

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**Σχολή Χρηματοοικονομικής και Στατιστικής
Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝΣΤΗΝ
ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ**

Η χρήση των Big Data στην ασφάλιση υγείας: η περίπτωση της Τηλε-ιατρικής.

Κωνσταντίνα Γιαννακόπουλου

A.M. ΜΑΕ/20018

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης
του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την
απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην
Αναλογιστική Επιστήμη και Διαχείριση Κινδύνων

Πειραιάς

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2024

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη Συνέλευση του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς στην υπ' αριθμ. 20 η /13.07.2022

συνεδρίασή της, σύμφωνα με τον Εσωτερικό Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Αναλογιστική Επιστήμη και Διαχείριση Κινδύνων.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Ξένος Π. , Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)
- Γ. Τζαβελάς, Αναπληρωτής Καθηγητής
- Π. Τήνιος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμών του συγγραφέα.

UNIVERSITY OF PIRAEUS
School of Finance and Statistics



Department of Statistics and Insurance Science

**POSTGRADUATE PROGRAM IN ACTUARIAL SCI-
ENCE AND RISK MANAGEMENT**

**The use of Big Data in Health Insurance: The
case of Tele-Medicine**

By

Konstantina Giannakopoulou

MSc Dissertation

submitted to the Department of Statistics and Insurance Sci-
ence of the University of Piraeus in partial fulfilment of the
requirements for the degree of Master of Science in Actuarial
Science and Risk Management

Piraeus, Greece

January 2024

*Στον παλπού
μου*

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασία κ. Παναγιώτη Ξένο Επίκουρο Καθηγητή του Μεταπτυχιακού για την καθοδήγηση στην διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών καθώς επίσης και για την ανάθεση και επίβλεψη της διπλωματικής μου εργασίας. Επιπλέον θα ήθελα να απευθύνω ευχαριστίες και στην οικογένεια μου για την συμπαράσταση τους στην μέχρι τώρα πορεία της ζωής μου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στην ανάλυση των δεδομένων μεγάλης κλίμακας στον ασφαλιστικό κλάδο της υγείας καθώς και τη συνεισφορά τους στον τομέα της Τηλεϊατρικής. Οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις στα μεγάλα δεδομένα δημιουργούν ένα άκρως καινοτόμο περιβάλλον με σκοπό να βελτιώσουν τις λειτουργίες του συστήματος υγείας και να αναβαθμίσουν την εξατομικευμένη ιατρική περίθαλψη.

Ο όρος μεγάλα δεδομένα χρησιμοποιείται για να περιγράψει σύνολα δεδομένων τόσο μεγάλα ή σύνθετα που ξεφεύγουν από τις δυνατότητες καταγραφής, αποθήκευσης και ανάλυσης των παραδοσιακών τεχνικών επεξεργασίας δεδομένων¹.

Οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις επηρέασαν τον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, με αποτέλεσμα οι ασθενείς να επωφελούνται λαμβάνοντας καλύτερες υπηρεσίες και οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης όπως νοσοκομεία, κλινικές, κλπ. να προσφέρουν αξιόπιστες και ποιοτικότερες λύσεις σε θέματα υγείας. Τα τελευταία χρόνια και ειδικά μετά την πανδημία (Covid-19) εκατομμύρια ασθενείς απολαμβάνουν τα οφέλη που τους παρέχουν οι διάφορες μορφές της ψηφιακής υγείας, μεταξύ των οποίων και η Τηλεϊατρική. Ωστόσο, η ψηφιακή εποχή στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης έχει και αρνητικό αντίκτυπο σε θέματα ασφάλειας των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων των ασθενών στα οποία έρχεται να δώσει λύση το εκάστοτε νομοθετικό πλαίσιο κάθε χώρας.

Λέξεις κλειδιά: Μεγάλα Δεδομένα, Ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων, Τηλεϊατρική, ασφάλεια υγείας, ασφαλιστικές εταιρίες, τιμολόγηση, πανδημία κορονοϊού, ψηφιακή υγεία, Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (ΓΚΠΔ)

¹https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CE%B3%CE%AC%CE%BB%CE%B1_%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1



Abstract

This thesis aims to analyze large-scale data in the health insurance industry as well as its contribution to the field of Telemedicine. Rapid technological developments in big data are creating a highly innovative environment to improve health system operations and upgrade personalized medical care.

Big data is used to describe amount of data so large or complex that they are beyond the capture, storage and analysis capabilities of traditional data processing techniques.

Rapid technological developments have affected the healthcare sector and patients benefit by receiving better services and healthcare providers such as hospitals, clinics, etc. offering reliable and quality healthcare solutions. In recent years and especially after the pandemic (Covid-19), millions of patients are enjoying the benefits provided by the various forms of digital health, including Telemedicine. However, the digital era in the field of health care also has a negative impact on the security of patients' sensitive personal data, to which the legislative framework of each country comes to provide a solution.

Key words: Big Data, Big Data Analytics, Telemedicine, Health Insurance, insurance companies, Pricing, pandemic covid-19, digital health, General Data Protection Regulation (GDPR)



Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ (BIG DATA) ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ.....	18
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ BIG DATA ΚΑΙ BIG DATA ANALYTICS	18
2.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ BIG DATA ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ.....	25
2.3 ΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΩΝ BIG DATA ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ.....	27
2.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ BIG DATA ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ	28
2.5 Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ BIG DATA ΣΤΗΝ «ΥΠΗΡΕΣΙΑ» ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ.....	31
2.5.1. ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΦΑΛΙΣΤΡΩΝ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΥΓΕΙΑΣ.....	33
2.5.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΡΟΥ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ (BIG DATA) ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ.....	37
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	37
3.2. ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ BIG DATA ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	38
3.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΓΕΙΑ.....	39
3.2.2. ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΓΕΙΑ, BIG DATA ΚΑΙ REAL WORLD DATA (RWD) ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ: Ο ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ ΣΤΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	42
3.3. ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ (Telemedicine).....	46
3.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ – ΟΡΙΣΜΟΙ.....	46
3.3.2 ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ.....	48
3.3.3 ΜΟΡΦΕΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ	51
3.3.3.1. ΤΗΛΕΔΕΡΜΑΤΟΛΟΓΙΑ (Teledermatology - TD).....	52
3.3.3.2. ΤΗΛΕΡΑΔΙΟΛΟΓΙΑ (Teleradiology).....	53
3.3.3.3. ΤΗΛΕΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ (Telepharmacy)	54
3.3.4 Η ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΟΥ ΤΗ ΔΙΕΠΕΙ	55
3.4. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ BIG DATA ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ	58
3.5. ΑΛΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΝ ΜΕΣΩ ΠΑΝΣΗΜΙΑΣ (covid- 19).....	59
3.5.1. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ ΤΩΝ BIG-TECH ΠΟΛΥΕΘΝΙΚΩΝ.....	61
3.6. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΕΤΑΙΡΙΕΣ	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	68

4.1	ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΕΣ	68
4.2	ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	72
4.3	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ	75
4.4	ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ.....	76
4.5	ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	80
4.6	ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ.....	81
4.7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	83
4.8	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΕΨΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΙΔΙΩΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΙΣΗ ΥΓΕΙΑΣ		100
5.1	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΥΓΕΙΑΣ	101
5.2	ΓΕΝΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΟΡΩΝ	103
5.3	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΥΓΕΙΑΣ- ΙΑΤΡΙΚΟ ΑΠΟΡΡΗΤΟ ΚΑΙ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΣΧΕΣΗΣ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΟΧΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟΥ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ..	106
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....		108
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		110

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με την εφαρμογή των **δεδομένων μεγάλης κλίμακας ή μεγάλων δεδομένων ή Μεγα-δεδομένων** (αγγλικά: Big Data) στον τομέα της ασφάλισης υγείας. Ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει σύνολα δεδομένων τόσο μεγάλα ή σύνθετα που ξεφεύγουν από τις δυνατότητες καταγραφής, αποθήκευσης και ανάλυσης των παραδοσιακών τεχνικών επεξεργασίας δεδομένων. Τα μεγάλα δεδομένα αναφέρονται σε μη δομημένα, ημι-δομημένα και δομημένα δεδομένα, κυρίως όμως εστιάζουν στα μη δομημένα δεδομένα².

Θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά στην Τηλεϊατρική καθώς μετά την κρίση της πανδημίας του COVID-19 έχει αυξηθεί ραγδαία η ανάγκη στη φροντίδα από απόσταση. Η αυξανόμενη ζήτηση για συστήματα τηλεϊατρικής έχει αποτελέσει μοχλό πίεσης στους παρόχους ψηφιακών συστημάτων για άμεσες λύσεις και εφαρμογές σε ζητήματα πολιτών, επαγγελματιών υγείας αλλά και δημόσιων φορέων ως εργαλεία για την αντιμετώπιση της πανδημίας. Η χρήση της τηλεϊατρικής φαίνεται να εδραιώνεται στο χώρο της υγείας με καλές προοπτικές, ωστόσο πολλά εμπόδια μένει να ξεπεραστούν σε πολλά επίπεδα με κυριότερο αυτό του κινδύνου παραβίασης των προσωπικών δεδομένων. Σε κάθε περίπτωση, τα αδιαμφισβήτητα πλεονεκτήματα της τηλευγείας την καθιστούν ως μία εξελισσόμενη αναγκαιότητα στο άμεσο μέλλον της υγειονομικής περίθαλψης³.

Η έννοια των Big Data ή των «μεγάλων δεδομένων» δεν αποτελεί μια νέα σύλληψη της εποχής, δεδομένου ότι προϋπήρχαν εκατοντάδες χρόνια πριν και έπαιζαν σημαντικό ρόλο στη ζωή μας. Η σωστή αξιοποίηση κάθε είδους δεδομένων τόσο από τους ανθρώπους όσο και από τον επιχειρηματικό κόσμο απέδιδε ισχυρά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα.

Τα Big Data, είχαν ήδη αρχίσει από την 1η Βιομηχανική Επανάσταση (1760-1860) να έχουν εφαρμογή στην ανάλυση δεδομένων με διάφορες επιστημονικές

²https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CE%B3%CE%AC%CE%BB%CE%B1_%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1

³ <http://ejournals.uniwa.gr/ojs/index.php/tovima/article/viewFile/4439/4088>

μεθόδους. Απώτερος σκοπός ήταν η βελτίωση της παραγωγής αναγνωρίζοντας ευκαιρίες αυτοματοποίησης και τυποποίησης των προϊόντων, η σωστή διαχείριση των οικονομικών κινδύνων προβλέποντας τον αντίκτυπο εξωτερικών παραγόντων στη επιχείρηση, η εκτίμηση επενδυτικών ευκαιριών, η επίτευξη ή η διατήρηση της ανταγωνιστικότητας, η δημιουργία προσωποποιημένων υπηρεσιών, προϊόντων κλπ.

Αναπόφευκτα λοιπόν, ο ρυθμός της αύξησης των δεδομένων ήταν ιλιγγιώδεις και συνεχίζει με εκθετικούς ρυθμούς, καθώς εκτιμάται ότι το 2018 καθημερινά παράγονταν δεδομένα μεγέθους 2,5 πεντάκις εκατομμυρίων (quintillion) bytes ανά άνθρωπο. Αυτό σημαίνει ότι το 90% των παγκόσμιων δεδομένων δημιουργήθηκε μόνο τα τελευταία δύο χρόνια⁴. Καθώς ο αριθμός αυτός διπλασιάζεται κάθε χρόνο, η συγκέντρωση παλαιών και νέων δεδομένων φτάνει σε πολύ υψηλά επίπεδα

Στον τομέας της υγείας ανέκαθεν υπήρχε μεγάλος όγκος δεδομένων (ηλεκτρονικά αρχεία υγείας) σε μη δομημένη ή ημι-δομημένη μορφή, χαρακτηριστικά τα οποία καθιστούν δύσκολη την εξαγωγή χρήσιμης πληροφορίας μέσω των παραδοσιακών εργαλείων και τεχνικών. Ο τεράστιος αυτός όγκος δεδομένων, ο οποίος δεν μπορεί να αναλυθεί χρησιμοποιώντας παραδοσιακές μεθόδους ονομάζεται Big Data. Για την εξέταση και ανάλυση των μεγάλων δεδομένων χρησιμοποιείται η τεχνική Big Data Analytics (Αναλυτική των Μεγάλων Δεδομένων), τα οποία έχουν τη δυνατότητα να επεξεργάζονται και να αναλύουν μια ευρεία γκάμα δεδομένων και να εξαγάγουν πολύτιμες πληροφορίες που δεν θα ήταν εφικτό με οποιαδήποτε άλλο τρόπο. Η αναλυτική δεδομένων μεγάλης κλίμακας επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση και τον εντοπισμό κρυμμένων παραμέτρων σε σχέση με τις διαδικασίες που παράγουν αυτά τα δεδομένα (Chen et al., 2014).

Παρόλο που η χρήση της τεχνολογίας των Big Data στον τομέα της υγείας έχει εξαπλωθεί και δημιουργεί ένα συνεχές ενδιαφέρον μεταξύ των ερευνητών της ακαδημαϊκής κοινότητας υπάρχει έλλειψη πληροφοριών και περιορισμένος αριθμός

⁴ <https://www.byteblog.gr/news/618-ti-einai-big-data-giati-to-big-data-analytics-einai-shmantiko>

σχετικών ανασκοπήσεων σχετικά με την εφαρμογή τους στην υγειονομική περίθαλψη (Mehta et al., 2018).

Εν κατακλείδι, η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην ανάλυση της έννοιας, των χαρακτηριστικών και της προοπτικής των Big Data στον τομέα της υγείας. Ειδικότερα θα γίνει αναφορά στην εφαρμογή των Big Data στον τομέα της τηλεϊατρικής λόγω της αυξημένης ζήτησης μετά την κρίση της πανδημίας του COVID-19. Τέλος όσον αφορά την ασφάλεια και ιδιωτικότητα των προσωπικών δεδομένων στην ασφάλιση υγείας στην εποχή των Big Data, ακολουθεί ανάλυση των συστημάτων τεχνολογίας με τα οποία καλύπτονται αλλά και διασφαλίζονται αυτές οι απαιτήσεις. Αφού προηγηθεί ανάλυση των όρων και των εννοιών που αναφέρθηκαν ανωτέρω, ακολουθεί μια συνοπτική καταγραφή της υφιστάμενης νομοθεσίας σχετικά με τον κανονισμό των προσωπικών δεδομένων.

Η παρούσα εργασία δομείται σε τέσσερα κεφάλαια. Το παρόν Κεφάλαιο περιγράφει συνοπτικά τα θέματα που θα αναπτυχθούν στις επόμενες ενότητες της εργασίας, στο Δεύτερο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η έννοια τόσο των Big Data γενικά όσο και στον κλάδο της ασφάλισης υγείας. Στο Τρίτο Κεφάλαιο αναλύεται η εφαρμογή των Big Data τον τομέα της Τηλεϊατρικής με πραγματικές εφαρμογές καθώς και τα άλματα που πραγματοποίησε εν μέσω πανδημίας. Στο Τέταρτο Κεφάλαιο Τέλος στο Πέμπτο Κεφάλαιο αναλύονται θέματα ιδιωτικότητας και ασφάλειας των προσωπικών δεδομένων των ασθενών και το πώς διασφαλίζεται μια σχέση εμπιστοσύνης με τους ασφαλισμένους στη διαχείριση τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ (BIG DATA) ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ BIG DATA ΚΑΙ BIG DATA ANALYTICS

Τα Big Data ή αλλιώς μεγάλα δεδομένα είναι μια από τις διεθνείς ορολογίες που τα τελευταία χρόνια έχει αποκτήσει σημαντική δυναμική στον κόσμο της τεχνολογίας με διττή σημασία. Αναφέρεται τόσο στην ύπαρξη μεγάλου όγκου ψηφιακών δεδομένων είτε

δομημένων (structured) ή μη δομημένων (unstructured) όσο και στα τεχνολογικά μέσα που απαιτούνται από έναν οργανισμό για την αποτελεσματική διαχείρισή τους δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στις ενέργειες που αναλαμβάνουν οι οργανισμοί για να χειρίζονται αυτά τα δεδομένα.

Τα Big Data, όπως άλλωστε υποδηλώνει και το όνομα τους, αντιπροσωπεύουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων, όπου η επεξεργασία και η ανάλυσή τους δεν είναι εύκολο να γίνει με τα παραδοσιακά λογισμικά δεδομένου ότι υπερβαίνουν κατά πολύ τις υφιστάμενες δυνατότητες σε όρους αποθήκευσης, επεξεργασίας και αναλυτικής ισχύος. *Συνεπώς Τα Big Data είναι δεδομένα των οποίων η κλίμακα, η ποικιλομορφία και η πολυπλοκότητα απαιτούν νέες αρχιτεκτονικές, τεχνικές, αλγόριθμους και αναλυτικά στοιχεία για τη διαχείριση και την εξαγωγή αξίας και χρήσιμων συμπερασμάτων από αυτήν (Garapati et al., 2018).*

Ύστερα από εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση, τα Big Data δεν έχουν ένα συνολικά αποδεκτό ορισμό, καθώς η έννοιά τους μπορεί να γίνει αντιληπτή με διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα κάθε φορά με την περίπτωση στην οποία εντάσσονται. *Ένας αρκετά αντιπροσωπευτικός ορισμός των μεγάλων δεδομένων είναι ότι τα χαρακτηρίζουν ως ένα σύνολο δεδομένων, των οποίων το μέγεθος, η ταχύτητα, ο τύπος και/ή η πολυπλοκότητα απαιτούν να αναζητηθεί, να υιοθετηθεί και να αναπτυχθεί νέος εξοπλισμός, καθώς και νέο λογισμικό για την επιτυχή αποθήκευση, ανάλυση και οπτικοποίηση των δεδομένων (Belle et al., 2015).*

Το Apache Hadoop είναι ένα πλαίσιο ανοιχτού κώδικα ειδικό για την αποθήκευση και την ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων που κυμαίνονται σε μέγεθος από giga-byte έως petabyte. Αντί να χρησιμοποιείται ένας μεγάλος υπολογιστής για την αποθήκευση και την επεξεργασία των δεδομένων, το Hadoop επιτρέπει τη ομαδοποίηση πολλών υπολογιστών για την ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων παράλληλα πιο γρήγορα. Το Hadoop είναι, δηλαδή, μια μηχανή επεξεργασίας και τα μεγάλα δεδομένα είναι η πρώτη ύλη. Το 2010 η ίδια κοινότητα, όρισε τα Big Data ως «σύνολα δεδομένων τα οποία αδυνατούμε να συλλέξουμε, διαχειριστούμε και

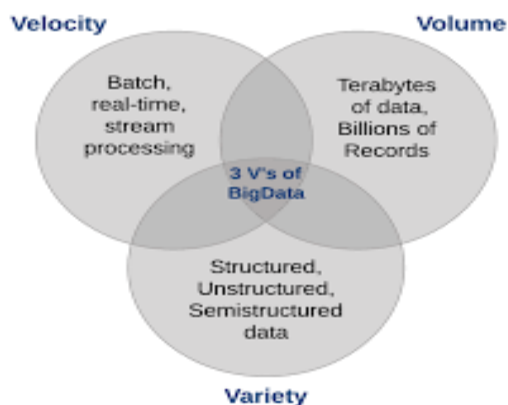
επεξεργαστούμε από κανονικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές εντός ενός αποδεκτού πλαισίου».

Ακολούθως, μια εταιρεία συμβουλευτικής, η McKinsey & Company βασιζόμενο στον ανωτέρω ορισμό, τοποθέτησε τα Big Data στο ανώτερο επίπεδο καινοτομίας και έρευνας συνδέοντας τα με τις τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της Πληροφορικής. Στην ίδια μελέτη, οι (Manyika et al., 2011) προσδιόρισαν ότι ο όγκος δεν είναι το μοναδικό χαρακτηριστικό κριτήριο για τα Big Data, αλλά και η συσχέτισή τους με τον τομέα στον οποίο παράγονται καθώς έτσι αλλάζει τόσο η πολυπλοκότητα όσο και οι ανάγκες ανάλυσης και επεξεργασίας.

Ωστόσο, η έννοια των μεγάλων δεδομένων απέκτησε δυναμική στις αρχές της δεκαετίας του 2001, όταν ο Doug Laney διατύπωσε σε ένα άρθρο τις απαιτήσεις των σύγχρονων δεδομένων και καθόρισε αυτά τα δεδομένα ως τα τρία Vs (όγκος, ταχύτητα και ποικιλία), δηλαδή αναφέρθηκε σε οποιαδήποτε πηγή δεδομένων που είχε τουλάχιστον τρία κοινά χαρακτηριστικά. Αναλυτικότερα:

- **Όγκος (Volume):** Τα δεδομένα αυξάνονται καθημερινά με έναν εκθετικό ρυθμό. Ο όγκος αυτών των δεδομένων είναι τεράστιος, με κύριες μονάδες μέτρησης τους τα Terabytes (TB: περίπου 10¹² bytes), τα Petabytes (PB: περίπου 10¹⁵ bytes), τα Zettabytes (ZB: περίπου 10²¹ bytes), κλπ.. Αφορά, δηλαδή, στον όγκο των δεδομένων που μετακινήθηκαν από Gigabytes σε terabyte και πέραν αυτού.
- **Ταχύτητα (Velocity):** Τα δεδομένα παράγονται με ταχύτατους ρυθμούς καθώς η ροή τους είναι τεράστια και συνεχής. Αυτό έχει ως συνέπεια να καθιστά την επεξεργασία τους ολοένα και πιο δύσκολη, στοιχείο που καθορίζει το πραγματικό δυναμικό των επιχειρήσεων.
- **τέλος η Ποικιλία (Variety):** αναφέρεται σε ετερογενείς πηγές προέλευσης καθώς και στη φύση των δεδομένων. Δηλαδή τα δεδομένα διατίθενται σε διαφορετικούς τύπους, τα δομημένα δεδομένα είναι συνήθως αριθμητικά ενώ τα μη δομημένα κείμενο, έγγραφα, email, βίντεο, ήχος, κ.λπ.

Εικόνα 1:Σχηματική απεικόνιση των τριών χαρακτηριστικών (3V) των Μεγάλων Δεδομένων

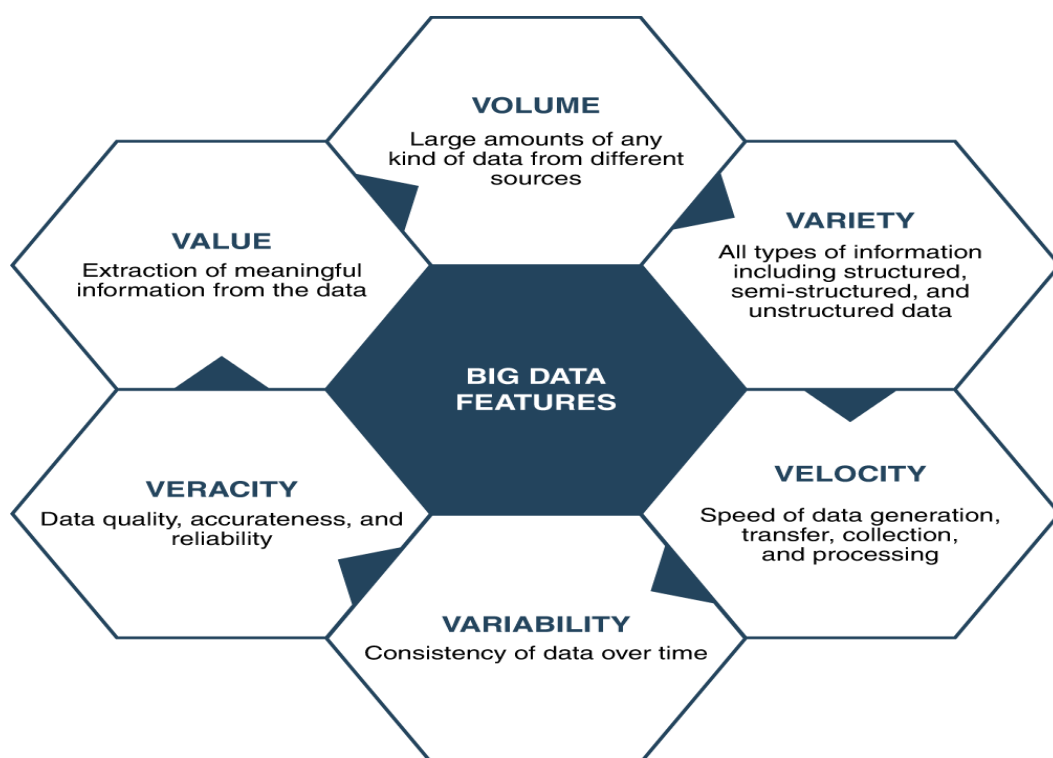


Τα παραπάνω χαρακτηριστικά έχουν υιοθετηθεί ευρέως από πολλές εταιρίες μεταξύ των οποίων και οι Gartner, IBM, Microsoft, Netflix, Amazon κ.τ.λ. Τρία επιπλέον Vs έχουν προκύψει τα τελευταία χρόνια: Εγκυρότητα (**Veracity**), Αξία(**Value**) και η Μεταβλητότητα (**Variability**). Συγκεκριμένα:

- Εγκυρότητα (**Veracity**): Ο όρος αυτός αναφέρεται στην εγκυρότητα των δεδομένων και η τροφοδοσία των Big Data πρέπει να προέρχεται από σχετικές και έγκυρες πηγές. Επειδή τα δεδομένα αυτά μπορούν να προέρχονται από τόσες πολλές διαφορετικές πηγές, είναι δύσκολο να συσχετίζονται, να αναλύονται και να επεξεργάζονται σε όλα τα συστήματα. Αυτό συνεπάγεται την εξασφάλιση της ποιότητας των δεδομένων και κατά συνέπεια της ποιότητας των στοιχείων που μπορούν να αντληθούν από αυτά τα δεδομένα (Dash et al., 2019)
- Αξία (**Value**): Στην έρευνα τους οι (Manyika et al., 2011) εξέτασαν ότι ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό στοιχείο των Big Data είναι η Αξία (Value), η οποία αναφέρεται στην εξαγωγή πολύτιμων πληροφοριών από τεράστια σύνολα δεδομένων και συνήθως αναφέρεται ως Big Data Analytics (Αναλυτική Μεγάλων Δεδομένων). Η σωστή επιλογή των δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για την εταιρεία και τις μελλοντικές της δραστηριότητες. Η τιμή των δεδομένων είναι χρήσιμη για τη λήψη ορθών αποφάσεων, ενώ συνήθως η ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν πραγματοποιείται τόσο μέσω δεικτών, όσο και μέσω στατιστικών αναλύσεων (Senthilkumar et al., 2018)

- Τέλος ένα άλλο στοιχείο που στα χαρακτηριστικά των μεγάλων δεδομένων είναι η Μεταβλητότητα (**Variability**), όπου αναφέρεται στις διακυμάνσεις των δεδομένων καθ' όλη τη διάρκεια του χειρισμού και του κύκλου ζωής τους καθώς και στον χρόνο που τα δεδομένα αποθηκεύονται.

Εικόνα 2: Σχηματική απεικόνιση των έξι χαρακτηριστικών (6V) των Μεγάλων Δεδομένων



Επιπλέον, σύμφωνα με τους (Uddin & Gupta, 2014) προστέθηκαν άλλα δυο Vs, το Volatility, μεταβλητότητα πάλι, αλλά υπό το πρίσμα της χρονικότητας όπου τα δεδομένα έχουν παλαιώσει και πιθανόν πλέον να μην αποδίδουν σωστά αυτό που περιγράφουν και το Validity (Καταλληλότητα), το οποίο συσχετίζει τα δεδομένα με τη χρησιμότητά τους στη συγκεκριμένη περίπτωση στην οποία εντάσσονται.

Παρόλο που έχει πραγματοποιηθεί εκτενής συζήτηση σχετικά με τον ορισμό των Big Data, η ακαδημαϊκή και επιχειρηματική κοινότητα έχουν εστιάσει κυρίως στο πώς θα συλλεχθούν τα δεδομένα και πώς θα μετατραπούν από απλά «πολλά δεδομένα» σε «δεδομένα μεγάλης κλίμακας» (Favaretto et al., 2020).

Η μελέτη και ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων, περιλαμβάνει μια αλγοριθμική και μαθηματική διαδικασία με σκοπό την ανάδειξη συσχετίσεων και την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών και συμπερασμάτων και ονομάζεται αναλυτική μεγάλων δεδομένων (Big Data Analytics). Επομένως η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων περιγράφει τη διαδικασία εύρεσης τάσεων, μοτίβων και συσχετίσεων σε μεγάλες ποσότητες ακατέργαστων δεδομένων για να βοηθήσει στη λήψη αποφάσεων. Οι διαδικασίες αυτές κάνουν χρήση τεχνικών στατιστικής ανάλυσης -όπως η ομαδοποίηση και η παλινδρόμηση- και τις εφαρμόζουν σε διευρυμένα σύνολα δεδομένων με τη βοήθεια νεότερων εργαλείων. Εργαλεία όπως το Hadoop συμβάλλουν στη μείωση του κόστους αποθήκευσης. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η αποδοτικότητα των επιχειρήσεων, δηλαδή εξοικονομούνται περισσότερα χρήματα, ενέργεια και στη λαμβάνονται ταχύτερες αποφάσεις.

Στη διεθνή βιβλιογραφία, η αναλυτική των μεγάλων δεδομένων κατηγοριοποιείται, με διάφορες οπτικές, μερικές εκ των οποίων περιγράφονται παρακάτω. . Οι Lustig et al. (2010) ομαδοποιούν την ανάλυση των δομημένων δεδομένων σε τρεις κατηγορίες ως εξής: περιγραφική ανάλυση που αναλύουν δηλαδή τι συνέβη, προβλέψεις αναλυτικών προβλέψεων για το τι πρόκειται συμβεί και αναλυτικές προδιαγραφές που υποδεικνύουν τι πρέπει να γίνει. Επιπλέον, οι Herschel et al. (2015) αναγνωρίζουν την ανάλυση των δεδομένων εξετάζοντας τα για να δώσουν απαντήσεις για ποιο λόγο δημιουργήθηκε ένα συμβάν. Επιπλέον, δύο βασικές κατηγορίες ανάλυσης δεδομένων περιγράφονται ως περιγραφικές και προγνωστικές αναλυτικές (Sanders 2016). Οι περιγραφικές αναλύσεις μπορούν να θεωρηθούν ως βασικές αναλυτικές ενώ οι προγνωστικές αναλύσεις ως προηγμένες αναλυτικές (Sanders 2016, Lustig et al., 2010).

Τα οφέλη από τη χρήση του Big Data Analytics είναι αδιαμφισβήτητα πολλά και προφέρουν ευκαιρίες γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ παραδοσιακών και νέων τεχνικών ανάλυσης και παρέχοντας στις επιχειρήσεις ένα ισχυρό εργαλείο να

αναπτυχθούν. Τα οφέλη από την υιοθέτηση εργαλείων ανάλυσης δεδομένων ποσοτικοποιούνται ως εξής⁵:

- 20-35% μείωση του χρόνου εκτέλεσης εργασιών μέσω αυτοματοποίησης των διοικητικών λειτουργιών,
- 15-25% μείωση των αποθεμάτων μέσω καλύτερης πρόβλεψης της ζήτησης και αμεσότερης ανταπόκρισης της αλυσίδας εφοδιασμού,
- 1-3% αύξηση εσόδων με χρήση πραγματικών στοιχείων πωλήσεων της αγοράς, με σκοπό τη βελτιστοποίηση της τιμολόγησης, του ύψους των αποθεμάτων και της τοποθέτησης και εμπορικής προώθησης προϊόντων,
- 5-7 μονάδες υψηλότερη απόδοση επένδυσης (ROI) μέσω βελτιστοποίησης στις τιμές των προϊόντων,
- 10-25% μείωση των δαπανών E&A με τη χρήση Big Data για την καλύτερη πρόβλεψη πετυχημένων καινοτομιών και τη σωστή καθοδήγηση επενδυτικών αποφάσεων,
- 5% μείωση σε δαπάνες marketing με την αξιοποίηση πληροφοριών που σχετίζονται με την ανταπόκριση του καταναλωτή στα διάφορα κανάλια, για την καλύτερη εφαρμογή των προωθητικών ενεργειών, την ενίσχυση του loyalty και την αύξηση των πωλήσεων,
- 50% λιγότερος χρόνος για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων μέσω διαχείρισης απόδοσης επόμενης γενιάς.

Εν συντομία, μπορούμε να πούμε πως η διαφορά μεταξύ των μεγάλων δεδομένων και στην ανάλυση τους είναι ότι τα μεγάλα δεδομένα (Big Data) αφορούν ένα μεγάλο σύνολο σύνθετων δεδομένων, ενώ η ανάλυση δεδομένων (Big Data Analytics) είναι η διαδικασία εξέτασης, επεξεργασίας και κατηγοριοποίησης δεδομένων για την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

⁵ <https://banks.com.gr/ofeli-ton-big-data-analytics-gia-tis-epicheiriseis/>

2.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ BIG DATA ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

Όπως και σε άλλους τομείς έτσι και στον τομέα της υγείας η ανάλυση μεγάλων δεδομένων έχει αρχίσει να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των εφαρμοσμένων πρακτικών αλλά και της έρευνας. Παρέχει εργαλεία για τη συγκέντρωση, επεξεργασία και την ανάλυση μεγάλου όγκου ανόμοιων, δομημένων και μη δεδομένων που αντλούνται από τα υπάρχοντα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης.

Το ερώτημα όμως που προκύπτει και αποτελεί αντικείμενο έρευνας για τη διεθνή επιστημονική κοινότητα είναι, πώς ποιοτικότερα και περισσότερα δεδομένα θα συμβάλουν υποστηρικτικά την υγειονομική περίθαλψη έτσι ώστε να έχουμε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα για τους ασθενείς⁶;

Το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης αυξάνεται συνεχώς ως αποτέλεσμα της ραγδαίας αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού αλλά και της μείωσης του ρυθμού θνησιμότητας. Ωστόσο, τα Big Data αποσκοπούν στη μείωση του κόστους προβλέποντας επιδημίες, χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία νόσων, στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ασθενούς και την αποφυγή των αποτρέψιμων θανάτων. Η επικρατούσα τάση είναι να κατανοήσουμε τον ασθενή όσο το δυνατόν περισσότερο, ελπίζοντας να δράσουμε στα πρώιμα στάδια μιας σοβαρής ασθένειας έτσι ώστε η θεραπεία να είναι πιο απλή και λιγότερο δαπανηρή. Για τον ασθενή αυτό θα σημαίνει ποιοτικότερη, ταχύτερη και φθηνότερη διάγνωση και θεραπεία, και καλύτερη ενημέρωση σχετικά με τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης.

Ο Pēteris Zilgalvis, Επικεφαλής της Μονάδας Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών για την Υγεία και την Ευεξία στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αναφέρει ότι “Η ανάλυση ανόμοιων και άκρως δυναμικών δεδομένων θα ωφελήσει διάφορους τομείς όπως την επιδημιολογική έρευνα ή την έγκαιρη ανίχνευση και την πρόληψη των ασθενειών. Με τη μετάβαση από μια προσέγγιση αναφοράς (τι έχει συμβεί;) σε μια

⁶ <https://sciencebusiness.net/>

προσέγγιση πρόβλεψης (τι θα συμβεί;), τα Big Data δημιουργούν μια νέα εποχή της γνώσης στον κόσμο της ιατρικής περίθαλψης”.

Τα οφέλη που απορρέουν από τη διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων στο χώρο της υγείας είναι τεραστία, πρέπει όμως να επεξεργαστούν με τη δέουσα φροντίδα και προσοχή όσον αφορά την προστασία των προσωπικών δεδομένων των ασθενών. Και αυτό γιατί οι Cyber κλέφτες στοχεύουν συνήθως σε ιατρικά αρχεία, και προσπαθούν να κερδίσουν περισσότερα χρήματα από κλεμμένα δεδομένα για την υγεία από ότι με μικροκλοπές στοιχείων καρτών ή χρηματοπιστωτικών λογαριασμών. Είναι απαραίτητο να βρεθεί μια ισορροπία μεταξύ της ιδιωτικής ζωής, της ασφάλειας και της καινοτομίας για τη βέλτιστη διαχείριση των υπηρεσιών της υγειονομικής περίθαλψης, και τη μέγιστη αποτελεσματικότητα.

Η εύρεση της ισορροπίας στη διαχείριση των δεδομένων, στην υγειονομική περίθαλψη διερευνάται από το επιστημονικό και επιχειρηματικό δίκτυο που την πλαισιώνει, ενώ παράλληλα εξετάζει και άλλα σχετικά θέματα, μερικά εκ των οποίων αναλύονται παρακάτω:

- Το αυξανόμενο κόστος της υγειονομικής περίθαλψης σε παγκόσμιο επίπεδο δημιουργεί ερωτήματα σχετικά με το πόσο γρήγορα μπορούν να εφαρμοστούν τα Big Data στον τομέα της υγείας για να επιτευχθεί η τεράστια εξοικονόμηση κόστους μέσω της εξάλειψης των περιττών διαδικασιών ή της επανάληψης εξετάσεων.
- Η ιατρική βιομηχανία έχει στη διάθεσή της τεράστια ποσότητα δεδομένων, τα οποία όμως είναι αποθηκευμένα χωριστά σε αρχεία που ελέγχονται από διαφορετικούς γιατρούς, ιατρεία, νοσοκομεία, κλινικές και διοικητικές υπηρεσίες. Η πρόκληση των Big Data είναι κατά πόσο μπορούν με επιτυχία να συνενώσουν και να χρησιμοποιήσουν τις εφαρμογές ανάλυσης δεδομένων για την αποτελεσματική αναζήτηση, επεξεργασία και ανάλυση αυτών.
- Πως τα Big Data θα βοηθήσουν ώστε να υπάρχει μια ολοκληρωμένη εικόνα του ασθενή, προκειμένου να του προσφέρει το σύστημα υγείας ένα εξατομικευμένο πακέτο υγειονομικής περίθαλψης;

- Θα πρέπει να διερευνηθούν οι προτεραιότητες της πολιτικής των Big Data στον τομέα της υγείας και ποιοι οι τρόποι για την αντιμετώπιση των ανησυχιών και εύρεσης της χρυσής τομής στην ιδιωτική ζωή, την κυριότητα των ιατρικών δεδομένων, της υποστήριξης της έρευνας των αναλύσεων και της διαφάνειας των δεδομένων.

2.3 ΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΩΝ BIG DATA ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

Τα δεδομένα στην υγειονομική περίθαλψη προέρχονται από διαφορετικές πηγές και συναντώνται σε διαφορετικές δομές και μορφές. Όσον αφορά τα μεγάλα δεδομένα (Big Data) στην ηλεκτρονική υγεία αναφερόμαστε σε σύνολα δεδομένων, τα οποία συλλέγονται χωρίς εξωτερική παρέμβαση και αποθηκεύονται ηλεκτρονικά. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν κάθε φορά για διαφορετικό σκοπό ενώ προέρχονται από υφιστάμενες βάσεις δεδομένων με σκοπό τη βελτίωση του επιπέδου υγείας του πληθυσμού αλλά και της συνολικής απόδοσης του συστήματος υγείας.

Στο σημείο αυτό έχουν ήδη αναλυθεί τα χαρακτηριστικά των μεγάλων δεδομένων που αφορούν τον τομέα της υγείας. Όπως και σε άλλους κλάδους έτσι και στον υγειονομικό, η προέλευση των Big Data αποδίδεται σε συλλογές δεδομένων διαφορετικών πηγών οι κυριότερες από τις οποίες είναι οι εξής (Raghurathi, 2014):

- Συστήματα νοσοκομειακών και κλινικών πληροφοριών (ιατρικοί φάκελοι)
- Δεδομένα ασφαλιστικών οργανισμών
- Δημογραφικές και επιδημιολογικές εγγραφές
- Δεδομένα ιατρικών συσκευών και φαρμάκων
- Χρηματοοικονομικές συναλλαγές
- Δεδομένα βιοϊατρικών μετρήσεων
- Βάσεις γενετικών δεδομένων
- Αναζητήσεις διαδικτύου
- Μέσα κοινωνικής δικτύωσης
- Μη-δομημένα δεδομένα σημειώσεων και αλληλογραφία

Ειδικότερα τα δεδομένα που αντλούνται από τα πληροφοριακά συστήματα ηλεκτρονικής υγείας, αφορούν μεγάλο όγκο δεδομένων γνωστά και ως μεγάλα δεδομένα. Τα σημαντικότερα από τα πληροφοριακά συστήματα είναι τα εξής:

- Σύστημα Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης (συνταγογράφηση φαρμάκων, ιατρικών πρωτοκόλλων)
- Σύστημα Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας Ασθενούς, σύνδεση με τα πληροφοριακά συστήματα των νοσοκομείων)
- Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομείων
- Ατομικό / Οικογενειακό/ Κληρονομικό ιστορικό

Οι πηγές των Big Data στην υγειονομική περίθαλψη μπορούν να ταξινομηθούν ως εσωτερικές (π.χ. ηλεκτρονικά αρχεία υγείας) και εξωτερικές (εργαστήρια, φαρμακεία, ασφαλιστικές εταιρείες κλπ.). Τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται σε πολλαπλές μορφές (επίπεδα αρχεία, σχεσιακοί πίνακες, ASCII/ κείμενα κ.λπ.) ενώ φυλάσσονται σε διαφορετικές τοποθεσίες (τόσο με την γεωγραφική έννοια της τοποθεσίας, όσο και με την έννοια ότι φιλοξενούνται στις εγκαταστάσεις διαφορετικών παρόχων υγειονομικής περίθαλψης) και τηρούνται και σε διαφορετικές εφαρμογές (εφαρμογές επεξεργασίας συναλλαγών, βάσεις δεδομένων κλπ.) (Garapati et al., 2018). Από τα παραπάνω προκύπτει ότι τα Big Data στην υγεία περιλαμβάνουν δεδομένα σχετικά με τη φυσιολογία, τη συμπεριφορά, τη μοριακή, την κλινική πρακτική, την περιβαλλοντική έκθεση, την ιατρική απεικόνιση, τη διαχείριση των ασθενειών, το ιστορικό συνταγογραφούμενων φαρμάκων, τη διατροφή ή ακόμα και παραμέτρους άσκησης (Auffray et al., 2016)

2.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ BIG DATA ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης έχουν στη διάθεση τους μεγάλες ποσότητες προσωπικών δεδομένων έτσι ώστε να προσφέρουν αποτελεσματική και σωστή φροντίδα στους ασθενείς. Η ασφάλεια όμως αυτών των δεδομένων είναι ιδιαίτερα ευάλωτη στον κίνδυνο της απάτης. Τα δεδομένα προσωπικού

χαρακτήρα είναι πληροφορίες που αφορούν ένα ταυτοποιημένο εν ζωή άτομο, δηλαδή πληροφορίες από διαφορετικές πηγές οι οποίες εάν συνδυαστούν όλες μαζί, μπορούν να οδηγήσουν στην ταυτοποίηση ενός συγκεκριμένου ατόμου.

Οι εισβολείς συχνά χρησιμοποιούν κακόβουλα λογισμικά αλίευσης των προσωπικών δεδομένων τα οποία στη συνέχεια χρησιμοποιούν για προσωπικό όφελος. Ενώ τα μέτρα ασφαλείας παραμένουν αυστηρά οι κίνδυνοι συνεχώς αυξάνονται. Είναι απαραίτητο, λοιπόν, οι οργανισμοί να χρησιμοποιούν μέτρα ασφάλειας δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης τα οποία θα προστατεύουν αποτελεσματικά τα περιουσιακά στοιχεία τους, ενώ παράλληλα θα ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης. (Abouelmehdi et al., 2017)

Ένα αποτελεσματικό εργαλείο θωράκισης τόσο των δημόσιων όσο και των ιδιωτικών Οργανισμών απέναντι στον κίνδυνο της απάτης είναι τα “ Big Data Analytics”. Πρόκειται δηλαδή για μια διαδικασία εφαρμογής στατιστικής ανάλυσης σε ένα μεγάλο σύνολο δεδομένων, τα οποία περιλαμβάνουν κωδικοποιημένα μοτίβα, συσχετισμούς, τάσεις της αγοράς και προτιμήσεις των πελατών, με σκοπό να διευκολύνουν τους οργανισμούς να λαμβάνουν όχι μόνο σωστές αλλά και αξιόπιστες επιχειρηματικές αποφάσεις.

Ιδιαίτερα στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης η διαφύλαξη των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα είναι υψίστης σημασίας γι' αυτό και η εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών και οργανωτικών μέτρων ασφάλειας κρίνεται απαραίτητη. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες είναι οι εξής:

1. **Έλεγχος ταυτότητας:** Η επαλήθευση της ταυτότητας είναι η διαδικασία που εξακριβώνει ότι τα στοιχεία που δηλώνει ο χρήστης είναι αυθεντικά, διασφαλίζει, δηλαδή, την ακεραιότητα των δεδομένων της ταυτότητας των χρηστών. Τα περισσότερα πρωτόκολλα κρυπτογράφησης πραγματοποιούν κάποιου είδους έλεγχο της ταυτότητας του τελικού χρήστη για να εξασφαλίσουν την ασφάλεια επικοινωνίας πάνω από ένα δίκτυο υπολογιστών. Για παράδειγμα, τα πρωτόκολλα Transport Layer Security (TLS) και ο προκάτοχός του, Secure

Sockets Layer (SSL), είναι κρυπτογραφικά πρωτόκολλα που παρέχουν ασφάλεια για επικοινωνίες μέσω δικτύων υπολογιστών (Dierks & Rescorla, 2008).

- 2. Κρυπτογράφηση:** Η κρυπτογράφηση δεδομένων είναι η διαδικασία κωδικοποίησης πληροφοριών. Αυτή η διαδικασία μετατρέπει την αρχική αναπαράσταση των πληροφοριών, γνωστή ως απλό κείμενο, σε μια εναλλακτική μορφή γνωστή ως κρυπτοκείμενο⁷. Η κρυπτογράφηση δεδομένων χρησιμοποιείται παντού, και είναι η “κλειδαριά” που κρατάει την ψηφιακή μας ζωή ασφαλή. Στον τομέα της υγείας, το σύστημα κρυπτογράφησης πρέπει να είναι αποτελεσματικό, εύκολο στη διαχείριση του τόσο από τους ασθενείς όσο και από τους επαγγελματίες και να είναι ευέλικτο ώστε να μπορεί να συμπεριλάβει νέα δεδομένα (ηλεκτρονικά αρχεία υγείας κτλ). Αν και έχουν αναπτυχθεί αρκετοί αλγόριθμοι κρυπτογράφησης με καλές επιδόσεις (RSA, AES, RC6, DES, 3DES, IDEA, Blowfish κ.α. (Zhang & Liu, 2010) η σωστή επιλογή των κατάλληλων για τα Big Data παραμένει ένα άλυτο πρόβλημα.
- 3. Data Masking:** Η κάλυψη δεδομένων είναι ένας τρόπος για να δημιουργηθεί μια τεχνητή, αλλά ταυτόχρονα μια ρεαλιστική έκδοση των δεδομένων του οργανισμού, δηλαδή είναι μια τεχνική ανωνυμοποίησης όπου αφαιρούνται προσωπικά στοιχεία από σύνολα δεδομένων, ώστε τα άτομα που περιγράφουν τα δεδομένα να παραμένουν μη αναγνωρίσιμα, ανώνυμα, και να μη μπορούν να ταυτοποιηθούν με κανένα τρόπο⁸. Το Data Masking δεν αποτελεί τεχνική κρυπτογράφησης και η διαδικασία μετατροπής των δεδομένων δεν είναι αντιστρέψιμη, οπότε δεν μπορεί να ανακτηθεί η αρχική τιμή. Συνήθως οι τιμές αυτές αφορούν αναγνωριστικά στοιχεία όπως όνομα, αριθμός κοινωνικής ασφάλισης, στοιχεία γέννησης, κ.α.. Ο στόχος είναι η προστασία των ευαίσθητων δεδομένων, παρέχοντας παράλληλα μια λειτουργική εναλλακτική όταν δεν χρειάζονται πραγματικά δεδομένα, για παράδειγμα, στην εκπαίδευση χρηστών,

⁷<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%81%CF%85%CF%80%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%B7%CF%83%CE%B7>

⁸<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CF%89%CE%BD%CF%85%CE%BC%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%AF%CE%B7%CF%83%CE%B7>

σε επιδείξεις πωλήσεων ή σε δοκιμές λογισμικού. Το data masking αποτελεί μια από τις δημοφιλείς λύσεις για ανωνυμοποίηση κρίσιμων δεδομένων. (Archana et al., 2018)

4. **Έλεγχος πρόσβασης:** Αφού πραγματοποιηθεί ο έλεγχος ταυτότητας οι χρήστες περνούν από την εξουσιοδότηση, δηλαδή τη διαδικασία χορήγησης ή περιορισμού των δικαιωμάτων πρόσβασης στους πόρους με βάση τα προνόμια του προφίλ του χρήστη είτε αυτός είναι επαγγελματίας είτε ασθενής ή κάποιος τρίτος. Η χορήγηση δικαιωμάτων πρόσβασης πρέπει να γίνεται με πολλή προσοχή σε κάθε σύστημα, πόσο μάλλον στον τομέα της υγείας λόγω της διαχείρισης ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων, διασφαλίζοντας ότι κάθε χρήστης θα μπορεί να εκτελεί μόνο τις ενέργειες για τις οποίες έχει εξουσιοδοτηθεί. Επομένως ο έλεγχος πρόσβασης επιτρέπει την επίτευξη εξουσιοδότησης. Το RBAC (Role Based Access Control) και το ABAC (Access Based Control) είναι δύο τύποι μεθόδων ελέγχου πρόσβασης. Το RBAC παρέχει δικαιώματα πρόσβασης ανάλογα με τους ρόλους των χρηστών, ενώ το ABAC παρέχει δικαιώματα πρόσβασης λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες των χρηστών, των πόρων και του περιβάλλοντος. Αποτελούν τα πιο γνωστά μοντέλα για τον έλεγχο πρόσβασης στον Ηλεκτρονικό Φάκελο Υγείας EHR (Electronic Health Record), αν και έχουν εντοπιστεί περιορισμοί όταν αυτά χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε συστήματα υγείας (Fugkeaw et al., 2015). Επομένως για να καλυφθούν οι αυξημένες ανάγκες πρόσβασης σε πολύπλοκα συστήματα, όπως στην υγειονομική περίθαλψη είναι απαραίτητη η υιοθέτηση τεχνολογιών που συνδυάζουν και τεχνικές ασφαλείας όπως η κρυπτογράφηση.

2.5 Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ BIG DATA ΣΤΗΝ «ΥΠΗΡΕΣΙΑ» ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

Ο ακρογωνιαίος λίθος του κλάδου ασφάλισης υγείας ήταν ανέκαθεν τα δεδομένα που είχαν στη διάθεσή τους οι ασφαλιστικές εταιρείες και βασίζονταν σε μαθηματικά

μοντέλα για την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων. Διανύουμε μια εποχή όπου ο όγκος τους αυξάνεται με φρενήρη ρυθμούς δημιουργώντας μια τεράστια «δεξαμενή» δεδομένων και σε συνδυασμό με την προηγμένη τεχνολογία που έχουν στη διάθεσή τους οι ασφαλιστές υγείας χρησιμοποιούν τα Big Data προς όφελός τους. Η πραγματικότητα είναι ότι οι εταιρείες ασφάλισης υγείας δεν είναι πλέον σε θέση να ανταγωνίζονται μόνο με την δυναμική των συμβολαίων υγείας τους. Ο σημερινός πελάτης αναμένει απόλυτη εχεμύθεια και προσωποποιημένη εξυπηρέτηση σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του. Με βάση τα νέα δεδομένα στην αγορά, οι ασφαλιστές υγείας πρέπει να παρέχουν πρωτοπόρες και ταυτόχρονα δελεαστικές προτάσεις στους πελάτες με βάση τα προσωπικά τους δεδομένα, ώστε να μπορούν να λαμβάνουν πακέτα κάλυψης της συνολικής υγείας τους που θα ταιριάζουν στις ατομικές τους ανάγκες.

Η βέλτιστη λήψη στρατηγικών αποφάσεων αποτελεί τη μεγάλη πρόκληση της εποχής μας γιατί προσδίδει σημαντικό συγκριτικό πλεονέκτημα και συμβάλλει στη δημιουργία ενός ανταγωνιστικού και πρωτοποριακού εταιρικού προφίλ. Για να διατηρήσουν αλλά και να εξελίξουν το πλεονέκτημά τους οι ασφαλιστές υγείας, πρέπει να παρακολουθούν τις εξελίξεις και τις τάσεις ανάλυσης των δεδομένων στον ασφαλιστικό κλάδο.

Η ύπαρξη των Big Data και η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων που παρέχουν, έτσι ώστε να οδηγήσουν στο υψηλότερο σημείο απόδοσής τους για τη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων είναι δύο στοιχεία που απαιτούν διαφορετική αντιμετώπιση. Η αξιοποίηση των διαθέσιμων δεδομένων και η εξαγωγή πληροφορίας από αυτά, απαιτεί ιδιαίτερη γνώση και εμπειρία λόγω της πολυσύνθετης δομής τους, καθώς όπως ήδη έχει αναφερθεί οι παραδοσιακές μέθοδοι επεξεργασίας και ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων δεν επαρκούν. Η τεχνογνωσία που απαιτείται για την αξιοποίηση των big data είναι πάνω στην αναλυτική των δεδομένων (data analytics). Από την άλλη, η αξιοποίηση των big data απαιτεί υποδομές, όπως κατάλληλο λογισμικό διαχείρισης, επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων, αφενός φιλικό προς τον χρήστη και αφετέρου ευέλικτο στα δεδομένα και στις ανάγκες του εκάστοτε οργανισμού.

Συνεπώς, τα μεγάλα δεδομένα προσφέρουν αναρίθμητα πλεονεκτήματα στις εταιρείες ασφάλισης υγείας, οι οποίες είναι πρόθυμες να επενδύσουν στην αναλυτική των μεγάλων δεδομένων προς όφελός τους. Συνοπτικά, μερικά από τα πιο σημαντικά οφέλη των Big Data στον κλάδο ασφάλισης της υγείας είναι τα εξής⁹:

- ✓ Προσφέρετε μια εξατομικευμένη εμπειρία εξυπηρέτησης στα μέλη.
- ✓ Να εντοπίζεται η απάτη πριν συμβεί
- ✓ Παρέχετε η σωστή φροντίδα την κατάλληλη στιγμή
- ✓ Επανάσταση στην εμπειρία εξυπηρέτησης πελατών
- ✓ Προωθούνται οι υγιεινές συνήθειες για να μειωθούν τα κόστη ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης
- ✓ Γρήγορη παρακολούθηση αξιώσεων με προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία.

2.5.1. ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΦΑΛΙΣΤΡΩΝ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΥΓΕΙΑΣ

Το Εθνικό Σύστημα Υγείας (Ε.Σ.Υ.) της χώρας μας, το οποίο ιδρύθηκε το 1983 με κύριο άξονα την αναβάθμιση της δημόσιας υγείας και την ενοποίηση των δημόσιων υποδομών περίθαλψης. Στόχος του ήταν η δωρεάν παροχή υπηρεσιών σε δομές υγείας καθώς και η ιατροφαρμακευτική κάλυψη των αναγκών του ελληνικού πληθυσμού. Σήμερα, 39 χρόνια μετά, το σύστημα αυτό θεωρείται πλέον ξεπερασμένο και η αναδιαμόρφωση του κρίνεται απαραίτητη προκειμένου να παραμείνει «ζωντανό» και να παρέχει ποιοτικές υπηρεσίες υγείας.

Το παρόν Σύστημα Υγείας διαφέρει σε αρκετά σημεία από άλλα ευρωπαϊκά, καθώς ναι μεν προσφέρει καθολική κάλυψη, ωστόσο στηρίζεται και στη φορολογία των πολιτών αλλά και τις ασφαλιστικές εισφορές των ταμείων. Τέλος, η συμμετοχή της ιδιωτικής δαπάνης είναι μεγάλη μιας και στη χώρα μας το 90% των ιδιωτικών δαπανών για την υγεία προέρχεται απευθείας από τους πολίτες, και μόνο το 10% καλύπτεται από

⁹ <https://global.hitachi-solutions.com/blog/big-data-in-health-insurance/>

τις ιδιωτικές ασφαλιστικές εταιρείες ενώ στις άλλες ευρωπαϊκές χώρες συμβαίνει το αντίθετο.

Σύμφωνα με την ετήσια απογραφική έρευνα θεραπευτηρίων της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ) ο αριθμός των θεραπευτηρίων, ιδιωτικές κλινικές και δημόσια νοσοκομεία, στην Ελλάδα το 2019 ανήλθε σε 269 μονάδες, σημειώνοντας μείωση την τελευταία τετραετία κατά 3,9%. Σύμφωνα με το νομικό καθεστώς τους, το μεγαλύτερο ποσοστό (52,4%) των θεραπευτηρίων κατά το 2019 ήταν ιδιωτικά. Κατά το 2019, τα Γενικά θεραπευτήρια κάλυπταν το 63,2% δηλαδή 170 στο σύνολό τους, το 32,0% Ειδικά και διαφόρων ειδικοτήτων και το 4,8% Μικτά¹⁰.

Οι κατά κεφαλήν δαπάνες για την υγεία στην Ελλάδα εξακολουθούν να είναι πολύ χαμηλότερες από τον μέσο όρο της ΕΕ. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί στο 7,8% του ΑΕΠ, σε σύγκριση με 9,9 % στην ΕΕ το 2019. Λίγο λιγότερο από το 60% των δαπανών για την υγεία στην Ελλάδα είναι δημόσιες δαπάνες, ενώ ένα πολύ μεγάλο ποσοστό, περίπου το 35% καταβάλλεται απευθείας από τα νοικοκυριά, κυρίως με τη μορφή συμμετοχής για φάρμακα και άμεσων πληρωμών για υπηρεσίες που δεν περιλαμβάνονται στη δέσμη παροχών¹¹. Αξίζει να αναφερθεί ότι τα ασφάλιστρα υγείας την τελευταία τετραετία έχουν αυξηθεί σημαντικά . Το 2019 εκτιμάται ότι τα ασφάλιστρα υγείας ανήλθαν σε €254,3εκ., αυξημένα κατά 9,1% σε σύγκριση με το 2018¹².

Στην Ελλάδα, η συνολική ζήτηση για υπηρεσίες υγείας εκδηλώνεται αφενός από τα κρατικά ασφαλιστικά ταμεία (συμπεριλαμβανομένων και των ενισχύσεων από τον κρατικό μηχανισμό για την κάλυψη των ελλειμμάτων) και αφετέρου από τις ιδιωτικές ασφαλιστικές εταιρείες και τους ανασφάλιστους πολίτες. Όσον αφορά τα δημόσια νοσοκομεία υπάρχει ένα καθεστώς μικτής χρηματοδότησης, το οποίο περιλαμβάνει πληρωμές από τον κρατικό προϋπολογισμό, τους ασφαλιστικούς φορείς και ένα ποσοστό ιδιωτικής συμμετοχής. Τα κίνητρα παραγωγικότητας απουσιάζουν και οι

¹⁰ <https://www.statistics.gr/infographic-hospital-census-2019>

¹¹ https://health.ec.europa.eu/system/files/2022-01/2021_chp_gr_greek.pdf

¹² <https://m.naftemporiki.gr/story/1853001/interamerican-ypsili-leitourgiki-kerdoforia-286-ek-euro-to-2021>

ποινές που επιβάλλουν τα πειθαρχικά συμβούλια είναι σπάνιες. Από την άλλη παρατηρείται έλλειψη ελέγχου διασφάλισης της ποιότητας των παροχών υγείας καθώς και του παραγόμενου έργου σύμφωνα με την έρευνα των Ξένου et al. (2013).

Η δυσμενής οικονομική συγκυρία που διέρχεται η ελληνική οικονομία επηρεάζει άμεσα και το σύστημα υγείας, καθώς απαιτούνται περικοπές δαπανών με σκοπό την επίτευξη βραχυπρόθεσμης εξοικονόμησης πόρων. Η κατάσταση αυτή μπορεί να αποτελέσει μια ευκαιρία έτσι ώστε να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες μεταρρυθμίσεις στο χώρο της υγείας οι οποίες δεν επιτεύχθηκαν τα προηγούμενα χρόνια στο βαθμό που έπρεπε. Από την άλλη πλευρά δίνει και μια ευκαιρία στην ιδιωτική ασφάλιση, για την παραγωγή νέων ασφαλιστικών προϊόντων υγείας, πιο ελκυστικά και προσιτά, καλύπτοντας τις ανάγκες των καταναλωτών. Τέλος, σχετικά με τους ανασφάλιστους στην Ελλάδα, με τον ν.4368/2016 και την ΚΥΑ Α3(γ)/ΓΠ/οικ.25132/4-4-2016 θεσπίζεται για πρώτη φορά το δικαίωμα ελεύθερης πρόσβασης σε όλες τις δημόσιες δομές υγείας για την παροχή νοσηλευτικής και ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης σε ανασφάλιστους και σε ευάλωτες κοινωνικές ομάδες.

Σύμφωνα με μια παλαιότερη έρευνα του Νεκτάριου Μ. (2014), οι δημόσιες δαπάνες για την υγεία στην Ελλάδα αντιπροσωπεύουν το 60% και χρηματοδοτούνται κατά 30% από τον κρατικό προϋπολογισμό και το υπόλοιπο 30% από τον Εθνικό Οργανισμό Παροχή Υπηρεσιών Υγείας (ΕΟΠΥΥ). Από την άλλη το 40% αφορά τις ιδιωτικές δαπάνες, οι οποίες προέρχονταν κατά 34% από out-of-pocket πηγές και κατά 6% από την ιδιωτική ασφάλιση υγείας. Στην Ελλάδα, σύμφωνα με την ίδια έρευνα, κυριαρχεί η παράλληλη ασφάλιση όπου η ιδιωτική και η δημόσια ασφάλιση καλύπτουν την ίδια γκάμα ζημιολόγων ενδεχομένων. Η ιδιωτική ασφάλιση υγείας αγοράζεται από το 10% του πληθυσμού και κυρίως από τις υψηλότερες εισοδηματικές ομάδες. Οι έχοντες ιδιωτική ασφάλιση υγείας δεν εξαιρούνται από την υποχρεωτική ασφάλιση υγείας στο δημόσιο σύστημα (διπλό κόστος).

2.5.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΡΟΥ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ

Η ασφάλιση μπορεί να ορισθεί σαν ένα σύστημα κατά το οποίο ο ασφαλιστής, έναντι μιας συνήθως εκ των προτέρων οριζόμενης εισφοράς, υπόσχεται να αποζημιώσει τον ασφαλιζόμενο ή να του προσφέρει υπηρεσίες, στην περίπτωση που ορισμένα τυχαία περιστατικά έχουν σαν αποτέλεσμα την επέλευση ζημιών κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης περιόδου¹³.

Η ασφάλιση είναι η μεταφορά του κινδύνου, ως αποτέλεσμα απρόβλεπτων γεγονότων, από ένα άτομο ή μία οντότητα σε ένα ασφαλιστή έναντι μίας αμοιβής ή ενός ασφαλίστρου. Με την αγορά ενός ασφαλιστικού συμβολαίου επομένως μειώνεται η αβεβαιότητα της μη ικανότητας να ανταποκριθεί ο ασφαλισμένος οικονομικά στην περίπτωση που συμβεί ένα απρόβλεπτο γεγονός. Άρα λοιπόν, η ασφάλιση προστατεύει τα άτομα και τις επιχειρήσεις από απρόβλεπτα γεγονότα. Είναι μια μέθοδος μεταφοράς του κινδύνου μέσω της οποίας οι ζημιές των λίγων πληρώνονται από τα ασφάλιστρα των πολλών, όπου τα ασφάλιστρα βασίζονται στον κίνδυνο που εμπεριέχει το κάθε άτομο ή οντότητα¹⁴.

Επομένως το ύψος των ασφαλίστρων διαμορφώνεται ανάλογα με το ποιες ασφαλιστικές καλύψεις συμπεριλάβει το συμβόλαιο. Κύριο μέλημα μιας ασφαλιστικής εταιρείας είναι να μπορεί να ανταπεξέλθει σε περίπτωση που κάποιος ασφαλισμένος απαιτήσει αποζημίωση. Κατά τον υπολογισμό λοιπόν του ασφαλίστρου, λαμβάνεται υπόψη ένα περιθώριο ασφάλειας, δηλαδή ένας δείκτης που μας δείχνει το κατώτατο σημείο, νεκρό σημείο όπως λέγεται, όπου η ασφαλιστική εταιρεία θα συνεχίσει να έχει κέρδη ενώ παράλληλα θα χρειαστεί να αποζημιώσει κάποιον ασφαλισμένο.

Η εμπειρία ή γνώση προηγούμενων περιστατικών δίνει τη δυνατότητα στις ασφαλιστικές εταιρείες να μπορούν να επεξεργάζονται και να χρησιμοποιούν τα στατιστικά στοιχεία έτσι ώστε να υπολογίζουν με όσο το δυνατόν περισσότερη ακρίβεια τα ασφάλιστρα. Η διαδικασία αυτή γνωστή και ως αξιολόγηση κινδύνου βοηθάει τις ασφαλιστικές να προβλέπουν την πιθανότητα του κινδύνου να προκύψει μια

¹³ <https://el.wiktionary.org/wiki/%CE%B1%CF%83%CF%86%CE%AC%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%B7>

¹⁴ <https://www.insuranceurope.eu/publications/729/how-insurance-works/>

αποζημίωση. Μερικοί από τους παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη είναι κυρίως η ηλικία, ο τρόπος ζωής, οι συνήθειες, η κληρονομικότητα καθώς και τα ενδιαφέροντα του υποψήφιου ασφαλισμένου. Αφού ληφθούν υπόψη όλα τα παραπάνω υπολογίζεται το "ασφάλιστρο κινδύνου" το οποίο θα πρέπει να καλύπτει τα έξοδα της ασφαλιστικής εταιρείας καθώς και να της εξασφαλίζει και ένα περιθώριο κέρδους. Επομένως το ασφάλιστρο θα μπορούσε να δοθεί από τον εξής τύπο: (εκτιμώμενο ποσό απαίτησης x την πιθανότητα αξίωσης της απαίτησης) + έξοδα + κέρδος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ (BIG DATA) ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός του τομέα της υγείας έχει επιφέρει ήδη ριζικές αλλαγές στην παροχή αλλά και την πρόσβαση σε υπηρεσίες υγείας παρέχοντας πολλαπλά οφέλη στον ενδιαφερόμενο. Ωστόσο τα μεγάλης κλίμακας δεδομένα στον τομέα της υγείας και ιδιαίτερα στην τηλεϊατρική αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για την ποιοτικότερη και ταχύτερη παροχή υπηρεσιών υγείας. Σύμφωνα με τους (Auffray C. et al. 2016), τα μεγάλα δεδομένα στον χώρο της υγείας περιλαμβάνουν μεγάλο όγκο και ποικιλομορφίας βιολογικές, κλινικές, περιβαλλοντικές πληροφορίες όπως επίσης και πληροφορίες που αφορούν τον τρόπο ζωής των ατόμων οι οποίες συλλέγονται μεμονωμένα για κάθε άτομο με σκοπό την ακριβέστερη απεικόνιση της υγείας τους σε μια ή περισσότερες χρονικές στιγμές.

Επομένως, τα οφέλη της ενσωμάτωσης των Big Data στην ψηφιακή υγεία της χώρας μας είναι πολλαπλά, καθώς η χρήση τέτοιων πληροφοριών και δεδομένων και η ανάλυση και η αξιοποίηση τους σχετίζονται άμεσα με τον καλύτερο εξορθολογισμό της ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης, των δαπανών για την υγεία, την βελτίωση της κλινικής

έρευνας και της καινοτομίας και τελικά και την παροχή ποιοτικότερων υπηρεσιών υγείας. Ταυτόχρονα, η πανδημία ανέδειξε τη σπουδαιότητα της έγκαιρης και σωστής πληροφόρησης σε επίπεδο ασθενούς αλλά και μονάδων συστήματος υγείας.

3.2. ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ BIG DATA ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ο όρος «ψηφιακή υγεία» είναι ένας όρος με αρκετά ευρεία έννοια, ο οποίος συμπεριλαμβάνει την ηλεκτρονική υγεία (e-health), υπηρεσίες τηλεϊατρικής ειδικά κατά την περίοδο της πανδημίας (covid 19), εφαρμογή και χρήση βάσεων δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης, χρήση τεχνητής νοημοσύνης (AI- Artificial Intelligence) κ.ά.

Η ψηφιακή υγεία (digital health) ασχολείται με τη συλλογή, ανάλυση και εφαρμογή των Μεγάλων Δεδομένων στην Υγεία, και η εφαρμογή της στην Ελλάδα αποτελεί ένα αναδυόμενο πεδίο δράσης. Τα τελευταία χρόνια τα Big Data στην ψηφιακή υγεία έπαιξαν σημαντικό ρόλο, καθώς τα δεδομένα γίνονται πιο διαθέσιμα, οικονομικοί πόροι προορίζονται ολοένα και περισσότερο προς αυτή την κατεύθυνση και η τεχνική πρόοδος αυξάνεται, παρέχοντας πολλαπλά οφέλη όχι μόνο για την υγεία του ατόμου αλλά και κατ' επέκταση για την υγεία ολόκληρου του πληθυσμού (Barrett MA et al. 2013).

Είναι πλέον σημαντικό να αναληφθεί περαιτέρω και συντονισμένη δράση για την απορρόφηση του πλήρους δυναμικού των Big Data στην υγεία ως μοχλός για ταχύτερη και ευρύτερη καινοτομία όπως τονίστηκε πρόσφατα από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο¹⁵. Επομένως, η εκπαίδευση στην ψηφιακή υγεία των επαγγελματιών του χώρου αυτού θα πρέπει να αυξηθεί μέσω προγραμμάτων κατάρτισης και εκπαίδευσης για τη δημόσια υγεία ή την υγειονομική περίθαλψη τα οποία θα πρέπει να ενσωματώνουν τη διαχείριση δεδομένων στα προγράμματα σπουδών για να διασφαλιστεί η ανάπτυξη των απαραίτητων δεξιοτήτων.

¹⁵ Council of the European Union. Council conclusions on open, data-intensive and networked research as a driver for faster and wider innovation. Brussels; 2015.

3.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΓΕΙΑ

Ο όρος «Digital Health» ή ψηφιακή υγεία και η περίθαλψη αφορούν υπηρεσίες που κάνουν χρήση τεχνολογίες των πληροφοριών και των επικοινωνιών (ΤΠΕ) με σκοπό την αποτελεσματικότερη πρόληψη, διάγνωση, θεραπεία και την παρακολούθηση θεμάτων υγείας, καθώς και συνηθειών που αφορούν τον τρόπο ζωής των ανθρώπων. Μέσω της ψηφιακής υγείας μπορεί να βελτιωθεί η πρόσβαση στην περίθαλψη, καθώς και να αυξηθεί η συνολική αποδοτικότητα του τομέα της υγείας.

Μεταξύ των πολιτικών προτεραιοτήτων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το χρονικό διάστημα 2019-2024 είναι να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για μια Ευρώπη έτοιμη για την ψηφιακή εποχή. Η ψηφιακή μετάβαση θα πρέπει να είναι επωφελής για όλους, με προτεραιότητα στον πολίτη και δημιουργώντας νέες ευκαιρίες για τις επιχειρήσεις. Στην ατζέντα των συζητήσεων της Επιτροπής το θέμα της υγείας μονοπωλεί δεδομένου των πιθανών οφελών των ψηφιακών υπηρεσιών τόσο για τους πολίτες όσο και για τις επιχειρήσεις του τομέα αυτού.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ.) ορίζει την ηλεκτρονική υγεία ως «την αποδοτική και ασφαλή χρήση των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την υποστήριξη της υγείας αλλά και πεδίων που σχετίζονται με την υγεία, συμπεριλαμβανομένης της υγειονομικής περίθαλψης, της παρακολούθησης και της αγωγής υγείας, της γνώσης και της έρευνας». Η Ευρωπαϊκή Ένωση ορίζει την ηλεκτρονική υγεία ως «τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών για την κάλυψη των αναγκών των πολιτών, των ασθενών, των επαγγελματιών του τομέα της υγείας, των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης, καθώς και των υπευθύνων χάραξης πολιτικής»¹⁶

Οι δυο αυτές έννοιες, τόσο της ηλεκτρονικής υγείας (e-Health) όσο και της ψηφιακής υγείας (Digital Health), συνήθως χρησιμοποιούνται χωρίς διαχωρισμό, αν και υπάρχουν κάποιες μικρές ωστόσο διαφορές μεταξύ τους. **Ηλεκτρονική υγεία** είναι η πρακτική της χρήσης των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην υγειονομική περίθαλψη. Αναφέρεται σε ολοκληρωμένες λύσεις πληροφορικής και

¹⁶ “eHealth - Ηλεκτρονική Υγεία - Υπουργείο Υγείας.” <https://www.moh.gov.gr/articles/ehealth>

τηλεπικοινωνιών για τη βελτιστοποίηση της κλινικής και διοικητικής διαδικασίας. Η **ψηφιακή υγεία** έχει χαρακτηριστεί ως ένας όρος «ομπρέλα» για ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών που θα μπορούσαν να ανταποκριθούν στις προκλήσεις της υγειονομικής περίθαλψης. Γίνεται αναφορά κυρίως σε θέματα που αφορούν την συμμετοχή των ασθενών στις ψηφιακές τεχνολογίες υγείας και πώς μπορούν οι επαγγελματίες του χώρου να χρησιμοποιήσουν τις εν λόγω τεχνολογίες για την καλύτερη παροχή υπηρεσιών υγείας¹⁷.

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, η ψηφιακή υγεία αποτελεί ένα ευρύ πεδίο στον τομέα της υγείας η οποία περιλαμβάνει αρκετούς υποτομείς, μερικούς από τους πιο σημαντικούς αναλύονται παρακάτω:

- **Τηλεϊατρική (Telemedicine):** αναφέρεται στην εφαρμογή των σύγχρονων τεχνολογιών, των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής, για να προσφέρει σε ασθενείς κλινική βοήθεια από απόσταση¹⁸.
- **Ηλεκτρονική υγεία (e-health):** περιλαμβάνει υπηρεσίες ή συστήματα που βρίσκονται στο ζενίθ της ιατρικής/υγειονομικής περίθαλψης και της τεχνολογίας, όπως Ηλεκτρονικά Μητρώα υγείας, Ηλεκτρονική συνταγοοργράφηση, πληροφοριακά συστήματα κ.ά.
- **Κινητή υγεία (m-health):** Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ.) ορίζει την κινητή υγεία ως «πρακτική ιατρικής και δημόσιας υγείας που υποστηρίζεται από κινητές συσκευές, όπως κινητά τηλέφωνα, συσκευές παρακολούθησης ασθενών, προσωπικούς ψηφιακούς βοηθούς και άλλες ασύρματες συσκευές¹⁹»
- **Ιατρικούς Αισθητήρες και φορετές συσκευές (Medical Sensors & Wearable devices):** Αισθητήρας ονομάζεται μία συσκευή που ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος και παράγει από αυτό μία μετρήσιμη έξοδο²⁰. Αισθητήρες μεταξύ των άλλων

¹⁷ "Difference Between Analog and Digital <http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-analog-and-digital/>

¹⁸<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%8A%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE>

¹⁹<https://www.moh.gov.gr/articles/ehealth/5688-mhealth>

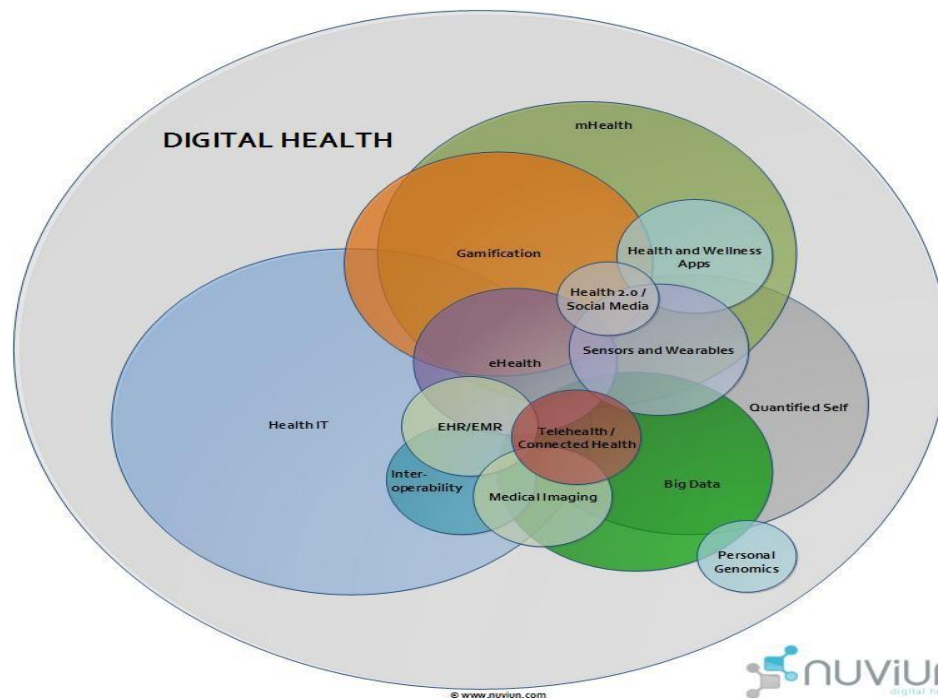
²⁰<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82>

συναντάμε και στην ιατρική (π.χ. οξύμετρα, Holter, οπτικοί αισθητήρες κ.ά.). Τα δεδομένα συλλέγονται μέσω φορητών συσκευών, με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να συνδεθεί περιοδικά, όπως έξυπνα ρούχα (smart clothes) ή ενδύματα εξοπλισμένα με αισθητήρες καθώς και συσκευές που μεταφέρονται πάνω σε μέρη του σώματος (συσκευές καρπού, έξυπνα ρολόγια, έξυπνα γυαλιά και έξυπνα κοσμήματα). Οι συσκευές αυτές μπορούν να ταξινομηθούν και ως φορητές (Bonfiglio et al., 2005 και Bharatula et al., 2004).

- **Μεγάλα Δεδομένα (Big Data):** είναι σύνολα δεδομένων που έχουν συλλεχθεί από διαφορετικές πηγές και είναι τόσο μεγάλα σε όγκο και περίπλοκα που απαιτούν νέες τεχνολογίες για την επεξεργασία τους.
- **Τεχνητή νοημοσύνη και Μηχανική γνώση (Artificial intelligence & Machine learning) κλπ.:** Ο όρος τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται στον κλάδο της πληροφορικής ο οποίος ασχολείται με τη σχεδίαση και την υλοποίηση υπολογιστικών συστημάτων που μιμούνται στοιχεία της ανθρώπινης συμπεριφοράς τα οποία υπονοούν έστω και στοιχειώδη ευφυΐα: μάθηση, προσαρμοστικότητα, εξαγωγή συμπερασμάτων, κατανόηση από συμφραζόμενα, επίλυση προβλημάτων κλπ²¹. Μηχανική μάθηση ή γνώση είναι υποπεδίο της επιστήμης των υπολογιστών, που αναπτύχθηκε από τη μελέτη της αναγνώρισης προτύπων και της υπολογιστικής θεωρίας μάθησης στην τεχνητή νοημοσύνη.

Παρακάτω, παρουσιάζεται το διάγραμμα της ψηφιακής υγείας (digital health landscape diagram), μέσω του οποίου γίνεται αντιληπτό το πως οι υποτομείς της ψηφιακής υγείας συγκλίνουν μεταξύ τους μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο αυτής.

²¹https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE_%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B7



Εικόνα 3: Διάγραμμα Ψηφιακής Υγείας (Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/The-Digital-Health-Landscape_fig5_353995872)

3.2.2. ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΓΕΙΑ, BIG DATA ΚΑΙ REAL WORLD DATA (RWD) ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ: Ο ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ ΣΤΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Το 2022 πραγματοποιήθηκε μελέτη από το Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (IOBE) σε συνεργασία με το Εργαστήριο Βιομηχανικής και Ενεργειακής Οικονομίας (ΕΒΕΟ) του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου σχετικά με την «Ψηφιακή Υγεία και τα Real World Data στην Ελλάδα». Η μελέτη εστίασε στα οφέλη της ενσωμάτωσης της ανάλυσης και αξιοποίησης των RWD στο οικοσύστημα της ψηφιακής υγείας της χώρας μας, καθώς οι δυνητικές εφαρμογές RWD σχετίζονται άμεσα με το μετασχηματισμό της ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης, των δαπανών για την υγεία, την προαγωγή της κλινικής έρευνας και της καινοτομίας και τελικά τη δημιουργία νέων ποιοτικών θέσεων εργασίας. Επομένως τα Real World Data ή Πραγματικά Δεδομένα διαφέρουν από τα Big Data ως προς του ότι είναι δεδομένα που συγκεντρώνονται μέσω πραγματικών στοιχείων όπως ηλεκτρονικοί ιατρικοί φάκελοι, ασφαλιστικές αποζημιώσεις, λογαριασμοί κλινικών, χρήση φαρμάκων και καταγραφή

παθήσεων. Ωστόσο, οι εφαρμογές μεγάλων δεδομένων (Big Data) στον τομέα της υγείας συχνά ταυτίζονται με τη χρήση των Real World Data (RWD).

Σύμφωνα με την ανωτέρω μελέτη τα RWD προσφέρουν σημαντική αξία στο ευρύτερο σύστημα Υγείας καθόσον συμβάλουν²²:

- Στη βέλτιστη διαχείριση των διαθέσιμων πόρων για την αποτελεσματικότερη και αποδοτικότερη παροχή φροντίδας.
- Στην εξασφάλιση αξιόπιστων στατιστικών στοιχείων για τη λειτουργία του συστήματος φαρμακευτικής και ιατρικής περίθαλψης.
- Στην αναγνώριση και προτεραιοποίηση των υγειονομικών αναγκών του πληθυσμού και των επιλογών σε υγειονομικούς στόχους.
- Στη σύνδεση της αποζημίωσης με την επίτευξη του υγειονομικού αποτελέσματος.
- Στον υπολογισμό της επίπτωσης της νοσηρότητας στο κόστος του ιατροφαρμακευτικού συστήματος.
- Στη συγκράτηση των δαπανών με αποδοτική χρήση των περιορισμένων ανθρώπινων και φυσικών πόρων.
- Στη σύγκριση διαφορετικών πολιτικών ελέγχου του κόστους για διαφορετικές θεραπείες, φάρμακα, πακέτων ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης, κ.λπ.
- Στη σύγκριση εναλλακτικών τεχνολογιών υγείας.
- Στη προσέλκυση επενδύσεων για την περαιτέρω ανάπτυξη κλινικών ερευνών.
- Αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την Αξιολόγηση Τεχνολογίας Υγείας (Health Technology Assessment).

Η έννοια της ψηφιακής υγείας στη χώρα μας αρχίζει σιγά-σιγά να ωριμάζει και χρονικά είναι η κατάλληλη στιγμή να ανοίξει ένα παράθυρο επιστημονικού διαλόγου με όλους τους εμπλεκόμενους φορείς προκειμένου να αξιοποιηθούν στο μέγιστο τα Real World Data και να δημιουργηθεί ένα σύγχρονο θεσμικό πλαίσιο που θα στηρίζει τις τεχνολογίες υγείας προς όφελος των πολιτών.

²² http://iobe.gr/docs/research/RES_05_A_10032022_PRE_GR.pdf

Η Ελλάδα, παρόλα αυτά, υστερεί ακόμη σε υποδομές και τεχνογνωσία ψηφιακού μετασχηματισμού παρά τη βελτίωση των τελευταίων ετών. Συγκεκριμένα στον τομέα της υγείας κατέχει ²³:

- Την 26η θέση ανάμεσα στις χώρες της ΕΕ στη χρήση Ηλεκτρονικών Φακέλων Υγείας(Electronic Health Records – EHRs).
- Την 25η θέση ανάμεσα στις χώρες της ΕΕ στην ανταλλαγή κλινικών δεδομένων ηλεκτρονικά (Health Information Exchange – HIE).
- Την 8η θέση ανάμεσα στις χώρες της ΕΕ στην Τηλεϊατρική.
- Την 16η θέση ανάμεσα στις χώρες της ΕΕ στην ανάπτυξη Προσωπικού Φακέλου Υγείας(Personal Health Record – PHR)

Μόλις τέσσερα χρόνια πριν, με το ν.4512/2018 (ΦΕΚ Α' 5/17.1.2018) στα άρθρα 247-256 θεσμοθετείται το νέο σύστημα αποζημίωσης φαρμάκων, εισάγοντας και στην Ελλάδα τον θεσμό της Αξιολόγησης των Τεχνολογιών Υγείας. Σύμφωνα με τον διεθνή ορισμό, «Αξιολόγηση Τεχνολογιών Υγείας (HTA – Health Technology Assessment), είναι μια μορφή επιστημονικής έρευνας που εξετάζει τόσο τις βραχυπρόθεσμες όσο και τις μακροπρόθεσμες συνέπειες που προκύπτουν από τη χρήση μιας ιατρικής τεχνολογίας. Πρόκειται για μια διεπιστημονική διαδικασία η οποία συγκεντρώνει πληροφορίες σχετικά με τα ιατρικά, κοινωνικά, οικονομικά και ηθικά ζητήματα που σχετίζονται με τη χρήση μιας ιατρικής τεχνολογίας και η οποία πραγματοποιείται με έναν συστηματικό, διαφανή και αμερόληπτο τρόπο. Ο σκοπός της είναι να παρέχει πληροφορίες για τη δημιουργία ασφαλών και αποτελεσματικών πολιτικών υγείας που εστιάζουν στον ασθενή προσφέροντάς του τη μεγαλύτερη δυνατή προστιθέμενη αξία²⁴. Συνεπώς, η Αξιολόγηση Τεχνολογιών Υγείας (HTA), μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία ενός μακροπρόθεσμα βιώσιμου συστήματος Υγείας, να αξιολογήσει και να εκτιμήσει τη σχέση μεταξύ κόστους-οφέλους των νέων φαρμάκων καθώς και την συνεισφορά τους στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών.

²³ https://ec.europa.eu/info/publications/annual-activity-reports-2018_en

²⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52018PC0051>

Εν κατακλείδι τα βασικά σημεία της μελέτης μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Η ολοένα και περισσότερο χρήση ψηφιακών τεχνολογιών στον τομέα της υγείας έχει ήδη επηρεάσει τον τρόπο παροχής και πρόσβασης στις υπηρεσίες, με θετικό αντίκτυπο τόσο στους ασθενείς όσο και στο σύνολο της σχετικής με την υγεία επιστημονικής κοινότητας. Επίκεντρο αυτής της ψηφιακής μετάβασης, είναι η χρήση και η αξιοποίηση των πραγματικών δεδομένων (Real World Data) που σχετίζονται με την υγεία, ενώ η συστηματική συλλογή και η περαιτέρω ψηφιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων θα ενισχύσει την ψηφιακή μετάβαση και τον ανασχηματισμό των συστημάτων υγείας.
- Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα πραγματικά δεδομένα που σχετίζονται με την υγεία (RWD) εντάσσονται στο ευρύτερο πλαίσιο της κατηγορίας των Big Data. Όμως, διαφοροποιούνται λειτουργικά και εννοιολογικά, καθώς τα Real World Data αποτελούν μια δομημένη μορφή πληροφορίας στοχεύοντας στην εξακρίβωση της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας μιας θεραπευτικής αγωγής ή ιατρικής γνωμάτευσης εξατομικευμένα για κάθε ασθενή. Οι βασικότερες δυνητικές πηγές των RWD προέρχονται από τα μητρώα ασθενών, τις βάσεις δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης, φαρμακείων και εταιρειών ασφάλισης υγείας, καθώς και από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και άλλα ερευνητικά δίκτυα που έχουν καταχωρημένα δεδομένα ασθενών.
- Όσον αφορά την Ελλάδα, η κατάσταση του οικοσυστήματος συλλογής ψηφιακών δεδομένων της υγείας είναι αρκετά ενθαρρυντική, καθόσον έχει δημιουργηθεί ένα εκτενές δίκτυο φορέων συλλογής δεδομένων (π.χ. ΕΟΠΥΥ, ΗΔΙΚΑ, ΕΟΔΥ, ΕΟΦ, ΕΟΔΥ, ΕΛΣΤΑΤ, κ.ά.), στο οποίο διασυνδέονται περίπου 11 εκατ. χρήστες, περίπου 60 χιλ. ιατροί, φαρμακοποιοί, εξωτερικά ιατρεία νοσηλευτικών ιδρυμάτων, διαγνωστικά κέντρα και λοιποί πάροχοι υγείας. Παράλληλα, όμως η χάραξη μιας τέτοιας πολιτικής στη χώρα μας στηρίζεται μέσω του «Σχεδίου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας Ελλάδα 2.0» και της Βίβλου του Ψηφιακού Μετασχηματισμού που παρέχει τη δυνατότητα να εστιάσουμε στη διαχείριση των δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης για δευτερογενή χρήση. Ωστόσο όμως, εντοπίζεται ένα θεσμικό και λειτουργικό κενό μετά τη συλλογή των RWD, και το

οποίο σχετίζεται με τη δευτερογενή επεξεργασία τους με σκοπό την παραγωγή κλινικών αποδείξεων σχετικά με τη χρήση και τα πιθανά οφέλη ή κινδύνους από τη χρήση ενός ιατρικού προϊόντος χρησιμοποιώντας μεθόδους και διαδικασίες επικύρωσης και τυποποίησης που ελέγχουν την καταλληλότητά τους. Τα δεδομένα που προκύπτουν από τη δευτερογενή επεξεργασία των RWD ονομάζονται Real World Evidence (RWE)

Επομένως, τα πιθανά οφέλη της ανάλυσης και αξιοποίησης των ψηφιακών δεδομένων στο οικοσύστημα της ψηφιακής υγείας της χώρας μας είναι αναμφισβήτητα. Μέχρι στιγμής όμως, η Ελλάδα υστερεί ως προς τον στρατηγικό σχεδιασμό για την αξιοποίησή τους. Προς αυτήν τη κατεύθυνση, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός ρυθμιστικού πλαισίου, που θα διασφαλίζει τις διαδικασίες από τη συλλογή και χρήση των RWD μέχρι και τη διαδικασία συλλογής των δεδομένων και την αξιοποίησή τους για τη παραγωγή RWE.

3.3. ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ (Telemedicine)

3.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ – ΟΡΙΣΜΟΙ

Η τηλεϊατρική αναφέρεται στην εφαρμογή των σύγχρονων τεχνολογιών, των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής, για να προσφέρει σε ασθενείς κλινική βοήθεια από απόσταση. Η τηλεϊατρική βοηθάει περισσότερο εκείνους που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, όπως οι αγρότες ή όταν ο θεράπων ιατρός βρίσκεται σε άλλη περιοχή. Η χρήση των νέων τεχνολογιών επιτρέπει την εύκολη επικοινωνία του ιατρού με τον ασθενή μέσω της μετάδοσης ήχου και εικόνας. Πατέρας της τηλεϊατρικής θεωρείται ο Σκεύος Ζερβός ο οποίος ήταν Έλληνας χειρουργός, πατέρας της τηλεϊατρικής, πρωτοπόρος στις μεταμοσχεύσεις, εθνικός αγωνιστής και πολιτικός²⁵.

Σύμφωνα με το άρθρο τους, οι Craig και Patterson αναφέρουν ότι «Η τηλεϊατρική είναι η παροχή της υγειονομικής περίθαλψης και πληροφοριών υγείας εξ’

²⁵<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%8A%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE>

αποστάσεως» ή «ιατρική εξ' αποστάσεως». Το πρόθεμα «τηλέ» έχει ελληνική ρίζα και χρησιμοποιείται όταν κάποιος θέλει να πει ότι κάτι βρίσκεται σε απόσταση, δηλαδή απομακρυσμένα. Στη συνέχεια του άρθρου τους αναφέρουν ότι, υπάρχουν δύο προϋποθέσεις υπό τις οποίες θα πρέπει να επιλέγεται η τηλεϊατρική ως η καλύτερη λύση: 1) όταν δεν υπάρχει εναλλακτική λύση (π.χ. σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης σε απομακρυσμένα περιβάλλοντα) και 2) όταν είναι καλύτερη από τις υπάρχουσες συμβατικές υπηρεσίες τη δεδομένη χρονική στιγμή. Η τηλεϊατρική αναμένεται να βελτιώσει την ισότητα πρόσβασης στην υγειονομική περίθαλψη, την ποιότητα αυτής της περίθαλψης και την αποτελεσματικότητα με την οποία παρέχεται²⁶.

Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, Τηλεϊατρική είναι: «Η παροχή ιατρικής περίθαλψης – σε περιπτώσεις που η απόσταση είναι κρίσιμος παράγοντας – από όλους τους επαγγελματίες του χώρου της υγείας χρησιμοποιώντας τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την άντληση έγκυρης πληροφορίας για τη διάγνωση, φαρμακευτική αγωγή και πρόληψη ασθενειών, την έρευνα και εκτίμηση, όπως και τη συνεχή εκπαίδευση των λειτουργών υγείας, αλλά και για όλα αυτά που βρίσκονται στο πεδίο ενδιαφέροντος για την αναβάθμιση των υπηρεσιών υγείας της κοινωνίας²⁷».

Το βασικό νομικό πλαίσιο, που διέπει την λειτουργία της τηλεϊατρικής στην Ελλάδα είναι ο Νόμος 3984/2011, άρθρο 66, παρ. 16: «Οι υπηρεσίες τηλεϊατρικής παρέχονται εφόσον υφίσταται η δυνατότητα και με ευθύνη του θεράποντος ιατρού που αντιμετωπίζει το εκάστοτε περιστατικό. Ο θεράπων ιατρός, για λόγους προστασίας των προσωπικών δεδομένων, είναι υπεύθυνος να ζητά από τον ασθενή ή εφόσον αυτό δεν είναι δυνατό από συγγενή α' βαθμού, την ενυπόγραφη έγκριση χρησιμοποίησης υπηρεσιών τηλεϊατρικής. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε ο θεράπων ιατρός χρησιμοποιεί υπηρεσίες τηλεϊατρικής κατά την κρίση του. Οι οδηγίες των Νοσοκομείων και Μονάδων Υγείας που παρέχουν υπηρεσίες Τηλεϊατρικής είναι συμβουλευτικές και σε καμία περίπτωση υποχρεωτικές.»

Το πλήθος των διαφορετικών ορισμών που έχουν αποδοθεί στην Τηλεϊατρική μας δίνει τη δυνατότητα να κατανοήσουμε ότι, είναι μια καινοτόμος προσέγγιση που

²⁶ John Craig, Victor Patterson, Introduction to the practice of telemedicine, Journal of Telemedicine and Telecare, Volume 11, Number 1, February 2005

²⁷ World Health Organization, A Health Telematics Policy: in support of WHO's Health-for-All Strategy for Global Health Development, Geneva, 1997

συνδυάζει την ιατρική γνώση, την εμπειρία, τον εξοπλισμό και την τεχνολογία, ώστε να καταστήσει δυνατές τις εξετάσεις, την παρακολούθηση του ασθενούς και τη θεραπεία από το σπίτι. Με άλλα λόγια αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη και συνεχώς εξελισσόμενη επιστήμη, καθώς αφομοιώνει νέες τεχνολογικές εξελίξεις καλύπτοντας έτσι σύγχρονες υγειονομικές ανάγκες και παρέχοντας ποιοτική και ασφαλή υγειονομική περίθαλψη.

3.3.2 ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ

Η Τηλεϊατρική παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ειδικά σε περιοχές με γεωγραφικές ιδιομορφίες (ορεινά και δυσπρόσιτα χωριά, απομονωμένα νησιά κ.ά.), άνιση κατανομή του πληθυσμού σε μεγάλα αστικά κέντρα και υποανάπτυκτες χώρες. Θεωρώντας ως δεδομένο την αξία της ανθρώπινης ζωής, διαπιστώνεται η αναγκαιότητα αξιοποίησης και εφαρμογής των τεχνολογιών της Τηλεϊατρικής με σκοπό την ποιοτικότερη παροχή ιατρικών υπηρεσιών τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Συνεπώς, η τηλεϊατρική αποτελεί ένα εργαλείο ισότιμης πρόσβασης στην πρωτοβάθμια φροντίδα ανεξάρτητα από τον τόπο κατοικίας του ασθενούς, όπου η ιατρική περίθαλψη θα εξατομικεύεται και η εξ' αποστάσεως μακροχρόνια παρακολούθηση ενός χρόνιου πάσχοντος θα είναι εφικτή.

Τις περισσότερες φορές η τηλεϊατρική πραγματοποιείται μέσω τηλεδιάσκεψης. Η τηλεδιάσκεψη (videoconference) είναι η σύγχρονη (ταυτόχρονη) συνάντηση από απόσταση κατά κανόνα μέσω διαδικτύου, παρέχοντας οπτικοακουστική επαφή μεταξύ απομακρυσμένων σημείων. Για την υποστήριξη της υπηρεσίας αυτής υπάρχουν πλατφόρμες ελεύθερου αλλά και εμπορικού λογισμικού όπως κάμερες, μικρόφωνα και διαδικτυακό εξοπλισμό²⁸.

Καθώς ζούμε στην εποχή της πληροφορίας και της τεχνολογίας που συνεχώς εξελίσσεται, η τηλεϊατρική καλείται να διαδραματίσει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στη μελλοντική ιατρική περίθαλψη αναβαθμίζοντας το επίπεδό της, εκμηδενίζοντας τις

²⁸<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%88%CE%B7>

αποστάσεις και το αίσθημα της αβεβαιότητας. Παγκοσμίως πραγματοποιούνται σημαντικά βήματα ως προς αυτή την κατεύθυνση αναβαθμίζοντας της υπηρεσίες της τηλεϊατρικής ολοένα και περισσότερο. Θα μπορούσαμε να κατηγοριοποιήσουμε τους επωφελούμενους από την χρήση της τηλεμετρικής ως εξής (Manivannan Rangasamy et al., 2011):

- Ασθενείς

Συγκεκριμένα οι ασθενείς ωφελούνται πολλαπλά από ένα καλά οργανωμένο δίκτυο τηλεϊατρικής. Αναλυτικότερα:

- ✓ Παρέχεται στον ασθενή η δυνατότητα να επικοινωνήσει με πλήθος εξειδικευμένων ιατρών και ειδικοτήτων στο άλλο άκρο
- ✓ Εξοικονόμηση χρόνου και εξόδων μετακίνησης και εξέτασης, καθόσον οι μετακινήσεις ελαχιστοποιούνται
- ✓ Εξάλειψη του φαινομένου της εσωτερικής μμετανάστευσης προς τα αστικά κέντρα για ποιοτικότερη περίθαλψη
- ✓ Παρέχεται η δυνατότητα συμβουλευτικής υποστήριξης εξ' αποστάσεως
- ✓ Άμεση παρέμβαση σε επείγον περιστατικό
- ✓ Εμπιστευτικότητα σχετικά με το είδος και το περιεχόμενο της εξέτασης ή επίσκεψης
- ✓ Παράλληλα εκπαιδεύονται και οι ασθενείς σχετικά με ιατρικά ζητήματα

- Ιατροί

Οι ιατροί έχουν την δυνατότητα μέσω των συστημάτων της τηλεϊατρικής να παρέχουν:

- ✓ Ιατρική βοήθεια από το χώρο εργασίας τους σε πληθυσμό που βρίσκεται σε δυσπρόσιτα σημεία
- ✓ Αποτελεσματική και αποδοτική χρήση των ιατρικών υπηρεσιών και των τεχνολογικών πόρων

-
- ✓ Αναβάθμιση της ιατρικής εκπαίδευσης των ιατρών με τη χρήση των νέων τεχνολογιών και συστημάτων και τον τρόπο παροχής της εξ αποστάσεως περίθαλψης
 - ✓ Διευκολύνει την επικοινωνία ιατρών μεταξύ τους, οι οποίοι βρίσκονται σε απομακρυσμένες κυρίως περιοχές, με σκοπό την ανταλλαγή απόψεων και αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών.
 - ✓ Μέσα από αυτή τη διαδικασία ενισχύεται η σχέση ιατρού-ασθενούς
 - Οργανισμοί παροχής τριτοβάθμιας υγειονομικής περίθαλψης (π.χ. νοσοκομεία, κλινικές κ.ά.), όπου κατηγοριοποιούνται οι θετικές επιπτώσεις της τηλεργασίας ως εξής:
 - ✓ Επέκταση του δικτύου παροχής υγειονομικής περίθαλψης σε απομακρυσμένες περιοχές
 - ✓ Αποσυμφόρηση των τριτοβάθμιων δομών υγειονομικής περίθαλψης από πλήθος ασθενών που πια εξυπηρετούνται από το σπίτι τους
 - ✓ Η επικοινωνία μεταξύ νοσοκομείων και ιατρών γίνεται άμεσα χωρίς καθυστερήσεις
 - ✓ Μείωση του κόστους υγειονομικής περίθαλψης μέσω της εξ αποστάσεως παρακολούθησης των ασθενών
 - ✓ Άμεση και γρήγορη ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ οργανισμών υγείας συλλέγοντας έτσι πληροφορίες χρήσιμες από το ιστορικό του ασθενούς.

Ωστόσο κατά την παροχή υπηρεσιών τηλεϊατρικής τίθεται το θέμα της προσωπικής επαφής του ιατρού με τον ασθενή καθόσον δεν μπορεί να αντικατασταθεί ακόμη και όταν αυτή πραγματοποιείται μέσω τηλεδιάσκεψης. Επιπλέον ένα άλλο θέμα που προκύπτει είναι η διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων των ασθενών αλλά και των επαγγελματικών ευθυνών του ιατρικού προσωπικού. Επομένως για να στηριχθεί σε σωστές βάσεις ο θεσμός της τηλεϊατρικής, πρέπει να υπάρξει κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο.

3.3.3 ΜΟΡΦΕΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ

Σύμφωνα με τους Manivannan Rangasamy et al., 2011, η τηλεϊατρική μπορεί να χωριστεί σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- *Αποθήκευση και προώθηση (Store-and-forward)*: στην κατηγορία αυτή η τηλεϊατρική περιλαμβάνει τη συλλογή ιατρικών δεδομένων, δηλαδή πληροφορίες σχετικές με την υγεία και το ιστορικό του ασθενούς και μετά διαβίβαση αυτών των δεδομένων σε γιατρό κατάλληλης ειδικότητας για περαιτέρω αξιολόγηση. Δεν απαιτεί την παρουσία και των δύο μερών ταυτόχρονα. Δερματολογία, ακτινολογία και η φαρμακευτική είναι μερικές από τις ειδικότητες που μπορούν να υποστηριχθούν από την ασύγχρονη τηλεϊατρική. Προϋπόθεση αποτελεί ένα σωστά δομημένο ιατρικό αρχείο κατά προτίμηση σε ηλεκτρονική μορφή. Βασική διαφορά μεταξύ των παραδοσιακών διαζώσης συναντήσεων ασθενών και ιατρών και της τηλεϊατρικής είναι η παράλειψη μιας πραγματικής φυσικής εξέταση και η λήψη του ιστορικού του ασθενούς. Το store-and-forward είναι μια διαδικασία που απαιτεί από τον ιατρό να βασιστεί σε ένα ιστορικό αναφοράς και πληροφορίες ήχου/βίντεο αντί σωματικής εξέτασης.
- *Απομακρυσμένη παρακολούθηση (Remote monitoring)*: γνωστή και ως αυτό-παρακολούθηση, επιτρέπει στους επαγγελματίες της υγείας να παρακολουθούν έναν ασθενή που χρησιμοποιεί εξ αποστάσεως διάφορες τεχνολογικές συσκευές. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται κυρίως για τη διαχείριση μακροχρόνιων ασθενειών ή συγκεκριμένες καταστάσεις, όπως π.χ καρδιακές παθήσεις, σακχαρώδη διαβήτη ή άσθμα. Αυτές οι υπηρεσίες μπορούν να προσφέρουν συγκρίσιμα αποτελέσματα για την υγεία σε σχέση με τις παραδοσιακές προσωπικές συναντήσεις με τους ασθενείς.
- *Διαδραστικές υπηρεσίες (Interactive services)*: Οι διαδραστικές υπηρεσίες τηλεϊατρικής παρέχουν σε πραγματικό χρόνο αλληλεπιδράσεις μεταξύ ασθενούς και παρόχου υγείας, συμπεριλαμβανομένων τηλεφωνικών συνομιλιών, διαδικτυακής επικοινωνίας και επισκέψεων στο σπίτι. Πολλές ιατρικές πράξεις όπως η λήψη του ιστορικού αναφοράς, η σωματική εξέταση, η ψυχιατρική και η οφθαλμολογική αξιολόγηση μπορούν να διεξαχθούν το ίδιο καλά συγκρίσιμα με

εκείνες που γίνονται παραδοσιακά με επισκέψεις πρόσωπο με πρόσωπο. Επίσης οι υπηρεσίες τηλεϊατρικής μπορεί να είναι λιγότερο δαπανηρές από τις ατομικές κλινικές επισκέψεις

Παρακάτω θα ακολουθήσει μία εκτενής παρουσίαση των πιο σημαντικών μορφών τηλεϊατρικής, όπως αυτές αναφέρθηκαν ήδη στην κατηγορία «store and forward».

3.3.3.1 ΤΗΛΕΔΕΡΜΑΤΟΛΟΓΙΑ (Teledermatology - TD)

Η Δερματολογία ασχολείται με τις παθήσεις του δέρματος. Η τηλεδερματολογία, δηλαδή η δερματολογία εξ' αποστάσεως, είναι ένας κλάδος της που βρίσκεται σε ακμή και ορίζεται ως η παροχή δερματολογικής φροντίδας μέσω της χρήσης της τεχνολογίας των τηλεπικοινωνιών (ΤΠΕ). Εκμεταλλευόμενοι τις δυνατότητες που παρέχουν οι ΤΠΕ, οι δερματολόγοι εξετάζουν ένα μεγάλο πλήθος ασθενών οι οποίοι ζουν σε απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές ή λόγω αναμονής για εύρεση ραντεβού.

Ως εκ τούτου, στόχος της τηλε-δερματολογίας είναι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών σε απομακρυσμένη περιοχή με κύριο σκοπό την παροχή συμβουλών, διαγνωστικών και θεραπευτικών οδηγιών σε ασθενή. Δερματολογικές εικόνες, ιστορικό του ασθενούς, εργαστηριακές αναλύσεις, και οτιδήποτε άλλο σχετικό δεδομένο μεταδίδεται ηλεκτρονικά από τον ασθενή στον δερματολόγο, ο οποίος αξιολογεί τα κλινικά δεδομένα, προβαίνει σε διάγνωση και καθορίζει τις περαιτέρω πράξεις. Η τηλε-δερματολογία είναι από τους πιο σημαντικούς κλάδους στον χώρο της τηλεϊατρικής και αυτό διότι τα δερματολογικά περιστατικά είναι πάρα πολλά (περίπου το 30% των συνολικών περιστατικών) και όμως αυτά ή δεν αντιμετωπίζονται σωστά ή αντιμετωπίζονται ελλιπώς λόγω έλλειψης εξειδικευμένου δερματολόγου²⁹.

Ο εν λόγω κλάδος της δερματολογίας κατηγοριοποιείται σε δύο κύριες κατηγορίες, την τηλε-δερματολογία αποθήκευσης και προώθησης (store-and-forward TD) και την τηλε-δερματολογία πραγματικού χρόνου (real time TD). Στην πρώτη

²⁹ <https://teledermatology.gr/>

κατηγορία η παροχή δερματολογικής φροντίδας παρέχεται ασύγχρονα, κυρίως μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και ψηφιακών εικόνων χωρίς να υπάρχει αλληλεπίδραση του ιατρού με τον ασθενή. Ακολουθεί σε δεύτερο χρόνο η αξιολόγηση της κατάστασης του ασθενούς από τον δερματολόγο, στηριζόμενη στις εικόνες που έλαβε και αποστέλλει τις συστάσεις του πίσω στον πάροχο πρωτοβάθμιας περίθαλψης. Στη δεύτερη κατηγορία η εξέταση πραγματοποιείται μέσω τηλεδιάσκεψης κατά την οποία ιατρός και ασθενής συνυπάρχουν την ίδια χρονική στιγμή, με την διάγνωση να πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο (Akhilesh S. Et al.,2011).

Τέλος τα οφέλη από τη χρήση της τηλε-δερματολογίας είναι πολλά, τα πιο σημαντικά εκ των οποίων είναι τα εξής:

- Παρέχει τη δυνατότητα στους ασθενείς να έχουν πρόσβαση σε δερματολογικές υπηρεσίες ακόμη και αν διαμένουν σε απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές
- Η δαπάνη για την υγειονομική περίθαλψη μειώνεται σημαντικά
- Ελαχιστοποιείται ο χρόνος αναμονή για τους ασθενείς τόσο για να εξεταστούν όσο και για να κλείσουν κάποιο ραντεβού
- Αποσυμφορεί τους οργανισμούς και τη δομές υγείας μεγάλων πόλεων, αφού πολλά περιστατικά πια εξυπηρετούνται από ένα γιατρό από το σπίτι τους μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή κάμερας.

3.3.3.2 ΤΗΛΕΡΑΔΙΟΛΟΓΙΑ (*Teleradiology*)

Τηλε-ραδιολογία ή αλλιώς τηλε-ακτινολογία είναι η ικανότητα αποστολής ραδιολογικών εικόνων όπως (ακτίνες X, CT, MR, PET/CT, SPECT/CT, MG, κ.ά.) από τη μια τοποθεσία στην άλλη. Για να πραγματοποιηθεί η ανωτέρω η ηλεκτρονική διαβίβαση, απαιτείται η ύπαρξη ενός ραδιολογικού συστήματος το οποίο να αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία, ένα σταθμό αποστολής εικόνας (Image Sending Station), ένα δίκτυο για τη μετάδοση των δεδομένων (Transmission Network) και έναν σταθμό λήψης/επανεξέτασης εικόνων (Resiving/Image review station). Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο μοντέλο είναι δύο υπολογιστές που συνδέονται μέσω διαδικτύου. Ο υπολογιστής που λαμβάνει τα δεδομένα θα πρέπει να έχει υψηλής ποιότητας οθόνη

που έχει ελεγχθεί και να εξυπηρετεί μόνο ιατρικούς σκοπούς. Μερικές φορές αυτός ο υπολογιστής έχει έναν εκτυπωτή για να τυπώνει τις εικόνες που λαμβάνει για μεγαλύτερη ευκολία. Η διαδικασία της εξέτασης ξεκινά στο σταθμό αποστολής εικόνας. Η ραδιολογική εικόνα και ένα μόντεμ ή άλλος εξοπλισμός είναι απαραίτητα για να ξεκινήσει η διαδικασία. Η εικόνα σαρώνεται και στη συνέχεια αποστέλλεται μέσω του δικτύου στον υπολογιστή λήψης όπου από εκεί θα το παραλάβει και θα το αξιολογήσει ένας εξειδικευμένος ραδιολόγος (Kontaxakis George et al., 2006).

Η τηλε-ραδιολογία είναι μία από τις παλαιότερες και πιο επιτυχημένες μορφές της τηλεϊατρικής. Έχουν αποδοθεί διάφοροι ορισμοί κατά καιρούς, ορισμένοι από αυτούς αναλύονται παρακάτω:

✓ Σύμφωνα με τους Manivannan Rangasamy et al., η τηλεραδιολογία ορίζεται ως «Η ικανότητα να αποστέλλονται ραδιολογικές εικόνες (X-Rays, CT, MR, PET/CT, SPECT/CT, MG, US...) από μία τοποθεσία σε μία άλλη»

✓ Επίσης, το 2008 η Καναδική Ένωση Ακτινολόγων (Canadian Association of Radiologists) όρισε την τηλε-ραδιολογία ως την «Ηλεκτρονική διαβίβαση μελετών διαγνωστικής απεικόνισης από μία τοποθεσία σε μία άλλη για ερμηνευτικούς ή/και διαβουλευτικούς σκοπούς... Η τηλε-ακτινολογία πρέπει να είναι μια μέθοδος με επίκεντρο την ποιότητα και τον ασθενή με σκοπό την παροχή ποιοτικών επαγγελματικών υπηρεσιών.³⁰

3.3.3.3 ΤΗΛΕΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ (Telepharmacy)

Τηλε-φαρμακευτική ή αλλιώς η εξ αποστάσεως παροχή φαρμακευτικής φροντίδας, συναντάται παγκοσμίως και ειδικά κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, με στόχο την εξασφάλιση της υγείας των ασθενών.

Σύμφωνα με την Εθνική Ένωση Φαρμακευτικών Συμβουλίων (National Association of Boards of Pharmacy – NABP) ως τηλε-φαρμακευτική ορίζεται «Η παροχή

³⁰ Canadian Association of Radiologists (CAR), *CAR Standards for Teleradiology*, CAR, May 2008 Διαθέσιμο : <https://car.ca/wp-content/uploads/Teleradiology-2008.pdf>

φαρμακευτικής φροντίδας, από πιστοποιημένα φαρμακεία και φαρμακοποιούς μέσω της χρήσης τηλεπικοινωνιών, σε ασθενείς που βρίσκονται σε απόσταση» (Marlise Araújo dos Santos et al., 2017).

Επίσης, σύμφωνα με τον Angaran David (1999), η τηλε-φαρμακευτική είναι η υπηρεσία που παρέχει σε απομακρυσμένους ασθενείς την απαιτούμενη φαρμακευτική τους προμήθεια και θεραπεία. Εμπεριέχει την παρακολούθηση της συνταγογράφησης μέσω τηλε-συνδιάσκεψης ή βίντεο-συνδιάσκεψης. Οι υπηρεσίες που παρέχει η τηλε-φαρμακευτική περιλαμβάνουν την παρακολούθηση της πορείας της φαρμακευτικής θεραπείας των ασθενών, την έγκριση αλλά και την ανανέωση φαρμακευτικών συνταγών, την παροχή συμβουλών στους ασθενείς, την παροχή πληροφοριών για τα φάρμακα, τη διανομή φαρμάκων σε απομακρυσμένες περιοχές μέσω αυτοματοποιημένων συστημάτων (24/7), χωρίς να απαιτείται η φυσική παρουσία κάποιου φαρμακοποιού. Όλα τα παραπάνω, πραγματοποιούνται απομακρυσμένα με την βοήθεια τηλεδιασκέψεων (teleconferencing & videoconferencing).

3.3.4 Η ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΟΥ ΤΗ ΔΙΕΠΕΙ

Η αλματώδης πορεία της εξέλιξης της τεχνολογίας αλλά και των ψηφιακών τηλεπικοινωνιών έδωσε μια νέα διάσταση στην ελληνική πραγματικότητα όσον αφορά την ανάπτυξη της τηλεϊατρικής. Στην Ελλάδα οι υπηρεσίες της τηλεϊατρικής έχουν εφαρμογή στην πρωτοβάθμια περίθαλψη, ενώ το μεγαλύτερο μέρος λειτουργίας συστημάτων τηλεϊατρικής στην Ελλάδα αφορά πειράματα στο πλαίσιο ερευνητικών πρωτοκόλλων. (Karavatselou E., 2001)

Η πρώτη εφαρμογή τηλεϊατρικής στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκε στις 18 Ιουλίου 1989 στο Σισμανόγλειο Γενικό Περιφερικό Νοσοκομείο σε πειραματικό σύστημα. Τα σχετικά πειράματα για την διερεύνηση της καταλληλότητας τέτοιων συστημάτων στην υποστήριξη ιατρικού προσωπικού με την αποστολή εικόνων, ιατρικών δεδομένων και φωνής, μέσω του υπάρχοντος τηλεφωνικού δικτύου, διεξήχθησαν αρχικά με τα

κέντρα υγείας Σπάτων και Παροικίας Πάρου και στην συνέχεια του Νομαρχιακού Νοσοκομείου Καρπενησίου και του Κέντρου Υγείας Δυτικής Φραγκίστας. Στη συνέχεια το ένα τερματικό Τηλεϊατρικής εγκαταστάθηκε στο Κέντρο Υγείας Παροικίας Πάρου και μέχρι τις αρχές Φεβρουαρίου χρησιμοποιήθηκε, κάτω από πραγματικές συνθήκες, για την υποστήριξη του ιατρικού προσωπικού του κέντρου υγείας (ΚΥ). Λειτουργήσε από 21/10/89 έως 12/2/90. Ακολούθως, το Φεβρουάριο του 1990, το τερματικό Τηλεϊατρικής μεταφέρθηκε από την Πάρο στο Νομαρχιακό Νοσοκομείο Καρπενησίου, όπου παρέμεινε μέχρι τον Νοέμβριο του 1990. Μετά την επιτυχία της πειραματικής φάσης εγκαταστάσεως και λειτουργίας του συστήματος της Τηλεϊατρικής στα Σπάτα, Πάρο και Καρπενήσι και λίγο πριν την τοποθέτησεως συστημάτων σε πανελλήνια κλίμακα, η Ομάδα Τηλεϊατρικής υλοποίησε απόφασή της, για την μεταφορά και λειτουργία του υπάρχοντος τερματικού Τηλεϊατρικής στο ΚΥ Δ. Φραγκίστας όπου και εγκαταστάθηκε στις 23 Νοεμβρίου 1990. Αμέσως ακολούθησε μία πειραματική φάση που διήρκεσε μέχρι τις 20 Δεκεμβρίου 1990. Μετά την αποχώρηση των επισκεπτών ιατρών του Σισμανογλείου, το σύστημα Τηλεϊατρικής λειτούργησε αποκλειστικά από τους αγροτικούς ιατρούς που υπηρετούσαν στο Κέντρο Υγείας μέχρι τον Μάιο του 1991. Από τον Σεπτέμβριο 1991 άρχισε η σταδιακή εγκατάσταση τερματικών Τηλεϊατρικής στα 13 Κέντρα Υγείας της πιλοτικής φάσης του Προγράμματος. Αυτά τα Κ.Υ. είχαν δυνατότητα σύνδεσης μέσω συστήματος Τηλεϊατρικής με το Σισμανόγλειο για οποιοδήποτε επείγον ή χρόνιο περιστατικό ζητηθεί η γνώμη ειδικού ιατρού του Νοσοκομείου. Η περίοδος Ιανουαρίου-Απριλίου χρησιμοποιήθηκε για πειραματικές επικοινωνίες, ενώ μέχρι τις 30 Ιουνίου 1992 παρέχεται υποστήριξη σε 8ωρη βάση. Από την 1η Ιουλίου 1992 παρέχεται 24ωρη υποστήριξη³¹.

Η πλέον ολοκληρωμένη προσπάθεια που έχει γίνει μέχρι σήμερα ως προς τη χρήση της και την διείσδυσή της τόσο στην κοινότητα των επαγγελματιών υγείας, όσο και στον ωφελούμενο πληθυσμό, είναι το ΕΔΙΤ (Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής, Τμήμα 2ης ΥΠΕ Πειραιώς και Αιγαίου). Το ΕΔΙΤ είναι ένα δίκτυο σταθμών τηλεϊατρικής που υλοποιήθηκε από τη 2η ΥΠΕ με χρηματοδότηση από το ΕΠ «ΨΗΦΙΑΚΗ ΣΥΓΚΛΙΣΗ»

³¹<http://www.scientific-journal-articles.org/greek/free-online-journals/medical/medical-articles/karastergioux/med-05-karastergioux.htm>

2007-2013. Το ΕΔΙΤ ξεκίνησε την παραγωγική του λειτουργία στις αρχές του 2016 και λειτουργεί εντός της περιοχής αρμοδιότητας της 2ης ΥΠΕ Πειραιώς και Αιγαίου.

Περιλαμβάνει:

- 30 Σταθμούς Τηλεϊατρικής Ιατρού - Ασθενούς (ΣΤΙΑ) τοποθετημένους σε απομακρυσμένα σημεία: από τα Κύθηρα μέχρι το Καστελόριζο και από τη Λήμνο και τις Οινούσσες (Κέντρα Υγείας και Πολυδύναμα Περιφερειακά Ιατρεία).
- 12 Σταθμούς Τηλεϊατρικής Ιατρού Συμβούλου σε μεγάλα Νοσοκομεία της 2ης ΥΠΕ
- 5 Περιφερειακά Νοσοκομεία: Ρόδος, Σάμος, Σύρος, Μυτιλήνη, Χίος
- 7 Νοσοκομεία που βρίσκονται στην Αττική: Ασκληπιείο, Τζάνειο, Θριάσιο, Μεταξά, Νίκαια, Αττικόν, ΨΝΑ)
- 1 Σταθμό Τηλεϊατρικής Ιατρού Συμβούλου στο ΕΚΕΠΥ.
- Κέντρο Δεδομένων (Data Center) που φιλοξενείται στην Κοινωνία της Πληροφορίας (ΚτΠ ΑΕ)
- HELP DESK το οποίο βρίσκεται στους χώρους της 2ης ΔΥΠΕ³².

Και ενώ η τηλεϊατρική αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο κατά την άσκηση του ιατρικού καθήκοντος, δεν καλύπτεται ακόμη από συγκεκριμένη νομοθεσία στην Ελλάδα, έχοντας ως αποτέλεσμα ο ιατρός κατά την παροχή των ιατρικών υπηρεσιών στα πλαίσια της, να ευθύνεται αποκλειστικά ο ίδιος χωρίς να καλύπτεται νομικά.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, ο ν.3984/2011, άρθρο 66, παρ. 16 συστήνει το εφαρμοστέο νομικό πλαίσιο για τη λειτουργία της τηλεϊατρικής στην Ελλάδα ο οποίος μεταξύ άλλων αναφέρει: «...Ο θεράπων ιατρός... είναι υπεύθυνος να ζητά από τον ασθενή ή ...από συγγενή α' βαθμού, την ενυπόγραφη έγκριση χρησιμοποίησης υπηρεσιών τηλεϊατρικής. ...ο θεράπων ιατρός χρησιμοποιεί υπηρεσίες τηλεϊατρικής κατά την κρίση του...».

³² <https://www.moh.gov.gr/articles/ehealth/6084-h-thleiatrikh-sthn-ellada>

Στην Ελλάδα τα νομοθετήματα σχετικά με την τηλεϊατρική είναι ελλιπή διότι έχει επικρατήσει η άποψη ότι η υπάρχουσα νομοθεσία καλύπτει επαρκώς τις υπηρεσίες της. Από την άλλη, πολλές χώρες της Ε.Ε. όπως οι Η.Π.Α, ο Καναδάς, η Αυστραλία, αλλά και άλλες αναπτυσσόμενες σε Ασία και Αμερική, έχουν ψηφίσει ειδικές νομοθετικές πράξεις και νόμους που καλύπτουν τις υπηρεσίες της τηλεϊατρικής και προστατεύουν το ιατρικό προσωπικό κατά την άσκηση των καθηκόντων τους. Λόγω της απουσίας ειδικής νομοθεσίας κατά την εφαρμογή της τηλεϊατρικής, ισχύουν οι γενικοί κανόνες περί ιατρικής αστικής ευθύνης.

Απώτερος σκοπός των νόμων και των διατάξεων για την τηλεϊατρική είναι η προστασία του ιατρικού απορρήτου και των προσωπικών δεδομένων των ασθενών. Μέσα από τη βιβλιογραφική έρευνα αλλά και από νομοθετικές διατάξεις, προκύπτει ότι οι υπηρεσίες τηλεϊατρικής συναντώνται σχεδόν αποκλειστικά στο Δημόσιο Τομέα, σε δυσπρόσιτες ορεινές, νησιωτικές ή τουριστικές περιοχές, και καλύπτονται μέσω του δικτύου των νοσοκομείων του Ε.Σ.Υ.

3.4. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ BIG DATA ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ

Σκοπός της παρούσας ενότητας είναι η αποτίμηση της συμβολής των μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη και ιδιαίτερα στην τηλεϊατρική. Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα δεδομένα στο χώρο της υγείας παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες όχι μόνο λόγω του όγκου τους, αλλά και λόγω της ποικιλότητας των τύπων των δεδομένων και της ταχύτητας με την οποία θα πρέπει να επεξεργαστούν τα δεδομένα αυτά. Η αυξανόμενη χρήση της τηλεϊατρικής θα φέρει στην επιφάνεια θέματα σχετικά με τη χωρητικότητα αποθήκευσης των δεδομένων των ασθενών, ενώ η καινοτόμος χρήση του Google Glass, ενός υπολογιστή που φοριέται στο κεφάλι (wearable computer) και έχει σχήμα ενός ζευγαριού γυαλιών ο οποίος τραβάει φωτογραφίες και καταγράφει βίντεο, από τους ιατρούς θα προσθέσει αξία στις πτυχές των Big Data. Τα ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία (EMR) περιέχουν μια πληθώρα δεδομένων, όπως τα δημογραφικά στοιχεία των ασθενών και κλινικά και γονιδιωματικά δεδομένα, ενώ συμπληρωματικά βοηθούν την καλή ροή της υγειονομικής περίθαλψης (Garapati SL et al., 2018)

Αξίζει να γίνει αναφορά στις μελλοντικές εφαρμογές των μεγάλων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σε συνδυασμό με συσκευές προηγμένης τεχνολογίας, όπου η έγκαιρη ανίχνευση και ταυτοποίηση των λοιμώξεων και η χορήγηση των ενδεδειγμένων θεραπειών θα μπορούσαν να μειώσουν τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα των ασθενών. Η δυνατότητα πραγματοποίησης αναλύσεων σε δεδομένα τεράστιου όγκου, σε όλες τις ειδικότητες και σε πραγματικό χρόνο, αναμφίβολα θα φέρει επανάσταση στην υγεία³³.

Επομένως μέσω των τηλεματικών εφαρμογών υγείας και των ηλεκτρονικών αρχείων δεδομένων, θα επιτευχθεί αυστηρότερος έλεγχος του κόστους των παρεχόμενων υπηρεσιών, έχοντας οικονομικό όφελος τόσο η δημόσια διοίκηση όσο και ο φορολογούμενος πολίτης.

Με την ολοκλήρωση της σύνδεσης όλων των φορέων υγείας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο αλλά και των αντίστοιχων δικτύων τους, καθώς και η πρόσβαση σε μια ενιαία βάση δεδομένων που θα περιέχει πληροφορίες με το ιστορικό του κάθε ασθενούς, θα επιτευχθεί η ταχύτερη αξιολόγηση του πλαισίου των εφαρμογών που θα αναπτυχθούν. Ωστόσο, η διασφάλιση του ιατρικού απορρήτου, σε σχέση με τον τεράστιο όγκο των στοιχείων που θα συσσωρεύονται συνεχώς στις εθνικές βάσεις δεδομένων, αποτελεί πρωτεύον μέλημα τόσο των γιατρών όσο και της πολιτείας στο σύνολό της. (Αναστασιάδης Π., 2000)

3.5. ΑΛΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΝ ΜΕΣΩ ΠΑΝΣΗΜΙΑΣ (covid- 19)

Η παγκόσμια υγειονομική κρίση της πανδημίας COVID-19 που ξέσπασε το Φεβρουάριο του 2020, καταγράφοντας στην Ελλάδα το κρούσμα μηδέν (0) στις 26 Φεβρουαρίου, είχε ιδιαίτερα θετικό αντίκτυπο στην τηλεϊατρική, καθώς μεγάλος αριθμός ασθενών (κυρίως εκείνοι με χρόνια νοσήματα ή ασθενείς με Covid-19) παρακολουθούνται εξ' αποστάσεως, για να αποφευχθούν σοβαρές επιπλοκές στην

³³ Institute for Health Technology Transformation. Transforming Health Care through Big Data Strategies for leveraging Big Data in the health care industry. 2013. Διαθέσιμο στο: http://c4fd63cb482ce6861463-bc6183f1c18e748a49b87a25911a0555.r93.cf2.rackcdn.com/iHT2_BigData_2013.pdf

υγεία τους λόγω συνωστισμού και μετάδοσης του ιού. Τα μέτρα προστασίας της δημόσιας υγείας από τον κίνδυνο περαιτέρω διασποράς του κορωνοϊού και ο κατ' οίκον περιορισμός οδήγησε στην ανάγκη για άμεση αλλά ασφαλή επικοινωνία ιατρού και ασθενούς και αυτό το εγχείρημα πραγματοποιήθηκε από μια ομάδα νέων Ελλήνων επιστημόνων.

Πρόκειται για την **πρώτη ελληνική εφαρμογή Τηλεϊατρικής σε κινητό τηλέφωνο και ηλεκτρονικό υπολογιστή ή Tablet**, μέσω της οποίας παρέχονται δωρεάν υπηρεσίες κατά της λοίμωξης COVID-19 σε χιλιάδες πολίτες, σε συνεργασία με πέντε περιφέρειες (Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλίας, Δυτικής Ελλάδας, Στερεάς Ελλάδας και Νοτίου Αιγαίου) και τους ιατρικούς συλλόγους τους. Η ανταπόκριση στην εφαρμογή ξεπέρασε κάθε προσδοκία όπου περισσότεροι από 500 ιατροί εγγράφηκαν ώστε να προσφέρουν εθελοντικά τις γνώσεις τους και πάνω από 8.000 πολίτες επιζήτησαν την εξ αποστάσεως άμεση επικοινωνία³⁴.

Η ελληνογαλλική startup Dr. Button, που δραστηριοποιείται στη Γαλλία και την Ελλάδα τα τελευταία δυο χρόνια παρέχοντας εφαρμογές τηλεϊατρικής για τη διαχείριση της κρίσης του κορονοϊού, φέρνοντας εικονικά τον γιατρό σε κάθε σπίτι. Η Dr. Button είναι μια εφαρμογή «all inclusive», ενσωματώνει όλες τις δυνατότητες που απαιτούνται για την παρακολούθηση των ασθενών. Κάθε μέρα, οποιαδήποτε στιγμή, οι πολίτες μπορούν να συμβουλευτούν έναν γιατρό μεταξύ 30 ειδικοτήτων που εκπροσωπούνται (γενικοί ιατροί, παιδίατροι, πνευμονολόγοι κλπ.) παντού στην Ελλάδα. Η τηλεϊατρική για τον κορονοϊό παραμένει δωρεάν. Εκτός από την τηλε-συμβουλευτική, οι εφαρμογές Dr. Button είναι επίσης εξοπλισμένες με έναν έλεγχο συμπτωμάτων και τον προσωπικό ιατρικό φάκελο των ασθενών, ώστε οι τελευταίοι να έχουν συγκεντρωμένες όλες τις ιατρικές τους πληροφορίες σε ένα σημείο. Οι εφαρμογές εμπλουτίζονται διαρκώς με νέα χαρακτηριστικά, όπως η δυνατότητα ραντεβού για τηλεδιάσκεψη³⁵.

³⁴ <https://newsique.gr/i-proti-elliniki-efarmogi-tileiatrikis-se-kinito>

³⁵ <https://techblog.gr/software/dr-button-dorean-systima-tileiatrikis-apo-to-kinito-kai-ton-ypologisti/>

Η νέα αυτή πλατφόρμα τηλεϊατρικής θεωρείται πραγματική ευκαιρία τόσο για τους ασθενείς όσο και για τους ιατρούς. Ο Δρ Ιωάννης Λεκάκης, ομότιμος Καθηγητής Καρδιολογίας στο Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών και Πρόεδρος της Ελληνικής Εταιρείας Ψηφιακής Ιατρικής δήλωσε σχετικά: *“Η τηλεϊατρική, σε αυτή τη δύσκολη περίοδο, έχει δείξει τις δυνατότητές της όσον αφορά στην εξυπηρέτηση γιατρών και ασθενών, ιδιαίτερα ασθενών με κινητικές δυσκολίες. Πιστεύω ακράδαντα ότι είναι η αρχή μιας νέας εποχής στην ιατρική, η ‘Ψηφιακή Εποχή’, η οποία θα ενσωματώσει όλες τις σύγχρονες ψηφιακές μεθόδους και θα οδηγήσει σε μια εξατομικευμένη ιατρική προσέγγιση με αποτέλεσμα καλύτερη διαχείριση και θεραπεία. Ως πρόεδρος της Ελληνικής Εταιρείας Ψηφιακής Ιατρικής, αισθάνομαι την ανάγκη να συγχαρώ την Dr. Buttom για το πρόγραμμα τηλεϊατρικής της, ένα πρόγραμμα με εξαιρετικές ποιοτικές δυνατότητες όπως η πλήρης συμμόρφωση με τον GDPR (General Data Protection Regulation), η εγγύηση ασφάλειας δεδομένων και η εμπιστευτικότητα της επικοινωνίας”*.

Επομένως, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η συνδρομή της τηλεϊατρικής στην προαγωγή της υγείας είναι καθοριστική, καθώς το δικαίωμα στην υγεία προστατεύεται συνταγματικά, καθολικά για όλους τους ασθενείς, είτε περιθάλπονται από το Ε.Σ.Υ. είτε από ιδιωτικές κλινικές. Παρόλα αυτά η τηλεϊατρική δεν μπορεί να υποκαταστήσει την ιατρική δια ζώσης και να δώσει λύσεις σε όλα τα ιατρικά προβλήματα. Ωστόσο, προσδίδει αδιαμφισβήτητα προστιθέμενη αξία και αναβαθμίζει τις υπηρεσίες και τα οφέλη της για όλους τους εμπλεκόμενους.

3.5.1. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ ΤΩΝ BIG-TECH ΠΟΛΥΕΘΝΙΚΩΝ

Η Big Tech, γνωστή και ως Tech Giants, κολοσσοί της τεχνολογίας, είναι ένας όμιλος εταιριών που μονοπωλούν στον κλάδο της τεχνολογίας της πληροφορίας, με επίκεντρο τις Ηνωμένες Πολιτείες. Οι μεγαλύτερες αμερικανικές εταιρείες τεχνολογίας, αποτελούνται επί του παρόντος από την Alphabet (Google), την Amazon, την Apple, τη Meta (Facebook) και τη Microsoft.

Κατά τη διάρκεια του COVID-19, η ανάγκη για ψηφιοποιημένες ιατρικές υπηρεσίες ήταν πιο επιτακτική από ποτέ. Η πανδημία λειτούργησε καταλυτικά στον κλάδο της τηλεϊατρικής στο να προχωρήσουν γρήγορα καινοτόμες ιδέες και κέντρισε το ενδιαφέρον όχι μόνο της ιατρικής κοινότητας αλλά και των μεγαλύτερων τεχνολογικών εταιρειών στον κόσμο, μεταξύ των οποίων Microsoft, Amazon, Google και Apple. Τα τεχνολογικά επιτεύγματα που έλαβαν χώρα στον κλάδο της τηλεϊατρικής αναλύονται εν συντομία παρακάτω:³⁶.

- Συγκεκριμένα η **Microsoft** εισήγαγε το 2020 υπηρεσία cloud που στοχεύει στην υγειονομική περίθαλψη. Το προϊόν επιτρέπει στους επαγγελματίες υγείας να πραγματοποιούν εξ αποστάσεως επισκέψεις σε ασθενείς, μέσω της εφαρμογής βιντεοκλήσεων Microsoft Teams, και να παρακολουθούν τις ιατρικές συσκευές των ασθενών μέσω της υπηρεσίας cloud της εταιρείας, Azure. Η εταιρεία έχει επίσης επενδύσει στη Nuance, εταιρεία αναγνώρισης ομιλίας και τεχνητής νοημοσύνης, για την καλύτερη εκτέλεση των ψηφιακών ιατρικών της υπηρεσιών. Ο τεχνολογικός κολοσσός προσπαθεί, επίσης, να αφήσει το στίγμα του στην ψηφιοποίηση και βελτίωση των ιατρικών αρχείων με σκοπό τη μείωση των διοικητικών και γραφειοκρατικών εργασιών.
- Επίσης η εταιρεία **Amazon** ξεκίνησε το Amazon Pharmacy το Νοέμβριο 2020, μέσω του οποίου αποστέλλονται στους πελάτες της συνταγογραφούμενα φάρμακά χωρίς χρέωση παράδοσης. Τα μέλη του Amazon Prime λαμβάνουν ειδικά προνόμια στην υπηρεσία, όπως εκπτώσεις έως και 80% στα γενόσημα φάρμακα όταν πληρώνουν χωρίς ασφάλιση και διήμερη παράδοση. Επιπλέον η εταιρεία λάνσαρε πρόσφατα το Halo, ένα ρολόι fitness που μπορεί να αναλύσει τη φωνή ενός χρήστη μέσω της ομιλίας του και να υπολογίσει το ποσοστό σωματικού λίπους χρησιμοποιώντας μια κάμερα smartphone, δύο χαρακτηριστικά που το διαχωρίζουν από τους βασικούς ανταγωνιστές του, Fitbit και Apple Watch. Ωστόσο, η Amazon στοχεύει εδώ και χρόνια στη δημιουργία

³⁶ <https://www.newmoney.gr/roh/palmos-oikonomias/business-stories/teleiatriki-to-neo-megalo-stichima-ton-big-tech-poliethnikon/>

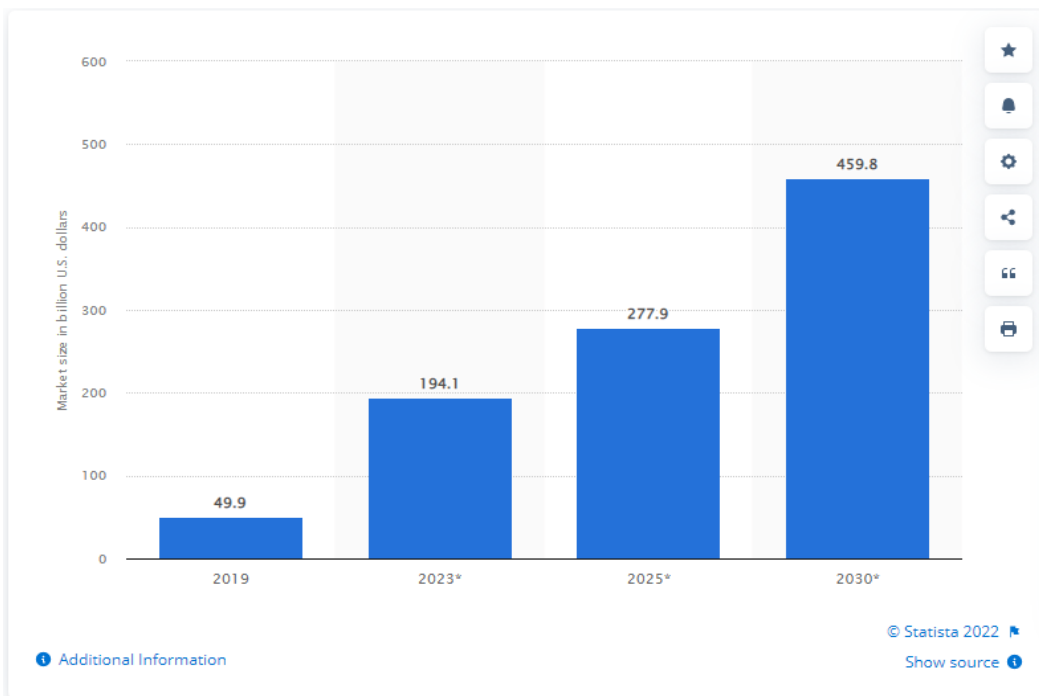
μιας πλατφόρμας άμεσης διασύνδεσης των εργαζομένων με γιατρούς πρωτοβάθμιας φροντίδας για διαδικτυακές και φυσικές επισκέψεις. Η υπηρεσία δίνει τη δυνατότητα στους υπαλλήλους της εταιρείας και στις οικογένειες τους να συνδεθούν άμεσα με ειδικούς του ιατρικού τομέα μέσω συνομιλίας ή βιντεοκλήσης και εξαλείφει τους χρόνους αναμονής για την παροχή ιατρικής βοήθειας. Μέχρι τώρα, οι υπηρεσίες της Amazon Care ήταν αποκλειστικά διαθέσιμες στους υπαλλήλους της Amazon και στις οικογένειές τους στην πολιτεία της Ουάσιγκτον, αλλά από το καλοκαίρι του 2021 η υπηρεσία είναι διαθέσιμη και σε άλλες περιοχές της Αμερικής, ενώ αναμένεται να φτάσει και στην Ευρώπη. Τέλος η Amazon στοχεύει να παρέχει τις υπηρεσίες της Amazon Care και σε άλλες εταιρείες που θέλουν να μειώσουν το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης των εργαζομένων τους.

- Η πορεία της επέκτασης της **Google** προς τον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης αντιμετώπισε εμπόδια, κάτι που ίσως προξενεί εντύπωση διότι δεν συνάδει με τις αποδόσεις της σε άλλους τομείς. Το 2008 η εταιρεία έφτιαξε μια εφαρμογή για την υγεία, το Google Health, η οποία όμως δεν απέδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα και τερματίστηκε το 2012. Μια δεκαετία αργότερα η Google έκανε επανεμφάνιση με μια νέα εφαρμογή υγείας, το Health App, η οποία δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες μέσω των smartphone κινητών τους να αποθηκεύουν τα ιατρικά και νοσοκομειακά τους αρχεία απευθείας στο κινητό τους. Ωστόσο, η πρώτη μεγάλη συνεργασία της Google Health με το σύστημα υγείας Ascension είναι γεγονός με στόχο τη δημιουργία ενός εργαλείου στις υπηρεσίες των ιατρών να οργανώνουν δεδομένα ασθενών, προσπερνώντας τις ανησυχίες περί απορρήτου και προσωπικών δεδομένων που έχουν εκφραστεί κατά καιρούς. Τέλος, το τμήμα cloud της Google πρόκειται να επενδύσει 100 εκατομμύρια δολάρια στην Amwell, μια εταιρεία τηλεϊατρικής, η οποία πρόκειται να μπει στο χρηματιστήριο και επέλεξε την Google ως τον παγκόσμιο συνεργάτη της σε cloud σκοπεύοντας να μεταφέρει ορισμένες από τις δυνατότητες βίντεο των υπηρεσιών της.

-
- Τέλος η εταιρεία Apple, προωθεί την προσωπική υγεία μέσω του Apple Watch, ένα ρολόι αξίας 400 δολαρίων, που μετρά τα επίπεδα οξυγόνου στο αίμα και τους καρδιακούς ρυθμούς του χρήστη.

3.6. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΕΤΑΙΡΙΕΣ

Η αγορά της τηλεϊατρικής αναπτύσσεται με ταχύτατα εξελισσόμενο ρυθμό τα τελευταία χρόνια. Από το 2019, η παγκόσμια αγορά τηλεϊατρικής αποτιμήθηκε σε περίπου 50 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ ενώ μέσα στην επόμενη δεκαετία αναμένεται να εκτοξευτεί σε σχεδόν 460 δισεκατομμύρια δολάρια. Παρατηρείται ότι οι ασφαλιστικές εταιρίες, τόσο στην ιδιωτική όσο και στη δημόσια υγεία, προσανατολίζονται προς αυτή την κατεύθυνση, κυρίως λόγω του αυξημένου κόστους της παραδοσιακής υγειονομικής περίθαλψης αλλά και η χρηματοδότηση από την πλευρά του κράτους για τη χρήση εφαρμογών τηλεϊατρικής. Ωστόσο, ο παράγοντας που συνέβαλε καθοριστικά προς αυτή την κατεύθυνση είναι η πανδημία COVID-19 και κατ' επέκταση η αύξηση των χρηστών της ψηφιακής υγείας. Ακολουθεί διαγραμματική απεικόνιση της προβλεπόμενης παγκόσμιας αγοράς της τηλεϊατρικής μεταξύ 2019 και 2030.



Εικόνα 4: Projected global telemedicine market between 2019 and 2030 (in billion U.S. dollars). Πηγή: <https://www.statista.com/statistics/671374/global-telemedicine-market-size/>

Στην Ελλάδα αρκετές ασφαλιστικές εταιρείες και νοσοκομεία έχουν αφομοιώσει με άνευ προηγουμένου ταχύτητα τις νέες τεχνολογίες και έχουν λάβει τα απαραίτητα μέτρα για τη διεύρυνση και τη διευκόλυνση της χρήσης της τηλεϊατρικής. Μερικές από τις εταιρείες που έχουν αξιοποιήσει και υιοθετήσει συστήματα τηλεϊατρικής ή είναι στη φάση της ένταξής τους είναι η AXA, η Allianz και η Interamerican. Επίσης η Α' Νευρολογική Κλινική του «Αιγινήτειου» Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου της Ιατρικής Σχολής Αθηνών υλοποίησε ειδικό ιατρείο μνήμης, άνοιας και νόσου Πάρκινσον μέσω του Εθνικού Δικτύου Τηλεϊατρικής όπου και κέρδισε το 1ο Βραβείο στο Διαγωνισμό Βραβείων Ψηφιακής Διακυβέρνησης του έτους 2022 στον τομέα «Υγεία και Κοινωνικές Υποθέσεις».

Όσον αφορά τις ιδιωτικές ασφαλιστικές εταιρείες, η AXA Ασφαλιστική δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην τηλεϊατρική μέσω του [MyAXA Doctor](#). Πρόκειται για μια ειδικά σχεδιασμένη εφαρμογή για smartphones όπου ο ασφαλισμένος έχει τη δυνατότητα να καλεί με βιντεοκλήση ή τηλεφωνικά έναν γιατρό και να λαμβάνει τις πρώτες ιατρικές

συμβουλές. Αν κριθεί απαραίτητο από το γιατρό, μπορεί να δοθεί παραπεμπτικό για τη διενέργεια εξετάσεων και για χορήγηση φαρμακευτικής αγωγής (το χορηγούμενο κάθε φορά παραπεμπτικό είναι αποκλειστικά ιδιωτικό και παρέχεται και λειτουργεί ανεξάρτητα από τον κρατικό Ασφαλιστικό Φορέα). Επίσης, ο ασφαλισμένος έχει τη δυνατότητα να αποστείλει στο συνεργαζόμενο γιατρό αποτελέσματα εξετάσεων προς εκτίμηση, είτε μέσω email είτε μέσω της ίδια της εφαρμογής. Η υπηρεσία προσφέρεται σε συνεργασία με την Teladoc Health, παγκόσμιο ηγέτη στις εξ' αποστάσεως υπηρεσίες υγείας. Η εφαρμογή MyAXA Doctor διατίθεται δωρεάν από το Apple Store και το Google Play³⁷.

Η Allianz βρίσκεται ακόμη στη διαδικασία ενσωμάτωσης των υπηρεσιών τηλεϊατρικής με σκοπό να προσφέρει τις υπηρεσίες της παγκοσμίως ανταποκρινόμενη στις νέες ανάγκες στον τομέα της υγείας. Ήδη η εταιρία στη Γαλλία, την Ισπανία και την Ιταλία παρέχει τη δυνατότητα στους ασφαλισμένους της μέσω μιας εφαρμογής τηλεϊατρικής να μπορούν να συνδεθούν με γιατρούς ανά πάσα στιγμή. Πλέον της αρχικής διάγνωσης, οι γιατροί παρέχουν συνταγές φαρμάκων ακόμη και παραπεμπτικά σε ειδικούς εφόσον απαιτείται.

Επιπλέον στα πλαίσια της προληπτικής ιατρικής, σε συνδυασμό με τη διαρκή αναζήτηση και εφαρμογή σύγχρονων πρακτικών τηλεϊατρικής με αξιοποίηση της ψηφιακής τεχνολογίας, είχε ως αποτέλεσμα να παρουσιάσει η INTERAMERICAN μια καινοτόμο πρόταση, την εφαρμογή [Medi-ON](#). Η INTERAMERICAN, η οποία κυριαρχεί επί τρεις δεκαετίες τώρα στον τομέα των ασφαλίσεων υγείας και ούσα η μοναδική στην ελληνική ασφαλιστική αγορά με ιδιόκτητες υποδομές υπηρεσιών υγείας, ανταποκρίθηκε άμεσα και με επιτυχία στις απαιτήσεις της κρίσιμης για τη δημόσια υγεία περιόδου που διανύουμε. Το Medi-ON είναι η πρώτη εφαρμογή ελέγχου συμπτωμάτων που έχει επικυρωθεί επιστημονικά, με ακρίβεια 91,3%. Νοσοκομεία και ινστιτούτα σε Ευρώπη και Αμερική συνεχίζουν σταθερά τις κλινικές μελέτες για την ακρίβεια των αξιολογήσεων, με πιο πρόσφατη σχετική συνεργασία αυτή με το Yale New Haven Health System, ένα από

³⁷ <https://insuranceworld.gr/80595/eidiseis/asfalistikis-eidiseis/asfalistikis-olo-kai-megalytero-to-endiaferon-gia-tileiatriki/>

τα σημαντικότερα συστήματα υγείας στις ΗΠΑ, που περιλαμβάνει πέντε νοσοκομεία και συνεργάζεται με την Ιατρική σχολή του Πανεπιστημίου του Yale. Η εφαρμογή έχει πραγματοποιήσει μέχρι σήμερα 4.000.000 αξιολογήσεις συμπτωμάτων. Παράλληλα το Medi-ON αναδεικνύει το μέλλον της ιατρικής στο επίπεδο της πρωτοβάθμιας υγείας με τη χρήση **τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence)**, δυνατότητα που ελάχιστα apps ελέγχου συμπτωμάτων τη χρησιμοποιούν³⁸.

Τέλος το «Αιγινήτειο» Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο και η Α' Νευρολογική Κλινική της Ιατρικής Σχολής συνεχίζοντας να προσφέρουν ιατρικές υπηρεσίες υψηλού επιπέδου σε κατοίκους που ζουν στην περιφέρεια και σε απομακρυσμένες περιοχές της χώρας μας, δημιούργησαν με την πολύτιμη συνδρομή της Β' ΥΠΕ και της Περιφέρειας Αττικής το νέο «Ιατρείο Μνήμης, Άνοιας και νόσου Πάρκινσον, μέσω του Εθνικού Δικτύου Τηλεϊατρικής (ΕΔΙΤ)». Εξετάζονται καθημερινά μέσω τηλεϊατρικής ασθενείς που προσέρχονται σε πάνω από 40 Κέντρα Υγείας και 6 Γενικά Νοσοκομεία στα νησιά του Αιγαίου και αιτιώνται διαταραχές μνήμης ή πάσχουν από τα παραπάνω νοσήματα. Μέσω της τηλεϊατρικής, οι ασθενείς αποκτούν άμεση και ασφαλή πρόσβαση σε εξειδικευμένες υπηρεσίες τριτοβάθμιας περίθαλψης, ενώ παράλληλα υποστηρίζεται συμβουλευτικά και εκπαιδευτικά το έργο των ιατρών και άλλων επαγγελματιών υγείας που εργάζονται στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια περίθαλψη, σχετικά με τη διάγνωση, αντιμετώπιση αλλά και ευρύτερη διαχείριση των ασθενών αυτών. Το νέο αυτό ιατρείο, στελεχώνεται με επιστημονικό προσωπικό της Α' Πανεπιστημιακής Νευρολογικής Κλινικής³⁹.

Εν κατακλείδι, η πανδημία επιτάχυνε τις διαδικασίες ψηφιοποίησης σε πολλούς τομείς πόσο μάλλον στο χώρο της υγείας. Στο πλαίσιο αυτών των αλλαγών υπάρχουν στη διάθεση των ειδικών στον τομέα της υγείας πληθώρα σχετικών εφαρμογών και λογισμικών, και οι οποίες ήδη χρησιμοποιούνται ευρέως εντός και εκτός Ελλάδας. Αυτό

³⁸ <https://www.insurancedaily.gr/asfalistikes-kai-diamesolavitikes-poy-deichnoyn-dromo-stin-tileiatriki/>

³⁹ <https://www.ygeiamou.gr/%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%85%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82/289086/eginitio-protia-tis-a-nevrologikis-klinikis-se-diagonismo-psifiakis-diakivernisis/>

όμως που πρέπει να διασφαλιστεί είναι η κατοχύρωση νομικά των ιατρικών υπηρεσιών που παρέχονται εξ' αποστάσεως, θέμα το οποίο θα αναπτυχθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ο αναλογιστική επιστήμη έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές τα τελευταία χρόνια. Τα μεγάλα δεδομένα είναι μια από τις πιο μετασχηματιστικές τεχνολογίες και ο αντίκτυπός τους στην αναλογιστική επιστήμη δεν μπορεί να μην ληφθεί σοβαρά υπόψη. Ως μεγάλα δεδομένα ορίζονται τα μεγάλα και πολύπλοκα σύνολα δεδομένων που μπορούν να αναλυθούν για να αποκαλύψουν μοτίβα, τάσεις και συσχετισμούς, με παράδειγμα την ανθρώπινη συμπεριφορά και τις αλληλεπιδράσεις της με τη διαδικασία λήψης απόφασης σε ποίκιλα πλαίσια. Η αναλογιστική επιστήμη πορευόταν πάντοτε με γνώμονα τα δεδομένα, πλέον όμως λόγω της εμφάνισης των μεγάλων δεδομένων, έχει γίνει ακόμη πιο σημαντικό να έχουμε μια στέρεη κατανόηση της τεχνολογίας και του τρόπου με τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων.

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου να διερευνηθεί ο αντίκτυπος των μεγάλων δεδομένων στην αναλογιστική επιστήμη, ειδικά δε ως προς το πρίσμα των πρόσφατων τεχνολογικών εξελίξεων, με σημαντικότερη εξέλιξη αυτή της αξιοποίησης της Τεχνητής Νοημοσύνης ως αναλογιστικό εργαλείο.

4.1 ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΕΣ

Η αναλογιστική επιστήμη εφαρμόζει μαθηματικές και στατιστικές μεθόδους για την αξιολόγηση του κινδύνου και της αβεβαιότητας σε διάφορους τομείς, όπως τα οικονομικά, οι ασφάλειες και η υγειονομική περίθαλψη. Περιλαμβάνει την ανάλυση και την ποσοτικοποίηση των κινδύνων και των αβεβαιοτήτων, την πρόβλεψη μελλοντικών γεγονότων και το σχεδιασμό στρατηγικών για τη διαχείριση και τον μετριασμό των κινδύνων, έχοντας ως πυρήνα την έννοια του κινδύνου, δηλαδή της πιθανότητας

εμφάνισης ενός ανεπιθύμητου συμβάντος, ο οποίος κίνδυνος είναι παρών σε όλες σχεδόν τις πτυχές της ανθρώπινης ζωής.

Στο πλαίσιο της ασφάλισης, ο κίνδυνος αναφέρεται και στην πιθανότητα απώλειας που αντιμετωπίζει ένας ασφαλιστής όταν συμφωνεί να καλύψει ένα συγκεκριμένο γεγονός, όπως ένα αυτοκινητιστικό ατύχημα ή μια ιατρική έκτακτη ανάγκη. Οι αναλογιστές χρησιμοποιούν στατιστικά και μαθηματικά μοντέλα για να αξιολογήσουν την πιθανότητα και τη σοβαρότητα των πιθανών ζημιών, σχεδιάζοντας ασφαλιστήρια συμβόλαια που εξισορροπούν τον κίνδυνο ζημίας με το κόστος κάλυψης.

Οι αναλογιστές διαδραματίζουν επίσης κρίσιμο ρόλο στην οικονομική διαχείριση των ασφαλιστικών εταιρειών. Χρησιμοποιούν οικονομικά μοντέλα για να αναλύσουν τα περιουσιακά στοιχεία και τις υποχρεώσεις της εταιρείας και σχεδιάζουν στρατηγικές για τη διαχείριση των κινδύνων και τη διασφάλιση της φερεγγυότητας της εταιρείας. Είναι υπεύθυνοι για τον καθορισμό των επιτοκίων ασφαλιστρών, τον προσδιορισμό του ποσού των αποθεματικών που πρέπει να διατηρεί η εταιρεία και τη διατύπωση συστάσεων για επενδύσεις και ανασφάλιση.

Ως επαγγελματίες που συνδυάζουν πρακτική εμπειρία και επιστημονικότητα, χρησιμοποιούν μαθηματικά μοντέλα και στατιστική ανάλυση για να αξιολογήσουν την πιθανότητα γεγονότων και να αναπτύξουν πολιτικές που μετριάζουν τον κίνδυνο. Οι αναλογιστές, απασχολούνται σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών, συμπεριλαμβανομένων των ασφαλίσεων, των οικονομικών, της υγειονομικής περίθαλψης και της κυβέρνησης. Η εργασία τους περιλαμβάνει την ανάλυση δεδομένων, την ανάπτυξη μοντέλων και την πραγματοποίηση προβλέψεων με βάση αυτά τα δεδομένα.

Το επάγγελμα του αναλογιστή έχει μακρά ιστορία, που χρονολογείται από τον 17ο αιώνα, όταν οι αναλογιστές χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά από ασφαλιστικές εταιρείες για να αξιολογήσουν την πιθανότητα ναυαγίων και άλλων καταστροφών. Οι ρίζες της ασφαλιστικής αγοράς μπορούν να εντοπιστούν μελετώντας τις ναυτιλιακές εμπορευματικές μεταφορές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα Lloyd's, που αποτελώντας όχι ασφαλιστική εταιρία αλλά μία ασφαλιστική αγορά, μία κοινωνία μελών, που αναλαμβάνουν κινδύνους ως συνδικάτα για λογαριασμό των οποίων δεσμεύονται επαγγελματίες Underwriters, ιδρύθηκαν πριν από περισσότερους από

τρεις αιώνες και παραμένουν ο εξέχων παίκτης της ασφαλιστικής αγοράς σε ολόκληρο τον κόσμο. Αυτό κατέστη δυνατό σε μεγάλο βαθμό από το αγγλικό εμπόριο που έκανε τις υπερπόντιες επεκτάσεις, που έλαβαν μέρος παράλληλα με τη βιομηχανοποίηση της Δυτικής Ευρώπης.

Η παρακολούθηση των πρώιμων δραστηριοτήτων των Lloyd's of London επιτρέπει την αναγνώριση της αυξανόμενης τάσης της αγοράς για υποστήριξη της αγοράς ασφάλισης μέσω ασφαλιστών. Αυτή η εξέλιξη οδήγησε στην ανάπτυξη του εμπορίου τόσο με την Ινδία όσο και με την Αποικιακή Αμερική, το οποίο περιελάμβανε ασφαλιστήρια συμβόλαια ναυτιλίας που δημιουργήθηκαν για την ασφάλιση έναντι της πιθανότητας απώλειας στη θάλασσα. Λαμβάνοντας υπόψη την αξία του φορτίου και τον χρόνο που χρειαζόταν για αυτό να ταξιδέψει, η ναυτιλιακή ασφάλιση αποδείχθηκε βασικός παράγοντας για τη διασφάλιση των εμπορικών αυτών πράξεων για τις οποίες μια μοναδική καταστροφική απώλεια θα μπορούσε να οδηγήσει σε πλήρη επιχειρηματική αποτυχία.

Το άτομο που θα μείνει στην ιστορία για αυτή συνδρομή του σε αυτές τις εξελίξεις ήταν ο Edmond Halley, ένας αξιόλογος αστρονόμος καθώς και μαθηματικός, ο οποίος το 1693 ήταν ο πρώτος που εκτίμησε τις ισόβιες προσόδους σχεδιάζοντας έναν πίνακα ζωής βασισμένο σε δεδομένα πληθυσμού. Λαμβάνοντας υπόψη το ιστορικό πλαίσιο, το έργο του Halley παραμένει ως μια εκ των σημαντικότερων συνεισφορών στις δημογραφικές στατιστικές, στην ανάλυση δεδομένων και σε άλλους τομείς που περιλαμβάνουν την κατασκευή πινάκων ζωής.

Μια ακόμη σημαντική εξέλιξη υπήρξε η διατύπωση της έννοιας του νόμου περί θνησιμότητας του De Moivre (1725), η οποία έχει εφαρμοστεί ευρέως για τους υπολογισμούς της ασφάλισης ζωής. Στους πρωτοπόρους μαθηματικούς που συνέβαλα στην ανάπτυξη της αναλογιστικής επιστήμης περιλαμβάνονται οι Gauss, Bernoulli και Euler που, παράλληλα με τη Νευτώνεια επανάσταση, παρείχαν τα μέσα και τις κατευθύνσεις που επέτρεψαν στην αναλογιστική επιστήμη να προοδεύσει ως επιστήμη.

Έκτοτε, το επάγγελμα του αναλογιστή έχει αναπτυχθεί και εξελιχθεί και σήμερα, οι αναλογιστές διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο σε πολλούς διαφορετικούς κλάδους διάφορα χρηματοπιστωτικά μέσα. Εργάζονται επίσης στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, όπου χρησιμοποιούν τις δεξιότητές τους για να αξιολογήσουν τον

οικονομικό αντίκτυπο των διαφορετικών επιλογών θεραπείας και να σχεδιάσουν ασφαλιστικά σχέδια που παρέχουν ολοκληρωμένη κάλυψη, ενώ ελέγχουν το κόστος.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, οι αναλογιστές χρησιμοποιούν ένα ευρύ φάσμα εργαλείων και τεχνικών για να αναλύουν δεδομένα και να κάνουν προβλέψεις. Αυτά περιλαμβάνουν μαθηματικά μοντέλα, στατιστική ανάλυση και προγράμματα υπολογιστών. Επίσης, χρησιμοποιούν μια ποικιλία πηγών δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων ιστορικών δεδομένων, δεδομένων ερευνών και δημογραφικών δεδομένων. Ο κλασικός αναλογιστικός κόσμος αποτελείται από γενικευμένα γραμμικά μοντέλα, γενικευμένα προσθετικά μοντέλα και θεωρία αξιοπιστίας. Αυτά τα μοντέλα αποτελούν τη βάση της βαθύτερης στατιστικής κατανόησης.

Σήμερα, πολλές τεχνικές μηχανικής μάθησης, όπως networks, regression trees, bagging techniques, random forests and boosting machines χρησιμοποιούνται στην αναλογιστική επιστήμη. Αυτές οι τεχνικές μηχανικής μάθησης, καθώς προσεγγίζονται οι μη παραμετρικές και ημι-παραμετρικές στατιστικές, έχουν τον επαναλαμβανόμενο στόχο της βελτιστοποίησης μιας δεδομένης αντικειμενικής συνάρτησης για τη λήψη βέλτιστης προγνωστικής ισχύος. Οι κλασικές αναλογιστικές μέθοδοι μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτές τις μη παραμετρικές προσεγγίσεις μηχανικής μάθησης, επωφελούμενοι τόσο από τον αναλογιστικό κόσμο όσο και από τον κόσμο της μηχανικής μάθησης.

Ένα άλλο παράδειγμα μεθόδων είναι οι λεγόμενες unsupervised learning methods (clustering methods). Αυτές οι μέθοδοι στοχεύουν στην εύρεση κοινής δομής στα δεδομένα για τη ομαδοποίηση αυτών των δεδομένων. Η ομαδοποίηση δεδομένων αναφέρεται στη διαδικασία διαίρεσης ενός συνόλου αντικειμένων σε ομοιογενείς ομάδες ή συστάδες έτσι ώστε τα αντικείμενα σε κάθε συστάδα να είναι όσο το δυνατόν πιο όμοια μεταξύ τους παρά με εκείνα άλλων συστάδων. Ως ένα από τα πιο δημοφιλή εργαλεία για διερευνητική ανάλυση δεδομένων, η ομαδοποίηση δεδομένων έχει εφαρμοστεί σε πολλούς επιστημονικούς τομείς.

Ένα παράδειγμα ομαδοποίησης δεδομένων στην ασφάλιση είναι η χρήση δύο κλιμακούμενων αλγορίθμων ομαδοποίησης, του truncated fuzzy c-means (TFCM) και του ιεραρχικού αλγόριθμου k-means, για την επιλογή αντιπροσωπευτικών μεταβλητών συμβολαίων προσόδων, που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία προγνωστικών μοντέλων. Ο ιεραρχικός αλγόριθμος k-means είναι αποτελεσματικός και παράγει

υψηλής ποιότητας αντιπροσωπευτικά συμβόλαια μεταβλητής προσόδου, όπου ο αλγόριθμος fuzzy c-means (FCM) (Dunn 1973; Bezdek, Ehrlic, and Full 1984) είναι ένας δημοφιλής αλγόριθμος ασαφούς ομαδοποίησης που έχει ορισμένα πλεονεκτήματα συγκριτικά με τον αλγόριθμο k-means, όπως για παράδειγμα ότι μπορεί να μειώσει τον αριθμό των τοπικών ελάχιστων της αντικειμενικής συνάρτησης (Klawonn 2004). Οι αλγόριθμοι ομαδοποίησης δεδομένων συνήθως λειτουργούν με τυπικά σύνολα δεδομένων πινάκων που είναι οργανωμένα. Στα δεδομένα του πίνακα, κάθε στήλη αντιπροσωπεύει μια μεταβλητή, μια δομή ή ένα χαρακτηριστικό. Κάθε σειρά υποδηλώνει μια εγγραφή, ένα σημείο δεδομένων, ένα μοτίβο, μια παρατήρηση, ένα αντικείμενο, ένα άτομο, ένα στοιχείο ή μια πλειάδα.

Δεδομένου ότι η ομαδοποίηση δεδομένων λειτουργεί με δεδομένα χωρίς ετικέτα, είναι επίσης γνωστή ως μάθηση χωρίς επίβλεψη. Ένα παράδειγμα μάθησης χωρίς επίβλεψη είναι τα τηλεμετρικά δεδομένα οδήγησης αυτοκινήτου, η οποία διαδικασία θέτει ως πρόκληση την συλλογή χαρακτηριστικών από δεδομένα υψηλής συχνότητας.

4.2 ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ο όρος "μεγάλα δεδομένα" αναφέρεται στη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων που είναι πολύ μεγάλα, πολύπλοκα ή ποικίλα για να τα χειριστούν τα παραδοσιακά εργαλεία επεξεργασίας δεδομένων. Τα μεγάλα δεδομένα χαρακτηρίζονται από τον όγκο, την ποικιλία, την ταχύτητα και την ακρίβειά τους. Ο όγκος αναφέρεται στον τεράστιο όγκο δεδομένων που παράγεται κάθε μέρα. Η ποικιλία αναφέρεται στους διαφορετικούς τύπους δεδομένων, όπως κείμενο, εικόνες, ήχος και βίντεο, που παράγονται. Η ταχύτητα αναφέρεται στην ταχύτητα με την οποία παράγονται τα δεδομένα και πρέπει να υποστούν επεξεργασία. Η ακρίβεια αναφέρεται στην ακρίβεια και την ποιότητα των δεδομένων.

Από το παράδειγμα της τιμολόγησης του ασφαλιστηρίου συμβολαίου αυτοκινήτου, της θνησιμότητας και της μοντελοποίησης της υγειονομικής περίθαλψης μέχρι την εκτίμηση της απόδοσης της σοδειάς, του κινδύνου στον κυβερνοχώρο, την εκτίμηση των μετεωρολογικών δεδομένων καθώς και την εκτίμηση του κινδύνου

καταστροφής όπως καταιγίδες, τυφώνες, ανεμοστρόβιλοι, γεωμαγνητικά γεγονότα, σεισμοί, πλημμύρες και πυρκαγιές, τα αναπτυσσόμενα πεδία των εφαρμογών της ανάλυσης δεδομένων και της εξόρυξης δεδομένων αυξάνουν την ικανότητα των ασφαλιστικών εταιρειών να εφαρμόζουν πιο ακριβή τιμολόγηση συμβολαίων ενσωματώνοντας μια ευρύτερη ποικιλία δεδομένων λόγω της αυξημένης διαθεσιμότητας δεδομένων. Η χρήση μεγάλων δεδομένων σε αυτά τα πλαίσια και η χρήση της ανάλυσης δεδομένων και της εξόρυξης δεδομένων συμβάλλουν στις δυνατότητες πρόβλεψης και την ακρίβεια της τιμολόγησης ασφαλιστρών των ασφαλιστικών εταιρειών.

Τα μεγάλα δεδομένα έχουν αλλάξει το παιχνίδι για την αναλογιστική επιστήμη. Στο παρελθόν, οι αναλογιστές έπρεπε να βασίζονται σε περιορισμένα σύνολα δεδομένων για να κάνουν προβλέψεις. Έπρεπε να κάνουν παρέκταση από μικρά μεγέθη δειγμάτων, γεγονός που καθιστούσε δύσκολο να γίνουν ακριβείς προβλέψεις. Με τα μεγάλα δεδομένα, οι αναλογιστές έχουν πρόσβαση σε πολύ μεγαλύτερα σύνολα δεδομένων, γεγονός που τους επιτρέπει να κάνουν πιο ακριβείς προβλέψεις και να αναπτύσσουν πιο αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου. Τα μεγάλα δεδομένα επέτρεψαν επίσης στους αναλογιστές να αναλύσουν πιο σύνθετα σύνολα δεδομένων. Για παράδειγμα, οι αναλογιστές μπορούν πλέον να αναλύσουν μη δομημένα δεδομένα, όπως αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, για να αποκτήσουν γνώσεις σχετικά με τη συμπεριφορά των καταναλωτών. Μπορούν επίσης να αναλύσουν δεδομένα από φορητές συσκευές για να αναπτύξουν πιο ακριβείς εκτιμήσεις κινδύνου για την υγεία.

Η διαθεσιμότητα μεγάλων δεδομένων έδωσε επίσης τη δυνατότητα στους αναλογιστές να αναπτύξουν πιο εξελιγμένα μοντέλα. Για παράδειγμα, οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων και τον εντοπισμό μοτίβων που θα ήταν δύσκολο να εντοπιστούν χρησιμοποιώντας παραδοσιακές μεθόδους. Αυτά τα μοντέλα μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για να γίνουν πιο ακριβείς προβλέψεις και να αναπτυχθούν πιο αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου. Τα μεγάλα δεδομένα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της ακρίβειας των συμβολαίων τιμολόγησης και κράτησης για ασφαλιστικά προϊόντα. Αναλύοντας μεγάλα σύνολα

δεδομένων, οι αναλογιστές μπορούν να εντοπίσουν μοτίβα και τάσεις στα δεδομένα αξιώσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη πιο ακριβών μοντέλων τιμολόγησης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πιο ανταγωνιστικές τιμές και καλύτερη διαχείριση κινδύνου για τις ασφαλιστικές εταιρείες.

Πρόσφατα όμως, οι επιστημονικοί κλάδοι γνώρισαν περαιτέρω επαναστατικές αλλαγές, κυρίως λόγω της ανόδου των υπολογιστών τη δεκαετία του 1980 και της συγχώνευσης των στοχαστικών αναλογιστικών προσεγγίσεων με την τρέχουσα χρηματοοικονομική θεωρία (Frees, 1990). Η προκύπτουσα εμφάνιση του Big Data Analytics τη δεκαετία του 1990, ειδικά σε σχέση με τη μηχανική μάθηση (ML) και την τεχνητή νοημοσύνη (AI), προσέφερε μια νέα ευκαιρία για τον μετασχηματισμό της αναλογιστικής επιστήμης. Επιπλέον, καθώς η υπολογιστική επιρροή συνεχίζει να επεκτείνεται, μέσω του διαδικτύου και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, των smartphone, της ψηφιοποίησης και των καινοτόμων συσκευών αισθητήρων, ο κλάδος της αναλογιστικής επιστήμης αντιμετωπίζει τη μεγαλύτερη δυνατή αλλαγή του.

Καθώς αυτό συμβαίνει, οι ασφαλιστικοί κλάδοι μεταμορφώνονται επίσης καθώς οι ασφαλιστικές εταιρείες καλούνται να βρουν λύσεις για μια καταναλωτική αγορά που είναι πιο ενημερωμένη και έχει πιο εκτεταμένες απαιτήσεις, ενώ παράλληλα έχει μεγαλύτερη πρόσβαση στον ανταγωνισμό από ότι στο παρελθόν. Επιπλέον, οι δυνατότητες του Διαδικτύου επιτρέπουν ιστοτόπους σύγκρισης τιμών και αναλυτικές οδηγίες που μπορούν γρήγορα να καταστήσουν τα ασφαλιστικά πακέτα μη ανταγωνιστικά. Ως αποτέλεσμα, πολλοί ασφαλιστές προσπαθούν να διαφοροποιήσουν την προσέγγισή τους και αναζητούν διεξόδους σε διάφορες αγορές σε όλο τον κόσμο. Όλα αυτά λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα με μια πιο εκτεταμένη εστίαση στη ρύθμιση της αγοράς. Για να επιβιώσουν σε αυτές τις συνθήκες της νέας εποχής, οι επαγγελματίες του ασφαλιστικού κλάδου δεν έχουν άλλη επιλογή από το να ενσωματώσουν τις δυνατότητες των μεγάλων δεδομένων.

4.3 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Τα μεγάλα δεδομένα είχαν σημαντικό αντίκτυπο στον τρόπο με τον οποίο γίνεται η αναλογιστική ανάλυση. Μία από τις πιο σημαντικές αλλαγές είναι η μετατόπιση από την παραδοσιακή αναλογιστική εργασία σε πιο βασισμένη σε δεδομένα ανάλυση. Οι αναλογιστές απαιτείται πλέον να έχουν ισχυρές δεξιότητες ανάλυσης δεδομένων και να μπορούν να εργάζονται με μεγάλα και πολύπλοκα σύνολα δεδομένων.

Μια άλλη συνέπεια των μεγάλων δεδομένων είναι ότι αλλάζει ο τρόπος σχεδιασμού και τιμολόγησης των ασφαλιστικών προϊόντων. Τα μεγάλα δεδομένα θα επιτρέψουν στους ασφαλιστές να αναπτύξουν πιο εξατομικευμένα ασφαλιστικά προϊόντα και υπηρεσίες που είναι προσαρμοσμένα στις ατομικές ανάγκες και προτιμήσεις. Αυτό θα οδηγήσει σε ακριβέστερη τιμολόγηση και καλύτερη διαχείριση κινδύνου. Μια άλλη αλλαγή που επιφέρουν τα μεγάλα δεδομένα είναι η ανάγκη για νέα εργαλεία και τεχνολογίες. Οι αναλογιστές χρησιμοποιούν τώρα ένα ευρύ φάσμα λογισμικού και εργαλείων για να αναλύουν δεδομένα, να αναπτύσσουν μοντέλα και να κάνουν προβλέψεις. Αυτά τα εργαλεία περιλαμβάνουν αλγόριθμους μηχανικής μάθησης, λογισμικό οπτικοποίησης δεδομένων και εργαλεία στατιστικής ανάλυσης.

Τα μεγάλα δεδομένα επέτρεψαν επίσης στους αναλογιστές να εργαστούν με ένα ευρύτερο φάσμα πηγών δεδομένων. Στο παρελθόν, οι αναλογιστές έπρεπε να βασίζονται σε περιορισμένα σύνολα δεδομένων για να κάνουν προβλέψεις. Με τα μεγάλα δεδομένα, έχουν πρόσβαση σε ένα πολύ ευρύτερο φάσμα πηγών δεδομένων, γεγονός που τους επιτρέπει να κάνουν πιο ακριβείς προβλέψεις και να αναπτύσσουν πιο αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου.

Η σύντομη ανασκόπηση σημαντικών εξελίξεων, όπως αυτές που προσδιορίζονται στη Λευκή Βίβλο του China InsurTech, είναι χρήσιμη. Η έννοια της Ασφαλιστικής Τεχνολογίας (InsurTech) σχετίζεται στενά με τη Χρηματοοικονομική Τεχνολογία (FinTech) και είναι ένας ευρέως χρησιμοποιούμενος όρος για την τεχνολογία και την καινοτομία στον ασφαλιστικό κλάδο. Μεταξύ άλλων, η Λευκή Βίβλος θέτει τα ακόλουθα βασικά σημεία:

-
- Τεχνητή νοημοσύνη, μηχανική μάθηση και στατιστική μάθηση, μπορούν να μάθουν και να συσσωρεύσουν χρήσιμη γνώση μέσω δεδομένων.
 - Big Data analytics, ασχολείται με το γεγονός ότι τα δεδομένα μπορεί να είναι τεράστια.
 - Cloud computing, ως διαδικασία εκτέλεσης λειτουργιών σε πραγματικό χρόνο.
 - Τεχνολογία Blockchain, για μια πιο αποτελεσματική και ανώνυμη ανταλλαγή δεδομένων.
 - Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), το οποίο περιλαμβάνει την ενσωμάτωση και την αλληλεπίδραση φυσικών συσκευών (π.χ. wearables, αισθητήρες) μέσω συστημάτων υπολογιστών για τη μείωση και τη διαχείριση του κινδύνου.

Η αναλογιστική επιστήμη αποτελεί κίνητρο για την περαιτέρω ανάπτυξη της ανάλυσης δεδομένων και τη μηχανικής μάθηση. Άξια αναφοράς είναι η ομάδα εργασίας «Data Science» της Ελβετικής Ένωσης Αναλογιστών (SAV), η οποία στοχεύει στη δημιουργία μιας εργαλειοθήκης για το επάγγελμα του αναλογιστή:
<https://www.actuarialdatascience.org/> .

4.4 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Το Διαδίκτυο έχει αλλάξει και συνεχίζει να αλλάζει τον τρόπο που αλληλεπιδρούμε με τον απτό κόσμο. Η επακόλουθη αλλαγή στις πλατφόρμες επικοινωνίας, το εμπόριο και οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις κάνουν τον κόσμο μικρότερο και τα δεδομένα μεγαλύτερα. Αν και οι βασικές αρχές της ανάλυσης δεδομένων δεν έχουν αλλάξει, η προσέγγισή στη συλλογή και κατανόηση δεδομένων, τη δημιουργία προσιτών και χρήσιμων πληροφοριών, την ανάπτυξη συνόλων δεξιοτήτων και τελικά τη μετατροπή τεράστιων και συνεχώς αυξανόμενων αποθετηρίων δεδομένων σε πρακτικές πληροφορίες για τους εργοδότες, τους μετόχους και τις κοινότητες, αποτελούν μια νέα πραγματικότητα.

Ενώ τα μεγάλα δεδομένα έχουν επιφέρει πολλά οφέλη στον επιστήμη των αναλογιστικών, δημιουργούν επίσης ορισμένες προκλήσεις. Μία από τις μεγαλύτερες

προκλήσεις είναι ο τεράστιος όγκος δεδομένων που πρέπει να υποβληθούν σε επεξεργασία και ανάλυση. Οι αναλογιστές πρέπει να είναι σε θέση να διαχειρίζονται και να αναλύουν μεγάλα και πολύπλοκα σύνολα δεδομένων, τα οποία μπορεί να είναι χρονοβόρα και εντατικά με πόρους.

Μια ακόμη πρόκληση είναι η ποιότητα των δεδομένων. Τα μεγάλα δεδομένα δεν είναι πάντα ακριβή και μπορεί να είναι δύσκολο να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα είναι αξιόπιστα. Οι αναλογιστές πρέπει να είναι σε θέση να εντοπίζουν και να διορθώνουν λάθη στα δεδομένα για να διασφαλίζουν ότι οι προβλέψεις τους είναι ακριβείς.

Επιπλέον ζήτημα αποτελεί η πολυπλοκότητα των δεδομένων. Τα μεγάλα δεδομένα χαρακτηρίζονται από τον όγκο, την ποικιλία και την ταχύτητά τους, γεγονός που μπορεί να κάνει δύσκολη την ανάλυσή τους. Οι αναλογιστές πρέπει να αναπτύξουν νέες τεχνικές και μεθοδολογίες για την ανάλυση και την ερμηνεία των δεδομένων.

Τα μεγάλα δεδομένα δημιουργούν επίσης προκλήσεις όσον αφορά το απόρρητο και την ασφάλεια των δεδομένων. Οι αναλογιστές πρέπει να είναι σε θέση να προστατεύουν ευαίσθητα δεδομένα και να διασφαλίζουν ότι δεν διακυβεύονται ή χρησιμοποιούνται κατάχρηση. Αυτό απαιτεί ισχυρή κατανόηση των νόμων και κανονισμών περί απορρήτου δεδομένων, καθώς και ισχυρά μέτρα ασφαλείας για την προστασία των δεδομένων.

Ένα παράδειγμα που είναι ήδη εμφανές είναι η νέα τάση της επεξεργασίας αξιώσεων σε πραγματικό χρόνο με τεχνητή νοημοσύνη, η οποία άνοιξε την πόρτα σε νέες μορφές απάτης, οδηγώντας στην ανάπτυξη νέων τύπων διχτυών ασφαλείας, όπως η ανίχνευση σε πραγματικό χρόνο. Οι πιο εκτεταμένες δυνατότητες εξατομίκευσης που επιτρέπονται από αυτές τις νέες τεχνικές, συμπεριλαμβανομένης της τιμής και της κάλυψης, φέρνουν στο προσκήνιο πολλά διλήμματα τιμολόγησης και το ζήτημα των κοινωνικοοικονομικών συνεπειών που, εάν γίνουν αντικείμενο πολιτικής ανησυχίας, μπορεί να οδηγήσουν σε αυξημένη θεσμική ρύθμιση σχετικά με το πώς τα μεγάλα δεδομένα και οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης εφαρμόζονται (Deloitte Insights (2019)).

Σε κάθε περίπτωση, οι αναλογιστές έχουν μια σταθερή βάση στις παραδοσιακές μορφές στατιστικών εργαλείων και τη χρήση τους στη συνολική αξιολόγηση των ασφαλιστικών και συναφών χρηματοοικονομικών ανησυχιών (SOA (2019)). Παρόλα

αυτά, έχει εντοπιστεί σημαντική αύξηση στην εφαρμογή των προγνωστικών αναλυτικών στοιχείων λόγω της ευελιξίας τους στην αντιμετώπιση ενός ευρέος φάσματος νέων και ποικίλων προκλήσεων. Σημαντικοί μετασχηματισμοί αναφέρονται σχετικά με τις αναλυτικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται από αναλογιστές και συναφείς επαγγελματίες (Sondergeld and Purushotham (2019)· Guo (2003) Wedel and Kannan (2016)).

Οι αναλογιστές διαθέτουν σε βάθος τεχνογνωσία σε σχέση με τον τρόπο λειτουργίας των χώρων εργασίας των ασφαλιστικών και χρηματοοικονομικών υπηρεσιών. Για να μπορέσουν να έχουν πρόσβαση και να ακμάζουν σε ένα περιβάλλον που ορίζεται από τα μεγάλα δεδομένα, πρέπει να ενσωματωθεί ένας εκτενής κατάλογος ικανοτήτων και γνώσεων, συμπεριλαμβανομένης της ενοποίησης και προετοιμασίας δεδομένων, της κατασκευής εξειδικευμένων υπολογιστικών περιβαλλόντων, της εξόρυξης δεδομένων και των ευφυών αλγορίθμων (Deloitte Insights (2019)). Ακόμη πιο κρίσιμο είναι το γεγονός ότι η ανάλυση δεδομένων πρέπει να εφαρμοστεί στις πιο γενικές πτυχές της επιχειρηματικής στρατηγικής, επομένως οι ερευνητές δεδομένων πρέπει να κατανοήσουν τις προκλήσεις για τις επιχειρήσεις που χρειάζονται απάντηση και το πλαίσιο στο οποίο ωφελεί την εταιρεία. Για να επιτευχθεί αυτό, οι επιστήμονες δεδομένων απαιτούν ένα συνδυασμό επιχειρηματικών, τεχνικών και προσωπικών δεξιοτήτων.

Λόγω των σχέσεων με την επιστήμη των υπολογιστών, η επιστήμη των μεγάλων δεδομένων εκτείνεται επίσης στην ηλεκτρική μηχανική και την επιστήμη των υπολογιστών (EECA), καθώς και στην εφαρμογή πλατφορμών όσον αφορά τις τεχνικές χειρισμού δεδομένων. Αυτό το γεγονός είχε ως αποτέλεσμα σημαντικές απαιτήσεις για τα ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης να συγχωνεύσουν την EECA με τη στατιστική και την αναλογιστική επιστήμη. Με αυτόν τον τρόπο, ο επιχειρηματικός τομέας μπορεί να προχωρήσει παράλληλα με την καινοτομία της μηχανικής, καθώς επιδιώκουν ένα όραμα εφαρμογής της αναλογιστικής επιστήμης σε ένα νέο βιομηχανικό τοπίο.

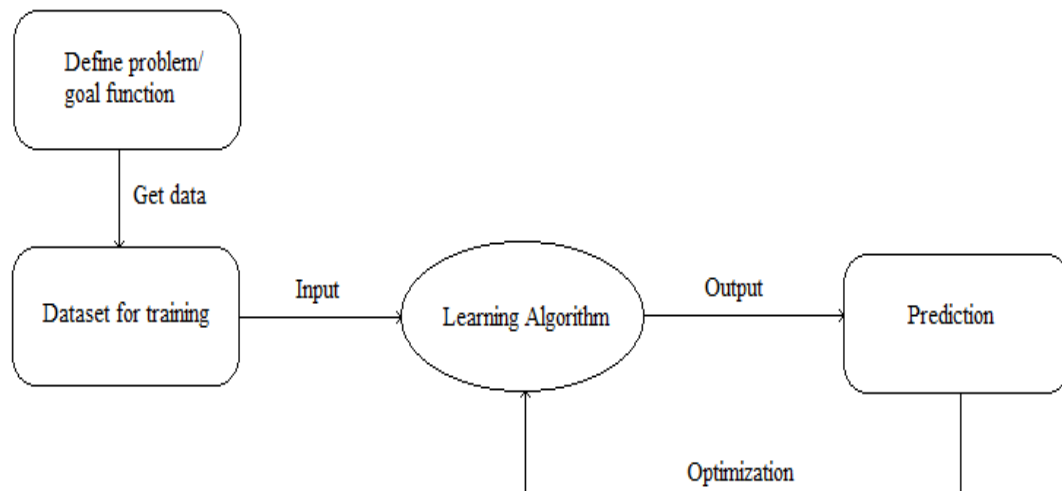
Πλέον, ένας συγκρίσιμος μετασχηματισμός βρίσκεται σε εξέλιξη για τη χρηματοοικονομική τεχνολογία (Fintech), η οποία εξαρτάται επίσης από πτυχές της αναλογιστικής επιστήμης. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα Fintech που καλύπτουν τόσο τον επιχειρηματικό όσο και τον τομέα της μηχανικής αποτελούν σημείο αναφοράς.

Αναμφίβολα, υπάρχουν απαιτήσεις για την παροχή στους μαθητές με μέντορες από το επάγγελμα που ασκούν. Ως εκ τούτου, το καθήκον των αναλογιστών θα είναι να αναπτύξουν οι ίδιοι αυτές τις ικανότητες ή να καταστούν ικανοί στο χειρισμό και την εφαρμογή ενός ευρέος φάσματος νέων εργαλείων επιστήμης δεδομένων και σε πολυάριθμα διεπιστημονικά πλαίσια. Προτεραιότητα είναι οι αναλογιστές να εκτιμήσουν τα οφέλη που προσφέρουν τα μεγάλα δεδομένα μέσω ορισμένων καινοτόμων μεθόδων διαχείρισης δεδομένων και ειδικά όσον αφορά τα μη δομημένα δεδομένα.

Επειδή η αναλογιστική επιστήμη και η ασφάλιση συνθέτουν μια παγκόσμια βιομηχανία, αξίζει να αναλυθεί η εστιασμένη χρήση των μεγάλων δεδομένων. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα των εφαρμογών των μεγάλων δεδομένων και των καινοτόμων τεχνολογικών προόδων για τις ασφαλιστικές εταιρείες θα μπορούσε να είναι η βελτίωση στις μεθόδους παραγωγικότητας, σε συνδυασμό με μεγαλύτερα εμπορικά κέρδη. Πράγματι, υπάρχει μεγάλο δυναμικό για τους ασφαλιστές αλλά και για τους πελάτες τους, αλλά υπάρχουν επίσης ηθικά ζητήματα που αναπόφευκτα θα εγείρει η ανάλυση μεγάλων δεδομένων, όσον αφορά τη διαφάνεια των νέων υπηρεσιών, μαζί με τη σχετική ακρίβεια και δυνατότητα ελέγχου. Η εισαγωγή εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης δεν θα επιτευχθεί χωρίς επιπλοκές (ΕΙΟΡΑ, 2019).

Το διάγραμμα που ακολουθεί, παρουσιάζει την τυπική διαδικασία ενός αλγορίθμου μηχανικής μάθησης. Μετά τον ορισμό ενός προβλήματος, ένα σύνολο δεδομένων πρέπει να δημιουργηθεί με τη συλλογή των σχετικών δεδομένων. Μόλις συλλεχθούν, αυτά τα δεδομένα χρησιμεύουν ως ένα σύνολο εκπαίδευσης που υπόκειται σε μια συνάρτηση απώλειας που χρησιμεύει ως είσοδος για τον αλγόριθμο μάθησης, ο οποίος υπόκειται σε μια προκαθορισμένη υπόθεση. Με τη βελτιστοποίηση του σφάλματος πρόβλεψης, οι βέλτιστες παράμετροι αποθηκεύονται και τροφοδοτούνται στο μοντέλο που έχει μάθει, το οποίο στη συνέχεια εκτελεί την πρόβλεψη.

Practical Implementation of Machine Learning Algorithm



Εικόνα 5: Πρακτική εφαρμογή αλγορίθμου μηχανικής μάθησης

4.5 ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Παρά τις προκλήσεις που τίθενται από τα μεγάλα δεδομένα, η χρήση τους παρουσιάζει επίσης πολλές ευκαιρίες για την αναλογιστική επιστήμη. Μία από τις μεγαλύτερες ευκαιρίες είναι η ικανότητα να υλοποιούνται πιο ακριβείς προβλέψεις. Με πρόσβαση σε μεγαλύτερα και πιο σύνθετα σύνολα δεδομένων, οι αναλογιστές μπορούν να αναπτύξουν πιο ακριβή μοντέλα και να λαμβάνουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις.

Τα μεγάλα δεδομένα παρουσιάζουν επίσης ευκαιρίες για καινοτομία. Οι αναλογιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν νέα εργαλεία και τεχνολογίες για την ανάλυση δεδομένων και την ανάπτυξη μοντέλων, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε νέες ιδέες και προσεγγίσεις για τη διαχείριση κινδύνων.

Τα μεγάλα δεδομένα παρουσιάζουν επίσης ευκαιρίες για συνεργασία. Οι αναλογιστές μπορούν να συνεργαστούν με επιστήμονες δεδομένων και άλλους

επαγγελματίες για την ανάλυση και την ερμηνεία δεδομένων, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε πιο ολοκληρωμένες και αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου.

Ο αντίκτυπος των μεγάλων δεδομένων στον αναλογιστικό κλάδο πρόκειται να αυξηθεί στο μέλλον. Καθώς ο όγκος και η πολυπλοκότητα των δεδομένων συνεχίζουν να αυξάνονται, οι αναλογιστές θα πρέπει να είναι σε θέση να διαχειρίζονται και να αναλύουν ακόμη μεγαλύτερα σύνολα δεδομένων. Θα πρέπει επίσης να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν νέα εργαλεία και τεχνολογίες για να αναπτύξουν πιο εξελιγμένα μοντέλα και να κάνουν πιο ακριβείς προβλέψεις.

Μία από τις βασικές τάσεις στο μέλλον των μεγάλων δεδομένων στον κλάδο της αναλογιστικής είναι η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης (AI) και της μηχανικής μάθησης (ML). Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων και τον εντοπισμό μοτίβων που θα ήταν δύσκολο να εντοπιστούν χρησιμοποιώντας παραδοσιακές μεθόδους. Αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για να γίνουν πιο ακριβείς προβλέψεις και να αναπτυχθούν πιο αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου.

Μια άλλη τάση είναι η χρήση της τεχνολογίας Blockchain. Το Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ασφαλή και διαφανή καταγραφή και αποθήκευση δεδομένων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη πιο ακριβών μοντέλων και τη λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων.

4.6 ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ

Η αναλογιστική επιστήμη και η τηλεϊατρική είναι δύο τομείς που μπορεί να φαίνονται ασύνδετοι εκ πρώτης άποψης, αλλά μοιράζονται έναν κοινό στόχο: τη βελτίωση των αποτελεσμάτων της υγειονομικής περίθαλψης. Η αναλογιστική επιστήμη είναι ο κλάδος που εφαρμόζει μαθηματικές και στατιστικές μεθόδους για την αξιολόγηση και τη διαχείριση οικονομικών κινδύνων, ενώ η τηλεϊατρική είναι η χρήση τηλεπικοινωνιών και τεχνολογιών πληροφοριών για την παροχή εξ αποστάσεως κλινικής υγειονομικής περίθαλψης. Τα τελευταία χρόνια, η ενοποίηση αυτών των δύο

τομέων έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στον τρόπο παροχής και χρηματοδότησης των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της τηλεϊατρικής είναι ότι μπορεί να μειώσει το κόστος υγειονομικής περίθαλψης ελαχιστοποιώντας την ανάγκη για διαπροσωπικές επισκέψεις και νοσηλεία. Αξιοποιώντας ψηφιακές πλατφόρμες, η τηλεϊατρική επιτρέπει στους ασθενείς να έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης από το σπίτι τους ή άλλες απομακρυσμένες τοποθεσίες, κάτι που μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για άτομα με περιορισμούς κινητικότητας, κατοίκους της υπαίθρου ή ασθενείς με χρόνιες παθήσεις. Ωστόσο, για να κάνουμε την τηλεϊατρική οικονομικά βιώσιμη, πρέπει να προβλέψουμε και να διαχειριστούμε με ακρίβεια τους σχετικούς κινδύνους, όπως η πιθανότητα λανθασμένης διάγνωσης, παραβιάσεις δεδομένων ή ζητήματα ευθύνης. Σε αυτό το σημείο εισέρχεται η αναλογιστική επιστήμη.

Οι αναλογιστές είναι ειδικοί στην αξιολόγηση και τη διαχείριση οικονομικών κινδύνων και μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη ασφαλιστικών προϊόντων και στρατηγικών διαχείρισης κινδύνου που είναι προσαρμοσμένες στις συγκεκριμένες ανάγκες των παρόχων τηλεϊατρικής και των ασθενών. Για παράδειγμα, οι αναλογιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν στατιστικά μοντέλα για να εκτιμήσουν την πιθανότητα δυσμενών αποτελεσμάτων, όπως αξιώσεις κακής πρακτικής ή κυβερνοεπιθέσεις, και να προτείνουν στρατηγικές για τον μετριασμό αυτών των κινδύνων. Οι αναλογιστές μπορούν επίσης να βοηθήσουν στο σχεδιασμό συστημάτων πληρωμών που παρέχουν κίνητρα υψηλής ποιότητας και οικονομικά αποδοτικής φροντίδας, όπως μοντέλα πληρωμής για απόδοση ή ομαδικές ρυθμίσεις πληρωμής.

Επιπλέον, η αναλογιστική επιστήμη συμβάλει στην ανάπτυξη προγνωστικών μοντέλων που μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό ασθενών που διατρέχουν υψηλό κίνδυνο να αναπτύξουν χρόνιες παθήσεις ή επιπλοκές. Αναλύοντας δεδομένα από ηλεκτρονικά αρχεία υγείας, φορητές συσκευές και άλλες πηγές, οι αναλογιστές μπορούν να εντοπίσουν μοτίβα και τάσεις που μπορούν να ενημερώσουν τη λήψη κλινικών αποφάσεων και να βοηθήσουν στην πρόληψη δυσμενών εκβάσεων. Αυτό όχι μόνο μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα των ασθενών αλλά και να μειώσει το κόστος υγειονομικής περίθαλψης αποτρέποντας δαπανηρές επιπλοκές ή νοσηλεία.

Ένας άλλος τομέας όπου η αναλογιστική επιστήμη μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην τηλεϊατρική είναι ο σχεδιασμός των πολιτικών αποζημίωσης. Παραδοσιακά, οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης αποζημιώνονται με βάση τον όγκο των υπηρεσιών που παρέχουν, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε υπερχρησιμοποίηση και να δώσει κίνητρα για φροντίδα χαμηλής αξίας. Οι αναλογιστές μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη εναλλακτικών μοντέλων αποζημίωσης που ευθυγραμμίζουν τα κίνητρα με την ποιότητα και τα αποτελέσματα, όπως το κεφάλαιο ή τις πληρωμές βάσει αξίας. Αυτά τα μοντέλα μπορούν να ενθαρρύνουν τους παρόχους να επικεντρωθούν στην προληπτική φροντίδα, στο συντονισμό της φροντίδας και στη συμμετοχή των ασθενών, κάτι που μπορεί τελικά να οδηγήσει σε καλύτερα αποτελέσματα υγείας και χαμηλότερο κόστος.

4.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα μεγάλα δεδομένα είχαν, έχουν και θα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στον κλάδο της αναλογιστικής επιστήμης. Ο τρόπος με τον οποίο παράγεται η αναλογιστική εργασία έχει μεταβληθεί, με μεγαλύτερη έμφαση στην ανάλυση βάσει δεδομένων και στη χρήση νέων εργαλείων και τεχνολογιών. Ενώ τα μεγάλα δεδομένα θέτουν ορισμένες προκλήσεις, παρουσιάζουν επίσης πολλές ευκαιρίες για καινοτομία, συνεργασία και πιο ακριβείς προβλέψεις. Καθώς ο όγκος και η πολυπλοκότητα των δεδομένων συνεχίζουν να αυξάνονται, ο ρόλος των μεγάλων δεδομένων στον κλάδο της αναλογιστικής θα γίνει ακόμη πιο σημαντικός.

Οι μελλοντικές επιπτώσεις της εφαρμογής των μεγάλων δεδομένων είναι αρκετά παραπάνω από αξιολογες και είναι σαφές ότι ο τομέας της αναλογιστικής επιστήμης θα συνεχίσει να εξελίσσεται καθώς η τεχνολογία προχωρά. Η ικανότητα συλλογής, επεξεργασίας και ανάλυσης μεγάλων συνόλων δεδομένων θα γίνεται όλο και πιο σημαντική και το σύνολο δεξιοτήτων που απαιτούνται για τους αναλογιστές θα αλλάξει.

Η εξέλιξη του αναλογισμού θα πρέπει να συμβεί με μια ευρεία διασύνδεση συνόλων δεξιοτήτων όπως ειδικοί δεδομένων, επιστήμονες δεδομένων, οικονομολόγοι, στατιστικοί, μαθηματικοί, επιστήμονες υπολογιστών και, έτσι ώστε να βελτιωθεί ο μετασχηματισμός των δεδομένων σε πληροφορίες σε πληροφορίες πελατών, ικανές

προς αξιοποίηση ακόμη και από εμπειρογνώμονες συμπεριφοράς. Αυτή είναι μια απαραίτητη εξέλιξη ώστε οι αναλογιστές και το επάγγελμα να παραμείνουν εναρμονισμένοι με τον κόσμο της υψηλής τεχνολογίας. Ως αποτέλεσμα, είναι σημαντικό για τους αναλογιστές να παραμένουν ενημερωμένοι με τις τελευταίες εξελίξεις στην τεχνολογία και την ανάλυση δεδομένων για να παραμείνουν ανταγωνιστικοί στον τομέα.

Ειδικά δε για την τηλεϊατρική, η ενοποίηση της με την αναλογιστική επιστήμη έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει τον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης βελτιώνοντας την πρόσβαση, την ποιότητα και την οικονομική προσιτότητα της περίθαλψης. Εφαρμόζοντας αυστηρή στατιστική και οικονομική ανάλυση στην τηλεϊατρική, μπορούμε να διαχειριστούμε καλύτερα τους κινδύνους, να αποτρέψουμε αρνητικά αποτελέσματα και να δώσουμε κίνητρα για φροντίδα υψηλής αξίας. Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να προοδεύει και οι ανάγκες υγειονομικής περίθαλψης εξελίσσονται, είναι σημαντικό να αξιοποιηθεί η τεχνογνωσία και των δύο τομέων για τον σχεδιασμό συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης που είναι βιώσιμα, δίκαια και αποτελεσματικά.

Σημαντικές ανακαλύψεις στην επιστήμη δεδομένων, σε συνδυασμό με καινοτομίες σε συναφείς τομείς, όπως η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο, το Blockchain, το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), το Cloud Computing (KPMG (2016), Corlosquet-Habart and Jansen, EIOPA (2019)), η εικονική πραγματικότητα και κβαντική υπολογιστική, είναι πιθανό να καθορίσουν την κατεύθυνση και την επιτυχία των μελλοντικών οικονομιών, βάσει των οποίων θα αξιολογηθούν οι βασικές εξελίξεις στην αναλογιστική επιστήμη. Σε μια τέτοια νέα προοπτική, η αναλογιστική επιστήμη αποτελεί τον τομέα εκείνο που οφείλει να επιθυμεί να αξιοποιήσει στο έπακρο το σύνολο των δυνατοτήτων που υπάρχουν διαθέσιμες προς όφελος του κοινωνικού συνόλου.

4.8 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΕΨΙΜΟΤΗΤΑΣ

Οι εξελίξεις στη γονιδιωματική και τη μαθηματική μοντελοποίηση έχουν φέρει, σήμερα, επανάσταση στην κατανόηση της εξατομικευμένης πρόβλεψης κινδύνου. Με την ενσωμάτωση γενετικών δεδομένων με εξελιγμένους μαθηματικούς αλγόριθμους, οι ερευνητές έχουν κατορθώσει σε σημαντικό βαθμό στην ακριβή αξιολόγηση του κινδύνου

ενός ατόμου για διάφορες ασθένειες και καταστάσεις. Αυτή η διεπιστημονική προσέγγιση έχει ανοίξει νέους δρόμους για την προληπτική υγειονομική περίθαλψη, επιτρέποντας προσαρμοσμένες παρεμβάσεις και βελτιώνοντας τα αποτελέσματα σε πολλές περιπτώσεις ασθενειών αλλά κυρίως στην πρόβλεψη.

Τα συστήματα προβλεψιμότητας στηρίζονται σε μερικά βασικά μαθηματικά και τεχνητής νοημοσύνης μοντέλα με κυριότερα τα:

Genomics: Αφορά τη μελέτη ολόκληρης της γενετικής σύνθεσης ενός ατόμου και παράσχει ανεκτίμητες γνώσεις σχετικά με την ευαισθησία σε ασθένειες ενός ατόμου. Η έλευση τεχνολογιών αλληλούχισης DNA υψηλής απόδοσης έχει καταστήσει εφικτή την ανάλυση του γονιδιώματος ενός ατόμου γρήγορα και οικονομικά. Οι ερευνητές έχουν εντοπίσει πολυάριθμες γενετικές παραλλαγές που σχετίζονται με αυξημένο ή μειωμένο κίνδυνο για διάφορες καταστάσεις, που κυμαίνονται από κοινές ασθένειες όπως καρδιακές παθήσεις και διαβήτη έως σπάνιες γενετικές διαταραχές.

Mathematical Modeling: Ενώ η γονιδιωματική παρέχει τα ακατέργαστα γενετικά δεδομένα, οι τεχνικές μαθηματικής μοντελοποίησης διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην εξαγωγή σημαντικών πληροφοριών από αυτά τα τεράστια σύνολα δεδομένων. Οι μαθηματικοί αλγόριθμοι μπορούν να αποκαλύψουν πολύπλοκα μοτίβα και σχέσεις εντός του γονιδιώματος, επιτρέποντας στους ερευνητές να αναπτύξουν μοντέλα πρόβλεψης κινδύνου με υψηλή ακρίβεια και προγνωστική ισχύ. Οι προσεγγίσεις μηχανικής μάθησης, όπως οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης, τα random forests και τα νευρωνικά δίκτυα, έχουν αναδειχθεί ως ισχυρά εργαλεία για την ανάλυση γονιδιωματικών δεδομένων και την πραγματοποίηση προβλέψεων.

Polygenic Risk Scores: Μια αξιοσημείωτη εφαρμογή της γονιδιωματικής και των μαθηματικών είναι η ανάπτυξη βαθμολογιών πολυγονιδιακού κινδύνου (PRS). Η PRS συνδυάζει πληροφορίες από πολλαπλές γενετικές παραλλαγές για να υπολογίσει τον συνολικό γενετικό κίνδυνο ενός ατόμου για μια συγκεκριμένη ασθένεια. Με την ενσωμάτωση χιλιάδων ή ακόμα και εκατομμυρίων γενετικών δεικτών, η PRS μπορεί να παρέχει μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της γενετικής προδιάθεσης ενός ατόμου. Αυτές οι βαθμολογίες έχουν δείξει ισχυροποίηση στην πρόβλεψη της πιθανότητας εμφάνισης καταστάσεων όπως ο καρκίνος του μαστού, η νόσος του Alzheimer και οι καρδιαγγειακές διαταραχές.

Beyond Genomics: Ενώ η γονιδιωματική έχει συμβάλει στην εξατομικευμένη πρόβλεψη κινδύνου, οι πρόσφατες προσπάθειες έχουν επικεντρωθεί στην ενσωμάτωση άλλων τύπων δεδομένων για την περαιτέρω ενίσχυση της ακρίβειας πρόβλεψης. Αυτό περιλαμβάνει την ενσωμάτωση κλινικών δεδομένων, περιβαλλοντικών παραγόντων, συμπεριφορών τρόπου ζωής, ακόμη και προφίλ μικροβιώματος. Λαμβάνοντας υπόψη αυτούς τους πρόσθετους παράγοντες, οι ερευνητές μπορούν να δημιουργήσουν πιο ολοκληρωμένα μοντέλα κινδύνου που αποτυπώνουν την πολύπλευρη φύση της ανάπτυξης και εξέλιξης της νόσου.

Μεταφράζοντας την πρόβλεψη κινδύνου στην κλινική πρακτική: Ο απώτερος στόχος της εξατομικευμένης πρόβλεψης κινδύνου είναι η ενημέρωση της κλινικής λήψης αποφάσεων και η βελτίωση των αποτελεσμάτων των ασθενών. Καθώς τα μοντέλα πρόβλεψης κινδύνου γίνονται πιο εξελιγμένα, υπάρχει αυξανόμενη ανάγκη για την ενσωμάτωσή τους στην κλινική πρακτική ρουτίνας. Αυτό απαιτεί την αντιμετώπιση προκλήσεων όπως το απόρρητο και η ασφάλεια των δεδομένων, τη διασφάλιση της ερμηνευσιμότητας του μοντέλου και την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών επικοινωνίας για τη διαβίβαση πληροφοριών σχετικά με τους κινδύνους στους ασθενείς και τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης.

Ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις: Η αυξανόμενη διαθεσιμότητα προσωπικών γενετικών πληροφοριών και μοντέλων πρόβλεψης κινδύνου εγείρει σημαντικά ηθικά και κοινωνικά ζητήματα. Τα ζητήματα που σχετίζονται με την ιδιωτική ζωή, τις διακρίσεις και τις ψυχολογικές επιπτώσεις **πρέπει** να αντιμετωπιστούν προσεκτικά για να διασφαλιστεί η υπεύθυνη και δίκαιη χρήση εξατομικευμένων εργαλείων πρόβλεψης κινδύνου. Ο συνεχής διάλογος μεταξύ ερευνητών, υπευθύνων χάραξης πολιτικής και κοινού είναι απαραίτητος για την επιτυχή πλοήγηση σε αυτά τα πολύπλοκα ηθικά τοπία.

Παρακάτω είναι μερικές **βασικές** μαθηματικές έννοιες που χρησιμοποιούνται συνήθως σε εξατομικευμένα μοντέλα πρόβλεψης κινδύνου στη γονιδιωματική:

Regression Models: Τα μοντέλα παλινδρόμησης χρησιμοποιούνται ευρέως στην πρόβλεψη **κινδύνου** για την ποσοτικοποίηση της σχέσης μεταξύ γενετικών παραλλαγών και κινδύνου ασθένειας. Μια κοινή μορφή είναι η λογιστική παλινδρόμηση, η οποία χρησιμοποιείται για δυαδικά αποτελέσματα (π.χ. ασθένεια έναντι μη ασθένειας). Η εξίσωση λογιστικής παλινδρόμησης μπορεί να αναπαρασταθεί ως:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{(1 + \exp(-z))}$$

Όπου το $P(Y = 1)$ αντιπροσωπεύει την πιθανότητα του αποτελέσματος (π.χ. ασθένεια) και το z είναι ένας γραμμικός συνδυασμός γενετικών προγνωστικών παραγόντων και των **αντίστοιχων** συντελεστών παλινδρόμησης.

Polygenic Risk Scores (PRS): Οι βαθμολογίες πολυγονιδιακού κινδύνου ενσωματώνουν πληροφορίες από πολλαπλές γενετικές παραλλαγές για τον υπολογισμό του συνολικού γενετικού κινδύνου ενός ατόμου για μια συγκεκριμένη ασθένεια. Ο υπολογισμός της PRS περιλαμβάνει το συνδυασμό των μεγεθών επίδρασης (β) κάθε γενετικής παραλλαγής (SNP) με τους αντίστοιχους γονότυπους (X). Ο τύπος για τον υπολογισμό της PRS μπορεί να εκφραστεί ως:

$$PRS = \sum_{i=1}^n \beta_i X_i$$

Όπου το β **αντιπροσωπεύει** το μέγεθος επίδρασης μιας γενετικής παραλλαγής και το X αντιπροσωπεύει τον γονότυπο (π.χ. 0, 1 ή 2) αυτής της παραλλαγής.

Machine Learning Algorithms: Αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης, όπως υποστηρικτικές διανυσματικές μηχανές (SVM), τα random forests (ευρέως χρησιμοποιούμενος αλγόριθμος μηχανικής μάθησης από τους Leo Breiman και Adele Cutler, ο οποίος συνδυάζει την έξοδο **πολλαπλών** δέντρων αποφάσεων για να φτάσει σε ένα μόνο αποτέλεσμα. Η ευκολία χρήσης και η ευελιξία του έχουν οδηγήσει στην υιοθέτησή του, καθώς χρησιμοποιείται για να αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης και παλινδρόμησης) ή νευρωνικά δίκτυα, χρησιμοποιούνται για την ανάλυση

γονιδιωματικών δεδομένων και την πραγματοποίηση προβλέψεων. Αυτοί οι αλγόριθμοι μαθαίνουν μοτίβα από τα δεδομένα για να δημιουργήσουν μοντέλα πρόβλεψης. Για παράδειγμα, στο SVM, ο αλγόριθμος βρίσκει το βέλτιστο υπερεπίπεδο που διαχωρίζει καλύτερα τα άτομα με διαφορετικά αποτελέσματα της νόσου με βάση τα γενετικά χαρακτηριστικά τους.

Cross-Validation: Η διασταυρούμενη επικύρωση είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της απόδοσης και της γενίκευσης των μοντέλων πρόβλεψης. Περιλαμβάνει τη διαίρεση του συνόλου δεδομένων σε **πολλαπλά** υποσύνολα (π.χ. σύνολα εκπαίδευσης και δοκιμών) για την αξιολόγηση της απόδοσης του μοντέλου σε άορατα δεδομένα. Οι συνήθεις μέθοδοι διασταυρούμενης επικύρωσης περιλαμβάνουν τη διασταυρούμενη επικύρωση k-fold και τη διασταυρούμενη επικύρωση χωρίς εξαίρεση.

Area Under the Curve (AUC): Η AUC είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέτρηση για την αξιολόγηση της απόδοσης των μοντέλων πρόβλεψης κινδύνου. Μετρά την ικανότητα του μοντέλου να διακρίνει μεταξύ ατόμων με και χωρίς την ασθένεια. Ένα τέλειο μοντέλο έχει AUC 1, υποδεικνύοντας τέλεια διάκριση, ενώ μια AUC 0,5 υποδηλώνει τυχαία πιθανότητα.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτοί οι τύποι και μεθοδολογίες είναι απλώς ένα υποσύνολο των πολλών μαθηματικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται σε εξατομικευμένα μοντέλα πρόβλεψης κινδύνου. Το πεδίο εξελίσσεται συνεχώς και οι ερευνητές χρησιμοποιούν μια ποικιλία στατιστικών και υπολογιστικών προσεγγίσεων προσαρμοσμένων στα συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα και σύνολα δεδομένων τους.

Από τα προτεινόμενα Publications, ως μελέτη περίπτωσης χρησιμοποιήθηκε το:

“Longevity Bulletin [Use of big health and actuarial data for understanding longevity and morbidity risk](#), Dec 2016”

και συγκεκριμένα το “Content 7. Personalised risk prediction: genomics and beyond” <https://www.actuaries.org.uk/learn-and-develop/research-and-knowledge/our-journals-and-research-publications/longevity-bulletin/longevity-bulletin-big-data-health-issue-9>

Personalised risk prediction: genomics and beyond

Το άρθρο μελετά τη δυνατότητα της προσωποποιημένης ιατρικής, εστιάζοντας στην ένταξη των γονιδιωματικών δεδομένων και άλλων βιολογικών πληροφοριών στις διαδικασίες βελτίωσης και εξατομίκευσης των εκτιμήσεων κινδύνου σε διάφορες ασθένειες. Υπογραμμίζεται η σημασία της γονιδιωματικής στην πρόβλεψη κινδύνου και την προσωποποιημένη ιατρική, ενώ ταυτόχρονα αναγνωρίζεται η εξατομικευμένη προσέγγιση στην πρόβλεψη και την πρόληψη των κοινών ασθενειών, η οποία θα απαιτήσει πιθανώς την ενσωμάτωση επιπλέον δεδομένων από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων των συσκευών φορητής τεχνολογίας και βιοαισθητήρων.

Το άρθρο εξερευνά επίσης τον ρόλο της γονιδιωματικής στον εντοπισμό ομάδων υψηλού κινδύνου ανάμεσα στους πληθυσμούς, τα πιθανά οφέλη της φαρμακογονιδιωματικής, καθώς και τα πεδία της τοξικογονιδιωματικής και της νουτριγονιδιωματικής, τα οποία μελετούν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ γονιδίων και περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως οι τοξίνες και η διατροφή.

Συμπερασματικά, το μέλλον της προσωποποιημένης ιατρικής θα περιλαμβάνει πιο ακριβείς προβλέψεις κινδύνου, ενημερωμένες από τον συνδυασμό γονιδιωματικών, περιβαλλοντικών, συμπεριφορικών και φυσιολογικών παραγόντων. Ωστόσο, τονίζεται ότι υπάρχει ακόμα πολύς δρόμος για το σημείο όπου η πρόβλεψη κινδύνου θα ενσωματωθεί πλήρως στη διαδικασία παρακολούθησης και διατήρησης της υγείας.

Ακολουθούν πέντε (5) παραδείγματα μαθηματικών μοντέλων / συναρτήσεων που αξιοποιούνται για την μαθηματική – στατιστική -αναλογιστική ανάλυση των διαλαμβανόμενων στο άρθρο.

4.8.1 ΠΟΛΥΓΕΝΕΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Στο πλαίσιο της προσωποποιημένης ιατρικής, μια σημαντική προσέγγιση είναι η χρήση πολυγενετικών μοντέλων για την εκτίμηση του κινδύνου ασθένειας. Ένα τέτοιο μοντέλο λαμβάνει υπόψη τη συνεισφορά πολλαπλών γονιδίων και περιβαλλοντικών παραγόντων (de Villiers, C. B., Kroese, M., & Moorthie, S., 2020). Το μοντέλο μπορεί να έχει τη μορφή:

$$R = \beta_0 + \beta_1 G_1 + \beta_2 G_2 + \dots + \beta_n G_n + \gamma_1 E_1 + \gamma_2 E_2 + \dots + \gamma_m E_m$$

Όπου R είναι ο κίνδυνος ασθένειας, G_1, G_2, \dots, G_n είναι γονίδια, E_1, E_2, \dots, E_m είναι περιβαλλοντικοί παράγοντες και $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n, \gamma_1, \dots, \gamma_m$ είναι συντελεστές που πρέπει να εκτιμηθούν με βάση δεδομένα.

Η απόδειξη του πολυγενετικού μοντέλου δεν είναι μια απόδειξη στην κλασική μαθηματική έννοια, αλλά μάλλον μια διαδικασία εκτίμησης των συντελεστών $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n, \gamma_1, \dots, \gamma_m$ με βάση δεδομένα. Η διαδικασία αυτή μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

1. Συλλογή δεδομένων: Συλλέγουμε δεδομένα για το κίνδυνο ασθένειας R, τα γονίδια G_1, G_2, \dots, G_n και τους περιβαλλοντικούς παράγοντες E_1, E_2, \dots, E_m για μια δειγματική ομάδα ατόμων.
2. Κατασκευή του σχεδίου παρατήρησης: Δημιουργούμε ένα πίνακα X με τα δεδομένα των γονιδίων και των περιβαλλοντικών παραγόντων για κάθε άτομο, προσθέτοντας μια πρώτη στήλη με τιμές 1 για τον όρο β_0 (intercept). Η γραμμή i του πίνακα X περιέχει τις τιμές των γονιδίων και περιβαλλοντικών παραγόντων για το άτομο i. Επίσης, δημιουργούμε ένα διάνυσμα y με τις τιμές του κινδύνου ασθένειας R για κάθε άτομο.
3. Εκτίμηση των συντελεστών: Χρησιμοποιούμε τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (OLS) για να εκτιμήσουμε τους συντελεστές $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n, \gamma_1, \dots, \gamma_m$. Στη μέθοδο OLS, ελαχιστοποιούμε την τετραγωνική απόκλιση μεταξύ των πραγματικών τιμών του κινδύνου ασθένειας (y) και των προβλεπόμενων τιμών από το μοντέλο ($X * b$), όπου b είναι ο διάνυσμα των συντελεστών ($\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n, \gamma_1, \dots, \gamma_m$).

Το πρόβλημα ελαχιστοποίησης μπορεί να γραφτεί ως:

$$\min_b \|y - X b\|^2$$

Για να βρούμε τη λύση του προβλήματος, παίρνουμε την παράγωγο της τετραγωνικής απόκλισης ως προς το διάνυσμα b και θέτουμε την παράγωγο

ίση με 0:

$$\nabla_b \|y - X b\|^2 = 0$$

Η λύση του προβλήματος ελαχίστων τετραγώνων είναι:

$$b = (X^T X)^{-1} X^T y$$

όπου $X^T X$ είναι ο αναστροφές του πίνακα X και $(X^T X)^{-1}$ είναι ο αντίστροφος του γινομένου $X^T * X$.

4. Υπολογισμός των προβλεπόμενων τιμών του κινδύνου ασθένειας: Με τους εκτιμηθέντες συντελεστές b , μπορούμε να υπολογίσουμε τις προβλεπόμενες τιμές του κινδύνου ασθένειας για κάθε άτομο ως $R_{\text{predicted}} = X * b$.

Με αυτήν τη διαδικασία, έχουμε εκτιμήσει τους συντελεστές του πολυγενετικού μοντέλου $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n, \gamma_1, \dots, \gamma_m$ και μπορούμε να προβλέψουμε τον κίνδυνο ασθένειας για κάθε άτομο, λαμβάνοντας υπόψη τη συνεισφορά των γονιδίων και των περιβαλλοντικών παραγόντων.

5. Ερμηνεία των αποτελεσμάτων: Με τα εκτιμηθέντα συντελεστές, μπορούμε να ερμηνεύσουμε τη συνεισφορά των γονιδίων και των περιβαλλοντικών παραγόντων στον κίνδυνο ασθένειας. Οι συντελεστές $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ δείχνουν τη σχετική επίδραση των γονιδίων στον κίνδυνο ασθένειας, ενώ οι συντελεστές $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m$ δείχνουν τη σχετική επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτές τις πληροφορίες για να αξιολογήσουμε τη σημασία των διαφόρων γονιδίων και περιβαλλοντικών παραγόντων στον κίνδυνο ασθένειας και να κατανοήσουμε την πολυπλοκότητα της αλληλεπίδρασης μεταξύ αυτών των παραγόντων. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη προσωποποιημένων στρατηγικών πρόληψης και θεραπείας, βασισμένες στους εκτιμώμενους κινδύνους ασθένειας για κάθε άτομο.

Για παράδειγμα, τα αποτελέσματα του πολυγενετικού μοντέλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προτείνουν παρεμβάσεις που εστιάζουν στα πιο σημαντικά γονίδια και περιβαλλοντικούς παράγοντες που συμβάλλουν στον κίνδυνο ασθένειας, όπως η τροποποίηση της διατροφής, η αύξηση της άσκησης ή η χρήση φαρμάκων που επηρεάζουν τους κρίσιμους μεταβολικούς δρόμους.

Επίσης, το πολυγενετικό μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανακάλυψη νέων βιολογικών διαδρομών που συμβάλλουν στην επιδημιολογία της ασθένειας, καθώς και για την πρόβλεψη των αντιδράσεων του ατόμου σε συγκεκριμένες θεραπείες.

Σχολιασμός: Το πολυγενετικό μοντέλο βασίζεται στη θεωρία της γενετικής επιδημιολογίας και της αναλογιστικής επιστήμης. Με τη χρήση αυτού του μοντέλου, μπορούμε να εξετάσουμε τη σχέση μεταξύ των γονιδίων, των περιβαλλοντικών παραγόντων και του κινδύνου ασθένειας, καθώς και να αξιολογήσουμε τη συνεισφορά τους στον κίνδυνο.

4.8.2 ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ COX

Το γραμμικό μοντέλο Cox είναι μια δημοφιλής μέθοδος για την ανάλυση των δεδομένων επιβίωσης και την εκτίμηση του κινδύνου πρόκλησης ενός συμβάντος (π.χ. ασθένεια) με βάση τις πληροφορίες για τους παράγοντες κινδύνου (Kalbfleisch, J. D., & Schaubel, D. E., 2023)..

Το μοντέλο του Cox:

Έστω ότι έχουμε n άτομα στην μελέτη και ότι το $x'=(x_1,x_2,\dots,x_p)$ είναι το διάνυσμα των μεταβλητών που πιστεύουμε ότι επηρεάζουν το χρόνο ζωής των ατόμων. Οι μεταβλητές αυτές μπορεί να παριστάνουν διάφορα χαρακτηριστικά όπως θεραπείες, φυσικές ιδιότητες των ατόμων (όπως ηλικία ή φύλο), εξωγενείς μεταβλητές. Το $x_i=(x_{i1},x_{i2},\dots,x_{ip})$, $i=1,2,\dots,n$ είναι το διάνυσμα με τις τιμές των συμμεταβλητών που αντιστοιχεί στο i άτομο.

- Οι μεταβλητές μπορούν να συνδυαστούν για να εξηγήσουν επιδράσεις αλληλεπίδρασης.
- Οι επεξηγηματικές μεταβλητές μπορούν να ταξινομηθούν ως σταθερές (ανεξάρτητες του χρόνου) ή εξαρτημένες από τον χρόνο.

Αρχικά υποθέτουμε ότι οι συμμεταβλητές δεν εξαρτώνται από τον χρόνο, δηλαδή θεωρούμε ότι οι τιμές των συμμεταβλητών καταγράφηκαν στην αρχή της μελέτης,

δηλαδή στο $t=0$, και θεωρούμε ότι παραμένουν σταθερές σε όλη την διάρκεια της μελέτης. Το μοντέλο παλινδρόμησης του Cox

$$\text{Δίνεται από τον τύπο: } h(t; x) = h_0(t)e^{\beta'x} \quad (1)$$

,όπου η $h(t;x)$ είναι η συνάρτηση κινδύνου στο χρόνο t δεδομένων των συμμεταβλητών ενώ η $h_0(t)$ ονομάζεται αναφορική ή βασική συνάρτηση κινδύνου (baseline hazard function) στο χρόνο t . Το $\beta'=(\beta_1,\beta_2,\dots,\beta_p)$ είναι το διάνυσμα των συντελεστών παλινδρόμησης. Ο κίνδυνος $h(t;x)$ εξαρτάται από τον χρόνο και τις συμμεταβλητές, αλλά μέσω δύο διαφορετικών παραγόντων.

Ο πρώτος παράγοντας, $h_0(t)$, είναι μια συνάρτηση του χρόνου, που αφήνεται ελεύθερη και θεωρείται η ίδια και για τα n άτομα της μελέτης. Ο δεύτερος παράγοντας είναι μια ποσότητα που εξαρτάται από τις συμμεταβλητές μόνο μέσω του διανύσματος β .

Το κύριο χαρακτηριστικό του μοντέλου του Cox είναι ότι οι παραμετρικές μορφές των βασικών συναρτήσεων $h_0(t)$ και $S_0(t)$ δεν καθορίζονται. Μόνο η επίδραση των συμμεταβλητών x αναλύεται. Υποθέτει ότι οι επιδράσεις των μεταβλητών είναι σταθερές στο χρόνο και είναι προσθετικές σε μια συγκεκριμένη κλίμακα. Για το λόγο αυτό, το μοντέλο του Cox καλείται ημιπαραμετρικό (semiparametric) (Tableman-Kim (2004)).

$$\text{Από την σχέση (1) για } x=0 \text{ έχουμε: } h(t; 0) = h_0(t) \quad (2)$$

Δηλαδή, η αναφορική συνάρτηση κινδύνου μπορεί να θεωρηθεί ως η συνάρτηση κινδύνου ενός ατόμου με τιμή όλων των συμμεταβλητών ίση με 0, $x_i=0$, $i=1,\dots,p$. Για να δούμε πως οι μεταβλητές είναι προσθετικές σε μια συγκεκριμένη κλίμακα, θεωρούμε για δύο οποιαδήποτε άτομα με διανύσματα μεταβλητών x_1 και x_2 , το λόγο κινδύνου $H(R(t))$ (hazard rate).

$$H(R(t)) = \frac{h(t;x_1)}{h(t;x_2)} = \frac{h_0(t)e^{\beta'x_1}}{h_0(t)e^{\beta'x_2}} = e^{\beta'(x_1-x_2)} \quad (3)$$

Θεωρούμε πως οι μεταβλητές δεν εξαρτώνται από τον χρόνο, έτσι και η ποσότητα $\frac{h(t;x_1)}{h(t;x_2)} = e^{\beta'(x_1-x_2)}$ της σχέσης **(3)** είναι σταθερή στο χρόνο, για αυτό και το μοντέλο είναι γνωστό ως μοντέλο αναλογικών κινδύνων. Η γενική μορφή ενός μοντέλου αναλογικών κινδύνων (proportional hazards model) είναι:

$$h(t; x) = h_0(t)g(x) \tag{4}$$

,όπου $g(x)$ είναι μια συνάρτηση του διανύσματος x .

Χρήσιμες παρατηρήσεις:

- Ο όρος αναλογικοί κίνδυνοι (proportional hazards) προέρχεται από το γεγονός ότι δύο οποιαδήποτε άτομα έχουν συναρτήσεις κινδύνου που η μία είναι πολλαπλάσιο της άλλης.
- Στην περίπτωση του PH μοντέλου του Cox, η $g(x)$ είναι η συνάρτηση $e^{\beta'x} = e^{\beta_1'x_1} + e^{\beta_2'x_2} + e^{\beta_3'x_3} + \dots + e^{\beta_p'x_p}$.
- Όταν θεωρούμε κάποια κατανομή για το (t) , τότε έχουμε την παραμετρική μορφή του μοντέλου αναλογικού κινδύνου.

Αν λογαριθμίσουμε την σχέση **(3)** προκύπτει:

$$\ln[h(t; x_1)] - \ln[h(t; x_2)] = \beta'(x_1 - x_2)$$

Η παραπάνω σχέση δείχνει ότι το μοντέλο θεωρεί μια σταθερή διαφορά μεταξύ των λογαρίθμων των κινδύνων δύο ατόμων.

Από την (1) προκύπτει η παρακάτω σχέση για την συνάρτηση επιβίωσης στο χρόνο t , και από αυτή μπορεί να εκτιμηθεί η συνάρτηση επιβίωσης οποιουδήποτε ατόμου που συμμετέχει στην μελέτη:

$$\int_0^t h_i(s) ds = \int_0^t h_0(s) e^{\beta'x} ds$$

Και χρησιμοποιώντας την γνωστή σχέση : $H(t) = \int_0^t h(u)du$ ή $H(t) = -\ln S(t)$

$$Hi(t) = e^{\beta'x} Ho(t) \text{ ή } S(t) = [S_0(t)]e^{\beta'x} \quad (5)$$

Όπου $S_0(t)$ είναι η αναφορική ή βασική συνάρτηση επιβίωσης (baseline survival function).

Έστω ότι έχουμε μόνο μία μεταβλητή, την X , που αντιπροσωπεύει το είδος της θεραπείας και έστω ότι παίρνει την τιμή 1 ($x_1 = 1$) αν το άτομο λαμβάνει την θεραπεία A και 0 ($x_2 = 0$) αν λαμβάνει την θεραπεία B. Τότε, η συνάρτηση κινδύνου για τα άτομα που ανήκουν στην ομάδα A είναι $h(t,1) = h_0(t)e^{\beta}$, ενώ για τα άτομα της ομάδας B θα είναι $h(t,0) = h_0(t) = h_0(t)e^0 = h_0(t)$.

Σε αυτή την περίπτωση ο λόγος κινδύνου θα είναι $HR = \frac{h(t,1)}{h(t,2)} = e^{\beta}$ ενώ η (5) θα γίνει:

$$S_1(t) = [S_0(t)]e^{\beta} \quad (6)$$

- Αν $\beta > 0$ τότε $e^{\beta} > 1$, ο κίνδυνος ενός ατόμου που λαμβάνει την θεραπεία A θα είναι μεγαλύτερος από τον κίνδυνο ενός ατόμου που λαμβάνει την θεραπεία B, ενώ η πιθανότητα επιβίωσης ενός ατόμου της ομάδας A θα είναι μικρότερη από την πιθανότητα επιβίωσης ενός ατόμου της ομάδας B.
Αυτό προκύπτει από την σχέση (6) : $S_0(t) < 1$ ή $S_1(t) = [S_0(t)]e^{\beta} < S_0(t)$
- Αν $\beta = 0$ τότε $h(t,1) = h(t,0)$ και $S_0(t) = S_1(t)$, δηλαδή οι δύο θεραπείες θεωρούνται ισοδύναμες.
- Αν $\beta < 0$ τότε $0 < e^{\beta} < 1$. Σε αυτή την περίπτωση, ο κίνδυνος ενός ατόμου που λαμβάνει την θεραπεία A θα είναι μικρότερος από τον κίνδυνο του ατόμου που λαμβάνει την θεραπεία B, ενώ η πιθανότητα επιβίωσης ενός ατόμου της ομάδας A θα είναι μεγαλύτερη από την πιθανότητα επιβίωσης ενός ατόμου της ομάδας B.

Σχολιασμός: Το γραμμικό μοντέλο Cox βασίζεται στη θεωρία των πολυμεταβλητών αναλύσεων και της αναλογιστικής επιστήμης. Με τη χρήση αυτού του μοντέλου, μπορούμε να αξιολογήσουμε τη συνεισφορά των διαφόρων παραγόντων κινδύνου

στην πρόκληση της ασθένειας και να εκτιμήσουμε τον κίνδυνο πρόκλησης της ασθένειας με βάση αυτούς τους παράγοντες.

4.8.3 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ WEIBULL

Η κατανομή Weibull είναι μια συνεχής κατανομή πιθανοτήτων που χρησιμοποιείται ευρέως στην ανάλυση αξιοπιστίας και επιβίωσης (Taketomi, N., Yamamoto, K., Chesneau, C., & Emura, T., 2022)., καθώς και σε άλλες εφαρμογές:

$$h(t) = k * \lambda * (t^{(\lambda-1)})$$

Η συνάρτηση **h(t)** που δίνεται είναι η συνάρτηση κινδύνου (ή hazard function) της κατανομής Weibull, όπου:

- $h(t)$ είναι η συνάρτηση κινδύνου για το χρονικό σημείο t .
- k : ο παράγοντας κλίμακας (scale parameter), ο οποίος πρέπει να είναι θετικός. Ο παράγοντας κλίμακας επηρεάζει την τοποθέτηση της κατανομής κατά μήκος του άξονα του χρόνου.
- λ (lambda): ο σχηματικός παράγοντας (shape parameter), ο οποίος πρέπει να είναι θετικός. Ο σχηματικός παράγοντας επηρεάζει το σχήμα της κατανομής. Όταν $\lambda = 1$, η κατανομή Weibull μετατρέπεται σε εκθετική κατανομή.

Η συνάρτηση κινδύνου απεικονίζει τον "κίνδυνο" του γεγονότος (π.χ. αποτυχία εξοπλισμού) να συμβεί σε ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο t , δεδομένου ότι το αντικείμενο (π.χ. εξοπλισμός) έχει επιβιώσει μέχρι αυτό το χρονικό σημείο. Είναι μια σημαντική έννοια στην ανάλυση αξιοπιστίας και επιβίωσης, καθώς μας επιτρέπει να εκτιμήσουμε πώς ο κίνδυνος αλλάζει με το χρόνο.

Η συνάρτηση κατανομής Weibull, **F(t)**, και η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας **f(t)** σχετίζονται άμεσα με τη συνάρτηση κινδύνου $h(t)$. Συγκεκριμένα:

Συνάρτηση κατανομής Weibull:

$$F(t) = 1 - e^{-(t/k)^\lambda}$$

Συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας Weibull:

$$f(t) = \frac{\lambda}{k} \left(\frac{t}{k}\right)^{\lambda-1} e^{-(t/k)^\lambda}$$

Η συνάρτηση κινδύνου $h(t)$ μπορεί επίσης να υπολογιστεί ως $f(t) / (1 - F(t))$, δηλαδή το ποσοστό της πυκνότητας πιθανότητας προς την πιθανότητα επιβίωσης στο χρονικό σημείο t .

Η κατανομή Weibull είναι ευέλικτη και μπορεί να προσαρμοστεί για να μοντελοποιήσει διάφορα σενάρια, ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων k και λ . Επιπλέον, χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές, όπως η αξιολόγηση της ανθεκτικότητας υλικών, η μελέτη της διάρκειας ζωής των προϊόντων, η πρόβλεψη του χρόνου επισκευής των εξαρτημάτων και η ανάλυση της επιβίωσης στη βιοστατιστική.

Σχολιασμός: Η κατανομή Weibull είναι ένα ισχυρό και ευέλικτο εργαλείο που μπορεί να προσαρμοστεί για να αντιμετωπίσει πολλές προκλήσεις σε διάφορους τομείς. Η επιλογή των κατάλληλων τιμών για τους παραμέτρους k και λ εξαρτάται από το συγκεκριμένο πρόβλημα και τα δεδομένα που εξετάζονται. Με τη χρήση της, μπορούμε να αναλύσουμε τα δεδομένα επιβίωσης και να εκτιμήσουμε τη συνάρτηση κινδύνου, παρέχοντας μια εκτίμηση της πιθανότητας πρόκλησης της ασθένειας με την πάροδο του χρόνου.

4.8.4 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ POISSON

Η συνάρτηση κατανομής Poisson είναι μια πιθανοτική κατανομή που περιγράφει τον αριθμό των ανεξάρτητων γεγονότων που συμβαίνουν σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ή χώρο. Χρησιμοποιείται για να μοντελοποιήσει την πιθανότητα εμφάνισης αυτών των γεγονότων (Chan, Y. H., 2005), και έχει την εξής μορφή:

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

Όπου $P(X=k)$ είναι η πιθανότητα να έχουμε k επεισόδια της ασθένειας, λ είναι η μέση τιμή των επεισοδίων ανά χρονική περίοδο και k είναι ένας ακέραιος αριθμός.

Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας (probability mass function, PMF) της κατανομής Poisson έχει την εξής μορφή:

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

όπου:

X: η τυχαία μεταβλητή που αντιπροσωπεύει τον αριθμό των γεγονότων

k :ο αριθμός των γεγονότων (k = 0, 1, 2, ...)

λ: η μέση τιμή των γεγονότων ανά μονάδα χρόνου ή χώρου

e:η βάση του φυσικού λογαρίθμου (περίπου 2.71828)

Απόδειξη:

Η κατανομή Poisson προκύπτει από το όριο της διωνυμικής κατανομής (binomial distribution) όταν το πλήθος των δοκιμασιών n τείνει στο άπειρο, ενώ το προϊόν n*p (όπου p είναι η πιθανότητα επιτυχίας) τείνει σε έναν θετικό αριθμό λ.

Στη διωνυμική κατανομή, η PMF έχει την εξής μορφή:

$$P(X = k) = \binom{n}{k} p^k (1 - p)^{n-k}$$

,όπου C(n, k) είναι ο συνδυασμός των n προς k και δίνεται από τη σχέση:

$$C(n, k) = \frac{n!}{k! (n - k)!}$$

Εάν θέσουμε λ = n * p, τότε p = λ / n. Έτσι, η PMF της διωνυμικής κατανομής γίνεται:

$$P(X = k) = C(n, k) \cdot \left(\frac{\lambda}{n}\right)^k \cdot \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^{n-k}$$

Ας εξετάσουμε το όριο της $P(X=k)$ όταν n τείνει στο άπειρο:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(X = k) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{C(n, k) \cdot \left(\frac{\lambda}{n}\right)^k \cdot \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^{n-k}}{1} \right]$$

Για να βρούμε αυτό το όριο, θα χρησιμοποιήσουμε τις ακόλουθες ιδιότητες:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^n = e^{-\lambda} \quad (\alpha)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{C(n, k)}{n^k} = \frac{\lambda^k}{k!} \quad (\beta)$$

Τότε:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(X = k) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{C(n, k)}{n^k} \cdot \left(\frac{\lambda}{n}\right)^k \cdot \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^{n-k} \cdot \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^{-k}$$

Αντικαθιστώντας τις ιδιότητες **(α)** και **(β)** :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(X = k) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

Συνεπώς, το όριο της διωνυμικής κατανομής όταν n τείνει στο άπειρο και $np = \lambda$ είναι η κατανομή Poisson:

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

Σχολιασμός: Η συνάρτηση κατανομής Poisson βασίζεται στη θεωρία των στοχαστικών διαδικασιών. Με τη χρήση αυτής της κατανομής, μπορούμε να αναλύσουμε τα δεδομένα σχετικά με τη συχνότητα των επεισοδίων της ασθένειας και να εκτιμήσουμε την πιθανότητα εμφάνισης k επεισοδίων ανά χρονική περίοδο.

4.8.5 ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΑ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ (GLM)

Τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα (GLM) είναι μια κατηγορία στατιστικών μοντέλων που περιλαμβάνει πολλές διαφορετικές κατανομές και συνδυάζει τη γραμμική παλινδρόμηση με μια συνάρτηση σύνδεσης (Ip, E. H., 2007). Το μοντέλο έχει τη μορφή:

$$g(\mu) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$$

Όπου $g(\mu)$ είναι η συνάρτηση σύνδεσης, μ είναι η μέση τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής, X_1, X_2, \dots, X_n είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές και $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ είναι οι συντελεστές που πρέπει να εκτιμηθούν με βάση τα δεδομένα.

Σχολιασμός: Το μοντέλο GLM βασίζεται στη θεωρία των γραμμικών μοντέλων, των στοχαστικών διαδικασιών και της αναλογιστικής επιστήμης. Χρησιμοποιώντας αυτό το μοντέλο, μπορούμε να αναλύσουμε τη σχέση μεταξύ των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών και να αξιολογήσουμε τη συνεισφορά των ανεξάρτητων μεταβλητών στην πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής, π.χ., του κινδύνου ασθένειας. Αυτό το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξετάσουμε ποιοι παράγοντες συνδέονται με την αύξηση του κινδύνου, καθώς και να κατανοήσουμε τη σχέση ανάμεσα στις διάφορες μεταβλητές. Ως εκ τούτου, το GLM είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την ανάλυση και την εκτίμηση των κινδύνων που σχετίζονται με την υγεία και την ασφάλιση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΙΔΙΩΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΙΣΗ ΥΓΕΙΑΣ

5.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

Τα δεδομένα υγείας ή άλλα ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα καθώς και ο σεβασμός της ιδιωτικής ζωής αποτελούν θεμελιώδη δικαιώματα του ατόμου. [Η Σύμβαση 108](#) του Συμβουλίου της Ευρώπης της 28ης Ιανουαρίου 1981 περί προστασίας του ατόμου έναντι της αυτοματοποιημένης επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα είναι η πρώτη νομικά δεσμευτική διεθνής πράξη που θεσπίστηκε στον τομέα της προστασίας των δεδομένων, με κύριο σκοπό της τη διασφάλιση για κάθε φυσικό πρόσωπο του σεβασμού των δικαιωμάτων του και των θεμελιωδών ελευθεριών του, και ιδίως του δικαιώματός του στην ιδιωτική ζωή, έναντι της αυτοματοποιημένης επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα⁴⁰. Στην Ελλάδα κυρώθηκε με το ν.2068/1992/ΦΕΚ118/Α/09-07-1992 «Κύρωση της Ευρωπαϊκής Σύμβασης για την προστασία του ατόμου από την αυτοματοποιημένη επεξεργασία πληροφοριών προσωπικού χαρακτήρα». Εκτός από την παροχή εγγυήσεων σε σχέση με τη συλλογή και την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα, απαγορεύει την επεξεργασία «ευαίσθητων» δεδομένων σχετικά με τη φυλή, την πολιτική, την υγεία, τη θρησκεία, τη σεξουαλική ζωή, το ποινικό μητρώο κ.λπ.

Στη συνέχεια, στα πλαίσια προάσπισης των θεμελιωδών προσωπικών δεδομένων θεσπίστηκε ο *Ευρωπαϊκός Κώδικας Ιατρικής Δεοντολογίας* το 1987 ο οποίος είχε πολλές επιρροές από τη Σύμβαση 108. Οκτώ χρόνια αργότερα, στις 24 Οκτωβρίου 1995 εισήχθη η [Οδηγία 95/46/ΕΚ](#), η οποία ενσωματώθηκε στην Ελλάδα με τον ν.2472/97/ ΦΕΚ/50/Α/10.04.1997, «Προστασία του ατόμου από την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα». Η οδηγία αυτή ήταν μια προσπάθεια να ισορροπήσουν δυο αντικρουόμενες μεν, απαραίτητες δε, ανάγκες που υπήρχαν εντός της Ε.Ε.. Αφενός υπήρχε η ανάγκη προάσπισης και προστασίας των προσωπικών δεδομένων, αφετέρου κυριαρχούσε η ανάγκη για ελεύθερη διακίνηση των πληροφοριών δημιουργώντας έτσι μια μεγάλη Ευρωπαϊκή αγορά της πληροφορίας. Ακολούθησε η [Οδηγία 136/2009/ΕΚ](#) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης

⁴⁰ https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/el/FTU_4.2.8.pdf

Νοεμβρίου 2009, η οποία τροποποιούσε την [Οδηγία 58/2002/ΕΚ](#) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 12ης Ιουλίου 2002 σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών κατά την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα, καθώς και η υιοθέτηση της [Οδηγίας 680/2016/ΕΕ](#) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Απριλίου 2016, σχετικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων των φυσικών προσώπων από την επεξεργασία τους από αρμόδιες αρχές για τους σκοπούς της πρόληψης ποινικών, ανίχνευσης ή δίωξης αδικημάτων κ.λπ⁴¹.

Πριν τεθεί σε ισχύ ο [κανονισμός \(ΕΕ\) 2016/679](#) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Απριλίου 2016, για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών καθώς και την κατάργηση της οδηγίας 95/46/ΕΚ, το Συμβούλιο της Ευρώπης ενέκρινε τροποποιητικό Πρωτόκολλο της Σύμβασης 108 του Συμβουλίου της Ευρώπης, προκειμένου να εναρμονισθεί με τον νέο Κανονισμό. Στη συνέχεια αφού τέθηκε σε ισχύ ο νέος Κανονισμός, έγινε πρόταση για υπογραφή του Πρωτοκόλλου από όλα τα κράτη – μέλη, το οποίο υπέγραψε και η χώρα μας. Παράλληλα τον Αύγουστο του 2019, ψηφίστηκε στο ελληνικό Κοινοβούλιο ο ν.4624/2019/ΦΕΚ 137/Α/29-8-2019, «Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα, μέτρα εφαρμογής του Κανονισμού (ΕΕ) 2016/679 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Απριλίου 2016 για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και ενσωμάτωση στην εθνική νομοθεσία της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/680 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Απριλίου 2016 και άλλες διατάξεις».

⁴¹ <http://ejournals.lib.auth.gr/infolawj/>

5.2 ΓΕΝΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ –ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΟΡΩΝ

Ο κίνδυνος της απώλειας ψηφιακών δεδομένων είναι μία από τις μεγαλύτερες απειλές κατά τη χρήση του διαδικτύου. Η ισχύουσα νομοθεσία προσπαθεί συνεχώς να ανταποκρίνεται και να ενσωματώνει άμεσα τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις και αλλαγές που λαμβάνουν χώρα κάθε φορά αλλά ταυτόχρονα και να λαμβάνει τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία των πολιτών από τους κίνδυνους που ελλοχεύουν.

Ο Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων⁴²- ΓΚΠΔ (General Data Protection Regulation - GDPR) της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2016/679/ΕΕ «Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Απριλίου 2016 για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών και την κατάργηση της οδηγίας 95/46/ΕΚ (Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων) θεμελιώνει δικαιώματα και ελευθερίες των φυσικών προσώπων». Για την Ελλάδα η αρμόδια εποπτεύουσα αρχή είναι η Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα⁴³, μια συνταγματικά κατοχυρωμένη ανεξάρτητη δημόσια Αρχή, η οποία έχει ως αποστολή της την εποπτεία της εφαρμογής του Γενικού Κανονισμού Προστασίας Δεδομένων, του ν. 4624/2019, του ν. 3471/2006 και άλλων ρυθμίσεων που αφορούν την προστασία του ατόμου από την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα. Ο κανονισμός τέθηκε σε εφαρμογή από τις 25-5-2018, σύμφωνα με το άρθρο 99 παρ. 2 αυτού⁴⁴.

Η Συνθήκη της Λισαβόνας, η οποία είχε προηγηθεί του κανονισμού, μετέτρεψε τις Ευρωπαϊκές Κοινοότητες σε Ευρωπαϊκή Ένωση, φέρνοντας νέα πνοή θεσμικών και κανονιστικών μεταρρυθμίσεων εντός των κρατών-μελών της. Σύμφωνα με το άρθρο 288

⁴² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=HR>

⁴³ <https://www.dpa.gr/>

⁴⁴ «Ο παρών κανονισμός αρχίζει να ισχύει την εικοστή ημέρα από τη δημοσίευσή του στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τίθεται σε εφαρμογή από τις 25 Μαΐου 2018».

της Συνθήκης για τη Λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΣΛΕΕ), ως αποτέλεσμα της συνθήκης της Λισαβόνας, ο ΓΚΠΔ έχει άμεση εφαρμογή σε όλα τα κράτη μέλη, τα οποία υποχρεούνται να λάβουν τα αναγκαία μέτρα για την προσαρμογή της εθνικής νομοθεσίας τους χωρίς να απαιτείται η ψήφιση αντίστοιχου εθνικού νόμου. Σύμφωνα με τον νέο Κανονισμό, εγκαταλείπεται η προσαρμογή των κρατών - μελών στις εκάστοτε Οδηγίες, οι οποίες είχαν «χαλαρότερο» χαρακτήρα συμμόρφωσης, και πλέον η συμμόρφωση πραγματοποιείται μέσω του Κανονισμού.

Τα δεδομένα υγείας, ως ιδιαίτερος «ευαίσθητος» δεδομένα, προστατεύονταν, ήδη από το νομικό καθεστώς προ του ισχύοντος σήμερα Κανονισμού 2016/679, δηλαδή από την Οδηγία 95/46/ΕΚ. Ο Κανονισμός 2016/679 – GDPR (Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων), το πρόσφατο δημιούργημα της Ε.Ε., σφυρηλατήθηκε με τη δεσμευτική νομική φύση των Κανονισμών, την οποία αποδίδει σε αυτούς το δικαίωμα της ένωσης. Έτσι, επιδιώκεται ευθέως η απόλυτη συμμόρφωση των κρατών-μελών, μέσω της τεχνικής της εναρμόνισης, ενώ εισάγονται παράλληλα νέοι τρόποι και μέθοδοι εξυπηρέτησης της συμμόρφωσης αυτής, μέσω αρχών και εγγυήσεων, με απώτερο σκοπό τη διασφάλιση της προστασίας των προσωπικών δεδομένων γενικότερα, εντός των οποίων και των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων της υγείας⁴⁵.

Το άρθρο 4 «Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων - Ορισμοί» παρ 1 του Κανονισμού 2016/679 – GDPR ορίζει τα **Δεδομένα Προσωπικού Χαρακτήρα** ως *«κάθε πληροφορία που αφορά ταυτοποιημένο ή ταυτοποιήσιμο φυσικό πρόσωπο («υποκείμενο των δεδομένων»): το ταυτοποιήσιμο φυσικό πρόσωπο είναι εκείνο του οποίου η ταυτότητα μπορεί να εξακριβωθεί, άμεσα ή έμμεσα, ιδίως μέσω αναφοράς σε αναγνωριστικό στοιχείο ταυτότητας, όπως όνομα, σε αριθμό ταυτότητας, σε δεδομένα θέσης, σε επιγραμμικό αναγνωριστικό ταυτότητας ή σε έναν ή περισσότερους παράγοντες που προσιδιάζουν στη σωματική, φυσιολογική, γενετική, ψυχολογική, οικονομική, πολιτιστική ή κοινωνική ταυτότητα του εν λόγω φυσικού προσώπου».*

Συνέχεια του ίδιου άρθρου παρ 2 του Κανονισμού 2016/679 – GDPR ορίζεται ως **επεξεργασία των δεδομένων** *«κάθε πράξη ή σειρά πράξεων που πραγματοποιείται με*

⁴⁵ <http://ejournals.lib.auth.gr/infolawj/>

ή χωρίς τη χρήση αυτοματοποιημένων μέσων, σε δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα ή σε σύνολα δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα, όπως η συλλογή, η καταχώριση, η οργάνωση, η διάρθρωση, η αποθήκευση, η προσαρμογή ή η μεταβολή, η ανάκτηση, η αναζήτηση πληροφοριών, η χρήση, η κοινολόγηση με διαβίβαση, η διάδοση ή κάθε άλλη μορφή διάθεσης, η συσχέτιση ή ο συνδυασμός, ο περιορισμός, η διαγραφή ή η καταστροφή».

Τέλος στο άρθρο 4 στις παρ 13, 14 και 15 αναλύονται τα Γενετικά, Βιομετρικά Δεδομένα και τα Δεδομένα Υγείας- Ιατρικά Δεδομένα αντίστοιχα. Συγκεκριμένα:

α) **Γενετικά Δεδομένα** ορίζονται ως «τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα που αφορούν τα γενετικά χαρακτηριστικά φυσικού προσώπου που κληρονομήθηκαν ή αποκτήθηκαν, όπως προκύπτουν, ιδίως, από ανάλυση βιολογικού δείγματος του εν λόγω φυσικού προσώπου και τα οποία παρέχουν μοναδικές πληροφορίες σχετικά με την φυσιολογία ή την υγεία του εν λόγω φυσικού προσώπου»,

β) **Βιομετρικά Δεδομένα** ορίζονται ως «τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα τα οποία προκύπτουν από ειδική τεχνική επεξεργασία συνδεδεμένη με φυσικά, βιολογικά ή συμπεριφορικά χαρακτηριστικά φυσικού προσώπου και τα οποία επιτρέπουν ή επιβεβαιώνουν την αδιαμφισβήτητη ταυτοποίηση του εν λόγω φυσικού προσώπου, όπως εικόνες προσώπου ή δακτυλοσκοπικά δεδομένα»

γ) **Ιατρικά Δεδομένα** ορίζονται ως «δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα τα οποία σχετίζονται με τη σωματική ή ψυχική υγεία ενός φυσικού προσώπου, περιλαμβανομένης της παροχής υπηρεσιών υγειονομικής φροντίδας, και τα οποία αποκαλύπτουν πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της υγείας του»

Ωστόσο στο άρθρο 9 «Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων - Επεξεργασία ειδικών κατηγοριών δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα» και συγκεκριμένα στην παρ 1 διαχωρίζει τα δεδομένα που αφορούν την υγεία και τα εντάσσει στις ειδικές κατηγορίες δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα όπου και απαγορεύει την περαιτέρω επεξεργασία τους. Επίσης στην παρ 2 του ίδιου άρθρου (εδάφια α'-ι'), ορίζεται τότε γίνεται κατ' εξαίρεση άρση της απαγόρευσης της επεξεργασίας.

Τέλος στο άρθρο 36 «Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων - Προηγούμενη διαβούλευση» παρ 5 γίνεται αναφορά στην υγεία και συγκεκριμένα «το δίκαιο του κράτους μέλους μπορεί να απαιτεί από τους υπευθύνους επεξεργασίας να διαβουλεύονται και να λαμβάνουν προηγούμενη άδεια από την εποπτική αρχή σε σχέση με την επεξεργασία από υπεύθυνο επεξεργασίας για την εκτέλεση καθήκοντος που ασκείται από τον εν λόγω υπεύθυνο προς το δημόσιο συμφέρον, περιλαμβανομένης της επεξεργασίας σε σχέση με την κοινωνική προστασία και τη δημόσια υγεία».

Εν κατακλείδι, συμπεραίνουμε ότι ο νομοθέτης θέσπισε αυστηρό πλαίσιο προστασίας κατά την επεξεργασία των ειδικών κατηγοριών προσωπικών δεδομένων στις οποίες συμπεριλήφθηκαν τα γενετικά και βιομετρικά δεδομένα μέσω του Κανονισμού 2016/679.

5.3 ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΥΓΕΙΑΣ- ΙΑΤΡΙΚΟ ΑΠΟΡΡΗΤΟ ΚΑΙ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΣΧΕΣΗΣ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΟΧΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟΥ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η προστασία των προσωπικών δεδομένων συνιστά δικαίωμα του κάθε ατόμου συνταγματικά κατοχυρωμένο, το οποίο κατοχυρώνεται με τη διάταξη του άρθρου 9Α του Συντάγματος⁴⁶. Επίσης σύμφωνα με το άρθρο 16 παρ. 1⁴⁷ της Συνθήκης για τη Λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΣΛΕΕ) και το άρθρο 8 παρ. 1⁴⁸ του Χάρτη Θεμελιωδών Δικαιωμάτων, κάθε πρόσωπο έχει δικαίωμα προστασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που το αφορούν. Το δίκαιο των προσωπικών δεδομένων ως

⁴⁶ «Καθένας έχει δικαίωμα προστασίας από τη συλλογή, επεξεργασία και χρήση, ιδίως με ηλεκτρονικά μέσα, των προσωπικών του δεδομένων, όπως νόμος ορίζει. Η προστασία των προσωπικών δεδομένων διασφαλίζεται από ανεξάρτητη αρχή, που συγκροτείται και λειτουργεί, όπως νόμος ορίζει.» βλ. σχ.

<https://www.hellenicparliament.gr/Vouli-ton-Ellinon/To-Politevma/Syntagma/article-9a/>

⁴⁷ «Κάθε πρόσωπο έχει δικαίωμα προστασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που το αφορούν.» βλ. σχ. <https://www.lawspot.gr/nomikes-plirofories/nomothesia/slee/arthro-16-synthiki-gia-ti-leitoyrgia-tis-eyropaikis-enosis>

⁴⁸ https://www.europarl.europa.eu/charter/pdf/text_el.pdf

βασικό στόχο έχει την ανάλυση του Γενικού Κανονισμού 679/2016 για την προστασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα, καθώς και του εκτελεστικού νόμου 4624/2019. Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία εντάσσεται στο γενικότερο πλαίσιο του θεσμού της ιδιωτικής σφαίρας, που μπορεί να διακριθεί στο δικαίωμα στον «πληροφοριακό αυτοκαθορισμό» και στο «δικαίωμα στην ησυχία». Το δικαίωμα των προσωπικών δεδομένων συνδέεται με το ιδιωτικό δικαίωμα, όσον αφορά τον καθένα ιδιώτη ξεχωριστά, αλλά και το δημόσιο, μέσω του Συντάγματος όπως αναφέρεται στο άρθρο 9 Α, καθώς και με το ποινικό, σε περίπτωση παραβίασης των διατάξεων των νομοθετημάτων για την προστασία των προσωπικών δεδομένων (Χριστοδούλου Κ., 2020).

Τα προσωπικά δεδομένα υγείας προστατεύονται νομικά εκτός από τον Κανονισμό 2016/679 – GDPR, και με τον Κώδικα Ιατρικής Δεοντολογίας⁴⁹, τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Για το λόγο αυτό, το ιατρικό απόρρητο απαγορεύει στους επαγγελματίες της υγείας να αποκαλύπτουν πληροφορίες σχετικές με τους ασθενείς τους όπως καθορίζεται με το άρθρο 13⁵⁰ του ανωτέρω Κώδικα.

Η σχέση μεταξύ της προστασίας των προσωπικών δεδομένων υγείας και του ιατρικού απορρήτου ιεραρχείται ως εξής: Το ιατρικό απόρρητο είναι έννοια ευρύτερη από αυτή των προσωπικών δεδομένων διότι: α) το ιατρικό απόρρητο αφορά οποιαδήποτε πληροφορία μπορεί να γνωρίζει ο ιατρός κατά την άσκηση της ιατρικής του δραστηριότητας και β) επειδή η υποχρέωση αυτή του ιατρού για τήρηση του απορρήτου εκτείνεται και μετά το θάνατο του ασθενούς⁵¹. Η έννοια του ιατρικού απορρήτου είναι συνυφασμένη από πλευρά ηθικής διάστασης με: α) το δικαίωμα του ατόμου για προστασία της ζωής του, β) τη σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ ιατρού και ασθενούς και γ) την μυστικότητα (Δάλλα – Βοργία Π., 1988).

Χαρακτηριστική διαφορά μεταξύ των προσωπικών δεδομένων υγείας και του ιατρικού απορρήτου είναι ότι τα πρώτα αποσκοπούν στην προάσπιση του ιδιωτικού

⁴⁹ Ν.3418/2005 ΦΕΚ287/Α/28-11-2002 «Κώδικας Ιατρικής Δεοντολογίας»

⁵⁰ Ν.3418/2005, Αρ. 13 "Ιατρικό απόρρητο" « Ο ιατρός οφείλει να τηρεί αυστηρά απόλυτη εχεμύθεια για οποιοδήποτε στοιχείο υποπίπτει στην αντίληψή του ή του αποκαλύπτει ο ασθενής ή τρίτοι, στο πλαίσιο της άσκησης των καθηκόντων του, και το οποίο αφορά στον ασθενή ή τους οικείους του.»

⁵¹ <http://ejournals.lib.auth.gr/infolawj/>

συμφέροντος ενώ το η τήρηση του ιατρικού απορρήτου από την πλευρά των ιατρών δημιουργεί μια σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ αυτών και των χρηστών υγείας, όπως αναλύεται στο άρθρο 8 παρ 2⁵² του Κώδικα Ιατρικής Δεοντολογίας.

Τέλος ο Κανονισμός 2016/679 – GDPR, στο άρθρο 5 εισάγει κάποιες θεμελιώδεις αρχές: α) της νομιμότητας, αντικειμενικότητας και διαφάνειας, και αφορά τη σύννομη και θεμιτή επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων με διαφανή τρόπο σε σχέση με το υποκείμενο των δεδομένων β) της εμπιστευτικότητας η οποία συνδέεται με την έννοια του ιατρικού απορρήτου και γ) της ακεραιότητας και διαθεσιμότητας, οι οποίες αφορούν αρχές που σχετίζονται με την τήρηση των ιατρικών αρχείων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συνοψίζοντας τα όσα εκτέθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, συμπεραίνουμε πως η ψηφιακή εποχή επηρεασμένη από τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις αλλάζει σε μεγάλο βαθμό τα όσα γνωρίζαμε μέχρι σήμερα για τον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Τα δεδομένα αυξήθηκαν δραματικά και οι μέθοδοι ανάλυσης και επεξεργασίας τους δεν μπορούσαν να ανταποκριθούν. Με την εμφάνιση λοιπών των

⁵²Ν.3418/2005, Αρ. 8 “ Η ιατρική ως σχέση εμπιστοσύνης και σεβασμού” «Ο ιατρός φροντίζει για την ανάπτυξη σχέσεων αμοιβαίας εμπιστοσύνης και σεβασμού μεταξύ αυτού και του χρήστη-ασθενή. Ακούει τους ασθενείς του, τους συμπεριφέρεται με σεβασμό και κατανόηση και σέβεται τις απόψεις, την ιδιωτικότητα και την αξιοπρέπειά τους.»

Big Data και των Big Data Analytics το σύστημα υγείας άλλαξε και οι απαιτήσεις σε γνώσεις και εξειδίκευση αυξήθηκαν.

Κατά τη διάρκεια της πανδημίας covid -19, οι διάφορες μορφές της ψηφιακής υγείας είχαν μεγαλύτερη ζήτηση, μεταξύ των οποίων και η τηλεϊατρική, η οποία έκανε αισθητή την παρουσία της, παρέχοντας ιατρική περίθαλψη εξ αποστάσεως σε πραγματικό χρόνο με σκοπό την βελτίωση της ζωής και της καθημερινότητας των ασθενών. Επίσης Οι ασφαλιστικές εταιρείες μπορούν να προσφέρουν πιο ακριβείς και δίκαιες τιμές ασφαλίσεων, βασιζόμενες σε πιο ακριβή δεδομένα. Τα δεδομένα βοηθούν στον εντοπισμό ανωμαλιών και παρατυπιών που σχετίζονται με ασφαλιστικές απάτες.

Συνολικά, η χρήση των Big Data στην τηλεϊατρική ανοίγει νέους δρόμους για τη βελτίωση της υγείας, την πρόληψη ασθενειών και την παροχή αποτελεσματικής υγειονομικής περίθαλψης, ενώ ταυτόχρονα βοηθά στη διαχείριση του κόστους και την προσαρμογή των υπηρεσιών στις ανάγκες των ασφαλισμένων.

Ωστόσο, η εξέλιξη της τεχνολογίας είχε και αρνητικό αντίκτυπο σχετικά με την ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων των ασθενών και των θεμελιωδών δικαιωμάτων του ατόμου, όπου κακόβουλα λογισμικά και οντότητες καταχράστηκαν τα προσωπικά ευαίσθητα δεδομένα τους. Την ανάγκη ενίσχυσης και προστασίας αυτών των δεδομένων ο νομοθέτης κάλυψε με τη θέσπιση ενός αυστηρού πλαισίου προστασίας μέσω του Κανονισμού 2016/679 – GDPR (Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων), ο οποίος φαίνεται να αποτελεί μια εύστοχη προσπάθεια ώστε να αποτελέσει μια γέφυρα μεταξύ των τεχνολογικών επιτευγμάτων και τις ανάγκης του ατόμου για διασφάλιση των δικαιωμάτων του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Αγγελίδης Π., (2015) Ηλεκτρονική Υγεία. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο:

<https://repository.kallipos.gr/handle/11419/5994>

Αναστασιάδης Σ. Π, (2000), «Στον Αιώνα της Πληροφορίας» εκδόσεις: Νέα σύνορα - Λιβάνη, Αθήνα

Δάλλα- Βοργιά Π., (1988), «Ιατρικό απόρρητο και ιατρός εργασίας», Εκδόσεις Επιθεώρηση Εργατικού Δικαίου, Αθήνα

Ξένος Π., Νεκτάριος Μ., Πολύζος Ν., Υφαντόπουλος Ι. (2013), Σύγχρονες μέθοδοι χρηματοδότησης νοσοκομείων, ανταγωνισμός και οικονομικά κίνητρα, Αθήνα.

Νεκταρίου Μ., 2014, Σύμπραξη δημόσιου-ιδιωτικού τομέα στην ασφάλιση υγείας Νεκταρίου Μ., Συνέδριο HILA-AIDA, Αθήνα. Διαθέσιμο στο:

<https://www.hba.gr/5Ekdotis/UplPDFs/sylltomos14/435-450%20Nektarios%202014.pdf>

Χριστοδούλου Κ., (2020) Δίκαιο Προσωπικών Δεδομένων, Αθήνα, Νομική Βιβλιοθήκη.

Ξένα

Abouelmehdi, K., Beni-Hssane, A., Khaloufi, H., & Saadi, M. (2017). Big data security and privacy in healthcare: A Review. *Procedia Computer Science*, 113, 73-80.

Akhilesh S. Pathipati, April W. Armstrong, *Teledermatology: Outcomes and Economic Considerations*, in book *Telemedicine Techniques and Applications*, chapter 17, InTech, 2011

Angaran David, "Telemedicine and Telepharmacy: Current Status and Future Implications", *American Journal of Health-System Pharmacy*, 1999 Jul 15; Vol. 56: 1405-26

Archana, R. A., Hegadi, R. S., & Manjunath, T. N. (2018). A Study on Big Data Privacy Protection Models using Data Masking Methods. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*.

Auffray C, Balling R, Barroso I, Bencze L, Benson M, Bergeron J, et al. Making sense of big data in health research: towards an EU action plan, *Genome Med*. 2016; 8. Διαθέσιμο στο:

<https://genomemedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13073-016-0323-y>

Barrett MA, Humblet O, Hiatt RA, Adler NE. Big Data and Disease Prevention: From Quantified Self to Quantified Communities. *Big Data*. 2013;1(3): 168-75.

Belle A, & Thiagarajan R, Soroushmehr R, Navidi F, Beard D, Najarian K. Big Data Analytics in Healthcare. *BioMed Research International* 2015. 61

Διαθέσιμο στο: https://www.researchgate.net/publication/279198958_Big_Data_Analytics_in_7_Healthcare

Bharatula, N., Ossevoort, S., Stäger, M., Tröster, G. (2004). Towards Wearable Autonomous Microsystems. *Pervasive Computing*, Vienna, Austria, 18-23 April 2004, Springer, pp. 225-237.

Bonfiglio, A., De Rossi, D., Kirstein, T., Locher, IR., Mameli, F., Paradiso, R., Vozzi, G. (2005). Organic field effect transistors for textile applications. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 9(3):319-324.

Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2014). Big data: A survey. *Mobile networks and applications*, 19(2), 171-209.

Dash S, Shakyawar SK, Sharma M, Kaushik S (2019). Big Data in healthcare: management, analysis and future prospects. *J Big Data*

Διαθέσιμο στο: <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0217-0>

Dierks T, Rescorla E. (2008). «The Transport Layer Security (TLS) Protocol, Version 1.2»

Doug Laney (2019). 3-D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety

Favaretto, M., De Clercq, E., Schneble, C. O., & Elger, B. S. (2020). What is your definition of Big Data? Researchers' understanding of the phenomenon of the decade.

Fugkeaw, S., & Sato, H. (2015, November). Privacy-preserving access control model for big data cloud. In *2015 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)* (pp. 1-6). IEEE.

Garapati SL, Garapati S. Application of Big Data Analytics: An Innovation in Health Care. *International Journal of Computational Intelligence Research* 2018; 14(1)15-27.

Herschel, G., Davis, M. (2015). Understanding the Spectrum of Analytics Capabilities. Gartner

John Craig, Victor Patterson, Introduction to the practice of telemedicine, *Journal of Telemedicine and Telecare*, Volume 11, Number 1, February 2005

Karavatselou E.(2001) "A new value added Telematics Service for the Telemedecine Applications" *transactions on information technology in biomedicine*, vol: 5 No: 3

Kontaxakis George, Visvikis Dimitris, Ohl Roland, Sachpazidis Ilias, Suarez, Juan Pablo, Selby, Boris Peter, et al. Integrated Telemedicine Applications and Services for Oncological Positron Emission Tomography, *Oncology Reports* 2006; 15:1091–1100.

Laney, D. (2001). 3-d data management: Controlling data volume, velocity and variety," META Group, Research Note, February 2001.

Lustig, I., Dietrich, B., Johnson, C., Dziekan, C. (2010). The Analytics Journey. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). Διαθέσιμο στο <http://analytics-magazine.org/the-analytics-journey>

Manivannan Rangasamy, Ayyasamy Balasubramaniam, Devarajan Krishnarajan, Achanta Raviteja, Naveen Raja Kante, Natesan Senthil Kumar, Role of Telemedicine in Health Care System: A Review, International Journal of Recent Advances in Pharmaceutical Research, April 2011

Manyika J, McKinsey Global Institute, Chui M, Brown B, Bughin J, Dobbs R, Roxburgh C, Byers AH (2011) Big data: the next frontier for innovation, competition, and productivity. McKinsey Global Institute

Marlise Araújo dos Santos, Patrícia Bellicanta Lazzarotto, Helena Willhelm de Oliveira, Júlio César Marques de Lima, Telepharmacy: The Pharmacy of the 21st Century, SMGroup, 27 June 2017

Mehta N, Pandit A. Concurrence of Big Data Analytics and healthcare: A systematic review. International Journal of Medical Informatics 2018; 114:57–65.

Raghupathi N., Raghupathi V., «Big Data analytics in healthcare: promise and potential», Health Information Science and Systems, 2014; 2:3

Sanders, N. R. (2016). How to Use Big Data to Drive Your Supply Chain. California Management Review, vol. 58, iss. 3, pp. 26-48.

Senthilkumar SA, Bharatendara K Rai, Amruta A Meshram, Angappa Gunasekaran, Chandrakumarmangalam S. Big Data in Healthcare Management: A Review of Literature. American Journal of Theoretical and Applied Business 2018; 4(2):57-69.

Uddin, M. F., & Gupta, N. (2014, April). Seven V's of Big Data understanding Big Data to extract value. In Proceedings of the 2014 zone 1 conference of the American Society for Engineering Education (pp. 1-5). IEEE.

Zhang, R., & Liu, L. (2010) Security models and requirements for healthcare application clouds. In 2010 IEEE 3rd International Conference on cloud Computing (pp. 268-275). IEEE.

"David C. M. Dickson, Mary R. Hardy, Howard R. Waters - Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks (International Series on Actuarial Science)-Cambridge University Press (2020)".

Chan, Y. H. (2005). Biostatistics 306. Log-linear models: poisson regression. Singapore medical journal, 46(8), 377.

de Villiers, C. B., Kroese, M., & Moorthie, S. (2020). Understanding polygenic models, their development and the potential application of polygenic scores in healthcare. Journal of medical genetics, 57(11), 725-732.

Ip, E. H. (2007). General linear models. Topics in Biostatistics, 189-211.

Kalbfleisch, J. D., & Schaubel, D. E. (2023). Fifty Years of the Cox Model. Annual Review of Statistics and Its Application, 10.

Taketomi, N., Yamamoto, K., Chesneau, C., & Emura, T. (2022). Parametric distributions for survival and reliability analyses, a review and historical sketch. Mathematics, 10(20), 3907.

Torkamani, A., Wineinger, N. E., & Topol, E. J. (2018). The personal and clinical utility of polygenic risk scores. Nature Reviews Genetics, 19(9), 581-590.

Zarogianni, Evgenia-Sofia T.(2013), Το μοντέλο αναλογικών κινδύνων του Cox και εφαρμογή στην R, <http://dx.doi.org/10.26240/heal.ntua.11427>

Visscher, P. M., Brown, M. A., McCarthy, M. I., & Yang, J. (2012). Five years of GWAS discovery. American Journal of Human Genetics, 90(1), 7-24.

Wang, Y., & Nie, J. (2021). Precision Medicine: Update on Genomics, Biomarkers, and Risk Prediction Models. Biomedical Journal, 44(2), 98-107.

Κ. Φωκιανός & Χ. Χαραλάμπους. (2010), Εισαγωγή στην R-Πρόχειρες σημειώσεις, Τμήμα μαθηματικών & Στατιστικής Πανεπιστήμιο Κύπρου

Wray, N. R., & Goddard, M. E. (2010). Multi-Locus Models of Genetic Risk of Disease. Genome Medicine, 2(10), 10.

Διαδικτυακές πηγές

<http://ejournals.uniwa.gr/ojs/index.php/tovima/article/viewFile/4439/4088>(Accessed,September 2022)

<https://www.byteblog.gr/news/618-ti-einai-big-data-giati-to-big-data-analytics-einai-shmantiko> (Accessed, September 2022)

Lupton D. The thirteen Ps of big data 2015 <https://simplysociology.wordpress.com/2015/05/11/the-thirteen-ps-of-bigdata> (Accessed, September 2022).

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CE%B3%CE%AC%CE%BB%CE%B1_%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1 (Accessed, September 2022).

<https://banks.com.gr/ofeli-ton-big-data-analytics-gia-tis-epicheiriseis/> (Accessed, October 2022).

<https://sciencebusiness.net/> (Accessed, October 2022).

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%81%CF%85%CF%80%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%B7%CF%83%CE%B7> (Accessed, October 2022).

<https://global.hitachi-solutions.com/blog/big-data-in-health-insurance/> (Accessed, October 2022).

<https://www.statistics.gr/infographic-hospital-census-2019> (Accessed, October 2022).

<https://m.naftemporiki.gr/story/1853001/interamerican-ypsili-leitourgiki-kerdoforia-286-ek-euro-to-2021> (Accessed, October 2022).

<https://www.moh.gov.gr/articles/ehealth> (Accessed November, 2022).

<http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-analog-and-digital/> (Accessed November, 2022).

<https://teledermatology.gr/> (Accessed November, 2022).

<http://www.scientific-journal-articles.org/greek/free-online-journals/medical/medical-articles/karastergioux/med-05-karastergioux.htm> (Accessed November, 2022).

<https://newsique.gr/i-proti-elliniki-efarmogi-tileiatrikis-se-kinito> (Accessed November, 2022).

<https://techblog.gr/software/dr-button-dorean-systima-tileiatrikis-apo-to-kinito-kai-ton-ypologisti/> (Accessed November, 2022).

<https://www.newmoney.gr/roh/palmos-oikonomias/business-stories/tileiatriki-to-neo-megalo-stichimaton-big-tech-poliethnikon/> (Accessed November, 2022).

<https://insuranceworld.gr/80595/eidiseis/asfalistikes-eidiseis/asfalistikes-olo-kai-megalytero-to-endaferon-gia-tileiatriki/> (Accessed November, 2022).

<https://www.insurancedaily.gr/asfalistikes-kai-diamesolavitikes-poy-deichnoyn-dromo-stin-tileiatriki/> (Accessed November, 2022).

<https://www.ygeiamou.gr/%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%85%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82/289086/eginitio-protia-tis-a-nevrologikis-klinikis-se-diagonismo-psifiakis-diakivernisis/> (Accessed November, 2022).

<https://www.dpa.gr/> (Accessed December, 2022).

<https://www.hellenicparliament.gr/Vouli-ton-Ellinon/To-Politevma/Syntagma/article-9a/> (Accessed December, 2022).

Εγχειρίδια

https://health.ec.europa.eu/system/files/2022-01/2021_chp_gr_greek.pdf

http://iobe.gr/docs/research/RES_05_A_10032022_PRE_GR.pdf

Canadian Association of Radiologists (CAR), CAR Standards for Teleradiology, CAR, May 2008

Διαθέσιμο : <https://car.ca/wp-content/uploads/Teleradiology-2008.pdf>

Institute for Health Technology Transformation. Transforming Health Care through Big Data Strategies for leveraging Big Data in the health care industry. 2013.

Διαθέσιμο στο:

http://c4fd63cb482ce6861463bc6183f1c18e748a49b87a25911a0555.r93.cf2.rackcdn.com/iHT2_BigData_2013.pdf

https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/el/FTU_4.2.8.pdf

Η προστασία των προσωπικών δεδομένων υγείας και η αποκρυστάλλωσή της στον Κανονισμό 2016/679 – GDPR Σουζάνα Παπακωνσταντίνου, 2021.

Διαθέσιμο στο: <http://ejournals.lib.auth.gr/infolawj/>

Κανονισμός (Εε) 2016/679 Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου Και Του Συμβουλίου Διαθέσιμο στο :

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=HR>

Χάρτης Θεμελιωδών δικαιωμάτων της Ε.Ε.

https://www.europarl.europa.eu/charter/pdf/text_el.pdf