



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Ενορχήστρωση Υπηρεσιών Ιστού με τη Γλώσσα Εκτέλεσης Επιχειρησιακών Διαδικασιών BPEL
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Ανδρέας Καλαϊτζής
Πατρώνυμο	Κωνσταντίνος
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΣΠ / 09028
Επιβλέπων	Δέσποινα Πολέμη, Επίκουρος Καθηγήτρια



Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Δέσποινα Πολέμη
Επίκουρος Καθηγήτρια

Χρήστος Δουληγέρης
Καθηγητής

Παναγιώτης Κοτζανικολάου
Λέκτορας

Ευχαριστώ θερμά τον Δρ. Αθανάσιο Καραντζιά για τη γνώση και τις συμβουλές που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής διατριβής μου καθώς και την οικογένεια και τους φίλους μου για την πολύτιμη συμπαράστασή τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στον κόσμο των σύγχρονων επιχειρήσεων και εταιριών επικρατεί η αντίληψη του διαμοιρασμού των εφαρμογών, των πληροφοριών και των δεδομένων και της ενοποίησης των συστημάτων, κυρίως για οικονομικούς λόγους. Προς αυτή την κατεύθυνση, οι επιχειρήσεις και οι εταιρίες εκθέτουν τη λειτουργικότητά τους με τη μορφή υπηρεσιών, οι οποίες διατίθενται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες στο Διαδίκτυο. Μια αρχιτεκτονική που υποστηρίζει αυτή την αντίληψη και χρησιμοποιεί ισχυρές τεχνολογίες και πρότυπα για την υλοποίησή της είναι η υπηρεσιοστραφής αρχιτεκτονική (SOA – Service Oriented Architecture), η οποία μπορεί να προσφέρει πολλά οφέλη στις επιχειρήσεις που τη χρησιμοποιούν με το σωστό τρόπο.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή γίνεται μελέτη τόσο της υπηρεσιοστραφούς αρχιτεκτονικής όσο και των επιμέρους τεχνολογιών και προτύπων που χρησιμοποιεί. Για την ανάδειξη των κύριων πλεονεκτημάτων που προκύπτουν από τη χρήση της αρχιτεκτονικής SOA, γίνεται παρουσίαση της ανάπτυξης και της υλοποίησης ενός συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης το οποίο βασίζεται πλήρως στις τεχνολογίες υλοποίησης της υπηρεσιοστραφούς αρχιτεκτονικής. Το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μια επιχείρηση για την αυτόματη έκδοση και αποστολή ηλεκτρονικών τιμολογίων στους πελάτες της επιχείρησης, μειώνοντας σημαντικά το χρόνο και το κόστος εκτέλεσης της διαδικασίας και ενοποιώντας διαφορετικά συστήματα μεταξύ τους.

Λέξεις κλειδιά: Αρχιτεκτονική SOA, διαλειτουργικότητα, υπηρεσίες ιστού, ESB, διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών, BPEL, XML, πρότυπο xCBL, ασφάλεια, ψηφιακές υπογραφές, ηλεκτρονικό τιμολόγιο, σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης.

ABSTRACT

Nowadays, the sharing of applications, information and data between modern businesses and companies and the integration of separate systems is a great goal to achieve, mainly to reduce costs. For this purpose, businesses and companies expose their functionality as services, which are available at specific locations in the Internet. An appropriate architecture for this concept is Service Oriented Architecture (SOA), which can deliver many benefits to the businesses.

In this postgraduate thesis, we study the features of Service Oriented Architecture as well as the technologies and the standards that this architecture uses. To demonstrate the benefits that occur from the use of the latter, we present an electronic invoicing system, which is based entirely on the Service Oriented Architecture. Every business can use the electronic invoicing system in order to create and send electronic invoices to its clients automatically, in a very short time and with less expense compared with the traditional invoicing system.

Keywords: Service Oriented Architecture (SOA), interoperability, web services, ESB, business process management, BPEL, XML, xCBL, security, digital signatures, electronic invoice, electronic invoicing system.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT.....	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	6
ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
ΜΕΡΟΣ Ι: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΥΠΗΡΕΣΙΟΣΤΡΑΦΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	11
1.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SOA.....	11
1.1.1 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ SOA.....	12
1.1.2 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ.....	13
1.1.3 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ SOA.....	14
1.1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ SOA.....	16
1.1.5 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ SOA.....	18
1.2 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΙΣΤΟΥ.....	19
1.2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ.....	19
1.2.2 ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ.....	20
1.2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ.....	23
1.2.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ.....	24
1.2.5 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ.....	25
1.2.6 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ.....	27
1.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ESB.....	29
1.3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ESB.....	29
1.3.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ESB.....	30
1.3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ESB.....	31
1.3.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ESB.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ.....	33
2.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ.....	33
2.1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ BPM.....	34
2.1.2 ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΤΗΣ BPM.....	35
2.1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BPM.....	37
2.1.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BPM.....	38
2.1.5 ΠΡΟΤΥΠΟ BPMN.....	39
2.1.6 ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ BPM.....	40
2.1.7 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ BPM.....	41
2.2 ΓΛΩΣΣΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ.....	42
2.2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ BPEL.....	43
2.2.2 ΕΝΟΡΧΗΣΤΡΩΣΗ ΚΑΙ ΧΟΡΟΓΡΑΦΙΑ.....	44
2.2.3 ΕΚΤΕΛΕΣΙΜΕΣ ΚΑΙ ΑΦΗΡΗΜΕΝΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ.....	45

2.2.4	ΔΟΜΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ	46
2.2.5	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΒΡΕΛ	47
2.2.6	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΒΡΕΛ	48

ΜΕΡΟΣ ΙΙ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	49
--	-----------

3.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ.....	49
3.1.1 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	50
3.1.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	50
3.1.3 ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	51
3.1.4 ΠΡΟΤΥΠΟ ΧΣΒΛ.....	52
3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ	52
3.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	53
3.2.2 ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	53
3.2.3 ΡΟΛΟΙ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	54
3.2.4 ΡΟΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	55
3.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	57
3.3.1 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	57
3.3.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΧΡΗΣΗΣ	58
3.3.3 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	61
--	-----------

4.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	61
4.1.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	61
4.1.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	62
4.1.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ	63
4.1.4 XML ΣΧΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ	65
4.1.5 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	67
4.2 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	72
4.2.1 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΒΡΕΛ	73
4.2.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ	75
4.2.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	81
4.2.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ	84
4.2.5 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΤΙΜΟΛΟΓΙΩΝ.....	85

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	89
--------------------------	-----------

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	90
--------------------------	-----------

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Κύριοι ρόλοι στην αρχιτεκτονική SOA.	14
Εικόνα 1.2: Συστατικά της δομής της αρχιτεκτονικής SOA.	15
Εικόνα 1.3: Τεχνολογίες της δομής της αρχιτεκτονικής SOA.	16
Εικόνα 1.4: Δομή και τεχνολογίες των υπηρεσιών ιστού.	21
Εικόνα 1.5: Αρχιτεκτονική του ESB.	31
Εικόνα 2.1: Κύκλος ζωής της τεχνολογίας BPM.	36
Εικόνα 2.2: Συνεργασία μεταξύ τελικού χρήστη και επιχειρησιακού αναλυτή.	38
Εικόνα 2.3: Ενορχήστρωση υπηρεσιών ιστού.	44
Εικόνα 2.4: Χορογραφία υπηρεσιών ιστού.	45
Εικόνα 3.1: Γενική λειτουργία της υπηρεσίας ηλεκτρονικής τιμολόγησης.	53
Εικόνα 3.2: Ροή της διαδικασίας ηλεκτρονικής τιμολόγησης.	56
Εικόνα 3.3: Συνολική αντίληψη του συστήματος.	57
Εικόνα 3.4: Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης για το χρήστη της υπηρεσίας.	58
Εικόνα 3.5: Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης για τον υπεύθυνο πωλήσεων.	59
Εικόνα 3.6: Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης για το διαχειριστή του συστήματος.	59
Εικόνα 3.7: Αρχιτεκτονική του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης.	60
Εικόνα 4.1: Πίνακες products και category.	62
Εικόνα 4.2: Πίνακας carrier.	62
Εικόνα 4.3: Πίνακες customers, orders και payment.	63
Εικόνα 4.4: Υπηρεσίες ιστού στο mule project EInvoice.	64
Εικόνα 4.5: Κώδικας υπηρεσίας ιστού bank.	64
Εικόνα 4.6: Κώδικας αρχείου διαμόρφωσης mule-config.	65
Εικόνα 4.7: XML σχήμα ηλεκτρονικού τιμολογίου.	67
Εικόνα 4.8: Βασική δομή της επιχειρησιακής διαδικασίας BPEL.	68
Εικόνα 4.9: Έλεγχος πελάτη και καταγραφή παραγγελίας στη βάση δεδομένων.	69
Εικόνα 4.10: Έλεγχος αποθέματος, μεταφορικής και πληρωμής των παραγγελιών.	70
Εικόνα 4.11: Αποδοχή / απόρριψη της ηλεκτρονικής παραγγελίας.	71
Εικόνα 4.12: Αποθήκευση και ψηφιακή υπογραφή των ηλεκτρονικών τιμολογίων.	72
Εικόνα 4.13: Αρχική σελίδα της κονσόλας BPEL.	73
Εικόνα 4.14: Συμπλήρωση των στοιχείων της ηλεκτρονικής παραγγελίας.	74
Εικόνα 4.15: Ενεργοποίηση της επιχειρησιακής διαδικασίας.	75
Εικόνα 4.16: Έλεγχος εγγεγραμμένου πελάτη στο ηλεκτρονικό κατάστημα.	76
Εικόνα 4.17: Έλεγχος αποθήκευσης των στοιχείων της παραγγελίας.	77
Εικόνα 4.18: Καταχώριση των στοιχείων της παραγγελίας στη βάση δεδομένων.	77
Εικόνα 4.19: Έλεγχος αποθέματος προϊόντων και παράδοσης της παραγγελίας.	78
Εικόνα 4.20: Έλεγχος πληρωμής της παραγγελίας.	79
Εικόνα 4.21: Διακοπή της επιχειρησιακής διαδικασίας.	81
Εικόνα 4.22: Εφαρμογή αποδοχής / απόρριψης ηλεκτρονικής παραγγελίας.	82
Εικόνα 4.23: Αποδοχή της ηλεκτρονικής παραγγελίας.	83
Εικόνα 4.24: Στάδιο εξέλιξης της επιχειρησιακής διαδικασίας.	84
Εικόνα 4.25: Ηλεκτρονικό τιμολόγιο της παραγγελίας.	85
Εικόνα 4.26: Στάδιο αποστολής ηλεκτρονικού τιμολογίου.	85
Εικόνα 4.27: Ηλεκτρονικό τιμολόγιο σε μορφή XML.	86
Εικόνα 4.28: Ψηφιακά υπογεγραμμένο ηλεκτρονικό τιμολόγιο σε μορφή XML.	87
Εικόνα 4.29: Επιτυχής ολοκλήρωση της επιχειρησιακής διαδικασίας.	88

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Την εποχή πριν την ανάπτυξη των πρώτων πρωτοκόλλων του Διαδικτύου, διάφοροι οργανισμοί όπως ο W3C (World Wide Web Consortium) και ο IETF (Internet Engineering Task Force) προσπάθησαν πολύ για να καθιερώσουν πρότυπα και να βελτιώσουν τη διαλειτουργικότητα. Το πρόβλημα τότε ήταν στη μετακίνηση των δεδομένων μεταξύ των συστημάτων, ωστόσο, με τη διασύνδεση των συστημάτων το πρόβλημα αυτό άρχισε να ξεπερνιέται. Σήμερα, οι επιχειρήσεις και οι εταιρείες επιθυμούν να μοιράζονται τις εφαρμογές, τις πληροφορίες και τα δεδομένα μεταξύ τους, με σκοπό τη μείωση των εξόδων. Για το λόγο αυτό, διαθέτουν τη λειτουργικότητά τους ως υπηρεσίες, οι οποίες μπορούν να είναι κοινές και να επαναχρησιμοποιούνται με στόχο την ικανοποίηση των επιχειρησιακών απαιτήσεων.

Η αρχιτεκτονική SOA (Service Oriented Architecture) αποτελεί μία εξέλιξη των κατανεμημένων συστημάτων πληροφορικής που βασίζεται στην προσέγγιση αίτηση / απάντηση για σύγχρονες και ασύγχρονες εφαρμογές. Η επιχειρησιακή λογική ή ακόμα και μεμονωμένες συναρτήσεις μιας εφαρμογής παρουσιάζονται ως υπηρεσίες στους χρήστες / πελάτες (clients) των εφαρμογών. Το σημαντικότερο στην αρχιτεκτονική SOA είναι η χαλαρή σύνδεση (loose coupling) αυτών των υπηρεσιών, καθώς το περιβάλλον της υπηρεσίας είναι ανεξάρτητο από την εφαρμογή. Επομένως, οι σχεδιαστές των εφαρμογών ή των συστημάτων μπορούν να δημιουργούν εφαρμογές συνθέτοντας μία ή περισσότερες υπηρεσίες, χωρίς να γνωρίζουν τον τρόπο υλοποίησης των υπηρεσιών. Για την υλοποίηση της αρχιτεκτονικής SOA χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες και πρότυπα σε κάθε επίπεδο της αρχιτεκτονικής, όπως οι υπηρεσίες ιστού (web services), η τεχνολογία ESB (Enterprise Service Bus), η τεχνολογία BPM (Business Process Management) και το πρότυπο BPEL (Business Process Execution Language).

Οι υπηρεσίες ιστού αποτελούν μια τεχνολογία κατάλληλη για την υλοποίηση της αρχιτεκτονικής SOA. Η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιείται ευρέως καθώς συμβάλει στη διαλειτουργικότητα και την ενοποίηση των εφαρμογών και των πληροφοριακών συστημάτων. Οι υπηρεσίες ιστού παρέχουν την τεχνολογική υποδομή για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας μεταξύ εφαρμογών που χρησιμοποιούν διαφορετικές πλατφόρμες λογισμικού, λειτουργικά συστήματα και γλώσσες προγραμματισμού. Επιπλέον, δημιουργούνται με τη γλώσσα XML. Επομένως, όσο η XML αποτελεί το ουσιαστικό πρότυπο για την ενοποίηση των δεδομένων, οι υπηρεσίες ιστού θα αποτελούν το πρότυπο για την ενοποίηση των υπηρεσιών μεταξύ των επιχειρήσεων.

Η τεχνολογία ESB αποτελεί ένα θεμελιώδες συστατικό της αρχιτεκτονικής SOA. Ένα σύστημα ESB παρέχει ασφαλείς υπηρεσίες μεταφοράς των μηνυμάτων μεταξύ των εφαρμογών και διαλειτουργικότητα, χρησιμοποιώντας υπηρεσίες ιστού και άλλες σχετικές τεχνολογίες. Το ESB παρέχει επίσης υπηρεσίες χαλαρής σύνδεσης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση διαφορετικών συστημάτων ώστε να επικοινωνούν και να μοιράζονται πληροφορίες. Οι εφαρμογές επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω κλήσης υπηρεσιών σε διάφορες τοποθεσίες.

Η διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών (Business Process Management) είναι ένα από τα πιο επίκαιρα θέματα στον ταχέως αναπτυσσόμενο κόσμο της επιχειρησιακής ανάλυσης και της ανάπτυξης επιχειρηματικών εφαρμογών. Η τεχνολογία αυτή αναφέρεται σε ένα σύνολο από δραστηριότητες που εφαρμόζει κάθε επιχείρηση με σκοπό να βελτιστοποιήσει τις δικές της διαδικασίες. Επιπλέον, περιλαμβάνει εργαλεία σχεδίασης λογισμικού, τα οποία βοηθούν την επιχείρηση να πετύχει την επιθυμητή βελτιστοποίηση. Χάρη στην ικανότητά της να συνδέει τις ανθρώπινες δράσεις με τεχνολογικά συστήματα, η τεχνολογία BPM αποδεικνύεται μια δυναμική λύση σε μερικά από τα πιο απαιτητικά προβλήματα σε επιχειρησιακές διαδικασίες.

Γενικότερα, η διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών επιφέρει μια επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι επιχειρήσεις και αυτό διότι μπορεί να ενώσει την αποτελεσματικότητα και την ικανότητα κάθε επιχείρησης. Επομένως, με τη χρήση ενός BPM συστήματος μπορεί να μειωθεί το κόστος λειτουργίας κάθε επιχείρησης, ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται η αποτελεσματικότητα και ενισχύεται η εξυπηρέτηση. Πιο συγκεκριμένα, η BPM λύση μπορεί να μειώσει το χρόνο που χρειάζεται μια επιχειρησιακή διαδικασία να ολοκληρωθεί, τον αριθμό των βημάτων που χρειάζονται για να εκτελεστεί μια εργασία και τον αριθμό των λαθών που γίνονται μέχρι να εφαρμοστεί μια διαδικασία. Η τεχνολογία BPM μπορεί επίσης να μειώσει τον αριθμό των υπαλλήλων που χρειάζονται για να ολοκληρωθεί μια εργασία, επιτρέποντας έτσι τη χρησιμοποίηση των υπαλλήλων αυτών σε άλλους τομείς της εταιρίας.

Οι υπηρεσίες ιστού χρησιμοποιούνται ευρέως για την ανάπτυξη εφαρμογών στο Διαδίκτυο. Για την ενίσχυση της αποδοτικότητας και της επαναχρησιμοποίησης του λογισμικού, αυτές οι υπηρεσίες ιστού ενοποιούνται στα πλαίσια των επιχειρήσεων. Το πρότυπο BPEL αποτελεί μια γλώσσα ροής εργασίας που χρησιμοποιείται για τη διευκόλυνση αυτής της ενοποίησης. Το συγκεκριμένο πρότυπο παρέχει μια ισχυρή προσέγγιση για την ανάπτυξη σύνθετων επιχειρησιακών διαδικασιών ενοποιώντας επιμέρους υπηρεσίες ιστού. Ο κύριος στόχος του προτύπου BPEL είναι η ενίσχυση της αποδοτικότητας επιτρέποντας την ενοποίηση των εφαρμογών και την επαναχρησιμοποίηση του λογισμικού. Παράλληλα, με την ανάπτυξη ισχυρών εργαλείων για την υποστήριξη του προτύπου BPEL αλλά και της αρχιτεκτονικής SOA γενικότερα, δίνεται η δυνατότητα στους διαχειριστές των συστημάτων να παρακολουθούν κάθε στιγμή την εξέλιξη των επιχειρησιακών διαδικασιών και να επεμβαίνουν όποτε κρίνεται απαραίτητο.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έχει σκοπό τη μελέτη της αρχιτεκτονικής SOA και την ανάδειξη των κύριων πλεονεκτημάτων που προσφέρει στον κόσμο των επιχειρήσεων. Για το σκοπό αυτό μελετώνται όλες οι επιμέρους τεχνολογίες και τα πρότυπα που υποστηρίζουν την υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική σε κάθε επίπεδο της. Μετά τη μελέτη της αρχιτεκτονικής SOA και των επιμέρους τεχνολογιών και προτύπων, ακολουθεί η σχεδίαση ενός συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης το οποίο βασίζεται εξ ολοκλήρου στις τεχνολογίες που υποστηρίζουν την αρχιτεκτονική SOA. Το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα και γρήγορα σε κάθε επιχείρηση που επιθυμεί την αυτόματη έκδοση και αποστολή ηλεκτρονικών τιμολογίων στους πελάτες που πραγματοποιούν παραγγελίες στις επιχειρήσεις. Η έκδοση και η ηλεκτρονική αποστολή των τιμολογίων που αντιστοιχούν σε παραγγελίες γίνεται άμεσα, χωρίς καθυστερήσεις και με ασφάλεια βοηθώντας με τον τρόπο αυτό τόσο τις επιχειρήσεις όσο και τους πελάτες.

Η δομή της μεταπτυχιακής διατριβής χωρίζεται σε δύο κύρια μέρη. Το πρώτο μέρος αναφέρεται στο θεωρητικό υπόβαθρο και το δεύτερο μέρος αναφέρεται στη μελέτη περίπτωσης. Αναλυτικότερα, στο πρώτο μέρος γίνεται μελέτη της αρχιτεκτονικής SOA και των επιμέρους τεχνολογιών υλοποίησης, όπως οι υπηρεσίες ιστού, η τεχνολογία ESB, η διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών και το πρότυπο BPEL. Σε κάθε τεχνολογία αναφέρονται πληροφορίες σχετικά με τα βασικά χαρακτηριστικά, τη δομή, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα. Στο δεύτερο μέρος γίνεται ανάλυση, σχεδιασμός, ανάπτυξη και υλοποίηση του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης. Αρχικά, γίνεται έρευνα σχετικά με το θέμα της ηλεκτρονικής τιμολόγησης και ανάλυση των απαιτήσεων του συστήματος και, εν συνεχεία, γίνεται περιγραφή της μεθοδολογίας ανάπτυξης και υλοποίησης του συστήματος με βάση τις τεχνολογίες, τα πρότυπα και τα προγραμματιστικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν.

ΜΕΡΟΣ Ι: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΥΠΗΡΕΣΙΟΣΤΡΑΦΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια εισαγωγή στην υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική (Service Oriented Architecture - SOA), αναφέρονται τα βασικά χαρακτηριστικά της καθώς και τα συστατικά που συνιστούν τη δομή της. Επίσης, παρουσιάζονται τα δυνατά και τα αδύνατα σημεία της, καθώς και οι περιπτώσεις όπου συνίσταται η χρήση της. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στις επιμέρους τεχνολογίες της αρχιτεκτονικής SOA που αποτελούν οι υπηρεσίες ιστού (web services) και η τεχνολογία ESB (Enterprise Service Bus). Ειδικότερα, περιγράφονται τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στις υπηρεσίες ιστού και τα πρότυπα που συμβάλλουν στην ασφάλειά τους. Τέλος, γίνεται αναφορά στα βασικά χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής ESB, αλλά και στον τρόπο με τον οποίο όλες οι επιμέρους τεχνολογίες της αρχιτεκτονικής SOA συνδέονται μεταξύ τους.

1.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SOA

Τα πληροφοριακά συστήματα πρέπει να υποστηρίζουν τις επιχειρησιακές αλλαγές γρήγορα και αποδοτικά. Ωστόσο, πρέπει επίσης να προσαρμόζονται στη γρήγορη εξέλιξη των νέων τεχνολογιών. Τα περισσότερα πληροφοριακά συστήματα των επιχειρήσεων είναι ετερογενή και περιλαμβάνουν ένα εύρος διαφόρων συστημάτων, εφαρμογών, τεχνολογιών και αρχιτεκτονικών. Η ενοποίηση αυτών των τεχνολογιών είναι απαραίτητη καθώς μόνο τα ενοποιημένα πληροφοριακά συστήματα μπορούν να προσφέρουν επιχειρησιακές αξίες, όπως αποτελεσματική υποστήριξη κατά τη λήψη αποφάσεων, άμεση πρόσβαση στην πληροφορία, ακεραιότητα των δεδομένων, μαζί με μείωση του κόστους ανάπτυξης λογισμικού. [1]

Για τη διαχείριση των προβλημάτων που σχετίζονται με την τεχνολογική ανάπτυξη και ενοποίηση, έχουν προταθεί και χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι κατά καιρούς. Η υπηρεσιοστραφής αρχιτεκτονική (Service Oriented Architecture – SOA) είναι η παλαιότερη αρχιτεκτονική προσέγγιση που σχετίζεται με την ενοποίηση, ανάπτυξη και συντήρηση των σύνθετων πληροφοριακών συστημάτων των επιχειρήσεων. Η αρχιτεκτονική SOA δεν είναι μια καινούρια αρχιτεκτονική, αλλά η εξέλιξη γνωστών καταναμημένων αρχιτεκτονικών και μεθόδων ενοποίησης. Η ενοποίηση μεταξύ των εφαρμογών έχει εξελιχθεί από τις πρώτες μεθόδους τύπου EAI (Enterprise Application Integration). Η μέθοδος EAI αρχικά επικέντρωνε στην ενοποίηση των εφαρμογών εσωτερικά στις επιχειρήσεις (intra-EAI). Με αυξανόμενη την ανάγκη για ενοποίηση μεταξύ των επιχειρήσεων (επιχείρηση προς επιχείρηση – B2B), η εστίαση της EAI επεκτάθηκε σε inter-EAI. [1]

Η αρχιτεκτονική SOA βελτιώνει και επεκτείνει την ευελιξία των πρώτων μεθόδων ενοποίησης και καταναμημένων αρχιτεκτονικών και επικεντρώνεται στην επαναχρησιμοποίηση των υπάρχουσών εφαρμογών και συστημάτων, στην αποτελεσματική διαλειτουργικότητα και ενοποίηση των εφαρμογών και στη σύνθεση των επιχειρησιακών διαδικασιών. Άλλος ένας σκοπός της υπηρεσιοστραφούς αρχιτεκτονικής είναι η ικανότητα εφαρμογής των αλλαγών στο μέλλον με σχετικά εύκολο και κατανοητό τρόπο.

Η αρχιτεκτονική SOA αποτελεί ένα ευέλικτο σύνολο από σχεδιαστικές αρχές που χρησιμοποιούνται κατά την ανάπτυξη και ενοποίηση των συστημάτων. Ένα σύστημα που βασίζεται σε αυτή την αρχιτεκτονική διαθέτει λειτουργικότητα ως ένα σύνολο από διαλειτουργικές υπηρεσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από πολλαπλά και διαφορετικά συστήματα διαφόρων επιχειρησιακών τομέων. Για παράδειγμα, διαφορετικά τμήματα μιας επιχείρησης μπορούν να αναπτύξουν και να εκτελέσουν υπηρεσίες βασισμένες στην αρχιτεκτονική SOA χρησιμοποιώντας διαφορετικές γλώσσες εκτέλεσης. Επομένως, η αρχιτεκτονική SOA προσδιορίζει τον τρόπο με τον οποίο ενοποιούνται ανομοιογενείς εφαρμογές μεταξύ τους. Ο προσανατολισμός στις υπηρεσίες απαιτεί τη χαλαρή σύνδεση (loose coupling) των υπηρεσιών με τα λειτουργικά συστήματα και άλλες τεχνολογίες που αποτελούν τη βάση των εφαρμογών. [2]

Ουσιαστικά, η αρχιτεκτονική SOA είναι μία νέα αρχιτεκτονική για την ανάπτυξη καταναμημένων εφαρμογών χαλαρής σύνδεσης. Στην πραγματικότητα, είναι μια συλλογή από πολλές υπηρεσίες στο

δίκτυο. Αυτές οι υπηρεσίες επικοινωνούν μεταξύ τους και οι επικοινωνίες περιλαμβάνουν ανταλλαγή δεδομένων και συντονισμό των υπηρεσιών. Γενικότερα, η αρχιτεκτονική SOA μπορεί να διαχωριστεί σε δύο όρους: υπηρεσίες και συνδέσεις. Υπηρεσία είναι μία καλώς ορισμένη συνάρτηση ή κάποια επιχειρησιακή διαδικασία που δεν εξαρτάται από το περιεχόμενο ή την κατάσταση άλλων υπηρεσιών. Σύνδεση είναι το μέσο που συνδέει αυτές τις αυτόνομες καταναμημένες υπηρεσίες μεταξύ τους. [3]

1.1.1 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ SOA

Η αρχιτεκτονική SOA είναι κάτι παραπάνω από ένα σύνολο τεχνολογιών. Αν και δε σχετίζεται απευθείας με καμία τεχνολογία, συνδέεται πιο συχνά με τις υπηρεσίες ιστού (web services). Ουσιαστικά, η σχεδιαστική φιλοσοφία της είναι η ανεξαρτησία από κάθε συγκεκριμένη τεχνολογία. Αυτό επιτυγχάνεται μειώνοντας τους περιορισμούς εφαρμογής σε επίπεδο διεπαφής της υπηρεσίας. Για το λόγο αυτό, οι υπηρεσίες πρέπει να καθορίζονται από μια γλώσσα περιγραφής και να έχουν διεπαφές που να εκτελούν χρήσιμες επιχειρησιακές διαδικασίες. [4]

Οι πιο σημαντικές έννοιες στην αρχιτεκτονική SOA είναι οι ακόλουθες: [2]

- **Υπηρεσίες:** Οι υπηρεσίες παρέχουν επιχειρησιακές λειτουργίες, όπως μια εφαρμογή για δάνεια ή μια εφαρμογή για αγορές. Αυτές οι υπηρεσίες πρέπει να παρέχουν επιχειρησιακή αξία, να κρύβουν λεπτομέρειες εκτέλεσης και να είναι αυτόνομες.
- **Διεπαφές:** Οι χρήστες των υπηρεσιών έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες μέσω των διεπαφών τους. Η διεπαφή είναι μια σύμβαση μεταξύ του παρόχου και του χρήστη της υπηρεσίας. Επίσης, η διεπαφή διαχωρίζεται από την εφαρμογή, είναι αυτό-περιγραφόμενη και ανεξάρτητη από πλατφόρμες. Κάθε διεπαφή ορίζει ένα σύνολο από λειτουργίες.
- **Μηνύματα:** Οι λειτουργίες ορίζονται ως ένα σύνολο μηνυμάτων. Τα μηνύματα καθορίζουν τα δεδομένα που ανταλλάσσονται και τα περιγράφουν με έναν τρόπο ανεξάρτητο από πλατφόρμες και γλώσσες, χρησιμοποιώντας σχήματα. Οι υπηρεσίες ανταλλάσσουν μόνο μηνύματα, γεγονός που διαφέρει σημαντικά από τις αντικειμενοστραφείς προσεγγίσεις, όπου ανταλλάσσεται επίσης κώδικας υλοποίησης.
- **Συγχρονισμός:** Οι χρήστες των υπηρεσιών έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες μέσω ενός διαύλου υπηρεσιών και μπορούν να χρησιμοποιήσουν σύγχρονους και ασύγχρονους τρόπους επικοινωνίας για να καλέσουν τις λειτουργίες των υπηρεσιών. Στη σύγχρονη προσέγγιση, μία λειτουργία υπηρεσίας επιστρέφει μια απάντηση στο χρήστη της υπηρεσίας μόλις ολοκληρωθεί η επεξεργασία και ο χρήστης πρέπει να περιμένει για την ολοκλήρωσή της. Στην ασύγχρονη προσέγγιση, μια λειτουργία υπηρεσίας δεν επιστρέφει μια απάντηση στο χρήστη, αν και μπορεί να του επιστρέψει ένα αναγνωριστικό ώστε ο χρήστης να γνωρίζει ότι η λειτουργία έχει κληθεί με επιτυχία. Αν απαιτείται μια απάντηση, συνήθως χρησιμοποιείται μια ανάκληση από την υπηρεσία στο χρήστη.
- **Χαλαρή σύνδεση (loose coupling):** Μέσω των αυτο-περιγραφόμενων διεπαφών, της ανταλλαγής δομών δεδομένων και της υποστήριξης σύγχρονων και ασύγχρονων τρόπων επικοινωνίας, επιτυγχάνεται η χαλαρή σύνδεση των υπηρεσιών. Οι υπηρεσίες χαλαρής σύνδεσης είναι υπηρεσίες που εκθέτουν μόνο τις απαραίτητες εξαρτήσεις. Αυτό είναι σημαντικό όταν γίνονται συχνά αλλαγές στις υπηρεσίες. Μια τέτοια προσέγγιση προωθεί την επαναχρησιμοποίηση των υπηρεσιών και κάνει τα συστήματα πιο ανθεκτικά στις αλλαγές.
- **Μητρώα (registries):** Για να απλοποιηθεί και να αυτοματοποιηθεί η αναζήτηση της κατάλληλης υπηρεσίας, οι υπηρεσίες διατηρούνται σε μητρώα, τα οποία ενεργούν ως κατάλογοι. Οι πάροχοι των υπηρεσιών δημοσιεύουν τις υπηρεσίες στα μητρώα και οι χρήστες αναζητούν τις υπηρεσίες σε αυτά.
- **Ποιότητα υπηρεσιών (quality of service):** Οι υπηρεσίες έχουν συνήθως αντίστοιχα χαρακτηριστικά ποιότητας υπηρεσιών. Τέτοια χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν την ασφάλεια, την αξιόπιστη ανταλλαγή μηνυμάτων, τη συναλλαγή, τη διαχείριση, πολιτικές και άλλες απαιτήσεις. Η υποδομή πρέπει να παρέχει υποστήριξη για αυτά τα χαρακτηριστικά, τα οποία είναι πολύ σημαντικά στα μεγάλα πληροφοριακά συστήματα.
- **Σύνθεση υπηρεσιών σε επιχειρησιακές διαδικασίες:** Οι υπηρεσίες συντίθενται με μια συγκεκριμένη σειρά και ακολουθούν ένα σύνολο κανόνων για να υποστηρίξουν τις επιχειρησιακές διαδικασίες. Η σύνθεση των υπηρεσιών επιτρέπει την υποστήριξη

επιχειρησιακών διαδικασιών με έναν ευέλικτο και σχετικά απλό τρόπο. Επιτρέπει επίσης τη γρήγορη τροποποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών και τη γρήγορη και εύκολη υποστήριξη στις αλλαγές των απαιτήσεων.

1.1.2 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Η αρχιτεκτονική SOA αναπαριστά ένα εξελισσόμενο μοντέλο για την ανάπτυξη καταναμημένων εφαρμογών. Οι υπηρεσίες είναι αυτόνομα συστατικά που επεξεργάζονται καλά ορισμένα XML μηνύματα και παρέχουν μια καλά ορισμένη διεπαφή που περιγράφεται από ένα έγγραφο XML που λέγεται WSDL (Web Services Description Language) [5]. Επίσης, παρέχουν τελικά σημεία με τα οποία μπορούν να συνδεθούν οι χρήστες αλλά και άλλες υπηρεσίες, με βάση τη διεύθυνση της υπηρεσίας.

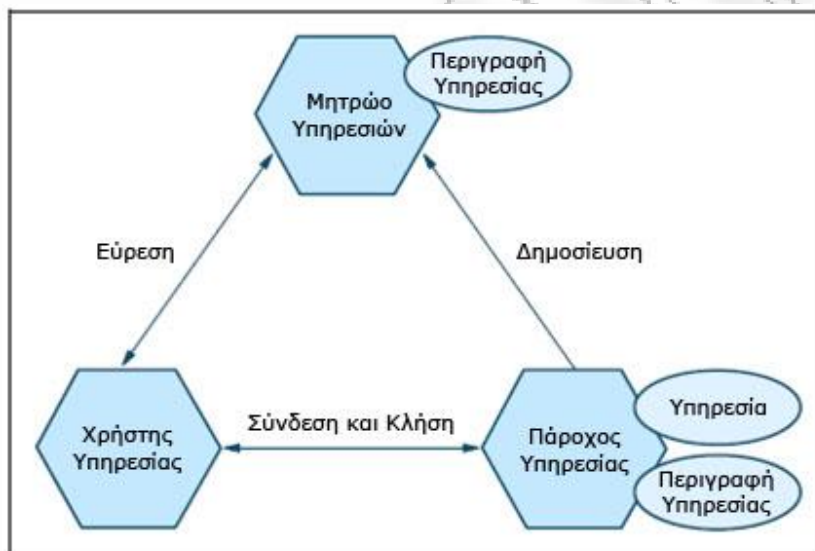
Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών είναι τα ακόλουθα: [6]

- **Αυτονομία:** Στην αρχιτεκτονική SOA, οι επιχειρησιακές διαδικασίες αποσυντίθενται σε αυτόνομες υπηρεσίες. Αυτές οι υπηρεσίες μπορούν να συντεθούν ξανά μεταξύ τους ώστε να δημιουργήσουν νέες σύνθετες υπηρεσίες, σύμφωνα με τις ανάγκες που υπάρχουν. Η αυτονομία είναι το χαρακτηριστικό που επιτρέπει στις υπηρεσίες να εκτελούνται, να τροποποιούνται και να συντηρούνται μεμονωμένα.
- **Ενθυλάκωση (encapsulation):** Στις υπηρεσίες υπάρχει αυστηρός διαχωρισμός μεταξύ της διεπαφής (τι κάνει η υπηρεσία) και της εφαρμογής (πώς το κάνει). Η ενθυλάκωση κρύβει τις εσωτερικές λεπτομέρειες εφαρμογής και τις δομές δεδομένων από τις λειτουργίες της δημόσιας διεπαφής.
- **Χαλαρή σύνδεση (loose coupling):** Η σύνδεση αναφέρεται στην εξάρτηση μεταξύ του παρόχου και του χρήστη της υπηρεσίας. Οι υπηρεσίες χαλαρής σύνδεσης έχουν μερικές γνωστές εξαρτήσεις. Οι υπηρεσίες στενής σύνδεσης (tightly coupling) έχουν πολλές γνωστές και άγνωστες εξαρτήσεις. Το επίπεδο της σύνδεσης επιδρά άμεσα στην ευελιξία και την επεκτασιμότητα των συστημάτων.
- **Αποποίηση της ευθύνης:** Οι υπηρεσίες είναι υπεύθυνες για συγκεκριμένες εργασίες ή για τη διαχείριση συγκεκριμένων πόρων. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του σχεδιασμού των υπηρεσιών είναι η αποποίηση της ευθύνης για συγκεκριμένες συναρτήσεις ή πληροφορίες σε μια συγκεκριμένη υπηρεσία. Αυτό παρέχει μία (και μόνο μία) θέση για την εκτέλεση κάθε συνάρτησης, παρέχοντας συνεκτικότητα και μειώνοντας τον πλεονασμό.
- **Επαναχρησιμοποίηση:** Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά επιτρέπουν μαζί στις υπηρεσίες να συνδυαστούν σε πολλαπλές επιχειρησιακές διαδικασίες ή να προσπελαστούν από διάφορους παρόχους υπηρεσιών διαφορετικών περιοχών και με διαφορετικό περιεχόμενο. Στην ουσία, οι υπηρεσίες διαμοιράζονται και επαναχρησιμοποιούνται κατά την ανάπτυξη διαδικασιών και σύνθετων υπηρεσιών.
- **Δυναμική γνωστοποίηση:** Οι υπηρεσίες μπορούν να γνωστοποιηθούν κατά τη σχεδίαση μέσω της χρήσης ενός μητρώου υπηρεσιών. Με τον τρόπο αυτό, οι χρήστες των υπηρεσιών μπορούν να συνδεθούν δυναμικά με τους παρόχους υπηρεσιών κατά τη σχεδίαση.
- **Ανεξαρτησία από την κατάσταση:** Οι υπηρεσίες είναι ανεξάρτητες από την κατάσταση. Αυτό σημαίνει ότι δε θυμούνται το τελευταίο πράγμα που τους ζητήθηκε ούτε ενδιαφέρονται για το επόμενο πράγμα που θα τους ζητηθεί. Αυτό το χαρακτηριστικό παρέχει μεγαλύτερη ευελιξία, επεκτασιμότητα και αξιοπιστία.
- **Αυτό-περιγραφή:** Οι υπηρεσίες διαθέτουν μία πλήρη περιγραφή της διεπαφής τους, των λειτουργιών τους, των εισόδων και των εξόδων των παραμέτρων και των σχημάτων. Επίσης, μπορεί να περιλαμβάνονται οι συνθήκες και οι περιορισμοί σχετικά με τις λειτουργίες τους.
- **Ανεξαρτησία από την τοποθεσία, τη γλώσσα και το πρωτόκολλο:** Οι υπηρεσίες σχεδιάζονται έτσι ώστε να είναι ανεξάρτητες από την τοποθεσία, τα πρωτόκολλα και τις πλατφόρμες. Αυτό σημαίνει ότι κάθε εξουσιοδοτημένος χρήστης ή πλατφόρμα από οποιαδήποτε τοποθεσία μπορεί να τις προσπελάσει.
- **Χρήση πολιτικών:** Οι σχέσεις μεταξύ των παρόχων και των χρηστών των υπηρεσιών διέπονται από πολιτικές. Οι πολιτικές περιγράφουν πώς μπορούν να αλληλεπιδράσουν διαφορετικοί χρήστες με μια υπηρεσία.

1.1.3 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ SOA

Σε ένα πρότυπο SOA υπάρχουν τρεις κύριοι ρόλοι, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.1: [7]

- **Ο χρήστης της υπηρεσίας (service consumer):** Ο χρήστης της υπηρεσίας είναι μια εφαρμογή, ένα λογισμικό ή κάποια άλλη υπηρεσία που απαιτεί μια υπηρεσία. Αρχικά, αναζητά στο μητρώο τη συγκεκριμένη υπηρεσία, στη συνέχεια συνδέεται με αυτήν και τέλος εκτελεί τη λειτουργία της υπηρεσίας, σύμφωνα με τη διεπαφή της.
- **Ο πάροχος της υπηρεσίας (service provider):** Ο πάροχος της υπηρεσίας είναι μια εφαρμογή ή συστατικό λογισμικού που βρίσκεται στο δίκτυο και δέχεται και εκτελεί αιτήματα από τους χρήστες. Ο πάροχος της υπηρεσίας δημοσιεύει την περιγραφή της υπηρεσίας στο μητρώο υπηρεσιών, ώστε να μπορεί να εντοπιστεί από τους χρήστες.
- **Μητρώο υπηρεσιών (service registry):** Το μητρώο υπηρεσιών είναι ένα μητρώο διαθέσιμο στο δίκτυο, το οποίο δέχεται και αποθηκεύει τις περιγραφές των υπηρεσιών που δημιουργούν οι πάροχοι υπηρεσιών. Στην ουσία, το μητρώο υπηρεσιών είναι ο σύνδεσμος μεταξύ του χρήστη και του παρόχου της υπηρεσίας.



Εικόνα 1.1: Κύριοι ρόλοι στην αρχιτεκτονική SOA. (*Patterns: Service-Oriented Architecture and Web Services, 2004, σελ. 26*)

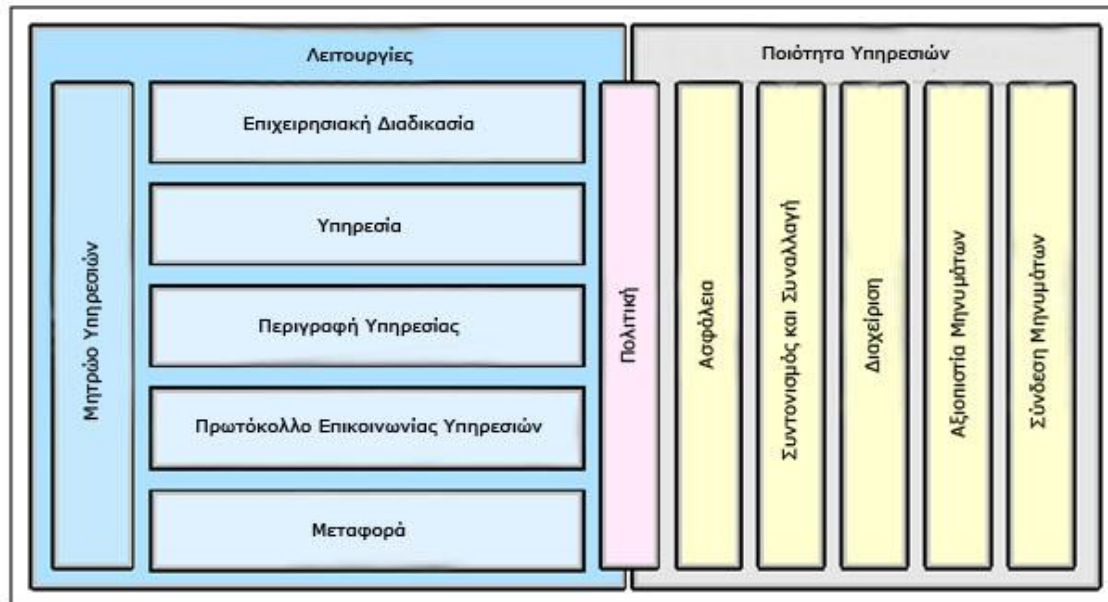
Οι λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα στην αρχιτεκτονική SOA είναι οι ακόλουθες: [7]

- **Δημοσίευση:** Για να είναι προσπελάσιμη, η περιγραφή μιας υπηρεσίας πρέπει να δημοσιευτεί έτσι ώστε να μπορεί ο χρήστης της υπηρεσίας να την εντοπίσει και να την καλέσει.
- **Εύρεση:** Ο χρήστης της υπηρεσίας εντοπίζει την υπηρεσία κάνοντας αναζήτηση στο μητρώο υπηρεσιών για τη συγκεκριμένη υπηρεσία.
- **Σύνδεση και Κλήση:** Μετά την ανάκτηση της περιγραφής της υπηρεσίας, ο χρήστης της υπηρεσίας προχωρά στην κλήση της υπηρεσίας σύμφωνα με τις πληροφορίες που υπάρχουν στην περιγραφή της υπηρεσίας.

Η επικοινωνία μεταξύ των υπηρεσιών και των χρηστών γίνεται με μηνύματα XML (eXtensible Markup Language) [8] τα οποία καθορίζονται από συγκεκριμένα σχήματα της μορφής XSD (XML Schema Definition) [9]. Τα μηνύματα αυτά είναι μεμονωμένες οντότητες που μπορούν να μεταφερθούν, να δρομολογηθούν και να αναφερθούν σε οποιοδήποτε σημείο της επιχειρησιακής ροής εργασίας. Τα XML μηνύματα ενισχύουν την αξιοπιστία και την επεκτασιμότητα, επειδή μπορούν να αποθηκευτούν και οι υπηρεσίες που επεξεργάζονται τα μηνύματα μπορούν να προσαρτήσουν επιπλέον πληροφορίες.

Επίσης, τα μηνύματα μπορούν να μπου σε αναμονή σε περίπτωση που η υπηρεσία είναι προσωρινά μη διαθέσιμη.

Η αρχιτεκτονική SOA παρουσιάζει μια προσέγγιση για τη δημιουργία κατακεκομημένων συστημάτων, τα οποία διανεμουν τη λειτουργικότητα των εφαρμογών ως υπηρεσίες σε άλλες εφαρμογές ή υπηρεσίες. Η Εικόνα 1.2 δείχνει τη δομή και τα συστατικά μιας υπηρεσιοστραφούς αρχιτεκτονικής.



Εικόνα 1.2: Συστατικά της δομής της αρχιτεκτονικής SOA. (*Patterns: Service-Oriented Architecture and Web Services, 2004, σελ. 25*)

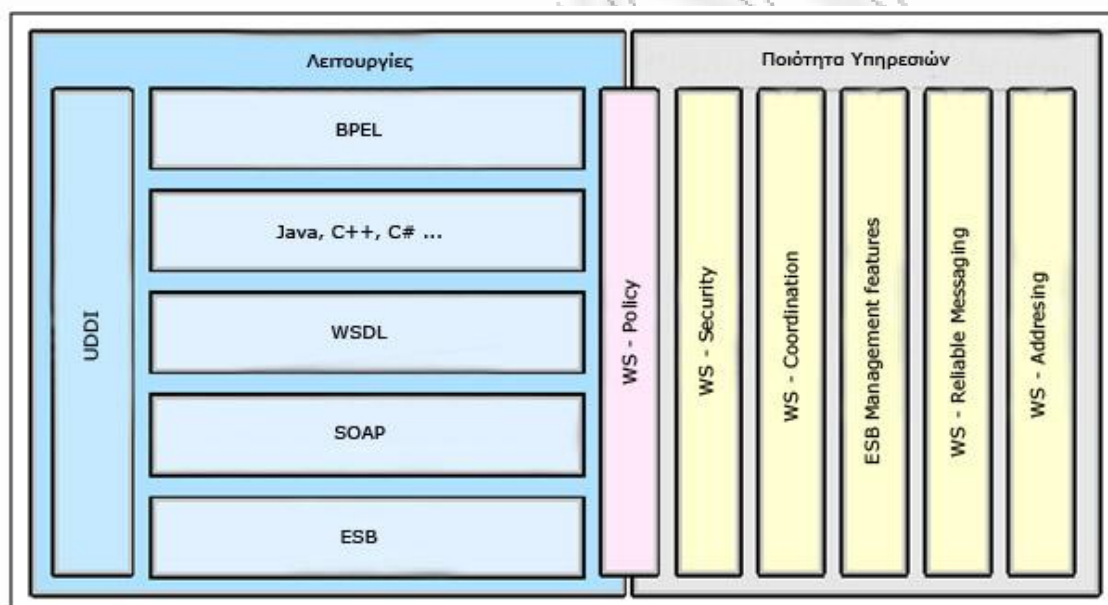
Αυτή η δομή χωρίζεται σε δύο μέρη. Το αριστερό μέρος σχετίζεται με τα λειτουργικά μέρη της αρχιτεκτονικής και το δεξί μέρος σχετίζεται με την ποιότητα των υπηρεσιών. Πιο συγκεκριμένα, οι Λειτουργίες (Functions) της αρχιτεκτονικής SOA είναι οι ακόλουθες: [1, 7]

- **Μεταφορά (Transport):** Αποτελεί το μηχανισμό που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της αίτησης του χρήστη της υπηρεσίας προς τον πάροχο της υπηρεσίας και την απάντηση της υπηρεσίας από τον πάροχο προς το χρήστη.
- **Πρωτόκολλο Επικοινωνίας Υπηρεσιών (Service Communication Protocol):** Αποτελεί το μηχανισμό για την επικοινωνία μεταξύ του παρόχου και του χρήστη της υπηρεσίας.
- **Περιγραφή Υπηρεσίας (Service Description):** Αποτελεί τη μορφή για την περιγραφή των υπηρεσιών, τον τρόπο κλήσης τους και των δεδομένων που απαιτούνται για την επιτυχή κλήση τους.
- **Υπηρεσία (Service):** Περιγράφει μια πραγματική υπηρεσία που είναι διαθέσιμη προς χρήση.
- **Επιχειρησιακή Διαδικασία (Business Process):** Αποτελεί μια συλλογή υπηρεσιών που καλούνται με μια συγκεκριμένη σειρά και με συγκεκριμένους κανόνες για να επιτευχθούν οι ανάγκες της επιχείρησης.
- **Μητρώο Υπηρεσιών (Service Registry):** Αποτελεί το χώρο που είναι αποθηκευμένες οι υπηρεσίες και χρησιμοποιείται από τους παρόχους υπηρεσιών για τη δημοσίευση των υπηρεσιών και από τους χρήστες για την αναζήτηση και τον εντοπισμό των υπηρεσιών.

Τα συστατικά που σχετίζονται με την Ποιότητα των Υπηρεσιών (quality of service) είναι τα ακόλουθα: [1, 7]

- **Πολιτική (Policy):** Αποτελεί ένα σύνολο συνθηκών και κανόνων σύμφωνα με το οποίο ο πάροχος μιας υπηρεσίας μπορεί να τη διαθέσει στους χρήστες. Υπάρχουν πολιτικές που είναι λειτουργικές και πολιτικές που σχετίζονται με την ποιότητα των υπηρεσιών και γι αυτό το λόγο το συγκεκριμένο συστατικό βρίσκεται μεταξύ των δύο μερών της δομής.
- **Ασφάλεια (Security):** Αποτελεί ένα σύνολο κανόνων που μπορούν να εφαρμοστούν για την εκπλήρωση των απαιτήσεων ασφάλειας (αυθεντικοποίηση, ακεραιότητα, εξουσιοδότηση κλπ.)
- **Συντονισμός και Συναλλαγή (Coordination and Transaction):** Αποτελεί ένα σύνολο χαρακτηριστικών που μπορούν να εφαρμοστούν σε μια ομάδα υπηρεσιών για να υπάρξει ένα συνεκτικό αποτέλεσμα.
- **Διαχείριση (Management):** Αποτελεί ένα σύνολο χαρακτηριστικών που μπορούν να εφαρμοστούν στη διαχείριση των υπηρεσιών που παρέχονται ή καταναλώνονται.
- **Αξιοπιστία Μηνυμάτων (Reliable Messaging):** Αποτελεί ένα σύνολο κανόνων για την αξιοπιστία των μηνυμάτων που μεταφέρονται.
- **Σύνδεση Μηνυμάτων (Message Correlation):** Αποτελεί ένα σύνολο χαρακτηριστικών για τον καθορισμό των τελικών σημείων που συμμετέχουν σε μια επικοινωνία.

Οι τεχνολογίες που αντιστοιχούν σε κάθε συστατικό της δομής της αρχιτεκτονικής SOA παρουσιάζονται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 1.3: Τεχνολογίες της δομής της αρχιτεκτονικής SOA. (Patterns: Service-Oriented Architecture and Web Services, 2004, σελ. 25)

1.1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ SOA

Η αρχιτεκτονική SOA έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να επιτρέπει στους προγραμματιστές να ξεπερνούν πολλές προκλήσεις στα κατακευματισμένα συστήματα, όπως την ενοποίηση των εφαρμογών, τη διαχείριση των συναλλαγών, τις πολιτικές ασφάλειας, ενώ επίσης επιτρέπει τη χρήση διαφόρων πλατφόρμων και πρωτοκόλλων. Ο κύριος στόχος της υπηρεσιοστραφούς αρχιτεκτονικής είναι η εξάλειψη αυτών των προβλημάτων, ώστε να ενοποιούνται και να εκτελούνται ενιαία οι εφαρμογές. [4]

Η αρχιτεκτονική SOA, έχοντας ένα μεγάλο σύνολο από πρότυπα, επιφέρει μεγαλύτερη επαναχρησιμοποίηση των υπάρχοντων επενδύσεων μιας επιχείρησης, επιτρέποντας τη δημιουργία εφαρμογών σε συνέχεια των ήδη υπάρχουσών εφαρμογών. Επίσης, επιτρέπει τη βελτίωση των μεμονωμένων υπηρεσιών, καθώς δεν είναι απαραίτητη η επανεγγραφή μιας εφαρμογής ή η διατήρηση ενός συστήματος το οποίο δεν είναι πλέον σύμφωνο με τις απαιτήσεις της επιχείρησης. Επιπλέον, η

αρχιτεκτονική SOA παρέχει στις επιχειρήσεις μεγαλύτερη ευελιξία κατά τη δημιουργία εφαρμογών και επιχειρησιακών διαδικασιών, χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα υποδομή των εφαρμογών για τη σύνθεση των νέων υπηρεσιών [10]. Επομένως, οι επιχειρήσεις μπορούν να χρησιμοποιούν το λογισμικό και το υλικό της επιλογής τους και να δημιουργούν εφαρμογές χωρίς να αντικαθιστούν τις ήδη υπάρχουσες εφαρμογές.

Συγκεντρωτικά, τα κυριότερα πλεονεκτήματα της αρχιτεκτονικής SOA είναι τα ακόλουθα: [7, 11, 12]

- **Ευελιξία:** Η αρχιτεκτονική SOA δίνει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να ανταποκρίνονται άμεσα στις επιχειρησιακές αλλαγές, να αναπτύξουν νέες ικανότητες και να χρησιμοποιούν τις ήδη υπάρχουσες υπηρεσίες για επιπλέον ανάπτυξη.
- **Διαλειτουργικότητα:** Η αρχιτεκτονική SOA ενισχύει τη διαλειτουργικότητα, καθώς τόσο ο πάροχος όσο και ο χρήστης της υπηρεσίας δεν ενδιαφέρονται για τις τεχνολογίες ή τις πλατφόρμες υλοποίησης. Αυτό συμβαίνει καθώς η επικοινωνία μεταξύ τους γίνεται με χρήση συγκεκριμένων προτύπων που συμβάλλουν στη διαλειτουργικότητα.
- **Καλύτερη απόδοση της επένδυσης (ROI – Return On Investment):** Η δημιουργία μιας ισχυρής υπηρεσίας έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη απόδοση της επένδυσης (ROI) που έγινε για τη δημιουργία του λογισμικού, καθώς οι επιχειρήσεις συνεχίζουν να εκμεταλλεύονται τους ήδη υπάρχοντες πόρους.
- **Επαναχρησιμοποίηση:** Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της υπηρεσιοστραφούς αρχιτεκτονικής είναι η επαναχρησιμοποίηση των υπηρεσιών. Αυτό σημαίνει ότι οι εφαρμογές μπορούν να καλούν διάφορες υπηρεσίες, ανάλογα με τις υπάρχουσες ανάγκες, χωρίς να χρειάζεται κάθε φορά να αναπτύσσεται επιπλέον κώδικας. Με τον τρόπο αυτό, πέρα από τη μείωση της πολυπλοκότητας, υπάρχει μείωση στο χρόνο και στο κόστος υλοποίησης.
- **Επεκτασιμότητα:** Ένα από τα χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής SOA είναι η ανεξαρτησία από την τοποθεσία. Για την επίτευξη αυτού του χαρακτηριστικού, οι εφαρμογές αναζητούν τις υπηρεσίες σε μητρώα και συνδέονται δυναμικά με αυτές κατά τη σχεδίαση. Αυτό ενισχύει την επεκτασιμότητα, καθώς μπορούν να γίνουν πολλές αιτήσεις σε διαφορετικά στιγμιότυπα των υπηρεσιών.
- **Μείωση του κόστους:** Η αρχιτεκτονική SOA ενισχύει την επαναχρησιμοποίηση των υπάρχουσών υποδομών, αυξάνει την αποδοτικότητα και μειώνει τα έξοδα ανάπτυξης εφαρμογών. Επίσης, επιτρέπει στα πληροφοριακά συστήματα να χρησιμοποιούν τις πιο κατάλληλες διαθέσιμες υπηρεσίες μεταξύ διαφορετικών επιχειρήσεων.
- **Ασφάλεια:** Η δημιουργία του επιπέδου της υπηρεσίας έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας διεπαφής δικτύου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικές εφαρμογές. Οι υπηρεσίες που διαμοιράζονται σε διαφορετικά συστήματα έχουν τη δική τους ασφάλεια, σύμφωνα με τα πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί.
- **Φορητότητα του κώδικα:** Από τη στιγμή που στην αρχιτεκτονική SOA οι υπηρεσίες είναι ανεξάρτητες από την τοποθεσία, είναι εφικτή η φορητότητα του κώδικα. Ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει και να συνδεθεί δυναμικά με μια υπηρεσία, χωρίς να επηρεάζεται από την τοποθεσία.
- **Καλύτερος έλεγχος:** Οι υπηρεσίες έχουν διεπαφές που δημοσιεύονται σε μητρώα και μπορούν να ελεγχθούν εύκολα από τους προγραμματιστές με δοκιμές.
- **Διαθεσιμότητα:** Λόγω της ανεξαρτησίας της τοποθεσίας, διαφορετικοί εξυπηρετητές μπορούν να έχουν διαφορετικά στιγμιότυπα μιας υπηρεσίας που εκτελούνται σε αυτούς. Αυτό ενισχύει τη διαθεσιμότητα, καθώς σε περίπτωση βλάβης ενός τμήματος του δικτύου, είναι εφικτή η δρομολόγηση των αιτήσεων σε άλλους εξυπηρετητές.

Ωστόσο, ενώ η αρχιτεκτονική SOA γίνεται όλο και πιο δημοφιλής, πολλοί ειδικοί σημειώνουν ορισμένα κύρια σημεία σχετικά με την υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική: [13]

- Η αρχιτεκτονική SOA είναι απλώς μια αρχιτεκτονική, ένα σύνολο των καλύτερων πρακτικών και όχι μια τεχνολογία.
- Η αρχιτεκτονική SOA δεν είναι πανάκεια. Μπορεί να μειώσει σημαντικά το κόστος, να ενισχύσει την επαναχρησιμοποίηση των υπάρχοντων πόρων και να παρέχει επιχειρησιακή διαφάνεια. Ωστόσο, αν οι απαιτήσεις μιας επιχείρησης είναι διαφορετικές, τότε η υπηρεσιοστραφής αρχιτεκτονική δεν αποτελεί την κατάλληλη μέθοδο.

- Το πρόβλημα της αρχιτεκτονικής SOA είναι η οργάνωση, ο πολιτισμός και η πολιτική. Οι άνθρωποι είναι απρόθυμοι να δεχτούν την αλλαγή και να κοινοποιούν τους πόρους τους, ούτε να αφοσιωθούν στους πόρους άλλων ανθρώπων.
- Η μεγαλύτερη τεχνική πρόκληση που αντιμετωπίζει η αρχιτεκτονική SOA είναι η καθιέρωση και η συντήρηση των αφηρημένων υπηρεσιών.
- Ένα σημαντικό πρόβλημα της αρχιτεκτονικής SOA είναι ο έλεγχος, η ποιότητα και η διαχείριση.
- Η εφαρμογή της υπηρεσιοστραφούς αρχιτεκτονικής δε χρειάζεται επιπλέον ενδιάμεσο λογισμικό. Οι επιχειρήσεις συνήθως έχουν επαρκές ενδιάμεσο λογισμικό και η αρχιτεκτονική SOA χρησιμοποιείται για την πλήρη καθοδήγησή του και όχι για την αγορά του.
- Εφαρμογές με απλές διαδικασίες δε χρειάζονται την αρχιτεκτονική SOA. Αυτό που χρειάζονται οι επιχειρήσεις είναι μια λύση στα επιχειρησιακά προβλήματα.
- Η αρχιτεκτονική SOA δεν έχει ωριμάσει ακόμα, καθώς συνεχίζεται η αναζήτηση των καλύτερων πρακτικών και ο καθορισμός προτύπων.

1.1.5 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ SOA

Η σημερινή πραγματικότητα στις επιχειρήσεις είναι ότι η υποδομή είναι ετερογενής μεταξύ των λειτουργικών συστημάτων, των εφαρμογών και των συστημάτων λογισμικού. Ορισμένες υπάρχουσες εφαρμογές χρησιμοποιούνται για να εκτελούν τρέχουσες επιχειρησιακές διαδικασίες, επομένως η δημιουργία μιας νέας υποδομής από την αρχή δεν αποτελεί τη βέλτιστη λύση. Οι επιχειρήσεις πρέπει να ανταποκρίνονται άμεσα στις επιχειρησιακές αλλαγές, να αξιοποιούν τις υπάρχουσες επενδύσεις και την υποδομή των εφαρμογών, να υποστηρίζουν νέα κανάλια αλληλεπίδρασης με τους πελάτες, τους συντάκτες και τους προμηθευτές και να διαθέτουν μια αρχιτεκτονική που να υποστηρίζει την οργανική επιχείρηση. Η αρχιτεκτονική SOA, με την προσέγγιση της χαλαρής σύνδεσης (loose coupling), επιτρέπει στις επιχειρήσεις να χρησιμοποιήσουν νέες υπηρεσίες ή να βελτιώσουν τις ήδη υπάρχουσες σύμφωνα με τις απαιτήσεις τους, παρέχει την επιλογή της χρησιμοποίησης των υπηρεσιών από διαφορετικά κανάλια και εκθέτει τις υπάρχουσες επιχειρησιακές εφαρμογές ως υπηρεσίες. [10]

Ειδικότερα, η αρχιτεκτονική SOA είναι κατάλληλη στις ακόλουθες περιπτώσεις: [13]

- Πολύ μεγάλη διανομή δεδομένων.
- Ανάγκη για μεγάλη διαθεσιμότητα των λειτουργιών.
- Ανάπτυξη, συντήρηση ή ενημέρωση μεμονωμένων τμημάτων μιας εφαρμογής.
- Επαναχρησιμοποίηση λειτουργιών και δεδομένων από πολλές εφαρμογές.

Ωστόσο, η αρχιτεκτονική SOA δεν πρέπει να υλοποιείται σε εφαρμογές όπου δεν απαιτείται η εφαρμογή της μεθόδου “αίτηση / απάντηση” ή σε εφαρμογές με μικρή διάρκεια ζωής. Ειδικότερα, η αρχιτεκτονική SOA δεν προτείνεται στις ακόλουθες περιπτώσεις: [13, 14]

- Μη κατανεμημένες, αυτόνομες (stand-alone) εφαρμογές που δεν απαιτούν την ενοποίηση των εφαρμογών ή των συστατικών.
- Ανάπτυξη απλών εφαρμογών με μικρή διάρκεια ζωής ή με περιορισμένο πεδίο δράσης.
- Εφαρμογές όπου η έννοια της χαλαρής σύνδεσης θεωρείται ανεπιθύμητη ή αχρησίαστη.
- Περιβάλλοντα ομογενών εφαρμογών, όπου όλες οι εφαρμογές δημιουργούνται με τον ίδιο τρόπο.
- Εφαρμογές που χρειάζονται λειτουργικότητα βασισμένη στο γραφικό περιβάλλον χρήστη (GUI – Graphical User Interface).

1.2 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΙΣΤΟΥ

Τα τελευταία χρόνια, η χρήση των υπηρεσιών ιστού (web services) επεκτείνεται όλο και περισσότερο, καθώς αυξάνεται η ανάγκη για διαλειτουργικότητα και επικοινωνία μεταξύ των εφαρμογών. Αυτές οι υπηρεσίες παρέχουν έναν προτυποποιημένο τρόπο επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών λογισμικού, που εκτελούνται σε διαφορετικές πλατφόρμες ή πλαίσια εργασίας. Βασικός σκοπός αυτής της τεχνολογίας είναι η ενίσχυση της διαλειτουργικότητας και της επεκτασιμότητας μεταξύ των διαφορετικών εφαρμογών, πλατφόρμων και πλαισίων εργασίας με έναν τρόπο που είναι σύμφωνος με την αρχιτεκτονική του Web. [15]

Η τεχνολογία των υπηρεσιών ιστού αποτελεί έναν πολύ δημοφιλή τρόπο για τη δημιουργία καταναμημένων συστημάτων. Τα προηγούμενα χρόνια, έγιναν πολλές προσπάθειες και επενδύθηκαν πολλοί οικονομικοί πόροι για την ανάπτυξη και την υιοθέτηση υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης από δημόσιους οργανισμούς. Ωστόσο, από τη στιγμή που αυτές οι υπηρεσίες απαιτούν υψηλό βαθμό διανομής και διαλειτουργικότητας, οι τεχνολογίες που βασίζονται στην XML και οι υπηρεσίες ιστού αποτελούν την πιο κατάλληλη επιλογή για την υποστήριξη των αντίστοιχων συστημάτων. [16]

Από τεχνολογικής πλευράς, οι υπηρεσίες ιστού είναι μια καταναμημένη αρχιτεκτονική. Στο παρελθόν, υπήρχαν τέτοια παραδείγματα, όπως το DCE (Distributed Computing Environment), το RPC (Remote Procedure Call) και συστήματα επικοινωνίας με μηνύματα (MQ Series, MSMQ κλπ.). Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν καταναμημένα αντικείμενα και ORB (Object Request Brokers), όπως το CORBA (Common Object Request Broker Architecture), το DCOM (Distributed Component Object Model) και το RMI (Remote Method Invocation). Με βάση αυτά τα παραδείγματα, αναπτύχθηκαν μοντέλα όπως το EJB (Enterprise Java Beans), το COM+ (Component Object Model), το .NET Enterprise Services και το CCM (CORBA Component Model). Το RPC, το ORB και τα παραπάνω μοντέλα χρησιμοποιούν ίδια πρότυπα επικοινωνίας, που βασίζονται σε σύγχρονες κλήσεις λειτουργιών. Τα συστήματα επικοινωνίας με μηνύματα βασίζονται σε πρότυπα ασύγχρονης επικοινωνίας. [1]

Η τεχνολογία web services είναι παρόμοια με τις προηγούμενες τεχνολογίες, ωστόσο, διαφέρει από αυτές σε ορισμένα σημεία. Οι υπηρεσίες ιστού είναι η πρώτη καταναμημένη τεχνολογία που υποστηρίζεται από όλες τις μεγάλες εταιρείες λογισμικού. Επομένως, είναι η πρώτη τεχνολογία που πραγματοποιεί την επιθυμία για παγκόσμια διαλειτουργικότητα και ενοποίηση μεταξύ των εφαρμογών που εκτελούνται σε διαφορετικές πλατφόρμες και με διαφορετικές τεχνολογίες υλοποίησης.

Από αρχιτεκτονικής πλευράς, οι υπηρεσίες ιστού παρουσιάζουν σημαντικές αλλαγές σε σχέση με τις προηγούμενες καταναμημένες αρχιτεκτονικές. Αρχικά, υποστηρίζουν τη χαλαρή σύνδεση μέσω λειτουργιών που ανταλλάσσουν μόνο δεδομένα. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό που διαφέρει από τις άλλες αρχιτεκτονικές, όπου ανταλλάσσεται επίσης και η συμπεριφορά. Επίσης, οι λειτουργίες στις υπηρεσίες ιστού βασίζονται στην ανταλλαγή μηνυμάτων XML και υποστηρίζουν τόσο τις σύγχρονες όσο και τις ασύγχρονες αλληλεπιδράσεις, σε αντίθεση με τις άλλες καταναμημένες αρχιτεκτονικές. Επιπλέον, οι υπηρεσίες ιστού είναι ανεξάρτητες από την κατάσταση και εισάγουν τη λογική των τελικών σημείων και των ενδιάμεσων. Τέλος, η τεχνολογία web services χρησιμοποιεί πρωτόκολλα του Internet, όπως το HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), το SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), το FTP (File Transfer Protocol) και το MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions), με αποτέλεσμα η συνδεσιμότητα μέσω τυπικών συνδέσεων του Internet να είναι λιγότερο προβληματική. [1]

Ουσιαστικά μια υπηρεσία ιστού είναι μια εφαρμογή λογισμικού με συγκεκριμένο προσδιοριστικό (URI – Uniform Resource Identifier), της οποίας η δημόσια διεπαφή και οι συνδέσεις καθορίζονται και περιγράφονται με τη χρήση της γλώσσας XML. Η περιγραφή της υπηρεσίας ιστού μπορεί να εντοπιστεί και να χρησιμοποιηθεί από άλλες εφαρμογές λογισμικού. Αυτή η αλληλεπίδραση γίνεται με τρόπο που ορίζεται στην περιγραφή της υπηρεσίας, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα πρωτόκολλα. [15]

1.2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ

Οι υπηρεσίες ιστού αποτελούν μια τεχνολογία ευρείας αποδοχής που παρέχει μια καταναμημένη προσέγγιση με σκοπό την ενοποίηση ετερογενών εφαρμογών μέσω του Διαδικτύου. Οι προδιαγραφές των υπηρεσιών ιστού είναι τελείως ανεξάρτητες από γλώσσες προγραμματισμού, λειτουργικά συστήματα

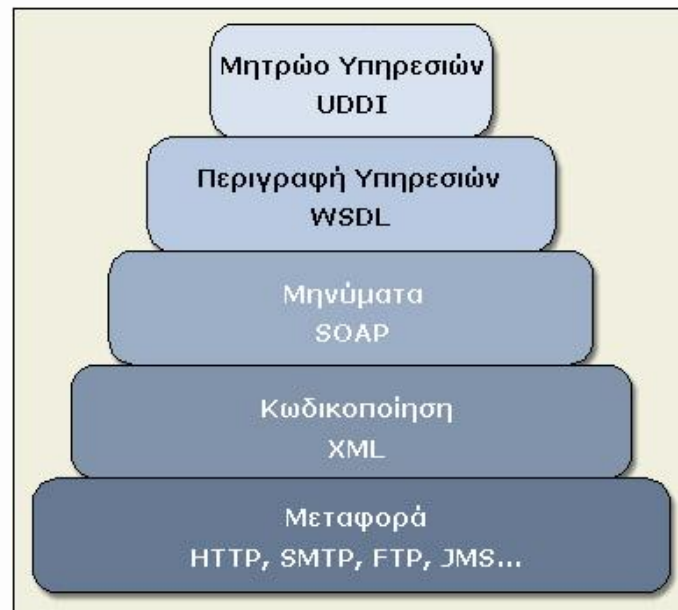
και υλικό ώστε να προωθούν τη χαλαρή σύνδεση μεταξύ του παρόχου και του χρήστη της υπηρεσίας. Μερικά βασικά χαρακτηριστικά των υπηρεσιών ιστού είναι τα ακόλουθα: [7]

- **Οι υπηρεσίες ιστού είναι αυτο-περιεχόμενες (self-contained).**
Από την πλευρά του πελάτη (client) δεν απαιτείται κανένα επιπλέον λογισμικό. Για παράδειγμα, μια γλώσσα προγραμματισμού με υποστήριξη από XML και HTTP αρκεί. Από την πλευρά του εξυπηρετητή (server) απαιτούνται κυρίως ένας Web server και μια μηχανή servlet.
- **Οι υπηρεσίες ιστού είναι αυτο-περιγραφόμενες (self-described).**
Ούτε ο πελάτης ούτε ο εξυπηρετητής χρειάζεται να γνωρίζουν κάτι παραπάνω πέρα από τη διαμόρφωση και το περιεχόμενο των μηνυμάτων της αίτησης και της απάντησης.
- **Οι υπηρεσίες ιστού είναι εύκολα εφαρμόσιμες.**
Οι υπηρεσίες ιστού είναι μια τεχνολογία για την εκτέλεση και την παροχή πρόσβασης σε επιχειρησιακές λειτουργίες στο Web. Πρότυπα όπως το J2EE και το CORBA είναι απλώς τεχνολογίες για την εφαρμογή αυτών των υπηρεσιών.
- **Οι υπηρεσίες ιστού μπορούν να δημοσιευθούν, να εντοπιστούν και να κληθούν στο Web.**
Τα πρότυπα που απαιτούνται για αυτό το σκοπό είναι το SOAP, το WSDL και το UDDI.
- **Οι υπηρεσίες ιστού είναι ανεξάρτητες από τη γλώσσα και διαλειτουργικές.**
Η αλληλεπίδραση μεταξύ του παρόχου και του χρήστη της υπηρεσίας έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι ανεξάρτητη από πλατφόρμες και γλώσσες προγραμματισμού. Αυτή η αλληλεπίδραση απαιτεί ένα έγγραφο WSDL για τον καθορισμό και την περιγραφή της διεπαφής της υπηρεσίας, καθώς και ένα πρωτόκολλο μεταφοράς (συνήθως HTTP).
- **Οι υπηρεσίες ιστού είναι ανοιχτές και βασίζονται σε πρότυπα.**
Η τεχνολογική υποδομή των υπηρεσιών ιστού είναι η γλώσσα XML και το πρωτόκολλο HTTP. Επομένως, ένα μεγάλο κομμάτι αυτής της τεχνολογίας έχει δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας έργα ανοιχτού κώδικα.
- **Οι υπηρεσίες ιστού είναι δυναμικές.**
Το δυναμικό ηλεκτρονικό επιχειρείν μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας υπηρεσίες ιστού καθώς, με τα πρότυπα UDDI και WSDL, η περιγραφή και ο εντοπισμός των υπηρεσιών μπορεί να αυτοματοποιηθεί.
- **Οι υπηρεσίες ιστού μπορούν να αποτελούνται από επιμέρους υπηρεσίες.**
Οι απλές υπηρεσίες ιστού μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους ώστε να δημιουργηθούν πιο σύνθετες και χρήσιμες υπηρεσίες.

1.2.2 ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ

Για την επιτυχή αλληλεπίδραση μεταξύ του παρόχου και του χρήστη μιας υπηρεσίας, υπάρχει μια συγκεκριμένη δομή των υπηρεσιών ιστού, όπου χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα πρότυπα σε κάθε επίπεδο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.4. Η χρήση ανοιχτών προτύπων παρέχει ευρεία διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών επιχειρηματικών λύσεων. Αυτό σημαίνει ότι οι επιχειρήσεις μπορούν να εφαρμόσουν τις υπηρεσίες ιστού χωρίς να γνωρίζουν καμία πληροφορία για τον πάροχο της υπηρεσίας, και αντιστρόφως. Με τον τρόπο αυτό, διευκολύνεται η άμεση και δυναμική ενοποίηση και συνεργασία μεταξύ των επιχειρήσεων. [7]

Σύμφωνα με τη δομή των υπηρεσιών ιστού, οι εξυπηρετητές ιστού (web servers) δημοσιεύουν τις υπηρεσίες χρησιμοποιώντας μια καλά ορισμένη διεπαφή και επικοινωνούν με τη χρήση μηνυμάτων SOAP (Simple Object Access Protocol), ένα πρωτόκολλο μεταφοράς που βασίζεται στη γλώσσα XML για την απομακρυσμένη κλήση μεθόδων. Χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο SOAP πάνω από ένα πρωτόκολλο μεταφοράς (HTTP), η επικοινωνία γίνεται μέσω προτύπων και πρωτοκόλλων, επιτυγχάνοντας με τον τρόπο αυτό τη διαλειτουργικότητα. Άλλο ένα σημαντικό χαρακτηριστικό σχετικά με τις υπηρεσίες ιστού είναι ότι το αποτέλεσμά τους μπορεί να είναι σε μορφή HTML (Hyper Text Markup Language), ώστε να είναι προσβάσιμες από τους τελικούς χρήστες μέσω των περιηγητών ιστού (web browsers), χωρίς να απαιτείται κάποιο συγκεκριμένο λογισμικό. [6]



Εικόνα 1.4: Δομή και τεχνολογίες των υπηρεσιών ιστού. (Judith M. Myerson, Builder.com, 2002)

Η συγκεκριμένη δομή έχει τα ακόλουθα πέντε επίπεδα:

- **Μεταφορά (HTTP)**

Το επίπεδο μεταφοράς σχετίζεται με τους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των αιτήσεων των υπηρεσιών από το χρήστη προς τον πάροχο της υπηρεσίας και τη μεταφορά των απαντήσεων από τον πάροχο προς το χρήστη της υπηρεσίας. Υπάρχουν διάφορα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται σήμερα στις υπηρεσίες ιστού, αλλά το πιο κοινό είναι το πρωτόκολλο HTTP [19].

Το πρωτόκολλο HTTP είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο το οποίο είναι ανοιχτό και εφαρμόζεται σε διαφορετικούς τύπους συστημάτων. Κάθε επιχείρηση που έχει έναν web server, έχει εφαρμόσει το πρωτόκολλο HTTP και κάθε πελάτης που χρησιμοποιεί έναν web browser χρησιμοποιεί επίσης το HTTP. Ωστόσο, το πρωτόκολλο HTTP είναι ένα ελαφρύ πρωτόκολλο το οποίο σχεδιάστηκε αρχικά ώστε να μη μεταφέρει δεδομένα. Επίσης, το HTTP είναι ένα μη αξιόπιστο πρωτόκολλο. Αν είναι απαιτούμενη η αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων, τότε πρέπει να αναπτυχθεί ένα αξιόπιστο πλαίσιο εργασίας ή να χρησιμοποιηθεί ένα πιο αξιόπιστο πρωτόκολλο.

- **Κωδικοποίηση (XML)**

Η κωδικοποίηση των μηνυμάτων γίνεται με τη γλώσσα XML. Η XML είναι μία γλώσσα σήμανσης, που περιέχει ένα σύνολο κανόνων για την ηλεκτρονική κωδικοποίηση κειμένων [20]. Μία γλώσσα σήμανσης είναι ένας μηχανισμός που καθορίζει δομές σε ένα έγγραφο. Ορίζεται, κυρίως, στην προδιαγραφή XML 1.0 (XML 1.0 Specification), που δημιούργησε ο διεθνής οργανισμός προτύπων W3C (World Wide Web Consortium) [8], αλλά και σε διάφορες άλλες σχετικές προδιαγραφές ανοιχτών προτύπων. Η XML σχεδιάστηκε δίνοντας έμφαση στην απλότητα, τη γενικότητα και τη χρησιμότητα στο Διαδίκτυο. Είναι μία μορφοποίηση δεδομένων κειμένου, με ισχυρή υποστήριξη Unicode για όλες τις γλώσσες του κόσμου. Αν και η σχεδίαση της XML εστιάζει στα κείμενα, χρησιμοποιείται ευρέως για την αναπαράσταση αυθαίρετων δομών δεδομένων, που προκύπτουν για παράδειγμα στις υπηρεσίες ιστού. Υπάρχει μία ποικιλία διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών, που μπορούν να χρησιμοποιούν οι προγραμματιστές, για να προσπελαίνουν δεδομένα XML, αλλά και διάφορα συστήματα XML σχημάτων, τα οποία είναι σχεδιασμένα για να βοηθούν στον ορισμό γλωσσών, που προκύπτουν από την XML [20]. Τα XML έγγραφα δεν είναι πολύπλοκα, αλλά απλά και πολύ αποτελεσματικά.

Οι υπηρεσίες ιστού χρησιμοποιούν την XML για τη διαμόρφωση των μηνυμάτων μεταξύ του παρόχου και του χρήστη της υπηρεσίας. Η XML είναι μια καλά δομημένη και πολύ ευέλικτη γλώσσα η οποία αλλάζει και εξελίσσεται συνεχώς και επιτρέπει στις υπηρεσίες ιστού να εφαρμόζονται μεταξύ διαφορετικών τεχνολογικών τομέων. Ένα έγγραφο XML αποτελείται από επιμέρους στοιχεία, δηλαδή τμήματα ενός κειμένου που ξεκινούν με μια ετικέτα ανοίγματος (opening tag) και τελειώνουν με μια ετικέτα κλεισίματος (closing tag). Η υλοποίηση των υπηρεσιών ιστού απαιτεί τη χρήση επιπλέον τεχνολογιών και προτύπων της XML, όπως είναι το XML Schema [9].

Το XML Schema είναι ένα πρότυπο που επιτρέπει τη λεπτομερή επικύρωση των εγγράφων XML, όπως επίσης και της προδιαγραφής των τύπων δεδομένων της XML. Παρέχει ένα ευέλικτο σύνολο από δομές και περιορισμούς που αναπαριστούν πολλούς διαφορετικούς τύπους πληροφοριών. Αυτοί οι περιορισμοί εκφράζονται γενικά χρησιμοποιώντας κάποιο συνδυασμό γραμματικών κανόνων που ορίζουν τη σειρά των στοιχείων, τύπων δεδομένων που ορίζουν το περιεχόμενο των στοιχείων και των χαρακτηριστικών τους και γενικών κανόνων σχετικά με τη μοναδικότητα και την αξιόπιστη αναφορά των στοιχείων. [21]

Το σημαντικότερο από τα πλεονεκτήματα της XML είναι ότι συμβάλει στη διαλειτουργικότητα των υπηρεσιών ιστού και, κατά συνέπεια, στην ενοποίηση των συστημάτων. Επίσης, είναι μια γλώσσα απλή, ανοιχτή, ευέλικτη, επεκτάσιμη και έχει γίνει ευρέως αποδεκτή για τη μεταφορά δεδομένων. Ωστόσο, μπορούν να προκύψουν πολλά προβλήματα με την XML. Η XML είναι μια πολύ μακροσκελής γλώσσα, όπου κάθε στοιχείο δεδομένων απαιτεί μια ετικέτα ανοίγματος και μια ετικέτα κλεισίματος, καταλήγοντας ορισμένες φορές σε πολύ μεγάλα μηνύματα. Οι σύνθετοι τύποι που περιέχουν πολλά στοιχεία δεδομένων απαιτούν ετικέτες σε κάθε μεμονωμένο στοιχείο δεδομένων. Όταν ένα έγγραφο περιλαμβάνει πολλά στοιχεία δεδομένων, τότε το μεγαλύτερο μέρος του εγγράφου θα είναι ετικέτες αντί για δεδομένα. Επιπλέον, η XML απαιτεί μεγάλα ποσά επεξεργαστικής ισχύς για την επεξεργασία και τη διαμόρφωση των δεδομένων από την XML σύνταξη και αντιστρόφως. Τα προγράμματα πρέπει να χρησιμοποιούν ειδικό λογισμικό, γνωστό ως "parsers", για τη διαμόρφωση των δεδομένων με XML ετικέτες ή για την ανάγνωση των διαμορφωμένων XML εγγράφων. Όσο περισσότερα δεδομένα περιέχει ένα αρχείο XML, τόσο περισσότερες ετικέτες απαιτεί και τόσο περισσότερη επεξεργαστική ισχύς και χρόνος χρειάζονται για τη διαμόρφωση του εγγράφου. [21]

- **Μηνύματα (SOAP)**

Στο επίπεδο των μηνυμάτων, η θεμελιώδης τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι το πρότυπο SOAP, το οποίο επιτρέπει σε ένα χρήστη να καλέσει έναν απομακρυσμένο πάροχο υπηρεσίας. Το συγκεκριμένο πρότυπο καθορίζει έναν απλό μηχανισμό ενθυλάκωσης που αποτελεί τη βάση των περισσότερων μηνυμάτων που ανταλλάσσονται στις υπηρεσίες ιστού. Το πρότυπο SOAP είναι το πιο δημοφιλές πρότυπο για την επικοινωνία των υπηρεσιών ιστού στο δίκτυο. [24]

Τα μηνύματα SOAP βασίζονται στην XML για τη διαμόρφωσή τους και σε άλλα πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς, όπως το HTTP, για το συμβιβασμό και τη μετάδοσή τους. Το πρότυπο SOAP παρέχει ένα τυπικό πλαίσιο εργασίας στο οποίο μπορούν να δημιουργηθούν οι υπηρεσίες ιστού. Επιπλέον, αποτελείται από τρία μέρη: ένα φάκελο που ορίζει το περιεχόμενο του μηνύματος και τον τρόπο επεξεργασίας του, ένα σύνολο κανόνων κωδικοποίησης για τον ορισμό των τύπων δεδομένων και μια σύμβαση για την αναπαράσταση απομακρυσμένων κλήσεων και απαντήσεων. [25]

Το συγκεκριμένο πρότυπο έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι απλό και επεκτάσιμο. Όλα τα μηνύματα SOAP κωδικοποιούνται χρησιμοποιώντας την XML. Επίσης, παρέχει ένα πλαίσιο εργασίας για την περιγραφή του περιεχομένου των μηνυμάτων και ένα προαιρετικό σύνολο κανόνων κωδικοποίησης για την αναπαράσταση ορισμένων τύπων δεδομένων. Τέλος, το πρότυπο SOAP είναι ανεξάρτητο από πρωτόκολλα μεταφοράς, λειτουργικά συστήματα και γλώσσες προγραμματισμού ή άλλες τεχνολογίες. Λόγω αυτών των χαρακτηριστικών του, δεν έχει σημασία η τεχνολογία που χρησιμοποιείται από το χρήστη ή τον πάροχο της υπηρεσίας, καθώς γίνεται ανταλλαγή μηνυμάτων XML.

- **Περιγραφή Υπηρεσιών (WSDL)**

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των υπηρεσιών ιστού είναι η χαλαρή σύνδεση. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, ο πάροχος και ο χρήστης της υπηρεσίας πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ανεξάρτητοι. Μια δομημένη περιγραφή υπηρεσίας συμβάλλει σημαντικά σε αυτή την ανεξαρτησία. Οι υπηρεσίες μπορούν να παρέχονται χωρίς την ανάγκη χρησιμοποίησης κάποιας ιδιαίτερης πλατφόρμας ή γλώσσας προγραμματισμού. Ο οργανισμός W3C έχει δημιουργήσει το πρότυπο WSDL (Web Services Description Language) [5] για την περιγραφή των υπηρεσιών.

Το πρότυπο WSDL περιγράφει τις υπηρεσίες ως ένα σύνολο από δικτυακά τερματικά σημεία. Γι αυτό το σκοπό, καθορίζει τα λειτουργικά χαρακτηριστικά μιας υπηρεσίας ιστού χρησιμοποιώντας ένα έγγραφο XML. Σε ένα έγγραφο WSDL περιγράφεται το περιεχόμενο, η τοποθεσία και ο τρόπος κλήσης της υπηρεσίας. Ένα πρόγραμμα που συνδέεται με μια υπηρεσία ιστού μπορεί να διαβάσει το αρχείο WSDL για να προσδιορίσει τις λειτουργίες που είναι διαθέσιμες στον εξυπηρετητή. Κάθε ειδικός τύπος δεδομένων που χρησιμοποιείται είναι ενσωματωμένος στο αρχείο WSDL στη φόρμα του XML σχήματος. Ωστόσο, ένα έγγραφο WSDL δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον πάροχο της υπηρεσίας, τον τύπο της επιχείρησης που παρέχει την υπηρεσία και τις υπόλοιπες υπηρεσίες που παρέχονται από έναν πάροχο. [7, 26]

- **Μητρώο Υπηρεσιών (UDDI)**

Η έννοια του μητρώου υπηρεσιών είναι πολύ σημαντική για τις υπηρεσίες ιστού. Το πρότυπο UDDI (Universal Description Discovery and Integration) [27] είναι το πιο γνωστό πρότυπο για τα μητρώα των υπηρεσιών ιστού. Το συγκεκριμένο πρότυπο είναι ανεξάρτητο από πλατφόρμες, βασίζεται στην XML και επιτρέπει στις επιχειρήσεις να δημοσιεύουν και να εντοπίζουν υπηρεσίες ιστού. Το πρότυπο UDDI, που υποστηρίζεται από τον οργανισμό OASIS [27], ορίζει τον τρόπο αλληλεπίδρασης των υπηρεσιών και των εφαρμογών λογισμικού στο Διαδίκτυο. Έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να απαντά σε μηνύματα SOAP και να παρέχει πρόσβαση σε έγγραφα WSDL. [28]

Ο στόχος του προτύπου UDDI είναι να διευκολύνει την ανακάλυψη των υπηρεσιών κατά τη σχεδίαση αλλά και δυναμικά κατά την εκτέλεση. Ουσιαστικά, ο πάροχος υπηρεσίας δημοσιεύει την περιγραφή της υπηρεσίας στο μητρώο και οι χρήστες κάνουν αναζήτηση στο μητρώο για να εντοπίσουν υπηρεσίες είτε κατά τη σχεδίαση είτε κατά την εκτέλεση. Σε μία δομή UDDI περιλαμβάνονται πληροφορίες για τον πάροχο υπηρεσίας, μη τεχνικές πληροφορίες για την υπηρεσία και τεχνικές πληροφορίες για την πρόσβαση στην υπηρεσία.

Μια εγγραφή στο UDDI αποτελείται από τρία συστατικά: τις Άσπρες Σελίδες (White Pages) που περιλαμβάνουν αναγνωριστικά όπως διεύθυνση και στοιχεία της επαφής, τις Κίτρινες Σελίδες (Yellow Pages) που περιλαμβάνουν την κατηγοριοποίηση των επιχειρήσεων και τις Πράσινες Σελίδες (Green Pages) που περιλαμβάνουν τεχνικές πληροφορίες για τις υπηρεσίες που δημοσιεύονται από τις επιχειρήσεις. [28]

1.2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ

Οι υπηρεσίες ιστού είναι η τελευταία κατανεμημένη τεχνολογία και η πιο κατάλληλη για την υλοποίηση της αρχιτεκτονικής SOA. Γενικότερα, υπάρχει μία σύγχυση σχετικά με τους όρους SOA και Web Service. Ο όρος SOA αποτελεί μία αρχιτεκτονική σχεδίαση, ενώ ο όρος Web Service αποτελεί μία υπηρεσία που εκτελείται χρησιμοποιώντας ένα σύνολο από πρότυπα και είναι ο τρόπος με τον οποίο υλοποιείται η αρχιτεκτονική SOA. Το κύριο πλεονέκτημα που προκύπτει από τη χρησιμοποίηση της αρχιτεκτονικής SOA με τις υπηρεσίες ιστού είναι η επίτευξη μιας προσέγγισης για προσπέλαση υπηρεσιών ανεξαρτήτως πλατφόρμας, καθώς όλο και περισσότεροι πωλητές υποστηρίζουν τις προδιαγραφές των υπηρεσιών ιστού. [10]

Γενικότερα, από τεχνολογική σκοπιά, οι υπηρεσίες ιστού έχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα: [17, 18]

- **Ενοποίηση των εφαρμογών και των δεδομένων:** Η ανεξαρτησία από πλατφόρμες, τεχνολογίες και γλώσσες προγραμματισμού, καθώς και η χρήση της γλώσσας XML και του πρωτοκόλλου HTTP έχει ως αποτέλεσμα την ενοποίηση των συστημάτων που επικοινωνούν με τη χρήση των υπηρεσιών ιστού.
- **Προσαρμοστικότητα:** Οι υπηρεσίες ιστού μπορούν να προσπελαστούν από ανθρώπους, εφαρμογές ή άλλες υπηρεσίες μέσω των διεπαφών τους. Επίσης, μπορούν να συνδυαστούν τα δεδομένα διαφόρων υπηρεσιών ιστού για ισχυρότερα αποτελέσματα.
- **Επαναχρησιμοποίηση του κώδικα:** Μια υπηρεσία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικούς πελάτες για διαφορετικούς λόγους. Ωστόσο, αντί να δημιουργείται μια προσαρμοσμένη υπηρεσία για κάθε συγκεκριμένη απαίτηση, απλώς επαναχρησιμοποιούνται τμήματα της υπηρεσίας ανάλογα με τις ανάγκες.
- **Επεκτασιμότητα:** Οι υπηρεσίες ιστού μπορούν να βελτιωθούν και να επεκταθούν μετά την υλοποίησή τους.
- **Διαθεσιμότητα:** Οι υπηρεσίες ιστού που δημοσιεύονται σε μητρώα υπηρεσιών είναι πάντα διαθέσιμες προς τους χρήστες.
- **Χαμηλότερο κόστος:** Όλα τα παραπάνω πλεονεκτήματα μειώνουν σημαντικά τα γενικά έξοδα, καθώς οι υπηρεσίες ιστού χρησιμοποιούν ανοιχτά πρότυπα και όχι ακριβά λογισμικά και επίσης χρησιμοποιούν τις ήδη υπάρχουσες επιχειρησιακές επενδύσεις σε υλικό και λογισμικό.
- **Ασφάλεια:** Οι υπηρεσίες ιστού μπορούν να ελέγξουν την πρόσβαση σε δεδομένα και υπηρεσίες που διατίθενται σε άλλες εφαρμογές, με τη χρήση προτύπων.

Από επιχειρησιακή σκοπιά, όταν οι υπηρεσίες ιστού επιλέγονται και εφαρμόζονται κατάλληλα, τότε η χρήση τους μπορεί να επιτρέψει σε μια επιχείρηση να. [7]

- Προσφέρει νέες λύσεις στον τομέα της πληροφορικής γρηγορότερα και με χαμηλότερο κόστος.
- Προστατέψει τις επενδύσεις της σε συστήματα πληροφορικής χρησιμοποιώντας υπηρεσίες ιστού για την ενοποίησή τους με σύγχρονα συστήματα πληροφορικής.
- Ενοποιήσει τις επιχειρησιακές της διαδικασίες με τους πελάτες και τους συνεργάτες της με χαμηλότερο κόστος. Οι υπηρεσίες ιστού κάνουν εφικτή αυτή την ενοποίηση επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να μοιράζονται τις διαδικασίες χωρίς να μοιράζονται την τεχνολογία. Με τον τρόπο αυτό, μπορούν να συμμετάσχουν και οι μικρές επιχειρήσεις στην ενοποίηση B2B (Business To Business).
- Εισέλθει σε νέες αγορές και να μεγαλώσει το αγοραστικό κοινό της. Οι υπηρεσίες ιστού που βρίσκονται σε μητρώα υπηρεσιών, μπορούν να εντοπιστούν από ολόκληρη την κοινότητα του Web.

1.2.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ

Παράλληλα με τα πλεονεκτήματα, οι υπηρεσίες ιστού παρουσιάζουν και ορισμένα μειονεκτήματα. Ένα από αυτά είναι η απόδοση, η οποία δεν είναι τόσο καλή όσο άλλων κατανεμημένων αρχιτεκτονικών (RMI, CORBA, DCOM) που χρησιμοποιούν δυαδικά πρωτόκολλα για την επικοινωνία. Γενικότερα, τα κυριότερα μειονεκτήματα των υπηρεσιών ιστού είναι τα ακόλουθα: [4, 7, 30]

- **Μειωμένη Απόδοση:** Αν και η απλότητα των υπηρεσιών ιστού αποτελεί κατά κύριο λόγο ένα πλεονέκτημα, μπορεί ωστόσο να γίνει και μειονέκτημα. Οι υπηρεσίες ιστού χρησιμοποιούν πρωτόκολλα καθαρού κειμένου που χρησιμοποιούν μια μακροσκελή μέθοδο για την αναγνώριση των δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι οι αιτήσεις υπηρεσιών ιστού είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες αιτήσεις που κωδικοποιούνται με ένα δυαδικό πρωτόκολλο. Αυτό το επιπλέον μέγεθος επιδρά αρνητικά στην απόδοση, ιδιαίτερα σε συνδέσεις χαμηλής ταχύτητας ή σε συνδέσεις με μεγάλο φόρτο.

- **Σύνοδοι μικρής διάρκειας:** Αν και τα πρωτόκολλα μεταφοράς (κυρίως το HTTP) είναι απλά, δεν είναι κατάλληλα για συνόδους μεγάλης διάρκειας. Ουσιαστικά, ένας web browser κάνει μια σύνδεση HTTP, αιτείται μια σελίδα του Web και στη συνέχεια αποσυνδέεται. Αντίθετα, σε ένα περιβάλλον CORBA ή RMI, ο πελάτης συνδέεται με τον εξυπηρετητή και μπορεί να παραμείνει συνδεδεμένος περισσότερο χρόνο και ο εξυπηρετητής μπορεί να στέλνει δεδομένα στον πελάτη τακτικά. Αυτός ο τύπος αλληλεπίδρασης είναι δύσκολος στις υπηρεσίες ιστού οι οποίες βασίζονται στο κύριο πρωτόκολλο μεταφοράς του web, το HTTP.
- **Αμετάβλητες διεπαφές:** Στις υπηρεσίες ιστού, αποφεύγεται η αλλαγή των μεθόδων, αλλά και των παραμέτρων που περιμένουν οι πελάτες. Είναι εύκολη η δημιουργία νέων μεθόδων και η προσθήκη τους στην υπηρεσία, ωστόσο, η αλλαγή των ήδη υπάρχουσών μεθόδων μπορεί να οδηγήσει στον τερματισμό του προγράμματος του πελάτη.
- **Μη αξιόπιστη εκτέλεση:** Το πρωτόκολλο HTTP δεν είναι ένα αξιόπιστο πρωτόκολλο, υπό την έννοια ότι δεν εγγυάται την παράδοση. Για την ικανοποίηση αυτής της απαίτησης, χρησιμοποιούνται άλλα πρωτόκολλα, όπως το JMS, ωστόσο, η πλειοψηφία των υπηρεσιών ιστού βασίζονται στο πρωτόκολλο HTTP.

Τέλος, οι υπηρεσίες ιστού που βασίζονται σε απλό κείμενο, δεν διαθέτουν κάποια χαρακτηριστικά υποδομής και ποιότητας υπηρεσιών (quality of service), όπως είναι η ασφάλεια, οι συναλλαγές και η αξιοπιστία μηνυμάτων. Ωστόσο, για το σκοπό αυτό, έχουν δημιουργηθεί διάφορα πρότυπα, με τη χρήση των οποίων ενισχύεται το επίπεδο ασφάλειας των υπηρεσιών ιστού, τα οποία αναφέρονται στη συνέχεια.

1.2.5 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ

Στον κόσμο των επιχειρήσεων, γίνεται ανταλλαγή και μεταφορά δεδομένων μεταξύ πολλών διαφορετικών συστημάτων και εφαρμογών. Ωστόσο, κατά την ανταλλαγή των δεδομένων, υπάρχει ο κίνδυνος επεξεργασίας ή ακόμα και κλοπής τους. Αυτή η απειλή είναι πολύ έντονη σε μια κατακεκομμένη αρχιτεκτονική, όπως οι υπηρεσίες ιστού όπου οι συναλλαγές μεταξύ του παρόχου και του χρήστη της υπηρεσίας γίνονται χρησιμοποιώντας τη γλώσσα XML μέσα σε ένα μήνυμα SOAP. Αυτό σημαίνει ότι όποιος σκοπεύει να υποκλέψει μια συναλλαγή, μπορεί απλά να διαβάσει τα δεδομένα μέσα στο μήνυμα SOAP. [7]

Όπως σε κάθε αρχιτεκτονική λύση, έτσι και στις υπηρεσίες ιστού, πρέπει να ακολουθούνται οι ακόλουθες βασικές απαιτήσεις ασφάλειας:

- **Αυθεντικοποίηση (authentication):** Επικύρωση της ταυτότητας των εμπλεκόμενων μερών μιας επικοινωνίας.
- **Ακεραιότητα (integrity):** Διασφάλιση της αξιοπιστίας και της μη τροποποίησης των μηνυμάτων.
- **Εμπιστευτικότητα (confidentiality):** Διασφάλιση ότι τα δεδομένα είναι διαθέσιμα μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες.
- **Μη άρνηση της ευθύνης (non – repudiation):** Αδυναμία άρνησης των ενεργειών των μερών μιας επικοινωνίας.
- **Διαθεσιμότητα (availability):** Αποτροπή της άρνησης διάθεσης της πληροφορίας στους εξουσιοδοτημένους χρήστες.

Σε κάθε επίπεδο της αρχιτεκτονικής των υπηρεσιών ιστού, έχουν αναπτυχθεί πρότυπα για την ικανοποίηση των απαιτήσεων ασφάλειας. Πιο συγκεκριμένα, στο επίπεδο μεταφοράς, η ασφάλεια των υπηρεσιών ιστού επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά ασφαλών τεχνολογιών καναλιών μεταφοράς, όπως είναι το HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) το οποίο συνδυάζει τα πρωτόκολλα HTTP και SSL / TLS ώστε να παρέχει κρυπτογραφημένη επικοινωνία και ασφαλή ταυτοποίηση ενός δικτυακού εξυπηρετητή ιστού [31].

Στο επίπεδο μηνυμάτων, χρησιμοποιείται το πρότυπο WS-Security [32] που δημοσιεύεται από τον οργανισμό OASIS, για την ασφάλεια των μηνυμάτων SOAP. Το συγκεκριμένο πρότυπο είναι ένα ευέλικτο πρότυπο που προσφέρει επιπλέον χαρακτηριστικά στα μηνύματα SOAP, ώστε να εξασφαλιστεί η ασφάλεια στις υπηρεσίες ιστού. Καθορίζει τον τρόπο ενσωμάτωσης της ακεραιότητας, της εμπιστευτικότητας και της αυθεντικοποίησης στα μηνύματα. Το πρότυπο WS-Security προσδιορίζει

διάφορες βελτιώσεις στο πρότυπο SOAP, παρέχοντας ένα μηχανισμό για την αντιστοίχιση τεκμηρίων ασφάλειας (security tokens) με τα μηνύματα. Ένα τεκμήριο ασφάλειας μπορεί να είναι ένα δυαδικό τεκμήριο, ένα πιστοποιητικό τύπου X.509 ή ένα εισιτήριο Kerberos. Το πρότυπο WS-Security είναι πλήρως επεκτάσιμο και μπορεί να υποστηρίξει πολλά είδη τεκμηρίων. Επίσης, παρέχει υποστήριξη για πολλά τεκμήρια ασφάλειας, τομείς εμπιστοσύνης, μορφοποιήσεις υπογραφών και τεχνολογίες κρυπτογράφησης. Συνολικά, το πρότυπο WS-Security παρέχει αυθεντικοποίηση και ασφάλεια επιπέδου μηνυμάτων, επιτρέποντας ασφαλείς επικοινωνίες με τις υπηρεσίες ιστού. [4, 7, 33]

Επιπλέον, το πρότυπο WS-Security περιγράφει τον τρόπο υλοποίησης των ακόλουθων βασικών λειτουργιών για την ασφάλεια των υπηρεσιών ιστού:

- Υπογραφή των μηνυμάτων SOAP για την εξασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων και της μη άρνησης της ευθύνης.
- Κρυπτογράφηση των μηνυμάτων SOAP για την εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας.
- Ενσωμάτωση των τεκμηρίων ασφάλειας για την εξασφάλιση της πιστοποίησης του αποστολέα.

Η εισαγωγή των παραπάνω χαρακτηριστικών ασφάλειας γίνεται στην κεφαλίδα (header) των μηνυμάτων SOAP. Ωστόσο, με τον τρόπο αυτό, το πρότυπο WS-Security προσθέτει σημαντικό φόρτο κατά την ανταλλαγή των μηνυμάτων SOAP λόγω του αυξημένου μεγέθους των μηνυμάτων, απαιτώντας μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ, περισσότερη μνήμη και μεγαλύτερο εύρος ζώνης.

Στο επίπεδο περιγραφής υπηρεσιών, χρησιμοποιούνται βασικές τεχνολογίες ασφάλειας της XML. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπηρεσιών ιστού και την ακόμα μεγαλύτερη χρήση της XML, ο οργανισμός OASIS [23] παρείχε δύο πρότυπα για την εφαρμογή της ασφάλειας στα έγγραφα XML: XML-Signature και XML-Encryption. Το πρότυπο XML-Signature χρησιμοποιείται για την ψηφιακή υπογραφή τμημάτων ή ακόμα και ολόκληρου του εγγράφου, με σκοπό την ακεραιότητα των δεδομένων και την πιστοποίηση του αποστολέα. Αυτό εγγυάται ότι το έγγραφο δεν έχει υποστεί αλλαγές (ακεραιότητα) από τη στιγμή που δημιουργήθηκε και αναγνωρίζει μοναδικά τον αποστολέα (αυθεντικοποίηση / εμπιστευτικότητα), ο οποίος δεν μπορεί να αρνηθεί ότι έστειλε το μήνυμα (μη άρνηση της ευθύνης). Το πρότυπο XML-Signature καθορίζει μια προτυποποιημένη διαδικασία για την υπογραφή εγγράφων XML με μια ποικιλία από διαφορετικούς αλγορίθμους ψηφιακής υπογραφής. Οι XML ψηφιακές υπογραφές είναι πιο ευέλικτες από άλλες μορφές ψηφιακών υπογραφών (Pretty Good Privacy, Cryptographic Message Syntax), καθώς δεν λειτουργούν με δυαδικά δεδομένα αλλά με δεδομένα σε XML, ενώ χρησιμοποιούν την έννοια της κανονικοποίησης για την υπογραφή μόνο της ουσίας του εγγράφου.

Το πρότυπο XML-Encryption χρησιμοποιείται για την κρυπτογράφηση τμημάτων ή ολόκληρου του XML εγγράφου, με σκοπό την εμπιστευτικότητα και την ακεραιότητα των δεδομένων και την αποτροπή της ανάγνωσής τους από άλλους κατά τη μεταφορά τους. Το συγκεκριμένο πρότυπο παρέχει ένα σύνολο κανόνων και την αντίστοιχη σύνταξη XML για την κρυπτογράφηση των δεδομένων [21]. Κατά την κρυπτογράφηση XML εγγράφων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια από τις ακόλουθες τρεις προσεγγίσεις:

- Χρήση συμμετρικής κρυπτογραφίας.
- Χρήση συνδυασμού συμμετρικής και ασύμμετρης κρυπτογραφίας.
- Χρήση πιστοποιητικών τύπου X.509 που παρέχονται από μια έμπιστη τρίτη οντότητα, όπως η VeriSign.

Άλλο ένα πρότυπο που ενισχύει την ασφάλεια των υπηρεσιών ιστού σε επίπεδο μηνυμάτων είναι το πρότυπο SAML (Security Assertion Markup Language) [34], που δημοσιεύτηκε από τον οργανισμό OASIS και βασίζεται στην XML για την ασφάλεια των συναλλαγών μεταξύ των επιχειρήσεων. Ο σκοπός του προτύπου SAML είναι ο καθορισμός ενός κοινού τρόπου διαμοιρασμού των υπηρεσιών ασφάλειας μεταξύ των επιχειρήσεων, όσον αφορά τις συναλλαγές μεταξύ επιχειρήσεων (B2B – business to business) και μεταξύ επιχειρήσεων και πελατών (B2C – business to customer). Επίσης, το συγκεκριμένο πρότυπο επιτρέπει στις επιχειρήσεις να ανταλλάσσουν με ασφάλεια πληροφορίες με τους πελάτες, τους συνεργάτες ή τους προμηθευτές τους, ανεξάρτητα από τη λύση ή την πλατφόρμα που χρησιμοποιείται για την υλοποίηση της ασφάλειας. Επομένως, το πρότυπο SAML υποστηρίζει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών συστημάτων ασφάλειας. [7, 35]

Το πρότυπο SAML αναφέρεται στο *τι* μεταφέρεται και όχι στο *πώς* μεταφέρεται και έχει δημιουργηθεί με βάση έναν αριθμό ήδη υπαρχόντων προτύπων:

- XML.
- XML Schema.
- XML Signature.
- XML Encryption.
- HTTP.
- SOAP.

Το συγκεκριμένο πρότυπο είναι πολύ ευέλικτο και επεκτάσιμο καθώς στηρίζεται στην XML. Σε μια επικοινωνία μπορεί να γίνει ανταλλαγή οποιασδήποτε πληροφορίας με τη μορφή μιας δήλωσης SAML, η οποία αναπαρίσταται με την XML. Επιπλέον, η διαλειτουργικότητα που προσφέρει το πρότυπο SAML είναι ένα τεράστιο πλεονέκτημα όσον αφορά τους μηχανισμούς SSO (Single Sign On), που απαιτούν την ενσωμάτωση του ίδιου λογισμικού από τον πάροχο υπηρεσιών (Service Provider – SP) και τον πάροχο ταυτοτήτων (Identity Provider – IdP).

Στο επίπεδο μητρώου υπηρεσιών, πρέπει αρχικά να καθορίζεται η αυθεντικοποίηση του παρόχου της υπηρεσίας. Το πρότυπο SAML είναι ένα από τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό. Όλα αυτά τα πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί με σκοπό την ενίσχυση της ασφάλειας των υπηρεσιών ιστού, είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να είναι απλά και να συμβάλλουν στη διαλειτουργικότητα για την ενοποίηση των συστημάτων. Εκτός από τα παραπάνω βασικά πρότυπα, έχουν αναπτυχθεί επιπλέον πρότυπα που συμβάλλουν στην ποιότητα των υπηρεσιών και αποτελούν επεκτάσεις του βασικού προτύπου WS- Security, όπως είναι τα ακόλουθα: [1, 6, 7, 36]

- **WS – SecureConversation:** Το πρότυπο WS – SecureConversation περιγράφει τον τρόπο διαχείρισης και αυθεντικοποίησης των ανταλλαγών μηνυμάτων μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών μιας επικοινωνίας. Το συγκεκριμένο πρότυπο βασίζεται στη λογική των τεκμηρίων ασφάλειας, περιλαμβάνοντας την ανταλλαγή περιεχομένου ασφάλειας και την ύπαρξη κλειδιών συνόδου (session keys).
- **WS – Trust:** Το πρότυπο WS – Trust ορίζει μια υπηρεσία τεκμηρίου ασφάλειας (Security Token Service – STS) και ένα πρωτόκολλο για την αίτηση και ανάθεση τεκμηρίων ασφάλειας που χρησιμοποιούνται από το πρότυπο WS – Security για την επικύρωση της εμπιστοσύνης. Το συγκεκριμένο πρότυπο επιτρέπει την έκδοση και τη διάθεση πιστοποιητικών μεταξύ διαφορετικών τομέων εμπιστοσύνης.
- **WS – Federation:** Το πρότυπο WS – Federation χρησιμοποιεί και επεκτείνει το πρότυπο WS – Trust και είναι υπεύθυνο για τη γενική ταυτοποίηση των εμπλεκόμενων μερών στα πλαίσια των οργανωτικών ορίων. Επιπλέον, καθορίζει μηχανισμούς που επιτρέπουν την ένωση διαφορετικών τομέων ασφάλειας ενισχύοντας την εμπιστοσύνη των οντοτήτων και των χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων υπηρεσιών ιστού.
- **WS – SecurityPolicy:** Το πρότυπο WS – SecurityPolicy αποτελεί υποσύνολο του προτύπου WS – Policy (αναφέρεται στην επόμενη ενότητα) και παρέχει ένα σύνολο από δηλώσεις πολιτικών ασφάλειας, περιγράφοντας τις απαιτήσεις των πολιτικών ασφάλειας κατά τη μεταφορά των μηνυμάτων σε μια επικοινωνία με τις υπηρεσίες ιστού. Οι δηλώσεις πολιτικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απαίτηση πιο γενικών χαρακτηριστικών ασφάλειας, όπως ασφάλεια επιπέδου μεταφοράς και επιπέδου μηνυμάτων και συγκεκριμένων χαρακτηριστικών, όπως οι τύποι των τεκμηρίων.
- **WS – Authorization:** Το πρότυπο WS – Authorization περιγράφει τον προσδιορισμό και τη διαχείριση των πολιτικών πρόσβασης σε μια υπηρεσία ιστού.
- **WS – Privacy:** Το πρότυπο WS – Privacy περιγράφει τον τρόπο δήλωσης των προτιμήσεων ιδιωτικότητας από τις υπηρεσίες ιστού και από τους χρήστες που αιτούνται τις υπηρεσίες.

1.2.6 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Εκτός από την ασφάλεια, οι υπηρεσίες συνήθως έχουν επιπλέον χαρακτηριστικά ποιότητας υπηρεσιών (quality of service), όπως πολιτικές, συντονισμό και συναλλαγές, διαχείριση, αξιοπιστία μηνυμάτων και σύνδεση μηνυμάτων. Η υποδομή των υπηρεσιών ιστού πρέπει να υποστηρίζει αυτά τα χαρακτηριστικά,

τα οποία είναι πολύ σημαντικά για τα πληροφοριακά συστήματα. Τα χαρακτηριστικά της ποιότητας υπηρεσιών προσδιορίζονται από συγκεκριμένα πρότυπα. Ακολουθούν τα κυριότερα χαρακτηριστικά μαζί με τα αντίστοιχα πρότυπα για την υποστήριξή τους. [1, 6, 7, 36]

- **Πολιτική (Policy)**

Οι υπηρεσίες ιστού συντίθενται μεταξύ τους για να δημιουργήσουν ενιαίες υπηρεσίες. Σε μια τέτοια σύνδεση, μπορεί να χρειαστεί η επικοινωνία των πολιτικών μεταξύ των υπηρεσιών ιστού, όπως για παράδειγμα η απαίτηση ενός τεκμηρίου ασφάλειας Kerberos ώστε να προσπελαστεί. Αυτό ορίζεται ως δήλωση πολιτικής σε ένα έγγραφο πολιτικής. Τέτοια έγγραφα κοινοποιούνται μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών μιας επικοινωνίας. Για τη δημιουργία τέτοιων εγγράφων που περιέχουν πολιτικές, χρησιμοποιείται το πρότυπο WS – Policy. Το συγκεκριμένο πρότυπο ορίζει ένα σύνολο από δομές για τον καθορισμό των πολιτικών των υπηρεσιών ιστού, αλλά δεν ορίζει τον τρόπο μεταφοράς ή εντοπισμού μιας πολιτικής. Μια πολιτική μπορεί να σχετίζεται με αυθαίρετα XML στοιχεία, WSDL έγγραφα ή UDDI στοιχεία.

- **Συντονισμός και Συναλλαγή (Coordination and Transaction)**

Σε ένα τυπικό επιχειρησιακό σενάριο, οι υπηρεσίες ιστού μπορεί να απαιτούν την κοινοποίηση πληροφοριών, όπως είναι το περιεχόμενο ασφάλειας ή το περιεχόμενο συναλλαγής. Το πρότυπο WS – Coordination ορίζει ένα πλαίσιο εργασίας για αυτό το σκοπό. Αποτελεί ένα επεκτάσιμο πρότυπο που επιτρέπει στις υπάρχουσες εφαρμογές να κρύβουν τα πρωτόκολλα που διαθέτουν, ενώ παράλληλα συντονίζονται μεταξύ τους σε ένα ετερογενές περιβάλλον. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλα πρότυπα όταν απαιτείται ο συντονισμός μεταξύ εφαρμογών που αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας διαφορετικές προδιαγραφές. Επίσης, χρησιμοποιείται το πρότυπο WS – Transaction για την υποστήριξη δύο τύπων συναλλαγής. Περιγράφει τύπους συντονισμού που χρησιμοποιούνται με το επεκτάσιμο πλαίσιο εργασίας συντονισμού. Οι τύποι συντονισμού είναι δύο: Ατομική Συναλλαγή (Atomic Transaction) και Επιχειρησιακή Δραστηριότητα (Business Activity).

- **Διαχείριση (Management)**

Όλο και περισσότερες εταιρείες δημιουργούν και χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες ιστού. Επομένως, η διαχείριση των υπηρεσιών ιστού γίνεται όλο και πιο σημαντική. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα εντοπισμού της ύπαρξης, της διαθεσιμότητας και της κατάστασης της υποδομής των υπηρεσιών ιστού, των μητρώων υπηρεσιών και των εφαρμογών των υπηρεσιών ιστού. Για το σκοπό αυτό, ο οργανισμός OASIS δημιούργησε την τεχνική επιτροπή WSDM (Web Services Distributed Management) [37], όπου έχουν δημιουργηθεί δύο πρότυπα διαχείρισης των υπηρεσιών ιστού: το WS – Manageability [38] και το WSMF (Web Services Management Framework).

- **Αξιοπιστία Μηνυμάτων (Reliable Messaging)**

Μια τυπική επιχειρησιακή διαδικασία αποτελείται από διάφορες υπηρεσίες ιστού. Αυτές οι υπηρεσίες δημιουργούνται από διάφορους παρόχους. Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της επιχειρησιακής διαδικασίας, ανταλλάσσονται ποικίλα έγγραφα μεταξύ των παρόχων. Η αξιόπιστη παράδοση των μηνυμάτων έχει μεγάλη σημασία για την πιστότητα του συστήματος. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε το πρότυπο WS – ReliableMessaging [39], το οποίο επιτρέπει στα μηνύματα SOAP να παραδίδονται με αξιοπιστία μεταξύ των καταναμημένων εφαρμογών.

- **Σύνδεση Μηνυμάτων (Message Correlation)**

Κάθε υπηρεσία ιστού έχει ένα τερματικό σημείο στο οποίο στοχεύουν τα μηνύματα υπηρεσιών. Το πρότυπο WSDL επιτρέπει τον προσδιορισμό των τερματικών σημείων για τα μηνύματα χρησιμοποιώντας διάφορα στοιχεία (port types, bindings), ωστόσο, δεν παρέχει ευελιξία. Για την επίτευξη της ευελιξίας, έχει προταθεί το πρότυπο WS – Addressing. Το συγκεκριμένο πρότυπο διευκολύνει τη δυναμική δημιουργία και προσαρμογή της περιγραφής των τερματικών σημείων. Επίσης, με το πρότυπο αυτό, οι πληροφορίες των τερματικών σημείων κοινοποιούνται μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών μιας επικοινωνίας σε περιβάλλοντα στενής σύνδεσης.

1.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ESB

Οι υπηρεσίες ιστού που βασίζονται σε συνδέσεις τύπου “σημείο προς σημείο” (χρήση προτύπων SOAP και HTTP) παρέχουν μια συμπαγή υποδομή για την εφαρμογή μιας υπηρεσιοστραφούς αρχιτεκτονικής, αλλά υπάρχουν σημαντικά θέματα που επηρεάζουν την ευελιξία και τη συντήρησή τους. Αρχικά, η φύση “σημείο προς σημείο” των τυπικών υπηρεσιών ιστού σημαίνει ότι οι καταναλωτές των υπηρεσιών πρέπει συχνά να τροποποιούνται, όταν αλλάζει η διεπαφή του παρόχου υπηρεσίας. Αυτό συνήθως δεν αποτελεί πρόβλημα στις μικρές επιχειρήσεις, ωστόσο, στις μεγάλες επιχειρήσεις μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές πολλές εφαρμογές που συνδέονται με την υπηρεσία που υπόκειται αλλαγή. Επιπλέον, όταν οι πάροχοι και οι χρήστες υπηρεσιών επικοινωνούν μεταξύ τους με συνδέσεις τύπου “σημείο προς σημείο”, το αποτέλεσμα μπορεί να είναι μια αρχιτεκτονική εύθραυστη και καθόλου ευέλικτη. Η χρήση του προτύπου SOAP μαζί με το πρωτόκολλο μεταφοράς HTTP μπορεί να μην αρκεί για τις μεγάλες επιχειρήσεις. Τα πληροφοριακά συστήματα των επιχειρήσεων απαιτούν εύρωστη και ασφαλή υποδομή. [1,7]

Όσο οι επιχειρήσεις κινούνται προς τις υπηρεσιοστραφείς αρχιτεκτονικές ολοένα και περισσότερο, απαιτούν μια υποδομή που θα διευκολύνει τη διαλειτουργικότητα, ενώ παράλληλα θα παρέχει υπηρεσίες επικοινωνίας και ενοποίησης. Μια τέτοια υποδομή είναι το ESB (Enterprise Service Bus), το οποίο ενεργεί ως ενδιάμεσο επίπεδο που διευθύνει τις υπηρεσίες. Ουσιαστικά, το ESB είναι μια δομή αρχιτεκτονικής που παρέχει θεμελιώδεις υπηρεσίες για σύνθετες αρχιτεκτονικές μέσω ενός μηχανισμού δρομολόγησης μηνυμάτων που βασίζεται σε συγκεκριμένα πρότυπα [40]. Το ESB ενοποιεί εφαρμογές, πόρους και διαχειρίζεται πληροφορίες. Αυτό που είναι μοναδικό στη συγκεκριμένη αρχιτεκτονική είναι ότι επιτρέπει τη σύνδεση λογισμικού που εκτελείται παράλληλα σε διαφορετικές πλατφόρμες και έχει αναπτυχθεί σε διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού, χρησιμοποιώντας διαφορετικά προγραμματιστικά πρότυπα. [1, 7, 40, 41]

Το ESB προσθέτει ευελιξία στην επικοινωνία μεταξύ των υπηρεσιών και απλοποιεί την ενοποίηση και την επαναχρησιμοποίησή τους, ενεργώντας ως ενδιάμεσος μεταξύ διαφορετικών και συχνά μη συμβατών προϊόντων. Επίσης, παρέχει έλεγχο στην επικοινωνία και στη χρησιμοποίηση των υπηρεσιών, συμπεριλαμβάνοντας τις ακόλουθες δυνατότητες: [1]

- **Δρομολόγηση:** Επιτρέπει τη δρομολόγηση των μηνυμάτων σε διαφορετικές υπηρεσίες με βάση το περιεχόμενο, την προέλευση ή άλλα χαρακτηριστικά τους.
- **Μετασηματισμός:** Επιτρέπει το μετασηματισμό των μηνυμάτων πριν την παράδοσή τους στις υπηρεσίες. Στην περίπτωση των XML μηνυμάτων, οι μετασηματισμοί γίνονται συνήθως χρησιμοποιώντας το πρότυπο XSLT (eXtensible Stylesheet Language for Transformations) [42] ή τους μηχανισμούς XQuery (XML Query Language) [43].
- **Διακοπή μηνυμάτων:** Επιτρέπει τη διακοπή των αιτήσεων προς τις υπηρεσίες και των απαντήσεων από τις υπηρεσίες και την εφαρμογή επιπλέον επεξεργασίας σε αυτές. Με τον τρόπο αυτό, το ESB λειτουργεί ως μεσάζοντας.
- **Έλεγχος της εκτέλεσης, της χρήσης και της συντήρησης των υπηρεσιών:** Επιτρέπει την εγγραφή και είσοδο, τη δημιουργία λογαριασμού, τον έλεγχο της απόδοσης, την κατανομημένη εκτέλεση και πολλές άλλες δυνατότητες.

Εκτός των παραπάνω, το ESB μπορεί να προσφέρει επιπλέον δυνατότητες, όπως τον προσδιορισμό του συντονισμού μεταξύ των μηνυμάτων, τον καθορισμό των αξιόπιστων καναλιών επικοινωνίας και τον προσδιορισμό των περιορισμών ασφάλειας που σχετίζονται με τα μηνύματα και τις υπηρεσίες.

1.3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ESB

Η έννοια του ESB δεν είναι συνυφασμένη με ένα προϊόν, αλλά με την καλύτερη πρακτική για την εφαρμογή μιας υπηρεσιοστραφούς αρχιτεκτονικής. Η λέξη “Bus” από τα αρχικά του ESB αντιστοιχεί στο φυσικό δίκτυο που μεταφέρει τα δυαδικά δεδομένα μεταξύ των τμημάτων ενός υπολογιστή. Το ESB υποστηρίζει μια αντίστοιχη λειτουργία σε υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης. Σε μια αρχιτεκτονική που χρησιμοποιεί το ESB, μια εφαρμογή επικοινωνεί μέσω του διαύλου, ο οποίος ενεργεί ως δρομολογητής των μηνυμάτων μεταξύ των εφαρμογών. Μια τέτοια προσέγγιση έχει ως κύριο πλεονέκτημα τη μείωση του αριθμού των συνδέσεων τύπου “σημείο προς σημείο” που επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ των εφαρμογών. [40]

Η εφαρμογή του ESB απαιτεί ένα ενοποιημένο σύνολο από ενδιάμεσες υπηρεσίες που υποστηρίζουν τις ακόλουθες αρχιτεκτονικές τεχνοτροπίες: [7]

- **Αρχιτεκτονικές προσανατολισμένες στις υπηρεσίες**, όπου οι κατανεμημένες εφαρμογές συντίθενται από επαναχρησιμοποιήσιμες υπηρεσίες, οι οποίες έχουν καλά ορισμένες, δημοσιευμένες και προτυποποιημένες διεπαφές.
- **Αρχιτεκτονικές οδηγούμενες από μηνύματα**, όπου οι εφαρμογές στέλνουν μηνύματα σε άλλες εφαρμογές μέσω του ESB.
- **Αρχιτεκτονικές οδηγούμενες από συμβάντα**, όπου οι εφαρμογές δημιουργούν και χρησιμοποιούν μηνύματα όντας ανεξάρτητες η μία από την άλλη.

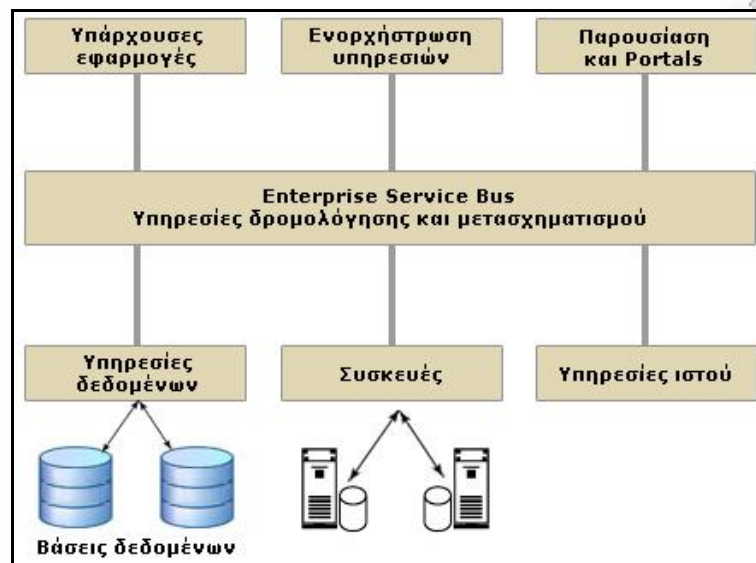
Ένα καλό ESB πρέπει να προσφέρει τουλάχιστον ποιότητα των υπηρεσιών επιχειρησιακού επιπέδου, συμπεριλαμβάνοντας αξιοπιστία, ανεκτικότητα και ασφάλεια. Πρέπει επίσης να επιτρέπει τη διαμόρφωση οποιουδήποτε συνδυασμού των χαρακτηριστικών ποιότητας υπηρεσιών και να παρέχει ευελιξία. Το ESB πρέπει να κάνει τις υπηρεσίες ευρέως διαθέσιμες. Έχοντας ευρεία διαθεσιμότητα των υπηρεσιών, το ESB μπορεί να συμβάλει στην επαναχρησιμοποίηση και να κάνει ευκολότερη τη σύνθεση των υπηρεσιών. Πιο συγκεκριμένα, οι ενδιάμεσες υπηρεσίες που παρέχονται από το ESB πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: [1, 7, 40]

- Μια ενδιάμεση επικοινωνία η οποία να υποστηρίζει διάφορες μορφές επικοινωνίας (όπως σύγχρονη, ασύγχρονη, αίτηση / απάντηση, μονόδρομη, αμφίδρομη), ποιότητα των υπηρεσιών (όπως ασφάλεια, εγγυημένη παράδοση, απόδοση και συναλλαγή), διεπαφές, πλατφόρμες και πρωτόκολλα.
- Εργαλεία βασισμένα σε πρότυπα που επιτρέπουν τη γρήγορη ενοποίηση και διαλειτουργικότητα των υπηρεσιών.
- Δυνατότητα δρομολόγησης ή μετατροπής των μηνυμάτων σύμφωνα με τις απαιτήσεις.
- Δυνατότητα διατήρησης των μηνυμάτων σε αναμονή, σε περίπτωση που οι εφαρμογές είναι προσωρινά μη διαθέσιμες.
- Χρήση της XML ως πρότυπη γλώσσα επικοινωνίας.
- Υποστήριξη των προτύπων των υπηρεσιών ιστού.
- Ένα προτυποποιημένο μοντέλο ασφάλειας για την αυθεντικοποίηση, την εξουσιοδότηση και τον έλεγχο της χρήσης του ESB.
- Ικανότητα ομοιόμορφης εφαρμογής των επιχειρησιακών κανόνων.
- Δυνατότητα διαχωρισμού και συνδυασμού πολλαπλών μηνυμάτων και χειρισμού των εξαιρέσεων.
- Ένα σύστημα διαχείρισης για τις εφαρμογές χαλαρής σύνδεσης και τις αλληλεπιδράσεις τους.

Ένα ESB που διαθέτει αυτά τα χαρακτηριστικά, αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της αρχιτεκτονικής SOA, παρέχοντας διάφορα πλεονεκτήματα, όπως είναι η αυξημένη ευελιξία, το μειωμένο κόστος ανάπτυξης, εκτέλεσης και συντήρησης και η αυξημένη αξιοπιστία και διαχείριση.

1.3.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ESB

Η αρχιτεκτονική ενός ESB βασίζεται σε ένα διάλογο. Ο διάλογος παρέχει υπηρεσίες παράδοσης μηνυμάτων, οι οποίες βασίζονται σε πρότυπα όπως το SOAP, το HTTP και το JMS. Σχεδιάζεται έτσι ώστε να προσφέρει υψηλή απόδοση και εγγυημένη παράδοση των μηνυμάτων σε παρόχους και χρήστες των υπηρεσιών. Το ESB επιτρέπει τη χρήση πολλαπλών πρωτοκόλλων (σύγχρονα και ασύγχρονα) και εκτελεί μετασχηματισμούς και δρομολογήσεις των αιτήσεων των υπηρεσιών. Επιτρέπει, επίσης, την αλληλεπίδραση μεταξύ των υπηρεσιών με βάση τις απαιτήσεις της ποιότητας των υπηρεσιών. Τέλος, υποστηρίζει μια μεγάλη ποικιλία από πρότυπα, μεταξύ αυτών τα πρότυπα SOAP, XML, WSDL, JMS, J2EE, JAX-WS, JAX-RPC και πολλά άλλα. Η Εικόνα 1.5 δείχνει τα στοιχεία που μπορεί να συνδέσει το ESB. [44]



Εικόνα 1.5: Αρχιτεκτονική του ESB. (Binary Spectrum, Software Solutions)

Στην αρχιτεκτονική του ESB, όπως αυτή φαίνεται στην Εικόνα 1.5, υπάρχουν κάποια διακριτά στοιχεία που συνδέονται με το ESB, τα οποία είναι τα ακόλουθα: [44]

- Οι υπάρχουσες εφαρμογές, οι οποίες βασίζονται σε πρότυπα όπως το J2EE, συνδέονται με το ESB για να παρέχουν μια διεπαφή του χρήστη στις επιχειρησιακές υπηρεσίες.
- Η μηχανή ενορχήστρωσης υπηρεσιών, η οποία βασίζεται σε πρότυπα όπως το BPEL (Business Process Execution Language) [45], φιλοξενεί μεγάλες επιχειρησιακές διαδικασίες.
- Η παρουσίαση και τα portals επιτρέπουν τη δημιουργία προσωπικών διαδικτυακών πυλών που συνδυάζουν εφαρμογές από διαφορετικές πηγές.
- Οι υπηρεσίες δεδομένων προβάλλουν συνεχώς τα δεδομένα από ετερογενείς πηγές δεδομένων.
- Οι συσκευές, οι οποίες είναι σύμφωνα με την προδιαγραφή JCA (Java Connector Architecture), επιτρέπουν την ενοποίηση των επιχειρησιακών εφαρμογών.
- Οι υπηρεσίες ιστού παρέχουν έναν προτυποποιημένο τρόπο σύνδεσης με τεχνολογίες ενοποίησης.

Το ESB μπορεί να είναι κεντρικά διαχειριζόμενο και, επομένως, να ενοποιεί τα συστήματα που υπάρχουν στην υποδομή μιας επιχείρησης. Για λόγους ασφάλειας, το ESB χρησιμοποιεί αυθεντικοποίηση και εξουσιοδότηση για να περιορίσει την προσπέλασή των εφαρμογών μόνο από τους εξουσιοδοτημένους χρήστες. Επιπλέον, σε μια αρχιτεκτονική ESB επιτρέπεται ο έλεγχος και η παρακολούθηση για να είναι βέβαιη η σωστή λειτουργία των εφαρμογών. [46]

1.3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ESB

Οι επιχειρησιακός κόσμος αναπτύσσεται συνεχώς με αποτέλεσμα οι επιχειρήσεις να πρέπει να αλλάζουν και να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις γρήγορα. Με τη χρήση του ESB, είναι εφικτή η ενοποίηση των επιχειρησιακών εφαρμογών και διαδικασιών γρήγορα και εύκολα. Επίσης, το ESB μπορεί να βελτιώσει τη λειτουργική απόδοση και να μειώσει το κόστος, καθώς απλοποιεί τη διαδικασία σύνδεσης ανόμοιων εφαρμογών διαφορετικών λειτουργικών συστημάτων στο δίκτυο, χρησιμοποιώντας ανοιχτά πρότυπα (SOAP, XML, WSDL, JMS). [44]

Όταν το ESB ενοποιεί τις εφαρμογές, διαμορφώνει τις υπηρεσίες έτσι ώστε να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε διαφορετικές καταστάσεις. Μέσω του ESB, τα συστήματα που βασίζονται στην αρχιτεκτονική SOA, μπορούν να επαναχρησιμοποιούν αυτόματα τις υπηρεσίες, όταν απαιτείται.

Αυτό διευκολύνει τους προγραμματιστές των επιχειρησιακών διαδικασιών από τη χειροκίνητη αλλαγή του κώδικα των υπηρεσιών. Επίσης, παρέχοντας έναν προτυποποιημένο και αυτοματοποιημένο τρόπο για την ανταλλαγή των πληροφοριών μεταξύ των προγραμμάτων, το ESB συμβάλλει στην επεκτασιμότητα των ήδη υπαρχουσών υπηρεσιών ευκολότερα σε σχέση με άλλες τεχνικές. [46]

Συγκεντρωτικά, τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα του ESB είναι τα ακόλουθα: [40]

- Ενίσχυση της ευελιξίας.
- Ευκολία προσαρμογής σε αλλαγές.
- Αποφυγή των συνδέσεων τύπου “σημείο προς σημείο”.
- Διαλειτουργικότητα και ενοποίηση των υπηρεσιών.
- Επαναχρησιμοποίηση των υπηρεσιών.
- Επεκτασιμότητα των υπηρεσιών.
- Υπηρεσίες χαλαρής σύνδεσης.

1.3.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ESB

Ωστόσο, πέρα από τα πλεονεκτήματα που μπορεί να προσφέρει η χρήση του ESB σε μια επιχείρηση, υπάρχουν και ορισμένα αδύνατα σημεία που αποτρέπουν τη γενική χρήση του. Η συγκεκριμένη τεχνολογία προτείνεται όταν υπάρχουν τρία ή περισσότερα στοιχεία προς ενοποίηση, ενώ στο μέλλον θα προστεθούν και άλλα. Επομένως, το ESB δεν είναι κατάλληλο για την ενοποίηση των συστημάτων μικρών ή μεσαίων επιχειρήσεων. Επίσης, σε ένα σύστημα που χρησιμοποιεί το ESB, είναι απαραίτητη η χρήση περισσότερου υλικού (hardware) σε σχέση με τις συνδέσεις τύπου “σημείο προς σημείο”.

Επιπλέον, υπάρχουν ορισμένα θέματα ασφάλειας καθώς η συγκεκριμένη τεχνολογία κάνει χρήση της XML για την ανταλλαγή μηνυμάτων. Η XML είναι μια γλώσσα καθαρού κειμένου, με αποτέλεσμα να υπάρχει ο κίνδυνος επεξεργασίας των δεδομένων που ανταλλάσσονται. Επομένως, η ικανοποίηση των απαιτήσεων ασφάλειας πριν τη χρησιμοποίηση του ESB είναι απαραίτητη, χρησιμοποιώντας ασφαλή πρωτόκολλα μεταφοράς και πρότυπα ασφάλειας για την αυθεντικοποίηση, την ακεραιότητα και την εμπιστευτικότητα των δεδομένων.

Η πλήρης εκμάθηση της χρήσης του ESB θέλει χρόνο, οπότε οι επιχειρήσεις δεν έχουν μεγάλη διαφορά σε κέρδος κατά την περίοδο εκτέλεσης των πρώτων τους έργων. Επίσης, χωρίς ένα μελλοντικό σχεδιασμό, η αποδοχή των μηνυμάτων μεταξύ των συστημάτων μπορεί να προκαλέσει τη στενή σύνδεση των υπηρεσιών αντί για την επιδιωκόμενη χαλαρή σύνδεση. [46]

Συγκεντρωτικά, τα βασικότερα μειονεκτήματα του ESB είναι τα ακόλουθα: [40]

- Προτείνεται μόνο για μεγάλες επιχειρήσεις.
- Χρήση περισσότερου υλικού.
- Ανάγκη για ικανότητες ανάλυσης ενδιάμεσου λογισμικού για τη διαμόρφωση, τη διαχείριση και τη λειτουργία του ESB.
- Μικρό έως καθόλου κέρδος τον πρώτο καιρό χρησιμοποίησης του ESB.
- Κίνδυνος ύπαρξης υπηρεσιών στενής σύνδεσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στη διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών. Πιο συγκεκριμένα περιγράφεται η τεχνολογία BPM (Business Process Management), τα συστήματα BPM και το πρότυπο BPMN, ενώ επίσης αναφέρονται τα οφέλη και οι περιπτώσεις χρήσης της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Στη συνέχεια, περιγράφεται η γλώσσα εκτέλεσης επιχειρησιακών διαδικασιών BPEL (Business Process Execution Language), αναφέρονται τα βασικά χαρακτηριστικά της, η δομή της και ο τρόπος με τον οποίο συνδυάζεται με τις υπόλοιπες τεχνολογίες της αρχιτεκτονικής SOA ενώ, τέλος, αναφέρονται τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά της.

2.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

Σε απόκριση της πρόκλησης της πολυπλοκότητας και της μεταβλητότητας που αντιμετωπίζουν σήμερα τα πληροφοριακά συστήματα των επιχειρήσεων, έρχεται η τεχνολογία BPM η οποία συνδυάζεται με την αρχιτεκτονική SOA για την ενίσχυση της χαλαρής σύνδεσης, της ανεξαρτησίας από τεχνολογίες και πλατφόρμες και τη γρηγορότερη αντίδραση και προσαρμοστικότητα των επιχειρήσεων. Οι επιχειρησιακές διαδικασίες αποτελούν το υψηλότερο επίπεδο σε μια υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική, το οποίο αναφέρεται στη διαχείριση, τη συντήρηση και τη λειτουργία των διαδικασιών μιας επιχείρησης (Εικόνα 1.2). [47]

Η έννοια της διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών (Business Process Management – BPM) δεν είναι νέα. Οι ρίζες της προέρχονται από πραγματικά τεχνολογικά συστήματα σχεδιασμένα να βελτιώνουν τη ροή δεδομένων και να αναδιοργανώνουν τις διαδικασίες [48]. Στη δεκαετία του 1980 υπήρξε μία σημαντική εστίαση του ενδιαφέροντος στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (Total Quality Management - TQM). Τη δεκαετία του 1990 ακολούθησε ο Ανασχεδιασμός Επιχειρησιακών Διαδικασιών (Business Process Reengineering - BPR), ο οποίος δημιουργήθηκε από τους Hammer και Champy (1990). Η BPR είχε μία πολυτάραχη ιστορία, με ορισμένα εξαιρετικά επιτεύγματα καθώς και αποτυχίες [49].

Μετά τη BPR, στα μέσα της δεκαετίας του 1990 μέχρι το τέλος της, τα συστήματα ERP (Enterprise Resource Planning) επικεντρώθηκαν στην οργάνωση των επιχειρήσεων και κυριάρχησαν. Τα συστήματα αυτά έπρεπε να παραδώσουν βελτιωμένες μεθόδους λειτουργίας στους οργανισμούς. Πωλήθηκαν από πολλούς προμηθευτές ως “η λύση για όλα τα προβλήματα”. Τα συστήματα ERP δεν επιλύουν τα διαδικαστικά θέματα ενός οργανισμού και δεν καθιστούν τις διαδικασίες τόσο αποτελεσματικές και αποδοτικές όσο θα μπορούσαν να είναι. Προς το τέλος της δεκαετίας του 1990 και στις αρχές του 2000, αναπτύχθηκαν πολλά συστήματα CRM τα οποία στόχευαν στην καλύτερη άποψη και εμπειρία των πελατών. Επικεντρώνονταν όμως στην εικόνα και το περιβάλλον και δεν βελτιώναν ουσιαστικά τις διαδικασίες που εκτελούνται στο παρασκήνιο. Σήμερα, υπάρχει μία νέα τάση στην αγορά που ακούει στο όνομα BPM. Άλλη μία λέξη με τρία γράμματα! [49]

Η μοντελοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών εφαρμόζεται στους οργανισμούς εδώ και αρκετό καιρό για διάφορους λόγους, όπως η τεκμηρίωση ή η εφαρμογή μιας ροής εργασίας. Λειτουργικά διαγράμματα ροής, διαγράμματα ροής ελέγχου, διαγράμματα δραστηριοτήτων και διαγράμματα Gantt είναι μερικά παραδείγματα που έχουν χρησιμοποιηθεί τα τελευταία είκοσι χρόνια. Επιπλέον, η μοντελοποίηση των διαδικασιών χρησιμοποιείται ευρέως στους οργανισμούς σαν μέθοδος για να αυξήσει τη γνώση και την κατανόηση των επιχειρησιακών διαδικασιών και να μειώσει την πολυπλοκότητα όσον αφορά την οργάνωση [50].

Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις ή μεθοδολογίες με σκοπό τη δημιουργία προτύπων για διαδικασίες, καθώς και διάφοροι συνεταιρισμοί για την προτυποποίηση αυτών των προσεγγίσεων. Έως τώρα, ο συνεταιρισμός OMG (Object Management Group) [51] αποτελεί έναν ευρέως αποδεκτό συνεταιρισμό, ενώ το πρότυπο BPMN (Business Process Model and Notation) έχει υιοθετηθεί από πολλούς προμηθευτές λογισμικού που παρέχουν εργαλεία στους επιχειρησιακούς αναλυτές για τη μοντελοποίηση των διαδικασιών.

Όποια μεθοδολογία κι αν ακολουθείται, παραδοσιακά, ένας επιχειρησιακός αναλυτής θα επικοινωνούσε με τους ιδιοκτήτες της επιχείρησης ώστε να συλλέξει πληροφορίες για να καταλάβει τη διαδικασία και να τη σχεδιάσει σε ένα προγραμματιστικό εργαλείο. Αν και όποτε η διαδικασία χρειαζόταν να αυτοματοποιηθεί, το συγκεκριμένο διάγραμμα θα μεταφερόταν στην ομάδα εφαρμογής.

Ακόμα κι αν αυτή η προσέγγιση λειτουργούσε με επιτυχία, ένα σημαντικό πρόβλημα ήταν ότι υπήρχαν αναπάντητα ερωτήματα από την πλευρά της ομάδας εφαρμογής, όσον αφορά το κομμάτι της τεχνολογίας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, αρκετά συχνά, να δημιουργείται μία επαναληπτική διαδικασία με τον αναλυτή να είναι ουσιαστικά ένας μεσάζοντας, και να δημιουργούνται προβλήματα σχετικά με το τι ζητούσε μία επιχείρηση και τι της παραδόθηκε στο τέλος. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, οι επιχειρησιακοί αναλυτές πέρασαν πάρα πολλές ώρες με τις ομάδες εφαρμογής, ώστε να μάθουν τις πληροφορίες που πρέπει να συλλέξουν από τους ιδιοκτήτες της επιχείρησης. Σε πολλούς οργανισμούς, αυτή η διαδικασία κατέληγε στη δημιουργία συγκεκριμένων προτύπων εγγράφων, τα οποία στη συνέχεια χρησιμοποιούνταν κατά τη συλλογή των απαιτήσεων για την αυτόματοποίηση της επιχειρησιακής διαδικασίας. Το πρόβλημα ήταν ότι κάθε επιχειρησιακή διαδικασία ήταν διαφορετική και, επομένως, χρειαζόνταν απαντήσεις σε διαφορετικά ερωτήματα [50].

Επίσης, οι επιχειρήσεις άρχισαν να συνειδητοποιούν τα οφέλη που προκύπτουν από την επικοινωνία μεταξύ των επιχειρησιακών χρηστών και των ομάδων εφαρμογής. Επιπλέον, αντιλήφθηκαν ότι αν και ο ρόλος του επιχειρησιακού αναλυτή είναι αρκετά σημαντικός, η ύπαρξη μιας αντιπροσωπευτικής ομάδας στις συνεδριάσεις της επιχείρησης θα εξασφάλιζε ότι οι απαιτήσεις της επιχείρησης θα ήταν κατανοητές και θα προέκυπτε καλύτερο αποτέλεσμα.

Εκτός από την ελαχιστοποίηση των προβλημάτων, η συμμετοχή της ομάδας εφαρμογής από την έναρξη του κύκλου ζωής της επιχείρησης προσφέρει άλλο ένα σημαντικό πλεονέκτημα. Ενώ η δημιουργία ενός διαγράμματος που αντιπροσωπεύει μία επιχειρησιακή διαδικασία είναι ο πρωταρχικός στόχος, η δημιουργία ενός μοντέλου της διαδικασίας είναι ακόμα πιο σημαντικό εγχείρημα. Ένα καλό μοντέλο διαδικασίας πρέπει να ακολουθεί ένα πρότυπο, όπως για παράδειγμα το BPMN, ώστε να είναι συμβατό με διάφορα εργαλεία χωρίς αλλαγές. Ταυτόχρονα, πρέπει να είναι απόλυτα λογικό και κατανοητό από τους επιχειρησιακούς χρήστες, ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί εάν χρειαστεί [50].

Η δημιουργία ενός διαγράμματος της διαδικασίας που θα διαβάζεται και θα είναι κατανοητό τόσο από τους επιχειρησιακούς χρήστες όσο και από την ομάδα εφαρμογής δεν είναι κάτι απλό. Οι επιχειρησιακοί χρήστες γνωρίζουν όλες τις λεπτομέρειες τόσο καλά που τις θέλουν κρυμμένες στο διάγραμμα, ενώ οι τεχνικοί χρήστες απαιτούν να είναι εμφανείς όλες οι λεπτομέρειες ώστε να εφαρμόσουν τη διαδικασία σωστά. Ένα καλό εργαλείο μοντελοποίησης των διαδικασιών επιλύει αυτές τις διαφοροποιήσεις παρέχοντας διαφορετικές οπτικές γωνίες της διαδικασίας: μία απλή επιχειρησιακή προβολή κατάλληλη για τους επιχειρησιακούς χρήστες και μία τεχνική προβολή με πλήρη έλεγχο για τους τεχνικούς χρήστες. Ένας επιχειρησιακός χρήστης και ένας τεχνικός χρήστης μπορούν να κοιτάζουν διαφορετικές προβολές της ίδιας διαδικασίας, αλλά παράλληλα να δουλεύουν συνεργατικά για τον ίδιο σκοπό [50].

2.1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ BPM

Με τον όρο “επιχειρησιακή διαδικασία” (business process), αναφερόμαστε σε μια συλλογή επιχειρηματικών δραστηριοτήτων που λαμβάνουν μία ή περισσότερες διαφορετικές τιμές σαν είσοδο και δημιουργούν ένα αποτέλεσμα που έχει σημαντική αξία για την επιχείρηση [52]. Η επικέντρωση σε αυτά τα στοιχεία του ορισμού από τους ειδικούς στον τομέα του management οδήγησε στη δημιουργία αυτού που σήμερα αποκαλούμε με τον όρο “διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών”. Ένα παράδειγμα μιας επιχειρησιακής διαδικασίας είναι η διαδικασία μέσω της οποίας μια επιχείρηση υλοποιεί τις υπηρεσίες της προς τους πελάτες της, δηλαδή η υλοποίηση μιας παραγγελίας. Επιπλέον, μία επιχειρησιακή διαδικασία μπορεί να είναι μέρος μίας μεγαλύτερης διαδικασίας, η οποία πιθανόν να περιλαμβάνει περισσότερες επιμέρους διαδικασίες. Σχεδόν κάθε επιχείρηση ανεξαρτήτως μεγέθους, περιλαμβάνει μία ή περισσότερες επιχειρησιακές διαδικασίες. [6, 54]

Ουσιαστικά, μια επιχειρησιακή διαδικασία είναι μια “*συλλογή σημαντικών δραστηριοτήτων, που εκτελείται από ανθρώπους με συγκεκριμένους ρόλους, με απώτερο σκοπό την επίτευξη των επιχειρησιακών στόχων*” [53]. Αυτές οι διαδικασίες είναι πολύ σημαντικές για οποιονδήποτε οργανισμό, δεδομένου ότι παράγουν κέρδος και αντιπροσωπεύουν συχνά ένα σημαντικό ποσοστό των δαπανών. Ως διοικητική προσέγγιση, η BPM θεωρεί τις διαδικασίες σαν στρατηγικά προτερήματα ενός οργανισμού που πρέπει να γίνουν κατανοητά, να διαχειριστούν και να βελτιωθούν, ώστε να προσφέρουν ποιοτικά προϊόντα και υπηρεσίες στους πελάτες. Επιπλέον, μοιάζει πολύ με άλλες μεθοδολογίες ή προσεγγίσεις, όπως η TQM

(Total Quality Management) ή η CIP (Continuous Improvement Process). Παρ' όλα αυτά, η BPM πηγαίνει ένα βήμα παραπάνω από αυτές τις μεθοδολογίες, δηλώνοντας ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση μπορεί να υποστηριχθεί μέσω της τεχνολογίας για να εξασφαλίσει τη βιωσιμότητα της διοικητικής προσέγγισης σε περιόδους πίεσης και αλλαγών [54].

Επίσης, οι επιχειρησιακές διαδικασίες πρέπει να συντονίζονται, να προτυποποιούνται και να μην είναι απλώς τυχαία σύνολα δραστηριοτήτων με σκοπό μόνο την επίτευξη των επιχειρησιακών στόχων. Με το συντονισμό και την προτυποποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών, είναι εφικτή η επαναχρησιμοποίηση και η μεγιστοποίηση της αξίας που δημιουργούν, μειώνοντας παράλληλα το κόστος των εκτελεσμένων δραστηριοτήτων [55].

Ένας γενικότερος ορισμός της διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών είναι ο εξής: *“Η διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών περιλαμβάνει τη γραφική μοντελοποίηση της επιχειρησιακής διαδικασίας, από την οποία μπορεί να δημιουργηθεί η ροή εργασίας (workflow), η οποία με τη σειρά της ελέγχει τη λειτουργία της διαδικασίας και αλληλεπιδρά με τον άνθρωπο και άλλες εφαρμογές. Με τη χρήση επιπλέον λογισμικού γίνεται έλεγχος εκτέλεσης της διαδικασίας, ώστε να καταστεί δυνατή η εν εξελίξει ανάλυση καθώς και συνεχείς βελτιώσεις”* [52].

Η τεχνολογία BPM είναι μια διοικητική προσέγγιση που στρέφεται στην ευθυγράμμιση όλων των πτυχών ενός οργανισμού με τις ανάγκες και τις επιθυμίες των πελατών. Αυτή η προσέγγιση προωθεί την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα των επιχειρήσεων, προσπαθώντας για την καινοτομία, την ευελιξία και την ενσωμάτωση με την τεχνολογία. Η διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών προσπαθεί να βελτιώσει τις διαδικασίες συνεχώς. Επιπλέον, επιτρέπει στους οργανισμούς να είναι πιο αποδοτικοί, πιο αποτελεσματικοί και πιο ικανοί στην αλλαγή από μία παραδοσιακή προσέγγιση ιεραρχικής διοίκησης. [54, 56]

Η εφαρμογή της τεχνολογίας BPM δίνει τη δυνατότητα σε έναν οργανισμό να καθορίσει, να εκτελέσει, να διευθύνει και να τελειοποιήσει διαδικασίες που [57]:

- Περιλαμβάνουν ανθρώπινη αλληλεπίδραση, όπως είναι η πραγματοποίηση παραγγελιών.
- Συνεργάζονται με πολλαπλές εφαρμογές.
- Διαχειρίζονται δυναμικά τις αλλαγές και τους κανόνες στις διαδικασίες και όχι με απλά και στατικά ρεύματα διαδικασιών.

Κατά την Gartner [58], η διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών είναι, πρωτίστως, ένα σύνολο δομημένων πρακτικών που παρέχει αποτελεσματική διοίκηση του επιχειρηματικού περιβάλλοντος με στόχο τη βελτίωση της ευελιξίας και των λειτουργικών επιδόσεων του οργανισμού. Για την επίτευξη αυτών των στόχων αξιοποιεί μεθόδους, πολιτικές, μετρήσεις, πολιτικές διαχείρισης και εξειδικευμένα προϊόντα λογισμικού.

Τέλος, αν και η αρχική εστίαση της BPM ήταν η αυτοματοποίηση των μηχανιστικών επιχειρησιακών διαδικασιών, έχει επεκταθεί από τότε ώστε να ενσωματώσει και τις ανθρωποκεντρικές διαδικασίες στις οποίες η ανθρώπινη αλληλεπίδραση πραγματοποιείται σειριακά ή παράλληλα με τις μηχανιστικές διαδικασίες. Για παράδειγμα, σε συστήματα ροής εργασιών, όταν κάποια βήματα σε μία επιχειρησιακή διαδικασία απαιτούν την ανθρώπινη εργασία ή κρίση, τότε τα συγκεκριμένα βήματα ανατίθενται στα κατάλληλα μέλη του οργανισμού [54].

2.1.2 ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΤΗΣ BPM

Οι δραστηριότητες της διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών μπορούν να διαχωριστούν στις ακόλουθες πέντε κατηγορίες (Εικόνα 2.1): [54]

- **Σχεδίαση**

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τόσο την αναγνώριση των υπαρχουσών διαδικασιών όσο και το σχεδιασμό νέων διαδικασιών. Ο καλός σχεδιασμός μειώνει τον αριθμό των προβλημάτων κατά τη διάρκεια ύπαρξης μιας διαδικασίας. Ο σκοπός αυτής της κατηγορίας είναι η εξασφάλιση της προετοιμασίας ενός σωστού και αποδοτικού θεωρητικού σχεδιασμού.

- **Μοντελοποίηση**

Η διαδικασία μοντελοποίησης λαμβάνει το θεωρητικό σχεδιασμό της παραπάνω κατηγορίας και εισάγει τους συνδυασμούς των μεταβλητών. Για παράδειγμα, οι αλλαγές στη μίσθωση ή στις δαπάνες των υλικών, οι οποίες καθορίζουν πώς η διαδικασία μπορεί να λειτουργήσει κάτω από διαφορετικές περιστάσεις.

- **Εκτέλεση**

Ένας τρόπος αυτοματοποίησης των διαδικασιών είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής η οποία εκτελεί τα απαραίτητα βήματα της διαδικασίας. Ωστόσο, στην πράξη, αυτές οι εφαρμογές σπάνια εκτελούν όλα τα βήματα της διαδικασίας με ακρίβεια και ολοκληρωμένα. Μία άλλη προσέγγιση είναι η χρησιμοποίηση ενός συνδυασμού λογισμικού και ανθρώπινης παρέμβασης, αν και αποτελεί μία πολύπλοκη και δύσκολη διαδικασία.

Ως απάντηση σε αυτά τα προβλήματα, έχει αναπτυχθεί λογισμικό το οποίο επιτρέπει ολόκληρη την επιχειρησιακή διαδικασία (όπως αναπτύχθηκε στη διαδικασία σχεδιασμού) να προσδιοριστεί σε γλώσσα μηχανής, η οποία μπορεί να εκτελεστεί αυτομάτως από τον υπολογιστή. Το σύστημα είτε θα χρησιμοποιήσει υπηρεσίες σε συνδεδεμένες εφαρμογές για να διενεργήσει επιχειρησιακές λειτουργίες (π.χ. ο υπολογισμός εξόφλησης ενός δανείου) ή θα ζητήσει την ανθρώπινη παρέμβαση, σε περίπτωση που ένα βήμα είναι αρκετά πολύπλοκο. Συγκριτικά με άλλες προσεγγίσεις, η απευθείας εκτέλεση μιας διαδικασίας μπορεί να είναι πιο ξεκάθαρη και, επομένως, ευκολότερη για βελτίωση. Ωστόσο, η αυτοματοποίηση μιας διαδικασίας απαιτεί ευέλικτη υποδομή.



Εικόνα 2.1: Κύκλος ζωής της τεχνολογίας BPM. (Soft Web Solutions)

- **Παρακολούθηση**

Η παρακολούθηση των διαδικασιών γίνεται ώστε να παραμένουν ευδιάκριτες οι πληροφορίες και να μπορούν να παραχθούν τα στατιστικά μιας ή περισσότερων διαδικασιών. Για παράδειγμα, η διαδικασία παρακολούθησης σε μία παραγγελία ενός πελάτη μπορεί να βρει και να λύσει διάφορα προβλήματα που προέκυψαν (π.χ. η παραγγελία παραδόθηκε, η παραγγελία δεν έχει παραδοθεί ακόμη κλπ.).

Επιπλέον, αυτή η πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συνεργασία μεταξύ πελατών και προμηθευτών ώστε να βελτιώσουν τις συνδεδεμένες διαδικασίες τους. Ο βαθμός παρακολούθησης

εξαρτάται από το είδος της πληροφορίας που η επιχείρηση επιθυμεί να αξιολογήσει και να αναλύσει και από τον τρόπο που η επιχείρηση θέλει να γίνει η παρακολούθηση (σε πραγματικό χρόνο).

- **Βελτιστοποίηση**

Η βελτιστοποίηση περιλαμβάνει ανακτημένες πληροφορίες της διαδικασίας από τη φάση μοντελοποίησης ή παρακολούθησης, προσδιορίζοντας πιθανές ευκαιρίες για οικονομικά οφέλη ή άλλες βελτιώσεις και, στη συνέχεια, εφαρμόζονται αυτές οι βελτιώσεις στο σχεδιασμό της διαδικασίας. Συνολικά, αυτό δημιουργεί μεγαλύτερη επιχειρησιακή αξία.

2.1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BPM

Ο όρος BPMS (Business Process Management System) αναφέρεται στην ιδέα υποστήριξης ολόκληρης της διαχειριστικής προσέγγισης, μέσω της διευκόλυνσης της τεχνολογίας. Σκοπός του είναι να βοηθήσει όλους τους ενδιαφερόμενους να κατανοήσουν τη λειτουργία ενός οργανισμού. Επιπλέον, πρέπει να διευκολύνει την αλλαγή μιας επιχειρησιακής διαδικασίας καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής της. Αυτό θα βοηθήσει στην αυτοματοποίηση των δραστηριοτήτων, τη συνεργασία, την αλληλεπίδραση με άλλα συστήματα και άλλα οφέλη. Για παράδειγμα, το μέγεθος και η πολυπλοκότητα των καθημερινών εργασιών απαιτούν συχνά τη χρήση της τεχνολογίας για την αποδοτική μοντελοποίηση. Αυτά τα μοντέλα διευκολύνουν την αυτοματοποίηση και τη δημιουργία λύσεων σε επιχειρησιακά προβλήματα. Επιπλέον, μπορούν να εκτελεστούν για να βοηθήσουν στην παρακολούθηση και τον έλεγχο των επιχειρησιακών διαδικασιών. Υπό αυτή τη μορφή, ορισμένοι βλέπουν τον όρο BPM ως “γέφυρα μεταξύ της Τεχνολογίας Πληροφοριών και της επιχείρησης” [54].

Ένα σύστημα BPM έχει τα ακόλουθα τέσσερα απαραίτητα συστατικά στοιχεία [54]:

- **Μηχανή διαδικασίας (Process Engine)** – μία πλατφόρμα για τη μοντελοποίηση και την εκτέλεση των εφαρμογών που σχετίζονται με τις διαδικασίες, συμπεριλαμβάνοντας επιχειρησιακούς κανόνες.
- **Πληροφορίες της επιχείρησης (Business Analytics)** – επιτρέπουν στους διαχειριστές να προσδιορίσουν τα επιχειρησιακά ζητήματα, τις τάσεις και τις δυνατότητες με αναφορές και εκθέσεις, και να αντιδράσουν αναλόγως.
- **Διαχείριση περιεχομένου (Content Management)** – παρέχει ένα σύστημα για την αποθήκευση και την παροχή ασφάλειας σε ηλεκτρονικά έγγραφα, εικόνες και άλλα αρχεία.
- **Εργαλεία συνεργασίας (Collaboration Tools)** – εξαλείφουν τα εμπόδια επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων τμημάτων, μέσω φόρουμ συζητήσεων, δυναμικών χώρων εργασίας και μηνυμάτων.

Η επικύρωση του BPMS είναι ένα τεχνικό ζήτημα το οποίο οι προμηθευτές και οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν, εάν η ρυθμιστική συμμόρφωση είναι υποχρεωτική. Το έργο της επικύρωσης μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε από ένα αναγνωρισμένο τρίτο πρόσωπο ή από τους ίδιους τους χρήστες. Και στις δύο περιπτώσεις, θα πρέπει να παραχθεί ένα έγγραφο της επικύρωσης. Το έγγραφο αυτό συνήθως δημοσιεύεται επισήμως ή διατηρείται από τους χρήστες.

Η επιλογή του κατάλληλου BPM συστήματος προϋποθέτει τέσσερα βασικά βήματα τα οποία είναι υποχρέωση της ομάδας εφαρμογής [48]:

1. Προσδιορισμός των αναγκών.
2. Ανάλυση της εφαρμογής.
3. Επιλογή μιας BPM λύσης.
4. Προσδιορισμός των αποτελεσμάτων της επένδυσης.

Αρχικά, το πρώτο βήμα αναφέρεται στον προσδιορισμό των αναγκών της επιχείρησης. Αυτό το βήμα απαιτεί από την ομάδα εφαρμογής να κάνει μια αναλυτική έρευνα πάνω στο σχεδιασμό των διαδικασιών. Η πληροφορία που συλλέγεται κατά τη διάρκεια αυτού του βήματος βοηθά στον προσδιορισμό της σωστής BPM λύσης. Με αυτό το βήμα, η ομάδα εφαρμογής θέτει τα θεμέλια πάνω στα οποία θα εφαρμοστεί η BPM λύση.

Στη συνέχεια, ακολουθεί το δεύτερο βήμα το οποίο αναφέρεται στην ανάλυση συγκεκριμένων εφαρμογών που απαιτούνται. Ύστερα από την ανάλυση της εφαρμογής, η ομάδα εφαρμογής θα έχει μια

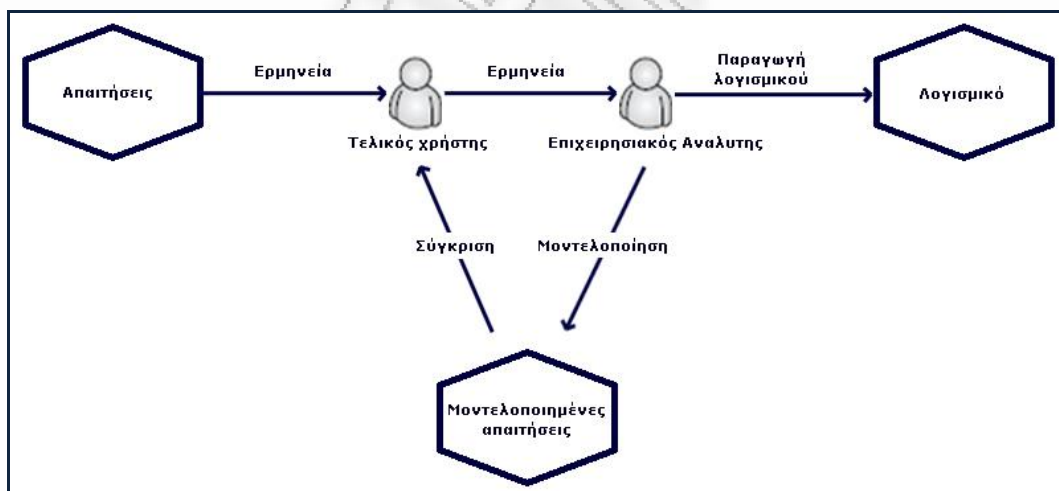
πιο ολοκληρωμένη άποψη σχετικά με τις πληροφορίες που χρειάζεται το BPM σύστημα, όπως επίσης και για τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και λειτουργίες της BPM που είναι πολύ σημαντικά για την εταιρεία.

Στο τρίτο βήμα πραγματοποιείται η επιλογή του συστήματος BPM. Δημιουργείται μια λίστα από υποψήφια BPM συστήματα και έπειτα η λίστα περιορίζεται επιλέγοντας μόνο δύο συστήματα τα οποία βασίζονται στις απαιτήσεις της επιχείρησης. Στη συνέχεια, η ομάδα εφαρμογής ελέγχει το λογισμικό της BPM από την τεχνολογική σκοπιά. Η BPM λύση θα πρέπει να παρέχει το ελάχιστο των απαιτήσεων όσον αφορά τα εργαλεία σχεδιασμού και το περιβάλλον του χρήστη, το API (Application Programming Interface), την ικανότητα μεταφοράς δεδομένων και τέλος μια αυτοματοποιημένη διαδικασία ροής δεδομένων και μηχανικών κανόνων. Επιπλέον, θα πρέπει να παρέχει σύνδεση υπηρεσιών και παρακολούθηση των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων.

Τέλος, στο τέταρτο βήμα, πραγματοποιείται ο προσδιορισμός των αποτελεσμάτων της επένδυσης, δηλαδή ελέγχεται το ROI (Return On Investment) της BPM λύσης. Ο υπολογισμός του ROI βοηθάει στο να αποφασιστεί εάν όντως αξίζει η υλοποίηση της BPM λύσης. Η απόφαση αυτή λαμβάνεται μελετώντας τα οικονομικά οφέλη.

2.1.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BPM

Η διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών δεν είναι μόνο ένα κομμάτι λογισμικού ή μια τεχνική ανάλυση, αλλά είναι μια σουίτα λογισμικού, ένα σύνολο τεχνικών ανάλυσης και ένας καθορισμένος κύκλος ζωής ενός έργου. Οι επιχειρησιακοί αναλυτές (Business Analyst), με ιδανικές προοπτικές τόσο στις επιχειρήσεις όσο και στην τεχνολογία, είναι στην ευχάριστη θέση να έχουν τις σωστές σχέσεις και τις σωστές δεξιότητες που θα οδηγήσουν σε ανάπτυξη BPM πρωτοβουλιών σε κάθε επιχείρηση. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει μια ισχυρή εταιρική σχέση μεταξύ του τελικού χρήστη και του επιχειρησιακού αναλυτή, ώστε μετά από αρκετές επαναλήψεις και βελτιώσεις να υπάρχει η υλοποίηση του τελικού λογισμικού, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα :



Εικόνα 2.2. Συνεργασία μεταξύ τελικού χρήστη και επιχειρησιακού αναλυτή. (*Business Process Management with JBoss jBPM: a Practical Guide for Business Analysts*, 2007, σελ. 8)

Η επαναφορά του επιχειρησιακού αναλυτή έχει πολλά πλεονεκτήματα [52]:

- Πρώτον, ο επιχειρησιακός αναλυτής είναι εξοικειωμένος με την ερμηνεία των απαιτήσεων και, επομένως, είναι πολύ πιθανό τα επιχειρηματικά μοντέλα να είναι κοντά στην αρχική απαίτηση.
- Δεύτερον, τα μοντέλα του επιχειρησιακού αναλυτή είναι πολύ πιο εύκολο για έναν τελικό χρήστη να τα κατανοήσει σε αντίθεση με τον κώδικα ή ακόμη και το πρωτότυπο λογισμικό, επιτρέποντας έτσι τη στενότερη συνεργασία και την ταχύτερη ανάπτυξη.

- Τρίτον, ο επιχειρησιακός αναλυτής έχει μακροπρόθεσμη προοπτική και επιχειρηματικές δεξιότητες που μπορούν να κατευθύνουν τη διάθεση και τις ανάγκες του τελικού χρήστη προς την πιο επωφελή κατεύθυνση.
- Τελευταίο, αλλά εξίσου σημαντικό, τα μοντέλα μπορούν συνήθως να παραχθούν πολύ πιο γρήγορα από το λογισμικό. Δεδομένου ότι το λογισμικό που παράγεται από ένα σύστημα BPM προέρχεται αρχικά από το διαδικαστικό μοντέλο του επιχειρησιακού αναλυτή, πρόκειται για μια εξαιρετικά γρήγορη μέθοδο ανάπτυξης λογισμικού.

Αυτό δε σημαίνει ότι οι προγραμματιστές δεν είναι πλέον απαραίτητοι. Η πραγματικότητα της BPM ανάπτυξης είναι ότι καθιστά την εργασιακή σχέση μεταξύ του τελικού χρήστη, του επιχειρησιακού αναλυτή και του προγραμματιστή πολύ πιο συμβιωτική και παραγωγική, αλλά δεν κάνει κανένα από αυτούς τους ρόλους περιττό [52]. Πρόκειται για μια συνεργασία με απώτερο και κοινό σκοπό την ανάπτυξη λογισμικού. Μια συνεργασία αφενός μεταξύ του τελικού χρήστη και του επιχειρησιακού αναλυτή και, αφετέρου, μεταξύ του επιχειρησιακού αναλυτή και του προγραμματιστή. Οι δεξιότητες του προγραμματιστή είναι απαραίτητες προκειμένου να υλοποιηθεί ένα σύστημα BPM.

2.1.5 ΠΡΟΤΥΠΟ BPMN

Μέχρι σήμερα, πολλοί οργανισμοί συχνά ξεκινούν ένα έργο BPM με στόχο τη βελτιστοποίηση ενός τομέα που έχει αναγνωριστεί σαν τομέας με περιθώρια βελτίωσης. Στον οικονομικό τομέα, η διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών είναι απαραίτητη για να διασφαλίσει ότι το σύστημα προσφέρει ποιοτικές υπηρεσίες, διατηρώντας παράλληλα τους διάφορους ρυθμιστικούς κανονισμούς. Οι υποστηρικτές της BPM προσπαθούν να ακολουθήσουν την επιτυχία άλλων τεχνολογιών και να δημιουργήσουν μία σταθερή βάση από βιομηχανικά πρότυπα που θα μπορούν να υποστηρίξουν τη συνεχή ανάπτυξη και αποδοχή από τους πελάτες. Τα πιο σημαντικά πρότυπα σήμερα είναι τα ακόλουθα [54, 57] :

- **BPMN (Business Process Model and Notation)** – εστιάζει στη γραφική μοντελοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών.
- **BPEL (Business Process Execution Language)** – αποτελεί ένα εξελισσόμενο πρότυπο που εστιάζει στην εκτέλεση των διαδικασιών και στην επικοινωνία μεταξύ συστημάτων.
- **BPML (Business Process Modeling Language)** – αποτελεί ένα πρότυπο βασισμένο στο Pi-Calculus και στις υπηρεσίες ιστού που στηρίζεται στην XML.
- **BPQL (Business Process Query Language)** – εστιάζει κυρίως σε θέματα που αφορούν τη διαχείριση και γενικά την εποπτεία λειτουργίας του συστήματος.

Το πρότυπο BPMN είναι ένα νέο πρότυπο για τη μοντελοποίηση των διαγραμμάτων και των υπηρεσιών ιστού κάθε επιχειρησιακής διαδικασίας. Αποτελεί μια γραφική αναπαράσταση για τον καθορισμό των επιχειρησιακών διαδικασιών με βάση ένα συγκεκριμένο πρότυπο. Έχει δημιουργηθεί από τον οργανισμό BPMI (Business Process Management Initiative) και τώρα συντηρείται από τον οργανισμό OMG, μετά την ένωση των δύο οργανισμών το 2005. Το πρότυπο BPMN είναι μόλις μία από τις τρεις συνολικά προδιαγραφές που έχει αναπτύξει η BPMI. Οι υπόλοιπες δυο προδιαγραφές είναι η BPML και η BPQL. Η τωρινή έκδοση του προτύπου BPMN είναι η έκδοση 2.0 και πρωτεύον στόχος της είναι η παροχή μιας γραφής η οποία θα είναι κατανοητή από όλους τους επιχειρησιακούς χρήστες. Αυτό περιλαμβάνει και τους επιχειρησιακούς αναλυτές που δημιουργούν τα αρχικά σχέδια των διαδικασιών για τους προγραμματιστές που είναι υπεύθυνοι για την εφαρμογή της τεχνολογίας σε αυτές τις διαδικασίες [60, 62].

Άλλος ένας εξίσου σημαντικός στόχος του BPMN είναι να εξασφαλίσει ότι οι γλώσσες XML που σχεδιάζονται για την εκτέλεση των επιχειρησιακών διαδικασιών, όπως η BPEL4WS (Business Process Execution Language for Web Services) και η BPML, μπορούν να εκφραστούν οπτικά με μία κοινή γραφή. Επομένως, το πρότυπο BPMN επιχειρεί να γίνει η πρότυπη γλώσσα για τη γεφύρωση του χάσματος επικοινωνίας που συμβαίνει συχνά μεταξύ της σχεδίασης και της εφαρμογής των επιχειρησιακών διαδικασιών. [60, 62]

Τα μοντέλα διαδικασιών που δημιουργούνται με το BPMN ονομάζονται “Διαγράμματα Επιχειρησιακών Διαδικασιών” (Business Process Diagram - BPD). Ένα τέτοιο διάγραμμα σχεδιάζεται έτσι ώστε να είναι εύκολο στη χρήση και στην κατανόηση και αναπαριστά τις δραστηριότητες μιας

επιχειρησιακής διαδικασίας. Τα διαγράμματα επιχειρησιακών διαδικασιών σχεδιάζονται με τεχνικές παρόμοιες με τα διαγράμματα δραστηριοτήτων της γλώσσας UML (Unified Modeling Process). [62]

Ένα απλό διάγραμμα αποτελείται από ένα σύνολο γραφικών στοιχείων. Υπάρχουν οι ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες γραφικών στοιχείων:

- **Αντικείμενα ροής (Flow Objects):** Συμβάντα, δραστηριότητες, πύλες.
- **Αντικείμενα σύνδεσης (Connecting Objects):** Ροή ακολουθίας, ροή μηνυμάτων, αντιστοίχιση.
- **Ρόλοι (Swimlanes):** Λωρίδες (lanes).
- **Τεχνουργήματα (Artifacts):** Αντικείμενα δεδομένων, ομάδες, σχόλια.

Αυτές οι τέσσερις κατηγορίες στοιχείων διευκολύνουν την ανάπτυξη διαγραμμάτων επιχειρησιακών διαδικασιών (BPD). Επίσης, σε αυτά τα διαγράμματα επιτρέπεται η δημιουργία και χρησιμοποίηση ξεχωριστών αντικειμένων από το χρήστη, με αποτέλεσμα το διάγραμμα να γίνεται ακόμη πιο κατανοητό.

2.1.6 ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ BPM

Η διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών προϋποθέτει υποδομή υψηλού επιπέδου με απαραίτητη προϋπόθεση λειτουργίας την ύπαρξη ανθρωποκεντρικών συστημάτων με δυνατότητα ανάπτυξης της αρχιτεκτονικής SOA. Οι νέες τεχνολογικές δυνατότητες προσφέρουν μεγαλύτερο βαθμό ελέγχου και μειώνουν την πιθανότητα ανθρώπινου λάθους με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση κόστους και τη βελτίωση της ποιότητας των παρεχομένων υπηρεσιών (εντός και εκτός του οργανισμού) [61].

Επιπλέον, η κύρια σύνδεση μεταξύ της αρχιτεκτονικής SOA και της τεχνολογίας BPM είναι η υπηρεσία. Η αρχιτεκτονική SOA παρέχει υπηρεσίες προτυποποιημένων διεπαφών και η τεχνολογία BPM χρησιμοποιεί αυτές τις υπηρεσίες κατά την ανάπτυξη των επιχειρησιακών διαδικασιών. Η συνεργασία μεταξύ αυτών των δύο επιμέρους επιπέδων επιφέρει μια σημαντική ενίσχυση της ενοποίησης, της διαλειτουργικότητας, της ευελιξίας και της αποδοτικότητας. Αυτό το αποτέλεσμα δίνει το κίνητρό σε όλο και περισσότερες επιχειρήσεις να υιοθετήσουν το συνδυασμό της αρχιτεκτονικής SOA και της τεχνολογίας BPM. Παράλληλα, είναι απαραίτητη η χρήση των προτύπων ασφάλειας των υπηρεσιών για την ικανοποίηση των απαιτήσεων της αυθεντικοποίησης, της ακεραιότητας, της εμπιστευτικότητας, της μη άρνησης της ευθύνης και της διαθεσιμότητας. [47]

Οι κυριότεροι λόγοι για τους οποίους αξίζει να επενδύσει μία σύγχρονη επιχείρηση στην τεχνολογία BPM, είναι οι ακόλουθοι [61]:

- Η απλοποίηση των διαδικασιών, η συντόμευση του χρόνου υλοποίησης και αναπροσαρμογής τους και η διαρκής παρακολούθησή τους, παράγοντες οι οποίοι, τελικά, οδηγούν σε αυξημένη ικανοποίηση των πελατών.
- Η βελτίωση της αποδοτικότητας των διαδικασιών, μέσω της βελτίωσης της παραγωγικότητας του προσωπικού (π.χ. ελαχιστοποίηση των χρόνων αναμονής - lag time - μεταξύ των εργασιών) και μέσω της μείωσης του κόστους χειρισμού εξαιρέσεων (οι εξαιρέσεις μπορούν να μοντελοποιηθούν στα πλαίσια του σχεδιασμού των διαδικασιών και επιπλέον να καθοριστούν προθεσμίες και επεκτάσεις).
- Η συμμόρφωση σε εθνικά και ευρωπαϊκά κανονιστικά πλαίσια (π.χ., Βασιλεία II, SOX, ISO, ΕΛΟΤ κλπ.) που εξυπηρετείται από τις δυνατότητες που παρέχουν τα συστήματα BPM για τυποποίηση των διαδικασιών και ενσωμάτωση βέλτιστων και εναρμονισμένων πρακτικών.
- Η ευελιξία που εισάγουν τα συστήματα BPM, δεδομένης της αποσυσχέτισης της λογικής των διαδικασιών, από επιμέρους πληροφοριακά συστήματα υποδομής και χάρη στο δραματικά χαμηλότερο κόστος υλοποίησης και συντήρησης έναντι συνηθισμένων λύσεων.
- Η διαρκής βελτίωση των διαδικασιών που υποστηρίζεται από την ανατροφοδότηση της διοίκησης με τιμές δεικτών επίδοσης (Key Performance Indicator - KPI), για όλο το εύρος των διαδικασιών, αγεξαρτήτως οργανωτικών και συστημικών ορίων.

Πιο αναλυτικά, τα πέντε παραπάνω βασικά χαρακτηριστικά του υποσχόμενου οφέλους, μπορούν να αναλυθούν περαιτέρω [52]:

- **Αύξηση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας:** Ο στόχος ενός συστήματος BPM καθιστά βέβαιο το γεγονός ότι οποιοσδήποτε εργάζεται πάνω σε ένα σημαντικό στοιχείο, επιταχύνει τη διαδικασία.
- **Ευκολία στην προσαρμογή και την κυριαρχία της διαδικασίας:** Οι χρήστες ενός συστήματος BPM δεν έχουν άλλη επιλογή παρά να ακολουθήσουν τη διαδικασία πάνω στην οποία χτίζεται το σύστημα.
- **Ευελιξία και ευκολία προσαρμογής της επιχείρησης:** Το γεγονός ότι ένα σύστημα BPM καθοδηγείται από ένα πρότυπο διαδικασίας παρά από έναν απλό κώδικα, καθιστά ευκολότερη την αλλαγή του συστήματος και κατ' επέκταση της επιχείρησης.
- **Αυξημένη ικανότητα εφαρμογής των καλύτερων πρακτικών σε μία μεταβαλλόμενη οργάνωση:** Από τη στιγμή που ένα σύστημα BPM είναι καθορισμένο, δεν ενδιαφέρεται εάν έχει 10 ή 100 χρήστες. Οργανισμοί οι οποίοι προσπαθούν να μετατρέψουν μία λειτουργία 10 ατόμων σε μία αντίστοιχη των 100, συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα καθώς η διαδικασία είναι δύσκολο να ελεγχθεί χωρίς υποστήριξη λογισμικού.
- **Βελτιωμένη επικοινωνία, συνεργασία, συντονισμός:** Τα συστήματα BPM αφορούν στη μεταφορά της εργασίας από τη μία ομάδα στην άλλη, με τέτοιο τρόπο ώστε οι ομάδες να μη χρειάζεται να είναι ικανές στην επικοινωνία και τη συνεργασία.
- **Βελτιωμένη εκμετάλλευση των πόρων:** Πόροι οι οποίοι δε δουλεύουν σωστά αποτελούν συχνό φαινόμενο στη διαχείριση, καθώς οτιδήποτε συμβαίνει στη διαδικασία γνωστοποιείται.
- **Ορατή βελτίωση της εξέλιξης της διαδικασίας:** Οι διαχειριστές μπορούν εύκολα να υποβάλουν έκθεση σχετικά με όσα λαμβάνουν χώρα στη διαδικασία.
- **Ακριβέστερες λειτουργικές προβλέψεις:** Επειδή οι διαχειριστές έχουν τόσο καλή επίβλεψη της εξέλιξης της διαδικασίας, έχουν τη δυνατότητα να προγραμματίσουν ευκολότερα τις λειτουργίες τους.
- **Μεγαλύτερη απόδοση της διαδικασίας:** Μια σωστά ρυθμισμένη διαδικασία για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απόδοση, αυτομάτως σημαίνει ότι θα έχει περισσότερη παραγωγικότητα από όση είναι σχεδιασμένη.
- **Βελτιωμένη ποιότητα παραγωγής:** Επειδή η συμμόρφωση της διαδικασίας είναι επιβεβαιωμένη και επειδή η διαδικασία έχει σχεδιαστεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η παραγωγή της θα είναι υψηλής ποιότητας.
- **Μικρότερος χρόνος ζωής της διαδικασίας:** Εφόσον οποιοσδήποτε εμπλεκόμενος στη διαδικασία εργάζεται με τη μέγιστη αποδοτικότητα, ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για να εκτελεστεί η διαδικασία (από την αρχή ως το τέλος) μειώνεται.
- **Μικρότερο κόστος εισαγωγών:** Επειδή η διαδικασία που υποστηρίζει το σύστημα BPM προσδιορίζεται από την αρχή και επειδή αυτό με τη σειρά του καθοδηγεί τους συμμετέχοντες σε αυτήν, η ανάγκη για υψηλή ποιότητα και για αυξημένο κόστος προσωπικού, που επιβεβαιώνουν ότι η διαδικασία λειτουργεί σωστά, μειώνεται.
- **Μειωμένο κόστος της συνολικής διαδικασίας:** Η μείωση του κύκλου ζωής, η βελτίωση της ποιότητας και το ελαχιστοποιημένο κόστος των εισαγωγών οδηγούν στη μείωση του συνολικού κόστους της εκτελούμενης διαδικασίας.
- **Πιο ικανοποιημένοι πελάτες:** Το σύστημα BPM εξασφαλίζει στους πελάτες ότι θα λάβουν ένα ποιοτικότερο αγαθό ή υπηρεσία γρηγορότερα και με συνέπεια, κάτι που δε θα μπορούσε να επιτευχθεί διαφορετικά.

2.1.7 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ BPM

Παρά τα πειστικά οφέλη που προσφέρει η BPM, πρέπει να τονίσουμε ότι δεν αποτελεί τη σωστή λύση σε κάθε περίπτωση. Τα ακόλουθα σενάρια είναι ενδεικτικά για το πότε η τεχνολογία BPM μπορεί να αποτελέσει την κατάλληλη λύση [52]:

- Οι άνθρωποι δε συμμορφώνονται με μια καθορισμένη διαδικασία.

- Η εξέλιξη της εργασίας είναι απρόβλεπτη παρά τις επίμονες απαιτήσεις των πελατών.
- Οι συμμετέχοντες στη διαδικασία δεν έχουν σημαντικούς στόχους για το πόσο πολύ ή πόσο γρήγορα πρέπει να επεξεργάζονται δεδομένα.
- Οι διαδικασίες εκτελούνται από διαφορετικές ομάδες.
- Στοιχεία της διαδικασίας αναθέτονται αλλού.
- Η εμπιστοσύνη της επιχείρησης μεγαλώνει τόσο γρήγορα που ακόμα και η καλύτερη πρακτική δεν υιοθετείται σωστά.
- Συγκεκριμένα συστήματα δε συντονίζονται με αποτέλεσμα να προκαλούν ρήξεις στη ροή της διαδικασίας.

Ομοίως, υπάρχουν σαφείς περιπτώσεις όπου η τεχνολογία BPM δεν είναι η προτιμώμενη λύση, όπως για συγκεκριμένες διαδικαστικές απαιτήσεις, για παράδειγμα ο υπολογισμός φόρου σε μια παραγγελία, ή όταν η επιχείρηση είναι τόσο μικρή που ο έλεγχος της διαδικασίας θα επέβαλλε ένα δυσανάλογο φορτίο στη λειτουργία της.

2.2 ΓΛΩΣΣΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

Οι υπηρεσίες ιστού κυριαρχούν στο χώρο των ηλεκτρονικών αγορών και συχνά χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη επιχειρησιακών λειτουργιών. Αυτές οι επιχειρησιακές λειτουργίες συνδυάζονται μεταξύ τους για τη δημιουργία επιχειρησιακών διαδικασιών. Η ενοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών στα πλαίσια μεμονωμένων επιχειρήσεων ή ομάδων επιχειρήσεων έχει αποκτήσει τεράστια σημασία. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για αυτή την ενοποίηση είναι η γλώσσα εκτέλεσης επιχειρησιακών διαδικασιών BPEL (Business Process Execution Language), η οποία έχει αναπτυχθεί από τον οργανισμό OASIS [63]. Η BPEL παρέχει μια προτυποποιημένη προσέγγιση για την ανάπτυξη σύνθετων επιχειρησιακών διαδικασιών ενοποιώντας διαφορετικές υπηρεσίες ιστού. Στόχος της BPEL είναι η βελτίωση της αποδοτικότητας των επιχειρήσεων, προωθώντας την ενοποίηση των εφαρμογών, την αυτοματοποίηση μεταξύ των υπηρεσιών ιστού και την επαναχρησιμοποίηση του λογισμικού. [64]

Στο χώρο των επιχειρήσεων, η BPEL χρησιμοποιείται για την προτυποποίηση της ενοποίησης των επιχειρησιακών εφαρμογών, ενώ παράλληλα επιτρέπει την ευκολότερη και πιο αποδοτική ενοποίηση με τους συνεργάτες των επιχειρήσεων. Η BPEL οδηγεί τις επιχειρήσεις προς την ανάπτυξη αυτοματοποιημένων και βελτιστοποιημένων επιχειρησιακών διαδικασιών, με αποτέλεσμα να βελτιώνονται και οι ίδιες οι επιχειρήσεις. Οι προδιαγραφές των επιχειρησιακών διαδικασιών που αναπτύσσονται με την BPEL δεν επηρεάζουν την υποδομή των ήδη υπάρχοντων συστημάτων. Η BPEL είναι η κύρια τεχνολογία σε περιβάλλοντα όπου οι επιχειρησιακές λειτουργίες εκτίθενται μέσω των υπηρεσιών ιστού. Όσο αυξάνεται η χρήση της τεχνολογίας των υπηρεσιών ιστού, τόσο θα αυξάνεται η σημασία της BPEL. [1, 64]

Οι εταιρείες IBM, BEA και Microsoft ανέπτυξαν την πρώτη έκδοση της BPEL το 2002. Από τότε, με την προσθήκη των εταιρειών SAP και Siebel στην προσπάθεια προτυποποίησης της BPEL, έγιναν πολλές τροποποιήσεις και βελτιώσεις, με αποτέλεσμα την υιοθέτηση της έκδοσης 1.1 της BPEL το Μάρτιο του 2003. Τον Απρίλιο του 2003, η BPEL υποβλήθηκε στον οργανισμό OASIS για λόγους προτυποποίησης και διαμορφώθηκε η επιτροπή WSBPEL TC (Web Services Business Process Execution Language Technical Committee) [45]. Πολλές εταιρείες εισήλθαν στην επιτροπή αυτή, οδηγώντας σε ευρύτερη αποδοχή της BPEL στο βιομηχανικό χώρο. Τον Σεπτέμβριο του 2004, ο οργανισμός OASIS δημιούργησε το πρότυπο WS-BPEL 2.0 (γνωστό ως BPEL) που χρησιμοποιείται έως σήμερα. Τον Ιούνιο του 2007, οι εταιρείες Active Endpoints, Adobe Systems, BEA, IBM, Oracle και SAP δημοσίευσαν το πρότυπο BPEL4People για την εφαρμογή της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης στις επιχειρησιακές διαδικασίες [1, 65].

Η BPEL αντιπροσωπεύει ένα συνδυασμό δύο παλαιότερων γλωσσών ροής εργασίας, την WSFL (Web Services Flow Language) και την XLANG. Η WSFL δημιουργήθηκε από την IBM και βασίζεται στην έννοια των γραφημάτων. Η XLANG δημιουργήθηκε από τη Microsoft και είναι μια γλώσσα που βασίζεται σε γνωστά πρότυπα για την ενορχήστρωση των υπηρεσιών. Η BPEL συνδυάζει αυτές τις δύο προσεγγίσεις και παρέχει μια πλούσια γλώσσα για την περιγραφή των επιχειρησιακών διαδικασιών, η οποία βασίζεται στα πρότυπα XML, WSDL, XML Schema και XPath. [64]

Συνολικά, υπάρχουν δέκα σχεδιαστικοί στόχοι που σχετίζονται με την BPEL: [34, 65]

- Ο προσδιορισμός επιχειρησιακών διαδικασιών που αλληλεπιδρούν με εξωτερικές οντότητες μέσω των υπηρεσιών ιστού, με χρήση του προτύπου WSDL.
- Ο προσδιορισμός των επιχειρησιακών διαδικασιών χρησιμοποιώντας μια γλώσσα που βασίζεται στην XML.
- Η ενορχήστρωση ενός συνόλου υπηρεσιών ιστού που χρησιμοποιούνται τόσο από εξωτερικές όσο και από εσωτερικές προβολές μιας επιχειρησιακής διαδικασίας.
- Η παροχή ιεραρχικών λειτουργιών που βασίζονται σε γραφήματα.
- Η παροχή λειτουργιών χειρισμού δεδομένων για τον προσδιορισμό των δεδομένων της διαδικασίας και της ροής του ελέγχου.
- Η υποστήριξη ενός μηχανισμού αναγνώρισης των στιγμιότυπων των επιχειρησιακών διαδικασιών.
- Η υποστήριξη της έμμεσης δημιουργίας και ολοκλήρωσης των στιγμιότυπων των επιχειρησιακών διαδικασιών.
- Ο προσδιορισμός ενός μοντέλου συναλλαγών μεγάλης διάρκειας που να βασίζεται σε αποδεδειγμένες τεχνικές, όπως ενέργειες διόρθωσης και πεδία δράσης.
- Η χρήση των υπηρεσιών ιστού ως το πρότυπο για τη σύνθεση των διαδικασιών.
- Η υποστήριξη των προτύπων των υπηρεσιών ιστού που έχουν εγκριθεί ή προταθεί.

2.2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ BPEL

Η BPEL χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό απλών και σύνθετων επιχειρησιακών διαδικασιών. Η συγκεκριμένη γλώσσα μοιάζει με παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού, καθώς διαθέτει μεταβλητές, δομές διακλάδωσης και επανάληψης, αναθέσεις και άλλα χαρακτηριστικά που βοηθούν στη δημιουργία επιχειρησιακών διαδικασιών με έναν αλγοριθμικό τρόπο. Η BPEL είναι μια ειδική γλώσσα για τη δημιουργία επιχειρησιακών διαδικασιών. Επομένως, αφενός, διαθέτει εντολές για την απλή ανάπτυξη των επιχειρησιακών διαδικασιών και, αφετέρου, είναι λιγότερο πολύπλοκη από τις παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού, με αποτέλεσμα να είναι απλούστερη στη μάθηση. [1]

Οι πιο σημαντικές εντολές της BPEL σχετίζονται με την κλήση των υπηρεσιών ιστού. Είναι πολύ εύκολη η κλήση των λειτουργιών των υπηρεσιών ιστού σειριακά ή παράλληλα, είτε με σύγχρονο είτε με ασύγχρονο τρόπο. Επιπλέον, η BPEL διαθέτει επιλογές για το χειρισμό λαθών, γεγονός πολύ σημαντικό καθώς οι ισχυρές επιχειρησιακές διαδικασίες πρέπει να αντιδρούν στα λάθη με έναν έξυπνο τρόπο. Παρέχει υποστήριξη στις διαδικασίες μεγάλης διάρκειας και δυνατότητα διόρθωσης, που επιτρέπει τη μερική ανίχνευση εργασίας που έχει γίνει από μια διαδικασία η οποία δεν ολοκληρώθηκε με επιτυχία. Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά που παρέχει η BPEL είναι τα ακόλουθα: [1, 34, 65]

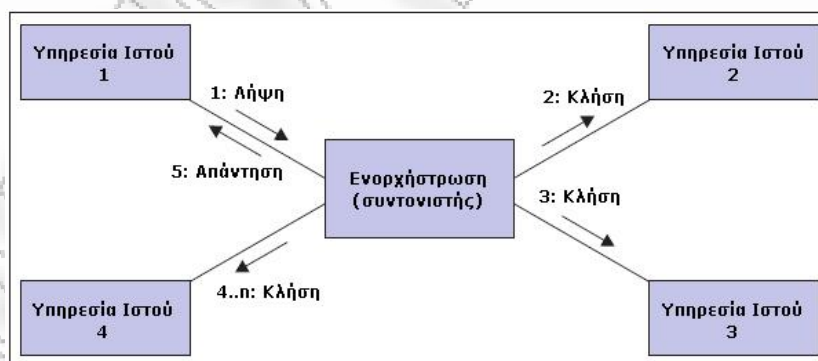
- Περιγραφή της λογικής των επιχειρησιακών διαδικασιών μέσω της σύνθεσης υπηρεσιών.
- Σύνθεση μεγαλύτερων επιχειρησιακών διαδικασιών από μικρότερες διαδικασίες και υπηρεσίες.
- Χειρισμός σύγχρονων και ασύγχρονων (συνήθως μεγάλης διάρκειας) κλήσεων υπηρεσιών και διαχείριση των επανακλήσεων που συμβαίνουν.
- Σειριακή ή παράλληλη κλήση υπηρεσιών.
- Επιλεκτική διόρθωση ολοκληρωμένων δραστηριοτήτων σε περίπτωση λάθους.
- Συντήρηση πολλαπλών δραστηριοτήτων συναλλαγής μεγάλης διάρκειας, οι οποίες διακόπτονται συχνά.
- Συνέχιση των δραστηριοτήτων που έχουν διακοπεί ή αποτύχει, ώστε να μειωθεί ο φόρτος εργασίας που θα ξαναγίνει.
- Δρομολόγηση εισερχόμενων μηνυμάτων στις κατάλληλες διαδικασίες και δραστηριότητες.
- Προγραμματισμός των δραστηριοτήτων με βάση το χρόνο εκτέλεσης και ορισμός της σειράς εκτέλεσης.

- Παράλληλη εκτέλεση των δραστηριοτήτων και ορισμός του τρόπου συνένωσης των ροών με βάση τις συνθήκες συγχρονισμού.
- Δόμηση των επιχειρησιακών διαδικασιών με διακριτά πεδία δράσης.
- Χειρισμός συμβάντων που σχετίζονται με μηνύματα και με το χρόνο.

Η BPEL βρίσκεται στην κορυφή της αρχιτεκτονικής SOA (Εικόνα 1.3) και επεκτείνει το πρότυπο WSDL. Το πρότυπο WSDL ορίζει τις λειτουργίες που επιτρέπονται και η BPEL ορίζει τον τρόπο με τον οποίο αυτές οι λειτουργίες ενορχηστρώνονται ώστε να υλοποιήσουν μια επιχειρησιακή διαδικασία. Επίσης, η BPEL επεκτείνει το πρότυπο WSDL ώστε να υποστηρίξει ασύγχρονες επιχειρησιακές διαδικασίες μεγάλης διάρκειας. Ως γλώσσα εκτέλεσης επιχειρησιακών διαδικασιών, βασίζεται στη γλώσσα XML, χρησιμοποιώντας εντολές παρόμοιες με αυτές που χρησιμοποιούν οι σύγχρονες γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου. Πιο συγκεκριμένα, στις εκτελέσιμες διαδικασίες είναι εφικτή η δήλωση και τροποποίηση μεταβλητών, ο ορισμός χειριστών λαθών και η χρήση εξαιρέσεων, η κλήση υπηρεσιών και η χρήση δομών επιλογής και επανάληψης. Επιπλέον, τα πρότυπα XPath και XSLT υποστηρίζουν το χειρισμό δεδομένων στη BPEL. Όλες αυτές οι ενέργειες γίνονται είτε σειριακά είτε παράλληλα. Το αποτέλεσμα είναι ότι αυτή η γλώσσα μπορεί να εκφράσει σχεδόν κάθε επιχειρησιακή διαδικασία, η διαδικασία μπορεί να εκτελεστεί σε έναν εξυπηρετητή και η εκτελέσιμη διαδικασία γίνεται και αυτή μια υπηρεσία, η οποία μπορεί να κληθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί από άλλες υπηρεσίες. Τέλος, η BPEL, όντας μια προτυποποιημένη γλώσσα που βασίζεται στην XML, είναι φορητή και μπορεί να εκτελεστεί σε οποιονδήποτε εξυπηρετητή ενορχήστρωσης. [6]

2.2.2 ΕΝΟΡΧΗΣΤΡΩΣΗ ΚΑΙ ΧΟΡΟΓΡΑΦΙΑ

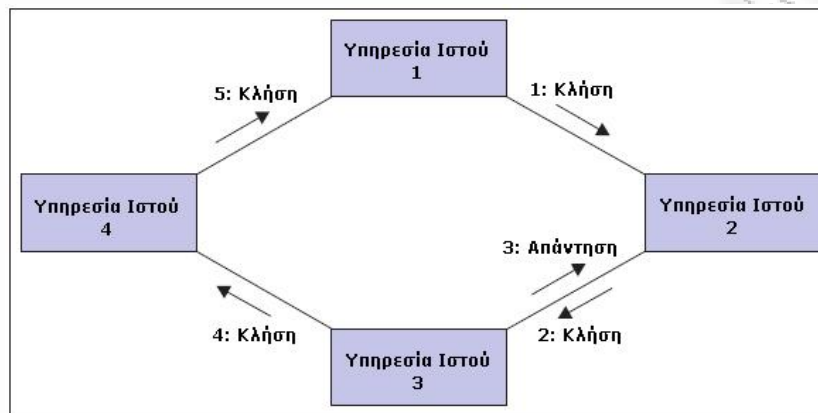
Ανάλογα με τις απαιτήσεις της επιχείρησης, η σύνθεση των υπηρεσιών περιγράφεται από δύο όρους: την ενορχήστρωση (orchestration) και τη χορογραφία (choreography). Στην ενορχήστρωση, μια κεντρική διαδικασία, η οποία μπορεί να είναι μια υπηρεσία ιστού, έχει τον έλεγχο των σχετικών υπηρεσιών και συντονίζει την εκτέλεση των διαφορετικών λειτουργιών των υπηρεσιών ιστού. Αυτές οι υπηρεσίες δεν γνωρίζουν (και δεν είναι απαραίτητο) ότι συμμετέχουν στη σύνθεση και ότι αποτελούν ένα τμήμα μιας μεγαλύτερης επιχειρησιακής διαδικασίας. Μόνο ο κεντρικός συντονιστής της ενορχήστρωσης γνωρίζει αυτές τις πληροφορίες, οπότε η ενορχήστρωση είναι κεντρική με άμεσους ορισμούς των λειτουργιών και με μια σειρά κλήσης των υπηρεσιών ιστού. [1, 6] Η ενορχήστρωση χρησιμοποιείται συνήθως σε ιδιωτικές επιχειρησιακές διαδικασίες και έχει τη μορφή της ακόλουθης εικόνας:



Εικόνα 2.3: Ενορχήστρωση υπηρεσιών ιστού. (Business Process Execution Language for Web Services, 2006, σελ. 20)

Αντίθετα, η χορογραφία δε στηρίζεται σε έναν κεντρικό συντονιστή. Κάθε υπηρεσία ιστού στη χορογραφία γνωρίζει ακριβώς πότε να εκτελέσει τις λειτουργίες της και με ποιον να αλληλεπιδράσει. Η χορογραφία είναι μια συλλογική προσπάθεια που εστιάζει στην ανταλλαγή μηνυμάτων σε δημόσιες επιχειρησιακές διαδικασίες. Όλοι οι συμμετέχοντες στη χορογραφία πρέπει να γνωρίζουν την επιχειρησιακή διαδικασία, τις λειτουργίες που θα εκτελεστούν, τα μηνύματα που θα ανταλλάχτούν και τη

χρονική διάρκεια ανταλλαγής των μηνυμάτων. [1, 6] Η χορογραφία στη σύνθεση των υπηρεσιών ιστού έχει τη μορφή της ακόλουθης εικόνας:



Εικόνα 2.4: Χορογραφία υπηρεσιών ιστού. (Business Process Execution Language for Web Services, 2006, σελ. 20)

Όσον αφορά τη σύνθεση των υπηρεσιών ιστού για την εκτέλεση επιχειρησιακών διαδικασιών, η ενορχήστρωση είναι προτιμότερη σε σχέση με τη χορογραφία. Η ενορχήστρωση αποτελεί μια πιο εέλικτη προσέγγιση, η οποία έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα: [1]

- Είναι γνωστός ο υπεύθυνος για την εκτέλεση ολόκληρης της επιχειρησιακής διαδικασίας.
- Είναι εφικτή η ενσωμάτωση των υπηρεσιών ιστού, ακόμα και αυτών που δε γνωρίζουν ότι αποτελούν μέρος μιας επιχειρησιακής διαδικασίας.
- Όταν συμβεί ένα σφάλμα, υπάρχουν εναλλακτικές διαδρομές που ακολουθούνται.

Η BPEL παρέχει υποστήριξη τόσο για την ενορχήστρωση όσο και για τη χορογραφία μέσω της ανάπτυξης εκτελέσιμων ή αφηρημένων επιχειρησιακών διαδικασιών, που αναφέρονται στην επόμενη ενότητα.

2.2.3 ΕΚΤΕΛΕΣΙΜΕΣ ΚΑΙ ΑΦΗΡΗΜΕΝΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

Στην BPEL, οι επιχειρησιακές διαδικασίες διακρίνονται σε εκτελέσιμες (executable) και αφηρημένες (abstract). Οι εκτελέσιμες επιχειρησιακές διαδικασίες είναι διαδικασίες που αποτελούνται από υπάρχουσες υπηρεσίες και καθορίζουν το συγκεκριμένο αλγόριθμο των δραστηριοτήτων και των εισερχόμενων και εξερχόμενων μηνυμάτων. Τέτοιες διαδικασίες εκτελούνται μόνο στη μηχανή BPEL. Οι εκτελέσιμες διαδικασίες είναι σημαντικές επειδή αποτελούν την άμεση απάντηση στο πρόβλημα της αυτοματοποίησης των επιχειρησιακών διαδικασιών. [1]

Όταν ορίζεται μια εκτελέσιμη επιχειρησιακή διαδικασία στη BPEL, στην πραγματικότητα ορίζεται μια νέα υπηρεσία ιστού, η οποία αποτελεί σύνθεση επιμέρους υπηρεσιών ιστού. Η διεπαφή αυτής της νέας υπηρεσίας ιστού χρησιμοποιεί ένα σύνολο από τύπους πορτών (port types), μέσω των οποίων παρέχει λειτουργίες όπως οποιαδήποτε άλλη υπηρεσία ιστού. Για να κληθεί μια εκτελέσιμη επιχειρησιακή διαδικασία, πρέπει να κληθεί η αντίστοιχη υπηρεσία ιστού. Οι εκτελέσιμες επιχειρησιακές διαδικασίες αποτελούν την πιο σημαντική προσέγγιση χρησιμοποίησης της BPEL. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η BPEL χρησιμοποιείται για τον καθορισμό εκτελέσιμων επιχειρησιακών διαδικασιών. [1]

Αντίθετα, οι αφηρημένες επιχειρησιακές διαδικασίες δεν μπορούν να εκτελεστούν. Απλώς καθορίζουν την ανταλλαγή δημόσιων μηνυμάτων μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών – τη συμπεριφορά της επιχειρησιακής διαδικασίας. Η περιγραφή μιας επιχειρησιακής διαδικασίας μπορεί να σχετίζεται με μια ή περισσότερες υπηρεσίες. Μπορεί επίσης να περιγράφεται η συμπεριφορά ενός εμπλεκόμενου

μέρους στην επιχειρησιακή διαδικασία. Οι αφηρημένες διαδικασίες συνήθως ορίζονται για δύο κύριους λόγους: [1]

- Για να περιγράψουν τη συμπεριφορά μιας υπηρεσίας χωρίς να γνωρίζουν ακριβώς σε ποια επιχειρησιακή διαδικασία θα συμπεριληφθούν.
- Για να προσδιορίσουν πρωτόκολλα συνεργασίας μεταξύ πολλαπλών μερών και να περιγράψουν με ακρίβεια τη συμπεριφορά κάθε μέρους.

Οι αφηρημένες επιχειρησιακές διαδικασίες χρησιμοποιούνται σπάνια. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος χρήσης τους είναι ως πρότυπο για τον προσδιορισμό εκτελέσιμων επιχειρησιακών διαδικασιών. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης για να αντικαταστήσουν σύνολα κανόνων που συνήθως εκφράζονται σε φυσική γλώσσα, η οποία πολλές φορές είναι ασαφής.

Όποιος τύπος επιχειρησιακής διαδικασίας επιλεχτεί, στη συνέχεια θα εκτελεστεί σε ένα περιβάλλον που παρέχεται από τους BPEL εξυπηρετητές. Η BPEL σχετίζεται έντονα με τις υπηρεσίες ιστού και με τα σύγχρονα λογισμικά που υποστηρίζουν την ανάπτυξη των υπηρεσιών ιστού, όπως τα λογισμικά Java Enterprise Edition και Microsoft .NET. Οι BPEL εξυπηρετητές εκμεταλλεύονται τα περιβάλλοντα των αντίστοιχων εξυπηρετητών εφαρμογών, χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες που παρέχονται από αυτούς, όπως είναι η ασφάλεια, οι συναλλαγές, η επεκτασιμότητα και η σύνδεση με τις βάσεις δεδομένων. Οι πιο σημαντικοί εξυπηρετητές BPEL είναι οι ακόλουθοι: [1]

- Oracle BPEL Process Manager.
- Microsoft BizTalk.
- IBM WebSphere Business Integration Server Foundation.
- BEA WebLogic Integration.
- Active Endpoints ActiveWebflow.

Υπάρχουν επίσης διαθέσιμα ορισμένα εργαλεία κατάλληλα για τη σχεδίαση και την ανάπτυξη επιχειρησιακών διαδικασιών με τη BPEL. Κάποια σχεδιαστικά εργαλεία δεσμεύονται με συγκεκριμένους εξυπηρετητές. Τα πιο σημαντικά εργαλεία σχεδίασης και ανάπτυξης επιχειρησιακών διαδικασιών με τη BPEL είναι τα ακόλουθα:

- Oracle jDeveloper.
- Oracle BPEL Designer for Eclipse.
- IBM WebSphere Studio Application Developer Integration Edition.
- iGrafx BPEL.
- itp Process Modeler for Microsoft Visio.

2.2.4 ΔΟΜΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

Μια επιχειρησιακή διαδικασία που αναπτύσσεται με την BPEL αποτελείται από μια σειρά βημάτων. Κάθε βήμα λέγεται δραστηριότητα (activity). Η BPEL υποστηρίζει βασικές και δομημένες δραστηριότητες. Οι βασικές δραστηριότητες χρησιμοποιούν βασικές εντολές και αναπαριστούν συνηθισμένες εργασίες, όπως οι ακόλουθες: [1, 6]

- Κλήση των υπηρεσιών ιστού με την ετικέτα <invoke>.
- Αναμονή μέχρι ο πελάτης να καλέσει την επιχειρησιακή διαδικασία μέσω αποστολής μηνύματος, με την ετικέτα <receive> (λήψη ενός αιτήματος).
- Δημιουργία μιας απάντησης για σύγχρονες λειτουργίες με την ετικέτα <reply>.
- Χειρισμός μεταβλητών δεδομένων με την ετικέτα <assign>.
- Υπόδειξη λαθών και εξαιρέσεων με την ετικέτα <throw>.
- Αναμονή για ορισμένο χρόνο με την ετικέτα <wait>.
- Τερματισμός της διαδικασίας με την ετικέτα <terminate>.

Στη συνέχεια, αυτές οι βασικές δραστηριότητες μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους. Για το σκοπό αυτό, η BPEL υποστηρίζει ορισμένες δομημένες δραστηριότητες. Οι πιο σημαντικές δομημένες δραστηριότητες είναι οι ακόλουθες:

- Σειριακή εκτέλεση των δραστηριοτήτων με την ετικέτα <sequence>.
- Παράλληλη εκτέλεση των δραστηριοτήτων με την ετικέτα <flow>.
- Δομή επιλογής με την ετικέτα <switch>.
- Δομή επανάληψης με την ετικέτα <while>.
- Πεδίο δράσης με την ετικέτα <scope>.
- Επιλογή μιας συγκεκριμένης διαδρομής μεταξύ άλλων με την επιλογή <pick>.

Επιπλέον, κάθε επιχειρησιακή διαδικασία της BPEL ορίζει συνδέσεις με άλλες υπηρεσίες με την ετικέτα <partnerLink> και μεταβλητές με την ετικέτα <variable>. Οι μετασχηματισμοί στην BPEL γίνονται με τη δραστηριότητα Transform και οι ανθρώπινες εργασίες με τη δραστηριότητα Human Task. Τέλος, στην BPEL μπορούν να οριστούν ειδοποιήσεις για Email, Fax, SMS και Pager.

2.2.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ BPEL

Οι σύγχρονες επιχειρήσεις έχουν ανάγκη να δημιουργούν απλά και γρήγορα αυτοματοποιημένες επιχειρησιακές διαδικασίες, συνήθως μεγάλης διάρκειας, να παρακολουθούν και να βελτιώνουν τις διαδικασίες, να χρησιμοποιούν την τεχνολογία των υπηρεσιών ιστού, να έχουν ένα αξιόπιστο και σύγχρονο ή ασύγχρονο κανάλι επικοινωνίας και να διαχειρίζονται τα τελικά σημεία. Το κύριο πλεονέκτημα της BPEL είναι η άμεση ικανοποίηση αυτών των απαιτήσεων, χάρη στην υποδομή και τα πρότυπα στα οποία βασίζεται. Η BPEL παρέχει τόσο υψηλό επίπεδο αφαίρεσης που οι επιχειρησιακοί αναλυτές έχουν τη δυνατότητα να συνθέτουν και να εκτελούν επιχειρησιακές διαδικασίες εύκολα και αποτελεσματικά στα κατάλληλα περιβάλλοντα ανάπτυξης επιχειρησιακών διαδικασιών.

Με τη χρήση της BPEL, οι επιχειρήσεις εκμεταλλεύονται ακόμα περισσότερο την τεχνολογία των υπηρεσιών ιστού και γενικότερα την αρχιτεκτονική SOA, καθώς οι υπηρεσίες ιστού συνδυάζονται μεταξύ τους (ενορχήστρωση) με σκοπό την ανάπτυξη αυτοματοποιημένων επιχειρησιακών διαδικασιών που προσφέρουν επιπλέον αξία στις επιχειρήσεις. Το σημαντικό είναι ότι η αυτοματοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών δε γίνεται με τον παραδοσιακό προγραμματισμό και περίπλοκη σύνταξη κώδικα, αλλά με την υποστήριξη ενός ισχυρού γραφικού περιβάλλοντος και ενός ισχυρού εξυπηρετητή BPEL. Επομένως, η BPEL δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης, εκτέλεσης και παρακολούθησης των επιχειρησιακών διαδικασιών ακόμα και σε άτομα με περιορισμένη εμπειρία στον προγραμματισμό. Η χρήση της BPEL για τη χρησιμοποίηση και την ενορχήστρωση των υπηρεσιών ιστού αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι για την αρχιτεκτονική SOA, καθώς παρέχει μια πολύ ισχυρή προσέγγιση μέσω της οποίας η επιχειρησιακή λογική μπορεί να αποσαφηνιστεί και να εκτελεστεί σε ένα υψηλό επίπεδο αφαίρεσης, που είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να παρέχει τις υπηρεσίες που είναι απαραίτητες για την υλοποίηση των εργασιών ενοποίησης. [1, 6, 66, 67]

Γενικότερα, η BPEL ενισχύει την ευελιξία που παρέχεται από την αρχιτεκτονική SOA, ενορχηστρώνοντας και συνδυάζοντας διαφορετικές υπηρεσίες σε ολοκληρωμένες λειτουργικές οντότητες. Οι επιχειρησιακές διαδικασίες που αναπτύσσονται με την BPEL μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης ως υπηρεσίες ιστού, ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό τη διαλειτουργικότητα και τη φορητότητα. Επιπλέον, οι υπηρεσίες ιστού μπορούν να προστίθενται ή να αφαιρούνται από μια επιχειρησιακή διαδικασία χωρίς να υπάρχει κάποια αρνητική επίδραση, ενισχύοντας έτσι την ευελιξία του συστήματος. [66, 67]

Συγκεντρωτικά, τα κυριότερα πλεονεκτήματα της BPEL είναι τα ακόλουθα:

- Χρήση ανοιχτών προτύπων.
- Αλληλεπίδραση μεταξύ των υπηρεσιών ιστού.
- Ενίσχυση της διαλειτουργικότητας και της ενοποίησης των υπηρεσιών.
- Επαναχρησιμοποίηση και βελτίωση των υπηρεσιών.
- Απλότητα και ευκολία μάθησης.

- Ευελιξία και φορητότητα.
- Δυνατότητα εκτέλεσης ανθρωπίνων καθηκόντων.
- Αυτοματοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών (συνήθως μεγάλης διάρκειας).
- Έλεγχος και παρακολούθηση της εξέλιξης των επιχειρησιακών διαδικασιών.
- Μείωση της πολυπλοκότητας σε επίπεδο περιβάλλοντος.
- Αξιοπιστία στην επικοινωνία με τις υπηρεσίες.
- Διάθεση πολλών εμπορικών εργαλείων ανοικτού κώδικα.
- Προστιθέμενη λειτουργικότητα στον εξυπηρετητή (χειρισμός λαθών, συμβάντων κλπ.).

2.2.6 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ BPEL

Όπως κάθε τεχνολογία έτσι και η BPEL έχει ορισμένα μειονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση της. Αρχικά, μια επιχειρησιακή διαδικασία που αναπτύσσεται με την BPEL πρέπει να είναι πλήρως διαμορφωμένη κατά τη σχεδίαση, επομένως όσοι εμπλέκονται στην ανάπτυξή της (επιμέρους υπηρεσίες ιστού) πρέπει να συνδέονται με αυτήν κατά τη σχεδίαση. Επίσης, υπάρχει ανάγκη για εξωτερική μεσολάβηση των μηνυμάτων κατά την προσαρμογή των επιμέρους υπηρεσιών ιστού με την ανάπτυξη της επιχειρησιακής διαδικασίας. [66, 67]

Η BPEL προσθέτει ακόμα ένα επίπεδο στην αρχιτεκτονική SOA. Κατά συνέπεια, όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των επιπέδων, τόσο μεγαλύτερη είναι η μετάβαση των μηνυμάτων. Μια επιχειρησιακή διαδικασία που έχει αναπτυχθεί με την BPEL μπορεί να χρησιμοποιεί πολλές υπο-διαδικασίες και να ορίζει επίπεδα των υπο-διαδικασιών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πρόσθετο φόρτο κατά την ανταλλαγή μηνυμάτων. [67]

Η BPEL είναι μια καινούρια τεχνολογία. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια σχετικά μικρή έλλειψη από πρότυπα, αν και η BPEL βασίζεται σε ανοικτά πρότυπα που ενισχύουν τη διαλειτουργικότητα και την ενοποίηση των υπηρεσιών. Επιπλέον, αν και υπάρχουν πολλές εταιρείες που έχουν δημιουργήσει πλατφόρμες για την ανάπτυξη και εκτέλεση των επιχειρησιακών διαδικασιών, υπάρχει μια εξάρτηση της BPEL τόσο από τις πλατφόρμες ανάπτυξης επιχειρησιακών διαδικασιών όσο και από τους εξυπηρετητές στους οποίους εκτελούνται.

Συγκεντρωτικά, τα μειονεκτήματα της BPEL είναι τα ακόλουθα:

- Στατική σύνθεση επιχειρησιακών διαδικασιών.
- Υποχρεωτική σύνδεση όλων των επιμέρους υπηρεσιών ιστού που συνδυάζει η επιχειρησιακή διαδικασία κατά τη σχεδίαση.
- Αυξημένος φόρτος κατά την ανταλλαγή μηνυμάτων.
- Έλλειψη προτύπων.
- Εξάρτηση από πλατφόρμες ανάπτυξης και εκτέλεσης επιχειρησιακών διαδικασιών.

Ωστόσο, η χρήση της BPEL έχει βοηθήσει και έχει ενισχύσει τη λειτουργικότητα τόσο της αρχιτεκτονικής SOA όσο και της τεχνολογίας των υπηρεσιών ιστού. Επίσης, είναι μια νέα τεχνολογία η οποία αναπτύσσεται συνεχώς και για το λόγο αυτό θεωρείται βέβαιο ότι αυτά τα μειονεκτήματα θα ξεπεραστούν στο μέλλον, επεκτείνοντας ακόμα περισσότερο την αρχιτεκτονική SOA. [67]

ΜΕΡΟΣ II: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Σ' αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην ανάλυση και το σχεδιασμό του συστήματος αυτόματης ηλεκτρονικής τιμολόγησης. Αρχικά, γίνεται περιγραφή της έννοιας της ηλεκτρονικής τιμολόγησης, των διάφορων προσεγγίσεων ηλεκτρονικής τιμολόγησης, του νομικού πλαισίου σχετικά με τα ηλεκτρονικά τιμολόγια, των απαιτήσεων ασφάλειας και του προτύπου XCBL για την αναπαράσταση ενός ηλεκτρονικού τιμολογίου. Στη συνέχεια, γίνεται ανάλυση των απαιτήσεων σχετικά με την εφαρμογή που σχεδιάστηκε, αναφέρονται οι διαδικασίες αλλά και οι επιμέρους ρόλοι που λαμβάνουν χώρα κατά την ηλεκτρονική τιμολόγηση. Τέλος, περιγράφεται με λεπτομέρεια ο σχεδιασμός του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης, καθώς και όλες οι σύγχρονες τεχνολογίες και πρότυπα που χρησιμοποιήθηκαν.

3.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ

Η ικανότητα ηλεκτρονικής προβολής και ανάλυσης των τιμολογίων αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τις επιχειρήσεις που θέλουν να μειώσουν τα έξοδα που σχετίζονται με υπηρεσίες που παρέχονται από άλλες επιχειρήσεις. Ωστόσο, οι επιχειρήσεις πρέπει να ανταποκριθούν με τον ίδιο τρόπο στις ανάγκες των πελατών τους για ηλεκτρονική τιμολόγηση. Η ηλεκτρονική τιμολόγηση (e-Invoicing) είναι ουσιαστικά η ηλεκτρονική μεταφορά πληροφοριών τιμολόγησης (πληροφορίες χρέωσης και πληρωμής) μέσω του Διαδικτύου, μεταξύ των επιχειρησιακών εταίρων (προμηθευτής και αγοραστής). Αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι μιας αποδοτικής οικονομικής εφοδιαστικής αλυσίδας και συνδέει τις εσωτερικές διαδικασίες μιας επιχείρησης με τα συστήματα πληρωμής. [68]

Η ηλεκτρονική τιμολόγηση, η οποία μπορεί να μειώσει σημαντικά τα έξοδα των επιχειρήσεων, αναπτύσσεται γρήγορα, ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης του ηλεκτρονικού εμπορίου. Ωστόσο, σε ορισμένα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η ηλεκτρονική τιμολόγηση είχε απαγορευτεί ή έπρεπε να συνοδεύεται πάντα από έντυπα τιμολόγια. Συνεπώς, οι εταιρείες που ιδρύονταν σε αυτές τις χώρες απαιτούσαν ειδικές εγκρίσεις για να εφαρμόσουν τις διασυνοριακές ανταλλαγές τιμολογίων. Επιπλέον, έπρεπε να χρησιμοποιούν συγκεκριμένη τεχνολογία για τη δημιουργία, τη μεταφορά και την αποθήκευση των ηλεκτρονικών τιμολογίων. [68]

Η υιοθέτηση της ηλεκτρονικής τιμολόγησης προσφέρει μεταξύ άλλων τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Μείωση χρόνου δημιουργίας τιμολογίου.
- Μείωση κόστους δημιουργίας τιμολογίου.
- Αποφυγή λαθών καταχώρησης.
- Καλύτερη οργάνωση.
- Ποιοτικότερος έλεγχος και εντοπισμός των μεταφορών.
- Ταχύτερη παραλαβή εμπορευμάτων από τους αγοραστές.
- Καλύτερος έλεγχος και ταχύτερη ενημέρωση των αποθεμάτων.
- Μικρότερος αποθηκευτικός χώρος.
- Προστασία του περιβάλλοντος.

Επιπλέον, οι επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν μόνο ηλεκτρονικά τιμολόγια είναι σε θέση να καταργήσουν τους αποθηκευτικούς χώρους για τη διατήρηση των τιμολογίων και να δημιουργήσουν ένα αυτοματοποιημένο ηλεκτρονικό σύστημα αρχειοθέτησης. Με τον τρόπο αυτό γίνεται ευκολότερη η διαχείριση των τιμολογίων. Επίσης, μειώνονται τα έξοδα των επιχειρήσεων τόσο από τη μη χρησιμοποίηση αναλώσιμων (χαρτί, μελάνια) όσο και από τη διακοπή αποστολής έντυπων τιμολογίων. Τέλος, χάρη στα ηλεκτρονικά τιμολόγια, διευκολύνονται οι συναλλαγές μεταξύ των επιχειρήσεων, αλλά και μεταξύ επιχειρήσεων και δημόσιων φορέων.

3.1.1 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καθιερώσει ορισμένες οδηγίες για την παροχή ενός ομοιόμορφου πλαισίου για την Ευρωπαϊκή αγορά, σύμφωνα με το οποίο προτυποποιείται η ηλεκτρονική τιμολόγηση και, επομένως, εφαρμόζεται σε κάθε κράτος μέλος της Ε.Ε. Το άμεσο αποτέλεσμα που προκύπτει από αυτή την προσπάθεια είναι η διευκόλυνση των εμπορικών συναλλαγών μεταξύ των κρατών μελών της Ε.Ε, μέσω της ανταλλαγής ηλεκτρονικών τιμολογίων. Αυτή η προσπάθεια είναι εμφανής από την καθιέρωση των ακόλουθων οδηγιών: [69]

- Οδηγία 2001/115/EK του Συμβουλίου, της 20^{ης} Δεκεμβρίου 2001, για την τροποποίηση της οδηγίας 77/388/ΕΟΚ με στόχο την απλοποίηση, τον εκσυγχρονισμό και την εναρμόνιση των όρων που επιβάλλονται στην τιμολόγηση όσον αφορά το φόρο προστιθέμενης αξίας [70]. Η συγκεκριμένη οδηγία διευκρινίζει την εφαρμογή της ηλεκτρονικής τιμολόγησης στα κράτη μέλη της Ε.Ε.
- Οδηγία 1999/93/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 13^{ης} Δεκεμβρίου 1999, σχετικά με το κοινοτικό πλαίσιο για τις ηλεκτρονικές υπογραφές [71]. Η συγκεκριμένη οδηγία διευκολύνει τη χρήση της ηλεκτρονικής υπογραφής σε όλα τα μέλη της Ε.Ε., συμβάλει στη νομική τους αναγνώριση και καθιερώνει το νομικό πλαίσιο για τις ηλεκτρονικές υπογραφές και εξασφαλίζει τη σωστή λειτουργία των εσωτερικών αγορών για τις ηλεκτρονικές υπογραφές και τους παρόχους υπηρεσιών πιστοποίησης.
- Οδηγία 95/46/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 24^{ης} Οκτωβρίου 1995, για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών [72].
- Οδηγία 95/9/ΕΟΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 11^{ης} Μαρτίου 1996, σχετικά με τη νομική προστασία των βάσεων δεδομένων [73].
- Οδηγία 97/66/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 15^{ης} Δεκεμβρίου 1997 περί επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και προστασίας της ιδιωτικής ζωής στον τηλεπικοινωνιακό τομέα [74].
- Οδηγία 2002/58/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 12^{ης} Ιουλίου 2002, σχετικά με την επεξεργασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και την προστασία της ιδιωτικής ζωής στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών [75].

Οι παραπάνω οδηγίες επιβάλλουν περιορισμούς με τους οποίους πρέπει να εναρμονιστούν οι εφαρμογές ηλεκτρονικής τιμολόγησης ώστε να συμμορφωθούν με το νομικό πλαίσιο των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

3.1.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Η ηλεκτρονική τιμολόγηση πρέπει να ικανοποιεί ορισμένες απαιτήσεις ασφάλειας προκειμένου να αποτελεί μέρος των οικονομικών και νομικών πρακτικών ενός οργανισμού. Οι περισσότερες από τις απαιτήσεις ασφάλειας που ακολουθούν έχουν επιβληθεί από την Οδηγία 2001/115/EK. [69]

- **Αυθεντικοποίηση** του αποστολέα του ηλεκτρονικού τιμολογίου, εξασφαλίζει ότι ο αποστολέας είναι πράγματι αυτός που ισχυρίζεται πως είναι. Αυτή η απαίτηση ικανοποιείται με χρήση XML ψηφιακών υπογραφών.
- **Ακεραιότητα** του περιεχομένου των τιμολογίων, εξασφαλίζει ότι τα τιμολόγια δεν μπορούν να τροποποιηθούν σκόπιμα ή κατά λάθος κατά τη μεταφορά ή την αποθήκευση. Μια κρυπτογραφική συνάρτηση κατακεραματισμού (hash function) παρέχει έλεγχο της ακεραιότητας του μηνύματος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ξεχωριστά είτε ως μέρος της διαδικασίας των ψηφιακών υπογραφών.
- **Μη αποποίηση της ευθύνης**, εξασφαλίζει ότι ούτε ο αποστολέας ούτε ο παραλήπτης του τιμολογίου μπορούν να αρνηθούν την ανταλλαγή του τιμολογίου. Ο συνδυασμός των ψηφιακών υπογραφών μαζί με χρονοσφραγίδα εξασφαλίζουν αυτήν την απαίτηση. Το πρότυπο XAdES (XML Advanced Electronic Signature) χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό.

- **Εμπιστευτικότητα και ιδιωτικότητα**, εξασφαλίζουν ότι μόνο ο αποστολέας και ο παραλήπτης μπορούν να διαβάσουν το ηλεκτρονικό τιμολόγιο. Η XML κρυπτογράφηση και το πρότυπο WS-Security χρησιμοποιούνται για την ικανοποίηση αυτής της απαίτησης.
- **Ακεραιότητα της ακολουθίας** των τιμολογίων, με σκοπό την αποφυγή των κενών που ενδέχεται να προκύψουν στα εξερχόμενα τιμολόγια και την ισχυροποίηση του ελέγχου.
- **Διαθεσιμότητα**, εξασφαλίζει ότι οι επιχειρήσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν μια υπηρεσία ηλεκτρονικής τιμολόγησης κάθε στιγμή, χωρίς να διακόπτουν τις λογιστικές τους λειτουργίες.
- **Ηλεκτρονική αποθήκευση** των τιμολογίων. Η αυθεντικοποίηση, η ακεραιότητα και η αναγνωσιμότητα των ηλεκτρονικών τιμολογίων πρέπει να εξασφαλίζεται κατά την περίοδο αποθήκευσης. Μια XML βάση δεδομένων μπορεί να εξασφαλίσει ότι τα XML ηλεκτρονικά τιμολόγια αποθηκεύονται ακριβώς στην αρχική μορφή που παραλήφθηκαν. Ο συνδυασμός μιας XML βάσης δεδομένων με το πρότυπο XAdES εξασφαλίζουν την ασφαλή αρχειοθέτηση των ηλεκτρονικών τιμολογίων.

3.1.3 ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Σήμερα, υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις ηλεκτρονικής τιμολόγησης οι οποίες, ενώ διασφαλίζουν τη συμβατότητα με ήδη υπάρχουσες οικονομικές εφαρμογές, δεν ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις ασφάλειας. Ορισμένες προσεγγίσεις ηλεκτρονικής τιμολόγησης που έχουν εφαρμοστεί είναι οι ακόλουθες: [69]

- Σε ορισμένες λύσεις, τα τιμολόγια αποθηκεύονται και διαχειρίζονται κεντρικά από εταιρείες που παρέχουν την υπηρεσία τιμολόγησης, οι οποίες ενεργούν ως Έμπιστες Τρίτες Οντότητες (ΕΤΟ). Μερικές παρέχουν υπηρεσίες μετασχηματισμού από μια μορφή τιμολογίου σε μια άλλη.
- Τα ηλεκτρονικά τιμολόγια δημιουργούνται είτε από ένα συστατικό μιας οικονομικής εφαρμογής που λειτουργεί ο εκδότης του τιμολογίου, είτε από κάποιο πρόσθετο πρόγραμμα του ήδη υπάρχοντος οικονομικού πακέτου ή από κάποια αυτόνομη λειτουργία ηλεκτρονικής τιμολόγησης που βασίζεται στο web.
- Η ανταλλαγή ηλεκτρονικών τιμολογίων γίνεται είτε από ασφαλείς μισθωμένες γραμμές ή μέσω του Διαδικτύου χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες MAC (Message Authentication Code) και SSL (Secure Sockets Layer) για τη διασφάλιση της ακεραιότητας, της εμπιστευτικότητας και της αυθεντικοποίησης κατά την ανταλλαγή των τιμολογίων.
- Ορισμένες λύσεις επιτυγχάνουν τη μη αποποίηση της ευθύνης χρησιμοποιώντας μια Υποδομή Δημόσιας Κλειδίας (ΥΔΚ) και XML ψηφιακές υπογραφές. Επιπλέον, μερικές λύσεις δίνουν τη δυνατότητα προσπέλασης κεντρικά αποθηκευμένων ιδιωτικών κλειδιών και πιστοποιητικών προκειμένου να υπογράφονται ψηφιακά τα ηλεκτρονικά τιμολόγια από οποιοδήποτε σημείο προσπέλασης.
- Κάποιες λύσεις περιλαμβάνουν την αποστολή ειδοποιήσεων με e-mail μεταξύ των μερών που ανταλλάσσουν ηλεκτρονικά τιμολόγια προκειμένου να ξεκινήσουν τη χειροκίνητη ανάκτηση των τιμολογίων. Επομένως, με τον τρόπο αυτό μειώνεται η πολυπλοκότητα της υποδομής της ασφάλειας που απαιτείται από άλλες προσεγγίσεις, παρέχοντας πρόσβαση σε έναν ασφαλή εξυπηρετητή όπου δημιουργείται το τιμολόγιο.
- Ένα μεγάλο ποσοστό των λύσεων που υπάρχουν συμμορφώνεται με το πρότυπο EDI (Electronic Exchange Data) για τη δομημένη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των επιχειρήσεων με ηλεκτρονικά μέσα.
- Μια υπάρχουσα υπηρεσία ηλεκτρονικής τιμολόγησης βασίζεται στο πρότυπο ETSI TS 101 903, γνωστό ως XAdES, με σκοπό τη μακρόχρονη διατήρηση των ψηφιακά υπογεγραμμένων εγγράφων.
- Υπάρχουν ορισμένες λύσεις τιμολόγησης που δε μεταφέρουν κάποιο είδος ηλεκτρονικών δεδομένων. Απλώς χειρίζονται τα δεδομένα που περιέχονται μέσα σε ένα τιμολόγιο μετά τη σάρωση του έντυπου τιμολογίου.

Γενικότερα, τα συστήματα ηλεκτρονικής τιμολόγησης πρέπει να συμμορφώνονται με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, να βασίζονται σε ανοικτά πρότυπα ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό τη διαλειτουργικότητα, να χρησιμοποιούν τεχνολογίες ανοικτού κώδικα και να ικανοποιούν τις βασικές απαιτήσεις ασφάλειας και αποθήκευσης

3.1.4 ΠΡΟΤΥΠΟ XCBL

Το πρότυπο xCBL (XML Common Business Library) είναι ένα σύνολο από XML τμήματα (έγγραφα DTD και XML σχήματα) που επιτρέπει τη δημιουργία ισχυρών και επαναχρησιμοποιήσιμων XML εγγράφων για τη διευκόλυνση του παγκόσμιου εμπορίου. Ουσιαστικά, αποτελεί μια γλώσσα την οποία κατανοούν όλοι οι συμμετέχοντες στο ηλεκτρονικό εμπόριο. Αυτή η διαλειτουργικότητα επιτρέπει στις επιχειρήσεις να ανταλλάσσουν με ευκολία έγγραφα για το ηλεκτρονικό εμπόριο, δίνοντας καθολική πρόσβαση στους αγοραστές, τους προμηθευτές και τους παρόχους των επιχειρησιακών υπηρεσιών. [76, 77]

Το πρότυπο xCBL αρχικά λεγόταν CBL (Common Business Library). Η προτυποποίηση του xCBL ξεκίνησε το 1997. Αυτή οδήγησε στη δημιουργία του xCBL 2.0 το οποίο κάλυπτε 12 διαφορετικές προδιαγραφές επιχειρησιακών εγγράφων, κυρίως όσον αφορά την επικοινωνία ηλεκτρονικών εγγράφων σε υπηρεσίες B2B (Business-To-Business) μέσω του Διαδικτύου. Η έκδοση xCBL 2.0 βασίζονταν κυρίως στο πρότυπο EDI και εισήγαγε το σχήμα SOX (Schema for Object-Oriented XML) για την επικύρωση των εγγράφων XML. [76]

Η έκδοση που ακολούθησε ήταν η xCBL 3.0, που περιείχε διάφορες επιχειρησιακές προδιαγραφές και κατηγορίες. Εισήγαγε, επίσης, τη χρήση διαφόρων προτύπων XML Schema. Στη συνέχεια, η έκδοση xCBL 3.5 περιείχε εννιά νέα επιχειρησιακά έγγραφα. Ο Οργανισμός OASIS χρησιμοποίησε αυτή την έκδοση ως σημείο εκκίνησης για τον προσδιορισμό επιχειρησιακών εγγράφων στη γλώσσα UBL (Universal Business Language). Η τελευταία έκδοση είναι η xCBL 4.0, η οποία αποτελείται από 44 επιχειρησιακά έγγραφα σε οχτώ κατηγορίες. [76]

Ως πρότυπο για XML έγγραφα, το xCBL χρησιμοποιείται κυρίως σε εργαλεία προμηθειών μεταξύ των επιχειρήσεων για τους αγοραστές, σε εργαλεία διαχείρισης παραγγελιών και τιμολογίων για τους προμηθευτές και σε εργαλεία δρομολόγησης εγγράφων για δημόσιες και ιδιωτικές αγορές. Όσον αφορά την ηλεκτρονική τιμολόγηση, η έκδοση xCBL 4.0 περιλαμβάνει ένα ειδικό έγγραφο (XML Schema) που χρησιμοποιείται για τη διαδικασία τιμολόγησης προϊόντων σε αγορές που γίνονται στο Διαδίκτυο. [77]

Σύμφωνα με αυτό το έγγραφο, στο ηλεκτρονικό τιμολόγιο περιγράφονται τα στοιχεία τόσο του πωλητή (seller) όσο και του αγοραστή (buyer), όπως είναι το όνομα, η διεύθυνση, η πόλη κλπ. Επίσης, περιγράφονται με λεπτομέρεια τα στοιχεία της παραγγελίας του αγοραστή, όπως το αναγνωριστικό του προϊόντος, η περιγραφή του και η ποσότητα των τεμαχίων των προϊόντων, η τιμή του προϊόντος και η συνολική τιμή της παραγγελίας. Όλα αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνονται στο ηλεκτρονικό τιμολόγιο, το οποίο έχει συγκεκριμένο αναγνωριστικό, ημερομηνία έκδοσης, τύπο, νόμισμα, γλώσσα, ημερομηνία πληρωμής και ημερομηνία παραλαβής. Το συγκεκριμένο πρότυπο χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια.

3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ

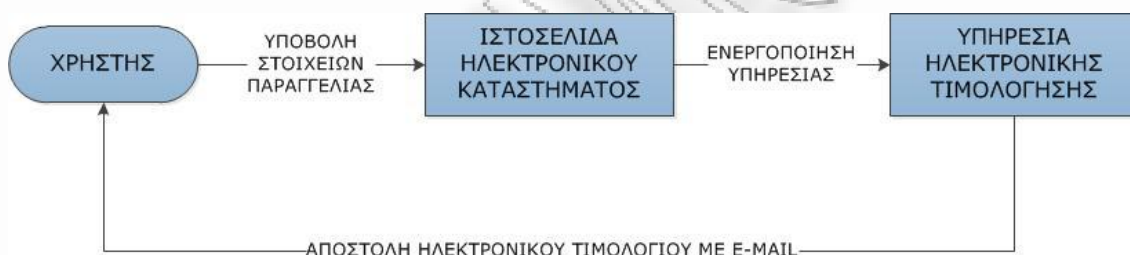
Μια υπηρεσία ηλεκτρονικής τιμολόγησης πρέπει να είναι σύμφωνη με το ευρωπαϊκό νομικό πλαίσιο σχετικά με την ηλεκτρονική τιμολόγηση. Επίσης, πρέπει να βασίζεται σε ευρέως αποδεκτά πρότυπα και τεχνολογίες ώστε να ενισχύει τη διαλειτουργικότητα και να ικανοποιεί τις απαιτήσεις ασφάλειας που προκύπτουν. Σε αυτά τα πλαίσια, αναπτύχθηκε η υπηρεσία αυτόματης ηλεκτρονικής τιμολόγησης, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιαδήποτε επιχείρηση, με σκοπό την άμεση δημιουργία και αποστολή των ηλεκτρονικών τιμολογίων στους πελάτες της, αλλά και τον έλεγχο της εξέλιξης της παραγγελίας. Η συγκεκριμένη υπηρεσία βασίζεται σε σύγχρονες τεχνολογίες και πρότυπα που υποστηρίζουν την υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική και έχει στόχο την ανάδειξη των πλεονεκτημάτων της αρχιτεκτονικής SOA ως προς τις επιχειρήσεις που τη χρησιμοποιούν.

3.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι η σχεδίαση και η υλοποίηση ενός συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης, που ενεργοποιείται μετά από παραγγελίες που γίνονται σε ηλεκτρονικά καταστήματα. Το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης βασίζεται στην αρχιτεκτονική SOA και χρησιμοποιεί διάφορες τεχνολογίες και πρότυπα που υποστηρίζουν τη συγκεκριμένη αρχιτεκτονική. Η παρούσα υπηρεσία, η οποία μπορεί να ενσωματωθεί πολύ εύκολα και γρήγορα σε οποιοδήποτε ηλεκτρονικό κατάστημα, είναι πολύ απλή στη λειτουργία της και πολύ χρήσιμη τόσο για τις επιχειρήσεις όσο και για τους πελάτες τους. Η υπηρεσία ηλεκτρονικής τιμολόγησης ενεργοποιείται αυτόματα μετά από την υποβολή όλων των απαραίτητων στοιχείων της παραγγελίας από το χρήστη του ηλεκτρονικού καταστήματος. Στη συνέχεια, γίνεται μια σειρά από ελέγχους που είναι απαραίτητοι για την επιτυχή ολοκλήρωση της αγοράς. Τέλος, μετά από την ολοκλήρωση όλων των ελέγχων στέλνεται στην ηλεκτρονική διεύθυνση του χρήστη το ηλεκτρονικό τιμολόγιο.

Οι έλεγχοι που γίνονται κατά την εξέλιξη της υπηρεσίας είναι οι ακόλουθοι:

- Έλεγχος ύπαρξης του χρήστη στη βάση δεδομένων του συστήματος.
- Έλεγχος για την καταγραφή των στοιχείων της παραγγελίας στη βάση δεδομένων.
- Έλεγχος του αποθέματος των προϊόντων της παραγγελίας.
- Έλεγχος για την ημερομηνία παράδοσης της παραγγελίας από τη μεταφορική υπηρεσία.
- Έλεγχος πραγματοποίησης της πληρωμής της παραγγελίας από το χρήστη.



Εικόνα 3.1: Γενική λειτουργία της υπηρεσίας ηλεκτρονικής τιμολόγησης.

Το σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της υπηρεσίας είναι ότι ο διαχειριστής του συστήματος μπορεί να ελέγχει ανά πάσα στιγμή σε ποιο στάδιο εξέλιξης βρίσκεται η παραγγελία. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να βλέπει τις παραγγελίες που έχουν ολοκληρωθεί με επιτυχία, αλλά και τις παραγγελίες οι οποίες έχουν διακοπεί για κάποιο συγκεκριμένο λόγο, όπως για παράδειγμα να μην έχει πραγματοποιηθεί η πληρωμή της παραγγελίας. Σε περίπτωση διακοπής της παραγγελίας, τότε ενημερώνεται αντίστοιχα ο χρήστης για το πρόβλημα που έχει προκύψει και λαμβάνονται οι κατάλληλες ενέργειες.

3.2.2 ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το συγκεκριμένο σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αναδεικνύει τα δυνατά σημεία της αρχιτεκτονικής SOA προς όφελος των επιχειρήσεων και των πελατών τους. Από την πλευρά του πελάτη ή της επιχείρησης που πραγματοποιεί μια ηλεκτρονική παραγγελία, το κύριο πλεονέκτημα που προκύπτει από τη χρήση αυτού του συστήματος είναι η μείωση του χρόνου έκδοσης του τιμολογίου και η αποφυγή πιθανών πρόσθετων εξόδων (χαρτί, μελάνια κλπ). Επίσης, ο πελάτης / επιχείρηση έχει τη δυνατότητα να διατηρεί και να αρχειοθετεί τα ηλεκτρονικά τιμολόγια σε ηλεκτρονικά αποθηκευτικά μέσα και όχι σε μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους. Άλλο ένα σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της υπηρεσίας είναι ότι ο πελάτης μπορεί ανά πάσα στιγμή να μαθαίνει σε ποιο στάδιο εξέλιξης βρίσκεται η παραγγελία του.

Από την πλευρά των επιχειρήσεων που υιοθετούν την υπηρεσία ηλεκτρονικής τιμολόγησης, τα οφέλη είναι περισσότερα. Αρχικά, το συγκεκριμένο σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί πολύ εύκολα σε κάθε επιχείρηση. Με την απλούστευση και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, εξοικονομείται πολύς χρόνος ο οποίος είναι πολύτιμος για την επιχείρηση. Άλλο ένα σημαντικό πλεονέκτημα που προσφέρει η συγκεκριμένη υπηρεσία είναι η σαφώς καλύτερη επικοινωνία μεταξύ των επιμέρους συστημάτων της επιχείρησης και ο ποιοτικότερος και ταχύτερος έλεγχος των διαδικασιών. Επίσης, ο διαχειριστής του συστήματος έχει τη δυνατότητα να ελέγχει συνεχώς τη διαδικασία εξέλιξης όλων των παραγγελιών και να επεμβαίνει όπου θεωρείται απαραίτητο. Τέλος, από τη στιγμή που η υπηρεσία ηλεκτρονικής τιμολόγησης βασίζεται σε πρότυπα και τεχνολογίες που υποστηρίζουν την αρχιτεκτονική SOA αυτό σημαίνει ότι έχει όλα τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής, όπως είναι η διαλειτουργικότητα, η επαναχρησιμοποίηση των υπηρεσιών, η επεκτασιμότητα, η ευελιξία και πολλά άλλα.

Συγκεντρωτικά, οι κύριοι στόχοι του συστήματος αυτόματης ηλεκτρονικής τιμολόγησης είναι οι ακόλουθοι:

- Απλή και αυτόματη έκδοση τιμολογίων.
- Μείωση του χρόνου έκδοσης τιμολογίων.
- Μείωση του κόστους έκδοσης τιμολογίων.
- Ηλεκτρονική αποστολή των τιμολογίων μέσω e-mail.
- Διατήρηση ηλεκτρονικών τιμολογίων σε ηλεκτρονικά αποθηκευτικά μέσα.
- Καλύτερη οργάνωση και αρχειοθέτηση των τιμολογίων.
- Συμμόρφωση με ευρέως αποδεκτά πρότυπα ηλεκτρονικής τιμολόγησης (πρότυπο xCBL).
- Καλύτερος και γρηγορότερος έλεγχος του αποθέματος των προϊόντων.
- Καλύτερος και γρηγορότερος έλεγχος διανομής των παραγγελιών.
- Ταχύτερος έλεγχος πληρωμής των παραγγελιών.
- Ποιοτικότερος έλεγχος και παρακολούθηση της εξέλιξης της παραγγελίας από το διαχειριστή του συστήματος.
- Δυνατότητα ανθρώπινης παρέμβασης στη διαδικασία ηλεκτρονικής τιμολόγησης σε περίπτωση που έχει διακοπεί λόγω κάποιου λάθους.
- Χρησιμοποίηση ανοικτών και ευρέως αποδεκτών προτύπων που υποστηρίζουν την αρχιτεκτονική SOA.
- Δυνατότητα ικανοποίησης των απαιτήσεων ασφάλειας ηλεκτρονικής τιμολόγησης.
- Απλή και γρήγορη εφαρμογή της υπηρεσίας σε κάθε επιχείρηση.

3.2.3 ΡΟΛΟΙ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στο σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης υπάρχουν ορισμένοι διακριτοί ρόλοι. Αρχικά, υπάρχει ο χρήστης της υπηρεσίας, ο οποίος μπορεί να είναι είτε απλός πελάτης ή μια επιχείρηση. Ο χρήστης της υπηρεσίας έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει μια παραγγελία μόνο μετά από εγγραφή του στο σύστημα. Σε περίπτωση που ο χρήστης δεν είναι εγγεγραμμένος στη βάση δεδομένων του ηλεκτρονικού καταστήματος, τότε δεν μπορεί να κάνει καμία αγορά. Αφού εισέλθει στο σύστημα, ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει μια παραγγελία, συμπληρώνοντας όλα τα απαραίτητα πεδία για την ολοκλήρωση της αγοράς και υποβάλλοντας τη φόρμα παραγγελίας του. Με την υποβολή της φόρμας παραγγελίας, ενεργοποιείται αυτόματα η υπηρεσία ηλεκτρονικής τιμολόγησης, η οποία αναλαμβάνει όλους τους απαραίτητους ελέγχους για τη δημιουργία του ηλεκτρονικού τιμολογίου και στη συνέχεια στέλνει μέσω e-mail το τιμολόγιο στο χρήστη. Επίσης, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μαθαίνει ανά πάσα στιγμή το στάδιο εξέλιξης της παραγγελίας του.

Ένας άλλος ρόλος του συστήματος είναι ο υπεύθυνος πωλήσεων της επιχείρησης. Ουσιαστικά, ο υπεύθυνος πωλήσεων είναι εκείνος που θα δώσει την τελική έγκριση ή απόρριψη της παραγγελίας του χρήστη. Μόλις ολοκληρωθούν όλοι οι αυτόματοι έλεγχοι και οι διαδικασίες στην υπηρεσία ηλεκτρονικής τιμολόγησης, τότε εισάγεται ο ανθρώπινος παράγοντας. Ο υπεύθυνος πωλήσεων διαθέτει μια πλατφόρμα,

στην οποία εισέρχεται με συγκεκριμένο όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης. Σε αυτή την πλατφόρμα, έχει τη δυνατότητα να βλέπει τις πληροφορίες για όλες τις παραγγελίες. Η αρμοδιότητά του είναι να αποδέχεται ή να απορρίπτει τις παραγγελίες. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που μια παραγγελία δεν έχει πληρωθεί για αρκετό καιρό ενδέχεται να απορριφθεί. Μετά από την αποδοχή ή την απόρριψη της παραγγελίας από τον υπεύθυνο πωλήσεων στέλνεται e-mail στο χρήστη με το ηλεκτρονικό τιμολόγιο ή με τους λόγους απόρριψης της παραγγελίας, αντίστοιχα.

Τέλος, υπάρχει ο διαχειριστής του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την ομαλή λειτουργία του συστήματος και, επιπλέον, έχει τη δυνατότητα να ελέγχει όλες τις παραγγελίες που βρίσκονται στη βάση δεδομένων του ηλεκτρονικού καταστήματος. Ο διαχειριστής του συστήματος είναι ο αρμόδιος για τη συνεχή παρακολούθηση της εξέλιξης των παραγγελιών και μπορεί να παρεμβαίνει όποτε θεωρείται αναγκαίο. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που δεν υπάρχει απόθεμα για ένα συγκεκριμένο προϊόν, τότε η διαδικασία της παραγγελίας θα διακοπεί και ο διαχειριστής του συστήματος θα πρέπει να ειδοποιήσει αντίστοιχα τον αρμόδιο για την άμεση ενημέρωση του αποθέματος. Η συνολική διαχείριση του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης γίνεται σε μια ισχυρή πλατφόρμα που δίνει πολλές επιλογές διαχείρισης και παρακολούθησης των παραγγελιών.

3.2.4 ΡΟΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

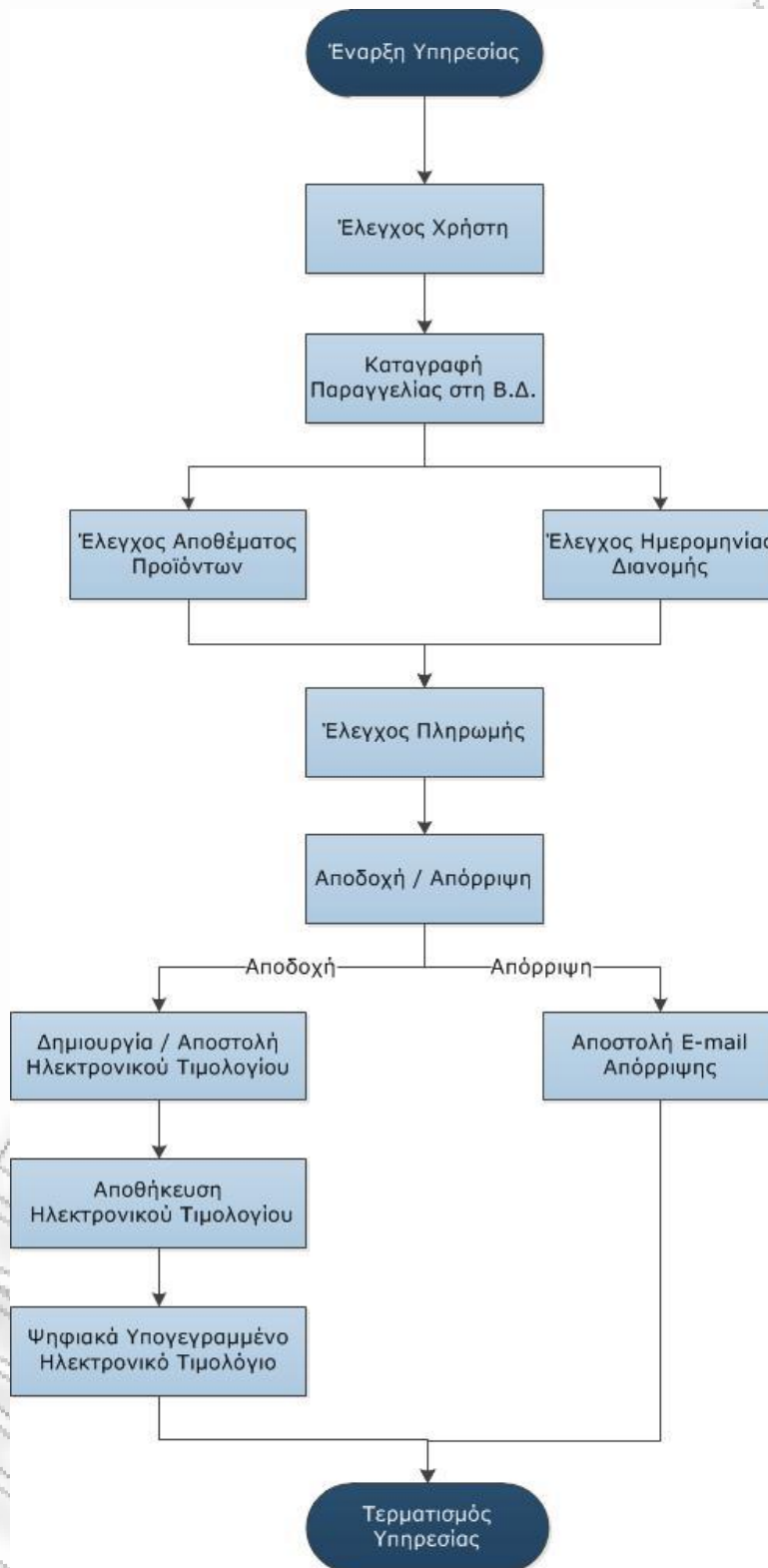
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η υπηρεσία ηλεκτρονικής τιμολόγησης ενεργοποιείται μετά από την υποβολή της φόρμας της παραγγελίας του χρήστη. Μετά την ενεργοποίηση της υπηρεσίας, ξεκινά μια διαδικασία με μια σειρά από ελέγχους. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά ελέγχεται η ταυτότητα του χρήστη της υπηρεσίας. Αν ο χρήστης είναι εγγεγραμμένο μέλος του ηλεκτρονικού καταστήματος τότε η διαδικασία συνεχίζεται. Στη συνέχεια, καταγράφονται όλα τα στοιχεία της παραγγελίας στη βάση δεδομένων με τις παραγγελίες του ηλεκτρονικού καταστήματος.

Μετά την καταγραφή της παραγγελίας στη βάση δεδομένων, γίνονται δύο ταυτόχρονοι έλεγχοι (παράλληλη διαδικασία) για τη διαθεσιμότητα των προϊόντων της παραγγελίας, αλλά και για την εκτιμώμενη ημερομηνία παράδοσης της παραγγελίας από τη μεταφορική υπηρεσία. Αν δε σημειωθεί κάποιο πρόβλημα με αυτούς τους ελέγχους (για παράδειγμα, να μην υπάρχει απόθεμα σε ένα συγκεκριμένο προϊόν της παραγγελίας) τότε η διαδικασία περνά στο επόμενο στάδιο. Σε αυτό το στάδιο ελέγχεται η πληρωμή της παραγγελίας, δηλαδή ελέγχεται αν έχει μπει το ποσό της αγοράς στον τραπεζικό λογαριασμό, αλληλεπιδρώντας με την αντίστοιχη βάση δεδομένων με τις πληρωμές.

Στη συνέχεια, στέλνεται η παραγγελία μαζί με όλες τις πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί κατά τη διάρκεια των ελέγχων στον υπεύθυνο πωλήσεων του ηλεκτρονικού καταστήματος. Ο υπεύθυνος πωλήσεων, αφού ελέγξει όλα τα στοιχεία της παραγγελίας, έχει τη δυνατότητα να εγκρίνει ή να απορρίψει την παραγγελία. Σε περίπτωση απόρριψης, στέλνεται αντίστοιχο e-mail στο χρήστη και η διαδικασία ολοκληρώνεται χωρίς τη δημιουργία και αποστολή ηλεκτρονικού τιμολογίου. Αντίθετα, σε περίπτωση αποδοχής, δημιουργείται αυτόματα το ηλεκτρονικό τιμολόγιο το οποίο στέλνεται με e-mail στο χρήστη.

Μετά την επιτυχή αποστολή του ηλεκτρονικού τιμολογίου ακολουθεί το στάδιο αποθήκευσης των στοιχείων του τιμολογίου σε μορφή XML, ώστε να διατηρείται και να αρχειοθετείται το σύνολο των ηλεκτρονικών τιμολογίων. Στο επόμενο στάδιο, τα αρχεία XML που περιλαμβάνουν τα ηλεκτρονικά τιμολόγια υπογράφονται ψηφιακά, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία των XML ψηφιακών υπογραφών, για μεγαλύτερη ασφάλεια όσον αφορά την απαίτηση της αυθεντικοποίησης. Μετά την ολοκλήρωση αυτού του βήματος, η διαδικασία ηλεκτρονικής τιμολόγησης ολοκληρώνεται επιτυχώς.

Παράλληλα με την έναρξη μιας διαδικασίας ηλεκτρονικής τιμολόγησης, μπορούν να εκτελούνται και να ελέγχονται από το διαχειριστή του συστήματος και άλλες διαδικασίες χωρίς αριθμητικό περιορισμό. Η συνολική ροή της διαδικασίας ηλεκτρονικής τιμολόγησης φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:



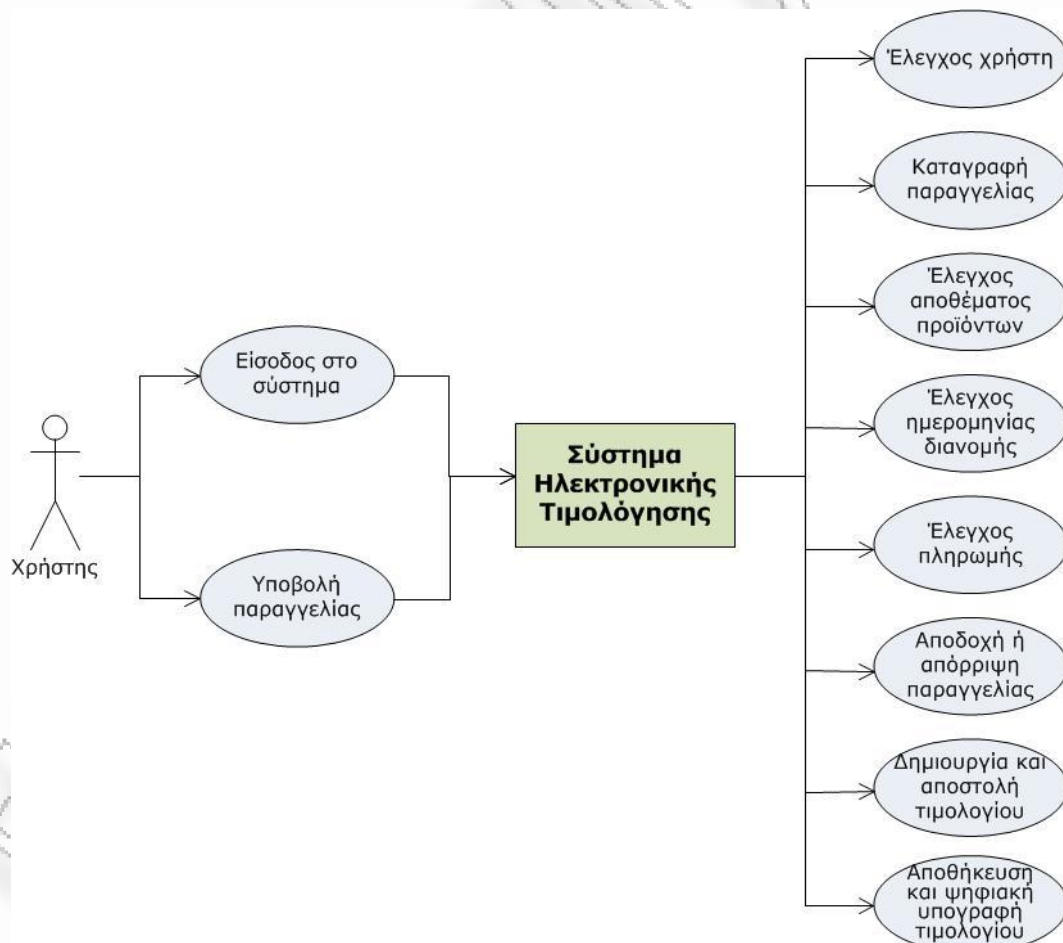
Εικόνα 3.2: Ροή της διαδικασίας ηλεκτρονικής τιμολόγησης.

3.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης βασίζεται σε ευρέως αποδεκτά πρότυπα και ανοιχτές τεχνολογίες που υποστηρίζουν την εφαρμογή της αρχιτεκτονικής SOA. Ο σχεδιασμός του συστήματος βασίζεται εξ ολοκλήρου στην υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική, χρησιμοποιώντας κοινά πρότυπα σε κάθε επίπεδο αυτής της αρχιτεκτονικής. Επιπλέον, η δομή του ηλεκτρονικού τιμολογίου βασίζεται σε ένα πρότυπο το οποίο είναι κοινά αποδεκτό και χρησιμοποιείται ευρέως στις αγορές και είναι το πρότυπο xCBL. Με τη βοήθεια των διαγραμμάτων UML και των υπόλοιπων σχημάτων που ακολουθούν, γίνεται πιο κατανοητή η λειτουργία του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης και οι αρμοδιότητες των εμπλεκόμενων ρόλων.

3.3.1 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης προσφέρει μια πολύ χρήσιμη και απλή υπηρεσία για την έκδοση ηλεκτρονικών τιμολογίων. Ουσιαστικά, ο χρήστης εισέρχεται σε μια εφαρμογή ηλεκτρονικού καταστήματος και υποβάλλει μια παραγγελία. Στη συνέχεια, ενεργοποιείται το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης, το οποίο μετά από μια σειρά απαραίτητων ελέγχων, δημιουργεί αυτόματα το ηλεκτρονικό τιμολόγιο της παραγγελίας και το στέλνει με e-mail στο χρήστη. Επιπλέον, το ηλεκτρονικό τιμολόγιο αποθηκεύεται ηλεκτρονικά και υπογράφεται ψηφιακά για ενίσχυση της ασφάλειας. Μια ειδικότερη αντίληψη του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:

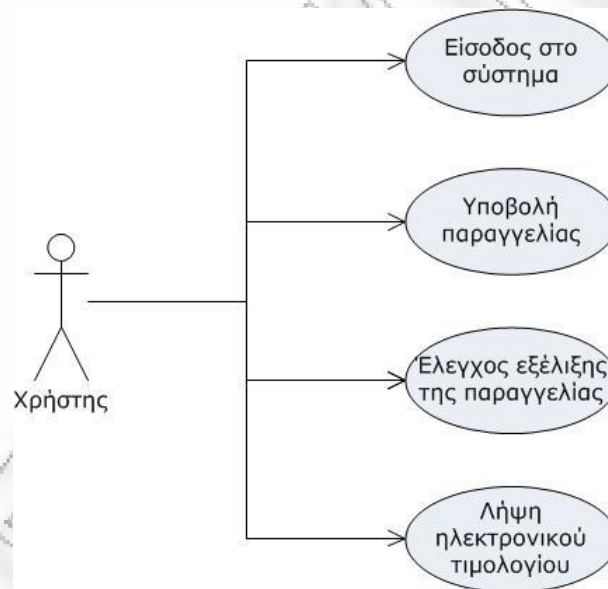


Εικόνα 3.3: Συνολική αντίληψη του συστήματος.

3.3.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΧΡΗΣΗΣ

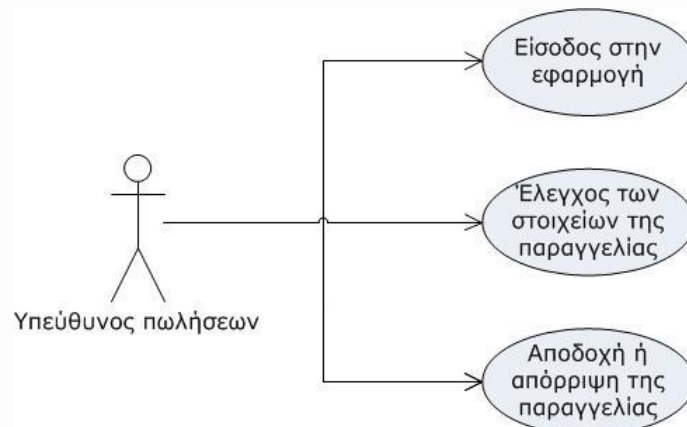
Η γλώσσα UML (Unified Modeling Language) είναι μια γραφική γλώσσα γενικού σκοπού, η οποία χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό, την οπτικοποίηση, την ανάπτυξη και την τεκμηρίωση των κατασκευασμάτων ενός συστήματος λογισμικού. Η UML παρέχει πολλών ειδών διαγράμματα, μεταξύ των οποίων το βασικότερο είναι το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης (use case diagram). Το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης στη UML χρησιμοποιείται για την μοντελοποίηση της λειτουργικότητας ενός συστήματος, όπως αυτή γίνεται αντιληπτή από τον εξωτερικό χρήστη.

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, στο σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης υπάρχουν τρεις κύριοι ρόλοι: ο χρήστης της υπηρεσίας, ο υπεύθυνος πωλήσεων της επιχείρησης και ο διαχειριστής του συστήματος. Ο χρήστης της υπηρεσίας έχει τη δυνατότητα να εισέλθει στην εφαρμογή του ηλεκτρονικού καταστήματος με το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης που διαθέτει και να πραγματοποιήσει μια παραγγελία. Κατά τη διάρκεια εξέλιξης της παραγγελίας του, ο χρήστης μπορεί να ενημερώνεται για το στάδιο στο οποίο βρίσκεται η παραγγελία. Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση όλων των βημάτων της διαδικασίας, ο χρήστης λαμβάνει με e-mail το ηλεκτρονικό τιμολόγιο που αντιστοιχεί στην παραγγελία του. Στην ακόλουθη εικόνα φαίνεται το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης για το χρήστη της υπηρεσίας ηλεκτρονικής τιμολόγησης.



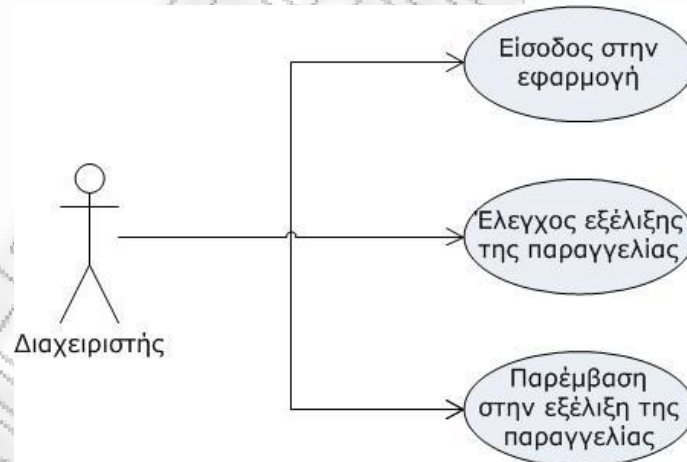
Εικόνα 3.4: Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης για το χρήστη της υπηρεσίας.

Ο επόμενος ρόλος του συστήματος είναι ο υπεύθυνος πωλήσεων της επιχείρησης. Ο υπεύθυνος πωλήσεων διαθέτει μια ειδική εφαρμογή στην οποία μπορεί να εισέλθει με συγκεκριμένο όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης. Αφού εισέλθει στην εφαρμογή, έχει τη δυνατότητα να ελέγχει τα στοιχεία όλων των παραγγελιών που πραγματοποιούνται στο ηλεκτρονικό κατάστημα. Στη συνέχεια, πρέπει να εγκρίνει ή να απορρίψει τις παραγγελίες, ανάλογα με τις πληροφορίες και τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί, ώστε να προχωρήσει η διαδικασία των παραγγελιών στο επόμενο βήμα. Το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης για τον υπεύθυνο πωλήσεων της επιχείρησης φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 3.5: Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης για τον υπεύθυνο πωλήσεων.

Ο τρίτος και τελευταίος ρόλος του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης είναι ο διαχειριστής του συστήματος, ο οποίος έχει την ευθύνη για τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Ο διαχειριστής διαθέτει μια εφαρμογή στην οποία εισέρχεται με συγκεκριμένο όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης. Μετά την είσοδό του στην εφαρμογή, ο διαχειριστής μπορεί να ελέγχει την εξέλιξη και την κατάσταση των παραγγελιών που έχουν πραγματοποιηθεί στο ηλεκτρονικό κατάστημα. Επιπλέον, έχει τη δυνατότητα να παρεμβαίνει στην εξέλιξη της παραγγελίας σε περίπτωση που παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα, με σκοπό τη γρηγορότερη επίλυση του προβλήματος. Στην εικόνα που ακολουθεί, φαίνεται το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης για το διαχειριστή του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης.

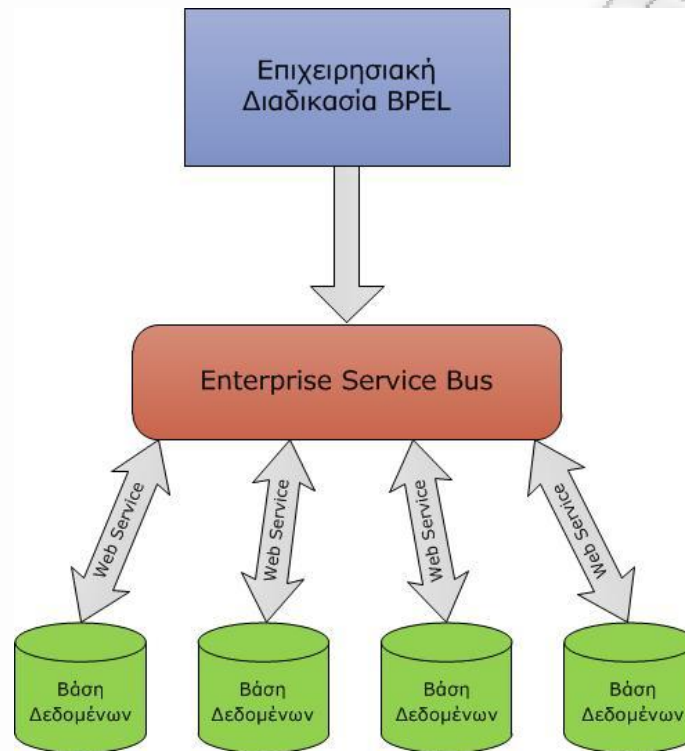


Εικόνα 3.6: Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης για το διαχειριστή του συστήματος.

3.3.3 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης βασίζεται εξ ολοκλήρου στην αρχιτεκτονική SOA και, επομένως, στα πρότυπα και τις τεχνολογίες που υποστηρίζουν τη συγκεκριμένη αρχιτεκτονική. Η αρχιτεκτονική του συστήματος είναι πολύ απλή (Εικόνα 3.7). Αρχικά, οι διάφορες πληροφορίες σχετικά με το ηλεκτρονικό κατάστημα, όπως είναι για τους πελάτες, τα προϊόντα, τη μεταφορική, τις παραγγελίες και τις πληρωμές αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων. Στη συνέχεια, η αλληλεπίδραση με τις βάσεις δεδομένων με σκοπό την εισαγωγή και εξαγωγή πληροφοριών γίνεται με την τεχνολογία των υπηρεσιών

ιστού (web services). Οι τεχνολογίες ιστού δημοσιεύονται σε ένα σύστημα ESB (Enterprise Service Bus) με τη μορφή WSDL (Web Services Definition Language), με σκοπό την καλύτερη οργάνωση και την ευκολότερη διαχείριση. Επομένως, στο ESB βρίσκονται όλες οι υπηρεσίες του ηλεκτρονικού καταστήματος σχετικά με τους διάφορους ελέγχους που είναι απαραίτητοι για την υλοποίηση της υπηρεσίας ηλεκτρονικής τιμολόγησης.



Εικόνα 3.7: Αρχιτεκτονική του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης.

Ουσιαστικά, η υπηρεσία ηλεκτρονικής τιμολόγησης είναι μια διαδικασία η οποία έχει σχεδιαστεί με τη γλώσσα εκτέλεσης επιχειρησιακών διαδικασιών BPEL (Business Process Execution Language). Αυτό σημαίνει ότι η διαδικασία ηλεκτρονικής τιμολόγησης έχει διακριτά βήματα με τη μορφή μιας ροής εργασίας (workflow). Στη διαδικασία BPEL πραγματοποιούνται όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι για την επιτυχή δημιουργία και αποστολή του ηλεκτρονικού τιμολογίου στο χρήστη. Επομένως, η διαδικασία BPEL συνδέεται άμεσα με το ESB με σκοπό την επικοινωνία με τις υπηρεσίες ιστού.

Χρησιμοποιώντας αυτή την αρθρωτή αρχιτεκτονική πολλών επιπέδων επιτρέπονται μελλοντικές επεκτάσεις και αντικαταστάσεις, ενσωματώσεις, αναβαθμίσεις ή αλλαγές διακριτών τμημάτων του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης. Επιπλέον, η χρήση ευρέως αποδεκτών προτύπων και τεχνολογιών που υποστηρίζουν την αρχιτεκτονική SOA, έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της διαλειτουργικότητας, την επαναχρησιμοποίηση των υπηρεσιών, τη μεγαλύτερη ευελιξία και την καλύτερη οργάνωση του συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Σ' αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην ανάπτυξη και την υλοποίηση του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται τα εργαλεία και οι πλατφόρμες για την ανάπτυξη του συστήματος, γίνεται περιγραφή της βάσης δεδομένων που δημιουργήθηκε, των υπηρεσιών ιστού που αναπτύχθηκαν και της επιχειρησιακής διαδικασίας που σχεδιάστηκε με το πρότυπο BPEL. Στη συνέχεια, γίνεται παρουσίαση του συστήματος όπως αυτό προκύπτει μετά από την εκτέλεση της επιχειρησιακής διαδικασίας.

4.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης έχει σκοπό τη δημιουργία μιας αυτόματης διαδικασίας έκδοσης και αποστολής ηλεκτρονικών τιμολογίων στους πελάτες μιας επιχείρησης. Η διαδικασία αυτή έχει αναπτυχθεί με βάση την αρχιτεκτονική SOA, προσφέροντας με τον τρόπο αυτό όλα τα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής στις επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης. Επομένως, το συγκεκριμένο σύστημα έχει αναπτυχθεί με προγραμματιστικά εργαλεία και πρότυπα που υποστηρίζουν την αρχιτεκτονική SOA. Στα εργαλεία αυτά, τα οποία αναφέρονται στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν οι διαδικασίες ανάπτυξης του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης, μεταξύ αυτών ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων, η ανάπτυξη των υπηρεσιών ιστού και της επιχειρησιακής διαδικασίας.

4.1.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Για το σχεδιασμό και την υλοποίηση της αρχιτεκτονικής SOA έχει αναπτυχθεί ένα επαρκές σύνολο από προγραμματιστικά εργαλεία. Πολλοί ισχυροί κατασκευαστές, όπως η Oracle, η Microsoft και η IBM έχουν αναπτύξει τα δικά τους εργαλεία για την ανάπτυξη υπηρεσιών ιστού, επιχειρησιακών διαδικασιών, ESB εξυπηρετητών και, γενικότερα, όλων των προτύπων που υποστηρίζει η υπηρεσιοστραφής αρχιτεκτονική. Το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης έχει αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας διάφορα προγραμματιστικά εργαλεία για κάθε υλοποίηση της αρχιτεκτονικής SOA, αποδεικνύοντας με τον τρόπο αυτό την ανεξαρτησία από πλατφόρμες και γλώσσες προγραμματισμού που αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της αρχιτεκτονικής SOA.

Πιο συγκεκριμένα, για την ανάπτυξη των υπηρεσιών ιστού που αποτελούν τη βάση του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης, χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον Eclipse. Το περιβάλλον Eclipse αποτελεί ένα ισχυρό προγραμματιστικό εργαλείο για την ανάπτυξη εφαρμογών, υποστηρίζοντας όλες τις τεχνολογίες και τα πρότυπα της αρχιτεκτονικής SOA. Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε είναι η Eclipse Helios. Για την υλοποίηση των υπηρεσιών ιστού χρησιμοποιήθηκε ο Apache CXF, ο οποίος είναι ανοικτού κώδικα και βοηθά στην ανάπτυξη υπηρεσιών με το API JAX-WS (Java API for XML Web Services). Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε είναι η Apache CXF 2.3.2. Επιπλέον, στο περιβάλλον Eclipse εγκαταστάθηκε ο εξυπηρετητής Mule, ο οποίος είναι ένας εξυπηρετητής ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιείται ευρέως καθώς υποστηρίζει την τεχνολογία ESB. Ο εξυπηρετητής Mule αλληλοποιεί την ενοποίηση των εφαρμογών και των τεχνολογιών μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε είναι η Mule 3.1.0.

Για την ανάπτυξη της επιχειρησιακής διαδικασίας BPEL χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο JDeveloper της Oracle, το οποίο αποτελεί ένα πολύ ισχυρό περιβάλλον για την ανάπτυξη εφαρμογών και, πιο συγκεκριμένα, επιχειρησιακών διαδικασιών με βάση το πρότυπο BPEL. Το συγκεκριμένο εργαλείο επιτρέπει την εύκολη και γρήγορη δημιουργία επιχειρησιακών διαδικασιών με τεχνικές drag and drop. Επιπλέον, η εκτέλεση των επιχειρησιακών διαδικασιών πραγματοποιείται στον Oracle BPEL Process Manager, που διαθέτει μια ισχυρή πλατφόρμα για την παρακολούθηση των BPEL διαδικασιών που εκτελούνται σε αυτόν. Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε για το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης είναι η Oracle JDeveloper 10.1.3.

Τέλος, για την αποστολή και λήψη των ηλεκτρονικών μηνυμάτων, χρησιμοποιήθηκε ο εξυπηρετητής Apache James, ο οποίος είναι ένας mail server που βασίζεται στη Java και ενοποιεί τα πρωτόκολλα SMTP, LMTP, POP3, IMAP, Sieve και NNTP. Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε είναι η Apache James Server 2.3.2.

4.1.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

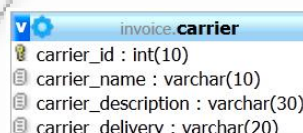
Για την υλοποίηση του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων MySQL, η οποία είναι μια ελαφριά και ευέλικτη βάση δεδομένων με ισχυρή πλατφόρμα διαχείρισης. Για τις ανάγκες του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει πληροφορίες για τα προϊόντα του ηλεκτρονικού καταστήματος, τη μεταφορική υπηρεσία για την παράδοση των προϊόντων, τους εγγεγραμμένους χρήστες στο ηλεκτρονικό κατάστημα, τις παραγγελίες και τις πληρωμές των παραγγελιών. Συνολικά, η βάση δεδομένων, η οποία λέγεται invoice, έχει έξι πίνακες: products, category, carrier, customers, orders, payment.

Αρχικά, η βάση δεδομένων περιλαμβάνει έναν πίνακα με τα προϊόντα που διατίθενται από το ηλεκτρονικό κατάστημα (products) και έναν πίνακα με τις κατηγορίες των προϊόντων αυτών (category). Αυτοί οι δύο πίνακες συνδέονται μεταξύ τους, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.1. Ο πίνακας products έχει πέντε χαρακτηριστικά: το αναγνωριστικό του προϊόντος (product_id) που αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα, το αναγνωριστικό της κατηγορίας του προϊόντος (category_id) που αποτελεί ξένο κλειδί του πίνακα category, το όνομα του προϊόντος (product_name), την τιμή του προϊόντος (product_price) και την ποσότητα των υπολειπόμενων τεμαχίων κάθε προϊόντος στην αποθήκη (quantity). Ο πίνακας category έχει δύο χαρακτηριστικά: το αναγνωριστικό της κατηγορίας (category_id) που αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και το όνομα της κατηγορίας (category_name).



Εικόνα 4.1: Πίνακες products και category.

Ο πίνακας carrier περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη μεταφορική υπηρεσία που είναι υπεύθυνη για την παράδοση των παραγγελιών στους χρήστες του ηλεκτρονικού καταστήματος. Ο πίνακας carrier έχει τέσσερα χαρακτηριστικά: το αναγνωριστικό της μεταφορικής (carrier_id) που αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα, το όνομα της μεταφορικής (carrier_name), την περιγραφή της μεταφορικής (carrier_description) σχετικά με τις πόλεις της Ελλάδας που εξυπηρετεί και το χρόνο παράδοσης των παραγγελιών (carrier_delivery). Συγκεντρωτικά, τα χαρακτηριστικά του πίνακα carrier φαίνονται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 4.2: Πίνακας carrier.

Στη συνέχεια, έχουμε τους πίνακες customers, orders και payment, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.3. Ο πίνακας customers περιλαμβάνει τους εγγεγραμμένους πελάτες του ηλεκτρονικού καταστήματος και έχει εννιά χαρακτηριστικά: το αναγνωριστικό του πελάτη (cust_id)

που αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα, το όνομα του πελάτη (cust_name), το επίθετο του πελάτη (cust_surname), το όνομα χρήστη (cust_username) και τον κωδικό πρόσβασης του πελάτη (cust_password) με τα οποία συνδέεται στο ηλεκτρονικό κατάστημα, τη διεύθυνση του πελάτη (cust_address), το τηλέφωνο του πελάτη (cust_tel), την ημερομηνία γέννησης του πελάτη (cust_dob) και το email του πελάτη (cust_email).

Ο πίνακας orders περιλαμβάνει πληροφορίες για τις παραγγελίες που πραγματοποιούνται στο ηλεκτρονικό κατάστημα και έχει εννιά χαρακτηριστικά: το αναγνωριστικό της παραγγελίας (order_id) που αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα, το όνομα της παραγγελίας (order_name), την ημερομηνία πραγματοποίησης της παραγγελίας (order_date), τη διεύθυνση (order_address), την πόλη (order_city) και τον ταχυδρομικό κώδικα (order_zip) παράδοσης της παραγγελίας, την τιμή της παραγγελίας (order_price) και τον τρόπο πληρωμής (payment_method) και αποστολής (shipping_method) της παραγγελίας.



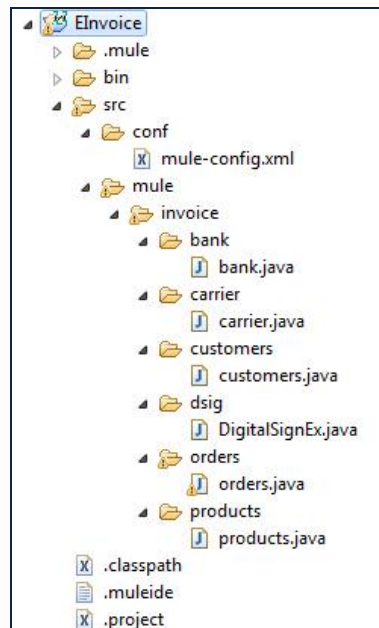
Εικόνα 4.3: Πίνακες customers, orders και payment.

Τέλος, ο πίνακας payment περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την πληρωμή των παραγγελιών και έχει τέσσερα χαρακτηριστικά: το αναγνωριστικό της πληρωμής (payment_id) που αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα, το αναγνωριστικό του πελάτη (customer_id) που αποτελεί ξένο κλειδί του πίνακα customers, το αναγνωριστικό της παραγγελίας (order_id) που αποτελεί ξένο κλειδί του πίνακα orders και την περιγραφή της πληρωμής, δηλαδή την πληροφορία σχετικά με την επιτυχημένη ολοκλήρωση της πληρωμής της παραγγελίας.

4.1.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ

Οι υπηρεσίες ιστού που χρησιμοποιούνται στο σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης αναπτύχθηκαν στο περιβάλλον Eclipse με τον Apache CXF, χρησιμοποιώντας το API JAX-WS (Java API for XML Web Services) και εκτελέστηκαν στον εξυπηρετητή Mule. Αρχικά, δημιουργήθηκε ένα νέο Mule project με το όνομα EInvoice, στο οποίο προστέθηκαν οι υπηρεσίες ιστού που εκτελούνται στον εξυπηρετητή Mule, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.4. Συνολικά, αναπτύχθηκαν έξι υπηρεσίες ιστού, οι οποίες πραγματοποιούν τους απαραίτητους ελέγχους για την υλοποίηση του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης.

Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει η υπηρεσία που ελέγχει αν ένας πελάτης είναι ήδη εγγεγραμμένος στο ηλεκτρονικό σύστημα, αλληλεπιδρώντας με τη βάση δεδομένων που αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα. Η υπηρεσία αυτή αντιστοιχεί στην Java κλάση customers. Η υπηρεσία που αντιστοιχεί στην κλάση products ελέγχει το απόθεμα των προϊόντων που βρίσκονται στην αποθήκη, αλληλεπιδρώντας με τον αντίστοιχο πίνακα της βάσης δεδομένων invoice. Η υπηρεσία που αντιστοιχεί στην κλάση carrier συγκεντρώνει πληροφορίες σχετικά με την παράδοση των παραγγελιών από τη μεταφορική, αλληλεπιδρώντας με τον αντίστοιχο πίνακα της βάσης δεδομένων. Η υπηρεσία orders χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των στοιχείων της παραγγελίας στη βάση δεδομένων, ενώ η υπηρεσία bank ελέγχει αν έχει ολοκληρωθεί η πληρωμή της παραγγελίας. Τέλος, η υπηρεσία DigitalSignEx χρησιμοποιείται για τη δημιουργία της ψηφιακής υπογραφής στα XML αρχεία που περιλαμβάνουν τα στοιχεία του ηλεκτρονικού τιμολογίου.



Εικόνα 4.4: Υπηρεσίες ιστού στο mule project Invoice.

Ενδεικτικά, ο κώδικας για την υπηρεσία ιστού `bank` που ελέγχει αν έχει ολοκληρωθεί η πληρωμή μιας παραγγελίας στο ηλεκτρονικό κατάστημα φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα, όπου η υπηρεσία δέχεται το αναγνωριστικό της παραγγελίας και το αναγνωριστικό του πελάτη και επιστρέφει την πληροφορία σχετικά με την πληρωμή της παραγγελίας.

```

package mule.invoice.bank;
import java.sql.DriverManager;
import java.sql.ResultSet;
import java.sql.SQLException;
import javax.jws.WebMethod;
import javax.jws.WebParam;
import javax.jws.WebService;
import com.mysql.jdbc.Connection;
import com.mysql.jdbc.Statement;

@WebService()
public class bank {

    @WebMethod(operationName = "select")
    public String select(@WebParam(name = "orderid") int orderid, @WebParam(name = "customerid") int customerid) {
        Connection con = null;
        Statement stmt = null;
        ResultSet rs = null;
        String description = null;
        try {
            con = (Connection) DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://localhost:3306/invoice?user=root&password=");
            stmt = (Statement) con.createStatement();
            rs = stmt.executeQuery("SELECT description FROM payment WHERE order_id='" + orderid + "' AND customer_id='" + customerid + "'");

            if (rs.next()) {
                description = rs.getString(1);
            }
        } catch (SQLException e) { e.printStackTrace(); }
        finally {
            try {
                if (stmt != null) { stmt.close(); }
            } catch (SQLException e) { }
        }
        try {
            if (con != null) { con.close(); }
        } catch (SQLException e) { }
    }
    return description;
}
}

```

Εικόνα 4.5: Κώδικας υπηρεσίας ιστού `bank`.

Όλες οι υπηρεσίες ιστού που αναπτύσσονται με αυτόν τον τρόπο εκτελούνται στον εξυπηρετητή Mule που υποστηρίζει την τεχνολογία ESB και γίνονται διαθέσιμες σε συγκεκριμένες διευθύνσεις για την περαιτέρω χρησιμοποίησή τους. Για το σκοπό αυτό, είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός αρχείου που θα διευκρινίζει αυτές τις λεπτομέρειες. Ο κώδικας του συγκεκριμένου αρχείου (mule-config.xml) φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<mule xmlns="http://www.mulesoft.org/schema/mule/core"
      xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
      xmlns:cxf="http://www.mulesoft.org/schema/mule/cxf"
      xsi:schemaLocation="
        http://www.mulesoft.org/schema/mule/cxf http://www.mulesoft.org/schema/mule/cxf/3.1/mule-cxf.xsd
        http://www.mulesoft.org/schema/mule/core http://www.mulesoft.org/schema/mule/core/3.1/mule.xsd">
  <flow name="customers">
    <inbound-endpoint address="http://localhost:8084/customers" />
    <cxf:jaxws-service serviceClass="mule.invoice.customers.customers"/>
    <component class="mule.invoice.customers.customers" />
  </flow>
  <flow name="orders">
    <inbound-endpoint address="http://localhost:8083/orders" />
    <cxf:jaxws-service serviceClass="mule.invoice.orders.orders"/>
    <component class="mule.invoice.orders.orders" />
  </flow>
  <flow name="products">
    <inbound-endpoint address="http://localhost:8089/products" />
    <cxf:jaxws-service serviceClass="mule.invoice.products.products"/>
    <component class="mule.invoice.products.products" />
  </flow>
  <flow name="carrier">
    <inbound-endpoint address="http://localhost:8087/carrier" />
    <cxf:jaxws-service serviceClass="mule.invoice.carrier.carrier"/>
    <component class="mule.invoice.carrier.carrier" />
  </flow>
  <flow name="bank">
    <inbound-endpoint address="http://localhost:8085/bank" />
    <cxf:jaxws-service serviceClass="mule.invoice.bank.bank"/>
    <component class="mule.invoice.bank.bank" />
  </flow>
  <flow name="dsig">
    <inbound-endpoint address="http://localhost:8082/dsig" />
    <cxf:jaxws-service serviceClass="mule.invoice.dsig.DigitalSignEx"/>
    <component class="mule.invoice.dsig.DigitalSignEx" />
  </flow>
</mule>
```

Εικόνα 4.6: Κώδικας αρχείου διαμόρφωσης mule-config.

Μετά την εκτέλεση αυτού του αρχείου στον εξυπηρετητή Mule, είναι εφικτή η χρησιμοποίηση των συγκεκριμένων υπηρεσιών ιστού στις διευθύνσεις που έχουν δηλωθεί από άλλες εφαρμογές, όπως από την επιχειρησιακή διαδικασία BPEL που θα συζητηθεί στη συνέχεια.

4.1.4 XML ΣΧΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ

Για την υλοποίηση του ηλεκτρονικού τιμολογίου χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο xCBL, το οποίο παρέχει ένα XML σχήμα που χρησιμοποιείται ευρέως στις αγορές. Στο συγκεκριμένο XML σχήμα παρέχονται πληροφορίες για το ηλεκτρονικό τιμολόγιο, όπως το αναγνωριστικό του τιμολογίου, η ημερομηνία έκδοσής του, ο τύπος του και η γλώσσα δημιουργίας του. Επίσης, παρέχονται πληροφορίες τόσο για τον πωλητή (SellerParty) που εκδίδει το ηλεκτρονικό τιμολόγιο όσο και για τον αγοραστή (BuyerParty) που

λαμβάνει το τιμολόγιο. Τέτοιες πληροφορίες είναι το αναγνωριστικό του πωλητή / αγοραστή, η διεύθυνσή του και τα στοιχεία της επαφής του (όνομα, επώνυμο, τηλέφωνο κλπ.).

Επιπλέον, στο XML σχήμα παρέχονται πληροφορίες για τα προϊόντα της ηλεκτρονικής παραγγελίας, όπως είναι το αναγνωριστικό, το όνομα, η τιμή, ο αριθμός τεμαχίων και η διαθεσιμότητα των προϊόντων που διατίθενται στο ηλεκτρονικό κατάστημα. Τέλος, παρέχονται πληροφορίες για τα στοιχεία της παραγγελίας, όπως είναι το όνομα και το συνολικό ποσό της παραγγελίας, το νόμισμα που χρησιμοποιείται, ο τρόπος πληρωμής και αποστολής της παραγγελίας, η ημερομηνία παράδοσης της παραγγελίας, η κατάσταση εξέλιξης και διάφορα σχόλια σχετικά με την παραγγελία. Συγκεντρωτικά, το XML σχήμα που αντιστοιχεί στο ηλεκτρονικό τιμολόγιο φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:

```
<schema elementFormDefault="qualified"
  targetNamespace="http://xmlns.oracle.com/Inv0ice"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:core="http://xmlns.oracle.com/Inv0ice">

<element name="Invoice" type="core:InvoiceType"/>

<complexType name="InvoiceType">
  <sequence>
    <element name="InvoiceHeader" type="core:InvoiceHeaderType"/>
    <element name="InvoiceDetail" type="core:InvoiceDetailType"/>
    <element name="InvoiceSummary" type="core:InvoiceSummaryType"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="InvoiceHeaderType">
  <sequence>
    <element name="InvoiceNumber" type="int"/>
    <element name="InvoiceIssueDate" type="string"/>
    <element name="InvoiceType" type="string"/>
    <element name="InvoiceLanguage" type="core:InvoiceLanguageType"/>
    <element name="InvoiceParty" type="core:InvoicePartyType"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="InvoiceLanguageType">
  <sequence>
    <element name="InvoiceLanguageCoded" type="string"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="InvoicePartyType">
  <sequence>
    <element name="BuyerParty" type="core:BuyerPartyType"/>
    <element name="SellerParty" type="core:SellerPartyType"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="BuyerPartyType">
  <sequence>
    <element name="PartyID" type="int"/>
    <element name="NameAddress" type="core:NameAddressType"/>
    <element name="PrimaryContact" type="core:PrimaryContactType"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="NameAddressType">
  <sequence>
    <element name="Address" type="string"/>
    <element name="PostalCode" type="int"/>
    <element name="City" type="string"/>
    <element name="Country" type="string"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="PrimaryContactType">
  <sequence>
    <element name="FirstName" type="string"/>
    <element name="LastName" type="string"/>
    <element name="Username" type="string"/>
  </sequence>
</complexType>
```

```

    <element name="Password" type="string"/>
    <element name="PhoneNumber" type="string"/>
    <element name="Email" type="string"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="SellerPartyType">
  <sequence>
    <element name="PartyID" type="int"/>
    <element name="NameAddress" type="core:NameAddressType"/>
    <element name="OtherContact" type="core:OtherContactType"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="OtherContactType">
  <sequence>
    <element name="ContactName" type="string"/>
    <element name="PhoneNumber" type="string"/>
    <element name="Email" type="string"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="InvoiceDetailType">
  <sequence>
    <element name="InvoiceItemDetail" type="core:InvoiceItemDetailType"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="InvoiceItemDetailType">
  <sequence>
    <element name="ItemID" type="int"/>
    <element name="ItemName" type="string"/>
    <element name="Price" type="int"/>
    <element name="NoOfItems" type="int"/>
    <element name="Quantity" type="int"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="InvoiceSummaryType">
  <sequence>
    <element name="OrderName" type="string"/>
    <element name="InvoiceTotal" type="core:InvoiceTotalType"/>
    <element name="Currency" type="core:CurrencyType"/>
    <element name="PaymentMethod" type="string"/>
    <element name="ShippingMethod" type="string"/>
    <element name="OrderDelivery" type="string"/>
    <element name="OrderStatus" type="string"/>
    <element name="OrderComments" type="string"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="InvoiceTotalType">
  <sequence>
    <element name="MonetaryAmount" type="int"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="CurrencyType">
  <sequence>
    <element name="CurrencyCoded" type="string"/>
  </sequence>
</complexType>
</schema>

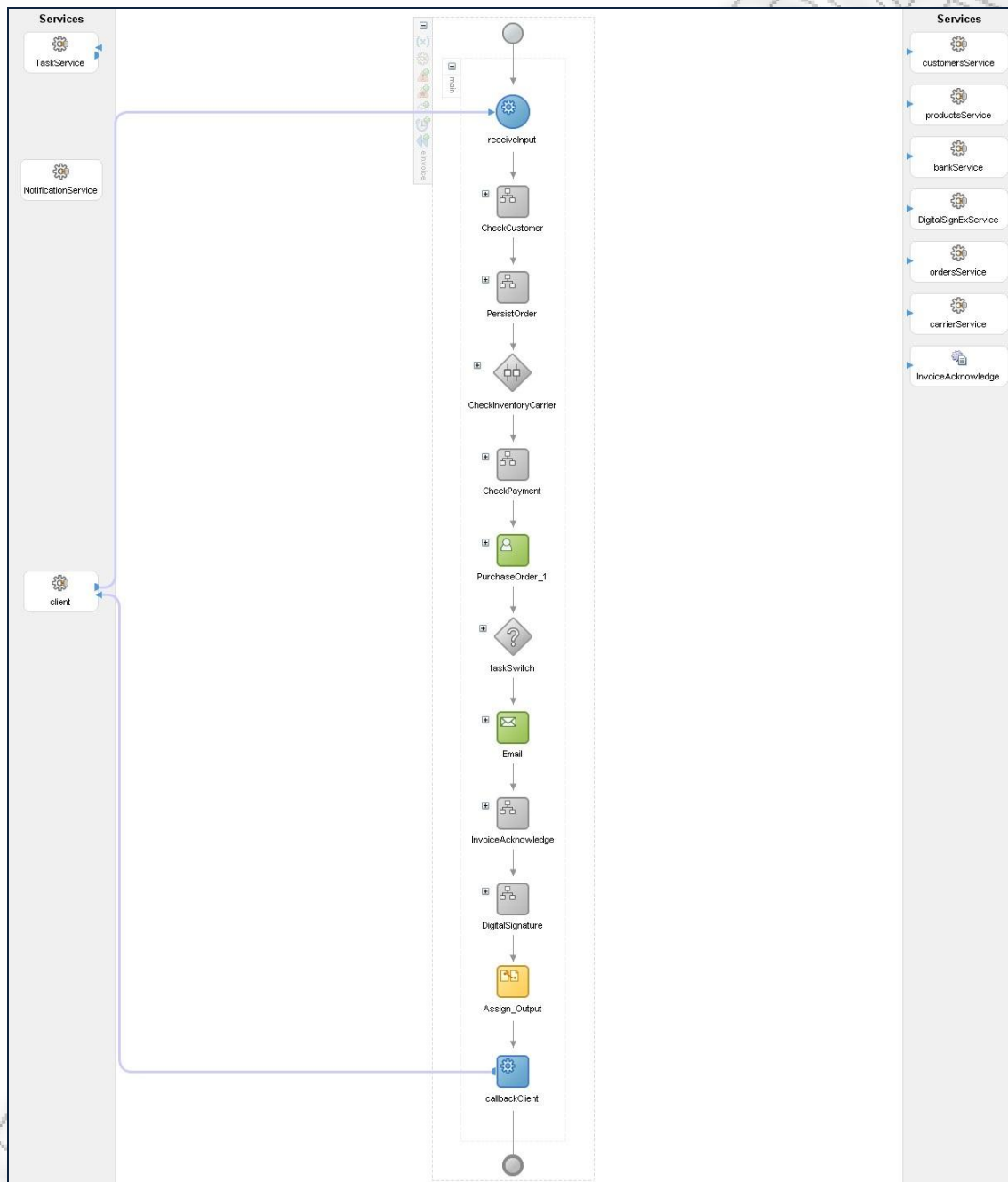
```

Εικόνα 4.7: XML σχήμα ηλεκτρονικού τιμολογίου.

4.1.5 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Η επιχειρησιακή διαδικασία του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης αναπτύχθηκε με βάση το πρότυπο BPEL στην πλατφόρμα JDeveloper της Oracle. Σε αυτή τη διαδικασία γίνονται όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι για την ηλεκτρονική παραγγελία μέχρι να εκδοθεί το ηλεκτρονικό τιμολόγιο και να

αποσταλεί στον πελάτη. Ουσιαστικά η επιχειρησιακή διαδικασία BPEL ενορχηστρώνει τις υπηρεσίες ιστού που αναπτύχθηκαν στον εξυπηρετητή Mule, εισάγοντας παράλληλα επιπλέον χαρακτηριστικά, όπως είναι η ανθρώπινη παρέμβαση για την αποδοχή / απόρριψη της ηλεκτρονικής παραγγελίας και η αποστολή του ηλεκτρονικού τιμολογίου μέσω email. Η βασική δομή της επιχειρησιακής διαδικασίας BPEL φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:

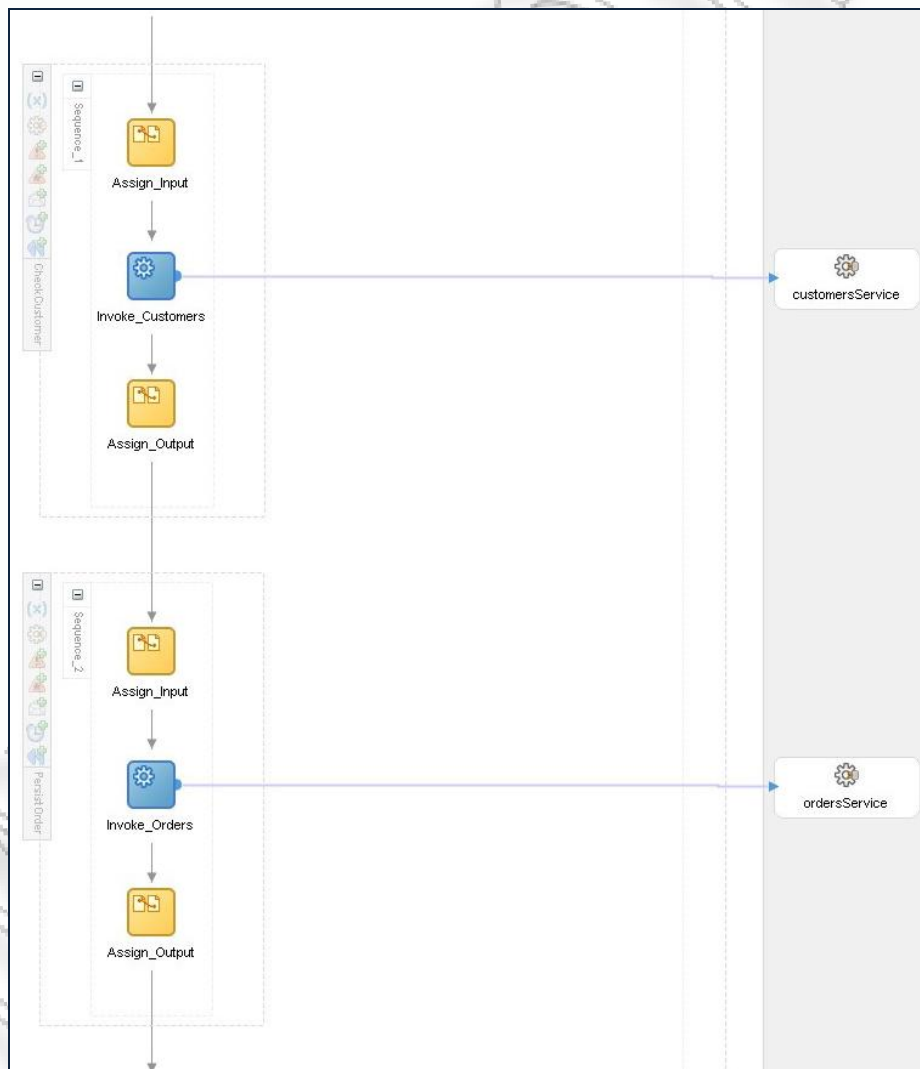


Εικόνα 4.8: Βασική δομή της επιχειρησιακής διαδικασίας BPEL.

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, στο κέντρο βρίσκεται η κύρια δομή της επιχειρησιακής διαδικασίας, ενώ αριστερά και δεξιά από αυτήν βρίσκονται οι υπηρεσίες ιστού που καλούνται από τη

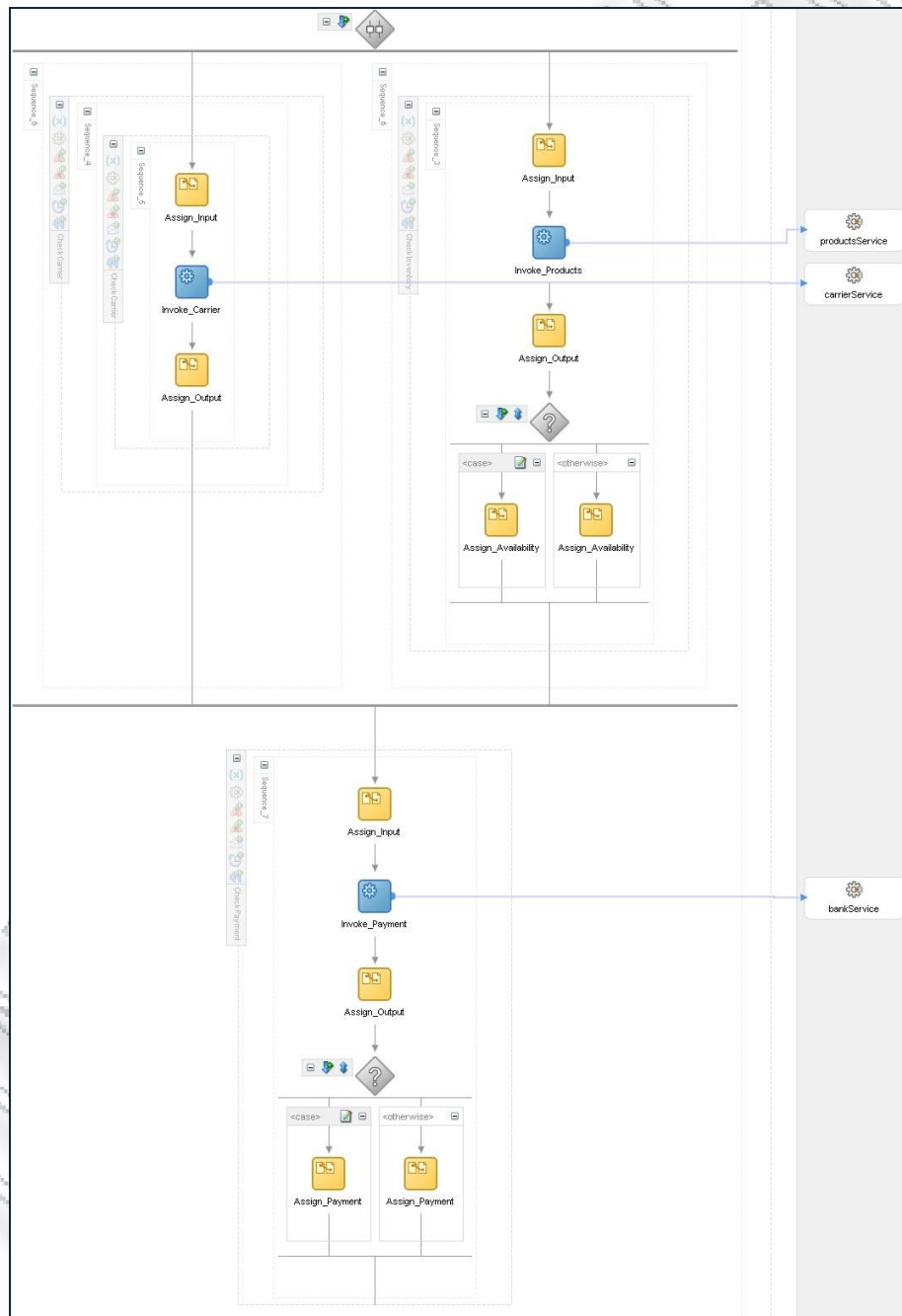
διαδικασία. Η επιχειρησιακή διαδικασία ενεργοποιείται από μία άλλη εφαρμογή (client), όπως για παράδειγμα από μια εφαρμογή ηλεκτρονικού καταστήματος. Κατά την ενεργοποίηση της διαδικασίας, όλα τα στοιχεία της παραγγελίας που έχουν ορισθεί σύμφωνα με το XML σχήμα της προηγούμενης ενότητας, εισάγονται στη διαδικασία (receiveInput).

Στη συνέχεια, γίνονται όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι ξεκινώντας με τον έλεγχο για την ύπαρξη των πελατών στο ηλεκτρονικό κατάστημα (CheckCustomer). Ουσιαστικά, σε αυτό το σημείο καλείται η υπηρεσία ιστού customersService η οποία ελέγχει αν ένας πελάτης είναι ήδη εγγεγραμμένος στο ηλεκτρονικό κατάστημα, αλληλεπιδρώντας με την αντίστοιχη βάση δεδομένων. Ο έλεγχος αυτός γίνεται εισάγοντας το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης του πελάτη στην υπηρεσία (Assign_Input). Αν ο πελάτης είναι μέλος του ηλεκτρονικού καταστήματος, τότε η υπηρεσία επιστρέφει το μοναδικό αναγνωριστικό του, το οποίο αποθηκεύεται στο αντίστοιχο πεδίο του XML σχήματος στην επιχειρησιακή διαδικασία (Assign_Output). Ο επόμενος κόμβος της διαδικασίας (PersistOrder) είναι υπεύθυνος για την αποθήκευση όλων των στοιχείων της ηλεκτρονικής παραγγελίας στη βάση δεδομένων, καλώντας την υπηρεσία ιστού ordersService. Αν η υπηρεσία κληθεί επιτυχώς, τότε επιστρέφει το μοναδικό αναγνωριστικό της παραγγελίας, το οποίο αποθηκεύεται στο XML σχήμα της επιχειρησιακής διαδικασίας.



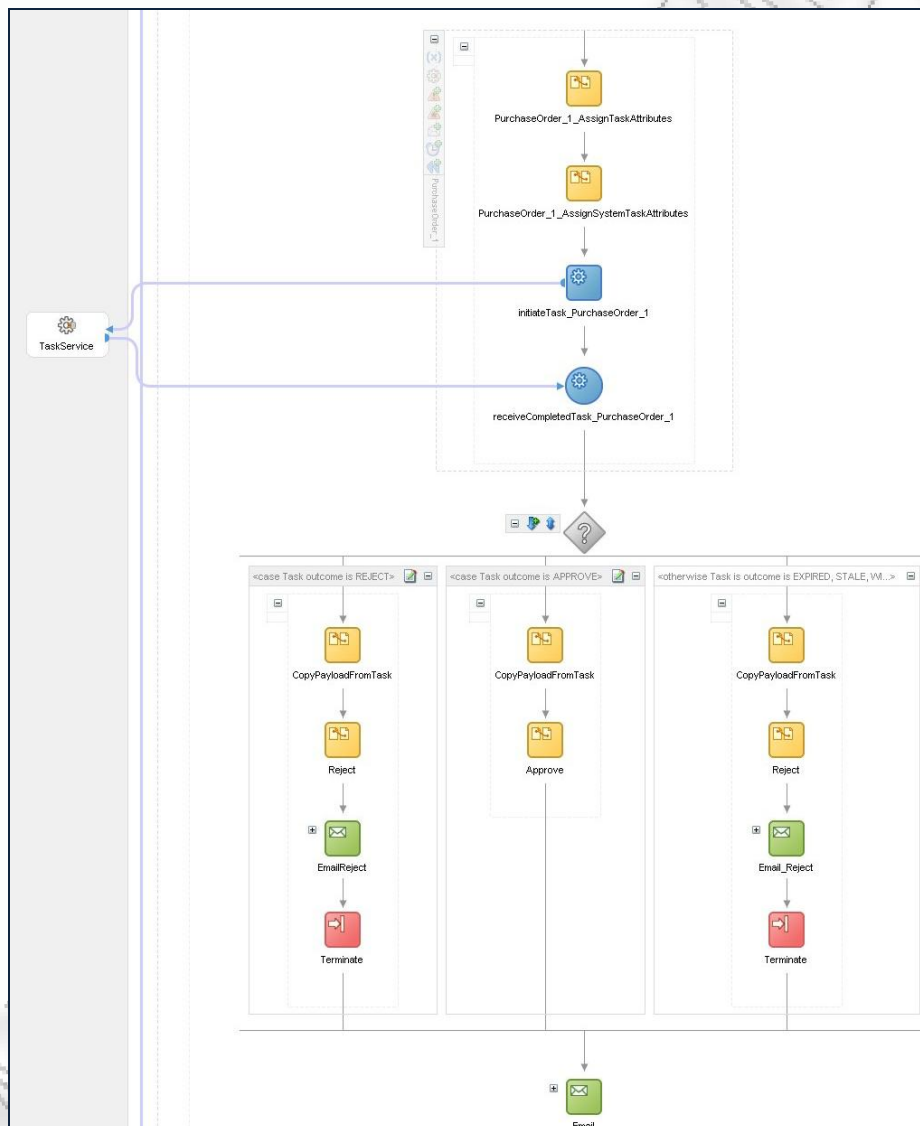
Εικόνα 4.9: Έλεγχος πελάτη και καταγραφή παραγγελίας στη βάση δεδομένων.

Στον επόμενο κόμβο (CheckInventoryCarrier) καλούνται δύο υπηρεσίες ιστού παράλληλα για τον έλεγχο του αποθέματος των προϊόντων (productsService) και τον έλεγχο της παράδοσης της παραγγελίας από τη μεταφορική (carrierService) στον πελάτη. Καλώντας την υπηρεσία productsService γίνεται γνωστό το απόθεμα των προϊόντων της παραγγελίας το οποίο αποθηκεύεται στο XML σχήμα της διαδικασίας, ενώ καλώντας την υπηρεσία carrierService γίνεται γνωστή η ημέρα παράδοσης της παραγγελίας στον πελάτη από τη μεταφορική και αποθηκεύεται επίσης στο XML σχήμα. Μετά από αυτούς τους δύο ταυτόχρονους ελέγχους υπάρχει ο κόμβος CheckPayment, όπου καλείται η υπηρεσία bankService. Σε αυτό το σημείο, εισάγονται στην υπηρεσία το αναγνωριστικό της παραγγελίας και το αναγνωριστικό του πελάτη και γίνεται γνωστό αν έχει ολοκληρωθεί η πληρωμή της παραγγελίας. Αυτή η πληροφορία αποθηκεύεται στο αντίστοιχο πεδίο του XML σχήματος της επιχειρησιακής διαδικασίας.



Εικόνα 4.10: Έλεγχος αποθέματος, μεταφορικής και πληρωμής των παραγγελιών.

Στους επόμενους δύο κόμβους PurchaseOrder_1 και taskSwitch εισάγεται η ανθρώπινη παρέμβαση στην επιχειρησιακή διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα, ο υπεύθυνος πωλήσεων της επιχείρησης λαμβάνει σε μια προσωπική εφαρμογή τις πληροφορίες για όλες τις παραγγελίες, όπως αυτές προκύπτουν από τους ελέγχους που γίνονται. Στη συνέχεια, πρέπει να αποδεχτεί ή να απορρίψει τις παραγγελίες με βάση αυτές τις πληροφορίες. Σε περίπτωση αποδοχής, η διαδικασία συνεχίζεται στέλνοντας email στον πελάτη με το ηλεκτρονικό τιμολόγιο της παραγγελίας. Αντίθετα, σε περίπτωση απόρριψης στέλνεται αντίστοιχο email στον πελάτη για την μη ολοκλήρωση της ηλεκτρονικής παραγγελίας και η επιχειρησιακή διαδικασία τερματίζει. Αυτές οι διαδικασίες φαίνονται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 4.11: Αποδοχή / απόρριψη της ηλεκτρονικής παραγγελίας.

Μετά την επιτυχή αποστολή του ηλεκτρονικού τιμολογίου της παραγγελίας στον πελάτη, γίνεται αποθήκευση των στοιχείων του τιμολογίου σε ένα XML αρχείο, σύμφωνα με το XML σχήμα της επιχειρησιακής διαδικασίας (κόμβος InvoiceAcknowledge). Για τη διαδικασία αυτή, χρησιμοποιείται ένας μετασχηματισμός XSL (eXtensible Stylesheet Language). Στη συνέχεια, αφού αποθηκευτεί το XML αρχείο σε μια προκαθορισμένη διαδρομή, καλείται η υπηρεσία DigitalSignExService (κόμβος DigitalSignature) ώστε το XML αρχείο να υπογραφεί ψηφιακά για την ενίσχυση της ασφάλειας. Με την

υπηρεσία αυτή, ολοκληρώνεται η επιχειρησιακή διαδικασία επιτυχώς, έχοντας αποθηκευμένα όλα τα στοιχεία της ηλεκτρονικής παραγγελίας στα αντίστοιχα πεδία του XML σχήματος, τα οποία μπορούν να επιστραφούν σε μια άλλη εφαρμογή (callbackClient), καθώς η διαδικασία BPEL μπορεί να περιγραφεί ως μια ξεχωριστή υπηρεσία ιστού με τη δική της περιγραφή. Οι διαδικασίες αυτές φαίνονται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 4.12: Αποθήκευση και ψηφιακή υπογραφή των ηλεκτρονικών τιμολογίων.

4.2 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης της επιχειρησιακής διαδικασίας BPEL ακολουθεί η εκτέλεσή της στον εξυπηρετητή BPEL Process Manager της Oracle. Η Oracle παρέχει μια ειδική πλατφόρμα για την παρακολούθηση της εξέλιξης των επιχειρησιακών διαδικασιών που εκτελούνται στον BPEL Process Manager. Η πλατφόρμα αυτή λέγεται BPEL Console και μπορούμε να εισέλθουμε σε αυτή ως διαχειριστής του συστήματος με συγκεκριμένο όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης.

Μετά την είσοδο στην κονσόλα BPEL, ο διαχειριστής του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης έχει τη δυνατότητα να δει όλες τις επιχειρησιακές διαδικασίες που έχουν εκτελεστεί στον BPEL Process Manager, καθώς και να τις επεξεργαστεί. Επίσης, μπορεί να δει τα στιγμιότυπα των επιχειρησιακών διαδικασιών που έχουν ολοκληρωθεί, έχουν σταματήσει ή βρίσκονται σε εξέλιξη. Η αρχική σελίδα της κονσόλας BPEL φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα, ενώ η επιχειρησιακή διαδικασία που αντιστοιχεί στο σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης έχει το όνομα eInvoice.

The screenshot displays the Oracle BPEL Console interface. At the top, there are navigation tabs: Dashboard, BPEL Processes, Instances, and Activities. The main content area is divided into two sections: 'Deployed BPEL Processes' and 'In-Flight BPEL Process Instances'. The 'Deployed BPEL Processes' section lists several processes: CreditRatingService, Daig, OrderApproval, POAcknowledge, RapidDistributors, eInvoice, and mail. The 'In-Flight BPEL Process Instances' section is currently empty. Below these sections, there is a 'Recently Completed BPEL Process Instances' section with a table of data:

Instance	BPEL Process	Last Modified
630003 : Instance #630003 of eInvoice	eInvoice (v. 1.0)	19/08/11 14:15:12
630002 : Instance #630002 of eInvoice	eInvoice (v. 1.0)	19/08/11 13:55:51
630001 : Instance #630001 of Daig	Daig (v. 1.0)	19/08/11 13:41:57
620004 : Instance #620004 of Daig	Daig (v. 1.0)	19/08/11 13:02:56
620003 : Instance #620003 of Daig	Daig (v. 1.0)	19/08/11 13:00:17

Εικόνα 4.13: Αρχική σελίδα της κονσόλας BPEL.

4.2.1 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ BPEL

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος για την ενεργοποίηση της επιχειρησιακής διαδικασίας BPEL που θα έχει ως αποτέλεσμα την αποστολή του ηλεκτρονικού τιμολογίου με email στον πελάτη, είναι κατά την υποβολή των στοιχείων της παραγγελίας στο ηλεκτρονικό κατάστημα. Με τον τρόπο αυτό ενεργοποιείται η επιχειρησιακή διαδικασία BPEL και όλα τα στοιχεία της παραγγελίας που απαιτούνται για την υλοποίηση των ελέγχων γίνονται γνωστά. Κάθε στιγμή μπορούν να πραγματοποιούνται περισσότερες από μία ηλεκτρονικές αγορές και να ενεργοποιείται συνεχώς η επιχειρησιακή διαδικασία BPEL χωρίς κάποιον αριθμητικό περιορισμό. Σε αυτό το σημείο, θα ενεργοποιήσουμε χειροκίνητα την επιχειρησιακή διαδικασία συμπληρώνοντας μόνο τα πεδία του XML σχήματος που είναι απαραίτητα για την υλοποίηση των ελέγχων, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.14.

Για τον πρώτο έλεγχο της επιχειρησιακής διαδικασίας σχετικά με τους εγγεγραμμένους πελάτες του ηλεκτρονικού καταστήματος, είναι απαραίτητη η γνώση του ονόματος χρήστη (Username) και του κωδικού πρόσβασης (Password) του πελάτη. Μετά την κλήση της υπηρεσίας customersService θα συμπληρωθεί αυτόματα το μοναδικό αναγνωριστικό του πελάτη στο αντίστοιχο πεδίο του XML σχήματος (ByerParty / PartyID). Για την καταγραφή των στοιχείων της παραγγελίας στη βάση δεδομένων, είναι απαραίτητη η συμπλήρωση του ονόματος της παραγγελίας (OrderName), της ημερομηνίας έκδοσης του τιμολογίου (InvoiceIssueDate), της διεύθυνσης παράδοσης της παραγγελίας (Address, PostalCode, City), της συνολικής τιμής (MonetaryAmount), του τρόπου πληρωμής (PaymentMethod) και της μεταφορικής (ShippingMethod) που θα παραδώσει την παραγγελία στον πελάτη. Μετά την αποθήκευση αυτών των στοιχείων στη βάση δεδομένων, συμπληρώνεται αυτόματα το μοναδικό αναγνωριστικό του τιμολογίου στο αντίστοιχο πεδίο του XML σχήματος (InvoiceNumber). Επιπλέον, για τον έλεγχο του αποθέματος των προϊόντων είναι απαραίτητη η γνώση του μοναδικού αναγνωριστικού (ItemID), του ονόματος (ItemName) και της τιμής (Price) του προϊόντος. Μετά την κλήση της υπηρεσίας productsService, συμπληρώνεται αυτόματα το απόθεμα των προϊόντων στο πεδίο Quantity του XML σχήματος. Τέλος, για την αποστολή του ηλεκτρονικού τιμολογίου μέσω email, είναι απαραίτητη η συμπλήρωση της ηλεκτρονικής διεύθυνσης του πελάτη (ByerParty / Email).

Τα παραπάνω στοιχεία είναι απαραίτητα για την ολοκλήρωση της επιχειρησιακής διαδικασίας ηλεκτρονικής τιμολόγησης. Όλα τα υπόλοιπα πεδία είναι προαιρετικά και συμπληρώνονται αυτόματα κατά την εξέλιξη της επιχειρησιακής διαδικασίας.

ORACLE Enterprise Manager 10g
BPEL Control

Manage BPEL Domain | Logout | Support | Logged to domain: default

Dashboard | BPEL Processes | Instances | Activities

BPEL Process: eInvoice Version: 1.0 Lifecycle: Active
Statistics: 0 Open Instances | 3 Closed Instances

Manage | **Initiate** | Descriptor | WSDL | Sensors | Source | Test Suites | Reports

Testing this BPEL Process Through SOAP | Through Java Delivery API

Initiating a test instance
To create a new 'test' instance of this BPEL Process, fill this form and click on the 'Post XML Message' button.

Operation: initiate | HTML Form | XML Source

WS-Security Include In Header
 WS-Addressing Include In Header

payload

InvoiceHeader

InvoiceNumber: xsd:int
InvoiceIssueDate: 23/8/2011 xsd:string
InvoiceType: Commercial xsd:string

InvoiceLanguage

InvoiceLanguageCoded: EN xsd:string

InvoiceParty

BuyerParty

PartyID: xsd:int

NameAddress

Address: Eleon 7 xsd:string
PostalCode: 14122 xsd:int
City: Athens xsd:string
Country: Greece xsd:string

PrimaryContact

FirstName: Andreas xsd:string
LastName: Kalaitzis xsd:string
Username: akala xsd:string
Password: ak1985! xsd:string
PhoneNumber: 6944598283 xsd:string
Email: andreas@localhost xsd:string

SellerParty

PartyID: 1 xsd:int

NameAddress

Address: Spetson 26 xsd:string
PostalCode: 15122 xsd:int
City: Athens xsd:string
Country: Greece xsd:string

OtherContact

ContactName: Jason Cooper xsd:string
PhoneNumber: 6974495398 xsd:string
Email: jcooper@localhost xsd:string

InvoiceDetail

InvoiceItemDetail

ItemID: 9 xsd:int
ItemName: Apple iPhone 4 16GB xsd:string
Price: 649 xsd:int
NoOfItems: 1 xsd:int
Quantity: xsd:int

InvoiceSummary

OrderName: Order238 xsd:string
PaymentMethod: Credit Card xsd:string
ShippingMethod: Carrier1 xsd:string
OrderDelivery: xsd:string
OrderStatus: xsd:string
OrderComments: xsd:string

InvoiceTotal

MonetaryAmount: 649 xsd:int

Currency

CurrencyCoded: EUR xsd:string

Note: XML source view contents will not be reflected in the HTML form view

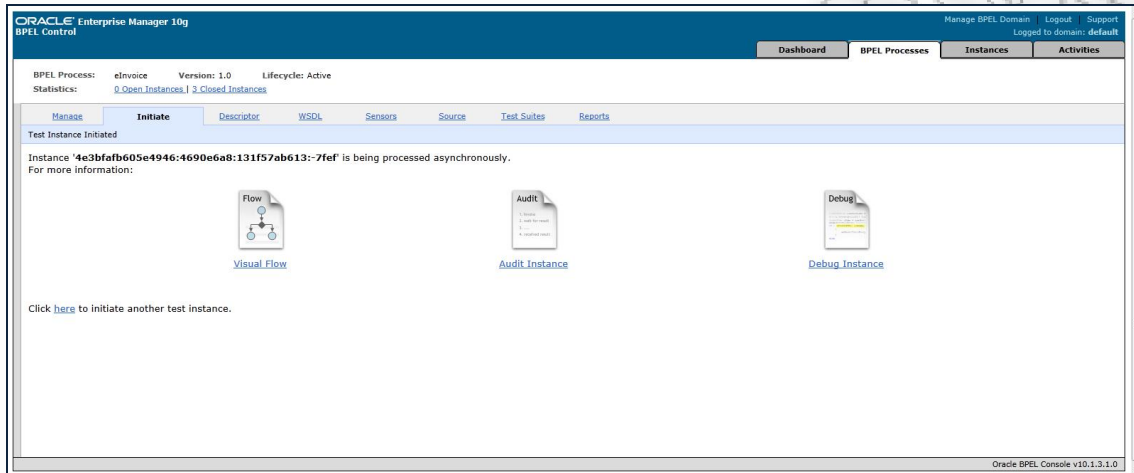
Save Test
 Perform stress test

Post XML Message

Help: XML Schema Type Formats
Oracle BPEL Console v10.1.3.1.0

Εικόνα 4.14: Συμπλήρωση των στοιχείων της ηλεκτρονικής παραγγελίας.

Πατώντας την επιλογή Post XML Message ενεργοποιείται η επιχειρησιακή διαδικασία σύμφωνα με τα στοιχεία που εισάγαμε στα πεδία. Η συγκεκριμένη διαδικασία είναι ασύγχρονη και το μήνυμα το οποίο εμφανίζεται μετά από την υποβολή αυτής της φόρμας μάς ενημερώνει για την ενεργοποίηση της διαδικασίας BPEL, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.15. Από αυτή τη σελίδα μπορούμε να προχωρήσουμε στην παρακολούθηση της εξέλιξης της διαδικασίας, όπως θα δούμε στην επόμενη ενότητα.



Εικόνα 4.15: Ενεργοποίηση της επιχειρησιακής διαδικασίας.

4.2.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Μετά την ενεργοποίηση της επιχειρησιακής διαδικασίας, ο διαχειριστής του συστήματος έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί την εξέλιξη της ανά πάσα στιγμή και να επεμβαίνει όποτε χρειάζεται. Πατώντας στην επιλογή Visual Flow, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.15, ο διαχειριστής του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης μπορεί να δει το στάδιο εξέλιξης της διαδικασίας σύμφωνα με το διάγραμμα ροής της επιχειρησιακής διαδικασίας, όπως αυτό σχεδιάστηκε στο εργαλείο JDeveloper. Αρχικά, πραγματοποιείται ο πρώτος έλεγχος καλώντας την υπηρεσία customersService ώστε να φανεί αν ο πελάτης που κάνει την παραγγελία είναι ήδη εγγεγραμμένος στο ηλεκτρονικό κατάστημα. Ο διαχειριστής μπορεί να δει τις πληροφορίες που εξάγονται από την κλήση των υπηρεσιών ιστού, επιλέγοντας απλά τους αντίστοιχους κόμβους στο διάγραμμα ροής. Όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα, από την κλήση της υπηρεσίας customersService προκύπτει ότι ο πελάτης Andreas Kalaitzis είναι εγγεγραμμένος στο ηλεκτρονικό κατάστημα και έχει το μοναδικό αναγνωριστικό 1 (PartyID).

```
[2011/08/23 14:40:33]
Updated variable "inputVariable"
- <inputVariable>
  - <part xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" name="payload">
    - <ns1:Invoice xmlns:ns1="http://xmlns.oracle.com/InvOice">
      - <ns1:InvoiceHeader>
        <ns1:InvoiceNumber/>
        <ns1:InvoiceIssueDate>23/8/2011</ns1:InvoiceIssueDate>
        <ns1:InvoiceType>Commercial</ns1:InvoiceType>
      - <ns1:InvoiceLanguage>
        <ns1:InvoiceLanguageCoded>EN</ns1:InvoiceLanguageCoded>
      - </ns1:InvoiceLanguage>
      - <ns1:InvoiceParty>
        - <ns1:BuyerParty>
          <ns1:PartyID>1</ns1:PartyID>
        - <ns1:NameAddress>
          <ns1:Address>Eleon 7</ns1:Address>
          <ns1:PostalCode>14122</ns1:PostalCode>
          <ns1:City>Athens</ns1:City>
          <ns1:Country>Greece</ns1:Country>
        - </ns1:NameAddress>
```

```

- <ns1:PrimaryContact>
  <ns1:FirstName>Andreas</ns1:FirstName>
  <ns1:LastName>Kalaitzis</ns1:LastName>
  <ns1:Username>akala</ns1:Username>
  <ns1>Password>ak1985!</ns1>Password>
  <ns1:PhoneNumber>6944598283</ns1:PhoneNumber>
  <ns1:Email>andreas@localhost</ns1:Email>
</ns1:PrimaryContact>
</ns1:BuyerParty>
- <ns1:SellerParty>
  <ns1:PartyID>1</ns1:PartyID>
  <ns1:NameAddress/>
  - <ns1:OtherContact>
    <ns1:ContactName>Jason Cooper</ns1:ContactName>
    <ns1:PhoneNumber>6974495398</ns1:PhoneNumber>
    <ns1:Email>jcooper@localhost</ns1:Email>
  </ns1:OtherContact>
</ns1:SellerParty>
</ns1:InvoiceParty>
</ns1:InvoiceHeader>
- <ns1:InvoiceDetail>
  - <ns1:InvoiceItemDetail>
    <ns1:ItemID>9</ns1:ItemID>
    <ns1:ItemName>Apple iPhone 4 16GB Black</ns1:ItemName>
    <ns1:Price>649</ns1:Price>
    <ns1:NoOfItems>1</ns1:NoOfItems>
    <ns1:Quantity/>
  </ns1:InvoiceItemDetail>
</ns1:InvoiceDetail>
- <ns1:InvoiceSummary>
  <ns1:OrderName>Order238</ns1:OrderName>
  - <ns1:InvoiceTotal>
    <ns1:MonetaryAmount>649</ns1:MonetaryAmount>
  </ns1:InvoiceTotal>
  - <ns1:Currency>
    <ns1:CurrencyCoded>EUR</ns1:CurrencyCoded>
  </ns1:Currency>
  <ns1:PaymentMethod>Credit Card</ns1:PaymentMethod>
  <ns1:ShippingMethod>Carrier1</ns1:ShippingMethod>
  <ns1:OrderDelivery/>
  <ns1:OrderStatus/>
  <ns1:OrderComments>Customer Andreas Kalaitzis exists.</ns1:OrderComments>
</ns1:InvoiceSummary>
</ns1:Invoice>
</part>
</inputVariable>

```

Copy details to clipboard

Εικόνα 4.16: Έλεγχος εγγεγραμμένου πελάτη στο ηλεκτρονικό κατάστημα.

Στη συνέχεια, γίνεται κλήση στην υπηρεσία ordersService για την αποθήκευση των στοιχείων της παραγγελίας στη βάση δεδομένων. Μετά την αποθήκευση των πληροφοριών αυτών στη βάση δεδομένων, η υπηρεσία επιστρέφει αυτόματα το μοναδικό αναγνωριστικό του τιμολογίου 139 (InvoiceNumber) στην επιχειρησιακή διαδικασία, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:

```

[2011/08/23 14:40:33]
Updated variable "inputVariable"
- <inputVariable>
  - <part xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" name="payload">
    - <ns1:Invoice xmlns:ns1="http://xmlns.oracle.com/Inv0ice">
      - <ns1:InvoiceHeader>
        <ns1:InvoiceNumber>139</ns1:InvoiceNumber>
        <ns1:InvoiceIssueDate>23/8/2011</ns1:InvoiceIssueDate>
        <ns1:InvoiceType>Commercial</ns1:InvoiceType>
      - <ns1:InvoiceLanguage>
        <ns1:InvoiceLanguageCoded>EN</ns1:InvoiceLanguageCoded>
      </ns1:InvoiceLanguage>
    - <ns1:InvoiceParty>
      - <ns1:BuyerParty>
        <ns1:PartyID>1</ns1:PartyID>
      - <ns1:NameAddress>
        <ns1:Address>Eleon 7</ns1:Address>
        <ns1:PostalCode>14122</ns1:PostalCode>
        <ns1:City>Athens</ns1:City>
        <ns1:Country>Greece</ns1:Country>
      </ns1:NameAddress>
    </ns1:InvoiceParty>
  </ns1:Invoice>
</part>

```

```

- <ns1:PrimaryContact>
  <ns1:FirstName>Andreas</ns1:FirstName>
  <ns1:LastName>Kalaitsis</ns1:LastName>
  <ns1:Username>akala</ns1:Username>
  <ns1>Password>ak1985!</ns1>Password>
  <ns1:PhoneNumber>6944598283</ns1:PhoneNumber>
  <ns1:Email>andreas@localhost</ns1:Email>
</ns1:PrimaryContact>
</ns1:BuyerParty>
- <ns1:SellerParty>
  <ns1:PartyID>1</ns1:PartyID>
  <ns1:NameAddress/>
  - <ns1:OtherContact>
    <ns1:ContactName>Jason Cooper</ns1:ContactName>
    <ns1:PhoneNumber>6974495398</ns1:PhoneNumber>
    <ns1:Email>jcooper@localhost</ns1:Email>
  </ns1:OtherContact>
</ns1:SellerParty>
</ns1:InvoiceParty>
</ns1:InvoiceHeader>
- <ns1:InvoiceDetail>
  - <ns1:InvoiceItemDetail>
    <ns1:ItemID>9</ns1:ItemID>
    <ns1:ItemName>Apple iPhone 4 16GB Black</ns1:ItemName>
    <ns1:Price>649</ns1:Price>
    <ns1:NoOfItems>1</ns1:NoOfItems>
    <ns1:Quantity/>
  </ns1:InvoiceItemDetail>
</ns1:InvoiceDetail>
- <ns1:InvoiceSummary>
  <ns1:OrderName>Order238</ns1:OrderName>
  - <ns1:InvoiceTotal>
    <ns1:MonetaryAmount>649</ns1:MonetaryAmount>
  </ns1:InvoiceTotal>
  - <ns1:Currency>
    <ns1:CurrencyCoded>EUR</ns1:CurrencyCoded>
  </ns1:Currency>
  <ns1:PaymentMethod>Credit Card</ns1:PaymentMethod>
  <ns1:ShippingMethod>Carrier1</ns1:ShippingMethod>
  <ns1:OrderDelivery/>
  <ns1:OrderStatus>The order Order238 with id 139 has been validated.</ns1:Order
  <ns1:OrderComments>Customer Andreas Kalaitsis exists.</ns1:OrderComments>
</ns1:InvoiceSummary>
</ns1:Invoice>
</part>
</inputVariable>

```

Copy details to clipboard

Εικόνα 4.17: Έλεγχος αποθήκευσης των στοιχείων της παραγγελίας.

Η καταχώριση των στοιχείων της παραγγελίας με αναγνωριστικό 139 στη βάση δεδομένων φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα, όπως προκύπτει από την πλατφόρμα διαχείρισης της βάσης δεδομένων MySQL:

	order_id	order_name	order_date	order_address	order_city	order_zip	order_price	payment_method	shipping_method
<input type="checkbox"/>	87	Order117	10 July 2011	Eleon 7	Athens	14122	2399	Visa	Carrier1
<input type="checkbox"/>	86	Order1	10 July 2011	Eleon 7	Athens	14122	2399	Visa	Carrier1
<input type="checkbox"/>	85	order15	10 Jun	Spetswn 26	Athens	14122	1500	Cash	Carrier1
<input type="checkbox"/>	74	order15	10 Jun	Eleon 7	Athens	14122	1500	Cash	Carrier1
<input type="checkbox"/>	84	Ord107	10 July 2011	Eleon 7	Athens	14122	2399	Visa	Carrier1
<input type="checkbox"/>	120	order15	10 Jun	Eleon 7	Athens	14122	1500	Cash	Carrier1
<input type="checkbox"/>	128	Order1	13/7/2011	Eleon 7	Athens	14122	2399	Visa	Carrier1
<input type="checkbox"/>	130	OrderApple	13/7/2011	Eleon 7	Athens	14122	2099	Credit Card	Carrier1
<input type="checkbox"/>	132	Orders	15/7	Eleon 7	Athens	14122	2399	Credit Card	Carrier1
<input type="checkbox"/>	134	Order198	19/8/2011	Eleon 7	Athens	14122	2099	Credit Card	Carrier1
<input checked="" type="checkbox"/>	139	Order238	23/8/2011	Eleon 7	Athens	14122	649	Credit Card	Carrier1

Εικόνα 4.18: Καταχώριση των στοιχείων της παραγγελίας στη βάση δεδομένων.

Στο επόμενο βήμα της επιχειρησιακής διαδικασίας γίνεται έλεγχος για το απόθεμα του προϊόντος που έχει παραγγείλει ο πελάτης και για την εκτιμώμενη ημέρα παράδοσης της παραγγελίας από τη μεταφορική στον πελάτη. Για το σκοπό αυτό, γίνεται κλήση των υπηρεσιών productsService και carrierService. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.19, στην αποθήκη υπάρχουν διαθέσιμα τρία προϊόντα

Apple iPhone 4 16GB Black (Quantity), ενώ η παραγγελία θα παραδοθεί από τη μεταφορική Carrier1 στον πελάτη τις επόμενες τρεις έως πέντε ημέρες (OrderDelivery). Στα πεδία OrderStatus και OrderComments του XML σχήματος συμπληρώνονται αυτόματα πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη της διαδικασίας ηλεκτρονικής τιμολόγησης που διευκολύνουν την εργασία του διαχειριστή του συστήματος.

```
[2011/08/23 14:40:34]
Updated variable "inputVariable"
- <inputVariable>
- <part xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" name="payload">
- <ns1:Invoice xmlns:ns1="http://xmlns.oracle.com/InvOice">
- <ns1:InvoiceHeader>
<ns1:InvoiceNumber>139</ns1:InvoiceNumber>
<ns1:InvoiceIssueDate>23/8/2011</ns1:InvoiceIssueDate>
<ns1:InvoiceType>Commercial</ns1:InvoiceType>
- <ns1:InvoiceLanguage>
<ns1:InvoiceLanguageCoded>EN</ns1:InvoiceLanguageCoded>
</ns1:InvoiceLanguage>
- <ns1:InvoiceParty>
<ns1:PartyID>1</ns1:PartyID>
- <ns1:NameAddress>
<ns1:Address>Eleon 7</ns1:Address>
<ns1:PostalCode>14122</ns1:PostalCode>
<ns1:City>Athens</ns1:City>
<ns1:Country>Greece</ns1:Country>
</ns1:NameAddress>
- <ns1:PrimaryContact>
<ns1:FirstName>Andreas</ns1:FirstName>
<ns1:LastName>Kalaitzis</ns1:LastName>
<ns1:Username>akala</ns1:Username>
<ns1>Password>ak1985!</ns1>Password>
<ns1:PhoneNumber>6944598283</ns1:PhoneNumber>
<ns1:Email>andreas@localhost</ns1:Email>
</ns1:PrimaryContact>
</ns1:BuyerParty>
- <ns1:SellerParty>
<ns1:PartyID>1</ns1:PartyID>
<ns1:NameAddress/>
- <ns1:OtherContact>
<ns1:ContactName>Jason Cooper</ns1:ContactName>
<ns1:PhoneNumber>6974495398</ns1:PhoneNumber>
<ns1:Email>jcooper@localhost</ns1:Email>
</ns1:OtherContact>
</ns1:SellerParty>
</ns1:InvoiceParty>
</ns1:InvoiceHeader>
- <ns1:InvoiceDetail>
- <ns1:InvoiceItemDetail>
<ns1:ItemID>9</ns1:ItemID>
<ns1:ItemName>Apple iPhone 4 16GB Black</ns1:ItemName>
<ns1:Price>649</ns1:Price>
<ns1:NoOfItems>1</ns1:NoOfItems>
<ns1:Quantity>3</ns1:Quantity>
</ns1:InvoiceItemDetail>
</ns1:InvoiceDetail>
- <ns1:InvoiceSummary>
<ns1:OrderName>Order238</ns1:OrderName>
- <ns1:InvoiceTotal>
<ns1:MonetaryAmount>649</ns1:MonetaryAmount>
</ns1:InvoiceTotal>
- <ns1:Currency>
<ns1:CurrencyCoded>EUR</ns1:CurrencyCoded>
</ns1:Currency>
<ns1:PaymentMethod>Credit Card</ns1:PaymentMethod>
<ns1:ShippingMethod>Carrier1</ns1:ShippingMethod>
<ns1:OrderDelivery>3-5 days</ns1:OrderDelivery>
<ns1:OrderStatus>There are 3 items in the inventory. The purchase order is processing.</ns1:OrderStatus>
<ns1:OrderComments>Customer Andreas Kalaitzis exists.</ns1:OrderComments>
</ns1:InvoiceSummary>
</ns1:Invoice>
</part>
</inputVariable>
Copy details to clipboard
```

Εικόνα 4.19: Έλεγχος αποθέματος προϊόντων και παράδοσης της παραγγελίας.

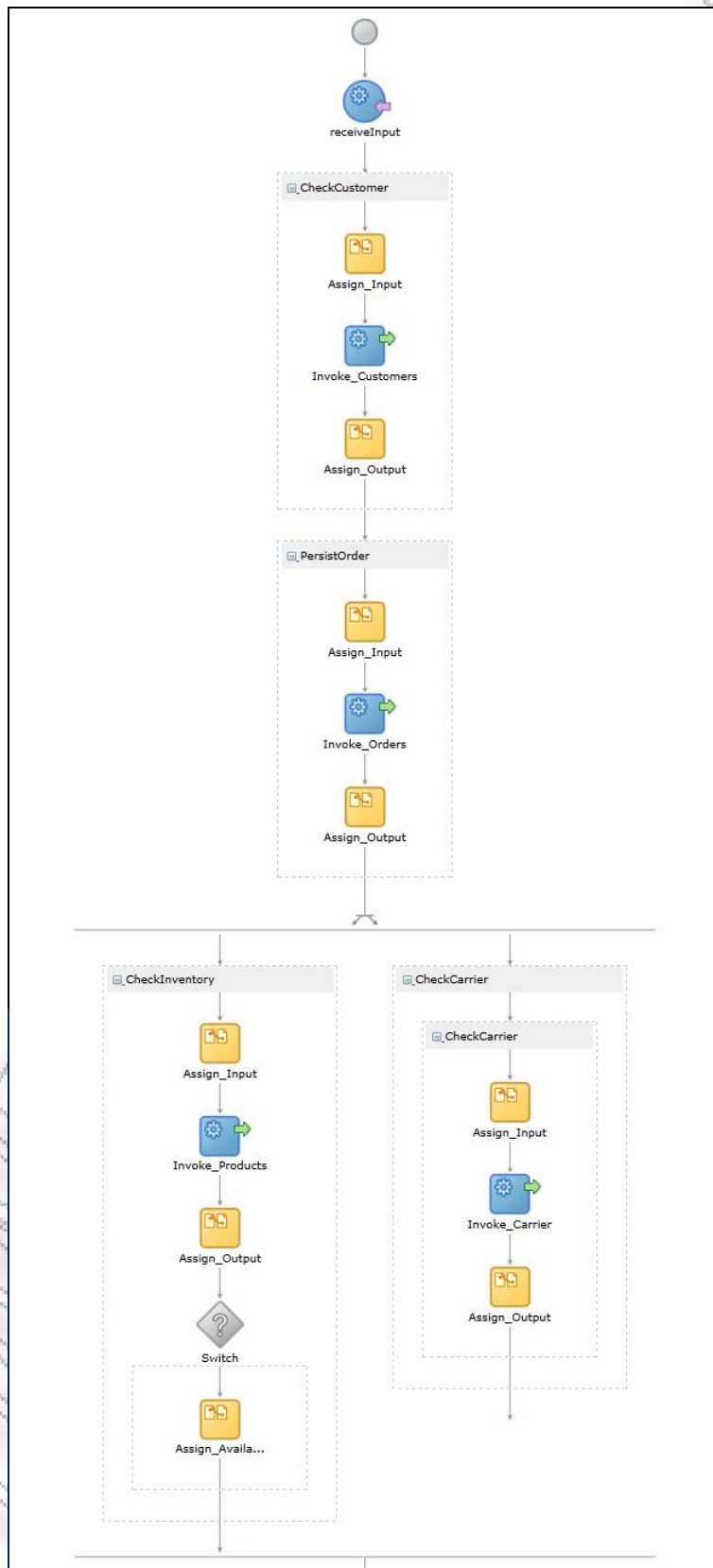
Ο τελευταίος έλεγχος που πραγματοποιείται στην επιχειρησιακή διαδικασία αφορά την πληρωμή της παραγγελίας. Σε αυτό το βήμα γίνεται κλήση στην υπηρεσία paymentService και γίνεται γνωστό αν η πληρωμή της παραγγελίας έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία από τον πελάτη προς την επιχείρηση. Μετά την κλήση της συγκεκριμένης υπηρεσίας συμπληρώνεται αυτόματα στο πεδίο OderComments του XML σχήματος η πληροφορία σχετικά με την πληρωμή της παραγγελίας. Όπως φαίνεται στην ακόλουθη

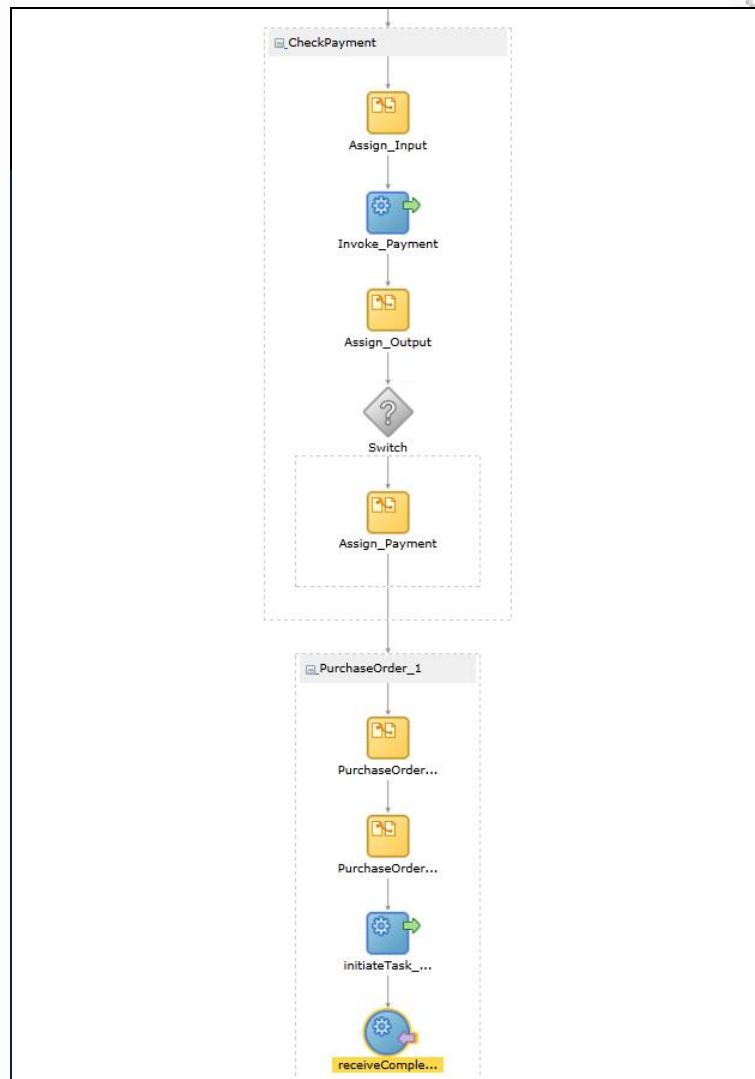
εικόνα, η πληρωμή της παραγγελίας με αναγνωριστικό 139 έχει ολοκληρωθεί και η διαδικασία προχωρά στο επόμενο βήμα.

```
[2011/08/23 14:40:34]
Updated variable "inputVariable"
- <inputVariable>
- <part xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" name="payload">
- <ns1:Invoice xmlns:ns1="http://xmlns.oracle.com/Inv0ice">
- <ns1:InvoiceHeader>
- <ns1:InvoiceNumber>139</ns1:InvoiceNumber>
- <ns1:InvoiceIssueDate>23/8/2011</ns1:InvoiceIssueDate>
- <ns1:InvoiceType>Commercial</ns1:InvoiceType>
- <ns1:InvoiceLanguage>
- <ns1:InvoiceLanguageCoded>EN</ns1:InvoiceLanguageCoded>
- </ns1:InvoiceLanguage>
- <ns1:InvoiceParty>
- <ns1:BuyerParty>
- <ns1:PartyID>1</ns1:PartyID>
- <ns1:NameAddress>
- <ns1:Address>Eleon 7</ns1:Address>
- <ns1:PostalCode>14122</ns1:PostalCode>
- <ns1:City>Athens</ns1:City>
- <ns1:Country>Greece</ns1:Country>
- </ns1:NameAddress>
- <ns1:PrimaryContact>
- <ns1:FirstName>Andreas</ns1:FirstName>
- <ns1:LastName>Kalaitzis</ns1:LastName>
- <ns1:Username>akala</ns1:Username>
- <ns1>Password>ak1985!</ns1>Password>
- <ns1:PhoneNumber>6944598283</ns1:PhoneNumber>
- <ns1:Email>andreas@localhost</ns1:Email>
- </ns1:PrimaryContact>
- </ns1:BuyerParty>
- <ns1:SellerParty>
- <ns1:PartyID>1</ns1:PartyID>
- <ns1:NameAddress/>
- <ns1:OtherContact>
- <ns1:ContactName>Jason Cooper</ns1:ContactName>
- <ns1:PhoneNumber>6974495398</ns1:PhoneNumber>
- <ns1:Email>jcooper@localhost</ns1:Email>
- </ns1:OtherContact>
- </ns1:SellerParty>
- </ns1:InvoiceParty>
- </ns1:InvoiceHeader>
- <ns1:InvoiceDetail>
- <ns1:InvoiceItemDetail>
- <ns1:ItemID>9</ns1:ItemID>
- <ns1:ItemName>Apple iPhone 4 16GB Black</ns1:ItemName>
- <ns1:Price>649</ns1:Price>
- <ns1:NoOfItems>1</ns1:NoOfItems>
- <ns1:Quantity>3</ns1:Quantity>
- </ns1:InvoiceItemDetail>
- </ns1:InvoiceDetail>
- <ns1:InvoiceSummary>
- <ns1:OrderName>Order238</ns1:OrderName>
- <ns1:InvoiceTotal>
- <ns1:MonetaryAmount>649</ns1:MonetaryAmount>
- </ns1:InvoiceTotal>
- <ns1:Currency>
- <ns1:CurrencyCoded>EUR</ns1:CurrencyCoded>
- </ns1:Currency>
- <ns1:PaymentMethod>Credit Card</ns1:PaymentMethod>
- <ns1:ShippingMethod>Carrier1</ns1:ShippingMethod>
- <ns1:OrderDelivery>3-5 days</ns1:OrderDelivery>
- <ns1:OrderStatus>The purchase order with id: 139 has been completed successfully</ns1:OrderStatus>
- <ns1:OrderComments>The purchase order with id: 139 is Paid.</ns1:OrderComments>
- </ns1:InvoiceSummary>
- </ns1:Invoice>
- </part>
- </inputVariable>
Copy details to clipboard
```

Εικόνα 4.20: Έλεγχος πληρωμής της παραγγελίας.

Μετά την εκτέλεση των παραπάνω πέντε ελέγχων, η επιχειρησιακή διαδικασία σταματά προσωρινά καθώς ακολουθεί το στάδιο της ανθρώπινης παρέμβασης, όπου ο υπεύθυνος πωλήσεων θα πρέπει να προχωρήσει σε αποδοχή ή απόρριψη της παραγγελίας, όπως θα δούμε στην επόμενη ενότητα. Η μέχρι στιγμής πορεία της επιχειρησιακής διαδικασίας φαίνεται στην Εικόνα 4.21. Ο κόμβος στον οποίο έχει σταματήσει η διαδικασία παρουσιάζεται με κίτρινο χρώμα (receiveCompletedTask_PurchaseOrder_1).





Εικόνα 4.21: Διακοπή της επιχειρησιακής διαδικασίας.

4.2.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Σε αυτό το σημείο της επιχειρησιακής διαδικασίας εισάγεται η ανθρώπινη παρέμβαση, καθώς ο υπεύθυνος πωλήσεων του ηλεκτρονικού καταστήματος λαμβάνει σε μια προσωπική εφαρμογή τις πληροφορίες για όλες τις ηλεκτρονικές παραγγελίες που πραγματοποιούνται και είναι υπεύθυνος για την αποδοχή ή την απόρριψή τους ώστε να συνεχιστεί η επιχειρησιακή διαδικασία. Κάθε ηλεκτρονική παραγγελία που πραγματοποιείται στο ηλεκτρονικό κατάστημα καταχωρείται αυτόματα στην εφαρμογή του υπευθύνου πωλήσεων μετά την εκτέλεση όλων των σχετικών ελέγχων. Στο σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης έχει δημιουργηθεί ο χρήστης jsooper, ο οποίος μπορεί να εισέρχεται στην εφαρμογή με συγκεκριμένο όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης. Μετά την είσοδό του στην εφαρμογή, έχει τη δυνατότητα να ελέγχει τα στοιχεία των παραγγελιών που έχουν πραγματοποιηθεί στο ηλεκτρονικό κατάστημα, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:

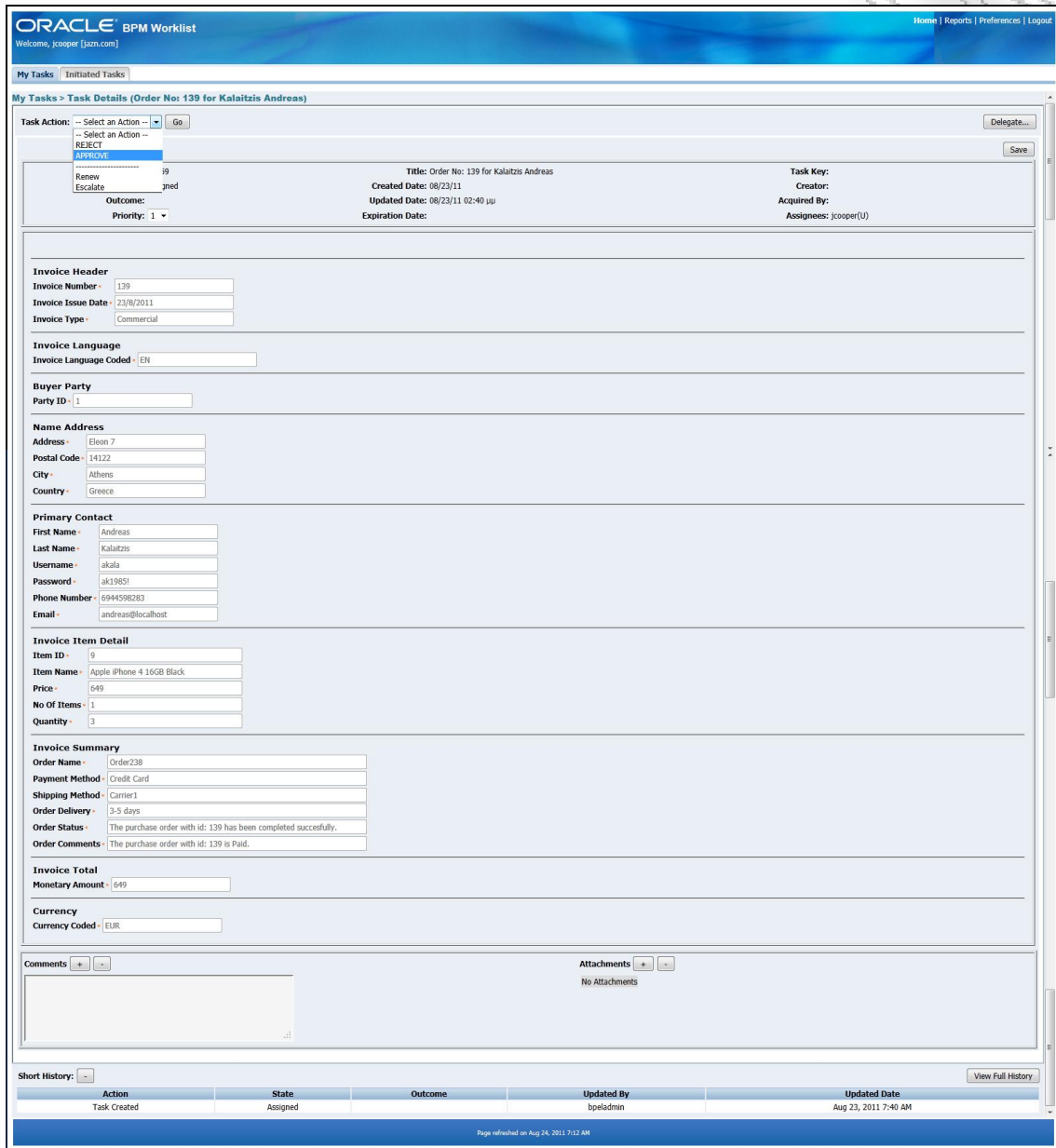
The screenshot shows the Oracle BPM Worklist interface. At the top, it says 'ORACLE BPM Worklist' and 'Welcome, jcooper [jcooper.com]'. Below that, there are tabs for 'My Tasks' and 'Initiated Tasks'. The main area is titled 'My Tasks (Inbox)' and contains a search bar and a table of tasks. The table has columns for Task Number, Title, Priority, Assigned Users, Assigned Groups, State, Created Date, Expiration Date, and Actions. One task is listed: Task Number 10059, Title 'Order No: 139 for Kalaitzis Andreas', Priority 1, Assigned Users jcooper, Assigned Groups, State Assigned, Created Date Aug 23, 2011 7:40 AM, and Expiration Date. The Actions column for this task has a dropdown menu open with options: -- Select an Action --, REJECT, APPROVE, and Escalate.

Εικόνα 4.22: Εφαρμογή αποδοχής / απόρριψης ηλεκτρονικής παραγγελίας.

Κάθε εργασία που πρέπει να εκτελέσει ο υπεύθυνος πωλήσεων έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό (Task Number), όνομα (Title), προτεραιότητα εκτέλεσης (Priority), το χρήστη στον οποίο έχει ανατεθεί η εργασία (Assigned Users), κατάσταση (State) και ημερομηνία δημιουργίας (Created Date). Επιπλέον, κάθε εργασία διαθέτει τις ενέργειες (Actions) που μπορεί να πραγματοποιήσει ο χρήστης που θα εκτελέσει την εργασία. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, οι ενέργειες που μπορεί να εκτελέσει ο υπεύθυνος πωλήσεων είναι δύο: Reject και Approve για την απόρριψη και την αποδοχή της ηλεκτρονικής παραγγελίας αντίστοιχα.

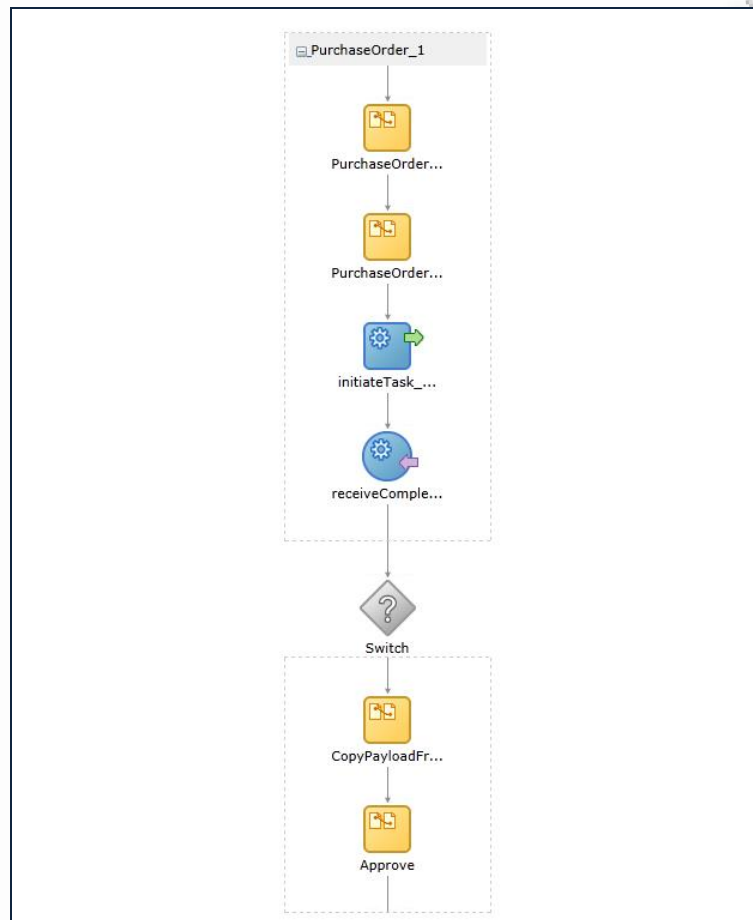
Επιλέγοντας την εργασία με αριθμό 10059 και όνομα “Order No: 139 for Kalaitzis Andreas”, ο υπεύθυνος πωλήσεων έχει τη δυνατότητα να δει όλες τις πληροφορίες σχετικά με την ηλεκτρονική παραγγελία με αναγνωριστικό 139 που πραγματοποίησε ο πελάτης Andreas Kalaitzis. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.23, ο υπεύθυνος πωλήσεων μπορεί να πληροφορηθεί σχετικά με τα στοιχεία του πελάτη αλλά και τα στοιχεία της παραγγελίας. Επίσης, μπορεί να δει αν η πληρωμή της παραγγελίας έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία, καθώς και σε πόσες ημέρες θα παραδοθεί στον πελάτη από τη μεταφορική. Όλα αυτά τα στοιχεία παρουσιάζονται σύμφωνα με το XML σχήμα της επιχειρησιακής διαδικασίας BPEL.

Επομένως, γνωρίζοντας όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, ο υπεύθυνος πωλήσεων μπορεί να προχωρήσει σε αποδοχή ή απόρριψη της παραγγελίας. Σε περίπτωση αποδοχής, η επιχειρησιακή διαδικασία συνεχίζεται αυτόματα. Αντίθετα, σε περίπτωση απόρριψης, στέλνεται αυτόματα στον πελάτη email σχετικά με την απόρριψη της παραγγελίας και η επιχειρησιακή διαδικασία ολοκληρώνεται. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, η πληρωμή της παραγγελίας έχει ολοκληρωθεί, όπως φαίνεται στο πεδίο OrderComments, οπότε ο υπεύθυνος πωλήσεων αποδέχεται την παραγγελία επιλέγοντας Approve, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 4.23: Αποδοχή της ηλεκτρονικής παραγγελίας.

Μετά την αποδοχή της ηλεκτρονικής παραγγελίας με αναγνωριστικό 139 από τον υπεύθυνο πωλήσεων της επιχείρησης, η επιχειρησιακή διαδικασία συνεχίζεται αυτόματα στο επόμενο στάδιο. Το στάδιο στο οποίο βρίσκεται αυτή τη στιγμή η διαδικασία ηλεκτρονικής τιμολόγησης, μετά τον κόμβο με την ανθρώπινη παρέμβαση, φαίνεται στην Εικόνα 4.24. Στο επόμενο βήμα ακολουθεί η δημιουργία και η αποστολή του ηλεκτρονικού τιμολογίου μέσω email στον πελάτη που έκανε την παραγγελία, όπως θα δούμε στην επόμενη ενότητα.

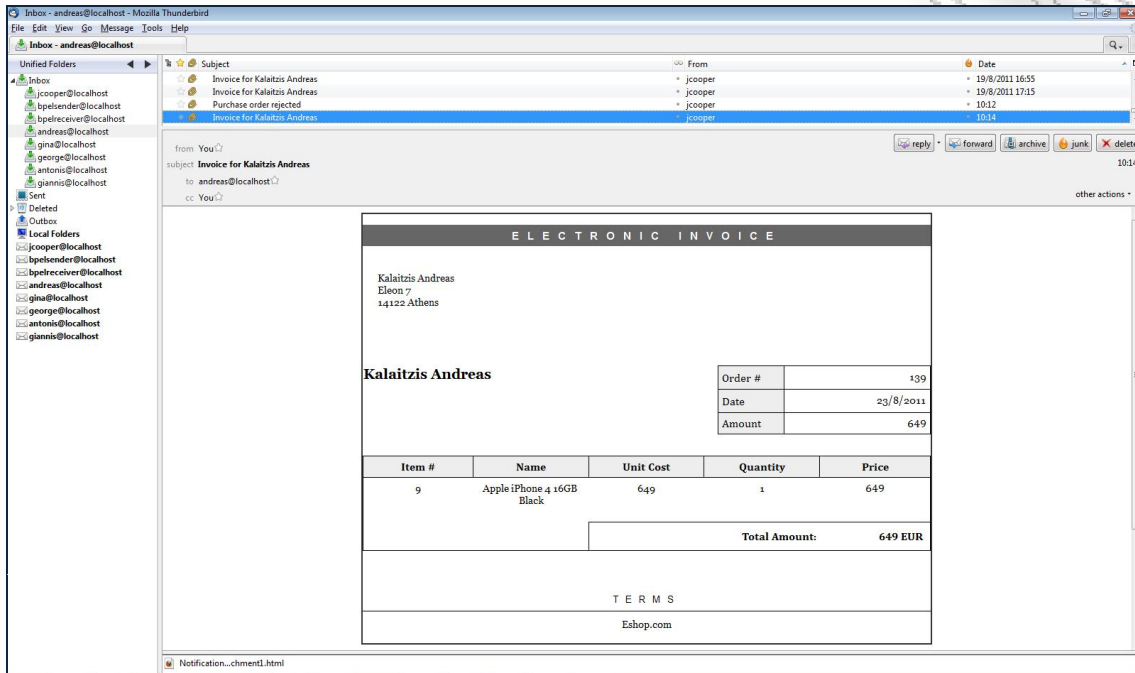


Εικόνα 4.24: Στάδιο εξέλιξης της επιχειρησιακής διαδικασίας.

4.2.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ

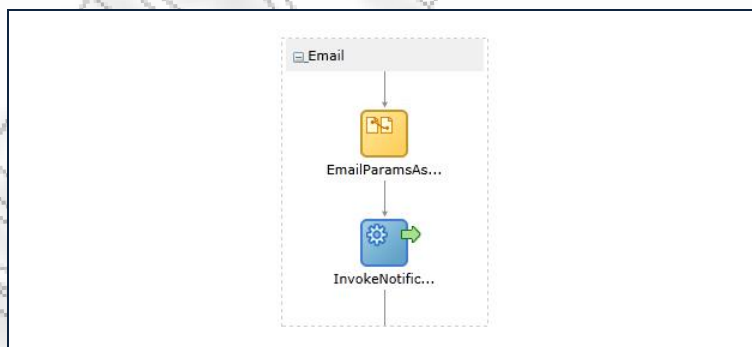
Το σημαντικότερο σημείο της επιχειρησιακής διαδικασίας στο σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης είναι η αυτόματη έκδοση και αποστολή του ηλεκτρονικού τιμολογίου στην ηλεκτρονική διεύθυνση του πελάτη που πραγματοποίησε την παραγγελία. Ουσιαστικά, μετά την αποδοχή της ηλεκτρονικής παραγγελίας από τον υπεύθυνο πωλήσεων του ηλεκτρονικού καταστήματος, η επιχειρησιακή διαδικασία προχωρά στο επόμενο βήμα, το οποίο είναι η δημιουργία και η αποστολή του ηλεκτρονικού τιμολογίου. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκε ο James mail server στον οποίο δημιουργήθηκε ένα συγκεκριμένο domain και προστέθηκαν ορισμένοι χρήστες με συγκεκριμένες διευθύνσεις email για τις ανάγκες του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης. Επομένως, ο χρήστης του ηλεκτρονικού καταστήματος Andreas Kalaitzis που πραγματοποίησε την παραγγελία με αναγνωριστικό 139 και έχει την ηλεκτρονική διεύθυνση andreas@localhost, λαμβάνει ηλεκτρονικά το τιμολόγιο της παραγγελίας του μέσα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα.

Το ηλεκτρονικό τιμολόγιο έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες Html και CSS, ενώ περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες της ηλεκτρονικής παραγγελίας. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, το ηλεκτρονικό τιμολόγιο με αναγνωριστικό 139 που έχει σταλεί στην ηλεκτρονική διεύθυνση του χρήστη Andreas Kalaitzis που πραγματοποίησε την παραγγελία, φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 4.25: Ηλεκτρονικό τιμολόγιο της παραγγελίας.

Σε αυτό το σημείο, η επιχειρησιακή διαδικασία βρίσκεται στον κόμβο Email που αντιστοιχεί στη δημιουργία και την αποστολή του ηλεκτρονικού τιμολογίου στην ηλεκτρονική διεύθυνση του πελάτη που πραγματοποίησε την παραγγελία. Στο επόμενο βήμα ακολουθεί η αποθήκευση του ηλεκτρονικού τιμολογίου σε μορφή XML σε μια προκαθορισμένη διαδρομή στο δίσκο και η ψηφιακή υπογραφή αυτού του αρχείου XML με σκοπό την ενίσχυση της ασφάλειας. Το στάδιο εξέλιξης της επιχειρησιακής διαδικασίας, όπως αυτό παρουσιάζεται στην κονσόλα BPEL, φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 4.26: Στάδιο αποστολής ηλεκτρονικού τιμολογίου.

4.2.5 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΤΙΜΟΛΟΓΙΩΝ

Ο κόμβος που ακολουθεί μετά την αποστολή του ηλεκτρονικού τιμολογίου στον πελάτη (InvoiceAcknowledge) αντιστοιχεί στην αποθήκευση των τιμολογίων σε μορφή XML σε μια προκαθορισμένη διαδρομή στο δίσκο. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, το αρχείο που αντιστοιχεί στην παραγγελία με αναγνωριστικό 139 ονομάζεται Invoice_1.xml και φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:


```

- <Invoice>
  - <core:InvoiceHeader>
    <core:InvoiceNumber>139</core:InvoiceNumber>
    <core:InvoiceIssueDate>23/8/2011</core:InvoiceIssueDate>
    <core:InvoiceType>Commercial</core:InvoiceType>
  - <core:InvoiceLanguage>
    <core:InvoiceLanguageCoded>EN</core:InvoiceLanguageCoded>
  - <core:InvoiceParty>
    - <core:BuyerParty>
      <core:PartyID>1</core:PartyID>
      - <core:NameAddress>
        <core:Address>Eleon 7</core:Address>
        <core:PostalCode>14122</core:PostalCode>
        <core:City>Athens</core:City>
        <core:Country>Greece</core:Country>
      </core:NameAddress>
      - <core:PrimaryContact>
        <core:FirstName>Andreas</core:FirstName>
        <core:LastName>Kalaitzis</core:LastName>
        <core:Username>akala</core:Username>
        <core>Password>ak1985!</core>Password>
        <core:PhoneNumber>6944598283</core:PhoneNumber>
        <core:Email>andreas@localhost</core:Email>
      </core:PrimaryContact>
    </core:BuyerParty>
    - <core:SellerParty>
      <core:PartyID>1</core:PartyID>
      - <core:NameAddress>
        <core:Address/>
        <core:PostalCode/>
        <core:City/>
        <core:Country/>
      </core:NameAddress>
      - <core:OtherContact>
        <core:ContactName>Jason Cooper</core:ContactName>
        <core:PhoneNumber>6974495398</core:PhoneNumber>
        <core:Email>jcooper@localhost</core:Email>
      </core:OtherContact>
    </core:SellerParty>
  </core:InvoiceParty>
</core:InvoiceHeader>
- <core:InvoiceDetail>
  - <core:InvoiceItemDetail>
    <core:ItemID>9</core:ItemID>
    <core:ItemName>Apple iPhone 4 16GB Black</core:ItemName>
    <core:Price>649</core:Price>
    <core:NoOfItems>1</core:NoOfItems>
    <core:Quantity>3</core:Quantity>
  </core:InvoiceItemDetail>
</core:InvoiceDetail>
- <core:InvoiceSummary>
  <core:OrderName>Order238</core:OrderName>
  - <core:InvoiceTotal>
    <core:MonetaryAmount>649</core:MonetaryAmount>
  </core:InvoiceTotal>
  - <core:Currency>
    <core:CurrencyCoded>EUR</core:CurrencyCoded>
  </core:Currency>
  <core:PaymentMethod>Credit Card</core:PaymentMethod>
  <core:ShippingMethod>Carrier1</core:ShippingMethod>
  <core:OrderDelivery>3-5 days</core:OrderDelivery>
  - <core:OrderStatus>
    The purchase order with id: 139 has been completed succesfully.
  </core:OrderStatus>
  <core:OrderComments>Order approved</core:OrderComments>
</core:InvoiceSummary>
</Invoice>

```

Εικόνα 4.27: Ηλεκτρονικό τιμολόγιο σε μορφή XML.

Μετά την αποθήκευση του ηλεκτρονικού τιμολογίου σε μορφή XML ακολουθεί η ψηφιακή υπογραφή του συγκεκριμένου αρχείου, ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό την απαίτηση της αυθεντικοποίησης, όσον αφορά την ασφάλεια. Σε αυτό το σημείο της επιχειρησιακής διαδικασίας γίνεται κλήση στην υπηρεσία DigitalSignExService, η οποία δέχεται ένα αρχείο XML και επιστρέφει το ίδιο αρχείο XML ψηφιακά υπογεγραμμένο, το οποίο αποθηκεύεται σε μια προκαθορισμένη διαδρομή στο δίσκο. Μετά την ψηφιακή υπογραφή του αρχείου Invoice_1.xml δημιουργείται το αρχείο SignedInvoice_1.xml το οποίο φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:

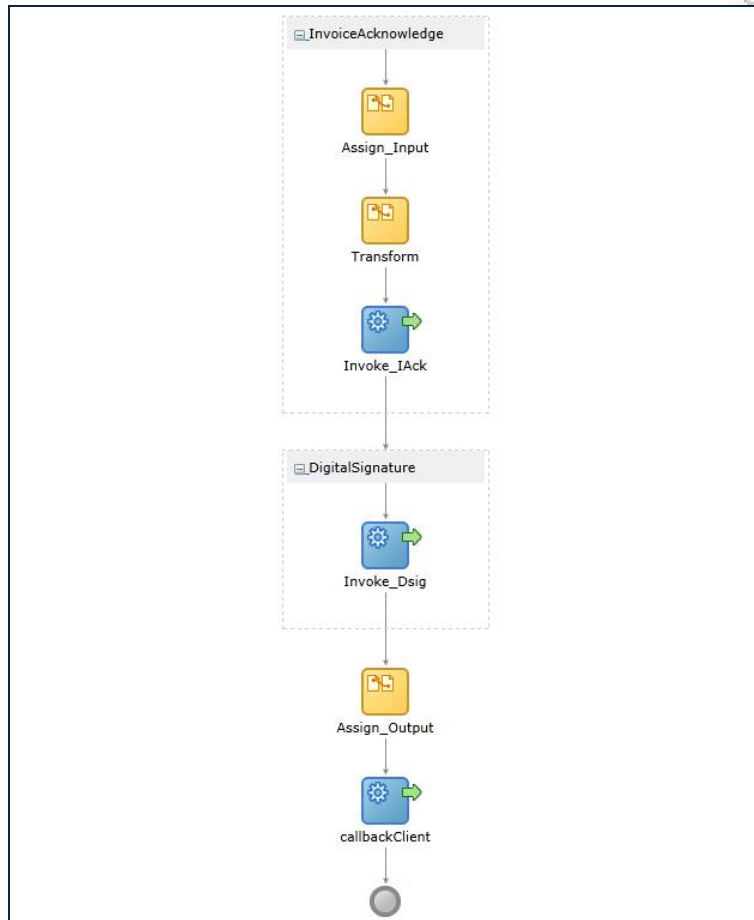
```

<Invoice>
  <core:InvoiceHeader>
    <core:InvoiceNumber>139</core:InvoiceNumber>
    <core:InvoiceIssueDate>23/8/2011</core:InvoiceIssueDate>
    <core:InvoiceType>Commercial</core:InvoiceType>
    +<core:InvoiceLanguage></core:InvoiceLanguage>
    +<core:InvoiceParty></core:InvoiceParty>
  </core:InvoiceHeader>
  +<core:InvoiceDetail></core:InvoiceDetail>
  +<core:InvoiceSummary></core:InvoiceSummary>
  <Signature>
    <SignedInfo>
      <CanonicalizationMethod Algorithm="http://www.w3.org/TR/2001/REC-xml-c14n-20010315#WithComments"/>
      <SignatureMethod Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#dsa-sha1"/>
      <Reference URI="">
        <Transforms>
          <Transform Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#enveloped-signature"/>
        </Transforms>
        <DigestMethod Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#sha1"/>
        <DigestValue>WsyI45aoI suye1FlpSSbLBVUSOY=</DigestValue>
      </Reference>
    </SignedInfo>
    <SignatureValue>
      kYkOrCS0bzdDfNigJ+VmQUHlx4XXIIPv9kp2fkJrYBKr4hGNySWzQ==
    </SignatureValue>
    <KeyInfo>
      <KeyValue>
        <DSAKeyValue>
          <P>
            /X9TgR11EilS30qcLuzk5/YRt1I870QAwX4/gLZRJmIFXUAiUftZPY1Y+tr/F9bow9subVWzXgTuA HTRv8mZgt2uZUKWkn5/oBHsQIsPu6nX/rfGG
            /g7V+fGqKYVDwT7g/bTxR7DAjVUE1oWkTL2dfOu K2HXKu/yjgMZndFIAcc=
          </P>
          <Q>l2BQjxUjC8yykrmCounEC/BYHPU=</Q>
          <G>
            9+GghdabPd7LvKtcNrhXuXmUr7v6OuqC+VdMCz0HgmDRWVeOutRZT+ZxBxCBgLRJFnEj6EwoFhO3 zwkyjMim4TwWeotUfif0o4KOUHiuzpnWRbqN/C
            /ohNWLx+2J6ASQ7zKTxvqhRklmog9/hWuWfBpKL Zl6Ae1UIZAFMO/7PSSo=
          </G>
          <Y>
            taxbIHW2CohfxZcf0o2WR pGRc340iSFMJk9DGShOUCNcXmf9zeyjXnmHPtwmJqJTVHh+8Ab1I25 r0MaxvZzfuggz1zcUnETtkUaJmdnqC3hgrkC9P
            /iK6cs909GUl62i9+v7TdDBFQiqqzcs5vK0zZ U0ue1LneuKAVBV9RRU=
          </Y>
        </DSAKeyValue>
      </KeyValue>
    </KeyInfo>
  </Signature>
</Invoice>

```

Εικόνα 4.28: Ψηφιακά υπογεγραμμένο ηλεκτρονικό τιμολόγιο σε μορφή XML.

Με την ολοκλήρωση του σταδίου της ψηφιακής υπογραφής του ηλεκτρονικού τιμολογίου ολοκληρώνεται επιτυχώς και η επιχειρησιακή διαδικασία BPEL του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 4.29: Επιτυχής ολοκλήρωση της επιχειρησιακής διαδικασίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι σύγχρονες επιχειρήσεις πρέπει να ανταποκρίνονται αποτελεσματικά και γρήγορα στις ευκαιρίες που παρουσιάζονται στις παγκόσμιες αγορές. Για το λόγο αυτό, οι επιχειρήσεις πρέπει να βελτιστοποιήσουν τις υπάρχουσες διαδικασίες τους, ενώ παράλληλα πρέπει να εκθέσουν τις εφαρμογές τους με έναν προτυποποιημένο τρόπο. Μια προσέγγιση για αυτά τα σημαντικά θέματα αποτελούν οι υπηρεσίες, οι οποίες μπορούν εύκολα να συγκεντρωθούν με σκοπό τη δημιουργία ενός συνόλου από αυτόνομες επιχειρησιακές διαδικασίες χαλαρής σύνδεσης. Οι επιχειρήσεις έχουν τη δυνατότητα να εκθέσουν τη λειτουργικότητά τους με τη μορφή υπηρεσιών, οι οποίες μπορούν να γίνουν διαθέσιμες από άλλους χρήστες σε συγκεκριμένες τοποθεσίες.

Η ανάγκη για ανάπτυξη των υπηρεσιών ιστού και των προτύπων για την υποστήριξη της αυτοματοποιημένης επιχειρησιακής ενοποίησης έχει οδηγήσει σε τεχνολογικές προόδους, με πιο αξιοσημείωτη την αρχιτεκτονική SOA. Ο σκοπός αυτής της αρχιτεκτονικής είναι η διευθέτηση των απαιτήσεων των καταναμημένων συστημάτων χαλαρής σύνδεσης που βασίζονται σε πρότυπα. Στην υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική, οι πόροι χαρακτηρίζονται ως υπηρεσίες, οι οποίες είναι καλά ορισμένες και κάθε υπηρεσία είναι ανεξάρτητη από την κατάσταση ή το περιεχόμενο των άλλων υπηρεσιών. Οι υπηρεσίες έχουν επίσης μια προτυποποιημένη γλώσσα περιγραφής και διεπαφή και επικοινωνούν μεταξύ τους με σκοπό την υποστήριξη ενός κοινού επιχειρησιακού έργου ή μιας διαδικασίας. Λόγω της ευελιξίας, της διαλειτουργικότητας και άλλων χαρακτηριστικών, οι υπηρεσίες ιστού θεωρούνται ως η πιο κατάλληλη τεχνολογία για την έκθεση της λειτουργικότητας των εφαρμογών ως υπηρεσίες και, επομένως, είναι η πιο κατάλληλη τεχνολογία για την ολοκλήρωση της αρχιτεκτονικής SOA.

Η αρχιτεκτονική SOA αποτελεί σήμερα μια πολύ σημαντική τεχνολογία για την ανάπτυξη λογισμικού. Απλοποιεί την ενοποίηση ετερογενών συστημάτων, ενώ επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση του λογισμικού. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα στους προγραμματιστές να συνθέτουν τις καλύτερες υπηρεσίες που βρίσκονται στο Διαδίκτυο, με βάση τις επιχειρησιακές ανάγκες. Χωρίς κανένα περιορισμό στη χρήση πλατφόρμων και γλωσσών προγραμματισμού, βοηθά στην επίτευξη της πραγματικής ανεξαρτησίας. Η επένδυση μιας επιχείρησης στην υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική, χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες και τα πρότυπα που την υποστηρίζουν, όπως οι τεχνολογίες web services, ESB, BPM και BPEL, θα κρατήσει αρκετό καιρό και θα της προσφέρει πολλά οφέλη και μακροπρόθεσμη επιτυχία. Ωστόσο, η χρησιμοποίηση της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής πρέπει να γίνεται μετά από σοβαρή μελέτη της κατάστασης και των συνθηκών που επικρατούν στην επιχείρηση.

Στο σενάριο που παρουσιάστηκε στο δεύτερο μέρος της μεταπτυχιακής διατριβής, χρησιμοποιήθηκαν διάφορες τεχνολογίες και πρότυπα που υποστηρίζουν την αρχιτεκτονική SOA σε κάθε επίπεδο της. Σκοπός ήταν η ανάδειξη των χαρακτηριστικών και των πλεονεκτημάτων που μπορεί να προσφέρει η υπηρεσιοστραφής αρχιτεκτονική σε μια επιχείρηση, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα για την αυτόματη έκδοση και αποστολή ηλεκτρονικών τιμολογίων στους πελάτες που πραγματοποιούν παραγγελίες σε ηλεκτρονικά καταστήματα. Όπως φάνηκε και στην παρουσίαση του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης, τα οφέλη που προκύπτουν για τις επιχειρήσεις είναι πολλά. Αρχικά, ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του συστήματος ηλεκτρονικής τιμολόγησης έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να χρησιμοποιούνται διαφορετικά προγραμματιστικά εργαλεία, αναδεικνύοντας την ευελιξία και την ανεξαρτησία από πλατφόρμες και γλώσσες προγραμματισμού που χαρακτηρίζουν την αρχιτεκτονική SOA.

Επιπλέον, με την ανάπτυξη των υπηρεσιών ιστού δίνεται η δυνατότητα δημοσίευσης της λειτουργικότητας της επιχείρησης με τη μορφή υπηρεσιών, οι οποίες στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλες εφαρμογές μέσω του Διαδικτύου. Παράλληλα, με τη χρήση της τεχνολογίας ESB δίνεται η δυνατότητα για καλύτερη οργάνωση των υπηρεσιών ιστού και δρομολόγηση των μηνυμάτων. Τέλος, η χρήση της τεχνολογίας BPM και του προτύπου BPEL βοηθά την επιχείρηση που χρησιμοποιεί το σύστημα ηλεκτρονικής τιμολόγησης να παρακολουθεί την εξέλιξη της επιχειρησιακής διαδικασίας και να επεμβαίνει άμεσα όποτε χρειάζεται.

Συμπερασματικά, η αρχιτεκτονική SOA μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη και επιπλέον ανάπτυξη στις επιχειρήσεις που τη χρησιμοποιούν με σωστό τρόπο, ενώ η συνεχής εξέλιξη των τεχνολογιών και των προτύπων που υποστηρίζουν την υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική εξασφαλίζει τη μελλοντική εδραίωση της αρχιτεκτονικής SOA στον κόσμο των επιχειρήσεων και της ανάπτυξης λογισμικού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Matjaz B. Juric, Benny Mathew, Poornachandra Sarang. *Business Process Execution Language for Web Services*. Second Edition. Packt Publishing, 2006.
- [2] Wikipedia. *Service Oriented Architecture (SOA)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://en.wikipedia.org/wiki/Service-oriented_architecture>
- [3] Rose India. What is service oriented architecture? [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://www.roseindia.net/webservices/what_is_service_oriented_architecture.shtml>
- [4] Mike P. Papazoglou, Willem-Jan van den Heuval. *Service oriented architectures: approaches, technologies and research issues*. Springer, 2007.
- [5] W3C. *Web Services Definition Language (WSDL)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.w3.org/TR/wsdl>>
- [6] Michael Rosen, Boris Lublinsky, Kevin T. Smith, Marc J. Balcer. *Applied SOA: Service-Oriented Architecture and Design Strategies*. Wiley Publishing, 2008.
- [7] Mark Endrei, Jenny Ang, Ali Arsanjani, Sook Chua, Philippe Comte, Pal Krogdahl, Min Luo, Tony Newling. *Patterns: Service-Oriented Architecture and Web Services*. IBM Redbooks, 2004.
- [8] W3C. *eXtensible Markup Language (XML)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.w3.org/XML/>>
- [9] W3C. *XML Schema*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.w3.org/XML/Schema>>
- [10] Raghu R. Kodali. *An introduction to SOA*. JavaWorld, 2005. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.javaworld.com/javaworld/jw-06-2005/jw-0613-soa.html>>
- [11] Michael Stevens. *The benefits of a Service-Oriented Architecture*. Developer.com, 2002. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.developer.com/services/article.php/1041191/The-Benefits-of-a-Service-Oriented-Architecture.htm>>
- [12] Accenture. *Service-Oriented Architecture: Business Benefits*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.accenture.com/us-en/Pages/service-soa-business-benefits.aspx>>
- [13] Ying-Hong Wang, Jingo Chenghorng Liao. *Why Or Why Not Service Oriented Architecture*. IEEE, 2009.
- [14] Exforsys Inc. *SOA Disadvantages*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.exforsys.com/tutorials/soa/soa-disadvantages.html>>
- [15] W3C. *Web Services*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.w3.org/TR/2002/WD-ws-arch-20021114/>>
- [16] B. Meneklis, A. Kaliontzoglou, C. Douligeris, D. Polemi. *Engineering and Technology Aspects of an e-Government Architecture Based on Web Services*. IEEE, 2005.
- [17] Erin Cavanaugh. *Web services: Benefits, challenges, and a unique, visual development solution*. Alltova, 2008.
- [18] MSDN [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc508708.aspx]
- [19] W3C. *Web Services Benefits*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.w3.org/Protocols/>>
- [20] Wikipedia. *eXtensible Markup Language (XML)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://el.wikipedia.org/wiki/XML>>
- [21] Wikipedia. *XML Schema*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://en.wikipedia.org/wiki/XML_schema>
- [22] Cecilia Phan, Laura Lee, Rod Fleisher. *Service Oriented Architecture (SOA) – Security Challenges and Mitigation Strategies*. IEEE, 2007.

- [23] Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS). [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.oasis-open.org/>>
- [24] Steve Graham, Doug Davis, Glen Daniels, Peter Brittenham, Simeon Simeonov, Yuichi Nakamura, Paul Fremantle, Dieter Konig, Claudia Zentner. *Building Web Services with Java*. Second Edition. Sams Publishing, 2005.
- [25] Wikipedia. *Simple Object Access Protocol (SOAP)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://en.wikipedia.org/wiki/SOAP>>
- [26] Wikipedia. *Web Services Definition Language (WSDL)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Services_Description_Language>
- [27] OASIS. *Universal Description Discovery and Integration*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://www.uddi.org/pubs/uddi_v3.htm>
- [28] Wikipedia. *Universal Description Discovery and Integration*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Description_Discovery_and_Integration>
- [29] Stephen Potts. *Sams Teach Yourself Web Services in 24 Hours*. Sams Publishing, 2003.
- [30] Joseph Weber, Mark Wutka. *BEA WebLogic Workshop Kick Start*. Sams Publishing, 2002.
- [31] Wikipedia. HTTP Secure (HTTPS). [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://en.wikipedia.org/wiki/HTTP_Secure>
- [32] OASIS. *Web Services Security (WS-S)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.oasis-open.org/committees/download.php/16790/wss-v1.1-spec-os-SOAPMessageSecurity.pdf>>
- [33] Wikipedia. *Web Services Security (WS-S)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://en.wikipedia.org/wiki/WS-Security>>
- [34] OASIS. *Security Services (SAML) TC*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.oasis-open.org/committees/security/>>
- [35] Wikipedia. Security Assertion Markup Language (SAML). [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://en.wikipedia.org/wiki/Security_Assertion_Markup_Language>
- [36] Elisa Bertino, Lorenzo D. Martino, Federica Paci, Anna C. Squicciarini. *Security for Web Services and Service-Oriented Architectures*. Springer, 2010.
- [37] OASIS. *Web Services Distributed Management (WSDM)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=wsdm>
- [38] IBM. *Web Services Manageability*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-manage/>>
- [39] OASIS. *Web Services Reliable Messaging (WSRM)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=wsrm>
- [40] Wikipedia. Enterprise Service Bus (ESB). [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_service_bus>
- [41] Binary Spectrum. *Enterprise Service Bus – An Introduction*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://www.binaryspectrum.com/service-oriented_architecture/esb.html>
- [42] W3C. *XSL Transformations (XSLT)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.w3.org/TR/xslt>>
- [43] W3C. *XQuery 1.0: An XML Query Language (Second Edition)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.w3.org/TR/xquery/>>
- [44] Naveen Balani. *Model and build ESB SOA frameworks*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.ibm.com/developerworks/web/library/wa-soaeb/>>
- [45] OASIS. *Web Services BPEL TC*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.oasis-open.org/committees/wsbpel/>>
- [46] Sixto Ortiz Jr. *Getting on Board the Enterprise Service Bus*. IEEE, 2007.
- [47] Yang Liu, Enzhao Hu, Xudong Chen. *Architecture of Information System Combining SOA and BPM*. IEEE, 2008.

- [48] BPM Enterprise. *Business Process Management (BPM) - What is Business Process Management?* [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://www.bpmenterprise.com/content/bpm_business_process_management_basics.asp>
- [49] John Jeston, Johan Nelis. *Business process management practical guidelines to successful implementations*. Butterworth – Heinemann, 2006.
- [50] Nomaan Malik. *The Next Top Business Process Model*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.bpm.com/the-next-top-business-process-model.html>>
- [51] Object Management Group (OMG). [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.omg.org/>>
- [52] M. Cumberlandidge. *Business Process Management with JBoss jBPM: a Practical Guide for Business Analysts*. Packt Publishing, 2007.
- [53] Ryan K. L. Ko. *A computer scientist's introductory guide to business process management (BPM)*. ACM Press, 2009.
- [54] Wikipedia. *Business Process Management*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://en.wikipedia.org/wiki/Business_process_management>
- [55] James F. Chang. *Business Process Management Systems: Strategy and Implementation*. Auerbach Publications, 2006.
- [56] Smart, P.A, Maddern, H. & Maull, R. S. *Understanding Business Process Management: implications for theory and practice*. British Journal of Management, 2008.
- [57] Mark Cooper, Paul Patterson. *Business Process Management (BPM) Definition and Solutions*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://www.cio.com/article/106609/Business_Process_Management_BPM_Definition_and_Solutions>
- [58] Gartner. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.gartner.com/>>
- [59] Soft Web Solutions. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://www.softwebsolutions.com/business_process_management.html>
- [60] Martin Owen, Jog Raj. *BPMN and Business Process Management*. Popkin Software.
- [61] Exodus. *Business Process Management*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.exodus.gr/default.aspx?id=1278&nt=19&lang=1>>
- [62] Wikipedia. *Business Process Model and Notation (BPMN)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://en.wikipedia.org/wiki/Business_Process_Model_and_Notation>
- [63] OASIS. *Web Services Business Process Execution Language Version 2.0*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/wsbpel-v2.0.html>>
- [64] Onyeka Ezenwoye, S. Masoud Sadjadi. *Enabling Robustness in Existing BPEL Processes*. 2005.
- [65] Wikipedia. *Business Process Execution Language*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://en.wikipedia.org/wiki/Business_Process_Execution_Language>
- [66] Madhusa Nanayakkara, Chanaka Herath. *Enhancing Enterprise Applications with SOA and BPEL*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.scribd.com/doc/31372726/SOA-and-BPEL>>
- [67] Eben Hewitt. *Java SOA Cookbook*. O' Reilly Media, Inc. 2009.
- [68] European Commission. *VAT Invoicing Rules*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://ec.europa.eu/taxation_customs/taxation/vat/traders/invoicing_rules/index_en.htm>
- [69] Alexandros Kaliontzoglou, Pelagia Boutsis, Despina Polemi. *eInvoke: Secure e-Invoicing based on web services*. Springer, 2006.
- [70] EUR-Lex. *Οδηγία 2001/115/EK*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0115:EL:HTML>>
- [71] EUR-Lex. *Οδηγία 1999/93/EK*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31999L0093:EL:HTML>>

- [72] EUR-Lex. *Οδηγία 95/46/EK*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31995L0046:el:HTML>>
- [73] EUR-Lex. *Οδηγία 96/96/EOK*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31996L0009:EL:HTML>>
- [74] EUR-Lex. *Οδηγία 97/66/EK*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997L0066:EL:HTML>>
- [75] EUR-Lex. *Οδηγία 2002/58/EK*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0058:EL:HTML>>
- [76] XCBL.org. *XML Common Business Library (XCBL)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://www.xcbl.org/>>
- [77] Wikipedia. *XML Common Business Library (XCBL)*. [online] Διαθέσιμο στη διεύθυνση <<http://en.wikipedia.org/wiki/XCBL>>