



Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Κατεύθυνση: Προηγμένα Πληροφοριακά Συστήματα

**ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ
ΕΠΙΚΥΡΩΣΗΣ ESPD:
ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ ESPD PEPROL BIS**

Κωνσταντίνος Ράπτης, ΑΜ: ΜΕ2054

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επιβλέπουσα: Ανδριάννα Πρέντζα, Καθηγήτρια

Πειραιάς 2023

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία υλοποιείται μία πλατφόρμα ελέγχου ορθότητας αρχείων ESPD (ESPD validator platform), η οποία υλοποιεί ένα πλάνο ελέγχου (testing plan) αρχείων ESPD που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του έργου INTERPROC. Η εργασία χωρίζεται σε έξι κεφάλαια, με κάθε ένα από αυτά να καλύπτει και να αναπτύσσει διαφορετικές πτυχές της μελέτης περίπτωσης. Αρχικά, στο πρώτο κεφαλαίο γίνεται μία εισαγωγή όπου ορίζεται το πρόβλημα και περιγράφεται η δομή και η συνεισφορά της διπλωματικής εργασίας. Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελεί τη βιβλιογραφική επισκόπηση, όπου αναλύονται έννοιες όπως η διαλειτουργικότητα, περιγράφεται το ESPD, το PEPPOL, το INTERPROC και γίνεται ανασκόπηση των υπαρχόντων διαθέσιμων ESPD validator platforms. Το τρίτο κεφάλαιο αφορά στη μεθοδολογία, όπου περιγράφεται το testing plan, τα βήματα σχεδιασμού του ESPD validator platform καθώς και το μοντέλο ανάπτυξης που ακολουθήθηκε. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μία εκτενής αναφορά σχετικά με την υλοποίηση και την εγκατάσταση της εφαρμογής, όπου αναφέρονται οι τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση του συστήματος μέσα από την εκτέλεση διαφορετικών σεναρίων δοκιμών για κάθε μία από τις δυνατότητες της πλατφόρμας. Τέλος, γίνεται αξιολόγηση της εφαρμογής μέσα από την εξαγωγή συμπερασμάτων, τα οποία γίνονται η βάση για προτεινόμενες μελλοντικές κατευθύνσεις.

Θεματική Περιοχή: Πλατφόρμες Ελέγχου Ορθότητας

Λέξεις Κλειδιά: Validator Platform, Validator, ESPD Validator, ESPD Validator Platform, ESPD, Peppol, Peppol BIS, BIS, Espd Peppol BIS, Interoperability Testing, Conformance Testing, GUI Testing, Transactional Testing, Testing Plan, Public Procurement, Agile

Abstract

The subject of this MSc thesis is the design and implementation of a European Public Procurement Document (ESPD) validator platform, which executes an ESPD file testing plan. The thesis provides an introduction to concepts such as interoperability, ESPD, and PEPPOL. Existing available ESPD validator platforms are presented, reviewed, and assessed. The thesis includes the methodology, where the testing plan, the ESPD validator platform's design steps, and the development model followed are clarified, and a detailed description of the implementation and installation of the application, where the technologies and tools used are mentioned. The report presents the system through the execution of different test scenarios for each platform's capabilities. Finally, the application is evaluated by drawing conclusions, which become the basis for proposed future directions.

Subject Area: Validator Testing Platforms

Keywords: Validator Platform, Validator, ESPD Validator, ESPD Validator Platform, ESPD, Peppol, Peppol BIS, BIS, Espd Peppol BIS, Interoperability Testing, Conformance Testing, GUI Testing, Transactional Testing, Testing Plan, Public Procurement, Agile

Ευχαριστίες

Για την επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς την κα. Ανδριάννα Πρέντζα για την πολύτιμη συμβολή της μέσα από τη συνεχή υπόδειξη κατευθύνσεων και παρατηρήσεων.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω την υποψήφια διδάκτωρ του τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων Μαρία Σιαπέρα για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές της μέσα από την τακτική επικοινωνία που είχαμε κατά τη φάση της συγγραφής και της υλοποίησης της εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την κοπέλα μου, που μου συμπαραστάθηκε το χρονικό διάστημα κατά το οποίο εργάστηκα πυρετωδώς, προκειμένου να βγάλω εις πέρας την εργασία, ανεχόμενη τις δυσκολίες και τους περιορισμούς που ανακύπτουν από ένα τέτοιο εγχείρημα.

Τέλος, θα ήθελα να αναφέρω τους γονείς μου, οι οποίοι συστηματικά όλα αυτά τα χρόνια με υποστηρίζουν και με εμπιστεύονται σε κάθε βήμα που κάνω στη ζωή μου. Η παρουσία τους είναι καθοριστική για την επιτυχή έκβαση κάθε προσωπικού μου εγχειρήματος.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	5
ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	8
ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1. Ορισμός του προβλήματος	12
2. Δομή της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας	12
3. Συνεισφορά της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	14
1. Εισαγωγή.....	14
2. Διαλειτουργικότητα.....	14
2.1. Εισαγωγή	14
2.2. Η έννοια της διαλειτουργικότητας	14
2.3. Επίπεδα Διαλειτουργικότητας	16
2.3.1. Οργανωσιακή Διαλειτουργικότητα	17
2.3.2. Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα.....	18
2.3.3. Τεχνική Διαλειτουργικότητα	18
2.3.4. Θεσμική Διαλειτουργικότητα	19
2.3.5. Διαλειτουργικότητα Διακυβέρνησης.....	20

2.3.6.	Ολοκληρωμένη Διακυβέρνηση των Δημοσίων Υπηρεσιών	20
3.	European Single Procurement Document – ESPD	21
4.	ESPD – Exchange Data Model.....	22
5.	Ηλεκτρονική Πλατφόρμα e-Certis.....	23
6.	Έργο INTERPROC	24
7.	PEPPOL.....	25
8.	OpenPeppol	27
9.	PEPPOL Interoperability Framework.....	28
9.1.	Peppol Agreements	29
9.2.	Business Interoperability Specifications – BIS	31
9.3.	Peppol Network.....	32
10.	ESPD Peppol BIS	34
11.	ISO Schematron	35
12.	Υπάρχουσες Πλατφόρμες.....	36
12.1.	VEFA Validator.....	36
12.2.	Interoperability Testbed Validator – ITB Validator.....	36
12.3.	Ecosio Validator	37

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ..... 39

1.	Εισαγωγή.....	39
2.	Βήματα Μεθοδολογίας Πλάνου Ελέγχου (Testing Plan).....	40
2.1.	Βήμα 1 – Conformance Testing.....	41
2.2.	Βήμα 2 – GUI Testing	42
2.3.	Βήμα 3 – Transactional Testing.....	43
3.	Βήματα Σχεδιασμού του Validator Platform.....	44
3.1.	Συστατικά Στοιχεία του Validator Platform.....	47
3.2.	Περιβάλλον Εγκατάστασης ESPD Validator Platform.....	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	51
1. Εισαγωγή.....	51
2. Επισκόπηση Υλοποίησης ESPD Validator Platform	51
3. Εγκατάσταση του ESPD Validator Platform	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	56
1. Εισαγωγή.....	56
2. XML Validation Testing – Conformance Testing.....	56
3. GUI Testing	58
4. Transactional Testing.....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ	64
1. Αξιολόγηση εφαρμογής	64
2. Μελλοντικές βελτιώσεις	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	66

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1 Peppol Interoperability Framework [28]	29
Εικόνα 2 Peppol Four-Corner Model [28]	32
Εικόνα 3 XML Validation έγκυρου τεχνουργήματος ESPD Request.....	57
Εικόνα 4 XML Validation μη έγκυρου τεχνουργήματος ESPD Request	58
Εικόνα 5 Data Acceptance Validation έγκυρου (κατά DA) τεχνουργήματος ESPD Response 59	
Εικόνα 6 Data Acceptance Validation μη έγκυρου (κατά DA) τεχνουργήματος ESPD Response 60	
Εικόνα 7 Data Persistence Validation έγκυρων (κατά DP) τεχνουργημάτων ESPD Request & ESPD Response.....	62
Εικόνα 8 Data Persistence Validation μη έγκυρων (κατά DP) τεχνουργημάτων ESPD Request & ESPD Response	63

Λίστα Σχημάτων

Σχήμα 1 Βήματα μεθοδολογίας δοκιμών πλάνου ελέγχου	41
Σχήμα 2 Φάσεις μεθοδολογίας Agile	45
Σχήμα 3 Παρουσίαση τριών συστατικών στοιχείων πλατφόρμας ESPD validator.....	48
Σχήμα 4 Διεπαφή ArtefactValidator και κλάσεις υλοποίησης ESPDSchematronValidator, ESPDSchemaValidator	49
Σχήμα 5 Αυτόματη και ημιαυτόματη εγκατάσταση στο VM μέσω GitHub workflows.....	53
Σχήμα 6 Λειτουργία reverse proxy του NGINX server	55

Πίνακας Συντομεύσεων

AISBL	Association Internationale Sans But Lucratif
AP	Access Point
AR	Artifact Repository
B2B	Business to Business
B2G	Business to Government
BIS	Business Interoperable Specification
CA	Contracting Authority
CEF	Connecting Europe Facility
CIUS	Core Invoice Usage Specifications
DA	Data Acceptance
DP	Data Persistence
DSDM	Dynamic Systems Development Method
EDM	Exchange Data Model
EG	Exclusion Grounds Criteria
EIF	European Interoperability Framework
EO	Economic Operator
ESPD	European Single Procurement Document
ESPD AC	European Single Procurement Document Artifact Consumer
ESPD AP	European Single Procurement Document Artifact Provider
GUI	Graphical User Interface
IaaS	Infrastructure as a Service
IDE	Integrated Development Environment
ITB	Interoperability Testbed
LTS	Long Term Support
PA	Peppol Authority
PCA	Peppol Coordinating Authority
PEPPOL	Pan-European Public Procurement Online
PKI	Public Key Infrastructure
PO	Publications Office of the European Union
SC	Selection Criteria
SML	Service Metadata Locator
SMP	Service Metadata Publisher
SP	Service Provider
TIA	Transport Infrastructure Agreements
UBL	Universal Business Language
VCS	Version Control System

VM	Virtual Machine
XP	Extreme Programming
ΓΓΠΣ ΔΔ	Γενική Γραμματεία Πληροφοριακών Συστημάτων Δημόσιας Διοίκησης
ΕΕΕΠ	Ευρωπαϊκό Ενιαίο Έγγραφο Προμήθειας
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Ορισμός του προβλήματος

Στο πλαίσιο του έργου INTERPROC αναπτύχθηκε μία προδιαγραφή επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας κατά Perrol για το ESPD, η οποία ακολούθως αποτέλεσε τη βάση υλοποίησης για την αναβάθμιση της εθνικής πλατφόρμας ESPD (Promitheus ESPD). Για τη διασφάλιση της ποιότητας και της ορθότητας των παραγόμενων τεχνουργημάτων ESPD από τη νέα αναβαθμισμένη πλατφόρμα ήταν απαραίτητο να σχεδιαστεί ένα πλάνο ελέγχου (testing plan) που θα εξασφαλίζει την επιτυχή υλοποίηση της προδιαγραφής διαλειτουργικότητας που αναπτύχθηκε. Προκειμένου να υλοποιηθεί το πλάνο ελέγχου στα πλαίσια του έργου, σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε μία πλατφόρμα ελέγχου ορθότητας αρχείων ESPD (ESPD validator platform). Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε η ανάπτυξη μίας νέας πλατφόρμας είναι το ότι καμία από τις υπάρχουσες λύσεις δεν ήταν ικανή να υλοποιήσει το πλάνο ελέγχου. Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα παρουσιαστεί το πλάνο ελέγχου, η μεθοδολογία του καθώς και η ανάπτυξη της πλατφόρμας ελέγχου ορθότητας αρχείων ESPD.

2. Δομή της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας ξεκινά με την εισαγωγή που περιλαμβάνει τον ορισμό του προβλήματος και την περιγραφή της συνεισφοράς της. Συνεχίζει με τη βιβλιογραφική επισκόπηση κατά την οποία παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες που αφορούν στη διαλειτουργικότητα, καθώς και τα επίπεδα της. Συμπεριλαμβάνεται και εκτενής αναφορά γύρω από το ESPD, το Perrol και συναφείς όρους που συσχετίζονται με αυτά. Επίσης, καταγράφονται οι υπάρχουσες πλατφόρμες ελέγχου ορθότητας που συνδέονται με το ESPD και το Perrol όπως και οι βασικές δυνατότητές τους. Στη συνέχεια, περιγράφεται η μεθοδολογία ανάλυσης, σχεδίασης και ανάπτυξης του συστήματος, στην

οποία αναλύονται τα βήματα της μεθοδολογίας του πλάνου ελέγχου και περιγράφονται τα βήματα σχεδιασμού του ESPD validator platform. Σε μετέπειτα στάδιο, γίνεται περιγραφή της υλοποίησης της εφαρμογής και κατόπιν παρουσίαση του συστήματος. Τέλος, γίνεται αναφορά στα συμπεράσματα που προέκυψαν και σε μελλοντικές κατευθύνσεις.

3. Συνεισφορά της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Το αντικείμενο της υλοποίησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι μία πλατφόρμα ελέγχου ορθότητας αρχείων ESPD (ESPD validator platform). Η υλοποίηση της συγκεκριμένης πλατφόρμας προέκυψε ως ανάγκη για την επαλήθευση του πλάνου ελέγχου (testing plan) που σχεδιάστηκε προκειμένου να ελεγχθεί η αρτιότητα των τεχνουργημάτων ESPD (ESPD artifacts). Επιπλέον, στα πλαίσια του έργου INTERPROC σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε μία προδιαγραφή επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας (Business Interoperability Specification – BIS) κατά PEPPOL για το ESPD. Η συγκεκριμένη προδιαγραφή περιλαμβάνει επιπλέον επιχειρησιακούς κανόνες (business rules), οι οποίοι συμπεριλαμβάνονται ως αρχεία ISO Schematron (Schematrons), προκειμένου να διευκολύνεται η επαλήθευσή τους. Η χρήση των επιχειρησιακών κανόνων της συγκεκριμένης προδιαγραφής αποτελεί έναν ακόμα λόγο που οδήγησε στην ανάπτυξη μίας νέας πλατφόρμας ελέγχου ορθότητας, καθώς αυτοί δεν ελέγχονταν από κάποια από τις ήδη υπάρχουσες πλατφόρμες ενώ ταυτόχρονα συμπεριλαμβάνονταν ως αναπόσπαστο στοιχείο του αρχικού testing plan.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα πραγματοποιηθεί βιβλιογραφική επισκόπηση στην οποία θα παρουσιαστούν βασικές έννοιες σχετικές με τη διαλειτουργικότητα, τα κοινά Ευρωπαϊκά πρότυπα, εστιάζοντας στο ESPD και στο Peppol. Θα παρουσιαστούν επίσης οι πλατφόρμες ελέγχου ορθότητας (validators) που σχετίζονται με αυτά ώστε να εντοπιστούν οι δυνατότητές τους μέχρι σήμερα.

2. Διαλειτουργικότητα

2.1. Εισαγωγή

Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις κατά τη φάση ανάπτυξης λογισμικού που υλοποιεί κοινά πρότυπα και επιχειρησιακούς κανόνες, αλλά και μετέπειτα κατά την ολοκλήρωση του είναι η διασφάλιση της ποιότητας, της αξιοπιστίας και η επίτευξη της διαλειτουργικότητας [1]. Προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι μία εφαρμογή, ένα πληροφοριακό σύστημα ή γενικότερα ένα λογισμικό που υλοποιεί ένα κοινό πρότυπο ή μία προδιαγραφή ανταποκρίνεται στις σχεδιαστικές απαιτήσεις και πράγματι κάνει σωστά αυτό για το οποίο δημιουργήθηκε, απαιτούνται συγκεκριμένες διαδικασίες ελέγχου ορθότητας και η ανάπτυξη ενός σχεδίου δοκιμών, το οποίο περιλαμβάνει ελέγχους για τη διασφάλιση της διαλειτουργικότητας (interoperability testing plan) [2].

2.2. Η έννοια της διαλειτουργικότητας

Η διαλειτουργικότητα διαχρονικά αποτελεί μία έννοια στην οποία αποδίδονται διάφοροι ορισμοί και ερμηνείες:

- **New European Interoperability Framework – New EIF:** «Για τους σκοπούς του New EIF, η διαλειτουργικότητα είναι η ικανότητα των

οργανισμών να αλληλεπιδρούν προς αμοιβαία επωφελείς στόχους, που περιλαμβάνουν την ανταλλαγή πληροφοριών και γνώσης μεταξύ τους, μέσω των επιχειρησιακών διαδικασιών που υποστηρίζουν και της ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των συστημάτων ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών) τους.» [3]

- **Ευρωπαϊκό δίκτυο Interop-NoE:** «Η ικανότητα δύο ή περισσότερων συστημάτων να συνεργάζονται, χωρίς την ύπαρξη μεταβατικού σταδίου (ειδικού προγράμματος μετατροπής και «συνεννόησης») ανταλλάσσοντας πληροφορίες και υιοθετώντας τις νέες συμπεριφορές που προκύπτουν από αυτή τη συνεργασία, σε βάθος χρόνου.» [4]
- **IEEE:** «Η ικανότητα δύο ή περισσότερων συστημάτων ή συστατικών να ανταλλάσσουν πληροφορία και να χρησιμοποιούν την πληροφορία που έχει ανταλλαγή.» [5]
- **ISO/IEC 2382-01, Λεξιλόγιο Τεχνολογίας της Πληροφορικής:** «Η δυνατότητα επικοινωνίας, εκτέλεσης προγραμμάτων ή μεταφοράς δεδομένων μεταξύ διαφόρων λειτουργικών μονάδων με τρόπο που απαιτεί από τον χρήστη να έχει ελάχιστη ή καθόλου γνώση των μοναδικών χαρακτηριστικών αυτών των μονάδων.» [6]
- **European Commission / IDABC:** «Ως Διαλειτουργικότητα, ορίζεται η ικανότητα πληροφοριακών και επικοινωνιακών συστημάτων να ανταλλάσσουν δεδομένα και να είναι σε θέση να διαμοιράζονται πληροφορίες και γνώση.» [7]

Πολλές φορές γίνεται παρερμηνεία του όρου της διαλειτουργικότητας με «συγγενείς» όρους και έννοιες όπως η ολοκλήρωση (integration), η μεταφερσιμότητα (portability), η ανταλλαξιμότητα (interchangeability) και η συνεργασία (collaboration).

- **Ολοκλήρωση:** Σε αντίθεση με την ολοκλήρωση η διαλειτουργικότητα εμπεριέχει έννοιες όπως η συνύπαρξη (coexistence) και η αυτονομία (autonomy). Η ολοκλήρωση ως έννοια διαφοροποιείται καθώς

περιλαμβάνει την έννοια της ομογενοποίησης (uniformisation). Αυτό σημαίνει πως η έννοια της ολοκλήρωσης συνδέει στενά τα διάφορα αποτελούμενα μέρη που απαρτίζουν μία οντότητα (tightly coupled connectivity), με αποτέλεσμα τα όρια και ο διαχωρισμός αυτών να μην είναι ευδιάκριτα. Η διαλειτουργικότητα έχει σχέση με την έννοια της χαλαρής διασύνδεσης (loose coupling connectivity), δηλαδή την κατάσταση όπου τα εμπλεκόμενα μέρη μίας οντότητας, είναι σε θέση να ανταλλάσσουν πληροφορίες και να συνεργάζονται αλλά παράλληλα να διατηρούν την αυτονομία τους [8], [9].

- **Μεταφερσιμότητα:** Η διαλειτουργικότητα ως έννοια σχετίζεται με την ικανότητα δύο ή περισσότερων συστημάτων να κατανοούν πλήρως τις μεταξύ τους εκατέρωθεν πληροφορίες που ανταλλάσσουν. Η μεταφερσιμότητα από την άλλη πλευρά αφορά στη δυνατότητα μεταφοράς συστημάτων, λογισμικού ή χρηστών από το περιβάλλον στο οποίο ενεργούν π.χ. το περιβάλλον ενός οργανισμού, σε ένα άλλο [10].
- **Ανταλλαξιμότητα:** Σε αντίθεση με τη διαλειτουργικότητα ο βασικός στόχος της ανταλλαξιμότητας συσχετίζεται με την ικανότητα διατήρησης του σταθερής συμπεριφοράς ίδιας κλίμακας των προσφερόμενων υπηρεσιών ενός συστήματος ανεξάρτητα από την αλλαγή ή τροποποίηση κάποιων υπομερών ή υποσυστημάτων αυτού [11].
- **Συνεργασία:** Η συνεργασία είναι βασικό συστατικό της διαλειτουργικότητας, αλλά ταυτόχρονα το γεγονός ότι δύο ή περισσότερες οντότητες είναι σε θέση να συνεργάζονται δεν συνεπάγεται ότι και είναι σε θέση να διαλειτουργούν. Αντίστροφα η έννοια της διαλειτουργικότητας έχει άμεση σχέση με την έννοια της συμβατότητας και της δυνατότητας συνεργασίας, καθώς δύο ή περισσότερες διαλειτουργούντες οντότητες προϋποθέτουν τη μεταξύ τους συνεργασία [12].

2.3. Επίπεδα Διαλειτουργικότητας

Η διαλειτουργικότητα ως όρος έχει μελετηθεί συστηματικά τα τελευταία χρόνια με αποτέλεσμα να έχουν γίνει ποικίλες προσεγγίσεις για την ανάλυση της φύσης, των χαρακτηριστικών και των βασικών συστατικών που την απαρτίζουν. Τόσο σύμφωνα με το EIF v1 (European Interoperability Framework version 1) [13], όσο και με τις μετεξελίξεις του: α) EIF v2 [14] β) New EIF [3], η διαλειτουργικότητα δύναται να μελετηθεί με βάση τα επίπεδά της. Αρχικά, το EIF v1 που δημοσιεύτηκε το 2004 εισήγαγε τρία επίπεδα διαλειτουργικότητας τα οποία αποτελούνται από την οργανωσιακή (organisational interoperability), τη σημασιολογική (semantic interoperability) και την τεχνική διαλειτουργικότητα (technical interoperability). Στη συνέχεια, το 2010 δημοσιεύτηκε η επόμενη έκδοση του EIF, το EIF v2 το οποίο συμπεριέλαβε και ένα τέταρτο επίπεδο διαλειτουργικότητας, αυτό της θεσμικής διαλειτουργικότητας (legal interoperability). Ακολούθως το 2017 δημοσιεύτηκε το New EIF, το οποίο υποστήριξε πως επί των τεσσάρων βασικών επιπέδων διαλειτουργικότητας υφίσταται μία εγκάρσια συνιστώσα, η οποία είναι η ολοκληρωμένη διακυβέρνηση των δημοσίων υπηρεσιών (integrated public service governance). Επιπλέον πέραν της ολοκληρωμένης διακυβέρνησης δημοσίων υπηρεσιών το New EIF εισήγαγε ένα επίπεδο υποβάθρου που περικλείει το σύνολο των επιπέδων διαλειτουργικότητας, το οποίο ορίζει ως διαλειτουργικότητα διακυβέρνησης (interoperability governance). Στις παρακάτω υποενότητες γίνεται μία εκτενέστερη αναφορά στα επίπεδα της διαλειτουργικότητας και περιγράφονται οι βασικές πτυχές τους.

2.3.1. Οργανωσιακή Διαλειτουργικότητα

Σύμφωνα με το New EIF [3], ο όρος Οργανωσιακή Διαλειτουργικότητα αναφέρεται «στον τρόπο με τον οποίο δημόσιοι οργανισμοί και διοικήσεις ευθυγραμμίζουν τις επιχειρησιακές διαδικασίες, τις ευθύνες και τις προσδοκίες τους για την επίτευξη κοινά συμφωνηθέντων και αμοιβαία επωφελών στόχων. Στην πράξη, Οργανωσιακή Διαλειτουργικότητα σημαίνει τεκμηρίωση και ενοποίηση ή ευθυγράμμιση των επιχειρησιακών διαδικασιών και των σχετικών πληροφοριών που ανταλλάσσονται. Η οργανωσιακή διαλειτουργικότητα στοχεύει επίσης στην κάλυψη των απαιτήσεων της κοινότητας χρηστών

καθιστώντας τις υπηρεσίες διαθέσιμες, εύκολα αναγνωρίσιμες, προσβάσιμες και εστιασμένες στον χρήστη.»

2.3.2. Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

Κατά το New EIF [3], η Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα διασφαλίζει ότι «η ακριβής μορφή και η έννοια των ανταλλασσόμενων δεδομένων και πληροφοριών διατηρείται και κατανοείται κατά την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των μερών». Με άλλα λόγια ότι «αυτό που αποστέλλεται είναι αυτό που γίνεται και κατανοητό». Η Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα καλύπτει τόσο σημασιολογικές όσο και συντακτικές πτυχές. Οι σημασιολογικές πτυχές αναφέρονται στη σημασία των στοιχείων και στη σχέση μεταξύ τους. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη λεξιλογίων και σχημάτων για την περιγραφή των ανταλλασσόμενων δεδομένων και εξασφαλίζει ότι τα στοιχεία των δεδομένων γίνονται κατανοητά με τον ίδιο τρόπο από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη που συμμετέχουν στην ανταλλαγή πληροφορίας. Αντίστοιχα οι συντακτικές πτυχές αναφέρονται στην ακριβή περιγραφή της μορφής των πληροφοριών που ανταλλάσσονται ως προς τη γραμματική και τη μορφή τους.

Ένα σημείο εκκίνησης για τη βελτίωση της σημασιολογικής διαλειτουργικότητας είναι η αντίληψη ότι τα δεδομένα και οι πληροφορίες αποτελούν πολύτιμο δημόσιο αγαθό. Επιπλέον, θα πρέπει να συνταχθεί και να συντονιστεί μία στρατηγική διαχείρισης πληροφοριών στο υψηλότερο επίπεδο (εταιρική ή επιχειρησιακή) για να αποφευχθεί ο κατακερματισμός και να καθοριστούν οι απαραίτητες προτεραιότητες. Για παράδειγμα, συμφωνίες για δεδομένα αναφοράς σε μορφή ταξινομιών (taxonomies), ελεγχόμενων λεξιλογίων (controlled vocabularies), θησαυρών (thesauri), λιστών προκαθορισμένων κωδικών (code lists) και επαναχρησιμοποιήσιμων δομών/μοντέλων δεδομένων αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την επίτευξη σημασιολογικής διαλειτουργικότητας. Προσεγγίσεις όπως το data-driven design (σχεδιασμός βάσει δεδομένων), σε συνδυασμό με τεχνολογίες linked data (συνδεδεμένων δεδομένων) αποτελούν καινοτόμους τρόπους ουσιαστικής βελτίωσης της σημασιολογικής διαλειτουργικότητας. [3]

2.3.3. Τεχνική Διαλειτουργικότητα

Η τεχνική διαλειτουργικότητα ως όρος περιλαμβάνει τις εφαρμογές και τις υποδομές που συνδέουν συστήματα και υπηρεσίες. Οι πτυχές της τεχνικής διαλειτουργικότητας καλύπτουν προδιαγραφές διεπαφής, υπηρεσίες διασύνδεσης, υπηρεσίες ενοποίησης δεδομένων, παρουσίαση και ανταλλαγή δεδομένων αλλά και πρωτόκολλα ασφαλούς επικοινωνίας. Σημαντικό εμπόδιο στην επίτευξη διαλειτουργικότητας προκύπτει από τα παλαιού τύπου συστήματα (legacy systems). Ιστορικά, οι εφαρμογές και τα συστήματα πληροφοριών στους δημόσιους οργανισμούς αναπτύχθηκαν με τρόπο από κάτω προς τα πάνω (bottom-up approach), προσπαθώντας να λύσουν προβλήματα που σχετίζονται με συγκεκριμένες λύσεις. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία συστημάτων, τα οποία σήμερα ονομάζονται «κατακερματισμένα νησιά» (fragment ICT islands), που είναι δύσκολο να διαλειτουργήσουν και να συνδιαλλαγούν μεταξύ τους. Λόγω του μεγέθους της δημόσιας διοίκησης και του κατακερματισμού των συστημάτων ΤΠΕ, το πλήθος των παλαιού τύπου συστημάτων δημιουργεί ένα επιπρόσθετο εμπόδιο διαλειτουργικότητας σε τεχνικό επίπεδο. [3]

2.3.4. Θεσμική Διαλειτουργικότητα

Σύμφωνα με το New EIF ο όρος θεσμική διαλειτουργικότητα αναφέρεται στη διασφάλιση πως οργανισμοί που λειτουργούν υπό διαφορετικά νομοθετικά πλαίσια, στρατηγικές και πολιτικές έχουν τη δυνατότητα να συνεργάζονται μεταξύ τους. Αυτό ενδέχεται να απαιτεί την ύπαρξη ξεκάθαρων συμφωνιών σχετικά με τον τρόπο αντιμετώπισης των διαφορών στη νομοθεσία διασυνοριακά, συμπεριλαμβανομένης της επιλογής θέσπισης νέας νομοθεσίας. Με άλλα λόγια απαιτούνται ενέργειες προς την υλοποίηση νομικής διαλειτουργικότητας από όλα τα μέρη ώστε να εξασφαλιστεί ίση νομική ισχύς των παρεχόμενων πληροφοριών. Από τα πρώτα βήματα για την αντιμετώπιση της νομικής διαλειτουργικότητας, είναι η εκτέλεση «ελέγχων διαλειτουργικότητας» με έλεγχο της υφιστάμενης νομοθεσίας για τον εντοπισμό φραγμών διαλειτουργικότητας όπως α) τομεακοί ή γεωγραφικοί περιορισμοί στη χρήση και αποθήκευση δεδομένων, β) διαφορετικά και ασαφή μοντέλα αδειών δεδομένων, γ) υπερβολικές περιοριστικές υποχρεώσεις χρήσης συγκεκριμένων ψηφιακών τεχνολογιών ή τρόπων παράδοσης για την παροχή

δημόσιων υπηρεσιών, δ) αντιφατικές απαιτήσεις για τις ίδιες ή παρόμοιες επιχειρηματικές διαδικασίες καθώς και ε) ξεπερασμένες ανάγκες ασφάλειας και προστασίας δεδομένων. [3]

2.3.5. Διαλειτουργικότητα Διακυβέρνησης

Η διαλειτουργικότητα διακυβέρνησης αναφέρεται σε αποφάσεις για πλαίσια διαλειτουργικότητας, θεσμικές ρυθμίσεις, οργανωτικές δομές, ρόλους και αρμοδιότητες, πολιτικές, συμφωνίες και άλλες πτυχές διασφάλισης και παρακολούθησης της διαλειτουργικότητας. Απαιτείται πολιτική υποστήριξη για διατομεακές και/ή διασυνοριακές προσπάθειες διαλειτουργικότητας για τη διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ των δημόσιων διοικήσεων. Για αποτελεσματική συνεργασία, όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη πρέπει να μοιράζονται ένα όραμα, να συμφωνούν σε στόχους και χρονοδιαγράμματα και να ευθυγραμμίζουν τις προτεραιότητες τους. Η διαλειτουργικότητα μεταξύ δημόσιων διοικήσεων σε διαφορετικά διοικητικά επίπεδα θα είναι επιτυχής μόνο εάν οι κυβερνήσεις δώσουν επαρκή προτεραιότητα και διαθέσουν πόρους στις αντίστοιχες προσπάθειες για διαλειτουργικότητα. Η διακυβέρνηση της διαλειτουργικότητας είναι το κλειδί για μια ολιστική προσέγγιση της διαλειτουργικότητας, καθώς συγκεντρώνει όλα τα μέσα που απαιτούνται για την εφαρμογή της. Ο συντονισμός, η επικοινωνία και η παρακολούθηση είναι υψίστης σημασίας για την επιτυχή διακυβέρνηση. [3]

2.3.6. Ολοκληρωμένη Διακυβέρνηση των Δημοσίων Υπηρεσιών

Ο όρος ολοκληρωμένη διακυβέρνηση των δημοσίων υπηρεσιών αναφέρεται στην ανάγκη συντονισμού και διακυβέρνησης σε περιπτώσεις όπου εμπλέκονται πολλοί οργανισμοί. Οι υπηρεσίες θα πρέπει να διοικούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να διασφαλίζεται: ενοποίηση, απρόσκοπτη εκτέλεση, επαναχρησιμοποίηση υπηρεσιών και δεδομένων και ανάπτυξη νέων υπηρεσιών και «δομικών στοιχείων» (building blocks). Είναι ιδιαίτερα σημαντικό το κομμάτι της διακυβέρνησης να καλύπτει όλα τα επίπεδα διαλειτουργικότητας: α) θεσμικό, β) οργανωσιακό, γ) σημασιολογικό και δ) τεχνικό. Η διασφάλιση της διαλειτουργικότητας κατά την προετοιμασία νομικών

πράξεων, επιχειρηματικών διαδικασιών οργάνωσης, ανταλλαγής πληροφοριών, υπηρεσιών και στοιχείων που υποστηρίζουν τις δημόσιες υπηρεσίες είναι μια συνεχής αποστολή, καθώς η διαλειτουργικότητα διακόπτεται τακτικά από αλλαγές στο περιβάλλον, δηλαδή στη νομοθεσία, τις ανάγκες των επιχειρήσεων ή των πολιτών, την οργανωτική δομή των δημόσιων διοικήσεων, τις επιχειρηματικές διαδικασίες και την εμφάνιση νέων τεχνολογιών. Απαιτεί, μεταξύ άλλων, α) οργανωτικές δομές, β) καθορισμό ρόλων και αρμοδιοτήτων για την παροχή και λειτουργία δημόσιων υπηρεσιών, γ) συμφωνίες επιπέδου υπηρεσιών, δ) σύναψη και διαχείριση συμφωνιών διαλειτουργικότητας, ε) διαδικασίες διαχείρισης αλλαγών και σχέδια για τη συνέχεια των δραστηριοτήτων (business continuity) και την ποιότητα των δεδομένων. [3]

3. European Single Procurement Document – ESPD

Το ESPD (Ευρωπαϊκό Ενιαίο Έγγραφο Προμήθειας – ΕΕΕΠ) αποτελεί μία υπεύθυνη δήλωση από την πλευρά του οικονομικού φορέα που υποβάλλει προσφορά για έναν δημόσιο διαγωνισμό προμηθειών [15]. Με το ESPD ο υποβάλλων προσφορά δηλώνει υπεύθυνα ότι πληροί τους όρους, τα κριτήρια και τις προϋποθέσεις για να συμμετάσχει σε έναν δημόσιο διαγωνισμό ηλεκτρονικών προμηθειών. Χάρη στο ESPD οι ενδιαφερόμενοι οικονομικοί φορείς δεν χρειάζεται πλέον να υποβάλλουν εξ αρχής πλήρη αποδεικτικά στοιχεία, γραφειοκρατικές φόρμες και έντυπα που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα στις διαδικασίες σύναψης σύμβασης για έναν δημόσιο διαγωνισμό προμηθειών. Σε αντιδιαστολή συμπληρώνουν και υποβάλλουν το ESPD και σε περίπτωση που μετά την απονομή του διαγωνισμού κριθούν πλειοδότες, τότε καλούνται να υποβάλλουν πλήρη αποδεικτικά έγγραφα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται διευκόλυνση των οικονομικών φορέων που επιθυμούν να συμμετάσχουν σε διαγωνισμούς προμηθειών, καθώς και η περαιτέρω μείωση της γραφειοκρατίας που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους συμμετοχής. Λόγω της ισχύς του ESPD σε όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης δίνεται η ευκαιρία της διασυνοριακής υποβολής προσφοράς και σε συνδυασμό με την ηλεκτρονική πλατφόρμα eCertis εξασφαλίζεται η εύκολη

αντιστοίχιση πιστοποιητικών και βεβαιώσεων μεταξύ τους. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι το ESPD πλαισιώνεται από συγκεκριμένη Ευρωπαϊκή νομοθεσία και πιο συγκεκριμένα από την Ευρωπαϊκή οδηγία 2014/24/ΕΕ [16] και τον εκτελεστικό κανονισμό (ΕΕ) 2016/07 [17] της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Δεδομένου αυτού, οποιαδήποτε ψευδής δήλωση από την πλευρά του οικονομικού φορέα που καταθέτει προσφορά για μία δημόσια διαγωνιστική διαδικασία μέσω της υποβολής ESPD, επιφέρει διοικητικές και ποινικές κυρώσεις, όπως για παράδειγμα αποκλεισμό από τη διαδικασία. Τέλος κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί πως η τρέχουσα έκδοση του ESPD στην οποία και αναφέρεται το παρόν κείμενο αφορά αποκλειστικά στην ηλεκτρονική μορφή του ESPD (e-ESPD) το οποίο και καθιερώθηκε ως υποχρεωτικό αντικαθιστώντας πλήρως την έντυπη εκδοχή του στις 18 Απριλίου του 2018 [18] (Εκτελεστικός Κανονισμός 2016/7 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, Παράρτημα 1, Παράγραφος 9).

4. ESPD – Exchange Data Model

Όπως αναφέρεται και παραπάνω με την οδηγία 2014/24/ΕΕ [16] και πιο συγκεκριμένα στο άρθρο για τις δημόσιες συμβάσεις εισάγεται η έννοια του Ευρωπαϊκού Ενιαίου Εγγράφου Προμηθειών (ESPD) το οποίο είναι ένα έγγραφο υπεύθυνης δήλωσης που υποβάλλεται στη φάση της προ-ανάθεσης μίας διαγωνιστικής διαδικασίας από τους υποψήφιους οικονομικούς φορείς [18]. Χαρτογραφώντας ισοδύναμα πιστοποιητικά μεταξύ των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το ESPD αντικαθιστά τα πιστοποιητικά που εκδίδονται από δημόσιες αρχές ή τρίτα εμπλεκόμενα μέρη σε συνδυασμό με τη χρήση της πλατφόρμας e-Certis [19]. Είναι επομένως ένα πολύτιμο συστατικό για τη διασυνοριακή συμμετοχή μεγαλύτερου αριθμού δυνητικών οικονομικών φορέων στις διαδικασίες σύναψης δημοσίων συμβάσεων και καθίσταται πια ένα βασικό εργαλείο για την ολοκλήρωση της Ευρωπαϊκής Ενιαίας Αγοράς. [20]

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσω της Υπηρεσίας Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Publications Office of the European Union - PO) έχει αναπτύξει ένα μοντέλο δεδομένων (ESPD – Exchange Data Model ή ESPD – EDM) με σκοπό

τη δημιουργία ενός διαλειτουργικού μοντέλου για την απρόσκοπτη ανταλλαγή του ESPD μεταξύ των συστημάτων των οποιονδήποτε ενδιαφερομένων για τις προμήθειες. Μέχρι τη στιγμή που συντάχτηκε η παρούσα διπλωματική εργασία έχουν εκδοθεί τρεις κύριες εκδόσεις του ESPD-EDM, η κάθε μία από τις οποίες περιέχει μία σειρά υποεκδόσεων. Το ESPD-EDM Περιλαμβάνει δύο δοσοληψίες (transactions), α) την αίτηση ESPD (ESPD Request) και β) την απάντηση ESPD (ESPD Response). Το κάθε transaction περιέχει σημασιολογικό μοντέλο (semantic model), συντακτικό (syntax binding), επιχειρησιακούς κανόνες (business rules), λίστες κωδικών (codelists) καθώς και τεχνικές και επιχειρησιακές οδηγίες για την υλοποίησή του.

Το **ESPD Request** συμπληρώνεται από τις αναθέτουσες αρχές (Contracting Authorities - CA), δηλαδή τους φορείς που επιθυμούν να αγοράσουν/προμηθευτούν αγαθά ή υπηρεσίες. Περιέχει βασικές πληροφορίες για την αναθέτουσα αρχή που ανακοινώνει τον διαγωνισμό, κριτήρια αποκλεισμού (Exclusion Grounds Criteria - EG) και επιλογής (Selection Criteria - SC) που πρέπει να ικανοποιούν οι ενδιαφερόμενοι οικονομικοί φορείς (Economic Operators) όπως και άλλα σημαντικά δεδομένα που αφορούν τη διαγωνιστική διαδικασία (π.χ. αριθμός παρτίδων - LOTS).

Το **ESPD Response** συμπληρώνεται από τους οικονομικούς φορείς που συμμετέχουν σε ένα διαγωνισμό προμηθειών και ενδιαφέρονται να καταθέσουν προσφορά. Αρχικά λαμβάνουν το ESPD Request, το οποίο χρησιμοποιείται ως βάση για να παραχθεί το ESPD Response και αφού συμπληρώσουν όλα τα υποχρεωτικά κατ' ελάχιστο πεδία το υποβάλλουν. Το ESPD Response περιέχει επιπλέον του ESPD Request τα στοιχεία του οικονομικού φορέα, καθώς και τις απαντήσεις του στα κριτήρια επιλογής και αποκλεισμού. Επιπλέον, εμπεριέχει πηγές, όπως URLs, από τις οποίες είναι δυνατό να αντληθούν αποδεικτικά στοιχεία (evidence) που αφορούν στην ικανοποίηση συγκεκριμένων κριτηρίων.

5. Ηλεκτρονική Πλατφόρμα e-Certis

Η διαδικτυακή πλατφόρμα e-Certis [19] είναι μία ελεύθερη στην πρόσβαση πλατφόρμα χωρίς κόστος για το χρήστη που έχει σαν στόχο τη διευκόλυνση

των εμπλεκομένων - σε μία διαδικασία προμηθειών - μερών (αναθέτουσες αρχές, οικονομικούς φορείς). Το e-Certis παρέχει τη διασύνδεση των διαφορετικών πιστοποιητικών και βεβαιώσεων που ζητούνται στα πλαίσια μίας διαγωνιστικής διαδικασίας από τις αναθέτουσες αρχές μεταξύ των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συμπεριλαμβανομένων της υπό ένταξη Τουρκίας και των χωρών του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου (Ισλανδίας, Λιχτενστάιν και Νορβηγίας). Η υλοποίηση του κρίνεται πολύ σημαντική καθώς τα πολλαπλά είδη αποδεικτικών στοιχείων (evidence) παρατηρήθηκε πως μπορεί να δημιουργήσουν περιττές επιπλοκές και αβεβαιότητα, μειώνοντας την ελκυστικότητα στις επιχειρήσεις υποβολής προσφορών σε διαγωνισμούς προμηθειών που αφορούσαν σε διαγωνισμούς διαφορετικών κρατών μελών. Αυτό διότι πριν από το e-Certis δεν υπήρχε ένας απλός τρόπος να γίνει η από χώρα σε χώρα αντιστοίχιση των αποδεικτικών στοιχείων. Το e-Certis σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τόσο τις επιχειρήσεις (οικονομικούς φορείς) όσο και τους ενδιαφερόμενους αγοραστές (αναθέτουσες αρχές), αρχικά στην κατανόηση του τι αποδεικτικά στοιχεία απαιτούνται και κατόπιν στην ανεύρεση κοινά αποδεκτών μεταξύ των διαφορετικών χωρών ισοδυνάμων. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή οδηγία 2014/24/ΕΕ [16] τα κράτη μέλη διασφαλίζουν τη διαρκή επικαιροποίηση των πληροφοριών για τα πιστοποιητικά και τις λοιπές μορφές αποδεικτικών εγγράφων που εισάγονται στο σύστημα e-Certis.

6. Έργο INTERPROC

Το έργο INTERPROC (Trans European eProcurement implementation) είναι ένα Ευρωπαϊκό συγχρηματοδοτούμενο έργο από το CEF (Connecting Europe Facility), το οποίο ξεκίνησε το Μάιο του 2021 με ορίζοντα ολοκλήρωσης αρχικά τον Απρίλιο του 2023 και κατόπιν παράτασης τον Οκτώβριο του ίδιου έτους [21]. Σκοπός του συγκεκριμένου έργου είναι η προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης της ευρωπαϊκής οικονομίας, μειώνοντας τις διοικητικές επιβαρύνσεις στις διαδικασίες δημοσίων προμηθειών τόσο για τις αναθέτουσες αρχές όσο και για τους οικονομικούς φορείς. Η επίτευξη του συγκεκριμένου σκοπού έρχεται μέσα από την υλοποίηση και τη διάθεση προς χρήση των απαραίτητων ηλεκτρονικών υπηρεσιών και της υποδομής για την εφαρμογή

των ευρωπαϊκών οδηγιών δημοσίων προμηθειών. Οι δύο βασικές αρχές του έργου είναι:

- Να διευκολύνει την πρόσβαση των μικρομεσαίων επιχειρήσεων σε δημόσιους διαγωνισμούς προμηθειών, ανεξαρτήτως της χώρας της αναθέτουσας αρχής που έχει προκηρύξει το διαγωνισμό
- Να καταστήσει τις διαγωνιστικές διαδικασίες λιγότερο χρονοβόρες, με χρήση αξιόπιστων υφιστάμενων δεδομένων, αυτοματοποιημένων διαδικασιών και αποτελεσματικότερων ροών εργασίας.

Ο αντικειμενικός στόχος του INTERPROC είναι η υποστήριξη της διαλειτουργικής χρήσης δομημένων πληροφοριών σε όλη τη διαδικασία προμηθειών [22]. Για την επίτευξη του στόχου αυτού στο έργο περιλαμβάνονται μία σειρά υλοποιήσεων, μεταξύ των οποίων είναι η υλοποίηση των ηλεκτρονικών φορμών (e-Forms¹), η ανάπτυξη ενός μητρώου συμβολαίων (Contract Register²), η αναβάθμιση υφιστάμενων συστημάτων στην έκδοση τρία του ESPD-EDM (ESPD Exchange Data Model) και η καθιέρωση διασύνδεσης μεταξύ των υπηρεσιών ESPD και των εθνικών βάσεων δεδομένων όπως επίσης και του e-Certis. Τέλος, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στο έργο περιλαμβάνεται και η ανάπτυξη μίας προδιαγραφής επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας (Business Interoperability Specification) κατά PEPPOL για το ESPD, η οποία θα βασίζεται στο ESPD-EDM έκδοση τρία.

7. PEPPOL

Το PEPPOL (Pan European Public Procurement On Line) ξεκίνησε το 2008 ως ένα μεγάλης κλίμακας πιλοτικό συγχρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή

¹ https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/public-procurement/digital-procurement/eforms_en, ημερομηνία πρόσβασης στις 15 Απριλίου 2023

² <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/26421>, ημερομηνία πρόσβασης στις 15 Απριλίου 2023

Επιτροπή και Ευρωπαϊκά κράτη μέλη έργο. Στόχος του ήταν να δημιουργήσει συνθήκες που θα διευκόλυναν το διασυνοριακό εμπόριο μεταξύ φορέων του δημοσίου και ιδιωτικού τομέα, με απώτερο σκοπό την αύξηση της αποτελεσματικότητας, προάγοντας παράλληλα τον υγιή ανταγωνισμό [23]. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, αναπτύχθηκαν προδιαγραφές επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας (business interoperability specification – BIS), οι οποίες τυποποιούν την ανταλλαγή κοινών εγγράφων στον τομέα των ηλεκτρονικών προμηθειών. Παράδειγμα τέτοιων εγγράφων είναι τα ηλεκτρονικά τιμολόγια (Peppol Invoice³) και οι ηλεκτρονικές παραγγελίες (Peppol Order⁴). Προκειμένου όλα αυτά τα έγγραφα ανταλλάσσονται με γρήγορο και ασφαλή τρόπο αναπτύχθηκε ένα δίκτυο γνωστό ως δίκτυο e-Delivery (Peppol e-Delivery network) [24], το οποίο βασίστηκε στο 4-corner model [25].

Στο σήμερα το Peppol ορίζεται ως μία συλλογή επιχειρησιακών, λειτουργικών, σημασιολογικών και τεχνικών προδιαγραφών, διατάξεων του νομικού πλαισίου, λογισμικού και δημοσίου δικτύου δεδομένων, που αναγνωρίζονται εν τω συνόλω μέσω του όρου PEPPOL Interoperability Framework [26]. Η υλοποίηση και εφαρμογή της προαναφερθείσας συλλογής δίνει τη δυνατότητα τόσο στις ευρωπαϊκές όσο και στις εκτός ευρωπαϊκής ένωσης επιχειρήσεις του ιδιωτικού τομέα, να διενεργούν διασυνοριακές ηλεκτρονικές συναλλαγές με τον Ευρωπαϊκό δημόσιο τομέα είτε στην περίπτωση Business to Government (B2G), είτε μεταξύ τους στην περίπτωση Business to Business (B2B). Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτών των ηλεκτρονικών συναλλαγών είναι πως γίνονται εύκολα, με ασφάλεια, αξιοπιστία, εμπιστευτικότητα και αποτελεσματικότητα μέσω του Peppol e-Delivery Network και του πρωτοκόλλου AS4 (AS4 protocol) [27].

³ <https://docs.peppol.eu/peppol/billing/3.0/bis/>, ημερομηνία πρόσβασης στις 17 Απριλίου 2023

⁴ <https://docs.peppol.eu/peppol/upgrade-3/profiles/3-order-only/>, ημερομηνία πρόσβασης στις 17 Απριλίου 2023

Η χρήση του PEPPOL ελαττώνει σημαντικά το χρόνο διαχείρισης του κύκλου ζωής του τιμολογίου και συντομεύει τις διαδικασίες πληρωμών, αυξάνοντας έτσι τον ανταγωνισμό στον τομέα των δημοσίων ηλεκτρονικών προμηθειών. Επιπλέον, προκύπτουν περιβαλλοντικά οφέλη από τη μείωση χαρτιού που συνεπάγεται η ψηφιοποίηση των διαδικασιών με αποτέλεσμα την βέλτιστη αξιοποίηση των χρημάτων των φορολογουμένων πολιτών και την αύξηση του πλούτου στα συμμετέχοντα μέρη.

Στον Ελληνικό Δημόσιο Τομέα, η εφαρμογή του πρότυπου PEPPOL αφορά τον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιοποίηση καταναμεμημένων συνεργαζόμενων υπηρεσιών της διαδικασίας της Ηλεκτρονικής Τιμολόγησης (e-Invoicing), σύμφωνα με τις προδιαγραφές PEPPOL, στο πλαίσιο των προμηθειών του Ελληνικού Δημοσίου [28].

8. OpenPeppol

Το OpenPeppol είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός υπό βελγικό δίκαιο (Association Internationale Sans But Lucratif – AISBL) και αποτελείται από μέλη τόσο του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα. Ιδρύθηκε το Σεπτέμβριο του 2012 μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου Peppol (Μάιος 2008 με Αύγουστο 2012). Ο οργανισμός έχει αναλάβει την πλήρη ευθύνη για την ανάπτυξη και τη συντήρηση των προδιαγραφών Peppol, των δομικών στοιχείων και των υπηρεσιών καθώς και την εφαρμογή τους σε όλη την Ευρώπη.

Ο σκοπός του OpenPeppol είναι να επιτρέψει στις ευρωπαϊκές επιχειρήσεις να συναλλάσσονται εύκολα ηλεκτρονικά με οποιονδήποτε ευρωπαϊό αγοραστή του δημόσιου τομέα στις διαδικασίες προμηθειών τους, διευρύνοντας έτσι τις ευκαιρίες και εξασφαλίζοντας μεγαλύτερο ανταγωνισμό στις διαδικασίες δημοσίων συμβάσεων, παρέχοντας καλύτερη αξία για τα χρήματα των φορολογουμένων.

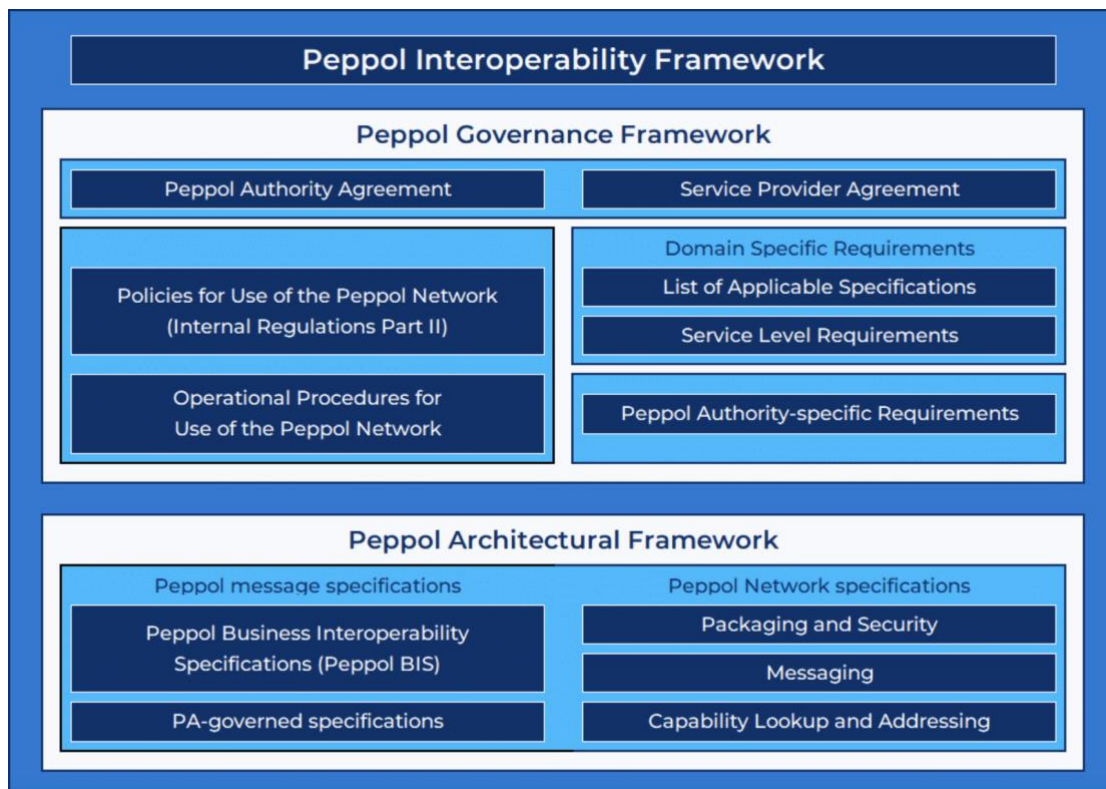
Ο οργανισμός παρέχει ένα έγκυρο σημείο αναφοράς για δίκτυα διαλειτουργικής υποδομής συμβατά με το Peppol και των οργανισμών που τη χρησιμοποιούν,

διασφαλίζοντας υψηλού επιπέδου διακυβέρνηση και συνέχιση της συμφωνίας υποδομής. Το OpenPeppol εργάζεται προς την κατεύθυνση της παροχής στα ενδιαφερόμενα μέρη αποδεκτών προτύπων και προδιαγραφών τεχνολογίας, εξασφαλίζοντας παράλληλα τη βιωσιμότητα, την προώθηση και την υποστήριξη της ευρύτερης χρήσης προδιαγραφών, δομικών στοιχείων (building blocks) και υπηρεσιών κατά Peppol.

Τέλος, η ένωση θεωρεί σημαντικό και ενθαρρύνει τη χρήση συμβατής κατά Peppol υποδομής και συστατικών στο κομμάτι του B2B (business to business), σε τομείς πέρα αυτού των προμηθειών. Το Peppol εφαρμόζεται σήμερα σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, με το ενδιαφέρον να αυξάνεται ορατά και εκτός ευρωπαϊκών συνόρων, σε χώρες όπως η Αυστραλία, η Νέα Ζηλανδία, η Σιγκαπούρη και η Ιαπωνία.

9. PEPPOL Interoperability Framework

Το πλαίσιο διαλειτουργικότητας του PEPPOL Interoperability Framework εδραιώθηκε το 2012 και αποτελούνταν από τέσσερις βασικούς πυλώνες: α) τα Transport Infrastructure Agreements (TIA), β) τις Πολιτικές (Policies), γ) τα Business Interoperability Specifications (BIS) και δ) το eDelivery Network. Οι δύο πρώτοι πυλώνες από κοινού οικοδομούν το Πλαίσιο Διακυβέρνησης PEPPOL (PEPPOL Governance Framework), ενώ οι δύο επακόλουθοι το Πλαίσιο Αρχιτεκτονικής PEPPOL (PEPPOL Architectural Framework). Από το 2019 και μετά η αρχιτεκτονική αυτή εμπλουτίστηκε προκειμένου να ικανοποιήσει τις νέες απαιτήσεις που προέκυψαν μετά και τη μεγέθυνση και επέκταση του Peppol, το οποίο ξεπέρασε τα σύνορα της Ευρώπης τόσο προς την Ασία (Σιγκαπούρη, Ιαπωνία), όσο και προς την Ωκεανία (Νέα Ζηλανδία, Αυστραλία). Έτσι το ανανεωμένο Peppol Interoperability Framework αποτελείται από τα Peppol Agreements (περιλαμβάνουν τα Peppol Authority Agreements και τα Service Provider Agreements), τα Peppol Message Specifications και τα Peppol Network Specifications όπως παρουσιάζονται και στην Εικόνα 1 διατηρώντας τα Πλαίσια Αρχιτεκτονικής και Διακυβέρνησης.



Εικόνα 1 Peppol Interoperability Framework [29]

9.1. Peppol Agreements

Τα Peppol Agreements, περιγράφουν και θεσπίζουν μέσω συμφωνιών – συμβάσεων το μοντέλο διακυβέρνησης και το νομικό μοντέλο συνεργασίας των συμβαλλόμενων μερών. Αποτελούνται από δύο αντίστοιχες συμφωνίες, τις: α) PEPPOL Authority Agreement και β) Service Provider Agreement [29].

Το **Peppol Authority Agreement** ορίζει τις γενικές αρχές συνεργασίας μεταξύ της κεντρικής υπηρεσίας του οργανισμού OpenPeppol (Peppol Coordinating Authority – PCA) και των κατά τόπους εθνικών αρχών (National Peppol Authorities – PAs). Η επιχειρησιακή διακυβέρνηση της κοινότητας/δικτύου Peppol αφορά ηλεκτρονικές συναλλαγές B2B και B2G και διεξάγεται από την PCA στις Βρυξέλλες, η οποία προϊστάται των PAs. Το OpenPeppol ως συντονιστική αρχή έχει το δικαίωμα να εκχωρεί εξουσία για την υλοποίηση και τη χρήση του δικτύου Peppol (Peppol Network) σε μία PA, εντός μίας καθορισμένης γεωγραφικής δικαιοδοσίας. Τα PAs είναι τυπικά, αλλά όχι αποκλειστικά κυβερνητικά ιδρύματα που ως στόχο έχουν να συντονίσουν την

ανταλλαγή ψηφιακών εγγράφων (BIS), επιδιώκοντας οικονομική αποδοτικότητα σε ένα φιλικό προς τις επιχειρήσεις περιβάλλον. Έχουν τη δυνατότητα να ορίζουν επιπλέον επιχειρησιακές απαιτήσεις με σαφή περιορισμό ισχύος εντός της δικαιοδοσίας τους.

Το **Peppol Service Provider Agreement** καθορίζει το γενικό πλαίσιο συνεργασίας μεταξύ μίας PA και των παρόχων υπηρεσιών (Service Providers) εντός της δικαιοδοσία της. Τα PAs διασφαλίζουν ότι οι Peppol Service Providers λειτουργούν εναρμονισμένα σύμφωνα με το Peppol Service Provider Agreement, το οποίο ενσωματώνει το Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας του Peppol (Peppol Interoperability Framework) και όλα τα στοιχεία που περιλαμβάνει. Οι Peppol Service Providers έχουν την άδεια να παρέχουν υπηρεσίες Peppol μόνο εφόσον υπογράψουν μία συμφωνία παροχής υπηρεσιών Peppol με ένα PA και αφού ολοκληρώσουν επιτυχώς τις διαδικασίες ελέγχου του Peppol (Peppol Conformance Testing). Δεδομένου ότι οι Service Providers έχουν τη δυνατότητα να δραστηριοποιούνται σε πολλαπλές περιοχές δικαιοδοσίας διαφορετικών PAs, υπογράφουν το Service Provider Agreement στη δικαιοδοσία στην οποία εδρεύουν. Σε περιπτώσεις όπου σε μία γεωγραφική δικαιοδοσία δεν υπάρχει PA, τότε οι Service Providers που εδρεύουν και θέλουν να δραστηριοποιηθούν στη συγκεκριμένη δικαιοδοσία υπογράφουν απευθείας Service Provider Agreement με το OpenPeppol.

Η Γενική Γραμματεία Πληροφοριακών Συστημάτων Δημόσιας Διοίκησης (ΓΓΠΣ ΔΔ), του Υπουργείου Ψηφιακής Διακυβέρνησης, δυνάμει του Άρθρου 4 του ν. 4623/2019 ορίζεται ως Εθνική Αρχή PEPPOL (PEPPOL Authority – PA) για την Ελλάδα. Προμηθευτές και αγοραστές είναι ελεύθεροι να επιλέξουν να συμβληθούν με τοπικούς πάροχους υπηρεσιών Peppol [30].

Το OpenPeppol όντας ένας οργανισμός υπό συνεχή διεύρυνση ξεκίνησε εργασίες για την αναθεώρηση του πλαισίου συμφωνίας κατά Peppol (Peppol Agreement Framework) προκειμένου να εναρμονιστεί με τις νέες αναπτυσσόμενες προδιαγραφές, πολιτικές και τομείς [31]. Η έως το 2019 ισχύουσα ΤΙΑ είχε αναπτυχθεί το 2012 για να παρέχει διαλειτουργικότητα στο δίκτυο Peppol. Έκτοτε, το Peppol επεκτάθηκε εντάσσοντας στο δίκτυο νέες

αρχές Peppol (Peppol Authorities), νέους τομείς εφαρμογών και νέους πάροχους υπηρεσιών Peppol (Peppol Service Providers) με διαφορετικές απαιτήσεις. Για να επιτύχει την υποστήριξη μελλοντικών λειτουργιών καθώς και την εξασφάλιση συνεχούς διαλειτουργικότητας σε μία δυναμική και διευρυμένη αγορά, ο οργανισμός αποφάσισε να προετοιμάσει και να εφαρμόσει ένα αναθεωρημένο πλαίσιο συμφωνίας (Agreement Framework).

9.2. Business Interoperability Specifications – BIS

Οι προδιαγραφές επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας κατά Peppol (Business Interoperability Specifications – BIS) τυποποιούν ηλεκτρονικά έγγραφα για επικύρωση και ασφαλή ανταλλαγή μεταξύ των Service Providers του Peppol Network, υποστηρίζοντας αγοραστές και πωλητές σε όλο τον κόσμο [29]. Παρέχει ολοκληρωμένες προδιαγραφές για τον εννοιολογικό και λογικό σχεδιασμό και υλοποίηση ηλεκτρονικών επιχειρησιακών διαδικασιών κατά Peppol, καθώς και των οντοτήτων δεδομένων που αυτές περιλαμβάνουν. Οι προδιαγραφές ηλεκτρονικών προμηθειών (Peppol BIS) που διατηρούνται από το OpenPeppol βασίζονται στις υλοποιήσεις και στα πρότυπα ISO/IEC 19845⁵ της UBL⁶. Το OpenPeppol διαθέτει διάφορους τύπους BIS, οι οποίοι καλύπτουν κοινές διαδικασίες ηλεκτρονικών προμηθειών που αφορούν τόσο τη φάση προ της ανάθεσης (pre award), όσο και τη φάση μετά την ανάθεση (post award). Το κομμάτι που αφορά στην ηλεκτρονική τιμολόγηση (e-Invoicing) εντάσσεται στο post award και ειδικότερα για την Ελλάδα έχει θεσπιστεί και υλοποιηθεί για συναλλαγές B2G η BIS εκδοχή του λεγόμενου Greek CIUS (Εθνικός Μορφότυπος Ηλεκτρονικού Τιμολογίου) μέσω σχετικής νομοθεσίας. Στόχος της σχετικής νομοθεσίας είναι η περιγραφή και η θέσπιση των κατά Peppol επιτρεπτών διαφοροποιήσεων σε έννοιες, δεδομένα, τύπους και κανόνες που αφορούν τα επιχειρησιακά πεδία και οντότητες δεδομένων του ηλεκτρονικού

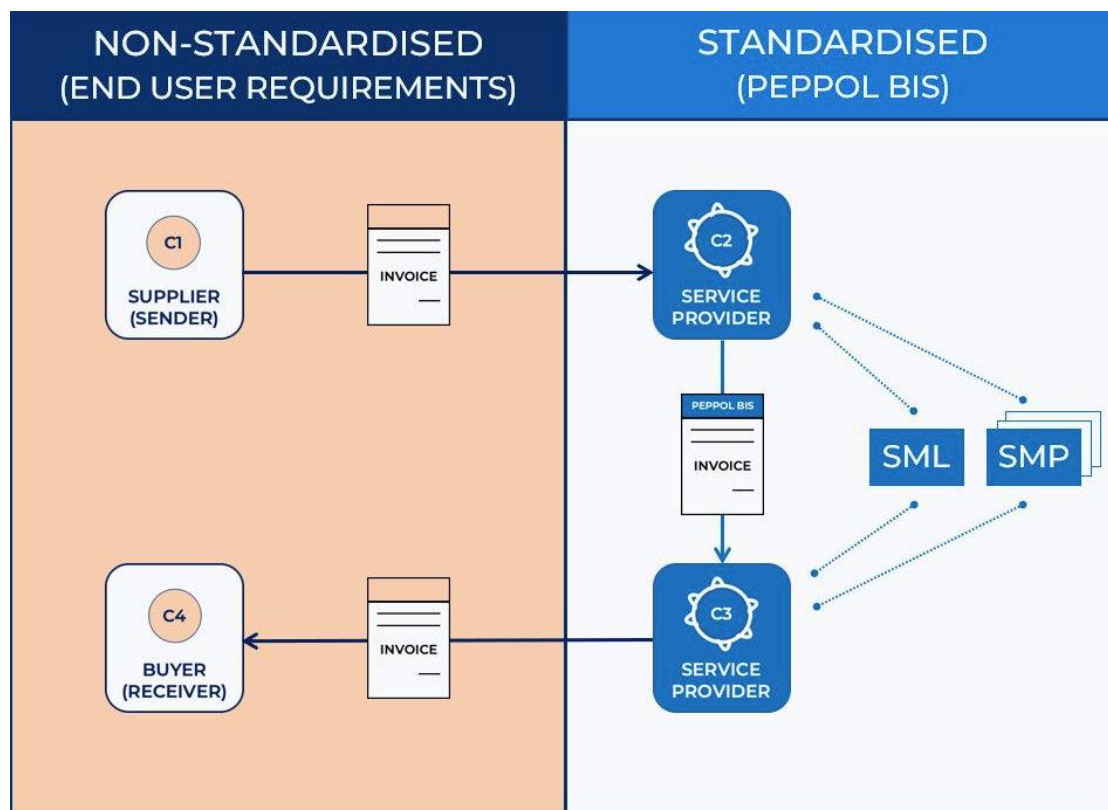
⁵ <https://www.iso.org/standard/66370.html>, ημερομηνία πρόσβασης στις 18 Απριλίου 2023

⁶ https://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=ubl, ημερομηνία πρόσβασης στις 18 Απριλίου 2023

τιμολογίου, οι οποίες είναι απαραίτητες, για την απρόσκοπτη εφαρμογή της ηλεκτρονικής τιμολόγησης κατά Peppol στην ελληνική πραγματικότητα [32] [33].

9.3. Peppol Network

Το Peppol Network γνωστό και ως Peppol e-Delivery Network δίνει τη δυνατότητα σε αγοραστές και προμηθευτές να ανταλλάσσουν επιχειρησιακά ηλεκτρονικά έγγραφα (Peppol BIS) και διαδικασίες, σύμφωνα με το πλαίσιο διαλειτουργικότητας Peppol (Peppol Interoperability Framework), με τρόπο γρήγορο, εύκολο και ασφαλές. Το Peppol Network είναι ένα πολυδιάστατο δίκτυο που συγκροτείται από εκατοντάδες παρόχους υπηρεσιών (Service Providers) από όλο τον κόσμο, σε συνδυασμό με ένα ενιαίο στοιχείο κεντρικής διεύθυνσης (Service Metadata Locator – SML) που τους συνδέει μεταξύ τους. Η «ραχοκοκαλιά» του Peppol Network είναι το Four-Corner Model.



Εικόνα 2 Peppol Four-Corner Model [29]

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2, το Four-Corner Model αποτελείται από τέσσερα μέρη. Τα «corner 1» και «corner 4» αποτελούν τους τελικούς χρήστες αυτής της δομής και συνήθως είναι ΤΠΕ που στέλνουν και λαμβάνουν ηλεκτρονικά έγγραφα, με το «corner 1» να αποτελεί σημασιολογικά τον αποστολέα και το «corner 4» τον λήπτη του μηνύματος. Αντίστοιχα τα «corner 2» και «corner 3» αποτελούν σημεία πρόσβασης (Access Points - APs), τα οποία είναι οι κόμβοι που όλοι μαζί δημιουργούν το Peppol Network μαζί με το SML και τις καταναμημένες ή κεντρικές τοπικές υπηρεσίες αναζήτησης και δημοσίευσης μεταδεδομένων (Service Metadata Publisher – SMP). Η διαφορά του SMP και του SML είναι πως το SML αποτελεί το κεντρικό μητρώο διευθύνσεων που παρέχει τη δυναμική δυνατότητα ανακάλυψης συμμετεχόντων στο Peppol Network, ενώ το SMP είναι αυτό που εισάγει, αναζητεί ή και διαγράφει τα μεταδεδομένα συμμετεχόντων στο SML. Με βάση τα παραπάνω κάθε αποστολέας χρειάζεται να συνδεθεί μόνο σε έναν Service Provider προκειμένου να είναι σε θέση να φτάσει κάθε δέκτη και κάθε δέκτης πρέπει να συνδεθεί μόνο σε έναν Service Provider αντίστοιχα για να είναι σε θέση να λάβει από κάθε αποστολέα (connect ONCE, reach ALL).

Σε τεχνικό επίπεδο τέσσερα είναι τα βασικά στοιχεία που επιτρέπουν στο Four-Corner Model να λειτουργεί: τα α) Access Points, β) το SMP, γ) το SML και δ) το Public Key Infrastructure (PKI) [29].

- Τα Access Points είναι κεντρικά πιστοποιημένοι από την PCA πάροχοι που συνδέονται μεταξύ τους μέσω μίας διαδικασίας διευθυνσιοδότησης και αναζήτησης δυνατοτήτων, επιτρέποντας στους εμπορικούς εταίρους (αγοραστές και προμηθευτές) να στέλνουν και να λαμβάνουν μηνύματα μέσω του Peppol Network. Προκειμένου να δουλέψει ορθά η διαδικασία αποστολής όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2 απαιτείται ένα Access Point που αποστέλλει το μήνυμα (C2), ώστε να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τις προδιαγραφές επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας κατά Peppol (Peppol BIS).
- Τα SMP είναι επίσης κεντρικά πιστοποιημένα από την PCA και αποτελούν όπως και τα Access Points παρόχους υπηρεσιών (SMP

Service Providers) που δίνουν τη δυνατότητα στους εμπορικούς εταίρους (αγοραστές και προμηθευτές) να δημοσιεύουν ηλεκτρονικά τις δυνατότητες λήψης και τους τύπους μηνυμάτων που υποστηρίζουν στο Peppol Network. Η συγκεκριμένη λειτουργία είναι παρόμοια με αυτή ενός ηλεκτρονικού βιβλίου διευθύνσεων ή ενός μητρώου επιχειρήσεων.

- Το SML ορίζει με ποιο SMP χρειάζεται να συνδεθεί ένα Access Point προκειμένου να είναι σε θέση να ανακαλύψει τα στοιχεία διεύθυνσης οποιουδήποτε εμπορικού εταίρου (αγοραστές και προμηθευτές) στο Peppol Network. Η συγκεκριμένη λειτουργικότητα είναι αντίστοιχη με το πως το διαδίκτυο μπορεί να βρει ιστοτόπους με βάση τα ονόματα του τομέα τους (Domain Names). Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως το SML είναι κεντρικά ελεγχόμενο και παρέχεται από το OpenPeppol.
- Το PKI είναι μία υποδομή δημοσίου κλειδιού και χρησιμοποιείται από το Peppol Network για τη δημιουργία και τη διατήρηση ενός αξιόπιστου δικτύου, παρέχοντας ασφάλεια και ακεραιότητα για όλα τα μηνύματα που ανταλλάσσονται και διακινούνται μέσω αυτού.

Όσον αφορά την Ελλαδική επικράτεια, τα Access Points που είναι υπό ελληνική δικαιοδοσία είναι συμβεβλημένα και πιστοποιημένα να αποστέλλουν, μέσω του Peppol Network, τα ηλεκτρονικά τιμολόγια που αφορούν προμήθειες του Ελληνικού Δημοσίου στο μοναδικό, κεντρικό και πιστοποιημένο από το OpenPeppol Access Point του Ελληνικού Δημοσίου, το οποίο είναι εγκατεστημένο και λειτουργεί σε υπολογιστικά συστήματα του GCloud στη ΓΓΠΣ ΔΔ⁷ [34].

10. ESPD Peppol BIS

Όπως αναφέρεται και παραπάνω στα πλαίσια του έργου INTERPROC δημιουργήθηκε μία προδιαγραφή επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας για το

⁷ Γενική Γραμματεία Πληροφοριακών Συστημάτων Δημόσιας Διοίκησης

ESPD κατά Peppol (ESPD Peppol BIS) . Η συγκεκριμένη προδιαγραφή όπως και κάθε προδιαγραφή επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας κατά Peppol περιλαμβάνει τρία κύρια δομικά στοιχεία: α) την τεκμηρίωση (Documentation), β) τις δοσοληψίες (Transactions) και γ) τους διαθέσιμους πόρους (Resources).

Στην τεκμηρίωση γίνεται μία εκτενής περιγραφή της προδιαγραφής όπου καταγράφεται το πεδίο εφαρμογής της προδιαγραφής, το κοινό στο οποίο απευθύνεται, οι διαδικασίες με τα αντίστοιχα διαγράμματα ροής όπως και πληροφορίες σχετικά με τις δοσοληψίες και τους επιχειρησιακούς κανόνες στους οποίους υπόκεινται.

Οι δοσοληψίες περιλαμβάνουν την πλήρη περιγραφή τόσο σε σημασιολογικό (semantic) όσο και σε συντακτικό (syntax) επίπεδο, λίστες κωδικών (codelist) καθώς και αναλυτική καταγραφή των επιχειρησιακών κανόνων ανά δοσοληψία. Η προδιαγραφή επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας για το ESPD κατά Peppol αποτελείται από δύο δοσοληψίες: α) το τεχνούργημα αίτησης ESPD (ESPD Request) και β) το τεχνούργημα απόκρισης ESPD (ESPD Response).

Οι διαθέσιμοι πόροι εμπεριέχουν όλα τα απαραίτητα συστατικά στοιχεία που θα χρειαστεί κάποιος για την υλοποίηση της προδιαγραφής. Αναλυτικότερα, περιλαμβάνουν την τεκμηρίωση σε μορφή PDF, παραδείγματα τεχνουργημάτων ESPD (ESPD Request και ESPD Response), τις διαθέσιμες λίστες κωδικών και τέλος τα XSD Schemas και τα ISO Schematrons που υλοποιούν τους αντίστοιχους επιχειρησιακούς κανόνες ανά δοσοληψία. [35]

11. ISO Schematron

Το Schematron είναι μια γλώσσα επικύρωσης που βασίζεται σε κανόνες για τη διατύπωση ισχυρισμών σχετικά με την παρουσία ή την απουσία προτύπων σε δέντρα XML. Είναι μια γλώσσα δομικού σχήματος που εκφράζεται σε XML χρησιμοποιώντας μικρό αριθμό στοιχείων και XPath. Σε πολλές υλοποιήσεις, το σχήμα XML Schematron επεξεργάζεται ως κώδικας XSLT και εγκαθίσταται ισοδύναμα οπουδήποτε μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ένα αρχείο XSLT. Το Schematron είναι ικανό να εκφράζει περιορισμούς με τρόπους που άλλες

γλώσσες σχήματος XML όπως το XML Schema και το DTD δεν μπορούν. Για παράδειγμα, μπορεί να απαιτεί να ελέγχεται το περιεχόμενο ενός στοιχείου από ένα από τα αδέρφια του (siblings) ή μπορεί να ζητήσει ή να απαιτήσει ότι το ριζικό στοιχείο, ανεξάρτητα από το στοιχείο που είναι αυτό, πρέπει να έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Το Schematron μπορεί επίσης να καθορίσει τις απαιτούμενες σχέσεις μεταξύ πολλών αρχείων XML. Περιορισμοί και κανόνες περιεχομένου μπορεί να συσχετίζονται με μηνύματα σφάλματος επικύρωσης σε οποιαδήποτε γλώσσα, επιτρέποντας τη μετάφραση αριθμητικών κωδικών σφάλματος Schematron σε σημαντικά μηνύματα σφάλματος χρήστη. [36]

12. Υπάρχουσες Πλατφόρμες

Προτού αναλυθεί το πλάνο ελέγχου (testing plan) που σχεδιάστηκε και υλοποιείται μέσω της πλατφόρμας ελέγχου επιχειρησιακών κανόνων (validator platform), κρίνεται σκόπιμη η καταγραφή των ήδη υλοποιημένων λύσεων και η περιγραφή των δυνατοτήτων τους ώστε να προκύψει ο λόγος για τον οποίο έγινε η επιλογή της ανάπτυξης μίας ακόμη πλατφόρμας. Παρακάτω παρατίθενται μία σειρά από εργαλεία επικύρωσης (validator tools) με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τους:

12.1. VEFA Validator

Αποτελεί ένα εργαλείο επικύρωσης (validation tool) το οποίο αναπτύχθηκε αρχικά για τη νορβηγική ηλεκτρονική τιμολόγηση. Η εξελεγμένη του έκδοση υποστηρίζει ένα μεγάλο αριθμό προδιαγραφών επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας κατά Perrol καθώς και άλλων προδιαγραφών τόσο σε επίπεδο επικύρωσης σχήματος (XSD schema validation) όσο και σε επίπεδο επικύρωσης επιχειρησιακών κανόνων με χρήση ISO Schematron (Schematron validation). Μπορεί να παραμετροποιηθεί ή να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο καθώς είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα που διατίθεται δωρεάν στο GitHub [37].

12.2. Interoperability Testbed Validator – ITB Validator

Αποτελεί ένα εργαλείο επικύρωσης (validation tool) το οποίο παρέχει δυνατότητες δοκιμών συμμόρφωσης ελέγχου ορθότητας επιχειρησιακών κανόνων με χρήση XSD schema και ISO Schematron (conformance testing). Προσφέρεται από τη Γενική Διεύθυνση Πληροφορικής (Directorate-General for Informatics – DG DIGIT) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για έργα που εμπλέκονται στην παροχή διασυνοριακών δημοσίων υπηρεσιών. Διαθέτει μία συλλογή από βιβλιοθήκες με διαφορετικές δυνατότητες επικύρωσης, η οποία περιλαμβάνει επικύρωση δεδομένων σε μορφή JSON, RDF, CSV και XML. Είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα και όπως και τα παραπάνω εργαλεία δύναται να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο ή να παραμετροποιηθεί και να τροποποιηθεί ανάλογα με τις ανάγκες που υπάρχουν. Επιτρέπει την επικύρωση μεμονωμένων τεχνουργημάτων και υποστηρίζει λήψη αποτελεσμάτων επικύρωσης τόσο σε XML, CSV όσο και σε PDF. Τέλος παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη της πλατφόρμας ανασκόπησης των σφαλμάτων με προβολή κάρτας αποτελεσμάτων επικύρωσης όπως και εμφάνιση κατά διαδραστικό τρόπο τμήματος του αρχείου στο ακριβές σημείο που βρίσκεται το λάθος για ευκολότερη και γρηγορότερη αποσφαλμάτωση (code mirroring). [38]

12.3. Ecosio Validator

Η εταιρεία Ecosio είναι πάροχος υπηρεσιών ολοκλήρωσης μεταξύ επιχειρήσεων (B2B integration), που ειδικεύεται στην ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων (Electronic Data Interchange – EDI), στις πύλες προμηθευτών (Supplier Portals) και στην ηλεκτρονική τιμολόγηση. Ως μέρος των ηλεκτρονικών υπηρεσιών που διαθέτει, παρέχει ένα δωρεάν προς χρήση εργαλείο επικύρωσης XML εγγράφων, το οποίο υποστηρίζει πολλαπλές προδιαγραφές επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας συμπεριλαμβανομένου και του Peppol. Ακόμα δίνει τη δυνατότητα επιλογής στο χρήστη ξεχωριστής επικύρωσης μόνο για XSD (schema validation) και ISO schematron ή συνδυασμό και των δύο. Σε αντίθεση με τα παραπάνω εργαλεία επικύρωσης ο «Ecosio validator» δεν είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα, αλλά επιτρέπει τη δωρεάν χρήση των προαναφερθέντων υπηρεσιών μέσω της αντίστοιχης πλατφόρμας που διαθέτει η εταιρεία. [39]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1. Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στα πλαίσια του έργου INTERPROC σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε μία προδιαγραφή επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας (Business Interoperability Specification) κατά PEPPOL για το ESPD (ESPD Peppol BIS). Η συγκεκριμένη προδιαγραφή περιλαμβάνει επιπλέον επιχειρησιακούς κανόνες (business rules), οι οποίοι συμπεριλαμβάνονται ως αρχεία ISO Schematron, προκειμένου να διευκολύνεται η επαλήθευσή τους. Τα παραγόμενα ESPD τεχνουργήματα εξάγονται από τις πλατφόρμες ESPD που υλοποιούν την προδιαγραφή επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας κατά PEPPOL για το ESPD η οποία βασίζεται στο ESPD Exchange Data Model που διαθέτει προς χρήση η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission – EC) μέσω της Υπηρεσίας Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Publications Office of the European Union - PO). Το πλάνο ελέγχου σχεδιάστηκε ως μία μεθοδολογία δοκιμών διαλειτουργικότητας τριών βημάτων, η οποία λειτουργεί ως μία διαδικασία κυκλικών δοκιμών. Με τη σειρά του ο σχεδιασμός του validator platform, που αναπτύχθηκε για να υλοποιεί το πλάνο ελέγχου ακολουθεί τα εξής βήματα ή φάσεις όπως ονομάζονται στην ορολογία του μοντέλου «Agile» (ευέλικτο μοντέλο) [40], το οποίο επιλέχθηκε και ακολουθήθηκε ως μοντέλο ανάπτυξης του συστήματος:

- Ανάλυση απαιτήσεων
- Σχεδιασμός του συστήματος
- Ανάπτυξη κώδικα
- Ανάπτυξη κατάλληλων tests
- Εγκατάσταση του συστήματος
- Ανασκόπηση

2. Βήματα Μεθοδολογίας Πλάνου Ελέγχου (Testing Plan)

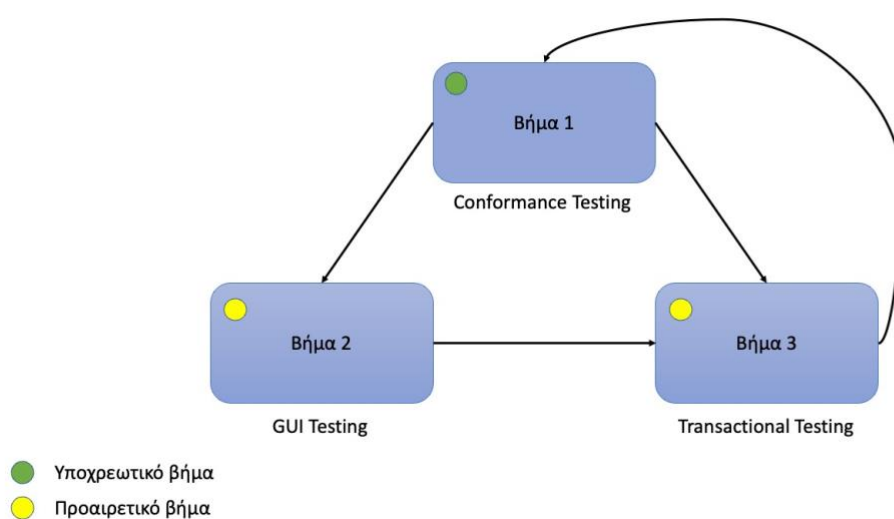
Στα πλαίσια του έργου INTERPROC για τη διασφάλιση της ποιότητας και της ορθότητας του παραγόμενου έργου σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα πλάνο ελέγχου (testing plan), το οποίο έχει στόχο να εξασφαλίσει την εγκυρότητα των παραγόμενων ESPD τεχνουργημάτων. Τα παραγόμενα ESPD τεχνουργήματα υλοποιούν την προδιαγραφή επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας (Business Interoperability Specification) κατά PEPPOL για το ESPD η οποία βασίζεται στο ESPD Exchange Data Model που διαθέτει προς χρήση η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕΚ) μέσω της Υπηρεσίας Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Publications Office of the European Union - PO). Το πλάνο ελέγχου σχεδιάστηκε ως μία μεθοδολογία δοκιμών διαλειτουργικότητας τριών βημάτων, η οποία λειτουργεί ως μία διαδικασία κυκλικών δοκιμών. Οι πτυχές της διαλειτουργικότητας που ελέγχονται κατά τις δοκιμές είναι οι ακόλουθες:

- **Artifact Conformance:** Έλεγχος ορθότητας επιχειρησιακών κανόνων παραγόμενων τεχνουργημάτων ESPD με χρήση XSD schema και ISO Schematron.
- **Artifact Acceptance:** Έλεγχος της δυνατότητας των ESPD συστημάτων που θα υλοποιηθούν στα πλαίσια του έργου, πως είναι σε θέση σωστής εισαγωγής, αποτίμησης και εξαγωγής τεχνουργημάτων ESPD.
- **Data Acceptance:** Έλεγχος της δυνατότητας των ESPD συστημάτων που θα υλοποιηθούν στα πλαίσια του έργου, πως είναι σε θέση να διαβάζουν και να δέχονται όλα τα δεδομένα που περιλαμβάνονται στα τεχνουργήματα ESPD καθώς και να τα προβάλλουν ορθά προς το χρήστη μέσω της αντίστοιχης διεπαφής χρήστη (Graphical User Interface – GUI).
- **Data Persistence:** Έλεγχος της δυνατότητας των ESPD συστημάτων πως διασφαλίζουν την ακεραιότητα των δεδομένων που εμπεριέχουν τα τεχνουργήματα ESPD κατά τη φάση της εισαγωγής, επεξεργασίας και εξαγωγής.

Οι παραπάνω πτυχές διαλειτουργικότητας αποτελούν το υπόβαθρο των τριών βημάτων της μεθοδολογίας δοκιμών του πλάνου ελέγχου. Τα βήματα της μεθοδολογίας δοκιμών είναι τα ακόλουθα:

- **Βήμα 1:** Conformance Testing
- **Βήμα 2:** GUI Testing
- **Βήμα 3:** Transactional Testing

Ο σχεδιασμός επιτρέπει τα βήματα της μεθοδολογίας δοκιμών να εκτελεστούν είτε με αριθμητική σειρά αρχίζοντας από το βήμα ένα και ολοκληρώνοντας με το βήμα τρία, είτε επιλέγοντας μία διαφορετική σειρά προσέγγισης. Είναι σημαντικό να τονιστεί πως από τα τρία βήματα της μεθοδολογίας δοκιμών μόνο το πρώτο βήμα (Conformance Testing) είναι υποχρεωτικό, ενώ τα υπόλοιπα δύο είναι προαιρετικά.



Σχήμα 1 Βήματα μεθοδολογίας δοκιμών πλάνου ελέγχου

2.1. Βήμα 1 – Conformance Testing

Το πρωταρχικό στάδιο στο Conformance Testing είναι η δημιουργία δύο τεχνουργημάτων ESPD: α) ESPD Request και β) ESPD Response, από την πλατφόρμα ESPD που υπόκειται σε έλεγχο συμμόρφωσης με την

προδιαγραφή επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας κατά PEPPOL. Η διαδικασία προβλέπει πως τα δύο αυτά τεχνουργήματα πρέπει να δημιουργηθούν από το μηδέν χωρίς τη χρήση άλλων τρίτων τεχνουργημάτων ως βάση. Στο πρώτο αυτό βήμα 1 του Conformance Testing ελέγχεται η πρώτη πτυχή διαλειτουργικότητας, η οποία όπως αναφέρεται και παραπάνω είναι το Artifact Conformance. Στόχος του Conformance Testing είναι σε δεύτερο στάδιο να διαπιστώσει αν η πλατφόρμα ESPD που υπόκειται σε έλεγχο παράγει τεχνουργήματα ESPD τα οποία συμμορφώνονται με τους επιχειρησιακούς κανόνες που επικυρώνονται μέσα από τα αντίστοιχα ISO Schematrons που διατίθενται από την προδιαγραφή επιχειρησιακής διαλειτουργικότητας κατά Peppol. Επιπλέον πέραν των ISO Schematrons η προδιαγραφή εμπεριέχει προς χρήση τα σχετικά XSD Schemas ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή δομή των τεχνουργημάτων.

2.2. Βήμα 2 – GUI Testing

Το βήμα 2 είναι ένας μη αυτόματος έλεγχος (manual testing), ο οποίος εκτελείται μέσω της γραφικής διεπαφής χρήστη (Graphical User Interface – GUI) της πλατφόρμας ESPD που υπόκειται σε έλεγχο με χρήση τεχνουργημάτων αναφοράς (reference artifacts). Στο βήμα αυτό ελέγχεται η δεύτερη και η τρίτη πτυχή διαλειτουργικότητας, δηλαδή το Artifact Acceptance και το Data Acceptance. Κατ' αντιστοιχία θα μπορούσαμε να πούμε πως το βήμα 2 παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου δύο διαφορετικών πραγμάτων: α) την ικανότητα της γραφικής διεπαφής χρήστη να προβάλλει σωστά όλα τα δεδομένα που περιλαμβάνονται σε ένα προς εισαγωγή τεχνουργήμα ESPD, καθώς και β) την ικανότητα εισόδου δεδομένων μέσω της γραφικής διεπαφής χρήστη, τα οποία αντιστοιχίζονται σωστά με τα αντίστοιχα πεδία στο εξαγόμενο τεχνουργήμα ESPD.

Αρχικά, ο έλεγχος της ικανότητας της γραφικής διεπιφάνειας χρήστη εξασφαλίζεται μέσω της εισαγωγής των τεχνουργημάτων αναφοράς στην πλατφόρμα ESPD που υπόκειται σε έλεγχο. Έπειτα ακολουθεί διασταύρωση των προβαλλόμενων τιμών με ένα έγγραφο το οποίο φέρει

προσυμπληρωμένες τις τιμές αναφοράς (Data Acceptance Artifact). Στη συνέχεια, η ικανότητα εισόδου δεδομένων μέσω της γραφικής διεπιφάνειας χρήστη ελέγχεται μέσα από τη δημιουργία από μηδενική βάση τεχνουργημάτων ESPD από τη γραφική διεπιφάνεια χρήστη της πλατφόρμας ESPD που υπόκειται σε έλεγχο με εισαγωγή στα αντίστοιχα πεδία των τιμών αναφοράς που αναφέρθηκαν παραπάνω. Τέλος, για να ολοκληρωθεί ο έλεγχος της ικανότητας εισόδου δεδομένων μέσω της γραφικής διεπιφάνειας χρήστη γίνεται σύγκριση του εξαγόμενου από την πλατφόρμα ESPD τεχνουργήματος με ένα τεχνούργημα αναφοράς, το οποίο εκ των προτέρων γνωρίζουμε ότι φέρει τις ορθές τιμές αναφοράς στα αντίστοιχα πεδία.

2.3. Βήμα 3 – Transactional Testing

Το «βήμα 3» αποτελείται από ένα σύνολο υποβημάτων, τα οποία εκτελούνται με συγκεκριμένη σειρά και έχουν ως στόχο να προσομοιάσουν μία δοσοληψία μεταξύ δύο πλατφορμών ESPD. Αρχικά ορίζονται δύο τεχνητές οντότητες: α) ο παραγωγός τεχνουργήματος ESPD (ESPD artifact provider – AP) και β) ο καταναλωτής τεχνουργήματος ESPD (ESPD artifact consumer – AC). Όπως προϊδεάζουν και τα ονόματά τους, ο παραγωγός τεχνουργήματος ESPD είναι η πλατφόρμα που αναλαμβάνει το ρόλο της δημιουργίας του ESPD τεχνουργήματος και ο καταναλωτής τεχνουργήματος ESPD είναι η πλατφόρμα που θα εισάγει το ESPD τεχνούργημα που έχει ήδη δημιουργηθεί. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως το τεχνούργημα που δημιουργείται από τον παραγωγό τεχνουργήματος πρέπει να έχει περάσει με επιτυχία το βήμα 1 που περιγράφεται παραπάνω (conformance testing). Στη συνέχεια, αφού ο παραγωγός τεχνουργήματος δημιουργήσει με επιτυχία το τεχνούργημα ESPD Request το στέλνει με μη αυτοματοποιημένο τρόπο στον καταναλωτή τεχνουργήματος, ο οποίος με τη σειρά του το εισάγει στην πλατφόρμα του. Ακολούθως, ελέγχεται η ορθή εισαγωγή του τεχνουργήματος μέσω της εκτέλεσης του «βήμα 2» και της επαλήθευσης πως ικανοποιείται η δεύτερη πτυχή διαλειτουργικότητας (Artifact Acceptance). Αφού, υλοποιηθεί και αυτό το υποβήμα γίνεται έλεγχος για την τέταρτη πτυχή διαλειτουργικότητας (Data Persistence), ώστε να διασφαλιστεί πως δεν χάνονται δεδομένα κατά την

εισαγωγή του τεχνουργήματος αίτησης ESPD Request και του τεχνουργήματος απόκρισης ESPD Response. Εφόσον έχουν περαστεί με επιτυχία τα παραπάνω υποβήματα, αποστέλλεται με μη αυτοματοποιημένο τρόπο το τεχνούργημα απόκρισης ESPD Response πίσω στον παραγωγό τεχνουργήματος ESPD και κατόπιν εκείνος ακολουθεί τα εξής υποβήματα: α) έλεγχο για τη δεύτερη πτυχή διαλειτουργικότητας (Artefact Acceptance) μέσω της εκτέλεσης του αντίστοιχου υποβήματος του «βήμα 2» της μεθοδολογίας δοκιμών και β) έλεγχο πως δεν χάθηκε πληροφορία (Data Persistence)⁸ κατά την εισαγωγή και εξαγωγή του τεχνουργήματος απόκρισης ESPD στην πλατφόρμα του. Τέλος, μόνο εφόσον ολοκληρωθούν με επιτυχία όλα τα υποβήματα του «βήμα 3» της μεθοδολογίας δοκιμών, θεωρείται πως το «βήμα 3» εκτελέστηκε με επιτυχία.

3. Βήματα Σχεδιασμού του Validator Platform

Όπως αναφέρεται και στην εισαγωγή του παρόντος κεφαλαίου η σχεδίαση του validator platform ακολούθησε συγκεκριμένα βήματα. Τα βήματα αυτά στηρίχτηκαν στο μοντέλο ανάπτυξης «Agile» . Οι φάσεις που ακολουθεί το «Agile Model» είναι οι ακόλουθες:

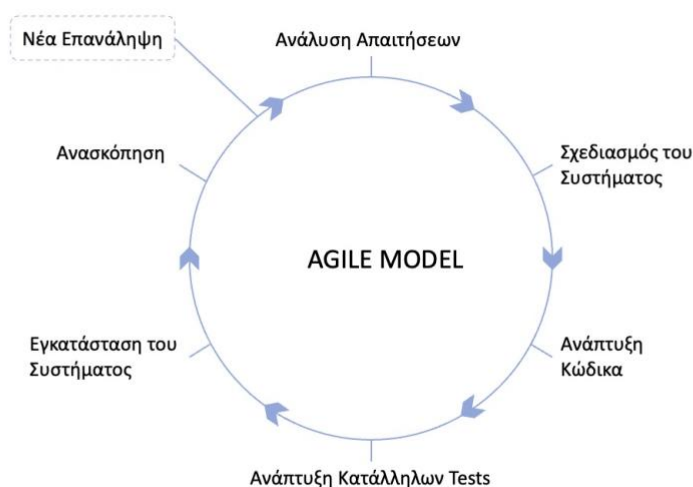
- Ανάλυση απαιτήσεων
- Σχεδιασμός του συστήματος
- Ανάπτυξη κώδικα
- Ανάπτυξη κατάλληλων tests
- Εγκατάσταση του συστήματος
- Ανασκόπηση

Αποτελεί ένα μοντέλο κυκλικής διαδικασίας [40], καθώς η φάση της ανασκόπησης τροφοδοτεί ένα νέο κύκλο που ξεκινά με την εκ νέου ανάλυση απαιτήσεων και τον ανανεωμένο σχεδιασμό του συστήματος με βάση τις νέες ανάγκες. Η ιδιαιτερότητα αυτή του «Agile Model» είναι που το κατέστησε το

⁸ Το Data Persistence γίνεται μεταξύ του αρχικού ESPD Request που δημιούργησε ο AP και του τελικού ESPD Response που εξήγαγε ο AP.

ιδανικό μοντέλο ανάπτυξης για το validator platform καθώς οι απαιτήσεις και οι ανάγκες συνεχώς αυξάνονταν. Το «Agile Model» περιλαμβάνει ένα σύνολο μεθόδων, που βασίζονται σε ευέλικτες και επαναληπτικές διαδικασίες που στόχο έχουν την επίσπευση της ανάπτυξης του λογισμικού [41]. Οι πιο σημαντικές από αυτές τις μεθόδους είναι οι: α) Scrum, Lean Software Development, Dynamic Systems Development Method (DSDM) και Extreme Programming (XP). [42]

Κατά τη φάση της εκτέλεσης του πλάνου ελέγχου και των βημάτων της μεθοδολογίας του αποφασίστηκε και καθιερώθηκε μία τηλεδιάσκεψη μεταξύ της ομάδας ανάπτυξης και των χρηστών του συστήματος σε διεβδομαδιαία βάση. Οι χρήστες της πλατφόρμας αποτελούν ταυτόχρονα και «πελάτες» αυτής με αποτέλεσμα στην προγραμματισμένη τηλεδιάσκεψη να ζητούνται νέα χαρακτηριστικά, άρα νέες απαιτήσεις που με τη σειρά τους οδηγούν τη διαδικασία σε νέα επανάληψη.



Σχήμα 2 Φάσεις μεθοδολογίας Agile

Η πρώτη **φάση της ανάλυσης απαιτήσεων** αφορά στη διερεύνηση των αναγκών των χρηστών και των παραγόντων που θα ικανοποιήσουν τις ανάγκες αυτές. Η ορθή και ολοκληρωμένη καταγραφή των απαιτήσεων είναι κρίσιμη για τις μετέπειτα φάσεις του agile model. Κατόπιν της καταγραφής, είναι σημαντικός ο επανέλεγχος των καταγεγραμμένων απαιτήσεων από τον πελάτη.

Η δεύτερη **φάση του σχεδιασμού** του συστήματος αφορά σε δύο προσεγγίσεις: η πρώτη αφορά στην αρχιτεκτονική σχεδίαση, στην οποία οι πρώτες επαναλήψεις (iterations) ορίζουν τη γλώσσα προγραμματισμού προς χρήση, τις βιβλιοθήκες, τις βάσεις δεδομένων – αν υπάρχουν – και την αρχιτεκτονική τους. Όταν έχει πια ξεκινήσει και η τρίτη φάση του προγραμματισμού και ακολουθούν οι επόμενες επαναλήψεις, σχεδιάζεται η δομή της εκάστοτε λειτουργικότητας προς υλοποίηση. Η δεύτερη προσέγγιση αφορά στη σχεδίαση των γραφικών της εφαρμογής. Η προσέγγιση αυτή αναφέρεται στη γραφική απεικόνιση του συστήματος μέσω δημιουργίας πρόχειρων αρχείων, τα οποία θα λειτουργήσουν ως προεπισκόπηση των διεπιφανειών/οθονών ώστε να καθοδηγήσουν τον προγραμματιστή στην υλοποίηση. Σε επόμενες επαναλήψεις βελτιώνεται το σύστημα σε επίπεδο διεπαφών χρήστη και επαναδημιουργούνται νέα πρόχειρα αρχεία που αφορούν τις επιπλέον λειτουργίες του συστήματος.

Η τρίτη **φάση της ανάπτυξης κώδικα** είναι η φάση που καταναλώνει τους περισσότερους πόρους σε όρους εργασιακού χρόνου καθώς στο σημείο αυτό γράφεται ο κώδικας της εφαρμογής από την ομάδα ανάπτυξης των προγραμματιστών. Κατόπιν κάθε επανάληψης που πραγματοποιείται λαμβάνουν χώρα επιπλέον στάδια υλοποίησης που αφορούν σε νέες λειτουργικότητες, στη βελτίωση υπαρχόντων και στην επίλυση ζητημάτων που έχουν εντοπιστεί από την ομάδα ελέγχου.

Η τέταρτη **φάση της ανάπτυξης κατάλληλων tests** είναι η φάση κατά την οποία ελέγχεται ο παραγόμενος κώδικας από την ομάδα ελέγχου, με σκοπό την επιβεβαίωση της ορθής υλοποίησης των απαιτήσεων που έχουν καθοριστεί κατά την πρώτη φάση και τη διασφάλιση πως το λογισμικό δεν έχει σφάλματα. Ένα χαρακτηριστικό του Agile Model είναι πως σε κάθε επανάληψη αυξάνεται η πολυπλοκότητα καθώς η ομάδα ελέγχου καλείται να εξασφαλίσει την αποτελεσματική υλοποίηση των νεοεισερχομένων δυνατοτήτων όπως και το σύνολο του κώδικα που έχει παραχθεί σε προηγούμενες επαναλήψεις.

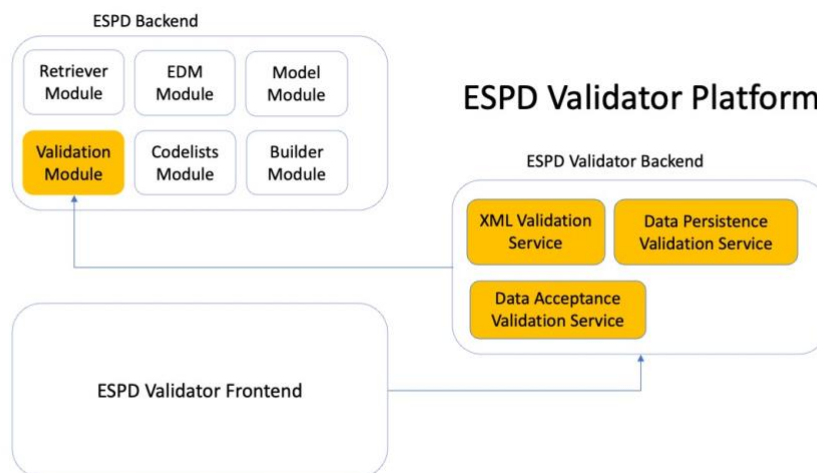
Η πέμπτη **φάση της εγκατάστασης του συστήματος** είναι η φάση κατά την οποία εγκαθίσταται το λογισμικό στα συστήματα του πελάτη με στόχο τη λήψη μίας γρήγορης επιβεβαίωσης μέσω κάποιου πρόχειρου παραδοτέου τύπου demo ή του ελέγχου από τον ίδιο της καλής λειτουργικότητας της εφαρμογής. Σκοπός είναι να πραγματοποιηθεί

ανατροφοδότηση προς την ομάδα ανάπτυξης, παρέχοντας σχόλια και παρατηρήσεις από ευρήματα που τυχών έχουν εντοπιστεί. Τέλος, σε αυτή τη φάση μπορεί να εγκαθίσταται σε κάθε επανάληψη νέα έκδοση της εφαρμογής, η οποία θα συμπεριλαμβάνει όλες τις νέες λειτουργίες καθώς και τυχών επιδιορθώσεις που έχουν υλοποιηθεί.

Η τελευταία **φάση της ανασκόπησης** διαδραματίζει ρόλο ανακεφαλαίωσης μεταξύ όλων των εμπλεκομένων. Σε αυτή τη φάση λαμβάνουν χώρα συναντήσεις, στις οποίες συζητείται η πορεία εκτέλεσης του έργου καθώς και κάθε τι που αφορά σε ζητήματα που έχουν προκύψει κατά την υλοποίησή του. Στόχος είναι ο ιδιοκτήτης του προϊόντος (Product Owner), να ακούσει το σύνολο των εμπλεκομένων, να λάβει υπόψη του σχόλια και τις παρατηρήσεις και να διερευνήσει τρόπους βελτίωσης της λειτουργίας και της συνεργασίας των ομάδων. Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι ώστε σε επόμενες επαναλήψεις να επιτευχθούν καλύτερα αποτελέσματα, μειώνοντας την πιθανότητα να προκύψουν νέα ζητήματα με ταυτόχρονη διασφάλιση της κατά το δυνατόν ομαλότερης και ακριβέστερης υλοποίησης των όσων έχουν συμφωνηθεί και σχεδιαστεί.

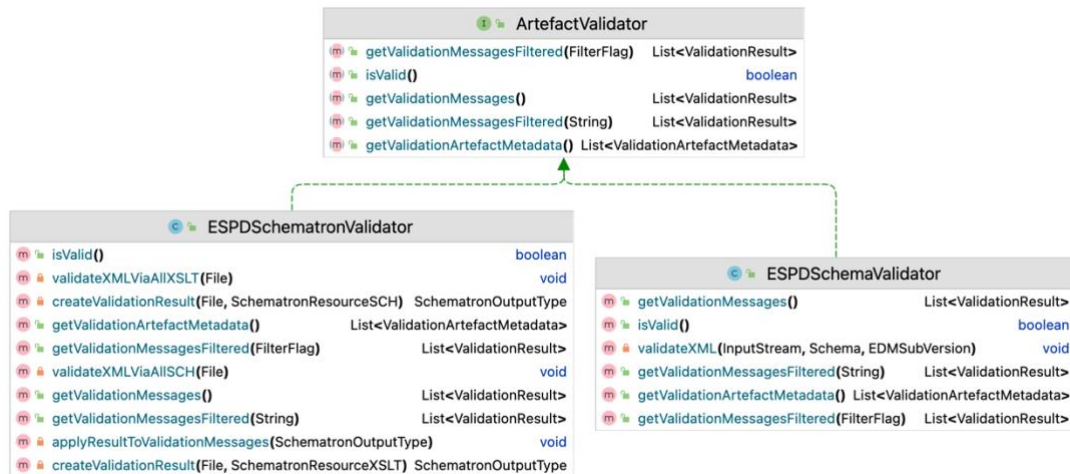
3.1. Συστατικά Στοιχεία του Validator Platform

Το validator platform που υλοποιήθηκε αποτελείται από διαφορετικά διακριτά μεταξύ τους συστατικά στοιχεία (components), που ως σύνολο δημιουργούν το τελικό προϊόν. Τα συστατικά στοιχεία αυτά είναι ένα backend σύστημα (ESPD validator backend) το οποίο χρησιμοποιεί μία εξωτερική βιβλιοθήκη (espd backed validation module) για να εκτελεί τις επικυρώσεις (validations). Επιπλέον των δύο προαναφερθέντων υπάρχει ένα ακόμη συστατικό στοιχείο, η γραφική διεπιφάνεια χρήστη (espd validator frontend), που όμως δεν αποτελεί αντικείμενο της υλοποίησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας αλλά αναφέρεται για λόγους ολοκληρωμένης παρουσίασης. Παρακάτω φαίνεται μία διαγραμματική απεικόνιση του validator platform.



Σχήμα 3 Παρουσίαση τριών συστατικών στοιχείων πλατφόρμας ESPD validator

Το συστατικό στοιχείο **Validation Module** είναι κομμάτι της βιβλιοθήκης ESPD Backend. Το συγκεκριμένο συστατικό στοιχείο αποτελεί ένα στοιχείο χαμηλότερου επιπέδου, το οποίο έχει δυνατότητες επικύρωσης τεχνουργημάτων ESPD με βάση XSD Schemas και ISO Schematrons. Περιλαμβάνει μία διεπαφή με όνομα `ArtefactValidator` η οποία παρέχει τις μεθόδους `isValid`, `getValidationMessages`, `getValidationMessagesFiltered` και `getValidationArtefactMetadata`. Η συγκεκριμένη διεπαφή είναι generic με στόχο να αποτελεί κοινή διεπαφή και της XSD Schema αλλά και της ISO Schematron υλοποίησης. Ο λόγος που το συγκεκριμένο στοιχείο αποτελεί ξεχωριστή οντότητα και δεν βρίσκεται εντός του ESPD validator backend είναι διότι οι λειτουργικότητες του συγκεκριμένου module είναι απαραίτητες για την ορθή λειτουργία της ίδιας της βιβλιοθήκης ESPD backend, η οποία έχει δυνατότητες εισαγωγής, εξαγωγής και δημιουργίας ESPD τεχνουργημάτων.



Σχήμα 4 Διεπαφή ArtefactValidator και κλάσεις υλοποίησης ESPDSchematronValidator, ESPDSchemaValidator

Το συστατικό στοιχείο **ESPD validator backend** αποτελεί την backend εφαρμογή του ESPD validator platform. Κορμός της εφαρμογής είναι τρεις υπηρεσίες (services) α) XMLValidationService, β) DAValidationService⁹ και γ) DPValidationService. Κάθε μία από τις προαναφερθείσες υπηρεσίες προσομοιάζει τα βήματα της μεθοδολογίας δοκιμών του πλάνου ελέγχου. Πιο συγκεκριμένα η υπηρεσία XMLValidationService υλοποιεί το «βήμα 1» της μεθοδολογίας δοκιμών του πλάνου ελέγχου, δηλαδή το conformance testing. Αντίστοιχα το «βήμα 2» υλοποιείται μέσω του DAValidationService και το «βήμα 3» μέσω του DPValidationService. Σημαντική σχεδιαστική προσθήκη και καινοτομία του ESPD Validator backend είναι η ικανότητά του να αναγνωρίζει αυτόματα τα εισερχόμενα τεχνουργήματα ESPD με βάση την έκδοση αλλά και τον τύπο τους (ESPD Request, ESPD Response). Απόρροια αυτού είναι η εξοικονόμηση χρόνου για το χρήστη, καθώς ο τελευταίος δεν χρειάζεται να δαπανά επιπλέον χρόνο για να δηλώνει τον τύπο και την έκδοση του ESPD τεχνουργήματος που εισάγει προς επικύρωση. Τέλος πρέπει να αναφερθεί πως οι συγκεκριμένες υπηρεσίες διατίθενται προς χρήση μέσω ενός REST API που επιστρέφει απαντήσεις σε μορφή JSON.

⁹ Το DA αναφέρεται στο Data Acceptance ενώ το DP αναφέρεται στο Data Persistence

Το τρίτο και τελευταίο συστατικό στοιχείο του ESPD validator platform είναι το **ESPD validator frontend**. Το συγκεκριμένο στοιχείο όπως αναφέρθηκε και παραπάνω δεν αποτελεί αντικείμενο της υλοποίησης αλλά περιγράφεται για λόγους ολοκληρωμένης παρουσίασης. Συνδέεται με το ESPD validator backend και καταναλώνει τις διαθέσιμες υπηρεσίες που διαθέτει προς χρήση μέσω REST API. Παρέχει δυνατότητες αλληλεπίδρασης με τον χρήστη με τις λειτουργικότητες του ESPD validator backend και διευκολύνει την επικύρωση τεχνουργημάτων ESPD.

3.2. Περιβάλλον Εγκατάστασης ESPD Validator Platform

Για τις ανάγκες εγκατάστασης της πλατφόρμας επιλέχτηκε λόγω περιορισμένων απαιτήσεων σε επεξεργαστική ισχύ, δίσκο και μνήμη ένα VM (Virtual Machine) από την υπηρεσία Okeanos Knossos του GRNET, το οποίο διαθέτει 4 CPUs, 8GB RAM και 30GB αποθηκευτικό χώρο. Η υπηρεσία Okeanos Knossos παρέχει υποδομή ως υπηρεσία (IaaS – Infrastructure as a Service), δηλαδή δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να φτιάξει μία εικονική μηχανή (υπολογιστή) με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, που είναι πάντα συνδεδεμένη στο διαδίκτυο, απαλλάσσοντάς τον από προβληματισμούς που αφορούν αστοχίες υλικού, πολύπλοκες φυσικές καλωδιώσεις, θέματα συνδεσιμότητας και λογισμικού [43].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο 3 έγινε μία εκτενής αναφορά στο πλάνο ελέγχου και τα βήματα της μεθοδολογίας δοκιμών. Έγινε ακόμα περιγραφή των βασικών συστατικών του ESPD validator platform καθώς και ανασκόπηση των βασικών λειτουργιών τους. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αποσαφηνιστούν περεταίρω λεπτομέρειες που σχετίζονται με την υλοποίηση του κάθε συστατικού στοιχείου, εστιάζοντας σαφώς σε εκείνες που αποτελούν τα αντικείμενα υλοποίησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

2. Επισκόπηση Υλοποίησης ESPD Validator Platform

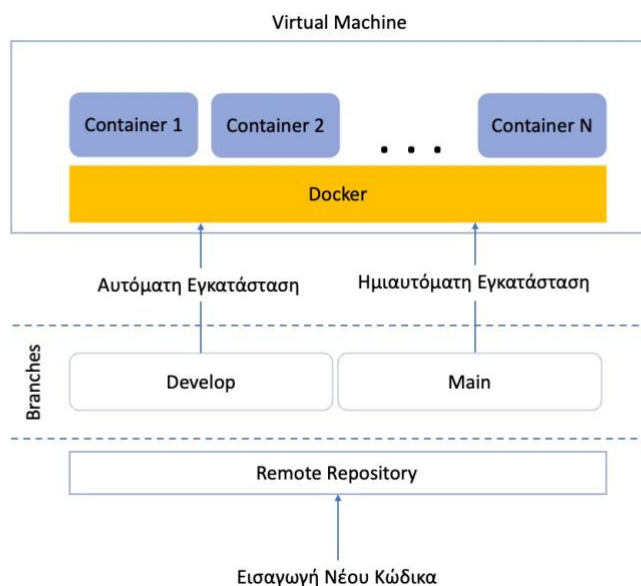
Για την υλοποίηση κάθε συστατικού στοιχείου του ESPD validator platform επιλέχθηκαν διαφορετικές τεχνολογίες με στόχο την ανάπτυξη μίας καινοτόμας και αποδοτικής πλατφόρμας. Πιο συγκεκριμένα για το validator module ως επέκταση του espd backend χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Java. Αντίστοιχα η Java χρησιμοποιήθηκε και στο ESPD validator backend ενώ το ESPD validator frontend έχει γραφτεί σε JavaScript με χρήση του material framework. Αναφορικά με τα κομμάτια που αποτελούν το αντικείμενο υλοποίησης της παρούσας διπλωματικής επιλέχθηκε και για τα δύο όπως προαναφέρθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Java. Η Java αποτελεί την πλέον κατάλληλη λύση για τα συγκεκριμένα συστατικά στοιχεία καθώς είναι μία ιδιαίτερα διαδεδομένη αντικειμενοστραφής γλώσσα, με τεράστια πληθώρα διαθέσιμων βιβλιοθηκών. Σημαντικό πλεονέκτημα επίσης είναι το γεγονός πως είναι cross-platform, δηλαδή ο ίδιος κώδικας μπορεί να εκτελεστεί σε όλα τα δημοφιλή λειτουργικά συστήματα (Windows, Linux & MacOS). Για την ανάπτυξη του espd validator backend χρησιμοποιήθηκε το Quarkus framework [44]. Το Quarkus framework επιλέχθηκε διότι έχει δυνατότητες να παράγει native builds για ακόμα ταχύτερα εκτελέσιμα προγράμματα όπως και το

γεγονός ότι είναι container first, δηλαδή έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζει χαμηλή κατανάλωση μνήμης και πολύ γρήγορη εκκίνηση της εφαρμογής. Επιπλέον, ως building tool για το validator module αλλά και το espd validator backend χρησιμοποιήθηκε το Maven ως το πιο διαδεδομένο εργαλείο σε συνδυασμό με την ανάπτυξη προγραμμάτων σε Java, καθώς διαθέτει μεγάλο αριθμό επεκτάσεων (plugins), διευκολύνοντας σημαντικά την ανάπτυξη του προγράμματος. Επιπροσθέτως, για τη διαχείριση του κώδικα και των τριών συστατικών στοιχείων χρησιμοποιήθηκε το VCS (version control system) Git και ως απομακρυσμένο αποθετήριο (remote repository) το GitHub. Για την εγκατάσταση των επιμέρους εφαρμογών έγινε χρήση τόσο αυτοματοποιημένων όσο και μη αυτοματοποιημένων διαδικασιών μέσω των GitHub workflows. Το περιβάλλον εγκατάστασης αποτελεί ένα VM (Virtual Machine) το οποίο τρέχει λειτουργικό σύστημα Linux και πιο συγκεκριμένα την τελευταία LTS (Long Term Support) έκδοση της διανομής Ubuntu (Ubuntu 22.04). Ακόμα για τις δοκιμές των REST APIs χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Postman, το οποίο αποτελεί έναν πολύ ικανό REST client. Τέλος για τη συγγραφή του κώδικα χρησιμοποιήθηκε το IntelliJ IDEA IDE (Integrated Development Environment), καθώς αποτελεί την πιο σταθερή λύση για συγγραφή κώδικα σε Java τη δεδομένη χρονική στιγμή, με πολλά plugins και εργαλεία που διευκολύνουν τον προγραμματιστή ώστε να προχωρήσει ταχύτερα στην υλοποίηση του κώδικα. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί πως τα εργαλεία και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν είτε είναι Open Source (ανοιχτού κώδικα), είτε διαθέτουν δωρεάν προς χρήση εκδόσεις.

3. Εγκατάσταση του ESPD Validator Platform

Για τις ανάγκες εγκατάστασης της πλατφόρμας χρησιμοποιήθηκαν οι δυνατότητες αυτοματοποίησης που παρέχουν τα GitHub workflows. Τα GitHub workflows επιτρέπουν την μερική ή την ολική αυτοματοποίηση της διαδικασίας εγκατάστασης ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε περίπτωσης. Στην περίπτωση χρήσης της παρούσας διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε τόσο η αυτοματοποιημένη όσο και η μη αυτοματοποιημένη λειτουργικότητα που παρέχουν τα GitHub workflows ανάλογα με το περιβάλλον χρήσης. Πιο

συγκεκριμένα για το διαχωρισμό και τη διευκόλυνση της διαδικασίας σχεδιάστηκαν δύο ξεχωριστά περιβάλλοντα εγκατάστασης, ένα παραγωγικό (Production/Main) και ένα για εκτέλεση δοκιμών (Develop). Η εγκατάσταση στο παραγωγικό περιβάλλον επιλέχτηκε να γίνεται με ημιαυτόματο τρόπο, που σημαίνει πως απαιτεί από τον χρήστη, ο οποίος επιθυμεί να εγκαταστήσει μία νέα έκδοση του εκάστοτε συστατικού στοιχείου, να δώσει μεμονωμένα την εντολή μέσω της πλατφόρμας του GitHub προκειμένου να εγκατασταθεί το αντίστοιχο λογισμικό. Αντίθετα η εγκατάσταση στο περιβάλλον εκτέλεσης δοκιμών γίνεται με αυτόματο τρόπο και εκτελείται αμέσως μετά την εισαγωγή νέου κώδικα στο απομακρυσμένο αποθετήριο.



Σχήμα 5 Αυτόματη και ημιαυτόματη εγκατάσταση στο VM μέσω GitHub workflows

Στη φάση που ξεκινάει η διαδικασία εγκατάστασης ενός συστατικού στοιχείου εκτελείται η αντίστοιχη περίπτωση εγκατάστασης ανάλογα με το συστατικό στοιχείο που θα εγκατασταθεί.

Για το συστατικό στοιχείο **validation module** της βιβλιοθήκης ESPD backend εγκαθίσταται το σύνολο της βιβλιοθήκης καθώς αυτό έχει εξαρτήσεις και χρησιμοποιεί τα υπόλοιπα modules προκειμένου να υλοποιήσει τη λειτουργικότητά του. Η διαδικασία είναι ιδιαίτερα απλή καθώς το μόνο που χρειάζεται να γίνει είναι η εγκατάσταση στο τοπικό αποθετήριο του Maven

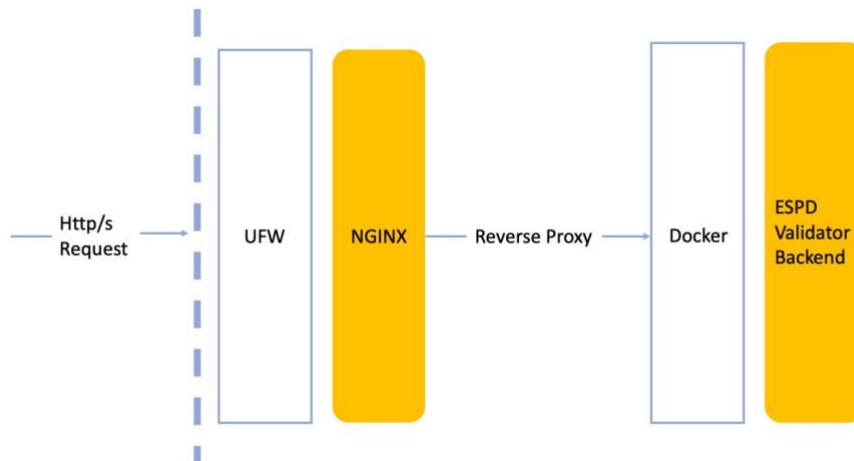
(Maven Local) της βιβλιοθήκης ESPD backend που φέρει το επιθυμητό module ώστε αυτό να είναι διαθέσιμο για εισαγωγή ως εξάρτηση (dependency) σε άλλα Maven projects που θα το χρειαστούν εντός του περιβάλλοντος εγκατάστασης.

Για το συστατικό στοιχείο **ESPD validator backend** η διαδικασία είναι σαφώς πιο περίπλοκη καθώς εγκαθίσταται ως docker container. Προκειμένου να διασφαλιστεί πως η διαδικασία δημιουργίας του container θα εκτελείται ομαλά κάθε φορά που τρέχει η διαδικασία εγκατάστασης απαιτούνται συγκεκριμένα βήματα. Αρχικά όπως και στην περίπτωση του validation module γίνεται εγκατάσταση στο τοπικό αποθετήριο του Maven εντός του VM. Στη συνέχεια, εκτελείται έλεγχος για ύπαρξη προηγούμενων εκδόσεων της εφαρμογής, ψάχνοντας για docker images και docker containers με το ίδιο όνομα. Εφόσον βρεθούν παλαιότερες εκδόσεις αυτές διαγράφονται και συνεχίζεται η διαδικασία με την εκ νέου δημιουργία των docker image και docker container. Εφόσον η παραπάνω διαδικασία ολοκληρωθεί επιτυχώς το συστατικό στοιχείο ESPD validator backend έχει εγκατασταθεί και είναι έτοιμο προς χρήση.

Για το συστατικό στοιχείο **ESPD validator frontend** η διαδικασία είναι εξίσου απλή καθώς το μόνο που απαιτείται είναι η δημιουργία του παραγωγικού εκτελέσιμου και ο ορισμός του φακέλου στον οποίο θα εγκατασταθεί. Προτού όμως γίνει αυτό είναι σημαντικό κατ' αντιστοιχία με το ESPD validator backend να διαγραφούν οποιαδήποτε παλαιότερα παραγωγικά εκτελέσιμα ώστε να αποδειχθεί οποιοδήποτε πρόβλημα σύγκρουσης (conflict issue).

Αφού ολοκληρωθεί με επιτυχία η εγκατάσταση και των τριών συστατικών στοιχείων η πλατφόρμα είναι έτοιμη προς χρήση. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η πρόσβαση προς το backend γίνεται μέσω της δυνατότητας reverse proxy που παρέχει ο Nginx Server. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως η κίνηση γίνεται μέσω συγκεκριμένης πόρτας (port) που έχει μείνει ανοιχτή για τη ρύθμιση της κίνησης μέσω https με τον Nginx να είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση αυτής της κίνησης. Όλη η υπόλοιπη κίνηση έχει αποκλειστεί για λόγους ασφαλείας μέσω ρύθμισης του firewall (UFW) και κάθε προσπάθεια προσπέλασης χωρίς SLL μέσω http ανακατευθύνεται σε ασφαλή σύνδεση. Τέλος για λόγους πρακτικούς έχει προστεθεί μία λειτουργία

επιτήρησης (Monit) που έχει τη δυνατότητα να ειδοποιεί μέσω email τον υπεύθυνο της πλατφόρμας σχετικά με προβλήματα στους containers που τρέχουν τη λειτουργικότητα συστατικών στοιχείων όπως για παράδειγμα το ESPD validator backend, με στόχο την έγκαιρη και γρήγορη αντιμετώπιση και επίλυση ζητημάτων εγκατάστασης και ορθής λειτουργίας.



Σχήμα 6 Λειτουργία reverse proxy του NGINX server

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

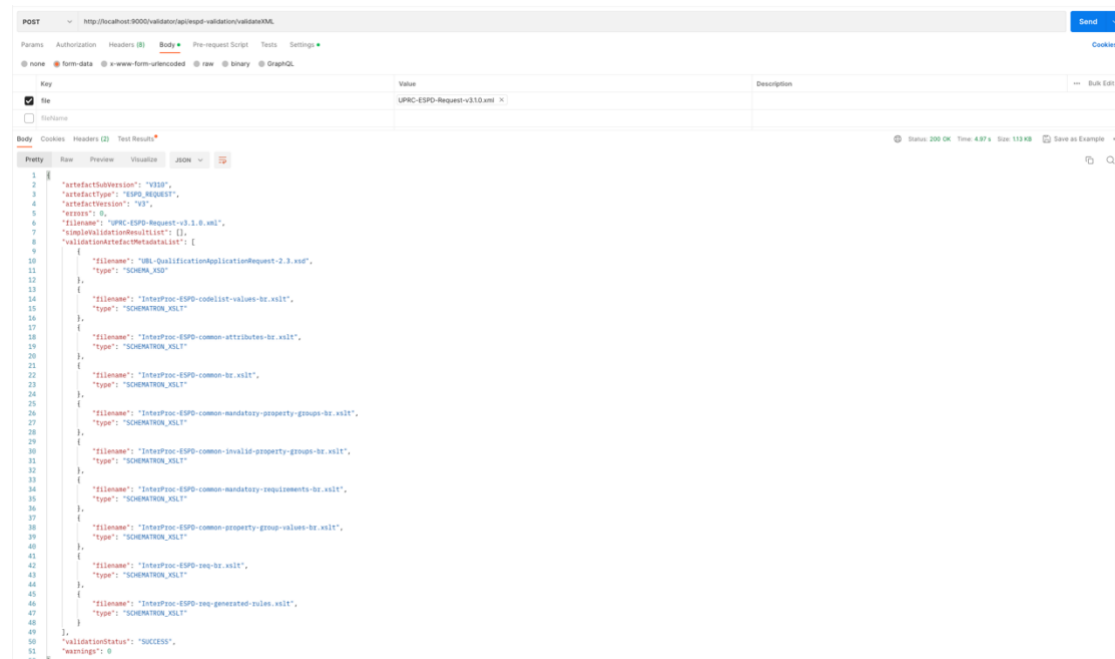
1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η πλατφόρμα ελέγχου ορθότητας αρχείων ESPD. Η πλατφόρμα όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 3 διαθέτει τρεις κύριες λειτουργίες που προσομοιάζουν τα τρία βήματα του πλάνου ελέγχου οι οποίες είναι: α) XML validation, β) Data Acceptance Testing και γ) Data Persistence Testing. Επιπλέον αυτών διατίθενται και κάποιες δευτερεύουσες βοηθητικές λειτουργίες που σχετίζονται με την παροχή χρήσιμων πληροφοριών προς το χρήστη (π.χ. έκδοση λογισμικού, συγκεκριμένο commit revision, όνομα και ακριβή ώρα δημιουργίας του εκτελέσιμου) μέσω της κατανάλωσης των αντίστοιχων REST API calls. Το αντικείμενο της υλοποίησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας περιορίζεται στην κατασκευή του validation module, του ESPD validator backend καθώς και των διαδικασιών (workflows) που απαιτούνται για την αυτοματοποίηση της εγκατάστασης της πλατφόρμας ESPD validator. Δεδομένου αυτού η παρουσίαση του συστήματος θα γίνει με τη βοήθεια του εργαλείου Postman, το οποίο παρέχει δυνατότητες κατανάλωσης REST APIs.

2. XML Validation Testing – Conformance Testing

Η πρώτη και κύρια λειτουργικότητα της πλατφόρμας είναι η εκτέλεση XML validation testing. Η συγκεκριμένη λειτουργικότητα προσομοιάζει το πρώτο βήμα της μεθοδολογίας του πλάνου ελέγχου δοκιμών και αποτελεί υποχρεωτική για όσους επιθυμούν να συμμετάσχουν στη διαδικασία όπως διακρίνεται και από το Σχήμα 1. Παρακάτω παρατίθενται στιγμιότυπα με τα στάδια εκτέλεσης της συγκεκριμένης λειτουργικότητας όπως αυτά καταγράφηκαν μέσω του Postman.

Αρχικά εισάγουμε στο Postman ένα έγκυρο ESPD Request το οποίο και στέλνουμε μέσω multipart-form προς το ESPD validator backend. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3 το backend επιστρέφει ένα μήνυμα JSON στο οποίο περιέχονται πληροφορίες σχετικά με το τεχνούργημα, τα πιθανά λάθη που βρέθηκαν, το είδος των λαθών (error ή warning), τα σχετικά XSD και Schematrons που χρησιμοποιήθηκαν για την επικύρωση καθώς και μία λίστα με λεπτομέρειες για κάθε εύρημα/λάθος. Το πρώτο τεχνούργημα επιβεβαιώθηκε πως είναι έγκυρο καθώς το ESPD validator backend επέστρεψε validationStatus = SUCCESS.

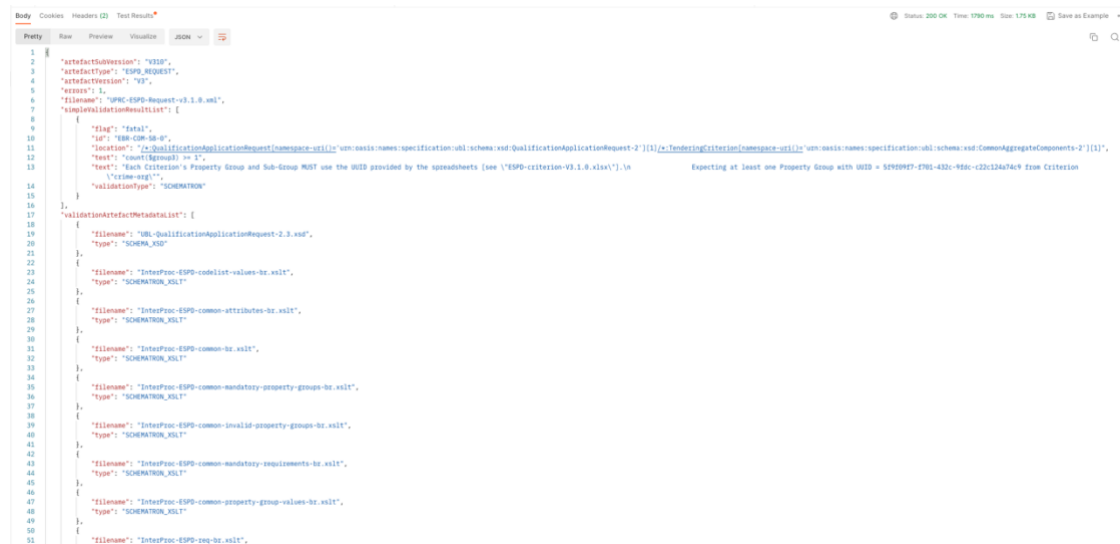


```
1 {
2   "instanceVersion": "V33P",
3   "instanceType": "ESPD_REQUEST",
4   "instanceVersion": "V3",
5   "version": 0,
6   "filename": "UPRC-ESPD-Request-v3.3.0.xml",
7   "validationResult": {
8     "validationMetadataList": [
9       {
10        "filename": "URL-QualificationApplicationRequest-2.3.xsd",
11        "type": "SCHEMA_XSD"
12      },
13      {
14        "filename": "InterProc-ESPD-codeList-values-br.xslt",
15        "type": "SCHEMATRON_XSLT"
16      },
17      {
18        "filename": "InterProc-ESPD-common-attributes-br.xslt",
19        "type": "SCHEMATRON_XSLT"
20      },
21      {
22        "filename": "InterProc-ESPD-common-br.xslt",
23        "type": "SCHEMATRON_XSLT"
24      },
25      {
26        "filename": "InterProc-ESPD-common-mandatory-property-groups-br.xslt",
27        "type": "SCHEMATRON_XSLT"
28      },
29      {
30        "filename": "InterProc-ESPD-common-invalid-property-groups-br.xslt",
31        "type": "SCHEMATRON_XSLT"
32      },
33      {
34        "filename": "InterProc-ESPD-common-mandatory-requirements-br.xslt",
35        "type": "SCHEMATRON_XSLT"
36      },
37      {
38        "filename": "InterProc-ESPD-common-property-group-values-br.xslt",
39        "type": "SCHEMATRON_XSLT"
40      },
41      {
42        "filename": "InterProc-ESPD-req-br.xslt",
43        "type": "SCHEMATRON_XSLT"
44      },
45      {
46        "filename": "InterProc-ESPD-req-generated-rules.xslt",
47        "type": "SCHEMATRON_XSLT"
48      }
49    ],
50   "validationStatus": "SUCCESS",
51   "warnings": 0
52 }
```

Εικόνα 3 XML Validation έγκυρου τεχνουργήματος ESPD Request

Στη συνέχεια, υποβάλουμε μέσω του Postman ένα μη έγκυρο ESPD Request με σκοπό να εξετάσουμε αναλυτικά τα λάθη που εμπεριέχει. Όπως φαίνεται από την Εικόνα 4 επιπλέον όσων επέστρεψε στην περίπτωση του έγκυρου τεχνουργήματος το σύστημα επέστρεψε μία λίστα η οποία έχει αναλυτικά τις λεπτομέρειες για το κάθε λάθος που βρέθηκε. Στην περίπτωση που εξετάζουμε το ESPD Request έχει ένα error και κανένα warning, άρα η σχετική λίστα εμπεριέχει ένα JSON object που αφορά στο συγκεκριμένο εύρημα. Οι πληροφορίες που παρέχει αναφέρουν το βάρος (weight) του λάθους (fatal), το id του επιχειρησιακού κανόνα όπως αυτό καταγράφεται εντός των ISO

Schematron, την ακριβή τοποθεσία του λάθους μέσω XPath, τη συνθήκη ελέγχου, τον τύπου της επικύρωσης (XSD ή Schematron) καθώς και ένα μήνυμα που υποδεικνύει ποιο ακριβώς είναι το ζήτημα.



```
1 |
2 |   "actualVersion": "ESPD",
3 |   "actualType": "ESPD_REQUEST",
4 |   "actualVersion": "0",
5 |   "errors": 1,
6 |   "filename": "SPC-ESPD-request-v3.1.0.xml",
7 |   "validationResults": [
8 |     {
9 |       "flag": "Fatal",
10 |      "id": "ESD-COM-58-0",
11 |      "location": "/x:QualificationApplicationRequest[contains@url='urn:cecis:names:specification:ubl:schema:xsd:QualificationApplicationRequest-2-1-1']/x: TenderingCriterion[contains@url='urn:cecis:names:specification:ubl:schema:xsd:CommonAggregateComponents-2-1-1']",
12 |      "msg": "Count(Errors) = 1",
13 |      "text": "Each Criterion's Property Group and Sub-Group MUST use the UUID provided by the spreadsheets (see \"ESPD-criterion-V3.1.0.xlsx\"), \b Expecting at least one Property Group with UUID = 5490987-8761-4321-938c-c2c126a74c9 from Criterion \"Validation\".",
14 |      "validationType": "SCHEMATRON"
15 |     },
16 |   ],
17 |   "validationAttributeMetadataList": [
18 |     {
19 |       "filename": "UBL-QualificationApplicationRequest-2.1.xsd",
20 |       "type": "SCHEMA_XSD"
21 |     },
22 |     {
23 |       "filename": "InterProc-ESPD-codelist-values-br.xml",
24 |       "type": "SCHEMATRON_XSLT"
25 |     },
26 |     {
27 |       "filename": "InterProc-ESPD-common-attributes-br.xml",
28 |       "type": "SCHEMATRON_XSLT"
29 |     },
30 |     {
31 |       "filename": "InterProc-ESPD-common-br.xml",
32 |       "type": "SCHEMATRON_XSLT"
33 |     },
34 |     {
35 |       "filename": "InterProc-ESPD-common-mandatory-property-groups-br.xml",
36 |       "type": "SCHEMATRON_XSLT"
37 |     },
38 |     {
39 |       "filename": "InterProc-ESPD-common-invalid-property-groups-br.xml",
40 |       "type": "SCHEMATRON_XSLT"
41 |     },
42 |     {
43 |       "filename": "InterProc-ESPD-common-mandatory-requirements-br.xml",
44 |       "type": "SCHEMATRON_XSLT"
45 |     },
46 |     {
47 |       "filename": "InterProc-ESPD-common-property-group-values-br.xml",
48 |       "type": "SCHEMATRON_XSLT"
49 |     },
50 |     {
51 |       "filename": "InterProc-ESPD-eq-br.xml",
```

Εικόνα 4 XML Validation μη έγκυρου τεχνουργήματος ESPD Request

3. GUI Testing

Η δεύτερη λειτουργικότητα της πλατφόρμας είναι το data acceptance (DA) validation testing. Η λειτουργικότητα προσομοιάζει το δεύτερο βήμα της μεθοδολογίας του πλάνου ελέγχου δοκιμών και είναι προαιρετική για όσους επιθυμούν να συμμετάσχουν στη διαδικασία όπως φαίνεται και από το Σχήμα 1. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως προκειμένου να λειτουργήσει ορθά η συγκεκριμένη λειτουργικότητα απαιτείται η υποβολή ενός έγκυρου τεχνουργήματος ESPD. Για να διασφαλιστεί πως αυτό θα ικανοποιείται σε κάθε περίπτωση, το σύστημα σε αυτό το βήμα εκτελεί επικύρωση του ESPD τεχνουργήματος που εισάγει ο χρήστης. Παρακάτω παρατίθενται στιγμιότυπα με τα στάδια εκτέλεσης του data acceptance validation testing όπως αυτά καταγράφηκαν με χρήση του εργαλείου Postman.

Αρχικά εισάγουμε στο Postman ένα έγκυρο ESPD Response, το οποίο έχει εξαχθεί από ένα ESPD σύστημα με χρήση της γραφικής διεπιφάνειας χρήσης του. Στη συνέχεια, το τεχνούργημα αποστέλλεται μέσω multipart-form προς το ESPD validator backend. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5 το backend

επιστρέφει ένα μήνυμα JSON με τα αποτελέσματα της επικύρωσης. Στα αποτελέσματα εμπεριέχονται πληροφορίες σχετικά με το τεχνούργημα που υποβλήθηκε προς επικύρωση, τα πιθανά λάθη που βρέθηκαν, το είδος των λαθών (error ή warning), τα σχετικά XSD και Schematrons που χρησιμοποιήθηκαν για την επικύρωση καθώς και μία λίστα με λεπτομέρειες για κάθε εύρημα/λάθος. Το τεχνούργημα που υποβλήθηκε σε αυτό το βήμα φαίνεται πως είναι έγκυρο διότι εντός της JSON απόκρισης που επέστρεψε το backend διακρίνεται πως το validationStatus έχει τιμή SUCCESS. Είναι σημαντικό να τονιστεί πως για να καταγραφεί ένα τεχνούργημα ως μη έγκυρο απαιτείται τουλάχιστον ένα λάθος τύπου error.

```
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
```

```
{
  "artefactSubVersion": "V310",
  "artefactType": "ESPD_RESPONSE",
  "artefactVersion": "V3",
  "errors": 0,
  "filename": "UPRC_ESPD_RESPONSE_MIN_DATASET_v310-iter5-step3-200323_SUT_VALID.xml",
  "simpleValidationResultList": [
    {
      "flag": "warning",
      "id": "EBR-COM-124",
      "location": "/*:QualificationApplicationResponse[namespace-uri()='urn:oasis:names:specification:ubl:schema:xsd:QualificationApplicationResponse-2'][1]",
      "test": "$selectionCriteriaExist",
      "text": "The selection criteria are not provided.",
      "validationType": "SCHEMATRON"
    }
  ],
  "validationArtefactMetadataList": [
    {
      "filename": "UBL-QualificationApplicationResponse-2.3.xsd",
      "type": "SCHEMA_XSD"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-codelist-values-br.xslt",
      "type": "SCHEMATRON_XSLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-attributes-br.xslt",
      "type": "SCHEMATRON_XSLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-br.xslt",
      "type": "SCHEMATRON_XSLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-mandatory-property-groups-br.xslt",
      "type": "SCHEMATRON_XSLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-invalid-property-groups-br.xslt",
      "type": "SCHEMATRON_XSLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-mandatory-requirements-br.xslt",
      "type": "SCHEMATRON_XSLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-property-group-values-br.xslt",
      "type": "SCHEMATRON_XSLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-res-br.xslt",
      "type": "SCHEMATRON_XSLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-res-codelist-values-br.xslt",
      "type": "SCHEMATRON_XSLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-res-generated-rules.xslt",
      "type": "SCHEMATRON_XSLT"
    }
  ],
  "validationStatus": "SUCCESS",
  "warnings": 1
}
```

Εικόνα 5 Data Acceptance Validation έγκυρου (κατά DA) τεχνουργήματος ESPD Response

Στη συνέχεια, υποβάλουμε μέσω του Postman ένα ESPD Response, στο οποίο κατά τη συμπλήρωση του μέσω της διεπιφάνειας χρήστη του ESPD συστήματος παραλήφθηκε σκοπίμως η ορθή συμπλήρωση τριών συγκεκριμένων τιμών. Στόχος είναι να καταγραφεί πως πράγματι το ESPD validator backend στα αποτελέσματα επικύρωσης θα επιστρέψει τις τρεις συγκεκριμένες τιμές στις οποίες έγινε εσκεμμένη εσφαλμένη εισαγωγή. Είναι σημαντικό να τονιστεί πως οι «εσφαλμένες τιμές» δεν σχετίζονται με παραβίαση συγκεκριμένου επιχειρησιακού κανόνα και θεωρούνται εσφαλμένες μόνο κατά αυτό το βήμα. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι καθώς το αντικείμενο ελέγχου είναι η δυνατότητα της γραφικής διεπιφάνειας να εισάγει και να αποστέλλει τις σωστές τιμές, όπως ακριβώς τις εισήγαγε ο τελικός χρήστης του ESPD συστήματος, συμπληρώνοντας τις αντίστοιχες φόρμες.

```

Body Cookies Headers Test Results
Status: 200 OK Time: 1206 ms Size: 3.92 KB Save as Example
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
{
  "validationStatus": "VALID",
  "validationType": "ESPD_RESPONSE",
  "errors": 0,
  "filename": "SPHC_ESPD_RESPONSE_MIN_DATASET_v100-test-step-200023_SUF_INVAL10.xml",
  "validationCriteriaList": [
    {
      "id": "missing",
      "id": "ERR-COM-124",
      "location": "/QualificationApplicationResponse/namespace-uri",
      "text": "The selection criteria are not provided.",
      "validationType": "SCHEMATRON"
    }
  ],
  "expectedValue": "...Taxes",
  "id": "0",
  "location": "Criteria has the economic operator breached its obligations relating to the payment of taxes, both in the country in which it is established and in Member State of the contracting authority or contracting entity if other than the country of establishment.",
  "providedValue": "...SUF_TAXES",
  "text": "The value should be ...Taxes but it is: ...SUF_TAXES.",
  "validationType": "DA"
},
  "expectedValue": "...TaxesDescription",
  "id": "0",
  "location": "Criteria has the economic operator breached its obligations relating to the payment of taxes, both in the country in which it is established and in Member State of the contracting authority or contracting entity if other than the country of establishment.",
  "providedValue": "SUF_TAXES_DESCRIPTION",
  "text": "The value should be ...TaxesDescription but it is: SUF_TAXES_DESCRIPTION.",
  "validationType": "DA"
},
  "expectedValue": "...SocialSecurity",
  "id": "0",
  "location": "Criteria has the economic operator breached its obligations relating to the payment of social security contributions, both in the country in which it is established and in Member State of the contracting authority or contracting entity if other than the country of establishment.",
  "providedValue": "SUF_SOCIAL_SECURITY",
  "text": "The value should be ...SocialSecurity but it is: SUF_SOCIAL_SECURITY.",
  "validationType": "DA"
}
],
  "validationAttributeMetadataList": [
    {
      "filename": "URL-QualificationApplicationResponse-2.3.xml",
      "type": "SCHEMA_XSD"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-codelist-values-br.xml",
      "type": "SCHEMATRON_SLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-attribute-br.xml",
      "type": "SCHEMATRON_SLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-br.xml",
      "type": "SCHEMATRON_SLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-mandatory-property-groups-br.xml",
      "type": "SCHEMATRON_SLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-invalid-property-groups-br.xml",
      "type": "SCHEMATRON_SLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-mandatory-requirements-br.xml",
      "type": "SCHEMATRON_SLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-common-property-group-values-br.xml",
      "type": "SCHEMATRON_SLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-pes-br.xml",
      "type": "SCHEMATRON_SLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-pes-codelist-values-br.xml",
      "type": "SCHEMATRON_SLT"
    },
    {
      "filename": "InterProc-ESPD-pes-generate-values.xml",
      "type": "SCHEMATRON_SLT"
    }
  ],
  "validationStatus": "FAIL",
  "warnings": 1
}

```

Εικόνα 6 Data Acceptance Validation μη έγκυρου (κατά DA) τεχνουργήματος ESPD Response

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 6 η απόκριση του ESPD validator backend περιέχει τρία επιπλέον στοιχεία στη λίστα αποτελεσμάτων. Τα τρία αυτά επιπλέον στοιχεία αναφέρονται στα τρία σημεία στα οποία κατά τη συμπλήρωση των φορμών από τη διεπιφάνεια χρήστη του ESPD συστήματος έγινε εκούσια εισαγωγή «εσφαλμένων» τιμών. Τα ευρήματα δείχνουν πως υπάρχουν τρία λάθη τύπου error τα οποία έχουν τύπο επικύρωσης «DA». Σε κάθε ένα από αυτά περιγράφεται αναλυτικά το σημείο του ευρήματος, η τιμή του (providedValue) και η τιμή που θα έπρεπε να έχει (expectedValue). Για παράδειγμα το πρώτο στοιχείο στη λίστα των ευρημάτων αφορά σε μία τιμή που κατά την επικύρωση θα έπρεπε να ισούται με «__Taxes» ενώ τελικά διαπιστώθηκε πως ισούται με «__SUT_TAXES».

4. Transactional Testing

Η τρίτη λειτουργικότητα της πλατφόρμας είναι το data persistence (DP) validation testing. Η συγκεκριμένη λειτουργικότητα προσομοιάζει το τρίτο βήμα της μεθοδολογίας ελέγχου δοκιμών και είναι προαιρετική για όσους επιθυμούν να συμμετάσχουν στη διαδικασία όπως φαίνεται και από το Σχήμα 1. Παρακάτω παρατίθενται στιγμιότυπα με τα στάδια εκτέλεσης του data persistence validation testing όπως αυτά καταγράφηκαν με χρήση του εργαλείου Postman.

Όπως περιγράφεται και στην ενότητα 2.3 το data persistence λαμβάνει χώρα μεταξύ δύο ESPD συστημάτων με τη βοήθεια της πλατφόρμας ελέγχου ορθότητας ESPD. Το ένα ESPD σύστημα έχει το ρόλο του παραγωγού τεχνουργήματος (Artifact Producer – AP) και το άλλο το ρόλο του καταναλωτή τεχνουργήματος (Artifact Consumer – AC). Αρχικά ο AP παράγει ένα ESPD Request και το τοποθετεί σε ένα αποθετήριο τεχνουργημάτων (Artifact Repository – AR). Για την ορθή εκτέλεση του transactional testing απαιτείται το συγκεκριμένο καθώς και όλα τα τεχνουργήματα να είναι έγκυρα. Στη συνέχεια, ο AC λαμβάνει ασύγχρονα το ESPD Request από το AR και το εισάγει στο ESPD σύστημά του, εξάγοντας από αυτό το ESPD Response. Στην ενότητα 2.3 περιγράφεται ένα πλήρες transactional testing. Στο σενάριο του τρέχοντος παραδείγματος παραλείπεται το προαιρετικό βήμα όπου ο AP λαμβάνει το

εξαγόμενο ESPD Response και το επανεισάγει στο ESPD σύστημά του. Δεδομένο αυτού εισάγεται στο Postman το εξαγόμενο ESPD Response, το οποίο υπόκειται σε DA validation. Κατόπιν εφόσον το αποτέλεσμα είναι θετικό εκτελείται το DP validation, το οποίο λαμβάνει χώρα μεταξύ του AP – ESPD Request και του AC – ESPD Response. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 7 το ESPD validator backend επιστρέφει ένα μήνυμα σε μορφή JSON με τα αποτελέσματα της επικύρωσης. Είναι σημαντικό να τονιστεί πως για να διασφαλιστεί η εγκυρότητα (κατά XSD & Schematron) των τεχνουργημάτων, η πλατφόρμα ελέγχου ορθότητας εκτελεί XML conformance testing στα τεχνουργήματα ESPD που υποβάλλονται πριν προχωρήσει στο DP validation. Στα αποτελέσματα περιέχονται πληροφορίες σχετικά με τα ESPD τεχνουργήματα που υποβλήθηκαν προς επικύρωση, τα πιθανά λάθη που βρέθηκαν, το είδος των λαθών (error ή warning), τα σχετικά XSD και Schematrons που χρησιμοποιήθηκαν για το υποβλήμα του XML conformance testing καθώς και μία λίστα με τις λεπτομέρειες για κάθε εύρημα/λάθος. Τα τεχνουργήματα που υποβλήθηκαν φαίνεται πως είναι έγκυρα τόσο κατά XML validation όσο και κατά DP validation, καθώς όπως φαίνεται και στην Εικόνα 7 η λίστα ευρημάτων είναι κενή, οι δείκτες λαθών τύπου error και τύπου warning είναι μηδέν καθώς και το validationStatus έχει την τιμή «SUCCESS».



```
Body Cookies Headers (2) Test Results
Pretty Raw Preview Visualize JSON
1
2   "artifactSubVersion": "V310",
3   "artifactVersion": "V3",
4   "errors": 0,
5   "filename": "UPRC_ESPD_REQUEST_MIN_DATASET_v310-iter5-200323_SUT.xml,UPRC_ESPD_RESPONSE_MIN_DATASET_v310-iter5-step3-200323_SUT_VALID.xml",
6   "simpleValidationResultList": [],
7   "validationArtefactMetadataList": [ !! Metadata list omitted for the sake of brevity !!
92 ],
93   "validationStatus": "SUCCESS",
94   "warnings": 0
95
```

Εικόνα 7 Data Persistence Validation έγκυρων (κατά DP) τεχνουργημάτων ESPD Request & ESPD Response

Στη συνέχεια, επαναλαμβάνεται η παραπάνω διαδικασία με τη διαφορά πως αυτή τη φορά το AC ESPD σύστημα τροποποιεί εσφαλμένα το εξαγόμενο ESPD Response προσθέτοντας πληροφορία που δεν υπήρχε στο αρχικό ESPD Request. Υποβάλλουμε στο Postman το αρχικό AP – ESPD Request και το νέο AC – ESPD Response. Σε αυτό το σημείο διευκρινίζεται ότι η αλλοίωση

που έχει προκληθεί στο ESPD Response δεν συνιστά λάθος κατά XML validation.



```
1  {
2    "artifactSubVersion": "V310",
3    "artifactVersion": "V3",
4    "errors": 1,
5    "filename": "UPRC_ESPD_REQUEST_MIN_DATASET_v310-iter5-200323_SUT.xml,UPRC_ESPD_RESPONSE_MIN_DATASET_v310-iter5-step3-200323_SUT_VALID.xml",
6    "simpleValidationResultList": [
7      {
8        "flag": "error",
9        "id": "0",
10       "location": "CADetails.electronicAddressID",
11       "text": "Found an extra item in ESPD Response with value __ProcurementEndpointID",
12       "validationType": "DP"
13     }
14   ],
15   "validationArtefactMetadataList": [
16     !! Metadata list omitted for the sake of brevity !!
17   ],
100  ],
101  "validationStatus": "FAIL",
102  "warnings": 0
103 }
```

Εικόνα 8 Data Persistence Validation μη έγκυρων (κατά DP) τεχνουργημάτων ESPD Request & ESPD Response

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 8 τα αποτελέσματα αυτή τη φορά είναι διαφορετικά. Το ESPD σύστημα του AC προσέθεσε στις πληροφορίες που αφορούν την αναθέτουσα αρχή ένα επιπλέον στοιχείο. Πιο συγκεκριμένο το μήνυμα που επιστρέφει το ESPD validator backend μέσω του αντίστοιχου JSON response υποδηλώνει πως βρέθηκε ένα ακόμα στοιχείο με τιμή «__ProcedureEndpointID» στη θέση «CADetails.electronicAddressID». Ο τύπος επικύρωσης του συγκεκριμένου error είναι DP, το οποίο φαίνεται από το πεδίο validationType. Το αποτέλεσμα του DP validation είναι μη έγκυρο καθώς το validationStatus ισούται με «FAIL».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

1. Αξιολόγηση εφαρμογής

Αρχικά, είναι σημαντικό να τονιστεί πως η πλατφόρμα ελέγχου ορθότητας αρχείων ESPD (ESPD validator platform) που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε το βασικό εργαλείο για το Conformance αλλά και το Interoperability testing μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων ESPD που κατασκευάστηκαν εντός του έργου INTERPROC. Κατά τη φάση των δοκιμών εξάχθηκαν χρήσιμα συμπεράσματα που στη συνέχεια θα αποτελέσουν και τη βάση πάνω στην οποία θα προταθούν μελλοντικές κατευθύνσεις και βελτιώσεις.

Ως πρώτο συμπέρασμα που καταγράφεται η χρησιμότητα του μοντέλου «Agile» που επιλέχτηκε για την ανάπτυξη της εφαρμογής. Λόγω των περιοδικών τηλεδιασκέψεων μεταξύ των ομάδων, οι οποίες αρκετές φορές ανέδειξαν νέες ανάγκες με αποτέλεσμα την ανάπτυξη νέων χαρακτηριστικών, μπορούμε να πούμε πως το μοντέλο ανάπτυξης που επιλέχτηκε βοήθησε πολύ, ταίριαξε στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης και επέτρεψε την ομαλή ανάπτυξη του λογισμικού που κατασκευάστηκε.

Επιπροσθέτως, ένα άλλο συμπέρασμα που προέκυψε είναι η σημασία των κλιμακωτής πολυπλοκότητας σεναρίων αντί ενός μεγάλου και σύνθετου σεναρίου που περιλαμβάνει ένα maximum dataset. Η προσέγγιση αυτή οδήγησε στη διευκόλυνση των διαφορετικών ομάδων που συμμετείχαν στη διαδικασία testing να ανακαλύψουν λάθη και αστοχίες, οι οποίες ήταν ευκολότερο να εντοπιστούν και να διορθωθούν. Με αυτόν τον τρόπο κάθε ομάδα «χτίζει» σταδιακά την υλοποίηση της και τη βελτιώνει βήμα το βήμα μέχρις ότου η πολυπλοκότητα των σεναρίων να αγγίξει το maximum dataset.

Ως τελικό συμπέρασμα που εξάχθηκε είναι η δυσκολία επίτευξης διαλειτουργικότητας μεταξύ διαφορετικών συστημάτων και πως αυτή δεν

επιτυγχάνεται αποκλειστικά και μόνο με την υλοποίηση ενός κοινού προτύπου. Αυτό το συμπέρασμα προκύπτει από το γεγονός πως παρόλη τη μεγάλη επάρκεια των διαθέσιμων επιχειρησιακών κανόνων από το ESPD Perpol BIS, λόγω του μεγάλου μεγέθους του ESPD μοντέλου, υπήρχαν περιθώρια μικρών διαφοροποιήσεων μεταξύ των υλοποιήσεων των διαφορετικών ESPD συστημάτων, που όμως διαδραμάτισαν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη της διαλειτουργικότητας.

2. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ

Η ανάπτυξη του validator platform προέκυψε ως ανάγκη για την υλοποίηση του πλάνου ελέγχου ορθότητας. Ως εκ τούτου οι μελλοντικές βελτιώσεις μπορεί να προκύψουν είτε από τα συμπεράσματα που σχετίζονται με τη χρήση του παρόντος testing plan σε συνδυασμό με την παρούσα υλοποίηση, είτε σε σχέση με μία βελτιωμένη έκδοση του testing plan σε συνδυασμό με νέες απαιτήσεις που θα προκύψουν από αυτή. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα εξετάσουμε μελλοντικές βελτιώσεις που σχετίζονται αποκλειστικά με το τρέχον testing plan έχοντας ως γνώμονα τα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά τη χρήση της πλατφόρμας, καθώς το testing plan και η περαιτέρω ανάπτυξή του δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Αντλώντας λοιπόν εμπειρία από τα συμπεράσματα χρήσης και του κύκλου δοκιμών κλιμακωτής πολυπλοκότητας σεναρίων, προκύπτει η ανάγκη να υπάρχει η δυνατότητα απευθείας διασύνδεσης των ESPD συστημάτων με το validator platform σε συνδυασμό με ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης χρηστών που θα δίνει δυνατότητες αποθήκευσης των ελέγχων των διαφορετικών testers και έλεγχο των αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε πολύ ευκολότερα με αυτοματοποιημένο τρόπο να εξάγει αναφορές (reports) σχετικά με την πορεία του testing, συνθέτοντας αποτελέσματα, ώστε αναλόγως να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα ή να γίνονται διορθωτικές κινήσεις όπου χρειάζεται.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] L. Wikarsa, *Quality Requirements and Expectations of Software Development*. 2014.
- [2] Maria Siapera, Andreas Schmitz, Prof. Dr. Maria A. Wimmer, και Prof. Dr. Andriana Prentza, 'AgInTeF: Agile Interoperability Testing Framework for Orchestrating Overarching Procedures in Verifying Digital Public Services', παρουσιάστηκε στο 24th Annual International Conference on Digital Government Research: Together in the unstable world: Digital government and solidarity, Gdańsk, Poland: The Digital Government Society, Ιούλιος 2023.
- [3] European Commission. Directorate General for Informatics., *New European interoperability framework: promoting seamless services and data flows for European public administrations*. LU: Publications Office, 2017. Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Απριλίου 2023. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://data.europa.eu/doi/10.2799/78681>
- [4] H. Panetto, M. Scannapieco, και M. Zelm, 'INTEROP NoE: Interoperability Research for Networked Enterprises Applications and Software', στο *On the Move to Meaningful Internet Systems 2004: OTM 2004 Workshops*, R. Meersman, Z. Tari, και A. Corsaro, Επιμ., στο *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3292. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2004, σσ. 866–882. doi: 10.1007/978-3-540-30470-8_100.
- [5] A. Tolk, 'Interoperability, Composability, and Their Implications for Distributed Simulation: Towards Mathematical Foundations of Simulation Interoperability', στο *2013 IEEE/ACM 17th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications*, Delft, Netherlands: IEEE, Οκτώβριος 2013, σσ. 3–9. doi: 10.1109/DS-RT.2013.8.
- [6] 'ISO/IEC 2382:2015(en), Information technology — Vocabulary'. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:2382:ed-1:v2:en> (ημερομηνία πρόσβασης 17 Απριλίου 2023).
- [7] 'European Commission / IDABC Programme (2005 - 2009)'. <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/the-idabc-programme-2005-2009.html> (ημερομηνία πρόσβασης 17 Απριλίου 2023).
- [8] Y. Charalabidis, M. Tschichholz, και A. Hopkirk, 'Advancing the eGovernment Interoperability Framework in European Countries: Architectures, Challenges and Perspectives from the new Greek eGIF', παρουσιάστηκε στο eChallenges 2007 Conference, The Hague, 2007.
- [9] I. Cafezeiro και E. Haeusler, 'Semantic Interoperability via Category

Theory.', Ιανουάριος 2007, σσ. 197–202.

[10] 'Special Paper on Cloud Computing: Portability and Interoperability I', 27 Ιούνιος 2016. <http://www.ecis.eu/2016/06/special-paper-on-cloud-computing-portability-and-interoperability/> (ημερομηνία πρόσβασης 1 Μαΐου 2023).

[11] K. Kosanke, 'ISO Standards for Interoperability: a Comparison', στο *Interoperability of Enterprise Software and Applications*, D. Konstantas, J.-P. Bourrières, M. Léonard, και N. Boudjlida, Επιμ., London: Springer London, 2006, σσ. 55–64.

[12] F. W. Neiva, J. M. N. David, R. Braga, και F. Campos, 'Towards pragmatic interoperability to support collaboration: A systematic review and mapping of the literature', *Inf. Softw. Technol.*, τ. 72, σσ. 137–150, Απρίλιος 2016, doi: 10.1016/j.infsof.2015.12.013.

[13] European Commission, 'EUROPEAN INTEROPERABILITY FRAMEWORK FOR PAN-EUROPEAN eGOVERNMENT SERVICES'. Office for Official Publications of the European Communities, 2004. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/custom-page/attachment/2021-11/EIF%20V1.0.pdf>

[14] European Commission, 'European Interoperability Framework (EIF) for European public services'. ISA Interoperability Solutions for European Public Administrations, 2010. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/custom-page/attachment/2021-11/EIF%20v2.pdf>

[15] 'European single procurement document and eCertis'. https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/public-procurement/digital-procurement/european-single-procurement-document-and-ecertis_en (ημερομηνία πρόσβασης 20 Απριλίου 2023).

[16] Οδηγία 2014/24/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 26ης Φεβρουαρίου 2014, σχετικά με τις δημόσιες προμήθειες και την κατάργηση της οδηγίας 2004/18/ΕΚ. Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ, τ. 094. 2014. Ημερομηνία πρόσβασης: 1 Μαΐου 2023. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <http://data.europa.eu/eli/dir/2014/24/oj/ell>

[17] Εκτελεστικός κανονισμός (ΕΕ) 2016/7 της Επιτροπής, της 5ης Ιανουαρίου 2016, για την καθιέρωση του τυποποιημένου εντύπου για το Ευρωπαϊκό Ενιαίο Έγγραφο Προμήθειας (Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ), τ. 003. 2016. Ημερομηνία πρόσβασης: 1 Μαΐου

2023. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο:
http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2016/7/oj/ell

[18] Z. ALEKSANDROVA, 'European Single Procurement Document (ESPD)', *ISA² - European Commission*, 25 Νοέμβριος 2016.
http://webserver:8080/isa2/solutions/european-single-procurement-document-espd_en (ημερομηνία πρόσβασης 20 Απριλίου 2023).

[19] 'eCertis'. <https://ec.europa.eu/tools/ecertis/#/about> (ημερομηνία πρόσβασης 20 Απριλίου 2023).

[20] Directorate-General for Communication (European Commission), *European Single market*. LU: Publications Office of the European Union, 2020. Ημερομηνία πρόσβασης: 25 Ιουνίου 2023. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://data.europa.eu/doi/10.2775/282406>

[21] 'INTERPROC | Trans European eProcurement Interoperability'.
<https://site.vortal.biz/interproc/> (ημερομηνία πρόσβασης 20 Απριλίου 2023).

[22] 'INTERPROC | We are getting connected'.
<https://site.vortal.biz/interproc/more-info/> (ημερομηνία πρόσβασης 20 Απριλίου 2023).

[23] 'About Peppol', *OpenPeppol*. <https://peppol.org/about/> (ημερομηνία πρόσβασης 20 Μαΐου 2023).

[24] S. Works, 'Peppol eDelivery Network - An Overview', *Peppol*.
<https://peppol.eu/what-is-peppol/peppol-transport-infrastructure/> (ημερομηνία πρόσβασης 20 Μΐου 2023).

[25] 'How does eDelivery work'. <https://ec.europa.eu/digital-building-blocks/wikis/digital-building-blocks/wikis/display/DIGITAL/How+does+eDelivery+work> (ημερομηνία πρόσβασης 20 Μαΐου 2023).

[26] 'PEPPOL | Γενική Γραμματεία Πληροφοριακών Συστημάτων'.
<https://www.gsis.gr/en/citizens-businesses/payments-proceeds/e-invoice/peppol> (ημερομηνία πρόσβασης 18 Μαρτίου 2023).

[27] 'eDelivery AS4 - 1.15', 11 Νοεμβρίου 2020. <https://ec.europa.eu/digital-building-blocks/wikis/digital-building-blocks/wikis/display/DIGITAL/eDelivery+AS4++1.15> (ημερομηνία πρόσβασης 20 Μαΐου 2023).

[28] 'KYA_98979.pdf'. Ημερομηνία πρόσβασης: 20 Μαΐου 2023. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο:
https://www.gsis.gr/sites/default/files/2021-08/KYA_98979.pdf

- [29] 'Peppol Interoperability Framework', *OpenPeppol*. <https://peppol.org/peppol-interoperability-framework/> (ημερομηνία πρόσβασης 20 Μαΐου 2023).
- [30] 'Πυλώνας TIA | Γενική Γραμματεία Πληροφοριακών Συστημάτων'. <https://www.gsis.gr/pylonas-tia> (ημερομηνία πρόσβασης 18 Μαρτίου 2023).
- [31] S. Works, 'Webinar - new PEPPOL Agreement Framework', *Peppol*, 11 Ιανουάριος 2019. <https://peppol.eu/webinar-new-peppol-agreement-framework/> (ημερομηνία πρόσβασης 18 Μαρτίου 2023).
- [32] 'Πυλώνας BIS 3.0 | Γενική Γραμματεία Πληροφοριακών Συστημάτων'. <https://www.gsis.gr/pylonas-bis-30> (ημερομηνία πρόσβασης 18 Μαρτίου 2023).
- [33] 'PEPPOL BIS_v 5.0-(HT_Οδηγίες Προμηθευτών και Παρόχων για τον Εθνικό Μορφότυπο).pdf'. Ημερομηνία πρόσβασης: 20 Μαΐου 2023. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο:
[https://www.gsis.gr/sites/default/files/eInvoice/PEPPOL%20BIS_v%205.0-\(%CE%97%CE%A4_%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B5%CF%82%20%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CE%B8%CE%B5%CF%85%CF%84%CF%8E%CE%BD%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%A0%CE%B1%CF%81%CF%8C%CF%87%CF%89%CE%BD%20%CE%B3%CE%B9%CE%B1%20%CF%84%CE%BF%CE%BD%20%CE%95%CE%B8%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%20%CE%9C%CE%BF%CF%81%CF%86%CF%8C%CF%84%CF%85%CF%80%CE%BF\).pdf](https://www.gsis.gr/sites/default/files/eInvoice/PEPPOL%20BIS_v%205.0-(%CE%97%CE%A4_%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B5%CF%82%20%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CE%B8%CE%B5%CF%85%CF%84%CF%8E%CE%BD%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%A0%CE%B1%CF%81%CF%8C%CF%87%CF%89%CE%BD%20%CE%B3%CE%B9%CE%B1%20%CF%84%CE%BF%CE%BD%20%CE%95%CE%B8%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%20%CE%9C%CE%BF%CF%81%CF%86%CF%8C%CF%84%CF%85%CF%80%CE%BF).pdf)
- [34] 'Πυλώνας eDelivery Network | Γενική Γραμματεία Πληροφοριακών Συστημάτων'. <https://www.gsis.gr/pylonas-edelivery-network> (ημερομηνία πρόσβασης 18 Μαρτίου 2023).
- [35] 'ESPD | Peppol ESPD Specifications'. <https://interproc.ds.unipi.gr/esp-d-peppol-bis/esp-d/> (ημερομηνία πρόσβασης 20 Απριλίου 2023).
- [36] 'Overview | Schematron'. <https://www.schematron.com/home/overview.html> (ημερομηνία πρόσβασης 20 Απριλίου 2023).
- [37] 'VEFA Validator 2.x'. Anskaffelser, 11 Απριλίου 2022. Ημερομηνία πρόσβασης: 1 Μαΐου 2023. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://github.com/anskaffelser/vefa-validator>
- [38] 'About Interoperability Test Bed | Joinup'. <https://joinup.ec.europa.eu/collection/interoperability-test-bed->

repository/solution/interoperability-test-bed/about (ημερομηνία πρόσβασης 20 Απριλίου 2023).

[39] 'Ecosio Validator', *ecosio*. <https://ecosio.com/en/reppol-and-xml-document-validator/> (ημερομηνία πρόσβασης 10 Απριλίου 2023).

[40] N. Azizan, F. F. Abdul Aziz, N. S. Kamarzaman, N. Abdul Jamil, J. S. Jaafar, και A. N. Mohd Shafiee, 'File Hiding Web Application (FHWA) Using Image Steganography', *Eur. Proc. Multidiscip. Sci.*, τ. Reimagining Resilient Sustainability: An Integrated Effort in Research, Practices&Education, Οκτώβριος 2022, doi: 10.15405/epms.2022.10.56.

[41] E. Altameem, 'Impact of Agile Methodology on Software Development', *Comput. Inf. Sci.*, τ. 8, τχ. 2, σ. p9, Απρίλιος 2015, doi: 10.5539/cis.v8n2p9.

[42] M. Alqudah και R. Razali, 'A Review of Scaling Agile Methods in Large Software Development', *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, τ. 6, σ. 828, Δεκέμβριος 2016, doi: 10.18517/ijaseit.6.6.1374.

[43] 'What ? | ~okeanos-knossos IAAS'. <https://okeanos-knossos.grnet.gr/about/what/> (ημερομηνία πρόσβασης 30 Απριλίου 2023).

[44] 'What is Quarkus?' <https://quarkus.io/about/> (ημερομηνία πρόσβασης 29 Απριλίου 2023).