



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**Αρχιτεκτονική λογισμικού για ενοποιημένη και μακρόθεν
διαχείριση ιατρικών δεδομένων και στοιχείων
συμπεριφοράς ασθενών**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Γεώργιος-Ελευθέριος Χ. Λαμπρινάκος

Αθήνα, Φεβρουάριος 2015



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**Αρχιτεκτονική λογισμικού για ενοποιημένη και
μακρόθεν διαχείριση ιατρικών δεδομένων και στοιχείων
συμπεριφοράς ασθενών**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Γεώργιος-Ελευθέριος Χ. Λαμπρινάκος

Συμβουλευτική Επιτροπή : Ιάκωβος Στ. Βενιέρης

Δήμητρα-Θεοδώρα Ι. Κακλαμάνη

Νικόλαος Κ. Ουζούνογλου

Εγκρίθηκε από την επταμελή εξεταστική επιτροπή την 26^η Φεβρουαρίου 2015

.....
Ιάκωβος Βενιέρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δήμητρα-Θεοδώρα Κακλαμάνη
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....
Νικόλαος Ουζούνογλου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Γεώργιος Στασινόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Γεώργιος Ματσόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ηλίας Μαγκλογιάννης
Επίκουρος Καθηγητής
Πανεπιστημίου Πειραιά

.....
Χαράλαμπος Πατρικάκης
Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΙ
Πειραιά

Αθήνα, Φεβρουάριος 2015

.....

Γεώργιος-Ελευθέριος Χ. Λαμπρινάκος

Διδάκτωρ Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Γεώργιος-Ελευθέριος Χ. Λαμπρινάκος, 2015.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η χρήση σύγχρονης τεχνολογίας στον τομέα της ιατρικής φροντίδας συνιστά κυρίαρχη τάση τα τελευταία χρόνια, με στόχο την παροχή ενισχυμένων υπηρεσιών φροντίδας στους ασθενείς καθώς και τη μείωση του δυσβάστακτου, για τα εθνικά συστήματα υγείας, κόστους. Ωστόσο, δεν έχουν τεθεί ακόμα σε εφαρμογή υπηρεσίες παροχής συνδυαστικής ιατρικής, κοινωνικής και ψυχολογικής φροντίδας, με επίκεντρο τον ασθενή και διεπιστημονικό δίκτυο φροντίδας. Στο πλαίσιο αυτό, η διατριβή πραγματεύεται τη σχεδίαση πλατφόρμας απομακρυσμένης και ενοποιημένης διαχείρισης ιατρικών δεδομένων και στοιχείων συμπεριφοράς των ασθενών, που στοχεύει στην υποστήριξη της παρακολούθησης των ασθενών από τη διεπιστημονική ομάδα φροντίδας.

Αρχικά, η διατριβή μελετά τα κυρίαρχα τεχνικά πρότυπα στον τομέα της απομακρυσμένης παρακολούθησης της υγείας και στην ανταλλαγή ηλεκτρονικών ιατρικών μηνυμάτων. Παράλληλα, γίνεται καταγραφή και ανάλυση των απαιτήσεων των επαγγελματιών της υγείας, ώστε να είναι εφικτή η σχεδίαση των ροών εργασίας της υπηρεσίας και κατ' επέκταση η υλοποίηση της πλατφόρμας.

Η προτεινόμενη πλατφόρμα αποτελείται από ένα σύνολο συστατικών, που συνθέτουν ένα πρωτότυπο σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης των ασθενών. Η διατριβή καταγράφει όλα τα απαιτούμενα συστατικά, που συνοπτικά είναι οι αισθητήριες συσκευές ιατρικών μετρήσεων ή περιβάλλουσας δραστηριότητας, οι δικτυακές πύλες συλλογής των σημάτων, το μεσισμικό της πλατφόρμας, ο βασικός εξυπηρετητής της πλατφόρμας και η εφαρμογή Ιστού. Ακολουθώντας τις απαιτήσεις, η πλατφόρμα δίνει έμφαση στην παραγωγή ειδοποιήσεων προς τους επαγγελματίες της υγείας σε περίπτωση ανάγκης, όπως αυτή προκύπτει ύστερα από την εφαρμογή συλλογιστικής στα δεδομένα των ασθενών σε αντιπαραβολή με τους τροφοδοτημένους στο σύστημα κανόνες. Παράλληλα, δίνεται έμφαση στη διαλειτουργικότητα μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας καθώς και στην υιοθέτηση και παραμετροποίηση κυρίαρχων προτύπων του τομέα.

Ένα βήμα παραπέρα, σχεδιάζεται η προτεινόμενη υπηρεσία παροχής φροντίδας στους ασθενείς, η οποία βασίζεται στην ανωτέρω πλατφόρμα και στη διεπιστημονική συνεργασία των επαγγελματιών. Αφού καταγραφούν οι σχετικές ροές εργασιών, η διατριβή πραγματεύεται την πιλοτική αξιολόγηση της υπηρεσίας, η οποία

εφαρμόστηκε υπό πραγματικές συνθήκες σε κέντρα υγείας. Η αξιολόγηση καλύπτει πολλούς τομείς, όπως, για παράδειγμα, την αντίληψη των ασθενών και των επαγγελματιών για την παρεχόμενη υπηρεσία και την κλινική αποδοτικότητα. Επιπλέον, καταγράφονται κάποιες προκλήσεις αναφορικά με την ευρεία εφαρμογή της υπηρεσίας, ενώ συνοψίζεται η γνώση που αποκτήθηκε κατά τη διάρκεια της πιλοτικής δοκιμής.

Η διατριβή ολοκληρώνεται με τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προκύπτουν και με την παρουσίαση προτάσεων για σχετική μελλοντική εργασία.

Λέξεις κλειδιά: Απομακρυσμένη παρακολούθηση υγείας, Τηλεϋγεία, Τηλεφροντίδα, τεχνολογίες λογισμικού προσανατολισμένου σε υπηρεσίες, διαλειτουργικότητα, πιλοτική αξιολόγηση.

Abstract

The use of modern technology in healthcare is considered to be a key factor during the recent years, aiming at the provision of enhanced care services, as well as the reduction of the respective health systems costs, which still pose a significant burden to the national economies. However, there is still no evidence of large scale deployment of patient-centered and integrated health, psychological and social care services, under the supervision of a multi-disciplinary healthcare network. In this context, the present thesis addresses the design of a remote healthcare monitoring platform which allows the unified management of health and behavioral data of patients and is the technical building block of the proposed health and social care.

First of all, a number of well-adopted healthcare standards and guidelines are examined in the domain of remote healthcare monitoring and electronic health messages exchange. Moreover, a professional users requirement analysis is conducted to define the service workflows and enable the development of the proposed platform.

The proposed solution consists of several components which form a novel remote healthcare monitoring system. The thesis provides insights into all the components of the platform, namely the sensing devices, the gateways, the middleware, the back-end server and the Web application. With respect to the requirements, the design of the platform emphasizes the automatic alerts generation in critical cases. A specialized reasoning module is developed in order to produce the alerts with respect to the underlying, personalized per patient, rules. Furthermore, the thesis thoroughly discusses the platform's interoperability, as well as the adoption of prevailing standards and guidelines.

One step beyond, the design of the proposed service is described. The service is based on the proposed platform and on the multi-disciplinary care network. The thesis additionally provides a real-life Pilot evaluation of the proposed service. The evaluation covers various domains, such as patients' and professionals' service perception, as well as clinical effectiveness. Last but not least, the basic lessons learnt and some challenges related to the deployment of such a service are provided. The thesis concludes by summarizing the main features of the proposed solution and indicating possible future research directions.

Key words: Remote Healthcare Monitoring, Telehealth, Telecare, service-oriented architectures, SOA, interoperability, pilot evaluation.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διατριβή αποτελεί το προϊόν της ερευνητικής μου δραστηριότητας στο Εργαστήριο Ευφών Επικοινωνιών και Δικτύων Ευρείας Ζώνης του ΕΜΠ. Με την ολοκλήρωσή της, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν σε αυτό.

Καταρχάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Ιάκωβο Βενιέρη, Καθηγητή ΕΜΠ, ο οποίος με καθοδηγούσε και με ενέπνεε όλα τα χρόνια της συνεργασίας μας. Συνεχίζοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια ΕΜΠ κυρία Δήμητρα Κακλαμάνη, που ήταν ουσιαστικά συν-επιβλέπουσά μου καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και ήταν πάντα υποστηρικτική στις προσπάθειές μου. Επίσης, θερμές ευχαριστίες στους καθηγητές ΕΜΠ κύριο Νικόλαο Ουζούνογλου και κύριο Γεώργιο Στασινόπουλο, που πάντοτε ευγενικοί στήριξαν την πορεία μου, καθώς και στον Αναπληρωτή Καθηγητή ΕΜΠ κύριο Γεώργιο Ματσόπουλο και στον Επίκουρο Καθηγητή Πανεπιστημίου Πειραιά κύριο Ηλία Μαγκλογιάννη, για τις αρκετές δημιουργικές συζητήσεις μας σχετικά με τη διατριβή μου. Ένα μεγάλο ευχαριστώ επίσης στον Επίκουρο Καθηγητή ΤΕΙ Πειραιά κύριο Χαράλαμπο Πατρικάκη, με τον οποίο συνεργαστήκαμε και συνεχίζουμε να συνεργαζόμαστε στενά. Ευχαριστώ επίσης όλα τα παιδιά του εργαστηρίου, νεότερους ή παλαιότερους, με τα οποία περάσαμε ευχάριστα και δημιουργικά χρόνια μαζί. Ιδιαίτερη αναφορά θα ήθελα να κάνω στους συναδέλφους Κώστα Παπαδόπουλο και Ανδρέα Καψάλη, για τη μεγάλη κοινή μας προσπάθεια στο πρόγραμμα inCASA, που αποτέλεσε και πηγή έμπνευσης αυτής της διατριβής.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ όλο το οικογενειακό και φιλικό μου περιβάλλον. Πολλά ευχαριστώ στον πατέρα μου, ο οποίος είμαι σίγουρος ότι νιώθει σαν συμπαίκτης σε όλο αυτόν τον αγώνα που έδωσα, κάτι που σίγουρα νιώθω εγώ από την πλευρά μου. Πολλά ευχαριστώ στη μητέρα μου, η οποία είναι πάντα βασική υπέρμαχος της ακαδημαϊκής μου πορείας. Πολλά ευχαριστώ στη γυναίκα μου, Χαρά, γιατί ό,τι πετυχαίνω είναι σαν να το πετυχαίνουμε μαζί - και το αντίστροφο βέβαια! Ελπίζω να είναι όλοι τους υπερήφανοι με το αποτέλεσμα.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	17
1.1	Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών στον τομέα Απομακρυσμένης Παρακολούθησης Υγείας.....	17
1.2	Telehealth.....	18
1.3	Telecare.....	20
1.4	Εντοπισμός προβλήματος	21
1.5	Δομή της διατριβής.....	24
2	Σχετικό υπόβαθρο σχεδίασης συστημάτων ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας	27
2.1	Διαλειτουργικότητα ιατρικών συσκευών. Η δράση Continua Health Alliance	27
2.2	Ιατρικά πληροφοριακά συστήματα.....	29
2.2.1	Το πρότυπο Health Level 7 (HL7)	29
2.2.1.1	Ο Οργανισμός Health Level Seven (HL7)	29
2.2.1.2	Το πρότυπο HL7, έκδοση 2	30
2.2.1.2.1	Σύνταξη μηνυμάτων HL7 V2	31
2.2.1.3	Το πρότυπο HL7, έκδοση 3	35
2.2.2	Κωδικοποίηση ιατρικής πληροφορίας.....	39
2.2.2.1	ICD	40
2.2.2.2	LOINC.....	40
2.2.2.3	SNOMED	42
3	Προδιαγραφές ολοκληρωμένου συστήματος απομακρυσμένης παρακολούθησης υγείας και στοιχείων συμπεριφοράς.....	47
3.1	Ανάλυση απαιτήσεων	47
3.1.1	Προδιαγραφές διαχείρισης ιατρικών δεδομένων	52
3.1.2	Προδιαγραφές διαχείρισης στοιχείων συμπεριφοράς και ψυχολογικής αξιολόγησης.....	58
3.1.3	Προδιαγραφές παρακολούθησης συνθηκών διαβίωσης εντός της οικίας.....	66
3.2	Γενικές προδιαγραφές συστήματος	68
4	Αρχιτεκτονική και συστατικά της πλατφόρμας	71
4.1	Αισθητήριες συσκευές	73
4.1.1	Ηλεκτρονικές συσκευές μέτρησης ζωτικών παραμέτρων	73
4.1.2	Αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας.....	76

4.2	Δικτυακή πύλη συλλογής δεδομένων από τους αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας	78
4.3	Λογισμικό διενέργειας και συλλογής ιατρικών μετρήσεων	86
4.4	Το μεσισμικό της πλατφόρμας	91
4.5	Smart Personal Platform	96
4.5.1	Κεντρική αποθήκη δεδομένων	97
4.5.2	Reasoner	98
4.5.2.1	Οντολογική Αναπαράσταση	100
4.5.2.2	Κύριες κλάσεις του Reasoner	102
4.5.3	Mediator	104
4.6	Consumer Application	106
5	Στοιχεία Διαλειτουργικότητας	113
5.1	Εισαγωγή	113
5.2	Διεπαφές των συστατικών της πλατφόρμας	114
5.2.1	PCD-01: Communicate PCD Data	114
5.2.2	PCD-02: Subscribe to PCD Data	117
5.2.3	PCD-04: Report Alarm	120
5.2.4	Αρχιτεκτονική σύνοψη στοιχείων διαλειτουργικότητας	125
5.3	Αναλυτικές προδιαγραφές των HL7 μηνυμάτων της πλατφόρμας	129
5.3.1	Προδιαγραφές HL7 μηνυμάτων της δοσοληψίας PCD-01	129
5.3.1.1	PCD-01 μήνυμα ORU^R01^ORU_R01	130
5.3.1.1.1	MSH	131
5.3.1.1.2	PID	133
5.3.1.1.3	PV1	134
5.3.1.1.4	ORC	135
5.3.1.1.5	OBR	135
5.3.1.1.6	NTE	136
5.3.1.1.7	TQ1	136
5.3.1.1.8	OBX	136
5.3.1.2	Δείγματα μηνυμάτων PCD-01 εντός της πλατφόρμας	146
5.3.2	Προδιαγραφές HL7 μηνυμάτων της δοσοληψίας PCD-04	148
5.3.2.1	PCD-04 ORU^R01^ORU_R01 μήνυμα	148
5.3.2.1.1	MSH	149
5.3.2.1.2	PID	150

5.3.2.1.3	OBR.....	150
5.3.2.1.4	OBX.....	151
5.3.2.2	Παραδείγματα μηνυμάτων ειδοποίησης της πλατφόρμας	154
5.3.3	Προδιαγραφές HL7 μηνυμάτων της δοσοληψίας PCD-02	156
5.3.3.1	PCD-02 ερώτημα QSB^Z02^QSB_Q16.....	156
5.3.3.1.1	MSH	156
5.3.3.1.2	QPD.....	157
5.3.3.1.3	RCP.....	158
5.3.3.2	Ερώτημα GetPatients	159
5.3.3.3	Ερώτημα GetPatientMeasures	161
5.3.3.4	Ερώτημα GetPatientAlerts.....	164
6	Πιλοτική εφαρμογή και αξιολόγηση της υπηρεσίας.....	169
6.1	Εισαγωγή.....	169
6.2	Ελληνική πιλοτική εφαρμογή και αξιολόγησή της	170
6.2.1	Σχετικό υπόβαθρο.....	170
6.2.2	Ροή εργασιών για την υποστήριξη της υπηρεσίας.....	171
6.2.3	Μέθοδος αξιολόγησης της παρεχόμενης υπηρεσίας.....	175
6.2.4	Αποτελέσματα	176
6.2.4.1	Κλίμακα αδυναμίας Edmonton.....	176
6.2.4.2	Αντίληψη ασθενών για την παρεχόμενη υπηρεσία.....	177
6.2.4.3	Μέτρηση και ανάλυση μεταβολών στην ποιότητα ζωής των ασθενών ...	180
6.2.4.4	Αντίληψη των επαγγελματιών για την παρεχόμενη υπηρεσία	182
6.2.4.5	Αξιολόγηση των ειδοποιήσεων της πλατφόρμας και της αποδοτικότητας της φροντίδας	183
6.3	Σύνθεση αποτελεσμάτων των ευρωπαϊκών πιλοτικών εφαρμογών	188
6.4	Σύνοψη αποτελεσμάτων και μελλοντικών συστάσεων.....	192
7	Συμπεράσματα - Μελλοντική Εργασία.....	195
	Αναφορές	199
	Δημοσιεύσεις σχετικές με τη διατριβή	213
	Συνοπτικό βιογραφικό σημείωμα.....	215

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1 Γενική ιδέα συνδυαστικής υπηρεσίας Τηλεϋγείας και Τηλεφροντίδας.....	24
Σχήμα 2 Βασική Τοπολογία κατά Continua	29
Σχήμα 3 Βασικές Αρχές HL7 Version 2	34
Σχήμα 4 Τύποι δεδομένων HL7 Version 2	35
Σχήμα 5 Διάγραμμα κύριων κλάσεων του μοντέλου RMI	37
Σχήμα 6 Τύποι δεδομένων HL7 Version 3	38
Σχήμα 7 Αριθμός εννοιών ανά κεφάλαιο του υπό ανάπτυξη συστήματος ICD 11 [23]	44
Σχήμα 8 Πλάνο ανάπτυξης του SNOMED και ολοκλήρωσής του με συναφή πρότυπα. Πηγή [23]	45
Σχήμα 9 Αναπαράσταση βασικών στόχων της ολοκληρωμένης υπηρεσίας Τηλεϋγείας - Τηλεφροντίδας	48
Σχήμα 10 Περιπτώσεις Χρήσης (Use Cases) Τηλεϋγείας.....	50
Σχήμα 11 Περιπτώσεις Χρήσης (Use Cases) Τηλεφροντίδας	52
Σχήμα 12 Διάγραμμα δραστηριοτήτων για τις μετρήσεις σωματικού βάρους	55
Σχήμα 13 Διάγραμμα δραστηριοτήτων για τις μετρήσεις συστολικής πίεσης, καρδιακών παλμών και οξυμετρίας.....	58
Σχήμα 14 Διάγραμμα δραστηριοτήτων παρακολούθησης συνηθειών του ασθενούς	62
Σχήμα 15 Διάγραμμα δραστηριοτήτων για την παρακολούθηση της ψυχολογικής κατάστασης των ασθενών.....	65
Σχήμα 16 Διάγραμμα δραστηριοτήτων παρακολούθησης θερμοκρασίας δωματίου	67
Σχήμα 17 Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική	73
Σχήμα 18 Πιστοποίηση Continua για την Ηλεκτρονική Ζυγαριά A&D Medical UC-321-PBT ..	75
Σχήμα 19 Υψηλού επιπέδου αναπαράσταση του Activity Hub σε οικιακό χώρο με περιβάλλοντες αισθητήρες	80
Σχήμα 20 Δικτυακή αρχιτεκτονική του Activity Hub σε φυσικό επίπεδο	80
Σχήμα 21 Εσωτερικό μέρος με τα διάφορα μέρη του Activity Hub	81
Σχήμα 22 Εξωτερικές όψεις του Activity Hub.....	81
Σχήμα 23 Αρχική οθόνη εκτέλεσης ιατρικών μετρήσεων	88
Σχήμα 24 Κατάσταση αναμονής διενέργειας και λήψης μέτρησης παλμών και οξυγόνου ...	88
Σχήμα 25 Προβολή ληφθέντων μετρήσεων στην οθόνη του ασθενούς.....	89
Σχήμα 26 Πρόσφατο ιστορικό ιατρικών μετρήσεων όπως το βλέπει ο ασθενής	89
Σχήμα 27 Μοντέλο σχήματος T της επεξεργασίας δεδομένων των δύο τομέων Telehealth και Telecare	92
Σχήμα 28 Ιεραρχικό μοντέλο του τρόπου κοινής σημασιολογικής δομής των τομέων Telehealth και Telecare εντός του μεσισμικού	94
Σχήμα 29 Κύριες κλάσεις της οντολογίας του Reasoner.....	102
Σχήμα 30 Βασικές κλάσεις του Reasoner	104
Σχήμα 31 Αρχική οθόνη ελέγχου πρόσβασης στο Consumer Application.....	108
Σχήμα 32 Διασύνδεση Consumer Application - SPP	109
Σχήμα 33 Κύριες κατηγορίες δεδομένων παρουσίασης στο CA	112
Σχήμα 34 Υλοποίηση δοσοληψίας IHE PCD-01 μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας ..	116

Σχήμα 35 Υλοποίηση δοσοληψίας IHE PCD-02 μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας ..	120
Σχήμα 36 Δράστες του προφίλ ολοκλήρωσης IHE ACM [85]	121
Σχήμα 37 Υλοποίηση δοσοληψίας PCD-04 μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας	125
Σχήμα 38 Επίτευξη διαλειτουργικότητας μεταξύ των κύριων αρχιτεκτονικών επιπέδων ...	129
Σχήμα 39 Παράδειγμα ενοποιημένου Telehealth - Telecare HL7 μηνύματος ORU^R01^ORU_R01.....	140
Σχήμα 40 Σύνοψη ροής εργασιών της προτεινόμενης υπηρεσίας.....	174
Σχήμα 41 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των ερωτηματολογίων SF-36 v2	181
Σχήμα 42 Κατηγοριοποίηση των ειδοποιήσεων που οδήγησαν σε παρέμβαση	186
Σχήμα 43 Τιμές καρδιακών παλμών μέσω του οξύμετρου για τον ασθενή #17.....	187
Σχήμα 44 Αποτελέσματα ψυχομετρικών ερωτηματολογίων για τον ασθενή #17	188
Σχήμα 45 Συνθετική παρουσίαση αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου SUTAQ.....	190
Σχήμα 46 Αυτόματη διαχείριση κύκλου ζωής μιας ειδοποίησης.....	191
Σχήμα 47 Αριθμός PIR γεγονότων ανά χρονικό διάστημα της μέρας.....	192

1 Εισαγωγή

1.1 Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών στον τομέα Απομακρυσμένης Παρακολούθησης Υγείας

Η γήρανση του πληθυσμού εξαιτίας της αύξησης του προσδόκιμου ζωής και της υπογεννητικότητας είναι ένα υπαρκτό δημογραφικό ζήτημα κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες. Το αναλογούν κόστος για τα Εθνικά Συστήματα Υγείας αυξάνεται συνεχώς και τείνει να αποτελεί βασικό αγκάθι για τις κρατικές οικονομίες. Παράλληλα, εκτός από το στόχο μείωσης των δαπανών για την Υγεία, υπάρχει η απαίτηση οι ηλικιωμένοι άνθρωποι να μπορούν να ζουν αυτόνομα και με αίσθημα αυτοπεποίθησης στα σπίτια τους.

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) μπορούν να προσφέρουν λύσεις προς την κατεύθυνση επίτευξης των ανωτέρω στόχων. Τα τελευταία χρόνια, οι πλατφόρμες λογισμικού που εστιάζουν στην απομακρυσμένη παρακολούθηση υγείας και παροχή φροντίδας έχουν επιτύχει σημαντική διείσδυση στην αγορά των ΤΠΕ και θεωρούνται παράγοντας κλειδί για τη βελτίωση της ποιότητας διαβίωσης των ηλικιωμένων ατόμων.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην παρακολούθηση ατόμων με χρόνιες ασθένειες [1], όπως για παράδειγμα οι καρδιοπαθείς ή οι καρκινοπαθείς. Ο λόγος είναι διττός. Πρώτον, το ποσοστό θνησιμότητας από χρόνιες παθήσεις είναι πολύ υψηλό. Μόνο στην Ελλάδα, σε ηλικίες άνω των 60 ετών, οι θάνατοι οφείλονται σε ποσοστό σχεδόν 65% σε καρδιοπάθειες. Επιπλέον, για κάθε εισαγωγή ασθενούς των ανωτέρω κατηγοριών σε νοσοκομείο (hospitalization), το κόστος της νοσηλείας είναι πολύ σημαντικό. Χρησιμοποιώντας και πάλι το παράδειγμα της Ελλάδας, η επιβάρυνση για το Εθνικό Σύστημα Υγείας (κλειστά νοσήλεια) είναι 849 ευρώ για 5 ημέρες νοσηλείας ενός καρδιοπαθούς και 1868 ευρώ για 10 ημέρες νοσηλείας. Χρησιμοποιώντας, και μόνο, τα στοιχεία της ανωτέρω πρώιμης ανάλυσης, δικαιολογείται η τάση που υπάρχει γενικά στην τρέχουσα ερευνητική δραστηριότητα ώστε να έχουμε αλλαγή των Συστημάτων Υγείας με μετατόπιση του κέντρου βάρους από την εκ των υστέρων αντιμετώπιση στην **πρόληψη**. Αξίζει να σημειωθεί ότι προς

την συγκεκριμένη κατεύθυνση κινούνται πολλές χώρες της Ευρώπης αλλά και οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, όπου ακόμα και εκεί το Σύστημα Υγείας παραμένει βασισμένο στην αντιμετώπιση προβλημάτων υγείας αφού αυτά εμφανιστούν και σε μικρότερο βαθμό δρα προληπτικά [2], [3]. Παράλληλα, πρόσφατες μελέτες αναδεικνύουν το σημαντικό οικονομικό κέρδος που προκύπτει από την πρόληψη, που μπορεί να επιτευχθεί μέσω σωστού τρόπου διαβίωσης αλλά και μέσω ανάλυσης μεγάλου όγκου ιατρικών δεδομένων, τα οποία δύνανται να φέρουν στην επιφάνεια νέες πρακτικές και αντιλήψεις [4].

Η, υποστηριζόμενη από Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών, πρόληψη αλλά και η παροχή συνεχούς φροντίδας είναι βασικός πυλώνας αυτής της διατριβής όπως θα διαφανεί και στη συνέχεια. Εξίσου βασικός πυλώνας είναι το γεγονός ότι αυτές οι υπηρεσίες πρέπει να προσφέρονται κατά κύριο λόγο απομακρυσμένα κάτι που καθιστά αναγκαία τη χρήση Τεχνολογιών Διαδικτύου.

1.2 Telehealth

Με τον όρο Telehealth (Τηλεϋγεία) νοείται το σύνολο των ιατρικών υπηρεσιών που προσφέρονται στον ασθενή εξ αποστάσεως και έχουν στόχο την απομακρυσμένη παρακολούθηση της υγείας του. Θα πρέπει να τονιστεί ότι παρότι προς το παρόν οι συμμετέχοντες σε υπηρεσίες Τηλεϋγείας είναι συνήθως ασθενείς, αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να εισαχθεί σε τέτοιο πρόγραμμα και κάποιος μη ασθενής που επιθυμεί να υποστηρίξει προληπτικά την υγεία του. Μάλιστα, όπως προαναφέρθηκε, αυτή η τάση μετατόπισης του κέντρου βάρους των υπηρεσιών υγείας προς την κατεύθυνση της πρόληψης αναμένεται να ενισχυθεί στο μέλλον [2].

Η Τηλεϋγεία βασίζεται στην ύπαρξη ειδικών συσκευών στο σπίτι του ασθενούς (health devices), μέσω των οποίων ο ασθενής μπορεί να πραγματοποιήσει μετρήσεις ζωτικών παραμέτρων (vital signs). Παραδείγματα τέτοιων ειδικών συσκευών είναι, μεταξύ άλλων, τα ακόλουθα:

- ειδικό οξύμετρο (oxymeter).
- ειδικό πιεσόμετρο (blood pressure monitor).
- ειδική ζυγαριά (weight scale).

Για να αποτελούν οι εν λόγω συσκευές κομμάτι μιας υπηρεσίας Τηλεϋγείας πρέπει, σε αντίθεση με τις κοινές συσκευές, να μπορούν να μεταδώσουν την πληροφορία της εκάστοτε μέτρησης ώστε αυτή να προωθηθεί αυτόματα στα υπερκείμενα συστήματα ή και στους επαγγελματίες της Υγείας που είναι υπεύθυνοι για την παρακολούθηση της ομαλής πορείας του κάθε ασθενούς.

Ο τρόπος μετάδοσης της πληροφορίας από τις συσκευές Τηλεϋγείας είναι στις περισσότερες των περιπτώσεων ασύρματος. Είναι μάλιστα κοινά αποδεκτό ότι η παρουσία πολλών καλωδίων στο σπίτι ενός ασθενούς, και δη ηλικιωμένου, δρα υποβαθμιστικά για την ποιότητα ζωής του ατόμου. Στη συνέχεια της διατριβής, θα δοθούν λεπτομέρειες για την διασύνδεση των ειδικών αυτών συσκευών με τα επικοινωνούντα συστήματα. Σε εισαγωγικό επίπεδο, μπορούμε να αναφέρουμε ότι τα δίκτυα προσωπικών υπολογιστών PAN (Personal Area Networks) και τα δίκτυα BAN (Body Area Networks) έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια. Παράλληλα, υπάρχουν αξιόπιστα πρωτόκολλα ασύρματης επικοινωνίας κοντινής απόστασης, ώστε οι συσκευές Τηλεϋγείας να μπορούν να μεταδώσουν αξιόπιστα την πληροφορία στη δικτυακή πύλη (gateway) που την συλλέγει και δύναται να τη δρομολογήσει σε απομακρυσμένο εξυπηρετητή όπου συνήθως υπάρχει η δυνατότητα ευφυούς επεξεργασίας της. Χαρακτηριστικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι οι περισσότερες συσκευές Τηλεϋγείας υποστηρίζουν τα πρωτόκολλα Bluetooth ή ZigBee. Σημειώνεται ότι και οι συσκευές αλλά και η πύλη βρίσκονται συνήθως στο σπίτι του ασθενούς και με αυτή την παραδοχή θα γίνουν οι μετέπειτα εξειδικεύσεις της διατριβής.

Συνοπτικά, μπορούν να αναφερθούν οι ακόλουθοι ως στόχοι της Τηλεϋγείας:

- Παρακολούθηση εξ αποστάσεως της πορείας της υγείας ενός ασθενούς.
- Καθημερινή καταγραφή ζωτικών παραμέτρων, κάτι που επιτρέπει τη δημιουργία ηλεκτρονικού ιστορικού ανά ασθενή και τη στατιστική ανάλυση των μετρήσεων.
- Δημιουργία αυτοματοποιημένων γραφικών παραστάσεων που συγκεντρώνουν την πορεία και τις τάσεις (trends) των ζωτικών παραμέτρων ενός ασθενούς και οι οποίες είναι διαθέσιμες στους επαγγελματίες της υγείας. Τέτοια πληροφορία μπορεί να επιτρέψει την έγκαιρη διάγνωση πιθανής χειροτέρευσης της υγείας ώστε να ληφθούν μέτρα από το πρώτο στάδιο, κάτι

που είναι σαφώς θετικό για τον ασθενή, συνάμα όμως συμβάλει και στην εξοικονόμηση πόρων του συστήματος υγείας. Κάθε επέμβαση ή νοσηλεία υψηλού κινδύνου κοστίζει πάντα περισσότερο από τις ενέργειες που μπορούν να λάβουν χώρα σε πρώτο στάδιο εντοπισμού πιθανής χειροτέρευσης της υγείας. Μια τέτοια ενέργεια είναι παραδείγματος χάριν η απλή τροποποίηση της καθημερινής δοσολογίας των φαρμάκων του ασθενούς ύστερα από σχετική ανάλυση και απόφαση των επιβλεπόντων ιατρών.

- Ενίσχυση της αποτελεσματικής παρακολούθησης των ηλικιωμένων και δη αυτών που πάσχουν από χρόνιες παθήσεις.
- Ενίσχυση της συμμετοχικής διάθεσης και της γνώσης του ασθενούς ως προς την ίδια του την υγεία μέσω της καθημερινής επαφής με την προσφερόμενη υπηρεσία Τηλεϋγείας.
- Δημιουργία έξυπνων ειδοποιήσεων (alarms) σε περίπτωση που το σύστημα Τηλεϋγείας λάβει τιμές μέτρησης εκτός των αποδεκτών ορίων, ώστε να γίνουν άμεσα, αν χρειάζεται, οι απαραίτητες ενέργειες από τους επαγγελματίες της υγείας που μπορεί να αποβούν σωτήριες για τη ζωή του ασθενούς.

1.3 Telecare

Με τον όρο Telecare (Τηλεφροντίδα ή Τηλεβοήθεια) νοείται η απομακρυσμένη βοήθεια που προσφέρεται σε άτομα στα οποία έχει γίνει εγκατάσταση ειδικών αισθητήρων στις οικίες τους. Οι απολαμβάνοντες υπηρεσιών Τηλεβοήθειας δεν είναι απαραίτητα ασθενείς. Χαρακτηριστικοί αισθητήρες Τηλεφροντίδας ή Τηλεβοήθειας είναι οι ακόλουθοι:

- Αισθητήρας καπνού, ώστε να είναι δυνατός ο εντοπισμός φωτιάς στο σπίτι.
- Αισθητήρας αερίων (gas sensor), ώστε να είναι δυνατός ο εντοπισμός διαρροής αερίων που δύνανται να βλάψουν το αναπνευστικό σύστημα του παρακολουθούμενου ατόμου.
- Αισθητήρας διαρροής νερού, ώστε να είναι δυνατός ο εντοπισμός πλημμύρας εντός της οικίας.
- Αισθητήρας επαφής σε πόρτα ή παράθυρο, ώστε να είναι δυνατός ο εντοπισμός πιθανής παραβίασης του ιδιωτικού χώρου.

- Αισθητήρας κίνησης.
- Αισθητήρας κατανάλωσης ρεύματος.
- Κουμπί βοήθειας (help button) το οποίο μπορεί να πατήσει ο πολίτης σε ώρα ανάγκης για να έρθει σε άμεση επαφή με την επιβλέπουσα κοινωνική υπηρεσία.

Παρότι όπως αναφέρθηκε οι υπηρεσίες Τηλεφροντίδας ή Τηλεβοήθειας δεν παρέχονται κατ' ανάγκη σε ασθενείς, η ομάδα στόχος (target group) είναι κατά σημαντικό ποσοστό ηλικιωμένοι άνθρωποι που ζουν μόνοι στο σπίτι τους. Η εν λόγω ομάδα είναι σαφώς ομάδα υψηλού κινδύνου και για εμφάνιση προβλημάτων υγείας κάτι που μπορεί να φέρει σε άμεση συσχέτιση τις υπηρεσίες Telehealth και Telecare.

Συνοπτικά, μπορούν να αναφερθούν οι ακόλουθοι ως στόχοι της Τηλεφροντίδας ή Τηλεβοήθειας:

- Άμεσος εντοπισμός επικίνδυνων καταστάσεων στο σπίτι του πολίτη (φωτιά, πλημμύρα κ.λπ.).
- Ενίσχυση αισθήματος ασφάλειας και ανεξαρτησίας στον πολίτη.
- Ενίσχυση αισθήματος αυτονομίας στον πολίτη.
- Μείωση της ανάγκης εισαγωγής των ηλικιωμένων χωρίς δυνατότητα οικογενειακής υποστήριξης σε ειδικά προγράμματα (π.χ. Κ.Α.Π.Η), καθώς οι υπηρεσίες Telecare θα μπορούν να ενισχύσουν την αυτόνομη διαβίωση του ηλικιωμένου στον χώρο της οικίας του.

1.4 Εντοπισμός προβλήματος

Υπάρχουν διάφορες ερευνητικές και εμπορικές δραστηριότητες τα τελευταία χρόνια που είναι σχετικές με την απομακρυσμένη παρακολούθηση της υγείας των ηλικιωμένων, κυρίως, ατόμων.

Η υπηρεσία MobiHealth παρέχει μια σχετική πλατφόρμα απομακρυσμένης παρακολούθησης των ασθενών [5]. Οι ασθενείς φορούν ένα ελαφρύ σύστημα παρακολούθησης - το ονομαζόμενο MobiHealth BAN (Body Area Network) - το οποίο μπορεί να εξατομικευτεί ανάλογα με τις εκάστοτε ιατρικές ανάγκες (health

needs). Το σύστημα επιτρέπει, μεταξύ άλλων, την ταχύτερη εξαγωγή των ασθενών από το νοσοκομείο και τη συνέχιση της παρακολούθησης εξ αποστάσεως.

Άλλες σημαντικές ερευνητικές προσπάθειες παροχής απομακρυσμένης υποστήριξης υγείας είναι οι ακόλουθες:

- Το ολοκληρωμένο ερευνητικό πρόγραμμα AAL [6] το οποίο στοχεύει στην απομακρυσμένη παρακολούθηση της υγείας των ηλικιωμένων, χρησιμοποιώντας το μεσισμικό LinkSmart, το οποίο είναι προϊόν του ερευνητικού προγράμματος Hydra [7].
- Το ολοκληρωμένο ερευνητικό πρόγραμμα CAALYX στο οποίο η βασική ιδέα είναι η διασύνδεση των φορητών συσκευών μέτρησης ζωτικών παραμέτρων του ασθενούς με υπηρεσίες υγείας άμεσης δράσης, σε περίπτωση που οι τιμές υποδηλώνουν κίνδυνο για την υγεία. Και το CAALYX χρησιμοποίησε το μεσισμικό LinkSmart για την διασύνδεση των συσκευών μέτρησης ζωτικών παραμέτρων με το σύστημα της κεντρικής υπηρεσίας [8].
- Το πρόγραμμα OLDES (Older people's e-services at home) [9]

Παράλληλα, έχουν σχεδιασθεί και αναπτυχθεί αρχιτεκτονικές ασφαλών επικοινωνιών με σεβασμό στην ιδιωτικότητα οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψη στα συστήματα Telehealth ή Telecare, καθώς οι διακινούμενες ή αποθηκευμένες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση ενός ατόμου ή ασθενούς είναι σαφώς ευαίσθητες. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε το ολοκληρωμένο ερευνητικό πρόγραμμα TAS3 [10].

Παρ' όλα αυτά, οι προηγούμενες προσεγγίσεις δεν έχουν καταφέρει να επιτύχουν ενοποιημένη διαχείριση ιατρικών δεδομένων (Telehealth) και στοιχείων συμπεριφοράς των ασθενών, όπως αυτά μπορούν να εξαχθούν από τους αισθητήρες και τις υπηρεσίες Telecare. Βασική πρόταση της συγκεκριμένης εργασίας αποτελεί η συνδυασμένη ανάλυση των μετρήσεων ζωτικών παραμέτρων με τις μετρήσεις που αφορούν τις συνήθειες ενός ασθενούς. Οι μετρήσεις συνηθειών μπορούν να αντιστοιχούν λόγω χάρη στο πόσες ώρες ημερησίως βλέπει τηλεόραση ένας ασθενής (χρησιμοποιώντας TV sensor) ή στο πόσες ώρες ημερησίως κάθεται στην καρέκλα (χρησιμοποιώντας chair permanence sensor). Αυτή η ανάλυση συμπεριφοράς μπορεί να αποκαλύψει αλλαγές στις συνήθειες ενός ασθενούς, κάτι που μπορεί να σημαίνει και αλλαγή στην ψυχολογική κατάσταση του ατόμου ή να προοιωνίζει κάποια

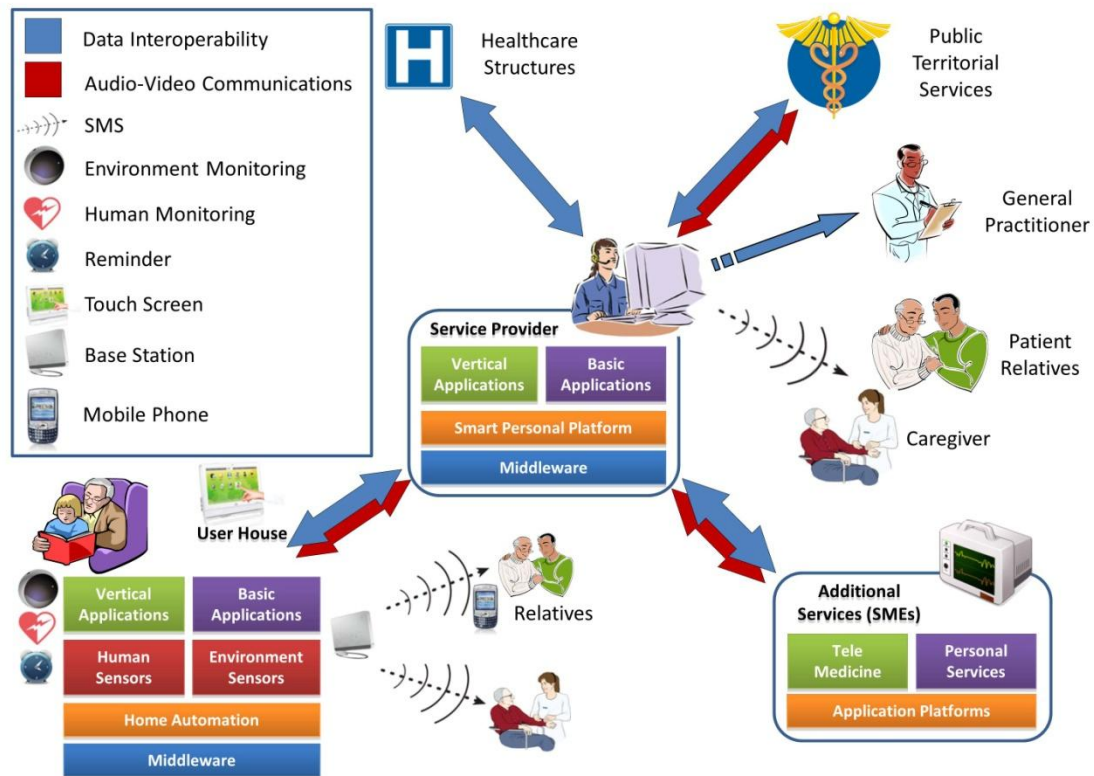
αδυναμία του οργανισμού και συνεπώς χειροτέρευση της κατάστασης της υγείας. Η εν λόγω ανάλυση, αν γίνει συνδυαστικά με την ανάλυση των μετρήσεων ζωτικών παραμέτρων, μπορεί να οδηγήσει σε νέες πρακτικές και νέες ιδέες αποτελεσματικότερης παρακολούθησης της πορείας των ασθενών.

Η παραπάνω κεντρική ιδέα της διατριβής απαιτεί πολυεπίπεδη ανάλυση και αξιολόγηση καθώς επιφέρει και επιτάσσει σημαντικές αλλαγές σε διάφορους τομείς:

- Σε τεχνικό επίπεδο, θα πρέπει να σχεδιαστεί και υλοποιηθεί πλατφόρμα που θα λαμβάνει μετρήσεις από φαινομενικά ετερογενείς πηγές (Telehealth / Telecare) οι οποίες θα πρέπει να προωθούνται μέσω κατάλληλου μεσισμικού σε εξυπηρετητή (server) προς περαιτέρω ευφυή επεξεργασία και εν τέλει παρουσίαση μέσω της διεπαφής της πλατφόρμας στους τελικούς χρήστες (επαγγελματίες της υγείας).
- Σε επίπεδο παρεχόμενης υπηρεσίας, απαιτείται ο προσδιορισμός νέων ροών εργασίας (work flows) στον χώρο της Υγείας. Είναι φανερό ότι ο στόχος συνδυαστικής παρακολούθησης της σωματικής, ψυχικής και συναισθηματικής κατάστασης ενός ατόμου επιτάσσει γενικευμένη συνεργασία μεταξύ διαφορετικών ειδικοτήτων, όπως γιατρών, ψυχολόγων και κοινωνικών λειτουργών.

Μιας και δεν υπάρχουν καλά τεκμηριωμένα αποτελέσματα από τέτοιου είδους συνδυαστικές παρακολουθήσεις, κρίνεται απαραίτητη η Πιλοτική εφαρμογή της πλατφόρμας και εν γένει της υπηρεσίας υπό πραγματικές συνθήκες σε ικανοποιητικό αριθμό ασθενών. Κάτι τέτοιο θα βοηθήσει τα μέγιστα στο να αξιολογηθεί επαρκώς η πλατφόρμα και η υπηρεσία, να αποτυπωθούν τα πολυσχιδή "μαθήματα" που θα προσφέρει η ρεαλιστική εφαρμογή της υπηρεσίας και, εν τέλει, να επιτρέψει σε αυτή την εργασία να συμβάλλει ενεργά με την υποβολή σχετικών προτάσεων και κατευθύνσεων στη μελλοντική αναβάθμιση των παρεχόμενων υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Ιατρικής Φροντίδας στους πολίτες.

Το ακόλουθο σχήμα μπορεί να αναπαραστήσει σε πρώιμο αφαιρετικό επίπεδο την ιδέα για πολυεπίπεδη παρακολούθηση ενός ασθενούς καθώς και κάποιες χαρακτηριστικές υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας (value-added services).



Σχήμα 1 Γενική ιδέα συνδυαστικής υπηρεσίας Τηλεϊγείας και Τηλεφροντίδας

1.5 Δομή της διατριβής

Η διατριβή αποτελείται από συνολικά επτά κεφάλαια. Πέρα από το παρόν εισαγωγικό κεφάλαιο, το περιεχόμενο των υπόλοιπων κεφαλαίων συνοψίζεται ως ακολούθως.

Στο δεύτερο κεφάλαιο συνοψίζονται τα κυρίαρχα πρότυπα και κατευθύνσεις στον τομέα απομακρυσμένης ιατρικής παρακολούθησης. Εξετάζεται η διαλειτουργικότητα των ιατρικών συσκευών, ενώ παρουσιάζονται βασικά στοιχεία των ιατρικών πληροφοριακών συστημάτων, όπως πρότυπα ανταλλαγής μηνυμάτων καθώς και κωδικοποίησης της ιατρικής πληροφορίας.

Στη συνέχεια, η διατριβή παρουσιάζει την ανάλυση απαιτήσεων, με στόχο την παροχή συνδυαστικής υπηρεσίας ιατρικής και κοινωνικής φροντίδας, βασισμένη στην ενοποιημένη και μακρόθεν διαχείριση ιατρικών στοιχείων και στοιχείων συμπεριφοράς ασθενών. Με βάση τις απαιτήσεις, διαμορφώνονται οι προδιαγραφές

διαχείρισης ιατρικών δεδομένων, στοιχείων συμπεριφοράς, ψυχολογικής αξιολόγησης και παρακολούθησης συνθηκών διαβίωσης εντός της οικίας των ασθενών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, και σε συνέχεια των ανωτέρω προδιαγραφών, περιγράφεται η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας, που διέπεται από τις αρχές σχεδίασης λογισμικού προσανατολισμένου σε υπηρεσίες. Αναλύονται όλα τα επιμέρους συστατικά της πλατφόρμας, όπως οι αισθητήριες συσκευές ιατρικών μετρήσεων ή περιβάλλουσας δραστηριότητας, οι δικτυακές πύλες συλλογής των σημάτων, το μεσισμικό της πλατφόρμας, ο βασικός εξυπηρετητής της πλατφόρμας και η εφαρμογή Ιστού.

Το πέμπτο κεφάλαιο αφιερώνεται στον τρόπο επίτευξης διαλειτουργικότητας μεταξύ των υποσυστατικών της πλατφόρμας. Παρουσιάζεται η ολοκλήρωση (integration) μεταξύ των διάφορων υποσυστημάτων και δίνονται αναλυτικά στοιχεία για τις διεπαφές τους. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στις προδιαγραφές των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων της πλατφόρμας και στην παραμετροποίησή τους στα πλαίσια της διατριβής.

Στο έκτο κεφάλαιο, γίνεται παρουσίαση των ροών εργασίας της προτεινόμενης υπηρεσίας, η οποία βασίζεται στην ανωτέρω πλατφόρμα. Στη συνέχεια, περιγράφεται η ιδιαίτερης σημασίας πιλοτική εφαρμογή της υπηρεσίας, καθώς αυτό έγινε σε πραγματικές συνθήκες, με τη συμμετοχή ασθενών και επαγγελματιών της υγείας. Στο πλαίσιο αυτό, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εκτενούς πιλοτικής αξιολόγησης της υπηρεσίας, λαμβάνοντας υπόψη διάφορους τομείς ανάλυσης. Το κεφάλαιο κλείνει με την καταγραφή των βασικών αποτελεσμάτων της πιλοτικής εφαρμογής καθώς και συστάσεων για τη μελλοντική εφαρμογή της σε ευρεία κλίμακα.

Τέλος, το έβδομο κεφάλαιο αποτελεί τον επίλογο της διατριβής, υπογραμμίζοντας κάποια βασικά συμπεράσματα τόσο σε επίπεδο πλατφόρμας όσο και σε επίπεδο υπηρεσίας. Επίσης, καταγράφονται βασικές κατευθύνσεις που μπορούν να αποτελέσουν συνέχιση της εργασίας της παρούσας διατριβής.

2 Σχετικό υπόβαθρο σχεδίασης συστημάτων ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας

2.1 Διαλειτουργικότητα ιατρικών συσκευών. Η δράση Continua Health Alliance

Η παροχή απομακρυσμένης φροντίδας στηρίζεται όπως έχει αναφερθεί στην ύπαρξη συσκευών ή αισθητήρων που είναι εγκατεστημένοι στο χώρο του ατόμου υπό παρακολούθηση. Κάποιες από τις διαπιστώσεις που μπορούν να γίνουν επί του συγκεκριμένου πεδίου είναι οι ακόλουθες:

- Υπάρχει ανάγκη διαλειτουργικότητας των συσκευών που απαρτίζουν το δίκτυο Τηλεϋγείας και Τηλεφροντίδας (devices interoperability).
- Παράλληλα όμως με την ανάγκη διαλειτουργικότητας, είναι σαφές ότι οι εμπορικοί πάροχοι (suppliers) τέτοιων συσκευών είναι αρκετοί.
- Επίσης, τα δικτυακά πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν οι συσκευές είναι δυνατόν να διαφέρουν μεταξύ τους (π.χ. χρήση πρωτοκόλλων Bluetooth, ZigBee, enOcean).

Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη θέσπισης ενός κυρίαρχου κατευθυντήριου προτύπου που παρά τις ανωτέρω δυσκολίες θα επιτρέπει την εύκολη και αξιόπιστη διασύνδεση και διαλειτουργικότητα των ιατρικών συσκευών ή και των αισθητήρων που είναι τοποθετημένοι στο οικείο περιβάλλον με τα υπερκείμενα συστήματα της αρχιτεκτονικής Τηλεϋγείας και Τηλεφροντίδας, που μπορεί να είναι μια δικτυακή πύλη (gateway) ή ένα μεσισμικό.

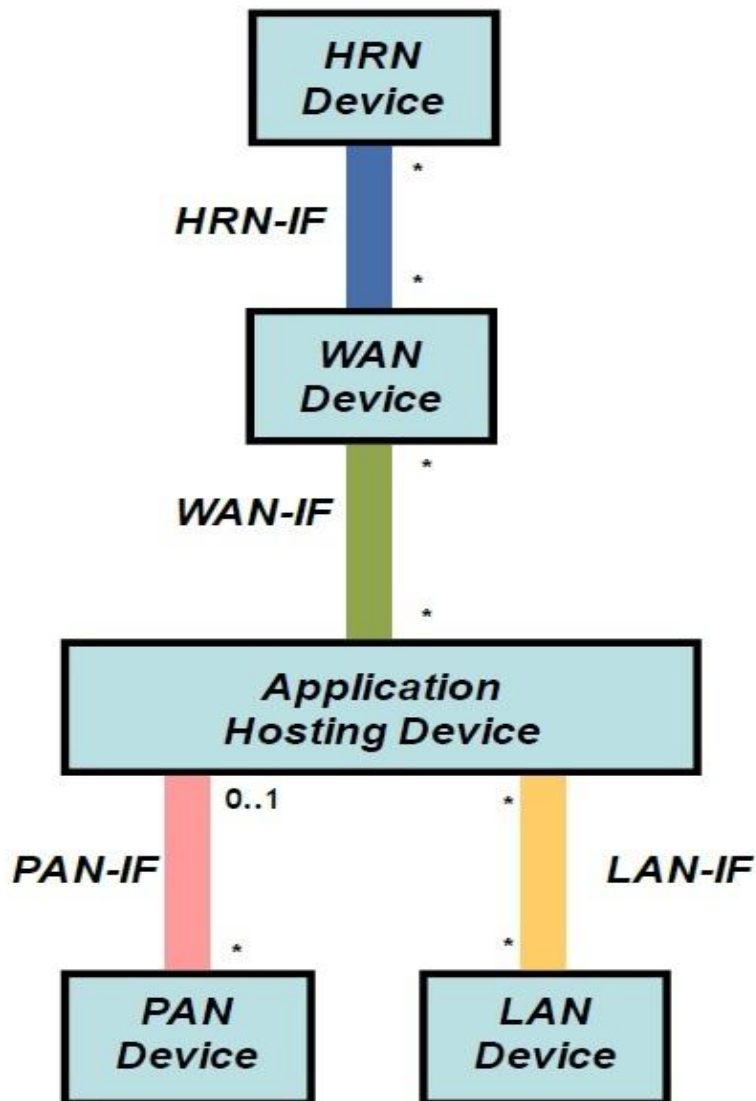
Έχοντας λάβει υπόψη τα παραπάνω δεδομένα, έχει δημιουργηθεί ο οργανισμός Continua Health Alliance [11], [12], ο οποίος απαρτίζεται από κυρίαρχες εταιρείες και φορείς του χώρου. Η πρωτοβουλία Continua έχει προτείνει κάποια επιμέρους πρότυπα που πρέπει να υπακούουν οι συσκευές Τηλεϋγείας και Τηλεφροντίδας ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της διαλειτουργικότητας. Όσες μάλιστα συσκευές πληρούν τις

προδιαγραφές διατίθενται στην αγορά με την επισήμανση ότι είναι συμβατές με τον οργανισμό Continua (Continua certified). Ένα βασικό πρότυπο στο οποίο στηρίζεται η δράση Continua είναι το πρότυπο επικοινωνίας και μετάδοσης πληροφορίας από ιατρικές συσκευές IEEE 11073 [11], [12], [26], [27], [28].

Η επιρροή της Continua είναι πλέον ιδιαίτερα σημαίνουσα στις πλατφόρμες Τηλεϋγείας ή και Τηλεφροντίδας. Από αυτό το σημείο, μπορούμε να αναφέρουμε ότι τόσο οι κατευθύνσεις της Continua όσο και το πρότυπο IEEE 11073 θα ληφθούν υπόψη κατά τη σχεδίαση της πλατφόρμας που θα υλοποιηθεί, εφαρμοστεί και αξιολογηθεί στα πλαίσια της παρούσας διατριβής.

Η Continua Health Alliance προτείνει μια πλήρη αρχιτεκτονική που αρχίζει από τον ορισμό της σχετικής τοπολογίας και της οποίας τα συστατικά αναλύει και προτείνει πρότυπα διαλειτουργικότητας για το καθένα. Η βασική τοπολογία μπορεί να αποδοθεί στο Σχήμα 2, όπου ισχύει η ακόλουθη ονοματολογία:

- Ο όρος IF (Interface) δηλώνει τη διεπαφή μεταξύ συσκευών
- Ο όρος LAN (Local Area Network) αντιστοιχεί σε δίκτυο τοπικής περιοχής
- Ο όρος PAN (Personal Area Network) αντιστοιχεί σε προσωπικό δίκτυο υπολογιστών
- Ο όρος WAN (Wide Area Network) αντιστοιχεί σε δίκτυο ευρείας περιοχής
- Ο όρος HRN (Health Record Network) αντιστοιχεί στο ανώτερο κομμάτι του δικτύου στο οποίο δρομολογείται η καταχώρηση της πληροφορίας (συνήθως καταλήγει σε έναν ή περισσότερους εξυπηρετητές με αυξημένη υπολογιστική ικανότητα).



Σχήμα 2 Βασική Τοπολογία κατά Continua

2.2 Ιατρικά πληροφοριακά συστήματα

2.2.1 Το πρότυπο Health Level 7 (HL7)

2.2.1.1 Ο Οργανισμός Health Level Seven (HL7)

Το πρότυπο HL7 πηγάζει από τον οργανισμό Health Level Seven, έναν μη κερδοσκοπικό οργανισμό που ιδρύθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής το 1987 [13], [14]. Αποστολή του οργανισμού Health Level 7 (HL7) αποτελεί η δημιουργία παγκοσμίως αναγνωρισμένων προτύπων ανταλλαγής Ιατρικών δεδομένων που αφορούν στην κλινική φροντίδα των ασθενών και στην διαχείριση, οργάνωση, αξιολόγηση και επέκταση των υπηρεσιών Ιατρικής Φροντίδας.

Ο οργανισμός HL7 είναι εκ των βασικών παγκόσμιων φορέων διασφάλισης της **διαλειτουργικότητας** μεταξύ των συστημάτων παροχής υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Ιατρικής Φροντίδας. Αριθμεί πολυποίκιλα μέλη σε περισσότερες από 55 χώρες μεταξύ των οποίων δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς Υγείας, εταιρείες παροχής Ιατρικού λογισμικού, εταιρείες παροχής Ιατρικού εξοπλισμού και ασφαλιστικούς φορείς. Είναι δεδομένο άλλωστε ότι ο χώρος της Υγείας περιλαμβάνει αρκετούς ενδιαφερόμενους φορείς, καθιστώντας απαραίτητη τη χρήση προτύπων και αντίστοιχων αρχιτεκτονικών κατευθύνσεων ώστε να επιτευχθεί η διαλειτουργικότητα σε ένα ενοποιημένο σύστημα Ηλεκτρονικής Υγείας στο οποίο θα συμμετέχουν οι εμπλεκόμενοι φορείς, ο καθένας με το δικό του ρόλο.

2.2.1.2 Το πρότυπο HL7, έκδοση 2

Η έκδοση 2 του προτύπου HL7 (**HL7 V2**) αποτελεί το πλέον χρησιμοποιούμενο πρότυπο διαλειτουργικότητας συστημάτων Ηλεκτρονικής Υγείας και Φροντίδας (healthcare interoperability standard). Μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, χρησιμοποιείται σε περισσότερα από το 90% των νοσοκομειακών συστημάτων [15].

Το HL7 V2 βρίσκεται υπό συνεχή ανάπτυξη εδώ και πάνω από 25 χρόνια. Εισήχθηκε το 1988, ένα χρόνο μετά την πρώτη εμφάνιση του HL7 προτύπου (έκδοση 1.0). Η τελευταία προς το παρόν έκδοση του HL7 V2 είναι η 2.7, η οποία εγκρίθηκε ως πρότυπο ANSI το 2011. Καθ' όλη αυτή τη μακρά περίοδο ανάπτυξης, το πεδίο εφαρμογής του HL7 V2 έχει εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό, όμως πολλά βασικά χαρακτηριστικά του καθώς και αρχές υλοποίησης έχουν μείνει αναλλοίωτα με το πέρασμα του χρόνου. Μία από τις βασικές αρχές του HL7 V2 είναι η διασφάλιση του ότι τα μηνύματα που έχουν δημιουργηθεί βάσει παλαιότερων εκδόσεων συνεχίζουν

να είναι έγκυρα σε περιβάλλοντα που έχουν εφαρμόσει νεότερες εκδόσεις του προτύπου, οι οποίες έχουν σχεδιαστικά προσθετικά των προηγούμενων (**backward compatibility**). Παραδείγματος χάριν, μια εφαρμογή που αποκωδικοποιεί μηνύματα HL7 v2.5 είναι ικανή να αποκωδικοποιήσει και μηνύματα τύπου HL7 v2.4 (όχι όμως και HL7 v2.6 προφανώς). Σημειώνεται πάντως ότι παλαιότερες εκδόσεις του HL7 V2 χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό ακόμα καθώς:

1. Υπάρχει μικρό όφελος επένδυσης (Return on investment) από την αντικατάσταση μιας λειτουργικής διεπαφής με μια καινούρια έκδοση.
2. Μια τέτοια αλλαγή επιφέρει ρίσκο αποτυχίας, που ειδικά σε Συστήματα Υγείας δεν είναι πάντα εύκολο να παρθεί, καθώς τέτοια συστήματα είναι και πολύπλοκα αλλά και απαιτείται να παραμένουν συνεχώς λειτουργικά χωρίς να υπάρχει η πολυτέλεια χρονικού διαστήματος μη διαθεσιμότητας.

2.2.1.2.1 Σύνταξη μηνυμάτων HL7 V2

Τα μηνύματα HL7 V2 αποτελούνται από τμήματα (segments) σε ορισμένη σειρά (sequence), καθένα από τα οποία περιέχει πεδία τα οποία επίσης έχουν καθορισμένη σειρά. Τα πεδία έχουν καθορισμένους τύπους δεδομένων (data types), οι οποίοι μπορεί να είναι οι ακόλουθοι:

- Απλός τύπος μιας τιμής (π.χ. Text ή Date)
- Σύνθετος τύπος με πολλαπλά συστατικά (components). Κάθε ένα από αυτά τα συστατικά έχει καθορισμένο τύπο δεδομένων, ο οποίος όπως αναφέρθηκε μπορεί να είναι απλός ή σύνθετος, οδηγώντας στη δεύτερη περίπτωση στη δημιουργία υποσυστατικών (subcomponents).

Τα μηνύματα HL7 V2 ανταλλάσσονται κατόπιν **γεγονότων πυροδότησης** (trigger events). Ο **τύπος** του εκάστοτε μηνύματος (message type) αντιστοιχεί στη γενική κατηγορία εντός της οποίας ανήκει. Για παράδειγμα, τα μηνύματα που αφορούν τη διαχείριση των ασθενών τοποθετούνται στην κατηγορία "ADT" (admission, discharge and transfer). Στον ακόλουθο πίνακα, δίνονται παραδείγματα τύπων καθώς και το αντίστοιχο κεφάλαιο των προδιαγραφών HL7 V2 στο οποίο αναλύονται.

Τιμή	Περιγραφή	Κεφάλαιο HL7 V2
ACK	Γενικό μήνυμα επιβεβαίωσης	2
ADT	Μήνυμα σχετικό με τη διαχείριση των ασθενών	3
ORM	Μήνυμα παραγγελίας (order)	4
ORU	Αυτόκλητο μήνυμα που περιέχει τιμή μέτρησης / παρατήρησης	7

Πίνακας 1 Παραδείγματα τύπων μηνυμάτων HL7 V2

Τα γεγονότα πυροδότησης είναι αυτά που προκαλούν την δημιουργία ενός μηνύματος και εντάσσονται πάντα σε ένα τύπο μηνύματος. Για παράδειγμα, κάποια γεγονότα πυροδότησης που αντιστοιχούν στον τύπο μηνύματος **ADT** παρατίθενται στη συνέχεια.

Τιμή	Περιγραφή
A01	Ειδοποίηση για εισαγωγή ή επίσκεψη ασθενούς
A02	Μεταφορά ασθενούς
A03	Τέλος νοσηλείας ή επίσκεψης
A04	Καταχώρηση νέου ασθενούς στο σύστημα

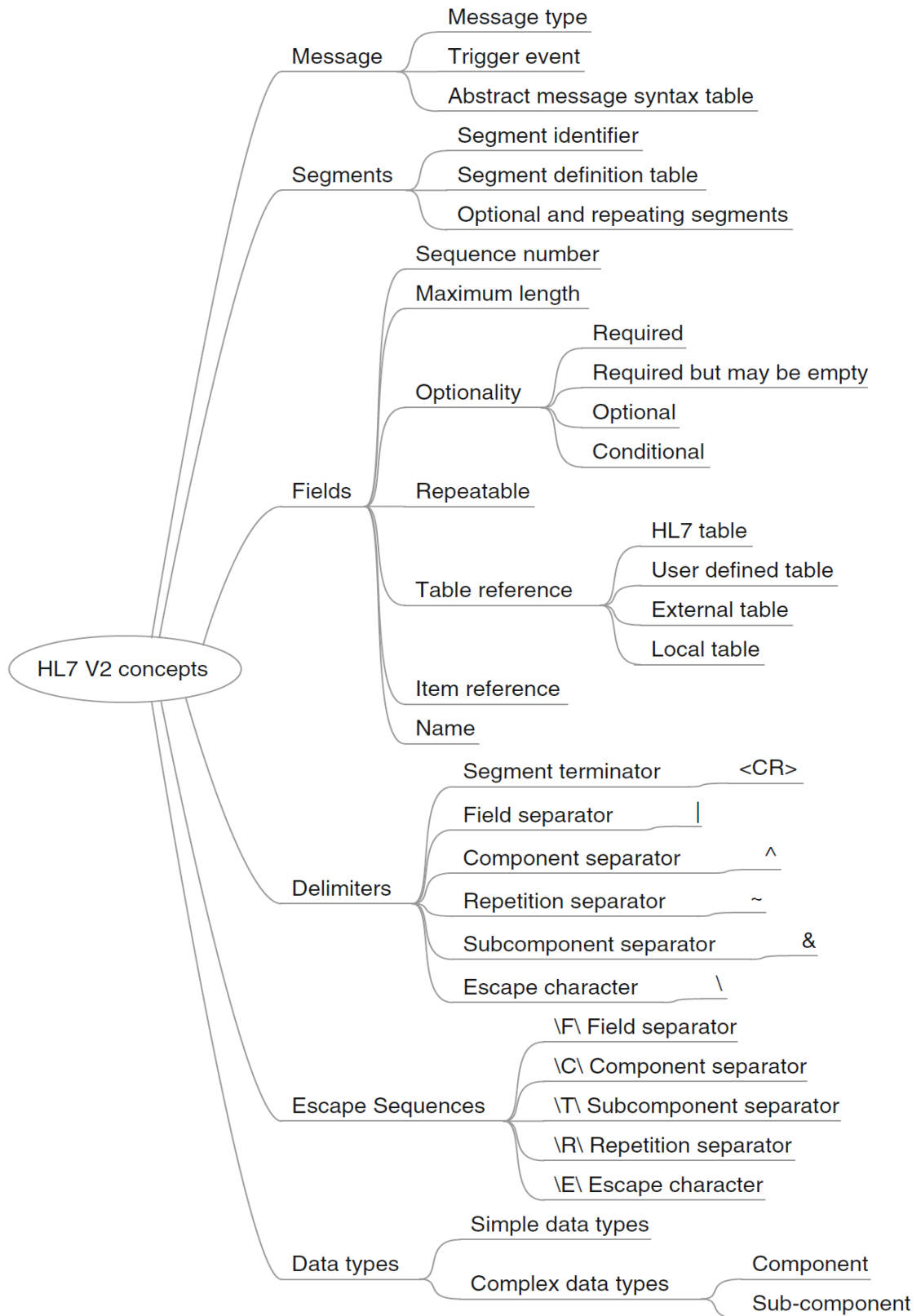
Πίνακας 2 Παραδείγματα γεγονότων πυροδότησης με τύπο μηνύματος ADT

Το πλήρες όνομα μηνύματος καθορίζεται από τον συνδυασμό του τύπου μηνύματος και του γεγονότος πυροδότησης. Για παράδειγμα, ένα πλήρες όνομα μηνύματος είναι **ADT^A01**, όπου ο χαρακτήρας "^" λειτουργεί σαν χαρακτήρας διαχωρισμού των συστατικών ενός πεδίου. Οι χαρακτήρες οριοθέτησης (delimiters), σαν τον "^" που προαναφέρθηκε, έχουν κομβική σημασία για το πρότυπο HL7 V2 αφού είναι αυτοί που διαχωρίζουν το όλο μήνυμα σε επιμέρους στοιχεία. Κάθε βιβλιοθήκη λογισμικού που δημιουργεί ή αναλύει συντακτικά ένα μήνυμα HL7 V2 οφείλει να χρησιμοποιήσει τους χαρακτήρες οριοθέτησης για την ορθή δημιουργία ή αποκωδικοποίηση αντίστοιχα της πληροφορίας. Στον επόμενο πίνακα, δίνονται οι χαρακτήρες οριοθέτησης και η χρήση τους εντός του προτύπου.

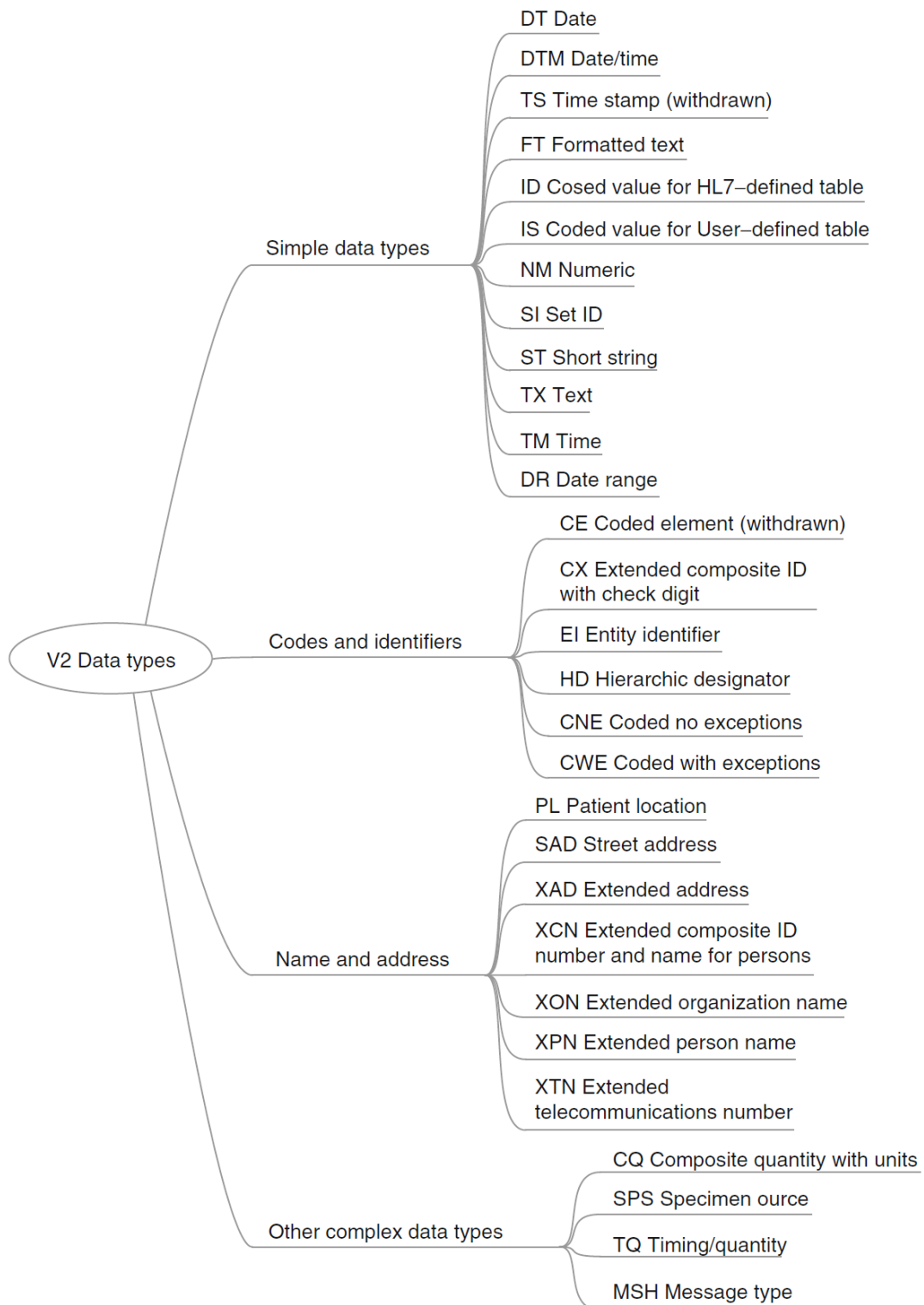
Χαρακτήρας	Χρήση
	Διαχωριστής πεδίων (fields)
^	Διαχωριστής συστατικών (Components)
~	Διαχωριστής επαναλήψεων
\	Χαρακτήρας διαφυγής
&	Διαχωριστής υποσυστατικών (Subcomponent)
<CR> (carriage return)	Τερματισμός τμημάτων (segments)

Πίνακας 3 Χαρακτήρες οριοθέτησης του προτύπου HL7 V2

Συνοψίζοντας και επεκτείνοντας τα ανωτέρω, το Σχήμα 3 περιγράφει τα βασικά στοιχεία του HL7 V2, απαραίτητα για την εισαγωγική κατανόηση του προτύπου, ενώ το Σχήμα 4 παρουσιάζει τους τύπους δεδομένων (data types) που υποστηρίζονται από το πρότυπο. Στη συνέχεια της διατριβής, θα γίνει λεπτομερέστερη αναφορά στο πως παραμετροποιήθηκε το πρότυπο HL7 ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι της εργασίας.



Σχήμα 3 Βασικές Αρχές HL7 Version 2



Σχήμα 4 Τύποι δεδομένων HL7 Version 2

2.2.1.3 Το πρότυπο HL7, έκδοση 3

Η έκδοση 3 του HL7 (**HL7 V3**) άρχισε να αναπτύσσεται το 1995 και παραδόθηκε ως πρότυπο για πρώτη φορά το 2005. Σε αντίθεση με την έκδοση 2, είναι βασισμένη σε αντικειμενοστραφείς αρχές ενώ περιορίζει την "ευελιξία" της έκδοσης 2 θέτοντας σαφώς πιο περιορισμένα όρια στην εκάστοτε υλοποίηση που ανταλλάσει μηνύματα HL7.

Το κυριότερο συστατικό αυτής της έκδοσης, δείγμα της αντικειμενοστρέφειας που τη χαρακτηρίζει, είναι το μοντέλο RIM (Reference Information Model) [16]. Το μοντέλο RIM περιγράφει τις κλάσεις που ανήκουν στο RIM και μπορούν να αναπαραστήσουν το σύνολο των μηνυμάτων HL7 V3, τις σχέσεις μεταξύ τους, το μοντέλο καταστάσεων και τα πεδία της εκάστοτε κλάσης. Μάλιστα, για λόγους ομοιόμορφης σχεδίασης, υπάρχουν βασικά πεδία που απαντώνται στις περισσότερες κλάσεις του RMI, με πιο χαρακτηριστικά τα παρακάτω:

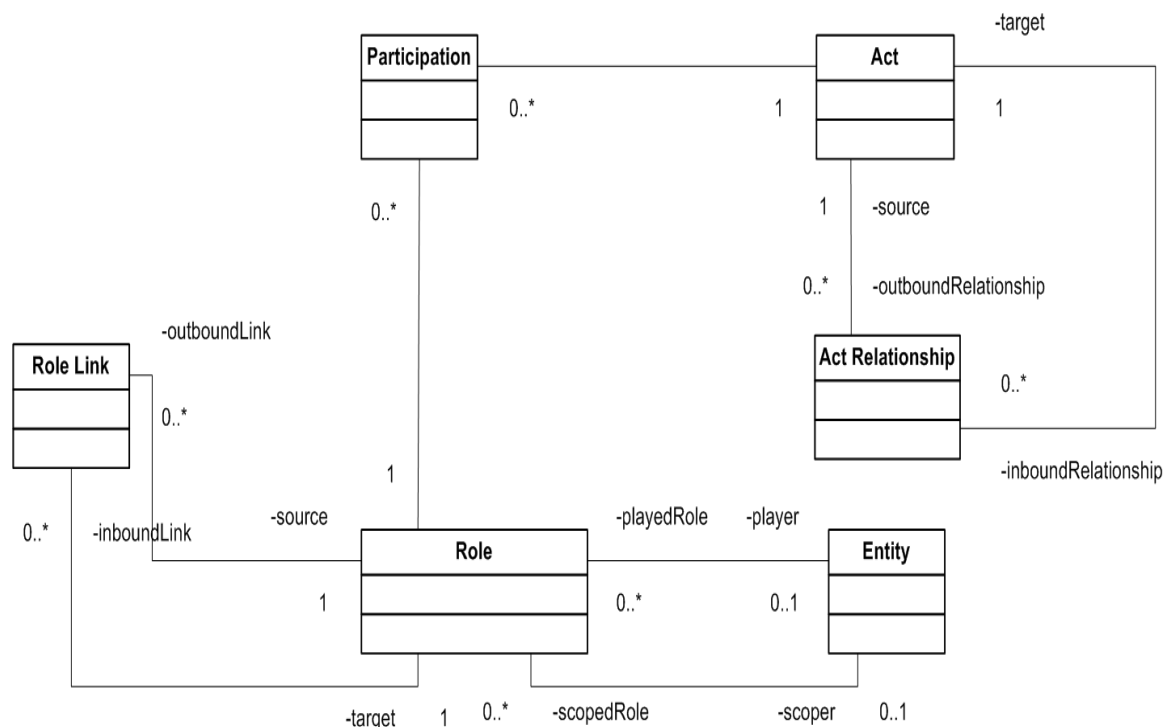
- Το πεδίο *id*, που λειτουργεί ως ταυτοποιητικό του κάθε αντικειμένου και είναι τύπου Π (instance identifier). Το πεδίο χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει μοναδικά ανθρώπους, οργανισμούς, πράγματα ή και αντικείμενα πληροφορίας.
- Το πεδίο *classCode*, το οποίο εξειδικεύει την κλάση και παίρνει τιμές βάσει των ορισμών του HL7 V3.
- Το πεδίο *code*, που συνήθως παίρνει τις τιμές του βάσει εξωτερικού του HL7 σχήματος κωδικοποίησης. Ένα παράδειγμα τέτοιου σχήματος είναι το SNOMED CT το οποίο αποτελεί σχήμα κωδικοποίησης κλινικών όρων και θα παρουσιαστεί στη συνέχεια της παρούσας εργασίας. Το πεδίο *code* παρέχει ένα επιπλέον επίπεδο εξειδίκευσης για μια συγκεκριμένη τιμή *classCode*.
- Το πεδίο *statusCode*, του οποίου η τιμή παριστά την τρέχουσα κατάσταση του αντικειμένου σε αντιστοιχία με το μοντέλο καταστάσεων της κάθε κλάσης.

Οι βασικές κλάσεις - οντότητες του RIM είναι οι ακόλουθες:

- Act: Οποιαδήποτε ενέργεια καταγράφεται στο σύστημα Ιατρικής Φροντίδας ανήκει στην κλάση Act. Προφανώς, το εύρος ενεργειών που καλύπτει αυτή η κλάση είναι τεράστιο με παραδείγματα όπως:
 - Γεγονότα, π.χ. ιατρικές επισκέψεις, ραντεβού
 - Παρατηρήσεις, π.χ. διαγνώσεις, ευρήματα εξετάσεων

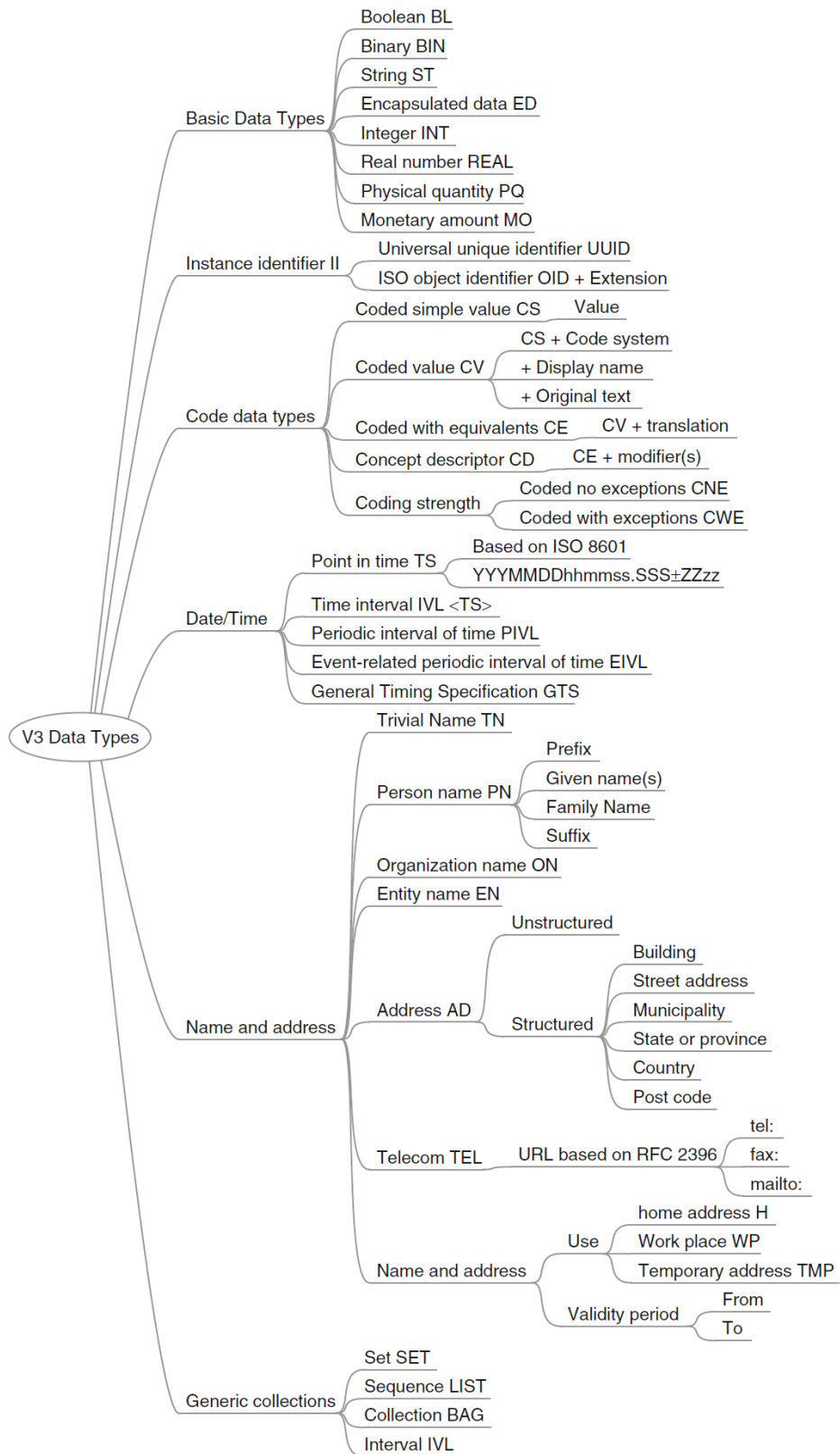
- Ειδοποιήσεις, π.χ. συγκαταθέσεις, συναγερμούς (alarms)
- Ενέργειες σχετικές με τη γραφειοκρατία ή την οικονομική διεκπεραίωση ιατρικών υποθέσεων
- Participation: Αποδίδει τους συμμετέχοντες σε μια ενέργεια (Act)
- Entity: Αναπαριστά τις οντότητες (φυσικές ή όχι). Μια οντότητα μπορεί να είναι ένας άνθρωπος, μια ομάδα επαγγελματιών της Υγείας, ένας οργανισμός κ.λπ.
- Role: Περιγράφει τους ρόλους με τους οποίους συμμετέχουν οι οντότητες (entities) σε μια ενέργεια (Act)
- ActRelationship: Αναπαριστά τη σχέση μεταξύ διαφορετικών ενεργειών (Acts)
- RoleLink: Αναπαριστά τη σχέση μεταξύ διαφορετικών ρόλων (Roles)

Στο Σχήμα 5 απεικονίζεται το διάγραμμα κλάσεων των ανωτέρω έξι βασικών κλάσεων του μοντέλου RMI.



Σχήμα 5 Διάγραμμα κύριων κλάσεων του μοντέλου RMI

Τέλος, στο Σχήμα 6 παρατίθενται οι τύποι δεδομένων του HL7 V3 (υπενθυμίζεται ότι οι τύποι δεδομένων του HL7 V2 είναι διαθέσιμοι στο Σχήμα 4.)



Σχήμα 6 Τύποι δεδομένων HL7 Version 3

2.2.2 Κωδικοποίηση ιατρικής πληροφορίας

Η καθημερινά ανταλλασσόμενη ιατρική πληροφορία είναι τεράστια σε όγκο και χαρακτηρίζεται από ποικιλότητα [18], [19]. Παράλληλα, είναι υπαρκτό το φαινόμενο χρήσης διαφορετικής ιατρικής ορολογίας από οργανισμό σε οργανισμό. Οι ανωτέρω διαπιστώσεις δυσχεραίνουν την ομοιόμορφη καταγραφή και ανάλυση της ιατρικής πληροφορίας ενώ αποτελούν τροχοπέδη για την εύκολη και αποδοτική ολοκλήρωση (integration) ιατρικών συστημάτων. Για αυτούς τους λόγους, έχουν αναπτυχθεί σχήματα κωδικοποίησης (coding schemes) της ιατρικής πληροφορίας ώστε η ανταλλασσόμενη πληροφορία να είναι τυποποιημένη, διευκολύνοντας την επικοινωνία των συστημάτων ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας και δρώντας επικουρικά ως προς την επίτευξη σημασιολογικής ολοκλήρωσης (semantic integration).

Η κωδικοποίηση των δεδομένων της ιατρικής πληροφορίας συμβάλλει κυρίως στα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- στην αναβάθμιση της ποιότητας της πληροφορίας που καταγράφεται και ανταλλάσσεται
- στην τυποποίηση της πληροφορίας, κάτι που σημαίνει μείωση λαθών, αύξηση αξιοπιστίας, ενίσχυση της συγκρισιμότητας και αποτελεσματική ολοκλήρωση μεταξύ των ιατρικών συστημάτων. Η τυποποίηση της πληροφορίας μπορεί εν γένει να αναγνωριστεί ως βασικός άξονας για την βέλτιστη αξιοποίησή της
- στην δυνατότητα παραγωγής αυτοματοποιημένων αναφορών (reports) από τα οποία μπορεί να εξαχθεί χρήσιμη αναλυτική πληροφορία τόσο για τους επαγγελματίες της υγείας (π.χ. ιατρικό προσωπικό νοσοκομείων) όσο και για αυτούς που είναι υπεύθυνοι για τα διοικητικά θέματα και την οργάνωση του τομέα παροχής ιατρικής φροντίδας. Η χρήση τυποποιημένων κωδικών και όχι αυθαίρετου κειμένου είναι σαφώς βοηθητική ως προς την κατεύθυνση εφαρμογής κανόνων επιχειρηματικής ευφυΐας (Business Intelligence) σε οποιοδήποτε οργανισμό και ως προς την αξιοποίηση έτοιμων πακέτων λογισμικού που δύνανται να εκτελέσουν έξυπνα ερωτήματα (intelligent queries) πάνω στο σύνολο των διαθέσιμων δεδομένων.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου, θα παρουσιαστούν τα τρέχοντα κύρια σχήματα κωδικοποίησης και ονοματολογίας της ιατρικής πληροφορίας, τα οποία έχουν δημιουργηθεί από έναν ή περισσότερους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας μετά από πολυετή συστηματική καταγραφή και στατιστική ανάλυση ολόκληρου του κύκλου ζωής των ιατρικών συμβάντων.

2.2.2.1 ICD

Το σύστημα ονοματολογίας **ICD** (International Classification of Diseases) χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση ασθενειών και άλλων προβλημάτων υγείας [20]. Το σύστημα αναπτύσσεται και συντηρείται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας και η χρήση επιτρέπει, μεταξύ άλλων, την παραγωγή συγκεντρωτικών αναφορών από τις χώρες-μέλη του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας σχετικά με τους παράγοντες νοσηρότητας (morbidity) και θνησιμότητας (mortality). Τα στατιστικά αποτελέσματα που μπορεί να εξάγει μια χώρα με τη χρήση του ICD μπορούν να καταδείξουν τους κύριους και τους λιγότερο επιβαρυντικούς παράγοντες για το εκάστοτε σύστημα υγείας, κάτι που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ορθή ανακατανομή των ανθρώπινων ή υλικών πόρων εντός του εθνικού συστήματος υγείας.

Η τρέχουσα παραγωγική έκδοση του ICD είναι η έκδοση 10, ενώ η έκδοση 11 βρίσκεται ήδη υπό ανάπτυξη και αναμένεται να ολοκληρωθεί εντός του 2015. Το σύστημα ICD είναι διαθέσιμο σε πληθώρα γλωσσικών εκδόσεων, με την μετάφραση να έχει πραγματοποιηθεί είτε από τον ίδιο τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας είτε από εθνικούς φορείς. Στην Ελλάδα είναι διαθέσιμο το "Εγχειρίδιο Οδηγιών χρήσης της Διεθνούς Ταξινόμησης Νόσων και Συναφών Προβλημάτων Υγείας ICD-10" του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας και αποτελεί τη μετάφραση και προσαρμογή στην ελληνική γλώσσα του Τόμου 2 της έκδοσης ICD-10 2008. Το εγχειρίδιο εκπονήθηκε από την Εθνική Σχολή Δημόσιας Υγείας και είναι διαθέσιμο στον ιστότοπο του Υπουργείου Υγείας [21].

2.2.2.2 LOINC

Το σύστημα **LOINC** (Logical Observation Identifiers Names and Codes) αναπτύχθηκε από το Ινστιτούτο Regenstrief το 1994 και αποτελεί μια βάση δεδομένων που στοχεύει να περιέχει κωδικούς και τυπικά ονόματα για κάθε είδους παρατηρήσιμη μέτρηση ή αποτέλεσμα εργαστηριακού ελέγχου [22]. Η βάση δεδομένων επικαιροποιείται ανά τακτά διαστήματα και αυτή τη στιγμή περιέχει 71.000 χιλιάδες εγγραφές, από τις οποίες σχεδόν το 70% αντιστοιχούν σε όρους εργαστηριακών εξετάσεων.

Το τυπικό όνομα (formal name) LOINC κάθε όρου κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας ένα σύνθετο σημασιολογικό μοντέλο που αποτελείται από 6 μέρη τα οποία είναι τα ακόλουθα:

1. Προσδιορισμός της ιατρικής παραμέτρου που μετράται ή παρατηρείται (π.χ. ουρία)
2. Προσδιορισμός της συγκεκριμένης μεταβλητής ελέγχου της εκάστοτε παραμέτρου (π.χ. μάζα, όγκος, συγκέντρωση κ.λπ.)
3. Προσδιορισμός του χρονικού διαστήματος κατά το οποίο έλαβε χώρα η μέτρηση ή παρατήρηση
4. Προσδιορισμός του τρόπου με τον οποίο προέκυψε το μετρούμενο ή παρατηρούμενο δείγμα (π.χ. αιματολογική εξέταση)
5. Προσδιορισμός της κλίμακας μέτρησης (π.χ. mg /dL)
6. Το έκτο μέρος είναι προαιρετικό και αφορά τον προσδιορισμό της μεθόδου με την οποία εκτελέστηκε η μέτρηση ή παρατήρηση. Γενικά, το πεδίο του LOINC που αφορά τη μέθοδο αποκτά αξία κυρίως όταν οι επαγγελματίες της υγείας επιθυμούν να δουν τα αποτελέσματα των κλινικών αναφορών διαχωρισμένα ανά χρησιμοποιηθείσα μεθοδολογία.

Το LOINC μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σχήμα κωδικοποίησης για την ηλεκτρονική ανταλλαγή κλινικών ή εργαστηριακών δεδομένων. Υπάρχει δυνατότητα χρήσης του από πρότυπα ηλεκτρονικής ανταλλαγής κλινικών δεδομένων, μεταξύ των οποίων και το κυρίαρχο HL7.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η βάση δεδομένων είναι δωρεάν διαθέσιμη από τον επίσημο ιστότοπο του LOINC σε διάφορες μορφές, όπως αρχεία κειμένου CSV (comma-separated values) ή βάση δεδομένων Microsoft Access.

2.2.2.3 SNOMED

Το Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (**SNOMED CT** ή απλά **SNOMED**) θεωρείται ως ένα από τα πλέον κατανοητά και διαδεδομένα συστήματα ιατρικής ορολογίας [23]. Το SNOMED αναπτύσσεται και συντηρείται από τον Διεθνή Οργανισμό Ανάπτυξης Προτύπων Ιατρικής Ορολογίας (International Health Terminology Standards Development Organisation - IHTSDO) και χρησιμοποιείται ευρέως για την περιγραφή των ιατρικών εργαστηριακών αποτελεσμάτων (laboratory results).

Το σύστημα SNOMED σχεδιάστηκε με σκοπό τη δημιουργία τυποποιημένης και ποιοτικής ορολογίας και ονοματολογίας έτσι ώστε να υποστηρίζει τη συλλογή, ανάκτηση και ολοκλήρωση των κλινικών δεδομένων καθώς και την ανταλλαγή τους μεταξύ διασυνδεδεμένων ιατρικών συστημάτων [24]. Η κωδικοποίηση SNOMED έχει προταθεί ως υποψήφια για τη δημιουργία τυποποιημένου λεξιλογίου που θα χρησιμοποιείται στους ηλεκτρονικούς ιατρικούς φακέλους των ασθενών.

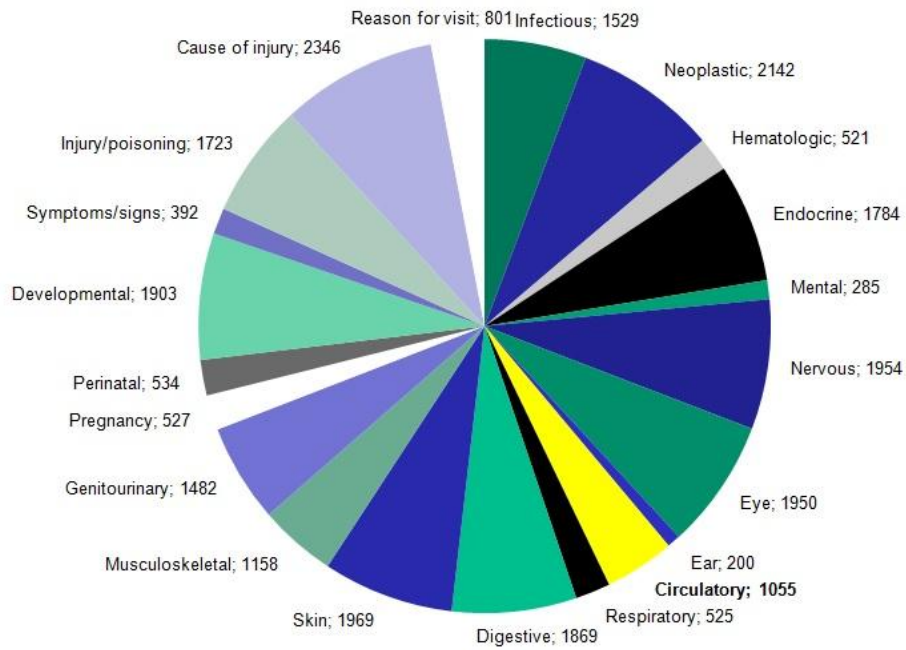
Ήδη έχει διαφανεί ότι η ιατρική ορολογία είναι τεράστια σε όγκο και διαφέρει από οργανισμό σε οργανισμό. Αναγνωρίζοντας αυτή την παραδοχή, έχουν αναπτυχθεί διάφορα σχήματα κωδικοποίησης με σκοπό την δυνατότητα τυποποίησης της ιατρικής πληροφορίας, κάτι που μπορεί να συμβάλλει τα μέγιστα στην αποδοτική λειτουργία ενός ιατρικού συστήματος, την αποφυγή λαθών αλλά και την ομαλή ολοκλήρωση μεταξύ διαφορετικών ιατρικών συστημάτων. Παράλληλα όμως, πρέπει να τονιστεί ότι αν αυτά τα σχήματα ή πρότυπα κωδικοποίησης αναπτύσσονται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο ή αν ο αριθμός τους αυξάνει συνεχώς, τότε η κατάσταση που θα οδηγηθεί η Ιατρική Πληροφορική δεν είναι η βέλτιστη. Αυτό γιατί η ίδια πληροφορία θα υπάρχει σε πάνω από ένα πρότυπα κωδικοποίησης, εκφρασμένη κιόλας πιθανώς με διαφορετικό τρόπο ενώ θα απαιτείται επιπλέον προσπάθεια από τους αναλυτές συστημάτων και τους προγραμματιστές για την επιτυχή ολοκλήρωση (integration) συστημάτων που χρησιμοποιούν διαφορετικά σχήματα κωδικοποίησης.

Το SNOMED προσπαθεί πλέον να αναπτύσσεται λαμβάνοντας υπόψη τις αντίστοιχες αναπτύξεις από πλευράς των υπόλοιπων προτύπων, έτσι ώστε όπου υπάρχει κοινός

τόπος μελέτης, καταγραφής, τυποποίησης και κωδικοποίησης, να υπάρχει ευθυγράμμιση (alignment) μεταξύ τους. Κάτι τέτοιο θα οδηγήσει σε:

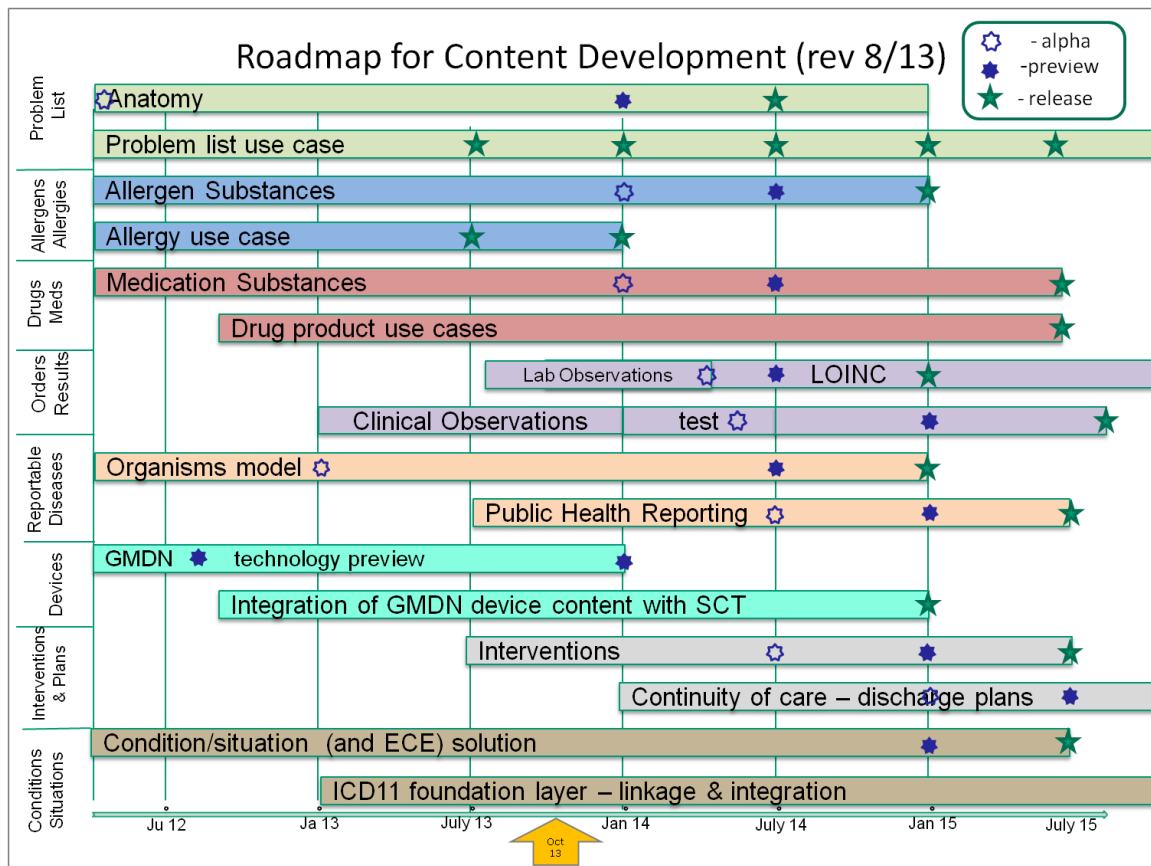
- μείωση της περιττής δουλειάς.
- αύξηση της ποσότητας κοινής και τυποποιημένης πληροφορίας.
- ευκολότερη και αποδοτικότερη ολοκλήρωση των επικοινωνούντων ιατρικών συστημάτων.

Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι η τρέχουσα ανάπτυξη του SNOMED προσπαθεί να ευθυγραμμιστεί με την ανάπτυξη της νέας έκδοσης του συστήματος ICD, η οποία είναι η δοκιμαστική προς το παρόν έκδοση 11 [20]. Ήδη έχει γίνει σύγκριση και συνδυαστική μελέτη με την έκδοση ICD 11 και έχει θεσπιστεί ως προτεραιότητα η ευθυγράμμιση μεταξύ SNOMED - IDC όσον αφορά τις κυκλοφορικές ασθένειες (circulatory diseases). Στο Σχήμα 7 φαίνεται η καταγραφή που έχει γίνει σχετικά με τους τομείς μελέτης του ICD 11 καθώς και ο αριθμός των εννοιών ανά ιατρικό τομέα - κεφάλαιο του ICD 11. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο οργανισμός HL7 ενθαρρύνει τη χρήση του SNOMED και του ICD ως σχημάτων κωδικοποίησης ιατρικής πληροφορίας εντός του προτύπου ανταλλαγής ιατρικών μηνυμάτων HL7 και έχει δώσει μάλιστα και κατευθυντήριες γραμμές για ανάλογες υλοποιήσεις [25].



Σχήμα 7 Αριθμός εννοιών ανά κεφάλαιο του υπό ανάπτυξη συστήματος ICD 11 [23]

Παράλληλα, το τρέχον πλάνο υλοποίησης του SNOMED το οποίο φαίνεται στο Σχήμα 8 περιλαμβάνει και ολοκλήρωση (integration) με το άλλο πρότυπο που ήδη έχει παρουσιαστεί, το LOINC. Η ολοκλήρωση αφορά κυρίως το εργαστηριακό κομμάτι του LOINC.



Σχήμα 8 Πλάνο ανάπτυξης του SNOMED και ολοκλήρωσής του με συναφή πρότυπα. Πηγή [23]

3 Προδιαγραφές ολοκληρωμένου συστήματος απομακρυσμένης παρακολούθησης υγείας και στοιχείων συμπεριφοράς

Στο παρόν κεφάλαιο, θα γίνει αναφορά στις προδιαγραφές της πλατφόρμας τόσο σε τεχνικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο παρεχόμενης υπηρεσίας. Σε επίπεδο υπηρεσίας, οι προδιαγραφές αποτελούν ουσιαστικά ανάλυση των απαιτήσεων των τελικών χρηστών (User Requirements Analysis). Τονίζεται ότι οι απαιτήσεις των χρηστών έχουν προκύψει με πολύτιμη συνδρομή από τα συμμετέχοντα κέντρα υγείας (health centers) ή κοινωνικές υπηρεσίες (social services) στο Ερευνητικό Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα inCASA [29][30][31], το οποίο αποτελεί πηγή έμπνευσης για την παρούσα διατριβή αλλά και προσφέρει τη δυνατότητα Πιλοτικής αξιολόγησης (Pilot evaluation) της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής καθώς και υπηρεσίας.

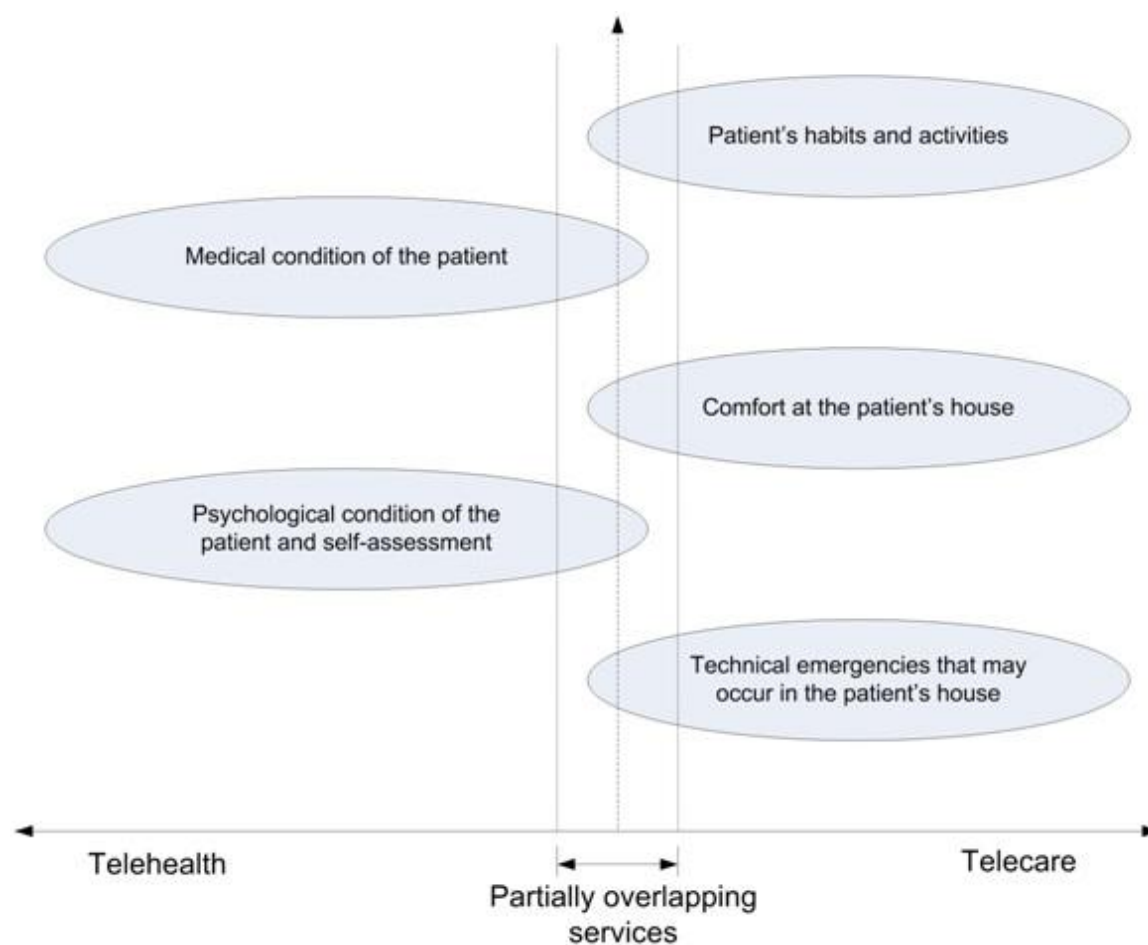
3.1 Ανάλυση απαιτήσεων

Σε γενικό επίπεδο, η παρεχόμενη υπηρεσία πρέπει να καλύπτει τους κάτωθι τομείς:

1. Συνεχής έλεγχος ιατρικής κατάστασης ασθενούς.
2. Παράλληλη παρακολούθηση και της συναισθηματικής κατάστασης του ασθενούς και παροχή δυνατότητας συμπλήρωσης ειδικών ερωτηματολογίων αυτοαξιολόγησης της κατάστασης, από πλευράς ασθενούς.
3. Ανάλυση στοιχείων συμπεριφοράς και συνηθειών των ασθενών (user habits analysis).
4. Έλεγχος ομαλών συνθηκών στην οικία, ώστε να εξασφαλίζεται η διαβίωση του ασθενούς σε ένα περιβάλλον με όσο το δυνατόν καλύτερες και φιλικές προς αυτόν συνθήκες (home comfort). Για παράδειγμα, έλεγχος της θερμοκρασίας δωματίου ή και της περιβάλλουσας υγρασίας.

5. Έλεγχος για επείγοντα περιστατικά τεχνικής φύσεως, π.χ. πλημμύρα ή φωτιά μέσω των αντίστοιχων αισθητήρων που προορίζονται για ενημέρωση επικίνδυνης κατάστασης, χωρίς να αποστέλλουν καμία τιμή μέτρησης καθ' όσον η μετρούμενη παράμετρος είναι εντός των αποδεκτών ορίων.

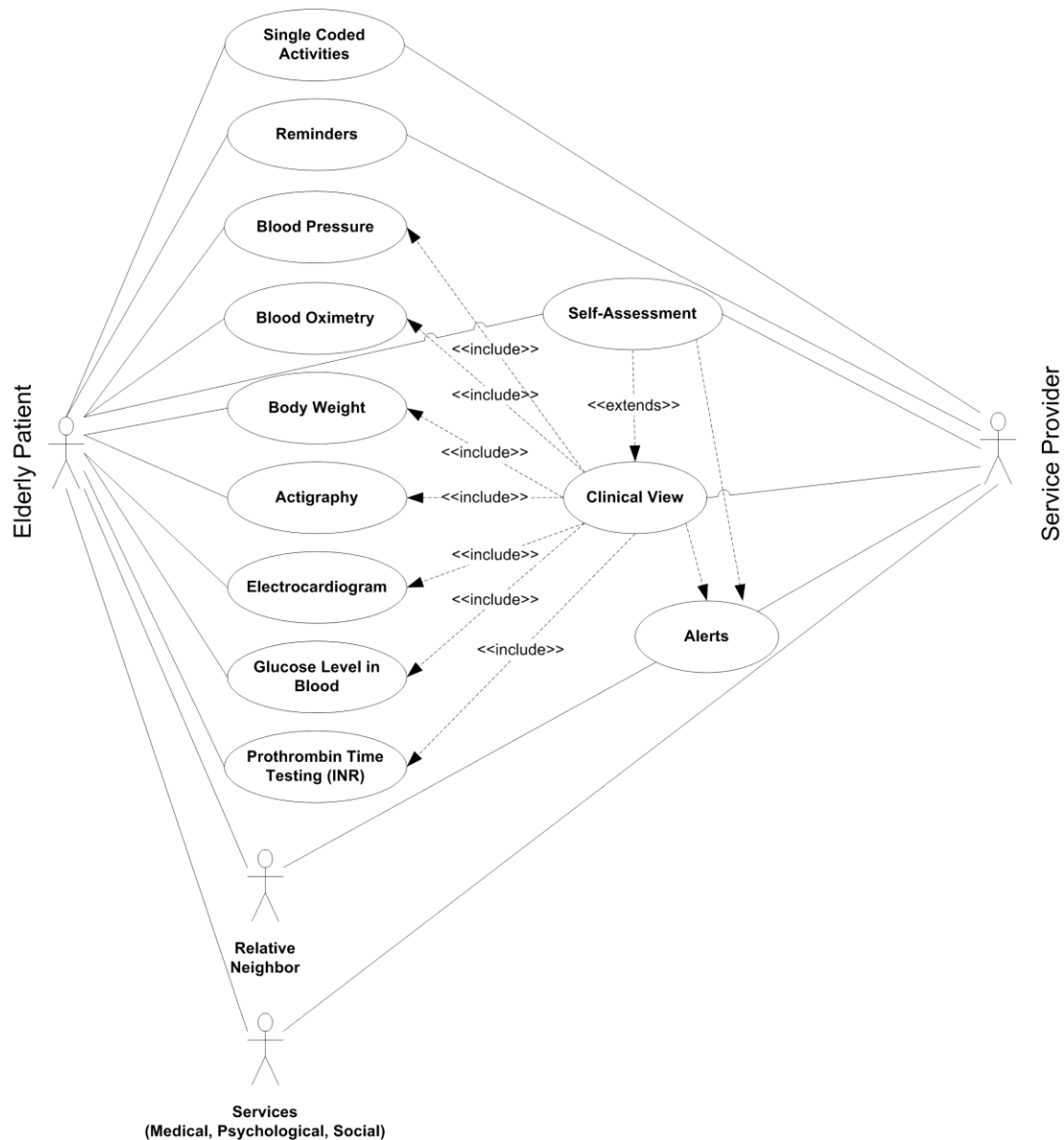
Οι παραπάνω απαιτήσεις απεικονίζονται στο Σχήμα 9, όπου προσδιορίζονται και οι τομείς της Τηλευγείας και Τηλεβοήθειας καθώς και οι επικαλύψεις τους.



Σχήμα 9 Αναπαράσταση βασικών στόχων της ολοκληρωμένης υπηρεσίας Τηλευγείας - Τηλεφροντίδας

Το σύνολο των παραμέτρων Τηλευγείας που πρέπει η πλατφόρμα να υποστηρίξει φαίνεται στο Σχήμα 10. Πρέπει να τονιστεί ότι όλες προφανώς οι μετρήσεις που εκτελούνται από τον ασθενή στο σπίτι του με τη χρήση των ειδικών συσκευών Τηλευγείας πρέπει να είναι διαθέσιμες στον πάροχο υπηρεσίας (Service Provider), όπου και θα έχουν πρόσβαση στην αντίστοιχη γραφική διεπαφή χρήστη οι διάφοροι επαγγελματίες του συνδυαστικού συστήματος (γιατροί, νοσηλευτές, ψυχολόγοι, κοινωνικοί λειτουργοί). Οι διάφοροι ρόλοι - ειδικότητες πρέπει να έχουν διαφορετική πρόσβαση στα δεδομένα, οπότε κατά την ασφαλή είσοδο του κάθε επαγγελματία από

τις ανωτέρω ειδικότητες στη διεπαφή χρήστη όπου είναι διαθέσιμα τα δεδομένα της πλατφόρμας και των ασθενών, ζητείται η εφαρμογή Ελέγχου Πρόσβασης βασισμένη σε Ρόλους (Role-Based Access Control - RBAC). Παράλληλα, γίνεται σαφής η απαίτηση για δημιουργία ειδοποιήσεων (alerts) σε περίπτωση κλινικών μετρήσεων εκτός των κανονικών ορίων (out of thresholds). Η παραγωγή των ειδοποιήσεων πρέπει να γίνει μετά από προσωποποιημένο υπολογισμό, αφού τα όρια ζητείται να τίθενται στην εφαρμογή από τους επαγγελματίες υγείας ανά περίπτωση ασθενούς. Αυτό σημαίνει με απλούστερα λόγια, ότι ένας γιατρός επιθυμεί να μπορεί να θέτει αποδεκτά όρια για μια παράμετρο (π.χ. συστολική πίεση) ανά ασθενή, λαμβάνοντας υπόψη το ιδιαίτερο ιατρικό ιστορικό και τη φύση της πάθησής του.



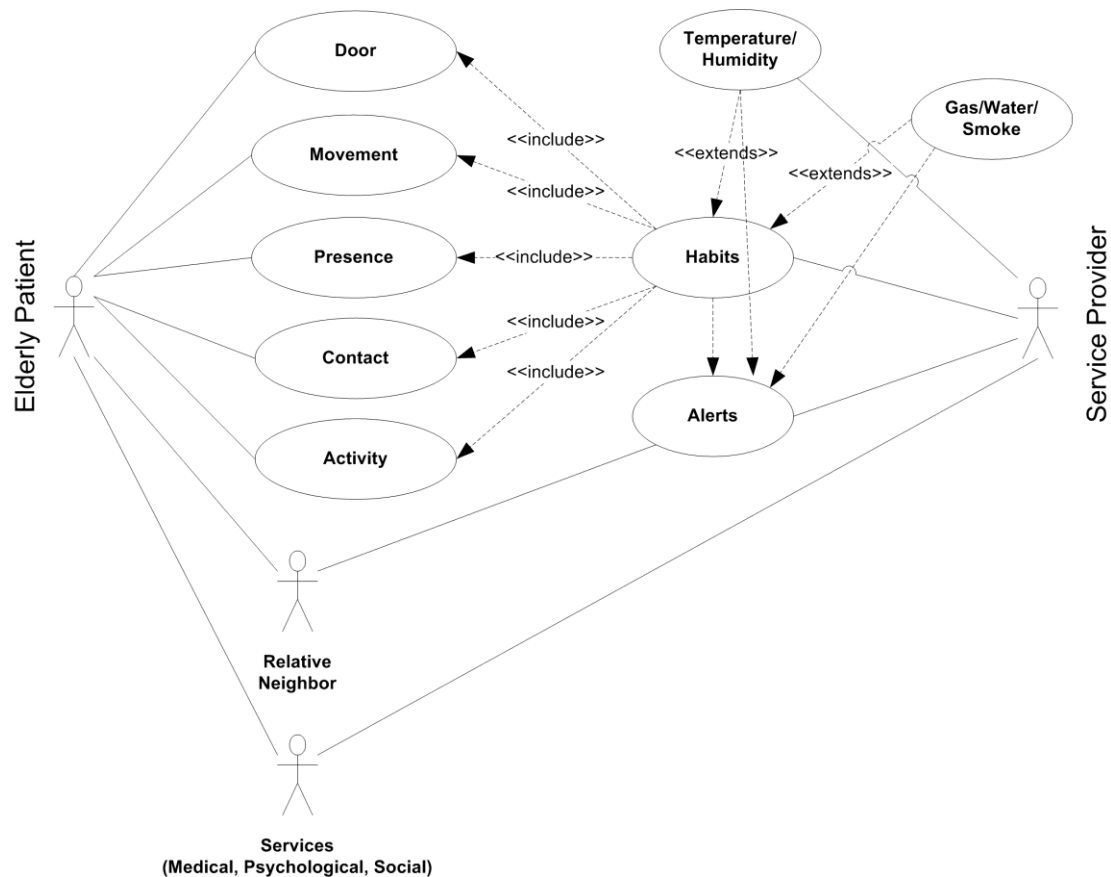
Σχήμα 10 Περιπτώσεις Χρήσης (Use Cases) Τηλευγείας

Όσον αφορά τον τομέα της Τηλεφροντίδας (Telecare), οι περιπτώσεις χρήσεις μπορούν να συνοψιστούν στο διάγραμμα που παρατίθεται στο Σχήμα 11. Και σε αυτόν τον τομέα, βασικό απαιτούμενο συστατικό της πλατφόρμας είναι η ικανότητα παραγωγής ειδοποιήσεων (alerts). Θα πρέπει να γίνει διάκριση των ειδοποιήσεων σε αυτή την περίπτωση ως εξής:

1. Υπάρχουν ειδοποιήσεις που παράγονται ύστερα από ευφυή ανάλυση των συνηθειών του ασθενούς από την πλατφόρμα. Αυτό γίνεται εφικτό ως εξής
 - a. Οι συνήθειες ενός ασθενούς καταγράφονται για ικανό αρχικό διάστημα (π.χ. δύο εβδομάδες) και από τα δεδομένα που έχουν

αποθηκευτεί, δημιουργείται το προσωποποιημένο προφίλ συμπεριφοράς του ασθενούς. Για παράδειγμα, πόσες ώρες κάθεται στην καρέκλα του ημερησίως (προφίλ καθιστικής ζωής).

- b. Στην επόμενη φάση της παρακολούθησης, γίνεται έλεγχος των νέων στοιχείων συμπεριφοράς που καταφθάνουν στην πλατφόρμα τα οποία και συγκρίνονται με το αποθηκευμένο προφίλ του ασθενούς. Σε περίπτωση που η μετρήσιμη διαφορά στα στοιχεία συμπεριφοράς ξεπερνά τα παραμετροποιήσιμα αποδεκτά όρια, τότε παράγεται ειδοποίηση την οποία και πρέπει να χειριστούν οι επαγγελματίες που παρακολουθούν τον ασθενή.
2. Υπάρχουν ειδοποιήσεις που πρέπει να παράγονται σε πραγματικό χρόνο (real time) και χωρίς την ανάγκη ευφυούς ανάλυσης και σύγκρισης με παλαιότερα αποθηκευμένα δεδομένα από την πλατφόρμα. Αφορούν κυρίως καταστάσεις οι οποίες είναι δυνητικά επικίνδυνες για όσους βρίσκονται στο περιβάλλον της οικίας στην οποία είναι τοποθετημένες οι αντίστοιχοι αισθητήρες. Τέτοιες ειδοποιήσεις θα μπορούσαν να παραχθούν σε περιπτώσεις διαρροής νερού, αερίου ή και καπνού, κατά τις οποίες ο αντίστοιχος αισθητήρας εκπέμπει σχετικό σήμα. Σε αυτές τις συνθήκες, το βασικό ζητούμενο είναι η έγκαιρη δημιουργία της ειδοποίησης.



Σχήμα 11 Περιπτώσεις Χρήσης (Use Cases) Τηλεφροντίδας

3.1.1 Προδιαγραφές διαχείρισης ιατρικών δεδομένων

Εξειδικεύοντας τις ανωτέρω γενικές προδιαγραφές, στην παρούσα ενότητα θα αναλυθούν οι απαιτήσεις των επαγγελματιών της Υγείας αναφορικά με τη διαχείριση των ιατρικών δεδομένων των υπό παρακολούθηση ασθενών. Η ανάλυση βασίζεται στις απαιτήσεις που συγκεντρώθηκαν από την συνεργαζόμενη ιατρική ομάδα του Κωνσταντοπούλειου Γενικού Νοσοκομείου Νέας Ιωνίας [32]. Το εν λόγω νοσοκομείο είναι αυτό το οποίο φρόντισε να γίνει πραγματικότητα η παρακολούθηση ασθενών μέσω της πλατφόρμας που παρουσιάζεται στην παρούσα διατριβή, δίνοντας την ευκαιρία Πιλοτικής εφαρμογής της προτεινόμενης υπηρεσίας και στην Ελλάδα. Σημειώνεται ότι τα αποτελέσματα της Πιλοτικής εφαρμογής θα παρουσιαστούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Πρώτο από όλα, σημειώνεται ότι ως ομάδα στόχος της μελέτης επιλέχθηκαν ασθενείς που υποφέρουν από χρόνια συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια. Ως άμεσο

επακόλουθο της προαναφερθείσας απόφασης, τέθηκε ως συντονιστής της Πιλοτικής εφαρμογής της υπηρεσίας στην Ελλάδα η Καρδιολογική Κλινική του Κωνσταντοπούλειου Γενικού Νοσοκομείου Νέας Ιωνίας. Η επιλογή συγκεκριμένης ομάδας στόχου επιτρέπει τη διενέργεια στοχευμένης μελέτης που λαμβάνει υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ομάδας. Με αυτόν τον τρόπο, αυξάνεται η αξιοπιστία των συμπερασμάτων που θα εξαχθούν ύστερα από την εφαρμογή της υπηρεσίας λόγω του υψηλού βαθμού ομοιογένειας του δείγματος ασθενών. Τονίζεται βέβαια από αυτό το σημείο, και όπως θα διαφανεί και στη συνέχεια, ότι η προτεινόμενη αρχιτεκτονική ακολουθεί αρχές σχεδίασης που στοχεύουν να υποστηρίξουν όχι μια συγκεκριμένη κατηγορία ασθενών αλλά διάφορες, μέσω της ευελιξίας της πλατφόρμας αναφορικά με την προσθήκη ή αφαίρεση παρακολουθούμενων παραμέτρων (monitored parameters).

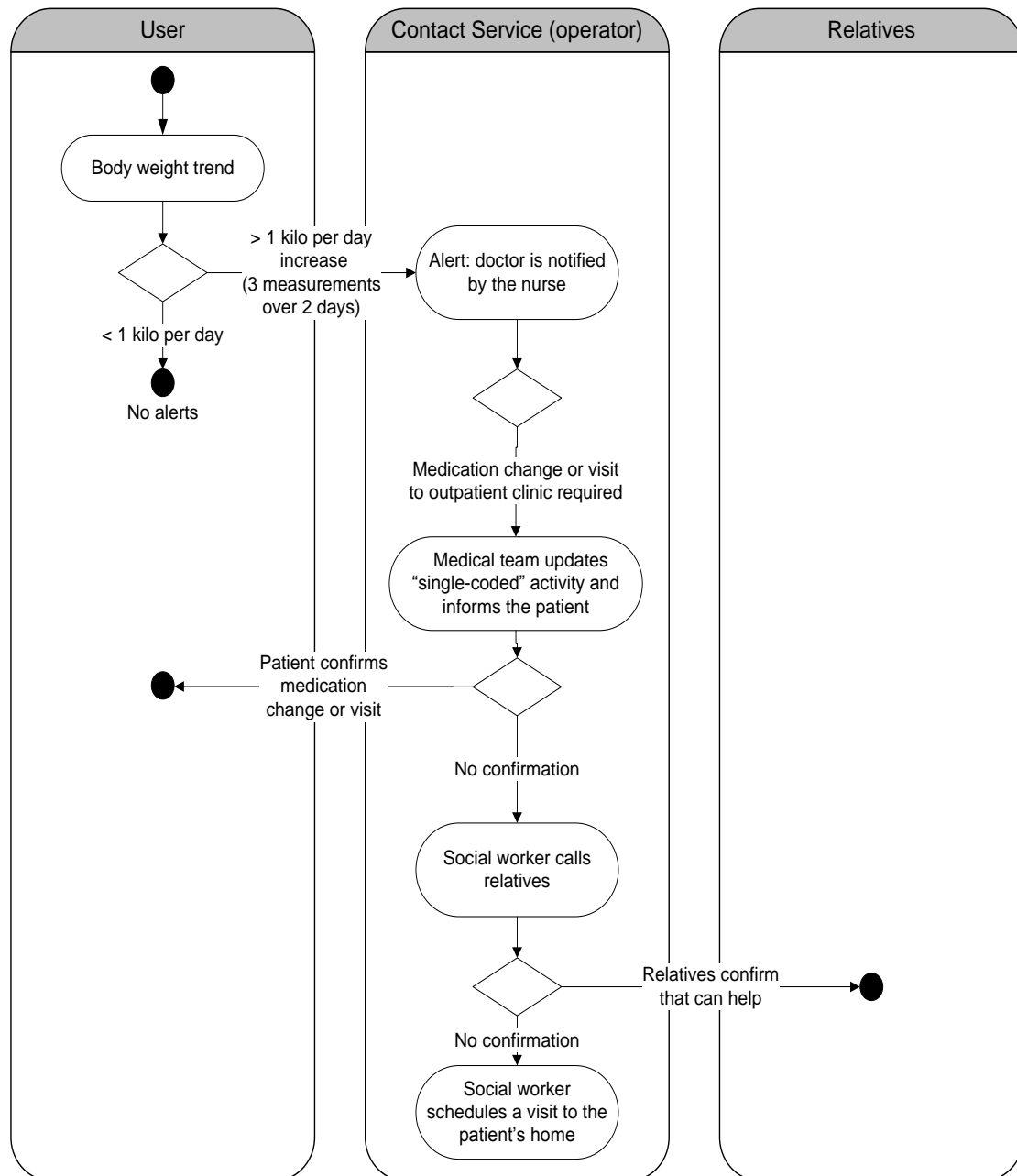
Επεκτείνοντας το βασικό προφίλ των ασθενών που πάσχουν από καρδιακή ανεπάρκεια, δόθηκε προτεραιότητα για την εισαγωγή στη μελέτη σε ασθενείς ηλικίας μεγαλύτερης των 60 ετών που ζουν μόνοι στα σπίτια τους. Κρίθηκε ότι αυτή η κατηγορία ασθενών χρήζει περισσότερης κοινωνικής και ψυχολογικής βοήθειας, οπότε είναι κατάλληλη για την εφαρμογή της αξιολογούμενης υπηρεσίας που στοχεύει στη συνδυαστική παροχή ιατρικής, κοινωνικής και συναισθηματικής αϊγίδας. Επίσης, για τον ίδιο λόγο δόθηκε προτεραιότητα σε όσους ασθενείς χαρακτηρίστηκαν ως "αδύναμοι" (frail), μετά τη συμπλήρωση ειδικών ερωτηματολογίων, με κύριο αυτό που κατατάσσει τους ασθενείς με βάση την κλίμακα Edmonton [33].

Οι παράμετροι που απαιτείται να παρακολουθούνται σε καθημερινή βάση αφορούν το σωματικό βάρος, τη συστολική και διαστολική πίεση, τους καρδιακούς παλμούς και τον κορεσμό της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο (οξυμετρία). Οι αντίστοιχες μετρήσεις εκτελούνται από τους ίδιους τους ασθενείς μέσω των αντίστοιχων ηλεκτρονικών συσκευών. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αποστέλλονται αυτόματα στην πλευρά του εξυπηρετητή της πλατφόρμας όπου και εδράζεται η ευφυΐα της αρχιτεκτονικής, επιτρέποντας την αποθήκευση, προβολή και ανάλυση των δεδομένων καθώς και τη δημιουργία των κατάλληλων ειδοποιήσεων εφόσον αυτό απαιτείται ανά περίπτωση και με βάση τους κανόνες που έχουν τροφοδοτηθεί στο σύστημα.

Αρχικά, το βάρος πρέπει να ελέγχεται σε καθημερινή βάση με κύριο στόχο, πέραν της δυνατότητας καταγραφής όλου του ιστορικού, τον εντοπισμό απότομης αύξησής του. Δεδομένων των χαρακτηριστικών της ομάδας στόχου των καρδιοπαθών, μια απότομη αύξηση του βάρους θα μπορούσε να σημαίνει κατακράτηση σωματικών υγρών ή και μη αποδοτική εφαρμογή των διουρητικών φαρμάκων που έχουν χορηγηθεί στον ασθενή, οπότε και θα ήταν αναγκαία η παρέμβαση της ιατρικής ομάδας για ρύθμιση της δοσολογίας ή για αλλαγή της χορηγηθείσας αγωγής. Για να υπάρχει εγκυρότητα στην εξαγωγή συμπερασμάτων, οι παρακολουθούμενοι ασθενείς καλούνται να ζυγίζονται συγκεκριμένη στιγμή ανά ημέρα - κάθε πρωί μόλις ξυπνήσουν. Το σενάριο που περιγράφει τη ροή ενεργειών για την παράμετρο του σωματικού βάρους παριστάνεται στο Σχήμα 12, όπου προδιαγράφονται τα παρακάτω:

1. Αν παρατηρηθεί αύξηση της τιμής του βάρους κατά ένα κιλό σε σχέση με την προηγούμενη μέρα επί δύο συναπτές μέρες, τότε απαιτείται η δημιουργία από την πλατφόρμα κατάλληλης ειδοποίησης (alert) που θα είναι ορατή από την ιατρική ομάδα χειριστών - νοσηλευτών στην εφαρμογή ιστού (Web Application).
 - a. Η ιατρική ομάδα, με τελική ευθύνη του υπεύθυνου ιατρού, αποφασίζει αν χρειάζεται κάποια αλλαγή στη φαρμακευτική αγωγή του ασθενούς ή αν απαιτείται κλήση του ασθενούς για εξέταση στο νοσοκομείο.
 - b. Αν αποφασιστεί ότι χρειάζεται κάποια παρέμβαση όπως αναφέρεται στη συνθήκη 1.a, τότε ο ιατρός ενημερώνει το ηλεκτρονικό ιστορικό ενεργειών του ασθενούς. Η ιατρική ομάδα παρακολούθησης ενημερώνει τον ασθενή αναλόγως.
 - i. Αν η επικοινωνία με τον ασθενή δεν καταστεί δυνατή, αναλαμβάνει την επικοινωνία η συνεργαζόμενη ομάδα των κοινωνικών λειτουργών που, αν χρειαστεί, επικοινωνούν και με τους συγγενείς του ασθενούς ή ακόμα και επισκέπτονται κατ'ιδίαν την οικία του ασθενούς αν τίποτα από τα ανωτέρω δεν έχει καρποφορήσει.
2. Όσο η συνθήκη 1 είναι αναληθής και συνεπώς δεν εμφανίζεται κάποια ειδοποίηση στην εφαρμογή ιστού, τότε προφανώς και συνεχίζεται κανονικά η καταγραφή όλων των μετρήσεων και είναι διαθέσιμο ανά πάσα στιγμή στην εφαρμογή το πλήρες ιστορικό μετρήσεων. Η ιατρική ομάδα δύναται να κρίνει

ότι χρειάζεται παρέμβαση ακόμα και αν δεν ικανοποιούνται οι κανόνες παραγωγής ειδοποίησης που έχουν περιγραφεί στη συνθήκη 1.



Σχήμα 12 Διάγραμμα δραστηριοτήτων για τις μετρήσεις σωματικού βάρους

Άλλες παράμετροι που χρήζουν αυτοματοποιημένης ανάλυσης είναι η συστολική πίεση, οι καρδιακοί παλμοί και η οξυμετρία. Σημειώνεται ότι και η πληροφορία της διαστολικής πίεσης απαιτείται να καταγράφεται και να είναι διαθέσιμη προς προβολή

στην εφαρμογή ιστού όπου έχουν πρόσβαση οι επαγγελματίες υγείας, αλλά η παράμετρος δεν εντάχθηκε από την ιατρική ομάδα σε αυτές που δύνανται να παράξουν αυτοματοποιημένες ειδοποιήσεις ύστερα από τροφοδότηση του συστήματος με σαφώς καθορισμένους κανόνες.

Σχετικά με τη συστολική πίεση, τους καρδιακούς παλμούς και την οξυμετρία, το αντίστοιχο διάγραμμα δραστηριοτήτων που παρατίθεται στο Σχήμα 13 έχει αρκετές ομοιότητες με το αντίστοιχο του σωματικού βάρους. Οι σχετικές προδιαγραφές σε αυτήν την περίπτωση έχουν ως εξής:

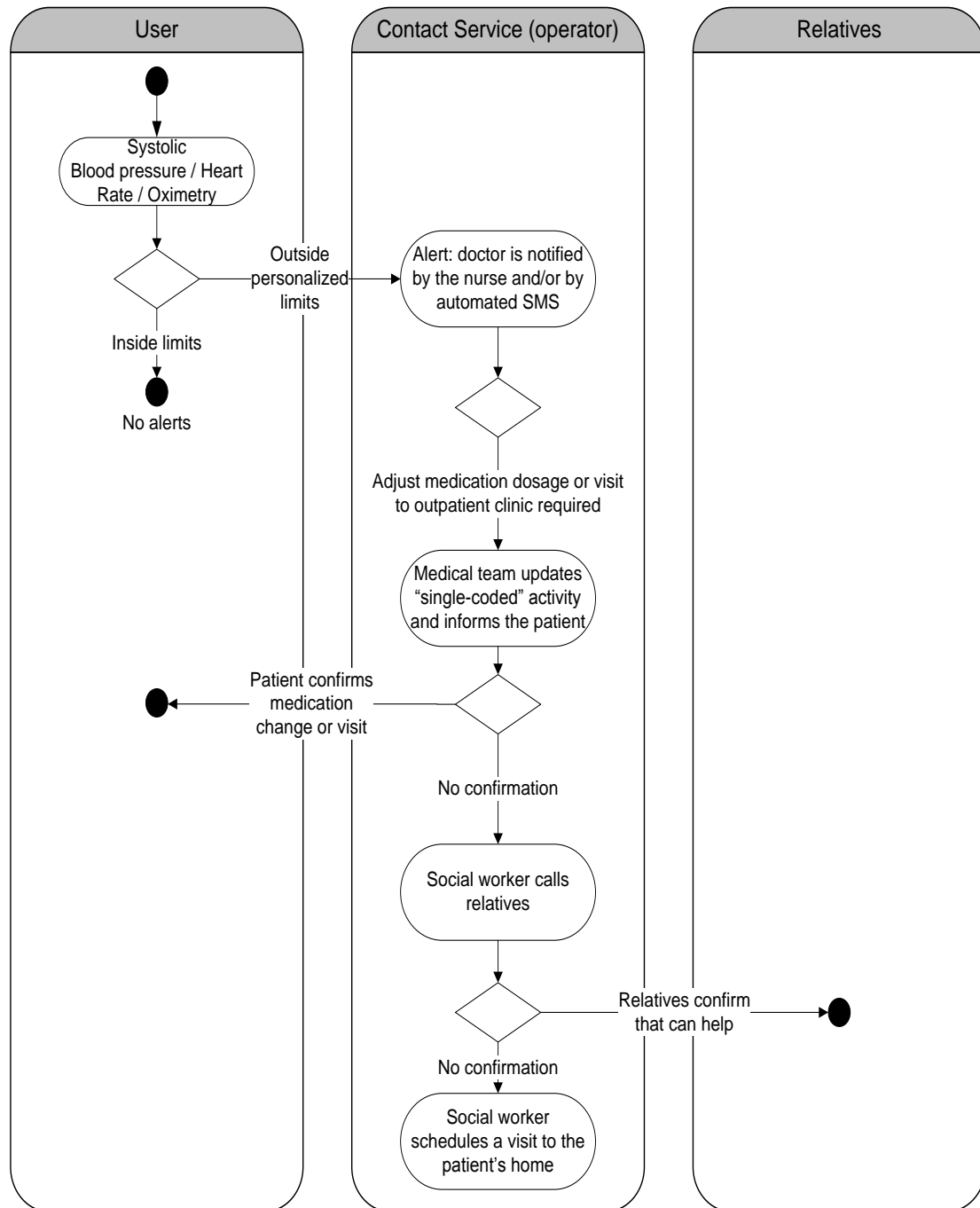
1. Αν παρατηρηθεί ληφθείσα τιμή συστολικής πίεσης, καρδιακών παλμών ή οξυμετρίας εκτός των αποδεκτών ορίων, τότε απαιτείται η δημιουργία από την πλατφόρμα κατάλληλης ειδοποίησης (alert) που θα είναι ορατή από την ιατρική ομάδα χειριστών - νοσηλευτών στην εφαρμογή ιστού (Web Application). Τα αποδεκτά όρια που έχουν εισαχθεί στην πλατφόρμα είναι προσωποποιημένα, δύνανται δηλαδή να είναι διαφορετικά ανά ασθενή κατά την κρίση των ιατρών και έχοντας λάβει υπόψη του ιστορικού του εκάστοτε ασθενούς.

Οι οριακές τιμές που πρέπει να έχει η πλατφόρμα πριν οποιαδήποτε πιθανή προσωποποιημένη παραμετροποίηση (default values) είναι οι ακόλουθες.

- 80 mmHg ελάχιστη τιμή συστολικής πίεσης και 170 mmHg μέγιστη τιμή συστολικής πίεσης.
 - 90% ελάχιστη τιμή οξυμετρίας (κορεσμός του οξυγόνου στο αίμα - SpO₂).
 - 50 bpm (παλμοί ανά λεπτό) ελάχιστη τιμή καρδιακών παλμών και 130 bpm μέγιστη τιμή καρδιακών παλμών.
- a. Σε περίπτωση που υπάρχει διαθέσιμη ειδοποίηση (alert), η ιατρική ομάδα, με τελική ευθύνη του υπεύθυνου ιατρού, αποφασίζει αν χρειάζεται κάποια αλλαγή στη φαρμακευτική αγωγή του ασθενούς ή αν απαιτείται κλήση του ασθενούς για εξέταση στο νοσοκομείο.
 - b. Αν αποφασιστεί ότι χρειάζεται κάποια παρέμβαση όπως αναφέρεται στη συνθήκη 1.a, τότε ο ιατρός ενημερώνει το ηλεκτρονικό ιστορικό ενεργειών του ασθενούς. Η ιατρική ομάδα παρακολούθησης ενημερώνει τον ασθενή αναλόγως.

- i. Αν η επικοινωνία με τον ασθενή δεν καταστεί δυνατή, αναλαμβάνει την επικοινωνία η συνεργαζόμενη ομάδα των κοινωνικών λειτουργών που, αν χρειαστεί, επικοινωνούν και με τους συγγενείς του ασθενούς ή ακόμα και επισκέπτονται κατ' ιδίαν την οικία του ασθενούς αν τίποτα από τα ανωτέρω δεν έχει καρποφορήσει.
2. Όσο η συνθήκη 1 είναι αναληθής και συνεπώς δεν εμφανίζεται κάποια ειδοποίηση στην εφαρμογή ιστού, τότε προφανώς και συνεχίζεται κανονικά η καταγραφή όλων των μετρήσεων και είναι διαθέσιμο ανά πάσα στιγμή στην εφαρμογή το πλήρες ιστορικό μετρήσεων. Η ιατρική ομάδα δύναται να κρίνει ότι χρειάζεται παρέμβαση ακόμα και αν δεν ικανοποιούνται οι κανόνες παραγωγής ειδοποίησης που έχουν περιγραφεί στη συνθήκη 1.

Σε αντιπαραβολή με το σενάριο ειδοποιήσεων στην περίπτωση του σωματικού βάρους, θα πρέπει να τονιστεί ότι ενδεχόμενες ειδοποιήσεις συστολικής πίεσης, καρδιακών παλμών ή οξυμετρίας ενδέχεται να πρέπει να αντιμετωπιστούν άμεσα μέσω εισαγωγής του ασθενούς στο νοσοκομείο καθώς μπορεί να ενέχουν και κίνδυνο ακόμα και για τη ζωή του υπό παρακολούθηση ασθενούς. Στην κατηγοριοποίηση (classification) λοιπόν των σχετικών κανόνων της πλατφόρμας, απαιτείται οι ειδοποιήσεις (alerts) συστολικής πίεσης, καρδιακών παλμών ή οξυμετρίας να χαρακτηρίζονται ως υψηλής προτεραιότητας (high priority). Παράλληλα, είναι σημαντικό η πλατφόρμα να μπορεί να υποστηρίζει ευέλικτους τρόπους ενημέρωσης του κατάλληλου ανθρώπινου δυναμικού σε περίπτωση ανάλυσης μέτρησης που καταδεικνύει ασθενή σε κίνδυνο. Ένα αποδοτικό κανάλι ενημέρωσης για παράδειγμα είναι η άμεση αυτοματοποιημένη αποστολή σύντομου μηνύματος (SMS) στο κινητό τηλέφωνο του θεράποντος ιατρού. Εντός ενός τέτοιου μηνύματος θα πρέπει να περιέχεται το όνομα του ασθενούς καθώς και η τιμή μέτρησης της παραμέτρου που οδήγησε στην παραγωγή ειδοποίησης υψηλής προτεραιότητας.



Σχήμα 13 Διάγραμμα δραστηριοτήτων για τις μετρήσεις συστολικής πίεσης, καρδιακών παλμών και οξυμετρίας

3.1.2 Προδιαγραφές διαχείρισης στοιχείων συμπεριφοράς και ψυχολογικής αξιολόγησης

Όπως έχει ήδη τονιστεί, βασικό στοιχείο της προτεινόμενης πλατφόρμας, και εν γένει υπηρεσίας, είναι η συνδυαστική παρακολούθηση ιατρικών στοιχείων καθώς και

συμπεριφορικών και ψυχολογικών στοιχείων. Με αυτόν τον τρόπο, καθίσταται δυνατή η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου προφίλ του ασθενούς και η πολυτομεακή αξιολόγηση της κατάστασής του επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλέστερων και πληρέστερων συμπερασμάτων για την συνολική πορεία του.

Κατάλληλοι αισθητήρες τοποθετημένοι στην οικία του ασθενούς απαιτείται να αποστέλλουν πληροφορία σχετική με τις δραστηριότητες του ασθενούς η οποία θα επεξεργάζεται στην πλευρά του εξυπηρετητή όπου και θα ανανεώνεται το προφίλ συνηθειών. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση της Ελληνικής Πιλοτικής Εφαρμογής της υπηρεσίας προδιαγράφεται η χρήση των ακόλουθων αισθητήρων δραστηριοτήτων:

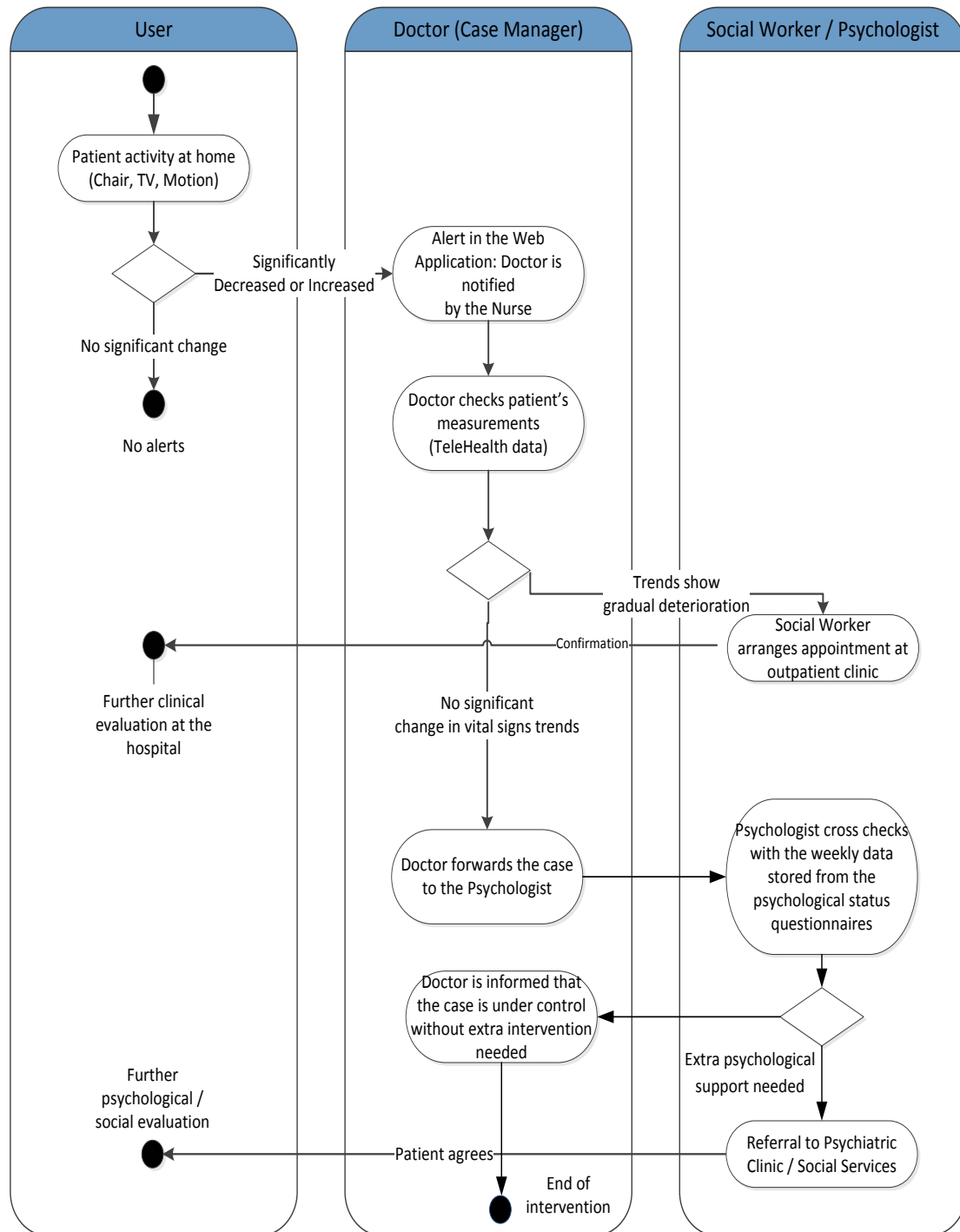
- Αισθητήρας παραμονής σε κάθισμα, ώστε να ελέγχεται η καθιστική ζωή του ασθενούς - καρδιοπαθούς. Ο αισθητήρας τοποθετείται στο κάθισμα όπου ο ασθενής κάθεται συνήθως, κάτι που βασίζεται στην παραδοχή ότι όλοι οι άνθρωποι, και ακόμα περισσότερο οι ηλικιωμένοι, τείνουν να κάθονται σε μια συγκεκριμένη θέση εντός της οικίας. Αυτή η παραδοχή συνεπάγεται ότι το προφίλ καθιστικής ζωής είναι έγκυρο με βάση αυτή τη διαδικασία μέτρησης. Ο έλεγχος της πλατφόρμας έγκειται κυρίως στον εντοπισμό αποκλίσεων μεταξύ των νέων τιμών ημερήσιου προφίλ και του αποθηκευμένου προφίλ του ασθενούς. Για παράδειγμα, ασθενής που αρχικά συνήθιζε να κάθεται επί 5 ώρες ημερησίως στην καρέκλα του και νεότερες μετρήσεις τον εμφανίζουν να κάθεται επί 10 ώρες ημερησίως, έχει σημειώσει μια σημαντική αλλαγή στις συνήθειές του η οποία χρήζει περαιτέρω παρακολούθησης και διερεύνησης. Γενικεύοντας, μπορεί να ειπωθεί ότι κύριος στόχος της παρακολούθησης της παραμέτρου καθιστικής ζωής είναι ο καίριος εντοπισμός σημαντικών αποκλίσεων που μπορεί να σχετίζονται με επιβάρυνση της ιατρικής ή ψυχολογικής κατάστασης του ασθενούς. Ένα βήμα παραπέρα, τέτοιες αποκλίσεις δύνανται να οφείλονται σε πτώση του ηθικού του ασθενούς και να αποτελούν προάγγελο ιατρικής ή ψυχολογικής υποτροπής. Με τον έγκαιρο εντοπισμό τους όμως, η επαγγελματική ομάδα παρακολούθησης του ασθενούς μπορεί να δράσει άμεσα και να προλάβει ενδεχόμενη χειροτέρευση της κατάστασης του ασθενούς αντιμετωπίζοντας το όποιο πρόβλημα από τη ρίζα του και εν τη γενέσει του. Τέλος, πέρα από τις αποκλίσεις, η εποπτεύουσα ομάδα φροντίδας του ασθενούς οφείλει να παρέμβει και στην περίπτωση

σταθερών αλλά μη υγιεινών συνηθειών, όπως για παράδειγμα σταθερά υπερβολικά μεγάλος χρόνος καθιστικής ζωής σε αντίθεση με τον ιδανικό τρόπο ζωής ενός καρδιοπαθούς που περιλαμβάνει και τον απαραίτητο χρόνο σωματικής άσκησης.

- Αισθητήρας παρακολούθησης τηλεόρασης, ώστε να είναι διαθέσιμη η πληροφορία των πόσων ωρών ημερησίως είναι ανοικτή η τηλεόραση. Η μελέτη αυτής της παραμέτρου έχει όμοιους στόχους σε σχέση με την προαναφερθείσα παράμετρο της καθιστικής ζωής ενώ και η μεθοδολογία ανάλυσής της βασίζεται στα ίδια γνωρίσματα. Η τηλεόραση επιλέχθηκε καθώς αποτελεί σημαντικό παράγοντα που κεντρίζει το ενδιαφέρον των ηλικιωμένων (και όχι μόνο βέβαια, απλά γίνεται ειδική αναφορά στους ηλικιωμένους μιας και η ομάδα στόχος της μελέτης είναι ηλικιωμένοι χρόνια ασθενείς). Αυτό το ενδιαφέρον τους όμως πρέπει να μην ξεφεύγει από λογικά πλαίσια και να μην λειτουργεί ανασταλτικά ως προς την διενέργεια άλλων δραστηριοτήτων, ευεργετικών για τη σωματική αλλά και πνευματική τους υγεία. Η διαθεσιμότητα και αυτής της παραμέτρου στο σύστημα είναι ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο προς την κατεύθυνση σχηματισμού ολοκληρωμένου προφίλ του ασθενούς, ενώ αποκλίνουσες τιμές χρήζουν ανάλυσης, και πιθανώς παρέμβασης, από τις συνεργαζόμενες ομάδες παρακολούθησης διαφορετικών επιστημονικών ειδικοτήτων (ιατροί, ψυχολόγοι, κοινωνικοί λειτουργοί). Αξίζει να σημειωθεί ο παράγοντας ύπαρξης και άλλου ατόμου στην οικία του ασθενούς που πιθανώς παρακολουθεί και αυτό την ίδια τηλεόραση, κάτι που ελαττώνει τον βαθμό αξιοπιστίας των σχετικών υπολογισμών του συστήματος και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από την επιβλέπουσα ομάδα.
- Αισθητήρας κίνησης, ώστε να μπορεί να καταγραφεί τυχαία κίνηση εντός ενός δωματίου. Η μελέτη αυτής της παραμέτρου αναφορικά με τον σχηματισμό και ανάλυση του αντίστοιχου προφίλ συνηθειών αναγνωρίζεται ότι εμπεριέχει σημαντικές δυσκολίες. Πέραν της δυσκολίας υπολογισμού του βαθμού κινητικότητας ανά ημέρα, η παρουσία και άλλων ατόμων στην οικία του παρακολουθούμενου ασθενούς σαφώς και δυσχεραίνει την εξαγωγή συμπερασμάτων καθώς η καταγραφόμενη κίνηση δεν θα αντιστοιχεί μόνο στον υπό παρακολούθηση ασθενή, όπως είναι ο στόχος της παρεχόμενης

υπηρεσίας. Ακόμα και μετά την παραδοχή των ανωτέρω δυσκολιών όμως, η συνεργαζόμενη ιατρική ομάδα θεωρεί ότι ο εν λόγω αισθητήρας δύναται να παράσχει αξιοποιήσιμα στοιχεία σε σχέση με το ρυθμό ζωής του ασθενούς. Η ύπαρξη της πληροφορίας του τότε και σε ποιο δωμάτιο σημειώθηκε κίνηση και η διαθεσιμότητα αυτής μέσω της εφαρμογής ιστού μπορεί να φανεί αρωγός στην προσπάθεια κατανόησης διαφόρων δραστηριοτήτων του ασθενούς. Ένας από τους βασικούς παράγοντες μελέτης είναι ο έλεγχος ομαλού ύπνου των καρδιοπαθών ασθενών. Μετρήσεις κίνησης, όπως αυτές θα έχουν καταγραφεί από τον αισθητήρα, σε μεταμεσονύκτιες ώρες που ο ασθενής αναμένεται να κοιμάται αποτελούν ένδειξη διαταραχής του ύπνου. Τέτοιες ενδείξεις αϋπνίας μπορούν να εξεταστούν συνδυαστικά από την επιβλέπουσα ομάδα με τις μετρήσεις ζωτικών παραμέτρων (vital signs) αλλά και με τις ψυχολογικές μετρήσεις που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια της ενότητας.

Όσον αφορά τη διαδικασία παραγωγής αυτοματοποιημένων ειδοποιήσεων που απορρέουν από τις ληφθείσες μετρήσεις των αισθητήρων καθίσματος, τηλεόρασης και κίνησης, προδιαγράφεται κοινή ροή εργασιών. Πιο συγκεκριμένα, όπως αυτή αποτυπώνεται στο Σχήμα 14, υπάρχει παραγωγή ειδοποίησης όταν υπολογιστεί σημαντική αλλαγή στο προφίλ συνηθειών του ασθενούς. Στο αρχικό στάδιο παρακολούθησης του ασθενούς μέσω της προτεινόμενης υπηρεσιών, το προφίλ συνηθειών του είναι κενό. Μετά από ένα ικανό διάστημα (ενδεικτικά 2 εβδομάδες), υπολογίζεται από το σύστημα ο μέσος όρος της εκάστοτε δραστηριότητας με αναγωγή σε ημερήσια βάση, κάτι που αποτελεί το αρχικό προφίλ συνηθειών του χρήστη. Παραδείγματος χάριν, το σύστημα υπολογίζει και αποθηκεύει την τιμή "3 ώρες ανά ημέρα" στο προφίλ συνηθειών του ασθενούς X αναφορικά με την παράμετρο παρακολούθησης τηλεόρασης. Αφού περάσουμε το αρχικό στάδιο παρακολούθησης και μεταβούμε στο στάδιο όπου το προφίλ συνηθειών δεν είναι πλέον κενό, οι νέες μετρήσεις συνηθειών αναλύονται και ανάγονται σε ημερήσια βάση, ώστε να είναι συγκρίσιμες με το αποθηκευμένο προφίλ. Το σύστημα είναι τροφοδοτημένο με παραμετροποιήσιμο ανά ασθενή ποσοστό κατωφλίου (π.χ. 40%), ώστε αν διαπιστωθεί απόκλιση συνηθειών μεγαλύτερη από το ποσοστό αυτό, να παραχθεί αυτοματοποιημένη ειδοποίηση η οποία θα είναι ορατή στην εφαρμογή ιστού. Το αποθηκευμένο προφίλ συνηθειών προδιαγράφεται ότι μπορεί να



Σχήμα 14 Διάγραμμα δραστηριοτήτων παρακολούθησης συνθηκών του ασθενούς

ενημερωθεί ανά πάσα στιγμή ύστερα από σχετική εκκίνηση της διαδικασίας από την πλευρά των χειριστών της εφαρμογής, ώστε οι νέες μετρήσεις συνθηκών να συγκρίνονται με το ανανεωμένο προφίλ κατά το πέρασμα του χρόνου. Οι χρήστες πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να ορίσουν στο σύστημα το χρονικό διάστημα (π.χ. 2

εβδομάδες, 1 μήνας κ.λπ.) κατά το οποίο θα πρέπει να γίνει ο υπολογισμός των ανανεωμένων μέσων τιμών συνηθειών. Οι τιμές αυτές ανάγονται πάντα από το σύστημα σε ημερήσια βάση, ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί η ανωτέρω αλγοριθμική διαδικασία σύγκρισης.

Σε περίπτωση λοιπόν που παραχθεί ειδοποίηση λόγω σημαντικής απόκλισης συνηθειών (habits deviation alert), αυτή εμφανίζεται στην εφαρμογή ιστού και γίνεται ορατή από τους βασικούς χειριστές της εφαρμογής - την ομάδα νοσηλευτών. Ο νοσηλευτής ενημερώνει τον υπεύθυνο ιατρό (case manager) ο οποίος έχει τη γενική εποπτεία του ασθενούς. Ο ιατρός, γνωρίζοντας πλέον την παρατηρηθείσα αλλαγή συνηθειών, ελέγχει τα δεδομένα σχετικά με τις ζωτικές παραμέτρους του ασθενούς (Telehealth data). Αν αυτά παρουσιάζουν τάση χειροτέρευσης, προχωρά σε κλήση του ασθενούς για εξέταση στο νοσοκομείο μέσω του κοινωνικού λειτουργού που αναλαμβάνει την επικοινωνία με τον ασθενή. Αν τα δεδομένα Τηλεϋγείας δεν παρουσιάζουν τάση χειροτέρευσης, τότε ο ιατρός προωθεί την περαιτέρω ανάλυση της ειδοποίησης στο ψυχολόγο που είναι μέλος της επιβλέπουσας ομάδας. Ο ψυχολόγος κρίνει από την πλευρά του αν η σημαντική αλλαγή που καταγράφηκε στις συνήθειες του ασθενούς μπορεί να σχετίζεται με αλλαγή στη ψυχική κατάσταση και διάθεση του ασθενούς. Η κρίση του λαμβάνει χώρα αφού συνυπολογίσει τα πρόσφατα αποτελέσματα των ειδικών ψυχολογικών ερωτηματολογίων που έχουν χορηγηθεί στον ασθενή. Το αποτέλεσμα της κρίσης του ψυχολόγου οδηγεί είτε σε εκκίνηση διαδικασίας ψυχολογικής ενίσχυσης του ασθενούς από τις ομάδες ψυχολόγων ή και κοινωνικών λειτουργών του νοσοκομείου, είτε σε καμία ενέργεια σε περίπτωση που δεν εντοπιστεί κάποιο ζήτημα ψυχολογικής φύσεως. Σε κάθε περίπτωση, ο ψυχολόγος ενημερώνει τον υπεύθυνο ιατρό για την οποιαδήποτε έκβαση του ζητήματος, καθώς όπως έχει αναφερθεί η ομάδα των ιατρών έχει τη γενική εποπτεία και ευθύνη διαχείρισης των ασθενών - καρδιοπαθών που αποτελούν την ομάδα - στόχο της υπηρεσίας που παρουσιάζεται.

Μια ακόμα παράμετρος που προδιαγράφεται να μετράται και να καταγράφεται στην ηλεκτρονική καρτέλα του ασθενούς είναι η αυτοαξιολόγηση της ψυχολογικής κατάστασης. Ήδη έχει αναφερθεί ότι η ομάδα φροντίδας του ασθενούς συνυπολογίζει κατά την σφαιρική αξιολόγηση που διενεργεί σχετικά με την πορεία του ασθενούς και τα αποτελέσματα από τα ερωτηματολόγια που έχουν χορηγηθεί στον ασθενή. Το ειδικό ερωτηματολόγιο που ζητείται να εφαρμοστεί είναι το ερωτηματολόγιο

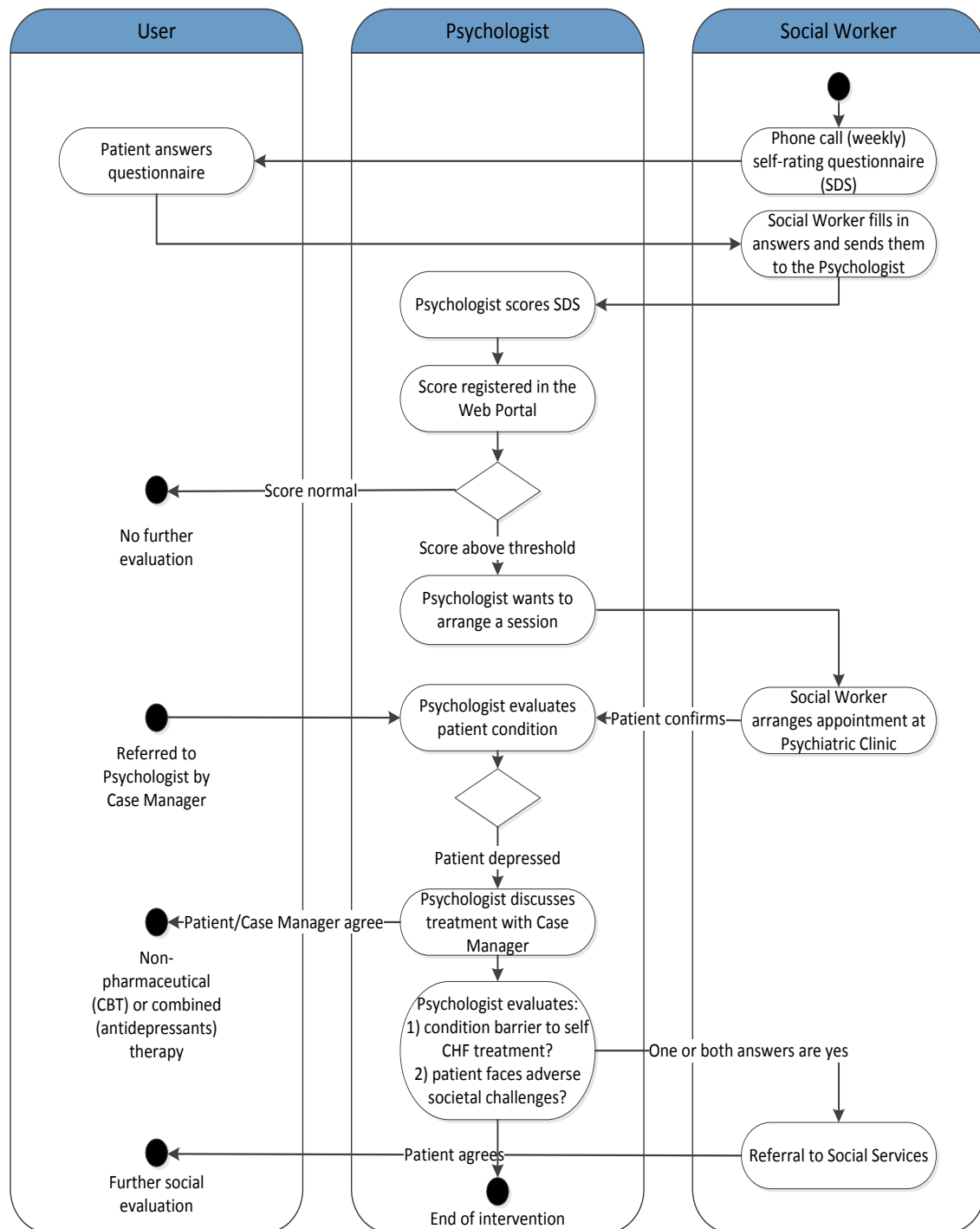
αυτοαξιολόγησης της κατάθλιψης με την κλίμακα του Zung (Zung self-rating depression scale (SDS) questionnaire) [34]. Η χορήγηση του ερωτηματολογίου θα γίνεται σε εβδομαδιαία βάση μέσω τηλεφωνικής επικοινωνίας με τους παρακολουθούμενους ασθενείς και τα αποτελέσματα θα καταχωρούνται από τους χειριστές της εφαρμογής ιστού στο σύστημα. Το ιστορικό των μετρήσεων που έχουν καταχωρηθεί θα πρέπει να είναι διαθέσιμο ανά ασθενή σε μορφή πίνακα (ημερομηνία - βαθμός ερωτηματολογίου SDS) και σε μορφή γραφικής παράστασης.

Οι μετρήσεις μέσω του ερωτηματολογίου SDS εκτελούνται μέσω επικοινωνίας του κοινωνικού λειτουργού ή και του ψυχολόγου με τον ασθενή και διαφέρουν από τις υπόλοιπες μετρήσεις που περιέχει η πλατφόρμα στο ότι δεν χρησιμοποιούν κάποια αισθητήρια ηλεκτρονική συσκευή. Το σημαντικό χαρακτηριστικό βέβαια, που αποτελεί και καίριο στόχο της παρεχόμενης υπηρεσίας, είναι ότι και αυτές οι μετρήσεις καταχωρούνται στο ηλεκτρονικό σύστημα ενισχύοντας τη διενέργεια πολυπαραμετρικής ανάλυσης και συσχέτισης καθώς και εξαγωγής συνδυαστικών ευρημάτων από πλευράς της επιβλέπουσας ομάδας φροντίδας του ασθενούς (ιατροί, ψυχολόγοι, νοσηλευτές, κοινωνικοί λειτουργοί).

Η επιλογή της παρακολούθησης των καταθλιπτικών τάσεων των παρακολουθούμενων ασθενών δεν είναι τυχαία, καθώς όπως έχει καταγραφεί στη σχετική βιβλιογραφία ασθενείς με καρδιοπάθεια τείνουν να εμφανίσουν καταθλιπτικές τάσεις σε μεγαλύτερο από το μέσο όρο βαθμό, ενώ επίσης η κατάθλιψη σημειώνεται ως παράγοντας που μπορεί να επιβαρύνει ακόμα περισσότερο τη λειτουργία της ανθρώπινης καρδιάς και να οδηγήσει σε ενδεχόμενα επεισόδια [35], [36], [37]. Παράλληλα, έχει παρατηρηθεί υψηλός κίνδυνος εμφάνισης πρόωμης κατάθλιψης σε ανθρώπους που έχουν υποστεί καρδιακό επεισόδιο πρόσφατα. Υπάρχουν διάφορες ψυχομετρικές μελέτες που καταδεικνύουν την αυξημένη πιθανότητα εντοπισμού κατάθλιψης εντός του πρώτου χρόνου μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου [38], [39], [40], [41]. Οι καρδιοπαθείς λοιπόν που θα παρακολουθούνται μέσω της προτεινόμενης υπηρεσίας, αναμένεται να εμφανίσουν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό στοιχεία πτώσης ηθικού και ψυχολογικής διάθεσης. Μέσω της πιλοτικής εφαρμογής, στόχος είναι τέτοια σημάδια να εντοπιστούν έγκαιρα και να αντιμετωπιστούν κατάλληλα μέσω της δυνατότητας θεώρησης της σφαιρικής εικόνας του ασθενούς που μπορεί να παράσχει η πλατφόρμα αλλά και της συνεργατικής διάθεσης των διαφόρων επαγγελματικών ειδικοτήτων,

είτε ψυχικής υγείας (ψυχολόγοι, κοινωνικοί λειτουργοί) είτε σωματικής υγείας (ιατροί, νοσηλεύτες).

Η προτεινόμενη ροή εργασιών σχετικά με την παρακολούθηση της κατάθλιψης φαίνεται στο Σχήμα 15.



Σχήμα 15 Διάγραμμα δραστηριοτήτων για την παρακολούθηση της ψυχολογικής κατάστασης των ασθενών

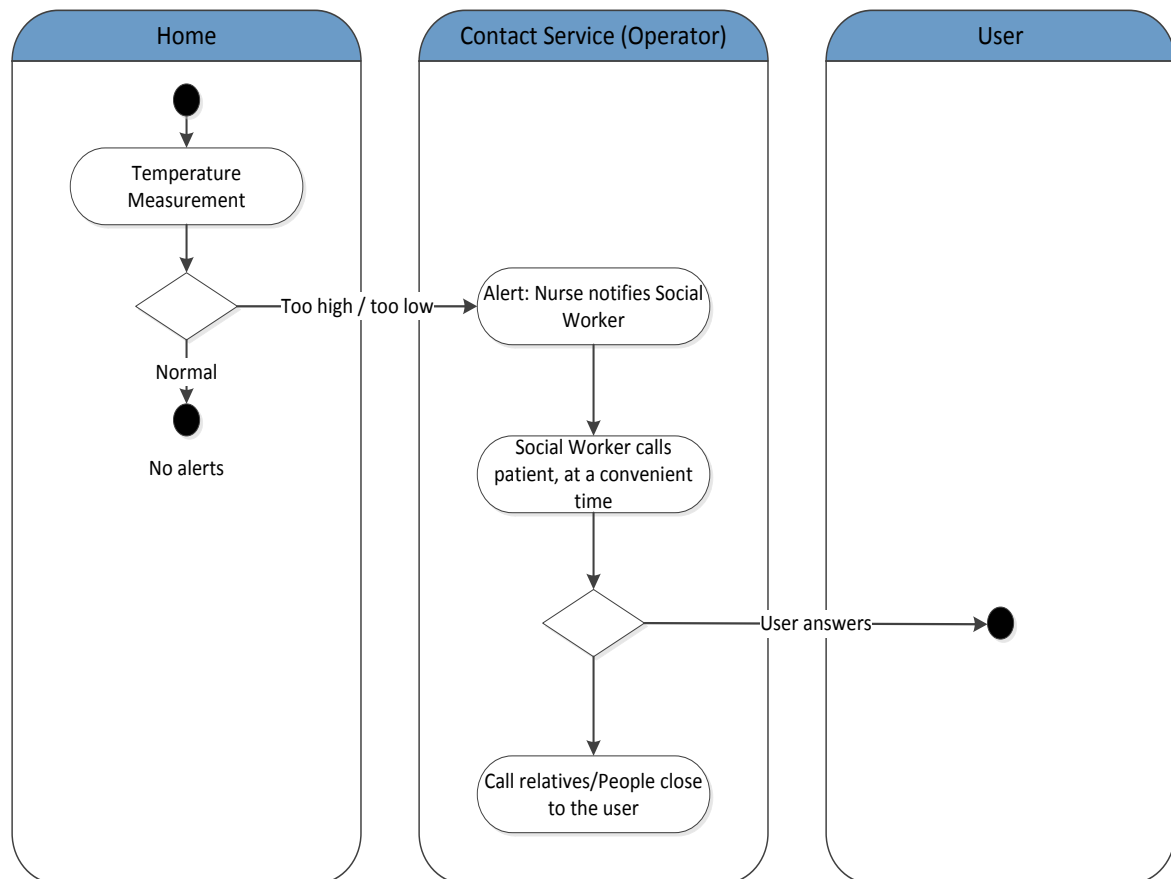
Αρχικά, προδιαγράφεται η μέθοδος εκτέλεσης του ερωτηματολογίου SDS που γίνεται μετά από τηλεφωνική επικοινωνία του κοινωνικού λειτουργού με τον ασθενή. Η συχνότητα της επικοινωνίας είναι εβδομαδιαία. Αφού ο κοινωνικός λειτουργός καταγράψει τις απαντήσεις τις αποστέλλει στον ψυχολόγο, ο οποίος βαθμολογεί το ερωτηματολόγιο και καταχωρεί το αποτέλεσμα στην εφαρμογή ιστού στην ηλεκτρονική καρτέλα του ασθενούς.

Σε περίπτωση που οι τιμές είναι εντός φυσιολογικών ορίων, δεν απαιτείται κάποια περαιτέρω αξιολόγηση. Αλλιώς, ο ψυχολόγος προχωρά στις απαραίτητες ενέργειες ώστε, μέσω της κοινωνικής υπηρεσίας, να κανονιστεί επίσκεψη του ασθενούς στο νοσοκομείο. Μετά τη διενέργεια της συνεδρίας (session) με τον ασθενή, ο ψυχολόγος είναι σε θέση να αποφανθεί αν ο ασθενής χρήζει όντως περαιτέρω ψυχικής υποστήριξης. Μια τέτοια υποστήριξη θα μπορούσε να είναι η έναρξη γνωσιακής - συμπεριφοριστικής θεραπείας (cognitive behavior therapy - CBT), η χορήγηση φαρμακευτικής αγωγής, ή και η παραπομπή του ασθενούς σε κοινωνικές υπηρεσίες σε περίπτωση εντοπισμού κοινωνικού αποκλεισμού. Όπως και σε όλες τις υπόλοιπες ροές εργασιών, θα πρέπει να λάβει γνώση για την όποια παρέμβαση και ο υπεύθυνος ιατρός - καρδιολόγος που έχει το ρόλο του γενικού επιβλέποντος του ασθενούς (case manager).

3.1.3 Προδιαγραφές παρακολούθησης συνθηκών διαβίωσης εντός της οικίας

Ένας επιπλέον στόχος της προτεινόμενης πλατφόρμας είναι η παρακολούθηση των συνθηκών διαβίωσης εντός της οικίας του ασθενούς. Κάτι τέτοιο περιλαμβάνει τόσο την εξασφάλιση υγιεινών συνθηκών, όπως αποδεκτή θερμοκρασία δωματίου ή αποδεκτά επίπεδα υγρασίας εσωτερικού χώρου, όσο και τον άμεσο εντοπισμό επικίνδυνων συνθηκών όπως πλημμύρα ή φωτιά εντός της οικίας του ηλικιωμένου ασθενούς που ενδεχομένως και να ζει μόνος χωρίς τη δυνατότητα παροχής βοήθειας από άλλο συγγενικό ή γειτονικό πρόσωπο. Σε περίπτωση ενημέρωσης από τον αντίστοιχο αισθητήρα περί φωτιάς ή πλημμύρας, η πλατφόρμα απαιτείται να δημιουργήσει άμεσα ειδοποίηση υψηλής προτεραιότητας η οποία θα πρέπει να εκκινήσει διαδικασία επέμβασης στο σπίτι του ασθενούς από τη συμμετέχουσα υπηρεσία κοινωνικής βοήθειας. Πιστεύεται ότι η εγκατάσταση τέτοιων αισθητήρων

στο σπίτι των ασθενών και η γνώση ότι υπάρχει ομάδα βοήθειας σε περίπτωση ανάγκης μπορεί να ενισχύσει το αίσθημα ασφάλειας και αυτονομίας διαβίωσης των ηλικιωμένων στα σπίτια τους κάτι που έχει θετικές προεκτάσεις όσον αφορά την εν γένει ψυχική αλλά και σωματική τους υγεία.



Σχήμα 16 Διάγραμμα δραστηριοτήτων παρακολούθησης θερμοκρασίας δωματίου

Στα πλαίσια της ελληνικής πιλοτικής εφαρμογής της προτεινόμενης υπηρεσίας, δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα στη μελέτη της θερμοκρασίας δωματίου. Το σχετικό διάγραμμα δραστηριοτήτων απεικονίζεται στο Σχήμα 16, όπου διακρίνεται ότι η πλατφόρμα επεξεργάζεται τη ληφθείσα τιμή μέτρησης της θερμοκρασίας και σε περίπτωση που είναι εκτός των τροφοδοτημένων στο σύστημα τιμών κατωφλίου, δημιουργεί ειδοποίηση στην εφαρμογή ιστού που είναι ορατή από τους επαγγελματίες χειριστές. Επόμενο βήμα της ροής εργασιών είναι η επικοινωνία με τον ασθενή από πλευράς του κοινωνικού λειτουργού όπου γίνεται η σχετική σύσταση και υπενθύμιση περί της σημασίας ομαλών συνθηκών θερμοκρασίας στην οικία ενός καρδιοπαθούς. Τονίζεται ότι ειδικά οι υψηλές θερμοκρασίες την καλοκαιρινή περίοδο στην Ελλάδα

είναι ισχυρός επιβαρυντικός παράγοντας για την υγεία ενός καρδιοπαθούς. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η πλατφόρμα προτείνεται να κατηγοριοποιήσει τις τιμές της θερμοκρασίας ως ακολούθως, παράγοντας και τις αντίστοιχες ειδοποιήσεις όταν οι τιμές είναι εκτός αυτών των ορίων:

- Θερμοκρασία < 12 βαθμών Κελσίου οδηγεί σε ειδοποίηση (alert) τύπου "Πολύ χαμηλή θερμοκρασία (Too low)".
- Θερμοκρασία < 15 βαθμών Κελσίου οδηγεί σε ειδοποίηση (alert) τύπου "Χαμηλή θερμοκρασία (Low)".
- Θερμοκρασία > 25 βαθμών Κελσίου οδηγεί σε ειδοποίηση (alert) τύπου "Υψηλή θερμοκρασία (High)".
- Θερμοκρασία > 30 βαθμών Κελσίου οδηγεί σε ειδοποίηση (alert) τύπου "Πολύ υψηλή θερμοκρασία (Too high)".

Τέλος, όπως προαναφέρθηκε κρίνεται θετική η ύπαρξη αισθητήρων διαρροής αερίου (gas sensor) ή εντοπισμού φωτιάς, καθώς και εντοπισμού πλημμύρας (water leak sensor). Η πλατφόρμα όταν λάβει τιμές από αυτούς τους αισθητήρες δεν απαιτείται να κάνει κάποια αξιολόγησή τους, παρά μόνο να δημιουργήσει απευθείας σχετική ειδοποίηση. Ο λόγος είναι ότι αυτοί οι αισθητήρες δεν ενημερώνουν ανά τακτά διαστήματα σχετικά με τις μετρούμενες συνθήκες, όπως για παράδειγμα κάνει ο αισθητήρας θερμοκρασίας, αλλά στέλνουν σήμα μόνο σε περίπτωση κινδύνου.

3.2 Γενικές προδιαγραφές συστήματος

Για την ανάπτυξη της πλατφόρμας που θα μπορεί να υποστηρίξει τους στόχους που έχουν ήδη τεθεί, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά:

- Υπάρχει ανάγκη επιλογής ασύρματων αισθητήριων συσκευών για τη μέτρηση των προαναφερθέντων παραμέτρων. Οι συσκευές πρέπει να είναι πιστοποιημένες ως προς την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα. Επίσης, είναι βασικό να είναι συμβατές με εξέχοντα πρότυπα και κατευθύνσεις, όπως τα πρότυπα της Continua Health Alliance για παράδειγμα, ώστε η πλατφόρμα σαν σύνολο να μπορεί να είναι διαλειτουργική, με σεβασμό στα πρότυπα και συνεπώς πιο εύκολα εκμεταλλεύσιμη αλλά και επεκτάσιμη.
- Οι πύλες που θα συλλέγουν τα δεδομένα από τις αισθητήριες συσκευές θα πρέπει να υποστηρίζουν τα αντίστοιχα πρωτόκολλα επικοινωνίας των συσκευών (με προτιμητέα το ZigBee και το Bluetooth) και να μπορούν να τα δρομολογήσουν στο μεσισμικό της πλατφόρμας.
- Το μεσισμικό της πλατφόρμας πρέπει να συλλέγει τα δεδομένα από τις πύλες (gateways) και να συνθέτει προτυποποιημένα μηνύματα προς αποστολή στον κεντρικό εξυπηρετητή. Η δυνατότητα συλλογής δεδομένων από ετερογενείς πηγές (Telecare - Telehealth gateways) και η ενοποιημένη επεξεργασία είναι βασικό ερευνητικό θέμα της διατριβής.
- Ο κεντρικός εξυπηρετητής της πλατφόρμας συσσωρεύει την ευφυΐα της πλατφόρμας όσον αφορά την παραγωγή ειδοποιήσεων (alerts) ενώ είναι υπεύθυνος για την αποθήκευση του συνόλου των δεδομένων της πλατφόρμας και για τη δημιουργία των ηλεκτρονικών φακέλων των ασθενών.
- Τέλος, απαιτείται η δημιουργία Διαδικτυακής Πύλης (Portal) όπου θα έχουν πρόσβαση οι επαγγελματίες του παρόχου της υπηρεσίας με βάση RBAC όπως προαναφέρθηκε. Στη δικτυακή εφαρμογή θα προβάλλονται τα δεδομένα της πλατφόρμας που θα έχουν αντληθεί από τον κεντρικό εξυπηρετητή. Η ολοκλήρωση (integration) μεταξύ του Portal και του κεντρικού εξυπηρετητή πρέπει να ακολουθεί τις αρχές της υπηρεσιοστρεφούς σχεδίασης συστημάτων λογισμικού.

Οι ανωτέρω γενικές προδιαγραφές θα εξειδικευτούν στα επόμενα κεφάλαια της διατριβής όπου θα γίνει εκτενής αναφορά στην αρχιτεκτονική σχεδίαση της πλατφόρμας και των συστατικών της καθώς και στις μεθόδους που ακολουθήθηκαν ώστε να επιτευχθεί διαλειτουργικότητα μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας αλλά και να καταστεί εύκολη και αποδοτική η ολοκλήρωση της πλατφόρμας με άλλα εξωτερικά συστήματα ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας. Προς αυτή την κατεύθυνση

Κεφάλαιο 3: Προδιαγραφές ολοκληρωμένου συστήματος απομακρυσμένης παρακολούθησης υγείας και στοιχείων συμπεριφοράς

θα αναδειχθεί και η σημασία σεβασμού στα σχεδιαστικά και αρχιτεκτονικά πρότυπα (standards) που πρέπει να διέπουν τέτοια συστήματα.

4 Αρχιτεκτονική και συστατικά της πλατφόρμας

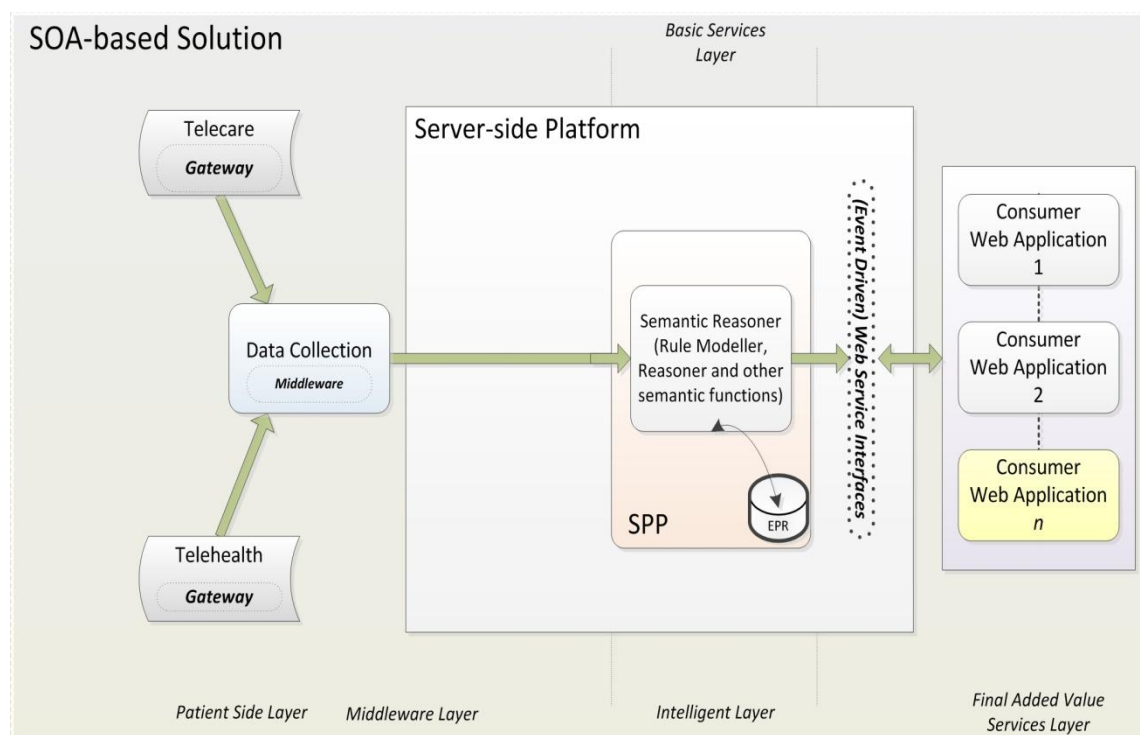
Βασικό στόχο της παρούσας διατριβής αποτελεί η σχεδίαση, εφαρμογή και αξιολόγηση υπηρεσίας απομακρυσμένης παρακολούθησης υγείας ηλικιωμένων ατόμων με βάση τις προδιαγραφές που έχουν ήδη παρουσιαστεί. Η εν λόγω υπηρεσία απαιτεί τη σχεδίαση της υποκείμενης πλατφόρμας η οποία συλλέγει δεδομένα μέσω ασυρμάτων αισθητήριων συσκευών εγκατεστημένων στην οικία των ηλικιωμένων και τα προωθεί μέσω διαδικτύου σε ειδικό εξυπηρετητή προς ανάλυση και σύνθεση. Απώτερος σκοπός είναι αυτά τα δεδομένα να είναι διαθέσιμα στο ιατρικό προσωπικό μέσω διαδικτυακής πύλης σε μορφή που θα τους βοηθά στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την πορεία του εκάστοτε ατόμου υπό απομακρυσμένο ιατρικό έλεγχο, αλλά και θα τους ειδοποιεί άμεσα σε περίπτωση που απαιτείται η παρέμβασή τους.

Ο πυρήνας της πλατφόρμας είναι το υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής (SOA) μεσοσμικό της που φροντίζει από την μία πλευρά για την ανάκτηση των πληροφοριών από τις πολλαπλές αισθητήριες συσκευές, που μάλιστα ενδέχεται να χρησιμοποιούν διαφορετικά μεταξύ τους πρωτόκολλα ασύρματης επικοινωνίας, και από την άλλη για την ανταλλαγή δεδομένων με την πλευρά του εξυπηρετητή της πλατφόρμας με τρόπο που σέβεται, παραμετροποιεί και επεκτείνει κυρίαρχα πρότυπα και οδηγίες στον τομέα της ολοκλήρωσης ιατρικών συστημάτων. Όπως έχει αναφερθεί ήδη, δίνεται έμφαση στην συνδυαστική παρακολούθηση ιατρικών παραμέτρων, όπως το βάρος, και παραμέτρων που σχετίζονται με τις συνήθειες ενός ατόμου, όπως το πόσο συχνά βλέπει τηλεόραση, λόγω της συσχέτισης των δύο κατηγοριών αφού αλλαγή στις συνήθειες ενός ατόμου μπορεί να αποτελεί προάγγελο ψυχολογικών ή ιατρικών προβλημάτων για ένα άτομο. Βασικό μέλημα του συστήματος αποτελεί η δυνατότητα εισαγωγής πολυπαραμετρικών κανόνων αξιολόγησης της κατάστασης ενός ατόμου έτσι ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της απομακρυσμένης ιατρικής παρακολούθησης, έγκαιρης διάγνωσης και έγκαιρης αυτοματοποιημένης ειδοποίησης του κατάλληλου ανθρώπινου δυναμικού σε περίπτωση ανάγκης.

Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική λύση μπορεί να αποτυπωθεί σε αφαιρετικό επίπεδο στο Σχήμα 17, όπου και διακρίνονται τα βασικά συστατικά (components) του συστήματος τα οποία είναι τα ακόλουθα:

1. Η δικτυακή πύλη που συλλέγει τα δεδομένα των αισθητήριων συσκευών που είναι τοποθετημένες στο σπίτι του ασθενούς (Telecare gateway). Παραδείγματα τέτοιων ηλεκτρονικών συσκευών είναι οι αισθητήρες καθίσματος, τηλεόρασης, κίνησης και περιβάλλουσας θερμοκρασίας.
2. Η δικτυακή πύλη που συλλέγει τα δεδομένα των ιατρικών μετρήσεων που εκτελούνται από τους παρακολουθούμενους ασθενείς μέσω των αντίστοιχων συσκευών μέτρησης (Telehealth gateway). Παραδείγματα τέτοιων ηλεκτρονικών συσκευών είναι το πιεσόμετρο, το οξύμετρο και η ζυγαριά.
3. Το μεσισμικό (middleware) το οποίο συλλέγει και επεξεργάζεται τα ληφθέντα δεδομένα από τις ανωτέρω δικτυακές πύλες. Το μεσισμικό της πλατφόρμας τελεί επίσης τη λειτουργία της προώθησης της πληροφορίας στην πλευρά του εξυπηρετητή της πλατφόρμας μέσω προτυποποιημένων μηνυμάτων.
4. Η πλευρά του κεντρικού εξυπηρετητή της πλατφόρμας στην οποία εδράζεται η ευφυΐα του συστήματος μέσω του έξυπνου συστατικού μοντελοποίησης κανόνων, σημασιολογικής ανάλυσης και παραγωγής ειδοποίησης (Smart Personal Platform - SPP). Ο κεντρικός εξυπηρετητής της πλατφόρμας περιέχει επίσης και τη βασική αποθήκη δεδομένων του συστήματος, η οποία ονομάζεται EPR (Electronic Patient Record)
5. Η εφαρμογή ιστού η οποία "καταναλώνει" τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην κεντρική αποθήκη του συστήματος (Consumer Web Application). Η εφαρμογή συνοδεύεται από γραφική διεπαφή χρήστη και αποτελεί το σημείο πρόσβασης του επαγγελματικού προσωπικού στην πλατφόρμα. Θεωρητικά, η αρχιτεκτονική σχεδίαση επιτρέπει τη δημιουργία άνω της μίας εφαρμογής ιστού, όπως και περιγράφεται στο Σχήμα 17.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου, θα παρουσιαστούν οι αισθητήριες συσκευές του συστήματος απομακρυσμένης παρακολούθησης υγείας και θα εξεταστούν τα επιμέρους συστατικά του. Σε επόμενο κεφάλαιο, θα δοθεί έμφαση στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της σχεδίασης της πλατφόρμας που επιτρέπουν τη διαλειτουργικότητα (interoperability) μεταξύ των επιμέρους συστατικών της.



Σχήμα 17 Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική

4.1 Αισθητήριες συσκευές

4.1.1 Ηλεκτρονικές συσκευές μέτρησης ζωτικών παραμέτρων



Στα πλαίσια της διαδικασίας επιλογής των ηλεκτρονικών συσκευών μέτρησης ζωτικών παραμέτρων προς χρήση από τους συμμετέχοντες ασθενείς, θεωρήθηκαν τα κατωτέρω κριτήρια:

1. Οι συσκευές πρέπει να είναι ασύρματες, δίχως να προσθέτουν πρόσθετη επιβάρυνση καλωδίων στην οικία του ασθενούς.
2. Σε συνέχεια του κριτηρίου 1, το ασύρματο πρωτόκολλο επικοινωνίας που θα υποστηρίζει η συσκευή προτιμάται να είναι σχεδιασμένο για να λειτουργεί σε μικρή απόσταση (short-range). Όπως θα εξηγηθεί καλύτερα και στη συνέχεια άλλωστε, οι ιατρικές μετρήσεις που θα εκτελεί ο ασθενής θα είναι πάντα σε πολύ κοντινή απόσταση με τη γραφική διεπαφή χρήστη, ένα πρόγραμμα λογισμικού που τρέχει στον υπολογιστή του. Στον ίδιο υπολογιστή, θα είναι

ενσωματωμένη και η κεραία λήψης των ασύρματων ιατρικών μετρήσεων. Τέτοια ευρέως διαδεδομένα πρωτόκολλα είναι το ZigBee [42] και το Bluetooth [43].

3. Οι συσκευές πρέπει να είναι πιστοποιημένες για την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητά τους [44].
4. Οι συσκευές που θα επιλεγούν δεν πρέπει να αποτελούν κομμάτι ενός ευρύτερου εμπορικού κλειστού πακέτου λύσης (commercial closed solution pack) που θα είναι δεσμευτικό και για υπόλοιπα συστατικά της λύσης, όπως οι δικτυακές πύλες ή και το μεσισμικό.
5. Οι συσκευές πρέπει να είναι πιστοποιημένες από την Continua Health Alliance. Η Continua αποτελεί μια σύμπραξη που κατέχει κυρίαρχο ρόλο στα δρώμενα του χώρου, με ευρεία δράση στην πιστοποίηση ιατρικών συσκευών τηλειατρικής αλλά και ανάπτυξη οδηγιών (guidelines) προς την κατεύθυνση ανάπτυξης διαλειτουργικών οικοσυστημάτων τηλευγείας [11], [12].

Υιοθετώντας τα ανωτέρω κριτήρια, η επιλογή των συσκευών είχε ως εξής:

Είδος μέτρησης	Συσκευή	Ασύρματο Πρωτόκολλο επικοινωνίας	Αναλυτικές Προδιαγραφές λειτουργίας
Βάρος	Ηλεκτρονική Ζυγαριά A&D Medical UC-321-PBT 	Bluetooth	Βλέπε [45]
Οξυμετρία / Καρδιακοί παλμοί	Ηλεκτρονικό Οξύμετρο Nonin Onyx II 9560 	Bluetooth	Βλέπε [46]

Συστολική / Διαστολική Πίεση	Ηλεκτρονικό Πιεσόμετρο A&D Medical UA-767-PBT 	Bluetooth	Βλέπε [47]
-------------------------------------	--	-----------	------------

Πίνακας 4 Ηλεκτρονικές Ιατρικές Συσκευές


Σημειώνεται επιπλέον ότι το ηλεκτρονικό πιεσόμετρο παρέχει και την πληροφορία των καρδιακών παλμών, πέραν των μετρήσεων συστολικής και διαστολικής πίεσης. Το υποκείμενο μεσισμικό όμως που χρησιμοποιήσαμε στην πλατφόρμα αξιοποιεί αυτή την πληροφορία μόνο από το ηλεκτρονικό οξύμετρο για λόγους καθαρότητας στην όλη αρχιτεκτονική σχεδίαση.

Τέλος, η πιστοποίηση Continua μπορεί να επιβεβαιωθεί για τις ανωτέρω συσκευές (αλλά και για οποιαδήποτε άλλη) από τον ιστότοπο της Continua Health Alliance [12]. Ακολούθως, παρατίθεται επί παραδείγματι η πιστοποίηση Continua για την Ηλεκτρονική Ζυγαριά A&D Medical UC-321-PBT.

Product Results Certification ID: 4

A&D Medical UC-321PBT-C Weight Scale
A&D Medical

[Visit Product Website](#)



Interface	Certification Date	Device Classes
PAN-LAN-Agent	2009-08-01	Weighing Scale
Transport Types	Disease States	
Bluetooth	Obesity	

Product Description

The UC-321PBT-C is a Continua Certified™ professional weight scale with Bluetooth® wireless technology. This device offers a convenient and effective way to measure patient weight and send data to a telemedicine access point. Its high capacity and excellent precision, along with a motion tolerance mode, make this wireless scale ideal for remote patient monitoring in telemedicine applications. For purchasing information, please contact Chris Fickle, National Sales Manager at cfickle@andmedical.com.

Σχήμα 18 Πιστοποίηση Continua για την Ηλεκτρονική Ζυγαριά A&D Medical UC-321-PBT

4.1.2 Αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας


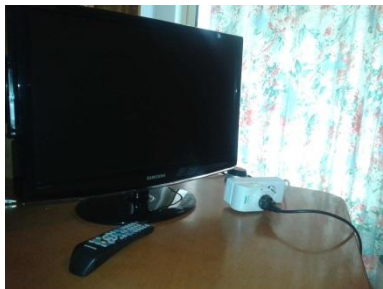

Οι περιβάλλοντες αισθητήρες (ambient sensors) είναι ηλεκτρονικές συσκευές που καταγράφουν κάποιου είδους δραστηριότητα ή πληροφορία εντός της οικίας, χωρίς να εμπλέκεται άμεσα ο χρήστης - ασθενής σε αυτή τη διαδικασία μέτρησης. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τον τρόπο λειτουργίας των ηλεκτρονικών συσκευών μέτρησης ζωτικών παραμέτρων που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, όπου η διαδικασία μέτρησης αρχικοποιούνταν από ενέργεια του χρήστη (π.χ. τοποθέτηση και εκκίνηση λειτουργίας του πιεσόμετρου).

Σε συνέχεια των απαιτήσεων που έχουν καταγραφεί στις ενότητες 3.1.2 και 3.1.3, μας απασχόλησε η επιλογή αισθητήρων κίνησης, καθίσματος, παρακολούθησης τηλεόρασης και περιβάλλουσας θερμοκρασίας. Τα κριτήρια που ελήφθησαν υπόψη κατά τη διαδικασία επιλογής τους έχουν ως εξής:

1. Οι αισθητήρες πρέπει να μεταδίδουν την πληροφορία ασύρματα.
2. Το εύρος εκπομπής πρέπει να καλύπτει το χώρο της οικίας των ασθενών.
3. Οι αισθητήρες πρέπει να είναι σε συνεχή λειτουργία και ανά πάσα στιγμή έτοιμοι να καταγράψουν το αντίστοιχο ερέθισμα για το οποίο είναι κατασκευασμένοι να εντοπίζουν.
4. Οι αισθητήρες πρέπει να μετρούν τις παραμέτρους με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια αλλά και ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας, ώστε να επιτευχθεί μεγάλος χρόνος ζωής ειδικά αν οι αισθητήρες τροφοδοτούνται από μπαταρίες και όχι από συνεχή πηγή ρεύματος.
5. Οι συσκευές πρέπει να είναι πιστοποιημένες για την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητά τους [44].
6. Οι αισθητήρες που θα επιλεγούν δεν πρέπει να αποτελούν κομμάτι ενός ευρύτερου εμπορικού κλειστού πακέτου λύσης (commercial closed solution pack) που θα είναι δεσμευτικό και για υπόλοιπα συστατικά της λύσης, όπως οι δικτυακές πύλες ή και το μεσισμικό.

Η επιλογή των αισθητήρων φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Είδος αισθητήρα	Συσκευή	Ασύρματο Πρωτόκολλο	Αναλυτικές Προδιαγραφές
--------------------	---------	------------------------	----------------------------

		επικοινωνίας	λειτουργίας
Αισθητήρας καθίσματος	IQfy Transmitting Chair 	enOcean	Βλέπε [48]
Αισθητήρας τηλεόρασης	Αισθητήρας Ηλεκτρικής Ισχύος Netvox Z-800 	ZigBee	Βλέπε [49]
Αισθητήρας κίνησης και περιβάλλουσας θερμοκρασίας	Αισθητήρας Θερμοκρασίας και Κίνησης Netvox Z-B01C 	ZigBee	Βλέπε [50]

Πίνακας 5 Αισθητήριες συσκευές

Από τον ανωτέρω πίνακα, γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχει μια συσκευή με δύο ενσωματωμένους αισθητήρες (Αισθητήρας Θερμοκρασίας και Κίνησης Netvox Z-B01C). Αξίζει να σημειωθεί ότι, όσον αφορά την κατηγοριοποίηση τους, ο αισθητήρας περιβάλλουσας θερμοκρασίας στέλνει τιμές περιοδικά, ενώ όλοι οι υπόλοιποι οποτεδήποτε λάβουν το αντίστοιχο ερέθισμα. Πιο συγκεκριμένα, ο αισθητήρας καθίσματος στέλνει τιμές δυαδικής λογικής "ON"- "OFF" κάθε φορά που ο ασθενής κάθεται (οπότε και ασκείται πίεση στον αισθητήρα) ή σηκώνεται (οπότε και πρακτικά μηδενίζεται η ασκούμενη πίεση στον αισθητήρα) από το κάθισμα αντίστοιχα. Ο αισθητήρας τηλεόρασης είναι ουσιαστικά ένας αισθητήρας

κατανάλωσης ρεύματος, συνεπώς στέλνει και αυτός τιμές δυαδικής λογικής "ON"- "OFF" κάθε φορά που ο ασθενής ανοίγει ή κλείνει την τηλεόραση αντίστοιχα. Τέλος, ο αισθητήρας κίνησης στέλνει σήμα κάθε φορά που εντοπίζει κίνηση εντός του δωματίου που είναι τοποθετημένος. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στη δυνατότητα μέτρησης της υπέρυθρης ακτινοβολίας και ουσιαστικά ανήκει στην κατηγορία των αισθητήρων PIR (passive infrared) που έχουν μεγάλη απήχηση σε διάφορες εφαρμογές, όπως συστήματα επιτήρησης εντός οικιακού ή εργασιακού περιβάλλοντος [51].

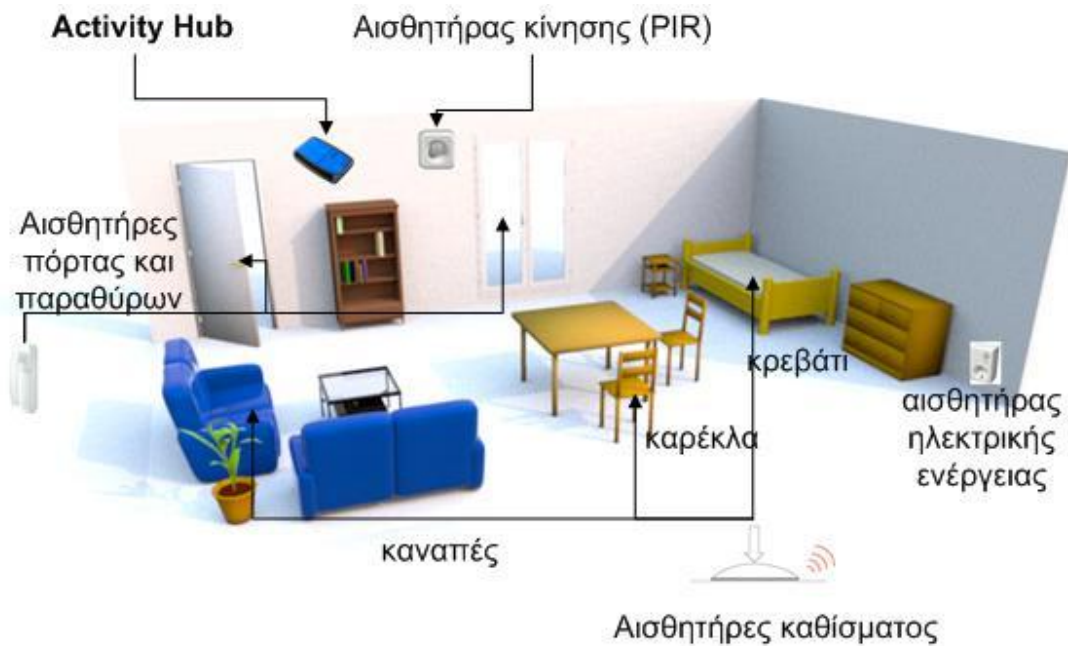
4.2 Δικτυακή πύλη συλλογής δεδομένων από τους αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας

Η δικτυακή πύλη (gateway) συλλογής δεδομένων από τους περιβάλλοντες αισθητήρες είναι το αρχιτεκτονικό συστατικό της πλατφόρμας που διαθέτει τις κατάλληλες διεπαφές (interfaces) ώστε να επιτύχει ασύρματη επικοινωνία με τις αισθητήριες συσκευές, να λαμβάνει τα σήματα που αυτές εκπέμπουν και τελικά να προωθήσει την επεξεργασμένη πληροφορία στο μεσισμικό της πλατφόρμας [52]. Όπως έχει ήδη φανεί, μια τέτοια πύλη δύναται να αλληλεπιδρά με διάφορους αισθητήρες οι οποίοι μπορεί να είναι κατασκευασμένοι από διάφορους παρόχους και να υποστηρίζουν διαφορετικά μεταξύ τους ασύρματα πρωτόκολλα επικοινωνίας κοντινής απόστασης. Έτσι, είναι αναμενόμενο η πύλη να ενσωματώνει πάνω από μία ασύρματες διεπαφές, όπως διεπαφή ZigBee, διεπαφή enOcean κ.λπ.. Στα πλαίσια προτυποποίησης της λειτουργίας τέτοιων πυλών - κόμβων έχει αναπτυχθεί το πρότυπο IEEE 11073-10471 "Independent Living Activity Hub" [53], από το οποίο έχουν εξαχθεί οι περισσότερες λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις του συστατικού, σε συνδυασμό πάντα με τις σχετικές προδιαγραφές που έχουν τεθεί στα πλαίσια της προτεινόμενης υπηρεσίας και έχουν αναλυθεί στο κεφάλαιο 3 της διατριβής. Το συστατικό που τελικά υλοποιήθηκε και χρησιμοποιήθηκε στην πλατφόρμα [54] ονομάστηκε **Activity Hub** και έτσι θα απαντάται στο υπόλοιπο του κειμένου.

Τα κύρια χαρακτηριστικά της δικτυακής πύλης "Activity Hub" που χρησιμοποιήσαμε στην πλατφόρμα μπορούν να συνοψιστούν ως ακολούθως:

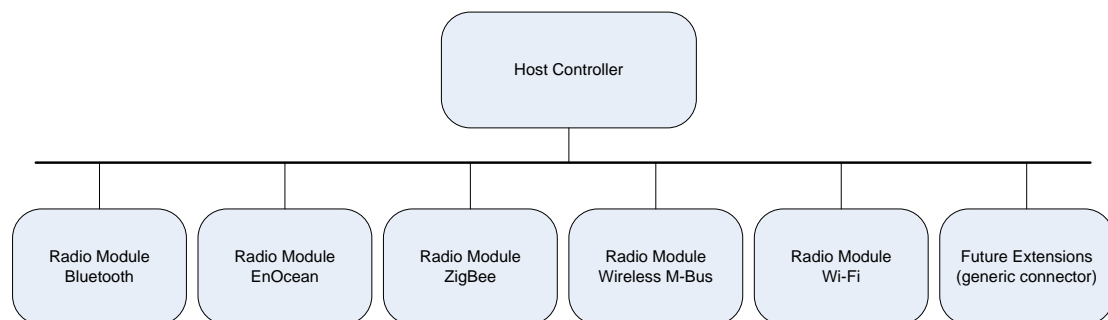
- Η δικτυακή πύλη είναι δικατευθυντική, με τη μία κατεύθυνση να αφορά τη ζεύξη με τους αισθητήρες και την άλλη τη ζεύξη με το μεσισμικό της πλατφόρμας όπου και προωθείται η πληροφορία που έχει προέλθει από τα σήματα των αισθητήρων.
- Το υλισμικό (hardware) του Activity Hub είναι πολύ φθηνό και απαιτεί πολύ λίγη ενέργεια.
- Στην (άνω) ζεύξη (uplink) με το μεσισμικό χρησιμοποιείται από το Activity Hub το πρωτόκολλο TCP/IP, επιτρέποντας την προώθηση πακέτων μέσω HTTP σε δομή XML.
- Εγκαθίδρυση ασφαλών διαύλων επικοινωνίας με χρήση του πρωτοκόλλου TLS.
- Uplink σύνδεση με το μεσισμικό είτε μέσω Ethernet, είτε μέσω GPRS είτε μέσω Wi-Fi.
- Χρήση microSD κάρτας για τοπική (εντός του Activity Hub) δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων.
- Δυνατότητα εγκατάστασης μεγάλου εύρους διεπαφών φυσικού επιπέδου για υποστήριξη ασυρμάτων πρωτοκόλλων κοντινής απόστασης για επικοινωνία με τους αισθητήρες, όπως για παράδειγμα Wireless M-Bus/KNX-RF, IEEE802.15.4/ZigBee, enOcean, Wi-Fi, Bluetooth.
- Δυνατότητα παροχής ενέργειας είτε από εξωτερική τροφοδοσία είτε από μπαταρίες λιθίου.

Χάριν υψηλού επιπέδου (high level) σχηματικής απεικόνισης της παρουσίας του Activity Hub σε ένα οικιακό χώρο με περιβάλλοντες αισθητήρες παρατίθεται το Σχήμα 19, όπου διακρίνονται και οι βασικοί τύποι αισθητήρων που έχουν ήδη περιγραφεί. Φαίνονται λοιπόν οι αισθητήρες καθίσματος, κίνησης και ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, φαίνονται και αισθητήρες κατάλληλοι να εντοπίσουμε άνοιγμα ή κλείσιμο πόρτας και παραθύρου. Τέτοιοι αισθητήρες δεν χρησιμοποιήθηκαν στην ελληνική πιλοτική εφαρμογή της υπηρεσίας, αιτήθηκαν όμως από άλλα ευρωπαϊκά πιλοτικά κέντρα και είναι γενικώς αισθητήρες που απαντώνται συχνά σε ανάλογα συστήματα. Αυτό συμβαίνει κυρίως για λόγους ασφαλείας, μιας και ενδείκνυνται για χρήση σε περιπτώσεις όπου στόχος είναι ο εντοπισμός παραβίασης πόρτας ή παραθύρου από άτομο που επιδιώκει κακόβουλη είσοδο στην οικία.



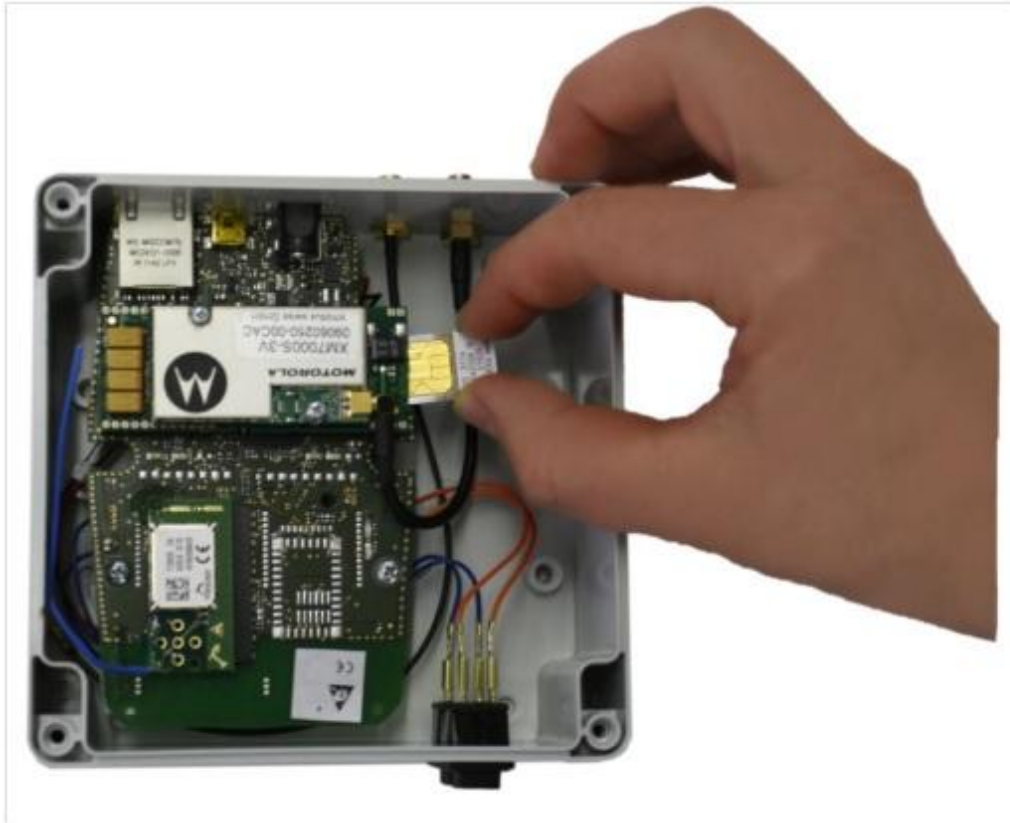
Σχήμα 19 Υψηλού επιπέδου αναπαράσταση του Activity Hub σε οικιακό χώρο με περιβάλλοντες αισθητήρες

Το Activity Hub έχει έναν ενσωματωμένο κεντρικό ελεγκτή (controller) που είναι ο συνδετικός κρίκος με όλες τις ενσωματωμένες διεπαφές φυσικού επιπέδου. Όπως έχει ήδη τονιστεί και όπως φαίνεται στο Σχήμα 20, το Activity Hub υποστηρίζει την επικοινωνία μέσω πολλαπλών πρωτοκόλλων ασυρμάτων επικοινωνιών κοντινής απόστασης.

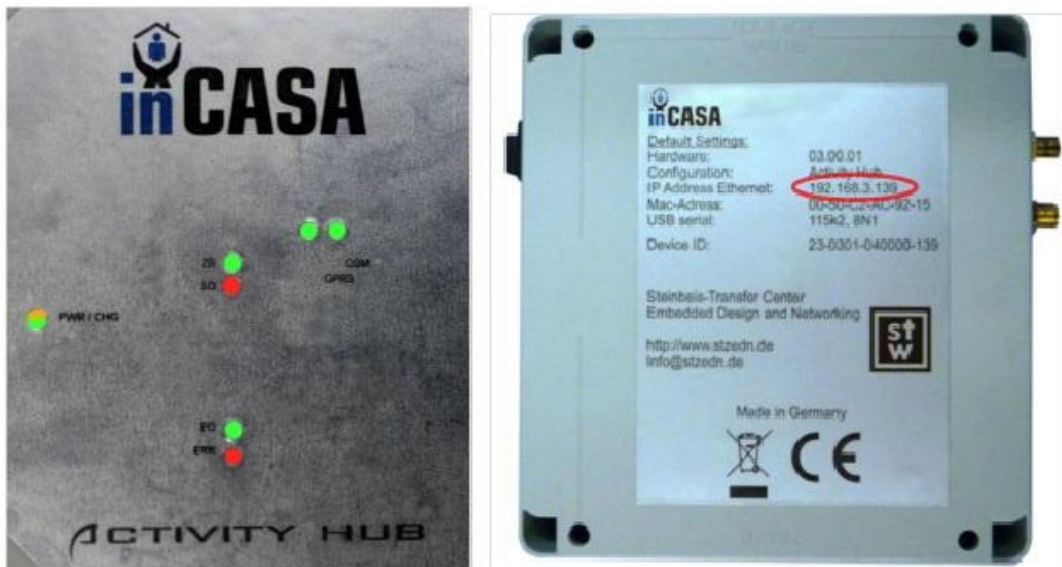


Σχήμα 20 Δικτυακή αρχιτεκτονική του Activity Hub σε φυσικό επίπεδο

Ακολουθώς, στο Σχήμα 21 παρατίθεται το εσωτερικό κυκλωματικό μέρος του Activity Hub που χρησιμοποιήθηκε, ενώ στο Σχήμα 22 φαίνεται η πίσω και εμπρός όψη του κουτιού στο οποίο αυτό εσωκλείεται. Αυτές οι εξωτερικές όψεις του είναι και αυτές που βλέπει ο ασθενής καθώς υπάρχει ένα τέτοιο κουτί ανά σπίτι όπου εγκαθίσταται η πλατφόρμα.



Σχήμα 21 Εσωτερικό μέρος με τα διάφορα μέρη του Activity Hub



Σχήμα 22 Εξωτερικές όψεις του Activity Hub

Από την οπτική γωνία ανταλλαγής πληροφορίας (Information Viewpoint), το Activity Hub χρησιμοποιεί την τεχνολογία XML για να αποστείλει τα δεδομένα που έχει συλλέξει. Πιο συγκεκριμένα, τα μηνύματα που στέλνει υπακούουν στο ακόλουθο πρότυπο DTD (Document Type Definition):

```
<!ELEMENT incasa (ttype, did, seq, flag, (service)*, (key)?, (cfgtype)?)>
<!ELEMENT ttype (#PCDATA)>
<!ELEMENT did (#PCDATA)>
<!ELEMENT seq (#PCDATA)>
<!ELEMENT flag (#PCDATA)>
<!ELEMENT service (sid, (stype)?, (format, exponent, unit, data)?, (value)*)>
<!ELEMENT sid (#PCDATA)>
<!ELEMENT format (#PCDATA)>
<!ELEMENT unit (#PCDATA)>
<!ELEMENT data (#PCDATA)>
<!ELEMENT value (vid, format, data>
<!ELEMENT key (#PCDATA)>
<!ELEMENT cfgtype (0|1)>
```

Ο μορφότυπος και η σημασία κάθε πεδίου του DTD αναλύονται στον παρακάτω πίνακα. Με τον όρο HEX εννοείται τιμή σε δεκαεξαδική μορφή ενώ με τον όρο DEC τιμή σε δεκαδική μορφή.

Στοιχείο (Element)	Περιγραφή	Μορφότυπος (Format)
ttype	Τύπος μηνύματος	HEX
did	Το Id (αναγνωριστικό) της συσκευής Activity Hub. Συνεπώς, αυτό έχει διαφορετική τιμή για κάθε εγκατάσταση σε σπίτι ασθενούς (θεωρούμε την ύπαρξη ενός Activity Hub ανά οικία)	DEC
seq	Αριθμός ακολουθίας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον παραλήπτη για αναδόμηση τεμαχισμένων	DEC

	μηνυμάτων.	
flag	Σημαία. Αν τεθεί ίση με 01 σημαίνει ότι απαιτείται επιβεβαίωση (ACK) από τον παραλήπτη του μηνύματος.	HEX
sid	Το Id (αναγνωριστικό) του αισθητήρα από τον οποίο έχει ληφθεί μέτρηση	DEC
format	Η τιμή του καθορίζει τον μορφότυπο δεδομένων	HEX
unit	Μονάδα μέτρησης	HEX
data	Δεδομένα (payload)	HEX
key	Κλειδί κρυπτογράφησης	HEX
cfgtype	<p>Τύπος παραμετροποίησης:</p> <p>0 = GET (ανάκτηση παραμέτρου)</p> <p>1 = SET (ρύθμιση παραμέτρου)</p>	DEC

Πίνακας 6 Πεδία δεδομένων των μηνυμάτων του Activity Hub και η σημασία τους

Το πεδίο `type` που καθορίζει τον τύπο του μηνύματος μπορεί να λάβει τις ακόλουθες τιμές:

Τιμή	Τύπος μηνύματος
0x00	NACK: Αρνητική επιβεβαίωση
0x01	ACK: Θετική επιβεβαίωση
0x02	Απόρριψη
0x10	Αποστολή δεδομένων
0x11	Εγκατάσταση

0x12	Μήνυμα ασφαλείας (π.χ. ανταλλαγή κλειδιού)
0x13	Παραμετροποίηση (GET ή SET παραμέτρου)

Επίσης, οι τιμές του πεδίου unit που καθορίζει τη μονάδα μέτρησης έχουν την ακόλουθη σημασιολογική αντιστοίχιση:

Τιμή	Περιγραφή μονάδας
0x01	Λογική τιμή (Boolean)
0x10	Energy Wh
0x11	Ενέργεια (J)
0x12	Όγκος (m ³)
0x13	Μάζα (kg)
0x14	Ισχύς (W)
0x15	Ισχύς (J/h)
0x16	Ροή όγκου (m ³ /h)
0x17	Ροή όγκου (m ³ /min)
0x18	Ροή όγκου (m ³ /s)
0x19	Ροή μάζας (kg/h)
0x1A	Θερμοκρασία (°C)
0x1B	Θερμοκρασία (K)
0x1C	Πίεση (bar)

Στη συνέχεια, παρατίθενται παραδείγματα μηνυμάτων, συμβατών με την ανωτέρω δομή δεδομένων.

- **Αποστολή μηνύματος δεδομένων:** Στο κάτωθι μήνυμα δεδομένων (το ότι είναι μήνυμα δεδομένων προκύπτει από την τιμή του πεδίου ttype), βλέπουμε ένα XML μήνυμα που περιέχει τιμές μετρήσεων από δύο αισθητήρες, τον αισθητήρα με sid 1 και τον αισθητήρα με sid 2. Ο πρώτος αισθητήρας μετρά σε δυαδικές λογικές τιμές (boolean), ενώ ο δεύτερος μετρά ατμοσφαιρική πίεση σε bar. Τέτοιο μήνυμα μπορεί να στέλνει ο Activity Hub στο μεσισμικό της πλατφόρμας, το οποίο θα παρουσιαστεί αναλυτικά στη συνέχεια του κεφαλαίου.

```
<?xml version="1.0"?>
<incasa>
  <ttype>10</ttype>
  <did>8</did>
  <seq>163</seq>
  <flag>00</flag>
  <service>
    <sid>1</sid>
    <format>1</format>
    <unit>01</unit>
    <data>00</data>
  </service>
  <service>
    <sid>2</sid>
    <format>2</format>
    <unit>1C</unit>
    <data>0123</data>
  </service>
</incasa>
```

Για καλύτερη κατανόηση των "δυναμικών λογικών τιμών" στις μετρήσεις των αισθητήρων, αναφέρουμε ως ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τον αισθητήρα καθίσματος που αποτελεί και μέρος της εξεταζόμενης πλατφόρμας. Αυτός ο αισθητήρας δεν μετρά κάποια παράμετρο σε κάποια αντίστοιχη μονάδα (όπως π.χ. μέτρηση θερμοκρασίας σε βαθμούς Κελσίου), αλλά μπορεί να στέλνει σήμα όταν ασκείται πίεση στον αισθητήρα και όταν αυτή σταματά να ασκείται. Η πρώτη κατάσταση αντιστοιχεί σε κάθισμα ενός ατόμου στο καθιστικό που είναι τοποθετημένος ο αισθητήρας και αντιστοιχίζεται στο λογικό 1, ενώ η δεύτερη κατάσταση δηλώνει ότι το άτομο σταμάτησε πλέον να κάθεται στο συγκεκριμένο καθιστικό και αντιστοιχίζεται στο λογικό 0.

- **Μήνυμα αιτήματος ασφαλείας (Security Request):** Στο κάτωθι μήνυμα ασφαλείας ο κεντρικός ελεγκτής επικοινωνεί το κλειδί ασφαλείας 1122334455667788 σε μια διεπαφή του Activity Hub. Τέτοιο μήνυμα αφορά εσωτερική επικοινωνία μεταξύ των μερών του Activity Hub.

```
<?xml version="1.0"?>
<incasa>
  <ttype>12</ttype>
  <did>8</did>
  <seq>131</seq>
  <flag>01</flag>
  <key>1122334455667788</key>
</incasa>
```

- **Μήνυμα ανάκτησης παραμετροποιήσιμης τιμής:** Στο κάτωθι μήνυμα ο κεντρικός ελεγκτής ζητά να ανακτήσεις τις ρυθμίσεις της διεπαφής του Activity Hub που επικοινωνεί με τον αισθητήρα με sid 2. Τέτοιο μήνυμα αφορά εσωτερική επικοινωνία μεταξύ των μερών του Activity Hub.

```
<?xml version="1.0"?>
<incasa>
  <ttype>13</ttype>
  <did>8</did>
  <seq>69</seq>
  <flag>01</flag>
  <cfgtype>0</cfgtype>
  <service>
    <sid>2</sid>
  </service>
</incasa>
```

4.3 Λογισμικό διενέργειας και συλλογής ιατρικών μετρήσεων

Ένα ακόμα συστατικό της πλατφόρμας είναι η πύλη συλλογής των ιατρικών μετρήσεων που εκτελούν οι παρακολουθούμενοι ασθενείς. Αυτό το συστατικό είναι ουσιαστικά ένα λογισμικό πρόγραμμα που εγκαταστάθηκε στους υπολογιστές των ασθενών. Σημειώνεται ότι κάθε συμμετέχων ασθενής εξοπλίστηκε με προσωπικό υπολογιστή με οθόνη αφής (touch screen) [55], ώστε να είναι ακόμα πιο φιλική προς το χρήστη η όλη εμπειρία.

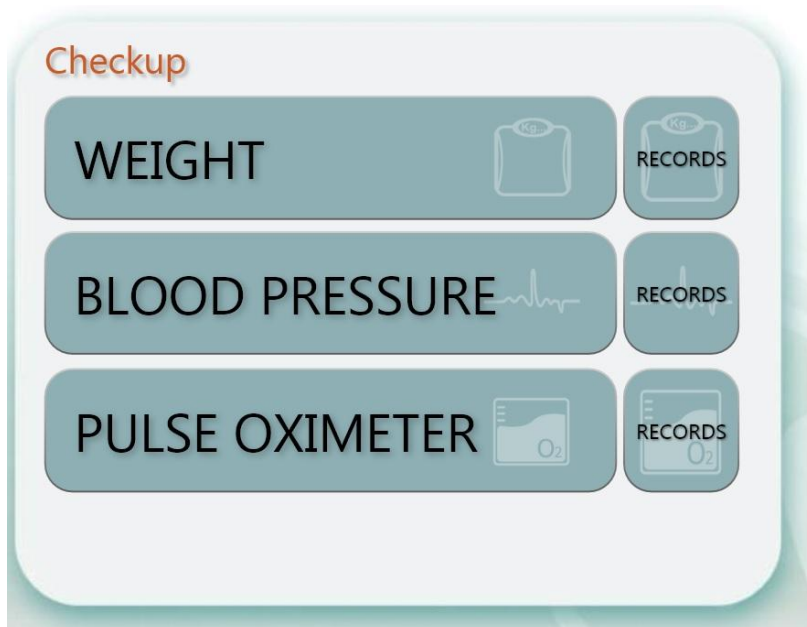
Από αρχιτεκτονικής άποψης, θα μπορούσε να επιλεγεί και η λύση ενιαίας πύλης συλλογής δεδομένων από τους αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας και από τις ιατρικές συσκευές. Η απαίτηση όμως ύπαρξης γραφικής διεπαφής χρήστη για την εκτέλεση των ιατρικών μετρήσεων σε αντίθεση με τις μετρήσεις που λαμβάνονται από τους αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας χωρίς καμία ενέργεια από τους ασθενείς, διαφοροποιεί θεμελιωδώς τους δύο τομείς συλλογής δεδομένων. Προτιμήθηκε λοιπόν στα πλαίσια της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας η ανάπτυξη και εφαρμογή δύο διαφορετικών υποσυστημάτων συλλογής δεδομένων και αφέθηκε στο μεσοστικό της πλατφόρμας ο ρόλος της ενοποίησης της ροής πληροφορίας προς τα ανώτερα στρώματα της αρχιτεκτονικής, όπως θα εξηγηθεί στη συνέχεια του κεφαλαίου.

Το λογισμικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος inCASA [31] και παρουσιάζεται στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική ονομάστηκε **SARA** και χωρίζεται στα ακόλουθα λειτουργικά επίπεδα:

1. Επίπεδο συνδεσιμότητας: Σε αυτό το επίπεδο, η πύλη Τηλεϋγείας (Telehealth gateway) φροντίζει την χαμηλού επιπέδου επικοινωνία με τις ιατρικές συσκευές. Υλοποιήθηκε υποστήριξη σύνδεσης μέσω του πρωτοκόλλου Bluetooth σε αντιστοιχία με το υποστηριζόμενο πρωτόκολλο επικοινωνίας από τις ιατρικές συσκευές που παρετέθησαν στον Πίνακα 4.
2. Επίπεδο συντακτικής ανάλυσης (parser layer): Εδώ γίνεται η αποκωδικοποίηση της πληροφορίας που καταφθάνει από τις ιατρικές συσκευές.
3. Επικοινωνία μέσω υπηρεσίας ιστού με το μεσισμικό της πλατφόρμας όπου στέλνονται οι επεξεργασμένες μετρήσεις που έχουν ληφθεί από τις ιατρικές συσκευές. Στην αρχιτεκτονική πελάτη - εξυπηρετητή της υπηρεσίας ιστού, το λογισμικό SARA είναι ο πελάτης και το μεσισμικό είναι ο εξυπηρετητής.
4. Γραφική διεπαφή χρήστη, η οποία προσφέρει στους ασθενείς ένα φιλικό γραφικό περιβάλλον ώστε να εκτελούν και να καταχωρούν με ευκολία τις, προδιαγεγραμμένες από την εποπτεύουσα ιατρική ομάδα, ιατρικές μετρήσεις.

Η αρχική οθόνη που βλέπουν οι ασθενείς κατά τη διενέργεια των ιατρικών μετρήσεων φαίνεται στο Σχήμα 23. Η όλη σχεδίαση βασίζεται στην ευκολία χρήσης, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι χρήστες της διαδραστικής εφαρμογής είναι κατά κανόνα ηλικιωμένοι με περιορισμένες ή και ανύπαρκτες γνώσεις περί νέων τεχνολογιών. Παράλληλα, τα γραφικά προσδίδουν ένα αίσθημα ζωντάνιας στο λογισμικό πρόγραμμα, με απώτερο σκοπό την ευχαρίστηση των ασθενών που το χρησιμοποιούν και όχι την αντιμετώπισή του σαν μια υποχρεωτική ενέργεια ρουτίνας. Με το πάτημα οποιουδήποτε από τα κουμπιά που αντιστοιχεί στις ιατρικές μετρήσεις βάρους, πίεσης και οξυμετρίας ενεργοποιείται η αντίστοιχη ροή του λογισμικού που αναμένει την αυτόματη λήψη της σχετικής μέτρησης αφού ολοκληρωθεί η διενέργειά της εκ μέρους του ασθενούς. Για παράδειγμα, στο Σχήμα 24 φαίνεται η αναμονή λήψης δεδομένων οξυμετρίας. Όταν αυτή ολοκληρωθεί, τα αποτελέσματα της μέτρησης εμφανίζονται στην οθόνη όπως φαίνεται στο Σχήμα 25 και για να αποσταλούν στην πλατφόρμα, ο ασθενής πρέπει να πατήσει το κουμπί αποδοχής και αποστολής. Η ίδια λογική "Accept and Send" ακολουθείται σε όλες τους τύπους ιατρικών μετρήσεων,

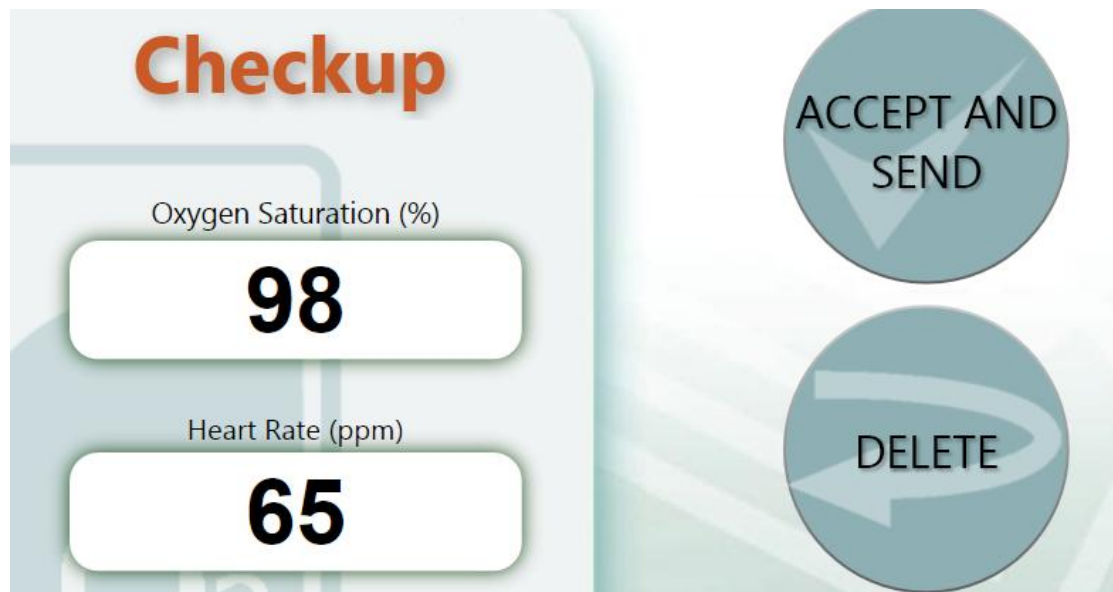
ώστε να μπορεί και ο ίδιος ο ασθενής να ελέγξει τις μετρήσεις του αλλά και να απορρίψει τιμές μετρήσεων που κρίνει ότι αντιστοιχούν σε προφανείς αστοχίες της συσκευής. Ο ενεργητικός ρόλος του ασθενούς ενισχύεται από τη δυνατότητα που παρέχει το button "Records" το οποίο προβάλλει τις πρόσφατες καταχωρηθείσες μετρήσεις, όπως αυτές είναι αποθηκευμένες στην τοπική βάση δεδομένων, και επιτρέπει στον ασθενή να εκτελεί και αυτός πιο συστηματικό έλεγχο της εξέλιξης των ιατρικών μετρήσεων και κατ' επέκταση της πορείας της υγείας του. Η δυνατότητα προβολής των πρόσφατων μετρήσεων απεικονίζεται στο Σχήμα 26, χρησιμοποιώντας το παράδειγμα των καρδιακών παλμών. Τονίζεται ότι η λειτουργία είναι εντελώς όμοια και για όλες τις υπόλοιπες ιατρικές παραμέτρους.



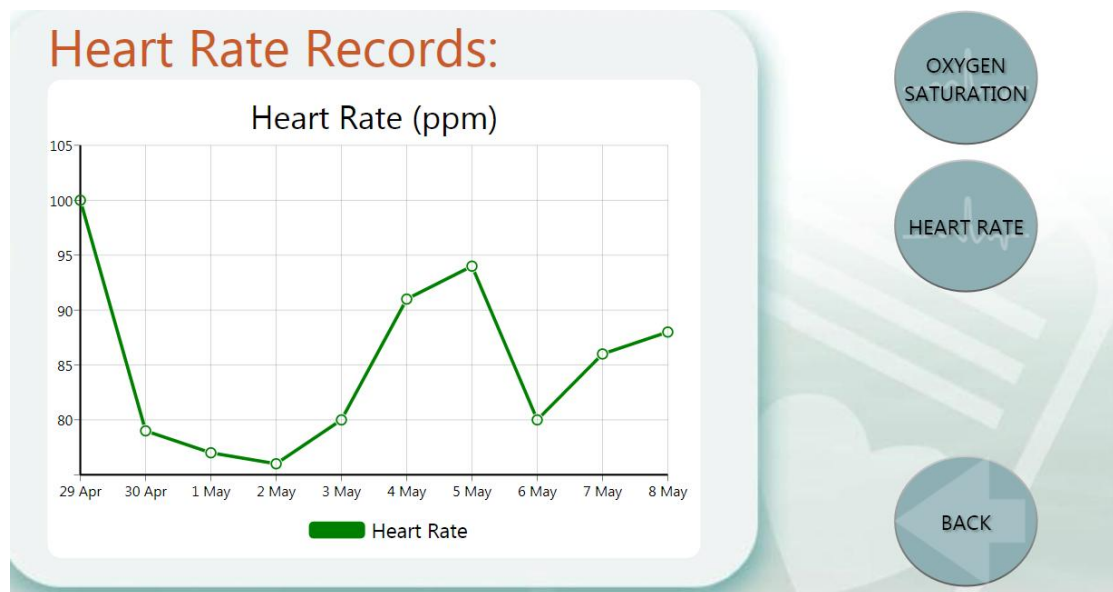
Σχήμα 23 Αρχική οθόνη εκτέλεσης ιατρικών μετρήσεων



Σχήμα 24 Κατάσταση αναμονής διενέργειας και λήψης μέτρησης παλμών και οξυγόνου



Σχήμα 25 Προβολή ληφθέντων μετρήσεων στην οθόνη του ασθενούς



Σχήμα 26 Πρόσφατο ιστορικό ιατρικών μετρήσεων όπως το βλέπει ο ασθενής

Αναφορικά με τη διακίνηση της πληροφορίας από το λογισμικό SARA προς τα ανώτερα στρώματα της αρχιτεκτονικής, δηλαδή προς το μεσισμικό της πλατφόρμας, σημειώνεται ότι το λογισμικό SARA καλεί μέσω του πρωτοκόλλου SOAP σχετική υπηρεσία ιστού που παρέχεται από την πλευρά του μεσισμικού. Η πληροφορία που στέλνει το λογισμικό SARA στο μεσισμικό μπορεί να συνοψιστεί μέσω του ακόλουθου παραδείγματος μηνύματος SOAP:

```
<soapenv:Envelope
xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <soapenv:Header/>
  <soapenv:Body>
```

```

<storeMeasure>
  <ak>
    <idKit>1</idKit>
    <passWS>kitP_pwd</passWS>
    <userWS>kitP</userWS>
  </ak>
  <id></id>
  <idDevice>1</idDevice>
  <name>systolic-pressure</name>
  <dateReception>1302533492752</dateReception>
  <dateTransmission>1302533492752</dateTransmission>
  <dateMeasure>1302533492752</dateMeasure>
  <unit>mmhg</unit>
  <!--1 or more repetitions:-->
  <measureValue>114</measureValue>
</storeMeasure>
</soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>

```

Η σημασία των αντίστοιχων πεδίων εξηγείται στον επόμενο πίνακα.

Πεδίο	Σημασία
idKit	Το αναγνωριστικό της εγκατάστασης ανά ασθενή. Διακριτή τιμή για κάθε ασθενή.
userWS & passWS	Διαπιστευτήρια χρήστη - πελάτη της υπηρεσίας ιστού (web service)
idDevice	Το αναγνωριστικό της ιατρικής συσκευής
name	Όνομα μετρούμενης παραμέτρου
dateReception	Χρονοσφραγίδα (timestamp) λήψης της μέτρησης από το λογισμικό SARA
dateTransmission	Χρονοσφραγίδα (timestamp) αποστολής της μέτρησης από το λογισμικό SARA προς το μεσισμικό.
dateMeasure	Χρονοσφραγίδα (timestamp) που εκτελέστηκε η ιατρική μέτρηση. Η πληροφορία αυτή δίδεται από την ιατρική συσκευή στο λογισμικό SARA.
unit	Μονάδα μέτρησης. Π.χ. στο παράδειγμα της συστολικής πίεσης το πεδίο unit έχει τιμή mmHg.
measureValue	Τιμή μέτρησης.

Πίνακας 7 Πεδία πληροφορίας κατά την επικοινωνία του λογισμικού SARA με το μεσισμικό

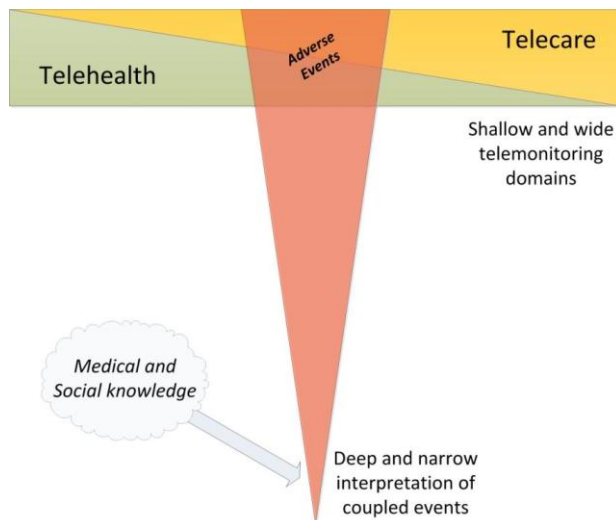
4.4 Το μεσισμικό της πλατφόρμας

Η ύπαρξη δύο ετερογενών δικτυακών πυλών, όπως αυτές παρουσιάστηκαν στις αμέσως προηγούμενες ενότητες, εισάγει την ανάγκη χρήσης μεσισμικού το οποίο θα έχει τον κομβικό ρόλο της συλλογής των δεδομένων από αυτές, της επεξεργασίας τους και της προώθησής τους τελικά με ενοποιημένο σημασιολογικά τρόπο στα ανώτερα στρώματα της αρχιτεκτονικής. Πέραν όμως του ενοποιημένου τρόπου προώθησης των δεδομένων Τηλεϋγείας (Telehealth) και Τηλεβοήθειας (Telecare), το μεσισμικό οφείλει να παρέχει την απαραίτητη πληροφορία στα ανώτερα στρώματα ώστε αυτά να δύνανται να ξεχωρίσουν την πληροφορία που καταφθάνει από τον τομέα Telehealth με αυτή που καταφθάνει από τον τομέα Telecare. Κάτι τέτοιο επιτρέπει πιο δυναμική αναπαράσταση των δεδομένων του καθενός τομέα ξεχωριστά αλλά και προσβλέπει σε βαθύτερη και επιπρόσθετη ερμηνεία τους στην περίπτωση σχετιζόμενης ανάλυσης των δύο τομέων. Μεταξύ αυτών που εκφράζουν την άποψη ότι οι εν λόγω δύο τομείς δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται ως μια οντότητα είναι η βρετανική ένωση γηριατρικής [56].

Οι δύο διακριτοί τομείς συλλογής δεδομένων αλλά και ο στόχος συνδυαστικής ανάλυσης μπορεί να παρασταθεί στο Σχήμα 27. Η οριζόντια γραμμή αναπαριστά τις "καθαρές" μετρήσεις όπως αυτές υφίστανται ανά τομέα, ενώ η κατακόρυφη γραμμή δείχνει την κατάσταση κοινής επεξεργασίας των ετερογενών δεδομένων που μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερης αξίας αποτελέσματα, καθώς μπορεί να συνδυάσει γνώσεις από διάφορους τομείς όπως ιατρικό, κοινωνικό ή και ψυχολογικό.

Για να μπορεί να επιτευχθεί ο συνδυασμός των δεδομένων Telehealth με τα δεδομένα Telecare, χάριν όπως προαναφέρθηκε της προστιθέμενης αξίας που μπορεί να δώσει η συνδυαστική ερμηνεία τους, είναι μεγάλης σημασίας το μεσισμικό να αναπαριστά αυτά τα δεδομένα μέσω ενός ενοποιημένου μηνύματος που θα είναι εύκολα κατανοητό από τα αλληλεπιδρώντα ανώτερα συστατικά της πλατφόρμας αλλά και από εξωτερικούς καταναλωτές της υπηρεσίας. Προς αυτή την κατεύθυνση, τα ανταλλάσσόμενα μηνύματα οφείλουν να είναι συμβατά με διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα του χώρου, προωθώντας έτσι την ευρεία διάδοση της πλατφόρμας. Στην προτεινόμενη υπηρεσία, χρησιμοποιείται το πρότυπο HL7 v2.6 [57] για αυτό το σκοπό. Οι ειδικές HL7 προδιαγραφές που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της εργασίας με

στόχο τη διαλειτουργικότητα της πλατφόρμας θα αναπτυχθούν στο επόμενο κεφάλαιο της διατριβής που θα εστιάσει σε αυτό το ζήτημα.



Σχήμα 27 Μοντέλο σχήματος T της επεξεργασίας δεδομένων των δύο τομέων Telehealth και Telecare

Στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική χρησιμοποιήθηκε το μεσισμικό **LinkSmart**, με στόχο την σύνθεση μηνυμάτων βάσει των ανωτέρω προδιαγραφών. Το λογισμικό LinkSmart αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος "Hydra for Networked Embedded Systems" [7] και πλέον αποτελεί λογισμικό ανοικτού κώδικα [58]. Στα πλαίσια της παρούσης ερευνητικής εργασίας, τροποποιήθηκε καταλλήλως ώστε να καλύπτει τις συγκεκριμένες ανάγκες διασύνδεσης της προτεινόμενης πλατφόρμας [59]. Το LinkSmart επιτρέπει στους προγραμματιστές να ενσωματώσουν ετερογενείς συσκευές ή δικτυακές πύλες στις εφαρμογές τους μέσω εύκολων προς χρήση υπηρεσιών ιστού (Web Services) που αναπαριστούν ιδεατά τις φυσικές οντότητες και επιτρέπουν τη διασύνδεση με αυτές και τον έλεγχό τους. Παρέχει επίσης ευέλικτο σύστημα συλλογής δεδομένων που είναι ικανό να μετατρέψει τα δεδομένα των ετερογενών πηγών σε ένα ενοποιημένο και πρότυπο μήνυμα HL7. Με όρους της εν λόγω πλατφόρμας, οι δύο ετερογενείς πηγές αντιστοιχούν στο Activity Hub (Telecare) και στο λογισμικό SARA (Telehealth).

Η συλλογή δεδομένων (data collection) στο μεσισμικό LinkSmart λειτουργεί πάνω από το επίπεδο ιδεατής αναπαράστασης των συσκευών (ή και λογισμικών) που το ίδιο υποστηρίζει. Αυτή η διαδικασία αναφέρεται στην εργασία [60] ως "Semantic devices" (σημασιολογικές συσκευές). Πιο συγκεκριμένα, το μεσισμικό αναπαριστά

και καταχωρεί τις φυσικές συσκευές ως μέλη ενός δικτύου peer to peer (P2P), ώστε μετά να μπορεί να επικοινωνήσει με την ιδεατή αναπαράσταση της κάθε μίας με χρήση υπηρεσιών ιστού δια μέσω μιας ασφαλούς σήραγγας SOAP (SOAP tunnel).

Στο Σχήμα 28 φαίνεται ότι όλες οι φυσικές οντότητες που έχουν αναπαρασταθεί στο μεσοσμικό είναι υποκλάσεις της υπερκλάσης IoT¹ device κάτι που επιτρέπει και την εξαγωγή εν τέλει ενοποιημένου μηνύματος. Η κλάση IoT Device μπορεί να εξάγει οποιαδήποτε δεδομένα σε ενοποιημένη μορφή HL7 ORU_R01 μέσω της λειτουργίας HL7Parser.

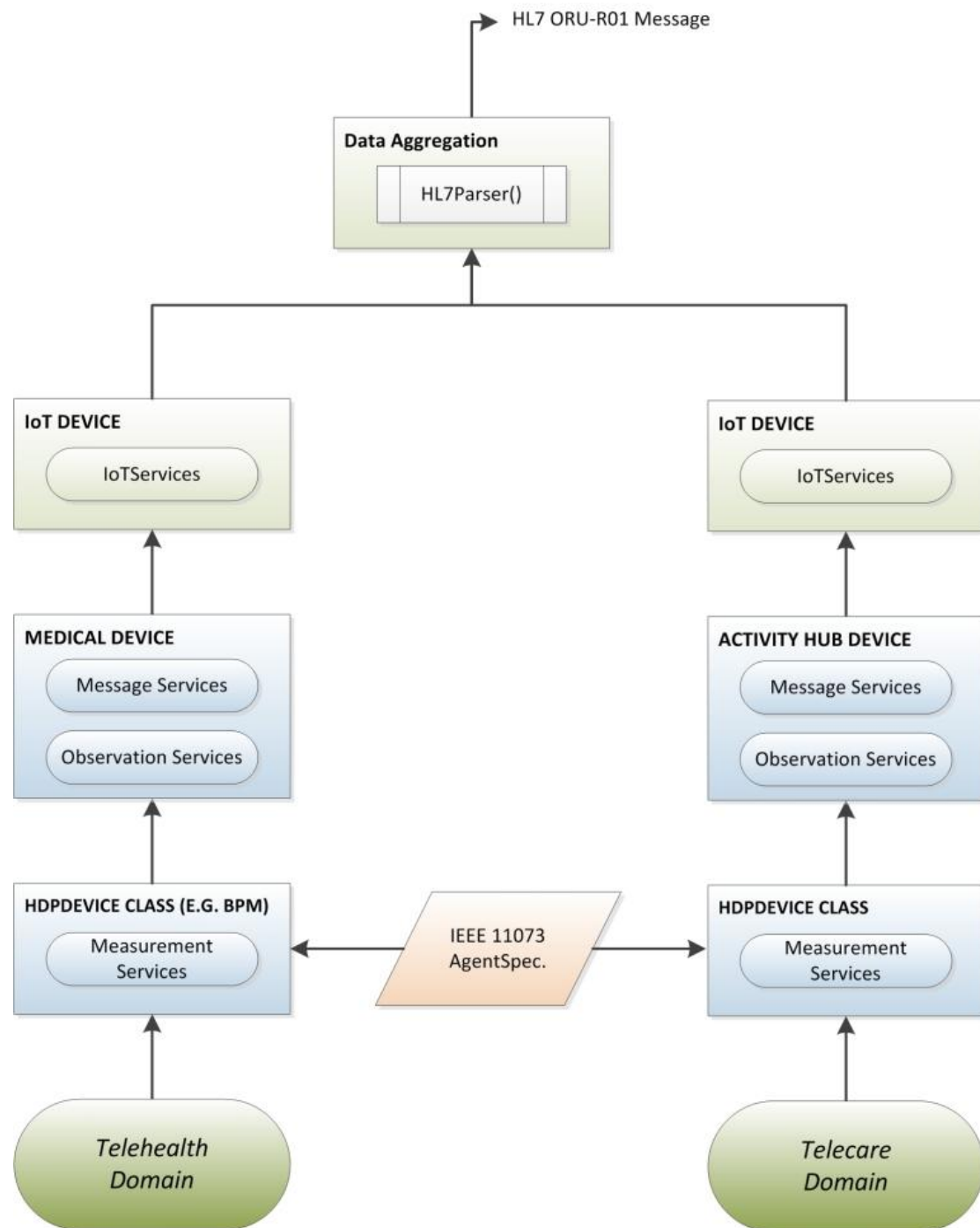
Η εισαγωγή μιας νέας συσκευής Telehealth ή Telecare ή ακόμα και η εισαγωγή μιας υπηρεσίας λογισμικού στην πλατφόρμα, βασικά προϋποθέτει τη χρήση της κλάσης Medical Device για τον τομέα Telehealth και τη χρήση της κλάσης Activity Hub Device για τον τομέα Telecare. Ανεξάρτητα από τον τομέα, κάθε τέτοια συσκευή θα καταχωρηθεί με τη δική της σημασιολογική περιγραφή σε αντιστοιχία με τις ανάλογες προδιαγραφές του προτύπου IEEE 11073. Προφανώς, για όσες συσκευές / παραμέτρους δεν υπάρχει ακόμα IEEE 11073 προτυποποίηση θα πρέπει να εφαρμοστεί μη προτυποποιημένη (custom) μοντελοποίηση.

Στα πλαίσια της προτεινόμενης πλατφόρμας, κάθε μέτρηση που καταφθάνει στο μεσοσμικό LinkSmart από το λογισμικό SARA (π.χ. μέτρηση βάρους) δημιουργεί ένα στιγμιότυπο της κλάσης Medical Device, ενώ κάθε μέτρηση που καταφθάνει από το Activity Hub (π.χ. περιβάλλουσα θερμοκρασία) δημιουργεί ένα στιγμιότυπο της κλάσης Activity Hub Device. Επιπλέον, το μεσοσμικό επιτελεί και το ρόλο του φιλτραρίσματος (filtering) των μετρήσεων που θα αποσταλούν στον κεντρικό εξυπηρετητή.

Ένας τύπος φιλτραρίσματος είναι ο χρονικός, ώστε να αποφευχθεί η συσσώρευση "περιττής" πληροφορίας στην πλευρά του εξυπηρετητή. Για παράδειγμα, στην πλατφόρμα που αναπτύχθηκε, το μεσοσμικό προωθούσε στον εξυπηρετητή τιμές της περιβάλλουσας θερμοκρασίας με μέγιστη συχνότητα μία αποστολή ανά μισή ώρα, ανεξάρτητα από τη συχνότητα που ο εγκατεστημένος αισθητήρας θερμοκρασίας έστελνε το σχετικό σήμα. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, ως "περιττή" πληροφορία κρίθηκε η αποστολή διαδοχικών τιμών περιβάλλουσας θερμοκρασίας σε διάστημα

¹ Το ακρωνύμιο IoT αντιστοιχεί στην ονομασία "Internet of Things", που στα ελληνικά μπορεί να μεταφραστεί ως διαδίκτυο των πραγμάτων.

μικρότερο της μισής ώρας. Το LinkSmart έχει τη δυνατότητα να καταχωρεί στην τοπική βάση δεδομένων του τη χρονοσφραγίδα (timestamp) της τελευταίας μέτρησης ανά ιατρική συσκευή ή αισθητήρα που έχει αποσταλεί στον κεντρικό εξυπηρετητή. Συνεπώς, για κάθε νέα ληφθείσα μέτρηση μπορεί να υπολογίσει τη σχετική χρονική διαφορά και να φιλτράρει ή όχι τη μέτρηση ανάλογα με τους τροφοδοτημένους κανόνες.



Σχήμα 28 Ιεραρχικό μοντέλο του τρόπου κοινής σημασιολογικής δομής των τομέων Telehealth και Telecare εντός του μεσισμικού

Ένας άλλος τύπος φιλτραρίσματος είναι ο λογικός, βάσει του οποίου το μεσισμικό απέρριπτε ληφθείσες τιμές που ήταν προφανείς αστοχίες του αισθητήρα και δεν μπορεί να ανταποκρίνονταν σε πραγματικές τιμές (π.χ. θερμοκρασία δωματίου μεγαλύτερη των 100 βαθμών Κελσίου). Τέτοιου είδους ρυθμίσεις καταχωρούνται παραμετρικά στην τοπική βάση δεδομένων του LinkSmart και πιο συγκεκριμένα στον πίνακα SensorList, ο οποίος περιέχει όλη την ταυτοποιητική πληροφορία ανά υποστηριζόμενη αισθητήρια συσκευή. Στη συνέχεια, φαίνονται οι τιμές αυτού του πίνακα για τέσσερις υποστηριζόμενες αισθητήριες συσκευές, όπου έχει οριστεί παραμετρικά ότι η μέγιστη έγκυρη τιμή θερμοκρασίας δωματίου είναι 100 και η ελάχιστη -20 βαθμοί Κελσίου. Η σχετική παραμετροποίηση λαμβάνει χώρα στα πεδία Max και Min του πίνακα SensorList αντίστοιχα.

SensorList table								
Sensor_ID	Sensor_Address	Hardware_Address	Sensor_Type_ID	Usage	Location	AH_RefId	Max	Min
ESCA0001	0A32C2FFFEBA0009	001E647A	E-CS	Chair Sensor	CHAIR	Demo NTUA		
PSB001	0B32C2FFFEBA0006	00137A00000084E1	Z-800	TV Usage	TV	Demo NTUA		
MD0012	001000FFFEAC0007	00137A0000003CCA	Z-B01C	Motion Detector	LIVING ROOM	Demo NTUA		
TS0012	001000FFFEAC0009	00137A0000003CCA	Z-B01C-T	Thermometer	LIVING ROOM	Demo NTUA	100	-20

Πίνακας 8 Δείγμα τιμών του πίνακα SensorList

Συνοψίζοντας, μπορεί να ειπωθεί ότι το μεσισμικό LinkSmart παρέχει πληθώρα ευκολιών στην πλατφόρμα, με βασική εργασία την παραγωγή ενοποιημένου και προτυποποιημένου μηνύματος δεδομένων, ακόμα και αν τα ανεπεξέργαστα δεδομένα έχουν συλλεχθεί από ετερογενείς πηγές. Αναλυτική παρουσίαση των ανταλλασσόμενων προτυποποιημένων μηνυμάτων μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας, θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο της διατριβής. Τέλος, σημειώνεται ότι στην πλατφόρμα που αναπτύχθηκε, δεν αξιοποιήθηκαν όλες οι δυνατότητες του μεσισμικού LinkSmart. Όπως αναφέρθηκε, το μεσισμικό παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου των διασυνδεδεμένων συσκευών μέσω των αντίστοιχων υπηρεσιών (services) που αυτές προσφέρουν. Ένα απλό παράδειγμα είναι η διαμεσολάβηση του μεσισμικού για το αυτοματοποιημένο άνοιγμα ή κλείσιμο ενός διακόπτη φωτός. Στην πλατφόρμα μας όμως δεν υπήρχε η ανάγκη απομακρυσμένου ελέγχου των αισθητήριων ή ιατρικών συσκευών, οπότε και δεν έγινε χρήση της δικατευθυντικής

επικοινωνίας που μπορεί να υποστηρίξει το μεσισμικό LinkSmart. Παρ' όλα αυτά, ο έλεγχος των διασυνδεδεμένων συσκευών μέσω του μεσισμικού θα χρησιμοποιούνταν κάλλιστα σε πλατφόρμες που επικεντρώνονται περισσότερο στο διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things) [61] [62] [63], η εξάπλωση του οποίου μπορεί να σημάνει τεχνολογική επανάσταση [64] με ευρύτερες κοινωνικές προεκτάσεις επίσης [65].

4.5 Smart Personal Platform

Το συστατικό της πλατφόρμας που αποτελεί την καρδιά του εξυπηρετητή (server) ονομάζεται **Smart Personal Platform (SPP)**. Το SPP αποτελεί ένα συστατικό με πολλαπλές λειτουργικότητες, οι κύριες από τις οποίες είναι η λήψη δεδομένων από το μεσισμικό της πλατφόρμας, η αποθήκευσή και ανάλυσή αυτών καθώς και η παροχή τους σε εξωτερικές εφαρμογές, όπως η εφαρμογή Consumer Application της προτεινόμενης υπηρεσίας.

Το συστατικό SPP μπορεί να εξειδικευτεί στα ακόλουθα υποσυστατικά που επιτελούν διακριτές μεταξύ τους εργασίες:

- Αποθήκη δεδομένων, στην οποία αποθηκεύονται τόσο τα πρωτογενή δεδομένα (π.χ. τιμές μετρήσεων των περιβαλλόντων αισθητήρων) όσο και τα δεδομένα που έχουν προκύψει ύστερα από ευφυή επεξεργασία στην πλατφόρμα (π.χ. προφίλ συνηθειών, ειδοποιήσεις κ.λπ.). Το εν λόγω υποσυστατικό φροντίζει και για την παροχή υπηρεσιών που επιτρέπουν στα υπόλοιπα υποσυστατικά του SPP να καταναλώνουν τα αποθηκευμένα δεδομένα.
- Μηχανή μοντελοποίησης και αξιολόγησης κανόνων, στην οποία εδράζεται όλη η ευφυΐα της πλατφόρμας σχετικά με την παραγωγή και διαχείριση ειδοποιήσεων. Το υποσυστατικό ονομάζεται **Reasoner** και πρόκειται για μια μηχανή οντολογικής αναπαράστασης των τροφοδοτούμενων κανόνων που στοχεύει στην αυτοματοποιημένη διάγνωση ανώμαλων καταστάσεων ύστερα από εφαρμογή συλλογιστικής (reasoning) σε δεδομένα με επίγνωση πλαισίου (context aware).
- Στρώμα ολοκλήρωσης (integration layer), το οποίο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία του SPP με εξωτερικές εφαρμογές (π.χ. μεσισμικό LinkSmart,

Consumer Application) αλλά και για την εσωτερική ενδοεπικοινωνία των υποσυστατικών του SPP. Το εν λόγω στρώμα ονομάζεται **Mediator** και φροντίζει να καλεί αλλά και να παρέχει τις κατάλληλες διεπαφές συστημάτων, ώστε να επιτελέσει τον ρόλο διασύνδεσης των επιμέρους συστατικών της πλατφόρμας ακολουθώντας το αρχιτεκτονικό μοντέλο Enterprise Service Bus (ESB) [66] [67].

Στη συνέχεια της ενότητας, ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση των ανωτέρω υποσυστατικών του SPP.

4.5.1 Κεντρική αποθήκη δεδομένων

Το υποσύστημα της πλατφόρμας που είναι υπεύθυνο για την κεντρική αποθήκευση της πληροφορίας και παροχή αυτής σε καταναλωτές της (consumers) ονομάζεται **EPR** (Electronic Patient Record). Δεδομένης της φύσης των αποθηκευμένων δεδομένων, που είναι κατά βάση ιατρικά ή δεδομένα περιβάλλουσας δραστηριότητας, το EPR σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε βάσει των επιταγών που πρέπει να διέπουν ένα σύστημα τέτοιας κατηγορίας, που στη βιβλιογραφία απαντάται συνήθως ως σύστημα EHR (Electronic Health Record) [68] [69].

Στο EPR αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες που σχετίζονται με την απομακρυσμένη παρακολούθηση των ασθενών. Αυτές οι πληροφορίες μπορεί να είναι είτε σχετικές με μετρήσεις ιατρικής φύσεως είτε σχετικές με περιβάλλουσα δραστηριότητα, σε αντιστοιχία με την έως τώρα ανάλυση της διατριβής. Επίσης, όπως προαναφέρθηκε, τα αποθηκευμένα δεδομένα μπορεί να είναι είτε πρωτογενή είτε να έχουν προκύψει από ευφυή σύνθεση πρωτογενών δεδομένων. Παράλληλα, η βάση δεδομένων του EPR περιέχει και τα δημογραφικά στοιχεία των ασθενών, κάτι που αποτελεί βασική απαίτηση για ένα σύστημα EHR [70]. Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων του EPR υποστηρίζει επίσης διαχείριση κλινικών αναφορών HL7 CDA (Clinical Document Architecture) Release 2 [71] καθώς και διαχείριση ημερολογιακών γεγονότων, όπως ιατρικά ραντεβού με τους ασθενείς.

Κορμό του EPR αποτελεί η σχεσιακή βάση δεδομένων του που είναι και η κεντρική αποθήκη δεδομένων όλης της πλατφόρμας. Όμως, το EPR αποτελείται και από εξυπηρετητή εφαρμογών (application server) ο οποίος παρέχει τις κατάλληλες

διεπαφές για εισαγωγή ή εξόρυξη δεδομένων από τη βάση δεδομένων του EPR. Έτσι, ακόμα και τα άλλα εσωτερικά υποσυστατικά του SPP δεν συνδέονται απευθείας στη βάση δεδομένων του EPR, αλλά επικοινωνούν με τον application server του EPR στα πλαίσια της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής σχεδίασης του SPP. Πέραν του application server του EPR λοιπόν, κανένα άλλο υποσύστημα δεν έχει πρόσβαση στην κεντρική βάση δεδομένων της πλατφόρμας ούτε βέβαια και κάποιος χειριστής της διαδικτυακής εφαρμογής της υπηρεσίας. Κάτι τέτοιο ενισχύει την προστασία και ακεραιότητα των δεδομένων και, παράλληλα, απαιτεί από τις διεπαφές των υπηρεσιών που παρέχει το EPR να οριστούν με κατάλληλες επιλογές ασφαλείας ώστε να δίνονται διαφορετικά δικαιώματα χρήσης ανά υποσύστημα που επικοινωνεί με το EPR και ανά κατηγορία επαγγελματικού προσωπικού που αλληλεπιδρά με τα κεντρικά δεδομένα. Σημειώνεται επίσης ότι αυτή η σχεδίαση επιτρέπει στο EPR να παρέχει κρυπτογραφημένα στους καταναλωτές των δεδομένων όποια κατηγορία πληροφορίας έχει χαρακτηριστεί ως ευαίσθητη (σαφώς, τα ιατρικά πληροφοριακά συστήματα είναι μια κατηγορία πληροφοριακών συστημάτων που συχνά φέρουν ιδιαίτερος ευαίσθητες πληροφορίες που εμπίπτουν στο ιατρικό απόρρητο).

4.5.2 Reasoner

Το συστατικό του SPP που είναι υπεύθυνο για την μοντελοποίηση των κανόνων της υπηρεσίας και για την εφαρμογή σημασιολογικής συλλογιστικής (semantic reasoning) στα δεδομένα της πλατφόρμας ονομάζεται **Reasoner**. Σε αυτό το συστατικό λοιπόν γίνεται η παραγωγή των ειδοποιήσεων (alerts) που, όπως θα αναλυθεί στη συνέχεια, επικοινωνούνται στο Consumer Application ώστε να γίνουν αντιληπτές από το επαγγελματικό προσωπικό παροχής φροντίδας. Η σχεδίαση και υλοποίηση του Reasoner στα πλαίσια της εν λόγω εργασίας έχει βασιστεί στην αρχιτεκτονική ανάλυσή του, την οποία πραγματεύεται η εργασία [72].

Οι κύριες αρμοδιότητες του Reasoner μπορούν να συνοψιστούν ως ακολούθως:

- Ορισμός της δομής της οντολογίας πάνω στην οποία θα βασιστεί η εφαρμογή συλλογιστικής.

- Ορισμός της συλλογιστικής ροής κάτι που επιτρέπει τη διαχείριση των γεγονότων εισόδου (π.χ. νέες μετρήσεις) και τη δράση πάνω σε αυτά. Αυτή η δράση προκαλεί δεδομένα εξόδου (π.χ. παραγωγή ειδοποίησης), ανάλογα με το αν πληρούνται οι ορισμένες συνθήκες της ροής.
- Εντοπισμός και ορισμός των κύριων κλάσεων της οντολογίας και της εκτέλεσης της συλλογιστικής διαδικασίας.

Ο Reasoner είναι υπεύθυνος για τη συλλογή, επιλογή και δόμηση των εισερχόμενων δεδομένων ώστε να δημιουργηθεί η βάση γνώσης του συστήματος, κάτι που είναι απαραίτητο για το επόμενο βήμα της εξαγωγής απόφασης από πλευράς του εν λόγω συστατικού. Τα εισερχόμενα δεδομένα, όπως έχει ήδη αναλυθεί, είναι ετερογενή, αντιστοιχούν σε διαφορετικούς ασθενείς, ενώ σχετίζονται είτε με τον τομέα Telehealth είτε με τον τομέα Telecare. Ο Reasoner αφού λάβει μια εισερχόμενη πληροφορία εφαρμόζει αναγνώριση πλαισίου (context recognition) ώστε να δύναται να εφαρμόσει σημασιολογική ανάλυση στα δεδομένα. Για να μπορεί να γίνει αποτελεσματική σημασιολογική ανάλυση, πρέπει τα δεδομένα εισόδου να φέρουν την απαραίτητη πληροφορία σε προτυποποιημένη μορφή κάτι που διασφαλίζεται από τον τρόπο λειτουργίας του μεσισμικού της πλατφόρμας LinkSmart που παρουσιάστηκε στην ενότητα 4.4. Υπενθυμίζεται ότι το LinkSmart είναι το συστατικό που τροφοδοτεί το SPP με δεδομένα που έχουν ληφθεί μέσω της διαδικασίας παρακολούθησης των ασθενών στις οικίες τους.

Η βάση γνώσης του συστήματος εκφράζεται χρησιμοποιώντας φορμαλισμό οντολογιών, κάτι που θεωρείται ως η βέλτιστη τεχνική προσέγγιση για την περιγραφή των σημασιολογικών στοιχείων των δεδομένων της πλατφόρμας. Ο Reasoner προσφέρει τη δυνατότητα στην πλατφόρμα να μπορεί να επεξεργάζεται δεδομένα πλαισίου (context data), να αναγνωρίζει το εκάστοτε πλαίσιο και να οδηγεί το σύστημα σε νέες καταστάσεις μετά την εφαρμογή συλλογιστικής στα δεδομένα (π.χ. παραγωγή ειδοποίησης και διάδοσή της στα κατάλληλα υποσυστήματα της πλατφόρμας).

Η εφαρμογή συλλογιστικής βασίζεται στο διερμηνέα κανόνων που υλοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού ανοικτού κώδικα Jena [73]. Η μηχανή ερωτημάτων που χρησιμοποιήθηκε είναι η ARQ [74] η οποία παρέχεται από το Jena και η οποία υποστηρίζει τη γλώσσα ερωτημάτων σε RDF δεδομένα SPARQL [75].

4.5.2.1 Οντολογική Αναπαράσταση

Όπως έχει προαναφερθεί, τα δεδομένα που χειρίζεται ο Reasoner είναι μοντελοποιημένα μέσω οντολογικής αναπαράστασης. Το οντολογικό μοντέλο περιγράφει τις οντότητες που δύνανται να είναι αντικείμενο εφαρμογής συλλογιστικής (reasoning), καθώς και τις σχέσεις μεταξύ τους. Στην εν λόγω εργασία, σημειώνεται ότι προτιμήθηκε η γλώσσα αναπαράστασης οντολογιών OWL για αυτό το σκοπό [76].

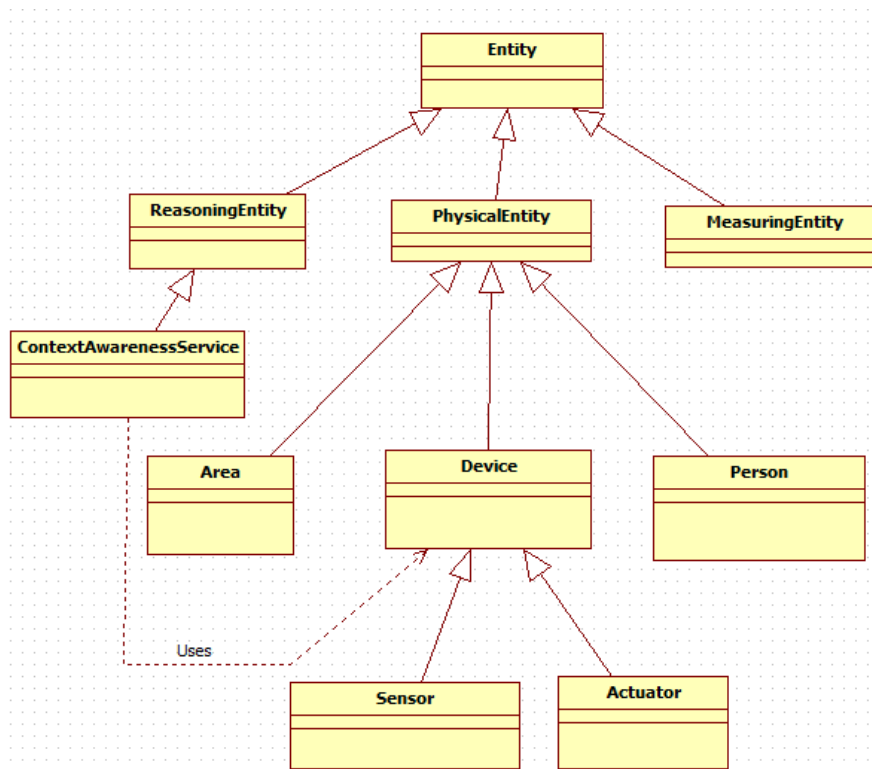
Στο Σχήμα 29 παρατίθενται οι κύριες κλάσεις του οντολογικού ορισμού των δεδομένων που χειρίζεται ο Reasoner. Όπως φαίνεται, οι κύριες κλάσεις είναι οι ακόλουθες:

- *PhysicalEntity*: Η κλάση αυτή αναπαριστά όλες τις οντότητες που είναι φυσικά υπαρκτές και μπορούν να κατηγοριοποιηθούν περαιτέρω μέσω των ακόλουθων υποκλάσεων:
 - *Area*: Επιτρέπει τον ορισμό και περιγραφή του περιβάλλοντος χώρου. Η κλάση χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό μιας περιοχής του χώρου η οποία είναι συσχετισμένη με τη λογική ανάλυση που εκτελεί ο Reasoner. Για παράδειγμα, μετρήσεις της θερμοκρασίας ή κινήσεις εντός του υπνοδωματίου του παρακολουθούμενου ασθενούς καταχωρούνται με Area που υποδηλώνει το συγκεκριμένο υπνοδωμάτιο.
 - *Device*: Η κλάση Device κατηγοριοποιείται περαιτέρω στις υποκλάσεις Sensor και Actuator. Στην κλάση Sensor ανήκουν οι ιατρικές συσκευές μέτρησης ζωτικών παραμέτρων και οι αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας, δηλαδή το σύνολο των συσκευών της εν λόγω πλατφόρμας. Η κλάση Actuator αναπαριστά συσκευές που ενεργούν πάνω στο σύστημα (π.χ. συσκευή με δυνατότητα αυτόματου κλεισίματος διακόπτη φωτός στην οικία του ασθενούς) και είναι στην κατεύθυνση υποστήριξης από πλευράς της πλατφόρμας εμπλουτισμένων εφαρμογών ηλεκτρονικής φροντίδας με στοιχεία Διαδικτύου των Πραγμάτων, όπως αντίστοιχα είδαμε και στην ενότητα παρουσίασης του μεσοσμικού της πλατφόρμας (βλ. Ενότητα 4.4).

Βασικά γνωρίσματα της κλάσης Device είναι το πεδίο DeviceModel που αντιστοιχεί στο μοντέλο της συσκευής καθώς και το DeviceState που υποδηλώνει κανονική ή όχι λειτουργία της συσκευής. Το SPP ενημερώνεται για την κατάσταση των συσκευών από το μεσισμικό LinkSmart.

- *Person*: Η κλάση Person αναπαριστά το άτομο στο οποίο αντιστοιχούν τα εισερχόμενα δεδομένα της πλατφόρμας απομακρυσμένης παρακολούθησης υγείας και συνηθειών.
- *MeasuringEntity*: Η κλάση αναπαριστά τις μετρήσεις που λαμβάνουν χώρα στην οικία του ασθενούς, είτε αυτές προέρχονται από ιατρικές συσκευές είτε από αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας. Κάθε μέτρηση ενός ασθενούς αποτελεί μια οντότητα που συνοδεύεται από τον τύπο μέτρησης, την τιμή μέτρησης και τη χρονική στιγμή που εκτελέστηκε.
- *ReasoningEntity*: Η κλάση περιέχει την περιγραφή του Reasoner και των υπηρεσιών με επίγνωση πλαισίου (context aware services) που παρέχει.

Η οντολογική αναπαράσταση πρέπει να είναι συνεχώς σε αντιστοιχία με την κατάσταση του συστήματος, διατηρώντας μια ενημερωμένη εικόνα αυτού.



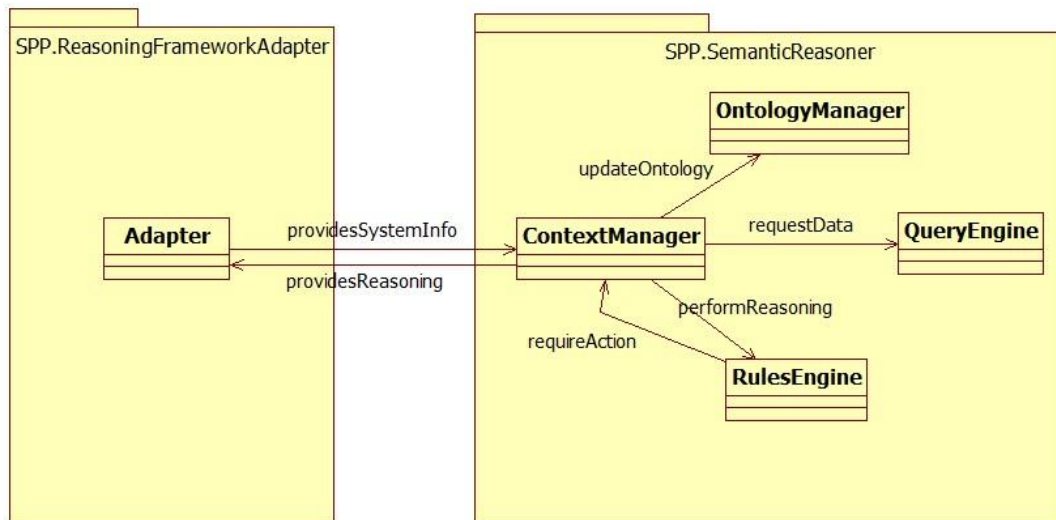
Σχήμα 29 Κύριες κλάσεις της οντολογίας του Reasoner

4.5.2.2 Κύριες κλάσεις του Reasoner

Η λειτουργικότητα του Reasoner δομείται σε επίπεδο λογισμικού μέσω των ακόλουθων κλάσεων που αναπαρίστανται στο Σχήμα 30:

- *ContextManager*:
 - Διαχειρίζεται τα εισερχόμενα γεγονότα που δρομολογούνται εσωτερικά μέσω της κλάσης Adapter και εντοπίζει όσα από αυτά καταδεικνύουν αλλαγές σε ένα στοιχείο πλαισίου (context element).
 - Ζητά την ενημέρωση της οντολογίας, μέσω σχετικής κλήσης στη μέθοδο updateOntology της κλάσης OntologyManager.
 - Πυροδοτεί την εφαρμογή συλλογιστικής (reasoning) στα νέα εισερχόμενα δεδομένα και στο πλαίσιο αυτών. Η συλλογιστική εκτελείται από την κλάση RulesEngine και αποφαινεται εάν απαιτείται

- κάποια περαιτέρω ενέργεια από το σύστημα ή όχι, με βάση τους ορισμένους κανόνες (rules).
- Ενημερώνει ασύγχρονα την κλάση *Adapter* σχετικά με το αποτέλεσμα της συλλογιστικής διαδικασίας και σε περίπτωση που απαιτείται κάποια ενέργεια επικοινωνεί το υποκείμενο και το αντικείμενο της ζητούμενης ενέργειας.
- *OntologyManager*: Η κλάση είναι υπεύθυνη για την εκτέλεση ενημερώσεων στο μοντέλο οντολογίας, όπως αυτό παρουσιάστηκε στην Ενότητα 4.5.2.1. Όπως έχει αναφερθεί, η οντολογία πρέπει να διατηρείται ενημερωμένη ώστε να αναπαριστά την τρέχουσα εικόνα του συστήματος. Οι ακόλουθες υποκλάσεις της κλάσης *OntologyManager* παρέχουν εξειδικευμένη λειτουργικότητα:
 - *OntologyPropertyUtility*: Εξειδικεύεται στη διαχείριση των ιδιοτήτων της οντολογίας.
 - *OntologyPrefixUtility*: Εξειδικεύεται στη διαχείριση των προθεμάτων (prefixes) της οντολογίας.
 - *OntologyIndividualUtility*: Εξειδικεύεται στη διαχείριση της εξατομικευμένης οντολογικής αναπαράστασης της γνώσης.
 - *OntologyReadWriteUtility*: Χρησιμοποιείται από όλες τις ανωτέρω κλάσεις ώστε να διαβάσει υπάρχουσα πληροφορία από την οντολογία αλλά και να "γράψει" (write) νέα πληροφορία σε αυτή.
- *RulesEngine*: Εκτελεί τη συλλογιστική διαδικασία για τον προσδιορισμό του πλαισίου και τον προσδιορισμό των απαιτούμενων ενεργειών του συστήματος, μέσω της ανάλυσης των δεδομένων εισόδου σε σχέση με τους τροφοδοτημένους κανόνες του SPP.
- *QueryEngine*: Παρέχει προγραμματιστικές διεπαφές για την ενέργεια ερωτημάτων στην οντολογία. Εσωτερικά, χρησιμοποιεί τη γλώσσα ερωτημάτων σε οντολογίες SPARQL [75] για αυτό το σκοπό.



Σχήμα 30 Βασικές κλάσεις του Reasoner

4.5.3 Mediator

Σε συμφωνία με τις επιταγές των προσανατολισμένων στις υπηρεσίες αρχιτεκτονικών λογισμικού (Service Oriented Architecture - SOA), τα υποσυστήματα του SPP διασυνδέονται μέσω ενός επιπέδου ολοκλήρωσης (integration layer) το οποίο φροντίζει επίσης και για την ολοκλήρωση (integration) του SPP με τα υπόλοιπα υποσυστήματα της πλατφόρμας με τα οποία επικοινωνεί απευθείας το SPP, δηλαδή το μεσισμικό LinkSmart και την εφαρμογή Ιστού Consumer Application (βλέπε Σχήμα 17 Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική). Το συστατικό του SPP που υλοποιεί το επίπεδο ολοκλήρωσης ονομάζεται **Mediator** και η υλοποίησή του βασίζεται στις αρχές σχεδίασης του μοντέλου ESB [66] [67].

Κύριος στόχος του Mediator είναι να επιτευχθεί χαλαρή σύζευξη (loose coupling) τόσο μεταξύ των διασυνδεόμενων εξωτερικών συστημάτων (εν προκειμένω LinkSmart, Consumer Application) όσο και μεταξύ των διασυνδεόμενων εσωτερικών υποσυστημάτων του SPP (EPR, Reasoner). Η διασύνδεση που παρέχει ο Mediator βασίζεται σε διεπαφές της οικογένειας πρωτοκόλλων SOAP/XML, που αποτελούν πρότυπο τρόπο διασύνδεσης για υπηρεσίες ιστού (Web Services) βασισμένες σε SOA [77], εξασφαλίζοντας έτσι τη διαλειτουργικότητα (interoperability) των επικοινωνούντων συστημάτων.

Συνοψίζοντας τη λειτουργικότητα και τη συμβολή του Mediator, μπορούμε να αναφερθούμε στα ακόλουθα χαρακτηριστικά του εν λόγω συστατικού του SPP:

- Παρέχει διασύνδεση τόσο μεταξύ των επιμέρους συστατικών του SPP όσο και μεταξύ εξωτερικών του SPP συστατικών (μεσισμικό LinkSmart - Consumer Application). Λαμβάνοντας υπόψη τις σχεδιαστικές κατευθύνσεις του μοντέλου SOA [78], τα ετερογενή συστατικά δεν πρέπει να διασυνδέονται μεταξύ τους απευθείας, καθώς τέτοια μέθοδος ολοκλήρωσης (point-to-point) οδηγεί σε διεπαφές που είναι δύσκολο να διαχειριστούν και συντηρηθούν, ειδικά σε υλοποιήσεις μεγάλης κλίμακας (large scale). Αντίθετα, καλή πρακτική θεωρείται η παροχή των πόρων / λειτουργικοτήτων των διάφορων συστατικών σε μορφή υπηρεσιών (services) από ένα ενδιάμεσο συστατικό, το οποίο εν προκειμένω είναι ο Mediator. Αυτή η πρακτική συμβάλλει στην εύκολη επεκτασιμότητα του συστήματος, ενώ τυχόν αλλαγές στη λειτουργικότητα που εκθέτει (expose) ένα συστατικό δεν επηρεάζουν άμεσα τα υπόλοιπα συστατικά παρά μόνο τον Mediator που φροντίζει για την εκάστοτε επιμέρους ολοκλήρωση.
- Στα πλαίσια της διασύνδεσης των διαφόρων συστατικών, ο Mediator προσαρμόζει (adapt) μέσω κατάλληλων μετασχηματισμών τις διεπαφές των επικοινωνούντων συστημάτων. Σε περίπτωση χρήσης ετερογενών τεχνολογιών ή και ετερογενούς μορφοποίησης δεδομένων μεταξύ των επικοινωνούντων συστημάτων, ο μετασχηματισμός τους είναι απαραίτητος ώστε να επιτευχθεί λειτουργική επικοινωνία. Θεωρείται κακή πρακτική όμως αυτό να γίνεται στα πλαίσια ενός λειτουργικού συστατικού, ενώ αντιθέτως ενθαρρύνεται αυτό να γίνεται στα πλαίσια ενός ενδιάμεσου συστατικού σαν τον Mediator. Χρησιμοποιώντας τον Mediator ως "μετασχηματιστή" των δομών της ανταλλασσόμενης πληροφορίας, μειώνεται ο βαθμός εξάρτησης των διαφόρων συστατικών μεταξύ τους και ενισχύεται η αυτόνομη και ανεξάρτητη ανάπτυξή τους.
- Ο Mediator επιτρέπει τη διάδοση των συμβάντων (events) μεταξύ των διαφόρων συστατικών. Μπορεί να προωθήσει το συμβάν προς ένα παραμετροποιήσιμο endpoint του συστατικού που πρόκειται να καταναλώσει το γεγονός, ενώ έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει και τον πιο εξελιγμένο μηχανισμό δημοσίευσης / συνδρομής (publish / subscribe) για αυτό το σκοπό

[79]. Με τη χρήση του μηχανισμού δημοσίευσης / συνδρομής, κάθε νέο ληφθέν γεγονός από μια πηγή (source) μπορεί να δρομολογηθεί σε όλους τους προορισμούς ανάλογα με το ποιός έχει κάνει την αντίστοιχη συνδρομή. Η έγκαιρη και αποδοτική δρομολόγηση των συμβάντων από πλευράς Mediator είναι καίριας σημασίας για την παρεχόμενη υπηρεσία απομακρυσμένης παρακολούθησης υγείας, δεδομένων των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της και της ευαισθησίας που πρέπει να έχει σε αυτά. Παραδείγματος χάριν, ένα συμβάν υψηλής συστολικής πίεσης για έναν ασθενή μπορεί να δημιουργηθεί ύστερα από εφαρμογή συλλογιστικής στον Reasoner ο οποίος το προωθεί (δημοσιεύει) στον Mediator. Ο Mediator με τη σειρά του προωθεί το συμβάν σε όλους τους συνδρομητές, που εν προκειμένω είναι το Consumer Application, ώστε το γεγονός να γίνει ορατό στην εφαρμογή ιστού από το ανθρώπινο δυναμικό παρακολούθησης του ασθενούς.

- Ο Mediator παρέχει ελεγχόμενη πρόσβαση στην κεντρική αποθήκη δεδομένων της πλατφόρμας, που όπως έχει προαναφερθεί είναι το EPR. Μέσω του Mediator λοιπόν, γίνεται εφικτό σε εξωτερικές εφαρμογές, όπως το Consumer Application, να ανακτήσουν τις μετρήσεις των ασθενών, το προφίλ συνηθειών τους, το ιστορικό των ειδοποιήσεων, δημογραφικά στοιχεία, κ.λπ.. Η διασύνδεση του Mediator με το EPR επιτυγχάνεται ακολουθώντας τις κατευθύνσεις του οργανισμού IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) [80] και πιο συγκεκριμένα ακολουθώντας το πλαίσιο οδηγιών IHE Patient Care Device (PCD) [81] [82]. Σημειώνεται ότι εκτενής παρουσίαση αυτού του τύπου διασύνδεσης αλλά και γενικά της διασύνδεσης όλων των συστατικών της πλατφόρμας θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο της διατριβής που θα εστιάσει στον τρόπο επίτευξης διαλειτουργικότητας στα πλαίσια της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής.

4.6 Consumer Application


Το τελευταίο κομμάτι της αρχιτεκτονικής της προτεινόμενης πλατφόρμας είναι το λεγόμενο **Consumer Application (CA)**, που αποτελεί το μοναδικό σημείο πρόσβασης στα δεδομένα των ασθενών από πλευράς των επαγγελματιών της υγείας.

Το CA ονομάζεται έτσι γιατί "καταναλώνει" τα βασικά (master) δεδομένα της πλατφόρμας που είναι αποθηκευμένα στο EPR. Βασικό χαρακτηριστικό του CA είναι ότι πρόκειται για εφαρμογή Ιστού (Web Application). Συνεπώς, προσφέρει τη δυνατότητα εύκολης πρόσβασης στους χειριστές (operators) καθώς το μόνο που απαιτείται είναι δικτυακή σύνδεση και ένας οποιοσδήποτε φυλλομετρητής ιστοσελίδων (browser).

Το CA παρέχει στους χειριστές της πλατφόρμας μια γραφική διεπαφή χρήστη μέσω της οποίας μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση σε δεδομένα των ασθενών, όπως δημογραφικά στοιχεία, ιατρικές μετρήσεις, προφίλ συνηθειών, μετρήσεις αισθητήρων περιβάλλουσας δραστηριότητας καθώς και ειδοποιήσεις (alerts). Ουσιαστικά δηλαδή, το CA δύναται να αποτυπώσει όλα εκείνα τα δεδομένα που έχουν απαιτηθεί από την πλατφόρμα, ώστε να είναι εφικτή η απομακρυσμένη παρακολούθηση των ασθενών. Ειδικά γραφήματα (graphs) και ειδικές όψεις (views), τόσο στον τομέα ιατρικής παρακολούθησης όσο και στον τομέα παρακολούθησης συνηθειών, επιτρέπουν στα μέλη της επαγγελματικής ομάδας φροντίδας διαφόρων ειδικοτήτων να εξάγουν συμπεράσματα για την πορεία του ασθενούς και αποτελούν βασική πηγή πληροφορίας που καθορίζει τις αποφάσεις τους για το πώς θα δράσουν με τον εκάστοτε ασθενή.

Είναι φανερό ότι τα προσωπικά δεδομένα των ασθενών που εκτίθενται στο CA αποτελούν ευαίσθητα δεδομένα. Από πλευράς ασφάλειας, ενδείκνυται η χρήση όλων εκείνων των διαδεδομένων μηχανισμών που μπορούν να αποτρέψουν την πρόσβαση στην εφαρμογή σε μη έχοντες το δικαίωμα σε αυτά. Για παράδειγμα, αν η εφαρμογή πρόκειται να εγκατασταθεί σε εξυπηρετητή ενός νοσοκομείου ή κέντρου υγείας (όπως και έγινε κατά την πιλοτική εφαρμογή της υπηρεσίας), μπορεί να γίνει χρήση τεχνολογιών Intranet, firewall, VPN κ.λπ. για να περιοριστεί η δικτυακή πρόσβαση στο εσωτερικό του οργανισμού που παρέχει την προτεινόμενη υπηρεσία. Επιπλέον, η πρόσβαση στην εφαρμογή επιτρέπεται μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες με εξατομικευμένα διαπιστευτήρια, όπως φαίνεται στο Σχήμα 31. Κάθε χρήστης αντιστοιχεί σε ένα ρόλο (π.χ. ιατρός, νοσηλεύτης, ψυχολόγος, χειριστής) και η εφαρμογή φροντίζει οι διάφορες όψεις δεδομένων να είναι ορατές στους ρόλους που έχουν καθοριστεί. Σαν ένα παράδειγμα κατανόησης μπορεί να αναφερθεί ότι δικαίωμα πρόσβασης στο ευαίσθητο ιατρικό ιστορικό έχει ένας ιατρός όχι όμως και ένας απλός χειριστής της εφαρμογής. Τα ανωτέρω αποτελούν απλή εφαρμογή του

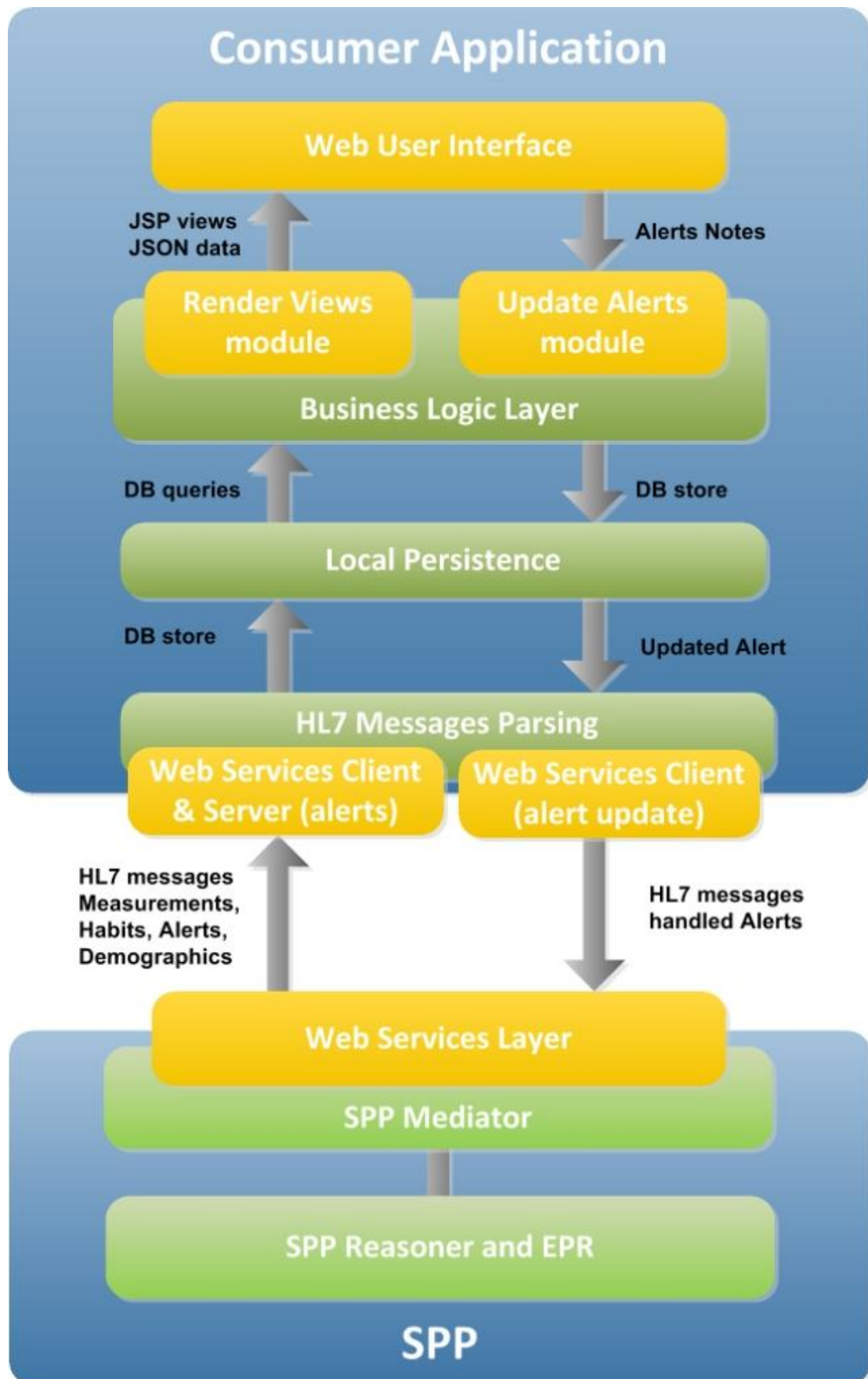
διαδεδομένου μοντέλου ελέγχου πρόσβασης βάσει ρόλων (Role-Based Access Control - **RBAC**) [83] [84].



The image shows a login interface for the inCASA system. At the top center is the inCASA logo, which consists of a blue house icon with a person inside, above the text 'inCASA' in a bold, blue, sans-serif font. Below the logo, the text 'Please enter your credentials' is displayed in a smaller, grey font. Underneath, there are two input fields: the first is labeled 'Username' and the second is labeled 'Password'. Both fields are empty and have a light grey border. Below the password field is a grey button with the text 'Login' in white.

Σχήμα 31 Αρχική οθόνη ελέγχου πρόσβασης στο Consumer Application

Βασικός στόχος του CA είναι η εξόρυξη και παρουσίαση των δεδομένων που έχουν αποθηκευτεί στην κεντρική βάση δεδομένων της πλατφόρμας (EPR). Είναι αναγκαία λοιπόν η ολοκλήρωση (integration) του CA με το SPP για τη συλλογή αυτών των δεδομένων. Η αρχιτεκτονική διασύνδεση των δύο συστημάτων συμπυκνώνεται στο Σχήμα 32. Η επικοινωνία CA - SPP βασίζεται σε τεχνολογία υπηρεσιών Ιστού (Web services), ακολουθώντας την εν γένει αρχιτεκτονική της πλατφόρμας που είναι προσανατολισμένη στις υπηρεσίες (SOA). Σε συνέχεια μάλιστα της ανάλυσης που παρατέθηκε στην ενότητα 4.5, το υποσυστατικό του SPP που ολοκληρώνεται με το CA είναι ο SPP Mediator. Όλα τα ανταλλασσόμενα μηνύματα μεταξύ CA και SPP είναι συμβατά με το κυρίαρχο στην αγορά πρότυπο ανταλλαγής ιατρικής πληροφορίας HL7 V2 [85] αλλά και με τις κατευθύνσεις του οργανισμού IHE [82] [86]. Με αυτό τον τρόπο καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό οι στόχοι η πλατφόρμα να ακολουθεί τα πρότυπα, να είναι εύκολα επεκτάσιμη και να είναι εύκολα ολοκληρώσιμη με εξωτερικά συστήματα που επίσης υπακούουν στα σχετικά πρότυπα. Αναλυτικές πληροφορίες για τη δομή και παραμετροποίηση των HL7 μηνυμάτων που ανταλλάσσονται μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας θα δοθούν στο επόμενο κεφάλαιο της διατριβής. Επίσης, θα παρουσιαστεί ο τρόπος με τον οποίο η προτεινόμενη πλατφόρμα αφομοίωσε και εφάρμοσε τις αρχιτεκτονικές κατευθύνσεις του οργανισμού IHE.



Σχήμα 32 Διασύνδεση Consumer Application - SPP

Από λειτουργικής σκοπιάς, το CA υλοποιεί έναν πελάτη της υπηρεσίας ιστού που είναι εγκατεστημένη (deployed) στον SPP Mediator, και επιτρέπει την εκτέλεση ερωτημάτων στο EPR μέσω αντίστοιχων HL7 μηνυμάτων (HL7 queries). Αυτός που μπορεί να εκκινήσει τον πελάτη της υπηρεσίας είναι ένας χειριστής της εφαρμογής CA, ζητώντας για παράδειγμα, μέσω της αντίστοιχης γραφικής διεπαφής χρήστη, τις πρόσφατες ιατρικές μετρήσεις ενός ασθενούς. Τα HL7 ερωτήματα στο EPR μπορούν να επιστρέφουν πληροφορία για όλους τους τύπους δεδομένων που μας αφορούν, δηλαδή δημογραφικά στοιχεία, ιατρικές μετρήσεις, προφίλ συνηθειών, μετρήσεις αισθητήρων περιβάλλουσας δραστηριότητας καθώς και ειδοποιήσεις (alerts). Το CA εμπεριέχει ειδικό αναλυτή μηνυμάτων HL7, που υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τη βοηθητική βιβλιοθήκη λογισμικού HAPI [87], ο οποίος επεξεργάζεται τις απαντήσεις του SPP και μπορεί να εξάγει όλες τις εσωκλειόμενες σε αυτές πληροφορίες. Ύστερα, γίνεται αποθήκευση των επεξεργασμένων και φιλτραρισμένων, σε συμφωνία με τις επιχειρησιακές ανάγκες που απαιτείται να καλύπτει το CA, πληροφοριών στην τοπική βάση δεδομένων του. Ακολουθώντας το μοτίβο "Model - view - controller", γνωστό ως MVC [88], η τοπική βάση δεδομένων (model) είναι αυτή που τελικά θα χρησιμοποιηθεί από το λογισμικό επίπεδο ελέγχου της λειτουργικότητας του CA (controller) ώστε να προβληθεί η ανανεωμένη οθόνη (view) που ζήτησε ο χειριστής. Αξίζει να σημειωθεί ότι η χρήση τοπικής βάσης δεδομένων στο CA βοηθά επίσης στο να ανακτώνται από αυτήν τα ιστορικά δεδομένα των ασθενών, περιορίζοντας τη χρήση ερωτημάτων προς το SPP/EPR μόνο για πρόσφατα ή νέα δεδομένα. Με αυτή τη σχεδίαση, επιτυγχάνεται μείωση της ποσότητας πληροφορίας που διακινείται πάνω από το δίκτυο καθώς και μείωση του φόρτου της βάσης δεδομένων του EPR λόγω επιβαρυντικών ερωτημάτων (heavy queries).

Επιπλέον, εκτός από την εκτέλεση ερωτημάτων στο SPP μέσω υπηρεσίας Ιστού, το CA υποστηρίζει και ενημέρωση του SPP για ενημερώσεις που έχουν γίνει από τους χειριστές της εφαρμογής αναφορικά με τις ειδοποιήσεις (alerts) της πλατφόρμας. Οι χειριστές έχουν τη δυνατότητα να προσθέσουν, εντός του CA, περιγραφικά των ενεργειών τους σχόλια στις ειδοποιήσεις που αφορούν τους ασθενείς και το CA αναλαμβάνει να προωθήσει, πάντα μέσω HL7 μηνυμάτων και με χρήση υπηρεσιών Ιστού, αυτά τα σχόλια στο SPP ώστε να ενημερωθεί και το EPR.

Η μόνη περίπτωση ολοκλήρωσης CA-SPP όπου ο πελάτης της υπηρεσίας Ιστού είναι το SPP, αφορά την περίπτωση παραγωγής νέας ειδοποίησης από την πλατφόρμα. Το

SPP λοιπόν τότε καλεί μια υπηρεσία Ιστού εγκατεστημένη στο CA, η οποία φροντίζει να εκτελέσει τη ροή ενημέρωσης συσχετισμένης με νέα ειδοποίηση. Η ροή περιλαμβάνει την προβολή αναδυόμενου παραθύρου, συνοδευόμενο από ηχητικό σήμα, σε όλους τους συνδεδεμένους στην εφαρμογή CA φυλλομετρητές. Τεχνικά, αυτό υλοποιήθηκε με τη χρήση του Atmosphere framework [89]. Τέλος, σε περίπτωση ειδοποίησης υψηλής επικινδυνότητας που ενέχει κίνδυνο για τη ζωή του ασθενούς, τότε στέλνεται από το CA SMS μήνυμα στον επιβλέποντα ιατρό. Τεχνικά, αυτό υλοποιήθηκε μέσω διασύνδεσης με υπηρεσία μαζικής αποστολής SMS (Bulk SMS) που υποστηρίζει το πρωτόκολλο SMPP [90]. Στην πλευρά του CA, υλοποιήθηκε ο πελάτης αυτής της διασύνδεσης (SMMP client).

Σε επίπεδο παρουσίασης και όσον αφορά το τεχνικό κομμάτι, όλες οι οθόνες βασίζονται σε τεχνολογία JSP. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις των χρηστών της υπηρεσίας και όπως φαίνεται στο Σχήμα 33, τα δεδομένα χωρίζονται σε 3 στηλοθέτες στην οθόνη του CA που αφορούν:

1. δεδομένα υγείας (Telehealth).
2. δεδομένα που έχουν συλλέξει οι αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας (Telecare).
3. ειδοποιήσεις ανά ασθενή (Alerts).

Σημειώνεται ότι υπάρχει ξεχωριστό κουμπί και οθόνη όπου παρατίθεται το επεξεργασμένο προφίλ συνηθειών του χρήστη (π.χ. πόσες ώρες κάθεται στην καρέκλα ημερησίως). Για κάθε είδους μέτρηση παρέχεται ενοποιημένος τρόπος απεικόνισης των δεδομένων, είτε σε μορφή πίνακα είτε σε δυναμικά γραφήματα με χρήση τεχνολογιών Web 2.0 (κλήσεις JavaScript που λαμβάνουν δεδομένα σε μορφότυπο JSON [91]).

Telecare Data Telehealth Data Alerts

Motion: [Show](#)
Temperature: [Show](#)
Chair: [Show](#)
TV Usage: [Show](#)

Στιγμιότυπο α': Επιλογή Telecare data

Telecare Data **Telehealth Data** Alerts

Weight: [Show](#)
Pulse/Oximeter: [Show](#)
Blood Pressure: [Show](#)

Στιγμιότυπο β': Επιλογή Telehealth Data

Telecare Data Telehealth Data Alerts

Type	Value	Timestamp	Severity/Priority	Phase	State
Heart rate	48	2013-03-04 at 14:40:30	H-PH	end	inactive
Temperature	26.32	2013-05-02 at 07:14:57	H-PM	end	inactive

Στιγμιότυπο γ': Επιλογή Alerts

Σχήμα 33 Κύριες κατηγορίες δεδομένων παρουσίασης στο CA

5 Στοιχεία Διαλειτουργικότητας

5.1 Εισαγωγή

Η διαλειτουργικότητα (interoperability) αποτελεί σημείο κλειδί για τη λειτουργία αλλά και επεκτασιμότητα μιας πλατφόρμας ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας [92] [93]. Η έννοια της διαλειτουργικότητας έχει βεβαίως μεγάλη απήχηση εν γένει, σε κάθε περίπτωση ολοκλήρωσης (integration) μεταξύ πληροφοριακών συστημάτων [94]. Ακόμα πιο έντονη γίνεται η ανάγκη επίτευξης διαλειτουργικότητας σε περιβάλλοντα που διέπονται από αρχιτεκτονικές προσανατολισμένες στις υπηρεσίες (SOA), όπου κατά βάση ετερογενή συστήματα διασυνδέονται στα πλαίσια κάλυψης των επιχειρησιακών αναγκών ενός ή και περισσότερων οργανισμών [95] [96].

Εξειδικεύοντας στην προτεινόμενη πλατφόρμα, στόχος είναι η επίτευξη διαλειτουργικότητας από "άκρη σε άκρη" (end to end), κάτι που περιλαμβάνει διασύνδεση τόσο σε επίπεδο υλισμικού (αισθητήρες, ιατρικές συσκευές, δικτυακές πύλες) όσο και σε επίπεδο λογισμικού (υπηρεσίες Ιστού, διεπαφές συστημάτων και χρηστών, κ.λπ.). Αυτή η πολυεπίπεδη διασύνδεση επιτυγχάνεται στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική κατά κύριο λόγο χάρη στη χρήση του μεσισμικού LinkSmart (βλέπε ενότητα 4.4) αλλά και χάρη στην υλοποίηση των κυρίαρχων προτύπων (standards) στον τομέα της ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας. Ο σεβασμός στα πρότυπα παρέχει στην πλατφόρμα την ευκολία ολοκλήρωσής της με εξωτερικά συστήματα υγείας, κάτι που θα μπορούσε να βελτιώσει ακόμα περισσότερο την παρεχόμενη υπηρεσία στους χρήστες μέσω της ανάπτυξης ενός εκτεταμένου δικτύου φροντίδας.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο δόθηκε έμφαση στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά καθενός από τα συστατικά της πλατφόρμας. Το παρόν κεφάλαιο θα εστιάσει στη διασύνδεση αυτών, αναδεικνύοντας την αφομοίωση κατευθυντήριων γραμμών από πρότυπες αρχιτεκτονικές στον τομέα αλλά και τα πρωτότυπα στοιχεία που σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν στα πλαίσια της ολοκλήρωσης των επί μέρους συστατικών της πλατφόρμας [30].

5.2 Διεπαφές των συστατικών της πλατφόρμας

Ο ορισμός των διεπαφών υπηρεσιών (service interfaces) των συστατικών της πλατφόρμας παίζει πρωτεύοντα ρόλο στην ολοκλήρωσή τους και στην επίτευξη διαλειτουργικότητας. Κατά τη σχεδίαση της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής, υιοθετήθηκαν οι κατευθυντήριες οδηγίες (guidelines) που παρέχει ο οργανισμός Continua Health Alliance [97]. Οι κατευθύνσεις αυτές είναι οι πλέον αναγνωρισμένες διεθνώς προς επίτευξη "από άκρη σε άκρη" διαλειτουργικότητας σε μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα παρακολούθησης της υγείας ασθενών [11]. Μάλιστα, όπως θα διαφανεί στη συνέχεια, στα πλαίσια της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής έγινε σχεδιαστική επέκταση των οδηγιών ώστε η πλατφόρμα να είναι σε θέση να υποστηρίζει διαχείριση ειδοποιήσεων (alerts management) καθώς και να υποστηρίζει την ολοκλήρωση εντός του συστήματος και συσκευές που δεν είναι συμβατές ως προς τις επιταγές του οργανισμού Continua (non Continua-compliant).

Οι κατευθυντήριες οδηγίες του οργανισμού Continua προτάσσουν τη χρήση των προφίλ ολοκλήρωσης του οργανισμού IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) [80] αναφορικά με τη μετάδοση των δεδομένων ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας από ένα υποσύστημα σε ένα άλλο. Πιο συγκεκριμένα, οι δοσοληψίες (transactions) που υλοποιήθηκαν στα πλαίσια της διατριβής είναι οι παρακάτω:

- **IHE PCD-01: Communicate Patient Care Device (PCD) Data.** Η δοσοληψία ορίζεται στο προφίλ ολοκλήρωσης IHE Patient Care Device [81] [82].
- **IHE PCD-02: Subscribe to PCD Data.** Η δοσοληψία επίσης ορίζεται στο προφίλ ολοκλήρωσης IHE Patient Care Device [98].
- **IHE PCD-04: Report Alarm.** Η δοσοληψία ορίζεται στο προφίλ ολοκλήρωσης IHE Alarm Communication Management (ACM) [86].

5.2.1 PCD-01: Communicate PCD Data

Η δοσοληψία PCD-01 (Communicate PCD Data) ορίζεται από τον οργανισμό IHE [81] [82] και σκοπό έχει την προτυποποίηση της διαδικασίας μετάδοσης δεδομένων προερχόμενων από συσκευές φροντίδας ασθενών (patient care devices - PCDs), καθώς και λήψης αυτών των δεδομένων από υπερκείμενη οντότητα με στόχο την

περαιτέρω επεξεργασία τους ανάλογα με τις επιχειρησιακές ανάγκες του εκάστοτε συστήματος παροχής ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας. Η δοσοληψία PCD-01 βασίζεται στην ακόλουθη ροή:

- Η οντότητα Device Observation Report (**DOR**) συλλέγει τα δεδομένα που προέρχονται από συσκευές φροντίδας ασθενών (PCDs).
- Η οντότητα DOR μετατρέπει τα πρωτογενή δεδομένα σε πρότυπη μορφή πριν τα αποστείλει στην οντότητα Device Observation Consumer (**DOC**). Η πρότυπη μορφή ανταλλαγής δεδομένων της δοσοληψίας PCD-01 κατά IHE [82] είναι συμβατή με την έκδοση 2.6 του πρωτοκόλλου HL7 [85].
- Προαιρετικά κατά τις προδιαγραφές του οργανισμού IHE, δύναται μεταξύ των οντοτήτων DOR και DOC να παρεμβάλλεται τρίτη οντότητα Device Observation Filter (**DOF**) η οποία φιλτράρει τα εισερχόμενα δεδομένα και προωθεί στην οντότητα DOC μόνο αυτά που απαιτούνται βάσει των κανόνων επεξεργασίας δεδομένων της εκάστοτε υλοποίησης. Η υλοποίηση της οντότητας DOF μπορεί να γίνει στο ίδιο σύστημα με αυτό της οντότητας DOR, χωρίς όμως κάτι τέτοιο να είναι δεσμευτικό.

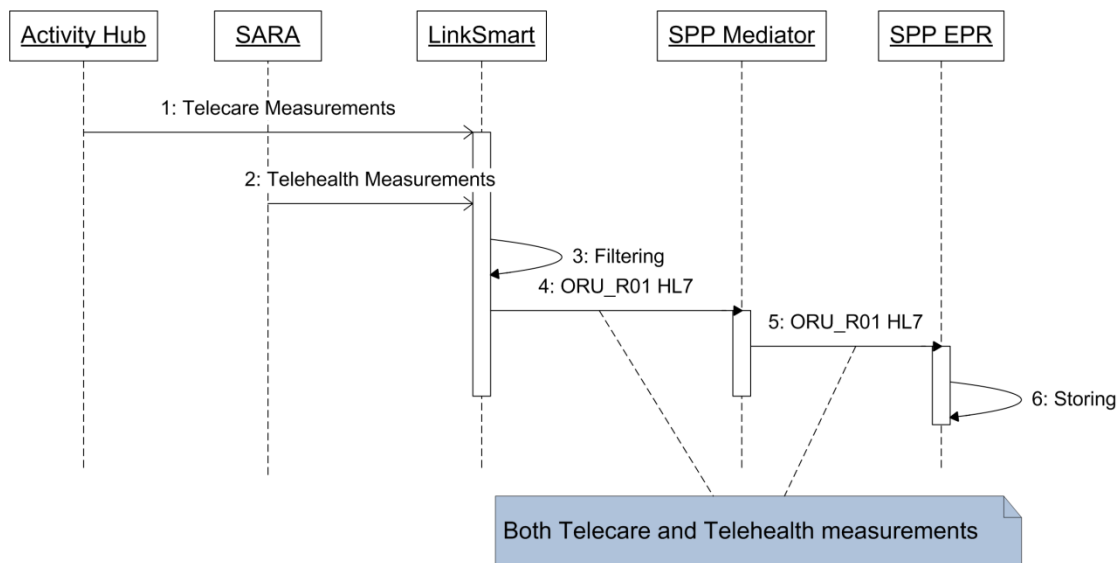
Σε αντιστοιχία με τα συστατικά της πλατφόρμας, οι ανωτέρω ρόλοι εκχωρούνται ως εξής:

- **DOR:** Η ενοποιημένη συλλογή των ιατρικών δεδομένων και στοιχείων συμπεριφοράς γίνεται από το μεσισμικό LinkSmart, το οποίο και τα μετατρέπει σε HL7 μηνύματα προς αποστολή στην πλευρά του εξυπηρετητή της πλατφόρμας.
- **DOF:** Το μεσισμικό LinkSmart παρέχει τη δυνατότητα φιλτραρίσματος των εισερχόμενων δεδομένων προτού αυτά αποσταλούν στην πλευρά του εξυπηρετητή. Περιπτώσεις φιλτραρίσματος αναφέρονται στην ενότητα 4.4. Εν προκειμένω, οι οντότητες DOR και DOF υλοποιούνται στο ίδιο σύστημα που είναι το μεσισμικό LinkSmart.
- **DOC:** Το SPP καταναλώνει τις τιμές παρατήρησης μέσω του υποσυστήματος SPP Mediator, το οποίο και τις προωθεί προς αποθήκευση στην κεντρική αποθήκη δεδομένων της πλατφόρμας, το υποσύστημα SPP EPR.

Στο Σχήμα 34 απεικονίζεται όλη η ροή πληροφορίας από τις δικτυακές πύλες έως την κεντρική αποθήκη δεδομένων της πλατφόρμας και καταδεικνύονται τα συστατικά εκείνα που υλοποιούν τη δοσοληψία PCD-01. Τα HL7 μηνύματα που ορίζονται από τον οργανισμό ΙΗΕ κατά τη δοσοληψία PCD-01 και που θα αναλυθούν περαιτέρω σε επόμενη ενότητα αυτού του κεφαλαίου είναι τα ακόλουθα:

- ORU^R01^ORU_R01: Αυτόκλητο μήνυμα που χρησιμοποιείται για την αποστολή των τιμών παρατήρησης (π.χ., από την οντότητα DOR προς την οντότητα DOC).
- ACK^R01^ACK: Επιβεβαιωτικό μήνυμα λήψης των τιμών παρατήρησης (π.χ., από την οντότητα DOC προς την οντότητα DOR).

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 34, το HL7 μήνυμα ORU^R01^ORU_R01 (αναφέρεται και απλά ως ORU_R01) μεταφέρει με κοινό τρόπο τις τιμές παρατήρησης τόσο των ιατρικών δεδομένων όσο και των στοιχείων συμπεριφοράς, συμβάλλοντας έτσι σε έναν από τους βασικούς στόχους της διατριβής περί ενοποιημένης διαχείρισής τους. Αυτά τα HL7 μηνύματα καταλήγουν να αποθηκευτούν αυτούσια σε πίνακες του EPR, ενώ παράλληλα το EPR αποθηκεύει με δομημένο τρόπο ταυτοποιητική πληροφορία για κάθε μήνυμα σε ξεχωριστούς πίνακες ώστε να είναι η δυνατή η μετέπειτα διενέργεια αποδοτικών χρονικά ερωτημάτων στη βάση δεδομένων (indexed queries).



Σχήμα 34 Υλοποίηση δοσοληψίας ΙΗΕ PCD-01 μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η δοσοληψία PCD-01 υλοποιείται και εσωτερικά του SPP, πέραν της ανωτέρω ανάλυσης που αντιστοιχούσε στο σύνολο της πλατφόρμας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο SPP Reasoner αφού λάβει τα πρωτογενή δεδομένα εισόδου από τον SPP Mediator, προχωρά στην εξαγωγή σύνθετων τιμών παρατήρησης, π.χ., το προφίλ συνηθειών ενός ασθενούς. Αυτές οι (παραγόμενες) τιμές παρατήρησης επικοινωνούνται από τον SPP Reasoner στο SPP EPR, μέσω HL7 μηνυμάτων συμβατών με τις προδιαγραφές της δοσοληψίας PCD-01. Σε αυτή την περίπτωση λοιπόν, το ρόλο του DOR παίζει ο SPP Reasoner ενώ το ρόλο του DOC παίζει το SPP EPR.

5.2.2 PCD-02: Subscribe to PCD Data

Η δοσοληψία PCD-02, που ορίζεται στις προδιαγραφές IHE Patient Care Device [98], επιτρέπει σε μια εφαρμογή να κάνει συνδρομή (subscribe) σε δεδομένα [79] ή να κάνει ανάκτηση αυτών μέσω προτυποποιημένων HL7 ερωτημάτων και απαντήσεων.

Σχετικά με την επιλογή του μηχανισμού δημοσίευσης / συνδρομής (publish / subscribe), οι εμπλεκόμενες οντότητες στις προδιαγραφές της δοσοληψίας PCD-02 είναι οι **DOF** (Device Observation Filter) και **DOC** (Device Observation Consumer). Η οντότητα DOC αποστέλλει αίτημα συνδρομής (subscription request) στην οντότητα DOF προσδιορίζοντας τον τύπο συνδρομής στα δεδομένα. Κάθε DOF δύναται να υποστηρίξει έναν ή περισσότερους τύπους συνδρομής ανά DOC. Από πλευράς DOF, ενεργοποιείται διαδικασία φιλτραρίσματος δεδομένων (filtering) ανά τύπο συνδρομής, ώστε εν τέλει να δημοσιεύονται στην οντότητα DOF μόνο τα δεδομένα εκείνα που έχουν προδιαγραφεί για τον εκάστοτε τύπο.

Στην προτεινόμενη πλατφόρμα, δεν υπήρχε ανάγκη χρήσης του μηχανισμού δημοσίευσης / συνδρομής, αλλά έγινε χρήση ερωτημάτων για ανάκτηση των δεδομένων με βάση τη δοσοληψία PCD-02. Σε αντιστοιχία με τους διάφορους τύπους συνδρομής που προαναφέρθηκαν, μπορούν να οριστούν και διάφοροι τύποι ερωτημάτων PCD-02 προς ομαδοποίηση και καλύτερη διαχείριση των διαφόρων ροών δεδομένων. Στα πλαίσια της εργασίας, και όσον αφορά τη δοσοληψία PCD-02, τον ρόλο του DOC έχει το Consumer Application και τον ρόλο του DOF το SPP. Το Consumer Application χρησιμοποιεί τη δοσοληψία ώστε να ανακτήσει τρεις διαφορετικούς τύπους δεδομένων από το SPP:

1. Λίστα ασθενών: Επιστρέφεται από το SPP λίστα με όλους τους ασθενείς υπό παρακολούθηση μαζί με δημογραφικά στοιχεία τους.
2. Μετρήσεις ασθενούς: Επιστρέφεται από το SPP το σύνολο των μετρήσεων ενός ασθενούς, είτε αυτές αφορούν ιατρικά δεδομένα, είτε στοιχεία συμπεριφοράς. Επίσης, τα επιστρεφόμενα δεδομένα μπορεί να είναι είτε πρωτογενή (π.χ., τιμή καρδιακών παλμών) είτε παραγόμενα από το SPP (π.χ., τιμές σχετικές με τις συνήθειες του ασθενούς). Το ερώτημα από το Consumer Application προς το SPP για την ανάκτηση των μετρήσεων ενός ασθενούς εμπεριέχει υποχρεωτικά το ταυτοποιητικό αναγνωριστικό του ασθενούς (patient unique identifier), το οποίο κοινοποιείται στο Consumer Application εντός της απάντησης σχετικά με το ερώτημα για τη λίστα ασθενών. Προαιρετικά, το ερώτημα μπορεί να προσδιορίζει το επιθυμητό χρονικό διάστημα κατά το οποίο επιθυμείται ανάκτηση δεδομένων καθώς και συγκεκριμένο τύπο μέτρησης. Το Consumer Application υλοποιήθηκε με τρόπο που να γίνεται χρήση των δύο ανωτέρω προαιρετικών πεδίων μιας και:
 - a. Ζητούνται από το SPP οι πρόσφατες μετρήσεις του ασθενούς, έχοντας προσδιορίσει στο ερώτημα το επιθυμητό διάστημα, π.χ., από την τρέχουσα ημερομηνία έως 2 εβδομάδες πριν. Αν ζητούνταν όλο το ιστορικό μετρήσεων κάθε φορά, θα προκαλούνταν σημαντική επιβάρυνση στη βάση δεδομένων και θα σημειωνόταν καθυστέρηση στη χρήση της εφαρμογής Ιστού από τους χειριστές.
 - b. Στις περισσότερες ροές εργασιών εντός του Consumer Application, ο χειριστής ζητά να ανακτήσει ένα συγκεκριμένο τύπο μετρήσεων, οπότε το ερώτημα προς το SPP σε αυτή την περίπτωση εσωκλείει και την πληροφορία του τύπου μέτρησης, π.χ., συστολική πίεση.
3. Ειδοποιήσεις ασθενούς (alerts): Το ερώτημα από το Consumer Application προς το SPP για την ανάκτηση των ειδοποιήσεων ενός ασθενούς εμπεριέχει υποχρεωτικά το ταυτοποιητικό αναγνωριστικό του ασθενούς (patient unique identifier) και προαιρετικά το επιθυμητό χρονικό διάστημα των ειδοποιήσεων ή και την κατάσταση (status) της ειδοποίησης. Η απάντηση του SPP είναι μια λίστα από ειδοποιήσεις, τόσο από τον τομέα Telehealth όσο και από τον τομέα Telecare. Για κάθε ειδοποίηση ανακτώνται όλα εκείνα τα στοιχεία που συνθέτουν τον κύκλο ζωής της (αλλαγές κατάστασης, ενημερώσεις, σημειώσεις εισηγμένες από τους χειριστές του Consumer Application).

Τα HL7 μηνύματα που ορίζονται από τον οργανισμό ΙΗΕ για τη δοσοληψία PCD-02 είναι τα ακόλουθα:

- QSB^Z02^QSB_Q16: Μήνυμα ερωτήματος.
- ORU^R01^ORU_R01: Μήνυμα απάντησης. Παρατηρούμε ότι το μήνυμα απάντησης της δοσοληψίας PCD-02 είναι όμοιου τύπου με το αυτόκλητο μήνυμα που χρησιμοποιείται για την αποστολή των τιμών παρατήρησης στη δοσοληψία PCD-01.

Χρησιμοποιώντας αυτό το ζεύγος HL7 μηνυμάτων, ορίστηκαν στην πλατφόρμα τρεις ειδικοί τύποι ερωτημάτων, καθένας διαφορετικός στον τρόπο με τον οποίο τίθενται οι παράμετροι των ερωτημάτων και στη δομή του επιστρεφόμενου μηνύματος ORU^R01^ORU_R01. Οι τρεις τύποι ερωτημάτων είναι οι εξής:

1. **getPatients:** Ερώτημα για την ανάκτηση της λίστας των ασθενών.
2. **getPatientMeasures:** Ερώτημα για την ανάκτηση των μετρήσεων του ασθενούς.
3. **getPatientAlerts:** Ερώτημα για την ανάκτηση των ειδοποιήσεων του ασθενούς.

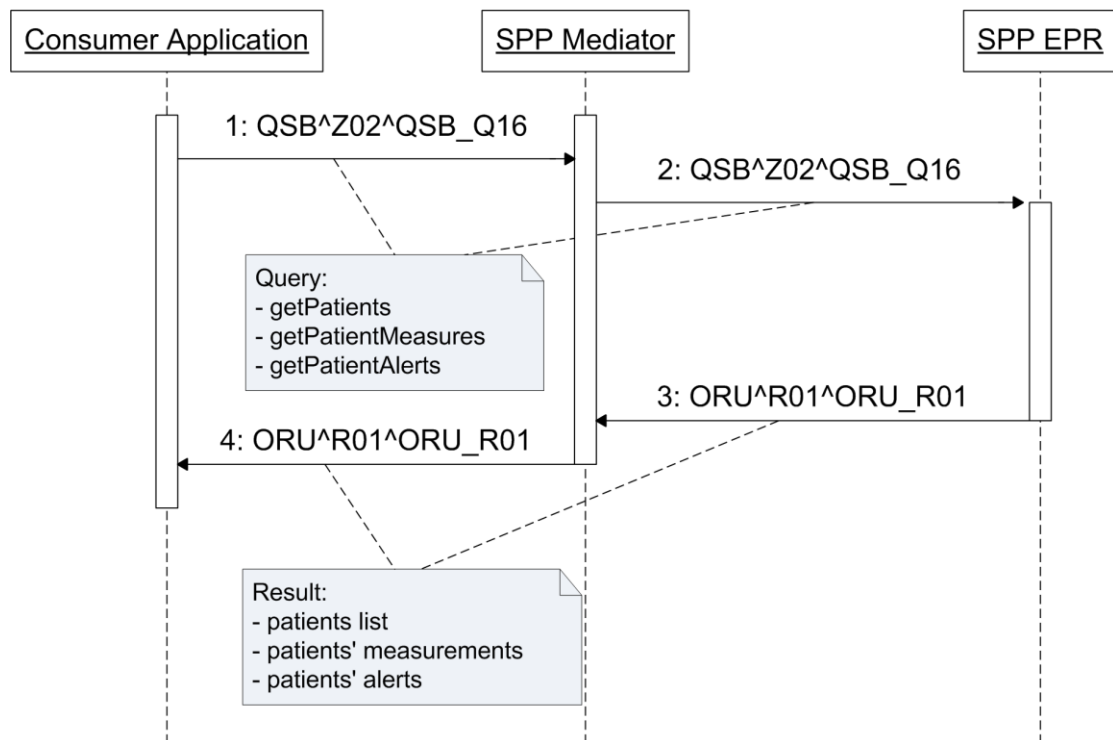
Στο Σχήμα 35 απεικονίζεται ο τρόπος με τον οποίο εκτελούνται αυτά τα τρία είδη ερωτημάτων σε αναλογία με τις προδιαγραφές της δοσοληψίας PCD-02. Και οι τρεις τύποι ερωτημάτων βασίζονται στο ίδιο HL7 μήνυμα QSB^Z02^QSB_Q16 και προέρχονται από το Consumer Application (DOC). Ομοίως, η απάντηση και στους τρεις τύπους ερωτημάτων βασίζεται στο ίδιο HL7 μήνυμα ORU^R01^ORU_R01 και προέρχεται από το SPP (DOF).

Όμοια με την ανάλυση της δοσοληψίας PCD-01, σημειώνεται ότι η δοσοληψία PCD-02 λαμβάνει χώρα και εσωτερικά του SPP. Σε αυτή την περίπτωση, το ρόλο του DOC έχει ο SPP Reasoner ο οποίος ερωτά το SPP EPR που έχει το ρόλο του DOF. Ο SPP Reasoner μπορεί να συλλέγει τα ακόλουθα στοιχεία από το SPP EPR προκειμένου να προχωρήσει σε εφαρμογή συλλογιστικής στα δεδομένα της πλατφόρμας:

- Χρονική διαφορά μεταξύ μετρήσεων.

- Παραγόμενες μετρήσεις, π.χ., το άθροισμα επιμέρους πρωτογενών μετρήσεων.
- Τιμές κατωφλίου: τιμές που οριοθετούν τα "κανονικά" και προσωποποιημένα όρια για διάφορα είδη μετρήσεων.
- Στοιχεία συμπεριφοράς ασθενούς: ένα σύνολο δεδομένων που μπορούν να συνθέσουν το προφίλ συνηθειών του χρήστη βασισμένο στις παραμέτρους που παρακολουθούνται μέσω των αισθητήρων περιβάλλουσας δραστηριότητας.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία συλλέγονται από τον SPP Reasoner μέσω του ερωτήματος `getPatientMeasures`.

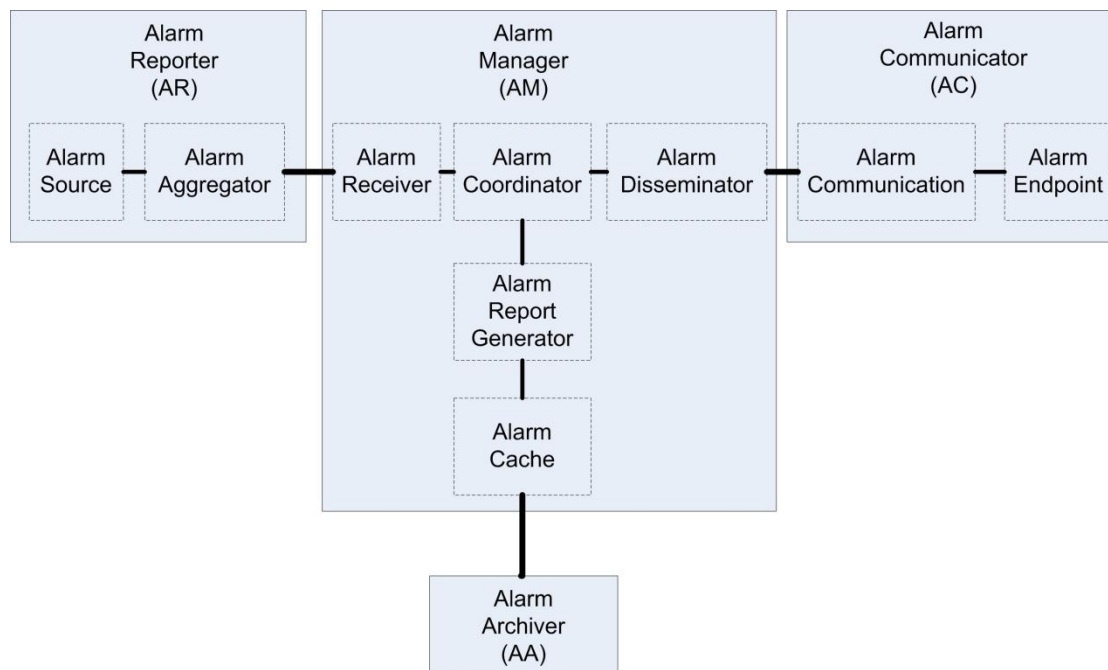


Σχήμα 35 Υλοποίηση δοσοληψίας IHE PCD-02 μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας

5.2.3 PCD-04: Report Alarm

Όπως έχει ήδη αναλυθεί, η αποτελεσματική παραγωγή και διαχείριση ειδοποιήσεων (alerts / alarms) είναι κομβικής σημασίας για ένα σύστημα ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας [99] [100] [101]. Στα πλαίσια της προτεινόμενης πλατφόρμας, έγινε προσπάθεια και σε αυτόν τον τομέα ώστε τα υποσυστήματα που συμμετέχουν στη ροή εργασιών των ειδοποιήσεων, να επιτυγχάνουν διαλειτουργικότητα με σεβασμό σε κυρίαρχα πρότυπα. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη σχεδίαση των διεπαφών των υποσυστημάτων που σχετίζονται με τη λειτουργικότητα των ειδοποιήσεων ελήφθη υπόψη το προφίλ ολοκλήρωσης Alarm Communication Management (ACM), όπως αυτό έχει οριστεί από τον οργανισμό IHE [86].

Οι δράστες (actors) που ορίζονται από τον οργανισμό IHE στο προφίλ ACM απεικονίζονται στο Σχήμα 36.



Σχήμα 36 Δράστες του προφίλ ολοκλήρωσης IHE ACM [86]

Οι εν λόγω δράστες μπορούν να υλοποιήσουν διάφορες δοσοληψίες του προφίλ ACM. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, δόθηκε έμφαση στην υλοποίηση της δοσοληψίας **PCD-04 Report Alarm** [86]. Όμοια με τις δοσοληψίες PCD-01 και PCD-02, η δοσοληψία PCD-04 κάνει και αυτή χρήση του προτύπου ανταλλαγής μηνυμάτων HL7 (σημειώνεται και πάλι ότι στα πλαίσια της εργασίας υιοθετήθηκε η χρήση της έκδοσης 2.6 αυτού, σε συμφωνία με τις κατευθύνσεις του οργανισμού Continua Health Alliance [97]). Τα HL7 μηνύματα που ορίζονται από τον οργανισμό

IHE κατά τη δοσοληψία PCD-04 και που θα αναλυθούν περαιτέρω σε επόμενη ενότητα αυτού του κεφαλαίου είναι τα ακόλουθα:

- ORU^R01^ORU_R01: Αυτόκλητο μήνυμα που χρησιμοποιείται για την αποστολή δεδομένων ειδοποίησης.
- ACK^R01^ACK: Επιβεβαιωτικό μήνυμα λήψης των τιμών ειδοποίησης.

Η αντιστοίχιση μεταξύ των δραστών του προφίλ IHE ACM και των συστατικών της προτεινόμενης πλατφόρμας έχει ως ακολούθως:

- Alarm Reporter: Όλες οι ειδοποιήσεις (alerts / alarms) έχουν ως εναρκτήριο σημείο τον SPP Reasoner. Είτε πρόκειται για ειδοποιήσεις που παράγονται λόγω σχετικού σήματος από αισθητήρα (π.χ. αισθητήρας φωτιάς), είτε πρόκειται για ειδοποιήσεις που έχουν παραχθεί ύστερα από εφαρμογή συλλογιστικής σε ιατρικά δεδομένα ή στοιχεία συμπεριφοράς των ασθενών, ο SPP Reasoner είναι το συστατικό εκείνο που τις παράγει και επικοινωνεί, μέσω του SPP Mediator, στα υπόλοιπα συστήματα.
- Alarm Manager: Ο δράστης τύπου Alarm Manager αποτελείται από διάφορους υπό-δράστες όπως φαίνεται στο Σχήμα 36, με κυριότερους τους ακόλουθους:
 - Alarm Receiver: Ο ρόλος του Alarm Receiver (αποδέκτης ειδοποιήσεων) ανήκει τόσο στον SPP Mediator που υποδέχεται και δρομολογεί τις ειδοποιήσεις που παράγονται από τον SPP Reasoner, όσο και στο Consumer Application που λαμβάνει ενημέρωση για τις ειδοποιήσεις ώστε να προχωρήσει σε ενέργειες όπως προβολή του alert στη γραφική διεπαφή χρήστη, αποστολή SMS κ.λπ. (βλέπε ενότητα 4.6).
 - Alarm Disseminator: Ο SPP Mediator καλεί το Consumer Application προς διάδοση της πληροφορίας που σχετίζεται με μια ειδοποίηση, κατέχοντας έτσι το ρόλο του Alarm Disseminator.
 - Alarm Coordinator: Ο ρόλος του Alarm Coordinator (συντονιστής ειδοποιήσεων) ανήκει στον SPP Reasoner. Αυτό το συστατικό είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση του κύκλου ζωής της ειδοποίησης.
- Alarm Archiver: Το SPP EPR είναι η κεντρική αποθήκη δεδομένων της πλατφόρμας, όπου καταχωρούνται μόνιμα οι μετρήσεις καθώς και οι

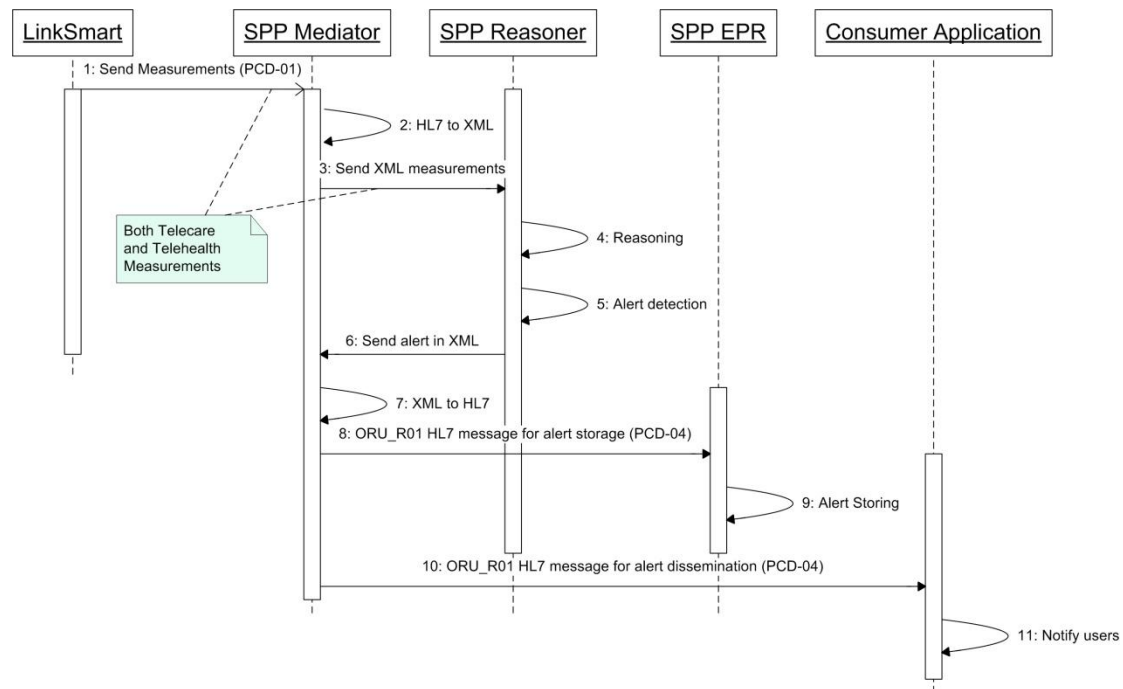
ειδοποιήσεις του συστήματος απομακρυσμένης παρακολούθησης των ασθενών. Κατέχει συνεπώς το ρόλο του Alarm Archiver.

- Alarm Communicator: Το Consumer Application κατέχει το ρόλο του Alarm Communicator μιας και φροντίζει για την επικοινωνία της ειδοποίησης στους χειριστές της πλατφόρμας και στο κατάλληλο ανθρώπινο δυναμικό. Αυτό μπορεί να γίνει είτε γραφικά με αναδυόμενο μήνυμα στην εφαρμογή Ιστού είτε με αποστολή SMS προς τους επιβλέποντες ιατρούς, όπως προδιαγράφεται στην ενότητα 4.6.

Στο Σχήμα 37 απεικονίζεται ο τρόπος υλοποίησης της δοσοληψίας PCD-04 μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας. Στο ακολουθιακό διάγραμμα του εν λόγω σχήματος παρατίθενται οι ακόλουθες ενέργειες κατά σειρά:

1. Το μεσισμικό LinkSmart αποστέλλει προς το SPP (συγκεκριμένα προς τον SPP Mediator) τις μετρήσεις που έχουν συλλεχθεί από τις δικτυακές πύλες υλοποιώντας τη δοσοληψία PCD-01 όπως έχει ήδη παρουσιαστεί.
2. Προτού αποσταλούν οι μετρήσεις στον SPP Reasoner για εφαρμογή συλλογιστικής, μετατρέπονται από HL7 μορφότυπο σε XML εντός του SPP Mediator.
3. Ο SPP Mediator αποστέλλει τα δεδομένα σε XML μορφή προς τον SPP Reasoner μιας και κάτι τέτοιο είναι συμβατό με την αντίστοιχη διεπαφή του SPP Reasoner. Ο SPP Reasoner, όπως έχει παρουσιαστεί στην ενότητα 4.5.2, χρησιμοποιεί πρότυπες γλώσσες προδιαγραφής οντολογιών για την εκτέλεση της συλλογιστικής διαδικασίας (Reasoning), ενώ δεν υποστηρίζει δεδομένα σε μορφή HL7. Σημειώνεται ότι η μη υποστήριξη του προτύπου HL7 εντός του SPP Reasoner δεν θεωρείται αρνητικό στοιχείο καθώς πρόκειται για ένα "εσωτερικό" σύστημα που δεν διασυνδέεται με εξωτερικά συστήματα και συνεπώς δεν επηρεάζει τη διαλειτουργικότητα του συνολικού σχεδιασμού. Ο SPP Reasoner έχει στόχο τη βέλτιστη διαχείριση των οντολογιών και γι' αυτό βασίζεται σε τεχνολογίες XML και RDF.
4. Ο SPP Reasoner εκτελεί τη συλλογιστική διαδικασία στα νέα δεδομένα που έχουν καταφθάσει και, ανά περίπτωση, αιτείται την ανάκτηση ιστορικών δεδομένων από το SPP EPR σε περιπτώσεις όπου η συλλογιστική διαδικασία είναι ορισμένη έτσι ώστε να συσχετίζει τις τρέχουσες τιμές με παλαιότερες,

- π.χ., στην περίπτωση εντοπισμού αποκλίσεων από το προφίλ συνηθειών του ασθενούς.
5. Σε όποιες περιπτώσεις εντοπιστεί κατάσταση δεδομένων που είναι εκτός των αποδεκτών ορίων, το σύστημα του SPP Reasoner οδηγείται σε παραγωγή ειδοποίησης (alert).
 6. Σε περίπτωση νέας ειδοποίησης, ο SPP Reasoner αποστέλλει προς τον SPP Mediator τη σχετική πληροφορία σε μορφή XML, μιας και όπως προαναφέρθηκε δεν μπορεί να υποστηρίξει εγγενώς το πρότυπο HL7.
 7. Ο SPP Mediator, στα πλαίσια της επίτευξης διαλειτουργικότητας με εξωτερικά συστήματα, μετατρέπει τα δεδομένα XML σε HL7 ώστε να μπορεί να υλοποιήσει πρότυπες δοσοληψίες στον τομέα της ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας.
 8. Η εκάστοτε νέα ειδοποίηση επικοινωνείται από τον SPP Mediator προς το σύστημα κεντρικής αποθήκευσης των δεδομένων, το SPP EPR, υλοποιώντας τη δοσοληψία PCD-04. Το αποστελλόμενο μήνυμα είναι λοιπόν τύπου ORU^R01^ORU_R01, ενώ η επικοινωνία SPP Mediator - SPP EPR ακολουθεί την πρότυπη διεπαφή υπηρεσίας ιστού (web service interface) όπως έχει οριστεί από τον οργανισμό IHE.
 9. Το SPP EPR φροντίζει για τη μόνιμη αποθήκευση της εκάστοτε ειδοποίησης στη βάση δεδομένων.
 10. Πέραν της ενημέρωσης του SPP EPR, ο SPP Mediator διαδίδει τη νέα ειδοποίηση και στο Consumer Application ώστε να ενημερωθούν σε πραγματικό χρόνο οι υπεύθυνοι χρήστες. Και σε αυτή την επικοινωνία υλοποιείται η δοσοληψία PCD-04, συνεπώς το αποστελλόμενο μήνυμα είναι τύπου ORU^R01^ORU_R01 και η κλήση από τον SPP Mediator προς το Consumer Application ακολουθεί την πρότυπη διεπαφή υπηρεσίας ιστού (web service interface) όπως έχει οριστεί από τον οργανισμό IHE.
 11. Τέλος, το Consumer Application αφού λάβει κλήση για νέα ειδοποίηση, αναλαμβάνει την ενημέρωση των χρηστών με τους κατάλληλους ανά περίπτωση τρόπους, όπως την εμφάνιση αναδυόμενου μηνύματος στη γραφική διεπαφή της εφαρμογής ιστού ή την αποστολή σύντομου μηνύματος (SMS).



Σχήμα 37 Υλοποίηση δοσοληψίας PCD-04 μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας

5.2.4 Αρχιτεκτονική σύνοψη στοιχείων διαλειτουργικότητας

Όπως έχει ήδη αναδειχθεί, η προτεινόμενη πλατφόρμα ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας καταφέρνει να συνθέσει ετερογενείς πηγές πληροφορίας, προερχόμενες είτε από ιατρικές συσκευές είτε από αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας, και να εφαρμόσει ευφυή λογική πάνω στα δεδομένα στην πλευρά του εξυπηρετητή. Η διαλειτουργικότητα εντός της πλατφόρμας είναι πρωτεύουσας σημασίας για την αξιόπιστη διασύνδεση όλων των επιμέρους συστατικών αλλά και για την επεκτασιμότητα αυτής. Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται κατά κύριο λόγο μέσω του μεσισμικού LinkSmart και μέσω της υλοποίησης των προτύπων (standards) στον τομέα.

Συνοπτικά, η βασική σχεδιαστική κατεύθυνση της πλατφόρμας ακολουθεί τις κατευθύνσεις του οργανισμού Continua Health Alliance [97], οι προδιαγραφές του οποίου ορίζουν τα επιμέρους πρότυπα των οποίων η υλοποίηση εγγυάται την επικοινωνία των δεδομένων απομακρυσμένης ηλεκτρονικής ιατρικής παρακολούθησης. Η ρεαλιστική προσέγγιση που ακολουθήθηκε στην προτεινόμενη

πλατφόρμα συνίσταται στη χρήση του μεσισμικού LinkSmart ώστε να διασυνδεθούν ιατρικές συσκευές, αισθητήρες και δικτυακές πύλες που δεν είναι κατά ανάγκη συμβατές με τα πρότυπα του οργανισμού Continua Health Alliance. Με αυτό τον τρόπο, ετερογενείς πρωτογενείς πηγές δεδομένων παρακολούθησης προερχόμενων από την οικία του ασθενούς συντίθεται σε ενοποιημένο HL7 μήνυμα όπως αυτό ορίζεται στη δοσοληψία IHE PCD-01 (βλέπε ενότητα 5.2.1). Ο στόχος της υποστήριξης μετάδοσης τόσο δεδομένων Telehealth όσο και δεδομένων Telecare επιτυγχάνεται εύκολα μιας και η δοσοληψία PCD-01 προδιαγράφει τη χρήση ονοματολογίας (nomenclature) IEEE 11073-10101 [102], η οποία ορίζει ένα γενικό μοντέλο δεδομένων το οποίο μπορεί να εξειδικευτεί για κάθε τύπο μέτρησης. Π.χ., στην έκδοση IEEE 11073-10471 (Independent living activity hub) [103] προδιαγράφονται στοιχεία κωδικοποίησης για μετρήσεις του τομέα Telecare, ενώ για τον τομέα Telehealth διατίθενται από τον οργανισμό IEEE εξειδικεύσεις ανά τύπο ιατρικής μέτρησης. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η εξειδίκευση IEEE 11073-10407 [104] που αφορά τη μέτρηση πίεσης (blood pressure monitor).

Παρόμοια HL7 μηνύματα σε σχέση με τη δοσοληψία IHE PCD-01 χρησιμοποιούνται στις δοσοληψίες IHE PCD-02 και IHE PCD-04, που επίσης υλοποιήθηκαν στα πλαίσια της εργασίας. Η υλοποίηση της δοσοληψίας IHE PCD-02 (βλέπε ενότητα 5.2.2) επιτρέπει στο Consumer Application να ερωτά και να ανακτά από το SPP μετρήσεις, προφίλ συνηθειών και ειδοποιήσεις που σχετίζονται με τους ασθενείς με πρότυπο και ομογενοποιημένο τρόπο. Η υλοποίηση της δοσοληψίας IHE PCD-04 (βλέπε ενότητα 5.2.3) επιτρέπει τη διάδοση των ειδοποιήσεων (alerts / alarms) σύμφωνα με το μοντέλο βασισμένο σε διεγέρσεις από συμβάντα (event driven model).

Πέραν της ομοιότητας στο μορφότυπο των HL7 μηνυμάτων που υλοποιήθηκαν στις δοσοληψίες IHE PCD-01, PCD-02 και PCD-04, αξίζει να σημειωθεί ότι όλα αυτά τα μηνύματα ανταλλάσσονται μέσω υπηρεσιών ιστού (Web Services) ακολουθώντας τον ορισμό μιας απλής διεπαφής (interface) που παρέχεται στις τεχνικές προδιαγραφές του οργανισμού IHE. Όπως φαίνεται στο κάτωθι WSDL αρχείο (Πίνακας 9), το οποίο καλύπτει όλες τις υλοποιηθείσες δοσοληψίες, τα HL7 μηνύματα ενθυλακώνονται εντός της κλήσης της μεθόδου (operation) CommunicatePCDData, της οποίας η μοναδική παράμετρος εισόδου είναι τύπου String. Αυτό το string εμπεριέχει το εκάστοτε ανταλλασσόμενο HL7 μήνυμα που αποστέλλεται από ένα συστατικό της

πλατφόρμας προς ένα άλλο. Το κύριο πλεονέκτημα του τρόπου ορισμού αυτής της διεπαφής είναι ότι είναι ανεξάρτητα από την εσωτερική δομή των HL7 μηνυμάτων, τα οποία και ουσιαστικά φέρουν όλη την χρήσιμη πληροφορία. Έτσι, οποιαδήποτε ζητηθείσα αλλαγή στην υπηρεσία που κατά πάσα πιθανότητα θα επιφέρει και αλλαγές στο εσωτερικό των ανταλλασσόμενων HL7 μηνυμάτων, δεν θα επιφέρει καμία αλλαγή στο επίπεδο των διεπαφών (interfaces) των υπηρεσιών Ιστού μεταξύ LinkSmart-SPP και SPP-Consumer Application.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<wsdl:definitions name="DeviceObservationConsumer"
  targetNamespace="urn:ihe:pcd:dec:2010"
  xmlns:soap12="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap12/"
  xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:wsaw="http://www.w3.org/2006/05/addressing/wsdl"
  xmlns:tns="urn:ihe:pcd:dec:2010">
  <wsdl:types>
    <xsd:schema>
      <xsd:import namespace="urn:ihe:pcd:dec:2010"
        schemaLocation="DeviceObservationConsumer.xsd"></xsd:import>
    </xsd:schema>
  </wsdl:types>
  <wsdl:message name="CommunicatePCDDData_Message">
    <wsdl:documentation>Communicate PCD Data</wsdl:documentation>
    <wsdl:part name="body" element="tns:CommunicatePCDDData" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="CommunicatePCDDDataResponse_Message">
    <wsdl:documentation>Communicate PCD Data
Response</wsdl:documentation>
    <wsdl:part name="body"
      element="tns:CommunicatePCDDDataResponse" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:portType name="DeviceObservationConsumer_PortType">
    <wsdl:operation name="CommunicatePCDDData">
      <wsdl:input message="tns:CommunicatePCDDData_Message"
        wsaw:Action="urn:ihe:pcd:2010:CommunicatePCDDData" />
      <wsdl:output
        message="tns:CommunicatePCDDDataResponse_Message"
        wsaw:Action="urn:ihe:pcd:2010:CommunicatePCDDDataResponse" />
    </wsdl:operation>
  </wsdl:portType>
  <wsdl:binding name="DeviceObservationConsumer_Binding_Soap12"
    type="tns:DeviceObservationConsumer_PortType">
    <soap12:binding style="document"
      transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http" />
    <wsaw:UsingAddressing wsdl:required="true" />
    <wsdl:operation name="CommunicatePCDDData">
      <soap12:operation
        soapAction="urn:ihe:pcd:2010:CommunicatePCDDData" />
      <wsdl:input>
        <soap12:body use="literal" />
      </wsdl:input>
      <wsdl:output>
        <soap12:body use="literal" />
      </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
  </wsdl:binding>
</wsdl:definitions>
```

```

        </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
</wsdl:binding>
<wsdl:service name="DeviceObservationConsumer_Service">
    <wsdl:port
binding="tns:DeviceObservationConsumer_Binding_Soap12"
name="DeviceObservationConsumer_Port_Soap12">
        <soap12:address location="http://www.example.org/" />
    </wsdl:port>
</wsdl:service>
</wsdl:definitions>

<!-- Referenced schema DeviceObservationConsumer.xsd -->
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
targetNamespace="urn:ihe:pcd:dec:2010"
xmlns:tns="urn:ihe:pcd:dec:2010">
    <element name="CommunicatePCDData"
type="tns:UnsolicitedObservationResult" />
    <element name="CommunicatePCDDataResponse"
type="tns:GeneralAcknowledgement" />

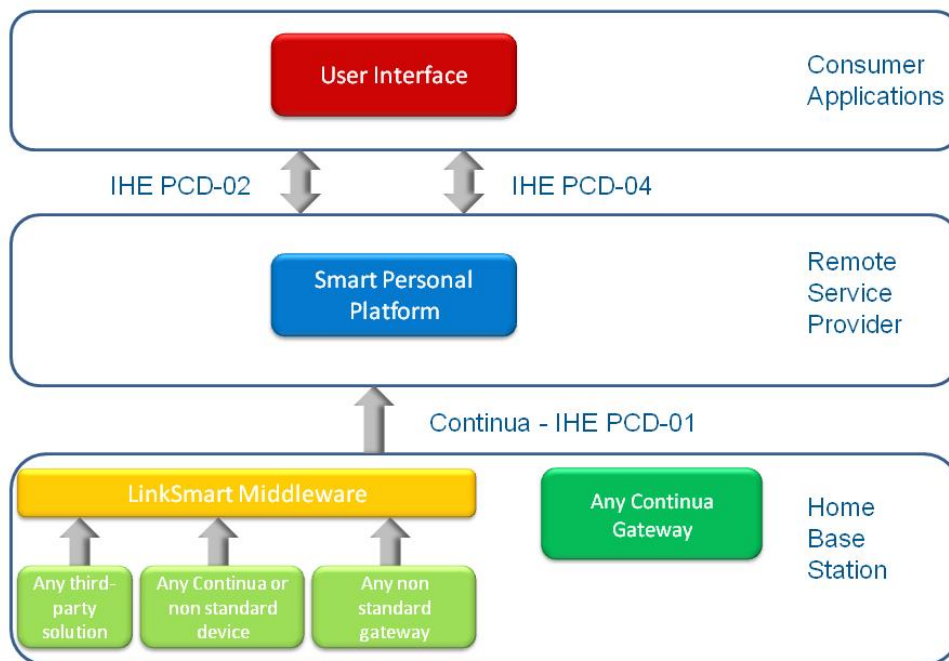
    <simpleType name="UnsolicitedObservationResult">
        <restriction base="string" />
    </simpleType>

    <simpleType name="GeneralAcknowledgement">
        <restriction base="string" />
    </simpleType>
</schema>

```

Πίνακας 9 Αρχείο WSDL των υπηρεσιών ιστού που υλοποιούν τις IHE PCD δοσοληψίες

Ολοκληρώνοντας τη σύνοψη, στο Σχήμα 38 απεικονίζεται ο τρόπος με τον οποίο τα βασικά αρχιτεκτονικά επίπεδα της πλατφόρμας επιτυγχάνουν το στόχο της διαλειτουργικότητας υλοποιώντας πρότυπες δοσοληψίες του οργανισμού IHE καθώς και το πως η χρήση του μεσισμικού LinkSmart εξασφαλίζει τη διασύνδεση στην πλατφόρμα ετερογενών συσκευών εντός της οικίας του ασθενούς, ανεξάρτητα από το αν αυτές είναι συμβατές ή όχι με τις προδιαγραφές Continua [30].



Σχήμα 38 Επίτευξη διαλειτουργικότητας μεταξύ των κύριων αρχιτεκτονικών επιπέδων

5.3 Αναλυτικές προδιαγραφές των HL7 μηνυμάτων της πλατφόρμας

Η παρούσα ενότητα ορίζει τα μηνύματα HL7 που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη ολοκλήρωσης (integration) μεταξύ των συστατικών της προτεινόμενης πλατφόρμας. Τα μηνύματα ακολουθούν τις προδιαγραφές των αντίστοιχων δοσοληψιών IHE PCD-01, PCD-02 και PCD-04 και παραμετροποιήθηκαν κατάλληλα στα πλαίσια της εργασίας. Όλα τα μηνύματα είναι συμβατά με την έκδοση 2.6 του προτύπου HL7 [57].

5.3.1 Προδιαγραφές HL7 μηνυμάτων της δοσοληψίας PCD-01

5.3.1.1 PCD-01 μήνυμα ORU^R01^ORU_R01

Ο βασικός τύπος μηνύματος της δοσοληψίας PCD-01, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι **ORU^R01^ORU_R01**. Ο Πίνακας 10 αποτυπώνει τη δομή του μηνύματος στην εν λόγω δοσοληψία. Τα στοιχεία που αναφέρονται στον πίνακα, και που θα απαντηθούν ομοίως και σε επόμενους πίνακες, είναι τα εξής:

- Τμήμα (Segment): Δηλώνει το όνομα του τμήματος του HL7 μηνύματος
- Σημασία: Επεξηγεί τη σημασία του περιεχομένου του εκάστοτε τμήματος.
- Χρήση:
 - Το σύμβολο R (Required) δηλώνει υποχρεωτική παρουσία του τμήματος, το οποίο πρέπει να γεμίσει με τιμή διάφορη του κενού.
 - Το σύμβολο RE (Required but may be empty) δηλώνει υποχρεωτική παρουσία του τμήματος, το οποίο όμως δύναται να είναι κενό.
 - Το σύμβολο O (Optional) δηλώνει προαιρετική παρουσία του τμήματος.
- Πληθικότητα (Cardinality): Το αριστερό μέρος της αγκύλης δηλώνει τον ελάχιστο αριθμό εμφανίσεων του τμήματος και το δεξί μέρος το μέγιστο επιτρεπόμενο. Το σύμβολο * δηλώνει την ανυπαρξία άνω ορίου (unbounded).
- Κεφάλαιο HL7: Παρέχει αναφορά στο συγκεκριμένο κεφάλαιο του προτύπου HL7 v2.6 [57], όπου ορίζεται το εκάστοτε τμήμα του μηνύματος.

Τμήμα(Segment)	Σημασία	Χρήση	Πληθικότητα	Κεφάλαιο HL7
MSH	Επικεφαλίδα μηνύματος (Message Header)	R	[1..1]	2
{	--- PATIENT_RESULT αρχή		[1..*]	
[--- PATIENT αρχή		[1..1]	
PID	Ταυτοποίηση ασθενούς (Patient Identification)	R	[1..1]	3
[--- VISIT αρχή		[0..1]	
PV1	Στοιχεία σχετικά με την τοποθεσία ή με επίσκεψη ασθενούς (Patient Visit)	O	[0..1]	3
]	--- VISIT τέλος			
]	--- PATIENT τέλος			
{	--- ORDER_OBSERVATION αρχή		[1..*]	
[ORC]	Κοινά στοιχεία (Order Common)	O	[0..1]	4
OBR	Αίτημα παρατήρησης (Observation Request)	R	[1..1]	4
[{NTE}]	Σημειώσεις και σχόλια (Notes and Comments)	O	[0..1]	2
[{	--- TIMING_QTY αρχή		[0..0]	

Τμήμα(Segment)	Σημασία	Χρήση	Πληθικότητα	Κεφάλαιο HL7
TQ1	Χρονικός προσδιορισμός (Timing/Quantity)	O	[0..1]	4
}}	--- TIMING_QTY τέλος			
{{	--- OBSERVATION τέλος		[1..*]	
OBX	Αποτέλεσμα παρατήρησης (Observation Result)	R	[1..1]	7
{{NTE}}	Σημειώσεις και σχόλια (Notes and Comments)	O	[0..0]	2
}}	--- OBSERVATION τέλος			
}	--- ORDER_OBSERVATION τέλος			
}	--- PATIENT_RESULT end			

Πίνακας 10 Δομή ORU^R01^ORU_R01 στη δοσοληψία PCD-01

Στη συνέχεια της ενότητας, θα αναλυθούν τα ανωτέρω τμήματα του HL7 μηνύματος ORU^R01^ORU_R01.

5.3.1.1.1 MSH

Το τμήμα MSH αντιστοιχεί στην επικεφαλίδα του μηνύματος. Ο Πίνακας 11 περιέχει τη δομή του τμήματος MSH που απαρτίζεται από 21 πεδία όπως φαίνεται. Ο πίνακας αποτελείται από τις ακόλουθες στήλες, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν και στη συνέχεια της ενότητας στην ανάλυση των υπόλοιπων τμημάτων (segments):

- SEQ: Ακολουθιακή θέση (position) του πεδίου μέσα στο τμήμα (segment).
- LEN: Μέγιστο μήκος του πεδίου.
- DT: Τύπος δεδομένων του πεδίου. Για πλήρη ανάλυση των διάφορων υποστηριζόμενων τύπων δεδομένων, ο αναγνώστης παραπέμπεται στο κεφάλαιο 2.A των προδιαγραφών HL7 v2.6 [105]. Ενδεικτικά, μπορούν να συνοψιστούν ακολούθως οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι τύποι:
 - **ST** (String data): Δηλώνει ότι το πεδίο είναι τύπου συμβολοσειράς χαρακτήρων. Ελεύθερο κείμενο, με περιορισμό στο μέγιστο μήκος ίσο με 999 χαρακτήρες.
 - **NM** (numeric): Δηλώνει ότι το πεδίο λαμβάνει αριθμητική τιμή. Υποστηρίζονται ακέραιοι και δεκαδικοί αριθμοί.
 - **CWE** (coded with exceptions): Δηλώνει ότι το πεδίο παίρνει τιμή εντασσόμενη σε λίστα κωδικοποιημένων αποδεκτών τιμών, η οποία όμως δύναται να έχει προκύψει και από ορισμό εξωτερικό του προτύπου HL7.

- **DTM (Date/Time):** Δηλώνει ότι το πεδίο λαμβάνει που καθορίζει ένα σημείο του χρόνου (ημερομηνία και ώρα).
- **Χρήση:** Υποδηλώνει το αν ένα πεδίο είναι υποχρεωτικό ή όχι και το πώς πρέπει να χειρίζεται από τις επικοινωνούντες εφαρμογές. Τα σύμβολα έχουν ήδη παρουσιαστεί ανωτέρω (βλέπε Πίνακα 10).
- **Πληθικότητα (Cardinality):** Το αριστερό μέρος της αγκύλης δηλώνει τον ελάχιστο αριθμό εμφανίσεων του τμήματος και το δεξί μέρος το μέγιστο επιτρεπόμενο.
- **TBL#:** Αναφορά στον αντίστοιχο πίνακα του HL7 v2.6, σε περίπτωση που οι τιμές του πεδίου ορίζονται μέσω συνόλου αποδεκτών τιμών.
- **Item#:** Μοναδικό αναγνωριστικό του πεδίου, όπως έχει αποδοθεί από τον οργανισμό HL7.
- **Όνομα στοιχείου:** Το όνομα του εκάστοτε πεδίου (δηλωτικό της σημασίας του), όπως έχει αποδοθεί από τον οργανισμό HL7.

SEQ	LEN	DT	Χρήση	Πληθικότητα	TBL#	Item#	Όνομα στοιχείου
1	1	ST	R	[1..1]		0001	Field Separator
2	4	ST	R	[1..1]		0002	Encoding Characters
3	227	HD	R	[1..1]	0361	0003	Sending Application
4	227	HD	RE	[0..1]	0362	0004	Sending Facility
5	227	HD	RE	[0..1]	0361	0005	Receiving Application
6	227	HD	RE	[0..1]	0362	0006	Receiving Facility
7	26	TS	R	[1..1]		0007	Date/Time Of Message
9	15	MSG	R	[1..1]		0009	Message Type
10	20	ST	R	[1..1]		0010	Message Control ID
11	3	PT	R	[1..1]		0011	Processing ID
12	60	VID	R	[1..1]		0012	Version ID
13	15	NM	RE	[0..1]		0013	Sequence Number
15	2	ID	R	[1..1]	0155	0015	Accept Acknowledgement Type
16	2	ID	R	[1..1]	0155	0016	Application Acknowledgement Type
17	3	ID	RE	[0..1]	0399	0017	County Code
18	16	ID	RE	[0..1]	0211	00692	Character Set
19	250	CWE	RE	[0..1]		00693	Principal Language
21	427	EI	R	[1..1]		01598	Message Profiler Identifier

Πίνακας 11 Δομή τμήματος MSH

Στον ακόλουθο πίνακα, περιέχονται οι τιμές των πεδίων του τμήματος MSH όπως ορίστηκαν εντός της προτεινόμενης πλατφόρμας, με σεβασμό στις ανωτέρω προδιαγραφές των οργανισμών IHE και HL7.

Αρχιτεκτονική λογισμικού για ενοποιημένη και μακρόθεν διαχείριση ιατρικών δεδομένων και στοιχείων συμπεριφοράς ασθενών

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
MSH-1	Σταθερή τιμή=
MSH-2	Σταθερή τιμή= ^~\&
MSH-3	Πιθανές τιμές: LINKSMART: σε περίπτωση μετρήσεων παραγόμενων εντός της οικίας του ασθενούς. REASONER: σε περίπτωση παραγόμενων (derived) μετρήσεων εντός του SPP.
MSH-4	Δεν χρησιμοποιήθηκε
MSH-5	Πιθανές τιμές: SPP: σε περίπτωση μετρήσεων παραγόμενων εντός της οικίας του ασθενούς. EPR: σε περίπτωση παραγόμενων (derived) μετρήσεων εντός του SPP.
MSH-6	Δεν χρησιμοποιήθηκε
MSH-7	Ημερομηνία και ώρα της παραγωγής του μηνύματος. Μορφή: YYYYMMDDHHMMSS+/-ZZZZ, όπου με βάση τις προδιαγραφές του προφίλ IHE PCD το +/-ZZZZ αντιστοιχεί στη ζώνη ώρας (time zone) και εκφράζεται ως +/-HHMM υποδηλώνοντας τη σχετική διαφορά από την ώρα UTC [106]. Τα υπόλοιπα πεδία, κατά τα γνωστά, εκφράζουν αντίστοιχα το έτος (YYYY), το μήνα (MM), τη μέρα (DD), την ώρα (HH), τα λεπτά (MM) και τα δευτερόλεπτα (SS).
MSH-9	Σταθερή τιμή = ORU^R01^ORU_R01
MSH-10	Αυτό το πεδίο περιέχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό ανά μήνυμα και ανά σύστημα αποστολής (sending system). Π.χ., μπορεί να χρησιμοποιηθεί το timestamp του εκάστοτε μηνύματος. Ο συνδυασμός αυτού του πεδίου με το πεδίο MSH-3 οφείλει να είναι μοναδικός σε όλη την πλατφόρμα.
MSH-11	Σταθερή τιμή = P
MSH-12	Σταθερή τιμή = 2.6
MSH-13	Δεν χρησιμοποιήθηκε
MSH-15	Σταθερή τιμή = NE
MSH-16	Σταθερή τιμή = AL
MSH-17	Δεν χρησιμοποιήθηκε
MSH-18	Σταθερή τιμή = 8859/15
MSH-19	Δεν χρησιμοποιήθηκε
MSH-21	Σταθερή τιμή = IHE_PCD_001^IHE PCD^1.3.6.1.4.1.19376.1.6.1.1.1^ISO

Πίνακας 12 Τιμές των πεδίων του MSH εντός της πλατφόρμας

5.3.1.1.2 PID

Το τμήμα PID είναι αυτό που περιέχει πληροφορία ταυτοποιητική του ασθενούς για τον οποίο ανταλλάσσεται το εκάστοτε HL7 μήνυμα ORU_R01. Οι ακόλουθοι πίνακες συνοψίζουν τη δομή του και τις τιμές των πεδίων του.

SEQ	LEN	DT	Χρήση	Πληθικότητα	TBL	Item#	Όνομα στοιχείου
3	250	CX	R	[1..1]		00106	Patient Identifier List
5	250	XPN	R	[1..1]		00108	Patient Name

Πίνακας 13 Δομή τμήματος PID

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
PID-3	Μοναδικό χαρακτηριστικό ασθενούς CX-1: ταυτοποιητικό στοιχείο του ασθενούς (π.χ., ΑΜΚΑ για την εφαρμογή της υπηρεσίας στην Ελλάδα). CX-5: σταθερή τιμή = HC
PID-5	Όνοματεπώνυμο ασθενούς Συστατικό XPN-1: επώνυμο Συστατικό XPN-2: όνομα

Πίνακας 14 Τιμές των πεδίου του τμήματος PID

5.3.1.1.3 PV1

Το τμήμα PV1 χρησιμοποιήθηκε εντός της πλατφόρμας για την καταχώρηση και αναγνώριση της οικίας του ασθενούς υπό απομακρυσμένη παρακολούθηση (ισοδύναμα, της οικίας όπου έχει εγκατασταθεί ο εξοπλισμός της υπηρεσίας). Το εν λόγω τμήμα δύναται να περιέχει, βάσει των προδιαγραφών HL7, και πληροφορία σχετική με επίσκεψη ενός ασθενούς σε κέντρο υγείας. Δεν υπήρχε όμως η επιχειρησιακή ανάγκη στα πλαίσια της υπηρεσίας μας να καταχωρηθούν στοιχεία σχετικές με επισκέψεις των ασθενών στο νοσοκομείο, συνεπώς η χρήση του τμήματος PV1 (Patient Visit) δεν χρειάστηκε να καλύψει το σύνολο των προδιαγραφών του οργανισμού HL7. Οι ακόλουθοι πίνακες συνοψίζουν τη δομή του τμήματος και τις τιμές των πεδίων του, όπως παραμετροποιήθηκαν κατά τη σχεδίαση της πλατφόρμας. Σημειώνεται ότι λόγω της μη υποστήριξης αυτοματοποιημένης καταχώρησης στοιχείων σχετιζόμενων με ιατρικές επισκέψεις ασθενών, χρησιμοποιήθηκαν μόνο 2 από τα 51 συνολικά πεδία του τμήματος PV1: το πεδίο PV1-2 και το πεδίο PV1-3.

SEQ	LEN	DT	Χρήση	Πληθικότητα	TBL#	Item#	Όνομα στοιχείου
2	1	IS	R	[1..1]	0004	00132	Patient Class
3	80	PL	RE	[0..1]		00133	Assigned Patient Location

Πίνακας 15 Δομή τμήματος PV1

Πεδίο	Ορισμός Πεδίου
PV1-2	Σταθερή τιμή = N (δεν έγινε διαχωρισμός των ασθενών σε κλάσεις)
PV1-3	Αναγνώριση οικίας Συστατικό PL1: Μοναδικό αναγνωριστικό οικίας όπως έχει καταχωρηθεί στο σύστημα. Συστατικό PL6: σταθερή τιμή = H (Home)

Πίνακας 16 Τιμές των πεδίων το τμήματος PV1

5.3.1.1.4 ORC

Το (προαιρετικό) τμήμα ORC δεν χρησιμοποιήθηκε στην προτεινόμενη πλατφόρμα, σε αντιστοιχία με τις προδιαγραφές του οργανισμού IHE για τη δοσοληψία PCD-01.

5.3.1.1.5 OBR

Το τμήμα OBR χρησιμοποιείται ως επικεφαλίδα αναφοράς για τα επόμενα OBX τμήματα. Το εν λόγω τμήμα επιτρέπει στα συστατικά της πλατφόρμας την αποστολή σε ενοποιημένο μήνυμα ORU^R01^ORU_R01 μετρήσεων Τηλεϋγείας (Telehealth) και Τηλεφροντίδας (Telecare). Οι μετρήσεις από τους δύο διαφορετικούς τομείς ομαδοποιούνται σε ξεχωριστά OBR τμήματα. Μάλιστα, το αν ένα OBR τμήμα περιέχει μετρήσεις τύπου Telehealth ή τύπου Telecare, ορίστηκε εντός της πλατφόρμας μέσω χρήσης όρων από το σύστημα SNOMED [23], κατάλληλα καταχωρημένων στο πεδίο OBR-4. Πιο συγκεκριμένα, οι μετρήσεις Telecare ομαδοποιούνται υπό τον SNOMED όρο 225288009 ("environmental care procedure"), ενώ οι μετρήσεις Telehealth υπό τον SNOMED όρο 182777000 ("monitoring of patient").

Ακολούθως, παρατίθενται οι πίνακες της δομής του τμήματος OBR και του παραμετροποιημένου ορισμού των πεδίων του στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

SEQ	LEN	DT	Χρήση	Πληθικότητα	Item#	Όνομα στοιχείου
1	4	SI	R	[1..1]	00237	Set ID OBR
2	427	EI	C	[0..0]	00216	Placer Order Number
3	427	EI	R	[1..1]	00217	Filler Order Number
4	705	CWE	R	[1..1]	00238	Universal Service
7	24	TS	RE	[0..1]	00241	Observation Date/Time
8	24	TS	RE	[0..1]	00242	Observation End Date/Time

Πίνακας 17 Δομή τμήματος OBR

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
OBR-1	Ακολουθιακός αριθμός (για το πρώτο OBR εντός του ORU_R01 ισούται με 1, για το δεύτερο ισούται με 2, κ.ό.κ.)
OBR-2	Τιμή αναγνωριστική του αποστολέα (LinkSmart ή Reasoner), μιας και δεν υποστηρίχθηκε η έννοια του αριθμού παραγγελίας (order number). Πιθανές τιμές: 1^LINKSMART^1^EUI-64 4^REASONER^4^EUI-64

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
OBR-3	Τιμή αναγνωριστική του παραλήπτη (SPP ή EPR), μιας και δεν υποστηρίχθηκε η έννοια του αριθμού παραγγελίας (order number). Πιθανές τιμές: 2^SPP^2^EUI-64 3^EPR^3^EUI-64
OBR-4	Τιμή ανάλογα με τον τύπο των επακόλουθων μετρήσεων: Telecare ή Telehealth. Πιθανές τιμές - όροι SNOMED: 225288009^environmental care procedure^SCT (μετρήσεις Telecare) 182777000^monitoring of patient^SCT (μετρήσεις Telehealth)
OBR-7	Χρονοσφραγίδα τιμών παρατήρησης. Βάσει προδιαγραφών, μπορεί να μείνει κενό.
OBR-8	Χρονοσφραγίδα τέλους τιμών παρατήρησης. Χρησιμοποιείται σε περίπτωση που οι τιμές παρατήρησης προήλθαν, όχι στιγμιαία, αλλά ύστερα από ένα διάστημα παρατήρησης. Τότε, το OBR-7 δηλώνει την έναρξη και το OBR-8 το τέλος αυτού του χρονικού διαστήματος. Βάσει προδιαγραφών, μπορεί να μείνει κενό.

Πίνακας 18 Τιμές των πεδίων του τμήματος OBR

5.3.1.1.6 NTE

Το τμήμα NTE, που προδιαγράφεται για αποστολή σχολίων και σημειώσεων, δεν χρησιμοποιήθηκε.

5.3.1.1.7 TQ1

Το τμήμα TQ1, που προδιαγράφεται κυρίως για ενέργειες χρονοπρογραμματισμού (scheduling) και έκφραση περιοδικών χρονικών σημείων, δεν χρησιμοποιήθηκε.

5.3.1.1.8 OBX

Το τμήμα OBX χρησιμοποιείται για τη μετάδοση των αποτελεσμάτων παρατήρησης (observation results). Οι τιμές που προκύπτουν λοιπόν από τις διάφορες μετρήσεις των ασθενών της υπηρεσίας ενθυλακώνονται σε OBX τμήματα, καθιστώντας το εν λόγω τμήμα το πλέον σημαντικό του HL7 μηνύματος παρατήρησης. Ένα τμήμα OBX μπορεί να φέρει πληροφορία για το σύνολο τιμών μιας παρατήρησης ή να αποτελεί κομμάτι αυτής (fragment). Στους κάτωθι πίνακες περιγράφεται η δομή του τμήματος OBX και ο ορισμός των πεδίων του.

SEQ	LEN	DT	Χρήση	Πληθικότητα	TBL#	Item#	Όνομα πεδίου
1	4	SI	R	[1..1]		00569	Set ID OBX
2	2	ID	C	[0..1]	0125	00570	Value Type

Αρχιτεκτονική λογισμικού για ενοποιημένη και μακρόθεν διαχείριση ιατρικών δεδομένων και στοιχείων συμπεριφοράς ασθενών

SEQ	LEN	DT	Χρήση	Πληθικότητα	TBL#	Item#	Όνομα πεδίου
3	250	CWE	R	[1..1]		00571	Observation Identifier
4	20	ST	R	[1..1]		00572	Observation Sub-ID
5	99999	Varies	C	[0..1]		00573	Observation Value
6	250	CWE	C	[0..1]		00574	Units
7	60	ST	CE	[0..1]		00575	References Range
11	1	ID	R	[1..1]	0085	00579	Observation Result Status
14	24	TS	RE	[0..1]		00582	Date/Time of the Observation
17	250	CWE	RE	[0..1]		01479	Observation Method
18	22	EI	RE	[0..1]		01479	Equipment Instance Identifier

Πίνακας 19 Δομή τμήματος OBX

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
OBX-1	Ακολουθιακός αριθμός OBX εντός του μηνύματος ORU^R01^ORU, το οποίο μπορεί να περιέχει περισσότερα από ένα OBX τμήματα. Η τιμή του πεδίου OBX-1 ισούται με 1 για το πρώτο κατά σειρά OBX τμήμα, με 2 για το δεύτερο κ.ο.κ.
OBX-2	Καθορίζει τον τύπο δεδομένων της τιμής παρατήρησης που εμπεριέχεται στο πεδίο OBX-5. Πιθανές τιμές: ST NM CWE
OBX-3	Καθορίζει τον τύπο της συσκευής (device) από την οποία έχουν παραχθεί οι τιμές μέτρησης. Όπου ήταν εφικτό, χρησιμοποιήθηκε η ονοματολογία ISO/IEEE 11073 [102]
OBX-4	Χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό μεταξύ πολλαπλών OBX κομματιών (segments) που όλα μαζί συνθέτουν το αποτέλεσμα μιας παρατήρησης.
OBX-5	Περιέχει την τιμή παρατήρησης.
OBX-6	Μονάδα μέτρησης της τιμής παρατήρησης, σε αντιστοιχία με τους όρους του προτύπου IEEE 11073.
OBX-7	Εκφράζει το άνω και κάτω όριο αποδεκτών τιμών μέτρησης για την εκάστοτε συσκευή.
OBX-11	Καθορίζει την κατάσταση της μέτρησης, με πιθανές τιμές X : δεν μπορεί να γίνει ανάκτηση τιμής παρατήρησης από το συγκεκριμένο OBX τμήμα καθώς δεν περιέχει μετρήσιμη πληροφορία R : Το OBX τμήμα περιέχει αποτελέσματα μέτρησης, που όμως δεν είναι επαληθευμένα. Χρησιμοποιείται στην πλατφόρμα στα Telehealth OBX τμήματα, με την έννοια ότι κατά τη μετάδοση του μηνύματος ORU^R01^ORU_R01, οι ιατρικές τιμές παρακολούθησης δεν έχουν επιβεβαιωθεί από το επαγγελματικό ιατρικό προσωπικό. F : Εκφράζει τελικά αποτελέσματα (final results). Χρησιμοποιείται στην πλατφόρμα στα Telecare OBX τμήματα, με την έννοια ότι οι αυτοματοποιημένες τιμές παρατήρησης της περιβάλλουσας δραστηριότητας δεν μπορούν και δεν χρειάζεται να επαληθευτούν.
OBX-14	Χρονοσφραγίδα της τιμής παρατήρησης. Μορφότυπος: YYYYMMDDHHMMSS+/-ZZZZ
OBX-17	Εκφράζει το είδος της μέτρησης. Αποδεκτές τιμές: AMEAS: Αυτόματη μέτρηση από αισθητήρια συσκευή (sensor device) ACALC: Αυτόματος υπολογισμός σύνθετης / παραγόμενης τιμής μέτρησης από τον SPP Reasoner. ASET: Αυτόματος ορισμός τιμών (automatic setting) από τον SPP Reasoner. Π.χ., αυτόματος καθορισμός τιμών κατωφλίου (thresholds). MSET: Χειροκίνητος ορισμός τιμών (manual setting) από χειριστή (operator) της πλατφόρμας.

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
OBX-18	Μοναδικό αναγνωριστικό της αισθητήριας συσκευής που παράγαγε την τιμή μέτρησης. Χρήση αναγνωριστικών με βάση την IEEE μορφή EUI-64 (π.χ., "1234567890ABCDEF") [107].

Πίνακας 20 Ορισμός και σημασία των χρησιμοποιούμενων πεδίων του τμήματος OBX

Το τμήμα OBX είναι αυτό που εσωκλείει τις τιμές και τα υπόλοιπα διακριτικά στοιχεία των μετρήσεων τόσο από τον τομέα Telehealth όσο και από τον τομέα Telecare. Η εσωτερική δομή ενός τμήματος OBX, όπως σχεδιάστηκε στην προτεινόμενη πλατφόρμα, διαφέρει μεταξύ των δύο τομέων όπως φαίνεται στους κάτωθι πίνακες.

Τμήμα μηνύματος ORU_R01	Περιγραφή
MSH	Επικεφαλίδα μηνύματος
PID	Δημογραφικά στοιχεία ασθενούς
OBR	Telecare μετρήσεις
OBX (1)	Ορίζει ότι τα επόμενα OBX τμήματα περιέχουν μετρήσεις που έχει συλλέξει η δικτυακή πύλη (Activity Hub) από τους αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας
OBX (1.0.0.1)	Το OBX με διακριτικό OBX-4=1.0.0.1 περιέχει τις τιμές παρατήρησης που αντιστοιχούν στον εκάστοτε αισθητήρα. Στις μετρήσεις τύπου Telecare που μοντελοποιήθηκαν στην προτεινόμενη πλατφόρμα, και σε αντίθεση με τις μετρήσεις Telehealth, κάθε αισθητήρας μπορεί να δώσει μόνο μια τιμή μέτρησης τη φορά. Αντίθετα, ένα ηλεκτρονικό οξύμετρο π.χ., μπορεί να δώσει πάνω μια τιμή μέτρησης τη φορά (οξύμετρία και καρδιακοί παλμοί παράλληλα).
OBX (1.0.0.1.1)	Προαιρετικό OBX τμήμα που φέρει πληροφορία για τη θέση της συσκευής εντός της οικίας του ασθενούς (κουζίνα, υπνοδωμάτιο κ.λπ.)

Πίνακας 21 Τμήματα OBX για μετρήσεις τύπου Telecare

Τμήμα μηνύματος ORU_R01	Περιγραφή
MSH	Επικεφαλίδα μηνύματος
PID	Δημογραφικά στοιχεία ασθενούς
OBR	Telehealth μετρήσεις
OBX (1)	Ορίζει την κατηγορία της ιατρικής μέτρησης που θα ακολουθήσει (π.χ., μέτρηση πίεσης, βάρους κ.λπ.)
OBX (1.0.1)	Το OBX με διακριτικό OBX-4=1.0.1 χρησιμοποιείται για να ομαδοποιήσει αποτελέσματα ιατρικών μετρήσεων προερχόμενα από άνω του ενός καναλιών για συγκεκριμένο είδος μέτρησης (π.χ., πίεση)
OBX (1.0.1.1)	Φέρει τα αποτελέσματα του πρώτου καναλιού μέτρησης (π.χ. συστολική πίεση)
OBX (1.0.1.2)	Φέρει τα αποτελέσματα του δεύτερου καναλιού μέτρησης (π.χ. διαστολική πίεση)
...	

Τμήμα μηνύματος ORU_R01	Περιγραφή
OBX (1.0.1.n)	Φέρει τα αποτελέσματα του νιοστού καναλιού μέτρησης
OBX (1.0.0.n)	Φέρει τα αποτελέσματα του νιοστού είδους μέτρησης της συσκευής, το οποίο όμως δεν συνίσταται από υπό-κανάλια μέτρησης.

Πίνακας 22 Τμήματα OBX για μετρήσεις τύπου Telehealth

Προς καλύτερη κατανόηση του ανωτέρου διαχωρισμού, παρατίθεται το Σχήμα 39 στο οποίο φαίνεται ένα ORU^R01^ORU_R01 HL7 μήνυμα της πλατφόρμας στο οποίο περιέχονται μετρήσεις και από τους δύο τομείς, Telehealth και Telecare. Το εν λόγω σχήμα, αποτελεί ένα ισχυρό παράδειγμα της ενοποιημένης διαχείρισης που προσφέρει η πλατφόρμα μεταξύ των ιατρικών δεδομένων και των δεδομένων που σχετίζονται με τη δραστηριότητα και τη συμπεριφορά του ασθενούς εντός της οικίας του. Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να διακρίνουμε τα ακόλουθα στοιχεία:

- Το μήνυμα αποτελείται από 2 OBR τμήματα. Το OBR-1 αντιστοιχεί σε Telehealth μέτρηση και το OBR-2 αντιστοιχεί σε Telecare μέτρηση, όπως υποδηλώνεται από τους αντίστοιχους SNOMED όρους "182777000^monitoring of patient" και "225288009^environmental care procedure".
- Το OBR-1 αποτελείται από τα ακόλουθα OBX τμήματα:
 - Το OBX-1 ορίζει, μέσω χρήσης όρου IEEE 11073, ότι η ιατρική συσκευή της συγκεκριμένης μέτρησης είναι ένα ηλεκτρονικό πιεσόμετρο.
 - Το OBX-2 ομαδοποιεί τις μετρήσεις που αφορούν την πίεση.
 - Το OBX-3 φέρει πληροφορία για τη μέτρηση συστολικής πίεσης.
 - Το OBX-4 φέρει πληροφορία για τη μέτρηση διαστολικής πίεσης.
 - Το OBX-5 φέρει πληροφορία για τη μέση τιμή της πίεσης.
 - Το OBX-6, μη εντασσόμενο στην ανωτέρω ομαδοποίηση, φέρει πληροφορία για τους καρδιακούς παλμούς. Και αυτή η μέτρηση βέβαια έχει προκύψει από το ίδιο αισθητήριο όργανο - το πιεσόμετρο δηλαδή.
- Το OBR-2 αποτελείται από τα ακόλουθα OBX τμήματα:

- Το OBX-1 ορίζει ότι η μέτρηση αποστέλλεται στο μεσισμικό από τη δικτυακή πύλη (Activity Hub) συλλογής δεδομένων από αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας.
- Το OBX-2 φέρει πληροφορία σχετιζόμενη με εντοπισμό κίνησης από τον αντίστοιχο αισθητήρα.

```

MSH|^~\&|LinkSmart||SPP||20120214132322+0100||ORU^R01^ORU_R01|477B3A682970
D7|P|2.6|||NE|AL|||IHE_PCD_ORU-R012006^HL7^2.16.840.1.113883.9.n.m^HL7
PID|||IC16004^^^HC
OBR|1|1^LINKSMART^1^EUI-64|2^SPP^2^EUI-64|182777000^monitoring of
patient^SCT|||20120214132310+0100|20120214132310+0100
OBX|1||528391^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_BP^MDC|1|||||R|||||APIC16004^^APIC1
6004^EUI-64
OBX|2||150020^MDC_PRESS_BLD_NONINV^MDC|1.0.1|||||R|||20120214132310+0100
OBX|3|NM|150021^MDC_PRESS_BLD_NONINV_SYS^MDC|1.0.1.1|121|266016^MDC_DIM_MM
HG^MDC|||||R|||20120214132310+0100
OBX|4|NM|150022^MDC_PRESS_BLD_NONINV_DIA^MDC|1.0.1.2|78|266016^MDC_DIM_MMH
G^MDC|||||R|||20120214132310+0100
OBX|5|NM|150023^MDC_PRESS_BLD_NONINV_MEAN^MDC|1.0.1.3|0|266016^MDC_DIM_MMH
G^MDC|||||R|||20120214132310+0100
OBX|6|NM|149546^MDC_PULS_RATE_NON_INV^MDC|1.0.0.2|85|264864^MDC_DIM_BEAT_P
ER_MIN^MDC|||||R|||20120214132310+0100
OBR|2|1^LINKSMART^1^EUI-64|2^SPP^2^EUI-64|225288009^environmental care
procedure^SCT
OBX|1||528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC|1|||||X|||||AP1
23^^AP123^EUI-64
OBX|2|CWE|8519687^MDC_AI_TYPE_SENSOR_MOTION|1.0.0.1|1^motion-
detected(0)|||F|||20110526144500||AMEAS|1234567890ABCDEF^^1234567890AB
CDEF^EUI-64
    
```

Σχήμα 39 Παράδειγμα ενοποιημένου Telehealth - Telecare HL7 μηνύματος ORU^R01^ORU_R01

5.3.1.1.8.1 Κωδικοποίηση μετρήσεων Telecare

Η κωδικοποίηση των μετρήσεων που προέρχονται από αισθητήρες περιβάλλουσας δραστηριότητας και εντάσσονται στον τομέα Telecare της παρεχόμενης υπηρεσίας, βασίζεται στο πρότυπο IEEE 11073-10471 [53]. Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει τις προδιαγραφές των πεδίων OBX-2 (καθορίζει τον τύπο δεδομένων της τιμής μέτρησης εντός του OBX-5), OBX-3 (αναγνωριστικό τύπου μέτρησης), OBX-4 (αναγνωριστική τιμή OBX τμήματος) και OBX-5 (τιμή μέτρησης) ανά είδος Telecare μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε στην πλατφόρμα.

Αρχιτεκτονική λογισμικού για ενοποιημένη και μακρόθεν διαχείριση ιατρικών δεδομένων και στοιχείων συμπεριφοράς ασθενών

Είδος Μέτρησης	OBX-2	OBX-3	OBX-4	OBX-5
Άνοιγμα, Κλείσιμο Πόρτας		528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC	1	
	CWE	8519690^MDC_AI_TYPE_SENSOR_CONTACTCLOSURE^MDC	1.0.0.1	1^contact-opened(0) (Η τιμή αντιστοιχεί σε άνοιγμα της πόρτας) 1^contact-closed(1) (Η τιμή αντιστοιχεί σε κλείσιμο της πόρτας)
	CWE	8520703^MDC_AI_LOCATION^MDC	1.0.0.1.1	8528896^MDC_AI_LOCATION_FRONTDOOR^MDC
Καταγραφή συμβάντος κίνησης		528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC	1	
	CWE	8519687^MDC_AI_TYPE_SENSOR_MOTION^MDC	1.0.0.1	1^motion-detected(0) : Η τιμή αντιστοιχεί σε εντοπισμό κίνησης. Σημειώνεται ότι η μη ύπαρξη κίνησης δεν παράγει κάποιο συμβάν και δεν κωδικοποιείται στην πλατφόρμα μέσω κάποιου μηνύματος.
	CWE	8520703^MDC_AI_LOCATION^MDC	1.0.0.1.1	Πιθανές τιμές ανάλογα με το δωμάτιο που εντοπίστηκε κίνηση και σε συμφωνία με τους αντίστοιχους IEEE όρους: 8523328^MDC_AI_LOCATION_LIVINGROOM^MDC 8522752^MDC_AI_LOCATION_BEDROOM^MDC 8522880^MDC_AI_LOCATION_TOILET^MDC 8523136^MDC_AI_LOCATION_KITCHEN^MDC
Αισθητήρας χρήσης τηλεόρασης		528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC	1	
	CWE	8519692^MDC_AI_TYPE_SENSOR_SWITCH^MDC	1.0.0.1	1^switch-on(0) : Καταγραφή συμβάντος ανοίγματος της τηλεόρασης 1^switch-off(1) : Καταγραφή συμβάντος κλεισίματος της τηλεόρασης.
	CWE	8520703^MDC_AI_LOCATION^MDC	1.0.0.1.1	8526912^MDC_AI_APPLIANCE_TELEVISION^MDC
Αισθητήρας καθίσματος		528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC	1	
	CWE	8519691^MDC_AI_TYPE_SENSOR_USAGE^MDC	1.0.0.1	1^usage-started(0) : Καταγραφή συμβάντος αρχής καθίσματος. 1^usage-ended(1) : Καταγραφή συμβάντος τέλους καθίσματος
	CWE	8520703^MDC_AI_LOCATION^MDC	1.0.0.1.1	8531008^MDC_AI_LOCATION_CHAIR^MDC

Πίνακας 23 Τιμές των OBX πεδίων ανά τύπο μέτρησης στον τομέα Telecare της πλατφόρμας

Σημειώνεται ότι η κωδικοποίηση των μετρήσεων περιβάλλουσας θερμοκρασίας (temperature) και υγρασίας (humidity) δεν ακολούθησαν το πρότυπο IEEE 11073-10471, όπως οι μετρήσεις του ανωτέρω πίνακα. Η περιβάλλουσα θερμοκρασία έχει προδιαγραφεί από τον οργανισμό IEEE να μεταδίδεται ως μήνυμα πληροφορίας μόνο

όταν ξεπερνά τα αποδεκτά όρια. Κάτι τέτοιο δεν συμβαδίζει όμως με τους στόχους της προτεινόμενης υπηρεσίας, όπου ζητείται η διαρκής μελέτη και παρακολούθηση των συνθηκών διαβίωσης του ασθενούς εντός της οικίας του. Συνεπώς, χρησιμοποιήσαμε στα πλαίσια της εργασίας, κωδικοποίηση τέτοια που να επιτρέπει τη μετάδοση όλων των τιμών περιβάλλουσας θερμοκρασίας. Ομοίως πράξαμε και για την παράμετρο της περιβάλλουσας υγρασίας, η οποία δεν υποστηρίζεται προς το παρόν από τις προτυποποιήσεις IEEE.

5.3.1.1.8.2 Κωδικοποίηση μετρήσεων Telehealth

Σε αναλογία με τις προδιαγραφές των Telecare OBX πεδίων που συνοψίζει ο Πίνακας 23, παρατίθεται στη συνέχεια ο πίνακας των PCD-01 HL7 OBX προδιαγραφών αναφορικά με τις μετρήσεις Τηλεϋγείας (Telehealth) της προτεινόμενης πλατφόρμας. Οι χρησιμοποιούμενοι όροι είναι και πάλι συμβατοί με την οικογένεια προτύπων IEEE 11073.

Ιατρική μέτρηση	OBX-2	OBX-3	OBX-4	OBX-5	OBX-6
Αρτηριακή πίεση (συστολική, διαστολική)		528391^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_BP^MDC	1		
		150020^MDC_PRESS_BLD_NONINV^MDC	1.0.1		
	NM	150021^MDC_PRESS_BLD_NONINVSYS^MDC	1.0.1.1	Τιμή συστολικής πίεσης (μονάδα μέτρησης mmHg)	266016^MDC_DIM_MMHG^MDC
	NM	150022^MDC_PRESS_BLD_NONINV_DIA^MDC	1.0.1.1	Τιμή διαστολικής πίεσης (μονάδα μέτρησης mmHg)	266016^MDC_DIM_MMHG^MDC
Σωματικό βάρος		528399^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_SCALE^MDC	1		
	NM	188736^MDC_MASS_BODY_ACTUAL^MDC	1.0.0.1	Βάρος σε Kg.	263875^MDC_DIM_KILO_G^MDC
Οξυμετρία (κορεσμός του οξυγόνου στο αίμα και καρδιακοί		528388^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_PULS_OXIM^MDC	1		
	NM	150456^MDC_PULS_OXIM_SAT_O2^MDC	1.0.0.1	Κορεσμός οξυγόνου στο αίμα (Ποσοστό %)	262688^MDC_DIM_PERCENT^MDC

Ιατρική μέτρηση	OBX-2	OBX-3	OBX-4	OBX-5	OBX-6
παλμοί)	NM	149530^MDC_PULS_OXIM_PULS_RAT E^MDC	1.0.0.2	Αριθμός καρδιακών παλμών ανά λεπτό.	264864^MDC_DIM_BE AT_PER_MIN^MDC

Πίνακας 24 Τιμές των OBX πεδίων ανά τύπο μέτρησης στον τομέα Telehealth της πλατφόρμας

5.3.1.1.8.3 Μετρήσεις παραγόμενες στο SPP

Πέρα από τα πρωτογενή δεδομένα της πλατφόρμας που συλλέγονται στην οικία των ασθενών και μεταφέρονται μέσω του μεσισμικού LinkSmart στην πλευρά του εξυπηρετητή, υπάρχουν όπως έχει ήδη αναφερθεί και δεδομένα που παράγονται στο SPP, όπως είναι οι παραγόμενες (derived) μετρήσεις και το προφίλ συνηθειών των χρηστών της υπηρεσίας. Ακολουθώντας τις αρχές της διαλειτουργικότητας της πλατφόρμας, και οι μετρήσεις του SPP αποθηκεύονται στην κεντρική αποθήκη δεδομένων του συστήματος (EPR), ενώ επίσης κωδικοποιούνται με πρότυπο τρόπο σε HL7 ORU_R01 μηνύματα, σε αντιστοιχία με τα προαναφερθέντα μηνύματα HL7 της δοσοληψίας IHE PCD-01.

Οι παραγόμενες μετρήσεις του SPP καθώς και το προφίλ συνηθειών, διαφέρουν από τις μετρήσεις Telecare (βλ. ενότητα 5.3.1.1.8.1) και Telehealth (βλ. ενότητα 5.3.1.1.8.2) στο ότι είναι κατά βάση ορισμένες εντός της προτεινόμενης υπηρεσίας και γι' αυτό το λόγο δεν μπορούν να κωδικοποιηθούν σε OBX τμήματα υιοθετώντας κάποιο κυρίαρχο πρότυπο του τομέα. Αντί αυτού, χρησιμοποιήθηκαν στο πεδίο OBX-3 όροι που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της εργασίας. Στο πεδίο OBX-6 όμως (μονάδες μέτρησης) χρησιμοποιήθηκαν IEEE 11073 όροι, όπως ακριβώς επιτάσσουν και οι προδιαγραφές του οργανισμού IHE.

Κάθε μήνυμα αυτής της κατηγορίας (μετρήσεις SPP), μεταδίδεται χρησιμοποιώντας δύο OBX τμήματα: το πρώτο ορίζει την κατηγορία μέτρησης και το δεύτερο περιέχει τα δεδομένα. Σχετικά με την κατηγορία μέτρησης, ορίζονται τρεις τύποι οι οποίοι παρατίθενται παρακάτω.

Κατηγορία	OBX-3	OBX-4
Παραγόμενες μετρήσεις	100^MEASURE.DERIVED^inCASA	1
Προφίλ συνηθειών	101^MEASURE.USERHABIT^inCASA	1
Τιμές κατωφλίου (thresholds)	102^THRESHOLD^inCASA	1

Πίνακας 25 Κατηγορίες μηνυμάτων παραγόμενων από το SPP

Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει τις κύριες παραγόμενες μετρήσεις εντός του SPP και τον τρόπο με τον οποίο αυτές κωδικοποιούνται στα αντίστοιχα OBX πεδία του μηνύματος ORU_R01.

OBX-2	OBX-3	OBX-4	OBX-5	OBX-6
NM	200^DeltaTDoorClosedOpen^inCASA	1.0.0.1	Δευτερόλεπτα που η πόρτα έμεινε κλειστή	264320^MDC_DIM_SEC^MDC
NM	201^DeltaTDoorOpenClosed^inCASA	1.0.0.1	Δευτερόλεπτα που η πόρτα έμεινε ανοικτή	264320^MDC_DIM_SEC^MDC
NM	202^DeltaTPermanenceInKitchen^inCASA	1.0.0.1	Δευτερόλεπτα παραμονής στην κουζίνα	264320^MDC_DIM_SEC^MDC
NM	203^DeltaTPermanenceInLivingRoom^inCASA	1.0.0.1	Δευτερόλεπτα παραμονής στο καθιστικό	264320^MDC_DIM_SEC^MDC
NM	204^DeltaTPermanenceInBedRoom^inCASA	1.0.0.1	Δευτερόλεπτα παραμονής στο κρεβάτι	264320^MDC_DIM_SEC^MDC
NM	206^DeltaTChairPermanence^inCASA	1.0.0.1	Δευτερόλεπτα παραμονής στην καρέκλα	264320^MDC_DIM_SEC^MDC
NM	208^DeltaTOnOffTVUse^inCASA	1.0.0.1	Δευτερόλεπτα που η τηλεόραση παρέμεινε ανοικτή	264320^MDC_DIM_SEC^MDC
NM	211^TotalNumWakeUp^inCASA	1.0.0.1	Συνολικός ημερήσιος αριθμός φορών που ο ασθενής ξύπνησε κατά τη διάρκεια της νύχτας	264736^MDC_DIM_PER_DAY^MDC
NM	213^TotalChairPermanence^inCASA	1.0.0.1	Συνολικός ημερήσιος χρόνος παραμονής στην καρέκλα	264320^MDC_DIM_SEC^MDC
NM	214^TotalNumMovements^inCASA	1.0.0.1	Συνολικός ημερήσιος αριθμός κινήσεων	264736^MDC_DIM_PER_DAY^MDC
NM	215^TotalTVUsage^inCASA	1.0.0.1	Συνολικός χρόνος ημερήσιας χρήσης της τηλεόρασης	264320^MDC_DIM_SEC^MDC

Πίνακας 26 Σύνοψη τιμών των OBX πεδίων των κύριων παραγόμενων μετρήσεων εντός του SPP

Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει τις μετρήσεις που παράγονται στον SPP Reasoner και αφορούν τα στοιχεία συμπεριφοράς των ασθενών. Ο πίνακας δείχνει τις τιμές των κύριων πεδίων του τμήματος BX. Οι μονάδες μέτρησης, που ορίζονται εντός του πεδίου OBX-6, είναι όπως και σε όλες τις άλλες περιπτώσεις συμβατές με την IEEE ορολογία.

OBX-2	OBX-3	OBX-4	OBX-5	OBX-6
ST	400^HabitsProfilingPhase^inCASA	1.0.0.0.1	Πιθανές τιμές φάσης παρακολούθησης συνηθειών: Initial, Tuning, Acceptance, Confirmed	
NM	401^AverageTVUsageDuration^inCASA	1.0.0.x	Μέσο ημερήσιο διάστημα χρήσης τηλεόρασης	264320^MDC_DIM_SEC^MDC
NM	402^AverageMovements^inCASA	1.0.0.x	Μέσος αριθμός ημερήσιων κινήσεων στα δωμάτια της οικίας	264736^MDC_DIM_PER_DAY^MDC
NM	403^AverageWakeup^inCASA	1.0.0.x	Μέσος αριθμός ξυπνημάτων κατά τη διάρκεια της νύχτας	264736^MDC_DIM_PER_DAY^MDC
NM	405^AverageOnChair^inCASA	1.0.0.x	Μέσος ημερήσιος χρόνος καθιστικής ζωής (στην καρέκλα που είναι τοποθετημένος ο αισθητήρας της υπηρεσίας)	264320^MDC_DIM_SEC^MDC

Πίνακας 27 OBX Κωδικοποίηση των στοιχείων συμπεριφοράς των ασθενών.

5.3.1.1.8.4 Κωδικοποίηση κατάστασης κινδύνου στην οικία

Η προτεινόμενη πλατφόρμα, πέραν της συνδυαστικής ανάλυσης των ιατρικών δεδομένων και στοιχείων συμπεριφοράς των ασθενών, στοχεύει στον άμεσο εντοπισμό επικίνδυνων καταστάσεων αναφορικά με τις συνθήκες διαβίωσης τους. Υπάρχουν περιβάλλοντες αισθητήρες που δεν στέλνουν συνεχώς μετρήσεις, παρά μόνο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, π.χ., σε περίπτωση φωτιάς ή πλημμύρας. Τέτοια μηνύματα μεταδίδονται εσωτερικά της πλατφόρμας από το μεσισμικό προς το SPP μέσω της δοσοληψίας PCD-01 και μετέπειτα χειρίζονται ως alerts μέσω της δοσοληψίας PCD-04. Αναφορικά με τη δοσοληψία PCD-01 που αποτελεί το αντικείμενο της παρούσας ενότητας, παρατίθεται ο ακόλουθος πίνακας ορισμού των OBX πεδίων ανά περίπτωση αισθητήρα έκτακτης ανάγκης, όπως σχεδιάστηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

Αισθητήρας έκτακτης ανάγκης	OBX-2	OBX-3	OBX-4	OBX-5
Εντοπισμός πλημμύρας		528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVIT Y_HUB^MDC	1	
	CWE	8519685^MDC_AI_TYPE_SENSOR_WATER^MDC	1.0.0.1	1^condition-detected(0)
Εντοπισμός καπνού λόγω φωτιάς		528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVIT Y_HUB^MDC	1	
	CWE	8519683^MDC_AI_TYPE_SENSOR_SMOKE^MDC	1.0.0.1	1^condition-detected(0)

Πίνακας 28 Κωδικοποίηση σημάτων προερχόμενων από οικιακού αισθητήρες έκτακτης ανάγκης

5.3.1.2 Δείγματα μηνυμάτων PCD-01 εντός της πλατφόρμας

Τελειώνοντας την ανάλυση των HL7 προδιαγραφών της δοσοληψίας PCD-01 εντός της πλατφόρμας, παρατίθενται δείγματα πλήρων μηνυμάτων σε χαρακτηριστικές περιπτώσεις χρήσης.

Συμβάν κίνησης (motion)

MSH|^~\&|LINKSMART||SPP||20110526144500+0100||ORU^R01^ORU_R01|41d15a9:11df9e61347|
P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE_PCD_001^IHE_PCD^1.3.6.1.4.1.19376.1.6.1.1.1^ISO

PID||U001234^^^^HC

PV1||N|AP123^^^^^H

OBR|1|1^LINKSMART^1^EUI-64|2^SPP^2^EUI-64|225288009^environmental care procedure^SCT

OBX|1|CWE|68220^MDC_TIME_SYNC_PROTOCOL^MDC|0.0.0.1|532224^MDC_TIME_SYNC_NONE^MDC||||R

OBX|2||528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC|1||||X|||||AP123^^AP123^EUI-64

OBX|3|CWE|8519687^MDC_AI_TYPE_SENSOR_MOTION^MDC|1.0.0.1|1^**motion-detected(0)**||||F||20110526144500+0100||AMEAS|1234567890ABCDEF^^1234567890ABCDEF^EUI-64

OBX|4|CWE|8520703^MDC_AI_LOCATION^MDC|1.0.0.1.1|8523328^MDC_AI_LOCATION_LIVINGROOM^MDC||||F

OBX|5|NM|67996^MDC_ATTR_VAL_BATT_CHARGE^MDC|1.0.0.1.2|80|262688^MDC_DIM_PERCENT^MDC||||F

Μήνυμα μετάδοσης της τιμής της περιβάλλουσας θερμοκρασίας

MSH|^~\&|LINKSMART||SPP||20110526144500+0100||ORU^R01^ORU_R01|12d15a9:11df9e61347|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE_PCD_001^IHE_PCD^1.3.6.1.4.1.19376.1.6.1.1.1^ISO

PID||U001234^^^^HC

PV1||N|AP123^^^^^H

OBR|1|1^LINKSMART^1^EUI-64|2^SPP^2^EUI-64|225288009^environmental care procedure^SCT

OBX|1||1^DEV_BAROMETER^inCASA|1|||||X

OBX|2|NM|60832-

3^Temperature.ambient^LN|1.0.0.1|24|268192^MDC_DIM_DEGC^MDC||||F||20110526144500+0100||AMEAS|1234567890ABCDEF^^1234567890ABCDEF^EUI-64

Μέτρηση αρτηριακής πίεσης (συστολική και διαστολική σε μονάδα μέτρησης mmHg)

MSH|^~\&|LINKSMART||SPP||20120127115719+0100||ORU^R01^ORU_R01|MSGID123456789|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE_PCD_001^IHE_PCD^1.3.6.1.4.1.19376.1.6.1.1.1^ISO

PID||U001234^^^^HC

PV1||N|AP123^^^^^H

OBR|1|1^LINKSMART^1^EUI-64|2^SPP^2^EUI-64|182777000^monitoring of patient^SCT||20120127115719+0100|20120127115719+0100

OBX|1|CWE|68220^MDC_TIME_SYNC_PROTOCOL^MDC|0.0.0.1|532224^MDC_TIME_SYNC_NONE^MDC|||||R

OBX|2||528391^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_BP^MDC|1|||||X|||||AP123^^AP123^EUI-64

OBX|3||150020^MDC_PRESS_BLD_NONINV^MDC|1.0.1|||||X||20120127115719+0100

OBX|4|NM|150021^MDC_PRESS_BLD_NONINV_SYS^MDC|1.0.1.1|120|266016^MDC_DIM_MMHG^MDC|||||R

OBX|5|NM|150022^MDC_PRESS_BLD_NONINV_DIA^MDC|1.0.1.2|80|266016^MDC_DIM_MMHG^MDC|||||R

Μήνυμα στοιχείων συμπεριφοράς (habits profile)

MSH|^~\&|REASONER||EPR||20120418123500+0100||ORU^R01^ORU_R01|12d15a9865f9e65217|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE_PCD_001^IHE_PCD^1.3.6.1.4.1.19376.1.6.1.1.1^ISO

PID||U001498^^^^HC

OBR|1|4^REASONER^4^EUI-64|3^EPR^3^EUI-64|225288009^environmental care procedure^SCT

OBX|1||101^MEASURE.USERHABIT^inCASA|1|||||X

OBX|2|ST|400^HabitsProfilingPhase^inCASA|1.0.0.0.1|Tuning|||||F||20120418123500+0100||ACALC

OBX|3|NM|401^AverageTVUsageDuration^inCASA|1.0.0.1|14400|264320^MDC_DIM_SEC^MDC|||||F||20120418123500+0100||ACALC

OBX|4|NM|402^AverageMovements^inCASA|1.0.0.2|53|264736^MDC_DIM_PER_DAY^MDC||||F||
|20120418123500+0100||ACALC

OBX|5|NM|403^AverageWakeups^inCASA|1.0.0.3|3|264736^MDC_DIM_PER_DAY^MDC||||F||20
120418123500+0100||ACALC

OBX|6|NM|404^AverageOnBed^inCASA|1.0.0.4|28800|264320^MDC_DIM_SEC^MDC||||F||20120
418123500+0100||ACALC

OBX|7|NM|405^AverageOnChair^inCASA|1.0.0.5|4550|264320^MDC_DIM_SEC^MDC||||F||20120
418123500+0100||ACALC

5.3.2 Προδιαγραφές HL7 μηνυμάτων της δοσοληψίας PCD-04

Η δοσοληψία IHE PCD-04 Report Alarm [86] χρησιμοποιείται εντός της πλατφόρμας για τη διεκπεραίωση των ακόλουθων εργασιών:

- Διάδοση της ειδοποίησης (alert) από το SPP στο Consumer Application προς ενημέρωση των χειριστών - επαγγελματιών της Υγείας.
- Ενημέρωση του SPP EPR για κάθε σχόλιο ή σημείωση που εισάγει ο χειριστής σε μια ειδοποίηση μέσω της γραφικής διεπαφής χρήστη στο Consumer Application.
- Ενημέρωση τόσο του SPP EPR όσο και του Consumer Application για οποιαδήποτε μεταβολή στην κατάσταση ή τη φάση μιας ειδοποίησης. Υπενθυμίζεται ότι το υπεύθυνο σύστημα για τη διαχείριση του κύκλου ζωής της κάθε ειδοποίησης είναι ο SPP Reasoner.

5.3.2.1 PCD-04 ORU^R01^ORU_R01 μήνυμα

Όμοια με τη δοσοληψία PCD-01, ο τύπος HL7 μηνύματος στον οποίο βασίζεται η δοσοληψία PCD-04 είναι ORU^R01^ORU_R01. Η δομή του μηνύματος PCD-04 ORU^R01^ORU_R01 φαίνεται ακολούθως.

Τμήμα	Σημασία	Χρήση	Πληθικότητα	Κεφάλαιο HL7
MSH	Επικεφαλίδα μηνύματος	R	[1..1]	2
{	--- ALARM begin		[1..*]	
[--- PATIENT begin		[1..1]	
PID	Αναγνωριστικό ασθενούς	R	[1..1]	3
[--- LOCATION begin		[1..1]	
PV1	Τοποθεσία οικίας ασθενούς για τον οποίο παρήχθη ειδοποίηση	R	[1..1]	3
]	--- LOCATION end			
]	--- PATIENT end			
{	--- ALARM_IDENTIFICATION begin		[1..*]	
OBR	Αναγνωριστικό ειδοποίησης	R	[1..1]	4
{{	--- ALARM_OBSERVATION begin		[1..*]	
OBX	Στοιχεία ειδοποίησης ομαδοποιημένα υπό τμήματος OBR	R	[1..1]	7
[[NTE]]	Σχόλια και σημειώσεις επί της ειδοποίησης	O	[0..1]	2
}}	--- ALARM_OBSERVATION end			
}	--- ALARM_IDENTIFICATION end			
}	--- ALARM end			

Πίνακας 29 Δομή μηνύματος PCD-04 ORU^R01^ORU_R01

5.3.2.1.1 MSH

Η δομή του μηνύματος MSH έχει ήδη παρατεθεί στον Πίνακα 11. Στον Πίνακα 30 παρουσιάζονται οι τιμές των πεδίων του MSH εντός του μηνύματος ORU^R01^ORU_R01 της δοσοληψίας PCD-04, όπως ορίστηκαν κατά την υλοποίηση της πλατφόρμας.

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
MSH-1	Σταθερή τιμή=
MSH-2	Σταθερή τιμή = ^~\&
MSH-3	Αποδεκτές τιμές: SPP : σε περίπτωση παραγωγής ειδοποίησης από τον SPP Reasoner CA : σε περίπτωση manual (χειροκίνητης) ενημέρωσης της κατάστασης μιας ειδοποίησης μέσω του Consumer Application.
MSH-4	Κενό.
MSH-5	Αποδεκτές τιμές: SPP CA
MSH-6	Κενό

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
MSH-7	Ημερομηνία και ώρα της παραγωγής του μηνύματος. Μορφή: YYYYMMDDHHMMSS+/-ZZZZ, όπου με βάση τις προδιαγραφές του προφίλ IHE PCD το +/-ZZZZ αντιστοιχεί στη ζώνη ώρας (time zone) και εκφράζεται ως +/-HHMM υποδηλώνοντας τη σχετική διαφορά από την ώρα UTC. Τα υπόλοιπα πεδία, κατά τα γνωστά, εκφράζουν αντίστοιχα το έτος (YYYY), το μήνα (MM), τη μέρα (DD), την ώρα (HH), τα λεπτά (MM) και τα δευτερόλεπτα (SS).
MSH-9	Σταθερή τιμή = ORU^R01^ORU_R01
MSH-10	Αυτό το πεδίο περιέχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό ανά μήνυμα και ανά σύστημα αποστολής (sending system). Π.χ., μπορεί να χρησιμοποιηθεί το timestamp του εκάστοτε μηνύματος. Ο συνδυασμός αυτού του πεδίου με το πεδίο MSH-3 οφείλει να είναι μοναδικός σε όλη την πλατφόρμα.
MSH-11	Σταθερή τιμή = P
MSH-12	Σταθερή τιμή = 2.6
MSH-13	Κενό
MSH-15	Σταθερή τιμή = NE
MSH-16	Σταθερή τιμή = AL
MSH-17	Κενό
MSH-18	Σταθερή τιμή = 8859/15
MSH-19	Κενό
MSH-21	Σταθερή τιμή = IHE PCD ORU-R01 2006^HL7

Πίνακας 30 Τιμές των πεδίων του τμήματος MSH στη δοσοληψία PCD-04

5.3.2.1.2 PID

Το τμήμα PID είναι ταυτοποιητικό του ασθενούς για τον οποίο ανταλλάσσεται το HL7 μήνυμα ειδοποίησης (alert). Η δομή του και οι τιμές των πεδίων του στη δοσοληψία PCD-04 ταυτίζονται με τη δομή και τις τιμές αντίστοιχα της δοσοληψίας PCD-01, όπως έχουν παρουσιαστεί στην ενότητα 5.3.1.1.2.

5.3.2.1.3 OBR

Το τμήμα OBR, όπως και στη δοσοληψία IHE PCD-01, έχει το ρόλο της επικεφαλίδας αναφοράς για τα επακόλουθα OBX τμήματα του μηνύματος. Ακολουθώς, παρατίθενται οι πίνακες της δομής του τμήματος OBR και του ορισμού των πεδίων του κατά την υλοποίηση της δοσοληψίας IHE PCD-04 εντός της πλατφόρμας.

SEQ	LEN	DT	Χρήση	Πληθικότητα	Item#	Όνομα στοιχείου
1	4	SI	R	[1..1]	00237	Set ID OBR
2	427	EI	C	[0..0]	00216	Placer Order Number
3	427	EI	R	[1..1]	00217	Filler Order Number

SEQ	LEN	DT	Χρήση	Πληθικότητα	Item#	Όνομα στοιχείου
4	705	CWE	R	[1..1]	00238	Universal Service

Πίνακας 31 Δομή τμήματος OBR (PCD-04)

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
OBR-1	Ακολουθιακός αριθμός (για το πρώτο OBR εντός του ORU_R01 ισούται με 1, για το δεύτερο ισούται με 2, κ.ό.κ.)
OBR-2	Δεν χρησιμοποιήθηκε στη δοσοληψία PCD-04.
OBR-3	Μοναδικό αναγνωριστικό της ειδοποίησης. Το ίδιο αναγνωριστικό χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση της ειδοποίησης και σε επερχόμενες αλλαγές κατάστασής της (π.χ. ενεργή, ανενεργή) ή στην προτεραιότητά της (π.χ., χαμηλή, υψηλή, πολύ υψηλή). Η μορφή του αναγνωριστικού OBR-3 είναι: X_N, όπου το X ισούται με H (Home Base Station) αν η ειδοποίηση είναι άμεσα παραγόμενη στο SPP από πληροφορία που καταφθάνει από τους αισθητήρες της οικίας (π.χ., περίπτωση φωτιάς) ή με S (SPP) αν η ειδοποίηση παράγεται μετά από σύνθετη ανάλυση στο SPP (π.χ. εντοπισμός σημαντικής αλλαγής στα στοιχεία συμπεριφοράς του ασθενούς). Το N είναι ένα μοναδικό αναγνωριστικό που αποδίδεται από το SPP συνδυάζοντας την ημερομηνία παραγωγής της ειδοποίησης στο SPP μαζί με έναν ακολουθιακό αύξοντα αριθμό των ειδοποιήσεων (auto-increment). Παραδείγματα: S_20130123_312, H_20140502_204
OBR-4	Τιμή ανάλογα με τον τομέα της ειδοποίησης, που μπορεί να είναι τύπου Telecare ή Telehealth, όμοια με τις μετρήσεις. Πιθανές τιμές - όροι SNOMED: 225288009^environmental care procedure^SCT (ειδοποιήσεις Telecare) 182777000^monitoring of patient^SCT (ειδοποιήσεις Telehealth)

Πίνακας 32 Τιμές των πεδίων του τμήματος OBR

5.3.2.1.4 OBX

Το τμήμα OBX χρησιμοποιείται στη δοσοληψία PCD-04 για τη μετάδοση των δεδομένων σχετικών με μια ειδοποίηση. Τα τμήματα OBX είναι πάντα εμφωλευμένα (nested) υπό ένα OBR τμήμα. Όλα τα OBX που ανήκουν στο ίδιο OBR φέρουν πληροφορία σχετικά με την ίδια μοναδική ειδοποίηση. Η δομή του μηνύματος OBX έχει ήδη παρατεθεί στον Πίνακα 19, ενώ ο ορισμός των τιμών των πεδίων φαίνεται στον επόμενο πίνακα.

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
OBX-1	Ακολουθιακός αριθμός OBX εντός του μηνύματος ORU^R01^ORU, το οποίο μπορεί να περιέχει περισσότερα από ένα OBX τμήματα. Η τιμή του πεδίου OBX-1 ισούται με 1 για το πρώτο κατά σειρά OBX τμήμα, με 2 για το δεύτερο κ.ο.κ.
OBX-2	Καθορίζει τον τύπο δεδομένων της τιμής παρατήρησης που εμπεριέχεται στο πεδίο OBX-5. Πιθανές τιμές: ST : string (συμβολοσειρά) NM : number (αριθμός) CWE : coded with exception (τιμή εντασόμενη σε λίστα κωδικοποιημένων αποδεκτών τιμών, η οποία όμως δύναται να έχει προκύψει και από ορισμό εξωτερικό του προτύπου HL7)

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
OBX-3	Μοναδικό αναγνωριστικό του τύπου της ειδοποίησης, η τιμή της οποίας περιέχεται στο OBX-5 του ίδιου τμήματος.
OBX-4	Χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό μεταξύ πολλαπλών OBX κομματιών (segments) που όλα μαζί συνθέτουν μια ειδοποίηση (alert) και ανήκουν στο ίδιο OBR τμήμα. Για την υποστήριξη των διάφορων όψεων μιας ειδοποίησης, όπως π.χ., η κατάσταση της, εισάγεται στη δοσοληψία PCD-04 ένα επιπλέον υποπεδίο, το λεγόμενο "facet" [86], που θα αναλυθεί στη συνέχεια.
OBX-5	Περιέχει την τιμή της ειδοποίησης όπως καθορίζεται από την οντότητα Alarm Reporter. Οι τιμές που ορίστηκαν στα πλαίσια της εργασίας θα αναλυθούν στη συνέχεια.
OBX-6	Μονάδα μέτρησης των τιμών παρατήρησης, σε αντιστοιχία με τους όρους του προτύπου IEEE 11073, όπου αυτό είναι εφικτό.
OBX-7	Εκφράζει το άνω και κάτω όριο αποδεκτών τιμών μέτρησης για τον εκάστοτε τύπο.
OBX-8	Χρησιμοποιείται στη δοσοληψία PCD-04 (και όχι στη δοσοληψία PCD-01) και περιέχει την ακόλουθη πληροφορία: <ul style="list-style-type: none"> • Τύπος ανωμαλίας που οδήγησε στην παραγωγή ειδοποίησης (Abnormality type) • Προτεραιότητα ειδοποίησης (Alarm Priority) • Πηγή ειδοποίησης (Alarm Source) Λαμβάνει τιμή μόνο στο 1ο κατά σειρά OBX ανά OBR, δηλαδή σε αυτό για το οποίο ισχύει <i>OBX-1=1</i>
OBX-14	Χρονοσφραγίδα της τιμής παρατήρησης. Μορφότυπος: YYYYMMDDHHMMSS+/-ZZZZ
OBX-18	Μοναδικό αναγνωριστικό της αισθητήριας συσκευής, η οποία μετέφερε τα πρωτογενή δεδομένα στο SPP, το οποίο μετά από εφαρμογή συλλογιστικής σε αυτά παρήγαγε την ειδοποίηση. Χρήση αναγνωριστικών με βάση την IEEE μορφή EUI-64 (π.χ., "1234567890ABCDEF") [107].

Πίνακας 33 Ορισμός και σημασία των χρησιμοποιούμενων πεδίων του τμήματος OBX (PCD-04)

5.3.2.1.4.1 Facets

Το υποπεδίο facet (όψη), που χρησιμοποιείται όπως φαίνεται στον ανωτέρω πίνακα στο πεδίο OBX-4, έχει προδιαγραφεί από τον οργανισμό IHE ώστε να υποστηριχθούν οι διάφορες όψεις μιας ειδοποίησης. Το υποπεδίο facet είναι το πέμπτο κατά σειρά υποπεδίο του OBX-4, τα υποπεδία του οποίου χωρίζονται μεταξύ τους με τελεία (dotted notation), όπως μπορεί να φανεί και στην ανάλυση της δοσοληψίας PCD-01. Ο ακόλουθος πίνακας ορίζει τις πιθανές τιμές των facets συνοδεύοντάς τες από επεξηγηματικά σχόλια.

Τιμή Facet	Όνομα Facet	Επεξήγηση
1	Event identification (Ταυτοποίηση γεγονότος ειδοποίησης)	Αυτό το facet περιέχει την κωδική τιμή της ειδοποίησης βάσει ονοματολογίας MDC (Medical Device Communication), δηλαδή συμβατή με την ορολογία IEEE 11073.

Τιμή Facet	Όνομα Facet	Επεξήγηση
2	Source identification (Ταυτοποίηση πηγής)	Καθορίζει αν τα αίτια της ειδοποίηση σχετίζονται με την ιατρική κατάσταση του ασθενούς ή αν σχετίζονται με πρόβλημα τεχνικής φύσεως στην οικία του ασθενούς (π.χ. φωτιά, πλημμύρα).
3	Event phase (φάση γεγονότος ειδοποίησης)	Καθορίζει αν το ερέθισμα για το εκάστοτε μήνυμα PCD-04 προέρχεται από γεγονός συνδεδεμένο με την αρχή, το τέλος ή κάποια άλλη κατάσταση της ειδοποίησης. Αποδεκτές τιμές: start, end, escalate, update, de-escalate, continue, reset, tripoint, reset
4	Alarm state (κατάσταση ειδοποίησης)	Παριστά την κατάσταση της υποκείμενης ειδοποίησης (π.χ., ενεργή / ανενεργή). Αποδεκτές τιμές: active, inactive, latched

Πίνακας 34 Facets που χρησιμοποιήθηκαν στην πλατφόρμα και οι τιμές τους

5.3.2.1.4.2 OBX-8

Όπως αναφέρθηκε στον Πίνακα 33, το πεδίο OBX χρησιμοποιείται στη δοσοληψία PCD-04 εσωκλείοντας πολύ χρήσιμη πληροφορία για μια ειδοποίηση. Καταρχάς, κωδικοποιεί τον τύπο ανωμαλίας που οδήγησε στην παραγωγή ειδοποίησης. Οι πιθανές τιμές έχουν ως εξής: i) *N* για κανονική κατάσταση, ii) *L* για τιμή μέτρησης κάτω του κάτω αποδεκτού ορίου, iii) *LL* για τιμή μέτρησης πολύ κάτω του κάτω αποδεκτού ορίου, iv) *H* για τιμή μέτρησης άνω του άνω αποδεκτού ορίου, v) *HH* για τιμή μέτρησης πολύ πάνω του άνω αποδεκτού ορίου και vi) *A* για ανώμαλη κατάσταση που όμως δεν μπορεί να εκφραστεί αριθμητικώς.

Το δεύτερο υποπεδίο του πεδίου OBX-8 αφορά την προτεραιότητα (priority) της ειδοποίησης, όπως αυτή ορίζεται με βάση τους τροφοδοτημένους κανόνες στο SPP. Γενικά, με βάση τις προδιαγραφές της προτεινόμενης υπηρεσίας, όλες οι ειδοποιήσεις που αφορούν επιδείνωση της υγείας του ασθενούς (Telehealth alerts) ανήκουν πάντοτε στην κατηγορία υψηλής προτεραιότητας, ενώ κάτι τέτοιο δεν ισχύει πάντοτε για τα υπόλοιπα είδη ειδοποιήσεων της πλατφόρμας, όπως για παράδειγμα οι ειδοποιήσεις που αφορούν αλλαγή στις καθημερινές συνήθειες του ασθενούς. Σε τεχνικό επίπεδο, η σχετική κωδικοποίηση που ορίζεται από τον οργανισμό ΙΗΕ και υλοποιήθηκε στην πλατφόρμα έχει ως εξής: i) η τιμή *PN* δηλώνει απουσία ειδοποίησης, ii) η τιμή *PL* δηλώνει χαμηλή προτεραιότητα, iii) η τιμή *PM* δηλώνει μεσαία προτεραιότητα και iv) η τιμή *PH* δηλώνει υψηλή προτεραιότητα.

Τέλος, το τρίτο και τελευταίο υποπεδίο του OBX-8 που δηλώνει τον τομέα πηγής της ειδοποίησης, λαμβάνει τιμές ως εξής: i) SP (Source Physiological) για ειδοποιήσεις του τομέα Telehealth και ii) ST (Source Technical) για ειδοποιήσεις του τομέα Telecare.

5.3.2.2 Παραδείγματα μηνυμάτων ειδοποίησης της πλατφόρμας

PCD-04 μήνυμα ORU^R01^ORU R01 - Περίπτωση εντοπισμού διαρροής νερού

MSH|^~\&|SPP|CA||20130424164500+0100||ORU^R01^ORU_R01|41d15a9:11df9e61347|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE_PCD_001^IHE PCD^1.3.6.1.4.1.19376.1.6.1.1.1^ISO

PID|||U001234^^^^HC

OBR|1||S_123456|225288009^environmental care procedure^SCT

OBX|1|CWE|528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC|1.0.0.0.1|197170^MDC_EVT_ENVIRON^MDC|||A~PH~ST|||||20130424164500+0100|||AP123^^AP123^EUI-64

OBX|2||8519685^MDC_AI_TYPE_SENSOR_WATER^MDC|1.0.0.1.2|||||||||WF72492^^WF72492^EUI-64

OBX|3|ST|EVENT_PHASE|1.0.0.1.3|start

OBX|4|ST|ALARM_STATE|1.0.0.1.4|active

PCD-04 μήνυμα ORU^R01^ORU R01 - Περίπτωση εντοπισμού ανοικτής πόρτας επί διάστημα μισής ώρας

MSH|^~\&|SPP|CA||20130424164500+0100||ORU^R01^ORU_R01|41d15a9:11df9e61347|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE_PCD_001^IHE PCD^1.3.6.1.4.1.19376.1.6.1.1.1^ISO

PID|||U001234^^^^HC

OBR|1||S_554384|225288009^environmental care procedure^SCT

OBX|1|CWE|528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC|1.0.0.0.1|202828^MDC_EVT_STAT_DOOR_OPEN^MDC|||A~PL~ST|||||20130424164500+0100|||AP321^^AP321^EUI-64

OBX|2|NM|8519690^MDC_AI_TYPE_SENSOR_CONTACTCLOSURE^MDC|1.0.0.1.2|30|264352^MDC_DIM_MIN^MDC|||||||||1234567890ABCDEF^^1234567890ABCDEF^EUI-64

OBX|3|CWE|8520703^MDC_AI_LOCATION^MDC|1.0.0.1.2.1|8528896^MDC_AI_LOCATION_FRONTDOOR^MDC

OBX|4|ST|EVENT_PHASE|1.0.0.1.3|start

OBX|5|ST|ALARM_STATE|1.0.0.1.4|active

PCD-04 μήνυμα ORU^R01^ORU R01 - Περίπτωση εντοπισμού αλλαγής στις καθημερινές συνήθειες (παρακολούθηση τηλεόρασης για αρκετά περισσότερες ώρες σε σχέση με το αποθηκευμένο προφίλ συνηθειών)

MSH|^~\&|SPP|CA||20140310124300+0100||ORU^R01^ORU_R01|41d15a9:11df9e61347|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE_PCD_001^IHE PCD^1.3.6.1.4.1.19376.1.6.1.1.1^ISO

PID|||U001222^H^HC

OBR|1||S_554385|225288009^environmental care procedure^SCT

OBX|1|CWE|528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC|1.0.0.0.1|196648^MDC_EVT_HI^MDC |||A~PM~ST|||||20140310124300+0100|||AP100^AP100^EUI-64

OBX|2|ST|8519692^MDC_AI_TYPE_SENSOR_SWITCH^MDC|1.0.0.1.2|More than usual TV|264352^MDC_DIM_MIN^MDC|||||||1234567890ABCDTV^^1234567890ABCDTV^EUI-64

OBX|3|CWE|8520703^MDC_AI_LOCATION^MDC|1.0.0.1.2.1|8528896^8526912^MDC_AI_APPLIANCE_TELEVISION^MDC

OBX|4|ST|EVENT_PHASE|1.0.0.1.3|start

OBX|5|ST|ALARM_STATE|1.0.0.1.4|active

PCD-04 μήνυμα ORU^R01^ORU R01 - Περίπτωση χαμηλής, κάτω του κανονικού, συστολικής πίεσης

MSH|^~\&|SPP|CA||20120424164500+0100||ORU^R01^ORU_R01|41d15a9:11df9e61347|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE_PCD_001^IHE PCD^1.3.6.1.4.1.19376.1.6.1.1.1^ISO

PID|||U001111^H^HC

OBR|1||S_554634|182777000^monitoring of patient^SCT

OBX|1|CWE|528391^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_BP^MDC|1.0.0.0.1|196674^MDC_EVT_LO_VAL_LT_LIM^MDC|||L~PH~SP|||||20140103100500+0100|||BP987^BP987^EUI-64

OBX|2|NM|150021^MDC_PRESS_BLD_NONINV_SYS^MDC|1.0.1.1.2|50|266016^MDC_DIM_MMHG^MDC|>80

OBX|3|ST|EVENT_PHASE|1.0.0.1.3|start

OBX|4|ST|ALARM_STATE|1.0.0.1.4|active

5.3.3 Προδιαγραφές HL7 μηνυμάτων της δοσοληψίας PCD-02

Στα πλαίσια της προτεινόμενης πλατφόρμας, έγινε υλοποίηση της δοσοληψίας IHE PCD-02 [98], η οποία επιτρέπει την ανάκτηση δεδομένων από το SPP EPR με πρότυπο τρόπο. Όπως έχει ήδη αναλυθεί, ερωτήματα στο SPP EPR υποβάλλουν το Consumer Application και ο SPP Reasoner (βλέπε ενότητα 5.2.2). Κοινό στοιχείο όλων των μηνυμάτων της δοσοληψίας είναι ότι τα HL7 μηνύματα ερωτημάτων (query messages) είναι τύπου QSB^Z02^QSB_Q16 ενώ τα HL7 μηνύματα αποκρίσεων (response messages) είναι τύπου ORU^R01^ORU_R01. Ο τύπος QSB^Z02^QSB_Q16 έχει οριστεί από τον οργανισμό IHE εντός της δοσοληψίας PCD-02, ενώ ο τύπος ORU^R01^ORU_R01 έχει ήδη απαντηθεί στην εργασία στις ενότητες περιγραφής των δοσοληψιών PCD-01 και PCD-04.

5.3.3.1 PCD-02 ερώτημα QSB^Z02^QSB_Q16

Η δομή του μηνύματος QSB^Z02^QSB_Q16 φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Τμήμα	Σημασία	Χρήση	Πληθικότητα	Κεφάλαιο HL7
MSH	Επικεφαλίδα μηνύματος (Message Header)	R	[1..1]	2
QPD	Ορισμός παραμέτρων ερωτήματος (Query Parameter Definition)	R	[1..1]	5
RCP	Παράμετρος ελέγχου απάντησης (Response Control Parameter)	R	[1..1]	5

Πίνακας 35 Δομή μηνύματος QSB^Z02^QSB_Q16

5.3.3.1.1 MSH

Η δομή του μηνύματος MSH έχει ήδη παρατεθεί στον Πίνακα 11. Στον Πίνακα 36 παρουσιάζονται οι τιμές των πεδίων του MSH εντός του μηνύματος QSB^Z02^QSB_Q16 της δοσοληψίας PCD-04, όπως ορίστηκαν στα πλαίσια της εργασίας.

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
MSH-1	Σταθερή τιμή =
MSH-2	Σταθερή τιμή = ^~\&

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
MSH-3	Αποδεκτές τιμές: CA (αντιστοιχεί στο Consumer Application) REASONER (αντιστοιχεί στον SPP Reasoner)
MSH-4	Κενό
MSH-5	Σταθερή τιμή = EPR
MSH-6	Κενό
MSH-7	Ημερομηνία και ώρα της παραγωγής του μηνύματος. Μορφή: YYYYMMDDHHMMSS+/-ZZZZ, όπου με βάση τις προδιαγραφές του προφίλ IHE PCD το +/-ZZZZ αντιστοιχεί στη ζώνη ώρας (time zone) και εκφράζεται ως +/-HHMM υποδηλώνοντας τη σχετική διαφορά από την ώρα UTC. Τα υπόλοιπα πεδία, κατά τα γνωστά, εκφράζουν αντίστοιχα το έτος (YYYY), το μήνα (MM), τη μέρα (DD), την ώρα (HH), τα λεπτά (MM) και τα δευτερόλεπτα (SS).
MSH-9	Σταθερή τιμή = QSB^Z02^QSB_Q16
MSH-10	Αυτό το πεδίο περιέχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό ανά μήνυμα και ανά σύστημα αποστολής (sending system). Π.χ., μπορεί να χρησιμοποιηθεί το timestamp του εκάστοτε μηνύματος. Ο συνδυασμός αυτού του πεδίου με το πεδίο MSH-3 οφείλει να είναι μοναδικός σε όλη την πλατφόρμα.
MSH-11	Σταθερή τιμή = P
MSH-12	Σταθερή τιμή = 2.6
MSH-13	Κενό
MSH-15	Σταθερή τιμή = NE
MSH-16	Σταθερή τιμή = AL
MSH-17	Κενό
MSH-18	Σταθερή τιμή = 8859/15
MSH-19	Κενό
MSH-21	Σταθερή τιμή = IHE PCD-02 2010^HL7

Πίνακας 36 Τιμές των πεδίων του τμήματος MSH στη δοσοληψία PCD-02

5.3.3.1.2 QPD

Το τμήμα QPD (Query Parameter Definition) περιέχει τις παραμέτρους του ερωτήματος (query) που εκτελείται στη δοσοληψία PCD-02. Υπενθυμίζεται ότι εντός της προτεινόμενης πλατφόρμας, αποδέκτης των ερωτημάτων PCD-02 είναι πάντα το SPP EPR ενώ τα συστήματα που εκτελούν ερωτήματα σε αυτό είναι το Consumer Application και ο SPP Reasoner. Στους Πίνακες 37 και 38 φαίνονται αντίστοιχα η δομή του τμήματος QPD όπως ορίζεται από τον οργανισμό IHE και οι τιμές των πεδίων του προσαρμοσμένες στις ανάγκες της προτεινόμενης πλατφόρμας.

SEQ	Όνομα πεδίου
1	MessageQueryName
2	QueryTag
3	MRN (Medical Record Number)

SEQ	Όνομα πεδίου
4	ActionCode
5	PatientLocation
6	DeviceClass
7	ParameterClass
8	StartDateTime
9	EndDateTime
10	Interval in seconds

Πίνακας 37 Δομή τμήματος QPD

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
QPD-1	Σταθερή τιμή = Z02^PCD-02-Subscription
QPD-2	Ταυτοποιητικό όνομα του τύπου ερωτήματος που καθορίζει και τις επόμενες παραμέτρους. Παραδείγματα ονομάτων ερωτημάτων της πλατφόρμας είναι getPatients, getPatientMeasures και getPatientAlerts
QPD-3	Λίστα που περιέχει ταυτοποιητικούς κωδικούς αριθμούς ασθενών (patient IDs) για τους οποίους θα εκτελεστεί το ερώτημα. Κενή λίστα συνεπάγεται ότι το ερώτημα αφορά όλους τους ασθενείς που είναι καταχωρημένοι στην κεντρική βάση δεδομένων του EPR.
QPD-4	Αφήνεται κενό στην υλοποίησή μας
QPD-5	Τοποθεσία ασθενών (Patient location)
QPD-6	Αναγνωριστικό της συσκευής από την οποία έχουν προέλθει οι μετρήσεις ή οι ειδοποιήσεις που ζητούνται στο ερώτημα. Κενή τιμή σημαίνει ότι θα επιστραφούν όλες οι μετρήσεις ή ειδοποιήσεις χωρίς κάποιο φιλτράρισμα.
QPD-7	Τιμή αντίστοιχη με το πεδίο OBX-3 εντός της δοσοληψίας PCD-01.
QPD-8	Ημερομηνία αρχής (Start Date). Το ερώτημα PCD-02 επιστρέφει δεδομένα μεταγενέστερα αυτής της ημερομηνίας.
QPD-9	Ημερομηνία τέλους (End date) Το ερώτημα PCD-02 επιστρέφει δεδομένα προγενέστερα αυτής της ημερομηνίας
QPD-10	Σταθερή τιμή = -1 Αυτή η ειδική τιμή καθορίζει ότι το ερώτημα PCD-02 ζητά αναφορά δεδομένων (one-shot report of data) και όχι κάποια σχέση δημοσίευσης/συνδρομής (publish/subscribe) που θα μπορούσε επίσης να υποστηρίζεται στη δοσοληψία PCD-02. Ο λόγος είναι ότι στην πλατφόρμα έγινε χρήση της δοσοληψίας PCD-02 μόνο για εκτέλεση ερωτημάτων στην κεντρική αποθήκη δεδομένων και ανάκτηση των αποτελεσμάτων άμεσα από τα ενδιαφερόμενα συστήματα

Πίνακας 38 Ορισμός των πεδίων του τμήματος QPD εντός της προτεινόμενης πλατφόρμας

5.3.3.1.3 RCP

Το τμήμα RCP (Response Control Parameter) περιέχει πληροφορία σχετική με τον έλεγχο της απάντησης στο ερώτημα της δοσοληψίας PCD-02. Στην πλατφόρμα χρησιμοποιήθηκαν τα πεδία RCP-1 και RCP-3 που ορίζουν την προτεραιότητα

(priority) και τη χρονική μεταβλητότητα (modality) αντίστοιχα. Η χρήση τους εντός της πλατφόρμας έγινε ως ακολούθως:

- Στο πεδίο RCP-1 τίθεται πάντα η τιμή "I" που υποδηλώνει Immediate Response, δηλαδή άμεση απάντηση. Θα είχε νόημα η χρήση διαφορετικών τιμών στο πεδίο RCP-1 αν κάποια από τα ερωτήματα της πλατφόρμας είχαν υψηλότερη προτεραιότητα σε σχέση με κάποια άλλα, ώστε το SPP EPR να τα εκτελούσε αναλόγως. Δεν υιοθετήθηκε όμως τέτοιου είδους προτεραιοποίηση κατά τη σχεδίαση του προτεινόμενου συστήματος.
- Στο πεδίο RCP-3 τίθεται πάντα η τιμή "R" που υποδηλώνει Real Time modality, δηλαδή δεδομένα πραγματικού χρόνου.

5.3.3.2 Ερώτημα *GetPatients*

Ένας από τους τρεις τύπους ερωτημάτων, συμβατών με τη δοσοληψία PCD-02, που χρησιμοποιήθηκαν εντός της πλατφόρμας είναι το ερώτημα "*GetPatients*". Το ερώτημα χρησιμοποιείται από το Consumer Application για την ανάκτηση της πλήρους λίστας των ασθενών που παρακολουθούνται μέσω της υπηρεσίας και είναι καταχωρημένοι στο SPP EPR. Έχοντας ανακτήσει αυτή την πληροφορία το Consumer Application εμφανίζει στην αρχική του οθόνη όλους τους ασθενείς και ο χειριστής της εφαρμογής μπορεί να επιλέξει όποιον επιθυμεί ώστε να εισέλθει σε οθόνη με περαιτέρω λεπτομέρειες για τις μετρήσεις του ή για τις ειδοποιήσεις του. Για τις ανωτέρω λεπτομέρειες, γίνεται χρήση των ορισμένων εντός της πλατφόρμας ερωτημάτων "*GetPatientMeasures*" και "*GetPatientAlerts*" αντίστοιχα που θα αναλυθούν στη συνέχεια του κεφαλαίου.

Στον επόμενο Πίνακα, παρατίθενται οι τιμές των παραμέτρων του ερωτήματος *GetPatients*. Ουσιαστικά, το ερώτημα είναι πολύ απλό καθώς καμία άλλη παράμετρος δεν χρειάζεται πέραν του πεδίου QPD-2 που λειτουργεί προσδιοριστικά για τον τύπο του ερωτήματος και των πεδίων QPD-1, QPD-10 που έχουν σταθερές τιμές εντός της δοσοληψίας ανεξάρτητα από τον τύπο του ερωτήματος.

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
QPD-1	Σταθερή τιμή = Z02^PCD-02-Subscription
QPD-2	Σταθερή τιμή = getPatients
QPD-3	Δεν χρησιμοποιείται, αφήνεται κενό.

Πεδίο	Ορισμός πεδίου
QPD-4	Δεν χρησιμοποιείται, αφήνεται κενό.
QPD-5	Δεν χρησιμοποιείται, αφήνεται κενό.
QPD-6	Δεν χρησιμοποιείται, αφήνεται κενό.
QPD-7	Δεν χρησιμοποιείται, αφήνεται κενό.
QPD-8	Δεν χρησιμοποιείται, αφήνεται κενό.
QPD-9	Δεν χρησιμοποιείται, αφήνεται κενό.
QPD-10	Σταθερή τιμή = -1

Πίνακας 39 Τιμές των πεδίων του τμήματος QPD στο ερώτημα *GetPatients*

Οι απαντήσεις των ερωτημάτων στη δοσοληψία PCD-02 είναι τύπου HL7 ORU^R01^ORU_R01. Πιο συγκεκριμένα, για το ερώτημα *GetPatients* είναι της ακόλουθης μορφής:

Τμήμα (Segment)	Σημασία	Χρήση	Πληθικότητα	Κεφάλαιο HL7
MSH	Επικεφαλίδα μηνύματος (Message Header)	R	[1..1]	2
{	--- PATIENT_RESULT αρχή		[1..*]	
PID	Ταυτοποίηση ασθενούς (Patient Identification)	R	[1..1]	3
PV1	Στοιχεία σχετικά με την τοποθεσία ή με επίσκεψη ασθενούς (Patient Visit)	O	[0..1]	3
OBR	Αίτημα παρατήρησης (Observation Request)	R	[1..1]	4
}	--- PATIENT_RESULT end			

Πίνακας 40 Δομή απάντησης στο ερώτημα *GetPatients*

Για τη σημασία και τον ορισμό των τιμών των πεδίων των ανωτέρω τμημάτων του μηνύματος ORU^R01^ORU_R01, ο αναγνώστης παραπέμπεται στην ενότητα 5.3.1.1.

Παραδείγματος χάριν, παρατίθενται στη συνέχεια ένα δείγμα ερώτησης και απάντησης για τον τύπο ερωτήματος *GetPatients*. Στο παράδειγμά μας, επιστρέφονται στην απάντηση δύο ασθενείς, με ονόματα John Doe και Peter Parker αντίστοιχα.

Δείγμα ερώτησης *GetPatients*

```
MSH|^~\&|CA||SPP||20110725131706+0100||QSB^Z02^QSB_Q16|rtyu5263|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE PCD-02 2010^HL7
```

```
QPD|Z02^PCD-02-Subscription|getPatients|||||-1
```

Δείγμα απάντησης *GetPatients*

```
MSH|^~\&|EPR||REASONER||20110725131707+0100||ORU^R01^ORU_R01|12d15a9:11dfy6rd347|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE PCD ORU-R01 2006^HL7
```


PID||U001234^^^HC||Doe^John||19670814|M||1, Nowhere Street^^Town^^12345^^H||3349203842

PV1||N|AP123^^^H

OBR|1||3^EPR^3^EUI-64|182777000^monitoring of patient^SCT

PID||U005678^^^HC~PKRPTR62C01F973X^^^NN||Parker^Peter||19430404|M||43, Somewhere Alley^^New York^^99866^^H|^PRN^PH^^^0112345678~^ORN^CP^^^3389876543

PV1||N|AP456^^^H

OBR|2||3^EPR^3^EUI-64|182777000^ monitoring of patient^SCT

5.3.3.3 Ερώτημα *GetPatientMeasures*

Με το ερώτημα *GetPatientMeasures*, ανακτώνται τα επιθυμητά δεδομένα σχετικά με τις ιατρικές μετρήσεις και τα στοιχεία συμπεριφοράς των ασθενών καθώς και τα δεδομένα που προκύπτουν από τους περιβάλλοντες αισθητήρες στην οικία τους. Το ερώτημα μπορεί να τεθεί είτε από το Consumer Application είτε από τον SPP Reasoner όταν αυτός εκτελεί τη συλλογιστική διαδικασία.

Στον επόμενο Πίνακα, παρατίθενται οι τιμές των παραμέτρων του ερωτήματος *GetPatientsMeasures*. Σημειώνεται ότι αν και το QPD-8 και το QPD-9 αφεθούν κενά, τότε επιστρέφεται η τελευταία μέτρηση για κάθε ζητούμενη κατηγορία του ερωτήματος.

Πεδίο	Ορισμός Πεδίου
QPD-1	Σταθερή τιμή = Z02^PCD-02-Subscription
QPD-2	Σταθερή τιμή = <i>getPatientMeasures</i>
QPD-3	Το ID του ασθενούς (μοναδικό αναγνωριστικό ασθενούς)
QPD-4	Δεν χρησιμοποιείται, αφήνεται κενό.
QPD-5	Δεν χρησιμοποιείται, αφήνεται κενό.
QPD-6	Αναγνωριστικό της συσκευής από την οποία έχουν προέλθει οι μετρήσεις. Μπορεί να αναζητηθούν ταυτόχρονα μετρήσεις από άνω της μίας συσκευής.
QPD-7	Επιπρόσθετη του QPD-6 παράμετρος που προσδιορίζει περαιτέρω το ζητούμενο τύπο μέτρησης μιας συσκευής. Π.χ., μπορεί να ζητηθεί η διαστολική πίεση (QPD-7) που προκύπτει από το πιεσόμετρο (QPD-6).
QPD-8	Ημερομηνία αρχής αναζήτησης μετρήσεων.
QPD-9	Ημερομηνία τέλους αναζήτησης μετρήσεων.
QPD-10	Σταθερή τιμή = -1

Πίνακας 41 Τιμές των πεδίων του τμήματος QPD στο ερώτημα *GetPatientsMeasures*

Η απάντηση στο ερώτημα *GetPatientsMeasures* είναι τύπου ORU^R01^ORU_R01 και έχει όμοια δομή και περιεχόμενο με το μήνυμα ORU^R01^ORU_R01 της

δοσοληψίας PCD-01 (βλ. ενότητα 5.3.1.1). Χάριν καλύτερης κατανόησης, ακολουθούν δείγματα διάφορων ερωτημάτων τύπου *GetPatientsMeasures*.

OSB^Z02 – ερώτημα getPatientMeasures (όλες οι μετρήσεις εντός ενός χρονικού διαστήματος)

Το παρακάτω ερώτημα ζητά όλες τις μετρήσεις (μιας και τα πεδία QPD-6, QPD-7 είναι κενά) για τον ασθενή με ID U001234 εντός του χρονικού διαστήματος: 13/07/2014 12:00:00 έως 13/07/2014 18:00:00.

```
MSH|^~\&|REASONER||EPR||20140713183137+0100||OSB^Z02^OSB_Q16|abcd1234|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE PCD-02 2010^HL7
```

```
QPD|Z02^PCD-02-
```

```
Subscription|getPatientMeasures|U001234||||20140713120000+0100|20140713180000+0100|-1
```

ORU^R01 – απάντηση getPatientMeasures (όλες οι μετρήσεις εντός ενός χρονικού διαστήματος)

Η απάντηση στο ανωτέρω ερώτημα παρατίθεται στη συνέχεια. Μπορούμε να δούμε ότι η απάντηση περιέχει 2 μετρήσεις περιβάλλουσας θερμοκρασίας (στις 16.30 και στις 17.30), 2 συμβάντα από τον αισθητήρα κίνησης της πόρτας (η πόρτα άνοιξε στις 16:45:10 και έκλεισε στις 16:50:45), συνοδευόμενα από τις αντίστοιχες τιμές του επιπέδου της μπαταρίας του αισθητήρα (95.1% στις 16:45:10 και 94.9% στις 16:50:45), και τέλος μια μέτρηση πίεσης στις 15.30.

```
MSH|^~\&|EPR||REASONER||20140713183138+0100||ORU^R01^ORU_R01|12d15a9:11df9e61347|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE PCD ORU-R01 2006^HL7
```

```
PID||||U001234^^^^HC
```

```
PV1||N|AP123^^^^H
```

```
OBR|1||3^EPR^3^EUI-64|225288009^environmental care procedure^SCT||20140713120000+0100|20140713180000+0100
```

```
OBX|1||1^DEV_BAROMETER^inCASA|1||||X|||||AP123^^AP123^EUI-64
```

```
OBX|2|NM|60832-
```

```
3^Temperature.ambient^LN|1.0.0.1|20|268192^MDC_DIM_DEGC^MDC||||F||20140713163000+0100||AMEAS|TS001^^TS001^EUI-64
```

```
OBX|3||1^DEV_BAROMETER^inCASA|1||||X|||||AP123^^AP123^EUI-64
```

```
OBX|4|NM|60832-
```

```
3^Temperature.ambient^LN|1.0.0.1|21|268192^MDC_DIM_DEGC^MDC||||F||20140713173000+0100||AMEAS|TS001^^TS001^EUI-64
```

OBR|2||3^EPR^3^EUI-64|225288009^environmental care procedure^SCT||20140713120000+0100|20140713180000+0100

OBX|1||528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC|1|||||X|||||AP123^^AP123^EUI-64

OBX|2|CWE|8519690^MDC_AI_TYPE_SENSOR_CONTACTCLOSURE^MDC|1.0.0.1|1^contact-opened(0)|||F||20140713164510+0100||AMEAS|TS002^^TS002^EUI-64

OBX|3|CWE|8520703^MDC_AI_LOCATION^MDC|1.0.0.1.1|8528896^MDC_AI_LOCATION_FRONTDOOR^MDC

OBX|4|NM|67996^MDC_ATTR_VAL_BATT_CHARGE^MDC|1.0.0.1.2|95.1|262688^MDC_DIM_PERCENT^MDC||||F||20140713164510+0100||AMEAS|TS002^^TS002^EUI-64

OBX|5|CWE|8519690^MDC_AI_TYPE_SENSOR_CONTACTCLOSURE^MDC|1.0.0.1|1^contact-closed(1)|||F||20140713165045+0100||AMEAS|TS002^^TS002^EUI-64

OBX|6|CWE|8520703^MDC_AI_LOCATION^MDC|1.0.0.1.1|8528896^MDC_AI_LOCATION_FRONTDOOR^MDC

OBX|7|NM|67996^MDC_ATTR_VAL_BATT_CHARGE^MDC|1.0.0.1.2|94.9|262688^MDC_DIM_PERCENT^MDC||||F||20140713165045+0100||AMEAS|TS002^^TS002^EUI-64

OBR|3||3^EPR^3^EUI-64|182777000^monitoring of patient^SCT||20140713120000+0100|20140713180000+0100

OBX|1||528391^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_BP^MDC|1|||||X|||||AP123^^AP123^EUI-64

OBX|2||150020^MDC_PRESS_BLD_NONINV^MDC|1.0.1|||||X||20140713153000+0100

OBX|3|NM|150021^MDC_PRESS_BLD_NONINV_SYS^MDC|1.0.1.1|120|266016^MDC_DIM_MMHG^MDC||||R

OBX|4|NM|150022^MDC_PRESS_BLD_NONINV_DIA^MDC|1.0.1.2|80|266016^MDC_DIM_MMHG^MDC||||R

QSB^Z02 – ερώτημα getPatientMeasures (όλες οι μετρήσεις από το Activity Hub)

Το ακόλουθο ερώτημα ζητά όλες τις καταχωρημένες μετρήσεις για τον ασθενή με ID U001234 που έχουν προέλθει από το Activity Hub (QPD-6 = "528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC"), εντός του χρονικού διαστήματος: 13/07/2014 12:00:00 έως 13/07/2014 18:00:00.

MSH|^~\&|REASONER||EPR||20140713183137+0100||QSB^Z02^QSB_Q16|abcd1234|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE PCD-02 2010^HL7

QPD|Z02^PCD-02-

Subscription|getPatientMeasures|U001234||528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC||20140713120000+0100|20140713180000+0100|-1

Ομοίως, μπορούν να αναζητηθούν μετρήσεις προερχόμενες από άλλες συσκευές ή ακόμα και δεδομένα που δεν προέρχονται από συσκευές, όπως είναι οι προσωποποιημένες τιμές κατωφλίου ανά ασθενή ($QPD-6 = "102^{THRESHOLD^{inCASA}}$).

5.3.3.4 Ερώτημα *GetPatientAlerts*

Με το ερώτημα *GetPatientAlerts*, γίνεται ανάκτηση των ειδοποιήσεων (alerts) που έχουν παραχθεί για έναν ασθενή σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Το ερώτημα μπορεί να τεθεί είτε από το Consumer Application είτε από τον SPP Reasoner, πάντα με αποδέκτη το SPP EPR.

Οι παράμετροι του ερωτήματος *GetPatientAlerts* φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πεδίο	Ορισμός Πεδίου
QPD-1	Σταθερή τιμή = Z02^PCD-02-Subscription
QPD-2	Σταθερή τιμή = getPatientAlerts
QPD-3	Το ID του ασθενούς (μοναδικό αναγνωριστικό ασθενούς)
QPD-4	Δεν χρησιμοποιείται, αφήνεται κενό.
QPD-5	Δεν χρησιμοποιείται, αφήνεται κενό.
QPD-6	Αναγνωριστικό της συσκευής από την οποία έχουν προέλθει οι ειδοποιήσεις. Μπορεί να αναζητηθούν ταυτόχρονα ειδοποιήσεις προερχόμενες από άνω της μίας συσκευής.
QPD-7	Κατάσταση (status) της ειδοποίησης για την οποία θα γίνει αναζήτηση μέσω του ερωτήματος. Υποστηρίζονται ως όρισμα οι τιμές που μπορεί να έχει η κατάσταση μιας ειδοποίησης βάσει των προδιαγραφών IHE PCD-04 [86], δηλαδή "active", "inactive" ή "latched". Π.χ., ορίζοντας $QPD-7="active"$, το ερώτημα θα επιστρέψει μόνο τις ενεργές (active) ειδοποιήσεις.
QPD-8	Ημερομηνία αρχής αναζήτησης ειδοποιήσεων.
QPD-9	Ημερομηνία τέλους αναζήτησης ειδοποιήσεων. Αν τα QPD-7, QPD-8 και QPD-9 πεδία είναι κενά, τότε το SPP EPR επιστρέφει μόνο την τελευταία κατάσταση (status) για κάθε τύπο ειδοποίησης.
QPD-10	Σταθερή τιμή = -1

Πίνακας 42 Τιμές των πεδίων του τμήματος QPD στο ερώτημα *GetPatientsAlerts*

Η απάντηση στο ερώτημα *GetPatientsAlerts* είναι τύπου HL7 ORU^R01^ORU_R01 και έχει την ίδια δομή με το ORU^R01^ORU_R01 μήνυμα της δοσοληψίας PCD-04 (βλέπε ενότητα 5.3.2.1), που χρησιμοποιείται για τη διάδοση των ειδοποιήσεων εντός της πλατφόρμας. Χάριν καλύτερης κατανόησης, ακολουθούν δείγματα διάφορων ερωτημάτων τύπου *GetPatientsAlerts*.

QSB^Z02 – ερώτημα *GetPatientAlerts* (τελευταία ειδοποίηση κάθε τύπου)

Με το ακόλουθο ερώτημα, αναζητούνται οι τελευταίες ειδοποιήσεις, ανά πιθανό τύπο αυτών, για τον ασθενή με κωδικό U001234.

```
MSH|^~\&|SPP||EPR||20120427084012+0100||QSB^Z02^QSB_Q16|abcd0987|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE PCD-02 2010^HL7
```

```
QPD|Z02^PCD-02-Subscription|getPatientAlerts|U001234|||||-1
```

ORU^R01 – απάντηση GetPatientAlerts (τελευταία ειδοποίηση κάθε τύπου)

Το κάτωθι HL7 μήνυμα ORU^R01 αποτελεί την απάντηση στο ανωτέρω ερώτημα. Επιστρέφει την τελευταία κατάσταση (status) ανά τύπο ειδοποίησης που έχει παραχθεί για τον ασθενή καθ' όλη τη διάρκεια παρακολούθησής του. Το επιστρεφόμενο μήνυμα περιέχει μια ειδοποίηση για διαρροή νερού που είναι πλέον ανενεργή, μια ειδοποίηση για αλλαγή συνηθειών σχετικά με την παραμονή του ασθενούς στο κρεβάτι ("Far more than usual on bed") που είναι ενεργή και, τέλος, μια ειδοποίηση για μέτρηση καρδιακών παλμών άνω του ορίου που είναι επίσης ενεργή.

```
MSH|^~\&|EPR||SPP||20120427084012+0100||ORU^R01^ORU_R01|12d15a9:11df9e61347|P|2.6||NE|AL||8859/15||IHE PCD ORU-R01 2006^HL7
```

```
PID||U001234^^^HC
```

```
OBR|1||S_25|225288009^environmental care  
procedure^SCT||20120114152200+0100|20120427084012+0100
```

```
OBX|1|CWE|528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC|1.0.0.0.1|197170^  
MDC_EVT_ENVIRON^MDC||A~PH~ST|||||20120114152200+0100||AP123^^AP123^EUI-64
```

```
OBX|2||8519685^MDC_AI_TYPE_SENSOR_WATER^MDC|1.0.0.1.2|1234567890ABCDEF^  
^1234567890ABCDEF^EUI-64
```

```
OBX|3|ST|EVENT_PHASE|1.0.0.1.3|end
```

```
OBX|4|ST|ALARM_STATE|1.0.0.1.4|inactive
```

```
OBR|2||S_76|225288009^environmental care  
procedure^SCT||20120426180000+0100|20120427084012+0100
```

```
OBX|1|CWE|528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC|1.0.0.0.1|196648^  
MDC_EVT_HI^MDC||A~PH~ST|||||20120426180000+0100||AP123^^AP123^EUI-64
```

```
OBX|2|ST|8519691^MDC_AI_TYPE_SENSOR_USAGE^MDC|1.0.0.1.2|Far more than usual on bed
```

```
OBX|3|CWE|8520703^MDC_AI_LOCATION^MDC|1.0.0.1.2.1|8530944^MDC_AI_LOCATION_BE  
D^MDC
```

```
OBX|4|ST|EVENT_PHASE|1.0.0.1.3|continue
```

```
OBX|5|ST|ALARM_STATE|1.0.0.1.4|active
```

```
OBR|3||S_77|182777000^monitoring of patient^SCT||20120427072538+0100|20120427084012+0100
```

OBX|1|CWE|528391^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_BP^MDC|1.0.0.0.1|196652^MDC_EVT_HI_VA
L_GT_LIM^MDC||H~PH~SP|||||20120427072538+0100||BP986^BP986^EUI-64

OBX|2|NM|149530^MDC_PULS_OXIM_PULS_RATE^MDC|1.0.0.1.2|115|264864^MDC_DIM_BE
AT_PER_MIN^MDC|<100

OBX|3|ST|EVENT_PHASE|1.0.0.1.3|start

OBX|4|ST|ALARM_STATE|1.0.0.1.4|active

QSB^Z02 – ερώτημα GetPatientAlerts (ειδοποιήσεις σε δεδομένη κατάσταση)

Με το ακόλουθο ερώτημα, αναζητούνται όλες οι ειδοποιήσεις για τον ασθενή με κωδικό U001234 που είναι ενεργές, μιας και έχει τεθεί *QPD-7="active"*. Ομοίως θα μπορούσαν να αναζητηθούν και οι ειδοποιήσεις που βρίσκονται σε άλλες καταστάσεις, δηλαδή "inactive" ή "latched".

MSH|^~\&|SPP|EPR||20120427084012+0100||QSB^Z02^QSB_Q16|abcd0987|P|2.6||NE|AL||8859/15||
IHE PCD-02 2010^HL7

QPD|Z02^PCD-02-Subscription|getPatientAlerts|U001234||active|||-1

ORU^R01 – απάντηση GetPatientAlerts (ειδοποιήσεις σε δεδομένη κατάσταση)

Το κάτωθι HL7 μήνυμα ORU^R01 αποτελεί την απάντηση στο ανωτέρω ερώτημα, που αναζητά τις ενεργές ειδοποιήσεις του ασθενούς. Το επιστρεφόμενο μήνυμα περιέχει μια ειδοποίηση για αλλαγή συνηθειών σχετικά με την παραμονή του ασθενούς στο κρεβάτι και μια ειδοποίηση για μέτρηση καρδιακών παλμών άνω του ορίου που είναι επίσης ενεργή.

MSH|^~\&|EPR||SPP||20120427084012+0100||ORU^R01^ORU_R01|12d15a9:11df9e61347|P|2.6||NE|
AL||8859/15||IHE PCD ORU-R01 2006^HL7

PID||U001234^^^HC

OBR|1||S_76|225288009^environmental care
procedure^SCT||20120426180000+0100|20120427084012+0100

OBX|1|CWE|528455^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_AI_ACTIVITY_HUB^MDC|1.0.0.0.1|196648^
MDC_EVT_HI^MDC||A~PH~ST|||||20120426180000+0100||AP123^AP123^EUI-64

OBX|2|ST|8519691^MDC_AI_TYPE_SENSOR_USAGE^MDC|1.0.0.1.2|Far more than usual on bed

OBX|3|CWE|8520703^MDC_AI_LOCATION^MDC|1.0.0.1.2.1|8530944^MDC_AI_LOCATION_BE
D^MDC

OBX|4|ST|EVENT_PHASE|1.0.0.1.3|continue

OBX|5|ST|ALARM_STATE|1.0.0.1.4|active

OBR|2||S_77|182777000^monitoring of patient^SCT||20120427072538+0100|20120427084012+0100

Αρχιτεκτονική λογισμικού για ενοποιημένη και μακρόθεν διαχείριση ιατρικών δεδομένων και στοιχείων συμπεριφοράς ασθενών

OBX|1|CWE|528391^MDC_DEV_SPEC_PROFILE_BP^MDC|1.0.0.1|196652^MDC_EVT_HI_VAL_GT_LIM^MDC|||H~PH~SP|||||20120427072538+0100|||BP986^BP986^EUI-64

OBX|2|NM|149530^MDC_PULS_OXIM_PULS_RATE^MDC|1.0.0.1.2|115|264864^MDC_DIM_BEAT_PER_MIN^MDC|<100

OBX|3|ST|EVENT_PHASE|1.0.0.1.3|start

OBX|4|ST|ALARM_STATE|1.0.0.1.4|active

6 Πιλοτική εφαρμογή και αξιολόγηση της υπηρεσίας

6.1 Εισαγωγή

Η προτεινόμενη υπηρεσία απομακρυσμένης παρακολούθησης ιατρικών δεδομένων και στοιχείων συμπεριφοράς ασθενών εφαρμόστηκε σε πιλοτικό στάδιο σε πέντε χώρες της Ευρώπης, μέσω του ερευνητικού προγράμματος inCASA [31]. Τα πέντε πιλοτικά κέντρα εφαρμογής βρίσκονται στην Ελλάδα, την Αγγλία, τη Γαλλία, την Ιταλία και την Ισπανία, όπου την περίοδο Μαρτίου 2012 - Σεπτεμβρίου 2013, συνολικά 207 ασθενείς εισήχθησαν στην πιλοτική χρήση και μελέτη της υπηρεσίας.

Η εφαρμογή της υπηρεσίας βασίστηκε στις προδιαγραφές του ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης ιατρικών δεδομένων και στοιχείων συμπεριφοράς, όπως παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3 της διατριβής. Η πιλοτική μελέτη κατέστη τεχνικά εφικτή μέσω της πλατφόρμας που σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε όπως αναλύθηκε στα Κεφάλαια 4 και 5.

Το παρόν κεφάλαιο θα εστιάσει στην ανανεωμένη οργανωτική δομή που απαιτείται εντός των πιλοτικών κέντρων για την υποστήριξη της υπηρεσίας, με βασικό στοιχείο τη συνεργασία ετερογενών ομάδων φροντίδας, όπως ιατρικών και κοινωνικών υπηρεσιών. Βασικό μέλημα αποτελεί η αξιολόγηση της υπηρεσίας με βάση κυρίαρχες μεθόδους αξιολόγησης στον τομέα, καθώς και η μελέτη των προοπτικών επιχειρησιακής εφαρμογής της. Η ανάλυση στοχεύει κυρίως στην Ελληνική πιλοτική εφαρμογή, ενώ συνθέτει τα ευρήματα και από τις υπόλοιπες πιλοτικές χώρες της Ευρώπης. Η σύνθεση των αποτελεσμάτων σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχει αποτυπωθεί επίσης στην εργασία [30].

6.2 Ελληνική πιλοτική εφαρμογή και αξιολόγησή της

6.2.1 Σχετικό υπόβαθρο

Όπως παρουσιάστηκε και στα Κεφάλαια 1 και 3, η μελέτη υπηρεσιών που συνδυάζουν απομακρυσμένη παρακολούθηση υγείας και παροχή κοινωνικής φροντίδας, βασισμένες σε τεχνολογίες αιχμής στους τομείς Πληροφορικής και Επικοινωνιών, τυγχάνει μεγάλου ενδιαφέροντος παγκοσμίως. Εξειδικεύοντας **για το παράδειγμα της Ελλάδας**, οι κάτωθι παράγοντες ενισχύουν τη σημασία της διενέργειας πιλοτικής εφαρμογής της προτεινόμενης υπηρεσίας σε ηλικιωμένα άτομα πάσχοντα από συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια:

- Η πλειοψηφία των θανάτων, σε άτομα άνω των 65 ετών, συνδέονται με καρδιαγγειακά νοσήματα.
- Ο αυξανόμενος ρυθμός εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων αποτελεί σημαντικό οικονομικό βάρος για το Ε.Σ.Υ. και την κοινωνία.
- Υπηρεσίες απομακρυσμένης παρακολούθησης της υγείας ουσιαστικά δεν υφίσταται και πρακτικά ο μόνος τρόπος αντιμετώπισης περιστατικών υγείας είναι η εισαγωγή σε νοσοκομείο.
- Υπάρχουν υπηρεσίες ιατρικής υποστήριξης καθώς και κοινωνικής υποστήριξης. Η συνδυασμένη παροχή τους όμως στα πλαίσια ενοποιημένης υπηρεσίας είναι άκρως περιορισμένη.
- Το Ε.Σ.Υ. είναι βασισμένο στην αντιμετώπιση και όχι στην πρόληψη.

Η πιλοτική εφαρμογή της προτεινόμενης υπηρεσίας στην Ελλάδα στοχεύει, κατά βάση, στην ενίσχυση των υφιστάμενων ιατρικών παροχών και στη δυνατότητα πρόληψης ιατρικών επεισοδίων μέσω πολύ-παραμετρικής ανάλυσης (ιατρικά, ψυχολογικά και κοινωνικά δεδομένα). Τα ανωτέρω στοιχεία μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των ηλικιωμένων ασθενών αλλά και να αποτρέψουν περιττές εισαγωγές στο νοσοκομείο συνεισφέροντας έτσι στην καλύτερη και οικονομικότερη λειτουργία του συστήματος υγείας.

6.2.2 Ροή εργασιών για την υποστήριξη της υπηρεσίας

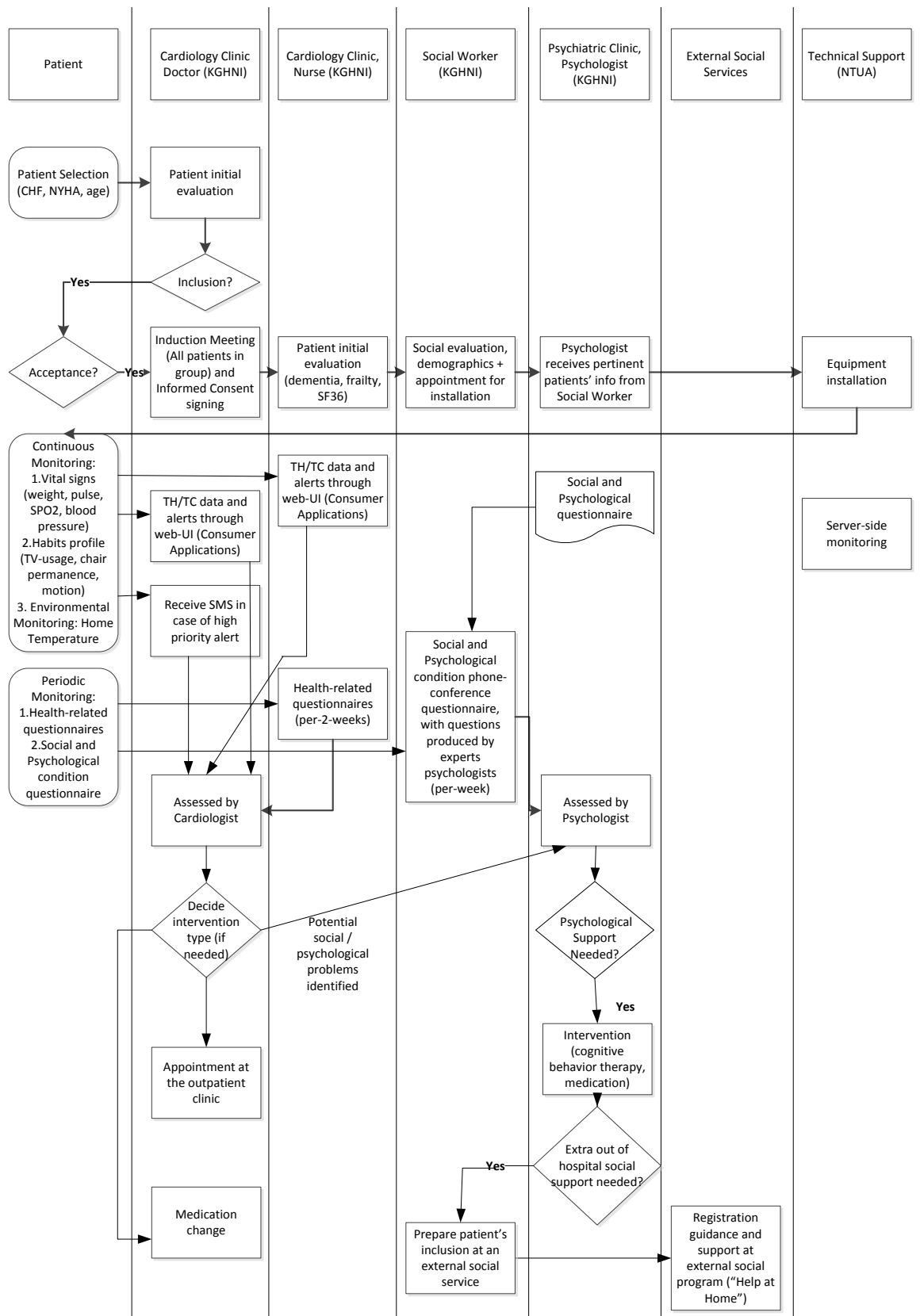
Η εισαγωγή, και μετέπειτα παρακολούθηση, ενός ασθενούς στην πιλοτική μελέτη αποτελείται από διάφορα βήματα και εμπλέκει διάφορες επαγγελματικές ομάδες, τόσο από το Κωνσταντοπούλειο Γενικό Νοσοκομείο Νέας Ιωνίας (Konstantopouleio General Hospital of Nea Ionia - KGHNI), όσο και από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (National Technical University of Athens - NTUA), όπως απεικονίζονται συνοπτικά στο Σχήμα 40. Η σχετική ροή εργασιών έχει ως ακολούθως.

- 1. Φάση εισαγωγής του ασθενούς στην υπηρεσία.** Αρχικά, γίνεται επιλογή των υποψήφιων προς ένταξη στη μελέτη ασθενών, από πλευράς των καρδιολόγων του νοσοκομείου. Τα κριτήρια επιλογής είναι κατά βάση ηλικιακά και ιατρικά. Επιλέγονται ασθενείς άνω των 65 ετών που πάσχουν από συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια. Μάλιστα, προτιμώνται οι ασθενείς με τη μεγαλύτερη επιβάρυνση της υγείας τους λόγω της καρδιοπάθειας, όπως αυτή εκτιμάται αρχικά μέσω της κατηγοριοποίησής τους κατά το δείκτη NYHA [108]. Επίσης, δίνεται προτεραιότητα σε ηλικιωμένους ασθενείς που ζουν μόνοι στα σπίτια τους, ώστε να έχει ακόμα μεγαλύτερη αξία η συνδυαστική παροχή ιατρικών και κοινωνικών υπηρεσιών, κάτι που αποτελεί βασικό μέλημα της προτεινόμενης υπηρεσίας. Οποιαδήποτε συλλογή και επεξεργασία προσωπικών δεδομένων γίνεται μόνο μετά από ενυπόγραφη συγκατάθεση, ύστερα από ενημέρωση, του ασθενούς για εισαγωγή του στη μελέτη (informed consent), όπως επιτάσσει και το Εθνικό Δίκαιο [109], εναρμονισμένο με την ισχύουσα Κοινωνική Οδηγία περί προστασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα [110]. Σε περίπτωση λοιπόν επιλογής ασθενούς από τους ιατρούς ο οποίος δέχεται να συμμετάσχει στην υπηρεσία, χορηγούνται αρχικά στον ασθενή μια σειρά ερωτηματολογίων από τη νοσηλευτική και από την κοινωνική υπηρεσία του νοσοκομείου, ώστε να καταχωρηθούν πληροφορίες σχετικές με την κοινωνική του κατάσταση, το βαθμό αδυναμίας του καθώς και με την εν γένει ιατρική και ψυχολογική του κατάσταση. Η χορήγηση των ίδιων ερωτηματολογίων και μετά το πέρας της συμμετοχής του ασθενούς στην υπηρεσία, μπορεί να συνεισφέρει στην εξαγωγή μετρήσιμων αποτελεσμάτων σχετικά με την επιρροή που έχει η

παρεχόμενη υπηρεσία στους διάφορους τομείς της ζωής του ασθενούς. Οι πληροφορίες που εξάγονται από τα αρχικά ερωτηματολόγια προωθούνται και στην ομάδα των ψυχολόγων, ώστε να είναι και αυτοί γνώστες της κατάστασης του ασθενούς και να μπορούν να λάβουν τα ανάλογα μέτρα κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης του ασθενούς μέσω της προτεινόμενης πλατφόρμας. Τελικό στάδιο πριν την έναρξη της φάσης απομακρυσμένης παρακολούθησης του ασθενούς, είναι η εγκατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού στην οικία του ασθενούς από την τεχνική ομάδα υποστήριξης.

- 2. Φάση παρακολούθησης του ασθενούς μέσω της πλατφόρμας και παροχής φροντίδας.** Κατά τη φάση συμμετοχής του ασθενούς στην πιλοτική διαδικασία, καταχωρούνται στο σύστημα με αυτόματο ή ημιαυτόματο τρόπο όλες εκείνες οι παράμετροι που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, τόσο στον τομέα ιατρικών δεδομένων ("Telehealth"), όσο και στους τομείς που αφορούν τις συνήθειες, την ψυχολογική κατάσταση αλλά και τις συνθήκες διαβίωσης στην οικία του ασθενούς ("Telecare"). Όπως έχει ήδη αναλυθεί, βασικό συστατικό της πλατφόρμας είναι ο ευφυής εντοπισμός καταστάσεων που αποκλίνουν από τις καθορισμένες τιμές κατωφλίου και η παραγωγή ειδοποιήσεων προς χειρισμό από τις αρμόδιες ομάδες φροντίδας. Οι ειδοποιήσεις (alerts) προωθούνται μέσω διάφορων καναλιών επικοινωνίας, όπως μέσω SMS στο κινητό του υπεύθυνου ιατρού σε περίπτωση υψηλής προτεραιότητας περιστατικού που χρήζει άμεσης ιατρικής αντιμετώπισης ή μέσω της γραφικής διεπαφής της εφαρμογής Ιστού σε κάθε περίπτωση ειδοποίησης ή ακόμα και μέσω των διαφόρων ομάδων (π.χ., παραπομπή μιας ειδοποίησης από τον ιατρό στον ψυχολόγο). Η εκάστοτε υπεύθυνη ομάδα χειρίζεται την ειδοποίηση και προβαίνει, αν αυτό κριθεί απαραίτητο, σε διορθωτικές ενέργειες. Π.χ., ένα ιατρικού τύπου alert μπορεί να οδηγήσει σε εξέταση του ασθενούς και σε πιθανή αλλαγή στη δοσολογία των φαρμάκων που του έχουν χορηγηθεί, ύστερα από απόφαση του θεράποντος καρδιολόγου. Ένα alert που σχετίζεται με σημαντική αλλαγή στις συνήθειες του ασθενούς ή με πτώση στις μετρήσεις που αφορούν την ψυχική του διάθεση, μπορεί να οδηγήσει στη διενέργεια γνωσιακής - συμπεριφοριστικής θεραπείας ύστερα από απόφαση του επιβλέποντος ψυχολόγου. Σε περίπτωση εντοπισμού ισχυρότερων προβλημάτων ψυχικής φύσεως, όπως η κατάθλιψη, μπορεί να αποφασιστεί και χορήγηση ψυχοφαρμάκων στον ασθενή, ύστερα από σχετική

ψυχιατρική γνωμάτευση. Υπενθυμίζεται η έντονη συσχέτιση της καρδιοπάθειας με την εμφάνιση καταθλιπτικών τάσεων (βλέπε ανάλυση στην ενότητα 3.1.2). Επιπροσθέτως, σε περίπτωση εντοπισμού κοινωνικών προβλημάτων σε βαθμό που να μην μπορούν να αντιμετωπιστούν στα πλαίσια της παρεχόμενης, εντός της υπηρεσίας, κοινωνικής υποστήριξης, προδιαγράφονται ενέργειες από πλευράς της κοινωνικής υπηρεσίας του νοσοκομείου που αποσκοπούν στο να βοηθήσουν τον ηλικιωμένο ασθενή να ενταχθεί σε ειδικευμένη εξωτερική υπηρεσία παροχής κοινωνικής βοήθειας. Ένα τέτοιο παράδειγμα εξωτερικής υπηρεσίας είναι το πρόγραμμα "Βοήθεια στο Σπίτι" που παρέχεται από το Δήμο Αθηναίων [111]. Τέλος, σημειώνεται η παρακολούθηση από πλευράς της τεχνικής ομάδας της ομαλής λειτουργίας του εξυπηρετητή της πλατφόρμας καθώς και της ορθής επικοινωνίας των διαφόρων υποσυστημάτων, με σκοπό να μην χάνονται μετρήσεις ή ειδοποιήσεις λόγω τεχνικών ζητημάτων.



Σχήμα 40 Σύνοψη ροής εργασιών της προτεινόμενης υπηρεσίας

6.2.3 Μέθοδος αξιολόγησης της παρεχόμενης υπηρεσίας

Η πιλοτική εφαρμογή της υπηρεσίας αξιολογήθηκε πολύ-παραμετρικά, υπό διάφορες οπτικές γωνίες. Η αξιολόγηση βασίστηκε στη μεθοδολογία MAST [112], μια πρόσφατα ανεπτυγμένη μεθοδολογία που δοκιμάστηκε και στα πλαίσια των πιλότων του ευρωπαϊκού προγράμματος *Renewing Health* [113]. Η διενεργηθείσα αξιολόγηση καλύπτει τους κάτωθι τομείς:

- Δημογραφική ανάλυση των συμμετεχόντων ασθενών.
- Ανάλυση του επιπέδου αδυναμίας (frailty) των ασθενών, μέσω της κλίμακας Edmonton [114].
- Ανάλυση της άποψης των ασθενών για την παρεχόμενη υπηρεσία και για το βαθμό προσαρμογής τους στη χρήση της τεχνολογίας της πλατφόρμας. Η πολύ σημαντική αυτή ανάλυση βασίστηκε στη χορήγηση ερωτηματολογίων SUTAQ (Service User Technology Acceptability Questionnaire), τα οποία είχαν χρησιμοποιηθεί και στη μεγάλη πιλοτική μελέτη υπηρεσιών Τηλεϋγείας και Τηλεφροντίδας που έλαβε χώρα στην Αγγλία, το πρόγραμμα *Whole System Demonstrator (WSD)* [115].
- Μελέτη της μεταβολής που προκάλεσε η υπηρεσία στην ποιότητα ζωής των ασθενών. Η βασική αυτή παράμετρος υπολογίστηκε μέσω των διαδεδομένων ερωτηματολογίων *Short Form (36) Health Survey*, γνωστών ως **SF-36** [116], και πιο συγκεκριμένα μέσω της δεύτερης έκδοσης αυτών SF-36 v2 [117] [118] [119].
- Αξιολόγηση της παρεχόμενης υπηρεσίας από πλευράς των επαγγελματιών (professional perception) μέσω ειδικών ερωτηματολογίων που τέθηκαν σε αυτούς.
- Αξιολόγηση της ιατρικής αποδοτικότητας της υπηρεσίας, μέσω της ανάλυσης των καταχωρημένων αποτελεσμάτων του Πιλότου (Pilot logs).
- Αξιολόγηση θεμάτων ασφαλείας του παρεχόμενου εξοπλισμού.
- Αξιολόγηση θεμάτων ηθικής φύσεως και προστασίας της ιδιωτικότητας των ασθενών.

6.2.4 Αποτελέσματα

Την περίοδο Μαρτίου 2012 - Σεπτεμβρίου 2013, συνολικά 40 ασθενείς εισήχθησαν στην πιλοτική εφαρμογή της υπηρεσίας στην Ελλάδα, μέσω του ευρωπαϊκού προγράμματος inCASA. Η μελέτη διεκπεραιώθηκε υπό την επίβλεψη των επαγγελματιών υγείας του Κωνσταντοπούλειου Γ.Ν. Νέας Ιωνίας και την τεχνική υποστήριξη του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ο μέσος χρόνος παραμονής των ασθενών υπό παρακολούθηση ήταν 3 μήνες - διάστημα ικανό ώστε να σχηματιστεί και μελετηθεί το προφίλ συνηθειών τους. Όλοι οι 40 ασθενείς υποφέρουν από συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, δημιουργώντας έτσι μια ισχυρά επικεντρωμένη ομάδα - στόχο που δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στα ευρήματα της μελέτης. Η πλειοψηφία των ασθενών είναι συνταξιούχοι και ζουν μαζί με το/τη σύζυγό τους στο σπίτι, ενώ 5 ασθενείς ζουν εντελώς μόνοι χωρίς καμία οικογενειακή βοήθεια. Τονίζεται ότι 11 από τους 40 ασθενείς δεν είχαν καμία εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών πριν την εισαγωγή τους στο πρόγραμμα. Σαφώς, αυτό αποτέλεσε μια ρεαλιστική πρόκληση για το βαθμό προσαρμογής τους στη χρήση της παρεχόμενης τεχνολογίας της πλατφόρμας. Σημειώνεται επίσης ότι το 15% των ασθενών, παρά το διαπιστωμένο πρόβλημα υγείας τους, δήλωσαν κατά την εισαγωγή τους στο πρόγραμμα ότι συνεχίζουν επιβλαβείς για την υγεία τους συνήθειες (κάπνισμα, καθημερινή κατανάλωση οινοπνευματωδών ποτών). Αυτό το δεδομένο ισχυροποιεί την ανάγκη παροχής, μέσω της υπηρεσίας, κοινωνικής και ψυχολογικής υποστήριξης πέραν της βασικής ιατρικής φροντίδας. Στη συνέχεια της ενότητας, θα παρατεθούν τα ευρήματα της ανάλυσης των αποτελεσμάτων της πιλοτικής εφαρμογής.

6.2.4.1 Κλίμακα αδυναμίας Edmonton

Με βάση την ανάλυση των ερωτηματολογίων Edmonton που χορηγήθηκαν σε όλους τους ασθενείς κατά την ένταξή τους στην υπηρεσία, εξήχθησαν τα ακόλουθα στοιχεία:

- Η πλειοψηφία των ασθενών αξιολογούν την υγεία τους ως μέτρια. Το 1/3 των ασθενών αξιολογούν την υγεία τους ως κακή. Δύο ασθενείς αξιολογούν την υγεία τους ως εξαιρετική.

- Οι μισοί ασθενείς λαμβάνουν άνω των πέντε διαφορετικών φαρμάκων ημερησίως.
- Το 1/4 των ασθενών ξεχνούν μερικές φορές να πάρουν τα φάρμακά τους.
- Οι μισοί περίπου ασθενείς νιώθουν συχνά απογοητευμένοι.
- 6 στους 40 ασθενείς εμφανίζουν μεγάλο δείκτη αδυναμίας, αντιμετωπίζοντας δυσκολίες στο να σηκωθούν και να περπατήσουν λίγα μέτρα.

Η μέση βαθμολογία των ασθενών κατά την κλίμακα αδυναμίας Edmonton (1-10, με το 10 να δηλώνει απόλυτη αδυναμία), προέκυψε ίση με 3.58. Στατιστικά λοιπόν, οι ασθενείς χαρακτηρίζονται ως ελαφρώς αδύναμοι. Συνοψίζοντας, μπορεί μεν και οι 40 ασθενείς να έχουν πρόβλημα καρδιακής ανεπάρκειας, αυτό όμως δεν τους εμποδίζει στις περισσότερες περιπτώσεις από την εκτέλεση των απλών καθημερινών δραστηριοτήτων. Η αδυναμία (frailty) δεν είναι λοιπόν το βασικό γνώρισμα των ασθενών που συμμετείχαν στην Ελληνική πιλοτική μελέτη.

6.2.4.2 Αντίληψη ασθενών για την παρεχόμενη υπηρεσία

Η αντίληψη των ασθενών (patients' perception) για την παρεχόμενη υπηρεσία κρίθηκε μέσω των ερωτηματολογίων SUTAQ [115], τα οποία χορηγήθηκαν σε όλους τους συμμετέχοντες μετά το πέρας της περιόδου παρακολούθησης και φροντίδας τους. Οι πιθανές απαντήσεις στα ερωτήματα του SUTAQ ακολουθούν 1-5 κλίμακα Likert [120], ενώ μεταξύ των 22 συνολικά ερωτήσεων υπάρχουν και θετικές και αρνητικές διατυπώσεις, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο πόλωσης (bias). Στην ανάλυσή μας, επιλέξαμε να αντιστρέψουμε τις απαντήσεις των αρνητικά διατυπωμένων ερωτήσεων, ώστε να μπορούμε να αθροίσουμε τις βαθμολογίες των επιμέρους κατηγοριών. Για παράδειγμα, στην ερώτηση "Ο παρεχόμενος εξοπλισμός έχει εισβάλει στην ιδιωτική μου ζωή", η απάντηση 1 ("Διαφωνώ πλήρως") βαθμολογείται με 5, ενώ, αντίστροφα, η απάντηση 5 ("Συμφωνώ απολύτως") βαθμολογείται με 1.

Η αντίληψη των ασθενών χωρίζεται σε διάφορες υποκατηγορίες. Στον Πίνακα 43, παρατίθενται οι μέσες τιμές ανά κατηγορία καθώς και οι αντίστοιχες τιμές της τυπικής απόκλισης των απαντήσεων.

Υποκατηγορία	Μέση βαθμολογία (κλίμακα 1-5)	Τυπική απόκλιση
--------------	----------------------------------	-----------------

1: Ενισχυμένη φροντίδα	4.26	1.00
2: Αυξημένη προσβασιμότητα σε κέντρα / επαγγελματίες υγείας	3.90	0.85
3: Ανησυχία για τις ενέργειες των επαγγελματιών υγείας	4.76	0.55
4: Ιδιωτικότητα	4.60	0.55
5: Ο παρεχόμενος εξοπλισμός ως αντικαταστάτης του υπάρχοντος μοντέλου φροντίδας	2.58	1.30
6: Ικανοποίηση από τη χρήση της υπηρεσίας	4.46	0.57

Πίνακας 43 Ανάλυση των υποκατηγοριών του ερωτηματολογίου SUTAQ

Αναλύοντας περαιτέρω τον ανωτέρω πίνακα, σημειώνονται τα παρακάτω ανά κατηγορία:

- 1: Οι απαντήσεις των ασθενών ανέδειξαν το γεγονός ότι η υπηρεσία προσέφερε ενισχυμένη φροντίδα στους ασθενείς. Ενδεικτικά, αναφέρθηκε έντονα το γεγονός ότι μειώθηκαν οι περιττές επισκέψεις τους στην κλινική του νοσοκομείου, αφού πλέον οι έλεγχοι ρουτίνας γίνονταν απομακρυσμένα. Επιπλέον, αναδείχθηκε η αυξημένη ασφάλεια που ένιωθαν λόγω του αισθήματος ότι είναι καθημερινώς υπό ιατρική παρακολούθηση και σε περίπτωση ανάγκης θα υπάρξει η κατάλληλη επέμβαση από τους επαγγελματίες υγείας. Σημειώθηκε επίσης η ενίσχυση του ενεργού τους ρόλου, καθώς η καθημερινή διενέργεια μετρήσεων από πλευράς των ασθενών,

- όπως είχε προδιαγραφεί από τους υπεύθυνους ιατρούς, αύξησε το βαθμό αυτοελέγχου στην ίδια τους την υγεία.
- 2: Η συμμετοχή των ασθενών στην υπηρεσία τους έκανε να απολαμβάνουν, σύμφωνα με τα λεγόμενά τους, αυξημένη πρόσβαση σε κέντρα φροντίδας. Η ομάδα φροντίδας, ως διεπιστημονική, τους άνοιξε διόδους πρόσβασης σε διάφορους τομείς φροντίδας (ιατρική, ψυχολογική, κοινωνική).
 - 3: Οι ασθενείς δεν ένιωθαν ιδιαίτερη ανησυχία για τους χειρισμούς της ομάδας φροντίδας τους. Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι οι περισσότεροι εκ των ασθενών είχαν ήδη από το παρελθόν λάβει φροντίδα από το Κωνσταντοπούλειο νοσοκομείο, κάτι που ισχυροποίησε το βαθμό εμπιστοσύνης τους προς το προσωπικό φροντίδας τους στα πλαίσια της υπηρεσίας.
 - 4: Οι ασθενείς δεν σημείωσαν γενικά κάποια ιδιαίτερη ανησυχία για τα προσωπικά τους δεδομένα. Ένας λόγος για αυτό, όπως προαναφέρθηκε, είναι η ισχυρή εμπιστοσύνη τους προς την ομάδα φροντίδας. Παρ' όλα αυτά, 2 στους 40 ασθενείς θεώρησαν τον εξοπλισμό διαχείρισης στοιχείων συμπεριφοράς (αισθητήρες κίνησης / καθίσματος / τηλεόρασης) ως εισβολή στην προσωπική τους ζωή. Κανείς από τους 40 ασθενείς δεν έθιξε κάποιο θέμα ιδιωτικότητας σε σχέση με τις συσκευές μέτρησης ζωτικών παραμέτρων.
 - 5: Παρά τα άκρως θετικά αποτελέσματα των ανωτέρω υποκατηγοριών, οι ασθενείς σημείωσαν ότι ο παρεχόμενος εξοπλισμός αποτελεί μεν θετική προσθήκη στο υπάρχον σύστημα υγείας αλλά δεν μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως το επικρατούν μοντέλο φροντίδας. Φαίνεται ότι η "κλασσικού τύπου" εκ του σύνεγγυς ανθρώπινη επαφή μεταξύ των ασθενών και των ιατρών τους είναι, προς το παρόν, αναπόσπαστο στοιχείο της κουλτούρας των ασθενών, δίχως να μπορεί να αντικατασταθεί πλήρως από συστήματα απομακρυσμένης παρακολούθησης.
 - 6: Τέλος, μεγάλος ήταν ο βαθμός ευχαρίστησής τους από τη χρήση της υπηρεσίας. Σχεδόν στο σύνολό τους έβλεπαν την καθημερινή διενέργεια μετρήσεων, μέσω της παρεχόμενης σύγχρονης τεχνολογίας, ως μια ευχάριστη ρουτίνα που τους επιτρέπει μάλιστα να ελέγχουν πιο ενεργά και οι ίδιοι την υγεία τους. Σημαντικό ρόλο έπαιξε σε αυτό το αίσθημα, η ανάπτυξη του φιλικού προς το χρήστη γραφικού περιβάλλοντος για τη διενέργεια των

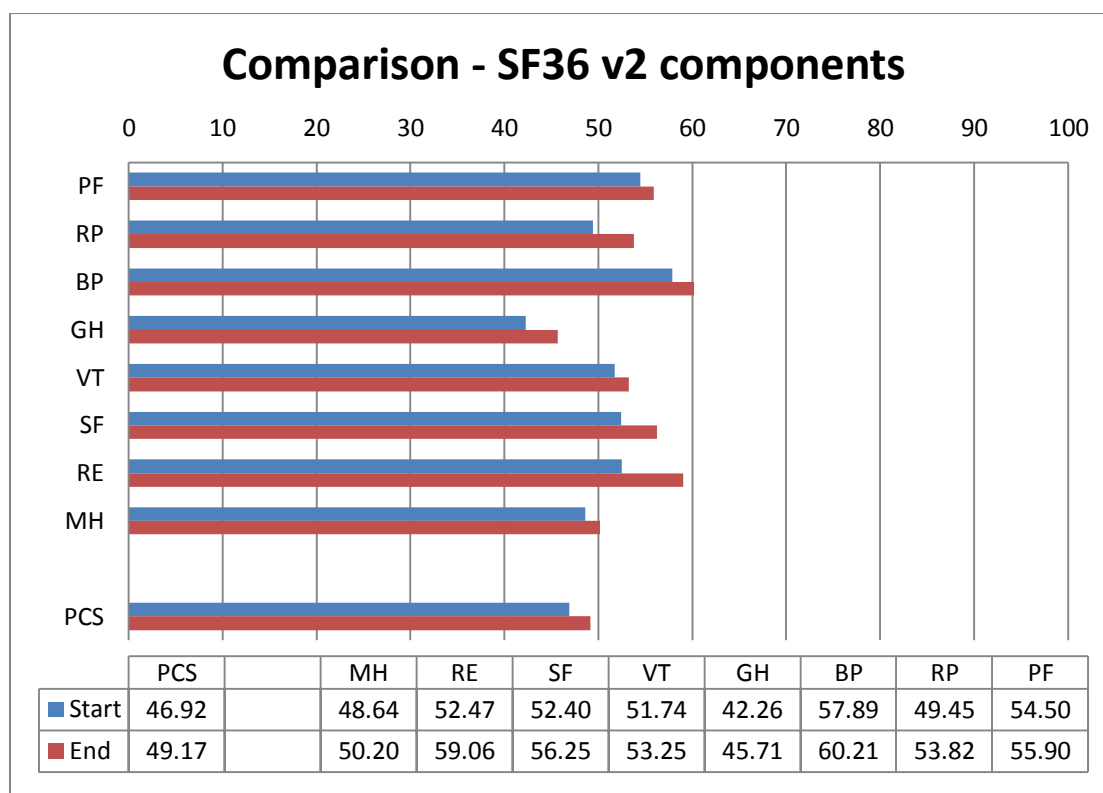
καθημερινών ιατρικών μετρήσεων (βλέπε ανάλυση στην ενότητα 4.3 - Λογισμικό διενέργειας και συλλογής ιατρικών μετρήσεων).

6.2.4.3 Μέτρηση και ανάλυση μεταβολών στην ποιότητα ζωής των ασθενών

Οι αλλαγές στην ποιότητα ζωής των ασθενών μετρήθηκαν με τη χορήγηση σε αυτούς των ερωτηματολογίων SF-36 v2, στην αρχή και στο τέλος της περιόδου συμμετοχής τους στην πιλοτική υπηρεσία. Οι κλίμακες που εξετάζουν τα ερωτηματολόγια SF-36 v2 είναι οι ακόλουθες:

- Οργανική λειτουργία (Physical Function **(PF)**).
- Οργανικός Ρόλος (Role Physical **(RP)**).
- Σωματικός Πόνος (Bodily Pain **(BP)**).
- Γενική Υγεία (General Health **(GH)**).
- Ζωτικότητα (Vitality **(VT)**).
- Κοινωνική λειτουργία (Social Functioning **(SF)**).
- Συναισθηματικός Ρόλος (Role Emotional **(RE)**).
- Ψυχική υγεία (Mental Health **(MH)**).
- Σύνοψη των συστατικών περί φυσικής λειτουργίας (Physical Component Summary **(PCS)**).
- Σύνοψη των συστατικών περί διανοητικής λειτουργίας (Mental Component Summary **(MCS)**).

Στο Σχήμα 41 συγκεντρώνονται όλες οι μέσες βαθμολογίες ανά κατηγορία, τόσο στην αρχή (μπλε χρώμα), όσο και στο τέλος (κόκκινο χρώμα) της περιόδου παρακολούθησης των ασθενών.



Σχήμα 41 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των ερωτηματολογίων SF-36 v2

Καταρχάς, αξίζει να σημειωθεί ότι όλες οι μετρήσιμες, κατά SF-36, αυτό-αξιολογούμενες παράμετροι της ποιότητας ζωής, σημείωσαν άνοδο κατά τη διάρκεια συμμετοχής των ασθενών στην υπηρεσία. Αυτό είναι σίγουρα θετικό εύρημα που καταδεικνύει, μεταξύ άλλων, την ευρύτητα της προτεινόμενης υπηρεσίας που εκτείνεται στους τομείς ιατρικής, ψυχολογικής και κοινωνικής φροντίδας υπό την αρωγή της σύγχρονης τεχνολογίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις πάντως, οι μετρήσιμες αλλαγές σημείωσαν σχετικά μικρή άνοδο (<10%), κάτι που μπορεί να εξηγηθεί βασικά από το γεγονός ότι το χρόνιο πρόβλημα υγείας των ασθενών σαφώς και εξακολουθεί να υπάρχει.

Ο τομέας που παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση στη βαθμολογία, είναι αυτός που σχετίζεται με τη συναισθηματική/ψυχολογική κατάσταση (Role-Emotional, RE). Όπως προκύπτει και από το Σχήμα 41, ο τομέας RE κατέγραψε αύξηση 12.56%. Το εν λόγω εύρημα συνδέεται κυρίως με το αυξημένο αίσθημα ασφάλειας που ανέφεραν οι ασθενείς ότι είχαν κατά τη διάρκεια της παρακολούθησής της, κάτι που τους αύξησε την ψυχική ηρεμία και αισιοδοξία. Επίσης, σημειώθηκε το γεγονός ότι μέσω της καθημερινής τριβής τους με την πλατφόρμα και της διενέργειας των καθημερινών ιατρικών μετρήσεων, ένιωθαν ότι έχουν και οι ίδιοι έναν πιο

ισχυρό έλεγχο της ίδιας τους της υγείας, πέραν της δεδομένης υποστήριξης της ομάδας φροντίδας. Το αυξημένο αίσθημα ασφάλειας σε σχέση με την υγεία τους ήταν επίσης ο βασικός παράγοντας της βελτίωσης στις κοινωνικές σχέσεις των ασθενών (βλέπε Σχήμα 41, τομέας SF).

6.2.4.4 Αντίληψη των επαγγελματιών για την παρεχόμενη υπηρεσία

Ένας ακόμα τομέας αξιολόγησης είναι η αντίληψη των επαγγελματιών για την παρεχόμενη υπηρεσία. Η ανάλυση έγινε μέσω ερωτηματολογίων που χορηγήθηκαν στους επαγγελματίες και κάλυπταν βασικά τους τομείς της αξιολόγησης της ενοποιημένης υπηρεσίας (integrated service) καθώς και της τεχνολογίας της πλατφόρμας. Οι απαντήσεις στα ερωτηματολόγια δόθηκαν από 4 αντιπροσώπους της ομάδας φροντίδας της υπηρεσίας: 1) έναν ιατρό-καρδιολόγο, 2) ένα νοσηλεύτη, 3) έναν κοινωνικό λειτουργό και 4) ένα ψυχολόγο. Σε γενικές γραμμές, όλοι οι επαγγελματίες σημείωσαν ότι για πρώτη φορά στην καριέρα τους, διαχειρίστηκαν με ενοποιημένο τρόπο ιατρικά δεδομένα και στοιχεία συμπεριφοράς, μέσω της προτεινόμενης πλατφόρμας / υπηρεσίας. Αυτό από μόνο του, αποτέλεσε για όλους μια σημαντική πρόκληση.

Πιο αναλυτικά, ο εκπρόσωπος της ομάδας των ιατρών-καρδιολόγων, τόνισε τα παρακάτω οφέλη από τη χρήση της υπηρεσίας:

1. Η πλατφόρμα σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε έτσι ώστε να ενημερώνονται οι ιατροί άμεσα, μέσω του μηχανισμού των ειδοποιήσεων (alerts) που έχει ήδη περιγραφεί στα προηγούμενα κεφάλαια της διατριβής, σε περίπτωση επικίνδυνου ιατρικού περιστατικού που απαιτεί άμεση επέμβαση (π.χ., μέτρηση καρδιακών παλμών εκτός των κανονικών τιμών κατωφλίου).
2. Η παρακολούθηση των ασθενών είναι πολυεπίπεδη και εις βάθος και όλα τα δεδομένα είναι διαθέσιμα ανά πάσα στιγμή σε ηλεκτρονική μορφή για περαιτέρω ανάλυση.
3. Η οργανωτική δομή και λειτουργία της υπηρεσίας επέτρεψε στους ιατρούς να κατανοήσουν βαθύτερα τη σημασία της ψυχολογικής παρακολούθησης των καρδιοπαθών ασθενών, χάρη στη συνεργασία τους με την ομάδα των ψυχολόγων του νοσοκομείου.

4. Η υπηρεσία τους έδωσε για πρώτη φορά τη δυνατότητα να συσχετίσουν τα ιατρικά δεδομένα με τα στοιχεία συμπεριφοράς και τα στοιχεία ψυχολογικής κατάστασης.
5. Η πλατφόρμα δίνει τη δυνατότητα να τεθούν προσωποποιημένες τιμές κατωφλίου για τις διάφορες παραμέτρους.

Σαν πρόταση βελτίωσης της πιλοτικής υπηρεσίας, η ομάδα των ιατρών προτείνει τη δημιουργία αντίστοιχης εφαρμογής με το Consumer Application (βλέπε ενότητα 4.6) για κινητά τηλέφωνα (mobile application). Η πρόταση προκύπτει κυρίως από το γεγονός ότι οι ιατροί-καρδιολόγοι είναι αναγκασμένοι να περνούν πολλές ώρες εργασίας σε χώρο που δεν υπάρχει υπολογιστής γραφείου (π.χ., εντός της Μονάδας Εντατικής Θεραπείας Καρδιοπαθών), οπότε η εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα θα αποτελούσε χρήσιμη επέκταση, δεδομένης της φύσης του επαγγέλματός τους. Η τάση μελέτης και ανάπτυξης εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα που σχετίζονται με την παρακολούθηση της υγείας είναι ολοένα και αυξανόμενη στην ερευνητική κοινότητα - χαρακτηριστικά αναφέρονται οι πρόσφατες εργασίες [8] [121] [122] [123].

Οι υπόλοιποι επαγγελματίες σημείωσαν όμοια οφέλη από τη χρήση της υπηρεσίας. Σαν βελτιωτικές προτάσεις, η ομάδα των ψυχολόγων προτείνει την εισαγωγή διαφοροποιημένης διαδικασίας υποστήριξης ανάλογα με την ηλικία των ασθενών, λαμβάνοντας υπόψη ότι όσοι υπέστησαν καρδιακό επεισόδιο σε σχετικά μικρή ηλικία χρήζουν περισσότερης βοήθειας τις περισσότερες φορές. Επίσης, μέσω της πιλοτικής δοκιμής, διαπίστωσαν ότι είναι αποδοτικότερο η περιοδική χορήγηση των ψυχομετρικών ερωτηματολογίων SDS και BDI να γίνεται με τη μορφή ανοικτής συζήτησης, αντί μιας στείρας επαναλαμβανόμενης παράθεσης τυποποιημένων ερωτήσεων, καθώς έτσι νιώθει πιο άνετα ο ασθενής και μπορεί να αναδείξει περισσότερες πτυχές της ψυχικής του κατάστασης. Τέλος, η ομάδα των νοσηλευτών προτείνει την εισαγωγή ειδικά εκπαιδευμένων "νοσηλευτών στο σπίτι" (nurses at home), όποτε αυτό απαιτείται.

6.2.4.5 Αξιολόγηση των ειδοποιήσεων της πλατφόρμας και της αποδοτικότητας της φροντίδας

Ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι μελέτης κατά την πιλοτική αξιολόγηση, ήταν οι ειδοποιήσεις (alerts) που παρήχθησαν από την πλατφόρμα και ο τρόπος που αυτές

χειρίστηκαν από τους επαγγελματίες. Το πρωτόκολλο παραγωγής και διαχείρισης των ειδοποιήσεων στην Ελληνική πιλοτική εφαρμογή έχει ως εξής ανά παράμετρο και σε συνέχεια της ανάλυσης απαιτήσεων που παρατέθηκε στο Κεφάλαιο 3:

- **Σωματικό βάρος:** Ειδοποίηση παράγεται από την πλατφόρμα όταν εμφανίζεται αύξηση βάρους κατά 1 Kg επί δύο συναπτές μέρες. Αυτό μπορεί να αποτελεί ένδειξη παρακράτησης σωματικών υγρών και πρέπει να αντιμετωπιστεί κατάλληλη από την ιατρική ομάδα μέσω ρύθμισης της δοσολογίας των σχετικών φαρμάκων που λαμβάνει ο καρδιοπαθής ασθενής.
- **Αρτηριακή πίεση, Οξυμετρία και Καρδιακοί παλμοί:** Ειδοποίηση παράγεται όταν οι τιμές είναι εκτός των ορίων. Τα όρια αυτά είναι παραμετροποιήσιμα ανά ασθενή και οι προκαθορισμένες τιμές στο σύστημα είναι **α)** 80 mmHg (κάτω όριο) και 170 mmHg (άνω όριο) για την αρτηριακή πίεση, **β)** 90% για το ποσοστό κορεσμού του οξυγόνου στο αίμα (κάτω όριο) και **γ)** 50 παλμοί ανά λεπτό (κάτω όριο) και 130 παλμοί ανά λεπτό (άνω όριο) για τους καρδιακούς παλμούς. Οι ειδοποιήσεις αυτής της κατηγορίας παράγονται ως υψηλής προτεραιότητας και σημασίας από το σύστημα και ως τέτοιες χειρίζονται από την ιατρική ομάδα.
- **Μέτρηση καθιστικής ζωής, παρακολούθησης τηλεόρασης και κίνησης εντός της οικίας:** Ειδοποίηση παράγεται όταν οι τρέχουσες μετρήσεις δείξουν απόκλιση από το προφίλ συνηθειών του ασθενούς, όπως αυτό σχηματίστηκε τις πρώτες δύο εβδομάδες παρακολούθησής του. Το κατώφλι απόκλισης είναι παραμετροποιήσιμο ανά ασθενή. Οι ειδοποιήσεις παράγονταν με ένδειξη σε σχέση με το αποθηκευμένο προφίλ συνηθειών ως "Away" και "Far Away", με τις προκαθορισμένες τιμές απόκλισης να είναι 30% και 50% αντίστοιχα. Αυτού του είδους οι ειδοποιήσεις αναλύονται από κοινού από την διεπιστημονική ομάδα ιατρικής και κοινωνικής φροντίδας και κατά βάση πυροδοτούν μια διαδικασία επικοινωνίας με τον ασθενή για βαθύτερη κατανόηση των αιτιών που οδήγησαν στην σημαντική αλλαγή στις συνήθειες του ασθενούς. Σε δεύτερο στάδιο, αποφασίζεται αν χρειάζεται κάποια περαιτέρω ενέργεια από την ομάδα φροντίδας, είτε ψυχολογικής είτε ιατρικής φύσεως.
- **Θερμοκρασία δωματίου:** Ειδοποίηση παράγεται όταν οι τιμές είναι εκτός αποδεκτών ορίων, όπως αυτά παρουσιάστηκαν στην ενότητα 3.1.3. Σε

περίπτωση εμφάνισης τέτοιας ειδοποίησης, οι κοινωνικοί λειτουργούν επικοινωνούν με τον ασθενή και υπενθυμίζουν τη σημασία που έχει για την υγεία η διαβίωση σε κατάλληλες συνθήκες. Ειδική έμφαση δίνεται σε περιπτώσεις εμφάνισης πολύ υψηλών τιμών θερμοκρασίας (π.χ., κατά τη διάρκεια καύσωνα) κάτι που δυσχεραίνει ιδιαίτερα τους καρδιοπαθείς.

- **Ψυχολογική αξιολόγηση:** Η χρήση των ερωτηματολογίων SDS και BDI, όπως αναλύθηκε στην ενότητα 3.1.2, στοχεύει στην έγκαιρη διάγνωση και αντιμετώπιση της κατάθλιψης. Όταν η βαθμολογία είναι εκτός ορίων, τότε ο υπεύθυνος ψυχολόγος επεμβαίνει και κανονίζει συνεδρία με τον ασθενή, αφού έχει ενημερωθεί εκ των προτέρων για την γενική κατάστασή του, μέσω σχετικής αναφοράς από την ιατρική ομάδα.

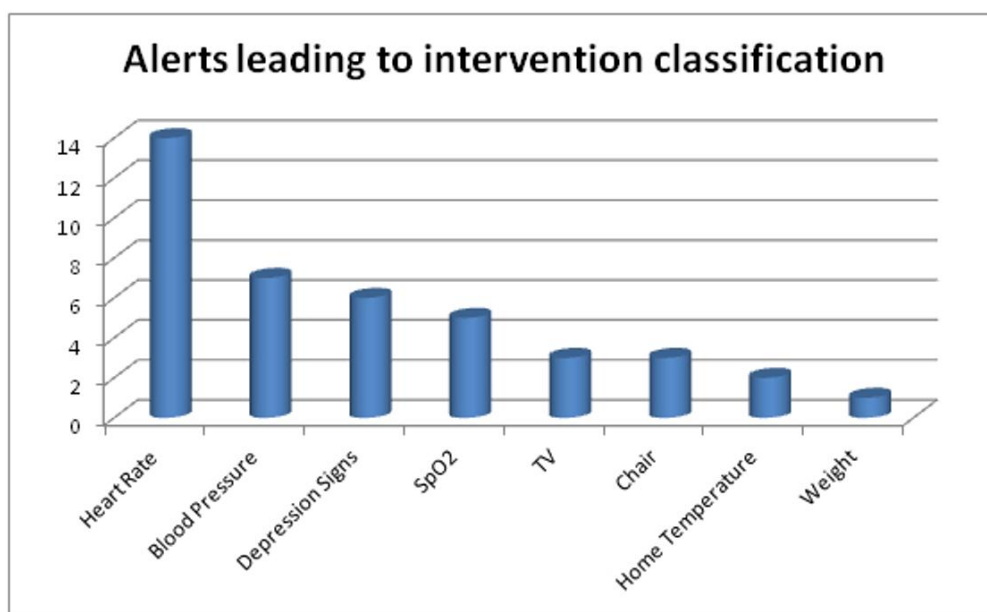
Κατά τη διάρκεια της πιλοτικής μελέτης, ένας σημαντικός όγκος ειδοποιήσεων, 67 τον αριθμό, δημιουργήθηκαν και διαχειρίστηκαν στα πλαίσια της προτεινόμενης υπηρεσίας. Η πλειοψηφία των ειδοποιήσεων σχετιζόταν με την παράμετρο των καρδιακών παλμών, κάτι που θεωρείται λογικό δεδομένου ότι οι ασθενείς με συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια αντιμετωπίζουν συχνά αρρυθμίες. Σε δύο από αυτές τις περιπτώσεις, η ειδοποίηση του συστήματος ήταν σωτήρια, καθώς οδήγησε στην έγκαιρη εκτέλεση της απαραίτητης χειρουργικής επέμβασης (τοποθέτηση εμφυτεύσιμου καρδιομετατροπέα απινιδωτή).

Επιπλέον, 6 ασθενείς βρέθηκαν με σημάδια πρόωρης κατάθλιψης, κάτι που εντοπίστηκε βασικά σε αυτούς που είχαν αντιμετωπίσει πρόσφατα ένα σοβαρό καρδιακό επεισόδιο. Οι ψυχολόγοι επενέβησαν σε όλες αυτές τις περιπτώσεις προσφέροντας υποστηρικτική ψυχοθεραπεία.

Σημειώνεται ότι 10 ειδοποιήσεις δεν οδήγησαν σε κάποια παρέμβαση από πλευράς της ομάδας φροντίδας. Αυτό μπορεί να συνέβη είτε επειδή οι σχετικές τιμές επέστρεψαν σε απόλυτη ομαλότητα πριν την όποια παρέμβαση, οπότε η ειδοποίηση αυτόματα άλλαξε κατάσταση σε "Ανενεργή", είτε επειδή οι σχετικές τιμές που οδήγησαν στην παραγωγή ειδοποίησης από το σύστημα οφείλονταν σε προσωρινή προφανή δυσλειτουργία της αισθητήριας συσκευής (π.χ., τιμή θερμοκρασία κάτω των 0 °C), οπότε κάποιος επαγγελματίας ενημέρωσε χειροκίνητα την κατάσταση της ειδοποίησης σε "Ανενεργή". Σε κάθε περίπτωση, θεωρήθηκε πολύ βοηθητική η ύπαρξη στο Consumer Application της τρέχουσας κατάστασης (status) της

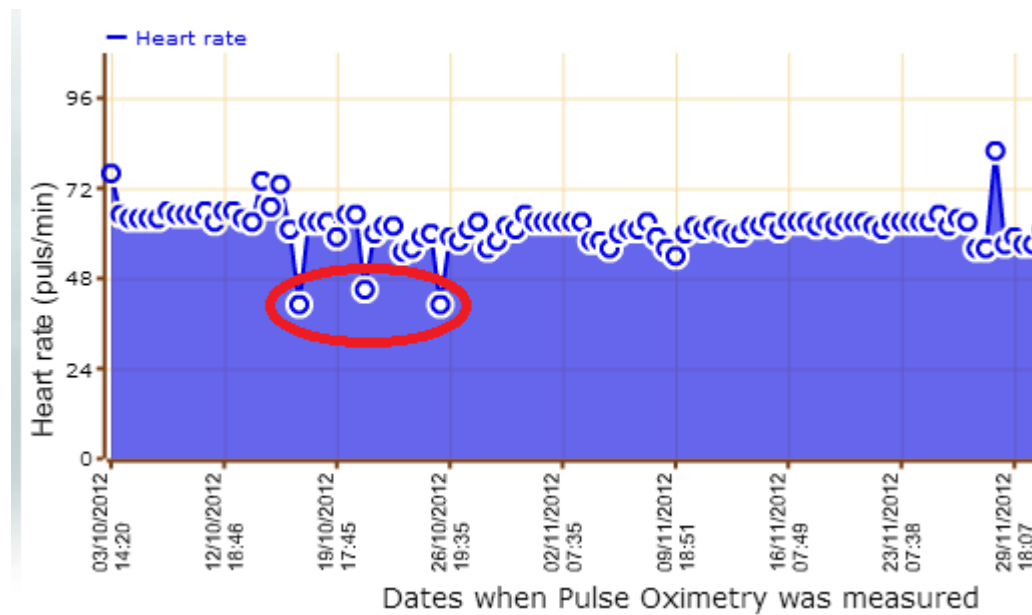
ειδοποίησης, ώστε όλοι οι χειριστές της εφαρμογής να έχουν επικαιροποιημένη εικόνα καθώς και δυνατότητα να δουν το πλήρες ιστορικό της ειδοποίησης.

Στο Σχήμα 42 κατηγοριοποιούνται οι ειδοποιήσεις που οδήγησαν σε παρέμβαση εκ μέρους της ομάδας φροντίδας. Μπορεί να φανεί ο τύπος της ειδοποίησης και ο αντίστοιχος συνολικός αριθμός ειδοποιήσεων κατά τη διάρκεια του πιλότου.



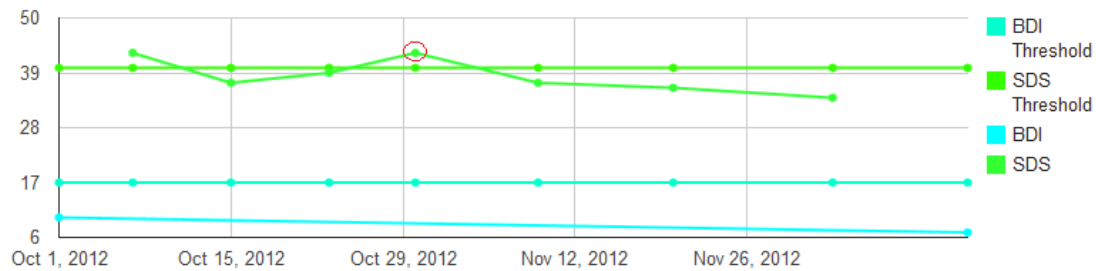
Σχήμα 42 Κατηγοριοποίηση των ειδοποιήσεων που οδήγησαν σε παρέμβαση

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασαν οι περιπτώσεις όπου υπήρξε διεπιστημονική συνεργασία των ομάδων φροντίδας, κάτι που αποτελεί και μείζον στόχο της προτεινόμενης υπηρεσίας. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ο ασθενής #17, για τον οποίο παρατηρήθηκαν αρχικά τιμές καρδιακών παλμών εκτός των αποδεκτών ορίων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 43 του Consumer Application και, συνεπώς, η ιατρική ομάδα ενημερώθηκε μέσω αυτόματης ειδοποίησης. Ο ασθενής εξετάστηκε μετέπειτα από τους ιατρούς καρδιολόγους, οι οποίοι αφού έλαβαν υπόψη το ιστορικό του καθώς και τα αποτελέσματα εικοσιτετράωρης καταγραφής καρδιακού ρυθμού (Holter monitoring), προχώρησαν στην απαραίτητη χειρουργική επέμβαση εμφύτευσης απινιδωτή.



Σχήμα 43 Τιμές καρδιακών παλμών μέσω του οξύμετρου για τον ασθενή #17

Η χειρουργική επέμβαση ήταν επιτυχημένη. Ο ασθενής, όμως, ένιωθε αρχικά απαισιόδοξος, λόγω του σοβαρού καρδιακού επεισοδίου που είχε μόλις αντιμετωπίσει. Σημάδια ελαφριάς κατάθλιψης αναδείχθηκαν μέσω των εβδομαδιαίων ερωτηματολογίων, όπως φαίνεται με κόκκινο κύκλο στο Σχήμα 44 από το Consumer Application, κάτι που οδήγησε στην απόφαση διεξαγωγής υποστηρικτικής συνεδρίας από μεριάς του υπεύθυνου ψυχολόγου. Το γράφημα δείχνει ότι οι μετρήσεις της κατάθλιψης επέστρεψαν σε κανονικές τιμές, κάτω των ορίων ελαφριάς κατάθλιψης δηλαδή, κάτι που επιβεβαιώνει την επιτυχία της έγκαιρης ψυχολογικής παρέμβασης, κατά την οποία μάλιστα δεν χρειάστηκε η χορήγηση κάποιου φαρμάκου. Κρίθηκε πολύ σημαντικό το γεγονός ότι ο ψυχολόγος είχε πλήρη γνώση, μέσω της πλατφόρμας και μέσω της συνεργασίας με την ιατρική ομάδα, του σχετικού ιατρικού ιστορικού, κάτι που του επέτρεψε να κάνει βέλτιστη διαχείριση του ασθενούς στα πλαίσια των υποστηρικτικών για την ψυχολογική του κατάσταση συνεδριών. Επιβεβαιώνεται λοιπόν η σημασία συσχέτισης των ιατρικών και ψυχολογικών δεδομένων στα πλαίσια της πλατφόρμας, καθώς και η ανάγκη διεπιστημονικής συνεργασίας των ομάδων φροντίδας.



Σχήμα 44 Αποτελέσματα ψυχομετρικών ερωτηματολογίων για τον ασθενή #17

6.3 Σύνθεση αποτελεσμάτων των ευρωπαϊκών πιλοτικών εφαρμογών

Όπως προαναφέρθηκε, η προτεινόμενη υπηρεσία δοκιμάστηκε, πέραν της Ελλάδας, στην Αγγλία, τη Γαλλία, την Ιταλία και την Ισπανία, στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος inCASA [31]. Η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας ήταν η ίδια σε όλα τα πιλοτικά κέντρα, ενώ διαφορές υπήρχαν στον τύπο της ασθένειας των συμμετεχόντων και συνεπώς και στην εκάστοτε ροή εργασιών. Σε κάθε περίπτωση, ο στόχος ήταν η ενοποιημένη παροχή ιατρικής και κοινωνικής φροντίδας σε αδύναμους ηλικιωμένους, με στόχο τη διευκόλυνσή τους προς την κατεύθυνση της ποιοτικής διαβίωσης εντός της οικίας τους. Πιο συγκεκριμένα, στην Αγγλία η υπηρεσία εφαρμόστηκε σε αδύναμους ηλικιωμένους ασθενείς με χρόνια νοσήματα, στη Γαλλία σε καρκινοπαθείς και στην Ισπανία σε ασθενείς με χρόνια πνευμονοπάθεια. Στην Ιταλία, η υπηρεσία εφαρμόστηκε σε ξεχωριστή ομάδα - στόχο, που αποτελούνταν από απομονωμένους κοινωνικά ηλικιωμένους, που είχαν αναζητήσει βοήθεια σε κέντρο παροχής στέγασης και κοινωνικής φροντίδας. Τα ανωτέρω αναδεικνύουν την ευρύτητα εφαρμογής της τεχνικής λύσης, που δύναται να καλύψει ένα μεγάλο κομμάτι ιατρικής και κοινωνικής φροντίδας.

Η μεθοδολογία αξιολόγησης, βασισμένη στη μεθοδολογία MAST [112], ήταν κοινή σε όλα τα πιλοτικά κέντρα, εστιάζοντας σε τομείς όπως: αντίληψη των ασθενών και των επαγγελματιών για την παρεχόμενη υπηρεσία, κλινική αποδοτικότητα, κ.λπ., όπως ήδη έχουν παρουσιαστεί στην αξιολόγηση της πιλοτικής εφαρμογής στην Ελλάδα.

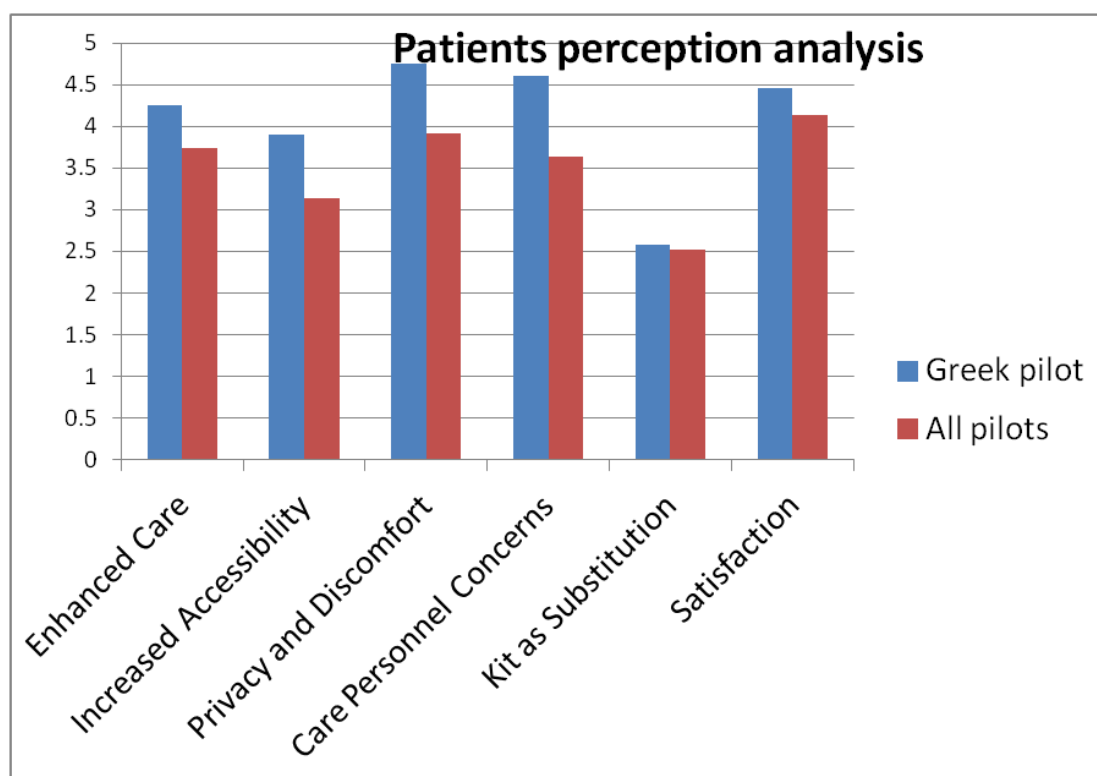
Συνθέτοντας τα αποτελέσματα όλων των πιλοτικών κέντρων (207 ασθενείς), μπορούν να συνοψιστούν τα κατωτέρω αποτελέσματα για την αντίληψη των ασθενών για την παρεχόμενη υπηρεσία και τη μεταβολή στην ποιότητα ζωής τους, όπως αυτά μετρήθηκαν μέσω των ερωτηματολογίων SUTAQ και SF-36 v2 αντίστοιχα:

- Η μεγάλη πλειοψηφία των ασθενών ένιωσε αυξημένο αίσθημα ασφάλειας κατά τη διάρκεια παραμονής στην υπηρεσία. Αυτό κυρίως αποδίδεται στο αίσθημα συνεχούς παρακολούθησης από ειδικευμένο προσωπικό με χρήση σύγχρονης τεχνολογίας. Το αυξημένο αίσθημα ασφάλειας συνετέλεσε στην βελτίωση της ψυχολογικής / συναισθηματικής κατάστασής τους. Όμοια με το παράδειγμα της Ελλάδας (βλέπε ενότητα 6.2.4.3), ο τομέας που σημείωσε τη μεγαλύτερη αύξηση στις συγκεντρωτικές μετρήσεις μεταβολών στην ποιότητα ζωής ήταν ο συναισθηματικός (Role Emotional).
- Οι ασθενείς ένιωσαν ότι η χρήση του εξοπλισμού ελάφρυνε κάποιες από τις ανησυχίες τους σχετικά με τη διαχείριση της κατάστασής του αναφορικά με την υγεία τους.
- Οι ασθενείς ανέφεραν ότι η χρήση του εξοπλισμού σε ημερήσια βάση δεν παρεμπόδισε την καθημερινότητά τους. Μάλιστα, οι περισσότεροι σημείωσαν ότι η διαδικασία διενέργειας μετρήσεων ήταν ευχάριστη, κυρίως λόγω του φιλικού προς το χρήστη γραφικού περιβάλλοντος.
- Οι ασθενείς πιστεύουν ότι η καθημερινή διαδικασία διενέργειας μετρήσεων μέσω της πλατφόρμας, αύξησε τον ενεργό ρόλο τους όσον αφορά την προσωπική τους υγεία.
- Οι ασθενείς ένιωσαν σε ποσοστό 86% ότι ο παρεχόμενος εξοπλισμός δεν παραβίασε την ιδιωτικότητα τους. Στην Ελλάδα το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 95%.
- Όμοια με τα ευρήματα στην Ελλάδα, οι ασθενείς σε ποσοστό 65% πιστεύουν ότι η προτεινόμενη υπηρεσία είναι μεν πολλά υποσχόμενη, αλλά δεν μπορεί να ειπωθεί προς το παρόν σαν αντικαταστάτης του υπάρχοντος μοντέλου φροντίδας.

Στο Σχήμα 45 παρατίθεται συγκριτική συνθετική μελέτη των διάφορων κατηγοριών της αντίληψης των ασθενών για την παρεχόμενη υπηρεσία, τόσο για τον Ελληνικό

πιλότο όσο και για όλους τους πιλότους μαζί, με βάση τις συγκεντρωτικές βαθμολογίες του ερωτηματολογίου SUTAQ. Τα ευρήματα συμπυκνώνονται ως εξής:

- Τόσο στην Ελλάδα όσο και σε όλα τα πιλοτικά κέντρα, οι ασθενείς θεώρησαν ότι η υπηρεσία παρέχει ενισχυμένη φροντίδα.
- Οι ασθενείς θεώρησαν ότι η συμμετοχή τους στην υπηρεσία τους επέτρεψε να έχουν αυξημένη πρόσβαση σε κέντρα υγείας. Αυτή η γνώμη ήταν πιο ενισχυμένη στους Έλληνες ασθενείς.
- Οι Έλληνες ασθενείς, σε σημαντικό βαθμό, πιστεύουν ότι η υπηρεσία σέβεται την ιδιωτική τους ζωή, ενώ έχουν μεγάλη εμπιστοσύνη στους χειρισμούς της ομάδα φροντίδας τους. Οι Ευρωπαίοι ασθενείς εξέφρασαν τις ίδιες τάσεις, σε μικρότερο βαθμό όμως.
- Τόσο στην Ελλάδα, όσο και στο σύνολο της Ευρωπαϊκής μελέτης, οι ασθενείς είναι σκεπτικοί στο να θεωρήσουν την προτεινόμενη υπηρεσία σαν πλήρη αντικαταστάτη του υπάρχοντος μοντέλου. Διαφάνηκε όμως, από τις σχετικές μετρήσεις, ο σημαντικός βαθμός ευχαρίστησης τους από τη χρήση της υπηρεσίας.



Σχήμα 45 Συνθετική παρουσίαση αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου SUTAQ

Επιπλέον, μεγάλη ομοιότητα παρατηρήθηκε και στις απόψεις των επαγγελματιών, όπου και από τη συνθετική ανάλυση όλων των πιλοτικών κέντρων, προκύπτει ότι τα κύρια σημεία συνεισφοράς της υπηρεσίας είναι η πολυπαραμετρική και διεπιστημονική δυνατότητα αξιολόγησης και παρακολούθησης της ιατρικής και κοινωνικής κατάστασης του ηλικιωμένου ασθενούς, καθώς και η ευφυής παραγωγή ειδοποιήσεων (alerts) που επιτρέπει την άμεση διαχείριση επειγόντων περιστατικών. Στον τομέα των ειδοποιήσεων, οι επαγγελματίες στάθηκαν στην αυτόματη διαχείριση του κύκλου ζωής μιας ειδοποίησης, όπου το SPP έχει τη δυνατότητα να αλλάζει την κατάσταση μιας ενεργής ειδοποίησης σε ανενεργή όταν οι τιμές μέτρησης επιτρέψουν σε αποδεκτά επίπεδα και να ενημερώνει και το Consumer Application, όπως φαίνεται στο Σχήμα 46.

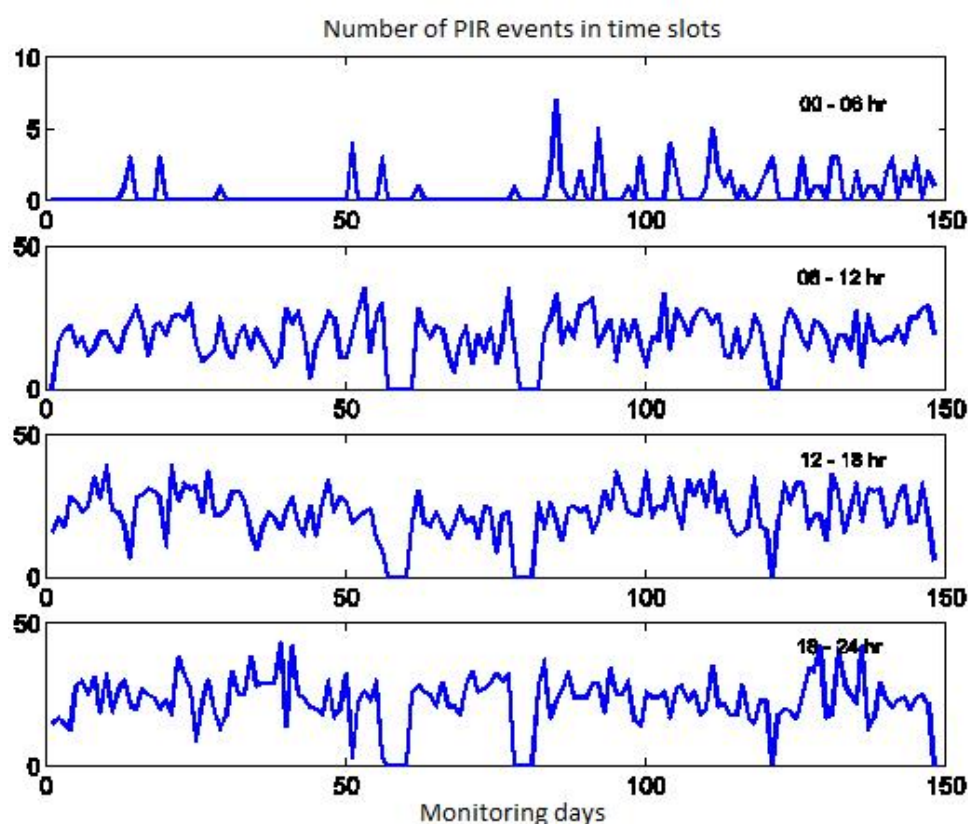
Blood Oxygen alert for patient

Type	Value	Timestamp	Severity/Priority	Phase	State
Blood Oxygen	96	2013-06-06 at 09:57:31	H-PH	end	inactive
Blood Oxygen	89	2013-06-05 at 22:28:03	H-PH	start	active

Σχήμα 46 Αυτόματη διαχείριση κύκλου ζωής μιας ειδοποίησης

Ιδιαίτερης σημασίας είναι το γεγονός ότι και στις υπόλοιπες πιλοτικές εφαρμογές ανά την Ευρώπη, εκτιμήθηκε η δυνατότητα πολυπαραμετρικής αξιολόγησης της κατάστασης των ασθενών και η συσχέτιση των στοιχείων συμπεριφοράς τους με τα ιατρικά δεδομένα. Σαν χαρακτηριστικό παράδειγμα από τη μελέτη στην Αγγλία, αναφέρεται ένας ασθενής με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (COPD). Στο Σχήμα 47, απεικονίζεται ο αριθμός των σημάτων του PIR αισθητήρα εντοπισμού κίνησης, ανά διάστημα της ημέρας (00:00-06:00, 06:00-12:00, 12:00-18:00 και 18:00-24:00 αντίστοιχα). Από τη μέρα παρακολούθησης #80, παρατηρήθηκε αύξηση των PIR σημάτων κατά το 1ο διάστημα της μέρας (00:00-06:00), κάτι που σημαίνει ότι ο ασθενής ξυπνούσε νωρίτερα, πιθανώς λόγω προβλημάτων στον ύπνο. Επιπλέον, καταγράφηκε αύξηση, πέραν του συνηθισμένου για τον εν λόγω ασθενή, των σημάτων κατά το διάστημα 12:00-18:00 από τη μέρα παρακολούθησης #90 και μετά. Οι ανωτέρω αλλαγές στις συνήθειες του ασθενούς συσχετίστηκαν με παρατηρηθείσες χαμηλές τιμές οξυμετρίας (SpO_2) και οδήγησαν στην παραπομπή του ασθενούς στο

τμήμα πνευμονικής αποκατάστασης, όπου και τελικά του χορηγήθηκε οξυγονοθεραπεία.



Σχήμα 47 Αριθμός PIR γεγονότων ανά χρονικό διάστημα της μέρας

6.4 Σύνοψη αποτελεσμάτων και μελλοντικών συστάσεων

Η προτεινόμενη υπηρεσία μελετήθηκε και αξιολογήθηκε εκτενώς στην Ελλάδα στα πλαίσια της διατριβής, ενώ επίσης παρουσιάστηκαν και συνθετικά στοιχεία από την πιλοτική εφαρμογή της υπηρεσίας σε άλλες 4 ευρωπαϊκές χώρες, μέσω του ερευνητικού προγράμματος inCASA.

Ένας βασικός στόχος της υπηρεσίας ήταν η βελτίωση της ταχύτητας και της ποιότητας της φροντίδας, με παράλληλη μείωση του κόστους. Τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά αναφορικά με την ποιότητα της φροντίδας, κάτι που καταγράφηκε σε όλους τους σχετικούς δείκτες των ερωτηματολογίων SF-36 και SUTAQ που χορηγήθηκαν στους ασθενείς. Ιδιαίτερως αναδείχθηκε το αίσθημα ασφάλειας των ασθενών, λόγω της συνεχούς παρακολούθησής του από εξειδικευμένο

προσωπικό, με τη βοήθεια σύγχρονης τεχνολογίας. Παράλληλα, η καινοτόμος πλατφόρμα σχεδιάστηκε έτσι ώστε να ειδοποιεί άμεσα σε περίπτωση ανάγκης. Έτσι, μόνο στο παράδειγμα της Ελλάδας, καταγράφηκαν 2 περιπτώσεις όπου η ειδοποίηση του συστήματος ήταν έγκαιρη και σωτήρια. Όσον αφορά το κόστος, είναι δεδομένο ότι απαιτείται μελέτη σε μεγαλύτερη κλίμακα για την εξαγωγή ρεαλιστικών συμπερασμάτων. Σε κάθε περίπτωση, πιστεύεται ότι η μείωση του αριθμού των εισαγωγών στο νοσοκομείο, που μπορεί να επιτύχει η υπηρεσία μέσω της αυξημένης πρόληψης, είναι ένας βασικός παράγοντας μείωσης του ολικού κόστους, δεδομένου ότι η θεραπεία στο νοσοκομείο είναι ιδιαίτερος δαπανηρή.

Εξίσου σημαντικό καθώς και καινοτόμο στοιχείο της υπηρεσίας ήταν η δυνατότητα ενοποιημένης διαχείρισης ιατρικών δεδομένων και στοιχείων συμπεριφοράς των ασθενών, μέσω μάλιστα διεπιστημονικής συνεργασίας των ομάδων ιατρικής, ψυχολογικής και κοινωνικής φροντίδας. Από πλευράς τεχνολογίας, όπως παρουσιάστηκε στα Κεφάλαια 4 και 5, η πλατφόρμα λογισμικού σχεδιάστηκε έτσι ώστε τα ανωτέρω δεδομένα να μεταδίδονται και χειρίζονται ενοποιημένα, με σεβασμό μάλιστα σε κυρίαρχα πρότυπα, κάτι που εγγυάται την ευκολότερη και αποδοτικότερη διασύνδεσή της με εξωτερικά συστήματα ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας. Όπως παρουσιάστηκε στο παρόν κεφάλαιο, η συσχετισμένη ανάλυση ιατρικών δεδομένων και συνηθειών των ασθενών, επέτρεψε στους επαγγελματίες να σχηματίσουν σφαιρικότερη εκτίμηση για τον εκάστοτε ασθενή, να εμβαθύνουν τις γνώσεις τους και να έχουν πλέον τη δυνατότητα να παρέμβουν εγκαίρως, σε σημείο που η κλασική, μη συσχετισμένη, ανάλυση των δεδομένων δεν θα επέτρεπε.

Αναφορικά με τα επόμενα βήματα της υπηρεσίας και την εφαρμογή της σε ευρύτερο επίπεδο, πέραν του πιλοτικού, κρίνεται απαραίτητη μια γενικότερη αλλαγή κουλτούρας στα συστήματα υγείας, εισάγοντας διεπιστημονική συνεργασία μεταξύ των ομάδων ιατρικής, ψυχολογικής και κοινωνικής φροντίδας και προτάσσοντας την πρόληψη έναντι της εκ των υστέρων αντιμετώπισης / θεραπείας. Τέλος, σαφώς απαιτείται η εύρεση των κατάλληλων πόρων και σχημάτων συνεργασίας, για την ευρεία εφαρμογή της υπηρεσίας. Ύστερα από τη διεξαγωγή σχετικών εκδηλώσεων προώθησης και διερεύνησης προοπτικών επιχειρησιακής εκμετάλλευσης της υπηρεσίας ανά την Ευρώπη, διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανά χώρα σε οικονομικό, οργανωτικό και ρυθμιστικό επίπεδο, που δεν ευνοούν την ανάπτυξη ενός κοινού μοντέλου εφαρμογής της υπηρεσίας σε εμπορική βάση. Στο

παράδειγμα της Ελλάδας, προκρίθηκε ότι η χρηματοδότηση αποκλειστικά από το Δημόσιο για την εφαρμογή της υπηρεσίας σε ευρεία βάση, είναι σχεδόν ανέφικτη, λόγω των υφιστάμενων οικονομικών περιορισμών. Συνεπώς, ένα βιώσιμο μοντέλο παροχής της υπηρεσίας, θα μπορούσε να αποτελείται από σύμπραξη δημόσιου και ιδιωτικού χαρακτήρα (Public–Private Partnership), σύμφωνα και με τις εκτιμήσεις υψηλόβαθμων στελεχών επιχειρήσεων και οργανισμών στο χώρο της υγείας. Επιπλέον, ο τομέας κοινωνικής ασφάλισης και ασφάλειας υγείας, προτείνεται ως κατάλληλη αγορά προώθησης της προτεινόμενης υπηρεσίας.

7 Συμπεράσματα - Μελλοντική Εργασία

Βασικό μέλημα της διατριβής αποτέλεσε η σχεδίαση και υλοποίησης πλατφόρμας, που μπορεί να διαχειρίζεται με ενοποιημένο τρόπο ιατρικά δεδομένα και στοιχεία συμπεριφοράς των ασθενών. Σε πρώτο στάδιο, έγινε συλλογή και ανάλυση των απαιτήσεων από τους επαγγελματίες της υγείας, ώστε η πλατφόρμα να δύναται να υποστηρίξει μια υπηρεσία, που σαν τελικό στόχο έχει την παροχή συνδυασμένης ιατρικής, ψυχολογικής και κοινωνικής φροντίδας στους ασθενείς.

Με οδηγό αυτή την καινοτόμο προσέγγιση, παρουσιάστηκαν όλα τα απαραίτητα τεχνικά συστατικά για τη δημιουργία ολοκληρωμένης πλατφόρμας, από τη συλλογή των δεδομένων στην οικία των ασθενών έως το επίπεδο παρουσίασης τους και χειρισμού αυτών εντός της εφαρμογής Ιστού (Consumer Application). Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στο, υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής, μεσισμικό της πλατφόρμας, καθώς και στην ανάπτυξη ευφυούς και προσωποποιημένου μηχανισμού παραγωγής και διαχείρισης ειδοποιήσεων (alerts), που σχετίζονται με καταστάσεις που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής από την ομάδα φροντίδας.

Σημαντικό επίσης κομμάτι συνεισφοράς της διατριβής αποτελεί η επιτυχία διαλειτουργικότητας μεταξύ των συστατικών της πλατφόρμας, με σεβασμό σε κυρίαρχα πρότυπα του τομέα (HL7, ISO/IEEE), αλλά και σε κυρίαρχες κατευθυντήριες οδηγίες (Continua Health Alliance, Integrating the Healthcare Enterprise (IHE)), κάτι που διευκολύνει, μεταξύ άλλων, την μελλοντική ολοκλήρωση (integration) της προτεινόμενης υπηρεσίας με εξωτερικά συστήματα παροχής φροντίδας. Στο Κεφάλαιο 5 της διατριβής, παρουσιάστηκε αναλυτικά ο τρόπος με τον οποίο υιοθετήθηκαν και παραμετροποιήθηκαν τα ανωτέρω στοιχεία, ώστε να επιτευχθεί εν τέλει ενοποιημένη παραγωγή, μετάδοση και διαχείριση μηνυμάτων που περιέχουν ιατρικά δεδομένα, ψυχολογικά στοιχεία, στοιχεία συμπεριφοράς, καθώς και δεδομένα του περιβάλλοντος χώρου του ασθενούς, όπως η θερμοκρασία δωματίου.

Εξίσου μεγάλης σημασίας ήταν η πιλοτική εφαρμογή και αξιολόγηση της προτεινόμενης υπηρεσίας, που έλαβε χώρα στην Ελλάδα και σε άλλες 4 ευρωπαϊκές χώρες, στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος inCASA. Η διατριβή εστίασε

στην ανάλυση του ελληνικού πιλοτικού κέντρου, όπου συμμετείχαν 40 ασθενείς με συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, ενώ παρουσίασε τα συνθετικά αποτελέσματα όλων των πιλοτικών κέντρων. Η έρευνα ανέδειξε ιδιαίτερος ενθαρρυντικά στοιχεία για την προτεινόμενη υπηρεσία. Χαρακτηριστικά αναφέρονται το αυξημένο αίσθημα ασφάλειας που ένιωθαν οι ασθενείς κατά την παρακολούθησή τους, η αύξηση του ενεργού τους ρόλου αναφορικά με την υγεία τους, η ευχαρίστηση που έλαβαν χρησιμοποιώντας το φιλικό προς το χρήστη λογισμικό και οι σωτήριες επεμβάσεις των ιατρών ύστερα από έγκαιρη ειδοποίηση της πλατφόρμας σε περίπτωση ανάγκης (alert). Επιπλέον, αναδείχθηκε από τους επαγγελματίες η πρωτοποριακή δυνατότητα συσχέτισης δεδομένων υγείας και συμπεριφοράς, καθώς και η διεπιστημονική συνεργασία των επαγγελματιών ομάδων, προς την κατεύθυνση παροχής ενισχυμένης και στοχευμένης φροντίδας στον ασθενή, με έμφαση στην πρόληψη. Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι οι ηλικιωμένοι ασθενείς δεν είναι ακόμα έτοιμοι να θεωρήσουν την προτεινόμενη υπηρεσία, όπως και κάθε άλλη υπηρεσία απομακρυσμένης παρακολούθησης, ως πλήρη αντικαταστάτη του υπάρχοντος μοντέλου φροντίδας. Επιπλέον, σημειώνεται ότι για την ευρεία εφαρμογή της προτεινόμενης υπηρεσίας απαιτούνται αλλαγές σε οργανωτικό επίπεδο στα κέντρα υγείας, ώστε να είναι εφικτή η συνεργασία των ιατρικών και κοινωνικών υπηρεσιών.

Προς την κατεύθυνση σχετικής μελλοντικής έρευνας, προτείνεται καταρχάς η επικαιροποίηση του χρησιμοποιούμενου πρωτοκόλλου ανταλλαγής μηνυμάτων, κάτι που είναι σημείο κλειδί για την ολοκλήρωση και διαλειτουργικότητα των συστατικών της πλατφόρμας. Στην προτεινόμενη πλατφόρμα, χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο HL7 v2.6, ενώ σημειώνεται ότι η έκδοση HL7 v2 εξακολουθεί να είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη στα παγκόσμια ιατρικά συστήματα. Ένας επιπλέον λόγος για αυτό, πέραν της πρακτικότητας και ευελιξίας του HL7 v2, είναι ότι το πρότυπο HL7 v3 δεν έτυχε ευρείας αποδοχής, εξαιτίας κυρίως της πολυπλοκότητάς του. Κατά τη φάση συγγραφής της διατριβής, η προσπάθεια που μοιάζει ως η πλέον υποσχόμενη για την επίτευξη σημασιολογικής διαλειτουργικότητας καθώς και ολοκλήρωσης με άλλες τεχνολογίες αιχμής είναι το HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) [124]. Το FHIR υπακούει στο αρχιτεκτονικό μοντέλο REST [125] και έτσι προσπαθεί να αναπαραστήσει όλες τις συμμετέχουσες οντότητες στον ιατρικό τομέα ως πόρους (resources) [126]. Σημειώνεται ότι οι διεπαφές REST είναι πιο απλουστευμένες (lightweight) από τις διεπαφές SOAP [127], μειώνοντας έτσι την

απαιτούμενη κατανάλωση υπολογιστών πόρων, κάτι που ειδικά στην περίπτωση ιατρικών αισθητήρων ή και ιατρικών εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα έχει ιδιαίτερη σημασία λόγω των περιορισμένων διατιθέμενων πόρων. Ήδη, η ερευνητική ομάδα του ΕΜΠ, στα πλαίσια της οποίας εκπονείται η διατριβή, έχει υλοποιήσει εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα με λειτουργικό σύστημα Android, όπου γίνεται ασφαλής διαχείριση των ηλεκτρονικών φακέλων των ασθενών, χρησιμοποιώντας το HL7 FHIR [128].

Μια ακόμα προτεινόμενη μελλοντική επέκταση, συνίσταται στην αξιοποίηση τεχνολογιών "Μεγάλων Δεδομένων", ευρέως διαδεδομένων τα πρόσφατα χρόνια με τον όρο "Big Data" [129] [130] [131]. Οι υπηρεσίες ιατρικής φροντίδας, όπως η προτεινόμενη, που στηρίζονται σε συνεχή παρακολούθηση των ασθενών, ανάλυση ετερογενών δεδομένων και παροχή συνεχούς πολυεπίπεδης υποστήριξης, θα έρθουν αντιμέτωπες με δεδομένα μεγάλου όγκου και πολυπλοκότητας. Συνεπώς, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η μελέτη και εφαρμογή τεχνολογιών Big Data στον τομέα ηλεκτρονικής ιατρικής φροντίδας, με πρόσφατες εργασίες να αναφέρουν πιθανά οφέλη, όπως η υποστήριξη μηχανισμών άμεσης επέμβασης, η δυνατότητα αναδρομικής ανάλυσης πολλών ιατρικών δεδομένων, καθώς και η ενίσχυση των μηχανισμών πρόβλεψης με βάση την ανάλυση πολλών δεδομένων από ετερογενείς πηγές, όπως ιστορικά δεδομένα, δεδομένα κοινωνικών δικτύων και σύνολα δεδομένων ηλεκτρονικών εγγραφών υγείας [4] [132].

Αναφορές

- [1] M. Meyer, R. Kobb, and P. Ryan, "Virtually healthy: Chronic disease management in the home", *Disease Management*, Volume 5, Issue 2, pp. 87–94, 2002.
- [2] F. F. Marvasti and R. S. Stafford, "From Sick Care to Health Care - Reengineering Prevention into the U.S. System", *The New England Journal of Medicine*, pp. 889-891, 2012.
- [3] R. Linsenmeier et al., "Medical and Biological Engineering in the Next 20 Years: The Promise and the Challenges.", *IEEE transactions on bio-medical engineering*, Volume 60, Issue 7, pp. 1767-1775, 2013.
- [4] P. Groves, B. Kayyali, D. Knott, S. Van Kuiken, "The 'big data' revolution in healthcare", *McKinsey&Company*, 2013.
- [5] T. van Halteren, R. G. A. Bults, K. E. Wac, D. Konstantas, I. A. Widya, N. T. Dokovski, G. T. Koprnikov, V. M. Jones, and R. Herzog, "Mobile patient monitoring: The mobihealth system", *The Journal on Information Technology in Healthcare*, Volume 2, Issue 5, pp. 365–373, October 2004.
- [6] M. Hoffmann, A. Badii, S. Engberg, R. Nair, D. Thiemert, M. Matthes, and J. Schütte, "Towards semantic resolution of security in ambient environments", *Developing Ambient Intelligence*, pp. 13–22, 2008.
- [7] M. Eisenhauer, P. Rosengren, P. Antolin, "Hydra: A development platform for integrating wireless devices and sensors into ambient intelligence systems", *The Internet of Things*, pp. 367-373, 2010.
- [8] M. Boulos, S. Wheeler, C. Tavares, and R. Jones, "How smartphones are changing the face of mobile and participatory healthcare: an overview, with example from eCAALYX", *BioMedical Engineering OnLine*, Volume 10, Issue 1, p. 24, 2011.
- [9] D. Novak, M. Uller, S. Rousseaux, M. Mraz, J. Smrz, O. Stepankova, M. Haluzik, and M. Busuoli, "Diabetes management in oldes project", in *Annual International Conference of the IEEE on Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'09)*, pp. 7228 –7231, 2009.

- [10] A. Bertolino, G. De Angelis, S. Kellomaki, and A. Polini, "Enhancing service federation trustworthiness through online testing," *Computer*, Volume 45, Issue 1, pp. 66–72, 2012
- [11] F. Wartena, J. Muskens, and L. Schmitt, "Continua: The impact of a personal telehealth ecosystem," in *International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine (eTELEMED '09)*, pp. 13–18, 2009.
- [12] Continua Health Alliance, Available: <http://www.continuaalliance.org/>
- [13] Ο οργανισμός Health Level 7 International. Available: <http://www.hl7.org/>
- [14] W. E. Hammond, "HL7--more than a communications standard.", *Studies in health technology and informatics*, Volume 96, pp. 266-271, 2003
- [15] T. Benson, "Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED", *Health Information Technology Standards*, Springer-Verlag, London, 2012
- [16] HL7 reference information model (RIM). Health Level Seven Incorporation, Available: <http://www.hl7.org/Library/data-model/RIM/C30201/rim.htm>
- [17] "The HL7 evolution". White paper, Available: <http://www.corepointhealth.com/sites/default/files/whitepapers/hl7-v2-v3-evolution.pdf>
- [18] M. Joubert, J. Dufour, S., Laurent Falco, M.Fieschi, "Designing and implementing health data and information providers", *International Journal of Medical Informatics*, Volume 74, Issue 2, pp. 133-140, 2005.
- [19] A. Holbrook, K. Keshavjee, S. Troyan, M. Pray, P. Ford, "Applying methodology to electronic medical record selection", *International Journal of Medical Informatics*, Volume 71, Issue 1, pp. 43-50, 2003.
- [20] World Health Organization (WHO), *International Classification of Diseases (ICD)*, Available: <http://www.who.int/classifications/icd/en>
- [21] Εγχειρίδιο Οδηγιών χρήσης της Διεθνούς Ταξινόμησης Νόσων και Συναφών Προβλημάτων Υγείας ICD-10, Ελληνική Έκδοση, Available: <http://www.moh.gov.gr/articles/health/domes-kai-draseis-gia-thn-ygeia/kwdikopoihseis/86-statistikh-taksinomhsh-noswn-kai-synafwn-problhmatwn-ygeias?fdl=27%20icd%2010%20greek>
- [22] Regenstrief Institute, *Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC®)*, Available: <http://loinc.org/>

- [23] International Health Terminology Standards Development Organisation (IHTSDO), SNOMED Clinical Terms (SNOMED CT), Available: <http://www.ihtsdo.org/snomed-ct/>
- [24] P. Elkin, S. Brown, C. Husser, B. Bauer, D. Wahner-Roedler, S. Trent Rosenbloom, T. Speroff, "Evaluation of the content coverage of SNOMED CT: ability of SNOMED clinical terms to represent clinical problem lists", Mayo Clinic Proceedings, Volume 81, Issue 6, pp. 741-748, 2006.
- [25] "The use of ICD and SNOMED in HL7", presentation by HL7 CTO J. Quinn, Available: <http://www.ncvhs.hhs.gov/130618p14b.pdf>
- [26] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Available: <http://www.ieee.org/>
- [27] Y. Jianchu, S. Warren, "Applying the ISO/IEEE 11073 standards to wearable home health monitoring systems." Journal of Clinical Monitoring and Computing, Volume 19, Issue 6, pp. 427-436, 2005.
- [28] M. Clarke, D. Bogia. K. Hassing, L. Steubesand, T. Chan, D. Ayyagari, "Developing a standard for personal health devices based on 11073", in 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, pp. 6174-6176, 2007.
- [29] G. Lamprinakos, E. Kosmatos, D. Kaklamani, and I. Venieris, "An integrated architecture for remote healthcare monitoring", in 14th PanHellenic Conference on Informatics (PCI), pp. 12 –15, 2010.
- [30] G. C. Lamprinakos, S. Asanin, T. Broden, A. Prestileo, J. Fursse, K. A. Papadopoulos, D. I. Kaklamani, I. S. Venieris, "An Integrated Remote Monitoring Platform towards Telehealth and Telecare Services Interoperability", Information Sciences, Elsevier, 2015. (accepted for publication)
- [31] Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα inCASA, Available: <http://incasa-project.eu/news.php>
- [32] Κωνσταντοπούλειο Γενικό Νοσοκομείο Νέας Ιωνίας, Available: <http://www.konstantopouleio.gr/>
- [33] D. Rolfson, S. Majumdar, R. Tsuyuki, A. Tahir, and K. Rockwood, "Validity and reliability of the Edmonton Frail Scale", Age and ageing, Volume 35, Issue 5, pp. 526-529, 2006.

- [34] W. Zung, C. Richards, and M. Short, "Self-rating depression scale in an outpatient clinic: further validation of the SDS", *Archives of general psychiatry*, Volume 13, Issue 6, 1965.
- [35] D. Musselman, D. Evans, and C. Nemeroff, "The relationship of depression to cardiovascular disease: epidemiology, biology, and treatment", *Archives of general psychiatry*, Volume 55, Issue 7, 1998.
- [36] T. Rutledge, V. Reis, S. Linke, B. Greenberg, and P. Mills, "Depression in Heart Failure A Meta-Analytic Review of Prevalence, Intervention Effects, and Associations With Clinical Outcomes", *Journal of the American College of Cardiology*, Volume 48, Issue 8, pp. 1527-1537, 2006.
- [37] W. Jiang, M. Kuchibhatla, G. Clary, M. Cuffe, E. Christopher, J. Alexander, R. Califf, R. Krishnan, and C. O'Connor, "Relationship between depressive symptoms and long-term mortality in patients with heart failure", *American heart journal*, Volume 152, Issue 1, pp. 102-108, 2007.
- [38] N. Frasure-Smith, F. Lespérance, M. Juneau, M. Talajic, and M. Bourassa, "Gender, depression, and one-year prognosis after myocardial infarction", *Psychosomatic medicine*, Volume 61, Issue 1, pp. 26-37, 1999.
- [39] N. Frasure-Smith, F. Lespérance, G. Gravel, A. Masson, M. Talajic, and M. Bourassa, "Social support, depression, and mortality during the first year after myocardial infarction", *Circulation*, Volume 101, Issue 16, pp. 1919-1924, 2000.
- [40] J. van Melle, P. de Jonge, T. Spijkerman, J. Tijssen, J. Ormel, D. van Veldhuisen, R. van den Brink, and M. van den Berg, "Prognostic association of depression following myocardial infarction with mortality and cardiovascular events: a meta-analysis", *Psychosomatic Medicine*, Volume 66, Issue 6, pp. 814-822, 2004.
- [41] D. Lane, D. Carroll, C. Ring, G. Beevers, and G. Lip, "Mortality and quality of life 12 months after myocardial infarction: effects of depression and anxiety", *Psychosomatic Medicine*, Volume 63, Issue 2, pp. 221-230, 2001.
- [42] H. Lee, S. Lee, K.-S. Ha, H. Jang, W.-Y. Chung, J. Kim, Y.-S. Chang, and D. Yoo, "Ubiquitous healthcare service using Zigbee and mobile phone for elderly patients", *International journal of medical informatics*, Volume 78, Issue 3, pp. 193-198, 2009.

- [43] I. Mulyadi, E. Supriyanto, N. Safri, and M. Satria, "Wireless medical interface using ZigBee and Bluetooth technology", in Third Asia International Conference on Modelling & Simulation, pp. 276-281, 2009.
- [44] Η ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα στο πλαίσιο της ΕΕ, Available: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/single-market-goods/cemarking/documents/ce_electromagnetic_compatibility_el.pdf
- [45] Ηλεκτρονική Ζυγαριά A&D Medical UC-321-PBT, Available: http://www.aandd.jp/products/medical/bluetooth/uc_321pbt.html
- [46] Ηλεκτρονικό Οξύμετρο Nonin Onyx II 9560, Available: <http://www.nonin.com/onyx9560>
- [47] Ηλεκτρονικό Πιεσόμετρο A&D Medical UA-767-PBT, Available: http://www.aandd.jp/products/medical/bluetooth/ua_767pbt.html
- [48] Αισθητήρας καθίσματος IQfy, Available: http://www.iqfy.de/fileadmin/funktemplate/produkte/downloads_en/Transmit/IQfy_Pressure_sensor_for_seat_furniture.pdf
- [49] Αισθητήρας Ηλεκτρικής Ισχύος Netvox Z-800, Available: <http://www.netvox.com.tw/Z-800.asp>
- [50] Αισθητήρας κίνησης και περιβάλλουσας θερμοκρασίας Z-B01, Available: <http://www.netvox.com.tw/Z-B01%20ZigBee%20Motion%20Detector.asp>
- [51] B. Song, H. Choi, and H. S. Lee, "Surveillance tracking system using passive infrared motion sensors in wireless sensor network", in the International Conference on Information Networking (ICOIN), pp. 1-5, 2008.
- [52] A. Sikora, "An Embedded Web2.0 Monitoring and Gateway Platform for Spatially Distributed Wireless Networks", in IEEE 5th International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2009), pp. 635-639, 2009.
- [53] IEEE standard 11073-10471-2008 - Health informatics--Personal health device communication Part 10471: Device specialization--Independent living activity hub, Available: <http://standards.ieee.org/findstds/standard/11073-10471-2008.html>
- [54] A. Sikora, "Wireless network and gateway architectures for home care applications", in IEEE 6th International Conference on Intelligent Data

- Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS), pp. 832-836, 2011.
- [55] Shuttle X50 all-in-one PC, Available: <http://us.shuttle.com/x50.aspx>
- [56] D. Craig, F. Miskelly, "Telecare/Telehealth (BGS Best Practice Guide)", 2010, Available: http://www.bgs.org.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=647:telecaretelehealth&catid=74:telemedicine&Itemid=335
- [57] Health Level Seven International, HL7 Messaging Standard Version 2.6, Available: http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=145
- [58] Open source LinkSmart Middleware under the LGPLv3 licence, Available: <http://sourceforge.net/projects/linksmart/>
- [59] G. Lamprinakos, S. Asanin, P. Rosengren, D. I. Kaklamani and I. S. Venieris. "Using SOA for a Combined Telecare and Telehealth Platform for Monitoring of Elderly People", in 2nd International ICST Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare (MobiHealth), pp. 233-239, 2011.
- [60] P. Kostelnik, M. Sarnovsky, J. Hreno, M. Ahlsen, P. Rosengren, P. Kool, and M. Axling, "Semantic Devices for Ambient Environment Middleware", in 1st International Research Workshop on The Internet of Things and Services, 2008.
- [61] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey", Computer Networks, Volume 54, Issue 15, pp. 2787-2805, 2010.
- [62] H. Sundmaeker, P. Guillemin, P. Friess and S. Woelffle, "Vision and Challenges for Realising the Internet of Things", Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, European Commission, 2010.
- [63] D. Miorandi, S. Sicari, F. De Pellegrini, and Imrich Chlamtac, "Internet of things: Vision, applications and research challenges", Ad Hoc Networks, Volume 10, Issue 7, pp. 1497-1516, 2012.
- [64] M.A. Feki, F. Kawsar, M. Boussard, and L. Trappeniers, "The Internet of Things: The Next Technological Revolution", Computer, Volume 46, Issue 2, pp. 24-25, 2013.
- [65] "The Societal Impact of the Internet of Things", A report of a workshop on the Internet of Things organized by BCS – The Chartered Institute for IT,

2013. Available: <http://www.bcs.org/upload/pdf/societal-impact-report-feb13.pdf>
- [66] Αρχιτεκτονικό μοντέλο "Enterprise service bus (ESB)", Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_service_bus
- [67] M.-T. Schmidt, B. Hutchison, P. Lambros, and R. Phippen, "The Enterprise Service Bus: Making service-oriented architecture real", IBM Systems Journal, Volume 44, Issue 4, pp.781-797, 2005.
- [68] D. Kalra, T. Beale, and S. Heard, S. (2005). "The openEHR foundation", Studies in health technology and informatics, Volume 115, pp. 153-173, 2005.
- [69] S. Garde, P. Knaup, E. Hovenga, and S. Heard, "Towards Semantic Interoperability for Electronic Health Records--Domain Knowledge Governance for open EHR Archetypes", Methods of information in medicine, Volume 46, Issue 3, pp. 332-343, 2007.
- [70] Understanding Features & Functions of an EHR, Available: <http://www.aafp.org/practice-management/health-it/product/features-functions.html>
- [71] R. Dolin, L. Alschuler, S. Boyer, C. Beebe, F. Behlen, P. Biron, and A. Shvo, "HL7 clinical document architecture, release 2", Journal of the American Medical Informatics Association, Volume 13, Issue 1, pp. 30–39, 2006.
- [72] C. Barbero, P.D. Zovo, and B. Gobbi, "A Flexible Context Aware Reasoning Approach for IoT Applications", in 12th IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM), pp. 266-275, 2011.
- [73] Apache Jena: A free and open source Java framework for building Semantic Web and Linked Data applications, Available: <https://jena.apache.org/>
- [74] ARQ Query Engine for Jena, Available: <https://jena.apache.org/documentation/query/index.html>
- [75] SPARQL Query Language, Available: <http://www.w3.org/TR/sparql11-query/>
- [76] OWL Web Ontology Language, Available: <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>
- [77] E. Newcomer, "Understanding Web Services: XML, WDSL, SOAP and UDDI", Addison-Wesley Professional, 2002.

- [78] D. Krafzig, K. Banke, and Dirk Slama, "Enterprise SOA: service-oriented architecture best practices", Prentice Hall Professional, 2005.
- [79] P. Eugster, P. Felber, R. Guerraoui, and A.-M. Kermarrec, "The many faces of publish/subscribe", ACM Computing Surveys, Volume 35, pp. 114-131, 2003.
- [80] J. Rhoads, T. Cooper, K. Fuchs, P. Schluter, and R. Zambuto, "Medical device interoperability and the Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) initiative", Biomedical instrumentation & technology/Association for the Advancement of Medical Instrumentation, pp. 21–27, 2010. Available: http://aami.org/publications/ITHorizons/2010/21-27_MDI_Rhoads.pdf
- [81] Integrating the Healthcare Enterprise (IHE), "IHE Patient Care Device Technical Framework, Volume 1", Available: http://www.ihe.net/technical_framework/upload/ihe_pcd_tf_voll_ft_2011-08-12.pdf, 2011.
- [82] Integrating the Healthcare Enterprise (IHE), "IHE Patient Care Device Technical Framework, Volume 2", Available: http://www.ihe.net/technical_framework/upload/ihe_pcd_tf_vol2_ft_2011-08-12.pdf, 2011.
- [83] R. Sandhu, E. Coyne, H. Feinstein, and C. Youman, "Role-based access control models", Computer, Volume 29, Issue 2, pp. 38-47, 1996.
- [84] D. Ferraiolo, D. R. Kuhn, and R. Chandramouli, "Role-based access control", Artech House, 2003.
- [85] Health Level Seven International, "HL7 Messaging Standard Version 2.6", Available: http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=145
- [86] Integrating the Healthcare Enterprise (IHE), "IHE Patient Care Device (PCD) Technical Framework Supplement 2008-2009 Alarm Communication Management (ACM) Draft for Trial Implementation", Available: http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/IHE_PCD_TF_Supplement_Alarm_Communication_Management_ACM_TI_2008-08-22-2.pdf
- [87] "HAPI": an object-oriented HL7 2.x parser for Java, Available: <http://hl7api.sourceforge.net/>

- [88] Model–view–controller (MVC) software pattern, Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Model%E2%80%93view%E2%80%93controller>
- [89] "Atmosphere": Real-time Client Server Framework for the JVM, supporting Web Sockets and Cross-Browser Fallbacks Support, Available: <https://github.com/Atmosphere/atmosphere>
- [90] SMS Forum, "Short Message Peer-to-Peer Protocol (SMPP) Specification, Version 5.0", Available: <http://opensmpp.org/specs/smppv50.pdf>
- [91] The Internet Society, "JavaScript Object Notation (JSON)", Available: <https://www.ietf.org/rfc/rfc4627.txt>
- [92] A. Dogac, "Interoperability in eHealth systems", Proceedings of the VLDB Endowment, Volume 5, Issue 12, pp. 2026-2027, 2012.
- [93] I. Iakovidis, and O. Purcarea, "eHealth in Europe: from Vision to Reality", Studies in health technology and informatics, Volume 134, pp. 163-168, 2008
- [94] J. Park, and S. Ram, "Information systems interoperability: What lies beneath?", ACM Transactions on Information Systems (TOIS), Volume 22, Issue 4, pp. 595-632, 2004.
- [95] R. Jardim-Goncalves, A. Grilo, and A. Steiger-Garcao, "Challenging the interoperability between computers in industry with MDA and SOA", Computers in Industry, Volume 57, Issue 8, pp. 679-689, 2006.
- [96] H.R.M Nezhad, B. Benatallah, F. Casati, and F. Toumani, "Web services interoperability specifications", Computer, Volume 39, Issue 5, pp. 24-32, 2006.
- [97] Continua Health Alliance, "Continua Design Guidelines (2012)", Available: <https://cw.continuaalliance.org/wg/members/document/download/9>.
- [98] Integrating the Healthcare Enterprise (IHE), "IHE Patient Care Device (PCD) Technical Framework, Volume 2, Revision 1.2, Trial Implementation", Available: http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/IHE_PCD_TF_Rev1-2_Vol2_TI_2010-09-30.pdf, 2010.
- [99] E. Kafeza, D.K.W Chiu, S.C. Cheung, and M. Kafeza, "Alerts in mobile healthcare applications: requirements and pilot study", IEEE Transactions on

- Information Technology in Biomedicine, Volume 8, Issue 2, pp. 173-181, 2004.
- [100] S. Phansalkar, J. Edworthy, E. Hellier, D. L. Seger, A. Schedlbauer, A. J. Avery, and D. W. Bates, "A review of human factors principles for the design and implementation of medication safety alerts in clinical information systems", Journal of the American Medical Informatics Association, Volume 17, Issue 5, pp. 493-501, 2010.
- [101] D. Sittig, and H. Singh, "A new sociotechnical model for studying health information technology in complex adaptive healthcare systems", Quality and Safety in Health Care, Volume 19, 2010.
- [102] Institute of Electrical and Electronics Engineers, ISO/IEEE 11073-10101 Health Informatics - Point-Of-Care Medical Device Communication - Nomenclature, Available: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=9574>, 2004.
- [103] Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE Standard 11073-10471-2010 - Health informatics — Personal health device communication — Part 10471: Device specialization — Independent living activity hub, Available: <https://standards.ieee.org/findstds/standard/11073-10471-2010.html>, 2010.
- [104] Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE Standard 11073-10407-2010 - ISO/IEEE Health informatics Personal health device communication Part 10407: Device specialization Blood pressure monitor, Available: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=5682318>, 2010.
- [105] Health Level Seven International, HL7 Messaging Standard Version 2.6, Chapter 2.A: "Data Types".
- [106] UTC: Coordinated Universal Time, Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Coordinated_Universal_Time
- [107] Institute of Electrical and Electronics Engineers, "Guidelines for 64-bit Global Identifier (EUI-64)", Available: <http://standards.ieee.org/develop/regauth/tut/eui64.pdf>
- [108] New York Heart Association, "New York Heart Association (NYHA) Functional Classification", Available:

http://en.wikipedia.org/wiki/New_York_Heart_Association_Functional_Classification

- [109] Βουλή των Ελλήνων, "Νόμος 2472/1997: Προστασία του ατόμου από την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα", Απρίλιος 1997. Εφημερίδα της Κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας, Αριθμός Φύλλου 50, Τεύχος Πρώτο.
- [110] European Parliament and Council, "Directive 95/46/EC of the European Parliament and of the Council of 24 October 1995 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data", Official Journal of the European Communities, Volume L 281, pp. 31-50, 1995.
- [111] Δήμος Αθηναίων, Πρόγραμμα "Βοήθεια στο Σπίτι", Available: <https://www.cityofathens.gr/katoikoi/triti-ilikia/programma-boitheia-sto-spiti>
- [112] K. Kidholm, A. G. Ekeland, L. K. Jensen, J. Rasmussen, C. D. Pedersen, A. Bowes, S. A. Flottorp, and M. Bech, "A model for assessment of telemedicine applications: MAST", International journal of technology assessment in health care, Volume 28, Issue 1, pp. 44-51, 2012.
- [113] The RENEWING HEALTH consortium, "The RENEWING HEALTH EU project", Available: <http://www.renewinghealth.eu/en/>
- [114] D. Rolfson, S. Majumdar, R. Tsuyuki, A. Tahir, and K. Rockwood, "Validity and reliability of the Edmonton Frail Scale", Age and ageing, Volume 35, Issue 5, pp. 526-229, 2006.
- [115] C. Henderson, et al., "Cost effectiveness of telehealth for patients with long term conditions (Whole Systems Demonstrator telehealth questionnaire study): nested economic evaluation in a pragmatic, cluster randomised controlled trial", BMJ: British Medical Journal, Volume 346, 2013. Available: <http://www.bmj.com/content/bmj/346/bmj.f1035.full.pdf>
- [116] J. Ware, and C. D. Sherbourne, "The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I. Conceptual framework and item selection", Medical care, pp. 473-483, 1992.
- [117] C. Jenkinson, S. Stewart-Brown, S. Petersen, and C. Paice, "Assessment of the SF-36 version 2 in the United Kingdom.", Journal of Epidemiology and Community health, Volume 53, Issue 1, pp. 46-50, 1999.

- [118] J. Ware, "SF-36 health survey update", The use of psychological testing for treatment planning and outcomes assessment, Volume 3, pp. 693-718, 2004.
- [119] G. Hawthorne, R. Osborne, A. Taylor, and J. Sansoni, "The SF36 Version 2: critical analyses of population weights, scoring algorithms and population norms", Quality of Life Research, Volume 16, Issue 4, pp. 661-673, 2007.
- [120] Κλίμακα Likert (Likert scale), Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Likert_scale
- [121] S. Ahangama, Y. S. Lim, S. Y. Koh, and D. C. C. Poo, "Revolutionizing Mobile Healthcare Monitoring Technology: Analysis of Features through Task Mode", Social Computing and Social Media, pp. 298-305, 2014.
- [122] E. Burnay, R. Cruz-Correia, T. Jacinto, Tiago, A. Sousa, and J. Fonseca, "Challenges of a mobile application for asthma and allergic rhinitis patient enablement—Interface and synchronization", Telemedicine and e-Health, Volume 19, Issue 1, pp. 13-18, 2013.
- [123] E.-Y. Jung, J. Kim, K.-Y. Chung, D. K. Park, "Mobile healthcare application with EMR interoperability for diabetes patients", Cluster Computing, pp. 1-10, 2013.
- [124] Health Level Seven International, "FHIR® – Fast Health Interoperable Resources.", Available: <http://www.hl7.org/implement/standards/fhir>
- [125] R. Fielding, "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures", PhD thesis, University of California, Irvine, 2000.
- [126] D. Bender, and K. Sartipi, "HL7 FHIR: An Agile and RESTful approach to healthcare information exchange", Proceedings of the IEEE 26th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS), pp. 326-331, 2013.
- [127] G. Mulligan, and D. Gracanin, "A comparison of SOAP and REST implementations of a service based interaction independence middleware framework", Proceedings of Winter Simulation Conference (WSC), pp. 1423-1432, 2009.
- [128] G. Lamprinakos, A. Mousas, A. Boufis, P. Karmiris, S. Mantzouratos, A. Kapsalis, D. Kaklamani, I. Venieris, "Using FHIR to develop a healthcare

- mobile application", Proceedings of the 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare (Mobihealth), pp. 132-135, 2014.
- [129] J. Dean, and S. Ghemawat, "MapReduce: simplified data processing on large clusters", Communications of the ACM, Volume 51, Issue 1, pp. 107-113, 2008.
- [130] F. Chang, J. Dean, S. Ghemawat, W. Hsieh, D. Wallach, M. Burrows, T. Chandra, A. Fikes, and R. Gruber, "Bigtable: A distributed storage system for structured data", ACM Transactions on Computer Systems (TOCS), Volume 26, Issue 2, 2008.
- [131] P. Zikopoulos, C. Eaton, and others, "Understanding big data: Analytics for enterprise class hadoop and streaming data", McGraw-Hill Osborne Media, 2011.
- [132] N. Chawla, and D. Davis, Darcy, "Bringing big data to personalized healthcare: a patient-centered framework", Journal of general internal medicine, Volume 28, Issue 3, pp. 660-665, 2013.

Δημοσιεύσεις σχετικές με τη διατριβή

G. C. Lamprinakos, S. Asanin, T. Broden, A. Prestileo, J. Fursse, K. A. Papadopoulos, D. I. Kaklamani, I. S. Venieris, "*An Integrated Remote Monitoring Platform towards Telehealth and Telecare Services Interoperability*", accepted for publication in Information Sciences, Elsevier, 2015.

G. Lamprinakos, A. Mousas, A. Boufifis, P. Karmiris, S. Mantzouratos, A. Kapsalis, D. Kaklamani, I. Venieris, "*Using FHIR to develop a healthcare mobile application*". Proceedings of 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare (MobiHealth), 2014.

J. Fursse, **G. Lamprinakos**, K. A. Papadopoulos, R. Jones, M. Clarke, N. Jones, A. Kapsalis, D. I. Kaklamani, S. Patsilidakos, I. S. Venieris and S. Thomson. "*Presenting evaluation results from the usage of the inCASA Remote Healthcare Monitoring Platform*", International Journal of Integrated Care, Vol. 13, 2013.

A. Kapsalis, **G. Lamprinakos**, K. A. Papadopoulos, D. I. Kaklamani and I. S. Venieris. "*The inCASA project: improving the quality of life and social care for the ageing population*", International Journal of Integrated Care, Vol. 12, 2012.

G. Lamprinakos, S. Asanin, P. Rosengren, D. I. Kaklamani and I. S. Venieris. "*Using SOA for a Combined Telecare and Telehealth Platform for Monitoring of Elderly People*". Proceedings of 2nd International ICST Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare (MobiHealth), 2011.

G. Lamprinakos, E. Kosmatos, D. I. Kaklamani and I. S. Venieris. "*An Integrated Architecture for Remote Healthcare Monitoring*". Proceedings of the 14th Panhellenic Conference on Informatics (PCI 2010), 2010.

G. V. Lioudakis, **G. Lamprinakos**, E. Kosmatos, D. I. Kaklamani and I. S. Venieris. "*Introducing Privacy-Awareness in Remote Healthcare Monitoring*". Proceedings of the 3rd International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies (ISABEL 2010), 2010.

C. Z. Patrikakis, A. Delikaris, **G. C. Lamprinakos**, D. I. Kaklamani and I. S. Venieris, "A Social Network for improving Quality of Life", 2015 IEEE International Conference on Communications (ICC). (under review).

G. C. Lamprinakos, I. Aristeidopoulou, S. Asanin, A. Kapsalis, A.-C. Anadiotis, D. I. Kaklamani, and I. S. Venieris, "Using Big Data in Healthcare", Encyclopedia of E-Health and Telemedicine, IGI Global. (under review)

Συνοπτικό βιογραφικό σημείωμα

Ο κ. Γεώργιος-Ελευθέριος Λαμπρινάκος γεννήθηκε στην Αθήνα στις 15 Δεκεμβρίου 1984. Αποφοίτησε από το 2ο Λύκειο Άργους το 2002 και εισήχθη στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ, απ' όπου και αποφοίτησε το 2007 με γενικό βαθμό «Λίαν Καλώς» (8,06/10). Το 2007 έγινε δεκτός ως υποψήφιος διδάκτορας της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ. Τα κύρια ερευνητικά του ενδιαφέροντα βρίσκονται στην περιοχή της Ηλεκτρονικής Υγείας, της Σχεδίασης Συστημάτων Απομακρυσμένης Παρακολούθησης Υγείας, της Ανάπτυξης Λογισμικού Υπηρεσιοστρεφούς Αρχιτεκτονικής, καθώς και της διαχείρισης «Μεγάλων Δεδομένων» (Big Data).

Ο κ. Λαμπρινάκος, έχει αξιόλογο ερευνητικό έργο στους ανωτέρω τομείς, το οποίο έχει παρουσιαστεί σε διεθνή συνέδρια, καθώς και σε διεθνώς αναγνωρισμένα επιστημονικά περιοδικά. Προς το παρόν, η σημαντικότερη επιστημονική του εργασία είναι αυτή με τίτλο “*An Integrated Remote Monitoring Platform towards Telehealth and Telecare Services Interoperability*”, η οποία έγινε δεκτή στο επιστημονικό περιοδικό Information Sciences (Impact Factor: 3.893).

Ο κ. Λαμπρινάκος έχει συμμετάσχει ενεργά σε διάφορα ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα, με κύριο το πρόγραμμα Ηλεκτρονικής Ιατρικής Φροντίδας «inCASA», στο οποίο διετέλεσε υπεύθυνος του παραδοτέου της αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας, υπεύθυνος της Ελληνικής Πιλοτικής Εφαρμογής της υπηρεσίας, καθώς και υπεύθυνος του πακέτου εργασίας για την προώθηση (dissemination) των αποτελεσμάτων του προγράμματος. Παράλληλα, ο κ. Λαμπρινάκος έχει συμμετάσχει ενεργά στη συγγραφή 2 προτάσεων (proposals) για ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα, πάντα στον τομέα της Ηλεκτρονικής Υγείας και της Ιατρικής Πληροφορικής.

Ο κ. Λαμπρινάκος έχει επίσης άνω των επτά ετών εμπειρία εργασίας ως Μηχανικός Λογισμικού, στον τομέα ανάπτυξης ευφυούς επιχειρησιακού λογισμικού (Business Support Systems – BSS) για τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς.

Ο κ. Λαμπρινάκος είναι επίσης μέλος του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος.