

# ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

*Telemedicine & Digital Health*

Πτυχίο Master | Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Μάθημα: Πληροφορική στην Υγεία & Τηλεϊατρική  
Ακαδημαϊκό Έτος 2024-2025

# Η Τηλεϊατρική σε Αριθμούς (2024)

**\$185B**

Παγκόσμια Αγορά

Εκτίμηση 2026

**38%**

Ετήσια Ανάπτυξη

CAGR 2021-2026

**1.5B**

Χρήστες mHealth

Παγκοσμίως

**74%**

Ασθενείς

Προτιμούν telehealth

# 02

## Τεχνολογίες & Υποδομές

*Το τεχνολογικό οικοσύστημα που στηρίζει την τηλεϊατρική*

# Τηλεπικοινωνιακές Υποδομές

- Ευρυζωνικές συνδέσεις (Broadband): DSL, Fiber Optic – βάση για βιντεοδιαβουλεύσεις HD
- 4G/5G δίκτυα: κρίσιμα για mHealth, απομακρυσμένες περιοχές & κινητές μονάδες
- 5G υπόσχεται: λανθάνοντα χρόνο  $<1\text{ms}$  για τηλεχειρουργική & haptic feedback
- Δορυφορικές συνδέσεις (Starlink κ.ά.): λύση για νησιά & ορεινές περιοχές
- Wi-Fi 6E & WiMAX: εντός νοσοκομειακών εγκαταστάσεων
- Βασικές απαιτήσεις: bandwidth  $\geq 1\text{Mbps}$  (βασική τηλεϊατρική),  $\geq 10\text{Mbps}$  (τηλε-υπερηχογράφημα)

# Πρότυπα & Διαλειτουργικότητα

- HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources): πρότυπο ανταλλαγής ιατρικών δεδομένων – JSON/XML
- DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine): πρότυπο ιατρικής απεικόνισης (ακτινογραφίες, MRI, CT)
- IHE (Integrating the Healthcare Enterprise): προφίλ διαλειτουργικότητας βασισμένα σε HL7 & DICOM
- openEHR: ανοικτό πρότυπο για Ηλεκτρονικά Αρχεία Ασθενών (EHR)
- IEEE 11073: πρότυπο για ιατρικές συσκευές & wearables
- SNOMED CT, ICD-10, LOINC: κωδικοποίηση ιατρικών εννοιών για διαλειτουργικότητα

# Ηλεκτρονικά Αρχεία Ασθενών (EHR/EMR)

- EHR vs EMR: Electronic Medical Record (ένας πάροχος) vs. Electronic Health Record (πολλοί πάροχοι, ολιστική εικόνα)
- Λειτουργίες: ιστορικό ασθενούς, φαρμακευτική αγωγή, εργαστηριακά, απεικόνιση, προγραμματισμός
- Κύριες πλατφόρμες: Epic, Cerner, Meditech (ΗΠΑ) – OpenEMR, OpenMRS (ανοικτού κώδικα)
- Στην Ελλάδα: Εθνικό Μητρώο Ασθενών, e-ΔΑΥΚ (ψηφιακό αρχείο υγείας)
- Πρόκληση: migration από paper records – σφάλματα, ελλιπή δεδομένα
- Κλινικές Αποφάσεις (CDSS): EHR + AI για ειδοποιήσεις φαρμακευτικών αλληλεπιδράσεων

# IoT & Wearables στην Υγεία



## Ιατρικό IoT (Medical IoT)

- Αισθητήρες ζωτικών σημείων (SpO2, καρδιακός ρυθμός, BP)
- Έξυπνες αντλίες ινσουλίνης & CGM (Continuous Glucose Monitoring)
- Συνδεδεμένα ακουστικά & οφθαλμόμετρα
- ECG μονίtor (Holter) νέας γενιάς
- Έξυπνα κρεβάτια νοσοκομείου
- Ψυγεία φαρμάκων με θερμοκρασιακή παρακολούθηση



## Wearables

- Smartwatches: Apple Watch (ECG, SpO2, fall detection)
- Fitness trackers: Fitbit, Garmin (ύπνος, βήματα, HRV)
- Smart patches: BioTel, iRhythm Zio (καρδιακά)
- Έξυπνα ρούχα: ενσωματωμένοι αισθητήρες
- Εμφυτεύσιμες συσκευές (pacemaker, ICD) με connectivity
- Ωτακουστικά με αισθητήρες θερμοκρασίας & SpO2

# Cloud Computing & Αποθήκευση Ιατρικών Δεδομένων

- IaaS/PaaS/SaaS μοντέλα: AWS HealthLake, Microsoft Azure Health, Google Cloud Healthcare API
- HIPAA-compliant cloud: ειδικές ρυθμίσεις για ιατρικά δεδομένα στις ΗΠΑ
- GDPR: κανονισμός για ευρωπαϊκά δεδομένα υγείας (ειδική κατηγορία προσωπικών δεδομένων)
- Edge Computing: επεξεργασία δεδομένων κοντά στη συσκευή για χαμηλή καθυστέρηση
- Fog Computing: ενδιάμεσο επίπεδο cloud-edge για IoT εφαρμογές
- Disaster Recovery & Business Continuity: κρίσιμο για νοσοκομεία (99.999% uptime απαίτηση)

# Τεχνητή Νοημοσύνη στην Τηλεϊατρική

- Machine Learning: πρόβλεψη κλινικών αποτελεσμάτων, ανάλυση πατρών από wearables
- Deep Learning / CNN: ανάλυση ιατρικής εικόνας (ακτινολογία, παθολογοανατομία, δερματολογία)
- NLP (Natural Language Processing): εξαγωγή πληροφοριών από κλινικές σημειώσεις
- LLMs (ChatGPT, Gemini): υποστήριξη κλινικής απόφασης, triage chatbots
- Federated Learning: εκπαίδευση AI χωρίς κεντρική συλλογή δεδομένων – λύση για privacy
- Κλινικά παραδείγματα: Google DeepMind (οφθαλμολογία), Paige AI (παθολογοανατομία), Aidoc (ΜΕΘ)

# 03

## Εφαρμογές Τηλεϊατρικής

*Κλινική πράξη εξ αποστάσεως – από τη θεωρία στην πράξη*

# Τηλεδιαβούλευση & Τηλεσυνέδριο

- Τηλεδιαβούλευση: γιατρός-ασθενής ή γιατρός-γιατρός μέσω ασφαλούς βιντεοκλήσης
- Πλατφόρμες: Teladoc, Doxy.me, Zoom for Healthcare, Microsoft Teams Health
- Τηλεσυνέδριο: πολυεπιστημονικές ομάδες για σύνθετες περιπτώσεις (tumor boards)
- Τηλε-ICU: εντατικολόγοι παρακολουθούν ΜΕΘ από κεντρικό hub (VISICU, Philips eICU)
- Απαιτήσεις: ασφαλής κρυπτογραφημένη σύνδεση, υψηλή ανάλυση βίντεο, ψηφιακή στηθοσκόπηση
- Αποδεδειγμένο: μείωση 30-40% χρόνου αναμονής, ισοδύναμη ικανοποίηση ασθενών

- Ορισμός: διαβίβαση εικόνων DICOM σε ακτινολόγους για ανάλυση εξ αποστάσεως
- PACS (Picture Archiving and Communication System): κεντρική αποθήκευση εικόνων
- Nighthawk Radiology: 24/7 υπηρεσία ακτινολογίας σε νοσοκομεία χωρίς on-call ακτινολόγο
- AI-assisted radiology: αυτόματη ανίχνευση & ιεράρχηση παθολογικών ευρημάτων
- Τηλεαμφιβληστρογραφία: έλεγχος διαβητικής αμφιβληστροπάθειας σε φαρμακεία/κλινικές
- Κλινικά αποτελέσματα: μείωση χρόνου αναμονής από 48h σε <2h για επείγοντα

# Τηλεπαθολογία & Τηλεδερματολογία

- Τηλεπαθολογία: ψηφιακή παθολογοανατομία – whole slide imaging (WSI) για εξ αποστάσεως διάγνωση
- Εφαρμογές: intraoperative frozen sections, δεύτερη γνώμη σε σπάνιες παθήσεις
- Τηλεδερματολογία: store-and-forward φωτογραφιών δερματικών βλαβών
- Smartphone dermatoscopy: προσαρτήματα κάμερας + AI για ανάλυση μελανώματος
- AI δερματολογία: Google DermAssist, SkinVision – ακρίβεια 95%+ για μελάνωμα
- Τηλεψυχιατρική: αξιολόγηση & θεραπεία ψυχικών διαταραχών εξ αποστάσεως

- Τηλε-ΗΚΓ: πραγματικός χρόνος μετάδοση ΗΚΓ από ασθενοφόρο σε καρδιολόγο νοσοκομείου
- Αντίκτυπος: μείωση χρόνου θεραπείας STEMI (door-to-balloon) από 90 λεπτά σε <60
- Holter τηλε-παρακολούθηση: 14-30 ημερών καταγραφή για ανίχνευση παροδικών αρρυθμιών
- Τηλε-ECHO (τηλεηχοκαρδιογράφιση): POCUS με απομακρυσμένη καθοδήγηση ειδικού
- Εμφυτεύσιμοι loop recorders: συνεχής παρακολούθηση, αυτόματη μετάδοση δεδομένων
- Κλινικά δεδομένα: 20-30% μείωση νοσηλειών σε ΧΚΑ με τηλεπαρακολούθηση

# Τηλε-Εντατική Θεραπεία (Tele-ICU)



## Παραδοσιακό ICU

- On-site εντατικολόγος ανά 8-10 κλίνες
- Χαμηλή αναλογία γιατρού/ασθενή τη νύχτα
- Καθυστέρηση απόκρισης σε κρίσιμα συμβάντα
- Υψηλό κόστος προσωπικού
- Δυσκολία προσέλκυσης ειδικών σε μικρά νοσοκομεία
- Κούραση & burnout ιατρικού προσωπικού



## Tele-ICU

- Κεντρικό hub παρακολουθεί πολλαπλά ICU
- 24/7 κάλυψη από εντατικολόγο & νοσηλεύτη
- Real-time alerts από AI (πρώιμη ανίχνευση sepsis)
- 20-30% μείωση θνησιμότητας ICU
- Μείωση LOS (Length of Stay) 15-20%
- Εφαρμογές: Philips eICU, VISICU, Intouch Health

# Τηλε-Αποκατάσταση & Τηλε-Γηριατρική

- Τηλε-αποκατάσταση: φυσιοθεραπεία, εργοθεραπεία & λογοθεραπεία εξ αποστάσεως
- Εφαρμογές: gamified rehab (γάντια VR, εφαρμογές κινητήρα), wearable motion sensors
- Post-stroke: τηλε-αποκατάσταση ισοδύναμη με φυσική σε ήπια/μέτρια AVC
- Τηλε-γηριατρική: αξιολόγηση λειτουργικής κατάστασης & γνωστικής έκπτωσης εξ αποστάσεως
- Geriatric assessment tools: MoCA, MMSE, Barthel Index – προσαρμοσμένες εκδόσεις
- Home-based rehab: μείωση επισκέψεων κλινικής 60%, ισοδύναμα κλινικά αποτελέσματα

# 04

## Τηλεφροντίδα & mHealth

*Κινητή υγεία και ψηφιακή φροντίδα στο σπίτι*

# mHealth: Υγεία από το Κινητό

- mHealth: χρήση κινητών τεχνολογιών (smartphones, tablets, wearables) για υπηρεσίες υγείας
- 200.000+ εφαρμογές υγείας στα stores – κατηγορίες: fitness, χρόνιες παθήσεις, ψυχική υγεία
- SMS-based interventions: αποτελεσματικά σε χαμηλού & μεσαίου εισοδήματος χώρες
- Digital therapeutics (DTx): λογισμικό με κλινική αποτελεσματικότητα (Pear Therapeutics, Noom)
- Prescription Digital Therapeutics: FDA-εγκεκριμένες εφαρμογές για νευρολογικές & ψυχικές παθήσεις
- Passive sensing: η συμπεριφορά χρήσης smartphone ως δείκτης ψυχικής υγείας

# Απομακρυσμένη Παρακολούθηση Ασθενών (RPM)

- RPM: συλλογή φυσιολογικών δεδομένων εκτός κλινικού χώρου – μεταφορά στη φροντίδα υγείας
- Κύριες εφαρμογές: διαβήτης (CGM), καρδιακή ανεπάρκεια (ΒΠ, βάρος), COPD (SpO2)
- Alert systems: αυτόματες ειδοποιήσεις σε κλινικό προσωπικό όταν παράμετροι εκτός ορίων
- Κλινικά αποτελέσματα: 20-50% μείωση επανεισαγωγών σε ΧΚΑ & COPD
- CMS (Centers for Medicare) αποζημιώνει RPM στις ΗΠΑ από το 2019
- Πρόκληση: alert fatigue – πολλά false positives οδηγούν σε αδιαφορία κλινικού προσωπικού

# Ψηφιακή Υγεία για Χρόνιες Παθήσεις

- Σακχαρώδης Διαβήτης: CGM + κλειστός βρόχος (artificial pancreas), apps διαχείρισης
- Καρδιαγγειακά: τηλε-παρακολούθηση ΑΠ, βάρους, ΗΚΓ, συμμόρφωση σε φαρμακευτική αγωγή
- COPD/Άσθμα: SpO2, spirometry apps, φορητοί εκτελεστές εισπνεόμενων
- Ψυχική Υγεία: CBT apps (Woebot, Wysa), mood tracking, κρίση intervention
- Νοσήματα ΚΝΣ: τηλε-παρακολούθηση Parkinson (tremor sensors), τηλε-νευρολογία
- Ογκολογία: εφαρμογές παρακολούθησης ανεπιθύμητων ενεργειών χημειοθεραπείας

# Ψηφιακή Ψυχική Υγεία (Digital Mental Health)

- Κρίση ψυχικής υγείας παγκοσμίως: 1 στους 4 άνθρωπους, ελλειπείς υπηρεσίες
- Apps: Calm, Headspace (mindfulness), BetterHelp/Talkspace (θεραπεία εξ αποστάσεως)
- CBT-I Coach: εγκεκριμένη εφαρμογή για αϋπνία από VA (Veteran Affairs ΗΠΑ)
- Ηλεκτρονικές CBT πλατφόρμες: SilverCloud, Beating the Blues – κλινικά αποδεδειγμένες
- Crisis intervention: chatbots για πρόληψη αυτοκτονίας (Crisis Text Line)
- Πρόκληση: ποιότητα & αξιοπιστία – μόνο 4% εφαρμογών έχουν κλινικά αποδεικτικά στοιχεία

# Τεχνολογίες Υποβοηθούμενης Διαβίωσης (AAL)

- AAL (Ambient Assisted Living): τεχνολογίες για ανεξάρτητη διαβίωση ηλικιωμένων
- Smart home sensors: ανίχνευση πτώσης, πρότυπα κίνησης, ανωμαλίες ρουτίνας
- Ψηφιακοί βοηθοί (Alexa, Google Home): υπενθύμιση φαρμάκων, επικοινωνία
- Ρομπότ φροντίδας: Pepper, PARO (θεραπευτικός φώκος) – Ιαπωνία πρωτοπόρος
- Social robots: μείωση κοινωνικής απομόνωσης σε ηλικιωμένους
- Ευρωπαϊκά προγράμματα: AAL Joint Programme (€700M επενδύσεις)

# 05

## Ασφάλεια & Νομικό Πλαίσιο

*Προστασία δεδομένων, κυβερνοασφάλεια και κανονιστικό πλαίσιο*

# Ασφάλεια Δεδομένων Υγείας

- Ιατρικά δεδομένα: η πιο ευαίσθητη κατηγορία προσωπικών δεδομένων – αξία 10x πιστωτικής κάρτας
- Κυβερνοεπιθέσεις: +55% νοσοκομεία ανά έτος – ransomware κύρια απειλή (WannaCry 2017)
- Κρυπτογράφηση: TLS 1.3 για transit, AES-256 για storage – βέλτιστες πρακτικές
- Authentication: MFA (Multi-Factor Authentication) υποχρεωτικό για κλινικά συστήματα
- Zero-trust security: κανείς δεν είναι αξιόπιστος εκ προοιμίου στο δίκτυο
- Incident response: σχέδιο αντίδρασης σε παραβίαση – legal obligation GDPR (72h notification)

# GDPR & Ευρωπαϊκό Νομικό Πλαίσιο

- GDPR (2018): ιατρικά δεδομένα = 'ειδικής κατηγορίας' – αυστηρότερη προστασία
- Νόμιμες βάσεις επεξεργασίας: ρητή συγκατάθεση ή έννομο συμφέρον ή δημόσιο συμφέρον
- Δικαιώματα: πρόσβαση, διόρθωση, διαγραφή ('δικαίωμα λήθης'), φορητότητα
- DPO (Data Protection Officer): υποχρεωτικός για νοσοκομεία & μεγάλους φορείς
- EHDS (European Health Data Space): ευρωπαϊκός χώρος δεδομένων υγείας (σε υλοποίηση)
- MDR/IVDR: κανονισμοί ιατροτεχνολογικών προϊόντων – πλέον καλύπτουν λογισμικό

# Νομικό Πλαίσιο Τηλεϊατρικής στην Ελλάδα

- Ν. 3418/2005: Κώδικας Ιατρικής Δεοντολογίας – βάση για τηλεϊατρική
- ΚΥΑ 2013: πλαίσιο τηλεϊατρικής παροχής υπηρεσιών – υποχρεώσεις παρόχων
- ΕΟΠΥΥ: αποζημίωση τηλεδιαβουλεύσεων από το 2020 (COVID-19 ανάγκη)
- GDPR: ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία με Ν. 4624/2019
- ΕΣΥ ψηφιακός μετασχηματισμός: Ν. 4931/2022 για αναδιοργάνωση ΕΣΥ
- Προκλήσεις: cross-border τηλεϊατρική (νόμοι ποιας χώρας ισχύουν;)

# Ηθική στην Τηλεϊατρική & ΤΝ

- Informed consent: διαφορετικές ανάγκες για εξ αποστάσεως φροντίδα – ψηφιακή συγκατάθεση
- Ισότητα πρόσβασης: κίνδυνος ψηφιακού χάσματος να ενισχύσει ανισότητες υγείας
- Αλγοριθμική μεροληψία (Algorithmic Bias): ΤΝ εκπαιδευμένη σε μη αντιπροσωπευτικά δεδομένα
- Αυτονομία ασθενή vs. αλγοριθμικές αποφάσεις: ποιος αποφασίζει τελικά;
- Επαγγελματική ευθύνη: ιατρική ευθύνη σε ψηφιακά σφάλματα
- Ιατρικό απόρρητο: βίντεο επικοινωνία από οικίες – ζητήματα απόρρητου χώρου

# Κανονισμός Ιατρικού Λογισμικού (AI Act & MDR)

- EU AI Act (2024): πρώτος νόμος AI παγκοσμίως – ιατρικό AI κατατάσσεται ως 'Υψηλού Κινδύνου'
- Απαιτήσεις υψηλού κινδύνου: ανθρώπινη επίβλεψη, διαφάνεια, εξηγησιμότητα (XAI)
- MDR (Medical Device Regulation): software as Medical Device (SaMD)
- Κατηγοριοποίηση SaMD: I (χαμηλός) έως III (υψηλός κίνδυνος) – διαφορετικές απαιτήσεις
- FDA (ΗΠΑ): 510(k) & De Novo pathway για AI/ML ιατρικές συσκευές
- Explainable AI (XAI): απαίτηση για ιατρικές αποφάσεις να είναι ερμηνεύσιμες

# 06

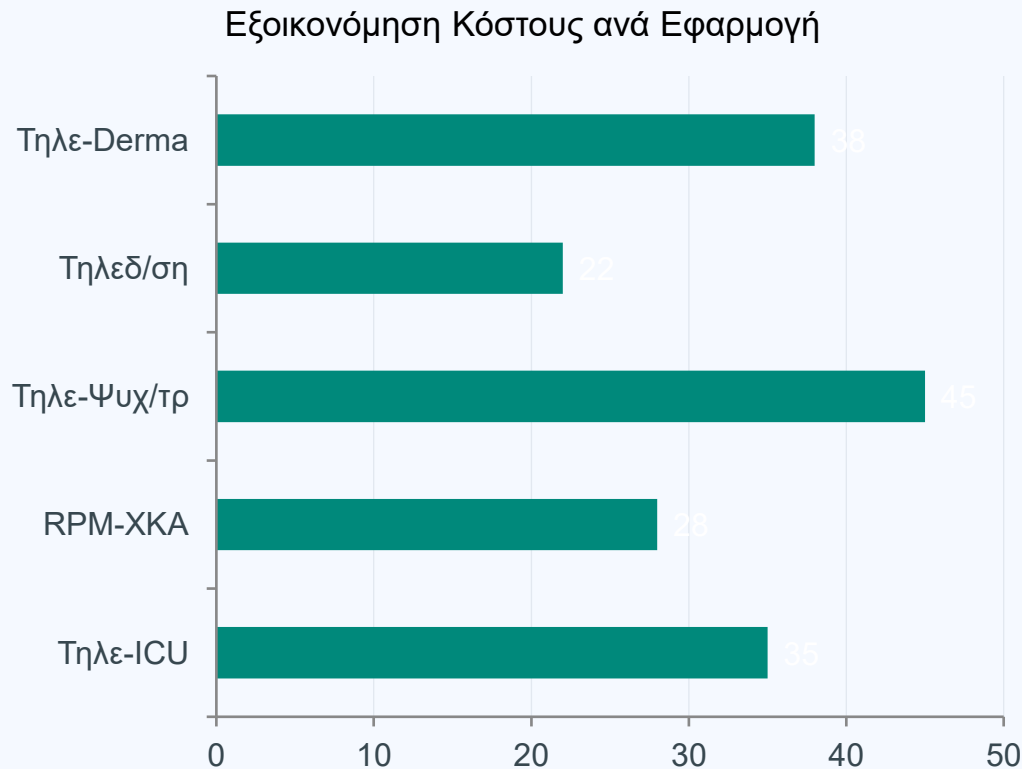
## Αξιολόγηση & Οικονομικά

*Αποτελεσματικότητα, κόστος-αποτελεσματικότητα και χρηματοδότηση*

# Αξιολόγηση Τηλεματικών Υπηρεσιών Υγείας

- Πλαίσιο αξιολόγησης: MAST (Model for Assessment of Telemedicine) – 7 διαστάσεις
- Κλινική αποτελεσματικότητα: σύγκριση με συμβατική φροντίδα (RCT, cohort studies)
- Ασφάλεια ασθενούς: αναφορά ανεπιθύμητων συμβάντων, diagnostic accuracy
- Ικανοποίηση ασθενών & επαγγελματιών: validated questionnaires (TEIQue, CTAQ)
- Υγιεινομικά αποτελέσματα: HbA1c σε διαβήτη, επανεισαγωγές, LOS
- Implementation success: adoption rate, usability, change management

# Οικονομική Αξιολόγηση (Cost-Effectiveness)



## Cost-Benefit Analysis:

- ROI τηλεϊατρικής: \$3-6 ανά \$1 επένδυσης
- QALY: κόστος ανά ποιοτικά προσαρμοσμένο έτος ζωής
- Break-even: τυπικά 12-24 μήνες από υλοποίηση
- Εξοικονόμηση μεταφορών: €500-2000/ασθενή σε νησιά
- Κόστος τηλε-διαβούλευσης: 30-60% χαμηλότερο vs φυσική

# Μοντέλα Χρηματοδότησης & Αποζημίωσης

- Fee-for-Service: αποζημίωση ανά εξέταση/διαβούλευση – κυρίαρχο μοντέλο
- Value-Based Care: αποζημίωση βάσει αποτελεσμάτων – ενθαρρύνει πρόληψη
- Capitation: σταθερό ποσό ανά ασθενή ανεξαρτήτως υπηρεσιών – κίνητρο αποδοτικότητας
- Bundled Payments: πληρωμή για 'πακέτο' φροντίδας (πχ επέμβαση + αποκατάσταση)
- ΗΠΑ Medicare/Medicaid: επέκταση αποζημίωσης RPM & telehealth (post-COVID)
- Ευρώπη: ετερογένεια – Σκανδιναβία πλήρως καλύπτει, άλλες χώρες μερικώς

# Εμπόδια Υιοθέτησης Τηλεϊατρικής

- Τεχνολογικά: ψηφιακό χάσμα, ελλειπείς υποδομές, legacy IT συστήματα
- Ανθρώπινοι παράγοντες: αντίσταση αλλαγής, ανεπαρκής εκπαίδευση, burnout
- Οργανωτικά: ανεπαρκής ηγεσία, έλλειψη στρατηγικής, διαδικαστικές αγκυλώσεις
- Κανονιστικά: ασαφές νομικό πλαίσιο, έλλειψη πιστοποίησης
- Οικονομικά: υψηλό αρχικό κόστος υλοποίησης, αβέβαιο ROI
- Πολιτισμικά: δυσπιστία ασθενών, προτίμηση φυσικής επαφής, θέματα γλώσσας

# 07

## Διεθνείς Εμπειρίες & Ελλάδα

*Βέλτιστες πρακτικές και ελληνική πραγματικότητα*

# Παγκόσμιες Εμπειρίες: Σκανδιναβία & ΗΠΑ

## SE Σκανδιναβία (Πρωτοπόρος)

- Σουηδία: 1177 Vårdguiden – εθνική τηλεδιαβούλευση (8M χρήστες)
- Νορβηγία: Helsenorge – ενιαίο ψηφιακό σύστημα υγείας
- Δανία: MedCom – 100% ηλεκτρονικές παραπομπές/συνταγές
- Φινλανδία: Kanta – εθνικό αρχείο υγείας (99% ασθενών)
- Κοινός παράγοντας: ισχυρή πολιτική βούληση & εθνική στρατηγική

## US ΗΠΑ (Μεγαλύτερη Αγορά)

- VA Telehealth: 2.3M Veterans εξυπηρετούνται εξ αποστάσεως
- Teladoc/Doctor on Demand: εισηγμένες εταιρείες τηλεϊατρικής
- Amazon Clinic, Apple Health: tech giants στην υγεία
- Epic MyChart: 200M ασθενείς – ηγετικό EHR
- Πρόβλημα: κατακερματισμός, ανισότητες, πολυπλοκότητα ασφάλισης

# Εμπειρίες Αναπτυσσόμενων Χωρών & Ισραήλ



## Αναπτυσσόμενες Χώρες

- Ινδία: eSanjeevani – 100M τηλεδιαβουλεύσεις (δωρεάν)
- Κένυα: M-Tiba – mobile health insurance/payments
- Μπαγκλαντές: Telenor Health – 12M συνδρομητές
- Βραζιλία: TelessaúdeRS – εθνικό τηλεσύστημα υγείας
- Κοινό χαρακτηριστικό: SMS & feature phones (όχι smartphones)

## IL Ισραήλ (Ψηφιακή Υγεία Leader)

- Clalit Health: ψηφιακές υπηρεσίες για 5M ασθενείς
- Sheba Medical Center: 'Hospital of the Future'
- Digital Health hub Tel Aviv: startup ecosystem
- AI imaging: 6 FDA-cleared AI tools εντός 2 ετών
- Research: PGS (population genomics study) – 500K genome

# Τηλεϊατρική στην Ελλάδα: Κατάσταση & Προοπτικές

- Πλεονέκτημα: 227 κατοικημένα νησιά, ορεινές περιοχές → ιδανικό για τηλεϊατρική
- ΕΣΥ: 127 νοσοκομεία, πολλά χωρίς ειδικούς – τηλεϊατρική μπορεί να γεφυρώσει
- ΕΔΥΤΕ (ΕΔΥΤΕ/GHNet): εθνικό δίκτυο υγείας – υποδομή για τηλεϊατρική
- Προγράμματα: τηλεϊατρική νησιών (TELEMED), ΕΣΠΑ-χρηματοδοτούμενα
- COVID-19 ώθηση: e-prescriptions 100%, τηλεδιαβουλεύσεις ΕΟΠΥΥ
- Προκλήσεις: γραφειοκρατία, έλλειψη εθνικής στρατηγικής, υποστελέχωση ψηφιακής υγείας

# Ευρωπαϊκός Χώρος Δεδομένων Υγείας (EHDS)

- EHDS (European Health Data Space): κανονισμός ΕΚ – στρατηγική ψηφιακής υγείας
- Πρωτογενής χρήση: πολίτες ελέγχουν & μοιράζονται τα ιατρικά τους δεδομένα EE-wide
- Δευτερογενής χρήση: ανώνυμα δεδομένα για έρευνα, πολιτική υγείας, καινοτομία
- My Health Record EU: ενιαίο ψηφιακό υγειονομικό βιβλιάριο για όλους τους πολίτες ΕΕ
- Εθνικά σημεία επαφής: κάθε κράτος-μέλος θα έχει EHDS node
- Χρονοδιάγραμμα: σταδιακή υλοποίηση 2025-2030

# 08

## Μέλλον & Καινοτομίες

*Αναδυόμενες τεχνολογίες και το μέλλον της ψηφιακής υγείας*

# Τηλεχειρουργική & Απτικές Τεχνολογίες

- Τηλεχειρουργική: ρομποτικά συστήματα (Da Vinci) + τηλεπικοινωνίες εξαιρετικά χαμηλής καθυστέρησης
- 5G enablement: latency <1ms επιτρέπει πραγματικό χρόνο χειρισμό από απόσταση
- Πρώτη τηλεχειρουργεία 5G: 2019 China – εγχείρηση εγκεφάλου 3000km απόσταση
- Haptic feedback: αίσθηση αφής εξ αποστάσεως – κρίσιμο για χειρουργό
- Nano-robots: θεωρητικά, μελλοντικά νανο-ρομπότ στην κυκλοφορία εκτελούν επεμβάσεις
- Προκλήσεις: latency safety, liability, απαιτήσεις δικτύου, χειρουργική εκπαίδευση

# Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα (LLMs) στην Υγεία

- GPT-4 / Gemini / Claude σε ιατρική: πέρασαν USMLE (US Medical Licensing Exam)
- Clinical note generation: αυτόματη σύνθεση κλινικών σημειώσεων από ηχητική καταγραφή
- Differential diagnosis support: βοήθεια γιατρού με λίστα διαφορικής διάγνωσης
- Patient communication: απλοποίηση ιατρικής γλώσσας για ασθενείς
- Drug discovery: DeepMind AlphaFold – επαναστατική πρόβλεψη δομής πρωτεΐνης
- Κίνδυνοι: hallucination (φανταστικές αλλά πειστικές πληροφορίες), bias, over-reliance

# Ψηφιακοί Δίδυμοι (Digital Twins) & Precision Medicine

- Digital Twin ασθενούς: ψηφιακό αντίγραφο φυσιολογίας για in-silico δοκιμές θεραπείας
- Εφαρμογές: Siemens Healthineers – ψηφιακός δίδυμος καρδιάς για χειρουργικό σχεδιασμό
- Precision Medicine: θεραπεία προσαρμοσμένη στο γενετικό προφίλ κάθε ασθενούς
- Φαρμακογενομική: AI επιλέγει φάρμακο & δόση βάσει γονιδιωματικής ανάλυσης
- Cancer genomics: Foundation Medicine, Tempus – γενετική ανάλυση ογκολογικής εξατομίκευσης
- Metaverse & Extended Reality: ψηφιακά νοσοκομεία, VR κατάρτιση χειρουργών

# Blockchain & Αποκεντρωμένη Υγεία

- Blockchain στη υγεία: αμετάβλητο, κατανεμημένο μητρώο ιατρικών συναλλαγών
- Εφαρμογές: ασφαλής ανταλλαγή EHR, διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού φαρμάκων
- Patient-controlled data: ο ασθενής αποφασίζει ποιος έχει πρόσβαση στα δεδομένα του
- Smart contracts: αυτόματη εκτέλεση ασφαλιστικών απαιτήσεων βάσει κλινικών δεδομένων
- Παράδειγμα: MedRec (MIT) – blockchain EHR prototype
- Σκεπτικισμός: blockchain ≠ λύση σε κάθε πρόβλημα – over-hype έχει μειωθεί

# Βασικά Συμπεράσματα

**01** Η τηλεϊατρική δεν είναι μέλλον – είναι παρόν: COVID-19 επιτάχυνε υιοθέτηση κατά 10 χρόνια

**02** Τεχνολογία μόνο δεν αρκεί: απαιτείται αλλαγή πολιτισμού, εκπαίδευση & κατάλληλη ρύθμιση

**03** Ισότητα είναι προτεραιότητα: η τηλεϊατρική πρέπει να εξυπηρετεί ΟΛΟΥΣ, όχι μόνο ψηφιακά εγγράμματους

**04** Η ΤΝ αλλάζει τα πάντα: από ανάλυση εικόνας έως LLMs – νέες δυνατότητες & νέοι κίνδυνοι

**05** Η Ελλάδα έχει ανάγκη & ευκαιρία: γεωγραφία, νησιά, γηράσκων πληθυσμός – ιδανικό πεδίο