήματος πάντα τερματίζει και στο τέλος κάθε διάδοσης, κάθε ενότητα λογισμικού είναι επισημειωμένη με μία μοναδική κατάσταση (status), ασχέτως της σειράς με την οποία καταφτάνουν σε αυτήν οι αλλαγές που διαδίδονται στο γράφημα

2. Παρέχουμε ένα αλγόριθμο που επιλύει συγκρούσεις πολιτικών (Σχήμα 5).  
Αν για το ίδιο γεγονός, ένας κόμβος δηλώνει BLOCK και ένας PROPAGATE, το σύστημα πρέπει να δημιουργήσει εναλλακτικές εκδοχές του μονοπατιού προώθησης των δεδομένων, ώστε ο πρώτος να διατηρήσει το παλαιό μονοπάτι τροφοδοσίας του και ο νέος να αποκτήσει ένα εναλλακτικό μονοπάτι τροφοδοσίας με δεδομένα.
3. Παρέχουμε επίσης έναν αλγόριθμο για την επανεγγραφή των όψεων και ερωτημάτων του οικοσυστήματος.



Ένα εξελικτικό γεγονός (διαγραφή ενός πεδίου από το SELECT clause μιας όψης), και 2 διαφορετικές αντιδράσεις σε αυτό.



Κλωνοποίηση του μονοπατιού, ώστε ο blocker να διατηρήσει το αρχικό μονοπάτι τροφοδοσίας με δεδομένα και ο συναινών να αποκτήσει μια τροποποιημένη εκδοχή του (μπλε κόμβοι)

Σχήμα 5 Επίλυση συγκρούσεων και επανεγγραφή

Οι αλγόριθμοι αυτοί έχουν ενσωματωθεί στο υπάρχον σύστημα Hecataeus το οποίο επιτρέπει την μοντελοποίηση, οπτικοποίηση και διαχείριση οικοσυστημάτων δεδομένων. Στο πλαίσιο αυτής της προσπάθειας, το σύστημα αυτό απέκτησε ένα νέο μοντέλο αναπαράστασης των δεδομένων καθώς επίσης και επεκτάσιμα κομμάτια κώδικα, υπεύθυνα για την επισημείωση των δομικών στοιχείων με κανόνες επί των αλλαγών, την εκτίμηση του εύρους των επιπτώσεων των αλλαγών και την επανεγγραφή του οικοσυστήματος ώστε να προσαρμοστεί στις αλλαγές αυτές. Το σύστημα Hecataeus δημοσιεύεται ως ανοιχτό και ελεύθερο λογισμικό στο αποθετήριο Github: <https://github.com/DAINTINESS-Group/Hecataeus>

Τα αποτελέσματά μας δημοσιεύθηκαν στο άρθρο [MaVP13] που παρουσιάστηκε στο 32th International Conference on Conceptual Modeling (ER 2013). Να σημειωθεί ότι τα συνέδρια ER και CAiSE είναι τα κορυφαία συνέδρια στο χώρο της ερευνητικής κοινότητας του Conceptual Modeling και του Information Systems Engineering. Η εκτεταμένη εκδοχή των αποτελεσμάτων [MaVP15] είναι υπό κρίση σε διεθνές περιοδικό. Επίσης, τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν με ομιλία στο 12ο Ελληνικό Συμπόσιο Διαχείρισης Δεδομένων, το 2014 [MaBΠ14].

#### 4 Ανακεφαλαίωση

Το παρόν παραδοτέο Π5.2 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της υποδράσης ΥΔ5.2 του έργου ΕΙΚΟΣ. Ο στόχος της υποδράσης ΥΔ5.2 ήταν να δώσει αλγοριθμικές μεθόδους που να επιτρέπουν στους χρήστες ενός οικοσυστήματος να ρυθμίζουν την εξέλιξη του ελαχιστοποιώντας τον φόρτο εργασίας για την εναρμόνιση των μονάδων λογισμικού με τη νέα δομή, σημασιολογία ή περιεχόμενό του.

Στα πλαίσια της έρευνάς μας, λοιπόν, επιτύχαμε να ανταποκριθούμε στο στόχο της υποδράσης με τους ακόλουθους τρόπους:

1. Επεκτείνουμε και χρησιμοποιούμε ως βάση της προσέγγισής μας ένα γραφοθεωρητικό μοντέλο, το Γράφημα Αρχιτεκτονικής, το οποίο αναπαριστά τα συστατικά ενός οικοσυστήματος δεδομένων σε ένα γράφημα με κόμβους τα τμήματα κάθε μονάδας λογισμικού (ερωτήσεις, πίνακες, πεδία, κλπ) και ακμές την εξάρτηση μεταξύ τους.

2. Για κάθε πιθανή αλλαγή που μπορεί να φτάσει σε μια ενότητα λογισμικού (πίνακας, όψη, ή ερώτηση), επισημαίνουμε τους κόμβους με πολιτικές που καθορίζουν την αντίδρασή τους στο γεγονός της αλλαγής.
3. Παρέχουμε αλγορίθμους για την εκτίμηση των επιπτώσεων που έχει μια πιθανή αλλαγή σε ένα Γράφημα Αρχιτεκτονικής, την επίλυση των συγκρούσεων και την προσαρμογή του οικοσυστήματος στην αλλαγή με τρόπο που να σέβεται τις πολιτικές που έχουν ορισθεί για το χειρισμό της αλλαγής αυτής.
4. Τα αποτελέσματά μας παρουσιάστηκαν στο Ελληνικό Συμπόσιο Διαχείρισης Δεδομένων και στο κορυφαίο συνέδριο στο χώρο της Εννοιολογικής Μοντελοποίησης International Conference on Conceptual Modeling (ER).
5. Το λογισμικό που παράγαμε δημοσιεύεται ως ανοιχτό και ελεύθερο λογισμικό <https://github.com/DAINTINESS-Group/Hecataeus>

## Δημοσιεύσεις

- [ΠαΒΣ15] Γ. Παπαστεφανάτος, Π. Βασιλειάδης, Α. Σιμιτσή. Διάδοση Αλλαγών Σε Πληροφοριακά Οικοσυστήματα. 11ο Ελληνικό Συμπόσιο Διαχείρισης Δεδομένων (ΕΣΔΔ 2012), 28-29 Ιουνίου 2012, Χανιά.
- [MaVP13] Petros Manousis, Panos Vassiliadis, George Papastefanatos. Automating the Adaptation of Evolving Data-Intensive Ecosystems. In Proceedings of the 32th International Conference on Conceptual Modeling (ER 2013), Hong Kong, 11-13 November, 2013.
- [ΜαΒΠ14] Πέτρος Μανούσης, Παναγιώτης Βασιλειάδης, Γιώργος Παπαστεφανάτος. Αυτοματοποίηση της Προσαρμογής Εξελισσόμενων Οικοσυστημάτων Δεδομένων. Παρουσιάστηκε στο 12ο Ελληνικό Συμπόσιο Διαχείρισης Δεδομένων (ΕΣΔΔ 2014), Αθήνα, 24-25 Ιουλίου, 2014.
- [MaVP15] Petros Manousis, Panos Vassiliadis, George Papastefanatos. Impact Analysis and Policy-Conforming Rewriting of Evolving Data-Intensive Ecosystems. Accepted for publication. Journal on Data Semantics, <http://dx.doi.org/10.1007/s13740-015-0050-3>



## Παράρτημα