

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ADVANCING MEDICAL RECORDS  
THROUGH MIXED REALITY TECHNOLOGIES**

Σιλουανός Χαλδούπης

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ**



**ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

Αύγουστος 2025

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**ADVANCING MEDICAL RECORDS  
THROUGH MIXED REALITY TECHNOLOGIES**

**Σιλουανός Χαλδούπης**

Επιβλέπων Καθηγητής

Ανδρέας Αριστείδου

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

**Αύγουστος 2025**

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Αναπληρωτή Καθηγητή Ανδρέα Αριστείδου για την εμπιστοσύνη και την ευκαιρία που μου έδωσε να υλοποιήσω δική μου ερευνητική ιδέα στο πλαίσιο της διπλωματικής μου εργασίας, καθώς και για τον σταθερό ρόλο του ως μέντορα σε όλη τη διάρκεια του έργου. Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνω στην αρραβωνιαστικιά μου, Τιμοθέα Οικονομίδου, για τη πολύτιμη συμβολή της στην προώθηση των ερωτηματολογίων στους ιατρούς. Ευχαριστώ επίσης το Τμήμα Ιατρικής του Πανεπιστημίου Κύπρου για την υποστήριξη στην προώθηση των ερωτηματολογίων στους φοιτητές, καθώς και για την ενημέρωση στην αναζήτηση φοιτητών που συμμετείχαν στην αξιολόγηση της εφαρμογής. Τέλος, ευχαριστώ όλους τους ιατρούς και φοιτητές ιατρικής που διέθεσαν χρόνο και προσέφεραν τις γνώσεις και την ανατροφοδότησή τους, χωρίς τη συμμετοχή τους, η παρούσα έρευνα δεν θα ήταν δυνατή.

## Περίληψη

Η παρούσα έρευνα διερευνά την ενσωμάτωση Μικτής Πραγματικότητας (MR) στον Ηλεκτρονικό Φάκελο Ασθενή (ΗΦΑ) μέσα από έναν ερευνητικό κύκλο δύο φάσεων: (α) αποτύπωση απαιτήσεων και εμπειριών χρηστών και (β) υλοποίηση–αξιολόγηση πρωτοτύπου. Στην Πρώτη Μελέτη αναπτύχθηκαν δύο δομημένα ερωτηματολόγια (ιατροί N=10, φοιτητές ιατρικής N=19) για τη χαρτογράφηση του τρέχοντος ΗΦΑ, της εξοικείωσης με VR/AR/MR και των αναγκών/προσδοκιών από ένα MR–ΗΦΑ. Τα ευρήματα κατέδειξαν ώριμη ψηφιακή χρήση αλλά ισχυρό αίτημα για πλουσιότερο περιεχόμενο (αλλεργίες, φάρμακα, εργαστηριακές, ζωτικά), διαισθητικότερη διεπαφή και έμφαση σε σενάρια με σαφές χωρικό/οπτικό όφελος (εκπαίδευση, προεγχειρητικός σχεδιασμός/καθοδήγηση, επικοινωνία με ασθενή). Αυτές οι απαιτήσεις μετατράπηκαν σε προδιαγραφές σχεδιασμού.

Βάσει αυτών υλοποιήθηκε πρωτότυπο σε Unity για Microsoft HoloLens 2. Η Δεύτερη Μελέτη αξιολόγησε το πρωτότυπο (φοιτητές N=10) με προσαρμογές από Slater–Usob–Steed (presence), System Usability Scale (SUS) και Presence Questionnaire (Witmer & Singer). Καταγράφηκαν θετική πλοήγηση, αξιοπιστία και απόκριση, με προτεραιότητες βελτίωσης τα εργαλεία και τη ροή History. Κύριος περιορισμός αφορούσε τον συνδυασμό συσκευής και διαθέσιμων βιβλιοθηκών.

Συμπερασματικά, η MR στον ΗΦΑ αναδεικνύεται πολλά υποσχόμενη για εκπαίδευση, χειρουργικό σχεδιασμό/καθοδήγηση και συνεργατική/επικοινωνιακή χρήση, ενώ η ανάγνωση καθαρού κειμένου παραμένει πιο μετρημένη. Ως επόμενα βήματα προτείνονται πλήρης διασύνδεση με ΗΦΑ, πολυχρηστική συνεργασία σε πραγματικό χρόνο και AI με αναγνώριση φωνής για «hands-free», εξατομικευμένη αλληλεπίδραση, ώστε η MR να μεταβεί από πιλοτική επίδειξη σε καθημερινό κλινικό εργαλείο.

Λέξεις-κλειδιά: Mixed Reality, HoloLens, Unity, Ηλεκτρονικός Φάκελος Ασθενή, ιατρική εκπαίδευση, ιατρική απεικόνιση, χειρουργικός σχεδιασμός, χρηστικότητα.

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 .....	1
Εισαγωγή .....	1
1.1 Κίνητρο .....	2
1.2 Πρόβλημα .....	2
1.3 Χρησιμότητα της Έρευνας.....	2
1.4 Υλοποίηση (Εν Συντομία) .....	3
1.5 Συνεισφορά.....	3
Κεφάλαιο 2 .....	5
Θεωρητικό πλαίσιο .....	5
2.1 Εικονική Πραγματικότητα (VR) .....	5
2.2 Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR).....	6
2.3 Μικτή Πραγματικότητα (MR).....	7
2.4 Συμπέρασμα.....	8
Κεφάλαιο 3 .....	9
Πρώτη Μελέτη.....	9
3.1 Ερωτηματολόγια Ιατρών .....	9
3.1.1 Ιατροί: Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου.....	9
3.1.2 Ιατροί: Ανάλυση Ερωτηματολογίων .....	11
3.2 Ερωτηματολόγια Φοιτητών Ιατρικής.....	13
3.2.1 Φοιτητές: Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου .....	13
3.2.2 Φοιτητές: Ανάλυση Ερωτηματολογίων .....	15
Κεφάλαιο 4 .....	17
Υλοποίηση .....	17
Κεφάλαιο 5 .....	21
Δεύτερη Μελέτη.....	21
5.1 Αξιολόγηση .....	21
5.1.1 Αποτελέσματα αξιολόγησής .....	21
5.1.2 Ανάλυση Αξιολογήσεων .....	24
5.2 Συνολικός σχολιασμός .....	25
Κεφάλαιο 6 .....	28

<b>Συμπέρασμα.....</b>	<b>28</b>
<b>6.1 Περιορισμοί .....</b>	<b>28</b>
<b>6.2 Μελλοντική έρευνα &amp; ανάπτυξη .....</b>	<b>29</b>
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>30</b>
<b>Παράρτημα Α .....</b>	<b>A-1</b>

# Κεφάλαιο 1

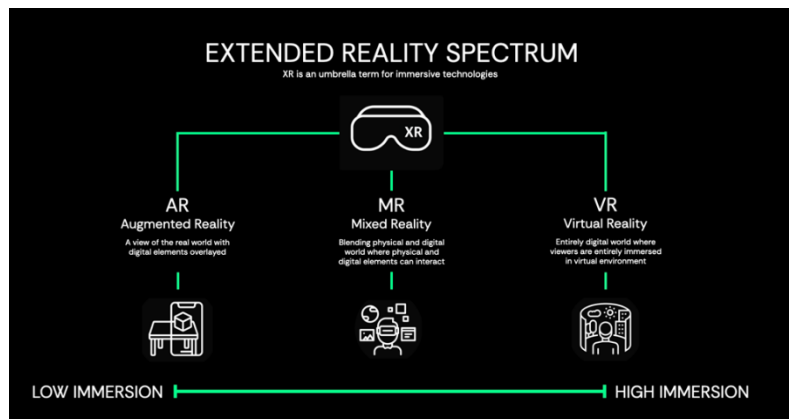
## Εισαγωγή

---

1.1 Κίνητρο .....	2
1.2 Πρόβλημα .....	2
1.3 Χρησιμότητα της Έρευνας.....	2
1.4 Υλοποίηση (Εν Συντομία) .....	3
1.5 Συνεισφορά.....	3

---

Η Εκτεταμένη Πραγματικότητα (Extended Reality – XR) αποτελεί όρο-ομπρέλα για τεχνολογίες που περιλαμβάνουν την Εικονική, την Επαυξημένη και τη Μικτή Πραγματικότητα (Virtual, Augmented, Mixed Reality – VR, AR, MR). Με την VR, ο χρήστης βυθίζεται σε έναν πλήρως ψηφιακό κόσμο μέσω εξελιγμένων συσκευών προβολής τρισδιάστατης εικόνας και ανίχνευσης κίνησης. Αντιθέτως, η AR ενσωματώνει ψηφιακά στοιχεία στον φυσικό κόσμο του χρήστη, χωρίς όμως ουσιαστική αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και των εικονικών αντικειμένων. Ανάμεσα σε αυτές τις δύο τεχνολογίες εκτείνεται



Εικόνα 1 Φάσμα τεχνολογιών XR (RevolveLabs)

ένα συνεχές, όπου πραγματικός και εικονικός κόσμος συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο, αυτή είναι η περιοχή της Μικτής Πραγματικότητας (MR) [1,2]. Με τη MR, ψηφιακά αντικείμενα τοποθετούνται μέσα στο πραγματικό περιβάλλον και ο χρήστης μπορεί να τα χειριστεί ή να τα επηρεάσει, ενώ παράλληλα τα ψηφιακά στοιχεία μπορούν να αντιδρούν σε πραγματικά αντικείμενα. Στην παρούσα εργασία εστιάζουμε στη Μικτή Πραγματικότητα και ειδικότερα στην ενσωμάτωσή της στον Ηλεκτρονικό Φάκελο Ασθενή (ΗΦΑ), με στόχο την ανάδειξη ενός καινοτόμου τρόπου διαχείρισης και παρουσίασης των ιατρικών δεδομένων.

## 1.1 Κίνητρο

Παρότι οι XR τεχνολογίες υφίστανται εδώ και δεκαετίες, η αξιοποίησή τους στην καθημερινότητα έχει ενταθεί τα τελευταία χρόνια. Η πρώτη εμφάνιση μιας λειτουργικής εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας χρονολογείται ήδη από το 1992, όταν ο Louis Rosenberg ανέπτυξε το σύστημα Virtual Fixtures στα εργαστήρια Armstrong της Πολεμικής Αεροπορίας των ΗΠΑ, θεωρείται το πρώτο πλήρως καθλωτικό σύστημα Augmented Reality [3]. Στη σύγχρονη εποχή, η ραγδαία βελτίωση του υλικού έφερε στην αγορά προηγμένες συσκευές MR (π.χ. «έξυπνα» γυαλιά) που επιτρέπουν στον χρήστη να προβάλλει βίντεο, να ακούει μουσική και να χρησιμοποιεί εφαρμογές με επαυξημένα ολογραφικά στοιχεία, ενώ συνεχίζει να βλέπει το φυσικό περιβάλλον. Η τεχνολογία MR πλέον αρχίζει να εφαρμόζεται, αν και με αργούς ρυθμούς, σε τομείς όπως η εκπαίδευση, η πληροφορική, ο τουρισμός (π.χ. διαδραστικές ξεναγήσεις) και άλλοι. Η Ιατρική, ωστόσο, παρά την άμεση σχέση της με τις τεχνολογικές εξελίξεις, δεν έχει ακόμα αξιοποιήσει σε βάθος τις δυνατότητες της MR. Δεδομένου ότι η ιατρική επιστήμη εξελίσσεται διαρκώς ανακαλύπτοντας νέες ασθένειες και βελτιωμένες μεθόδους θεραπείας, υπάρχει έντονο κίνητρο να διερευνηθεί πώς μια καινοτομία όπως η MR μπορεί να συμβάλει περαιτέρω σε αυτή την εξέλιξη.

## 1.2 Πρόβλημα

Μολονότι η MR τεχνολογία βρίσκεται πλέον στα πρώτα στάδια ένταξής της στην καθημερινή πρακτική, μέχρι πρόσφατα δεν είχε ωριμάσει αρκετά ώστε να υποστηρίξει εκτεταμένη έρευνα πέρα από πιλοτικές εφαρμογές σε περιβάλλοντα εκπαίδευσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι περισσότερες υλοποιήσεις να παραμένουν θεωρητικές ή πειραματικές, χωρίς ακόμη ευρεία εφαρμογή στην κλινική πράξη. Σύγχρονες μελέτες επισημαίνουν ότι απαιτείται υψηλής ποιότητας και ακριβές ψηφιακό περιεχόμενο, καθώς και αξιόπιστη χωρική ευθυγράμμιση (registration) των δεδομένων, για να μπορέσει η MR να ενταχθεί αποτελεσματικά στη χειρουργική και γενικότερα στην ιατρική [4]. Με άλλα λόγια, η τεχνολογία ήταν έως τώρα εμπόδιο: μόλις πρόσφατα άρχισαν να εμφανίζονται τα κατάλληλα συστήματα MR, γεγονός που εξηγεί γιατί δεν έχει υπάρξει ακόμη εκτεταμένη πρακτική εφαρμογή της MR σε πραγματικό ιατρικό περιβάλλον. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν σχετικές ιδέες ή μελέτες, αντιθέτως, έχει διεξαχθεί προεργασία σε θεωρητικό επίπεδο, αλλά η μετάβαση στο πρακτικό επίπεδο παραμένει μια ανοικτή πρόκληση.

## 1.3 Χρησιμότητα της Έρευνας

Η ενσωμάτωση της MR στον Ηλεκτρονικό Φάκελο Ασθενή υπόσχεται πολλαπλά οφέλη στη διαχείριση και κατανόηση των ιατρικών δεδομένων. Οι ιατροί θα μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση σε τρισδιάστατα μοντέλα των ασθενών τους με συνοδευτικές πληροφορίες (δημογραφικά στοιχεία, ιατρικό ιστορικό, αλλεργίες κ.ά.) σε πραγματικό χρόνο. Μια τέτοια αναπαράσταση μπορεί να διευκολύνει σημαντικά τη διαγνωστική διαδικασία και να βελτιώσει την κατανόηση της κατάστασης του ασθενή, καθώς οι εξετάσεις (π.χ. μαγνητικές τομογραφίες, ακτινογραφίες) θα προβάλλονται με πλουσιότερη, τρισδιάστατη μορφή αντί για επίπεδες δισδιάστατες εικόνες. Αυτό

αναμένεται να καταστήσει πιο κατανοητές τις ανατομικές δομές και τις παθολογίες, συγκριτικά με τις παραδοσιακές απεικονίσεις.

Επιπλέον, η MR μπορεί να μειώσει τον χρόνο αναζήτησης πληροφοριών, ο γιατρός δεν θα χρειάζεται να διακόπτει την επαφή με τον ασθενή για να συμβουλευτεί οθόνες ή έγγραφα, αφού όλα τα κρίσιμα δεδομένα θα προβάλλονται στο οπτικό του πεδίο. Τέλος, η MR μπορεί να λειτουργήσει και ως εργαλείο εκπαίδευσης του ασθενή ή επικοινωνίας της ιατρικής ομάδας: οι γιατροί θα μπορούν να εξηγούν στον ασθενή την κατάσταση του εμφανίζοντας ολογραφικά μοντέλα, ενώ παράλληλα πολλοί επαγγελματίες υγείας θα μπορούν να βλέπουν και να σχολιάζουν τα ίδια δεδομένα ταυτόχρονα, ακόμη κι αν βρίσκονται σε διαφορετικές τοποθεσίες.

#### **1.4 Υλοποίηση (Εν Συντομία)**

Σε γενικές γραμμές, η προτεινόμενη υλοποίηση συνίσταται στη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος που συνδυάζει τη Μικτή Πραγματικότητα με τον Ηλεκτρονικό Φάκελο Ασθενή. Στο σενάριο χρήσης, ο ιατρός θα φοράει ένα ζευγάρι MR γυαλιών κατά την εξέταση του ασθενή. Μέσω αυτών, θα βλέπει μπροστά του ένα ολογραφικό τρισδιάστατο μοντέλο του σώματος του ασθενή, πάνω στο οποίο θα προβάλλονται βασικές πληροφορίες όπως η ομάδα αίματος, το ύψος, το βάρος, οι γνωστές αλλεργίες κ.ά. Ο ιατρός θα μπορεί να επιλέγει (με το βλέμμα, χειρονομίες ή φωνητικές εντολές) συγκεκριμένα σημεία του μοντέλου, για παράδειγμα, μία περιοχή του σώματος, και αμέσως θα εμφανίζονται σχετικές πληροφορίες από τον φάκελο του ασθενή. Τέτοιες πληροφορίες μπορεί να περιλαμβάνουν το ιστορικό εξετάσεων και επεμβάσεων που αφορούν το επιλεγμένο σημείο. Παράλληλα, θα υπάρχει η δυνατότητα προβολής των αποτελεσμάτων απεικονιστικών εξετάσεων (όπως MRI, αξονικές τομογραφίες ή ακτινογραφίες) σε μορφή τρισδιάστατων μοντέλων δίπλα στο σώμα του ασθενή. Ουσιαστικά, ο γιατρός θα διαθέτει ένα επαυξημένο περιβάλλον εξέτασης, όπου τα δεδομένα του ΗΦΑ θα ενοποιούνται με την πραγματική εικόνα του ασθενή, προσφέροντας μια διαισθητική και ολοκληρωμένη επισκόπηση της υγείας του σε πραγματικό χρόνο.

#### **1.5 Συνεισφορά**

Η παρούσα έρευνα εισάγει μια καινοτόμο σύλληψη που συνδυάζει τη Μικτή Πραγματικότητα με την ιατρική πληροφοριακή υποδομή, προτείνοντας, στο μέτρο της βιβλιογραφικής μας ανασκόπησης, την πρώτη ουσιαστική ενσωμάτωση MR στον Ηλεκτρονικό Φάκελο Ασθενή σε επίπεδο κλινικού πρωτοτύπου. Το προτεινόμενο σύστημα οργανώνει χωρικά και καθιστά άμεσα προσβάσιμα τα κρίσιμα δεδομένα του ασθενούς, επιτρέποντας στον ιατρό να τα βλέπει ακριβώς εκεί όπου χρειάζονται μέσα στο πραγματικό περιβάλλον εξέτασης. Παράλληλα, μετατρέπει τις απεικονιστικές εξετάσεις σε διαδραστικά τρισδιάστατα μοντέλα, ενισχύοντας την ακρίβεια της ανάλυσης μέσω καλύτερης κατανόησης ανατομικών λεπτομερειών και παθολογικών ευρημάτων σε σχέση με την κλασική 2D προβολή. Επιπλέον, η MR διευκολύνει την πολυεπιστημονική συνεργασία σε πραγματικό χρόνο, καθώς πολλαπλοί επαγγελματίες υγείας μπορούν να μοιράζονται την ίδια επαυξημένη προβολή, ακόμη και εξ

αποστάσεως, βελτιώνοντας τη διάγνωση και τη συλλογική λήψη αποφάσεων. Τέλος, η προσέγγισή μας αποτελεί βήμα προς πιο εξατομικευμένη φροντίδα: ο ασθενής παρουσιάζεται ως ένα ενιαίο ψηφιακό προφίλ, ώστε ο γιατρός να έχει πιο πλήρη εικόνα, να αποφασίζει γρηγορότερα και με καλύτερη τεκμηρίωση, και να πετυχαίνει συνολικά καλύτερα αποτελέσματα. Με απλά λόγια, δείχνουμε πώς η MR συνδέεται πρακτικά με τον ΗΦΑ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην καθημερινή πράξη, ανοίγοντας ξεκάθαρα τον δρόμο για επόμενες μελέτες και στοχευμένες βελτιώσεις.

# Κεφάλαιο 2

## Θεωρητικό πλαίσιο

---

2.1 Εικονική Πραγματικότητα (VR) .....	5
2.2 Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR).....	6
2.3 Μικτή Πραγματικότητα (MR).....	7
2.4 Συμπέρασμα.....	8

---

### 2.1 Εικονική Πραγματικότητα (VR)

Η Εικονική Πραγματικότητα (VR) βυθίζει πλήρως τον χρήστη σε έναν ψηφιακό κόσμο. Στην εκπαίδευση ιατρών, τα VR-προσομοιωμένα περιβάλλοντα προσφέρουν ασφαλές, ρεαλιστικό σκηνικό για εξάσκηση πολύπλοκων χειρουργικών επεμβάσεων. Μετα-αναλύσεις πολλών μελετών δείχνουν ότι εκπαιδευόμενοι που χρησιμοποιούν καθηλωτικά VR συστήματα εκπαιδεύονται σημαντικά ταχύτερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια. Συγκεκριμένα, οι χειρουργοί με VR-εξάσκηση ολοκλήρωσαν επεμβάσεις 18–43% πιο γρήγορα και με υψηλότερη ακρίβεια στη χωροθέτηση εμφυτευμάτων σε σχέση με ομάδες ελέγχου [12]. Οι VR εκπαιδευόμενοι σημείωσαν επίσης υψηλότερες βαθμολογίες σε checklists δεξιοτήτων και λιγότερα λάθη [12]. Έτσι, η ενσωμάτωση VR σε εκπαιδευτικά προγράμματα παραδοσιακών ειδικοτήτων (ορθοπαιδική, λαπαροσκόπηση, κ.ά.) βοηθά τους νέους χειρουργούς να αποκτήσουν δεξιότητες πρακτικά χωρίς κίνδυνο για τους ασθενείς.

Η VR έχει προχωρήσει και στην αποκατάσταση ασθενών. Σε ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, η προσθήκη VR σε συμβατική φυσικοθεραπεία βελτίωσε σημαντικά την κινητική λειτουργία άνω/κάτω άκρων, την ισορροπία και το βάδισμα [9]. Μετα-ανασκοπήσεις επιβεβαιώνουν ότι οι VR παρεμβάσεις είναι ασφαλείς, αποτελεσματικές και συνιστώνται ως καθημερινή συμπλήρωση της θεραπείας [9]. Το όφελος αποδίδεται στην αυξημένη αφοσίωση των ασθενών: μέσω παιχνιδιών ή εικονικών προκλήσεων στο VR, οι ασθενείς εκτελούν επαναληπτικές ασκήσεις με μεγαλύτερη προθυμία και λαμβάνουν άμεση ανατροφοδότηση. Επιπλέον, τα VR συστήματα μετρούν με ακρίβεια κάθε κίνηση, παρέχοντας δεδομένα προόδου στους θεραπευτές. Με αυτόν τον τρόπο, η VR αντικαθιστά το «βαρετό» της συμβατικής άσκησης με ελκυστικές εικονικές εμπειρίες, επιτυγχάνοντας καλύτερη συμμετοχή και ταχύτερη αποκατάσταση.

Ένα ακόμη σημαντικό πεδίο είναι η αντιμετώπιση πόνου και άγχους μέσω VR. Μελέτες σε ασθενείς με εκτεταμένα εγκαύματα έδειξαν ότι η VR κατά τη διάρκεια αλλαγής επιδέσμων μείωσε την αντιλαμβανόμενη ένταση του πόνου κατά 35–50% [7]. Παρεμφερείς μειώσεις πόνου παρατηρήθηκαν σε παιδιά με σοβαρά εγκαύματα [8],

οδοντιατρικές επεμβάσεις, ακόμα και κατά τον τοκετό. Η βυθιστική φύση της VR «αποσπά» τους ασθενείς από τον πραγματικό πόνο και, σε συνδυασμό με ψυχαγωγικά εικονικά περιβάλλοντα (π.χ. χιονισμένο τοπίο παιχνιδιού), λειτουργεί ως ισχυρό μη-φαρμακευτικό αναλγητικό. Στην ψυχιατρική, η VR χρησιμοποιείται επίσης για ψυχοθεραπεία εκθέσεων (π.χ. φοβίες, PTSD), παρέχοντας ελεγχόμενα, επαναλήψιμα σενάρια στο περιβάλλον του ασθενή. Συνολικά, η VR αναδεικνύεται σε ευέλικτο εργαλείο: ενισχύει την εκπαίδευση, βελτιώνει την αποκατάσταση και μειώνει τον πόνο, οδηγώντας σε πιο ασφαλή και αποτελεσματική φροντίδα [12][9].

## 2.2 Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) επιτρέπει την προβολή ψηφιακών πληροφοριών επί του πραγματικού κόσμου. Σύμφωνα με τον Milgram, η AR «αναφέρεται σε περιπτώσεις όπου το πραγματικό περιβάλλον επαυξάνεται με εικονικά αντικείμενα» [14]. Στην ιατρική, αυτό μεταφράζεται σε εφαρμογές όπου ο χειρουργός ή ο εκπαιδευόμενος ιατρός βλέπει στον ασθενή ή στο ανατομικό μοντέλο πρόσθετες ολογραφικές επισημάνσεις και οδηγίες. Η AR έχει ήδη χρησιμοποιηθεί για διάγνωση – π.χ. το “AR μικροσκόπιο” της Google επικαλύπτει σε πραγματικό χρόνο αλγοριθμικές επισημάνσεις καρκινικών κυττάρων στο οπτικό πεδίο του παθολογοανατόμου, βελτιώνοντας σημαντικά την ακρίβεια της διάγνωσης [3]. Επίσης, υπάρχουν ερευνητικές προσπάθειες προβολής εικονικών φλεβών στον ασθενή για διευκόλυνση της φλεβοκέντησης, όπως συμβαίνει με συστήματα τύπου AccuVein.

Τα συστήματα AR ενισχύουν σημαντικά την πλοήγηση κατά τη διάρκεια χειρουργικών επεμβάσεων. Σε νευροχειρουργικές επεμβάσεις, συχνά χρησιμοποιούνται AR συστήματα νευροπλοήγησης που προβάλλουν ένα ενημερωμένο τρισδιάστατο μοντέλο των εγκεφαλικών όγκων ή αγγείων επάνω στον ασθενή [13]. Αυτό δίνει στον χειρουργό μια «3D ακτινογραφική» εικόνα εσωτερικών δομών χωρίς να απομακρύνει το βλέμμα του από το πεδίο. Η βιβλιογραφία δείχνει ότι η AR επιταχύνει την πλοήγηση και αυξάνει την ακρίβεια, έχει συμμετάσχει μάλιστα στη μείωση έκθεσης σε ακτινοβολία και επανεπεμβάσεων στις νευροχειρουργικές επεμβάσεις όγκων [2]. Παρόμοιες AR λύσεις εφαρμόζονται και σε άλλες ειδικότητες: για παράδειγμα ορθοπαιδικοί χρησιμοποιούν AR στο χειρουργείο για την προβολή οδηγών τομής οστών κ.ά. Σε κλινική μελέτη ορθοπεδικής, οι χειρουργοί βαθμολόγησαν τα HoloLens πολύ θετικά ως προς την ποιότητα εικόνας, ακρίβεια των οδηγών και άνεση χρήσης (βαθμοί ~84–87/100) [4]. Συνολικά, το compact AR σύστημα αναγνωρίστηκε ως αποτελεσματικό, οικονομικό εναλλακτικό εργαλείο πλοήγησης έναντι των παραδοσιακών συστημάτων [4].

Η AR προσφέρει επίσης νέες δυνατότητες στην εκπαίδευση. Μέσω ολογραφικών προβολών πάνω σε προπλάσματα ή πραγματικούς ασθενείς, οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να δουν επισημασμένες ανατομικές δομές, να λάβουν βήμα-βήμα οδηγίες και να μελετήσουν σύνθετα σενάρια χωρίς κίνδυνο. Μια συστηματική ανασκόπηση έδειξε ότι η AR ως εκπαιδευτικό εργαλείο βελτιώνει την κατανόηση των χειρουργικών δεξιοτήτων, αν και απαιτούνται περισσότερες υψηλής ποιότητας μελέτες, τα πρώτα ευρήματα είναι ενθαρρυντικά [10].

Άλλοι τομείς εφαρμογής της AR περιλαμβάνουν: τηλεϊατρική και εξ αποστάσεως καθοδήγηση, όπου AR-headsets επιτρέπουν σε απομακρυσμένους ειδικούς να βλέπουν σε πραγματικό χρόνο τι παρατηρεί ο γιατρός στο κρεβάτι (π.χ. σε πανδημικά τμήματα) [5], ενώ μειώνουν το χρόνο έκθεσης του προσωπικού. Στη νευροαποκατάσταση,

πιλοτικές μελέτες δείχνουν ότι η AR μπορεί να ενισχύσει τις θεραπείες άνω/κάτω άκρων μετά από εγκεφαλικό, προσθέτοντας διαδραστικές εικονικές ασκήσεις και αυξάνοντας το κίνητρο των ασθενών [17].

Συνοπτικά, η AR στην ιατρική έχει αποδειχθεί αποτελεσματική σε διάφορες κλινικές χρήσεις, από τη διάγνωση μέχρι την εκπαίδευση και την αποκατάσταση[3][4].

### 2.3 Μικτή Πραγματικότητα (MR)

Ο όρος Μικτή Πραγματικότητα (MR) περιγράφει κάθε τεχνολογία που συνδυάζει πραγματικά και εικονικά στοιχεία σε πραγματικό χρόνο [14]. Σύμφωνα με τον Milgram, η MR εκτείνεται σε όλο το φάσμα μεταξύ του αμιγώς πραγματικού και του πλήρως εικονικού περιβάλλοντος [14]. Ειδικότερα, οι σύγχρονες MR λύσεις (π.χ. Microsoft HoloLens) επιτρέπουν όχι μόνο την προβολή, αλλά και την αλληλεπίδραση με ολογραφικά μοντέλα μέσα στο χειρουργικό πεδίο.

Η MR προσφέρει πρωτοφανείς δυνατότητες στον προεγχειρητικό σχεδιασμό και στην ενδοεπεμβατική υποβοήθηση. Σε καρδιοχειρουργικά περιστατικά συγγενών ανωμαλιών (π.χ. DORV), οι ομάδες είχαν τη δυνατότητα να χειριστούν σε HoloLens τρισδιάστατα ολογράμματα της καρδιάς κάθε ασθενούς πριν από την επέμβαση [1]. Αυτό ενίσχυσε σημαντικά την κατανόηση της ανατομίας και διευκόλυνε τον προσχεδιασμό της χειρουργικής προσπέλασης. Παρομοίως, σε χειρουργεία ορθοπαιδικής ογκολογίας με οστικούς όγκους, η MR βελτίωσε την χωροαντίληψη των τμημάτων του όγκου και μείωσε το γνωστικό φορτίο των χειρουργών [23]. Οι χειρουργοί αναφέρουν ότι η δυνατότητα περιστροφής, μεγέθυνσης και διατομής των ολογραφικών μοντέλων παρέχει ανεκτίμητη πληροφορία, κάτι δύσκολο ακόμη και με φυσικά 3D-μοντέλα.

Μια ακόμη σημαντική εφαρμογή MR είναι στην πλοήγηση εργαλείων σε ευαίσθητες επεμβάσεις. Π.χ. για εγκεφαλικά αιμορραγικά περιστατικά, αναπτύχθηκε MR σύστημα που ευθυγραμμίζει προεγχειρητικές αξονικές/μαγνητικές τομογραφίες με τον ασθενή μέσω γυαλιών, προβάλλοντας σε πραγματικό χρόνο τα εγκεφαλικά αγγεία και τη βλάβη επάνω του [25]. Με ειδικούς αλγόριθμους η προβολή παραμένει ακριβής ακόμη και αν μετακινηθεί ο ασθενής. Σε πειραματικές δοκιμές, το σφάλμα ευθυγράμμισης ήταν μόλις ~1–2 mm [25], ικανοποιητικό για κλινική εφαρμογή. Ουσιαστικά, ο χειρουργός βλέπει «μέσα» στον εγκέφαλο και την πορεία του εργαλείου του, συνδυάζοντας την ψηφιακή καθοδήγηση με την αίσθηση πραγματικού ιστού.

Επιπλέον, τα MR εργαλεία χρησιμοποιήθηκαν εκτενώς σε εκπαιδευτικά και επικοινωνιακά σενάρια. Πραγματοποιήθηκαν τηλεπαρουσιάσεις και πρακτικά Μαθήματα MR, όπου εκπαιδευόμενοι εξερευνούν ψηφιακά όργανα (π.χ. ολογραφικό νεφρό με όγκους) μέσα στην τάξη, μεγενθύνονται ή τοποθετούν πάνω σε προπλάσματα. Αυτές οι βηματικές εφαρμογές προώθησαν «βιωματική» μάθηση, γεφυρώνοντας το χάσμα θεωρίας-πρακτικής. Επίσης, σε ασθενείς με COVID-19, οι γιατροί του HB φορούσαν HoloLens μέσα στους θαλάμους και μετέδιδαν ζωντανά εικόνα στους συναδέλφους τους, προβάλλοντας εργαστηριακά αποτελέσματα και εξετάσεις απευθείας στο πεδίο όρασής τους. Αυτό μείωσε τον χρόνο έκθεσης του προσωπικού κατά ~50% και την κατανάλωση ΜΑΠ (Μέσα Ατομικής Προστασίας) κατά 83% σε μόλις μία εβδομάδα [5].

Συνολικά, οι MR λύσεις μέσω προηγμένων γυαλιών έχουν ήδη αρχίσει να αλλάζουν πρακτικές: επιτρέπουν στον χειρουργό να «βλέπει» τον ψηφιακό δίδυμο του ασθενούς

δίπλα του (ολογραφικά όργανα, αγγεία, φλέβες, ακόμη και ιατρικά αρχεία) χωρίς να διακόπτει τη δουλειά. Μάλιστα, πρόσφατη επισκόπηση κατέγραψε δεκάδες εφαρμογές HoloLens 2 σε κλινικά σενάρια (από τηλε-συμβουλευτική έως πραγματοποίηση επεμβάσεων), τονίζοντας τη δυναμική τους να «επανεφευρίσουν» την παροχή φροντίδας [11]. Το κοινό αποτέλεσμα όλων των XR τεχνολογιών είναι η ενίσχυση των αισθήσεων του ιατρού και η αύξηση της ακρίβειας και ασφάλειας στην εκπαίδευση και την πράξη.

## 2.4 Συμπέρασμα

Οι τεχνολογίες Εικονικής, Επαυξημένης και Μικτής Πραγματικότητας έχουν ήδη μεταμορφώσει σημαντικά το πεδίο της ιατρικής εκπαίδευσης και περιθάλψης. Μέσω των VR-προσομοιωτών, οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν πιο αποτελεσματικά δεξιότητες σε επεμβάσεις, ολοκληρώνοντας εργασίες έως και ~40% πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια [12]. Η AR, από την πλευρά της, ενισχύει τη χειρουργική αντίληψη, από την πλατφόρμα του παθολογοανατόμου έως το χειρουργικό πεδίο, προβάλλοντας κρίσιμες πληροφορίες όπου χρειάζονται [3][4]. Η MR συνδυάζει τα οφέλη των δύο, φέρνοντας τον ψηφιακό κόσμο απευθείας στο πλευρό του γιατρού: ολογράμματα ανατομικών δομών, πολυσήμαντα ιατρικά δεδομένα ακόμα και έξυπνα διαγράμματα εμφανίζονται ενσωματωμένα στο περιβάλλον, βελτιώνοντας ριζικά την κατανόηση περίπλοκων ανατομιών και την ακρίβεια της χειρουργικής πλοήγησης [1][23].

Σημαντική είναι και η «ψηφιακή ενίσχυση» των διαδικασιών: εφαρμογές AR/MR έχουν ήδη σχεδιαστεί ώστε να εμφανίζουν δεδομένα του ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου κατευθείαν στο οπτικό πεδίο του ιατρού, μειώνοντας τον κίνδυνο λάθους και εξοικονομώντας χρόνο (π.χ. συνολική μείωση 51,5% στο χρόνο έκθεσης προσωπικού σε μολυσματικά περιβάλλοντα) [5].

Πράγματι, η βιβλιογραφική ανασκόπηση δείχνει ότι η υιοθέτηση ψηφιακών ιατρικών αρχείων σχετίζεται συστηματικά με βελτιώσεις στην ποιότητα φροντίδας και σημαντικές οικονομίες κόστους [22]. Ο συνδυασμός λοιπόν XR-συσκευών με ψηφιακή πληροφορία κρατά «όλα τα εργαλεία στο χέρι» του κλινικού ιατρού, επιτρέποντας άμεση πρόσβαση σε εικόνες, ιστορικά και αποτελέσματα.

Εν κατακλείδι, VR, AR και MR δεν είναι πλέον μελλοντικές τάσεις αλλά βιώσιμες τεχνολογίες του σήμερα που αναδιαμορφώνουν την ιατρική πράξη. Παρά τα εντυπωσιακά θετικά αποτελέσματα, παραμένουν προκλήσεις, ανάγκη περαιτέρω κλινικών δοκιμών, συμμόρφωσης με κανονισμούς και εκπαίδευσης προσωπικού, ώστε να εξαλειφθούν οι όποιες αβεβαιότητες. Ωστόσο, οι πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η διεπιστημονική συνεργασία μεταξύ ιατρών, μηχανικών και ερευνητών οδηγεί ήδη σε ασφαλείς, αποτελεσματικές λύσεις που βελτιώνουν θεαματικά την εμπειρία του ασθενούς και την ακρίβεια των επεμβάσεων [11][22]. Με συνεχή έρευνα και αξιολόγηση, οι XR τεχνολογίες έχουν τη δυνατότητα να ενσωματωθούν πλήρως στην καθημερινή κλινική πρακτική, επαναπροσδιορίζοντας την ιατρική προς όφελος γιατρών και ασθενών.

# Κεφάλαιο 3

## Πρώτη Μελέτη

---

<b>3.1 Ερωτηματολόγια Ιατρών</b> .....	9
<b>3.1.1 Ιατροί: Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου</b> .....	9
<b>3.1.2 Ιατροί: Ανάλυση Ερωτηματολογίων</b> .....	11
<b>3.2 Ερωτηματολόγια Φοιτητών Ιατρικής</b> .....	13
<b>3.2.1 Φοιτητές: Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου</b> .....	13
<b>3.2.2 Φοιτητές: Ανάλυση Ερωτηματολογίων</b> .....	15

---

Σκοπός της πρώτης μελέτης ήταν (i) η αποτίμηση του υφιστάμενου ΗΦΑ, (ii) η καταγραφή της εξοικείωσης ιατρών και φοιτητών ιατρικής με τεχνολογίες VR/AR/MR και (iii) η διερεύνηση των προσδοκιών τους από μια εφαρμογή MR-ΗΦΑ. Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκαν δύο ερωτηματολόγια (ένα για ιατρούς, N=10, και ένα για φοιτητές ιατρικής, N=19), τα οποία διανεμήθηκαν ηλεκτρονικά. Οι ερωτήσεις οργανώθηκαν σε τρεις θεματικές: (α) αξιολόγηση του τρέχοντος ΗΦΑ και των πληροφοριών που θεωρούν απαραίτητες, (β) γνώση/εμπειρία με VR/AR και (γ) αντιλήψεις για τη χρησιμότητα μιας MR διεπαφής στον ηλεκτρονικό φάκελο.

### 3.1 Ερωτηματολόγια Ιατρών

Συνολικά απάντησαν 10 ιατροί σε 35 ερωτήσεις με μέσο χρόνο διάρκειας 8,54 λεπτά. Το δείγμα είναι ώριμο επαγγελματικά: οι περισσότεροι είναι άνω των 50 ετών και διαθέτουν πολυετή κλινική εμπειρία (αρκετοί με  $\geq 20$  έτη). Ως προς τον τόπο άσκησης, οι περισσότεροι εργάζονται στην Κύπρο (6/10), ενώ υπάρχουν και συμμετοχές με δραστηριοποίηση σε Ελλάδα και Σουηδία. Το φύλο κατανέμεται σε 6 άνδρες και 4 γυναίκες. Από πλευράς ειδικότητας, πιο συχνά εκπροσωπούνται οι χειρουργοί (3/10) και οι γενικοί ιατροί (2/10), ένδειξη ισχυρής παρουσίας ειδικοτήτων πρώτης γραμμής και χειρουργικών κλάδων.

#### 3.1.1 Ιατροί: Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου

**Θεματική Α — Τρέχων ΗΦΑ (άποψη & τι θέλουν να βλέπουν)**

Υποθεματική	Ερωτήσεις	Ευρήματα (N=10)	Σχόλιο
Τρόπος εντοπισμού καρτελών	Q8	Ψηφιακά/ΗΦΑ: 6/10 · Μικτό (ηλεκτρ.+έντυπο): 4/10	Η πλειονότητα λειτουργεί ήδη σε ψηφιακό περιβάλλον.
Ευχρηστία αναζήτησης	Q9	Πολύ βολική: 6/10 · Αρκετά: 2/10 · Ουδέτερη: 2/10	Αντίληψη καλής ευχρηστίας στην αναζήτηση.
Πλατφόρμα/σύστημα	Q10	Ειδικό ιατρικό λογισμικό: 9/10 · Google Drive: 1/10	Επικρατεί εξειδικευμένο λογισμικό.
Τυπικό περιεχόμενο φακέλου	Q11	Όνομα: 10/10 · Ημ/νία γέννησης/Φύλο/Τελευταία διάγνωση/εξέταση: 9/10 · Αλλεργίες: 6/10 · Βάρος/Υψος: 5/10 · Ομάδα αίματος: 5/10	Πλήρης ταυτοποίηση & βασικές κλινικές πληροφορίες.
Τι λείπει/τι θέλουν	Q12	Πλήρες ιστορικό διαγνώσεων: 5/10 · Ψηφιακές εικόνες εξετάσεων: 5/10 · Ακριβής λίστα φαρμάκων: 4/10 · Επαφές/οικ. ιστορικό: 3/10	Έμφαση σε ιστορικό και εικόνες.
Ποιότητα δεδομένων	Q13	Αρκετά ικανοποιημένος/η: 6/10 · Ουδέτερος: 3/10 · Πολύ ικανοποιημένος/η: 1/10	Γενική ικανοποίηση, με περιθώρια βελτίωσης.
Βελτίωση πρόσβασης	Q14	Ναι: 8/10 · Δεν έχω γνώμη: 2/10	Ζητούν ταχύτερη/ευκολότερη πρόσβαση.
Βελτίωση προβολής	Q15	Ναι: 7/10 · Δεν έχω γνώμη: 2/10 · Όχι: 1/10	Ζητούν καλύτερη οπτικοποίηση/διεπαφή.

## Θεματική Β — Γνώση & εμπειρία με VR/AR

Υποθεματική	Ερωτήσεις	Ευρήματα (N=10)	Σχόλιο
Εξοικείωση	Q16	Γνωρίζουν: 4/10 · Δεν γνωρίζουν: 6/10	Περιορισμένη εξοικείωση.
Χρήση (γενικά)	Q17–Q18	Έχουν χρησιμοποιήσει: 3/10 · Ποτέ: 10/10 (συστηματική χρήση: καμία)	Πολύ χαμηλή πραγματική χρήση.
Εξοπλισμός/πρόσβαση	Q19–Q20	Προσωπική συσκευή: 2/10 · Πρόσβαση: 2/10	Ελάχιστη διαθεσιμότητα συσκευών.

Υποθεματική	Ερωτήσεις	Ευρήματα (N=10)	Σχόλιο
Χρήση στην πράξη	Q21	Ναι: 3/10 · Όχι: 7/10	Σποραδική επαγγελματική χρήση.
Σκοποί χρήσης	Q22	Εκπαίδευση, εκπαίδευση ασθενών, χειρουργικός σχεδιασμός, απομακρυσμένη συνεργασία, 3D ανατομία, «δεν το χρησιμοποιώ»: 1/6 έκαστο	Μεμονωμένες, διάσπαρτες εφαρμογές.

### Θεματική Γ — Αντιλήψεις για χρησιμότητα VR/AR/MR στον ΗΦΑ & κλινική πράξη

Υποθεματική	Ερωτήσεις	Ευρήματα (N=10)	Σχόλιο
Ανάγνωση ιστορικού/διαγνώσεων	Q23	Ναι: 5/10 · Ουδέτεροι: 4/10 · Όχι: 1/10	Συγκρατημένη θετικότητα.
Ανάγνωση απεικονίσεων (X-ray/MRI)	Q24	Ναι: 5/10 · Ουδέτεροι: 4/10 · Όχι: 1/10	Παρόμοια τάση με το ιστορικό.
Επικοινωνία με ασθενή	Q25–Q26	Βελτίωση με AR: 8/10 · Συγχρονισμένη θέαση: 8/10	Ισχυρά θετική στάση για κοινή θέαση/κατανόηση.
Χειρουργείο (ακρίβεια/προετοιμασία)	Q27–Q29	Βελτίωση ακρίβειας: 7/10 · Προεγχειρητική προσομοίωση: 7/10 · 3D μοντέλα εντός επέμβασης: 6/10	Θετική προσδοκία για υποστήριξη στο OR.
Εκπαίδευση/προσομοίωση	Q30–Q33	Εκπαίδευση/προσομοίωση: 8/10 · Βελτίωση εκπαίδευσης νέων: 8/10 · Τηλε-προσομοιώσεις: 7/10 · Μείωση λαθών/αυτοπεποίθηση: 8/10	Ισχυρό ενδιαφέρον & αναμενόμενο όφελος.
Διαγνωστικές προκλήσεις	Q34	Έλλειψη σαφών δεδομένων: 5/10 · Πίεση χρόνου: 4/10 · Τεχνικά εμπόδια: 3/10 · Περιορισμένη πρόσβαση: 3/10	Βασικό ζήτημα η ποιότητα/σαφήνεια δεδομένων.
Τεχνολογίες & διάγνωση	Q35	Ναι: 9/10 · Ίσως: 1/10	Σχεδόν καθολική αποδοχή βελτίωσης μέσω νέων τεχνολογιών.

### 3.1.2 Ιατροί: Ανάλυση Ερωτηματολογίων

#### Θεματική Α

Η εικόνα που αναδύεται για τον υφιστάμενο ΗΦΑ είναι μιας ήδη ώριμης ψηφιακής πρακτικής: οι περισσότεροι ιατροί εργάζονται σε πλήρως ηλεκτρονικό περιβάλλον, ενώ

η αναζήτηση καρτελών αξιολογείται γενικά ως εύχρηστη και γρήγορη. Η διαχείριση των δεδομένων γίνεται σχεδόν πάντοτε μέσω ειδικού ιατρικού λογισμικού, στοιχείο που δείχνει καθιερωμένες ροές εργασίας και τυποποίηση στη συλλογή βασικών δημογραφικών και πρόσφατων κλινικών στοιχείων. Παρά τη θετική βασική εικόνα, τα αιτήματα βελτίωσης είναι σαφή και επαναλαμβανόμενα: ζητούνται πλουσιότερα και βαθύτερα δεδομένα στον φάκελο (ιδίως πλήρες ιστορικό διαγνώσεων και ενσωματωμένες ψηφιακές εικόνες εξετάσεων, όπως X-ray/MRI), καθώς και ακριβέστερη λίστα φαρμάκων. Σε επίπεδο εμπειρίας χρήσης, η ανάγκη εστιάζει στην ταχύτερη πρόσβαση και στην πιο καθαρή, διαισθητική οπτικοποίηση των πληροφοριών. Με άλλα λόγια, ο ΗΦΑ θεωρείται λειτουργικός ως προς τα «βασικά», αλλά οι ιατροί επιδιώκουν βάθος περιεχομένου και αναβάθμιση διεπαφής ώστε η πληροφορία να γίνεται αμέσως αξιοποιήσιμη στην κλινική απόφαση.

### **Θεματική Β**

Ως προς τη γνώση και τη χρήση VR/AR, το δείγμα εμφανίζεται συνολικά «ανώριμο» τεχνολογικά: η πλειονότητα δηλώνει ότι δεν έχει χρησιμοποιήσει την τεχνολογία και δεν υπάρχει καθόλου συστηματική αξιοποίησή της στην πράξη, ενώ η διαθεσιμότητα εξοπλισμού είναι χαμηλή (ελάχιστοι έχουν προσωπική συσκευή ή πρόσβαση). Όπου αναφέρονται εμπειρίες, αυτές είναι σποραδικές και μεμονωμένες (π.χ. εκπαιδευτικές δοκιμές, 3D ανατομία, προεγχειρητικός σχεδιασμός σε περιορισμένο βαθμό), χωρίς να συνιστούν εδραιωμένη ρουτίνα. Το εύρημα εξηγεί εν μέρει γιατί η VR/AR δεν έχει ακόμη «κουμπώσει» οργανικά στις κλινικές ροές: απουσιάζουν οι προϋποθέσεις υποδομής και επιμόρφωσης που θα μετουσίωναν την περιέργεια σε σταθερή χρήση. Η εικόνα, έτσι, δεν είναι απορριπτική αλλά υποδηλώνει ένα «χάσμα ετοιμότητας»: θετική διάθεση για να μάθουν και να δοκιμάσουν, χωρίς όμως τα μέσα και τις διαδικασίες για να προχωρήσουν άμεσα.

### **Θεματική Γ**

Οι αντιλήψεις για τη χρησιμότητα είναι πιο ξεκάθαρες στα πεδία όπου η προστιθέμενη αξία γίνεται άμεσα αντιληπτή. Στην επικοινωνία με τον ασθενή, η στάση είναι ισχυρά θετική: οι περισσότεροι θεωρούν ότι η προβολή διάγνωσης/εξετάσεων μέσω AR βελτιώνει σημαντικά την κατανόηση, ενώ εκτιμούν ως ιδιαίτερα χρήσιμη τη συγχρονισμένη θέαση (ο ασθενής να βλέπει ό,τι βλέπει ο ιατρός), κάτι που μπορεί να ενισχύσει τη διαφάνεια και τη συμμόρφωση. Στο χειρουργικό σκέλος, τα ευρήματα συγκλίνουν πως η τεχνολογία μπορεί να υποστηρίξει την ακρίβεια και την προετοιμασία, με έντονο ενδιαφέρον για προεγχειρητικές προσομοιώσεις και θετική στάση απέναντι σε 3D ανατομικούς οδηγούς εντός επέμβασης. Αντίθετα, στα «γνωστικά» καθήκοντα ανάγνωσης ιστορικού και απεικονιστικών εξετάσεων, η εικόνα είναι πιο μετρημένη: περίπου οι μισοί βλέπουν όφελος και ένα σημαντικό τμήμα παραμένει ουδέτερο, υποδηλώνοντας ότι το συγκριτικό πλεονέκτημα έναντι της συμβατικής οθόνης δεν είναι ακόμη αυτονόητο για όλους. Σε αυτό το πλαίσιο, αξίζει να αναφερθεί ότι οι κυριότερες διαγνωστικές δυσκολίες που αναφέρουν οι ιατροί δεν είναι «εντυπωσιακές» τεχνικές λειτουργίες, αλλά θεμελιώδη ζητήματα ποιότητας και σαφήνειας δεδομένων και πίεσης χρόνου. Παρά τα εμπόδια, η εμπιστοσύνη στην

καινοτομία είναι σχεδόν καθολική: οι περισσότεροι πιστεύουν ότι η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών θα βελτιώσει ουσιαστικά τη διαγνωστική τους ικανότητα. Το συνολικό μήνυμα είναι συνεπές: η MR αναγνωρίζεται πρωτίστως ως μοχλός εκπαίδευσης και χειρουργικής προετοιμασίας/ακρίβειας, με πολύ ισχυρό σήμα αποδοχής στην επικοινωνία με τον ασθενή, ενώ για να μετατραπεί αυτή η πρόθεση σε καθημερινή χρήση χρειάζονται πιο πλούσιοι φάκελοι, καλύτερες διεπαφές, εκπαίδευση χρηστών και βασικός εξοπλισμός που σήμερα λείπει.

### 3.2 Ερωτηματολόγια Φοιτητών Ιατρικής

Συνολικά απάντησαν 19 φοιτητές ιατρικής σε 28 ερωτήσεις με μέσο χρόνο τα 6,46 λεπτά. Οι περισσότεροι βρίσκονται σε προχωρημένα έτη σπουδών (5ο: 6/19, 6ο+: 5/19), με ηλικίες κυρίως 18–22 (10/19) και 23–26 (7/19). Όλο το δείγμα σπουδάζει ιατρική στην Κύπρο, ενώ το φύλο κατανέμεται σε 11 γυναίκες και 8 άνδρες· κανείς δεν δήλωσε μεταπτυχιακή/διδακτορική εξειδίκευση. Ως προς τις ενδιαφερόμενες ειδικότητες, συχνότερες είναι η Ορθοπαιδική (3/19), η Ενδοκρινολογία (3/19) και η Νευρολογία (3/19).

#### 3.2.1 Φοιτητές: Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου

##### Θεματική Α — Τρέχων ΗΦΑ (άποψη & τι θέλουν να βλέπουν)

Υποθεματική	Δείκτης Ερώτησης	Ευρήματα (N=19)	Σχόλιο
Έκθεση στο τρέχον σύστημα	Q8	12/19 Όχι, 7/19 Ναι	Η πλειονότητα δεν έχει πρακτική έκθεση.
Αντίληψη λειτουργικότητας (όσοι Ναι)	Q9	4/7 “Χρειάζεται βελτίωση”, 2/7 “Αρκετά καλή”	Όπου υπάρχει έκθεση, επικρατεί κριτική στάση.
Χρήσιμα χαρακτηριστικά	Q10	6/7 Ψηφιακές καταχωρήσεις/αρχειοθέτηση, 1/7 Γρήγορη αναζήτηση	Βαρύτητα στη βασική ψηφιακή οργάνωση.
Προτεινόμενες αλλαγές	Q11	3/7 Καλύτερη κατηγοριοποίηση, 2/7 Ταχύτερη αναζήτηση, 2/7 3D/διαδραστικά	Ζητούνται οργάνωση & ταχύτητα· ενδιαφέρον για 3D.
Τι να φαίνεται στις καρτέλες	Q12	19/19 Ημ/νία γέννησης, 18/19 Αλλεργίες & Όνομα/Φύλο, 16/19 Βάρος & Τελ. διάγνωση, 15/19 Ομάδα αίματος	Προτεραιότητα σε δημογραφικά + κρίσιμα κλινικά.
Τι λείπει από τις καρτέλες	Q13	12/19 Ακριβής λίστα φαρμάκων, 8/19 Πλήρες ιστορικό, 8/19 Ψηφιακές εικόνες (X-ray/MRI)	Έμφαση σε φάρμακα, ιστορικό και εικόνες.

##### Θεματική Β — Γνώση & εμπειρία με VR/AR

Υποθεματική	Δείκτης Ερώτησης	Ευρήματα (N=19)	Σχόλιο
Εννοιολογική γνώση	Q14	18/19 Ναι	Η έννοια είναι ευρέως γνωστή.
Προηγούμενη χρήση	Q15	11/19 Ναι, 8/19 Όχι	Υπάρχει κάποια εμπειρία.
Συχνότητα χρήσης	Q16	10/19 “Σπάνια”, 9/19 “Ποτέ”	Μη συστηματική χρήση.
Προσωπικός εξοπλισμός	Q17	19/19 Όχι	Καθόλου ιδιόκτητες συσκευές.
Πρόσβαση σε συσκευή	Q18	15/19 Όχι, 4/19 Ναι (ή «Όχι 19/19» αν ληφθεί αυστηρά το φόρμα-συνοπτικό)	Περιορισμένη πρόσβαση.

### Θεματική Γ — Αντιλήψεις για χρησιμότητα VR/AR/MR στον ΗΦΑ & κλινική πράξη

Υποθεματική	Δείκτης Ερώτησης	Ευρήματα (N=19)	Σχόλιο
AR για ιστορικό/προηγούμενες διαγνώσεις	Q19	13/19 “Δεν είμαι σίγουρος/η”, 4/19 Ναι	Επιφυλακτικότητα στο καθαρά κειμενικό μέρος.
AR για απεικονίσεις (X-ray/MRI)	Q20	15/19 Ναι	Σαφές όφελος σε εικόνες/3D.
AR για βελτίωση αλληλεπίδρασης με ασθενή	Q21	15/19 Ναι	Θετική στάση για κατανόηση/επικοινωνία.
3D καθοδήγηση στο χειρουργείο	Q22	16/19 Ναι	Ισχυρή προσδοκία ακρίβειας/καθοδήγησης.
Παρακολούθηση χειρουργείων/τηλε-προσομοιώσεις	Q23	18/19 Ναι	Πολύ υψηλό ενδιαφέρον.
Εκπαίδευση/προσομοίωση κλινικών πράξεων	Q24	16/19 Ναι	Έντονη διάθεση συμμετοχής.
Βοήθεια στην εκπαιδευτική πορεία	Q25	17/19 Ναι	Αναμένεται ουσιαστικό όφελος.
Βελτίωση εκπαίδευσης (σπάνια/δύσκολα cases)	Q26	17/19 Ναι	Σαφές εκπαιδευτικό πλεονέκτημα.

Υποθεματική	Δείκτης Ερώτησης	Ευρήματα (N=19)	Σχόλιο
Μείωση λαθών & ↑ αυτοπεποίθηση	Q27	15/19 Ναι	Προσδοκία σε ασφάλεια/ετοιμότητα.
Πεδία χρήσης VR/AR στις σπουδές (πολλαπλής επιλογής)	Q28	19/19 Ανατομία, 15/19 Κλινικές προσομοιώσεις, 15/19 Χειρουργικές προσομοιώσεις, 13/19 Εκπαιδευτικά παιχνίδια	Ιεράρχηση: ανατομία → προσομοιώσεις.

### 3.2.2 Φοιτητές: Ανάλυση Ερωτηματολογίων

#### Θεματική Α

Στους φοιτητές η εικόνα του υφιστάμενου ΗΦΑ δεν είναι ακόμη παγιωμένη, καθώς η πλειονότητα δεν έχει άμεση πρακτική έκθεση στο σύστημα και, όπου υπάρχει εμπειρία, η αξιολόγηση είναι περισσότερο κριτική παρά επιδοκιμαστική. Τα στοιχεία που αναγνωρίζονται ως χρήσιμα αφορούν κυρίως τα βασικά της ψηφιακής οργάνωσης (καταχώρηση/αρχειοθέτηση), ενώ οι προτάσεις βελτίωσης εστιάζουν σε σαφέστερη κατηγοριοποίηση, ταχύτερη αναζήτηση και πιο διαδραστικά/τρισεδιάστατα στοιχεία προβολής. Ως προς το περιεχόμενο της καρτέλας, οι περισσότεροι θεωρούν αναγκαία τα δημογραφικά και τα κρίσιμα κλινικά δεδομένα (όπως αλλεργίες, τελευταία διάγνωση, ομάδα αίματος), ενώ επισημαίνουν ως κενά την ακριβή λίστα φαρμάκων, το πληρέστερο ιστορικό και την ενσωμάτωση ψηφιακών εικόνων εξετάσεων. Συνολικά, ο ΗΦΑ γίνεται αντιληπτός ως λειτουργική «βάση», αλλά ζητείται καλύτερη οργάνωση, ταχεία πρόσβαση και πλουσιότερη, οπτικοποιημένη πληροφορία ώστε να αποκτήσει πραγματική αξία στη μάθηση και την κλινική εξάσκηση.

#### Θεματική Β

Οι φοιτητές εμφανίζονται επαρκώς ενημερωμένοι εννοιολογικά για το τι είναι VR/AR, όμως η πρακτική χρήση παραμένει σποραδική και όχι συστηματική. Ελάχιστοι έχουν πρόσβαση σε συσκευές και πρακτικά κανείς δεν διαθέτει προσωπικό εξοπλισμό, γεγονός που περιορίζει την εξοικείωση σε μεμονωμένες δοκιμές και εμπειρίες (π.χ. ανατομία ή απλές προσομοιώσεις) χωρίς να συγκροτείται σταθερή ρουτίνα. Η εικόνα δεν είναι αρνητική, περισσότερο υποδηλώνει ένα χάσμα ετοιμότητας: υπάρχει ενδιαφέρον να δοκιμάσουν και να μάθουν, αλλά λείπουν οι υποδομές, ο εξοπλισμός και ένα δομημένο πλαίσιο ενσωμάτωσης στην εκπαιδευτική καθημερινότητα.

#### Θεματική Γ

Η προστιθέμενη αξία της MR γίνεται πιο καθαρή εκεί όπου κυριαρχεί η οπτικοποίηση και η χωρική κατανόηση: οι περισσότεροι θεωρούν ότι η χρήση της για απεικονιστικές εξετάσεις και τρισεδιάστατη καθοδήγηση μπορεί να ενισχύσει ουσιαστικά την κατανόηση και την ακρίβεια, ενώ η προβολή ευρημάτων προς τον ασθενή εκλαμβάνεται ως ιδιαίτερα χρήσιμη για την επικοινωνία και τη συμμόρφωση. Αντίθετα, στο καθαρά κειμενικό σκέλος του ΗΦΑ (ανάγνωση ιστορικού/διαγνώσεων) επικρατεί

επιφυλακτικότητα, καθώς δεν είναι αυτονόητο ότι η MR υπερτερεί μιας συμβατικής οθόνης. Εκπαιδευτικά, το σήμα είναι ξεκάθαρο: υπάρχει πολύ υψηλό ενδιαφέρον για παρακολούθηση χειρουργείων και τηλε-προσομοιώσεων, συμμετοχή σε σενάκια εξάσκησης και χρήση της MR σε μαθήματα όπως η Ανατομία, με την πεποίθηση ότι έτσι βελτιώνεται η μάθηση, μειώνονται λάθη και αυξάνεται η αυτοπεποίθηση. Συνολικά, οι φοιτητές βλέπουν την XR ως ισχυρό μοχλό μάθησης και κατανόησης τρισδιάστατων πληροφοριών· για να μετατραπεί όμως η πρόθεση σε καθημερινή πρακτική απαιτούνται βασικός εξοπλισμός, ένταξη σε οργανωμένες εκπαιδευτικές ροές και διεπαφές που υπηρετούν τόσο την ταχεία αναζήτηση όσο και την αποδοτική οπτικοποίηση του περιεχομένου του ΗΦΑ.

# Κεφάλαιο 4

## Υλοποίηση

Βάσει των απαιτήσεων που συλλέχθηκαν, σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε μια πρωτότυπη εφαρμογή MR Electronic Health Record (MR EHR) για την συσκευή Microsoft HoloLens 2. Επιλέχθηκε το HoloLens 2 λόγω της δυνατότητάς του να προβάλλει ολογράμματα στον πραγματικό χώρο χωρίς να απαιτείται χρήση χειριστηρίων (υποστηρίζει χειρονομίες και φωνητικές εντολές), στοιχείο σημαντικό για ιατρικό περιβάλλον όπου τα χέρια των ιατρών πρέπει να μένουν ελεύθερα. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε στην πλατφόρμα Unity 3D, με αξιοποίηση του Mixed Reality Toolkit (MRTK) για το HoloLens 2, που παρέχει έτοιμα στοιχεία διεπαφής (κουμπιά, μενού) προσαρμοσμένα στην AR αλληλεπίδραση.

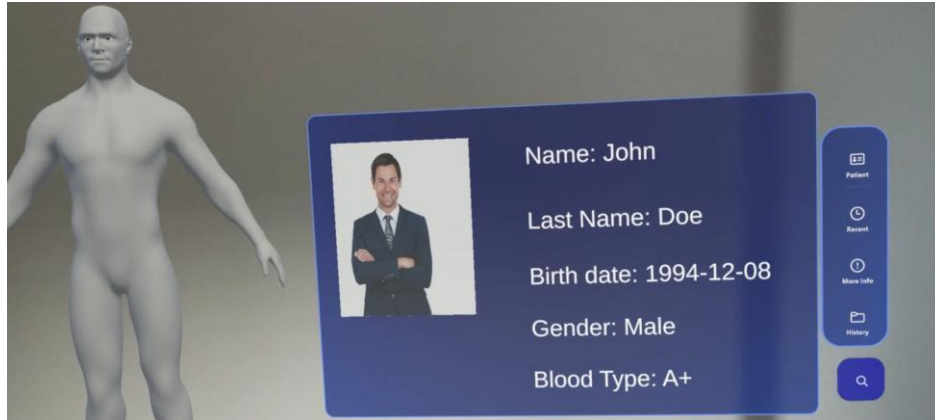
**Αρχιτεκτονική & Διεπαφή:** Η εφαρμογή αποτελείται από τέσσερις κύριες ενότητες/οθόνες, προσβάσιμες μέσω ενός απλού ολογραφικού μενού πλοήγησης: Patient, Recent, History και Info. Το μενού είναι μόνιμα διαθέσιμο ως μια ημιδιαφανής μπάρα στο οπτικό πεδίο και ο χρήστης (ιατρός) μπορεί να επιλέγει ενότητα είτε κάνοντας χειρονομία “air-tap” είτε πατώντας το σαν πραγματικό κουμπί.

- **Σύνδεση και αναζήτηση:** Για λόγους ασφάλειας, ενσωματώθηκε αρχικά οθόνη σύνδεσης (login) όπου ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία του (όνομα χρήστη και κωδικό) με την χρήση ενός εικονικού πληκτρολογίου. Αν ο χρήστης γράψει σωστά τα στοιχεία θα προχωρήσει στην καρτέλα αναζήτησης όπου θα χρειαστεί να γράψει την ταυτότητά του ασθενή για να μπορέσει να προχωρήσει στον φάκελο του.



Εικόνα 2 Είσοδος Ιατρού στην εφαρμογή και αναζήτηση ασθενή.

- **Ενότητα Patient (Στοιχεία Ασθενούς):** Εμφανίζει τις βασικές δημογραφικές πληροφορίες του επιλεγμένου ασθενή σε ένα σταθερό πλαίσιο (panel) στο χώρο: Όνομα, Ημερομηνία γέννησης, Φύλο, Ομάδα αίματος και μια φωτογραφία του. Αυτή η ενότητα λειτουργεί ως “ταυτότητα” του ασθενή. Σχεδιάστηκε με μεγάλη, καθαρή γραμματοσειρά και υψηλή αντίθεση, αφού αυτές οι πληροφορίες είναι κρίσιμες και πρέπει να διαβάζονται άμεσα.



Εικόνα 3 Καρτέλα “Patient” με βασικές πληροφορίες

- **Ενότητα Recent (Πρόσφατα):** Σε αυτήν εμφανίζονται οι 3 πιο πρόσφατες καταχωρήσεις του φακέλου π.χ. οι τελευταίες τρεις διαγνώσεις ή ιατρικές επισκέψεις. Αυτή η επιλογή σχεδιάστηκε διότι από την πρώτη μελέτη προέκυψε ότι οι γιατροί θέλουν γρήγορη εικόνα του τι έγινε πρόσφατα με τον ασθενή. Η παρουσίαση είναι σε μορφή λίστας bullet με τίτλο (π.χ. διάγνωση: “Πνευμονία από Κορονοϊό”). Από εδώ ο χρήστης μπορεί να επιλέξει κάποιο στοιχείο για περισσότερες λεπτομέρειες επιλέγοντας το κουμπί που βρίσκεται στα δεξιά του τίτλου. Αφού επιλεγεί η επιθυμητή εξέταση/διάγνωση τότε θα έχει πρόσβαση στην διάγνωση/εξέταση εκείνη. Τέλος για να αποκτήσει πρόσβαση στα αρχεία της εξέτασης θα πρέπει να επιλέξει πάνω δεξιά το κουμπί “get files” όπου σε τρισδιάστατη μορφή θα εμφανιστεί στην δεξιά πλευρά του ολογραφικού μοντέλου. Την εξέταση θα μπορεί ο Ιατρός να την κινήσει στο χώρο και να την τοποθετήσει όπου επιθυμεί ο ίδιος.



Εικόνα 4 Καρτέλα “Recent” προβολή των τριών τελευταίων διαγνώσεων/εξετάσεων.



Εικόνα 5 Αρχείο εξέτασης μετά την επιλογή “Get Files”.

- Ενότητα History (Ιστορικό Εξετάσεων):** Αυτή η καρτέλα είναι και η πιο σημαντική αφού περιέχει το πλήρες ιστορικό εξετάσεων και διαγνώσεων του ασθενή. Για ευκολία του ιατρού ομαδοποιήσαμε τα μέρη του σώματος σε 4 κουμπιά (κεφάλι, χέρια, κορμός, πόδια) τοποθετημένα πάνω στο μοντέλο. Όταν και εφόσον επιλεχτεί κάποιο από τα κουμπιά μόνο τότε θα εμφανιστούν οι τίτλοι των εξετάσεων και διαγνώσεων του ασθενή με 2 άλλα κουμπιά δίπλα στους τίτλους. Το πρώτο κουμπί δίνει πρόσβαση στον ιατρό να διαβάσει την διάγνωση ή εξέταση του ασθενή και αντίστοιχα όπως το recent να μπορέσει να δει το αρχείο της εξέτασης θα πρέπει να επιλεχτεί το “get files”. Το δεύτερο κουμπί προστέθηκε για να δοθεί η επιλογή στον ιατρό να δει μόνο τα αρχεία της εξέτασης/διάγνωσης για πιο γρήγορη πρόσβαση (στην περίπτωση που δεν χρειάζεται να δει τι γράφτηκε για εκείνη).



Εικόνα 6 Ομαδοποίηση σημείων για προβολή ιστορικού ασθενή στην καρτέλα “History”.

- Ενότητα Info (Λεπτομέρειες):** Εδώ συγκεντρώνονται πρόσθετες πληροφορίες που δεν χωρούν στην κύρια “ταυτότητα” του ασθενή. Για παράδειγμα: πλήρης λίστα διαγνώσεων στο παρελθόν (ιστορικό ασθενείας), αλλεργίες, τρέχουσα φαρμακευτική αγωγή, οικογενειακό ιστορικό.

Εν ολίγοις, η εφαρμογή MR EHR που αναπτύξαμε λειτουργεί ως μια προεκβολή του ηλεκτρονικού φακέλου στον φυσικό χώρο. Παρέχει στους ιατρούς άμεση πρόσβαση σε κρίσιμες πληροφορίες χωρίς να χρειάζεται να κοιτάζουν μακριά από τον ασθενή, ενώ παράλληλα εισάγει νέους τρόπους παρουσίασης (όπως 3D προβολές) που δεν είναι εφικτοί σε μια επίπεδη οθόνη. Στην επόμενη ενότητα περιγράφεται η αξιολόγηση αυτού του πρωτοτύπου σε πραγματικές συνθήκες χρήσης με στόχο τη μέτρηση της χρηστικότητας και της αποδοχής του

# Κεφάλαιο 5

## Δεύτερη Μελέτη

---

5.1 Αξιολόγηση .....	21
5.1.1 Αποτελέσματα αξιολόγησής .....	21
5.1.2 Ανάλυση Αξιολογήσεων .....	24
5.2 Συνολικός σχολιασμός .....	25

---

### 5.1 Αξιολόγηση

Στη δεύτερη μελέτη, συμμετείχαν δέκα φοιτητές ιατρικής (οι ίδιοι ήταν και στην πρώτη φάση) και κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν πρακτικά το πρωτότυπο MR EHR και στη συνέχεια να το αξιολογήσουν συστηματικά. Το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης σχεδιάστηκε ειδικά για το σενάριο MR EHR και βασίστηκε/προσαρμόστηκε από: (α) το Slater–Usoh–Steed (SUS–presence) για αίσθηση παρουσίας, (β) το System Usability Scale (SUS) για χρησιμότητα, και (γ) το Presence Questionnaire των Witmer & Singer. Η ανάλυση οργανώνεται σε δύο θεματικές ενότητες: (1) ερωτήσεις αξιολόγησης σε κλίμακα 1–5 (Likert) και (2) ερωτήσεις ανοικτού τύπου για ποιοτική καταγραφή εμπειρίας, δυσκολιών και στοχευμένων προτάσεων βελτίωσης..

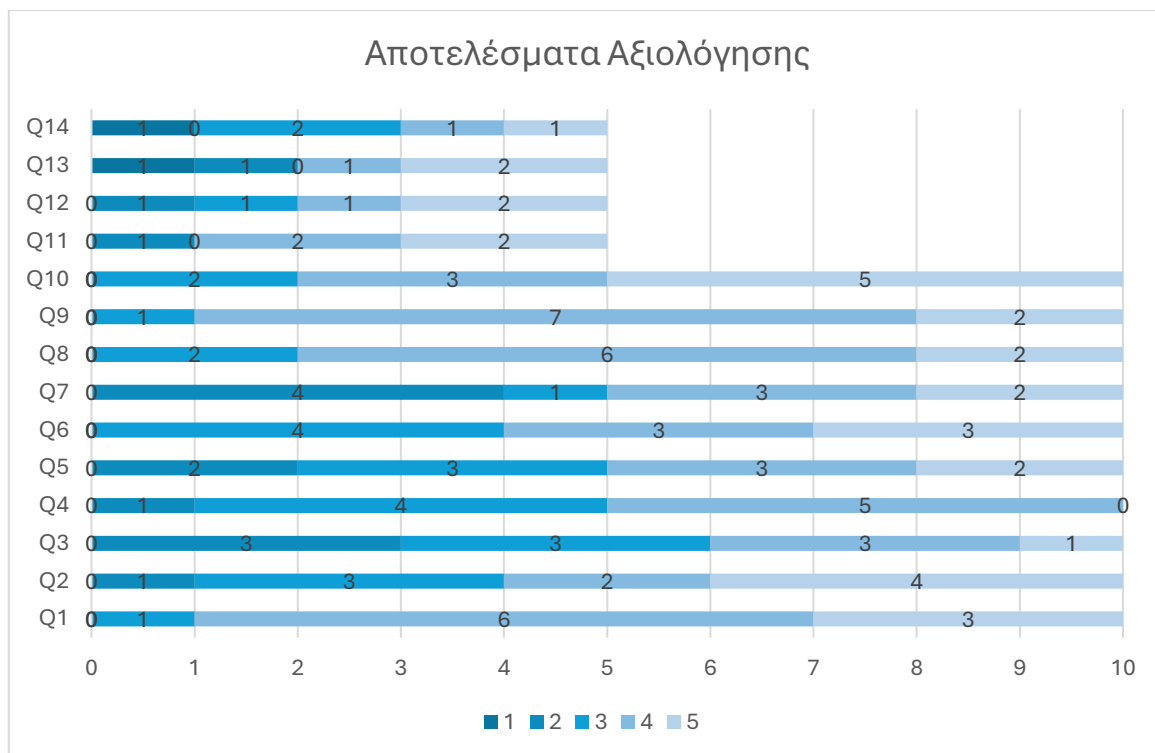
#### 5.1.1 Αποτελέσματα αξιολόγησής

##### Θεματική 1 — Ερωτήσεις αξιολόγησης (κλίμακα 1–5)

*Κλίμακα: 1=Καθόλου/Πολύ αρνητικά, 2=Αρνητικά, 3=Ουδέτερα, 4=Θετικά, 5=Πολύ θετικά*

Ερώτηση (συντομευμένη)	Q	1	2	3	4	5	Σχόλιο
Πώς σας φάνηκε συνολικά η εφαρμογή;	1	0	0	1	6	3	Θετική συνολική στάση.
Θα τη χρησιμοποιούσατε στην καθημερινή σας εργασία;	2	0	1	3	2	4	Κλίση προς πρόθεση χρήσης, όχι ομόφωνα.
Έλεγχος εξετάσεων στο <i>History</i> (φίλτρο ανά μέρος σώματος)	3	0	3	3	3	1	Μικτή αξιολόγηση· φαίνονται πεδία βελτίωσης.

Ερώτηση (συντομευμένη)	Q	1	2	3	4	5	Σχόλιο
Επάρκεια προβολής «3 πιο πρόσφατων»	4	0	1	4	5	0	Ουδέτερη→θετική εικόνα (μέτρια επάρκεια).
Επάρκεια βασικών στοιχείων ασθενούς	5	0	2	3	3	2	Μικτή εικόνα· ζητείται πλουσιότερο περιεχόμενο.
Ταχύτητα φόρτωσης εικόνων/δεδομένων	6	0	0	4	3	3	Καλή έως πολύ καλή.
Ποιότητα/καθαρότητα ιατρικών εικόνων	7	0	4	1	3	2	Μικτή· φαίνεται ανάγκη για καλύτερη ευκρίνεια.
Αξιοπιστία χειρισμού (χειρονομίες/ακτίνα)	8	0	0	2	6	2	Θετική αξιοπιστία.
Ευκολία πλοήγησης (Patient / Recent / History / Info)	9	0	0	1	7	2	Θετική εμπειρία πλοήγησης.
Θα τη συστήνατε σε συναδέλφους/φοιτητές;	10	0	0	2	3	5	Ισχυρή διάθεση σύστασης.
Άνεση με το AR headset (σωματική)	11	0	1	0	2	2	Ουδέτερη→θετική άνεση.
Οπτική ευκρίνεια χωρίς καταπόνηση	12	0	1	1	1	2	Μικτή→θετική.
Απουσία ζάλης/ναυτίας/δυσφορίας	13	1	1	0	1	2	Γενικά ανεκτή εμπειρία, λίγες ενοχλήσεις.
Δυνατότητα μακράς χρήσης χωρίς ενόχληση	14	1	0	2	1	1	Μέτρια αντοχή· χρειάζεται εργονομική προσοχή.



Εικόνα 7 Πίνακας αποτελεσμάτων Αξιολόγησης.

## Θεματική 2 — Έξτρα ερωτήσεις (ανοικτού τύπου)

Ερώτηση	Q	Συχνότερα θέματα/μοτίβα από τις απαντήσεις	Σχόλιο
<b>Τι θα αλλάζατε άμεσα για καλύτερη ροή;</b>	15	Εργονομία/συσκευή (π.χ. μεγαλύτερο FOV, μικρότερη/ελαφρύτερη συσκευή), UI/αναγνωσιμότητα (γραμματοσειρά/φόντο), εικονιστική ποιότητα (καλύτερη ευκρίνεια/τομές), εισαγωγή κειμένου (typing)	Εστίαση σε οπτική ποιότητα και ευχρηστία/εργονομία.
<b>Τι δυσκόλεψε στο History/προβολή εικόνων;</b>	16	Μετάβαση μεταξύ επιλογών (ταχύτητα/κολλήματα), κουμπιά/στόχευση, υπερβολική διαφάνεια εικόνων, ανάγκη για zoom, επιλογή τομής σε MRI	Ζητούνται ομαλότερη πλοήγηση και καλύτερα εργαλεία εικόνας.
<b>Ποια επιπλέον δεδομένα θα θέλατε;</b>	17	Αλλεργίες, φαρμακευτική αγωγή, πλήρες ιστορικό (νοσηλείες/επεμβάσεις), εργαστηριακές εξετάσεις, ζωτικά, οικογενειακό/κοινωνικό ιστορικό	Σαφές αίτημα για πλουσιότερο ΗΦΑ με κρίσιμα κλινικά πεδία.
<b>Σενάρια όπου ωφελείται πολύ η εφαρμογή</b>	18	Χειρουργείο/προεγχειρητική προσομοίωση, εκπαίδευση/ανατομία/σενάρια για φοιτητές, εφημερίες/λήψη καθηκόντων, εξ αποστάσεως υποστήριξη	Ισχυρή αξία σε 3D-απεικόνιση και εκπαιδευτικά/κλινικά workflows.

Ερώτηση	Q	Συχνότερα θέματα/μοτίβα από τις απαντήσεις	Σχόλιο
Απαραίτητο feature που λείπει;	19	Slider για τομές MRI/CT, zoom & καλύτερα εργαλεία εικόνας, αγκύρωση/παράθυρο που ακολουθεί τον χρήστη, πολυ-χρηστική προβολή, εργαστηριακά	Προτάσεις για εργαλεία απεικόνισης και συνεργασία.
Αν δείχνατε την εφαρμογή σε νέο χρήστη, τι θα τονίζατε;	20	Ενοποίηση πληροφοριών (ιστορικό + απεικονίσεις), απεικονιστικά (προβολή/τοποθέτηση), πλοήγηση & διαχωρισμός δεδομένων, ότι η χρήση γίνεται ευκολότερη μετά τα πρώτα λεπτά	Να αναδεικνύεται η συνδυαστική προβολή και η ροή πλοήγησης.

## 5.1.2 Ανάλυση Αξιολογήσεων

### Θεματική 1

Η συνολική εντύπωση για την εφαρμογή είναι σαφώς θετική: οι περισσότεροι την αξιολόγησαν με 4–5, ενώ καταγράφεται και έντονη διάθεση σύστασης σε τρίτους (η πλειονότητα απάντησε 4–5 στο «θα τη συστήνατε»). Η πλοήγηση ανάμεσα στις βασικές ενότητες (Patient / Recent / History / Info) θεωρείται εύκολη, όπως και η αξιοπιστία των χειρισμών (χειρονομίες/ακτίνα), στοιχείο που δείχνει ότι τα κύρια μοτίβα αλληλεπίδρασης είναι κατανοητά και λειτουργικά. Η ταχύτητα φόρτωσης κρίνεται καλή έως πολύ καλή, κάτι κρίσιμο για την αποδοχή σε πραγματικές συνθήκες.

Δύο σημεία αναδεικνύονται ως προτεραιότητες βελτίωσης. Πρώτον, ο έλεγχος στο History (φίλτρο ανά μέρος σώματος) λαμβάνει μικτή αξιολόγηση, με ισορροπία ουδέτερων/θετικών και λίγες αρνητικές τιμές, αυτό υποδηλώνει ότι η λογική του φίλτρου γίνεται κατανοητή αλλά χρειάζεται βελτίωση. Δεύτερον, η ποιότητα/ευκρίνεια ιατρικών εικόνων αξιολογείται ετερόκλητα: υπάρχουν αρκετά «2» και «4–5» μαζί, κάτι που δείχνει ανομοιογενή εμπειρία και ανάγκη για καλύτερα εργαλεία απεικόνισης. Ως προς το περιεχόμενο, η προβολή των 3 πιο πρόσφατων θεωρείται οριακά επαρκής (ουδέτερα προς θετικά), ενώ τα βασικά στοιχεία ασθενούς κρίνονται μέτρια επαρκή, άρα υπάρχει περιθώριο για πλουσιότερο data panel (π.χ. αλλεργίες, φάρμακα, ζωτικά).

Στα ερωτήματα άνεσης/οπτικής/παρενεργειών, παρότι απάντησαν λιγότεροι (N=5), το σήμα είναι ουδέτερο προς θετικό: η σωματική άνεση και η οπτική ευκρίνεια είναι ικανοποιητικές για τους περισσότερους, με μεμονωμένες ενοχλήσεις (ζάλη/ναυτία/καταπόνηση) και μέτρια αντοχή στη μακρά χρήση. Αυτό παραπέμπει σε εργονομικές παρεμβάσεις.

### Συμπέρασμα Θεματικής 1:

Η εφαρμογή αξιολογείται θετικά ως προς πλοήγηση, χειρισμούς, ταχύτητα και πρόθεση σύστασης, ενώ ζητούνται βελτιώσεις στον έλεγχο History και στην οπτικοποίηση εικόνων. Σε περιεχόμενο, η επιλογή «3 πιο πρόσφατα» θεωρείται επαρκής για γρήγορη

πλοήγηση αλλά θα ωφελήσει ένα γρήγορο πέρασμα σε παλαιότερα ευρήματα. Η εργονομία του headset είναι γενικά ανεκτή, με προσοχή στη μακρά χρήση.

## **Θεματική 2**

Οι ανοιχτές απαντήσεις ευθυγραμμίζονται με τα ευρήματα της κλίμακας και δίνουν σαφή κατεύθυνση σχεδιασμού. Στην εργονομία/συσκευή ζητούνται μεγαλύτερο οπτικό πεδίο, ελαφρύτερη συσκευή και καλύτερη οπτική ευκρίνεια, ενώ για το UI τόνισαν μεγαλύτερες/πιο καθαρές γραμματοσειρές, αντίθεση φόντου, και ευκολότερη εισαγωγή κειμένου. Κατά την πλοήγηση στο History, δυσκολίες προκύπτουν από στοχοποίηση κουμπιών, μετάβαση μεταξύ επιλογών και υπερβολική διαφάνεια στις εικόνες.

Ως προς το περιεχόμενο ΗΦΑ, οι φοιτητές ζητούν πλουσιότερα και κλινικά κρίσιμα πεδία: αλλεργίες, ακριβή φαρμακευτική αγωγή, πλήρες ιστορικό (νοσηλείες/επεμβάσεις), εργαστηριακές και ζωτικά, καθώς και οικογενειακό/κοινωνικό ιστορικό όπου χρειάζεται. Στα σενάρια χρήσης, προκρίνουν την προεγχειρητική προσομοίωση/χειρουργείο και την εκπαίδευση (ανατομία, κλινικές/χειρουργικές προσομοιώσεις), ενώ αναφέρονται και εφημερίες/λήψη καθηκόντων και εξ αποστάσεως υποστήριξη. Ως απαραίτητα features που λείπουν, ξεχωρίζουν το slider τομών για MRI/CT, καλύτερα εργαλεία εικόνας (contrast), αγκύρωση ή παράθυρο που ακολουθεί τον χρήστη και πολυ-χρηστική προβολή (για συνεργασία).

### **Συμπέρασμα Θεματικής 2:**

Οι ποιοτικές απαντήσεις επιβεβαιώνουν ότι η μεγαλύτερη αξία της AR στον ΗΦΑ, για τους φοιτητές, βρίσκεται σε εκπαίδευση και χειρουργική προετοιμασία, όπου η τρισδιάστατη απεικόνιση και ο διαδραστικός χειρισμός ενισχύουν ουσιαστικά την κατανόηση. Για να μεγιστοποιηθεί η χρησιμότητα, απαιτούνται στοχευμένες βελτιώσεις UX/εργονομίας, πλούσια κλινικά πεδία στον φάκελο και ισχυρά εργαλεία απεικόνισης. Η κατεύθυνση που υποδεικνύουν οι φοιτητές είναι ξεκάθαρη: διατήρηση της απλότητας, πιο «χειρουργικά» εργαλεία για εικόνες, και ένταξη της εφαρμογής σε εκπαιδευτικές ροές ώστε το ενδιαφέρον να μετατραπεί σε σταθερή χρήση.

## **5.2 Συνολικός σχολιασμός**

Η συνδυαστική εικόνα από τα δύο ερωτηματολόγια και την αξιολόγηση της εφαρμογής MR-EHR είναι συνεκτική και ξεκάθαρη. Η νεότερη γενιά εμφανίζει μεγαλύτερη προθυμία και ενθουσιασμό να υιοθετήσει XR τεχνολογίες στο μέλλον, ενώ οι ιατροί παραμένουν πιο επιφυλακτικοί ως προς τη διάγνωση, αλλά εκφράζουν καθαρά θετική στάση όταν η τεχνολογία αξιοποιείται για επικοινωνία με τον ασθενή, χειρουργική καθοδήγηση και εκπαίδευση. Και οι δύο ομάδες δηλώνουν διάθεση να μάθουν και να εκπαιδευτούν, με την προϋπόθεση ότι η χρήση συνοδεύεται από σαφές λειτουργικό όφελος και την απαραίτητη βασική υποδομή.

Ως προς τον υφιστάμενο ΗΦΑ, οι ιατροί περιγράφουν ένα λειτουργικό ψηφιακό περιβάλλον που καλύπτει κυρίως τα «βασικά». Ζητούν πλουσιότερο και βαθύτερο περιεχόμενο, όπως πλήρες ιστορικό, ενσωματωμένες εικόνες εξετάσεων και ακριβή,

ενημερωμένη λίστα φαρμάκων, καθώς και καλύτερη διεπαφή και ταχύτερη αναζήτηση. Παρότι οι φοιτητές έχουν μικρότερη άμεση έκθεση σε παραγωγικά συστήματα, καταλήγουν στην ίδια κατεύθυνση: τα κρίσιμα κλινικά πεδία και η οπτικοποίηση πρέπει να είναι άμεσα και συγκεντρωμένα διαθέσιμα. Η σύγκλιση αυτή δείχνει ότι πριν από «εντυπωσιακές» δυνατότητες, το μεγαλύτερο όφελος θα προκύψει από την ενίσχυση της πληρότητας και της εργονομίας του φακέλου.

Στο επίπεδο εξοικείωσης αναδεικνύεται ένα σαφές χάσμα ετοιμότητας. Οι ιατροί αναφέρουν χαμηλή προσωπική χρήση VR/AR και περιορισμένη πρόσβαση σε συσκευές, ενώ στους φοιτητές η γνώση είναι κυρίως εννοιολογική και η πρακτική έκθεση αποσπασματική. Η απουσία εξοπλισμού και οργανωμένης επιμόρφωσης εξηγεί γιατί η XR δεν έχει ενσωματωθεί οργανικά στις ροές εργασίας, χωρίς υποδομή και πρόγραμμα εκμάθησης, το ενδιαφέρον δύσκολα γίνεται καθημερινή πρακτική.

Οι αντιλήψεις για τη χρησιμότητα διαφοροποιούνται ανά τύπο καθήκοντος. Στην ανάγνωση κειμένου και ιστορικού δεν θεωρείται αυτονόητο ότι η MR/AR υπερτερεί μιας καλής οθόνης, ειδικά από την πλευρά των ιατρών. Αντίθετα, στα απεικονιστικά και στη χωρική καθοδήγηση η στάση είναι σαφώς θετική, ακόμη περισσότερο στους φοιτητές, καθώς η τρισδιάστατη απεικόνιση, η υπέρθεση και η δυνατότητα από κοινού θέασης προσφέρουν άμεση προστιθέμενη αξία. Πολύ θετικά αξιολογείται και η χρήση για επικοινωνία με τον ασθενή, όπου η σύγχρονη, επεξηγημένη προβολή ευρημάτων βελτιώνει την κατανόηση και τη συμμόρφωση. Στη χειρουργική, οι προσδοκίες είναι υψηλές και από τις δύο ομάδες: προεγχειρητική πρόβα, ακρίβεια και ενδοεπεμβατικοί οδηγοί συνδέονται τόσο με καλύτερη κλινική προετοιμασία όσο και με ουσιαστικά εκπαιδευτικά οφέλη.

Η αξιολόγηση του πρωτοτύπου από τους φοιτητές επιβεβαιώνει ότι ο πυρήνας της εφαρμογής είναι λειτουργικός: η πλοήγηση γίνεται εύκολα, οι χειρισμοί κρίνονται αξιόπιστοι και η απόκριση επαρκής ώστε η ροή να μένει απρόσκοπτη. Παράλληλα, αναδείχθηκαν σαφείς άξονες βελτίωσης με πρακτικό αντίκτυπο: η ροή του History χρειάζεται βελτίωση ώστε τα φίλτρα ανά περιοχή σώματος να είναι πιο διαισθητικά, ενώ η απεικόνιση ιατρικών εικόνων απαιτεί εργαλεία «χειρουργικού επιπέδου», όπως slider τομών για MRI/CT και ρυθμίσεις αντίθεσης/διαφάνειας. Στις ανοικτές απαντήσεις επανέρχονται ανάγκες για πλουσιότερο πάνελ δεδομένων (αλλεργίες, φάρμακα, εργαστηριακές, ζωτικά) και βελτιώσεις εργονομίας (ευρύτερο πεδίο θέασης, μικρότερο βάρος, καλύτερη αναγνωσιμότητα γραμμάτων/φόντου, ευκολότερο κείμενο).

Συνοψίζοντας τη σύγκριση, οι νεότερες γενιές είναι εμφανώς πιο πρόθυμες να ενσωματώσουν τη MR στην καθημερινή τους πρακτική, ενώ οι ιατροί παρουσιάζουν στοχευμένη αποδοχή σε πεδία με άμεση κλινική αξία (χειρουργεία, επικοινωνία με τον ασθενή και εκπαίδευση) και μεγαλύτερη επιφύλαξη στην ανάγνωση καθαρού κειμένου/ιστορικού. Και οι δύο ομάδες αναγνωρίζουν ότι η τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει ακρίβεια, κατανόηση και εκπαιδευτικά αποτελέσματα. Ο κοινός παρονομαστής είναι σαφής: πλουσιότερος ΗΦΑ, καλύτερη διεπαφή, ισχυρά εργαλεία απεικόνισης και βασική υποδομή/εκπαίδευση. Με αυτές τις προϋποθέσεις, η MR

ευθυγραμμίζεται με τα σενάρια όπου ζητείται άμεσα (χειρουργεία, εξ αποστάσεως εξετάσεις/συνεργασίες και προσομοιώσεις) και μπορεί να περάσει από την περιέργεια στην ουσιαστική υιοθέτηση.

# Κεφάλαιο 6

## Συμπέρασμα

---

6.1 Περιορισμοί .....	28
6.2 Μελλοντική έρευνα & ανάπτυξη .....	29

---

Τα ευρήματα της θεωρητικής μας μελέτης, των δύο ερωτηματολογίων και της αξιολόγησης της εφαρμογής MR-ΗΦΑ συγκλίνουν σε τρία βασικά σημεία. Πρώτον, οι ιατροί και οι φοιτητές εμφανίζονται θετικοί στην αναβάθμιση των κλινικών εργαλείων και ροών τους με XR τεχνολογίες, με τη νεότερη γενιά να εκφράζει σαφώς μεγαλύτερη προθυμία για μελλοντική χρήση. Δεύτερον, η Μικτή Πραγματικότητα αναδεικνύει υψηλή προστιθέμενη αξία στην εκπαίδευση, στη χειρουργική προετοιμασία/πρόβα και στη συνεργατική κατανόηση απεικονιστικών δεδομένων, όπου η τρισδιάστατη οπτικοποίηση και η ταυτόχρονη θέαση από πολλούς χρήστες ενισχύουν την κατανόηση και μειώνουν το γνωστικό φορτίο. Τρίτον, τα πρωτότυπα AR/MR επιβεβαιώνουν τη χρησιμότητα της ιδέας, αλλά αναδεικνύουν και συγκεκριμένες τεχνικές απαιτήσεις για να περάσουμε από την πιλοτική χρήση σε καθημερινή κλινική πρακτική: καλύτερη εργονομία, υψηλότερη πιστότητα εικόνας, ευρύτερο πεδίο θέασης, καθώς και συνεχής συντήρηση υλικού και ενημερώσεις βιβλιοθηκών λογισμικού ώστε οι εφαρμογές να παραμένουν χρηστικές και ανθεκτικές στο χρόνο. Συνολικά, η MR-ενσωμάτωση στον ΗΦΑ φαίνεται ρεαλιστική και επιθυμητή, αρκεί να συνδυαστεί με πλουσιότερο και καλοδομημένο περιεχόμενο φακέλου, ώριμα εργαλεία απεικόνισης και οργανωμένη επιμόρφωση χρηστών.

### 6.1 Περιορισμοί

Το βασικότερο εμπόδιο που αναδείχθηκε είναι η ίδια η συσκευή και το διαθέσιμο λογισμικό οικοσύστημα: οι τρέχουσες βιβλιοθήκες MR/AR και οι οδηγοί απεικόνισης δεν προσφέρουν ακόμη την ποιότητα εικόνας, το πεδίο θέασης και τη σταθερότητα που απαιτείται για απαιτητικά κλινικά σενάρια, αυτό επηρεάζει και την εργονομία (άνεση, βάρος, ρύθμιση εστίασης) και, τελικά, την αξιολόγηση από τους χρήστες. Επιπλέον, τα αποτελέσματα στηρίζονται σε αυτοαναφερόμενες στάσεις, άρα η πραγματική υιοθέτηση μπορεί να διαφοροποιηθεί όταν εμφανιστούν καθημερινά εμπόδια, όπως κόστος, χρόνος και προτεραιότητες. Αξιολογήθηκε ένας μόνο πρωτότυπος συνδυασμός

υλικού/λογισμικού, γεγονός που περιορίζει την εξαγωγή συμπερασμάτων για όλο το φάσμα λύσεων MR. Τέλος, οι περισσότεροι συμμετέχοντες είχαν περιορισμένη προγενέστερη έκθεση σε XR, οπότε πιθανά «novelty effects» ή αμηχανία εξοικείωσης μπορεί να επηρέασαν την εμπειρία χρήσης και τις απαντήσεις.

## **6.2 Μελλοντική έρευνα & ανάπτυξη**

Προτεραιότητα έχει η ωρίμανση του υλικού (ελαφρύτερα headsets, υψηλότερη ανάλυση, ευρύτερο FOV, καλύτερη άνεση) και η εξέλιξη των βιβλιοθηκών απεικόνισης με εργαλεία επιπέδου. Παράλληλα, απαιτείται πλήρης διασύνδεση με τον ΗΦΑ, προσαρμόσιμα φίλτρα δεδομένων και πολυ-χρηστική συνεργασία σε πραγματικό χρόνο, ώστε η MR-διεπαφή να τροφοδοτείται με πλούσιο και αξιόπιστο περιεχόμενο. Σε επίπεδο μεθοδολογίας, χρειάζονται μελέτες διάρκειας για να φανεί πώς η εκπαίδευση/πρόβα σε XR μεταφράζεται σε πραγματικές κλινικές επιδόσεις και κλινικά αποτελέσματα ασθενών.

Ιδιαίτερη κατεύθυνση για το δικό μας σύστημα είναι η αξιοποίηση AI μαζί με τις πλήρεις δυνατότητες της συσκευής, ιδιαίτερα αναγνώριση φωνής και φυσική γλωσσική αλληλεπίδραση. Στόχος είναι hands-free λειτουργία: ο ιατρός να ζητά με φωνή συγκεκριμένα στοιχεία από τον φάκελο («εμφάνισε τις τελευταίες τρεις MRI του ασθενή», «άνοιξε φάρμακα και αλλεργίες», «σύννοπέ μου το ιστορικό καρδιολογίας») και το σύστημα να ανταποκρίνεται άμεσα, να καταγράφει φωνητικές σημειώσεις ως δομημένο κείμενο και να προσφέρει προσωποποιημένη καθοδήγηση (π.χ. επίπεδο δυσκολίας/feedback σε σενάρια εκπαίδευσης). Με αυτές τις στοχευμένες βελτιώσεις η MR μπορεί να μεταβεί από πιλοτική επίδειξη σε καθημερινό κλινικό εργαλείο, ενισχύοντας την εκπαίδευση, τη χειρουργική ακρίβεια, την επικοινωνία με τον ασθενή και, τελικά, τα αποτελέσματα φροντίδας.

## Βιβλιογραφία

- [1] Brun, H., Bugge, R. A. B., Suther, L. K. R., Birkeland, S., Kumar, R., Pelanis, E., & Elle, O. J. (2019). Mixed reality holograms for heart surgery planning: First user experience in congenital heart disease. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*, 20(8), 883–888. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jey184>
- [2] Cannizzaro, D., Zaed, I., Safa, A., Jelmoni, A. J. M., Composto, A., Bisoglio, A., Schmeizer, K., Becker, A. C., Pizzi, A., Cardia, A., & Servadei, F. (2022). Augmented reality in neurosurgery, state of art and future projections: A systematic review. *Frontiers in Surgery*, 9, 864792. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.864792>
- [3] Chen, P.-H. C., Gadepalli, K., MacDonald, R., Liu, Y., Kadowaki, S., Nagpal, K., Kohlberger, T., Dean, J., Corrado, G. S., Hipp, J. D., Mermel, C. H., & Stumpe, M. C. (2019). An augmented reality microscope with real-time artificial intelligence integration for cancer diagnosis. *Nature Medicine*, 25(9), 1453–1457. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0539-7>
- [4] Dennler, C., Bauer, D. E., Scheibler, A.-G., Spirig, J., Götschi, T., Fürnstahl, P., & Farshad, M. (2021). Augmented reality in the operating room: A clinical feasibility study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22, 451. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04339-w>
- [5] Dinh, A., Yin, A. L., Estrin, D., Greenwald, P., & Fortenko, A. (2023). Augmented reality in real-time telemedicine and telementoring: Scoping review. *JMIR mHealth and uHealth*, 11, e45464. <https://doi.org/10.2196/45464>
- [6] Eckert, M., Volmerg, J. S., & Friedrich, C. M. (2019). Augmented reality in medicine: Systematic and bibliographic review. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(4), e10967. <https://doi.org/10.2196/10967>
- [7] Hoffman, H. G., Chambers, G. T., Meyer, W. J., III, Arceneaux, L. L., Russell, W. J., Seibel, E. J., Richards, T. L., Sharar, S. R., & Patterson, D. R. (2011). Virtual reality as an adjunctive non-pharmacologic analgesic for acute burn pain during medical procedures. *Annals of Behavioral Medicine*, 41(2), 183–191. <https://doi.org/10.1007/s12160-010-9248-7>
- [8] Hoffman, H. G., Rodriguez, R. A., Gonzalez, M., Bernardy, M., Peña, R., Beck, W., Patterson, D. R., & Meyer, W. J., III. (2019). Immersive virtual reality as an adjunctive non-opioid analgesic for predominantly Latin American children with large severe burn wounds during burn wound cleaning in the intensive care unit: A pilot study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 262. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00262>
- [9] Khan, A., Imam, Y. Z., Muneer, M., Al Jerdi, S., & Gill, S. K. (2024). Virtual reality in stroke recovery: A meta-review of systematic reviews. *Bioelectronic Medicine*, 10, 23. <https://doi.org/10.1186/s42234-024-00150-9>

- [10] Kovoov, J. G., Gupta, A. K., & Gladman, M. A. (2021). Validity and effectiveness of augmented reality in surgical education: A systematic review. *Surgery*, 170(1), 88–98. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2021.01.051>
- [11] Lastrucci, A., Wandael, Y., Barra, A., Ricci, R., Maccioni, G., Pirrera, A., & Giansanti, D. (2024). Exploring augmented reality integration in diagnostic imaging: Myth or reality? *Diagnostics*, 14(13), 1333. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14131333>
- [12] Mao, R. Q., Lan, L., Kay, J., Lohre, R., Ayeni, O. R., Goel, D. P., & de Sa, D. (2021). Immersive virtual reality for surgical training: A systematic review. *Journal of Surgical Research*, 268, 40–58. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.06.045>
- [13] Meola, A., Cutolo, F., Carbone, M., Cagnazzo, F., Ferrari, M., & Ferrari, V. (2017). Augmented reality in neurosurgery: A systematic review. *Neurosurgical Review*, 40(4), 537–548. <https://doi.org/10.1007/s10143-016-0732-9>
- [14] Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12), 1321–1329. [https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram\\_IEICE\\_1994.pdf](https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf)
- [15] Norman, J. M. (2025, June 11). Louis Rosenberg develops Virtual Fixtures, the first fully immersive augmented reality system. *History of Information*. Retrieved July 22, 2025, from <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=4231>
- [16] Palumbo, A. (2022). Microsoft HoloLens 2 in medical and healthcare context: State of the art and future prospects. *Sensors*, 22(20), 7709. <https://doi.org/10.3390/s22207709>
- [17] Phan, H. L., Le, T. H., Lim, J. M., Hwang, C. H., & Koo, K.-i. (2022). Effectiveness of augmented reality in stroke rehabilitation: A meta-analysis. *Applied Sciences*, 12(4), 1848. <https://doi.org/10.3390/app12041848>
- [18] Reality–virtuality continuum. (2025, July 6). In *Wikipedia*. Retrieved July 22, 2025, from [https://en.wikipedia.org/wiki/Reality%E2%80%93virtuality\\_continuum](https://en.wikipedia.org/wiki/Reality%E2%80%93virtuality_continuum)
- [19] Sánchez-Margallo, J. A., Plaza de Miguel, C., Fernández Anzules, R. A., & Sánchez-Margallo, F. M. (2021). Application of mixed reality in medical training and surgical planning focused on minimally invasive surgery. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 692641. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.692641>
- [20] Stumpe, M., & Mermel, C. (2018, April 16). An augmented reality microscope for cancer detection. *Google Research*. <https://research.google/blog/an-augmented-reality-microscope-for-cancer-detection/>
- [21] Texas A&M University, College of Education & Human Development. (2020, October 29). *Improving stroke patient rehabilitation with augmented reality*.

<https://education.tamu.edu/improving-stroke-patient-rehabilitation-with-augmented-reality/>

[22] Uslu, A., & Stausberg, J. (2021). Value of the electronic medical record for hospital care: Update from the literature. *Journal of Medical Internet Research*, 23(12), e26323. <https://doi.org/10.2196/26323>

[23] Wong, K. C., Sun, E. Y., Wong, I. O. L., & Kumta, S. M. (2023). Mixed reality improves 3D visualization and spatial awareness of bone tumors for surgical planning in orthopaedic oncology: A proof of concept study. *Orthopedic Research and Reviews*, 15, 139–149. <https://doi.org/10.2147/ORR.S421077>

[24] Xu, X., Mangina, E., & Campbell, A. G. (2021). HMD-based virtual and augmented reality in medical education: A systematic review. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 692103. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.692103>

[25] Zhou, Z., Yang, Z., Jiang, S., Zhuo, J., Zhu, T., & Ma, S. (2022). Surgical navigation system for hypertensive intracerebral hemorrhage based on mixed reality. *Journal of Digital Imaging*, 35(6), 1530–1543. <https://doi.org/10.1007/s10278-022-00676-x>

[26] Barsom, E. Z., Graafland, M., & Schijven, M. P. (2016). Systematic review on the effectiveness of augmented reality applications in medical training. *Surgical endoscopy*, 30(10), 4174–4183. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4800-6>

# Παράρτημα Α

Table 1 Ερωτηματολόγιο Για Ιατρούς

Ερωτήσεις	
Q1	Ηλικία
Q2	Ειδικότητα Ιατρού
Q3	Έτη Ιατρικής Εμπειρίας
Q4	Τόπος Γέννησης
Q5	Χώρα Εξάσκησης του Επαγγέλματος
Q6	Φύλο
Q7	Πως βρίσκετε τις καρτέλες ασθενών
Q8	Πόσο βολική είναι η διαδικασία αναζήτησης καρτελών ασθενών
Q9	Μέσω ποιας πλατφόρμας ή συστήματος γίνεται η διαχείριση των δεδομένων
Q10	Ποιες πληροφορίες περιλαμβάνονται συνήθως στις καρτέλες ασθενών
Q11	Υπάρχουν πληροφορίες που θα θέλατε να προστίθενται στις καρτέλες; (Σημειώστε όσα ισχύουν ή προσθέστε νέες πληροφορίες)
Q12	Πόσο ικανοποιημένος/η είστε από την ποιότητα των δεδομένων στις καρτέλες ασθενών;
Q13	Θα θέλατε να βελτιωθεί ο τρόπος πρόσβασης στα δεδομένα των ασθενών;
Q14	Θα θέλατε να βελτιωθεί ο τρόπος προβολής στα δεδομένα των ασθενών;
Q15	Γνωρίζετε τι είναι η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα - VR/AR (Virtual / Augmented Reality);
Q16	Έχετε χρησιμοποιήσει την τεχνολογία VR/AR;
Q17	Σε τι βαθμό ή πόσο συχνά χρησιμοποιείτε το VR/AR;
Q18	Έχετε δική σας συσκευή VR/AR;
Q19	Έχετε πρόσβαση σε κάποια συσκευή VR/AR;
Q20	Έχετε χρησιμοποιήσει το VR/AR στο επάγγελμά σας;
Q21	Για ποιο σκοπό έχετε χρησιμοποιήσει VR/AR στα πλαίσια της εργασίας σας;
Q22	Πιστεύετε ότι η VR/AR τεχνολογία θα μπορούσε να είναι χρήσιμη για την ανάγνωση του ιστορικού του ασθενή και προηγούμενων διαγνώσεων;
Q23	Πιστεύετε ότι η VR/AR τεχνολογία θα μπορούσε να είναι χρήσιμη για την ανάγνωση εξετάσεων (πχ. Ακτινογραφίες, MRI κλπ.) με σκοπό τη διάγνωση;
Q24	Πιστεύετε ότι η χρήση VR/AR για την προβολή διαγνώσεων, αναλύσεων ή εξετάσεων μπορεί να βελτιώσει την αλληλεπίδραση με τους ασθενείς (π.χ. στην επεξήγηση των διαγνώσεων);
Q25	Πιστεύετε θα βοηθούσε αν ο ασθενής έβλεπε ταυτόχρονα ό,τι βλέπει και ο ιατρός;
Q26	Πιστεύετε ότι η χρήση VR/AR σε χειρουργεία θα μπορούσε να βελτιώσει την ακρίβεια και την προετοιμασία των χειρουργών;
Q27	Θα θεωρούσατε χρήσιμη τη χρήση VR/AR ως εργαλείο για προσομοίωση χειρουργικών διαδικασιών πριν από μια πραγματική επέμβαση;
Q28	Θα βρίσκατε χρήσιμη την πρόσβαση σε 3D αναπαραστάσεις ανατομικών περιοχών μέσω VR/AR κατά τη διάρκεια χειρουργείου για πιο ακριβή καθοδήγηση;
Q29	Θα ήταν ενδιαφέρον για εσάς να εκπαιδευέστε ή να κάνετε προσομοιώσεις ιατρικής εξέτασης/διάγνωσης/θεραπείας μέσω VR/AR;
Q30	Πιστεύετε ότι το VR/AR μπορεί να βελτιώσει την εκπαίδευση και προετοιμασία των νέων ιατρών, επιτρέποντάς τους να εξασκηθούν σε προσομοιώσεις δύσκολων ή σπάνιων περιπτώσεων;
Q31	Θα σας ενδιέφερε να χρησιμοποιήσετε VR/AR για να παρακολουθήσετε ή να συμμετέχετε σε εξ αποστάσεως χειρουργικές προσομοιώσεις ή εκπαιδευτικά χειρουργεία;

- Q32 Πιστεύετε ότι η χρήση VR/AR για εκπαίδευση θα μπορούσε να μειώσει τα λάθη στην πρακτική άσκηση και να ενισχύσει την αυτοπεποίθηση των νέων ιατρών;
- Q33 Ποια είναι η μεγαλύτερη πρόκληση που αντιμετωπίζετε στη διαγνωστική διαδικασία; (Επιλέξτε όσα ισχύουν)
- Q34 Θεωρείτε ότι η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών θα μπορούσε να βελτιώσει τις διαγνωστικές σας δυνατότητες;
- Q35 Πόσο πιθανό θεωρείτε ότι η χρήση VR/AR θα γίνει αναπόσπαστο κομμάτι των εκπαιδευτικών προγραμμάτων ιατρικής;

Table 2 Ερωτηματολόγιο Για Φοιτητές

<i>Ερωτήσεις</i>	
Q1	Ηλικία
Q2	Έτος Σπουδών
Q3	Κάνετε εξειδίκευση (π.χ. μεταπτυχιακό, διδακτορικό):
Q4	Ενδιαφερόμενη ειδικότητα (αν υπάρχει):
Q5	Τόπος Γέννησης
Q6	Χώρα Σπουδών
Q7	Φύλο
Q8	Έχετε δει ή έχετε εξοικειωθεί με το τρέχον σύστημα καταγραφής και διαχείρισης δεδομένων σε κλινικές συνθήκες;
Q9	Αν ναι, πώς θα περιγράφατε τη λειτουργικότητά του;
Q10	Ποια χαρακτηριστικά του συστήματος θεωρείτε χρήσιμα;
Q11	Τι αλλαγές θα προτεινάτε για την βελτίωση του τρέχοντος συστήματος;
Q12	Ποιες πληροφορίες θα θέλατε να βλέπατε στις καρτέλες ασθενών
Q13	Υπάρχουν πληροφορίες που θα θέλατε να υπάρχουν στις καρτέλες; (Σημειώστε όσα ισχύουν ή προσθέστε νέες πληροφορίες)
Q14	Γνωρίζετε τι είναι η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα - VR/AR (Virtual / Augmented Reality);
Q15	Έχετε χρησιμοποιήσει την τεχνολογία VR/AR;
Q16	Σε τι βαθμό ή πόσο συχνά χρησιμοποιείτε το VR/AR;
Q17	Έχετε δική σας συσκευή VR/AR;
Q18	Έχετε πρόσβαση σε κάποια συσκευή VR/AR;
Q19	Πιστεύετε ότι η VR/AR τεχνολογία θα μπορούσε να είναι χρήσιμη για την ανάγνωση του ιστορικού του ασθενή και προηγούμενων διαγνώσεων;
Q20	Πιστεύετε ότι η VR/AR τεχνολογία θα μπορούσε να είναι χρήσιμη για την ανάγνωση εξετάσεων (πχ. Ακτινογραφίες, MRI κλπ.) με σκοπό τη διάγνωση;
Q21	Πιστεύετε ότι η χρήση VR/AR για την προβολή διαγνώσεων, αναλύσεων ή εξετάσεων μπορεί να βελτιώσει την αλληλεπίδραση με τους ασθενείς (π.χ. στην επεξήγηση των διαγνώσεων);
Q22	Θα βρίσκατε χρήσιμη την πρόσβαση σε 3D αναπαραστάσεις ανατομικών περιοχών μέσω VR/AR κατά τη διάρκεια χειρουργείου για πιο ακριβή καθοδήγηση;
Q23	Θα σας ενδιέφερε να χρησιμοποιήσετε VR/AR για να παρακολουθήσετε ή να συμμετέχετε σε εξ αποστάσεως χειρουργικές προσομοιώσεις ή εκπαιδευτικά χειρουργεία;
Q24	Θα ήταν ενδιαφέρον για εσάς να εκπαιδευέστε ή να κάνετε προσομοιώσεις ιατρικής εξέτασης/διάγνωσης/θεραπείας μέσω VR/AR;
Q25	Πιστεύετε ότι η VR/AR τεχνολογία θα μπορούσε να σας βοηθήσει στην εκπαιδευτική σας πορεία;
Q26	Πιστεύετε ότι το VR/AR μπορεί να βελτιώσει την εκπαίδευση και προετοιμασία των νέων ιατρών, επιτρέποντάς τους να εξασκηθούν σε προσομοιώσεις δύσκολων ή σπάνιων περιπτώσεων;

Q27	Πιστεύετε ότι η χρήση VR/AR για εκπαίδευση θα μπορούσε να μειώσει τα λάθη στην πρακτική άσκηση και να ενισχύσει την αυτοπεποίθηση των νέων ιατρών;
Q28	Πώς θεωρείτε ότι θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε το VR/AR στις σπουδές σας;

Table 3 Ερωτήσεις Κλειστού Τύπου (Κλίμακα 1-5)

<i>Ερωτήσεις Κλειστού Τύπου</i>	
Q1	Πώς σας φάνηκε συνολικά η εφαρμογή;
Q2	Θα τη χρησιμοποιούσατε στην καθημερινή σας εργασία;
Q3	Ο τρόπος ελέγχου εξετάσεων στο History (φίλτρο ανά μέρος σώματος) ήταν ικανοποιητικός.
Q4	Η προβολή των 3 τελευταίων διαγνώσεων/εξετάσεων είναι επαρκής για τις ανάγκες σας.
Q5	Οι πληροφορίες ασθενούς (όνομα, ηλικία, ομάδα αίματος κ.λπ.) είναι αρκετές.
Q6	Η ταχύτητα φόρτωσης εικόνων/δεδομένων ήταν ικανοποιητική.
Q7	Η ποιότητα και καθαρότητα των ιατρικών εικόνων ήταν επαρκής.
Q8	Ο χειρισμός με χειρονομίες/ακτίνα ήταν αξιόπιστος.
Q9	Η πλοήγηση μεταξύ Patient / Recent / History / Info ήταν εύκολη.
Q10	Θα προτείνατε την εφαρμογή σε συναδέλφους ή φοιτητές ιατρικών επαγγελμάτων;
Q11	Κατά τη χρήση του AR headset ένιωσα σωματικά άνετα
Q12	Η οπτική ευκρίνεια της οθόνης ήταν επαρκής και δεν καταπόνησε τα μάτια μου.
Q13	Δε βίωσα ζαλάδα, ναυτία ή άλλη δυσφορία κατά την αλληλεπίδραση.
Q14	Θα μπορούσα να χρησιμοποιώ την εφαρμογή για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς ενόχληση.

Table 4 Ερωτήσεις Ανοιχτού Τύπου

<i>Ερωτήσεις Ανοιχτού Τύπου</i>	
Q15	Τι θα αλλάζατε άμεσα στην εφαρμογή ώστε να ταιριάζει καλύτερα στη ροή δουλειάς σας;
Q16	Υπήρχε κάτι που σας δυσκόλεψε στη χρήση του History ή της προβολής εικόνων;
Q17	Ποια επιπλέον δεδομένα ασθενούς θα θέλατε να βλέπετε;
Q18	Περιγράψτε μια συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης στην οποία βλέπετε να ωφελείται πολύ η εφαρμογή.
Q19	Υπάρχει κάποιο λειτουργικό χαρακτηριστικό (feature) που θεωρείτε απαραίτητο και λείπει τελείως;
Q20	Αν είχατε 1 λεπτό να δείξετε την εφαρμογή σε έναν νέο χρήστη, τι θα τονίζατε πρώτα;