



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

**ΥΠΗΡΕΣΙΟΣΤΡΕΦΕΙΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ
ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΦΑΚΕΛΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**

ΒΑΣΙΛΙΚΗ Ι. ΚΟΥΦΗ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2011

Οι ευχαριστίες μου καταρχήν θα πρέπει να απευθυνθούν στην οικογένειά μου που με υποστήριξε και με ενθάρρυνε σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου με κάθε δυνατό τρόπο. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος τον Νίκο, ο οποίος με στήριξε τους τελευταίους μήνες της διδακτορικής μου διατριβής.

Θεωρώ ότι είμαι ιδιαίτερα υποχρεωμένη στην τριμελή συμβουλευτική μου επιτροπή για την ηθική συμπαράσταση και την επιστημονική υποστήριξη που μου προσέφερε καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διδακτορικής διατριβής. Ο Καθηγητής του Πανεπιστημίου Πειραιώς κ. Γεώργιος Βασιλακόπουλος, επιβλέπων καθηγητής μου, συνέβαλε σημαντικά με την καθοδήγηση, υποστήριξη και υπομονή στις προσπάθειες και τα λάθη μου. Ο Καθηγητής του Πανεπιστημίου Πειραιώς κ. Σωκράτης Κάτσικας μου προσέφερε καθοδήγηση και επιστημονική υποστήριξη κατά τη διάρκεια της έρευνας μου και πιστεύω ότι τα αποτελέσματα δικαιώνουν τις προσδοκίες του. Ο Αναπληρωτής Καθηγητής του Πανεπιστημίου Πειραιώς κ. Παναγιώτης Δεμέστιχας επέδειξε ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην έρευνα που διεξήγαγα και μου προσέφερε πολύτιμες συμβουλές.

Θεωρώ, επίσης, υποχρέωση μου να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του εργαστηρίου ψηφιακών υπηρεσιών υγείας του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στο οποίο αναπτύχθηκαν τα συστήματα Ιατρικού Φακέλου Ασθενών με χρήση του εξειδικευμένου εξοπλισμού και υποδομής που διαθέτει, για την ηθική συμπαράσταση τους καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης της διδακτορικής μου διατριβής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	9
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	15
1. ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΦΑΚΕΛΟΣ ΑΣΘΕΝΟΥΣ	19
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	19
1.2 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΦΑΚΕΛΟΣ: ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	25
1.2.1 Αρχιτεκτονικές Ηλεκτρονικού Ιατρικού Φακέλου	26
1.2.2 Ηλεκτρονικός Ιατρικός Φάκελος: Άποψη Ασφάλειας	33
1.2.3 Τυποποιήσεις – Πρότυπα	41
1.2.4 Συστήματα Ηλεκτρονικών Ιατρικών Φακέλων	60
1.3 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΣ ΦΑΚΕΛΟΣ ΥΓΕΙΑΣ	62
1.3.1 Αρχικό πλαίσιο χαρακτηριστικών ΠΦΥ και συστημάτων ΠΦΥ	66
1.3.2 Χαρακτηριστικά και Κατηγορίες ΠΦΥ	68
1.3.3 Αρχιτεκτονικές ΠΦΥ	80
1.3.4 Προσωπικός Φάκελος Υγείας: Ιδιωτικότητα και Ασφάλεια	83
1.3.5 Συστήματα ΠΦΥ	87
1.3.6 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί συστημάτων ΠΦΥ	91
1.3.7 Προβληματισμοί που απορρέουν από τη χρήση ΠΦΥ	98
1.4 ΕΞΕΛΙΞΗ ΗΙΦ ΣΕ ΠΦΥ	102
2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΧΥΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ	
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΩΝ ΣΕ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	105
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	105
2.2 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΥΓΕΙΑΣ	106
2.2.1 Χαρακτηριστικά ασύρματων συσκευών	109
2.2.2 Εφαρμογές και Υπηρεσίες	110
2.3 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΣΘΕΝΩΝ	115
2.3.1 Τεχνολογία γραμμωτού κώδικα	116
2.3.2 Τεχνολογία ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνότητων (Radio Frequency Identification - RFID)	118
2.3.3 Βιομετρικά συστήματα αναγνώρισης	121
2.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ (BUSINESS PROCESS MANAGEMENT)	126
2.4.1 Επιχειρησιακές διαδικασίες	127
2.4.2 Επιχειρησιακές διαδικασίες και ροές εργασίας	130

2.4.3	Συστήματα διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών	132
2.4.4	Κύκλος ζωής επιχειρησιακών διαδικασιών	134
2.4.5	Θέματα ασφάλειας στα συστήματα διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών	140
2.5	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΡΑΚΤΩΡΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	143
2.5.1	Ιδιότητες πρακτόρων λογισμικού	143
2.5.2	Κατηγορίες Πρακτόρων	144
2.5.3	Συστήματα πολλαπλών πρακτόρων (Multi-agent systems)	147
2.5.4	Η τεχνολογία των πρακτόρων στον τομέα της υγείας και σχετικά ζητήματα	150
2.6	ΥΠΗΡΕΣΙΟΣΤΡΕΦΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	152
2.6.1	Υπηρεσίες ιστού	156
2.6.2	Το μοντέλο των υπηρεσιών ιστού	157
2.6.3	Κύκλος ζωής της ανάπτυξης υπηρεσιών ιστού	158
2.6.4	Τεχνολογία υπηρεσιών ιστού	159
2.6.5	Υπηρεσίες ιστού και ροές εργασίας	162
2.6.6	Ασφάλεια υπηρεσιών ιστού	165
2.6.7	Υπηρεσίες Ιστού σε Υποδομή Πλέγματος	166
2.6.8	Επιχειρησιακός Δίαυλος Υπηρεσιών (Enterprise Service Bus - ESB)	174
3.	ΥΠΗΡΕΣΙΟΣΤΡΕΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΓΕΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ.....	177
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	177
3.2	ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΔΙΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ.....	180
3.3	ΔΙΑΧΥΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ ΣΕ ΥΠΟΔΟΜΗ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ.....	181
3.3.1	Μοντελοποίηση διεπιχειρησιακής διαδικασίας ακτινολογικής εξέτασης	183
3.3.2	Διεπιχειρησιακές διαδικασίες και πύλες πλέγματος	188
3.3.3	Σχεδιασμός Υπηρεισοστρεφούς Αρχιτεκτονικής	193
3.3.4	Υλοποίηση πλαισίου ελέγχου πρόσβασης με χρήση πρακτόρων	196
3.3.5	Υλοποίηση πλαισίου ελέγχου πρόσβασης με χρήση πρακτόρων και τεχνολογίας ροής εργασιών 213	
3.3.6	Υλοποίηση πλαισίου ελέγχου πρόσβασης με χρήση xοRBAC	218
3.4	ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΩΝ ΣΤΟΥΣ ΑΣΘΕΝΕΙΣ.....	226
3.4.1	Μοντελοποίηση Διεπιχειρησιακής Διαδικασίας Παροχής Ιατρικών Συμβουλών	227
3.4.2	Αρχιτεκτονική Συστήματος	230
3.4.3	Υλοποίηση Συστήματος	231
4.	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΟΣΤΡΕΦΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ – ΑΠΟΨΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	235
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	235
4.2	ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ	238
4.2.1	Μια προσέγγιση εξέλιξης βασισμένη στην υπηρεισοστρεφή αρχιτεκτονική	239
4.2.2	Εξουσιοδότηση με βάση ρόλους	241
4.3	ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΣΕΩΝ	244
4.4	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΣΕΩΝ SOA	250
4.5	ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	254

5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΟΣΤΡΕΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΦΑΚΕΛΟΥ ΥΓΕΙΑΣ.....	259
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	259
5.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	263
5.3 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	266
5.3.1 Υποσύστημα διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών (BPM subsystem)	267
5.3.2 Υποσύστημα ΠΦΥ (PHR subsystem)	268
5.3.3 Υποσύστημα ασφάλειας (security subsystem).....	268
5.4 ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΕΩΝ.....	269
5.4.1 Πλαίσιο εκτέλεσης διαδικασίας (Process Execution Context)	270
5.4.2 Ανάθεση δικαιωμάτων με βάση την περιρρέουσα κατάσταση (Context-Aware Permission Assignment).....	272
5.5 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ	273
5.6 ΠΡΩΤΟΤΥΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	274
5.6.1 Ζητήματα Υλοποίησης.....	274
5.6.2 Λειτουργικότητα Συστήματος	277
6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΦΑΚΕΛΟΥ ΥΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΕΙΓΟΝΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ.....	283
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	283
6.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΣΥΝΤΑΓΟΓΡΑΦΗΣΗΣ	286
6.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΦΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΕΙΓΟΝΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ	289
6.4 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΦΥ	291
6.4.1 Πληροφορίες Πλαισίου	293
6.4.2 Πολιτικές ελέγχου πρόσβασης.....	294
6.4.3 Διαχειριστής Πλαισίου	297
6.5 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	299
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ - ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	303
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	309
ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	335
ΟΡΟΛΟΓΙΑ.....	341

Σε διεθνές επίπεδο, τα συστήματα υγείας σήμερα δέχονται αυξανόμενες πιέσεις για την αναβάθμιση των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας με παράλληλη μείωση του κόστους. Οι πιέσεις αυτές εντείνονται ιδιαίτερα λόγω της γήρανσης του πληθυσμού, τις αυξανόμενες προσδοκίες των πολιτών, τη μετανάστευση καθώς και την κινητικότητα των ασθενών και των επαγγελματιών του κλάδου της υγείας. Σε μια προσπάθεια αντιμετώπισης των προκλήσεων αυτών, τα τελευταία χρόνια έχει διαμορφωθεί μια διεθνής τάση για ανάπτυξη συστημάτων παροχής υπηρεσιών υγείας με επίκεντρο τον πολίτη/ασθενή. Η αξιοποίηση των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών έχει παίξει πολύ σημαντικό ρόλο στη στροφή προς το ασθενοκεντρικό αυτό μοντέλο, μέσω του οποίου μπορεί να επιτευχθεί η ολοκλήρωση όλου του φάσματος των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, από την πρόληψη έως την παρακολούθηση, και ο συντονισμός των διαφόρων οργανισμών (π.χ. νοσοκομεία, κέντρα ασθενοφόρων) που συμμετέχουν στην παροχή υπηρεσιών υγείας. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται η πρόσβαση στην παρεχόμενη περίθαλψη καθώς και η ποιότητά της, γεγονός που αποφέρει σημαντικά οφέλη σε ολόκληρη την κοινωνία.

Στο πλαίσιο του αναδυόμενου ασθενοκεντρικού μοντέλου παροχής υπηρεσιών υγείας, η ανάγκη για συνεργασία και συνέργεια των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας μπορεί να ικανοποιηθεί μέσω της οριζόντιας θεώρησης των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας με προσανατολισμό προς τις διαδικασίες που εκτελούνται εντός και μεταξύ των οργανισμών. Για την υποστήριξη αυτών των διαδικασιών απαιτείται η ανάπτυξη κατάλληλων πληροφοριακών συστημάτων τα οποία θα πρέπει να υποστηρίζουν τις ακόλουθες δυνατότητες:

- ♦ Παροχή στους ιατρούς αναλυτικών και ενημερωμένων ιατρικών δεδομένων για τους ασθενείς οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Τα δεδομένα αυτά είναι διάσπαρτα στα συστήματα των διαφόρων παρόχων υπηρεσιών υγείας.
- ♦ Παροχή στους ιατρούς κατάλληλων εργαλείων που θα υποβοηθήσουν την συνεργασία και των συντονισμό τους με τους υπόλοιπους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας (π.χ. νοσοκομεία, κέντρα ασθενοφόρων) και τις διάφορες κατηγορίες προσωπικού (π.χ. παραϊατρικό και ιατρικό προσωπικό) που απασχολείται σε αυτούς.
- ♦ Παροχή ενός ικανοποιητικού επιπέδου ολοκλήρωσης μέσω του οποίου επιτυγχάνεται η διάφανη προς το χρήστη ροή πληροφορίας μεταξύ των διαφόρων συστημάτων υγείας.

Τα διάχυτα, προσανατολισμένα σε διαδικασίες, πληροφοριακά συστήματα υγείας μπορούν να παρέχουν αυτές τις δυνατότητες και, συνεπώς, η χρήση τους έχει την προοπτική να μειώσει τα μακροπρόθεσμα κόστη, να βελτιώσει την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, να αυξήσει την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα των παρόχων υπηρεσιών υγείας και να προσαρμόσει τις υπηρεσίες υγείας στις ανάγκες των ασθενών. Για την ανάπτυξη αυτών των συστημάτων απαιτείται η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών ενώ συχνά παρουσιάζεται ανάγκη για αναβάθμιση παλαιών πληροφοριακών συστημάτων υγείας.

Στο πλαίσιο ανάπτυξης των ανωτέρω συστημάτων η υπηρεισιοστρεφής προσέγγιση μπορεί να αποτελέσει ένα κατάλληλο μέσο για τη διατήρηση των υπαρχουσών υποδομών και την ολοκλήρωση των υπαρχόντων πληροφοριακών συστημάτων των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας που συμμετέχουν σε διεπιχειρησιακές διαδικασίες. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η ανταλλαγή πλήρους (complete), συνεκτικής (coherent) και ολοκληρωμένης (integrated) ιατρικής πληροφορίας των ασθενών κατά τρόπο κατανοητό σε ετερογενείς ιατρικές ομάδες και επίσης ενισχύεται η απαιτούμενη συνεργασία (collaboration), συνέργεια (cooperation) και συντονισμός (coordination) μεταξύ των συμμετεχόντων μερών στις διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας. Η υιοθέτηση της υπηρεισιοστρεφούς αρχιτεκτονικής ενδέχεται να αφορά τη χρήση της τεχνολογίας των υπηρεσιών ιστού (web services) και/ή υπηρεσιών πλέγματος (grid services).

Τα τελευταία χρόνια εμφανίζεται μια τάση για υποστήριξη της αλληλεπίδρασης του ασθενή με τους παρόχους υπηρεσιών υγείας. Στο πλαίσιο αυτό, έχει παρατηρηθεί αξιοσημείωτο ενδιαφέρον για την υιοθέτηση των συστημάτων Προσωπικών Φακέλων Υγείας (ΠΦΥ) για

τους ασθενείς. Τα συστήματα ΠΦΥ είναι κάτι περισσότερο από απλά αποθετήρια (repositories) για δεδομένα ασθενών. Συνδυάζουν δεδομένα, γνώση και εργαλεία λογισμικού τα οποία βοηθούν τους ασθενείς να γίνουν ενεργοί συμμετέχοντες στην υγεία τους. Επιπλέον, αν τα συστήματα ΠΦΥ ολοκληρωθούν με συστήματα ΗΙΦ παρέχουν μεγαλύτερα οφέλη τόσο στους πολίτες/ασθενείς όσο και στους επαγγελματίες υγείας απ'ότι τα αυτόνομα συστήματα. Συνεπώς, τα συστήματα ΠΦΥ μπορούν να αποτελέσουν μια εναλλακτική προσέγγιση για την παροχή πληροφοριακής υποστήριξης στα διάχυτα συστήματα υγείας.

Κύριος στόχος της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι η υποστήριξη των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας εντός και μεταξύ των συστημάτων υγείας, μέσω της ανάπτυξης ενός διάχυτου, ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος που καλύπτει τις ανάγκες όλων των συμμετεχόντων οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας και τις ανάγκες συντονισμού, συνεργασίας και συνέργειας μεταξύ τους. Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκαν πρωτότυπα πληροφοριακά συστήματα υγείας χρησιμοποιώντας, όπου αυτό ήταν δυνατό, υπάρχοντα συστήματα των συμμετεχόντων φορέων με στόχο την παροχή ολοκληρωμένης ιατρικής πληροφορίας των ασθενών στους συμμετέχοντες φορείς οπουδήποτε, οποτεδήποτε και μέσω οποιασδήποτε φορητής συσκευής. Οι διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας θεωρούνται ως ροές εργασίας που εκτελούνται εντός και μεταξύ των συμμετεχόντων οργανισμών. Στα πρωτότυπα συστήματα που αναπτύχθηκαν, χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία ροής εργασιών (workflow technology) για την τυποποίηση και την υποστήριξη αυτών των διαδικασιών.

Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκε ένα πληροφοριακό σύστημα με τη χρήση ενός συστήματος διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών – ΣΔΕΔ (business process management system) για την εκτέλεση και τη διαχείριση των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας (εξωνοσοκομειακής, ενδονοσοκομειακής κι επείγουσας). Στο σύστημα αυτό, η πληροφοριακή υποστήριξη παρέχεται μέσω της ολοκλήρωσης των επιμέρους, συχνά ετερογενών συστημάτων των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε η υπηρεσιοστρεφής προσέγγιση για την ολοκλήρωση και την αυτοματοποίηση των διεπιχειρησιακών διαδικασιών σε περιβάλλον παγκόσμιου ιστού. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία των υπηρεσιών ιστού για:

- ♦ την υλοποίηση και την αυτοματοποίηση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων των διαδικασιών παροχής επείγουσας ιατρικής φροντίδας.
- ♦ την ολοκλήρωση των ετερογενών εφαρμογών των συμμετεχόντων οργανισμών.
- ♦ την ανταλλαγή κατάλληλης ιατρικής πληροφορίας των ασθενών μεταξύ των συμμετεχόντων φορέων.
- ♦ την παροχή πρόσβασης σε ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία των ασθενών.

Εναλλακτικά, για την υλοποίηση των ανωτέρω χρησιμοποιήθηκαν υπηρεσίες πλέγματος, είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με υπηρεσίες ιστού. Σε κάθε περίπτωση, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε σε θέματα ασφάλειας αυτών των συστημάτων, συμπληρωματικά ως προς την ασφάλεια που παρέχεται από τις υπάρχουσες τοπικές πολιτικές ασφάλειας των συμμετεχόντων οργανισμών. Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκε, για κάθε περίπτωση, κατάλληλος μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης μέσω του οποίου η εκτέλεση των δραστηριοτήτων μιας διαδικασίας και των συσχετιζόμενων με αυτές υπηρεσιών ιστού και/ή υπηρεσιών πλέγματος επιτρέπεται σε χρήστες που κατέχουν συγκεκριμένους ρόλους και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Οι συνθήκες αυτές εκτιμώνται λαμβάνοντας υπόψιν ένα σύνολο πληροφοριών πλαισίου (context information) οι οποίες συνθέτουν την περιρρέουσα κατάσταση τη στιγμή που εκτελείται μια δραστηριότητα ή καλείται μια υπηρεσία ιστού ή πλέγματος.

Μια εναλλακτική προσέγγιση στην υλοποίηση της πληροφοριακής υποδομής του προτεινόμενου συστήματος αποτέλεσε η χρήση ενός συστήματος ΠΦΥ, αυτόνομου ή διασυνδεδεμένου με τις υπάρχουσες υποδομές ΗΙΦ των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχή ενσωμάτωση των συστημάτων ΠΦΥ στην ιατρική πρακτική αποτελεί η διευθέτηση σημαντικών ζητημάτων ασφάλειας, ειδικά αυτών που αφορούν στην προστασία των ιατρικών δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στα συστήματα που αναπτύχθηκαν, ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στην διατήρηση του προσωπικού απορρήτου και της εμπιστευτικότητας των ιατρικών πληροφοριών. Ειδικά στην περίπτωση των συστημάτων ΠΦΥ, ο έλεγχος πρόσβασης στα δεδομένα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον δεδομένου ότι στα συστήματα αυτά η ευθύνη της εκχώρησης δικαιωμάτων πρόσβασης στον ΠΦΥ του ασθενούς βαρύνει τον ίδιο των ασθενή ή κάποιο άλλο άτομο που ο ασθενής έχει εξουσιοδοτήσει. Μια τέτοια πολιτική ασφάλειας προϋποθέτει πως η κατάσταση της υγείας του ασθενούς του επιτρέπει να εκχωρήσει τα

κατάλληλα δικαιώματα στους θεράποντες ιατρούς του όταν αυτό απαιτείται. Ωστόσο, κάτι τέτοιο, στις περισσότερες περιπτώσεις επειγόντων περιστατικών, δεν είναι εφικτό λόγω της κρισιμότητας της κατάστασης του ασθενούς με αποτέλεσμα ο αντίστοιχος ΠΦΥ να μην είναι προσβάσιμος σε περιπτώσεις όπου αυτό είναι απολύτως αναγκαίο (π.χ. κατά τη διακομιδή του στο Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών ενός νοσοκομείου). Συνεπώς, κρίθηκε αναγκαία η ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού μηχανισμού εξουσιοδοτήσεων, ο οποίος θα επιτρέπει σε συγκεκριμένα άτομα που συμμετέχουν στη διαδικασία παροχής υπηρεσιών υγείας στον ασθενή, όταν ικανοποιούνται συγκεκριμένες συνθήκες (π.χ. ο ασθενής καταχωρείται ως έκτακτο περιστατικό στο ΤΕΠ ενός νοσοκομείου), να αποκτήσουν δικαιώματα πρόσβασης στον ΠΦΥ του ασθενούς χωρίς αυτά να τους έχουν εκχωρηθεί από τον ίδιο τον ασθενή.

Η παρούσα διδακτορική διατριβή αποτελείται από επτά κεφάλαια. Στο πρώτο Κεφάλαιο παρέχεται μια συνοπτική περιγραφή της εξέλιξης, των αρχιτεκτονικών και της ολοκλήρωσης των επιμέρους συστημάτων ηλεκτρονικών ιατρικών φακέλων ενώ περιγράφονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά, οι κατηγορίες και οι αρχιτεκτονικές των προσωπικών φακέλων υγείας με ιδιαίτερη έμφαση στα πλεονεκτήματα και τους προβληματισμούς που απορρέουν από τη χρήση τους. Στο δεύτερο Κεφάλαιο παρουσιάζεται ένα πλήθος από τεχνολογίες, οι οποίες δύναται να υιοθετηθούν για την ανάπτυξη διάχυτων πληροφοριακών συστημάτων προσανατολισμένων σε διαδικασίες και υπηρεσίες. Στο τρίτο Κεφάλαιο περιγράφεται ένα πρωτότυπο διάχυτο πληροφοριακό σύστημα, όπου η τυποποίηση των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας υλοποιήθηκαν με τη χρήση της τεχνολογίας ροής εργασιών ενώ για την υλοποίηση του συστήματος διαχείρισης ιατρικών δεδομένων δημιουργήθηκε κατάλληλη υποδομή πλέγματος. Στο σύστημα αυτό ενσωματώθηκε κατάλληλος μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης για την υλοποίηση του οποίου χρησιμοποιήθηκαν τρεις εναλλακτικές προσεγγίσεις. Στο τέταρτο Κεφάλαιο περιγράφεται ένας μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης που καλύπτει τις ανάγκες ασφάλειας που προκύπτουν στο πλαίσιο της εξέλιξης υπαρχόντων πληροφοριακών συστημάτων υγείας κατά τη διαδικασιοστρεφή και την υπηρεσιοστρεφή προσέγγιση, δηλαδή τη σταδιακή ανάπτυξη διεπιχειρησιακών, διαδικασιοστρεφών πληροφοριακών συστημάτων υγείας, με βάση την υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική. Στο πέμπτο Κεφάλαιο περιγράφεται ένα πρωτότυπο υπηρεσιοστρεφές πληροφοριακό σύστημα προσανατολισμένο σε διαδικασίες όπου η διαχείριση των ιατρικών πληροφοριών των ασθενών πραγματοποιείται με τη χρήση ενός συστήματος ΠΦΥ. Στο έκτο Κεφάλαιο περιγράφεται ένα πρωτότυπο υπηρεσιοστρεφές πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης επειγόντων περιστατικών στο οποίο χρησιμοποιείται

ένα σύστημα ΠΦΥ για τη διαχείριση των ιατρικών πληροφοριών των ασθενών. Στο σύστημα αυτό έχει ενσωματωθεί κατάλληλος μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης προκειμένου να ικανοποιηθούν οι αυξημένες ανάγκες σε πληροφόρηση που παρουσιάζονται κατά την περίθαλψη ενός ασθενούς με τρόπο που να μη θέτει σε κίνδυνο την ιδιωτικότητά του. Συγκεκριμένα, μέσω αυτού του μηχανισμού παρέχεται στο ιατρικό και παραϊατρικό προσωπικό του Τμήματος Επειγόντων Περιστατικών ενός νοσοκομείου πρόσβαση στον ΠΦΥ του ασθενούς σε περιπτώσεις που ο ασθενής δεν είναι σε θέση να δώσει την συγκατάθεσή του. Τέλος, στο έβδομο Κεφάλαιο περιγράφονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση των ολοκληρωμένων πληροφοριακών συστημάτων που αναπτύχθηκαν και περιγράφονται κάποιες πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις αυτών των συστημάτων.

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μια διαρκώς εντεινόμενη στροφή των συστημάτων υγείας των ανεπτυγμένων χωρών προς τις ανάγκες των ασθενών. Το ασθενοκεντρικό αυτό μοντέλο παροχής ιατρικής φροντίδας απαιτεί την ολοκλήρωση και τη συνέχεια των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, σε όλο το φάσμα τους από την πρόληψη έως την παρακολούθηση. Το γεγονός αυτό δημιουργεί την ανάγκη για διαθεσιμότητα ολοκληρωμένων και υψηλής ποιότητας ιατρικών πληροφοριών όποτε και όπου απαιτείται. Για την ικανοποίηση αυτής της ανάγκης απαιτείται η ανάπτυξη ολοκληρωμένων πληροφοριακών συστημάτων σε επίπεδο υγειονομικής μονάδας, υγειονομικής περιφέρειας και ευρύτερων γεωγραφικών περιφερειών. Στην παρούσα διδακτορική διατριβή προτείνεται η υλοποίηση διάχυτων πληροφοριακών συστημάτων υγείας κατά την διαδικασιοστρεφή και την υπηρεσιοστρεφή προσέγγιση. Τα συστήματα αυτά είτε έχουν προκύψει από την ολοκλήρωση ήδη υπαρχόντων συστημάτων υγείας των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας ή έχουν αναπτυχθεί εξ αρχής έχοντας ως βασικό συστατικό τους ένα σύστημα προσωπικού φακέλου υγείας. Μεταξύ των δύο αυτών εναλλακτικών προσεγγίσεων, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη δεύτερη προσέγγιση λόγω της προοπτικής που παρουσιάζουν τα συστήματα ΠΦΥ να ικανοποιήσουν τις πληροφοριακές ανάγκες των επαγγελματιών υγείας αλλά και να βοηθήσουν τα άτομα να παίξουν έναν πιο ενεργό ρόλο στην διαχείριση της υγείας τους.

Η υπηρεσιοστρεφής προσέγγιση στην ανάπτυξη των ανωτέρω πληροφοριακών συστημάτων υγείας υιοθετήθηκε δεδομένης της ανομοιογένειας που χαρακτηρίζει τα πληροφοριακά συστήματα που χρησιμοποιούνται από τους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας αλλά

και της μεταβλητότητας που χαρακτηρίζει τους ίδιους τους οργανισμούς και το περιβάλλον στο οποίο αυτοί λειτουργούν. Η ανάγκη για εξέλιξη και/ή εξαρχής ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων που προσαρμόζονται εύκολα και γρήγορα στο μεταβαλλόμενο αυτό οργανωσιακό περιβάλλον μπορεί να ικανοποιηθεί στο πλαίσιο μιας υπηρεισοστρεφούς αρχιτεκτονικής μέσω της ανάπτυξης διαλειτουργικών (interoperable) και αυτοτελών (autonomous) συστατικών λογισμικού (software components), τα οποία μπορούν εύκολα να συνεργάζονται και να προσαρμόζονται στις νέες απαιτήσεις που θέτει το περιβάλλον. Τα συστατικά αυτά δημοσιεύονται στο διαδίκτυο υπό μορφή υπηρεσιών που μπορούν να εκτελεστούν από οποιοδήποτε άλλο οργανισμό. Για την ανάπτυξη των πρωτότυπων συστημάτων που περιγράφονται στην παρούσα διδακτορική διατριβή χρησιμοποιήθηκαν δύο είδη υπηρεσιών, οι υπηρεσίες ιστού και οι υπηρεσίες πλέγματος, οι οποίες αποτελούν μια ειδική κατηγορία υπηρεσιών ιστού που κάνουν χρήση υπηρεσιών βάσεων δεδομένων στο πλέγμα (grid database services) για την ανάκτηση των επιθυμητών ιατρικών δεδομένων.

Τα πρωτότυπα ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα που αναπτύχθηκαν αφορούν τόσο το χώρο της ενδο-νοσοκομειακής ιατρικής φροντίδας όσο και το χώρο της επείγουσας ιατρικής φροντίδας. Κύριος στόχος τους είναι η ενίσχυση της συνεργασίας, της συνέργειας και της ανταλλαγής ιατρικής και διαχειριστικής πληροφορίας μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων (νοσοκομείο, ΚΑΙΒ) καθόλη τη διάρκεια εξυπηρέτησης των περιστατικών (επειγόντων και μη) και η δημιουργία ενός ασφαλούς περιβάλλοντος εργασίας σύμφωνα με τους περιορισμούς που τίθενται από τις πολιτικές ασφάλειας των συμμετεχόντων οργανισμών. Διεθνώς, έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων με σκοπό την υποστήριξη των διαδικασιών παροχής φροντίδας υγείας. Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα αυτών των συστημάτων είναι η μη διαθεσιμότητά τους στο σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας καθώς και η ανεπαρκής ολοκλήρωσή τους με τα συστήματα των νοσοκομείων και των λοιπών οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας, με αποτέλεσμα τον ελλιπή συντονισμό των ενεργειών των συμμετεχόντων φορέων (νοσοκομεία, κέντρα υγείας), την ελλιπή πληροφόρηση των επαγγελματιών υγείας για την κατάσταση της υγείας των περιστατικών και τη μη καταγραφή της ιατρικής πληροφορίας των ασθενών στους ιατρικούς τους φακέλους. Ως εκ τούτου, παρακωλύεται η παροχή βέλτιστης ιατρικής φροντίδας στους ασθενείς ειδικά σε περιπτώσεις επειγόντων περιστατικών όπου η ζωή ενός ασθενούς εξαρτάται τόσο από τον καλό συντονισμό μεταξύ των διαφόρων φορέων όσο και από την άμεση διαθεσιμότητα και την ακρίβεια

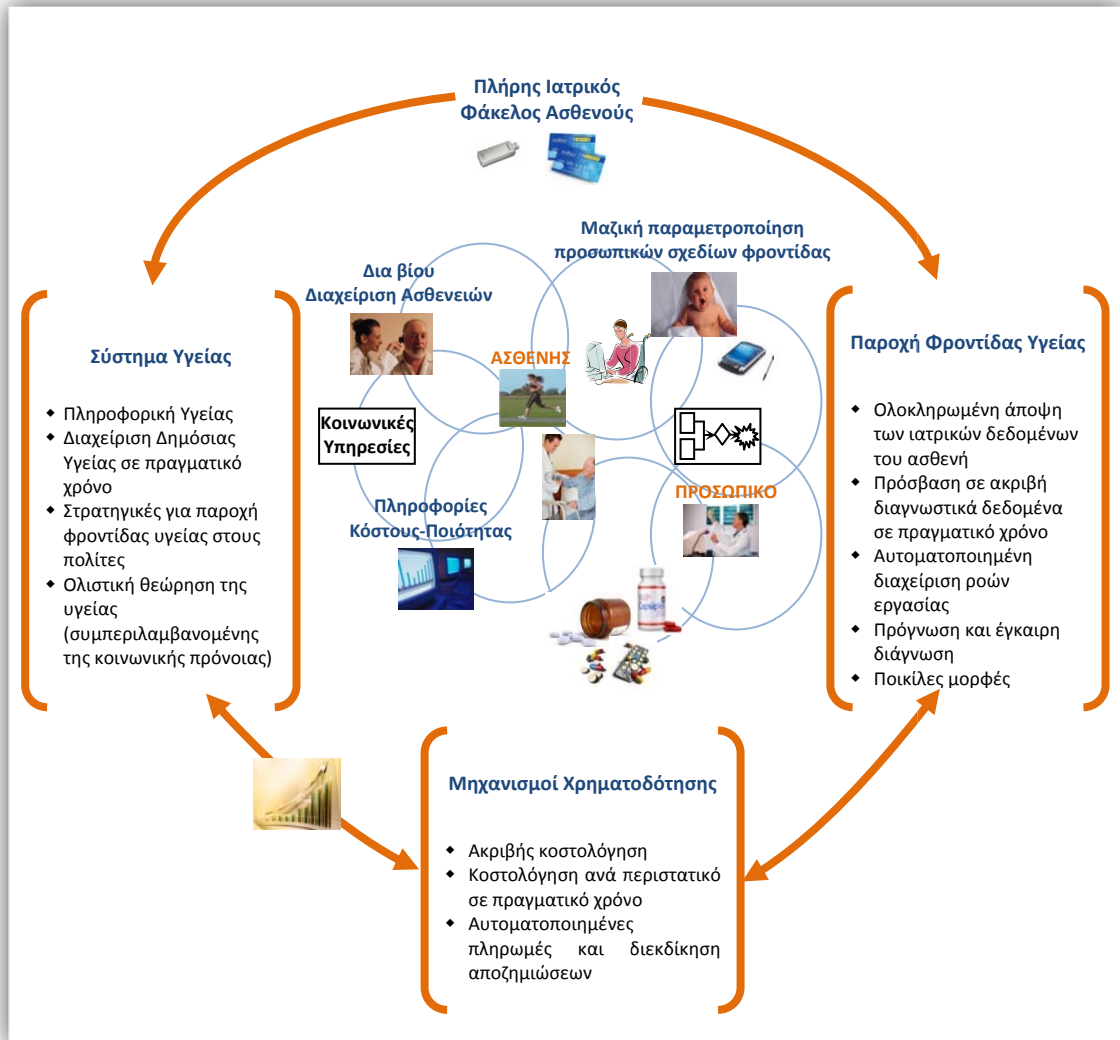
συγκεκριμένων ιατρικών πληροφοριών. Η συνεισφορά της παρούσας διατριβής έγκειται στην ανάδειξη των συστημάτων Προσωπικών Φακέλων Υγείας ως κατάλληλου μέσου για την υποστήριξη των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας και για την ολοκλήρωση της ιατρικής πληροφορίας των ασθενών. Η χρήση της διαδικασιοστρεφούς και της υπηρεσιοστρεφούς προσέγγισης για την ανάπτυξη των συστημάτων αυτών μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην αυτοματοποίηση και ολοκλήρωση των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας και στην ασφαλή εκτέλεση αυτών των διαδικασιών ενώ τις καθιστά προσβάσιμες οπουδήποτε, οποτεδήποτε και μέσω σχεδόν οποιασδήποτε συσκευής.

ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΦΑΚΕΛΟΣ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ) έχουν αποτελέσει βασικό εργαλείο για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που αντιμετωπίζονται στον τομέα της υγείας. Πιο συγκεκριμένα, η αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτών στον τομέα της υγείας οδηγεί σε ένα σύστημα παροχής υπηρεσιών υγείας με επίκεντρο τον πολίτη δεδομένου ότι δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην προσαρμογή της ιατρικής φροντίδας στις ανάγκες του πολίτη/ασθενή. Οι παράγοντες που έχουν συντελέσει στην στροφή προς αυτό το «ασθενοκεντρικό» μοντέλο είναι η δραματική αύξηση του κόστους παροχής υπηρεσιών υγείας, η έλλειψη των κατάλληλων υποδομών για την ικανοποίηση των ολοένα αυξανόμενων αναγκών για παροχή υπηρεσιών υγείας και η διαρκής ανάγκη των ασθενών για βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας. Με τη στροφή προς ένα τέτοιο μοντέλο, υποστηριζόμενο από τις ΤΠΕ, τα συστήματα υγείας μπορούν να επιτύχουν την ολοκλήρωση όλου του φάσματος των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, από την πρόληψη έως την παρακολούθηση, και τον συντονισμό (coordination) των διαφόρων οργανισμών (π.χ. νοσοκομεία, κέντρα ασθενοφόρων) που συμμετέχουν στην παροχή

υπηρεσιών υγείας. Επίσης, μέσω αυτής της προσέγγισης είναι δυνατόν να επιτευχθεί η άμεση προσαρμογή των συστημάτων υγείας στις ολοένα μεταβαλλόμενες ανάγκες των ασθενών.



Σχήμα 1-1. Συστατικά στοιχεία ενός ευφυούς ασθενοκεντρικού μοντέλου

Το αναδυόμενο ασθενοκεντρικό μοντέλο παροχής υπηρεσιών υγείας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα των ηλεκτρονικών ιατρικών φακέλων των ασθενών και από τα συστήματα πληροφορικής που υποστηρίζουν τις διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας (healthcare processes) που διαπερνούν οριζόντια τους οργανισμούς που την παρέχουν και παρέχουν άμεση αλληλεπίδραση με τους πολίτες. Για το σκοπό αυτό, τα συστήματα αυτά θα πρέπει να παρέχουν τις ακόλουθες δυνατότητες [274,294]:

- ♦ Παροχή στους ιατρούς αναλυτικών και ενημερωμένων ιατρικών δεδομένων για τους ασθενείς. Τα δεδομένα αυτά είναι διάσπαρτα στα συστήματα των διαφόρων παρόχων υπηρεσιών υγείας.

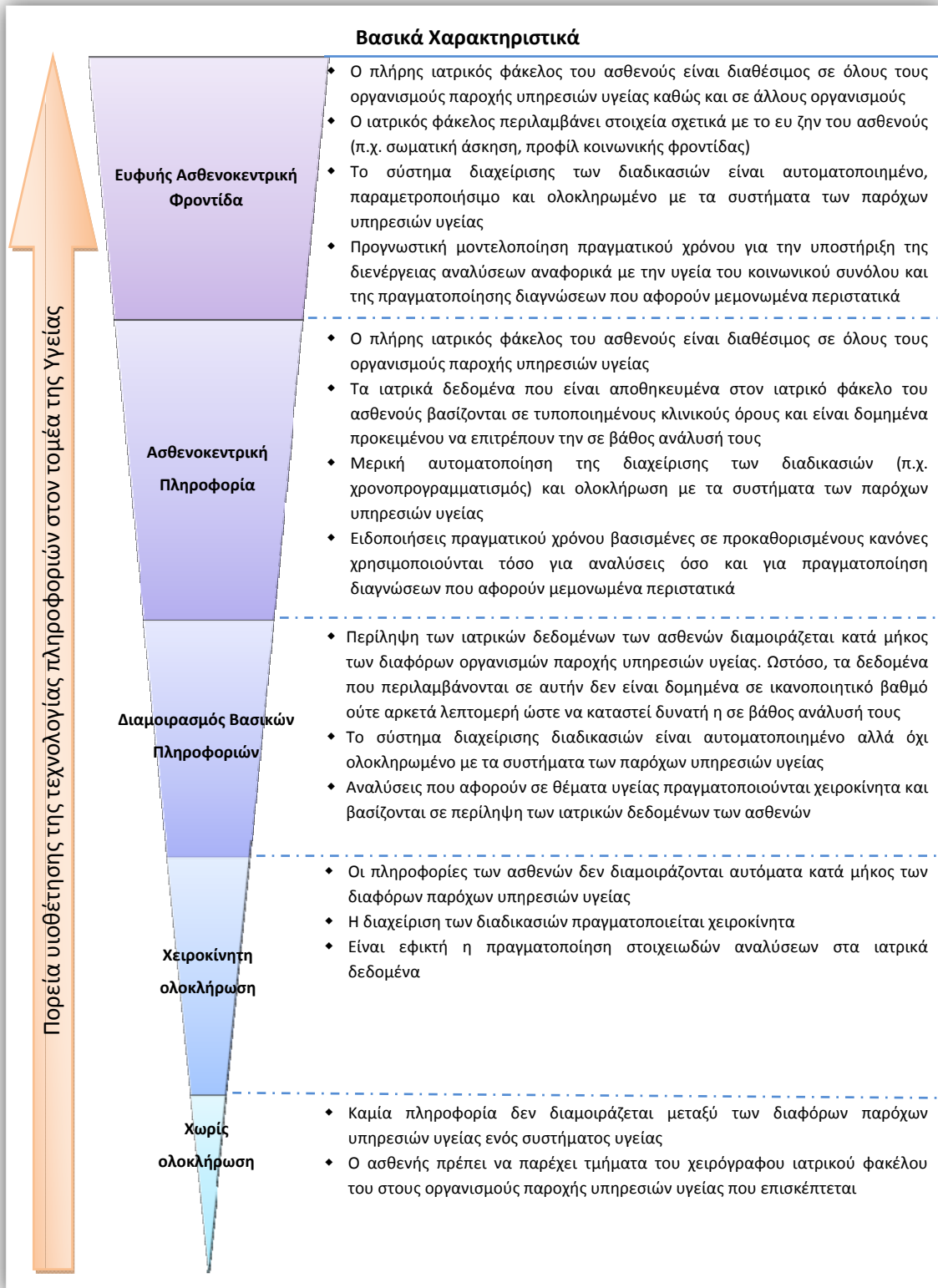
- ♦ Παροχή στους ιατρούς κατάλληλων εργαλείων που θα υποβοηθήσουν την συνεργασία και των συντονισμό τους με τους υπόλοιπους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας (π.χ. νοσοκομεία, κέντρα ασθενοφόρων) και τις διάφορες κατηγορίες προσωπικού (π.χ. παραϊατρικό και ιατρικό προσωπικό) που απασχολείται σε αυτούς.
- ♦ Παροχή στους ασθενείς κατάλληλων εργαλείων που θα τους βοηθήσουν στη διαχείριση της υγείας τους.
- ♦ Παροχή ενός ικανοποιητικού επιπέδου ολοκλήρωσης μέσω του οποίου επιτυγχάνεται η διάφανη προς το χρήστη ροή πληροφορίας μεταξύ των διαφόρων συστημάτων υγείας. Με τον τρόπο αυτό θα καταστεί δυνατή η χρήση των διαφόρων εργαλείων και δυνατοτήτων που τα συστήματα αυτά παρέχουν (βλ. Σχήμα 1-1).

Ο απώτερος στόχος είναι ένα έξυπνο, ασθενοκεντρικό μοντέλο, δηλαδή ένα σύστημα όπου όλες οι απαραίτητες πληροφορίες θα γίνονται διαθέσιμες σε πραγματικό χρόνο σε όλους τους συμμετέχοντες στην παροχή υπηρεσιών υγείας ανεξάρτητα από τον οργανισμό στον οποίο υπάγονται. Με τον τρόπο αυτό υποστηρίζεται η παροχή υπηρεσιών υγείας προσαρμοσμένων στις ανάγκες του εκάστοτε ασθενή (βλ. Σχήμα 1-2). Αυτά τα συστήματα αναμένεται να αναβαθμίζονται με το πέρασμα του χρόνου μέσω της προσθήκης νέων λειτουργιών και δυνατοτήτων. Η επιτυχία αυτών των συστημάτων θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από την εξέλιξη των ιατρικών φακέλων των ασθενών από τους απλούς ηλεκτρονικούς ιατρικούς φακέλους (ΗΙΦ), στους Ηλεκτρονικούς Φακέλους Υγείας (ΗΦΥ) και τελικά στους Προσωπικούς Φακέλους Υγείας (ΠΦΥ). Οι τελευταίοι μπορούν να υποστηρίξουν την ασθενοκεντρική προσέγγιση.

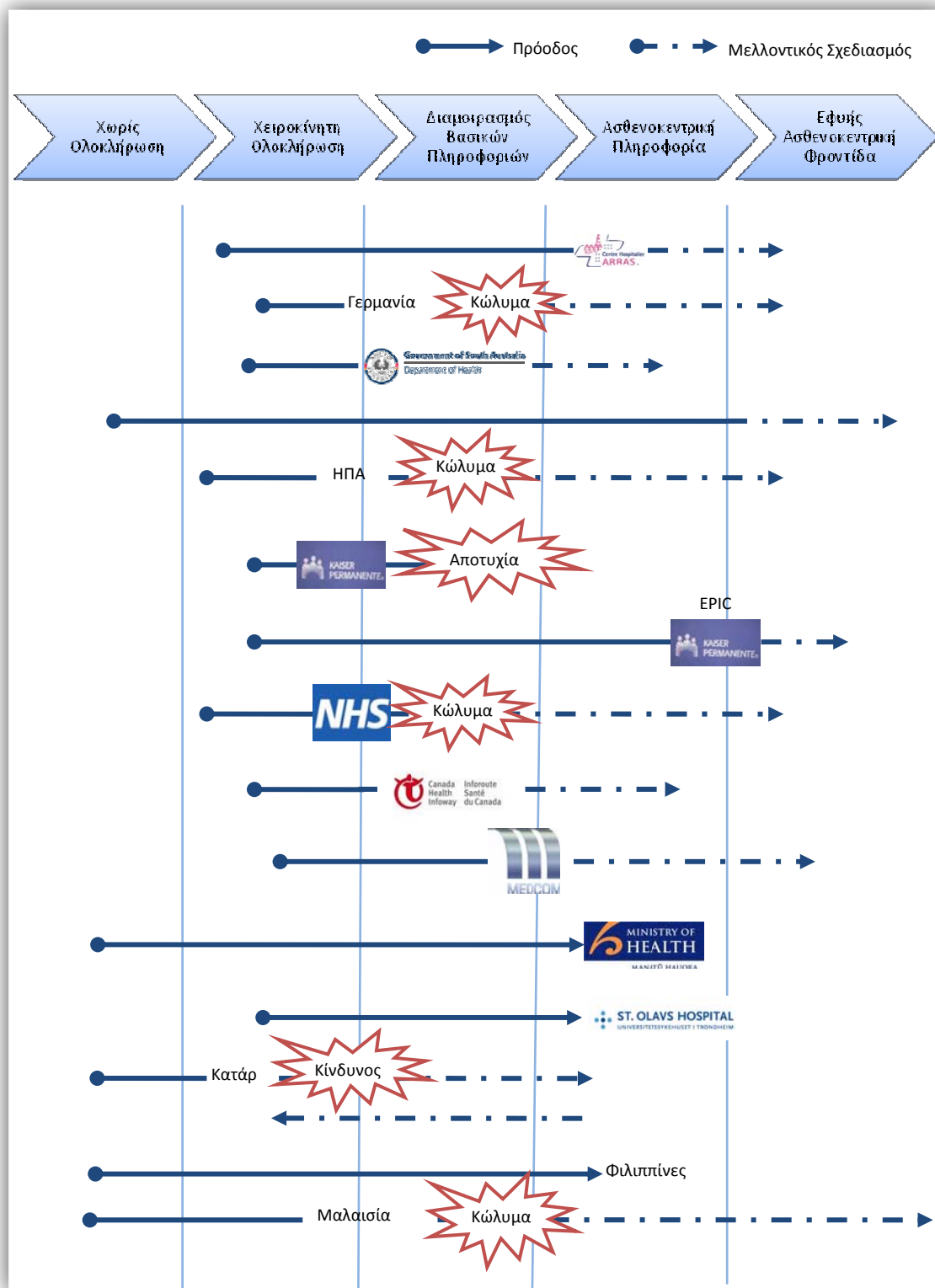
Αυτή η στροφή προς το ασθενοκεντρικό μοντέλο παροχής φροντίδας υγείας είναι έκδηλη σε όλα τα συστήματα υγείας της υψηλίου. Παρόλα αυτά, το κάθε σύστημα υγείας ακολούθησε διαφορετική προσέγγιση με αποτέλεσμα να βρίσκονται σε διαφορετική φάση υλοποίησης του έξυπνου ασθενοκεντρικού μοντέλου φροντίδας υγείας (βλ. Σχήμα 1-3).

Για παράδειγμα, το Kaiser Permanente, ένα μεγάλο νοσοκομείο των Ηνωμένων Πολιτειών, έχει σχεδόν ολοκληρώσει με επιτυχία την προσπάθεια παροχής ασθενοκεντρικής ιατρικής φροντίδας επενδύοντας κατ' αποκλειστικότητα σε βασικές υποδομές, τις οποίες προμηθεύτηκε από την Epic Systems. Αντιθέτως, στο σύστημα υγείας των Φιλιππίνων χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός κατασκευαστών και εσωτερικών λύσεων. Κάθε συστατικό που υλοποιείται τίθεται σε λειτουργία όταν κρίνεται ως λειτουργικό ακόμα και

αν έχει περιορισμένες δυνατότητες. Όταν όλα τα συστατικά του συστήματος κατασταθούν λειτουργικά, τότε θα πραγματοποιηθεί η ολοκλήρωση αυτών.



Σχήμα 1-2. Χρήση τεχνολογίας πληροφοριών για την υποστήριξη ενός ασθενοκεντρικού μοντέλου



Σχήμα 1-3. Πορεία εξέλιξης έργων που αφορούν την μηχανογράφηση συγκεκριμένων συστημάτων υγείας

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η μετάβαση στο ασθενοκεντρικό μοντέλο παροχής ιατρικής φροντίδας, τα συστήματα υγείας θα πρέπει να στηριχθούν σε τρία βασικά

συστατικά, τα οποία αποτελούν θεμέλιο για την μεταφορά και τη διαθεσιμότητα της ιατρικής πληροφορίας. Αυτά είναι:

- ♦ **Σύστημα Ηλεκτρονικού Ιατρικού Φακέλου (ΗΙΦ)** - Αποτελεί ένα σύνολο εργαλείων που είναι διαθέσιμα στο σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας και βοηθούν στην συλλογή και αποθήκευση των ιατρικών φακέλων των ασθενών [1]. Κάθε ασθενής μπορεί να έχει περισσότερους από έναν ΗΙΦ μέσα σε ένα σύστημα υγείας. Κάθε ΗΙΦ περιλαμβάνει πληροφορίες που έχουν εισαχθεί από έναν μόνο πάροχο υπηρεσιών υγείας και δεν αλληλεπιδρούν με άλλα συστήματα. Συνεπώς, κάθε πάροχος υπηρεσιών υγείας πρέπει να συγκεντρώνει δεδομένα και από άλλους παρόχους προκειμένου να έχει μια πλήρη εικόνα του φακέλου του ασθενούς.
- ♦ **Σύστημα Ηλεκτρονικού Φακέλου Υγείας (ΗΦΥ)** - Αποτελεί το μέσο ολοκλήρωσης των δεδομένων που προέρχονται από πολλαπλούς ΗΙΦ οι οποίοι έχουν αποθηκευτεί στους διάφορους παρόχους υπηρεσιών υγείας ενός ή περισσότερων συστημάτων υγείας [2]. Αυτά τα δεδομένα αποτελούν τη βάση ενός ενιαίου, αναλυτικού ιατρικού φακέλου ασθενούς, ο οποίος είναι προσβάσιμος από όλους τους παρόχους ιατρικής φροντίδας και ενημερώνεται αυτόματα για όλους τους χρήστες.
- ♦ **Σύστημα Προσωπικού Φακέλου Υγείας (ΠΦΥ)** - Αποτελεί ένα σύνολο εργαλείων τα οποία επιτρέπουν στους ασθενείς να προσπελάζουν και να διαχειρίζονται τα ιατρικά τους δεδομένα και να θέτουν τμήματα αυτών των δεδομένων στη διάθεση αυτών που τα χρειάζονται [3]. Τα δεδομένα ενός συστήματος ΠΦΥ έχουν συλλεχθεί κατά τη διάρκεια της ζωής των ασθενών και μπορούν να προέλθουν από ΗΙΦ, ΗΦΥ ή από τους ίδιους τους ασθενείς (συμπεριλαμβανομένων και μη κλινικών δεδομένων όπως οι συνήθειες άσκησης, διατροφής κλπ).

Στο Κεφάλαιο αυτό, παρέχεται μια συνοπτική ανασκόπηση των αρχιτεκτονικών, των απαιτήσεων ασφάλειας και των τυποποιήσεων και προτύπων για τα διάφορα συστήματα ηλεκτρονικών φακέλων υγείας που έχουν αναπτυχθεί και δημοσιευτεί διεθνώς ενώ περιγράφονται αναλυτικά τα συστήματα ΠΦΥ ως προς τα χαρακτηριστικά τους, τα είδη τους αλλά και τις διάφορες υλοποιήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς που προκύπτουν από την υιοθέτηση των συστημάτων ΠΦΥ.

1.2 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΦΑΚΕΛΟΣ: ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Ο Ηλεκτρονικός Ιατρικός Φάκελος-ΗΙΦ (Electronic Medical Record-EMR) συνιστά ένα ισχυρό εργαλείο οργάνωσης των ιατρικών πληροφοριών των ασθενών και στοχεύει στη βελτίωση της παρεχόμενης ιατρικής φροντίδας και στην ενίσχυση της επικοινωνίας μεταξύ των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας μέσω της ανταλλαγής επίκαιρων και ποιοτικών ιατρικών πληροφοριών [4,5,6,7,8,9,10,11,12]. Ο ΗΙΦ χρησιμοποιείται επίσης και για την υποστήριξη της λήψης ιατρικών αποφάσεων από τους επαγγελματίες της υγείας. Η χρήση των συστημάτων ΗΙΦ μπορεί να βελτιώσει τον τρόπο και την ποιότητα της ιατρικής φροντίδας που οι επαγγελματίες υγείας παρέχουν στους ασθενείς τους [13,14].

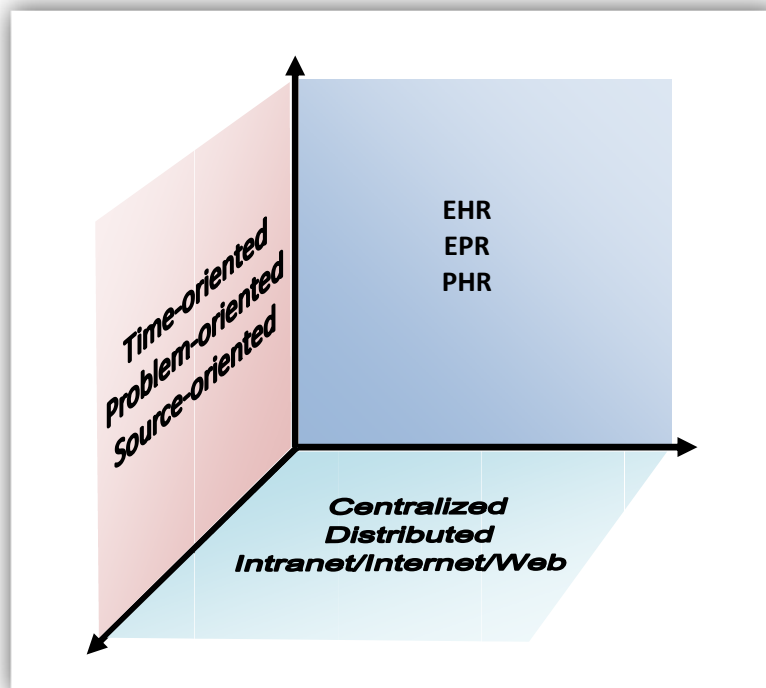
Η υποστήριξη της διαδικασίας παροχής ιατρικής φροντίδας αποτελεί τον κύριο στόχο ενός συστήματος ΗΙΦ. Με τη χρήση του συστήματος ΗΙΦ μπορεί να ανακτώνται προηγούμενες και πρόσφατες ιατρικές πληροφορίες των ασθενών, να βελτιώνεται η επικοινωνία μεταξύ των επαγγελματιών της υγείας σε ότι αφορά στην παροχή φροντίδας υγείας στους ασθενείς και να καταγράφονται οι διαδικασίες της παροχής ιατρικής φροντίδας και της λήψης ιατρικών αποφάσεων [15].

Επίσης, ο ΗΙΦ μπορεί να θεωρηθεί ως εργαλείο για την δημιουργία τόπων (sites) αποθήκευσης των ιατρικών δεδομένων στους οποίους καταγράφονται πληροφορίες για αποτελεσματικές ιατρικές διαδικασίες (π.χ. θεραπευτικές αγωγές) με στόχο τη διάχυση της ιατρικής γνώσης και, τελικά, τη βελτίωση της ιατρικής φροντίδας που παρέχεται στους ασθενείς [16]. Για την αποτελεσματική επικοινωνία των συστημάτων ΗΙΦ εντός ή μεταξύ των οργανισμών παροχής ιατρικής φροντίδας πρέπει να παρέχεται ένα σύνολο με τυποποιήσεις και πρότυπα που θα αφορούν στην ονοματολογία των ιατρικών όρων, στον προσδιορισμό μοναδικών κωδικών, στο περιεχόμενο και στη δομή ενός ΗΙΦ και στην ηλεκτρονική μεταβίβαση των ιατρικών πληροφοριών [17]. Επίσης, τα συστήματα ΗΙΦ πρέπει να πληρούν τις αναγκαίες απαιτήσεις ασφάλειας προκειμένου να διασφαλιστεί η ακεραιότητα (integrity) και εμπιστευτικότητα (confidentiality) των ιατρικών πληροφοριών και το προσωπικό απόρρητο (privacy) των ασθενών [18].

Στη σημερινή εποχή, η αποτελεσματική παροχή ιατρικής φροντίδας απαιτεί την ύπαρξη κατανοητών, έμπιστων, σχετικών και εύκολα προσπελάσιμων ιατρικών πληροφοριών από τους επαγγελματίες της υγείας και/ή τους ασθενείς [18,19]. Αν ληφθεί υπόψη ο όγκος και η

πολυπλοκότητα των ιατρικών πληροφοριών, οι παραπάνω απαιτήσεις ικανοποιούνται μόνο μέσω της χρήσης των συστημάτων ΗΙΦ που επιτρέπουν στους επαγγελματίες της υγείας να μοιράζονται και να ανταλλάσσουν ιατρικές πληροφορίες. Ένα από τα σημαντικά προβλήματα στη διανομή και στην ανταλλαγή των ιατρικών πληροφοριών είναι η έλλειψη τυποποίησης των δομών των συστημάτων ΗΙΦ που έχουν αναπτυχθεί και η τεχνική δυσκολία για τη διασύνδεση διαφορετικών συστημάτων ΗΙΦ [20].

Οι επαγγελματίες της υγείας απαιτούν συχνά διαφορετικούς τύπους ιατρικών πληροφοριών για έναν ασθενή, διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας και διαφορετικούς τρόπους εισαγωγής, ανάκτησης και εμφάνισης των πληροφοριών αυτών. Το κλειδί ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης ιατρικών πληροφοριών είναι ο ΗΙΦ [21,22,23,24].



Σχήμα 1-4. Οι τρεις διαστάσεις του ΗΙΦ

1.2.1 Αρχιτεκτονικές Ηλεκτρονικού Ιατρικού Φακέλου

Ο ΗΙΦ μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει τρεις ανεξάρτητες διαστάσεις. Η πρώτη διάσταση του κύβου αναπαριστά την δομή του ΗΙΦ, η δεύτερη διάσταση αναπαριστά τα συστήματα του ΗΙΦ ανάλογα με τις ιατρικές πληροφορίες που περιέχουν και η τρίτη διάσταση αναπαριστά τις τεχνολογίες υλοποίησης του ΗΙΦ. Συνεπώς, ο ΗΙΦ μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι μία σειρά τριάδων (δομή, σύστημα, τεχνολογία). Στο Σχήμα 1-4 αναπαριστώνται οι τρεις

διαστάσεις του ΗΙΦ ως τρεις πλευρές ενός κύβου. Όλες οι διαστάσεις αυτές περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.

1.2.1.1 Δόμηση ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου

Ο ιατρικός φάκελος ασθενών μπορεί να οργανωθεί με έναν από τους ακόλουθους τρόπους: α) με βάση την ιατρική μονάδα που δημιουργήθηκαν τα ιατρικά δεδομένα (source-oriented), β) με βάση τα ιατρικά προβλήματα του ασθενή (problem-oriented) και γ) με βάση την χρονολογική σειρά των ιατρικών δεδομένων που παράγονται από την αντίστοιχη χρονολογικά σειρά των ιατρικών πράξεων επί του ασθενή (time-oriented) [5,20,25].

Τα ιατρικά δεδομένα ιατρικών φακέλων που έχουν δομηθεί με βάση την ιατρική μονάδα δημιουργίας των ιατρικών δεδομένων (π.χ. ιατρικός φάκελος ακτινολογικού, ορθοπεδικού, καρδιολογικού) καταγράφονται με χρονολογική σειρά [25].

Ο ιατρικός φάκελος ασθενών που δομείται με βάση τα ιατρικά προβλήματα των ασθενών, κατηγοριοποιεί τις σημειώσεις των επαγγελματιών της υγείας αναφορικά με την πορεία νόσου (με την μορφή SOAP) και περιλαμβάνει τα ακόλουθα:[5,20,26,27]

- ♦ Αρχικές βασικές πληροφορίες (Initial Basic Data): Ένα ελάχιστο σύνολο δεδομένων των ασθενών (π.χ. προσωπικά στοιχεία, ιστορικό).
- ♦ Λίστα των ιατρικών προβλημάτων (List of problems): Η λίστα των ιατρικών προβλημάτων που περιλαμβάνει όλα τα ιατρικά προβλήματα ενός ασθενή.
- ♦ Αρχικά πλάνα (Initial Plans): Για κάθε ιατρικό πρόβλημα του ασθενή καταγράφονται τα σχέδια των ιατρών για την αντιμετώπιση του (π.χ. θεραπείες).
- ♦ Σημειώσεις πορείας νόσου (Progress Notes): Η πορεία νόσου δομείται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να περιλαμβάνει τα ακόλουθα μέρη:
 - Υποκειμενικό (Subjective). Εδώ καταγράφονται τα συμπτώματα όπως αυτά αναφέρονται από τον ασθενή ή τα μέλη της οικογένειας.
 - Αντικειμενικό (Objective). Εδώ καταγράφονται τα αντικειμενικά δεδομένα (π.χ. αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων).
 - Αξιολόγηση της παρούσας κατάστασης (Assessment). Εδώ καταγράφεται η γνώμη του ιατρού για την τρέχουσα κατάσταση του ασθενή καθώς επίσης και οι αναφορές που περιέχουν τη διάγνωση και την πρόγνωση.

- Σχέδιο θεραπείας (Plan of treatment). Εδώ καταγράφεται το σχέδιο του ιατρού για την θεραπεία του ασθενή.

1.2.1.2 Συστήματα ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου

Στην ενότητα αυτή παρατίθεται μία άποψη για την εξέλιξη των συστημάτων ΗΙΦ η οποία απαντάται σε αναφορές που έχουν εκδοθεί από το Medical Records Institute-MPI των Ηνωμένων Πολιτειών [21]. Τα συστήματα ΗΙΦ αποτελούν μια αναβαθμισμένη έκδοση των συστημάτων αυτοματοποιημένου ιατρικού φακέλου (automated medical record). Η διαφορά μεταξύ των δύο είναι ότι στα πρώτα καταγράφονται ιατρικές πληροφορίες κατά μία συγκεκριμένη δομή όχι αναγκαία ίδια με αυτήν του χειρόγραφου ιατρικού φακέλου, ενώ τα δεύτερα καταγράφουν τις πληροφορίες κατά το πρότυπο του χειρόγραφου φακέλου.

Ένα σύστημα ΗΙΦ πρέπει να περιέχει όλες τις πληροφορίες σχετικά με τον ασθενή, συμπεριλαμβανομένης μιας πλήρους καταγραφής των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας και των διαδικασιών λήψης ιατρικών αποφάσεων στο πλαίσιο της πρώτης. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα ΗΙΦ μπορεί να θεωρηθεί ως συνδυασμός του παραδοσιακού ιατρικού φακέλου και κάποιων άλλων ιατρικών πληροφοριών που πιθανώς βρίσκονται αποθηκευμένες αλλού (π.χ. ακτινογραφίες). Για τη δημιουργία ενός συστήματος ΗΙΦ θα πρέπει ο οργανισμός παροχής υπηρεσιών υγείας να προσδιορίσει τα ακόλουθα:[21]

- ♦ Τον τρόπο με τον οποίο θα γίνεται η αναγνώριση του ασθενή (patient's identification).
- ♦ Τις πληροφορίες που θα καταγράφονται και τον τρόπο δόμησης τους.
- ♦ Το μήκος της περιόδου διατήρησης (retention period)των πληροφοριών.
- ♦ Τα μέτρα ασφάλειας και εμπιστευτικότητας των ιατρικών πληροφοριών.
- ♦ Κάποια, πιθανώς επιπρόσθετη λειτουργικότητα.

Για τη δημιουργία ενός συστήματος ΗΙΦ θα πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφορα κριτήρια. Πρώτα θα πρέπει να δημιουργηθεί η κατάλληλη υποδομή στον οργανισμό για τη συλλογή, την επεξεργασία και την αποθήκευση των ιατρικών πληροφοριών. Για τη σωστή συλλογή των πληροφοριών, πρέπει πρώτα να γίνει η αναγνώριση των χρηστών από το σύστημα και να οριστούν τα δικαιώματα πρόσβασης αυτών στις πληροφορίες ανάλογα με την θέση τους μέσα στον οργανισμό.

Βασικές προϋποθέσεις για την ανάπτυξη ενός συστήματος ΗΙΦ (ή και ενέργειες που πρέπει να αναληφθούν κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης ενός ΗΙΦ) είναι η δημιουργία ενός συστήματος αναγνώρισης των ασθενών (enterprise-wide master patient index) και μιας πολιτικής ασφάλειας των πληροφοριών που αποθηκεύονται και διακινούνται. Επειδή δεν υπάρχουν διεθνείς κανόνες, ο οργανισμός θα πρέπει να καθορίσει μία πολιτική σχετικά με τα δικαιώματα πρόσβασης των χρηστών σε πληροφορίες. Τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να υλοποιηθούν σε ένα σύστημα ασφάλειας των πληροφοριών είναι τα εξής:[21]

- ♦ Έλεγχος δικαιωμάτων πρόσβασης (access control): αυτός θα επιτυγχάνεται με ασφαλείς μεθόδους (π.χ. συνθηματικά, τεκμήρια, βιομετρικές μεθόδους).
- ♦ Ηλεκτρονικές υπογραφές (electronic signatures): υλοποίηση ενός συστήματος που επιτρέπει στο χρήστη να υπογράψει ηλεκτρονικά κάποιο ηλεκτρονικό έγγραφο και να ελέγχει εάν το έγγραφο αυτό έχει τροποποιηθεί.
- ♦ Ακεραιότητα δεδομένων (data integrity): μετά την διαδικασία καταχώρησης ιατρικών πληροφοριών, καμία πληροφορία δεν μπορεί να αλλαχθεί ή να διαγραφεί. Οι διορθώσεις γίνονται με την μορφή επικολλήσεων (attachments) ή ακυρώσεων (cancellations).
- ♦ Ολικός έλεγχος (auditing): ολοκληρωμένος έλεγχος όλων των προσβάσεων και των επικολλήσεων.
- ♦ Διαθεσιμότητα (availability): το σύστημα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένο ώστε να είναι διαθέσιμο διαρκώς.

Προηγμένα συστήματα ΗΙΦ μπορεί να περιλαμβάνουν, επιπλέον, μερικές ή όλες από τις ακόλουθες λειτουργίες:[21]

- ♦ Ολοκλήρωση και αλληλεπίδραση με συστήματα διαχείρισης.
 - Ηλεκτρονικός καθορισμός δικαιοδοσιών πρόσβασης.
 - Υποστήριξη της παροχής ολοκληρωμένης ιατρικής φροντίδας.
 - Ηλεκτρονική υποβολή παραπόνων.
 - Ηλεκτρονική αλληλεπίδραση με συστήματα ασφαλιστικών οργανισμών και ηλεκτρονικές πληρωμές.
- ♦ Ολοκλήρωση προηγμένου λογισμικού.
 - Κλινικές υπενθυμίσεις.
 - Λογισμικό για την υποστήριξη έκδοσης διαγνώσεων.
 - Προγράμματα διαχείρισης φαρμάκων.
 - Επιλογή φαρμάκου.

- Προγράμματα αναγνώρισης παρενεργειών φαρμάκων.
- Ηλεκτρονικές συνταγογραφήσεις.
- Οδηγίες ιατρικής πρακτικής.
- Ηλεκτρονική διεκπεραίωση ιατρικών εντολών.
- Ηλεκτρονική παροχή αποτελεσμάτων ιατρικών εξετάσεων.
- ♦ Προγράμματα για εκπαίδευση ασθενών.
- ♦ Εκτεταμένη χρήση βάσεων δεδομένων και γνώσης.

Ο φάκελος ασθενών (patient record) μπορεί να θεωρηθεί ότι παρέχει μία ευρύτερη άποψη για τις ιατρικές πληροφορίες από ότι παρέχει ο ιατρικός φάκελος (medical record) επειδή περιέχει όλες τις πληροφορίες αναφορικά με την παροχή ιατρικής φροντίδας σε έναν ασθενή από όλους τους επαγγελματίες της υγείας (π.χ. ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό). Συνεπώς, ο Ηλεκτρονικός Φάκελος Ασθενή-ΗΦΑ (electronic patient record) προσανατολίζεται στον ασθενή και περιέχει πληροφορίες από έναν ή περισσότερους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας. Με άλλα λόγια, ο ΗΦΑ διαπερνά οριζόντια διάφορους ΗΙΦ και παρέχει τη δυνατότητα συγκέντρωσης όλων των πληροφοριών αναφορικά με το ιατρικό ιστορικό ενός ασθενή σε έναν ηλεκτρονικό φάκελο.

Η ανάπτυξη ενός συστήματος ΗΦΑ στηρίζεται στις ακόλουθες προϋποθέσεις:[21]

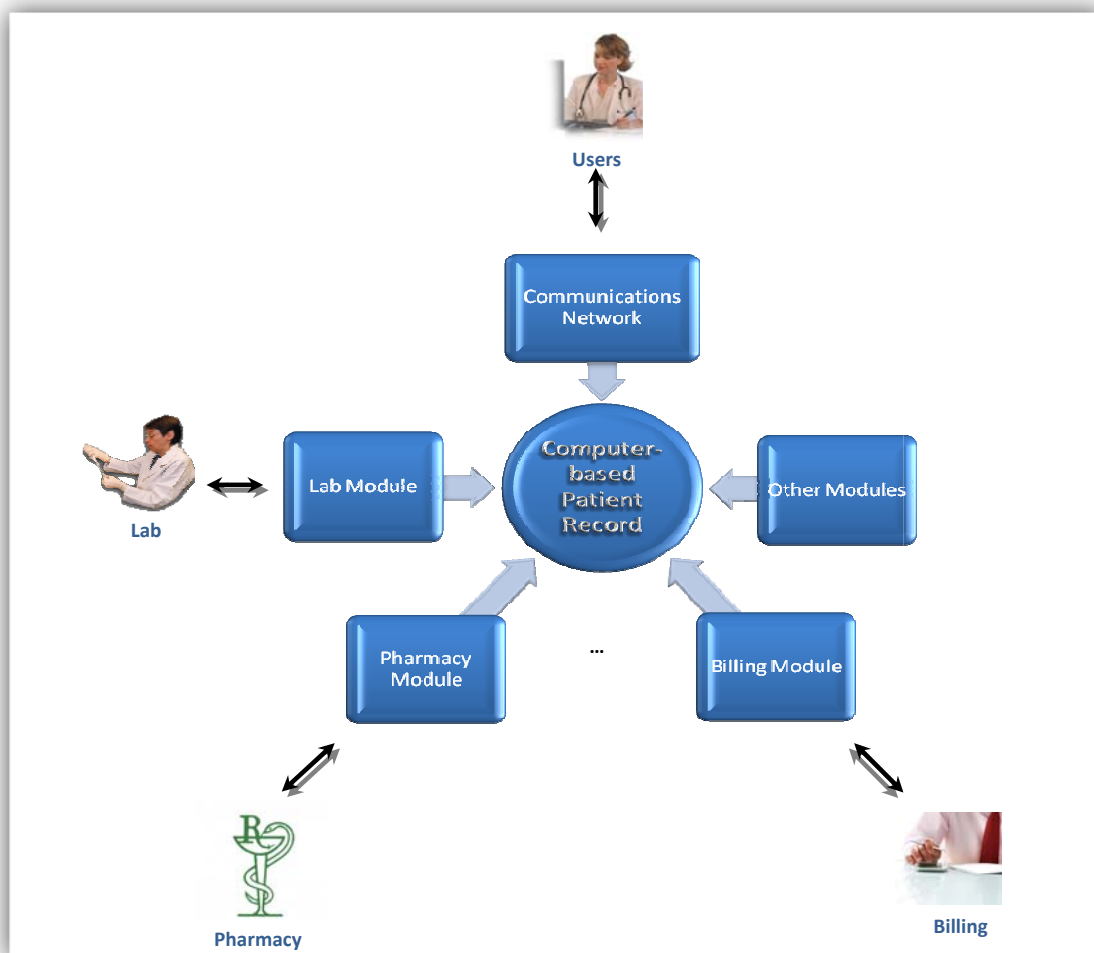
- ♦ Στην ύπαρξη ενός εθνικού ή διεθνούς συστήματος αναγνώρισης των ασθενών.
- ♦ Στην καταγραφή πληροφοριών από τους συμμετέχοντες οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας ως μέρος του συστήματος του ΗΦΑ.
- ♦ Στην υιοθέτηση μιας εθνικής ή διεθνούς προσέγγισης για κοινή ιατρική ορολογία και κοινού τρόπου δόμησης των δεδομένων.
- ♦ Στη δημιουργία μιας ομοφωνίας για συστήματα ασφάλειας των πληροφοριών.
- ♦ Στην εκτεταμένη χρήση των βάσεων δεδομένων και γνώσης που θα συνεισφέρει στη βελτίωση των υπηρεσιών υγείας και στη χρήση της τηλεϊατρικής.

Ο Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας-ΗΦΥ (electronic health record) διαφέρει από τον ΗΦΑ στο γεγονός ότι δεν περιορίζεται μόνο στις πληροφορίες που συλλέγονται από τους επαγγελματίες της υγείας σχετικά με έναν ασθενή αλλά περιλαμβάνει και πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της υγείας του και άλλες πληροφορίες που δεν αποτελούν μέρος της παραδοσιακής διαδικασίας παροχής φροντίδας υγείας (π.χ. εμβολιασμοί, κοινωνικά χαρακτηριστικά). Συνεπώς ένας ΗΦΥ διατηρείται σε συνεργασία με τον ασθενή που ελέγχει

τις πληροφορίες σχετικά με την υγεία του/της και τη χρήση των πληροφοριών αυτών από τους επαγγελματίες της υγείας [21,28].

1.2.1.3 Τεχνικές υλοποίησης ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου

Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '70 τα συστήματα ΗΙΦ αναπτύσσονταν σχεδόν αποκλειστικά σε περιβάλλοντα συγκεντρωτικής επεξεργασίας [5]. Κατά τη μέθοδο της συγκεντρωτικής επεξεργασίας οι εφαρμογές του ΗΙΦ εκτελούνται σε ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα όπου βρίσκονται αποθηκευμένα και τα αντίστοιχα δεδομένα. Οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες επικοινωνούν με το κεντρικό υπολογιστικό σύστημα μέσω τερματικών που βρίσκονται είτε στο υπολογιστικό κέντρο είτε στους χώρους εργασίας τους, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1-5.



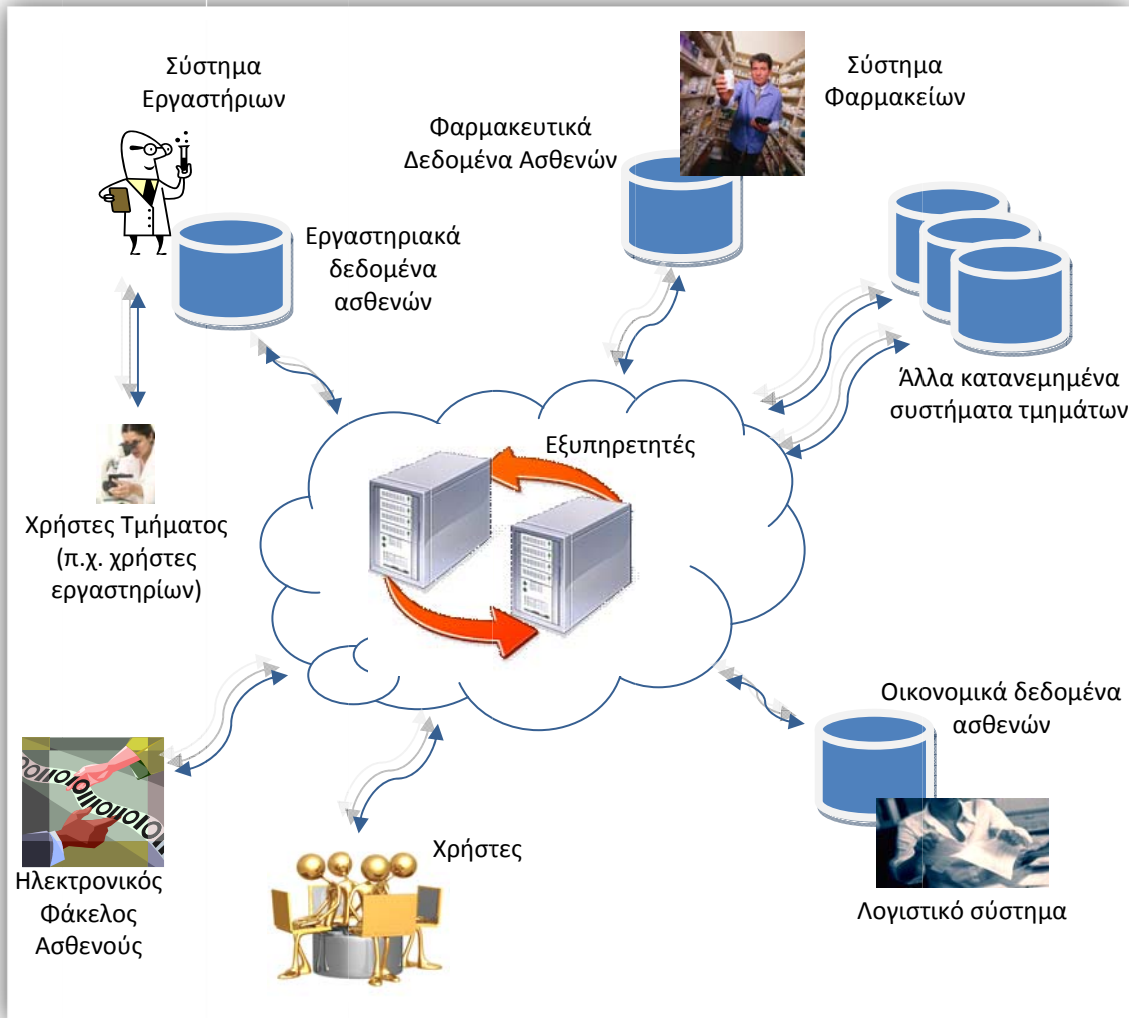
Σχήμα 1-5. Συγκεντρωτική προσέγγιση του ΗΙΦ

Η τεχνολογία των τοπικών και εκτεταμένων δικτύων υπολογιστών επέφερε σημαντικές αλλαγές στον τρόπο αποθήκευσης και επεξεργασίας των δεδομένων. Μια από τις αλλαγές αυτές είναι η καταναμημένη επεξεργασία. Η μέθοδος της καταναμημένης επεξεργασίας αναφέρεται στη γεωγραφική κατανομή των υπολογιστικών πόρων, της επεξεργασίας, των δεδομένων και του ελέγχου κατά τρόπο ώστε να αποτελούν ένα ολοκληρωμένο σύνολο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σύνδεση των υπολογιστικών πόρων μεταξύ τους μέσω ενός δικτύου υπολογιστών.

Η μέθοδος της καταναμημένης επεξεργασίας μπορεί να διακριθεί σε πολλές επιμέρους. Δύο από αυτές είναι η μέθοδος των καταναμημένων προσπελάσεων και η μέθοδος των καταναμημένων δεδομένων. Κατά την πρώτη, τα δεδομένα αποθηκεύονται σε ένα υπολογιστικό σύστημα και οι εφαρμογές εκτελούνται σε διάφορα, γεωγραφικά καταναμημένα υπολογιστικά συστήματα. Κατά τη δεύτερη, η αποθήκευση των δεδομένων και η εκτέλεση των εφαρμογών γίνεται σε διάφορα υπολογιστικά συστήματα. Στην περίπτωση αυτή, ο ΗΙΦ είναι φυσικά καταναμημένος μεταξύ διαφορετικών υπολογιστικών συστημάτων αλλά ταυτόχρονα είναι λειτουργικά ολοκληρωμένος, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1-6 [5].

Η αρχιτεκτονική του πελάτη/εξυπηρετητή (client/server) μπορεί να θεωρηθεί ως μία ειδική περίπτωση της καταναμημένης επεξεργασίας. Το μοντέλο αυτό περιγράφει την επικοινωνία μεταξύ των διαδικασιών που διαχωρίζονται στους καταναλωτές των υπηρεσιών (πελάτες) και στους παρόχους των υπηρεσιών (εξυπηρετητές) [29]. Οι εφαρμογές με βάση το μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή αναφέρονται, επίσης, και ως εφαρμογές δύο στρωμάτων, ενώ οι εφαρμογές τριών στρωμάτων εισάγουν έναν ενδιάμεσο εξυπηρετητή ο οποίος διαχειρίζεται αποκλειστικά τη λογική των εφαρμογών. Ένας πελάτης ή ένας εξυπηρετητής ονομάζεται 'fat' όταν εκτελεί μεγάλο αριθμό λειτουργιών.

Σήμερα, η ανάπτυξη των συστημάτων ΗΙΦ πραγματοποιείται ολοένα και περισσότερο με βάση την αρχιτεκτονική πελάτη/εξυπηρετητή, και ιδιαίτερα με τη χρήση τεχνολογιών διαδικτύου (Internet) και παγκόσμιου ιστού (WWW) [30,31,32,33,34,35,36,37,38,39]. Σύγχρονες υλοποιήσεις συστημάτων ΗΙΦ χρησιμοποιούν την αντικειμενοστρεφή (object-oriented) προσέγγιση και το ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) όπως η CORBA ή την παραλλαγή της CORBAMed για συστήματα υγείας [40,41,42,43,44,45,46].



Σχήμα 1-6. Καταναμημένη προσέγγιση του ΗΙΦ

1.2.2 Ηλεκτρονικός Ιατρικός Φάκελος: Άποψη Ασφάλειας

Με τον όρο ασφάλεια ορίζεται η προστασία των πληροφοριακών συστημάτων από κάθε μη-εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, από την τροποποίηση των πληροφοριών, από την άρνηση υπηρεσιών στους εξουσιοδοτημένους χρήστες, την παροχή υπηρεσιών στους μη εξουσιοδοτημένους χρήστες, συμπεριλαμβανομένων των απαραίτητων μέτρων για τη διάγνωση, την καταγραφή και την καταμέτρηση των παραπάνω απειλών.

Ένα από τα κριτήρια αξιολόγησης των συστημάτων ΗΙΦ αποτελεί η ικανότητα τους να υποστηρίζουν τις απαραίτητες απαιτήσεις ασφάλειας προκειμένου να διασφαλιστεί η ακεραιότητα, η εμπιστευτικότητα των ιατρικών πληροφοριών και η προστασία του

προσωπικού απορρήτου των ασθενών και των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας [47, 48,49,50,51,52,53,54,55].

Ο όρος προσωπικό απόρρητο αναφέρεται στο δικαίωμα του ατόμου να μένει μόνος/η μακριά από τις επιρροές του περιβάλλοντος του/της, να απομονώνεται, να μην ενοχλείται και να προστατεύεται από κάθε φυσική και ψυχολογική επιβολή, από κάθε κακή χρήση ή κατάχρηση ενός νομικού δικαιώματος του/της [56].

Η εμπιστευτικότητα αποτελεί ένα χαρακτηριστικό της πληροφορίας. Εμπιστευτική ονομάζεται η πληροφορία που είναι ευαίσθητη ή απόρρητη ή η πληροφορία της οποίας η μη εξουσιοδοτημένη αποκάλυψη μπορεί να αποβεί καταστρεπτική ή επιζήμια [56].

Η ασφάλεια των πληροφοριών αποτελεί αναγκαίο συστατικό των πληροφοριακών συστημάτων και περιλαμβάνει μηχανισμούς που υλοποιούν προκαθορισμένες πολιτικές αναφορικά με την προστασία της εμπιστευτικότητας και της ακεραιότητας των πληροφοριών, την διαθεσιμότητα των σημαντικών υπηρεσιών, και έμμεσα, με την προστασία του προσωπικού απορρήτου των ασθενών [56].

Οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας θα πρέπει να διασφαλίζουν την εμπιστευτικότητα των ιατρικών πληροφοριών με την χρήση κατάλληλων μέτρων ασφάλειας σε όλα τα επίπεδα του πληροφοριακού συστήματος, από το κατώτερο στρώμα μεταβίβασης των δεδομένων, το στρώμα δικτύου, το στρώμα μεταφοράς πληροφοριών, το στρώμα εφαρμογών, το στρώμα της διαχείρισης των λειτουργιών, των διοικητικών υποδομών και των διαδικασιών που δημιουργούν και παρακολουθούν τις πολιτικές ασφάλειας. Η άμεση διαθεσιμότητα των ιατρικών πληροφοριών, οι οποίες έχουν ελεγχθεί και έχουν ολοκληρωθεί σωστά, είναι κρίσιμη για την παροχή της αναβαθμισμένης ιατρικής φροντίδας στον ασθενή και για την προστασία του οργανισμού από νομικά επιβαλλόμενες απαιτήσεις. Στο χώρο της υγείας, η ανάγκη διασφάλισης των ασθενών από την αποκάλυψη ευαίσθητων πληροφοριών είναι σημαντική.

Τα συστήματα ΗΙΦ παρέχουν μεγαλύτερη προστασία από αυτή που παρέχουν οι χειρόγραφοι φάκελοι αναφορικά με την εμπιστευτικότητα και την ακεραιότητα των ιατρικών δεδομένων. Όταν τα συστήματα ασφάλειας έχουν σχεδιαστεί σωστά και παρακολουθούνται η πρόσβαση στα δεδομένα είναι ελεγχόμενη, τα δεδομένα μπορούν να

προστατεύονται άμεσα μέσω κρυπτογράφησης, οι περιοδικοί έλεγχοι μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για όλες τις προσβάσεις και τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί δεν τροποποιούνται. Το Computer Patient Record Institute-CPRI,[18] έχει εκδώσει μία αναφορά που περιέχει ορισμένες οδηγίες για τη δημιουργία πολιτικών ασφάλειας που θα ελέγχουν τη δημιουργία, την αυθεντικοποίηση των ιατρικών πληροφοριών, την περιγραφή του ρόλου του διαχειριστή ασφάλειας, τη δημιουργία διαδικασιών και απλών συμφωνητικών για την πρόσβαση, την αποκάλυψη και τις διορθώσεις των ιατρικών πληροφοριών. Το CPRI εξέδωσε την αναφορά αυτή με στόχο την ικανοποίηση συγκεκριμένων απαιτήσεων κατά το σχεδιασμό συστημάτων ασφάλειας πληροφοριών. Η προσπάθεια του CPRI αποσκοπεί στην παροχή ενός εργαλείου που θα χρησιμοποιηθεί από τους:

- i. Κατασκευαστές που σχεδιάζουν τα χαρακτηριστικά ασφάλειας.
- ii. Πελάτες που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά ασφάλειας.
- iii. Ελεγκτές και συμβούλους που αξιολογούν τα χαρακτηριστικά της ασφάλειας.

Κάθε οργανισμός παροχής υπηρεσιών υγείας που επιθυμεί να προστατέψει τις ιατρικές πληροφορίες πρέπει να λάβει ορισμένα μέτρα ασφάλειας προκειμένου να ελέγχει και να διασφαλίζει την εξουσιοδοτημένη, τοπική και απομακρυσμένη, πρόσβαση των χρηστών σε εσωτερικές και σε εξωτερικές πηγές δεδομένων, να ελέγχει την εισαγωγή, την τροποποίηση και τη μεταβίβαση των δεδομένων από τους χρήστες, να διασφαλίζει την ακεραιότητα των δεδομένων, την ενοποίηση των πληροφοριών και των διαδικασιών, να διαχειρίζεται τα αντίτυπα των πληροφοριών και την ανάκαμψη της βάσης δεδομένων και να διασφαλίζει τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία των δεδομένων.

Οι υπηρεσίες ασφάλειας των πληροφοριών που πρέπει να υποστηρίζονται από ένα πληροφοριακό σύστημα ώστε να χαρακτηρίζεται ασφαλές είναι η αυθεντικοποίηση (authentication), η εξουσιοδότηση πρόσβασης (authorization), η ακεραιότητα, η ελεγκτική ιχνηλάτηση (audit trail), η πρόληψη των καταστροφών και η επαναφορά των δεδομένων (disaster recovery) και η ασφαλής αποθήκευση και μεταφορά των δεδομένων [18].

1.2.2.1 Αυθεντικοποίηση

Η αυθεντικοποίηση αναφέρεται στην επιβεβαίωση της ταυτότητας ενός χρήστη (αυθεντικοποίηση χρήστη) και στην επιβεβαίωση της πηγής προέλευσης των δεδομένων (αυθεντικοποίηση της πηγής δεδομένων) [18, 55, 56, 57].

Σ' ένα σύστημα ΗΙΦ είναι απαραίτητη μια μέθοδος ασφαλούς αυθεντικοποίησης αφού η λήψη των ιατρικών αποφάσεων γίνεται με βάση τις ιατρικές πληροφορίες που προέρχονται από το σύστημα. Επειδή οι χρήστες είναι υπεύθυνοι για τις ιατρικές πληροφορίες που έχουν δικαίωμα να εισάγουν, να διορθώνουν, να επιβεβαιώνουν και ν' ανακτούν πρέπει να αναγνωρίζονται μοναδικά από το σύστημα. Γι' αυτόν το λόγο πρέπει να υπάρχουν συγκεκριμένες πολιτικές του οργανισμού που θα ορίζουν τις κυρώσεις για την διανομή του ίδιου κωδικού σε πολλούς χρήστες.

Η αυθεντικοποίηση μπορεί να υλοποιηθεί μέσω βιομετρικών κωδικών (π.χ. δακτυλικό αποτύπωμα, φωνητικό αποτύπωμα), με τη χρήση μιας έξυπνης κάρτας (smart card), ενός τεκμηρίου (token), ενός κωδικού-συνθηματικού ή ενός συνδυασμού αυτών. Η εισαγωγή κωδικών-συνθηματικών είναι ένας από τους πιο διαδεδομένους τρόπους που χρησιμοποιούνται για την αυθεντικοποίηση του χρήστη σε συστήματα ΗΙΦ. Όμως, αν τα συνθηματικά αποθηκεύονται στο σύστημα θα πρέπει να είναι κρυπτογραφημένα. Επίσης, θα πρέπει να εξεταστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ανάθεσης των συνθηματικών από το διαχειριστή του συστήματος έναντι της τυχαίας ανάθεσης τους από το σύστημα. Το σύστημα θα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα αλλαγής των συνθηματικών σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Ο χρήστης χρησιμοποιεί τον κωδικό του για να αναγνωριστεί από το σύστημα και από τους άλλους χρήστες. Ο κωδικός αυτός περιγράφει έμμεσα τη σχέση μεταξύ του χρήστη και των πληροφοριών στις οποίες μπορεί να έχει πρόσβαση ο συγκεκριμένος χρήστης. Ένα συνθηματικό είναι μία σειρά από χαρακτήρες που, σε συνδυασμό με άλλες πληροφορίες όπως ο κωδικός, επιβεβαιώνει μοναδικά την ταυτότητα του χρήστη στο σύστημα. Το συνθηματικό μπορεί να το επιλέξει ο χρήστης ή να του τον αναθέσει το σύστημα. Επίσης, θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα σύστημα κωδικού-συνθηματικού για το σύστημα ΗΙΦ που να απαγορεύει τις πολλαπλές προσπάθειες εισαγωγής του χρήστη στο σύστημα.

Μετά την αρχική αυθεντικοποίηση του χρήστη, πρέπει να γίνεται έλεγχος για το αν ο τρέχων χρήστης εξακολουθεί να είναι αυθεντικοποιημένος. Η πιθανότητα ένας χρήστης που δεν είναι αυθεντικοποιημένος να χρησιμοποιήσει τα δικαιώματα πρόσβασης ενός άλλου χρήστη μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με την υποστήριξη της αυτόματης εξόδου από το σύστημα μετά το πέρας μιας ανενεργής περιόδου ή με την προσπέλαση του συστήματος

από τον αυθεντικοποιημένο χρήστη μέσω άλλου τερματικού. Οι διαδικασίες εισόδου και εξόδου από το σύστημα πρέπει να είναι γρήγορες και αποτελεσματικές έτσι ώστε να διασφαλίζεται ότι οι χρήστες θα εξέρχονται από το σύστημα μετά από την ολοκλήρωση της ενέργειας του τερματικού τους.

1.2.2.2 Εξουσιοδότηση πρόσβασης

Η εξουσιοδότηση πρόσβασης αφορά στη χορήγηση στους χρήστες δικαιωμάτων πρόσβασης σε πληροφορίες και περιλαμβάνει την εξουσιοδότηση φυσικής πρόσβασης και την εξουσιοδότηση πρόσβασης στις πηγές με τις πληροφορίες που καταγράφονται στο σύστημα. Επιπλέον, παρέχονται στοιχεία για τις ενέργειες (ή τις απόπειρες ενεργειών) των χρηστών. Η εξουσιοδότηση πρόσβασης υλοποιείται μέσω της παροχής μηχανισμών ελέγχου των δικαιωμάτων πρόσβασης, υπηρεσιών εμπιστευτικότητας και υπηρεσιών μη άρνησης εκτέλεσης λειτουργιών του συστήματος (non-repudiation) [18,52,55,56,57].

Ο μηχανισμός ελέγχου των δικαιωμάτων πρόσβασης ελέγχει τις μη εξουσιοδοτημένες προσβάσεις σε οποιοδήποτε πόρο του συστήματος, συμπεριλαμβανομένων των υπολογιστικών συστημάτων, των δικτύων, των προγραμμάτων εφαρμογών και των αρχείων δεδομένων. Έτσι, διασφαλίζεται ότι οι χρήστες, τα υπολογιστικά συστήματα και τα προγράμματα χρησιμοποιούν μόνο τις πηγές εκείνες για τις οποίες έχουν αντίστοιχη εξουσιοδότηση πρόσβασης και μόνο για τους σκοπούς για τους οποίους διαθέτουν εξουσιοδότηση. Επίσης, ο έλεγχος δικαιωμάτων πρόσβασης προστατεύει το σύστημα από την μη εξουσιοδοτημένη χρήση, αποκάλυψη, τροποποίηση και καταστροφή των πόρων του συστήματος.

Οι υπηρεσίες εμπιστευτικότητας διασφαλίζουν ότι οι πληροφορίες δεν θα αποκαλυφθούν σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες. Μία υπηρεσία εμπιστευτικότητας διαγράφει φυσικά τα δεδομένα από τα μέσα αποθήκευσης, έτσι ώστε να μην είναι εφικτή η ανάγνωση τους μετά την λογική διαγραφή τους. Υπηρεσίες εμπιστευτικότητας εισάγονται και σε περιβάλλοντα δικτύων. Η πιο κοινή μορφή υπηρεσίας εμπιστευτικότητας σ' ένα δίκτυο είναι η κρυπτογράφηση.

Οι υπηρεσίες μη άρνησης της εκτέλεσης λειτουργιών του συστήματος διασφαλίζουν ότι η ταυτότητα των πληροφοριών είναι η ακριβής και ότι οι ενέργειες που κάνουν οι χρήστες (ή

δεν κάνουν) έχουν (ή δεν έχουν) γίνει. Με άλλα λόγια, οι υπηρεσίες αυτές παρέχουν τις αποδείξεις εκείνες που απαιτούνται για να εμποδίσουν κάποιο άτομο να τροποποιήσει ή να τερματίσει προς όφελος του μία συναλλαγή. Οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται συχνά για την παροχή αποδείξεων σχετικά με τις ενέργειες των χρηστών είναι οι ψηφιακές υπογραφές και οι ελεγκτικές ιχνηλατήσεις.

1.2.2.3 Ακεραιότητα

Η ακεραιότητα διασφαλίζει ότι η αλλαγή των πληροφοριών επιτυγχάνεται με συγκεκριμένο και εξουσιοδοτημένο τρόπο. Η ακεραιότητα των δεδομένων, η ακεραιότητα του λογισμικού εφαρμογών και η ακεραιότητα του δικτύου σχετίζονται με την ασφάλεια του όλου πληροφοριακού συστήματος [18,55,56,57].

Η ακεραιότητα των δεδομένων αναφέρεται στην ακρίβεια, στη συνέπεια και στην ολοκλήρωση των δεδομένων. Κάποια αλλοίωση του πληροφοριακού συστήματος μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ποιότητα των ιατρικών δεδομένων και μπορεί να οδηγήσει στη διάθεση ακατάλληλων ιατρικών πληροφοριών από το σύστημα που με τη σειρά τους μπορεί να οδηγήσουν σε λαθεμένες διαγνώσεις και θεραπείες, αφού οι ιατρικές αποφάσεις των επαγγελματιών της υγείας βασίζονται στις ιατρικές πληροφορίες που παρέχονται από το σύστημα. Τα μέτρα για την ακεραιότητα των δεδομένων διασφαλίζουν ότι τα δεδομένα δεν έχουν τροποποιηθεί ή καταστραφεί κατά μη-εξουσιοδοτημένο τρόπο. Η πολιτική για τον έλεγχο της ακεραιότητας των δεδομένων μπορεί να χωριστεί στα ακόλουθα τέσσερα κύρια μέρη: λήψη μέτρων ασφάλειας, διαδικαστικοί έλεγχοι, ανάθεση υπευθυνότητας και ολικοί έλεγχοι. Προκειμένου να διασφαλιστεί η ακεραιότητα των πληροφοριών, θα πρέπει να αποφευχθεί η μη-εξουσιοδοτημένη (ηθελημένη ή τυχαία) τροποποίηση ή εισαγωγή δεδομένων. Επίσης, θα πρέπει να είναι γνωστά ο πόρος, η ημερομηνία, η ώρα και το περιεχόμενο οποιονδήποτε αλλαγών.

Η ακεραιότητα του λογισμικού εφαρμογών αφορά στην ποιότητα του σχεδιασμού και στην προστασία του λογισμικού από τυχόν τροποποιήσεις. Τα λάθη στο λογισμικό και η πολυπλοκότητα στον σχεδιασμό του λογισμικού μπορεί να οδηγήσουν στην αλλοίωση ή στην απώλεια πληροφοριών. Για το σχεδιασμό του λογισμικού εφαρμογών θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού διατηρώντας σε

διαφορετικά μέρη το λειτουργικό σύστημα και τα προγράμματα εφαρμογών έτσι ώστε να προστατεύεται ο κώδικας και οι δομές δεδομένων από τυχόν εξωτερικές παρεμβολές.

Η ακεραιότητα του συστήματος είναι η ικανότητα ενός αυτοματοποιημένου συστήματος να εκτελεί την επιδιωκόμενη λειτουργία του, χωρίς ηθελημένους ή απρόσεκτους μη-εξουσιοδοτημένους χειρισμούς. Τα χαρακτηριστικά του υλικού και του λογισμικού συστήματος θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για να εκτιμούν περιοδικά τη σωστή λειτουργία των στοιχείων του υλικού του συστήματος. Επιπλέον, τα αντίγραφα ασφάλειας και οι διαδικασίες επαναφοράς είναι πολύ σημαντικές προκειμένου ένα σύστημα να επανέλθει γρήγορα και με ασφάλεια στην πρότερη κατάσταση του σε περίπτωση βλάβης.

Η ακεραιότητα του δικτύου επεκτείνει την ακεραιότητα του συστήματος στα δίκτυα που χρησιμοποιούνται είτε τοπικά είτε σε ευρεία κλίμακα.

1.2.2.4 Ελεγκτικές ιχνηλατήσεις

Η ελεγκτική ιχνηλάτηση αφορά στη χρονολογική καταγραφή των ενεργειών που πραγματοποιούν οι χρήστες στο σύστημα και η οποία γίνεται ταυτόχρονα με τις ενέργειες των χρηστών. Η εξέταση των στοιχείων που καταγράφονται παρέχει τη δυνατότητα διάγνωσης και έρευνας των παραβιάσεων σχετικά με την ασφάλεια, της τήρησης της πολιτικής ασφάλειας και των προβλεπόμενων διαδικασιών και της επαναδημιουργίας μιας ακολουθίας γεγονότων που σχετίζονται με την καταγραφή και την τροποποίηση των πληροφοριών του συστήματος [18, 55, 56].

Οι καταγραφές των στοιχείων ελέγχου περιλαμβάνουν την αναγνώριση του χρήστη από το σύστημα, των πηγών παραγωγής ιατρικών δεδομένων (π.χ. ηλεκτρονικές συσκευές), των ασθενών για τους οποίους καταγράφονται οι ιατρικές πληροφορίες, των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας και άλλων συμμετεχόντων χρηστών. Οι καταγραφές των στοιχείων ελέγχου περιλαμβάνουν επίσης την ημέρα/ώρα, τον τόπο και τη φύση της κάθε δραστηριότητας (π.χ. λειτουργία που εκτελέστηκε και πληροφορία που προσπελάστηκε).

Οι καταγραφές των στοιχείων ελέγχου παρέχουν τη δυνατότητα ανίχνευσης των προσβάσεων σε πληροφορίες προκειμένου να αποκαλύψουν το περιεχόμενό τους, να το αντιγράψουν σε εξωτερικά μέσα ή να το μεταφέρουν σε άλλα συστήματα. Οι έλεγχοι που

διεξάγονται μπορούν, επίσης, να ανιχνεύσουν την πρόοδο κάθε λειτουργίας από την έναρξη μέχρι τον τερματισμό της.

1.2.2.5 Πρόληψη καταστροφών και επαναφορά δεδομένων

Η επαναφορά δεδομένων μετά από μια καταστροφή είναι η διαδικασία κατά την οποία η επιχείρηση αποκαθιστά τα δεδομένα που έχουν απολεσθεί από περιπτώσεις πυρκαγιάς, βανδαλισμού, φυσικής καταστροφής ή βλάβης του συστήματος [18,55,56].

Για την αποτροπή μιας πιθανής απώλειας ιατρικών δεδομένων, το σύστημα ΗΙΦ πρέπει να περιλαμβάνει ένα λεπτομερές σχέδιο επαναφοράς στην πρότερη κατάσταση το οποίο περιέχει μέτρα προστασίας των ιατρικών πληροφοριών από καταστροφή, ελαχιστοποίησης των διακοπών, αδιάλειπτης λειτουργίας και επαναφοράς στην πρότερη κατάσταση. Επιπλέον, το σύστημα ΗΙΦ πρέπει να υποστηρίζει τη δημιουργία αντιγράφων ασφάλειας κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του και την επαναδημιουργία ιατρικών πληροφοριών από τα αντίγραφα.

1.2.2.6 Ασφαλής αποθήκευση και μεταφορά δεδομένων

Η ασφαλής αποθήκευση των δεδομένων αναφέρεται στην ασφάλεια των φυσικών μέσων και στη διατήρηση των δεδομένων. Η μεταφορά των δεδομένων είναι η ανταλλαγή των δεδομένων μεταξύ ατόμων και προγραμμάτων ή μεταξύ προγραμμάτων όταν ο αποστολέας και ο παραλήπτης βρίσκονται μακριά ο ένας από τον άλλον [18].

Η ασφάλεια των φυσικών μέσων περιλαμβάνει την φυσική ασφάλεια των επεξεργαστών, των μέσων αποθήκευσης, των καλωδίων και των τερματικών ή των σταθμών εργασίας. Τα φυσικά μέσα πρέπει να διαθέτουν υψηλό βαθμό ανθεκτικότητας. Η συνεχής συντήρηση του συστήματος, οι προφυλάξεις από την δολιοφθορά και η αναβάθμιση των συστημάτων παλαιάς τεχνολογίας σχετίζονται επίσης με την ασφαλή αποθήκευση των ιατρικών δεδομένων του συστήματος ΗΙΦ. Η διατήρηση των ιατρικών δεδομένων αναφέρεται επίσης στη διατήρηση των ιατρικών πληροφοριών με κάποια μορφή και για κάποια χρονική περίοδο για πιθανό νομικό έλεγχο.

Η ασφαλής μεταφορά ιατρικών δεδομένων θεωρείται σημαντική για την υλοποίηση ενός συστήματος ΗΙΦ. Στο δυναμικό περιβάλλον του χώρου της υγείας απαιτείται συχνά η χρήση απομακρυσμένων συστημάτων για την λήψη ιατρικών πληροφοριών.

Τα συστήματα που υποστηρίζουν τη μεταφορά των δεδομένων που έχουν αποθηκευτεί σε απομακρυσμένα μεταξύ τους συστήματα πρέπει να παρέχουν σημαντικό βαθμό ασφάλειας τους προκειμένου να διασφαλίζεται η ακεραιότητα και η εμπιστευτικότητα των δεδομένων αυτών. Οι υπηρεσίες ασφάλειας, που αποτελούν αναπόσπαστο μέρος των συστημάτων ΗΙΦ, πρέπει να παρέχουν ασφαλή πρόσβαση στο δίκτυο που χρησιμοποιείται αλλά και να διαχειρίζονται την ασφάλεια της σύνδεσης τους με εξωτερικά δίκτυα.

Η μέθοδος της κρυπτογράφησης χρησιμοποιείται για την προστασία των πληροφοριών όταν είναι δύσκολος ο έλεγχος των φυσικών μέσων αποθήκευσης ή του δικτύου μετάδοσης. Η σωστή υλοποίηση συστήματος κρυπτογράφησης προσφέρει προστασία στις ιατρικές πληροφορίες και αποδεικνύεται αποτελεσματική στις περιπτώσεις που υπάρχει κόστος από τη μη-εξουσιοδοτημένη αποκάλυψη και μη-εξουσιοδοτημένες αλλαγές των ιατρικών δεδομένων κατά την μεταφορά. Επιπλέον, η απευθείας σύνδεση συστημάτων ΗΙΦ στο Internet απαιτεί την υλοποίηση αντιτυρικής ζώνης (firewall).

1.2.3 Τυποποιήσεις – Πρότυπα

Η δημιουργία μιας πληροφοριακής υποδομής στο χώρο της παροχής υπηρεσιών υγείας απαιτεί την ολοκλήρωση υπαρχόντων (legacy) και νέων συστημάτων ΗΙΦ τα οποία, στη γενική περίπτωση, βασίζονται σε διαφορετικά τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά και χρησιμοποιούν διαφορετική ιατρική ορολογία. Προκειμένου τα διαφορετικά αυτά συστήματα να συνεργάζονται απαιτούνται κατάλληλες τυποποιήσεις και πρότυπα.

1.2.3.1 Ονοματολογία ιατρικών όρων

Υπάρχουν άνω των εκατόν πενήντα γνωστών συστημάτων κωδικοποίησης των ιατρικών όρων. Οι τυποποιήσεις με την μεγαλύτερη αποδοχή στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι οι ακόλουθες:[58,59,60,61]

- ♦ Η διεθνής κατηγοριοποίηση/κωδικοποίηση των ασθενειών ICD (International Classification of Diseases), τώρα στην δέκατη έκδοση (ICD-10) που περιλαμβάνει κωδικούς που συντηρούνται από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας-ΠΟΥ (World Health Organization-WHO) και είναι παγκόσμια αποδεκτοί. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η ένωση HCFA (HealthCare Financing Administrator) και το κέντρο NCHS (National Center for Health Statistics) υποστήριξαν την ανάπτυξη των κλινικών τροποποιήσεων των κωδικών ICD στην έκδοση ICD-9-CM. Το σύστημα κωδικοποίησης ICD-9-CM χρησιμοποιείται ευρύτατα στις ασφαλιστικές πληρωμές αλλά θεωρείται ότι έχει περιορισμένη αξία για κλινικούς και ερευνητικούς σκοπούς, δεδομένου ότι δεν αναφέρεται στα ιατρικά προβλήματα των ασθενών (clinical specificity).
- ♦ Η ορολογία CPT (Current Procedural Terminology) περιλαμβάνει κωδικούς που συντηρούνται από την ένωση AMA (American College Association) και χρησιμοποιούνται ευρέως στις Ηνωμένες Πολιτείες στις ασφαλιστικές πληρωμές και για την αξιολόγηση της χρήσης των διατιθέμενων πόρων. Οι κωδικοί παράγονται από την ονοματολογία των ιατρικών ειδικοτήτων και ενημερώνονται κάθε χρόνο.
- ♦ Η ονοματολογία SNOMED (Systematized Nomenclature of Medicine) συντηρείται από το "College of American Pathologists" και είναι ευρέως αποδεκτή για την περιγραφή των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών εξετάσεων. Βασίζεται σε μία πολυαξονική (multiaxial-11fields) δομή κωδικοποίησης που αναφέρεται καλύτερα στα ιατρικά προβλήματα των ασθενών από τους κωδικούς ICD και CPT και θεωρείται ότι έχει μεγάλη αξία στην κλινική πρακτική. Η κωδικοποίηση SNOMED έχει προταθεί ως υποψήφια για τη δημιουργία τυποποιημένου λεξιλογίου το οποίο θα ενσωματώνεται σε συστήματα ΗΙΦ.
- ♦ Η κωδικοποίηση DICOM (Digital Imaging and Communications) συντηρείται από την ένωση ACR-NEMA (American College of Radiology-National Electronic Manufacturers' Association). Η ACR-NEMA διατύπωσε τυποποιήσεις για τις ακτινολογικές διαδικασίες και για τους τρόπους αποθήκευσης και επικοινωνίας των εικόνων.
- ♦ Η κωδικοποίηση DSM (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders), στην τέταρτη έκδοση (DSM-IV) διατηρείται από την ένωση "American Psychiatric Association". Αυτή περιλαμβάνει ένα σύνολο κωδικών και περιγραφών που χρησιμοποιείται συχνά για σκοπούς διάγνωσης, συνταγογράφησης, έρευνας, εκπαίδευσης και διοίκησης.
- ♦ Οι κωδικοί DRGs (Diagnostic Related Groups) συντηρούνται από το HCFA. Οι κωδικοί προέρχονται από τους κωδικούς ICD-9-CM και χρησιμοποιούνται για να διευκολύνουν

τις ασφαλιστικές πληρωμές και την ανάλυση case-mix. Όμως δεν αναφέρονται στα ιατρικά προβλήματα των ασθενών για χρήση στην άμεση ιατρική φροντίδα και στην κλινική έρευνα.

- ♦ Η κωδικοποίηση UMLS (Unified Medical Language System) συντηρείται από την ιατρική βιβλιοθήκη NLM (National Library of Medicine). Αυτή περιλαμβάνει ένα μεταθησαυρό (metathesaurus) ο οποίος συνδέει την κλινική ορολογία, την σημασιολογία των όρων και τις μορφές των μεγάλων κλινικών κωδικών και συστημάτων αναφοράς. Συνδέει τους ιατρικούς όρους (π.χ. ICD, CPT, SNOMED, DSM, CO-STAR και D-XPLAIN) με τους τίτλους του ιατρικού καταλόγου των θεμάτων του NLM (MeSH codes) και μεταξύ τους.

1.2.3.2 Συστήματα κωδικοποίησης ασθενών

Στη σημερινή εποχή κατά την οποία παρατηρούνται μετακινήσεις σημαντικών αριθμών πληθυσμού, οι ασθενείς δέχονται ιατρική φροντίδα από διαφορετικούς οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας (π.χ. νοσοκομεία, κέντρα υγείας, ιδιωτικές κλινικές). Ως αποτέλεσμα, αποθηκεύονται ιατρικά δεδομένα των ασθενών σε διαφορετικά, γενικά, συστήματα ΗΙΦ. Στο περιβάλλον αυτό που γίνεται συνεχώς πιο πολύπλοκο και αλλάζει πολύ γρήγορα είναι απαραίτητο ο ασθενής να αναγνωρίζεται μοναδικά ανεξάρτητα από τον πάροχο υπηρεσιών υγείας και η πληροφορία να προσπελάζεται από πολλούς τόπους. Επιπλέον, οι ενιαίοι κωδικοί των ασθενών διευκολύνουν στην ανταλλαγή πληροφοριών, στη συνέχεια της παρεχόμενης ιατρικής φροντίδας, στην αξιολόγηση του επιπέδου υγείας των ασθενών, στις συγκρίσεις των αποτελεσμάτων ιατρικών πράξεων, και στην έρευνα και εκπαίδευση στο χώρο της υγείας.

Οι περισσότεροι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας ήδη χρησιμοποιούν κάποια μέθοδο για την κωδικοποίηση των ασθενών. Η μέθοδος αυτή αποτελείται συνήθως από τον αριθμό του ιατρικού φακέλου που εκδόθηκε και συντηρείται από τον οργανισμό και βασίζεται σε ένα ευρετήριο MPI (Master Patient Index) που συντηρεί ο οργανισμός, μαζί με ένα σύστημα αρίθμησης που είναι συγκεκριμένο για τον οργανισμό αυτόν [62, 63]. Διαφορετικοί οργανισμοί χρησιμοποιούν διαφορετικά συστήματα κωδικοποίησης των ασθενών με αποτέλεσμα οι ασθενείς να έχουν τελικά πολλούς κωδικούς, όσοι και οι οργανισμοί που έχουν επισκεφθεί. Οι κωδικοί αυτοί ταυτοποιούν μοναδικά τους ασθενείς μόνο μέσα στον οργανισμό που τους εκδίδει. Επιπλέον, μαζί με τον κωδικό του ασθενή μερικοί οργανισμοί χρησιμοποιούν έναν αριθμό λογαριασμού του ασθενή για την

εξόφληση λογαριασμών και για αποζημιώσεις. Οι αριθμοί λογαριασμών των ασθενών είναι μοναδικοί μόνο για κάθε επίσκεψη του ασθενή.

Οι κωδικοποιήσεις των ασθενών που είναι μοναδικές μόνον εντός του οργανισμού παροχής υπηρεσιών υγείας δεν θεωρούνται επαρκείς στο πλαίσιο ενός συστήματος υγείας το οποίο απαιτεί γρήγορη και εύκολη πρόσβαση στις πληροφορίες των ασθενών ανεξάρτητα από το γεωγραφικό τόπο των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας που έχουν επισκεφθεί. Προκειμένου ένας ασθενής να αναγνωριστεί μοναδικά από διάφορους οργανισμούς, απαιτείται η ύπαρξη ενός μοναδικού όσο και αξιόπιστου κωδικού.

Μεταξύ των συστημάτων μοναδικής κωδικοποίησης ασθενών που έχουν αναπτυχθεί περιλαμβάνονται τα ακόλουθα:[62]

- ◆ Enhanced Social Security Number (ESSN) - Ο αριθμός αυτός έχει προταθεί από το CPRI και προσθέτει διάφορα χαρακτηριστικά ασφάλειας στον αριθμό κοινωνικής ασφάλισης (SSN) στις ΗΠΑ.
- ◆ American Society for Testing and Materials (ASTM) Sample Universal Healthcare Identifier (UHID) Implementation - Το δείγμα UHID αποτελείται από ένα σειριακό κωδικό αριθμό με 16 ψηφία, με μία τελεία που εξυπηρετεί ως όριο, ένα σύνολο 6 ψηφίων για τον έλεγχο λαθών (parity check) και ένα σύνολο με 6 ψηφία ως σχέδιο κρυπτογράφησης. Συνολικά αποτελείται από 28 αριθμητικά ψηφία και μία τελεία.
- ◆ Patient Identification Number based on Bank Card Method - Η αρχική πρόταση περιελάμβανε έναν κωδικό από 13-15 ψηφία. Ένα σύνολο ψηφίων προσδιορίζει τον οργανισμό παροχής υπηρεσιών υγείας ή την ιατρική ομάδα, ένα άλλο σύνολο ψηφίων προσδιορίζει τους πληρωτές, ένα τρίτο σύνολο ψηφίων προσδιορίζει τον ασθενή και τα υπόλοιπα ψηφία χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο λαθών. Επίσης προτάθηκε η χρήση επιπρόσθετων ψηφίων για τον προσδιορισμό αλλεργιών ή ασθενειών.
- ◆ Model Universal Patient Identifier based on Personal Immutable Properties - Το μοντέλο αποτελείται από τρία μέρη και ένα ψηφίο ελέγχου. Τα τρία μέρη περιλαμβάνουν ένα επταψήφιο πεδίο για την ημερομηνία γέννησης, ένα εξαψήφιο πεδίο για τον κωδικό γέννησης, ένα πενταψήφιο πεδίο σειριακού κωδικού (για τον διαχωρισμό ατόμων που γεννήθηκαν την ίδια ημέρα στην ίδια περιοχή) και ένα μονοψήφιο πεδίο για τον έλεγχο λαθών.

- ♦ Lifetime Human Service and Treatment Record (LHSTR) Number based on the Birth Certificate - Ο αριθμός αυτός αποτελείται από ένα σύνολο με επτά κύρια δημογραφικά δεδομένα, ένα σύνολο από σταθερά στο χρόνο δεδομένα και ένα τρίτο σύνολο που προσδιορίζει τον ιατρικό φάκελο ή το φάκελο κοινωνικής ασφάλισης.
- ♦ Biometric Identification - Η ταυτοποίηση των ασθενών επιτυγχάνεται με τη χρήση χαρακτηριστικών του ανθρώπου (π.χ. δακτυλικό αποτύπωμα, ανάλυση DNA και ανάλυση φωνής).

Σύμφωνα με μία ανάλυση που διεξήχθη ο μοναδικός κωδικός του ασθενή έχει τις ακόλουθες απαιτήσεις:[62]

- ♦ Ο κωδικός ασθενή αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της διαδικασίας παροχής ιατρικής φροντίδας. Η χρήση έμπιστων κωδικών ασθενών απαιτείται για ευαίσθητες διαδικασίες όπως είναι η μετάγγιση αίματος, οι χειρουργικές επεμβάσεις και η διαχείριση φαρμακευτικής αγωγής. Οι κωδικοί των ασθενών χρησιμοποιούνται επίσης στις ιατρικές εντολές και στις ιατρικές γνωματεύσεις, στην εκτέλεση ιατρικών πράξεων, στις φαρμακευτικές αγωγές, για το συντονισμό των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας και για τη διαχείριση όλων των διαχειριστικών λειτουργιών.
- ♦ Ο κωδικός ασθενή αποτελεί αναπόσπαστο μέρος των πληροφοριών των ασθενών. Η κλινική τεκμηρίωση, συμπεριλαμβανομένων των παρατηρήσεων, των διαγνώσεων, των αποτελεσμάτων ιατρικών εξετάσεων, των ιατρικών πράξεων, των φαρμακευτικών αγωγών, της πορείας νόσου βασίζεται στον κωδικό του ασθενή. Ένας κωδικός είναι σημαντικός για τη διαχείριση της αυτοματοποιημένης πληροφορίας και των λειτουργιών ενός συστήματος ΗΙΦ.
- ♦ Η διατήρηση του προσωπικού απορρήτου και της εμπιστευτικότητας των ιατρικών πληροφοριών δεν αντιβαίνει προς τη χρήση ενός μοναδικού κωδικού ασθενή. Ένας μοναδικός κωδικός μπορεί να βοηθήσει στην επιβολή της ασφάλειας με την τυποποίηση και την αναβάθμιση των ελέγχων δικαιωμάτων πρόσβασης και τη μείωση της επαναλαμβανόμενης χρήσης των προσωπικών πληροφοριών για την αναγνώριση του ασθενή.
- ♦ Ένας μοναδικός κωδικός ασθενή προστατεύει το προσωπικό απόρρητο του ασθενή και μειώνει την επαναλαμβανόμενη χρήση και την αποκάλυψη των προσωπικών πληροφοριών του ασθενή για συνηθισμένες εσωτερικές και εξωτερικές επικοινωνίες (π.χ. ιατρικές εντολές και αποτελέσματα). Επίσης βοηθά στη διατήρηση της ανωνυμίας

του ασθενή ενώ διευκολύνει την επικοινωνία και τη διανομή των ιατρικών πληροφοριών.

- ♦ Οι μοναδικοί κωδικοί ασθενών βοηθούν στην τυποποίηση των μεθόδων πρόσβασης στις ιατρικές πληροφορίες των ασθενών και προστατεύουν το προσωπικό απόρρητο του ασθενή και την εμπιστευτικότητα των ιατρικών πληροφοριών. Ένας μοναδικός κωδικός συμβάλει στην τυποποίηση των μεθόδων πρόσβασης στις ιατρικές πληροφορίες και παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες να χρησιμοποιούν ένα μοναδικό σημείο πρόσβασης. Η χρήση δημογραφικών πληροφοριών των ασθενών για κωδικοποίηση αυξάνει τον κίνδυνο παραβίασης του προσωπικού απορρήτου τους. Οι μη τυποποιημένες μέθοδοι πρόσβασης είναι δύσκολο να ελεγχθούν και να παρακολουθηθούν και έτσι αυξάνεται η πιθανότητα παραβίασης του προσωπικού απορρήτου των ασθενών και της εμπιστευτικότητας των ιατρικών πληροφοριών. Το μοναδικό σημείο πρόσβασης και η τυποποιημένη μέθοδος πρόσβασης δίνουν στους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας τη δυνατότητα να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν τους απαραίτητους ελέγχους δικαιωμάτων πρόσβασης. Ένας σωστός κωδικός διευκολύνει τον απαιτούμενο έλεγχο και την έγκαιρη και έγκυρη πρόσβαση των χρηστών στις ιατρικές πληροφορίες.
- ♦ Ένας σωστός σχεδιασμός του μοναδικού κωδικού μπορεί να προστατέψει το προσωπικό απόρρητο του ασθενή και την εμπιστευτικότητα των ιατρικών πληροφοριών. Ο σχεδιασμός πρέπει να γίνεται κατά τρόπο ώστε να αναγνωρίζονται οι πληροφορίες που παράγονται κατά τη διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας και τα δικαιώματα πρόσβασης στις πληροφορίες (δύο ξεχωριστές λειτουργίες στο χώρο της υγείας).
- ♦ Ο οργανισμός παροχής υπηρεσιών υγείας πρέπει να λαμβάνει διαρκώς μέτρα για την υποστήριξη της κωδικοποίησης του ασθενή και της εμπιστευτικότητας των ιατρικών πληροφοριών. Στον παραπάνω σχεδιασμό θα πρέπει να προστεθούν τα μέτρα του οργανισμού σχετικά με την προστασία των πληροφοριών των ασθενών. Στα μέτρα αυτά περιλαμβάνονται οι μηχανισμοί ελέγχου δικαιωμάτων πρόσβασης και οι μηχανισμοί αυθεντικοποίησης οι οποίοι πρέπει να αξιολογούνται και να βελτιώνονται σε συνεχή βάση.
- ♦ Μια ενιαία νομοθεσία για την προστασία του προσωπικού απορρήτου του ασθενή και της εμπιστευτικότητας των ιατρικών πληροφοριών είναι απαραίτητη. Προκειμένου να διασφαλιστεί το προσωπικό απόρρητο του ασθενή και η εμπιστευτικότητα των ιατρικών πληροφοριών πέρα από τα όρια του οργανισμού, είναι απαραίτητο να

υπάρξει μία ενιαία νομοθεσία. Η νομοθεσία αυτή θα προστατεύει τον μοναδικό κωδικό από κακή χρήση του και θα εμποδίζει τη μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση προς τις ιατρικές πληροφορίες.

- ♦ Η ύπαρξη πολλών κωδικών για έναν ασθενή δεν επιτρέπει την έγκαιρη πρόσβαση. Όταν για τον ίδιο ασθενή υπάρχουν πολλοί κωδικοί τότε η πληροφορία διασπάται και απομονώνεται. Έτσι, δυσχεραίνεται η έγκαιρη πρόσβαση των επαγγελματιών της υγείας που βρίσκονται σε άλλα μέρη προς τις ιατρικές πληροφορίες με αποτέλεσμα την αύξηση του χρόνου παροχής ιατρικής φροντίδας (π.χ. χρόνου νοσηλείας).
- ♦ Ένα σύστημα διαχείρισης μοναδικών κωδικών ασθενών αποτελείται από έξι συστατικά μέρη:
 - Έναν κωδικό που μπορεί να βασίζεται σε κάποιο αριθμητικό ή αλφαριθμητικό σχήμα.
 - Πληροφορίες που προσδιορίζουν την ταυτότητα ενός ασθενή. Το μέρος αυτό περιλαμβάνει προσωπικά δεδομένα (π.χ. όνομα, ημερομηνία γέννησης), κάποια σχετικά σταθερά στο χρόνο δεδομένα (π.χ. διεύθυνση κατοικίας, αριθμός κοινωνικής ασφάλισης, επάγγελμα) που βοηθούν στον εντοπισμό των προηγούμενων ιατρικών φακέλων του ασθενή.
 - Ένα ευρετήριο που συνδέει το μοναδικό κωδικό με τις πληροφορίες αναγνώρισης του ασθενή και που χρησιμοποιείται ως κατάλογος των μοναδικών κωδικών.
 - Έναν μηχανισμό κρυπτογράφησης του μοναδικού κωδικού. Η προστασία της ταυτότητας του ασθενή μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση της τεχνολογίας. Η κρυπτογράφηση παρέχει προστασία από τη συσχέτιση ευαίσθητων πληροφοριών για τον ασθενή.
 - Την τεχνολογική υποδομή. Η έκδοση, η διατήρηση και η διαχείριση του μοναδικού κωδικού απαιτεί μια αυτοδύναμη τεχνολογική υποδομή που περιλαμβάνει συστήματα υπολογιστών, δίκτυα επικοινωνίας δεδομένων και προηγμένο λογισμικό.
 - Τη διοικητική υποδομή. Η διοικητική υποδομή απαιτείται για τη διαχείριση και τον έλεγχο των διαφόρων λειτουργιών που αφορούν στην έκδοση, στη χρήση και στη συντήρηση μοναδικού κωδικού και της δημογραφικής βάσης δεδομένων.
- ♦ Και τα έξι συστατικά ενός συστήματος διαχείρισης μοναδικών κωδικών ασθενών είναι απολύτως αναγκαία. Μόνη η μορφή του μοναδικού κωδικού δεν παρέχει τη δυνατότητα προστασίας του προσωπικού απορρήτου του ασθενή και διατήρησης της εμπιστευτικότητας των ιατρικών πληροφοριών και διακρίβωσης της ακριβούς

ταυτότητας του ασθενή. Οι λειτουργίες αυτές εξαρτώνται από τη διατήρηση των τρεχουσών πληροφοριών αναγνώρισης των ασθενών και από τα μέτρα ασφάλειας των ιατρικών πληροφοριών. Τα υπόλοιπα μέρη του μοναδικού κωδικού υποστηρίζουν τις λειτουργίες αυτές και είναι αυτά που παρέχουν λειτουργικότητα στο μοναδικό κωδικό.

- ♦ Η ανάπτυξη της τεχνολογικής υποδομής απαιτεί κατεύθυνση, υποστήριξη και συντονισμό. Οι εναλλακτικές λύσεις για τη διαχείριση συστήματος μοναδικού κωδικού ασθενών (π.χ. CORBAMed) αναφέρονται στην τεχνολογική υποδομή που αποτελεί ένα από τα πέντε συστατικά μέρη ενός συστήματος μοναδικής κωδικοποίησης ασθενών.
- ♦ Οι σημαντικές λειτουργίες είναι ανεξάρτητες από τη μορφή του κωδικού. Σημαντικές λειτουργίες όπως αυτές του ελέγχου των δικαιωμάτων πρόσβασης και της αναγνώρισης των ασθενών είναι ανεξάρτητες από τη μορφή του μοναδικού κωδικού. Οι λειτουργίες αυτές δεν αναφέρονται αποκλειστικά σε κάποια συγκεκριμένη μορφή ενός μοναδικού κωδικού αλλά μπορούν να υλοποιηθούν με οποιαδήποτε επιλογή μοναδικού κωδικού.
- ♦ Τα ψηφία ελέγχου (check digits) και η κρυπτογράφηση θεωρούνται κοινά για όλες τις επιλογές μοναδικών κωδικών. Τα ψηφία ελέγχου προστατεύουν έναντι των λαθών εγγραφής (transcription errors) και διασφαλίζουν την ακρίβεια (accuracy). Μπορούν να υποστηρίξουν οποιοδήποτε αριθμητικό μοναδικό κωδικό. Η κρυπτογράφηση διασφαλίζει ότι η αποθήκευση και η επικοινωνία των πληροφοριών πραγματοποιείται με ασφαλή τρόπο. Όλες οι παραπάνω επιλογές μοναδικών κωδικών μπορούν να χρησιμοποιήσουν το χαρακτηριστικό αυτό.

Η εξέταση όλων των διαθέσιμων επιλογών αποκαλύπτει γενικά ότι αυτές επικεντρώνονται περισσότερο στο μέρος που αφορά στη μορφή του μοναδικού κωδικού και λιγότερο στα άλλα μέρη. Εντούτοις, μια λεπτομερής ανάλυση αποκαλύπτει ότι πράγματι τα υπόλοιπα μέρη όπως οι πληροφορίες αναγνώρισης, το ευρετήριο, η προστασία ασφάλειας, η τεχνολογική υποδομή και η διοικητική υποδομή προσδίδουν λειτουργικότητα στο μοναδικό κωδικό.

Τα στοιχεία των σημαντικών λειτουργιών, όπως ο έλεγχος δικαιωμάτων πρόσβασης, οι πληροφορίες αναγνώρισης και οι τεχνολογικές και διοικητικές υποδομές είναι ανεξάρτητες των μορφών του μοναδικού κωδικού και μπορούν να υλοποιηθούν με κάθε επιλογή. Έτσι, ένας απλός μοναδικός κωδικός που είναι φιλικός στον χρήστη και είναι κατάλληλος για χρήση από ανθρώπους και υπολογιστές μπορεί να αποτελεί την ιδανική λύση.

1.2.3.3 Ανταλλαγή ιατρικών πληροφοριών

Παρόλο που οι τυποποιήσεις στην περιοχή της ανταλλαγής των ιατρικών πληροφοριών βρίσκονται σε διάφορα στάδια ανάπτυξης, είναι γενικά πιο ολοκληρωμένες από εκείνες που ανήκουν σε άλλες περιοχές. Οι τυποποιήσεις αυτές αναπτύσσονται από επιτροπές των οργανισμών τυποποιήσεων και έχουν γίνει αποδεκτές από τους χρήστες και τις επιχειρήσεις κατασκευής συστημάτων ΗΙΦ. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται οι ASC X12N, ASTM Message Format Standards, DICOM, IEEE P1157 MEDIX, IEEE P1073 MIB, NCPDP, HL7, SGML και XML. Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζεται μια ανασκόπηση των τριών τελευταίων τυποποιήσεων, δηλαδή των HL7, SGML και XML. Η ανασκόπηση αυτή βασίζεται σε πολλές βιβλιογραφικές πηγές, αλλά το βασικό περιεχόμενο της έχει προέλθει από την αναφορά του CPRI: "Position Paper on Computer-based Patient Record Standards" και το AHCPRI (Agency for Health Care Policy and Research's) Current Activities of Selected Health Care Informatics Standards Organizations" [17,59].

I. HL7

Το HL7 [64,65,66,67] χρησιμοποιείται για την ενδο-επιχειρησιακή μεταφορά ιατρικών εντολών, κλινικών παρατηρήσεων, κλινικών δεδομένων (συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων ιατρικών εξετάσεων), στοιχείων εισαγωγής και κίνησης ασθενών και για πληροφορίες χρέωσης και λογαριασμών. Το HL7 χρησιμοποιείται σε περισσότερους από τριακόσιους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας (συμπεριλαμβανομένων και πανεπιστημιακών νοσοκομείων) και έχει υιοθετηθεί από την Αυστραλία και την Νέα Ζηλανδία ως εθνική τυποποίηση.

II. SGML

Η ομάδα SGML Special Interest Group του οργανισμού HL7 αναζητά τρόπους χρησιμοποίησης της γλώσσας SGML (Standard Generalized Markup Language), που αποτελεί πρότυπο ISO (International Organization for Standardization), για την ανταλλαγή των ιατρικών πληροφοριών [68,69,70].

Αναφορικά με τη μορφή ενός συστήματος ΗΙΦ, υπάρχουν δύο σχολές σκέψης [69]. Η κοινότητα της πληροφορικής υπερασπίζει τη χρήση της κωδικοποίησης και της μετάφρασης

των ιατρικών σημειώσεων σε ένα ελεγχόμενο λεξιλόγιο. Σε αντιδιαστολή, υπάρχει η προσέγγιση που δίνει μεγάλη αξία στην πληροφορία με την μορφή κειμένου. Τα πρότυπα τα οποία ορίζουν ένα ελεγχόμενο λεξιλόγιο ή κάποιες μορφές που διαβάζονται από τον υπολογιστή διευκολύνουν τους υπολογιστές να επικοινωνούν μεταξύ τους και να διαχειρίζονται τα δεδομένα. Όμως, όταν η ιατρική περιγραφή μεταφράζεται σε ελεγχόμενο λεξιλόγιο τότε είναι πιθανό να χαθεί μεγάλο μέρος της σημασιολογίας του κειμένου. Με τη διατήρηση του πρωτότυπου κειμένου των ιατρικών σημειώσεων είναι εφικτή η διατήρηση ολόκληρου του ιατρικού φακέλου.

Σε αντίθεση με άλλα πρότυπα, η γλώσσα SGML υποστηρίζει την διατήρηση των πρωτότυπων κειμένων των ιατρικών φακέλων. Η γλώσσα SGML είναι ανεξάρτητη πλατφόρμας και λογισμικού και είναι ένας μηχανισμός που ορίζει τη δομή ενός κειμένου και το νόημα των τμημάτων του. Η SGML ως μετα-γλώσσα (meta-language) παρέχει μια μεθοδολογία για κωδικοποίηση του κειμένου και καθορίζει τη σημείωση (markup) που θα χρησιμοποιηθεί μέσω των ορισμών τύπων κειμένων (Document Type Definition-DTD). Όταν ορισθούν οι κανόνες κωδικοποίησης ενός τύπου κειμένου, τότε χρησιμοποιείται ένας επεξεργαστής (parser) που θα επεξεργαστεί το κείμενο προκειμένου να διασφαλιστεί ότι όλα τα απαιτούμενα μέρη έχουν συμπεριληφθεί με τη σωστή σειρά.

Οι ορισμοί DTD συνήθως αναπτύσσονται από τη βιομηχανία και η ομάδα HL7 SGML Special Interest Group δημιουργεί ορισμούς για διάφορους τύπους κειμένων του ιατρικού φακέλου. Η δραστηριότητα αυτή αποτελεί μέρος της εργασίας του σχεδιασμού μιας καινούργιας αρχιτεκτονικής με βάση την SGML που ονομάζεται Kona. Η πρόταση Kona ορίζει τέσσερα επίπεδα λεπτομέρειας για την ανταλλαγή των κειμένων των ιατρικών φακέλων [71].

Οι εφαρμογές SGML χρησιμοποιούν τα τυποποιημένα πρωτόκολλα του Internet για την ανταλλαγή των πληροφοριών. Τα σημειωμένα κείμενα που κωδικοποιούνται προκειμένου να ανακτηθούν με εύκολο τρόπο είναι τοποθετημένα στα καταναμημένα συστήματα ή στις αποθήκες δεδομένων. Οι τεχνολογίες του Internet και του WWW παρέχουν τους κατάλληλους μηχανισμούς για την αναζήτηση και την ανάκτηση των κειμένων αυτών. Οι περιηγητές του WWW χρησιμοποιούνται ως εργαλεία γραφικής διεπαφής για την εμφάνιση των πληροφοριών στο χώρο εργασίας του χρήστη. Οι μηχανές αναζήτησης

χρησιμοποιούνται για την πρόσβαση σε ιατρικούς φακέλους ασθενών ακόμα και αν τα επιμέρους κείμενα βρίσκονται σε διαφορετικά συστήματα.

Όμως, τα προβλήματα που υπάρχουν σήμερα με τις μηχανές αναζήτησης στο Internet πρέπει να επιλυθούν προκειμένου να γίνει δυνατή η αποτελεσματική ανάκτηση των ιατρικών φακέλων. Οι σημερινές μηχανές αναζήτησης ανακτούν πολλά κείμενα τα οποία δεν σχετίζονται με το αρχικό ερώτημα. Ο χώρος της υγείας όμως είναι ένας χώρος που απαιτεί ακρίβεια στους ιατρικούς φακέλους που ανακτώνται. Συνεπώς, θα πρέπει να είναι δυνατή η ανάκτηση μερικών ή όλων των ιατρικών κειμένων για έναν ασθενή. Ένας τρόπος βελτίωσης των αποτελεσμάτων ανάκτησης είναι η χρήση ενός MPI για την καταγραφή των μοναδικών κωδικών των ασθενών. Μια άλλη μέθοδος για την ανάκτηση των κειμένων σε κατανεμημένα συστήματα μπορεί να είναι η χρήση ενός τυποποιημένου πρωτοκόλλου ανάκτησης. Η χρήση των μετα-δεδομένων διευκολύνει την ανάκτηση των πληροφοριών που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο ερώτημα [69].

Στην κοινωνία της πληροφορίας, τα μετα-δεδομένα χρησιμοποιούνται προκειμένου να διευκολυνθεί η πρόσβαση στην πληροφορία. Όσον αφορά στην ηλεκτρονική ανταλλαγή των πληροφοριών, υπήρξαν πολλές ανεξάρτητες πρωτοβουλίες για την ανάπτυξη μετα-δεδομένων. Καθώς η ποσότητα των πληροφοριών στο Internet ολοένα και αυξάνεται θα ήταν επιθυμητή η ύπαρξη ενός συνόλου μετα-δεδομένων που θα χρησιμοποιούσαν όλοι οι χώροι και που θα διευκόλυνε την πρόσβαση στις σχετικές πληροφορίες στο δίκτυο. Ο χώρος της υγείας αποτελεί μια πολύ εξειδικευμένη κοινότητα που θα πρέπει να αναπτύξει το δικό της λεπτομερές σχήμα μετα-δεδομένων [69].

III. XML

Ο οργανισμός ο οποίος αναπτύσσει πρότυπα ειδικά για το WWW, δημιούργησε ένα καινούργιο πρότυπο την γλώσσα XML (eXtensible Markup Language) [69,72,73,74,75]. Όπως η HTML, η XML είναι μια εφαρμογή της SGML ειδικά σχεδιασμένη για χρήση στο WWW αλλά πολύ πιο εύκολη στη χρήση της απ' ότι η πλήρης SGML. Όμως, σε αντίθεση με την HTML, η οποία έχει περιορισμένο αριθμό ετικετών (tags), η XML έχει πολλά από τα χαρακτηριστικά της SGML που επιτρέπουν τη διαχείριση πολύπλοκων κειμένων.

Η XML είναι επεκτάσιμη αφού επιτρέπει στους χρήστες να ορίσουν καινούργιες ετικέτες για την περιγραφή του περιεχομένου των κειμένων. Εάν απαιτηθεί ένας καινούργιος τύπος στοιχείου (element type) τότε αυτός μπορεί να δημιουργηθεί. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν τα δικά τους DTDs ανάλογα με τις ανάγκες τους. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό της XML είναι η ικανότητα που παρέχει για την παρουσίαση (XML style sheets) των δεδομένων ενός κειμένου XML κατά διάφορους τρόπους με τη χρήση της αντίστοιχης γλώσσας eXtensible Style Language (XSL). Για παράδειγμα, ένας χρήστης θα μπορούσε να ορίσει ένα style sheet με όνομα 'Patient Procedure List', το οποίο θα ανακτούσε το περιεχόμενο από ένα εξιτήριο σημειωμένο με την ετικέτα <procedure>. Ο χρήστης θα μπορούσε να διαμορφώσει το εξιτήριο ώστε να παρουσιάζονται μόνο τα στοιχεία: patient name, date, medical procedure και result.

Η XML χρησιμοποιείται ευρέως και ως ενδιάμεσο λογισμικό, δηλαδή ως διαδικασία εξαγωγής πληροφοριών από πίνακες βάσεων δεδομένων και μετατροπής τους σε μία μορφή που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα, από ένα σύστημα ΗΙΦ. Η XML μπορεί να συνδυαστεί με την HTML για την εμφάνιση του επιλεγμένου περιεχομένου σε περιηγητές WWW. Κατ' αυτόν τον τρόπο, ένας ιατρός μπορεί να χρησιμοποιήσει έναν περιηγητή WWW για να διαβάσει αποθηκευμένες πληροφορίες (π.χ. στη βάση δεδομένων του νοσοκομείου), τις οποίες έχει διαμορφώσει σύμφωνα με τις ανάγκες του και ανάλογα με το επίπεδο της εξουσιοδοτημένης πρόσβασης που διαθέτει.

Ο οργανισμός HL7 έχει δημιουργήσει μία ομάδα για τον ορισμό ενός συνόλου τυποποιήσεων για τα συστήματα ΗΙΦ. Στην τρίτη έκδοση του HL7, περιέχεται η αρχιτεκτονική ιατρικού φακέλου (Patient Record Architecture-PRA) η οποία βασίζεται σε ιατρικά κείμενα XML και παρέχει ένα μοντέλο ανταλλαγής των κειμένων αυτών. Η τεχνική ομάδα TC251 της CEN, εξέδωσε ένα πρότυπο μηνύματος EHCR (Electronic HealthCare Record-ENV 13606-4) που χρησιμοποιεί την XML για την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ συστημάτων ΗΙΦ [78]. Με τη δημιουργία ενός τυποποιημένου λεξιλογίου που βασίζεται στις ετικέτες XML, τα συστήματα ΗΙΦ μπορούν να ανταλλάσσουν εύκολα ιατρικές πληροφορίες των ασθενών. Έτσι, η XML φαίνεται ότι παρέχει τη δυνατότητα ενοποίησης ιατρικών δεδομένων που προέρχονται από διάφορα συστήματα και παρουσίασης τους με μία μορφή που είναι κατανοητή και εύκολη στη χρήση.

Η πρόταση Kona παρέχει ένα πλαίσιο για τον ορισμό κοινών δεδομένων σε έναν ιατρικό φάκελο που μπορεί να κωδικοποιηθούν με τυποποιημένες ετικέτες. Επειδή οι ετικέτες XML ορίζουν αντικείμενα ή μέρη ενός κειμένου, διευκολύνουν τη μεταφορά τμημάτων των κειμένων σε ένα άλλο υπολογιστικό σύστημα. Η λειτουργικότητα αυτή υποστηρίζει τα τέσσερα επίπεδα της αρχιτεκτονικής Kona [71].

1.2.3.4 Διεθνείς οργανισμοί τυποποιήσεων

Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποιήσεων (International Standards Organization-ISO) είναι μία παγκόσμια ομοσπονδία εθνικών οργανισμών τυποποιήσεων στην οποία συμμετέχουν ενενήντα χώρες. Ο σκοπός του ISO είναι η προώθηση της ανάπτυξης των τυποποιήσεων σε όλο τον κόσμο. Ο οργανισμός ANSI ήταν από τα πρώτα μέλη του ISO και είναι ο αντιπρόσωπος του στις Ηνωμένες Πολιτείες [59,60].

Ο οργανισμός ISO εγκαθίδρυσε το μοντέλο αναφοράς για την επικοινωνία μεταξύ ανοιχτών συστημάτων OSI (Open Systems Interconnection). Τα πρότυπα IEEE/MEDIX και HL7 έχουν αναγνωρισθεί και κατασκευαστεί με βάση το πρότυπο ISO/OSI. Επιπλέον, ο οργανισμός ANSI HISPP έχει ως κύριο στόχο του τη δημιουργία τυποποιήσεων στον χώρο της υγείας που θα είναι συμβατές με το ISO/OSI μοντέλο αναφοράς. Οι δραστηριότητες ISO που σχετίζονται με την τεχνολογία των πληροφοριών πραγματοποιούνται στην επιτροπή Joint Technical Committee 1-JTC 1.

Η επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης CEN (Comite Europeen de Normalisation) είναι ένας οργανισμός ευρωπαϊκών τυποποιήσεων με δεκαέξι τεχνικές επιτροπές (Technical Committees-TCs) [76,77,78]. Οι δύο επιτροπές TCs που ασχολούνται ειδικά με το χώρο της πληροφορικής υγείας είναι η TC 251 (Medical Informatics) και η TC 224 WG12 (Patient Data Cards).

Η επιτροπή CEN TC 251 περιλαμβάνει ομάδες εργασίας που ασχολούνται με την δημιουργία μοντέλων αναφοράς για τους ιατρικούς φακέλους, με την ορολογία, την κωδικοποίηση, την σημασιολογία, τις βάσεις γνώσης, την επικοινωνία και τα μηνύματα, τις εικόνες και τα πολυμέσα, τις ιατρικές συσκευές, την ασφάλεια, το προσωπικό απόρρητο, την ποιότητα και την προστασία. Η επιτροπή CEN TC 251 συνεργάζεται με τον οργανισμό

ANSI/HISPP στις Ηνωμένες Πολιτείες για την ανάπτυξη των τυποποιήσεων στο χώρο της υγείας.

Εκτός των τυποποιήσεων που έχουν αναπτυχθεί από την ISO και την CEN, υπάρχουν δύο άλλες σημαντικές τυποποιήσεις. Η τυποποίηση EDIFACT η οποία έγινε από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) αφορά στην επικοινωνία με χρήση μηνυμάτων και περιλαμβάνει υποσύνολα τυποποιήσεων τα οποία είναι συγκεκριμένα για το χώρο της υγείας. Οι τυποποιήσεις αυτές είναι αντίστοιχες των τυποποιήσεων X12 και HL7 που βασίζονται στις συναλλαγές. Η τυποποίηση UN EDIFACT χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρώπη και σε μερικές Λατινοαμερικανικές χώρες. Το σύστημα κλινικής ταξινόμησης READ (RCC) είναι μία πολυαξονική ιατρική ονοματολογία και χρησιμοποιείται στο Ηνωμένο Βασίλειο. Επιδοτείται από την Εθνική Υπηρεσία Υγείας (NHS) της χώρας αυτής και έχει ενσωματωθεί στα συστήματα ΗΙΦ και στα συστήματα επειγόντων περιστατικών.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, δύο οργανισμοί έχουν αναλάβει την ευθύνη για τον συντονισμό και την προώθηση της ανάπτυξης των τυποποιήσεων στον χώρο της υγείας: το ινστιτούτο ANSI HISPP και το ινστιτούτο CPRI.

Οι κύριοι σκοποί του ANSI HISPP είναι οι ακόλουθοι:[59]

- ♦ Ο συντονισμός των ομάδων εργασίας που ασχολούνται με τις τυποποιήσεις για την ανταλλαγή ιατρικών δεδομένων και για την πληροφορική υγείας (π.χ. ACR/NEMA, ASTM, HL7, IEEE/MEDIX) και άλλων ομάδων τυποποιήσεων (π.χ. X3, X12) με σκοπό τη δημιουργία ενός ομοιόμορφου συνόλου με τις απαραίτητες τυποποιήσεις χωρίς επικαλύψεις.
- ♦ Η αλληλεπίδραση και η παροχή υλικού στη CEN TC 251 (Medical Informatics) με συντονισμένο τρόπο και η εξερεύνηση οδών για την ανάπτυξη διεθνών τυποποιήσεων.

Ο πρώτος από τους παραπάνω στόχους επιτυγχάνεται από την Message Standards Developers Subcommittee-MSDS ενώ ο δεύτερος από την International and Regional Standards Subcommittee. Ο οργανισμός HISPP έχει τέσσερις ομάδες εργασίας η καθεμιά από τις οποίες ασχολείται αντίστοιχα με τα ακόλουθα: 1) κωδικοί και λεξιλόγιο, 2) προσωπικό απόρρητο, την ασφάλεια και την εμπιστευτικότητα, 3) συστήματα κωδικοποίησης παρόχων υπηρεσιών υγείας, 4) ιατρικές πράξεις. Τα μέλη των ομάδων εργασίας αποτελούνται από αντιπροσώπους των μεγαλύτερων οργανισμών δημιουργίας

τυποποιήσεων στον χώρο της υγείας Standard Development Organizations-SDOs), από κρατικά γραφεία, κατασκευαστές συστημάτων ΗΙΦ κλπ.

Στόχος του CPRI είναι η προώθηση της αποδοχής του περιεχομένου της αναφοράς "The Computer-based Patient Record: An Essential Technology for Health Care" [59]. Το CPRI είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που ασχολείται με την εκκίνηση και το συντονισμό των ενεργειών για τη διευκόλυνση και την προώθηση την καθημερινής χρήσης των συστημάτων ΗΙΦ [79]. Το CPRI δεν αποτελεί έναν οργανισμό δημιουργίας τυποποιήσεων αλλά προωθεί την ανάπτυξη των τυποποιήσεων των συστημάτων ΗΙΦ. Τα μέλη του CPRI εκπροσωπούν όλο το φάσμα ειδικοτήτων των επαγγελματιών υγείας. Οι κύριες ομάδες εργασίας του CPRI ασχολούνται με τα ακόλουθα: 1) κωδικοί και δομές 2) περιγραφή συστημάτων ΗΙΦ 3) αξιολόγηση συστημάτων ΗΙΦ 4) εμπιστευτικότητα, προσωπικό απόρρητο και νομοθεσία, και 5) επαγγελματική και δημόσια εκπαίδευση.

Δύο ομάδες εργασίας έχουν αρχίσει να ασχολούνται με τη δημιουργία μοντέλων για τα κύρια μέρη των ιατρικών δεδομένων. Η ομάδα εργασίας του CPRI που ασχολείται με την περιγραφή συστημάτων ΗΙΦ έχει ως στόχο τον καθορισμό ενός μοντέλου αναφοράς για συστήματα ΗΙΦ. Η MSDS και η IEEE/MEDIX έχουν δημιουργήσει μία ομάδα εργασίας για την ανάπτυξη μιας ομοιόμορφης περιγραφής των ιατρικών δεδομένων. Η ομάδα αυτή προσπαθεί να αναπτύξει ανοιχτές τυποποιήσεις για την υποστήριξη ομοιόμορφων μοντέλων οι οποίες θα διανεμηθούν στους δημιουργούς τυποποιήσεων στο χώρο της πληροφορικής υγείας.

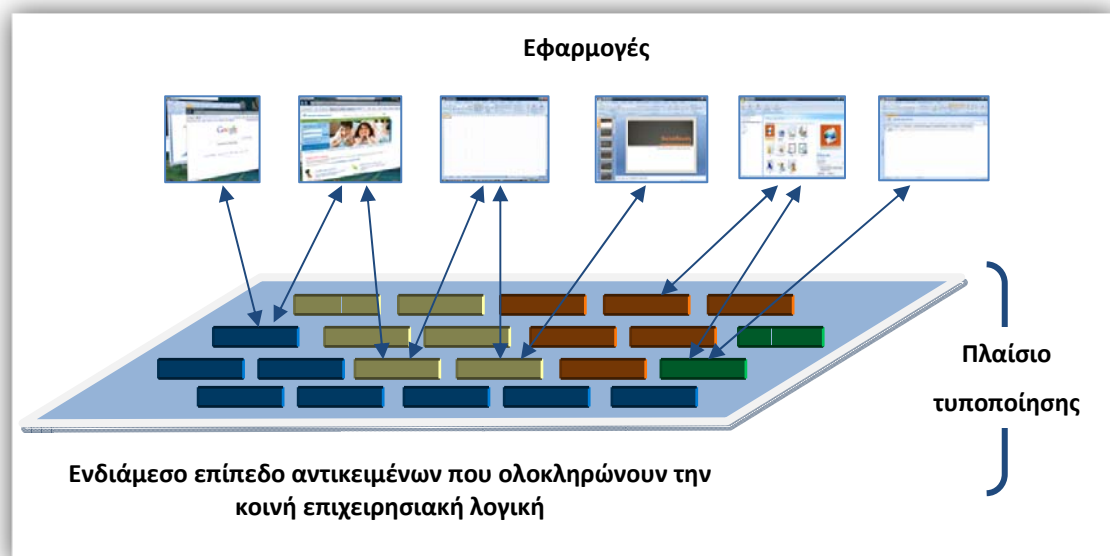
Το CPRI έχει προτείνει την επιτάχυνση της ανάπτυξης των τυποποιήσεων για συστήματα ΗΙΦ. Εάν υπάρξει διαθέσιμη χρηματοδότηση, τότε το έργο θα προσανατολιστεί στην δημιουργία μίας κοινής συμφωνίας για την εννοιολογική περιγραφή συστημάτων ΗΙΦ, στην ανάπτυξη παγκόσμιων συστημάτων κωδικοποίησης των ασθενών, στην ανάπτυξη τυποποιήσεων των κωδικών των παρόχων υπηρεσιών υγείας και των τρόπων παροχής ιατρικής φροντίδας, στην ανάπτυξη τυποποιήσεων για την εμπιστευτικότητα και την ασφάλεια των ιατρικών πληροφοριών, στη δημιουργία ομοιόμορφης δομής για τα συστήματα ΗΙΦ, στην ανάπτυξη λεξιλογίου κλειδιών και τυποποιήσεων κωδικών, στην ολοκλήρωση των τυποποιήσεων ανταλλαγής ιατρικών πληροφοριών, στην ανάπτυξη εργαλείων υλοποίησης και στην επίδειξη της προσαρμογής των τυποποιήσεων σε πραγματικούς χώρους. Το έργο αυτό προτείνει τη συνεργασία των οργανισμών CPRI και

ANSI HISPP προκειμένου οι οργανισμοί αυτοί να προωθήσουν, να συντονίσουν και να επιταχύνουν την εργασία των οργανισμών τυποποίησης αναφορικά με την ανάπτυξη τυποποιήσεων των ιατρικών πληροφοριών.

Η Workgroup on Electronic Data Interchange-WEDI είναι μία εθελοντική ομάδα εργασίας που δημιουργήθηκε το 1991 με στόχο την απλοποίηση των διαχειριστικών διαδικασιών στο χώρο της υγείας. Η ομάδα αυτή δημιούργησε ένα σχέδιο δράσης για την προώθηση του EDI στο χώρο της υγείας το οποίο περιλαμβάνει μεταξύ άλλων την προώθηση των τυποποιήσεων EDI, αρχιτεκτονικές συστημάτων, την εμπιστευτικότητα των ιατρικών πληροφοριών, την κωδικοποίηση και τις κάρτες υγείας.

I. Τυποποίηση EN 12967

Το EN 12967 είναι μια τυποποίηση που απαρτίζεται από πολλά επιμέρους τμήματα και παρέχει καθοδήγηση σε ότι αφορά την περιγραφή, το σχεδιασμό και την ανάπτυξη νέων συστημάτων καθώς και την ολοκλήρωση των υπάρχοντων πληροφοριακών συστημάτων τόσο εντός ενός οργανισμού παροχής υπηρεσιών υγείας όσο και μεταξύ διαφορετικών οργανισμών. Για το σκοπό αυτό προτείνεται μια αρχιτεκτονική, η οποία ολοκληρώνει τα ιατρικά δεδομένα (common data) και την επιχειρησιακή λογική (business logic) σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο (middleware), το οποίο είναι ξεχωριστό από τις μεμονωμένες εφαρμογές και προσβάσιμο από όλη την πληροφοριακή υποδομή μέσω υπηρεσιών, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1-7.



Σχήμα 1-7. Προτεινόμενη αρχιτεκτονική στο πλαίσιο της τυποποίησης EN 12967

Οι βασικές αρχές της αρχιτεκτονικής που περιγράφεται σε αυτή την τυποποίηση ορίζονται με βάση τα κριτήρια του ISO/IEC 10746. Ως εκ τούτου, η αρχιτεκτονική έχει δομηθεί μέσω των τριών οπτικών (viewpoints) που ακολουθούν:

α. Επιχειρησιακή Οπτική (Enterprise Viewpoint) - Στο πλαίσιο αυτής της οπτικής καθορίζεται ένα σύνολο θεμελιωδών απαιτήσεων σε επιχειρησιακό επίπεδο. Οι απαιτήσεις αυτές αφορούν τους σκοπούς, τις προοπτικές και τις πολιτικές του οργανισμού που πρέπει να υποστηρίζονται από το μοντέλο πληροφοριών και τη λειτουργικότητα του ενδιάμεσου επιπέδου (middleware). Επίσης, παρέχεται καθοδήγηση σχετικά με το πώς ένας συγκεκριμένος οργανισμός (π.χ. μια περιφερειακή αρχή παροχής υπηρεσιών υγείας - regional healthcare authority, ένα μεγάλο νοσοκομείο ή οποιοσδήποτε άλλος οργανισμός όπου το μοντέλο αυτό μπορεί να εφαρμοστεί) θα μπορούσε να καθορίσει και να τεκμηριώσει συγκεκριμένες πρόσθετες επιχειρησιακές απαιτήσεις, προκειμένου να καταλήξει στις πλήρεις προδιαγραφές, οι οποίες θα είναι επαρκείς για τα χαρακτηριστικά του οργανισμού.

Αυτό το κομμάτι της τυποποίησης περιλαμβάνεται στο έγγραφο EN 12967-1.

β. Πληροφοριακή Οπτική (Information Viewpoint) - Στο πλαίσιο αυτής της οπτικής καθορίζεται η σημασιολογία του μοντέλου πληροφοριών που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στο ενδιάμεσο επίπεδο προκειμένου να ολοκληρωθούν τα δεδομένα των επιμέρους εφαρμογών και να υποστηριχθούν οι απαιτήσεις του οργανισμού όπως αυτές καθορίστηκαν στο πλαίσιο της επιχειρησιακής οπτικής (Enterprise Viewpoint). Στην οπτική αυτή περιλαμβάνεται επίσης καθοδήγηση σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο μια επιχείρηση μπορεί να επεκτείνει το πρότυπο μοντέλο πληροφοριών (standard model) με πρόσθετες έννοιες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την υποστήριξη των τοπικών απαιτήσεων αναφορικά με τις πληροφορίες που πρόκειται να διαμοιράζονται από τις διάφορες εφαρμογές.

Αυτό το κομμάτι της τυποποίησης περιλαμβάνεται στο έγγραφο EN 12967-2.

γ. Υπολογιστική Οπτική (Computational Viewpoint) – Στο πλαίσιο αυτής της οπτικής καθορίζονται το πλαίσιο και τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών που πρέπει να παρέχονται από το ενδιάμεσο επίπεδο και οι οποίες θα επιτρέπουν την πρόσβαση στα κοινά δεδομένα και την εκτέλεση των επιχειρησιακών διαδικασιών που καθορίστηκαν στα δύο προηγούμενα κομμάτια της τυποποίησης. Στην οπτική αυτή παρέχεται επίσης καθοδήγηση σχετικά με τον τρόπο που μια επιχείρηση μπορεί να καθορίσει πρόσθετες

υπηρεσίες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την υποστήριξη συγκεκριμένων, τοπικών απαιτήσεων αναφορικά με τις διεπιχειρησιακές διαδικασίες.

Αυτό το κομμάτι της τυποποίησης περιλαμβάνεται στο έγγραφο EN 12967-3.

II. Τυποποίηση EN 13606

Ο στόχος της ευρωπαϊκής τυποποίησης Health informatics - Electronic Health Record Communication (EN 13606) είναι ο ορισμός μιας ενδεδειγμένης και σταθερής πληροφοριακής αρχιτεκτονικής για το διαμοιρασμό μέρους ή όλων των πληροφοριών του ΗΦΥ ενός συγκεκριμένου ασθενή που είναι αποδέκτης ιατρικής φροντίδας. Στόχος είναι η διασφάλιση της διαλειτουργικότητας των συστημάτων και των συστατικών που πρέπει να μεταδώσουν (αναγνώσουν, μεταφέρουν, προσθέσουν, τροποποιήσουν) ιατρικά δεδομένα του ΗΦΥ μέσω ηλεκτρονικών μηνυμάτων ή σαν καταναμεμημένα αντικείμενα διατηρώντας:

- ♦ την αρχική κλινική σημασιολογία τους (clinical meaning)
- ♦ την εμπιστευτικότητα τους όπως αυτή έχει οριστεί τόσο από τον συντάκτη (π.χ. ιατρό) όσο και από τον ασθενή.

Το όνομα αυτής της ευρωπαϊκής τυποποίησης (European standard) υποδεικνύει πως δεν προορίζεται να καθορίσει την εσωτερική αρχιτεκτονική ή τον σχεδιασμό των βάσεων δεδομένων των συστημάτων ΗΦΥ ή των συστατικών αυτών. Στην τυποποίηση αυτή γίνεται χρήση της έννοιας *αντικείμενο*. Τα αντικείμενα μπορούν να αποθηκευτούν, να ανακτηθούν και να ανταλλάγουν. Η τυποποίηση αυτή επίσης δεν προορίζεται να καθορίσει ρητά τα είδη κλινικών εφαρμογών που ενδέχεται να ζητήσουν πρόσβαση σε ή να συνεισφέρουν δεδομένα στον ΗΦΥ σε συγκεκριμένες εγκαταστάσεις (settings), τομείς (domains) ή ειδικότητες (specialities). Για το λόγο αυτό, το μοντέλο πληροφοριών που προτείνεται στην συγκεκριμένη τυποποίηση ονομάζεται *απόσπασμα ΗΦΥ* (EHR extract) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να καθοριστεί ένα μήνυμα, ένα κείμενο ή σχήμα XML (XML document or schema) ή μια διεπαφή ενός αντικειμένου. Το μοντέλο πληροφοριών της συγκεκριμένης τυποποίησης αποτελεί μια ISO RM-ODP πληροφοριακή οπτική του αποσπάσματος ΗΦΥ. Με βάση αυτή την τυποποίηση, ο ΗΦΥ θεωρείται ως ο ισόβιος φάκελος υγείας και παροχής φροντίδας που αφορά ένα συγκεκριμένο αντικείμενο φροντίδας, τον ασθενή, και ενδέχεται να έχει δημιουργηθεί από πολλούς παρόχους υπηρεσιών υγείας του ίδιου ή διαφορετικών κρατών. Αυτός ο φάκελος δημιουργείται και αποθηκεύεται σε ένα ή περισσότερα υπολογιστικά συστήματα (physical systems)

προκειμένου να εξασφαλιστεί επαρκής πληροφόρηση κατά την παροχή φροντίδας στον ασθενή στο μέλλον και να δημιουργηθεί ένας ιατρο-νομικός φάκελος για την φροντίδα που παρασχέθηκε στον ασθενή. Αν και μια υπηρεσία ή ένα σύστημα ΗΦΥ συνήθως απαιτεί την επικοινωνία με ένα πλήθος άλλων υπηρεσιών ή συστημάτων που παρέχουν, μεταξύ άλλων, ιατρική ορολογία, ιατρική γνώση, οδηγίες, ροές εργασίας, ασφάλεια, μητρώα ατόμων, τιμολόγηση, η συγκεκριμένη τυποποίηση έχει πραγματευτεί με αυτά μόνο σε περιπτώσεις που αυτό κρίθηκε αναγκαίο για τη λειτουργικότητα του ίδιου του ΗΦΥ και για την υλοποίηση των μοντέλων επικοινωνίας μεταξύ των συστημάτων ΗΦΥ. Η συνεισφορά της τυποποίησης EN 13606 στον σχεδιασμό συστημάτων ΗΦΥ είναι μεγάλη. Με βάση την τυποποίηση EN 13606, τα συστήματα ΗΦΥ θα αναπτυχθούν ως ένα κοινό σύνολο εξωτερικών διεπαφών ή μηνυμάτων τα οποία χτίζονται πάνω σε ετερογενή κλινικά συστήματα.

Βάση της τυποποίησης Electronic Health Record Communication Standard (EN 13606), αποτελεί το πλαίσιο openEHR (openEHR Framework).

Κατά τη μορφοποίηση της τυποποίησης EN 13606 αντλήθηκαν στοιχεία από την εμπειρία της εφαρμογής της προηγούμενης αντίστοιχης τυποποίησης EN 13606, άλλων σχετικών με ΗΦΥ τυποποιήσεων, συστημάτων του εμπορίου και πιλοτικών εφαρμογών που αφορούν στην ανταλλαγή τμημάτων ή όλου του ΗΦΥ των ασθενών και, τέλος, στα ευρήματα δεκαπενταετούς έρευνας σε αυτό το πεδίο. Η EN 13606 έχει ως βάση της την EN 13606, την οποία έχει τροποποιήσει προκειμένου να μετατραπεί σε πιο ενδεδειγμένη και πλήρη, να ικανοποιεί νέες απαιτήσεις που έχουν καθοριστεί, να περιλαμβάνει εύρωστα μέσα για την εφαρμογή γενικών μοντέλων σε συγκεκριμένα πεδία της ιατρικής και να καταστήσει εφικτή την επικοινωνία μέσω μηνυμάτων HL7 version 3. Στην ταυτοποίηση αυτή συμπεριλαμβάνεται αντιστοίχιση με την προϋπάρχουσα πειραματική τυποποίηση προκειμένου να διευκολυνθεί το έργο των προγραμματιστών που έχουν ήδη αναπτύξει συστήματα συμβατά με την παλιά τυποποίηση. Στη συνέχεια αναφέρονται μερικές από τις σύγχρονες απαιτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του τεχνικού τμήματος της τυποποίησης EN 13606.

- i. Εκτός από την παραδοσιακή επικοινωνία μεταξύ απομονωμένων κλινικών συστημάτων μέσω μηνυμάτων, ο ΗΦΥ σε κάποιες περιπτώσεις θα υλοποιείται ως ένα ενδιάμεσο συστατικό (ένας εξυπηρετητής ιατρικών φακέλων) με τη χρήση τεχνολογίας

- κατανεμημένων αντικειμένων (distributed object technology) και/ή υπηρεσιών ιστού (web services).
- ii. Χρήστες αυτών των υπηρεσιών που αφορούν ιατρικούς φακέλους δε θα είναι μόνο άλλα συστήματα ΗΦΥ αλλά επίσης και άλλες υπηρεσίες του ενδιάμεσου συστατικού, όπως συστατικά ασφάλειας, υπηρεσίες ειδοποίησης και υποστήριξης αποφάσεων και άλλοι πράκτορες ιατρικής γνώσης (medical knowledge agents).
 - iii. Έχει επιδειχθεί διεθνώς μεγάλο ενδιαφέρον για την τυποποίηση αυτή, η οποία είχε σχεδιαστεί αρχικά από κοινού από τους οργανισμούς τυποποίησης CEN και ISO με σημαντική συμβολή από πολλά κράτη-μέλη.
 - iv. Η αντιστοίχιση στην HL7 version 3 έχει τεθεί ως σημαντικός στόχος προκειμένου να επιτευχθεί συμμόρφωση με αυτή την τυποποίηση μέσα σε ένα περιβάλλον HL7 version 3.
 - v. Τα δεδομένα από την έρευνα και την ανάπτυξη (R&D) στα οποία έχει βασιστεί το EN 13606 έχουν προχωρήσει και σημαντική νέα συμβολή στο πεδίο έχει ληφθεί υπόψιν. Ένα παράδειγμα τέτοιου έργου έρευνας και ανάπτυξης που έχει αναπτυχθεί από κοινού από Ευρώπη και Αυστραλία είναι το openEHR.

Δεδομένης της ανομοιογένειας των ήδη υλοποιημένων συστημάτων ΗΦΥ, η ευρωπαϊκή τυποποίηση EN13606 έχει ορίσει ως προαιρετικές τις περισσότερες λειτουργίες που αφορούν στην επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων ΗΦΥ. Ωστόσο, κάποιες από αυτές είναι απαραίτητες προκειμένου τα διάφορα αποσπάσματα του ΗΦΥ να είναι επεξεργάσιμα από το σύστημα ΗΦΥ που τα λαμβάνει. Η EN13606 στην πράξη θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες τυποποιήσεις που έχουν αναπτυχθεί στον τομέα της Πληροφορικής Υγείας και πραγματεύονται θέματα αναπαράστασης ιατρικής πληροφορίας. Επιπλέον, η EN13606 μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλες σημαντικές, συμπληρωματικές τυποποιήσεις όπως οι Health Level 7 Version 3 Reference Information Model (RIM), EN 14822-1, EN 14822-2, EN 14822-3, CEN/TS 14822-4 (GPIC), prEN 12967 (HISA) and prEN13940 (CONTSYS)

1.2.4 Συστήματα Ηλεκτρονικών Ιατρικών Φακέλων

Μία ανασκόπηση της ηλεκτρονικής βιβλιογραφίας (μέσω WWW) για τον εντοπισμό συστημάτων ΗΙΦ σε λειτουργία φαίνεται στον Πίνακα 1-1 όπου παρουσιάζεται το

ακρώνυμο του κάθε συστήματος, ο πλήρης τίτλος του, ο τύπος λειτουργίας του και μία σύντομη περιγραφή του [14,55].

Μερικά από τα συστήματα του Πίνακα 1-1 χρησιμοποιούνται πάνω από είκοσι πέντε χρόνια και τα περισσότερα έχουν αναπτυχθεί σε Πανεπιστημιακά κέντρα. Σε έξι από τα συστήματα (COSTAR, TMR, HELP, STOR, BIHS, RMRS) έχουν ήδη δημιουργηθεί τεράστιες βάσεις δεδομένων ασθενών. Δύο από τα συστήματα (COSTAR και HELP) διατίθενται στο εμπόριο.

Πίνακας 1-1. Συστήματα Ηλεκτρονικών Ιατρικών Φακέλων

Private Sector Systems	
ARAMIS	Arthritis, Rheumatism and Aging Medical Information System [TOR (time-oriented record) is the collection instrument]; Stanford University Medical Center (MA); national chronic disease data bank
ATHOS	AIDS Time-Oriented Health Outcome Study; Stanford University Medical Center (CA); national chronic disease data bank
BICS	Brigham and Women's Hospital Integrated Computing System; Brigham and Women's Hospital (MA); hospital and ambulatory care patient record
BIHS	Beth Israel Hospital System; Beth Israel Hospital (MA); hospital and ambulatory care patient record
CIS	Clinical Information System; Columbia-Presbyterian Medical Center (NY); hospital and ambulatory care patient record
COSTAR	Computer-Stored Ambulatory Record; Massachusetts General Hospital (MA); hospital and ambulatory care patient record (also commercial)
DIOGENE	University Hospital of Geneva (Switzerland); hospital and ambulatory care patient record
HCHP/AMRS	Harvard Community Health Plan Ambulatory Medical Record; HCHP (MA); ambulatory care patient record
HELP	Health Evaluation Through Logical Processing; LDS Hospital (UT); hospital and ambulatory care patient record (also commercial)
MARS	Medical Archival System; University of Pittsburg (PA); hospital and ambulatory care patient record
PIMS/PIPS	Patient Information Management System/Patient Information Protocol System; Loyola University Medical Center (IL); hospital and ambulatory care patient record
RMRS	Regenstrief Medical Records System; Indiana University Medical Center (IN); hospital and ambulatory care patient record
RPMS	Resource and Patient Management System; Indian Health Service (AZ); hospital and ambulatory care patient record
STOR	Summary Time-Oriented Record; University of California at San Francisco (CA); ambulatory care patient record
THERESA	Grady Memorial Hospital (GA); hospital and ambulatory care patient record

TMR	The Medical Record; Duke University Medical Center (NC); hospital and ambulatory care patient record
VIPOR	Vermont Integrated Problem-Oriented Record; University of Vermont Health Center (VT); ambulatory care patient record
Federal CPR systems DCHP	Decentralized Hospital Computer Program; Department of Veterans Affairs; hospital patient record
CHCS	Composite Health Care System; Department of Defense; hospital patient record
IHS	Indian Health Service, Department of Health and Human Services; hospital and ambulatory care patient record

1.3 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΣ ΦΑΚΕΛΟΣ ΥΓΕΙΑΣ

Καθόλη τη διάρκεια της ζωής του, ένας ασθενής ενδέχεται να λάβει ιατρική φροντίδα από πολλούς παρόχους υπηρεσιών υγείας και επομένως τα ιατρικά του δεδομένα είναι διασκορπισμένα σε πολλά συστήματα χειρόγραφων (paper-based) και ηλεκτρονικών ιατρικών φακέλων (Electronic Health Records - EHRs). Ένα τέτοιο κατακερματισμένο σύστημα αποθήκευσης και ανάκτησης ιατρικών δεδομένων παρακωλύει την παροχή βέλτιστης ιατρικής φροντίδας στους ασθενείς. Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενες ενότητες, τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί ενέργειες που αφορούν στην υιοθέτηση των ΗΙΦ/ΗΦΥ. Ωστόσο, οι ΠΦΥ δεν έχουν τύχει της ίδιας προσοχής. Ενώ τα συστήματα ΗΙΦ/ΗΦΥ έχουν ως σκοπό να ικανοποιήσουν τις πληροφοριακές ανάγκες των επαγγελματιών υγείας, τα συστήματα ΠΦΥ έχουν σαν στόχο να βοηθήσουν τα άτομα να παίξουν έναν πιο ενεργό ρόλο στην διαχείριση της υγείας τους [273,274,282,283,294]. Πιο συγκεκριμένα, τα συστήματα ΠΦΥ παρέχουν ένα αποθετήριο (repository) για την αποθήκευση ιατρικών δεδομένων από τα ίδια τα άτομα, ενώ μπορούν να περιλαμβάνουν εργαλεία τα οποία παρέχουν, μεταξύ άλλων, δυνατότητες υποστήριξης αποφάσεων που στόχο έχουν να βοηθήσουν τους ασθενείς στη διαχείριση χρόνιων ασθενειών [294]. Σε κάποιες περιπτώσεις, τα συστήματα ΠΦΥ παρέχουν στον ασθενή δυνατότητες πρόσβασης στα δεδομένα του ιατρικού του φακέλου, ο οποίος φιλοξενείται σε έναν ή περισσότερους παρόχους υπηρεσιών υγείας. Στις περιπτώσεις αυτές, οι ΠΦΥ αποτελούν *όψεις* των ΗΙΦ/ΗΦΥ αντίστοιχα.

Το Connecting for Health του Ιδρύματος Markle, μια σύμπραξη δημόσιου-ιδιωτικού τομέα της οποίας οι δράσεις εστιάζονται στην δημιουργία διαλειτουργικών πληροφοριακών υποδομών στην Υγεία, όρισε τον ΠΦΥ ως εξής [3,202]:

«ΠΦΥ είναι μια ηλεκτρονική εφαρμογή μέσω της οποίας τα άτομα μπορούν να προσπελάζουν, να διαχειρίζονται και να μοιράζονται τα ιατρικά δεδομένα και τα δεδομένα απόμων που τους έχουν εξουσιοδοτήσει, σε ένα περιβάλλον όπου διασφαλίζεται η ιδιωτικότητα, η ασφάλεια και η εμπιστευτικότητα».

Αν και ο ορισμός αυτός αποτελεί ένα καλό σημείο αναφοράς, δεν είναι αρκετός για να αποσαφηνιστεί ο τρόπος με τον οποίο οι ΠΦΥ μπορούν να ωφελήσουν τα άτομα και τους παρόχους υπηρεσιών υγείας.

Οι ΠΦΥ θεωρούνται ως ένα σημαντικό μέσο για την συλλογή και αποθήκευση των προσωπικών ιατρικών δεδομένων των πολιτών, τα οποία στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ποικιλοτρόπως για τη διαχείριση της υγείας τους. Ένας ΠΦΥ περιλαμβάνει πληροφορίες των οποίων την ευθύνη διαχείρισης έχει το ίδιο το άτομο. Αυτό μπορεί να έρθει σε αντίθεση με τον ΗΙΦ, ο οποίος δημιουργείται από τον ιατρό και περιέχει πληροφορίες από τις συνεδρίες του με τον ασθενή. Η διαχείριση του ΗΙΦ είναι ευθύνη του ίδιου του ιατρού ή του οργανισμού παροχής υπηρεσιών υγείας στο οποίο αυτός εργάζεται. Το όραμα που υπάρχει είναι, με την πάροδο του χρόνου, ο ΠΦΥ να εξελιχθεί σε ένα περιβάλλον όπου η ιατρική πληροφορία θα ρέει με τρόπο τελείως διαφανή (seamlessly) μεταξύ των συστημάτων που χρησιμοποιούνται από εξουσιοδοτημένους επαγγελματίες υγείας, τους φροντιστές ασθενών (caregivers), τους παρόχους υπηρεσιών υγείας και τον ασθενή, όταν ο ασθενής επιτρέπει αυτό τον διαμοιρασμό (sharing) [273]. Πολύ συχνά, όταν γίνεται αναφορά στους συμμετόχους (stakeholders) ενός ΠΦΥ, χρησιμοποιείται ο όρος *άτομο* αντί του όρου *ασθενής*. Ο λόγος είναι πως με τη χρήση του όρου *άτομο* δίδεται έμφαση στο γεγονός ότι ο ΠΦΥ, εκτός από εργαλείο που βοηθάει στην καλύτερη αντιμετώπιση των ασθενειών (όπως υπονοείται από τον όρο *ασθενής*), αποτελεί επίσης σημαντικό εργαλείο, το οποίο που βοηθάει τα άτομα να διατηρήσουν την καλή τους υγεία και φυσική κατάσταση [273].

Η λέξη *φάκελος* στον όρο ΠΦΥ μπορεί να είναι περιοριστικός καθώς υπονοεί ένα μοναδικό στατικό αποθετήριο δεδομένων. Με βάση την αναφορά της National Committee on Vital

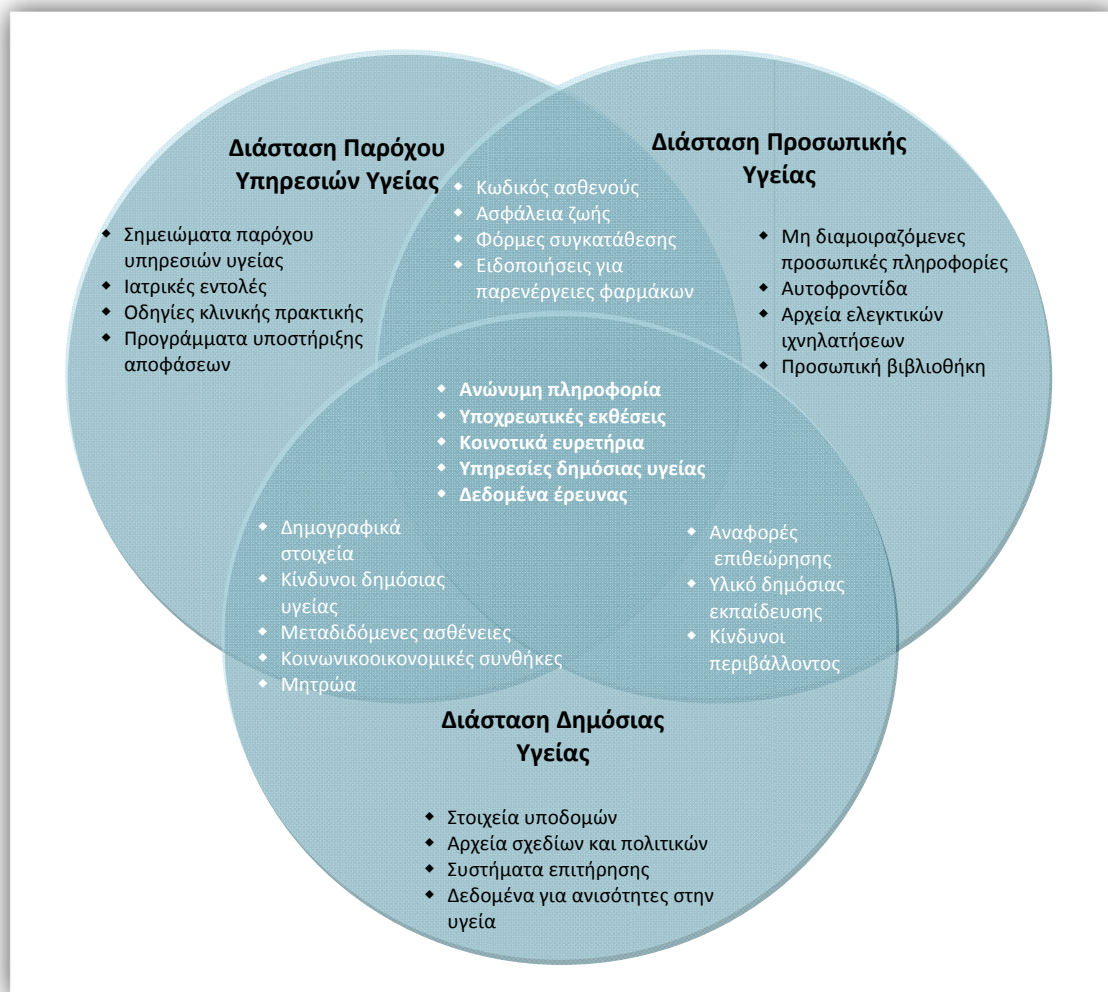
and Health Statistics (NCVHS), ένας κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας των ΠΦΥ είναι η παροχή εργαλείων λογισμικού, τα οποία θα βοηθήσουν τους πολίτες και τους ασθενείς να συμμετέχουν στην διαχείριση των ασθενειών τους. Ένα σύστημα ΠΦΥ παρέχει αυτά τα πρόσθετα εργαλεία. Κατά συνέπεια, ο όρος ΠΦΥ αναφέρεται συνήθως στο σύνολο των δεδομένων τα οποία αποθηκεύονται σε ηλεκτρονική μορφή και σχετίζονται με την υγεία του ατόμου και τη φροντίδα της [274]. Ο όρος *σύστημα ΠΦΥ* αναφέρεται και στα υπολογιστικά εργαλεία που επιτρέπουν σε ένα άτομο να κατανοήσει και να διαχειριστεί τις πληροφορίες που περιλαμβάνονται σε έναν ΠΦΥ [274]. Αυτοί οι όροι είναι ανάλογοι με τους όρους *ΗΙΦ* και *σύστημα ΗΙΦ*, οι οποίοι υιοθετήθηκαν από τον οργανισμό τυποποίησης HL7, ο οποίος ηγείται των δράσεων προτυποποίησης που αφορούν αυτόν τον τομέα [274]. Οι ΠΦΥ και τα συστήματα ΠΦΥ προορίζονται για χρήση από τους πολίτες, ασθενείς ή τα άτομα που φροντίζουν τους ασθενείς ανεπίσημα. Σε αντίθεση με τους ΠΦΥ, οι ΗΙΦ προορίζονται για χρήση από τους παρόχους υπηρεσιών υγείας.

Η NCVHS είναι μια επιτροπή που ιδρύθηκε από το Αμερικανικό Κογκρέσο το 1949 και ενεργεί ως συμβουλευτικό όργανο για το Τμήμα Ανθρωπιστικών Υπηρεσιών και Υπηρεσιών Υγείας (Department of Health and Human Services) έχοντας ως τομείς ευθύνης τα ιατρικά δεδομένα, την διεξαγωγή στατιστικών μελετών και τη χάραξη εθνικής πολιτικής σε ότι αφορά τις ιατρικές πληροφορίες [80]. Στην αναφορά της με τίτλο «Information for Health: A Strategy for Building the National Health Information Infrastructure», η οποία εκδόθηκε το 2001, η NCVHS εντοπίζει τις ακόλουθες τρεις βασικές διαστάσεις για την εθνική πληροφοριακή υποδομή στον τομέα της υγείας (national health information infrastructure - NHII) [81]:

- ♦ **Διάσταση Παρόχου Υπηρεσιών Υγείας:** Περιλαμβάνει τις πληροφορίες που υποστηρίζουν τους παρόχους υπηρεσιών υγείας στην παροχή ιατρικής φροντίδας στους ασθενείς,
- ♦ **Διάσταση Δημόσιας Υγείας:** Περιλαμβάνει τις πληροφορίες που αφορούν τη δημόσια υγεία, και
- ♦ **Διάσταση Προσωπικής Υγείας:** Περιλαμβάνει τις πληροφορίες που υποστηρίζουν τα άτομα στη διαχείριση της προσωπική τους υγείας.

Η πρώτη διάσταση προωθεί την παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών υγείας στους ασθενείς μέσω της διάθεσης ολοκληρωμένων και μεγάλης ακρίβειας ιατρικών δεδομένων του ασθενή σε όποιον τα χρειάζεται οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Στα δεδομένα αυτά

περιλαμβάνονται σημειώσεις του παρόχου υπηρεσιών υγείας, εντολές των ιατρών (clinical orders) και οδηγίες κλινικής πρακτικής (practice guidelines) ενώ στο πλαίσιο του ίδιου στόχου παρέχονται επίσης προγράμματα υποστήριξης αποφάσεων και προγράμματα ηλεκτρονικής συνταγογράφησης (e-Prescribing). Η δεύτερη διάσταση επιτρέπει στα στελέχη της δημόσιας υγείας και σε άλλους χρήστες των ιατρικών δεδομένων να εντοπίζουν και να παρακολουθούν απειλές για την υγεία, να εκτιμούν την υγεία του πληθυσμού και να δημιουργούν προγράμματα και υπηρεσίες για τη φροντίδα της. Αυτή η διάσταση περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικές με την υγεία του πληθυσμού και τους παράγοντες που την επηρεάζουν. Τέλος, η τρίτη διάσταση της NHII υποστηρίζει τα άτομα στην διαχείριση της φυσικής τους κατάστασης και στη λήψη αποφάσεων σχετικά με την παρεχόμενη σε αυτούς ιατρική φροντίδα. Περιλαμβάνει ένα ΠΦΥ που δημιουργείται και ελέγχεται από τους ίδιους ή την οικογένειά τους καθώς και πρόσθετες πληροφορίες και εργαλεία όπως αναφορές κατάστασης υγείας, ιχνηλάτες αυτό-φροντίδας (self-care) και φακέλους των παρόχων υπηρεσιών υγείας και των δημοσίων υπηρεσιών υγείας (public health service providers). [81,274]



Σχήμα 1-8. Ενδεικτικές πληροφορίες που αφορούν τις τρεις διαστάσεις

Ο στόχος της πληροφοριακής υποδομής είναι η βελτιστοποίηση της ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των τριών διαστάσεων, οι οποίες θεωρούνται εξίσου σημαντικές. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ο διαμοιρασμός πληροφοριών και γνώσης με τρόπο ώστε να είναι διαθέσιμες στα άτομα τη στιγμή που τις χρειάζονται προκειμένου να λάβουν τις καλύτερες δυνατές αποφάσεις. Η άμεση πρόσβαση σε σχετικά και αξιόπιστα ιατρικά δεδομένα καθώς και η χρήση ασφαλών πρωτοκόλλων επικοινωνίας θα επιτρέψει σε πολίτες, ασθενείς, παρόχους υπηρεσιών υγείας και άλλους να επιληφθούν των διαφόρων θεμάτων υγείας περισσότερο αποτελεσματικά.

Το διάγραμμα του Σχήματος 1-8 περιλαμβάνεται στην αναφορά του NCVHS και παραθέτει μια ενδεικτική λίστα από πληροφορίες που αφορούν στις τρεις διαστάσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω. Στο διάγραμμα γίνεται διάκριση ανάμεσα στις πληροφορίες που είναι μοναδικές για κάθε διάσταση και σε αυτές τις πληροφορίες που είναι κοινές για δύο διαστάσεις ή ακόμα και για τις τρεις διαστάσεις.

Σύμφωνα με την NCVHS, αυτή τη στιγμή δεν είναι δυνατή η απόδοση ενιαίου ορισμού στους ΠΦΥ και στα συστήματα ΠΦΥ [274]. Παρόλα αυτά είναι δυνατός αλλά και χρήσιμος ο προσδιορισμός των διαφόρων τύπων ΠΦΥ και συστημάτων ΠΦΥ με βάση τα χαρακτηριστικά τους, δηλαδή το εύρος και τη φύση των πληροφοριών/περιεχομένων τους, τις πηγές των πληροφοριών από τις οποίες αντλούν τα δεδομένα τους, τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες τους, τους διαχειριστές των φακέλων, την τοποθεσία αποθήκευσης του περιεχομένου, την τεχνολογική προσέγγιση για την ασφάλεια και το άτομο που καθορίζει τα δικαιώματα πρόσβασης στα δεδομένα.

Στις επόμενες ενότητες περιγράφονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά των ΠΦΥ, τα είδη τους και οι διάφορες υλοποιήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι στιγμής ενώ ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς που προκύπτουν από την υιοθέτησή τους.

1.3.1 Αρχικό πλαίσιο χαρακτηριστικών ΠΦΥ και συστημάτων ΠΦΥ

Η NCVHS, σε μια προσπάθεια για την καλύτερη κατανόηση και χρήση των ΠΦΥ και των συστημάτων ΠΦΥ, διαμόρφωσε ένα αρχικό πλαίσιο χαρακτηριστικών ΠΦΥ και συστημάτων ΠΦΥ, το οποίο αποτελεί σημείο αναφοράς [274]. Σε αυτό παρουσιάζονται κάποιες

προσεγγίσεις για καθένα από τα χαρακτηριστικά των ΠΦΥ που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

- ♦ *Εύρος και φύση των πληροφοριών/περιεχομένων (scope and nature of content)*
 - Κάποια συστήματα ΠΦΥ δεν περιλαμβάνουν κλινικά δεδομένα του άτομου αλλά πληροφορίες που παρέχονται από το ίδιο το άτομο, άρθρα σε περιοδικά για την προσωπική υγεία ή πληροφορίες για τους παρόχους υπηρεσιών υγείας.
 - Κάποια συστήματα ΠΦΥ περιέχουν κλινικά δεδομένα. Κάποια από τα συστήματα αυτά περιορίζονται στην καταχώρηση ασθενειών, άλλα περιλαμβάνουν υποσύνολα πληροφοριών (π.χ. εργαστηριακές αναφορές) ενώ κάποια άλλα περιλαμβάνουν μεγαλύτερο εύρος πληροφοριών.
- ♦ *Πηγές πληροφοριών (Source of information)*
 - Τα δεδομένα στα συστήματα ΠΦΥ μπορούν να προέλθουν από τα άτομα/ασθενείς, τα άτομα που φροντίζουν τους ασθενείς (π.χ. συγγενείς), τους παρόχους υπηρεσιών υγείας.
 - Κάποια συστήματα ΠΦΥ τροφοδοτούνται με δεδομένα από τους ΗΦΥ.
- ♦ *Χαρακτηριστικά και λειτουργίες (Features and functions)*

Τα συστήματα ΠΦΥ προσφέρουν ένα μεγάλο πλήθος λειτουργιών, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας ανάγνωσης και εισαγωγής προσωπικών ιατρικών δεδομένων, της ανταλλαγής ασφαλών μηνυμάτων με τους παρόχους υπηρεσιών υγείας, του χρονοπρογραμματισμού ραντεβού και της ανανέωσης συνταγών. Επιπλέον, παρέχεται δυνατότητα υποστήριξης αποφάσεων (όπως π.χ. ειδοποιήσεις για αλληλεπιδράσεις φαρμάκων και υπενθυμίσεις για απαραίτητες προληπτικές υπηρεσίες), δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων από και προς ΗΦΥ καθώς και δυνατότητα παρακολούθησης και διαχείρισης των οφελών ενός σχεδίου υγείας και των υπηρεσιών που παρέχονται στο πλαίσιο αυτού του σχεδίου.
- ♦ *Διαχειριστές του φακέλου (Custodian of the record)*

Η διαχείριση ενός ΠΦΥ μπορεί να ευθύνει ενός αριθμού ατόμων/φορέων, συμπεριλαμβανομένου του ατόμου/ασθενή, ενός ανεξάρτητου φορέα, ενός παρόχου υπηρεσιών υγείας, μιας ασφαλιστικής εταιρίας ή ενός εργοδότη.
- ♦ *Αποθήκευση περιεχομένου (Data storage)*

Τα δεδομένα των συστημάτων ΠΦΥ μπορούν να αποθηκευτούν σε ένα μεγάλο πλήθος μέσων. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται μια διαδικτυακή βάση δεδομένων, το σύστημα ΗΦΥ ενός παρόχου υπηρεσιών υγείας, ο προσωπικός υπολογιστής ενός

ατόμου/ασθενή, μια φορητή συσκευή (π.χ. έξυπνη κάρτα, οδηγός USB), μια ιδιωτικά διατηρούμενη βάση δεδομένων.

- ♦ *Τεχνολογικές προσεγγίσεις (Technical approaches)*

Οι ΠΦΥ και τα συστήματα ΠΦΥ που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα σε γενικές γραμμές δεν είναι διαλειτουργικά (με εξαίρεση τους ΠΦΥ που είναι όψεις των ΗΦΥ) και διαφέρουν ως προς τον τρόπο που χειρίζονται την ασφάλεια, την αυθεντικοποίηση και άλλα θέματα τεχνικής φύσεως.

- ♦ *Άτομο που καθορίζει τα καθορίζει τα δικαιώματα πρόσβασης στα δεδομένα (Party controlling access to the data)*

Ενώ οι πολίτες ή οι ασθενείς έχουν πάντα πρόσβαση στα δεδομένα τους, δεν καθορίζουν πάντα ποιος άλλος έχει δικαιώματα πρόσβασης σε αυτά. Για παράδειγμα, οι ΠΦΥ που αποτελούν όψεις των ΗΦΥ των παρόχων υπηρεσιών υγείας ακολουθούν τους κανόνες ελέγχου πρόσβασης που έχουν τεθεί από τον πάροχο. Σε κάποιες άλλες περιπτώσεις ΠΦΥ οι ασθενείς έχουν τον αποκλειστικό έλεγχο των φακέλων τους.

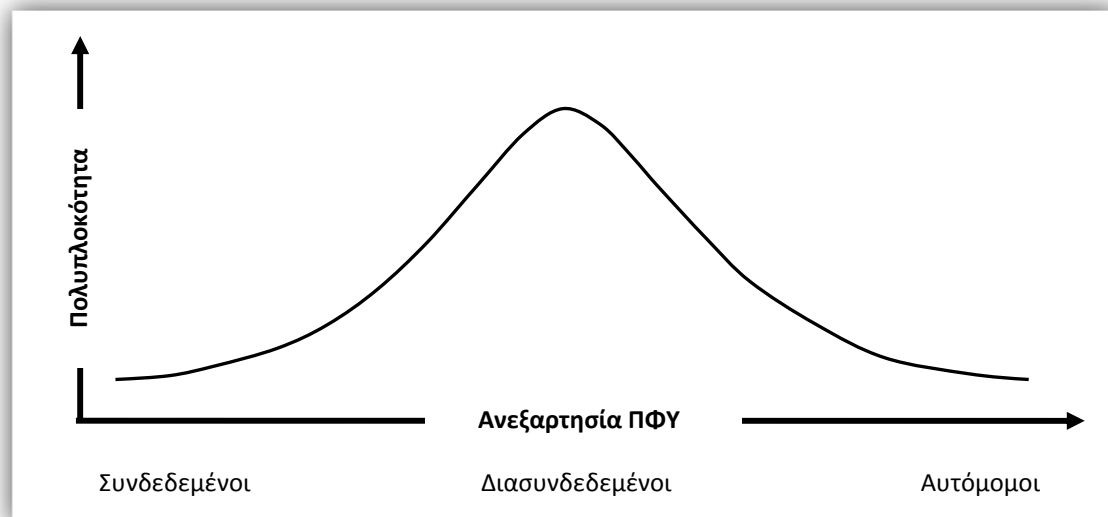
1.3.2 Χαρακτηριστικά και Κατηγορίες ΠΦΥ

Υπάρχουν πολλές δυνατές προσεγγίσεις για τη δημιουργία ενός λειτουργικού ΠΦΥ. Ένα άτομο δύναται να δημιουργήσει τον ιατρικό του φάκελο χρησιμοποιώντας εφαρμογές που είναι διαθέσιμες στο εμπόριο και ποικίλουν από αυτόνομες (stand-alone) έως διαδικτυακές (web-based) [273,294]. Οι εφαρμογές αυτές παρέχουν στους ασθενείς δυνατότητες εισαγωγής και προσπέλασης των ιατρικών τους δεδομένων. Στην απλούστερη μορφή του ο ΠΦΥ είναι μια αυτόνομη εφαρμογή η οποία δεν συνδέεται με κανένα άλλο σύστημα. Σε αυτή την κατηγορία ΠΦΥ συμπεριλαμβάνονται και αυτοί που αποθηκεύονται σε έξυπνες κάρτες (smart cards), οδηγούς USB (USB drives) and CDs [273,294]. Στην άλλη άκρη του φάσματος, η λειτουργικότητα των ΠΦΥ μπορεί να παρασχεθεί επιτρέποντας στους ασθενείς να βλέπουν τα ιατρικά τους δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στον ιατρικό τους φάκελο που είναι αποθηκευμένος σε έναν ή περισσότερους παρόχους υπηρεσιών υγείας όπου τους έχει παρασχεθεί φροντίδα κατά το παρελθόν (ΗΙΦ/ΗΦΥ) [273,294]. Τα συστήματα ΠΦΥ που βασίζονται σε ΗΙΦ/ΗΦΥ μπορούν να συμπεριλαμβάνουν πρόσθετη λειτουργικότητα, όπως δυνατότητα υποβολής από τον ασθενή αίτησης για χρονοπρογραμματισμό ενός ραντεβού με ιατρό, ανανέωση φαρμακευτικών συνταγών και παροχή ενός καναλιού επικοινωνίας των ασθενών με τους ιατρούς [273,294]. Σε κάποιες περιπτώσεις, οι ασθενείς έχουν τη δυνατότητα να προσθέτουν στους ΠΦΥ τους συμπληρωματικές πληροφορίες οι οποίες στη

συνέχεια ενδέχεται να συμπεριληφθούν στον ΗΦΥ τους [273]. Αν και δεν έχει διαπιστωθεί ποιο από τα παραπάνω είδη ΠΦΥ χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα, πιστεύεται πως αυτό που χρησιμοποιείται από την πλειοψηφία των ατόμων είναι αυτό που είναι ολοκληρωμένο (integrated) με κάποιο τρόπο με τα συστήματα ΗΦΥ των παρόχων υπηρεσιών υγείας [273]. Κάποια συστήματα ΠΦΥ είναι υβριδικά δεδομένου ότι μπορούν να συνδέονται με ποικίλες πηγές ιατρικών δεδομένων προκειμένου να αντλήσουν και να μεταδώσουν δεδομένα. Αυτή η προσέγγιση ξεπερνά τους περιορισμούς που απορρέουν από την χρήση συστημάτων ΠΦΥ τα οποία είναι ολοκληρωμένα με έναν μόνο πάροχο υπηρεσιών υγείας αλλά είναι πολύ περισσότερο περίπλοκη. Το Σχήμα 1-9 απεικονίζει τους διάφορους τύπους ΠΦΥ, αναλυτική περιγραφή των οποίων παρέχεται στην επόμενη ενότητα.

1.3.2.1 Κατηγορίες ΠΦΥ

Σύμφωνα με το Σχήμα 1-9, τα συστήματα ΠΦΥ διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, τους αυτόνομους (stand-alone), τους συνδεδεμένους (tethered) και τους διασυνδεδεμένους (interconnected) [273,294].



Σχήμα 1-9. Βαθμός πολυπλοκότητας των διαφόρων προσεγγίσεων υλοποίησης ΠΦΥ

- ♦ **Αυτόνομοι ΠΦΥ (Stand-alone PHRs)** - Τα συστήματα αυτά έχουν σχεδιαστεί ώστε να καθιστούν δυνατή τη φορητότητα των ΠΦΥ των ασθενών και παρέχουν ένα αποθετήριο δεδομένων (data repository) και ένα σύστημα διεπαφής με τον χρήστη [273,294]. Οι ασθενείς μπορούν να εισάγουν στον ΠΦΥ τους τα δεδομένα που επιθυμούν να

μοιραστούν με τους παρόχους υπηρεσιών υγείας (π.χ. αποτελέσματα εξετάσεων, φαρμακευτικές αγωγές, ιατρικό ιστορικό κλπ) και αποδίδουν δικαιώματα πρόσβασης σε συγκεκριμένα άτομα (π.χ. γενικός ιατρός). Ενώ τα συστήματα αυτά παρέχουν συνήθως κάποιες δυνατότητες αυτοματοποιημένης εισαγωγής δεδομένων, δεν είναι ολοκληρωμένα και επομένως δεν μπορούν να αλληλεπιδράσουν αυτόματα με συστήματα ΗΙΦ ή ΗΦΥ [273,294]. Ως εκ τούτου, οι ασθενείς, προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση στον πλήρη ιατρικό τους φάκελο, θα πρέπει να αποστείλουν σχετικά αιτήματα στους παρόχους υπηρεσιών υγείας από τους οποίους έχουν λάβει φροντίδα στο παρελθόν. Επίσης, οι ασθενείς έχουν την ευθύνη της ενημέρωσης των προσωπικών τους στοιχείων. Σε κάποιες περιπτώσεις, υλοποιούνται συστήματα ΠΦΥ από εργοδότες σε μια προσπάθεια να αυξηθεί η αποδοτικότητα των εργαζομένων (δηλαδή να μειωθούν οι μέρες ασθενείας) [273,294].

- ♦ **Συνδεδεμένοι ΠΦΥ (Tethered PHRs)** - Τα συστήματα αυτά αποτελούν επέκταση του Πληροφοριακού Συστήματος Υγείας (ΠΣΥ) ενός παρόχου υπηρεσιών υγείας και επιτρέπουν στους ασθενείς να βλέπουν τα ιατρικά τους δεδομένα μέσω μιας διαδικτυακής πύλης [273,294]. Τα συστήματα συνδεδεμένων ΠΦΥ συνήθως παρέχουν ένα περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη και τη δυνατότητα ανταλλαγής ιατρικών δεδομένων τόσο με το σύστημα ΗΙΦ ή ΗΦΥ του παρόχου όσο και με άλλα σχετικά συστήματα. Ονομάζονται *συνδεδεμένοι (tethered)* επειδή είναι συνδεδεμένοι με ένα συγκεκριμένο ΠΣΥ και οι ιατρικοί φάκελοι δεν είναι φορητοί (portable) [273]. Το πλεονέκτημα αυτών των συστημάτων είναι ότι τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα στην ήδη υπάρχουσα υποδομή του ιατρικού συστήματος και κατά συνέπεια οι ιατρικοί φάκελοι δεν χρειάζεται να μεταφερθούν ή να αποθηκευτούν από τρίτους. Εντούτοις, η λειτουργικότητα των συστημάτων αυτών είναι περιορισμένη αφού δεν υπάρχει δυνατότητα ενσωμάτωσης σε αυτούς δυνατοτήτων υποστήριξης περιεχομένου (π.χ. βιβλιοθήκες επιστημονικών άρθρων) ή εργαλείων (π.χ. εξειδικευμένες μηχανές αναζήτησης) προκειμένου να βοηθηθούν οι ασθενείς στην απόκτηση στοιχειωδών γνώσεων αναφορικά με συγκεκριμένα ιατρικά θέματα [273,294]. Ως εκ τούτου, οι εφαρμογές που μπορούν να συνδεθούν απευθείας ή να αναπτυχθούν πάνω σε τέτοια συστήματα περιορίζονται σε αυτές που παρέχονται από τον κατασκευαστή του συστήματος.
- ♦ **Διασυνδεδεμένοι ΠΦΥ (Interconnected PHRs)** - Τα συστήματα αυτά συνδυάζουν στοιχεία από τους αυτόνομους και τους συνδεδεμένους ΠΦΥ [273,294]. Παρέχουν ένα εξωτερικό αποθετήριο ιατρικών πληροφοριών, το οποίο οι χρήστες μπορούν να

ελέγχουν και στο οποίο τα συστήματα υγείας μπορούν να συνδέονται [294]. Ο ΠΦΥ λειτουργεί σαν το σύστημα διεπαφής με το χρήστη για ένα μεγάλο σύνολο λειτουργιών οι οποίες μπορούν να συνδεθούν με ή να αναπτυχθούν μέσα στον ΠΦΥ μέσω των εργαλείων ανάπτυξης του κατασκευαστή. Δεδομένης αυτής της προσαρμοστικότητας, αυτά τα συστήματα μπορούν επίσης να συλλέγουν δεδομένα από πολλαπλά αποθετήρια που βρίσκονται σε πολλές τοποθεσίες ή συστήματα υγείας.

Αν και υπάρχουν πλεονεκτήματα για κάθε κατηγορία ΠΦΥ, πιστεύεται πως οι ΠΦΥ που είναι ολοκληρωμένοι με τους ήδη υπάρχοντες ΗΙΦ ή ΗΦΥ, παρέχουν πολύ περισσότερα πλεονεκτήματα από ότι οι αυτόνομοι ΠΦΥ [273,294]. Πιο συγκεκριμένα, τα αυτόνομα συστήματα ΠΦΥ είναι συστήματα που από τη φύση τους παρέχουν στα άτομα μεγαλύτερο έλεγχο σε ότι αφορά την πρόσβαση των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στον ΠΦΥ τους. Παρόλα αυτά ένα σημαντικό μειονέκτημα αυτών είναι πως κατά πάσα πιθανότητα τα άτομα δεν θα διατηρούν ενημερωμένο (up-to-date) τον ΠΦΥ τους. Επιπλέον, ένας αυτόνομος ΠΦΥ του οποίου η ενημέρωση στηρίζεται αποκλειστικά στον ασθενή, δεν θα μπορεί να αποτελέσει αξιόπιστη πηγή άντλησης δεδομένων από τους ιδιωτικούς ιατρούς και τους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας. Ένα σύστημα ΠΦΥ δεν θα πρέπει να λειτουργεί σαν ένα απλό αποθετήριο (repository) των ιατρικών πληροφοριών κάθε ατόμου. Ενώ είναι επιθυμητό να υπάρχουν τμήματα του ιατρικού φακέλου όπου η εισαγωγή των πληροφοριών να γίνεται από τον ασθενή, οι ιατροί θα πρέπει να έχουν επίσης πρόσβαση στα δεδομένα και τις διαγνώσεις που έχουν κάνει οι ίδιοι κατά το παρελθόν για κάθε ασθενή καθώς και σε άλλα αντικειμενικά δεδομένα. Κάτι τέτοιο κρίνεται απαραίτητο στις περιπτώσεις όπου οι ιατρικές αποφάσεις εξαρτώνται από δεδομένα τα οποία συμπεριλαμβάνονται στον ιατρικό φάκελο του ασθενούς. Η αξιοπιστία των δεδομένων που εισάγονται από τους ασθενείς εξαρτάται από την φύση των δεδομένων αυτών καθαυτών, από τη γενική και την ιατρική παιδεία του ασθενούς καθώς και από το συγκεκριμένο κίνητρο που έχει ο ασθενής για την εισαγωγή των δεδομένων [273]. Για παράδειγμα, οι αναφορές των ασθενών που συνήθως είναι πιο αξιόπιστες αφορούν σε συμπτώματα και εύκολα μετρήσιμες υποκειμενικές παραμέτρους όπως είναι το ύψος, το βάρος και η θερμοκρασία που αναγράφεται στο θερμόμετρο. Εντούτοις, οι περισσότεροι ασθενείς δεν μπορούν να αναφέρουν με αξιοπιστία συγκεκριμένες εργαστηριακές τιμές όπως το επίπεδο χοληστερόλης στο αίμα ή την αιμοσφαιρινουρία A1 (hemoglobin A1) κλπ [273].

Αντιθέτως, μέσω των συνδεδεμένων ή διασυνδεδεμένων συστημάτων ΠΦΥ δύναται να κομιστούν τα καταλληλότερα κατά περίπτωση ιατρικά δεδομένα στον ασθενή. Επιπλέον, επειδή τα συστήματα ΗΙΦ/ΗΦΥ διαθέτουν συνήθως πιο εύρωστα (robust) εφεδρικά συστήματα (backup systems), στην περίπτωση μιας φυσικής καταστροφής, είναι πιο πιθανό να διασωθούν τα δεδομένα των ασθενών που είναι αποθηκευμένα στα συστήματα ΠΦΥ τα οποία είναι συνδεδεμένα με κάποιο σύστημα ΗΙΦ ή ΗΦΥ.

1.3.2.2 Πηγές Δεδομένων ΠΦΥ

Ιδανικά, ο ΠΦΥ θα πρέπει να περιλαμβάνει όσο το δυνατόν περισσότερα ιατρικά δεδομένα τα οποία έχουν προκύψει από υπηρεσίες υγείας που έχουν παρασχεθεί στο άτομο καθόλη τη διάρκεια της ζωής του. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από πολλαπλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων των διαφόρων παρόχων υπηρεσιών υγείας και των ίδιων των ατόμων [273]. Η πηγή από την οποία έχει αντληθεί κάθε κομμάτι πληροφορίας που περιλαμβάνεται σε έναν ΠΦΥ θα πρέπει να δηλώνεται και να είναι εμφανής στο χρήστη [273,294]. Όσο πιο αναλυτικά είναι τα δεδομένα που περιλαμβάνονται σε έναν ΠΦΥ τόσο πιο χρήσιμα είναι για τους ασθενείς και τους παρόχους υπηρεσιών υγείας. Αν και δεν υπάρχουν συμβάσεις ως προς το τι δεδομένα πρέπει να περιλαμβάνονται σε κάθε ΠΦΥ, έχει διαπιστωθεί πως αυτά που είναι σημαντικό να περιλαμβάνονται είναι αυτά που αναφέρονται στον Πίνακα 1-2 [273].

Τα δεδομένα που περιλαμβάνονται σε έναν ΠΦΥ μπορούν να είναι υποκειμενικά ή αντικειμενικά. Ο Πίνακας 1-3 παραθέτει μια λίστα από υποκειμενικούς και αντικειμενικούς τύπους δεδομένων κατηγοριοποιημένους με βάση την πιθανή πηγή προέλευσης. Αντιπροσωπευτικές πηγές δεδομένων αποτελούν οι ασθενείς, οι συσκευές καταγραφής ζωτικών παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στο περιβάλλον του σπιτιού και ο ιατρικός φάκελος που διατηρούν οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας. Τα υποκειμενικά δεδομένα ενδέχεται να περιλαμβάνουν τιμές συμπτωμάτων (symptom scores), ποιοτικές περιγραφές συμπτωμάτων ή ιατρικών προβλημάτων και απαντήσεις σε ερωτηματολόγια. Αυτά τα δεδομένα συνήθως προέρχονται από τον ίδιο τον ασθενή αν και θα μπορούσαν να συλλέγονται είτε μέσω ενός ΠΦΥ ή σε κάποιο χώρο παροχής υπηρεσιών υγείας. Ο ΠΦΥ θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνει αντικειμενικά δεδομένα, όπως την αρτηριακή πίεση (blood pressure). Αυτά τα δεδομένα θα μπορούσαν να μετριούνται και να εισάγονται χειροκίνητα από τον ασθενή ή να μεταδίδονται απευθείας από συσκευές παρακολούθησης οι οποίες

τοποθετούνται στα σπίτια των ασθενών. Η αρτηριακή πίεση θα μπορούσε επίσης να μετρηθεί στο ιατρείο ενός ιατρού και να μεταδοθεί ηλεκτρονικά σαν μέρος ενός διαμοιραζόμενου ιατρικού φακέλου. Το σύστημα θα μπορεί να λάβει κάποια δεδομένα ηλεκτρονικά από ασφαλιστικές αξιώσεις (insurance claims) ή αρχεία φαρμακείων. [273]

Πίνακας 1-2. Ενδεικτικοί τύποι δεδομένων ΠΦΥ και πιθανές πηγές προέλευσής τους

Τύπος Δεδομένων	Πηγή Προέλευσης
Λίστα Προβλημάτων	Ασθενής, ΗΦΥ
Διαδικασίες	Ασθενής, ΗΦΥ ή ισχυρισμοί (claims)
Σοβαρές Ασθένειες	Ασθενής, ΗΦΥ ή ισχυρισμοί
Λίστα παρόχων υπηρεσιών υγείας πιθανά συνδεδεμένων με προβλήματα	Ασθενής, ΗΦΥ
Αλλεργίες	Ασθενής, ΗΦΥ
Δεδομένα που λαμβάνονται κατ'οίκον (π.χ. αρτηριακή πίεση, επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, μέγιστη ταχύτητα εκπνοής)	Ασθενής, αυτόματη διεπαφή με συσκευές καταγραφής ζωτικών παραμέτρων
Οικογενειακό ιστορικό	Ασθενής, ΗΦΥ
Κοινωνικό ιστορικό και τρόπος ζωής	Ασθενής, ΗΦΥ, μητρώα ανοσοποίησης
Εμβολιασμοί	Ασθενής, ΗΦΥ
Φαρμακευτικές αγωγές	Ασθενής, ΗΦΥ, ιστορικό ισχυρισμών (τμηματικά δεδομένα)
Αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων	Ασθενής, ΗΦΥ, μικροβιολογικά εργαστήρια

Πίνακας 1-3. Υποκειμενικοί και αντικειμενικοί τύποι δεδομένων ΠΦΥ ανά πηγή προέλευσης

Πηγή Δεδομένων	Τύπος Δεδομένων	
	Υποκειμενικός	Αντικειμενικός
Ασθενείς	Μη αυτοματοποιημένη εισαγωγή δεδομένων ή συμπεράσματα από δεδομένα που παρέχονται διαδικτυακά (π.χ. αξιολόγηση συμπτωμάτων, ποιοτικές περιγραφές)	Μη αυτοματοποιημένη εισαγωγή δεδομένων (π.χ. αρτηριακή πίεση, βάρος)
Συσκευές καταγραφής ζωτικών παραμέτρων	-	Αυτοματοποιημένη εισαγωγή δεδομένων μέσω κατάλληλων διεπαφών (π.χ. αρτηριακή πίεση μέσω κατάλληλης διασυνδεδεμένης συσκευής)
Ιατροί	Αυτοματοποιημένη διεπαφή με ιατρικούς φακέλους	Αυτοματοποιημένη διεπαφή με ιατρικούς φακέλους
Βάσεις δεδομένων ισχυρισμών	-	Αυτοματοποιημένες διεπαφές

Για να είναι χρήσιμος στον ασθενή, ο ΠΦΥ πρέπει να παρέχει κατάλληλα δεδομένα και συνοδευτικά εργαλεία, τα οποία θα βοηθούν το άτομο να κατανοήσει τις πληροφορίες που

περιέχονται στον φάκελό του και να προβεί στις κατάλληλες ενέργειες [273,294]. Αυτό αποτελεί μεγάλη πρόκληση δεδομένης της μεγάλης διαφοροποίησης στην γενική αλλά και την ιατρική παιδεία των ασθενών [273,294]. Για έναν μεγάλο αριθμό ατόμων, η ιατρική παιδεία είναι περισσότερο επιδεκτική σε βελτίωση από ότι η γενική παιδεία. Για παράδειγμα, είναι πολύ πιθανό τα άτομα να μη δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον να κατανοήσουν ιατρικές ορολογίες ή αποτελέσματα ιατρικών εξετάσεων μέχρι να παρουσιάσουν μια χρόνια ή επικίνδυνη για τη ζωή τους ασθένεια. Συνήθως, αυτά τα άτομα αρχίζουν να εμπλέκονται περισσότερο στη διαχείριση της υγείας τους και επιχειρούν να κατανοήσουν μεγάλο εύρος πληροφοριών που σχετίζεται με τις διαδικασίες αντιμετώπισης της ασθένειάς τους. Τόσο η ορολογία όσο και η αναπαράσταση των δεδομένων θα πρέπει να προσαρμόζονται ανάλογα με το άτομο που χρησιμοποιεί τον ΠΦΥ προκειμένου να αποκομιστούν τα μέγιστα δυνατά οφέλη [273].

1.3.2.3 Δυνατότητες ΠΦΥ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία εξέλιξη των συστημάτων ΠΦΥ. Ωστόσο, μέχρι στιγμής, κανένας κατασκευαστής δεν έχει καταφέρει να παρέχει στους χρήστες την απαιτούμενη λειτουργικότητα σε σχέση με την πρόσβαση στα ιατρικά δεδομένα του εκάστοτε ασθενή [294]. Στην παρούσα φάση, οι κυριότερες διαφορές των συστημάτων ΠΦΥ από τα συστήματα ΗΦΥ σχετίζονται με το εύρος των δεδομένων που αποθηκεύονται σε αυτά (π.χ. τύποι εργαστηριακών εξετάσεων, φάρμακα, ιστορικά ασθενών κλπ), τον έλεγχο και την αποθήκευση των δεδομένων, τις πηγές από όπου αντλούνται τα δεδομένα αυτά, την ασφάλειά τους και τις μεθόδους πρόσβασης σε αυτά [273,274,294]. Η επιλογή κάποιου από τους κατασκευαστές συστημάτων ΠΦΥ πρέπει να βασίζεται στα παραπάνω κριτήρια λαμβάνοντας υπόψιν της το σκοπό για τον οποίο είναι επιθυμητή η χρήση ενός συστήματος ΠΦΥ καθώς και η αρχιτεκτονική που έχει επιλεγεί.

Κάποιες από τις πιο σημαντικές και ενδιαφέρουσες λειτουργίες ενός συστήματος ΠΦΥ αποτελούν οι ενσωματωμένες σε αυτό εφαρμογές καθώς και τα εργαλεία που μπορούν να ενσωματωθούν στη διαδικτυακή πύλη που διατίθεται στους ασθενείς. Γενικά οι λειτουργίες αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε πέντε βασικές ομάδες [274]:

- ♦ Λειτουργίες υποστήριξης αποφάσεων
- ♦ Λειτουργίες κοινωνικής δικτύωσης
- ♦ Λειτουργίες αλληλεπίδρασης παρόχου υπηρεσιών υγείας και ασθενή

- ♦ Λειτουργίες διαχείρισης ασθενειών/υγείας
- ♦ Λειτουργίες υποστήριξης οικονομικών υπηρεσιών

Πολλές από τις παραπάνω λειτουργίες υποστηρίζονται και αναπτύσσονται από τους μεγάλους κατασκευαστές συστημάτων ΠΦΥ αν και ακόμη δεν διατίθενται στο ευρύ κοινό ως υποστηριζόμενες λειτουργίες σε λογισμικά ΠΦΥ [274]. Στο πλαίσιο της υιοθέτησης κάποιων από τις ανωτέρω λειτουργίες, είναι σημαντικό για τα συστήματα υγείας να γίνει μελέτη του κόστους και της πολυπλοκότητας που εισάγουν οι λειτουργίες αυτές καθότι ορισμένες από αυτές είναι πολύ δύσκολο να ενσωματωθούν σε ήδη υπάρχοντα συστήματα. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο ΠΦΥ μπορεί να δράσει ως η διεπαφή χρήστη για λειτουργίες και εφαρμογές οι οποίες παρέχονται από άλλους κατασκευαστές (third party vendors). Με τον όρο άλλοι κατασκευαστές εννοούνται όλοι εκείνοι οι οποίοι αναπτύσσουν και άλλα πληροφοριακά συστήματα υγείας τα οποία όμως μπορούν να διασυνδεθούν με τις αρχιτεκτονικές των ΠΦΥ.

Ι. Υποστήριξη αποφάσεων

Οι κατασκευαστές συστημάτων ΠΦΥ προσδοκούν ότι θα διαθέσουν στους ασθενείς τα απαραίτητα εργαλεία τα οποία θα τους επιτρέψουν να λαμβάνουν οι ίδιοι αποφάσεις για την υγεία τους, έχοντας γνώση όλων των απαραίτητων και σχετικών πληροφοριών. Σήμερα κάθε άτομο μπορεί να έχει πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες στο διαδίκτυο. Ωστόσο, η παρεχόμενη πληροφορία δεν είναι στοχευμένες για το συγκεκριμένο ασθενή αλλά παρέχουν γενική πληροφόρηση η οποία μπορεί να προκαλέσει σε πολλές περιπτώσεις περισσότερη σύγχυση από ό,τι πληροφόρηση [274]. Οι τύποι εργαλείων τα οποία ενσωματώνουν στα προϊόντα τους οι κατασκευαστές συστημάτων ΠΦΥ διαχωρίζονται σε ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες [274]:

- ♦ **Επιμορφωτικό υλικό:** Το υλικό αυτό αποτελείται από ένα πλήθος άρθρων και πληροφοριών σχετικά με συγκεκριμένες καταστάσεις και προτεινόμενες θεραπείες.
- ♦ **Εξειδικευμένες μηχανές αναζήτησης:** Οι συγκεκριμένες μηχανές επιτρέπουν την αναζήτηση έγκυρων πηγών πληροφοριών στο διαδίκτυο
- ♦ **Μηνύματα κειμένου και ηλεκτρονικού ταχυδρομείου:** Με το συγκεκριμένο εργαλείο είναι δυνατό να παρέχονται αυτόματες ειδοποιήσεις σχετικά με ανανεώσεις συνταγών και χρονοπρογραμματισμό επισκέψεων στο γιατρό. Οι ειδοποιήσεις αυτές βασίζονται

σε πληροφορίες ασθενών επιτρέποντας με αυτό τον τρόπο στους ασθενείς να πάρουν αποφάσεις σχετικά με το πότε και πώς μπορούν να έχουν πρόσβαση στους παρόχους.

- ♦ **Αξιολόγηση ιατρών και παρόχων υπηρεσιών υγείας:** Αφορά την παροχή στους ασθενείς αξιολογήσεων του ιατρικού προσωπικού και των εγκαταστάσεων των διαφόρων παρόχων υπηρεσιών υγείας προκειμένου να τους βοηθήσει να επιλέξουν τον οργανισμό παροχής υπηρεσιών υγείας που ανταποκρίνεται καλύτερα στις προσδοκίες τους.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα συστήματος ΠΦΥ αποτελεί το WebMD το οποίο χρησιμοποιείται για τους υπαλλήλους της εταιρείας Walmart [275,276]. Μία από τις κύριες λειτουργίες αυτού του συστήματος είναι ένα εργαλείο το οποίο παρέχει εσωτερικές και εξωτερικές πηγές επιμόρφωσης και πληροφόρησης των υπαλλήλων σχετικά με θέματα υγείας [275]. Βασικό στόχο του συστήματος αυτού αποτελεί η βελτίωση της υγείας των υπαλλήλων και η μείωση των απουσιών από την εργασία τους για λόγους υγείας. Το σύστημα περιλαμβάνει ένα διαδικτυακό εργαλείο άμεσου ελέγχου συμπτωμάτων ώστε να είναι δυνατή η άμεση επέμβαση του κατάλληλου ιατρού όταν αυτό είναι αναγκαίο [275]. Μέσω του ίδιου συστήματος οι ασθενείς μπορούν επίσης να λαμβάνουν ειδοποιήσεις σχετικά με συνταγές και αξιολογήσεις ιατρών και παρόχων υπηρεσιών υγείας της περιοχής τους [275].

Μεταξύ αυτών που έχουν δώσει έμφαση στην ανάπτυξη εργαλείων υποστήριξης αποφάσεων και έχουν προχωρήσει στην υιοθέτηση συστημάτων ΠΦΥ με λειτουργικότητα παρόμοια με αυτή του συστήματος της Walmart συγκαταλέγονται το εθνικό σύστημα υγείας της Νορβηγίας, το ινστιτούτο Kaiser Permanente, το ιατρικό κέντρο Beth Israel Deaconess και η Κλινική Mayo.

II. Κοινωνική δικτύωση

Εργαλεία κοινωνικής δικτύωσης όπως ιστολόγια (blogs), διαδικτυακές κοινότητες χρηστών, ηλεκτρονική αλληλογραφία και οι συνομιλίες πραγματικού χρόνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο πλαίσιο υλοποίησης κάθε συστήματος ΠΦΥ για να παρέχουν στους ασθενείς ευκολότερη πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες και καλύτερη υποστήριξη από τους ιατρούς τους [294]. Ένα τέτοιο εργαλείο το οποίο σήμερα είναι αρκετά δημοφιλές είναι οι ιστότοποι δημόσιας συζήτησης μεταξύ ασθενών (patient forum). Σε αυτούς τους ιστότοπους οι ασθενείς μπορούν να ζητούν από ειδικούς λεπτομέρειες σχετικά με την

κατάσταση της υγείας τους και τις αντίστοιχες δυνατές θεραπείες. Μερικοί κατασκευαστές συστημάτων ΠΦΥ έχουν αρχίσει να ενσωματώνουν στα προϊόντα τους υπηρεσίες ανταλλαγής άμεσων μηνυμάτων και εργαλεία γραπτής συνομιλίας ώστε να δίνεται στους ασθενείς η δυνατότητα να επικοινωνούν απευθείας με ειδικούς και να λαμβάνουν απαντήσεις στις ερωτήσεις τους σε πραγματικό χρόνο [294].

Ένας ειδικός μπορεί να απαντά την ίδια στιγμή σε ερωτήσεις που έχουν υποβληθεί από πολλούς ασθενείς μειώνοντας με τον τρόπο αυτό κλήσεις σε τηλεφωνικές γραμμές άμεσης επέμβασης που διατίθενται από κάποιους παρόχους υπηρεσιών υγείας ή ακόμα και τις επισκέψεις στις εγκαταστάσεις των παρόχων [294]. Για παράδειγμα, στο σύστημα ΠΦΥ της Walmart, στο οποίο έχει ήδη γίνει αναφορά στην προηγούμενη ενότητα, περιλαμβάνονται ιστότοποι δημόσιας συζήτησης ασθενών όπου οι ασθενείς μπορούν να συζητήσουν με ειδικούς αλλά και με άλλους ασθενείς θέματα σχετικά με την κατάσταση της υγείας τους. Επίσης, ένα αυτόνομο σύστημα το οποίο αναπτύχθηκε από την εταιρεία RevolutionHealth επιτρέπει στους χρήστες του να συνδέονται απευθείας με άλλους χρήστες για τη δημιουργία εικονικών ομάδων υποστήριξης.

III. Αλληλεπίδραση Παρόχου Υπηρεσιών Υγείας-Ασθενή

Οι ΠΦΥ παρέχουν ένα σύνολο λειτουργιών μέσω των οποίων βελτιώνεται η αλληλεπίδραση μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών υγείας και των ασθενών. Τα τελευταία χρόνια η περιοχή αυτή παρουσιάζει ραγδαία εξέλιξη και προσελκύει το ενδιαφέρον πολλών κατασκευαστών. Μεταξύ των δυνατοτήτων που παρέχονται από τα συστήματα που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα περιλαμβάνονται οι ακόλουθες [274]:

- ♦ **Ασφαλής ανταλλαγή μηνυμάτων:** Οι ασθενείς μπορούν να επικοινωνούν με τους ιατρούς τους και να τους υποβάλλουν εμπιστευτικές ερωτήσεις ή να λαμβάνουν εκθέσεις για την κατάσταση της υγείας τους μετά από την επίσκεψη στον ιατρό. Οι ιατροί μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν το σύστημα προκειμένου να ελέγχουν αν η θεραπευτική αγωγή που έχουν συστήσει στους ασθενείς τους ακολουθείται κανονικά και είναι αποδοτική, επιτρέποντάς τους έτσι να επεμβαίνουν άμεσα σε περίπτωση επιπλοκών.
- ♦ **Τηλε-υγεία:** Οι ασθενείς μπορούν να μοιράζονται, όντας στο σπίτι τους, τα αποτελέσματα βασικών εξετάσεων στις οποίες έχουν υποβληθεί κατόπιν σχετικής εντολής από τους ιατρούς τους. Σήμερα, πολλοί κατασκευαστές λογισμικού συνεργάζονται με κατασκευαστές ιατρικών συσκευών προκειμένου να σχεδιάσουν και

να κατασκευάσουν συσκευές (π.χ. μετρητές επιπέδων σακχάρου στο αίμα) οι οποίες θα μπορούν να μεταφορτώσουν αυτόματα τις πληροφορίες που προέρχονται από τις μετρήσεις που πραγματοποιούν στον ΠΦΥ του ασθενούς χωρίς να απαιτείται η παρεμβολή του τελευταίου. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η πιθανότητα εσφαλμένης εισαγωγής δεδομένων.

- ♦ **Ερωτηματολόγια προς συμπλήρωση πριν την επίσκεψη στον ιατρό:** Οι ασθενείς έχουν τη δυνατότητα να συμπληρώσουν μέσω του διαδικτύου ένα ερωτηματολόγιο μέσω του οποίου παρέχονται στον ιατρό βασικές πληροφορίες οι οποίες σήμερα συλλέγονται κατά τη διάρκεια της επίσκεψης στον ιατρό από τις νοσοκόμες ή το προσωπικό υποδοχής των ασθενών.
- ♦ **Προγραμματισμός επισκέψεων:** Οι ασθενείς μπορούν να χρονοπρογραμματίζουν τις επισκέψεις τους σε ιατρούς μέσω της διαδικτυακής πύλης του ΠΦΥ. Η πύλη αυτή παρέχει στους ασθενείς πληροφορίες σχετικά με τη διαθεσιμότητα ενός πλήθους ιατρικών εγκαταστάσεων και ειδικοτήτων.
- ♦ **Συνταγές:** Οι ασθενείς μπορούν εύκολα να αιτηθούν ανανέωση των συνταγών τους καθώς επίσης και να πάρουν αντίγραφα από ήδη υπάρχουσες συνταγές.

Όλα τα παραπάνω εργαλεία περιέχονται από το σύστημα ΠΦΥ που έχει αναπτυχθεί στο ινστιτούτο Kaiser Permanente ενώ η ομάδα ανάπτυξης του συστήματος αναζητά νέους τρόπους για να επεκτείνει τις δυνατότητες του συστήματος [274]. Τέλος άλλα συστήματα υγείας όπως η κλινική Cleveland, το εθνικό σύστημα υγείας της Νορβηγίας και αυτό της Δανίας, το U.S. Department of Veterans Affairs και το ιατρικό κέντρο του Beth Israel Deaconess έχουν ενσωματώσει στα συστήματα ΠΦΥ τους υποσύνολα από τις παραπάνω δυνατότητες.

IV. Διαχείριση ασθένειας/υγείας

Μεταξύ των πιο σημαντικών δυνητικών οφελών που απορρέουν από την υιοθέτηση της ασθενοκεντρικής προσέγγισης είναι η αποτελεσματικότερη διαχείριση των ασθενειών [273,274]. Ως εκ τούτου, ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά των συστημάτων ΠΦΥ είναι η παροχή στους ασθενείς ενός πίνακα ελέγχου υγείας ο οποίος θα τους επιτρέπει να παρακολουθούν πολλές παραμέτρους της υγείας τους όπως διατροφικές συνήθειες, σωματική άσκηση αλλά και το ετήσιο πρόγραμμα επισκέψεών τους σε ιατρούς [294]. Στο

ίδιο πλαίσιο οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιούν τον πίνακα ελέγχου για να προγραμματίζουν υπενθυμίσεις, ειδοποιήσεις και να διατυπώνουν προτάσεις.

Οι πίνακες ελέγχου που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση χρόνιων ασθενειών όπως ο διαβήτης και η συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικοί καθότι μπορούν να καταγράψουν αυτόματα τα δεδομένα από συσκευές μέτρησης σακχάρου, πιεσόμετρα ή συσκευές παρακολούθησης της καρδιάς και να προβάλουν προειδοποιήσεις βασιζόμενοι σε καταγεγραμμένα επικίνδυνα μέγιστα/ελάχιστα και άλλες επικίνδυνες τάσεις [294]. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, για την αυτόματη διασύνδεση των συσκευών παρακολούθησης με τα συστήματα ΠΦΥ οι εταιρείες λογισμικού συνεργάζονται με τους κατασκευαστές των συσκευών προκειμένου να απλοποιηθεί η διαδικασία ενημέρωσης των ΠΦΥ των ασθενών μέσω του αυτόματου συγχρονισμού των συσκευών με τους αντίστοιχους ΠΦΥ. Επιπλέον, τα δεδομένα αυτά θα μπορούν να αποσταλούν και στους ιατρούς, επιτρέποντάς τους να παρακολουθούν τους ασθενείς τους από απόσταση [273,294]. Σε μια τέτοια περίπτωση, όταν κρίνεται πως οι ασθενείς θα πρέπει να επισκεφθούν τον ιατρό τους, θα ειδοποιούνται με σχετικό μήνυμα από τον πάροχο υπηρεσιών υγείας.

Σχετικά πρόσφατα, ο οργανισμός Cancer Care Ontario σε συνεργασία με την ένωση Ontario Hospital Association ανέπτυξαν το My Care Source [277], ένα σύστημα που στοχεύει να βοηθήσει τους πάσχοντες από καρκίνο στη διαχείριση της ασθένειάς τους. Επιπλέον, το εθνικό σύστημα υγείας της Δανίας ανέπτυξε το MedCom [278], ένα σύστημα ΠΦΥ το οποίο ενσωματώνει εργαλεία παρακολούθησης της υγείας ή της πορείας μιας ασθένειας και επιτρέπει στους ασθενείς να εισάγουν και να παρακολουθούν τα αποτελέσματα των κατ' οίκον μετρήσεων (π.χ. αρτηριακή πίεση, επίπεδα σακχάρου στο αίμα). Τέλος, η κλινική Cleveland, με την υιοθέτηση του Microsoft HealthVault, παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία που επιτρέπουν στους χρήστες του συστήματος να παρακολουθούν τα ιστορικά των προγραμμάτων διατροφής και άσκησης που ακολουθούν.

V. Οικονομικές υπηρεσίες

Οι ΠΦΥ μπορούν να βοηθήσουν τους ασθενείς να διαχειριστούν τις ιατρικές δαπάνες τους και τις αποζημιώσεις που δικαιούνται. Τα εργαλεία οικονομικής διαχείρισης μπορούν να παρέχουν συνοπτικά δεδομένα που σχετίζονται με τις κοινωνικές απολαβές του ασθενούς,

συμπεριλαμβανομένων των ποσών που οφείλουν στους ασφαλιστικούς φορείς, οι παροχές που έλαβαν στο παρελθόν, καθώς και τα ποσά που δικαιούνται ως αποζημίωση για θεραπείες και εξετάσεις στις οποίες έχουν ήδη υποβληθεί ή πρόκειται να υποβληθούν [294]. Κάποιοι κατασκευαστές προσπαθούν να μεγαλώσουν το εύρος των παρεχόμενων υπηρεσιών ενσωματώνοντας τη δυνατότητα προβολής και εξόφλησης λογαριασμών νοσοκομείων διαδικτυακά. Με τον τρόπο αυτό δύναται να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση κάθε πληρωμής μέσω της απλοποίησης για τους ασθενείς της διαδικασίας πληρωμής των λογαριασμών που αφορούν σε ιατρικές δαπάνες [294]. Μέχρι σήμερα πάντως οι περισσότερες από τις παραπάνω οικονομικές λειτουργίες δεν είναι διαθέσιμες σε παρόχους υπηρεσιών υγείας. Ο λόγος είναι πως οι κατασκευαστές δίνουν έμφαση στις λειτουργίες που αφορούν τους ασφαλιστικούς φορείς. Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το σύστημα ΠΦΥ του U.S. Department of Veteran Affairs το οποίο πληροφορεί τους ασφαλισμένους σχετικά με τα παρεχόμενα σε αυτούς οφέλη και επιτρέπει την διαδικτυακή πληρωμή των εισφορών τους και οφειλών τους [294]. Από την πλευρά των ασφαλιστικών φορέων, στις ΗΠΑ οι Blue Cross Blue Shield και Aetna έχουν υλοποιήσει συστήματα ΠΦΥ τα οποία ανακτούν και συγκεντρώνουν δεδομένα από συνεργαζόμενους φορείς και στη συνέχεια παρέχουν μια σύνοψη των πληροφοριών που αφορούν σε παροχές και λογαριασμούς συνδρομητών τους (εταιριών και ιδιωτών) [294].

1.3.3 Αρχιτεκτονικές ΠΦΥ

Κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας των συστημάτων ΠΦΥ αποτελεί η ενσωμάτωση σε αυτά δυνατότητας ανταλλαγής δεδομένων με άλλα συστήματα υγείας [273,274,290]. Σε διαφορετική περίπτωση, θα μετατραπούν σε «νησίδες πληροφοριών» οι οποίες θα περιέχουν υποσύνολα των δεδομένων κάθε ασθενή, απομονωμένα από άλλες σχετικές με αυτόν πληροφορίες και, ως εκ τούτου, η αξία τους θα είναι περιορισμένη και εφήμερη. Έτσι, τα ολοκληρωμένα συστήματα ΠΦΥ θα πρέπει να αλληλεπιδρούν με άλλα συστήματα που βρίσκονται σε λειτουργία τόσο σε επίπεδο υγειονομικής περιφέρειας όσο και ευρύτερων γεωγραφικών περιφερειών. Οι ελάχιστες δυνατότητες που θα πρέπει να προσφέρονται από ένα σύστημα ΠΦΥ αφορούν στην εξαγωγή δεδομένων προς και εισαγωγή δεδομένων από άλλα συστήματα με έναν τυποποιημένο τρόπο [294]. Στο πλαίσιο αυτό, τα πιο προηγμένα συστήματα ΠΦΥ θα λειτουργούν κάποια στιγμή στο μέλλον ως συστατικά στοιχεία άλλων συστημάτων υγείας.

Προκειμένου να υπάρχει διαλειτουργικότητα, τα συστήματα ΠΦΥ θα πρέπει να υποστηρίζουν τα ίδια πρότυπα επικοινωνίας, μηνυμάτων και περιεχομένου με τα υπόλοιπα πληροφοριακά συστήματα. Επίσης, επειδή οι κυρίως χρήστες των συστημάτων ΠΦΥ είναι οι ασθενείς, θα πρέπει να αναπτυχθούν αναλυτικές αναπαραστάσεις και επεξηγήσεις των κωδικοποιημένων δεδομένων [273].

Εκτός από τα προσωπικά δεδομένα ενός ατόμου, ένας ΠΦΥ μπορεί να περιλαμβάνει επίσης πληροφορίες οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά την κατάσταση της υγείας του ατόμου και σχετίζεται με τα μέλη της οικογένειάς του, τους παρόχους ιατρικής φροντίδας και τα περιβάλλοντα του σπιτιού και της εργασίας του [273]. Για παράδειγμα, ένας ΠΦΥ θα μπορούσε να αλληλεπιδράσει με ένα σύστημα ΗΦΥ προκειμένου να ανακτά πληροφορίες σχετικά με μεταδοτικές ασθένειες που έχουν προσβάλλει μέλη της οικογένειας του ασθενούς. Στην περίπτωση αυτή, ένας σημαντικός προβληματισμός είναι ο τρόπος με τον οποίο τα άτομα θα καθορίζουν ποια από τα προσωπικά τους δεδομένα θα διαμοιράζονται με άλλα πληροφοριακά συστήματα υγείας.

Ένα ζήτημα που έχει προκαλέσει ιδιαίτερους προβληματισμούς σχετικά με τη χρήση των συστημάτων ΠΦΥ είναι η αυθεντικοποίηση των χρηστών. Στην περίπτωση που ο ΠΦΥ ενός ασθενούς είναι αποθηκευμένος σε ένα αυτόνομο σύστημα ΠΦΥ που είναι εγκατεστημένο σε κάποια συσκευή που ανήκει στον ασθενή, η αυθεντικοποίηση δεν τυγχάνει μεγάλης προσοχής αφού η συσκευή αυτή είναι διαρκώς κάτω από τον έλεγχο του ασθενούς [273]. Το γεγονός αυτό καθιστά εφικτή τη διασφάλιση της ιδιωτικότητας των προσωπικών δεδομένων του ασθενούς χωρίς την λήψη πρόσθετων μέτρων ασφάλειας. Ωστόσο, η ασφάλεια των περιεχομένων ενός ΠΦΥ τίθεται σε κίνδυνο αν αυτά δεν είναι κρυπτογραφημένα και η συσκευή χαθεί σε δημόσιο χώρο. Στην περίπτωση που το σύστημα ΠΦΥ ενσωματωθεί σε ένα διαλειτουργικό σύστημα υγείας, η αυθεντικοποίηση αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Έτσι, πριν από οποιαδήποτε συναλλαγή ενός συστήματος υγείας με το σύστημα ΠΦΥ θα πρέπει να επαληθεύεται η ταυτότητα του ιδιοκτήτη του ΠΦΥ. Υπάρχουν δύο εναλλακτικές προσεγγίσεις στην ολοκλήρωση ενός συστήματος ΠΦΥ με άλλα, διαλειτουργικά συστήματα [273]:

- ♦ **Χρήση αυτόνομου συστήματος ΠΦΥ** - στην περίπτωση αυτή υπάρχει δυσκολία στην υλοποίηση ενός ενιαίου μηχανισμού αυθεντικοποίησης αφού κατά πάσα πιθανότητα το σύστημα ΠΦΥ απαιτεί τον καθορισμό ξεχωριστών μοναδικών κωδικών για την

ταυτοποίηση ασθενών. Ωστόσο, η χρήση αυτού του κωδικού θέτει σε κίνδυνο την ιδιωτικότητα του ασθενούς.

- ♦ **Χρήση συνδεδεμένου ή διασυνδεδεμένου συστήματος ΠΦΥ** - στην περίπτωση αυτή η αυθεντικοποίηση του κάθε ασθενούς μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω του συστήματος του παρόχου υπηρεσιών υγείας.

Ένα, επίσης, βασικό ζήτημα που αφορά τα συστήματα ΠΦΥ είναι η υποστήριξη των περιπτώσεων όπου ο χρήστης του ΠΦΥ δεν είναι ο ίδιος ο ασθενής αλλά κάποιος άλλος εξουσιοδοτημένος χρήστης (π.χ. οι γονείς στην περίπτωση μικρών παιδιών, οι σύζυγοι στην περίπτωση ανάπηρων ενηλίκων).

Τα δεδομένα που παρέχονται από τους ασθενείς μπορούν, σε πολλές αλλά όχι σε όλες τις περιπτώσεις, να βοηθήσουν τους παρόχους υπηρεσιών υγείας στη λήψη αποφάσεων [273]. Παρόλα αυτά, ο όγκος των «κλινικά άσχετων» πληροφοριών στους ΠΦΥ των ασθενών ενδέχεται να καταστήσει αδύνατη την αξιολόγησή τους από τον πάροχο υπηρεσιών υγείας [273]. Για παράδειγμα, ο θεράπων ιατρός ενός ασθενούς που πάσχει από διαβήτη ελέγχει τακτικά και χρησιμοποιεί τις πιο πρόσφατες μετρήσεις των επιπέδων του σακχάρου στο αίμα όπως αυτές αναγράφονται στο ημερολόγιο (logbook) του ασθενούς. Ωστόσο, είναι εξαιρετικά δύσκολη η ανασκόπηση από τον ιατρό της πλήρους τεκμηρίωσης των καθημερινών δραστηριοτήτων του ασθενούς συμπεριλαμβανομένου του λεπτομερούς διαιτολογίου του, των συνηθειών σωματικής άσκησης και ύπνου καθώς και των παροδικών συμπτωμάτων του προκειμένου να εντοπίσει κάποια πληροφορία ύψιστης σημασίας. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος θα πρέπει είτε ο σύστημα ΠΦΥ είτε τα συστήματα ΗΙΦ που αλληλεπιδρούν με αυτό να δημιουργούν χρήσιμες περιλήψεις από τον μεγάλο όγκο δεδομένων που περιέχεται σε κάθε ΠΦΥ [273]. Ιδανικά, τα εργαλεία που θα δημιουργούν αυτές τις περιλήψεις θα εντοπίζουν αποκλίσεις και σημαντικές τάσεις, παρουσιάζοντας πληροφορίες μέσω προσεκτικά κατασκευασμένων γραφικών αναπαραστάσεων, στατιστικών συνοψίσεων και/ή δεδομένων που προκύπτουν από συστήματα υποστήριξης αποφάσεων.

Τα θέματα που σχετίζονται με την αρχιτεκτονική των ΠΦΥ παρουσιάζουν επικαλύψεις με αυτά που αφορούν άλλα πληροφοριακά συστήματα υγείας αλλά παρουσιάζουν επίσης και πολλές ιδιαιτερότητες όπως την μεταβατική εμπιστοσύνη (transitive trust) και την ανάγκη της παρουσίασης πληροφοριών με τρόπο που να είναι κατανοητός από τους ασθενείς ή τα

άτομα που τους φροντίζουν (π.χ. συγγενείς) [273]. Στο μέλλον τα συστήματα ΠΦΥ θα κατέχουν το ίδιο σημαντικό ρόλο με τα υπόλοιπα συστήματα υγείας, γεγονός που θα κάνει τις προδιαγραφές υλοποίησής τους ακόμα πιο πολύπλοκες και εξειδικευμένες.

1.3.4 Προσωπικός Φάκελος Υγείας: Ιδιωτικότητα και Ασφάλεια

Η ιδιωτικότητα και η ασφάλεια συνδέονται στενά με αποτέλεσμα τα τεχνικά μέτρα ασφάλειας που σχεδιάζονται για κάθε σύστημα ΠΦΥ να περιλαμβάνουν πολιτικές και πρακτικές διασφάλισης της ιδιωτικότητας [274].

1.3.4.1 Ιδιωτικότητα (Privacy)

Τα ζητήματα ιδιωτικότητας που σχετίζονται με τα συστήματα ΠΦΥ είναι πολύπλοκα. Παρόλα αυτά, η επαρκής αντιμετώπισή τους αποτελεί θεμελιώδη προϋπόθεση για την ευρεία αποδοχή των ΠΦΥ και την εξάπλωση της χρήσης τους. Οι πολίτες επιθυμούν να έχουν τον έλεγχο των δικαιωμάτων πρόσβασης στα προσωπικά ιατρικά τους δεδομένα. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, όλα τα συστήματα ΠΦΥ βασίζονται στην αρχή πως ο πολίτης έχει πρόσβαση στα ιατρικά του δεδομένα [273,274]. Μερικά συστήματα δε παρέχουν στους πολίτες τον αποκλειστικό έλεγχο των δεδομένων που είναι καταχωρημένα στους ΠΦΥ τους. Η ιδιοκτησία και ο έλεγχος πρόσβασης στους ιατρικούς φακέλους είναι ζητήματα που δεν αντιμετωπίζονται για πρώτη φορά στον τομέα της υγείας. Παρόλα αυτά, με την εμφάνιση των συστημάτων ΠΦΥ έχουν πάρει νέες διαστάσεις. Επιπλέον, ενώ η ιδιοκτησία αυτή καθαυτή μπορεί να μην είναι τόσο ουσιώδης όσο ο έλεγχος πρόσβασης, εν τούτοις είναι σημαντικό να αποσαφηνιστούν τα αντίστοιχα δικαιώματα (rights), οι υποχρεώσεις (obligations) και οι πιθανές ευθύνες (liabilities) των πολιτών, ασθενών, παρόχων υπηρεσιών υγείας και άλλων συμμετόχων στα συστήματα ΠΦΥ [274].

Ιδιαίτερης σημασίας χρήζουν τα θέματα ιδιωτικότητας που προκύπτουν στις περιπτώσεις συστημάτων ΠΦΥ που προσφέρονται από τρίτους [273,274]. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται κάποια συστήματα που έχουν εμφανιστεί πρόσφατα, τα οποία αποθηκεύουν τα προσωπικά ιατρικά δεδομένα των ασθενών και τα αξιοποιούν για δευτερεύουσες χρήσεις. Ανησυχίες έχουν εκφραστεί για τα επιχειρησιακά μοντέλα που προϋποθέτουν την χρήση αποθηκών δεδομένων τρίτων αφού σε αυτές τις περιπτώσεις ενδέχεται να γίνεται δευτερεύουσα

χρήση (πώληση, ανταλλαγή κλπ.) των δεδομένων των πολιτών [81,274]. Οι πολίτες που χρησιμοποιούν αυτά τα συστήματα δεν μπορούν να έχουν πλήρη έλεγχο των δευτερευουσών χρήσεων που ενδέχεται να γίνονται στα προσωπικά τους δεδομένα από τους κατασκευαστές των συστημάτων. Αν και υπάρχουν δευτερεύουσες χρήσεις των δεδομένων, οι οποίες μπορούν να αποφέρουν σημαντικά οφέλη, όπως για παράδειγμα η παρακολούθηση των ανεπιθύμητων ενεργειών φαρμάκων μετά τη χορήγησή τους στους ασθενείς και η παρακολούθηση της κατάστασης υγείας του πληθυσμού, κάποιες άλλες δευτερεύουσες χρήσεις (π.χ. εξατομικευμένη διαφήμιση - targeted marketing) δεν είναι επιθυμητές από τους πολίτες [274]. Για το λόγο αυτό, οι πολίτες, όταν εγγράφονται προκειμένου να χρησιμοποιήσουν κάποιο προϊόν ή υπηρεσία ΠΦΥ, θα πρέπει να έχουν το δικαίωμα να επιλέξουν, κατόπιν ενημέρωσης, τους τρόπους με τους οποίους θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα προσωπικά δεδομένα που θα αποθηκευτούν στον ΠΦΥ τους.

Ο νόμος *Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)* υποχρεώνει τις οντότητες που καλύπτονται από αυτόν να ενημερώνουν τους πολίτες σχετικά με τις πρακτικές προστασίας ιδιωτικότητας που ακολουθούν [280]. Ωστόσο, δεν καλύπτονται όλοι οι κατασκευαστές συστημάτων ΠΦΥ από τον HIPAA. Μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστή καμιά διάταξη που να υποχρεώνει τους κατασκευαστές ΠΦΥ που δεν καλύπτονται από τον HIPAA να ενημερώνουν τους πολίτες σχετικά με τους όρους και τις προϋποθέσεις που διέπουν τη χρήση των προσωπικών δεδομένων των ασθενών προκειμένου να διαπιστωθεί η διασφάλιση της ιδιωτικότητας αυτών [274].

Με βάση τα παραπάνω, ένα πλαίσιο ασφάλειας που συνάδει με τις διατάξεις για την προστασία των προσωπικών ευαίσθητων δεδομένων όπως ορίζονται από τον HIPAA δεν είναι απαραίτητα το πιο κατάλληλο για τη διασφάλιση της ιδιωτικότητας στα συστήματα ΠΦΥ. Παρόλα αυτά πιστεύεται πως τα μέτρα διασφάλισης της ιδιωτικότητας που πρέπει να εφαρμόζονται σε όλα ανεξαιρέτως τα συστήματα ΠΦΥ θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίδια με αυτά που καθορίζονται από τον HIPAA [274]. Επιπλέον, καθοριστικής σημασίας για τους κατασκευαστές των συστημάτων ΠΦΥ είναι η διάθεση στους πολίτες με ξεκάθαρο, εύληπτο και άμεσο τρόπο των διατάξεών τους που αφορούν στις πολιτικές και πρακτικές διασφάλισης της ιδιωτικότητας, καθώς και η μετάφραση των διατάξεων αυτών σε άλλες γλώσσες [274].

1.3.4.2 Ασφάλεια (Security)

Η ασφάλεια είναι ένα ζωτικής σημασίας συστατικό για κάθε σύστημα ΠΦΥ, ειδικά όταν αυτό είναι προσβάσιμο μέσω του διαδικτύου. Ως εκ τούτου, κατάλληλα μέτρα ασφαλείας πρέπει να ληφθούν προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ένας μη εξουσιοδοτημένος χρήστης να αποκτήσει δικαιώματα πρόσβασης στις πληροφορίες ενός ατόμου, οι οποίες είναι αποθηκευμένες σε ένα ΠΦΥ. Με βάση σχετική μελέτη της NCVHS, η ευρεία υιοθέτηση των ΠΦΥ θα επιτευχθεί μόνον όταν οι πολίτες πειστούν πως υπάρχουν επαρκή μέτρα ασφαλείας για την διαφύλαξη της ιδιωτικότητας των δεδομένων τους [81,274]. Για το σκοπό αυτό, όπως αναφέρεται στην έρευνα, θα πρέπει να παρασχεθεί στους πολίτες η δυνατότητα ελέγχου πρόσβασης στα προσωπικά τους δεδομένα και, επιπλέον, η δυνατότητα ελέγχου (audit) των ατόμων που έχουν προσπελάσει τα δεδομένα αυτά [81,274]. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, υπάρχουν τρεις κατηγορίες ΠΦΥ, εκ των οποίων οι αυτόνομοι (π.χ. βασισμένοι σε έξυπνες κάρτες, οδηγούς USB) είναι στον απόλυτο έλεγχο του ατόμου. Ωστόσο, η πλειονότητα των ΠΦΥ που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι διαδικτυακοί, όπως για παράδειγμα αυτοί που προσφέρονται από τους παρόχους υπηρεσιών υγείας και τους φορείς ασφάλισης υγείας. Για το λόγο αυτό, νέες τεχνικές προσεγγίσεις ενδέχεται να χρειαστούν προκειμένου να προωθηθεί και να επιτευχθεί ο προσωπικός έλεγχος σε ό,τι αφορά τη δημιουργία, τη διαχείριση και την ανταλλαγή των προσωπικών ιατρικών δεδομένων που περιέχονται στους ΠΦΥ. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο κανόνας ασφαλείας HIPAA έχει περιορισμένη εφαρμογή στα συστήματα ΠΦΥ. Ωστόσο, υπάρχει μια παρατήρηση μέσα σε αυτόν που έχει ισχύ και για τους ΠΦΥ και δηλώνει πως οι συγκεκριμένες απαιτήσεις ασφαλείας αυτών θα διαφοροποιούνται με την πάροδο του χρόνου ανάλογα με τις απειλές, τις διαθέσιμες τεχνολογίες ασφαλείας και τις απαιτήσεις που προσιδιάζουν σε συγκεκριμένο είδος ΠΦΥ.

Ένας πάροχος υπηρεσιών υγείας μπορεί να ελέγχει την πρόσβαση των ιατρών και των υπαλλήλων του στα δεδομένα κάθε ασθενούς που έχουν αποθηκευτεί σε ένα ΗΦΥ. Στην περίπτωση του διαδικτυακού ΠΦΥ όμως, μια πλειάδα ατόμων, όπως μέλη της οικογένειας και φροντιστές ασθενών, ενδέχεται να προσπελάσουν τα ιατρικά δεδομένα και να προσθέσουν καινούρια. Σε αυτό το πλαίσιο, η διασφάλιση της αυθεντικοποίησης και του ελέγχου πρόσβασης αποτελεί μείζονα πρόκληση.

Ακόμη, ενώ οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα πλήθος προηγμένων τεχνολογιών για να υλοποιήσουν ασφαλείς ΗΦΥ, υπάρχει αμφιβολία σχετικά με το αν οι πολίτες είναι διατεθειμένοι να δεχτούν το βάρος και το κόστος που σχετίζεται με τη χρήση αυτών των τεχνολογιών ασφάλειας. Συνεπώς, η ευρεία υιοθέτηση τέτοιων τεχνολογιών για τα συστήματα ΠΦΥ θα είναι προβληματική και η ασφάλεια των συστημάτων θα περιοριστεί πιθανότατα σε τεχνολογίες που είναι γενικά διαθέσιμες για τα λειτουργικά συστήματα των προσωπικών υπολογιστών. Επιπλέον πολυπλοκότητα προστίθεται από τις πολλαπλές πηγές από τις οποίες προέρχονται τα δεδομένα των ατόμων, συμπεριλαμβανομένων των ΗΦΥ των παρόχων υπηρεσιών υγείας και των εξωτερικών συστημάτων των εργαστηρίων τα οποία παρέχουν αποτελέσματα εξετάσεων. Η αυθεντικοποίηση της κάθε πηγής δεδομένων και του περιεχομένου που αυτή παρέχει στον ΠΦΥ μπορεί να διασφαλίσει πως αυτά δε θα μεταβληθούν στη συνέχεια (δηλαδή δεν θα μπορούν να αναιρεθούν – non-repudiation) και ως εκ τούτου αποτελεί κομμάτι της πρόκλησης.

Σύμφωνα με πρόταση της NCVHS, το πλαίσιο ασφάλειας που ενσωματώνεται σε κάθε σύστημα ΠΦΥ θα πρέπει βασίζεται σε ένα σύνολο αρχών με βάση τις οποίες όλα τα συστήματα ΠΦΥ θα πρέπει [274]:

- ♦ να παρέχουν στους πολίτες τους όρους και τις προϋποθέσεις χρήσης των δεδομένων
- ♦ να παρέχουν λειτουργικότητα που να επιτρέπει στον πολίτη να ελέγχει ποιος προσπέλασε τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στον ΠΦΥ του
- ♦ να βασίζονται σε βιομηχανικού πρότυπου (industry standard) σχήματα ασφάλειας και αυθεντικοποίησης. Αυτό δεν πρέπει να εμποδίζει τους κατασκευαστές από το να λαμβάνουν πρόσθετα μέτρα προστασίας κατόπιν αιτήματος από τον πελάτη. Κατά την υιοθέτηση επιπρόσθετων τεχνολογιών ασφάλειας θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν η φορητότητα, η δυνατότητα υποστήριξης και το κόστος αυτών των λύσεων
- ♦ να περιλαμβάνουν λειτουργικότητα, η οποία θα επιτρέπει στον πολίτη να ελέγχει ποιος έχει δικαιώματα πρόσβασης στα δεδομένα που περιλαμβάνονται στον ΠΦΥ του. Αυτό σημαίνει πως ο πολίτης θα έχει τη δυνατότητα να περιορίζει την πρόσβαση σε συγκεκριμένα υποσύνολα δεδομένων του ΠΦΥ
- ♦ να ενσωματώνουν μηχανισμούς ασφάλειας οι οποίοι θα συνάδουν με τον κανόνα ασφάλειας HIPAA.

1.3.5 Συστήματα ΠΦΥ

Σήμερα η αγορά αριθμεί περισσότερους από 200 εταιρίες οι οποίες ασχολούνται με την υλοποίηση συστημάτων ΠΦΥ. Τα προϊόντα που παρέχονται από αυτές τις εταιρίες διαφέρουν σημαντικά τόσο ως προς τη φιλοσοφία τους όσο και ως προς τις λειτουργίες είναι ενσωματωμένες σε αυτά. Στην ενότητα αυτή αναφερόμαστε στις κυριότερες υλοποιήσεις συστημάτων για κάθε τύπο ΠΦΥ που αναφέρθηκε στην ενότητα 1.2.1.1. Η επιλογή των συστημάτων αυτών πραγματοποιήθηκε με κριτήρια τις δυνατότητες που προσφέρουν και το πλήθος των χρηστών που μπορούν να υποστηρίξουν.

1.3.5.1 Αυτόνομοι ΠΦΥ (Stand-alone PHRs)

Οι κατασκευαστές συστημάτων ΠΦΥ παρέχουν ένα σύνολο από μεθόδους για την αποθήκευση δεδομένων με τρόπο που να τα καθιστά προσβάσιμα οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Οι μέθοδοι αυτές ποικίλουν από τη χρήση κάποιας συσκευής αποθήκευσης στερεάς κατάστασης (όπως οι μνήμες με πρωτόκολλο επικοινωνίας USB) μέχρι κατάλληλες διαδικτυακές πύλες [273,274,282,283]. Σήμερα η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι οι διαδικτυακές πύλες γιατί συνδυάζουν άμεση και αξιόπιστη πρόσβαση σε δεδομένα από οποιαδήποτε τοποθεσία και εύκολη διαχείριση των δεδομένων αυτών. Μεταξύ των πρωτοπόρων στην κατασκευή αυτόνομων συστημάτων ΠΦΥ συγκαταλέγονται οι WebMD, RevolutionHealth, ICW LifeSensor και NoMoreClipboard [294].

- ♦ **WebMD and RevolutionHealth** - Οι WebMD και RevolutionHealth έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά τα οποία παρέχουν στους ασθενείς τη δυνατότητα να δημιουργούν προφίλ ανάλογα με το ιατρικό ιστορικό τους. Στη συνέχεια, έχουν τη δυνατότητα να κοινοποιήσουν αυτά τα προφίλ σε ιατρούς ή να τα κρατήσουν ιδιωτικά. Αμφότερες οι υπηρεσίες διαθέτουν ένα πλήθος εργαλείων που στόχο έχουν να καταστήσουν τους ασθενείς κοινωνούς της διαχείρισης της υγείας τους. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων, κοινωνικής δικτύωσης και διαχείρισης ασθένειας/υγείας. Παρόλα αυτά κανένα από τα δύο λογισμικά δεν παρέχει λειτουργίες οικονομικής διαχείρισης και απευθείας διασύνδεση με συστήματα των παρόχων υπηρεσιών υγείας. Το κύριο χαρακτηριστικό του WebMD είναι η παροχή δυνατότητας παρακολούθησης της υγείας του ασθενούς μέσω της οποίας μπορεί να προσδιοριστεί ένα πλήθος παραγόντων κινδύνου που ενδέχεται να οδηγήσουν στην εκδήλωση κάποιας πάθησης. Το κύριο χαρακτηριστικό του RevolutionHealth είναι η δυνατότητα

δικτύωσης η οποία επιτρέπει στους χρήστες του να επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους με τρόπους ανάλογους των ιστότοπων κοινωνικής δικτύωσης όπως το Facebook.

- ♦ **ICW LifeSensor and NoMoreClipboard** - Τα συγκεκριμένα προϊόντα περιορίζονται στην παροχή κεντρικών αποθετηρίων δεδομένων όπου οι ασθενείς μπορούν να αποθηκεύουν τα ιατρικά τους δεδομένα. Οι εταιρίες που ανέπτυξαν τα προϊόντα αυτά εστίασαν την προσοχή τους σε βασικά στοιχεία του ΠΦΥ, δηλαδή στην ασφάλεια των δεδομένων και τη χρηστικότητα του συστήματος διεπαφής με το χρήστη.

Γενικά οι αυτόνομοι ΠΦΥ παρουσιάζουν σοβαρούς περιορισμούς συμπεριλαμβανομένου του γεγονότος ότι οι ίδιοι οι ασθενείς καλούνται να εισάγουν και να ανανεώνουν τα ιατρικά τους δεδομένα. Στον αντίποδα το κύριο πλεονέκτημα τους είναι η υποστήριξη του ασθενή κατά τη μετακίνηση του μεταξύ διαφορετικών συστημάτων υγείας. Στις περιπτώσεις ασθενών που δεν μετακινούνται μεταξύ διαφορετικών συστημάτων υγείας οι τα αυτόνομα συστήματα ΠΦΥ έχουν περιορισμένη αξία σε σχέση με αυτά όπου τα δεδομένα των ασθενών διατίθενται αυτόματα.

1.3.5.2 Συνδεδεμένοι ΠΦΥ (Tethered PHRs)

Στη συγκεκριμένη κατηγορία ΠΦΥ επικρατούν οι μεγάλοι κατασκευαστές λογισμικού οι οποίοι στο παρελθόν κυριαρχούσαν στους τομείς των ΗΙΦ/ΗΦΥ. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται η Eclipsys Sunrise, η Epic Systems MyChart, η Cerner Health Connections και η McKesson HorizonWP [294]. Τα προϊόντα των παραπάνω εταιριών παρουσιάζουν παρόμοιες δυνατότητες και προσφέρονται ως πρόσθετα στα υπάρχοντα συστήματα ΗΦΥ ή σε άλλα πληροφοριακά συστήματα υγείας. Οι συγκεκριμένες εφαρμογές παρέχουν στους ασθενείς πρόσβαση στα ιατρικά τους δεδομένα, αλλά συνάμα παρέχουν και εργαλεία που ενισχύουν την αλληλεπίδραση μεταξύ ασθενών και παρόχων υπηρεσιών υγείας (π.χ. υπηρεσίες ηλεκτρονικού χρονοπρογραμματισμού επισκέψεων/e-scheduling, ηλεκτρονικής επίσκεψης/e-visit και διαχείρισης φαρμακευτικών συνταγών) όπως επίσης και εργαλεία διαχείρισης ασθένειας/υγείας (μέσω πινάκων ελέγχου) και υπηρεσίες οικονομικής διαχείρισης. Τα συστήματα ΠΦΥ που εντάσσονται σε αυτή την κατηγορία παρέχουν περιορισμένες λειτουργίες υποστήριξης αποφάσεων και κοινωνικής δικτύωσης. Ωστόσο, οι περισσότερες από τις εταιρίες που ασχολούνται με συστήματα ΠΦΥ αυτής της κατηγορίας συνεργάζονται με υπηρεσίες όπως το GoogleHealth και το HealthVault της Microsoft προκειμένου να διευρύνουν το πλήθος των προσφερόμενων υπηρεσιών και να

αυξήσουν τη φορητότητα των ιατρικών δεδομένων των ασθενών και εκτός των συστημάτων συγκεκριμένων παρόχων υπηρεσιών υγείας. Πρόσφατα η εταιρία Telus απέκτησε μία εφαρμογή, την MYchart, η οποία αναπτύχθηκε σε ένα νοσοκομείο του Ontario και βρίσκεται ένα επίπεδο πάνω από τον ΗΙΦ. Η συγκεκριμένη εφαρμογή υποστηρίζει πρόσβαση των ασθενών στα ιατρικά τους δεδομένα, ανταλλαγή μηνυμάτων με τους παρόχους υπηρεσιών υγείας και τους ιατρούς και σε περιορισμένη έκταση λειτουργίες παρακολούθησης και διαχείρισης της υγείας. Παρόλα αυτά η συγκεκριμένη εφαρμογή έχει περιορισμένες δυνατότητες επεκτασιμότητας και αλληλεπίδρασης με πολλαπλά συστήματα.

Η σύνδεση ενός ΠΦΥ με το πληροφοριακό σύστημα ενός παρόχου υπηρεσιών υγείας καθιστά δυνατή την πρόσβαση των ασθενών σε εργαλεία διαχείρισης της υγείας τους όπως επίσης και την αυτόματη ενημέρωση και κοινοποίηση του ΠΦΥ τους στο πληροφοριακό σύστημα υγείας του παρόχου. Για το λόγο αυτό ένα συνδεδεμένο σύστημα είναι πιο λειτουργικό από ένα αυτόνομο, χωρίς ωστόσο να παρέχει τον πλήρη κατάλογο υπηρεσιών που παρέχονται από ένα διασυνδεδεμένο σύστημα ΠΦΥ.

1.3.5.3 Διασυνδεδεμένοι ΠΦΥ (Interconnected PHRs)

Το βασικό πλεονέκτημα των διασυνδεδεμένων συστημάτων ΠΦΥ είναι η ανοιχτή αρχιτεκτονική τους, η οποία επιτρέπει στους προγραμματιστές εφαρμογών να τα παραμετροποιήσουν και να τα μεταβάλλουν κατά το δοκούν. Η αγορά των διασυνδεδεμένων ΠΦΥ χαρακτηρίζεται ως μια αγορά εν τω γεννάσθαι. Τα κυριότερα διασυνδεδεμένα συστήματα ΠΦΥ που έχουν αναπτυχθεί μέχρι στιγμής είναι τα Google Health, Dossia, Microsoft Health Vault και Telus HealthSpace [273,294].

- ♦ Το σύστημα **Dossia** δημιουργήθηκε από μία σύμπραξη εργοδοτών οι οποίοι επιθυμούσαν την ύπαρξη ενός λογισμικού ανοιχτού κώδικα μέσω του οποίου οι εργαζόμενοί τους θα διαχειρίζονταν τα θέματα υγείας τους. Το Dossia επιτρέπει σε συνεργαζόμενα συστήματα όπως και σε ασθενείς να μοιράζονται ιατρικές πληροφορίες και παρέχει απλά εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού. Η χρήση των εργαλείων αυτών επιτρέπει την ολοκλήρωση του Dossia με άλλα συστήματα καθώς και την προσθήκη νέων λειτουργιών σε αυτό. Τα κυριότερα εργαλεία που παρέχονται από το Dossia είναι ένα εργαλείο για την προβολή και την επεξεργασία ιατρικών πληροφοριών όπως επίσης και ένα σύνολο εργαλείων για τη διαχείριση ασθενειών/υγείας. Τα ήδη υπάρχοντα

πληροφοριακά συστήματα υγείας μπορούν να χρησιμοποιήσουν το Dossia για την αποθήκευση των ιατρικών δεδομένων των ασθενών. Για κάθε ασθενή, το σύνολο των δεδομένων αυτών συνιστά τον ΠΦΥ του και ανακτάται από τις βάσεις δεδομένων των πληροφοριακών συστημάτων. Για την ενσωμάτωση επιπλέον λειτουργιών στο σύστημα ΠΦΥ όπως εργαλείων κοινωνικής δικτύωσης και εργαλείων για τη βελτίωση της αλληλεπίδρασης των ασθενών με τους παρόχους υπηρεσιών υγείας, ένα σύστημα υγείας θα πρέπει είτε να αναπτύξει εσωτερικά το απαραίτητο λογισμικό είτε να απευθυνθεί για το σκοπό αυτό σε κάποια εταιρία ανάπτυξης λογισμικού.

- ♦ Το **Google Health** προσφέρει μία πιο περιεκτική λύση σε σχέση με το Dossia. Όπως το Dossia, παρέχει ένα αποθετήριο για την αποθήκευση των δεδομένων των ασθενών και ένα περιβάλλον ανάπτυξης που επιτρέπει την ενσωμάτωση σε αυτό εξωτερικών εργαλείων. Πέραν αυτών παρέχει στους ασθενείς υπηρεσίες υποστήριξης αποφάσεων μέσω μίας εξειδικευμένης μηχανής αναζήτησης. Η Google έχει δηλώσει πως θα συνεχίσει να αναπτύσσει εφαρμογές για το Google Health είτε μόνη της είτε σε συνεργασία με άλλες εταιρίες ανάπτυξης λογισμικού.
- ♦ Η εφαρμογή **Microsoft HealthVault** συνδυάζει στοιχεία από το Dossia και το Google Health. Όπως το Dossia, έχει ένα περιορισμένων δυνατοτήτων σύστημα διεπαφής με το χρήστη και επαφίεται σε διάφορους προγραμματιστές και εταιρίες ανάπτυξης λογισμικού να προσθέσουν επιπλέον δυνατότητες και εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων παρόμοια με αυτά που διαθέτει το Google Health (π.χ. εξειδικευμένη αναζήτηση). Η Microsoft εστίασε στην ανάπτυξη συνεργασιών με εταιρίες ανάπτυξης εργαλείων και συστημάτων για να δομήσει ένα σύνολο διαθέσιμων λειτουργιών το οποίο τελικά είναι μεγαλύτερο από αυτό που διατίθεται στο Google Health. Η ίδια εταιρία έχει επίσης αναπτύξει συνεργασίες με εταιρίες ανάπτυξης ιατρικών συσκευών μέτρησης με σκοπό την κατασκευή συσκευών οι οποίες θα ενημερώνουν αυτόματα τον ΠΦΥ του ασθενή με τις τελευταίες μετρήσεις. Μεταξύ των συνεργατών συγκαταλέγονται η Bayer, η LifeScan και η Home Diagnostic με συσκευές μέτρησης σακχάρου, η A&D με ζυγαριές και πιεσόμετρα, και η Nonin με οξύμετρα που προσαρμόζονται στο δαίκτη του χεριού. Επίσης η Microsoft έχει δηλώσει ότι δεν θα αναπτύξει εφαρμογές για το HealthVault αλλά αυτές όπως επίσης και επιπλέον εργαλεία θα αναπτυχθούν από συνεργάτες της.
- ♦ **Telus HealthSpace** - Το Μάιο του 2009, η Telus ανακοίνωσε την είσοδο της στο χώρο των διασυνδεδεμένων ΠΦΥ με το HealthSpace. Όπως ήδη έχει αναφερθεί στα προηγούμενα το HealthSpace είναι ουσιαστικά το HealthVault, με τη διαφορά ότι τα

δεδομένα αποθηκεύονται στον Καναδά και όχι στις ΗΠΑ γεγονός το οποίο όπως ήδη αναλύθηκε ερχόταν σε αντίθεση με τη νομοθεσία του Καναδά. Σε αντίθεση με άλλες εταιρίες στο χώρο των διασυνδεδεμένων ΠΦΥ που διαθέτουν το λογισμικό τους χωρίς χρέωση, η Telus χρεώνει τα συστήματα υγείας για να παραχωρήσει άδειες χρήσης και ανάπτυξης πάνω στο HealthSpace.

1.3.6 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί συστημάτων ΠΦΥ

Οι ΠΦΥ διανύουν μία φάση έντονης ανάπτυξης, προτυποποίησης και ενσωμάτωσης στη γενική αρχιτεκτονική των συστημάτων υγείας γεγονός το οποίο καθιστά δυσχερή την αποτίμηση των οφελών που απορρέουν από τη χρήση τους για την υποστήριξη των διαφόρων διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας. Ωστόσο, υπάρχει ιδιαίτερος σκεπτικισμός σχετικά με την προστιθέμενη αξία που μπορούν να προσφέρουν στην αποτελεσματικότητα και την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας. Σε μία από τις ελάχιστες ποσοτικές αναλύσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με την προστιθέμενη αξία των ΠΦΥ [281] αναφέρεται ότι ένα σύστημα ΠΦΥ συμβάλει στη διαδικασία παροχής υπηρεσιών υγείας μέσω των δυνατοτήτων που συνοψίζονται στον Πίνακα 1-4.

Πίνακας 1-4. Συμβολή ΠΦΥ

Δυνατότητες υπηρεσιών υγείας που ενισχύονται από την ύπαρξη ΠΦΥ
Παρακολούθηση ασθενών με καρδιαγγειακές παθήσεις
Ηλεκτρονικές επισκέψεις
Ηλεκτρονική ανανέωση συνταγών
Ηλεκτρονικός χρονοπρογραμματισμός επισκέψεων ασθενών
Διαχείριση προγραμμάτων διακοπής καπνίσματος
Διάθεση και διαχείριση ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων προς συμπλήρωση πριν την επίσκεψη στον ιατρό

Με βάση την παραπάνω μελέτη η οποία διενεργήθηκε στις ΗΠΑ από το Center for Information Technology Leadership [281], η χρήση των ανωτέρω δυνατοτήτων καθιστά δυνατή τη μείωση των ετήσιων δαπανών υγείας κατά περίπου 60 δολάρια ανά πολίτη [82]. Ωστόσο, στην ίδια μελέτη σημειώνεται ότι η επίτευξη του στόχου αυτού προϋποθέτει την ύπαρξη ενός συστήματος ΠΦΥ μεγάλης κλίμακας ενσωματωμένου στην εκάστοτε εθνική

δικτυακή υποδομή. Τέλος, είναι ξεκάθαρο ότι οι ΠΦΥ θα συντελέσουν στη μετατόπιση της διαχείρισης της υγείας στους ίδιους τους ασθενείς. Αυτό με τη σειρά του θα ωφελήσει αμφότερους τους ασθενείς και τους παρόχους υπηρεσιών υγείας.

Πίνακας 1-5. Κατηγοριοποίηση οφελών από τη χρήση ΠΦΥ για τα συστήματα υγείας

Οφέλη από τη χρήση ΠΦΥ	
Ασθενείς	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Πρόσβαση σε υπηρεσίες ενημέρωσης και παροχής φροντίδας υγείας ♦ Πραγματοποίηση ελέγχων στους ασθενείς ♦ Εμπλοκή ασθενούς στη διαχείριση της υγείας του ♦ Αναβάθμιση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας
Σύστημα Υγείας	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Παροχή λεπτομερών δεδομένων ασθενών στους ιατρούς ♦ Βελτιστοποίηση διαχειριστικών διαδικασιών ♦ Ευθυγράμμιση της έντασης φροντίδας με τις ανάγκες των ασθενών ♦ Αύξηση ερευνητικών συνιστωσών και δραστηριοτήτων ♦ Βελτίωση της δημόσιας υγείας και μείωση των δαπανών υγείας

1.3.6.1 Οφέλη για τους ασθενείς

Οι ΠΦΥ αποφέρουν σημαντικά οφέλη στους ασθενείς μέσω των τεσσάρων τρόπων οι οποίοι συνοψίζονται στον Πίνακα 1-5 και αναλύονται στις ακόλουθες ενότητες.

I. Πρόσβαση σε υπηρεσίες ενημέρωσης και παροχής φροντίδας υγείας

Η αύξηση της προσβασιμότητας συνίσταται στην ύπαρξη ενός συνόλου εργαλείων των ΠΦΥ τα οποία προωθούν την πρόσβαση των ασθενών τόσο σε υπηρεσίες ενημέρωσης όσο και σε υπηρεσίες παροχής φροντίδας υγείας. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται τα ακόλουθα [294]:

- ♦ **Ιατρικό ιστορικό:** Η παροχή πρόσβασης στα στοιχεία του ιατρικού τους φακέλου βοηθά τους πολίτες να αναπτύξουν μία καλύτερη αντίληψη για την κατάσταση της υγείας τους και να τους ωθεί να αναπτύξουν καλύτερα σχέδια υγείας για το μέλλον.
- ♦ **Πηγές ενημέρωσης:** Οι ΠΦΥ μπορούν να παρέχουν αυτόματα στους ασθενείς πληροφορίες σχετικά με τις ασθένειες που τους αφορούν και τις μεθόδους αντιμετώπισης των ασθενειών αυτών. Ο προσδιορισμός των σχετικών πληροφοριών πραγματοποιείται με βάση το ιστορικό του ασθενούς. Για παράδειγμα, ένας ασθενής με

διαβήτη όταν εισέλθει στο σύστημα ΠΦΥ θα αποκτήσει πρόσβαση σε κάποιους συνδέσμους που οδηγούν στην πιο πρόσφατη βιβλιογραφία για τον διαβήτη. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να ενημερωθεί για τις νέες μεθόδους ελέγχου και αντιμετώπισης του διαβήτη.

- ♦ **Αλληλεπίδραση με το φορέα παροχής υπηρεσιών υγείας και κοινωνική δικτύωση:** Οι ασθενείς μπορούν να αλληλεπιδρούν εξ αποστάσεως με τους παρόχους υπηρεσιών υγείας χωρίς να επισκέπτονται νοσοκομεία ή κέντρα υγείας μέσω διαδραστικών μέσων συνομιλίας, ηλεκτρονικής αλληλογραφίας και ηλεκτρονικών επισκέψεων.

II. Πραγματοποίηση ελέγχων στους ασθενείς

Οι περισσότεροι ΠΦΥ παρέχουν πίνακες ελέγχου υγείας οι οποίοι επιτρέπουν στους ασθενείς να εποπτεύουν την υγεία τους. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να προστατευτούν από συγκεκριμένες ασθένειες [294]. Για παράδειγμα, άτομα που χρησιμοποίησαν ένα σύστημα παρακολούθησης της υγείας τους, το οποίο βασίζονταν σε εβδομαδιαίες υπενθυμίσεις μέσω μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σχετικά με στόχους που είχαν τεθεί για τη σωματική τους άσκηση, αύξησαν την σωματική τους άσκηση κατά 55 λεπτά εβδομαδιαίως και μείωσαν τις καθιστικές περιόδους κατά 2 ώρες ανά εβδομάδα [83]. Τα συστήματα αυτά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να επεκτείνουν την εμβέλεια διάχυσης πρωτοβουλιών υγείας, για παράδειγμα μέσω ανακοινώσεων σχετικά με τη δημόσια υγεία και παροχές και γενική ενημέρωση πολιτών για θέματα υγείας.

III. Εμπλοκή ασθενούς στη διαχείριση της υγείας του

Οι πηγές αναφορών που περιέχονται σε διάφορες υλοποιήσεις ΠΦΥ (π.χ. αξιολογήσεις νοσοκομείων και ιατρών) συμβάλλουν σημαντικά στην ενημέρωση του ασθενή ο οποίος στη συνέχεια δύναται να πάρει μια πιο συνειδητοποιημένη απόφαση για οποιοδήποτε θέμα αφορά την υγεία του [294]. Επιπρόσθετα, οι ΠΦΥ δύνανται να παρέχουν πληροφόρηση για τις πιο αποτελεσματικές και αποδοτικές θεραπείες όπως (π.χ. πρόσφατες δημοσιεύσεις σχετικά με τις εναλλακτικές θεραπείες).

IV. Αναβάθμιση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας

Τα συστήματα ΠΦΥ μπορούν να αναβαθμίσουν την ποιότητα της παρεχόμενης φροντίδας μέσω ενός πλήθους τρόπων. Κατ' αρχήν παρέχουν ένα βασικό εργαλείο μέσω του οποίου οι ασθενείς δύνανται να εισάγουν μεγαλύτερο πλήθος πληροφοριών προκειμένου να λάβουν στοχευμένα και εξατομικευμένα σχέδια υγείας. Επίσης, επιβεβαιώνοντας ότι τα δεδομένα τους είναι πλήρη και ακριβή, οι ασθενείς μπορούν [294]:

- ♦ να μειώσουν την πιθανότητα ανεπιθύμητων αλληλεπιδράσεων μεταξύ φαρμάκων οι οποίες θα τους ανάγκαζαν να αναζητήσουν επιπλέον ιατρική φροντίδα
- ♦ να οδηγήσουν στην αποφυγή εργαστηριακών ελέγχων που έχουν ήδη πραγματοποιηθεί. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η καθυστέρηση έναρξη της κατάλληλης θεραπευτικής αγωγής.

Χαρακτηριστικά η εξέταση ενός πλήθους συστημάτων υγείας [84] έδειξε ότι το περισσότερες από το 14% των εξετάσεων που πραγματοποιήθηκαν σε ασθενείς ήταν περιττές. Συγκεκριμένες εκτιμήσεις αναφέρουν ότι είναι δυνατή η μείωση των περιττών εξετάσεων κατά ποσοστό 35%-85% το οποίο αυτόματα θα οδηγήσει σε μείωση του συνολικού πλήθους των εξετάσεων που πραγματοποιούνται κατά 2.1%-9.3%. Πρέπει να σημειωθεί ωστόσο ότι σε ένα σύστημα υγείας όπου το σύνολο των ασθενών λαμβάνει φροντίδα εντός του ίδιου συστήματος ένα αποδοτικό σύστημα ΠΦΥ θα ήταν δυνατό να πετύχει παρόμοια οφέλη για τους ασθενείς και μείωση στα κόστη.

1.3.6.2 Οφέλη για το σύστημα υγείας

Τα οφέλη από τη χρήση ΠΦΥ για τα συστήματα υγείας και γενικά για τους παρόχους υπηρεσιών υγείας μπορούν να ομαδοποιηθούν στις πέντε κατηγορίες που συνοψίζονται στον Πίνακα 1-5 και αναλύονται στις ακόλουθες ενότητες [294].

I. Παροχή λεπτομερών δεδομένων ασθενών στους ιατρούς

Οι ΠΦΥ επιτρέπουν στους ασθενείς να παρέχουν πληροφορίες πλέον αυτών που υπάρχουν στους ΗΙΦ/ΗΦΥ [294]. Χαρακτηριστικά ένας ασθενής μπορεί να παρέχει πληροφορίες που αφορούν τις διατροφικές του συνήθειες και το πρόγραμμα σωματικής άσκησης που ακολουθεί, να δημιουργεί διαγράμματα με το οικογενειακό ιστορικό ασθενειών αποκαλύπτοντας πιθανή κληρονομική προδιάθεση και, σε περίπτωση που αυτό δεν

πραγματοποιείται αυτόματα, να εισάγει δεδομένα από συσκευές μέτρησης αρτηριακής πίεσης, θερμομέτρα κλπ. Αυτό το πλήρες σύνολο δεδομένων επιτρέπει στους ιατρούς να σχεδιάσουν εξατομικευμένες θεραπείες για τους ασθενείς τους και προβούν σε έγκαιρη διάγνωση παθήσεων [294]. Επίσης οι ΠΦΥ ενδέχεται να επιτρέπουν στους ασθενείς την εισαγωγή δεδομένων από άλλα συστήματα υγείας και τη συμπλήρωση πληροφοριών που λείπουν από το ιστορικό τους [294]. Η λειτουργία αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην περίπτωση των μεταναστών, των οποίων τα δεδομένα είναι διάσπαρτα σε διαφορετικά συστήματα υγείας.

II. Βελτιστοποίηση διαχειριστικών διαδικασιών

Στα σύγχρονα συστήματα ΠΦΥ οι κυριότερες διαχειριστικές βελτιώσεις σχετίζονται με τον χρονοπρογραμματισμό επισκέψεων, η συμπλήρωση ερωτηματολογίων πριν την επίσκεψη στον ιατρό και η αυτοματοποίηση των ανανεώσεων φαρμακευτικών συνταγών [294]. Η διάθεση διαδικτυακών εργαλείων για το χρονοπρογραμματισμό επισκέψεων μπορεί να μειώσει κατά 80% το χρόνο που απαιτείται για τον προγραμματισμό μιας ιατρικής επίσκεψης τηλεφωνικά, δηλαδή από ένα μέσο χρόνο 2.7 λεπτών σε 30 δευτερόλεπτα [84]. Επιπλέον οι ΠΦΥ μπορούν να μειώσουν κατά 70% το χρόνο επεξεργασίας των ερωτηματολογίων, δηλαδή από 3.2 λεπτά ανά ασθενή σε 1 λεπτό [84]. Τέλος, η αυτοματοποίηση της ανανέωσης φαρμακευτικών συνταγών και των αντίστοιχων αιτημάτων από τους ασθενείς μπορεί να μειώσει περίπου κατά 75% το χρόνο που απαιτείται να αφιερώσουν οι επαγγελματίες υγείας (π.χ. νοσοκόμες και διοικητικοί υπάλληλοι), δηλαδή από 9.1 λεπτά σε 2.4 λεπτά ανά αίτημα [84].

III. Ευθυγράμμιση της έντασης φροντίδας με τις ανάγκες των ασθενών

Ένας από τους κυριότερους λόγους αύξησης του κόστους στα συστήματα υγείας είναι η άσκοπη χρήση των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης, δηλαδή η προσέλευση ασθενών στα τμήματα επειγόντων περιστατικών χωρίς αυτό να είναι πάντα απαραίτητο. Η παροχή κατάλληλων εργαλείων υποστήριξης αποφάσεων μπορεί να βοηθήσει τους ασθενείς, αποτρέποντάς τους από άσκοπες επισκέψεις σε ιατρούς και νοσοκομεία ενώ, στην περίπτωση που αυτό κρίνεται αναγκαίο, τους υποδεικνύει την καταλληλότερη μονάδα παροχής ιατρικής φροντίδας (π.χ. εξωτερικά ιατρεία) [273,294]. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται ο φόρτος εργασίας στα τμήματα επειγόντων περιστατικών. Συνεπώς, ο ΠΦΥ θα

αποτελέσει ένα πρόσθετο επίπεδο μέσω του οποίου πραγματοποιείται η διαλογή των περιστατικών.

Επιπρόσθετο κέρδος αναμένεται επίσης από την υλοποίηση ισότοπων δημόσιας συζήτησης (forum) και διαδικτυακών υπηρεσιών συνομιλίας με ιατρούς, ώστε να μπορούν να απαντηθούν ερωτήσεις που δεν απαιτούν την επίσκεψη στον ιατρό ή την κλήση σε γραμμές άμεσης επικοινωνίας [294]. Μια συντηρητική εκτίμηση αναφέρει ότι το 10% των εξωτερικών ασθενών οι οποίοι αυτή τη στιγμή πραγματοποιούν επαναλαμβανόμενες προγραμματισμένες συνεδρίες με τους ιατρούς θα μπορούσαν να τις πραγματοποιούν εξ αποστάσεως [294]. Η ύπαρξη συστημάτων ηλεκτρονικών επισκέψεων και τηλευγείας (telehealth) μπορεί να οδηγήσει στη δραστική μείωση του αριθμού άσκοπων των επισκέψεων. Σε ένα σύστημα ΠΦΥ, ο συνδυασμός των παραπάνω με συστήματα ενημέρωσης που πληροφορούν τους πολίτες σχετικά με το πότε χρειάζονται ιατρική φροντίδα μπορεί να μειώσει ακόμη παραπάνω τον αριθμό των επισκέψεων και να οδηγήσει σε μεγάλη μείωση του κόστους για το σύστημα υγείας [294].

Η πρόσφατη εμπειρία από τη γρίπη των χοίρων αποτελεί παράδειγμα ενδεικτικό του οφέλους που απορρέει από τη χρήση συστημάτων ΠΦΥ σε περιπτώσεις επιδημιών. Πράγματι η χρήση του ΠΦΥ μπορεί να μειώσει κατά πολύ το φόρτο εργασίας των διαφόρων κέντρων υγείας και των τηλεφωνικών γραμμών άμεσης επικοινωνίας, τα οποία σε τέτοιες περιπτώσεις κατακλύζονται από τηλεφωνήματα και επισκέψεις ασθενών οι οποίοι αναζητούν βασική πληροφόρηση ή έχουν προσβληθεί από τον ιό και χρήζουν άμεσης ιατρικής βοήθειας. Μέσω του ΠΦΥ καθίσταται εφικτή η έγκαιρη και έγκυρη ενημέρωση των ασθενών για το ξέσπασμα επιδημιών. Επιπλέον, μπορούν να διατεθούν εργαλεία για την αξιολόγηση της κατάστασης των ασθενών και την προτροπή για επίσκεψη στον ιατρό, αν αυτό κριθεί απαραίτητο.

IV. Αύξηση ερευνητικών συνιστωσών και δραστηριοτήτων

Οι ΠΦΥ αποτελούν ένα άριστο διαδικτυακό εργαλείο αλληλεπίδρασης των ερευνητών με τους ασθενείς. Πιο συγκεκριμένα, μέσω ενός ΠΦΥ, οι ερευνητές θα μπορούσαν να διεξάγουν στοχευμένες έρευνες σε συνεργασία με ασθενείς των οποίων τα χαρακτηριστικά ταιριάζουν στους σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνας [294]. Με τον τρόπο αυτό οι συγκεκριμένες έρευνες μπορούν να διενεργηθούν πιο εύκολα και αποτελεσματικά απ'ότι

αν πραγματοποιούνταν μέσω τηλεφωνικής επαφή με τον ασθενή ή μέσω e-mail [294]. Επίσης, θα μπορούσε να μειωθεί ο φόρτος εργασίας ιατρών αλλά και νοσηλευτών οι οποίοι πλέον δεν θα χρειάζεται να πραγματοποιούν τις ερωτήσεις της έρευνας κατά την επίσκεψη των ασθενών. Ταυτόχρονα η συγκεκριμένη λειτουργία των ΠΦΥ θα επιτρέψει στους ιατρούς να παρακολουθούν με απλό τρόπο κλινικές δοκιμές. Για παράδειγμα, οι ασθενείς θα μπορούν να συμπληρώνουν τις παρενέργειες των φαρμάκων που λαμβάνουν και οι ιατροί να παρακολουθούν την πορεία της αποθεραπείας τους.

V. Βελτίωση της δημόσιας υγείας και μείωση των δαπανών υγείας

Η ενεργός συμμετοχή των ασθενών στη διαχείριση της υγείας τους μπορεί να συντελέσει στη δραστική μείωση των δαπανών ενός συστήματος υγείας. Στο πλαίσιο αυτό [294]:

- ♦ Οι ασθενείς μπορούν να χρησιμοποιούν ένα πλήθος ενημερωτικών πηγών ώστε να είναι γνώστες των κινδύνων που διατρέχουν και να εκπαιδεύονται σε υγιεινές πρακτικές σχετικά με τη διατροφή τους, την άσκηση κλπ.
- ♦ Μπορεί να επιτευχθεί μεγαλύτερη συμμόρφωση των ασθενών με θεραπείες και προτάσεις για τον τρόπο ζωής τους. Μια πρόσφατη έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ένα σύστημα ηλεκτρονικών υπενθυμίσεων και εργαλείων παρακολούθησης της κατάστασης ενός ασθενή μπορεί να αυξήσει τη συμμόρφωση προς τις οδηγίες των ιατρών κατά ένα ποσοστό που πλησιάζει το 13% [85]. Η συμμόρφωση αυτή μπορεί να συμβάλει στην μείωση επαναληπτικών επισκέψεων στον ιατρό.
- ♦ Η επισκόπηση και η επιβεβαίωση από τους ίδιους τους ασθενείς των δεδομένων του ιατρικού τους φακέλου μπορεί να οδηγήσει στην αποφυγή πραγματοποίησης εξετάσεων οι οποίες έχουν ήδη πραγματοποιηθεί καθώς και στην αποφυγή ανεπιθύμητων παρενεργειών από φάρμακα.
- ♦ Δύναται να μειωθεί το ποσοστό επανεισαγωγής ασθενών στο νοσοκομείο μέσω εργαλείων διαχείρισης χρόνιων παθήσεων. Η χρήση του ΠΦΥ επιτρέπει στους ιατρούς την απομακρυσμένη παρακολούθηση των ασθενών τους και τη χορήγηση οδηγιών για τη φροντίδα στο σπίτι ενώ παράλληλα μπορεί να εντοπίσει έγκαιρα προβλήματα πριν ακόμη αυτά εξελιχθούν σε περιστατικά τα οποία απαιτούν υψηλές δαπάνες για την αντιμετώπισή τους. Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τεχνικές και τεχνολογίες απομακρυσμένης παρακολούθησης δείχνουν ότι μέσω αυτών μπορεί να

αποφευχθεί το 55% των επανεισαγωγών σε νοσοκομεία ασθενών οι οποίοι πάσχουν από χρόνιες καρδιοπάθειες [86,87].

1.3.7 Προβληματισμοί που απορρέουν από τη χρήση ΠΦΥ

Παρόλα τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν, τα συστήματα ΠΦΥ παρουσιάζουν και ένα σύνολο κινδύνων οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ενσωμάτωση τους στα συστήματα υγείας.

1.3.7.1 Ασφάλεια και ιδιωτικότητα

Η τάση που επικρατεί μεταξύ των πολιτών είναι να ιεραρχούν τους φόβους τους για την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα των προσωπικών ιατρικών τους δεδομένων υψηλότερα από τους φόβους που έχουν για άλλου είδους δεδομένα συμπεριλαμβανομένων και των οικονομικών [88]. Ως αποτέλεσμα οι ασθενείς αναμένεται να μην είναι δεκτικοί στη χρήση των ΠΦΥ εκτός και αν βεβαιωθούν πως έχουν ληφθεί επαρκή μέτρα για την προστασία των δεδομένων τους. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, οι βασικότερες προκλήσεις στην υλοποίηση των ΠΦΥ απορρέουν από την [294]:

- ♦ **Κεντρική αποθήκευση και πρόσβαση δεδομένων.** Οι διαχειριστές των συστημάτων ΠΦΥ πρέπει να διασφαλίσουν την προστασία των δεδομένων κατά τη μεταφορά, την αποθήκευση και την ανάκτησή τους από κεντρικά αποθετήρια. Ένα σύνολο από συμβάντα όπως αυτό που συνέβη στις ΗΠΑ το 2006 με την κλοπή ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή που περιείχε τους ιατρικούς φακέλους 26.5 εκατομμυρίων βετεράνων καταδεικνύει μια από τις αδυναμίες αυτής της προσέγγισης. Επιπλέον, η παροχή διαδικτυακής πρόσβασης στα δεδομένα ενισχύει τις πιθανότητες υποκλοπής τους. Ωστόσο, οι κίνδυνοι αυτοί μπορούν να περιοριστούν με τη χρήση σύγχρονων πρωτοκόλλων ασφάλειας όπως πιστοποιητικά και κρυπτογράφηση των δεδομένων, σε συνδυασμό με αυστηρές πολιτικές σχετικά με το ποιος έχει δικαίωμα πρόσβασης στα δεδομένα. Επίσης ένα πλήθος θεμάτων μπορεί να προκύψει από τις τοποθεσίες στις οποίες φυλάσσονται τα δεδομένα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας του Καναδά οι οποίοι διατηρούν τα αρχεία τους σε κεντρικά αποθετήρια δεδομένων στις ΗΠΑ. Αυτό προκαλεί πρόβλημα καθώς στις ΗΠΑ οι κυβερνητικές υπηρεσίες, με βάση της διατάξεις του U.S. PATRIOT Act, έχουν

δικαίωμα πρόσβασης στους ιατρικούς φακέλους για λόγους ασφάλειας. Ωστόσο, αυτό αντιτίθεται στις διατάξεις περί Ελευθερίας των Πληροφοριών και Προστασίας της Ιδιωτικότητας (Freedom of Information and Protection of Privacy Act), οι οποίες στην προκειμένη περίπτωση απαγορεύουν την τήρηση των καναδικών ιατρικών φακέλων στις ΗΠΑ. Το ζήτημα αυτό επιλύθηκε μέσω συμφωνίας της καναδικής εταιρίας TELUS με την Microsoft για τη χρήση του HealthVault με τα αποθετήρια να βρίσκονται εντός των συνόρων του Καναδά.

- ♦ **Δευτερεύουσες χρήσεις δεδομένων:** Σε πολλές περιπτώσεις, τα δεδομένα που αποθηκεύονται σε ένα σύστημα ΠΦΥ χρησιμοποιούνται για δευτερεύοντες σκοπούς όπως η παροχή στατιστικών στοιχείων στις φαρμακευτικές εταιρίες και η αποστολή στοχευμένων διαφημίσεων στους πολίτες. Οι προβληματισμοί που απορρέουν από το γεγονός αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν κατά την επιλογή του λογισμικού καθώς και κατά την ανάπτυξη του εκάστοτε συστήματος ΠΦΥ με χρήση του λογισμικού αυτού. Οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας θα πρέπει επίσης να λαμβάνουν υπόψιν τους τόσο τις τεχνικές όσο και τις συμβατικές λεπτομέρειες αναφορικά με τη χρήση του επιλεγμένου εργαλείου και να αναπτύσσουν αυστηρές και διαφανείς πολιτικές σχετικά με την πρόσβαση στα δεδομένα του ΠΦΥ προκειμένου να διασφαλίζεται η ιδιωτικότητα.

1.3.7.2 Δικαιώματα ασθενών για εγγραφή στο φάκελό τους

Μία πολύ ενδιαφέρουσα πρόκληση προκύπτει από το γεγονός ότι πολλά συστήματα ΠΦΥ επιτρέπουν την εισαγωγή δεδομένων από τους ίδιους τους ασθενείς. Παρότι οι ασθενείς είναι ιδιοκτήτες του ΠΦΥ τους, δε θα πρέπει να επιτρέπεται σε αυτούς η τροποποίηση συγκεκριμένων δεδομένων, όπως εργαστηριακά αποτελέσματα και ιστορικά φαρμακευτικών αγωγών που τους έχουν χορηγηθεί κατά το παρελθόν [294]. Αν παρασχεθεί αυτή η δυνατότητα στους ασθενείς, οι ΠΦΥ θα καταλήξουν να έχουν περιορισμένη αξία για τους ιατρούς αφού τα δεδομένα που θα περιέχουν ενδέχεται να μην είναι ακριβή. Για το λόγο αυτό, η συμβολή των ασθενών ως προς την ενημέρωση του ΠΦΥ τους θα πρέπει να περιορίζεται στην καταγραφή των συνηθειών και συμπτωμάτων τους προκειμένου να βοηθήσουν τους ιατρούς στο έργο τους [294]. Στη Γερμανία οι παραπάνω προβληματισμοί οδήγησαν στην αναβολή λειτουργίας ενός εθνικού συστήματος ΠΦΥ. Συγκεκριμένα, υπήρξε αδυναμία συμφωνίας σχετικά με τα τμήματα πληροφοριών τα οποία ο χρήστης θα έχει δικαίωμα να τροποποιεί. Από την άλλη πλευρά, δεν θεωρήθηκε ωφέλιμη η παροχή μια

στατικής διαδικτυακής πύλης μέσω της οποίας ο ασθενής δεν θα δύναται να παρέχει επιπλέον πληροφορίες στους ιατρούς. Ουσιαστικά, υπήρξε έντονος προβληματισμός σχετικά με την ακρίβεια των στοιχείων που θα καλούνται να εισάγουν οι ασθενείς δεδομένου ότι δεν υπάρχει μηχανισμός επιβεβαίωσης της εγκυρότητάς τους [294]. Συνεπώς, οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας θα πρέπει να έχουν επίγνωση των δυνατοτήτων των ασθενών αναφορικά με την εισαγωγή δεδομένων προκειμένου να επιλέξουν το καταλληλότερο πακέτο λογισμικού για την ανάπτυξη των συστημάτων ΠΦΥ.

1.3.7.3 Αποδοχή από τους ασθενείς

Όπως είναι προφανές, η συνεισφορά των ΠΦΥ θα είναι πολύ περιορισμένη χωρίς την ευρεία αποδοχή τους από τους ασθενείς. Για το λόγο αυτό είναι κρίσιμο να δοθεί στους ασθενείς την αίσθηση ότι ο ΠΦΥ είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τη διαχείριση της υγείας τους. Ωστόσο, είναι δύσκολο να πεισθούν οι ασθενείς ότι υπάρχουν σαφή πλεονεκτήματα από τη διαχείριση των ιατρικών τους δεδομένων [294]. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος για τον οποίο δεν έχουν τύχει ευρείας αποδοχής τα συστήματα ΠΦΥ που παρέχουν μόνο δυνατότητες προβολής των ιατρικών δεδομένων των ασθενών [294]. Τέλος, όπως έχει ήδη αναφερθεί και σε προηγούμενη ενότητα, η έλλειψη παιδείας από τους ασθενείς μεγεθύνει το πρόβλημα της ευρείας αποδοχής των ΠΦΥ από τους ασθενείς.

Παρόλους τους προβληματισμούς που έχουν αναφερθεί, τα συστήματα ΠΦΥ έχουν ακόμη σημαντικές πιθανότητες επιτυχίας. Η εμπειρία που έχει αποκτηθεί μέχρι σήμερα από την ύπαρξη και χρήση τέτοιων συστημάτων φανερώνει πως αν οι ΠΦΥ μπορέσουν να προσφέρουν ορισμένα ουσιαστικά οφέλη για τους ασθενείς η αποδοχή τους από αυτούς είναι βέβαιη. Για παράδειγμα, η επιτυχία που έχει γνωρίσει ο ιστότοπος του WebMD αποκαλύπτει την αυξημένη επιθυμία των ασθενών για πρόσβαση σε πηγές πληροφόρησης για θέματα σχετικά με την υγεία και συμμετοχή σε σχετικές κοινότητες. Ανάλογος επιτυχημένος ιστότοπος που έχει αναπτυχθεί για το Βρετανικό εθνικό σύστημα υγείας αφορά τον ηλεκτρονικό χρονοπρογραμματισμό επισκέψεων και χρησιμοποιείται πλέον σε περισσότερο από το 90% των ιατρείων πραγματοποιώντας πάνω 15 εκατομμύρια προγραμματισμούς επισκέψεων [294]. Τέλος, μεγάλης αποδοχής από τους ασθενείς τυγχάνουν πολλά συστήματα ανταλλαγής μηνυμάτων μεταξύ ασθενών και ιατρών. Για παράδειγμα, στο νοσοκομείο Kaiser Permanente [279] διεκπεραιώνονται περισσότερα από 600.000 μηνύματα ασθενών μηνιαίως μέσω του συστήματος ΠΦΥ αυτού [89]. Η αύξηση

των διαδραστικών δυνατοτήτων των ΠΦΥ θα σηματοδοτήσει μεγαλύτερη αξία για τους πολίτες με άμεση συνέπεια την αύξηση της αποδοχής τους από τους ασθενείς. Σημειώνεται στο σημείο αυτό ότι η διαδικτυακή πύλη που ενσωματώνει ένα μοντέλο ΠΦΥ τα οποία αναπτύχθηκαν από το ινστιτούτο Kaiser Permanente και ο οποίος διαθέτει ένα μεγάλο σύνολο δυνατοτήτων και προωθείται με μια ισχυρή διαφημιστική εκστρατεία έχει προσελκύσει πάνω από 3 εκατομμύρια από τους 8.6 εκατομμύρια χρήστες των συστημάτων της [294].

1.3.7.4 Αποδοχή από τους ιατρούς

Καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχία των ΠΦΥ αποτελεί η αποδοχή τους όχι μόνο από τους ασθενείς αλλά και από τους ιατρούς [294]. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να δοθούν απαντήσεις σε όλους τους προβληματισμούς των ιατρών. Θεωρώντας ότι οι ασθενείς μπορούν να εισάγουν δεδομένα στον ΠΦΥ τους, οι ιατροί θα πρέπει να πεισθούν για την ακρίβεια και την αξιοπιστία των δεδομένων αυτών. Μεταξύ των δεδομένων που μπορούν να εισάγονται από τους ασθενείς περιλαμβάνονται οι διατροφικές τους συνήθειες, οι συνήθειες της σωματικής τους άσκησης όπως επίσης και μετρήσεις της αρτηριακής τους πίεσης και των επιπέδων σακχάρου στο αίμα. Αν και τα δεδομένα αυτά καθεαυτά μπορούν να οδηγήσουν τους ιατρούς σε χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την κατάσταση της υγείας των ασθενών, είναι απαραίτητο να παρέχονται σε αυτούς κατάλληλα εργαλεία προκειμένου να επιταχυνθεί αυτή η διαδικασία μέσω κατάλληλης επεξεργασίας των δεδομένων και εντοπισμού των κρίσιμων πληροφοριών [294]. Μη παροχή τέτοιων εργαλείων στους ιατρούς θα οδηγήσει στην μη αποδοχή των ΠΦΥ από αυτούς δεδομένου ότι τα οφέλη που θα προκύπτουν από τη χρήση των ΠΦΥ θα είναι πολύ περιορισμένα.

Επιπλέον, στην περίπτωση των ιατρών, ενδέχεται να χρειαστούν πρόσθετα κίνητρα για την υιοθέτηση των ΠΦΥ [294]. Λειτουργίες όπως η ανταλλαγή μηνυμάτων με έναν ασθενή ενδέχεται να αυξήσουν το φόρτο εργασίας του ιατρού, ενώ θα οδηγήσουν σε μείωση των επισκέψεων των ασθενών στα ιατρεία με ταυτόχρονη μείωση στις αμοιβές των ιατρών. Ως εκ τούτου, ένα κίνητρο που θα πρέπει να παρασχεθεί στους ιατρούς προκειμένου να χρησιμοποιούν τέτοια εργαλεία είναι ο καθορισμός κάποιας αμοιβής [294]. Για παράδειγμα, στο Αυστριακό σύστημα υγείας, προκειμένου να αυξηθεί ο βαθμός αποδοχής των ΠΦΥ από τους ιατρούς, έχουν καθοριστεί για αυτούς αμοιβές οι οποίες αυξάνονται ανάλογα με το ποσοστό χρήσης των λειτουργιών που παρέχονται σε αυτούς μέσω της

διαδικτυακής πύλης του ΠΦΥ. Για καταβληθούν αυτές οι αμοιβές στους ιατρούς, οι τελευταίοι θα πρέπει να προσπελάσουν τον ΠΦΥ του ασθενούς μέσω της διαδικτυακής πύλης και να εισάγουν σε αυτόν τα δεδομένα που προκύπτουν από κάθε συνεδρία του με τον ασθενή. Ωστόσο, η αποδοχή των ΠΦΥ από τους ασθενείς αναμένεται να δώσει την απαραίτητη ώθηση για την υιοθέτηση τους και από τους ιατρούς μειώνοντας έτσι την ανάγκη για παροχή κινήτρων προς τους ιατρούς.

Οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας σε συνεργασία με τους ιατρούς θα πρέπει να αξιολογήσουν τα συστήματα ΠΦΥ που παρέχονται από τους διάφορους κατασκευαστές λογισμικού ώστε να εντοπίσουν αυτό το οποίο θα τους παρέχει με αναλυτικό αλλά αξιοποιήσιμο τρόπο τα δεδομένα που εισάγουν οι ασθενείς. Όταν πλέον υλοποιηθεί το σύστημα ΠΦΥ, οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας θα πρέπει να εκπαιδεύσουν τους ιατρούς στη χρήση των παρεχόμενων από το σύστημα λειτουργιών.

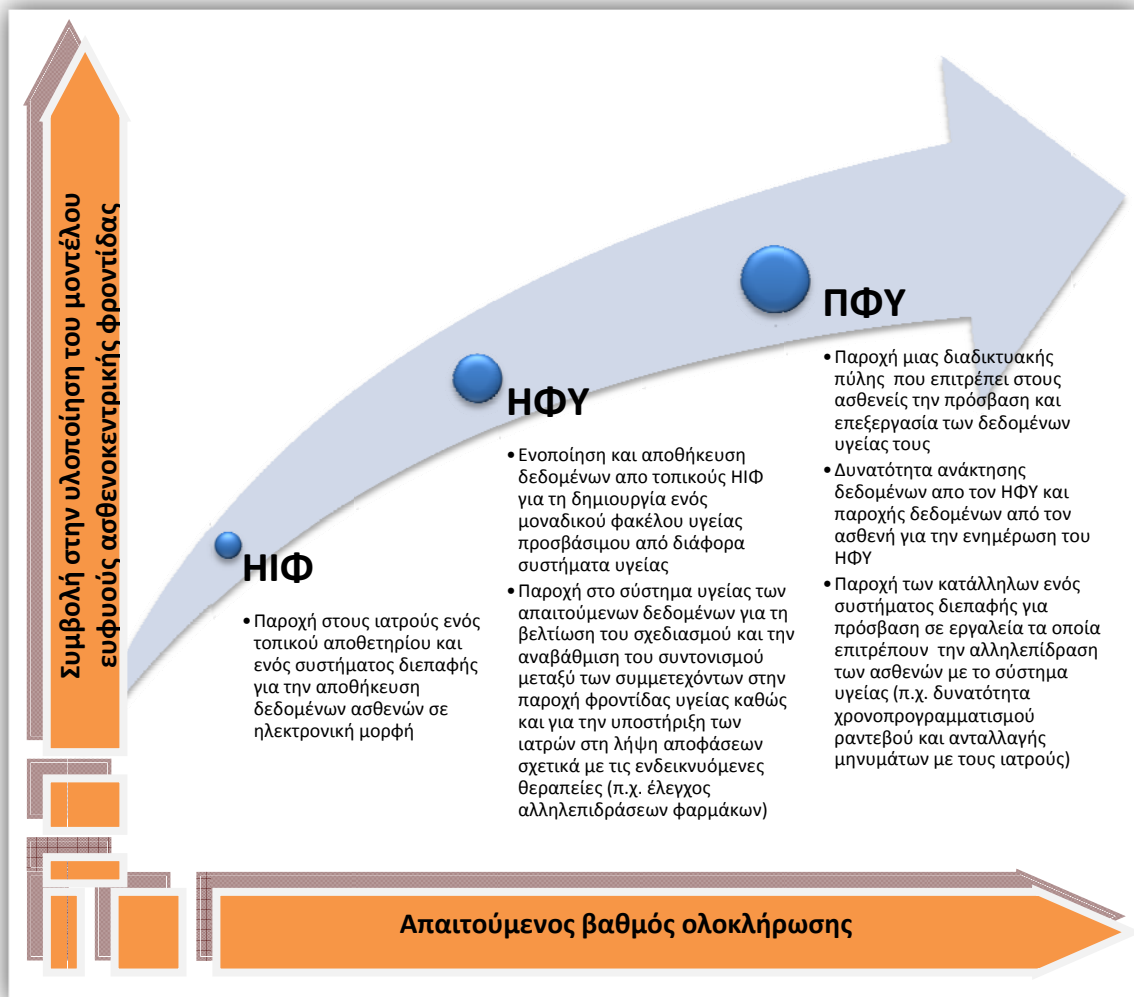
1.4 ΕΞΕΛΙΞΗ ΗΙΦ ΣΕ ΠΦΥ

Όλα τα συστήματα ιατρικών φακέλων παρέχουν αποθετήρια δεδομένων και διαδικτυακές πύλες για πρόσβαση στα δεδομένα. Παρόλα αυτά κάθε εργαλείο εξυπηρετεί και ένα διαφορετικό σκοπό, όπως απεικονίζεται και στο Σχήμα 1-10 [294]. Τελικά, η αξία των συστημάτων αυτών έγκειται στην παροχή δεδομένων και διεπαφών χρήστη για την χρήση σε άλλες εφαρμογές και λειτουργίες. Ένα σημαντικό θέμα που πρέπει να τονιστεί είναι ότι οι πληροφορίες που περιέχονται σε ένα ΗΙΦ, ΗΦΥ ή ένα ΠΦΥ συναρτώνται από τα κλινικά συστήματα πληροφοριών που παρέχουν δεδομένα (π.χ. εργαστηριακά δεδομένα, απεικονιστικά δεδομένα, φαρμακευτικά δεδομένα, δεδομένα από συστήματα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων κ.α.) για τους φακέλους των ασθενών.

Η βασική διαφορά μεταξύ των παραπάνω συστημάτων είναι πως ο έλεγχος των ΗΙΦ είναι αρμοδιότητα του παρόχου υπηρεσιών υγείας, των ΗΦΥ είναι αρμοδιότητα του συστήματος υγείας ενώ ο έλεγχος των ΠΦΥ είναι αρμοδιότητα των ασθενών.

Χωρίς διάφανη (seamless) ολοκλήρωση μεταξύ των κύριων κλινικών πράξεων (clinical functions) και των συστημάτων ΗΙΦ και ΗΦΥ, η αξία του ιατρικού φακέλου περιορίζεται σημαντικά.

Σε κάθε βήμα αυτής της εξέλιξης, τα συστήματα ηλεκτρονικών ιατρικών φακέλων μπορούν να παρέχουν σημαντική αυξητική αξία (incremental value) στους ασθενείς, τους ιατρούς και τους διαχειριστές (βλ. Σχήμα 1-11) [294]. Καθώς τα διάφορα συστήματα υγείας εκσυγχρονίζουν τις τεχνολογικές υποδομές τους, πολλά οφέλη μπορούν να αποκομιστούν από τη υλοποίηση και παροχή στους ασθενείς εργαλείων διαχείρισης των ΠΦΥ τους και όχι από την υλοποίηση αντίστοιχων εργαλείων για τη διαχείριση των ΗΙΦ και ΗΦΥ από τους ιδιοκτήτες τους (δηλαδή τους παρόχους υπηρεσιών υγείας και το σύστημα υγείας αντίστοιχα) (stakeholders). Αυτά τα εργαλεία που προορίζονται για τους ασθενείς θα επιτρέψουν την αύξηση της εμπλοκής των πολιτών στη διαχείριση της υγείας τους.



Σχήμα 1-10. Εξέλιξη συστημάτων ιατρικών φακέλων ασθενών κατά το ασθενοκεντρικό μοντέλο

	Χωρίς ολοκλήρωση	Μη αυτοματοποιημένη Ολοκλήρωση	Βασικός διαμοιρασμός Πληροφοριών	Ασθενοκεντρική Πληροφορία	Ευφυΐε Ασθενοκεντρική Πληροφορία
Τεχνολογικά χαρακτηριστικά για την υποστήριξη του ασθενοκεντρικού μοντέλου	Μικρός αριθμός μεμονωμένων πληροφοριακών συστημάτων διάσπαρτων σε διάφορα συστήματα υγείας Χρήση μη τυποποιημένων δεδομένων σε κάθε σύστημα υγείας Τήρηση χειρόγραφων ιατρικών φακέλων	Ύπαρξη πληροφοριακών υποδομών σε διάφορα σημεία παροχής ιατρικής φροντίδας χωρίς ολοκλήρωση μεταξύ διαφορετικών συστημάτων Μη Αυτοματοποιημένη μεταφορά δεδομένων (π.χ. τηλεφωνικά, μέσω φαξ) Τήρηση ιατρικών δεδομένων ασθενών σε τοπικούς ΗΙΦ	Διάθεση περιλήψης των ιατρικών δεδομένων των ασθενών σε επίπεδο υγειονομικής περιφέρειας μέσω περιορισμένης ολοκλήρωσης Τήρηση ιατρικών δεδομένων σε έναν ΗΦΥ	Αυξημένος βαθμός ολοκλήρωσης των πληροφοριακών συστημάτων Τμήματα δεδομένων ασθενών είναι διαθέσιμα μέσω αυτοματοποιημένων αναλύσεων Τήρηση ιατρικών φακέλων ασθενών σε ένα σύστημα ΠΦΥ	Ολοκλήρωση πληροφοριακών συστημάτων και μέσω αυτής παροχή δυνατότητας αμφίδρομης ανταλλαγής δεδομένων Πραγματοποίηση προγνωστικών αναλύσεων υγείας σε πραγματικό χρόνο Τήρηση ιατρικών φακέλων των ασθενών σε ένα σύστημα ΠΦΥ, ο οποίος παρέχει πολλαπλά εργαλεία για την αλληλεπίδραση των ασθενών με τους παρόχους υπηρεσιών υγείας
Δυνατότητες	Μικρή ανάγκη για επένδυση σε πληροφοριακές υποδομές	Διάθεση δεδομένων του ιατρικού ιστορικού κάθε ασθενούς για ανάλυση σε επίπεδο συστήματος. Ωστόσο, απαιτείται ιδιαίτερη προσπάθεια για τη ολοκλήρωση και τυποποίηση των δεδομένων	Διάθεση ενός μικρού υποσυνόλου δεδομένων πραγματικού χρόνου για ανάλυση σε επίπεδο συστήματος επιτρέποντας την καλύτερη διαχείριση πόρων και αναλύσεις σχετικά με την κατάσταση υγείας του πληθυσμού Βελτίωση της ποιότητας της παρεχόμενης φροντίδας μέσω της διάθεσης στους ιατρούς περιληπτικών δεδομένων των ασθενών οπουδήποτε υποβοηθώντας τους στη διαδικασία λήψης αποφάσεων	Τμήματα δεδομένων πραγματικού χρόνου των ασθενών επιτρέπουν λεπτομερή ανάλυση με στόχο την καλύτερη διαχείριση πόρων και τη διενέργεια αναλύσεων σχετικά με την κατάσταση υγείας του πληθυσμού Βελτίωση συντονισμού μεταξύ των διαφορετικών παρόχων φροντίδας υγείας (μη αυτοματοποιημένη) Βελτίωση της ποιότητας της παρεχόμενης φροντίδας μέσω της διάθεσης του πλήρους ιατρικού φακέλου του ασθενούς(π.χ. αλληλεπιδράσεις φαρμάκων) και της εφαρμογής πρακτικών βασισμένων στην κλινική συμπτωματολογία Δυνατότητα μέτρησης της απόδοσης του συστήματος και των ιατρών	Αυξημένη αυτοματοποίηση των αναλύσεων πραγματικού χρόνου που παρέχει ισοστάθμιση του συστήματος και προβλέψεις για τις τάσεις στον πληθυσμό Αύξηση του συντονισμού σε επίπεδο υγειονομικής περιφέρειας γεγονός που επιτρέπει την παραμετροποίηση των σχεδίων υγείας των ασθενών Βελτίωση της ποιότητας της παρεχόμενης φροντίδας μέσω της δυνατότητας ανίχνευσης δυνητικών καταστάσεων και αποστολή ειδοποιήσεων με βάση το προφίλ και το ιστορικό των ασθενών (πλήρης διαχείριση ασθενείας)

Σχήμα 1-11. Τεχνολογικές παρεμβάσεις που απαιτούνται προκειμένου να υλοποιηθούν οι διάφορες πρόσθετες δυνατότητες που παρέχονται στο κάθε στάδιο εξέλιξης του μοντέλου παροχής ιατρικής φροντίδας.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΧΥΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΩΝ ΣΕ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, είναι επιτακτική η ανάγκη για ανάπτυξη ολοκληρωμένων πληροφοριακών συστημάτων υγείας κατά τρόπο ώστε αφενός να εξυπηρετούν τις σύγχρονες πρακτικές της ολοκληρωμένης και συμμετοχικής παροχής υπηρεσιών υγείας και αφετέρου να είναι εύκολα προσαρμόσιμα στις μεταβολές των διοικητικών δομών των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας που επιβάλλονται από το διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Σ' αυτό το πλαίσιο προτείνεται η οριζόντια θεώρηση των παρεχομένων υπηρεσιών υγείας προσανατολισμένη προς τις διαδικασίες που εκτελούνται εντός και μεταξύ των οργανισμών και η ανάπτυξη αντίστοιχων πληροφοριακών συστημάτων. Η οριζόντια, διαδικασιοστρεφής θεώρηση της λειτουργίας των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας αντικατοπτρίζει πιστά τη σύγχρονη τάση που επιβάλλει την παροχή ολοκληρωμένης και συμμετοχικής ιατρικής φροντίδας στους ασθενείς [91, 96, 97,106,115,116]. Κατά τη θεώρηση, αυτή οι υπηρεσίες υγείας οργανώνονται σε διαδικασίες με επίκεντρο τον ασθενή και όχι σε επιμέρους, αυτόνομες μονάδες (δηλαδή οι επιμέρους μονάδες συμμετέχουν σε ασθενοκεντρικές διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας). Κατ' αντιστοιχία, αναβαθμίζονται παλαιά ή αναπτύσσονται νέα πληροφοριακά συστήματα

υγείας τα οποία αξιοποιούν τις σύγχρονες ΤΠΕ που όχι μόνο παρέχουν πληροφορική στήριξη των επιμέρους μονάδων αλλά συμβάλλουν και στην αποτελεσματική συνεργασία και συνέργεια μεταξύ τους [91,96,106,111].

Τα διάχυτα συστήματα έρχονται να καλύψουν μία σημαντική ανάγκη στο χώρο της παροχής υπηρεσιών υγείας αφού καθιστούν δυνατή την εύκολη, γρήγορη και αποτελεσματική πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες στο σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας. Επιπλέον, τα συστήματα αυτά δύναται να χρησιμοποιηθούν ως εργαλείο για την επικοινωνία, το συντονισμό, τη συνεργασία και συλλειτουργία γεωγραφικά απομακρυσμένων μεταξύ τους ιατρικών ομάδων με αποτέλεσμα τη βελτίωση των διαδικασιών λήψης ιατρικών αποφάσεων και, κατά συνέπεια, την αναβάθμιση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας. Βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη των συστημάτων αυτών είναι η ανάπτυξη μιας σειράς υποδομών. Πρωτεύουσα σημασία έχουν οι υποδομές αποθήκευσης και διαχείρισης ιατρικών πληροφοριών, λόγω της έντονης ανάγκης στο χώρο της υγείας για παροχή πλήρους (complete), συνεκτικής (coherent) και ολοκληρωμένης (integrated) ιατρικής πληροφορίας των ασθενών κατά τρόπο κατανοητό σε ετερογενείς ιατρικές ομάδες [115,117,118,119,120,121,122,123,124,151,152,153]. Επιπλέον, απαιτείται η χρήση κατάλληλων τεχνολογιών για την ενίσχυση της απαιτούμενης συνεργασίας, συνέργειας και συντονισμού μεταξύ των συμμετεχόντων μερών στις διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας [91,96,111,125].

Σ' αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται ένα πλήθος από τεχνολογίες, οι οποίες δύναται να υιοθετηθούν για την ανάπτυξη των διάχυτων πληροφοριακών συστημάτων προσανατολισμένων σε διαδικασίες και υπηρεσίες.

2.2 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

Τα τελευταία χρόνια διανύουμε μια περίοδο επανάστασης στον τομέα των ασύρματων επικοινωνιών [166,168]. Το πιο εμφανές σημάδι αυτής της παγκόσμιας επανάστασης είναι η εκρηκτική ανάπτυξη των ασύρματων συσκευών (π.χ. κινητών τηλεφώνων, προσωπικών ψηφιακών βοηθών – Personal Digital Assistant - PDA). Στην αύξηση των δυνατοτήτων των συσκευών αυτών έχει συντελέσει τόσο η εξέλιξη των ψηφιακών δικτύων μικρού και

μεσαίου εύρους (short- and medium-range digital networks) όσο και των μπαταριών που χρησιμοποιούνται για την λειτουργία των συσκευών αυτών [166,168]. Αυτές οι καινοτομίες δημιουργούν ένα διάχυτο ευρυζωνικό ασύρματο δίκτυο (pervasive broadband wireless network) το οποίο μπορεί να υποστηρίξει ένα μεγάλο εύρος νέων εφαρμογών. Ενώ οι περισσότερες ασύρματες εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα αφορούν στην παροχή κινητών επικοινωνιών, πληροφοριών και διασκέδασης, ένας ολοένα αυξανόμενος αριθμός εφαρμογών σχετιζόμενων με την υγεία παρουσιάζονται [169,170,171,174].

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο τομέας της υγείας αντιμετωπίζει έναν αριθμό προκλήσεων στις οποίες συμπεριλαμβάνονται τα ολοένα αυξανόμενα κόστη, τα αυξανόμενα περιστατικά ιατρικών λαθών, η ανεπαρκής στελέχωση των παρόχων υπηρεσιών υγείας και η έλλειψη κάλυψης σε αγροτικές και υποβαθμισμένες αστικές περιοχές. Οι εργαζόμενοι στους διάφορους οργανισμούς υγείας βρίσκονται υπό διαρκή πίεση να παρέχουν καλύτερες υπηρεσίες σε περισσότερους ανθρώπους χρησιμοποιώντας περιορισμένους πόρους, τόσο οικονομικούς όσο και ανθρώπινους.

Μια προτεινόμενη λύση στην τρέχουσα κρίση είναι τα διάχυτα συστήματα φροντίδας υγείας (pervasive healthcare systems) [166,167,171,172,207]. Η ευρεία ανάπτυξη των ασύρματων δικτύων μπορεί να βελτιώσει την επικοινωνία μεταξύ ασθενών, ιατρών και λοιπών εργαζομένων στο χώρο της υγείας ενώ επίσης μπορεί να καταστήσει δυνατή την πρόσβαση σε ακριβείς ιατρικές πληροφορίες οπουδήποτε και οποτεδήποτε μειώνοντας με τον τρόπο αυτό τα ιατρικά σφάλματα. Παράλληλα, οι εξελίξεις στις ασύρματες τεχνολογίες (π.χ. έξυπνες φορητές συσκευές και φορέσιμα δίκτυα – wearable networks) κατέστησαν δυνατή την ανάπτυξη ενός μεγάλου εύρους αποτελεσματικών (efficient) και ισχυρών (powerful) ιατρικών εφαρμογών [166,167,171,172,207].

Τα διάχυτα συστήματα φροντίδας υγείας έχουν την προοπτική να μειώσουν τα μακροπρόθεσμα κόστη, να βελτιώσουν την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, να αυξήσουν την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα των παρόχων υπηρεσιών υγείας και να προσαρμόσουν τις υπηρεσίες υγείας στις ανάγκες των ασθενών. Ωστόσο, υπάρχουν πολλά τεχνικά και διαχειριστικά ζητήματα τα οποία δυσχεραίνουν την υιοθέτησή τους. Πιο συγκεκριμένα, η ασύρματη τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα στους ιατρούς να παρακολουθούν τους ασθενείς από απόσταση (remotely) και να έχουν έγκαιρη πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες αλλά και υπηρεσίες. Με άλλα λόγια, η ασύρματη τεχνολογία δίνει

τη δυνατότητα μεγαλύτερης και ευκολότερης πρόσβασης στην ιατρική φροντίδα, κάνοντάς την τελικά διαθέσιμη οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Ωστόσο, για να πραγματοποιηθεί αυτή η προοπτική, θα πρέπει να διευθετηθούν [172,173,175,176]:

- ♦ Ζητήματα που σχετίζονται με τον τομέα της υγείας – αβεβαιότητα σχετικά με την αποζημίωση των παρόχων υπηρεσιών υγείας, μη αποδεδειγμένα κλινικά οφέλη, έλλειψη κατάλληλων ρυθμίσεων στα υπάρχοντα συστήματα υγείας με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η ενσωμάτωση σε αυτά των καινοτομιών της ασύρματης τεχνολογίας, και ανησυχίες σχετικά με την διασφάλιση της ιδιωτικότητας (privacy) και της ασφάλειας (security).
- ♦ Τεχνολογικά ζητήματα – πιθανή υπερφόρτωση των παρόχων υπηρεσιών υγείας με πληροφορίες και έλλειψη προτύπων
- ♦ Ζητήματα που προκύπτουν από την ανομοιογένεια των ασύρματων συσκευών και ενδεχόμενα την μη ικανοποίηση των αναγκών του τομέα της υγείας.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων έχει αναπτυχθεί μεγάλος αριθμός εφαρμογών που σχετίζονται με τον τομέα της υγείας και προορίζονται για χρήση μέσω ασύρματων συσκευών [166,167,171,172,207]. Οι περισσότερες από αυτές τις εφαρμογές είναι σχετικά καινούργιες με αποτέλεσμα να μην έχει ακόμα αποδειχθεί επαρκώς η χρησιμότητά τους με τη βοήθεια ελεγχόμενων δοκιμών (controlled trials). Παρόλα αυτά οι εφαρμογές αυτές έχουν τη δυνατότητα να ωφελήσουν τους ασθενείς και τους παρόχους υπηρεσιών υγείας με τους ακόλουθους τρόπους [172,207]:

- ♦ Διευκόλυνση των διαγνωστικών διαδικασιών με παράλληλη βελτίωση στην ταχύτητα και ακρίβεια της διάγνωσης, ιδιαίτερα στην περίπτωση διακεκομμένων προβλημάτων τα οποία ενδέχεται να μην ανιχνεύονται από τις περισσότερες βραχυπρόθεσμες κλινικές εξετάσεις.
- ♦ Υποστήριξη συνεχούς παρακολούθησης των χρόνιων παθήσεων των ασθενών, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους παρόχους υπηρεσιών υγείας να ανιχνεύουν προβλήματα τη στιγμή που αυτά εμφανίζονται και να αντιδρούν κατάλληλα για την έγκαιρη αντιμετώπισή τους. Με τον τρόπο αυτό μειώνονται δραστικά ιατρικές επιπλοκές οι οποίες αυξάνουν πολύ το κόστος παροχής ιατρικής φροντίδας.
- ♦ Παροχή υπηρεσιών υπενθύμισης στους ασθενείς προκειμένου να είναι συνεπείς στις ιατρικές επισκέψεις τους και να επιδεικνύουν συμμόρφωση με την θεραπευτική αγωγή που τους έχει χορηγηθεί.
- ♦ Προώθηση της καλύτερης αυτο-διαχείρισης των χρόνιων παθήσεων των ασθενών μέσω

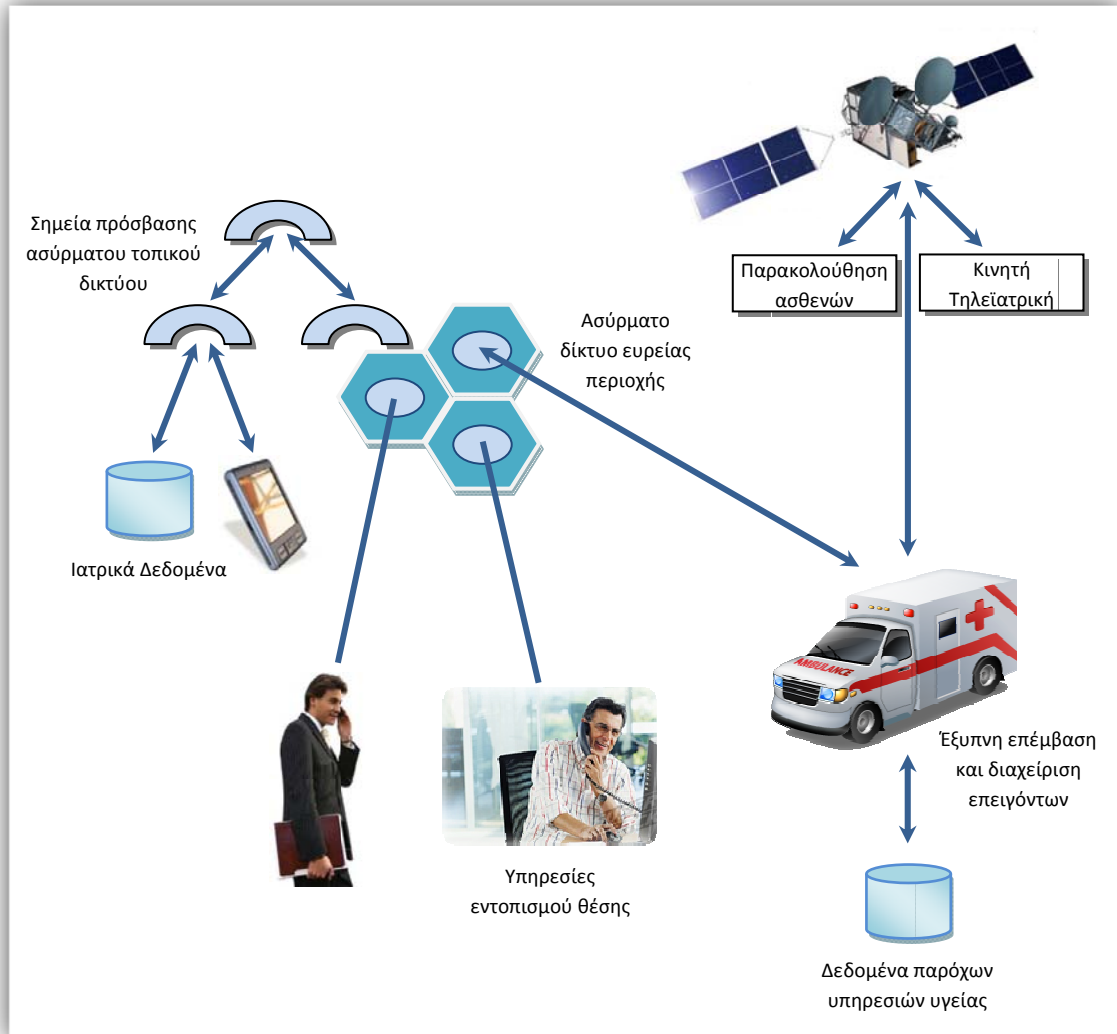
- έγκαιρης, εξατομικευμένης ανατροφοδότησης (feedback) σχετικά με την κατάσταση τους ασθενούς, και
- υποστήριξης στην αυτό-φροντίδα.
- ♦ Αύξηση της αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας των παρόχων υπηρεσιών υγείας παρέχοντάς τους πρόσβαση στις τρέχουσες πληροφορίες σχετικά με την υγεία του ασθενούς και έναν βολικό τρόπο για την παροχή απαραίτητων συμβουλών και υποστήριξης.
- ♦ Δυνατότητα ταχύτερης λήψης εξιτηρίου από το νοσοκομείο χωρίς να παύει η συνεχής επιτήρηση του ασθενούς, η οποία μετά την έξοδό του από το νοσοκομείο πραγματοποιείται μέσω απομακρυσμένης παρακολούθησης (remote monitoring).
- ♦ Παροχή ενός νέου καναλιού για τη διενέργεια δημόσιων ενημερωτικών εκστρατειών για την υγεία. Αυτές θα απευθύνονται σε συγκεκριμένη μερίδα ανθρώπων, όπως είναι για παράδειγμα οι νέοι, οι οποίοι συνήθως δεν δείχνουν ενδιαφέρον για τις συμβατικές ενημερωτικές εκστρατείες.

2.2.1 Χαρακτηριστικά ασύρματων συσκευών

Οι ασύρματες συσκευές έχουν τέσσερα χαρακτηριστικά που τις καθιστούν ιδιαιτέρως κατάλληλες για την ανάπτυξη εφαρμογών στον τομέα της υγείας. Πιο συγκεκριμένα, οι ασύρματες συσκευές είναι [166,168,207]:

- ♦ **Προσωπικές (personal).** Κάθε ασύρματη συσκευή μπορεί να συσχετιστεί με ένα συγκεκριμένο άτομο και επομένως οι εφαρμογές που είναι εγκατεστημένες σε αυτή προορίζονται για χρήση μόνο από αυτόν.
- ♦ **Διάχυτες (ubiquitous).** Το μικρό μέγεθος και βάρος των ασύρματων συσκευών, καθιστά εύκολη τη μεταφορά και τη χρήση τους οπουδήποτε. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η πρόσβαση σε πληροφορίες και υπηρεσίες όπου και όποτε αυτό κρίνεται απαραίτητο.
- ♦ **Συνδεδεμένες (connected).** Οι ασύρματες συσκευές μπορούν να προσφέρουν απευθείας πρόσβαση σε πληροφορίες ζωτικής σημασίας ενώ ταυτόχρονα μπορούν να λειτουργήσουν και ως μέσο επικοινωνίας με παρόχους υπηρεσιών υγείας.

- ♦ **Ευφυείς (intelligent).** Οι περισσότερες ασύρματες συσκευές είναι στην ουσία μικροί υπολογιστές που μπορούν να συλλέγουν, να αποθηκεύουν και να επεξεργάζονται πληροφορίες. Πιο συγκεκριμένα, αλγόριθμοι ενσωματωμένοι στις συσκευές αυτές επιτρέπουν τη διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων και την ανίχνευση συγκεκριμένων τάσεων και γεγονότων.



Σχήμα 2-1. Ενδεικτικό σενάριο παροχής υπηρεσιών υγείας με την υποστήριξη ενός διάχυτου συστήματος υγείας

2.2.2 Εφαρμογές και Υπηρεσίες

Το Σχήμα 2-1 αναπαριστά ένα πιθανό σενάριο χρήσης ενός διάχυτου συστήματος ιατρικής φροντίδας [167]. Σύμφωνα με αυτό, προτείνεται η ολοκλήρωση των δυνατοτήτων των ήδη υπαρχόντων αλλά και των εξελισσόμενων φορητών συσκευών, με ασύρματα δίκτυα και

ενδιάμεσο λογισμικό (middleware). Αυτές οι τεχνολογίες έχουν τη δυνατότητα να υποστηρίξουν ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών και υπηρεσιών συμπεριλαμβανομένης της κινητής τηλεϊατρικής (mobile telemedicine), της παρακολούθησης ασθενών (patient monitoring), των ιατρικών υπηρεσιών εντοπισμού θέσης (location-based medical services), της άμεσης επέμβασης και διαχείρισης επειγόντων περιστατικών (emergency response and management), την διάχυτης πρόσβασης σε ιατρικά δεδομένα (pervasive access to medical data) και της εξατομικευμένης παρακολούθησης (personalized monitoring) [167].

2.2.2.1 Κινητή τηλεϊατρική

Ένας μεγάλος αριθμός ιατρικών λαθών οφείλεται στην έλλειψη δυνατότητας πρόσβασης σε σωστά και πλήρη δεδομένα τη στιγμή της παροχής ιατρικής φροντίδας στους ασθενείς. Κάτι τέτοιο μπορεί να οδηγήσει σε λάθος διάγνωση ή επικίνδυνες αλληλεπιδράσεις φαρμάκων, φαινόμενα που συναντώνται ιδιαίτερα συχνά σε επείγοντα περιστατικά που λαμβάνουν χώρα σε απομακρυσμένες περιοχές. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ενώ απαιτείται η λήψη άμεσης δράσης από αυτούς που καλούνται να φροντίσουν τον εκάστοτε ασθενή, κάτι τέτοιο είναι αδύνατο λόγω έλλειψης εξειδίκευσης ή έλλειψης γνώσης του ιατρικού ιστορικού του ασθενούς. Τα προβλήματα αυτά μπορούν να επιλυθούν είτε μέσω της δυνατότητας μετάδοσης κρίσιμων πληροφοριών για τον ασθενή στο νοσοκομείο όπου πρόκειται να νοσηλευτεί πριν από τη διακομιδή του σε αυτό ή μέσω της, από απόσταση, παροχής ιατρικών συμβουλών από εξειδικευμένο προσωπικό. Πιο συγκεκριμένα, η ασύρματη τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα στο προσωπικό ενός ασθενοφόρου να στείλει, καθ'οδόν προς ένα νοσοκομείο, δεδομένα πραγματικού χρόνου (real-time data) σχετικά με την κατάσταση της υγείας ενός ασθενούς. Αυτό μπορεί να βοηθήσει σημαντικά το προσωπικό του νοσοκομείου στην εκτίμηση της κατάστασης του ασθενούς και στην προετοιμασία της θεραπείας του. Σε κάποιες περιπτώσεις, το παραϊατρικό προσωπικό δύναται να ανακτήσει τον ΗΦΥ/ΠΦΥ του ασθενούς, ο οποίος, όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, περιλαμβάνει μεταξύ άλλων περιλαμβάνει, ήδη γνωστές, αλλεργίες και προϋπάρχουσες παθήσεις του ασθενούς.

Στις ιατρικές εγκαταστάσεις που είναι εξοπλισμένες με ασύρματα τοπικά δίκτυα, οι γιατροί και το λοιπό προσωπικό δύνανται να προσπελάζουν και ενημερώνουν τον ΗΦΥ/ΠΦΥ του ασθενούς από οποιοδήποτε σημείο μέσω κάποιας συσκευής χειρός. Η εισαγωγή διαγνωστικών πληροφοριών (diagnostic information) και η λήψη σημειώσεων ηλεκτρονικά

εξαλείφει την ανάγκη της χρονοβόρας υπαγόρευσης και τα λάθη που προκύπτουν από τις χειρόγραφες οδηγίες. Επιπλέον, οι ιατροί μπορούν να γράψουν και να μεταδώσουν ασύρματα συνταγές σε κάποιο φαρμακείο, γεγονός που επίσης βοηθά στην εξοικονόμηση χρόνου και την αύξηση της ακρίβειας.

2.2.2.2 Παρακολούθηση ασθενούς

Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (wireless LANs) και τα δίκτυα προσωπικής περιοχής (Personal Area Networks) καθιστούν δυνατή την συνεχή παρακολούθηση των ασθενών σχεδόν παντού και παρέχουν τη δυνατότητα άμεσης ειδοποίησης του ιατρικού προσωπικού του κοντινότερου νοσοκομείου καθώς και της υπηρεσίας άμεσης βοήθειας όταν εντοπιστεί σημαντική αλλαγή στην κατάσταση της υγείας του ασθενούς. Τέτοια δίκτυα συλλέγουν βιοϊατρικά και περιβαλλοντικά δεδομένα μέσω αισθητήρων οι οποίοι μπορούν να τοποθετηθούν στο σώμα του ασθενούς, σε ένα δωμάτιο ή σε ένα ολόκληρο κτίριο. Τα δεδομένα αυτά στη συνέχεια αποστέλλονται για επεξεργασία σε ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα, το οποίο εκκινεί τις αντίστοιχες ειδοποιήσεις. Μελλοντικά, η ενσωμάτωση στα ανωτέρω δίκτυα δυνατοτήτων επίγνωσης πλαισίου, θα βοηθήσει στην αποφυγή λανθασμένων ειδοποιήσεων (false alarms).

Με την απομακρυσμένη παρακολούθηση, οι ασθενείς που βρίσκονται σε μετεγχειρητική φροντίδα (postoperative care) και δεν διατρέχουν πλέον άμεσο κίνδυνο αλλά υποτροπιάζουν ή παρουσιάζουν άλλες επιπλοκές μπορούν να μεταφερθούν νωρίτερα σε άλλες νοσοκομειακές μονάδες. Πολλοί από αυτούς είναι δυνατόν να μεταφερθούν σε λιγότερο δαπανηρές εγκαταστάσεις παροχής εξατομικευμένης φροντίδας και εξυπηρέτησης (assisted care) ή ακόμα και να μεταφερθούν στο σπίτι τους πιο γρήγορα. Επιπλέον, οι ιατροί και το λοιπό προσωπικό του νοσοκομείου μπορούν να εστιάσουν την προσοχή τους σε πιο επείγοντα περιστατικά και να αφιερώνουν λιγότερο χρόνο σε επισκέψεις στους θαλάμους.

2.2.2.3 Υπηρεσίες εντοπισμού θέσης

Οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας μπορούν να χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες εντοπισμού θέσης (location-based tracking services) για να επιβλέπουν τους ηλικιωμένους ασθενείς ή αυτούς που πάσχουν από ψυχικές ασθένειες, είναι περιπατητικοί αλλά περιορισμένοι σε μια

συγκεκριμένη περιοχή. Για παράδειγμα, σε εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται για την παροχή εξατομικευμένης φροντίδας και εξυπηρέτησης (assisted care) θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αισθητήρες δικτύου (network sensors) και ετικέτες αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνότητας (radiofrequency ID badges) για να ειδοποιούν τα μέλη του προσωπικού όταν οι ασθενείς βγαίνουν εκτός μιας καθορισμένης ζώνης ασφαλείας.

Η τεχνολογία εντοπισμού θέσης μέσω ασύρματων δικτύων ή δορυφόρων μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να εντοπίσει γρήγορα και με ακρίβεια συνδρομητές σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης και να μεταδώσει πληροφορίες σχετικά με την θέση τους. Οι υπηρεσίες παροχής πληροφοριών εγγύτητας (proximity information services) μπορούν να καθοδηγήσουν τους χρήστες κινητών τηλεφώνων στον πιο κοντινό πάροχο υπηρεσιών υγείας. Επιπλέον, συστήματα που ενεργοποιούνται με τη φωνή (voice-activated systems) μπορούν να παράσχουν τέτοιες οδηγίες σε τυφλούς. Η χρήση υπηρεσιών εντοπισμού θέσης στον τομέα της υγείας μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό ανθρώπων με συμβατές ομάδες αίματος, δωρητών οργάνων κλπ.

2.2.2.4 Έξυπνη επέμβαση και διαχείριση επειγόντων περιστατικών

Ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης επειγόντων περιστατικών θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία εντοπισμού θέσης προκειμένου να φιλτράρει τις κλήσεις για επείγοντα περιστατικά. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνολογία εντοπισμού θέσης θα μπορούσε να βοηθήσει στον εντοπισμό και την ομαδοποίηση των αναφορών που σχετίζονται με το ίδιο περιστατικό. Κάτι τέτοιο θα μείωνε σημαντικά την μεγάλη επιβάρυνση που υφίσταται το σύστημα αντιμετώπισης επειγόντων περιστατικών δεδομένου ότι για το ίδιο συμβάν συνήθως λαμβάνονται εκατοντάδες κλήσεις από κινητά τηλέφωνα. Επίσης, θα βοηθούσε στην αποφυγή αποστολής πολλαπλών οχημάτων για ένα επείγον περιστατικό, γεγονός που συνήθως προκαλεί αδυναμία έγκαιρης απόκρισης σε άλλες κλήσεις για επείγοντα περιστατικά.

Επιπλέον, το σύστημα θα μπορούσε μέσω ασύρματων δικτύων να λαμβάνει πληροφορίες πραγματικού χρόνου σχετικά με την κυκλοφορία στους δρόμους. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσε να δρομολογεί κατάλληλα τα οχήματα αντιμετώπισης επειγόντων περιστατικών αρχικά προς τον τόπο του συμβάντος και μετά προς το κοντινότερο νοσοκομείο που έχει διαθεσιμότητα κλινών και τις απαιτούμενες ιατρικές ειδικότητες. Αυτό θα βοηθούσε στην

αντιμετώπιση περισσότερων επειγόντων περιστατικών με χαμηλότερο κόστος και λιγότερο προσωπικό ενώ παράλληλα θα βελτιώνει την συνολική ποιότητα παροχής υπηρεσιών υγείας.

2.2.2.5 Διάχυτη πρόσβαση σε ιατρικά δεδομένα

Τόσο οι ασθενείς όσο και οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας μπορούν να επωφεληθούν από την συνεχή πρόσβαση σε αναλυτικούς ιατρικούς φακέλους. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια εξετάσεων ρουτίνας (check-up) οι ασθενείς θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν μια συσκευή χειρός για να μεταφορτώσουν (upload) το ιατρικό ιστορικό τους και τις πληροφορίες ασφάλισής τους στην βάση δεδομένων του παρόχου υπηρεσιών υγείας, μειώνοντας έτσι την προσπάθεια που απαιτείται για την εκ νέου εισαγωγή δεδομένων τέτοιου επιπέδου λεπτομέρειας. Εναλλακτικά, τέτοιες πληροφορίες θα μπορούσαν να μεταφορτωθούν (download) από ένα διαδικτυακό πληροφοριακό σύστημα υγείας μετά από αυθεντικοποίηση (authentication) του χρήστη σε αυτό. Και στις δύο περιπτώσεις μειώνεται σημαντικά το ενδεχόμενο εσφαλμένης εισαγωγής δεδομένων είτε από τον ίδιο τον ασθενή είτε από το προσωπικό υποδοχής του νοσοκομείου (receptionist). Έτσι μειώνεται σημαντικά ο αριθμός ιατρικών λαθών και ελαχιστοποιείται το άγχος που προέρχεται από την διαχειριστική γραφειοκρατία. Επιπλέον, παρέχοντας στους ιατρούς διαδικτυακή πρόσβαση σε συγκεκριμένες πληροφορίες, όπως για παράδειγμα σε αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων, επιτυγχάνεται η πιο γρήγορη και άμεση πληροφόρηση των ασθενών.

Με παρόμοιο τρόπο οι ασθενείς θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν συσκευές κινητής τηλεφωνίας για:

- ♦ να ενημερώνουν τις προσωπικές και οικογενειακές ιατρικές πληροφορίες και τον κατάλογο των ιατρών (physician contacts)
- ♦ να λαμβάνουν υπενθυμίσεις για τη λήψη δόσεων των φαρμάκων που τους έχουν συνταγογραφηθεί
- ♦ να ελέγξουν πιθανές αλληλεπιδράσεις φαρμάκων
- ♦ να αλλάξουν δυναμικά τους περιορισμούς που αφορούν στα άτομα που έχουν πρόσβαση στα ιατρικά τους δεδομένα.

Οι πάροχοι ασύρματων υπηρεσιών ή οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας θα μπορούσαν να χρησιμοποιούσαν δυνατότητες «opt-in» και «opt-out» προκειμένου να επιτρέπουν τον

διαμοιρασμό των πληροφοριών που αποθηκεύουν μόνο κατόπιν συναίνεσης του ασθενούς.

2.2.2.6 Συσκευές κινητής τηλεφωνίας με επίγνωση της κατάστασης υγείας

Σήμερα είναι διαθέσιμες αρκετές φορητές συσκευές οι οποίες μπορούν να ανιχνεύσουν συγκεκριμένες κλινικές παραμέτρους – σφυγμός, αρτηριακή πίεση, περιεκτικότητα αλκοόλ στην αναπνοή κλπ – με ένα απλό άγγιγμα του χρήστη. Τέτοιες δυνατότητες θα μπορούσαν να ενσωματωθούν σε ασύρματες φορητές συσκευές όπου είναι επίσης αποθηκευμένο και το ιατρικό ιστορικό του ασθενούς. Μπορεί ακόμα να καταστεί δυνατή η ανίχνευση συγκεκριμένων πληροφοριών πλαισίου όπως τα επίπεδα άγχους του χρήστη με βάση συγκεκριμένα πρότυπα πληκτρολόγησης (keystroke patterns). Μετά την ανάλυση των δεδομένων που λαμβάνονται, η συσκευή θα μπορούσε να μεταδίδει μια ειδοποίηση σε έναν πάροχο υπηρεσιών υγείας, στο κοντινότερο νοσοκομείο ή σε κάποιο ΤΕΠ αν αυτό κριθεί αναγκαίο.

2.3 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΣΘΕΝΩΝ

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί σημαντικά η ανησυχία για τους κινδύνους που διατρέχει η υγεία των ασθενών λόγω της εσφαλμένης ταυτοποίησής τους (identification) [177,178,179,180,181,182,183]. Πιο συγκεκριμένα, η εσφαλμένη ταυτοποίηση έχει ως αποτέλεσμα την παροχή στους ιατρούς λανθασμένης πληροφόρησης για τον ασθενή (π.χ. ανάκτηση ελλιπούς ή λανθασμένου ιατρικού ιστορικού), γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε ιατρικά σφάλματα, όπως για παράδειγμα χορήγηση λανθασμένης ιατρικής ή φαρμακευτικής αγωγής στον ασθενή.

Σήμερα, είναι γενικά αποδεκτό από τους παρόχους υπηρεσιών υγείας πως η εσφαλμένη ταυτοποίηση έχει αυξήσει σε μη αποδεκτό βαθμό τον κίνδυνο για την υγεία των ασθενών [177,178,180]. Παρά τα τεράστια άλματα της τεχνολογίας, τα περισσότερα συστήματα υποδοχής ασθενών παρέχουν ανεπαρκή μέτρα για την διασφάλιση της σωστής ταυτοποίησης των ασθενών. Παρά τη χρήση προηγμένων φωνητικών αλγορίθμων (π.χ. soundex) για την ανίχνευση σφαλμάτων κατά τον συλλαβισμό ή την πληκτρολόγηση, τα

σφάλματα αυτά δεν μπορούν να αποφευχθούν σε όλες τις περιπτώσεις με αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνεται η σωστή ταυτοποίηση των ασθενών. Δεδομένης της τάσης για δραστικές περικοπές στα ποσά που καταβάλλονται ως αποζημίωση και της αύξησης της απαίτησης για υψηλού επιπέδου υπηρεσίες, το οικονομικό βάρος που προκύπτει από τα λάθη ταυτοποίησης είναι δυσβάσταχτο [183]. Στον τομέα της υγείας έχουν ήδη ξοδευτεί μεγάλα χρηματικά ποσά για την επίλυση αυτού του προβλήματος και προβλέπεται να αποτελεί πρώτη προτεραιότητα για τα επόμενα χρόνια [181,182,183].

Οι τεχνολογίες Automatic Identification and Data Capture (AIDC - Αυτόματη Αναγνώριση Στοιχείων και Κτήση Δεδομένων) αναφέρονται σε μεθόδους αυτόματης ταυτοποίησης αντικειμένων, συλλογής δεδομένων για αυτά τα αντικείμενα και αυτόματης εισαγωγής των δεδομένων αυτών σε υπολογιστικά συστήματα χωρίς να είναι απαραίτητη η ανθρώπινη παρέμβαση [184]. Όπως είναι φανερό η χρήση των τεχνολογιών αυτών στον τομέα της υγείας μπορεί να αποφέρει πολλά οφέλη δεδομένου του ότι συντελεί στην γρήγορη, εύκολη και χωρίς σφάλματα λήψη και αποθήκευση πληροφοριών (π.χ. στοιχεία ταυτότητας ασθενούς) [185,192,193]. Στις τεχνολογίες AIDC εντάσσονται ο γραμμωτός κώδικας (barcode), η μαγνητική λωρίδα (magnetic stripe), η αναγνώριση μέσω ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification - RFID), η αναγνώριση μέσω φωνής και εικόνας (Voice and Vision Identification), τα βιομετρικά συστήματα αναγνώρισης (Biometrics), οι έξυπνες κάρτες (smart cards) και άλλες, λιγότερο γνωστές στο ευρύ κοινό, εφαρμογές [184].

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζεται μια σύντομη περιγραφή για τις σημαντικότερες από τις τεχνολογίες AIDC που αναφέρθηκαν παραπάνω, την τεχνολογία γραμμωτού κώδικα (barcode), την τεχνολογία αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification - RFID) και τα βιομετρικά συστήματα αναγνώρισης (Biometrics).

2.3.1 Τεχνολογία γραμμωτού κώδικα

Η τεχνολογία γραμμωτού κώδικα, η οποία εμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του '60, εφαρμόστηκε αρχικά στις Ηνωμένες Πολιτείες και αποτελεί ένα σύγχρονο εργαλείο για την ακριβή και γρήγορη εισαγωγή δεδομένων σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές [186,187]. Μέσω της τεχνολογίας αυτής αντικαθίσταται η παραδοσιακή πληκτρολόγηση η οποία συνήθως οδηγεί σε σφάλματα και καθυστερήσεις. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η πιθανότητα λάθους πληκτρολόγησης είναι 1 προς 300 ενώ η πιθανότητα λάθους ανάγνωσης ενός

σωστά εκτυπωμένου barcode είναι περίπου 1 ανά 3.000.000 αναγνώσεις [187]. Το σύστημα γραμμωτού κώδικα χρησιμοποιήθηκαν αρχικά για την κάλυψη των αναγκών των σούπερ μάρκετ και, πιο συγκεκριμένα, για τη γρηγορότερη διακίνηση των αγαθών από τα ταμεία [186]. Μέχρι τότε, οι ταμίες ήταν αναγκασμένοι να πληκτρολογούν στην ταμειακή μηχανή την τιμή του κάθε προϊόντος που επρόκειτο να αγοραστεί από τον πελάτη, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ουρών, σφαλμάτων και τη σπατάλη πολύτιμου χρόνου. Το πρώτο σύστημα γραμμωτού κώδικα εκείνης της εποχής περιοριζόταν στην αυτόματη τιμολόγηση των προϊόντων και δεν επέτρεπε λειτουργίες όπως η αυτόματη ενημέρωση των αποθεμάτων κάθε φορά που ένα προϊόν αγοραζόταν [186,187]. Στη συνέχεια, η σχετική τεχνολογία αναβαθμίστηκε και ξέφυγε από τα στενά όρια της ταμειακής καταγραφής των εξερχόμενων προϊόντων, καθώς επεκτάθηκε στην καταγραφή και των εισερχόμενων αγαθών, στην απογραφή, στον έλεγχο των αποθεμάτων κλπ. Η τεχνολογία γραμμωτού κώδικα εμφανίστηκε στην Ελλάδα στα τέλη της δεκαετίας του '80, γεγονός που συνδυάστηκε με τον πολλαπλασιασμό των πολυκαταστημάτων και σούπερ μάρκετ [186,187].

Στην πιο συνήθη του μορφή, ο γραμμικός κώδικας αποτελείται από μια διαδοχή μαύρων και λευκών λωρίδων (bars) διαφορετικού πλάτους, οι οποίες αναπαριστούν μια συγκεκριμένη πληροφορία (π.χ. τον κωδικό ενός προϊόντος). Ανάμεσα στις λωρίδες παρεμβάλλονται κενά διαστήματα ποικίλου μεγέθους. Η σχεδίαση, εκτύπωση και απεικόνιση των λωρίδων ακολουθούν συγκεκριμένους κανόνες και κάθε αλληλουχία λωρίδων αντιστοιχεί αμφιμονοσήμαντα σε κάποιον αριθμό. Αυτό σημαίνει ότι οι αριθμοί μπορούν να συμβολίζονται από διαφορετική κάθε φορά αλληλουχία λωρίδων. Για παράδειγμα, άλλοτε μία μαύρη λεπτή λωρίδα μαζί με μία λευκή παχιά λωρίδα μπορούν να αντιστοιχούν στον αριθμό 6, άλλοτε συμβαίνει ο ίδιος συνδυασμός να αντιστοιχεί στον αριθμό 8. Ο πιο κοινός τύπος γραμμωτού κώδικα είναι ο EAN (European Article Numbering), ο οποίος αποτελείται από αριθμοσειρά 13 ψηφίων και απαντάται στα περισσότερα καταναλωτικά είδη. Ωστόσο, υπάρχουν και άλλοι τύποι γραμμωτού κώδικα με περισσότερα ή και λιγότερα ψηφία από τα 13 του προτύπου EAN, τα οποία βρίσκουν εφαρμογή σε εξειδικευμένους επιχειρηματικούς κλάδους, όπως για παράδειγμα στη σιδηροδρομική βιομηχανία. [186,187]

Η ανάγνωση των γραμμωτών κωδίκων πραγματοποιείται από μηχανήματα ηλεκτρονικής οπτικής ανάγνωσης (scanners) και συνίσταται στην αποκωδικοποίηση της ανάκλασης μιας

δέσμης ακτίνων λέιζερ που πέφτει πάνω στην ετικέτα barcode. Πιο συγκεκριμένα, όταν το μηχάνημα οπτικής ανάγνωσης περνάει πάνω από μία λωρίδα, καταλαβαίνει το είδος της (άσπρη ή μαύρη) καθώς και το πλάτος της. Συνεπώς, ο βαθμός ανάκλασης είναι μεταβλητός (άρα ξεχωριστός για κάθε προϊόν) γιατί η δέσμη λέιζερ συναντά διαδοχικά τις λευκές και μαύρες λωρίδες. Κατόπιν, τα μηχανήματα οπτικής ανάγνωσης αποκωδικοποιούν τη μεταβλητή ανάκλαση (σήμα) και τη μετατρέπουν σε αριθμούς ή γράμματα, τα οποία ταυτίζονται ως προς το περιεχόμενο με τους χαρακτήρες που κωδικοποιήθηκαν με μορφή γραμμωτού κώδικα. Μ' αυτόν τον τρόπο αποκωδικοποιείται το σύμβολο και μεταφέρεται σε ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα η πληροφορία, η οποία περιέχεται μέσα στον γραμμωτό κώδικα. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής με τη σειρά του χρησιμοποιώντας αυτόν τον κωδικό, ανατρέχει στη βάση δεδομένων του όπου και βρίσκονται όλες οι πληροφορίες που αντιστοιχούν στον συγκεκριμένο κωδικό. Έτσι επιτυγχάνεται η ομαλή και χωρίς προβλήματα διακίνηση και διαχείριση προϊόντων και υπηρεσιών. [186,187]

Η μεταφορά των δεδομένων από τα μηχανήματα ηλεκτρονικής οπτικής ανάγνωσης σε υπολογιστή μπορεί να γίνει είτε ενσύρματα είτε ασύρματα. Ο δεύτερος τρόπος υποστηρίζεται από ασύρματα δίκτυα τοπικής εμβέλειας (Wireless Local Area Networks - WLAN) μέσα στα οποία μπορεί να γίνει, χωρίς καλώδια, μετάδοση δεδομένων από ένα φορητό τερματικό σε έναν υπολογιστή, και από εκεί οπουδήποτε, ακόμα και στο Ίντερνετ. [186,187]

Τα οφέλη που απορρέουν από τη χρήση γραμμωτού κώδικα συνοψίζονται στα ακόλουθα [186]:

- ♦ Μείωση του χρόνου συλλογής πληροφοριών
- ♦ Ακριβής πληροφόρηση, καθώς εκλείπουν τελείως τα λάθη αντιγραφής και πληκτρολόγησης
- ♦ Αύξηση του βαθμού λεπτομέρειας της πληροφορίας
- ♦ Άμεση μεταβίβαση της πληροφορίας, όταν αυτό απαιτείται.

2.3.2 Τεχνολογία ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification - RFID)

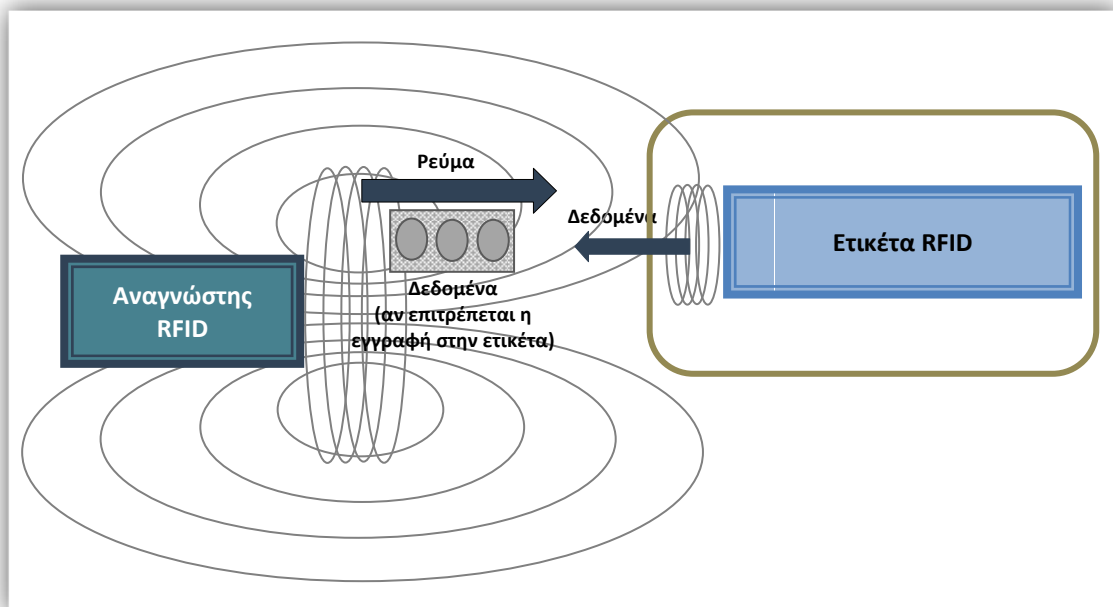
Το RFID (Radio Frequency Identification - ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων) αποτελεί την πλέον σύγχρονη τεχνολογία ηλεκτρονικής ταυτοποίησης. Στηρίζεται στη χρήση

ραδιοκυμάτων και επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση ανθρώπων ή, κατά κύριο λόγο, αντικειμένων (προϊόντων) [188,189,204]. Ένα σύστημα RFID αποτελείται από τα ακόλουθα συστατικά (components) [188,189,204]:

- ♦ **Ετικέτα (transponder ή tag)** με ενσωματωμένο μικροεπεξεργαστή και κεραία - Οι ετικέτες χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των δεδομένων και διακρίνονται στις ακόλουθες δύο κατηγορίες:
 - **Παθητικές ετικέτες (passive tags)** - Χρησιμοποιούν τη ραδιοσυχνότητα του αναγνώστη προκειμένου να μεταδώσουν το σήμα τους. Συνήθως, τα δεδομένα γράφονται μόνιμα στις παθητικές ετικέτες κατά τη δημιουργία τους. Ωστόσο, υπάρχουν παθητικές ετικέτες που παρέχουν δυνατότητα επανεγγραφής των δεδομένων τους.
 - **Ενεργές ετικέτες (active tags)** - Αποτελούν ένα πιο εξελιγμένο είδος ετικετών και έχουν ενσωματωμένη μπαταρία, η οποία παρέχει το ρεύμα που απαιτείται αφενός για την μετάδοση του σήματός τους σε μεγαλύτερες αποστάσεις και αφετέρου για την μνήμη τυχαίας προσπέλασης (Random Access Memory – RAM) που είναι ενσωματωμένη σε αυτές και παρέχει δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων όγκου μέχρι και 32.000 bytes.
- ♦ **Αναγνώστη (reader) με εξωτερική ή εσωτερική κεραία (antenna)** - Ο αναγνώστης μπορεί να είναι φορητός ή σταθερός και με τη βοήθεια της κεραίας, ανιχνεύει αυτόματα ετικέτες RFID. Πιο συγκεκριμένα, ο αναγνώστης χρησιμοποιεί την κεραία για να επικοινωνήσει με την ετικέτα RFID. Ο πομπός-δέκτης της κεραίας (transceiver) διαβάζει τη ραδιοσυχνότητα, λαμβάνει τα ραδιοκύματα που μεταδόθηκαν από την ετικέτα RFID και τα αποστέλλει στον αναγνώστη, ο οποίος στη συνέχεια τα μετατρέπει σε ψηφιακά δεδομένα συγκεκριμένης μορφής. Στη συνέχεια τα δεδομένα αυτά μεταδίδονται στο ενδιάμεσο λογισμικό, το οποίο αναλαμβάνει την επεξεργασία τους.
- ♦ **Ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) και λογισμικό εφαρμογών (software applications)**
 - Χρησιμοποιείται για την λήψη των δεδομένων που συλλέγονται από τον αναγνώστη και την αποστολή των δεδομένων αυτών σε πληροφοριακά συστήματα διοίκησης που συνδέονται με το σύστημα RFID. Πιο συγκεκριμένα, το ενδιάμεσο λογισμικό βοηθά στην:
 - Ανάκτηση δεδομένων από τους αναγνώστες
 - Φιλτράρισμα των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν από το λογισμικό εφαρμογών
 - Παρακολούθηση της απόδοσης του δικτύου των ετικετών και αναγνώστών

- Τήρηση ιστορικού
- Ανάλυση γεγονότων ανάγνωσης ετικετών για συντονισμό και βελτιστοποίηση της εφαρμογής.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει πως στην τεχνολογία RFID, η ταυτοποίηση πραγματοποιείται μέσω των ετικετών RFID τις οποίες φέρουν τα πρόσωπα/αντικείμενα προς ταυτοποίηση και οι οποίες μπορούν να ανιχνευθούν αυτόματα από τους αναγνώστες RFID, χωρίς να είναι απαραίτητη η σάρωση του κάθε μεμονωμένου αντικειμένου. Η κεραία που είναι ενσωματωμένη σε κάθε ετικέτα RFID επιτρέπει στο μικροεπεξεργαστή (chip) να μεταφέρει τις πληροφορίες αναγνώρισης στον αναγνώστη, ο οποίος με τη σειρά του μετατρέπει τα ραδιοκύματα που αντανακλώνται από την ετικέτα RFID σε ψηφιακά δεδομένα [189]. Τα δεδομένα αυτά μπορούν στη συνέχεια να αναγνωστούν και να φιλτραριστούν από το ενδιάμεσο λογισμικό ενώ κάποια από αυτά θα μεταδοθούν σε λογισμικό εφαρμογών το οποίο ενδεχόμενα χρησιμοποιείται για περαιτέρω επεξεργασία και εκμετάλλευση των δεδομένων [188,189]. Το λογισμικό αυτό προσδιορίζει κατόπιν τις απαιτούμενες ενέργειες και καθοδηγεί τον αναγνώστη, ο οποίος στη συνέχεια μεταδίδει δεδομένα πίσω στην ετικέτα [188,189].



Σχήμα 2-2. Μηχανισμός ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνότητων (Radio Frequency Identification - RFID)

Τα σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρει η τεχνολογία RFID είναι [189]:

- ♦ Δυνατότητα ταυτοποίησης ατόμων ή αντικειμένων από απόσταση δεδομένου του ότι οι ετικέτες RFID είναι σε θέση να στείλουν τις πληροφορίες στο δέκτη
- ♦ Δυνατότητα αποθήκευσης περισσότερων δεδομένων σε σχέση με τα συστήματα γραμμωτού κώδικα
- ♦ Δυνατότητα τοποθέτησης των ετικετών RFID σε σημεία μη ορατά από το ανθρώπινο μάτι δεδομένου ότι για την αναγνώρισή τους δεν χρειάζεται οπτικό μέσο
- ♦ Δυνατότητα προγραμματισμού εξ αποστάσεως
- ♦ Παροχή επιπρόσθετων λειτουργιών (π.χ. παρακολούθηση και καταγραφή της θερμοκρασίας).

Συνεπώς, στα οφέλη που μπορούν να αποκομισθούν από τη χρήση της τεχνολογίας RFID περιλαμβάνονται η μείωση/εξάλειψη ανθρώπινων λαθών, η μείωση/εξάλειψη του εργατικού κόστους (labor cost), η αυξημένη ακρίβεια και ορατότητα σε επίπεδο αντικειμένου και η ευκαιρία απλοποίησης των υπάρχουσών διαδικασιών.

2.3.3 Βιομετρικά συστήματα αναγνώρισης

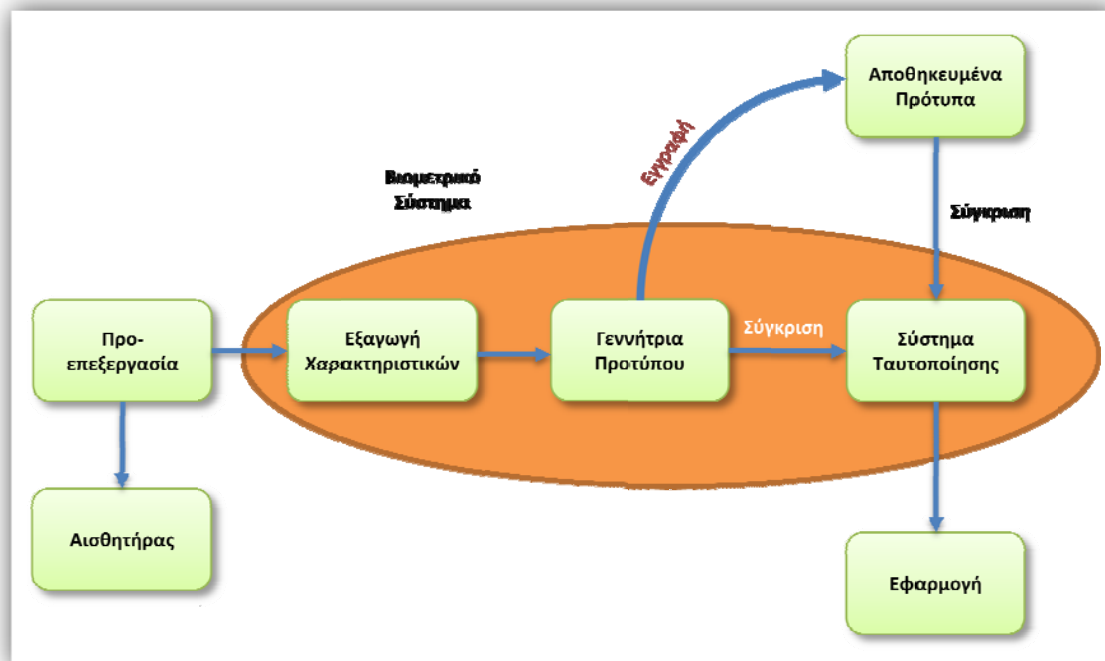
Τα βιομετρικά συστήματα αναγνώρισης παρέχουν μεθόδους για την ταυτοποίηση των ανθρώπων με βάση ένα ή περισσότερα βιομετρικά χαρακτηριστικά. Τα τελευταία μπορούν να διακριθούν σε δύο βασικές κατηγορίες [190]:

- ♦ **Φυσιολογικά χαρακτηριστικά (physiological traits)** - Σχετίζονται με τη μορφή του σώματος και περιλαμβάνουν το δακτυλικό αποτύπωμα, τη γεωμετρία του χεριού, το αποτύπωμα της παλάμης, τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού, την ίριδα του ματιού και το πρόσωπο.
- ♦ **Χαρακτηριστικά Συμπεριφοράς (behavioral traits)** - Σχετίζονται με την συμπεριφορά ενός ατόμου και περιλαμβάνουν την υπογραφή, ρυθμό πληκτρολόγησης, τη μυρωδιά και τη φωνή.

Στην ουσία, η φωνή αποτελεί φυσιολογικό χαρακτηριστικό διότι κάθε άνθρωπος έχει διαφορετικό φωνητικό σωλήνα (vocal tract). Η αναγνώριση της φωνής όμως βασίζεται κυρίως στον τρόπο με τον οποίο ένα άτομο μιλάει και για το λόγο αυτό συγκαταλέγεται στα χαρακτηριστικά συμπεριφοράς.

Στην επιστήμη των υπολογιστών, τα βιομετρικά συστήματα αναγνώρισης χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση μηχανισμών ελέγχου πρόσβασης. Ένα βιομετρικό σύστημα μπορεί να λειτουργήσει με δύο τρόπους [190]:

- ♦ **Επιβεβαίωση ταυτότητας (verification)** - Μια ένα-προς-ένα σύγκριση ενός βιομετρικού χαρακτηριστικού που έχει συλλεχθεί με ένα ήδη αποθηκευμένο υπόδειγμα αυτού προκειμένου να διαπιστωθεί αν ο χρήστης είναι αυτός που υποστηρίζει. Η εξακρίβωση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε συνδυασμό με μια έξυπνη κάρτα, ένα όνομα χρήστη (username) ή έναν αριθμό ταυτότητας (ID number).
- ♦ **Εξακρίβωση Ταυτότητας (identification)** - Μια ένα-προς-πολλά σύγκριση ενός βιομετρικού χαρακτηριστικού που έχει συλλεχθεί με τα βιομετρικά δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων του βιομετρικού συστήματος αναγνώρισης με σκοπό την εξακρίβωση της ταυτότητας ενός άγνωστου ατόμου. Η ταυτοποίηση του ατόμου είναι επιτυχής μόνο αν βρεθεί υπόδειγμα αποθηκευμένο στη βάση δεδομένων, του οποίου η σύγκριση με το βιομετρικό χαρακτηριστικό του ατόμου να δίνει αποτέλεσμα που βρίσκεται εντός συγκεκριμένων τιμών κατωφλίου (threshold).



Σχήμα 2-3. Βασικό δομικό διάγραμμα (block diagram) ενός βιομετρικού συστήματος

Η πρώτη φορά που ένα άτομο χρησιμοποιεί το βιομετρικό σύστημα είναι κατά τη φάση της εγγραφής (enrollment) του σε αυτό. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, τα βιομετρικά δεδομένα κάθε ατόμου αποθηκεύονται στο σύστημα. Τις επόμενες φορές που το άτομο χρησιμοποιεί το σύστημα, τα βιομετρικά δεδομένα του ανιχνεύονται και συγκρίνονται με

τα ήδη αποθηκευμένα κατά την εγγραφή του. Πρέπει να σημειωθεί πως προκειμένου το βιομετρικό σύστημα αναγνώρισης να είναι εύρωστο (robust) είναι πολύ σημαντικό οι μηχανισμοί αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων του συστήματος να είναι ασφαλείς. [190]

Στο Σχήμα 2-3 απεικονίζεται η βασική δομή ενός βιομετρικού συστήματος. Με βάση το σχήμα αυτό, το πρώτο δομικό στοιχείο (block) του συστήματος είναι ο αισθητήρας (sensor), ο οποίος αποτελεί τη διεπαφή του έξω κόσμου με το σύστημα και χρησιμοποιείται για τη λήψη όλων των απαραίτητων δεδομένων. Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ένα σύστημα λήψης εικόνας αλλά μπορεί να αλλάξει ανάλογα με το χαρακτηριστικό ή τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση του ατόμου. Το δεύτερο δομικό στοιχείο του συστήματος πραγματοποιεί όλη την προ-επεξεργασία που απαιτείται. Σε αυτήν μπορεί να συμπεριλαμβάνεται η αφαίρεση του θορύβου που οφείλεται στον αισθητήρα, η βελτίωση των δεδομένων εισόδου (π.χ. με αφαίρεση του θορύβου υποβάθρου), η κανονικοποίηση των δεδομένων εισόδου, κλπ. Το τρίτο δομικό στοιχείο εξάγει όλα τα απαραίτητα χαρακτηριστικά. Αυτό το βήμα είναι εξαιρετικά σημαντικό αφού τα σωστά χαρακτηριστικά θα πρέπει να εξαχθούν με τον βέλτιστο τρόπο. Στη συνέχεια, ένα διάγραμμα από αριθμούς ή μια εικόνα με συγκεκριμένες ιδιότητες χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ενός προτύπου (template). Το πρότυπο είναι μια σύνθεση κάποιων σχετικών χαρακτηριστικών τα οποία εξάγονται από την πηγή. Στοιχεία του βιομετρικού χαρακτηριστικού που μετρήθηκε, τα οποία δεν χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση του ατόμου από τον σχετικό αλγόριθμο σύγκρισης αγνοούνται προκειμένου να μειωθεί το μέγεθος του αρχείου και να προστατευτεί η ταυτότητα του εγγραφόμενου. [190]

Κατά την εγγραφή του ατόμου, το πρότυπο αποθηκεύεται κάπου (σε μια κάρτα ή στη βάση δεδομένων ή και στα δύο). Κατά τη φάση της εξακρίβωσης της ταυτότητας ενός ατόμου, τα δεδομένα εισόδου που λαμβάνονται από το άτομο χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή ενός προτύπου το οποίο στη συνέχεια συγκρίνεται με τα ήδη αποθηκευμένα πρότυπα σε μια προσπάθεια υπολογισμού με τη χρήση κατάλληλου αλγορίθμου (π.χ. την απόσταση Hamming) της απόστασης μεταξύ τους. Με βάση αυτή τη σύγκριση θα προκύψουν κάποια δεδομένα εξόδου τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό (π.χ. είσοδος σε μια περιοχή περιορισμένης πρόσβασης). [190]

Στη συνέχεια παρατίθεται μια σύντομη περιγραφή των διαφόρων βιομετρικών συστημάτων αναγνώρισης ανάλογα με το βασικό φυσικό χαρακτηριστικό που χρησιμοποιείται για την βιομετρική αναγνώριση [191]:

- ♦ **Αναγνώριση δακτυλικού αποτυπώματος (fingerprint identification)**

Οι πτυχώσεις του δακτυλικού αποτυπώματος (fingerprint ridges) μορφοποιούνται από τον τέταρτο μήνα της εμβρυϊκής ανάπτυξης. Μόλις μορφοποιηθούν, οι πτυχώσεις του δακτυλικού αποτυπώματος μοιάζουν με μια εικόνα πάνω στην επιφάνεια ενός μπαλονιού. Καθώς το άτομο μεγαλώνει, τα δάχτυλα γίνονται μεγαλύτερα. Παρόλα αυτά, η σχέση μεταξύ των πτυχώσεων παραμένει η ίδια όπως συμβαίνει και με μια εικόνα πάνω σε ένα μπαλόνι η οποία παραμένει αναγνωρίσιμη καθώς το μπαλόνι φουσκώνει.

- ♦ **Γεωμετρία χεριού (hand geometry)**

Η γεωμετρία χεριού αντιστοιχεί στην μέτρηση και την σύγκριση διαφορετικών φυσικών χαρακτηριστικών του χεριού. Αν και το χέρι δεν έχει το ίδιο βαθμό μονιμότητας ή μοναδικότητας όπως κάποια άλλα χαρακτηριστικά, αποτελεί ακόμα ένα δημοφιλές μέσο βιομετρικής αυθεντικοποίησης.

- ♦ **Αυθεντικοποίηση φλεβών παλάμης (palm vein authentication)**

Το σύστημα χρησιμοποιεί μια δέσμη υπέρυθρων ακτίνων για να διαπεράσει το χέρι του χρήστη καθώς αυτό κινείται πάνω από το σύστημα. Οι φλέβες της παλάμης του χρήστη επιστρέφονται ως μαύρες γραμμές. Η αυθεντικοποίηση μέσω των φλεβών της παλάμης προσφέρει μεγάλο βαθμό ακρίβειας λόγω της πολυπλοκότητας του πλέγματος των φλεβών στην παλάμη. Επειδή το πλέγμα των φλεβών βρίσκεται στο εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος, ένα τέτοιο σύστημα είναι δύσκολο να παραβιαστεί. Επίσης το σύστημα αυτό δεν απαιτεί οποιουδήποτε είδους επαφή με αποτέλεσμα να είναι υγιεινό και ως εκ τούτου κατάλληλο για χρήση σε δημόσιους χώρους.

- ♦ **Σάρωση αμφιβληστροειδούς χιτώνα (retina scan)**

Μια σάρωση του αμφιβληστροειδούς χιτώνα παρέχει μια ανάλυση των τριχοειδών αιμοφόρων αγγείων που βρίσκονται στο πίσω μέρος του ματιού. Αυτό το πλέγμα παραμένει ίδιο καθόλη τη διάρκεια της ζωής του ατόμου. Κατά τη διάρκεια της σάρωσης χρησιμοποιείται χαμηλής έντασης φως για τη λήψη μιας εικόνας του πλέγματος που διαμορφώνεται από τα αιμοφόρα αγγεία. Η σάρωση του αμφιβληστροειδούς χιτώνα ως μέσου αυθεντικοποίησης προτάθηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1930.

- ♦ **Σάρωση της ίριδας του ματιού (iris scan)**

Η σάρωση της ίριδας παρέχει μια ανάλυση των δακτυλίων, των αυλακώσεων και των στιγμάτων/φακίδων στον χρωματιστό δακτύλιο που περιβάλλει την κόρη του ματιού. Περισσότερα από 200 σημεία χρησιμοποιούνται για σύγκριση. Η σάρωση της ίριδας προτάθηκε αρχικά σαν μέθοδος αυθεντικοποίησης το 1936 αλλά οι αλγόριθμοι για την αναγνώριση της ίριδας αναπτύχθηκαν στις αρχές του 1990, οπότε κατοχυρώθηκαν και οι αντίστοιχες πατέντες. Όλα τα συστήματα αναγνώρισης της ίριδας που χρησιμοποιούνται σήμερα χρησιμοποιούν αυτές τις βασικές πατέντες που δημιουργήθηκαν από τις Iridian Technologies.

- ♦ **Αναγνώριση Προσώπου (face recognition)**

Η αναγνώριση προσώπου στηρίζεται στα χαρακτηριστικά του προσώπου (το μέγεθος και σχήμα των χαρακτηριστικών του προσώπου και η σχέση μεταξύ τους). Αν και αυτή είναι η μέθοδος που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι μεταξύ τους, είναι δύσκολο να αυτοματοποιηθεί. Συνήθως αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί σχετικές αποστάσεις μεταξύ των κοινών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του προσώπου προκειμένου να δημιουργήσουν ένα μοναδικό «αποτύπωμα προσώπου» (faceprint).

- ♦ **Υπογραφή (signature)**

Αν και ο τρόπος που υπογράφει κάθε άτομο μπορεί να αλλάζει με τα χρόνια και μπορεί να μεταβάλλεται αισθητά σε κάποια έκταση, η υπογραφή αποτελεί ένα βασικό μέσο αναγνώρισης/προσδιορισμού ταυτότητας.

- ♦ **Αναγνώριση/Ανάλυση φωνής (voice analysis)**

Η αναγνώριση φωνής συνίσταται στην ανάλυση του τόνου (pitch), του ύφους (tone), της διακύμανσης (cadence) και της συχνότητας (frequency) της φωνής του ατόμου.

Η αξιοπιστία ενός βιομετρικού συστήματος αναγνώρισης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά τα οποία σαρώνονται, την τεχνολογία, τη μέθοδο κωδικοποίησης και τον αποδεκτό βαθμό σφαλμάτων. Όσο πιο αυστηρό είναι το σύστημα στην απόρριψη των ταυτοτήτων που δεν ταιριάζουν, τόσο πιθανό είναι να απορρίψει μια ταυτότητα η οποία είναι αληθής. Η σάρωση ίριδας είναι ιδανική για εφαρμογές υψηλής ασφάλειας, στις οποίες η παρεισφρητική φύση της διαδικασίας είναι αποδεκτή. Η σάρωση αποτυπωμάτων, αν και είναι λιγότερο ασφαλής, είναι ιδανική για απλές εφαρμογές ρουτίνας.

Κάθε βιομετρική τεχνολογία αποκλείει ένα μικρό, αλλά σημαντικό, ποσοστό του πληθυσμού. Για παράδειγμα πολλοί τυφλοί δεν μπορούν να περάσουν από σαρωτή ίριδας.

Επίσης, παραδόξως, ενδέχεται να κάνουν τις πλαστές ταυτότητες πιο ασφαλείς σε περίπτωση που τα πλαστά έγγραφα γίνουν αποδεκτά στη διαδικασία εγγραφής.

Όπως και σε άλλα «ευαίσθητα» συστήματα, ένα σημαντικό ζήτημα που σχετίζεται με τη χρήση των βιομετρικών συστημάτων αναγνώρισης είναι η πρακτικότητα των συστημάτων αυτών. Για παράδειγμα, συστήματα από διαφορετικούς κατασκευαστές είναι απίθανο να είναι συμβατά λόγω του διαφορετικού τρόπου που χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση της αρχικής σάρωσης. Επιπλέον ένα σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως είναι πιο χρήσιμο από εκείνο που έχει μόνο μία εφαρμογή, αλλά είναι περισσότερο ανοιχτό σε οποιαδήποτε κατάχρηση.

2.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ (BUSINESS PROCESS MANAGEMENT)

Η παροχή ιατρικής φροντίδας συχνά απαιτεί την συμμετοχή περισσότερων του ενός οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας, οι οποίοι εκτελούν πολλές αλληλεξαρτώμενες και καταναμημένες δραστηριότητες (interdependent and distributed activities). Η ανάγκη για υποστήριξη και διασύνδεση αυτών των δραστηριοτήτων σε συνδυασμό με την ανάγκη για μείωση του κόστους και βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας οδήγησαν στη διασύνδεση των οργανισμών αυτών μέσω δικτύων παροχής υπηρεσιών υγείας. Τα δίκτυα αυτά επικεντρώνονται στις ανάγκες των ασθενών και προωθούν τη συνεργασία (collaboration) τη συνέργεια (cooperation) και το συντονισμό (coordination) των δραστηριοτήτων των επαγγελματιών της υγείας και των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας που συμμετέχουν με διαφορετικούς ρόλους στη διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας [90,91,92]. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η παροχή ολοκληρωμένης και συνεργατικής ιατρικής φροντίδας (integrated and shared care) και η υποστήριξη της συνέχειας στην παροχή ιατρικής φροντίδας (continuity of care). Αναγκαία προϋπόθεση για την δημιουργία των ανωτέρω δικτύων είναι η θεώρηση της παροχής υπηρεσιών υγείας υπό μορφή διαδικασιών (processes) που μπορεί να είναι ενδο-επιχειρησιακές (διαπερνούν οριζόντια τις οργανωτικές δομές των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας) ή και

διεπιχειρησιακές (διαπερνούν οριζόντια τους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας) [90,91,93,94,95,96].

Σ' αυτό το πλαίσιο, συχνά απαιτείται η μοντελοποίηση του υπό μελέτη χώρου σε όρους επιχειρησιακών και διεπιχειρησιακών διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας. Η μοντελοποίηση αυτή θέτει τη βάση για την ευθυγράμμιση και τη βελτίωση των διαδικασιών αφού συμβάλλει στα ακόλουθα [90,91,93,94,100,101,102,103,105]:

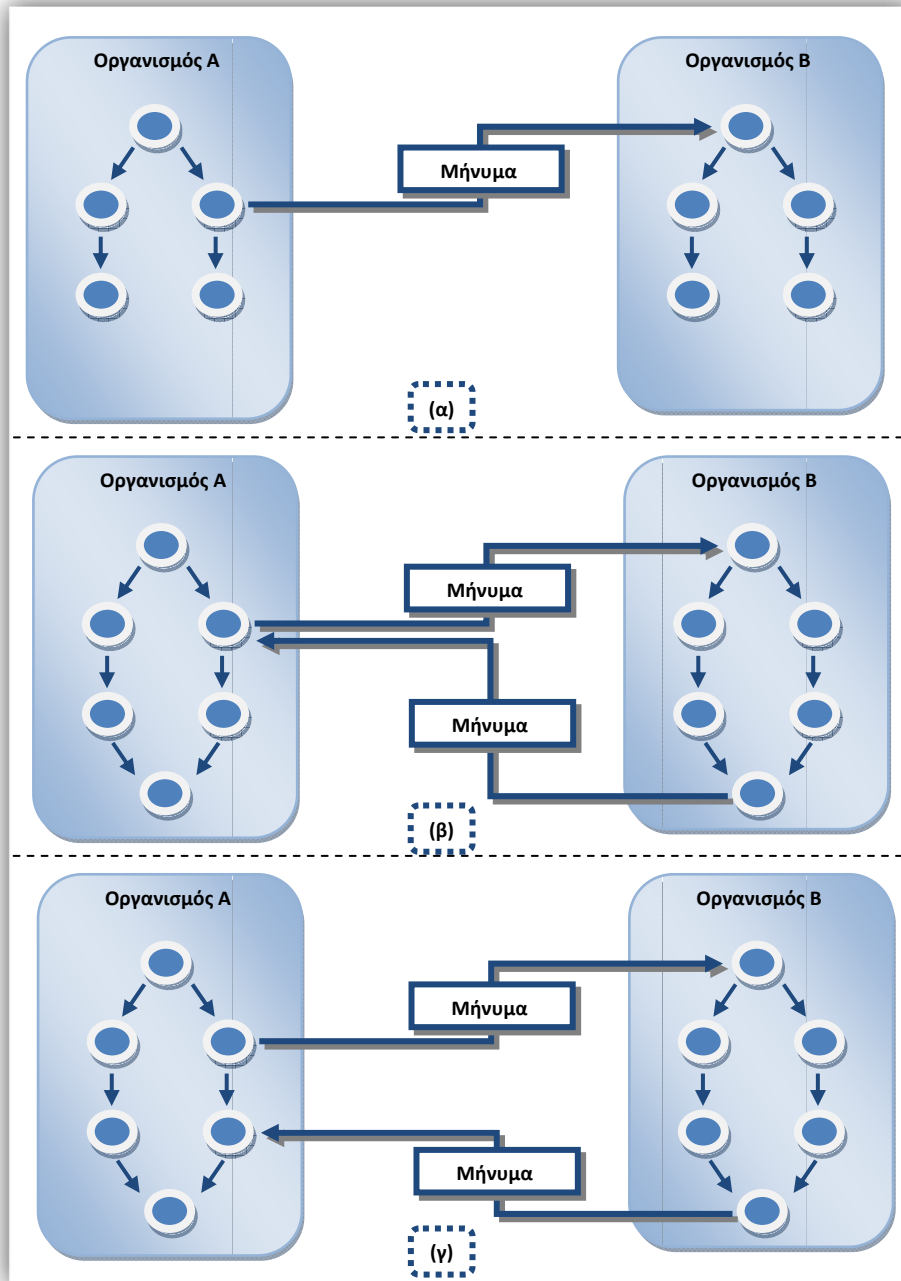
- ♦ Μείωση των δραστηριοτήτων που επαναλαμβάνονται μέσα στις διαδικασίες.
- ♦ Αυτοματοποίηση μερικών δραστηριοτήτων.
- ♦ Μεταφορά του ελέγχου της ροής εργασίας μεταξύ των συμμετεχόντων φορέων.
- ♦ Παροχή κατάλληλης ιατρικής πληροφορίας των ασθενών στο σημείο παροχής υπηρεσιών υγείας.
- ♦ Κατάλληλο συντονισμό των ενεργειών των συμμετεχόντων επαγγελματιών υγείας.
- ♦ Απλοποίηση των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας.

Συνεπώς, η τυποποίηση των διαδικασιών που εκτελούνται κατά την παροχή ιατρικής φροντίδας και η επιβολή της τήρησης των διαδικασιών αυτών σε όλο το εύρος των συστημάτων ιατρικής φροντίδας αποτελεί την πιο σημαντική, ίσως, ανάγκη που πρέπει να ικανοποιούν τα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα υγείας [91,93, 96,97,98,99].

2.4.1 Επιχειρησιακές διαδικασίες

Ο όρος επιχειρησιακή διαδικασία (business process) σχετίζεται συχνά με τις τυπικές λειτουργίες που εκτελούνται σε οργανισμούς όπως είναι οι τράπεζες (π.χ. η διαδικασία χορήγησης δανείου σε μια τράπεζα) ή οι ασφαλιστικές εταιρίες (π.χ. η διαδικασία διαχείρισης αιτημάτων σε μια ασφαλιστική εταιρεία) [102,105]. Η παρακολούθηση της λειτουργίας τέτοιων οργανισμών οδήγησε στο συμπέρασμα ότι οι επιχειρησιακές διαδικασίες αποτελούνται από μια σειρά δραστηριοτήτων που εκτελούνται από κάποια άτομα και έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή ενός αριθμού εγγράφων. Επιπλέον, διαπιστώθηκε πως οι επιχειρήσεις συχνά περιγράφουν τον τρόπο εκτέλεσης εκείνων των επιχειρησιακών διαδικασιών που αφορούν σε πολύπλοκη εργασία, εμπλέκουν πολλά άτομα (ταυτόχρονα και σειριακά) και γενικά εκτελούνται συχνά. Παραδείγματα τέτοιων

διαδικασιών είναι η διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογών στους οργανισμούς ανάπτυξης λογισμικού, η διαδικασία διαχείρισης πελατών στους ασφαλιστικούς οργανισμούς και η διαδικασία έκδοσης και διανομής καρτών στις τραπεζικές επιχειρήσεις.



Σχήμα 2-4. Τρόποι αλληλεπίδρασης δύο οργανισμών που συμμετέχουν σε μια διεπιχειρησιακή διαδικασία

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι επιχειρησιακές διαδικασίες διακρίνονται σε ενδοεπιχειρησιακές και διεπιχειρησιακές. Στα επόμενα κεφάλαια, συχνά αναφέρονται ως παράδειγμα διεπιχειρησιακές διαδικασίες που διαπερνούν οριζόντια δύο ή περισσότερους

οργανισμούς. Ο τρόπος και ο βαθμός αλληλεπίδρασης των οργανισμών που συμμετέχουν στην εκτέλεση μιας διεπιχειρησιακής διαδικασίας καθορίζει τις ροές εργασίας μέσα στη διαδικασία. Παρακάτω αναφέρονται οι διάφοροι τρόποι αλληλεπίδρασης δύο οργανισμών που συμμετέχουν σε μια διεπιχειρησιακή διαδικασία.

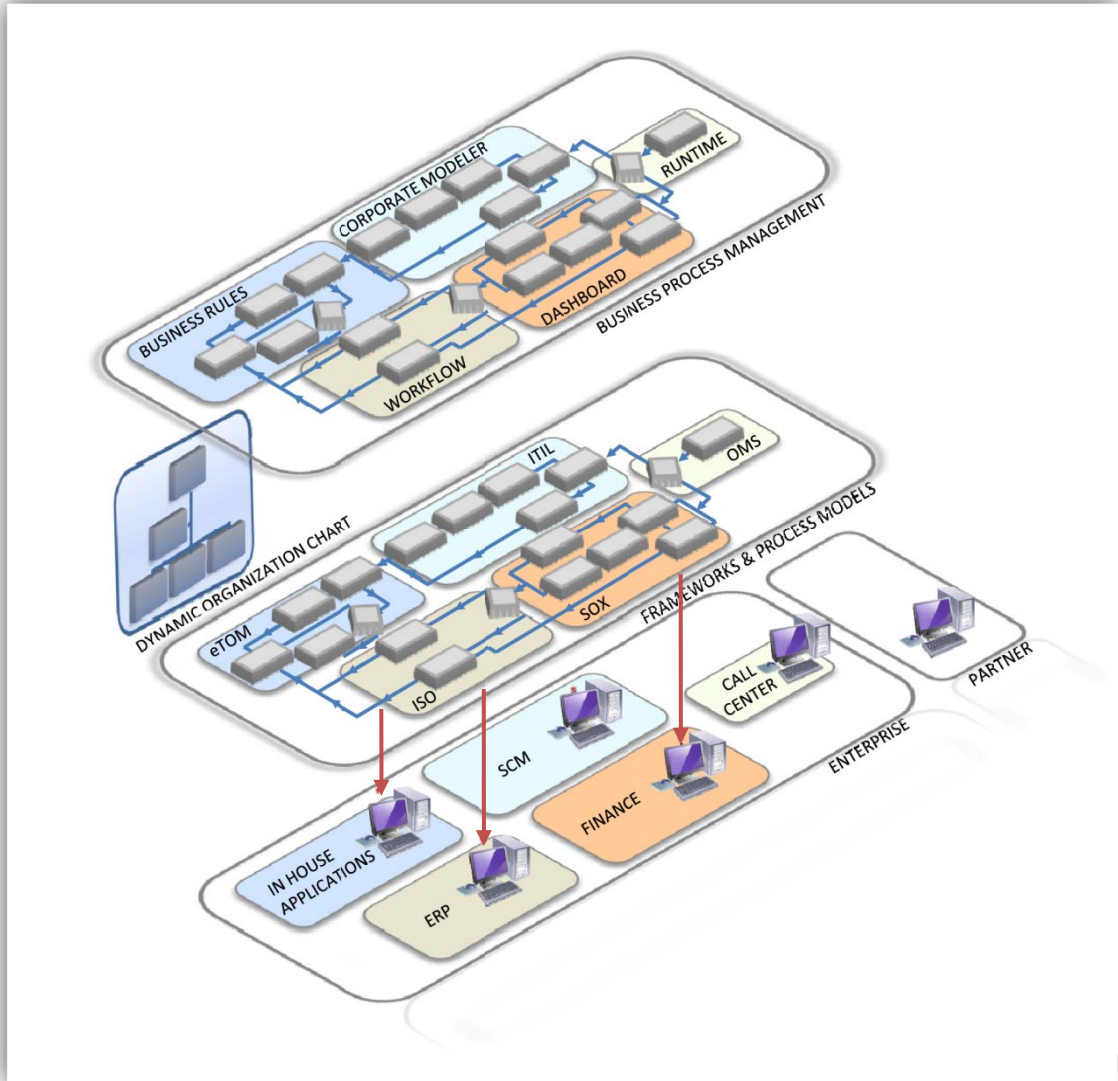
- ♦ Μια δραστηριότητα μιας επιχειρησιακής διαδικασίας καλεί μια άλλη επιχειρησιακή διαδικασία η οποία εκτελείται ανεξάρτητα από την αρχική (Σχήμα 2-4(α)).
- ♦ Μια δραστηριότητα μιας επιχειρησιακής διαδικασίας καλεί μια άλλη επιχειρησιακή διαδικασία και περιμένει μέχρι η δεύτερη να ολοκληρωθεί (Σχήμα 2-4(β)).

Μια δραστηριότητα μιας επιχειρησιακής διαδικασίας καλεί μια άλλη επιχειρησιακή διαδικασία και μια δεύτερη δραστηριότητα της πρώτης επιχειρησιακής διαδικασίας περιμένει μέχρις ότου ολοκληρωθεί η δεύτερη επιχειρησιακή διαδικασία (Σχήμα 2-4(γ)).

Στην ουσία, οι επιχειρησιακές διαδικασίες αναφέρονται στον τρόπο με τον οποίο οργανώνεται και συντονίζεται μια πολύπλοκη εργασία σε μια επιχείρηση με στόχο την καλύτερη οργάνωση του προσωπικού της και την παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών στους πελάτες της. Συνεπώς, η ποιότητα των επιχειρησιακών διαδικασιών επηρεάζει την ποιότητα της απόδοσης μιας επιχείρησης [92,95,97,106]. Η ευθυγράμμιση μιας επιχείρησης με τις επιθυμίες και τις ανάγκες των πελατών της μπορεί να επιτευχθεί μέσω της αποτελεσματικής διαχείρισης των επιχειρησιακών διαδικασιών της, οι οποίες υπόκεινται σε συχνές αλλαγές που αφορούν στον τρόπο χειρισμού συναλλαγών, ερωτημάτων και άλλων δοσοληψιών. Με τον όρο **Διαχείριση Επιχειρησιακών Διαδικασιών - ΔΕΔ (Business Process Management - BPM)** ορίζονται ένα σύνολο από έννοιες (concepts), μεθόδους (methods) και τεχνικές (techniques) για την υποστήριξη του σχεδιασμού (design), της διαχείρισης (administration), της παραμετροποίησης (configuration), της εκτέλεσης (enactment), και της ανάλυσης (analysis) επιχειρησιακών διαδικασιών. Στην ουσία, αποτελεί μια ολιστική προσέγγιση στη διαχείριση όλων των πόρων που εμπλέκονται σε κάθε επιχειρησιακή διαδικασία (δηλαδή ανθρώπων, πληροφοριών, μηχανημάτων και συστημάτων) και έχει σαν στόχο την προώθηση της αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας της επιχείρησης ενώ ταυτόχρονα επιδιώκει την καινοτομία, ευελιξία και ολοκλήρωση με την τεχνολογία (βλ. Σχήμα 2-5).

Στον χώρο της υγείας η ΔΕΔ μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για την αυτοματοποίηση, το συγκεντρωτισμό και τη διαχείριση των διαδικασιών παροχής ιατρικής

φροντίδας δεδομένου ότι μπορεί να αποφέρει σημαντικά οφέλη σε ότι αφορά τόσο την αύξηση της παραγωγικότητας και αποτελεσματικότητας του ιατρικού προσωπικού όσο και την βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων στους ασθενείς υπηρεσιών υγείας.

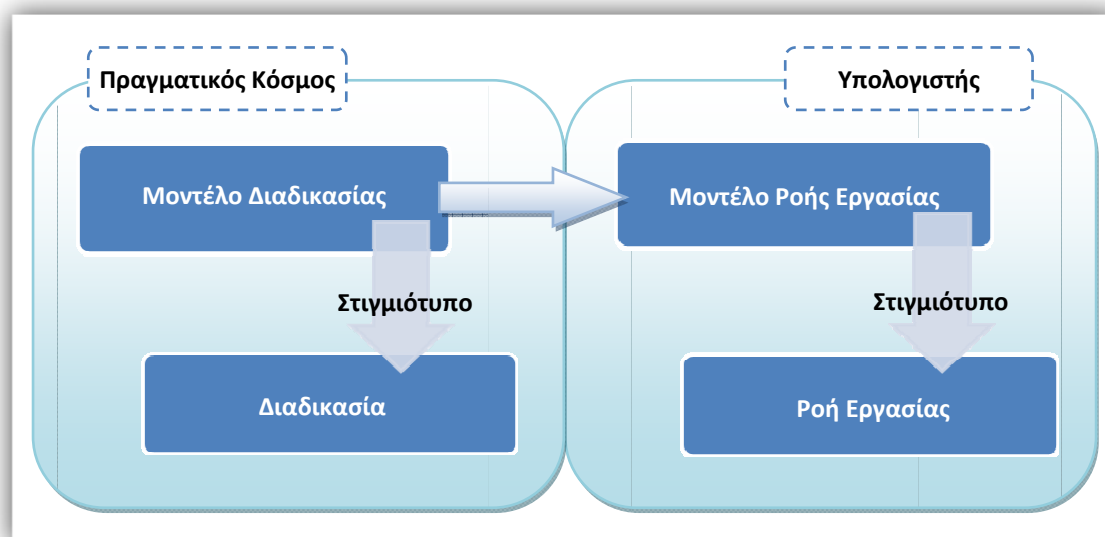


Σχήμα 2-5. Διαχείριση Επιχειρησιακών Διαδικασιών - ΔΕΔ

2.4.2 Επιχειρησιακές διαδικασίες και ροές εργασίας

Για την εκτέλεση μιας επιχειρησιακής διαδικασίας ακολουθείται ένα τυποποιημένο και προσυμφωνημένο μοντέλο εργασίας το οποίο ονομάζεται μοντέλο διαδικασίας (process model) [92,93,100,108]. Ένα μοντέλο διαδικασίας περιγράφει τη δομή μιας επιχειρησιακής διαδικασίας του πραγματικού κόσμου, η οποία συνήθως αποτελείται από τμήματα που εκτελούνται αυτόματα στον υπολογιστή (automated) και από κάποια άλλα που δεν

υποστηρίζονται από τους υπολογιστές και εκτελούνται από τους χρήστες (manual). Πιο συγκεκριμένα, σε ένα μοντέλο διαδικασίας περιγράφονται οι επιμέρους εργασίες που εκτελούνται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας, οι συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούνται για την εκτέλεσή της κάθε εργασίας, η σωστή σειρά εκτέλεσης των εργασιών (π.χ. παράλληλα, διαδοχικά), τα άτομα που συμμετέχουν στη διαδικασία για την εκτέλεση των εργασιών και τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται από και ανταλλάσσονται μεταξύ των εργασιών κατά την εκτέλεση της διαδικασίας [90, 94,100,105,106]. Επίσης, περιγράφονται επιχειρησιακοί κανόνες και τρόποι διαχείρισης των εξαιρέσεων που προκύπτουν κατά την εκτέλεση της επιχειρησιακής διαδικασίας [96,105,108,110]. Το μοντέλο αυτό αποτελεί ένα πρότυπο (template), το οποίο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία στιγμιότυπων της διαδικασίας. Ένα στιγμιότυπο διαδικασίας (process instance) παράγεται από ένα σύνολο τιμών το οποίο καθορίζει την πραγματική σειρά εκτέλεσης των εργασιών της διαδικασίας [100,105,111].



Σχήμα 2-6. Επιχειρησιακές διαδικασίες και ροές εργασίας

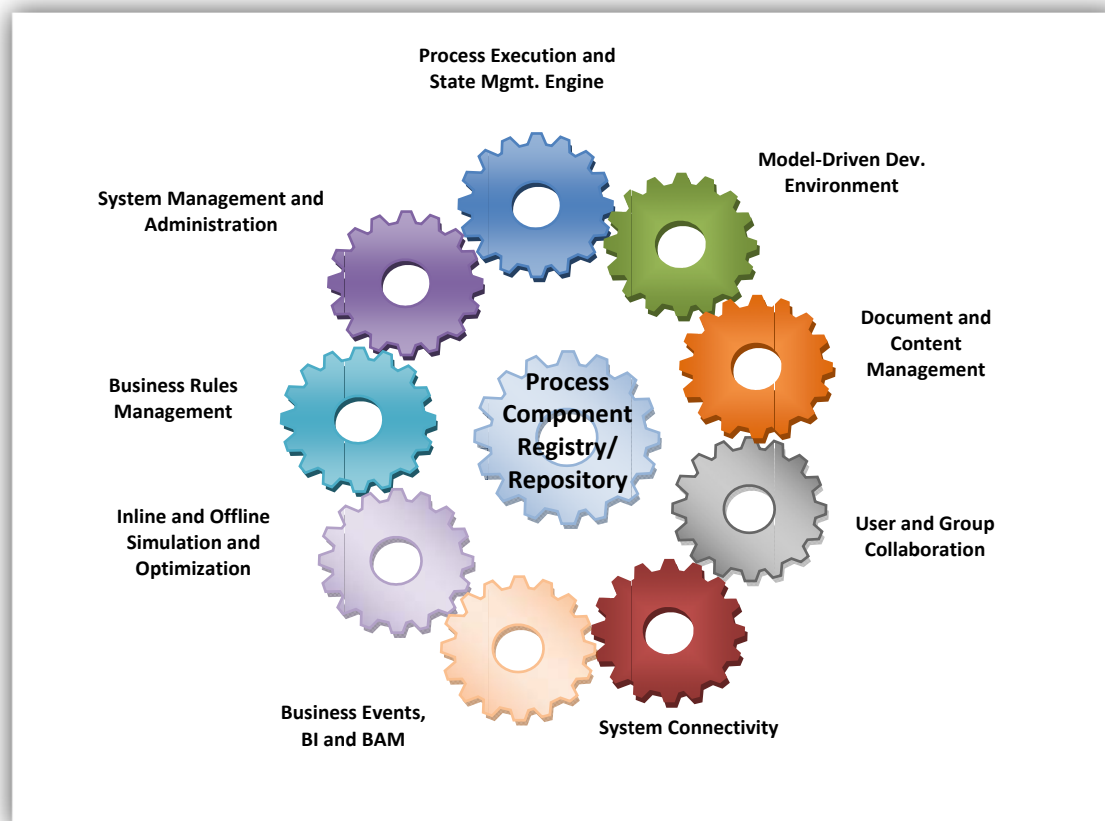
Τα εργαλεία μοντελοποίησης διαδικασιών (process modeling tools) επιτρέπουν στους χρήστες να συντονίζουν τις επιχειρησιακές εργασίες, τους ανθρώπους και τις εφαρμογές λογισμικού και να μοντελοποιούν τη ροή εργασιών εντός μιας διαδικασίας και μεταξύ των διαδικασιών. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2-6, ως ροές εργασίας ορίζονται τα αυτοματοποιημένα τμήματα μιας διαδικασίας. Ένα μοντέλο ροών εργασίας αποτελεί ένα σκελετό (template) για την κατασκευή αυτοματοποιημένων διαδικασιών και μπορεί να αποτελεί ένα μικρό μέρος ενός μεγαλύτερου μοντέλου διαδικασίας ή μπορεί να ταυτίζεται με το μοντέλο διαδικασίας [100,105,108]. Υπάρχουν δύο εναλλακτικοί τρόποι για την εκτέλεσή των ροών εργασίας:

- ♦ Η ανάπτυξη εξειδικευμένων εφαρμογών που υλοποιούν τα μοντέλα ροής εργασιών. Σ' αυτήν την περίπτωση, στα προγράμματα εφαρμογών ενσωματώνεται πληροφορία σχετικά με τις ροές εργασίας, το οποίο έχει ως συνέπεια να απαιτείται η τροποποίηση των προγραμμάτων εφαρμογών όταν πραγματοποιείται τροποποίηση στις ροές εργασίας της διαδικασίας.
- ♦ Η χρήση εξειδικευμένων συστημάτων, των Συστήματα Διαχείρισης Ροής Εργασιών (ΣΔΡΕ), τα οποία λειτουργούν ανεξάρτητα από τα προγράμματα εφαρμογών που υλοποιούν τις δραστηριότητες της διαδικασίας. Σ' αυτήν την περίπτωση, τα μοντέλα ροής εργασιών εισάγονται σε ένα τέτοιο σύστημα, το οποίο αναλαμβάνει την εκτέλεση και τη διαχείριση των ροών εργασίας [100,105,112].

Συνεπώς, η δεύτερη προσέγγιση προτιμάται έναντι της πρώτης δεδομένων των πλεονεκτημάτων που παρέχει μέσω του διαχωρισμού της επιχειρησιακής λογικής από τις υποκείμενες εφαρμογές.

2.4.3 Συστήματα διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών

Με τον όρο Σύστημα Διαχείρισης Επιχειρησιακών Διαδικασιών (Business Process Management System) ορίζεται μια γενική πλατφόρμα λογισμικού η οποία συντονίζει το σχεδιασμό και την εκτέλεση επιχειρησιακών διαδικασιών. Πιο συγκεκριμένα, να Σύστημα Διαχείρισης Επιχειρησιακών Διαδικασιών διαθέτει ένα σύνολο από επιμέρους εργαλεία (υπο-συστήματα) που χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση, εκτέλεση και βελτιστοποίηση των Επιχειρησιακών Διαδικασιών. Τα εργαλεία αυτά είναι σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να καθοδηγούν και να επιτρέπουν στους υπεύθυνους να διαχειρίζονται τα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής των επιχειρησιακών διαδικασιών. Τυπικό εργαλείο που διαθέτει ένα ΣΔΕΔ είναι αυτό που αφορά στην διαχείριση (σχεδιασμός, προσομοίωση και εκτέλεση) των μοντέλων ροών εργασίας που χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών. Το εργαλείο αυτό συντονίζει τις εργασίες όλων των εμπλεκόμενων σε μια διαδικασία πόρων, δηλαδή ανθρώπων, μηχανημάτων και πληροφοριών, εκτελώντας κάθε μορφής δραστηριότητα (π.χ. δραστηριότητες ρουτίνας, αποφάσεις, συνεργατικές δραστηριότητες κλπ). Συνεπώς, ένα ΣΔΕΔ περιλαμβάνει μια πιο αναβαθμισμένη μορφή της τεχνολογίας διαχείρισης ροής εργασιών. Πέραν αυτής, ένα ΣΔΕΔ περιλαμβάνει άλλες εννιά τεχνολογίες μεταξύ των οποίων είναι η Business Activity Monitoring (BAM), η μηχανή κανόνων και ένα γραφικό περιβάλλον που χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό των επιχειρησιακών διαδικασιών.



Σχήμα 2-7. Ενδεικτικά συστατικά στοιχεία ενός ΣΔΕΔ

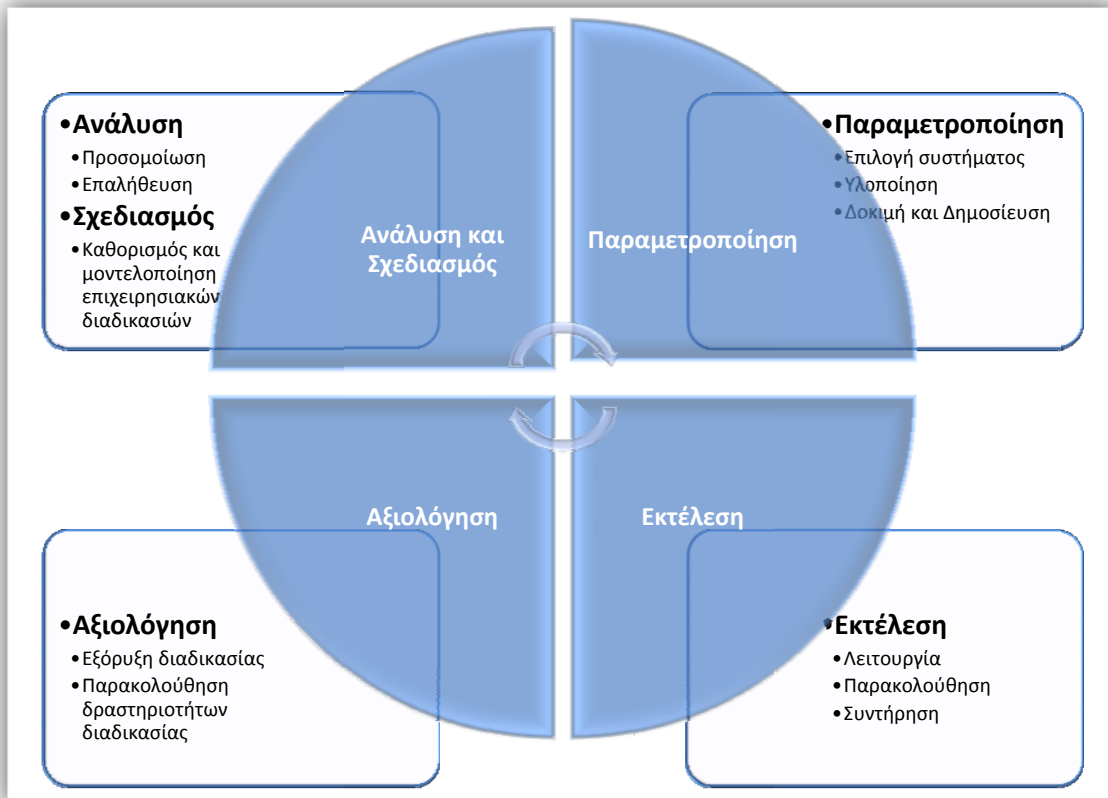
Επιπλέον, τα ΣΔΕΔ διαθέτουν μια σειρά από επιπρόσθετα εργαλεία ανάλογα με το πεδίο που προσανατολίζεται η χρήση τους. Έτσι υπάρχουν:

- ♦ **Συστήματα προσανατολισμένα στην επικοινωνία με τον άνθρωπο (human-centric):** διαθέτουν μια μηχανή διαχείρισης της αλληλεπίδρασης των χρηστών με τις επιχειρησιακές διαδικασίες (human workflow engine) με παράλληλη χρήση πλούσιων διεπαφών,
- ♦ **Συστήματα προσανατολισμένα στη λήψη αποφάσεων (decision-centric):** διαθέτουν μια μηχανή διαχείρισης κανόνων (rule engine) και κάποιο μηχανισμό εποπτείας (monitoring) που διαχειρίζονται τα αναλυτικά δεδομένα που παράγονται κατά την εκτέλεση των διαδικασιών και επιτρέπει στους ειδικούς να λαμβάνουν και να επιβάλλουν αποφάσεις,
- ♦ **Συστήματα προσανατολισμένα στη διαχείριση εγγράφων (document-centric):** διαθέτουν κάποιο Σύστημα Διαχείρισης Επιχειρησιακού Περιεχομένου (Enterprise Content Management Systems - ECMS) το οποίο αναλαμβάνει τη διαχείριση του κύκλου ζωής των εγγράφων και
- ♦ **Συστήματα προσανατολισμένα στην ενοποίηση διαφόρων συστημάτων (integration-centric):** διαθέτουν ισχυρούς μηχανισμούς ενοποίησης (π.χ. Enterprise Service Bus -

ESB) των ετερογενών συστημάτων μίας επιχείρησης και δημιουργίας εικονικών ομογενοποιημένων επιχειρησιακών περιβαλλόντων.

Στο Σχήμα 2-7 αναπαριστάται η λειτουργικότητα που απαντάται συνήθως στα ΣΔΕΔ. Η τεχνολογία ροής εργασιών απεικονίζεται στο γρανάζι με τίτλο “Process Execution and State Management Engine”, το οποίο συχνά αποκαλείται “BPM Engine, γεγονός που συνήθως προκαλεί σύγχυση.

Τέλος, ένα ΣΔΕΔ συμπεριλαμβάνει, μεταξύ άλλων, μηχανισμούς διαμοιρασμού πόρων (load balancing) ή επαναδρομολόγησης (rerouting) και αφορά τόσο διαδικασίες που απαιτούν αλληλεπίδραση με ανθρώπους (manual) όσο και διαδικασίες που είναι αυτοματοποιημένες (automatic).



Σχήμα 2-8. Κύκλος ζωής επιχειρησιακών διαδικασιών

2.4.4 Κύκλος ζωής επιχειρησιακών διαδικασιών

Ο κύκλος ζωής που αφορά στη διαχείριση των επιχειρησιακών διαδικασιών απεικονίζεται στο Σχήμα 2-8 και αποτελείται από τέσσερις αλληλοσυσχετιζόμενες φάσεις [109]. Οι φάσεις

του κύκλου ζωής είναι οργανωμένες σε κυκλική δομή κάνοντας εμφανείς τις λογικές εξαρτήσεις μεταξύ τους. Ωστόσο, αυτές οι εξαρτήσεις δεν υπονοούν κάποια αυστηρή χρονική σειρά εκτέλεσης των φάσεων του κύκλου ζωής.

1. Ανάλυση και σχεδιασμός επιχειρησιακών διαδικασιών (Analysis & Design)

Η πρώτη φάση αφορά στην ανάλυση και τον σχεδιασμό των επιχειρησιακών διαδικασιών. Στο πλαίσιο αυτής της φάσης, πραγματοποιείται μια επισκόπηση των επιχειρησιακών διαδικασιών σε συνδυασμό με το οργανωσιακό και τεχνικό περιβάλλον στο οποίο εκτελούνται. Με βάση αυτή την επισκόπηση γίνεται η αποτύπωση των ήδη υπάρχουσών ("as - is") και των επιθυμητών ("to-be") διαδικασιών, οι οποίες στη συνέχεια ελέγχονται, επαληθεύονται και αναπαριστώνται με τη χρήση μοντέλων διαδικασιών (process models). Στο πλαίσιο αυτό χρησιμοποιούνται τεχνικές τόσο για την μοντελοποίηση όσο και για τον έλεγχο, την προσομοίωση και την επαλήθευση των επιχειρησιακών διαδικασιών. Το σημαντικότερο κομμάτι της φάσης αυτής είναι η μοντελοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών, στο πλαίσιο της οποίας, η αρχική περιγραφή των επιχειρησιακών διαδικασιών που προέκυψε κατά την αποτύπωση και τη βελτίωση τους, οριστικοποιείται με την μοντελοποίηση τους κάνοντας χρήση κάποιου συγκεκριμένου συμβολισμού (notation).

Η γραφική αναπαράσταση των διαδικασιών με τη χρήση μοντέλων διαδικασιών διευκολύνει την επεξεργασία και βελτίωσή τους από τα διάφορα εμπλεκόμενα μέλη αφού καθιστά πιο αποτελεσματική την επικοινωνία μεταξύ τους.

Όταν ολοκληρωθεί ο αρχικός σχεδιασμός των επιχειρησιακών διαδικασιών, ακολουθεί ο έλεγχος αυτών, ο οποίος μπορεί να πραγματοποιηθεί με τους ακόλουθους τρόπους:

- ♦ **Διοργάνωση συναντήσεων εργασίας (workshop):** Κατά τη διάρκεια των συναντήσεων εργασίας τα άτομα που εμπλέκονται στην εκτέλεση κάθε διαδικασίας συζητούν την ορθότητά της. Πιο συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες στη συνάντηση εξετάζουν αν το κάθε μοντέλο επιχειρησιακής διαδικασίας αντικατοπτρίζει όλα τα πιθανά στιγμιότυπα της διαδικασίας.
- ♦ **Χρήση τεχνικών προσομοίωσης:** Η προσομοίωση των επιχειρησιακών διαδικασιών μπορεί να οδηγήσει σε εκτέλεση δραστηριοτήτων με λανθασμένη σειρά αποκαλύπτοντας έτσι ελλείψεις στο μοντέλο της επιχειρησιακής διαδικασίας. Η

προσομοίωση των διαδικασιών επιτρέπει σε όλους τους συμμετέχοντες να εξετάσουν την διαδικασία βήμα προς βήμα και να αποφανθούν σχετικά με το αν αυτή επιδεικνύει την επιθυμητή συμπεριφορά. Τα περισσότερα συστήματα διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών παρέχουν ένα περιβάλλον προσομοίωσης το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο πλαίσιο αυτής της φάσης.

2. Παραμετροποίηση επιχειρησιακών διαδικασιών (Configuration)

Όταν ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός και ο έλεγχος των επιχειρησιακών διαδικασιών, ακολουθεί η υλοποίησή τους, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Ένας από αυτούς είναι ο καθορισμός ενός συνόλου πολιτικών και κανόνων με τους οποίους θα πρέπει να συμμορφώνονται οι υπάλληλοι της εκάστοτε επιχείρησης. Σε αυτή τη περίπτωση, για την υλοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών δεν απαιτείται η χρήση κάποιας συγκεκριμένης τεχνολογίας.

Εναλλακτικά, για την υλοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών δύναται να χρησιμοποιηθεί κάποιο ΣΔΕΔ. Στην περίπτωση αυτή, κατά τη φάση της παραμετροποίησης πραγματοποιείται η επιλογή του συγκεκριμένου ΣΔΕΔ που θα χρησιμοποιηθεί. Κάθε μοντέλο επιχειρησιακής διαδικασίας εμπλουτίζεται με τεχνικές πληροφορίες, οι οποίες επιτρέπουν κατόπιν την εκτέλεση της διαδικασίας από το ΣΔΕΔ.

Το ΣΔΕΔ που επιλέχθηκε θα πρέπει να παραμετροποιηθεί ανάλογα με το οργανωσιακό περιβάλλον της επιχείρησης και τις επιχειρησιακές διαδικασίες τις οποίες καλείται να διαχειριστεί. Αυτή η παραμετροποίηση περιλαμβάνει τις αλληλεπιδράσεις των υπαλλήλων με το σύστημα καθώς και την ολοκλήρωση των ήδη υπαρχόντων συστημάτων λογισμικού με το ΣΔΕΔ. Το τελευταίο αποτελεί ζήτημα υψίστης σημασίας αφού στις περισσότερες επιχειρήσεις σήμερα, οι επιχειρησιακές διαδικασίες υποστηρίζονται από ήδη υπάρχοντα συστήματα λογισμικού. Ανάλογα με την πληροφοριακή υποδομή που υπάρχει, η φάση της διαμόρφωσης των διαδικασιών ενδέχεται να περιλαμβάνει ανάπτυξη προγραμμάτων λογισμικού (π.χ. για την σύνδεση των υπαρχόντων συστημάτων λογισμικού με το ΣΔΕΔ).

Η παραμετροποίηση του ΣΔΕΔ ενδέχεται να συμπεριλαμβάνει θέματα που αφορούν συναλλαγές (transactional aspects). Ο όρος συναλλαγή είναι γνωστός από την

τεχνολογία των βάσεων δεδομένων όπου ένας διαχειριστής συναλλαγών (transaction manager) διασφαλίζει πως τα προγράμματα εφαρμογών εκτελούνται ως συναλλαγές και υπακούν στην αρχή ACID: ατομικότητα (atomicity), συνέπεια (consistency), απομόνωση (isolation) και μονιμότητα (durability). Η ατομικότητα (atomicity) απαιτεί όλες οι συναλλαγές με μια βάση δεδομένων να υπακούν στον κανόνα όλα ή τίποτα (all-or-nothing). Κάθε συναλλαγή η οποία είναι ατομική ονομάζεται έτσι επειδή αν ένα μέρος της αποτύχει, αποτυγχάνει όλη η συναλλαγή και η βάση δεδομένων παραμένει όπως ήταν πριν εκτελεστεί η συναλλαγή. Η ιδιότητα της συνέπειας (consistency) διασφαλίζει ότι η βάση δεδομένων διατηρείται σε μια συνεπή κατάσταση. Πιο συγκεκριμένα, κάθε συναλλαγή οδηγεί την βάση δεδομένων από μια συνεπή κατάσταση σε μια άλλη επίσης συνεπή κατάσταση. Η απομόνωση (isolation) διασφαλίζει πως κάθε συναλλαγή δεν παρεμβαίνει σε άλλες συναλλαγές. Πιο συγκεκριμένα, μια συναλλαγή δεν επιτρέπεται να έχει πρόσβαση σε δεδομένα τα οποία τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή τροποποιούνται από κάποια άλλη συναλλαγή η οποία δεν έχει ακόμα ολοκληρωθεί. Τέλος, η ιδιότητα της μονιμότητας (durability) αναφέρεται στην διατήρηση των αποτελεσμάτων μετά από κάθε συναλλαγή, ακόμα και σε περιπτώσεις αστοχίας του συστήματος (system failure).

Η ικανοποίηση των ανωτέρω ιδιοτήτων των συναλλαγών από τις εφαρμογές βάσεων δεδομένων παίζει πολύ σημαντικό ρόλο κατά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων των διαδικασιών. Ωστόσο, οι ιδιότητες των συναλλαγών μπορούν να εφαρμοστούν και σε επίπεδο επιχειρησιακών διαδικασιών. Πιο συγκεκριμένα, ένα υποσύνολο δραστηριοτήτων μπορούν να θεωρηθούν ως μια επιχειρησιακή συναλλαγή, έτσι ώστε είτε να εκτελούνται όλες οι δραστηριότητες επιτυχώς είτε να μην εκτελείται καμία. Με τον τρόπο αυτό υλοποιείται η ιδιότητα της ατομικότητας (atomicity). Δυστυχώς, οι τεχνικές που υλοποιούν τις ιδιότητες των συναλλαγών στα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ) δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τις συναλλαγές που πραγματοποιούνται στο πλαίσιο των επιχειρησιακών διαδικασιών αφού οι πρώτες χρησιμοποιούν τεχνικές κλειδώματος προκειμένου να αποτρέψουν την πρόσβαση στα δεδομένα και το κλείδωμα των δεδομένων κατά την εκτέλεση ενός στιγμιότυπου μιας επιχειρησιακής διαδικασίας δεν είναι εφικτό.

Την παραμετροποίηση του συστήματος, ακολουθεί ή υποβολή σε δοκιμή των υλοποιήσεων των επιχειρησιακών διαδικασιών. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται

σε επίπεδο δραστηριότητας (activity) οι παραδοσιακές τεχνικές δοκιμών που έχουν οριστεί στον τομέα της Τεχνολογίας Λογισμικού. Με τον τρόπο αυτό ελέγχεται για παράδειγμα αν ένα λογισμικό εφαρμογών επιδεικνύει την επιθυμητή συμπεριφορά. Στη συνέχεια πραγματοποιούνται έλεγχοι του ολοκληρωμένου συστήματος και της απόδοσης αυτού προκειμένου να διαπιστωθούν πιθανά προβλήματα χρόνου εκτέλεσης (run time problems) τα οποία προκλήθηκαν από ρυθμίσεις που έγιναν κατά τη φάση της παραμετροποίησης. Με την ολοκλήρωση του ελέγχου του συστήματος, πραγματοποιείται η εγκατάσταση του συστήματος στο περιβάλλον για το οποίο προορίζεται. Ανάλογα με το περιβάλλον αυτό, ενδέχεται να απαιτηθούν κάποιες πρόσθετες ενέργειες όπως η εκπαίδευση του προσωπικού ή η μεταφορά (migration) δεδομένων στη νέα πλατφόρμα.

3. Εκτέλεση επιχειρησιακών διαδικασιών (Enactment)

Η φάση αυτή έπεται της φάσης της παραμετροποίησης, και αφορά στην εκτέλεση των επιχειρησιακών διαδικασιών. Τα στιγμιότυπα των επιχειρησιακών διαδικασιών δημιουργούνται και εκκινούνται προκειμένου να επιτευχθούν οι επιχειρησιακοί στόχοι της εταιρείας. Η εκκίνηση ενός στιγμιότυπου επιχειρησιακής διαδικασίας συνήθως πραγματοποιείται όταν λάβει χώρα κάποιο γεγονός (event) (π.χ. η λήψη μιας παραγγελίας από κάποιο πελάτη).

Το ΣΔΕΔ ελέγχει την εκτέλεση των στιγμιότυπων των επιχειρησιακών διαδικασιών τα οποία έχουν δημιουργηθεί από τα αντίστοιχα μοντέλα. Κατά την εκτέλεση κάθε στιγμιότυπου διαδικασίας, οι δραστηριότητες που την απαρτίζουν θα πρέπει να εκτελούνται με τη σωστή σειρά και η εκτέλεσή τους να υπόκειται στους περιορισμούς που έχουν τεθεί κατά τον σχεδιασμό του αντίστοιχου μοντέλου διαδικασίας.

Η παρακολούθηση της κατάστασης των στιγμιότυπων μιας επιχειρησιακής διαδικασίας μπορεί να πραγματοποιηθεί γραφικά μέσω ενός συστατικού παρακολούθησης του ΣΔΕΔ. Η παρακολούθηση διαδικασιών αποτελεί ένα σημαντικό μηχανισμό για την παροχή πληροφοριών μεγάλης ακρίβειας σχετικά με την κατάσταση των στιγμιότυπων των διαδικασιών. Αυτές οι πληροφορίες είναι πολύτιμες για παράδειγμα στην περίπτωση που ένας πελάτης ζητά να ενημερωθεί σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση της υπόθεσής του. Προκειμένου να αποδοθούν γραφικά οι πληροφορίες για την κατάσταση κάθε στιγμιότυπου διαδικασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες

τεχνικές απεικόνισης, όπως για παράδειγμα διαφορετικά χρώματα. Έτσι μια έτοιμη προς εκτέλεση δραστηριότητα χρωματίζεται με πράσινο χρώμα, μια δραστηριότητα που εκτελείται με μπλε, ενώ μια δραστηριότητα που έχει ολοκληρωθεί με γκρι. Τα περισσότερα ΣΔΕΔ, στο πλαίσιο της παρακολούθησης της εκτέλεσης των στιγμιότυπων διαδικασιών, παρέχουν πληροφορίες βασιζόμενα στις καταστάσεις των ενεργών διαδικασιών.

Κατά την εκτέλεση των επιχειρησιακών διαδικασιών, συλλέγονται πολύτιμα δεδομένα σχετικά με την εκτέλεση των διαδικασιών τα οποία συνήθως αποθηκεύονται σε κάποιο αρχείο (log). Αυτά τα αρχεία αποτελούνται από ταξινομημένα σύνολα εγγραφών τα οποία υποδεικνύουν τα γεγονότα που έλαβαν χώρα κατά την εκτέλεση των επιχειρησιακών διαδικασιών. Η εκκίνηση και λήξη της εκτέλεσης μιας δραστηριότητας είναι τυπικές πληροφορίες που αποθηκεύονται στα αρχεία αυτά. Τα αρχεία log αποτελούν τη βάση για την αξιολόγηση των επιχειρησιακών διαδικασιών, η οποία αποτελεί την επόμενη φάση του κύκλου ζωής αυτών.

4. Αξιολόγηση επιχειρησιακών διαδικασιών (Evaluation)

Στο πλαίσιο της φάσης αυτής χρησιμοποιούνται όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες προκειμένου να αξιολογηθούν και να βελτιωθούν τα μοντέλα των επιχειρησιακών διαδικασιών και οι υλοποιήσεις αυτών. Πιο συγκεκριμένα, αξιολογούνται οι πληροφορίες που περιέχονται στα αρχεία log με τη χρήση τεχνικών παρακολούθησης δραστηριοτήτων διαδικασίας (process activity monitoring) και εξόρυξης διαδικασιών (process mining). Αυτές οι τεχνικές έχουν στόχο να διαπιστώσουν την ποιότητα των μοντέλων των επιχειρησιακών διαδικασιών και την επάρκεια του περιβάλλοντος εκτέλεσης των διαδικασιών. Για παράδειγμα, η παρακολούθηση των δραστηριοτήτων μιας επιχειρησιακής διαδικασίας μπορεί να οδηγήσει στη διαπίστωση πως μια δραστηριότητα έχει μεγάλο χρόνο εκτέλεσης λόγω έλλειψης στους πόρους που απαιτούνται για την εκτέλεσή της. Οι πληροφορίες που προκύπτουν κατά την παρακολούθηση των διαδικασιών είναι χρήσιμες και για την φάση της προσομοίωσης των διαδικασιών και ως εκ τούτου υπάρχει μεγάλος βαθμός συσχετισμού μεταξύ αυτών των δύο φάσεων.

Η τεχνική εξόρυξης διαδικασιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά παρόμοιο τρόπο με την παρακολούθηση. Οι εφαρμογές της τεχνικής αυτής ποικίλουν. Αν τα αρχεία log που

χρησιμοποιούνται για την εξόρυξη διαδικασιών παράγονται από τα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για την ανάπτυξη μοντέλων επιχειρησιακών διαδικασιών. Επιπλέον, η ένας άλλος τομέας εφαρμογής της τεχνικής αυτής είναι η αξιολόγηση των υπαρχόντων μοντέλων επιχειρησιακών διαδικασιών.

5. Διαχείριση και συμμετοχοί (Administration & Stakeholders)

Στα διάφορα σενάρια ΔΕΔ υπάρχει ένα μεγάλο εύρος στοιχείων (artefacts), σε διαφορετικά επίπεδα αφαίρεσης, τα οποία απαιτούν καλή οργάνωση και διαχείριση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η δομημένη αποθήκευση και η αποτελεσματική ανάκτηση στοιχείων που αφορούν

- ♦ τα μοντέλα επιχειρησιακών διαδικασιών
- ♦ τις πληροφορίες εκτέλεσης των στιγμιότυπων αυτών των διαδικασιών
- ♦ το οργανωσιακό και τεχνικό περιβάλλον εκτέλεσης των διαδικασιών.

Ειδικά σε μεγάλους οργανισμούς και επιχειρήσεις όπου υπάρχει εξαιρετικά μεγάλος αριθμός μοντέλων επιχειρησιακών διαδικασιών, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός καλά δομημένου αποθετηρίου με ισχυρούς μηχανισμούς για την υποβολή ερωτημάτων.

Στη διαχείριση των επιχειρησιακών διαδικασιών συμμετέχει ένας μεγάλος αριθμός ατόμων (stakeholders) με διαφορετικές γνώσεις, εξειδίκευση και εμπειρία. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται αυτοί που σχεδιάζουν τις επιχειρησιακές διαδικασίες, οι συμμετέχοντες στις διαδικασίες, οι διαχειριστές του ΣΔΕΔ και οι προγραμματιστές που αναλαμβάνουν την ανάπτυξη των εφαρμογών που εκτελούνται από τις δραστηριότητες των διαδικασιών.

2.4.5 Θέματα ασφάλειας στα συστήματα διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών

Η ασφάλεια αποτελεί πολύ σημαντικό κομμάτι των διαδικασιοστρεφών συστημάτων και διακρίνεται στα ακόλουθα τρία βασικά συστατικά:

- ♦ **Διαθεσιμότητα (availability):** Οι πληροφορίες και οι πόροι που απαιτούνται για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων μια ροής εργασίας θα πρέπει να είναι διαθέσιμα.
- ♦ **Εμπιστευτικότητα (confidentiality):** Οι πληροφορίες δεν θα πρέπει να αποκαλύπτονται για κανένα λόγο σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες ή διαδικασίες.

- ♦ **Ακεραιότητα (integrity):** Οι πληροφορίες και τα συστήματα δεν θα πρέπει να τροποποιούνται κατά λάθος ή εσκεμμένα.

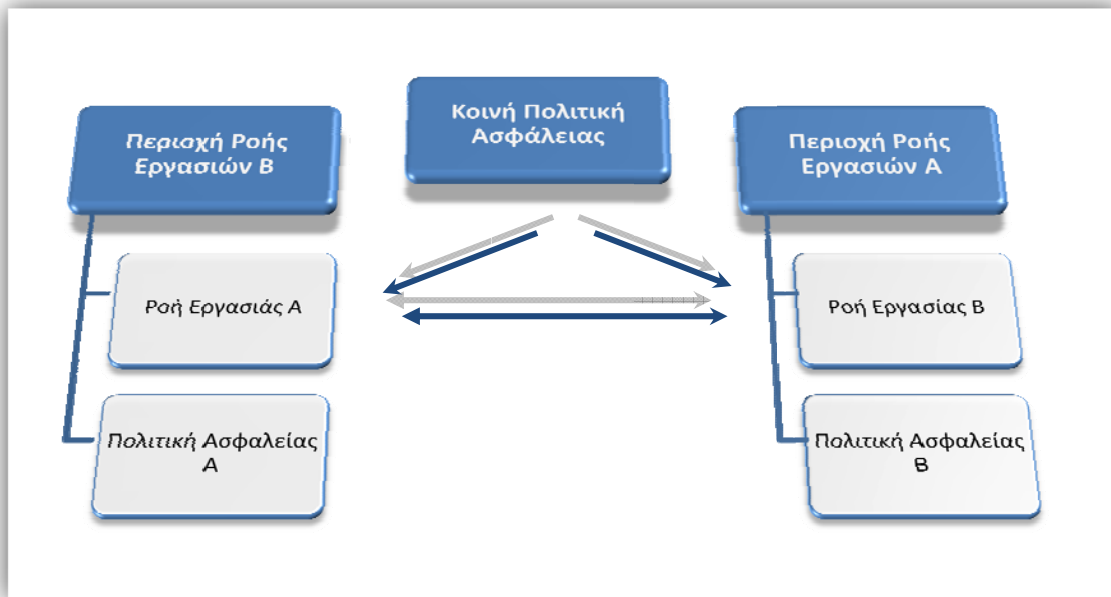
Για τη διασφάλιση των παραπάνω απαιτείται η ενσωμάτωση στα συστήματα κατάλληλων υπηρεσιών ασφάλειας (security services) [113]. Συγκεκριμένα, απαιτείται η χρήση ενός εύρωστου μοντέλου ασφάλειας, το οποίο επιτρέπει ελεγχόμενη πρόσβαση στις δραστηριότητες κάθε διαδικασίας και στα αντικείμενα δεδομένων που προσπελάζονται μέσω αυτών [113,114,143]. Τα θέματα ασφάλειας που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη προκειμένου να επιτευχθεί η ασφαλής εκτέλεση των ρών εργασίας που υλοποιούν τις διαδικασίες περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- ♦ **Αυθεντικοποίηση (authentication):** Αφορά στην αξιόπιστη εξακρίβωση της ταυτότητας των ατόμων που είναι υπεύθυνοι για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων των ρών εργασίας.
- ♦ **Εξουσιοδότηση (authorization):** Αφορά στην επιβολή ελέγχου πρόσβασης για τη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας (confidentiality) και της ακεραιότητας (integrity).
- ♦ **Έλεγχος (audit):** Αφορά στην καταγραφή πληροφορίας ελέγχου σχετικά με το ποιος εκτέλεσε ποια ενέργεια και ποια χρονική στιγμή κατά την εκτέλεση ποιου στιγμιότυπου ροής εργασιών (workflow instances). Η πληροφορία αυτή μπορεί έπειτα να αναλυθεί για την ανακάλυψη ύποπτης συμπεριφοράς.
- ♦ **Διάκριση καθηκόντων (separation of duties):** Αφορά στη διάκριση των καθηκόντων των χρηστών και στο καθορισμό των δικαιωμάτων τους για την εκτέλεση και διαχείριση των δραστηριοτήτων και των στιγμιότυπων των ρών εργασίας, με στόχο τη μείωση του κινδύνου απάτης.

Όσο αφορά την εξουσιοδότηση (authorization), οι οργανισμοί συχνά αναπτύσσουν και ενσωματώνουν στο σύστημα που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση των ρών εργασίας έναν μηχανισμό ασφάλειας που βασίζεται στους ρόλους των χρηστών (role-based security). Στο πλαίσιο αυτού καθορίζονται οι ρόλοι των χρηστών και τα δικαιώματα αυτών για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων των ρών εργασίας και για την πρόσβαση στα αντικείμενα δεδομένων που διαχειρίζονται κατά την εκτέλεση αυτών των δραστηριοτήτων [114,143,144,145].

Στην περίπτωση μιας διεπιχειρησιακής ροής εργασιών στην οποία συμμετέχουν δύο διαφορετικοί οργανισμοί, ο κάθε οργανισμός μπορεί να καθορίζει τη δική του πολιτική ασφάλειας για τη ροή εργασιών που εκτελεί ο ίδιος και οι δύο οργανισμοί μαζί να

καθορίζουν μια κοινή πολιτική ασφάλειας για τη διεπιχειρησιακή ροή εργασιών [113]. Για την αποφυγή αντιφάσεων (conflicts), οι τοπικές πολιτικές ασφάλειας πρέπει να είναι συμβατές με την κοινή πολιτική ασφάλειας [91]. Αυτό σημαίνει πώς κατά την εκτέλεση της διεπιχειρησιακής ροής εργασιών, οι κανόνες ασφάλειας που τίθενται από την κοινή πολιτική ασφάλειας τηρούνται και από τους δύο οργανισμούς. Στο Σχήμα 2-9 αναπαριστάται η αρχιτεκτονική ενός διεπιχειρησιακού συστήματος που βασίζεται στις ροές εργασίας και εκτελείται από δύο οργανισμούς με διαφορετικές πολιτικές ασφάλειας και μια κοινά ορισμένη πολιτική ασφάλειας.



Σχήμα 2-9. Μια αρχιτεκτονική ενός διεπιχειρησιακού συστήματος ροής εργασιών με διαφορετικές πολιτικές ασφάλειας και μια κοινή πολιτική ασφάλειας

Μια κοινή πολιτική ασφάλειας, συχνά, περιέχει πληροφορία ελέγχου σχετικά με την εκτέλεση διαφόρων λειτουργιών [16,198]. Αυτές οι λειτουργίες αφορούν:

- ♦ Δικαίωμα εκκίνησης διαδικασιών (process initiation permissions) – για τον καθορισμό εκείνων των εξωτερικών περιβαλλόντων ροής εργασιών που τους επιτρέπεται η εκκίνηση διαδικασιών σε άλλο περιβάλλον ροής εργασιών.
- ♦ Έλεγχος χρήσης χαρακτηριστικών (control of attribute usage) – για τον καθορισμό εκείνων των χαρακτηριστικών του καθορισμού των διαδικασιών (process definition) που επιτρέπεται να τροποποιηθούν ή να αναγνωστούν όταν η διαδικασία έχει αρχίσει απομακρυσμένα.
- ♦ Άλλες διαχειριστικές λειτουργίες (other administrative functions) – για τον καθορισμό εκείνων των τοπικών λειτουργιών που επιτρέπεται να εκτελεστούν ή να

τροποποιηθούν από ένα στιγμιότυπο διαδικασίας (process instance) που έχει αρχίσει απομακρυσμένα.

Η κοινή πολιτική ασφάλειας εκτός από την πληροφορία σχετικά με τα μέτρα ασφάλειας που πρέπει να τηρούνται, επίσης περιέχει πληροφορία σχετικά με το πότε αυτά τα μέτρα χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα, οι υπηρεσίες ασφάλειας μιας κοινής πολιτικής ασφάλειας μπορούν να εφαρμοστούν [113,114]:

- Για συγκεκριμένους τύπους διαδικασιών (π.χ. για συγκεκριμένους αναγνωριστικούς αριθμούς του καθορισμού των διαδικασιών).
- Για συγκεκριμένα στιγμιότυπα μιας διαδικασίας (process instances) (π.χ. ανάλογα με το χρήστη που δημιουργεί και εκκινεί το στιγμιότυπο της διαδικασίας).
- Για συγκεκριμένη κλήση μιας εφαρμογής πελάτη.

2.5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Ένας πράκτορας είναι μια οδηγούμενη από το στόχο (goal-directed), υπολογιστική οντότητα (entity), η οποία ενεργεί για λογαριασμό μιας ή περισσότερων άλλων οντοτήτων [126]. Τα συστήματα πρακτόρων είναι αυτόνομα (self-contained) προγράμματα λογισμικού, τα οποία κατέχουν γνώση του πεδίου τους και την ικανότητα να συμπεριφέρονται με κάποιο βαθμό ανεξαρτησίας προκειμένου να φέρουν εις πέρας τις ενέργειες που απαιτούνται για να επιτύχουν το στόχο τους [126]. Είναι σχεδιασμένη με τρόπο που τους επιτρέπει να λειτουργούν σε δυναμικά μεταβαλλόμενα ή ασταθή περιβάλλοντα.

2.5.1 Ιδιότητες πρακτόρων λογισμικού

Οι πράκτορες λογισμικού είναι μια καινοτόμα τεχνολογία που σχεδιάστηκε για την ανάπτυξη περίπλοκων, κατανεμημένων και ετερογενών πληροφοριακών συστημάτων. Παρόλα αυτά δεν υπάρχει πλήρης και γενικά αποδεκτός ορισμός του όρου. Ως εκ τούτου, οι πράκτορες τείνουν να προσδιορίζονται με βάση ένα σύνολο χαρακτηριστικών που σχετίζονται με τη συμπεριφορά τους. Μεταξύ των βασικών χαρακτηριστικών που αποδίδονται στους πράκτορες λογισμικού συμπεριλαμβάνονται τα ακόλουθα [126,127,129]:

- ♦ **Αυτονομία (Autonomy):** Η ικανότητα να ενεργούν με ένα βαθμό αυτονομίας για λογαριασμό των χρηστών (π.χ. παρακολουθώντας γεγονότα και αλλαγές που εκτυλίσσονται στο περιβάλλον τους).
- ♦ **Προνοητικότητα (Pro-activity):** Η ικανότητα να επιδιώκουν τους δικούς τους ατομικούς στόχους τους λαμβάνοντας αποφάσεις.
- ♦ **Αντιδραστικότητα (Re-activity):** Η ικανότητα να αντιδρούν σε και να αξιολογούν εξωτερικά γεγονότα και, κατά συνέπεια, να προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους και να λαμβάνουν κατάλληλες αποφάσεις σχετικά με τις ενέργειες που πρέπει να φέρουν εις πέρας προκειμένου να επιτύχουν τους στόχους τους.
- ♦ **Επικοινωνία και συνεργασία (Communication and Co-operation):** Η δυνατότητα να συμπεριφέρονται κοινωνικά, να αλληλεπιδρούν και να επικοινωνούν με άλλους πράκτορες (σε πολύ-πρακτορικά συστήματα – multiple agent systems - MAS) (π.χ. να ανταλλάσσουν πληροφορίες, να λαμβάνουν οδηγίες και να δίνουν απαντήσεις, να συνεργάζονται όταν αυτό απαιτείται για να επιτύχουν τους στόχους τους).
- ♦ **Διαπραγμάτευση (Negotiation):** Η ικανότητα διεξαγωγής οργανωμένων συζητήσεων προκειμένου να επιτευχθεί ένας βαθμός συνεργασίας με άλλους πράκτορες.
- ♦ **Μάθηση (Learning):** Η ικανότητα βελτίωσης της απόδοσής τους με το πέρασμα του χρόνου αλλά και κατά την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον στο οποίο έχουν ενσωματωθεί.

2.5.2 Κατηγορίες Πρακτόρων

Κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι κατηγοριοποίησης των πρακτόρων λογισμικού. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται μια προσέγγιση κατηγοριοποίησης των πρακτόρων με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους.

Μια κατηγοριοποίηση των πρακτόρων μπορεί να πραγματοποιηθεί με βάση την *κινητικότητα τους (mobility)*, δηλαδή την δυνατότητά τους να κινούνται μέσα σε ένα δικτυακό περιβάλλον. Έτσι, οι πράκτορες διακρίνονται σε *στατικούς (static)* και *κινητούς (mobile)*. [126]

Επίσης, οι πράκτορες μπορούν να διακριθούν σε *πράκτορες με εσωτερική κατάσταση (deliberative agents)* και *αντιδραστικούς πράκτορες (reactive)* [126]. Οι πράκτορες με εσωτερική κατάσταση προέρχονται από το υπόδειγμα στοχαστικής σκέψης (*deliberative*

thinking paradigm) [126]. Κύριο χαρακτηριστικό αυτών των πρακτόρων είναι η αναπαράσταση του περιβάλλοντός τους με χρήση νοητικών δομών, ενώ κατέχουν ένα εσωτερικό μοντέλο συλλογισμού με βάση το οποίο καταστρώνουν πλάνα για την επίτευξη των στόχων τους. Στο πλαίσιο της επίτευξης των στόχων τους, οι πράκτορες ενδέχεται να προβούν σε διαπραγματεύσεις με άλλους πράκτορες προκειμένου να συντονιστούν με αυτούς. Οι αντιδραστικοί πράκτορες, αντιθέτως, δεν διαθέτουν εσωτερική συμβολική αναπαράσταση του περιβάλλοντος στο οποίο έχουν ενσωματωθεί και η συμπεριφορά τους βασίζεται στη φιλοσοφία ερεθίσματος/αντίδρασης (stimulus/response), δηλαδή συμπεριφέρονται αντανακλαστικά στις αλλαγές του περιβάλλοντός τους [127,129].



Σχήμα 2-10. Μια κατηγοριοποίηση των πρακτόρων λογισμικού

Μια τρίτη κατηγοριοποίηση των πρακτόρων μπορεί να πραγματοποιηθεί με βάση έναν αριθμό από ιδανικά και θεμελιώδη χαρακτηριστικά τα οποία θα πρέπει να επιδεικνύουν. Στα BT Labs καθορίστηκε το ελάχιστο σύνολο αυτών των χαρακτηριστικών το οποίο απαρτίζεται από την αυτονομία (*autonomy*), την μάθηση (*learning*) και τη συνεργασία (*cooperation*). Τα χαρακτηριστικά αυτά απεικονίζονται στο Σχήμα 2-10 και οδηγούν στην διάκριση των πρακτόρων σε τέσσερις κατηγορίες, τους συνεργατικούς πράκτορες (*collaborative agents*), τους πράκτορες συνεργατικής μάθησης (*collaborative learning agents*), τους πράκτορες διαμεσολάβησης (*interface agents*) και τους έξυπνους πράκτορες (*smart agents*). [126]

Στους συνεργατικούς πράκτορες δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην συνεργασία και την αυτονομία απ'ότι στη μάθηση. Ωστόσο αυτό δε σημαίνει πως αυτή η κατηγορία πρακτόρων δεν έχει ικανότητα μάθησης. Παρομοίως, στους πράκτορες διαμεσολάβησης δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην αυτονομία και τη μάθηση απ'ότι στην συνεργασία. Ιδεατά, θα πρέπει να δίνεται η ίδια έμφαση και στα τρία αυτά χαρακτηριστικά, όμως αυτό δεν συμβαίνει στην πραγματικότητα με αποτέλεσμα τα περισσότερα έμπειρα συστήματα (expert systems) να είναι μεν αυτόνομα αλλά να μην έχουν δυνατότητες συνεργασίας ή μάθησης. [126]

Συνδυάζοντας τα είδη πρακτόρων που προέκυψαν από τις δύο πρώτες κατηγοριοποιήσεις (δηλαδή στατικούς/κινητούς πράκτορες και αντιδραστικούς πράκτορες/πράκτορες με εσωτερική κατάσταση) με τους πράκτορες που προέκυψαν κατά την τρίτη κατηγοριοποίηση (δηλαδή συνεργατικούς πράκτορες, πράκτορες συνεργατικής μάθησης, πράκτορες διαμεσολάβησης, έξυπνους πράκτορες) μπορούν να προκύψουν νέες κατηγορίες πρακτόρων, όπως στατικοί συνεργατικοί πράκτορες με εσωτερική κατάσταση (static deliberative collaborative agents), κινητοί αντιδραστικοί συνεργατικοί πράκτορες (mobile reactive collaborative agents), στατικοί πράκτορες διαμεσολάβησης με εσωτερική κατάσταση (static deliberative interface agents), κινητοί αντιδραστικοί πράκτορες διαμεσολάβησης (mobile reactive interface agents) κλπ. [126]

Μια επιπλέον κατηγοριοποίηση των πρακτόρων μπορεί να πραγματοποιηθεί με βάση τους ρόλους που κατέχουν, ειδικά όταν αυτοί είναι μεγίστης σημασίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι πράκτορες πληροφόρησης στο Διαδίκτυο (world wide web - WWW information agents), οι οποίοι είναι επίσης γνωστοί και απλά ως πράκτορες πληροφόρησης (information agents) ή διαδικτυακοί πράκτορες (internet agents). Αυτή η κατηγορία πρακτόρων συνήθως εκμεταλλεύεται μηχανές αναζήτησης στο διαδίκτυο (π.χ. WebCrawlers, Lycos και Spiders). Στην ουσία συμβάλλουν στη διαχείριση του μεγάλου όγκου πληροφοριών στα δίκτυα ευρείας περιοχής (wide area networks) όπως το διαδίκτυο. Και σε αυτή την περίπτωση, οι πράκτορες μπορούν να είναι στατικοί ή κινητοί, αντιδραστικοί ή με εσωτερική κατάσταση. Η κατηγοριοποίηση με βάση λιγότερο σημαντικούς ρόλους είναι συνήθως άσκοπη και συνιστάται η αποφυγή της. [126]

Τέλος, υπάρχουν οι *υβριδικοί πράκτορες (hybrid agents)*, οι οποίοι συνδυάζουν την φιλοσοφία δύο ή περισσότερων πρακτόρων σε έναν μοναδικό πράκτορα [126].

Εκτός από τα χαρακτηριστικά των πρακτόρων που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχει ένα επιπλέον σύνολο χαρακτηριστικών τα οποία αποδίδονται στους πράκτορες αλλά θεωρούνται δευτερεύοντα. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται οι [126]:

- ♦ **Ευλικρίνεια (veracity)** - Κάποιοι πράκτορες είναι φιλαλήθεις (truthful) ενώ κάποιοι άλλοι μπορεί να δρουν συνωμοτικά.
- ♦ **Αγαθή προαίρεση (benevolence)** - Υπάρχουν περιπτώσεις πρακτόρων οι οποίοι δεν συνεργάζονται για την επίτευξη ενός στόχου αλλά οι στόχοι τους είναι αντικρουόμενοι και συνεπώς ανταγωνίζονται ο ένας τον άλλον.
- ♦ **Πνευματικά χαρακτηριστικά** - Είναι πράκτορες που έχουν εσωτερική κατάσταση που αποτελείται από πεποιθήσεις (belief), επιθυμίες (desires) και προθέσεις (intentions). Αυτοί οι πράκτορες είναι γνωστοί ως πράκτορες BDI.

Εφαρμογές που συνδυάζουν πράκτορες που ανήκουν σε δύο ή περισσότερες κατηγορίες είναι γνωστές ως *ετερογενή συστήματα πρακτόρων (heterogeneous agent systems)* [126].

2.5.3 Συστήματα πολλαπλών πρακτόρων (Multi-agent systems)

Τα τελευταία χρόνια, έχει πραγματοποιηθεί μεγάλος όγκος έρευνας στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης, η οποία αφορά στην ανάπτυξη θεωριών, τεχνικών και συστημάτων με σκοπό τη μελέτη και την κατανόηση των ιδιοτήτων συμπεριφοράς και συλλογισμού (behavior and reasoning properties) μιας συγκεκριμένης, «νοήμονος» οντότητας. Με την πάροδο του χρόνου άρχισε να εξετάζεται το ενδεχόμενο χρήσης των τεχνικών αυτών για την επίλυση πολύπλοκων, ρεαλιστικών και μεγάλης κλίμακας προβλημάτων. Ωστόσο, τέτοια προβλήματα είναι πέραν των δυνατοτήτων ενός μόνο πράκτορα καθότι η ικανότητες αυτού περιορίζονται από τις γνώσεις του (knowledge), τους υπολογιστικούς πόρους του (computing resources) και την προοπτική του (perspective). Το γεγονός αυτό αποτέλεσε το σημαντικότερο λόγο για τη δημιουργία οργανισμών που στόχο έχουν την επίλυση προβλημάτων (problem-solving organizations). Τα πιο σημαντικά εργαλεία για τον χειρισμό της πολυπλοκότητας σε ένα τέτοιο περιβάλλον είναι η τμηματοποίηση (modularity) και η αφαίρεση (abstraction). Τα συστήματα πολλαπλών πρακτόρων - ΣΠΠ (Multiagent systems - MASs) προσφέρουν δυνατότητες τμηματοποίησης. Αν το πεδίο ενός προβλήματος είναι πολύπλοκο, μεγάλο ή απρόβλεπτο, τότε ο μοναδικός βολικός τρόπος για να επιλυθεί είναι να αναπτυχθεί ένας αριθμός συστατικών (πρακτόρων) καθένα από τα οποία εκτελεί

συγκεκριμένες λειτουργίες με στόχο την επίλυση ενός τμήματος (aspect) του προβλήματος. Αυτή η διάσπαση (decomposition) επιτρέπει σε κάθε πράκτορα να χρησιμοποιήσει το πιο κατάλληλο υπόδειγμα (paradigm) για την επίλυση του προβλήματος που του έχει ανατεθεί. Όταν προκύπτουν αλληλοεξαρτώμενα προβλήματα, οι πράκτορες του συστήματος θα πρέπει να συντονιστούν προκειμένου να εξασφαλίσουν την αποτελεσματική διαχείριση αυτών των αλληλοεξαρτήσεων.

Επιπλέον, δύσκολα προβλήματα παρουσιάζονται στην περίπτωση κατανεμημένων, ανοιχτών συστημάτων (distributed open systems) [136]. Ως ανοιχτό σύστημα χαρακτηρίζεται ένα σύστημα του οποίου η δομή έχει την ικανότητα να αλλάζει δυναμικά. Τα χαρακτηριστικά ενός τέτοιου συστήματος είναι πως τα συστατικά του δεν είναι γνωστά εκ των προτέρων, μπορούν να αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου και ενδέχεται να αποτελούνται από ετερογενείς πράκτορες που έχουν υλοποιηθεί από διαφορετικούς ανθρώπους, σε διαφορετικές στιγμές, με διαφορετικά τεχνικές και εργαλεία λογισμικού. Ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα ανοιχτών συστημάτων είναι το διαδίκτυο. Το διαδίκτυο μπορεί να θεωρηθεί ως ένας μεγάλος, κατανεμημένος πληροφοριακός πόρος με κόμβους στο δίκτυο που έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί από διάφορους οργανισμούς και ιδιώτες. Σε ένα ανοιχτό περιβάλλον, οι πηγές πληροφορίας, οι σύνδεσμοι επικοινωνίας και οι πράκτορες μπορούν να δημιουργούνται και να καταργούνται δυναμικά. Σήμερα, πράκτορες χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο κυρίως για ανάκτηση και φιλτράρισμα πληροφοριών, για συλλογή πληροφοριών σχετικών με την περιρρέουσα κατάσταση (context) και για διεξαγωγή λογικών συμπερασμών (reasoning) που στοχεύουν στην επίλυση προβλημάτων χρηστών. Αυτές οι ικανότητες απαιτούν οι πράκτορες να είναι διαλειτουργικοί και να συγχρονίζονται μεταξύ τους με αλληλεπιδράσεις ίσου-προς-ίσο (peer-to-peer interactions). Κάτι τέτοιο απαιτεί τη χρήση τεχνικών που βασίζονται στη διαπραγμάτευση ή τη συνεργασία, οι οποίες εμπίπτουν στο πεδίο των συστημάτων πολλαπλών πρακτόρων (ΣΠΠ) (multi-agent systems - MASs) [137,141,128].

Ένα ΣΠΠ μπορεί να οριστεί σαν ένα χαλαρά συνδεδεμένο δίκτυο οντοτήτων που προορίζονται για την επίλυση προβλημάτων (problem solvers). Αυτές οι οντότητες αλληλεπιδρούν προκειμένου να επιλύσουν συνεργατικά κάποιο πρόβλημα, το οποίο δεν μπορεί να επιλυθεί από μια μόνο οντότητα λόγω έλλειψης των απαιτούμενων ικανοτήτων ή γνώσεων [133]. Αυτές οι οντότητες είναι οι πράκτορες, οι οποίοι πιθανόν προϋπάρχουν, είναι αυτόνομοι και ενδέχεται να είναι ετερογενείς.

Τα χαρακτηριστικά των ΣΠΠ είναι τα ακόλουθα: (1) κάθε πράκτορας κατέχει ελλιπείς πληροφορίες ή ικανότητες για την επίλυση ενός προβλήματος και ως εκ τούτου έχει περιορισμένη οπτική γωνία (viewpoint), (2) δεν υπάρχει σφαιρικός έλεγχος του συστήματος, (3) τα δεδομένα είναι αποκεντρωμένα (decentralized) και (4) ο υπολογισμός (computation) είναι ασύγχρονος. Τα κίνητρα που οδήγησαν στην στροφή προς τα ΣΠΠ περιλαμβάνουν την ικανότητα των πρακτόρων να:

- ♦ επιλύουν προβλήματα μεγάλης κλίμακας τα οποία είναι αδύνατον να επιλύσει ένας συγκεντρωτικός (centralized) πράκτορας λόγω περιορισμένων πόρων ή των κινδύνων που απορρέουν από τη χρήση ενός συγκεντρωτικού συστήματος (π.χ. μείωση της απόδοσης του συστήματος ή θέση του συστήματος εκτός λειτουργίας λόγω βλάβης)
- ♦ επιτρέπουν τη διασύνδεση και διαλειτουργικότητα πολλαπλών ήδη υπαρχόντων συστημάτων. Προκειμένου να ικανοποιούν τις μεταβαλλόμενες ανάγκες των επιχειρήσεων, τα υπάρχοντα συστήματα πρέπει περιοδικά να προσαρμόζονται κατάλληλα. Η κατάργηση τους και η ανάπτυξη νέων τείνει να είναι απαγορευτικά δαπανηρή και συχνά αδύνατη. Επομένως, βραχυπρόθεσμα ή μεσοπρόθεσμα, ο μόνος τρόπος να παραμείνουν αυτά τα συστήματα χρήσιμα είναι να ενταχθούν σε μια ευρύτερη συνεργατική κοινωνία πρακτόρων (cooperating agent community) στην οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλα συστήματα λογισμικού. Η ένταξη των υπαρχόντων συστημάτων σε μια κοινωνία πρακτόρων μπορεί να πραγματοποιηθεί, για παράδειγμα, με την ανάπτυξη ενός πράκτορα (agent wrapper), ο οποίος θα ενσωματώνει τη λειτουργικότητα ενός συστήματος προκειμένου να μπορέσει να επιτευχθεί διαλειτουργικότητα με άλλα συστήματα [135].
- ♦ επιτρέπουν τη επίλυση προβλημάτων τα οποία μπορούν να θεωρηθούν ως μια κοινωνία αυτόνομων συστατικών – πρακτόρων που αλληλεπιδρούν. Για παράδειγμα, στο χρονοπρογραμματισμό συσκέψεων, ο πράκτορας χρονοπρογραμματισμού (scheduling agent) που διαχειρίζεται το ημερολόγιο ενός χρήστη μπορεί να θεωρηθεί ως αυτόνομος και μπορεί να αλληλεπιδράσει με άλλους παρόμοιους πράκτορες οι οποίοι διαχειρίζονται τα ημερολόγια διαφορετικών χρηστών [132, 134]. Τέτοιοι πράκτορες μπορούν να παραμετροποιηθούν ώστε να αντικατοπτρίζουν τις προτιμήσεις και περιορισμούς των χρηστών τους. Άλλα παραδείγματα περιλαμβάνουν τον έλεγχο της εναέριας κυκλοφορίας [130,138] και το πολυπρακτορικό παζάρεμα για την αγορά και πώληση προϊόντων από το διαδίκτυο.

- ♦ παρέχουν λύσεις, στο πλαίσιο των οποίων χρησιμοποιείται αποδοτικά ένα πλήθος από γεωγραφικά κατανεμημένες πηγές δεδομένων. Παραδείγματα τέτοιων τομέων αποτελούν τα δίκτυα αισθητήρων (sensor networks) [131], η παρακολούθηση σεισμικής δραστηριότητας [140] και η συλλογή πληροφοριών από το διαδίκτυο [142].
- ♦ παρέχουν λύσεις σε περιπτώσεις όπου υπάρχει κατανεμημένη εξειδίκευση. Παραδείγματα τέτοιων τομέων αποτελούν η παράλληλη μηχανική (concurrent engineering) [139], η υγεία και η βιομηχανία.
- ♦ αναβαθμίζουν την απόδοση στα επίπεδα (1) *υπολογιστικής απόδοσης (computational efficiency)* διότι επωφελούνται από την παράλληλη επεξεργασία (concurrency of computation) (αρκεί η επικοινωνία να παραμένει στα ελάχιστα όρια, για παράδειγμα μέσω της μετάδοσης υψηλού επιπέδου δεδομένων και αποτελεσμάτων αντί δεδομένων χαμηλού επιπέδου), (2) *αξιοπιστίας (reliability)*, δηλαδή ομαλό τρόπο επαναφοράς συστατικών κατόπιν αστοχίας τους διότι πράκτορες με περίσσειες ικανότητες ή κατάλληλο συντονισμό μεταξύ τους εντοπίζονται δυναμικά (προκειμένου, για παράδειγμα, να αναλάβουν τις αρμοδιότητες των πρακτόρων που αστοχούν), (3) *επεκτασιμότητας (extensibility)* διότι ο αριθμός και οι ικανότητες των πρακτόρων που συνεργάζονται για την επίλυση ενός προβλήματος μπορεί να μεταβληθεί, (4) *ευρωστίας (robustness)*, δηλαδή ικανότητας του συστήματος να ανέχεται την αβεβαιότητα διότι κατάλληλες πληροφορίες ανταλλάσσονται μεταξύ των πρακτόρων, (5) *συντηρησιμότητας (maintainability)* διότι ένα σύστημα που απαρτίζεται από πολλαπλά συστατικά-πράκτορες είναι πιο εύκολο να συντηρηθεί εξαιτίας της τμηματοποίησής του (modularity), (6) *βαθμού απόκρισης (responsiveness)* διότι η τμηματοποίηση του συστήματος βοηθά στην διαχείριση των ανωμαλιών του τοπικά χωρίς αυτές να επηρεάζουν το συνολικό σύστημα, (7) *ευελιξίας (flexibility)* διότι πράκτορες με διαφορετικές ικανότητες μπορούν να προσαρμόζονται δυναμικά προκειμένου να λύσουν το τρέχων πρόβλημα, και (8) *επαναχρησιμοποίησης (reuse)* διότι, λειτουργικά, κάποιοι πράκτορες μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε διαφορετικές συνθέσεις πρακτόρων προκειμένου να επιλύσουν διαφορετικά προβλήματα.

2.5.4 Η τεχνολογία των πρακτόρων στον τομέα της υγείας και σχετικά ζητήματα

Η εισαγωγή της τεχνολογίας των πρακτόρων στον τομέα της υγείας με την ανάπτυξη και ενσωμάτωση στην κλινική πρακτική συστημάτων πρακτόρων παρουσιάζει πολλά προβλήματα αλλά δημιουργεί και την προοπτική για δημιουργία ευέλικτων και

προσαρμόσιμων κατανεμημένων έξυπνων συστημάτων. Μέχρι σήμερα, έχει εξεταστεί η χρήση τέτοιων συστημάτων σε διάφορα πεδία. Κάποιες από τις πιθανές εφαρμογές είναι οι ακόλουθες:

- ♦ Κατανεμημένος χρονοπρογραμματισμός ασθενών μέσα σε ένα νοσοκομείο.
- ♦ Επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ έξυπνων πρακτόρων για τη βελτίωση διαχείρισης των ασθενών (ευέλικτα κατανεμημένα συστήματα βασισμένα σε πράκτορες έχουν σημαντική προοπτική να βελτιώσουν τη ροή εργασιών που αφορά στην φροντίδα των ασθενών σε ένα νοσοκομείο όπου τα προβλήματα στην επικοινωνία και τον συντονισμό μπορούν να αποτελέσουν πηγή σημαντικών λαθών)
- ♦ Πράκτορες που παρέχουν υπηρεσίες φροντίδας από απόσταση ή υπηρεσίες φροντίδας ηλικιωμένων
- ♦ ΣΠΠ για την παρακολούθηση των ασθενών (patient monitoring) και την πραγματοποίηση διάγνωσης
- ♦ ΣΠΠ που αναβαθμίζουν την ποιότητα της ιατρικής εκπαίδευσης ή επιμόρφωσης (π.χ. συστήματα διδασκαλίας)
- ♦ Συστήματα υποστήριξης ιατρικών αποφάσεων βασισμένα σε πράκτορες
- ♦ Πράκτορες πληροφόρησης, οι οποίοι ανακτούν, ερμηνεύουν και οργανώνουν απαραίτητη ιατρική γνώση που είναι αποθηκευμένη στο διαδίκτυο
- ♦ Συντονισμός μεταξύ νοσοκομείων για την βέλτιστη διαχείριση οργάνων για μεταμόσχευση.

Προκειμένου να επιτευχθεί η ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας των πρακτόρων στον τομέα της υγείας θα πρέπει να αντιμετωπιστεί με επιτυχία ένας αριθμός μεθοδολογικών (methodological), τεχνικών (technical) κοινωνικών (social), νομικών (legal) και ηθικών (ethical) ζητημάτων. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται:

- ♦ Κοινωνική αποδοχή συστημάτων βασισμένων σε πράκτορες
- ♦ Έλλειψη τυποποιημένων ιατρικών οντοτήτων
- ♦ Έλλειψη κεντρικού ελέγχου (centralized control)
- ♦ Τυποποιήσεις πρωτόκολλων επικοινωνίας
- ♦ Ολοκλήρωση με άλλους τύπους προϋπαρχόντων συστημάτων (legacy software)
- ♦ Νομικά και ηθικά ζητήματα που σχετίζονται με τη χρήση πρακτόρων στον τομέα της υγείας. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται η ιδιωτικότητα (privacy), η ακεραιότητα (integrity) και η αυθεντικοποίηση (authentication)
- ♦ Ασφάλεια κατά την ανταλλαγή ιατρικών δεδομένων ασθενών μεταξύ πρακτόρων

2.6 ΥΠΗΡΕΣΙΟΣΤΡΕΦΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Στη σύγχρονη εποχή, απαιτείται η άμεση ανταπόκριση των επιχειρήσεων στις νέες προκλήσεις για επικοινωνία και συνεργασία με νέους συνεταιίρους και πελάτες και παροχή νέων υπηρεσιών σε αυτούς χωρίς ταυτόχρονα να αυξάνεται σημαντικά το κόστος λειτουργία τους. Για το σκοπό αυτό, έχουν σχεδιαστεί και προταθεί από τις εταιρίες πληροφορικής διάφορες αρχιτεκτονικές για την ανάπτυξη κατανεμημένων υπολογιστικών συστημάτων (distributed computational systems) με στόχο την υποστήριξη της επικοινωνίας και της συνεργασίας μεταξύ των οργανισμών. Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνολογίες, προϊόντα και γλώσσες προγραμματισμού που υποστηρίζουν την αρχή της διαλειτουργικότητας (interoperability) και της διασυνδεσιμότητας (interconnectivity) και επιτρέπουν την ολοκλήρωση ετερογενών εφαρμογών των οργανισμών [146,147,148,149,150].

Μια από τις πιο πρόσφατες αρχιτεκτονικές ανάπτυξης κατανεμημένων υπολογιστικών συστημάτων είναι η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική (service-oriented architecture - SOA), η οποία θεωρείται από τις επιχειρήσεις ως το επόμενο εξελικτικό βήμα στις αρχιτεκτονικές ανάπτυξης λογισμικού [146,147,148]. Η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική ανάπτυξης συστημάτων υλοποιείται με τη χρήση της τεχνολογίας υπηρεσιών ιστού (web services), η οποία αποτελεί σχετικά πρόσφατη ανακάλυψη. Αντιθέτως, η έννοια της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής υπάρχει εδώ και πολλά χρόνια και, πιο συγκεκριμένα, από τον καιρό που αναπτύχθηκε η CORBA με στόχο την ολοκλήρωση των εφαρμογών ετερογενών συστημάτων [146].

Στο πλαίσιο της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής προτείνεται η ανάπτυξη συστημάτων λογισμικού και διαλειτουργικών (interfaces) διεπαφών για την παροχή υπηρεσιών σε επιχειρησιακούς συνεταιίρους και πελάτες [146,147,148]. Μέσω της χρήσης της τεχνολογίας υπηρεσιών ιστού εκπληρώνεται αυτός ο στόχος και προάγεται ένα σύγχρονο τρόπο ανάπτυξης συστημάτων λογισμικού με πιο ευέλικτο και δυνατό προγραμματιστικό μοντέλο ανάπτυξης, λόγω του ότι η τεχνολογία των υπηρεσιών ιστού βασίζεται σε σύγχρονες τεχνολογίες του παγκόσμιου ιστού (web technologies). Επιπλέον, επιτυγχάνεται μείωση του κόστους ανάπτυξης και ιδιοκτησίας των υπηρεσιών λόγω της χρήσης χαμηλού κόστους υποστηρικτικών τεχνολογιών (XML, SOAP κ.α.). Τέλος, το γεγονός ότι συχνά χρησιμοποιούνται ήδη υπάρχουσες εφαρμογές των οργανισμών για την ανάπτυξη των

υπηρεσιών ιστού βοηθάει στη μείωση του κινδύνου αποτυχημένης υλοποίησης των υπηρεσιών [148].

Απαραίτητες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη ενός συστήματος κατά την υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική αποτελούν [146]:

- ♦ **Αξιοποίηση των υπαρχουσών υποδομών** - Τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα των οργανισμών σπάνια εγκαταλείπονται, επειδή ενσωματώνουν σημαντική πληροφορία για τη λειτουργία τους. Πραγματικό όφελος για τις επιχειρήσεις είναι η χρήση μιας αρχιτεκτονικής στην οποία ενσωματώνονται υπάρχοντα συστήματα, τα οποία με την πάροδο του χρόνου διασπώνται και αντικαθίστανται.
- ♦ **Υποστήριξη όλων των απαιτούμενων μορφών ολοκλήρωσης** - Αφορά την ολοκλήρωση χρηστών, εφαρμογών, διαδικασιών και πληροφοριών. Για την επίτευξη όλων αυτών των μορφών ολοκλήρωσης απαιτείται η ανάπτυξη νέων εφαρμογών.
- ♦ **Υποστήριξη σταδιακής ανάπτυξης** - Η σταδιακή ανάπτυξη ενός συστήματος επιτρέπει τη σταδιακή αύξηση του κέρδους μιας επιχείρησης από την επένδυση που πραγματοποιείται (return on investment - ROI). Πολλά έργα έχουν αποτύχει λόγω της μεγάλης πολυπλοκότητάς τους, του κόστους τους και των μη παραγωγικών σχεδίων υλοποίησής τους.
- ♦ **Δημιουργία κατάλληλου περιβάλλοντος ανάπτυξης** - Το περιβάλλον ανάπτυξης πρέπει να βασίζεται σε ένα τυποποιημένο πλαίσιο εργασίας, στο οποίο επαναχρησιμοποιούνται μοντέλα και συστατικά εφαρμογών, χρησιμοποιούνται υπάρχουσες υποδομές και αξιοποιούνται κατάλληλα οι σύγχρονες τεχνολογίες.
- ♦ **Υποστήριξη νέων μοντέλων ανάπτυξης υπολογιστικών συστημάτων και σύγχρονων τεχνολογιών** - Για παράδειγμα, χρήση του μοντέλου πελάτη-εξυπηρετητή (client-server), της τεχνολογίας των διαδικτυακών πυλών (web portals), των τεχνολογιών πλέγματος κλπ.

Η ανάπτυξη υπηρεσιών με τη χρήση υπαρχουσών εφαρμογών και υποδομών σε συνδυασμό με την ανάπτυξη νέων εφαρμογών, όπου απαιτείται, αποφέρει σημαντικά οφέλη στις επιχειρήσεις [146]. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται τα ακόλουθα:

- ♦ **Μείωση κόστους** - Με την υιοθέτηση ενός υπηρεσιοστρεφούς πλαισίου εργασίας αξιοποιούνται υπάρχοντα συστατικά και υποδομές για την ανάπτυξη νέων υπηρεσιών

και, συνεπώς, μειώνεται σημαντικά για την επιχείρηση το κόστος ανάπτυξης συστημάτων.

- ♦ **Μετρίαση κινδύνου** - Η επαναχρησιμοποίηση υπαρχόντων εφαρμογών μειώνει τον κίνδυνο εισαγωγής σφαλμάτων στη διαδικασία παραγωγής, στη διαδικασία ανάπτυξης νέων υπηρεσιών και στη συντήρηση και διαχείριση της υπάρχουσας υποδομής που υποστηρίζει τις υπηρεσίες.
- ♦ **Γρηγορότερη είσοδος των επιχειρήσεων στην αγορά** - Οι οργανισμοί που υιοθετούν το υπηρεσιοστρεφές πλαίσιο εργασίας, αναπτύσσουν υπηρεσίες τις οποίες δημοσιεύουν σε μητρώα (registries) υπηρεσιών. Η ανάπτυξη υπηρεσιών χρησιμοποιώντας υπάρχοντα συστατικά εφαρμογών μειώνει το χρόνο σχεδίασης, ανάπτυξης, δοκιμής και χρήσης των νέων υπολογιστικών συστημάτων. Συνεπώς, μειώνεται σημαντικά ο χρόνος εισόδου των επιχειρήσεων στην αγορά και η ανταπόκρισή τους στις νέες απαιτήσεις που αυτή θέτει.
- ♦ **Συνεχής βελτίωση των επιχειρησιακών διαδικασιών** - Μια υπηρεσία συχνά υλοποιείται από μια ή περισσότερες επιχειρησιακές διαδικασίες. Σ' αυτήν την περίπτωση, η ροή εργασιών στη/στις διαδικασίες (process flows) αναπαρίσταται με τη σειρά εκτέλεσης των συστατικών που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση της υπηρεσίας. Συνεπώς, οι αλλαγές που πραγματοποιούνται στις επιχειρησιακές διαδικασίες επηρεάζουν άμεσα τις υπηρεσίες. Γι' αυτό, συχνά οι υπηρεσίες χρησιμοποιούνται ως μέσο για την παρακολούθηση των αλλαγών που πραγματοποιούνται στις διαδικασίες (π.χ. αλλαγές στο μοντέλο της διαδικασίας, αναδιοργάνωση των συστατικών που συνιστούν μια υπηρεσία) και για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη βελτίωσή τους.
- ♦ **Υποστήριξη διαδικασιοστρεφούς αρχιτεκτονικής** - Τα παλαιότερα μοντέλα ανάπτυξης συστημάτων ήταν προσανατολισμένα σε λειτουργίες (function oriented) και ενσωμάτων στις εφαρμογές πληροφορία για τις επιχειρησιακές διαδικασίες. Αυτό είχε ως συνέπεια, οι εφαρμογές να μη μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε άλλες διαδικασίες ή ακόμα και για την υλοποίηση δραστηριοτήτων της ίδιας διαδικασίας. Σε μια διαδικασιοστρεφή αρχιτεκτονική (process oriented) ανάπτυξης συστημάτων, οι εφαρμογές αναπτύσσονται για την υλοποίηση δραστηριοτήτων μιας ή περισσότερων διαδικασιών. Οι δραστηριότητες μιας διαδικασίας μπορούν να υλοποιηθούν από υπηρεσίες. Συνεπώς, με την αλληλοσύνδεση των υπηρεσιών που υλοποιούν τις δραστηριότητες μιας διαδικασίας δημιουργείται μια ροή διαδικασίας (process flow) που εκπληρώνει μια επιχειρησιακή ανάγκη. Τα προτερήματα της χρήσης υπηρεσιών για

την υλοποίηση δραστηριοτήτων των διαδικασιών είναι η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των υπηρεσιών για την υλοποίηση άλλων δραστηριοτήτων της ίδιας και/ή άλλης διαδικασίας λόγω ότι οι υπηρεσίες δεν περιέχουν λεπτομέρειες για τις διαδικασίες.

Στο χώρο της υγείας, συχνά παρατηρείται η χρήση απομονωμένων (isolated) και ετερογενών (heterogeneous) πληροφοριακών συστημάτων από τους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας για την υποστήριξη των εσωτερικών τους διαδικασιών, με μικρή ή ανύπαρκτη σύνδεση μεταξύ τους. Λόγω της μεγάλης ετερογένειας των πληροφοριακών συστημάτων υγείας, η διασύνδεσή τους και η ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ αυτών απαιτεί σημαντικό κόπο και χρόνο. Αυτό έχει ως συνέπεια την ελλιπή ανταλλαγή ιατρικής πληροφορίας των ασθενών μεταξύ των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας (π.χ. αποτελέσματα ιατρικών εξετάσεων που πραγματοποιήθηκαν σε άλλο οργανισμό), την επαναληπτική εκτέλεση ιατρικών εξετάσεων και διαδικασιών στους ασθενείς, την αύξηση της διάρκειας παραμονής των ασθενών στα νοσοκομεία και την αύξηση του κόστους παροχής υπηρεσιών υγείας [91,96,97,98,151,152,153].

Για την επίλυση των παραπάνω προβλημάτων που απορρέουν από την ετερογένεια των πληροφοριακών συστημάτων υγείας και για την κάλυψη των νέων απαιτήσεων συνεργασίας (collaboration) και συνέργειας (cooperation) στο χώρο της υγείας, απαιτείται η περιοδική αναβάθμιση και εξέλιξη των υπαρχόντων πληροφοριακών συστημάτων υγείας [91,96,97,101]. Η αντικατάσταση των υπαρχόντων συστημάτων υγείας με νέα ομοιογενή συστήματα που καλύπτουν τις νέες απαιτήσεις απαιτεί σημαντική προσπάθεια και μεγάλο κόστος, γεγονός που την καθιστά σχεδόν αδύνατη. Συνεπώς, συχνά προτιμάται η αναβάθμιση των υπαρχόντων πληροφοριακών συστημάτων υγείας με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών για την κάλυψη των νέων απαιτήσεων συνεργασίας, συνέργειας και για την ανταλλαγή ιατρικής πληροφορίας μεταξύ αυτών των συστημάτων. Η χρήση της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής ανάπτυξης συστημάτων στο χώρο της υγείας μπορεί να βοηθήσει στην αναβάθμιση και εξέλιξη των συστημάτων αυτών, για την εκπλήρωση των νέων απαιτήσεων διατηρώντας ταυτόχρονα σε χαμηλά επίπεδα το κόστος της αναβάθμισης [91, 98,104,146].

2.6.1 Υπηρεσίες ιστού

Οι υπηρεσίες ιστού ορίζονται ως διεπαφές (interfaces) τις οποίες χρησιμοποιούν χρήστες ή προγράμματα για την εκτέλεση απομακρυσμένων λειτουργιών (functions) μέσω διαδικτύου, με την ανταλλαγή τυποποιημένων μηνυμάτων XML (XML messages). Σε κάθε υπηρεσία ιστού αντιστοιχεί μια περιγραφή (service description), η οποία εκφράζεται σε XML και περιέχει όλες τις λεπτομέρειες που είναι απαραίτητες για την αλληλεπίδραση με την υπηρεσία, συμπεριλαμβανομένων της μορφής (format) και της δομής (structure) των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται, των πρωτοκόλλων μεταφοράς των μηνυμάτων και της τοποθεσίας της υπηρεσίας [146,147,148].

Οι υπηρεσίες ιστού κρύβουν τις λεπτομέρειες υλοποίησής τους από αυτούς που τις καλούν και, ως εκ τούτου, μπορούν να εκτελεστούν από οποιαδήποτε εφαρμογή ή άλλη υπηρεσία, ανεξάρτητα από την πλατφόρμα λογισμικού ή υλικού στην οποία έχουν υλοποιηθεί, απλά με την ανταλλαγή μηνυμάτων XML μεταξύ της εφαρμογής ή της υπηρεσίας και των υπηρεσιών ιστού. Αυτό επιτρέπει τη «χαλαρή σύνδεση» (loosely coupled) των εφαρμογών, προάγει την ανάπτυξη διαλειτουργικών υλοποιήσεων και προωθεί την ολοκλήρωση των εφαρμογών. Οι υπηρεσίες ιστού χρησιμοποιούνται μόνες τους ή μαζί με άλλες υπηρεσίες ιστού για την εκπλήρωση μιας εργασίας ή μιας ομάδας από πολύπλοκες εργασίες ή μιας επιχειρησιακής συναλλαγής [146,147,148].

Οι υπηρεσίες ιστού αρχικά χρησιμοποιήθηκαν από οργανισμούς όπως είναι οι ασφαλιστικές εταιρίες και οι τράπεζες για την παροχή υπηρεσιών σε επιχειρησιακούς συνεταιίρους και πελάτες μέσω διαδικτύου (π.χ. για την επιβεβαίωση του αριθμού μιας πιστωτικής κάρτας που πληκτρολογείται μέσω διαδικτύου για κάποια αγορά). Τον τελευταίο καιρό, πολλοί οργανισμοί έχουν αρχίσει να αναπτύσσουν και να χρησιμοποιούν υπηρεσίες ιστού. Στο χώρο της υγείας, οι υπηρεσίες ιστού άρχισαν να χρησιμοποιούνται πρόσφατα ως μέσο για την ολοκλήρωση των ετερογενών εφαρμογών των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας και για την ανταλλαγή ιατρικής πληροφορίας των ασθενών [91, 98,147,148,153].

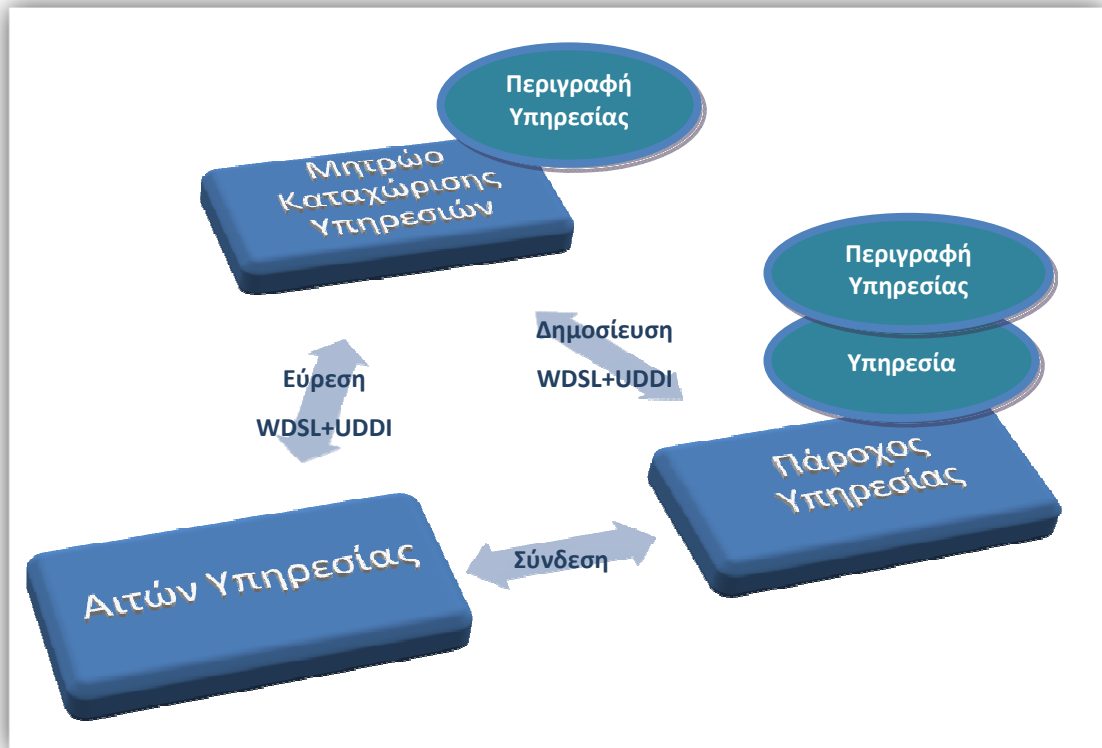
2.6.2 Το μοντέλο των υπηρεσιών ιστού

Η αρχιτεκτονική των υπηρεσιών ιστού βασίζεται στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τριών ρόλων, του παρόχου υπηρεσιών (service provider), του μητρώου υπηρεσιών (service registry) και του αιτούντος υπηρεσίας (service requestor). Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών των ρόλων αφορούν στις λειτουργίες δημοσίευσης (publish), εύρεσης (find) και σύνδεσης (bind) των υπηρεσιών ιστού. Αυτοί οι ρόλοι, οι οποίοι αναλύονται στη συνέχεια και οι αντίστοιχες λειτουργίες τους αποτελούν το προγραμματιστικό μοντέλο των υπηρεσιών ιστού [147,148].

- **Πάροχος υπηρεσιών (service provider):** Από επιχειρησιακής απόψεως, είναι ο ιδιοκτήτης της υπηρεσίας. Από αρχιτεκτονικής απόψεως, είναι η πλατφόρμα που παρέχει πρόσβαση για την εκτέλεση της υπηρεσίας.
- **Αιτών υπηρεσίας (service requestor):** Από επιχειρησιακής απόψεως, είναι η επιχείρηση που αναζητά την ικανοποίηση συγκεκριμένων λειτουργιών από άλλη επιχείρηση. Από αρχιτεκτονικής απόψεως, είναι η εφαρμογή που αναζητά, καλεί και εκτελεί μια υπηρεσία. Ο ρόλος του αιτούντα υπηρεσίας μπορεί να υλοποιηθεί είτε από μια εφαρμογή που εκτελείται από ένα χρήστη μέσω ενός περιηγητή ιστού είτε από μία εφαρμογή χωρίς σύστημα διεπαφής για τους χρήστες (user interface), όπως για παράδειγμα μια άλλη υπηρεσία ιστού.
- **Μητρώο υπηρεσιών (service registry):** Αυτός ο ρόλος είναι ένα μητρώο όπου καταχωρούνται περιγραφές υπηρεσιών, στο πλαίσιο της δημοσίευσής τους από τους παρόχους. Οι αιτούντες υπηρεσίας προσπελάζουν τα μητρώα υπηρεσιών για την αναζήτηση υπηρεσιών και την ανάκτηση πληροφοριών σχετικά με τον τρόπο που αυτές μπορούν να κληθούν. Η ύπαρξη του μητρώου υπηρεσιών είναι προαιρετική δεδομένου ότι ένας πάροχος μπορεί να στείλει την περιγραφή μιας υπηρεσίας απευθείας στον αιτούντα. Επίσης, οι αιτούντες υπηρεσίας μπορούν να ανακτήσουν περιγραφές υπηρεσιών από άλλες πηγές, όπως είναι ένα τοπικό αρχείο, ένας τόπος FTP (FTP site) και ένας δικτυακός τόπος (web site).

Σε ένα τυπικό σενάριο ανάπτυξης μιας υπηρεσίας ιστού, ένας πάροχος υπηρεσιών φιλοξενεί ένα τμήμα λογισμικού το οποίο αποτελεί την υλοποίηση της υπηρεσίας ιστού. Στη συνέχεια, καθορίζει μια περιγραφή για αυτήν την υπηρεσία ιστού και τη δημοσιεύει (publish) σε έναν αιτούντα υπηρεσίας ή σε ένα μητρώο υπηρεσιών. Ο αιτών υπηρεσίας εκτελεί μια λειτουργία εύρεσης (find) τοπικά ή στο μητρώο υπηρεσιών για να ανακτήσει την περιγραφή της υπηρεσίας. Κατόπιν, χρησιμοποιεί πληροφορίες από την περιγραφής

της υπηρεσίας για να συνδεθεί (bind) με τον πάροχο της υπηρεσίας και να εκτελέσει την υπηρεσία ιστού [147,148].



Σχήμα 2-11. Ρόλοι, λειτουργίες και συστατικά των υπηρεσιών ιστού

Στο Σχήμα 2-11 αναπαριστώνται οι λειτουργίες που εκτελούνται από τους ρόλους της αρχιτεκτονικής των υπηρεσιών ιστού, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ρόλων και τα συστατικά (υπηρεσία, περιγραφή υπηρεσίας) που δημιουργούνται από αυτή την αλληλεπίδραση [148].

2.6.3 Κύκλος ζωής της ανάπτυξης υπηρεσιών ιστού

Ο κύκλος ζωής της ανάπτυξης υπηρεσιών ιστού περιλαμβάνει τέσσερα στάδια, την κατασκευή, την ανάπτυξη, την εκτέλεση και τη διαχείριση των υπηρεσιών ιστού, τα οποία αναλύονται στη συνέχεια [146,147]. Καθένας από τους ρόλους που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα (πάροχος υπηρεσιών, αιτών υπηρεσίας και μητρώο υπηρεσιών) έχει συγκεκριμένες αρμοδιότητες για κάθε στάδιο του κύκλου ζωής της ανάπτυξης υπηρεσιών ιστού [146,147,148]. Στην παρούσα περιγραφή του κύκλου ζωής δεν αναφέρεται η ανάπτυξη ενός μητρώου υπηρεσιών.

1. Κατασκευή - Αφορά την υλοποίηση και τη δοκιμή μιας υπηρεσίας ιστού καθώς επίσης και τον προσδιορισμό της διεπαφής μέσω της οποίας καλείται η υπηρεσία. Μια υπηρεσία ιστού μπορεί να υλοποιηθεί εξ'αρχής, να χρησιμοποιεί κάποια ήδη υπάρχουσα εφαρμογή, ή να προκύψει από την σύνθεση άλλων υπαρχόντων υπηρεσιών ιστού και εφαρμογών.

2. Ανάπτυξη – Αφορά τη δημοσίευση της περιγραφής της διεπαφής μιας υπηρεσίας σε έναν αιτούντα υπηρεσίας ή σε ένα μητρώο υπηρεσιών. Επίσης, περιλαμβάνει την ανάπτυξη των εκτελέσιμων εφαρμογών για την υπηρεσία ιστού σε ένα περιβάλλον εκτέλεσης, όπως είναι ένας εξυπηρετητής εφαρμογών (application server).

3. Εκτέλεση - Αφορά την εκτέλεση μιας υπηρεσίας ιστού από τους αιτούντες μέσω διαδικτύου. Σε αυτό το στάδιο η υπηρεσία ιστού είναι πλήρως αναπτυγμένη, λειτουργική και προσιτή στους αιτούντες υπηρεσίας.

4. Διαχείριση - Αφορά τη διαχείριση της εφαρμογής ή των εφαρμογών που υλοποιούν την υπηρεσία. Η ασφάλεια, η διαθεσιμότητα, η αποδοτικότητα και η ποιότητα της υπηρεσίας διαχειρίζονται σε αυτό το στάδιο.

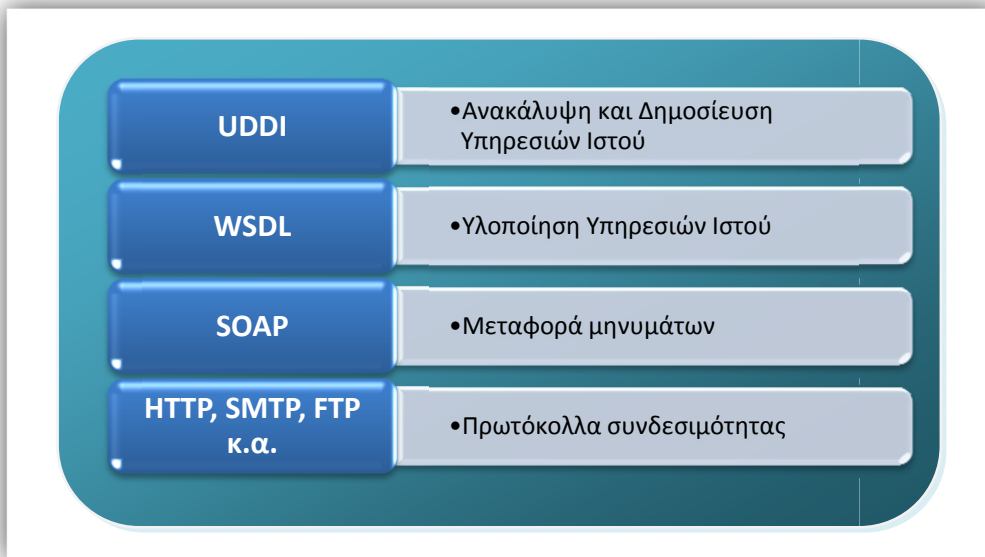
2.6.4 Τεχνολογία υπηρεσιών ιστού

Οι τυποποιήσεις (standards) που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία των υπηρεσιών ιστού αφορούν στα ακόλουθα [147,148]:

- ♦ Καθορισμό της μορφής των μηνυμάτων που αποστέλλονται στις υπηρεσίες ιστού μέσω διαδικτύου.
- ♦ Καθορισμό διεπαφών (interfaces) για τις υπηρεσίες στις οποίες αποστέλλονται τα μηνύματα.
- ♦ Περιγραφή συμβάσεων για την αντιστοίχιση του περιεχομένου των μηνυμάτων στις εφαρμογές που υλοποιούν τις υπηρεσίες ιστού.
- ♦ Καθορισμό μηχανισμών δημοσίευσης (publish) και εύρεσης (find) των διεπαφών (interfaces) των υπηρεσιών ιστού.

Οι τυποποιήσεις (standards) για τις υπηρεσίες ιστού είναι: το πρωτόκολλο Simple Object Access Protocol (SOAP), η προδιαγραφή Web Services Definition Language (WSDL) και η προδιαγραφή Universal Description, Discovery and Integration (UDDI). Στο Σχήμα 2-12 αναπαριστάται η αρχιτεκτονική των τεχνολογιών των υπηρεσιών ιστού.

Το SOAP είναι ένα πρωτόκολλο μεταφοράς (transport protocol) μηνυμάτων που βασίζεται στην XML για την ανταλλαγή δεδομένων σε αποκεντρωμένα και κατανομημένα περιβάλλοντα. Η τεχνολογία SOAP, παρέχει ένα μηχανισμό για την ανταλλαγή εντολών και παραμέτρων μεταξύ πελατών (clients) και εξυπηρετητών (servers). Επιπλέον, όπως και οι υπηρεσίες ιστού, το πρωτόκολλο SOAP είναι ανεξάρτητο από την πλατφόρμα λογισμικού/υλικού, του μοντέλου αντικειμένων (object model) και της γλώσσας προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση των υπηρεσιών ιστού [150].



Σχήμα 2-12. Η αρχιτεκτονική των τεχνολογιών των υπηρεσιών ιστού

Ένα σημαντικό προτέρημα του SOAP είναι ότι βασίζεται στην XML. Άλλα παλαιότερα πρωτόκολλα μεταφοράς (transport protocols) δεδομένων, όπως είναι για παράδειγμα το Internet Inter-ORB Protocol (IIOP) για την CORBA και το Java Remote Method Protocol (JRMP) για Java Remote Method Invocation (RMI), βασίζονται σε δυαδικά κείμενα. Συνεπώς, οι εφαρμογές που επικοινωνούν με τη χρήση του SOAP, μεταγλωττίζονται ευκολότερα, επειδή η XML είναι ευκολότερα αναγνώσιμη από ό,τι ένα δυαδικό κείμενο [148,149,150].

Το SOAP χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με διάφορα πρωτόκολλα μεταφοράς (transfer protocols) όπως είναι το HyperText Transport Protocol (HTTP), το Simple Mail Transfer Protocol (SMTP), το File Transfer Protocol (FTP) και πολλά άλλα. Παρόλα αυτά, χρησιμοποιείται συνήθως σε συνδυασμό με το πρωτόκολλο μεταφοράς HTTP. Όταν τα μηνύματα SOAP αποστέλλονται μέσω του πρωτοκόλλου HTTP, συνήθως διαπερνούν τις αντιπυρικές ζώνες (firewalls), οι οποίες επιτρέπουν τη διέλευση μηνυμάτων μέσω του

πρωτοκόλλου HTTP δεδομένου ότι χρησιμοποιείται για την πλοήγηση στο Internet [148,149,150].

Η προδιαγραφή Web Services Definition Language (WSDL) είναι μια μεταγλώσσα (meta-language) βασισμένη στη XML για την περιγραφή των υπηρεσιών ιστού. Η μεταγλώσσα WSDL καθορίζει πως οι αιτούντες υπηρεσιών επικοινωνούν με τους παρόχους υπηρεσιών για την εκτέλεση των υπηρεσιών ιστού που προσφέρουν οι πάροχοι. Όπως και η XML, η μεταγλώσσα WSDL είναι επεκτάσιμη και επιτρέπει την περιγραφή των ακροδεκτών (endpoints) και του περιεχομένου των μηνυμάτων που ανταλλάσσουν, ανεξάρτητα από τη μορφή των μηνυμάτων και τα πρωτόκολλα μεταφοράς που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση των υπηρεσιών ιστού. Η μεταγλώσσα WSDL χρησιμοποιείται για την περιγραφή λεπτομερειών σχετικά με το σχεδιασμό, την υλοποίηση και τη λειτουργία των υπηρεσιών ιστού στο διαδίκτυο. Για κάθε υπηρεσία ιστού δημιουργείται ένα αρχείο στη μεταγλώσσα WSDL το οποίο διατίθεται σε αυτούς που επιθυμούν την εκτέλεση της υπηρεσίας ιστού [147,148].

Η Universal Description, Discovery and Integration (UDDI) αποτελεί μια προδιαγραφή για τη δημιουργία μητρώων (registries), τα οποία είναι γνωστά ως μητρώα υπηρεσιών UDDI (UDDI registries). Ένα *μητρώο UDDI* είναι μια βάση δεδομένων, στην οποία καταγράφονται περιγραφές υπηρεσιών ιστού και περιγραφές των επιχειρήσεων που τις προσφέρουν. Οι πάροχοι υπηρεσιών ιστού χρησιμοποιούν τα μητρώα UDDI για τη δημοσίευση των υπηρεσιών τους, τις οποίες στη συνέχεια ανακαλύπτουν και εκτελούν οι αιτούντες υπηρεσιών. Οι πάροχοι και οι αιτούντες υπηρεσιών αλληλεπιδρούν με ένα μητρώο UDDI μέσω ανταλλαγής μηνυμάτων SOAP (SOAP messages) [147,148].

Η σχέση μεταξύ των υπηρεσιών ιστού και των ροών εργασίας είναι διπλή: μια ροή εργασιών μπορεί να υλοποιηθεί ως μια υπηρεσία ιστού και μια ροή εργασιών μπορεί να χρησιμοποιεί υπηρεσίες ιστού ως υλοποιήσεις των δραστηριοτήτων της. Η δυνατότητα παροχής πρόσβασης σε μία ροή εργασίας ενός οργανισμού μέσω της ανάπτυξης μίας υπηρεσίας ιστού που μπορεί να εκτελεστεί μέσω διαδικτύου, συμβάλει στην ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ επιχειρησιακών συνεταιίρων. Η χρήση υπηρεσιών ιστού ως υλοποιήσεις δραστηριοτήτων μιας ροής εργασίας βοηθάει στην υλοποίηση πολύπλοκων ροών εργασίας εφόσον οι υπηρεσίες ιστού μπορούν να εκτελεστούν από οποιοδήποτε οργανισμό μέσω διαδικτύου [154,157,158].

Επιπλέον, οι υπηρεσίες ιστού συχνά χρησιμοποιούνται για την ολοκλήρωση διεπιχειρησιακών διαδικασιών ροής εργασίας (cross-organizational workflow processes). Για παράδειγμα, η ολοκλήρωση δύο υπο-διαδικασιών ροής εργασίας που εκτελούνται σε δύο διαφορετικούς οργανισμούς, αντίστοιχα, μπορεί να επιτευχθεί με την ανάπτυξη υπηρεσιών ιστού από τον κάθε οργανισμό για την υλοποίηση εκείνων των δραστηριοτήτων των τοπικών υπο-διαδικασιών οι οποίες αλληλεπιδρούν (σύμφωνα με το μοντέλο της διεπιχειρησιακής διαδικασίας) και αποτελούν τα σημεία ολοκλήρωσης της διεπιχειρησιακής διαδικασίας [154,155,156,157,158].

2.6.5 Υπηρεσίες ιστού και ροές εργασίας

Η χρήση υπηρεσιών ιστού για την ολοκλήρωση διεπιχειρησιακών διαδικασιών ροής εργασιών, δημιούργησε την ανάγκη για την ανάπτυξη μιας νέας τυποποίησης (standard), η οποία χρησιμοποιείται για την περιγραφή συνθέσεων υπηρεσιών ιστού ως τμήμα μιας επιχειρησιακής διαδικασίας [154,157]. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2-13, η τυποποίηση αυτή προστέθηκε στο ανώτερο επίπεδο της αρχιτεκτονικής της τεχνολογίας υπηρεσιών ιστού. Για το επίπεδο αυτό έχουν προταθεί δύο γλώσσες που βασίζονται στη XML, η Web Services Flow Language (WSFL) και η XLANG, οι οποίες αναπτύχθηκαν από την IBM και την Microsoft, αντίστοιχα [159,160].

Η WSFL παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας δύο τύπων μοντέλων, τα μοντέλα ροής (flow model) και τα γενικά μοντέλα (global model). Ένα μοντέλο ροής περιγράφει πως εκπληρώνεται ένας επιχειρησιακός στόχος. Ένα γενικό μοντέλο περιγράφει πως αλληλεπιδρούν οι υπηρεσίες ιστού μεταξύ τους. Επίσης, το γενικό μοντέλο παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας μοντέλων αλληλεπίδρασης μεταξύ των επιχειρησιακών συνεταίρων που παρέχουν τις υπηρεσίες ιστού, δημιουργώντας συσχετίσεις μεταξύ των δεδομένων εισόδου και των δεδομένων εξόδου των υπηρεσιών ιστού που αλληλεπιδρούν [154,159].

Η βασική μονάδα εργασίας στη WSFL είναι η δραστηριότητα, η οποία αναπαριστάται ως κόμβος σε ένα συνδεδεμένο γράφημα. Οι δραστηριότητες συνδέονται με σχέσεις dataLink και controlLink που αναπαριστούν τη ροή των δεδομένων και τη ροή ελέγχου μεταξύ αυτών των δραστηριοτήτων, αντίστοιχα. Μια σχέση dataLink συνδέει δύο δραστηριότητες και

καθορίζει στη μηχανή ροής εργασιών (flow engine) το πέρασμα δεδομένων από τη δραστηριότητα προέλευσης στη δραστηριότητα προορισμού. Επίσης, η σχέση dataLink επιτρέπει τον προσδιορισμό συσχετίσεων (mappings) μεταξύ ενός εγγράφου που παράγεται από μια δραστηριότητα προέλευσης και ενός εγγράφου που λαμβάνεται από μια δραστηριότητα προορισμού. Τα δεδομένα μεταξύ δύο δραστηριοτήτων ρέουν πάντα σύμφωνα με τις σχέσεις controlLinks [159].



Σχήμα 2-13. Η αρχιτεκτονική των τεχνολογιών των υπηρεσιών ιστού

Οι δραστηριότητες στα μοντέλα που αναπτύσσονται με την WSFL συσχετίζονται με ενέργειες (actions). Όταν η εκτέλεση μιας δραστηριότητας ολοκληρωθεί, το στιγμιότυπο της διαδικασίας αποκτά μια δεδομένη κατάσταση. Τότε, κάποια ενέργεια (action) εκτελείται αυτόματα, σύμφωνα με την προσδιορισμένη μετάβαση στο μοντέλο ροής (σχέση controlLink) και η εκτέλεση μιας νέας δραστηριότητας εκκινείται. Μια μετάβαση συνήθως προστατεύεται από μια συνθήκη ελέγχου, η οποία εκφράζεται ως μια συνάρτηση των δεδομένων της ροής δεδομένων (σχέση dataLink) [159].

Ένας από τους βασικούς στόχους της WSFL είναι η χρήση των υπηρεσιών ιστού ως υλοποιήσεις δραστηριοτήτων διαδικασιών ροής εργασίας (workflow processes). Κάθε δραστηριότητα η οποία υλοποιείται από μια υπηρεσία ιστού, σχετίζεται με τον πάροχο υπηρεσιών, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την διάθεση αυτής της υπηρεσίας. Αυτή η σχέση καθορίζει το σύνδεσμο μεταξύ των δραστηριοτήτων μιας ροής εργασίας και των υπηρεσιών που προσφέρονται από παρόχους [159].

Ένα από τα μειονεκτήματα της WSFL είναι η εξάρτησή της από την προδιαγραφή WSDL. Το λογισμικό WebSphere Process Manager της IBM χρησιμοποιεί την προδιαγραφή WSFL για την αυτοματοποίηση επιχειρησιακών διαδικασιών, για την ολοκλήρωση διεπιχειρησιακών διαδικασιών και για την ενσωμάτωση επιχειρησιακών εφαρμογών (Enterprise Application Integration EAI) σε ροές εργασίας με τη μορφή υπηρεσιών ιστού [157,159].

Όπως και η WSFL, η XLANG είναι μια επέκταση της προδιαγραφής WSDL. Με τη XLANG αναπτύσσονται μοντέλα μέσω των οποίων συντίθενται υπηρεσίες ιστού και περιγράφονται συμβάσεις συνεργασίας μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών. Οι βασικές οντότητες που απαιτούνται για τον καθορισμό διαδικασιών με τη χρήση της XLANG είναι οι *ενέργειες (actions)*. Ως ενέργειες χρησιμοποιούνται οι τέσσερις τύποι λειτουργιών που ορίζονται στο πλαίσιο της προδιαγραφής WSDL: *αίτηση/απάντηση (request/reply)*, *αίτηση για απάντηση (solicit answer)*, *μονή κατεύθυνση (one way)* και *ειδοποίηση (notification)*. Επιπλέον, η XLANG χρησιμοποιεί άλλους δύο τύπους ενεργειών (actions), τα *χρονικά όρια (timeouts)* και τις *εξαιρέσεις (exceptions)* [154,160].

Σύμφωνα με τη XLANG, μια διαδικασία μπορεί να οριστεί στο πλαίσιο μιας υπηρεσίας και αυτή η διαδικασία προσδιορίζει την συμπεριφορά της υπηρεσίας. Σε αυτή την υπηρεσία αναπαριστώνται οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εισερχομένων (input) και εξερχομένων (output) λειτουργιών (operations) των υπηρεσιών που υλοποιούν τις δραστηριότητες της διαδικασίας. Αυτή η αναπαράσταση των συνδέσεων των λειτουργιών των υπηρεσιών δημιουργεί μια σειρά εκτέλεσης υπηρεσιών, η οποία έχει μια σαφώς καθορισμένη αρχή και τέλος και αποτελεί τον ορισμό της επιχειρησιακής διαδικασίας που υλοποιεί την υπηρεσία [160].

Η XLANG παρέχει τη δυνατότητα εκκίνησης πολλών στιγμιότυπων (instances) μιας υπηρεσίας. Ένα στιγμιότυπο μιας υπηρεσίας μπορεί να εκκινηθεί με ένα πλήθος τρόπων. Για παράδειγμα, μπορεί να δημιουργηθεί από μια διαδικασία που εκτελείται στο παρασκήνιο ή από κάποια λειτουργία μιας εφαρμογής ή μιας υπηρεσίας ιστού. Κάθε φορά που μια υπηρεσία λαμβάνει ένα μήνυμα που αντιστοιχεί στη λειτουργία δημιουργίας ενός νέου στιγμιότυπου αυτής, δημιουργείται ένα νέο στιγμιότυπο της επιχειρησιακής διαδικασίας που καθορίζει τη συμπεριφορά της υπηρεσίας. Αυτή η λειτουργία καλείται *λειτουργία ενεργοποίησης*. Ένα στιγμιότυπο μιας υπηρεσίας ολοκληρώνεται όταν

ολοκληρωθεί η εκτέλεση της διαδικασίας που καθορίζει τη συμπεριφορά της. Ο εξυπηρετητής της Microsoft, Biz Talk Server, και το εργαλείο Biz Talk Orchestration χρησιμοποιεί την προδιαγραφή XLANG για τον καθορισμό επιχειρησιακών διαδικασιών, για την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ εφαρμογών και για την ολοκλήρωση συστατικών εφαρμογών σε μορφή υπηρεσιών ιστού [160].

Μία άλλη προδιαγραφή που προτάθηκε πρόσφατα για το ανώτερο επίπεδο της αρχιτεκτονικής της τεχνολογίας των υπηρεσιών ιστού, είναι η προδιαγραφή Business Process Execution Language for Web Services (BPEL4WS). Η προδιαγραφή αυτή, αποτελεί μια προσπάθεια για ενοποίηση των προδιαγραφών WSFL και XLANG, συνδυάζοντας τα προτερήματα της κάθε μιας προσέγγισης. Ο στόχος αυτής της προσπάθειας είναι η προδιαγραφή BPEL4WS να αποτελέσει μια τυποποίηση για τη σύνθεση υπηρεσιών ιστού. Η προδιαγραφή BPEL4WS είναι μια γλώσσα υλοποίησης με στόχο την περιγραφή κάθε είδους επιχειρησιακής διαδικασίας και επίσης εισάγει την έννοια των αφηρημένων διαδικασιών (abstract processes) [161].

2.6.6 Ασφάλεια υπηρεσιών ιστού

Τον τελευταίο καιρό, ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες ιστού και άλλες τυποποιήσεις που βασίζονται στην XML ως μέσο για την αυτοματοποίηση των αλληλεπιδράσεων των πελατών και συνεταιίρων τους με τις επιχειρησιακές τους διαδικασίες [157,158]. Παρόλα αυτά, η έλλειψη τυποποιήσεων για την ασφάλεια των υπηρεσιών ιστού στάθηκε εμπόδιο στην ευρεία χρήση τους από τις επιχειρήσεις αφού αυτές θα υποχρεούνταν να ενισχύσουν τις υπηρεσίες ασφάλειας που χρησιμοποιούν για τις εφαρμογές τους που είναι προσβάσιμες μέσω διαδικτύου, από εξωτερικούς συνεργάτες και πελάτες της, ειδικά όταν αυτές οι εφαρμογές σχετίζονται με κρίσιμες επιχειρησιακές διαδικασίες [162,163,164,165].

Μια βασική αρχή της ασφάλειας είναι ότι ένα σύστημα είναι ασφαλές μόνο όταν για σε όλα τα επίπεδα της αρχιτεκτονικής του συστήματος έχουν αναπτυχθεί αντίστοιχες υπηρεσίες ασφάλειας (security services). Όποιο επίπεδο της αρχιτεκτονικής του συστήματος δεν είναι ασφαλές, επιτρέπει σε εισβολείς την είσοδό τους στο σύστημα. Ιδιαίτερα, όσο αφορά τις υπηρεσίες ιστού είναι απαραίτητη η ανάπτυξη υπηρεσιών ασφάλειας (security services) για τα ακόλουθα επίπεδα της αρχιτεκτονικής τους [162,163,164]:

- ♦ Επίπεδο επιχειρησιακής διαδικασίας ή ροών εργασίας.
- ♦ Επίπεδο μητρώου και περιγραφής των υπηρεσιών ιστού.
- ♦ Επίπεδο επικοινωνίας (συνήθως SOAP).
- ♦ Επίπεδο αποθήκευσης εγγράφων XML.
- ♦ Επίπεδο μεταφοράς δεδομένων.

2.6.7 Υπηρεσίες Ιστού σε Υποδομή Πλέγματος

Το 2002 ξεκίνησε η ανάπτυξη του λογισμικού Open Grid Services Architecture – Data Access and Integration (OGSA-DAI) με στόχο την εύρεση μιας αποτελεσματικής λύσης στην πρόκληση της ολοκλήρωσης δεδομένων παγκόσμιας κλίμακας [194,195,196]. Το OGSA-DAI είναι ένα ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) μέσω του οποίου γίνεται δυνατή η πρόσβαση, ο συνδυασμός και η ολοκλήρωση των πηγών δεδομένων (π.χ. συστημάτων αρχείων, σχεσιακών ή XML βάσεων δεδομένων) με τη χρήση κατάλληλων υπηρεσιών ιστού και της υπάρχουσας δικτυακής υποδομής [196].

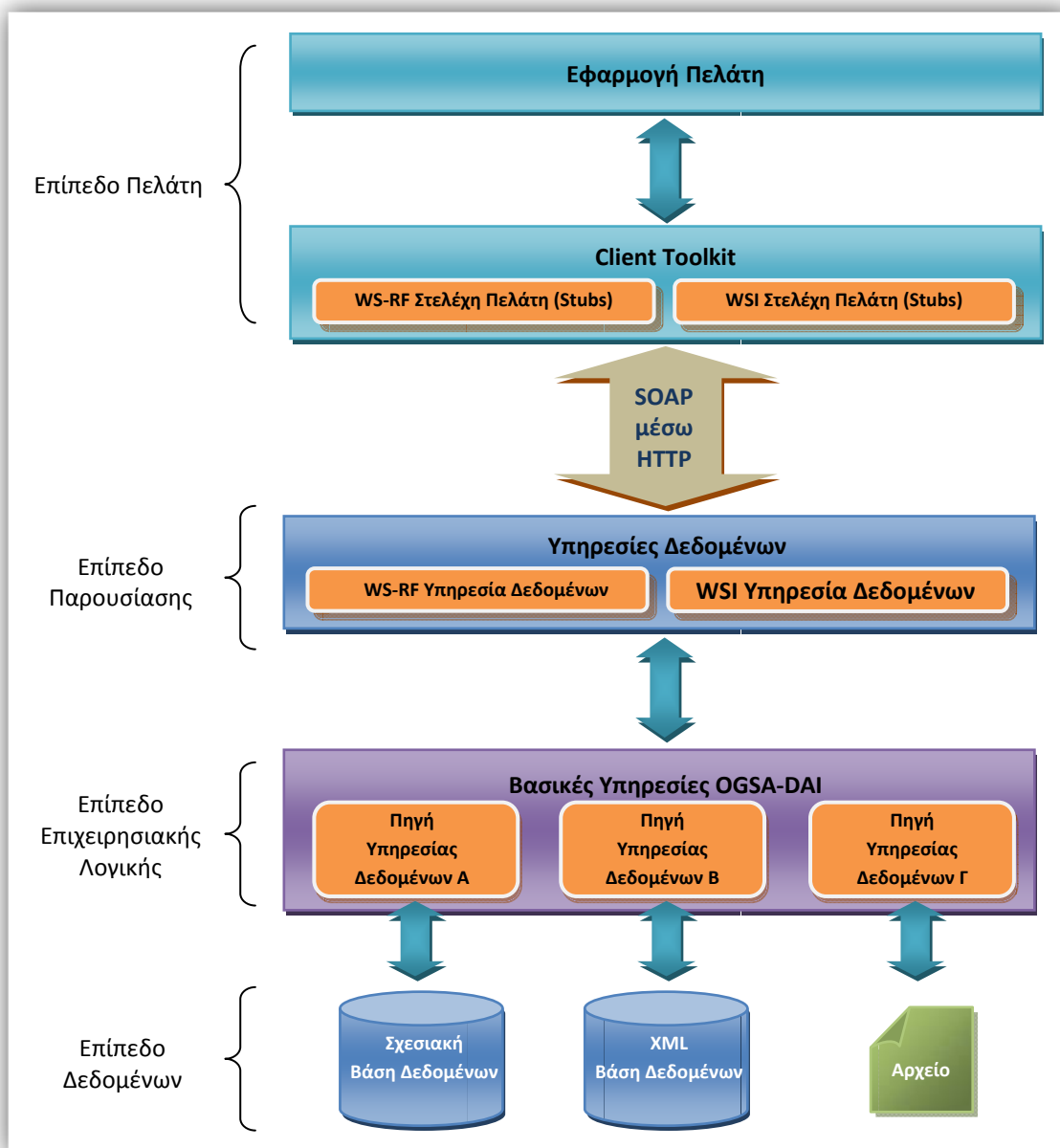
2.6.7.1 Όραμα του Έργου OGSA-DAI

Το OGSA-DAI καθιστά δυνατό τον διαμοιρασμό πηγών δεδομένων (data resources) με σκοπό την υποστήριξη της συνεργασίας μεταξύ τους (collaboration). Πιο συγκεκριμένα, αφορά την [194,195,196]:

- ♦ **Πρόσβαση Δεδομένων (Data access)** - Πρόσβαση σε δομημένα δεδομένα τα οποία είναι αποθηκευμένα σε κατανεμημένες ετερογενείς πηγές δεδομένων.
- ♦ **Μετασχηματισμό Δεδομένων (Data transformation)** - Προβολή στους χρήστες δεδομένων με σχήμα X σαν δεδομένα με σχήμα Y.
- ♦ **Ολοκλήρωση Δεδομένων (Data integration)** - Προβολή πολλαπλών βάσεων δεδομένων στους χρήστες ως μια μοναδική ιδεατή βάση δεδομένων.
- ♦ **Μετάδοση Δεδομένων (Data delivery)** - Μετάδοση δεδομένων όπου αυτό απαιτείται χρησιμοποιώντας το πιο κατάλληλο μέσο (π.χ. υπηρεσία ιστού, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, πρωτόκολλα HTTP, FTP και GridFTP).

2.6.7.2 Αρχιτεκτονική OGSA-DAI

Η αρχιτεκτονική του OGSA-DAI αποτελείται από έναν αριθμό επιπέδων καθένα από τα οποία εξυπηρετεί διαφορετικό σκοπό. Μια σχηματική απεικόνιση, υψηλού επιπέδου αφαίρεσης, της αρχιτεκτονικής αυτής παρέχεται στο Σχήμα 2-14. [197]



Σχήμα 2-14. Αρχιτεκτονική OGSA-DAI.

Τα συστατικά στοιχεία κάθε επιπέδου και οι διεπαφές μεταξύ τους περιγράφονται στη συνέχεια, ξεκινώντας από το κατώτατο επίπεδο.

I. Επίπεδα Αρχιτεκτονικής

α. Επίπεδο Δεδομένων (*Data Layer*)

Το Επίπεδο Δεδομένων (*data layer*) αποτελείται από τις πηγές δεδομένων (*data resources*) οι οποίες είναι προσβάσιμες μέσω του OGSA-DAI. Μέχρι στιγμής, σε αυτές τις πηγές δεδομένων περιλαμβάνονται [197]:

- ♦ Σχισιακές Βάσεις Δεδομένων όπως MySQL, SQL Server, DB2, Oracle και PostgreSQL.
- ♦ XML Βάσεις Δεδομένων όπως eXist, Xindice.
- ♦ Αρχεία και φάκελοι συγκεκριμένης μορφής όπως OMIM, SWISSPROT και EMBL.

β. Επίπεδο Επιχειρησιακής Λογικής (*Business Logic Layer*)

Το επίπεδο αυτό εμπερικλείει την κύρια λειτουργικότητα του OGSA-DAI. Αποτελείται από συστατικά, τα οποία είναι γνωστά ως πηγές υπηρεσιών δεδομένων (*data service resources*) [197]. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2-15, είναι δυνατόν να αναπτυχθούν πολλαπλές πηγές υπηρεσιών δεδομένων προκειμένου να γίνει δυνατή η πρόσβαση σε πολλαπλές πηγές δεδομένων. Υπάρχει μια ένα-ένα σχέση ανάμεσα στις πηγές υπηρεσιών δεδομένων και τις πηγές δεδομένων. Μια πηγή υπηρεσιών δεδομένων είναι υπεύθυνη για [197]:

- ♦ **Εκτέλεση των εγγράφων ενεργειών (*perform documents*)** - Ένα έγγραφο ενεργειών (*perform document*) περιγράφει τις ενέργειες που θα πρέπει να εκτελέσει μια πηγή υπηρεσίας δεδομένων εκ μέρους του προγράμματος-πελάτη. Κάθε ενέργεια είναι γνωστή ως μια δραστηριότητα (*activity*). Το OGSA-DAI ήδη περιλαμβάνει έναν μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων για την εκτέλεση σύνηθων λειτουργιών όπως είναι οι ερωτήσεις σε βάσεις δεδομένων (*database queries*), η μετατροπή δεδομένων (*data transformations*) και η μετάδοση δεδομένων (*data delivery*).
- ♦ **Δημιουργία των εγγράφων απόκρισης (*response documents*)** - Ένα έγγραφο απόκρισης (*response document*) περιγράφει την κατάσταση εκτέλεσης ενός εγγράφου ενεργειών και μπορεί να περιλαμβάνει δεδομένα που απορρέουν από τη εκτέλεση των σχετικών ενεργειών, όπως για παράδειγμα τα αποτελέσματα μιας ερώτησης σε βάση δεδομένων.
- ♦ **Πρόσβαση σε πηγή δεδομένων (*data resource*)** - Οι αλληλεπιδράσεις με τις πηγές δεδομένων λαμβάνουν χώρα μέσω του διαμεσολαβητή πηγής δεδομένων (*data resource accessor*).

- ♦ **Μεταφορά δεδομένων (Data transport functionality)** - Τα δεδομένα εισόδου μιας πηγής υπηρεσίας δεδομένων μπορούν να προέρχονται από το πρόγραμμα-πελάτη ή από άλλες πηγές υπηρεσιών δεδομένων, ενώ τα δεδομένα εξόδου μιας πηγής υπηρεσίας δεδομένων μπορούν να διοχετευτούν στο πρόγραμμα-πελάτη ή σε άλλες πηγές υπηρεσιών δεδομένων.
- ♦ **Διαχείριση Συνόδου (Session management)** - Αφορά τη δημιουργία, την πρόσβαση και τον τερματισμό αντικειμένων συνόδου τα οποία επιτρέπουν την αποθήκευση της κατάστασης αιτημάτων που υποβάλλονται σε κάθε πηγή υπηρεσίας δεδομένων. Στο πλαίσιο μιας συνόδου πραγματοποιείται η επεξεργασία των αιτημάτων που υποβάλλονται μέσω εγγράφων ενεργειών. Οι σύνοδοι χρησιμοποιούνται επίσης και για την αποθήκευση των ροών δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ των διαφόρων πηγών υπηρεσιών δεδομένων καθώς και μεταξύ προγραμμάτων-πελατών και πηγών υπηρεσιών δεδομένων. Αυτές είναι γνωστές ως σύνοδοι ροών (session streams).
- ♦ **Διαχείριση Ιδιοτήτων (Property management)** - Αφορά τη δημιουργία, την πρόσβαση και την αφαίρεση ιδιοτήτων που σχετίζονται με κάθε πηγή υπηρεσίας δεδομένων. Αυτές είναι γνωστές ως ιδιότητες των πηγών υπηρεσιών δεδομένων και χρησιμοποιούνται σε γενικές γραμμές για τη διαχείριση μετα-δεδομένων όπως είναι η κατάσταση ενός αιτήματος ή το σχήμα (schema) της υποκείμενης πηγής δεδομένων.

γ. Επίπεδο Παρουσίασης (Presentation Layer)

Αυτό το επίπεδο εμπερικλείει τη λειτουργικότητα που απαιτείται για να καταστούν προσβάσιμες οι πηγές υπηρεσιών δεδομένων μέσω διεπαφών υπηρεσιών ιστού. Το OGSA-DAI περιλαμβάνει δύο υλοποιήσεις (realizations), μια συμβατή με το Web Services Resource Framework (WSRF) και μια συμβατή με το Web Services Interoperability (WSI). Η δεύτερη δεν χρησιμοποιεί το WSRF αλλά στηρίζεται στις προδιαγραφές/specifications που αναφέρονται στο βασικό προφίλ του WS-I. Οι παραπάνω υλοποιήσεις αναφέρονται στο Σχήμα 2-15 σαν WSRF and WSI data services. Για κάθε υλοποίηση υπάρχει ένα έγγραφο WSDL το οποίο περιγράφει την διεπαφή. [197]

δ. Επίπεδο Πελάτη (Client Layer)

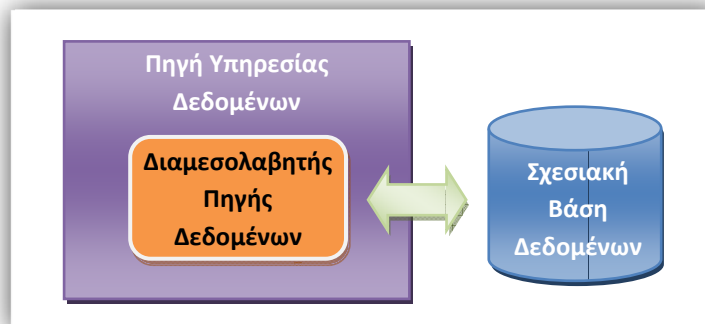
Μια εφαρμογή πελάτη μπορεί να αλληλεπιδράσει με μια πηγή υπηρεσίας δεδομένων μέσω της αντίστοιχης υπηρεσίας δεδομένων (data service). Ανάλογα με το είδος της υπηρεσίας δεδομένων που έχει υλοποιηθεί (WSRF ή WSI), η εφαρμογή-πελάτη πρέπει να είναι συμβατή με την αντίστοιχη τυποποίηση. [197]

Το OGSA-DAI περιλαμβάνει επίσης ένα Java Client Toolkit το οποίο παρέχει ένα υψηλού επιπέδου Application Programming Interface (API) για αλληλεπίδραση με τις υπηρεσίες δεδομένων. Το Client Toolkit απλοποιεί την ανάπτυξη προγραμμάτων εφαρμογών παρέχοντας βολικούς τρόπους για την δημιουργία και την αποστολή αιτημάτων και την ερμηνεία των επακόλουθων αποκρίσεων. Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα του Client Toolkit είναι η διαλειτουργικότητα που προσφέρει μεταξύ των WSRF και WSI υπηρεσιών δεδομένων. Μια εφαρμογή που έχει δημιουργηθεί με τη χρήση του Client Toolkit έχει την δυνατότητα να αλληλεπιδράσει με διάφανο τρόπο με WSRF και WSI υπηρεσίες δεδομένων. [197]

II. Διεπαφές Αρχιτεκτονικής

α. Διεπαφή μεταξύ Επιπέδου Δεδομένων και Επιπέδου Επιχειρησιακής Λογικής

Η διεπαφή αυτή επιτρέπει την αμφίδρομη μετάδοση πληροφορίας μεταξύ του Επιπέδου Δεδομένων και του Επιπέδου Επιχειρησιακής Λογικής και έχει υλοποιηθεί από συστατικά που είναι γνωστά ως διαμεσολαβητές πηγών δεδομένων. Κάθε υπηρεσία δεδομένων έχει το δικό της διαμεσολαβητή, ο οποίος ελέγχει την πρόσβαση σε μια υποκείμενη πηγή δεδομένων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2-15. [197]



Σχήμα 2-15. Ένας διαμεσολαβητής πηγής δεδομένων παρέχει πρόσβαση στην υποκείμενη πηγή δεδομένων.

Το OGSA-DAI περιλαμβάνει διαμεσολαβητές πηγών δεδομένων για σχεσιακές βάσεις δεδομένων, XML βάσεις δεδομένων και συστήματα αρχείων. Αυτό το συστατικό επιδέχεται επέκταση, οπότε οι χρήστες μπορούν να υλοποιήσουν τους δικούς τους διαμεσολαβητές προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση σε νέα είδη πηγών δεδομένων μέσω του OGSA-DAI. [197]

β. Διεπαφή μεταξύ Επιπέδου Επιχειρησιακής Λογικής και Επιπέδου Παρουσίασης

Αυτή η διεπαφή επιτρέπει την αμφίδρομη διακίνηση πληροφοριών μεταξύ του Επιπέδου Επιχειρησιακής Λογικής και του Επιπέδου Παρουσίασης. Υποστηρίζει την χρήση των λειτουργιών του OGSA-DAI από τα συστατικά του Επιπέδου Επιχειρησιακής Λογικής με έναν τρόπο που είναι ανεξάρτητος του συγκεκριμένου διαδικτυακού περιβάλλοντος. Στην πραγματικότητα, οι ίδιες διεπαφές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και από κάποια αυτόνομη (stand-alone) εφαρμογή, η οποία δεν λειτουργεί σε περιβάλλον διαδικτύου. [197]

Κάθε αίτημα για την κλήση μιας υπηρεσίας δεδομένων (data service) του OGSA-DAI (WSRF ή WSI) υποβάλλεται μέσω αιτημάτων SOAP (SOAP requests). Η συγκεκριμένη διεπαφή χρησιμοποιείται για να «περάσει» πληροφορίες και οδηγίες από και προς το Επίπεδο Επιχειρησιακής Λογικής. Η ροή πληροφοριών μεταξύ των δύο αυτών επιπέδων περιγράφεται παρακάτω. [197]

III. Ροές Δεδομένων Αρχιτεκτονικής

α. Ροή Πληροφοριών από το Επίπεδο Παρουσίασης στο Επίπεδο Επιχειρησιακής Λογικής

Οι πληροφορίες που διακινούνται από το Επίπεδο Παρουσίασης στο Επίπεδο Επιχειρησιακής Λογικής είναι οι ακόλουθες [197]:

- ♦ Τα ονόματα των πηγών υπηρεσιών δεδομένων, τα ονόματα των ιδιοτήτων των πηγών υπηρεσιών δεδομένων, οι προσδιοριστές ροής της συνόδου (session stream identifiers).
- ♦ Τα πρόχειρα πιστοποιητικά και διαπιστευτήρια του προγράμματος-πελάτη σε μια ανεξάρτητη από το περιβάλλον διαδικτύου μορφή.
- ♦ Έγγραφα ενεργειών και δεδομένα από τα προγράμματα-πελάτες.
- ♦ Πληροφορίες παραμετροποίησης των πηγών υπηρεσιών δεδομένων (π.χ. οδηγοί και διευθύνσεις URI των πηγών δεδομένων, ονόματα χρηστών και κωδικοί βάσης δεδομένων, πληροφορίες σχετικές με τις δραστηριότητες που υποστηρίζονται, πληροφορίες σχετικές με την υποστήριξη της συνόδου και το συγχρονισμό (concurrency) των πηγών υπηρεσιών δεδομένων).

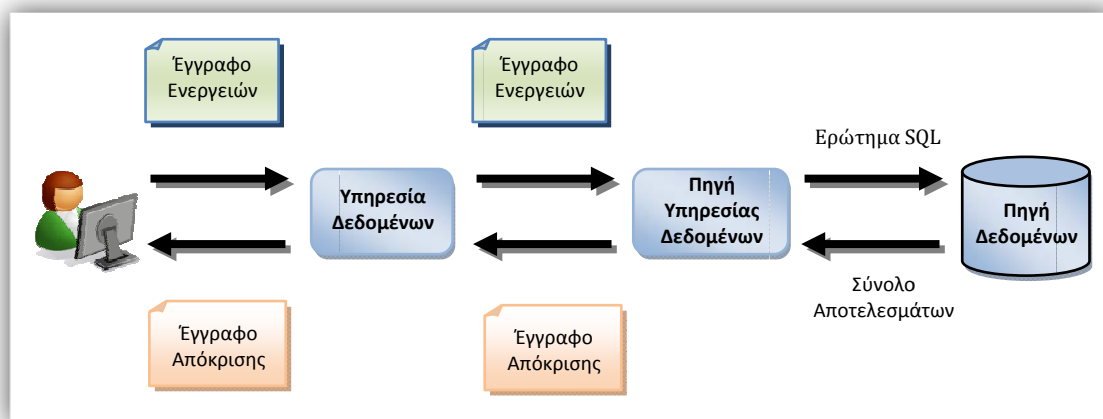
β. Ροή Πληροφοριών από το Επίπεδο Επιχειρησιακής Λογικής στο Επίπεδο Παρουσίασης

Οι πληροφορίες που διακινούνται από το Επίπεδο Επιχειρησιακής Λογικής στο Επίπεδο Παρουσίασης είναι οι ακόλουθες [197]:

- ♦ Έγγραφα απόκρισης και δεδομένα που προκύπτουν από ερωτήματα στη βάση δεδομένων.
- ♦ Η κατάσταση επεξεργασίας ενός αιτήματος που υποβλήθηκε στο πλαίσιο μιας συγκεκριμένης συνόδου.
- ♦ Τιμές ιδιοτήτων της πηγής υπηρεσίας δεδομένων (π.χ. το σχήμα της υποκείμενης πηγής δεδομένων).
- ♦ Πληροφορίες σχετικά με τις δραστηριότητες (activities) που υποστηρίζονται από την πηγή υπηρεσίας δεδομένων. Υπάρχουν δραστηριότητες που μπορούν να ζητηθούν από έναν χρήστη μέσα σε έγγραφα ενεργειών.

IV. Αλληλεπίδραση με πηγές υπηρεσιών δεδομένων

Το OGSA-DAI υποστηρίζει την αλληλεπίδραση με πηγές υπηρεσιών δεδομένων μέσω μιας διεπαφής προσανατολισμένης σε έγγραφα (document-oriented interface). Η εφαρμογή πελάτη δεν επικοινωνεί απευθείας με κάθε πηγή υπηρεσίας δεδομένων αλλά αντ'αυτού στέλνει ένα έγγραφο ενεργειών στην σχετική υπηρεσία δεδομένων. Η υπηρεσία δεδομένων προωθεί το έγγραφο στην κατάλληλη πηγή υπηρεσίας δεδομένων, η οποία στην ουσία αναπαριστά την πραγματική πηγή δεδομένων. Η πηγή υπηρεσίας δεδομένων ερμηνεύει το έγγραφο ενεργειών και εκτελεί τις ενέργειες που περιγράφονται μέσα σε αυτό. Αυτές οι ενέργειες μπορεί να περιλαμβάνουν κάποιου τύπου αλληλεπίδραση με την υποκείμενη πηγή δεδομένων, όπως, για παράδειγμα, την εκτέλεση ενός ερωτήματος SQL. Στη συνέχεια δημιουργείται από την πηγή υπηρεσίας δεδομένων ένα έγγραφο απόκρισης, το οποίο περιέχει τα αποτελέσματα του ερωτήματος. Το έγγραφο αυτό επιστρέφεται στην εφαρμογή πελάτη μέσω της υπηρεσίας δεδομένων. Ένα παράδειγμα αυτής της αλληλεπίδρασης αναπαριστάται στο Σχήμα 2-16. [197]



Σχήμα 2-16. Αλληλεπίδραση μέσω διεπαφής προσανατολισμένης σε έγγραφα

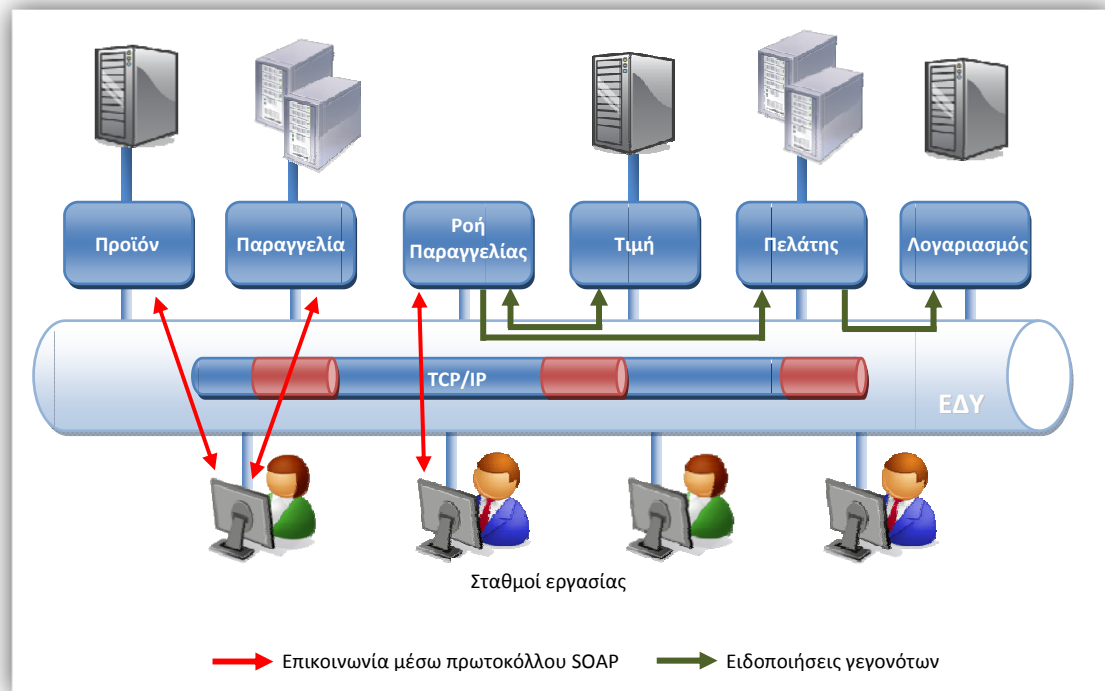
Οι πηγές υπηρεσιών δεδομένων έχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν συγχρόνως πολλαπλά αιτήματα. Όταν ξεπερνιέται το όριο των αιτημάτων που μπορούν να επεξεργαστούν συγχρόνως τότε η πηγή υπηρεσίας δεδομένων βάζει σε λίστα αναμονής τα αιτήματα που ακολουθούν. Το όριο αυτό καθώς και το μέγιστο μέγεθος της λίστας καθορίζονται κατά την υλοποίηση μιας υπηρεσίας δεδομένων ενώ μπορούν να μεταβληθούν αργότερα με κατάλληλες τροποποιήσεις στις ιδιότητες που έχουν δηλωθεί σε ένα αρχείο γνωστό ως *web service deployment descriptor*. Το αρχείο αυτό περιλαμβάνει όλες τις λεπτομέρειες δημοσίευσης της υπηρεσίας. [197]

Τα βασικά συστατικά του μοντέλου αλληλεπιδράσεων του OGSA-DAI είναι τα ακόλουθα [197]:

- ♦ **Δραστηριότητες (Activities)** - Λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει μια πηγή υπηρεσίας δεδομένων. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται λειτουργίες διαχείρισης μιας πηγής δεδομένων καθώς και λειτουργίες μετατροπής και μετάδοσης δεδομένων.
- ♦ **Σύνοδοι (Sessions)** - Αντικείμενα που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της κατάστασης στην πηγών υπηρεσιών δεδομένων κατά τη διάρκεια πολλαπλών αιτημάτων.
- ♦ **Έγγραφα Ενεργειών (Perform Documents)** - Έγγραφα που χρησιμοποιούνται από τις εφαρμογές πελάτη για να περιγράψουν τις δραστηριότητες τις οποίες επιθυμούν να εκτελέσει μια πηγή υπηρεσίας δεδομένων.
- ♦ **Έγγραφα Απάντησης (Response Documents)** - Έγγραφα που τροφοδοτούν τις εφαρμογές πελάτη με τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των εγγράφων ενεργειών από τις πηγές υπηρεσιών δεδομένων.

2.6.8 Επιχειρησιακός Δίαυλος Υπηρεσιών (Enterprise Service Bus - ESB)

Ένας Επιχειρησιακός Δίαυλος Υπηρεσιών - ΕΔΥ (Enterprise Service Bus - ESB) είναι μια πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού, η οποία υποστηρίζει την έξυπνη δρομολόγηση πληροφορίας μεταξύ επιχειρησιακών συστατικών (business components) που είναι διασπαρμένα σε ένα δίκτυο (βλ. Σχήμα 2-17) [198]. Σε αντίθεση με άλλες πλατφόρμες, οι ΕΔΥ υποστηρίζουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ επιχειρησιακών συστατικών που στηρίζονται στο μοντέλο επικοινωνίας request/reply καθώς και αλληλεπιδράσεις οδηγούμενες από γεγονότα (event-driven interactions) [198,199]. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές λαμβάνουν χώρα σε μια μοναδική τεχνολογική βάση που στηρίζεται σε ένα μοντέλο διαμοιραζόμενων συστατικών (shared component model) και διαθέτει εργαλεία για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη, τη θέση σε καλή λειτουργία, την ασφάλεια και τη διαχείριση των συστατικών αυτών [198].



Σχήμα 2-17. Επιχειρησιακός Δίαυλος Υπηρεσιών - ΕΔΥ (Enterprise Service Bus - ESB)

Συχνά, ο ΕΔΥ θεωρείται ως βασικό συστατικό της υπηρεισοστρεφούς αρχιτεκτονικής [199]. Για παράδειγμα, η Forrester research θεωρεί τον ΕΔΥ ως «ένα επίπεδο ενδιάμεσου λογισμικού μέσω του οποίου ένα σύνολο βασικών και επαναχρησιμοποιήσιμων υπηρεσιών μιας επιχείρησης καθίστανται ευρέως διαθέσιμες» [200]. Η υπηρεισοστρεφής αρχιτεκτονική επιτρέπει την διάθεση στον ΕΔΥ τμημάτων της λειτουργικότητας μιας

επιχείρησης υπό τη μορφή υπηρεσιών [199, 200]. Ο ΕΔΥ στη συνέχεια δρομολογεί, τροποποιεί και επικαιροποιεί τα XML δεδομένα εισόδου και εξόδου αυτών των υπηρεσιών [199, 200]. Έτσι, όταν εγκατασταθεί ο ΕΔΥ και πραγματοποιηθεί η αρχική διαδικασία ολοκλήρωσης των υπηρεσιών, η επέκταση του συστήματος καθίσταται απλούστερη αφού περιλαμβάνει συνήθως είτε την σύνδεση στον ΕΔΥ νέων υπηρεσιών ή την επαναχρησιμοποίηση υπάρχοντων υπηρεσιών.

Οι ΕΔΥ έχουν τέσσερα σημαντικά χαρακτηριστικά που τους κάνουν να ξεχωρίζουν από τις άλλες μορφές ενδιάμεσου λογισμικού [198]:

- ♦ **Επικοινωνία** – ένας ΕΔΥ πρέπει να υποστηρίζει επικοινωνία που στηρίζεται στο μοντέλο request/reply καθώς και μονόδρομη επικοινωνία οδηγούμενη από γεγονότα. Οι περισσότεροι ΕΔΥ συνήθως υποστηρίζουν ένα πλήθος πρωτοκόλλων όπως τα SOAP/HTTP και JMS. Οι καλύτεροι ΕΔΥ υποστηρίζουν κατανεμημένη ίσου-προς-ίσο (peer-to-peer) επικοινωνία για μεγαλύτερη ανοχή σε λάθη (enhanced fault-tolerance) και επεκτασιμότητα (scalability). Επίσης διαθέτουν και άλλες λειτουργίες, όπως, για παράδειγμα, τη λειτουργία αποθήκευσης και προώθησης (store-and-forward).
- ♦ **Έξυπνη Δρομολόγηση και Διαμεσολάβηση** – ένας ΕΔΥ πρέπει να καθιστά τις εφαρμογές πελάτη (δηλαδή τα επιχειρησιακά συστατικά - business components) ανεξάρτητες μεταξύ τους μέσω της δυνατότητας εξωτερικού ελέγχου στη δρομολόγηση δεδομένων μεταξύ των συστατικών. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται μέσω κανόνων δρομολόγησης οι οποίοι κατευθύνουν τα μηνύματα μεταξύ των επιχειρησιακών συστατικών τα οποία είναι δικτυακά συνδεδεμένα στον ΕΔΥ. Οι καλύτεροι ΕΔΥ υποστηρίζουν την δυναμική (on-the-fly) μεταβολή των κανόνων δρομολόγησης, επιτρέποντας την δυναμική μεταβολή των επιχειρησιακών διαδικασιών προκειμένου αυτές να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες επιχειρησιακές συνθήκες. Ο ΕΔΥ λειτουργεί ως μεσάζοντας μεταξύ των επιχειρησιακών συστατικών που είναι συνδεδεμένα στον δίαυλο. Ως εκ τούτου, έχει τη δυνατότητα αναφοράς σε αντικείμενα με χρήση ονόματος, αναφοράς κλπ (address indirection), δρομολόγησης βάσει κανόνων και άλλες λειτουργίες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη κατανεμημένων εφαρμογών.
- ♦ **Φάκελοι Μηνυμάτων (Message Envelopes)** – ένας ΕΔΥ πρέπει να διαθέτει μια μέθοδο για τη δημιουργία και πρόσβαση μετα-δεδομένων τα οποία τεκμηριώνουν τις διεπαφές που ακολουθούν το μοντέλο request/reply και τις οδηγούμενες από γεγονότα διεπαφές των επιχειρησιακών συστατικών τα οποία ανταλλάσσουν πληροφορίες δια μέσου του

δίαυλου. Τα μετα-δεδομένα του ΕΔΥ συνήθως αναπαριστώνται σε XML με ορισμούς διεπαφών σε WSDL.

- ♦ **Υπηρεσίες Ιστού (Web Services)** – ένας ΕΔΥ πρέπει να υποστηρίζει βασικές τυποποιήσεις υπηρεσιών ιστού (Web Services standards) για επικοινωνία, συμπεριλαμβανομένων των WSDL, SOAP και XML πάνω από πολλαπλά μέσα μεταφοράς (multiple transports).

Ένας ΕΔΥ μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για ολοκλήρωση εφαρμογών αλλά και για την ανάπτυξη κατανεμημένων εφαρμογών γενικής χρήσης (general purpose distributed applications) που συνδέουν επιχειρησιακά συστατικά (business components) τα οποία δημιουργούνται από ανεξάρτητες ομάδες προγραμματιστών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΥΠΗΡΕΣΙΟΣΤΡΕΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΓΕΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παροχή ιατρικής φροντίδας αποτελεί μια άκρως πολύπλοκη διαδικασία που αφορά ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών υγείας (π.χ., ενδονοσοκομειακές και εξωνοσοκομειακές καθώς και υπηρεσίες επείγουσας ιατρικής φροντίδας). Οι υπηρεσίες αυτές συνήθως παρέχονται από γεωγραφικά διάσπαρτους και με διαφορετική οργανωσιακή δομή παρόχους υπηρεσιών υγείας με αποτέλεσμα να απαιτείται αυξημένη συνεργασία (collaboration) και συντονισμός (coordination) των ενεργειών τους για την παροχή ολοκληρωμένης και συμμετοχικής ιατρικής φροντίδας (shared and integrated care) στους ασθενείς όποτε και όπου αυτό απαιτείται [303]. Δεδομένου ότι οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας χρησιμοποιούν ως επί το πλείστον ανομοιογενή πληροφοριακά συστήματα, για την αναβάθμιση της αποτελεσματικότητας και της ποιότητας της παρεχόμενης ιατρικής φροντίδας απαιτείται η χρήση διαλειτουργικών (interoperable) πληροφοριακών συστημάτων υγείας (ΠΣΥ). Με την εμφάνιση της τεχνολογίας διάχυτου υπολογισμού (pervasive and ubiquitous computing), οι απαιτήσεις για ευθυγράμμιση της τεχνολογίας πληροφοριών (Information Technology - IT) με τις διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας μπορούν να ικανοποιηθούν με την ελάχιστη

δυνατή παρέμβαση από τους συμμετέχοντες σε κάθε διαδικασία. Για παράδειγμα, μια αρχιτεκτονική ΠΣΥ που δίνει έμφαση στη συνεργασία και το συντονισμό μεταξύ των διαφόρων υπηρεσιών παροχής ιατρικής φροντίδας μπορεί επίσης να εκπληρώσει και την απαίτηση για υποστήριξη της κινητικότητας (mobility) των επαγγελματιών υγείας, οδηγώντας έτσι σε μια διάχυτη υπολογιστική υποδομή (pervasive computing infrastructure). Έτσι οι πληροφορίες των ασθενών που είναι αποθηκευμένες σε ανομοιογενή και γεωγραφικά διάσπαρτα συστήματα μπορούν να προσπελαστούν άμεσα και με διάφανο τρόπο από εξουσιοδοτημένους χρήστες στο σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η αρχιτεκτονική ενός διαδικασιοστρεφούς ΠΣΥ, το οποίο έχει ως βάση μια υποδομή πλέγματος (grid) και παρέχει διάφανη και συνεχή πρόσβαση σε ολοκληρωμένες υπηρεσίες υγείας (ενδονοσοκομειακές και εξωνοσοκομειακές). Στο πλαίσιο αυτής της αρχιτεκτονικής, χρησιμοποιείται η τεχνολογία ταυτοποίησης μέσω ραδιοκυμάτων (RFID) για την αυτόματη ταυτοποίηση του ασθενούς και η Business Process Execution Language (BPEL) για τη μοντελοποίηση των διαδικασιών παροχής υπηρεσιών υγείας που εκτελούνται εντός των ορίων μιας υγειονομικής περιφέρειας, ενώ η τεχνολογία Πλέγματος (Grid middleware technology) χρησιμοποιείται για την επίλυση θεμάτων σχετικών με την ολοκλήρωση των ιατρικών δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, οι διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας μοντελοποιούνται σαν:

- ♦ ροές Υπηρεσιών Βάσεων Δεδομένων στο Πλέγμα – ΥΒΔΠ (grid database services). Οι ΥΒΔΠ χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση των επιθυμητών ιατρικών δεδομένων από τις βάσεις δεδομένων των ΠΣΥ των οργανισμών στους οποίους είναι αποθηκευμένα, ή
- ♦ ροές υπηρεσιών ιστού, οι οποίες στην ουσία αποτελούν εξελιγμένες (sophisticated), υψηλού επιπέδου υπηρεσίες που κάνουν χρήση ΥΒΔΠ για την ανάκτηση των επιθυμητών ιατρικών δεδομένων. Στο υπόλοιπο αυτού του κεφαλαίου οι υπηρεσίες αυτές αναφέρονται ως υπηρεσίες πλέγματος (grid services).

Η πρόσβαση στις διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας είναι εφικτή μέσω μιας πρωτότυπης πύλης πλέγματος (grid portal), της HDGPortal, η οποία αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής και είναι κατάλληλα προσαρμοσμένη προκειμένου να παρέχει πρόσβαση στο διαδικασιοστρεφές ΠΣΥ μέσω προσωπικών ψηφιακών βοηθών (personal digital assistants - PDAs). Αυτό σημαίνει πως κατά το

σχεδιασμό της πύλης πλέγματος λήφθηκαν υπόψιν περιορισμοί που επιβάλλονται από την τεχνολογία PDA, όπως για παράδειγμα το περιορισμένο μέγεθος οθόνης.

Ένας σημαντικός παράγοντας που λαμβάνεται υπόψιν κατά την ανάπτυξη ενός τέτοιου ΠΣΥ είναι η προστασία των προσωπικών δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, συλλογή, χρήση, αποκάλυψη ή διάθεση. Για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαία η επιβολή της αρχής των ελαχίστων προνομίων (least privilege principle), στο πλαίσιο της οποίας απαιτείται η συνεχής προσαρμογή των δικαιωμάτων των χρηστών προκειμένου να διασφαλιστεί πως, κάθε στιγμή, αυτοί λαμβάνουν το ελάχιστο σύνολο δικαιωμάτων που απαιτούνται για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας (task) διαδικασίας. Στο πρωτότυπο σύστημα που περιγράφεται σε αυτό το κεφάλαιο, έχει ενσωματωθεί ένας δυναμικός (dynamic), με επίγνωση του περιβάλλοντος (context-aware) μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης (access control mechanism), ο οποίος ενσωματώνει τα πλεονεκτήματα της ευρείας (broad), βασισμένης σε ρόλους (role-based) ανάθεσης και διαχείρισης δικαιωμάτων πρόσβασης σε τύπους αντικειμένων, όπως αυτή ορίζεται στο μοντέλο ελέγχου πρόσβασης με βάση ρόλους (role-based access control - RBAC) [224]. Επιπλέον παρέχει τη δυνατότητα προσαρμογής των δικαιωμάτων κάθε ρόλου σε συγκεκριμένα αντικείμενα κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης μιας διαδικασίας BPEL ανάλογα με την περιρρέουσα κατάσταση (current context). Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης ενός στιγμιότυπου της διαδικασίας, οι αλλαγές στις πληροφορίες πλαισίου (context) γίνονται αντιληπτές και οδηγούν σε κατάλληλη προσαρμογή των δικαιωμάτων πρόσβασης στα ελάχιστα που απαιτούνται για την εκτέλεση της εργασίας. Οι σχετικές πολιτικές ελέγχου πρόσβασης επιβάλλονται τόσο σε επίπεδο δραστηριότητας μιας διαδικασίας BPEL όσο και σε επίπεδο ΥΒΔΠ. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ο αποτελεσματικός έλεγχος πρόσβασης στις ιατρικές πληροφορίες των ασθενών ενώ διασφαλίζεται η πιστή και συνεπής επιβολή των πολιτικών ασφάλειας.

Για την υλοποίηση αυτού του μηχανισμού ελέγχου πρόσβασης ακολουθήθηκαν τρεις εναλλακτικές προσεγγίσεις. Στο πλαίσιο της πρώτης προσέγγισης χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία πρακτόρων λογισμικού (agent technology), στο πλαίσιο της δεύτερης ο συνδυασμός της τεχνολογίας πρακτόρων λογισμικού με την τεχνολογία ροής εργασιών (agent and workflow technologies), ενώ στο πλαίσιο της τρίτης προσέγγισης έγινε χρήση ενός πακέτου λογισμικού, του xRBAC. Οι τρεις αυτές προσεγγίσεις περιγράφονται

αναλυτικά στις ενότητες που ακολουθούν την περιγραφή της γενικής αρχιτεκτονικής του συστήματος.

3.2 ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΔΙΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σήμερα, οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας συχνά συναντούν δυσκολίες σε ότι αφορά τον διαμοιρασμό ιατρικών δεδομένων εξαιτίας της ανομοιογένειας των ΠΣΥ που χρησιμοποιούν για την αποθήκευση και διαχείριση αυτών. Συνεπώς, παρουσιάζεται επιτακτική ανάγκη για ολοκλήρωση (integration) των συγκεκριμένων συστημάτων. Η τεχνολογία Πλέγματος (grid technology) αποτελεί μια πλατφόρμα η οποία εν γένει υποστηρίζει την κατ'απαίτηση διαμόρφωση εικονικών οργανισμών (on-demand virtual organizations) μέσω των οποίων καθίσταται δυνατή η συμμετοχική και συντονισμένη χρήση διάσπαρτων και ανομοιογενών πηγών δεδομένων, εφαρμογών και διαδικασιών. Συγκεκριμένα, η αξιοποίηση της τεχνολογίας πλέγματος στον τομέα της υγείας οδήγησε στην δημιουργία πλεγμάτων ιατρικών δεδομένων (Health Data Grids) τα οποία λειτουργούν ως υποδομή ολοκλήρωσης διάσπαρτων ιατρικών δεδομένων που βρίσκονται αποθηκευμένα στα υπάρχοντα ΠΣΥ των παρόχων υπηρεσιών υγείας [230,220]. Συνεπώς, στον τομέα της υγείας, οι εικονικοί οργανισμοί σχηματίζονται από τους γεωγραφικά διάσπαρτους και με διαφορετική οργανωσιακή δομή παρόχους υπηρεσιών υγείας καθένας από τους οποίους αποτελεί έναν κόμβο του πλέγματος.

Ο προσανατολισμός προς υπηρεσίες (service orientation) που χαρακτηρίζει την τεχνολογία πλέγματος τα τελευταία χρόνια την καθιστά πολλά υποσχόμενη για την ανάπτυξη και ολοκλήρωση υπηρεισιοστρεφών ΠΣΥ προσανατολισμένων σε διαδικασίες (process-oriented) [219]. Η BPEL είναι μια από τις ισχυρότερες γλώσσες ανάλυσης και μοντελοποίησης επιχειρησιακών διαδικασιών [228]. Πιο συγκεκριμένα, παρέχει μια τυποποιημένη, βασισμένη στη γλώσσα XML πλατφόρμα μέσω της οποίας μπορεί να μοντελοποιηθεί η αλληλουχία γεγονότων (event sequence) καθώς και η λογική της συνεργασίας (collaboration logic) μιας επιχειρησιακής διαδικασίας ενώ οι υποκείμενες ΥΒΔΠ παρέχουν υψηλού επιπέδου δυνατότητες διαχείρισης ιατρικών δεδομένων. Αυτές οι υπηρεσίες αποτελούν επέκταση των υπηρεσιών ιστού και μπορούν να δημιουργηθούν με τη χρήση προϊόντων ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) όπως για παράδειγμα το Open Grid Services Architecture - Data Access and Integration (OGSA-DAI), το οποίο αποτελεί τμήμα

του Globus Toolkit [231]. Έτσι, σε αντίθεση με τα προϊόντα λογισμικού που βασίζονται σε υπηρεσίες ιστού, το OGSA-DAI υποστηρίζει την δυναμική δημιουργία υπηρεσιών μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η ολοκλήρωση και ο μετασχηματισμός δεδομένων από πολλαπλές διάσπαρτες πηγές δεδομένων (π.χ. σχεσιακές και XML βάσεις δεδομένων). Οι υπηρεσίες αυτές είναι γνωστές ως υπηρεσίες καταναμημένης επεξεργασίας ερωτημάτων (Distributed Query Processing services) και παρέχουν μια ολοκληρωμένη ή ακόμα και παραγόμενη θεώρηση (derived view) των δεδομένων [231].

Τα προϊόντα ενδιάμεσου λογισμικού που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα, συμπεριλαμβανομένου του Globus Toolkit, δεν υποστηρίζουν την ενσωμάτωση κινητών κόμβων (π.χ. κινητών ή ασύρματων συσκευών) σε υποδομές πλέγματος. Γενικότερα, τα προϊόντα αυτά είναι κατάλληλα για εγκατάσταση σε υπολογιστές υψηλών επιδόσεων, οι οποίοι κατέχουν το ρόλο παρόχου ή/και καταναλωτή υπηρεσιών (service providers and clients) [218]. Ωστόσο, είναι δυνατή η χρήση κινητών και ασύρματων συσκευών για την εξασφάλιση συνεχούς πρόσβασης σε ιατρικές πληροφορίες ασθενών μέσω της κλήσης κατάλληλων ΥΒΔΠ. Έτσι, επιτυγχάνεται η άμεση διάθεση των ιατρικών πληροφοριών στους επαγγελματίες υγείας στο σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας.

3.3 ΔΙΑΧΥΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ ΣΕ ΥΠΟΔΟΜΗ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ

Από την εμφάνισή τους στις αρχές της δεκαετίας του 1990, οι προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί έχουν γίνει δημοφιλείς σε μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών στον τομέα της υγείας [210]. Πολλοί οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας θεώρησαν πως οι προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί με δυνατότητες ασύρματης δικτυακής σύνδεσης ικανοποιούν τις ανάγκες των επαγγελματιών υγείας καλύτερα από άλλες ασύρματες συσκευές και, ως εκ τούτου, τους εισήγαγαν στην ιατρική πρακτική. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί προσφέρουν σημαντικά μεγαλύτερη οθόνη από τα κινητά τηλέφωνα και, σε αντίθεση με τους φορητούς υπολογιστές και τα netbooks, χωράνε στην τσέπη της ιατρικής ποδιάς. Έτσι, οι προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως επέκταση των υπολογιστικών συστημάτων γραφείου (office-based computer systems) και να προσφέρουν άμεση (online) πρόσβαση σε διάφορες υπηρεσίες [208,222]. Λόγω των περιορισμών που τίθεται από την τεχνολογία των προσωπικών ψηφιακών βοηθών (π.χ.

περιορισμοί λειτουργικού συστήματος), αυτές οι υπηρεσίες είναι ως επί το πλείστον διαδικτυακές (web-based).

Μια πύλη πλέγματος (grid portal) αποτελεί ένα ασφαλές και εξαιρετικά προσαρμόσιμο περιβάλλον που παρέχει άμεση πρόσβαση σε υπηρεσίες και πόρους μιας υποδομής πλέγματος. Η πρόσβαση αυτή πραγματοποιείται μέσω ενός περιηγητή ιστού (web browser) χωρίς να απαιτείται η μεταφόρτωση (download) και η εγκατάσταση εξειδικευμένου λογισμικού στα τερματικά ή η κατάλληλη ρύθμιση δικτύων, τοίχων προστασίας (firewalls) και πολιτικών ασφάλειας [232]. Συνεπώς, οι πύλες πλέγματος έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά μέσα για την παροχή πρόσβασης σε κατακεντρωμένα συστήματα από απλούς χρήστες χωρίς να τους υποχρεώνει να αντιμετωπίσουν την πολυπλοκότητα των συστημάτων αυτών [232]. Στο πλαίσιο αυτό, μια πύλη πλέγματος, η οποία συμμορφώνεται με τους περιορισμούς που τίθενται από την τεχνολογία των προσωπικών ψηφιακών βοηθών, αποτελεί ιδανική λύση για την παροχή

- ♦ διάχυτης πρόσβασης σε διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας που χρησιμοποιούν υποδομή πλέγματος για την ολοκλήρωση των δεδομένων που διαχειρίζονται.
- ♦ συμβουλευτικών υπηρεσιών σε ασθενείς που χρειάζονται κατ'οίκον φροντίδα.

Ένας μείζων προβληματισμός που απαντάται κατά την ανάπτυξη εφαρμογών στο τομέα της υγείας σχετίζεται με την εσφαλμένη ταυτοποίηση των ασθενών, η οποία σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη ζωή του ασθενούς αφού ενδέχεται να οδηγήσει στην ανάκτηση από τον ιατρό ελλιπούς ή εσφαλμένου ιστορικού του ασθενούς [206]. Η αυτόματη ταυτοποίηση ασθενών μπορεί να αποτελέσει σημαντικό μέσο για την ελαχιστοποίηση των ιατρικών λαθών που οφείλονται στην εσφαλμένη ταυτοποίηση των ασθενών ενώ παράλληλα μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα των επαγγελματιών υγείας. Μέχρι σήμερα, οι δύο δημοφιλέστερες τεχνολογίες αυτόματης ταυτοποίησης στο χώρο της υγείας είναι η τεχνολογία γραμμωτού κώδικα (barcoding) και η τεχνολογία αυτόματης ταυτοποίησης μέσω ραδιοκυμάτων (radio frequency identification - RFID), οι οποίες αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 2. Όπως προκύπτει από την ανάλυση αυτή, οι δύο τεχνολογίες παρέχουν την ίδια λειτουργικότητα με διαφορετικό τρόπο η καθεμία. Ωστόσο, η τεχνολογία RFID, φαίνεται να προτιμάται έναντι της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα αφού υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις όπου μπορεί να αποδώσει περισσότερα οφέλη. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που ένας ασθενής είναι σε απομόνωση λόγω προσβολής του από κάποιο λοιμώδες νόσημα, η τεχνολογία RFID επιτρέπει την ταυτοποίησή του από

απόσταση (εκτός του δωματίου ή της μολυσμένης περιοχής), ελαχιστοποιώντας έτσι την ανάγκη για καθαρισμό ή αποστείρωση της συσκευής [213].

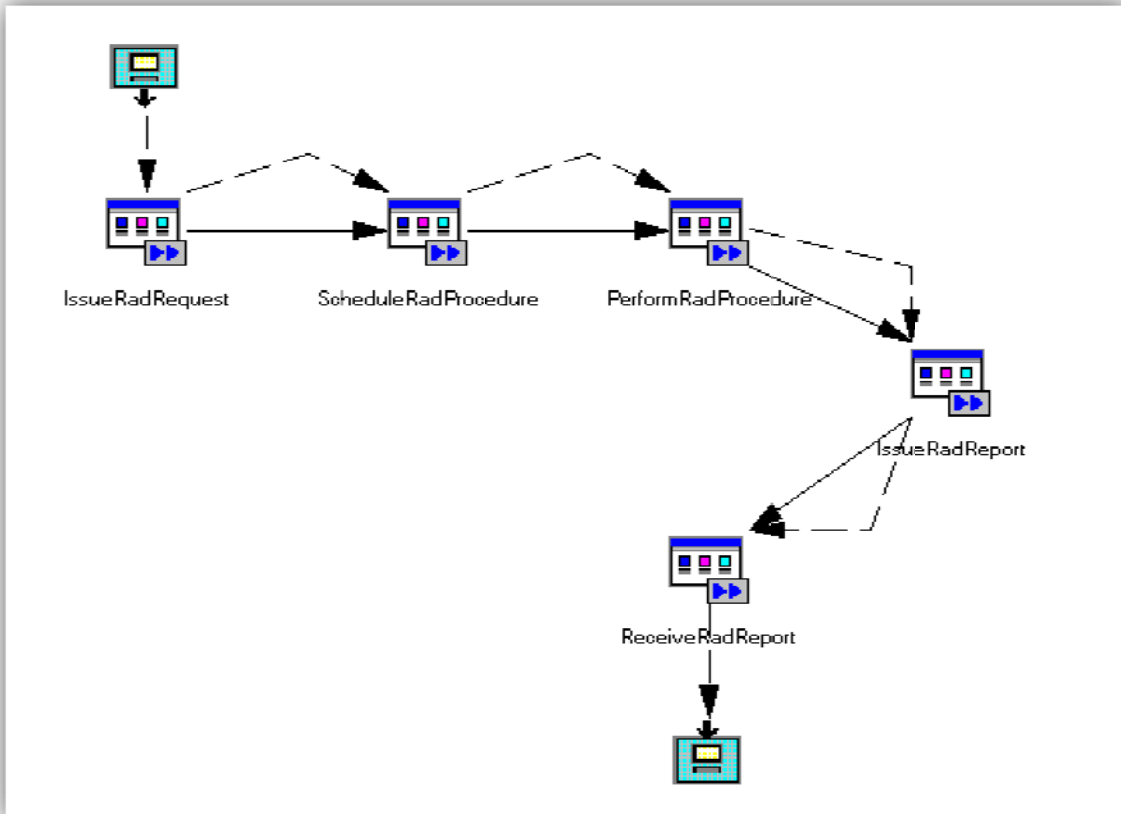
3.3.1 Μοντελοποίηση διεπιχειρησιακής διαδικασίας ακτινολογικής εξέτασης

Το πρωτότυπο σύστημα που περιγράφεται σε αυτή την ενότητα αναπτύχθηκε σε επίπεδο υγειονομικής περιφέρειας με τους ακόλουθους στόχους:

- ♦ Την τυποποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών που αφορούν στην παροχή ολοκληρωμένης ιατρικής φροντίδας στους ασθενείς.
- ♦ Την επίδειξη ΠΣΥ με χρήση της τεχνολογίας ροής εργασιών σε υποδομές πλέγματος (grid).
- ♦ Την επίδειξη των δυνατοτήτων της υπάρχουσας τεχνολογίας της πληροφορικής στην υποστήριξη της παροχής ολοκληρωμένης ιατρικής φροντίδας σε επίπεδο υγειονομικής περιφέρειας και όχι μόνον.
- ♦ Την επίδειξη της ασφαλούς και ευέλικτης διακίνησης των ιατρικών πληροφοριών κατά τη χρήση διάχυτων ΠΣΥ.
- ♦ Την υλοποίηση καινοτόμων ιδεών ασφάλειας των πληροφοριών τόσο στο επίπεδο επιχειρησιακών διαδικασιών όσο και στο επίπεδο ΥΒΔΠ.
- ♦ Την ανάγκη ευρείας ανάπτυξης παρόμοιων συστημάτων και υλοποίησής τους τουλάχιστον σε περιβάλλον υγειονομικής περιφέρειας.

Για επιδεικτικούς λόγους, το σύστημα που αναπτύχθηκε αφορά στη διαχείριση ακτινολογικών εντολών εντός των ορίων μιας υγειονομικής περιφέρειας. Το σύστημα προβλέπει την παροχή σε εξουσιοδοτημένους χρήστες της δυνατότητας καταγραφής ιατρικών δεδομένων και ανάκτησης τους όπου απαιτηθεί εντός της υγειονομικής περιφέρειας. Μια υγειονομική περιφέρεια θεωρείται ότι αποτελείται από ένα Περιφερειακό Γενικό Νοσοκομείο (ΠΓΝ), διάφορα άλλα μικρότερα νοσοκομεία και διάφορα κέντρα υγείας. Κατά συνέπεια, το ιδιαίτερο σενάριο λειτουργίας του συστήματος που αναπτύχθηκε αναφέρεται σε ακτινολογικές εντολές:

- ♦ από κλινικά τμήματα του ΠΓΝ προς τα ακτινολογικά τμήματα του,
- ♦ από κλινικά τμήματα ενός άλλου νοσοκομείου προς τα ακτινολογικά τμήματα του ΠΓΝ (για ειδικές, προηγμένες ακτινολογικές διαδικασίες), και
- ♦ από τα κέντρα υγείας προς τα ακτινολογικά τμήματα του ΠΓΝ.



Σχήμα 3-1. Μια υψηλού επιπέδου θεώρηση του μοντέλου διαδικασίας που αφορά στην υποβολή ακτινολογικών εντολών με χρήση του IBM WebSphere Workflow build-time

Η διαδικασία ακτινολογικής εντολής θεωρείται ως μία ροή εργασίας μεταξύ των συμμετεχόντων οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας και απαιτεί, μεταξύ άλλων, την εκτίμηση της κατάστασης του ασθενούς και την πρόσβαση στον ιατρικό φάκελό του. Στο Σχήμα 3-1 απεικονίζεται ένα, υψηλού επιπέδου αφαίρεσης, μοντέλο διαδικασίας που αφορά στη διαχείριση ακτινολογικών εντολών οι οποίες εκδίδονται από ιατρούς των νοσοκομείων ή των κέντρων υγείας και απευθύνονται σ' ένα ακτινολογικό τμήμα του ΠΓΝ. Η διαδικασία αυτή έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας το IBM Websphere Workflow Buildtime [212]. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3-1, η διαδικασία της ακτινολογικής εντολής αρχίζει με τη δραστηριότητα "IssueRadRequest" που αφορά στην έκδοση μιας ακτινολογικής εντολής από κάποιον εντέλλοντα ιατρό. Μόλις ολοκληρωθεί η δραστηριότητα "IssueRadRequest", η ροή ελέγχου περνάει σειριακά στην επόμενη δραστηριότητα που ονομάζεται "ScheduleRadProcedure" και αφορά στο χρονοπρογραμματισμό της ακτινολογικής εντολής και στην ανάθεση της εκτέλεσής της σε ακτινολόγους ιατρούς του τμήματος (π.χ. λαμβάνοντας υπόψη το πλήθος των διαδικασιών που έχουν ήδη ανατεθεί σε κάθε ακτινολόγο αλλά και την προτεραιότητα που έχει δώσει ο εντέλλων ιατρός στην κάθε ακτινολογική εντολή). Αφού ολοκληρωθεί η δραστηριότητα

αυτή αποστέλλεται ένα μήνυμα με την ημερομηνία προγραμματισμού εκτέλεσης της ακτινολογικής εντολής στον εντέλλοντα ιατρό. Η επόμενη δραστηριότητα "PerformRadRequest" αφορά στην εκτέλεση των ακτινολογικών πράξεων από τους ακτινολόγους. Η δραστηριότητα "IssueRadReport" αφορά στην έκδοση της ακτινολογικής γνωμάτευσης και στην αποστολή αυτής μαζί με τις αντίστοιχες ακτινολογικές εικόνες στον εντέλλοντα ιατρό.

Σ' αυτή την επιχειρησιακή διαδικασία εμπλέκονται δύο μονάδες του νοσοκομείου: το κλινικό και το ακτινολογικό τμήμα. Δύο από τους ρόλους που συμμετέχουν στη διαδικασία είναι: ο ιατρός και ο ακτινολόγος. Ο Πίνακας 3-1 παραθέτει ένα απόσπασμα των απαιτήσεων εξουσιοδότησης που αφορούν τους δύο αυτούς ρόλους και σχετίζονται με τα δικαιώματα εκτέλεσης δραστηριοτήτων και πρόσβασης δεδομένων αντίστοιχα.

Πίνακας 3-1. Απόσπασμα εξουσιοδοτήσεων για την διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας του Σχήματος 3-1 (αναφορικά με τα δικαιώματα εκτέλεσης δραστηριοτήτων και πρόσβασης σε δεδομένα)

Απαιτήσεις Εξουσιοδοτήσεων	
1.	Οι ιατροί μπορούν να εκδώσουν εντολή για εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων στους ασθενείς τους μόνο όταν είναι σε εφημερία και εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου (IssueRadRequest).
1.1	Οι ιατροί μπορούν να εκδώσουν εντολή για την εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων στους δικούς τους ασθενείς μόνο.
1.2	Οι ιατροί μπορούν να επεξεργαστούν τις εντολές για την εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων που έχουν εκδώσει για τους τρέχοντες ασθενείς πριν την αποστολή τους στους ακτινολόγους.
1.3	Οι ιατροί μπορούν να στείλουν εντολές για ακτινολογικές πράξεις για τους τρέχοντες ασθενείς τους.
1.4	Οι ιατροί μπορούν να ακυρώσουν εντολές για ακτινολογικές πράξεις για τους τρέχοντες ασθενείς τους αφού τις έχουν αποστείλει.
1.5	Οι ιατροί μπορούν να διαβάζουν τους ιατρικούς φακέλους για τους τρέχοντες ασθενείς τους.
2.	Οι ακτινολόγοι μιας συγκεκριμένης ειδικότητας (sub-specialty) μπορούν να εκτελούν σχετικές με την ειδικότητά τους ακτινολογικές πράξεις σε ασθενείς (PerformRadProcedure)
3.	Οι ακτινολόγοι μπορούν να εκδώσουν ακτινολογικές γνωματεύσεις για ασθενείς κατόπιν εντολής από ιατρός (IssueRadReport).
3.1	Οι ακτινολόγοι μπορούν να διαβάζουν δεδομένα ιατρικών φακέλων ασθενών πριν από την αποστολή των ακτινολογικών γνωματεύσεών τους.
3.2	Οι ακτινολόγοι μπορούν να συντάξουν ακτινολογικές γνωματεύσεις για τους τρέχοντες ασθενείς τους.
3.3	Οι ακτινολόγοι μπορούν να επεξεργαστούν ακτινολογικές γνωματεύσεις που έχουν εκδώσει για τους ασθενείς τους πριν να τις αποστείλουν στους ιατρούς.
3.4	Οι ακτινολόγοι μπορούν να αποστέλλουν ακτινολογικές γνωματεύσεις για τους τρέχοντες

	ασθενείς τους.
3.5	Οι ακτινολόγοι μπορούν να ακυρώσουν ακτινολογικές γνωματεύσεις μετά την αποστολή τους.
3.6	Οι ακτινολόγοι μπορούν να διαβάζουν προηγούμενες ακτινολογικές γνωματεύσεις που έχουν εκδώσει οι ίδιοι.
4.	Οι ιατροί μπορούν να λαμβάνουν τις ακτινολογικές γνωματεύσεις που έχουν σταλεί από τους ακτινολόγους μόνο αν έχουν ζητηθεί από αυτούς (ReceiveRadReport).
4.1	Οι ιατροί μπορούν να διαβάζουν τις ακτινολογικές γνωματεύσεις που έχουν ζητήσει για τους ασθενείς τους.
4.2	Οι ιατροί μπορούν να διαβάσουν τους ιατρικούς φακέλους των ασθενών τους.

Η διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας του Σχήματος 3-1 αναδεικνύει κάποιες απαιτήσεις σχετικά με τις εξουσιοδοτήσεις πρόσβασης στις δραστηριότητες (εκτέλεση) και στις ΥΒΔΠ (κλήση). Σε αυτές τις απαιτήσεις συμπεριλαμβάνονται:

- ♦ **Εκτέλεση δραστηριοτήτων (Task execution)** - Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, οι υποψήφιοι για την εκτέλεση ενός στιγμιότυπου μιας δραστηριότητας θα πρέπει να προσδιορίζονται δυναμικά και ενδέχεται να είναι ένα υποσύνολο των εξουσιοδοτημένων χρηστών ή ένας συγκεκριμένος εξουσιοδοτημένος χρήστης. Για παράδειγμα, η εντολή για την εκτέλεση μιας ακτινολογική πράξης (εκδίδεται από έναν ιατρό) θα πρέπει να προωθείται μόνο στο υποσύνολο των ακτινολόγων που κατέχουν τη σχετική ειδικότητα (π.χ. CT ή MRI) και η γνωμάτευση που προκύπτει από την εκτέλεση της συγκεκριμένης ακτινολογικής πράξης (εκδίδεται από τον ακτινολόγο) θα πρέπει να αποστέλλεται μόνο στον εντέλλοντα ιατρό.
- ♦ **Πρόσβαση δεδομένων (data access)** - Δεδομένης της δυνατότητας εκτέλεσης μιας δραστηριότητας από ένα χρήστη που κατέχει ένα ρόλο, ένα επιπλέον σύνολο δικαιωμάτων θα πρέπει να αποδοθεί στο χρήστη προκειμένου να του επιτραπεί η πρόσβαση σε συγκεκριμένα ιατρικά δεδομένα μόνο (δηλαδή στα ιατρικά δεδομένα των ασθενών στους οποίους παρέχει ιατρική φροντίδα). Τα δικαιώματα αυτά προσδιορίζονται δυναμικά. Για παράδειγμα, κατά την εκτέλεση της δραστηριότητας “IssueRadRequest”, ένας ιατρός έχει δικαίωμα ανάγνωσης του ιατρικού φακέλου του ασθενούς και έκδοσης (σύνταξης, επεξεργασίας και αποστολής) εντολών για εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων μόνο για τους δικούς του ασθενείς όταν είναι σε εφημερία και εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου.
- ♦ **Εκχώρηση δικαιωμάτων (Permission propagation)** - Σε κάποιες περιπτώσεις απαιτείται η εκχώρηση επιπλέον δικαιωμάτων στους κατόχους κάποιων ρόλων προκειμένου αυτοί να μπορούν να προσπελάσουν συγκεκριμένα δεδομένα, τα οποία κρίνονται απαραίτητα για την αποτελεσματική εκτέλεση μιας δραστηριότητας. Η ισχύς αυτών των

δικαιωμάτων πρέπει να παύει μετά την επιτυχή εκτέλεση της δραστηριότητας. Για παράδειγμα, η εντολή για την εκτέλεση μιας ακτινολογικής πράξης σε έναν ασθενή, η οποία έχει εκδοθεί από έναν ιατρό μέσω της εκτέλεσης της δραστηριότητας “IssueRadRequest”, προϋποθέτει την απόδοση στον ακτινολόγο που θα την εκτελέσει δικαίωματος ανάγνωσης του ιατρικού φακέλου του ασθενούς. Ωστόσο, ο ακτινολόγος δε θα πρέπει να διατηρήσει αυτό το δικαίωμα και μετά την επιτυχή εκτέλεση της δραστηριότητας.

Οι απαιτήσεις εξουσιοδότησης που αναφέρθηκαν παραπάνω υποδεικνύουν ότι τα δικαιώματα πρόσβασης των συμμετεχόντων σε κάθε διαδικασία παροχής υπηρεσιών υγείας εξαρτώνται από ένα σύνολο πληροφοριών πλαισίου (π.χ. χρόνος, τοποθεσία ή σχέση ιατρού-ασθενή) που είναι διαθέσιμες τη χρονική στιγμή που επιχειρείται η εκτέλεση της διαδικασίας. Οι πληροφορίες πλαισίου μπορούν να επηρεάσουν την απόφαση εξουσιοδότησης που αφορά στην εκτέλεση μιας δραστηριότητας και, δεδομένης της εξουσιοδότησης αυτής, την απόφαση εξουσιοδότησης που αφορά στην κλήση μιας ΥΒΔΠ μέσω της οποίας προσπελάζονται τα επιθυμητά δεδομένα. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατός ο καθορισμός πιο ευέλικτων και μεγάλης ακρίβειας πολιτικών εξουσιοδότησης, οι οποίες ικανοποιούν την αρχή των ελαχίστων προνομίων (least privilege principle). Οι πολιτικές αυτές ενσωματώνουν τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από τη χρήση δικαιωμάτων βασισμένων σε ρόλους, όπως συμβαίνει στην περίπτωση του μοντέλου RBAC, ενώ ταυτόχρονα αναβαθμίζουν το μοντέλο αυτό προκειμένου να υποστηρίξει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- i. έλεγχο πρόσβασης βασισμένο σε κατηγορήματα (predicate-based access control), μέσω του οποίου περιορίζονται τα δικαιώματα πρόσβασης σε συγκεκριμένα αντικείμενα δεδομένων,
- ii. λειτουργία εκχώρησης δικαιωμάτων (permission propagation function) από τον κάτοχο ενός ρόλου σε κάποιον άλλο κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, και
- iii. δυναμικό προσδιορισμό του υποσυνόλου των χρηστών που έχουν δικαίωμα να εκτελέσουν μια δραστηριότητα με βάση όχι μόνο τις αντιστοιχίσεις ρόλων σε δραστηριότητες, οι οποίες έχουν καθοριστεί κατά τη φάση σχεδιασμού της διαδικασίας, αλλά και δεδομένα της εφαρμογής τα οποία τίθενται υπό επεξεργασία κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ενός στιγμιότυπου της διαδικασίας.

Ο μηχανισμός που θα ενσωματώνει όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά δε θα πρέπει να προκαλεί σημαντική επιβάρυνση στους διαχειριστές συστήματος ενώ θα πρέπει να είναι αυτοματοποιημένος σε μεγάλο βαθμό.

3.3.2 Διεπιχειρησιακές διαδικασίες και πύλες πλέγματος

Τον τελευταίο καιρό, πολλοί οργανισμοί επιδιώκουν την υλοποίηση τυποποιημένων διαδικτυακών συστημάτων διεπαφής χρήστη (web-based user interface) για την εκτέλεση εφαρμογών και την αναζήτηση πληροφορίας μέσω του διαδικτύου, ανεξάρτητα από την τοποθεσία του κάθε χρήστη, και με μοναδική απαίτηση την ύπαρξη στον υπολογιστή του ενός περιηγητή ιστού (web browser) [233,234,235,236]. Ιδιαίτερα, στο χώρο της υγείας, η υλοποίηση τέτοιων συστημάτων διεπαφής μπορεί να προσφέρει πολλές δυνατότητες στους χρήστες διαφορετικών οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας ανεξάρτητα από την τοποθεσία τους και την πλατφόρμα λογισμικού ή υλικού των συστημάτων των παρόχων. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται οι ακόλουθες [235,237,238,239,240,241]:

- ♦ Εύκολη ανταλλαγή ηλεκτρονικής ιατρικής πληροφορίας κάθε μορφής (π.χ. κείμενο, εικόνες) μεταξύ επαγγελματιών υγείας που βρίσκονται στον ίδιο και/ή σε διαφορετικούς οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας.
- ♦ Παροχή μιας κεντρικής πύλης ιστού (web gate) για αναζήτηση και απόκτηση πρόσβασης σε ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία των ασθενών.
- ♦ Πρόσβαση σε ψηφιακές ιατρικές βιβλιοθήκες (digital medical libraries).
- ♦ Πρόσβαση σε κοινές για όλους τους χρήστες ιατρικές οδηγίες (medical instructions) και κλινικά πρωτόκολλα (clinical guidelines).
- ♦ Πρόσβαση σε κοινές για όλους τους χρήστες ιατρικές εφαρμογές.

Παράδειγμα τέτοιων διεπαφών αποτελούν οι διαδικτυακές πύλες (web portals), οι οποίες χρησιμοποιούνται από τους χρήστες ως σημεία πρόσβασης σε ολοκληρωμένη πληροφορία και εφαρμογές που προέρχονται από διαφορετικές πηγές. Συνήθως, οι διαδικτυακές πύλες αντλούν τις πληροφορίες που παρέχουν στους χρήστες από τοπικές και απομακρυσμένες πηγές δεδομένων (π.χ. βάσεις δεδομένων - databases, συστήματα συναλλαγών - transaction systems, απομακρυσμένους διαδικτυακούς τόπους - remote web sites). Πιο συγκεκριμένα, προσπελάζουν και ολοκληρώνουν αυτές τις πληροφορίες, τις οποίες στη συνέχεια παρουσιάζουν μέσα από τις σελίδες της διαδικτυακής πύλης σε μια κατανοητή για τους χρήστες μορφή [233,238,234,235,241]. Στην περίπτωση που οι απαιτούμενες

πληροφορίες είναι αποθηκευμένες στους κόμβους μιας υποδομής πλέγματος, για την προσπέλασή τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια εξειδικευμένη μορφή διαδικτυακής πύλης γνωστή ως πύλη πλέγματος (grid portal).

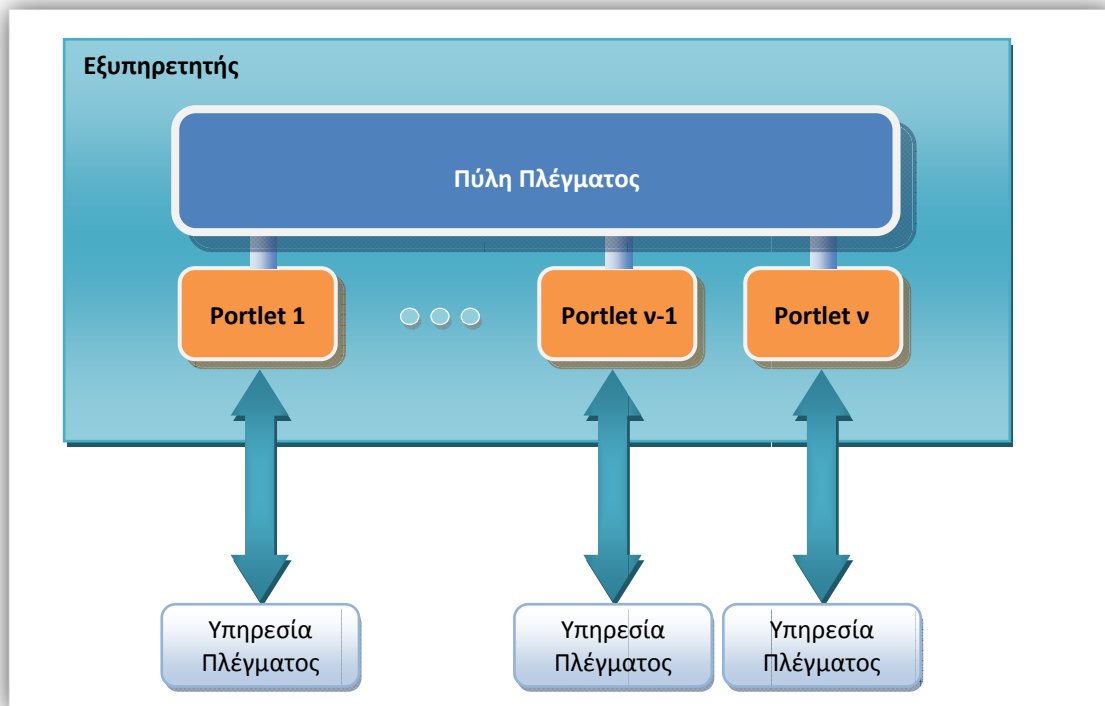
Οι περισσότερες υλοποιήσεις πυλών πλέγματος βασίζονται στην αρχιτεκτονική πολλών επιπέδων (multi-tiered architecture). Τα επίπεδα (tiers) αυτής της αρχιτεκτονικής ποικίλουν από πύλη σε πύλη, αλλά γενικά χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: στο επίπεδο (tier) που δημιουργεί και εμφανίζει το σύστημα διεπαφής με τους χρήστες (user interface), ένα επίπεδο (tier) που αποτελείται από τα δεδομένα και τις εφαρμογές που υλοποιούν τις υπηρεσίες που προσφέρονται από την πύλη και ένα ενδιάμεσο επίπεδο (tier) που διαχειρίζεται τα αιτήματα των χρηστών (user requests) και καλεί τις αντίστοιχες υλοποιήσεις των υπηρεσιών που προσφέρονται από την πύλη [233,234,240,242,243].

Επιπλέον, οι περισσότερες υλοποιήσεις των πλεγματικών πυλών βασίζονται σε ένα μοντέλο συστατικών (component-oriented model). Τα συστατικά αυτά (components), γνωστά ως portlets, αναπτύσσονται και ενσωματώνονται στην υποδομή των πυλών, καλούνται από τους εξυπηρετητές των πυλών (portal servers) και εμφανίζονται στους χρήστες μέσω των ιστοσελίδων των πυλών. Τα portlets λαμβάνουν τα δεδομένα εισόδου (input data) που συμπληρώνουν οι χρήστες στις ιστοσελίδες των πυλών, τα επεξεργάζονται και παράγουν δεδομένα εξόδου (output data) [242,243,244].

Μια πύλη πλέγματος παρέχει ένα κεντρικό σημείο πρόσβασης σε πόρους μιας υποδομής πλέγματος και διαθέτει ένα σύνολο εργαλείων για την εκτέλεση τυπικών λειτουργιών στο πλέγμα (π.χ. αποστολή απομακρυσμένων εργασιών – remote job submission, παροχή εκτενών πληροφοριών για τους πόρους). Ωστόσο, με την ανάπτυξη και ενσωμάτωση επιπλέον εργαλείων σε αυτή δύναται να παρασχεθούν στους χρήστες επιπλέον λειτουργίες όπως πρόσβαση σε δεδομένα και οι εφαρμογές που προέρχονται από διαφορετικούς οργανισμούς, οι οποίοι συνήθως χρησιμοποιούν ετερογενή λειτουργικά συστήματα, τεχνολογίες και γλώσσες προγραμματισμού για την ανάπτυξη των εφαρμογών τους. Αυτά προσπελάζονται από αντίστοιχα portlets της πύλης πλέγματος. Η έλλειψη τυποποιήσεων για την προσπέλαση τοπικών και απομακρυσμένων δεδομένων και εφαρμογών από τα portlets των διαφόρων ειδών πυλών έχει οδηγήσει στο παρελθόν στην ανάπτυξη πολλών ιδιόκτητων (proprietary) Application Programming Interfaces (APIs) από τους κατασκευαστές των πυλών. Αυτό έχει ως συνέπεια να απαιτείται σημαντική προσπάθεια

και χρόνος για την ενσωμάτωση ετερογενών εφαρμογών και πηγών δεδομένων στη λειτουργικότητα των πυλών και για την επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ διαφορετικών πυλών, μειώνοντας μ' αυτόν τον τρόπο την ευελιξία τους [233,234,236,239,240].

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2, τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ολοένα αυξανόμενη χρήση της τεχνολογίας υπηρεσιών ιστού για την ανάπτυξη τυποποιημένων διαλειτουργικών διεπαφών (interoperable interfaces) μέσω των οποίων καθίσταται δυνατή η αλληλεπίδραση με ήδη υπάρχουσες, ετερογενείς εφαρμογές και πηγές δεδομένων [91,99,104,153,236,240]. Στο πλαίσιο αυτό αναπτύσσονται κατάλληλες υπηρεσίες ιστού, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιήσουν ΥΒΔΠ για την ανάκτηση δεδομένων από τις ήδη υπάρχουσες βάσεις δεδομένων ανεξάρτητα από το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (ΣΔΒΔ) που έχει χρησιμοποιηθεί για την υλοποίησή τους. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι υπηρεσίες ιστού που κάνουν χρήση ΥΒΔΠ για τη διαχείριση δεδομένων είναι γνωστές ως υπηρεσίες πλέγματος. Με τη χρήση της τεχνολογίας των υπηρεσιών πλέγματος είναι δυνατή η ανάπτυξη διαλειτουργικών διεπαφών (interoperable interfaces) σε υπάρχουσες ετερογενείς εφαρμογές των οργανισμών ή η ανάπτυξη νέων υπηρεσιών και η ενσωμάτωση αυτών στη λειτουργικότητα των πλεγματικών πυλών [242,243,244].



Σχήμα 3-2. Υλοποίηση πύλης πλέγματος με χρήση υπηρεσιών πλέγματος

Για την υλοποίηση μιας πύλης πλέγματος με τη χρήση υπηρεσιών πλέγματος απαιτείται η ανάπτυξη ενός portlet για κάθε υπηρεσία πλέγματος που προσπελάζεται από την πύλη. Το portlet λαμβάνει τα δεδομένα εισόδου (input data) που συμπληρώνονται από τους χρήστες σε μια ιστοσελίδα της πύλης, εκτελεί την κατάλληλη υπηρεσία πλέγματος, λαμβάνει τα δεδομένα που προκύπτουν από την εκτέλεση της υπηρεσίας πλέγματος και τα εμφανίζει στους χρήστες μέσω των ιστοσελίδων της πύλης [242,243,244]. Στο Σχήμα 3-2 αναπαρίσταται η υλοποίηση μιας πύλης πλέγματος, όπου τα portlets καλούν υπηρεσίες πλέγματος.

Μια πύλη πλέγματος μπορεί, επίσης, να αποτελέσει κατάλληλο μέσο για την εκτέλεση διεπιχειρησιακών διαδικασιών στις οποίες συμμετέχουν πολλοί οργανισμοί. Σ' αυτήν την περίπτωση, τα μοντέλα των διεπιχειρησιακών διαδικασιών μπορούν να εγκατασταθούν κεντρικά σε ένα εξυπηρετητή (BPEL server). Κατόπιν, οι χρήστες μέσα από τις ιστοσελίδες της πύλης δημιουργούν στιγμιότυπα των διαδικασιών (process instances) και εκτελούν τις δραστηριότητες για τις οποίες είναι υπεύθυνοι [242,243,244].

Η ωφελιμότητα της εκτέλεσης διεπιχειρησιακών διαδικασιών μέσα από μια πύλη πλέγματος είναι μεγαλύτερη όταν για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων των διαδικασιών χρησιμοποιούνται υπάρχουσες εφαρμογές των συμμετεχόντων οργανισμών [99,240,211]. Συνεπώς, η χρήση της τεχνολογίας των υπηρεσιών πλέγματος για την ανάπτυξη διεπαφών (interfaces) σε υπάρχουσες εφαρμογές των συμμετεχόντων οργανισμών αποτελεί μια κατάλληλη τεχνολογική υποδομή για την υλοποίηση δραστηριοτήτων διεπιχειρησιακών των διαδικασιών που εκτελούνται μέσα από μια πύλη πλέγματος [211,242,243,244]. Μ' αυτόν τον τρόπο αξιοποιούνται οι υπάρχουσες υποδομές των συμμετεχόντων οργανισμών και απαιτείται η ύπαρξη ενός μόνο κεντρικού εξυπηρετητή για την διαχείριση των διεπιχειρησιακών διαδικασιών και των ροών εργασίας που τις υλοποιούν [211,242,243].

Για την εκτέλεση διεπιχειρησιακών διαδικασιών μέσω μιας πύλης πλέγματος απαιτείται η χρήση ενός portlet που θα ενσωματώνει τη λειτουργικότητα της εφαρμογής πελάτη που παρέχει πρόσβαση στο ΣΔΕΔ. Μέσα από αυτό το portlet οι χρήστες του συστήματος δημιουργούν στιγμιότυπα των διαδικασιών, παρακολουθούν τις λίστες εργασιών και εκτελούν τις εργασίες για τις οποίες είναι υπεύθυνοι. Κάθε φορά που ένας χρήστης επιλέγει την εκτέλεση μιας εργασίας από τη λίστα εργασιών, το portlet που υλοποιεί την εφαρμογή πελάτη του ΣΔΕΔ επικοινωνεί με το περιβάλλον του ΣΔΕΔ και με τον εξυπηρετητή της πύλης

πλέγματος (portal server) και καλεί εκείνο το portlet που αντιστοιχεί στην επιλεγμένη εργασία. Στη συνέχεια, το portlet εκτελεί την αντίστοιχη υπηρεσία πλέγματος που υλοποιεί την επιλεγμένη εργασία [211,242,243,244].

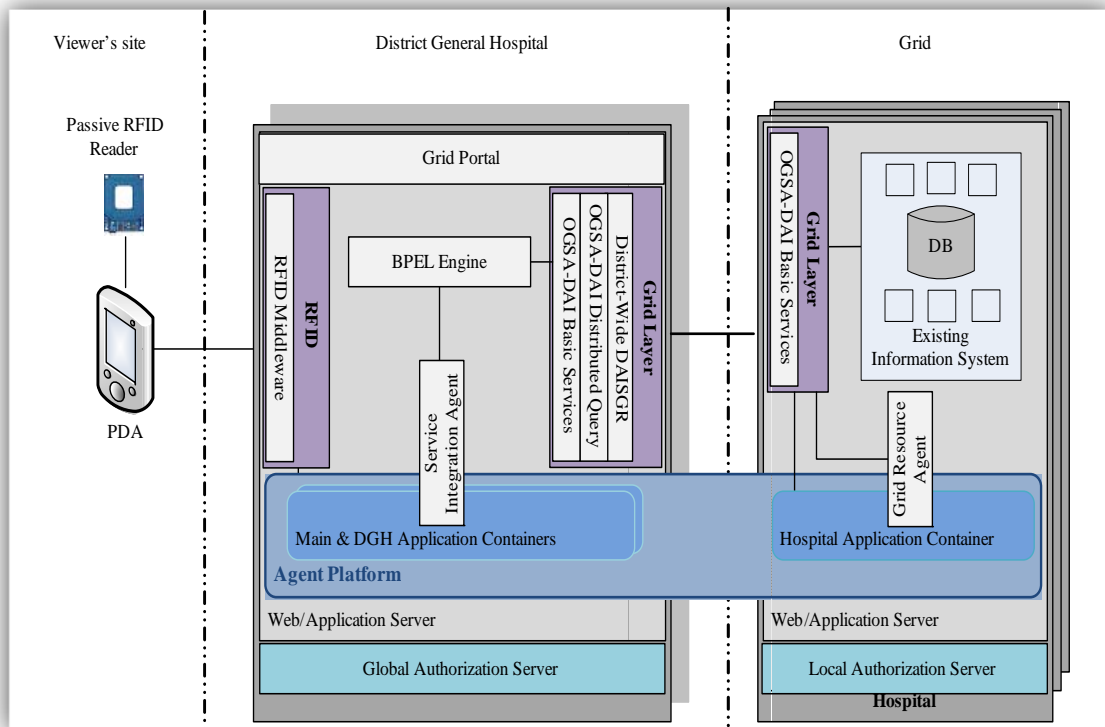
Στο χώρο της υγείας μια πύλη πλέγματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο για την εκτέλεση διεπιχειρησιακών διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας, για την ολοκλήρωση ετερογενών εφαρμογών των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας και για την ολοκλήρωση της ιατρικής πληροφορίας των ασθενών. Συγκεκριμένα, η ανάπτυξη και η χρήση μιας ιατρικής πύλης πλέγματος εντός μιας υγειονομικής περιφέρειας μπορεί να αποφέρει τα ακόλουθα οφέλη [237,238,239,240,244]:

- ♦ Τη σταδιακή ενσωμάτωση και ολοκλήρωση των ετερογενών εφαρμογών των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας.
- ♦ Την ολοκλήρωση των ιατρικών δεδομένων των ασθενών που βρίσκονται σε απομακρυσμένες πηγές δεδομένων όπως είναι οι ΗΙΦ, οι αποθήκες με αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων, οι αποθήκες ιατρικών φωτογραφιών (PACS) και πολλά άλλα.
- ♦ Την κατάλληλη διαχείριση των επιχειρησιακών δεδομένων.
- ♦ Την κατάλληλη δρομολόγηση των κλινικών εγγράφων.
- ♦ Την καλύτερη παρακολούθηση και έλεγχο του δυναμικά μεταβαλλόμενου περιεχομένου της ιατρικής πληροφορίας των ασθενών.
- ♦ Το συντονισμό και την παρακολούθηση όλων των διαχειριστικών και ιατρικών ενεργειών που πραγματοποιούνται κατά την παροχή υπηρεσιών υγείας σε έναν ασθενή από έναν ή περισσότερους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας.
- ♦ Την εύρεση ιατρικής πληροφορίας στο διαδίκτυο.
- ♦ Την παροχή ενός ασφαλούς περιβάλλοντος εργασίας.
- ♦ Την εξατομίκευση του περιεχομένου των ιστοσελίδων της πύλης πλέγματος σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τα δικαιώματα του κάθε χρήστη.

Λόγω των προτερημάτων των πλεγματικών πυλών που αναφέρονται σ' αυτήν την ενότητα αποφασίστηκε η πειραματική υλοποίηση μιας ιατρικής πύλης πλέγματος με σκοπό την ολοκλήρωση και την αυτοματοποίηση των διεπιχειρησιακών διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας.

3.3.3 Σχεδιασμός Υπηρεισιοστρεφούς Αρχιτεκτονικής

Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική συστήματος επιτρέπει τη διάχυτη πρόσβαση σε διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας, οι οποίες με τη σειρά τους παρέχουν πρόσβαση σε ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία των ασθενών μέσω μιας υποδομής ολοκλήρωσης και διαλειτουργικότητας (integration and interoperability infrastructure) που βασίζεται στην τεχνολογία πλέγματος. Το Σχήμα 3-3 παρέχει μια αφαιρετική απεικόνιση της αρχιτεκτονικής του συστήματος, η οποία περιγράφεται από ένα μοντέλο τριών επιπέδων (three-tier model). Τα τρία επίπεδα είναι το τερματικό του χρήστη, τον εξυπηρετητή του ΠΓΝ και το Πλέγμα.



Σχήμα 3-3. Αρχιτεκτονική Συστήματος

Το πρώτο επίπεδο ουσιαστικά αναφέρεται στον προσωπικό ψηφιακό βοηθό (PDA) που χρησιμοποιεί ο ιατρός κατά την διάρκεια των επισκέψεών του στους θαλάμους των ασθενών. Στο PDA έχει συνδεθεί ένας αναγνώστης RFID ο οποίος διαβάζει τις παθητικές ετικέτες RFID που έχουν τοποθετηθεί στις περιβραχιόνια των ασθενών. Οι ετικέτες αυτές περιλαμβάνουν μόνο τον αριθμό ταυτοποίησης των ασθενών που είναι ο αριθμός κοινωνικής ασφάλισης των ασθενών σε μορφή αναγνώσιμη από μηχανή (machine readable form). Έτσι, οι προβληματισμοί που σχετίζονται με τη διασφάλιση της ιδιωτικότητας των ασθενών και ανακύπτουν από την χρήση της τεχνολογίας RFID περιορίζονται σημαντικά.

Στο PDA είναι εγκατεστημένο λογισμικό το οποίο είναι υπεύθυνο για την συλλογή των ακατέργαστων δεδομένων RFID, το φιλτράρισμά τους και την αποστολή τους στο ενδιάμεσο λογισμικό RFID (RFID middleware) που είναι εγκατεστημένο σε έναν εξυπηρετητή του ΠΓΝ. Επίσης το PDA διαθέτει μια εφαρμογή πελάτη βασισμένη στο πρωτόκολλο HTTP(S), η οποία είναι στην ουσία ο περιηγητής ιστού (browser) του PDA και παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με το σύστημα.

Το δεύτερο επίπεδο είναι ο εξυπηρετητής του ΠΓΝ και αποτελείται από τα ακόλουθα συστατικά:

- ♦ **Ενδιάμεσο λογισμικό OGSA-DAI (OGSA-DAI Middleware):** Χρησιμοποιείται για την επίτευξη διαλειτουργικότητας μεταξύ των ΣΔΒΔ που χρησιμοποιούνται από τους παρόχους υπηρεσιών υγείας εντός των ορίων μιας υγειονομικής περιφέρειας. Για το σκοπό αυτό, γίνεται χρήση των βασικών υπηρεσιών του OGSA-DAI προκειμένου να δημιουργηθούν κατάλληλες ΥΒΔΠ, μέσω των οποίων πραγματοποιείται η διαχείριση των ιατρικών δεδομένων ασθενών που τηρούνται στις βάσεις δεδομένων των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας. Αυτές οι υπηρεσίες μπορούν, σε κάποιες περιπτώσεις, να συνδυαστούν κατάλληλα ώστε να παρέχουν υψηλότερου επιπέδου υπηρεσίες πλέγματος (grid services) οι οποίες υποστηρίζουν την ενοποίηση των δεδομένων (data federation) και την επεξεργασία κατανεμημένων ερωτημάτων (distributed query processing). Η επεξεργασία κατανεμημένων ερωτημάτων υποστηρίζεται από το OGSA-DAI Distributed Query και παρέχει πρόσβαση σε ολοκληρωμένη πληροφορία των ασθενών που είναι αποθηκευμένη στα όρια μιας υγειονομικής περιφέρειας. Επιπλέον, υπάρχει εντός της υγειονομικής περιφέρειας ένα μητρώο, το DAISGR, το οποίο χρησιμοποιείται από όλες τις υπηρεσίες πλέγματος. Η WSDL παρέχει την περιγραφή των υπηρεσιών αυτών και τον τρόπο με τον οποίο αυτές μπορούν να προσπελαστούν.
- ♦ **BPEL Μηχανή (BPEL Engine):** Αναλαμβάνει την εκτέλεση των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας που εκτελούνται από τους παρόχους υπηρεσιών υγείας μιας υγειονομικής περιφέρειας και έχουν μοντελοποιηθεί με τη χρήση της γλώσσας BPEL. Κάθε μοντέλο διαδικασίας αποτελείται από ένα σύνολο δραστηριοτήτων καθεμιά από τις οποίες καλεί μια ΥΒΔΠ. Έτσι, για την εκτέλεση κάθε διαδικασίας, η BPEL μηχανή ανακτά τον ορισμό της διαδικασίας και ένα σύνολο δεδομένων εισόδου και στη συνέχεια καλεί με τη σωστή σειρά τις υποκείμενες ΥΒΔΠ. Κατά την διάρκεια εκτέλεσης μιας διαδικασίας, η μηχανή BPEL ελέγχει τη ροή δεδομένων μεταξύ των

δραστηριοτήτων που την αποτελούν. Τέλος, η μηχανή BPEL διαθέτει επιπλέον λειτουργίες παρακολούθησης (monitoring) της εκτέλεσης των διαδικασιών.

- ♦ **Πλατφόρμα Πρακτόρων (Agent Platform):** Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη του συστήματος πολλαπλών πρακτόρων μέσω του οποίου υλοποιείται:
 - Η, οδηγούμενη από γεγονότα (events), αυτοματοποιημένη εκτέλεση των διαδικασιών BPEL που αφορούν στην παροχή ιατρικής φροντίδας
 - Η διαρκής προσαρμογή των δικαιωμάτων των χρηστών σε ότι αφορά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων κάθε διαδικασίας BPEL και την εκτέλεση των συσχετισμένων με αυτή ΥΒΔΠ. Σκοπός είναι η απόδοση στους χρήστες μόνο των δικαιωμάτων που υπαγορεύονται από την πραγματική ανάγκη και χρησιμότητα. Για το λόγο αυτό, κατά τον δυναμικό προσδιορισμό των δικαιωμάτων λαμβάνεται υπόψη η περιρρέουσα κατάσταση.
- ♦ **Ενδιάμεσο λογισμικό RFID (RFID Middleware):** Μεσολαβεί μεταξύ του λογισμικού RFID που είναι εγκατεστημένο στο PDA και των εφαρμογών λογισμικού που χρησιμοποιούν τις πληροφορίες που συλλέγονται από τον αναγνώστη RFID. Πιο συγκεκριμένα, το λογισμικό αυτό μορφοποιεί ή επεξεργάζεται τα δεδομένα που συλλέγονται από τον αναγνώστη RFID προκειμένου να τα μετατρέψει σε μια μορφή η οποία θα είναι επεξεργάσιμη από οποιαδήποτε εφαρμογή λογισμικού. Οποτεδήποτε λαμβάνονται δεδομένα από την ετικέτα RFID ενός ασθενούς, παράγεται ένα σχετικό γεγονός (event) το οποίο στη συνέχεια διαβιβάζεται από το ενδιάμεσο λογισμικό RFID μαζί με τα επεξεργασμένα δεδομένα της ετικέτας RFID σε έναν πράκτορα λογισμικού, τον Πράκτορα Ολοκλήρωσης Υπηρεσιών (Service Integration Agent) ο οποίος με τη σειρά του εκκινεί την εκτέλεση της σχετικής διαδικασίας.
- ♦ **Πύλη Πλέγματος (Grid Portal):** Παρέχει ένα διαδικτυακό περιβάλλον αλληλεπίδρασης (web-based front end) με το σύστημα. Αποτελείται από έναν, συμβατό με το JSR-168, υποδοχέα portlets ο οποίος φιλοξενεί και διαχειρίζεται το κεντρικό portlet του συστήματος καθώς και τα portlets των εφαρμογών που εκτελούνται από τις δραστηριότητες κάθε διαδικασίας BPEL. Το κεντρικό portlet του συστήματος παρέχει μια διαδικτυακή διεπαφή με την BPEL μηχανή όπου δημοσιεύονται και εκτελούνται όλες οι διαδικασίες BPEL. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται μια υπηρεσία ιστού (web service), η οποία παρέχεται από τον κατασκευαστή της μηχανής BPEL και μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η πρόσβαση στις διάφορες λειτουργίες της μηχανής αυτής. Πιο συγκεκριμένα, καθίσταται δυνατή η αλληλεπίδραση με τις αντίστοιχες διαδικασίες και η εκτέλεση των σχετικών δραστηριοτήτων, η οποία πραγματοποιείται μέσω των

αντίστοιχων portlets. Έτσι κάθε ιατρός δύναται να προσπελάσει το κεντρικό portlet προκειμένου να δημιουργήσει ένα στιγμιότυπο της διαδικασίας BPEL και να εκτελέσει τις δραστηριότητες για τις οποίες έχει σχετική εξουσιοδότηση. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης μιας δραστηριότητας, η συσχετισμένη με την κάθε δραστηριότητα ΥΒΔΠ εντοπίζεται στο πλέγμα και καλείται προκειμένου να ανακτηθεί ολοκληρωμένη πληροφορία του ασθενούς που είναι αποθηκευμένη στους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας της υγειονομικής περιφέρειας.

- ♦ **Εξυπηρετητής Ιστού/Εφαρμογών (Web/Application Server):** Παρέχει το περιβάλλον όπου φιλοξενούνται όλα τα παραπάνω συστατικά.

Το τρίτο επίπεδο είναι το πλέγμα το οποίο αποτελείται από απομακρυσμένες πηγές δεδομένων (βάσεις δεδομένων) όπου αποθηκεύονται ιατρικά δεδομένα. Αυτές είναι ανομοιογενείς και φιλοξενούνται σε γεωγραφικά κατανεμημένους και οργανωσιακά ανόμοιους παρόχους υπηρεσιών υγείας εντός των ορίων μιας υγειονομικής περιφέρειας. Συνεπώς, κάθε πάροχος υπηρεσιών υγείας φιλοξενεί στις εγκαταστάσεις του έναν κόμβο του πλέγματος. Κάθε πηγή δεδομένων που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των ιατρικών δεδομένων των ασθενών αποτελεί τμήμα του πλέγματος και οι υπηρεσίες μέσω των οποίων καθίσταται προσβάσιμη (ΥΒΔΠ) δημοσιεύονται στον εξυπηρετητή ιστού (web server) του οργανισμού και εγγράφονται στο μητρώο DAISGR της υγειονομικής περιφέρειας. Η πλατφόρμα πρακτόρων χρησιμοποιείται για την υλοποίηση των πρακτόρων που πραγματοποιούν συνεχείς προσαρμογές των δικαιωμάτων των χρηστών στις ΥΒΔΠ προκειμένου αυτά να ανταποκρίνονται στην τρέχουσα κατάσταση.

3.3.4 Υλοποίηση πλαισίου ελέγχου πρόσβασης με χρήση πρακτόρων

Η στροφή προς διάχυτα ΠΣΥ προσανατολισμένα σε διαδικασίες (pervasive process-based healthcare systems) δημιουργεί νέες προκλήσεις σχετικά με την προστασία της ιδιωτικότητας (privacy) και της ασφάλειας (security) των ιατρικών πληροφοριών, ειδικά όταν για το διαμοιρασμό των πληροφοριών χρησιμοποιείται υποδομή πλέγματος (grid infrastructure). Πιο συγκεκριμένα, στα συστήματα αυτά θα πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια για την ανάπτυξη και την επιβολή πολιτικών ιδιωτικότητας και ασφάλειας που διέπουν την πρόσβαση τόσο των δραστηριοτήτων κάθε διαδικασίας παροχής ιατρικής φροντίδας όσο και των δεδομένων που προσπελάζονται μέσω αυτών των δραστηριοτήτων. Συνεπώς, σε ένα διαλειτουργικό περιβάλλον όπως αυτό του Σχήματος 3-2, θα πρέπει να

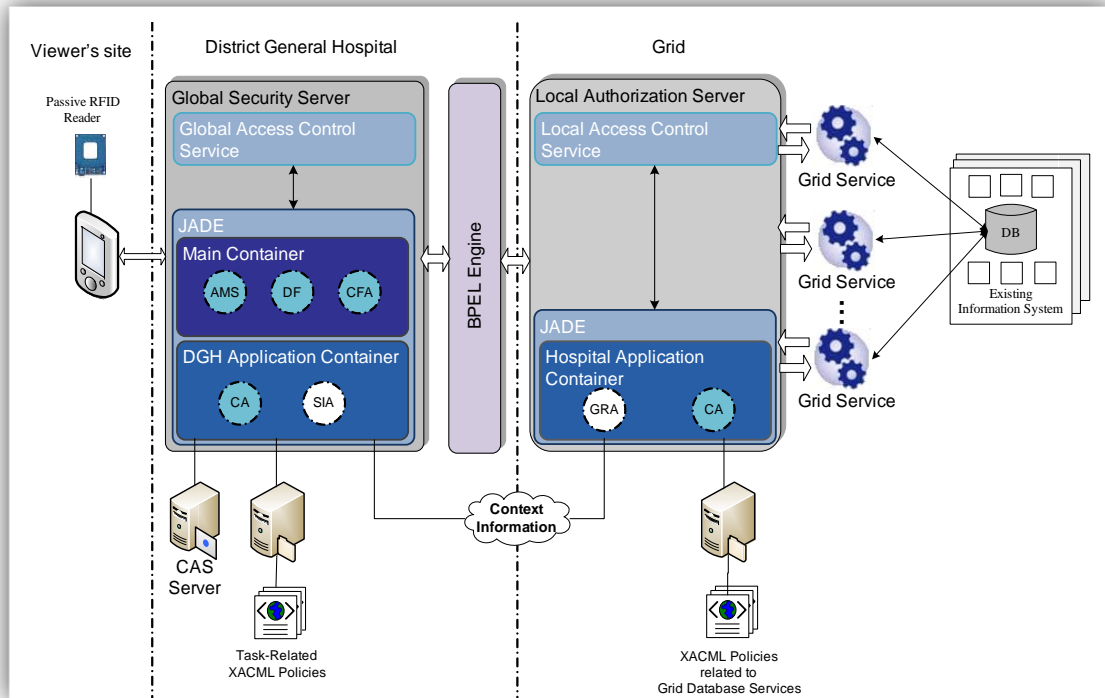
υπάρχει ένα εύρωστο πλαίσιο ασφάλειας προκειμένου να διασφαλιστεί πως τα ιατρικά δεδομένα των ασθενών είναι διαθέσιμα κάθε φορά που αυτοί λαμβάνουν ιατρική φροντίδα με τρόπο που να μη θέτει σε κίνδυνο την ασφάλειά τους.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική συστήματος, οι διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας μοντελοποιούνται με τη χρήση της γλώσσας BPEL. Η γλώσσα αυτή αρχικά προοριζόταν για τη μοντελοποίηση διαδικασιών που εκτελούνται αυτόματα χωρίς να απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση (π.χ. διαδικασίες που είναι απαραίτητες για τη διεξαγωγή έρευνας στον τομέα της βιοϊατρικής). Για το λόγο αυτό δεν κρίθηκε σκόπιμη η προσθήκη δυνατοτήτων ελέγχου πρόσβασης σε αυτή [221]. Έτσι μια διαδικασία BPEL μπορεί να εκτελεστεί από οποιονδήποτε μπορεί να υποστηρίξει τα σχετικά partner link types των υπηρεσιών που ενορχηστρώνονται μέσω της διαδικασίας [221]. Ωστόσο κάτι τέτοιο είναι μη αποδεκτό στον χώρο της υγείας λόγω των αυστηρών απαιτήσεων ασφάλειας αναφορικά με την πρόσβαση στα ιατρικά δεδομένα μέσω των ΥΒΔΠ που καλούνται από τις δραστηριότητες των διαδικασιών BPEL. Οι ΥΒΔΠ, όπως έχει ήδη αναφερθεί, παρέχουν ολοκληρωμένη πρόσβαση σε ιατρικά δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε ανομοιογενή και γεωγραφικά διάσπαρτα συστήματα και δημιουργούνται με τη χρήση του OGSA-DAI. Στο πλαίσιο του OGSA-DAI ο έλεγχος πρόσβασης υλοποιείται μέσω τοπικών λιστών ελέγχου πρόσβασης (Access Control Lists - ACLs). Ένας τέτοιος μηχανισμός εξουσιοδοτήσεων όμως δεν είναι κατάλληλος για τον τομέα της υγείας όπου απαιτείται συνεχής προσαρμογή στα δικαιώματα των χρηστών, αφού προκαλεί την απώλεια πολύτιμου χρόνου και την μεγάλη επιβάρυνση των διαχειριστών συστήματος.

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ραγδαία αύξηση στον αριθμό, τον τύπο και την πολυπλοκότητα των εργαλείων που χρησιμοποιούνται για την προστασία των πληροφοριών σε διαλειτουργικά περιβάλλοντα. Τα συγκεκριμένα εργαλεία παρέχουν την δυνατότητα προστασίας του ιατρικού απορρήτου πολύ πιο αποτελεσματικά σε σχέση με τους μηχανισμούς ασφάλειας που εφαρμόζονται στο χειρόγραφο σύστημα τήρησης ιατρικών φακέλων. Σε πολλές περιπτώσεις, θεωρείται πιο αποτελεσματική η χρήση ρόλων για την επιβολή ελέγχου πρόσβασης αφού μέσω αυτών επιτυγχάνεται η πρόσβαση στα ιατρικά δεδομένα των ασθενών μόνο από το εξειδικευμένο προσωπικό που παρέχει ιατρική φροντίδα στους ασθενείς.

Στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική συστήματος, χρησιμοποιείται ένας δυναμικός μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης ο οποίος υιοθετεί το μοντέλο ελέγχου πρόσβασης με βάση ρόλους (role-based access control - RBAC paradigm). Στην παρούσα προσέγγιση θεωρείται πως οι διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας μοντελοποιούνται ως ροές ΥΒΔΠ. Έτσι, ο έλεγχος πρόσβασης πραγματοποιείται τόσο σε επίπεδο δραστηριότητας μιας διαδικασίας BPEL όσο και σε επίπεδο ΥΒΔΠ. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3-4, ο μηχανισμός περιγράφεται από ένα μοντέλο δύο επιπέδων το οποίο αποτελείται από:

- ♦ μια σφαιρική υπηρεσία ελέγχου πρόσβασης (global access control service) η οποία φιλοξενείται σε εξυπηρετητή του ΠΓΝ, και
- ♦ μια τοπική υπηρεσία ελέγχου πρόσβασης (local access control service) η οποία φιλοξενείται σε κάθε οργανισμό παροχής ιατρικής φροντίδας εντός των ορίων της υγειονομικής περιφέρειας.



Σχήμα 3-4. Αρχιτεκτονική Ασφάλειας

Ο μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης που αναπτύχθηκε έχει επίγνωση πλαισίου (context-awareness), δηλαδή κάθε φορά που καλείται να λάβει μια απόφαση εξουσιοδότησης λαμβάνει υπόψιν την περιρρέουσα κατάσταση. Επίσης, υιοθετεί τη φιλοσοφία του ενδιάμεσου (middleware-based) αφού μεσολαβεί μεταξύ υποκειμένων (επαγγελματιών υγείας) και αντικειμένων (δραστηριοτήτων BPEL και ΥΒΔΠ αντίστοιχα) προκειμένου να αποφασίσει αν θα πρέπει να επιτραπεί ή να απορριφθεί η πρόσβαση ενός υποκειμένου σε

ένα αντικείμενο λαμβάνοντας υπόψιν την περιρρέουσα κατάσταση. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο Java Authentication and Authorization Service (JAAS) [216] για την ανάπτυξη:

- ♦ μιας υπηρεσίας ελέγχου πρόσβασης, η οποία επεκτείνει τη λειτουργικότητα της BPEL μηχανής παρέχοντας δυνατότητες ελέγχου πρόσβασης στις δραστηριότητες κάθε BPEL διαδικασίας, και
- ♦ μιας υπηρεσίας ελέγχου πρόσβασης, συμπληρωματικής προς αυτή του OGSA-DAI, η οποία ελέγχει την πρόσβαση στις ΥΒΔΠ. Ουσιαστικά αυτή η υπηρεσία αναβαθμίζει το μηχανισμό ελέγχου πρόσβασης του OGSA-DAI αφού προσθέτει λειτουργικότητα που επιτρέπει την λήψη αποφάσεων με βάση την περιρρέουσα κατάσταση.

Επιπλέον, ο μηχανισμός που αναπτύχθηκε χρησιμοποιεί μια ειδική κατηγορία πιστοποιητικών τα οποία εκδίδονται από μια αρχή γνωστή ως Community Authorization Service (CAS). Μέσω αυτών των πιστοποιητικών πραγματοποιείται η ανάθεση ρόλων σε χρήστες ενώ η ανάθεση δικαιωμάτων σε ρόλους πραγματοποιείται μέσω πολιτικών ελέγχου πρόσβασης και είναι υποκείμενη στους περιορισμούς που επικρατούν τη χρονική στιγμή που επιχειρείται πρόσβαση σε κάποιον πόρο. Αυτές οι πολιτικές ασφάλειας διατυπώνονται με βάση το Core and Hierarchical RBAC profile of eXtensible Access Control Markup Language (XACML) [227].

3.3.4.1 Πιστοποιητικά CAS για Ανάθεση Ρόλων σε Χρήστες

Μια υγειονομική περιφέρεια είναι μια κατανεμημένη κοινότητα από παρόχους πόρων (πάροχοι υπηρεσιών υγείας) και καταναλωτές πόρων (επαγγελματίες υγείας). Σε αυτή την κοινότητα, δυναμικές και πολύπλοκες πολιτικές ασφάλειας ελέγχουν ποιος μπορεί να έχει πρόσβαση σε ποιο πόρο και για ποιο σκοπό. Προκειμένου να διασφαλιστεί η κλιμάκωση (scalability) στον καθορισμό και την επιβολή πολιτικών ελέγχου διαβαθμισμένης πρόσβασης (fine-grained access control policies), τμήμα της αρμοδιότητας για την συντήρηση αυτών των πολιτικών ελέγχου ανατίθεται στην κοινότητα, δηλαδή στο ΠΓΝ. Πιο συγκεκριμένα, ο εξυπηρετητής στο ΠΓΝ φιλοξενεί μια υπηρεσία εξουσιοδοτήσεων, την Κοινοτική Υπηρεσία Εξουσιοδοτήσεων (Community Authorization Service - CAS), η οποία παρέχει στους επαγγελματίες υγείας μια ειδική κατηγορία διαπιστευτηρίων, τα διαπιστευτήρια CAS (CAS credentials).

Η αρχιτεκτονική της υπηρεσίας CAS βασίζεται στους μηχανισμούς αυθεντικοποίησης δημοσίου κλειδιού (public key authentication) και εκχώρησης αρμοδιοτήτων (delegation) που παρέχονται από την υποδομή ασφάλειας του υπολογιστικού πλέγματος (Grid Security Infrastructure - GSI) [231]. Ο εξυπηρετητής CAS χρησιμοποιεί μια backend βάση δεδομένων όπου αποθηκεύονται πληροφορίες σχετικά με τους χρήστες, τις ομάδες στις οποίες αυτοί ανήκουν καθώς και τις πολιτικές ασφάλειας (policy statements) που καθορίζουν σε ποιον (χρήστη ή ομάδα χρηστών) παραχωρούνται δικαιώματα, τι δικαιώματα παραχωρούνται και ποιο πόρο ή ομάδα πόρων αφορούν [231]. Κάθε δικαίωμα εκφράζεται ως μια δυάδα που αποτελείται από έναν τύπο υπηρεσίας (service type) και μια ενέργεια (action). Η ενέργεια περιγράφει μια λειτουργία (π.χ. ανάγνωση-read, εγγραφή-write ή εκτέλεση-execute ενός προγράμματος) και ο τύπος υπηρεσίας καθορίζει το όνομα χώρου (namespace) για τον οποίο η ενέργεια ορίζεται (π.χ. αρχείο).

Στο πρωτότυπο σύστημα που αναπτύχθηκε, η υπηρεσία CAS χρησιμοποιείται για την ανάθεση ρόλων σε χρήστες (user-to-role assignments). Αυτές οι αναθέσεις εκφράζονται με τη μορφή «ισχυρισμών ασφάλειας» (security assertions), οι οποίοι συντάσσονται με τη βοήθεια της γλώσσας Security Assertion Markup Language (SAML) [229]. Πιο συγκεκριμένα, οι ομάδες χρηστών που είναι καταχωρημένες στην βάση δεδομένων της υπηρεσίας CAS αντιστοιχούν στους ρόλους των ατόμων που εμπλέκονται στις διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας. Συνεπώς, η ανάθεση των χρηστών σε ρόλους πραγματοποιείται μέσω της ανάθεσής τους στις κατάλληλες ομάδες χρηστών που έχουν καταχωρηθεί στη βάση δεδομένων της υπηρεσίας CAS. Η ανάθεση διαβαθμισμένων προνομίων (fine-grained privileges) σε κάθε ρόλο/ομάδα χρηστών και ο καθορισμός των περιορισμών στους οποίους υπόκειται είναι αρμοδιότητα που την αναλαμβάνει ο κάθε πάροχος υπηρεσιών υγείας.

Πριν την υποβολή αιτήματος για πρόσβαση σε οποιονδήποτε πόρο, ο χρήστης πρέπει να αποκτήσει ένα προσωρινό πιστοποιητικό, γνωστό ως proxy πιστοποιητικό (proxy certificate), το οποίο αποθηκεύεται σε έναν εξυπηρετητή που είναι γνωστός ως εξυπηρετητής MyProxy και φιλοξενείται στις εγκαταστάσεις του ΠΓΝ. Το MyProxy είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα (open source software) το οποίο χρησιμοποιείται για την διαχείριση X.509 διαπιστευτηρίων (πιστοποιητικών και ιδιωτικών κλειδιών) υποδομής δημοσίου κλειδιού (X.509 Public Key Infrastructure - PKI security credentials) [223]. Συνδυάζει ένα σύγχρονο (online) αποθετήριο πιστοποιητικών με μια σύγχρονη (online) αρχή πιστοποίησης προκειμένου να επιτρέψει στους χρήστες να λαμβάνουν με ασφάλεια

πρόχειρα πιστοποιητικά όπου και όποτε απαιτείται χωρίς να ανησυχούν για τη διαχείριση των αρχείων όπου αποθηκεύονται το ιδιωτικό κλειδί και το πιστοποιητικό τους [223].

Με βάση τα παραπάνω, οποτεδήποτε ένας χρήστης επιθυμεί να αποκτήσει πρόσβαση σε έναν πόρο, παρουσιάζει το πρόχειρο πιστοποιητικό του, το οποίο έλαβε κατά την είσοδό του στο σύστημα, στον εξυπηρετητή CAS ο οποίος στη συνέχεια επιστρέφει ένα νέο πιστοποιητικό που είναι γνωστό ως πιστοποιητικό CAS (CAS certificate). Αυτό περιλαμβάνει τους γνωστούς ως CAS «ισχυρισμούς ασφάλειας» (CAS security assertions) οι οποίοι παραθέτουν τους ρόλους του χρήστη-κατόχου του πιστοποιητικού. Οι ρόλοι που χρησιμοποιούνται στα πιστοποιητικά είναι λειτουργικοί και, ως εκ τούτου, παραμένουν αμετάβλητοι μέχρι τη λήξη του πιστοποιητικού αφού είναι ανεξάρτητοι από τους όποιους περιορισμούς τίθενται τη χρονική στιγμή που επιχειρείται η πρόσβαση σε κάποιον πόρο. Στη συνέχεια, το πρόχειρο πιστοποιητικό CAS αποστέλλεται στον πάροχο του πόρου (resource provider).

Στο πρωτότυπο σύστημα που αναπτύχθηκε, υπάρχουν δύο είδη πόρων στους οποίους η πρόσβαση είναι ελεγχόμενη. Αυτοί είναι οι διαδικασίες BPEL (συγκεκριμένα οι δραστηριότητες που τις αποτελούν) και οι υποκείμενες ΥΒΔΠ που χρησιμοποιούνται για την διαχείριση των δεδομένων. Συνεπώς, τα CAS πιστοποιητικά συνοδεύουν κάθε αίτημα (είτε για εκτέλεση δραστηριότητας είτε για κλήση ΥΒΔΠ) που υποβάλλεται μέσω της πύλης πλέγματος. Η εγκυρότητα των CAS πιστοποιητικών ελέγχεται από τον αντίστοιχο οργανισμό (ΠΓΝ ή άλλο πάροχο υπηρεσιών υγείας) που φιλοξενεί το αντικείμενο-στόχο (δραστηριότητα ή ΥΒΔΠ). Αφού επιβεβαιωθεί η εγκυρότητα του πιστοποιητικού, ακολουθεί η επεξεργασία των CAS «ισχυρισμών ασφάλειας» προκειμένου να ανακτηθούν οι ρόλοι που έχουν ανατεθεί στον κάτοχο του πιστοποιητικού (επαγγελματία υγείας). Συνεπακόλουθα, αυτοί οι ρόλοι μεταφράζονται στα αντίστοιχα δικαιώματα επί του πόρου-στόχου όπως αυτά έχουν καθοριστεί στο σχετικό αποθετήριο πολιτικών ασφάλειας.

Η αξία αυτής της προσέγγισης πηγάζει από το γεγονός πως οι πάροχοι των πόρων (πάροχοι υπηρεσιών υγείας) διατηρούν τον πλήρη έλεγχο σε ότι αφορά την πρόσβαση στους πόρους τους.

3.3.4.2 Πολιτικές XACML για ανάθεση δικαιωμάτων σε ρόλους

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στο πρωτότυπο σύστημα που αναπτύχθηκε, η ανάθεση δικαιωμάτων σε ρόλους πραγματοποιείται μέσω πολιτικών ελέγχου πρόσβασης (access control policies), για την αποτύπωση των οποίων χρησιμοποιείται το Core and Hierarchical RBAC profile of eXtensible Access Control Markup Language (XACML) [226]. Αυτές οι πολιτικές ασφάλειας εκφράζονται υπό την μορφή ρόλων (roles), ιεραρχιών ρόλων (role hierarchies), προνομίων (privileges) και περιορισμών (constraints).

Η XACML είναι ένα πρότυπο του οργανισμού OASIS για την περιγραφή πολιτικών ελέγχου πρόσβασης με ομοιόμορφο τρόπο στα διάφορα πεδία ασφάλειας (security domains) [226]. Στην XACML, κάθε πολιτική είναι στην ουσία ένα σύνολο πολιτικών (policy set) το οποίο δηλώνεται με την ετικέτα <PolicySet> και ενδέχεται να περιλαμβάνει μια ή περισσότερες δηλώσεις ελέγχου πρόσβασης και/ή άλλα σύνολα πολιτικών (policy sets). Κάθε δήλωση ελέγχου πρόσβασης (δηλώνεται με την ετικέτα <Policy>) περιγράφεται από ένα σύνολο κανόνων καθένας από τους οποίους δηλώνεται με την ετικέτα <Rule> και αναπαριστά κάποιο δικαίωμα πρόσβασης ή έναν κανόνα μέσω του οποίου προσδιορίζεται κάποιο δικαίωμα πρόσβασης. Το σύνολο των υποκείμενων, πόρων, ενεργειών και περιβαλλόντων για τα οποία ορίζεται κάθε πολιτική, δήλωση ελέγχου πρόσβασης και κανόνας δηλώνεται με την ετικέτα <Target> και περιλαμβάνεται εντός της εμβέλειας των ετικετών <PolicySet>, <Policy> και <Rule> αντίστοιχα.

Η τυποποίηση Core and Hierarchical RBAC profile της XACML καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο η τυποποίηση ANSI Core and Hierarchical RBAC μπορεί να εκφραστεί με τη χρήση της XACML. Τα συστατικά που ορίζονται σε αυτό το προφίλ είναι τα ακόλουθα:

- ♦ **<PolicySet> δικαιωμάτων (Permission <PolicySet> - PPS).** Καθορίζει τα δικαιώματα ενός ρόλου σε συγκεκριμένους πόρους μέσω ενός συνόλου δηλώσεων και κανόνων (δηλαδή, στοιχείων <Policy> και <Rule>). Σε ένα PPS η ιεραρχία ρόλων υλοποιείται μέσω αναφορών σε άλλα PPS που αφορούν άλλους, ιεραρχικά κατώτερους (junior) ρόλους. Με αυτό τον τρόπο ένας ρόλος μπορεί να κληρονομήσει όλα τα δικαιώματα που σχετίζονται με τους κατώτερους προς αυτόν ρόλους.
- ♦ **<PolicySet> ρόλων (Role <PolicySet> - RPS).** Συσχετίζει έναν ρόλο με το αντίστοιχο PPS. Κάθε RPS μπορεί να αναφέρεται σε ένα μοναδικό PPS.

- ♦ **<Policy> (ή <PolicySet>) ανάθεσης ρόλου (Role Assignment <Policy> ή <PolicySet>).**
Καθορίζει τους ρόλους που ανατίθενται σε κάθε υποκείμενο. Ωστόσο, αυτό το συστατικό δε χρησιμοποιείται στο σύστημα που περιγράφεται σε αυτό το κεφάλαιο. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αντί αυτού, χρησιμοποιείται ένα σύνολο ισχυρισμών ασφάλειας (security assertions) οι οποίες περιλαμβάνονται στα πιστοποιητικά.

Οι αυστηρές απαιτήσεις ασφάλειας που αφορούν την προσπέλαση ιατρικών δεδομένων μέσω των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας, καθιστά εξαιρετικά σημαντικό τον καθορισμό πολιτικών ασφάλειας όχι μόνο για τον πόρο ως σύνολο (π.χ. διαδικασία, βάση δεδομένων) αλλά και για επιμέρους συστατικά αυτού (π.χ. δραστηριότητα, πίνακας βάσης δεδομένων). Τόσο οι διαδικασίες όσο και οι βάσεις δεδομένων αποτελούν πόρους που είναι οργανωμένοι σε ιεραρχία. Ως εκ τούτου, κατά τον καθορισμό των πολιτικών ασφάλειας η αναπαράσταση των προαναφερθέντων συστατικών μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω του hierarchical resource profile της XACML (Organization for the Advancement of Structured Information Standards [226]. Αυτό το προφίλ καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο η XACML μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιβολή ελέγχου πρόσβασης σε πόρους οι οποίοι είναι οργανωμένοι σε ιεραρχίες, όπως είναι για παράδειγμα τα συστήματα αρχείων, τα έγγραφα XML και οι βάσεις δεδομένων. Στην προτεινόμενη προσέγγιση έχει θεωρηθεί πως το προφίλ αυτό είναι επίσης κατάλληλο και για τον προσδιορισμό πολιτικών ελέγχου πρόσβασης στις δραστηριότητες μιας διαδικασίας BPEL. Με βάση αυτό το προφίλ, τα δεδομένα που δεν έχουν την μορφή XML εγγράφων μπορούν να αναπαρασταθούν από μια URI της ακόλουθης μορφής:

<scheme>://<authority>/<pathname>

όπου:

- ♦ **<scheme>** - καθορίζει το όνομα χώρου (namespace) του URI και μπορεί να είναι είτε ένα πρωτόκολλο (π.χ. "ftp", "http", "https") ή ένα σύστημα αρχείων το οποίο δηλώνεται με το λεκτικό "file"
- ♦ **<authority>** - ορίζεται συνήθως από έναν συνδεδεμένο στο δίκτυο εξυπηρετητή ή από ένα μητρώο με συγκεκριμένο σχήμα (scheme-specific registry) όπου καταχωρούνται οι αρχές ονοματοδοσίας (naming authorities), όπως για παράδειγμα ένας Domain Name Server (DNS), και
- ♦ **<pathname>** - είναι της μορφής <root name>{/<node name>}. Η ακολουθία των τιμών των <root name> και <node name> θα πρέπει να αντιστοιχούν σε συστατικά του πόρου.

Αν θεωρήσουμε πως η διαδικασία που απεικονίζεται στο Σχήμα 3-1 έχει ονομαστεί “RadProcProcess”, τότε η δραστηριότητα “IssueRadRequest” αυτής της διαδικασίας μπορεί να αναπαρασταθεί ως ακολούθως:

“https://localhost:8443/active-bpel/services/RadProcProcess/IssueRadRequest”

Παρομοίως ο πίνακας “Patient” της βάσης δεδομένων με URI “https://localhost:8443/ogsadai/DataService” μπορεί να αναπαρασταθεί ως εξής:

“https://localhost:8443/ogsadai/DataService/Patient”

Δεδομένου ότι ο ιατρικός φάκελος ενός ασθενούς περιλαμβάνει δεδομένα τα οποία ανακτώνται από περισσότερους από έναν πίνακες, η πρόσβαση στον ιατρικό φάκελο ασθενούς συνεπάγεται την πρόσβαση σε καθέναν από αυτούς τους πίνακες. Ωστόσο, κάτι τέτοιο θα οδηγούσε στην αύξηση του όγκου και της πολυπλοκότητας των πολιτικών ασφάλειας με αποτέλεσμα να καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη η διαχείρισή τους. Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος, κάθε πάροχος υπηρεσιών υγείας υλοποιεί τον ιατρικό φάκελο ενός ασθενούς ως μια όψη (view) στην βάση δεδομένων του. Συνεπώς, η παροχή πρόσβασης στον ιατρικό φάκελο του ασθενούς θα συνεπάγεται την παροχή πρόσβασης στην όψη αυτή. Στο OGSA-DAI μια όψη μπορεί να υλοποιηθεί ως μια δραστηριότητα (activity). Η δραστηριότητα, όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2, είναι ένα χαρακτηριστικό (feature) του OGSA-DAI μέσω του οποίου μπορεί να επεκταθεί η λειτουργικότητα των απλών ΥΒΔΠ.

```
1 <PolicySet xmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:policy:schema:os"
  PolicySetId="RPS:physician:role"
  PolicyCombiningAlgId="&policy-combine;permit-overrides">
2 <Target>
3 <Subjects>
4 <Subject>
5 <SubjectMatch MatchId="&function;anyURI-equal">
6 <AttributeValue DataType="&xml;anyURI"
  Scope="Attiki.DGH">&roles;physician</AttributeValue>
7 <SubjectAttributeDesignator AttributeId="&role;" DataType="&xml;anyURI"/>
8 </SubjectMatch>
9 </Subject>
10 </Subjects>
11 </Target>
12 <PolicySetIdReference>PPS:physician:role</PolicySetIdReference>
13</PolicySet>
```

Σχήμα 3-5. RPS για τον ρόλο «ιατρός»

Ένα απόσπασμα από το RPS που αντιστοιχεί στο ρόλο “ιατρός” του σεναρίου που περιγράφηκε στην ενότητα 3.2.1 απεικονίζεται στο Σχήμα 3-5. Σε αντίθεση με το PPS, η μορφή του RPS είναι η ίδια ανεξάρτητα από τον πόρο στον οποίο επιχειρείται κάθε φορά η πρόσβαση.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ένας πόρος (αντικείμενο-στόχος – target object) μπορεί να είναι είτε μια δραστηριότητα (task) είτε μια ΥΒΔΠ που καλείται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας δραστηριότητας. Συνεπώς, πρέπει να καθοριστούν τα ακόλουθα δύο είδη πολιτικών ασφάλειας, καθένα από τα οποία φιλοξενείται στην τοποθεσία που βρίσκεται το αντικείμενο-στόχος:

- ♦ **Πολιτικές πρόσβασης στις δραστηριότητες (task-related policies):** Φιλοξενούνται στον εξυπηρετητή του ΠΓΝ όπου είναι εγκατεστημένη η BPEL μηχανή (BPEL engine) και χρησιμοποιούνται για τον ακριβή προσδιορισμό των δικαιωμάτων τα οποία ένα υποκείμενο θα πρέπει να αποκτήσει προκειμένου να εκτελέσει μια δραστηριότητα. Ένα παράδειγμα PPS για τον ρόλο «ιατρός» παρατίθεται στο Σχήμα 3-6. Αυτό αποτελεί την υλοποίηση της απαίτησης εξουσιοδότησης (1) του Πίνακα 3-1 και καθορίζει πως ο ιατρός έχει το δικαίωμα να πραγματοποιήσει την λειτουργία «εκτέλεση» (καθορίζεται εντός της ετικέτας <Action>) στον πόρο που προσδιορίζεται από την URI <http://localhost/active-bpel/services/RadProcProcess/IssueRadRequest> (καθορίζεται εντός της ετικέτας <Resource>) μόνο όταν είναι σε εφημερία και εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου (καθορίζεται εντός της ετικέτας <Condition>).
- ♦ **Πολιτικές πρόσβασης στις ΥΒΔΠ (policies related to grid database services):** Φιλοξενούνται σε εξυπηρετητή του κάθε οργανισμού παροχής υπηρεσιών υγείας (δηλαδή κόμβου πλέγματος) και χρησιμοποιούνται για τον ακριβή προσδιορισμό των δικαιωμάτων τα οποία ένα υποκείμενο θα πρέπει να αποκτήσει προκειμένου να εκτελέσει την ΥΒΔΠ μέσω της οποίας θα ανακτηθούν τα απαιτούμενα ιατρικά δεδομένα. Για παράδειγμα, σε ότι αφορά την όψη βάσης δεδομένων “PatientMedRecord”, το PPS για τον ρόλο «ιατρός» θα ταυτίζεται με αυτό του Σχήματος 3-6 με τις ακόλουθες δύο διαφοροποιήσεις:
 - Η τιμή του χαρακτηριστικού DataType μέσα στην ετικέτα <Resource> (γραμμή 6) θα είναι “https://localhost:8443/ogsadai/DataService/ PatientMedRecord”
 - Η τιμή του χαρακτηριστικού DataType μέσα στην ετικέτα <Action> (γραμμή 14) θα είναι “select”

```

1<PolicySet xmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:policy:schema:os"
  PolicySetId="PPS:physician:role"
  PolicyCombiningAlgId="&policy-combine;permit-overrides">
2  <Policy PolicyId="Permissions:specifically:for:the:physician:role" RuleCombiningAlgId="&rule-
    combine;permit-overrides">
3    <Rule RuleId="Permission:to:execute:BPEL:task:IssueRadRequest" Effect="Permit">
4      <Target>
5        <Resources>
6          <Resource>
7            <ResourceMatch MatchId="&function;string-equal">
8              <AttributeValue
                DataType="&xml:string">http://localhost/active-
                bpel/services/RadProcProcess/IssueRadRequest
              </AttributeValue>
9            <ResourceAttributeDesignator AttributeId="&resource;resource-id" DataType="&xml:string"/>
10           </ResourceMatch>
11          </Resource>
12        </Resources>
13        <Actions>
14          <Action>
15            <ActionMatch MatchId="&function;string-equal">
16              <AttributeValue DataType="&xml:string">execute</AttributeValue>
17              <ActionAttributeDesignator AttributeId="&action;action-id" DataType="&xml:string"/>
18            </ActionMatch>
19          </Action>
20        </Actions>
21      </Target>
22      <Condition>
23        <Apply FunctionId="&function;and">
24          <Apply FunctionId="&function;string-equal">
25            <EnvironmentAttributeDesignator
                AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:environment:userPatientRelationship"
                DataType="&xml:string"/>
26            <AttributeValue DataType="&xml:string">currentPatient</AttributeValue>
27          </Apply>
28          <Apply FunctionId="&function;string-equal">
29            <EnvironmentAttributeDesignator
                AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:environment:status" DataType="&xml:string"/>
30            <AttributeValue DataType="&xml;yes">onDuty</AttributeValue>
31          </Apply>
32          <Apply FunctionId="&function;string-equal">
33            <EnvironmentAttributeDesignator
                AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:environment:location" DataType="&xml:string"/>
34            <AttributeValue DataType="&xml:string">inPremises</AttributeValue>
35          </Apply>
36        </Apply>
37      </Condition>
38    </Rule>
39  </Policy>
40</PolicySet>

```

Σχήμα 3-6. PPS που σχετίζεται με τις δραστηριότητες μιας διαδικασίας BPEL και αφορά τον ρόλο «ιατρός»

Τα δικαιώματα που αφορούν στην εκτέλεση των δραστηριοτήτων και την κλήση των ΥΒΔΠ προσαρμόζονται δυναμικά με βάση τους περιορισμούς που τίθενται από το περιρρέουσα κατάσταση (current context).

3.3.4.3 Διαχείριση Πληροφοριών Πλαισίου (Context Information Management)

Στο πρωτότυπο σύστημα, η διαχείριση των πληροφοριών πλαισίου (context information) οι οποίες επηρεάζουν τις αποφάσεις εξουσιοδοτήσεων (authorization decisions) πραγματοποιείται από τον Διαχειριστή Πλαισίου (Context Manager). Τόσο το μοντέλο πληροφοριών πλαισίου όσο και ο Διαχειριστής Πλαισίου περιγράφονται στη συνέχεια.

I. Μοντέλο Πληροφοριών Πλαισίου (Context Information Model)

Οι πληροφορίες πλαισίου ορίζονται ως ένα προκαθορισμένο σύνολο χαρακτηριστικών που σχετίζονται με:

- Τον χρήστη (π.χ. πιστοποιητικό χρήστη, σχέση του χρήστη με τον ασθενή)
- Το περιβάλλον (π.χ. τοποθεσία τερματικού και ώρα που επιχειρήθηκε η πρόσβαση)
- Τον πάροχο της πηγής των δεδομένων, δηλαδή τον οργανισμό παροχής υπηρεσιών υγείας (π.χ. τοπική πολιτική ασφάλειας)

Για παράδειγμα, τα δικαιώματα ενός ιατρού που επιχειρεί να αποκτήσει πρόσβαση στο σύστημα μέσω του προσωπικού ψηφιακού βοηθού του, προσαρμόζονται ανάλογα με την ταυτότητά του (περιλαμβάνεται στο πιστοποιητικό CAS), την τοποθεσία και την ώρα της επιχειρηθείσας πρόσβασης καθώς και με την πολιτική ασφάλειας κάθε οργανισμού παροχής υπηρεσιών υγείας όπου είναι αποθηκευμένα τα διάφορα τμήματα του ιατρικού φακέλου κάθε ασθενούς.

II. Διαχειριστής Πλαισίου (Context Manager)

Οι πληροφορίες πλαισίου συλλέγονται από τον Διαχειριστή Πλαισίου (Context Manager), ο οποίος έχει υλοποιηθεί σαν ένα σύστημα πολλαπλών πρακτόρων. Το σύστημα αυτό αποτελείται από έναν αριθμό υποδοχέων (containers) οι οποίοι τρέχουν σε διαφορετικούς υπολογιστές (hosts), καθένας από τους οποίους βρίσκεται στις εγκαταστάσεις ενός παρόχου υπηρεσιών υγείας εντός των ορίων της υγειονομικής περιφέρειας. Υπάρχει ένας βασικός υποδοχέας (main container) ο οποίος δημιουργείται σε εξυπηρετητή του ΠΓΝ και

ένας αριθμός περιφερειακών υποδοχέων οι οποίοι δημιουργούνται σε εξυπηρετητές του ΠΓΝ (DGH Application Container) και των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας της υγειονομικής περιφέρειας (Hospital Application Container). Ο βασικός υποδοχέας είναι ο πρώτος που εκκινείται και όλοι οι υπόλοιποι υποδοχείς εγγράφονται σε αυτόν κατά τη διάρκεια της εκκίνησης τους (bootstrap time).

Ο βασικός υποδοχέας φιλοξενεί τρεις ειδικούς πράκτορες, τον Agent Management System (AMS), τον Directory Facilitator (DF) και τον Configuration Agent (CFA). Ο AMS αναπαριστά την αρχή (authority) στην πλατφόρμα, δηλαδή είναι ο μόνος πράκτορας που μπορεί να ενεργοποιήσει ενέργειες διαχείρισης της πλατφόρμας όπως τη δημιουργία/τερματισμό άλλων πρακτόρων, τον τερματισμό υποδοχέων και την διακοπή της λειτουργίας της πλατφόρμας [215]. Ο DF υλοποιεί την υπηρεσία «χρυσού οδηγού» (yellow pages service) μέσω της οποίας οι άλλοι πράκτορες «διαφημίζουν» τις υπηρεσίες τους και βρίσκουν άλλους πράκτορες που προσφέρουν τις υπηρεσίες που χρειάζονται [215]. Ο CFA είναι υπεύθυνος για την αλληλεπίδραση με τους boot daemons και για τον χειρισμό του κύκλου ζωής της εφαρμογής.

Κάθε περιφερειακός υποδοχέας φιλοξενεί έναν πράκτορα συστήματος και δύο πράκτορες οι οποίοι αναπτύχθηκαν για τις ανάγκες του προτεινόμενου μηχανισμού. Ο πράκτορας συστήματος είναι ο Controller Agent (CA) και είναι υπεύθυνος για την επίβλεψη των λειτουργιών που εκτελούνται στον βασικό υποδοχέα και για όλους τους μηχανισμούς ανοχής λαθών που παρέχονται από την πλατφόρμα πρακτόρων λογισμικού. Οι πράκτορες μέσω των οποίων υλοποιείται τη λειτουργικότητα του μηχανισμού ελέγχου πρόσβασης είναι οι ακόλουθοι:

- ♦ **Service Integration Agent (SIA):** Φιλοξενείται σε περιφερειακό υποδοχέα του ΠΓΝ και διαχειρίζεται τα δικαιώματα των χρηστών αναφορικά με την εκτέλεση των δραστηριοτήτων κάθε διαδικασίας BPEL.
- ♦ **Grid Resource Agent (GRA):** Φιλοξενείται στον περιφερειακό υποδοχέα κάθε εξυπηρετητή οργανισμού παροχής υπηρεσιών υγείας που συμμετέχει στην διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας και διαχειρίζεται τα δικαιώματα των χρηστών αναφορικά με την εκτέλεση των ΥΒΔΠ που χρησιμοποιούνται από τις δραστηριότητες BPEL για την ανάκτηση των ιατρικών δεδομένων.

Κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης του χρήστη με το σύστημα οι πράκτορες SIA και GRA χρησιμοποιούν υπηρεσίες συλλογής πληροφοριών πλαισίου προκειμένου να παρακολουθούν την τρέχουσα κατάσταση (context monitoring). Πιο συγκεκριμένα, κάθε φορά που επιχειρείται πρόσβαση στο σύστημα (είτε από τον χρήστη για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας είτε από κάποια δραστηριότητα για την κλήση μιας ΥΒΔΠ για λογαριασμό του χρήστη), ο σχετικός πράκτορας αποτυπώνει την τρέχουσα κατάσταση μέσω της λήψης των τιμών των πληροφοριών πλαισίου και μεταβιβάζει τις τιμές αυτές στην σχετική υπηρεσία ελέγχου πρόσβασης, η οποία στη συνέχεια τις χρησιμοποιεί σε συνδυασμό με τις πολιτικές ασφάλειας XACML για να προσδιορίσει τα ακριβή δικαιώματα του χρήστη. Οι μεταβολές στις τιμές των πληροφοριών πλαισίου που σχετίζονται με τον χρήστη και το περιβάλλον γίνονται αντιληπτές και από τους δύο πράκτορες ενώ οι μεταβολές στις τιμές των πληροφοριών πλαισίου που σχετίζονται με πόρο γίνονται αντιληπτές από τον GRA που βρίσκεται στον αντίστοιχο κόμβο πλέγματος.

3.3.4.4 Υλοποίηση συστήματος

Το πρωτότυπο σύστημα που περιγράφεται σε αυτή την ενότητα μαζί με τις υποκείμενες υπηρεσίες ασφάλειας αναπτύχθηκε σε ένα τοπικό πλέγμα το οποίο δημιουργήθηκε στα εργαστήρια Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Μεταξύ των εργαλείων λογισμικού που χρησιμοποιήθηκαν είναι ο Apache/Tomcat ως εξυπηρετητής ιστού/εφαρμογών και το Globus Toolkit (GT4) για την παροχή των υπηρεσιών πλέγματος (grid middleware services).

Το OGSA-DAI και η επέκτασή του, το OGSA-DQP, χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των ΥΒΔΠ οι οποίες διαχειρίζονται τους γεωγραφικά διάσπαρτους πόρους δεδομένων. Στο πρωτότυπο σύστημα που υλοποιήθηκε, οι πόροι δεδομένων που χρησιμοποιούνται είναι μια σχεσιακή βάση δεδομένων PostGRES SQL και μια MySQL βάση δεδομένων. Τα port types και οι περιγραφές των ΥΒΔΠ παρέχονται από αντίστοιχα αρχεία WSDL τα οποία παρέχουν επίσης και τον τρόπο με τον οποίο αυτές οι υπηρεσίες μπορούν να προσπελαστούν. Η BPEL μηχανή που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση των BPEL διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας είναι η ActiveBPEL [203], μια ανοιχτού κώδικα BPEL μηχανή [209]. Η πύλη πλέγματος που παρέχει πρόσβαση στο σύστημα έχει αναπτυχθεί με τη χρήση του λογισμικού GridSphere [211]. Το GridSphere Portal είναι ένα πακέτο λογισμικού βασισμένο σε Java Servlets και JSP και έχει χτιστεί πάνω στο Java CoG Kit (Java CoG Kit, n.d.), το Globus

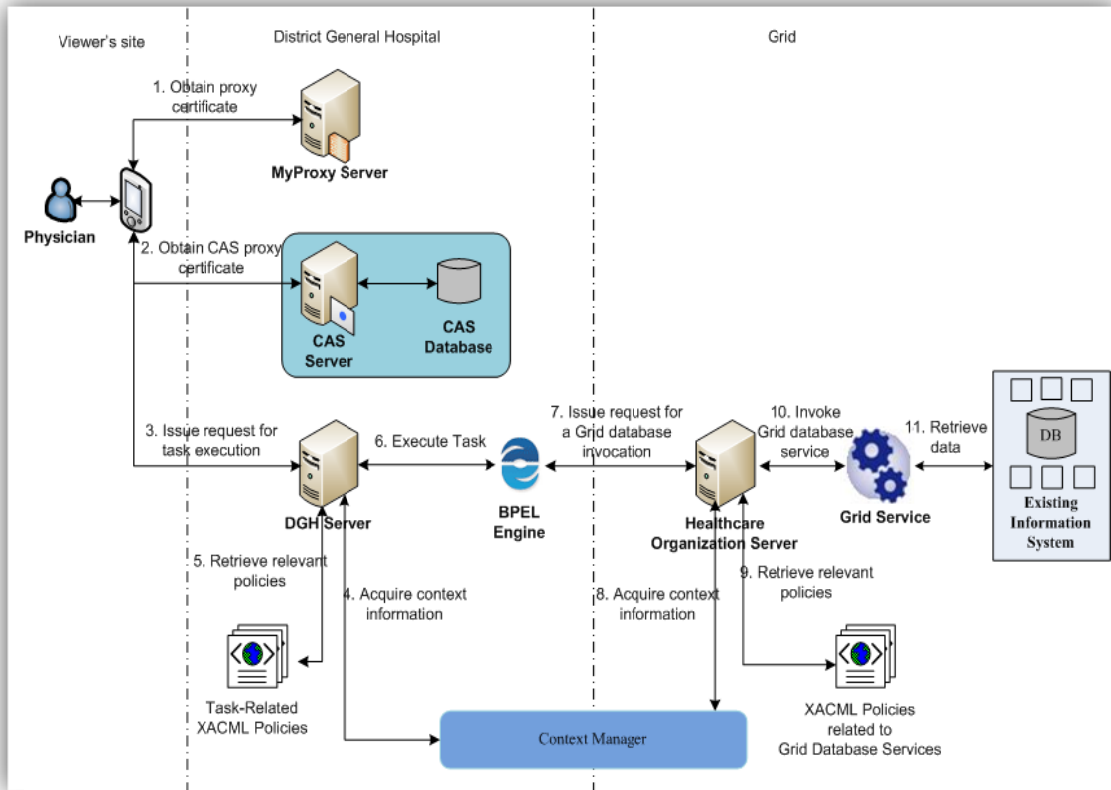
Toolkit [231] και το MyProxy (MyProxy Credential Management Service, n.d.). Υποστηρίζει λειτουργίες όπως η μοναδική σύνδεση (single sign-on), η αποστολή εργασιών στο πλέγμα (job submission) και η μετάδοση δεδομένων (data movement). Το Gridsphere βασίζεται στο μοντέλο των Java Portlets, όπως αυτά έχουν οριστεί στην τυποποίηση JSR-168 [210,217]. Τέλος, το σύστημα πολλαπλών πρακτόρων που υλοποιεί τον μηχανισμό ελέγχου πρόσβασης του συστήματος αναπτύχθηκε με τη χρήση του Java Agent Development Framework Jade) [215].

Στην παρούσα ενότητα θεωρείται το σενάριο της ενότητας 3.3 προκειμένου να περιγραφεί η λειτουργικότητα του συστήματος. Η ακολουθία των συναλλαγών που λαμβάνουν χώρα κάθε φορά που ένας χρήστης αλληλεπιδρά με το σύστημα απεικονίζεται στο Σχήμα 3-7.

Με την έναρξη της βάρδιάς του, ο ιατρός, χρησιμοποιώντας το προσωπικό του X.509 πιστοποιητικό και το ιδιωτικό κλειδί αυτού, δημιουργεί ένα πρόχειρο πιστοποιητικό το οποίο αποθηκεύεται στον εξυπηρετητή MyProxy και είναι έγκυρο για τη διάρκεια της βάρδιάς του. Αυτό το πιστοποιητικό παρέχει στον ιατρό πρόσβαση στην πύλη πλέγματος και, κατά συνέπεια, και σε όλες τις διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας στις οποίες έχει δικαίωμα πρόσβασης.

Κατά τη διάρκεια του επίσκεψής του στους θαλάμους του νοσοκομείου, ο ιατρός εισέρχεται στο σύστημα μέσω της πύλης πλέγματος χρησιμοποιώντας το συνθηματικό (password) που του έχει δοθεί για τον εξυπηρετητή MyProxy. Η πύλη πλέγματος στη συνέχεια επικοινωνεί με τον εξυπηρετητή MyProxy προκειμένου να ζητήσει το πρόχειρο πιστοποιητικό του ιατρού από το σύγχρονο (online) αποθετήριο πιστοποιητικών του MyProxy. Με τον τρόπο αυτό λαμβάνονται τα πρόχειρα διαπιστευτήρια του ιατρού τα οποία στη συνέχεια αποστέλλονται στον εξυπηρετητή CAS προκειμένου να δημιουργηθεί ένα νέο πρόχειρο πιστοποιητικό, το πιστοποιητικό CAS. Αυτό περιλαμβάνει τους «ισχυρισμούς ασφάλειας» CAS μέσω των οποίων δηλώνονται οι ρόλοι που κατέχει ο ιατρός [230]. Όταν ο ιατρός πλησιάζει έναν ασθενή μέσα σε έναν θάλαμο, ο αναγνώστης RFID που είναι συνδεδεμένος στο PDA του ιατρού διαβάζει την ετικέτα RFID του ασθενούς. Αυτό προκαλεί τη δημιουργία ενός γεγονότος (event) το οποίο μεταβιβάζεται μαζί με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στο ενδιάμεσο λογισμικό RFID. Αυτό με τη σειρά του επεξεργάζεται τα δεδομένα αυτά, τα μορφοποιεί κατάλληλα και τα μεταδίδει σε έναν πράκτορα ο οποίος είναι υπεύθυνος για την εμφάνιση στην οθόνη του PDA των στοιχείων

του ασθενούς και των διαδικασιών BPEL που ο ιατρός έχει δικαίωμα να εκκινήσει για τον συγκεκριμένο ασθενή. Πριν από την έναρξη της αλληλεπίδρασης με την BPEL μηχανή προκειμένου να ανακτηθούν αυτές οι διαδικασίες, καλείται ο μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης που περιγράφηκε παραπάνω.



Σχήμα 3-7. Λειτουργικότητα Συστήματος

Θεωρούμε πως ο ιατρός έχει το δικαίωμα να εκτελέσει την διαδικασία του Σχήματος 3-1 και πως την εκκινεί προκειμένου να εκδώσει εντολή για την πραγματοποίηση μιας ή περισσότερων ακτινολογικών πράξεων στον ασθενή του. Στην περίπτωση αυτή, ο μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης μεσολαβεί προκειμένου να καθορίσει αν ο ιατρός έχει το δικαίωμα να εκτελέσει τη BPEL δραστηριότητα "IssueRadRequest". Για τη λήψη αυτής της απόφασης εξουσιοδότησης, λαμβάνονται υπόψιν οι «ισχυρισμοί ασφαλείας» που περιέχονται στο πρόχειρο πιστοποιητικό CAS του ιατρού, οι πολιτικές ασφαλείας XACML καθώς και οι πληροφορίες πλαισίου κατά τη στιγμή της επιχειρηθείσας πρόσβασης. Πιο συγκεκριμένα, κατά την υποβολή αιτήματος για την εκτέλεση της δραστηριότητας "IssueRadRequest", εξάγονται οι ρόλοι που περιέχονται στο πιστοποιητικό CAS το οποίο συνοδεύει το αίτημα και προσδιορίζονται τα σχετικά δικαιώματα σχετικά με την εκτέλεση των δραστηριοτήτων BPEL χρησιμοποιώντας το αρχείο στο οποίο είναι αποθηκευμένες οι

πολιτικές XACML [227]. Τα δικαιώματα αυτά στη συνέχεια φιλτράρονται με βάση την κατάσταση που επικρατεί κατά τη χρονική στιγμή που επιχειρείται η πρόσβαση.

Θεωρούμε πως ο ιατρός έχει το δικαίωμα να εκτελέσει τη δραστηριότητα "IssueRadRequest". Μια επιμέρους ενέργεια που πραγματοποιείται στο πλαίσιο αυτής της δραστηριότητας αφορά στην ανάκτηση του ιατρικού φακέλου του ασθενούς, ο οποίος ενδέχεται να είναι αποθηκευμένος σε περισσότερες από μία πηγές δεδομένων που χρησιμοποιούνται από τους παρόχους υπηρεσιών υγείας που έχουν περιθάψει τον ασθενή κατά το παρελθόν. Οι πηγές αυτές είναι προσβάσιμες μέσω των αντίστοιχων ΥΒΔΠ. Κατά την ανάκτηση του ιατρικού φακέλου του ασθενούς, για κάθε μια από τις απομακρυσμένες πηγές δεδομένων όπου είναι αποθηκευμένο κομμάτι των δεδομένων, υποβάλλεται αίτημα πρόσβασης στην αντίστοιχη ΥΒΔΠ. Το αίτημα αυτό συνοδεύεται από το πιστοποιητικό CAS. Χρησιμοποιώντας αυτό το πιστοποιητικό, το portlet αυθεντικοποιείται (αποκτώντας μοναδική σύνδεση – single sign-on μέσω) και αποκτά τα κατάλληλα δικαιώματα προκειμένου να εκτελέσει τις σχετικές ΥΒΔΠ για λογαριασμό του ιατρού. Για το σκοπό αυτό, οι ρόλοι που έχουν εξαχθεί από την επέκταση του πρόχειρου πιστοποιητικού CAS χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τις πολιτικές ασφάλειας XACML που έχουν αποθηκευτεί σε ένα αρχείο το οποίο φιλοξενείται σε κάθε κόμβο πλέγματος (δηλαδή οργανισμό παροχής υπηρεσιών υγείας) που παρέχει τμήμα των ιατρικών πληροφοριών που ζητήθηκαν. Με τον τρόπο αυτό, προσδιορίζονται τα δικαιώματα του ιατρού στις ΥΒΔΠ. Όπως και στην περίπτωση των δραστηριοτήτων BPEL, έτσι και στις υπηρεσίες βάσεων δεδομένων στο πλέγμα τα δικαιώματα πρόσβασης προσαρμόζονται δυναμικά με τη χρήση περιορισμών που τίθενται από την τρέχουσα κατάσταση.

Αν ο ιατρός έχει τα απαιτούμενα δικαιώματα, η υπηρεσία εκτελείται και τα παραγόμενα δεδομένα, τα οποία είναι σε μορφή XML, μετατρέπονται σε μορφή HTML προκειμένου να εμφανιστούν στον περιηγητή ιστού του PDA που χρησιμοποιεί ο ιατρός. Αυτή η μετατροπή υποστηρίζεται από το OGSA-DAI μέσω της λειτουργίας XSL Transform.

Μετά την επισκόπηση του ιατρικού φακέλου του ασθενούς, ο ιατρός μπορεί να εκδώσει εντολή για την εκτέλεση κάποιας ακτινολογικής πράξης.

3.3.5 Υλοποίηση πλαισίου ελέγχου πρόσβασης με χρήση πρακτόρων και τεχνολογίας ροής εργασιών

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών έχει παρατηρηθεί αξιοσημείωτη αύξηση της χρήσης συστημάτων πολλαπλών πρακτόρων για την υλοποίηση μεγάλου εύρους εφαρμογών. Επιπλέον, υπάρχει μια τάση για χρήση της τεχνολογίας πρακτόρων σε συνδυασμό με την τεχνολογία ροών εργασίας στο πλαίσιο υπηρεισιοστρεφών αρχιτεκτονικών που υλοποιούνται σε υποδομές πλέγματος [246,247,248,249,250,251].

Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας θεωρούνται κρίσιμες αφού σε πολλές περιπτώσεις η ζωή ενός ασθενούς εξαρτάται από την άμεση διαθεσιμότητα και ακρίβεια των πληροφοριών που παρέχονται στους επαγγελματίες υγείας οι οποίοι καλούνται να τον φροντίσουν. Ωστόσο, στις εφαρμογές αυτές ανακύπτουν σημαντικά ζητήματα ασφάλειας τα οποία χρήζουν ιδιαίτερης αντιμετώπισης προκειμένου να διασφαλιστεί το απόρρητο (privacy) των ασθενών. Στο πλαίσιο αυτό, κρίνεται απαραίτητη η χρήση κατάλληλων μέτρων τεχνικής φύσεως προκειμένου να προστατευτούν οι προσωπικές πληροφορίες ενάντια στην μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, συλλογή, χρήση, αποκάλυψη ή διάθεση. Τέτοια μέτρα αποτελούν οι μηχανισμοί ελέγχου πρόσβασης, οι οποίοι θα πρέπει να ικανοποιούν τις υψηλές απαιτήσεις ασφάλειας που υπαγορεύονται από την φύση των διακινούμενων πληροφοριών. Παράλληλα, λόγω της κρίσιμότητας των εφαρμογών στις οποίες ενσωματώνονται, οι μηχανισμοί ελέγχου πρόσβασης θα πρέπει να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις για υψηλή απόδοση (high performance), αξιοπιστία (reliability), ευρωστία (robustness), υψηλή ευελιξία (high flexibility) και ανοχή λαθών (fault tolerance).

Η λήψη αποφάσεων εξουσιοδότησης σε ένα κατανεμημένο περιβάλλον, όπως αυτό που περιγράφηκε στις προηγούμενες ενότητες, είναι μια αρκετά πολύπλοκη δραστηριότητα που αφορά περισσότερους από έναν παρόχους υπηρεσιών υγείας μιας υγειονομικής περιφέρειας. Ο συνδυασμός της τεχνολογίας πρακτόρων με την τεχνολογία ροών εργασίας παρέχει τη δυνατότητα εκτέλεσης δραστηριοτήτων αυτού του βαθμού πολυπλοκότητας ενώ παράλληλα συντελεί στην αποτελεσματική αντιμετώπιση ζητημάτων που αφορούν στη διαχείριση ενός τέτοιου περιβάλλοντος (π.χ. ανοχή λαθών). Ως εκ τούτου, μπορεί να αποφέρει σημαντικά οφέλη στην ανάπτυξη των προαναφερθέντων μηχανισμών ελέγχου πρόσβασης.

Το WADE αποτελεί ένα πακέτο λογισμικού ανοιχτού κώδικα το οποίο χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη διαλειτουργικών συστημάτων πολλαπλών πρακτόρων (interoperable multi-agent systems) και αποτελεί εξέλιξη του JADE [215]. Βασικό χαρακτηριστικό του WADE, το οποίο το διαφοροποιεί από το JADE, αποτελεί η χρήση ροών εργασίας για τον ορισμό των λειτουργιών του συστήματος (system logics). Στο WADE κάθε ροή εργασίας εκφράζεται μέσω μιας κλάσης Java, η οποία έχει καλά ορισμένη δομή. Με τον τρόπο αυτό, συνδυάζονται τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας ροών εργασίας με τη δύναμη και την ευελιξία που χαρακτηρίζει τη σύγχρονη γλώσσα προγραμματισμού Java. Αν και το WADE μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υψηλού επιπέδου ενορχήστρωση (orchestration) υπηρεσιών που παρέχονται από διαφορετικά συστήματα, κύριος στόχος του είναι η υλοποίηση της εσωτερικής συμπεριφοράς κάθε συστήματος. Έτσι είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για εφαρμογές, οι οποίες συνεπάγονται την εκτέλεση δραστηριοτήτων μακράς χρονικής διάρκειας και αρκετά μεγάλης πολυπλοκότητας όπως είναι αυτά που αφορούν στην επιβολή πολιτικών ελέγχου πρόσβασης σε καταναμημένα συστήματα.

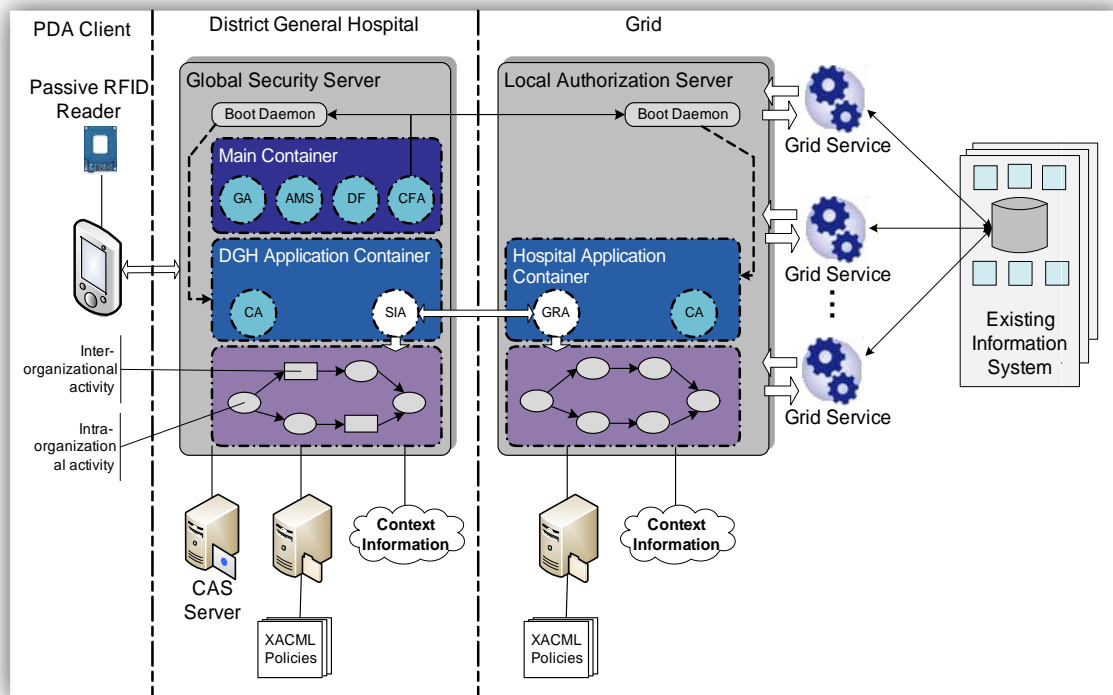
Σε αντίθεση με την πλειοψηφία των υπαρχόντων συστημάτων ροής εργασίας τα οποία παρέχουν μια ισχυρή κεντρική μηχανή, στο WADE κάθε πράκτορας μπορεί να ενσωματωθεί μια «μικρο-μηχανή ροής εργασίας» (“micro workflow engine”). Με τον τρόπο αυτό, μια πολύπλοκη διαδικασία μπορεί να εκτελεστεί από ένα σύνολο συνεργαζόμενων πρακτόρων καθένας από τους οποίους εκτελεί ένα τμήμα της διαδικασίας [245].

3.3.5.1 Υλοποίηση μηχανισμού ελέγχου πρόσβασης με χρήση του WADE

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται μια εναλλακτική προσέγγιση για την υλοποίηση του μηχανισμού ελέγχου πρόσβασης που είναι ενσωματωμένος στο σύστημα που περιγράφηκε στις προηγούμενες ενότητες. Στην προσέγγιση αυτή θεωρείται πως οι διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας μοντελοποιούνται ως ροές υπηρεσιών πλέγματος. Στο Σχήμα 3-8 παρέχεται μια απεικόνιση του μηχανισμού αυτού σε υψηλό επίπεδο αφαίρεσης. Στην ουσία, ο προτεινόμενος μηχανισμός, όπως και αυτός που προτάθηκε στην προηγούμενη ενότητα, έχει υλοποιηθεί ως ένα καταναμημένο σύστημα πολλαπλών πρακτόρων το οποίο διαχειρίζεται τις συναλλαγές του τερματικού ενός χρήστη με το υποκείμενο σύστημα. Πιο συγκεκριμένα, μεσολαβεί μεταξύ υποκειμένων (επαγγελματιών υγείας) και αντικειμένων

(δραστηριοτήτων BPEL και ΥΒΔΠ) και αποφασίζει αν θα πρέπει να επιτραπεί η πρόσβαση ενός υποκειμένου σε ένα αντικείμενο λαμβάνοντας υπόψιν την περιρρέουσα κατάσταση.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3-8, η πλατφόρμα πρακτόρων λογισμικού που υλοποιεί τον μηχανισμό ελέγχου πρόσβασης διαμορφώνεται από ένα σύνολο υποδοχέων. Σε ότι αφορά τον τύπο, τον αριθμό και την κατανομή των υποδοχέων, η προτεινόμενη αρχιτεκτονική ασφάλειας είναι ίδια με αυτή που προτάθηκε στην προηγούμενη ενότητα. Εκτός από τους πράκτορες που περιγράφηκαν στην ενότητα 3.2.4 (AMS, DF, CFA, CA, SIA και GRA), στη αρχιτεκτονική ασφάλειας που περιγράφεται σε αυτή την ενότητα ορίζεται ένας ακόμη πράκτορας, ο Gateway Agent (GA), ο οποίος φιλοξενείται στον βασικό υποδοχέα και διαχειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ της πύλης πλέγματος και του συστήματος πολλαπλών πρακτόρων που υλοποιεί τον μηχανισμό ελέγχου πρόσβασης. Οι πράκτορες SIA και GRA αναλαμβάνουν την επιβολή πολιτικών ελέγχου πρόσβασης στις δραστηριότητες BPEL και τις ΥΒΔΠ που καλούνται από τις συσχετισμένες με αυτές υπηρεσίες πλέγματος προκειμένου να διασφαλιστεί η εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και στα δύο επίπεδα (δραστηριοτήτων και ΥΒΔΠ). Οι ενέργειες που εκτελούνται από τους πράκτορες στο πλαίσιο της επεξεργασίας κάθε αιτήματος πρόσβασης μοντελοποιούνται μέσω κατάλληλων ροών εργασίας. Για το σκοπό αυτό, οι πράκτορες SIA και GRA περιλαμβάνουν μια «μικρο-μηχανή ροής εργασίας» προκειμένου να εκτελούν αυτές τις ροές εργασίας.



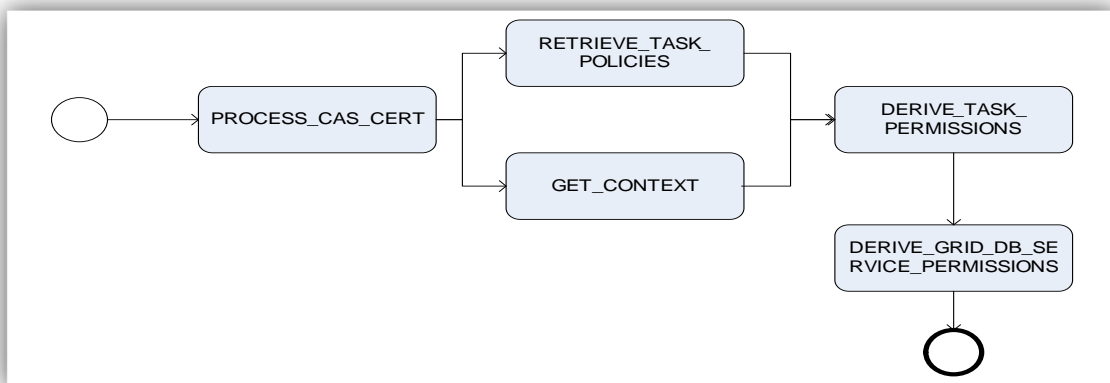
Σχήμα 3-8. Αρχιτεκτονική Ασφάλειας

Ο προτεινόμενος μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης βασίζεται στο μοντέλο ελέγχου πρόσβασης με βάση ρόλους (RBAC). Πιο συγκεκριμένα, όπως και στην προσέγγιση της προηγούμενης ενότητας, η ανάθεση ρόλων σε χρήστες πραγματοποιείται μέσω πιστοποιητικών CAS ενώ για την ανάθεση δικαιωμάτων σε ρόλους χρησιμοποιούνται πολιτικές ελέγχου πρόσβασης οι οποίες αποτυπώνονται με τη βοήθεια του RBAC profile της XACML.

Κάθε φορά που υποβάλλεται ένα αίτημα για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας, λαμβάνει χώρα ένα σύνολο ενεργειών που αφορούν στην επιβολή μιας διαβαθμισμένης (fine-grained), εξαρτώμενης από την περιρρέουσα κατάσταση (context-dependent) πολιτικής ελέγχου πρόσβασης. Οι ενέργειες αυτές συντονίζονται μέσω μιας ροής εργασίας και είναι οι ακόλουθες:

- i. **Επεξεργασία πιστοποιητικού CAS** - Αφορά στον προσδιορισμό των ρόλων που κατέχει ένας χρήστης. Αυτοί εμπεριέχονται με τη μορφή ισχυρισμών ασφάλειας στο πιστοποιητικό CAS που έχει χορηγηθεί στο χρήστη από τον εξυπηρετητή CAS προκειμένου να συνοδεύει κάθε αίτημα που αυτός υποβάλλει.
- ii. **Συλλογή πληροφοριών πλαισίου** – Αφορά στην αποτύπωση της περιρρέουσας κατάστασης μέσω της ανάκτησης των τιμών που λαμβάνουν οι πληροφορίες πλαισίου τη δεδομένη χρονική στιγμή που επιχειρείται η πρόσβαση. Σε κάθε περίπτωση λαμβάνονται υπόψιν μόνο οι πληροφορίες πλαισίου που επηρεάζουν τη λήψη της συγκεκριμένης απόφασης εξουσιοδότησης.
- iii. **Ανάκτηση των σχετικών με τις δραστηριότητες πολιτικών ασφάλειας** - Αφορά τον εντοπισμό των πολιτικών ασφάλειας που σχετίζονται με την πρόσβαση στις δραστηριότητες BPEL. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αυτές οι πολιτικές ασφάλειας είναι γραμμένες στη γλώσσα XACML και αποθηκευμένες σε αρχείο(α) στον ίδιο εξυπηρετητή του ΠΓΝ όπου είναι εγκατεστημένη και η μηχανή BPEL.
- iv. **Προσδιορισμός δικαιωμάτων αναφορικά με την εκτέλεση δραστηριοτήτων BPEL** - Αφορά αρχικά την επεξεργασία των πολιτικών που ανακτήθηκαν μέσω της δραστηριότητας (iii) προκειμένου να προσδιοριστούν τα δικαιώματα του χρήστη αναφορικά με την εκτέλεση μιας δραστηριότητας και στη συνέχεια την προσαρμογή των δικαιωμάτων αυτών με βάση την περιρρέουσα κατάσταση. Αν ο χρήστης έχει τα κατάλληλα δικαιώματα, εκκινείται η δραστηριότητα και καλείται η συσχετισμένη με αυτή υπηρεσία πλέγματος.

- ν. **Προσδιορισμός δικαιωμάτων αναφορικά με την κλήση ΥΒΔΠ** - Αφορά στον προσδιορισμό των δικαιωμάτων ενός χρήστη στις ΥΒΔΠ που χρησιμοποιούνται από τις υψηλού επιπέδου υπηρεσίες πλέγματος για την ανάκτηση των ιατρικών δεδομένων των ασθενών που απαιτούνται για την περίθαλψή τους. Αφού προσδιοριστούν οι ΥΒΔΠ που πρέπει να κληθούν από την υπηρεσία πλέγματος για το σκοπό αυτό, υποβάλλονται σχετικά αιτήματα για την κλήση τους τα οποία συνοδεύονται από το πιστοποιητικό CAS. Αυτό οδηγεί στην εκκίνηση μιας εξαιρετικά πολύπλοκης διαδικασίας η οποία αφορά την ταυτόχρονη εκτέλεση ενός αριθμού στιγμιότυπων μιας επιμέρους ροής εργασίας στους εξυπηρετητές των διαφόρων παρόχων υπηρεσιών υγείας οι οποίοι έχουν αποθηκευμένο τμήμα της απαιτούμενης πληροφορίας. Οι δραστηριότητες που περιλαμβάνει αυτή η ροή εργασίας είναι παρόμοιες με τις (i)-(iv) που περιγράφηκαν παραπάνω και στοχεύουν στον προσδιορισμό των δικαιωμάτων που έχει ένα υποκείμενο προκειμένου να κριθεί αν έχει δικαίωμα να εκτελέσει τη εκάστοτε ΥΒΔΠ. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται οι ρόλοι που έχουν εξαχθεί από το πιστοποιητικό CAS του χρήστη σε συνδυασμό με τις πολιτικές XACML οι οποίες είναι αποθηκευμένες σε ένα αρχείο σε εξυπηρετητή του εκάστοτε παρόχου υπηρεσιών υγείας (κόμβος πλέγματος). Κατά τον προσδιορισμό των δικαιωμάτων λαμβάνονται υπόψιν οι περιορισμοί που τίθενται από την περιρρέουσα κατάσταση, όπως αυτή αποτυπώνεται μέσω των πληροφοριών πλαισίου.



Σχήμα 3-9. Ροή εργασίας που αφορά στην επιβολή ελέγχου πρόσβασης

Το Σχήμα 3-9 αποτελεί σχηματική αναπαράσταση της ροής εργασίας μέσω της οποίας συντονίζονται οι πέντε δραστηριότητες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Η ροή εργασίας δημιουργήθηκε με την βοήθεια του Workflow Lifecycle Management Environment (WOLF), το οποίο αποτελεί ένα περιβάλλον για την ανάπτυξη εφαρμογών με τη χρήση του WADE

[252,253]. Πιο συγκεκριμένα, έχει υλοποιηθεί σαν κλάση Java και εκτελείται από την σχετική «μικρο-μηχανή ροής εργασίας» (“micro workflow engine”). Η «μικρο-μηχανή ροής εργασίας» εκτελεί κάθε ροή εργασίας απλά εκτελώντας τον μεταγλωττισμένο κώδικα Java που την υλοποιεί αντί να χρησιμοποιεί τον διερμηνέα (interpreter) κάποιας γλώσσας ορισμού ρών εργασίας (workflow definition language). Αυτό βελτιώνει σημαντικά την απόδοση του συστήματος, ζήτημα που είναι εξέχουσας σημασίας στον τομέα της υγείας.

3.3.6 Υλοποίηση πλαισίου ελέγχου πρόσβασης με χρήση xoRBAC

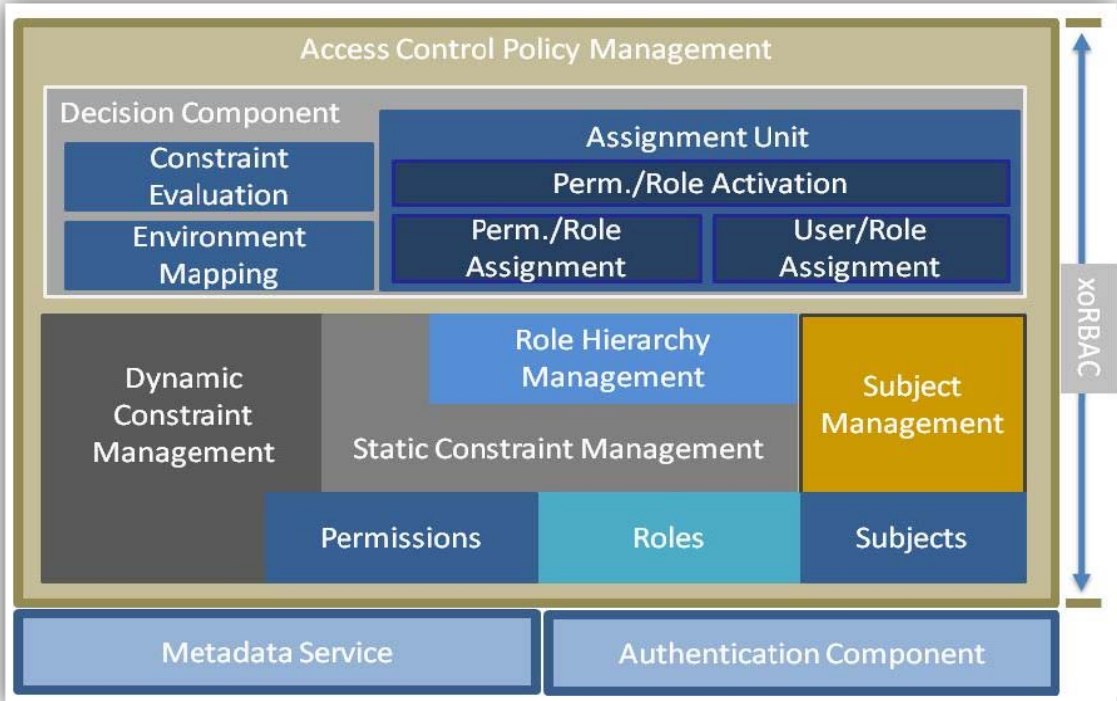
Στην ενότητα αυτή περιγράφεται μια τρίτη εναλλακτική προσέγγιση για την υλοποίηση του μηχανισμού ελέγχου πρόσβασης που περιγράφηκε στις δύο προηγούμενες ενότητες. Στην προσέγγιση αυτή, όπως και σε αυτή της ενότητας 3.2.5, θεωρείται πως οι διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας μοντελοποιούνται ως ροές υπηρεσιών πλέγματος. Βασικό κομμάτι της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής αποτελεί το συστατικό ελέγχου πρόσβασης xoRBAC [256], το οποίο παρέχει μια υπηρεσία RBAC συμβατή με το επιπέδου 4a μοντέλο NIST για το RBAC [254]. Για την καλύτερη κατανόηση της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής, πριν από την αναλυτική περιγραφή της, παρέχεται μια σύντομη περιγραφή του πακέτου λογισμικού xoRBAC.

3.3.6.1 Πακέτο λογισμικού xoRBAC

Το xoRBAC είναι ένα πακέτο λογισμικού ανοιχτού κώδικα το οποίο παρέχει δυνατότητες παρακολούθησης πολιτικών ασφάλειας που έχουν οριστεί με βάση το μοντέλο RBAC. Πιο συγκεκριμένα, το xoRBAC αποτελεί ένα σημείο λήψης αποφάσεων ελέγχου πρόσβασης με βάση συγκεκριμένες πολιτικές ασφάλειας (policy decision point) οι οποίες καταχωρούνται σε ένα αποθετήριο πολιτικών ασφάλειας (policy repository). Έχει υλοποιηθεί στην γλώσσα Extended Object Tcl (XOTcl) και μπορεί να ενσωματωθεί σε εφαρμογές που παρέχουν διασύνδεση C ή Tcl.

Το Σχήμα 3-10 απεικονίζει την εννοιολογική δομή του λογισμικού xoRBAC. Με βάση το σχήμα αυτό, τα βασικά στοιχεία του xoRBAC είναι τα υποκείμενα, τα δικαιώματα και οι ρόλοι, ενώ υπάρχουν ένα σύνολο επιμέρους συστημάτων μέσω των οποίων πραγματοποιείται η διαχείριση των στοιχείων αυτών. Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα

Subject Management παρέχει ένα μέσο για τη διαχείριση των υποκειμένων, δηλαδή των οντοτήτων που μπορούν να εκκινήσουν μια λειτουργία (π.χ. εκτέλεση δραστηριότητας, κλήση ΥΒΔΠ).



Σχήμα 3-10. Εννοιολογική δομή xACBAC

Η διαχείριση των περιορισμών που διέπουν την ανάθεση δικαιωμάτων σε ρόλους πραγματοποιείται από δύο ξεχωριστά υποσυστήματα, τα:

- ♦ **Static Constraint Management** - Αφορά δύο εκ των τριών βασικών στοιχείων του xACBAC, τα δικαιώματα και τους ρόλους. Πιο συγκεκριμένα, δίνει τη δυνατότητα ορισμού πληθικότητας (cardinalities) για τα στοιχεία αυτά καθώς και περιορισμών (constraints) στο πλαίσιο του στατικού διαχωρισμού καθηκόντων (Static Separation of Duties – SSD).
- ♦ **Dynamic Constraint Management** - Επιτρέπει τον ορισμό συνθηκών και περιορισμών πλαισίου.

Το υποσύστημα **Role Hierarchy Management** αναλαμβάνει τη διαχείριση των ιεραρχιών ρόλων. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιεί το Static Constraint Management προκειμένου να διασφαλίσει τον ορισμό ιεραρχιών ρόλων σε συμφωνία με τους περιορισμούς που έχουν ήδη οριστεί στο πλαίσιο του στατικού διαχωρισμού καθηκόντων. Τέλος, δύο υποσυστήματα

που παίζουν σημαντικό ρόλο στην διαχείριση των πολιτικών ελέγχου πρόσβασης είναι τα ακόλουθα:

- ♦ **Decision Component** - Περιλαμβάνει το *Environment Mapping*, το οποίο συλλέγει τις πληροφορίες πλαισίου μέσω αισθητήρων και το *Constraint Evaluation*, το οποίο χρησιμοποιεί τις τιμές που συλλέχθηκαν προκειμένου να εκτιμήσει τους σχετικούς περιορισμούς πλαισίου οι οποίοι καθορίζουν αν θα πρέπει να γίνει απόδοση ενός δικαιώματος σε κάποιον χρήστη.
- ♦ **Assignment Unit** – Χρησιμοποιείται αρχικά για την ανάθεση δικαιωμάτων σε ρόλους και χρηστών σε ρόλους και κατόπιν για την ενεργοποίηση αυτών των αναθέσεων.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του xORBAC είναι τα ακόλουθα:

- ♦ Δυνατότητα πολλά-προς-πολλά ανάθεσης (ανάκλησης) ρόλων σε (από) χρήστες και δικαιωμάτων σε (από) ρόλους.
- ♦ Υποστήριξη ιεραρχιών ρόλων οι οποίοι μπορούν να απεικονιστούν υπό τη μορφή ενός κατευθυνόμενου μη κυκλικού γράφου (Directed Acyclic Graph – DAG) (κληρονομικότητα δικαιωμάτων).
- ♦ Δυνατότητα ορισμού δικαιωμάτων, η ανάθεση των οποίων υπόκειται σε περιορισμούς που αποτυπώνονται μέσω αντίστοιχων περιορισμών πλαισίου.
- ♦ Δυνατότητα ορισμού περιορισμών σε ρόλους και δικαιώματα στο πλαίσιο του στατικού διαχωρισμού καθηκόντων (SSD constraints) (κληρονομικότητα SSD περιορισμών μέσω της ιεραρχίας ρόλων).
- ♦ Ορισμός μέγιστης και ελάχιστης πληθικότητας (cardinalities) για τους ρόλους καθώς και για τα δικαιώματα πρόσβασης.
- ♦ Παροχή εκτεταμένων λειτουργιών παρακολούθησης (review), π.χ. παρακολούθηση υποκειμένων-ρόλων, δικαιωμάτων-ρόλων και υποκειμένων-δικαιωμάτων.
- ♦ Δυνατότητες εισαγωγής (import) και εξαγωγής (export) των πολιτικών ελέγχου πρόσβασης του xORBAC ως μεταδεδομένα RDF (RDF metadata) με σύνταξη XML.
- ♦ Παροχή γραφικού περιβάλλοντος διαχείρισης το οποίο υποστηρίζει όλες τις λειτουργίες του xORBAC.
- ♦ Εξαγωγή πολιτικών XACML από τα σύνολα κανόνων πολιτικής που έχουν οριστεί μέσω του xORBAC (xORBAC policy rule sets).

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του xORBAC είναι πως η ενσωμάτωσή του σε κάποιο σύστημα δεν προϋποθέτει την χρήση κάποιου συγκεκριμένου μηχανισμού αυθεντικοποίησης [254].

Έτσι, παρέχεται η δυνατότητα χρήσης του καταλληλότερου, κατά περίπτωση μηχανισμού αυθεντικοποίησης.

3.3.6.2 Μέθοδος Αυθεντικοποίησης στο HDGPortal

Στο πρωτότυπο HDGPortal η αυθεντικοποίηση πραγματοποιείται μέσω ενός σύγχρονου μηχανισμού ο οποίος βασίζεται σε X.509 πιστοποιητικά και το πρωτόκολλο SSL. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται ο μηχανισμός αυθεντικοποίησης του Grid Security Infrastructure (GSI) ο οποίος ορίζει αλγόριθμους και πρωτόκολλα μοναδικής σύνδεσης (single sign-on), διατομεακά (cross-domain) πρωτόκολλα αυθεντικοποίησης και πρόχειρα διαπιστευτήρια τα οποία ονομάζονται proxy διαπιστευτήρια. Τα διαπιστευτήρια αυτά αποθηκεύονται στον εξυπηρετητή MyProxy [223], ο οποίος στην περίπτωση του προτεινόμενου συστήματος, φιλοξενείται στο ΠΓΝ. Οι επαγγελματίες υγείας χρησιμοποιούν τον εξυπηρετητή MyProxy προκειμένου να μεταβιβάσουν τα διαπιστευτήριά τους στο HDGPortal, το οποίο στη συνέχεια ενεργεί για λογαριασμό τους. Αυτό επιτυγχάνεται με την αποθήκευση των διαπιστευτηρίων στο αποθετήριο του MyProxy και την ανάκτησή τους τα κατά την είσοδο του επαγγελματία υγείας στο HDGPortal με τη χρήση του συνθηματικού του MyProxy. Όλες οι δικτυακές συναλλαγές πραγματοποιούνται κάτω από το πρωτόκολλο Secure Socket Layer (SSL) μέσω HTTPS.

3.3.6.3 Υλοποίηση μηχανισμού ελέγχου πρόσβασης με βάση το xRBAC

Ο μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης που περιγράφεται σε αυτή την ενότητα έχει επίγνωση πλαισίου (context-awareness) και υιοθετεί τη φιλοσοφία του ενδιάμεσου (middleware-based). Βασικά συστατικά του αποτελούν τα ακόλουθα δύο είδη υπηρεσιών ελέγχου πρόσβασης, καθένα από τα οποία χρησιμοποιεί ένα στιγμιότυπο του συστατικού xRBAC.

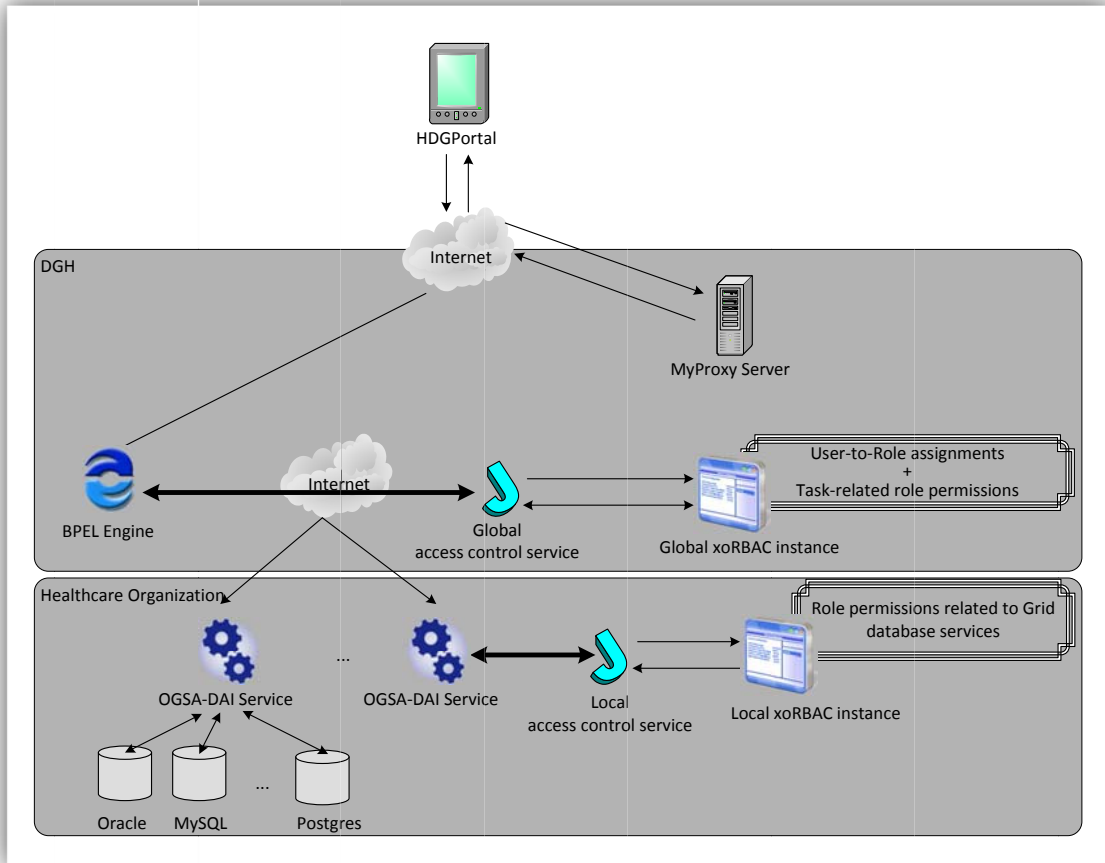
- ♦ **Σφαιρική υπηρεσία ελέγχου πρόσβασης** - επεκτείνει τη λειτουργικότητα της BPEL μηχανής παρέχοντας δυνατότητες ελέγχου πρόσβασης στις δραστηριότητες κάθε BPEL διαδικασίας που φιλοξενείται στη μηχανή BPEL του ΠΓΝ.
- ♦ **Τοπική υπηρεσία ελέγχου πρόσβασης** - είναι συμπληρωματική προς αυτή του OGSA-DAI και ελέγχει την πρόσβαση στις ΥΒΔΠ. Ουσιαστικά αυτή η υπηρεσία αναβαθμίζει το μηχανισμό ελέγχου πρόσβασης του OGSA-DAI αφού προσθέτει λειτουργικότητα που επιτρέπει την λήψη αποφάσεων με βάση την περιρρέουσα κατάσταση. Οι ΥΒΔΠ φιλοξενούνται στους εξυπηρετητές ιστού κάθε παρόχου υπηρεσιών υγείας και

αποτελούν τη βάση για την υλοποίηση των υπηρεσιών πλέγματος που καλούνται από τις δραστηριότητες BPEL.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι υπηρεσίες ελέγχου πρόσβασης χρησιμοποιούν δύο είδη στιγμιότυπων xoRBAC. Πιο συγκεκριμένα,

- ♦ Η σφαιρική υπηρεσία ελέγχου πρόσβασης χρησιμοποιεί ένα στιγμιότυπο xoRBAC (**σφαιρικό στιγμιότυπο xoRBAC - global xoRBAC instance**) για τον καθορισμό των δικαιωμάτων στις αντίστοιχες δραστηριότητες BPEL που απαρτίζουν κάθε διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας. Αυτά τα δικαιώματα αποδίδονται σε ρόλους οι οποίοι με τη σειρά τους αποδίδονται σε επαγγελματίες υγείας. Το σφαιρικό στιγμιότυπο xoRBAC φιλοξενείται σε έναν εξυπηρετητή που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του ΠΓΝ.
- ♦ Κάθε τοπική υπηρεσία ελέγχου πρόσβασης χρησιμοποιεί ένα στιγμιότυπο xoRBAC (**τοπικό στιγμιότυπο xoRBAC - local xoRBAC instance**) για τον καθορισμό των δικαιωμάτων στις αντίστοιχες ΥΒΔΠ οι οποίες καλούνται από τις σχετικές δραστηριότητες. Το τοπικό στιγμιότυπο xoRBAC βρίσκεται σε εξυπηρετητή που φιλοξενείται στον αντίστοιχο οργανισμό παροχής ιατρικής φροντίδας.

Σύμφωνα με τον προτεινόμενο μηχανισμό, κάθε αίτημα για εκτέλεση μιας δραστηριότητας, το οποίο υποβάλλεται από έναν επαγγελματία υγείας, μεταβιβάζεται στο σφαιρικό στιγμιότυπο xoRBAC το οποίο αποφαινεται σχετικά με το αν ο επαγγελματίας υγείας έχει τα απαραίτητα δικαιώματα για την εκτέλεση της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Δεδομένου ότι κάθε δραστηριότητα έχει τη δυνατότητα να καλέσει το πολύ μια υπηρεσία πλέγματος, η απόδοση δικαιώματος εκτέλεσης μιας δραστηριότητας συνεπάγεται την απόδοση πρόσβασης στην υποκείμενη υπηρεσία πλέγματος. Για τη λήψη οποιασδήποτε απόφασης εξουσιοδότησης λαμβάνεται υπόψιν το σύνολο των ενεργών ρόλων ενός υποκειμένου (επαγγελματία υγείας) και η κατάσταση που επικρατεί τη χρονική στιγμή που επιχειρείται η πρόσβαση σε έναν πόρο. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης μιας δραστηριότητας, καλείται η σχετική υπηρεσία πλέγματος, η οποία με τη σειρά της μπορεί να συνεπάγεται την κλήση ενός αριθμού ΥΒΔΠ που είναι δημοσιευμένες σε διαφορετικούς οργανισμούς εντός των ορίων μιας υγειονομικής περιφέρειας. Κάθε αίτημα για την κλήση μιας ΥΒΔΠ μεταβιβάζεται στο τοπικό στιγμιότυπο xoRBAC το οποίο αποφασίζει αν θα πρέπει να δοθεί πρόσβαση στην ΥΒΔΠ λαμβάνοντας πάντα υπόψιν την περιρρέουσα κατάσταση.



Σχήμα 3-11. Εννοιολογική δομή xοRBAC

1. Διαχείριση πληροφοριών πλαισίου

Το μοντέλο πληροφοριών πλαισίου που χρησιμοποιείται στην προτεινόμενη προσέγγιση είναι ίδιο με αυτό της ενότητας 3.2.4.3. Οι πληροφορίες πλαισίου (context information), οι οποίες λαμβάνονται υπόψιν κατά τη λήψη αποφάσεων ελέγχου πρόσβασης, χρησιμοποιούνται για τον ορισμό περιορισμών πλαισίου (context constraints) μέσω των οποίων παρέχεται η δυνατότητα επιβολής διαβαθμισμένων (fine-grained), εξαρτώμενων από το πλαίσιο (context-dependent) πολιτικών ελέγχου πρόσβασης. Στο συστατικό xοRBAC, η επιβολή τέτοιων πολιτικών επιτυγχάνεται μέσω του υποσυστήματος **Dynamic Constraint Manager**. Αυτό το συστατικό αποτελείται από τα ακόλουθα επιμέρους συστατικά [257]:

- ♦ **Environment mapping** - Αναλαμβάνει τη συλλογή πληροφοριών πλαισίου μέσω φυσικών (physical) και λογικών (logical) αισθητήρων, και
- ♦ **Constraint evaluation** - Χρησιμοποιεί τις τιμές των πληροφοριών πλαισίου που συλλέχθηκαν από το Environment mapping προκειμένου να εκτιμήσει τους σχετικούς

περιορισμούς πλαισίου που διέπουν την απόδοση ενός συγκεκριμένου δικαιώματος πρόσβασης (conditional permission).

Οι περιορισμοί πλαισίου (context constraints) συνδυάζουν και συσχετίζουν τις μετρήσεις των αισθητήρων μέσω ενός συνόλου συνθηκών πλαισίου (context conditions) [257].

Στο HDGPortal, οι πληροφορίες πλαισίου συλλέγονται από ένα πλήθος λογικών αισθητήρων οι οποίοι παρέχονται από το xORBAC. Στην ουσία πρόκειται για αισθητήρες λογισμικού οι οποίοι εξάγουν τις πληροφορίες που απαιτούνται από εσωτερικούς πόρους συστήματος (π.χ. διεύθυνση IP μιας συγκεκριμένης συσκευής, πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες σε βάσεις δεδομένων ή αρχεία καταγραφής - log, κατάσταση άλλων εφαρμογών ή υπηρεσιών, ταυτότητα CPU, κατάσταση CPU, φόρτος δικτύου κλπ) [255]. Στην τρέχουσα έκδοσή του, το xORBAC υποστηρίζει τρεις τύπους λογικών αισθητήρων, τους Localhost, Database και Flatfile. Το HDGPortal χρησιμοποιεί αυτούς τους τύπους αισθητήρων σε συνδυασμό με έναν αισθητήρα για αυθεντικοποίηση (Authentication Sensor). Οι αισθητήρες Database και Flatfile χρησιμοποιούνται στην τρέχουσα μορφή τους ενώ ο αισθητήρας Localhost επεκτάθηκε προκειμένου να παρέχει πρόσθετες πληροφορίες (δηλαδή η διεύθυνση IP της συσκευής του χρήστη). Επιπλέον, ο αισθητήρας Authentication είναι ένα λογικός αισθητήρας ο οποίος υλοποιήθηκε προκειμένου να εκτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες στις πληροφορίες πλαισίου που σχετίζονται με το χρήστη (δηλαδή έλεγχος εγκυρότητας του πρόχειρου πιστοποιητικού του χρήστη). Πιο συγκεκριμένα,

- ♦ Ο αισθητήρας Localhost συλλέγει πληροφορίες πλαισίου που σχετίζονται με το περιβάλλον (δηλαδή ώρα που επιχειρήθηκε η πρόσβαση και η τοποθεσία του χρήστη). Η ώρα συλλέγεται μέσω της συνάρτησης *clock*, η οποία παρέχεται από τον αισθητήρα Localhost. Για τον προσδιορισμό της τοποθεσίας από όπου επιχειρήθηκε η πρόσβαση, η λειτουργικότητα του LocalhostSensor επεκτάθηκε με την προσθήκη μιας επιπλέον συνάρτησης πλαισίου (context function), δηλαδή της *clientLocation* η οποία επεξεργάζεται τις επικεφαλίδες HTTP (HTTP headers) του κάθε αιτήματος που υποβάλλεται προκειμένου να αποκομίσει την διεύθυνση IP του τερματικού από το οποίο επιχειρείται η πρόσβαση και έτσι να επιβεβαιώσει πως ο επαγγελματίας υγείας που το χρησιμοποιεί είναι εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου τη χρονική στιγμή που επιχειρείται η πρόσβαση.
- ♦ Ο αισθητήρας Database συλλέγει τμήμα των πληροφοριών πλαισίου που σχετίζονται με τον χρήστη (δηλαδή τη σχέση χρήστη/ασθενούς). Αυτές οι πληροφορίες ανακτώνται

μέσω ερωτημάτων (queries) στη σχετική βάση δεδομένων MySQL. Ένα σημαντικό μειονέκτημα αυτού του αισθητήρα είναι πως απαιτείται σε βάθος γνώση του σχήματος της υποκείμενης βάσης δεδομένων.

- ♦ Ο αισθητήρας Flatfile συλλέγει πληροφορίες πλαισίου που σχετίζονται με τον πάροχο υπηρεσιών υγείας στο σύστημα του οποίου είναι αποθηκευμένο τμήμα του ιατρικού φακέλου του ασθενούς. Αυτές οι πληροφορίες είναι η τοπική πολιτική ελέγχου πρόσβασης του παρόχου αναφορικά με συγκεκριμένα άτομα (δηλαδή μια λίστα ελέγχου πρόσβασης - access control list) και αποθηκεύεται σε ένα αρχείο που φιλοξενείται σε κάποιον εξυπηρετητή του παρόχου. Αν στο αρχείο αυτό υπάρχει μια καταχώρηση για έναν χρήστη, όταν αυτός αιτείται πρόσβασης σε μια πηγή δεδομένων, η σχετική απόφαση εξουσιοδότησης βασίζεται στα δικαιώματα που του έχουν ανατεθεί μέσω αυτής της καταχώρησης και παραμερίζει (overrides) οποιαδήποτε απόφαση εξουσιοδότησης προέκυψε λαμβάνοντας υπόψιν τις υπόλοιπες πληροφορίες πλαισίου.
- ♦ Ο αισθητήρας Authentication ελέγχει τα διαπιστευτήρια που χρησιμοποιούνται από τον χρήστη όταν αυτός αιτείται πρόσβασης στο σύστημα.

Στην περίπτωση της διαδικασίας παροχής ιατρικής φροντίδας του Σχήματος 3-1, ο ιατρός έχει το δικαίωμα να εκτελέσει την δραστηριότητα "IssueRadRequest" (δηλαδή να εκδώσει εντολή για την εκτέλεση μια ακτινολογικής πράξης σε έναν από τους ασθενείς του) όταν είναι σε εφημερία και εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου. Έτσι, τα χαρακτηριστικά που πρέπει να ληφθούν υπόψιν στη σχετική απόφαση εξουσιοδότησης είναι:

1. current_date_&_time
2. duty_date_&_time_interval
3. client_IP_address
4. in_premises_IP_address

Οι τιμές αυτών των χαρακτηριστικών συλλέγονται μέσω ενός υποσυνόλου των αισθητήρων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι συνθήκες πλαισίου (context conditions) που πρέπει να είναι αληθείς (true) προκειμένου να επιτραπεί η πρόσβαση στον χρήστη είναι οι ακόλουθες:

1. current_date_&_time in duty_date_&_time_interval
2. client_IP_address is-a in_premises_IP_address

Αυτές οι συνθήκες πλαισίου συνθέτουν τον περιορισμό πλαισίου που διέπει την απόδοση δικαιώματος πρόσβασης στην δραστηριότητα "IssueRadRequest". Αυτός ο περιορισμός εκτιμάται από το συστατικό Constraint Evaluation του υποσυστήματος Dynamic Constraint

Management του xοRBAC οποτεδήποτε υποβάλλεται αίτημα πρόσβασης στη δραστηριότητα.

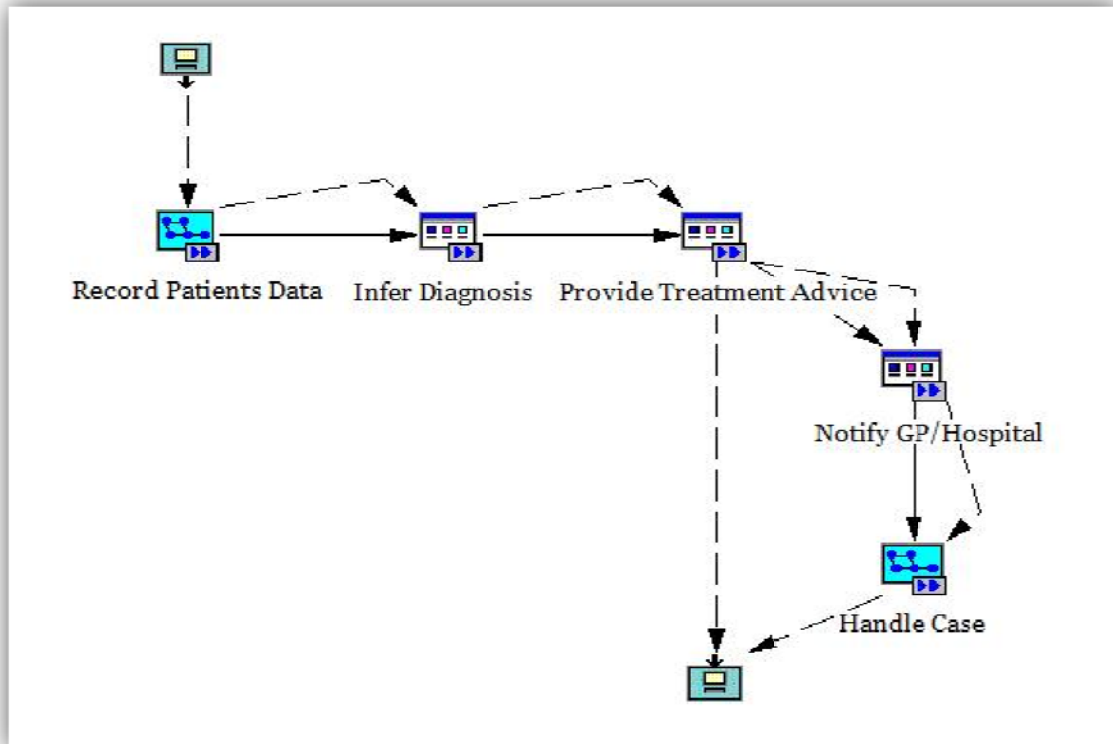
3.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΩΝ ΣΤΟΥΣ ΑΣΘΕΝΕΙΣ

Μεταξύ των υπηρεσιών υγείας που παρέχονται σήμερα στους πολίτες συγκαταλέγεται η κατ'οίκον φροντίδα υπό τη μορφή παροχής ιατρικών συμβουλών και διαχείρισης επειγόντων περιστατικών [260,261]. Αυτές οι υπηρεσίες απαιτούν πρόσβαση στα δεδομένα του ιατρικού φακέλου του ασθενούς, τα οποία, όπως αναφέρθηκε στις προηγούμενες ενότητες, είναι διασκορπισμένα σε ανομοιογενή και γεωγραφικά διάσπαρτα συστήματα. Ως εκ τούτου, η συνεργασία και ο συντονισμός μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών υγείας που συμμετέχουν στην κατ'οίκον φροντίδα των ασθενών αποτελεί σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Προηγμένες τεχνολογίες, όπως η τεχνολογία πλέγματος έχουν την προοπτική να υποστηρίξουν τη παροχή κατ'οίκον φροντίδας και να επιτύχουν μεγαλύτερο βαθμό ολοκλήρωσης των διεπιχειρησιακών διαδικασιών καθιστώντας το περιβάλλον του σπιτιού τμήμα του νοσοκομείου ή οποιουδήποτε άλλου παρόχου υπηρεσιών υγείας. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η ύπαρξη κατάλληλης τεχνολογικής υποδομής. Αν και η τεχνολογία πλέγματος μπορεί να υποστηρίξει την ολοκλήρωση των υπηρεσιών παροχής ιατρικής φροντίδας οι οποίες παρέχονται από διαφορετικούς παρόχους, δεν τις καθιστά διαθέσιμες στο σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας (δηλαδή στο σπίτι του ασθενούς) το οποίο είναι συνήθως ένα περιβάλλον με φτωχή δικτυακή και πληροφοριακή υποδομή. Η ολοκλήρωση των κινητών και ασύρματων συσκευών με την τεχνολογία πλέγματος παρέχουν δυνατότητα συνεχούς πρόσβασης στις υπηρεσίες πλέγματος από οπουδήποτε [258].

Σε αυτή την ενότητα περιγράφεται μια πύλη πλέγματος, η MASPortal η οποία παρέχει πρόσβαση μέσω του διαδικτύου σε ένα σύστημα παροχής ιατρικών διαγνώσεων και συμβουλών θεραπείας. Η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος ακολουθεί τη φιλοσοφία της αρχιτεκτονικής περιγράφηκε στην ενότητα 3.2.3 και η αξία της έγκειται στο ότι για την υποστήριξη της ολοκληρωμένης και συμμετοχικής κατ'οίκον ιατρικής φροντίδας των ασθενών χρησιμοποιεί τα ήδη υπάρχοντα συστήματα αλλά και σύγχρονες τεχνολογίες, όπως η τεχνολογία πλέγματος και η τεχνολογία ρών εργασίας. Αναλυτική περιγραφή της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής παρέχεται στις επόμενες ενότητες.

3.4.1 Μοντελοποίηση Διεπιχειρησιακής Διαδικασίας Παροχής Ιατρικών Συμβουλών

Το σύστημα που αναπτύχθηκε αφορά στην παροχή ιατρικής διάγνωσης και συμβουλών θεραπείας στο πλαίσιο της κατ'οίκον φροντίδας των ατόμων. Αυτά τα άτομα ενδεχομένως έχουν λάβει κατά τη διάρκεια της ζωής τους ιατρική φροντίδα σε περισσότερους του ενός παρόχους υπηρεσιών υγείας εντός των ορίων μιας υγειονομικής περιφέρειας. Στο πλαίσιο αυτό, υπάρχει **(α)** ανάγκη για αυτοματοποιημένη εκτέλεση των σχετικών διαδικασιών ιατρικής φροντίδας οπουδήποτε και οποτεδήποτε και **(β)** μέσω της εκτέλεσης των διαδικασιών αυτών, ανάγκη για πρόσβαση σε ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία των ασθενών.



Σχήμα 3-12. Μια υψηλού επιπέδου θεώρηση του μοντέλου διαδικασίας που αφορά στην παροχή διαγνώσεων και ιατρικών συμβουλών με χρήση του IBM WebSphere Workflow build-time

Ένα πιθανό σενάριο είναι το εξής: ο ασθενής παρέχει πληροφορίες σχετικές με τα συμπτώματά του και/ή τις ζωτικές λειτουργίες του (π.χ. αρτηριακή πίεση) οι οποίες στη συνέχεια χρησιμοποιούνται προκειμένου να εκτιμηθεί η κατάσταση της υγείας του. Για το σκοπό αυτό απαιτείται η ανάκτηση

- ♦ των ιατρικών δεδομένων του ασθενούς τα οποία έχουν καταγραφεί κατά το παρελθόν, και

- ♦ όλων των πιθανών διαγνώσεων που αντιστοιχούν στα συμπτώματά του.

Αφού εξεταστούν όλα τα δεδομένα, προσδιορίζονται οι κατάλληλες ιατρικές συμβουλές οι οποίες στη συνέχεια παρέχονται στον ασθενή. Στην περίπτωση που η κατάσταση του ασθενούς κρίνεται κρίσιμη αποστέλλεται ειδοποίηση στον γενικό ιατρό που τον παρακολουθεί ή πραγματοποιείται μια κλήση σε κάποιο νοσοκομείο προκειμένου ο ασθενής να δηλωθεί ως επείγον περιστατικό και να αντιμετωπιστεί καταλλήλως.

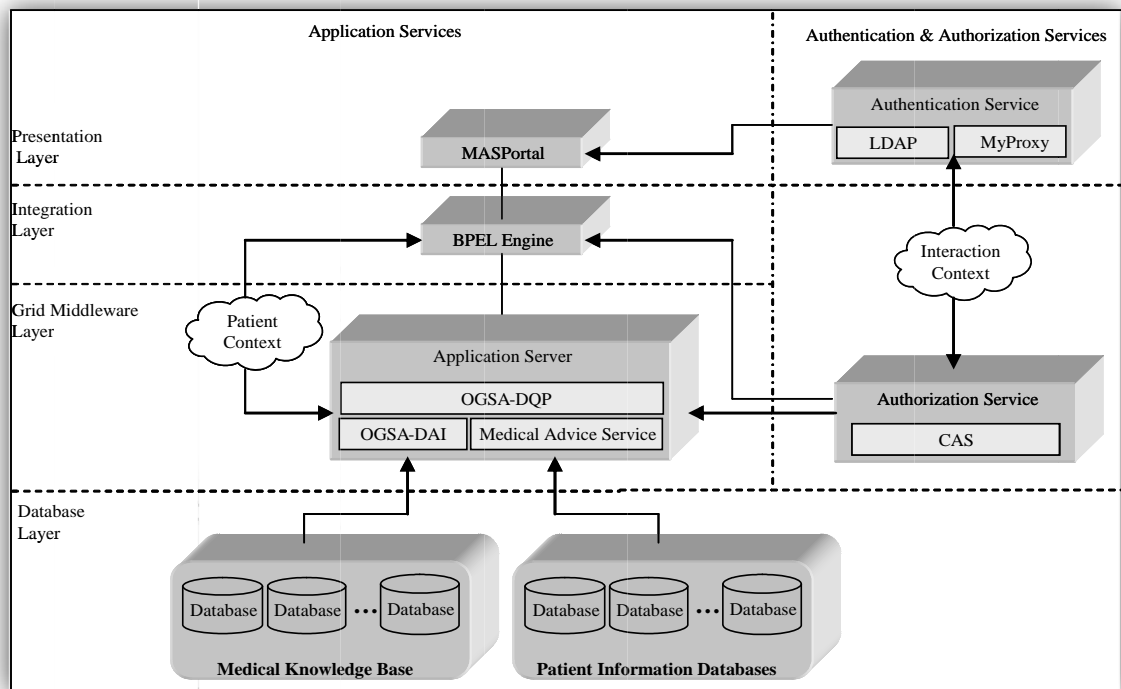
Στο Σχήμα 3-12 απεικονίζεται το μοντέλο διαδικασίας που αντιστοιχεί στην διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας που περιγράφηκε παραπάνω. Η διαδικασία αυτή έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας το IBM Websphere Workflow Buildtime [212]. Οι ρόλοι που εμπλέκονται στην εκτέλεση αυτής της διαδικασίας είναι ο ασθενής και ο γενικός παθολόγος (general practitioner - GP) που τον επιβλέπει ή ο νοσοκομειακός ιατρός στην περίπτωση που ο ασθενής παραπέμπεται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών ενός νοσοκομείου.

Πίνακας 3-2. Απόσπασμα εξουσιοδοτήσεων για την διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας του Σχήματος 3-12 (αναφορικά με τα δικαιώματα εκτέλεσης δραστηριοτήτων και πρόσβασης σε δεδομένα).

Απαιτήσεις Εξουσιοδότησης	
1.	Οι ασθενείς με έγκυρο κωδικό ταυτοποίησης ή οι άνθρωποι που τους παρέχουν κατ' οίκον φροντίδα έχουν τη δυνατότητα να ζητήσουν ιατρική διάγνωση και συμβουλές θεραπείας (Infer Diagnosis).
1.1	Οι ασθενείς ή οι άνθρωποι που τους παρέχουν κατ' οίκον φροντίδα μπορούν να προσπελάσουν ιατρικά δεδομένα των ασθενών τα οποία έχουν καταγραφεί κατά το παρελθόν.
1.2	Οι ασθενείς ή οι άνθρωποι που τους παρέχουν κατ' οίκον φροντίδα μπορούν να λάβουν μια λίστα από πιθανές διαγνώσεις οι οποίες προέκυψαν από το σύστημα.
2.	Οι ασθενείς ή οι άνθρωποι που τους παρέχουν κατ' οίκον φροντίδα μπορούν να λάβουν μια λίστα από συμβουλές θεραπείας οι οποίες προέκυψαν από το σύστημα (Provide Treatment Advice).
3.	Οι ασθενείς ή οι άνθρωποι που τους παρέχουν κατ' οίκον φροντίδα μπορούν να επιλέξουν να ειδοποιήσουν το γενικό ιατρό ή κάποιο νοσοκομείο στην περίπτωση που η κατάσταση του ασθενούς θεωρηθεί από το σύστημα ως κρίσιμη (Notify GP/Hospital).
4.	Ο γενικός ιατρός ή κάποιος εφημερεύων νοσοκομειακός ιατρός που κατέχει την κατάλληλη ειδικότητα μπορούν να αναλάβουν την περίθαλψη του ασθενούς του οποίου η κατάσταση θεωρήθηκε κρίσιμη από το σύστημα (Handle Case).

Η διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας του Σχήματος 3-12 αναδεικνύει κάποιες απαιτήσεις σχετικά με τις εξουσιοδοτήσεις πρόσβασης στις δραστηριότητες (εκτέλεση) και στις ΥΒΔΠ (κλήση). Αυτές ταυτίζονται με τις αντίστοιχες απαιτήσεις που αναλύθηκαν στην

ενότητα 3.2.1. Έτσι, για παράδειγμα, σε ότι αφορά την εκτέλεση δραστηριοτήτων, ειδοποιήσεις για την κρισιμότητα της κατάστασης υγείας ενός ασθενούς θα πρέπει να αποστέλλονται στον γενικό ιατρό που τον παρακολουθεί (ή σε ένα υποσύνολο νοσοκομειακών ιατρών που βρίσκονται σε εφημερία και κατέχουν την κατάλληλη ειδικότητα). Σε ότι αφορά την πρόσβαση δεδομένων, κατά την εκτέλεση της δραστηριότητας “Infer Diagnosis”, το ιατρικό ιστορικό του ασθενούς είναι προσβάσιμο μόνο από τον ίδιο τον ασθενή ή από το άτομο που τον φροντίζει στο σπίτι. Τέλος, σε ότι αφορά την εκχώρηση δικαιωμάτων, ένας νοσοκομειακός ιατρός, μετά τη λήψη ειδοποίησης για την κρισιμότητα της κατάστασης ενός ασθενούς, θα πρέπει να αποκτήσει πρόσβαση στον ιατρικό φάκελο του ασθενούς προκειμένου να εκτελέσει με επιτυχία οποιαδήποτε δραστηριότητα ή και διαδικασία απαιτείται για τη θεραπεία του ασθενούς. Ωστόσο, ο ιατρός δε θα πρέπει να διατηρήσει αυτό το δικαίωμα και μετά την επιτυχή εκτέλεση της δραστηριότητας/διαδικασίας.



Σχήμα 3-13. Αρχιτεκτονική Συστήματος

Συνεπώς, και στην περίπτωση των διαδικασιών παροχής κατ'οίκον φροντίδας, απαιτείται ο καθορισμός ευέλικτων και μεγάλης ακρίβειας πολιτικών εξουσιοδότησης οι οποίες ικανοποιούν την αρχή των ελαχίστων προνομίων. Τα χαρακτηριστικά αυτών των πολιτικών έχουν ήδη αναφερθεί αναλυτικά στην ενότητα 3.2.1.

3.4.2 Αρχιτεκτονική Συστήματος

Το Σχήμα 3-13 απεικονίζει την αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος σε υψηλό επίπεδο αφαίρεσης. Στο πλαίσιο αυτής της αρχιτεκτονικής ορίζονται τα ακόλουθα τέσσερα επίπεδα:

- ♦ *Επίπεδο Βάσεων Δεδομένων (Database Layer):* Αναφέρεται στο πλέγμα ιατρικών δεδομένων, το οποίο αποτελείται από πολλές απομακρυσμένες πηγές δεδομένων. Αυτές είναι ετερογενείς και βρίσκονται σε γεωγραφικά διάσπαρτους και με διαφορετική οργανωτική δομή οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας. Οι βάσεις δεδομένων που έχουν ενσωματωθεί στο προτεινόμενο σύστημα μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες:

- **Βάσεις δεδομένων ιατρικών πληροφοριών ασθενών** - χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των ιατρικών δεδομένων των ασθενών σε κάθε οργανισμό παροχής υπηρεσιών υγείας εντός των ορίων της υγειονομικής περιφέρειας.
- **Ιατρικές γνωσιακές βάσεις δεδομένων** - Χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση διαγνώσεων και των συσχετιζόμενων με αυτές συμπτωμάτων σε κάθε οργανισμό παροχής υπηρεσιών υγείας εντός των ορίων της υγειονομικής περιφέρειας.

Όλες οι βάσεις δεδομένων είναι εγκατεστημένες σε υπολογιστικά συστήματα τα οποία αποτελούν κόμβους του πλέγματος ιατρικών δεδομένων και είναι προσβάσιμες μέσω υπηρεσιών πλέγματος οι οποίες είναι καταγεγραμμένες στο μητρώο DAISGR της υγειονομικής περιφέρειας.

- ♦ *Επίπεδο Ενδιάμεσου Λογισμικού (Grid Middleware Layer):* Αναφέρεται στο Globus Toolkit και το OGSA-DAI, τα οποία είναι εγκατεστημένα στον εξυπηρετητή ιστού/εφαρμογών του ΠΓΝ. Σε αυτόν φιλοξενείται επίσης και η υπηρεσία παροχής ιατρικών συμβουλών (Medical Advice Service - MAS) που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της κατάστασης της υγείας του ασθενούς.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, το OGSA-DAI είναι το ενδιάμεσο λογισμικό που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία των συγκεκριμένων ΥΒΔΠ μέσω των οποίων πραγματοποιείται η διαχείριση των ιατρικών δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στο πλέγμα ιατρικών δεδομένων. Οι ΥΒΔΠ μπορούν να υλοποιηθούν είτε μέσω των βασικών υπηρεσιών του OGSA-DAI (OGSA-DAI Basic Services) στην περίπτωση που απαιτείται η πρόσβαση στη βάση δεδομένων ενός μόνο παρόχου είτε μέσω του OGSA-DAI Distributed Query στην περίπτωση που απαιτείται ανάκτηση ολοκληρωμένης ιατρικής πληροφορίας που είναι κατανεμημένη εντός των ορίων της υγειονομικής περιφέρειας. Το OGSA-DAI Distributed Query αποτελεί στην ουσία έναν

επεξεργαστή κατανεμημένων ερωτημάτων ο οποίος έχει τη δυνατότητα να εκτελεί παράλληλα ΥΒΔΠ που έχουν υλοποιηθεί με τη χρήση του OGSA-DAI Basic Services και άλλες υπηρεσίες ιστού/πλέγματος. Με τον τρόπο αυτό συνδυάζεται η πρόσβαση στα δεδομένα και η ανάλυση των δεδομένων αυτών [225]. Για τον προσδιορισμό των ΥΒΔΠ που απαιτούνται για την ανάκτηση κάθε τμήματος δεδομένων χρησιμοποιείται το μητρώο υπηρεσιών DAISGR όπου είναι καταχωρημένες όλες οι υπηρεσίες που παρέχονται εντός των ορίων της υγειονομικής περιφέρειας.

Η υπηρεσία MAS είναι μια υπηρεσία ιστού η οποία πραγματοποιεί την εκτίμηση της κατάστασης υγείας του ασθενούς δεδομένων των πληροφοριών που έχει εισάγει ο ασθενής στο σύστημα και των πληροφοριών που περιέχονται στη γνωσιακή βάση όπου υπάρχει καταχωρημένη η αντιστοιχία συμπτωμάτων-διαγνώσεων. Η υπηρεσία αυτή παρέχει στο χρήστη μια λίστα με όλες τις πιθανές διαγνώσεις συνοδευόμενη από συμβουλές για την αντιμετώπιση κάθε περίπτωσης. Αν οι διαγνώσεις που έχουν προκύψει καταδεικνύουν πως η κατάσταση του ασθενούς είναι κρίσιμη τότε ο ασθενής έχει τη δυνατότητα να εκκινήσει την αντίστοιχη διαδικασία για την αντιμετώπισή του.

- ♦ *Επίπεδο Ολοκλήρωσης (Integration Layer):* Αναφέρεται στη μηχανή BPEL, η οποία αναλαμβάνει την εκτέλεση των διαδικασιών BPEL που αντιστοιχούν στις διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας οι οποίες εκτελούνται εντός των ορίων της υγειονομικής περιφέρειας.
- ♦ *Επίπεδο Παρουσίασης (Presentation Layer):* Στην ουσία αναφέρεται στο MASPortal το οποίο παρέχει ένα σημείο διεπαφής με το σύστημα παροχής ιατρικών διαγνώσεων και συμβουλών θεραπείας. Στο επίπεδο αυτό περιλαμβάνεται ένας υποδοχέας portlets, συμβατός προς την τυποποίηση JSR-168 [211,217], όπου φιλοξενούνται όλα τα portlets της εφαρμογής. Το MASPortlet είναι προσβάσιμο μέσω οποιουδήποτε, βασισμένου στο πρωτόκολλο HTTP(S), περιηγητή ιστού που είναι εγκατεστημένος στον προσωπικό ψηφιακό βοηθό του χρήστη.

3.4.3 Υλοποίηση Συστήματος

Το προτεινόμενο σύστημα υλοποιήθηκε σε επίπεδο πρωτότυπου στα εργαστήρια Ψηφιακών Υπηρεσιών Υγείας όπου δημιουργήθηκε ένα τοπικό υπολογιστικό πλέγμα. Η υλοποίηση του συστήματος βασίζεται στο σενάριο του Σχήματος 3-12. Τα εργαλεία

υλοποίησης είναι τα ίδια με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του HDGPortal και αναφέρονται στην ενότητα 3.2.4.4. Επίσης, προκειμένου να διασφαλιστεί το απόρρητο και η ασφάλεια των ιατρικών δεδομένων του ασθενούς, το MASPortal χρησιμοποιεί τον ίδιο μηχανισμό ασφάλειας ο οποίος περιγράφηκε αναλυτικά στην ενότητα 3.2.4. Σε αυτό το πλαίσιο, αποδίδεται στον ασθενή ένα X.509 πιστοποιητικό και το ιδιωτικό κλειδί αυτού. Το πιστοποιητικό αυτό, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, χρησιμοποιείται για την δημιουργία ενός νέου, προσωρινού πιστοποιητικού (του πιστοποιητικού proxy) το οποίο αποθηκεύεται στον εξυπηρετητή MyProxy. Το πιστοποιητικό proxy, λόγω της περιορισμένης διάρκειάς του, παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια στις συναλλαγές του χρήστη με την πύλη πλέγματος, και, συνεπακόλουθα, με τις υπηρεσίες παροχής ιατρικής φροντίδας τις οποίες έχει δικαίωμα να εκτελέσει.

Όταν ο ασθενής χρειάζεται ιατρικές συμβουλές, εισέρχεται στο MASPortal προκειμένου να εισάγει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την εκτίμηση της κατάστασης της υγείας του. Σε κάποιες περιπτώσεις αυτό μπορεί να γίνει από το άτομο που παρέχει κατ'οίκον φροντίδα στον ασθενή. Στην παρούσα ενότητα θεωρούμε πως η διαδικασία εκκινείται από τον ίδιο τον ασθενή. Προκειμένου να αυθεντικοποιηθεί, ο ασθενής χρησιμοποιεί το όνομα και το συνθηματικό που έχει στην υπηρεσία κατάλογου χρηστών (LDAP) η οποία χρησιμοποιείται εντός των ορίων της υγειονομικής περιφέρειας [259]. Στη συνέχεια επικοινωνεί με τον εξυπηρετητή MyProxy προκειμένου να ανακτήσει το πιστοποιητικό proxy από το αποθετήριο πιστοποιητικών του MyProxy. Έτσι, ανακτώνται τα προσωρινά διαπιστευτήρια του ασθενούς τα οποία στη συνέχεια μεταβιβάζονται στον εξυπηρετητή CAS. Αυτός επιστρέφει το προσωρινό πιστοποιητικό CAS το οποίο περιέχει τους ισχυρισμούς ασφάλειας μέσω των οποίων δηλώνονται οι δυνατότητες του ασθενούς (με τη μορφή ρόλων) και οι περιορισμοί που τις διέπουν [230]. Στη συνέχεια, εκκινείται ο μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης που είναι ενσωματωμένος στο σύστημα προκειμένου να προσδιοριστούν οι συγκεκριμένες BPEL δραστηριότητες στις οποίες έχει δικαίωμα πρόσβασης ο ασθενής. Για το σκοπό αυτό, λαμβάνονται υπόψιν οι ισχυρισμοί ασφάλειας που περιέχονται στο πιστοποιητικό CAS. Αν ο ασθενής έχει τα απαιτούμενα δικαιώματα, εκκινείται η διαδικασία που απεικονίζεται στο Σχήμα 3-12 και αφορά στην εκτίμηση της κατάστασης της υγείας του και στην παροχή ιατρικών συμβουλών. Η διαδικασία αυτή συνεπάγεται την εκτέλεση μιας σειράς ενεργειών. Αυτές είναι οι ακόλουθες:

- ♦ **Συλλογή πληροφοριών πλαισίου:** Με την επιτυχή εισαγωγή του ασθενή στο MASPortal, εμφανίζεται στον περιηγητή ιστού ένα portlet το οποίο τον προτρέπει να

εισάγει στο σύστημα τον κωδικό ταυτοποίησής του και όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με την κατάσταση της υγείας του (π.χ. αρτηριακή πίεση). Αυτά τα δεδομένα εισάγονται στο σύστημα χειροκίνητα από τον ίδιο τον ασθενή.

- ♦ **Πρόσβαση στην ιατρική γνωσιακή βάση:** Με βάση τις ζωτικές ενδείξεις που παρέχονται από τον ασθενή, προσδιορίζονται οι πηγές δεδομένων της ιατρικής γνωσιακής βάσης απ' όπου μπορούν να αντληθούν οι σχετικές διαγνώσεις και στη συνέχεια δημιουργείται ένα XML αρχείο όπου απαριθμούνται:

- Οι ΥΒΔΠ οι οποίες χρησιμοποιούνται για την πρόσβαση στις ανωτέρω πηγές δεδομένων, και
- Η υπηρεσία παροχής ιατρικών συμβουλών η οποία επεξεργάζεται τα δεδομένα που ανακτώνται από την ιατρική γνωσιακή βάση προκειμένου να κάνει μια εκτίμηση της κατάστασης της υγείας του ασθενούς και να παρέχει τις σχετικές συμβουλές.

Αυτό το αρχείο XML αποστέλλεται στην σχετική υπηρεσία OGSA-DQP η οποία χρησιμοποιείται για τη συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων τα οποία θα οδηγήσουν στον προσδιορισμό ενός αριθμού πιθανών διαγνώσεων και τελικά στην παροχή ενδεικτικών ιατρικών συμβουλών. Στο Σχήμα 3-14 απεικονίζεται ένα παράδειγμα τέτοιου αρχείου XML το οποίο χρησιμοποιείται για την παραμετροποίηση της υπηρεσίας OGSA-DQP. Το OGSA-DQP εκτελεί παράλληλα τα απαραίτητα ερωτήματα στις σχετικές βάσεις δεδομένων μέσω κατάλληλων ΥΒΔΠ και στη συνέχεια χρησιμοποιεί την MAS για την ανάλυση των δεδομένων που ανακτώνται από τις ΥΒΔΠ. Η υπηρεσία MAS λαμβάνει υπόψιν της το ιατρικό ιστορικό του ασθενούς προκειμένου να προσδιορίσει το σύνολο των πιθανών διαγνώσεων, τις οποίες στη συνέχεια εμφανίζει μαζί με το σχετικό ιατρικό ιστορικό στο τερματικό του ασθενούς.

- ♦ **Πρόσβαση ιατρικού φακέλου ασθενούς:** Προκειμένου να εκτιμηθεί η κατάσταση της υγείας του ασθενούς μέσω της υπηρεσίας MAS απαιτείται η ανάκτηση του ιατρικού ιστορικού του, το οποίο συντίθεται από τις πληροφορίες που έχουν αποθηκευτεί στους διάφορους παρόχους υπηρεσιών υγείας όπου ο ασθενής έχει λάβει φροντίδα κατά το παρελθόν. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω μιας υπηρεσίας OGSA-DQP η οποία καλείται από την υπηρεσία MAS. Πιο συγκεκριμένα, η υπηρεσία MAS χρησιμοποιεί τον κωδικό ταυτοποίησης του ασθενούς προκειμένου να δημιουργήσει ένα αρχείο XML όπου αναγράφονται οι ΥΒΔΠ μέσω των οποίων μπορούν να ανακτηθούν τα δεδομένα του ιατρικού ιστορικού του ασθενούς. Αυτό το αρχείο αποστέλλεται στην υπηρεσία OGSA-DQP η οποία εκτελεί τα αντίστοιχα ερωτήματα και επιστρέφει τα δεδομένα που ανακτά στην υπηρεσία MAS σε μορφή XML.

- ♦ **Παροχή συμβουλών θεραπείας:** Μετά τον προσδιορισμό της λίστας όλων των πιθανών διαγνώσεων, προσδιορίζονται οι κατάλληλες ιατρικές συμβουλές. Αυτές εμφανίζονται μέσω κάποιου portlet στο τερματικό του χρήστη συνοδευόμενες από μια ένδειξη η οποία αναφέρεται στην σοβαρότητα της κατάστασης της υγείας του ασθενούς.
- ♦ **Ειδοποίηση ιατρού/νοσοκομειακής μονάδας:** Αν η κατάσταση της υγείας του ασθενούς θεωρηθεί κρίσιμη, τότε ο ασθενής έχει τη δυνατότητα να ενημερώσει τον γενικό ιατρό που τον παρακολουθεί ή να καλέσει κάποιο νοσοκομείο προκειμένου να γίνει η εισαγωγή του σε αυτό ως επείγον περιστατικό. Ανάλογα με την επιλογή που θα κάνει ο ασθενής θα εκκινήσει η αντίστοιχη διαδικασία BPEL μέσω της οποίας θα πραγματοποιηθεί η διαχείριση του περιστατικού.

```
<DQPConfiguration xmlns="http://uk.org.ogsadai/dqp/configuration">
  <DQPEvaluatorList>
    <EvaluatorURI>http://meddata.krat.gr:8081/dqp-evaluator/services/QueryEvaluationService</EvaluatorURI>
    <EvaluatorURI>http://meddata.veg.gr:8081/dqp-evaluator/services/QueryEvaluationService</EvaluatorURI>
  </DQPEvaluatorList>
  <DataResourceList>
    <ImportedDataSource>
      <URI>http://meddata.krat.gr:8443/axis/services/ogsadai/service1</URI>
      <ResourceID>goterms</ResourceID>
    </ImportedDataSource>
    <ImportedDataSource>
      <URI>http://meddata.veg.gr:8443/axis/services/ogsadai/service1</URI>
      <ResourceID>gims</ResourceID>
    </ImportedDataSource>
    <ImportedService name="DiagnosisAndAdvice"
      wsdlURL="http://dghsrv.dgh.gr:8080/services/MedicalAdviceService?wsdl"/>
  </DataResourceList>
</DQPConfiguration>
```

Σχήμα 3-14. Παράδειγμα αρχείου παραμετροποίησης του OGSA-DQP

ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΟΣΤΡΕΦΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ – ΑΠΟΨΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, οι αυξημένες ανάγκες για την παροχή υπηρεσιών υγείας έχουν προκαλέσει την άμεση αύξηση των εξόδων στον τομέα της υγείας. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού απαιτούνται ριζικές αλλαγές στη διαδικασία παροχής των συγκεκριμένων υπηρεσιών. Όπως ήδη αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο οι αλλαγές αυτές απαιτούν την ύπαρξη κατάλληλης τεχνολογικής υποδομής, η οποία να υποστηρίζει τον συντονισμό (coordination) και την ολοκλήρωση (integration) των υπηρεσιών υγείας που προσφέρονται από τους παρόχους υπηρεσιών υγείας σε διάφορα σημεία παροχής φροντίδας (across settings of care and among providers of care). Αυτό προϋποθέτει μια μεγάλη στροφή από τα πληροφοριακά συστήματα που προορίζονται για χρήση από μεμονωμένους οργανισμούς σε υπηρεσίες ηλεκτρονικής υγείας, οι οποίες καθιστούν δυνατή την εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία ασθενών οπουδήποτε και οποτεδήποτε [262,263]. Στο πλαίσιο αυτό οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας αντιμετωπίζουν μια πολύ μεγάλη πρόκληση που αφορά στη διασφάλιση σημαντικών επενδύσεων του παρελθόντος. Για το λόγο αυτό προωθείται ως λύση η τροποποίηση και η επέκταση των ήδη υπάρχοντων πληροφοριακών συστημάτων υγείας με την χρήση νέων τεχνολογιών προκειμένου αυτά να ανταποκριθούν στις ολοένα μεταβαλλόμενες ανάγκες

που δημιουργούνται στο δυναμικά εξελισσόμενο περιβάλλον της υγείας [264]. Συνεπώς, η πολυπλοκότητα και μεταβλητότητα των απαιτήσεων των συστημάτων υγείας που προέκυψε από την ανάγκη προσαρμογής τους στις αλλαγές του περιβάλλοντος και οι μεγάλες επενδύσεις των παρόχων καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για εξέλιξη των συστημάτων αυτών.

Η εξέλιξη ενός συστήματος είναι μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία σε κάθε κύκλο της οποίας προστίθεται ένα νέο τμήμα του συστήματος. Η διαδικασία αυτή έχει ως κύριο προσανατολισμό τις μακροπρόθεσμες ανάγκες των χρηστών και χρησιμοποιεί σαν βάση τα προϋπάρχοντα συστήματα (legacy systems) [262,265]. Δεδομένου αυτού του προσανατολισμού, η εξέλιξη ενός συστήματος διαφέρει από την υποβολή του σε ένα απεριόριστο σύνολο μικρών μεταβολών οι οποίες ενδέχεται να καταλήξουν, μακροπρόθεσμα, να μην έχουν σαφή προσανατολισμό. Επιπλέον, διαφέρει από την διαδικασία ανάπτυξης ενός συστήματος, η οποία ενώ έχει σαφή προσανατολισμό πρέπει να ξεκινήσει από μηδενική βάση. Ακολουθώντας τις σύγχρονες τάσεις της τεχνολογίας πληροφοριών οι οποίες υπαγορεύουν τον προσανατολισμό σε υπηρεσίες, οι διαδικασίες εξέλιξης που σχεδιάζονται και υλοποιούνται στον τομέα της υγείας έχουν συνήθως ως κύριο στόχο την επίτευξη διαλειτουργικότητας ανάμεσα σε ανόμοια συστήματα τα οποία ενδεχομένως έχουν υλοποιηθεί σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και με χρήση διαφορετικών τεχνολογιών [214]. Συνεπώς, στον τομέα της υγείας, παρατηρείται ολοένα μεγαλύτερος προσανατολισμός προς υπηρεσιοστρεφείς αρχιτεκτονικές (service-oriented architectures - SOA), οι οποίες επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργήσουν, να επαναχρησιμοποιήσουν και να επαναπροσδιορίσουν τις διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας καθώς αλλάζουν στην παροχή ιατρικής φροντίδας οι προτεραιότητες, οι κανονιστικές απαιτήσεις ή οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Έτσι, παρέχουν την ιδανική λύση, σε επίπεδο αρχιτεκτονικής, για την τήρηση της ευθυγράμμισης της τεχνολογίας πληροφοριών με τις διαρκώς μεταβαλλόμενες επιχειρησιακές διαδικασίες [265,266,267,268,269,270].

Τα τελευταία χρόνια έχει υιοθετηθεί ευρέως η αντικειμενοστρεφής αρχιτεκτονική με τις επιχειρήσεις να κάνουν σημαντικές οικονομικές επενδύσεις για την εξέλιξη των πληροφοριακών τους συστημάτων κατά την υπηρεσιοστρεφή προσέγγιση [214,269]. Τα πλεονεκτήματα της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής γίνονται προφανή και πραγματώνονται μέσω την αυτοματοποίησης των διαδικασιών, της ολοκλήρωσης των

εφαρμογών και του εκσυγχρονισμού των προϋπαρχόντων συστημάτων. Στο πλαίσιο αυτό, οι διάφοροι οργανισμοί επιδιώκουν να γίνουν ακόμη πιο αποδοτικοί και ευέλικτοι μέσω γρήγορης ανάπτυξης και τροποποίησης των εφαρμογών τους κεφαλαιοποιώντας με τον τρόπο αυτό τις επενδύσεις τους. Αν και η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική τυγχάνει ευρείας αποδοχής, η μετάβαση σε αυτή απαιτεί συνετό και προσεκτικό σχεδιασμό [214,269]. Στην περίπτωση που τα συστατικά στοιχεία (artifacts) της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής δεν υποβάλλονται σε τακτικούς ελέγχους, με την πάροδο του χρόνου, κινδυνεύουν να καταστούν μη διαχειρίσιμα οδηγώντας έτσι σε μειωμένη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των υπηρεσιών και σε εύθρυπτες (brittle) επιχειρησιακές διαδικασίες αναιρώντας έτσι το όφελος από την υιοθέτηση της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής. Η αποτελεσματική διακυβέρνηση μιας υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής παρέχει σαφή αντίληψη των σχέσεων και αλληλοεξαρτήσεων των υπηρεσιών με άλλα στοιχεία της αρχιτεκτονικής. Για το σκοπό αυτό, απαιτείται η υιοθέτηση μιας από άκρη σε άκρη (end-to-end) πλατφόρμας διακυβέρνησης των ανθρώπων, των διαδικασιών και της τεχνολογίας. Με τον τρόπο αυτό θα επιτευχθεί αποτελεσματικότερη διαχείριση και βελτιστοποίηση της επένδυσης του οργανισμού στην υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική και να αποκομισθούν τα αναμενόμενα οφέλη.

Στον τομέα της υγείας, η διαδικασία εξέλιξης ενός συστήματος κατά την υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική μπορεί να θεωρηθεί ως μέσο για τη διασύνδεση των προϋπαρχόντων συστημάτων προκειμένου αυτά να λειτουργούν ως ένα ενιαίο σύστημα. Το υπηρεσιοστρεφές σύστημα υγείας που θα προκύψει θα ανταποκρίνεται στις ανάγκες για [214,269]:

- ♦ πρόσβαση σε ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία των ασθενών η οποία είναι αποθηκευμένη σε διάσπαρτα και ανόμοια συστήματα, και
- ♦ ανταλλαγή ιατρικών πληροφοριών ασθενών μεταξύ των συστημάτων αυτών.

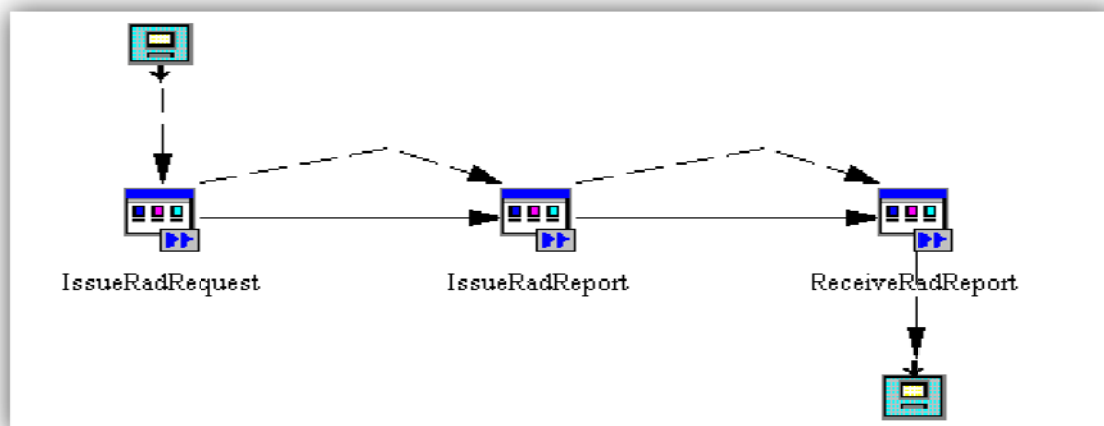
Δεδομένου ότι οι τρέχουσες υπηρεσιοστρεφείς αρχιτεκτονικές βασίζονται σε εν γένει υπηρεσίες ιστού, η διαδικασία εξέλιξης ενός συστήματος κατά την υπηρεσιοστρεφή προσέγγιση έχει συχνά ως πρώτο βήμα την μετατροπή των προϋπαρχόντων συστημάτων σε υπηρεσίες ιστού [266, 267]. Για το σκοπό αυτό, η λειτουργικότητα των προϋπαρχόντων συστημάτων διατίθεται μέσω των διεπαφών των υπηρεσιών ιστού (web service interfaces). Σε αυτό το πλαίσιο, η πρόκληση που αντιμετωπίζεται από τους προγραμματιστές που συμμετέχουν στη διαδικασία εξέλιξης ενός συστήματος υγείας είναι η διασφάλιση ότι το

νέο, εξελιγμένο σύστημα όχι μόνο παρέχει πρόσβαση σε ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία ασθενών στο σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας οποτεδήποτε αυτό είναι αναγκαίο αλλά επίσης ικανοποιεί τις απαιτήσεις ασφάλειας προκύπτουν. Αυτές οι απαιτήσεις είναι σφαιρικές και υπερτίθενται των απαιτήσεων ασφάλειας των προϋπαρχόντων συστημάτων από τα οποία προέκυψε το νέο σύστημα. Πιο συγκεκριμένα, οι προγραμματιστές καλούνται να διασφαλίσουν πως τα διάσπαρτα και ανόμοια προϋπάρχοντα συστήματα θα μπορούν να αλληλεπιδρούν και να ανταλλάσουν πληροφορίες μεταξύ τους σύμφωνα με ένα σύνολο κανόνων περί ιδιωτικότητας και εμπιστευτικότητας, οι οποίοι βασίζονται σε πρακτικές της τεχνολογικής στάθμησης (state of the art practices) σχετικές με θέματα εξουσιοδότησης και ελέγχου πρόσβασης [271, 272].

Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει ένα πλαίσιο ασφάλειας το οποίο χρησιμοποιείται για τη σφαιρική αντιμετώπιση των απαιτήσεων εξουσιοδότησης και έλεγχου πρόσβασης που αναδεικνύονται σε ένα υπηρεσιοστρεφές σύστημα υγείας που έχει προκύψει από την εξέλιξη ανόμοιων και διάσπαρτων προϋπαρχόντων συστημάτων. Πιο συγκεκριμένα, αυτό το κεφάλαιο εστιάζει στην ανάπτυξη μιας αρχιτεκτονικής ασφάλειας, η οποία προκύπτει από την εξέλιξη των αρχιτεκτονικών ασφάλειας των προϋπαρχόντων συστημάτων και ενσωματώνεται στο νέο υπηρεσιοστρεφές σύστημα. Πιο συγκεκριμένα, αναπτύχθηκε ένα πλαίσιο εξουσιοδοτήσεων το οποίο βασίζεται στο μοντέλο ελέγχου πρόσβασης με βάση ρόλους (role-based access control - RBAC) [224]. Στη συνέχεια, το σύστημα αυτό ενσωματώθηκε σε ένα πρότυπο σύστημα ΠΦΥ το οποίο προέκυψε από την εξέλιξη προϋπαρχόντων συστημάτων υγείας και παρέχει εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία ασθενών κατά τη διάρκεια της παροχής υπηρεσιών υγείας οπουδήποτε και οποτεδήποτε.

4.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Η προσέγγιση που περιγράφεται στο κεφάλαιο αυτό προέκυψε κατά την προσπάθεια εξέλιξης προϋπαρχόντων συστημάτων υγείας σε ένα πρωτότυπο σύστημα ΠΦΥ υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής [273,274,282,283]. Οι αυστηρές απαιτήσεις ασφάλειας του συστήματος αυτού, οδήγησε στην ανάγκη ανάπτυξης ενός κατάλληλου πλαισίου ασφάλειας μέσω της εξέλιξης των υπάρχουσών αρχιτεκτονικών ασφάλειας.



Σχήμα 4-1. Μια υψηλού επιπέδου θεώρηση του μοντέλου διαδικασίας που αφορά στην υποβολή ακτινολογικών εντολών

Προκειμένου να παρουσιαστεί η αρχιτεκτονική ασφάλειας του νέου συστήματος, θεωρήθηκε μια ενδεικτική διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας, η οποία αφορά σε παραπεμπτικά ασθενών μεταξύ παρόχων υπηρεσιών υγείας. Πιο συγκεκριμένα, η ενδεικτική διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας που χρησιμοποιείται στο κεφάλαιο αυτό σχετίζεται με την έκδοση από τους ιατρούς εντολών για ακτινολογικές πράξεις, οι οποίες έχουν ως αποδέκτη το ακτινολογικό τμήμα ενός νοσοκομείου. Θεωρούμε μια περίπτωση παροχής ιατρικής φροντίδας όπου ο ιατρός εκδίδει μια εντολή για εκτέλεση ακτινολογικής πράξης σε έναν από τους ασθενείς του/της και την αποστέλλει στο ακτινολογικό τμήμα ενός νοσοκομείου. Το ακτινολογικό τμήμα χρονοπρογραμματίζει την ακτινολογική πράξη και ενημερώνει τον εντέλλοντα ιατρό σχετικά με την ώρα και μέρα εκτέλεσής της. Αφού εκτελέσει την ακτινολογική πράξη που ζητήθηκε, ο ακτινολόγος προσπελάζει το σχετικό τμήμα του ιατρικού φακέλου του ασθενή, γράφει την ακτινολογική αναφορά, στην οποία περιλαμβάνονται τόσο οι ακτινογραφίες όσο και το σχετικό αντικείμενο, και τη στέλνει στον εντέλλοντα ιατρό. Μια απεικόνιση αυτής της διαδικασίας σε υψηλό επίπεδο αφαίρεσης παρέχεται στο Σχήμα 4-1.

4.2.1 Μια προσέγγιση εξέλιξης βασισμένη στην υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική

Η διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας που περιγράφηκε παραπάνω εμπλέκει τα ακόλουθα δύο τεχνολογικά ανόμοια και γεωγραφικά διάσπαρτα συστήματα που προϋπάρχουν:

- ♦ *Σύστημα Ακτινολογικών Εντολών (Radiological Request System - RRS)*: Σύστημα που διαχειρίζεται τις εντολές για την εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων και τις αντίστοιχες γνωματεύσεις.
- ♦ *Σύστημα Προσωπικού Φακέλου Υγείας (Personal Health Record - PHR)*: Σύστημα που διαχειρίζεται τις ιατρικές πληροφορίες των ασθενών και τις καθιστά διαθέσιμες οπουδήποτε και οποτεδήποτε.

Μέσω της εξέλιξης αυτών των συστημάτων κατά την υπηρεισιοστρεφή προσέγγιση, η διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας του Σχήματος 1 μπορεί να υλοποιηθεί ως ένα σύνολο ενορχηστρωμένων υπηρεισιών ιστού οι οποίες, με τη σειρά τους, αποτελούνται από αλληλένδετες μεθόδους. Για το σκοπό της συγκεκριμένης μελέτης, καθορίστηκαν οι ακόλουθες τρεις διασυνδεόμενες υπηρεισίες ιστού:

- ♦ *Υλοποιητής ακτινολογικών εντολών (radiological request enabler – R-REQ)*, ο οποίος διαχειρίζεται τις εντολές για εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων,
- ♦ *Υλοποιητής ακτινολογικών γνωματεύσεων (the radiological report enabler – R-REP)*, ο οποίος διαχειρίζεται τις ακτινολογικές γνωματεύσεις, και
- ♦ *Υλοποιητής πρόσβασης στον ΠΦΥ (PHR access enabler - PHRE)*, ο οποίος διαχειρίζεται την πρόσβαση των ιατρών και των ακτινολόγων στον ιατρικό φάκελο των ασθενών.

Ένας ιατρός πριν την έκδοση εντολής για την εκτέλεση μιας ακτινολογικής πράξης σε κάποιον ασθενή του ενδέχεται να χρειαστεί πρόσβαση στον ΠΦΥ του ασθενή. Επίσης, ένας ακτινολόγος πριν τη σύνταξη της αναλυτικής ακτινολογικής γνωμάτευσης ενδέχεται να χρειαστεί πρόσβαση στον ΠΦΥ του ασθενή. Τέλος, τόσο η εντολή όσο και η γνωμάτευση της ακτινολογικής εξέτασης αποθηκεύονται στον ΠΦΥ του ασθενή.

Η πολυπλοκότητα των υπαρχουσών και των επερχόμενων προδιαγραφών που αφορούν στην ασφάλεια υπηρεισιών ιστού (π.χ. WS-Security και SAML [284, 285]) οδηγούν σε πολλές περιπτώσεις τους προγραμματιστές στην παράλειψη του κομματιού της υλοποίησης που αφορά στην ασφάλεια των υπηρεισιών ιστού. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο οι περισσότερες υπάρχουσες υπηρεισίες ιστού ενσωματώνουν λίγα ή καθόλου μέτρα ασφάλειας και οι κλήσεις υπηρεισιών ιστού θεωρούνται εξ'ορισμού ασφαλείς ("trusted"). Η πολυπλοκότητα αυτή αυξάνεται όταν συντίθενται πολλές υπηρεισίες ιστού οι οποίες παρέχουν πρόσβαση στις λειτουργίες πολλών διαφορετικών προϋπαρχόντων συστημάτων. Προκειμένου να αποκομιστούν οφέλη από την χρήση της υπηρεισιοστρεφούς αρχιτεκτονικής, η σύνθεση δύο ή περισσότερων υπηρεισιών ιστού υλοποιείται με τη χρήση

της BPEL, η οποία απαιτεί πολύπλοκες λύσεις για την υλοποίηση της ασφάλειας των υπηρεσιών ιστού που καλούνται μέσω αυτής [266]. Πιο συγκεκριμένα, η εξουσιοδότηση για την κλήση μιας υπηρεσίας ιστού και την εκτέλεση των μεθόδων αυτής πρέπει να πραγματοποιείται εξωτερικά και ενδέχεται να υπόκειται σε συγκεκριμένους περιορισμούς πλαισίου οι οποίοι εκτιμώνται την στιγμή που επιχειρείται η πρόσβαση [286].

4.2.2 Εξουσιοδότηση με βάση ρόλους

Στα παραδοσιακά συστήματα, οι βασισμένες σε ρόλους εξουσιοδοτήσεις καθορίζονται τη στιγμή που αποφασίζονται οι ακριβείς σχέσεις ανάθεσης μεταξύ χρηστών-ρόλων και ρόλων-δικαιωμάτων. Με τον τρόπο αυτό οι χρήστες λαμβάνουν μόνο τα δικαιώματα που τους αναλογούν με βάση τους ρόλους που τους έχουν ανατεθεί με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση είτε σε ολόκληρο το σύστημα είτε σε επιλεγμένες λειτουργίες του συστήματος μέσω της χρήσης ρόλων [266]. Σε ένα υπηρεσιοστρεφές περιβάλλον, οι βασισμένες σε ρόλους εξουσιοδοτήσεις συχνά αφορούν στην κλήση υπηρεσιών ιστού και στην εκτέλεση των μεθόδων αυτών των υπηρεσιών. Συνεπώς, ενώ στα παραδοσιακά συστήματα η εξουσιοδότηση ήταν ένα κρίσιμο αλλά καλά διευθετημένο και εύκολα ελεγχόμενο ζήτημα, κατά τον συνδυασμό των συστατικών μιας υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής μετατρέπεται σε πολύπλοκο ζήτημα το οποίο εγκυμονεί πολλούς κινδύνους.

Πίνακας 4-1. Απόσπασμα απαιτήσεων εξουσιοδότησης για την διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας του Σχήματος 4-1.

Απαιτήσεις Εξουσιοδοτήσεων	
1.	Οι ιατροί μπορούν να εκδώσουν εντολή για εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων στους ασθενείς τους. (<i>IssueRadRequest</i>).
1.1	Οι ιατροί μπορούν να εκδώσουν εντολή για την εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων στους ασθενείς που περιθάλπουν.
1.2	Οι ιατροί μπορούν να επεξεργαστούν τις εντολές για εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων που έχουν εκδώσει οι ίδιοι για τους τρέχοντες ασθενείς τους πριν την αποστολή τους στους ακτινολόγους.
1.3	Οι ιατροί μπορούν να στείλουν τις εντολές που έχουν εκδώσει για εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων στους τρέχοντες ασθενείς τους μόνο σε ακτινολόγους που κατέχουν την κατάλληλη ειδίκευση.
1.4	Οι ιατροί μπορούν να ακυρώσουν εντολές για ακτινολογικές πράξεις που έχουν εκδώσει για τους τρέχοντες ασθενείς τους αφού τις έχουν αποστείλει.

1.5	Οι ιατροί μπορούν να διαβάζουν και να ενημερώσουν τους ΠΦΥ των ασθενών που περιθάλπουν. Ωστόσο, δεν επιτρέπεται να μεταβάλλουν τις ήδη υπάρχουσες καταχωρήσεις αυτών των ΠΦΥ.
2.	Οι ακτινολόγοι μπορούν να εκδώσουν ακτινολογικές γνωματεύσεις για ασθενείς κατόπιν εντολής από ιατρούς (<i>IssueRadReport</i>).
2.1	Οι ακτινολόγοι μπορούν να διαβάζουν τις εντολές για ακτινολογικές πράξεις που εκδίδονται από τους ιατρούς.
2.2	Οι ακτινολόγοι μπορούν να διαβάζουν συγκεκριμένα τμήματα του ΠΦΥ των ασθενών για τους οποίους καλούνται να συντάξουν ακτινολογικές γνωματεύσεις.
2.3	Οι ακτινολόγοι μπορούν να συντάξουν ακτινολογικές γνωματεύσεις για τους τρέχοντες ασθενείς τους.
2.4	Οι ακτινολόγοι μπορούν να επεξεργαστούν ακτινολογικές γνωματεύσεις που έχουν εκδίδουν για τους ασθενείς τους πριν να τις αποστείλουν στους ιατρούς.
2.5	Οι ακτινολόγοι μπορούν να αποστέλλουν στους εντέλλοντες ιατρούς ακτινολογικές γνωματεύσεις για τους τρέχοντες ασθενείς τους.
2.6	Οι ακτινολόγοι μπορούν να ακυρώσουν ακτινολογικές γνωματεύσεις μετά την αποστολή τους.
2.7	Οι ακτινολόγοι μπορούν να διαβάζουν προηγούμενες ακτινολογικές γνωματεύσεις που έχουν εκδώσει οι ίδιοι.
3.	Οι ιατροί μπορούν να λαμβάνουν τις ακτινολογικές γνωματεύσεις που έχουν σταλεί από τους ακτινολόγους μόνο αν έχουν ζητηθεί από αυτούς (<i>ReceiveRadReport</i>).
3.1	Οι ιατροί μπορούν να διαβάζουν τις ακτινολογικές γνωματεύσεις που έχουν ζητήσει για τους ασθενείς τους.
3.2	Οι ιατροί μπορούν να διαβάσουν και να γράψουν τους ΠΦΥ των τρεχόντων ασθενών τους.

Η διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας του Σχήματος 4-1 εμπλέκει δύο ρόλους: τον ιατρό (physician - PH) και τον ακτινολόγο radiologist - RD). Στον Πίνακα 4-1 παρατίθεται ένα απόσπασμα των απαιτήσεων εξουσιοδότησης που αφορούν στα δικαιώματα των ρόλων αυτών αναφορικά με την κλήση υπηρεσιών ιστού και την εκτέλεση των μεθόδων τους. Είναι φανερό πως οι δραστηριότητες “IssueRadRequest” και “ReceiveRadReport” μπορούν να εκτελεστούν από τους χρήστες που έχουν το ρόλο «ιατρός» και η δραστηριότητα “IssueRadReport” μπορεί να εκτελεστεί από χρήστες που έχουν το ρόλο «ακτινολόγος». Επίσης, κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης αυτών των δραστηριοτήτων, οι χρήστες που έχουν τους ρόλους «ιατρός» και «ακτινολόγος» μπορούν να προσπελάσουν τον ιατρικό φάκελο του ασθενούς. Τέλος, από τη διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας του Σχήματος 4-1 αναδεικνύονται κάποιες επιπλέον απαιτήσεις σχετικά με την κλήση υπηρεσιών ιστού και την εκτέλεση των σχετικών με αυτές μεθόδων μέσω των οποίων προσπελάζονται τα δεδομένα των ασθενών. Σε αυτές τις απαιτήσεις περιλαμβάνονται οι ακόλουθες:

- ♦ **Περιεχόμενο δεδομένων (Data content):** Οι κάτοχοι κάποιων ρόλων θα πρέπει να έχουν το δικαίωμα να καλούν κάποιες υπηρεσίες ιστού και να εκτελούν μεθόδους αυτών μόνο για συγκεκριμένους ασθενείς. Για παράδειγμα, ένας ιατρός έχει το δικαίωμα να καλέσει την υπηρεσία ιστού R-REQ και να εκτελέσει τη μέθοδο "IssueRadRequest" αυτής που αφορά στην έκδοση (σύνταξη, επεξεργασία, αποστολή) εντολών για ακτινολογικές πράξεις μόνο για τους δικούς του ασθενείς.
- ♦ **Εκχώρηση δικαιωμάτων (Permission propagation):** Στους κατόχους κάποιων ρόλων πρέπει να εκχωρούνται επιπλέον δικαιώματα προκειμένου να μπορούν να προσπελάσουν συγκεκριμένα τμήματα του ιατρικού φακέλου του εκάστοτε ασθενή μέσω της εκτέλεσης συγκεκριμένων μεθόδων υπηρεσιών ιστού. Η ισχύς αυτών των δικαιωμάτων πρέπει να παύει μετά την επιτυχή εκτέλεση μιας μεθόδου. Για παράδειγμα, η εντολή για την εκτέλεση μια ακτινολογικής πράξης σε έναν ασθενή, η οποία έχει αποσταλεί από έναν ιατρό μέσω της εκτέλεσης της μεθόδου "IssueRadRequest" της υπηρεσίας ιστού R-REQ, προϋποθέτει την απόδοση στον ακτινολόγο (α) δικαιώματος να καλέσει την υπηρεσία ιστού R-REP και να εκτελέσει τη δραστηριότητα "IssueRadReport" για τον συγκεκριμένο ασθενή, και (β) δικαιώματος να καλέσει την υπηρεσία ιστού PHRE προκειμένου να διαβάσει το σχετικό κομμάτι του ΠΦΥ αυτού. Ωστόσο, ο ακτινολόγος δε θα πρέπει να διατηρήσει αυτά τα δικαιώματα και μετά την επιτυχή εκτέλεση της μεθόδου. Συνεπώς, το δικαίωμα ανάγνωσης του ιατρικού φακέλου του ασθενή, το οποίο κατέχει ο θεράπων ιατρός του, μεταβιβάζεται στον ακτινολόγο που πρόκειται να εκτελέσει την ακτινολογική πράξη για το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την εκτέλεση της σχετικής μεθόδου.
- ♦ **Υπό συνθήκη εκτέλεση δραστηριοτήτων (Restricted task execution):** Οι υποψήφιοι για την κλήση μιας υπηρεσίας ιστού και των μεθόδων αυτής που αφορούν σε ένα συγκεκριμένο ασθενή θα πρέπει να προσδιορίζονται δυναμικά και ενδέχεται να είναι ένα υποσύνολο των εξουσιοδοτημένων χρηστών ή ένας συγκεκριμένος εξουσιοδοτημένος χρήστης. Για παράδειγμα, αν μια από τις ακτινολογικές πράξεις που έχει ζητηθεί από τον θεράποντα ιατρό του ασθενή είναι μαγνητική εξέταση (MRI), τότε ο ακτινολόγος που έχει το δικαίωμα να την εκτελέσει, δηλαδή αυτός που έχει το δικαίωμα να καλέσει την υπηρεσία ιστού R-REP και να εκτελέσει τη μέθοδο "IssueRadReport" αυτής, θα πρέπει να ανήκουν στο σύνολο των ακτινολόγων που έχουν τη σχετική ειδικευση (sub-specialty). Επίσης, η ακτινολογική γνωμάτευση που υποβάλλεται από έναν ακτινολόγο μπορεί να αναγνωστεί μόνο από τον εντέλλοντα

ιατρό, ο οποίος ως θεράπων ιατρός του ασθενή έχει το δικαίωμα να εκτελέσει τη μέθοδο “ReceiveRadReport” της υπηρεσίας ιστού R-REP.

Οι απαιτήσεις εξουσιοδότησης του Πίνακα 4-1 υποδεικνύουν ότι τα δικαιώματα πρόσβασης σε υπηρεσίες ιστού (δηλαδή την κλήση αυτών και την εκτέλεση των συσχετισμένων με αυτές δραστηριοτήτων) μέσω των οποίων προσπελάζονται τα ιατρικά δεδομένα των ασθενών εξαρτώνται από τις πληροφορίες πλαισίου (π.χ. χρόνος, τοποθεσία ή σχέση ιατρού-ασθενή) που είναι διαθέσιμες τη χρονική στιγμή που επιχειρείται η πρόσβαση και μπορούν να επηρεάσουν την απόφαση εξουσιοδότησης. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατός ο καθορισμός πιο ευέλικτων και μεγάλης ακρίβειας πολιτικών εξουσιοδότησης. Οι πολιτικές αυτές ενσωματώνουν τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από τη χρήση δικαιωμάτων βασισμένων σε ρόλους, όπως συμβαίνει στην περίπτωση του RBAC, ενώ ταυτόχρονα το αναβαθμίζουν προκειμένου να υποστηρίξει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- i. έλεγχο πρόσβασης βασισμένο σε κατηγορήματα, μέσω του οποίου περιορίζονται τα δικαιώματα πρόσβασης σε συγκεκριμένες υπηρεσίες ιστού και συγκεκριμένες μεθόδους αυτών,
- ii. λειτουργία εκχώρησης δικαιωμάτων από τον κάτοχο ενός ρόλου σε κάποιον άλλο κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, και
- iii. δυναμικό προσδιορισμό του υποσυνόλου των χρηστών που έχουν δικαίωμα να καλέσουν υπηρεσίες ιστού και να εκτελέσουν τις μεθόδους αυτών.

4.3 ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΣΕΩΝ

Στα παραδοσιακά συστήματα, ο έλεγχος ροής μεταξύ δύο διαφορετικών λειτουργιών στις περισσότερες περιπτώσεις υλοποιείται μέσα στον κώδικα της εφαρμογής. Επιπλέον, δεν χρησιμοποιείται κανένας εξωτερικός μηχανισμός για τη διαχείριση των εξουσιοδοτήσεων του χρήστη σε ότι αφορά την εκτέλεση κάθε λογικού κομματιού της εφαρμογής (piece of logic) αφού κάτι τέτοιο δεν έχει νόημα ούτε από πλευράς αρχιτεκτονικής αλλά ούτε και από πλευράς απόδοσης. Αντιθέτως, μια εφαρμογή υπηρεισιοστρεφούς αρχιτεκτονικής αποτελείται από ανόμοια και συνήθως διάσπαρτα λογικά κομμάτια. Συνεπώς, η ροή μεταξύ των λειτουργιών που στα παραδοσιακά συστήματα είναι κρυμμένη, στα υπηρεισιοστρεφή συστήματα είναι διακριτή αφού κάθε υπηρεσία αποτελεί μια μονάδα επιχειρησιακής λογικής. Αυτή η υπηρεσία δεν δύναται να λαμβάνει αποφάσεις εξουσιοδοτήσεων

δεδομένου ότι δεν έχει αρκετές πληροφορίες για τον προσδιορισμό της περιρρέουσας κατάστασης από την οποία εξαρτάται η λήψη κάθε τέτοιας απόφασης. Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι πληροφορίες μέσω των οποίων προσδιορίζεται η περιρρέουσα κατάσταση ονομάζονται πληροφορίες πλαισίου και χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση ενός συνόλου περιορισμών, των περιορισμών πλαισίου, οι οποίοι σε πολλές περιπτώσεις διέπουν την ανάθεση εξουσιοδοτήσεων με βάση ρόλους στο πλαίσιο μιας υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής. Οι περιορισμοί αυτοί επιβάλλονται σε κάθε εφαρμογή και ρόλο και οι πληροφορίες πλαισίου που χρησιμοποιούνται για την εκτίμησή τους δεν είναι διαθέσιμες στην σχετική υπηρεσία [287].

Στο πλαίσιο μιας υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής που προκύπτει από την εξέλιξη προϋπαρχόντων συστημάτων υπάρχει η ανάγκη αντιμετώπισης του ζητήματος των εξουσιοδοτήσεων σφαιρικά, ενώ κρίνεται απαραίτητη η ενσωμάτωση των πολιτικών εξουσιοδότησης που έχουν ήδη οριστεί στα επιμέρους συστημάτων προκειμένου να επιβληθεί η αρχή των ελαχίστων δικαιωμάτων [287]. Για το σκοπό αυτό απαιτείται η δυναμική χορήγηση δικαιωμάτων πρόσβασης που αφορούν την κλήση υπηρεσιών ιστού και την εκτέλεση των μεθόδων τους. Με τον τρόπο αυτό αποδίδεται στους χρήστες το ελάχιστο δυνατό σύνολο δικαιωμάτων που απαιτούνται για την κλήση της εκάστοτε υπηρεσίας ιστού και την εκτέλεση των μεθόδων αυτής. Ένας τρόπος για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η επιβολή περιορισμών εξουσιοδότησης με επίγνωση πλαισίου.

4.3.1 Πληροφορίες Πλαισίου (context information)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η περιρρέουσα κατάσταση προσδιορίζεται μέσω ενός συνόλου πληροφοριών πλαισίου. Ως πληροφορία πλαισίου μπορεί να θεωρηθεί οποιαδήποτε πληροφορία είναι διαθέσιμη τη χρονική στιγμή που εκτελείται μια υπηρεσία και θεωρείται σχετική με την πρόσβαση που επιχειρείται μέσω αυτής σε κάποιο πόρο (resource) [286]. Οι πληροφορίες πλαισίου μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως ακολούθως:

- ♦ *Πληροφορίες πλαισίου εξαρτώμενες από το πεδίο εφαρμογής (domain-dependent)* - σχετίζονται με υποκείμενα και αντικείμενα που εμπλέκονται στην συγκεκριμένη περιοχή ενδιαφέροντος καθώς και τις σχέσεις μεταξύ των υποκειμένων και αντικειμένων στο πλαίσιο της περιοχής ενδιαφέροντος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα στον τομέα της υγείας αποτελεί το υποκείμενο «ιατρός», το αντικείμενο «ασθενής» και

η σχέση «εγγύτητα» («proximity») μεταξύ τους (δηλαδή ο ιατρός X είναι θεράπων ιατρός του ασθενή Y).

- ♦ Πληροφορίες πλαισίου ανεξάρτητες από το πεδίο εφαρμογής (*domain-independent*) - σχετίζονται με το περιβάλλον (π.χ. χώρος και χρόνος).

Σε ένα σύστημα ελέγχου πρόσβασης που βασίζεται στο μοντέλο RBAC, οι ρόλοι ορίζονται ως πλήρως καθορισμένα σύνολα δυνατοτήτων και δικαιωμάτων που αφορούν στην εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών και αποδίδονται στους χρήστες κατά τη φάση σχεδιασμού του συστήματος μέσω μιας σχέσης πολλά-προς-πολλά. Όταν οι χρήστες γίνονται κάτοχοι ενός ρόλου τους αποδίδονται αυτόματα όλα τα δικαιώματα πρόσβασης που εμπερικλείονται στον ρόλο αυτό [287]. Ωστόσο, αυτά τα δικαιώματα ενδέχεται να είναι υπερσύνολο αυτών που απαιτούνται για την επιτυχή κλήση μιας υπηρεσίας ιστού και την εκτέλεση των μεθόδων της. Συνεπώς, για την επιβολή της αρχής ελαχίστων προνομίων, καθορίζονται παράγωγοι ρόλοι (*derivative roles*), οι οποίοι εμπερικλείουν το ελάχιστο σύνολο δικαιωμάτων τα οποία καθορίζονται ανά πάσα στιγμή με βάση τις τρέχουσες ανάγκες πρόσβασης των χρηστών. Με τον τρόπο αυτό παραχωρείται έγκαιρα στους χρήστες το απολύτως αναγκαίο σύνολο δικαιωμάτων [288].

Στο πλαίσιο αυτό, οι ρόλοι μπορούν να διακριθούν σε δύο βασικές κατηγορίες: τους *ισχυρούς* και τους *ασθενείς*. Οι *ισχυροί* ρόλοι αντιστοιχούν σε υπάρχουσες δομές οργανισμών και ορίζουν τον καταμερισμό εργασίας (*division of work*) και τις δομές εξουσίας (*lines of authority*) με βάση το αντικείμενο της δουλειάς και την ιεραρχία (π.χ. «ιατρός» και «ακτινολόγος»). Καθορίζονται κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού του συστήματος και μπορούν να αποδοθούν στους χρήστες δυναμικά, ενώ η ανάθεσή τους ενδέχεται να υπόκειται σε περιορισμούς πλαισίου ανεξάρτητους από το πεδίο εφαρμογής (π.χ. χωρικούς και/ή χρονικούς) [289]. Από την άλλη, οι *ασθενείς* ρόλοι παράγονται από έναν ή περισσότερους ισχυρούς ρόλους μετά την εκτίμηση περιορισμών πλαισίου εξαρτημένων από το πεδίο εφαρμογής. Παραδείγματα τέτοιων ρόλων αποτελούν οι «θεράπων ιατρός» και «θεράπων ακτινολόγος», οι οποίοι δύναται να αποδοθούν σε ή να ανακληθούν από άτομα δυναμικά όταν λαμβάνουν χώρα συγκεκριμένα γεγονότα. Στην ουσία, ένας ασθενής ρόλος δεν αποδίδεται σε κάποιον χρήστη αλλά σε μια σχέση (βλ. Σχήμα 4-2).

Για παράδειγμα, ο ασθενής ρόλος «θεράπων ακτινολόγος» που αφορά κάποιον συγκεκριμένο ασθενή παράγεται από τους ισχυρούς ρόλους «ακτινολόγος» και «ασθενής» και αποδίδεται σε έναν ακτινολόγο όταν αναλαμβάνει την εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων που έχουν ζητηθεί από τον «θεράποντα ιατρό» αυτού του ασθενή. Επίσης, επιτρέπεται στον χρήστη που κατέχει το ρόλο «θεράπων ιατρός» για έναν ασθενή να τροποποιήσει ή ακόμα και να ακυρώσει μια ακτινολογική εντολή που έχει εκδοθεί από τον ίδιο μόνο πριν την εκτέλεση των σχετικών ακτινολογικών πράξεων από κάποιο χρήστη με τον ρόλο «θεράπων ακτινολόγος». Συνεπώς, ο ασθενής ρόλος «θεράπων ιατρός» που αφορά έναν συγκεκριμένο ασθενή ανακαλείται όταν λαμβάνει χώρα κάποιο γεγονός που σηματοδοτεί την ολοκλήρωση ή την ακύρωση της εκτέλεσης της ακτινολογικής πράξης.



Σχήμα 4-2. Ασθενής ρόλος «θεράπων ιατρός»

Σε ένα υπηρεσιοστρεφές σύστημα, η κλήση μιας υπηρεσίας ιστού και η εκτέλεση μιας μεθόδου αυτής μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνον από τους χρήστες με τον κατάλληλο ασθενή ρόλο. Ο ρόλος αυτός προκύπτει μετά την εκτίμηση των σχετικών, εξαρτώμενων από το πεδίο εφαρμογής, περιορισμών πλαισίου. Με την ολοκλήρωση της κλήσης της υπηρεσίας ιστού, ο ασθενής ρόλος ανακαλείται και έτσι ο χρήστης παραμένει με τους ισχυρούς ρόλους του που του έχουν αποδοθεί και είναι ενεργοί εκείνη τη χρονική στιγμή. Προκειμένου οι χρήστες να απαλλαγούν από την ευθύνη της εναλλαγής των ρόλων με βάση τις τρέχουσες ανάγκες τους και την περιρρέουσα κατάσταση, οι αλλαγές στους ρόλους (π.χ. από ισχυρούς σε ασθενείς και αντίστροφα) θα πρέπει να γίνονται αυτόματα όταν λαμβάνουν χώρα συγκεκριμένα γεγονότα. Αυτά τα γεγονότα ορίζονται ως «γεγονότα αλλαγής ρόλων» (role change events) και λαμβάνουν χώρα τη στιγμή που επιχειρείται η κλήση μιας υπηρεσίας ιστού ή με την ολοκλήρωση αυτής. Στην πρώτη περίπτωση, αν πληρούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις, αποδίδεται ο σχετικός ασθενής ρόλος στον χρήστη ενώ στην δεύτερη περίπτωση ανακαλείται ο ασθενής ρόλος από τον χρήστη. Κατά παρόμοιο τρόπο, γεγονότα που οδηγούν σε αλλαγές ρόλων μπορούν να λαμβάνουν χώρα κατά την εκκίνηση ή τη λήξη της εκτέλεσης των μεθόδων μιας υπηρεσίας ιστού. Συνεπώς, τα γεγονότα αλλαγής ρόλων μπορούν να οριστούν ως ακολούθως:

Ορισμός (Αλλαγή ρόλου - Role change). Ως αλλαγή ρόλου ορίζεται μια 4-άδα της μορφής $(u, r_i, r_j, e_k(r_i, r_j))$ η οποία δηλώνει πως ο χρήστης που έχει το ρόλο r_i αποκτά τον ρόλο r_j όταν λαμβάνει χώρα το γεγονός $e_k(r_i, r_j)$.

Στο προτεινόμενο σύστημα, για την αυτόματη αλλαγή ρόλων, υιοθετείται μια προσέγγιση βασισμένη σε κανόνες (rule-based approach). Πιο συγκεκριμένα, κάθε φορά που λαμβάνει χώρα ένα γεγονός πυροδοτείται αυτόματα η επεξεργασία κατάλληλων κανόνων, οι οποίοι είναι της μορφής *γεγονός-συνθήκη-ενέργεια* (event-condition-action - ECA) [290]. Οι κανόνες ECA καθορίζουν πως τη στιγμή που λαμβάνει χώρα ένα γεγονός αλλαγής ρόλου, εκτιμάται η σχετική συνθήκη και, αν αυτή πληρείται, πυροδοτείται η αντίστοιχη ενέργεια προκειμένου να αποδοθεί (ανακληθεί) ο σχετικός ασθενής ρόλος στον (από) τον χρήστη. Οι κανόνες ECA έχουν την ακόλουθη μορφή [266]:

Rule (rule_name)

ON <event>

IF <condition>

THEN <action>

EndRule

Στην συνέχεια παραθέτονται κάποια παραδείγματα κανόνων ECA οι οποίοι έχουν αποτυπωθεί με βάση τον παραπάνω ορισμό.

i) Rule (grant weak role)

ON (occurrence of event $e_k(r_i, r_j)$)

IF (r_j is weak role derived from strong role r_i)

THEN (grant r_j to user u who holds r_i)

EndRule

ii) Rule (revoke weak role)

ON (occurrence of event $e_k(r_i, r_j)$)

IF (r_j is weak role derived from strong role r_i)

THEN (revoke r_j from user u who holds r_i)

EndRule

4.3.2 Κανόνες εξουσιοδότησης (Authorization rules)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σε ένα υπηρεσιοστρεφές σύστημα οι ασθενείς ρόλοι εξαρτώνται από πληροφορίες πλαισίου και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο πρόσβασης στις υπηρεσίες ιστού (κλήση) και τις μεθόδους αυτών (εκτέλεση). Συνεπώς, η περιρρέουσα κατάσταση εκτιμάται όταν ο χρήστης επιχειρεί να καλέσει μια υπηρεσία ιστού και ο σχετικός ασθενής ρόλος αποδίδεται στο χρήστη για το χρονικό διάστημα που εκτελείται αυτή η υπηρεσία. Έτσι οι κανόνες εξουσιοδότησης που αφορούν στην κλήση υπηρεσιών ιστού και στην εκτέλεση των μεθόδων τους μπορούν να οριστούν ως ακολούθως:

Ορισμός (κλήση υπηρεσιών ιστού - web service invocation). Μια εξουσιοδότηση βάσει ρόλων που αφορά στην κλήση μιας υπηρεσίας ιστού ορίζεται ως μια 4-άδα (r , “invoke”, WS , $\{rk\}$), η οποία δηλώνει πως ένας χρήστης που είναι κάτοχος του ασθενούς ρόλου r έχει το δικαίωμα να καλέσει την υπηρεσία ιστού WS κάτω από ανεξάρτητους από το πεδίο εφαρμογής περιορισμούς πλαισίου $\{rk\}$.

Ορισμός (εκτέλεση μεθόδων υπηρεσίας ιστού - web service task execution). Δεδομένου ότι ένας χρήστης που κατέχει τον ασθενή ρόλο r είναι εξουσιοδοτημένος να καλέσει την υπηρεσία ιστού WS , μια εξουσιοδότηση βάσει ρόλων που αφορά στην εκτέλεση μιας μεθόδου αυτής της υπηρεσίας είναι μια 5-άδα (r , “execute”, WS , T , $\{rk\}$), η οποία δηλώνει πως ο χρήστης που κατέχει τον ασθενή ρόλο r μπορεί να εκτελέσει τη μέθοδο T της υπηρεσίας ιστού WS κάτω από τους, ανεξάρτητους από το πεδίο εφαρμογής, περιορισμούς πλαισίου $\{rk\}$.

Οι παραπάνω κανόνες εξουσιοδότησης περιλαμβάνουν μόνο ανεξάρτητους από το πεδίο εφαρμογής περιορισμούς πλαισίου δεδομένου ότι οι εξαρτώμενοι από το πεδίο εφαρμογής περιορισμοί πλαισίου έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή των ασθενών ρόλων. Για παράδειγμα, στην διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας του Σχήματος 4-1, μια απαίτηση εξουσιοδότησης μπορεί να ορίζει πως «Ένας ιατρός μπορεί να εκδίδει εντολές για ακτινολογικές πράξεις μόνον όταν βρίσκεται στο νοσοκομείο, κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ 8π.μ. και 5μ.μ. και μόνο για τους δικούς του ασθενείς». Αυτή η απαίτηση περιλαμβάνει (α) τον εξαρτώμενο από το πεδίο εφαρμογής περιορισμό πλαισίου «μόνο για τους δικούς του ασθενείς», ο οποίος περιγράφει την σχέση «εγγύτητας» μεταξύ ιατρού και ασθενή και μπορεί να εκφραστεί μέσω του ασθενούς ρόλου «θεράπων ιατρός», και (β)

τους ανεξάρτητους από το πεδίο εφαρμογής περιορισμούς πλαισίου, «μόνον όταν βρίσκεται στο νοσοκομείο» (τοποθεσία) και «από τις 8π.μ. έως τις 5μ.μ.» (χρόνος), οι οποίοι λαμβάνονται υπόψιν προκειμένου να ληφθεί απόφαση σχετικά με το αν ένας χρήστης, ο οποίος κατέχει το ρόλο «θεράπων ιατρός» έχει δικαίωμα έκδοσης ακτινολογικής εντολής. Συνεπώς, η παραπάνω απαίτηση εξουσιοδότησης μπορεί να εκφραστεί ως ακολούθως: «Ο θεράπων ιατρός ενός ασθενή μπορεί να καλέσει την υπηρεσία ιστού που σχετίζεται με τη διαχείριση ακτινολογικών εντολών και να εκτελέσει την μέθοδο που αφορά στην έκδοση ακτινολογικών εντολών μόνο αν βρίσκεται μέσα στο νοσοκομείο και μεταξύ των ωρών 8π.μ. και 5μ.μ.»

4.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΣΕΩΝ SOA

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα τελευταία χρόνια οι περισσότεροι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας επιδιώκουν τη διατήρηση των υπαρχουσών επενδύσεών τους. Για το λόγο αυτό υιοθετούν όλο και περισσότερο την υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική σε ετερογενή περιβάλλοντα αφού με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί μεγάλος βαθμός ολοκλήρωσης χωρίς να απαιτείται η κατάργηση ή αντικατάσταση των ήδη υπαρχόντων συστημάτων [291]. Δεδομένου ότι οι οργανισμοί αυτοί δεν προτίθενται να αναπτύξουν εξ' αρχής νέα συστήματα σε αντικατάσταση των παλιών, θα πρέπει να μεταβούν σε μια πιο ευέλικτη αρχιτεκτονική, όπως είναι η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική, ακολουθώντας μια συγκεκριμένη διαδικασία για την εξέλιξη των υπαρχόντων συστημάτων τους. Ωστόσο, πολλά πληροφοριακά συστήματα υγείας δεν είναι ακόμα προσβάσιμα μέσω υπηρεσιών ιστού και, ως εκ τούτου, ενδέχεται να μην υποστηρίζουν τις τυποποιήσεις στις οποίες βασίζεται μια υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική (XML, WSDL, κλπ). Ως εκ τούτου, οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας θα πρέπει να υιοθετήσουν αυτές τις τυποποιήσεις και να μεταβούν σε μια υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική σταδιακά και όχι με τρόπο απότομο όπως συμβαίνει στις προηγούμενες γενιές, υψηλού κόστους, ιδιωτικές προσεγγίσεις ολοκλήρωσης.

Η εξέλιξη των υπαρχόντων συστημάτων κατά την υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική προκαλεί προβληματισμούς σε ότι αφορά την αρχιτεκτονική ασφάλειας του συστήματος που προκύπτει. Γενικά, η αντικειμενοστρεφής αρχιτεκτονική δημιουργεί μια νέα τάση στον τρόπο διαχείρισης των εξουσιοδοτήσεων η οποία υπαγορεύει πως τα περισσότερα

ζητήματα που αφορούν στην εξουσιοδότηση των χρηστών δύναται να επιλυθούν μέσω του διαχωρισμού των εξουσιοδοτήσεων που είναι κοινές για όλες τις υπηρεσίες ιστού και αυτών που διαφέρουν για κάθε υπηρεσία ιστού και καθορίζονται χωριστά. Είναι προφανές πως υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και στις δύο περιπτώσεις, τα οποία σχετίζονται με την απόδοση (performance), τη διατηρησιμότητα (maintainability), την κλιμάκωση (scalability) και την αξιοπιστία (reliability) [292].

Σε αυτό το κεφάλαιο προτείνεται μια υβριδική προσέγγιση, η οποία διασφαλίζει πως

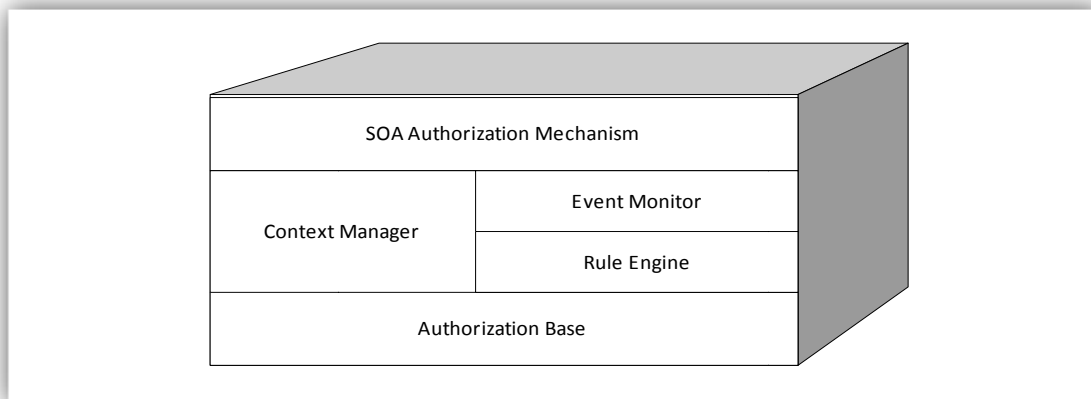
- ♦ δεν παραβιάζονται οι οποιεσδήποτε πολιτικές ασφάλειας επιβάλλονται στα ήδη υπάρχοντα συστήματα
- ♦ το σύστημα εξουσιοδοτήσεων που έχει ενσωματωθεί στο νέο, υπηρεσιοστρεφές σύστημα έχει υλοποιηθεί ως ένα πρόσθετο στρώμα το οποίο τοποθετείται πάνω από τα συστήματα εξουσιοδοτήσεων των υπάρχοντων συστημάτων.

Η αρχιτεκτονική που προτείνεται για την υλοποίηση αυτού του συστήματος εξουσιοδοτήσεων είναι κεντροποιημένη (centralized) ενώ, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις πολιτικές ασφάλειας που είναι ενσωματωμένες στα ήδη υπάρχοντα συστήματα. Ο συγκεντρωτισμός επιλέχθηκε για τους ακόλουθους λόγους:

- ♦ Διαχωρίζει την διαχείριση των εξουσιοδοτήσεων από τις υπηρεσίες ιστού και καθιστά δυνατή τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των υπηρεσιών ιστού χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια των δεδομένων που διαχειρίζονται
- ♦ Καθιστά την αρχιτεκτονική του συστήματος πιο ευέλικτη αφού το μοντέλο εξουσιοδοτήσεων μπορεί να μεταβληθεί χωρίς να επηρεάζονται οι υπηρεσίες ιστού και επιπλέον η προσθήκη μιας νέας μεθόδου σε μια υπηρεσία ιστού απαιτεί την ενσωμάτωση ή παραμετροποίηση μιας νέας πολιτικής στον κεντρικό μηχανισμό εξουσιοδοτήσεων και όχι την τροποποίηση των ήδη υλοποιημένων υπηρεσιών ιστού
- ♦ Παρέχει στους οργανισμούς δυνατότητες ελεγκτικών ιχνηλατήσεων αφού όλα τα γεγονότα μπορούν να καταγράφονται και να παρακολουθούνται κεντρικά αντί να ανακτώνται από πολλαπλές πηγές.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4-3, η προτεινόμενη αρχιτεκτονική αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά συστατικά: βάση εξουσιοδοτήσεων (*authorization base*), τη μονάδα παρακολούθησης γεγονότων (*event monitor*), τη μηχανή κανόνων (*rule engine*), τον διαχειριστή πλαισίου (*context manager*) και τον μηχανισμό εξουσιοδοτήσεων (*authorization mechanism*). Η βάση εξουσιοδοτήσεων καταγράφει όλα τα στοιχεία του μοντέλου

εξουσιοδοτήσεων. Η μονάδα παρακολούθησης γεγονότων διαχειρίζεται τα γεγονότα που παράγονται και τηρεί ιστορικό των γεγονότων που έχουν ήδη λάβει χώρα κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης μιας διαδικασίας παροχής ιατρικής φροντίδας. Η μηχανή ρόλων εξασφαλίζει την επιβολή των κανόνων μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η αλλαγή των ρόλων των χρηστών προκειμένου να καταστεί δυνατή, εφόσον πληρούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις, η κλήση των υπηρεσιών ιστού και η εκτέλεση των μεθόδων τους. Ο διαχειριστής πλαισίου συλλέγει τις πληροφορίες πλαισίου που λαμβάνονται υπόψιν κατά την λήψη αποφάσεων ελέγχου πρόσβασης. Ο μηχανισμός εξουσιοδοτήσεων διατηρεί πληροφορίες σχετικές με το χρήστη και μεσολαβεί κάθε φορά που ο κάτοχος ενός ασθενούς ρόλου αιτείται πρόσβασης σε μια υπηρεσία ιστού ή εκτέλεσης μιας μεθόδου αυτής προκειμένου να αποφασίσει αν πρέπει να επιτραπεί η πρόσβαση στο χρήστη. Για το σκοπό αυτό λαμβάνονται υπόψιν συγκεκριμένοι, ανεξάρτητοι από το πεδίο εφαρμογής, περιορισμοί πλαισίου.



Σχήμα 4-3. Αρχιτεκτονική συστήματος εξουσιοδοτήσεων

A. Βάση εξουσιοδοτήσεων (Authorization base)

Στη βάση εξουσιοδοτήσεων καταγράφονται οι χρήστες, οι ρόλοι (ισχυροί και ασθενείς), οι υπηρεσίες ιστού, οι μέθοδοι των υπηρεσιών ιστού και, τέλος, τα δικαιώματα καθώς και οι αναθέσεις ρόλων σε χρήστες και δικαιωμάτων σε ρόλους. Οι εξουσιοδοτήσεις αποθηκεύονται υπό τη μορφή κανόνων οι οποίοι σχετίζονται με την κλήση υπηρεσιών ιστού και την εκτέλεση των μεθόδων αυτών των υπηρεσιών. Οι περισσότερες από αυτές τις εξουσιοδοτήσεις έχουν εξαχθεί από τις εξουσιοδοτήσεις των προϋπαρχόντων συστημάτων με σκοπό να διατηρηθεί η ευθυγράμμιση μεταξύ των εξουσιοδοτήσεων των νέου και των παλιών συστημάτων. Επιπλέον, στη βάση εξουσιοδοτήσεων περιλαμβάνονται τα καθορισμένα γεγονότα αλλαγής ρόλων και τα στιγμιότυπά τους καθώς επίσης και οι δύο

κατηγορίες περιορισμών πλαισίου (εξαρτώμενες και ανεξάρτητες από το πεδίο εφαρμογής) που ορίστηκαν σε προηγούμενη ενότητα.

B. Μονάδα παρακολούθησης γεγονότων (Event monitor)

Η μονάδα παρακολούθησης γεγονότων καταγράφει στην βάση εξουσιοδοτήσεων τα γεγονότα που λαμβάνουν χώρα και μεταβιβάζει τα σχετικά δεδομένα στην μηχανή κανόνων προκειμένου να πυροδοτηθεί ο κατάλληλος κανόνας (π.χ. για την ανάθεση/ανάκληση του κατάλληλου ασθενή ρόλου). Η μονάδα παρακολούθησης ενημερώνεται σχετικά με τα γεγονότα που λαμβάνουν χώρα όταν ο χρήστης επιχειρεί να εκκινήσει ή να τερματίσει την κλήση μιας υπηρεσίας ιστού και την εκτέλεση κάποιας από τις μεθόδους αυτής της υπηρεσίας.

Γ. Μηχανή κανόνων (Rule engine)

Η μηχανή κανόνων **(α)** αποθηκεύει στην μορφή ECA τους κανόνες ανάθεσης και ανάκλησης ασθενών ρόλων, **(β)** προσδιορίζει τον κατάλληλο κανόνα που πρέπει να εφαρμοστεί όταν λαμβάνεται ειδοποίηση από την μονάδα παρακολούθησης γεγονότων σχετικά με κάποιο γεγονός που λαμβάνει χώρα και **(γ)** προβαίνει στην ανάθεση (ανάκληση) του σχετικού ασθενούς ρόλου αν ικανοποιείται η συνθήκη που εμπεριέχεται στον κανόνα. Η ανάθεση (ανάκληση) ασθενών ρόλων ισοδυναμεί με την καταχώρηση (διαγραφή) μιας εγγραφής στον πίνακα της βάσης εξουσιοδοτήσεων όπου αποθηκεύονται οι αναθέσεις ασθενών ρόλων σε χρήστες. Έτσι, η μηχανή κανόνων διατηρεί τη βάση εξουσιοδοτήσεων ενημερωμένη σε ότι αφορά την δυναμική ανάθεση/ανάκληση ασθενών ρόλων στους κατόχους ισχυρών ρόλων.

Δ. Διαχειριστής πλαισίου (Context manager)

Ο διαχειριστής πλαισίου, όταν λαμβάνει χώρα ένα γεγονός, αποτυπώνει την περιρρέουσα κατάσταση μέσω της συλλογής κατάλληλων πληροφοριών πλαισίου και, στη συνέχεια, μεταβιβάζει τις πληροφορίες αυτές στη μηχανή κανόνων η οποία τις χρησιμοποιεί όταν εκκινεί την εκτέλεση του σχετικού κανόνα ECA. Ο διαχειριστής πλαισίου υλοποιείται ως ένα σύστημα πολλαπλών πρακτόρων οι οποίοι χρησιμοποιούν ενδιάμεσες υπηρεσίες για την παρακολούθηση της περιρρέουσας κατάστασης και την αλληλεπίδραση με τη μηχανή κανόνων.

E. Μηχανισμός εξουσιοδοτήσεων (Authorization mechanism)

Ο μηχανισμός εξουσιοδοτήσεων ελέγχει την πρόσβαση στις υπηρεσίες ιστού και τις μεθόδους αυτών. Για το σκοπό αυτό, προσπελάζει τους πίνακες της βάσης εξουσιοδοτήσεων όπου αποθηκεύονται οι αντιστοιχίσεις των δικαιωμάτων σε ρόλους προκειμένου να προσδιορίσει τα συγκεκριμένα δικαιώματα του εκάστοτε χρήστη δεδομένων των ρόλων που αυτός κατέχει. Έτσι, κάθε φορά που επιχειρείται η κλήση μιας υπηρεσίας ιστού ή η εκτέλεση μιας μεθόδου αυτής, ο μηχανισμός εξουσιοδοτήσεων μεσολαβεί μεταξύ του χρήστη που κατέχει κάποιο ρόλο και της εκάστοτε υπηρεσίας ιστού προκειμένου να καθορίσει αν η επιχειρηθείσα ενέργεια πρέπει να επιτραπεί ή όχι.

Η υπηρεσία εξουσιοδοτήσεων που περιγράφηκε παραπάνω χρησιμοποιεί ένα κοινό αφαιρετικό μοντέλο εξουσιοδοτήσεων προκειμένου να δώσει στις εφαρμογές τη δυνατότητα ορισμού διαβαθμισμένων εξουσιοδοτήσεων οι οποίες αφορούν στην κλήση υπηρεσιών ιστού και την εκτέλεση των μεθόδων των υπηρεσιών αυτών. Η ανωτέρω αρχιτεκτονική υλοποιεί μια κεντρική υπηρεσία εξουσιοδοτήσεων επιτρέποντας έτσι στους παρόχους υπηρεσιών υγείας να αναθέτουν την λήψη αποφάσεων εξουσιοδότησης σε έναν εξυπηρετητή πολιτικών εξουσιοδότησης (authorization policy server) ο οποίος έχει εγκατασταθεί στο υπηρεσιοστρεφές περιβάλλον που αναπτύχθηκε.

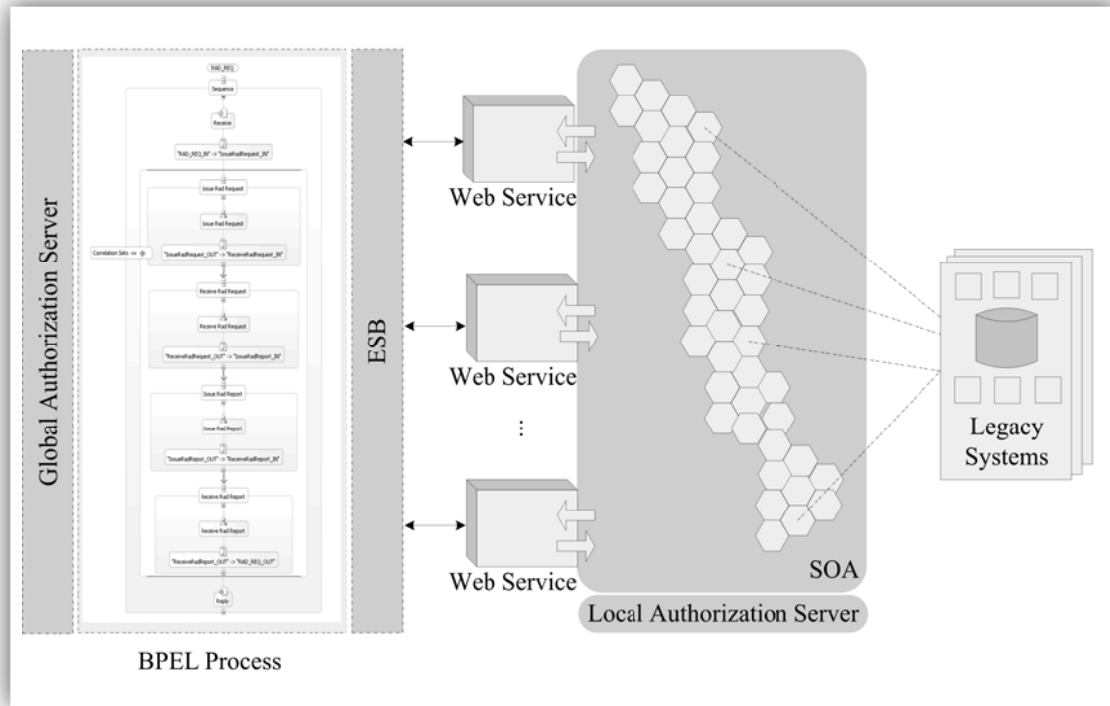
4.5 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική επιτρέπει στους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας να αποδεσμευτούν από τα προβλήματα των παραδοσιακών, ιδιωτικών, τεχνολογιών ολοκλήρωσης οι οποίες βασίζονται στη φιλοσοφία του ενδιάμεσου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ακολουθεί μια κοινή, διαλειτουργική και βασισμένη σε ανοιχτά πρότυπα προσέγγιση στην ολοκλήρωση. Σε αντίθεση με τις συμβατικές τεχνολογίες και προσεγγίσεις ολοκλήρωσης, η ολοκλήρωση που πραγματοποιείται στο πλαίσιο μιας υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής μέσω της ενορχήστρωσης υπηρεσιών ιστού οδήγησε σε σημαντικά μικρότερους χρόνους στους κύκλους αλλαγών. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται:

- ♦ Η γλώσσα BPEL για την ενορχήστρωση των συστημάτων και υπηρεσιών σε από άκρη σε άκρη ροές εργασιών, και
- ♦ Ένας Επιχειρησιακός Δίαυλος Υπηρεσιών για την μεσολάβηση μεταξύ των υπηρεσιών.

Το επίπεδο υπηρεσιών που δημιουργείται στο πλαίσιο μιας υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής έχει αποδειχθεί σε πολλές περιπτώσεις χρήσιμο για την αποδέσμευση μιας ενιαίας διαδικασίας από τα πολλαπλά υποκείμενα συστήματα και την δημιουργία της ψευδαίσθησης μιας μοναδικής διαδικασίας που διαπερνά πολλαπλές επιχειρησιακές μονάδες. Επιπλέον, αυτό το επίπεδο υπηρεσιών έχει χρησιμοποιηθεί για να απομονώσει τις διαδικασίες από τις υποκείμενες υποδομές λειτουργώντας ως μέσο για την κάλυψη του κενού μέχρι να μεταβληθεί η αρχιτεκτονική των υποκείμενων συστημάτων.

Σε ένα υπηρεσιοστρεφές περιβάλλον είναι πολύ σημαντικό να μπορούν να διασυνδεθούν οι υπηρεσίες σε, από άκρη σε άκρη, επιχειρησιακές διαδικασίες (end-to-end business processes) και σύνθετες εφαρμογές. Ως εκ τούτου, για την επίδειξη της λειτουργικότητας της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής εξουσιοδοτήσεων, υλοποιήθηκε ένα πρωτότυπο υπηρεσιοστρεφές σύστημα το οποίο προήλθε από την ανάγκη υποστήριξης της διαδικασίας παροχής ιατρικής φροντίδας που απεικονίζεται στο Σχήμα 4-1. Για την υλοποίηση του πρωτότυπου συστήματος χρησιμοποιήθηκε η σουίτα λογισμικού Oracle 11g SOA Suite [293]. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα συστατικά της σουίτας λογισμικού: **(α)** το Integrated Service Environment (ISE) για την ανάπτυξη των υπηρεσιών ιστού, **(β)** ένας πολλαπλών πρωτοκόλλων ΕΔΥ για την ολοκλήρωση των υπαρχουσών εφαρμογών, **(γ)** ένα μητρώο υπηρεσιών για την καταχώρηση των υπηρεσιών προκειμένου να διευκολυνθεί η ανακάλυψή τους καθώς και η διαχείριση του κύκλου ζωής τους, **(δ)** μια μηχανή ενορχήστρωσης υπηρεσιών η οποία βασίζεται στη γλώσσα BPEL και χρησιμοποιείται για τη σύνθεση υπηρεσιών ιστού σε επιχειρησιακές διαδικασίες, **(ε)** μια μηχανή επιχειρησιακών κανόνων για την συλλογή και την αυτοματοποίηση των επιχειρησιακών κανόνων, **(στ)** ένα εργαλείο για την διαχείριση των υπηρεσιών ιστού και την ενσωμάτωση σε αυτές υπηρεσιών ασφάλειας προκειμένου να επιβάλλονται κατάλληλες πολιτικές αυθεντικοποίησης και εξουσιοδότησης τόσο στις υπηρεσίες ιστού όσο και στις μεθόδους αυτών, και **(ζ)** μια διαδικτυακή πύλη για τους επαγγελματίες υγείας, τους ασθενείς και τους συνεργαζόμενους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας μέσω της οποίας παρέχεται πρόσβαση σε ιατρικό περιεχόμενο, πρόσβαση σε μετρικές εκτίμησης της απόδοσης (performance metrics), συνεργασία και ανάληψη δράσης μέσω της αλληλεπίδρασης με διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας. Μια υψηλού επιπέδου απεικόνιση της αρχιτεκτονικής του πρωτότυπου συστήματος παρέχεται στο Σχήμα 4-4.



Σχήμα 4-4. Μια υπηρεισιοστρεφής αρχιτεκτονική υλοποιημένη πάνω σε ΕΔΥ(ESB) και BPEL

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, για τη διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας του Σχήματος 4-1, αναπτύχθηκαν τρεις διασυνδεδεμένες υπηρεσίες ιστού, οι R-REQ, R-REP και PHRE. Έτσι, οι δραστηριότητες υψηλού επιπέδου που απεικονίζονται στο Σχήμα 4-1 εκτελούνται από τους R-REQ και R-REP, ενώ οι χαμηλού επιπέδου επιμέρους δραστηριότητες που αφορούν στην πρόσβαση στα ιατρικά δεδομένα ασθενών από τον ιατρό και τον ακτινολόγο (δεν απεικονίζονται στο Σχήμα 4-1) εκτελούνται από την PHRE. Ως εκ τούτου, η πρόσβαση στις υπηρεσίες ιστού και στις μεθόδους αυτών πραγματοποιείται μέσω της ανάθεσης του κατάλληλου ασθενούς ρόλου στον εκάστοτε χρήστη. Για παράδειγμα, όταν ένας ιατρός επιχειρεί να καλέσει τον R-REQ προκειμένου να εκδώσει μια εντολή για την εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων σε έναν από τους ασθενείς του/της, λαμβάνει χώρα ένα σχετικό γεγονός (web service invocation event) το οποίο γίνεται αντιληπτό από την μονάδα παρακολούθησης γεγονότων και καταχωρείται στην βάση εξουσιοδοτήσεων ενώ οι πληροφορίες που σχετίζονται με το γεγονός που παράγεται (π.χ. κωδικός γεγονότος, ταυτότητα ιατρού, ταυτότητα ασθενούς, ώρα επιχειρηθείσας πρόσβασης, τοποθεσία από όπου επιχειρήθηκε η πρόσβαση) μεταβιβάζονται στον διαχειριστή πλαισίου. Τότε, ο διαχειριστής πλαισίου εκτιμά τους σχετικούς με το πεδίο εφαρμογής περιορισμούς πλαισίου (π.χ. την σχέση μεταξύ ιατρού και ασθενούς) και μεταβιβάζει τις αντίστοιχες πληροφορίες στην μηχανή κανόνων. Η μηχανή κανόνων προσδιορίζει και εκκινεί τον σχετικό κανόνα ECA προκειμένου να αναθέσει τον ασθενή

ρόλο «θεράπων ιατρός» στον χρήστη εισάγοντας την κατάλληλη εγγραφή την βάση εξουσιοδοτήσεων. Ο μηχανισμός εξουσιοδοτήσεων προσπελάζει την βάση εξουσιοδοτήσεων και χρησιμοποιεί τον κατάλληλο κανόνα εξουσιοδοτήσεων ο οποίος περιέχει σχετικούς με το πεδίο εφαρμογής περιορισμούς πλαισίου, προκειμένου να επιτρέψει ή να απορρίψει την κλήση της υπηρεσίας ιστού.

ΓΑΛΕΡΙΟ ΤΗΛΕΜΩ ΓΕΡΑΚΗ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΟΣΤΡΕΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΦΑΚΕΛΟΥ ΥΓΕΙΑΣ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, η παροχή ολοκληρωμένης και συμμετοχικής ιατρικής φροντίδας (shared and integrated care) στους ασθενείς απαιτεί αυξημένη συνεργασία μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών υγείας και συντονισμό των ενεργειών τους μέσω της χρήσης διεπιχειρησιακών διαδικασιών παροχής φροντίδας υγείας. Ωστόσο, προβλήματα αντιμετωπίζονται σε ότι αφορά την πληροφοριακή υποστήριξη των διαδικασιών αυτών δεδομένου ότι τα ιατρικά δεδομένα των ασθενών είναι διασκορπισμένα στους συμμετέχοντες παρόχους υπηρεσιών υγείας, οι οποίοι χρησιμοποιούν ετερογενή συστήματα για την αποθήκευσή τους. Επιπλέον, τα δεδομένα αυτά είναι δομημένα με διαφορετικό τρόπο και έχουν διαφορετική σημασιολογία. Ως εκ τούτου, είναι δύσκολη η ανάκτηση του πλήρους ιατρικού φακέλου του ασθενούς στο σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας όποτε αυτό απαιτείται.

Τα τελευταία χρόνια έχει καταβληθεί σημαντική προσπάθεια για την προώθηση της υιοθέτησης των συστημάτων ΠΦΥ για τους ασθενείς. Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1,

ένας ΠΦΥ είναι μια ατομοκεντρική (consumer-centered) προσέγγιση στην διάθεση εκτενών ΗΦΥ στο σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας με ταυτόχρονη διασφάλιση της ιδιωτικότητας των ασθενών [304]. Σε αντίθεση με τους ΗΦΥ που βασίζονται στο μοντέλο «fetch and show», οι βασικές αρχές που διέπουν την αρχιτεκτονική των αυτόνομων ΠΦΥ είναι ότι οι πλήρεις ιατρικοί φάκελοι είναι αποθηκευμένοι σε ένα κεντρικό αποθετήριο (repository) και ότι κάθε ασθενής διατηρεί το δικαίωμα πρόσβασης σε κάθε τμήμα του ιατρικού του φακέλου [304,307]. Έτσι, δεν απαιτείται πλέον η υλοποίηση διαλειτουργικών συστημάτων ΗΦΥ αφού το σύστημα αποθήκευσης και ανάκτησης των δεδομένων του ασθενή δεν είναι πλέον κατακερματισμένο. Με τον τρόπο αυτό, διασφαλίζεται η ποιότητα και η ασφάλεια στην παροχή υπηρεσιών υγείας μέσω της διάθεσης σε ασθενείς και επαγγελματίες υγείας σχετικών και επίκαιρων δεδομένων όπου και όποτε απαιτείται ενώ παράλληλα διασφαλίζεται η προστασία και η εμπιστευτικότητα των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων.

Η παροχή στους ασθενείς δυνατότητας πρόσβασης στους ιατρικούς τους φακέλους προσφέρει σημαντικές προοπτικές όχι μόνο για τη βελτίωση της κατάστασης υγείας αυτών και την αύξηση της ικανοποίησής τους με την παρεχόμενη ιατρική φροντίδα αλλά επίσης και για την αναβάθμιση της προσέγγισης στην ιατρική φροντίδα τόσο σε επαγγελματικό όσο και σε οργανωσιακό επίπεδο [307]. Ο αρχικός στόχος των ΠΦΥ ήταν η μεταβίβαση της διαχειριστικής ευθύνης των ιατρικών πληροφοριών από τους παρόχους υπηρεσιών υγείας στον ίδιο τον ασθενή καθιστώντας τες με τον τρόπο αυτό άμεσα προσβάσιμες από τα διάφορα συστήματα υγείας. Ωστόσο, τα συστήματα ΠΦΥ έχουν εξελιχθεί ραγδαία με τρόπους που τα καθιστά πολύτιμα εργαλεία και όχι ένα απλό μέσο για την παροχή ολοκληρωμένης ιατρικής πληροφορίας των ασθενών. Στο πλαίσιο αυτό, πολλές προοπτικές μπορούν να δημιουργηθούν αν η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας εκφραστεί με όρους διεπιχειρησιακών διαδικασιών όπου η πληροφοριακή υποστήριξη πραγματοποιείται μέσω ενός συστήματος ΠΦΥ. Οι προοπτικές αυτές αφορούν στην υλοποίηση των δυνατοτήτων που αναφέρθηκαν στην αρχή της ενότητας 1.1 μέσω των οποίων πραγματοποιείται η ολοκλήρωση της παροχής ιατρικής φροντίδας κατά μήκος όλου του φάσματος των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, από την πρόληψη (prevention) μέχρι την παρακολούθηση (follow-up) [294].

Οι διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας παρουσιάζουν θεμελιώδεις διαφορές σε σχέση με τις διαδικασίες που εκτελούνται σε άλλους τομείς. Αυτό οφείλεται σε μια πληθώρα λόγων μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνονται οι ακόλουθοι:

- (α) η παροχή αποτελεσματικής φροντίδας στους ασθενείς απαιτεί τη διαθεσιμότητα μεγάλου όγκου ιατρικών δεδομένων στους ιατρούς (π.χ. ιατρικές εικόνες και γνωματεύσεις, έγγραφα XML, ιατρικά διαγράμματα)
- (β) η κατ' απαίτηση (ad hoc) συνεργασία και η συνεχής επικοινωνία μεταξύ των επαγγελματιών υγείας αποτελούν αναπόσπαστα κομμάτια των ενεργειών που αφορούν στην παροχή υπηρεσιών υγείας
- (γ) κάθε επαγγελματίας υγείας συμμετέχει στην ιατρική φροντίδα πολλών ασθενών ταυτόχρονα
- (δ) οι επαγγελματίες υγείας εργάζονται σε ένα περιβάλλον που απαιτεί τη διαρκή μετακίνησή τους με αποτέλεσμα η διαθεσιμότητά τους να μεταβάλλεται γρήγορα λόγω συνεχών διακοπών οι οποίες λαμβάνουν χώρα οπουδήποτε και οποτεδήποτε.

Επιπλέον, οι υπολογιστικές υποδομές των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας γίνονται ολοένα πιο πολύπλοκες δεδομένης της χρήσης πολλών ετερογενών τεχνολογιών και της υποστήριξης έντονα διαδραστικών εφαρμογών λογισμικού. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον, η ιδιωτικότητα και η ασφάλεια των προσωπικών ιατρικών δεδομένων κρίνονται ως κρίσιμοι παράγοντες για την προαγωγή των συμφερόντων τόσο των παρόχων υπηρεσιών υγείας όσο και των ίδιων των ατόμων [295,308]. Έτσι, ένας σημαντικός προβληματισμός που ανακύπτει κατά την ανάπτυξη διαδικασιοστρεφών συστημάτων ΠΦΥ σχετίζεται με την προστασία των προσωπικών δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, συλλογή, χρήση, αποκάλυψη ή διάθεση. Σε ένα τέτοιο σύστημα, το επιθυμητό επίπεδο ασφάλειας των δεδομένων μπορεί να επιτευχθεί με τη διασφάλιση πως τα δικαιώματα που εκχωρούνται σε κάθε άτομο ανταποκρίνονται στην πραγματική ανάγκη και χρησιμότητα. Για το σκοπό αυτό απαιτείται η επιβολή της αρχής των ελαχίστων προνομίων (least privilege principle) στο πλαίσιο της οποίας απαιτείται η διαρκής προσαρμογή των δικαιωμάτων των χρηστών προκειμένου αυτοί να λαμβάνουν ανά πάσα στιγμή το ελάχιστο σύνολο δικαιωμάτων που απαιτούνται για την εκτέλεση κάθε δραστηριότητας μιας διαδικασίας παροχής υπηρεσιών υγείας.

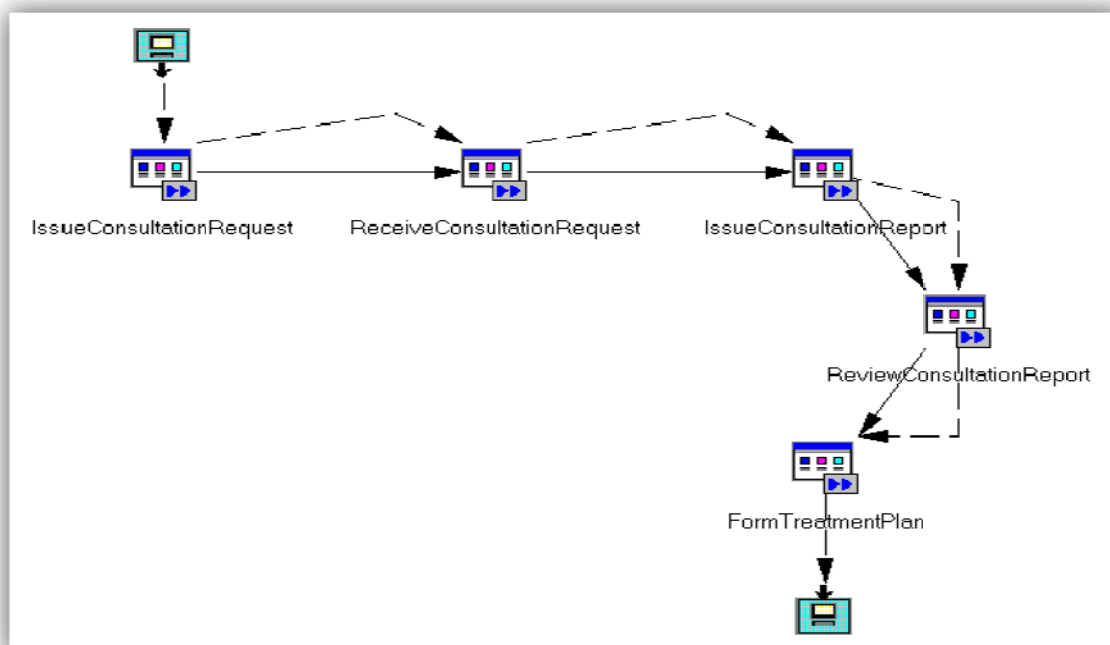
Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 3, στις διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας η εκχώρηση συγκεκριμένων δικαιωμάτων στους συμμετέχοντες στη διαδικασία εξαρτάται

από την περιρρέουσα κατάσταση όπως αυτή καθορίζεται από τις τιμές που λαμβάνουν οι πληροφορίες πλαισίου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της διαδικασίας (process execution context). Έτσι, πληροφορίες πλαισίου, όπως η σχέση μεταξύ χρήστη και ασθενή, η θέση του χρήστη όταν επιχειρείται η πρόσβαση καθώς και η χρονική στιγμή που επιχειρείται η πρόσβαση μπορούν να επηρεάσουν την απόφαση εξουσιοδότησης σχετικά με την εκτέλεση μιας δραστηριότητας της διαδικασίας. Για το λόγο αυτό απαιτείται ο καθορισμός πιο ευέλικτων και μεγαλύτερης ακρίβειας πολιτικών ελέγχου πρόσβασης που ικανοποιούν την αρχή των ελαχίστων προνομίων και αντικατοπτρίζουν τις τρέχουσες ανάγκες ελέγχου πρόσβασης.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική ενός συστήματος το οποίο έχει σαν βασικό συστατικό του ένα σύστημα ΠΦΥ. Στο προτεινόμενο σύστημα η αυτοματοποίηση των διαδικασιών παροχής φροντίδας υγείας πραγματοποιείται με τη χρήση της γλώσσας Web Services Business Process Execution Language (WS-BPEL, ή για συντομία BPEL). Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο πλαίσιο ασφάλειας που έχει ενσωματωθεί στο σύστημα, το οποίο έχει υλοποιηθεί με τη βοήθεια πρακτόρων λογισμικού και επιλύει ζητήματα ελέγχου πρόσβασης που προκύπτουν στα διαδικασιοστρεφή συστήματα ΠΦΥ. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ένα μοντέλο εξουσιοδοτήσεων καθώς και ο αντίστοιχος μηχανισμός εξουσιοδοτήσεων ο οποίος βασίζεται στο μοντέλο ελέγχου πρόσβασης με βάση ρόλους (role-based access control - RBAC) και, επιπλέον, διαθέτει δυνατότητα επίγνωσης της περιρρέουσας κατάστασης (context-aware). Πιο συγκεκριμένα, ο μηχανισμός αυτός ενσωματώνει τα πλεονεκτήματα της ευρείας (broad), βασισμένης σε ρόλους (role-based) ανάθεσης και διαχείρισης δικαιωμάτων πρόσβασης σε τύπους αντικειμένων, όπως αυτή ορίζεται στο μοντέλο RBAC. Επιπλέον παρέχει τη δυνατότητα προσαρμογής των δικαιωμάτων κάθε ρόλου σε συγκεκριμένα αντικείμενα κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης μιας διαδικασίας BPEL ανάλογα με την περιρρέουσα κατάσταση. Στο πλαίσιο αυτό, κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης ενός στιγμιότυπου της διαδικασίας, γίνονται αντιληπτές οι αλλαγές στις πληροφορίες πλαισίου και οδηγούν σε κατάλληλη προσαρμογή των δικαιωμάτων πρόσβασης του εκάστοτε χρήστη με στόχο τον περιορισμό τους στα ελάχιστα που απαιτούνται για την εκτέλεση κάθε εργασίας.

5.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Προκειμένου να παρουσιαστεί η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος, θεωρήθηκε μια ενδεικτική διαδικασία παροχής φροντίδας υγείας, η οποία αφορά σε παραπεμπτικά ασθενών τα οποία υποβάλλονται μεταξύ παρόχων υπηρεσιών υγείας. Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία αυτή σχετίζεται με την έκδοση από τους ιατρούς εντολών για παροχή ιατρικών συμβουλών από ιατρούς άλλων ειδικοτήτων. Δεδομένου ότι αυτές οι εντολές αφορούν συγκεκριμένους ασθενείς και έχουν ως αποδέκτες ιατρούς του ίδιου ή άλλου νοσοκομείου, παρουσιάζεται επιτακτική η ανάγκη για αυτοματοποίηση της σχετικής διαδικασίας, και, μέσω αυτής, για πρόσβαση σε ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία των ασθενών από εξουσιοδοτημένους χρήστες το σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας.



Σχήμα 5-1. Μοντέλο διαδικασίας που αφορά στην παροχή σε ιατρούς συμβουλευτικών υπηρεσιών από ιατρούς άλλων ειδικοτήτων

Θεωρούμε την περίπτωση που ένας ιατρός πραγματοποιεί επίσκεψη στους θαλάμους του νοσοκομείου όπου εργάζεται. Καθώς επισκέπτεται κάποιον από τους ασθενείς του προκειμένου να εκτιμήσει την κατάσταση της υγείας του, ενδέχεται να χρειαστεί πρόσβαση στον ιατρικό φάκελο του ασθενούς προκειμένου να κάνει έγκυρη γνωμάτευση. Επιπλέον, ενδέχεται να χρειαστεί την γνωμάτευση κάποιου άλλου ιατρού, όπως για παράδειγμα καρδιολόγου. Για το σκοπό αυτό αποστέλλει σχετική εντολή, η οποία στη συνέχεια λαμβάνεται από κάποιον καρδιολόγο. Αυτός με τη σειρά του προβαίνει στην

εκτίμηση της κατάστασης υγείας του ασθενούς λαμβάνοντας υπόψιν τα σχετικά κομμάτια του ιατρικού του φακέλου. Προκειμένου να ενημερώσει τον εντέλλοντα ιατρό για τα ευρήματα του, ο καρδιολόγος αποστέλλει σε αυτόν τη σχετική γνωμάτευση. Στη συνέχεια ο ιατρός διαμορφώνει την κατάλληλη αγωγή για τον ασθενή.

Στο Σχήμα 5-1 απεικονίζεται ένα, υψηλού επιπέδου αφαίρεσης, μοντέλο διαδικασίας που αφορά στη διαχείριση εντολών για παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών στους ιατρούς από ιατρούς άλλων ειδικοτήτων. Οι εντολές αυτές εκδίδονται από τους ιατρούς των νοσοκομείων και απευθύνονται σε κάποιο τμήμα του ίδιου ή άλλου νοσοκομείου. Η διαδικασία αυτή έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας το IBM Websphere Workflow Buildtime [212].

Στην διαδικασία του Σχήματος 5-1 εμπλέκονται δύο τμήματα νοσοκομείου: το τμήμα γενικής ιατρικής (Department of General Medicine) και το τμήμα καρδιολογίας (Department of Cardiology). Δύο από τους ρόλους που συμμετέχουν στη διαδικασία είναι ο ιατρός (Physician - PH) και ο καρδιολόγος (Cardiologist - CR). Ο Πίνακας 5-1 παραθέτει ένα απόσπασμα των απαιτήσεων εξουσιοδότησης που αφορούν τους δύο αυτούς ρόλους και σχετίζονται με τα δικαιώματα εκτέλεσης δραστηριοτήτων και πρόσβασης δεδομένων αντίστοιχα.

Η διαδικασία παροχής υπηρεσιών υγείας του Σχήματος 5-1 αναδεικνύει κάποιες απαιτήσεις σχετικά με τις εξουσιοδοτήσεις πρόσβασης στις δραστηριότητες (εκτέλεση) και τις συσχετισμένες με αυτές υπηρεσίες ιστού (κλήση). Αυτές ταυτίζονται με τις αντίστοιχες απαιτήσεις που αναλύθηκαν στην ενότητα 3.2.1. Έτσι, για παράδειγμα, σε ότι αφορά την *εκτέλεση δραστηριοτήτων*, εντολές για παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών από έναν καρδιολόγο (οι οποίες συντάσσονται από τον θεράποντα ιατρό) θα πρέπει να αποστέλλονται σε ένα υποσύνολο καρδιολόγων που βρίσκονται σε εφημερία και κατέχουν την σχετική ειδικότητα (π.χ. επεμβατική καρδιολογία ή ηχοκαρδιογραφία). Στη συνέχεια, η σχετική γνωμάτευση (η οποία υποβάλλεται από τον καρδιολόγο) θα πρέπει να αποστέλλεται στον εντέλλοντα ιατρό. Σε ότι αφορά την *πρόσβαση δεδομένων*, κατά την εκτέλεση της δραστηριότητας "IssueConsultationRequest", το ιατρικό ιστορικό του ασθενούς είναι προσβάσιμο μόνο από τον θεράποντα ιατρό ο οποίος έχει επίσης το δικαίωμα να εκδώσει (συντάξει, επεξεργαστεί, στείλει) εντολές για παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών. Τέτοιες εντολές μπορούν να εκδοθούν μόνο για τους ασθενείς

του ιατρού και μόνον όταν αυτός βρίσκεται στο νοσοκομείο. Τέλος, σε ότι αφορά την εκχώρηση δικαιωμάτων, για την επιτυχή εκτέλεση της δραστηριότητας «IssueConsultationReport» ένας καρδιολόγος θα πρέπει να αποκτήσει πρόσβαση στον ιατρικό φάκελο του ασθενούς προκειμένου να εκτελέσει με επιτυχία οποιαδήποτε δραστηριότητα ή και διαδικασία απαιτείται για τη θεραπεία του ασθενούς. Ωστόσο, ο ιατρός δε θα πρέπει να διατηρήσει αυτό το δικαίωμα και μετά την επιτυχή εκτέλεση της δραστηριότητας/διαδικασίας.

Πίνακας 5-1. Απόσπασμα απαιτήσεων εξουσιοδότησης για την διαδικασία παροχής υπηρεσιών υγείας του Σχήματος 5-1.

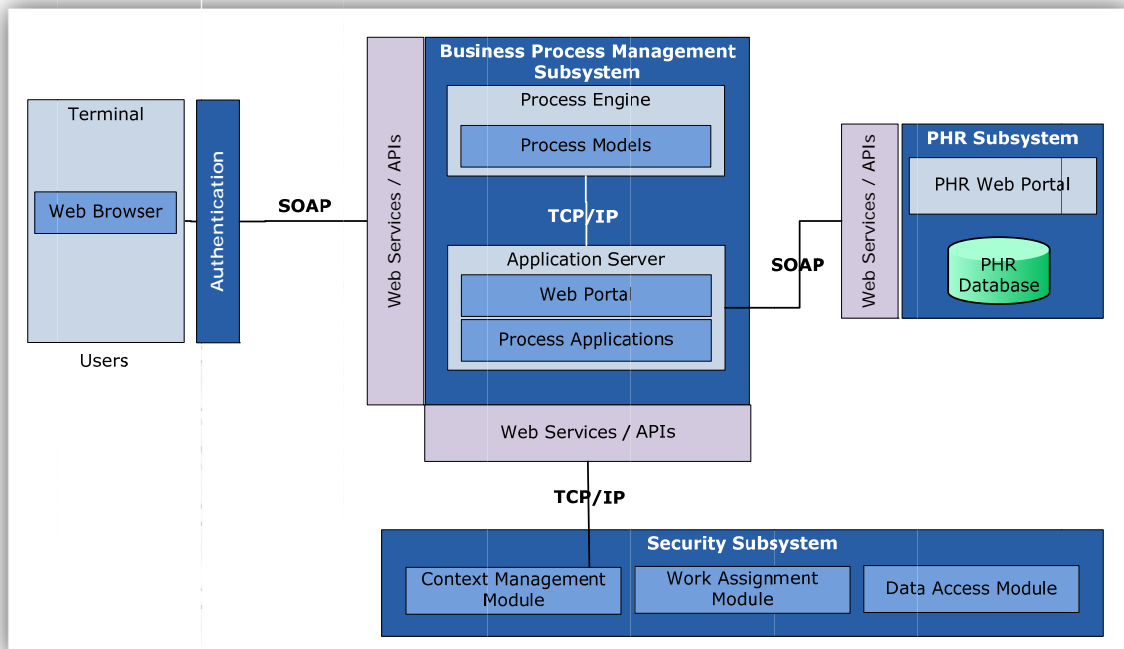
Απαιτήσεις Εξουσιοδοτήσεων	
1.	Οι ιατροί μπορούν να εκδώσουν εντολή για παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών που απαιτούνται για την εκτίμηση της κατάστασης της υγείας των ασθενών τους. (<i>IssueConsultationRequest</i>).
1.1	Οι ιατροί μπορούν να εκδώσουν εντολή για την παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών για τους τρέχοντες ασθενείς τους.
1.2	Οι ιατροί μπορούν να επεξεργαστούν τις εντολές που έχουν εκδώσει οι ίδιοι για παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών που αφορούν τους τρέχοντες ασθενείς τους πριν την αποστολή τους στους καρδιολόγους.
1.3	Οι ιατροί μπορούν να στείλουν τις εντολές που έχουν εκδώσει για παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών στους τρέχοντες ασθενείς τους μόνο σε καρδιολόγους που κατέχουν την κατάλληλη ειδικευση.
1.4	Οι ιατροί μπορούν να ακυρώσουν εντολές για παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών που έχουν εκδώσει για τους τρέχοντες ασθενείς τους αφού τις έχουν αποστείλει.
1.5	Οι ιατροί μπορούν να διαβάζουν και να ενημερώνουν τους ΠΦΥ των ασθενών που περιθάλπουν. Ωστόσο, δεν επιτρέπεται να μεταβάλλουν τις ήδη υπάρχουσες καταχωρήσεις αυτών των ΠΦΥ.
2.	Οι καρδιολόγοι μπορούν να εκδώσουν γνωματεύσεις για ασθενείς κατόπιν εντολής από ιατρούς (<i>IssueConsultationReport</i>).
2.1	Οι καρδιολόγοι μπορούν να διαβάζουν τις εντολές για παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών που εκδίδονται από τους ιατρούς.
2.2	Οι καρδιολόγοι μπορούν να διαβάζουν συγκεκριμένα τμήματα του ΠΦΥ των ασθενών για τους οποίους καλούνται να συντάξουν αντίστοιχες γνωματεύσεις.
2.3	Οι καρδιολόγοι μπορούν να συντάξουν γνωματεύσεις για τους τρέχοντες ασθενείς τους.
2.4	Οι καρδιολόγοι μπορούν να επεξεργαστούν γνωματεύσεις που έχουν εκδώσει για τους ασθενείς τους πριν να τις αποστείλουν στους ιατρούς.
2.5	Οι καρδιολόγοι μπορούν να αποστέλλουν στους εντέλλοντες ιατρούς γνωματεύσεις για τους τρέχοντες ασθενείς τους.
2.6	Οι καρδιολόγοι μπορούν να ακυρώσουν γνωματεύσεις μετά την αποστολή τους.
2.7	Οι καρδιολόγοι μπορούν να διαβάζουν προηγούμενες γνωματεύσεις που έχουν εκδώσει οι ίδιοι.
3.	Οι ιατροί μπορούν να λαμβάνουν τις γνωματεύσεις που έχουν σταλεί από τους καρδιολόγους μόνο αν έχουν ζητηθεί από αυτούς (<i>ReviewConsultationReport</i>).

3.1	Οι ιατροί μπορούν να διαβάζουν τις γνωματεύσεις που έχουν ζητήσει για τους ασθενείς τους.
3.2	Οι ιατροί μπορούν να διαμορφώσουν αγωγή θεραπείας για τους τρέχοντες ασθενείς τους.
3.3	Οι ιατροί μπορούν να τροποποιήσουν τις αγωγές θεραπείας που έχουν καθορίσει για τους ασθενείς τους πριν αυτοί τις ακολουθήσουν.
3.4	Οι ιατροί μπορούν να διαβάσουν και να γράψουν τους ΠΦΥ των τρεχόντων ασθενών τους.

Συνεπώς, και στην περίπτωση αυτής της διαδικασίας παροχής φροντίδας υγείας, απαιτείται ο καθορισμός ευέλικτων και μεγάλης ακρίβειας πολιτικών εξουσιοδότησης οι οποίες ικανοποιούν την αρχή των ελαχίστων προνομίων. Τα χαρακτηριστικά αυτών των πολιτικών έχουν ήδη αναφερθεί αναλυτικά στην ενότητα 3.2.1.

5.3 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το πρωτότυπο σύστημα που περιγράφεται στο κεφάλαιο αυτό επιτρέπει την απομακρυσμένη εκτέλεση αυτοματοποιημένων διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας και, μέσω αυτών, την πρόσβαση στα αναλυτικά ιατρικά δεδομένα του ασθενούς τα οποία είναι αποθηκευμένα σε ένα κεντρικό αποθετήριο.



Σχήμα 5-2. Αρχιτεκτονική συστήματος

Σε αυτό το περιβάλλον, υπάρχει ένα εύρωστο πλαίσιο ασφάλειας προκειμένου να διασφαλιστεί πως:

- ♦ τα ιατρικά δεδομένα των ασθενών είναι προσβάσιμα ανεξάρτητα από τον φορέα που καλείται να τους παρέχει φροντίδα με τρόπο που δεν θέτει σε κίνδυνο την ιδιωτικότητα του ασθενούς και
- ♦ η πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα επιτρέπεται μόνο από εξουσιοδοτημένους χρήστες όπου και όποτε αυτό απαιτείται.

Στο Σχήμα 5-2 παρέχεται μια υψηλού επιπέδου θεώρηση της αρχιτεκτονικής συστήματος, όπου φαίνεται πως το σύστημα αποτελείται από τρία υποσυστήματα, το υποσύστημα διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών (BPM subsystem), το υποσύστημα ΠΦΥ (PHR subsystem) και υποσύστημα ασφάλειας (security subsystem).

5.3.1 Υποσύστημα διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών (BPM subsystem)

Το υποσύστημα διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας. Εκτός από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση των διαδικασιών, κύριο συστατικό αυτού του υποσυστήματος αποτελεί η μηχανή διαδικασιών (Process Engine), μια εύρωστη πλατφόρμα που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση διαδικασιοστρεφών εφαρμογών. Οι αλληλεπιδράσεις με την μηχανή αυτή πραγματοποιούνται μέσω μιας ειδικά σχεδιασμένης διαδικτυακής πύλης, η οποία αναπτύχθηκε με σκοπό την διασφάλιση της ασφαλούς πρόσβασης στις διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας και στις υπηρεσίες ιστού που καλούνται μέσω των δραστηριοτήτων κάθε διαδικασίας. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται ψηφιακές υπογραφές για συγκεκριμένα τμήματα των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται κατά τη αλληλεπίδραση με κάθε διαδικασία BPEL. Για παράδειγμα, κάθε αίτημα για εκτέλεση μιας δραστηριότητας συνεπάγεται την υποβολή αιτήματος για την εκτέλεση της συσχετισμένης με αυτήν υπηρεσίας ιστού. Αυτό το αίτημα υποβάλλεται μέσω ενός μηνύματος SOAP, τμήματα του οποίου (κυρίως μέρος και/ή επικεφαλίδα του μηνύματος SOAP) υπογράφονται ψηφιακά με τη χρήση του ιδιωτικού κλειδιού του X.509 πιστοποιητικού του χρήστη. Έτσι, διασφαλίζεται η ακεραιότητα των πληροφοριών που ανταλλάσσονται σε κάθε συναλλαγή. Με παρόμοιο τρόπο, η απάντηση που παράγεται από την εκτέλεση της υπηρεσίας ιστού υπογράφεται ψηφιακά προκειμένου να διασφαλιστεί η ακεραιότητα των δεδομένων που περιέχει.

5.3.2 Υποσύστημα ΠΦΥ (PHR subsystem)

Το υποσύστημα ΠΦΥ υποστηρίζει:

- ♦ τους ασθενείς επιτρέποντάς τους να διαχειριστούν ενεργά την υγεία τους, και
- ♦ εξουσιοδοτημένους επαγγελματίες υγείας διασφαλίζοντας τη γρήγορη και ασφαλή διάθεση σε αυτούς των ιατρικών δεδομένων των ασθενών.

Το υποσύστημα ΠΦΥ αποτελείται από:

- ♦ ένα κεντρικό αποθετήριο όπου τηρούνται οι πλήρεις ιατρικοί φάκελοι των ασθενών,
- ♦ μια διαδικτυακή πύλη μέσω της οποίας δίνεται στον ασθενή δυνατότητα πρόσβασης και διαχείρισης των ιατρικών δεδομένων που έχουν συλλεχθεί καθόλη τη διάρκεια της ζωής τους. Επιπλέον, μέσω αυτής της πύλης, οι ασθενείς έχουν δυνατότητα πρόσβασης σε τμήματα των ιατρικών τους δεδομένων σε άτομα που τα χρειάζονται, και
- ♦ έναν αριθμό από υπηρεσίες ιστού οι οποίες παρέχουν μια ομοιόμορφη διεπαφή μέσω της οποίας πραγματοποιούνται οι συναλλαγές με το κεντρικό αποθετήριο.

Στα συστήματα ΠΦΥ που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα η εκχώρηση εξουσιοδότησης για πρόσβαση στα ιατρικά δεδομένα που περιλαμβάνονται στον ιατρικό φάκελο ενός ασθενή πραγματοποιείται από τον ιδιοκτήτη του φακέλου (άτομο ή ασθενή) ή από κάποιον στον οποίο έχει αυτός εκχωρήσει σχετική εξουσιοδότηση (π.χ. συγγενή του) [274].

5.3.3 Υποσύστημα ασφάλειας (security subsystem)

Το υποσύστημα ασφάλειας είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση της πρόσβασης στις δραστηριότητες κάθε BPEL διαδικασίας και στις συσχετισμένες με αυτές υπηρεσίες ιστού. Στο προτεινόμενο σύστημα υπάρχει ένα υποσύστημα ασφάλειας εγκατεστημένο σε κάθε οργανισμό παροχής υπηρεσιών υγείας. Κάθε υποσύστημα αποτελείται λογικές μονάδες (modules), οι οποίες συνεργάζονται προκειμένου να διασφαλίσουν την πιστή και συνεπή επιβολή των πολιτικών ασφάλειας. Οι λογικές μονάδες είναι η Μονάδα Διαχείρισης Πλαισίου (Context Management Module - CMM), η Μονάδα Ανάθεσης Δραστηριοτήτων (Work Assignment Module - WAM) και η Μονάδα Πρόσβασης Δεδομένων (Data Access Module - DAM). Η CMM συλλέγει τις πληροφορίες πλαισίου που επηρεάζουν τις αποφάσεις εξουσιοδοτήσεων και τις μεταδίδει στις WAM και DAM, οι οποίες είναι υπεύθυνες για τον έλεγχο της πρόσβασης στις δραστηριότητες των διαδικασιών BPEL και στα δεδομένα του

ΠΦΥ αντίστοιχα. Μια πιο λεπτομερής περιγραφή αυτού του υποσυστήματος παρέχεται στις επόμενες δύο ενότητες.

5.4 ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΕΩΝ

Η WS-BPEL έχει σχεδιαστεί κυρίως για την υποστήριξη αυτοματοποιημένων επιχειρησιακών διαδικασιών μέσω των οποίων ενορχηστρώνονται δραστηριότητες υλοποιημένες με τη μορφή υπηρεσιών ιστού. Ως εκ τούτου, δεν καλύπτει περιπτώσεις όπου απαιτείται αλληλεπίδραση των χρηστών με τις δραστηριότητες μιας διαδικασίας [302]. Ωστόσο, το φάσμα των δραστηριοτήτων που συνθέτουν διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας αλλά και άλλες διαδικασίες γενικού σκοπού, είναι ευρύτερο αφού σε πολλές περιπτώσεις, κατά την εκτέλεση μιας επιχειρησιακής διαδικασίας, απαιτείται η συμμετοχή ανθρώπων. Πιο συγκεκριμένα, μια διαδικασία παροχής υπηρεσιών υγείας αποτελείται από ανόμοια και κατανεμημένα λογικά κομμάτια (δηλαδή δραστηριότητες) τα οποία εκτελούνται από μεγάλο αριθμό εργαζομένων σε οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας. Για κάθε λογικό κομμάτι οι αποφάσεις για την εκχώρηση των κατάλληλων εξουσιοδοτήσεων δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί κατά τον σχεδιασμό της διαδικασίας αφού δεν είναι διαθέσιμες οι πληροφορίες που προσδιορίζουν την περιρρέουσα κατάσταση από την οποία επηρεάζεται η εκτέλεση της δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα, σε μια διαδικασία παροχής υπηρεσιών υγείας, οι εξουσιοδοτήσεις συχνά καθορίζονται από έναν συνδυασμό περιορισμών πλαισίου οι οποίοι επιβάλλονται σε κάθε δραστηριότητα και στους ρόλους που κατέχουν οι χρήστες που συμμετέχουν στην εκτέλεσή της. Ωστόσο, οι πληροφορίες που απαιτούνται για την αποτίμηση αυτών των περιορισμών δεν είναι διαθέσιμες κατά τον σχεδιασμό της διαδικασίας.

Σε ένα διαδικασιοστρεφές σύστημα ΠΦΥ υπάρχει ανάγκη για την επίλυση του ζητήματος των εξουσιοδοτήσεων με έναν συγκεντρωτικό τρόπο προκειμένου να επιβληθεί η αρχή των ελαχίστων προνομίων. Στο πλαίσιο αυτής της αρχής απαιτείται να διασφαλιστεί πως τα δικαιώματα πρόσβασης σε δραστηριότητες και τις συσχετιζόμενες με αυτές υπηρεσίες ιστού εκχωρούνται στους χρήστες δυναμικά. Με τον τρόπο αυτό οι χρήστες λαμβάνουν το ελάχιστο δυνατό σύνολο δικαιωμάτων που απαιτείται για την εκτέλεση κάθε δραστηριότητας και της υπηρεσίας που καλείται από αυτήν. Συνεπώς, στα συστήματα αυτά υπάρχει ανάγκη για την επιβολή περιορισμών πλαισίου οι οποίοι αφορούν την εκτέλεση

δραστηριοτήτων BPEL και την κλήση των συσχετισμένων με αυτές υπηρεσιών ιστού μέσω των οποίων προσπελάζονται τα δεδομένα των ΠΦΥ.

5.4.1 Πλαίσιο εκτέλεσης διαδικασίας (Process Execution Context)

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, η περιρρέουσα κατάσταση προσδιορίζεται μέσω ενός συνόλου πληροφοριών πλαισίου, οι οποίες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε *πληροφορίες πλαισίου εξαρτώμενες από το πεδίο εφαρμογής (domain-dependent)* και *πληροφορίες πλαισίου ανεξάρτητες από το πεδίο εφαρμογής (domain-independent)*. Εναλλακτικά, οι πληροφορίες πλαισίου μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως ακολούθως:

- ♦ *Στατικές πληροφορίες πλαισίου* - είναι οι πληροφορίες των οποίων οι τιμές είναι γνωστές κατά τον σχεδιασμό της διαδικασίας BPEL και δεν υπόκεινται σε αλλαγές κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της διαδικασίας αυτής (π.χ. ταυτότητα και ειδικότητα ιατρού).
- ♦ *Δυναμικές πληροφορίες πλαισίου* - είναι οι πληροφορίες των οποίων οι τιμές προσδιορίζονται κατά τη διάρκεια χρόνου εκτέλεσης και υπόκεινται σε διαρκή μεταβολή κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης μιας διαδικασίας BPEL. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων πληροφοριών αποτελούν αυτές που σχετίζονται με το περιβάλλον (π.χ. χώρος και χρόνος) καθώς και η σχέση «εγγύτητας» («proximity») μεταξύ του υποκειμένου «ιατρός» και του αντικειμένου «ασθενής» (δηλαδή ο ιατρός X είναι θεράπων ιατρός του ασθενή Y).

Και στην περίπτωση αυτή, η επιβολή της αρχής ελαχίστων προνομίων πραγματοποιείται μέσω παράγωγων ρόλων, οι οποίοι εμπερικλείουν το ελάχιστο σύνολο δικαιωμάτων τα οποία καθορίζονται ανά πάσα στιγμή με βάση τις τρέχουσες ανάγκες πρόσβασης των χρηστών. Στο πλαίσιο αυτό, οι ρόλοι μπορούν να διακριθούν σε δύο βασικές κατηγορίες: τους *ισχυρούς* και τους *ασθενείς*. Οι *ισχυροί* ρόλοι αντιστοιχούν σε υπάρχουσες δομές οργανισμών και ορίζουν τον καταμερισμό εργασίας (division of work) και τις δομές εξουσίας (lines of authority) με βάση το αντικείμενο της δουλειάς και την ιεραρχία (π.χ. «ιατρός» και «ακτινολόγος»). Καθορίζονται κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της εκάστοτε διαδικασίας και μπορούν να αποδοθούν στους χρήστες δυναμικά, ενώ η ανάθεσή τους ενδέχεται να υπόκειται σε περιορισμούς πλαισίου (π.χ. χωρικούς και/ή χρονικούς) [24]. Από την άλλη, οι *ασθενείς* ρόλοι παράγονται από έναν ή περισσότερους ισχυρούς ρόλους μετά την εκτίμηση ενός συνόλου περιορισμών πλαισίου. Παραδείγματα τέτοιων ρόλων αποτελούν οι «θεράπων ιατρός» και «σύμβουλος καρδιολόγος», οι οποίοι δύναται να

αποδοθούν σε ή να ανακληθούν από άτομα δυναμικά όταν λαμβάνουν χώρα συγκεκριμένα γεγονότα. Στην ουσία, ένας ασθενής ρόλος δεν αποδίδεται σε κάποιον χρήστη αλλά σε μια σχέση (βλ. Σχήμα 4-2). Για παράδειγμα, ο ασθενής ρόλος «σύμβουλος καρδιολόγος» που αφορά κάποιον συγκεκριμένο ασθενή παράγεται από τους ισχυρούς ρόλους «καρδιολόγος» και «ασθενής» και αποδίδεται σε έναν ακτινολόγο όταν αναλαμβάνει να παρέχει συμβουλευτικές υπηρεσίες στον «θεράποντα ιατρό» αυτού του ασθενή κατόπιν εντολής του τελευταίου. Επίσης, επιτρέπεται στον χρήστη που κατέχει το ρόλο «θεράπων ιατρός» για έναν ασθενή να τροποποιήσει ή ακόμα και να ακυρώσει μια εντολή για συμβουλευτικές υπηρεσίες, η οποία έχει εκδοθεί από τον ίδιο μόνο πριν την ανάθεση της συγκεκριμένης υπηρεσίας σε κάποιον χρήστη με τον ρόλο «σύμβουλος καρδιολόγος». Συνεπώς, ο ασθενής ρόλος «σύμβουλος καρδιολόγος» που αφορά έναν συγκεκριμένο ασθενή ανακαλείται όταν λαμβάνει χώρα κάποιο γεγονός που σηματοδοτεί την ολοκλήρωση ή την ακύρωση της εντολής για παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών.

Στο προτεινόμενο σύστημα, οι πληροφορίες πλαισίου που επηρεάζουν τις αποφάσεις εξουσιοδότησης σχετίζονται με τον χρήστη, τα αντικείμενα (δηλαδή τις δραστηριότητες και τις συσχετιζόμενες με αυτές υπηρεσίες ιστού) και το περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα:

- ♦ Το *πλαίσιο χρήστη*, όπως υποδηλώνεται από το όνομά του, σχετίζεται με το χρήστη (δηλαδή τον επαγγελματία υγείας) και αποτελείται από στατικά χαρακτηριστικά (π.χ. ταυτότητα, ειδικότητα) και δυναμικά χαρακτηριστικά (π.χ. τοποθεσία του ιατρού, φόρτος εργασίας και διαθεσιμότητα)
- ♦ Το *πλαίσιο αντικειμένου* σχετίζεται με τις δραστηριότητες και τις συσχετισμένες με αυτές υπηρεσίες ιστού και αποτελείται από στατικά χαρακτηριστικά (π.χ. πολιτικές ασφάλειας που έχουν καθοριστεί από τον ασθενή και αφορούν την πρόσβαση στα δεδομένα του ΠΦΥ τους μέσω υπηρεσιών ιστού) και δυναμικά χαρακτηριστικά (π.χ. την κατάσταση του αντικειμένου)
- ♦ Το *πλαίσιο περιβάλλοντος*, όπως υποδηλώνεται από το όνομά του, σχετίζεται με το περιβάλλον και αποτελείται από δυναμικά χαρακτηριστικά (π.χ. χρόνος επιχειρηθείσας πρόσβασης).

5.4.2 Ανάθεση δικαιωμάτων με βάση την περιρρέουσα κατάσταση (Context-Aware Permission Assignment)

Στο προτεινόμενο σύστημα, οι ασθενείς ρόλοι χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της πρόσβασης στις δραστηριότητες των διαδικασιών (εκτέλεση) και στις συσχετισμένες με αυτές υπηρεσίες ιστού (κλήση). Έτσι, ένας ασθενής ρόλος μεταφράζεται σε δικαιώματα εκτέλεσης δραστηριοτήτων και, δεδομένων αυτών των δικαιωμάτων, σε δικαιώματα κλήσης υπηρεσιών ιστού (δηλαδή δικαιώματα πρόσβασης στα δεδομένα του ΠΦΥ). Πιο συγκεκριμένα:

- (α) με την υποβολή αιτήματος για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας, εκτιμάται η περιρρέουσα κατάσταση και αν ικανοποιούνται κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες αποδίδεται στο χρήστη ένας ασθενής ρόλος τον οποίο αυτός διατηρεί καθόλη τη διάρκεια εκτέλεσης της δραστηριότητας.
- (β) δεδομένης της ανάθεσης ενός ασθενούς ρόλου σε ένα χρήστη (δηλαδή της εκχώρησης δικαιωμάτων για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας), τα αντίστοιχα δικαιώματα που αφορούν στην κλήση της συσχετισμένης με τη δραστηριότητα υπηρεσίας ιστού (δηλαδή στη πρόσβαση του σχετικού τμήματος του ΠΦΥ του ασθενούς) εκχωρούνται στο χρήστη αν ικανοποιούνται συγκεκριμένες συνθήκες.

Και στις δύο περιπτώσεις, η ικανοποίηση των απαιτούμενων συνθηκών διαπιστώνεται μέσω της αξιολόγησης των σχετικών περιορισμών πλαισίου. Για παράδειγμα, στη διαδικασία παροχής φροντίδας υγείας του Σχήματος 5-1, μια απαίτηση εξουσιοδότησης μπορεί να καθορίζει πως «Ένας ιατρός μπορεί να εκδώσει εντολές για παροχή σε αυτόν συμβουλευτικών υπηρεσιών μέσω ενός τερματικού που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του νοσοκομείου και μεταξύ 8π.μ. και 5μ.μ. και μόνο για τους/της ασθενείς του/της». Αυτή η απαίτηση περιλαμβάνει τρεις περιορισμούς πλαισίου: (α) «μόνο για τους ασθενείς του/της», ο οποίος περιγράφει τη σχέση μεταξύ ιατρού και ασθενούς και μπορεί να εκφραστεί μέσω του ασθενούς ρόλου «θεράπων ιατρός», (β) «στις εγκαταστάσεις του νοσοκομείου» (τοποθεσία) και (γ) «μεταξύ 8π.μ. και 5μ.μ.» (χρόνος). Όλοι αυτοί οι περιορισμοί λαμβάνονται υπ'όψιν κατά την λήψη της απόφασης σχετικά με την εκχώρηση ή όχι δικαιωμάτων πρόσβασης σε κάποιο χρήστη. Συνεπώς, η παραπάνω απαίτηση μπορεί να εκφραστεί ως ακολούθως: «Ο θεράπων ιατρός ενός ασθενούς μπορεί να εκτελέσει την δραστηριότητα "IssueConsultationReport" της διαδικασίας και να καλέσει την συσχετισμένη

με αυτή υπηρεσία ιστού ενός τερματικού που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του νοσοκομείου και μεταξύ 8π.μ. και 5μ.μ.».

5.5 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5-2, οι τρεις λογικές μονάδες του υποσυστήματος ασφάλειας συνεργάζονται μεταξύ τους κάθε φορά που επιχειρείται η εκτέλεση μιας δραστηριότητας BPEL και η κλήση της συσχετισμένης υπηρεσίας ιστού. Σκοπός είναι ο προσδιορισμός των συγκεκριμένων δικαιωμάτων του χρήστη που επιχειρεί να εκτελέσει την δραστηριότητα. Κάθε λογική μονάδα υλοποιεί την λειτουργικότητα ενός αντίστοιχου πράκτορα λογισμικού, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την εκτέλεση ενός συνόλου ενεργειών που σχετίζονται με τον προσδιορισμό ή της εκχώρηση δικαιωμάτων σε χρήστες. Στο πρωτότυπο σύστημα που περιγράφεται σε αυτό το κεφάλαιο, έχουν οριστεί οι ακόλουθοι τρεις τύποι πρακτόρων λογισμικού:

- ♦ **Πράκτορας συλλογής πληροφοριών πλαισίου (Context Acquisition Agent - CAA)** – είναι υπεύθυνος (α) για τη συλλογή των πληροφοριών πλαισίου τη χρονική στιγμή εκτέλεσης μιας δραστηριότητας ή κλήσης μιας υπηρεσίας ιστού και (β) για τη μετάδοση των ανωτέρω πληροφοριών στους πράκτορες που αναλαμβάνουν την εκχώρηση των αντίστοιχων δικαιωμάτων
- ♦ **Πράκτορας ανάθεσης δραστηριοτήτων (Work Assignment Agent - WAA)** - είναι υπεύθυνος για την εκχώρηση σε κάθε χρήστη των δικαιωμάτων που απαιτούνται για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα, με την εκκίνηση ενός στιγμιότυπου μιας διαδικασίας δημιουργείται αυτόματα ένας WAA. Ο WAA παρακολουθεί την έναρξη και λήξη κάθε δραστηριότητας μέσω σχετικών μηνυμάτων που αποστέλλονται σε αυτόν από το στιγμιότυπο της διαδικασίας που τον δημιούργησε. Όταν ο WAA λαμβάνει ένα μήνυμα που τον ενημερώνει για την έναρξη εκτέλεσης μιας δραστηριότητας, αξιολογεί την περιρρέουσα κατάσταση μέσω των πληροφοριών πλαισίου που έχουν συλλεχθεί από τον CAA λαμβάνοντας υπόψιν τις αντίστοιχες πολιτικές ασφάλειας. Έτσι, προσδιορίζει την υπο-ομάδα των χρηστών που έχουν την εξουσιοδότηση να εκτελέσουν τη συγκεκριμένη δραστηριότητα. Για καθέναν από αυτούς τους χρήστες, η λίστα των δραστηριοτήτων που εκκρεμούν ενημερώνεται προκειμένου να συμπεριληφθεί η νέα δραστηριότητα. Όταν ένα μέλος αυτής της υπο-ομάδας αναλάβει να εκτελέσει αυτή τη δραστηριότητα, ο WAA ενημερώνεται σχετικά

προκειμένου να αλλάξει την κατάσταση αυτής της δραστηριότητας σε «μη διαθέσιμη» στις λίστες δραστηριοτήτων των υπόλοιπων μελών της υπο-ομάδας. Όταν ο WAA λαμβάνει ένα μήνυμα τερματισμού της εκτέλεσης της δραστηριότητας, ανακαλεί όλα τα δικαιώματα που εκχώρησε νωρίτερα στους χρήστες.

- ♦ **Πράκτορας πρόσβασης δεδομένων (Data Access Agent - DAA)** - είναι υπεύθυνος για την εκχώρηση σε κάθε χρήστη των δικαιωμάτων που απαιτούνται για την κλήση των υπηρεσιών ιστού μέσω των οποίων προσπελάζονται τα ιατρικά δεδομένα. Όταν ο χρήστης αναλαμβάνει την εκτέλεση μιας δραστηριότητας, υποβάλλεται ένα αίτημα για την κλήση της συσχετισμένης με αυτήν υπηρεσίας ιστού. Στη συνέχεια, δημιουργείται ένας DAA ο οποίος εκτιμά την περιρρέουσα κατάσταση όπως αυτή καθορίζεται από τις πληροφορίες πλαισίου (π.χ. ώρα που επιχειρείται η πρόσβαση, τοποθεσία του χρήστη και άλλες πληροφορίες που σχετίζονται με το περιβάλλον) και ανάλογα με τις πολιτικές ασφάλειας που έχουν ενσωματωθεί σε αυτόν καθορίζει τα δικαιώματα που θα πρέπει να αποκτήσει ο χρήστης προκειμένου να καλέσει τη σχετική υπηρεσία ιστού. Όταν η εκτέλεση μιας δραστηριότητας τερματιστεί ο DAA ανακαλεί όλα τα δικαιώματα που είχαν εκχωρηθεί στο χρήστη.

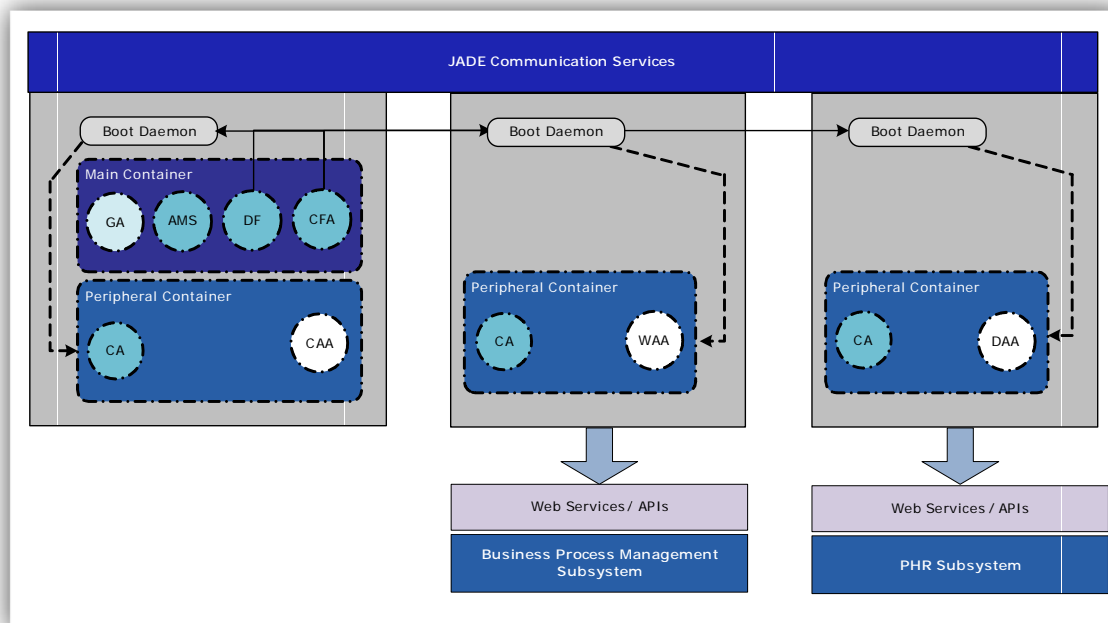
5.6 ΠΡΩΤΟΤΥΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Για την διευκολυνθεί η διαδικασία ανάπτυξης του προτεινόμενου μοντέλου ασφάλειας και να επιδειχθεί η αξιοπιστία του, υλοποιήθηκε στο περιβάλλον του εργαστηρίου Ψηφιακών Υπηρεσιών Υγείας ένα πρωτότυπο σύστημα διαχείρισης αιτημάτων για παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών.

5.6.1 Ζητήματα Υλοποίησης

Το σύστημα υλοποιήθηκε ως διαδικτυακή εφαρμογή (web application) χρησιμοποιώντας τον Apache/Tomcat ως εξυπηρετητή ιστού/εφαρμογών. Η πλατφόρμα που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία ενδεικτικών ΠΦΥ ασθενών είναι η Care2X Integrated Healthcare Environment [298]. Αν και το Care2X είναι ένα ανοιχτού κώδικα διαδικτυακό πληροφοριακό σύστημα υγείας και όχι σύστημα ΠΦΥ, θεωρήθηκε επαρκές για το σκοπό της έρευνάς μας. Για την πρόσβαση στα δεδομένα που αποθηκεύονται στο αποθετήριο του

Care2X αναπτύχθηκε ένας αριθμός υπηρεσιών ιστού οι οποίες χρησιμοποιούν το Care2X Application Programming Interface (API).



Σχήμα 5-3. Αρχιτεκτονική ασφάλειας

Το υποσύστημα ασφάλειας υλοποιήθηκε ως κατακευμαμένο σύστημα πολλαπλών πρακτόρων με τη χρήση του λογισμικού Java Agent Development framework (JADE). Πιο συγκεκριμένα, το JADE είναι ένα πακέτο λογισμικού ανοιχτού κώδικα το οποίο λειτουργεί ως περιβάλλον σχεδιασμού και λειτουργίας του συστήματος [296,300]. Γενικά, το JADE για την ανάπτυξη και τη λειτουργία εφαρμογών που βασίζονται στην τεχνολογία πρακτόρων σε συμφωνία με τις προδιαγραφές του Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA) σχετικά με τα διαλειτουργικά συστήματα πολλαπλών πρακτόρων [305]. Στο προτεινόμενο υποσύστημα ασφάλειας, οι πράκτορες λογισμικού φιλοξενούνται σε τέσσερις υποδοχές, τον βασικό υποδοχέα και τρεις περιφερειακούς υποδοχείς. Οι υποδοχές εκκινούνται από τη διαδικασία BootDaemon και στη συνέχεια οι πράκτορες λογισμικού που φιλοξενούνται σε αυτούς αναλαμβάνουν την επεξεργασία κάθε συναλλαγής μεταξύ ενός επαγγελματία υγείας και του υποσυστήματος BPM η οποία καταλήγει σε κάποια συναλλαγή με το σύστημα ΠΦΥ. Ο βασικός υποδοχέας φιλοξενεί τρεις πράκτορες λογισμικού του JADE, τους Agent Management System (AMS), the Directory Facilitator (DF) and the Configuration Agent (CFA), οι περιγράφηκαν στην ενότητα 3.2.4. Καθένας από τους περιφερειακούς υποδοχείς του υποσυστήματος ασφάλειας φιλοξενεί έναν πράκτορα του JADE, τον Controller Agent (CA), ο οποίος επίσης περιγράφηκε στην ενότητα 3.2.4, και κάποιον από

τους τρεις πράκτορες λογισμικού που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της υλοποίησης του υποσυστήματος ασφάλειας. Το Σχήμα 5-3 απεικονίζει την πλατφόρμα πρακτόρων λογισμικού που περιγράφηκε που περιγράφηκε παραπάνω και υλοποιεί το προτεινόμενο υποσύστημα ασφάλειας.

Οι πράκτορες εκτελούν τις δραστηριότητες που τους έχουν ανατεθεί είτε περιοδικά είτε υποκινούμενοι από κάποιο γεγονός ή μήνυμα. Αυτές οι δραστηριότητες διεξάγονται στο πλαίσιο λειτουργιών που ονομάζονται *συμπεριφορές* (behaviours). Ένας πράκτορας λογισμικού μπορεί να εκτελεί ταυτόχρονα πολλές συμπεριφορές. Όταν δεν υπάρχουν δραστηριότητες διαθέσιμες για εκτέλεση, το νήμα (thread) του πράκτορα τίθεται σε κατάσταση αναμονής (sleep) προκειμένου να μην καταναλώνει χρόνο εκτέλεσης (CPU time). Το νήμα βγαίνει από την κατάσταση αναμονής όταν υπάρξει κάποια νέα δραστηριότητα προς εκτέλεση μετά από κάποιο ερέθισμα (stimulus). Οι πράκτορες επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω της γλώσσας FIPA Agent Communication Language (ACL) [306] πάνω από κάποιο συγκεκριμένο πρωτόκολλο το οποίο βασίζεται στην ασύγχρονη ανταλλαγή μηνυμάτων. Κάθε πράκτορας έχει μια τοπική ηλεκτρονική θυρίδα (mailbox), όπου το JADE καταχωρεί τα μηνύματα που αποστέλλονται σε αυτόν από άλλους πράκτορες. Όταν καταχωρείται ένα μήνυμα στην ηλεκτρονική θυρίδα, ο πράκτορας για τον οποίο προορίζεται λαμβάνει σχετική ειδοποίηση. Η επικοινωνία των πρακτόρων με μια διαδικασία BPEL επιτυγχάνεται σε δύο βήματα:

(α) το πλαίσιο WSIF (Web Services Invocation Framework) επιτρέπει την διασύνδεση των διαδικασιών BPEL με πόρους οι οποίοι δεν είναι υπηρεσίες ιστού. Για το σκοπό αυτό, κάθε πόρος, παρά το ότι δεν είναι υπηρεσία ιστού, περιγράφεται μέσω ενός αρχείου WSDL. Στην περίπτωση που ο πόρος είναι μια κλάση Java, το WSIF παρέχει συνδέσεις (bindings) προορισμένες για χρήση από τις διαδικασίες BPEL. Λόγω ανομοιογένειας των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται από τις διαδικασίες BPEL και τις κλάσεις Java, η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ τους απαιτεί το μετασχηματισμό των αντίστοιχων μεταβλητών. Πιο συγκεκριμένα, επειδή οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται από την BPEL είναι μορφής XML ενώ οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται από τη Java δεν είναι, είναι απαραίτητη η αντιστοίχιση μεταξύ XML και Java μεταβλητών. Γι αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται τα XML façades, τα οποία αποτελούν ένα σύνολο από διεπαφές και κλάσεις Java μέσω των οποίων τα δεδομένα που αποθηκεύονται στις μεταβλητές της BPEL μπορούν να προσπελαστούν μέσω μεθόδων get/set [301].

(β) Οι πράκτορες του JADE μπορούν να εκκινηθούν από μια εξωτερική εφαρμογή. Στην περίπτωση αυτή δημιουργείται το περιβάλλον χρόνου εκτέλεσης του JADE προκειμένου να τους φιλοξενήσει. Αυτές οι εξωτερικές εφαρμογές είναι κλάσεις Java οι οποίες μπορούν να επικοινωνήσουν με τη διαδικασία BPEL μέσω του WSIF. Τα δεδομένα μεταβιβάζονται στην κλάση Java και δημιουργείται ένας πράκτορας προκειμένου να αποστείλει στην ηλεκτρονική θυρίδα του κατάλληλου πράκτορα ένα μήνυμα όπου θα περιέχονται τα δεδομένα και η επιθυμητή λειτουργία (operation). Ανάλογα με το μήνυμα αυτό, εκτελείται η αντίστοιχη λειτουργία.

Προκειμένου να επιτευχθεί το εύρωστο πλαίσιο ασφάλειας που οραματιστήκαμε, λήφθηκαν πρόσθετα μέτρα ασφάλειας. Πιο συγκεκριμένα, οι ιατροί αυθεντικοποιούνται με τη χρήση πιστοποιητικών X.509 και όλες οι διαδικτυακές συναλλαγές που ακολουθούν εκτελούνται κάτω από Secure Socket Layer (SSL) μέσω HTTPS. Επιπλέον, η ασφάλεια στην επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων της πλατφόρμας εξασφαλίζεται μέσω της εγκατάστασης μιας ασφαλούς, εμπιστευτικής και αμοιβαία αυθεντικοποιημένης σύνδεσης μεταξύ των παρόχων της πλατφόρμας η οποία επιτυγχάνεται με την υποστήριξη της TLS/SSL που παρέχεται από την Java [297].

5.6.2 Λειτουργικότητα Συστήματος

Κατά τη διάρκεια των επισκέψεών του στους θαλάμους ενός νοσοκομείου, ένας ιατρός ενδέχεται να χρειαστεί τη συμβουλή ενός καρδιολόγου για κάποιον από τους ασθενείς του. Για το σκοπό αυτό,

(α) Ο ιατρός εκκινεί τη διαδικασία BPEL που αντιστοιχεί στη διαδικασία παροχής φροντίδας υγείας του Σχήματος 5-1. Στη συνέχεια, εκκινείται η δραστηριότητα "IssueConsultationRequest" του νέου στιγμιότυπου της διαδικασίας και το υποσύστημα BPM στέλνει σχετικό μήνυμα στο υποσύστημα ασφάλειας. Κατόπιν δημιουργείται ο πράκτορας WAA ο οποίος επικοινωνεί με τον CAA προκειμένου να συλλέξει όλες τις πληροφορίες πλαισίου που απαιτούνται για τη λήψη απόφασης εξουσιοδότησης σχετικά με την εκτέλεση της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Σε αυτές οι πληροφορίες συμπεριλαμβάνονται η ώρα και η τοποθεσία απ'όπου επιχειρείται η πρόσβαση καθώς επίσης και η ταυτότητα του ασθενούς. Αν ο ιατρός είναι σε εφημερία και εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου, ο WAA δημιουργεί έναν νέο ασθενή ρόλο, τον «θεράποντα ιατρό», με βάση τις πληροφορίες πλαισίου που λαμβάνει από

τον CAA και αναθέτει αυτόν τον ρόλο στον ιατρό. Με τον τρόπο αυτό, ο ιατρός λαμβάνει τα δικαιώματα που απαιτούνται για την εκτέλεση της δραστηριότητας. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της δραστηριότητας, ο ιατρός παρέχει όλες τις πληροφορίες σχετικά με την συμβουλευτική υπηρεσία που ζητά (π.χ. τύπος συμβουλευτικής υπηρεσίας, ασθενής για τον οποίο απαιτείται η παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών).

(β) Μετά την υποβολή του αιτήματος για την παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών, εκκινείται η δραστηριότητα "ReceiveConsultationRequest" και αποστέλλεται σχετικό μήνυμα από το υποσύστημα BPM στο υποσύστημα ασφάλειας. Στη συνέχεια, το υποσύστημα ασφάλειας καθορίζει την υπο-ομάδα των ιατρών που είναι υποψήφιοι για την εκτέλεση της δραστηριότητας "ReceiveConsultationRequest". Για το σκοπό αυτό, ο πράκτορας WAA επικοινωνεί με τον πράκτορα CAA προκειμένου να συλλέξει τις πληροφορίες πλαισίου που απαιτούνται για την λήψη της απόφασης εξουσιοδότησης σχετικά με την εκτέλεση της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Οι πληροφορίες αυτές συμπεριλαμβάνουν την ειδικότητα του ιατρού που καλείται να παράσχει συμβουλευτικές υπηρεσίες καθώς και τον τρέχοντα φόρτο εργασίας και τη διαθεσιμότητα των ιατρών που έχουν την συγκεκριμένη ειδικότητα/ υποειδικότητα. Κατόπιν τούτου, ο πράκτορας WAA δημιουργεί έναν νέο ασθενή ρόλο, τον «σύμβουλο καρδιολόγο», βασιζόμενος στην ειδικότητα του σύμβουλου ιατρού (δηλαδή του καρδιολόγου) και σε άλλες πληροφορίες πλαισίου οι οποίες λαμβάνονται από τον CAA και τον αναθέτει στην υπο-ομάδα των ιατρών που κατέχουν αυτή την ειδικότητα/υποειδικότητα και πληρούν συγκεκριμένες προϋποθέσεις (π.χ. έχουν χαμηλό φόρτο εργασίας). Κατόπιν, η μηχανή διαδικασιών δρομολογεί το στιγμιότυπο της δραστηριότητας "ReceiveConsultationRequest" στις λίστες εργασίας (work lists) των ιατρών στους οποίους έχει αποδοθεί ο ρόλος «σύμβουλος καρδιολόγος». Κάποιοι από τους κανόνες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά τον καθορισμό των μελών του νέου ασθενούς ρόλου είναι οι ακόλουθοι:

- i. Οι καρδιολόγοι πρέπει να είναι διαθέσιμοι για το χρονικό διάστημα που τους ζητείται να παρέχουν σε κάποιον ιατρό συμβουλευτικές υπηρεσίες για έναν ασθενή του/της
- ii. Τη στιγμή που ζητείται η παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών από κάποιον καρδιολόγο στον θεράποντα ιατρό ενός ασθενή, μεταξύ των υποψηφίων συμβούλων καρδιολόγοι συγκαταλέγονται εκείνοι με τον λιγότερο φόρτο εργασίας

Όταν κάποιο από τα μέλη του ασθενούς ρόλου «σύμβουλος καρδιολόγος» επιλέγει να εκτελέσει το στιγμιότυπο της δραστηριότητας “ReceiveConsultationRequest”, το στιγμιότυπο αυτό αφαιρείται από τις λίστες εργασίας των υπόλοιπων μελών. Στη συνέχεια, δημιουργείται ένα μήνυμα XML/SOAP το οποίο περιέχει, μεταξύ άλλων, την ταυτότητα του ασθενούς. Το μήνυμα αυτό αποστέλλεται στην κατάλληλη υπηρεσία ιστού, η οποία θα χρησιμοποιήσει αυτές τις παραμέτρους σαν είσοδο για την εκτέλεση της συγκεκριμένης μεθόδου της μέσω της οποίας ανακτώνται τα συγκεκριμένα τμήματα του ΠΦΥ του ασθενούς. Τη στιγμή που υποβάλλεται το αίτημα για την κλήση της υπηρεσίας ιστού, ο DAA ανακτά τις απαιτούμενες πληροφορίες πλαισίου οι οποίες έχουν συλλεχθεί από τον CAA προκειμένου να καθοριστούν τα συγκεκριμένα δικαιώματα του χρήστη που επιχειρεί την εκτέλεση της συγκεκριμένης υπηρεσίας ιστού. Αν ο χρήστης (δηλαδή ο σύμβουλος καρδιολόγος) έχει την κατάλληλη εξουσιοδότηση, η υπηρεσία ιστού καλείται.

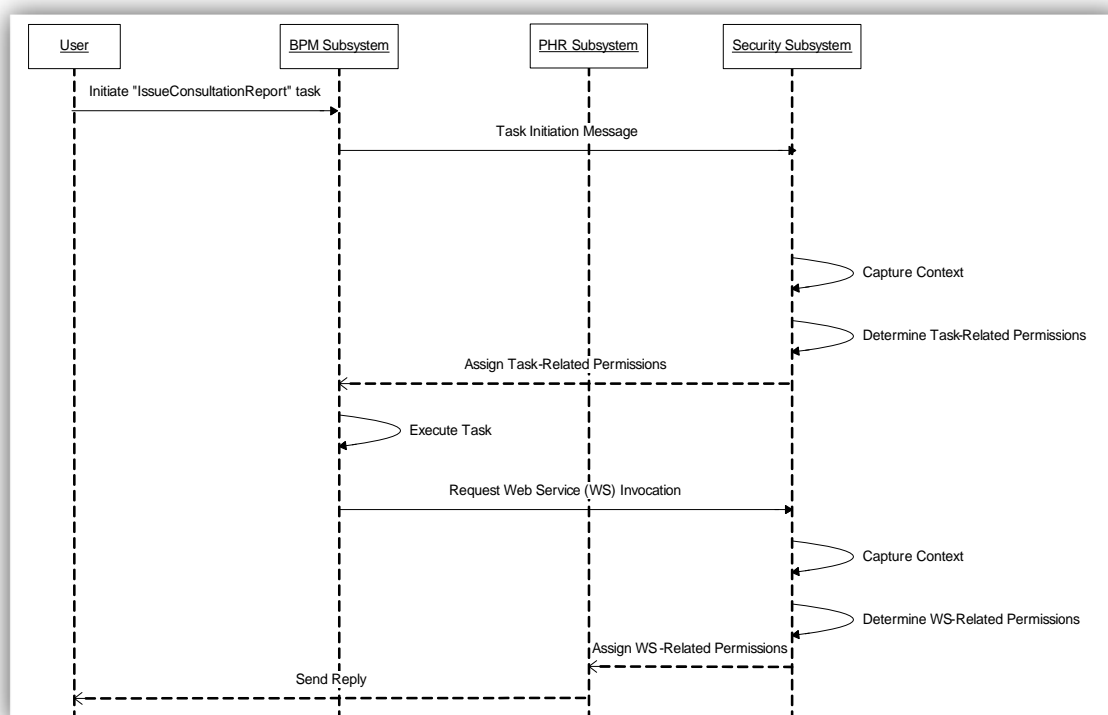
- (v) Μετά την εκτέλεση της δραστηριότητας “ReceiveConsultationRequest” (δηλαδή μετά την εξέταση του ασθενούς από τον «σύμβουλο καρδιολόγο»), εκκινείται ένα στιγμιότυπο της δραστηριότητας “IssueConsultationReport” και αποστέλλεται σχετικό μήνυμα στο υποσύστημα BPM. Στη συνέχεια, ο πράκτορας WAA αναθέτει την εκτέλεση του στιγμιότυπου της δραστηριότητας “IssueConsultationReport” στον ίδιο σύμβουλο ιατρό που εκτέλεσε την δραστηριότητα “ReceiveConsultationRequest”. Τη στιγμή που επιχειρείται η εκτέλεση της δραστηριότητας αποστέλλεται σχετικό μήνυμα στο υποσύστημα ασφάλειας από το υποσύστημα BPM. Στη συνέχεια, το υποσύστημα ασφάλειας καθορίζει αν ένας σύμβουλος καρδιολόγος έχει το δικαίωμα να εκτελέσει το συγκεκριμένο στιγμιότυπο της δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα, ο πράκτορας WAA επικοινωνεί με το πράκτορα CAA προκειμένου να λάβει τις πληροφορίες πλαισίου που απαιτούνται για τη λήψη αποφάσεων εξουσιοδότησης σχετικά με την εκτέλεση της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Σε αυτές τις πληροφορίες συμπεριλαμβάνονται η χρονική στιγμή και η τοποθεσία από όπου επιχειρείται η πρόσβαση. Αν ο σύμβουλος καρδιολόγος είναι σε εφημερία και επιχειρεί την πρόσβαση από κάποιο τερματικό εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου, η δραστηριότητα εκτελείται. Ο σύμβουλος καρδιολόγος παρέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες (δηλαδή τη γνωμάτευση και τα σχετικά αρχεία, όπως για παράδειγμα καρδιογράφημα, που προέκυψαν από την εξέταση του ασθενούς) οι οποίες συμπεριλαμβάνονται σε ένα μήνυμα XML/SOAP το οποίο δημιουργείται στη συνέχεια.

Αυτό το μήνυμα αποστέλλεται στην κατάλληλη υπηρεσία ιστού η οποία στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσει αυτές τις πληροφορίες σαν είσοδο για την εκτέλεση της μεθόδου μέσω της οποίας αποθηκεύονται οι πληροφορίες στον ΠΦΥ του ασθενούς. Πριν καλέσει την υπηρεσία ιστού ο πράκτορας DAA ανακτά τις απαραίτητες πληροφορίες πλαισίου οι οποίες έχουν συλλεχθεί από τον πράκτορα CAA προκειμένου να προσδιορίσει τα συγκεκριμένα δικαιώματα του σύμβουλου καρδιολόγου που επιχειρεί να καλέσει την υπηρεσία ιστού. Αν κριθεί πως αυτός/ή έχει τα απαιτούμενα δικαιώματα, τότε η υπηρεσία ιστού καλείται. Όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση της δραστηριότητας ένα σχετικό μήνυμα αποστέλλεται στο υποσύστημα ασφάλειας. Τότε, ανακαλούνται από τους πράκτορες WAA και DAA όλα τα δικαιώματα που αποδόθηκαν στον σύμβουλο καρδιολόγο για την εκτέλεση της δραστηριότητας “IssueConsultationReport” και την κλήση της συσχετισμένης με αυτή υπηρεσίας ιστού αντίστοιχα. Επιπλέον, ο πράκτορας WAA καταργεί τον ασθενή ρόλο «σύμβουλος καρδιολόγος». Την ίδια στιγμή, ο πράκτορας WAA αναθέτει την εκτέλεση του στιγμιότυπου της δραστηριότητας “ReceiveConsultationReport” στον θεράποντα ιατρό ο οποίος ζήτησε τις συμβουλευτικές υπηρεσίες για τον ασθενή του/της.

- (δ) Όταν επιχειρείται η εκτέλεση του στιγμιότυπου της δραστηριότητας “ReceiveConsultationReport”, το υποσύστημα BPM αποστέλλει σχετικό μήνυμα στο υποσύστημα ασφάλειας. Στη συνέχεια, ο πράκτορας WAA επικοινωνεί με τον πράκτορα CAA προκειμένου να λάβει τις πληροφορίες πλαισίου που απαιτούνται για τη λήψη αποφάσεων εξουσιοδότησης σχετικά με την εκτέλεση της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Στις πληροφορίες αυτές συμπεριλαμβάνονται η χρονική στιγμή και η τοποθεσία απ’ όπου επιχειρείται η πρόσβαση καθώς και η ταυτότητα του ασθενούς. Αν ο ιατρός κατέχει τον ασθενή ρόλο «θεράπων ιατρός» για τον συγκεκριμένο ασθενή, είναι σε εφημερία και επιχειρεί την πρόσβαση από κάποιο τερματικό εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου, η δραστηριότητα εκτελείται. Τότε δημιουργείται ένα μήνυμα XML/SOAP το οποίο περιέχει, μεταξύ άλλων, την ταυτότητα του ασθενούς. Αυτό το μήνυμα αποστέλλεται στην κατάλληλη υπηρεσία ιστού η οποία στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσει αυτές τις πληροφορίες σαν είσοδο για την εκτέλεση της μεθόδου μέσω της οποίας ανακτώνται οι γνωματεύσεις που προκύπτουν από την παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών και είναι αποθηκευμένες στο αποθετήριο του συστήματος ΠΦΥ. Πριν καλέσει την υπηρεσία ιστού ο πράκτορας DAA ανακτά τις απαραίτητες πληροφορίες πλαισίου οι οποίες έχουν συλλεχθεί από τον πράκτορα CAA

προκειμένου να προσδιορίσει τα συγκεκριμένα δικαιώματα του θεράποντα ιατρού που επιχειρεί να καλέσει την υπηρεσία ιστού η οποία παρέχει πρόσβαση στα σχετικά τμήματα του ΠΦΥ του ασθενούς. Αν κριθεί πως αυτός/ή έχει τα απαιτούμενα δικαιώματα, τότε η υπηρεσία ιστού καλείται. Όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση της δραστηριότητας ένα σχετικό μήνυμα αποστέλλεται στο υποσύστημα ασφάλειας. Τότε, ανακαλούνται από τους πράκτορες WAA και DAA όλα τα δικαιώματα που αποδόθηκαν στον θεράποντα ιατρό για την εκτέλεση της δραστηριότητας "ReceiveConsultationReport" και την κλήση της συσχετισμένης με αυτή υπηρεσίας ιστού αντίστοιχα. Επιπλέον, ο πράκτορας WAA καταργεί τον ασθενή ρόλο «θεράπων ιατρός».

Η ακολουθία των ενεργειών που λαμβάνουν χώρα όταν επιχειρείται η εκτέλεση της δραστηριότητας "IssueConsultationReport" της διαδικασίας παροχής υπηρεσιών υγείας του Σχήματος 5-1 απεικονίζεται στο Σχήμα 5-4 μέσω ενός διαγράμματος ακολουθίας.



Σχήμα 5-4. Διάγραμμα ακολουθίας για την εκτέλεση της δραστηριότητας «IssueConsultationReport»

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΦΑΚΕΛΟΥ ΥΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΕΙΓΟΝΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σύστημα επείγουσας ιατρικής φροντίδας (ΣΕΙΦ) αποτελεί σημαντικό τμήμα του συστήματος υγείας κάθε αναπτυγμένης χώρας και αποσκοπεί στην παροχή υψηλής ποιότητας προ-νοσοκομειακής και ενδο-νοσοκομειακής επείγουσας ιατρικής φροντίδας σε όσους έχουν ανάγκη [318,319,320]. Η επείγουσα ιατρική φροντίδα αρχίζει από τη στιγμή που αναφέρεται ένα συμβάν στην επιχειρησιακή μονάδα του Κέντρου Άμεσης Ιατρικής Βοήθειας (ΚΑΙΒ) και ολοκληρώνεται τη στιγμή που ο ασθενής εξέρχεται από το νοσοκομείο όπου διακομίζεται. Ειδικότερα, η προ-νοσοκομειακή επείγουσα ιατρική φροντίδα παρέχεται στον τόπο του συμβάντος και συνεχίζεται κατά τη διακομιδή του περιστατικού με ασθενοφόρο από τον τόπο του συμβάντος στο Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών (ΤΕΠ) του καταλληλότερου νοσοκομείου. Η ενδο-νοσοκομειακή επείγουσα ιατρική φροντίδα παρέχεται, κατά κύριο λόγο, στο ΤΕΠ όπου διακομίζεται το περιστατικό.

Για την επίτευξη των σκοπών ενός ΣΕΙΦ απαιτείται η συνεργασία, η συνέργεια και ο συντονισμός διαφόρων οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας (π.χ. νοσοκομεία, κέντρα

ασθενοφόρων) και διαφόρων κατηγοριών προσωπικού (π.χ. παραϊατρικό και ιατρικό προσωπικό). Διεθνώς, έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων με σκοπό την υποστήριξη των διαδικασιών επείγουσας ιατρικής φροντίδας. Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα αυτών των συστημάτων είναι η ανεπαρκής ολοκλήρωσή τους με τα συστήματα των νοσοκομείων και των λοιπών οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας, με αποτέλεσμα τον ελλιπή συντονισμό των ενεργειών των συμμετεχόντων φορέων (KAIB, νοσοκομεία), την ελλιπή πληροφόρηση των επαγγελματιών υγείας για την κατάσταση της υγείας των περιστατικών και τη μη καταγραφή της ιατρικής πληροφορίας των επειγόντων περιστατικών στους ιατρικούς φακέλους των ασθενών. Ως εκ τούτου, παρακωλύεται η παροχή βέλτιστης επείγουσας ιατρικής φροντίδας στους ασθενείς αφού σε πολλές περιπτώσεις επειγόντων περιστατικών η ζωή ενός ασθενούς εξαρτάται τόσο από τον καλό συντονισμό μεταξύ των διαφόρων φορέων όσο και από την άμεση διαθεσιμότητα και την ακρίβεια συγκεκριμένων ιατρικών πληροφοριών.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια, τα τελευταία χρόνια, παρατηρήθηκε αξιοσημείωτο ενδιαφέρον για την υιοθέτηση των συστημάτων ΠΦΥ αφού τόσο οι ασθενείς όσο και οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας συνειδητοποίησαν πως η χρήση τους μπορεί να αποφέρει σημαντικά οφέλη, όπως πρόσβαση σε αναλυτική και ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία, αυξημένη ικανοποίηση του ασθενούς και συνέχεια των υπηρεσιών παροχής φροντίδας υγείας (continuity of care) [273,307,309]. Συγκεκριμένα, η χρήση αυτόνομων συστημάτων ΠΦΥ ελαχιστοποιεί την ανάγκη για διαλειτουργικότητα μεταξύ των πληροφοριακών συστημάτων των διαφόρων παρόχων υπηρεσιών υγείας αφού, σε αυτά, το σύστημα αποθήκευσης και ανάκτησης των δεδομένων του ασθενή δεν είναι πλέον κατακερματισμένο.

Αν και ο κύριος χρήστης και ωφελημένος από τη χρήση συστημάτων ΠΦΥ είναι ο ασθενής, υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες και οι επαγγελματίες υγείας μπορούν να ωφεληθούν από την χρήση τους [274]. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η διαχείριση επειγόντων περιστατικών στο πλαίσιο της οποίας οι επαγγελματίες υγείας και γενικότερα το προσωπικό που εργάζεται στα ΤΕΠ ενός νοσοκομείου, λόγω της μεγάλης κινητικότητας που βιώνουν κατά τη διάρκεια του ωραρίου εργασίας τους, έχουν ανάγκη για συνεχή πρόσβαση σε σχετικά και επίκαιρα (timely) δεδομένα ασθενών προκειμένου να λαμβάνουν κρίσιμες αποφάσεις για τη θεραπεία τους [24]. Η ολοκλήρωση τεχνολογιών αιχμής, όπως είναι οι υπηρεσίες ιστού και τα δίκτυα κινητών επικοινωνιών, με τα συστήματα ΠΦΥ

μπορούν να ικανοποιήσουν αυτή την ανάγκη. Έτσι, αυξάνεται η ποιότητα της φροντίδας που προσφέρεται στους ασθενείς ενώ διασφαλίζεται η προστασία και η εμπιστευτικότητα των προσωπικών δεδομένων. Γενικά, οι ΠΦΥ που περιέχουν ποιοτικά ιατρικά δεδομένα μπορούν να αποτελέσουν το θεμέλιο για την ανάπτυξη μεγάλου εύρους εφαρμογών οι οποίες θα συντελέσουν στην βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας με παράλληλη μείωση του κόστους. Το παρόν κεφάλαιο επικεντρώνεται σε συγκεκριμένες εφαρμογές οι οποίες χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο της παροχής επείγουσας ιατρικής φροντίδας.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχή ενσωμάτωση των συστημάτων ΠΦΥ στην ιατρική πρακτική αποτελεί η διευθέτηση σημαντικών ζητημάτων ασφάλειας, ειδικά αυτών που αφορούν στην προστασία των ιατρικών δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση [273,283,307,310,311]. Τα περισσότερα συστήματα ΠΦΥ που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα (π.χ. ICW LifeSensor [299], Microsoft HealthVault [314], Google Health [315]), αντιμετωπίζουν αυτό το ζήτημα με την ανάθεση στους ίδιους τους ασθενείς της ευθύνης για εκχώρηση σε τρίτους δικαιωμάτων πρόσβασης στον ΠΦΥ τους. Επιπλέον, ο ασθενής δύναται να εξουσιοδοτήσει κάποιον ιατρό να καθορίζει για λογαριασμό του αυτά τα δικαιώματα πρόσβασης. Μια τέτοια πολιτική ασφάλειας προϋποθέτει πως η κατάσταση της υγείας του ασθενούς του επιτρέπει να εκχωρήσει τα κατάλληλα δικαιώματα στους θεράποντες ιατρούς του όταν αυτό απαιτείται. Ωστόσο, κάτι τέτοιο, στις περισσότερες περιπτώσεις επειγόντων περιστατικών, δεν είναι εφικτό λόγω της κρισιμότητας της κατάστασης του ασθενούς με αποτέλεσμα ο αντίστοιχος ΠΦΥ να μην είναι προσβάσιμος από τους ιατρούς του ΤΕΠ όταν αυτό απαιτείται. Συνεπώς, είναι αναγκαία η ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού μηχανισμού εξουσιοδοτήσεων, ο οποίος θα επιτρέπει την δυναμική ανάθεση και ανάκληση εξουσιοδοτήσεων όταν ικανοποιούνται συγκεκριμένες συνθήκες (π.χ. ο ασθενής καταχωρείται ως έκτακτο περιστατικό στο ΤΕΠ ενός νοσοκομείου). Έτσι, οι ιατροί του ΤΕΠ θα μπορούν να αποκτήσουν δικαιώματα πρόσβασης στον ΠΦΥ του ασθενούς χωρίς αυτά να τους έχουν εκχωρηθεί από τον ίδιο τον ασθενή.

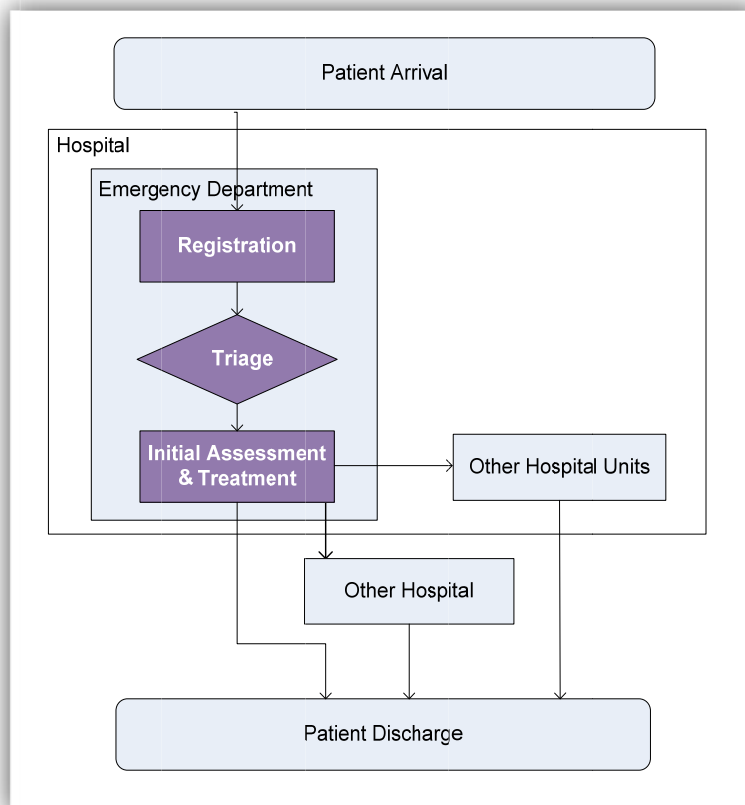
Στην βιβλιογραφία για τους ΠΦΥ, μπορεί να βρεθεί ένας αριθμός προσεγγίσεων που έχουν προταθεί για την ανάπτυξη μηχανισμών παροχής πληροφοριών σε περιπτώσεις επειγόντων περιστατικών. Οι περισσότεροι από αυτούς βασίζονται στην έννοια της κάρτας έκτακτης ανάγκης (emergency card). Παραδείγματα συστημάτων που έχουν υιοθετήσει αυτή την προσέγγιση αποτελούν τα My Personal Health Record (myPHR) [312] και In Case of

Emergency Personal Health Record (icePHR) [313]. Αυτές οι προσεγγίσεις προϋποθέτουν πως οι ασθενείς έχουν την κάρτα μαζί τους όλες τις στιγμές. Ωστόσο κάτι τέτοιο δεν είναι πάντα εφικτό. Για το λόγο αυτό, στο παρόν κεφάλαιο, προτείνεται ένας μηχανισμός εξουσιοδοτήσεων μέσω του οποίου αυτοματοποιείται η εκχώρηση στους εφημερεύοντες ιατρούς ενός ΤΕΠ δικαιωμάτων πρόσβασης στον ΠΦΥ ενός ασθενούς ο οποίος έχει διακομιστεί στο τμήμα αυτό. Ο μηχανισμός αυτός είναι βασισμένος σε μια αναβαθμισμένη μορφή του μοντέλου RBAC η οποία έχει επίγνωση της περιρρέουσας κατάστασης (context-awareness). Έτσι, ο μηχανισμός ενσωματώνει τα πλεονεκτήματα της ευρείας, βασισμένης σε ρόλους ανάθεσης και διαχείρισης δικαιωμάτων σε τύπους δεδομένων, όπως ισχύει στον έλεγχο πρόσβασης με βάση ρόλους (RBAC) [224], ενώ ταυτόχρονα παρέχει την δυνατότητα αυτόματης προσαρμογής των δικαιωμάτων πρόσβασης με βάση την περιρρέουσα κατάσταση (current context). Με τον τρόπο αυτό εκχωρείται έγκαιρα σε εξουσιοδοτημένους χρήστες το απολύτως απαραίτητο υποσύνολο δικαιωμάτων πρόσβασης στα δεδομένα ενός ΠΦΥ.

6.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΣΥΝΤΑΓΟΓΡΑΦΗΣΗΣ

Η ανάγκη για τον μηχανισμό ελέγχου προσβάσεων που προτείνεται σε αυτό το κεφάλαιο προέκυψε κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός συστήματος ΠΦΥ στο πλαίσιο ανάπτυξης ενός πρωτότυπου συστήματος ηλεκτρονικής συνταγογράφησης. Κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία ενός τέτοιου συστήματος αποτελεί η παροχή σε κάθε ιατρό δυνατότητας πρόσβασης σε χρήσιμες ιατρικές πληροφορίες των ασθενών που περιθάλπει (π.χ. αλλεργίες σε φάρμακα, χρόνιες παθήσεις κλπ) ώστε να καθορίσει την κατάλληλη θεραπευτική αγωγή για τον κάθε ασθενή (π.χ. ενδεδειγμένες δοσολογίες φαρμάκων). Η εφαρμογή αυτή αποτέλεσε κίνητρο για την ανάπτυξη μιας ακόμη εφαρμογής που αφορά στη διαχείριση επειγόντων περιστατικών. Σημαντικό τμήμα της τελευταίας αποτελεί η ηλεκτρονική συνταγογράφηση δεδομένου ότι, στις περισσότερες περιπτώσεις επειγόντων περιστατικών, η χορήγηση φαρμάκων είναι επιβεβλημένη αλλά η κατάσταση της υγείας των ασθενών δεν τους επιτρέπει να δώσουν στους ιατρούς σημαντικές ιατρικές πληροφορίες που τους αφορούν. Ως αποτέλεσμα, δυσχεραίνεται η διαδικασία χορήγησης φαρμάκων στους ασθενείς τη στιγμή που τους παρέχεται επείγουσα ιατρική φροντίδα. Συνεπώς, είναι απαραίτητη η εκχώρηση στους ιατρούς του ΤΕΠ δικαιωμάτων πρόσβασης στον πλήρη ιατρικό φάκελο του ασθενούς χωρίς να είναι απαραίτητη η μεσολάβηση του ασθενούς. Για το σκοπό αυτό απαιτείται η ύπαρξη ενός αποτελεσματικού μηχανισμού

ελέγχου πρόσβασης, ο οποίος θα επιβάλλει τις πολιτικές ασφάλειας του εκάστοτε οργανισμού παροχής υπηρεσιών υγείας στο σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας.



Σχήμα 6-1. Ροή επείγοντος περιστατικού

Κατά την ανάπτυξη του πρωτότυπου συστήματος λήφθηκε υπόψιν η διαδικασία που αφορά στην περίθαλψη των περιστατικών μετά τη διακομιδή τους στο ΤΕΠ ενός νοσοκομείου. Σύμφωνα με αυτή, την άφιξη του ασθενούς στο ΤΕΠ, ακολουθεί η υποδοχή και η διαδικασία διαλογής (triage) αυτού κατά την οποία προσδιορίζεται η φύση και η σοβαρότητα της κατάστασής του. Στη συνέχεια, παρέχεται σε αυτόν η απαραίτητη φροντίδα. Το Σχήμα 6-1 απεικονίζει την ενδεικτική αυτή ροή ασθενούς από τη στιγμή της άφιξής του στο ΤΕΠ μέχρι την λήψη εξιτηρίου από αυτό. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η παροχή επείγουσας ιατρικής φροντίδας σε έναν ασθενή ενδέχεται να απαιτεί άμεση πρόσβαση στον ιατρικό του φάκελο από τον ιατρό του ΤΕΠ ακόμα και αν ο ασθενής δεν έχει δώσει τη σχετική συγκατάθεση. Επιπλέον, η πολιτική ασφάλειας του νοσοκομείου ενδέχεται να υπαγορεύει πως δικαιώματα πρόσβασης στον ΠΦΥ ενός ασθενούς εκχωρούνται στους ιατρούς ενός ΤΕΠ μόνο (α) κατά τη διάρκεια τους ωραρίου εργασίας αυτών, (β) όταν βρίσκονται εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου, και (γ) για το χρονικό διάστημα που ο ασθενής νοσηλεύεται στο ΤΕΠ του νοσοκομείου. Ως εκ τούτου, απαιτείται η υιοθέτηση ενός αποτελεσματικού μηχανισμού ελέγχου πρόσβασης που να

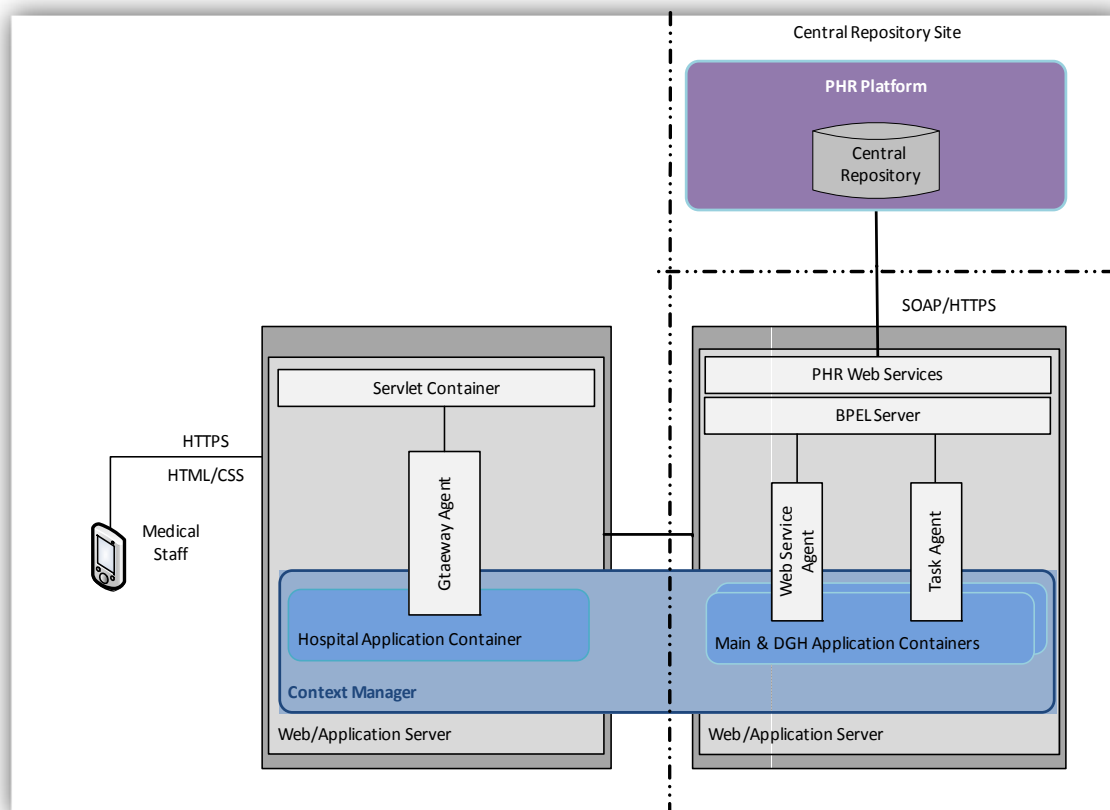
παρέχει τη δυνατότητα καθορισμού δικαιωμάτων πρόσβασης με τρόπο ώστε να μην παραβιάζεται η αρχή των ελαχίστων προνομίων. Στο πλαίσιο αυτού του μηχανισμού, η εκχώρηση δικαιωμάτων πρόσβασης θα πραγματοποιείται μέσω ρόλων, όπως αυτό ορίζεται στα μοντέλα RBAC. Για παράδειγμα, δικαίωμα άμεσης πρόσβασης σε ιατρικές πληροφορίες ασθενών θα έχουν μόνο οι χρήστες που κατέχουν το ρόλο «ιατρός ΤΠΕ». Ωστόσο, τα σχετικά δικαιώματα πρόσβασης θα πρέπει να υπόκεινται σε περιορισμούς όπως είναι ο χώρος και ο χρόνος της επιχειρηθείσας πρόσβασης. Ως εκ τούτου, κατά τη λήψη της σχετικής απόφασης εξουσιοδότησης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν η περιρρέουσα κατάσταση η οποία, όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, αποτυπώνεται μέσω ενός συνόλου πληροφοριών πλαισίου. Οι πληροφορίες αυτές θα πρέπει να συλλέγονται τη χρονική στιγμή που επιχειρείται η πρόσβαση.

Στην περίπτωση παροχής επείγουσας ιατρικής φροντίδας, μια συνηθισμένη πολιτική ασφάλειας ενδέχεται να υπαγορεύει ότι: «Προκειμένου να παρασχεθεί έγκαιρα επείγουσα ιατρική φροντίδα σε κάποιον ασθενή, κάθε ιατρός που καλείται να περιθάλψει τον ασθενή θα πρέπει να έχει πρόσβαση στον ιατρικό του φάκελο. Ωστόσο, υπό κανονικές συνθήκες, μόνο ο θεράπων ιατρός του ασθενούς θα πρέπει να έχει πρόσβαση στον εν λόγω ιατρικό φάκελο». Ένας μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης με επίγνωση της περιρρέουσας κατάστασης, σαν και αυτόν που περιγράφηκε παραπάνω, μπορεί να διαφυλάξει την εμπιστευτικότητα των δεδομένων των ασθενών χωρίς να παρακωλύει των διάσωση του ασθενούς σε περιπτώσεις όπου η κατάστασή του είναι κρίσιμη. Επιπλέον, προκειμένου να επιτευχθεί η σωστή διαχείριση των ιατρικών δεδομένων, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα καθορισμού λεπτομερών εξουσιοδοτήσεων οι οποίες θα ισχύουν καθόλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των δεδομένων. Σήμερα, οι περισσότερες ιατρικές εφαρμογές παρέχουν αποτελεσματικούς μηχανισμούς αυθεντικοποίησης με αποτέλεσμα ο έλεγχος πρόσβασης στα δεδομένα να μπορεί να πραγματοποιείται με βάση την ταυτότητα του χρήστη. Ωστόσο, λίγες, αν όχι καμία, παρέχουν μηχανισμούς ελέγχου πρόσβασης οι οποίοι να βασίζονται τις αποφάσεις τους στους ρόλους που κατέχει ο εκάστοτε χρήστης και στις πληροφορίες πλαισίου που συνθέτουν την περιρρέουσα κατάσταση. Αυτή η δυνατότητα είναι πολύ σημαντική σε περιπτώσεις επειγόντων περιστατικών όπου οι ασθενείς ενδέχεται να μην είναι σε θέση να δώσουν την συγκατάθεσή τους για πρόσβαση των ιατρικών δεδομένων τους. Επιπλέον, ο καθορισμός λεπτομερών πολιτικών ασφάλειας ενδέχεται να υπαγορεύεται από την πολιτική ασφάλειας του ίδιου του οργανισμού.

6.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΦΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΕΙΓΟΝΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ

Το Σχήμα 6-2 απεικονίζει την αρχιτεκτονική του πρωτότυπου συστήματος σε υψηλό επίπεδο αφάιρησης. Στην ουσία, αυτή η αρχιτεκτονική αναφέρεται:

- ♦ Στο σύστημα ΠΦΥ και τις εφαρμογές που αφορούν στη διαχείριση επειγόντων περιστατικών. Τα συστατικά αυτά είναι προσβάσιμα από το διαδίκτυο μέσω υπηρεσιών.
- ♦ Στο υλικό και το λογισμικό συστήματος που χρησιμοποιείται στα κέντρα δεδομένων (data centers) τα οποία παρέχουν τις ανωτέρω υπηρεσίες.



Σχήμα 6-2. Αρχιτεκτονική συστήματος ΠΦΥ για τη διαχείριση επειγόντων περιστατικών

Συνεπώς, το σύστημα ΠΦΥ αποτελεί σημαντικό συστατικό του πρωτότυπου συστήματος το οποίο συνοδεύεται από έναν αριθμό περιφερειακών εφαρμογών όπως είναι αυτή που αφορά στη διαχείριση επειγόντων περιστατικών. Στην εφαρμογή αυτή συμπεριλαμβάνονται ως επιμέρους εφαρμογές όλες οι δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στο πλαίσιο της παροχής επείγουσας ιατρικής φροντίδας, συμπεριλαμβανομένων των παραπεμπτικών και της η-συνταγογράφησης. Όλες αυτές οι

εφαρμογές καλούνται μέσω υπηρεσιών μετά από απαίτηση εξουσιοδοτημένων χρηστών. Η υλοποίηση του συστήματος ΠΦΥ καθώς και των διαφόρων συστατικών της εφαρμογής για τη διαχείριση των επειγόντων περιστατικών πραγματοποιείται μέσω ενός αριθμού υπηρεσιών ιστού οι οποίες εντοχρητρώνονται μέσω της BPEL. Οι διαδικασίες BPEL που προκύπτουν είναι προσβάσιμες μέσω κατάλληλων υπηρεσιών ιστού. Εξουσιοδοτημένοι χρήστες αλληλεπιδρούν με το σύστημα μέσω μιας διαδικτυακής πύλης, η οποία είναι προσβάσιμη είτε μέσω ενός σταθμού εργασίας ή κάποιας φορητής συσκευής (π.χ. PDA) που διαθέτει πρόγραμμα πελάτη που υποστηρίζει το πρωτόκολλο HTTP(S) (π.χ. περιηγητής ιστού).

Σε αδρές γραμμές, η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος αποτελείται από τα ακόλουθα συστατικά:

- ♦ **Διαδικτυακή πύλη:** Παρέχει το περιβάλλον μέσω του οποίου εξουσιοδοτημένοι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με το σύστημα ΠΦΥ και τις διαδικασίες παροχής επείγουσας ιατρικής φροντίδας. Είναι διαμορφωμένη με τρόπο ώστε να είναι προσβάσιμη ακόμα και από ένα PDA ή ένα κινητό τηλέφωνο. Η πρόσβαση στη διαδικτυακή πύλη μέσω φορητής συσκευής είναι ιδιαίτερα σημαντική σε περιπτώσεις όπου είναι αναγκαία η απομακρυσμένη πρόσβαση στις εφαρμογές επείγουσας ιατρικής φροντίδας (π.χ. σε περιπτώσεις που κάποιο από τα μέλη του παραϊατρικού προσωπικού ενός ασθενοφόρου χρειάζεται πρόσβαση στον ΠΦΥ ενός ασθενούς κατά τη διάρκεια διακομιδής του ασθενούς στο ΤΠΕ ενός νοσοκομείου).
- ♦ **Σύστημα ΠΦΥ:** Χρησιμοποιείται για τη διαχείριση των ιατρικών δεδομένων των ασθενών. Το σύστημα αυτό αποτελείται από ένα κεντρικό αποθετήριο και μια διαδικτυακή πύλη (web portal). Η τελευταία παρέχεται από τον κατασκευαστή του συστήματος και επιτρέπει στους ασθενείς να προσπελάζουν και να διαχειρίζονται τις ιατρικές πληροφορίες μιας ζωής καθώς και να θέτουν συγκεκριμένα κομμάτια του ΠΦΥ τους στη διάθεση αυτών που τα χρειάζονται. Η εκχώρηση δικαιωμάτων στον ΠΦΥ κάθε ασθενούς μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε από τον ίδιο τον ασθενή ή από κάποιον εκπρόσωπο που αυτός έχει ορίσει (π.χ. συγγενής) [12][22]. Επιπλέον, το σύστημα ΠΦΥ παρέχει έναν αριθμό υπηρεσιών ιστού, των υπηρεσιών ιστού ΠΦΥ, μέσω των οποίων καθίσταται δυνατή η πρόσβαση σε δεδομένα ΠΦΥ από άλλες εφαρμογές.
- ♦ **Εφαρμογή επείγουσας ιατρικής φροντίδας:** Αποτελείται από ένα αποθετήριο δεδομένων στο οποίο αποθηκεύονται δεδομένα σχετικά με το επείγον περιστατικό και το λογισμικό εφαρμογών το οποίο αποτελείται από έναν αριθμό υπηρεσιών ιστού οι

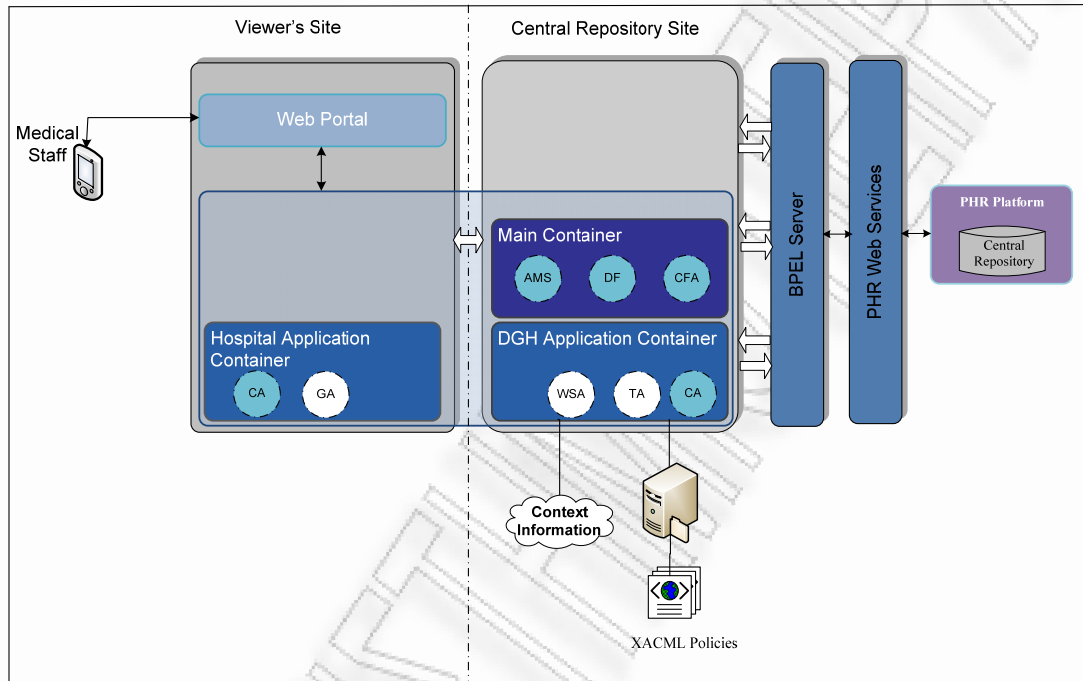
οποίες ενορχηστρώνονται μέσω της γλώσσας BPEL. Οι υπηρεσίες αυτές προσπελάζονται από εξουσιοδοτημένους ιατρούς, νοσοκόμες και παραϊατρικό προσωπικό. Οι χρήστες που είναι εξουσιοδοτημένοι να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή αυτή για συγκεκριμένους ασθενείς έχουν επίσης δικαίωμα πρόσβασης σε συγκεκριμένα τμήματα του ΠΦΥ αυτών των ασθενών. Τμήμα της εφαρμογής (βασική υπηρεσία) αποτελεί η επιμέρους εφαρμογή της η-συνταγογράφησης η οποία αποτελείται από ένα *αποθετήριο δεδομένων* στο οποίο αποθηκεύονται πληροφορίες σχετικά με τα φάρμακα (π.χ. αλληλεπιδράσεις, ενδείξεις) και συνταγές φαρμάκων και το *λογισμικό εφαρμογών* το οποίο αποτελείται από έναν αριθμό υπηρεσιών ιστού που είναι προσβάσιμες από εξουσιοδοτημένους ιατρούς. Και στην περίπτωση αυτή, οι χρήστες που είναι εξουσιοδοτημένοι να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης για συγκεκριμένους ασθενείς έχουν επίσης δικαίωμα πρόσβασης σε συγκεκριμένα τμήματα του ΠΦΥ αυτών των ασθενών.

6.4 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΦΥ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, το ζήτημα της εξουσιοδότησης είναι πολύ σημαντικό σε οποιαδήποτε εφαρμογή στο τομέα της υγείας δεδομένου ότι διασφάλιση της ιδιωτικότητας των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων των ασθενών αποτελεί πρώτη προτεραιότητα. Ειδικά στην περίπτωση που η χρήση αυτών των εφαρμογών πραγματοποιείται μέσω φορητών συσκευών, το δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον καθιστά το ζήτημα αυτό ακόμα πιο περίπλοκο. Ωστόσο, παρουσιάζεται η ευκαιρία για αναβάθμιση των ανωτέρω εφαρμογών μέσω της προσθήκης σε αυτές δυνατότητας επίγνωσης της περιρρέουσας κατάστασης. Με τον τρόπο αυτό, οι εφαρμογές αυτές καθίστανται ακόμα πιο χρήσιμες. Ο έλεγχος πρόσβασης που λαμβάνει υπόψιν του την περιρρέουσα κατάσταση επιτρέπει σε κάθε σύστημα υγείας τον καθορισμό πιο ευέλικτων, ακριβών και διαβαθμισμένων πολιτικών εξουσιοδότησης, οι οποίες αφορούν τη χρήση εφαρμογών σε δυναμικά μεταβαλλόμενες καταστάσεις.

Ο ολοένα αυξανόμενος αριθμός χρηστών και διαμοιραζόμενων πόρων οδηγεί στην αύξηση της πολυπλοκότητας διαχείρισης των δικαιωμάτων πρόσβασης. Επιπλέον, υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος για αποκάλυψη ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων δεδομένου ότι υπάρχουν περισσότεροι χρήστες οι οποίοι ενδέχεται να παρερμηνεύσουν κάποιες πολιτικές

ασφάλειας ή είναι απρόσεκτοι ή ακόμα και κακόβουλοι. Έτσι, πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα ασφάλειας το οποίο να ελαχιστοποιεί την πιθανότητα παραβίασης της ιδιωτικότητας των ασθενών υπό οποιοσδήποτε συνθήκες. Για το σκοπό αυτό, ένα σημαντικό ζήτημα είναι ο καθορισμός και η επιβολή ενός αποτελεσματικού μηχανισμού εξουσιοδοτήσεων ο οποίος λαμβάνει υπόψιν την περιρρέουσα κατάσταση προκειμένου να επιτρέψει την πρόσβαση σε συγκεκριμένα τμήματα του ΠΦΥ του ασθενούς.



Σχήμα 6-3. Αρχιτεκτονική συστήματος εξουσιοδοτήσεων

Στο Σχήμα 6-3 απεικονίζεται μια υψηλού επιπέδου θεώρηση της αρχιτεκτονικής εξουσιοδοτήσεων που υλοποιήθηκε για το πρωτότυπο σύστημα που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα. Ο μηχανισμός εξουσιοδοτήσεων και ελέγχου πρόσβασης έχει χτιστεί πάνω από τον μηχανισμό εξουσιοδοτήσεων που είναι ήδη ενσωματωμένος στο σύστημα ΠΦΥ και στόχος είναι η αναβάθμιση της λειτουργικότητας του ήδη υπάρχοντος μηχανισμού και όχι η αντικατάσταση αυτού. Ο προτεινόμενος μηχανισμός εξουσιοδοτήσεων λαμβάνει υπόψιν ένα σύνολο κανόνων εξουσιοδότησης με επίγνωση της περιρρέουσας κατάστασης (context-based authorization rules) οι οποίοι καθορίζουν ποιος ρόλος έχει δικαίωμα να εκτελέσει μια διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας, ή δεδομένης της εξουσιοδότησης αυτής, να καλέσει μια από τις υπηρεσίες ιστού που συνθέτουν τη διαδικασία, ή, τέλος, δεδομένης της εξουσιοδότησης για την εκτέλεση της υπηρεσίας ιστού, να εκτελέσει μια μέθοδο αυτής της υπηρεσίας. Για το σκοπό αυτό, ο μηχανισμός εξουσιοδοτήσεων

μεσολαβεί μεταξύ των υποκειμένων (π.χ. επαγγελματίες υγείας) και αντικειμένων (π.χ. διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας, υπηρεσίας ιστού που συνθέτουν τις διαδικασίες και μέθοδοι αυτών των υπηρεσιών ιστού) προκειμένου να αποφασίσει αν θα πρέπει να επιτραπεί ή να απορριφθεί η πρόσβαση ενός υποκειμένου σε ένα συγκεκριμένο αντικείμενο λαμβάνοντας υπόψιν την περιρρέουσα κατάσταση. Με τον τρόπο αυτό, παρέχεται ένα πρόσθετο επίπεδο ελέγχου πρόσβασης μέσω του οποίου οι αποφάσεις εξουσιοδότησης υπόκεινται σε περιορισμούς πλαισίου.

Στο πρωτότυπο σύστημα που αναπτύχθηκε, οι πληροφορίες πλαισίου ορίζονται ως ένα προκαθορισμένο σύνολο χαρακτηριστικών που σχετίζονται με τον χρήστη (π.χ. πιστοποιητικό χρήστη, σχέση του χρήστη με τον ασθενή), το περιβάλλον (π.χ. τοποθεσία τερματικού και ώρα που επιχειρήθηκε η πρόσβαση) και το πρόγραμμα πελάτη ή τον πάροχο της πηγής δεδομένων, δηλαδή τον οργανισμό παροχής υπηρεσιών υγείας (π.χ. τοπική πολιτική ασφάλειας). Η διαχείριση (δηλαδή συλλογή και ερμηνεία) των πληροφοριών πλαισίου που απαιτούνται για τον καθορισμό των εξουσιοδοτήσεων και για τον έλεγχο πρόσβασης στις υπηρεσίες ιστού πραγματοποιείται από τον Διαχειριστή Πλαισίου (Context Manager), ο οποίος αποτελεί το βασικό συστατικό του προτεινόμενου μηχανισμού.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του προτεινόμενου μηχανισμού είναι ότι υιοθετεί το μοντέλο ελέγχου πρόσβασης με βάση ρόλους (RBAC paradigm). Πιο συγκεκριμένα, οι αναθέσεις ρόλων σε χρήστες καθορίζονται υπό τη μορφή «ισχυρισμών ασφάλειας» οι οποίοι εκφράζονται στην γλώσσα Security Assertion Markup Language (SAML) [285]. Η αντιστοίχιση δικαιωμάτων σε ρόλους (που αφορούν στην εκτέλεση υπηρεσιών ιστού και των μεθόδων αυτών) πραγματοποιείται μέσω ενός συνόλου πολιτικών ελέγχου πρόσβασης οι οποίες έχουν συνταχθεί με τη χρήση του XACML profile for web services [317]. Ο Διαχειριστής Πλαισίου καθώς και οι πληροφορίες πλαισίου και οι πολιτικές XACML που αυτός χρησιμοποιεί περιγράφονται στις επόμενες ενότητες.

6.4.1 Πληροφορίες Πλαισίου

Από άποψη εξουσιοδότησης, ως πληροφορία πλαισίου ορίζεται οποιαδήποτε πληροφορία είναι διαθέσιμη κατά τη διάρκεια παροχής επείγουσας ιατρικής φροντίδας σε κάποιον ασθενή και θεωρείται σχετική με την κλήση υπηρεσιών ιστού ΠΦΥ και την εκτέλεση των

σχετικών μεθόδων μέσω των οποίων προσπελάζονται τα δεδομένα των ΠΦΥ. Οι πληροφορίες αυτές συλλέγονται τη στιγμή που εκκινείται μια συναλλαγή από το χρήστη. Στο πρωτότυπο σύστημα που αναπτύχθηκε, οι πληροφορίες πλαισίου διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: το *πλαίσιο χρήστη (user context)* και το *πλαίσιο ασθενούς (patient context)*.

Το *πλαίσιο χρήστη* ορίζεται ως το σύνολο των πληροφοριών που σχετίζεται με τον χρήστη (π.χ. διαπιστευτήρια χρήστη, ώρες εφημερίας, ειδικότητα, τρέχουσα κατάσταση, τοποθεσία, χρόνος επιχειρηθείσας πρόσβασης) και τη συσκευή που αυτός χρησιμοποιεί για να ανακτήσει πληροφορίες από το σύστημα ΠΦΥ (π.χ. τύπος συσκευής, διεύθυνση δικτύου του ασύρματου σημείου πρόσβασης – wireless access point – μέσω του οποίου η συσκευή συνδέεται στο δίκτυο). Για παράδειγμα, ο ιατρός του ΤΕΠ μπορεί να προσπελάσει τον ΠΦΥ ενός ασθενή όταν εφημερεύει και μόνο αν το πιστοποιητικό του είναι έγκυρο και η δικτυακή του σύνδεση έχει πραγματοποιηθεί μέσω ενός ασύρματου σημείου πρόσβασης που βρίσκεται εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου.

Το *πλαίσιο ασθενή* ορίζεται ως ένα σύνολο πληροφοριών που σχετίζονται με τον ασθενή (π.χ. ταυτότητα και κατάσταση ασθενούς). Για παράδειγμα, ενδέχεται να υπάρχει ένας κανόνας εξουσιοδότησης ο οποίος να ορίζει πως ένας ιατρός ΤΕΠ έχει το δικαίωμα να προσπελάσει τον ΠΦΥ ενός ασθενή όταν βρίσκεται εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου και εφημερεύει, μόνο αν ο εν λόγω ασθενής είναι καταχωρημένος ως επείγον περιστατικό και δεν έχει πάρει εξιτήριο.

6.4.2 Πολιτικές ελέγχου πρόσβασης

Λόγω των αυστηρών απαιτήσεων ασφάλειας στα ιατρικά δεδομένα των ΠΦΥ, είναι μέγιστης σημασίας ο καθορισμός πολιτικών ελέγχου πρόσβασης όχι μόνο για το σύνολο του ΠΦΥ αλλά και για τα συστατικά του στοιχεία (δηλαδή τις κατηγορίες δεδομένων που εμπεριέχει). Δεδομένου ότι τα δεδομένα ενός ΠΦΥ είναι προσβάσιμα κατά τη διάρκεια εκτέλεσης κάποιας διαδικασίας BPEL μέσω ενός συνόλου υπηρεσιών ιστού ΠΦΥ, υπάρχει η ανάγκη καθορισμού πολιτικών ελέγχου πρόσβασης που αφορούν στην κλήση αυτών των υπηρεσιών ιστού καθώς και στην εκτέλεση των συσχετιζόμενων με αυτές μεθόδων. Προκειμένου να υπάρχει συνέπεια, η βάση εξουσιοδοτήσεων του ΠΦΥ ενημερώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρείται η ευθυγράμμιση ανάμεσα στις εξουσιοδοτήσεις του

συστήματος ΠΦΥ και στις πολιτικές ελέγχου πρόσβασης που σχετίζονται με την κλήση υπηρεσιών ιστού και την εκτέλεση των συσχετιζόμενων με αυτές μεθόδων.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στο πρωτότυπο σύστημα που αναπτύχθηκε, για τη σύνταξη των πολιτικών ελέγχου πρόσβασης χρησιμοποιήθηκε το XACML profile for web services. Οι πολιτικές αυτές διακρίνονται στις ακόλουθες δύο κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο των υπηρεσιών ιστού στις οποίες αναφέρονται:

- ♦ Πολιτικές που διέπουν την πρόσβαση στις υπηρεσίες ιστού οι οποίες ενσωματώνουν την λειτουργικότητα των διαδικασιών BPEL, και
- ♦ Πολιτικές που διέπουν την πρόσβαση στις υπηρεσίες ιστού ΠΦΥ.

Όπως είναι ήδη γνωστό από τα προηγούμενα κεφάλαια, η XACML είναι μια γλώσσα που επιτρέπει τον καθορισμό, με τυποποιημένο τρόπο, πολιτικών ελέγχου πρόσβασης. Στην ουσία, οι πολιτικές αυτές αποτελούν κανόνες που καθορίζουν ποιος έχει δικαίωμα να κάνει τι και ποια χρονική στιγμή. Ως εκ τούτου, η XACML παρέχει τη δυνατότητα επιβολής διαβαθμισμένου ελέγχου πρόσβασης σε δραστηριότητες με βάση συνηθισμένα κριτήρια όπως χαρακτηριστικά χρήστη, μηχανισμούς αυθεντικοποίησης και τα πρωτόκολλα που υιοθετούνται. Επιπλέον, ορίζει ένα λεξικό για την αποτύπωση πολιτικών ασφάλειας με χρήση δομών XML. Κάθε πολιτική περιλαμβάνει συγκεκριμένους κανόνες, καθένας από τους οποίους αξιολογεί έναν συνδυασμό χαρακτηριστικών του χρήστη που αιτείται πρόσβασης σε κάποιο πόρο και του πόρου αυτού καθεαυτού σε συνάρτηση με το είδος της πρόσβασης που αιτείται ο χρήστης και την περιρρέουσα κατάσταση. Στον προτεινόμενο μηχανισμό, οι αποφάσεις ελέγχου πρόσβασης προκύπτουν από την αξιολόγηση των πολιτικών XACML συναρτήσει των χαρακτηριστικών SAML.

Θεωρούμε πως το οικογενειακό ιστορικό ενός ασθενή είναι προσβάσιμο μέσω μιας υπηρεσίας ιστού με Uniform Resource Identifier (URI) <https://localhost:8443/services/FamilyHistory> και η μέθοδος μέσω της οποίας ανακτάται το οικογενειακό ιστορικό είναι η `getFamilyHistory`. Ένα απόσπασμα της πολιτικής ελέγχου πρόσβασης σε αυτή τη μέθοδο παρατίθεται στο Σχήμα 6-4. Η πολιτική αυτή αφορά έναν ιατρό που έχει τον ρόλο «ιατρός ΤΕΠ» και δηλώνει πως ένας ιατρός ΤΕΠ έχει δικαίωμα να καλέσει την ανωτέρω υπηρεσία ιστού (δηλώνεται μέσω της ετικέτας <Resource>) για έναν συγκεκριμένο ασθενή μόνο αν πληρούνται οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

- a. ο ιατρός ΤΕΠ εφημερεύει

- b. ο ιατρός ΤΕΠ εκκινεί την σχετική συναλλαγή όταν βρίσκεται εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου, και
- c. ο ασθενής που λαμβάνει φροντίδα έχει καταχωρηθεί ως επείγον περιστατικό και δεν έχει πάρει εξιτήριο.

Αυτοί οι περιορισμοί πλαισίου για τον ρόλο «ιατρός ΤΕΠ» δηλώνονται μέσω της ετικέτας <Condition>.

```

<Resource>
  <ResourceMatch MatchId="&function;string-equal">
    <AttributeValue DataType="anyURI"> https://localhost:8443/services/familyHistory/getFamilyHistory
  </AttributeValue>
  ...
</ResourceMatch>
</Resource>
...
<Action>
  <ActionMatch MatchId="&function;string-equal">
    <AttributeValue DataType="&xml;string">execute</AttributeValue>
  ...
</ActionMatch>
</Action>
<Condition>
  <Apply FunctionId="&function;and ">
    <Apply FunctionId="&function;string-equal">
      <EnvironmentAttributeDesignator
        AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:environment:staffStatus"
        DataType="&xml;string"/>
      <AttributeValue DataType="&xml;string">onDuty</AttributeValue>
    </Apply>
    <Apply FunctionId="&function;string-equal">
      <EnvironmentAttributeDesignator AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:environment:terminal"
        DataType="&xml;string"/>
      <AttributeValue DataType="&xml;string">inPremises</AttributeValue>
    </Apply>
    <Apply FunctionId="&function;string-equal">
      <EnvironmentAttributeDesignator
        AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:environment:individual"
        DataType="&xml;string"/>
      <AttributeValue DataType="&xml;string">emergencyPatient</AttributeValue>
    </Apply>
  </Apply>
</Condition>

```

Σχήμα 6-4. Ενδεικτική πολιτική ελέγχου πρόσβασης για την υπηρεσία ιστού familyHistory

6.4.3 Διαχειριστής Πλαισίου

Στο πρωτότυπο σύστημα που αναπτύχθηκε, η διαχείριση των αιτημάτων για πρόσβαση σε υπηρεσίες ιστού πραγματοποιείται από τον Διαχειριστή Πλαισίου. Τα δεδομένα που απαιτούνται για το σκοπό αυτό είναι οι ισχυρισμοί ασφάλειας SAML όπου δηλώνονται οι ρόλοι του χρήστη που επιχειρεί να καλέσει μια υπηρεσία ιστού, καθώς και οι πληροφορίες πλαισίου που περιγράφηκαν σε προηγούμενη ενότητα. Ο Διαχειριστής Πλαισίου υλοποιήθηκε ως ένα σύστημα πολλαπλών πρακτόρων το οποίο αποτελείται από τους ακόλουθους δύο τύπους πρακτόρων:

- ♦ **WS Agent (WSA):** Διαχειρίζεται τα δικαιώματα των χρηστών αναφορικά με την κλήση των υπηρεσιών ιστού, είτε είναι υπηρεσίες που ενσωματώνουν τη λειτουργικότητα μιας διαδικασίας BPEL είτε είναι υπηρεσίες που υλοποιούν τις δραστηριότητες μιας διαδικασίας BPEL. Ο WSA δημοσιεύει στον DF τις ακόλουθες τρεις υπηρεσίες:
 - *acquireSecurityAssertions*: Χρησιμοποιείται για την λήψη των «ισχυρισμών ασφάλειας» που αφορούν το συγκεκριμένο χρήστη και δηλώνουν τους ρόλους που κατέχει.
 - *makeAccessControlDecision*: Χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των συγκεκριμένων δικαιωμάτων πρόσβασης του χρήστη που αιτείται πρόσβασης σε κάποια υπηρεσία ιστού.
 - *enforceAccessControlPolicy*: Χρησιμοποιείται για την επιβολή της απόφασης που λήφθηκε κατά τη εκτέλεση της υπηρεσίας *makeAccessControlDecision*.

Κάθε φορά που πρέπει να ληφθεί μια απόφαση ελέγχου πρόσβασης, ενδέχεται να απαιτείται η συλλογή και ερμηνεία κάποιων πληροφοριών πλαισίου. Η ερμηνεία του πλαισίου πραγματοποιείται με τη βοήθεια μιας εσωτερικής γνωσιακής βάσης του διαθέτει ο πράκτορας και είναι βασισμένη σε κανόνες. Ο WSA ανακοινώνει στον DF δύο υπηρεσίες, τις “*acquireContext*” και “*submitContext*”. Η πρώτη καλείται στις περιπτώσεις όπου υπάρχει ανάγκη συλλογής του πλαισίου εξουσιοδοτήσεων, ενώ η δεύτερη καλείται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει ανάγκη ερμηνείας του πλαισίου.

- ♦ **Task Agent (TA):** Διαχειρίζεται τα δικαιώματα των χρηστών αναφορικά με την εκτέλεση μεθόδων υπηρεσιών ιστού, οι οποίες αντιστοιχούν σε δραστηριότητες μιας διαδικασίας BPEL, είτε σε μεθόδους μιας υπηρεσίας ιστού που υλοποιεί κάποια δραστηριότητα διαδικασίας. Στην δεύτερη περίπτωση, η εκτέλεση της μεθόδου έχει σαν αποτέλεσμα την πρόσβαση στον ΠΦΥ κάποιου ασθενούς. Ο TA δημοσιεύει στον DF τρεις υπηρεσίες, τις “*acquireSecurityAssertions*”, “*makeAccessControlDecision*” και

“enforceAccessControlPolicy”, οι οποίες έχουν παρόμοια λειτουργικότητα με αυτές του πράκτορα WSA. Και στην περίπτωση αυτή ενδέχεται να απαιτείται η συλλογή και ερμηνεία πληροφοριών πλαισίου. Για το σκοπό αυτό και ο TA δημοσιεύει στον DF τις ίδιες υπηρεσίες, δηλαδή τις “acquireContext” και “interpretContext”, οι οποίες παίζουν και σε αυτή την περίπτωση τον ίδιο ρόλο.

Εκτός από την *αυτονομία (autonomy)*, η οποία αποτελεί μια θεμελιώδη ιδιότητα των πρακτόρων λογισμικού, οι πράκτορες του Διαχειριστή Πλαισίου, δηλαδή ο WSA και ο TA, ενσωματώνουν μια ακόμα σημαντική ιδιότητα, την *επίγνωση (cognition)* δεδομένου ότι επεξεργάζονται τις πληροφορίες πλαισίου και άγονται σε συμπεράσματα βασισμένοι σε μια δική τους εσωτερική γνωσιακή βάση, η οποία αποτελείται από έναν αριθμό κανόνων που καθορίστηκαν κατά το στάδιο παραμετροποίησης του συστήματος. Για παράδειγμα, κατά την υποβολή αιτήματος για την εκτέλεση μιας υπηρεσίας ιστού, ο WSA λαμβάνει την διεύθυνση IP του ασύρματου σημείου πρόσβασης μέσω του οποίου η συσκευή του ιατρού ΤΕΠ συνδέεται στο δίκτυο και ελέγχει αν αυτή βρίσκεται εντός ενός συνόλου προκαθορισμένων διευθύνσεων IP οι οποίες αντιστοιχούν στα ασύρματα σημεία πρόσβασης που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο του νοσοκομείου όπου εργάζεται ο ιατρός. Αν η IP περιλαμβάνεται σε αυτό το σύνολο, τότε το τερματικό μαρκάρεται ως «InPremises» (δηλαδή ως «ευρισκόμενο εντός των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου») όπως φαίνεται στην ενδεικτική πολιτική ασφάλειας του Σχήματος 6-4.

Οι πράκτορες λογισμικού φιλοξενούνται σε υποδοχείς (containers) που «τρέχουν» σε διαφορετικούς εξυπηρετητές οι οποίοι είναι διασκορπισμένοι στους διάφορους παρόχους υπηρεσιών υγείας. Με τον τρόπο αυτό, διαμορφώνεται ένα κατανεμημένο περιβάλλον χρόνου εκτέλεσης (runtime environment) όπου λαμβάνουν χώρα όλες οι ενέργειες που σχετίζονται με την επιβολή ελέγχου πρόσβασης. Το σύνολο αυτών των υποδοχέων ονομάζεται πλατφόρμα (platform). Υπάρχει ένας βασικός υποδοχέας (main container) που φιλοξενείται στον εξυπηρετητή του κεντρικού αποθετηρίου και ένας αριθμός περιφερειακών υποδοχέων που φιλοξενούνται στον εξυπηρετητή του κεντρικού αποθετηρίου και σε εξυπηρετητές των παρόχων υπηρεσιών υγείας. Ο βασικός υποδοχέας είναι ο πρώτος που εκκινείται και όλοι οι υπόλοιποι υποδοχείς εγγράφονται σε αυτόν κατά τη διάρκεια της εκκίνησης τους (bootstrap time). Σε κάθε εξυπηρετητή, οι υποδοχείς εκκινούνται από μια διαδικασία γνωστή ως BootDaemon process.

Ο βασικός υποδοχέας φιλοξενεί τρεις πράκτορες λογισμικού του JADE, τους Agent Management System (AMS), the Directory Facilitator (DF) and the Configuration Agent (CFA), οι περιγράφηκαν στην ενότητα 3.2.4 και τον Gateway Agent (GA), ο οποίος διαχειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ της διαδικτυακής πύλης και του συστήματος πολλαπλών πρακτόρων που υλοποιεί τον μηχανισμό ελέγχου πρόσβασης. Καθένας από τους περιφερειακούς υποδοχείς του υποσυστήματος ασφάλειας φιλοξενεί έναν πράκτορα του JADE, τον Controller Agent (CA), ο οποίος επίσης περιγράφηκε στην ενότητα 3.2.4 και τους πράκτορες WSA και TA.

Ο πράκτορας GA υλοποιεί μια γενική συμπεριφορά (*generic behavior*), η οποία εμπεριέχει μια κατάσταση και εκτελεί διαφορετικές λειτουργίες ανάλογα με την κατάσταση αυτή. Οι καταστάσεις στις οποίες μπορεί να περιέλθει ο GA είναι τρεις, οι “requestAccess”, “awaitPermission” and “receiveOutput”. Εξ’ορισμού η γενική συμπεριφορά τερματίζεται όταν μια συγκεκριμένη συνθήκη ικανοποιηθεί. Στην περίπτωση του GA, αυτή η συνθήκη είναι η ολοκλήρωση της επιθυμητής εργασίας, η οποία αφορά τη διαχείριση συγκεκριμένων δεδομένων στο σύστημα ΠΦΥ. Οι πράκτορες WSA και TA υλοποιούν μια κυκλική συμπεριφορά (*cyclic behavior*) η οποία εκτελείται επανειλημμένα, προκειμένου να ελέγξει αν έχει λάβει κάποιο μήνυμα και να το επεξεργαστεί. Αυτό σημαίνει πως το νήμα (thread) κάθε πράκτορα ξεκινά ένα συνεχή βρόχο (continuous loop) ο οποίος καταναλώνει μεγάλη υπολογιστική ισχύ. Προκειμένου να αποφευχθεί αυτό, κάθε πράκτορας ρυθμίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εκτελεί τη συμπεριφορά του (δηλαδή το σύνολο των ενεργειών που του έχουν ανατεθεί) μόνο όταν λαμβάνει ένα νέο μήνυμα. Για το σκοπό αυτό η συμπεριφορά του πράκτορα μαρκάρεται ως «blocked» έτσι ώστε να μην εκτελείται μέχρι τη στιγμή που θα εισαχθεί ένα νέο μήνυμα στην ουρά των μηνυμάτων. Με την λήψη του νέου μηνύματος όλες οι «μπλοκαρισμένες» συμπεριφορές γίνονται ξανά διαθέσιμες για εκτέλεση και το μήνυμα που λήφθηκε τίθεται υπό επεξεργασία.

6.5 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Για την επίδειξη της λειτουργικότητας της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής, ο μηχανισμός ασφάλειας που περιγράφηκε παραπάνω ενσωματώθηκε σε ένα πρωτότυπο σύστημα ηλεκτρονικής συνταγογράφησης το οποίο χρησιμοποιεί για την αποθήκευση των ιατρικών δεδομένων ένα σύστημα ΠΦΥ. Το σύστημα αυτό υλοποιήθηκε ως διαδικτυακή εφαρμογή

(web application) όπου χρησιμοποιήθηκαν είναι ο Apache/Tomcat ως εξυπηρετητής ιστού/εφαρμογών και η MySQL για την ανάπτυξη των ήδη υπάρχουσών βάσεων δεδομένων οι οποίες φιλοξενούνται από τους παρόχους υπηρεσιών υγείας. Η πλατφόρμα που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία κάποιων ενδεικτικών ΠΦΥ ασθενών είναι η Care2X Integrated Healthcare Environment [298]. Αν και το Care2X δεν είναι σύστημα ΠΦΥ αλλά ένα ανοιχτού κώδικα διαδικτυακό πληροφοριακό σύστημα υγείας, θεωρήθηκε επαρκές για το σκοπό της έρευνάς μας. Για την πρόσβαση στα δεδομένα που αποθηκεύονται στο αποθετήριο του Care2X αναπτύχθηκε ένας αριθμός υπηρεσιών ιστού οι οποίες χρησιμοποιούν το Care2X Application Programming Interface (API).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στο πρωτότυπο σύστημα που αναπτύχθηκε, για την επιβολή ελέγχου πρόσβασης χρησιμοποιείται ένας αριθμός πολιτικών και λαμβάνονται υπόψιν οι σχετικές πληροφορίες πλαισίου, οι οποίες συλλέγονται και επεξεργάζονται από τον Διαχειριστή Πλαισίου. Οι πολιτικές αυτές καθορίζουν τα δικαιώματα πρόσβασης σε διαδικασίες BPEL και στα δεδομένα του ΠΦΥ ενός ασθενούς και έχουν γραφτεί χρησιμοποιώντας το προφίλ της XACML για υπηρεσίες ιστού (XACML profile for Web Services) [317]. Οι πράκτορες που υλοποιούν τον Διαχειριστή Πλαισίου αναπτύχθηκαν σε Java Agent Development framework – Lightweight Extensible Agent Platform (JADE – LEAP), το οποίο χρησιμοποιήθηκε σαν περιβάλλον τόσο για την κατασκευή όσο και για την εκτέλεσή τους [316]. Το JADE – LEAP είναι ένα ανοιχτού κώδικα λογισμικό που σκοπό έχει να παρέχει ένα περιβάλλον για την ανάπτυξη και την εκτέλεση εφαρμογών βασισμένων σε πράκτορες (agent-based applications) σύμφωνα με τα πρότυπα του Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA) για τα διαλειτουργικά συστήματα πολλαπλών πρακτόρων [20]. Στην ουσία, το LEAP είναι ένα πρόσθετο συστατικό (add-on) του JADE που επιτρέπει την ανάπτυξη πολύ-πρακτορικών, συμβατών με το FIPA συστημάτων σε κινητές συσκευές [215,316]. Η επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων γίνεται μέσω της γλώσσας FIPA Agent Communication Language (ACL) [306].

Για την επίτευξη του εύρωστου πλαισίου ασφάλειας που οραματιζόμαστε πρόσθετα χαρακτηριστικά ασφαλείας ενσωματώθηκαν στο σύστημα που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Πιο συγκεκριμένα, οι ιατροί ΤΕΠ αυθεντικοποιούνται μέσω πιστοποιητικών X.509 και όλες οι συναλλαγές που ακολουθούν εκτελούνται κάτω από πρωτόκολλο Secure Socket Layer (SSL) μέσω HTTPS. Επιπλέον, η ασφάλεια στην επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων της πλατφόρμας επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση μιας ασφαλούς,

εμπιστευτικής και αμοιβαία αυθεντικοποιημένης σύνδεσης ανάμεσα στους υποδοχείς της πλατφόρμας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο TLS/SSL που παρέχεται από την Java [215].

Με την άφιξη του στο ΤΕΠ του νοσοκομείου, το άτομο καταχωρείται ως επείγον περιστατικό. Ο ιατρός του ΤΕΠ που καλείται να περιθάλψει τον ασθενή εισέρχεται στο σύστημα χρησιμοποιώντας τα διαπιστευτήριά του (δηλαδή το πιστοποιητικό X.509). Μετά την επιτυχή αυθεντικοποίησή του, δημιουργείται ένας πράκτορας GA μέσω του οποίου ο ιατρός αποκτά πρόσβαση σύστημα. Παράλληλα δημιουργείται ένας πράκτορας WSA ο οποίος καθορίζει το σύνολο των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας στις οποίες έχει πρόσβαση ο ιατρός. Για τον καθορισμό αυτών των διαδικασιών λαμβάνονται οι πληροφορίες που απαρτίζουν το πλαίσιο του χρήστη μέσω της εκτέλεσης δύο υπηρεσιών του πράκτορα WSA, των *acquireSecurityAssertions* και *acquireContext* αντίστοιχα. Στη συνέχεια, οι πληροφορίες αυτές ερμηνεύονται από τον WSA (μέσω της υπηρεσίας *makeAccessControlDecision*) ο οποίος λαμβάνει υπόψιν τις κατάλληλες πολιτικές ελέγχου πρόσβασης προκειμένου να διαμορφώσει τη λίστα με τις διαδικασίες τις οποίες έχει εξουσιοδότηση να εκτελέσει ο χρήστης (η λίστα απαρτίζεται από τις διευθύνσεις URI των υπηρεσιών ιστού μέσω των οποίων εκτελούνται οι διαδικασίες). Στη συνέχεια, ο WSA καλεί την υπηρεσία *enforceAccessControlDecision*, η οποία αποστέλλει τη λίστα στον GA. Αυτός με τη σειρά του αναλαμβάνει να τη διοχετεύει στο κατάλληλο portlet της διαδικτυακής πύλης.

Με την υποβολή ενός αιτήματος για εκτέλεση μιας δραστηριότητας κάποιας από τις διαδικασίες (που αντιστοιχεί σε μια μέθοδο της υπηρεσίας ιστού της διαδικασίας) για κάποιο συγκεκριμένο ασθενή, δημιουργείται ο πράκτορας TA ο οποίος λαμβάνει τις πληροφορίες που απαρτίζουν το πλαίσιο του χρήστη και του ασθενή με την εκτέλεση των υπηρεσιών *acquireSecurityAssertions* και *acquireContext* αντίστοιχα. Στη συνέχεια, ο TA ερμηνεύει μέσω της υπηρεσίας *makeAccessControlDecision* τα δεδομένα που συνέλεξε και λαμβάνει υπόψιν τις πολιτικές ελέγχου πρόσβασης που αφορούν την συγκεκριμένη δραστηριότητα προκειμένου να διαμορφώσει την απόφαση ελέγχου πρόσβασης η οποία καθορίζει αν ο συγκεκριμένος χρήστης έχει πρόσβαση στη συγκεκριμένη δραστηριότητα για τον συγκεκριμένο ασθενή. Η απόφαση αυτή, όταν ληφθεί, διαβιβάζεται στον πράκτορα GA μέσω της υπηρεσίας *enforceAccessControlDecision* του TA. Αν, σύμφωνα με την απόφαση αυτή, ο χρήστης έχει το δικαίωμα να εκτελέσει την δραστηριότητα, τότε εκκινείται η

διαδικασία κλήσης της συσχετισμένης με τη δραστηριότητα υπηρεσίας ιστού ΠΦΥ. Έτσι, αφυπνίζεται ο πράκτορας WSA ο οποίος συλλέγει το πλαίσιο του χρήστη και του ασθενούς μέσω των αντίστοιχων υπηρεσιών που αναφέρθηκαν παραπάνω και το ερμηνεύει μέσω της υπηρεσίας *makeAccessControlDecision*. Αφού διαμορφώσει απόφαση λαμβάνοντας υπόψιν τις πολιτικές ελέγχου πρόσβασης που αφορούν τη διαδικασία, την αποστέλλει στον GA μέσω της υπηρεσίας *enforceAccessControlDecision*. Αν η απόφαση είναι θετική ο GA εκκινεί τον TA προκειμένου αυτός να αποφανθεί σχετικά με το αν επιτρέπεται στον χρήστη η εκτέλεση της συγκεκριμένης μέθοδο της υπηρεσίας ιστού που έχει συσχετιστεί με την ανωτέρω δραστηριότητα. Η σχετική απόφαση λαμβάνεται από τον TA με τρόπο παρόμοιο με αυτόν που περιγράφηκε παραπάνω. Η απόφαση διαβιβάζεται στον GA ο οποίος, αν η απόφαση είναι θετική, εκκινεί την κλήση της υπηρεσίας ιστού και την εκτέλεση της συγκεκριμένης μεθόδου της υπηρεσίας αυτής. Στη συνέχεια λαμβάνει τα αποτελέσματα που προέκυψαν και τα εμφανίζει στο αντίστοιχο portlet της διαδικτυακής πύλης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ - ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί μία τάση για μεταρρύθμιση των συστημάτων υγείας παγκοσμίως σε μια προσπάθεια να αναβαθμιστεί η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας με παράλληλη μείωση του κόστους. Κεντρικό ρόλο σε αυτή τη προσπάθεια διαδραματίζει η μετάβαση από τα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα που έχουν αναπτυχθεί σε επίπεδο υγειονομικής μονάδας σε συστήματα που σκοπό έχουν την εξυπηρέτηση των διαδικασιών τόσο σε επίπεδο υγειονομικής περιφέρειας αλλά και ευρύτερων γεωγραφικών περιφερειών. Μέσω αυτών των πληροφοριακών συστημάτων παρέχεται διαδικτυακά, σε εξουσιοδοτημένους χρήστες, μία ολοκληρωμένη εικόνα των ήδη αποθηκευμένων ιατρικών πληροφοριών των ασθενών. Ως εκ τούτου, δύνανται να καλυφθούν οι ανάγκες πληροφόρησης των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας καθώς και οι ανάγκες συντονισμού, συνεργασίας και συνέργειας μεταξύ τους.

Στόχος της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι να συμβάλει στις προσπάθειες που καταβάλλονται στη χώρα μας αλλά και διεθνώς για την παροχή συνεχούς, ολοκληρωμένης και συμμετοχικής ιατρικής φροντίδας στους ασθενείς μέσω της ολοκλήρωσης των

διεπιχειρησιακών διαδικασιών παροχής υπηρεσιών υγείας. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη του στόχου αυτού αποτελεί η παροχή εύκολης, γρήγορης και αποτελεσματικής πρόσβασης σε ολοκληρωμένα σύνολα ιατρικών πληροφοριών για τους ασθενείς οπουδήποτε και οποτεδήποτε απαιτείται αυτό και σχεδόν μέσω οποιασδήποτε συσκευής. Τα διάχυτα πληροφοριακά συστήματα έρχονται να καλύψουν αυτή τη σημαντική ανάγκη στο χώρο της υγείας. Τα συστήματα αυτά μπορούν να προκύψουν από την εξέλιξη υπάρχοντων πληροφοριακών συστημάτων ή να αναπτυχθούν εξ αρχής χρησιμοποιώντας τα υπάρχοντα συστήματα, όπου αυτό είναι δυνατό.

Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα διδακτορική διατριβή παρουσιάζει μια υπηρεσιοστρεφή προσέγγιση για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων διάχυτων πληροφοριακών συστημάτων υγείας είτε καθιστώντας τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα διαλειτουργικά, είτε χρησιμοποιώντας σαν βασικό συστατικό τους κάποιο σύστημα ΠΦΥ. Στην πρώτη περίπτωση, η διαλειτουργικότητα των υπάρχοντων συστημάτων υλοποιήθηκε με τη χρήση υπηρεσιών ιστού και/ή υπηρεσιών πλέγματος οι οποίες στη συνέχεια συντέθηκαν προκειμένου να μοντελοποιήσουν διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας. Στη δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία υπηρεσιών ιστού προκειμένου να καταστεί δυνατή η πρόσβαση σε δεδομένα και υπηρεσίες του συστήματος ΠΦΥ. Τα συστήματα αυτά είναι αυτόνομα, και περιλαμβάνουν τόσο κλινικά δεδομένα όσο και δεδομένα που παρέχονται από τους ίδιους τους ασθενείς.

Μεταξύ των δύο αυτών εναλλακτικών προσεγγίσεων επικράτησαν τα συστήματα ΠΦΥ δεδομένης της δυνατότητας τους να λειτουργήσουν ως εργαλείο για την επικοινωνία, το συντονισμό, τη συνεργασία και τη συνέργεια γεωγραφικά απομακρυσμένων μεταξύ τους ιατρικών ομάδων με αποτέλεσμα τη βελτίωση των διαδικασιών λήψης ιατρικών αποφάσεων και, κατά συνέπεια, την αναβάθμιση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας. Ιδιαίτερα σημαντική αποδείχτηκε δε η συμβολή των συστημάτων ΠΦΥ στην παροχή επείγουσας ιατρικής φροντίδας όπου η άμεση διάθεση του πλήρους ιατρικού φακέλου του ασθενούς είναι καθοριστικής σημασίας για την παροχή σε αυτόν της βέλτιστης προνοσοκομειακής και ενδονοσοκομειακής επείγουσας ιατρικής φροντίδας.

Κατά την ανάπτυξη των πρωτότυπων συστημάτων, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην διασφάλιση του απορρήτου των ιατρικών πληροφοριών μέσω κατάλληλων μηχανισμών

ασφάλειας. Πιο συγκεκριμένα, αναπτύχθηκαν συστήματα εξουσιοδοτήσεων σε επίπεδο διαδικασίας, δραστηριότητας και υπηρεσίας ιστού. Στην περίπτωση που για την υλοποίηση των νέων συστημάτων χρησιμοποιήθηκαν υπάρχουσες υποδομές, τα συστήματα εξουσιοδοτήσεων που αναπτύχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν επιπρόσθετα και σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά ασφάλειας που προσφέρονται από υπάρχουσες υποδομές ασφάλειας των συμμετεχόντων οργανισμών.

Από την αξιολόγηση των πρωτότυπων ολοκληρωμένων πληροφοριακών συστημάτων υγείας που αναπτύχθηκαν προκύπτει ότι η ενσωμάτωση των συστημάτων ΠΦΥ σε μια υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική προσφέρει σημαντικά οφέλη καθότι με τον τρόπο αυτό τα συστήματα ΠΦΥ μπορούν να λειτουργήσουν ως μέσο για την ολοκλήρωση των υπηρεσιών παροχής ιατρικής φροντίδας. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση υπηρεσιοστρεφούς και διαδικασιοστρεφούς αρχιτεκτονικής για την ανάπτυξη συστημάτων ΠΦΥ δύναται να προσφέρει τα ακόλουθα:

- ♦ Παροχή ασφαλούς πρόσβασης σε ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία των ασθενών.
- ♦ Υποστήριξη, ολοκλήρωση και αυτοματοποίηση των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας.
- ♦ Ενίσχυση της συνεργασίας, της συνέργειας και του συντονισμού μεταξύ των συμμετεχόντων οργανισμών στις διεπιχειρησιακές διαδικασίες και παροχή της απαιτούμενης πληροφορίας των ασθενών όπου και όταν χρειάζεται.
- ♦ Ασφαλή εκτέλεση των διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας.
- ♦ Αξιοποίηση των υπαρχουσών υποδομών όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο για την ολοκλήρωση των διεπιχειρησιακών διαδικασιών.
- ♦ Μείωση του κόστους και του χρόνου ανάπτυξης και συντήρησης των πληροφοριακών συστημάτων λόγω της αξιοποίησης των υπαρχουσών υποδομών και συστατικών των υπαρχουσών εφαρμογών των οργανισμών.
- ♦ Εύκολη προσαρμογή των πληροφοριακών συστημάτων στις μεταβολές που πραγματοποιούνται στους οργανισμούς και στο περιβάλλον τους.

Κάποια από τα οφέλη που αποκομίζονται από τη χρήση της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής για την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων υγείας αλλά και συστημάτων ΠΦΥ μπορούν να ενισχυθούν περαιτέρω μέσω της μετάβασης των συστημάτων αυτών από τις παραδοσιακές δικτυακές υποδομές σε μια υποδομή

υπολογιστικού νέφους (cloud computing). Πιο συγκεκριμένα, ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής είναι ότι μπορεί να διασφαλίσει τη συνέπεια στις διεπαφές μεταξύ των διαφόρων συστημάτων ενός ή περισσότερων οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας. Με τον τρόπο αυτό, καθίσταται ευκολότερη και ταχύτερη η μελλοντική ολοκλήρωση των συστημάτων αυτών με άλλα συστήματα. Η τεχνολογία υπολογιστικού νέφους στοχεύει στην ευρεία διάθεση συγκεκριμένων λειτουργιών μέσω των υπάρχουσών δικτυακών υποδομών. Μεταξύ αυτών των λειτουργιών ενδέχεται να περιλαμβάνονται και υπηρεσίες λογισμικού, όπως και στην υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική, αλλά η τεχνολογία υπολογιστικού νέφους δεν περιορίζεται μόνο σε αυτό. Συγκεκριμένα, επιτρέπει την διάθεση συγκεκριμένων λειτουργιών υπό τη μορφή προϊόντων των οποίων οι άδειες χρήσης στοιχίζουν λιγότερο απ'ότι θα στοίχιζε η ανάπτυξη και χρήση των αντίστοιχων υπηρεσιών από κάθε οργανισμό χωριστά. Ως εκ τούτου, οι υπηρεσίες που παρέχονται στο πλαίσιο μιας υποδομής υπολογιστικού νέφους (π.χ. υπηρεσίες αποθήκευσης δεδομένων) δύνανται να προσφέρουν σημαντική υποστήριξη στις προσπάθειες μετάβασης σε υπηρεσιοστρεφείς αρχιτεκτονικές. Συνεπώς, ο συνδυασμός υπολογιστικού νέφους και υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής παρουσιάζει νέους τρόπους για:

- ♦ την ολοκλήρωση των υπάρχοντων πληροφοριακών συστημάτων υγείας μέσω υπηρεσιών και
- ♦ την ανάπτυξη κατανεμημένων εφαρμογών εντός και μεταξύ των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας.

Ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν κατά την ανάπτυξη συστημάτων ΠΦΥ σε μια υποδομή υπολογιστικού νέφους είναι η ασφάλεια. Πέραν των συνήθων προκλήσεων που παρουσιάζονται κατά την ανάπτυξη των κλασικών συστημάτων, η χρήση της υποδομής υπολογιστικού νέφους προσθέτει ένα επιπλέον επίπεδο επικινδυνότητας δεδομένου ότι οι υπηρεσίες είναι ευρέως διαθέσιμες. Έτσι, η προστασία των δεδομένων και η διασφάλιση της εμπιστευτικότητας είναι ζητήματα που θα πρέπει να διερευνηθούν προκειμένου να αναπτυχθούν κατάλληλες μέθοδοι μέσω των οποίων θα ελαχιστοποιηθούν οι εν λόγω κίνδυνοι και θα διασφαλιστεί το απόρρητο των ιατρικών δεδομένων των ασθενών.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει πως μια σημαντική επέκταση των υπηρεσιοστρεφών συστημάτων ΠΦΥ που περιγράφηκαν στην παρούσα διατριβή αφορά στη χρήση υποδομής υπολογιστικού νέφους, τόσο για την αποθήκευση των δεδομένων των ΠΦΥ όσο και για τη δημοσίευση των υπηρεσιών μέσω των οποίων τα δεδομένα αυτά καθίστανται προσβάσιμα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ

1. Davis M. and Garets D. Electronic Medical Records vs. Electronic Health Records: Yes, There Is a Difference. HIMSS, 2006. Available at: http://www.himssanalytics.org/docs/WP_EMR_EHR.pdf
2. The MITRE Corporation, Electronic Health Record Overview. NIH National Center for Research Resources (NCRR). Available at: <http://www.ncrr.nih.gov/publications/informatics/ehr.pdf>
3. Markle Institute, Connecting for Health: The Personal Health Working Group, 2003. Available at: http://www.connectingforhealth.org/resources/final_phwg_report1.pdf.
4. Computer-based Patient Record Institute. *Description of the Computer-based Patient Record (CRP) and the Computer-based Patient Record System*. Available at: <http://www.cpri.org/docs/hidd.html/>.
5. Dick R., Steen E. *The computer-based patient record. An Essential Technology for healthcare*. Washington DC: National Academy Press, 1997.
6. Drazen E. Progress on Introducing the Computer-based Patient Record. In: Waegemann C. (Eds). *Toward An Electronic Health Record Europe'97. Proceedings of the Conference on the Creation of a European Health Record, 19-22 October, London, 1997* (pp. 74-84).
7. Fitzmaurice M. Computer-Based Patient Records. In: Bronzino J. (Eds). *The Biomedical Engineering Handbook*. CRC Press, Inc., 1995.
8. Gordon D. et al. What is an Electronic Patient Record. In: Chute C. (Eds). *Proceedings of American Medical Informatics Association Annual Symposium, Orlando, 7-11 November, 1998* (pp. 240-244).
9. Kowalsky C. *The Computerized Patient Record*. Available at: http://journal.med.edu/v.3_n.3/v33cpr.htm.
10. Latimer E. The Computerized Patient Record: A Global View. *MD Computing, 16(5)*, 1999.
11. Martin T. and Fuller S. Components of the CPR: An Overview, *Journal of American Health Information Management Association, 69*, 1998.

12. Pettus D. *The Electronic Medical Record-What is it.* Available at: <http://www.dpcg.com/article.html>.
13. Rabunski J. and Remmlinger E. The Benefits of Automating Health Records. In: Briggs B (Eds). *Comprehensive Guide to Electronic Health Records*. New York: Faulkner & Gray, Inc., 1999 (pp. 15-22).
14. Stetson N., Scott K. and Middleton B. The Role of the Computer-based Patient Record in the Healthcare Enterprise. *Proceedings of the HIMSS, 1*, 185-196, 1999.
15. Frohwert A. Implementing the CPR: A Journey. *Journal of American Health Information Management Association, 70*, 32-37, 1999.
16. Groen de P.C. The Electronic medical research record. In: Moorman P.W, van der Lei J, Musen M.A (Eds). *Proceedings of the International Working Conference on Electronic Patient Records in Medical Practice*, Rotterdam, October 1-10, 1998 (pp. 306-309).
17. *Healthcare Informatics Standards.* Available at: <http://www.mcis.duke.edu/standards/guide.htm>
18. Computer-based Patient Record Institute. *Security Features for Computer-Based Patient Record Systems.* Available at: <http://www.cpri.org/docs/features.html>
19. Waegemann P. *Information Use in Healthcare: Anticipating the Third Generation of Systems.* Available at: <http://medrecinst.com/publications/index.s>
20. Tomes J. and Spak M. General Requirements for Medical Records. In: Briggs B. (Eds). *Comprehensive Guide to Electronic Health Records*, New York: Faulkner & Gray, Inc., 1999 (pp. 157-161).
21. Medical Records Institute. *Applications for Electronic Patient Record Systems.* Available at: <http://www.medrecinst.com/caregiver/applications.shtml>.
22. Mon D. and Nunn S. Understanding CPR Architecture: An HIM Professional's Guide. *Journal of American Health Information Management Association, 70*, 30-37, 1999.
23. Paul J. *Developing an Online Patient Record: Evolution or Revolution?* Available at: <http://www.med.virginia.edu/hs-library/newsletter/1996/may/olpr.htm>.
24. Stein L. The Electronic Medical Record: Promises and Threats. *Web Journal, 2(3)*.
25. Bommel van J. and Musen M. *Handbook of Medical Informatics*, Springer, 1997.
26. Bainbridge M., Salmon P., Rappaport A., Hayes G., Williams J. and Teasdale S. *The Problem-Oriented Medical Record-just a little more structure to help the world go*

- round. Available at: <http://www.schin.ncl.ac.uk/phcsg/conferences/camb96/mikey.htm>.
27. Rector A., Nowlan W. and Kay S. Foundations for an Electronic Medical Record. *Methods of Information in Medicine*, 30, 179-186, 1991.
 28. Iakovidis I. Towards personal health record: current situation, obstacles and trends in implementation of electronic healthcare record in Europe. *International Journal of Medical Informatics*, 52, 105-115, 1998.
 29. Korpela M. From Legacy Systems via Client/Server to Web Browser Technology in Hospital Informatics in Finland. In: Cesnik B., McCray A.T., Scherrer A.-R. (Eds). *Proceedings of the 9th World Congress on Medical Informatics*, Seoul, Korea, 18-22 August, 1998 (pp. 222-225).
 30. Cimino J., Sengupta S., Clayton P., Patel V., Kushniruk A. and Huang X. Architecture for a Web-Based Clinical Information System that Keeps the Design Open and the Access Closed. In: Chute C. (Eds). *Proceedings of American Medical Informatics Association Annual Symposium*, Orlando, 7-11 November 1998 (pp. 121-125).
 31. Cimino J. Bringing the Web to the Bed (side). In: Moorman P.W., van der Lei J., Musen M.A. (Eds). *Proceedings of the International Working Conference on Electronic Patient Records in Medical Practice*, Rotterdam, Oct 1-10, 1998 (pp. 60-61).
 32. Golden R. CPR as Web Service: The Future of the Medical Record. In: Waegemann C. (Eds). *Proceedings of the Conference Toward An Electronic Patient Record*, San Antonio, Texas, 9-16 May, 1998 (pp. 323-331).
 33. Golden R. The CPR, Document Imaging and the Internet. *Proceedings of the HIMSS*, 3, 46-55, 1998.
 34. Johnston D. Running Your Existing Applications From a Remote Web Browser Across the Intranet. In: Waegemann C. (Eds). *Toward An Electronic Health Record Europe'97. Proceedings of the Conference on the Creation of a European Health Record*, London, 19-22 October, 1997 (p. 304-309).
 35. Magrabi F., Lovell N. and Celler B. A web-based approach for electrocardiogram monitoring in the home. *International Journal of Medical Informatics*, 54, 145-153, 1999.
 36. Stitt F.W. *World-Wide Web Based Electronic Medical Records*. Available at: <http://medixb.webnet.net/PAPERS/apami.html>.
 37. Taddei A., Macerata A., Carpeggiani, C., Emdin, M., Balocchi, R., Dalmiani, S. et al. Development of an Electronic Medical Record System for the Department of

- Cardiology. In Waegemann C. (Eds) *Proceedings of the Conference on the Creation of a European Health Record*, London, 19-22 October, 1997 (pp. 175-177).
38. Wang D., Harkness K., Allshouse C., Elliot L., Szekalski S. and Mandell S. Development of a Web Based Electronic Patient Record Extending Accessibility to Clinical Information and Integrating Ancillary Applications. In: Chute C. (Eds). *Proceedings of American Medical Informatics Association Annual Symposium*, Orlando, 7-11 November, 1998 (pp. 131-134).
39. Yoshihara H. Development of the electronic health record in Japan. *International Journal of Medical Informatics*, 49, 53-58, 1998.
40. Barkley J., Kuhn R., Rosenthal L., Skall M. and Cincotta A. *Role-Based Access Control for the Web*. Available at: <http://hissa.ncsl.nist.gov/rbac/cals-paper.html>.
41. Bethke K., May F., Novotny J., Wilke D., Aly F. and Padeken D. A Telemedicine Patient Record for Distributed Medical Data. In: Moorman P.W, van der Lei J, Musen M.A. (Eds). *Proceedings of the International Working Conference on Electronic Patient Records in Medical Practice*, Rotterdam, 1-10 October, 1998, 1998 (pp. 321-325).
42. Grimson J., Grimson W., Berry D., Stephens G., Felton E., Kalra D. et al. A CORBA-Based Integration of Distributed Electronic Healthcare Records Using the Synapses Approach. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 2(3), 124-137, 1998.
43. Hurlen P., Skifjeld K. and Andersen E. The basic principles of the synapses federated healthcare record server. *International Journal of Medical Informatics*, 52, 123-132, 1998.
44. Kalra D., Milan J., Austin A., Ingram D., Lloyd D., Grimson J. et al. Synapses in Use: Supporting Cancer Care at the Royal Marsden Hospital. In Moorman P., van der Lei J., Musen M. (Eds). *Proceedings of the International Working Conference on Electronic Patient Records in Medical Practice*, Rotterdam, 8-10 October, 1998 (pp. 97-101).
45. Kazuhiko O. A Hospital Information System based on CORBA for Exchanging Distributed Medical Objects-an approach to future environment of sharing healthcare information. In: Cesnik B., McCray A.T., Scherrer A.-R (Eds). *Proceedings of the 9th World Congress on Medical Informatics*, Seoul, Korea, 18-22 August, 1998 (pp. 962-964).
46. Ros M., van der Kolk J., Weier O. and Toussaint P. Supporting shared care for diabetic patients, Synapses in use. In: Moorman P.W, van der Lei J, Musen M.A. (Eds). *Proceedings of the International Working Conference on Electronic Patient Records in Medical Practice*, Rotterdam, 1-10 October, 1998 (pp. 199-201).

47. Archer C. Enabling the Electronic Health Record through Security. In: Waegemann C. (Eds). *Proceedings of the Conference Toward An Electronic Patient Record*, San Antonio, Texas, May 9-16, 1998 (pp. 127-140).
48. Barrow R.C. and Clayton P.D. Privacy, Confidentiality, and Electronic Medical Records. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 3, 139-148, 1996.
49. Bengtson S. and Solheim B. Enforcement of data protection privacy and security in medical informatics. In: Lun K.C., Degoulet P., Piemme T.E., Rienhoff O. (Eds). *Proceedings of the 7th World Congress on Medical Informatics*, Geneva, Switzerland, Amsterdam: North-Holland, 6-10 September, 1992 (pp. 1561-1565).
50. De Meyer F., Lundgren P., de Moor G. and Fiers T. Determination of user requirements for the secure communication of electronic medical record information. *International Journal of Medical Informatics*, 49, 125-130, 1998.
51. For the Record: Technical Approaches to Protecting Electronic Health Information. Nat'l Academy Press, 1997 (pp. 82-126). Available at: <http://books.nap.edu/books/0309056977/html/82.html>.
52. Glicksman B. *Privacy and Confidentiality: Access control in healthcare information systems*. Available at: <http://www.careflow.com/docs/whitepaper/AccessControl>.
53. Louwse K. The electronic patient record; the management of access-case study: Leiden University Hospital. *International Journal of Medical Informatics*, 49: 39-44, 1998.
54. Rind D. and Safran C. Confidentiality Principles for Medical Records on the World Wide Web. In: Cesnik B., McCray A.T., Scherrer A.-R. (Eds). *Proceedings of the 9th World Congress on Medical Informatics*, Seoul, Korea, 18-22 August, 1998 (pp. 1148-1150).
55. Steen R. and Leonard J. Building a Records Security Policy. In: Broggs B. (Eds). *Comprehensive Guide to Electronic Health Records*, New York: Faulkner & Gray, Inc., 1999 (pp. 335-350).
56. Baker D. Data Security Technologies. In: Briggs B. (Ed). *The 2000 Guide to Health Data Security*, New York: Faulkner & Gray, Inc., 1999 (pp. 43-64).
57. Computer-based Patient Record Institute. *Access to Patient Data*. Available at: <http://www.cpri.org/resource/docs/access>.
58. Blair J. *An Overview of Healthcare Information Standards*. Available at: <http://www.cpri.org/docs/overview.html>.

59. Blair J. Overview of Standards Related to the Emerging Health Care Information Infrastructure. In: Bronzino J.D.(Ed). *The Biomedical Engineering Handbook*, CRC Press, Inc., 1995.
60. *Healthcare Informatics Standards*. Available at: <http://www.mcis.duke.edu/standards/guide.htm>.
61. Rishel W. Standards. In: Briggs B. (Ed). *Electronic Health Records*, New York: Faulkner & Gray, Inc., 1999 (pp. 115-146).
62. Appavu S. Unique Patient Identifiers-What Are the Options. *Journal of American Health Information Management Association*, 70, 50-57, 1999.
63. Portale O., Frigon R. and Rodriguez A. Strategic Technology Alignment: Implementing an Enterprise Master Patient Index. *Proceedings of the HIMSS*, 4, 34-39, 1998.
64. *HL7 Standards*. Available at: http://www.hl7.org/library/standards_non1.
65. van Poppel B. and Lodder H. Is HL7 a need for an electronic patient record?. In: Moorman P.W., van der Lei J., Musen M.A. (Eds). *Proceedings of the International Working Conference on Electronic Patient Records in Medical Practice*, Rotterdam, 1-10 October, 1998 (pp. 133-136).
66. Rishel W. and Quinn J. *Software Components, the Clinical Workstation and Healthcare Networks: How HL7 is helping you Get There*. Available at: <http://www.mcis.duke.edu/standards/HL7/sigs/SIGOBT/papers/HIMSS96.htm>.
67. van Wingerde F., Schindler J., Kilbridge P., Szolovits P., Safran C., Rind D., et al. *Using HL7 and the World Wide Web for Unifying Patient Data from Remote Databases*. Available at: http://gray.lcs.mit.edu/publications/amia_96_agglut/Agglut.html.
68. Roberts A. and Garnet D. An SGML Solution for Patient Records. In: Waegemann C. (Ed). *Toward An Electronic Health Record Europe'97. Proceedings of the Conference on the Creation of a European Health Record*, London, 19-22 October, 1997 (pp. 273-278).
69. Shobowale G. SGML, XML and the Document-Centered Approach to Electronic Medical Records. *ASIS Bulletin*, 25(1), 1998.
70. Yamazaki S., Yoshihara H., Ohe K., Ohashi K., Yamamoto R., Hirose Y., et al. The Standardization of Procedures for the Exchange of Medical Information Using SGML. In: Waegemann C. (Ed). *Toward An Electronic Health Record Europe'97. Proceedings of the Conference on the Creation of a European Health Record*, London, 19-22 October, 1997 (pp. 263-266).

71. Markwell D.C. Development of a European Message Standard for Electronic Health Records. In: Moorman P.W., van der Lei J., Musen M.A. (Eds). *Proceedings of the International Working Conference on Electronic Patient Records in Medical Practice*, Rotterdam, 1-10 October, 1998 (pp. 128-132).
72. Bosak J. *XML, Java and the future of the Web*. Available at: <http://metalab.unc.edu/pub/sun-info/standards/xml/why/xmlapps.htm>.
73. Lincoln T. *Codifying Medical Records in XML*. Available at: <http://www.xml.com/pub/w3i/s3.lincoln.html>.
74. Peters R. XML: Defining the Transition from Paper to Digital Records. *Journal of American Health Information Management Association*, 71(1), 34-8, 2000.
75. Schweiger R., Buerkle T., Ruan W., Dudeck J. XML: evolution towards a structured electronic patient record. In: Moorman P.W., van der Lei J., Musen M.A. (Eds). *Proceedings of the International Working Conference on Electronic Patient Records in Medical Practice*. Rotterdam, 1-10 October, 1998 (pp. 264-267).
76. CEN/TC251/PT010 prENV12464 pre-standard "Health care Information Framework". Available at: <http://www.cenTC251.org>.
77. CEN/TC251/PT011 prENV12265 pre-standard "Electronic Health care Record Architecture". Available at: <http://www.cenTC251.org>.
78. CEN/TC251/PT013 "Health care Information Systems Architecture". Available at: <http://www.cenTC251.org>.
79. *Computer-based Patient Record Institute. Description of the Computer-based Patient Record (CRP) and the Computer-based Patient Record System*. Available at: <http://www.cpri.org/docs/hldd.html/>.
80. National Committee on Vital and Health Statistics. Available at: <http://www.ncvhs.hhs.gov/>.
81. U.S. Department of Health and Human Services. *Information for Health: A Strategy for Building the National Health Information Infrastructure*, Report and Recommendations from the National Committee on Vital and Health Statistics. Available at: <http://aspe.hhs.gov/sp/NHII/Documents/NHIIReport2001/default.htm>.
82. Center for Information Technology Leadership, *The Value of Personal Health Records*, 2008. Available at: http://www.citl.org/_pdf/CITL_PHR_Report.pdf.

83. Sternfeld B., Quesenberry C.P. Jr, Block T.J., Block C.H., Husson G., Norris J., et al. Improving diet and physical activity with ALIVE (a lifestyle intervention via email): results from a worksite randomized trial. *American Journal Preventive Medicine*, June 2009.
84. Center for Information Technology Leadership. Available at: www.citl.org
85. ActiveHealth Management press releases. Available at: <http://www.activehealth.net/news-press.php>
86. Shah NB, Der E, Ruggerio C, Heidenreich PA, Massie BM. Prevention of hospitalizations for heart failure with an interactive home monitoring program. *American Heart Journal*, 135, 373-378, 1998.
87. Mancini D., Cordisco M., Beniaminovitz A. and Prince M. Use of telemedical monitoring to decrease rate of hospitalizations in patients with severe heart failure. *The American Journal of Cardiology*, 84, 860-862, 1999.
88. Chilmark Research. *iPHR Market Report: Analysis & Trends of Internet-based Personal Health Records' Market*, 2008. Available at: <http://chilmarkresearchstore.com/iphr-market-report-2008.html>
89. Kaiser Permanente press release. Available at: <http://xnet.kp.org/newscenter/pressreleases/nat/index.html>
90. Bricon-Souf N., Renard J. and Beuscart R. Dynamic workflow model for complex activity in intensive care unit. *International Journal of Medical Informatics*, 53, 143-150, 1999.
91. Poulymenopoulou M., Malamateniou F. and Vassilacopoulos G. Emergency healthcare process automation using workflow technology and web services. *Medical Informatics and the Internet in Medicine*, 28(3), 195-207, 2003.
92. Ritonja A. and Hocevar Z. Redesign of healthcare processes classification to improve the processes of gathering information and data processing on professional and organizational quality in healthcare. *International Journal of Health Care Quality*, 14(6), 254-259, 2001.
93. Aalst W. Loosely coupled interorganizational workflows: modelling and analyzing workflows crossing organizational boundaries. *Information and Management*, 37, 67-75, 2000.
94. Amin T. and Keng Pung H. *Inter-organizational workflow management in virtual healthcare enterprises*. Proceedings of the 4th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS), Real, Spain, 3-6 April 2002 (pp. 799-802).

95. Barretto S., Warren J., Stumptner M., Scheffl M., Quirchmayr G. and Nield S. *Coordination of inter-organizational healthcare processes via specialization of internet-based object life cycles*. Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Hawaii, USA, 7-10 January, 2002.
96. Poulymenopoulou M., Malamateniou F. and Vassilacopoulos G. Specifying workflow process requirements for an emergency medical service. *Journal of Medical Systems*, 27(4), 323-333, 2003.
97. Amberg M. and Graber S. Specifying hospital information systems using business process modeling. In: Brender J., Christensen J.P., Scherrer J.-R., McNair P. (Eds). *Proceedings of Medical Informatics in Europe (MIE)*, Amsterdam, Netherlands: IOS Press, 1996 (pp. 1037-1041).
98. Malamateniou F., Poulymenopoulou M. and Vassilacopoulos G. *Developing a process-oriented virtual healthcare enterprise using web services*. Proceedings of the International Conference on Information Communication Technologies in Health (ICICTH), Samos Island, Greece, 11-13 July, 2003 (pp. 230-234).
99. Poulymenopoulou M. and Vassilacopoulos G. *A web portal for process automation and application integration in emergency healthcare*. Proceedings of the International Conference on Information Communication Technologies in Health (ICICTH), Samos Island, Greece, 11-13 July, 2003 (pp. 122-128).
100. Aalst W. and Hee K. Workflow management-Models, methods and systems. *Artificial Intelligent in Medicine*, 27, 2003(pp. 393-396).
101. Amberg M. and Zimmermann F. Enabling virtual workplaces with advanced workflow management systems. In: Igbaria M., Tan M.(Eds) *The Virtual Workplace*, Pennsylvania:Idea Group Publishing, 1997.
102. Murray M. *Strategies for the successful implementation of workflow systems within healthcare: A cross case comparison*. Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA: IEEE Computer Society, 2003 (pp. 166-176).
103. Poulymenopoulou M. and Vassilacopoulos G. *A web-based workflow system for emergency healthcare*. Proceedings of Medical Informatics in Europe (MIE), Budapest, Hungary: IOS Press, 2002 (pp. 707-711).
104. Poulymenopoulou M. and Vassilacopoulos G. *Enabling virtual emergency healthcare enterprises using web services*. Proceedings of Medical Informatics in Europe (MIE), St. Malo, France: IOS Press, 2003 (pp. 322-327).

105. Leymann F. and Roller D. Workflow-based applications. *IBM Systems Journal*, 36, 102-121, 1997.
106. Andersson A., Hallberg N. and Timpka T. A model for interpreting work and information management in process-oriented healthcare organizations. *International Journal of Medical Informatics*, 72, 47-56, 2003.
107. Ritonja A. and Hocevar Z. Redesign of healthcare processes classification to improve the processes of gathering information and data processing on professional and organizational quality in healthcare. *International Journal of Health Care Quality*, 14(6), 254-259, 2001.
108. Hollingsworth D. Workflow management coalition-The workflow reference model. *Workflow Management Coalition*, 1995. Available at: <http://www.wfmc.org/standards/docs/tc003v11.pdf>.
109. Weske M. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Berlin Heidelberg: Springer - Verlag, 2007.
110. Johannesson P. and Perjons E. Design principles for process modelling in enterprise application integration. *Journal of Information Systems*, 26, 165-184, 2001.
111. Wetzel I. and Klischewski R. Serviceflow beyond workflow? Concepts and architectures for supporting inter-organizational service processes. *Advanced Information Systems Engineering*, 2348, 500-515, 2006.
112. Aversano L., Canfora G., Lucia A. and Gallucci P. Business process reengineering and workflow automation: a technology transfer experience. *Journal of Systems and Software*, 63, 29-44, 2002.
113. Workflow Management Coalition (WMC). Workflow security considerations. *Workflow Management Coalition*, 1998. Available at: http://www.wfmc.org/standards/docs/TC-1019_10_SecurityPaper_1998.pdf.
114. Atluri V. Security for workflow systems. *Information Security Technical Report*, 6(2), 59-68, 2001.
115. Joubert M., Dufour J., Aymard S., Falco L. and Fieschi M. Designing and implementing health data and information providers. *International Journal of Medical Informatics*, 74(2-4), 133-140, 2005.
116. Mur-Veeman I., Hardy B., Steenbergen M. and Wistow G. Development of integrated care in England and the Netherlands, Management across public-private boundaries. *Health Policy*, 65, 227-241, 2003.

117. Ellingsen G. and Monteiro E. A patchwork planet: The heterogeneity of electronic patient record systems in hospitals. In: Svensson L., Snis U., Sorensen C., Fagerlind H., Lindroth T., Magnusson M., Ostlund C. (Eds). *Proceedings of 23rd Information Systems Research Seminar in Scandinavia (IRIS)*, Uddevalla, Sweden, 2000 (pp. 71-95).
118. Heitmann K. Clinical document architecture. *Studies in Health Technology and Informatics*, 96, 279-284, 2003.
119. Heitmann K., Schweiger R. and Dudeck J. Discharge and referral data exchange using global standards-the SCIPHOX project in Germany. *International Journal of Medical Informatics*, 70(2-3), 195-203, 2003.
120. Holbrook A., Keshavjee K., Troyan S., Pray M. and Ford P. Applying methodology to electronic medical record selection. *International Journal of Medical Informatics*, 71, 43-50, 2003.
121. Malamateniou F., Vassilacopoulos G. and Mantas J. A search engine for virtual patient records. *International Journal of Medical Informatics*, 55, 103-115, 1999.
122. Muller M., Butta R. and Prokosch H. Electronic discharge letters using the clinical document architecture (CDA). *Studies in Health Technology and Informatics*, 95, 824-828, 2003.
123. Muller M., Uckert F., Burkle T. and Prokosch H. Cross-institutional data exchange using the clinical document architecture (CDA). *International Journal of Medical Informatics*, 74(2-4), 245-256, 2005.
124. Weiner M., Stump T., Callahan C., Lewis J. and McDonald C. A practical method of linking data from Medicare claims and a comprehensive electronic medical records system. *International Journal of Medical Informatics*, 71, 57-69, 2003.
125. Riva A., Mandl K., Oh D., Nigrin D., Butte A., Szolovits P. and Kohane I. The personal internetworked notary and guardian. *International Journal of Medical Informatics*, 62, 27-40, 2001.
126. Nwana H.S. Software Agents: An Overview. *Knowledge Engineering Review*, 11(3), 1-40, 1996.
127. Ferber J. Simulating with Reactive Agents, In Hillebrand, E. & Stender, J. (Eds), *Many Agent Simulation and Artificial Life*, Amsterdam: IOS Press, 1994 (8-28).
128. Bond A.H. and Gasser L. *Readings in Distributed Artificial Intelligence*, San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, 1988.
129. Brooks, R.A., Intelligence without Representation, *Artificial Intelligence*, 47, 139-159, 1991.

130. Cammarata S., McArthur D. and Steeb R. *Strategies of Cooperation in Distributed Problem Solving*. Proceedings of the 8th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-83). Menlo Park, California: International Joint Conferences on Artificial Intelligence, 1983 (pp. 767–770).
131. Corkill D.D. and Lesser, V.R. The Use of Metalevel Control for Coordination in a Distributed Problem- Solving Network. Proceedings of the 8th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-83), Menlo Park, California: International Joint Conferences on Artificial Intelligence, 1983 (pp. 767–770).
132. Dent L., Boticario J., McDermott J., Mitchell T. and Zabowski D.A. *A Personal Learning Apprentice*. Proceedings of the 10th National Conference on Artificial Intelligence, San Jose, California: AAAI Press , 1992 (pp. 96-103).
133. Durfee E.H. and Lesser V. Negotiating Task Decomposition and Allocation Using Partial Global Planning. In: Gasser L. and Huhns M. (Eds). *Distributed Artificial Intelligence, 2*, 229–244. San Francisco, California: Morgan Kaufmann, 1989.
134. Garrido L. and Sycara K. *Multiagent Meeting Scheduling: Preliminary Experimental Results*. Proceedings of the Second International Conference on Multiagent Systems, Menlo Park, California: AAAI Press, 1996 (pp. 95–102).
135. Genesereth M.R. and Ketchpel, S.P. Software Agents, *Communications of the ACM*, 37(7), 48-53, 1994.
136. Hewitt C. Offices Are Open Systems. *ACM Transactions of Office Automation Systems*, 4(3), 271–287, 1986.
137. Jennings N., Sycara K. and Wooldridge M. A Roadmap for Agent Research and Development. *Autonomous Agents and Multiagent Systems*, 1(1), 7-38, 1998.
138. Kinny D., Ljungberg M., Rao A., Sonenberg E., Tidhard G. and Werner E. Planned Team Activity. In: Castelfranchi C. & Werner E. (Eds). *Artificial Social Systems*, New York: Springer-Verlag, 1992.
139. Lewis C.M. and Sycara K. 1993. Reaching Informed Agreement in Multispecialist Cooperation. *Group Decision and Negotiation*, 2(3), 279–300.
140. Mason C. and Johnson R. DATMS: A Framework for Distributed Assumption-Based Reasoning. In: Huhns M. & Gasser L. (Eds). *Distributed Artificial Intelligence, 2*. San Francisco, California: Morgan Kaufmann, 1989 (pp. 293–318).
141. O’Hare, G., and Jennings, N. *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*. New York: Wiley, 1996.

142. Sycara K., Decker K., Pannu A., Williamson M. and Zeng, D. Distributed Intelligent Agents. *IEEE Expert*, 11(6), 36–46, 1996.
143. Bertino E., Ferrari E. and Alturi V. The specification and enforcement of authorization constraints in workflow management systems. *ACM Transactions on Information and System Security*, 2(1), 65-104, 1999.
144. Ahn G.-J., Sandhu R., Kang M. and Park J. *Injecting RBAC to secure a web-based workflow system*. Proceedings of 5th ACM Workshop on Role-Based Access Control. Berlin, Germany, 26-27 July, 2000 (pp. 1-10).
145. Kang M., Park J. and Froscher J. *Access control mechanisms for inter-organizational workflow*. Proceedings of 6th ACM Symposium on Access Control Models and Technologies, Virginia, USA, 3-4 May, 2001 (pp. 66-74).
146. Apshankar K., Sadhwani D., Samtani G., Siddiqui B., Clark M., Fletcher P., et al. *Web services business strategies and architectures*. Expert Press, 2002.
147. Gottschalk K., Graham S., Kreger H. and Snell J. Introduction to web services architecture. *IBM Systems Journal*, 41(2), 170-177, 2002.
148. Myerson J. *Web services architectures – How they stack up*. *Web Services Architect: Articles*. Available at: <http://www.webservicesarchitect.com/content/articles/webservicesarchitectures.pdf>, 2002.
149. World wide web consortium (W3C). *Extensible markup language (XML)*. Available at: <http://www.w3.org/XML/>.
150. World wide web consortium (W3C). *Simple object access protocol (SOAP) specifications*. Available at: <http://www.w3.org/TR/soap/>.
151. Malamateniou F. and Vassilacopoulos G. Developing a virtual patient record using XML and web-based workflow technologies. *International Journal of Medical Informatics*, 70, 131-139, 2003.
152. Malamateniou F. and Vassilacopoulos G. *Developing a virtual patient record as a web-based workflow system*. Proceedings of Medical Informatics in Europe (MIE), Budapest, Hungary:IOS Press, 2002 (pp. 298-304).
153. Poulymenopoulou M. and Vassilacopoulos G. An electronic patient record implementation using clinical document architecture. Proceedings of International Council on Medical and Care Compunetics (ICMCC). *Studies in health technology and informatics*, 103, 50-57, 2004.

154. Duivesteyn S. *Web services and workflow – Organizing web services*. *Web Services Architect: Web Services and Workflow*, Available at: <http://www.webservicesarchitect.com/content/articles/sander01print.asp>, 2001.
155. Hansen M., Madnick S. and Siegel M. Process aggregation using web services. In: Bussler Ch. (Ed). *Lecture Notes in Computer Science*, 2002 (pp. 12–27).
156. Lambros P., Schmint M-T. and Zentner C. *Combine business process management technology and business services to implement complex web services*. IBM Corporation. Available at: <http://www-3.ibm.com/software/solutions/webservices/pdf/BPM.pdf>, 2001.
157. Leymann F., Roller D. and Schmint M.-T. Web services and business process management. *IBM Systems Journal*, 41(2), 198-211, 2002.
158. Virdell M. *Business processes and workflow in the web services world*. IBM developerWorks, Available at: <http://www-128.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-work.html>, 2003.
159. Leymann F. *Web services flow language*. IBM Corporation, Available at: <http://www-3.ibm.com/software/solutions/webservices/pdf/WSFL.pdf>, 2001.
160. Thatte S. *XLANG –Web services for business process design*, Available at: http://www.gotdotnet.com/team/xml_wsspecs/xlang-c/default.htm, 2001.
161. Andrews T., Curbera F., Dholakia H., Goland Y., Klein J., Leymann F., et al. *Business process execution language for web services version 1.1 (BPEL4WS)*. IBM, 2003. Available at: <http://www-106.ibm.com/developerworks/web-services/library/ws-bpel>.
162. Fernandez E. *Web services security – Current status and the future*. *Web Services Architect: Web Services Security*, Available at: <http://www.webservicesarchitect.com/content/articles/fernandez01print.asp>, 2002.
163. Guitierrez C., Fernandez-Medina E. and Piattini M. *A survey of web services security*. In: Lagana A., Gavrilova M.L., Kumar V., Mun Y., Tan C.J.K., Gervasi O. (Eds). *Proceedings of International Conference on Computational Science and its Applications (ICCSA)*, Assisi, Italy, 14-17 May, 2004 (pp. 968-977).
164. Hondo M., Nagarathnam N. and Nadalin A. Securing web services. *IBM Systems Journal*, 41(2), 228-241, 2002.
165. IBM Corporation and Microsoft Corporation. *Security in a web services world: A proposed architecture and roadmap*. IBM developerWorks. Available at: <http://www-106.ibm.com/developerworks/library/ws-secmap/>, 2002.

166. Varshney U. *Pervasive Healthcare Computing: EMR/EHR, Wireless and Health Monitoring*, New York: Springer, 2009
167. Varshney U. Pervasive Healthcare. *Computer*, 36(12), 138-140, 2003.
168. Varshney U. and Vetter R. Emerging wireless and mobile networks. *Communications of the ACM*, 43(6), 73–81, 2000.
169. Boric-Lubecke O. and Lubecke V.M. Wireless house calls:using communications technology for health care and monitoring. *IEEE Microwave Magazine*, 3(3), 43–48, 2002.
170. Lin J.C. Applying telecommunications technology to health-care delivery. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 18(4), 28–31, 1999.
171. Orwat C., Graefe A. and Faulwasser T. Towards pervasive computing in health care – A literature review, *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 8, 26, 2008.
172. Saha D. and Mukherjee A. Pervasive computing: a paradigm for the 21st century. *IEEE Computer*, 36(3), 25-31, 2003.
173. Satyanarayanan M. Pervasive computing: vision and challenges. *IEEE Personal Communications*, 8(4), 10-17, 2001.
174. Alcañiz M. and Rey B. New Technologies For Ambient Intelligence. In Riva G, Vatalaro F, Davide F & Alcañiz M. (Eds). *The Evolution of Technology, Communication and Cognition Towards the Future of Human-Computer Interaction*, Amsterdam: IOS Press; 2005 (pp. 3-15).
175. Lyytinen K. and Yoo Y.J. Issues and challenges in ubiquitous computing. *Communications of the ACM*, 45(12):62-65, 2002.
176. Kenny L. *Exploring the Business and Social Impacts of Pervasive Computing*. Swiss Re Centre for Global Dialogue: Zurich, 2006.
177. Mannos D. NCPS patient misidentification study: a summary of root cause analyses. VA NCPS Topics in Patient Safety. Washington, DC, United States Department of Veterans Affairs, 2003. Available at: http://www.va.gov/ncps/TIPS/Docs/TIPS_Jul03.doc, accessed 11 June 2006.
178. Thomas P. and Evans C. An identity crisis? Aspects of patient misidentification. *Clinical Risk*, 10, 18–22, 2001.
179. U. S. Institute of Medicine Report. *To err is human: building a safer health system*. Available at: <http://www.nap.edu/books/0309068371/html/>.
180. Hayward R.A., Hofer T.P. Estimating Hospital Deaths due to Medical Errors. *The Journal of the American Medical Association*, 286(4), 415-420, 2001.

181. 2006 National Patient Safety Goals. Oakbrook Terrace, IL: Joint Commission, 2006. Available at: <http://www.jcipatientsafety.org/show.asp?durki=10293&site=164&return=1028>.
182. Edozien L. *Correct patient, correct site, correct procedure. Safer Health Care*, 2005. Available at: http://www.saferhealthcare.org.uk/NR/rdonlyres/6D89DBA8-4414-4092-9CF0-62BEBB80F8D8/0/shc_patientidentification.pdf.
183. Right patient—right care. Improving patient safety through better manual and technology-based systems for identification and matching of patients and their care. London: National Patient Safety Agency, 2004. Available at: http://www.npsa.nhs.uk/site/media/documents/781_Right%20patient%20right%20care%20final%20report.pdf.
184. Waldner, J.B. *Nanocomputers and Swarm Intelligence*. London: ISTE John Wiley & Sons., 2008 (pp. 205–214).
185. Wright A.A. and Katz I.T. Bar coding for patient safety. *New England Journal of Medicine*, 354, 329–331, 2005.
186. Δικτυωθείτε, Barcode: Η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα στην υπηρεσία των επιχειρήσεων. Available at: http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=788
187. GS1, *Barcodes*. Available at: <http://www.gs1gr.org/index.php?pgnbr=6630&lang=el>
188. Advanced Media, *Ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων - Τεχνολογία RFID*. Available at: <http://www.advanced-media.eu/el/texnologia-rfid/perigrافي-texnologias.html>
189. Δικτυωθείτε, *13 απαντήσεις αποκωδικοποιούν τον όρο RFID*. Available at: http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=1591
190. Wikipedia, Biometrics. Available at: <http://en.wikipedia.org/wiki/Biometrics>
191. Biometric identification systems. Available at: <http://www.technovelgy.com/ct/Technology-Article.asp?ArtNum=12>
192. Emerging technology: hospitals turn to RFID. *HealthLeaders*, 2005. Available at: http://www.healthleadersmedia.com/print.cfm?content_id=71598&parent=106.
193. Secure identification: the smart card revolution in health care. *The Silicon Trust*, 2003. Available at: http://www.silicon-trust.com/trends/tr_healthcare.html
194. Hong N.C. *Introduction to OGSA-DAI*. Available at: <http://www.google.gr/url?sa=t&source=web&cd=2&ved=0CCAQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ggf.org%2FGGF>

- 16%2Fmaterials%2FOMII-UK-GGF16%2FOMII-UK-GGF16-OGSA-DAI.ppt&rct=j&q=Introduction%20to%20OGSA-DAI&ei=BX4QTbzCO8W38gO4gumEBw&usg=AFQjCNGM90V9KoKW1pUZe_16kV4wXMxnDA&cad=rja
195. Karasavvas K., Antonioletti M., Atkinson M., Hong N.C., Sugden T., Hume A. et al. Introduction to OGSA-DAI Services. In: Herrero P., Pérez M.S., Robles V. (Eds). *Scientific Applications of Grid Computing*, First International Workshop, SAG 2004, Beijing, China, September 20-24, 2004 (pp. 1-12).
196. Antonioletti M., Atkinson M., Baxter R., Borley A., Hong N.C., Collins B., et al. *OGSA-DAI: Two Years On*. Global Grid Forum 10 Data Area Workshop, Berlin, Germany, 9-13 March 2004.
197. The Globus Toolkit, *OGSA-DAI Architecture*. Available at: <http://globus.org/toolkit/docs/development/3.9.5/techpreview/ogsadai/doc/background/architecture.html>
198. Fiorano, *Application Integration on an ESB*. Available at: <http://www.fiorano.com/products/ESB-enterprise-service-bus/esb-best-practices-6.php>
199. PolarLake, *Understanding the ESB*. White paper, 2006.
200. Vollmer K., Gilpin M. The ESB Reference Architecture Model. *Forrester Research*. Available at: http://www.forrester.com/rb/Research/esb_reference_architecture_model/q/id/56731/t/2
201. Raisinghani M.S. and Young E. Personal health records: key adoption issues and implications for management. *International Journal of Electronic Healthcare*, 4(1), 67-77 2008.
202. Markle Foundation, *Connecting for Health: A Public-Private Collaborative*, The Personal Health Working Group, Final Report, 2003
203. Active Endpoints. *ActiveBPEL Open Source Engine Project*. Available at: <http://www.activebpel.org/>.
204. American Barcode and RFID. *Passive RFID Tags vs. Active RFID Tags*. Available at: <http://www.abrfid.com/rfid/articles/passive-active-tags.aspx>.
205. Augustin I., Yamin A.C., Da Silva L.C., Real R.A., Frainer G. and Geyer C.F.R. ISAMadapt: abstractions and tools for designing general-purpose pervasive applications. *Software - Practice and Experience*, 36, 1231-1256, 2006.
206. BASEscan. *Accurate Patient Identification Using Encoded Driver License Information*. Available at: <http://www.medibase.com/pdf/basescan.pdf>

207. Bardram J.E., Mihailidis A. and Wan D. (Eds) *Pervasive Computing in Healthcare*. CRC Press, 2007.
208. Bergeron B.P. Enterprise digital assistants: the progression of wireless clinical computing. *Journal of Medical Practice Management*, 17, 229-233, 2002.
209. Emmerich W., Butchart B., Chen L., Wassermann B. and Price S. L. Grid service orchestration using the Business Process Execution Language (BPEL). *Journal of Grid Computing*, 3, 283-304, 2006.
210. Grabowski P., Lewandowski B. and Russell M. Access from J2ME-enabled mobile devices to Grid services. *White Paper*, 2004. Available at: http://www.gridlab.org/WorkPackages/wp-2/res/docs/Mobility_Paper_GridLab.pdf
211. *Gridsphere Portal Framework*. Available at: <http://www.gridsphere.org/gridsphere/gridsphere>.
212. IBM Corporation. *IBM Websphere Workflow – Getting Started with Buildtime V. 3.6*, 2005.
213. Inglesby J. and Inglesby T. Automatic Identification. *Patient Safety and Quality of Healthcare*, 2005. Available at: <http://www.psqh.com/sepoct05/barcodingrfid2.html>.
214. Integrating the Healthcare Enterprise (IHE). Available at: from <http://www.ihe.net/>.
215. *Java Agent Development Framework*. Available at: <http://jade.tilab.com/>.
216. *Java Authentication and Authorization Service (JAAS) Reference Guide for the Java SE Development Kit 6*. Available at: <http://java.sun.com/javase/6/docs/technotes/guides/security/jaas/JAASRefGuide.html>.
217. *Java Community Press*. JSR-168 Portlet Specification. Available at: <http://www.jcp.org/aboutJava/communityprocess/final/jsr168/>
218. Khatua S., Dasgupta S. and Mukherjee N. *Pervasive access to the Data Grid*. Proceedings of the International Conference on Grid Computing and Applications, Las Vegas, Nevada, USA, 26-29 June, 2006 (pp. 197-203).
219. Koufi V., Papakonstantinou D. and Vassilacopoulos G. *Virtual patient record security on a Grid infrastructure*. Proceedings of the International Conference on Information Communication Technologies in Health (ICICTH'06), Samos Island, Greece 13-15 July, 2006.

220. Malamateniou F. and Vassilacopoulos G. Developing a virtual patient record using XML and web-based workflow technologies. *International Journal of Medical Informatics*, 70(2-3), 131-139, 2003.
221. Mendling J., Strembeck M., Stermsek G. and Neumann, G. *An Approach to Extract RBAC Models for BPEL4WS Processes*. Proceedings of the 13th IEEE Int. Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, Modena, Italy, 14-16 June, 2004.
222. Muller M., Frankewitsch T., Ganslandt T., Burkle T. and Prokosch H.U. (2004). *The Clinical Document Architecture (CDA) enables Electronic Medical Records to wireless mobile computing*. Proceedings of 11th World Congress on Medical Informatics (Medinfo). San Francisco, USA: IOS Press, 107, 1448-1452, 2004.
223. MyProxy Credential Management Service. Available at: <http://grid.ncsa.uiuc.edu/myproxy/>.
224. National Institute of Standards and Technology (NIST), *Role Based Access Control (RBAC) and Role Based Security*. Available at: <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/rbac/>.
225. Open Grid Services Architecture - Data Access and Integration (OGSA-DAI). Available at: <http://www.ogsadai.org.uk/>.
226. Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS), *Core and Hierarchical Role Based Access Control (RBAC) Profile of XACML v2.0*. Available at: http://docs.oasis-open.org/xacml/2.0/access_control-xacml-2.0-rbac-profile1-spec-os.pdf.
227. Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS), *Hierarchical Resource Profile of XACML v2.0*. Available at: http://docs.oasis-open.org/xacml/2.0/access_control-xacml-2.0-hier-profile-spec-os.pdf.
228. Pasley J. How BPEL and SOA are changing web services development. *IEEE Internet Computing*, 9(3), 60-67, 2005.
229. Pearlman L., Welch V., Foster I., Kesselman C. and Tuecke, S. *A Community Authorization Service for Group Collaboration*. Proceedings of the 3rd IEEE International Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks, Monterey, California, USA, 5-7 June, 2002.
230. Pereira A.L., Muppavarapu V. and Chung S. M. Role-Based Access Control for Grid database services using the community authorization service. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, 3(2), 156-166, 2006.
231. The Globus Alliance. *The Globus Toolkit*. Available at: <http://www.globus.org/>.

232. Thomas M.P., Burruss J., Cinquini L., Fox G., Gannon D. and Gilbert L. Grid portal architectures for scientific applications. *Journal of Physics: Conference Series*, 16, 596-600, 2005.
233. Book M., Gruhn V. and Schope L. *Realizing an integrated electronic commerce portal system*. In: Chung M. (Ed). *Proceedings of Americas Conference on Information Systems (AMCIS) 2000*, California, USA, 2000 (pp. 156-162).
234. Mack R., Ravin Y. and Byrd R.J. Knowledge portal and the emerging digital knowledge workplace. *IBM Systems Journal*, 40(4), 925-950, 2001.
235. Murray M. An investigation of specifications for migrating to a web portal framework for the dissemination of health information within a public health network. Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA, 7-10 January, 2002. *IEEE Computer Society*, 6(6), 145-154, 2002.
236. Pierce M., Fox G., Youn C., Mock S., Mueller K. and Balsoy O. *Interoperable web services for computational portals*. Proceedings of ACM/IEEE Conference on Supercomputing, Baltimore, Maryland, 16-22 November, 2002 (pp. 1-12).
237. Chou D. and Chou A. Healthcare Information Portal: a web technology for the healthcare community. *Technology in Society*, 24, 317-330, 2002.
238. Kanter A., Maldonado J., Varshney A. and Naeymi-Rad F. *A mediated health search portal for trusted medical content*. Proceedings of 11th World Congress on Medical Informatics (Medinfo). San Francisco, USA: IOS Press, 1138-1141, 2004.
239. Kittler A., Carlson G., Harris C., Lippincott M., Pizziferri L., VolkL., et al. Primary care physician attitudes towards using a secure web-based portal designed to facilitate electronic communication with patients. *Informatics in Primary Care*, 12(3), 129-138, 2004.
240. Kosinska J. and Slowikowski P. Technical aspects of portal technology application for e-health systems. *Studies in Health Technology and Informatics*, 105, 12-20, 2004.
241. Shepherd M., Zitner D. and Watters C. *Medical Portals: Web-based access to medical information*. Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA, 4-7 January, 2000. IEEE Computer Society, 5003-5013, 2000.
242. Gannon D., Alameda J., Chipara O., Christie M., Dukle V. and Fang L. *Building Grid Portal Applications from a Web-Service Component Architecture*. Proceedings of the IEEE, 93(3), 551-563, 2005.

243. Thomas M.P., Burruss J., Cinquini L., Fox G., Gannon D., Gilbert L. Grid Portal Architectures for Scientific Applications. *Journal of Physics: Conference Series*, 16(16), 596-600, 2005.
244. Russell M., Novotny J. and Wehrens O. The Grid Portlets Web Application: A Grid Portal Framework, *Parallel Processing and Applied Mathematics*, Springer-Verlag, 2006 (pp. 691-698).
245. Caire G., Gotta D. and Banzi M. *WADE: A Software Platform to Develop Mission Critical Applications Exploiting Agents and Workflows*. Proceedings of the 7th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems - Industry and Applications Track, Estoril, Portugal, 12-16 May, 2008 (pp. 29-36).
246. Buhler P.A. and Vidal J.M. Towards Adaptive Workflow Enactment Using Multiagent Systems. *Journal of Information Technology Management*, 6(1), 61-87, 2005.
247. Poggi A., Tomaiuolo M. and Turci P. An Agent-Based Service Oriented Architecture. Proceedings of the WOA 2007, Genova, Italy, 24-25 September, 2007.
248. Foster I., Jennings N.R. and Kesselman C. Brain Meets Brawn: Why Grid and Agents Need Each Other. *Autonomous Agents and Multi Agent Systems*, 8-15, 2004.
249. Greenwood D. and Callisti M. *Engineering Web Service-Agent Integration*. Proceedings of the IEEE Conference of Systems, Man and Cybernetics, The Hague, 10-13 October, 2004.
250. Savarimuthu B.T.R., Purvis M., Purvis M. and Cranefield S. *Integrating Web services with agent based workflow management system (WfMS)*. Proceedings of the 2005 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, Compiegne, France, 19-22 September, 2005.
251. Negri A., Poggi A., Tomaiuolo M. and Turci P. Dynamic Grid Tasks Composition and Distribution through Agents. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 18(8), 875-885, 2006.
252. *OASIS Standards*. Available at: <http://www.oasis-open.org/>
253. Caire G., Porta M., Quarantotto M. and Sacchi G. *Wolf - an Eclipse Plug-In for WADE*. Proceedings of the 2008 IEEE 17th Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, Rome, Italy, 23-25 June, 2008.
254. Neumann G. and Strembeck M., 2001. *Design and Implementation of a Flexible RBAC-Service in n Object-Oriented Scripting Language*. Proceedings of CCS'01, Philadelphia, Pennsylvania, USA, 5-8 November, 2001.

255. Neumann G. and Strembeck M., 2003. An Approach to Engineer and Enforce Context Constraints in an RBAC Environment. *ACM Transactions on Information and System Security*, 7(3), 392-427, 2004.
256. xoRBAC. Available at: <http://wi.wu-wien.ac.at/home/mark/xoRBAC/index.html>
257. Guth S., Neumann G. and Strembeck M. *Experiences with the Enforcement of Access Rights Extracted from ODRL-based Digital Contracts*. Proceedings of the 3rd ACM Workshop on Digital Rights Management (DRM'03), Washington, DC, USA, 27-30 October, 2003.
258. Muller M., Frankewitsch T., Ganslandt T. Bürkle T., Prokosch H.U. *The Clinical Document Architecture (CDA) Enables Electronic Medical Records to Wireless Mobile Computing*. Proceedings of the 11th World Congress in Medical Informatics, San Francisco, California, 7-11 September, 2004 (pp. 1448-1452).
259. AbdelMalek S. (2008) LDAP an Overview. Available at: <http://www.eecg.toronto.edu/~jacobsen/courses/mwci/scribes/ldap/LDAP.htm>.
260. Srovnal V. and Penhaker M. (2007) *Health maintenance embedded systems in homecare applications*. Proceedings of the 2nd International Conference on Systems, Sainte-Luce, Martinique, 22-28 April, 2007.
261. Herzog A. and Lind L. Network Solutions for home healthcare applications. *Technology and Healthcare*, 11(2),77-87, 2003.
262. Ferrara F.M. The CEN healthcare information systems architecture standard and the DHE middleware – A practical support to the integration and evolution of healthcare systems. *International Journal of Medical Informatics*, 48(1), 173-182, 1998.
263. Lenz R. and Kuhn K.A., Towards a continuous evolution and adaptation of information systems in healthcare, *International Journal of Medical Informatics*, 3(1), 75-89, 2004.
264. Kart F., Moser L. and Melliar-Smith M. Building a distributed e-Healthcare system using SOA,. *IT Professional*, 10(2), 24-30, 2008.
265. Pasley J. How BPEL and SOA are changing web services development. *IEEE Internet Computing*, 9(3), 60-67, 2005.
266. Erl T. *Service-Oriented Architecture (SOA): Concepts, Technology, and Design*. The Prentice Hall Service-Oriented Computing Series from Thomas Erl, 2005.
267. Endrei M., Ang J., Arsanjani A., Chua S., Comte P., Krogdahl P., Luo M. and Newling T. *Patterns: Service-Oriented Architecture and web services*. IBM Redbooks, 2004.

268. META Group. Practical approaches to Service-Oriented Architecture: Meeting the demand today and tomorrow. *White paper*, 2003.
269. Cuadrado F., Garcia B., Duenas J.C. and Parada H.A. *A case study on software evolution towards Service-Oriented Architecture*. Proceedings of the 22nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications - Workshops, Ginowan, Okinawa, Japan, 25-28 March, 2008 (pp. 1399-1404).
270. Arcelli F., Tosi C. and Zanoni M. *Can design pattern detection be useful for legacy system migration towards SOA?* Proceedings of International Conference on Software Engineering, 2nd International Workshop on Systems Development in SOA Environments, Leibzig, Germany, 10-18 May, 2008.
271. Bhatti R., Samuel A., Eltabakh M.Y., Amjad H. and Ghafoor A.. Engineering a policy-based system for federated healthcare databases. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 19(9), 2007 (pp. 1288-1304).
272. Zongwei L., Li J.S. and Wong E.. SOA-Trust: Towards developing trustworthy RFID enabled intelligent service solutions. Proceedings of the IEEE International Conference on e-Business Engineering (ICEBE '07), Hong Kong, China, 24-26 October, 2007.
273. Tang P.C., Ash J.S., Bates D.W., Overhage J.M. and Sands D.Z.. Personal health records: definitions, benefits, and strategies for overcoming barriers to adoption. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 13(2), 121-126, 2006.
274. U.S. Department of Health and Human Services. *Personal Health Records and Personal Health Record Systems*. A Report Recommendation from the National Committee on Vital and Health Statistics, Washington D.C., February 2006.
275. WebMD. Available at: <http://www.webmd.com/>
276. Walmart. Available at: <http://www.walmart.com/>
277. My Care Source. Available at: <https://mycaresource.grandriverhospital.on.ca/portal/>
278. Medcom. Available at: <http://www.medcom.dk/wm109991>
279. Kaiser Permanente. Available at: <https://www.kaiserpermanente.org/>
280. Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA). Available at: <http://www.hhs.gov/ocr/privacy/hipaa/understanding/index.html>
281. Center for Information Technology Leadership. Available at: <http://www.citl.org/>
282. Groen P.J., Goldstein D. and Nasuti J. *Personal Health Record (PHR) Systems: An evolving challenge to HER systems*. Available at: <http://www.hoise.com/vmw/07/articles/vmw/LV-VM-08-07-26.html>.

283. Win K.T., Susilo W. and Mu Y. Personal Health Record Systems and their security protection. *Journal of Medical Systems*, 30, 309-315, 2006.
284. Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS). *Web Services Security (WS-Security)*. Available at: http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wgabbrev=wss.
285. Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS). *Security Services (SAML)*. Available at: <http://www.oracle.com/technologies/soa/soa-suite.html>.
286. Emig C., Schandua H. and Abeck S. *SOA-aware authorization control*. Proceedings of the International Conference on Software Engineering Advances, Papeete, Tahiti, French Polynesia, 28 October - 2 November, 2006.
287. Casati F., Castano S. and Fugini M.. Managing workflow authorization constraints through active database technology. *Information Systems Frontiers*, 3(3), 319-338, 2001.
288. Liu D.R. and Shen M. Workflow modeling for virtual processes: An order-preserving process - view approach. *Information Systems*, 28(6), 505-532, 2003.
289. Marjanovic O. Towards IS supported coordination in emergent business processes. *Business Process Management Journal*, 11(5), 476-487, 2005.
290. Casati F. and Sham M.C. Event-based interaction management for composite e-services in eFlow. *Information Systems Frontier*, 4(1), 19-31, 2002.
291. Oracle Technology Network. *Oracle Application Server 10g Java and Web Services - Accelerate Development and Deployment of Service Oriented-Applications*. Available at: http://www.oracle.com/technology/tech/java/oc4j/1012/collateral/J2EEWEBSERVICE_S_BWP_101202.pdf.
292. Northrop B. SOA and Authorization (Part 1): What's so hard about it anyway? *Summa Technology and Business*, 2009. Available at: <http://www.summa-tech.com/blog/2009/07/30/soa-and-authorization-part-1-what%E2%80%99s-so-hard-about-it-anyway/>.
293. Oracle Technology Network. Oracle SOA Suite 11g. Available at: <http://www.oracle.com/technologies/soa/soa-suite.html>.
294. Alberta Health Services. Engaging the Patient in Healthcare: An overview of Personal Health Record Systems and Implications for Alberta, *White Paper*.

295. Atluri V. and Huang W. An Authorization Model for Workflows. Proceedings of the 4th European Symposium on Research in Computer Security, *Lecture Notes in Computer Science*, 1146, 44–64, 1996.
296. Bellifemine F., Caire G. and Greenwood D. *Developing Multi-Agent Systems with JADE*. Wiley Series in Agent Technology, John Wiley & Sons, 2007.
297. Byun J.W., Bertino E. and Li N. *Purpose Based Access Control of Complex Data for Privacy Protection*. Proceedings of the 10th ACM Symposium on Access Control Models and Technologies (SACMAT'05), Stockholm, Sweden, 1-3 June, 2005.
298. *Care2X Integrated Healthcare Environment*. Available at: <http://www.care2x.org/>
299. ICW eHealth Framework. *Lifesensor*. Available at: <http://idn.icw-global.com/solutions/lifesensor/lifesensor.html>.
300. Java Agent DEvelopment Framework (JADE). Available at: <http://jade.tilab.com>.
301. Juric M.B., Mathew B. and Sarang P. *Business Process Execution Language for Web Services*. Packt Publishing Ltd, 2006.
302. Kloppmann M., Koenig D., Leymann F., Pfau G., Rickayzen A., von Riegen C. et al. (2005). *WS-BPEL Extension for People - BPEL4People*. IBM Corporation and SAP AG. Available at: [http://download.boulder.ibm.com/ibmdl/pub/software/dw/specs/ws-bpel4people/BPEL4 People_white_paper.pdf](http://download.boulder.ibm.com/ibmdl/pub/software/dw/specs/ws-bpel4people/BPEL4%20People_white_paper.pdf).
303. Koufi V. and Vassilacopoulos G. (2008). *HDGPortal: A Grid Portal Application for Pervasive Access to Process-Based Healthcare Systems*. Proceedings of the 2nd International Conference in Pervasive Computing Technologies in Healthcare, Tampere, Finland, 30 January – 1 February, 2008 (pp. 121-126).
304. Lauer G. *Health Record Banks Gaining Traction in Regional Projects*, 2009. Available at: <http://www.ihealthbeat.org/features/2009/health-record-banks-gaining-traction-in-regional-projects.aspx>.
305. The Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA). Available at: <http://www.fipa.org/>
306. The Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA). *The Foundation for Intelligent Physical Agents Agent Communication Language Specifications*. Available at: <http://www.fipa.org/repository/aclspecs.html>.
307. Wiljer D., Urowitz S., Apatu E., DeLenardo C., Eysenbach G., Harth T., et al. Patient accessible electronic health records: exploring recommendations for successful implementation strategies. *Journal of Medical Internet Research*, 10(4), e34, 2008.

308. Wu S., Sheth A., Miller J. and Luo Z. Authorization and Access Control of Application Data in Workflow Systems. *Journal of Intelligent Information Systems*, 18(1), 71-94, 2002.
309. Kim E., Modi S., Fang D., Soh C.B., Herbaugh A., Shinstrom S., et al. *Web-based Personal-Centered Electronic Health Record for Elderly Population*. Proceedings of the 1st Transdisciplinary Conference on Distributed Diagnosis and Home Healthcare (D2H2), Arlington, Virginia, USA, 2-4 April, 2006.
310. Yasnoff W.A. Electronic Records are Key to Health-care Reform, *BusinessWeek*, 2008.
311. Comini L., Mazzu M., Scalvini S. Security aspects in electronic personal health record: data access and preservation, *Digital Prevention Europe*. Briefing Paper, 2008.
312. My Personal Health Record (MyPHR). Available at: <http://myphr.ca/>
313. Metavante. *In Case of Emergency Personal Health Record*. Available at: <https://www.icephr.com/>
314. Microsoft Healthvault. Available at: <http://www.healthvault.com/Personal/index.html>
315. Google Health. Available at: <https://www.google.com/health>
316. Moreno A., Valls A. and Viejo A. Using JADE-LEAP to implement agents in mobile devices, *White Paper*, 2003.
317. *Web Services Profile of XACML (WS-XACML)*. Oracle, 2007. Available at: <http://research.sun.com/projects/xacml/>
318. Langhelle A., Lossius H., Silfvast T., Bjornsson H., Lippert F., Ersson A. and Soreide E., International EMS systems: the Nordic countries. *Resuscitation*, 61(1), 9-21, 2004.
319. Adnet F. and Lapostolle F., International EMS systems: France. *Resuscitation*, 63(1), 7-9, 2004.
320. Black J. and Davies G., International EMS systems: United Kingdom. *Resuscitation*, 64(1), 21-29, 2005.

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΕ ΔΙΕΘΝΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΚΡΙΣΗ

1. Koufi V, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'A System for the Provision of Medical Diagnostic and Treatment Advice in a Home Care Environment', *Special Issue on Pervasive Technologies for Assistive Environments, Personal and Ubiquitous Computing Journal*, 14(6), 551-561, 2010.

ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΣΕ ΒΙΒΛΙΑ

1. Μαλαματένιου Φ, **Κούφη Β** και Βασιλακόπουλος Γ: 'Εικονικός Ιατρικός Φάκελος', βιβλίο με τίτλο 'Συνεργατικό Διαδίκτυο και Κοινωνία', Εκδόσεις Παπαζήση, 2010 (accepted for publication).
2. **Koufi V**, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'Using Agent and Workflow Technologies for the Implementation of Interoperable HealthCare Information Systems', Chapter in the book 'Interoperability in Healthcare Information Systems: Standards, Management, and Technology', IGI Global, 2010 (accepted for publication).
3. **Koufi V**, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'A Personal Health Record System for Emergency Case Management', Chapter in the book 'Communications in Computer and Information Science' (CCIS), Springer-Verlag, 2010 (invited chapter).
4. Mytilinaiou E, **Koufi V**, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'A Context-Aware Authorization Model for Process-Oriented Personal Health Record Systems', Chapter in

the book 'Certification and Security in Health-Related Web Applications: Concepts and Solutions', IGI Global, 46-65, 2010.

5. **Koufi V**, Malamateniou F and Vasilacopoulos G: 'A highly-interactive and user-friendly PHR application for the provision of Homecare Services', Chapter in the book 'Smart Healthcare Applications and Services', IGI Global, 2010 (accepted for publication).
6. **Koufi V**, Malamateniou F and Vasilacopoulos G: 'An Approach to Participative Personal Health Record System Development', Chapter in the book 'Designing Emerging Healthcare System: Challenges and Solutions', IGI Global, 2010 (accepted for publication).
7. **Koufi V**, Malamateniou F and Vasilacopoulos G: 'Pervasive Process-Based Healthcare Systems on a Grid Environment', Chapter in the book 'Pervasive and Smart Technologies for Healthcare: Ubiquitous Methodologies and Tools', IGI Global, 130-154, 2009.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΣΤΑ ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΚΡΙΣΗ

1. **Koufi V**, Malamateniou F, Vasilacopoulos G, and Papakonstantinou D: 'Healthcare System Evolution towards SOA: A Security Perspective', *Proceedings, 13th World Congress on Medical and Health Informatics, MEDINFO 2010*, Cape Town, South Africa, September 12-15, 2010.
2. **Koufi V**, Malamateniou F and Vasilacopoulos G: 'An Agent-Based Application of Personal Health Record in Homecare', *Proceedings, 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, PETRA 2010*, Samos, Greece, June 23-25, 2010.
3. Mytilinaiou E, **Koufi V**, Malamateniou F and Vasilacopoulos G: 'A Context-Aware Approach to Process-based PHR System Security', *Proceedings, International Council on Medical and Care Compunetics Event 2010, ICMCC 2010*, London, United Kingdom, June 8-11, 2010.

4. Mytilinaïou E, **Koufi V**, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'A Context-Aware Authorization Model for Interoperable Electronic Health Records', *Proceedings, European Federation of Medical Informatics Special Topic Conference 2010, EFMI STC 2010*, Reykjavik, Iceland, June 2-4, 2010.
5. **Koufi V**, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'Automating Authorization Propagation Process in Personal Health Records', *Proceedings, International Conference on Health Informatics, HEALTHINF 2010*, Valencia, Spain, January 20-23, 2010.
6. **Koufi V**, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'Building Interoperable Health Information Systems using Agent and Workflow Technologies', *Proceedings, 22nd International Conference on Medical Informatics Europe, MIE 2009*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, August 30 - September 2, 2009.
7. **Koufi V**, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'A Mediation Framework for Achieving Interoperability in Pervasive Grid-Based Home Care Systems', *Proceedings, 2nd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, PETRA 2009*, Corfu, Greece, June 9-13, 2009.
8. **Koufi V**, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'A Mediation Framework for the Implementation of Context-Aware Access Control in Pervasive Grid-Based Healthcare Systems', *Proceedings, 4th International Conference on Grid and Pervasive Computing, GPC 2009*, Geneva, Switzerland, May 4-8, 2009.
9. **Koufi V**, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'An Approach to Enforce Context-Aware Access Control to Process-Based Healthcare Systems Built on a Grid Infrastructure', *Proceedings, International Conference on Health Informatics, HEALTHINF 2009*, Porto, Portugal, January 14-17, 2009.
10. **Koufi V**, Malamateniou F, Papakonstantinou D and Vassilacopoulos G: 'Using ESB and BPEL for Evolving Healthcare Systems towards Pervasive, Grid-Enabled SOA', *Proceedings, 17th International Conference on Information Systems Development, ISD 2008*, Paphos, Cyprus, August 25-27, 2008.

11. **Koufi V**, Malamateniou F, and Vassilacopoulos G: 'A Medical Diagnostic and Treatment Advice System for the Provision of Home Care', *Proceedings, International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, PETRA 2008*, Athens, Greece, July 15-19, 2008.
12. **Koufi V** and Vassilacopoulos G: 'Context-Aware Access Control for Pervasive Access to Process-Based Healthcare Systems', *Proceedings, 21st International Conference on Medical Informatics Europe, MIE 2008*, Göteborg, Sweden, May 25-28, 2008.
13. **Koufi V** and Vassilacopoulos G: 'HDGPortal: A Grid Portal Application for Pervasive Access to Process-Based Healthcare Systems', *Proceedings, 2nd International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare 2008, Pervasive Health 2008*, Tampere, Finland, January 30 - February 1, 2008.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΣΤΑ ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗΣ

1. **Koufi V**, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'Context-aware Security for Personal Electronic Health Records', *Proceedings, INFORMS Annual Meeting*, San Diego, California, October 11-14, 2009.
2. **Koufi V**, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'Adaptive Healthcare Applications using Agent and Workflow Technologies', *Proceedings, Med-e-Tel 2009*, Luxembourg, April 1-3, 2009.
3. **Koufi V**, Poulymenopoulou M, Malamateniou F and Vassilacopoulos G: 'A Service-Oriented Architecture for Emergency Healthcare Process Integration', *Proceedings, INFORMS Annual Meeting*, Washington, DC, October 12-15, 2008 (invited paper).
4. Γ. Βασιλακόπουλος και **Β. Κούφη**: 'Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας στις Υπηρεσίες Υγείας: Αποτίμηση, Προβληματισμοί και Προτάσεις', 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο HL7-Hellas, Λιμένας Χερσονήσου, Κρήτη, 8-11 Οκτωβρίου 2008.

5. **Koufi V** and Vassilacopoulos G: 'Ontology-Based Reasoning for Context-Aware Access Control to Virtual Patient Records in a Grid Infrastructure', In Proceedings of the International Conference on Information Communication Technologies in Health, ICICTH 2007, Samos Island, Greece, July 5-7, 2007.
6. **Koufi V**, Papakonstantinou D and Vassilacopoulos G: 'Virtual Patient Record Security on a Grid Architecture', In Proceedings of the International Conference on Information Communication Technologies in Health, ICICTH 2006, Samos Island, Greece, July 13-15, 2006.
7. Papakonstantinou D, **Koufi V**, and Vassilacopoulos G: 'A Service-Oriented Electronic Medical Record Architecture', In Proceedings of the International Conference on Information Communication Technologies in Health, ICICTH 2006, Samos Island, Greece, July 13-15, 2006.

Electronic Medical Record (EMR) System - Σύστημα Ηλεκτρονικού Ιατρικού Φακέλου (ΗΙΦ): Αποτελεί ένα σύνολο εργαλείων που είναι διαθέσιμα στο σημείο παροχής ιατρικής φροντίδας και βοηθούν στην συλλογή και αποθήκευση των ιατρικών φακέλων των ασθενών από έναν μόνο πάροχο υπηρεσιών υγείας.

Electronic Health Record (EHR) System - Σύστημα Ηλεκτρονικού Φακέλου Υγείας (ΗΦΥ): Αποτελεί το μέσο ολοκλήρωσης των δεδομένων που προέρχονται από πολλαπλούς ΗΙΦ οι οποίοι έχουν αποθηκευτεί στους διάφορους παρόχους υπηρεσιών υγείας ενός ή περισσότερων συστημάτων υγείας

Personal Health Record (PHR) System - Σύστημα Προσωπικού Φακέλου Υγείας (ΠΦΥ): Αποτελεί ένα σύνολο εργαλείων τα οποία επιτρέπουν στους ασθενείς να προσπελάζουν και να διαχειρίζονται τα ιατρικά τους δεδομένα και να θέτουν τμήματα αυτών των δεδομένων στη διάθεση αυτών που τα χρειάζονται (π.χ. ιατρικό και παραϊατρικό προσωπικό).

Process-oriented information system - Διαδικασιοστρεφές πληροφοριακό σύστημα: Πληροφοριακό σύστημα προσανατολισμένο στις διαδικασίες που εκτελούνται εντός ενός οργανισμού και/ή μεταξύ οργανισμών.

Service-oriented information system - Υπηρεσιοστρεφές πληροφοριακό σύστημα: Πληροφοριακό σύστημα προσανατολισμένο στις υπηρεσίες που παρέχονται από έναν ή περισσότερους οργανισμούς σε έναν ή περισσότερους οργανισμούς.

Pervasive health information system - Διάχυτο πληροφοριακό σύστημα υγείας: Πληροφοριακό σύστημα μέσω του οποίου παρέχεται, μεταξύ άλλων, δυνατότητα συνεχούς πρόσβασης σε διαδικασίες παροχής ιατρικής φροντίδας και ιατρικά δεδομένα ασθενών οπουδήποτε, οποτεδήποτε και μέσω οποιασδήποτε σχεδόν συσκευής (π.χ. προσωπικός ψηφιακός βοηθός - PDA).

Software agents - Πράκτορες λογισμικού: Μια οδηγούμενη από το στόχο (goal-directed), υπολογιστική οντότητα (entity), η οποία ενεργεί για λογαριασμό μιας ή περισσότερων άλλων οντοτήτων.

Context information - Πληροφορίες πλαισίου: Οποιαδήποτε πληροφορία είναι διαθέσιμη τη χρονική στιγμή που εκτελείται μια δραστηριότητα μιας διαδικασίας ή μια συσχετισμένη με αυτή υπηρεσίας υπηρεσία και θεωρείται σχετική με την πρόσβαση που επιχειρείται μέσω αυτής σε κάποιο πόρο.

Role-based access control model - Μοντέλο ελέγχου πρόσβασης με βάση ρόλους: Μοντέλο ελέγχου προσβάσεων με βάση το οποίο οι αποφάσεις αναφορικά με την πρόσβαση σε κάποιο πόρο βασίζονται στους ρόλους που έχουν οι μεμονωμένοι χρήστες ως μέλη ενός οργανισμού.