

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΜΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΓΙΑ ΕΝΑΝ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΦΑΚΕΛΟ
ΥΓΕΙΑΣ**

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΜΑΜΟΥΡΙΔΟΥ
ΤΠ4381

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΜΑΝΩΛΗΣ ΤΣΙΚΝΑΚΗΣ

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2021**

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Τσικνάκη Μανώλη για την καθοδήγηση του στην πτυχιακή μου εργασία, αλλά και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην επιλογή μου να ακολουθήσω το συγκεκριμένο θέμα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κουμάκη και την κα Μανιαδή για την βοήθεια και την καθοδήγηση στα πιο πρακτικά θέματα της πτυχιακής μου εργασίας.

Αφιέρωση

Αφιερωμένο στους αγαπημένους μου ανθρώπους, την γλυκιά γιαγιά και τον καλό παππού μου που με στήριξαν όλα τα χρόνια των σπουδών μου και έκαναν ένα όνειρο μου πραγματικότητα.

Περίληψη

Οι οργανισμοί παροχής υγείας, σε μια προσπάθεια επίτευξης παροχής ποιοτικότερων υπηρεσιών υγείας σε συνδυασμό με μικρότερο κόστος, εισήγαγαν την έννοια του προσωπικού ηλεκτρονικού φακέλου υγείας (PHR). Η προσπάθεια αυτή στηρίχτηκε στην αναγνώριση της σημασίας της πληροφορικής στην γρήγορη και ασφαλή αποθήκευση, ανάκληση και διαχείριση ιατρικών δεδομένων, ιδιότητες που στο παρελθόν αποτελούσαν προνόμιο μόνο των λογιστικών και διοικητικών τμημάτων. Τα λογισμικά PHR αποτελούν τέτοια συστήματα διαχείρισης ιατρικών φακέλων μέσω υπολογιστών. Χάρη σε αυτά τα συστήματα, είναι δυνατή η άμεση επεξεργασία των ιατρικών δεδομένων και η ασφαλής μεταφορά τους σε οποιαδήποτε απόσταση και το σύστημα καταγραφής δεδομένων είναι περισσότερο αποτελεσματικό καθώς εμπλουτίζεται με τις μεθόδους των νέων τεχνολογιών.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με την μελέτη, τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός PHR συστήματος. Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκε μία διαδικτυακή πλατφόρμα, το Health Vault που υποστηρίζει όλες τις βασικές λειτουργίες ενός τέτοιου συστήματος. Η πλατφόρμα αποσκοπεί στην χρηστικότητα κυρίως του ασθενή και στην συγκέντρωση και διάθεση όλων των πληροφοριών υγειονομικής περίθαλψης που αφορούν τους ασθενείς, οι οποίοι επισκέπτονται τους ιατρούς, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την υγεία τους. Η διαδικτυακή πλατφόρμα αυτή υποστηρίζει δύο ειδών χρήστες, τον ασθενή και τον γιατρό. Κάθε ασθενής είναι σε θέση να βλέπει, να καταλαβαίνει και να κατανοεί τα δεδομένα που αφορούν την υγεία του, ενώ κάθε ιατρός έχει την ικανότητα να καταχωρεί στο σύστημα νέες πληροφορίες και να επεξεργάζεται παλαιότερες, οι οποίες σχετίζονται άμεσα με τον εκάστοτε ασθενή.

Το τελικό αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι η δημιουργία ενός PHR για κάθε ασθενή και ιατρό, το οποίο περιλαμβάνει ένα πλήθος ιατρικών πληροφοριών του ασθενή για τον οποίο έχουν πρόσβαση ο ασθενής και ο ιατρός, αλλά και στατιστικά που σχετίζονται με τους ασθενείς, όσον αφορά το προφίλ του ιατρού. Οι πληροφορίες αυτές περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων το πλήρες ιστορικό των ασθενειών, των αλλεργιών τις οποίες έχει παρουσιάσει ο ασθενής, η λίστα με τις ιατρικές και διαγνωστικές εξετάσεις στις οποίες έχει υποβληθεί, το ιστορικό των εμβολιασμών, των φαρμάκων, των χειρουργικών επεμβάσεων και των συναντήσεων με τους ιατρούς. Το μητρώο αυτό διατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του ασθενή και ενημερώνεται κάθε φορά που επισκέπτεται κάποιον ιατρό.

Δόθηκε μεγάλη έμφαση στην υλοποίηση της διαδικτυακής πλατφόρμας με τέτοιο τρόπο, ώστε να διαθέτει ένα εύχρηστο και φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον. Η πλατφόρμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα, τα οποία δεν έχουν καμία γνώση Πληροφορικής, αρκεί μόνο να γνωρίζουν ανάγνωση. Ο σχεδιασμός της πλατφόρμας εμπνεύστηκε από έναν διαγωνισμό με την ονομασία Health Design Challenge, που διεξήχθη στις ΗΠΑ το 2013. Ο διαγωνισμός αυτός είχε σκοπό τον επανασχεδιασμό του προσωπικού ηλεκτρονικού φακέλου υγείας από πολλές ομάδες σχεδιαστών από όλη τη χώρα. Βραβεύτηκαν οι πρώτες τρεις καλύτερες υλοποιήσεις του συνολικού σχεδιασμού, από τις οποίες εμπνεύστηκε κυρίως η παρούσα πτυχιακή.

Η πτυχιακή εργασία είναι δομημένη σε 6 κεφάλαια, στα οποία παρουσιάζονται και επεξηγούνται όλοι οι απαραίτητοι ιατρικοί και τεχνολογικοί όροι, οι οποίοι απαρτίζουν το περιβάλλον των συστημάτων PHR. Συνεπώς, γίνεται μία λεπτομερής περιγραφή αναφορικά με το PHR, μια αναφορά στα τεχνολογικά πρότυπα κωδικοποίησης που οφείλει να πληρεί ένα PHR, όπως επίσης και μία επεξήγηση των τεχνολογιών ανάπτυξης του Health Vault. Τέλος, παρουσιάζεται η διαδικτυακή πλατφόρμα που αναπτύχθηκε για τους σκοπούς της παρούσας πτυχιακής εργασίας, επεξηγώντας όλες τις λειτουργίες της.

Λέξεις Κλειδιά: PHR, Χρηστικότητα, Φιλικότητα προς τον χρήστη, ICD10, HL7 RIM

Abstract

Health care providers, to provide better health services combined with lower costs, have introduced the concept of personal electronic health record (PHR). This effort was based on recognizing the importance of information technology in the rapid and secure storage, retrieval and management of medical data, properties that in the past were the prerogative of only the accounting and administration departments. PHR software are management systems for medical records through computers. Thanks to these systems, it is possible to process medical data directly and safely transport them over any distance and the data recording system is more efficient as it is enriched with the methods of new technologies.

This Thesis deals with the study, design and implementation of a PHR system. For this purpose, an online platform was created, Health Vault, which supports all the basic functions of such a system. The platform aims at the usefulness mainly of the patient and at the collection and distribution of all the health care information concerning the patients, who visit the doctors, who are responsible for their health. This online platform supports two types of users, the patient and the doctor. Every patient is able to see, understand and comprehend the data related to his health, while every doctor has the ability to enter new information in the system and process old ones, which are directly related to each patient.

The result of the above implementation is the creation of a PHR for each patient and doctor, which includes a wealth of patient medical information to which the patient and the doctor have access, as well as patient-related statistics regarding the profile of the doctor. This information includes, among other things, a complete history of the diseases and allergies the patient has experienced, a list of medical and diagnostic examinations performed, a history of immunizations, medications, procedures, and appointments with doctors. This record is kept throughout the patient's life and is updated each time he or she visits a doctor.

Great emphasis was placed on the implementation of the online platform in such a way that it has usability and user-friendly environment. The platform can be used by people who have no knowledge of Computer Science, as long as they know how to read. The design of the platform was inspired by a competition called Health Design Challenge [1], held in the US in 2013. This competition aimed to redesign the personal electronic health record by many groups of designers across the country. The first three best implementations of the overall design were awarded, from which this Thesis was mainly inspired.

The Thesis is structured in 6 chapters, in which present and explain all the necessary medical and technological terms, which constitute the environment of PHR systems. Therefore, a detailed description is provided regarding PHR, a reference to the coding standards that a PHR must meet, as well as an explanation of Health Vault development technologies. Finally, the web platform developed for the purposes of this dissertation is presented, explaining all its functions.

Therefore, a detailed description of PHR is given, a reference to the technological coding standards that a PHR must fulfil, as well as an explanation of the Health Vault development technologies.

Keywords: PHR, Usability, User-friendly, ICD10, HL7 RIM

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	ii
Περίληψη	iv
Abstract	vi
Περιεχόμενα.....	viii
Ευρετήριο Εικόνων	x
Ευρετήριο Πινάκων	xii
1. Εισαγωγή	1
1.1. Ηλεκτρονικός Προσωπικός Φάκελος Υγείας.....	1
1.2. Health Design Challenge.....	1
1.2.1. Οι καλύτερες υλοποιήσεις	5
1.3. Πρόβλημα.....	8
1.4. Στόχοι.....	8
1.5. Τεχνολογικά Πρότυπα.....	9
1.5.1. HL7 RIM.....	9
1.5.2. ICD-10	12
2. Υλοποίηση της εφαρμογής	19
2.1. Αρχιτεκτονική	19
2.1.1. Αρχιτεκτονική Τριών Επιπέδων	19
2.1.2. Πλεονεκτήματα της Αρχιτεκτονικής Τριών Επιπέδων	20
2.2. Front End.....	21
2.2.1. HTML5	21
2.2.2. CSS3	21
2.2.3. JavaScript.....	22
2.2.4. Materialize CSS	22
2.2.5. Chart JS.....	23
2.3. Middleware.....	24
2.3.1. Node JS	25
2.4. Database	25
2.4.1. PostgreSQL.....	25
3. Περιβάλλον εφαρμογής	29

4.	Συμπεράσματα/Μελλοντικές επεκτάσεις.....	60
5.	Βιβλιογραφία	61

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1.1 Λίστα των πεδίων και των ενοτήτων του Health Design Challenge (α) [1].....	4
Εικόνα 1.2 Λίστα των πεδίων και των ενοτήτων του Health Design Challenge (β) [1].....	4
Εικόνα 1.3 Πρώτη καλύτερη υλοποίηση του διαγωνισμού για την επανασχεδίαση του προσωπικού φακέλου υγείας	5
Εικόνα 1.4 Δεύτερη καλύτερη υλοποίηση του διαγωνισμού για την επανασχεδίαση του προσωπικού φακέλου υγείας	6
Εικόνα 1.5 Τρίτη καλύτερη υλοποίηση του διαγωνισμού για την επανασχεδίαση του προσωπικού φακέλου υγείας	6
Εικόνα 1.6 Πρώτη καλύτερη υλοποίηση για τον σχεδιασμό του ιατρικού ιστορικού ανά ασθένεια.....	7
Εικόνα 1.7 Δεύτερη καλύτερη υλοποίηση για τον σχεδιασμό του ιατρικού ιστορικού ανά ασθένεια.....	7
Εικόνα 1.8 Τρίτη καλύτερη υλοποίηση για τον σχεδιασμό του ιατρικού ιστορικού ανά ασθένεια.....	8
Εικόνα 1.9 Τα κύρια μοντέλα των σταδίων ανάπτυξης και των τεκμηριωμένων παραδοτέων που καθορίζονται από την έκδοση HL7	11
Εικόνα 1.10 HL7 RIM	12
Εικόνα 1.11 Παράδειγμα του ICD-9.....	17
Εικόνα 1.12 Παράδειγμα του ICD-10.....	17
Εικόνα 1.13 Παράδειγμα αυξημένης ειδικότητας ICD-10	18
Εικόνα 2.1 Αρχιτεκτονική τριών επιπέδων [31]	20
Εικόνα 2.2 Αρχικό Template για μια ιστοσελίδα του Framework Materialize CSS [36]	23
Εικόνα 2.3 Κάποια παραδείγματα γραφημάτων του Chart.js.....	24
Εικόνα 2.4 Η βάση δεδομένων του Healt Vault	28
Εικόνα 3.1 Σελίδα Sign in.....	29
Εικόνα 3.2 Σελίδα Sign in του ασθενή	30
Εικόνα 3.3 Αρχική σελίδα του ασθενή	31
Εικόνα 3.4 Πλάνο υγείας του ασθενή	32
Εικόνα 3.5 Πλάνο υγείας του ασθενή σε μορφή λίστας	33
Εικόνα 3.6 Αποτελέσματα εξέτασης λιπιδικού πάνελ	34
Εικόνα 3.7 Αποτελέσματα γενικής εξέτασης αίματος	34
Εικόνα 3.8 Αποτελέσματα φυσικής ανάλυσης ούρων	35
Εικόνα 3.9 Αποτελέσματα χημικής εξέτασης ούρων	35
Εικόνα 3.10 Αποτελέσματα μικροσκοπικής ανάλυσης ούρων	36
Εικόνα 3.11 Αποτέλεσμα εξέτασης Τεστ Παπ	36
Εικόνα 3.12 Επιλογή ημερομηνίας εξετάσεων, για την γενική εξέταση αίματος	37
Εικόνα 3.13 Χρονικό διάγραμμα ιατρικού ιστορικού	38
Εικόνα 3.14 Το προφίλ του ασθενή	39
Εικόνα 3.15 Αρχική σελίδα του γιατρού	40
Εικόνα 3.16 Το ημερολόγιο του γιατρού	41
Εικόνα 3.17 Μηνιαίο ημερολόγιο γιατρού σε λίστα.....	42
Εικόνα 3.18 Ημερήσιο ημερολόγιο γιατρού	43
Εικόνα 3.19 Η σελίδα των ραντεβού του γιατρού	43
Εικόνα 3.20 Δημιουργία ραντεβού σύμφωνα με την επιλογή ασθένειας του ασθενή Ellen Ross.....	44

Εικόνα 3.21 Δημιουργία ραντεβού σύμφωνα με την επιλογή ασθένειας του ασθενή Shanna Johnson	45
Εικόνα 3.22 Τύποι ραντεβού.....	46
Εικόνα 3.23 Το μενού του γιατρού για τους ασθενείς του	46
Εικόνα 3.24 Σελίδα με το ιατρικό προφίλ του ασθενή	47
Εικόνα 3.25 Σύνδεσμος για το πλήρες ιστορικό	48
Εικόνα 3.26 Σύνδεσμος για τα αποτελέσματα των εργαστηριακών εξετάσεων.....	48
Εικόνα 3.27 Πλήρες ιστορικό ενός συγκεκριμένου ασθενή	50
Εικόνα 3.28 Οδηγός επιστροφής στον συγκεκριμένο ασθενή.....	51
Εικόνα 3.29 Αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων ενός συγκεκριμένου ασθενή	51
Εικόνα 3.30 Κουμπί επεξεργασίας ασθενή.....	52
Εικόνα 3.31 Προσθήκη και Επεξεργασία Ασθενειών της Ellen Ross.....	53
Εικόνα 3.32 Προσθήκη και Επεξεργασία Φαρμάκων της Ellen Ross.....	54
Εικόνα 3.33 Προσθήκη και Επεξεργασία Αλλεργιών της Ellen Ross.....	55
Εικόνα 3.34 Προσθήκη και Επεξεργασία Εμβολιασμών της Ellen Ross	56
Εικόνα 3.35 Προσθήκη και Επεξεργασία Εξετάσεων της Ellen Ross.....	57
Εικόνα 3.36 Δημιουργία νέου ασθενή από τον ιατρό	58
Εικόνα 3.37 Επιλογές για τον λογαριασμό του ιατρού.....	58
Εικόνα 3.38 Το προφίλ του ιατρού	59

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1 Διεθνής Έκδοση του ICD-10.....	13
------------------------------------------	----

1. Εισαγωγή

1.1. Ηλεκτρονικός Προσωπικός Φάκελος Υγείας

Η ευρεία χρήση του διαδικτύου και η διαθεσιμότητα ιατρικών πληροφοριών σε αυτό έχει βοηθήσει στο να είναι πολύ πιο ενημερωμένοι οι ασθενείς για τα συμπτώματα, τις διαγνωστικές εξετάσεις, τις ασθένειες και τις επιλογές θεραπείας. Η πλειονότητα των πολιτών στις ΗΠΑ, χρησιμοποιεί το διαδίκτυο ως κύριο μέσο για την υγειονομική περίθαλψη και για την παρακολούθηση του πλάνου υγείας, το οποίο μπορεί να σχετίζεται με φάρμακα, θεραπείες και τον τρόπο ζωής. Το 42% των πολιτών της Αμερικής, έχει προσωπικό και οικογενειακό υγειονομικό μητρώο εκ των οποίων το 87% να είναι σε έντυπη μορφή [2]. Αρκετές έρευνες για τον ηλεκτρονικό Προσωπικό Φάκελο Υγείας (Personal Health Record - PHR) [3], έχουν αποδείξει ότι η πρόσβαση των ασθενών και των οικογενειακών μελών σε αυτόν, ενισχύει την γνώση και την αυτοδιαχείριση όσον αφορά την υγεία τους. Μελέτες έχουν ανακαλύψει ότι ενώ υπάρχουν 91 διαφορετικά εμπορικά συστήματα Προσωπικών Φακέλων Υγείας, το ποσοστό των Αμερικανών ενήλικων πολιτών που τα χρησιμοποιούν ανέρχεται μόνο στο 7% [4]. Τα PHR έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν και ενδεχομένως να βελτιώσουν τις σχέσεις ασθενών και κλινικών περίθαλψης, να ενισχύσουν τη λήψη κοινών αποφάσεων μεταξύ ασθενών και ιατρών και να επιτρέψουν στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης να εξελιχθεί προς ένα πιο εξατομικευμένο ιατρικό μοντέλο [3].

1.2. Health Design Challenge

Τον Ιανουάριο του 2013 στις ΗΠΑ διεξήχθη ένας διαγωνισμός, με την ονομασία Health Design Challenge [1], στον οποίο κλήθηκαν πάνω από 230 ομάδες σχεδιαστών από όλη τη χώρα, για να επανασχεδιάσουν τον προσωπικό ηλεκτρονικό φάκελο υγείας. Στην διάθεση τους είχαν τη λίστα των πεδίων και των ενοτήτων που αφορούν τον ασθενή, σύμφωνα με τα οποία θα έπρεπε να υλοποιήσουν τον σχεδιασμό του προσωπικού φακέλου υγείας. Η πληροφορία αυτή είναι η εξής (Εικόνα 1.1, Εικόνα 1.2):

- Δημογραφικά στοιχεία ασθενούς
 - Όνομα
 - Επώνυμο
 - Φύλο

- Οικογενειακή κατάσταση
- Θρησκεία
- Εθνικότητα
- Γλώσσα ομιλίας
- Διεύθυνση
- Τηλέφωνο
- Ημερομηνία Γέννησης
- Φροντιστής
 - Ρόλος
 - Όνομα
 - Επώνυμο
 - Διεύθυνση
 - Τηλέφωνο
- Πάροχος υγειονομικής περίθαλψης
 - Όνομα
 - Διεύθυνση
 - Τηλέφωνο
- Αλλεργίες
 - Όνομα
 - Αλλεργική αντίδραση
 - Σοβαρότητα αλλεργίας
- Εμβολιασμοί
 - Ημερομηνία
 - Όνομα
 - Τύπος
 - Δοσολογία
 - Σημειώσεις
- Φάρμακα
 - Ημερομηνία
 - Τύπος
 - Όνομα
 - Δοσολογία
 - Συχνότητα δοσολογίας

- Όνομα ιατρού
- Πλάνο υγειονομικής περίθαλψης
 - Όνομα δραστηριότητας
 - Ημερομηνία δραστηριότητας
 - Οδηγίες
- Συναντήσεις με ιατρό
 - Ιατρός
 - Πάροχος υγειονομικής περίθαλψης
 - Τοποθεσία
 - Ημερομηνία
- Ασθένειες/Προβλήματα υγείας
 - Παρατήρηση/Εξέταση
 - Κατάσταση προβλήματος
 - Ημερομηνία
 - Προαιρετικό: Ηλικία τη δεδομένη στιγμή
- Χειρουργικές διαδικασίες
 - Όνομα/Είδος χειρουργικής διαδικασίας
 - Ημερομηνία
 - Ιατρός
 - Διεύθυνση
- Αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων
 - Συστατικό
 - Αποτέλεσμα ασθενή
 - Φυσιολογικό εύρος τιμών
 - Μονάδες μέτρησης

Για τα αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων, τους δόθηκαν οδηγίες για τέσσερα πάνελ (Εικόνα 1.2):

- Λιπιδικό πάνελ
- Γενική εξέταση αίματος
- Ανάλυση ούρων
- Τεστ Παπ, εφόσον ο ασθενής είναι θηλυκού γένους

Health Design Challenge Section and Fields				
Demographics <ul style="list-style-type: none"> • First Name • Last Name • Gender • Martial Status • Religious Affiliation • Ethnicity • Language Spoken • Address • Telephone • Birthday 	Guardian <ul style="list-style-type: none"> • Role • First Name • Last Name • Address • Telephone 	Provider <ul style="list-style-type: none"> • Name of Provider • Address • Telephone 	Allergies <ul style="list-style-type: none"> • Allergy Name • Reaction • Severity 	Immunizations <ul style="list-style-type: none"> • Date • Immunization Name • Type • Dose Quantity (value / unit) • Education/Instructions
Medication <ul style="list-style-type: none"> • Date • Type • Name of Medication • Instructions <ul style="list-style-type: none"> • Dose Quantity (value / unit) • Rate Quantity (value / unit) • Name of Prescriber 	Plan of Care <ul style="list-style-type: none"> • Planned Activity Name • Planned Date • Instructions 	Problem List <ul style="list-style-type: none"> • Observation • Status • Date • (Age at onset) 	Procedures <ul style="list-style-type: none"> • Procedure • Date • Name of Org. • Address 	Lab Results See next page
	Encounters <ul style="list-style-type: none"> • Encounter • Provider • Location • Date 			

Εικόνα 1.1 Λίστα των πεδίων και των ενοτήτων του Health Design Challenge (α) [1]

Health Design Challenge Lab Results			
Fields for Lab Results			
These are the common fields that can be generalized to almost all lab results.			
Component	Your Result	Standard Range	Units
<i>Triglyceride</i>	49	< 150	MG/DL
Commonly Ordered Labs			
These are common lab tests with their components.			
Lipid Panel <ul style="list-style-type: none"> • Cholesterol • HDL • Non-HDL • Triglyceride • LDL 	Complete Blood Count <ul style="list-style-type: none"> • Red blood cells • White blood cells • Hemoglobin • Hematocrit • Average red blood cell size • Hemoglobin amount per cell • Hemoglobin concentration per red blood cell 	Urinalysis <ul style="list-style-type: none"> • Appearance / color • Odor • Turbidity • Specific gravity • Acidity (pH) • Glucose • Ketones • Protein • Bilirubin • Red blood cells 	Pap Smear <ul style="list-style-type: none"> • White blood cells • Casts • Crystals • Bacteria • Parasites • Leukoesterase • Nitrites
			Pap Smear <ul style="list-style-type: none"> • Result (Positive / Negative)

Εικόνα 1.2 Λίστα των πεδίων και των ενοτήτων του Health Design Challenge (β) [1]

Οι στόχοι σχεδιασμού που τέθηκαν για τις ομάδες σχεδιαστών ήταν οι εξής [1]:

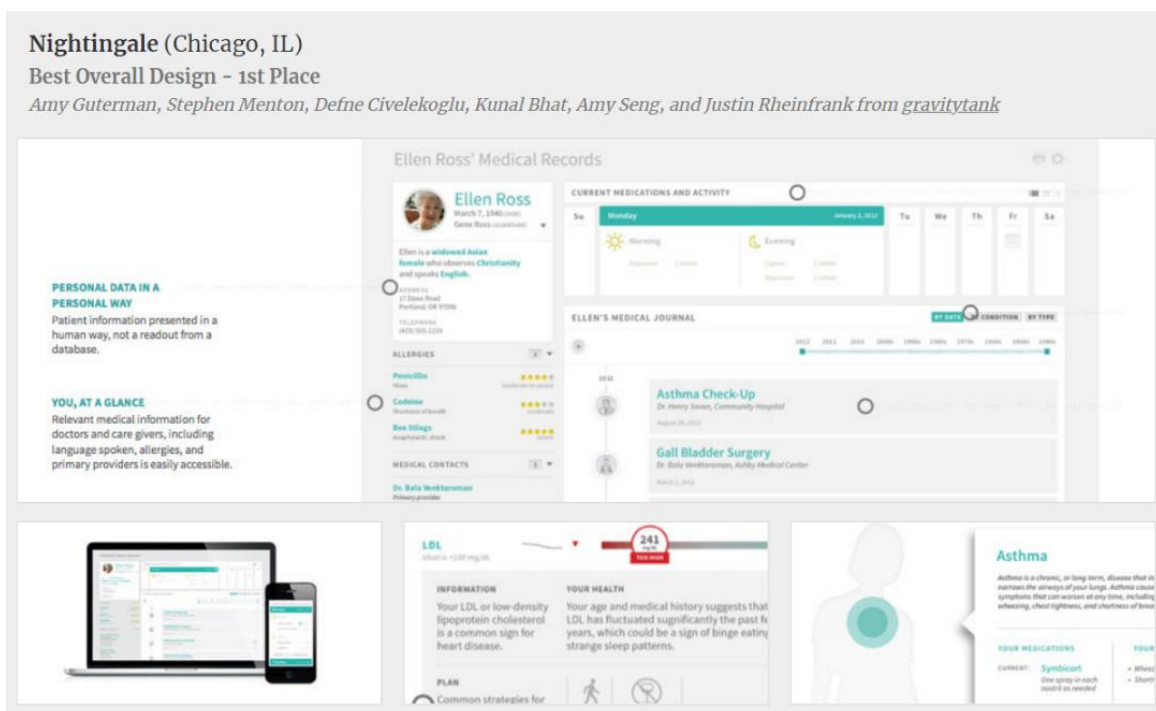
- Να δημιουργήσουν ένα ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό που θα διευκολύνει τον ασθενή να διαχειριστεί την υγεία του

- Να δώσουν την δυνατότητα στους επαγγελματίες υγείας να κατανοούν και να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τις πληροφορίες υγείας των ασθενών
- Να βοηθήσουν τα μέλη της οικογένειας και τους φίλους να φροντίσουν τα αγαπημένα τους πρόσωπα

1.2.1. Οι καλύτερες υλοποιήσεις

Οι τρεις καλύτερες υλοποιήσεις αναφορικά με το συνολικό σχεδιασμό του συστήματος είναι οι παρακάτω:

- Η υλοποίηση που κέρδισε την πρώτη θέση ονομάζεται Nightingale και προέρχεται από την ομάδα gravitytank (Εικόνα 1.3).
- Η υλοποίηση που κέρδισε την δεύτερη θέση ονομάζεται Studio TACK και προέρχεται από την ομάδα Studio TACK (Εικόνα 1.4).
- Η υλοποίηση που κέρδισε την τρίτη θέση ονομάζεται Blue Button και προέρχεται από την ομάδα Method (Εικόνα 1.5).



Εικόνα 1.3 Πρώτη καλύτερη υλοποίηση του διαγωνισμού για την επανασχεδίαση του προσωπικού φακέλου υγείας

Studio TACK (Brooklyn, NY)
 Best Overall Design - 2nd Place
 William Brian Smith and Leigh Salem from *Studio TACK*

The screenshot shows a medical history page for a patient with Congestive Heart Failure. At the top, there is a pink header with the title 'Medical History'. To the right, patient information is listed: Patient: Caldwell, Ruben; Address: 240a SW 3rd St, Gainesville, FL 32601; Date of Birth: June 20, 1939; Phone: 352-223-2091. Primary Care: Bishop, J. ANRP; Address: Malcolm Randall VA Medical Center Gainesville, FL; Phone: 1-888-500-5678. The main content area is divided into 'Problem' and 'History' sections. The 'Problem' section highlights 'Congestive Heart Failure' with a date range of 'Jan. 1, 2002 - Present' and a count of '03'. Below this, a 'What to watch for' section includes instructions: 'Weigh yourself daily and keep these values in a log that you bring to appointments. Limit sodium intake to < 2 g per day, and limit...'. The 'History' section for 'Jan. 1, 2002' lists 'Tests and Examinations: Echocardiogram after recent heart attack showed left ventricular ejection fraction (LVEF) 45-50% (normal is...'. The bottom of the page features several panels: 'Body Map' with a diagram of the human body, 'Condition' listing Glaucoma, Insomnia, and Diabetes Mellitus, Type II; a 'Fasting Blood Sugar' log showing a graph and data points; a 'Summary' section for 'Cardiovascular' with medication details for Aspirin, Bumetanide, and Metoprolol Succinate; and a 'Schedule' section for 'Morning' with instructions for Pentoprazole, Test Glucose, and Bumetanide.

Εικόνα 1.4 Δεύτερη καλύτερη υλοποίηση του διαγωνισμού για την επανασχεδίαση του προσωπικού φακέλου υγείας

Blue Button by Method (San Francisco, CA)
 Best Overall Design - 3rd Place
 Melissa Martin, Ryan Lee, Kaisha Hom, James Lee, Jeremy Juel, and Leslie Velasco from *Method*

The screenshot displays a mobile health application interface. The top section shows a patient's profile for 'Ellen Grace Ross, 74', including personal information, medical history, and a list of medications. Below this, there are three distinct panels: 1) 'Comprehensive Metabolic Panel' showing 'Glucose (fasting)' with a bar chart indicating a value of 119, between the 'Normal' (100) and 'Prediabetes' (100 to 125) ranges. 2) 'Medical History Timeline' showing a graph of health metrics over time. 3) A detailed view of a medication, 'Metoprolol', with its name, dosage, and other details.

Εικόνα 1.5 Τρίτη καλύτερη υλοποίηση του διαγωνισμού για την επανασχεδίαση του προσωπικού φακέλου υγείας

Επίσης βραβεύτηκαν οι καλύτερες υλοποιήσεις για τον σχεδιασμό του ιατρικού ιστορικού, της παρουσίασης των εργαστηριακών εξετάσεων και των φαρμάκων που λαμβάνει ο ασθενής. Ενδεικτικά, παρακάτω παρουσιάζονται οι τρεις καλύτερες υλοποιήσεις αναφορικά με το ιατρικό ιστορικό:

Οι τρεις καλύτερες υλοποιήσεις αναφορικά με το σχεδιασμό του ιατρικού ιστορικού ανά ασθένεια είναι οι παρακάτω:

- Η υλοποίηση που κέρδισε την πρώτη θέση λέγεται Grouping by Time και προέρχεται από τον Mathew Sanders (Εικόνα 1.6).
- Η υλοποίηση που κέρδισε την δεύτερη θέση λέγεται protoRX και προέρχεται από τον Tony Webster (Εικόνα 1.7).
- Η υλοποίηση που κέρδισε την τρίτη θέση προέρχεται από τον Andrew Conn (Εικόνα 1.8).



Εικόνα 1.6 Πρώτη καλύτερη υλοποίηση για τον σχεδιασμό του ιατρικού ιστορικού ανά ασθένεια



Εικόνα 1.7 Δεύτερη καλύτερη υλοποίηση για τον σχεδιασμό του ιατρικού ιστορικού ανά ασθένεια



Εικόνα 1.8 Τρίτη καλύτερη υλοποίηση για τον σχεδιασμό του ιατρικού ιστορικού ανά ασθένεια

1.3. Πρόβλημα

Η κλινική περίθαλψη απαιτεί όλο και περισσότερους ειδικούς φροντίδας υγείας να έχουν πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες ασθενών, που είναι πιθανό να είναι διασκορπισμένες σε πολλαπλές τοποθεσίες, να διατηρούνται σε χαρτί και ηλεκτρονική μορφή, να αναπαρίστανται ως συνδυασμοί αφηγηματικών, δομημένων, κωδικοποιημένων και πολυμεσικών καταχωρήσεων. Σήμερα, πολλοί ασθενείς ζητούν να έχουν πρόσβαση και οι ίδιοι στον δικό τους προσωπικό φάκελο υγείας, ώστε να έχουν την δυνατότητα να διαχειρίζονται την υγεία τους στο μέγιστο. Αυτές οι απαιτήσεις γίνονται πιο επείγουσες καθώς το επίκεντρο της παροχής υγειονομικής περίθαλψης μετατοπίζεται προοδευτικά από εξειδικευμένα κέντρα, στις κοινότητες και στο προσωπικό περιβάλλον του ασθενούς [5].

1.4. Στόχοι

Στόχος της παρούσας πτυχιακής είναι να αναπτυχθεί ένα εύχρηστο σύστημα ηλεκτρονικού προσωπικού φακέλου υγείας, το HealtVault, το οποίο θα παρέχει πρόσβαση τόσο σε ασθενείς, όσο και σε ιατρούς.

Πιο συγκεκριμένα, ο ασθενής, θα έχει πρόσβαση στον δικό του προσωπικό φάκελο υγείας, ο οποίος θα περιλαμβάνει όλες τις λεπτομερείς πληροφορίες για το ιστορικό του με σκοπό να το κατανοεί ο ίδιος. Επιπλέον, η διεπαφή χρήστη του ασθενή θα είναι κατάλληλη για κάθε άνθρωπο, ο οποίος γνωρίζει τουλάχιστον ανάγνωση. Αυτό σημαίνει ότι τα μεγέθη γραμματοσειρών, τα χρώματα, η δομή της πληροφορίας θα είναι σε τέτοια μορφή, που θα είναι

τελείως κατανοητό για τον οποιονδήποτε να διαβάσει και να κατανοήσει την κατάσταση της υγείας του.

Όσον αφορά τον ιατρό, θα έχει πρόσβαση στις πληροφορίες όλων των ασθενών που επιβλέπει, ώστε να υπάρχει η διευκόλυνση στο να καταφέρνει γρήγορα και εύκολα να ενημερώνεται για την κατάσταση υγείας και το ιστορικό του κάθε ασθενή του.

Για να επιτευχθεί αυτό, συνδυάστηκαν οι καλές σχεδιαστικές ιδέες των τριών καλύτερων υλοποιήσεων του Health Design Challenge που αναφέρεται παραπάνω, και φτιάχτηκε μια δική μας πρόταση εμπνευσμένη από αυτές για το PHR.

1.5. Τεχνολογικά Πρότυπα

Στην παρούσα πτυχιακή μελετήθηκε σε μεγάλο βαθμό το μοντέλο πληροφοριών αναφοράς επιπέδου υγείας HL7 [6] RIM [7], ώστε να δημιουργηθεί μία κατάλληλη βάση δεδομένων για τον ηλεκτρονικό προσωπικό φάκελο υγείας. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο κωδικοποίησης ICD-10 [8], ως σύνολο (πίνακας στην βάση δεδομένων) κωδικοποιημένων ασθενειών, όπου ένας ιατρός που χειρίζεται τον προσωπικό φάκελο υγείας μπορεί να δηλώσει τις ασθένειες για τους ασθενείς του.

1.5.1. HL7 RIM

Το Επίπεδο Υγείας Επτά (Health Level Seven - HL7) είναι ένα σύνολο διεθνών προτύπων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την μεταφορά κλινικών και διοικητικών δεδομένων μεταξύ εφαρμογών λογισμικού, οι οποίες είναι χρήσιμες στους διάφορους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης. Τα πρότυπα αυτά, συγκεντρώνονται στο επίπεδο εφαρμογής, το οποίο λέγεται “Level 7” στο μοντέλο OSI [9]. Επίσης, τα πρότυπα αυτά παράγονται από το HL7 International [10], έναν διεθνή οργανισμό προτύπων, και αναγνωρίζονται από άλλους φορείς έκδοσης προτύπων, όπως για παράδειγμα το Αμερικανικό Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων (ANSI) και ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO). Οι κλινικές, τα νοσοκομεία και άλλοι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης (όχι όλοι), συνήθως χρησιμοποιούν πολλά και διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα, τα οποία πρέπει να μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, σε περίπτωση νέων πληροφοριών ή ανάκτηση τους. Το HL7 International καθορίζει μια σειρά από ευέλικτα πρότυπα, κατευθυντήριες γραμμές και μεθοδολογίες μέσω των οποίων διάφορα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Τέτοιες

κατευθυντήριες γραμμές ή πρότυπα δεδομένων είναι ένα σύνολο κανόνων που επιτρέπουν την ανταλλαγή και την επεξεργασία πληροφοριών με ομοιόμορφο και συνεπή τρόπο. Τα συγκεκριμένα πρότυπα δεδομένων είναι σχεδιασμένα, ώστε οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης να κοινοποιούν κλινικές πληροφορίες με απλό τρόπο. Η δυνατότητα αυτή της ανταλλαγής των πληροφοριών, επιτρέπει την βοήθεια να ελαχιστοποιηθεί η τάση [11].

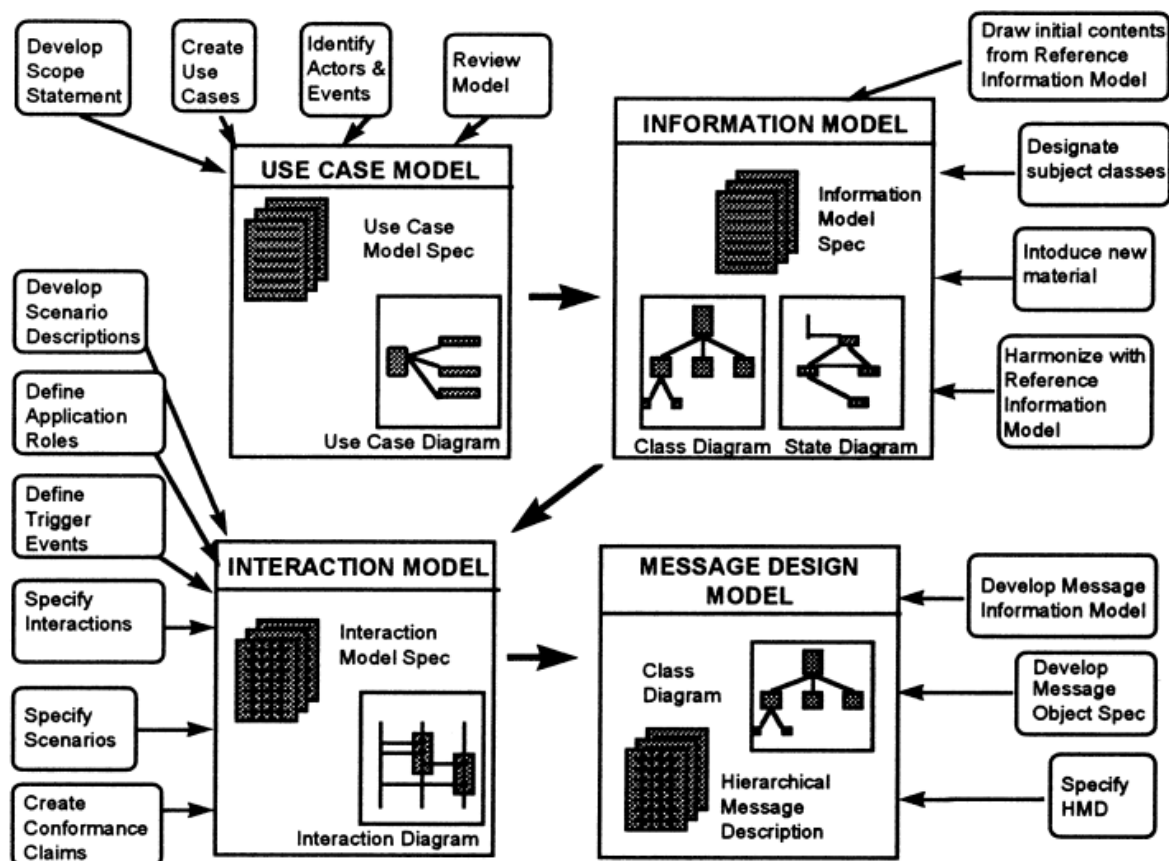
Το Μοντέλο Πληροφοριών Αναφοράς [12] (RIM) είναι ο ακρογωνιαίος λίθος της διαδικασίας ανάπτυξης HL7 Version 3 και βασικό μέρος της μεθοδολογίας ανάπτυξης HL7 V3. Το RIM εκφράζει το περιεχόμενο δεδομένων που απαιτείται σε ένα συγκεκριμένο κλινικό ή διοικητικό πλαίσιο και παρέχει μια ρητή αναπαράσταση των σημασιολογικών και λεξιλογικών συνδέσεων που υπάρχουν μεταξύ των πληροφοριών που μεταφέρονται στα πεδία των μηνυμάτων HL7 [10]. Το Μοντέλο Πληροφοριών Αναφοράς περιέχει όλα τα δεδομένα που απαιτούνται σε κλινικά ή διοικητικά πλαίσια. Επίσης, παρέχει την αναπαράσταση των σημασιολογικών αλλά και λεξικών συνδέσεων, οι οποίες υπάρχουν στις πληροφορίες που υπάρχουν στους τομείς των μηνυμάτων HL7. Η έκδοση 3.0, προσπάθησε να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο το HL7 και οι επιτροπές του, θα δημιουργήσουν πρότυπα ανταλλαγής πληροφοριών. Αυτός ο μετασχηματισμός περιλαμβάνει την εφαρμογή αντικειμενοστραφών μοντέλων στην ανάπτυξη και τον καθορισμό προτύπων ανταλλαγής πληροφοριών [13].

Η έκδοση 3.0 του προτύπου HL7 [13] σκοπεύει να υποστηρίξει όλες τις ροές εργασίας στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Η ανάπτυξη της έκδοσης 3 ξεκίνησε επίσημα το 1994, με αποτέλεσμα μια αρχική τυπική δημοσίευση το 2005. Το πρότυπο v3, σε αντίθεση με την έκδοση 2, βασίζεται σε μια επίσημη μεθοδολογία, το HL7 Development Framework (HDF) [13] και σε αντικειμενοστραφείς αρχές.

Το HL7 Πλαίσιο Ανάπτυξης έκδοσης 3.0 (HDF – HL7 Development Framework) είναι μια διαδικασία, η οποία εξελίσσεται συνεχώς. Αυτή η διαδικασία έχει σκοπό την ανάπτυξη προδιαγραφών, οι οποίες θα διευκολύνουν την λειτουργικότητα των συστημάτων περίθαλψης υγείας μεταξύ τους. Οι προδιαγραφές αυτές σε συνδυασμό με τη διαδικασία ανάλυσης και σχεδιασμού, επιδιώκουν να μετατρέψουν την έκδοση 3.0 του HL7 σε μια μεθοδολογία, η οποία θα χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη προτύπων συναίνεσης, με αποτέλεσμα τη λειτουργικότητα των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης. Το HDF είναι η πιο πρόσφατη έκδοση της μεθοδολογίας ανάπτυξης HL7 V3. Το HDF όχι μόνο τεκμηριώνει τα μηνύματα, αλλά και τις διαδικασίες, τα εργαλεία, τους παράγοντες, τους κανόνες και τα τεχνουργήματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη όλων των προτύπων προδιαγραφών HL7. Τελικά, το HDF περιλαμβάνει όλες τις προδιαγραφές του προτύπου HL7, συμπεριλαμβανομένων τυχόν νέων

προτύπων που προκύπτουν από την ανάλυση αρχιτεκτονικών και απαιτήσεων ηλεκτρονικών αρχείων υγείας. Οι προδιαγραφές HL7 βασίζονται σε κώδικες και λεξιλόγια από διάφορες πηγές. Η εργασία του λεξιλογίου V3 διασφαλίζει ότι τα συστήματα που εφαρμόζουν τις προδιαγραφές HL7 έχουν ξεκάθαρη κατανόηση των πηγών κώδικα και των τομέων τιμών κώδικα που χρησιμοποιούν.

Τον Ιανουάριο του 1997, δημοσιεύτηκε το Πλαίσιο Ανάπτυξης Μηνυμάτων (MDF) HL7 Version 3.



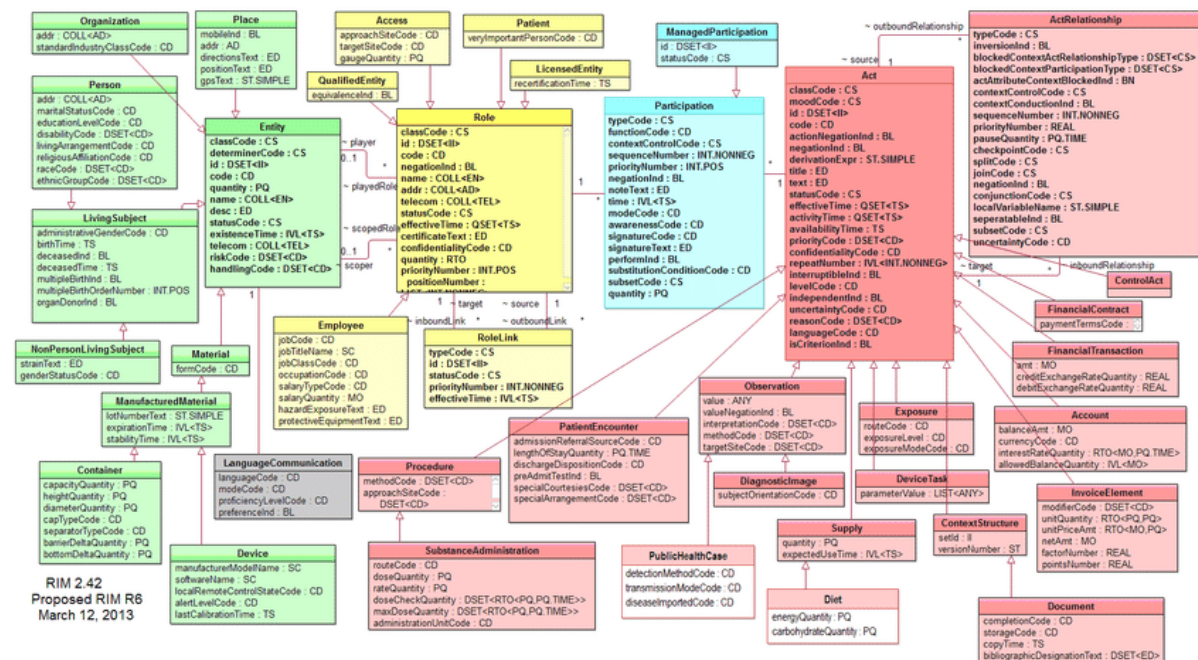
Εικόνα 1.9 Τα κύρια μοντέλα των σταδίων ανάπτυξης και των τεκμηριωμένων παραδοτέων που καθορίζονται από την έκδοση HL7

Το MDF είναι μια ολοκληρωμένη, πλήρως τεκμηριωμένη, μεθοδολογία βασισμένη σε μοντέλο για την ανάπτυξη προδιαγραφών μηνυμάτων, η οποία καθορίζει τέσσερα μοντέλα εκ των οποίων πρέπει να αναπτυχθούν κατά την παραγωγή ενός προτύπου μηνύματος. Στην Εικόνα 1.9 φαίνεται ένα διάγραμμα αυτών των μοντέλων, το οποίο απεικονίζει ένα πλαίσιο και σύμβολα τεκμηρίωσης για κάθε μοντέλο. Εμφανίζει επίσης σχόλια που υποδεικνύουν τα βήματα ανάπτυξης για κάθε μοντέλο. Επιπλέον, ενώ τα βέλη που υπάρχουν στο σχήμα

δείχνουν την διαδικασία της ανάπτυξης, στην πραγματικότητα όμως είναι κυκλική. Το MDF ακολουθεί μια μεθοδολογία, η οποία έχει βάση στην αντικειμενοστραφείς μεθοδολογίες. Αυτές οι μεθοδολογίες, ωφελούν στην χρήση, τις πληροφορίες και τα μοντέλα αλληλεπίδρασης του MDF, αλλά επίσης περιορίζονται με σκοπό το αποτέλεσμα της διαδικασίας να ικανοποιεί τις ανάγκες της ανάπτυξης προτύπων μηνυμάτων και όχι της ανάπτυξης εφαρμογών. Ένας διαμεσολαβητής μοντελοποίησης από την Επιτροπή Μοντελοποίησης και Μεθοδολογίας βοηθά κάθε επιτροπή να κάνει τη μοντελοποίησή της και βοηθά στα καθήκοντα της εναρμόνισης μοντέλων [13].

Η ευελιξία των μοντέλων του HL7 και η μεθοδολογία, η οποία ακολουθείται για την χρήση αυτών των μοντέλων με σκοπό την ανάπτυξη προτύπων, είναι η δύναμη του HL7. Αυτές οι ίδιες δυνάμεις καθιστούν το HL7 Έκδοση 3.0 έναν άξιο υποψήφιο ως μεθοδολογία για τη δημιουργία συνεργασίας και συναίνεσης μεταξύ πολλών προγραμματιστών προτύπων σε μια διεθνή προσπάθεια.

Χρήσιμο link: <https://www.hl7.org/el/protypo-hl7>



Εικόνα 1.10 HL7 RIM

1.5.2. ICD-10

Το ICD-10 είναι η 10η αναθεώρηση της Διεθνούς Στατιστικής Ταξινόμησης Νοσημάτων και Συναφών Προβλημάτων Υγείας (ICD) [14], μιας λίστας ιατρικής ταξινόμησης από τον

Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization - WHO). Περιέχει κωδικούς για ασθένειες, σημεία και συμπτώματα, μη φυσιολογικά ευρήματα, παράπονα, κοινωνικές συνθήκες και εξωτερικές αιτίες τραυματισμού ή ασθενειών. Οι εργασίες για το ICD-10 ξεκίνησαν το 1983 [15], εγκρίθηκαν από την 43η Παγκόσμια Συνέλευση Υγείας το 1990 και χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά από τα κράτη μέλη το 1994 [14].

Ενώ ο WHO διαχειρίζεται και δημοσιεύει τη βασική έκδοση του ICD, έχει τροποποιηθεί από αρκετά κράτη μέλη για να ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες τους. Στη βασική ταξινόμηση, το σύνολο κωδικών επιτρέπει περισσότερους από 14.000 διαφορετικούς κωδικούς και επιτρέπει την παρακολούθηση πολλών νέων διαγνώσεων σε σύγκριση με το προηγούμενο ICD-9. Μέσω της χρήσης προαιρετικών υπο-ταξινομήσεων, το ICD-10 δίνει το δικαίωμα για την εξειδίκευση σχετικά με την αιτία, την εκδήλωση, τη θέση, τη σοβαρότητα και τον τύπο του τραυματισμού ή της νόσου [16]. Οι προσαρμοσμένες εκδόσεις μπορεί να διαφέρουν με διάφορους τρόπους, και ορισμένες εθνικές εκδόσεις έχουν επεκτείνει ακόμη περισσότερο το σύνολο κωδικών, με κάποιους να φθάνουν στο σημείο να προσθέτουν κωδικούς διαδικασίας. Το ICD-10 έχει πάνω από 70.000 κωδικούς [16]. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας παραχωρεί αρκετές πληροφορίες για το ICD, μέσω της διαδικτυακής ιστοσελίδας του.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται η διεθνής έκδοση του ICD-10, με βάση το κεφάλαιο, το εύρος κωδικών (μπλοκ) και τον τίτλο [14].

Πίνακας 1 Διεθνής Έκδοση του ICD-10

Κεφάλαιο	Μπλοκ	Τίτλος
I	A00–B99	Certain infectious and parasitic diseases
II	C00–D48	Neoplasms
III	D50–D89	Diseases of the blood and blood-forming organs and certain disorders involving the immune mechanism
IV	E00–E90	Endocrine, nutritional and metabolic diseases
V	F00–F99	Mental and behavioural disorders

VI	G00–G99	Diseases of the nervous system
VII	H00–H59	Diseases of the eye and adnexa
VIII	H60–H95	Diseases of the ear and mastoid process
IX	I00–I99	Diseases of the circulatory system
X	J00–J99	Diseases of the respiratory system
XI	K00–K93	Diseases of the digestive system
XII	L00–L99	Diseases of the skin and subcutaneous tissue
XIII	M00– M99	Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue
XIV	N00–N99	Diseases of the genitourinary system
XV	O00–O99	Pregnancy, childbirth and the puerperium
XVI	P00–P96	Certain conditions originating in the perinatal period
XVII	Q00–Q99	Congenital malformations, deformations and chromosomal abnormalities
XVIII	R00–R99	Symptoms, signs and abnormal clinical and laboratory findings, not elsewhere classified
XIX	S00–T98	Injury, poisoning and certain other consequences of external causes
XX	V01–Y98	External causes of morbidity and mortality
XXI	Z00–Z99	Factors influencing health status and contact with health services
XXII	U00–U99	Codes for special purposes

Προ ICD-10. Ορισμένοι μελετητές τοποθετούν την προέλευση του ICD στο 1763. Ο Γάλλος γιατρός και βοτανολόγος Dr Francois Bossier de Sauvages de Lacroix ανέπτυξε μια κατηγοριοποίηση δέκα διαφορετικών κατηγοριών ασθενειών, οι οποίες χωρίστηκαν περαιτέρω σε 2400 μοναδικές ασθένειες [17]. Ο Sauvages de Lacroix ήταν φίλος του Σουηδού νατουρλιστή Carl Von Linne, ο οποίος θεωρείται ο πατέρας της σύγχρονης ταξινόμιας. Το σύστημα ταξινόμησής του, βασισμένο σε προηγούμενες εργασίες του Άγγλου γιατρού Thomas Sydenham, ήταν παρόμοιο με τις μεθόδους που χρησιμοποιούσαν τότε οι βοτανολόγοι. Αναγνωρίζοντας τη σημασία της ταξινόμησης των ασθενειών, το πρώτο Διεθνές Στατιστικό Συνέδριο που πραγματοποιήθηκε στις Βρυξέλλες το 1853 διόρισε τους Jacob Marc d'Espine και William Farr να αναπτύξουν ένα σύστημα ταξινόμησης αιτιών θνησιμότητας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί πέρα από σύνορα και γλώσσες [18]. Αυτή ήταν η γένεση αυτού που έγινε γνωστό ως Διεθνής Κατάλογος Αιτιών Θανάτου. Το 1893, ο Jacques Bertillon, ένας Παριζιάνος στατιστικός, και η επιτροπή του δημιούργησαν τον πρώτο Διεθνή Κατάλογο Αιτιών Θανάτου [19]. Εκείνη την εποχή, ο Διεθνής Κατάλογος Αιτιών Θανάτου παρουσιάστηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες στο Διεθνές Στατιστικό Ινστιτούτο και το 1898, διάφορες χώρες της Βόρειας Αμερικής, συμπεριλαμβανομένων των Ηνωμένων Πολιτειών, υιοθέτησαν αυτό το σύστημα [14]. Με την πάροδο του χρόνου, αυτός ο Διεθνής Κατάλογος Αιτιών Θανάτου ενημερώθηκε και δημοσιεύτηκε περίπου μία φορά ανά δεκαετία το 1900, το 1910, το 1920, το 1929 και το 1938 [20].

Το 1948, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) ανέλαβε το σύστημα ταξινόμησης, το οποίο επεκτάθηκε το επόμενο έτος για να συμπεριλάβει την κωδικοποίηση για αιτίες νοσηρότητας εκτός από τη θνησιμότητα. Το σύστημα ονομάστηκε εκ νέου ως σύστημα Διεθνούς Ταξινόμησης Νοσημάτων [18][14]. Υπό την προστασία του WHO, η ανάπτυξη ICD συνεχίστηκε με πιο προβλέψιμο τρόπο. Οι πρώτες 5 εκδόσεις του συστήματος ICD περιείχαν η κάθε μία εξ ολοκλήρου σε έναν ενιαίο τόμο. Αυτός ο τόμος περιλάμβανε ένα αλφαβητικό ευρετήριο και μια λίστα με πίνακες. Μέχρι την έκτη αναθεώρηση, το σύστημα κωδικοποίησης περιλάμβανε ονομασίες νοσηρότητας και θνησιμότητας και απαιτούσε 2 τόμους.

Το πιο σημαντικό, το ICD-6 επεκτάθηκε ώστε να περιλαμβάνει ένα τμήμα για τις ψυχιατρικές διαταραχές. Αυτή η έκτη έκδοση ονομάστηκε τώρα το Εγχειρίδιο της Διεθνούς Στατιστικής Ταξινόμησης Νοσημάτων, Τραυματισμών και Αιτιών Θανάτου [21]. Οι αναθεωρήσεις συνεχίστηκαν από δεκαετία σε δεκαετία υπό τον WHO και η 7^η και 8^η αναθεώρηση δημοσιεύθηκαν το 1957 και το 1968 [19]. Η Υπηρεσία Δημόσιας Υγείας των Ηνωμένων Πολιτειών προσάρμοσε το ICD σε ευρετήριο νοσοκομειακών αρχείων και

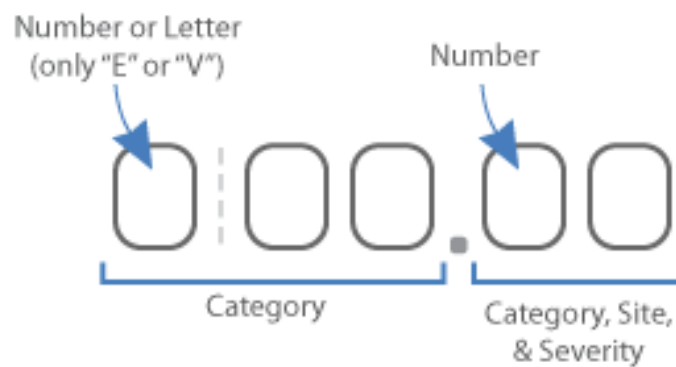
ταξινόμησε τις χειρουργικές διαδικασίες (ICDA) και δημοσίευσε αυτό το σύστημα το 1962 [19].

Το ICD-9 δημοσιεύθηκε το 1977 από το Τμήμα Διαχείρισης και Κοινοποίησης Γνώσης του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO). Το ICD-9 ήταν μια σημαντική μετάβαση στην αυξημένη λεπτομέρεια με κατηγορίες τετραψήφιου επιπέδου και μια ποικιλία προαιρετικών υποδιαρρέσεων 5 ψηφίων. Ήταν επίσης καθοριστικό για τη μεταφορά του συστήματος από τον WHO όταν το ICD έγινε μέρος του δημόσιου τομέα. Η Κλινική Τροποποίηση (CM) ICD-9 ήταν η επόμενη επέκταση στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η πρόθεση ήταν να επιτραπεί η διαγνωστική κωδικοποίηση της χρήσης νοσοκομειακών, εξωτερικών ασθενών και ιατρείου (μη εγκατάστασης). Αναπτύχθηκε από το Εθνικό Κέντρο Στατιστικών Υγείας. Η επέκταση του CM παρείχε την ευκαιρία να συλλάβει δεδομένα αυξημένης νοσηρότητας και να ενημερώνεται συχνότερα. Αυτό το σύστημα ενημερώνεται την 1η Οκτωβρίου κάθε έτους. Το ICD-9-CM ήταν μέχρι τώρα ένα σύνολο 3 τόμων με τους 2 πρώτους τόμους να αφορούν διαγνωστικούς κώδικες και τον τρίτο να περιέχει διαδικαστικούς κώδικες, αν και ο δεύτερος δεν απέκτησε ποτέ τη δημοτικότητα και την ευρεία χρήση στις Ηνωμένες Πολιτείες εκείνων που αναπτύχθηκαν μέσω της διαδικασίας Τρέχουσα Διαδικαστική Ορολογία. Τα Κέντρα για τις υπηρεσίες Medicare και Medicaid (CMS) και το Εθνικό Κέντρο Στατιστικών Υγείας συμβάλλουν αμφότερα στην εποπτεία του ICD-9-CM [19]. Το 1983, υιοθετήθηκε το Σύστημα Πληρωμής Προσωπικού Νοσοκομείου για την πληρωμή νοσοκομειακής περίθαλψης στο πρόγραμμα Medicare, το οποίο ασφαρίζει ηλικιωμένους και άτομα με χρόνιες ασθένειες. Οι τόμοι 1, 2 και 3 του ICD-9-CM χρησιμοποιήθηκαν για την εκχώρηση υποθέσεων στις ομάδες που σχετίζονται με τις διαγνώσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή ποσών πληρωμής.

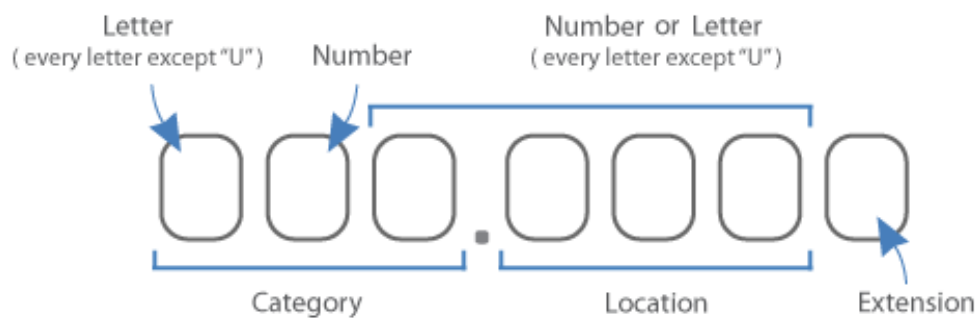
Η Δέκατη Έκδοση (ICD-10). Ιστορικά, οι ενημερώσεις πραγματοποιούνταν περίπου μία φορά ανά δεκαετία. Η πρώτη προσπάθεια για το ICD-10 ολοκληρώθηκε το 1992. Το ICD-10-CM εισήχθη στη συνέχεια για την ετήσια διαδικασία αναθεώρησης το 1992. Το ICD-10 είναι πολύ πιο λεπτομερές από το ICD-9, με επέκταση από 17.000 κωδικούς σε περίπου 155.000. Για παράδειγμα, ο Καναδάς εισήγαγε ένα τροποποιημένο σύστημα, το ICD-10-CA, το 2000. Το ICD-10 χρησιμοποιείται σε περισσότερες από 100 χώρες παγκοσμίως για τις αναφορές των αιτιών θανάτου. Το 2003, ο νόμος περί φορητότητας και λογοδοσίας της ασφάλισης υγείας του 1996 κατονόμασε το ICD-9 ως τον κωδικό που καθορίστηκε για την αναφορά διαγνώσεων και διαδικασιών σε ηλεκτρονικές διοικητικές συναλλαγές [22]. Στις 16 Ιανουαρίου 2009, το Υπουργείο Υγείας και Ανθρωπίνων Υπηρεσιών των ΗΠΑ δημοσίευσε

κανονισμό που απαιτούσε την αντικατάσταση του ICD-9 με ICD-10 από την 1η Οκτωβρίου 2013.

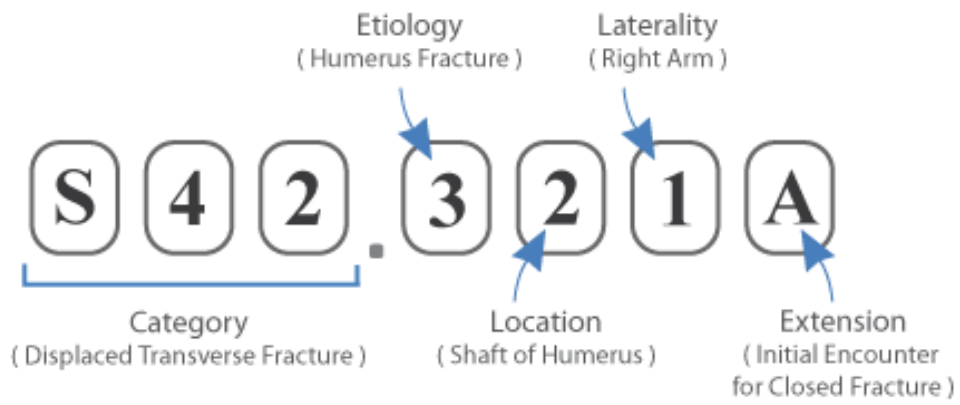
Το ICD-10 χρησιμοποιεί όμοια βασική ιεραρχική δομή με το ICD-9. Τα πρώτα τρία ψηφία αντιπροσωπεύουν κοινά χαρακτηριστικά, με κάθε επόμενο χαρακτήρα να παρέχει μεγαλύτερη ειδικότητα. Το ICD-10 είναι αλφαριθμητικό, με πιθανά 7 ψηφία (Εικόνα 1.11 [23]) ειδικότητας σε αντίθεση με τα 5 ψηφία (Εικόνα 1.12 [23]) του ICD-9. Είναι παράξενο ότι το γράμμα U είναι το μόνο που δεν χρησιμοποιείται [24]. Ένα παράδειγμα μιας αυξημένης ειδικότητας φαίνεται στην Εικόνα 1.13 [23].



Εικόνα 1.11 Παράδειγμα του ICD-9



Εικόνα 1.12 Παράδειγμα του ICD-10



Εικόνα 1.13 Παράδειγμα αυξημένης ειδικότητας ICD-10

2. Υλοποίηση της εφαρμογής

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μία λεπτομερής περιγραφή της αρχιτεκτονικής και των τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση, την ανάπτυξη και την σχεδίαση του Health Vault.

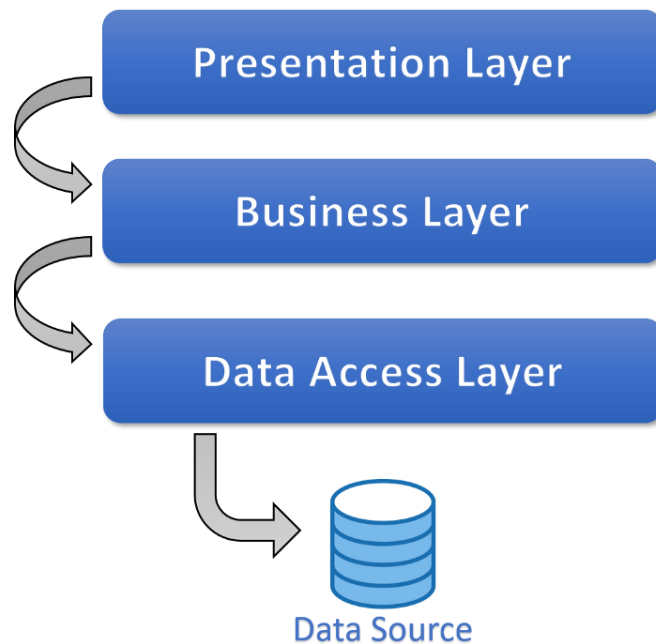
2.1. Αρχιτεκτονική

2.1.1. Αρχιτεκτονική Τριών Επιπέδων

Η αρχιτεκτονική τριών επιπέδων είναι μια καλά εδραιωμένη αρχιτεκτονική εφαρμογών λογισμικού, η οποία οργανώνει εφαρμογές σε τρεις βαθμίδες λογικής και φυσικής υπολογιστικής: το επίπεδο παρουσίασης ή διεπαφή χρήστη, το επίπεδο εφαρμογής, όπου γίνεται επεξεργασία δεδομένων και τη επίπεδο δεδομένων, όπου αποθηκεύονται και διαχειρίζονται τα δεδομένα που σχετίζονται με την εφαρμογή, Εικόνα 2.1.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της αρχιτεκτονικής τριών επιπέδων είναι το γεγονός ότι κάθε επίπεδο λειτουργεί με τη δική του υποδομή και έτσι, μπορεί να αναπτυχθεί ταυτόχρονα από μια ξεχωριστή ομάδα ανάπτυξης και να ενημερωθεί ή να κλιμακωθεί ανάλογα με τις ανάγκες χωρίς να επηρεάζει τις άλλες βαθμίδες.

Πολλά χρόνια η αρχιτεκτονική τριών επιπέδων ήταν η αρχιτεκτονική που επικρατούσε για τις client-server εφαρμογές. Στις μέρες μας, οι περισσότερες εφαρμογές τριών επιπέδων αποτελούν στόχους για εκσυγχρονισμό, χρησιμοποιώντας cloud-native τεχνολογίες, όπως containers και microservices, και για τη μεταφορά στο cloud [30].



Εικόνα 2.1 Αρχιτεκτονική τριών επιπέδων [31]

2.1.2. Πλεονεκτήματα της Αρχιτεκτονικής Τριών Επιπέδων

Το κύριο πλεονέκτημα της αρχιτεκτονικής τριών επιπέδων είναι ο λογικός και φυσικός διαχωρισμός της λειτουργικότητας. Κάθε επίπεδο έχει την ικανότητα να εκτελεστεί σε ξεχωριστό λειτουργικό σύστημα και πλατφόρμα διακομιστή, π.χ. web server (διακομιστή ιστού), application server (διακομιστή εφαρμογών), database server (διακομιστή βάσης δεδομένων), που ταιριάζει καλύτερα στις λειτουργικές απαιτήσεις του. Και κάθε επίπεδο εκτελείται σε έστω έναν αποκλειστικό server hardware (υλικό διακομιστή) ή virtual server (εικονικό διακομιστή), με αποτέλεσμα οι υπηρεσίες κάθε επιπέδου να μπορούν να προσαρμοστούν και να βελτιστοποιηθούν χωρίς επιπτώσεις στα άλλα επίπεδα [30].

Επιπλέον οφέλη σε σύγκριση με την αρχιτεκτονική ενός ή δύο επιπέδων περιλαμβάνουν [30]:

- **Ταχύτερη ανάπτυξη:** Κάθε επίπεδο μπορεί να αναπτυχθεί ταυτόχρονα από διαφορετικές ομάδες ώστε έτσι, ένας οργανισμός μπορεί να φέρει την εφαρμογή πιο γρήγορα στην αγορά και οι προγραμματιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις πιο πρόσφατες και καλύτερες γλώσσες και εργαλεία για κάθε επίπεδο.
- **Βελτιωμένη επεκτασιμότητα:** Κάθε επίπεδο μπορεί να κλιμακωθεί ανεξάρτητα από τα άλλα, όπως απαιτείται.
- **Βελτιωμένη αξιοπιστία:** Μια διακοπή σε ένα επίπεδο είναι λιγότερο πιθανό να επηρεάσει τη διαθεσιμότητα ή την απόδοση των άλλων επιπέδων.

- **Βελτιωμένη ασφάλεια:** Επειδή το επίπεδο παρουσίασης και το επίπεδο δεδομένων δεν μπορούν να επικοινωνήσουν απευθείας, ένα καλά σχεδιασμένο επίπεδο εφαρμογών μπορεί να λειτουργήσει ως ένα είδος εσωτερικού τείχους προστασίας, αποτρέποντας τις ενέσεις SQL και άλλες κακόβουλες εκμεταλλεύσεις.

2.2. Front End

Το Front-End (Επίπεδο Παρουσίασης) είναι η διεπαφή χρήστη και το επίπεδο επικοινωνίας της εφαρμογής, όπου ο χρήστης αλληλοεπιδρά με αυτό. Ο κυριότερος σκοπός του είναι να απεικονίζει και να συλλέγει πληροφορίες από τον χρήστη. Αυτή η βαθμίδα ανώτατου επιπέδου μπορεί να εκτελεστεί για παράδειγμα, σε ένα πρόγραμμα περιήγησης ιστού, ως εφαρμογή για desktop υπολογιστές ή σε μια γραφική διεπαφή χρήστη (GUI). Τα επίπεδα παρουσίασης διαδικτύου αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας κυρίως HTML, CSS και JavaScript. Οι desktop εφαρμογές μπορούν να υλοποιηθούν σε διάφορες γλώσσες, ανάλογα με την πλατφόρμα [30].

Για την ανάπτυξη του Front-End του HealthVault χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω πρότυπα-γλώσσες.

2.2.1. HTML5

Η HTML5 είναι η πιο εξελιγμένη έκδοση της HTML, η οποία είναι εμπλουτισμένη με πολλές νέες δυνατότητες και έχει δημιουργηθεί από την World Wide Web (W3C). Η HTML ή διαφορετικά, η γλώσσα σήμανσης υπερ-κειμένου είναι αυτή που δημιουργεί τη βασική δομή του Παγκόσμιου Διαδικτύου.

Την HTML συνθέτουν κωδικοποιημένοι δείκτες (ετικέτες), οι οποίοι περικλείουν και αλλάζουν ορισμένα μέρη κειμένου, επισημαίνοντας το σκοπό και την λειτουργία τους. Ορισμένες ετικέτες προσδιορίζουν με ποιο τρόπο θα εμφανιστούν οι πληροφορίες, ωστόσο άλλες δημιουργούν συνδέσεις μεταξύ διαδικτυακών σελίδων ή άλλων διαδικτυακών περιεχομένων [32].

2.2.2. CSS3

Το Cascading Style Sheets (CSS) είναι μια γλώσσα, η οποία χρησιμοποιείται για να απεικονίσει την εμφάνιση, το στυλ και τη μορφή ενός εγγράφου γραμμένου σε οποιαδήποτε

γλώσσα σήμανσης. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση και την οργάνωση της διάταξης των ιστοσελίδων. Το CSS3 είναι η τελευταία έκδοση μιας παλαιότερης έκδοσης CSS, της έκδοσης CSS2. Μια κύρια αλλαγή στο CSS3 σε σύγκριση με το CSS2 είναι η εισαγωγή ενοτήτων.

Το πλεονέκτημα αυτής της λειτουργικότητας είναι ότι επιτρέπει την οριστικοποίηση και ταχύτερη αποδοχή των προδιαγραφών, καθώς τα τμήματα οριστικοποιούνται και γίνονται αποδεκτά σε τμήματα. Έτσι, αυτό δίνει το δικαίωμα στο πρόγραμμα περιήγησης να υποστηρίζει τμήματα της προδιαγραφής [33].

2.2.3. JavaScript

Η JavaScript είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού που βασίζεται στο πρωτότυπο μοντέλο αντικειμένου. Η γλώσσα είναι περισσότερο γνωστή για τη χρήση της ως γλώσσα δέσμης ενεργειών στον ιστό. Η JavaScript είναι ένα βασικό δομικό στοιχείο του Δυναμικού HTML (DHTML): μια συλλογή τεχνολογιών που περιλαμβάνονται σχεδόν σε όλα τα προγράμματα περιήγησης ιστού για να υποστηρίξουν τη δημιουργία κινούμενων και διαδραστικών ιστότοπων. Όταν ενσωματωθεί στο πρόγραμμα περιήγησης ιστού, η εφαρμογή JavaScript περιλαμβάνει ένα σύνολο βιβλιοθηκών που αναφέρονται συλλογικά ως "JavaScript από την πλευρά του πελάτη (Client-Side)". Αντίθετα, η γλώσσα JavaScript και οι βασικές βιβλιοθήκες JavaScript (δηλαδή οι βιβλιοθήκες που είναι ανεξάρτητες από τον ιστό) συνήθως αναφέρονται ως "Core JavaScript".

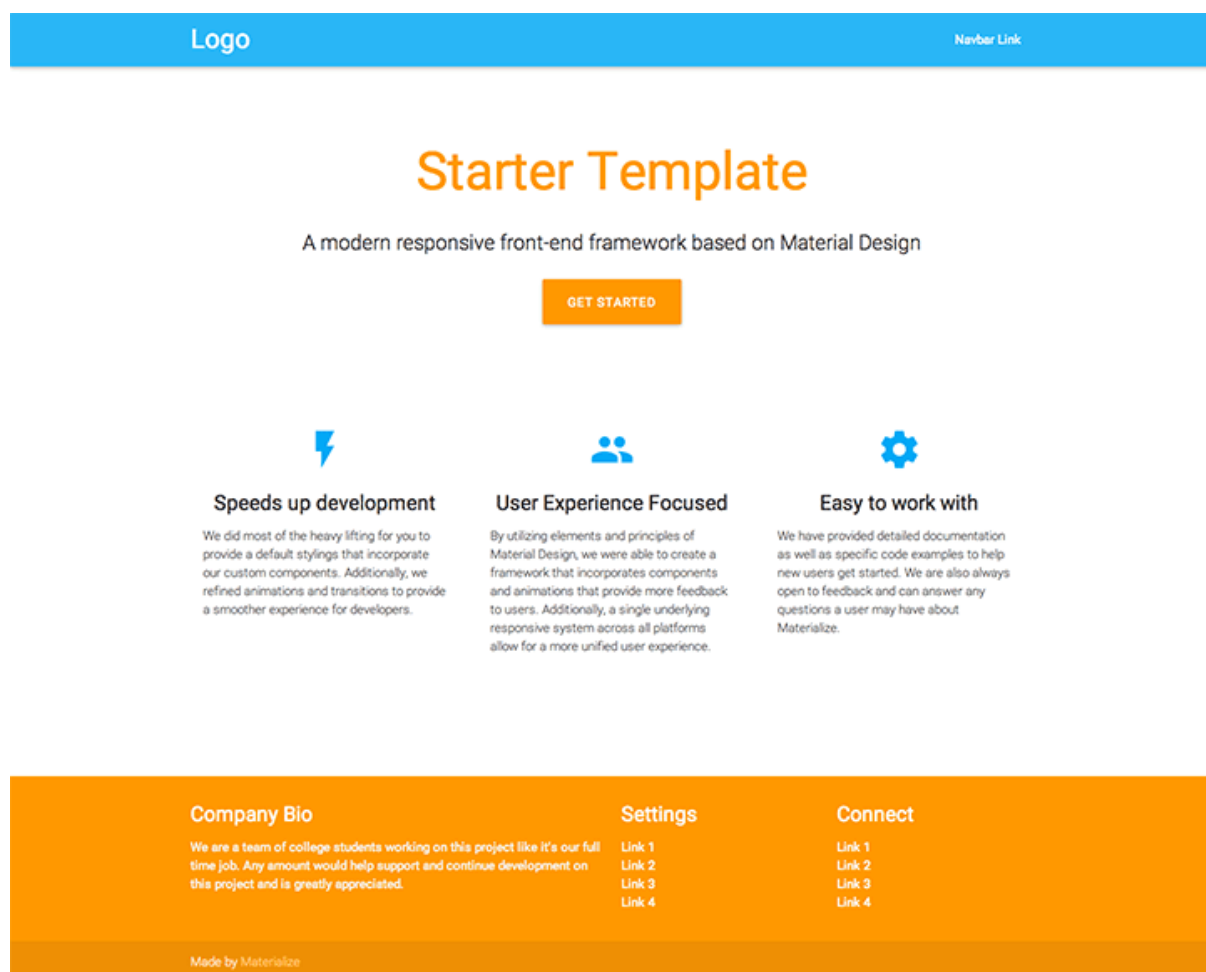
Η JavaScript είναι μια τυπική δυναμική γλώσσα με την έννοια ότι οι μεταβλητές στη JavaScript δεν χρειάζεται να εισαχθούν πριν από τη χρήση τους και ότι οι τύποι μεταβλητών επιλύονται δυναμικά κατά την εκτέλεση. Η JavaScript επιτρέπει την τροποποίηση ορισμών συναρτήσεων και άλλου κώδικα κατά την εκτέλεση του προγράμματος. Το μοντέλο εκτέλεσης της JavaScript βασίζεται στην ερμηνεία του πηγαίου κώδικα [34].

2.2.4. Materialize CSS

Η Materialize CSS είναι μια βιβλιοθήκη στοιχείων UI, η οποία δημιουργείται με CSS, JavaScript και HTML. Δημιουργείται και σχεδιάζεται από την Google και είναι επίσης γνωστό ως Material Design. Είναι μια γλώσσα σχεδιασμού, η οποία συνδυάζει τις κλασικές αρχές του επιτυχημένου σχεδιασμού μαζί με την καινοτομία και την τεχνολογία. Ο στόχος της Google

είναι να αναπτύξει ένα σύστημα σχεδιασμού που θα επιτρέψει μια ενοποιημένη εμπειρία χρήστη σε όλα τα προϊόντα τους σε οποιαδήποτε πλατφόρμα.

Χρησιμοποιείται για την υλοποίηση ελκυστικών, συνεπών και λειτουργικών ιστοσελίδων και εφαρμογών διαδικτύου, τηρώντας ταυτόχρονα τις σύγχρονες αρχές σχεδιασμού ιστοσελίδων, όπως η φορητότητα του προγράμματος περιήγησης, η ανεξαρτησία της συσκευής και η χαριτωμένη υποβάθμιση [35].

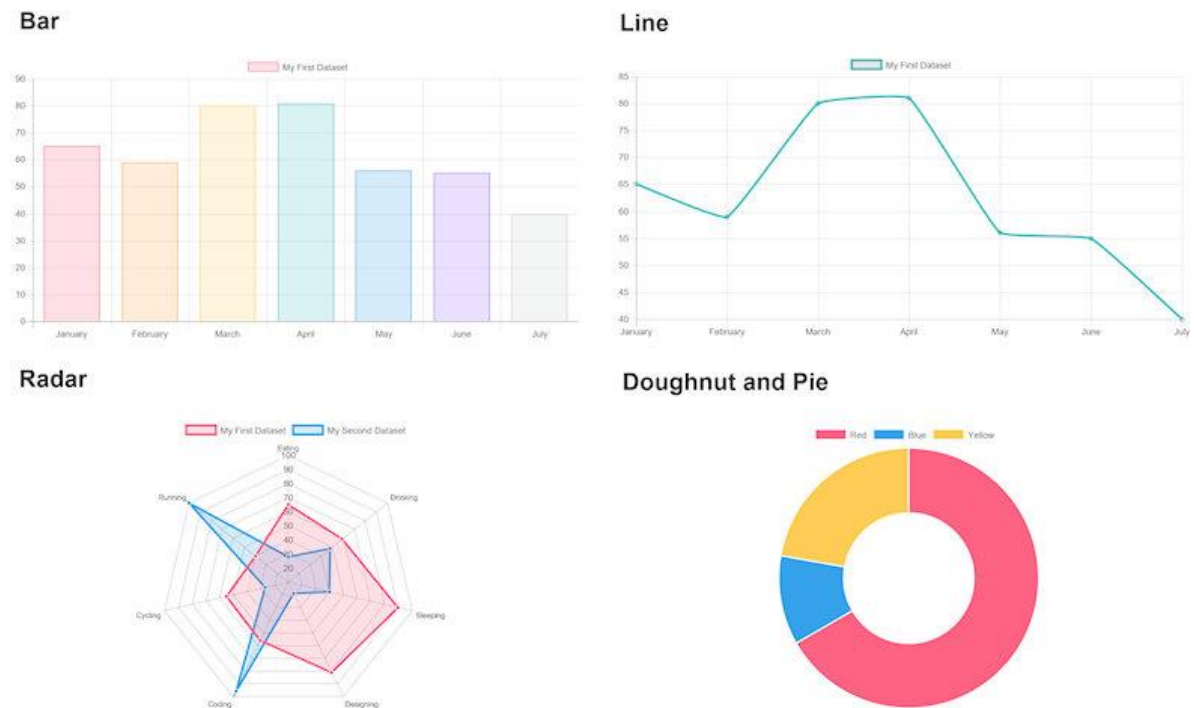


Εικόνα 2.2 Αρχικό Template για μια ιστοσελίδα του Framework Materialize CSS [36]

2.2.5. Chart JS

Το Chart.js είναι μια δωρεάν βιβλιοθήκη JavaScript ανοιχτού κώδικα που χρησιμοποιείται για οπτικοποίηση δεδομένων που υποστηρίζει 8 τύπους γραφημάτων: μπάρα, γραμμή, περιοχή, πίτα (ντόνατ), φούσκα, ραντάρ, πολική και διασπορά. Δημιουργήθηκε από τον προγραμματιστή Nick Downie το 2013, όμως σήμερα διατηρείται από την κοινότητα. Είναι η

δεύτερη πιο δημοφιλής βιβλιοθήκη γραφημάτων JS στο GitHub (με βάση την βαθμολογία των χρηστών) μετά το D3.js, που θεωρείται πολύ πιο εύκολη στη χρήση αν και λιγότερο προσαρμόσιμη από το D3.js. Το Chart.js αποδίδεται σε καμβά HTML5 και θεωρείται ευρέως ως μία από τις καλύτερες βιβλιοθήκες οπτικοποίησης δεδομένων [37].



Εικόνα 2.3 Κάποια παραδείγματα γραφημάτων του Chart.js

2.3. Middleware

Το Middleware (Επίπεδο Εφαρμογής), επίσης γνωστό ως επίπεδο λογικής ή μεσαίο επίπεδο, είναι η καρδιά της εφαρμογής. Σε αυτό το επίπεδο, οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται στο επίπεδο παρουσίασης τίθενται σε επεξεργασία, μερικές φορές έναντι άλλων πληροφοριών στο επίπεδο δεδομένων, χρησιμοποιώντας επιχειρηματική λογική, ένα συγκεκριμένο σύνολο επιχειρηματικών κανόνων. Το επίπεδο εφαρμογής μπορεί επίσης να προσθέσει, να διαγράψει ή να τροποποιήσει δεδομένα στο επίπεδο δεδομένων. Το επίπεδο εφαρμογής αναπτύσσεται συνήθως χρησιμοποιώντας Python, Java, Perl, PHP ή Ruby και επικοινωνεί με το επίπεδο δεδομένων χρησιμοποιώντας κλήσεις API [30].

Για την υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής χρησιμοποιήθηκε το Node JS για την ανάπτυξη του επιπέδου εφαρμογής, το οποίο επικοινωνεί με το επίπεδο δεδομένων χρησιμοποιώντας κλήσεις API.

2.3.1. Node JS

Το Node.js είναι μια πλατφόρμα από την πλευρά του διακομιστή που είναι χτισμένη στο JavaScript Engine του Google Chrome (V8 Engine). Το Node.js αναπτύχθηκε από τον Ryan Dahl το 2009. Στην παρούσα πτυχιακή χρησιμοποιήθηκε η έκδοση v14.16.1.

Το Node.js χρησιμοποιείται για την εύκολη δημιουργία γρήγορων και κλιμακούμενων εφαρμογών δικτύου και χρησιμοποιεί ένα μοντέλο εισόδου/εξόδου χωρίς αποκλεισμούς που βασίζεται σε γεγονότα και το καθιστά ελαφρύ και αποτελεσματικό, ιδανικό για εφαρμογές πραγματικού χρόνου έντασης δεδομένων που εκτελούνται σε καταναμημένες συσκευές [38].

2.4. Database

Το επίπεδο δεδομένων, κάποιες φορές λέγεται επίπεδο βάσης δεδομένων, επίπεδο πρόσβασης δεδομένων ή back-end, είναι αυτό το μέρος που αποθηκεύονται και διαχειρίζονται οι πληροφορίες, οι οποίες επεξεργάζονται από την εφαρμογή. Αυτό μπορεί να είναι ένα σύστημα διαχείρισης σχεσιακής βάσης δεδομένων όπως PostgreSQL, MySQL, MariaDB, Oracle, DB2, Informix ή Microsoft SQL Server, ή σε διακομιστή βάσης δεδομένων NoSQL όπως Cassandra, CouchDB ή MongoDB.

Σε μια εφαρμογή αρχιτεκτονικής τριών επιπέδων, όλη η επικοινωνία περνάει από το επίπεδο εφαρμογής. Το επίπεδο παρουσίασης και το επίπεδο δεδομένων δεν μπορούν να έχουν επικοινωνία απευθείας μεταξύ τους [30].

Για την παρούσα πτυχιακή χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων PostgreSQL με έκδοση 5.2 του προγράμματος pgAdmin 4.

2.4.1. PostgreSQL

Η PostgreSQL είναι ένα εξελιγμένο σύστημα σχεσιακής βάσης δεδομένων, κλάσης επιχειρήσεων και ανοιχτού κώδικα. Υποστηρίζει ερωτήματα SQL (σχεσιακής) και JSON (μη σχεσιακής) και είναι μια πολύ σταθερή βάση δεδομένων, η οποία υποστηρίζεται περισσότερο

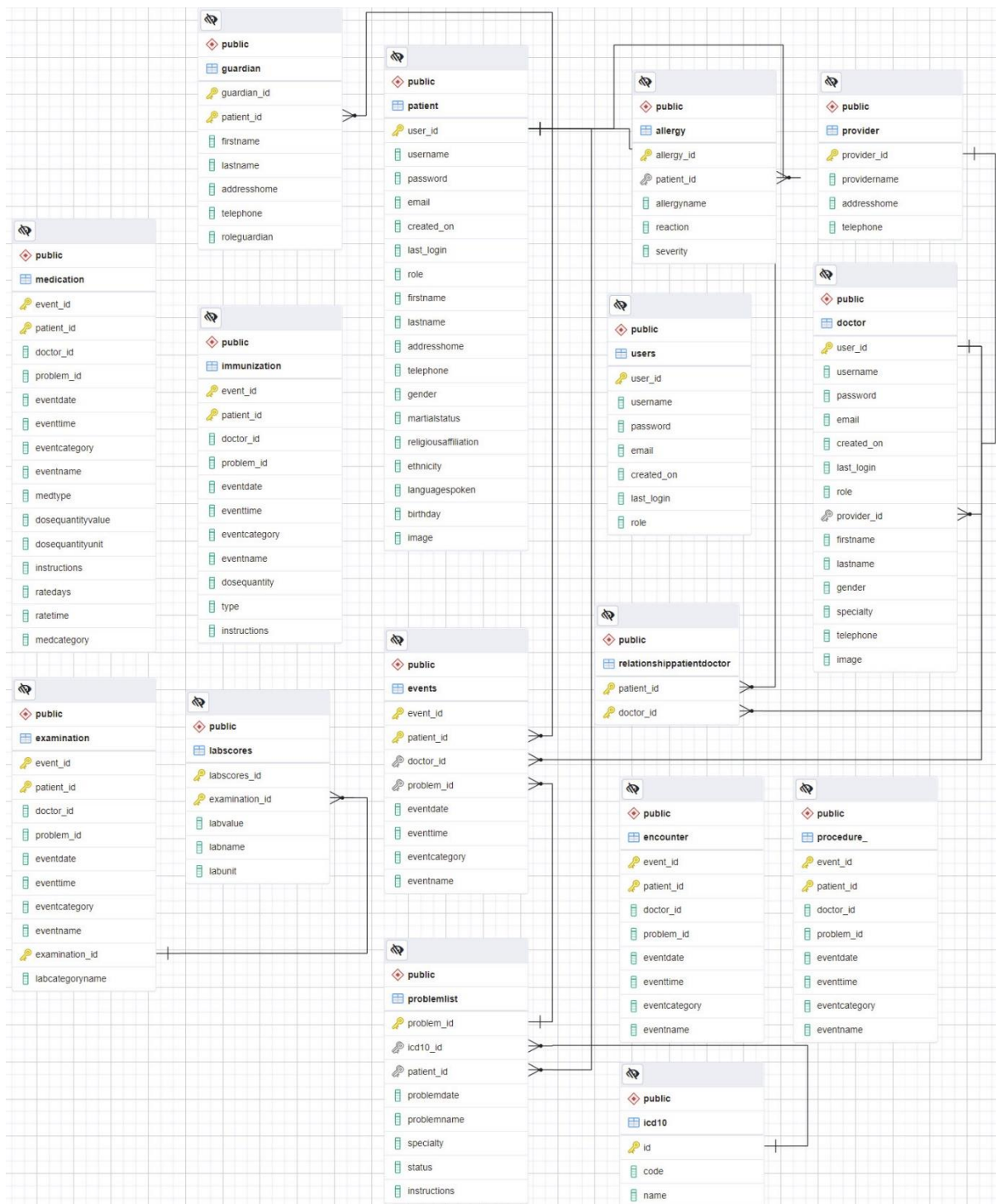
από 20 χρόνια ανάπτυξης από την κοινότητα ανοιχτού κώδικα. Επίσης, χρησιμοποιείται ως κύρια βάση δεδομένων για πολλές διαδικτυακές εφαρμογές, καθώς και εφαρμογές για κινητά [39].

Για την υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με την PostgreSQL. Μελετήθηκε αρκετά το HL7 RIM που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1.5.1, ώστε η βάση δεδομένων να είναι στα πρότυπα των δεδομένων υγείας. Το σχήμα της βάσης δεδομένων φαίνεται στην Εικόνα 2.4. Η συγκεκριμένη βάση δεδομένων έχει την ιδιότητα της κληρονομικότητας, η οποία επιτρέπει σε πίνακες να «κληρονομούν» τα δεδομένα που έχει ένας άλλος πίνακας.

Οι πίνακες που δημιουργήθηκαν είναι οι εξής:

- Users (Χρήστες), ο οποίος περιέχει τα στοιχεία των χρηστών που είναι απαραίτητα για να συνδεθούν στο HealthVault
- Patient (Ασθενής), ο οποίος περιέχει όλα τα στοιχεία του ασθενή και «κληρονομεί» τον πίνακα Users
- Provider (Πάροχος υγειονομικής περίθαλψης) δημιουργήθηκε, ώστε να αποθηκεύει τα δεδομένα που αφορούν τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης πχ. Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.
- Doctor (Ιατρός), ο οποίος περιέχει τα στοιχεία του ιατρού, «κληρονομεί» τον πίνακα Users και εξαρτάται από τον πίνακα Provider
- Guardian (Κηδεμόνας), ο οποίος εξαρτάται από τον πίνακα Patient και περιέχει τα στοιχεία του κηδεμόνα του ασθενή
- RelationshipPatientDoctor (Σχέση Ασθενή - Ιατρού), ο οποίος περιέχει την πληροφορία, ποιος ασθενής έχει σχέση με ποιον ιατρό.
- ICD10 σύμφωνα με το ICD10 που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1.5.2, ο οποίος περιέχει όλες τις ασθένειες
- ProblemList (Πρόβλημα υγείας), ο οποίος εξαρτάται από τον ασθενή και τον πίνακα ICD10 και περιέχει όλες τις πληροφορίες που αφορούν τα προβλήματα υγείας των ασθενών
- Allergy (Αλλεργία), ο οποίος εξαρτάται από τον ασθενή και περιέχει όλα τα δεδομένα των αλλεργιών των ασθενών

- Events (Γεγονότα), ο οποίος εξαρτάται από τους πίνακες Patient, ProblemList και Doctor και περιέχει όλα τα γεγονότα που συνέβησαν, συμβαίνουν ή θα συμβούν στους ασθενείς
- Immunization (Εμβολιασμός), ο οποίος «κληρονομεί» τον πίνακα Events και περιέχει όλα τα δεδομένα για τους εμβολιασμούς των ασθενών
- Medication (Φάρμακα), ο οποίος «κληρονομεί» τον πίνακα Events και περιέχει όλες τις πληροφορίες των φαρμάκων που συνταγογραφούνται ως αγωγή για τους ασθενείς
- Encounter (Συναντήσεις με γιατρό), ο οποίος «κληρονομεί» τον πίνακα Events και περιέχει όλα τα στοιχεία που αφορούν τις συναντήσεις μεταξύ ασθενών και ιατρών
- Procedure (Χειρουργικές διαδικασίες), ο οποίος «κληρονομεί» τον πίνακα Events και περιέχει όλα τα στοιχεία που αφορούν τις χειρουργικές διαδικασίες των ασθενών με τους ιατρούς
- Examination (Εξέταση), ο οποίος «κληρονομεί» τον πίνακα Events και περιέχει όλα τα δεδομένα σχετικά με τις εργαστηριακές εξετάσεις των ασθενών
- LabScores (Αποτελέσματα Εξετάσεων), ο οποίος εξαρτάται από τον πίνακα Examination και περιέχει τα αποτελέσματα εξετάσεων του

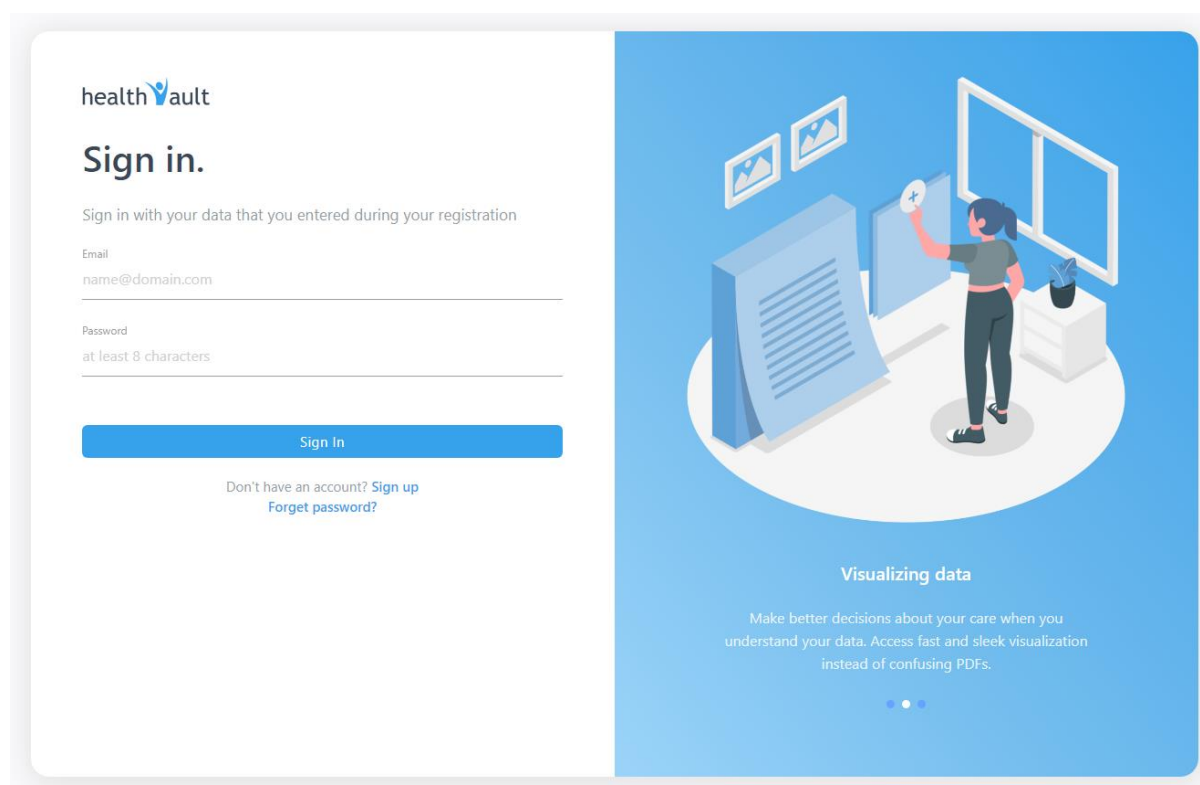


Εικόνα 2.4 Η βάση δεδομένων του Health Vault

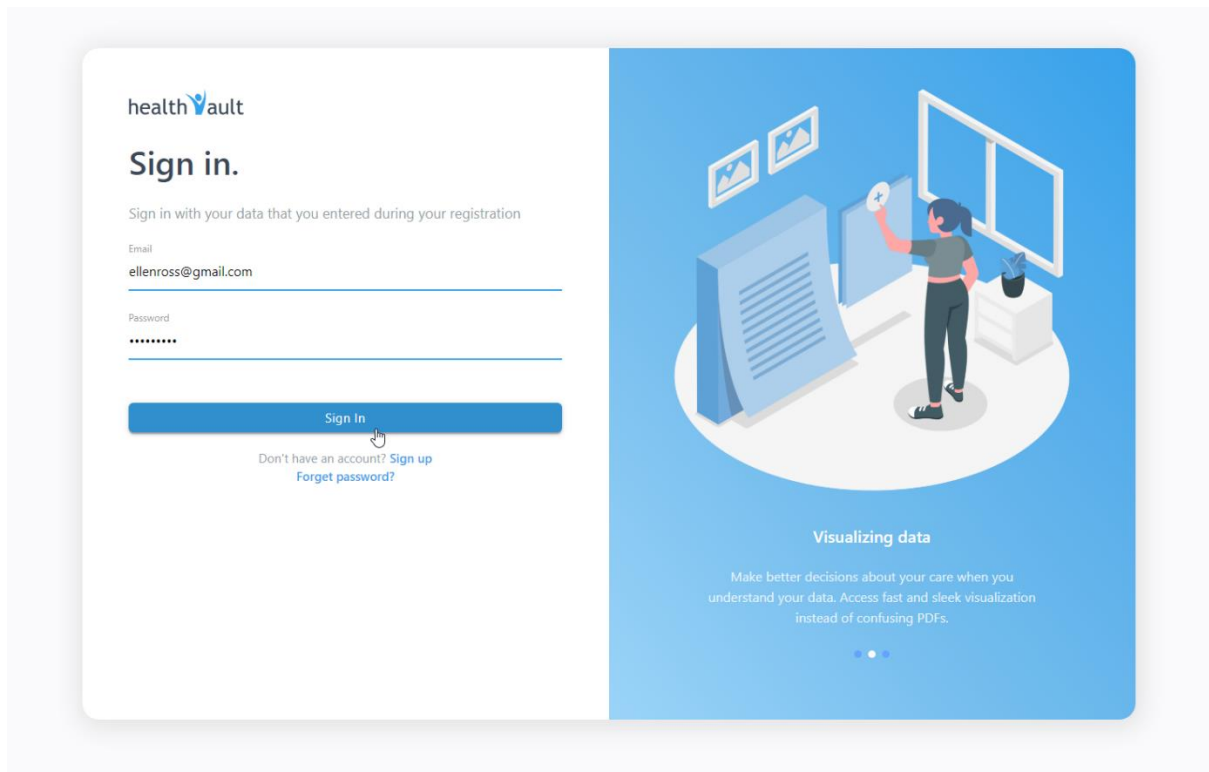
3. Περιβάλλον εφαρμογής

Το HealthVault αναπτύχθηκε κυρίως για άτομα με πολλές ασθένειες και μεγάλο ιστορικό, τα οποία είναι πολύ δύσκολο και χρονοβόρο να παρακολουθούν την κάθε εξέλιξη όσον αφορά την υγεία τους. Επίσης αναπτύχθηκε και για υπεύθυνους ειδικούς φροντίδας υγείας, οι οποίοι έχουν διαχειριστικό ρόλο όσον αφορά τα ιατρικά δεδομένα των ασθενών τους.

Σε μία διαδικασία βήμα προς βήμα για το πώς λειτουργεί η πλατφόρμα, θα αναλυθούν όλα τα κύρια χαρακτηριστικά και συστατικά. Αρχικά, ο χρήστης θα πρέπει να ταυτοποιηθεί, είτε είναι ασθενής, είτε είναι γιατρός (Εικόνα 3.1). Οι χρήστες θα πρέπει να συνδεθούν συμπληρώνοντας το email και τον κωδικό τους, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.2.



Εικόνα 3.1 Σελίδα Sign in



Εικόνα 3.2 Σελίδα Sign in του ασθενή

Μετά την σύνδεση ενός χρήστη εμφανίζεται η αρχική σελίδα. Αν ο χρήστης είναι ασθενής, τότε εμφανίζεται η αρχική σελίδα που φαίνεται στην Εικόνα 3.3, διαφορετικά αν ο χρήστης είναι γιατρός εμφανίζεται η αρχική σελίδα που φαίνεται στην Εικόνα 3.15.

Εικόνα 3.3 Αρχική σελίδα του ασθενή

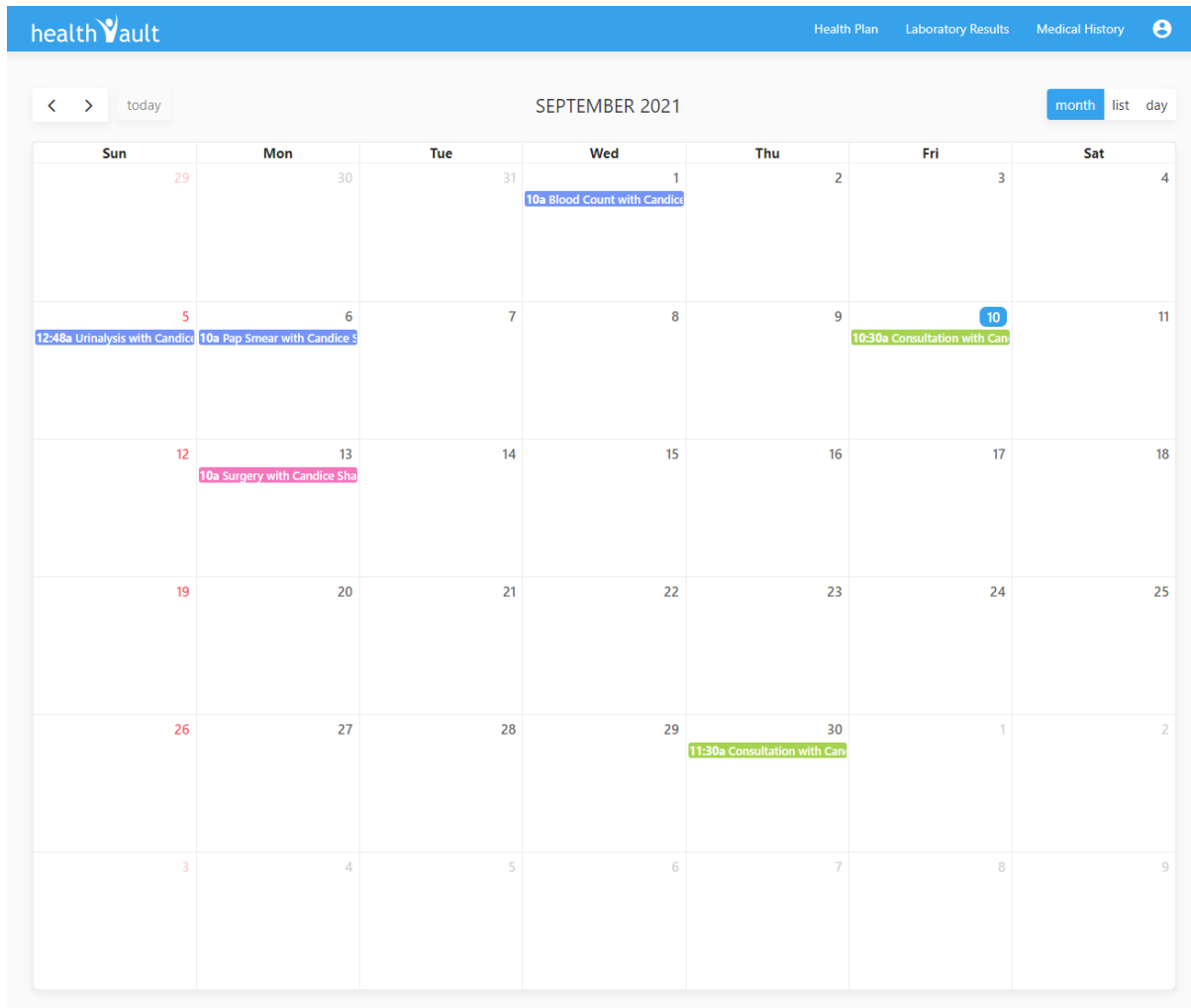
Στην αρχική σελίδα του ασθενή απεικονίζονται κάποιες κάρτες που περιέχουν τις πληροφορίες που αφορούν τον ιατρικό φάκελο υγείας του (Εικόνα 3.3), όπως:

- το αμέσως επόμενο ραντεβού του (γιατρός, ώρα και ημερομηνία)
- τους υπεύθυνους για αυτόν γιατρούς
- τα καθημερινά φάρμακα που λαμβάνει και ποιες ώρες της ημέρας που έχουν οριστεί από τον γιατρό
- όλα τα φάρμακα που έχει λάβει χωρισμένα στις κατηγορίες των επαναλαμβανόμενων και ληγμένων
- τις αλλεργίες του
- τους εμβολιασμούς του

Στην μπάρα πλοήγησης του ασθενή, υπάρχουν οι επιλογές:

- Πλάνο υγείας, το οποίο είναι ένα ημερολόγιο για να βλέπει όλα του τα ραντεβού
- Αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων του

- Ιατρικό Ιστορικό, το οποίο είναι ένα χρονικό διάγραμμα ιστορικών γεγονότων ανά ασθένεια
- Λογαριασμός, το οποίο είναι ένα dropdown με δύο επιλογές:
 - Προβολή των προσωπικών του πληροφοριών
 - Αποσύνδεση



Εικόνα 3.4 Πλάνο υγείας του ασθενή

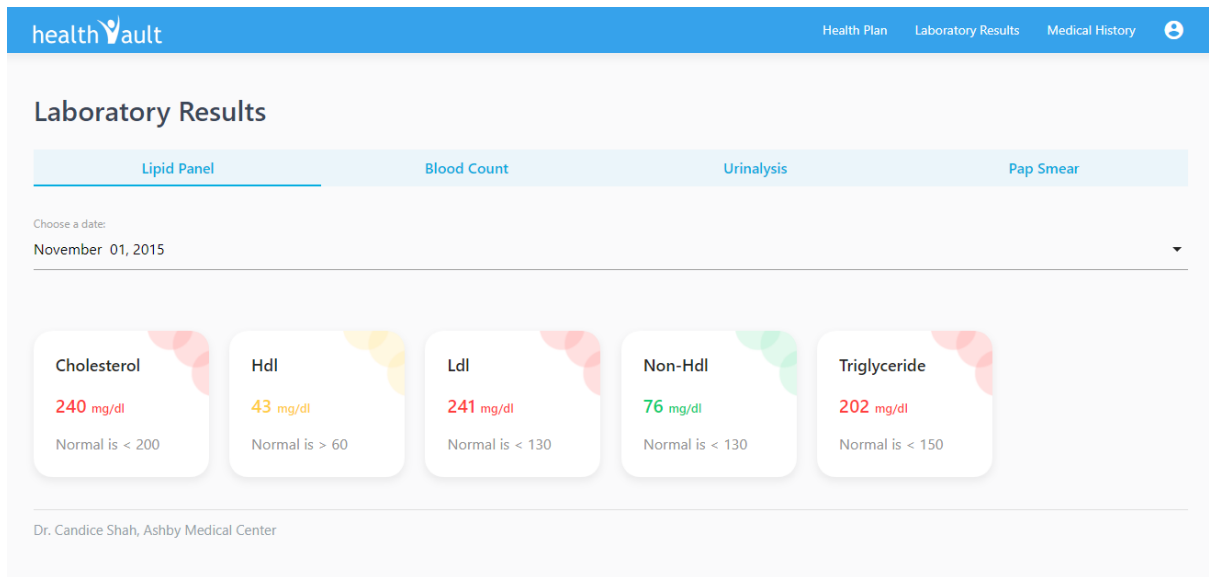
Στο πλάνο υγείας του ασθενή, απεικονίζονται γεγονότα με διαφορετικά χρώματα τα οποία έχουν συμβεί ή θα συμβούν. Στην Εικόνα 3.4, τα γεγονότα με το μοβ χρώμα απεικονίζουν τις εργαστηριακές εξετάσεις, με το πράσινο χρώμα είναι οι συναντήσεις με διάφορους γιατρούς και με ροζ είναι οι διαδικασίες του ασθενή. Επίσης, στην Εικόνα 3.5 βλέπουμε το μηνιαίο πλάνο του ασθενή σε λίστα πατώντας το κουμπί list. Ο ασθενής επίσης μπορεί να δει τα ημερήσια γεγονότα που αφορούν την υγεία του, πατώντας το κουμπί day.

health vault		Health Plan	Laboratory Results	Medical History	☰	
<	>	today	SEPTEMBER 2021			month list day
September 1, 2021					Wednesday	
10:00am	●	Blood Count with Candice Shah at Ashby Medical Center				
September 5, 2021					Sunday	
12:48am	●	Urinalysis with Candice Shah at Ashby Medical Center				
September 6, 2021					Monday	
10:00am	●	Pap Smear with Candice Shah at Ashby Medical Center				
September 10, 2021					Friday	
10:30am	●	Consultation with Candice Shah at Ashby Medical Center				
September 13, 2021					Monday	
10:00am	●	Surgery with Candice Shah at Ashby Medical Center				
September 30, 2021					Thursday	
11:30am	●	Consultation with Candice Shah at Ashby Medical Center				

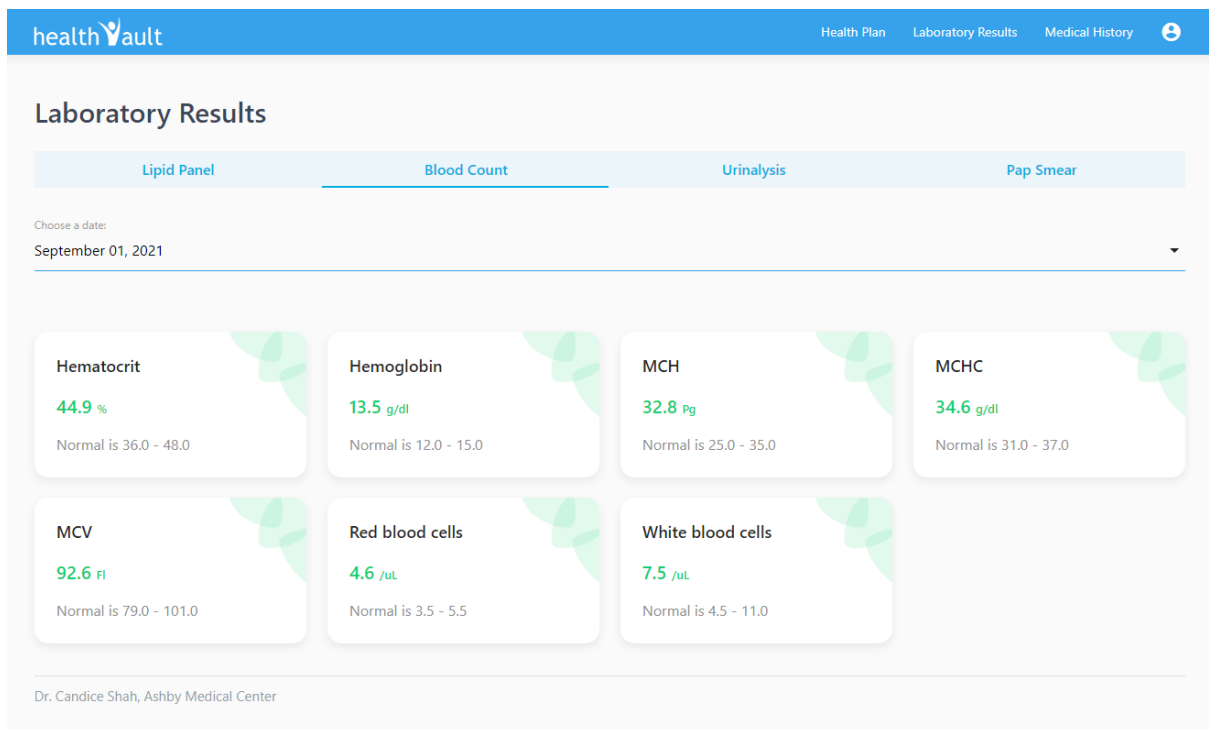
Εικόνα 3.5 Πλάνο υγείας του ασθενή σε μορφή λίστας

Όταν ο ασθενής πατήσει το κουμπί για τα αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων, εμφανίζονται οι 4 κατηγορίες εξετάσεων που μελετήθηκαν για την παρούσα πτυχιακή:

- Λιπιδικό πάνελ, το οποίο περιλαμβάνει πέντε εξετάσεις (Εικόνα 3.6)
- Γενική εξέταση αίματος, που περιλαμβάνει επτά εξετάσεις (Εικόνα 3.7)
- Ανάλυση ούρων, η οποία χωρίζεται σε τρεις υποκατηγορίες εξετάσεων (Φυσική, Χημική και Μικροσκοπική) και στο σύνολο έχει δεκαέξι εξετάσεις (Εικόνα 3.8, Εικόνα 3.9, Εικόνα 3.10)
- Τεστ Παπ (σε περίπτωση που ο ασθενής είναι γυναίκα), το οποίο περιλαμβάνει μία εξέταση (Εικόνα 3.11)



Εικόνα 3.6 Αποτελέσματα εξέτασης λιπιδικού πάνελ



Εικόνα 3.7 Αποτελέσματα γενικής εξέτασης αίματος

healthVault Health Plan Laboratory Results Medical History

Laboratory Results

Lipid Panel Blood Count Urinalysis Pap Smear

Choose a date:
September 05, 2021 ▼

Physical Examination Chemical Examination Microscopic Examination

Urine Clarity
Slightly cloudy
Normal is Clear / Transparent

Urine Color
Light Yellow
Normal is Clear to Dark Amber

Urine Odor
No Odor
Normal is No Odor

Dr. Candice Shah, Ashby Medical Center

Εικόνα 3.8 Αποτελέσματα φυσικής ανάλυσης ούρων

healthVault Health Plan Laboratory Results Medical History

Laboratory Results

Lipid Panel Blood Count Urinalysis Pap Smear

Choose a date:
September 05, 2021 ▼

Physical Examination Chemical Examination Microscopic Examination

Bilirubin
Negative
Normal is Negative

Glucose
Negative
Normal is Negative

Ketones
Negative
Normal is Negative

Leukoesterase
Negative
Normal is Negative

Nitrite
Negative
Normal is Negative

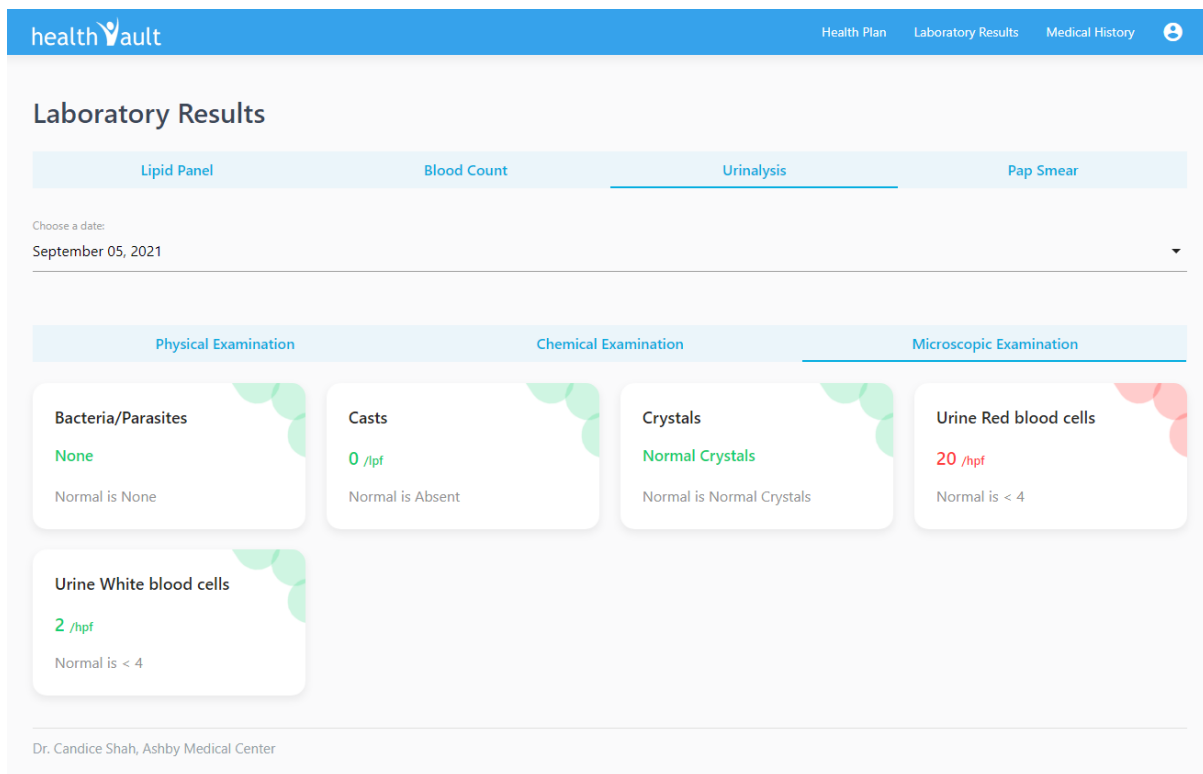
pH
7.0 pH
Normal is 4.6 - 8.0

Protein
Negative
Normal is Negative

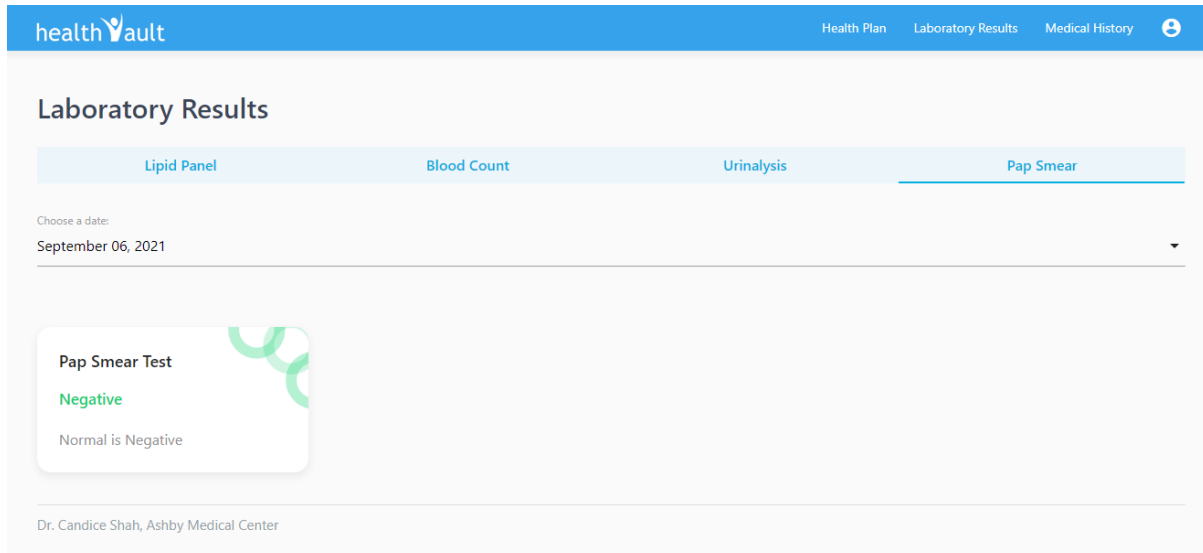
Specific Gravity
1010
Normal is 1003 - 1030

Dr. Candice Shah, Ashby Medical Center

Εικόνα 3.9 Αποτελέσματα χημικής εξέτασης ούρων



Εικόνα 3.10 Αποτελέσματα μικροσκοπικής ανάλυσης ούρων



Εικόνα 3.11 Αποτέλεσμα εξέτασης Τεστ Παπ

Τα χρώματα που εμφανίζονται στα αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων όπως φαίνεται στις παραπάνω εικόνες υποδεικνύουν τα εξής:

- Πράσινο: Τα αποτελέσματα είναι φυσιολογικά
- Κίτρινο: Τα αποτελέσματα είναι μέτρια προς επικίνδυνα

- **Κόκκινο:** Τα αποτελέσματα είναι εκτός ορίων φυσιολογικού και είναι πολύ επικίνδυνα

Σε κάθε κατηγορία εξέτασης υπάρχει ένας επιλογέας, από όπου ο ασθενής μπορεί να επιλέξει για ποια ημερομηνία θέλει να δει τις εξετάσεις του. Μόλις ο ασθενής επιλέξει μια συγκεκριμένη ημερομηνία, αμέσως εμφανίζονται τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης ημερομηνίας, όπως φαίνεται στο παράδειγμα της Εικόνα 3.12, το οποίο αφορά την κατηγορία γενική εξέταση αίματος.

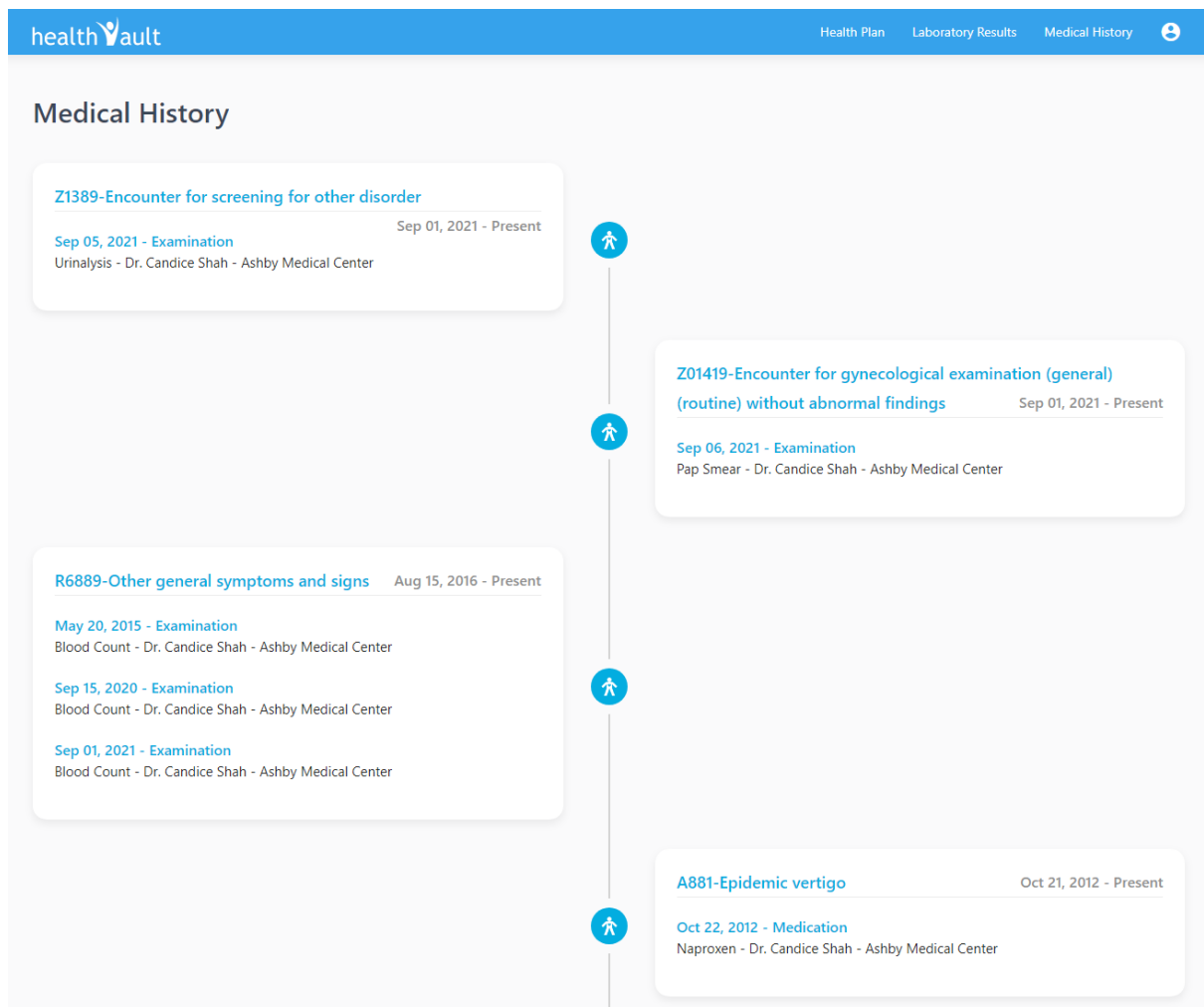
The screenshot displays the 'Laboratory Results' section for 'Blood Count'. At the top, there are tabs for 'Lipid Panel', 'Blood Count', 'Urinalysis', and 'Pap Smear'. A date selection dropdown is set to 'September 15, 2020'. Below this, four result cards are shown:

Test	Result	Normal Range
MCV	88.2 fL	79.0 - 101.0
Red blood cells	3.4 /uL	3.5 - 5.5
White blood cells	10.1 /uL	4.5 - 11.0
(Unlabeled)		36.0 - 48.0, 12.0 - 15.0, 25.0 - 35.0, 31.0 - 37.0

Dr. Candice Shah, Ashby Medical Center

Εικόνα 3.12 Επιλογή ημερομηνίας εξετάσεων, για την γενική εξέταση αίματος

Στο ιατρικό ιστορικό του ασθενή, απεικονίζεται ένα χρονικό διάγραμμα (Εικόνα 3.13), το οποίο αποτελείται από κάρτες όσες και οι ασθένειες του ασθενή. Η κάθε κάρτα έχει σαν τίτλο την ασθένεια, την ημερομηνία και την κατάσταση της ασθένειας, για παράδειγμα αν είναι ακόμη ενεργή ή έχει επιλυθεί. Μέσα σε κάθε μια από αυτές τις κάρτες, περιλαμβάνεται μία σειρά από γεγονότα, τα οποία συνδέονται άμεσα με την συγκεκριμένη ασθένεια.




Εικόνα 3.13 Χρονικό διάγραμμα ιατρικού ιστορικού

Μόλις ο ασθενής πατήσει το κουμπί του λογαριασμού εμφανίζεται ένα dropdown, το οποίο έχει δύο επιλογές. Η πρώτη επιλογή είναι να διαλέξει να δει το προφίλ του, στο οποίο περιλαμβάνονται οι προσωπικές του πληροφορίες (Εικόνα 3.14). Η δεύτερη επιλογή είναι να αποσυνδεθεί. Αν αποσυνδεθεί, η σελίδα τον μεταφέρει στην σελίδα του Sign in.

healthVault Health Plan Laboratory Results Medical History

Your info



Personalize your health record with a photo. Your profile photo will appear on your doctors who use Health Vault.

[Change Photo](#)

Full name	Ellen Ross	Edit name
-----------	------------	---------------------------

Profile info		Edit profile info
Date of birth	March 7, 1970	
Address	USA, OR 97006, Portland, Daws Road 17	
Gender	Female	
Marital status	Married	
Religious affiliation	Christian	
Ethnicity	American	
Language	English	

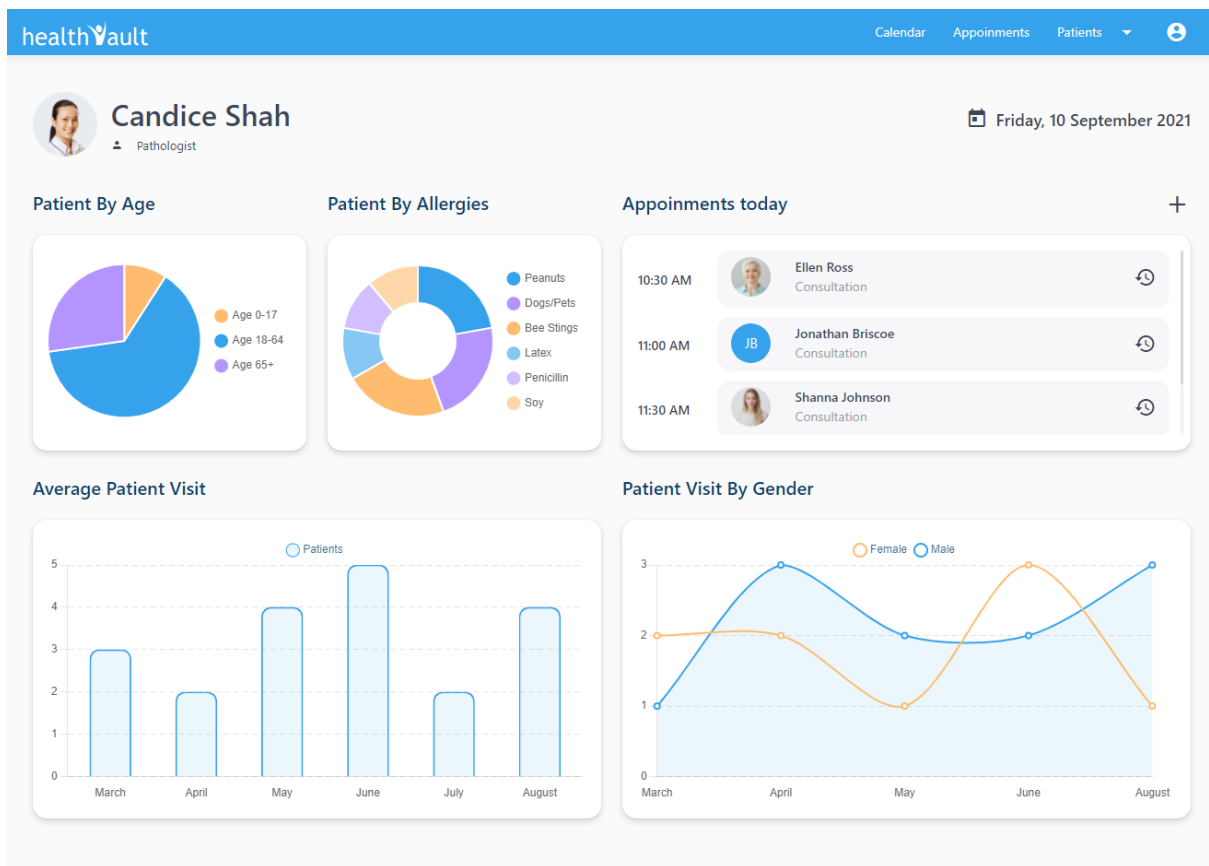
Account info		Edit account info
Email address	ellenross@gmail.com	
Phone number	415-555-1229	

© HealthVault 2021 | Panagiota Mamouridou

Εικόνα 3.14 Το προφίλ του ασθενή

Στο προφίλ του, ο ασθενής μπορεί να επεξεργαστεί και να αποθηκεύσει στοιχεία, όπως:

- Το ονοματεπώνυμο του
- Την ημερομηνία γεννήσεως του
- Την διεύθυνση του σπιτιού του
- Το φύλο του
- Την οικογενειακή του κατάσταση
- Την θρησκεία του
- Την εθνικότητά του
- Την γλώσσα που ομιλεί
- Το email και τον κωδικό πρόσβασης του
- Τον αριθμό τηλεφώνου του
- Την εικόνα του



Εικόνα 3.15 Αρχική σελίδα του γιατρού

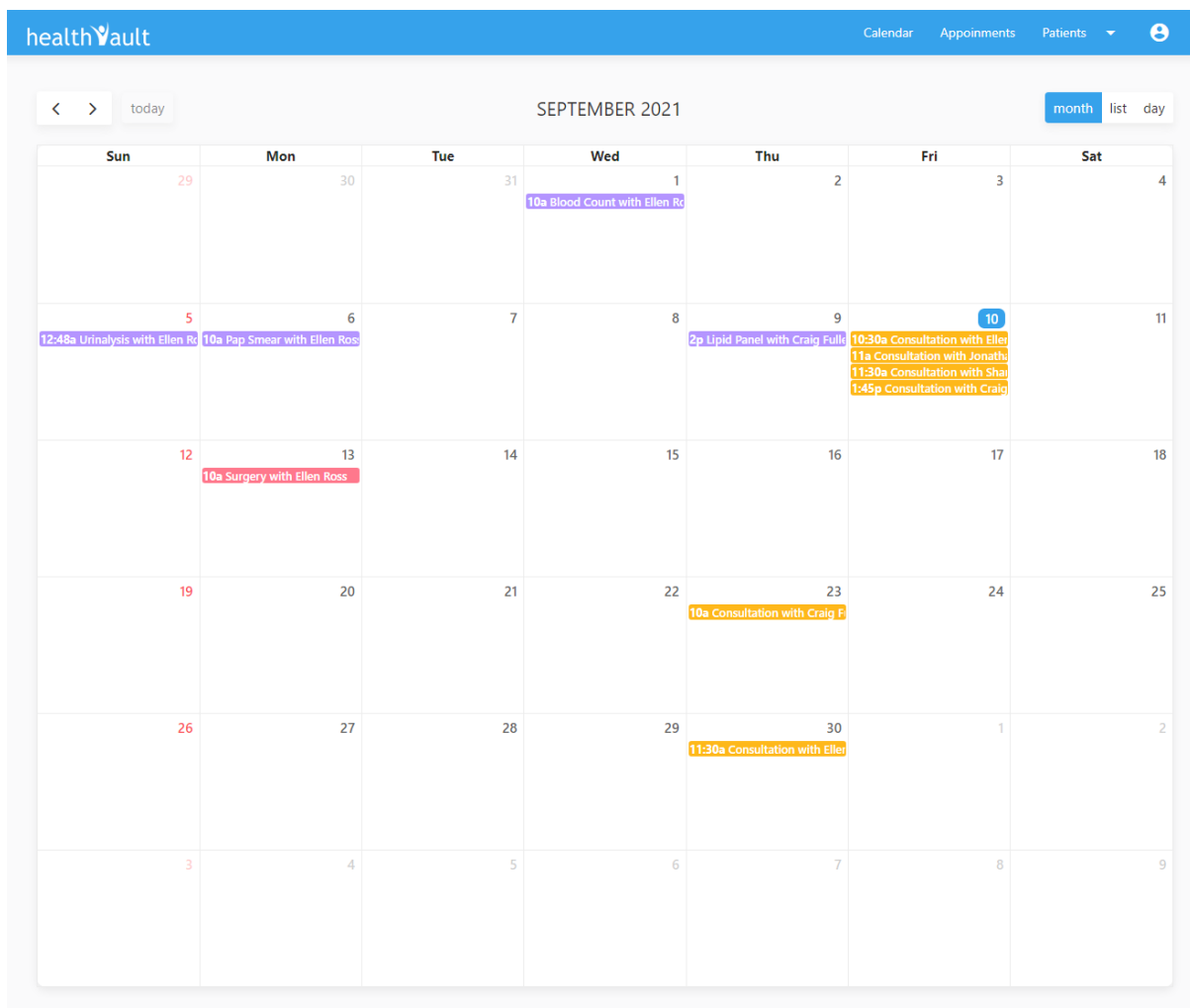
Στην αρχική σελίδα του γιατρού απεικονίζονται κάποιες κάρτες που περιέχουν τις πληροφορίες που αφορούν τα στατιστικά στοιχεία όσον αφορά τους ασθενείς του (Εικόνα 3.15), όπως:

- Ένα διάγραμμα πίτας που αφορά τα στατιστικά της ηλικίας των ασθενών του γιατρού
- Ένα διάγραμμα ντόνατ, που αφορά τα στατιστικά κάποιων αλλεργιών των ασθενών του γιατρού
- Τα σημερινά ραντεβού του γιατρού με τους ασθενείς του
- Ένα διάγραμμα μπάρας, που οπτικοποιεί τους ασθενείς που επισκέφτηκαν τον γιατρό τους τελευταίους έξι μήνες
- Ένα διάγραμμα καμπυλών, που οπτικοποιεί τους ασθενείς ανά φύλο (Άντρες, Γυναίκες) που επισκέφτηκαν τον γιατρό τους τελευταίους έξι μήνες

Στην μπάρα πλοήγησης του γιατρού, υπάρχουν οι επιλογές:

- Ημερολόγιο, το οποίο περιέχει όλα τα γεγονότα του γιατρού (επισκέψεις, συνταγογραφήσεις, διαδικασίες, κλπ.)

- Ραντεβού, στα οποία μπορεί να δημιουργήσει ένα καινούργιο ραντεβού, να το επεξεργαστεί ή να το διαγράψει
- Ασθενείς, το οποίο είναι ένα dropdown με δύο επιλογές:
 - Προβολή όλων των ασθενών
 - Δημιουργία νέου ασθενή
- Λογαριασμός, το οποίο είναι ένα dropdown με δύο επιλογές:
 - Προβολή των προσωπικών του πληροφοριών
 - Αποσύνδεση



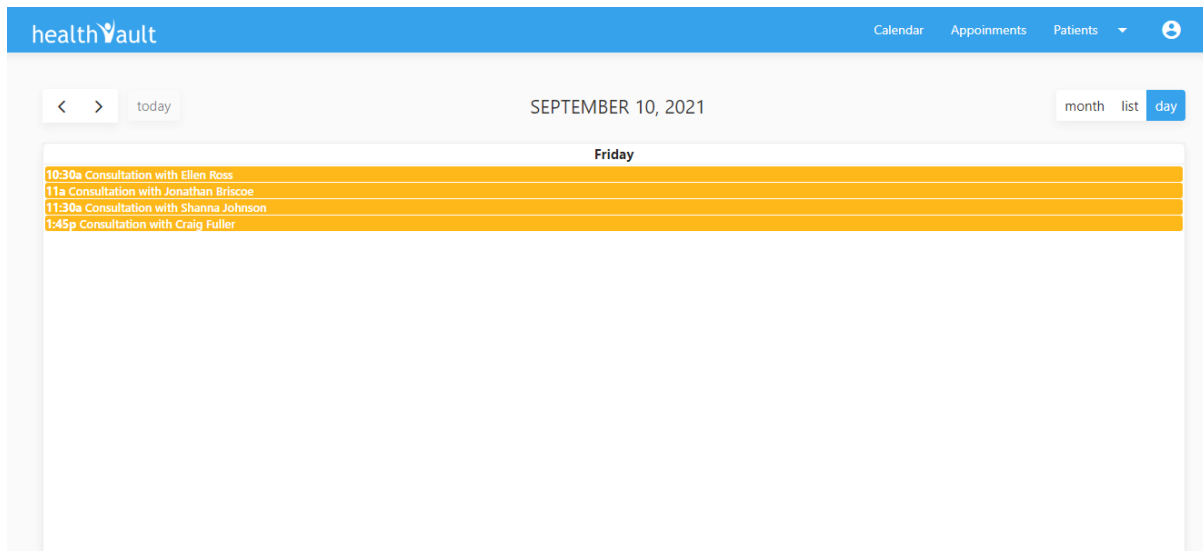
Εικόνα 3.16 Το ημερολόγιο του γιατρού

Στο ημερολόγιο του γιατρού, απεικονίζονται γεγονότα με διαφορετικά χρώματα τα οποία έχουν συμβεί ή θα συμβούν. Στην Εικόνα 3.16, τα γεγονότα με το μοβ χρώμα απεικονίζουν τις συνταγογραφήσεις για εργαστηριακές εξετάσεις, με το πορτοκαλί και ροζ χρώμα φαίνονται τα ραντεβού, πιο συγκεκριμένα με πορτοκαλί είναι τα ραντεβού για τις συναντήσεις και με ροζ

είναι οι χειρουργικές διαδικασίες με διάφορους ασθενείς. Επίσης, στην Εικόνα 3.17, βλέπουμε το μηνιαίο πλάνο του γιατρού σε λίστα πατώντας το κουμπί list. Ο γιατρός επίσης μπορεί να δει τα ημερήσια γεγονότα, πατώντας το κουμπί day, Εικόνα 3.18.

Date	Time	Appointment	Day
September 1, 2021			Wednesday
September 1, 2021	10:00am	Blood Count with Ellen Ross	
September 5, 2021			Sunday
September 5, 2021	12:48am	Urinalysis with Ellen Ross	
September 6, 2021			Monday
September 6, 2021	10:00am	Pap Smear with Ellen Ross	
September 9, 2021			Thursday
September 9, 2021	2:00pm	Lipid Panel with Craig Fuller	
September 10, 2021			Friday
September 10, 2021	10:30am	Consultation with Ellen Ross	
September 10, 2021	11:00am	Consultation with Jonathan Briscoe	
September 10, 2021	11:30am	Consultation with Shanna Johnson	
September 10, 2021	1:45pm	Consultation with Craig Fuller	
September 13, 2021			Monday
September 13, 2021	10:00am	Surgery with Ellen Ross	
September 23, 2021			Thursday
September 23, 2021	10:00am	Consultation with Craig Fuller	
September 30, 2021			Thursday
September 30, 2021	11:30am	Consultation with Ellen Ross	

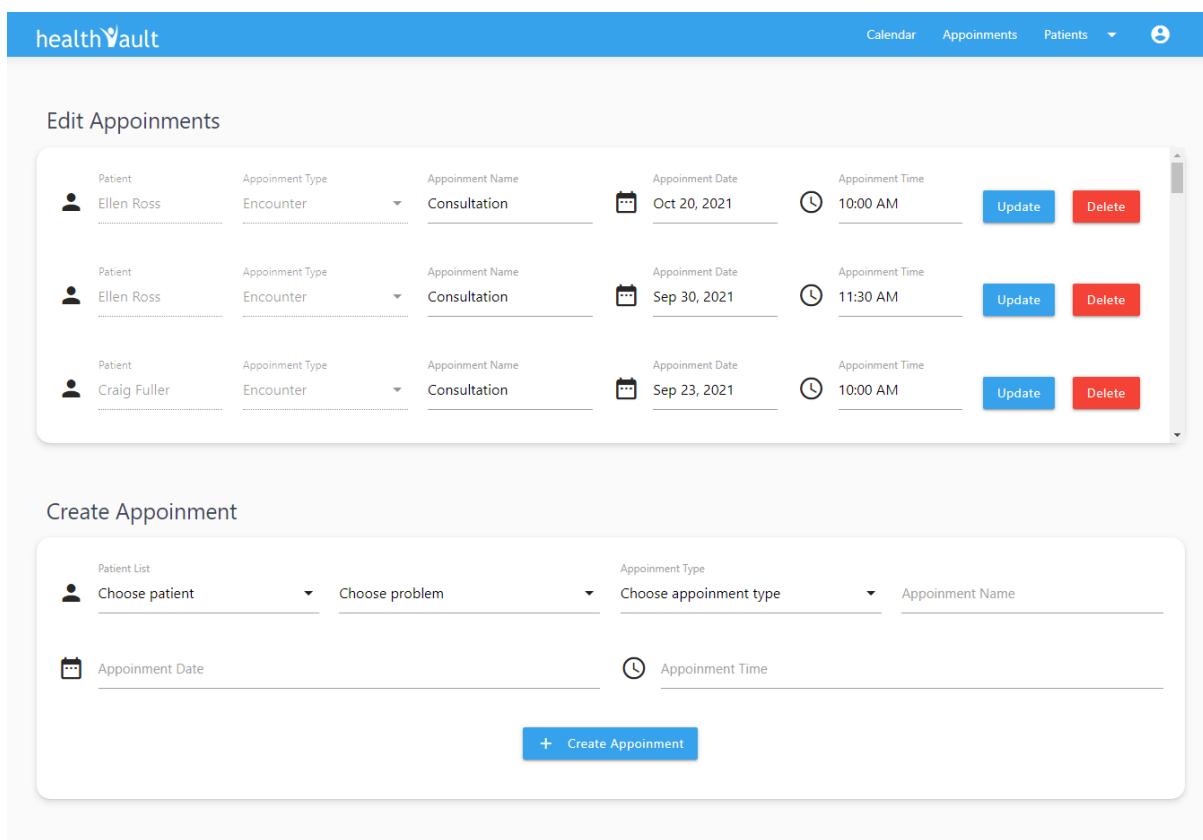
Εικόνα 3.17 Μηνιαίο ημερολόγιο γιατρού σε λίστα



Εικόνα 3.18 Ημερήσιο ημερολόγιο γιατρού

Στη σελίδα των ραντεβού, υπάρχουν δύο επιλογές (Εικόνα 3.19):

- Επεξεργασία
- Προσθήκη



Εικόνα 3.19 Η σελίδα των ραντεβού του γιατρού

Στην Εικόνα 3.19, απεικονίζονται δύο καρτέλες, αυτές της επεξεργασίας και της προσθήκης ραντεβού. Αν ο γιατρός επιθυμεί να αλλάξει κάποιο ραντεβού του με έναν ασθενή θα πρέπει να αλλάξει το απαραίτητο στοιχείο ή τα στοιχεία και να πατήσει το μπλε κουμπί της Ενημέρωσης. Έτσι ενημερώνονται τα στοιχεία στην βάση δεδομένων. Αν ο γιατρός επιλέξει να διαγράψει τελείως ένα ραντεβού, θα πρέπει να πατήσει το κόκκινο κουμπί της Διαγραφής. Στη συνέχεια ενημερώνεται ξανά η βάση με τις καινούργιες αλλαγές. Διαφορετικά, ο γιατρός έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει ένα καινούργιο ραντεβού συμπληρώνοντας τα παρακάτω δεδομένα:

- Επιλογή ασθενή, από την λίστα των ασθενών του
- Επιλογή ασθένειας, του ασθενή που έχει επιλεχτεί (Εικόνα 3.20, Εικόνα 3.21)
- Επιλογή τύπου ραντεβού (Εικόνα 3.22)
- Όνομα ραντεβού
- Ημερομηνία και ώρα ραντεβού

The screenshot displays the healthVault interface. At the top, there is a blue header with the logo 'healthVault' and navigation links for 'Calendar', 'Appointments', and 'Patients'. Below the header, the main content area is divided into two sections: 'Edit Appointments' and 'Create Appointment'.

In the 'Edit Appointments' section, there is a table of existing appointments. A dropdown menu is open, showing a list of medical conditions to be selected for an appointment. The conditions listed are:

- Z0000-Encounter for general adult medical examination without abnormal findings
- J4530-Mild persistent asthma, uncomplicated
- A881-Epidemic vertigo
- Z13220-Encounter for screening for lipid disorders
- R6889-Other general symptoms and signs
- Z1389-Encounter for screening for other disorder
- Z01419-Encounter for gynecological examination (general) (routine) without abnormal findings

The 'Create Appointment' section below it includes a 'Patient List' dropdown menu with 'Ellen Ross' selected. There are input fields for 'Appointment Date' and 'Appointment Time', and a blue '+ Create Appointment' button at the bottom.

Εικόνα 3.20 Δημιουργία ραντεβού σύμφωνα με την επιλογή ασθένειας του ασθενή Ellen Ross

The screenshot displays the healthVault interface. At the top, there is a navigation bar with 'healthVault' on the left and 'Calendar', 'Appointments', and 'Patients' on the right. Below this, the 'Edit Appointments' section shows a table of existing appointments:

Patient	Appointment Type	Appointment Name	Appointment Date	Appointment Time	Update	Delete
Ellen Ross	Encounter	Consultation	Oct 20, 2021	10:00 AM	Update	Delete
Ellen Ross	Encounter	Consultation	Sep 30, 2021	11:30 AM	Update	Delete
Craig Fuller	Encounter	Consultation	Sep 23, 2021	10:00 AM	Update	Delete

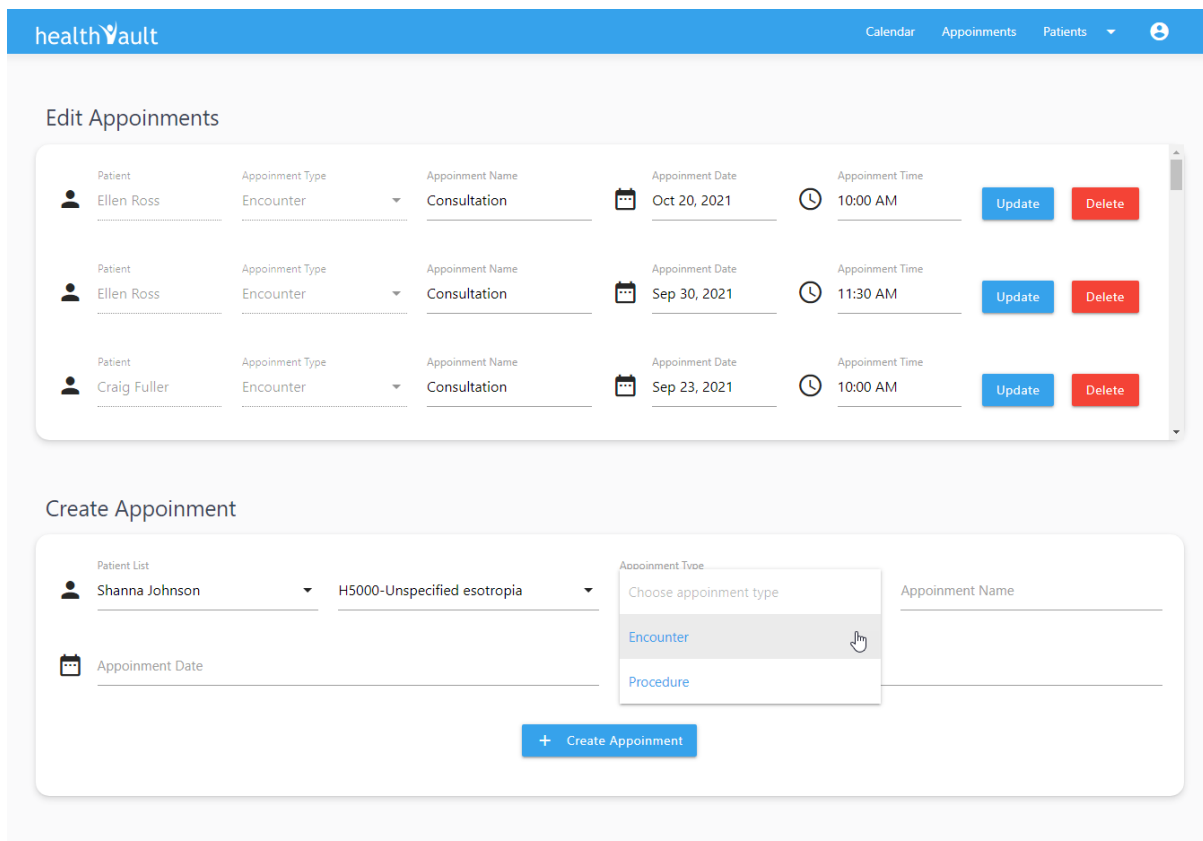
The 'Create Appointment' section below features a form with the following fields and options:

- Patient List:** Shanna Johnson
- Appointment Type:** Encounter
- Appointment Name:** (empty)
- Appointment Date:** (empty)
- Appointment Time:** (empty)
- Choose problem dropdown:** Open, showing options: 'Z0000-Encounter for general adult medical examination without abnormal findings' and 'H5000-Unspecified esotropia'.
- Create Appointment:** A blue button to submit the form.

Εικόνα 3.21 Δημιουργία ραντεβού σύμφωνα με την επιλογή ασθένειας του ασθενή Shanna Johnson

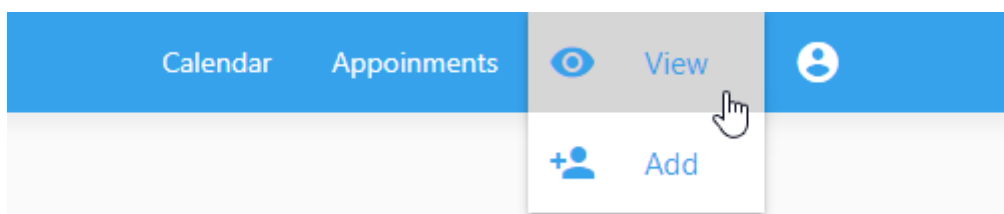
Για τον τύπο ραντεβού, υπάρχουν δύο επιλογές (Εικόνα 3.22):

- Συνάντηση
- Χειρουργική Διαδικασία



Εικόνα 3.22 Τύποι ραντεβού

Στο μενού που φαίνεται στην Εικόνα 3.23 φαίνονται οι δυο επιλογές που έχει ο γιατρός για τους ασθενείς του. Η πρώτη υπάρχει για να τους δει όλους και η άλλη για να δημιουργήσει νέο.



Εικόνα 3.23 Το μενού του γιατρού για τους ασθενείς του

Εάν ο ιατρός επιλέξει να δει όλους τους ασθενείς του, τότε θα εμφανιστεί μια σελίδα με μια λίστα όλων των ασθενών, με επιλεγμένο πάντα τον πρώτο ασθενή. Στην σελίδα αυτή έχουμε τις κάρτες με τα παρακάτω στοιχεία (Εικόνα 3.24):

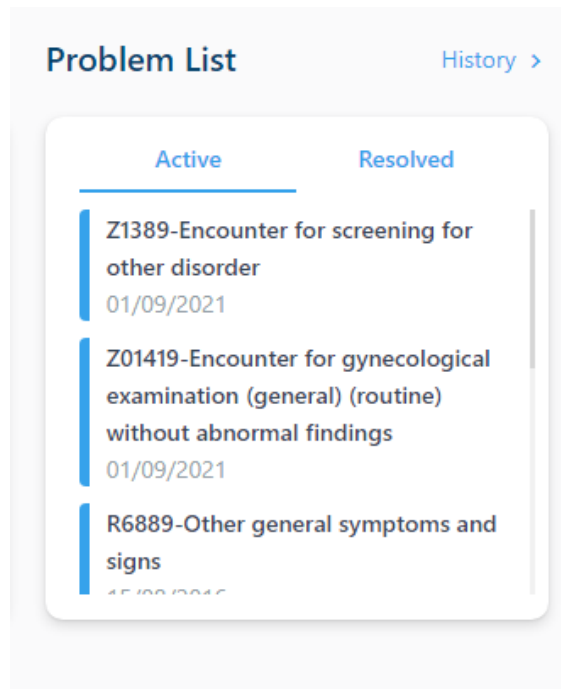
- Λίστα ασθενών. Μόλις πατηθεί ένας ασθενής παρακάτω εμφανίζονται οι πληροφορίες που αφορούν το ιστορικό του:
 - Αλλεργίες

- Εμβολιασμοί
- Δημογραφικά στοιχεία
- Φάρμακα
- Ασθένειες
- Εργαστηριακές εξετάσεις

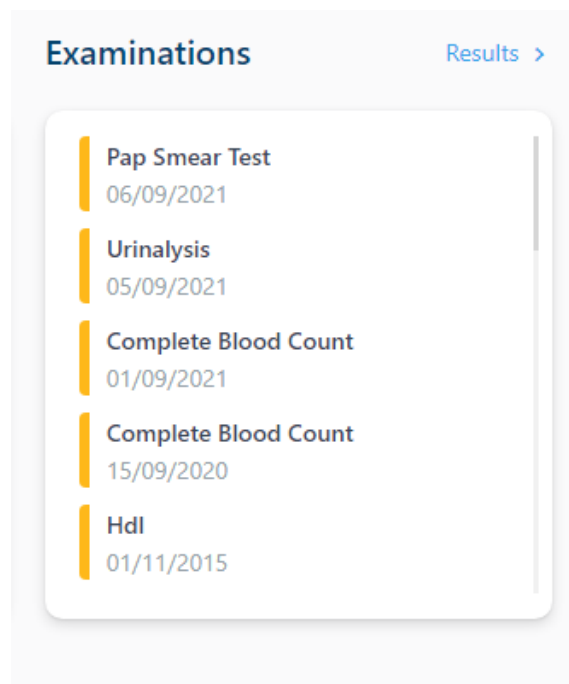
The screenshot displays the healthVault interface for a patient named Ellen Ross. The top navigation bar includes 'healthVault', 'Calendar', 'Appointments', and 'Patients'. The main content area is divided into several sections:

- Patients List:** A list of patients with their names, genders, and ages. Ellen Ross is highlighted.
- Allergies:** A section showing severe allergies (Bee Stings, Soy, Peanuts) and moderate to severe allergies (Penicillin).
- Immunizations:** A list of vaccines including Tetanus and diphtheria toxoids, Hepatitis B, and Rabies.
- Demographics:** A profile card for Ellen Ross, 51 years old, female, with contact information.
- Medications:** A section showing recurring and expired medications, including Naproxen and Klonopin.
- Problem List:** A list of active and resolved medical problems, such as 'Encounter for screening for other disorder' and 'Other general symptoms and signs'.
- Examinations:** A list of laboratory tests and procedures, including Pap Smear Test, Urinalysis, and Complete Blood Count.

Εικόνα 3.24 Σελίδα με το ιατρικό προφίλ του ασθενή



Εικόνα 3.25 Σύνδεσμος για το πλήρες ιστορικό



Εικόνα 3.26 Σύνδεσμος για τα αποτελέσματα των εργαστηριακών εξετάσεων

Στην σελίδα με το ιατρικό προφίλ του ασθενή, ο ιατρός μπορεί να δει το πλήρες ιστορικό του ασθενή πατώντας τον σύνδεσμο 'History' (Εικόνα 3.25). Όταν πατηθεί ο σύνδεσμος, εμφανίζεται το πλήρες ιστορικό του ασθενή, όπου κάθε καρτέλα αφορά μία συγκεκριμένη

ασθένεια και περιέχει γεγονότα που συνδέονται με αυτήν (Εικόνα 3.27). Η ίδια σελίδα εμφανίζεται και στον ασθενή, αν επιλέξει να δει το πλήρες ιστορικό του.

healthVault Calendar Appointments Patients

Home > Ellen Ross > History

Medical History

Z1389-Encounter for screening for other disorder Sep 01, 2021 - Present

Sep 05, 2021 - Examination
Urinalysis - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

R6889-Other general symptoms and signs Aug 15, 2016 - Present

May 20, 2015 - Examination
Blood Count - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

Sep 15, 2020 - Examination
Blood Count - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

Sep 01, 2021 - Examination
Blood Count - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

Z0000-Encounter for general adult medical examination without abnormal findings Sep 08, 2011 - Present

Mar 03, 2021 - Encounter
Consultation - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

Jun 25, 2021 - Encounter
Consultation - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

J4530-Mild persistent asthma, uncomplicated Jun 20, 2007 - Present

Jun 20, 2007 - Medication
Klonopin - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

Z01419-Encounter for gynecological examination (general) (routine) without abnormal findings Sep 01, 2021 - Present

Sep 06, 2021 - Examination
Pap Smear - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

A881-Epidemic vertigo Oct 21, 2012 - Present

Oct 22, 2012 - Medication
Naproxen - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

Z13220-Encounter for screening for lipid disorders Nov 01, 2010 - Present

Nov 01, 2010 - Examination
Lipid Panel - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

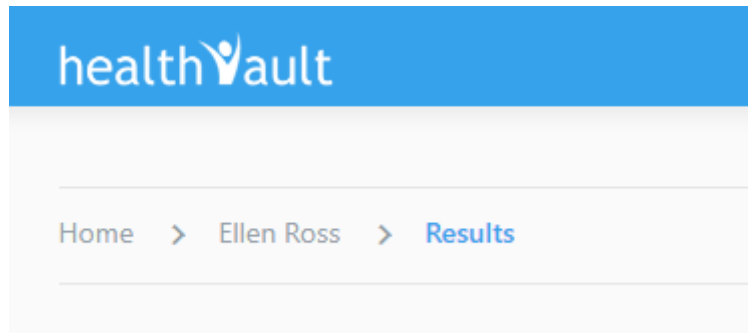
Nov 01, 2013 - Examination
Lipid Panel - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

Nov 01, 2015 - Examination
Lipid Panel - Dr. Candice Shah - Ashby Medical Center

© HealthVault 2021 | Panagiota Mamouridou

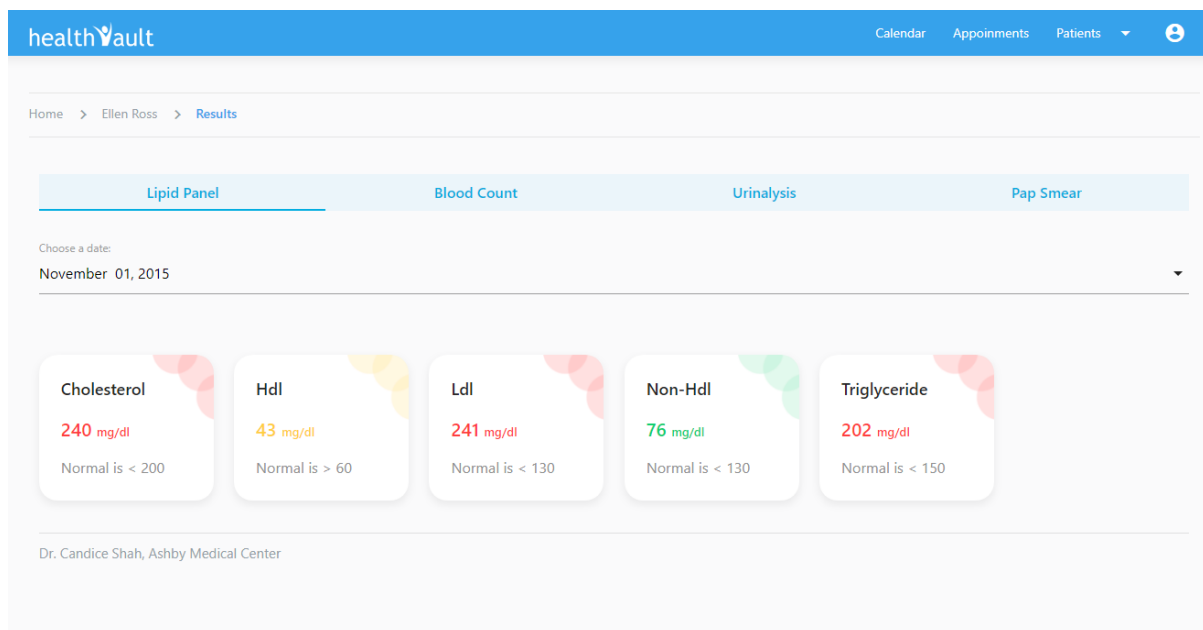
Εικόνα 3.27 Πλήρες ιστορικό ενός συγκεκριμένου ασθενή

Σε κάθε περίπτωση που ο ιατρός πατήσει κάποιον σύνδεσμο, υπάρχει πάντα ένα μενού που οδηγεί πίσω στον συγκεκριμένο ασθενή, αλλά και στην αρχική σελίδα του ιατρού (Εικόνα 3.28).



Εικόνα 3.28 Οδηγός επιστροφής στον συγκεκριμένο ασθενή

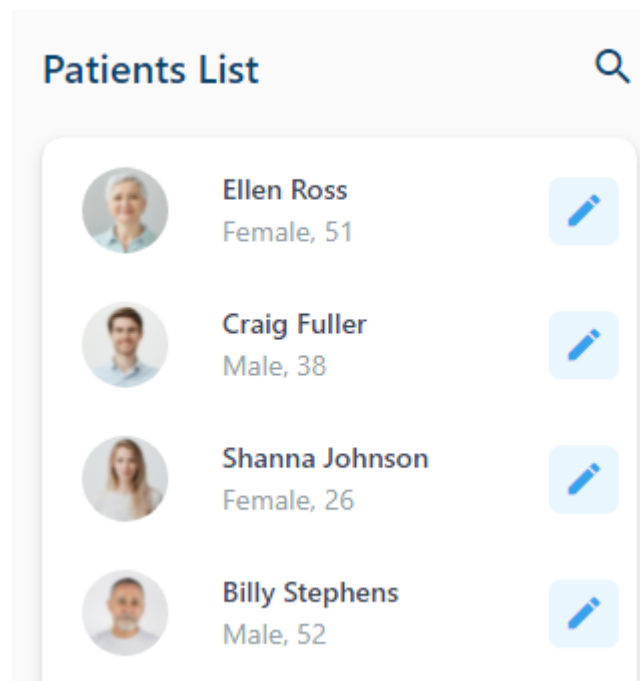
Επίσης, μπορεί να δει τα αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων του ασθενή πατώντας τον σύνδεσμο 'Results' (Εικόνα 3.26). Όταν πατηθεί ο σύνδεσμος, εμφανίζεται μία σελίδα (Εικόνα 3.29), η οποία είναι η ίδια σελίδα που βλέπει και ο ασθενής, αν επιλέξει να δει τα αποτελέσματα των εργαστηριακών εξετάσεών του. Η σελίδα αυτή περιέχει κατηγορίες εργαστηριακών εξετάσεων, όπως Λιπιδικό πάνελ, Γενική εξέταση αίματος, Ανάλυση ούρων και Τέστ Παπ εάν ο ασθενής είναι γυναίκα.



Εικόνα 3.29 Αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων ενός συγκεκριμένου ασθενή

Στο πάνελ της λίστας με τους ασθενείς εμφανίζονται όλοι οι ασθενείς που έχουν σχέση με τον ιατρό. Επίσης, υπάρχει μια μπάρα αναζήτησης (Εικόνα 3.30), όπου ο γιατρός μπορεί να πληκτρολογήσει το όνομα ενός ασθενή, αν η λίστα είναι πολύ μεγάλη, και θα εμφανιστεί πρώτος στη λίστα, όπου θα δει τις πληροφορίες του.

Επιπλέον, στην λίστα με τους ασθενείς, ο κάθε ένας έχει ένα κουμπί δίπλα από το όνομα του, το οποίο υπάρχει σε περίπτωση που ο ιατρός θελήσει να επεξεργαστεί τα δεδομένα υγείας του ασθενή αυτού (Εικόνα 3.30).



Εικόνα 3.30 Κουμπί επεξεργασίας ασθενή

Πατώντας το κουμπί επεξεργασίας, εμφανίζεται μία σελίδα με τις εξής κατηγορίες για τον κάθε ασθενή:

- Ασθένειες
- Φάρμακα
- Αλλεργίες
- Εμβολιασμοί
- Εξετάσεις

Για τον συγκεκριμένο ασθενή που έχει επιλέξει ο ιατρός, σε κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες, υπάρχουν δυο καρτέλες, οι οποίες είναι οι εξής:

- Προσθήκη
- Επεξεργασία (Ενημέρωση/Διαγραφή)

Για παράδειγμα, η επιλεγμένη ασθενής Ellen Ross θα έχει τα παρακάτω δεδομένα όπως φαίνονται στις εικόνες: Εικόνα 3.31, Εικόνα 3.32, Εικόνα 3.33, Εικόνα 3.34, Εικόνα 3.35.

The screenshot shows the HealthVault interface for patient Ellen Ross. At the top, there is a navigation bar with 'healthVault' logo and links for 'Calendar', 'Appointments', and 'Patients'. Below this, a breadcrumb trail shows 'Home > Ellen Ross > Edit Patient'. The main content area is titled 'Select Category' and has five tabs: 'PROBLEM LIST' (selected), 'MEDICATION', 'ALLERGY', 'IMMUNIZATION', and 'EXAMINATION'. Under 'Add problem', there is a form with three input fields: 'Problem Name' (with a placeholder 'Type at least 3 letters'), 'Problem Date', and 'Problem Status' (with a dropdown menu showing 'Choose problem status'). A blue '+ Add Problem' button is centered below the form. Below the form is the 'Edit Problem List' section, which contains a table with three rows of problem data. Each row has columns for 'Problem Name', 'Problem Date', and 'Problem Status', followed by 'Update' and 'Delete' buttons.

Problem Name	Problem Date	Problem Status	Update	Delete
Z1389-Encounter for screening for other disorder	Sep 01, 2021	Active	Update	Delete
Z01419-Encounter for gynecological examination (general) (routine) without abnormal findings	Sep 01, 2021	Active	Update	Delete
R6889-Other general symptoms and signs	Aug 15, 2016	Active	Update	Delete

© HealthVault 2021 | Panagiota Mamouridou

Εικόνα 3.31 Προσθήκη και Επεξεργασία Ασθενειών της Ellen Ross

healthVault Calendar Appointments Patients

Home > Ellen Ross > Edit Patient

Select Category

[PROBLEM LIST](#)
[MEDICATION](#)
[ALLERGY](#)
[IMMUNIZATION](#)
[EXAMINATION](#)

Add Medication

Problem List Choose problem list	Medication Name Choose medication	Medication Date	Medication Type Choose medication type	Medication Dose Quantity ex. 1 or 2
Medication Dose Unit Choose medication unit	Medication Days Choose medication days	Medication Time Choose medication time	Medication Status Choose medication status	Medication Instructions ex. with food

[+ Add Medication](#)

Edit Medication

Medication Name Naproxen	Medication Type Tablet	Medication Dose Quantity 1	Medication Dose Unit Pill(s)
Medication Days Tuesday, Thursday, Saturday	Medication Time Morning, Evening	Medication Status Recurring	Medication Instructions
			Update Delete
Medication Name Klonopin	Medication Type Tablet	Medication Dose Quantity 2	Medication Dose Unit Pill(s)
Medication Days Monday, Wednesday, Friday	Medication Time Morning, Bedtime	Medication Status Recurring	Medication Instructions
			Update Delete

Εικόνα 3.32 Προσθήκη και Επεξεργασία Φαρμάκων της Ellen Ross

healthVault Calendar Appointments Patients

Home > Ellen Ross > Edit Patient

Select Category

[PROBLEM LIST](#)
[MEDICATION](#)
[ALLERGY](#)
[IMMUNIZATION](#)
[EXAMINATION](#)

Add Allergy

<small>Allergy Name</small>	<small>Allergy Severity</small>	<small>Allergy Reaction</small>
Choose allergy name <input type="text"/>	Choose severity <input type="text"/>	ex. Hives and difficulty breathing <input type="text"/>

[+ Add Allergy](#)

Edit Allergy

Allergy Name	Allergy Severity	Allergy Reaction	
Shellfish	Moderate	Hives	Update Delete
Dogs/Pets	Moderate	Sneezing and runny nose	Update Delete
Penicillin	Moderate to Severe	Hives	Update Delete

© HealthVault 2021 | Panagiota Mamouridou

Εικόνα 3.33 Προσθήκη και Επεξεργασία Αλλεργιών της Ellen Ross

healthvault Calendar Appointments Patients

Home > Ellen Ross > Edit Patient

Select Category

[PROBLEM LIST](#)
[MEDICATION](#)
[ALLERGY](#)
[IMMUNIZATION](#)
[EXAMINATION](#)

Add Immunization

Immunization Name	Immunization Date	Immunization Dose Quantity	Immunization Type	Immunization Notes
Choose immunization ▼		ex. 50mg	ex. intramuscular injection	ex. Soreness at the injection site

[+ Add Immunization](#)

Edit Immunization

Immunization Name	Immunization Date	Immunization Dose Quantity	Immunization Type	Immunization Notes		
Tetanus and diphtheria to	Sep 07, 2005	50mg	intramuscular injection	Soreness and redness at t	Update	Delete
Hepatitis B	Apr 13, 2005	50mg	intramuscular injection	Soreness and redness at t	Update	Delete
Rabies	Nov 02, 2000	50mg	intramuscular injection	Soreness and redness at t	Update	Delete

© HealthVault 2021 | Panagiota Mamouridou

Εικόνα 3.34 Προσθήκη και Επεξεργασία Εμβολιασμών της Ellen Ross

The screenshot displays the HealthVault interface for patient Ellen Ross. At the top, there is a navigation bar with 'healthVault' on the left and 'Calendar', 'Appointments', and 'Patients' on the right. Below the navigation bar, the breadcrumb trail shows 'Home > Ellen Ross > Edit Patient'. The main content area is titled 'Select Category' and features five tabs: 'PROBLEM LIST', 'MEDICATION', 'ALLERGY', 'IMMUNIZATION', and 'EXAMINATION'. The 'EXAMINATION' tab is currently selected. Below the tabs, there is a section titled 'Add Examination' which contains a form with the following fields: 'Problem List' (with a dropdown menu showing 'Choose problem list'), 'Examination Name' (with a dropdown menu showing 'Cholesterol'), 'Examination Date', and 'Examination Time'. A blue button with a plus sign and the text '+ Add Examination' is positioned below the form. Below the 'Add Examination' section is the 'Edit Examination' section, which displays a table of existing examinations. The table has three columns: 'Examination Name', 'Examination Date', and 'Examination Time'. Each row also includes 'Update' and 'Delete' buttons. The data in the table is as follows:

Examination Name	Examination Date	Examination Time	Update	Delete
Pap Smear Test	Sep 06, 2021	10:00 am	Update	Delete
Urinalysis	Sep 05, 2021	12:48 am	Update	Delete
Complete Blood Count	Sep 01, 2021	10:00 am	Update	Delete

At the bottom of the page, there is a footer with the text '© HealthVault 2021 | Panagiota Mamouridou'.

Εικόνα 3.35 Προσθήκη και Επεξεργασία Εξετάσεων της Ellen Ross

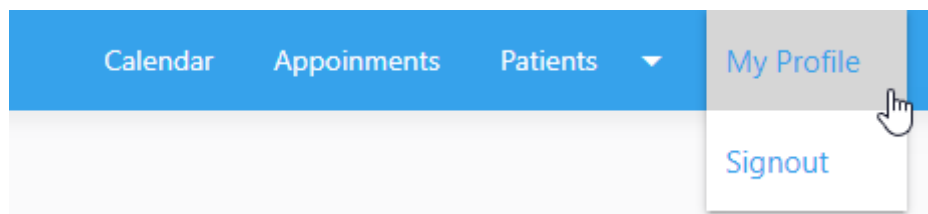
Όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.23, υπάρχει η επιλογή για την προσθήκη νέου ασθενή για τον ιατρό.

Στην περίπτωση, που ο ιατρός θελήσει να προσθέσει νέο ασθενή, θα πρέπει να του δημιουργήσει τα στοιχεία εγγραφής νέου χρήστη για την είσοδο του στο σύστημα, όπως επίσης και τα προσωπικά στοιχεία του (Εικόνα 3.36).

Εικόνα 3.36 Δημιουργία νέου ασθενή από τον ιατρό

Τέλος, στο μενού που φαίνεται στην εικόνα, υπάρχουν οι εξής επιλογές:

- Προβολής του προφίλ του
- Αποσύνδεση



Εικόνα 3.37 Επιλογές για τον λογαριασμό του ιατρού


Εάν ο ιατρός επιθυμεί να δει τις προσωπικές του πληροφορίες, θα πρέπει να επιλέξει από το μενού «Το Προφίλ Μου». Μόλις το επιλέξει θα δει την σελίδα με τα στοιχεία του, τα οποία θα μπορεί να επεξεργαστεί.

Στην σελίδα απεικονίζονται τα παρακάτω:

- η φωτογραφία του
- το ονοματεπώνυμο του
- το φύλο του
- η διεύθυνση email του
- το τηλέφωνο του
- η κλινική/νοσοκομείο που εργάζεται
- η διεύθυνση της κλινικής/νοσοκομείου
- το τηλέφωνο της κλινικής/νοσοκομείου

healthVault Calendar Appointments Patients

Your info



Personalize your health record with a photo. Your profile photo will appear on your patients who use Health Vault.

[Change Photo](#)

Full name	Candice Shah	Edit name
-----------	--------------	---------------------------

Profile info [Edit profile info](#)

Gender	Female
Email address	candiceshah@gmail.com
Phone number	820-678-0222

Provider info [Edit provider info](#)

Provider Name	Ashby Medical Center
Address	USA, OR 97005, Beaverton, Barnes Rd Suite 763 11975
Phone number	820-678-0000

Εικόνα 3.38 Το προφίλ του ιατρού

4. Συμπεράσματα/Μελλοντικές επεκτάσεις

Η δουλειά που αναφέρεται στην παρούσα πτυχιακή είχε σκοπό την ανάπτυξη και σχεδίαση ενός Ηλεκτρονικού Προσωπικού Φακέλου Υγείας, ώστε να βοηθήσει τους ασθενείς να καταλάβουν καλύτερα τα δεδομένα που αφορούν την υγεία τους, και σαν αποτέλεσμα να μπορούν να διαχειριστούν με σωστό τρόπο την κατάσταση τους. Επίσης, είχε σκοπό να βοηθήσει και τους γιατρούς, ώστε να έχουν εύκολη και γρήγορη πρόσβαση στο ιστορικό των ασθενών τους, ώστε να μην υπάρχει απώλεια πολύτιμου χρόνου, τόσο για τον ασθενή όσο και για τον γιατρό. Ο σχεδιασμός της πλατφόρμας εμπνεύστηκε από τις τρεις καλύτερες υλοποιήσεις συνολικού επανασχεδιασμού του προσωπικού ηλεκτρονικού φακέλου υγείας, του διαγωνισμού Health Design Challenge [1] που αναφέρθηκε παραπάνω.

Όσον αφορά τις μελλοντικές επεκτάσεις της παρούσας πτυχιακής, θα ήταν χρήσιμο ο ασθενής να μπορούσε να υποβάλει αίτημα για ραντεβού (από μια λίστα διαθέσιμων ημερών και ωρών για κάθε ιατρό) και ίσως να προσθέτει ιατρικά δεδομένα που αφορούν την υγεία του, για παράδειγμα ένα χάπι για ανακούφιση του πόνου. Επίσης, θα ήταν χρήσιμη η δυνατότητα διαμοιρασμού των εργαστηριακών αποτελεσμάτων (είτε σε μορφή pdf ή αποστολής τους μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου). Το σύστημα θα μπορούσε επίσης να επεκταθεί για να υποστηρίξει και έναν τρίτο ρόλο, αυτό του φροντιστή του ασθενή, ο οποίος θα έχει πρόσβαση στα δεδομένα του ασθενή του (έπειτα φυσικά από την ρητή συγκατάθεση του ασθενή). Επίσης, όσον αφορά το προφίλ του ιατρού, ο οποίος είναι αυτός που επεξεργάζεται κάθε είδους ιατρικά δεδομένα για τους ασθενείς, θα ήταν χρήσιμη μια έρευνα για το σύνολο των αλλεργιών, των εμβολιασμών και των φαρμάκων, με σκοπό να δημιουργηθούν αντίστοιχοι πίνακες στη βάση δεδομένων, ώστε ο ιατρός να έχει την δυνατότητα να επιλέξει από ένα μεγάλο εύρος για την κάθε κατηγορία. Επιπλέον, χρήσιμο θα ήταν να προστεθούν περισσότερα πάνελ εργαστηριακών εξετάσεων στην πλατφόρμα. Τέλος, θα μπορούσε να αναπτυχθεί η εφαρμογή HealthVault για χρήση από κινητά και τάμπλετ.

5. Βιβλιογραφία

- [1] “Health Design Challenge: d+collab // THE PATIENT RECORD.”
<http://healthdesignchallenge.com/> (accessed Sep. 15, 2021).
- [2] H. Taylor, “Two in five adults keep personal or family health records and almost everybody thinks this is a good idea.,” *Heal. Care News*, 2004.
- [3] N. Archer, U. Fevrier-Thomas, C. Lokker, K. A. McKibbin, and S. E. Straus, “Personal health records: A scoping review,” *J. Am. Med. Informatics Assoc.*, vol. 18, no. 4, pp. 515–522, 2011, doi: 10.1136/amiajnl-2011-000105.
- [4] D. A. Jones, J. P. Shipman, D. A. Plaut, and C. R. Selden, “Characteristics of personal health records: Findings of the medical library association/national library of medicine joint electronic personal health record task force,” *J. Med. Libr. Assoc.*, vol. 98, no. 3, pp. 243–249, 2010, doi: 10.3163/1536-5050.98.3.013.
- [5] D. Kalra, “Electronic Health Record Standards The Need for Generic and Requirements for Represent-,” *Med. Informatics*, pp. 136–144, 2006.
- [6] B. Smith and W. Ceusters, “HL7 RIM: An incoherent standard,” *Stud. Health Technol. Inform.*, vol. 124, pp. 133–138, 2006.
- [7] G. W. Beeler, “Introduction to : HL7 Reference Information Model (RIM),” *Heal. Lev. Seven Int.*, 2011.
- [8] J. A. Hirsch et al., “ICD-10: History and context,” *Am. J. Neuroradiol.*, vol. 37, no. 4, pp. 596–599, 2016, doi: 10.3174/ajnr.A4696.
- [9] “What is the OSI Model? The 7 Layers Explained | Forcepoint.”
<https://www.forcepoint.com/cyber-edu/osi-model> (accessed Nov. 09, 2021).
- [10] “HL7 - Tools and Resources | HL7 International.”
<http://www.hl7.org/participate/toolsandresources.cfm> (accessed Oct. 01, 2021).
- [11] J. Rodrigues, “Health Information Systems: Concepts, Methodologies, Tools and Applications.”
- [12] “Reference Information Model (RIM) Downloads | HL7 International.”
<http://www.hl7.org/implement/standards/rim.cfm> (accessed Oct. 01, 2021).

- [13] G. W. Beeler, "HL7 Version 3 - An object-oriented methodology for collaborative standards development," *Int. J. Med. Inform.*, vol. 48, no. 1–3, pp. 151–161, 1998, doi: 10.1016/S1386-5056(97)00121-4.
- [14] M. Gersenovic, "The ICD family of classifications," *Methods Inf. Med.*, vol. 34, no. 1–2, pp. 172–175, 1995, doi: 10.1055/s-0038-1634590.
- [15] World Health Organization, "International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, 10th Revision ICD-10 : Tabular List," *World Heal. Organ.*, vol. 1, pp. 332–345, 2016, [Online]. Available: <http://www.who.int/classifications/icd/icdonlineversions/en/>.
- [16] World Health Organization, "ICD-10 Second Edition Volume 2," *World Heal. Organ.*, vol. 33, no. 3, p. 26, 2011.
- [17] H. Kocan, "Difficulties in Application of the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD) and Distribution Rates for Urogenital Diseases," vol. 448, pp. 178–182, 2020, doi: 10.32474/JUNS.2020.02.000142.
- [18] T. Takahara and H. Mukai, "History of the development of ICD10," *Drug Deliv. Syst.*, vol. 28, no. 3, pp. 205–214, 2013, doi: 10.2745/dd.28.205.
- [19] J. A. Hirsch, F. Falco, and L. Manchikanti, "Necessity and implications of ICD-10: Facts and fallacies," *Pain Physician*, vol. 15, no. 2, pp. 405–426, 2012, doi: 10.36076/ppj.2012/15/E153.
- [20] R. Jakob, B. Üstün, R. Madden, and C. Sykes, "Die Familie der Internationalen Gesundheitsrelevanten Klassifikationen der Weltgesundheitsorganisation," *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforsch. - Gesundheitsschutz*, vol. 50, no. 7, pp. 924–931, 2007, doi: 10.1007/s00103-007-0281-z.
- [21] H. F. Dorn, "Manual of the International Statistical Classification of Diseases, Injuries and Causes of Death. Vol. I," *Am. J. Public Heal. Nations Heal.*, vol. 40, no. 3, pp. 344–344, 1950, doi: 10.2105/ajph.40.3.344-a.
- [22] P. Law, "Health Insurance Portability and Accountability," pp. 1–14, 2003.
- [23] "ICD-10 Training — ICD-9 to ICD-10 General Equivalence Mapping." <http://www.icd10codesearch.com/training.php> (accessed Oct. 02, 2021).

- [24] D. Grider, “Format and structure of ICD-10-CM,” 2010.
- [25] J. A. Hirsch and L. Manchikanti, “Response to ready or not! Here comes ICD-10,” *J. Neurointerv. Surg.*, vol. 5, no. 6, p. 621, 2013, doi: 10.1136/neurintsurg-2012-010325.
- [26] “AMA ADOPTS NEW POLICIES DURING FINAL DAY OF SEMI-ANNUAL MEETING - American Medical Association.” <https://news.cision.com/american-medical-association/r/ama-adopts-new-policies-during-final-day-of-semi-annual-meeting,c9187364> (accessed Oct. 02, 2021).
- [27] H. Office of the Secretary, “HIPAA administrative simplification: modifications to medical data code set standards to adopt ID-10-CM and ICD-10-PCS. Final rule.,” *Fed. Regist.*, vol. 74, no. 11, pp. 3328–3362, Jan. 2009.
- [28] J. A. Hirsch et al., “Sustainable Growth Rate Repealed , MACRA Revealed : Physician Payment Methodologies,” *Am J Neuroradiol*, vol. 27, pp. 210–214, 2016, [Online]. Available: <http://www.ajnr.org/content/ajnr/37/2/210.full.pdf>.
- [29] J. A. Hirsch et al., “The ICD-10 system: A gift that keeps on taking,” *J. Neurointerv. Surg.*, vol. 7, no. 8, pp. 619–622, 2015, doi: 10.1136/neurintsurg-2014-011321.
- [30] “What is Three-Tier Architecture | IBM.” <https://www.ibm.com/cloud/learn/three-tier-architecture> (accessed Sep. 15, 2021).
- [31] “Onion Architecture VS Three Layer | by Tiago Martins | Medium | The Startup.” <https://medium.com/swlh/onion-architecture-vs-three-layer-59a9ba2c6e02> (accessed Oct. 02, 2021).
- [32] M. B. Hoy, “HTML5: A new standard for the web,” *Med. Ref. Serv. Q.*, vol. 30, no. 1, pp. 50–55, 2011, doi: 10.1080/02763869.2011.540212.
- [33] “What is CSS3? | Uses & Need | Features and Advantages of CSS3.” <https://www.educba.com/what-is-css3/> (accessed Sep. 15, 2021).
- [34] T. Mikkonen and A. Taivalsaari, “Using Javascript as a real programming language,” *Network*, p. 17, 2007, [Online]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.142.7304&rep=rep1&type=pdf>.
- [35] “Materialize CSS Tutorial - javatpoint.” <https://www.javatpoint.com/materialize-css->

- tutorial (accessed Sep. 15, 2021).
- [36] “Documentation - Materialize.” <https://materializecss.com/> (accessed Oct. 02, 2021).
- [37] H. da Rocha, “Learn Chart.js: Create Interactive Visualizations for the Web with Chart.js 2,” *Comput. Comput.*, 2019.
- [38] “Node.js - Introduction.”
https://www.tutorialspoint.com/nodejs/nodejs_introduction.htm (accessed Sep. 15, 2021).
- [39] “What is PostgreSQL.” <https://www.postgresqltutorial.com/what-is-postgresql/> (accessed Sep. 15, 2021).