



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

*« Επιστήμη και Τεχνολογία Ηλεκτρολόγου Μηχανικού και Μηχανικού
Υπολογιστών »*

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

*« Διαδικτυακή διαχείριση και ανάλυση ιατρικών δεδομένων μέσω κινητών
συσκευών και προσωπικών υπολογιστών »*

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Δρ. ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΜΙΧΑΗΛ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ



ΛΟΡΕΝΤΖΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ – ΣΩΤΗΡΙΟΣ



ΒΟΛΟΣ 2017

Αυτή η σελίδα είναι σκόπιμα κενή.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Μεταπτυχιακή Διατριβή

« Διαδικτυακή διαχείριση και ανάλυση ιατρικών δεδομένων μέσω κινητών συσκευών και προσωπικών υπολογιστών »

« Web-based management and analysis of medical data through mobile devices and personal computers »

Επιβλέπων: Δρ. Βασιλακόπουλος Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής

Λορέντζος Δημήτριος – Σωτήριος

Εγκρίθηκε από τη τριμελή εξεταστική επιτροπή

Την / /

Δρ. Βασιλακόπουλος Μιχαήλ Αναπληρωτής Καθηγητής	Δρ. Δασκαλοπούλου Ασπασία Επίκουρη Καθηγήτρια	Δρ. Τσομπανοπούλου Παναγιώτα Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

Βόλος, Οκτώβριος 2017

« Δηλώνω υπεύθυνα πως το παρόν κείμενο αποτελεί προϊόν προσωπικής μελέτης και εργασίας και πως όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή της δηλώνονται σαφώς στη βιβλιογραφία. Γνωρίζω πως η λογοκλοπή αποτελεί σοβαρότατο παράπτωμα και είμαι ενήμερος για την επέλευση των νομίμων συνεπειών ».

(Υπογραφή)

.....
Λορέντζος Δημήτριος – Σωτήριος

Βόλος, Οκτώβριος 2017

© 2017 – All rights reserved

Ευχαριστίες

Νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τη μητέρα μου Ευαγγελία που με υποστήριξε καθ' όλη τη διάρκεια των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών σπουδών μου και που δυστυχώς «έφυγε» πολύ πρόσφατα από κοντά μας. Θέλω να ευχαριστήσω επίσης, το πατέρα μου, Αθανάσιο και τις αδερφές μου, Μαρία και Αναστασία για τη κατανόηση, την υποστήριξη και κυρίως που ήταν πάντα δίπλα μου αρωγοί σε κάθε εμπόδιο είτε εύκολο είτε δύσκολο που μου εμφανιζόταν. Αξιοσημείωτη είναι και η υποστήριξη του επιβλέποντα κυρίου Βασιλακόπουλου Μιχαήλ, Αναπληρωτή Καθηγητή στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών από τον οποίο διδαχτήκαμε το μάθημα Προχωρημένα Θέματα Βάσεων Δεδομένων και εμπλούτισε τις γνώσεις μας. Η πρόταση για το συγκεκριμένο θέμα με έκανε να ερευνήσω ένα νέο για εμένα κομμάτι των βάσεων δεδομένων και τον ευχαριστώ θερμά για τη βοήθεια του, για τη συνεργασία μας, που με κατεύθυνε για την επιτυχή εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Γενική γιατρό κυρία Γιούλη Χατζηαλεξιάδου για τις πληροφορίες που μου διέθεσε από τη δική της σκοπιά σχετικά με τις ανάγκες που έχει ο θεράπων γιατρός και τα δεδομένα που πρέπει να έχει διαθέσιμα κατά την λήψη αποφάσεων.

*« Μη κατόκνει μακράν οδόν πορεύεσθαι προς τους διδάσκειν χρήσιμον τι
επαγελομένους »*

Ισοκράτης, 436-338 π.Χ. , Αθηναίος ρήτορας .

Περίληψη

Στις μέρες μας παρατηρούμε, την ολοένα μεγαλύτερη κατανάλωση προϊόντων και υπηρεσιών μέσω του Διαδικτύου. Ο τομέας της υγείας, που είναι πρωταρχικής σημασίας για κάθε πολίτη κάθε κράτους δεν θα μπορούσε να μην επηρεαστεί από αυτή τη συνεχώς αυξανόμενη τάση. Οι πολίτες μέσα από τα κοινωνικά δίκτυα αλλά και τα διαδικτυακά πληροφοριακά συστήματα που έχουν οικοδομηθεί μπορούν άμεσα ή έμμεσα να χρησιμοποιούν εφαρμογές που αφορούν την υγεία τους. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση διαδικτυακών εφαρμογών που είναι προσβάσιμες μέσω της χρήσης προσωπικών υπολογιστών και κινητών συσκευών ικανοποιεί ακόμα και τους πιο απαιτητικούς χρήστες, όμως ελλοχεύουν διάφοροι κίνδυνοι, γι'αυτό θα πρέπει να ακολουθούνται συγκεκριμένες μέθοδοι τόσο για τη διαθεσιμότητα των εν λόγω συστημάτων όσο και για την ασφάλεια των δεδομένων που εμπεριέχονται σε αυτά.

Συνεχίζοντας, αξιοσημείωτο είναι και το πρόβλημα που εντοπίζεται στους τρόπους και στις μεθόδους αποθήκευσης των ευαίσθητων ιατρικών δεδομένων, τα οποία μεταβάλλονται και αυξάνονται συνεχώς. Η μεταβολή των ιατρικών δεδομένων με βάση τις εκάστοτε ανάγκες οδηγεί στην μεταβολή των βάσεων δεδομένων που αυτά αποθηκεύονται. Αυτό αποτελεί σημαντική πρόκληση για την επιστήμη της Πληροφορικής και των Τηλεπικοινωνιών. Για το λόγο αυτό στην παρούσα εργασία, περιγράφεται το πρόβλημα αποθήκευσης των ιατρικών δεδομένων, και μελετάται ένας νέος τρόπος αποθήκευσης σε σχεσιακή βάση δεδομένων με πεδία JSON.

Στα κεφάλαια της διατριβής αυτής, παρατίθενται οι απόπειρες για την οικοδόμηση eHealth και mHealth εφαρμογών, εφαρμογές που χρησιμοποιούνται ευρέως και που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στο άμεσο μέλλον στη χώρα μας, όπως το Σύστημα Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης και το σύστημα σχετικά με το Συνοπτικό Ιστορικό Υγείας αντίστοιχα. Μελετάται η σχεδιάσή τους, τα πλεονεκτήματά τους, τα προβλήματα που προέκυψαν, οι τρόποι επίλυσής τους αλλά και η σημασία των ιατρικών δεδομένων για τη βελτίωση στη λήψη αποφάσεων που αφορά την υγεία των πολιτών. Επιπλέον, αναφέρονται τα πρότυπα και η κωδικοποίηση που ακολουθούνται για την οικοδόμηση συστημάτων που αφορούν την υγεία, ώστε οι εφαρμογές να χαρακτηρίζονται από διαλειτουργικότητα.

Τέλος, στη παρούσα εργασία έχουν αναπτυχθεί, μία διαδικτυακή εφαρμογή και μία εφαρμογή για κινητό Android στις οποίες ο γιατρός έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει τα δεδομένα των ασθενών του. Οι εφαρμογές έχουν ως στόχο να αποθηκεύσουν το ιατρικό ιστορικό του κάθε ασθενή ώστε ο γιατρός να έχει διαθέσιμες όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την εγκυρότερη θεραπευτική αγωγή την οποία θα ακολουθήσει ο ασθενής. Για την ανάπτυξη των εφαρμογών χρησιμοποιήθηκαν το PHP Framework Codeigniter, η MySQL 5.7.16, το δημοφιλές HTML, CSS, JS Framework Bootstrap 3.3.7, το Fullcalendar για ημερολογιακή αναπαράσταση των επισκέψεων των ασθενών, η βιβλιοθήκη JQuery 1.12.4, η βιβλιοθήκη Datatables 1.10.13 για την προβολή των δεδομένων σε πίνακες και τα Google Charts για την γραφική αναπαράστασή τους. Η εφαρμογή φιλοξενήθηκε σε Virtual Private Server στον οποίο έγινε εγκατάσταση του Apache Web Server 2.4.18, της PHP 7.0.13, του MySQL Server, Mail Server, του Roundcube 1.3.1, του PhpMyAdmin 4.6.5.2 και του διαχειριστικού του συστήματος που ήταν το Webmin 1.831. Για τη συγγραφή του κώδικα χρησιμοποιήθηκαν το Netbeans IDE 8.0.2, το Android Studio 2.3.2, ενώ για τη σχεδίαση της βάσης δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το MySQL Workbench 6.3.9 Community Edition.

Λέξεις κλειδιά:

διαδικτυακές εφαρμογές, εφαρμογές κινητών, υγεία, ιατρικά δεδομένα, ασφάλεια, βάσεις δεδομένων, JSON, eHealth, mHealth, συνταγογράφηση, ιατρικό ιστορικό.

Αυτή η σελίδα είναι σκόπιμα κενή.

Abstract

Nowadays we are dealing with the increasing consumption of products and services over the Internet. Health sector, which is of primary importance, for every state citizen, is affected by this ever-increasing trend. Citizens are able to use directly or indirectly health-related applications through social networks, as well as online information systems. Specifically, the use of web-based applications which are accessible through the use of personal computers and mobile devices satisfies even the most demanding users, but there are various risks that must be faced with specific methods, for ensuring availability of such systems and security of the data contained in them.

The problem of available ways and methods for storing sensitive medical data which are constantly changing is worth to be mentioned. The alteration of medical data based on present needs contributes to changing the design of the database where these data are stored.. It is considered as an important challenge for the science of Information Technology and Telecommunications. For this reason, this thesis describes the problem of storing medical data, and a new way of storing them in a relational database with JSON fields is studied.

In the chapters of this thesis, various attempts are presented to build eHealth and mHealth applications, applications that are widely used and are about to be used in the near future in our country, such as the Electronic Prescription System and the Patient Summary respectively. This thesis presents their design, their advantages and disadvantages, some problems that have arisen, ways of solving them, and the importance of medical data for improving decision-making about citizens' health. In addition, some standards and codification which are used for building health-related systems to ensure that applications are inter-operable are discussed.

Finally, in this thesis an on-line web application followed by an an application for Android smartphone have been developed, in which the physician is able to store patients' data. The goal of the applications is to store the medical history, so in this way the doctor will have all the necessary information to make the most valid treatment, followed by the patient. Tools and methods and programming languages that were used for the development of applications include, MySQL 5.7.16, the popular HTML, CSS, JS Framework Bootstrap 3.3.7, Fullcalendar for calendar display of patient visits, JQuery library 1.12.4, Datatables library 1.10.13 to view data in tables, and Google Charts for their graphical representation. The application was hosted on a Virtual Private Server and setup includes Apache Web Server 2.4.18, PHP 7.0.13, MySQL Server, Mail Server, Roundcube 1.3.1, PhpMyAdmin 4.6.5.2, and a management system tool which was, Webmin 1.831. For the purpose of writing the code, it was used, Netbeans IDE 8.0.2, Android Studio 2.3.2, while MySQL Workbench 6.3.9 Community Edition was used to design the database.

Keywords:

Web applications, mobile apps, health, medical data, security, databases, JSON, eHealth, mHealth, prescription, medical history.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	Εισαγωγή.....	19
1.1	Γενικά.....	19
1.2	Σκοπός της διπλωματικής.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	Η κατάσταση και ο σχεδιασμός σε Ελλάδα και Ευρώπη.....	23
2.1	Η κατάσταση του Εθνικού Συστήματος Υγείας στην Ελλάδα.....	24
2.1.1	Εισαγωγή.....	24
2.1.2	Οι απόπειρες οικοδόμησης eHealth εφαρμογών στην Ελλάδα.....	24
2.1.3	Η τωρινή κατάσταση της Ηλεκτρονικής Υγείας στην Ελλάδα.....	30
2.2	Ανάλυση Ηλεκτρονικής Υγείας (eHealth).....	33
2.2.1	Εισαγωγή.....	33
2.2.2	Το Ευρωπαϊκό έργο epSOS.....	34
2.2.3	Η Ελλάδα στο Ευρωπαϊκό έργο epSOS.....	35
2.2.4	Ανάλυση αρχιτεκτονικής Συστήματος Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης.....	39
2.3	Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας στην Ελλάδα.....	41
2.3.1	Εισαγωγή.....	41
2.3.2	Ο εθνικός σχεδιασμός της Ελλάδας.....	42
2.3.3	Ανάλυση αρχιτεκτονικής ΣΙΥ.....	45
2.3.4	Συμπεράσματα για το σχεδιασμό της Ελλάδας.....	47
2.4	mHealth.....	48
2.4.1	Εισαγωγή στη τεχνολογία mHealth.....	48
2.4.2	mHealth δυνατότητες και στόχοι.....	50
2.4.3	Η αγορά της τεχνολογίας mHealth.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	Πρότυπα & κωδικοποίηση.....	55
3.1	Ταξινόμηση νόσων ICD-10.....	56
3.2	Health Level Seven.....	58
3.2.1	HL7 Fast Healthcare Interoperability Resources.....	59
3.3	Integrating the Healthcare Enterprise.....	61
3.3.1	IHE Cross Enterprise Document Sharing.....	62
3.4	Clinical Document Architecture.....	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	Ασφάλεια Ιατρικών Δεδομένων.....	67
4.1	Ασφάλεια Συστήματος Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης & ΣΙΥ Ασθενούς.....	68
4.1.1	Ασφαλής ανταλλαγή πληροφοριών στα συστήματα Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης & ΣΙΥ Ασθενούς.....	71
4.2	Ασφάλεια Ηλεκτρονικού Φακέλου Υγείας στο Cloud.....	75
4.2.1	Μετάβαση ΗΦΥ στο Cloud.....	80
4.3	Ασφάλεια mHealth.....	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	Εφαρμογές που αναπτύχθηκαν.....	95
5.1	Εισαγωγή.....	95
5.2	Περιγραφή εφαρμογών και εργαλείων.....	97
5.2.1	Codeigniter MVC Framework.....	97
5.2.2	Βάση δεδομένων MySQL με JSON.....	100
5.2.3	Διαδικτυακή εφαρμογή Doc Store n' Go.....	103
5.2.4	Εφαρμογή με χρήση Android Webview.....	112

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	Συμπεράσματα χρήσης εφαρμογών.....	113
6.1	Εισαγωγή.....	113
6.2	Συμπεράσματα.....	114
6.3	Επίλογος για μελλοντική ανάπτυξη.....	115
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Βιβλιογραφία και αναφορές.....	116

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Απλή περίπτωση σχεδιασμού με το μοντέλο Οντότητας – Χαρακτηριστικού – Τιμής στο MySQL Workbench.....	21
Εικόνα 2: Εκδοχή MySQL JSON πίνακα στο MySQL Workbench.....	21
Εικόνα 3: (Αριστερά) Κατανομή των διδακτορικών σε διαφορετικά θέματα της Πληροφορικής στην Ιατρική.....	24
Εικόνα 3: (Δεξιά) Κατανομή των διδακτορικών που αφορούν τη Πληροφορική προσανατολισμένη στην Ιατρική ετησίως.....	24
Εικόνα 4: Δαπάνες στη δημόσια υγεία στην Ελλάδα 1995-2014 (% του ΑΕΠ).....	25
Εικόνα 5: Παράδειγμα συνταγής με τον ΑΜΚΑ του ασθενούς, τη διάγνωση κωδικοποιημένη σε ICD-10, τα φάρμακα (ποσότητα, δοσολογία) και το μερίδιο συμμετοχής του ασθενούς στη πληρωμή του κάθε φαρμάκου.....	26
Εικόνα 6: Επισκόπηση της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης και των χρηστών που συμμετέχουν.....	27
Εικόνα 7: Γραφική αναπαράσταση των μελετών ΗΦΥ στο Ελληνικό ΕΣΥ.....	28
Εικόνα 8: Η Ελλάδα όσον αφορά την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας σε σχέση με τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο.....	29
Εικόνα 9: Διασυνورياκή υγειονομική περίθαλψη και νέα εργαλεία.....	33
Εικόνα 10: Αρχιτεκτονική τύπου REST στο Ελληνικό Σύστημα Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης.....	36
Εικόνα 11: Αρχιτεκτονική λογικού διαύλου.....	37
Εικόνα 12: Επεκτασιμότητα του συστήματος.....	39
Εικόνα 13: Κεντρική εγκατάσταση EIB.....	40
Εικόνα 14: EIB Software as a Service.....	40
Εικόνα 15: Βασικές προδιαγραφές διαλειτουργικότητας σχετικά με τις περιπτώσεις χρήσεις του ΣΙΥ ασθενών.....	44
Εικόνα 16: Προδιαγραφές αρχιτεκτονικής ΣΙΥ.....	45
Εικόνα 17: Αρχιτεκτονική ΣΙΥ ασθενούς και σχετικών προφίλ ΙΗΕ.....	46
Εικόνα 18: Τι περιλαμβάνει η τεχνολογία mHealth.....	48
Εικόνα 19: Παράδειγμα σχεδιασμού ενός συστήματος mHealth.....	50
Εικόνα 20: Προβλέψεις για την αγορά της τεχνολογίας mHealth.....	51
Εικόνα 21: Χώρες που ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν το σύστημα ταξινόμησης ICD-10 ανά χρονολογία.....	57
Εικόνα 22: Ανάλυση των χαρακτηριστικών των ασθενών που εισάγονται στα ιατρικά τμήματα σύμφωνα με μελέτη της 1 ^{ης} Παθολογικής Κλινικής του Λαϊκού Νοσοκομείου Αθηνών.....	57
Εικόνα 23: FHIR μοντέλο πόρων του ασθενούς.....	60
Εικόνα 24: Αναπαράσταση επέκτασης FHIR σε JSON.....	61
Εικόνα 25: ΙΗΕ Cross-Enterprise Document Sharing.....	62
Εικόνα 26: Οι αρχές του CDA.....	64
Εικόνα 27: Δομή του CDA.....	66
Εικόνα 28: Σύστημα βασισμένο σε επίπεδο χρηστών με διάφορες εκδόσεις ΗΦΥ διαθέσιμου ανάλογα με το είδος του χρήστη στο Cloud.....	78
Εικόνα 29: Δέκα τρωτά σημεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την ανάπτυξη εφαρμογών υγείας.....	84
Εικόνα 30: Σχηματική αναπαράσταση MVC σε αλληλεπίδραση με ένα χρήστη.....	96
Εικόνα 31: Πίνακας με πεδίο τύπου δεδομένων JSON.....	99
Εικόνα 32: Αρχική σελίδα εφαρμογής Doc Store n' Go.....	102

Εικόνα 33: α) Κυρίως σελίδα μετά την εισαγωγή του χρήστη (γιατρού ή γραμματέα) στο σύστημα όπως εμφανίζεται σε smartphone.....	104
Εικόνα 33: β) Συνέχεια κυρίως σελίδας μετά την εισαγωγή του χρήστη (γιατρού ή γραμματέα) στο σύστημα όπως εμφανίζεται σε smartphone.....	105
Εικόνα 34: Προβολή προσωπικών στοιχείων γιατρού με δυνατότητα επεξεργασίας τους στο σύστημα όπως εμφανίζεται σε smartphone.....	106
Εικόνα 35: Προβολή στοιχείων ασθενή, με δυνατότητες επεξεργασίας, εισαγωγής νέας επίσκεψης και εισαγωγής ιατρικών δεδομένων όπως εμφανίζεται σε smartphone.....	107
Εικόνα 36: Προβολή συνολικών επισκέψεων του γιατρού με δυνατότητες επεξεργασίας κάθε επίσκεψης ξεχωριστά και εισαγωγής ιατρικών δεδομένων όπως εμφανίζεται σε smartphone.....	108
Εικόνα 37: Προβολή των υπαλλήλων, με δυνατότητες επεξεργασίας και διαγραφής τους, όπως εμφανίζεται σε smartphone.....	109
Εικόνα 38: Εισαγωγή, προβολή, επεξεργασία και διαγραφή μιας εξέτασης, όπως εμφανίζεται σε smartphone.....	110
Εικόνα 39: Προβολή Android εφαρμογής με χρήση Android Webview.....	112

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Συμβατικός πίνακας μιας βάσης δεδομένων.....	20
Πίνακας 2: Συνοπτικός πίνακας Ευρωπαϊκού έργου eρSOS.....	35
Πίνακας 3: Παράδειγμα κωδικοποίησης νόσων ICD-10.....	56
Πίνακας 4: Σχέσεις μεταξύ των επιπέδων CDA ανά έκδοση.....	65
Πίνακας 5: Απαιτήσεις για τη διατήρηση της ασφάλειας και της ιδιωτικής ζωής ενός ΗΦΥ.....	76
Πίνακας 6: Πιστοποιήσεις και απαιτήσεις τρίτων του παρόχου Cloud.....	80
Πίνακας 7: Πολιτική πρόσβασης υπαλλήλων στη πλατφόρμα του Cloud.....	81
Πίνακας 8: Εγκατεστημένες περιβαλλοντικές διασφαλίσεις σε Data Center.....	81
Πίνακας 9: Συνεχείς ανάγκες διαχείρισης στο Cloud.....	82
Πίνακας 10: Προστασία σε θέματα ασφάλειας δικτύων στο Cloud.....	83
Πίνακας 11: Δέκα ευπάθειες στις εφαρμογές υγείας για κινητά.....	85
Πίνακας 12: Προτάσεις ασφάλειας και προστασίας προσωπικών δεδομένων για εφαρμογές mHealth.....	87
Πίνακας 13: Μέτρα ασφαλείας σχετικά με το χαμηλό επίπεδο ασφάλειας.....	89
Πίνακας 14: Μέτρα ασφαλείας σχετικά με το μεσαίο επίπεδο ασφάλειας.....	90
Πίνακας 15: Μέτρα ασφαλείας σχετικά με το υψηλό επίπεδο ασφάλειας.....	92

Κατάλογος ακρωνυμίων

EAV - Entity Attribute Value
epSOS - European Patient Smart Open Services
NCP - National Contact Point
ΠΣ - Πληροφοριακό Σύστημα
JMS - Java Messaging Service
ATNA - Audit Trail and Node Authentication
SAML - Security Assertion Markup Language
PKI - Public Key Infrastructure
HL7 - Health Level Seven
NCP - National Contact Point
IHE - Integrating the Healthcare Enterprise
HL7 CDA R2 - Health Level Seven Clinical Document Architecture Release 2
HL7 EHR-FS - Health Level Seven Electronic Health Record-System
MVC - Master Value Sets Catalogue
MTC - Master Translation / Transcoding Catalogue
REST - Representational State Transfer
SOAP - Simple Object Access Protocol
JMS - Java Messaging Service
ATNA - Audit Trail and Node Authentication
SAML - Security Assertion Markup Language
PKI - Public Key Infrastructure
XDS - Cross-Enterprise Document Sharing
EIB - Enterprise Information Bus
SaaS - Software as a Service
ΠΟΥ - Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
IOM - Institute of Medicine
ΕΣΥ - Εθνικό Σύστημα Υγείας
ΔΥΠΕ - Διοίκηση των Περιφερειακών Υπηρεσιών Υγείας
ΗΦΥ - Ηλεκτρονικός φάκελος υγείας
ΣΙΥ - Συνοπτικό Ιστορικό Υγείας
FITT - Fit between Individuals, Task and Technology
PACS - Picture Archiving and Communication System
HY - Ηλεκτρονική Υγεία
ΕΕ - Ευρωπαϊκή Ένωση
ΑΕΠ - Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
SSN - Social Security Number
W3C - World Wide Web Consortium
FHIR - Fast Healthcare Interoperability Resources Specification
DSTU - Draft Standard for Trial Use
XDR - Cross-Enterprise Document Reliable
XDM - Cross-Enterprise Direct Messaging
OID - Object Identifier
HIMSS - Healthcare Information Systems and Management Society
RSNA - Radiological Society of North America
ICD - International Classification of Diseases
eD - electronic Dispensation document
NCPeH - National Contact Point for eHealth
HP - Healthcare Professional or Provider

eHGI - European eHealth Governance Initiative
ΟΟΣΑ - Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη
eIDAS - electronic IDentification and Authentication Services
Bbs - Building Blocks
TOGAF - The Open Group Architecture Forum
ETSI - European Telecommunications Standards Institute
REM - Registered Electronic Mail
EIF - European Interoperability Framework
OASIS - Advanced Open Standards for the Information Society
SML - Service Metadata Locator
SMP - Service Metadata Publisher
BDXL - Business Document Metadata Service Location
eID - electronic Identification
PKI - Public Key Infrastructure
AES - Advanced Encryption Standard
SSL - Secure Sockets Layer
TLS - Transport Layer Security
CA - Certification Authority
IPC - Inter Process Communication better
RSA - Rivest, Shamir και Adleman
VPN - Virtual Private Network
DG SANTE - Directorate General for Health and Food Safety

Για τη μητέρα μου, που «έφυγε» πολύ νωρίς από κοντά μας – 28/08/2017.

Αυτή η σελίδα είναι σκόπιμα κενή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Η ηλεκτρονική υγεία (eHealth) εισέρχεται ολοένα και περισσότερο στη ζωή μας με αφορμή τη γήρανση του πληθυσμού η οποία αποτελεί πρόκληση στον αιώνα που διανύουμε σε ότι αφορά τη ζήτηση για ιατροφαρμακευτική περίθαλψη. Οι καλύτερες υπηρεσίες που προσφέρει η ηλεκτρονική υγεία μεταφράζονται σε μικρότερη επιβάρυνση των υπηρεσιών και των υποδομών που προσφέρονται αλλά κυρίως στη καλύτερη διαβίωση, προλαμβάνοντας φαινόμενα αναγκαστικής συνταξιοδότησης λόγω προβλημάτων υγείας, συμβάλλοντας έτσι στην υγιή οικονομική ανάπτυξη του κάθε κράτους.

Τα συστήματα που θα οικοδομήσουν την ηλεκτρονική υγεία στοχεύουν στην προαγωγή του υγιεινού τρόπου ζωής που σχετίζονται τόσο με τις διατροφικές μας συνήθειες αλλά και με την έλλειψη άσκησης. Αξιοσημείωτη είναι η έγκαιρη πρόληψη και η ετοιμότητα για την αντιμετώπιση των επιδημιών, της βιοτρομοκρατίας και της κλιματικής αλλαγής που επιβαρύνει το περιβάλλον στο οποίο ζούμε. Επιπροσθέτως, η συνεισφορά των συστημάτων ηλεκτρονικής υγείας θα ενισχύσει περισσότερο τους επαγγελματίες του κλάδου ώστε να βελτιωθούν οι ήδη υπάρχουσες έρευνες που αφορούν τόσο τις μεθόδους θεραπείας ασθενειών που εφαρμόζονται σήμερα αλλά και τη δημιουργία νέων φαρμάκων με καλύτερα αποτελέσματα σε στοχευμένα σύνολα ασθενών.

Η συνεχής και αυξανόμενη υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών, με τις όλο και περισσότερο γρήγορες ταχύτητες πρόσβασης στο διαδίκτυο αλλά και η ευρέως διαδεδομένη χρήση των έξυπνων κινητών τηλεφώνων και ευφώνων εφαρμογών μέσα από αυτά μας επιτρέπουν την απανταχού σύνδεση και πρόσβαση σε δεδομένα και υπηρεσίες που αφορούν την υγεία μας. Σε αυτό το πλαίσιο κινείται και η Παγκόσμια αγορά, δηλαδή, σε νέα σενάρια χρήσης που αφορούν, τόσο την ηλεκτρονική υγεία (eHealth) με την οικοδόμηση πληροφοριακών συστημάτων όσο και για την κινητή υγεία (mHealth) που έχει ενεργό ρόλο στη καθημερινή ζωή των πολιτών.

1.2 Σκοπός της διπλωματικής

Η ιατρική εξελίσσεται συνεχώς με αποτέλεσμα να δημιουργούνται νέα δεδομένα που παρουσιάζουν ιδιαίτερη πολυπλοκότητα με συνεχώς αυξανόμενη εμφάνιση νέων τύπων δεδομένων, τροποποίηση υπαρχόντων, νέων τύπων εξετάσεων, νέων μεθόδων χειρουργικών επεμβάσεων κ.ά. Το πρόβλημα με τη συνεχή μεταβολή των ιατρικών δεδομένων και το πως θα αποθηκευτούν αυτά, αποτελεί πρόκληση για τις επιστήμες της Πληροφορικής και των Τηλεπικοινωνιών. Σε αυτό τον άξονα θα κινηθεί και το θεωρητικό μέρος της παρούσας εργασίας, το οποίο θα αποσαφηνίσει τις υπάρχουσες υποδομές πληροφοριακών συστημάτων που αφορούν την υγεία στη χώρα μας ως κράτος μέλος της ΕΕ.

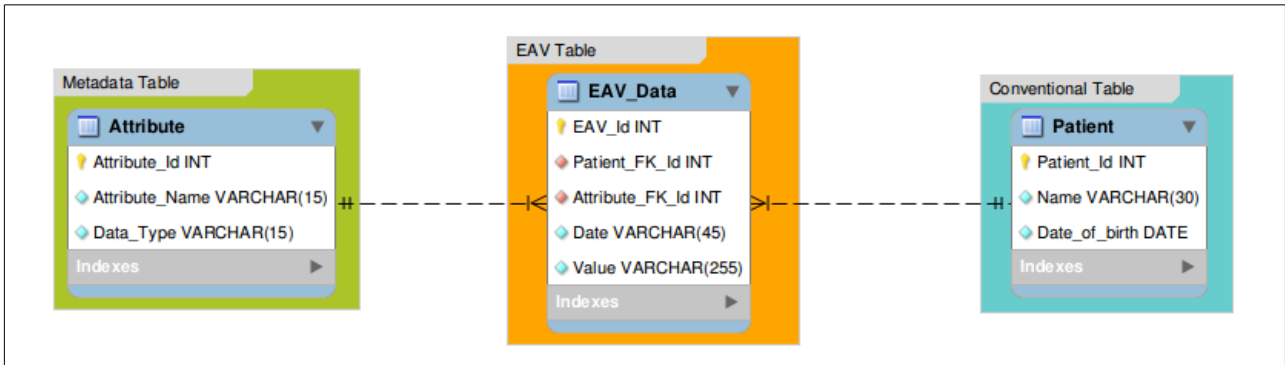
Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής και εφαρμογής για Android smartphone για τη διαχείριση των ιατρικών δεδομένων που δημιουργούνται μετά από επίσκεψη του ασθενούς στο θεράποντα γιατρό. Το κύριο πλεονέκτημα που θα προσφέρει η ανάπτυξη των προηγούμενων εφαρμογών είναι η απανταχού πρόσβαση του γιατρού στα δεδομένα των ασθενών του όταν βρίσκεται μακριά από το ιατρείο του αλλά και τη πρόσβαση στο ιστορικό των ασθενών του. Στην ειδική περίπτωση όπου δεν θα υπάρχει πρόσβαση στο διαδίκτυο τα δεδομένα θα βρίσκονται αποθηκευμένα τοπικά στο κινητό και ο γιατρός θα είναι δυνατό να εισάγει νέα δεδομένα. Τέλος, εφόσον στη συνέχεια υπάρξει πρόσβαση στο διαδίκτυο η Android εφαρμογή θα συγχρονίζει τα δεδομένα με τη διαδικτυακή εφαρμογή και αντιστρόφως.

Μία τέτοια από σχεδιαστικής άποψης πρόκληση μπορεί να υλοποιηθεί με το μοντέλο Οντότητας – Χαρακτηριστικού – Τιμής (Entity – Attribute – Value, EAV) στο οποίο όλα τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν σε έναν ενιαίο γενικό πίνακα με εννοιολογικά 3 στήλες: 1 για την οντότητα (π.χ. ταυτοποίηση ασθενούς), 1 για το χαρακτηριστικό (π.χ. όνομα) και 1 για την τιμή (π.χ. Δημήτρης Λορέντζος). Για να προστεθούν περισσότερα περιγραφικά πεδία στην οντότητα, προσθέτονται τιμές χαρακτηριστικών στο πεδίο χαρακτηριστικών όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα. Τα βασικά πλεονεκτήματα αυτού του σχεδιασμού είναι η αποφυγή αλλαγής της δομής της βάσης δεδομένων, τα αποτελεσματικά στοχευμένα ερωτήματα στην οντότητα και η εξοικονόμηση χώρου αποθήκευσης εμποδίζοντας πεδία με τιμές NULL ή αλλιώς τη δημιουργία αραιών πινάκων.

Patient_id	Date	Name	Test1	Test2
1	1/1/2012	Hans	T1	Null
2	2/1/2012	Gems	T11	T22
3	3/1/2012	Tom	Null	T222

Πίνακας 1: Συμβατικός πίνακας μιας βάσης δεδομένων
Πηγή: Electronic Health Record Data Model
Optimized for Knowledge Discovery

Το βασικό μειονέκτημα του συγκεκριμένου μοντέλου παρουσιάζεται στο χειρισμό των ερωτημάτων όταν οι πίνακες που εμπλέκονται στη βάση δεδομένων είναι πολλοί με αποτέλεσμα ένα απλό ερώτημα να γίνεται αρκετά πολύπλοκο. [1]



Εικόνα 1: Απλή περίπτωση σχεδιασμού με το μοντέλο Οντότητας – Χαρακτηριστικού – Τιμής στο MySQL Workbench
 Πηγή: Electronic Health Record Data Model
 Optimized for Knowledge Discovery

Με γνώμονα πάντα την αποφυγή των αραιών πινάκων και με απώτερο σκοπό την εξοικονόμηση αποθηκευτικού χώρου αλλά και την ευκολότερη διαχείριση της βάσης δεδομένων με τη διατύπωση πιο απλών SQL ερωτημάτων, η έκδοση 5.7.16 της MySQL εισήγαγε τον τύπο δεδομένων JSON όπου έχουμε την αναπαράσταση των δεδομένων σε αυτή τη μορφή όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα. Το βασικό πλεονέκτημα είναι πως ο χειρισμός των ερωτημάτων, η εισαγωγή νέων ζευγαριών Key – Value σε αντιστοιχία με τα Attributes – Values του EAV, και η χρήση ευρετηρίων για την επιτάχυνση των ερωτημάτων γίνεται με εύκολο και κατανοητό τρόπο. Το μειονέκτημα, που μετριάζεται με τη χρήση των ευρετηρίων, είναι πως μία βάση δεδομένων MySQL με JSON, δεν μπορεί να συναγωνιστεί σε επίδοση μια αντίστοιχη NoSQL αλλά από την άλλη λύνει το πρόβλημα με τη δύσκολη διαχείριση που παρουσιάζει το EAV.

The screenshot shows a MySQL table named 'Patient' with a JSON column 'PatientData'. Below the table structure, a data row is displayed:

#	Patient_Id	PatientData
1	1	'{"name": "Dimitris Lorentzos", "date_of_birth": "12/04/1990", "city": "Aegina", "phone": "2297012345"}'
*	NULL	NULL

Εικόνα 2: Έκδοση MySQL JSON πίνακα στο MySQL Workbench

Ολοκληρώνοντας αυτή την εισαγωγική παράγραφο, στο επόμενο κεφάλαιο θα μιλήσουμε σχετικά με τις υπάρχουσες υποδομές που συνθέτουν την ηλεκτρονική υγεία στη χώρα μας, τις πρωταρχικές προσπάθειες που υπήρξαν αλλά και τη συμμετοχή της χώρας μας σε Ευρωπαϊκά προγράμματα που αφορούν το Εθνικό Σύστημα Συνταγογράφησης αλλά και το Συνοπτικό Ιστορικό Υγείας για κάθε ασθενή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Η κατάσταση και ο σχεδιασμός σε Ελλάδα και Ευρώπη

Επισκόπηση

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συστήματα που αφορούν την υγεία με συμμετοχή της χώρας μας στα Ευρωπαϊκά έργα eρSOS και SOHealth. Το αποτέλεσμα από το έργο eρSOS ήταν η δημιουργία του εθνικού μας συστήματος ηλεκτρονικής συνταγογράφησης το οποίο δεν είναι τίποτα άλλο παρά μία διαδικτυακή εφαρμογή που επικεντρώνεται μόνο σε ένα απλό σενάριο να διανείμει τις υπάρχουσες συνταγές των πολιτών της ΕΕ σε μια σειρά από φαρμακεία στην Ελλάδα. Η χώρα μας δεν διέθετε κάποια υπάρχουσα ηλεκτρονική υποδομή τέτοιου είδους πέρα από κάποιες πιλοτικές λύσεις όπως το ΥγείαNet, το Epirus-Net, και ορισμένα συστήματα τηλεϊατρικής και απέδειξε πως με την επαναχρησιμοποίηση επικαιροποιημένων, βέλτιστων πρακτικών και προτύπων ήταν στο σωστό δρόμο ώστε να ακολουθήσουν αρκετά βήματα προόδου και αρκετές βελτιώσεις σε ότι αφορά την ΗΥ στη χώρα μας.

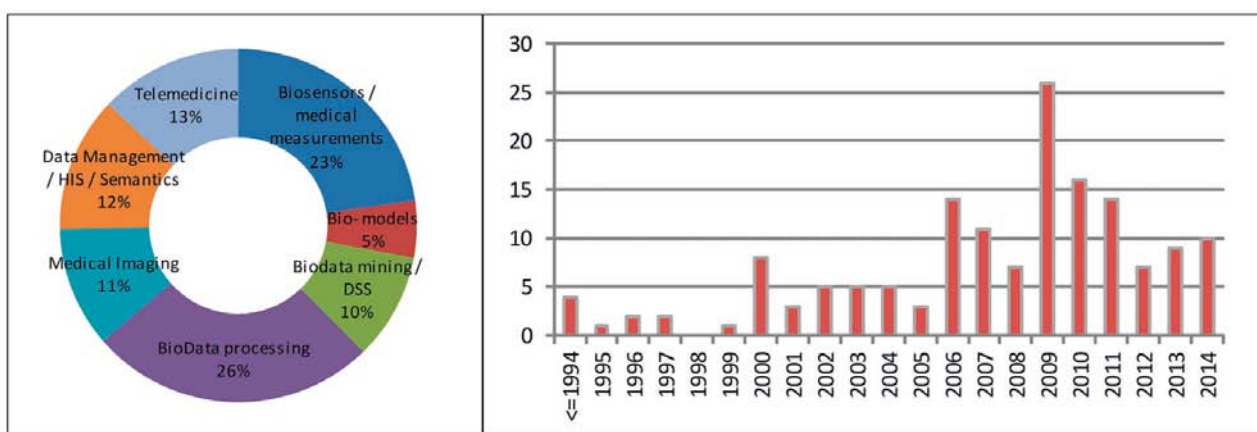
Συνεχίζοντας στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η συμμετοχή της Ελλάδας στο Ευρωπαϊκό έργο SOHealth. Θετική συνέπεια της συμμετοχής της χώρας μας είναι η στρατηγικής σημασίας σύμπραξη του Infolab του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, της Gnomon Informatics A.E. , της ΕΛΟΤ Α.Ε. καθώς και των Pharmaxis και ΗΔΙΚΑ ΑΕ. Το έργο SOHealth επικεντρώθηκε στο να προτείνει καινοτόμες υπηρεσίες και τα εργαλεία της διαλειτουργικότητας της ΗΥ που επιτρέπουν ανεξαρτήτου πλατφόρμας, διασυνοριακά και διαπεριφερειακά σενάρια υγειονομικής περίθαλψης με βάση την επαναχρησιμοποίηση των διεθνών προτύπων.

Ολοκληρώνοντας το παρόν κεφάλαιο θα μελετήσουμε τη τεχνολογία mHealth, η οποία διαδραματίζει ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στην καταγραφή της υγείας μας. Η διάδοση των smartphones και tablets αποκτά πρόσφορο έδαφος στην αξιοποίηση της τεχνολογίας mHealth, με αποτέλεσμα την πληθώρα διάθεση εφαρμογών υγείας αλλά και τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα για τη βελτίωση και συνεισφορά της σε αυτή.

2.1 Η κατάσταση του Εθνικού Συστήματος Υγείας στην Ελλάδα

2.1.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η επιστημονική κοινότητα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε ότι αφορά το συνδυασμό των επιστημών της Πληροφορικής & των Επικοινωνιών και της Ιατρικής στη χώρα μας. Στο εθνικό αποθετήριο των διδακτορικών διατριβών, μέρος του Εθνικού Κέντρου Τεκμηρίωσης¹, μια μη εξαντλητική αναζήτηση με σχετικές λέξεις-κλειδιά όπως ιατρική πληροφορική, βιοϊατρική τεχνολογία, τηλεϊατρική, ηλεκτρονική υγεία, βιοισθητήρας, ιατρικό πληροφοριακό σύστημα, πληροφοριακό σύστημα νοσοκομείου, ηλεκτρονικό αρχείο ασθενούς, απέδωσε 154 διατριβές το διάστημα μεταξύ 1994 έως 2014, με σταδιακά αυξανόμενο ρυθμό όπως φαίνεται από την επόμενη εικόνα.



Εικόνα 3: (Αριστερά) Κατανομή των διδακτορικών σε διαφορετικά θέματα της Πληροφορικής στην Ιατρική.

(Δεξιά) Κατανομή των διδακτορικών που αφορούν τη Πληροφορική προσανατολισμένη στην Ιατρική ετησίως.

Πηγή: Medical Informatics Education & Research in Greece

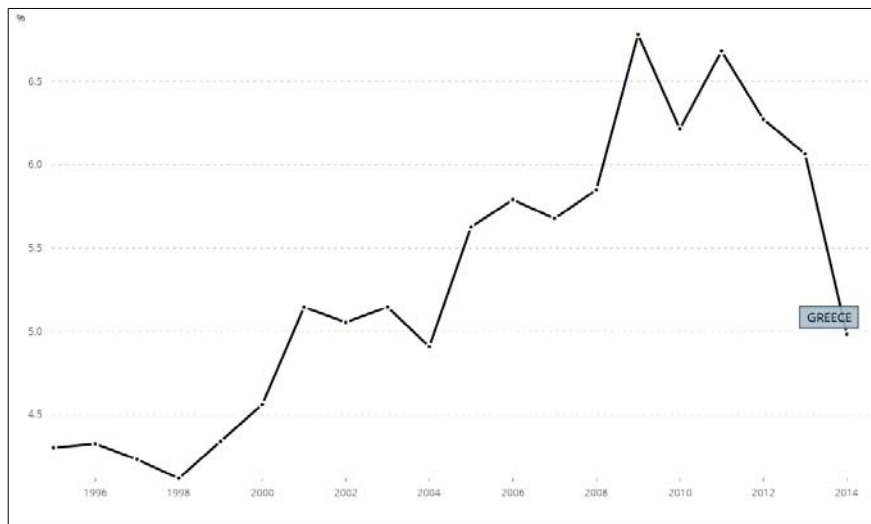
2.1.2 Οι απόπειρες οικοδόμησης eHealth εφαρμογών στην Ελλάδα

Στο Ελληνικό Εθνικό Σύστημα Υγείας (ΕΣΥ), η χρηματοδότηση παρέχεται από το συνδυασμό της κοινωνικής ασφάλισης, της γενικής φορολογίας και των δημόσιων ή των ιδιωτικών τομέων παροχής υπηρεσιών. Οι τοπικές υγειονομικές αρχές έχουν καθιερωθεί από το 2001, και σήμερα ονομάζονται Διοίκηση των Περιφερειακών Υπηρεσιών Υγείας (ΔΥΠΕ). Παρά το γεγονός ότι οι προσπάθειες για την εισαγωγή των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στο δημόσιο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης είχαν αρχίσει ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του '80, τα αποτελέσματα δεν έχουν ακόμη επιτύχει τα επιθυμητά αποτελέσματα. [2]

Σε γενικές γραμμές, η αύξηση των δαπανών για την υγεία είναι ένα θέμα συνεχούς ανησυχίας στις ανεπτυγμένες χώρες, τόσο στον έλεγχο της ανάπτυξης τους, όσο και στο να μπορεί να λαμβάνει τα καλύτερα αποτελέσματα από τους διαθέσιμους πόρους, γι' αυτό και αποτελεί σημαντικό στόχο των πολιτικών που ακολουθούνται στο τομέα της υγείας. Η Ελλάδα απέτυχε να

1 Αποθετήριο διδακτορικών διατριβών του Εθνικού Κέντρου Τεκμηρίωσης, <http://phdtheses.ekt.gr/>

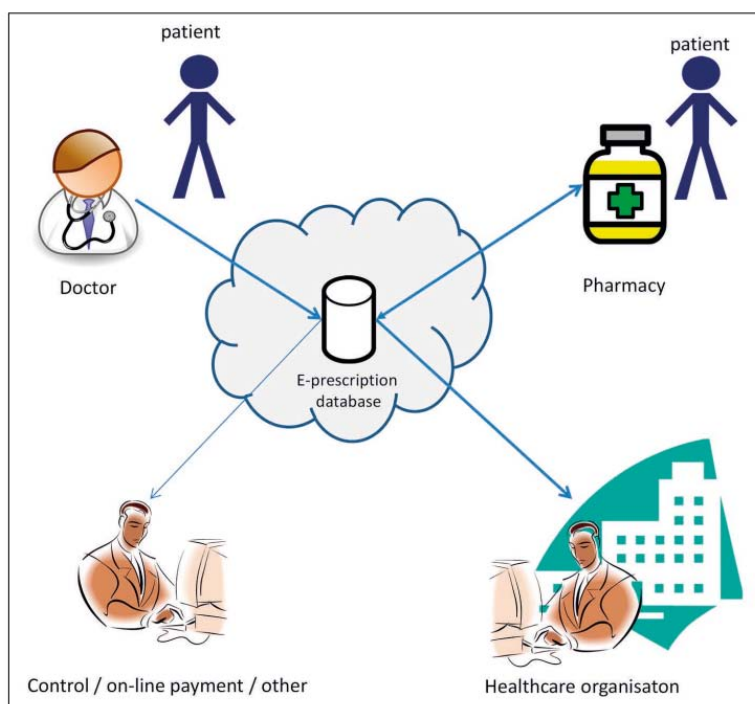
ελέγξει τις δαπάνες για την υγεία τη περίοδο από το 2000 έως το 2009, και το έλλειμμα του προϋπολογισμού για την υγεία της χώρας ανήλθε σε 50 δισεκατομμύρια €, όπως φαίνεται και από την επόμενη εικόνα. Κατά συνέπεια, κατά την έναρξη της κρίσης, ο τομέας της υγείας αναφέρθηκε ως ένας σημαντικός παράγοντας για τον οικονομικό εκτροχιασμό της χώρας μας και ως εκ τούτου τέθηκε υπό εξονυχιστικό έλεγχο και δημοσιονομικές αλλαγές. [3]



Εικόνα 4: Δαπάνες στη δημόσια υγεία στην Ελλάδα 1995-2014 (% του ΑΕΠ)

Πηγή : <http://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.PUBL.ZS?end=2014&locations=GR&start=1995>

Στην ιδιωτική πρωτοβάθμια περίθαλψη, τα ηλεκτρονικά αρχεία των ασθενών υιοθετούνται όλο και περισσότερο, χωρίς να ακολουθούν όμως ένα κοινό πρότυπο. Στην πρωτοβάθμια δημόσια περίθαλψη υπάρχουν τα μηχανογραφημένα αρχεία των ασθενών, αλλά σε μεγάλο βαθμό αυτά είναι σε πειραματικό στάδιο, και σίγουρα η μορφή τους δεν είναι τυπική και ομοιόμορφη. Ένα σημαντικό βήμα για την τυποποίηση ήταν η υιοθέτηση και η χρήση του ενιαίου εθνικού Αριθμού Μητρώου Κοινωνικής Ασφάλισης (ΑΜΚΑ) που αποδίδεται σε κάθε πρόσωπο που καλύπτεται από ένα Ελληνικό ταμείο κοινωνικής ασφάλισης, υποχρεωτικά από την 1η Οκτωβρίου 2009. Ο αριθμός αυτός αποδίδεται μέσω των δημόσιων ασφαλιστικών οργανισμών. Σύμφωνα με το ισχύον νομικό πλαίσιο (νόμος 3892/2010 Ηλεκτρονική καταγραφή των συνταγών), εισήχθη το 2010 το Ηλεκτρονικό Σύστημα Συνταγογράφησης. Το εθνικό Ηλεκτρονικό Σύστημα Συνταγογράφησης είναι προσβάσιμο από εξουσιοδοτημένους χρήστες μόνο (γιατρούς και φαρμακοποιούς). Οι συνταγές περιέχουν τον ΑΜΚΑ του ασθενούς, τη διάγνωση κωδικοποιημένη σε ICD-10, τα φάρμακα (ποσότητα, δοσολογία) και το μερίδιο συμμετοχής του ασθενούς στη πληρωμή του κάθε φαρμάκου, κ.λπ. Το εθνικό Ηλεκτρονικό Σύστημα Συνταγογράφησης θα το αναλύσουμε εκτενέστερα στις επόμενες παραγράφους.



Εικόνα 6: Επισκόπηση της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης και των χρηστών που συμμετέχουν.
 Πηγή : Medical Informatics Education & Research in Greece

Τα προγράμματα Τηλεϊατρικής δεν είναι εγκατεστημένα σε εθνικό επίπεδο, και η διείσδυσή τους στην ανάπτυξη πέρα από πιλοτικές φάσεις ποικίλλει κυρίως σε περιφερειακό επίπεδο. Λόγω της γεωγραφικής κατανομής του πληθυσμού, με πολλές μικρές κοινότητες που κατοικούνται σε αρκετά απομονωμένα νησιά και απομακρυσμένες αγροτικές περιοχές, η λύση τηλεϊατρικής ήταν πάντα μια ελκυστική πρόκληση και, ως εκ τούτου, πολλές πιλοτικές προσπάθειες έχουν λάβει χώρα, συσσωρεύοντας με σημαντική ερευνητική εμπειρία τον τομέα, καθώς και μια μάλλον ευρεία διάδοση με απώτερο σκοπό τον τελευταίο καιρό την ευρεία αποδοχή τους.

Μεταξύ των πρώτων ιστορικών επιτυχιών ήταν το HygeiaNet (2003) το Περιφερειακό Δίκτυο Πληροφοριών Υγείας της Κρήτης. Το HygeiaNet είχε στόχο ένα ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό αρχείο υγείας, με βάση την ανοικτή αρχιτεκτονική και τα εργαλεία για την ένταξη των εξειδικευμένων αυτόνομων εφαρμογών, περιλαμβάνοντας, επίσης, και τις υπηρεσίες ηλεκτρονικής υγείας και mHealth (τηλεσυμβουλευσεις, προ-νοσοκομειακό Σύστημα Διαχείρισης Καταστάσεων Έκτακτης Ανάγκης Υγείας και πολλά άλλα). Το HygeiaNet είχε μια κάλυψη κατά μήκος όλου του νησιού της Κρήτης, που είναι και το μεγαλύτερο στην Ελλάδα (8303 km²) με λίγες πόλεις και πολλά μικρά και απομακρυσμένα χωριά. Ένα αξιοσημείωτο επιτυχημένο παράδειγμα στην Κεντρική Ελλάδα, είναι ο Δήμος Τρικκαίων, ο οποίος σε συνεργασία με την δευτεροβάθμια περίθαλψη είχε εγκαταστήσει τις υπηρεσίες τηλεϊατρικής για τους ασθενείς με χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια, χρόνια άσθμα, αρρυθμίες και υπέρταση για τη βελτίωση της καθημερινής ζωής τους. Τα ζωτικά σημεία που καταγράφονται στο σπίτι, μεταφέρονται στο νοσοκομείο και εξετάζονται από τους εμπειρογνώμονες, οι οποίοι στη συνέχεια παρέχουν την απαραίτητη ανατροφοδότηση. Ένα ακόμα πρόγραμμα τηλεϊατρικής ευρείας κάλυψης στην Ελλάδα υλοποιήθηκε από την εταιρία Vodafone σε 100 περιοχές² σε όλη την Ελλάδα, με έμφαση στη δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου της υγείας των πολιτών, ιδίως σε διάσπαρτες γεωγραφικά περιοχές. [2]

2 Πρόγραμμα Τηλεϊατρικής Vodafone, <http://www.vodafone.gr/portal/client/cms/viewCmsPage.action?pageId=11280>

Το Epirus-Net (2001) είναι μια αξιόλογη προσπάθεια για την περιφέρεια της Ηπείρου με τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου περιβάλλοντος για την παροχή υγειονομικής περίθαλψης μέσω ενός περιφερειακού δικτύου τηλεματικής υγείας. Η περιοχή της Ηπείρου παρουσιάζει μορφολογικές ιδιαιτερότητες, όπως βουνά και απομονωμένες περιοχές κάνοντας τη μεταφορά και ως εκ τούτου τη παροχή υγειονομικής περίθαλψης πολύ δύσκολη ειδικά σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Το Epirus-Net είναι ένα σταθερό ασύρματο δίκτυο που συνδέει περιφερειακά νοσοκομεία και κέντρα υγείας, συμπεριλαμβανομένου του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Λάρισας παρέχοντας ένα γεωγραφικό δεσμό μεταξύ των περιοχών της Ηπείρου και της Θεσσαλίας, όπως φαίνεται από την επόμενη εικόνα. Το δίκτυο παρέχει πρόσβαση, σε ολοκληρωμένες υπηρεσίες ηλεκτρονικού φακέλου υγείας, σε υπηρεσίες πόρων που αφορούν τους καταλόγους των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης, εκπαιδευτικές υπηρεσίες για μαθήματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στους τομείς της ιατρικής και εξειδικευμένη ιατρική τηλεδιάσκεψη. Οι λόγοι δημιουργίας για τη συγκεκριμένη υποδομή δικτύου ήταν η ανεπάρκεια εκείνης της εποχής για τηλεπικοινωνιακή υποδομή στις αγροτικές περιοχές και το απαγορευτικό κόστος υλοποίησης και συντήρησης, η ανάγκη για εύρος ζώνης, η ανεξαρτησία από την κεντρική διαχείριση και η ευελιξία της επέκτασης του δικτύου. Η ενσωμάτωση του ΗΦΥ, ενός από τα βασικά στοιχεία του συστήματος, εξυπηρετούσε τις ανάγκες της καρδιολογίας, των ορθοπεδικών κλινικών και επεκτάθηκε για να καλύψει τις ανάγκες των άλλων ιατρικών τομέων, όπως για παράδειγμα της γυναικολογίας.

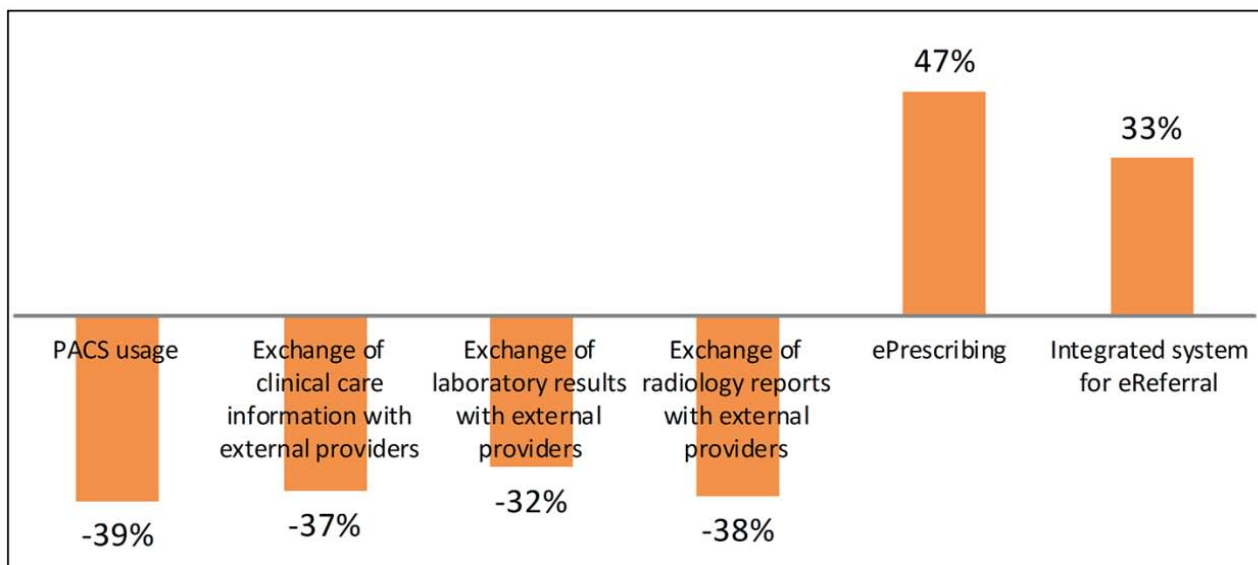


Εικόνα 7: Γραφική αναπαράσταση των μελετών ΗΦΥ στο Ελληνικό ΕΣΥ.

Πηγή: A thematic review and a policy-analysis agenda of Electronic Health Records in the Greek National Health System

Παρά την επιτυχημένη ενσωμάτωση της παροχής υγειονομικής περίθαλψης στη περίπτωση του HygeiaNet, η πραγματική υιοθέτηση του συστήματος δεν ήταν επιτυχής. Μελέτη που διεξήχθη σε περίοδο 8 ετών (1998-2006) κατά τα διάφορα στάδια εφαρμογής του συστήματος FITT (Fit between Individuals, Task and Technology), το μοντέλο είχε στόχο να εξηγήσει τις επιτυχίες και τις αποτυχίες της εφαρμογής και να εντοπίσει τους παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση και διάδοση καινοτόμων Τεχνολογιών Πληροφορικής & Επικοινωνιών σε ένα καταναμημένο δίκτυο υγείας. Μια σειρά από παράγοντες που προέκυψαν καθόρισαν τις τρεις διαστάσεις του πλαισίου FITT, δηλαδή τη ποιότητα, τη συμβατότητα και την προσαρμοστικότητα του συστήματος, καθώς και τη κατάρτιση, τη τεχνική υποστήριξη και τις στρατηγικές των οργανωτικών αλλαγών με την εκπαίδευση και την οργανωτική υποστήριξη, αναγνωρίζοντας τους δύο τελευταίους ως τους δύο πιο σημαντικούς παράγοντες. Ειδικότερα, το είδος της εκπαίδευσης και το επίπεδο της ηγεσίας και της διαχείρισης υποδείχθηκαν ως άμεση ή / και έμμεση πρόβλεψη της επιτυχίας του δικτύου ηλεκτρονικής υγείας. [4]

Πέρα από την ύπαρξη ορισμένων φωτεινών παραδειγμάτων, η Ελλάδα είναι συνολικά πίσω από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο όσον αφορά την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας, όπως γίνεται αντιληπτό από την επόμενη εικόνα, ιδίως όσον αφορά τη χρήση Picture Archiving and Communication System (PACS) (-39%), την ανταλλαγή κλινικών πληροφοριών με εξωτερικούς παρόχους (-37%), την ανταλλαγή των εργαστηριακών αποτελεσμάτων με εξωτερικούς παρόχους (-32%) και την ανταλλαγή αναφορών ακτινολογίας με εξωτερικούς παρόχους (-38%). Ωστόσο, η Ελλάδα παρουσιάζει πρόοδο με υψηλότερο ποσοστό από το μέσο όρο της ΕΕ στην Ηλεκτρονική Συνταγογράφηση (47%) και το Ολοκληρωμένο Σύστημα Παραπομπών (33%), όπου οι γιατροί αφού εξετάσουν τον ασθενή και κρίνουν ότι πρέπει να υποβληθεί σε ειδική εξέταση ή κάποια χειρουργική επέμβαση, κλείνουν μέσω ηλεκτρονικού συστήματος το ραντεβού στο κοντινότερο διαθέσιμο νοσοκομείο για τον ασθενή τους. Όσον αφορά σύνθετους δείκτες για την ανάπτυξη και τη διαθεσιμότητα, οι οποίοι βασίζονται στον ΗΦΥ ασθενούς στην υποστήριξη κλινικών αποφάσεων, η Ελλάδα βρίσκεται κάτω του μέσου όρου της ΕΕ, αλλά με αυξητική τάση στην ανάπτυξη.[2]



Εικόνα 8: Η Ελλάδα όσον αφορά την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας σε σχέση με τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο.

Πηγή: Medical Informatics Education & Research in Greece

2.1.3 Η τωρινή κατάσταση της Ηλεκτρονικής Υγείας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα έχει συσταθεί ο Ελληνικός Σύνδεσμος Πληροφορικής Υγείας³, ΕΣΠΥ ο οποίος αποτελείται από 18 τακτικά μέλη⁴ – εταιρίες. Στόχος του ΕΣΠΥ αποτελεί η συνδρομή προς την πολιτεία για την αναδιοργάνωση, σχεδίαση και ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογικών εφαρμογών και εφαρμογών πληροφορικής για τη βελτίωση των ηλεκτρονικών υπηρεσιών υγείας στη χώρα μας.

Η ηλεκτρονική υγεία στη χώρα μας περιλαμβάνει:

- Το Εθνικό Σύστημα Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης⁵ που θα αναπτύξουμε σε επόμενη παράγραφο.
- Τον Ηλεκτρονικό Ιατρικό Φάκελο - Συνοπτικό Ιστορικό Υγείας Ασθενούς, που θα αναπτύξουμε σε επόμενη παράγραφο, ο οποίος έχει τεθεί σε πιλοτική εφαρμογή στα νοσοκομεία “Ευαγγελισμός” και “Λαϊκό” και αναμένεται να τεθεί σε πλήρη λειτουργία προς το τέλος του 2017 σύμφωνα με το σχεδιασμό της διοίκησης της ΗΔΙΚΑ. Τα βασικά δομικά του στοιχεία θα περιλαμβάνουν, δημογραφικά στοιχεία, ιστορικό επισκέψεων, ιατρικά προβλήματα, διαγνώσεις, φαρμακευτική αγωγή, πρόγραμμα εμβολιασμού και τρόπος ζωής – συνήθειες. Σημαντικό στοιχείο διαλειτουργικότητας αποτελεί η συνεργασία του συστήματος με το συνοπτικό ιατρικό ιστορικό και με το σύστημα διαχείρισης ραντεβού.
- Τη διαδικτυακή εφαρμογή e-Ραντεβού⁶.
- Το Μητρώο Χρονίως Πασχόντων.
- Το Εθνικό Μητρώο Δικαιούχων Περίθαλψης – Σύστημα “ΑΤΛΑΣ”⁷.
- Την Ηλεκτρονική Εκκαθάριση Υπηρεσιών Υγείας.
- Τον Ασφαλιστικό Φάκελο ασθενούς.
- Τις Ηλεκτρονικές Προμήθειες.
- Τις Υπηρεσίες Τηλεϊατρικής / Τηλεφροντίδας μέσω του Εθνικού Δικτύου Τηλεϊατρικής⁸ που ολοκλήρωσε ο Όμιλος ΟΤΕ⁹.
- Τα Ολοκληρωμένα Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομείων και τις ειδικές εφαρμογές υγείας που έχουν υλοποιηθεί από τα τακτικά μέλη της ΕΣΠΥ. [5]

3 Ελληνικός Σύνδεσμος Πληροφορικής Υγείας, ΕΣΠΥ, <http://www.espy.org.gr>

4 Τακτικά μέλη ΕΣΠΥ, <http://www.espy.org.gr/el/meli-katalogos>

5 Εθνικό Σύστημα Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης, <https://www.e-prescription.gr/>

6 e-Ραντεβού, <https://www.e-syntagografisi.gr/p-rv/p>

7 Σύστημα “ΑΤΛΑΣ”, <https://www.atlas.gov.gr/ATLAS/Pages/AtlasInfo.aspx>

8 Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής, <http://www.2dype.gr/teleiatriki>

9 Όμιλος ΟΤΕ, https://www.cosmote.gr/fixe/corporate/details/-/asset_publisher/gLfNzjlgW7PO/content/εθνικο-δικτυο-τηλειατρικης-σε-νησια-του-αιγαίου-απο-τον-ομίλο-οτε

Συνεχίζοντας τη μελέτη της τωρινής κατάστασης στην ηλεκτρονική υγεία στη χώρα μας θα σταθούμε στα Ολοκληρωμένα Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομείου, ΟΠΣΝ που χρησιμοποιούνται στα Δημόσια Νοσοκομεία λίγο πριν την καθολική εφαρμογή του Ηλεκτρονικού Φακέλου Ασθενούς. Ένα ΟΠΣΝ, που χρησιμοποιείται σε αρκετά νοσοκομεία¹⁰ της χώρας μας είναι το ΑΣΚΛΗΠΙΟΣ™ HOSPITAL¹¹ το οποίο έχει αναπτυχθεί από το τακτικό μέλος της ΕΣΠΥ, Computer Solutions ABEE¹². Το ΑΣΚΛΗΠΙΟΣ™ HOSPITAL αποτελεί μία καλή λύση για τη διαχείριση των δεδομένων των ασθενών και του νοσοκομείου μιας και προσφέρει, Διαχείριση Ασθενούς, Ιατρονοσηλευτικό Φάκελο, Διαχείριση φαρμακείου, Βιοϊατρική Τεχνολογία, Εργαστηριακό Υποσύστημα, Διοικητικό-Οικονομικό Υποσύστημα και Διαχείριση Προσωπικού. Το ΑΣΚΛΗΠΙΟΣ™ HOSPITAL χαρακτηρίζεται ως ένα διαλειτουργικό ΟΠΣΝ μιας και ακολουθεί τα SOA και HL7 στάνταρντ¹³. Τέλος οι τεχνολογίες που χρησιμοποιεί είναι:

- **Βάση Δεδομένων:** Oracle
- **Server Συστήματος:** Windows, Linux
- **Clients:** Windows
- **Εφαρμογή & Web Server :** Oracle, Java, Microsoft, PHP, JavaScript, Ruby
- **Clients:** Windows, Linux [10]

Ένα ακόμα, αξιοσημείωτο για τη προσφορά του τακτικό μέλος της ΕΣΠΥ, είναι η DATAMED A.E.¹⁴. Η DATAMED A.E. έχει αναπτύξει τόσο ΟΠΣΝ όσο και ειδικές εφαρμογές υγείας. Αξίζει να σταθούμε στο Πληροφοριακό Σύστημα Ελέγχου και Συντονισμού Μεταμοσχεύσεων TransMed¹⁵ που έχει υλοποιηθεί ήδη από το 2009 στοχεύοντας στο να διαχειρίζεται και να αυτοματοποιεί ολόκληρη τη διαδικασία μεταμοσχεύσεων μυελού των οστών και συμπαγών οργάνων προσφέροντας έτσι στον Εθνικό Οργανισμό Μεταμοσχεύσεων¹⁶ τη δυνατότητα αυτοματοποιημένης διαχείρισης όλων των ενεργειών που προβλέπονται, ενισχύοντας τη διαφάνεια και διευκολύνοντας την αντικειμενική επιλογή λύσεων, βασισμένων σε καθαρά ιατρικά στοιχεία, μέσω μιας απόλυτα ξεκάθαρης διαδικασίας. Το παρών σύστημα έχει ενσωματώσει όλους τους διεθνώς καθιερωμένους αλγόριθμους για τη διασταύρωση της ιστοσυμβατότητας και τη μοριοδότηση υποψήφιων ληπτών νωτιαίου μυελού και συμπαγών οργάνων. Το σύστημα βρίσκεται σε απόλυτη συμβατότητα με τα διεθνή και ευρωπαϊκά πρότυπα και τα αντίστοιχα συστήματα, ενώ υποστηρίζει όλα τα πρωτόκολλα διαχείρισης ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων. Επιτρέπει την εξαγωγή δεδομένων προς διεθνείς βάσεις δεδομένων, για την ένταξη σε διεθνείς αναζητήσεις των υποψήφιων ληπτών και των εν ενεργεία ή δυνητικών δοτών. [6]

10 Νοσοκομεία στη χώρα μας που χρησιμοποιούν το ΑΣΚΛΗΠΙΟΣ™ HOSPITAL, http://csl-test.webnode.com/clients/productscbm_723836/10/

11 ΑΣΚΛΗΠΙΟΣ™ HOSPITAL, <http://www.csl.gr/cs-products-asclepios.html>

12 Computer Solutions ABEE, <http://www.csl.gr/>

13 SOA και HL7 στάνταρντ,

https://www.hl7.org/documentcenter/public_temp_9F1CA398-1C23-BA17-0CD70F9203BCCBA0/calendarofevents/himss/2012/A_Tour_of_HL7's_SOA_Standards_and_Their_Role_in_Enterprise_Integration.pdf

14 DATAMED A.E., <http://www.datamed.gr/>

15 Περιγραφή Transmed, http://www.datamed.gr/Files/Case Study/Casestudy_pdf/EOMgr.PDF

16 Εθνικός Οργανισμός Μεταμοσχεύσεων, <http://www.eom.gr/>

Ένα ακόμα σημαντικό πληροφοριακό σύστημα που ανέπτυξε η DATAMED A.E. , είναι σχετικά με την παιδική παχυσαρκία. Το Εθνικό Μητρώο Παιδικής Παχυσαρκίας¹⁷ , παρουσιάζει ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά¹⁸ μερικά από τα οποία είναι πως καταγράφει τα δημογραφικά στοιχεία, το ιατρικό ιστορικό και τα ανθρωπομετρικά δεδομένα, συμπεριλαμβανομένου του δείκτη μάζας σώματος, σε παιδιά και εφήβους που προσέρχονται σε Παιδίατρους ή Γενικούς Γιατρούς για οξεία ή χρόνια ιατρικά προβλήματα και καθοδηγεί με σαφήνεια τους Παιδίατρους, Γενικούς Γιατρούς και άλλους επιστήμονες υγείας σχετικά με το πώς θα διακινήσουν ένα υπέρβαρο ή παχύσαρκο παιδί. Τέλος, τα δεδομένα προστατεύονται και φιλοξενούνται από σύστημα κρυπτογράφησης σε Κεντρική Βάση Δεδομένων. [7]

Συνεχίζοντας την αναφορά για τις υπάρχουσες υποδομές που αφορούν την ΗΥ στη χώρα μας, αξιοσημείωτη είναι και η εφαρμογή του Ολοκληρωμένου Πληροφοριακού Συστήματος Υγείας Πελοποννήσου¹⁹, ΟΠΣΥ από τη DATAMED A.E. Το ΟΠΣΥ Πελοποννήσου καλύπτει 9 νοσοκομεία και τα κέντρα υγείας που ανήκουν σε αυτά στους νομούς, Κορινθίας, Αργολίδας, Αρκαδίας, Μεσσηνίας και Λακωνίας. Το ΟΠΣΥ Πελοποννήσου περιλαμβάνει Ολοκληρωμένο Πληροφοριακό Σύστημα Νοσοκομείου, με υποσύστημα Διαχείρισης Ασθενών, Σύστημα Παρακολούθησης Ολοκληρωμένου Ιατρικού και Νοσηλευτικού Φακέλου Ασθενών, υποσύστημα Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης και Παραπεμπτικών Εξετάσεων/ Φαρμάκων/Υλικών, Πληροφοριακό Σύστημα Εργαστηρίων, Σύστημα Προγραμματισμού Επιχειρησιακών Πόρων (ERP), Υποσύστημα Επιχειρησιακής Ευφυΐας και Υποστήριξης Λήψης Διοικητικών Αποφάσεων και Σύστημα Διαλειτουργικότητας και Επικοινωνίας Εφαρμογών, μέσω HL7. Τέλος, στο ΟΠΣΥ Πελοποννήσου υπάρχει δυνατότητα ανταλλαγής ιατρικών δεδομένων σχετικά με το κοινό ιατρικό φάκελο και τη παραγγελία εξετάσεων από τη μία μονάδα υγείας στην άλλη. [8]

Ολοκληρώνοντας αυτή τη παράγραφο, αξίζει να σταθούμε και στο Ολοκληρωμένο Πληροφοριακό Σύστημα Στρατιωτικών Νοσοκομείων, ΟΠΣΣΝ “Φίλιππος”²⁰ για το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας που αφορούσε τη Μηχανογράφηση των 7 Στρατιωτικών Νοσοκομείων της χώρας και περιλάμβανε την πλήρη και ολοκληρωμένη μηχανογράφηση των Ιατρικών, Εργαστηριακών και Διοικητικοοικονομικών υπηρεσιών των Νοσοκομείων σε ένα ενιαίο Πληροφοριακό Δίκτυο καθώς και δίκτυο τηλεϊατρικής που αφορούσε στη σύνδεση των κινητών μονάδων παροχής υγειονομικής περίθαλψης με τα Στρατιωτικά Νοσοκομεία και το ΟΠΣΣΝ “Φίλιππος” μέσω του διεθνούς πρωτοκόλλου επικοινωνίας HL7. Το έργο είναι διαλειτουργικό μιας και υπάρχει διασύνδεση με τα μητρώα των τριών σωμάτων του στρατού. Τέλος, το βασικό πλεονέκτημα του ΟΠΣΣΝ “Φίλιππος” είναι πως για πρώτη φορά στη χώρα μας υλοποιήθηκε και εφαρμόστηκε ο Ενιαίος Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας Ασθενούς σε διακλαδικό επίπεδο παρέχοντας ενιαία παρακολούθηση ανεξάρτητα από το Στρατιωτικό Νοσοκομείο που έχει νοσηλευτεί ο ασθενής. [9]

17 Εθνικό Μητρώο Παιδικής Παχυσαρκίας, <http://app.childhood-obesity.gr/user/login?ReturnUrl=%2F>

18 Χαρακτηριστικά Εθνικού Μητρώου Παιδικής Παχυσαρκίας, http://www.datamed.gr/Files/Case Study/Casestudy_pdf/OBECITYgr.PDF

19 Περιγραφή Ολοκληρωμένου Πληροφοριακού Συστήματος Υγείας Πελοποννήσου, http://www.datamed.gr/Files/Case Study/Casestudy_pdf/PELOPONISOSgr.PDF

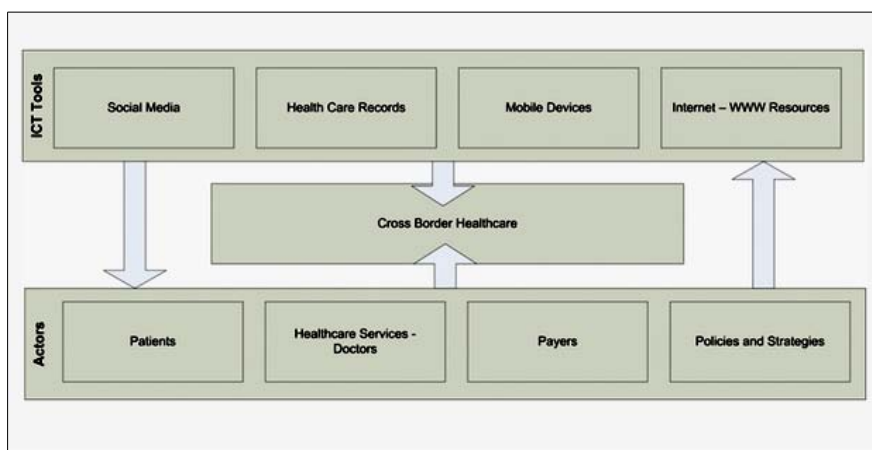
20 Ολοκληρωμένο Πληροφοριακό Σύστημα Στρατιωτικών Νοσοκομείων, ΟΠΣΣΝ “Φίλιππος”, http://www.datamed.gr/Files/Case Study/Casestudy_pdf/FILIPPOSgr.PDF

2.2 Ανάλυση Ηλεκτρονικής Υγείας (eHealth)

2.2.1 Εισαγωγή

Ο 21ος αιώνας ξεκίνησε με κάποιες σημαντικές προσπάθειες σε παγκόσμιο επίπεδο στον τομέα της ηλεκτρονικής υγείας. Αυτό ξεκίνησε κυρίως ως μια γενική στρατηγική από πολλές χώρες και διεθνείς οργανισμούς, προκειμένου να αντιμετωπίσει θέματα όπως η γήρανση του πληθυσμού, η δημογραφική αλλαγή, οι περιορισμοί της κοινωνικής ασφάλισης και η οικονομική αστάθεια. Μερικοί λόγοι ακόμα, ήταν η εισαγωγή νέων τεχνολογιών, όπως το Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing), τα πρότυπα διαλειτουργικότητας στο Web, η Κινητή Υγεία (Mobile Health) και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης που σταθερά αλλάζουν το τρόπο της υγειονομικής περίθαλψης που έχουμε δει τις τελευταίες δεκαετίες. Εκτός από αυτό, η παγκοσμιοποίηση, οι μετακινήσεις, η μετανάστευση, και η αυξημένη κινητικότητα έθεσε το ζήτημα της διασυνοριακής υγειονομικής περίθαλψης και το δικαίωμα να έχουμε πρόσβαση σε κανονικοποιημένες υπηρεσίες από οπουδήποτε, και οποτεδήποτε. Στο πλαίσιο αυτό, το έργο European Patient Smart Open Services²² (epSOS) ή αλλιώς Έξυπνες Ανοιχτές Ηλεκτρονικές Υπηρεσίες για τους Ευρωπαίους Ασθενείς, επηρέασε τις στρατηγικές αποφάσεις σχετικά με την ηλεκτρονική συνταγογράφηση στην Ελλάδα, δημιουργώντας έτσι μία νέα χρήσιμη εθνική εφαρμογή ΗΥ.

Η Ευρώπη εδώ και πολλά χρόνια έχει επικεντρωθεί στο θέμα και προσπάθησε να βρει τρόπους για να συμπεριλάβει την ανάγκη για διασυνοριακή υγειονομική περίθαλψη και την κατάλληλη ποιότητα της παροχής της για όλους τους Ευρωπαίους πολίτες. Η διασυνοριακή υγειονομική περίθαλψη έχει γίνει ένα πιο εμφανές φαινόμενο στην ΕΕ. Όταν έχουν ανάγκη από ιατρική περίθαλψη, οι ασθενείς που υποστηρίζονται από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για παράδειγμα, λειτουργούν ως ενημερωμένοι καταναλωτές, οι οποίοι διεκδικούν το δικαίωμα να επιλέγουν το δικό τους πάροχο πέρα από τα εθνικά τους σύνορα. Η διασυνοριακή υγειονομική περίθαλψη δεν περιορίζει τους ασθενείς. Οι γιατροί και οι νοσοκόμες πηγαίνουν στο εξωτερικό για εκπαίδευση, για την παροχή υπηρεσιών προσωρινά ή για μόνιμη εγκατάσταση σε άλλο κράτος-μέλος. Όλο και περισσότεροι γιατροί και νοσοκομεία σε διάφορα κράτη μέλη συνεργάζονται μεταξύ τους. Η προηγούμενη σύνδεση μεταξύ των φορέων και των εργαλείων για τη διασυνοριακή υγειονομική περίθαλψη απεικονίζεται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 9: Διασυνοριακή υγειονομική περίθαλψη και νέα εργαλεία
Πηγή: Normalizing Cross-Border Healthcare in Europe via New E-Prescription Paradigms

Στις ΗΠΑ, η ηλεκτρονική συνταγογράφηση²³ ξεκίνησε πιλοτικά και τυποποιήθηκε το 1995 όπου έγινε μια αυξανόμενη ανάγκη λόγω της πράξης εκσυγχρονισμού στην υγειονομική φροντίδα. Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προετοιμαστεί για την ανάπτυξη μεγάλης κλίμακας υπηρεσιών ηλεκτρονικής υγείας που είχαν ξεκινήσει ήδη από το 2014 και θα ολοκληρωθούν το 2020. Η ανάγκη για τη διασφάλιση της διασυνοριακής σύνδεσης με τη βελτιστοποίηση της λειτουργικής, τεχνικής διαλειτουργικότητας είναι αναγκαία, συμπεριλαμβάνοντας τη διασυνοριακή ροή των πληροφοριών για τη περαιτέρω στήριξη των κλινικών αναγκών, όπως η διαχείριση χρόνιων ασθενειών.

2.2.2 Το Ευρωπαϊκό έργο epSOS

Το έργο epSOS έχει εισάγει έννοιες όπως το National Contact Point (NCP), το οποίο στην πραγματικότητα είναι, ο διάυλος πληροφοριών που απρόσκοπτα και με ασφάλεια έχει αναλάβει τη μεταφορά ιατρικών πληροφοριών σε όλα τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης με κάθε είδους πολυπλοκότητα. Αυτό έχει θετική συνέπεια στην αγορά της υγείας, αφού επιτρέπει κοινές διαδικασίες ελέγχου με την επαναχρησιμοποίηση προφίλ και εργαλείων δοκιμής που παρέχονται από τον Integrating the Healthcare Enterprise²¹ (IHE), με κοινά πλαίσια διαλειτουργικότητας και την αποδοχή κοινών εγγράφων τύπου Health Level Seven Clinical Document Architecture Release 2 (HL7 CDA R2) για την ηλεκτρονική συνταγογράφηση. Επιπλέον, επιτρέπει τις διαδικασίες πιστοποίησης με την ανάπτυξη εθνικών οργανισμών πιστοποίησης και διαπίστευσης και τέλος την επαναχρησιμοποίηση των προτύπων IHE, EUROREC ή HL7 EHR-FS.

Η σημασιολογική διαλειτουργικότητα είναι ένα από τα κλειδιά για τη βιωσιμότητα και τη διαλειτουργικότητα των ΠΣ. Το epSOS έχει επενδύσει πολλά στην εξασφάλιση σε σημασιολογικό επίπεδο της διαλειτουργικότητας, λόγω της δραματικής σημασίας της και ενισχύεται από την πολιτιστική και γλωσσική ποικιλία που εμφανίζουν τα κράτη μέλη της ΕΕ. Κατά συνέπεια, σε όλες τις συμμετέχουσες χώρες του epSOS, υπάρχουν διαφορετικές γλώσσες, διαφορετικές προδιαγραφές και διαφορετικά συστήματα κωδικοποίησης, γι' αυτό και ήταν μία πρόκληση για το πώς θα αντιμετωπιστεί αυτό. Η λύση ήταν να παραχθούν δύο κύρια αρχεία: το Master Value Sets Catalogue (MVC), το οποίο εφαρμόζεται σε όλα τα μέλη και το epSOS Master Translation / Transcoding Catalogue (MTC). Το περιεχόμενο του MVC είναι στα αγγλικά και οι όροι βασίζονται στα κριτήρια που ορίζονται από τις περιπτώσεις χρήσης που προσδιορίζονται από τις συμμετέχουσες χώρες. Κάθε κράτος - μέλος έχει μεταφράσει τους όρους, στη γλώσσα του και τους έχει μετατρέψει στο εθνικό του σύστημα κωδικοποίησης, δημιουργώντας έτσι το epSOS MTC. Τα MVC και MTC υποστηρίζονται από το διακομιστή epSOS Central Reference Terminology. Κάθε κράτος - μέλος έχει το δικό του αποθετήριο τοπικής ορολογίας ως αντίγραφο του MTC του. Αν μια ενημέρωση γίνεται με το διακομιστή epSOS Central Reference Terminology, τα αποθετήρια τοπικών ορολογιών ειδοποιούνται και ενημερώνονται.

21 Integrating the Healthcare Enterprise (IHE): αποτελεί πρωτοβουλία από επαγγελματίες του τομέα της υγείας και της βιομηχανίας για να βελτιώσουν το τρόπο που τα συστήματα Η/Υ ανταλλάσσουν τις πληροφορίες της υγειονομικής περίθαλψης.

22 European Patient Smart Open Services (epSOS), <http://epsos.eu/>

23 Ηλεκτρονική Συνταγογράφηση, <https://www.e-prescription.gr/>

Ευρωπαϊκό έργο epSOS	
Περίοδος	1 ^η Ιουλίου 2008 έως 31 ^η Ιουνίου 2014
Διάρκεια	72 μήνες
Κόστος	36,5 εκατομμύρια €, συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την Ανταγωνιστικότητα και την Καινοτομία (European Commission Competitiveness and Innovation Programme, CIP)
Αριθμός Δικαιούχων	45 Δικαιούχοι: Αποτελείται από Εθνικά Υπουργεία Υγείας, μια κοινοπραξία της βιομηχανίας και την Ομάδα Διαχείρισης Έργου: <ul style="list-style-type: none"> • Τεχνική Διαχείριση Έργου: Gematik • Διαχείριση Διοικητικού Έργου: Empirica • Συντονισμός: SALAR
Εμπλεκόμενες χώρες	25 διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες: 22 κράτη μέλη της ΕΕ και 3 μη κράτη μέλη της ΕΕ.

Πίνακας 2: Συνοπτικός πίνακας Ευρωπαϊκού έργου epSOS.

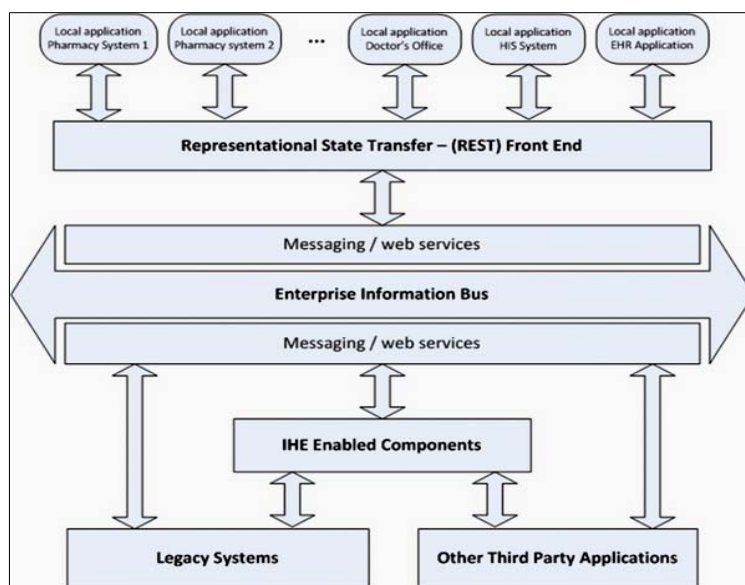
Πηγή: <http://www.epsos.eu/home/about-epsos.html>

2.2.3 Η Ελλάδα στο Ευρωπαϊκό έργο epSOS

Το epSOS είναι ένα πανευρωπαϊκό έργο που ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2008, και που υλοποιήθηκε από δικαιούχους που εκπροσωπούν τα κράτη μέλη της ΕΕ, συμπεριλαμβανομένων των υπουργείων υγείας, Εθνικών Κέντρων Τεχνογνωσίας και εκπροσώπων επιχειρήσεων στο οποίο συμμετείχε και η Ελλάδα. Ο κύριος στόχος του epSOS είναι να αναπτύξει ένα πρακτικό πλαίσιο ΗΥ και κατάλληλες υποδομές στο τομέα της Πληροφορικής και των Τηλεπικοινωνιών που θα επιτρέπουν την ασφαλή πρόσβαση διαφόρων μη εθνικών Ευρωπαϊκών συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης στις πληροφορίες αναφορικά με την υγεία του ασθενούς. Η Ελλάδα συμμετέχει στο έργο epSOS από το ξεκίνημά του, με σημαντική συμμετοχή σε όλα τα επίπεδα. Η εισαγωγή ενός νέου κεντρικού συστήματος ηλεκτρονικής συνταγογράφησης που λειτούργησε για πρώτη φορά τον Οκτώβριο του 2010 άλλαξε τη σημασία του έργου epSOS σε εθνικό επίπεδο. Η Ελληνική εκδοχή του έργου epSOS επικεντρώνεται μόνο σε ένα απλό σενάριο να διανείμει τις υπάρχουσες συνταγές των πολιτών της ΕΕ σε μια σειρά από φαρμακεία στην Ελλάδα. Αξίζει να σημειωθεί πως κατά τη φάση σχεδιασμού του έργου, η Ελλάδα δεν είχε καμία υπάρχουσα υποδομή eHealth.

Ενώ όλες οι χώρες οργανώθηκαν προκειμένου να συνδεθούν τα υπάρχοντα συστήματά τους με την προτεινόμενη δομή του epSOS, η Ελλάδα αποφάσισε να κάνει το αντίθετο και να επεκτείνει το αρχικό μικρό πιλοτικό σύστημα, έτσι ώστε να μπορεί να είναι άμεσα έτοιμη να ενσωματωθεί στο epSOS, με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να χειριστεί τόσο σε εθνικό όσο και σε διασυνοριακό επίπεδο την ηλεκτρονική συνταγογράφηση. Αυτό έχει απεικονιστεί στα επίσημα έγγραφα του διαγωνισμού του εθνικού συστήματος ηλεκτρονικής συνταγογράφησης που αρχικά κυκλοφόρησε τον Αύγουστο του 2011 και σε μεγάλο βαθμό υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Παράλληλα το αρχικό πιλοτικό σύστημα, το οποίο είναι ένα Web-based σύστημα, αναπτύχθηκε καλύπτοντας ουσιαστικά βασικά σενάρια συνταγογράφησης, επιλύοντας έτσι τα αρχικά ζητήματα περιβάλλοντος χρήστη, τη δημιουργία και την εκπαίδευση της κοινότητας των χρηστών. Τον Αύγουστο του 2012, το σύστημα ήταν σε θέση να χειριστεί περισσότερες από 590.000 φαρμακευτικές συνταγές ανά ημέρα. Το πιλοτικό σύστημα ήταν σε θέση να καλύψει τις κλασικές

συναλλαγές συνταγών, αλλά δεν ήταν σε θέση να παρέχει το πλούσιο περιβάλλον που απαιτείται από τους τελικούς χρήστες, τόσο στα φαρμακεία που διανείμουν τις συνταγές όσο και στους γιατρούς που παρέχουν τις συνταγές, δημιουργώντας έτσι μια συνεχή συζήτηση σχετικά με τη ποιότητα και τις δυνατότητες του συστήματος στο σύνολό του. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός Enterprise Service Bus, μέσα από μία απλοποιημένη προσέγγιση του eρSOS NCP η οποία πρότεινε την ανταλλαγή όλων των συνταγών αλλά και μελλοντικών εγγράφων σε μορφή HL7 CDA R2 που προτείνει το eρSOS. Η προτεινόμενη γενική αρχιτεκτονική στηρίζεται στην αρχιτεκτονική τύπου Representational State Transfer (REST) στο επίπεδο εφαρμογής που απευθύνεται στο τελικό χρήστη για δύο κύριους λόγους: το υπάρχον σύστημα βασίζεται σε τεχνολογίες Web με το οποίο η αρχιτεκτονική REST είναι πιο γρήγορη για την εφαρμογή και, δεύτερον, το υπάρχον σύστημα δεν υποστηρίζει έγγραφα τύπου CDA ούτε είχε τη δυνατότητα να δημιουργηθούν τέτοια Web Services υψηλού επιπέδου για την υλοποίηση μίας πλήρους προσέγγισης Simple Object Access Protocol (SOAP) Web Services.

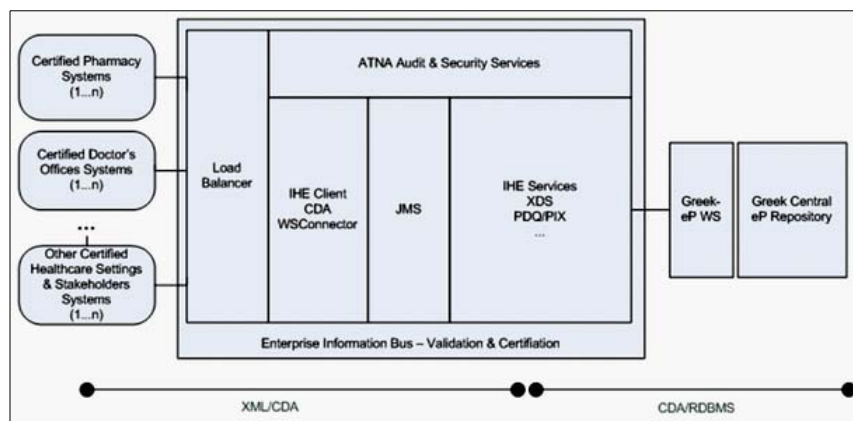


Εικόνα 10: Αρχιτεκτονική τύπου REST στο Ελληνικό Σύστημα Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης
 Πηγή: Normalizing Cross-Border Healthcare in Europe via New E-Prescription Paradigms

Αυτή η αρχιτεκτονική προϋποθέτει τη δημιουργία ενός RESTful API που το καλούν τελικοί χρήστες τρίτων εφαρμογών. Οι πληροφορίες μεταφέρονται μέσω των υπηρεσιών μηνυμάτων Messaging Services/Web Services και ενός αποκλειστικού διαύλου της υπηρεσίας για την εξασφάλιση και την παρακολούθηση της παράδοσης εγγράφων στο κεντρικό σύστημα της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης. Η χρήση πρόσθετων συμβατών εργαλείων IHE επιτρέπει στο σύστημα να συμμορφώνεται με τα σενάρια eρSOS και τις προδιαγραφές του, ενώ εξασφαλίζει τη δυνατότητα της πιο ενισχυμένης διασυννοριακής χρήσης σεναρίων μεταξύ πολλαπλών χωρών αποθήκευσης δεδομένων.

Το Ελληνικό σύστημα ηλεκτρονικής συνταγογράφησης έχει δημιουργήσει μια σειρά από Web Services ώστε να είναι εφικτό να διαχειριστεί την ανταλλαγή πληροφοριών. Εκείνες συνδέονται με τα στοιχεία των υπηρεσιών ΙΗΕ που μετατρέπουν και επικυρώνουν τις πληροφορίες σε μορφή HL7 CDA. Όλα τα μηνύματα βρίσκονται στην ουρά μέσω ενός Java Messaging Service (JMS) και αποστέλλονται στον κατάλληλο αποδέκτη διασφαλίζοντας την ασφαλή παράδοσή τους. Ο ΙΗΕ client είναι μία RESTful δομή που μέσω ενός συνόλου εντολών καθιστά τις πληροφορίες διαθέσιμες στους τελικούς χρήστες της εφαρμογής, και οι οποίες διέρχονται διαμέσου ενός μηχανισμού εξισορρόπησης φορτίου ώστε να εξασφαλιστεί η έγκαιρη παράδοση και διανομή του φόρτου εργασίας σε μια σειρά από εικονικές μηχανές.

Στην κορυφή του παρακάτω σχήματος, το Audit Trail and Node Authentication (ATNA) ελέγχει τις υπηρεσίες ασφαλείας και παρακολουθεί την όλη διαδικασία ασφάλειας των δεδομένων, σύμφωνα με το αντίστοιχο προφίλ ενσωμάτωσης ΙΗΕ ATNA. Όλα τα μηνύματα είναι κρυπτογραφημένα, και οι χρήστες συνδέονται με τη χρήση ενός API Key που συμμορφώνεται με βάση τις προδιαγραφές του εγγράφου RFC-2104. Το συνολικό σύστημα είναι συμβατό με το eP-SOS, δεδομένου ότι μπορεί να διαχειριστεί Security Assertion Markup Language μηνύματα (SAML) και Public Key Infrastructure (PKI) tokens.



Εικόνα 11: Αρχιτεκτονική λογικού διαύλου.

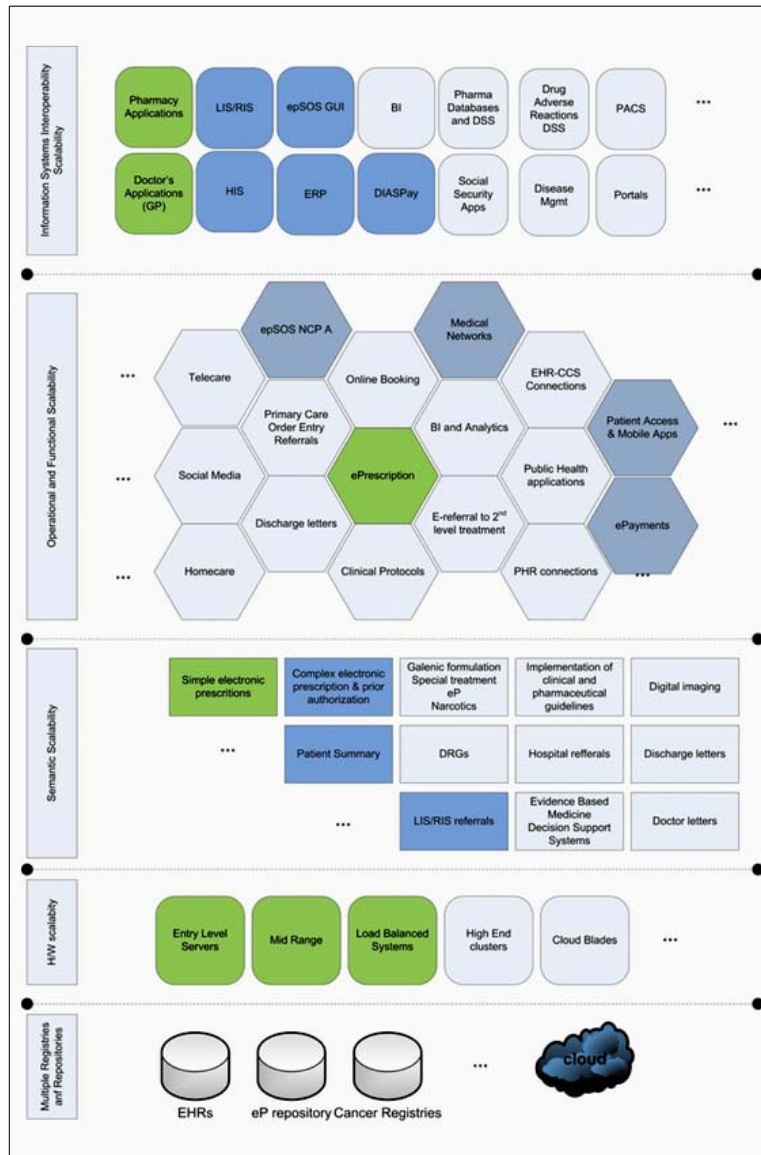
Πηγή: Normalizing Cross-Border Healthcare in Europe via New E-Prescription Paradigms

Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική έχει μια σειρά από σημαντικά οφέλη και πλεονεκτήματα, που συνοψίζονται παρακάτω:

- Το σύστημα είναι eP-SOS ready.
- Το σύστημα είναι συμβατό με το HL7 επιτρέποντας την αποτελεσματική λειτουργική επεκτασιμότητα και διαλειτουργικότητα.
- Το σύστημα μπορεί να υλοποιήσει διασυνοριακά σενάρια υγειονομικής περίθαλψης και εθνικά σενάρια συνταγογράφησης.
- Το σύστημα είναι τεχνολογικά ενημερωμένο με τις τρέχουσες τεχνολογικές τάσεις.

- Το σύστημα είναι προσανατολισμένο στις υπηρεσίες (Service Oriented) και συμβατό τόσο με τεχνολογίες REST όσο και SOAP.
- Το σύστημα είναι «Cloudable» και ως εκ τούτου μπορεί να λειτουργήσει σε διάφορα επιχειρηματικά σενάρια για το μέλλον τόσο ως κυβερνητικό Cloud ή ένα ιδιωτικό Cloud ή και τα δύο.
- Το σύστημα έχει ένα ισχυρό και διεθνώς εγκεκριμένο πλαίσιο διαλειτουργικότητας.
- Το σύστημα βασίζεται στα τρέχοντα πρότυπα IHE που επιτρέπουν την ελεύθερη συμμετοχή της αγοράς και όχι την απομόνωσή της από αυτή.
- Το σύστημα επιτρέπει λογισμικό τρίτων να πιστοποιηθούν σε συγκεκριμένες περιπτώσεις χρήσης και σενάρια ενισχύοντας τον ανταγωνισμό στην αγορά και την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Σε ότι αφορά τη γενική επίδοση του συστήματος, όπως φαίνεται και από την επόμενη εικόνα, αυτό είναι επεκτάσιμο σε πολλά επίπεδα. Μπορεί να υποστηρίξει την ενσωμάτωση σε πολλαπλούς χώρους αποθήκευσης και συμβατές δομές IHE Cross-Enterprise Document Sharing (XDS). Είναι επεκτάσιμο σε ένα φυσικό σημείο της αρχιτεκτονικής από την άποψη σύνθετων δυνατοτήτων, και ενημερωμένο στις πιο πρόσφατες τεχνικές Virtualization. Είναι επεκτάσιμο σε επίπεδο, σημασιολογικής διαλειτουργικότητας, παροχής υπηρεσιών και διαλειτουργικότητας με τη βοήθεια των ΠΣ.

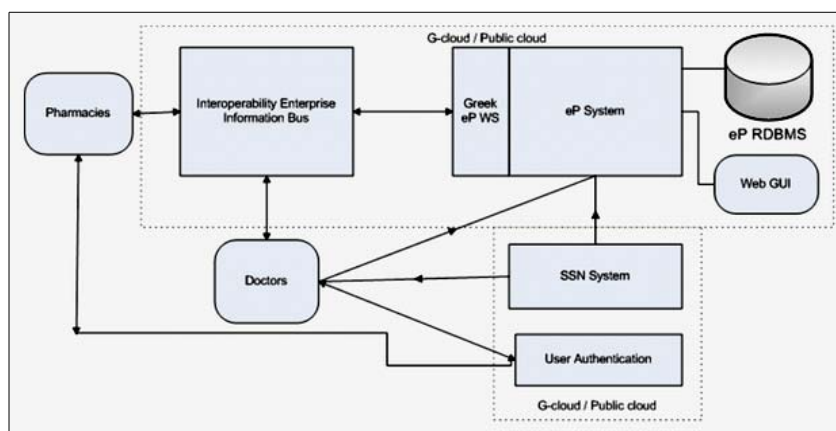


Εικόνα 12: Επεκτασιμότητα του συστήματος.
 Πηγή: Normalizing Cross-Border Healthcare in Europe via New E-Prescription Paradigms

2.2.4 Ανάλυση αρχιτεκτονικής Συστήματος Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης

Η Ελλάδα για πολλά χρόνια υστερούσε σε θέματα ηλεκτρονικής υγείας και μπορεί να υποστηριχτεί με βεβαιότητα πως ακόμα και σήμερα εφαρμόζει ορισμένες λειτουργίες. Η υπόθεση αυτή αποδεικνύει ότι, με γνώμονα την Ευρωπαϊκή πολιτική, μπορούν να γίνουν σημαντικά βήματα σε ένα λογικό χρονικό πλαίσιο. Φυσικά, η Ελλάδα έχει την ανάγκη και τη δυνατότητα να βασιστεί στην Ευρώπη για την αναδιάρθρωση ολόκληρης της εθνικής στρατηγικής της, ώστε να έρθει πιο κοντά στην νοοτροπία της Ευρώπης. Συμπερασματικά, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί πως στη περίπτωση της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης η επαναχρησιμοποίηση των Ευρωπαϊκών προτύπων, των μεθόδων και των αρχιτεκτονικών που θα αναλύσουμε παρακάτω μπορεί να οδηγήσει στην επιτυχή βελτίωση με γνώμονα το Ευρωπαϊκό επίπεδο.

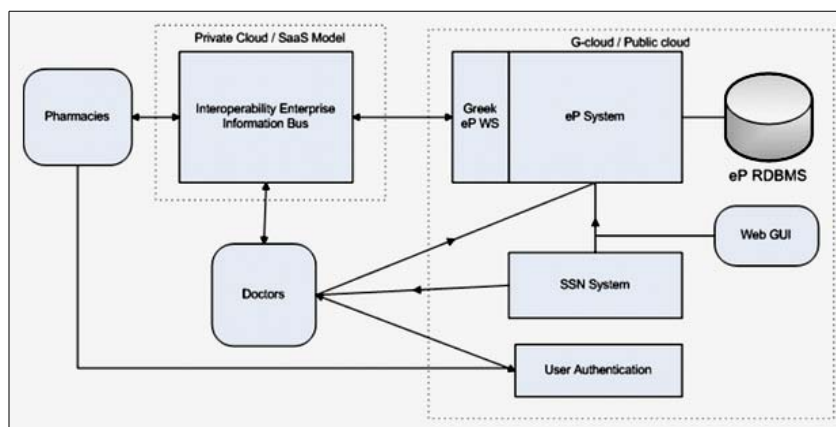
Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής είναι η ευελιξία του να λειτουργεί σε διάφορες επιχειρηματικές διαδικασίες. Αυτή η πρόταση έχει τον ταχύτερο χρόνο εφαρμογής, δεδομένου ότι ο Enterprise Information Bus (EIB) βρίσκεται στην ίδια φυσική δομή του σημερινού συστήματος ηλεκτρονικής συνταγογράφησης. Ο Enterprise information bus (EIB) έχει ως στόχο να διασφαλίζει τη ποιότητα της πληροφορίας χωρίς να παρεμβαίνει ούτε στη φυσική αρχιτεκτονική της ΗΚΕΣ (Ηλεκτρονικής Καταχώρησης και Εκτέλεσης Συνταγών) ή όποιας άλλης εφαρμογής στο μέλλον αλλά ούτε και με τη δομή και το περιεχόμενο των τρίτων εφαρμογών. [38] Με τη βοήθεια των μεθόδων Virtualization, μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά φυσικές συσκευές με το καλύτερο δυνατό τρόπο. Στην περίπτωση αυτή, δεδομένου ότι το σύστημα ηλεκτρονικής συνταγογράφησης λειτουργεί ως κυβερνητική υποδομή Cloud (G-Cloud), η εγκατάσταση ενός EIB μπορεί να λειτουργήσει μόνο ως μια δομή G-Cloud. Στην αντίθετη περίπτωση, στο συνολικό σύστημα πρέπει να δοθεί η διαχείριση των υπηρεσιών ή η παροχή υπηρεσιών προς τις επιχειρήσεις, προκειμένου να εργαστούν με διαφορετικό τρόπο. Γι' αυτό παρέχοντας έλεγχο που αφορά τα ευαίσθητα δεδομένα από οποιοδήποτε δημόσιο χώρο, μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να δημιουργηθούν κίνδυνοι σχετικά με την προστασία τους.



Εικόνα 13: Κεντρική εγκατάσταση EIB.

Πηγή: Normalizing Cross-Border Healthcare in Europe via New E-Prescription Paradigms

Το γεγονός πως, η υπηρεσία ενός EIB λειτουργεί, ως μια ανεξάρτητη υπηρεσία που μπορεί να βρίσκεται σε άλλη φυσική τοποθεσία εκτός του συστήματος της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης, αυξάνει την ευελιξία και τη δυνατότητα να λειτουργεί σε ένα ιδιωτικό μοντέλο Cloud ως Software as a Service (SaaS) που επιτρέπει νέα και πιο βιώσιμα οικονομικά μοντέλα ώστε να επιτύχουμε την προσδοκώμενη αιεφορία. Αυτό σχηματικά φαίνεται από την επόμενη εικόνα:



Εικόνα 14: EIB Software as a Service

Πηγή: Normalizing Cross-Border Healthcare in Europe via New E-Prescription Paradigms

Η κρατική αρχή που διαχειρίζεται το σύστημα ηλεκτρονικής συνταγογράφησης (ΗΔΙΚΑ²⁴) αποφάσισε να εφαρμόσει την αρχιτεκτονική του ΕΙΒ κυρίως λόγω του αυξανόμενου ρόλου του στην Ελλάδα ως η ουσιαστική αρχή ΗΥ και της ανάγκης ενσωμάτωσης και επαναχρησιμοποίησης συστατικών ΕΙΒ όσο είναι δυνατόν για την απρόσκοπτη ολοκλήρωση και αντικατάσταση των πληροφοριακών συστημάτων στη θέση του. Άλλα συστήματα που πρέπει να ενσωματωθούν, για παράδειγμα τα υφιστάμενα συστήματα, όπως το σύστημα συνταγογράφησης για τη καταπολέμηση της απάτης και τον έλεγχο (Τμήμα Ελέγχου και Εκκαθάρισης Συνταγών της Διεύθυνσης Φαρμάκου²⁵) που βρίσκεται στον Εθνικό Οργανισμό για την Παροχή των Υπηρεσιών Υγείας²⁵ (ΕΟΠΥΥ). Η δομή του ΕΙΒ χειρίζεται το σύνολο των συναλλαγών για τα φαρμακεία, των οποίων η οργάνωση των μερών τους υποστηρίζει σε μεγάλο βαθμό την ενσωμάτωση των υφιστάμενων πληροφοριακών συστημάτων φαρμακείου με το σύστημα της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης.

Συνοψίζοντας, αξίζει να σημειωθεί πως η συμμετοχή της Ελλάδας στο πανευρωπαϊκό έργο eρSOS έχει αποδείξει ότι η αποτελεσματική επαναχρησιμοποίηση των βέλτιστων πρακτικών και η εφαρμογή των νέων τεχνολογικών λύσεων του 21^{ου} αιώνα, δηλαδή η επαναχρησιμοποίηση προτύπων, το Cloud Computing στα επιχειρηματικά μοντέλα, και η σημασιολογική σαφήνεια μέσα από ένα CDA έγγραφο, μπορούν να δημιουργήσουν τις βάσεις για την ανάπτυξη νέων ηλεκτρονικών υπηρεσιών, φιλικών προς το χρήστη στον τομέα της υγείας. Η Ελληνική εφαρμογή ηλεκτρονικής συνταγογράφησης έχει ενσωματώσει τις προδιαγραφές του eρSOS και άλλα καινοτόμα τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Το ηλεκτρονικό σύστημα συνταγογράφησης ήταν η αρχή ώστε να ακολουθήσουν αρκετά βήματα προόδου και αρκετές βελτιώσεις σε ότι αφορά την ΗΥ στη χώρα μας. [11,12]

2.3 Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας στην Ελλάδα

2.3.1 Εισαγωγή

Το νέο σχέδιο δράσης για την ΗΥ αποσαφηνίζει το πεδίο της πολιτικής, και σκιαγραφεί το όραμα στην Ευρώπη, σύμφωνα με τους στόχους της Στρατηγικής Ευρώπης έως το 2020 και του Ψηφιακού Θεματολογίου για την Ευρώπη. Παρουσιάζει και κωδικοποιεί δράσεις για τις ευκαιρίες που μπορεί να προσφέρει η ΗΥ, περιγράφει το ρόλο της ΕΕ και ενθαρρύνει τα κράτη μέλη και τους ενδιαφερόμενους φορείς να συνεργαστούν. Οι δημόσιες δαπάνες για την υγεία στα 27 κράτη μέλη της ΕΕ ήταν κατά μέσο όρο 5,9% του ΑΕΠ το 1990, ανήλθαν σε 7,2% το 2010, ενώ κατά τις προβλέψεις οι δαπάνες μπορεί να συνεχίσουν να αυξάνονται φτάνοντας το 8,5% του ΑΕΠ το 2060 λόγω της γήρανσης του πληθυσμού και άλλων κοινωνικοοικονομικών και πολιτιστικών παραγόντων. Επιπλέον, η προβολή για τις δαπάνες μακροπρόθεσμης περίθαλψης σχεδόν διπλασιάζεται κατά μέσο όρο κατά την περίοδο που αφορά η πρόβλεψη. Ταυτόχρονα, ο ενεργός πληθυσμός αναμένεται να μειωθεί εντυπωσιακά, από 61% σε 51% του συνολικού πληθυσμού, ενώ το ποσοστό των ηλικιωμένων (65+) και των πολύ ηλικιωμένων (80+) στον πληθυσμό της ΕΕ προβλέπεται να αυξηθεί αντίστοιχα, από 17,4% το 2010 σε 30,0% το 2060 και από 4,7% το 2010 σε 12,1% το 2060. [11]

24 Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση Κοινωνικής Ασφάλισης ΑΕ, ΗΔΙΚΑ, <http://www.idika.gr/>

25 Εθνικός Οργανισμός για την Παροχή των Υπηρεσιών Υγείας, ΕΟΠΥΥ, <http://www.eopyy.gov.gr/>

26 Τμήματος Ελέγχου και Εκκαθάρισης Συνταγών της Διεύθυνσης Φαρμάκου του Ε.Ο.Π.Υ.Υ., <https://www.eopyykmes.gr/>

2.3.2 Ο εθνικός σχεδιασμός της Ελλάδας

Η Ευρωπαϊκή κατευθυντήρια γραμμή καθορίζει ένα ελάχιστο σύνολο δεδομένων με σημαντικές πληροφορίες για την μη προγραμματισμένη ή έκτακτη ανάγκη φροντίδας που αρχικά είχε οριστεί στο έργο ePSSOS με στόχο τη βελτίωση της ασφάλειας των ασθενών και την ποιότητα της φροντίδας τους. Το δίκτυο ΗΥ της ΕΕ κάθε κράτους-μέλους συστάθηκε βάσει του άρθρου 14 της οδηγίας 2011/24 της ΕΕ σχετικά με τα δικαιώματα των ασθενών στη διασυνοριακή υγειονομική περίθαλψη που εξέδωσε την Ευρωπαϊκή κατευθυντήρια γραμμή τον Νοέμβριο του 2013 και από τότε αυτή αποτελεί μέρος του στρατηγικού σχεδίου για την ΗΥ.

Το Υπουργείο Υγείας²⁷ στην Ελλάδα, στο πλαίσιο της μεταρρύθμισης του προγράμματος για την υγεία τη περίοδο 2013 - 2015, σε συνεργασία με τον ΠΟΥ, στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας δράσης για την υγεία, πρότεινε δέκα πυλώνες για την ενίσχυση της ανάπτυξης, των επιδόσεων και της βιωσιμότητας του ΕΣΥ. Στο πλαίσιο του πυλώνα eHealth μια μελέτη κατέγραψε την κατάσταση των αποκεντρωμένων συστημάτων ΗΦΥ στα δημόσια νοσοκομεία, παρέχοντας προτάσεις για οριζόντια ή κάθετη διασύνδεση που θα περιγραφούν στις επόμενες παραγράφους. Η μελέτη προτείνει μια αρχιτεκτονική διαλειτουργικότητας για την ανάπτυξη μίας εθνικής υποδομής ασθενών με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές της ΕΕ, όπως αυτές ορίζονται από τον Νοέμβριο του 2013.

Παράλληλα με αυτό, το έργο SOHealth²⁸ (Smart Open Internet Services for Health) συνιδρύθηκε από την Ελληνική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας και την Ευρωπαϊκή Ένωση, ώστε να αναπτύξει μια εθνική επέκταση των υφιστάμενων Ευρωπαϊκών προγραμμάτων και δικτύων καινοτομίας, π.χ. ePSSOS, ANTILOPE, κ.λπ. Η κοινοπραξία SOHealth αποτελείται από το Infolab του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης²⁹, τη Gnomon Informatics A.E.³⁰ οι οποίες είναι επιστημονικός και τεχνικός συντονιστής αντίστοιχα, την ΕΛΟΤ Α.Ε.³¹ ως διαχειριστή ποιότητας και πιλοτικής επικύρωσης, καθώς και την Pharmaxis³² και την ΗΔΙΚΑ ΑΕ. Το έργο SOHealth επικεντρώθηκε στο να προτείνει καινοτόμες υπηρεσίες και τα εργαλεία της διαλειτουργικότητας της ΗΥ που επιτρέπουν ανεξαρτήτου πλατφόρμας, διασυνοριακά και διαπεριφερειακά σενάρια υγειονομικής περίθαλψης με βάση την επαναχρησιμοποίηση των διεθνών προτύπων (π.χ. HL7, IHE, κλπ). Επαναχρησιμοποιώντας τον ΑΜΚΑ (Social Security Number, SSN κλπ) το SOHealth δημιούργησε ένα Εθνικό Σημείο Επαφής (NCP) για να οικοδομήσει μια εφαρμογή για τη συνοπτική αναφορά που ενσωματώνει τον ΗΦΥ ασθενών που σχετίζεται με το φάρμακο, την έκθεση αντιμετώπισης υγείας, και προτείνοντας ένα πλαίσιο συναίνεσης του ασθενούς για να στηριχθεί η πρόσβαση των ασθενών με δεσμευτικά σενάρια.

27 Υπουργείο Υγείας, <http://www.moh.gov.gr/>

28 Smart Open Internet Services for Health, SOHealth, <http://www.sohealth.gr/>

29 Infolab του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, <http://infolab.ee.auth.gr/>

30 Gnomon Informatics A.E., <https://www.gnomon.com.gr/>

31 ΕΛΟΤ Α.Ε., <http://www.elot.gr/>

32 Pharmaxis, <http://www.pharmaxis.gr/>

Εξετάστηκαν δύο κύριες κατηγορίες Συνοπτικού Ιστορικού Υγείας ασθενούς (ΣΙΥ): α) Ένας της συνάντησης που είτε σχετίζεται με την παραμονή στο νοσοκομείο (συνχνά ονομάζεται Περίληψη Εξιτηρίου) ή επίσκεψη σε ένα ειδικό και β) μιας συνολικής άποψης σε πολλούς παρόχους φροντίδας συνοψίζοντας τη πιο πρόσφατη κατάσταση υγείας ενός ασθενή και τις επικείμενες θεραπείες. Το πρόγραμμα epSOS προσέγγισε τη συνολική άποψη, ωστόσο κάποιες από τις συμμετέχουσες χώρες αντί να δημιουργήσουν συγκεντρωτικές αναφορές απλά μοιράστηκαν την πιο πρόσφατη. Η επιλογή του ενός έναντι του άλλου ΣΙΥ ασθενούς είναι μία σημαντική συζήτηση, αφού και οι δύο έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, όμως στη πραγματικότητα και οι δύο χρειάζονται για διάφορους λόγους.

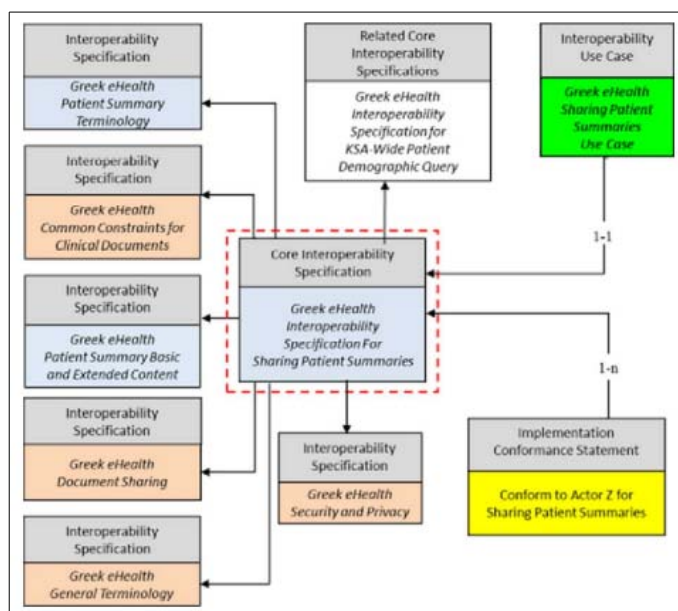
Πλεονεκτήματα του ΣΙΥ συνάντησης είναι μεταξύ άλλων, ότι είναι συνεπής και πιστοποιείται από το γιατρό που αναλαμβάνει την ευθύνη, και το γεγονός ότι είναι στην πραγματικότητα ένα σύνολο συνεκτικών και σχετικών πληροφοριών. Από την άλλη πλευρά, το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτού του είδους είναι ότι η πρόσβαση σε μια συνολική αναφορά του ασθενούς απαιτεί το τοπικό σημείο του συστήματος να ανακτήσει μια σειρά από αναφορές του ασθενούς και να εκτελέσει αυτή την διαδικασία, όταν απαιτείται από τον επαγγελματία υγείας. Μια συνολική άποψη σε πολλούς παρόχους φροντίδας έχει το μεγάλο πλεονέκτημα ότι μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα εύκολο σημείο εισόδου για να πάρει μια γενική εικόνα της υγείας του ασθενούς αλλά υπάρχουν και μειονεκτήματα. Μερικές φορές η συνολική αναφορά είναι ανακριβής για ορισμένες περιπτώσεις φροντίδας, δεν έχει καμία συναφή ιατρική ευθύνη και είναι αρκετά δύσκολο να διαχειριστούν τα δεδομένα.

Οι επόμενες περιπτώσεις χρήσης επικεντρώνονται στη μεταβίβαση των πληροφοριών σχετικά με τους ασθενείς, με τη μορφή των περιλήψεων. Όπως έχει περιγραφεί από τον ΙΗΕ, οι ΣΙΥ των ασθενών μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: συνεργατικές, περιστατικών και μόνιμες.

- **Συνεργατικό:** Ένα συνεργατικό ΣΙΥ ασθενούς εξυπηρετεί τα συμφέροντα ενός συγκεκριμένου παρόχου με την εισαγωγή των πιο σχετικών πληροφοριών γι' αυτόν. Μια παρεχόμενη επιστολή από πρωτοβάθμιες σε δευτεροβάθμιες υπηρεσίες φροντίδας χρησιμεύει ως παράδειγμα αυτού του τύπου ΣΙΥ ασθενούς.
- **Περιστατικών:** Το ΣΙΥ περιστατικών έχει ως πρωταρχικό στόχο την ανάδειξη των πιο σχετικών στοιχείων σε επικεντρωμένες χρονικές περιόδους που αφορούν το ιστορικό του ασθενούς. Το επόμενο παράδειγμα περιλαμβάνει τη περίληψη εξιτηρίου. Μια περίληψη εξιτηρίου είναι μια συνοπτική περίληψη του πιο πρόσφατου περιστατικού, και περιλαμβάνει τη διάγνωση, τη θεραπεία, και τις συστάσεις για περαιτέρω επεξεργασία στο τέλος της υγειονομικής περίθαλψης. Πρόκειται για μια μεταβίβαση πληροφορίας, συχνά στον αρχικό επαγγελματία υγείας που αναφέρεται από τον ασθενή στον ειδικό. Αυτού του τύπου ο ΣΙΥ ασθενούς είναι η έκθεση εξιτηρίου από το νοσοκομείο.
- **Μόνιμο:** Το μόνιμο ΣΙΥ των ασθενών συνοψίζουν το σύνολο του ιατρικού ιστορικού του ασθενούς και επομένως καλύπτουν ένα ευρύτερο φάσμα των προβλημάτων τους. Ένα μόνιμο ΣΙΥ ασθενούς αναφέρεται συχνά στο πλαίσιο ενός διαμήκους ιατρικού φακέλου. Συνοψίζει το ιατρικό ιστορικό του ασθενούς, και παρέχει πληροφορίες σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση της υγείας του, συμπεριλαμβανομένου του εξιτηρίου του. Ένα ΣΙΥ ενός ασθενούς νοείται ως μια γενική επισκόπηση του ιστορικού υγείας του αλλά και της τρέχουσας κατάστασής του. Πρόκειται για ένα συνοπτικό κλινικό έγγραφο που παρέχεται μέσα από ένα ηλεκτρονικό σύνολο δεδομένων υγείας των ασθενών που ισχύει τόσο για απρόσμενη όσο και για προγραμματισμένη επαφή με την υγειονομική περίθαλψη. Το

περιεχόμενο του ΣΙΥ ασθενούς ορίζεται, σε υψηλό επίπεδο, όπως το μη εξαντλητικό σύνολο δεδομένων των πληροφοριών που απαιτούνται για τον συντονισμό της υγειονομικής περίθαλψης και της συνέχειας της φροντίδας. Αυτό το είδος ΣΙΥ αναφέρεται στις περιπτώσεις χρήσης για τις διασυνοριακές και τις εθνικές συναλλαγές υγείας, καθώς και την πρόσβαση των πολιτών από το σπίτι.

Όλοι οι τύποι ΣΙΥ ασθενούς περιέχουν πληροφορίες όπως: (α) Τις δημογραφικές πληροφορίες σχετικά με τον ασθενή (π.χ. όνομα, ημερομηνία γέννησης, φύλο) (β) Ένα ΣΙΥ που αποτελείται από τις διαδικασίες, τις αλλεργίες, τα σημερινά προβλήματα υγείας, ιατρικά εμφυτεύματα (γ) το κατάλογο της τρέχουσας φαρμακευτικής αγωγής. [13]

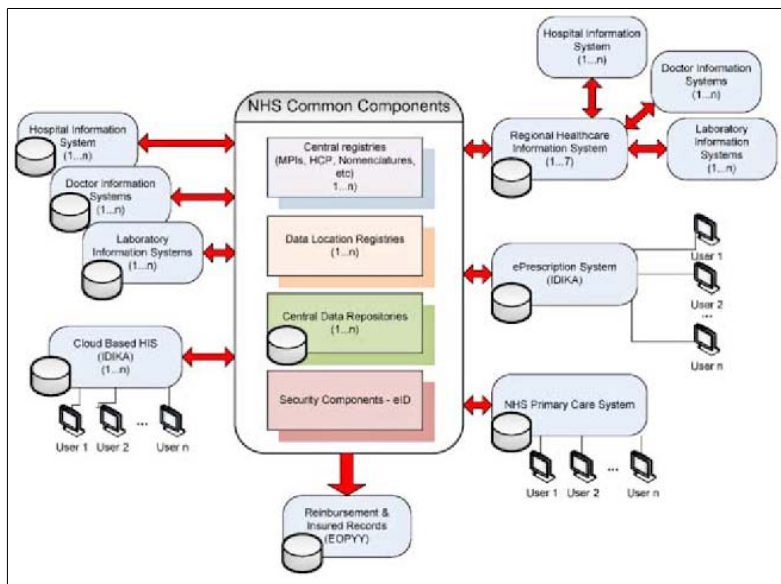


Εικόνα 15: Βασικές προδιαγραφές διαλειτουργικότητας σχετικά με τις περιπτώσεις χρήσεις του ΣΙΥ ασθενών.

Πηγή: European Patient Summary Guideline: Focus in Greece

2.3.3 Ανάλυση αρχιτεκτονικής ΣΙΥ

Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική διαλειτουργικότητας επιτρέπει σε όλους τους τύπους των υφιστάμενων συστημάτων τη συμμετοχή και την ανταλλαγή πληροφοριών σε ένα μοναδικό μοντέλο πληροφοριών υποστηρίζοντας με διαφορετικούς τρόπους την ανταλλαγής δεδομένων. Σημείο των συστημάτων περίθαλψης ανεξάρτητα από την τεχνική πολυπλοκότητα, το τεχνολογικό μοντέλο ή άλλη ειδικότητα οδηγείται από το σημείο των διακυμάνσεων φροντίδας που μπορεί να συνδεθεί με αυτά τα συστατικά. Με τον τρόπο αυτό, ο χρόνος και το κόστος εφαρμογής της εθνικής στρατηγικής για την ηλεκτρονική υγεία στην Ελλάδα είναι μειωμένα.

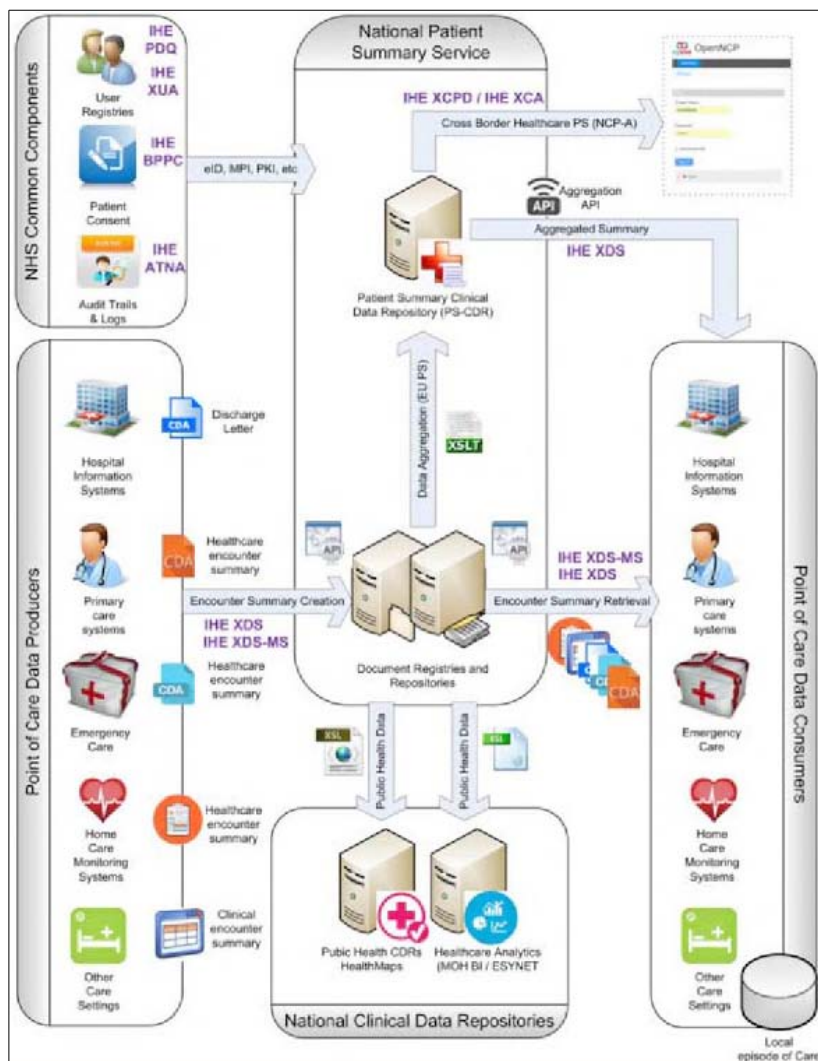


Εικόνα 16: Προδιαγραφές αρχιτεκτονικής ΣΙΥ

Πηγή: European Patient Summary Guideline: Focus in Greece

Συγκεκριμένα στοιχεία της αρχιτεκτονικής της εφαρμογής που φαίνεται στην επόμενη εικόνα βασίζονται σε τεχνικά κέντρα διαλειτουργικότητας με βάση το προφίλ IHE Cross Enterprise Document Sharing (XDS), με το HL7 Clinical Document Architecture (CDA) και τις World Wide Web Consortium (W3C) υπηρεσίες. Το Registry-Repository Model (π.χ. IHE XDS) παρέχει μια λύση στο πρόβλημα της χωροθέτησης των πληροφοριών γρήγορα σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο. Τα XDS και XDS.b υποστηρίζουν ομόσπονδα αποθετήρια εγγράφων και ένα μητρώο εγγράφου για να δημιουργηθεί μια διάμηκες καταγραφή πληροφοριών σχετικά με έναν ασθενή σε ένα δεδομένο τομέα κλινικής συνάφειας. Τα έγγραφα HL7 CDA αποτελούν το κοινό σημείο ανταλλαγής. Με το Exchange Content Model, τα CDA έγγραφα φέρουν το κλινικό περιεχόμενο. Το προφίλ ATNA, ελέγχει την ανταλλαγή πληροφοριών. Επιπλέον, το HL7 Fast Healthcare Interoperability Resources Specification (FHIR) Draft Standard for Trial Use (DSTU) 1 αξιολογήθηκε και χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει την έκθεση για την υγειονομική επίσκεψη και τη συλλογή δεδομένων από πολλαπλές πηγές ώστε να διευκολυνθεί η συνοπτική εξυπηρέτηση των ασθενών. Οι πόροι HL7 FHIR, συνεργάζονται άψογα με το ΣΙΥ ασθενών της ΕΕ, αποδεικνύοντας έτσι τη δύναμη του HL7 FHIR. Το λειτουργικό πρότυπο του συστήματος των EHR κατά ISO / HL7 10781: 2009, μπορεί να δημιουργήσει προφίλ ώστε να συνδεθούν οι λειτουργίες των πληροφοριακών συστημάτων για την ενσωμάτωση περιπτώσεων χρήσης. Στηρίζοντας την αρχιτεκτονική μπορούμε να πούμε πως είναι μία προσέγγιση που βασίζεται στις υπηρεσίες, όπου μια υπηρεσία μπορεί να οριστεί ως μια ειδική λειτουργία την οποία μπορούμε να καλέσουμε

χρησιμοποιώντας καθορισμένες διασυνδέσεις όπως υπηρεσίες Web, REST, JSON, HL7, FHIR ή άλλες τεχνολογίες. Στο σύνολό τους, τα παραπάνω καθορίζουν τη πλατφόρμα ηλεκτρονικής υγείας. Για μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα, ένα λειτουργικό μοντέλο συμπεριλαμβανομένων της τυποποίησης, των δοκιμών και των προδιαγραφών κρίνεται απαραίτητο. Τα συστήματα περιθάλψης θα πρέπει να πιστοποιούνται και να συμμορφώνονται μέσα σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Τα συστήματα τεχνολογίας αιχμής και ανταλλαγής υπηρεσιών υποστηρίζουν τις οδηγίες συναίνεσης για την ανταλλαγή πληροφοριών που αφορούν την υγεία. Τα μηνύματα point-to-point πρέπει να τηρούν τα προφίλ ενσωμάτωσης Cross-Enterprise Document Reliable (XDR) / Cross-Enterprise Direct Messaging (XDM), ειδικά στην μεσολάβηση των σεναρίων των ασθενών.



Εικόνα 17: Αρχιτεκτονική ΣΙΥ ασθενούς και σχετικών προφίλ IHE

Πηγή: European Patient Summary Guideline: Focus in Greece

Δύο ομάδες εργάστηκαν παράλληλα ώστε να δημιουργήσουν την υποδομή και το στρώμα διαλειτουργικότητας που απαιτούνταν από μια τέτοια εφαρμογή εθνικής εξυπηρέτησης ασθενών. Η πρώτη ομάδα υπό την παρακολούθηση του ΠΟΥ, στην Ελλάδα δημιούργησε την προτεινόμενη αρχιτεκτονική και το σύνολο των προδιαγραφών διαλειτουργικότητας που απαιτούνταν. Το έργο

SOHealth ανέλυσε τις προδιαγραφές και έχτισε μια πρώτη εφαρμογή που επρόκειτο να δοκιμαστεί από την ΗΔΙΚΑ ΑΕ. Η χρήση του HL7 CDA επιτρέπει σε περισσότερο από ένα τελικό χρήστη της εφαρμογής να μπορεί να απεικονίσει το ιατρικό περιεχόμενο. Ως ελάχιστο Graphical User Interface (GUI), το εργαλείο απεικόνισης epSOS CDA χρησιμοποιήθηκε για τη σωστή μετατροπή από το FHIR στο συμβατό με το πρότυπο του epSOS, που είναι το HL7 CDA, εξασφαλίζοντας τη συμβατότητα με τις κατευθυντήριες γραμμές της ΕΕ για το ΣΙΥ ασθενών. Σε αυτό το πλαίσιο έχουν ενσωματωθεί 3 κύριες πηγές πληροφοριών: α) τα δεδομένα που αφορούν την ηλεκτρονική συνταγογράφηση, β) τα εξιτήρια των νοσοκομείων για τη σύνταξη αναφορών και γ) τα συστήματα πρωτοβάθμιας φροντίδας που μπορούν να εισάγουν τις αναφορές επισκέψεων. Η ενσωμάτωση της διαλειτουργικότητας μέσω του διακομιστή HL7 FHIR πήρε περισσότερο από 2 εβδομάδες εργασίας που αποδεικνύουν τη βιωσιμότητα για τη προσέγγιση της υφιστάμενης αρχιτεκτονικής. Η μελέτη του ΣΙΥ ασθενούς μπορεί να θεωρηθεί ως το πρώτο βήμα για την υλοποίηση παρόμοιων υπηρεσιών σε άλλους τομείς (εργαστηριακούς, ακτινολογικούς κλπ). Η ελληνική περίπτωση ΣΙΥ ασθενούς τεκμηριώθηκε από τα eStandards D.4.1³³ ως η βέλτιστη πρακτική στην ΕΕ που ασχολείται με πολλαπλά πρότυπα για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας. [13]

2.3.4 Συμπεράσματα για το σχεδιασμό της Ελλάδας

Η πιλοτική εφαρμογή ΣΙΥ ασθενούς αποκάλυψε δύο κύριες προκλήσεις όσον αφορά τα ταυτόχρονα πρότυπα και τις προδιαγραφές, όπως αντικατοπτρίζονται στις συνιστώσες που έχουν εφαρμοστεί όπως: α) η έλλειψη κατάλληλης ορολογίας στην Ελλάδα και β) τα πληροφοριακά συστήματα στην αναφερόμενη αρχιτεκτονική διαλειτουργικότητας χαρακτηρίζονται ανώριμα. Από τη σκοπιά της ορολογίας τα κλινικά δεδομένα του ασθενούς αντιστοιχίζονται με το epSOS MVC. Στη περίπτωση που, οι ορολογίες ή οι κωδικοποιήσεις ήταν ανύπαρκτες, εφαρμόστηκαν οι όροι του epSOS. Για να αντιμετωπιστεί η ανετοιμότητα των ΠΣ, μια πιθανή προσέγγιση που βασίζεται στο HL7 FHIR, είναι η πιο εφικτή επιλογή για να υιοθετηθεί. Αυτό απαιτεί την ελάχιστη προσπάθεια υλοποίησης από την πλευρά των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης. Η πολυπλοκότητα κρύβεται από τα συστήματα αιχμής που χειρίζονται ιατρικές πληροφορίες που επιτρέπει την εύκολη πρόσβαση στο σημείο των πληροφοριών φροντίδας. Ένας εξυπηρετητής FHIR επιτρέπει τη σωστή μετατροπή των FHIR πόρων στα έγγραφα HL7 CDA.

Τέλος, η προσέγγιση αυτή επιτρέπει τη συμβατότητα με τη συνοπτική κατευθυντήρια γραμμή διευκόλυνσης του διασυνοριακού ΣΙΥ ασθενούς. Στη συνέχεια, θα δημιουργηθεί ένα δίκτυο IHE XDS για να επιτρέψει την δημιουργία του εγγράφου και της ανταλλαγής μέσω ενός εθνικού δικτύου υγειονομικής περίθαλψης. Προχωρώντας, μια πλήρης δομή Object Identifier (OID) για τα έγγραφα CDA, και μια σειρά από XDS μεταδεδομένα θα πρέπει να επεκταθούν για πρόσθετες περιπτώσεις χρήσης. Έτσι αποκτάμε τρία βασικά στοιχεία. Αρχικά, ο στόχος είναι να μην επανεφεύρουμε τον τροχό. Θα γίνει χρήση και βελτίωση υπαρχόντων προφίλ και προτύπων HL7 CDA, HL7 FHIR και IHE. Δεύτερον, θα ακολουθούνται οι οδηγίες ασφαλείας και προστασίας προσωπικών δεδομένων για την οικοδόμηση της εμπιστοσύνης. Τρίτον οι HL7 FHIR πόροι είναι στοιχεία διαλειτουργικότητας που μπορούν να επεκταθούν εύκολα. [13]

33 eStandards D.4.1, <http://www.estandards-project.eu/index.cfm/deliverables>

2.4 mHealth

2.4.1 Εισαγωγή στη τεχνολογία mHealth

Δεν υπάρχει αμφιβολία πως τα τελευταία χρόνια, η τεχνολογία των κινητών τηλεφώνων έχει γίνει μέρος της καθημερινής μας ζωής. Οι υπηρεσίες που προσφέρουν, χρησιμοποιούνται σε μία ευρεία γκάμα επιστημονικών τομέων συμπεριλαμβανομένης και της ΗΥ. Το Mobile Computing, οι ιατρικές τεχνολογίες των αισθητήρων και των επικοινωνιών για την υγειονομική περίθαλψη μπορούν να αναφέρονται εν συντομία με τον όρο mHealth που έχει επιφέρει βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών στον τομέα της υγείας.

Μια θεραπεία για να αποτρέψει τους ανθρώπους από την παραμέληση των διαφόρων ζητημάτων της υγείας τους είναι η παροχή περαιτέρω και στοχευμένης πληροφόρησης. Οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες στις συσκευές που οι άνθρωποι χρησιμοποιούν σε καθημερινή βάση, δηλαδή κάθε κινητό τηλέφωνο συνδεδεμένο στο Internet, επιτρέπει την πρόσβαση ανά πάσα στιγμή στην κατάσταση της υγείας τους και από οποιοδήποτε μέρος. Μια ιατρική γνωμάτευση θα μπορούσε να είναι τόσο απλή όσο ένα τσεκάπ ή περισσότερο περίπλοκη όπως ένα υπερηχογράφημα. Οι γιατροί και τα ιατρικά ιδρύματα θα μπορούν να κοινοποιήσουν τα αποτελέσματά στους πελάτες τους σε μία Web εφαρμογή, και οι εγγεγραμμένοι χρήστες θα μπορούν να έχουν πρόσβαση και να προβάλουν τα αποτελέσματά τους όταν είναι έτοιμα από το κινητό τους τηλέφωνο. [14]

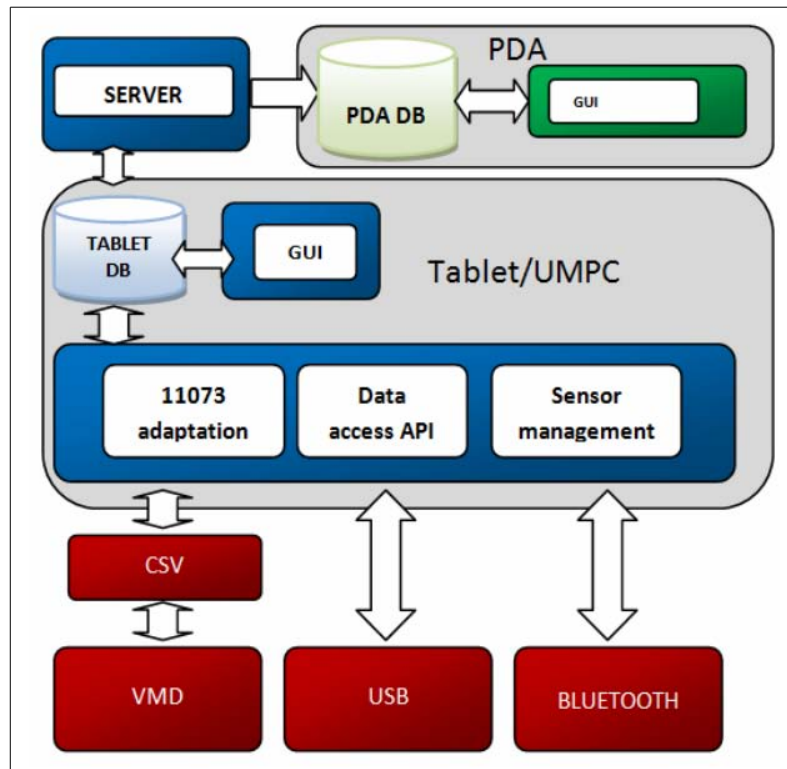


Εικόνα 18: Τι περιλαμβάνει η τεχνολογία mHealth
Πηγή: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/mhealth>

Η τεχνολογία mHealth καλύπτει διάφορες τεχνολογικές λύσεις όπως, τη μέτρηση ζωτικών σημείων όπως ο ρυθμός καρδιακών παλμών, το επίπεδο της γλυκόζης στο αίμα, η αρτηριακή πίεση, η θερμοκρασία του σώματος και οι εγκεφαλικές δραστηριότητες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα των εφαρμογών είναι η επικοινωνία και η ενημέρωση, όπως οι υπενθυμίσεις για τη φαρμακευτική αγωγή ή τις μεθόδους που προσφέρει ένα γυμναστήριο σε συνδυασμό με τις διατροφικές συστάσεις. Η εξάπλωση των smartphones, καθώς και τα δίκτυα 3G και 4G έχουν ενισχύσει τη χρήση των εφαρμογών για κινητά που προσφέρουν υπηρεσίες υγείας. Η διαθεσιμότητα των τεχνολογιών δορυφορικής πλοήγησης σε κινητές συσκευές παρέχει τη δυνατότητα να βελτιώνεται συνεχώς η ασφάλεια και η αυτονομία των ασθενών.

Μέσω των αισθητήρων και των εφαρμογών για κινητά, η τεχνολογία mHealth επιτρέπει τη συλλογή σημαντικών ιατρικών, φυσιολογικών και του τρόπου ζωής, στοιχείων για τη καθημερινή δραστηριότητα. Αυτό χρησιμεύει ως βάση για την πρακτική φροντίδα και τις περαιτέρω ερευνητικές δραστηριότητες ενώ διευκολύνει τη πρόσβαση των ασθενών σε πληροφορίες για την υγεία τους. Η αναφερόμενη τεχνολογία υποστηρίζει τη παροχή υψηλής ποιότητας υγειονομικής περίθαλψης, και επιτρέπει τη πιο ακριβή διάγνωση και θεραπεία. Μπορεί να υποστηρίξει τους επαγγελματίες του τομέα της υγείας στη θεραπεία ασθενών πιο αποτελεσματικά αφού οι εφαρμογές για τα κινητά μπορούν να ενθαρρύνουν τη τήρηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής, με αποτέλεσμα την πιο εξατομικευμένη φαρμακευτική αγωγή και θεραπεία. Επιπλέον συμβάλει στην ενδυνάμωση των ασθενών που θα μπορούσαν να διαχειριστούν την υγεία τους πιο ενεργά, με το να ζουν περισσότερο ανεξάρτητα στο σπίτι τους με αυτοαξιολόγηση ή την απομακρυσμένη παρακολούθηση και τον έλεγχο των περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως οι αλλαγές στην ποιότητα του αέρα που θα μπορούσε να επηρεάσει ορισμένες ιατρικές παθήσεις. Από αυτή την άποψη, η τεχνολογία mHealth δεν προορίζεται να αντικαταστήσει τους επαγγελματίες του τομέα της υγείας οι οποίοι παραμένουν στο επίκεντρο της παροχής υγειονομικής περίθαλψης, αλλά θεωρείται ότι είναι ένα υποστηρικτικό εργαλείο για τη διαχείριση και την παροχή υπηρεσιών υγείας.

Πληροφορίες από τον ΠΟΥ αποκαλύπτουν την ανησυχητική αύξηση του αριθμού των πολιτών που πάσχουν από κάθε είδους σακχαρώδη διαβήτη. Συγκεκριμένα το 1985 υπήρχαν περίπου 30 εκατομμύρια άνθρωποι με κάποιο τύπο αυτής της μεταβολικής διαταραχής. Το 2000, ο αριθμός αυτός αυξήθηκε σε 171 εκατομμύρια και οι προβλέψεις δείχνουν ότι θα φθάσει τα 366 εκατομμύρια πολίτες το 2030, που θα πάσχουν από αυτή τη διαταραχή. Μάλιστα, η αύξηση της χρήσης της τεχνολογίας mHealth και η ανάπτυξη βιοϊατρικών αισθητήρων έχει ανοίξει ένα ευρύ φάσμα για την παρακολούθηση πολύπλοκων ασθενειών όπως ο σακχαρώδης διαβήτης. Οι ασθενείς με διαβήτη αναμένεται να καταγράφουν τα αποτελέσματα του σακχάρου του αίματος και την πρόσληψη ινσουλίνης ημερολογιακά, τα αποτελέσματα θα εμφανίζονται στον ειδικό σε κάθε προγραμματισμένη επίσκεψη. Οι μεγάλες συλλογές δεδομένων θα επιτρέψουν στους γιατρούς να βελτιώσουν τη διάγνωση τους αλλά και το σχεδιασμό της βέλτιστης θεραπείας κάθε φορά. [15]

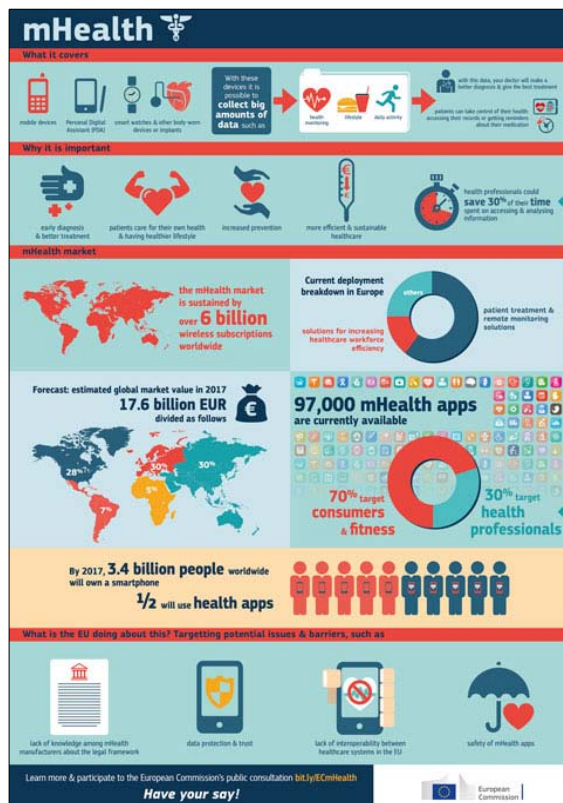


Εικόνα 19: Παράδειγμα σχεδιασμού ενός συστήματος mHealth

Πηγή: Wireless Mobile Communication and Healthcare, Second International ICST Conference MobiHealth 2010 Ayia Napa, Cyprus

2.4.2 mHealth δυνατότητες και στόχοι

Τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης στην Ευρώπη, σύμφωνα με τη μελέτη της ΕΕ (Green Paper on mobile Health), η οποία τόνισε τη νέα τάση που αφορά τη νέα τεχνολογία mHealth, με σχεδόν 100000 εφαρμογές ήδη διαθέσιμες, καθώς και τις κορυφαίες 20 δωρεάν εφαρμογές υγείας που αφορούν αθλητικές δραστηριότητες που έχουν εγκατασταθεί σε κάθε smartphone περισσότερες από 230 εκατομμύρια φορές. Εκτιμάται ότι μέχρι το τέλος του 2017, περισσότεροι από 3 δισεκατομμύρια άνθρωποι θα κατέχουν ένα smartphone και οι μισοί από αυτούς θα χρησιμοποιούν τέτοιου είδους εφαρμογές. Στο πλαίσιο αυτό, η τεχνολογία mHealth θα μπορούσε να είναι ένα από τα εργαλεία για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, συμβάλλοντας στην υγειονομική περίθαλψη με επίκεντρο τον ασθενή και κυρίως την υποστήριξη της μετάβασης προς την πρόληψη, ενώ παράλληλα θα ενισχύει τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας του συστήματος. [16]



Εικόνα 20: Προβλέψεις για την αγορά της τεχνολογίας mHealth

Πηγή: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/public-consultation-green-paper-mobile-health>

Οι λύσεις που προσφέρει αυτή η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό της ανάπτυξης των χρόνιων παθήσεων σε πρώιμο στάδιο μέσω εργαλείων αυτοαξιολόγησης και απομακρυσμένης διάγνωσης, ενώ η ανταλλαγή δεδομένων με τους παρόχους υγείας θα διευκολύνει την έγκαιρη παρέμβαση. Για παράδειγμα, μπορεί να συνεισφέρει στο να ξεπεραστεί η απροθυμία των ασθενών να αναζητήσουν βοήθεια εξαιτίας του δισταγμού τους, όπως συμβαίνει με τις ψυχικές ασθένειες, όπου μόνο περίπου κάθε δεύτερο άτομο που βιώνει μια διαταραχή, λαμβάνει την κατάλληλη θεραπεία. Ως μέθοδος πρόληψης, έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων, ακόμα και να επεκτείνει το προσδόκιμο ζωής τους και θα μπορούσε να επιταχυνθεί με την εξεύρεση νέων τρόπων για την προώθηση της υγιούς συμπεριφοράς.

Η τεχνολογία mHealth μπορεί να συμβάλει με ένα πιο αποτελεσματικό τρόπο για την παροχή φροντίδας μέσω καλύτερου σχεδιασμού, μείωση των περιττών συνεδριών και καλύτερη προετοιμασία των επαγγελματιών υγείας που λαμβάνουν οδηγίες για τη θεραπεία και τη φαρμακευτική αγωγή των ασθενών τους. Η χρήση των tablets και άλλων κινητών συσκευών έχει βοηθήσει τους επαγγελματίες του τομέα της υγείας και το παραϊατρικό προσωπικό να εξοικονομήσουν έως και 30% του χρόνου τους που δαπανάται για την πρόσβαση και την ανάλυση πληροφοριών. Το εργατικό δυναμικό του τομέα της υγείας έχει τη δυνατότητα να αντιμετωπίζει περισσότερο αποτελεσματικά τα περιστατικά, με την υποστήριξη της επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο με τους ασθενείς τους, μέσω της ανταλλαγής των δεδομένων των χρηστών των εκάστοτε εφαρμογών. Μία ακόμα δυνατότητα της τεχνολογίας που παραθέτουμε είναι πως

συμβάλει στην αντιμετώπιση των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης με την συρρίκνωση των πόρων, που αντιμετωπίζουμε στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια. Η ιατρική περίθαλψη θα μπορούσε να γίνει εξ αποστάσεως ή από τους ίδιους τους ασθενείς, με γνώμονα συστήματα παρακολούθησης και υποβολής εκθέσεων, μειώνοντας τη νοσηλεία. Η ανάλυση των Big Data που δημιουργούνται μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της υγειονομικής περίθαλψης αποτελεσματικά και στη πρόληψη των ασθενειών με την παροχή υγειονομικών αρχών με μια πιο ακριβή εικόνα μέσα από τη συμπεριφορά των ασθενών.

Η αλλαγή του ρόλου των ασθενών από ένα μάλλον παθητικό, σε ένα πιο συμμετοχικό ρόλο και παράλληλα η ενίσχυση της ευθύνης τους για τη δική τους υγεία, μέσω αισθητήρων που ανιχνεύουν και αναφέρουν τα ζωτικά σημεία, μέσα από τις εφαρμογές των smartphones, τους ενθαρρύνουν να προσχωρήσουν στη σωστή διατροφή και στη βέλτιστη φαρμακευτική αγωγή. Η τεχνολογία mHealth μπορεί επίσης να αυξήσει την ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα υγείας μέσω κατανοητών πληροφοριών για την κατάσταση της υγείας τους, βοηθώντας τους έτσι να λαμβάνουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις για την υγεία τους. Πολλές εφαρμογές mHealth χρησιμοποιούν εργαλεία για τη βελτίωση ή την αύξηση της εκπαίδευσης σε ότι έχει σχέση με τη θεραπεία, για παράδειγμα με την παροχή κινήτρων στους χρήστες ώστε να επιτύχουν συγκεκριμένους στόχους φυσικής κατάστασης ή υπενθυμίζοντάς τους να λάβουν τα φάρμακά τους. [17]

2.4.3 Η αγορά της τεχνολογίας mHealth

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία mHealth έχει αναδειχθεί ως ένας συμπληρωματικός τρόπος παροχής κατ' οίκον υγειονομικής περίθαλψης με την πανταχού σύνδεση των κινητών δικτύων και τη διάδοση των smartphones και tablets. Η αύξηση της ευρυζωνικότητας, που έχει φτάσει πάνω από 6 δισεκατομμύρια συνδρομητές που χρησιμοποιούν ασύρματα δίκτυα στον κόσμο, ευνόησε τη χρήση του κινητού στην υγεία και την ανάπτυξη της αγοράς του. Η σύγκλιση των τεχνολογιών ασύρματης επικοινωνίας και των συσκευών της υγειονομικής περίθαλψης, αφενός, και της υγείας και της κοινωνικής φροντίδας, από την άλλη, είναι η δημιουργία νέων επιχειρήσεων, ενώ ο επανασχεδιασμός της παροχής υγειονομικής περίθαλψης είναι ιδιαίτερα υποσχόμενες αγορές.

Μελέτη του ΠΟΥ δείχνει ότι η τεχνολογία mHealth στις χώρες υψηλού εισοδήματος οδηγείται από την επιτακτική ανάγκη να μειώσουν το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης, ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες ενισχύεται κυρίως από την ανάγκη για πρόσβαση στην πρωτοβάθμια περίθαλψη. Η έρευνα έδειξε επίσης ότι ένα από τα πιο πρόσφατα προγράμματα υγειονομικής περίθαλψης στην ΕΕ, είναι ότι τα συστήματα, που προάγουν την προσωπική φροντίδα μέσω των wearable συσκευών παρέχουν στους ασθενείς ένα πιο ενεργό ρόλο και τα συστήματα αυτά ονομάζονται ατομικά συστήματα υγείας. [5] Στην Αφρική και στην Ασία η πλειοψηφία των υφιστάμενων υπηρεσιών mHealth επικεντρώνονται στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας του εργατικού δυναμικού και των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης. Μια άλλη κατηγορία υπηρεσιών στην Ινδία, τη Νότιο Αφρική και την Κένυα περιλαμβάνει μηνύματα πρόληψης και ευαισθητοποίησης για τον περιορισμό της διάδοσης λοιμωδών νοσημάτων.

Όσον αφορά τα έσοδα, μια κοινή ανάλυση από τα έργα των GSMA³⁴ (Groupe Speciale Mobile Assotiation) και PwC³⁵ (PricewaterhouseCoopers), παρουσιάζει πως η παγκόσμια αγορά mHealth θα φτάσει τα \$ 23 δισεκατομμύρια το 2017, με την Ευρώπη να αντιπροσωπεύει τα \$ 6.9 δισεκατομμύρια, η Ασία τα \$ 6.8 δισεκατομμύρια, και να ακολουθεί η αγορά της Βορείου Αμερικής με \$ 6.5 δισεκατομμύρια. Σύμφωνα με την έκθεση, οι λύσεις που προσφέρει η θεραπεία εξ αποστάσεως παρακολούθησης αποτελούν σχεδόν το 60% του συνόλου των εφαρμογών mHealth στην Ευρώπη. Λύσεις που αυξάνουν την αποδοτικότητα του εργατικού δυναμικού και των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης αποτελούν σχεδόν το 15% της συνολικής ανάπτυξης, παράλληλα με εφαρμογές για την υγεία και την ευεξία. Μια άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τις PwC και GSMA δείχνει ότι το 2017 η τεχνολογία mHealth θα εξοικονομήσει συνολικά 99 δισεκατομμύρια € από το συνολικό κόστος της υγειονομικής περίθαλψης στην ΕΕ. Οι μεγαλύτερες εξοικονομήσεις θα είναι στους τομείς της ευεξίας - πρόληψης (69 δις €) και της θεραπείας - παρακολούθησης (32 δις €), λαμβάνοντας υπόψη το κόστος του εργατικού δυναμικού που απαιτείται για την υποστήριξη της τεχνολογίας mHealth (6,2 δις €)

Η αγορά των εφαρμογών για κινητές συσκευές έχει αναπτυχθεί ταχύτατα τα τελευταία χρόνια ώστε να γίνει η βασική κινητήρια δύναμη της ανάπτυξης της τεχνολογίας mHealth διευκολύνοντας την από τη διείσδυση των smartphones. Είναι ενδιαφέρον ότι, η αγορά κυριαρχείται από μικρές επιχειρήσεις, με το 34,3% οι οποίες στη πλειοψηφία τους έχουν από 2 έως 9 εργαζόμενους. Ολοκληρώνοντας τη μελέτη της αγοράς της τεχνολογίας mHealth είναι αξιοσημείωτο να αναφέρουμε ότι πάνω από 97.000 εφαρμογές υγείας είναι διαθέσιμες σε πολλαπλές πλατφόρμες στην παγκόσμια αγορά. Περίπου το 70% των mHealth εφαρμογών στοχεύουν στην ευεξία και φυσική κατάσταση του τμήματος των καταναλωτών. Ποσοστό 30% των εφαρμογών έχουν στόχο τους επαγγελματίες της υγείας, διευκολύνοντας την πρόσβαση στα δεδομένα των ασθενών, τη διαβούλευση και την παρακολούθηση τους, τη διαγνωστική απεικόνιση, και τα φαρμακευτικά προϊόντα. [17]

34 Η Ένωση GSM που συνήθως αναφέρονται ως GSMA είναι ένα εμπορικό σώμα που εκπροσωπεί τα συμφέροντα των φορέων εκμετάλλευσης κινητής τηλεφωνίας σε όλο τον κόσμο, <http://www.gsma.com/>

35 Η πολυεθνική PwC επικεντρώνεται σε ελεγκτικές, φορολογικές και συμβουλευτικές υπηρεσίες. Βοηθάει στην επίλυση πολύπλοκων ζητημάτων και τον εντοπισμό ευκαιριών, <http://www.pwc.com/>

Αυτή η σελίδα είναι σκόπιμα κενή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Πρότυπα & κωδικοποίηση

Επισκόπηση κεφαλαίου

Ξεκινώντας τη μελέτη του τρίτου κεφαλαίου, θα αναλυθούν τα πρότυπα και η κωδικοποίηση που εφαρμόζονται στα ιατρικά δεδομένα για την οικοδόμηση διαλειτουργικών εφαρμογών που αφορούν την υγεία. Αρχικά, θα δούμε το πρότυπο ταξινόμησης νόσων ICD-10 το οποίο με τη συνεισφορά του βελτίωσε το μακροπρόθεσμο προγραμματισμό στη δημόσια υγεία αλλά και δυσκολίες που προέκυψαν από την εφαρμογή του. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστεί ο οργανισμός HL7 ο οποίος δημιουργεί πρότυπα για την ανταλλαγή, τη διαχείριση, και την ολοκλήρωση των ηλεκτρονικών πληροφοριών υγείας για κλινικούς και διοικητικούς σκοπούς παρέχοντας στους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης τις προδιαγραφές για την κατασκευή συστημάτων που στοχεύουν στη διαλειτουργικότητα. Ένα πρότυπο που έχει δημιουργηθεί από τον HL7 είναι το HL7 Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) το οποίο είναι ένα ανερχόμενο ανοιχτό πρότυπο για την ανταλλαγή ηλεκτρονικών πληροφοριών υγείας ορίζοντας μια συλλογή πόρων που μπορούν εύκολα να εφαρμοστούν σε συστήματα που επιλύουν κλινικά και διοικητικά προβλήματα.

Ένας ακόμα οργανισμός είναι ο IHE, Integrating the Healthcare Enterprise ο οποίος συμβάλει στη βελτίωση των πληροφοριακών συστημάτων που αφορούν την υγειονομική περίθαλψη ανταλλάσσοντας πληροφορίες, αρχικά στον τομέα απεικόνισης, όπου υπήρχε σαφής επικάλυψη μεταξύ των προτύπων HL7 και DICOM εστιάζοντας στη διαλειτουργικότητα μεταξύ του εξοπλισμού στα διάφορα κλινικά τμήματα και των νοσοκομειακών πληροφοριακών συστημάτων. Ένα παραχθέν πρότυπο του IHE είναι το IHE Cross-Enterprise Document Sharing (XDS) που επιτρέπει στα έγγραφα της υγειονομικής περίθαλψης να διαμοιράζονται μέσω ενός δικτύου ευρείας περιοχής (WAN, Wide Area Network) μεταξύ των νοσοκομείων, των παρόχων πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας και των κοινωνικών υπηρεσιών.

Τέλος, θα μελετηθεί το Clinical Document Architecture, CDA) το οποίο είναι η πιο διαδεδομένη εφαρμογή του HL7 V3. Το πρότυπο CDA λαμβάνει σοβαρά υπόψη στο να συγκρίνει τις διαφορές μεταξύ των συναλλαγών των βάσεων δεδομένων και των μεταφορών των εγγράφων.

3.1 Ταξινόμηση νόσων ICD-10

Στα τέλη του 2001, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη (ΟΟΣΑ), ξεκίνησε μια προσπάθεια για να δημιουργήσει ένα εννοιολογικό πλαίσιο για τα κράτη – μέλη γνωστό και ως έργο της υγειονομικής περιθάλψης του ΟΟΣΑ. Έχουν δημοσιευτεί πολλά άρθρα και εκθέσεις για την ηλεκτρονική υγεία, που κυρίως επικεντρώνονται στις περιπτώσεις χρήσης του Διαδικτύου για την παροχή της υγειονομικής περιθάλψης. Πολλοί από τους σημερινούς ΗΦΥ είναι αποθηκευμένοι, χρησιμοποιώντας διάφορα λειτουργικά συστήματα και μορφές αρχείων. Οι νέες τεχνολογίες στη Δημόσια Υγεία είναι πολύ σημαντικές για το μακροπρόθεσμο προγραμματισμό της. Διάφορα έγγραφα όπως το εξιτήριο του ασθενούς, τα αποτελέσματα των εργαστηριακών εξετάσεων, και η προεγχειρητική διάγνωση θα μπορούσαν να ταξινομηθούν με τη χρήση κωδικών που περιέχονται σε μία συγκεκριμένη τυποποιημένη ταξινόμηση όπως είναι για παράδειγμα η διεθνής ταξινόμηση νόσων και συναφών προβλημάτων υγείας ICD-10 (International Classification of Diseases).

Τα συστήματα ταξινόμησης παρέχουν συγκεκριμένη διάγνωση και πληροφορίες για τη θεραπεία που μπορούν να βελτιώσουν την λήψη αποφάσεων και την ασφάλεια των ασθενών. Η διαχείριση των πληροφοριών στη δημόσια υγεία δημιουργεί καλύτερες ιατρικές προοπτικές για τον ασθενή, υποστηρίζει την ευθύνη, τη βελτίωση της ποιότητας μέσω της μέτρησης της απόδοσης και τη λήψη αποφάσεων. Επί του παρόντος, το ICD-10 αποτελεί ότι πιο συγκεκριμένο υπάρχει στη ταξινόμηση νόσων, πράγμα που σημαίνει ότι η κατανόηση των αποτελεσμάτων και η ποιότητα των δεδομένων είναι βέλτιστη.

Στις περισσότερες από τις χώρες της ΕΕ, το σύστημα κωδικοποίησης ηλεκτρονικής υγείας έχει ξεκινήσει από το 1991. Η τελευταία έκδοση του ICD-10 δημοσιεύεται σε 42 γλώσσες, ανάμεσά τους και η Ελληνική γλώσσα. [35,36,37] Έχει την ικανότητα να επεκτείνεται εύκολα και να καλύπτει νέες κωδικοποιήσεις διάγνωσης ασθενειών, ώστε να χρησιμοποιείται για εσωτερικούς και εξωτερικούς ασθενείς. Στις αρχές του 2012 στην Ελλάδα, 132 νοσοκομεία του ΕΣΥ στο πλαίσιο των προτεινόμενων αλλαγών για τους ασθενείς, έχουν επίσημα εφαρμόσει την τελευταία έκδοση της κωδικοποίησης νόσων ICD-10. Η εμπειρία χρόνων από την εφαρμογή των Νοσοκομειακών Πληροφοριακών Συστημάτων αποκάλυψε σημαντικές δυσκολίες. Μία σημαντική δυσκολία είναι ότι οι γιατροί αισθάνονται αρκετά δυσαρεστημένοι επειδή έχουν την υποχρέωση να επιλέξουν τη σωστή ICD-10 διάγνωση επιλέγοντας μέσα από χιλιάδες παρεμφερείς διαγνώσεις. Το εξιτήριο του ασθενούς και άλλα έγγραφα μπορούν να θεωρηθούν ως μια περίληψη που περιγράφεται με περισσότερες λεπτομέρειες σύμφωνα με τη διάγνωση ICD-10. [34]

Παράδειγμα κωδικοποίησης νόσων ICD-10	
A30.0	Ακαθόριστη λέπρα
A30.1	Φυματιώδης λέπρα
A36.0	Φαρυγγική διφθερίτιδα
A37.0	Κοκκύτης από <i>Bordetella pertussis</i>
A37.1	Κοκκύτης από <i>Bordetella parapertussis</i>
A37.9	Κοκκύτης, μη καθορισμένος

Πίνακας 3: Παράδειγμα κωδικοποίησης νόσων ICD-10

Πηγή: Διεθνής Στατιστική Ταξινόμηση Νόσων και Συναφών Προβλημάτων Υγείας Δέκατη Αναθεώρηση Έκδοση 2008
Τόμος 1: Κατάλογος Κωδικών Τεύχος Α

Country	Mortality	Morbidity	Country	Mortality	Morbidity
Australia	1998	July 1998	Lithuania	1997	1998
Austria	1998	**	Macedonia	1996	**
Belgium	1998	**	Malta	1995	**
Brazil	1996	1998	Netherlands	1996	1998-2000
Canada	1998	1999	New Zealand	1998	1998
China	2000+	2000+	Norway	1996	1998
Colombia	1996	**	Poland	1997	**
Costa Rica	1996	**	Portugal	before 2000	**
Czech Republic	1994	**	Qatar	1995	**
Denmark	1994	1994	Romania	1994	**
Estonia	1997	1997	Slovakia	1994	**
Finland	1996	1996	Suriname	1996	**
France	1998	1997	Sweden	1997	1997
Germany	1998	2000	Thailand	1994	1994
Iceland	1996	1997	United Kingdom		
Ireland	1998	**	-England and Wales	1999	1995
Jamaica	1995	**	-Scotland	1998	1996
Japan	1995	1996	-Northern Ireland	1998	1996
Kuwait	1995	1996	United States	1999	**
Italy	1998	**	Venezuela	1996	1997
Latvia	1996	1998			

**=unknown
Source: "Implementation of ICD-10 by WHO Member States," World Health Organization.

Εικόνα 21: Χώρες που ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν το σύστημα ταξινόμησης ICD-10 ανά χρονολογία

Πηγή: <http://library.ahima.org/doc?oid=58621#.WPTDvUclFhE>

Σε μελέτη που διεξήχθη από τη 1^η Παθολογική Κλινική του Λαϊκού Νοσοκομείου Αθηνών, με δυναμική 550 κρεβατιών από τη 1^η Ιανουαρίου 2014 έως τη 31^η Δεκεμβρίου 2014 ταξινομήσαν τα περιστατικά των ασθενών με βάση το ICD-10 καταγράφοντας στατιστικά στοιχεία θνησιμότητας, όπως και ποσοστά ανά ασθένεια με βάση την ηλικία που ήταν σε έξαρση όπως φαίνεται και από την επόμενη εικόνα. [18]

Diagnostic category	Age (median)	% of admissions	LoS (median)	% of patient-days	Mortality (%)
Abdominal pain and intra-abdominal infections	72,0	6,1%	5,0	6,5%	2,1
Acute fever	75,0	9,5%	5,0	10,6%	6,4
Anemia	77,0	6,5%	5,0	6,1%	4,8
Cardiological syndromes	62,0	0,2%	4,5	0,2%	0,0
Diabetes mellitus	62,0	1,1%	2,0	0,6%	0,0
Electrolyte disorders	76,0	2,7%	4,0	2,0%	19,1
Gastrointestinal bleeding	75,0	4,6%	5,0	4,5%	2,7
General symptoms	79,0	1,8%	4,5	1,6%	16,7
Hematological disorders ^a	66,0	5,7%	3,0	6,6%	7,1
Hemoglobinopathies	44,0	7,0%	4,0	6,1%	0,8
Loss of consciousness	73,0	0,8%	2,5	0,4%	7,7
Lymphadenopathy		0,6%	7,0	0,8%	33,3
Neoplastic disorders	67,0	15,0%	5,0	16,9%	22,4
Nephrological disorders	75,0	1,6%	6,0	2,8%	20,8
Neurological disorders ^b	69,0	3,6%	3,0	2,9%	8,2
Other diagnoses	73,5	7,0%	4,0	6,6%	2,7
Gastrointestinal disorders ^c	69,0	4,5%	6,0	5,5%	5,5
Prolonged fever	75,5	1,3%	7,0	1,7%	0,0
Respiratory disorders	69,2	6,97%	4,0	6,76%	14,0
Rheumatological disorders	72,0	1,1%	6,0	1,5%	0,0
Self-poisoning	62,5	2,0%	2,0	0,6%	0,0
Shock	82,0	1,1%	5,0	1,0%	60,0
Soft tissue infections	67,0	1,2%	7,0	1,8%	5,6
Stroke	76,0	4,4%	3,0	2,6%	4,1
Urinary tract infections	71,5	3,2%	5,0	3,0%	9,1
Venous thrombosis	80,5	0,6%	4,5	0,4%	0,0

a:Εξαιρουμένων των αναιμιών και αιμοσφαιρινοπαθειών.

b:Εξαιρουμένου του εγκεφαλικού επεισοδίου.

c:Εξαιρουμένης της γαστρεντερικής αιμορραγίας.

Εικόνα 22: Ανάλυση των χαρακτηριστικών των ασθενών που εισάγονται στα ιατρικά τμήματα σύμφωνα με μελέτη της 1^{ης} Παθολογικής Κλινικής του Λαϊκού Νοσοκομείου Αθηνών.

Πηγή: Characterization of the medical admissions in a tertiary Greek hospital.

3.2 Health Level Seven

Ο Health Level Seven (HL7) είναι ένας διεθνής οργανισμός ανάπτυξης προτύπων με συνεργάτες σε 31 χώρες. Ο HL7 παράγει τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα πρότυπα του κόσμου για τη διαλειτουργικότητα στο τομέα της υγείας. Οι περισσότεροι από τους κορυφαίους προμηθευτές χρησιμοποιούν και υποστηρίζουν την ανάπτυξη των προτύπων HL7 στις έξι ηπείρους. Το όραμα του HL7 είναι « να δημιουργήσει τα καλύτερα και πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα πρότυπα στον τομέα της υγείας.» Η αποστολή του έχει ως εξής:

« Ο HL7 παρέχει πρότυπα για τη διαλειτουργικότητα που βελτιώνουν τη παροχή φροντίδας, τη βελτιστοποίηση των ροών εργασίας, μειώνει την ασάφεια και ενισχύει τη μεταφορά γνώσης μεταξύ όλων των ενδιαφερόμενων μερών, συμπεριλαμβανομένων των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης, των κυβερνητικών υπηρεσιών, των οικονομικών εταίρων και των ασθενών. Σε όλες τις διαδικασίες μας παρουσιάζει την επικαιρότητα, την επιστημονική αυστηρότητα και τεχνική κατάρτιση, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη διαφάνεια, την ευθύνη, την πρακτικότητα, ή την προθυμία να θέσει τις ανάγκες των ενδιαφερόμενων μερών πρώτα »

Ο HL7 δημιουργεί πρότυπα για την ανταλλαγή, τη διαχείριση, και την ολοκλήρωση των ηλεκτρονικών πληροφοριών υγείας για κλινικούς και διοικητικούς σκοπούς. Ο HL7 δεν αναπτύσσει λογισμικό, αλλά απλώς παρέχει στους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης τις προδιαγραφές για την κατασκευή συστημάτων που στοχεύουν στη διαλειτουργικότητα. Αναπτύσσει συνεκτικά και επεκτάσιμα πρότυπα χρησιμοποιώντας μια τυπική μεθοδολογία. Συνεργάζεται ώστε να παρέχει ένα κοινό σημείο για τους ειδικούς που σχετίζονται με την υγεία από τον κλάδο της πληροφορικής και τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, με απώτερο σκοπό να εργαστούν από κοινού και με άλλους αναπτυξιακούς οργανισμούς προτυποποίησης. Προωθεί τα δικά του πρότυπα και παρέχει εκπαίδευση για τους κατασκευαστές του κλάδου της υγείας.

Ο HL7 είναι μια εθελοντική οργάνωση για τη δημιουργία προτύπων, όπου το μεγαλύτερο μέρος του έργου στην ανάπτυξη των προτύπων γίνεται από εθελοντές, που εργάζονται εδώ και πολλά χρόνια. Ένα μεγάλο μέρος της συγκεκριμένης εργασίας γίνεται σε μικρές συνεδριάσεις της επιτροπής και στη συνέχεια παρουσιάζεται σε μια πολύ μεγαλύτερη ομάδα για να ληφθούν οι τελικές αποφάσεις. Οι εθελοντές του HL7 συναντώνται τρεις φορές το χρόνο στις συνεδριάσεις των ομάδων εργασίας που διαρκούν μία εβδομάδα κατά την οποία πάνω από 30 ειδικές επιτροπές συνεδριάζουν. Συνεχίζονται οι εργασίες σε όλο το υπόλοιπο του έτους συντονίζοντας το όλο εγχείρημα από τακτικές τηλεδιασκέψεις.

Το όνομα του HL7 προέρχεται από το έβδομο επίπεδο του μοντέλου OSI (Open Systems Interconnect), και πιο συγκεκριμένα από το επίπεδο εφαρμογών, το οποίο παρέχει ένα πλαίσιο για την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών συστημάτων πληροφορικής. Το μοντέλο OSI έχει επτά στρώματα, τα τρία πρώτα στρώματα ασχολούνται με τις εφαρμογές διασύνδεσης ενώ τα επόμενα τέσσερα στρώματα ασχολούνται με τη μετάδοση των δεδομένων.

Ο HL7 παράγει τέσσερις τύπους εγγράφων:

- Κανονιστικό Πρότυπο: το περιεχόμενο πρέπει να αποφασιστεί από τη σύνθεση των μελών και θεωρείται ένα δομικό συστατικό του HL7 προτύπου.

- Draft Standard for Trial Use (DSTU): το περιεχόμενο πρέπει να αποφασιστεί από τη σύνθεση των μελών για το σχέδιο του μελλοντικού προτύπου μετά από μια προδιαγεγραμμένη περίοδο αξιολόγησης (συνήθως 2 έτη).
- Αναφοράς: το περιεχόμενο είναι εναρμονισμένο κατά τη διάρκεια των συναντήσεων ή έχει εγκριθεί από το Διοικητικό Συμβούλιο του HL7.
- Ενημερωτικό: το περιεχόμενο έχει ψηφιστεί από τη γενική συνέλευση των μελών. Ωστόσο, δεν θεωρείται ότι είναι ένα δομικό μέρος του προτύπου, αλλά ένα υποστηρικτικό.

Όλα τα HL7 πρότυπα εισάγονται για πρώτη φορά ως DSTU και πρέπει να αποδείξουν κάποια επιτυχή εφαρμογή προτού θεωρηθούν ως ένα Κανονιστικό πρότυπο. [19]

3.2.1 HL7 Fast Healthcare Interoperability Resources

Το HL7 Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) είναι ένα ανερχόμενο ανοιχτό πρότυπο για την ανταλλαγή ηλεκτρονικών πληροφοριών υγείας. Το FHIR ορίζει μια συλλογή πόρων που μπορούν εύκολα να εφαρμοστούν σε συστήματα που επιλύουν κλινικά και διοικητικά προβλήματα. Αυτή η διαδικασία σύνθεσης απαιτεί τυπικά την προσαρμογή των πόρων βάσης FHIR για χρήση σε συγκεκριμένα πλαίσια και περιπτώσεις χρήσης. Οι βασικές πηγές FHIR περιγράφονται από ειδικές δομές με τη χρήση του πόρου Structure Definition. Το FHIR ορίζει επίσης πώς οι πόροι θα πρέπει να προσδιορίζονται σε XML και JSON.

Το πρότυπο FHIR ορίζει μια συλλογή από πόρους που καθορίζουν τις βασικές μονάδες ανταλλαγής κλινικών πληροφοριών. Από το Σεπτέμβριο του 2016 τα Standards for Trial Use (STU) των προδιαγραφών του πυρήνα του προτύπου FHIR περιλαμβάνουν 109 πόρους για την ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τα σχέδια φροντίδας, των εκτιμήσεων κινδύνου, τους ασθενείς, τις οργανώσεις, τα ραντεβού, τις παρατηρήσεις, κλπ. Η επόμενη εικόνα δείχνει ένα τμήμα του μοντέλου FHIR για τους πόρους του ασθενούς. Οι FHIR πόροι καθορίζονται με βάση το πόρο FHIR Structure Definition, ο οποίος παρέχει το μεταμοντέλο για όλους τους πόρους FHIR συμπεριλαμβανομένου και του ίδιου του Structure Definition. Οι πόροι FHIR δημοσιεύονται σε αναγνώσιμη μορφή μέσα από ένα σύνολο προσαρμοσμένων FHIR ειδικών αναπαραστάσεων στην ιστοσελίδα FHIR, συμπεριλαμβανομένων των XML, JSON και σχηματικών αναπαραστάσεων όπως η Unified Modeling Language (UML). Ένας συνδυασμός του XML Schema και του Schematron παρέχει μια εναλλακτική αναπαράσταση FHIR σε μορφή XML. Ο πόρος FHIR Structure Definition ενσωματώνει τα ακόλουθα τέσσερα μοντέλα διαφορετικών μηχανισμών:

- Το ElementDefinition καθορίζει τις λεπτομέρειες του μοντέλου, τους τύπους και τις προεπιλογές του.
- Οι Constraints, παρέχουν κανόνες για τις σχέσεις και τις απαιτήσεις συνύπαρξης μεταξύ των στοιχείων του μοντέλου.
- Το Slicing καθορίζει τη μοναδικότητα των απαιτήσεων σε όλα τα στοιχεία του μοντέλου επιτρέποντας συγκεκριμένες περιπτώσεις στο μοντέλο που πρέπει να αναφέρονται με βάση την αξία και όχι το όνομα.

- Τα Extensions επιτρέπουν πρόσθετα στοιχεία που πρέπει να συμπεριληφθούν στα υπάρχοντα μοντέλα με τη μορφή ετικέτας (URI) /ζεύγη τιμών.

Name	Flags	Card.	Type	Description & Constraints
Patient			DomainResource	Information about an individual or animal receiving health care services
identifier	Σ	0..*	Identifier	An identifier for this patient
active	?! Σ	0..1	boolean	Whether this patient's record is in active use
name	Σ	0..*	HumanName	A name associated with the patient
telecom	Σ	0..*	ContactPoint	A contact detail for the individual
gender	Σ	0..1	code	male female other unknown AdministrativeGender (Required)
birthDate	Σ	0..1	date	The date of birth for the individual
deceased[x]	?! Σ	0..1		Indicates if the individual is deceased or not
deceasedBoolean			boolean	
deceasedDateTime			dateTime	
address	Σ	0..*	Address	Addresses for the individual
maritalStatus		0..1	CodeableConcept	Marital (civil) status of a patient Marital Status Codes (Required)
multipleBirth[x]		0..1		Whether patient is part of a multiple birth
multipleBirthBoolean			boolean	
multipleBirthInteger			integer	
photo		0..*	Attachment	Image of the patient
contact	I	0..*	BackboneElement	A contact party (e.g. guardian, partner, friend) for the patient <i>SHALL at least contain a contact's details or a reference to an organization</i>
relationship		0..*	CodeableConcept	The kind of relationship PatientContactRelationship (Extensible)
name		0..1	HumanName	A name associated with the contact person
telecom		0..*	ContactPoint	A contact detail for the person
address		0..1	Address	Address for the contact person
gender		0..1	code	male female other unknown AdministrativeGender (Required)
organization	I	0..1	Reference(Organization)	Organization that is associated with the contact
period		0..1	Period	The period during which this contact person or organization is valid to be contacted relating to this patient
animal	?! Σ	0..1	BackboneElement	This patient is known to be an animal (non-human)

Εικόνα 23: FHIR μοντέλο πόρων του ασθενούς.
Πηγή: Modeling and validating HL7 FHIR profiles using semantic web Shape Expressions

Ο μηχανισμός επεκτασιμότητας του FHIR επιτρέπει τον πληθώραριθμο, τους τύπους ή άλλες πτυχές ενός πόρου ή οποιουδήποτε συστατικού αυτού να περιορίζεται. Προαιρετικά χαρακτηριστικά μπορεί να απαιτούνται ή να απαγορεύονται. Οι τύποι ή το εύρος τιμών των στοιχείων μπορεί να περιορίζεται σε ένα υποσύνολο του πόρου βάσης. Είναι ακόμη πιθανό στους βασικούς τύπους δεδομένων του προφίλ, να ορίζεται, για παράδειγμα, ότι όλοι οι ακέραιοι σε ένα συγκεκριμένο προφίλ πρέπει να είναι μικρότεροι από μια ορισμένη τιμή. Ο μηχανισμός επέκτασης επιτρέπει επίσης νέα στοιχεία που πρέπει να προστεθεί σε ένα υπάρχον πόρο. Υποδείγματα αυτών των πρόσθετων στοιχείων παριστάνονται ως ετικέτα (URL) / ζεύγος τιμών έναντι των στοιχείων στον πυρήνα του μοντέλου. Για παράδειγμα, η επέκταση us-core-direct προσθέτει μια λογική τιμή που δείχνει αν μια διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μπορεί να χρησιμοποιηθεί με το Direct πρωτόκολλο που αφορά τα ασφαλή e-mail σύμφωνα με την επόμενη εικόνα. [20]

```

"telecom": [
  {
    "system": "phone",
    "value": "(03) 5555 6473",
    "use": "work"
  },
  {
    "extension": [
      {
        "url": "http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/us-core-direct",
        "valueBoolean": true
      }
    ],
    "system": "email",
    "value": "person@direct.example.org",
    "use": "work"
  }
],
],

```

Εικόνα 24: Αναπαράσταση επέκτασης FHIR σε JSON.
 Πηγή: Modeling and validating HL7 FHIR profiles using semantic web Shape Expressions

3.3 Integrating the Healthcare Enterprise

Ο ΙΗΕ (Integrating the Healthcare Enterprise) ιδρύθηκε το 1999 από το Healthcare Information Systems and Management Society (HIMSS) και την Ακτινολογική Εταιρεία Βορείου Αμερικής (Radiological Society of North America, RSNA) ώστε να συμβάλει στη βελτίωση των πληροφοριακών συστημάτων που αφορούν την υγειονομική περίθαλψη ανταλλάσσοντας πληροφορίες, αρχικά στον τομέα απεικόνισης, όπου υπήρχε σαφής επικάλυψη μεταξύ των προτύπων HL7 και DICOM. Αρχικά ο ΙΗΕ εστίασε στη διαλειτουργικότητα μεταξύ του εξοπλισμού στα διάφορα κλινικά τμήματα και των νοσοκομειακών πληροφοριακών συστημάτων. Το σημείο εκκίνησης ήταν η ακτινολογία, όπου ανέπτυξαν τα προφίλ που καθορίζουν τον τρόπο χρήσης των DICOM και HL7 μαζί και προχώρησαν αργότερα σε άλλες ειδικότητες όπως την καρδιολογία, τα κλινικά εργαστήρια κ.ά.

Η δεύτερη διάσταση του έργου του ΙΗΕ υπήρξε η ανάπτυξη των υποδομών που αφορούσαν τα πρότυπα πληροφορικής για χρήση σε επίπεδο τμημάτων και ιδρυμάτων. Το XDS (Cross-enterprise Document Sharing) προφίλ, που περιγράφεται στην επόμενη ενότητα, είναι ένα παράδειγμα αυτού. Το επόμενο στάδιο ήταν να αναπτύξει ένα συνολικό προφίλ ενσωμάτωσης των πληροφοριακών υποδομών υγειονομικής περίθαλψης. Τα συστήματα που αναπτύχθηκαν σύμφωνα με το προφίλ ΙΗΕ μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους καλύτερα, και είναι ευκολότερο να εφαρμοστούν.

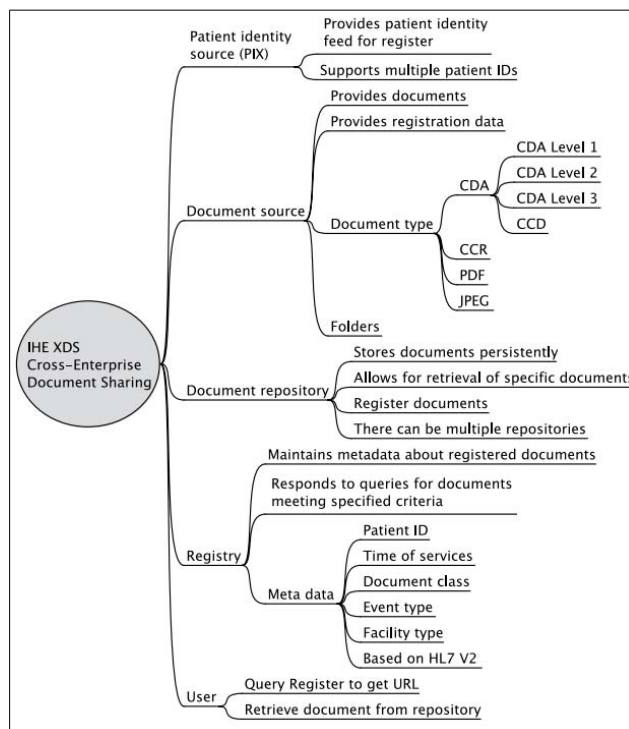
Ο ΙΗΕ έχει δημιουργήσει μια προσέγγιση τεσσάρων σταδίων:

- **Προσδιορισμός προβλημάτων διαλειτουργικότητας.** Οι κλινικοί γιατροί και οι ειδικοί της πληροφορικής εργάζονται για τον εντοπισμό κοινών προβλημάτων διαλειτουργικότητας με την πρόσβαση σε πληροφορίες, κλινικής ροής εργασίας, διοίκησης, και της σχετικής υποδομής.

- **Καθορισμός προφίλ ενσωμάτωσης.** Οι έμπειροι επαγγελματίες του τομέα της υγείας έχουν εντοπίσει τα σχετικά πρότυπα και καθορίζουν τον τρόπο εφαρμογής τους για την αντιμετώπιση των προβλημάτων, στοχεύοντας στην τεκμηρίωσή τους με τη μορφή του προφίλ ενσωμάτωσης IHE.
- **Συστήματα δοκιμών σε πραγματικές συνθήκες.** Οι προμηθευτές εφαρμόζουν τα προφίλ ενσωμάτωσης IHE στα προϊόντα τους και τα δοκιμάζουν στα συστήματά τους για τη διαλειτουργικότητα σε ετήσια βάση. Αυτό τους επιτρέπει να αξιολογηθεί η ετοιμότητα της εφαρμογής τους και η επίλυση ζητημάτων διαλειτουργικότητας σε ελεγχόμενο περιβάλλον δοκιμών.
- **Δημοσίευση εκθέσεων ενσωμάτωσης.** Οι προμηθευτές δημοσιεύουν αναφορές ενσωμάτωσης IHE για να τεκμηριώσουν την ενσωμάτωση των προφίλ IHE στην υποστήριξη των προϊόντων τους. Οι χρήστες μπορούν να ανατρέξουν στα προφίλ ενσωμάτωσης IHE για να ζητήσουν την υποβολή προτάσεων, απλοποιώντας τη διαδικασία απόκτησης συστημάτων. [21]

3.3.1 IHE Cross-Enterprise Document Sharing

Το IHE Cross-Enterprise Document Sharing (XDS) επιτρέπει στα έγγραφα της υγειονομικής περίθαλψης να διαμοιράζονται μέσω ενός δικτύου ευρείας περιοχής (WAN, Wide Area Network) μεταξύ των νοσοκομείων, των παρόχων πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας και των κοινωνικών υπηρεσιών. Η ιδέα είναι να οικοδομήσει εικονικούς φακέλους ασθενών “on the fly” από μια ποικιλία κλινικών εγγράφων που δημιουργήθηκαν από διαφορετικούς οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης όπως περιγράφεται από την επόμενη εικόνα.



Εικόνα 25: IHE Cross-Enterprise Document Sharing
 Πηγή: Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED

Η κύρια καινοτομία του XDS είναι ο λογικός και ο φυσικός διαχωρισμός των πληροφοριών ευρετηρίασης (μεταδεδομένα) που χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση εγγράφων από το πραγματικό περιεχόμενο. Αυτό επιτρέπει στο XDS να διαχειριστεί οποιοδήποτε είδος περιεχομένου και απλοποιεί την προσθήκη μιας λειτουργίας εξαγωγής XDS στα υπάρχοντα συστήματα. Το XDS δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να ανακτήσουν διαφορετικούς τύπους εγγράφων (γράμματα, αποτελέσματα, εικόνες και φακέλους) που περιέχονται σε ένα ή περισσότερα αρχεία καταγραφής με ένα γρήγορο και συνεπή τρόπο. Κάθε έγγραφο προβάλλεται στην αρχική του μορφή, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει δομημένα δεδομένα. Το XDS παρέχει μια βάση πάνω στην οποία μπορούμε να οικοδομήσουμε εικονικούς φακέλους ασθενών “on the fly” από μια ποικιλία κλινικών εγγράφων που έχουν δημιουργηθεί από διάφορους οργανισμούς υγείας. Το XDS έχει τέσσερις διακριτούς ρόλους, το document source, το document repository, το document registry και το document consumer.

- Το **document source** παράγει πρωτότυπα έγγραφα, αυτά τα υποβάλλει σε μια αποθήκη εγγράφων (κάθε οργάνωση μπορεί να διατηρήσει τη δική της), και δημιουργεί μεταδεδομένα για το καθένα, τα οποία αποστέλλονται στο κεντρικό μητρώο εγγράφων. Αυτό είναι το μόνο που απαιτείται.
- Κάθε **document repository** (μπορεί να υπάρχουν περισσότερα από ένα) παρέχει ασφαλή αποθήκευση εγγράφων και υποστηρίζει την ανάκτηση τους. Τα έγγραφα μπορεί να είναι σε φακέλους. Τα έγγραφα μπορούν να αποθηκευτούν σε μια σειρά από διαφορετικές μορφές, όπως CDA ή PDF.
- Το κεντρικό **document registry** κατατάσσει τα έγγραφα, υποστηρίζει αναζητήσεις, και διατηρεί ένα URI σύνδεσμο όταν το έγγραφο είναι αποθηκευμένο σε μια αποθήκη εγγράφων.
- Το **document consumer** είναι ένα σύστημα που ξεκινά την αναζήτησή στο μητρώο, ανακτώντας και εμφανίζοντας τα επιλεγμένα έγγραφα από την αποθήκη ή τις αποθήκες τους.

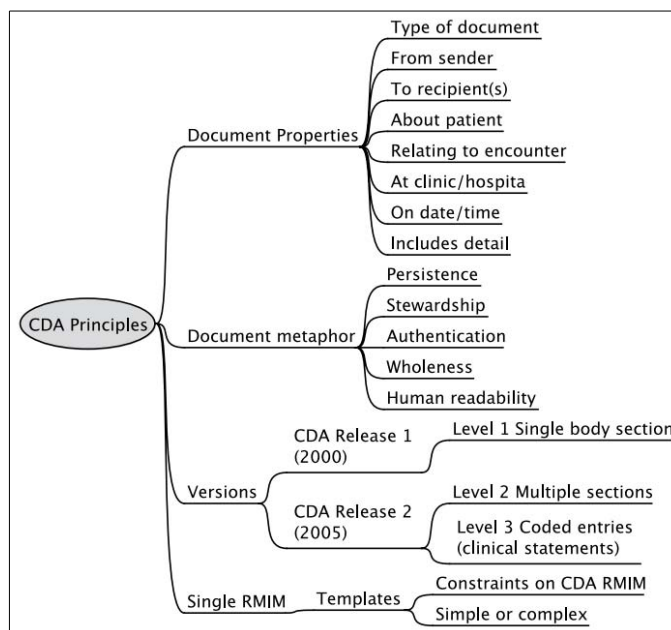
Για τη διατήρηση της ασφάλειας, το μητρώο του XDS δεν έχει πρόσβαση στο περιεχόμενο του κάθε εγγράφου, αλλά βασίζεται εξ ολοκλήρου σε τυποποιημένα μεταδεδομένα που παρέχονται από την πηγή για να ανακτηθούν τα σχετικά θέματα. Το τυποποιημένο σύνολο μεταδεδομένων είναι το κλειδί για το XDS και περιλαμβάνει το αναγνωριστικό του ασθενούς, τις ημερομηνίες / ώρες, το πλαίσιο του κλινικού γεγονότος, τους τύπους εγγράφων, το δημιουργό, το μέγεθος, τη μορφή και την τοποθεσία. Τέλος, από τεχνικής σκοπιάς, τα έγγραφα ανταλλάσσονται χρησιμοποιώντας SOAP Web-services και το πρωτόκολλο HTTP, ενώ η SQL χρησιμοποιείται για την ανάκτηση πληροφοριών. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες μορφές εγγράφων, συμπεριλαμβανομένων HL7 CDA Release 2, DICOM, και PDF. Η μορφή των μεταδεδομένων βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στο HL7 Version 2. [21]

To Cross-Enterprise Document Sharing (XDS) χρησιμοποιεί αξιόπιστα μηνύματα Cross-Enterprise Document Reliable Interchange (XDR) και Cross-Enterprise Document Sharing Media (XDM) τα οποία είναι παρόμοια προφίλ με το XDS και τα οποία μοιράζονται πολλά από τα ίδια χαρακτηριστικά, αλλά δεν απαιτούν την πλήρη υποδομή του XDS. Συνοπτικά μπορούμε να πούμε:

- **XDR - Cross-Enterprise Document Reliable Interchange.** Το XDR παρέχει μια αξιόπιστη και αυτόματη μεταφορά των εγγράφων και των μεταδεδομένων για έναν ασθενή μεταξύ των συστημάτων ΗΦΥ όταν υπάρχει απουσία υποδομής XDS. Χρησιμοποιεί ένα Web-service που βασίζεται στην επικοινωνία από άκρη σ' άκρη μέσα από ένα δίκτυο.
- **XDM - Cross-Enterprise Document Media Interchange.** Το XDM διευκολύνει την ανταλλαγή, χρησιμοποιώντας μέσα όπως CD, μνήμες USB, και συμπιεσμένα συνημμένα αρχεία σε e-mail. [25]

3.4 Clinical Document Architecture

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η Αρχιτεκτονική Κλινικών Εγγράφων (Clinical Document Architecture, CDA) είναι η πιο διαδεδομένη εφαρμογή του HL7 V3. Το πρότυπο CDA λαμβάνει σοβαρά υπόψη τη μεταφορά εγγράφων. Είναι διαφωτιστικό στο να συγκρίνει τις διαφορές μεταξύ των συναλλαγών των βάσεων δεδομένων και των μεταφορών των εγγράφων. Η δομή της ονομασίας CDA μπορεί να κατανοηθεί καλύτερα σε σχέση με την ιστορία της. Το 1997, η XML ήταν κάτι νέο που προσέκλυσε μεγάλο ενδιαφέρον. Κάθε αρχείο XML αναφέρεται ως ένα έγγραφο, το οποίο είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους οι άνθρωποι άρχισαν να σκέφτονται σοβαρά τη μεταφορά εγγράφων. Η XML είναι μια απλοποίηση του προγενέστερου προτύπου SGML, το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για περίπλοκα έγγραφα, όπως τεχνικές προδιαγραφές και εγχειρίδια για τα αεροσκάφη και το στρατιωτικό εξοπλισμό, που πρέπει να αποδίδονται σε μια ποικιλία διαφορετικών μορφών. Η αναλογία μεταξύ των σύνθετων εγχειριδίων χρήσης και των ιατρικών αρχείων δεν χάθηκε, επειδή και τα δύο είναι ογκώδη και δύσκολα στη διαχείριση.



Εικόνα 26: Οι αρχές του CDA
 Πηγή: Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED

Το 1997, μια ομάδα ανθρώπων που ενδιαφέρονταν για το HL7 και την SGML / XML συναντήθηκαν στο Μέγαρο Κονα στο New Hampshire των ΗΠΑ, όπου συμφωνήθηκε ένα σχέδιο τριών επιπέδων για τη χρήση XML στα ιατρικά έγγραφα, μαζί με το ανερχόμενο μοντέλο αναφοράς HL7 Version 3. Αυτό το σχέδιο έχει ακολουθήσει σε μεγάλο βαθμό δύο βασικές εκδόσεις.

- **Release 1**, που δημοσιεύθηκε το 2000 και είναι ένα απλό πρότυπο, που περιγράφει μια κεφαλίδα και το κυρίως μέρος. Μόνο η κεφαλίδα βασίζεται στο HL7 V3 RIM, ενώ το κυρίως μέρος χρησιμοποιεί μια ποικιλία από μορφές μη-XML αναγνώσιμες από τον άνθρωπο, όπως κείμενο ή εικόνες.
- **Release 2**, που δημοσιεύθηκε το 2005, είναι πιο περίπλοκη τόσο η κεφαλίδα όσο και το κυρίως μέρος που βασίζονται στο HL7 V3 RIM, επιτρέποντας την αναλυτική παρουσίαση των δομημένων δεδομένων. Το κυρίως μέρος μπορεί να είναι μη-XML παρέχοντας συμβατότητα με τη Release 1 ή μπορεί να οργανωθεί σε ένα ή περισσότερα τμήματα, τα οποία μπορεί να έχουν δομημένες καταχωρήσεις.

Η ανάπτυξη του CDA Release 3 δημοσιεύθηκε το 2010 και η ανάπτυξη μιας Δομημένης Αρχιτεκτονικής Εγγράφου (Structured Document Architecture, SDA) παρουσιάζει αυξημένη ευελιξία. Το CDA χωρίζεται σε τρία επίπεδα:

CDA Level 1, έχει μια επικεφαλίδα και ένα αναγνώσιμο από τον άνθρωπο κυρίως μέρος. Η κεφαλίδα περιλαμβάνει βασικά μεταδεδομένα, σκοπεύοντας κυρίως να επιτρέψει την ανάκτηση πληροφοριών, ενώ το κυρίως μέρος είναι αναγνώσιμο από τον άνθρωπο περισσότερο με τη μορφή κειμένου ή εικόνας. Για παράδειγμα, το κυρίως μέρος μπορεί να είναι ένα έγγραφο PDF, μια εικόνα jpeg, ή ένα έγγραφο κειμένου, που περιέχει ενδεχομένως απλή μορφοποίηση.

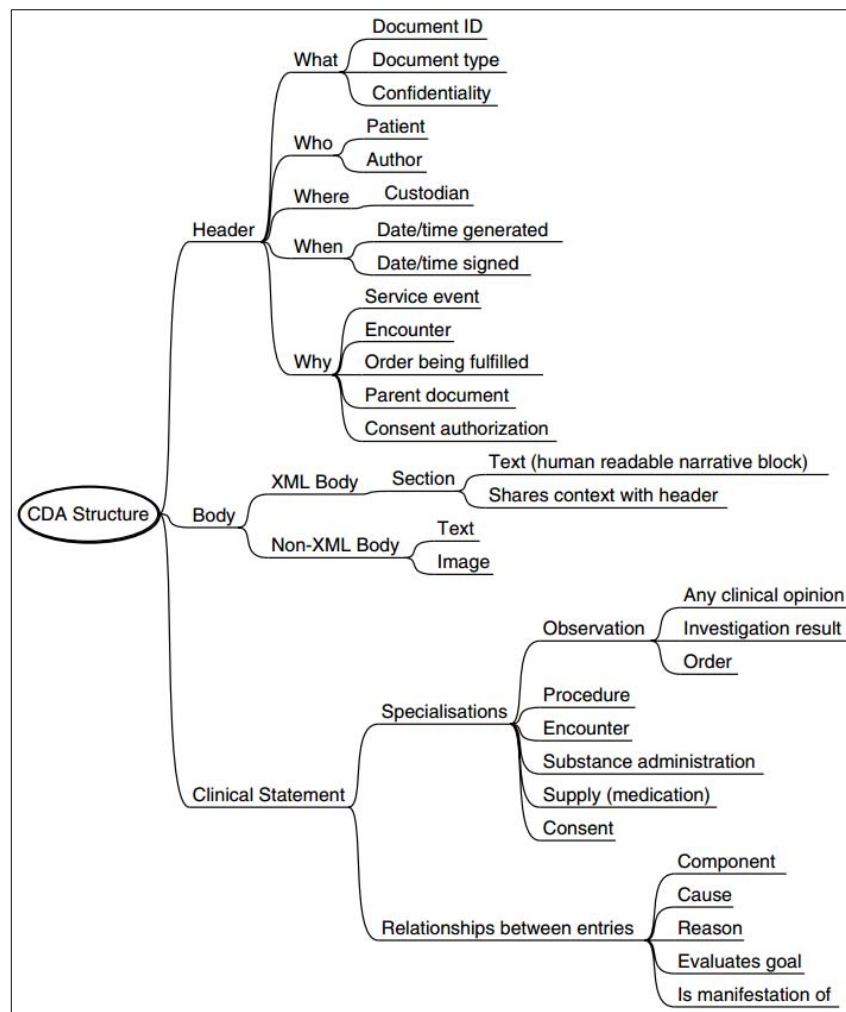
CDA Level 2, επιτρέπει στο κυρίως μέρος να είναι είτε ένα μη δομημένο blob (επιτρέποντας τη συμβατότητα με το Level 1) ή ένα ή περισσότερα δομημένα τμήματα. Κάθε τμήμα περιέχει ένα μοναδικό αφηγηματικό μπλοκ, το οποίο περιέχει σήμανση XML που μπορεί να αποδοθεί σε αναγνώσιμη μορφή. Η γενική δομή του CDA Level 1 και 2 συμφωνήθηκε το 2000 και δημοσιεύθηκε ως CDA Release 1 (ANSI / HL7 CDA R1.0-2000).

CDA Level 3, επιτρέπει σε κάθε τμήμα να περιλαμβάνει επεξεργάσιμες εγγραφές σε σχεδόν οποιοδήποτε επίπεδο. Έτσι, προσφέρει τα πλεονεκτήματα και των δύο αναγνώσιμων και επεξεργάσιμων εγγράφων. Τα δεδομένα που επεξεργάζονται κωδικοποιούνται χρησιμοποιώντας το μοτίβο HL7 V3 Clinical Statement.

Σχέσεις μεταξύ των επιπέδων CDA ανά έκδοση		
Release	CDA Release One (R1)	CDA Release Two (R2)
Date	2000	2005
Level 1	CDA R1 Level 1	CDA R2 Level 1
Level 2	CDA R1 Level 2	CDA R2 Level 2
Level 3	Not available	CDA R2 Level 3

Πίνακας 4: Σχέσεις μεταξύ των επιπέδων CDA ανά έκδοση
Πηγή: Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED

Ένα από τα ελκυστικά χαρακτηριστικά του CDA είναι ότι επιτρέπει να ξεκινήσουμε, με το Level 1 ή 2, και στη συνέχεια να τα εξελίξουμε με την πάροδο του χρόνου. Η υγειονομική περίθαλψη είναι μια μακροπρόθεσμη επιχείρηση και είναι ζωτικής σημασίας τα αρχεία και έγγραφα να διατηρούνται με ασφάλεια ώστε να μπορούν να είναι προσβάσιμα στο μέλλον. Τα χαμηλότερα επίπεδα του CDA παρέχουν μάλλον χαμηλά τεχνικά εμπόδια στην θέσπισή τους, ενώ παρέχουν μια διαδρομή μετάβασης προς τα δομημένα κωδικοποιημένα αρχεία. Το CDA μπορεί να αναπτυχθεί εύκολα ώστε να ενεργοποιήσει Web-based πρόσβαση στα δεδομένα των ασθενών. Το CDA βρίσκεται στο επίκεντρο σχεδόν κάθε αρχιτεκτονικής ανταλλαγής πληροφοριών για την υγεία σε όλο τον κόσμο. Οι χώρες που υιοθέτησαν την αρχιτεκτονική CDA Level 1 πριν από αρκετά χρόνια τώρα πληρούν σημαντικά τμήματα των απαιτήσεων της ανταλλαγής πληροφοριών με CDA. Οι χώρες έχουν υιοθετήσει το CDA, επειδή τους επιτρέπει να μοιράζονται άμεσα πληροφορίες στο σημείο της φροντίδας χωρίς να θυσιάζουν την επεκτασιμότητα και την επαναχρησιμοποίηση στο μέλλον. [21]



Εικόνα 27: Δομή του CDA
 Πηγή: Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Ασφάλεια Ιατρικών Δεδομένων

Επισκόπηση κεφαλαίου

Οι υπολογιστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να θέσουν σε κίνδυνο την ιδιωτικότητα των χρηστών, κάνοντας τις πληροφορίες περί υγειονομικής περίθαλψης προσβάσιμες, επαναχρησιμοποιήσιμες και πιο εύκολα να διαχειριστούν όσο ποτέ άλλοτε. Σε αντίθεση με τα αρχεία σε χάρτινη μορφή, τα ηλεκτρονικά αρχεία μπορούν εύκολα να διαβαστούν, να αντιγραφούν ακόμη και να τροποποιηθούν από απομακρυσμένες τοποθεσίες. Ο χρήστης δεν είναι ορατός, η πρόσβαση στα αρχεία μπορεί να περάσει απαρατήρητη, οι αλλαγές μπορεί να είναι δύσκολο να εντοπιστούν και όλα αυτά μαζί να γίνουν πολύ γρήγορα. Οι απειλές κατά της ασφάλειας στα ηλεκτρονικά δεδομένα έχουν διαφορετικό μέγεθος από ό,τι σε αυτά που είναι σε χάρτινη μορφή.

Η πρόσβαση στα ηλεκτρονικά δεδομένα πρέπει να ρυθμίζεται αυστηρά, ώστε να αποφεύγονται οι κίνδυνοι από την πρόσβαση των εγκληματιών του κυβερνοχώρου. Υπάρχουν επίσης και απειλές για την ασφάλεια, όπως οι φυσικές και περιβαλλοντικές απειλές, οι καιρικές συνθήκες και οι σεισμοί, καθώς και οι βλάβες και οι αστοχίες του υλικού των μηχανημάτων. Οι πληροφορίες για την υγεία πρέπει να προστατεύονται από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, χρήση, τροποποίηση, καταγραφή ή καταστροφή. Οι κίνδυνοι προέρχονται από εσκεμμένη και ακούσια ανθρώπινη δραστηριότητα, συμπεριλαμβανομένης της μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης, αποκάλυψης, κλοπής, προσβολής από ιούς και άρνησης παροχής υπηρεσιών, καθώς και φυσικών κινδύνων όπως πυρκαγιά, πλημμύρες, σεισμοί, απώλεια ισχύος, αστοχία υλικού και λογισμικού.

Γιατί λοιπόν μας ενδιαφέρει τόσο πολύ η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα στα ευαίσθητα ιατρικά δεδομένα που μελετάμε; Για να αποκομίσουμε την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων στην υγεία, εξυπνότερη διαχείριση των δαπανών και των πιο υγιών ανθρώπων, πρέπει να εξασφαλίσουμε ότι οι πληροφορίες για την υγεία ενός ατόμου είναι ιδιωτικές και ασφαλείς. Η παρακράτηση των πληροφοριών που αφορούν την υγεία θα μπορούσε να έχει απειλητικές συνέπειες για τη ζωή. Οι γιατροί εμπιστεύονται τους μηχανικούς που ασχολούνται με τη τεχνολογία της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών που προσανατολίζεται στην υγεία οι οποίοι μοιράζονται τις πληροφορίες για την υγεία των ασθενών τους με σκοπό να έχουν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για τη συνολική τους υγεία και να λαμβάνουν τις πιο σωστές αποφάσεις κάθε φορά και για τη κάθε περίπτωση ξεχωριστά.

Όταν εμφανίζονται παραβιάσεις ευαίσθητων πληροφοριών υγείας, αυτές μπορεί να έχουν σοβαρές συνέπειες για τον εκάστοτε οργανισμό, συμπεριλαμβανομένης της φήμης, της οικονομικής ζημίας ακόμα και της πρόκλησης βλάβης στους ασθενείς. Οι εφαρμογές κακών πρακτικών απορρήτου και ασφάλειας αυξάνουν την ευπάθεια των πληροφοριών των ασθενών, αυξάνοντας τον κίνδυνο επιτυχημένων επιθέσεων στο κυβερνοχώρο. Για να οικοδομηθεί μια σχέση εμπιστοσύνης με τους ασθενείς θα πρέπει, η διατήρηση των πληροφοριών τους να διέπεται από ακρίβεια, να διαβεβαιώσουμε τους ασθενείς πως και οι ίδιοι θα έχουν ηλεκτρονική πρόσβαση στο ιατρικό αρχείο τους δείχνοντάς τους πώς να το κάνουν, να διαχειρίζονται προσεκτικά τις πληροφορίες για την υγεία των ασθενών για να προστατεύεται το απόρρητο τους και τέλος να εξασφαλίζεται ότι οι πληροφορίες για την υγεία των ασθενών είναι προσβάσιμες μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες. [22,23]

4.1 Ασφάλεια Συστήματος Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης & ΣΙΥ Ασθενούς

Στο 3^ο κεφάλαιο περιγράψαμε την εισαγωγή του συστήματος ηλεκτρονικής συνταγογράφησης και του ΣΙΥ ασθενούς και τη σημασία τους στη διασυνοριακή υγειονομική περίθαλψη. Η χρήση των υπηρεσιών ηλεκτρονικής συνταγογράφησης και ΣΙΥ ασθενών αναγνωρίστηκε ως σημαντική στρατηγική πολιτική για τη βελτίωση της υγειονομικής περίθαλψης σε ολόκληρη την Ευρώπη και για τη στήριξη της πρόσβασης σε ασφαλή και υψηλής ποιότητας διασυνοριακή υγειονομική περίθαλψη. Η ηλεκτρονική συνταγογράφηση έχει ήδη αποδείξει ότι μπορεί να βοηθήσει τους ασθενείς παρέχοντας ευκολότερες διαδικασίες συνταγογράφησης και λήψης φαρμάκων, λιγότερες δυσκολίες σε σχέση με τη συνταγογραφούμενη ασφαλιστική κάλυψη και αύξηση της ασφάλειας των ασθενών. Τα βασικά οφέλη της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης είναι η βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης, η αύξηση της αποτελεσματικότητας της συνταγογράφησης και χορήγησης φαρμάκων, η μείωση των σφαλμάτων φαρμακευτικής αγωγής και η εξοικονόμηση του κόστους που δημιουργεί η υγειονομική περίθαλψη.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η μη ενδεδειγμένη εφαρμογή του συστήματος ηλεκτρονικής συνταγογράφησης μπορεί να οδηγήσει σε νέους τύπους σφαλμάτων που μπορούν να μειώσουν την αποτελεσματικότητα των ροών εργασίας, να αυξήσουν το κόστος της φαρμακευτικής αγωγής και να απειλήσουν την ασφάλεια των ασθενών. Ταυτόχρονα, κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, αναπτύχθηκαν στην Ευρώπη πολλά δίκτυα περιφερειακής και εθνικής υγειονομικής περίθαλψης για την υποστήριξη λύσεων ΣΙΥ ασθενών. Τα κέρδη από τα συστήματα ΗΦΥ βασίζονται από την πρόσβαση στις πληροφορίες ανεξάρτητα από τον τόπο και τον χρόνο και από την επαναχρησιμοποίηση πληροφοριών για πολλαπλούς σκοπούς.

Η ανάπτυξη λύσεων eHealth σχετικά με την ηλεκτρονική συνταγογράφηση έχει αυξήσει την ασφάλεια και την ποιότητα της περίθαλψης σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση και τα κράτη μέλη της, διασφαλίζοντας τη συνέχεια της διασυνοριακής περίθαλψης και παρέχοντας άμεσες κλινικές πληροφορίες που απαιτούνται σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης στο εξωτερικό. Η ύπαρξη των κλινικών χαρακτηριστικών και της θεραπείας των ασθενών αναμένεται να βελτιώσει την κλινική λήψη αποφάσεων. Είναι γεγονός ότι, παρά τις ευνοϊκές συνθήκες απέναντι στη διασυνοριακή ηλεκτρονική συνταγογράφηση και ΣΙΥ ασθενούς, οι πολλαπλές αντιληπτές δυσκολίες εμποδίζουν την ενσωμάτωσή τους και συγκεκριμένα την ενσωμάτωσή τους στην κλινική πρακτική. Δεν υπάρχουν υποδομές για την υποστήριξη του συστήματος και οι αρμόδιοι είναι απρόθυμοι να αγκαλιάσουν την ηλεκτρονική υγεία λόγω του υψηλού κόστους και της έλλειψης ασφάλειας των

συστημάτων. Οι διαδικασίες ταυτοποίησης και συναίνεσης των ασθενών είναι επί του παρόντος επίπονες και χρονοβόρες και τα κράτη μέλη έχουν ποικιλία πολιτικών για την υγειονομική περίθαλψη, την επιβολή της προστασίας της ιδιωτικής ζωής και τους νόμους που αφορούν την προστασία των δεδομένων.

Τόσο οι περιπτώσεις χρήσης για την ηλεκτρονική συνταγογράφηση όσο και το ΣΙΥ ασθενούς επιδιώκουν να επιτρέψουν σε έναν ασθενή που βρίσκεται στο εξωτερικό να λαμβάνει ιατρική περίθαλψη ισοδύναμη με εκείνη που θα λάμβανε στη χώρα του. Αρχικά ο φαρμακοποιός θα πρέπει να ζητήσει την επικύρωση της ταυτότητας του ασθενούς. Το αίτημα μεταφέρεται στη χώρα ασφάλισης του ασθενούς. Μόλις η ταυτότητα του ασθενούς εγκριθεί ηλεκτρονικά και επαληθευτεί η συγκατάθεση του, ο φαρμακοποιός επιλέγει τη ζητούμενη ηλεκτρονική συνταγογράφηση και διανέμει το φαρμακευτικό προϊόν δημιουργώντας ένα ηλεκτρονικό έγγραφο διανομής (electronic Dispensation document, eD). Το ηλεκτρονικό έγγραφο διανομής διαβιβάζεται μέσω του Εθνικού Σημείου Επαφής για την ηλεκτρονική υγεία (National Contact Point for eHealth, NCPeH) στη χώρα ασφάλισης, ώστε να ξεκινήσει η ενημέρωση του αντίστοιχου συστήματος ηλεκτρονικής συνταγογράφησης. Εάν ένα συνταγογραφούμενο φαρμακευτικό προϊόν δεν είναι διαθέσιμο στο εξωτερικό, ο φαρμακοποιός μπορεί, ανάλογα με τη περίπτωση, να χορηγήσει στον ασθενή διαφορετική εμπορική μάρκα παρεμφερούς προϊόντος.

Στην περίπτωση του ΣΙΥ ασθενούς, η περίπτωση χρήσης ξεκινά όταν ένας επαγγελματίας - πάροχος υγείας (Healthcare Professional or Provider, HP) στο εξωτερικό λαμβάνει αίτημα για παροχή υγειονομικής περίθαλψης από έναν ασθενή από ένα κράτος μέλος της ΕΕ. Ο επαγγελματίας - πάροχος υγείας ζητά την επικύρωση της ταυτότητας του ασθενούς. Το αίτημα μεταφέρεται στη χώρα ασφάλισης του ασθενούς, η οποία σαν αποτέλεσμα παρέχει την ταυτότητα του ασθενούς και την επιβεβαίωση συναίνεσης στον επαγγελματία - πάροχο υγείας. Μόλις επικυρωθεί η ταυτότητα του ασθενούς, επαληθεύεται η συγκατάθεση του ασθενούς και ο επαγγελματίας - πάροχος υγείας στη χώρα περίθαλψης μπορεί να ζητήσει το ΣΙΥ του ασθενούς. Εάν υπάρχει ο ΣΙΥ ασθενούς, η χώρα ασφάλισης τον παρέχει στον επαγγελματία - πάροχο υγείας. Εάν η ταυτότητα του ασθενούς δεν μπορεί να επικυρωθεί σωστά στη χώρα ασφάλισής του ή δεν υπάρχει ή δεν μπορεί να ανακτηθεί από το σύστημα ΣΙΥ του ασθενούς, τότε η χώρα θεραπείας και εν συνεχεία ο τελικός χρήστης ενημερώνονται για την αποτυχία.

Το δίκτυο ηλεκτρονικής υγείας, μια ευρωπαϊκή δομή διακυβέρνησης για την ηλεκτρονική υγεία, δημιουργήθηκε σε πολιτικό επίπεδο για να συγκεντρώσει τις εθνικές αρχές, αρμόδιες για την ηλεκτρονική υγεία σε εθελοντική βάση, να επεξεργαστεί κοινούς προσανατολισμούς στον τομέα αυτό και να προωθήσει μια διαλειτουργική και βιώσιμη εφαρμογή ηλεκτρονικής υγείας σε ολόκληρη την Ευρώπη. Σε στρατηγικό επίπεδο, η ευρωπαϊκή πρωτοβουλία για τη διακυβέρνηση στον τομέα της ηλεκτρονικής υγείας (European eHealth Governance Initiative, eHGI) έχει αναπτύξει στρατηγικές, προτεραιότητες, συστάσεις και κατευθυντήριες γραμμές που αποσκοπούν στην επίτευξη της ηλεκτρονικής υγείας στην Ευρώπη με συντονισμένο τρόπο. Σε επιχειρησιακό επίπεδο, τα έργα eSOS και EXPAND³⁶ εργάστηκαν για την επίλυση της συμβατότητας και της βιωσιμότητας σε εθνικό επίπεδο των υποκείμενων εθνικών υποδομών που απαιτούνται για την υποστήριξη αξιόπιστης και ασφαλούς ανταλλαγής ιατρικών δεδομένων, καθώς και στην ετοιμότητα της αντιμετώπισης των διαρκώς εξελισσόμενων απαιτήσεων διαλειτουργικότητας, ασφάλειας και ασφάλειας σε διασυνοριακό περιβάλλον. Οι κατευθυντήριες γραμμές για το ΣΙΥ ασθενούς για ηλεκτρονικά δεδομένα που μπορούν να ανταλλάσσονται διασυνοριακά παρέχουν το πρώτο σχέδιο των κατευθυντήριων γραμμών. Σκοπός τους δεν είναι μόνο να περιγράψουν τα δεδομένα που

36 EXPAND project, <http://www.expandproject.eu/>

πρέπει να συμπεριληφθούν στο ΣΙΥ ασθενούς, αλλά και να εκτιμήσουν τις συνέπειες της υιοθέτησης ενός τέτοιου συστήματος στην πράξη, ιδιαίτερα όσον αφορά τις οργανωτικές, τεχνικές και σημασιολογικές απαιτήσεις. Εξαρτάται από την προθυμία κάθε κράτους μέλους να υιοθετήσει τις κατευθυντήριες γραμμές και, ως εκ τούτου, να εξασφαλίσει ότι το εθνικό σύστημα ΣΙΥ ασθενούς θα καταστεί κατάλληλο τόσο για διασυνοριακή όσο και για εθνική χρήση. Οι κατευθυντήριες γραμμές για το σύστημα ηλεκτρονικής συνταγογράφησης που εγκρίθηκαν το 2014 υποδεικνύουν τομείς στους οποίους απαιτείται περαιτέρω εργασία προκειμένου να διασφαλιστεί ότι λαμβάνονται υπόψη οι κλινικές ανάγκες και οι απαιτήσεις ασφάλειας των ασθενών.

Ο νέος κανονισμός της ΕΕ υπ αριθμόν 910/2014, γνωστός ως eIDAS³⁷ (electronic IDentification and Authentication Services), αποσκοπεί στην παροχή ενός κοινού πανευρωπαϊκού συστήματος επαλήθευσης ταυτότητας (electronic IDentification, eID) που πρέπει να κοινοποιείται και το οποίο θα επιτρέπει την ορθή χρήση από παρόχους υπηρεσιών σε ολόκληρη την ΕΕ. Ο κανονισμός eIDAS παρέχει νομικά στοιχεία για την αμοιβαία αναγνώριση των eIDs διασυνοριακά. Η ιδέα είναι να δημιουργηθούν τεχνικές πύλες που θα έχουν ως κύριο άξονα την εμπιστοσύνη σε όλη την Ευρώπη μέσω της αυθεντικοποίησης, της μετάφρασης, της πιστοποίησης και της διατήρησης της eID και των σχετικών χαρακτηριστικών της.

Από τον Ιανουάριο του 2016, το μοντέλο διακυβέρνησης του OpenNCP³⁹ βρίσκεται υπό την άμεση ευθύνη της Γενικής Διεύθυνσης Υγείας και Ασφάλειας των Τροφίμων³⁸ (Directorate General for Health and Food Safety, DG SANTE) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Οι προτεραιότητες που καθορίζονται από τα κράτη μέλη προσδιορίζονται από κοινές ανάγκες για σωστό προσδιορισμό της περιθάλψης, της πιστοποίησης ταυτότητας του τελικού χρήστη, καθώς και την εγγύηση της εμπιστευτικότητας, της ακεραιότητας και της διαθεσιμότητας των πληροφοριών που κοινοποιούνται σε διασυνοριακό επίπεδο. Οι εξελιγμένες βελτιώσεις για μη εξουσιοδότηση (non-repudiation), ανίχνευση τελικού σημείου (end point detection) και ηλεκτρονική επαλήθευση ταυτότητας βρίσκονται στη κορυφή του OpenNCP, μέσω αναπτυγμένων δομικών στοιχείων (Building Blocks, Bbs) σε ήδη διαθέσιμες τεχνολογίες, στο αρχιτεκτονικό πλαίσιο που βασίζεται αυστηρά στο TOGAF⁴⁰ (The Open Group Architecture Forum) . [24]

37 eIDAS, <https://ec.europa.eu/futurium/en/content/eidas-regulation-regulation-eu-ndeg9102014>

38 Directorate General for Health and Food Safety, http://ec.europa.eu/dgs/health_food-safety/index_en.htm

39 OpenNCP, <https://openncp.atlassian.net/wiki/display/ncp/OpenNCP+Community+Home>

40 TOGAF, <http://www.opengroup.org/subjectareas/enterprise/togaf>

4.1.1 Ασφαλής ανταλλαγή πληροφοριών στα συστήματα Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης & ΣΙΥ Ασθενούς

Η αξιοπιστία θεωρείται ότι αποτελεί μείζον ζήτημα για την ηλεκτρονική υγεία σε περιπτώσεις παραβίασης των δεδομένων. Οι υπηρεσίες μη εξουσιοδότησης είναι απαραίτητες προκειμένου να δημιουργούν, να συλλέγουν, να διατηρούν, να διατεθούν και να επικυρώνουν αποδεικτικά στοιχεία για την επίλυση διαφόρων θεμάτων με την εμφάνιση ή τη μη εμφάνιση ενός κακόβουλου γεγονότος ή ενέργειας. Η διαχείριση των πτυχών της μη εξουσιοδότησης σε πραγματικές συνθήκες, όπου τα συστήματα δεν ανταλλάσσουν έγγραφα, δεδομένα και μηνύματα, αλλά αυτό πραγματοποιείται μέσω των πυλών δηλαδή του NCPeH που αναπτύσσεται σε κάθε κράτος μέλος αποτελεί σημαντικό γεγονός. Το πρότυπο του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (International Standards Organization, ISO) και της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής (International Electrotechnical Commission, IEC) ορίζει τέσσερις τύπους προτύπων που είναι, ένδειξη μη εξουσιοδότησης, δηλαδή την μη εξουσιοδότηση της προέλευσης, της παραλαβής, της παράδοσης και της υποβολής.

Οι συναλλαγές του ePpSOS έχουν οριστεί μόνο για επικοινωνίες μεταξύ εθνικών σημείων επαφής, με σύγχρονο τρόπο, γεγονός που απαιτεί υποχρεωτική τη μη αποποίηση των αποδείξεων σχετικά με τα tokens δηλαδή των διαδρομών ελέγχου (ATNA, Audit Trail and Node Authentication) και προαιρετική τη μη αποποίηση της προέλευσης (ψηφιακές υπογραφές). Το ATNA παρέχει μια κεντρική διαδρομή ελέγχου και έλεγχο ταυτότητας από κόμβο σε κόμβο για τη δημιουργία ενός ασφαλούς τομέα. Υποθέτει ότι οι χρήστες έχουν πιστοποιηθεί από τοπικά συστήματα πριν τους επιτραπεί η πρόσβαση στο δίκτυο. Το Enterprise User Authentication (EUA) είναι μία επιλογή γι' αυτό, μιας και επιτρέπει την ενιαία σύνδεση σε ένα οργανισμό (Single Sign-on). Οι απομακρυσμένοι κόμβοι πιστοποιούνται με ψηφιακά πιστοποιητικά (X.509). Η επικοινωνία μεταξύ των κόμβων ενδέχεται να περιορίζεται σε άλλους ασφαλείς κόμβους στον ίδιο τομέα. Η διαδρομή ελέγχου (audit trails) καταγράφει όλες τις ενέργειες που σχετίζονται με την ασφάλεια. Αυτό επιτρέπει σε έναν υπάλληλο ασφαλείας σε ένα ίδρυμα να ελέγχει τις δραστηριότητές, να αξιολογεί την τήρηση των πολιτικών ασφαλείας, να εντοπίζει περιπτώσεις μη συμμόρφωσης και να διευκολύνει την ανίχνευση τροποποίησης πρόσβασης σε ακατάλληλη πρόσβαση προστατευμένων πληροφοριών για την υγεία. Ο e-SENS Evidence Emitter BB, που προέρχεται από τον τομέα του ηλεκτρονικού δικαίου (eJustice) από το έργο eCODEX⁴¹, επιτρέπει και στις τέσσερις πτυχές του μοντέλου τεχνικής αρχιτεκτονικής να παράγει και να εκπέμπει ηλεκτρονικά στοιχεία, κι έχει ήδη υλοποιηθεί ώστε να ενσωματώνεται στο λογισμικό του NCPeH.

Η παραδοθείσα λύση στοχεύει στην ενίσχυση της προσέγγισης του ePpSOS με πιο επίσημο απολογισμό, επιτρέποντας έτσι στο NCPeH να ενεργοποιήσει τα αποδεικτικά στοιχεία του European Telecommunications Standards Institute (ETSI) Registered Electronic Mail (REM). Η κοινότητα του OpenNCP έχει ήδη κυκλοφορήσει μια νέα σταθερή έκδοση (2.2.0) που παρουσιάστηκε και δοκιμάστηκε για πρώτη φορά κατά τη διάρκεια της 15ης ευρωπαϊκής εκδήλωσης IHE Connectathon⁴² στο Λουξεμβούργο τον Απρίλιο του 2015, και αργότερα στην εκδήλωση Expandathon⁴³ στη Λισαβόνα το Δεκέμβριο του 2015.

41 eCODEX Project, <https://www.e-codex.eu/>

42 IHE Connectathon, Luxembourg, April, 2015, <http://ihe-service.net/connectathon/connectathon-2015>

43 IHE Connectathon, Lisbon, December, 2015, <https://gazelle.ihe.net/content/expandathon-lisbon-december-2015>

Η Ελλάδα ανάμεσα στην Αυστρία, την Ιταλία, το Λουξεμβούργο και τη Πορτογαλία έχουν περάσει με επιτυχία τις δοκιμές μέχρι σήμερα. Αυτό είναι ένα παράδειγμα όπου ένα δομικό στοιχείο (BB), που προέρχεται από έναν άλλο τομέα, μπορεί να διαμορφωθεί σε συνδυασμό με τα διαθέσιμα πρότυπα που πρέπει να ενσωματωθούν στον τομέα της ηλεκτρονικής υγείας, προκειμένου να ενισχυθεί η ασφάλεια των συναλλαγών (ελλείψη στοιχείων μη εξουσιοδότησης) για να βελτιωθεί η προηγούμενη υπηρεσία του epSOS.

Για να σταλεί ένα μήνυμα, ένας αποστολέας πρέπει να ανακαλύψει πού αποθηκεύονται οι πληροφορίες σχετικά με τον δέκτη του. Η αναζήτηση δυνατοτήτων μπορεί να παρέχει μεταδεδομένα σχετικά με τις δυνατότητες διαλειτουργικότητας του εταίρου επικοινωνίας σε όλα τα επίπεδα που ορίζονται στο Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας (European Interoperability Framework, EIF) σε νομικό, οργανωτικό, διαδικαστικό, σημασιολογικό και τεχνικό επίπεδο διαλειτουργικότητας. Τα μεταδεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη ρύθμιση δυναμικών παραμέτρων και της διαλειτουργικότητας μεταξύ του αποστολέα και του δέκτη.

Το EpSOS χρησιμοποιεί κεντρικές υπηρεσίες για να ανακαλύψει τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με ένα δέκτη και το OpenNCP έχει βασιστεί σε ένα σύνολο σταθερών εγγραφών διαμόρφωσης που αντιστοιχούν στις απομακρυσμένες δυνατότητες. Η αρχιτεκτονική και οι υπηρεσίες του epSOS Central Services⁴⁴ εξελέγησαν υιοθετώντας το e-SENS Capability Lookup BB⁴⁵ και το e-SENS Service Location BB⁴⁶. Αυτή η εξέλιξη αναμένεται να έχει σημαντικό αντίκτυπο στο επίπεδο του NCPeH όπου θα χρειαστεί να γίνει επαναχρηματοδότηση προκειμένου να επιτραπεί το βελτιωμένο μοντέλο άρθρωσης μεταξύ των NCPeHs. Η νέα προσέγγιση αφήνει πίσω το τρέχον μοντέλο ad-hoc, το οποίο βασίζεται σε έμπιστες υπηρεσίες καταλόγων, ώστε να προχωρήσει σε μια πιο τυποποιημένη και ισχυρή αρχιτεκτονική.

Η ανίχνευση σημείου τερματισμού χρησιμοποιεί έναν καταναμημένο μηχανισμό για την αποθήκευση και τον εντοπισμό πληροφοριών δημόσιας διαμόρφωσης, χρησιμοποιώντας τα πρότυπα του OASIS⁴⁷ (Advanced Open Standards for the Information Society) Service Metadata Publisher⁴⁸ (SMP) και Business Document Metadata Service Location⁴⁹ (BDXL). Το Service Metadata Locator (SML) καθοδηγεί τον αποστολέα προς τη θέση όπου αποθηκεύονται οι πληροφορίες σχετικά με τον δέκτη. Το SMP ορίζει τις υπηρεσίες του παροχέα με σαφήνεια. Το SMP παρουσιάζει τη διεπαφή των μεταδεδομένων των υπηρεσιών επιτρέποντας στους αποστολείς να ανακαλύψουν μεταδεδομένα υπηρεσιών σχετικά με συγκεκριμένους στόχους. Μόλις ο αποστολέας ανακαλύψει τη διεύθυνση SMP του δέκτη, είναι σε θέση να ανακτήσει τις απαραίτητες πληροφορίες δηλαδή τα μεταδεδομένα σχετικά με τον δέκτη. Με αυτές τις πληροφορίες το μήνυμα μπορεί να σταλεί. Για να ανακτηθεί μια απομακρυσμένη διαμόρφωση, το NCPeH εκτελεί ερωτήματα που βασίζονται στον DNS σε SML για να αποκτηθεί μια αναφορά στον διακομιστή SMP. Μόλις ο αποστολέας ανακαλύψει τη διεύθυνση του SMP του δέκτη, είναι σε θέση να ανακτήσει τις απαραίτητες πληροφορίες (δηλαδή μεταδεδομένα) σχετικά με τον δέκτη. Επόμενο βήμα είναι η λήψη αρχείων SMP, η αποθήκευση και η χρήση των περιεχομένων παραμέτρων τους για τη λειτουργία του OpenNCP. Η επικαιροποίηση αυτή θα επιτρέψει στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή να φιλοξενεί διασυννοριακά τις κεντρικές υπηρεσίες μεταξύ των τομέων μέσω της αμοιβαίας συνδρομής του κόστους συντήρησης των κεντρικών υπηρεσιών διαφόρων τομέων.

44 ePSOS Central Services, <https://ec.europa.eu/cefdigital/wiki/display/EHNCP/epSOS+Central+Services+Connections>

45 e-SENS Capability Lookup BB, <http://wiki.ds.unipi.gr/display/ESENS/ABB+-+Capability+Lookup+-+1.6.0>

46 e-SENS Service Location BB, <http://wiki.ds.unipi.gr/display/ESENS/ABB+-+Service+Location+-+1.1.0>

47 Advanced Open Standards for the Information Society (OASIS), <https://www.oasis-open.org/>

48 Service Metadata Publisher (SMP), <http://docs.oasis-open.org/bdxc/bdx-smp/v1.0/csprd01/bdx-smp-v1.0-csprd01.html>

49 Business Document Metadata Service Location (BDXL), <http://docs.oasis-open.org/bdxc/BDX-Location/v1.0/BDX-Location-v1.0.html>

Από την πλευρά του OpenNCP, έχει ήδη αρχίσει η περιγραφή των αρχιτεκτονικών αλλαγών που απαιτούνται για την υλοποίηση της δεύτερης φάσης ενοποίησης SMP / SML, προς μια πλήρως κεντρική και κατακεντρωμένη αρχιτεκτονική SMP.

Η ασφαλής ηλεκτρονική αναγνώριση (electronic Identification, eID) είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την περίπτωση που οι ασθενείς και οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας πρέπει να βασίζονται σε αξιόπιστα δεδομένα, τηρώντας πλήρως την ισχύουσα νομοθεσία για την προστασία των δεδομένων. Τα κράτη μέλη της ΕΕ διαθέτουν διαφορετικά μοντέλα γύρω από το eID και βρίσκονται σε διάφορα στάδια εφαρμογής, επομένως οποιαδήποτε λύση πρέπει να σέβεται και να είναι σε θέση να διασυνδέει τις εθνικές υποδομές που θα επιτελούν την αμοιβαία αναγνώριση των ηλεκτρονικών ταυτοτήτων. Επιπλέον, οποιαδήποτε λύση πρέπει να είναι σε θέση να φιλοξενήσει χώρες με συγκεκριμένα ή δια τομεακά μέσα αναγνώρισης για την υγεία. Τα ιατρικά δεδομένα πρέπει να αποκαλύπτονται ή να μοιράζονται μόνο αφού ο ασθενής ταυτοποιηθεί και επικυρωθεί με επαρκή ακρίβεια, σε σχέση με τις απαιτήσεις της χώρας ασφάλισής του. Σε περίπτωση επιτυχούς ταυτοποίησης, η χώρα ασφάλισης πρέπει να εκδώσει ένα μοναδικό αναγνωριστικό που αφορά τον ασθενή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περαιτέρω συναλλαγές στα ιατρικά δεδομένα του. Η χώρα ασφάλισης μπορεί να περιορίσει τη δυνατότητα χρήσης αυτού του αναγνωριστικού σε ορισμένο χρονικό διάστημα ή σε συγκεκριμένο αιτούντα.

Τα μέσα για την ταυτοποίηση του ασθενούς στο eSOS βασίστηκαν σε αρκετές τεχνολογικές και οργανωτικές προϋποθέσεις, σχεδιάστηκαν αρχικά για να φιλοξενήσουν τις εθνικές ειδικότητες, για την έλλειψη κατάλληλης τεχνολογίας και για την απουσία διαδικασιών για τη ταυτοποίηση και τη πιστοποίηση του ασθενούς σε ένα διασυνοριακό σενάριο. Αυτή η τελευταία ενσωμάτωση του BB θα επιτρέψει στους επαγγελματίες του τομέα της υγείας να εντοπίζουν αδιάλειπτα ηλεκτρονικά τους ασθενείς ώστε να έχουν πρόσβαση στο υγειονομικό τους έγγραφο στο εξωτερικό και να βελτιώσουν την ασφάλεια της διαδικασίας που ξεκίνησε στο eSOS.

Έχουν εξεταστεί διάφορα επιχειρηματικά στάδια για την ταυτοποίηση του ασθενούς, ξεκινώντας από το πιο βασικό στάδιο το οποίο απαιτεί τη μη αυτόματη εισαγωγή της ταυτότητας του ασθενούς στο σύστημα. Αυτή είναι η προσέγγιση που χρησιμοποιείται στο eSOS για την αντιμετώπιση περιπτώσεων έκτακτης ανάγκης όπου δεν υπάρχει άλλη μέθοδος ταυτοποίησης και πιστοποίησης. Το επόμενο στάδιο απαιτεί την ύπαρξη μίας ένδειξης eID, όπως για παράδειγμα μια έξυπνη κάρτα. Αυτό το στάδιο παρέχει ένα ασφαλέστερο περιβάλλον για την εξαγωγή των διαθέσιμων χαρακτηριστικών ταυτότητας για τη συμπλήρωση και τη διεκπεραίωση της φόρμας, παρακάμπτοντας τη μη αυτόματη εισαγωγή. Το επόμενο στάδιο απαιτεί την πιστοποίηση του ασθενούς με προσωπικό αριθμό αναγνώρισης. Αυτό το στάδιο παρέχει ένα ακόμα ασφαλέστερο περιβάλλον μέσω της επαλήθευσης ταυτότητας, για την προστασία των χαρακτηριστικών και υποστηρίζει την υπογραφή της συγκατάθεσης του ασθενούς. Σε επόμενο βήμα χρησιμοποιεί ώστε να συνδεθεί στο δίκτυο με την Υποδομή Δημόσιου Κλειδιού (Public Key Infrastructure, PKI) για την επικύρωση σε πραγματικό χρόνο της πιστοποίησης ταυτότητας και της συγκατάθεσης του ασθενούς. Η κατακεντρωμένη διασυνοριακή ταυτότητα εισάγεται στο προτελευταίο στάδιο, το οποίο αξιοποιεί την υποδομή eIDAS. Με βάση τις αρχικές πληροφορίες ελέγχου ταυτότητας που αποκτώνται τοπικά από ένα αναγνωριστικό eID, όλες οι δραστηριότητες ελέγχου ταυτότητας και εξουσιοδότησης πληρούνται εκτός του τοπικού περιβάλλοντος. Αυτό το στάδιο επιτρέπει τη διασυνοριακή αναγνώριση ταυτότητας, με ασφαλή και αξιόπιστο τρόπο, καθιστώντας τα υπάρχοντα εθνικά συστήματα ηλεκτρονικής αναγνώρισης διαλειτουργικά. Το τελευταίο στάδιο είναι εκείνο που αναφέρεται στο εικονικό ή κινητό eID. Αυτό το επίπεδο αξιοποιεί το προηγούμενο, δίνοντας τη δυνατότητα αυθεντικοποίησης και εξουσιοδότησης χωρίς την ανάγκη ενός φυσικού αναγνωριστικού eID, μέσω μιας εφαρμογής για κινητά με ένα εικονικό σήμα, ειδικά σχεδιασμένο γι' αυτό το σκοπό. Η χώρα ασφάλισης εγγυάται ότι ο ιατρός που παρήγαγε το έγγραφο

έχει ενεργήσει σύμφωνα με τον ρόλο του που θεσπίζεται στη χώρα αυτή. Ο ρόλος του επαγγελματία υγείας εξασφαλίζεται από τη χώρα που παρέχεται η θεραπεία, επαληθεύοντας και επιβεβαιώνοντας τους ρόλους και την ταυτότητα του επαγγελματία υγείας σύμφωνα με τους νόμους που ισχύουν στη χώρα αυτή. Οι εργασίες ανάπτυξης των σταδίων που περιγράψαμε βρίσκονται σε εξέλιξη με σκοπό την τήρηση του κανονισμού eIDAS, ο οποίος εξασφαλίζει τη νομική διαλειτουργικότητα παρέχοντας το απαραίτητο κανονιστικό πλαίσιο. Η συμμόρφωση με τον κανονισμό eIDAS αποτελεί μεγάλη πρόκληση και οι εργασίες συνεχίζονται.

Η ανάπτυξη ασφαλών και υψηλής ποιότητας διασυνοριακών υπηρεσιών στην ΕΕ απαιτεί συντονισμένη εργασία από πολλά κράτη μέλη σε τεχνικό, σημασιολογικό, οργανωτικό, νομικό και πολιτικό επίπεδο. Η μη αποποίηση ευθύνης και τα βασικά σενάρια eID έχουν ήδη ενσωματωθεί στις τελευταίες εκδόσεις του OpenNCP όπου ξεκίνησε η πιλοτική δοκιμή. Διεξάγονται εργασίες για τη μετάβαση από μια λύση με δυνατότητα TLS (Transport Layer Security) στο SMP / SML, καθώς και στην εφαρμογή του εκτεταμένου σεναρίου eID μέσω της πρόσβασης σε κόμβους eIDAS. Το επερχόμενο e-SENS eID BB έχει στόχο να ξεπεράσει την αναποτελεσματικότητα και απλώς τη θεμελιώδη ευρωστία της αρχικής διαδικασίας του epSOS, δημιουργώντας τα μέσα για να λειτουργήσει ουσιαστικά η ηλεκτρονική αναγνώριση όχι μόνο για την ταυτοποίηση αλλά και για την εξακρίβωση της ταυτότητας των ασθενών, για τις κλινικές εργασιακές ροές, διατηρώντας παράλληλα τη πλήρη συμβατότητα με την υπάρχουσα τεχνολογία epSOS.

Η μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη των συστημάτων ηλεκτρονικής συνταγογράφησης και ΣΙΥ ασθενούς αναμένεται να βελτιώσει ενεργά τις ήδη διαθέσιμες υποδομές λογισμικού, προκειμένου να υποστηρίξει αποτελεσματικά τα δικαιώματα των ασθενών στη διασυνοριακή υγειονομική περίθαλψη. Στην περίπτωση του συστήματος ΣΙΥ ασθενούς, τόσο ο ασθενής όσο και ο επαγγελματίας υγείας μπορούν να έχουν πρόσβαση στα σχετικά έγγραφα και τις πληροφορίες του ΗΦΥ από οπουδήποτε. Στην περίπτωση της διάθεσης ηλεκτρονικών συνταγών σε ολόκληρη την ΕΕ μπορεί να επιτραπεί και να υποστηριχθεί η τεκμηρίωση των χορηγούμενων φαρμάκων. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα διανομής από το φαρμακείο στη χώρα προσωρινής διαμονής, οι υγειονομικές υπηρεσίες της χώρας προέλευσης μπορούν να ενημερώσουν το ιατρικό φάκελο του ασθενούς, καθιστώντας ασφαλέστερη την υγειονομική περίθαλψη και τις συνταγές.

Οι προκλήσεις και οι τρέχοντες περιορισμοί σχετίζονται κυρίως με τις διαφορετικές ερμηνείες και εφαρμογές της νομοθεσίας περί προστασίας δεδομένων και εμπιστευτικότητας σε όλη την Ευρώπη, την έλλειψη διαθέσιμων υποδομών για την αποτελεσματική υποστήριξη των διασυνοριακών υπηρεσιών, καθώς και με τις προτεραιότητες της πολιτικής για την υγεία των διαφόρων κρατών μελών. Πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες για την ευθυγράμμιση της εθνικής και της ευρωπαϊκής πολιτικής για την ανάπτυξη σχεδίων για σαφείς και ρεαλιστικές εφαρμογές, οι οποίες θα είναι σε θέση να προσφέρουν αξία και να επιφέρουν γρήγορα αποτελέσματα. [24,25]

4.2 Ασφάλεια Ηλεκτρονικού Φακέλου Υγείας στο Cloud

Οι γιατροί και τα νοσοκομεία εφαρμόζουν τους ΗΦΥ επειδή προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους χάρτινους φακέλους υγείας όπως περιγράψαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Αυξάνουν την πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη, βελτιώνοντας την ποιότητα της περίθαλψης και μειώνοντας το κόστος. Ωστόσο, οι επαγγελματίες υγείας έρχονται αντιμέτωποι πολλές φορές με δεοντολογικά ζητήματα. Όταν τα δεδομένα υγείας των ασθενών μοιράζονται ή συνδέονται χωρίς τη συγκατάθεσή τους, τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλειά τους. Σαν αποτέλεσμα ο ασθενής μπορεί να αποκρύψει πληροφορίες, λόγω έλλειψης εμπιστοσύνης στην ασφάλεια του συστήματος που έχει τα δεδομένα του, επειδή αυτές οι πληροφορίες υπάρχει πιθανότητα να παραβιαστούν. [26]

Στην περίπτωση της ανάπτυξης ενός συστήματος διαχείρισης ΗΦΥ που βασίζεται στο Cloud, το κύριο πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα ανταλλαγής αρχείων ασθενών με άλλα κλινικά κέντρα και η ενσωμάτωση όλων των ΗΦΥ σε μια ομάδα κλινικών κέντρων προκειμένου να ενισχυθεί το ιατρικό προσωπικό να εκτελέσει τις εργασίες του. Η προστασία της ιδιωτικής ζωής και η ασφάλεια των δεδομένων που μεταφέρθηκαν στο Cloud αντιπροσωπεύει το κύριο εμπόδιο που πρέπει να ξεπεραστεί ώστε να αναπτυχθεί ένα περιβάλλον eHealth που βασίζεται σ' αυτό. Αυτή η προσέγγιση πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη τόσο από τους παρόχους υπηρεσιών Cloud όσο και από τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, δεδομένου ότι η φιλοξενία των ΗΦΥ στο Cloud απαιτεί αλλαγή προσέγγισης και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να αντιμετωπίζονται οι κίνδυνοι παραβίασης δεδομένων.

Τα ζητήματα ασφάλειας είναι κρίσιμα όταν ένας πάροχος υγειονομικής περίθαλψης σχεδιάζει να αναπτύξει ένα Cloud-based σύστημα διαχείρισης ΗΦΥ. Ο πάροχος υγειονομικής περίθαλψης πρέπει να εγγυάται την ασφάλεια των δεδομένων των ασθενών διασφαλίζοντας ότι η πλατφόρμα του Cloud διαθέτει τους απαιτούμενους μηχανισμούς ασφαλείας. Τα πρωτόκολλα ασφαλείας και μετάδοσης πρέπει επίσης να εφαρμοστούν προκειμένου να αποφευχθούν εξωτερικές επιθέσεις στα δεδομένα. Η μετακίνηση δεδομένων του ασθενούς στο Cloud σημαίνει ότι τα αρχεία τους φιλοξενούνται στους διακομιστές του παρόχου υπηρεσιών Cloud. Γι' αυτό είναι σημαντικό οι εταιρείες αυτές να εξασφαλίζουν την ασφάλεια των βάσεων δεδομένων τους, ώστε να μην είναι δυνατή η πρόσβαση ή η τροποποίηση των δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες. Είναι σημαντικό να γίνεται αντιληπτό ότι οι όροι του απορρήτου και της εμπιστευτικότητας είναι σημαντικοί όταν μεταφέρεται ο ΗΦΥ στο Cloud λόγω των ευαίσθητων δεδομένων των ασθενών. Προκειμένου να αποφευχθεί η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, οι πάροχοι υπηρεσιών Cloud πρέπει να αναπτύξουν συστήματα ελέγχου ταυτότητας που διασφαλίζουν την προστασία της ιδιωτικής ζωής των ασθενών. Οι απαιτήσεις για την ασφάλεια ενός ΗΦΥ περιγράφονται στον επόμενο πίνακα.

Απαιτήσεις	Περιγραφή
Εξουσιοδοτημένη πρόσβαση	Προκειμένου να αναπτυχθεί ένα σύστημα εγκεκριμένου ελέγχου, είναι απαραίτητο ένα σύστημα ταυτοποίησης τόσο για τους ασθενείς όσο και για τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης. Αυτό το αναγνωριστικό πρέπει να είναι φορητό μεταξύ των διαφόρων οντοτήτων που έχουν πρόσβαση στα δεδομένα των ασθενών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ένα αναγνωριστικό ταυτότητας για κάθε ασθενή. Όσον αφορά τον έλεγχο ταυτότητας, ένα κεντρικό σύστημα βασισμένο σε ένα δημόσιο κλειδί αποτελεί κατάλληλη λύση. Θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα Role-Based Access Control (RBAC), προκειμένου να επιτραπεί σε εξουσιοδοτημένο προσωπικό η πρόσβαση σε συγκεκριμένα δεδομένα βάσει της ιδιότητάς τους.
Εμπιστευτικότητα	Για να εξασφαλιστεί η εμπιστευτικότητα της επικοινωνίας, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι κρυπτογράφησης. Ωστόσο, το πρόβλημα της εμπιστευτικότητας σε ένα κατακευματισμένο σύστημα προκύπτει επειδή δεν είναι δυνατό το σύστημα που εκπέμπει τις πληροφορίες να επαληθεύσει ότι η εμπιστευτικότητα δεν έχει παραβιαστεί στο παραλήπτη.
Συγκατάθεση ασθενούς	Σύμφωνα με τη νομοθεσία, οι ασθενείς πρέπει να επιτρέπουν ή να μην επιτρέπουν την πρόσβαση σε κλινικές πληροφορίες, εκτός από καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Αυτή η συναίνεση μπορεί να εννοείται ή να είναι ρητή. Ένα άλλο γεγονός που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η ανάγκη πρόσβασης στην οντότητα που φιλοξενείται ο ΗΦΥ από άλλη εξωτερική. Αυτή η διαδικασία θα πρέπει να έχει τη συγκατάθεση του ασθενούς, αλλά σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, πρέπει να παρέχεται ένας μηχανισμός ασφάλειας για την αποφυγή αυτού του περιορισμού χωρίς τη συγκατάθεση του.
Συνάφεια	Όλο το ιατρικό προσωπικό που συμμετέχει στη διαδικασία διάγνωσης και θεραπείας έχει πρόσβαση στον ΗΦΥ. Το διοικητικό προσωπικό θα έχει πρόσβαση στις κλινικές πληροφορίες εάν η λειτουργία τους είναι σχετική με την ιατρική διαδικασία. Συνεπώς, μόνο το αρμόδιο προσωπικό θα έχει πρόσβαση στις πληροφορίες του ασθενούς. Για να διασφαλιστεί ότι μόνο το αρμόδιο προσωπικό μπορεί να έχει πρόσβαση στα δεδομένα, θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα σύστημα ελέγχου πρόσβασης.
Ιδιοκτησία πληροφοριών	Η κατοχή του ΗΦΥ δεν είναι σαφώς καθορισμένη. Το ιατρικό προσωπικό είναι υπεύθυνο για αυτές τις πληροφορίες. Ωστόσο, οι ίδιοι οι ασθενείς έχουν το δικαίωμα πρόσβασης στις κλινικές τους πληροφορίες.
Συνοχή πληροφοριών	Σε ένα σχέδιο διαλειτουργικότητας, πρέπει να δημιουργηθεί ένας μηχανισμός ειδοποίησης που θα δείχνει τις αλλαγές στις πληροφορίες. Αυτό το σύστημα πρέπει να επιτρέπει την πρόσβαση στις προηγούμενες εκδόσεις του ΗΦΥ, εάν είναι απαραίτητο.

Έλεγχος	Ένα μητρώο ελέγχου πρέπει να περιλαμβάνει όλη τη πρόσβαση στις πληροφορίες και όλες τις αλλαγές που έχουν πραγματοποιηθεί στον ΗΦΥ. Αυτό το σύστημα θα επιτρέπει την παρακολούθηση της πρόσβασης και θα είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την εξασφάλιση της ασφάλειας του συστήματος. Αυτό το σύστημα ελέγχου θα πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις διαλειτουργικότητας.
Αποθήκευση	Τα ιατρικά αρχεία πρέπει να αποθηκεύονται για ορισμένο χρονικό διάστημα, σύμφωνα με τη νομοθεσία της εκάστοτε χώρας. Μετά από αυτό το χρονικό διάστημα, τα ιατρικά δεδομένα ενδέχεται να διαγραφούν. Ωστόσο, αυτό δεν συνιστάται όταν πρόκειται για τη διαχείριση του ΗΦΥ, όπου ο στόχος είναι να διατηρούνται οι πλήρεις ιατρικές πληροφορίες για τον ασθενή σε όλη τη διάρκεια της ζωής του.

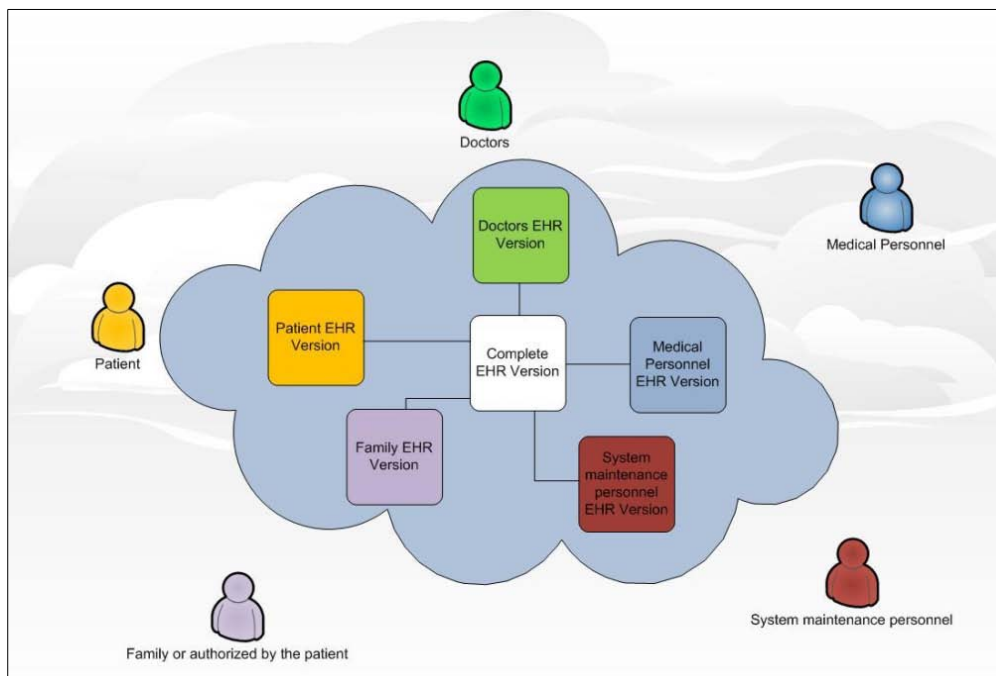
Πίνακας 5: Απαιτήσεις για τη διατήρηση της ασφάλειας και της ιδιωτικής ζωής ενός ΗΦΥ
 Πηγή: Analysis of the Security and Privacy Requirements of Cloud-Based Electronic Health Records Systems

Η ανάπτυξη συστημάτων υγείας που βασίζονται στο Cloud αποτελεί ένα σημαντικό βήμα στην ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας. Τα συστήματα που βασίζονται στο Cloud επιτρέπουν τη δυνατότητα δημιουργίας ενός κλιμακούμενου περιβάλλοντος που προσαρμόζεται στις ανάγκες των χρηστών. Όταν φιλοξενείται ο ΗΦΥ στο Cloud, το ιατρικό προσωπικό ή οι ασθενείς έχουν την δυνατότητα να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες ανά πάσα στιγμή από όπου και αν υπάρχει σύνδεση στο Διαδίκτυο. Επί του παρόντος, με την εμφάνιση της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης, η εξοικονόμηση χρημάτων θα μπορούσε να είναι ένας από τους σημαντικότερους λόγους που θα οδηγούσαν μια εταιρεία ή ένα κράτος να μεταφέρει το ηλεκτρονικό της σύστημα υγείας στο Cloud. Προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια των συστημάτων τους, οι πάροχοι υπηρεσιών Cloud πρέπει να εγκαταστήσουν ισχυρούς μηχανισμούς ασφαλείας για να διατηρήσουν την ασφάλεια, την ιδιωτικότητα και το απόρρητο των δεδομένων των πελατών τους.

Ένας Cloud-based ΗΦΥ πρέπει να διατηρεί το ίδιο επίπεδο ασφάλειας δεδομένων με τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στους διακομιστές του παρόχου υγειονομικής περίθαλψης. Οι ασθενείς και το ιατρικό προσωπικό πρέπει να γνωρίζουν ότι τα προσωπικά τους στοιχεία πρόκειται να αποθηκευτούν, γι' αυτό και θα πρέπει να λαμβάνονται εγγυήσεις για την ασφάλεια και τη προστασία των ευαίσθητων δεδομένων που έχει ο ΗΦΥ όπως όταν θα βρισκόταν στους τοπικούς διακομιστές. Ο ασθενής, προφανώς, δεν συμμετέχει στη διαδικασία μετακίνησης των ευαίσθητων πληροφοριών του στο Cloud, αλλά οι πληροφορίες πρέπει να γνωστοποιούνται στους ασθενείς από τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης σχετικά με τη μετάδοσή τους. Οι ασθενείς θα πρέπει να γνωρίζουν ότι την ευθύνη για τη διαχείριση των δεδομένων τους έχει ο πάροχος υπηρεσιών Cloud και, με πιο ενεργό ρόλο ο πάροχος υγειονομικής περίθαλψης.

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη χρηστών που θα έχουν πρόσβαση στο αρχείο υγείας των ασθενών, από τους ίδιους τους ασθενείς έως τους τεχνικούς που είναι υπεύθυνοι για τη διαχείριση των εξυπηρετητών. Οι γιατροί, το ιατρικό προσωπικό ή οι υπάλληλοι του παροχέα υπηρεσιών Cloud έχουν πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα. Για να εξασφαλιστεί η προστασία των ευαίσθητων δεδομένων των ασθενών, απαιτείται ένα σύστημα πρόσβασης βασισμένο σε επίπεδα, επειδή ένας γιατρός μπορεί να έχει διαφορετικές απαιτήσεις πρόσβασης στις πληροφορίες των ασθενών από ότι το τεχνικό προσωπικό. Προκειμένου να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα, ένας κωδικός αναγνώρισης (ID) ή ένας αριθμός πρέπει να αντιστοιχίζεται σε κάθε άτομο που έχει πρόσβαση στις

αποθηκευμένες πληροφορίες. Ανάλογα με το ID, ο χρήστης θα ανήκει σε μια ομάδα η οποία θα έχει πρόσβαση σε συγκεκριμένες πληροφορίες. Για παράδειγμα, οι ασθενείς και οι γιατροί θα έχουν πρόσβαση σε ολόκληρο το αρχείο υγείας, ενώ το προσωπικό που είναι υπεύθυνο για τη συντήρηση της πλατφόρμας θα έχει πρόσβαση μόνο στις πληροφορίες που χρειάζονται για τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Η επόμενη εικόνα παραθέτει τα διαφορετικά επίπεδα χρηστών που εμπλέκονται στο Cloud με προσανατολισμό την αποθήκευση υγειονομικής πληροφορίας.



Εικόνα 28: Σύστημα βασισμένο σε επίπεδο χρηστών με διάφορες εκδόσεις ΗΦΥ διαθέσιμου ανάλογα με το είδος του χρήστη στο Cloud

Πηγή: Analysis of the Security and Privacy Requirements of Cloud-Based Electronic Health Records Systems

Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι όταν μεταφέρονται τα δεδομένα των ασθενών στο Cloud, οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης εκθέτουν αυτές τις πληροφορίες σε διάφορες εξωτερικές απειλές, επειδή τα δεδομένα είναι διαθέσιμα μέσω του Διαδικτύου. Ως εκ τούτου, η ευθύνη ανήκει στον ίδιο τον πάροχο του Cloud για να προστατεύει την ασφάλεια και το απόρρητο των πληροφοριών παρέχοντας τους μηχανισμούς για να αποφύγει τις εξωτερικές επιθέσεις με σκοπό να υποκλέψουν ή ακόμα και να διαγράψουν τις πληροφορίες. Όλες οι ευαίσθητες πληροφορίες για τους ασθενείς πρέπει να αποθηκεύονται με ασφάλεια σε ηλεκτρονικό ιατρικό αρχείο, ώστε οι πληροφορίες να μπορούν να αξιοποιούνται από διάφορους γιατρούς ή ιατρικό προσωπικό. Προκειμένου να διασφαλιστεί αυτό, οι πληροφορίες πρέπει να κρυπτογραφούνται. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται τόσο η συμμετρική κρυπτογράφηση⁵¹ όσο και η ασύμμετρη. Στη συμμετρική κρυπτογράφηση, όπου το κλειδί κρυπτογράφησης και αποκρυπτογράφησης είναι το ίδιο, χρησιμοποιείται συνήθως ο αλγόριθμος AES 256-bit (Advanced Encryption Standard) ο οποίος εξασφαλίζει τη διαθεσιμότητα και την ασφάλεια των δεδομένων στον ΗΦΥ. Στην ασύμμετρη κρυπτογράφηση χρησιμοποιείται η Υποδομή Δημόσιου Κλειδιού (PKI, Public Key Infrastructure) η οποία απαιτεί τη διανομή πιστοποιητικών δημόσιου κλειδιού. Τα πιστοποιητικά δημόσιου κλειδιού είναι επίσης γνωστά ως ψηφιακά πιστοποιητικά⁵² ή πιστοποιητικά X.509. Τα ψηφιακά πιστοποιητικά χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς, όπως ο διαμοιρασμός του

μυστικού κλειδιού που χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή κρυπτογραφημένων πληροφοριών, την ψηφιακή υπογραφή εγγράφων και την εξακρίβωση της ταυτότητας ενός ατόμου ή μιας οντότητας. Η επικοινωνία είναι κρυπτογραφημένη με ασφάλεια όπως και ο έλεγχος της ταυτότητας του διακομιστή μέσω μιας αξιόπιστης αρχής πιστοποίησης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του πρωτοκόλλου SSL (Secure Sockets Layer), μέσω του πρωτοκόλλου TLS (Transport Layer Security) ή μέσω άλλων ασφαλών πρωτοκόλλων Ένα πιστοποιητικό είναι απλώς ένα ηλεκτρονικό έγγραφο, το οποίο τυπικά περιέχει, το σειριακό αριθμό του πιστοποιητικού, το δημόσιο κλειδί της οντότητας, το όνομα της οντότητας, τη χρονική περίοδο ισχύος του, το όνομα της αρχής πιστοποίησης (Certification Authority, CA) που εξέδωσε το ψηφιακό πιστοποιητικό, την υπογραφή της CA που εξέδωσε το πιστοποιητικό, το hash του πιστοποιητικού για να διασφαλιστεί ότι δεν έχει παραβιαστεί, τις λεπτομέρειες των χρησιμοποιούμενων αλγορίθμων και προαιρετικές επεκτάσεις, όπως είναι οι σκοποί για τους οποίους μπορεί να χρησιμοποιηθεί το πιστοποιητικό, όπως SMTP και S/MIME.

Εκτός από τη κρυπτογράφηση των δεδομένων υπάρχει και η ψηφιακή υπογραφή⁵⁰. Η ψηφιακή υπογραφή είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο που παρέχει αυθεντικότητα, ακεραιότητα και μη αποποίηση ευθύνης. Με αυτόν τον μηχανισμό ασφαλείας, η αυθεντικότητα των δεδομένων είναι εγγυημένη. Είναι πολύτιμη η ανάπτυξη αυτού του είδους συστήματος στο Cloud προκειμένου να αποφεύγονται οι συναλλαγές ψευδών δεδομένων. Για τα μηνύματα που αποστέλλονται μέσω ενός μη ασφαλούς καναλιού, η ψηφιακή υπογραφή δίνει στον δέκτη τη διαβεβαίωση ότι ένα μήνυμα ή ένα αρχείο έχει αποσταλεί από τον υπογράφων της ψηφιακής υπογραφής και δεν μπορεί αργότερα να αρνηθεί ότι υπέγραψε το έγγραφο ο αποστολέας.

Κάθε πρόσβαση στην πλατφόρμα θα πρέπει να παρακολουθείται για να δημιουργηθεί ένα αρχείο log όλων των ανθρώπων που είχαν πρόσβαση στο σύστημα. Σε περίπτωση συμβάντος, θα είναι δυνατό να εξεταστεί το αρχείο log ώστε να βρεθεί η αιτία του προβλήματος. Έτσι είναι πολύτιμο να δημιουργηθεί ένα αρχείο καταγραφής για να παρακολουθείται κάθε ενημέρωση και αλλαγή σε κάθε ιατρικό αρχείο.

50 Ψηφιακή υπογραφή, http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/DigitalSignatures/IntroEsign.html#3

51 Κρυπτογραφία, http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/DigitalSignatures/IntroEsign.html#2

52 Ψηφιακά πιστοποιητικά, http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/DigitalSignatures/IntroEsign.html#5

4.2.1 Μετάβαση ΗΦΥ στο Cloud

Οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης που αποφασίζουν να μεταφέρουν τα συστήματα ΗΦΥ στο Cloud θα πρέπει να γνωρίζουν τα είδη των μηχανισμών ασφαλείας. Υπάρχουν πολλές γνωστές εταιρείες παροχής υπηρεσιών Cloud, όπως για παράδειγμα, η Amazon Web Services, το Microsoft Cloud, το GoGrid ή το Salesforce. Προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια των δεδομένων και να πληρούνται οι απαιτήσεις των πολιτικών απορρήτου, ο πάροχος Cloud πρέπει να συμμορφώνεται με διάφορες πιστοποιήσεις και απαιτήσεις τρίτων. Κάποιες από τις πιστοποιήσεις αναφέρονται στον επόμενο πίνακα.

Πιστοποίηση	Σύντομη περιγραφή
ISO 27001	Πιστοποίηση του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας Πληροφοριών (Information Security Management System, ISMS) που καλύπτει την υποδομή, τα κέντρα δεδομένων και τους όρους παροχής υπηρεσιών.
PCI DSS Level 1	Ο πάροχος Cloud θα πρέπει να πιστοποιηθεί με το πρότυπο PCI Data Security ως κοινόχρηστος φορέας παροχής υπηρεσιών φιλοξενίας.
SAS70 Type II	Statement on Auditing Standards No 70: παρέχει καθοδήγηση στους ελεγκτές υπηρεσιών κατά την αξιολόγηση του εσωτερικού ελέγχου ενός φορέα παροχής υπηρεσιών και την έκδοση έκθεσης του ελεγκτή υπηρεσίας.

Πίνακας 6: Πιστοποιήσεις και απαιτήσεις τρίτων του παρόχου Cloud
Πηγή: Analysis of the Security and Privacy Requirements of Cloud-Based Electronic Health Records Systems

Ο πάροχος πρέπει να περιλαμβάνει αυτοματοποιημένα εργαλεία παρακολούθησης για την παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών και διαθεσιμότητας του συστήματος. Οι ειδοποιήσεις κινδύνου μπορούν να διαμορφωθούν όταν οποιαδήποτε τροποποίηση των δεδομένων γίνεται από το προσωπικό συντήρησης ή από τους ίδιους τους χρήστες. Τα εργαλεία θα βοηθήσουν στην παρακολούθηση όλων των αλλαγών που έγιναν στα αποθηκευμένα δεδομένα. Στην πλατφόρμα Cloud δημιουργούνται πολλές πολιτικές για τη διαχείριση της πρόσβασης των χρηστών. Ο πάροχος υπηρεσιών Cloud θα πρέπει να απαιτεί από το προσωπικό με πιθανή πρόσβαση στα δεδομένα του ασθενούς να υπόκειται σε εκτεταμένο έλεγχο ιστορικού ανάλογα με το επίπεδο πρόσβασης στα δεδομένα όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα.

Πολιτική	Σύντομη περιγραφή
Παροχή λογαριασμών	Ο ίδιος ο πάροχος του Cloud αναλαμβάνει την ευθύνη πρόσβασης των εργαζομένων. Αυτή η πρόσβαση στους πόρους που φιλοξενείται η πλατφόρμα του Cloud πρέπει να εγκριθεί ρητά από τον ιδιοκτήτη ή το διαχειριστή δεδομένων.
Επανεξέταση λογαριασμού	Κάθε λογαριασμός πρόσβασης εξετάζεται στη πλατφόρμα του Cloud κάθε 90 ημέρες.
Αφαίρεση πρόσβασης	Ο λογαριασμός πρόσβασης κάθε υπαλλήλου ανακαλείται αυτόματα όταν τερματίζεται η συνεργασία του.
Πολιτική κωδικού πρόσβασης	Η πρόσβαση στην πλατφόρμα πραγματοποιείται με IDs και κωδικούς πρόσβασης για την εξακρίβωση της ταυτότητας των χρηστών σε υπηρεσίες, πόρους και συσκευές, καθώς και για την έγκριση του κατάλληλου επιπέδου πρόσβασης σε κάθε χρήστη.

Πίνακας 7: Πολιτική πρόσβασης υπαλλήλων στη πλατφόρμα του Cloud
 Πηγή: Analysis of the Security and Privacy Requirements of Cloud-Based Electronic Health Records Systems

Το κτίριο του Data Center πρέπει να ελέγχεται αυστηρά, με κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης, από εξειδικευμένο προσωπικό ασφαλείας, με συστήματα ανίχνευσης εισβολών και με άλλα ηλεκτρονικά μέσα. Το εξουσιοδοτημένο προσωπικό θα πρέπει να περνάει από ελέγχους ταυτότητας για την πρόσβαση στο Data Center. Οι καινοτόμες αρχιτεκτονικές και οι μηχανικές προσεγγίσεις θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε κέντρα βάσεων δεδομένων, ώστε να αποφεύγονται εξωτερικοί παράγοντες που θα μπορούσαν να τους προκαλέσουν βλάβη. Οι διασφαλίσεις από περιβαλλοντικούς κινδύνους περιγράφονται στον επόμενο πίνακα.

Διασφάλιση	Σύντομη περιγραφή
Ανίχνευση και κατάσβεση πυρκαγιάς	Τα αυτόματα συστήματα ανίχνευσης και κατάσβεσης πυρκαγιάς εγκαθίστανται στους χώρους των Data Centers για την εξάλειψη του κινδύνου πυρκαγιάς.
Ενέργεια	24/7 συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας που εγγυώνται την αδιάλειπτη λειτουργία των υπηρεσιών.
Κλιματισμός	Προκειμένου να αποφευχθεί η υπερθέρμανση των διακομιστών, απαιτείται κλιματισμός. Αυτό αποτελεί κρίσιμη μέριμνα για τη διαχείριση του Data Center και καταναλώνει πολλή ενέργεια.
Διαχείριση	Συστήματα παρακολούθησης για τον έλεγχο της κατάστασης της βάσης δεδομένων.

Πίνακας 8: Εγκατεστημένες περιβαλλοντικές διασφαλίσεις σε Data Center
 Πηγή: Analysis of the Security and Privacy Requirements of Cloud-Based Electronic Health Records Systems

Η διαδικασία ενημέρωσης του λογισμικού θα πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να αποφεύγεται η ακούσια διακοπή της υπηρεσίας και να διατηρείται η διαθεσιμότητα του συστήματος. Πριν από την ενημέρωση του λογισμικού, αυτές οι ενημερώσεις πρέπει να ελεγχθούν και να εγκριθούν. Το προσωπικό του παροχέα του Cloud διαχειρίζεται την υποδομή του Data Center και είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση της φιλοξενίας, την δυνατότητα κλιμάκωσης του συστήματος, τη διαθεσιμότητα και τον έλεγχο για τη διαχείριση της ασφάλειας. Ο πάροχος υπηρεσιών Cloud πρέπει να εγγυηθεί τη διαθεσιμότητα της προσφερόμενης υπηρεσίας. Προκειμένου να διασφαλιστεί η διαθεσιμότητα του συστήματος, θα πρέπει να αντιμετωπίζονται τα θέματα ασφάλειας που εξετάζονται στον επόμενο πίνακα.

Όρος	Σύντομη περιγραφή
Διαθεσιμότητα	Τα κέντρα δεδομένων είναι χτισμένα σε συμπλέγματα διαφορετικών περιοχών. Σε περίπτωση αποτυχίας ενός από αυτά, οι αυτοματοποιημένες διεργασίες μετακινούν την κίνηση των δεδομένων μακριά από την πληγείσα περιοχή.
Απόκριση σε περίπτωση συμβάντος	Πρέπει να προσφέρεται τεχνική υποστήριξη και κάλυψη για την επίλυση κάθε είδους προβλήματος 24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα και 365 ημέρες το χρόνο.
Εταιρική αναθεώρηση εκτελεστικής εξουσίας	Μια εταιρεία Cloud πρέπει να ελέγχεται περιοδικά και να υποστηρίζεται από μια ομάδα εσωτερικού ελέγχου.

Πίνακας 9: Συνεχείς ανάγκες διαχείρισης στο Cloud
 Πηγή: Analysis of the Security and Privacy Requirements of Cloud-Based Electronic Health Records Systems

Προκειμένου να διασφαλιστεί η ύπαρξη δεδομένων του ασθενούς που είναι αποθηκευμένα στο Cloud, ο πάροχος θα πρέπει να αποθηκεύσει με πλεονασμό τα δεδομένα αυτά. Τα πολλαπλά αντίγραφα αυτών των δεδομένων πρέπει να αποθηκεύονται σε διαφορετικά Data Center και σε διαφορετικές τοποθεσίες. Όταν μια υπηρεσία αποθήκευσης Cloud έρχεται στο τέλος της ωφέλιμης ζωής της, ο πάροχος θα πρέπει να εγγυηθεί ότι τα δεδομένα που αποθηκεύονταν εκεί, έχουν αφαιρεθεί ολοκληρωτικά από τους διακομιστές. Επιπλέον, θα πρέπει να εξασφαλιστεί ότι το μη εξουσιοδοτημένο προσωπικό δεν έχει αντιγράψει αυτά τα δεδομένα. Ο παροχέας Cloud πρέπει επίσης να ασφαλίσει το δίκτυο. Ο πάροχος δικτύου πρέπει να εγγυάται σημαντικά τη προστασία έναντι των παραδοσιακών ζητημάτων ασφάλειας δικτύων, όπως αυτά που συνοψίζονται στον επόμενο πίνακα.

Ζήτημα ασφάλειας δικτύου	Σύντομη περιγραφή
Επιθέσεις DDoS (Distributed Denial of Service)	Οι τεχνικές DDoS περιλαμβάνονται στην πλατφόρμα Amazon Web Services (AWS) για να αποφευχθεί αυτό το είδος επίθεσης.
Επιθέσεις MITM (Man In The Middle)	Οι επιθέσεις MITM αποφεύγονται επειδή όλα τα τελικά σημεία στο AWS είναι εξασφαλισμένα από το Secure Socket Layer (SSL), το οποίο παρέχει τον έλεγχο ταυτότητας του διακομιστή.
IP spoofing	Η κίνηση της πλατφόρμας ελέγχεται από μια υποδομή τείχους προστασίας. Στη συνέχεια, τα αποθηκευμένα δεδομένα δεν μπορούν να σταλούν παραποιημένα μέσω του δικτύου.
Port scanning	Οι μη εξουσιοδοτημένες ανιχνεύσεις στα ports, από πελάτες αποτελούν παραβίαση της πολιτικής χρήσης του παροχέα. Κάθε αναφερόμενη παράβαση πρέπει να διερευνηθεί.

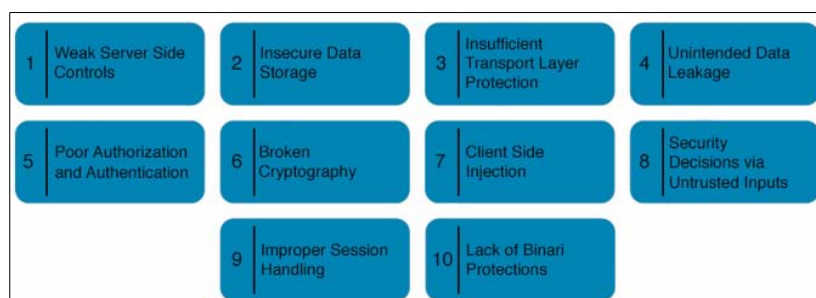
Πίνακας 10: Προστασία σε θέματα ασφάλειας δικτύων στο Cloud
 Πηγή: Analysis of the Security and Privacy Requirements of Cloud-Based Electronic Health Records Systems

Η δημιουργία ΗΦΥ στο Cloud δίνει τη λύση και το προσανατολισμό για τη ψηφιοποίηση των ιατρικών δεδομένων. Τα πλεονεκτήματα όπως η δυνατότητα κλιμάκωσης, το οικονομικό μοντέλο Pay Per Use και η συμμετοχή του ασθενούς μπορούν να συνδράμουν στην αλλαγή του μοντέλου για τη διαχείριση του ΗΦΥ. Αρκετές είναι και οι απαιτήσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν έρθει η ώρα για τη μετεγκατάσταση των ευαίσθητων ιατρικών δεδομένων στο Cloud. Από αυτές τις απαιτήσεις, η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα των δεδομένων είναι οι σημαντικότερες. Κατά την αποθήκευση των ευαίσθητων δεδομένων στον ΗΦΥ, οι πάροχοι υπηρεσιών Cloud και οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας πρέπει να διασφαλίζουν την ιδιωτικότητα και την εμπιστευτικότητα των δεδομένων που φιλοξενούνται σε αυτό. [25,27,28,29]

4.3 Ασφάλεια mHealth

Όντας η τρίτη ταχύτερα αναπτυσσόμενη κατηγορία εφαρμογών πίσω από τα παιχνίδια και τις εφαρμογές βελτίωσης συστήματος, οι εφαρμογές mHealth αλλάζουν το μοντέλο της υγειονομικής περίθαλψης, καθώς η ιατρική περιλαμβάνει σήμερα τα δεδομένα που συλλέγονται και αναλύονται, οι πληροφορίες που είναι γνωστές ως Big Data. Ωστόσο, η πλειονότητα των εφαρμογών στερούνται τις τεχνικές ασφαλείας κατά τη συγκέντρωση και διαχείριση των πληροφοριών, γεγονός που αποτελεί σοβαρό πρόβλημα. Στις μέρες μας υπάρχουν πολυάριθμοι κατασκευαστές smartphones των οποίων οι συνολικές πωλήσεις μεταξύ του 2015 και τις αρχές του 2016 έφτασαν τα 1,6 δισεκατομμύρια, με τα λειτουργικά Google Android και Apple iOS να ελέγχουν το 97,8% του συνόλου της αγοράς. Η πρόσφατη μελέτη της GSMA⁵³ (Groupe Speciale Mobile Association) προβλέπει ότι μέχρι το 2020 ο αριθμός τους μπορεί να ανέλθει σε 6 δισεκατομμύρια, χάρη στους Κινέζους κατασκευαστές οι οποίοι προσφέρουν οικονομικές συσκευές που μπορούν να διατεθούν και σε αναδυόμενες αγορές χωρών όπως η Ινδία, η Ινδονησία και η Βραζιλία. Οι κινητές συσκευές μπορούν εύκολα να χαθούν, να καταστραφούν ή να κλαπούν. Πρέπει να δοθεί έμφαση στην κρυπτογράφηση των κινητών συσκευών που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση εμπιστευτικών πληροφοριών. Οι φορητοί ΗΦΥ μπορούν να γίνουν πιο ασφαλείς, χρησιμοποιώντας την αποθήκευση πληροφοριών στο Cloud, την προστασία των πληροφοριών με κωδικό πρόσβασης και την κρυπτογράφηση. Η χρήση του συστήματος ελέγχου ταυτότητας δύο βημάτων με tokens ασφαλείας και κωδικό πρόσβασης βοηθά στην εξασφάλιση του απόρρητου του ΗΦΥ.

Τα στοιχεία ασφαλείας που θα πρέπει να εφαρμόζουν οι προγραμματιστές εφαρμογών για την εξασφάλιση της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας των προσωπικών πληροφοριών του χρήστη, σύμφωνα με τις ισχύουσες οδηγίες ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής είναι το ISO/IEC 27001:2013⁵⁴ σχετικά με την ασφάλεια πληροφοριών που καταρτίζονται από κορυφαίους ειδικούς στον τομέα παρέχοντας μια μεθοδολογία για την εφαρμογή και τη διαχείριση των πληροφοριών. Σύμφωνα με το OWASP Mobile Security Project⁵⁵ και το άρθρο Privacy and Security in Mobile Health Apps: A Review and Recommendations [38] παραθέτονται παρακάτω τα δέκα τρωτά σημεία που επηρεάζουν την ασφάλεια των εφαρμογών για κινητά συνοπτικά στην επόμενη εικόνα και αναλυτικά στον επόμενο πίνακα.



Εικόνα 29: Δέκα τρωτά σημεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την ανάπτυξη εφαρμογών υγείας
Πηγή: Security Recommendations for mHealth Apps: Elaboration of a Developer’s Guide

53 Groupe Speciale Mobile Association, GSMA, <http://www.gsma.com/>

54 ISO/IEC 27001:2013, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:27001:ed-2:v1:en>

55 OWASP Mobile Security Project, https://www.owasp.org/index.php/OWASP_Mobile_Security_Project

Ευπάθεια	Περιγραφή
Αδύναμοι έλεγχοι από τη μεριά του διακομιστή	Αντιστοιχεί σε κακόβουλα injections κώδικα στο διακομιστή για την εκμετάλλευση της εφαρμογής. Τα SQL και LDAP injections, εμφανίζονται όταν αποστέλλεται αναξιόπιστη εισαγωγή σε έναν διερμηνέα ως μέρος μιας εντολής ή ενός ερωτήματος. Τα ερωτήματα αυτά μπορούν να εξαπατήσουν τον διερμηνέα να εκτελέσει ακούσιες εντολές και να αποκτήσει πρόσβαση ο επιτιθέμενος σε μη εξουσιοδοτημένα δεδομένα.
Μη ασφαλής αποθήκευση δεδομένων	Αποτελεί κυρίως απώλεια ή κλοπή των κινητών συσκευών, αν και υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης σε αυτές τις συσκευές χωρίς τη φυσική κατοχή της συσκευής μέσω εκμετάλλευσης πρόσβασης ως διαχειριστής που παρακάμπτει τυχόν κωδικοποιημένες πληροφορίες.
Ανεπαρκής προστασία επιπέδου μεταφοράς	Κατά το σχεδιασμό μιας εφαρμογής, τα δεδομένα ανταλλάσσονται συνήθως μεταξύ του χρήστη και του διακομιστή. Οι εφαρμογές για κινητά συχνά δεν προστατεύουν τη κίνηση των δεδομένων στο δίκτυο. Μπορεί να χρησιμοποιείται SSL / TLS κατά τη διάρκεια του ελέγχου ταυτότητας, αλλά αν η κωδικοποίηση είναι αδύναμη, υπάρχουν διάφορες τεχνικές για την παρεμπόδιση των ευαίσθητων δεδομένων ενώ ανταλλάσσονται μεταξύ πελάτη και διακομιστή.
Ακούσια διαρροή δεδομένων	Οι κινητές εφαρμογές πρέπει να αλληλεπιδρούν με τα λειτουργικά συστήματα, τις ψηφιακές υποδομές, το νέο υλικό κ.λπ. Επομένως, είναι πιθανό να χαθούν δεδομένα εάν δεν πραγματοποιηθεί αξιολόγηση ώστε να κατανοηθεί ο τρόπος αλληλεπίδρασης των εφαρμογών με όλα τα στοιχεία της συσκευής.
Ανεπαρκής εξουσιοδότηση και έλεγχος ταυτότητας	Υπάρχουν πρότυπα ελέγχου ταυτότητας τα οποία θεωρούνται μη ασφαλή και πρέπει να αποφεύγονται. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές εφαρμογές ιστού, οι εφαρμογές για κινητά δεν αναμένουν ότι ο χρήστης θα είναι συνδεδεμένος ανά πάσα στιγμή για να πιστοποιήσει την ταυτότητά του μέσω ενός διακομιστή, αλλά το κάνει εκτός λειτουργίας και ενδέχεται να υποστεί επιθέσεις παρακάμπτοντας τον έλεγχο ταυτότητας της εφαρμογής. Οι λειτουργίες της εφαρμογής που σχετίζονται με την επαλήθευση ταυτότητας και τη διαχείριση συνεδριών συχνά εφαρμόζονται εσφαλμένα, επιτρέποντας στους επιτιθέμενους του κυβερνοχώρου να θέτουν σε κίνδυνο τους κωδικούς πρόσβασης, τα κλειδιά ή τα αναγνωριστικά εισόδου ή να εκμεταλλεύονται άλλες αδυναμίες των εφαρμογών για να προσποιηθούν την ταυτότητα άλλων χρηστών.
Απαρχαιωμένες μέθοδοι κρυπτογράφησης	Σε ορισμένες περιπτώσεις οι μέθοδοι κρυπτογράφησης δεδομένων που χρησιμοποιούνται είναι απαρχαιωμένες πρακτικές. Η δημιουργία και η εφαρμογή αυτοσχεδίων αλγορίθμων κρυπτογράφησης και η χρήση παρωχημένων αλγορίθμων αποτελούν παραδείγματα κακής πρακτικής. Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι με τους οποίους τα σφάλματα κωδικοποίησης εκδηλώνονται στις κινητές εφαρμογές. Πρώτον, η εφαρμογή για κινητά μπορεί να χρησιμοποιήσει μια λανθασμένη διαδικασία κρυπτογράφησης / αποκρυπτογράφησης στο παρασκήνιο του λειτουργικού συστήματος, η οποία μπορεί να γίνει

	εκμεταλλεύσιμη από τους κυβερνοεγκληματίες για να αποκρυπτογραφήσουν τα δεδομένα. Δεύτερον, η εφαρμογή για κινητά μπορεί να εφαρμόσει ή να χρησιμοποιήσει έναν αλγόριθμο κρυπτογράφησης / αποκρυπτογράφησης ο οποίος είναι αδύναμος από τη φύση του. Πολλοί αλγόριθμοι δεν χρησιμοποιούνται γιατί έχει αποδειχθεί ότι έχουν σημαντικές αδυναμίες ή ότι είναι ανεπαρκείς για τις ανάγκες της σύγχρονης ασφάλειας. Μερικοί αλγόριθμοι είναι RC2, MD4, MD5 και SHA1.
Injection από τη μεριά του χρήστη	Εφόσον υπάρχει η πιθανότητα οι χρήστες ή η ίδια η εφαρμογή να μπορεί να στείλει μη αξιόπιστα δεδομένα στο σύστημα, ένας αντίπαλος μπορεί να εκμεταλλευτεί ευπάθειες όπως το SQL Injection σε κινητές εφαρμογές, προκαλώντας τον πιθανό κίνδυνο κλοπής ευαίσθητων δεδομένων.
Αποφάσεις ασφαλείας μέσω μη αξιόπιστων πηγών	Για να κατανοήσουμε καλύτερα την περίπτωση αυτή, πρέπει να κατανοήσουμε καλύτερα την ιδέα της επικοινωνίας μεταξύ των διεργασιών (IPC, Inter Process Communication). Οι διεργασίες μεταξύ των εφαρμογών και του λειτουργικού συστήματος μοιράζονται χώρο μνήμης για να επιτρέπουν την αμοιβαία επικοινωνία και το συγχρονισμό. Για να μειωθεί ο κίνδυνος επίθεσης, η εφαρμογή για κινητά θα πρέπει να επιτρέπει μόνο την επικοινωνία με άλλες αξιόπιστες εφαρμογές.
Μη κατάλληλος χειρισμός συνεδρίας	Ο ακατάλληλος χειρισμός της περιόδου σύνδεσης πραγματοποιείται όταν το token της συνεδρίας μοιράζεται ακούσια με τον κυβερνοεγκληματία κατά τη διάρκεια μιας μεταγενέστερης συναλλαγής μεταξύ της εφαρμογής στο κινητό και του διακομιστή. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο είναι τόσο σημαντικό να χειρίζεται σωστά η συνεδρία μόλις ανοίξει. Αν δεν ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα, τα μη εξουσιοδοτημένα άτομα θα μπορούν να έχουν πρόσβαση μέσω HTTP/S στα δεδομένα της εφαρμογής και θα παρακολουθούν τις πληροφορίες άλλων χρηστών.
Έλλειψη προστασίας σε δυαδικό επίπεδο	Η έλλειψη προστασίας σε δυαδικό επίπεδο επιτρέπει μια επίθεση αντίστροφης μηχανικής (Reverse Engineering). Εάν ένας προγραμματιστής δεν είναι ο δημιουργός του κώδικα προγράμματος σε δυαδικό επίπεδο και ο κώδικας δεν προστατεύεται, ένας αντίπαλος μπορεί εύκολα να εντοπίσει ατέλειες, να τον αντιγράψει, πραγματοποιώντας μικρές αλλαγές ώστε να αναδημοσιεύσει μια νέα εφαρμογή για κινητά όπως η πρωτότυπη.

Πίνακας 11: Δέκα ευπάθειες στις εφαρμογές υγείας για κινητά
Πηγή: Security Recommendations for mHealth Apps: Elaboration of a Developer's Guide

Συνιστάται η διενέργεια περιοδικών ελέγχων, κατά προτίμηση εκτελούμενων από εξωτερικές εταιρείες, της ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής που εφαρμόζουν οι σχεδιαστές. Με αυτό τον τρόπο, οι σχεδιαστές μπορούν να πιστοποιήσουν ότι οι πολιτικές τους πληρούν τις νομικές απαιτήσεις στην προστασία της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας. Στον επόμενο πίνακα περιγράφονται οι απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιήσουν οι σχεδιαστές εφαρμογών, προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα της ePHI των χρηστών. Ο πίνακας χωρίζεται στις ελάχιστες απαιτήσεις, εκείνες που οι σχεδιαστές πρέπει πάντα να ικανοποιούν και στις προτεινόμενες απαιτήσεις, εκείνες που πρέπει να πληρούνται προκειμένου να βελτιωθεί η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα.

Ιδιότητα	Ελάχιστες απαιτήσεις	Προτεινόμενες απαιτήσεις
Έλεγχος πρόσβασης	Ο έλεγχος πρόσβασης στην ePHI πρέπει να είναι με επίκεντρο τον ασθενή. Οι χρήστες πρέπει να είναι σε θέση να επιτρέπουν ή να απαγορεύουν την πρόσβαση στις πληροφορίες τους ανά πάσα στιγμή.	Είναι προτιμότερο να δημιουργηθεί πρόσβαση βασισμένη σε επίπεδα, δίνοντας ορισμένες δυνατότητες ανάγνωσης σε ορισμένους χρήστες και προσθέτοντας περιορισμούς σε άλλους.
Αυθεντικοποίηση	Ο έλεγχος ταυτότητας πρέπει να γίνει με ένα μοναδικό αναγνωριστικό και ένα κωδικό πρόσβασης που είναι γνωστός μόνο από τον χρήστη. Αυτό το αναγνωριστικό μπορεί να συνδεθεί με μια υποδομή δημόσιου κλειδιού (PKI), με προτιμότερο το σύστημα Rivest, Shamir και Adleman (RSA) και / ή ένα συμμετρικό κλειδί που χρησιμεύει για την κρυπτογράφηση.	Ο χρησιμοποιούμενος κωδικός πρόσβασης πρέπει να είναι σύνθετος, με τουλάχιστον επτά χαρακτήρες σε συνδυασμό γραμμάτων και αριθμών, συμπεριλαμβανομένου ενός γράμματος με κεφαλαία και ενός ειδικού χαρακτήρα. Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται ο έλεγχος ταυτότητας πολλών παραγόντων όταν είναι δυνατόν χρησιμοποιώντας ένα έξυπνο κλειδί που διαθέτει ο χρήστης ή ένα φυσικό χαρακτηριστικό όπως το δακτυλικό του αποτύπωμα.
Ασφάλεια και εμπιστευτικότητα	Ενδείκνυται η χρήση του αλγόριθμου AES για την κρυπτογράφηση της ePHI. Το χρησιμοποιούμενο κρυπτογραφικό κλειδί πρέπει να είναι τουλάχιστον 128-bit. Αυτός ο αλγόριθμος προσφέρει καλύτερους χρόνους κρυπτογράφησης από άλλες τεχνικές.	Για τη βελτίωση της ασφάλειας είναι καλύτερη πρακτική, η χρήση ενός κλειδιού 192-bit ή 256-bit.

Ακεραιότητα	Είναι υποχρεωτική η χρήση ενός συμμετρικού αλγόριθμου επαλήθευσης με βάση το κλειδί, όπως για παράδειγμα ο AES.	Προτιμάται η ψηφιακή υπογραφή με δημόσιο κλειδί. Σε καμία περίπτωση οι μέθοδοι υδατογράφησης δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται με ιατρικές εικόνες, καθώς μπορεί να κάνουν χειρότερη την ποιότητά τους, ακόμη και να προκαλέσουν λανθασμένες διαγνώσεις.
Ενημέρωση ασθενών	Πριν από τη συλλογή και τη χρήση της ePHI, η εφαρμογή θα πρέπει να παρουσιάσει μια πολιτική απορρήτου που θα ενημερώνει τους ασθενείς σχετικά με το σκοπό που θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα, τις μεθόδους προστασίας της ιδιωτικής ζωής, τα δικαιώματα που έχουν και ένα τρόπο επικοινωνίας. Εάν οι χρήστες αποδέχονται αυτή την πολιτική, δίνουν τη συγκατάθεσή τους στη συλλογή δεδομένων. Πρέπει να περιλαμβάνει τμήμα για ανηλίκους, που να απαιτεί τη συγκατάθεση από το κηδεμόνα τους.	Η πολιτική ασφαλείας θα πρέπει να είναι κατανοητή, σύντομη και σαφής, καθώς οι χρήστες δεν προτιμούν την ανάγνωση μεγάλων νομικών εγγράφων σε μια εφαρμογή. Συνιστάται η πολιτική να είναι διαθέσιμη για τον χρήστη ανά πάσα στιγμή στην εφαρμογή.
Μεταφορά δεδομένων	Είναι καλή πρακτική, η χρήση TLS 128-bit καθώς και η χρήση VPN (Virtual Private Network).	Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί κρυπτογράφηση TLS 256-bit όπως και η ύπαρξη ενός εικονιδίου στην εφαρμογή που ειδοποιεί τη μεταφορά δεδομένων.
Διατήρηση δεδομένων	Η πολιτική διατήρησης δεδομένων πρέπει να περιλαμβάνεται στην πολιτική απορρήτου για την ενημέρωση των ασθενών. Τα δεδομένα πρέπει να διατηρούνται για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.	Το σύστημα θα πρέπει να παρέχει έναν μηχανισμό για να επιτρέπει στον χρήστη να ελέγχει ότι τα δεδομένα που έχουν διαγραφεί.
Ειδοποίηση παραβίασης	Σε περίπτωση παραβίασης της ePHI, η αρμόδια αρχή καθώς και ο χρήστης πρέπει να ενημερώνονται το συντομότερο δυνατόν σε 1-3 ημέρες. Ο χρήστης θα πρέπει να βοηθηθεί προκειμένου να ελέγξει τα προβλήματα που μπορεί να έχει προκαλέσει η παραβίαση στα δεδομένα.	Είναι σημαντικό να αποζημιώνεται ο χρήστης ώστε να αποκαταστήσει τις πιθανές ζημιές. Σε περιπτώσεις παραβιάσεων που πλήττουν σημαντικό αριθμό χρηστών, τα MME πρέπει να ενημερώνονται με σκοπό να ενημερώσουν σχετικά με το πρόβλημα.

Πίνακας 12: Προτάσεις ασφάλειας και προστασίας προσωπικών δεδομένων για εφαρμογές mHealth
Πηγή: Privacy and Security in Mobile Health Apps: A Review and Recommendations

Εάν μπορούσαμε να χωρίσουμε σε κατηγορίες επιπέδων τα μέτρα ασφαλείας που ακολουθούνται τότε αυτά θα ήταν τα χαμηλού, τα μεσαίου και τα υψηλού επιπέδου μέτρα ασφαλείας. Έτσι στους επόμενους πίνακες παρουσιάζεται τι πρέπει να αποφεύγεται και τι είναι επιθυμητό να εφαρμόζεται στις εφαρμογές των κινητών συσκευών, στο κανάλι επικοινωνίας και τέλος στο διακομιστή ο οποίος στις περισσότερες περιπτώσεις αλληλεπιδρά με τις κινητές συσκευές ανταλλάσσοντας δεδομένα που πολλές φορές αυτά χαρακτηρίζονται και ως ευαίσθητα.

Χαμηλό επίπεδο ασφάλειας
Εφαρμογή
Έλεγχος της πρόσβασης στις πληροφορίες όπως στις επαφές, τη κάμερα, τον εντοπισμό τοποθεσίας μέσω των δικαιωμάτων.
Ενδείκνυται η χρήση του τείχους προστασίας, τόσο για το iOS όσο και για το Android.
Η εφαρμογή δεν θα πρέπει να αποθηκεύει τα Cookies.
Πρέπει να επιτρέπεται η απενεργοποίηση της λειτουργίας της εφαρμογής στο παρασκήνιο.
Τεχνικές Reverse Engineering θα πρέπει να αποφεύγονται, αποκρύπτοντας τον κώδικα της εφαρμογής.
Θα πρέπει να εφαρμόζονται μέτρα σε περίπτωση παραβίασης της ακεραιότητας του κώδικα για να εμποδίζεται η τροποποίησή του.
Ο προγραμματισμός της εφαρμογής πρέπει να περιέχει βιβλιοθήκες μόνο από αξιόπιστες πηγές.
Η διάθεση των εφαρμογών πρέπει να γίνεται μόνο σε ασφαλή αποθετήρια όπως το App Store, και το Google Play.
Επιθυμητή είναι η επαλήθευση όλων των πληροφοριών εισόδου και εξόδου στην εφαρμογή, αποφεύγοντας περιπτώσεις όπως διαρροές κώδικα QR.
Για την αποφυγή υπερχείλισης της μνήμης buffer θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ασφαλείς λειτουργίες.
Οι εφαρμογές θα πρέπει να δοκιμάζονται στο ελάχιστο επίπεδο δικαιωμάτων.
Ενδείκνυται οι τακτικές ενημερώσεις ασφαλείας μέσω patches.
Για την αναφορά προβλημάτων σχετικά με την εφαρμογή θα πρέπει να υπάρχει ένα e-mail επικοινωνίας.
Η αλληλεπίδραση των αναλυτών με τους προγραμματιστές κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της εφαρμογής προτείνεται.
Κανάλι επικοινωνίας
Είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός ασφαλούς καναλιού επικοινωνίας όπως η κρυπτογράφηση μέσω SSL/TLS 128-bit.
Διακομιστής
Ο διακομιστής θα πρέπει να ελέγχεται καθημερινά και να εγκαθίστανται τυχόν ενημερώσεις.

Πίνακας 13: Μέτρα ασφαλείας σχετικά με το χαμηλό επίπεδο ασφάλειας
 Πηγή: Security Recommendations for mHealth Apps: Elaboration of a Developer's Guide

Μεσαίο επίπεδο ασφάλειας

Εφαρμογή

Έλεγχος της πρόσβασης στις πληροφορίες όπως στις επαφές, τη κάμερα, τον εντοπισμό τοποθεσίας μέσω των δικαιωμάτων.

Ενδείκνυται η χρήση του τείχους προστασίας, τόσο για το iOS όσο και για το Android.

Η εφαρμογή δεν θα πρέπει να αποθηκεύει τα Cookies.

Πρέπει να επιτρέπεται η απενεργοποίηση της λειτουργίας της εφαρμογής στο παρασκήνιο.

Είναι καλή πρακτική η χρήση κωδικών πρόσβασης, PIN ή δακτυλικών αποτυπωμάτων για την επαλήθευση της ταυτότητας χρήστη.

Απαγορεύεται να στέλνονται δεδομένα σε τρίτες εφαρμογές ή χρήστες. Εάν αποτύχουμε σε αυτό θα πρέπει να ενημερώνονται οι χρήστες.

Πρέπει να υπάρχει χρονικό όριο περιόδου σύνδεσης μετά από 30 λεπτά το μέγιστο σε περίπτωση σύνδεσης στο διακομιστή.

Τεχνικές Reverse Engineering θα πρέπει να αποφεύγονται, αποκρύπτοντας τον κώδικα της εφαρμογής.

Θα πρέπει να εφαρμόζονται μέτρα σε περίπτωση παραβίασης της ακεραιότητας του κώδικα για να εμποδίζεται η τροποποίησή του.

Κρυπτογράφηση του κώδικα. Οι εφαρμογές πρέπει να κωδικοποιούνται και να υπογράφονται από αξιόπιστες πηγές.

Ενδείκνυται οι τακτικές ενημερώσεις ασφαλείας μέσω patches.

Αποφύγετε να εμφανίζονται τα διαπιστευτήρια στην κρυφή μνήμη ή στον κώδικα.

Παραβιάσεις, όπως SQL Injection, Cross-Site Scripting Attacks, Cross-Application Scripting Attacks, θα πρέπει να προλαμβάνονται.

Η αλληλεπίδραση των αναλυτών με τους προγραμματιστές κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της εφαρμογής προτείνεται.

Επιθυμητές χαρακτηρίζονται και οι πολιτικές απορρήτου που είναι εύκολο για τον χρήστη να τις διαβάσει και να τις κατανοήσει.

Η νομική κάλυψη θα πρέπει θεωρείται δεδομένη στις περιπτώσεις χρήσης που αφορούν ανήλικα άτομα.

Η πολιτική ασφαλείας θα πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμη από ένα αρχείο της εφαρμογής.

Τα αποθηκευμένα δεδομένα θα πρέπει να είναι προσωρινά και να διαγράφονται μετά την ολοκλήρωση του σκοπού της εφαρμογής.

Ο προγραμματισμός της εφαρμογής πρέπει να περιέχει βιβλιοθήκες μόνο από αξιόπιστες πηγές.

Η διάθεση των εφαρμογών πρέπει να γίνεται μόνο σε ασφαλή αποθετήρια όπως το App Store, και το Google Play.

Επιθυμητή είναι η επαλήθευση όλων των πληροφοριών εισόδου και εξόδου στην εφαρμογή, αποφεύγοντας περιπτώσεις όπως διαρροές κώδικα QR.

Για την αποφυγή υπερχείλισης της μνήμης buffer θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ασφαλείς λειτουργίες.

Έπειτα από 10 αποτυχημένες προσπάθειες εισαγωγής στο σύστημα τα δεδομένα θα πρέπει να διαγράφονται.
Για εφαρμογές που περιέχουν ευαίσθητα δεδομένα, θα πρέπει να εφαρμόζονται τεχνικές αντιμετώπισης σφαλμάτων.
Θα πρέπει να αποφεύγονται τα στιγμιότυπα οθόνης των εφαρμογών σε iOS, επειδή αποθηκεύονται στην κρυφή μνήμη.
Για την αναφορά προβλημάτων σχετικά με την εφαρμογή θα πρέπει να υπάρχει ένα e-mail επικοινωνίας.
Η ύπαρξη του εικονιδίου εντοπισμού που συμβουλεύει το χρήστη σχετικά με τη χρήση του GPS κρίνεται υποχρεωτική.
Κανάλι επικοινωνίας
Είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός ασφαλούς καναλιού επικοινωνίας όπως η κρυπτογράφηση μέσω SSL/TLS 128-bit.
Η χρήση ισχυρών, πιστοποιημένων και αξιόπιστων αλγορίθμων αποτελεί ενδεδειγμένη πρακτική.
Διακομιστής
Ο διακομιστής θα πρέπει να ελέγχεται καθημερινά και να εγκαθίστανται τυχόν ενημερώσεις.
Οι πληροφορίες είναι καλό να αποθηκεύονται κατά προτίμηση στον διακομιστή και όχι στην εφαρμογή.
Επιβάλλεται η καταστροφή της περιόδου λειτουργίας που ξεκίνησε ο χρήστης από την πλευρά του διακομιστή και η μη αποδοχή των cookies.
Επιθέσεις DoS από τη μεριά του διακομιστή πρέπει να αποφεύγονται.

Πίνακας 14: Μέτρα ασφαλείας σχετικά με το μεσαίο επίπεδο ασφάλειας
Πηγή: Security Recommendations for mHealth Apps: Elaboration of a Developer's Guide

Υψηλό επίπεδο ασφάλειας

Εφαρμογή

Έλεγχος της πρόσβασης στις πληροφορίες όπως στις επαφές, τη κάμερα, τον εντοπισμό τοποθεσίας μέσω των δικαιωμάτων.

Ενδείκνυται η χρήση του τείχους προστασίας, τόσο για το iOS όσο και για το Android.

Η εφαρμογή δεν θα πρέπει να αποθηκεύει τα Cookies.

Είναι καλή πρακτική η χρήση κωδικών πρόσβασης με τουλάχιστον 7 χαρακτήρες και PIN.

Πρέπει να επιτρέπεται η απενεργοποίηση της λειτουργίας της εφαρμογής στο παρασκήνιο.

Απαγορεύεται να στέλνονται δεδομένα σε τρίτες εφαρμογές ή χρήστες. Εάν αποτύχουμε σε αυτό θα πρέπει να ενημερώνονται οι χρήστες.

Η επαλήθευση της ταυτότητας του χρήστη μέσω ενός συστήματος ελέγχου ταυτότητας ή βιομετρικού συστήματος κρίνεται απαραίτητη.

Ο έλεγχος εισόδου του χρήστη πρέπει να γίνεται μέσω HTTPS.

Η συνεδρία θα πρέπει να τερματίζεται μετά από 15 λεπτά.

Θα πρέπει να εφαρμόζονται μέτρα σε περίπτωση παραβίασης της ακεραιότητας του κώδικα για να εμποδίζεται η τροποποίησή του.

Κρυπτογράφηση του κώδικα. Οι εφαρμογές πρέπει να κωδικοποιούνται και να υπογράφονται από αξιόπιστες πηγές.

Απαγορεύεται η αποθήκευση του κωδικού εντός του κώδικα της εφαρμογής.

Πρέπει να αποφεύγετε να εμφανίζονται τα διαπιστευτήρια σύνδεσης στην κρυφή μνήμη ή στον κώδικα.

Θα πρέπει να χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος AES 256-bit για την προστασία της ePHI.

Παραβιάσεις, όπως SQL Injection, Cross-Site Scripting Attacks, Cross-Application Scripting Attacks, θα πρέπει να προλαμβάνονται.

Είναι καλή πρακτική, η χρήση τη δημόσιας ψηφιακής υπογραφής βάσει των κωδικών πρόσβασης.

Επιθυμητές χαρακτηρίζονται και οι πολιτικές απορρήτου που είναι εύκολο για τον χρήστη να τις διαβάσει και να τις κατανοήσει.

Η νομική κάλυψη θα πρέπει θεωρείται δεδομένη στις περιπτώσεις χρήσης που αφορούν ανήλικα άτομα.

Η πολιτική ασφαλείας θα πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμη από ένα αρχείο της εφαρμογής.

Θα πρέπει να επιτρέπεται ο απομακρυσμένος καθαρισμός ή η απενεργοποίηση της εφαρμογής και των περιεχομένων της.

Είναι υποχρεωτική, μια σαφής πολιτική διατήρησης δεδομένων σε ένα εύκολα προσβάσιμο αρχείο της εφαρμογής.

Τα αποθηκευμένα δεδομένα θα πρέπει να είναι προσωρινά και να διαγράφονται μετά την ολοκλήρωση του σκοπού της εφαρμογής.

Ο προγραμματισμός της εφαρμογής πρέπει να περιέχει βιβλιοθήκες μόνο από αξιόπιστες πηγές.

Η διάθεση των εφαρμογών πρέπει να γίνεται μόνο σε ασφαλή αποθετήρια όπως το App Store, και το Google Play.

Ενδείκνυνται οι τακτικές ενημερώσεις ασφαλείας μέσω patches.
Όταν υπάρχουν παραβιάσεις πληροφοριών, θα πρέπει να κοινοποιείται στους χρήστες και στα ΜΜΕ.
Επιθυμητή είναι η επαλήθευση όλων των πληροφοριών εισόδου και εξόδου στην εφαρμογή, αποφεύγοντας περιπτώσεις όπως διαρροές κώδικα QR.
Για την αποφυγή υπερχείλισης της μνήμης buffer θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ασφαλείς λειτουργίες.
Οι εφαρμογές θα πρέπει να δοκιμάζονται στο ελάχιστο επίπεδο δικαιωμάτων.
Έπειτα από 10 αποτυχημένες προσπάθειες εισαγωγής στο σύστημα τα δεδομένα θα πρέπει να διαγράφονται.
Η χρήση CAPTCHA για τη βελτίωση της εφαρμογής σχετικά με τη λειτουργικότητα και την ασφάλεια προτείνεται.
Για εφαρμογές που περιέχουν ευαίσθητα δεδομένα, θα πρέπει να εφαρμόζονται τεχνικές αντιμετώπισης σφαλμάτων.
Θα πρέπει να αποφεύγονται τα στιγμιότυπα οθόνης των εφαρμογών σε iOS, επειδή αποθηκεύονται στην κρυφή μνήμη.
Το ψηφιακό πιστοποιητικό της εφαρμογής δεν πρέπει να δημοσιεύεται.
Για την αναφορά προβλημάτων σχετικά με την εφαρμογή θα πρέπει να υπάρχει ένα e-mail επικοινωνίας.
Η ύπαρξη του εικονιδίου εντοπισμού που συμβουλεύει το χρήστη σχετικά με τη χρήση του GPS κρίνεται υποχρεωτική.
Θα πρέπει να υπάρχει εικονίδιο στην εφαρμογή που ενημερώνει για τη μεταφορά δεδομένων.
Κανάλι επικοινωνίας
Είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός ασφαλούς καναλιού επικοινωνίας όπως η κρυπτογράφηση μέσω SSL/TLS 128-bit.
Είναι προτεινόμενη η χρήση VPN ή η διαδικασία εσόδου των χρηστών να γίνεται μέσω του HTTPS.
Πρέπει να υπάρχουν μηχανισμοί ελέγχου της επικοινωνίας για την αναζήτηση πιθανών διαρροών των πληροφοριών.
Η ακύρωση της περιόδου λειτουργίας πρέπει να γίνεται στον εξυπηρετητή.
Η χρήση ισχυρών, πιστοποιημένων και αξιόπιστων αλγορίθμων αποτελεί ενδεδειγμένη πρακτική.
Διακομιστής
Ο διακομιστής θα πρέπει να ελέγχεται καθημερινά και να εγκαθίστανται τυχόν ενημερώσεις.
Τα δεδομένα θα πρέπει να διαγράφονται από το διακομιστή μόλις ολοκληρωθούν οι στόχοι της εφαρμογής και να κοινοποιείται.
Οι πληροφορίες πρέπει να αποθηκεύονται κατά προτίμηση στον διακομιστή.
Επιβάλλεται η καταστροφή της περιόδου λειτουργίας που ξεκίνησε ο χρήστης από την πλευρά του διακομιστή και η μη αποδοχή των cookies.
Οι παραβιάσεις από τη μεριά του διακομιστή πρέπει να αποφεύγονται.
Πρέπει να επαληθεύεται η ταυτότητα του χρήστη πριν εκτελεστεί η υπηρεσία που προσφέρετε

από την εφαρμογή.
Πρέπει να βεβαιώνεται ότι ο διακομιστής απορρίπτει όλα τα αιτήματα χωρίς κρυπτογράφηση. Θα πρέπει να υπάρχει η υπηρεσία που δείχνει από ποια IP έγινε αίτηση για δεδομένα από τον εκάστοτε χρήστη.
Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε επιθέσεις DoS από τη μεριά του διακομιστή να αποφεύγονται.

Πίνακας 15: Μέτρα ασφαλείας σχετικά με το υψηλό επίπεδο ασφάλειας
 Πηγή: Security Recommendations for mHealth Apps: Elaboration of a Developer's Guide

Στις μέρες μας, όπου η βιομηχανία ανάπτυξης κινητών εφαρμογών επεκτείνεται συνεχώς και δημιουργούνται καθημερινά νέες εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης, είναι σημαντικό να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη συλλογή και επεξεργασία των προσωπικών πληροφοριών υγείας. Ωστόσο, οι κατάλληλες μέθοδοι για να γίνει αυτό δεν λαμβάνονται συνήθως υπόψη από τους προγραμματιστές και τους σχεδιαστές των εφαρμογών αυτών με αποτέλεσμα να διατίθενται μη ασφαλείς εφαρμογές στους χρήστες, οι οποίοι ενδιαφέρονται κυρίως για το ουσιαστικό σκέλος που προσφέρει η κάθε εφαρμογή, κι όχι τόσο για το κομμάτι της ασφάλειας των πληροφοριών. Οι προγραμματιστές θα πρέπει να βρουν τη βέλτιστη ισορροπία μεταξύ της ασφάλειας των δεδομένων και της ιδιωτικής ζωής καθώς οι εφαρμογές mHealth επεκτείνονται και η ePHI εισέρχεται σε νέες πτυχές. [30,31,32]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Εφαρμογές που αναπτύχθηκαν

5.1 Εισαγωγή

Στο πέμπτο κεφάλαιο θα επικεντρωθούμε στις εφαρμογές που αναπτύχθηκαν, στις προδιαγραφές τους, στην σχεδίασή τους αλλά και στην ανάλυση των πληροφοριών που προσφέρουν από τα δεδομένα που αποθηκεύονται. Πιο συγκεκριμένα, έχει αναπτυχθεί διαδικτυακή εφαρμογή και εφαρμογή για Android smartphone με τη χρήση του Android Webview. Σε ότι αφορά τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη διαδικτυακή εφαρμογή, υπήρξε προσανατολισμός προς την επιλογή εργαλείων ανοιχτού λογισμικού για την απρόσκοπτη και συνεχή βελτίωσή τους από μεγάλες κοινότητες προγραμματιστών. Για το λόγο αυτό, έγινε χρήση του ανοιχτού λογισμικού Bootstrap 3.3.7⁵⁶ το οποίο μας προσφέρει όλα τα απαραίτητα εργαλεία για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη ιστοσελίδων και γενικά διαδικτυακών εφαρμογών που είναι προσβάσιμες από τους διάφορους Web browsers όπως και του Fullcalendar⁷² για την ημερολογιακή αναπαράσταση των επισκέψεων και των Datatables⁷³ για την φιλική εμφάνιση των δεδομένων. Συνεχίζοντας, για την αποθήκευση των ιατρικών δεδομένων επιλέχθηκε η βάση δεδομένων MySQL 5.7.16⁵⁷ και το διαχειριστικό της, το PhpMyAdmin 4.6.5.2⁵⁸.

56 Bootstrap 3.3.7, <https://getbootstrap.com/docs/3.3/getting-started/>

57 MySQL 5.7.16, <https://dev.mysql.com/downloads/mysql/>

58 PhpMyAdmin 4.6.5.2, <https://www.phpmyadmin.net/files/4.6.5.2/>

72 Fullcalendar, <https://fullcalendar.io/>

73 Datatables, <https://datatables.net/>

Για να υπάρξει αλληλεπίδραση μεταξύ των χρηστών και της βάσης δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το PHP Framework Codeigniter 3.1.2⁵⁹ και για τη γραφική αναπαράσταση των δεδομένων τα Google Charts⁶⁷. Η διαδικτυακή εφαρμογή έχει εγκατασταθεί σε ένα Virtual Private Server – VPS με CPU 3 cores και RAM 1GB με λειτουργικό σύστημα Ubuntu 16.04.1 όπου έχουν εγκατασταθεί ο Apache Web Server 2.4.18⁶⁰, η PHP 7.0.13⁶¹, ο MySQL server, Mail Server με το Roundcube 1.3.1⁶², και το διαχειριστικό του συστήματος είναι το Webmin 1.831⁶³. Τέλος, για τη συγγραφή του κώδικα για τη Web εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον ανάπτυξης που προσφέρει το Netbeans IDE 8.0.2⁶⁴, το Android Studio 2.3.2⁶⁵ για τη δημιουργία του Webview για την Android εφαρμογή και το MySQL Workbench 6.3.9 Community Edition⁶⁶ για τη σχεδίαση της βάσης δεδομένων. Τέλος, όπως είναι προφανές από τα προηγούμενα, προγραμματιστικά χρησιμοποιήθηκαν οι HTML5, PHP7, MYSQL, Javascript, CSS, JQuery .

59 Codeigniter 3.1.2, <https://codeigniter.com/download>

60 Apache Web Server 2.4.18, <http://httpd.apache.org/download.cgi>

61 PHP 7.0.13, http://php.net/releases/7_0_13.php

62 Roundcube 1.3.1, <https://roundcube.net/news/2017/06/26/roundcube-webmail-1.3.0-released>

63 Webmin 1.831, <http://www.webmin.com/download.html>

64 Netbeans IDE 8.0.2, <https://netbeans.org/downloads/8.0.2/>

65 Android Studio 2.3.2, <https://developer.android.com/studio/index.html>

66 MySQL Workbench 6.3.9 Community Edition, <https://dev.mysql.com/downloads/workbench/>

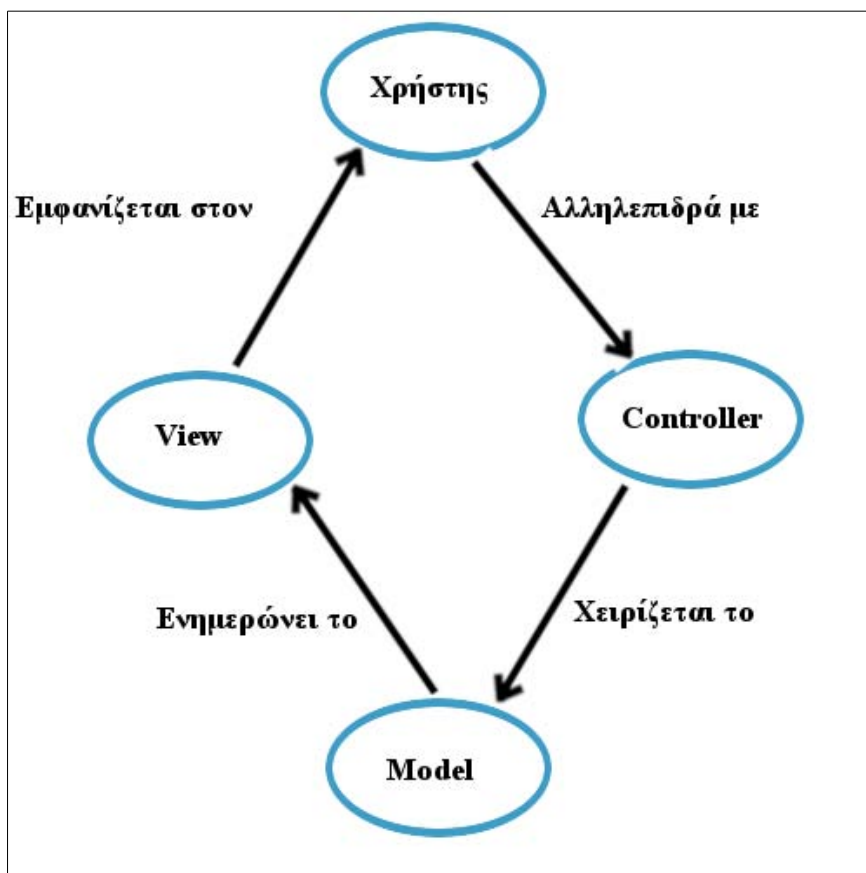
67 Google Charts, <https://developers.google.com/chart/>

5.2 Περιγραφή εφαρμογών και εργαλείων

5.2.1 Codeigniter MVC Framework

Ξεκινώντας θα πρέπει να εξετάσουμε τι περιλαμβάνει η σχεδίαση με το Model – View – Controller, MVC. Το MVC είναι ουσιαστικά μία αρχιτεκτονική σχεδιασμού που διαχωρίζει τις διάφορες πτυχές ενός λογισμικού. Αυτός ο διαχωρισμός διευκολύνει την επαναχρησιμοποίηση του κώδικα μέσα από μια πιο δομημένη αρχιτεκτονική της εφαρμογής. Έτσι έχουμε:

- Το Model στο οποίο βρίσκονται οι κλάσεις που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των δεδομένων και τον χειρισμό μιας κατάστασης που διαδραματίζεται συνήθως στη βάση δεδομένων. Ένα παράδειγμα είναι η κλάση **Primary_model** της εφαρμογής που περιέχει τη μέθοδο **signinUser(\$username,\$password)** όπου εισάγει το χρήστη στο σύστημα.
- Το View, που περιλαμβάνει τη διεπαφή του χρήστη αποδίδοντας τα δεδομένα από / προς το Model. Στη περίπτωση μας η διεπαφή εισόδου **signin.php**.
- Το Controller, που ουσιαστικά πρόκειται για τον “εγκέφαλο” της εφαρμογής όπου χειρίζεται τα events του χρήστη που επηρεάζει τα View και Model. Στην εφαρμογή που έχει αναπτυχθεί είναι η κλάση **Primary** με τη μέθοδο **signin()**.



Εικόνα 30: Σχηματική αναπαράσταση Model – View – Controller σε αλληλεπίδραση με ένα χρήστη.

Το Framework Codeigniter, ακολουθεί την αρχιτεκτονική MVC που περιγράφηκε προηγουμένως. Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική, επιλέχθηκε επειδή, μια εφαρμογή που περιέχει ιατρικά δεδομένα και που αναμφίβολα είτε αυξάνονται είτε μεταβάλλονται αυτό μεταφράζεται σε διαφορετικές ιστοσελίδες στις οποίες πολλά κομμάτια κώδικα μπορεί να επαναλαμβάνονται. Αυτό μπορεί να κατανοηθεί και από το γεγονός πως στην εφαρμογή μας και πιο συγκεκριμένα στο Controller Appointment στις περισσότερες μεθόδους κάνουμε κλήση της μεθόδου **getAppointmentByAppId(\$appid,\$docid)** για να πιστοποιήσουμε πως ο κάθε γιατρός μπορεί να διαχειρίζεται μόνο τα ραντεβού που ανήκουν σε αυτόν με όλη τη λειτουργικότητα που έχει αποδοθεί σε αυτά (εισαγωγή νόσων, φαρμάκων, κλπ.).

Η επιλογή του Codeigniter Framework, συμβάλει στην εξέλιξη του κώδικα όχι αποκλειστικά και μόνο από τους δημιουργούς του. Στη περίπτωση που η εφαρμογή είχε αναπτυχθεί από την αρχή με “καθαρή” χρήση κώδικα PHP θα ήταν δύσκολο να συμβάλουν στην εξέλιξή του νέοι προγραμματιστές με αποτέλεσμα αυτό να προϋποθέτει ένα αρκετά κατανοητό έγγραφο προδιαγραφής απαιτήσεων αλλά και μία πολύ αναλυτική τεκμηρίωση του συνολικού κώδικα. Το Codeigniter, μέσα από τις μεθόδους και την αρχιτεκτονική που ακολουθεί μας διευκολύνει ώστε νέοι προγραμματιστές που προγραμματίζουν Web εφαρμογές με αυτό να συμβάλουν στην εξέλιξη του κώδικα και συνάμα της εφαρμογής.

Οι εφαρμογές που περιλαμβάνουν ιατρικά δεδομένα είναι ιδιαίτερα απαιτητικές, με αποτέλεσμα να στοχεύουμε σε “Light-weight” Frameworks. Το Codeigniter είναι ένα από αυτά. Το γεγονός ότι δεν επιβάλλει καμία σύμβαση, αλλά παρέχει πολλές κοινά απαιτούμενες λειτουργίες μέσω ενός συνόλου ενσωματωμένων βιβλιοθηκών προσφέρει στην εφαρμογή, το ελάχιστο αντίκτυπο αφού δεν απαιτεί αναρίθμητες αλλαγές στο κώδικα για την οικοδόμηση των εφαρμογών.

Ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα του Codeigniter είναι η ευελιξία που προσφέρει στο χειρισμό των SQL ερωτημάτων. Μας προσφέρει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε το Active Record Database Pattern με σκοπό να προσπελάσουμε τα δεδομένα που βρίσκονται στους πίνακες της βάσης δεδομένων μας με το να γράψουμε σύντομο κώδικα όπως για παράδειγμα να πάρουμε όλες τις διαθέσιμες ειδικότητες γιατρών κατά την εγγραφή του γιατρού στο σύστημα όπως μπορεί να φανεί παρακάτω:

```
$query = $this->db->get('mt_doctorcategories');
foreach($query->result() as $row){
    echo $row->vmst_category;
}
```

Η προηγούμενη πρακτική δε μας αποτρέπει από το να χρησιμοποιήσουμε τη συμβατική συγγραφή SQL ερωτημάτων όπως για παράδειγμα στην εφαρμογή μας και συγκεκριμένα στη περίπτωση χρήσης όταν ζητάμε από την εφαρμογή τα στοιχεία των φαρμάκων που βρίσκονται στη βάση δεδομένων μας και αποστέλουμε με τη μορφή πίνακα. Δηλαδή:

```
public function getMedicines(){
    $sql="SELECT mst_mid AS id,vmst_name AS name, vmst_generic AS generic,
vmst_substance AS substance,vmst_category AS category, vmst_prescription AS
prescription, vmst_quantity AS quantity FROM mt_medicines";
    $query = $this->db->query($sql);
    $result = $query->result();
    return $result;
}
```

Αφού η εφαρμογή μας περιέχει πολύ προσωπικά δεδομένα, σημαντική προτεραιότητα πρέπει να είναι η ασφάλειά τους από επιθέσεις κακόβουλων χρηστών. Μπορούμε μέσα από τη κλάση Security να προστατευτούμε από επιθέσεις Cross Site Scripting (XSS)⁶⁸ όπως για παράδειγμα στο κώδικα της εφαρμογής παίρνουμε το id του ραντεβού με μέθοδο GET ως εξής:

```
$appid = $this->security->xss_clean($this->input->get('appid'));
```

και Cross-site request forgery (CSRF)⁶⁹ όπως επίσης να αποτρέψουμε την επίθεση SQL Injection⁷⁰ αποφεύγοντας την εκτέλεση των διαφόρων ερωτημάτων όταν περιέχουν ειδικούς χαρακτήρες ως εξής:

```
public function getAppVitalpointsPatid($appid){  
    $results = array();  
    $this->db->select('mst_fkpatid')->from('mt_appointments')->  
    where('mst_appid',$this->db->escape_str($appid));  
    $results['mst_fkpatid'] = $this->db->get()->row()->mst_fkpatid;  
    return $results['mst_fkpatid'];  
}
```

Το Codeigniter προσφέρει μια πληθώρα βιβλιοθηκών όπως περιγράφονται μέσα από τη τεκμηρίωση⁷¹ του, με τις οποίες μπορούμε να βελτιστοποιήσουμε την απόδοση των Web εφαρμογών μας. Το συγκεκριμένο Framework δεν έχει περίπλοκο τρόπο εγκατάστασης, το μόνο που πρέπει ο προγραμματιστής να κάνει είναι να αποσυμπιέσει τα αρχεία στο φάκελο του Web Server και να ξεκινήσει τη συγγραφή του κώδικα. Επιπροσθέτως, είναι συμβατό με το HTML, CSS, JS Framework Bootstrap για την ανάπτυξη responsive Web εφαρμογών.

Κάθε Framework δεν είναι δυνατόν να έχει μόνο θετικά χαρακτηριστικά. Όπως είναι λογικό θα υπάρχουν και μειονεκτήματα. Μερικά από τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει είναι η μη built-in ύπαρξη ORM σε σχέση με άλλα Frameworks αν και υπάρχουν πρόσθετες βιβλιοθήκες τρίτων. Τέλος, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή όταν γίνεται αναβάθμιση από προηγούμενη έκδοση σε επόμενη. [39,40]

68: Cross Site Scripting (XSS), [https://www.owasp.org/index.php/Cross-site_Scripting_\(XSS\)](https://www.owasp.org/index.php/Cross-site_Scripting_(XSS))

69: Cross-site request forgery (CSRF), [https://www.owasp.org/index.php/Cross-Site_Request_Forgery_\(CSRF\)](https://www.owasp.org/index.php/Cross-Site_Request_Forgery_(CSRF))

70: SQL Injection, https://www.owasp.org/index.php/SQL_Injection

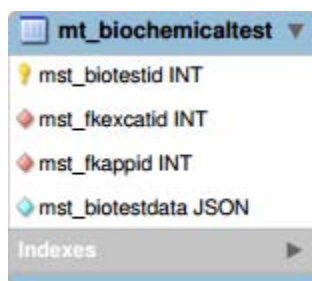
71: Τεκμηρίωση Codeigniter, https://codeigniter.com/user_guide/index.html

5.2.2 Βάση δεδομένων MySQL με JSON

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο λόγος που δεν έγινε χρήση του τυπικού σχεσιακού μοντέλου αλλά επιλέχτηκε να μεν το σχεσιακό, αλλά με πεδία JSON στόχευσε στο να αποφευχθούν οι τιμές NULL στα διάφορα πεδία των πινάκων της βάσης δεδομένων. Οι τιμές NULL θεωρούνται ως τιμές μεταβλητού μήκους στα πεδία μίας βάσης δεδομένων, γι'αυτό μπορεί να είναι από μερικά bytes μέχρι πολλά Mbytes ανάλογα με το μέγεθος της βάσης δεδομένων. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκε η MySQL 5.7.16 που προσφέρει το τύπο δεδομένων JSON στα πεδία της. Η δημιουργία ενός πίνακα με JSON πεδία δε διαφέρει σε καμία περίπτωση από εκείνη με ένα συμβατικό πίνακα τύπου δεδομένων varchar(). Οπότε αν θέλαμε να δημιουργήσουμε το πίνακα που περιέχει τα δεδομένα των βιοχημικών εξετάσεων θα έπρεπε να εκτελέσουμε το SQL ερώτημα:

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `msc_thesisdatabse`.`mt_biochemicaltest` (  
  `mst_biotestid` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `mst_fkexcatid` INT NOT NULL,  
  `mst_fkappid` INT NOT NULL,  
  `mst_biotestdata` JSON NOT NULL,  
  PRIMARY KEY (`mst_biotestid`),  
  INDEX `fk_mt_biochemicaltest_mt_examcategories1_idx` (`mst_fkexcatid` ASC),  
  INDEX `fk_mt_biochemicaltest_mt_appointments1_idx` (`mst_fkappid` ASC),  
  CONSTRAINT `fk_mt_biochemicaltest_mt_examcategories1`  
    FOREIGN KEY (`mst_fkexcatid`)  
    REFERENCES `msc_thesisdatabse`.`mt_examcategories` (`mst_excatid`)  
    ON DELETE RESTRICT  
    ON UPDATE CASCADE,  
  CONSTRAINT `fk_mt_biochemicaltest_mt_appointments1`  
    FOREIGN KEY (`mst_fkappid`)  
    REFERENCES `msc_thesisdatabse`.`mt_appointments` (`mst_appid`)  
    ON DELETE RESTRICT  
    ON UPDATE CASCADE)  
ENGINE = InnoDB  
DEFAULT CHARACTER SET = utf8;
```

όπου οπτικά θα ήταν όπως στην επόμενη εικόνα:



Εικόνα 31: Πίνακας με πεδίο τύπου δεδομένων JSON.

Στη προσπέλαση των δεδομένων παρατηρούνται διαφορές σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους που ακολουθούνται. Για παράδειγμα στο πεδίο `mst_biotestdata` θα μπορούσε να έχει εισαχθεί η παρακάτω γραμμή με τη μορφή JSON:

```
INSERT INTO mt_biochemicaltest(mst_fkexcatid,mst_fkappid,mst_biotestdata)
VALUES(5,41,{'K": "3.8", "Na": "140", "alp": "45", "cre": "1.1", "hdl": "42", "ldl": "110", "ure":
"20", "sgot": "45", "sgpt": "15", "wait": "0", "HbA1c": "5.4", "notes": "Οι εξετάσεις είναι
φυσιολογικές.", "athind": "3.2", "diabetes": "115", "cholesterole": "40", "triglycerides": "120"});
```

Για να εκτελέσουμε ένα απλό ερώτημα και να μας επιστραφεί η πληροφορία σχετικά με το διαβήτη εργαζόμαστε ως εξής:

```
SELECT JSON_UNQUOTE(mst_biotestdata->'$.diabetes') AS diabetes FROM
mt_biochemicaltest WHERE mst_fkappid=41;
```

ή

```
SELECT JSON_UNQUOTE(JSON_EXTRACT(mst_biotestdata,'$.diabetes')) AS diabetes FROM
mt_biochemicaltest WHERE mst_fkappid=41;
```

Και στα δύο προηγούμενα παραδείγματα το αποτέλεσμα που θα μας επιστραφεί είναι **diabetes : 115**

Η ενημέρωση της πληροφορίας σχετικά με το διαβήτη γίνεται ως εξής:

```
UPDATE mt_biochemicaltest SET mst_biotestdata=JSON_SET(mst_biotestdata,'$.diabetes','120')
WHERE mst_fkappid=41;
```

Η διαγραφή της πληροφορίας σχετικά με το διαβήτη πραγματοποιείται από το επόμενο ερώτημα:

```
UPDATE mt_biochemicaltest SET mst_biotestdata=JSON_REMOVE(mst_biotestdata,'$.diabetes')
WHERE mst_fkappid=41;
```

Το αποτέλεσμα του προηγούμενου SQL ερωτήματος είναι η διαγραφή του key – value ζευγαριού `"diabetes": "115"` μέσα από το JSON πεδίο κι αν εκτελέσουμε ένα από τα προηγούμενα ερωτήματα θα μας επιστραφεί η τιμή NULL.

Κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής, τέθηκαν τα ερώτημα για το πως θα μπορεί να δηλωθεί ένα πεδίο ως UNIQUE. Θα πρέπει να δηλωθεί όλο το πεδίο `mst_biotestdata` ; Θα πρέπει να ελέγχεται με κώδικα PHP κάθε φορά; Η απάντηση είναι πως όχι. Η διαδικασία για να δηλώσουμε στη βάση μας ένα πεδίο ως UNIQUE, ή ως INT πραγματοποιείται με τη χρήση ευρετηρίων αφού πρώτα δημιουργήσουμε VIRTUAL COLUMNS ως εξής:

```
ALTER TABLE mt_biochemicaltest ADD vmst_wait smallint
GENERATED ALWAYS AS (JSON_UNQUOTE(mst_biotestdata ->"$.wait"))
VIRTUAL NULL;
```

```
ALTER TABLE mt_biochemicaltest
ADD INDEX vmst_wait_index(vmst_wait);
```

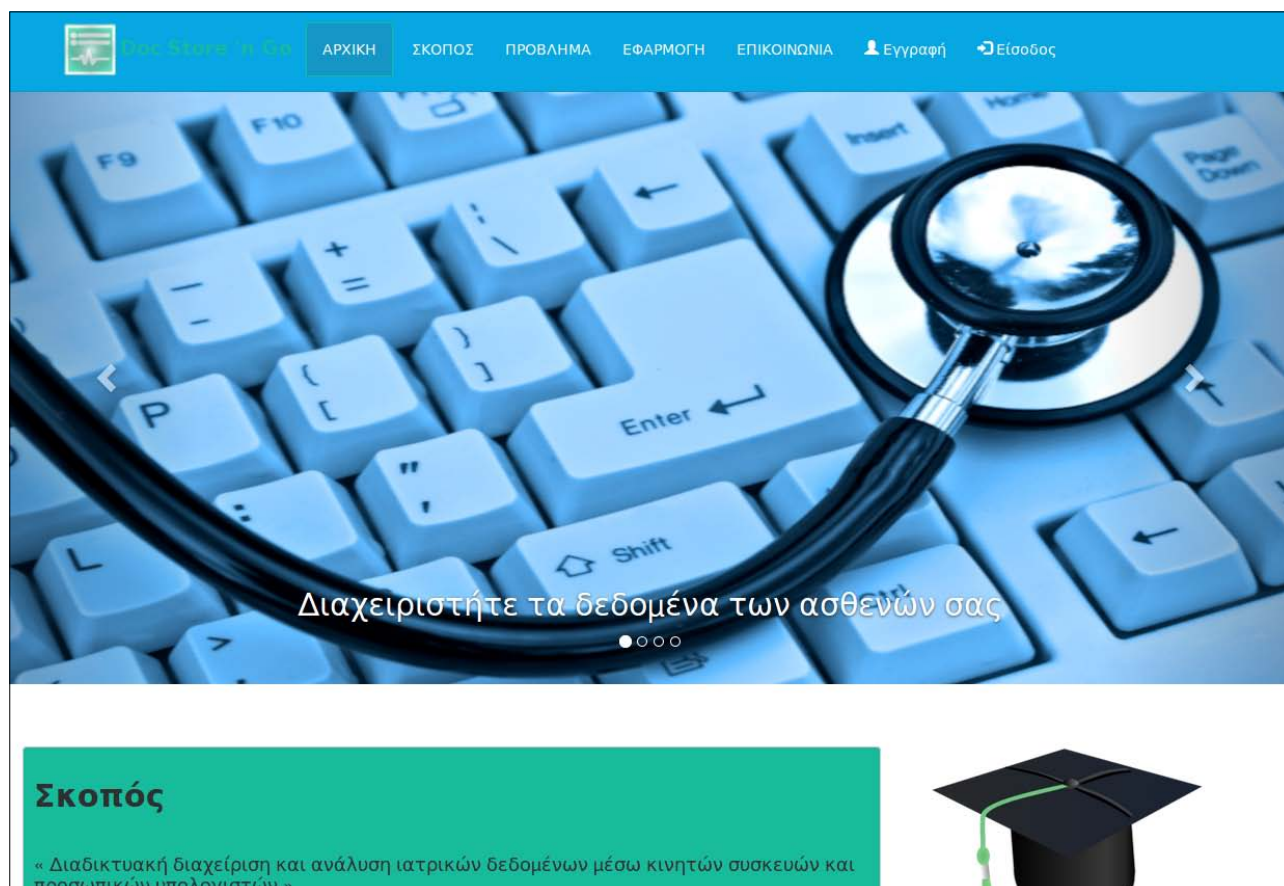
Η VIRTUAL COLUMN *vms_wait* με τύπο δεδομένων *smallint* δημιουργεί ένα εικονικό πεδίο στη βάση δεδομένων μας με τύπο δεδομένων *smallint* όπου μας δίνεται αργότερα η δυνατότητα να προχωρήσουμε στον ορισμό του ευρετηρίου *vmst_wait_index*. Με παρόμοιο τρόπο εργαζόμαστε και για τον ορισμό ενός UNIQUE ευρετηρίου σε μια VIRTUAL COLUMN. Τα VIRTUAL πεδία δεν αποθηκεύονται, όμως μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε στα ερωτήματα αναζήτησης. Υπάρχουν και οι STORED COLUMNS όπου αποθηκεύονται και καταλαμβάνουν αποθηκευτικό χώρο κατά την εισαγωγή και ενημέρωση. Στο πρακτικό κομμάτι της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι VIRTUAL COLUMNS όπου και ορίστηκαν τα κατάλληλα ευρετήρια σε κάθε πίνακα ξεχωριστά.

Τα αποτελέσματα με τη χρήση VIRTUAL COLUMNS και ευρετηρίων έναντι των ερωτημάτων με χρήση *JSON_UNQUOTE()* και *JSON_UNQUOTE(JSON_EXTRACT())* είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αφού:

- Επιτυγχάνεται η δυνατότητα εύκολης μεταβολής των πεδίων του πίνακα χωρίς αυτό να κοστίζει σε αλλαγή της σχεδίασης όλης της βάσης δεδομένων παρά μόνο με υποβολή ορισμένων αλλαγών και το πιο σημαντικό πλεονέκτημα είναι πως δεν υπάρχουν τιμές NULL, δηλαδή αραιοί πίνακες.
- Τα ερωτήματα μπορούν να βελτιστοποιήσουν την απόδοσή τους με τη χρήση VIRTUAL COLUMNS και ευρετηρίων.
- Είναι αρκετά σημαντικό το ζήτημα της χρήσης, VIRTUAL COLUMNS σε συνδυασμό με Indexes επειδή έχουμε ένα πεδίο το οποίο δεν καταλαμβάνει αποθηκευτικό χώρο δημιουργώντας διπλότυπα. [41,42]
- Επειδή το Database Schema αποτελείται από 30 πίνακες λόγω του μεγέθους του δεν συμπεριλήφθηκε στο θεωρητικό μέρος της παρούσας εργασίας, αλλά βρίσκεται σε ξεχωριστό αρχείο pdf με όνομα *msc_thesisdatabase.pdf* στο συνοδευτικό CD.

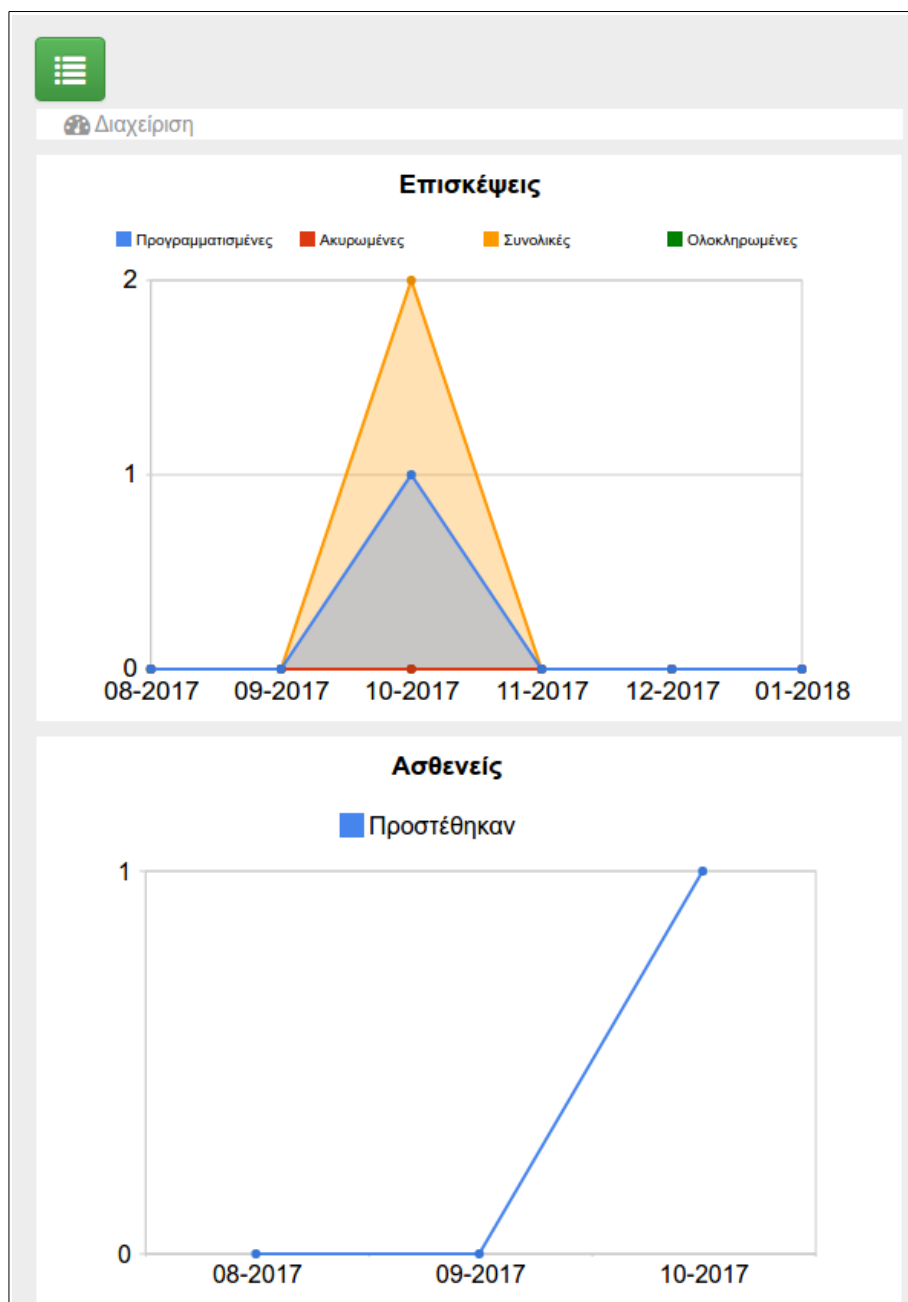
5.2.3 Διαδικτυακή εφαρμογή Doc Store n' Go

Στη προηγούμενη ενότητα αναφέρθηκε ο τρόπος με τον οποίο αποθηκεύουμε τα δεδομένα στη βάση δεδομένων και εκτελούμε ερωτήματα ώστε να αλληλεπιδράσουμε με αυτή. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των χρηστών και της βάσης δεδομένων πραγματοποιήθηκε με την ανάπτυξη Web εφαρμογής φιλικής προς το χρήστη και responsive για τα smartphones και tablets. Έτσι εάν πληκτρολογήσουμε το URL: <https://docstorengo.gr> θα μας εμφανισθεί η αρχική σελίδα της εφαρμογής όπου περιγράφονται, ο σκοπός της, το πρόβλημα που θα επιλύσει και τέλος η λειτουργικότητά της.



Εικόνα 32: Αρχική σελίδα εφαρμογής Doc Store n' Go .

Στο σύστημα έχουν οριστεί δύο επίπεδα χρηστών (roles) γιατρού και γραμματέα. Ο γιατρός έχει τη πλήρη λειτουργικότητα του συστήματος που θα περιγραφεί παρακάτω, ενώ η γραμματέας έχει τη δυνατότητα να εισάγει νέους ασθενείς, νέα ραντεβού, να προβάλλει και να επεξεργάζεται όλα τα προηγούμενα συμπεριλαμβανομένων των προσωπικών της στοιχείων. Ο χρήστης, γραμματέας δημιουργήθηκε για τη περίπτωση χρήσης όπου ο γιατρός αναθέτει τη διαχείριση των επισκέψεων σε βοηθό του αλλά και για να εξασφαλιστεί πως πρόκειται για διαπιστευμένο χρήστη που ανήκει σε συγκεκριμένο γιατρό. Παρακάτω στις εικόνες 33 α) και 33 β) παρουσιάζεται η αρχική οθόνη μετά την εισαγωγή του χρήστη (γιατρός ή γραμματέας στο σύστημα).



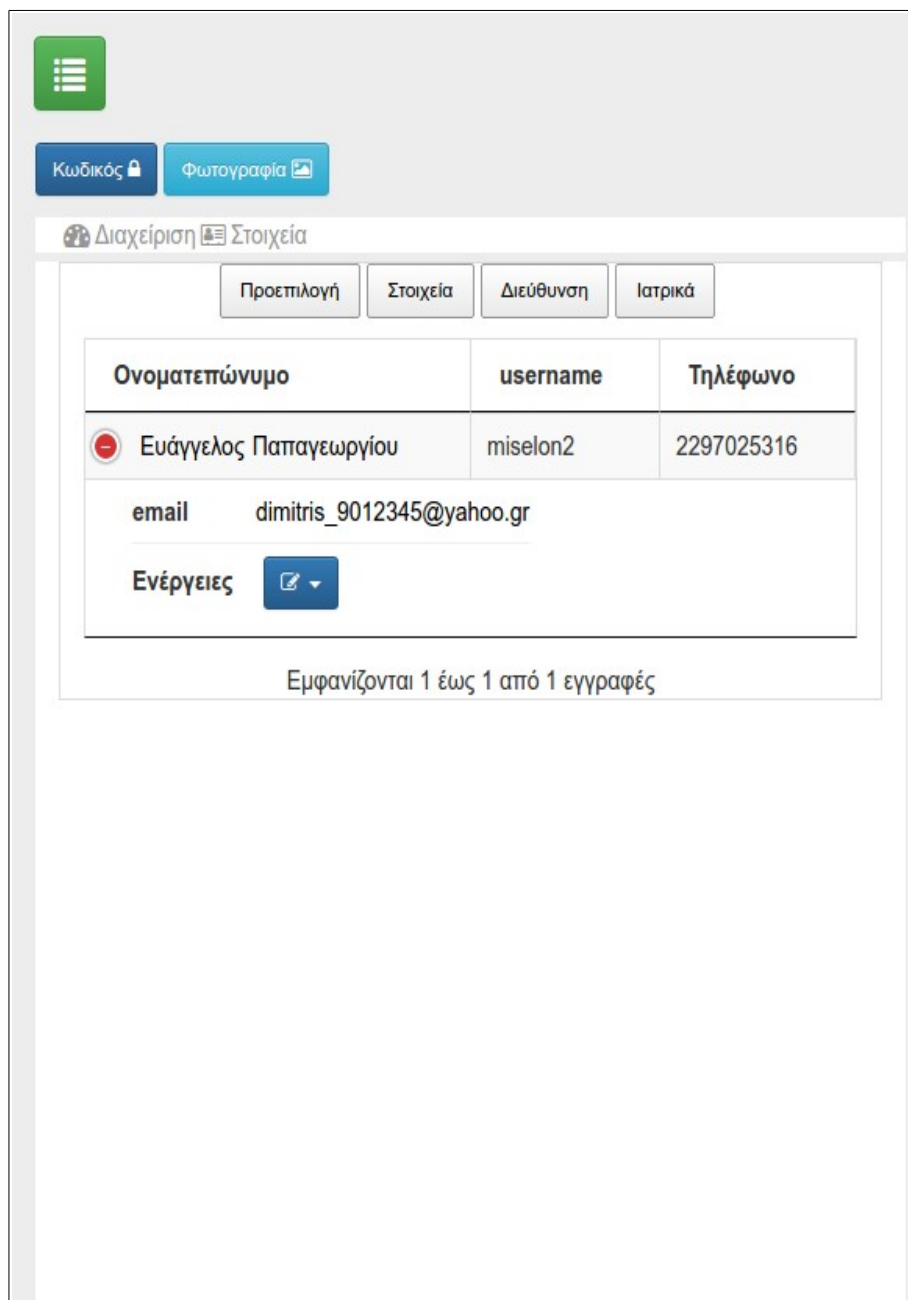
Εικόνα 33: α) Κυρίως σελίδα μετά την εισαγωγή του χρήστη (γιατρού ή γραμματέα) στο σύστημα όπως εμφανίζεται σε smartphone.



Εικόνα 33: β) Συνέχεια κυρίως σελίδας μετά την εισαγωγή του χρήστη (γιατρού ή γραμματέα) στο σύστημα όπως εμφανίζεται σε smartphone.

Από την άλλη πλευρά, έχουμε το κυρίως χρήστη μας, το γιατρό, ο οποίος έχει τη πλήρη λειτουργικότητα του συστήματος και συγκεκριμένα τις δυνατότητες να:

- Εισάγει, προβάλλει και να επεξεργάζεται, τα προσωπικά του στοιχεία.



Εικόνα 34: Προβολή προσωπικών στοιχείων γιατρού με δυνατότητα επεξεργασίας τους στο σύστημα όπως εμφανίζεται σε smartphone.

- Εισάγει, προβάλλει και να επεξεργάζεται τα προσωπικά στοιχεία που αφορούν τους ασθενείς του, τις αλλεργίες, τις νόσους, το οικογενειακό ιστορικό, τις επεμβάσεις, τα εμβόλια και το τρόπο ζωής τους.

Προσθήκη

Διαχείριση Ασθενείς

Προεπιλογή Στοιχεία Διεύθυνση Εργασία Διάφορα

Αναζήτηση: Αναζήτηση

Ονοματεπώνυμο	AMKA	ΑΔΤ
Αλέξανδρος Φωτίου	48576893694	AH-747656
<p>Κινητό 6937576954</p> <p>Τηλέφωνο 2410745658</p> <p>e-mail al.fotiu@gmail.com</p> <p>Ενέργειες</p>		
Ελευθερία Παπαγεωργίου	74670436235	ΑΓ-002143

Εμφανίζονται 1 έως 2 από 2 εγγραφές

Πρώτη 1 Τελευταία

Εικόνα 35: Προβολή στοιχείων ασθενή, με δυνατότητες επεξεργασίας, εισαγωγής νέας επίσκεψης και εισαγωγής ιατρικών δεδομένων όπως εμφανίζεται σε smartphone.





- Εισάγει, προβάλλει και να μεταβάλλει, τις επισκέψεις των ασθενών που αφορούν, τα φάρμακά που ήδη λαμβάνουν, τα ζωτικά σημεία τους, τις φαρμακευτικές συνταγές που τους χορήγησε, τις νόσους που τους διέγνωσε και τις εξετάσεις που τους υπέβαλε.

Προσθήκη

Διαχείριση Ραντεβού

Δείξε 10 εγγραφές

Αναζήτηση: Αναζήτηση

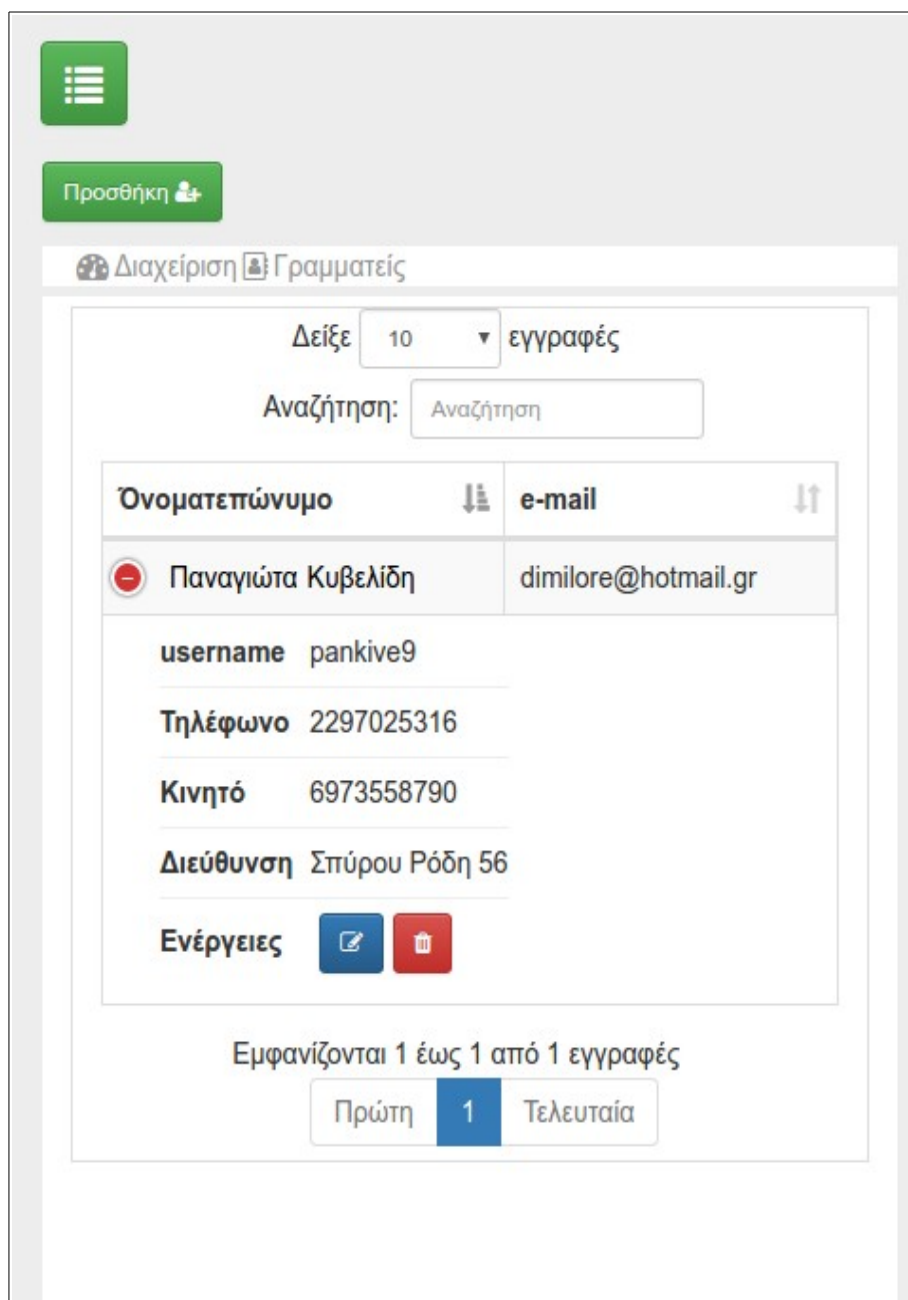
Όνοματεπώνυμο	Περιγραφή
Αλέξανδρος Φωτίου	Αδυναμία οργανισμού μετά από πολυήμερη γρίπη
<p>Έναρξη 25-10-2017 08:00:00</p> <p>Λήξη 25-10-2017 09:00:00</p> <p>Τοποθεσία Σπύρου Ρόδη 45</p> <p>Κατάσταση Προγραμματισμένο</p> <p>Ενέργειες    </p>	
Αλέξανδρος Φωτίου	Ενόχληση κατά την πέψη

Εμφανίζονται 1 έως 2 από 2 εγγραφές

Πρώτη 1 Τελευταία

Εικόνα 36: Προβολή συνολικών επισκέψεων του γιατρού με δυνατότητες επεξεργασίας κάθε επίσκεψης ξεχωριστά και εισαγωγής ιατρικών δεδομένων όπως εμφανίζεται σε smartphone.

- Εισάγει, προβάλλει, επεξεργάζεται και διαγράφει όποιο γραμματέα επιθυμεί και του ανήκει.



Εικόνα 37: Προβολή των υπαλλήλων, με δυνατότητες επεξεργασίας και διαγραφής τους, όπως εμφανίζεται σε smartphone.

- Εισάγει, προβάλλει, επεξεργάζεται και διαγράφει τα αποτελέσματα των εξετάσεων ή εισάγει την εξέταση σε κατάσταση αναμονής.

Διαχείριση Παντεβού Εξετάσεις

Δείξε 10 εγγραφές

Αναζήτηση: Αναζήτηση

Κωδικός	Π.Δ.
110000107	157/18,157/24
<p>Ονομασία Γενική εξέταση αίματος</p> <p>Κρατική αποζημίωση (€) 2.88</p> <p>Ασφαλιστική αποζημίωση (€) 1.99</p> <p>Ενέργειες</p>	
120000493	ΦΕΚ 3100/2011
130000008	157/174
150000007	157/1
150000008	157/2
160000003	138/40

Εμφανίζονται 1 έως 6 από 6 εγγραφές

Πρώτη 1 Τελευταία

Εικόνα 38: Εισαγωγή, προβολή, επεξεργασία και διαγραφή μιας εξέτασης, όπως εμφανίζεται σε smartphone.

- Προβάλλει γραφικές παραστάσεις, οι οποίες αναλύουν τα δεδομένα και τον βοηθούν να σχηματίσει πιο ασφαλή συμπεράσματα.
- Οι οδηγίες σχετικά με την τοπική εγκατάσταση της εφαρμογής, για την ενδελεχή εξερεύνηση όλων των δυνατοτήτων της εμπεριέχονται στο συνοδευτικό CD στο αρχείο με την ονομασία MANUAL_ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.pdf .

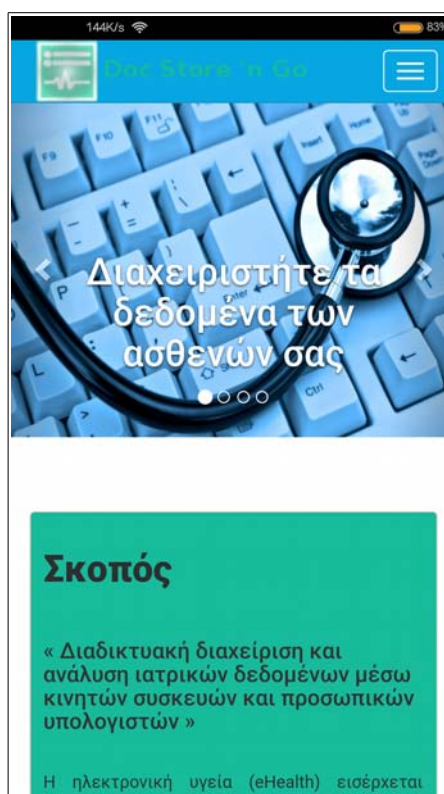
5.2.4 Εφαρμογή με χρήση Android Webview

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγική παράγραφο, δημιουργήθηκε Android εφαρμογή με τη χρήση του Android Webview⁷³. Μας δίνεται η δυνατότητα να εκτελέσουμε τα πιο πρόσφατα πρότυπα για την προβολή περιεχομένου ιστού, συμπεριλαμβανομένων των HTML5, CSS3 και μιας ταχύτερης έκδοσης της JavaScript μέσα από μία Android εφαρμογή. Αυτή η επιλογή προσφέρει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα.

- Με τις Native εφαρμογές κατά τη διαδικασία του Testing, δοκιμάζουμε την εφαρμογή σε διαφορετικές συσκευές με διαφορετικές εκδόσεις Android. Με τη χρήση Android Webview αρκούμαστε στη δοκιμή συσκευών με διαφορετικό μέγεθος οθόνης.
- Η συγγραφή κώδικα, όσο και η αποσφαλμάτωση του, γίνεται από το κώδικα της Web εφαρμογής που αποτελεί και τη βάση της εφαρμογής μας.

Από την άλλη πλευρά όμως υπάρχουν και μειονεκτήματα:

- Η χρήση των HTML5, CSS3 και Javascript βιβλιοθηκών για τη δημιουργία animations και widgets μπορεί να προκαλέσει θέματα απόδοσης στην Android συσκευή.
- Υπάρχουν προβλήματα εμφάνισης του περιεχομένου σε παλαιότερες εκδόσεις Android συσκευών.



Εικόνα 39: Προβολή Android εφαρμογής με χρήση Android Webview.

73: Android Webview, <https://developer.android.com/reference/android/webkit/WebView.html>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Συμπεράσματα χρήσης εφαρμογών

6.1 Εισαγωγή

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο συνοψίζονται τα συμπεράσματα από τη δημιουργία και χρήση των εφαρμογών με βάση τις αναφορές που έγιναν στο προηγούμενο κεφάλαιο προτείνοντας εν συνεχεία τρόπους και δυνατότητες που μπορούν μελλοντικά να προστεθούν ώστε η εφαρμογή να χαρακτηρίζεται από διαλειτουργικότητα, που παρατέθηκε στο κεφάλαιο που αναλύθηκε το Σύστημα Ηλεκτρονικής Συντογραφάφησης και το Συνοπτικό Ιστορικό Υγείας, αλλά και εξέλιξη των προδιαγραφών που έχουν περιγραφεί προηγουμένως. Επιπλέον, για να ξεπεραστούν τα μειονεκτήματα που παρουσιάζονται με τη χρήση του Android Webview προτείνεται η χρήση του React Native για τη δημιουργία Cross-Platform mobile εφαρμογών σε Android και iOS.

6.2 Συμπεράσματα

Οι paper-based οργάνωση του ιατρικού φακέλου υγείας έχει εκλείψει μιας και υπάρχει μεγάλη προσφορά συστημάτων που μπορούν να διαχειριστούν από πολύ απλά μέχρι αρκετά πολύπλοκα ιατρικά δεδομένα. Στη παρούσα εργασία, από την αποθήκευση των ιατρικών δεδομένων των ασθενών, οι θεράποντες γιατροί μπορούν να έχουν ανά πάσα στιγμή όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την αξιολόγηση του ιατρικού προφίλ του ασθενούς τους, ώστε να προβούν στην αξιολόγηση των δεδομένων με σκοπό την διαδικασία λήψης μίας απόφασης που οδηγεί είτε σε κάποια διάγνωση είτε σε μία φαρμακευτική αγωγή κ.ά. Η ανάπτυξη της εφαρμογής με τη χρήση του Bootstrap κάνει πιο φιλική και εύκολη τη χρήση της όταν ο γιατρός βρίσκεται εν κινήσει ή μακριά από το ιατρείο του για να εξετάσει έναν ασθενή εφόσον τη χρησιμοποιεί μέσω smartphone. Τα δεδομένα που εισάγει χρησιμοποιούνται είτε για τη λήψη αποφάσεων είτε μέσω γραφικών παραστάσεων ώστε να υπάρχει μία οπτική απεικόνιση της κατάστασης του ασθενούς ή του συνόλου των ασθενών.

Η ανάπτυξη της εφαρμογής με τη χρήση του Codeigniter σε συνδυασμό με τη MySQL που υποστηρίζει JSON συμβάλει στο να ξεπεράσουμε τα προβλήματα και τη πολυπλοκότητα που παρουσιάζονται με το χειρισμό των σχεσιακών βάσεων δεδομένων σε τέτοιου είδους εφαρμογές (EAV). Η χρήση των VIRTUAL COLUMNS μαζί με ευρετήρια, μας εξασφαλίζει τη γρήγορη αναζήτηση χωρίς να μας κοστίζει, είτε σε αποθηκευτικό χώρο είτε στον ορισμό των κατάλληλων τύπων δεδομένων για τα εικονικά πεδία μας, ώστε να ικανοποιούνται οι περιορισμοί των εκάστοτε εφαρμογών μας. Η αλλαγή της σχεδίασης μιας βάσης δεδομένων που περιέχει ιατρικά δεδομένα μόνο εύκολο έργο δεν μπορεί να χαρακτηριστεί, γι'αυτό στη παρούσα εργασία επιλέχθηκε η MySQL με υποστήριξη JSON ώστε οι εισαγωγές νέων πεδίων χωρίς NULL τιμές να γίνονται εύκολα, κατανοητά και με χαμηλής πολυπλοκότητας ερωτήματα.

Τέλος, έγινε κατανοητό πως με την επαναχρησιμοποίηση επικαιροποιημένων τεχνολογιών ανοικτού λογισμικού μπορούμε να φτάσουμε στα επιθυμητά αποτελέσματα και να δημιουργήσουμε τις βάσεις για να οικοδομήσουμε εφαρμογές που περιέχουν ιατρικά δεδομένα τα οποία είναι απαραίτητα στο έργο της θεραπευτικής αγωγής που ακολουθούν οι ασθενείς από τους εκάστοτε θεράποντες ιατρούς.

6.3 Επίλογος για μελλοντική ανάπτυξη

Η παράθεση της μεταπτυχιακής εργασίας ολοκληρώνεται, γι' αυτό και σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούν ορισμένες προτάσεις για μελλοντική ανάπτυξη. Προτείνεται η ανάπτυξη ενός νέου επιπέδου χρήστη και πιο συγκεκριμένα ενός διαχειριστή ο οποίος θα μπορεί να εισάγει, επεξεργάζεται, ενημερώνει και διαγράφει τα δεδομένα που αφορούν το σύστημα. Επειδή τα δεδομένα που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων είναι ευαίσθητα και προσωπικά προτείνεται η χρήση κρυπτογράφησης πέρα του μηχανισμού SSL που υποστηρίζεται από βιβλιοθήκη του Codeigniter αλλά γεννάται το ερώτημα για το που θα πρέπει να έχουμε αποθηκεύσει με ασφάλεια το κλειδί αποκρυπτογράφησης. Επιπλέον για να χαρακτηριστεί η εφαρμογή Doc Store n' Go ως διαλειτουργική δηλαδή να επικοινωνεί με άλλες εφαρμογές θα πρέπει να ενσωματωθεί στο σύστημα η ενιαία σύνδεση (Single Sign-on) που αφορά εξουσιοδοτημένους γιατρούς και γενικά το Idika API για την επιτυχή υποβολή των φαρμακευτικών συνταγών στο Εθνικό μας Σύστημα Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης.

Η χρήση των mobile συσκευών με λειτουργικό σύστημα Android ή iOS γεννά την ανάγκη για τη δημιουργία Cross-Platform εφαρμογών ώστε να ικανοποιούνται οι χρήστες και των δύο πλευρών. Υπάρχουν διάφορα Frameworks σχετικά με την συγγραφή του κώδικα μία φορά και την εκτέλεσή του σε δύο ξεχωριστές πλατφόρμες.

Το React Native παρουσιάστηκε το 2015 και από τότε εμφανίστηκε ως ένα από τα πλέον πολύτιμα σύνολα δεξιοτήτων που μπορεί να αποκτήσει ένας προγραμματιστής για να ενισχύσει την καριέρα του. Το Facebook εξακολουθεί να επενδύει σε μεγάλο βαθμό στο React Native, και με εταιρείες όπως η AirBNB, η Tesla, η Instagram και η WalMart που υιοθετούν το React Native, θα συνεχίσει να αυξάνεται η ζήτησή του. Επιπλέον η ανάπτυξή του κώδικα γίνεται με τη χρήση Javascript και CSS και θα μπορούσαμε με βεβαιότητα να συμπεράνουμε πως απευθύνεται σε Web Developers μιας και είναι τεχνολογίες που είναι εξοικειωμένοι. Από την άλλη οι παραγόμενες εφαρμογές δεν υστερούν σε Performance παρόλο που εκτελούνται σε Javascript Virtual Machine σε σχέση με άλλα Frameworks με παρόμοια λειτουργικότητα.

Η ανάπτυξη mobile εφαρμογών με React Native, προϋποθέτει τη μελέτη μέσα από βιβλία μερικά από τα οποία είναι, η επίσημη τεκμηρίωση⁷⁴, τα βιβλία, React Native By Example⁷⁵, React Native Cookbook⁷⁶, Mastering React Native⁷⁷ και Learning React Native⁷⁸.

74: React Native Documentation, <https://facebook.github.io/react-native/docs/getting-started.html>

75: React Native By Example, https://www.amazon.com/React-Native-Example-Richard-Kho/dp/1786464756/ref=sr_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1509261735&sr=1-1&keywords=React+Native+By+Example%2C

76: React Native Cookbook, https://www.amazon.com/React-Native-Cookbook-Stan-Bershadskiy/dp/1786462559/ref=sr_1_1_sspa?s=books&ie=UTF8&qid=1509261759&sr=1-1-spons&keywords=React+Native+Cookbook%2C&psc=1

77: Mastering React Native, https://www.amazon.com/Mastering-React-Native-Eric-Masiello/dp/1785885782/ref=sr_1_1_sspa?s=books&ie=UTF8&qid=1509261809&sr=1-1-spons&keywords=Mastering+React+Native&psc=1

78: Learning React Native, https://www.amazon.com/Learning-React-Native-Building-JavaScript/dp/1491989149/ref=sr_1_3?s=books&ie=UTF8&qid=1509261849&sr=1-3&keywords=Learning+React+Native

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Βιβλιογραφία και Αναφορές*

- [1] Electronic Health Record Data Model Optimized for Knowledge Discovery, Shaker H. El-Sappagh, Samir El-Masri, A. M. Riad, Mohammed Elmogy, 2012, <https://www.ijcsi.org/papers/IJCSI-9-5-1-329-338.pdf>
- [2] I. Chouvarda, N. Maglaveras, Medical Informatics Education & Research in Greece, 2015, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4587067/pdf/yimi-10-0220.pdf>
- [3] Charalampos Economou, Daphne Kaitelidou, Alexander Kentikelenis, Anna Maresso and Aris Sissouras, The impact of the crisis on the health system and health in Greece, Chapter 4, 2015, http://www.euro.who.int/___data/assets/pdf_file/0010/279820/Web-economic-crisis-health-systems-and-health-web.pdf?ua=1
- [4] Maria Emmanouilidou, Maria Burke, A thematic review and a policy-analysis agenda of Electronic Health Records in the Greek National Health System, 2013, [http://www.healthpolicyjrn.com/article/S0168-8510\(12\)00274-6/pdf](http://www.healthpolicyjrn.com/article/S0168-8510(12)00274-6/pdf)
- [5] Εθνική η-Υποδομή του Συστήματος Υγείας (ΕΥΣΥ), Τάγαρης Τάσος, http://www.espy.org.gr/sites/default/files/tagaris_tasos_ethini-e-ipodomi-systimatos-ygeias.pdf
- [6] Περιγραφή Transmed, DATAMED A.E. , http://www.datamed.gr/Files/Case Study/Casestudy_pdf/EOMgr.PDF
- [7] Περιγραφή Εθνικό Μητρώο Παιδικής Παχυσαρκίας, DATAMED A.E. , http://www.datamed.gr/Files/Case Study/Casestudy_pdf/OBECITYgr.PDF
- [8] Περιγραφή Ολοκληρωμένου Πληροφοριακού Συστήματος Υγείας Πελοποννήσου, DATAMED A.E. , http://www.datamed.gr/Files/Case Study/Casestudy_pdf/PELOPONISOSgr.PDF
- [9] Περιγραφή Ολοκληρωμένου Πληροφοριακού Συστήματος Στρατιωτικών Νοσοκομείων, ΟΠΣΣΝ “Φίλιππος”, DATAMED A.E. , http://www.datamed.gr/Files/Case Study/Casestudy_pdf/FILIPPOSgr.PDF
- [10] Περιγραφή ΟΠΣΝ ΑΣΚΛΗΠΙΟΣ™ HOSPITAL, Computer Solutions, <http://www.csl.gr/cs-products-asclepios.html>

[11] Ανακοίνωση τη επιτροπής στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Το Συμβούλιο, Την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών, Σχέδιο δράσης 2012-2020 για την ηλεκτρονική υγεία – καινοτομική υγειονομική περίθαλψη για τον 21ο αιώνα, Βρυξέλλες, 2012, [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com\(2012\)0736_/com_com\(2012\)0736_el.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2012)0736_/com_com(2012)0736_el.pdf)

[12] Alexander Berler, Ioannis Apostolakis, Normalizing Cross-Border Healthcare in Europe via New E-Prescription Paradigms, 2014, https://books.google.gr/books?id=S9yWBQAAQBAJ&pg=PA168&dq=Normalizing+Cross-Border+Healthcare+in+Europe+via+New+E-Prescription+Paradigms&hl=el&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Normalizing+Cross-Border+Healthcare+in+Europe+via+New+E-Prescription+Paradigms&f=false

[13] Berler A, Tagaris A, Chronaki C, European Patient Summary Guideline: Focus on Greece, IOS Press 2016, https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=wgy3DAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=EHR+Greece&ots=LBjxic-eCi&sig=CAKi8fdSFlhvtb3bTYIV7hOCOCi&redir_esc=y#v=onepage&q=EHR+Greece&f=false

[14] Efthimios Alepis, Christos Lambrinidis, M-health: supporting automated diagnosis and electronic health records, 2013, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3611032/pdf/40064_2012_Article_177.pdf

[15] James C. Lin Konstantina S. Nikita, Wireless Mobile Communication and Healthcare, Second International ICST Conference MobiHealth 2010 Ayia Napa, Cyprus, October 18–20, 2010 Revised Selected Papers, <http://www.springer.com/la/book/9783642208645>

[16] Martin R. Cowie1, Jeroen Bax, Nico Bruining, John G. F. Cleland, Friedrich Koehler, Marek Malik, Fausto Pinto, Enno van der Velde, and Panos Vardas, e-Health: a position statement of the European Society of Cardiology, European Heart Journal, 2016, https://oup.silverchair-cdn.com/oup/backfile/Content_public/Journal/eurheartj/37/1/10.1093_eurheartj_ehv416/2/ehv416.pdf?Expires=1491750162&Signature=P4rwsdQ68iZz50op3DuPulyM-dtICPqZzJCAoI5pLTqUpm6Hv1SPqtJMV~ee4zkbOn9RoOZUMeEDF86KS6m6iDV2k3Gbh67aeMEEDJcPkj0n~r~AXQmRfFbFfIIS4gJzLbDQPYDUYhFbie2ZBgLVrEPe8sxK1cb1bb~UeTHY9ThQERmai-4VPVsIjK4zOpcN0K1zeeLA0DI2G45TE2VnKdktrPITYdErVNGHTpq53avTar1Hcs2TcvDeCeJL-CybKnmNf~jWNwCetB0gK-Vdi3bGnmmtPwP4~K~3fa4EP6977S6o~FC8QOBFsDATmigj~bDi13LKmOMjVdAFQ9PcA__&Key-Pair-Id=APKAIUCZBIA4LVPVAVW3Q

[17] European Commission, Green Paper on mobile Health (mHealth), Brussels, 2014, http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=5147

[18] Irene Eliadi, Georgia Tsoumi, Olga Kampouropoulou, Vasileios Theofanis, Marina Mantzourani, Michael Samarkos, Characterization of the medical admissions in a tertiary Greek hospital, 2017, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0953620517300377>

- [19] Tim Benson, Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED, 2010, [http://dns.uls.cl/~ej/web_Elect_2011/Lect_Elect_2010/Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED.pdf](http://dns.uls.cl/~ej/web_Elect_2011/Lect_Elect_2010/Principles_of_Health_Interoperability_HL7_and_SNOMED.pdf)
- [20] Harold R. Solbrig, Eric Prud'hommeaux, Grahame Grieve, Lloyd McKenzie, Joshua C. Mandel, Deepak K. Sharma, Guoqian Jiang, Modeling and validating HL7 FHIR profiles using semantic web Shape Expressions, 2016, http://ac.els-cdn.com/S1532046417300345/1-s2.0-S1532046417300345-main.pdf?_tid=c8dfe824-23b1-11e7-80a9-00000aacb360&acdnat=1492463394_30f7d71f15191d1843217bdd70a39cf1
- [21] Tim Benson, Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED, 2010, [http://dns.uls.cl/~ej/web_Elect_2011/Lect_Elect_2010/Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED.pdf](http://dns.uls.cl/~ej/web_Elect_2011/Lect_Elect_2010/Principles_of_Health_Interoperability_HL7_and_SNOMED.pdf)
- [22] Health Information Technology, Guide to Privacy and Security of Electronic Health Information, 2015, <https://www.healthit.gov/sites/default/files/pdf/privacy/privacy-and-security-guide.pdf>
- [23] Fouzia F. Ozair, Nayer Jamshed, Amit Sharma, Praveen Aggarwal, Ethical issues in electronic health records: A general overview, 2015, https://www.researchgate.net/publication/275052807_Ethical_issues_in_electronic_health_records_A_general_overview/fulltext/57ebbf708ae92eb4d262963/275052807_Ethical_issues_in_electronic_health_records_A_general_overview.pdf
- [24] Dimitrios G. Katakis, George Pangalos, Andriana Prentza, Security Improvements for Better and Safer Cross-Border ePrescription and Patient Summary Services, 2017, <https://www.safaribooksonline.com/library/view/international-journal-of/9781522515111/ijrqeh.2017010102.xhtml>
- [25] Tim Benson, Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED, Second Edition, 2012, http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-2801-4_12
- [26] Fouzia F. Ozair, Nayer Jamshed, Amit Sharma, Praveen Aggarwal, Ethical issues in electronic health records: A general overview, 2015, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4394583/>
- [27] Joel JPC Rodrigues, Isabel de la Torre, Gonzalo Fernández, Miguel López-Coronado, Analysis of the Security and Privacy Requirements of Cloud-Based Electronic Health Records Systems, 2013, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3757992/>
- [28] José Luis Fernández-Alemán, Inmaculada Carrión Señor, Pedro Ángel Oliver Lozoya, Ambrosio Toval, Security and privacy in electronic health records: A systematic literature review, 2013, http://ac.els-cdn.com/S1532046412001864/1-s2.0-S1532046412001864-main.pdf?_tid=8c3b048a-2c26-11e7-8452-00000aacb35e&acdnat=1493393153_fe144433725e06d4eb77cb664070ef54

[29] Brian Ondiege, Malcolm Clarke and Glenford Mapp, Exploring a New Security Framework for Remote Patient Monitoring Devices, 2017,
[https://encrypted.google.com/url?
sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEWjD5YWs0MfTAhUEPxoKHezGCqwQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2F2073-431X%2F6%2F1%2F11%2Fpdf&usg=AFQjCNEbUNubeJteSu1UXqh7Qs6IGCAXtg](https://encrypted.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEWjD5YWs0MfTAhUEPxoKHezGCqwQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2F2073-431X%2F6%2F1%2F11%2Fpdf&usg=AFQjCNEbUNubeJteSu1UXqh7Qs6IGCAXtg)

[30] Ceara Treacy, Fergal McCaffery, Medical Mobile Apps Data Security Overview, 2016,
[http://eprints.dkit.ie/556/1/Ceara Treacy 2.pdf](http://eprints.dkit.ie/556/1/Ceara_Treacy_2.pdf)

[31] Borja Martínez-Pérez & Isabel de la Torre-Díez & Miguel López-Coronado, Privacy and Security in Mobile Health Apps: A Review and Recommendations, 12/2014
[http://download.springer.com/static/pdf/779/art%253A10.1007%252Fs10916-014-0181-3.pdf?
originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10916-014-0181-3&token2=exp=1493478688~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F779%2Fart%25253A10.1007%25252Fs10916-014-0181-3.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs10916-014-0181-3*~hmac=5cc65b4b0384c9c0a36f10038ae55b27e5478ed0e3b37918d1a2dbca34acefa](http://download.springer.com/static/pdf/779/art%253A10.1007%252Fs10916-014-0181-3.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10916-014-0181-3&token2=exp=1493478688~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F779%2Fart%25253A10.1007%25252Fs10916-014-0181-3.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs10916-014-0181-3*~hmac=5cc65b4b0384c9c0a36f10038ae55b27e5478ed0e3b37918d1a2dbca34acefa)

[32] Enrique Pérez Morera, Isabel de la Torre Díez, Begoña Garcia-Zapirain, Miguel López-Coronado, Jon Arambarri, Security Recommendations for mHealth Apps: Elaboration of a Developer's Guide, 2016,
[http://download.springer.com/static/pdf/473/art%253A10.1007%252Fs10916-016-0513-6.pdf?
originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10916-016-0513-6&token2=exp=1493479175~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F473%2Fart%25253A10.1007%25252Fs10916-016-0513-6.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs10916-016-0513-6*~hmac=cd1f9feef4fe258a1e69260c48d233247af44c92675eeeb603b77e5b85c04f93](http://download.springer.com/static/pdf/473/art%253A10.1007%252Fs10916-016-0513-6.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10916-016-0513-6&token2=exp=1493479175~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F473%2Fart%25253A10.1007%25252Fs10916-016-0513-6.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs10916-016-0513-6*~hmac=cd1f9feef4fe258a1e69260c48d233247af44c92675eeeb603b77e5b85c04f93)

[33] World Health Organization, mHealth New horizons for health through mobile technologies, Global Observatory for eHealth series - Volume 3, 2011,
http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf

[34] Evagelia Lappa, Georgios Giannakopoulos, E-health information management according types of DRGs and ICD classification systems: Greek perspectives and initiatives, 2013,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813003418>

[35] Διεθνής Στατιστική Ταξινόμηση Νόσων και Συναφών Προβλημάτων Υγείας Δέκατη Αναθεώρηση Έκδοση 2008 Τόμος 1: Κατάλογος Κωδικών Τεύχος Α,
[https://encrypted.google.com/url?
sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEWiot9GLx6vTAhUJQBQKHbPpA5gQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fgpanikolaou.gr%2Fdownload.php%3Ffn%3Dcontents%2Ffiles%2Fdownloads%2Ficd10-tomos1-kodikopoihsh.pdf&usg=AFQjCNGNdMGZvxkNzmGq-tTRT-VGRptSQA&bvm=bv.152479541,d.d24](https://encrypted.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEWiot9GLx6vTAhUJQBQKHbPpA5gQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fgpanikolaou.gr%2Fdownload.php%3Ffn%3Dcontents%2Ffiles%2Fdownloads%2Ficd10-tomos1-kodikopoihsh.pdf&usg=AFQjCNGNdMGZvxkNzmGq-tTRT-VGRptSQA&bvm=bv.152479541,d.d24)

[36] Διεθνής Στατιστική Ταξινόμηση Νόσων και Συναφών Προβλημάτων Υγείας Δέκατη Αναθεώρηση Έκδοση 2008 Τόμος 1: Κατάλογος Κωδικών Τεύχος Β, [https://encrypted.google.com/url?](https://encrypted.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiot9GLx6vTAhUJQBQKHbPpA5gQFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.moh.gov.gr%2Farticles%2Fhealth%2Fdomes-kai-drasesis-gia-thn-ygeia%2Fkwdikopoihseis%2F86-statistikh-taksinomhsh-noswn-kai-synafwn-problhmatwn-ygeias%3Ffdl%3D1442&usg=AFQjCNEg81M4lgxnNEuUNSzrggNIVC6MPQ&bvm=bv.152479541,d.d24)

[sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj6mNLWx6vTAhVlBhQKHRD7Bg8QFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fgpapanikolaou.gr%2Fdownload.php%3Ffn%3Dcontents%2Ffiles%2Fdownloads%2Ffid10-tomos2-odigies.pdf&usg=AFQjCNHPTl7MS780FCqzb34Enbk63u2mOQ&bvm=bv.152479541,d.d24](https://encrypted.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj6mNLWx6vTAhVlBhQKHRD7Bg8QFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fgpapanikolaou.gr%2Fdownload.php%3Ffn%3Dcontents%2Ffiles%2Fdownloads%2Ffid10-tomos2-odigies.pdf&usg=AFQjCNHPTl7MS780FCqzb34Enbk63u2mOQ&bvm=bv.152479541,d.d24)

[37] Διεθνής Στατιστική Ταξινόμηση Νόσων και Συναφών Προβλημάτων Υγείας Δέκατη Αναθεώρηση Έκδοση 2008 Τόμος 2: Εγχειρίδιο Οδηγιών, [https://encrypted.google.com/url?](https://encrypted.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj6mNLWx6vTAhVlBhQKHRD7Bg8QFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fgpapanikolaou.gr%2Fdownload.php%3Ffn%3Dcontents%2Ffiles%2Fdownloads%2Ffid10-tomos2-odigies.pdf&usg=AFQjCNHPTl7MS780FCqzb34Enbk63u2mOQ&bvm=bv.152479541,d.d24)

[sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj6mNLWx6vTAhVlBhQKHRD7Bg8QFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fgpapanikolaou.gr%2Fdownload.php%3Ffn%3Dcontents%2Ffiles%2Fdownloads%2Ffid10-tomos2-odigies.pdf&usg=AFQjCNHPTl7MS780FCqzb34Enbk63u2mOQ&bvm=bv.152479541,d.d24](https://encrypted.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj6mNLWx6vTAhVlBhQKHRD7Bg8QFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fgpapanikolaou.gr%2Fdownload.php%3Ffn%3Dcontents%2Ffiles%2Fdownloads%2Ffid10-tomos2-odigies.pdf&usg=AFQjCNHPTl7MS780FCqzb34Enbk63u2mOQ&bvm=bv.152479541,d.d24)

[38] Δρ. Αλέξανδρος Μπέρλερ, «Μηχανισμός Διαλειτουργικότητας Εφαρμογής Ηλεκτρονικής Καταχώρησης και Εκτέλεσης Συνταγών με Τρίτες Εφαρμογές», 2012, http://www.idika.gr/files/μηχανισμού_ΗΚΕΣ_14-3-2012.pdf

[39] CodeIgniter Web Application Blueprints, Rob Foster, Packt Publishing, 2015, https://www.amazon.com/CodeIgniter-Application-Blueprints-Foster-2015-01-21/dp/B01FGLHEQA/ref=sr_1_2?ie=UTF8&qid=1509202807&sr=8-2&keywords=CodeIgniter+Web+Application+Blueprints

[40] Programming with CodeIgniter MVC, Eli Orr, Yehuda Zadik, Packt Publishing, 2013, https://www.amazon.com/Programming-CodeIgniter-MVC-Eli-Orr-ebook/dp/B00FDPNYWS/ref=sr_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1509233773&sr=1-1&keywords=Programming+with+CodeIgniter+MVC

[41] MySQL 5.7 Reference Manual, 11.6 The JSON Data Type, <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/json.html>

[42] MySQL 5.7 Reference Manual, 13.1.18.8 CREATE TABLE and Generated Columns, <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/create-table-generated-columns.html>

* Πιθανόν να χρειάζεται η χρήση ακαδημαϊκού VPN ώστε να εμφανίσετε ή να μεταφορτώσετε όλα τα αρχεία σχετικά με τη βιβλιογραφία της παρούσας εργασίας.