



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS

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

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΑΣΦΑΛΙΣΕΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

Απόλλων Α. Κορέτας

A.M. MAE/20015

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

Μάρτιος 2024

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίσθηκε από τη Συνέλευση του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς στην υπ' αριθμ. συνεδρίασή της, σύμφωνα με τον Εσωτερικό Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Αναλογιστική Επιστήμη και Διαχείριση Κινδύνων.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

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

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



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS

School of Finance and Statistics

Department of Statistics and Insurance Science

*POSTGRADUATE PROGRAM IN ACTUARIAL SCIENCE AND RISK
MANAGEMENT*

PRICING OF HEALTH INSURANCE PRODUCTS

By Apollon Koretas

A.M. MAE/20015

MSc Dissertation

submitted to the Department of Statistics and Insurance

Science 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

March 2024

Στην οικογένειά μου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παναγιώτη Ξένο, Επίκουρο Καθηγητή του Μεταπτυχιακού, για την πολύτιμη υποστήριξη και καθοδήγηση και να αφιερώσω τη Διπλωματική μου εργασία στην οικογένεια μου για την υποστήριξη τους σε όλη τη διάρκεια των ακαδημαϊκών σπουδών μου.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	10
Abstract	11
Εισαγωγή.....	12
1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	14
1.1.Ορισμός Ασφάλισης	14
1.2.Ιδιωτική Ασφάλιση.....	16
1.3.Κατηγορίες ασφάλισης ζωής και υγείας.....	18
2. Μεγάλα δεδομένα για την υγειονομική περίθαλψη Industry 4.0.....	21
2.1.Εφαρμογές IoT	24
2.2.Έξυπνοι αισθητήρες και wearables	27
2.3.Απόρρητο και ασφάλεια δεδομένων	29
2.4.Βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας στο χώρο εργασίας και στο σπίτι.....	30
2.5.Ανάπτυξη πλαισίου συστήματος υγειονομικής περίθαλψης	31
2.6.Εφαρμογές κινητών τηλεφώνων για την υγειονομική περίθαλψη	32
2.7.Μέτρηση της ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης	33
2.8.Σκέψεις σχετικά με τη χρήση των Big Data και των Big Data Analytics στην υγειονομική περίθαλψη	34
2.9.Προκλήσεις και πιθανά οφέλη από τη χρήση Big Data Analytics στην υγειονομική περίθαλψη.....	46
2.10.Η υγειονομική περίθαλψη ως αποθετήριο μεγάλων δεδομένων.....	50
2.11.Ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας.....	54
2.12.Ψηφιοποίηση της υγειονομικής περίθαλψης και μεγάλα δεδομένα.....	55
2.13.Πλεονεκτήματα του IoT στην υγειονομική περίθαλψη.....	61
2.14.Διαχείριση και ανάλυση μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη.....	64

3. Εξασφάλιση αξιόπιστης χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης και των μεγάλων δεδομένων στην ασφάλιση υγείας	72
3.1.Επιχειρηματική στρατηγική και τεχνολογίες στις ασφαλίσσεις υγείας.....	77
3.2.Κοινωνικές επιστημονικές προοπτικές της ασφάλισης με βάση τη συμπεριφορά	80
Συμπεράσματα.....	91
Βιβλιογραφία.....	95

Περίληψη

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση εξετάζει τις διασταυρώσεις των ασφαλίσεων, των μεγάλων δεδομένων, των τεχνολογιών Industry 4.0 και του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, με ιδιαίτερη έμφαση στην τιμολόγηση των ασφαλίσεων υγείας. Ξεκινά με τον ορισμό της ασφάλισης και τη διερεύνηση των αποχρώσεων της ιδιωτικής ασφάλισης, ακολουθούμενη από την εξέταση των κατηγοριών εντός των ασφαλίσεων ζωής και υγείας. Στη συνέχεια, η ανασκόπηση περνά στο πεδίο των μεγάλων δεδομένων στον κλάδο της υγείας στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0, συζητώντας διάφορες πτυχές όπως οι εφαρμογές IoT, οι έξυπνοι αισθητήρες, η προστασία των δεδομένων και η χρήση εφαρμογών κινητής τηλεφωνίας για την υγεία. Εμβαθύνει στις προκλήσεις, τα οφέλη και τις δυνατότητες της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη, θίγοντας τα ηλεκτρονικά αρχεία υγείας, τα πλεονεκτήματα του IoT και τη διαχείριση δεδομένων. Η ανασκόπηση ασχολείται επίσης με την ανάγκη αξιόπιστης χρήσης της ΤΝ και των Μεγάλων Δεδομένων στην ασφάλιση υγείας, δίνοντας έμφαση στα δεοντολογικά πρότυπα, τις επιχειρηματικές στρατηγικές, τις τεχνολογικές επιρροές και τις προοπτικές των κοινωνικών επιστημών για την ασφάλιση με βάση τη συμπεριφορά. Μέσω αυτής της ολοκληρωμένης διερεύνησης, η ανασκόπηση αποσκοπεί στην παροχή πληροφοριών σχετικά με το εξελισσόμενο τοπίο της τιμολόγησης των ασφαλίσεων υγείας στο πλαίσιο των τεχνολογικών εξελίξεων και της λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων.

Abstract

This literature review delves into the intersections of insurance, Big Data, Industry 4.0 technologies, and the healthcare sector, with a particular focus on health insurance pricing. It begins by defining insurance and exploring the nuances of private insurance, followed by an examination of the categories within life and health insurance. The review then transitions into the realm of Big Data in the healthcare industry under Industry 4.0, discussing various aspects such as IoT applications, smart sensors, data privacy, and the use of mobile applications for healthcare. It delves into the challenges, benefits, and potential of Big Data analytics in healthcare, touching on electronic health records, IoT advantages, and data management. The review also addresses the need for reliable use of AI and Big Data in health insurance, emphasizing ethical standards, business strategies, technological influences, and social science perspectives on behavior-based insurance. Through this comprehensive exploration, the review aims to provide insights into the evolving landscape of health insurance pricing within the context of technological advancements and data-driven decision-making.

Εισαγωγή

Σε μια εποχή που χαρακτηρίζεται από πρωτοφανείς τεχνολογικές εξελίξεις και λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων, το τοπίο της ασφάλισης υγείας και της παροχής υγειονομικής περίθαλψης έχει υποστεί βαθιά μεταμόρφωση. Ο μετασχηματισμός αυτός οφείλεται στη σύγκλιση των παραδοσιακών ασφαλιστικών αρχών με τεχνολογίες αιχμής, όπως η ανάλυση μεγάλων δεδομένων, οι εφαρμογές του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT), η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και τα πλαίσια του Industry 4.0. Καθώς περιηγούμαστε σε αυτό το δυναμικό και πολύπλοκο οικοσύστημα, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη να διερευνήσουμε τις πολύπλευρες διαστάσεις της τιμολόγησης της ασφάλισης υγείας, της τεχνολογικής ολοκλήρωσης, της διακυβέρνησης δεδομένων και των ηθικών προβληματισμών.

Η θεμελιώδης κατανόηση των αρχών της ασφάλισης θέτει τις βάσεις για την κατανόηση των περίπλοκων αποχρώσεων των στρατηγικών τιμολόγησης των ασφαλίσεων υγείας. Οι ορισμοί της ασφάλισης, συμπεριλαμβανομένης της συγκέντρωσης κινδύνων, της εκτίμησης κινδύνου και της αποζημίωσης, παρέχουν ένα σταθερό πλαίσιο για την ανάλυση της δυναμικής της ιδιωτικής ασφάλισης και των ποικίλων κατηγοριών εντός των ασφαλίσεων ζωής και υγείας. Η ιδιωτική ασφάλιση, που διακρίνεται για την προσαρμογή της και την τιμολόγηση βάσει κινδύνου, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην προσφορά σε άτομα και οργανισμούς προσαρμοσμένων επιλογών κάλυψης που ευθυγραμμίζονται με τις συγκεκριμένες ανάγκες και το προφίλ κινδύνου τους.

Η έλευση της Βιομηχανίας 4.0 εγκαινίασε μια νέα εποχή ψηφιοποίησης, συνδεσιμότητας και διορατικότητας βάσει δεδομένων στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης. Οι αναλύσεις μεγάλων δεδομένων, που τροφοδοτούνται από εφαρμογές IoT, έξυπνους αισθητήρες, wearables και τεχνολογίες κινητής υγείας, φέρνουν επανάσταση στην παροχή υγειονομικής περίθαλψης, την παρακολούθηση των ασθενών και τις εξατομικευμένες παρεμβάσεις. Οι προβληματισμοί σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής και την ασφάλεια των δεδομένων, παράλληλα με τους προβληματισμούς σχετικά με την ηθική χρήση των μεγάλων δεδομένων και της τεχνητής νοημοσύνης στην υγειονομική περίθαλψη, υπογραμμίζουν τη σημασία των ισχυρών πλαισίων διακυβέρνησης, της κανονιστικής συμμόρφωσης και των μέτρων οικοδόμησης εμπιστοσύνης.

Η ενσωμάτωση της ΤΝ και της ανάλυσης Μεγάλων Δεδομένων στην ασφάλιση υγείας προαναγγέλλει μια αλλαγή παραδείγματος στην αξιολόγηση του κινδύνου, στις διαδικασίες ανάληψης κινδύνων, στη διαχείριση των απαιτήσεων και στη δέσμευση των πελατών. Η διασφάλιση της αξιόπιστης χρήσης της ΤΝ και των μεγάλων δεδομένων στην ασφάλιση υγείας απαιτεί ηθικά πρότυπα, διαφάνεια και εμπιστοσύνη των ενδιαφερομένων μερών. Οι επιχειρηματικές στρατηγικές και οι τεχνολογικές καινοτομίες στην ασφάλιση υγείας ευθυγραμμίζονται με τις ευρύτερες τάσεις που διαμορφώνουν το μέλλον της υγειονομικής περίθαλψης, συμπεριλαμβανομένων των παραγόντων που επηρεάζουν την υιοθέτηση της τεχνολογίας, των στρατηγικών ψηφιακού μετασχηματισμού και των προοπτικών των κοινωνικών επιστημών σχετικά με τα μοντέλα ασφάλισης που βασίζονται στη συμπεριφορά.

Μέσω αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, ξεκινάμε μια ολοκληρωμένη διερεύνηση του εξελισσόμενου τοπίου της τιμολόγησης της ασφάλισης υγείας, της τεχνολογικής ολοκλήρωσης και των ηθικών προβληματισμών. Η σύνθεση των θεμελιωδών αρχών της ασφάλισης, της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, των εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης και των εξελίξεων της Βιομηχανίας 4.0 προσφέρει γνώσεις σχετικά με τις προκλήσεις, τις ευκαιρίες και τις δυνατότητες μετασχηματισμού που αναδιαμορφώνουν τον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης και της ασφάλισης. Εμβαθύνοντας σε αυτούς τους κρίσιμους τομείς, η παρούσα διατριβή έχει ως στόχο να συμβάλει στη συζήτηση για καινοτόμες προσεγγίσεις στην τιμολόγηση της ασφάλισης υγείας, την τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων και τα βιώσιμα οικοσυστήματα υγειονομικής περίθαλψης.

Καθώς εμβαθύνουμε σε κάθε ενότητα αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, αποκαλύπτουμε τις περιπλοκές της ασφαλιστικής δυναμικής, τις τεχνολογικές διαταραχές και την επιτακτική ανάγκη των ηθικών πλαισίων για την πλοήγηση στις πολυπλοκότητες της ψηφιακής εποχής. Η σύγκλιση των παραδοσιακών ασφαλιστικών αρχών με τις σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις παρουσιάζει τόσο προκλήσεις όσο και ευκαιρίες, προτρέποντας τους ενδιαφερόμενους σε όλους τους τομείς της υγειονομικής περίθαλψης και της ασφάλισης να προσαρμοστούν, να καινοτομήσουν και να συνεργαστούν για τη διαμόρφωση ενός μέλλοντος όπου η τεχνολογία θα ενισχύει την προσβασιμότητα, την οικονομική προσιτότητα και την ποιότητα των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης.

1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

1.1.Ορισμός Ασφάλισης

Ο άνθρωπος εκτίθεται συνεχώς σε κινδύνους από τυχαία ατυχήματα που είναι πιθανό να συμβούν και να προκαλέσουν ζημιές, μερικές φορές ακόμη και σημαντικές καταστροφές, στις οικονομικές, κοινωνικές και προσωπικές του δραστηριότητες. Οι κίνδυνοι αποτελούν μια σταθερά στη ζωή των ανθρώπων, στις επιχειρήσεις και στην κοινωνία στο σύνολό της, γεγονός που εξηγεί τη συνεχή προσπάθεια διαχείρισής τους. Οι κοινωνίες εργάζονται πάντοτε για τη δημιουργία αποτελεσματικότερων συστημάτων αντιμετώπισης και διαχείρισης κινδύνων. Το επίπεδο των μέτρων ασφαλείας μπορεί να αυξηθεί και να γίνουν τεχνικές εξελίξεις, αλλά είναι αδύνατο να εξαλειφθούν εντελώς ο κίνδυνος και η αβεβαιότητα. Οι αρνητικές συνέπειες των ζημιών έχουν σημαντικές επιπτώσεις όχι μόνο για το θύμα και την οικογένειά του προσωπικά, αλλά και έμμεσα για το κοινωνικό σύνολο (Ly & Qiao, 2020).

Ο κίνδυνος βρίσκεται στον πυρήνα της ασφάλισης, όπως θα καταδειχθεί παρακάτω, επομένως είναι απαραίτητο να κατανοηθεί σε βάθος πριν προχωρήσουμε στην παρουσίαση των διαφόρων ασφαλιστικών προϊόντων. Πολλοί επαγγελματίες, όπως οικονομολόγοι, γιατροί, ψυχολόγοι, φιλόσοφοι, μηχανικοί, επιχειρηματίες κ.λπ. ασχολούνται με τον κίνδυνο. Οι διάφορες έννοιες που έχουν δοθεί στον κίνδυνο είναι μια καλή αναπαράσταση του πόσο ποικίλα είναι τα ενδιαφέροντα των ανθρώπων γι' αυτόν. Ο κίνδυνος λοιπόν μπορεί να οριστεί ως:

- η πιθανότητα να συμβεί μια ατυχία,
- η αντικειμενική αμφιβολία σε σχέση με το αποτέλεσμα μιας καθορισμένης κατάστασης,
- το απρόβλεπτο,
- η τάση των πραγματικών αποτελεσμάτων να διαφέρουν από τα προβλεφθέντα,
- η αβεβαιότητα σε σχέση με την πραγματοποίηση ζημιάς.

Είναι προφανές ότι δεν μπορεί να υπάρξει ένας ενιαίος, ευρέως αναγνωρισμένος ορισμός του κινδύνου. Ωστόσο, είναι καλύτερο να αποφεύγεται η χρήση όρων και λέξεων όπως "πιθανότητα", "αμφιβολία", "αντικειμενικός", "απρόβλεπτος" κ.λπ. που είναι διφορούμενες, ασαφείς ή απαιτούν εξηγήσεις (Saltzman,, 2019).

Ο κίνδυνος χαρακτηρίζεται ως το απρόβλεπτο της εμφάνισης ενός αρνητικού αποτελέσματος. Η αβεβαιότητα και η απώλεια περιλαμβάνονται ως δύο θεμελιώδεις ιδιότητες σε αυτή τη διατύπωση. Όταν μιλάμε για αβεβαιότητα, δεν λαμβάνονται υπόψη εκείνα τα συμβάντα που είναι εγγυημένο ότι θα συμβούν. Οι κίνδυνοι μπορούν να θεωρηθούν ως πάγια έξοδα και οι απαιτούμενες προφυλάξεις μπορούν να ληφθούν εάν η εμφάνισή τους είναι εγγυημένη. Ωστόσο, όταν υπάρχει κίνδυνος να μην συμβεί η ζημία, ο χειρισμός του κινδύνου απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Ο θάνατος είναι ένας κίνδυνος που είναι βέβαιο ότι θα συμβεί, αλλά η ημερομηνία εμφάνισής του είναι άγνωστη, με αποτέλεσμα οι οικογένειες να υποστούν τεράστια έξοδα και ταλαιπωρία (Shapiro, 2020).

Μπορούμε να αγνοήσουμε όλες τις περιστάσεις στις οποίες δεν υπάρχει απώλεια ως αποτέλεσμα όσον αφορά τη συσχέτιση μεταξύ της απώλειας, του ενδεχομένου απώλειας και της αβεβαιότητας. Η έμφαση στην ιδέα της απώλειας αποσκοπεί στο να επιστήσει την προσοχή μας στους κινδύνους που έχουν τη δυνατότητα να οδηγήσουν σε απώλειες που μπορούν να αξιολογηθούν με όρους οικονομίας ή που μπορούν να αποτιμηθούν σε χρήμα.

Ως εκ τούτου, ορίζουμε τον κίνδυνο ως την πιθανότητα να λάβει χώρα ένα γεγονός και να προκαλέσει μείωση του συνολικού πλούτου ενός ατόμου, μιας επιχείρησης ή μιας κοινωνίας ή την απαίτηση να τον ενισχύσουμε προκειμένου να καλύψουμε την εξαιρετικά υψηλή οικονομική ανάγκη που προκαλεί το τυχαίο γεγονός (Tebaldi, 2022).

Όλοι οι άνθρωποι είναι συνεχώς εκτεθειμένοι σε πολυάριθμους, σημαντικούς κινδύνους από ανεξέλεγκτες περιστάσεις, οπότε δημιουργείται μια κοινωνία κινδύνου με βάση το αξίωμα του "μεγάλου αριθμού" ή των μελών της κοινωνίας κινδύνου. Με την κατανομή των κινδύνων με αυτόν τον τρόπο, ο νόμος των πιθανοτήτων διασφαλίζει ότι λιγότεροι άνθρωποι από τον αριθμό των ανθρώπων που απειλούν θα τους βιώσουν πραγματικά. Το ποσό που θα πρέπει να καταβάλει η ασφάλιση αν ο κίνδυνος υλοποιηθεί υπολογίζεται σχεδόν τέλεια από το νόμο των πιθανοτήτων. Μαζί με την κοινωνικοπολιτική της συνιστώσα, η ασφαλιστική επιστήμη είναι ένας επιστημονικός τομέας που οφείλει την ανάπτυξή του στην αναλογιστική επιστήμη και τα μαθηματικά (στατιστική/πιθανότητες) (Tebaldi, 2022).

Για να προστατευτούν από τον κίνδυνο, όσον αφορά την αβεβαιότητά του, οι άνθρωποι δαπανούν χρήματα στην ασφάλιση. Σε περίπτωση συμβάντων όπως μια πλημμύρα στο σπίτι, ένας σεισμός, ένα αυτοκινητιστικό ατύχημα, μια ασθένεια κ.λπ., ο ασφαλιστής φροντίζει να αποζημιώσει το κόστος. Τα δύο βασικά χαρακτηριστικά των κινδύνων που μπορούν να ασφαλιστούν είναι η απρόβλεπτη φύση τους και η αδυναμία του μέσου ανθρώπου να τους διαχειριστεί με τον δικό του προϋπολογισμό. Ο αιφνιδιασμός αυτών των γεγονότων καθιστά δύσκολο για τους ανθρώπους να υπολογίσουν απρόβλεπτες δαπάνες στον προϋπολογισμό τους, και ακόμη και αν υπήρχε τρόπος πρόβλεψης αυτών των γεγονότων, θεωρείται απίθανο ότι κάθε άτομο θα ήταν σε θέση να αποταμιεύσει ένα σημαντικό χρηματικό ποσό για την κάλυψή τους (Tebaldi, 2022).

Επομένως, για την ανάπτυξη της ασφαλιστικής αγοράς απαιτούνται δύο μέρη: εκείνοι που επιδιώκουν να "αγοράσουν" ασφάλιση και εκείνοι που είναι διαθέσιμοι να την "πουλήσουν". Οι καταναλωτές από την πλευρά του "αγοραστή" πρέπει να είναι διατεθειμένοι να διαθέσουν ένα συγκεκριμένο χρηματικό ποσό προκειμένου να αποκτήσουν ασφάλιση έναντι του ενδεχομένου να πληρώσουν υψηλότερη τιμή. Ως αποτέλεσμα του νόμου των μεγάλων αριθμών, ο ασφαλιστής, από την άλλη πλευρά, μοιράζεται τους κινδύνους.

Με άλλα λόγια, εάν όλοι οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζει ένας μεγάλος αριθμός ανθρώπων συνδυάζονται και διαχειρίζονται από έναν οργανισμό, ο κίνδυνος από ένα γεγονός μπορεί να είναι δύσκολο να προβλεφθεί και ιδιαίτερα ακριβός όταν συμβεί, αλλά το κόστος του μπορεί τελικά να είναι προβλέψιμο (Tebaldi, 2022).

1.2.Ιδιωτική Ασφάλιση

Η ασφάλιση που συνήθως προσφέρεται από ιδιωτικούς φορείς αναφέρεται ως ιδιωτική ασφάλιση. Στην ιδιωτική ασφάλιση εφαρμόζονται κανονισμοί ιδιωτικού δικαίου (Jaffe & Shepard, 2020).

Η ιδιωτική ασφάλιση παρέχεται συχνά από μια επιχείρηση και η ασφαλιστική σύμβαση μεταξύ του ιδρύματος που την παρέχει και του ασφαλισμένου διέπει τη σχέση τους. Αν και υπάρχουν ορισμένες εξαιρέσεις που αποσκοπούν στην προστασία του ασφαλισμένου καταναλωτή, η αρχή της ελευθερίας των συμβάσεων για τη μη υποχρεωτική ασφάλιση ισχύει θεωρητικά εξίσου και για την ιδιωτική ασφάλιση. Όμως η έννοια της ελευθερίας της

σύμβασης δεν ισχύει για την υποχρεωτική ασφάλιση (όπως η ασφάλιση αστικής ευθύνης αυτοκινήτου). Η ιδιωτική ασφάλιση είναι ένας οργανισμός που δημιουργήθηκε ειδικά για την ανάληψη κινδύνων που δημιουργούνται από τρίτους έναντι αμοιβής ή εισφορών μέλους. Τόσο η ιδιωτική ασφάλιση όσο και η ασφαλιστική βιομηχανία είναι εμπορικές επιχειρήσεις που δίνουν προτεραιότητα στις αποδόσεις των μετόχων (Jaffe & Shepard, 2020).

Η κοινωνία των κινδύνων, στην οποία βασίζεται η ιδιωτική ασφάλιση, απαιτεί οργάνωση εκ μέρους του ασφαλιστή, συστηματική ανάληψη κινδύνων, στατιστικούς υπολογισμούς και μαθηματικούς υπολογισμούς κατά τρόπο ώστε το κεφάλαιο που δημιουργείται από το άθροισμα όλων των ασφαλιστρών και το αποτέλεσμα της περαιτέρω επένδυσης ενός σημαντικού μέρους του να επαρκεί για την πλήρη κάλυψη του ασφαλισμένου. Οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις πρέπει να ασκούν μόνο δραστηριότητες που σχετίζονται με την ασφάλιση, αλλά τους επιτρέπεται να δημιουργούν άλλες ανώνυμες εταιρείες για την προώθηση του σκοπού αυτού, εάν είναι απαραίτητο (Jaffe & Shepard, 2020).

Τα προαναφερθέντα σημαίνουν ότι ο ασφαλιστικός κίνδυνος, το ασφάλιστρο και η ασφαλιστική επιχείρηση είναι τα τρία κύρια συστατικά στοιχεία της ιδιωτικής ασφάλισης. Η ιδιωτική ασφάλιση ξεχωρίζει από παρόμοιες ιδέες όπως το συμβόλαιο προσόδου ζωής, το συμβόλαιο εγγύησης, η ρήτρα που συμφωνείται σε παραγγελίες, τα τυχερά παιχνίδια και τα στοιχήματα λόγω του συνδυασμού αυτών των παραγόντων.

Ειδικότερα, η ιδιωτική ασφάλιση:

- Περιγραφή των απειλών για τους ανθρώπους και τις περιουσίες.
- Με εξαίρεση τις περιπτώσεις όπου ο νόμος κρίνει απαραίτητη την κάλυψη ορισμένων κινδύνων, γενικά δεν απαιτείται.
- Παρά το γεγονός ότι πρόκειται για ιδιωτικές επιχειρήσεις, οι φορείς εκμετάλλευσης ακολουθούν αυστηρές κατευθυντήριες γραμμές εποπτείας.
- Ο ασφαλισμένος είναι υπεύθυνος για την καταβολή ολόκληρου του ασφαλιστρου.
- Το ασφάλιστρο είναι ανάλογο με τον κίνδυνο και το ύψος των παροχών (Karatas et al., 2022).

Πολλά σημαντικά οικονομικά και κοινωνικά ζητήματα μπορούν να επιλυθούν με τη σωστή οργάνωση και τον εκσυγχρονισμό της ιδιωτικής ασφάλισης.

Πραγματικά, ο θεσμός της ιδιωτικής ασφάλισης συνδέεται άμεσα με:

- τη δημιουργία κρατικών πολιτικών κοινωνικής ασφάλισης για τις συντάξεις και την υγεία
- ο τρόπος λειτουργίας του πιστωτικού συστήματος
- η στρατηγική για τη διαχείριση των βιομηχανικών, περιβαλλοντικών και τεχνικών κινδύνων
- την αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών
- την προστασία των σημαντικών επιχειρήσεων από εμπορικές απειλές (Karatas et al., 2022).

1.3.Κατηγορίες ασφάλισης ζωής και υγείας

Σύμφωνα με το Ν.Δ. 400/70, ο ασφαλιστικός κλάδος ζωής περιλαμβάνει Karatas et al., 2022):

I. Κλάδος Ζωής:

- (α) ασφάλιση ζωής με επιστροφή ασφαλιστρών, μικτή (θάνατος και επιβίωση),
- (β) ασφάλιση για προσόδους
- (γ) ασφάλιση κατά τυχαίας σωματικής βλάβης, τυχαίου θανάτου και τυχαίας ασθένειας.

II. Κλάδος γάμου και γεννήσεως

III. Κλάδος ασφάλισης ζωής προσόδων, γάμου και γεννήσεως που συνδέονται με επενδύσεις.

Οι παροχές του ασφαλιστηρίου συμβολαίου βασίζονται στην αξία των μεριδίων ενός αμοιβαίου κεφαλαίου ή των μεριδίων που αποτελούν το εσωτερικό μεταβλητό κεφάλαιο της ασφαλιστικής εταιρείας (unit-linked).

IV. Κλάδοι ασφάλισης υγείας (ατύχημα, ασθένεια)

(α) μια συνεχιζόμενη επιχείρηση ασφάλισης υγείας που αντιμετωπίζεται με παρόμοιο τρόπο όπως μια επιχείρηση ασφάλισης ζωής (τεχνικό επιτόκιο, πίνακες νοσηρότητας, μαθηματικά αποθέματα) και η οποία δεν υπόκειται σε καταγγελία από τον ασφαλιστή (Karatas et al., 2022).

(β) επιχειρήσεις στους κλάδους ασφαλίσεων κατά ζημιών "Ατυχήματα" και "Ασθένειες".

V. Κλάδος τοντίνας

Τοντίνα είναι ένα σχέδιο (ασφαλιστήριο συμβόλαιο) στο οποίο πολλοί άνθρωποι καταβάλλουν εισφορές σε έναν λογαριασμό κεφαλαίου, το πιστωτικό υπόλοιπο του οποίου παραδίδεται στους επιζώντες ως εφάπαξ πληρωμή ή ως πρόσοδος στο τέλος ενός προκαθορισμένου χρόνου από το σχέδιο (Ho et al., 2020).

VI. Κλάδος κεφαλαιοποίησης

Αναφέρεται σε διαδικασίες κεφαλαιοποίησης που βασίζονται σε αναλογιστικούς υπολογισμούς και οι οποίες αποδέχονται υποχρεώσεις για ένα συγκεκριμένο ποσό και για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο με αντάλλαγμα μια εφάπαξ πληρωμή ή συνεχείς, προγραμματισμένες πληρωμές (Ho et al., 2020).

VII. Κλάδος ομαδικών συνταξιοδοτικών ταμείων (κεφαλαίων)

Διαχείριση των απαιτήσεων και/ή των αποθεματικών των ασφαλιστικών ταμείων των οποίων καθήκον είναι να παρέχουν παροχές υγείας ή παροχές σε άτομα που έχουν συμβληθεί μαζί τους σε περίπτωση θανάτου, αναπηρίας, επιβίωσης, διακοπής ή μείωσης της απασχόλησης. Κάθε διοικητικό έλλειμμα ή πλεόνασμα πρέπει να χρεώνεται ή να πιστώνεται στο ασφαλιστικό ταμείο σύμφωνα με. Στην περίπτωση αυτή, ο ασφαλιστικός φορέας υπόσχεται τόκους και άλλα προνόμια (Ομαδικά συνταξιοδοτικά προγράμματα με ασφάλιση).

VII. Κλάδος ομαδικών προγραμμάτων πρόνοιας

(α) Χωρίς επενδυτικό κίνδυνο και χωρίς άλλες εγγυημένες παροχές.

(β) Με επενδυτικό κίνδυνο (εγγυημένο επιτόκιο) και με άλλες εγγυημένες παροχές.

IX. Κλάδος παρόμοιων εργασιών με την κοινωνική ασφάλιση

Περιλαμβάνει την εργασία που συνίσταται σε παροχές οι οποίες καθορίζονται από τη διάρκεια ζωής ενός ατόμου και οι οποίες ορίζονται ή καλύπτονται από τη νομοθεσία περί κοινωνικής ασφάλισης, υπό την προϋπόθεση ότι η εργασία αυτή υποστηρίζεται από ιδιωτική σύμβαση, εκτελείται με ευθύνη της ασφαλιστικής εταιρείας και δεν παραβιάζει άλλες νομικές απαιτήσεις (Ho et al., 2020).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι το γαλλικό ασφαλιστικό δίκαιο έχει επηρεάσει σημαντικά το αμερικανικό ασφαλιστικό δίκαιο. Ως αποτέλεσμα, αρκετοί από τους προαναφερθέντες κλάδους, όπως ο κλάδος της τοντίνας.

Γιατί όμως λαμβάνουμε υπόψη τόσο την ασφάλιση ζωής όσο και την ασφάλιση υγείας; Επειδή τα ασφαλιστήρια συμβόλαια συχνά παρέχουν κάλυψη και για τους δύο ταυτόχρονα, και στο παρελθόν η ταυτόχρονη αγορά ασφάλισης θανάτου αποτελούσε προϋπόθεση για την έκδοση ασφαλιστηρίου συμβολαίου υγείας. Η σημερινή τάση είναι ο διαχωρισμός της ασφάλισης ζωής από την ασφάλιση υγείας. Στην πρώτη κατηγορία, τα ετησίως ανανεούμενα συμβόλαια κυριαρχούν πλέον στην αγορά, ενώ οι ασφαλιστικές εταιρείες εγκαταλείπουν σταδιακά τη δια βίου κάλυψη υγείας, επειδή δεν είναι τόσο κερδοφόρα γι' αυτές (Ho et al., 2020).

2. Μεγάλα δεδομένα για την υγειονομική περίθαλψη Industry

4.0

Η παγκόσμια βιομηχανική ανάπτυξη ξεκίνησε με την Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση τον 18ο αιώνα. Οι βιομηχανίες ταξινομούνται γενικά σε πρωτογενείς (Βιομηχανία 1.0), δευτερογενείς (Βιομηχανία 2.0), τριτογενείς (Βιομηχανία 3.0) και τέταρτη (Βιομηχανία 4.0) που ξεκίνησε τον 21ο αιώνα και αποτελεί μια νέα πορεία στους τεχνολογικούς αγώνες των χωρών. Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση (1.0) εμφανίστηκε το 1800 με μηχανικά συστήματα παραγωγής που χρησιμοποιούσαν τη δύναμη του νερού και του ατμού. Με τη δεύτερη βιομηχανική επανάσταση (2.0), η οποία ξεκίνησε γύρω στο 1870 και το 1970, ξεκίνησε η μαζική παραγωγή με τη βοήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας. Η τρίτη βιομηχανική επανάσταση ξεκίνησε τη δεκαετία του 1970 με τη μερική αυτοματοποίηση με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και τις βιομηχανίες αυτοματισμού. Με τη χρήση της ηλεκτρονικής και την ανάπτυξη της τεχνολογίας των πληροφοριών (ΤΠ) σε αυτή τη βιομηχανική επανάσταση, η παραγωγή αυτοματοποιήθηκε περαιτέρω. Η τελευταία βιομηχανική επανάσταση, η Βιομηχανία 4.0, στοχεύει στη δημιουργία πλήρως αυτόνομων μηχανών και εικονικών περιβαλλόντων με την εφαρμογή πολλαπλών τεχνολογιών. Το πιο σημαντικό είναι ότι η Βιομηχανία 4.0 επιχειρεί να ενσωματώσει τη φιλοσοφία του τρόπου χρήσης αυτών των τεχνολογιών τόσο στα συστήματα παραγωγής όσο και στα συστήματα παροχής υπηρεσιών (Agrawal & Prabakaran, 2020).

Η Βιομηχανία 4.0 παρουσιάστηκε από τους Kagermann, Lukas και Wahlster (2011 όπ.αναφ.στο Agrawal & Prabakaran, 2020) ως πρωτοπόρος της έξυπνης μεταποίησης για τη διατήρηση της μελλοντικής ανταγωνιστικότητας της γερμανικής βιομηχανίας. Η έννοια αυτή έχει γίνει κυβερνητική πολιτική στη Γερμανία. Οι τεχνολογίες της Βιομηχανίας 4.0 επιχειρήσαν να ενσωματώσουν συσκευές που μπορούν να επικοινωνούν αυτόνομα μεταξύ τους, να διαθέτουν μηχανισμό λήψης αποφάσεων, ακόμη και να μαθαίνουν, τόσο στην παραγωγή όσο και στη ζωή. Περιλαμβάνει τα κυβερνο-φυσικά συστήματα (CPS), το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο (CS), τα αυτόνομα ρομπότ, το υπολογιστικό νέφος (CC), την προσομοίωση, τις έξυπνες συσκευές και το BD. Με τη βοήθεια της κάθετης, οριζόντιας και ολοκληρωμένης ολοκλήρωσης, η Βιομηχανία 4.0 προορίζεται να αλλάξει το πρόσωπο της μεταποιητικής βιομηχανίας, να αυξήσει την παραγωγικότητα και να προσφέρει εξοικονόμηση κόστους, χρόνου και ενέργειας. Η Βιομηχανία 4.0 βοηθά στην εικονικοποίηση και την αρθρωματοποίηση των διαδικασιών

παραγωγής, αποκτώντας ευελιξία με βάση τα CPS και το IoT μαζί με τον επιχειρησιακό προγραμματισμό πόρων (ERP), τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (SCM) και άλλα συστήματα. Ένα από τα πιο σημαντικά συστατικά της επανάστασης της Βιομηχανίας 4.0 είναι τα "Big Data". Τα ΒΔ και η Βιομηχανία 4.0 είναι τεχνολογίες που σχετίζονται με τα CPS και τα ΚΠ και αφορούν κυρίως την ανταλλαγή δεδομένων με ολόκληρη την αλυσίδα αξίας της βιομηχανίας (Agrawal & Prabakaran, 2020).

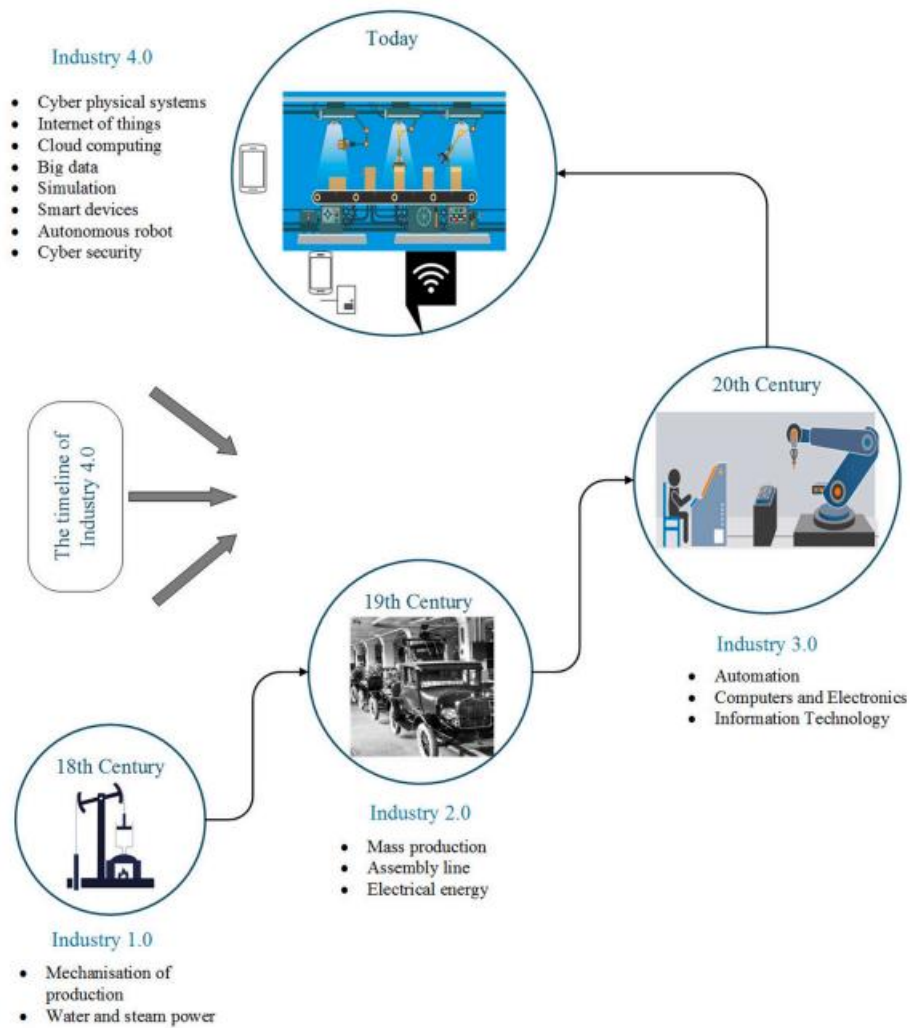
Παρόλο που οι προηγούμενοι ορισμοί του όρου "big data" επικεντρώνονταν στο μέγεθος των ακατέργαστων δεδομένων, ένας πλήρης ορισμός θα πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη τις πτυχές της ποικιλίας και της ταχύτητας, δηλαδή τα 3Vs ως όγκος, ποικιλία και ταχύτητα, των δεδομένων. Ως εκ τούτου, τα ΒΔ μπορούν να θεωρηθούν ως μεγάλοι όγκοι σύνθετων, αυξανόμενων συνόλων δεδομένων που λαμβάνονται από πολλαπλούς και ετερογενείς αυτόνομους πόρους. Κατά συνέπεια, η ύπαρξη τεράστιων όγκων δεδομένων και οι αναλυτικές προσεγγίσεις που απαιτούνται για τη συλλογή, ανάλυση, αποθήκευση και πρόβλεψη δεδομένων έφεραν στην επιφάνεια την έννοια της ανάλυσης BD. Κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, η οποία παραμένει αβέβαιη από πολλές απόψεις και συνεχίζει να ερευνάται εντατικά, ο κλάδος της υγειονομικής περίθαλψης άρχισε να χρησιμοποιεί μεθόδους ανάλυσης δεδομένων για την καλύτερη κατανόηση του ιού και της εξάπλωσής του. Οι ερευνητές και οι κλινικοί γιατροί αναζητούν ταχύτητα λύσεις στους τομείς της μηχανικής μάθησης (ML), η οποία είναι ουσιαστικά ένα υποσύνολο της τεχνητής νοημοσύνης (AI) και αντιστοιχεί σε αλγόριθμους που μπορούν να βελτιώνονται αυτόματα μέσω της εμπειρίας, και της επιστήμης των δεδομένων στην προσπάθειά τους να παρακολουθούν καλύτερα την κατάσταση και να ανταποκρίνονται σε αυτήν (Barber et al., 2019).

Ως εκ τούτου, η εξάπλωση των ασθενειών, η ανίχνευση επικίνδυνων περιοχών, η παρακολούθησή τους και οι πιθανές επιπτώσεις τους έχουν προσδιοριστεί με τη χρήση αυτών των τεχνικών εντατικά στον τομέα της υγείας για την ανάλυση των ΜΔ που προκύπτουν. Αυτό βοήθησε στον εντοπισμό του ιού σε πληθυσμούς, ακόμη και σε επίπεδο γειτονιάς. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί σε διαδικασίες στρατηγικού σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων για την πρόβλεψη και την προετοιμασία για μελλοντικές πανδημίες (Agrawal & Prabakaran, 2020).

Έχουν αναπτυχθεί διάφορα έξυπνα συστήματα, όπως το έξυπνο σπίτι και το έξυπνο γραφείο, για την παρακολούθηση της κατάστασης της υγείας των εργαζομένων, των ηλικιωμένων και των ασθενών. Ταυτόχρονα, είναι σημαντικό να διατηρούνται ασφαλή τα δεδομένα, τα δίκτυα και τα συστήματα των ασθενών, ώστε να διασφαλίζεται η αδιάλειπτη

λειτουργία των πληροφοριών και των συσκευών που σώζουν ζωές (Allen et al., 2021). Η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο έχει καταστεί ζωτικής σημασίας για τη συνεχή λειτουργία των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης. Τα τελευταία χρόνια, η ΒΔ διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο σε όλες σχεδόν τις αναλύσεις εφαρμογών, όπως η περιβαλλοντική παρακολούθηση, οι μεταφορές, η έξυπνη πόλη, η εκπαίδευση, η μεταποίηση, οι τράπεζες και η ασφάλεια, η ασφάλιση, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, η ενέργεια και η αποδοτικότητα, η ευφυής αναγνώριση και αναγνώριση προσώπου και οι εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης. Με την ταχεία αύξηση των τεχνολογικών εξελίξεων, η συνέργεια μεταξύ ιατρικής και τεχνολογίας έχει αυξηθεί και οδήγησε στην ανάπτυξη νέων συσκευών. Η πρόβλεψη της υγείας των ασθενών, η διάγνωση του διαβήτη, η παρακολούθηση του ύπνου και η υγεία του ύπνου, οι μολυσματικές ασθένειες όπως η φυματίωση μελετώνται από αρκετούς ερευνητές στο πλαίσιο της εφαρμογής της BD και της επανάστασης Industry 4.0. Ειδικότερα, οι φορητές ιατρικές συσκευές με αισθητήρες συλλέγουν πλούσιες πληροφορίες για τη σωματική και ψυχική μας υγεία. Με την ταχεία ανάπτυξη του IoT, προκαλεί μεγάλο όγκο δεδομένων που παράγονται από φορητές συσκευές και αισθητήρες (Allen et al., 2021).

Τεράστια δεδομένα που ονομάζονται "Big Data" παράγονται συνεχώς από αυτούς τους αισθητήρες. Είναι γενικά δύσκολο να επεξεργαστούν και να αναλυθούν τα ΜΔ για να βρεθούν πολύτιμες πληροφορίες. Ως εκ τούτου, απαιτείται μια αποτελεσματική και ασφαλής αρχιτεκτονική για τους οργανισμούς να χειρίζονται τα BD στην ολοκληρωμένη βιομηχανία 4.0. Ορισμένες τεχνολογίες παρέχουν οφέλη για την πρόληψη ή τη διαχείριση χρόνιων ασθενειών. Αυτές καλύπτουν συσκευές που παρακολουθούν συνεχώς δείκτες υγείας, συσκευές που παρέχουν αυτόματα θεραπείες ή συσκευές που παρακολουθούν δεδομένα υγείας σε πραγματικό χρόνο όταν ένας ασθενής αυτοδιαχειρίζεται μια θεραπεία. Με την αυξημένη πρόσβαση στο διαδίκτυο υψηλής ταχύτητας και στα έξυπνα τηλέφωνα, πολλοί ασθενείς έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν κινητές εφαρμογές για τη διαχείριση των διαφόρων αναγκών τους στον τομέα της υγείας. Αυτές οι συσκευές και οι κινητές εφαρμογές χρησιμοποιούνται πλέον όλο και περισσότερο στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης και ενσωματώνονται με την τηλεϊατρική και την τηλεϊατρική μέσω του ιατρικού Διαδικτύου των Πραγμάτων (mIoT). Ειδικότερα, το IoT εκτελείται ευρέως για τη σύνδεση των υφιστάμενων ιατρικών πόρων και την παροχή αξιόπιστης, αποτελεσματικής και έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης στους ηλικιωμένους και τους ασθενείς με χρόνιες ασθένειες. Το IoT επανασχεδιάζει τις σύγχρονες υπηρεσίες υγείας με υποσχόμενες τεχνολογικές, οικονομικές και κοινωνικές προσδοκίες (Bohr & Memarzadeh, 2020).



Διάγραμμα 1: Χρονοδιάγραμμα Βιομηχανίας 4.0. Πηγή: Bohr & Memarzadeh, 2020.

2.1.Εφαρμογές ΙοΤ

Οι τεχνολογίες ΙοΤ, από την άλλη πλευρά, επέτρεψαν τον σχεδιασμό ολοκληρωμένων οικοσυστημάτων που περιλαμβάνουν φορητούς έξυπνους αισθητήρες και υπηρεσίες cloud μέσω της υποδομής ΙοΤ. Με άλλα λόγια, η προσέγγιση ΙοΤ επιτρέπει τη χρήση ΒΔ από διαφορετικές πηγές που συγχωνεύονται και αναλύονται με σκοπό την ακριβέστερη διάγνωση των ασθενών. Με βάση αυτές τις τεχνολογικές εξελίξεις, οι Rahmani, κ.ά. (2018) παρουσίασαν μια πρακτική λύση και μια έννοια πλήρους συστήματος υπηρεσιών νέφους για την αξιοποίηση των ΦΔ σε συστήματα ΙοΤ-υγείας (Rahmani et al., 2018). Παρομοίως, οι Trinugroho και Baptista (2014), υιοθέτησαν την υποδομή ΙοΤ στον τομέα της υγειονομικής

περίθαλψης και πρότειναν μια δομή υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης με επίκεντρο τον ασθενή, όπου αναπτύσσονται πολυάριθμες φορητές και φορητές ιατρικές συσκευές, καθώς και υπηρεσίες που βασίζονται στο νέφος για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών. Σύμφωνα με το έργο των Trinugroho και Baptista (2014), οι da Costa, Pasluosta, Eskofier, da Silva και da Rosa Righi (2018) τόνισαν ότι οι προσεγγίσεις της υγειονομικής περίθαλψης με επίκεντρο τον ασθενή είναι κρίσιμες και πρότειναν πιθανές μελλοντικές κατευθύνσεις για τον συνδυασμό δεδομένων ασθενών στο νοσοκομείο για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας των υπηρεσιών. Οι Hossain και Muhammad (2016 όπ.αναφ.στο Ali et al.,2020) ανέπτυξαν επίσης ένα πλαίσιο BD για τη συλλογή, ανάλυση, ταξινόμηση και αποθήκευση δεδομένων που λαμβάνονται από διάφορες πηγές στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης.

Λαμβάνοντας υπόψη την πρόκληση της διαχείρισης της BD για υπηρεσίες υγείας στο CC και το παράδειγμα IoT, οι Elhoseny, et al. (2018) ανέπτυξαν ένα μοντέλο το οποίο βελτιστοποιεί την επιλογή εικονικών μηχανών σε εφαρμογές υπηρεσιών υγείας cloud-IoT. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που εισάγονται από συστήματα μη ανθρώπινης παρέμβασης, όπως τα δεδομένα αισθητήρων, οι συγγραφείς επιδίωξαν να βελτιώσουν και να διαχειριστούν αποτελεσματικά την απόδοση των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης μειώνοντας τον χρόνο εκτέλεσης της λειτουργίας και βελτιστοποιώντας την αποθήκευση δεδομένων ασθενών. Σε μια ενδιαφέρουσα μελέτη, οι Qadri, Nauman, Zikria, Vasilakos και Kim (2020) συζήτησαν το μέλλον του IoT. Αναφέροντας ότι ο αντίκτυπος του IoT στην πρόοδο του κλάδου της υγειονομικής περίθαλψης είναι τεράστιος, εξέτασαν τις αναδυόμενες τεχνολογίες που μετασχηματίζουν το IoT της υγειονομικής περίθαλψης. Ταξινόμησαν τα πλαίσια εφαρμογών του IoT της υγειονομικής περίθαλψης ως εξής: (i) καρδιαγγειακές παθήσεις, (ii) νευρολογικές διαταραχές, (iii) υποβοηθούμενη διαβίωση σε περιβάλλον και (iv) παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης. Ομοίως, οι Ahamed και Farid (2018) συζήτησαν το ρόλο του IoT και του ML στην εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη και ταξινόμησαν τους ρόλους τους ως εξής: (i) διάγνωση, (ii) υποβοήθηση και (iii) παρακολούθηση. Οι συγγραφείς τόνισαν ότι οι αξιολογήσεις ή οι συστάσεις που γίνονται από το ML εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ακρίβεια του συνόλου δεδομένων.

Συνεπώς, τα δεδομένα θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν απαλλαγμένα από ανθρώπινες προκαταλήψεις και θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην ακρίβεια και την ακεραιότητα των δεδομένων. Οι Manogaran, et al. (2018) πρότειναν μια νέα αρχιτεκτονική του οικοσυστήματος IoT και BD για τον χειρισμό δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης.

Συγκεκριμένα, η αρχιτεκτονική περιλαμβάνει δύο υπο-αρχιτεκτονικές: (i) την αρχιτεκτονική Meta Fog-Redirection (MF-R) για τη συλλογή και αποθήκευση δεδομένων από διάφορες συσκευές και (ii) την αρχιτεκτονική Grouping and Choosing (CG) για την ασφάλεια των δεδομένων που συλλέγονται. Το πλαίσιο χρησιμοποιείται επίσης για την πρόβλεψη των καρδιακών παθήσεων με τη χρήση ML. Υπάρχουν αρκετές άλλες νέες μελέτες, όπως οι Farahani, κ.ά. (2018) και Rahmani, κ.ά. (2018), Woo, Lee και Park (2018), Adame, κ.ά. (2018) και Pagán, Zapater και Ayala (2018), όπως αναφέρεται στο Tebaldi (2022), οι οποίες προσπάθησαν να ενσωματώσουν τεχνολογίες IoT με BD analytics για πιο έξυπνες και αποτελεσματικές υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης. Υιοθετώντας διαφορετικές οπτικές γωνίες, οι εν λόγω μελέτες επιδιώκουν κυρίως να αξιοποιήσουν φορητούς αισθητήρες, δίκτυα αισθητήρων σώματος, ΚΠ για χάρη βελτιωμένων υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης.

Ως διαφορετική προοπτική, οι Panzarasa, Griffiths, Sastry και De Simoni (2020) εισήγαγαν την έννοια του κοινωνικού ιατρικού κεφαλαίου που αντιστοιχεί στην αξιοποίηση σχεσιακών δεδομένων από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για τη βελτίωση της αυτοφροντίδας και της υγείας των ασθενών. Υποστήριζαν ότι τα σχεσιακά δεδομένα που λαμβάνονται από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης όπου αλληλεπιδρούν ασθενείς και φροντιστές μπορούν να προσφέρουν ανεκτίμητα οφέλη μέσω της επιστήμης των δικτύων και της ανάλυσης BD. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, οι συγγραφείς πρότειναν την προώθηση της συμμετοχής τόσο των ασθενών όσο και των φροντιστών σε διαδικτυακές κοινότητες υγείας, καθώς και κατάλληλα εκπαιδευτικά προγράμματα. Στην εργασία των Sahoo, Mohapatra και Wu (2016), οι συγγραφείς σχεδίασαν έναν πιθανοτικό μηχανισμό συλλογής δεδομένων για ένα σύστημα υγειονομικής περίθαλψης με βάση το νέφος. Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, πραγματοποίησαν ανάλυση συσχέτισης για τον εντοπισμό σχέσεων μεταξύ παραμέτρων υγείας και ασθενειών. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκε ένα στοχαστικό μοντέλο πρόβλεψης για την πρόβλεψη της μελλοντικής κατάστασης της υγείας των ασθενών με βάση την τρέχουσα κατάστασή τους. Η απόδοση του προτεινόμενου πλαισίου αξιολογείται με εκτεταμένες προσομοιώσεις σε περιβάλλον νέφους (Manogaran et al., 2018).

2.2. Έξυπνοι αισθητήρες και wearables

Στα παραδοσιακά συστήματα, τα δεδομένα των ασθενών, συμπεριλαμβανομένων των ζωτικών σημείων, συλλέγονται συνήθως από αυτόνομες ιατρικές συσκευές χειροκίνητα. Η εισαγωγή της τεχνολογίας IoT και της BD επέτρεψε τη συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης της υγείας των ασθενών και των ζωτικών σημείων μέσω έξυπνων συσκευών, έξυπνων αισθητήρων καθώς και έξυπνων φορητών συσκευών. Τα μεγάλα δεδομένα υγείας που συλλέγονται από αυτές τις συσκευές βελτίωσαν επίσης την ακρίβεια των προβλέψεων που σχετίζονται με την κατάσταση της υγείας των ατόμων. Επιπλέον, οι εν λόγω εφαρμογές μπορούν επίσης να θεωρηθούν ως προληπτικά εργαλεία υγειονομικής περίθαλψης που χρησιμοποιούνται για την αύξηση της πιθανότητας έγκαιρης διάγνωσης και τη μείωση του κινδύνου σοβαρών ασθενειών. Με τον τρόπο αυτό, συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών κατά τη διάρκεια των θεραπειών (Dogan, Karatas, & Yakici, 2019).

Οι εφαρμογές των έξυπνων φορητών συσκευών στα νοσοκομεία μελετώνται από αρκετούς ερευνητές. Ορισμένες από τις πιο συνηθισμένες παραμέτρους που παρακολουθούνται από αυτές τις συσκευές περιλαμβάνουν τον καρδιακό παλμό, τη θερμοκρασία σώματος τη σωματική μάζα, τον αριθμό των βημάτων και την ποιότητα του ύπνου. Μεταξύ των εργασιών που εξετάζουν τη χρήση έξυπνων αισθητήρων και/ή φορητών συσκευών, οι Massaro, Ricci, Selicato, Raminelli και Galiano (2020) εφάρμοσαν τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης όπως αλγόριθμους SVM και LSTM (Long Short Term Memory) και ανέπτυξαν ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (DSS) για φορητούς αισθητήρες υγείας που χρησιμοποιούν BD analytics και παρακολουθούν την κατάσταση της υγείας των χρηστών. Αυτές οι συσκευές βοηθούν τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων στη δημιουργία πολυδιάστατου χάρτη κινδύνου των ασθενών παρέχοντάς τους περισσότερα και ακριβέστερα δεδομένα υγείας με λιγότερο κόστος και προσπάθεια. Σε μια άλλη ενδιαφέρουσα μελέτη, οι Mattsson, Partini και Fast-Berglund (2016) παρουσίασαν μια πολυδιάστατη προσέγγιση μέτρησης της ανθρώπινης απόδοσης με τη χρήση BD που συλλέγονται από πολλαπλές ψηφιακές συσκευές. Με τη μελέτη αυτή, οι συγγραφείς κατέδειξαν πώς οι νέες τεχνολογίες μπορούν να βελτιώσουν την υγεία και την ασφάλεια των ανθρώπων σε έναν εργασιακό χώρο.

Επιπλέον, συζήτησαν τα πλεονεκτήματα του συνδυασμού των φυσιολογικών δεδομένων με άλλα δεδομένα του εργασιακού περιβάλλοντος των χειριστών. Οι Asthana, Megahed και Strong (2017) ανέπτυξαν μια μηχανή συστάσεων που παρέχει εξατομικευμένες συμβουλές

σχετικά με το ποιες wearables και λύσεις IoT πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της υγείας. Η μηχανή χρησιμοποιεί το ιατρικό ιστορικό ενός ατόμου που περιλαμβάνει όλες τις ασθένειες για τις οποίες το άτομο αυτό κινδυνεύει. Για τον σκοπό αυτό, ένας αλγόριθμος εξόρυξης κειμένου χρησιμοποιείται για την ανάλυση του ιατρικού ιστορικού του ατόμου, ενώ τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του τροφοδοτούνται επίσης σε έναν αλγόριθμο ML για την πρόβλεψη των πιθανών ασθενειών. Η φάση της σύστασης πραγματοποιείται μέσω της χρήσης ενός μαθηματικού μοντέλου βελτιστοποίησης. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η αιφνίδια καρδιακή ανακοπή εκτός νοσοκομείου έχει χαμηλό ποσοστό επιβίωσης, οι ElSaadany, Majumder και Ucci (2017) πρότειναν ένα ασύρματο σύστημα έγκαιρης πρόβλεψης καρδιακής ανακοπής μέσω IoT. Στην υλοποίησή τους, χρησιμοποίησαν ένα έξυπνο τηλέφωνο ως πλατφόρμα για την ανάπτυξη ενός ενσωματωμένου συστήματος πρόβλεψης καρδιακών προσβολών. Το σύστημα χρησιμοποιεί φορητές συσκευές χαμηλής ενέργειας για τη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων, όπως ο καρδιακός ρυθμός και η θερμοκρασία του σώματος. Στη συνέχεια, τα δεδομένα μεταδίδονται σε ένα έξυπνο τηλέφωνο και αναλύονται για την πρόβλεψη μιας πιθανής καρδιακής προσβολής.

Οι Wu, Wu και Yuce (2019) επικεντρώθηκαν στη μείωση των κινδύνων για την υγεία στον κατασκευαστικό κλάδο και παρουσίασαν ένα υβριδικό σύστημα φορητού δικτύου αισθητήρων για τη βελτίωση της ασφάλειας του εργασιακού περιβάλλοντος. Τα περιβαλλοντικά δεδομένα (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία) και τα ζωτικά σημεία των ατόμων (π.χ. καρδιακός ρυθμός, θερμοκρασία σώματος) συλλέγονται από αισθητήρες χαμηλής ενέργειας και μεταδίδονται σε μια πύλη. Ενώ η πύλη μπορεί να χρησιμεύσει ως τοπικός διακομιστής για την ενεργοποίηση ειδοποιήσεων, μπορεί επίσης να διαβιβάσει τα συλλεγόμενα δεδομένα σε διακομιστή νέφους για αποθήκευση δεδομένων ή περαιτέρω ανάλυση. Οι Catarinucci, et al. (2015) πρότειναν ένα έξυπνο νοσοκομειακό σύστημα (SHS) που χρησιμοποιεί τεχνολογίες όπως η ραδιοσυχνική αναγνώριση (RFID), το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (WSN) και οι έξυπνες κινητές συσκευές. Στο σύστημα, τα περιβαλλοντικά δεδομένα και τα δεδομένα των ασθενών συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο με αυτές τις τεχνολογίες και διαβιβάζονται σε ένα κέντρο ελέγχου, όπου μια εφαρμογή παρακολούθησης καθιστά τα δεδομένα αυτά προσβάσιμα εντός του νοσοκομείου.

2.3.Απόρρητο και ασφάλεια δεδομένων

Μια άλλη σημαντική πτυχή της χρήσης των τεχνολογιών IoT στη διαχείριση των δεδομένων των ασθενών είναι η ασφάλεια των προσωπικών πληροφοριών των ασθενών. Τα δεδομένα που λαμβάνονται από τις τεχνολογίες IoT μπορεί να είναι ιδιωτικά ή δημόσια. Κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, για παράδειγμα, συλλέχθηκαν άφθονα δημόσια και ιδιωτικά δεδομένα μέσω τεχνολογιών IoT για τον μετριάσμο των αρνητικών επιπτώσεων της πανδημίας. Στα δημόσια σύνολα δεδομένων, τα οποία ουσιαστικά αποτελούνται από συγκεντρωτικά δεδομένα, η ιδιωτικότητα έχει μικρότερη σημασία, δεδομένου ότι τα δεδομένα συνήθως στερούνται της ταυτότητας των ατόμων. Τα ιδιωτικά δεδομένα, αντίθετα, περιλαμβάνουν πληροφορίες ταυτότητας των ασθενών. Κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, η πλειονότητα των δεδομένων ελήφθη μέσω κινητών συσκευών ή φορητών συσκευών, όπου η συγκατάθεση του χρήστη σχετικά με τη διαδικασία συλλογής δεδομένων λαμβάνεται συνήθως μέσω μιας υπονοούμενης συμφωνίας ή η συγκατάθεση του χρήστη δεν λαμβάνεται καθόλου. Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει σε κοινές προσπάθειες των κυβερνήσεων, των παρόχων δεδομένων και των ερευνητών για την ανάπτυξη πρωτοκόλλων και κανονισμών που παρέχουν δεοντολογική εκκαθάριση κατά τη διαδικασία ανταλλαγής και χειρισμού δεδομένων (Hu, et al., 2021).

Για τον σκοπό αυτό, πολλοί ερευνητές έχουν επικεντρωθεί σε διαδικασίες επανακωδικοποίησης και απόκρυψης ταυτότητας για να καταστήσουν τα ιδιωτικά δεδομένα ανώνυμα (Hu, et al., 2021). Άλλες μελέτες, όπως οι Jeong, Yoo, Kim και Shim (2020), ασχολήθηκαν με το ζήτημα της ασφάλειας που προκαλούν τέτοια συστήματα στις υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης. Αυτές οι μελέτες πρότειναν νέα συστήματα ασφαλείας και συστήματα ηλεκτρονικής υγείας με διατήρηση της ιδιωτικότητας για τη διατήρηση της εμπιστευτικότητας των δεδομένων υγείας των ασθενών. Δεδομένου ότι οι φωτογραφικές εικόνες πλήρους προσώπου θεωρούνται προστατευόμενες πληροφορίες υγείας, οι Jeong, Yoo, Kim και Shim (2020) ανέπτυξαν μια μεθοδολογία βασισμένη σε ML και BD που εξάγει προσωπικές πληροφορίες και χαρακτηριστικά προσώπου από τα δεδομένα. Η ανωνυμοποίηση των δεδομένων με την αφαίρεση των προσωπικών δεδομένων των ασθενών επιτρέπει επίσης την ασφαλή κοινή χρήση των δεδομένων για δευτερογενή έρευνα. Στο μέλλον, το απόρρητο και η ασφάλεια των δεδομένων θα συνεχίσουν να αποτελούν σημαντική πτυχή της υγειονομικής περίθαλψης που βασίζεται στο IoT. Καθώς οι υπηρεσίες

υγειονομικής περίθαλψης με βάση το IoT εξελίσσονται προς την εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη, η ανωνυμοποίηση και η επανακωδικοποίηση δεδομένων καθώς και οι τεχνικές απόκρυψης ταυτότητας θα προσελκύσουν μεγαλύτερη προσοχή από τους ερευνητές (Jeong et al., 2020).

Με την εισαγωγή του IoT και των εφαρμογών BD, η εξαγωγή σημαντικών δεδομένων ασθενών και η συγχώνευσή τους έγινε άλλο ένα ερευνητικό θέμα για τους μελετητές. Λαμβάνοντας υπόψη τα μεγάλα δεδομένα υγείας που λαμβάνονται από ένα σύνολο ετερογενών συσκευών υγειονομικής περίθαλψης και έξυπνων wearables, οι Kalamkar et al. (2020) προσπάθησαν να αναπτύξουν καλύτερους τρόπους με τη χρήση ML για τη συγχώνευση δεδομένων για την αξιολόγηση εφαρμογών υγειονομικής περίθαλψης. Η παραδοσιακή κινεζική ιατρική (TCM) και η ευφυής χρήση της έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην πρόληψη και τη μείωση του κινδύνου εξάπλωσης της πνευμονίας από τον κοροναϊό (COVID-19) (Zheng, et al., 2020). Ως εκ τούτου, οι Fong, κ.ά. (2017) πρότειναν μια ιδέα συγχώνευσης της τεχνολογίας λογισμικού κινητών εφαρμογών, της BD, της τεχνολογίας ανίχνευσης και της ML για την παρακολούθηση και αξιολόγηση της υγειονομικής περίθαλψης με προσανατολισμό στην TCM. Δίνοντας έμφαση στα οφέλη της TCM για την ανάπτυξη ενός συνόλου πρακτικών και διεξοδικών συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης που συνδέονται στενά με τον καθημερινό τρόπο ζωής, πρότειναν ένα πλαίσιο βασισμένο στην TCM που περιλαμβάνει την ανίχνευση, την παρακολούθηση, την ανάλυση χρονοσειρών και εικόνων και την εφαρμογή τρόπου ζωής (Fong et al., 2017).

2.4.Βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας στο χώρο εργασίας και στο σπίτι

Τα ΒΔ και τα έξυπνα συστήματα έχουν επίσης εφαρμοστεί για τη διευκόλυνση των χώρων εργασίας και των σπιτιών, ενώ παρακολουθούν την κατάσταση της υγείας των εργαζομένων, των ηλικιωμένων και των ασθενών. Η θερμοκρασία, η υγρασία και τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα επηρεάζουν την ιατρική υγεία των εργαζομένων και την άνεσή τους. Ως εκ τούτου, η διατήρηση αυτών των παραγόντων στα ονομαστικά τους επίπεδα είναι σημαντική για ένα παραγωγικό και υγιές εργασιακό περιβάλλον. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό το γεγονός, οι MolkaDanielsen, Engelseth και Wang (2018) εξέτασαν την ενσωμάτωση τεχνολογιών WSN

μεγάλης κλίμακας για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα των χώρων εργασίας. Στο πλαίσιο αυτό, πρότειναν μια προσέγγιση συστημικής ανάλυσης για τη χρήση των ΒΔ για την οπτικοποίηση και την παρακολούθηση της κατάστασης ενός βιομηχανικού χώρου εργασίας. Παρομοίως, οι Lin, Cheng και Jiang (2020, όπ.αναφ.στο Massaro et al.,2020) προσπάθησαν να βελτιώσουν την υγεία των εργαζομένων στην Ταϊβάν διερευνώντας τους νόμους και τους κανονισμούς που έχουν θεσπιστεί στην Ταϊβάν. Χρησιμοποιώντας ΒΔ που προέκυψαν από αναζητήσεις λέξεων-κλειδιών στην πλατφόρμα Google Trends σχετικά με τις συνθήκες εργασίας, οι συγγραφείς πρότειναν μια σειρά από αλλαγές πολιτικής. Οι Garcés, Oquendo και Nakagawa (2019), από την άλλη πλευρά, πρότειναν μια αρχιτεκτονική λογισμικού συστημάτων-των-συστημάτων για την υποστηρικτική φροντίδα υγείας στο σπίτι. Δήλωσαν ότι η υποστηρικτική φροντίδα υγείας στο σπίτι αποκτά όλο και μεγαλύτερη προσοχή τελευταία λόγω της αύξησης των ασθενειών και των αναπηριών και της αποφυγής της μακροχρόνιας νοσηλείας.

Στην αρχιτεκτονική λογισμικού, κάθε συστατικό σύστημα, όπως τα συστήματα ηλεκτρονικού φακέλου υγείας, οι έξυπνες συσκευές και τα συστήματα αποκατάστασης, διαθέτει ανεξαρτησία, ενώ συνεργάζεται για τη συνολική αποστολή. Οι Pang, Yang, Khedri και Zhang (2018) συζήτησαν διάφορες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη βιοϊατρική μηχανική και την πληροφορική της υγείας και παρουσίασαν ένα παράδειγμα που αφορά τα σπίτια φροντίδας. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, το καθιερωμένο σύστημα ενσωματώνει διάφορες έξυπνες συσκευές με ετερογενή αλλά διαλειτουργικά δίκτυα επικοινωνίας. Οι συσκευές αυτές συλλέγουν λεπτομερή δεδομένα σχετικά με την υγεία και την κατάσταση των κατοίκων (Pang et al., 2018).

2.5.Ανάπτυξη πλαισίου συστήματος υγειονομικής περίθαλψης

Ορισμένοι ερευνητές υιοθέτησαν μια πιο ολιστική προσέγγιση και πρότειναν νέα πλαίσια συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης που ενσωματώνουν έννοιες της Βιομηχανίας 4.0 με γνώμονα τη ΒΔ. Μεταξύ αυτών των μελετών, ο Alamri (2019 όπ.αναφ.στο Batko & Slezak, 2022) πρότεινε ένα σύστημα ανάλυσης ΒΔ με βάση το cloud για ασθενείς με χρόνιες ασθένειες. Το σύστημα αποτελείται από τρία επίπεδα: (i) απόκτηση δεδομένων, (ii) ανάλυση ΒΔ στο νέφος και (iii) επίπεδο εφαρμογής. Στο στρώμα απόκτησης, συλλέγονται τα δεδομένα σχετικά με το ιατρικό ιστορικό των ασθενών και την κατάσταση των ασθενών (μέσω

αισθητήρων IoT). Στη συνέχεια, τα δεδομένα αυτά συμπιέζονται, αποθηκεύονται, μορφοποιούνται και αναλύονται στο στρώμα ανάλυσης BD cloud. Αυτό το στρώμα παρέχει τόσο ανάλυση σε πραγματικό χρόνο όσο και προγνωστική ανάλυση. Τέλος, το στρώμα εφαρμογών νέφους παρέχει τη διεπαφή μεταξύ του δικτύου υγείας και των χρηστών. Μέσω αυτού του στρώματος ελέγχονται οι αισθητήρες και παρουσιάζονται οπτικά τα δεδομένα (Batko & Slezak, 2022).

Οι Ma, Wang, Yang, Miao και Li (2016, όπ.αναφ.στο Batko & Slezak, 2022), πρότειναν ένα μεγάλο σύστημα εφαρμογών υγείας που βασίζεται στο IoT και το BD. Το προτεινόμενο σύστημα αποτελείται από (i) ένα στρώμα αντίληψης της υγείας, (ii) στρώμα μεταφοράς και (iii) στρώμα υπηρεσιών cloud big health. Το στρώμα αντίληψης της υγείας συλλέγει δεδομένα που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία μέσω αισθητήρων. Χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνολογίες δικτύου, το στρώμα μεταφοράς στέλνει τις οδηγίες των ανώτερων εφαρμογών στους αισθητήρες, ενώ συλλέγει τα δεδομένα που λαμβάνονται από το στρώμα αντίληψης. Πάνω από όλα τα στρώματα, το μεγάλο στρώμα υπηρεσιών cloud υγείας συγκεντρώνει, συμπιέζει, αποθηκεύει, μορφοποιεί και αναλύει τα δεδομένα υγείας. Στην εργασία τους, οι συγγραφείς συζήτησαν επίσης τις πιθανές εφαρμογές του μεγάλου συστήματος υγείας. Οι Pang, κ.ά. (2015, όπ.αναφ.στο Batko & Slezak, 2022) παρουσίασαν ένα αρχιτεκτονικό πλαίσιο για υπηρεσίες υγείας στο σπίτι με βάση το IoT. Στο πλαίσιο ενσωματώνονται και ευθυγραμμίζονται τα στοιχεία του επιχειρηματικού μοντέλου, της αρχιτεκτονικής ολοκλήρωσης συσκευών και υπηρεσιών και της αρχιτεκτονικής του συστήματος πληροφοριών. Προκειμένου να παρουσιαστεί η εφαρμοσιμότητα του πλαισίου, αναπτύσσεται μια πρωτότυπη λύση με την ονομασία iMedBox. Το σύστημα iMedBox ενσωμάτωσε με επιτυχία συσκευές και υπηρεσίες υγείας στο σπίτι. Σε μια παρόμοια μελέτη, οι Moraru, κ.ά. (2018, όπ.αναφ.στο Batko & Slezak, 2022) ανέπτυξαν εργαλεία για ηλικιωμένους που υποστηρίζονται στο σπίτι καθώς και για τους φροντιστές τους για να ενισχύσουν την απόδοση της ανάλυσης δεδομένων και του σχεδιασμού υπηρεσιών νέφους στο πλαίσιο υλοποιήσεων IoT (Batko & Slezak, 2022).

2.6.Εφαρμογές κινητών τηλεφώνων για την υγειονομική περίθαλψη

Οι λειτουργίες και οι υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης μπορούν επίσης να επωφεληθούν από την ύπαρξη εφαρμογών για κινητά. Αυτές οι εφαρμογές επιτρέπουν στους

διευθυντές των νοσοκομείων, στους γιατρούς να παρακολουθούν τους ασθενείς τους, να στέλνουν/λαμβάνουν αναφορές υγείας σε πραγματικό χρόνο. Με άλλα λόγια, οι κινητές εφαρμογές βελτιώνουν την ποιότητα των υπηρεσιών και την επικοινωνία μεταξύ ασθενών και φροντιστών (Batko & Slezak, 2022).

Μεταξύ των μελετών που ενσωματώνουν τη χρήση έξυπνων αισθητήρων, οι Kansara, Bhojani και Chauhan (2018) πρότειναν μια έξυπνη φορητή συσκευή η οποία μπορεί να ενσωματωθεί σε οποιοδήποτε είδος υφάσματος και η οποία χρησιμοποιεί δεδομένα υγείας που συλλέγονται μέσω εφαρμογών κινητής τηλεφωνίας για τη μέτρηση του επιπέδου σακχάρου ενός ατόμου. Οι Robbins, et al. (2021) προσπάθησαν να εντοπίσουν και να αναλύσουν τις τάσεις του ύπνου όσον αφορά τη διάρκεια και την ποιότητα. Για τον σκοπό αυτό, οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν BD που σχετίζονταν με τους κύκλους ύπνου 2 εκατομμυρίων ανθρώπων στη Νέα Υόρκη μέσω μιας δημοφιλούς εφαρμογής ύπνου για κινητά. Τα αποτελέσματά τους αποκάλυψαν μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των τάσεων του ύπνου του πληθυσμού σε σχέση με την εποχικότητα, την ηλικία και το φύλο.

2.7.Μέτρηση της ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης

Οι τρέχουσες τάσεις στην ανάλυση BD καθώς και σε άλλες τεχνολογίες πληροφοριών υγείας που σχετίζονται με το Industry 4.0 κινούνται προς πιο σύνθετα μοντέλα, πλαίσια και εργαλεία. Με αυτές τις εξελίξεις, η εξαγωγή δεδομένων υψηλότερης ποιότητας και η μέτρηση της ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης λαμβάνουν προσοχή από αρκετούς ερευνητές. Μεταξύ αυτών, οι Nantschev, Hackl και Ammenwerth (2019) εξέτασαν το πρόβλημα της μέτρησης της ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης και πρότειναν μια συστηματική μεθοδολογία που περιλαμβάνει συνεντεύξεις εμπειρογνομώνων, προσδιορισμό των παραγόντων επιρροής και σενάρια σε κλινικά δεδομένα ρουτίνας. Επιδιώκουν να αναπτύξουν ένα μοντέλο για τη χρήση κλινικών δεδομένων ρουτίνας στην αξιολόγηση της ποιότητας της περίθαλψης για την ασφάλεια των ασθενών. Εστιάζοντας στα τμήματα ψυχικής υγείας στην Ιταλία, ο Mattei (2019) διερεύνησε την καινοτομία και τη δημιουργικότητα στην ψυχιατρική. Ο συγγραφέας πρότεινε διάφορους τρόπους για τη βελτίωση του συστήματος ψυχιατρικής με έννοιες της Βιομηχανίας 4.0 και τη μέτρηση της ποιότητας των υπηρεσιών υγείας. Οι Al-Jaroodi, Mohamed και Abukhousa (2020), από την άλλη πλευρά, συζήτησαν τον αντίκτυπο της Υγείας 4.0 και των συναφών εννοιών (π.χ. Internet of Health Things (IoHT), medical

Cyber-Physical Systems (MCPS), ML, BD, health cloud, blockchain) στον κλάδο της υγείας και προτείνουν στρατηγικές προσανατολισμένες στις υπηρεσίες για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των εφαρμογών Υγείας 4.0 στο μέλλον.

Στην εργασία των Prashanthi, Deva, Vadapalli και Das (2020), οι συγγραφείς συζήτησαν τη σημασία των αχρησιμοποίητων και μη δομημένων δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης και δηλώνουν ότι τα δεδομένα αυτά αποτελούν περίπου το 80% των παραγόμενων δεδομένων. Με κίνητρο αυτό το γεγονός, προτείνουν ένα ML για τη διερεύνηση των αδόμητων BD στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης με στόχο την αποκάλυψη και τη βέλτιστη αξιοποίηση των πληροφοριών και τη βελτίωση της ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης.

2.8.Σκέψεις σχετικά με τη χρήση των Big Data και των Big Data Analytics στην υγειονομική περίθαλψη

Τα Big Data Analytics είναι τεχνικές και εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και την εξαγωγή πληροφοριών από Big Data. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη του μέλλοντος. Βοηθούν επίσης στη δημιουργία τάσεων σχετικά με το παρελθόν. Όταν πρόκειται για την υγειονομική περίθαλψη, επιτρέπει την ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων από χιλιάδες ασθενείς, τον εντοπισμό συστάδων και συσχέτισης μεταξύ συνόλων δεδομένων, καθώς και την ανάπτυξη προγνωστικών μοντέλων με τη χρήση τεχνικών εξόρυξης δεδομένων (Dash et al., 2019).

Η υγειονομική περίθαλψη δεν επικεντρώνεται πλέον αποκλειστικά στη θεραπεία των ασθενών. Το προτεραιότητα των υπευθύνων λήψης αποφάσεων θα πρέπει να είναι η προώθηση σωστών συμπεριφορών υγείας και η πρόληψη ασθενειών που μπορούν να αποφευχθούν. Αυτό έγινε ορατό και σημαντικό ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της πανδημίας του Covid-19. Οι επόμενες προκλήσεις που θα πρέπει να αντιμετωπίσει η υγειονομική περίθαλψη είναι ο αυξανόμενος αριθμός ηλικιωμένων και η μείωση της γονιμότητας. Τα ποσοστά γονιμότητας στη χώρα βρίσκονται κάτω από το ελάχιστο αναπαραγωγικό όριο που είναι απαραίτητο για να διατηρηθεί ο πληθυσμός σταθερός. Η αντανάκλαση και των δύο φαινομένων, δηλαδή η αύξηση της ηλικίας και τα χαμηλότερα ποσοστά γονιμότητας, αποτελούν δείκτες δημογραφικού φορτίου, το οποίο αυξάνεται συνεχώς. Οι προβλέψεις

δείχνουν ότι η παροχή υγειονομικής περίθαλψης με τη μορφή που παρέχεται σήμερα θα καταστεί αδύνατη στα επόμενα 20 χρόνια. Αυτό είναι ιδιαίτερα ορατό τώρα κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19, όταν η υγειονομική περίθαλψη αντιμετώπισε μια αρκετά μεγάλη πρόκληση που σχετίζεται με την ανάλυση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων και την ανάγκη εντοπισμού τάσεων και πρόβλεψης της εξάπλωσης του κορονοϊού. Η πανδημία έδειξε ακόμη περισσότερο ότι οι ασθενείς θα πρέπει να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της υγείας τους, τη δυνατότητα ψηφιακής ανάλυσης αυτών των δεδομένων και πρόσβαση σε αξιόπιστη ιατρική υποστήριξη στο διαδίκτυο. Η παρακολούθηση της υγείας και η συνεργασία με τους γιατρούς για την πρόληψη των ασθενειών μπορεί πραγματικά να φέρει επανάσταση στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης. Μία από τις σημαντικότερες πτυχές της αναγκαίας αλλαγής στην υγειονομική περίθαλψη είναι να τεθεί ο ασθενής στο επίκεντρο του συστήματος. Η τεχνολογία δεν είναι αρκετή για την επίτευξη αυτών των στόχων. Επομένως, οι αλλαγές πρέπει να γίνουν όχι μόνο σε τεχνολογικό επίπεδο, αλλά και στη διαχείριση και το σχεδιασμό των ολοκληρωμένων διαδικασιών υγειονομικής περίθαλψης και, επιπλέον, πρέπει να επηρεάσουν τα επιχειρηματικά μοντέλα των παρόχων υπηρεσιών. Η χρήση των Big Data Analytics γίνεται όλο και πιο συνηθισμένη στις επιχειρήσεις (Dash et al., 2019).

Ωστόσο, οι ιατρικές επιχειρήσεις εξακολουθούν να μην μπορούν να συμβαδίσουν με τις ανάγκες πληροφόρησης των ασθενών, των κλινικών ιατρών, των διοικητικών υπαλλήλων και της πολιτικής του δημιουργού. Η υιοθέτηση μιας προσέγγισης των Μεγάλων Δεδομένων θα επέτρεπε την εφαρμογή εξατομικευμένης και ακριβούς ιατρικής με βάση εξατομικευμένες πληροφορίες, οι οποίες παρέχονται σε πραγματικό χρόνο και είναι προσαρμοσμένες στους μεμονωμένους ασθενείς. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, είναι απαραίτητο να εφαρμοστούν συστήματα που θα είναι σε θέση να μαθαίνουν γρήγορα τα δεδομένα που παράγονται από τους ανθρώπους στο πλαίσιο της κλινικής περίθαλψης και της καθημερινής ζωής. Αυτό θα επιτρέψει τη λήψη αποφάσεων με βάση τα δεδομένα, λαμβάνοντας καλύτερες εξατομικευμένες προβλέψεις σχετικά με την πρόγνωση και την ανταπόκριση στις θεραπείες, μια βαθύτερη κατανόηση των πολύπλοκων παραγόντων και των αλληλεπιδράσεών τους που επηρεάζουν την υγεία σε επίπεδο ασθενούς, συστήματος υγείας και κοινωνίας, βελτιωμένες προσεγγίσεις για την ανίχνευση προβλημάτων ασφάλειας φαρμάκων και συσκευών, καθώς και αποτελεσματικότερες μεθόδους σύγκρισης προληπτικών, διαγνωστικών και θεραπευτικών επιλογών (Dash et al., 2019).

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές έρευνες που δείχνουν ποιες ευκαιρίες μπορούν να προσφερθούν στις εταιρείες από την ανάλυση μεγάλων δεδομένων και ποια δεδομένα

μπορούν να αναλυθούν. Ωστόσο, υπάρχουν λίγες μελέτες που δείχνουν πώς γίνεται η ανάλυση δεδομένων στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, ποια δεδομένα χρησιμοποιούν οι ιατρικές εγκαταστάσεις και ποιες αναλύσεις και σε ποιους τομείς πραγματοποιούν. Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να καλύψει αυτό το κενό παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα έρευνας που διεξήχθη σε ιατρικές εγκαταστάσεις στην Πολωνία. Στόχος είναι να αναλυθούν οι δυνατότητες χρήσης των Big Data Analytics στην υγειονομική περίθαλψη, ειδικά στις συνθήκες της Πολωνίας (Dash et al., 2019).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για λύσεις που προσφέρουν αποτελεσματικά εργαλεία ανάλυσης. Η τάση αυτή είναι επίσης αισθητή στην ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων (Big Data, BD). Οι οργανισμοί αναζητούν τρόπους να χρησιμοποιήσουν τη δύναμη των Big Data για να βελτιώσουν τη λήψη αποφάσεων, το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα ή την επιχειρηματική τους απόδοση. Τα Μεγάλα Δεδομένα θεωρείται ότι προσφέρουν δυνητικές λύσεις σε δημόσιους και ιδιωτικούς οργανισμούς, ωστόσο δεν είναι ακόμη πολλά γνωστά σχετικά με τα αποτελέσματα της πρακτικής χρήσης των Μεγάλων Δεδομένων σε διάφορους τύπους οργανισμών. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα τελευταία χρόνια, η διαχείριση της υγειονομικής περίθαλψης παγκοσμίως έχει αλλάξει από ένα μοντέλο με επίκεντρο την ασθένεια σε ένα μοντέλο με επίκεντρο τον ασθενή, ακόμη και στο μοντέλο παροχής υγειονομικής περίθαλψης που βασίζεται στην αξία. Προκειμένου να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις αυτού του μοντέλου και να παρασχεθεί αποτελεσματική φροντίδα με επίκεντρο τον ασθενή, είναι απαραίτητη η διαχείριση και η ανάλυση μεγάλων δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης. Το ζήτημα που τίθεται συχνά όταν πρόκειται για τη χρήση δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη είναι η κατάλληλη χρήση των Μεγάλων Δεδομένων. Η υγειονομική περίθαλψη ανέκαθεν παρήγαγε τεράστιες ποσότητες δεδομένων και σήμερα, η εισαγωγή των ηλεκτρονικών ιατρικών φακέλων, καθώς και ο τεράστιος όγκος δεδομένων που αποστέλλονται από διάφορους τύπους αισθητήρων ή παράγονται από τους ασθενείς στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης προκαλεί συνεχή αύξηση των ροών δεδομένων (Ho et al., 2020).

Επίσης, ο ιατρικός κλάδος παράγει σημαντικές ποσότητες δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων κλινικών αρχείων, ιατρικών εικόνων, γονιδιωματικών δεδομένων και συμπεριφορών υγείας. Η ορθή χρήση των δεδομένων θα επιτρέψει στους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης να υποστηρίξουν τη λήψη κλινικών αποφάσεων, την επιτήρηση ασθενειών και τη διαχείριση της δημόσιας υγείας. Η πρόκληση που θέτει η επεξεργασία κλινικών δεδομένων δεν αφορά μόνο την ποσότητα των δεδομένων αλλά και τη δυσκολία

στην επεξεργασία τους. Στη βιβλιογραφία μπορεί κανείς να βρει πολλούς διαφορετικούς ορισμούς των μεγάλων δεδομένων. Η έννοια αυτή έχει εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, δεν είναι ακόμη σαφώς κατανοητή. Ωστόσο, παρά το εύρος και τις διαφορές των ορισμών, τα Μεγάλα Δεδομένα μπορούν να αντιμετωπιστούν ως: μεγάλος όγκος ψηφιακών δεδομένων, μεγάλα σύνολα δεδομένων, εργαλείο, τεχνολογία ή φαινόμενο (πολιτιστικό ή τεχνολογικό). Τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να θεωρηθούν ως μαζικά και συνεχώς παραγόμενα ψηφιακά σύνολα δεδομένων που παράγονται μέσω αλληλεπιδράσεων με διαδικτυακές τεχνολογίες (Ho et al., 2020).

Τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να οριστούν ως σύνολα δεδομένων τα οποία είναι τόσο μεγάλου μεγέθους που θέτουν προκλήσεις στις παραδοσιακές τεχνικές αποθήκευσης και ανάλυσης. Παρόμοια άποψη για τα Μεγάλα Δεδομένα παρουσίασε και ο Ohlhorst, ο οποίος θεωρεί τα Μεγάλα Δεδομένα ως εξαιρετικά μεγάλα σύνολα δεδομένων, τα οποία δεν είναι δυνατόν ούτε να διαχειριστούν ούτε να αναλυθούν με τα παραδοσιακά εργαλεία επεξεργασίας δεδομένων. Κατά τη γνώμη του, όσο μεγαλύτερο είναι το σύνολο δεδομένων, τόσο πιο δύσκολο είναι να αποκτηθεί οποιαδήποτε αξία από αυτό. Με τη σειρά του, ο Knapp αντιλαμβάνεται τα Big Data ως εργαλεία, διαδικασίες και διεργασίες που επιτρέπουν σε έναν οργανισμό να δημιουργεί, να χειρίζεται και να διαχειρίζεται πολύ μεγάλα σύνολα δεδομένων και εγκαταστάσεις αποθήκευσης (Ho et al., 2020).

Από αυτή την άποψη, τα Μεγάλα Δεδομένα αναγνωρίζονται ως ένα εργαλείο για τη συλλογή πληροφοριών από διάφορες βάσεις δεδομένων και διαδικασίες, επιτρέποντας στους χρήστες να διαχειρίζονται μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Παρόμοια αντίληψη του όρου "Big Data" παρουσιάζει και ο Carter. Σύμφωνα με τον ίδιο, οι τεχνολογίες Big Data αναφέρονται σε μια νέα γενιά τεχνολογιών και αρχιτεκτονικών, σχεδιασμένων να εξάγουν οικονομικά αξία από πολύ μεγάλους όγκους μιας μεγάλης ποικιλίας δεδομένων, επιτρέποντας τη σύλληψη, ανακάλυψη και/ή ανάλυση με υψηλή ταχύτητα (Ho et al., 2020).

Ο Jordan (Ho et al., 2020) συνδυάζει αυτές τις δύο προσεγγίσεις, προσδιορίζοντας τα Μεγάλα Δεδομένα ως ένα πολύπλοκο σύστημα, καθώς χρειάζονται βάσεις δεδομένων για την αποθήκευση των δεδομένων, προγράμματα και εργαλεία για τη διαχείρισή τους, καθώς και τεχνογνωσία και προσωπικό ικανό να ανακτήσει χρήσιμες πληροφορίες και οπτικοποίηση για την κατανόησή τους. Ακολουθώντας τον ορισμό του Laney για τα Μεγάλα Δεδομένα, μπορούμε να πούμε ότι: πρόκειται για μεγάλο όγκο δεδομένων που παράγονται με πολύ γρήγορη κίνηση και περιέχουν πολύ περιεχόμενο. Τέτοια δεδομένα προέρχονται από μη δομημένες πηγές, όπως ροή κλικ στο διαδίκτυο, κοινωνικά δίκτυα (Twitter, blogs, Facebook),

βιντεοσκοπήσεις από καταστήματα, καταγραφή κλήσεων σε τηλεφωνικό κέντρο, πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο από διάφορα είδη αισθητήρων, RFID, συσκευές GPS, κινητά τηλέφωνα και άλλες συσκευές που αναγνωρίζουν και παρακολουθούν κάτι. Τα μεγάλα δεδομένα είναι ένα ισχυρό ψηφιακό σιλό δεδομένων, ακατέργαστο, συγκεντρωμένο από κάθε είδους πηγές, αδόμητο και δύσκολο, ή ακόμη και αδύνατο, να αναλυθεί με τη χρήση συμβατικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων. Κατά την περιγραφή των Big Data, δεν μπορεί να παραβλεφθεί ότι ο όρος αναφέρεται περισσότερο σε ένα φαινόμενο παρά σε συγκεκριμένη τεχνολογία. Ως εκ τούτου, αντί να ορίζουν αυτό το φαινόμενο, προσπαθώντας να τα περιγράψουν, περισσότεροι συγγραφείς περιγράφουν τα Μεγάλα Δεδομένα δίνοντάς τους χαρακτηριστικά που περιλαμβάνουν μια συλλογή από V που σχετίζονται με τη φύση τους (Ho et al., 2020):

- Όγκος (αναφέρεται στον όγκο των δεδομένων και αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στην ανάλυση μεγάλων δεδομένων),
- Ταχύτητα (ταχύτητα με την οποία παράγονται νέα δεδομένα, η πρόκληση είναι να μπορέσουμε να διαχειριστούμε τα δεδομένα αποτελεσματικά και σε πραγματικό χρόνο),
- Ποικιλία (ετερογένεια των δεδομένων, πολλοί διαφορετικοί τύποι δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης, η πρόκληση είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων εξετάζοντας όλα τα διαθέσιμα ετερογενή δεδομένα με ολιστικό τρόπο),
- Μεταβλητότητα (ασυνέπεια των δεδομένων, η πρόκληση είναι να διορθωθεί η ερμηνεία των δεδομένων που μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με το πλαίσιο),
- ειλικρίνεια (πόσο αξιόπιστα είναι τα δεδομένα, ποιότητα των δεδομένων),
- Οπτικοποίηση (ικανότητα ερμηνείας των δεδομένων και των συμπερασμάτων που προκύπτουν, πρόκληση για τα μεγάλα δεδομένα λόγω των άλλων χαρακτηριστικών τους, όπως περιγράφονται ανωτέρω).
- Αξία (ο στόχος των Big Data Analytics είναι να ανακαλύψουν την κρυμμένη γνώση από τεράστιες ποσότητες δεδομένων).

Τα μεγάλα δεδομένα ορίζονται ως ένα πληροφοριακό περιουσιακό στοιχείο με μεγάλο όγκο, ταχύτητα και ποικιλία, το οποίο απαιτεί συγκεκριμένη τεχνολογία και μέθοδο για τη μετατροπή του σε αξία. Τα μεγάλα δεδομένα είναι επίσης μια συλλογή πληροφοριών με μεγάλο όγκο, υψηλή μεταβλητότητα ή μεγάλη ποικιλία, που απαιτούν νέες μορφές επεξεργασίας προκειμένου να υποστηριχθεί η λήψη αποφάσεων, η ανακάλυψη νέων

φαινομένων και η βελτιστοποίηση διαδικασιών. Τα μεγάλα δεδομένα είναι πολύ μεγάλα για τα παραδοσιακά συστήματα επεξεργασίας δεδομένων και τα εργαλεία λογισμικού για να συλλάβουν, να αποθηκεύσουν, να διαχειριστούν και να αναλύσουν, επομένως απαιτούν νέες τεχνολογίες για τη διαχείριση (σύλληψη, συγκέντρωση, επεξεργασία) του όγκου, της ταχύτητας και της ποικιλίας τους. Αναμφίβολα, τα μεγάλα δεδομένα διαφέρουν από τις πηγές δεδομένων που χρησιμοποιούσαν μέχρι σήμερα οι οργανισμοί. Ως εκ τούτου, οι οργανισμοί πρέπει να προσεγγίσουν αυτό το είδος μη δομημένων δεδομένων με διαφορετικό τρόπο. Πρώτα απ' όλα, οι οργανισμοί πρέπει να αρχίσουν να βλέπουν τα δεδομένα ως ροές και όχι ως αποθέματα - αυτό συνεπάγεται την ανάγκη εφαρμογής των λεγόμενων streaming analytics. Τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά καθιστούν αναγκαία τη χρήση νέων εργαλείων ΤΠ που επιτρέπουν την πληρέστερη αξιοποίηση των νέων δεδομένων. Η ιδέα των μεγάλων δεδομένων, που είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την τεράστια αύξηση των δεδομένων που είναι διαθέσιμα σε διάφορους οργανισμούς ή άτομα, δημιουργεί ευκαιρίες πρόσβασης σε πολύτιμες αναλύσεις, συμπεράσματα και επιτρέπει τη λήψη ακριβέστερων αποφάσεων (Barber et al., 2019).

Η έννοια των Μεγάλων Δεδομένων εξελίσσεται συνεχώς και επί του παρόντος δεν εστιάζει σε τεράστιες ποσότητες δεδομένων, αλλά στη διαδικασία δημιουργίας αξίας από αυτά τα δεδομένα. Τα μεγάλα δεδομένα συλλέγονται από διάφορες πηγές που έχουν διαφορετικές ιδιότητες δεδομένων και υποβάλλονται σε επεξεργασία από διαφορετικές οργανωτικές μονάδες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας αλυσίδας μεγάλων δεδομένων. Στόχος των οργανισμών είναι η διαχείριση, η επεξεργασία και η ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων. Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, οι ροές Μεγάλων Δεδομένων αποτελούνται από διάφορους τύπους δεδομένων, συγκεκριμένα:

- κλινικά δεδομένα, δηλαδή δεδομένα που λαμβάνονται από ηλεκτρονικούς ιατρικούς φακέλους, δεδομένα από πληροφοριακά συστήματα νοσοκομείων, κέντρα εικόνων, εργαστήρια, φαρμακεία και άλλους οργανισμούς που παρέχουν υπηρεσίες υγείας, δεδομένα υγείας που παράγονται από ασθενείς, σημειώσεις ελεύθερου κειμένου ιατρών, γονιδιωματικά δεδομένα, δεδομένα φυσιολογικής παρακολούθησης, (Barber et al., 2019).

- βιομετρικά δεδομένα που παρέχονται από διάφορους τύπους συσκευών που παρακολουθούν το βάρος, την πίεση, το επίπεδο γλυκόζης κ.λπ,

- χρηματοοικονομικά δεδομένα, που αποτελούν πλήρη καταγραφή των οικονομικών πράξεων και αντικατοπτρίζουν τη δραστηριότητα που διεξάγεται

- δεδομένα από επιστημονικές ερευνητικές δραστηριότητες, δηλαδή αποτελέσματα ερευνών, συμπεριλαμβανομένης της έρευνας φαρμάκων, του σχεδιασμού ιατρικών συσκευών και νέων μεθόδων θεραπείας,

- δεδομένα που παρέχονται από τους ασθενείς, συμπεριλαμβανομένης της περιγραφής των προτιμήσεων, του επιπέδου ικανοποίησης, πληροφορίες από συστήματα αυτοπαρακολούθησης της δραστηριότητάς τους: ασκήσεις, ύπνος, καταναλισκόμενα γεύματα κ.λπ. (Barber et al., 2019).

- δεδομένα από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

Τα δεδομένα αυτά παρέχονται όχι μόνο από τους ασθενείς αλλά και από οργανισμούς και ιδρύματα, καθώς και από διάφορους τύπους συσκευών παρακολούθησης, αισθητήρων ή οργάνων. Τα δεδομένα που έχουν παραχθεί μέχρι σήμερα στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης αποθηκεύονται τόσο σε έντυπη όσο και σε ψηφιακή μορφή. Η ουσία και η ιδιαιτερότητα της διαδικασίας ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων σημαίνει ότι οι οργανισμοί πρέπει να αντιμετωπίσουν νέες τεχνολογικές και οργανωτικές προκλήσεις. Ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης παράγγαγε ανέκαθεν τεράστιες ποσότητες δεδομένων και αυτό συνδέεται, μεταξύ άλλων, με την ανάγκη αποθήκευσης των ιατρικών φακέλων των ασθενών. Ωστόσο, το πρόβλημα με τα Μεγάλα Δεδομένα στην υγειονομική περίθαλψη δεν περιορίζεται σε έναν συντριπτικό όγκο αλλά και σε μια πρωτοφανή ποικιλομορφία όσον αφορά τους τύπους, τις μορφές δεδομένων και την ταχύτητα με την οποία πρέπει να αναλύονται προκειμένου να παρέχονται οι απαραίτητες πληροφορίες σε συνεχή βάση. Είναι επίσης δύσκολο να εφαρμοστούν παραδοσιακά εργαλεία και μέθοδοι για τη διαχείριση μη δομημένων δεδομένων. Λόγω της ποικιλομορφίας και της ποσότητας των πηγών δεδομένων που αυξάνονται συνεχώς, απαιτούνται προηγμένα εργαλεία και τεχνολογίες ανάλυσης, καθώς και μέθοδοι ανάλυσης μεγάλων δεδομένων που μπορούν να ανταποκριθούν και να υπερβούν τις δυνατότητες διαχείρισης των δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης. Επομένως, οι δυνατότητες που διαφαίνονται στις αναλύσεις μεγάλων δεδομένων, ιδίως όσον αφορά τη βελτίωση της ποιότητας της ιατρικής περίθαλψης, τη διάσωση ζωών ή τη μείωση του κόστους (Barber et al., 2019).

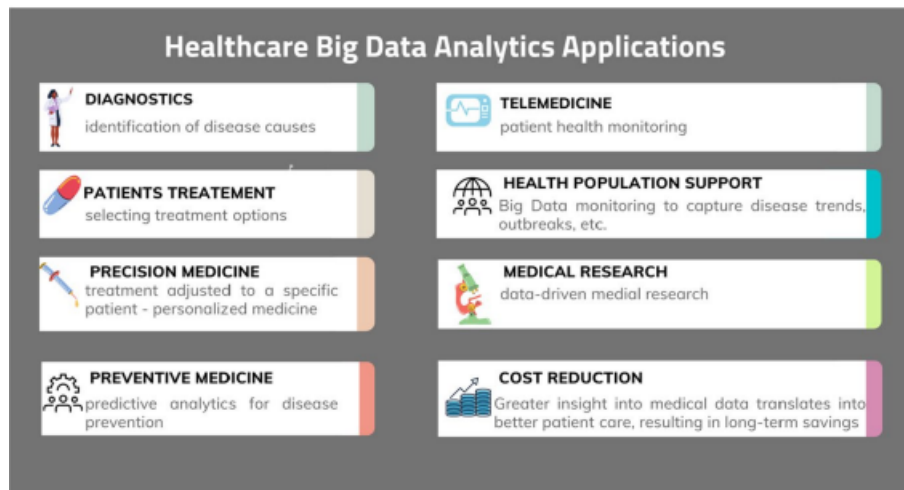
Η εξαγωγή από αυτό το κουβάρι των δεδομένων κανόνων συσχέτισης, των προτύπων και των τάσεων θα επιτρέψει στους παρόχους υπηρεσιών υγείας και σε άλλους ενδιαφερόμενους στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης να προσφέρουν ακριβέστερες και πιο διορατικές διαγνώσεις των ασθενών, εξατομικευμένη θεραπεία, παρακολούθηση των ασθενών,

προληπτική ιατρική, υποστήριξη της ιατρικής έρευνας και του υγειονομικού πληθυσμού, καθώς και καλύτερη ποιότητα ιατρικών υπηρεσιών και περίθαλψης των ασθενών, ενώ ταυτόχρονα θα έχουν τη δυνατότητα μείωσης του κόστους. Η κύρια πρόκληση με τα Μεγάλα Δεδομένα είναι ο τρόπος χειρισμού ενός τόσο μεγάλου όγκου πληροφοριών και η χρήση τους για τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων σε πληθώρα τομέων. Στο πλαίσιο των δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης, μια άλλη σημαντική πρόκληση είναι η προσαρμογή της αποθήκευσης μεγάλων δεδομένων, της ανάλυσης, της παρουσίασης των αποτελεσμάτων της ανάλυσης και των συμπερασμάτων που βασίζονται σε αυτά σε ένα κλινικό περιβάλλον. Τα συστήματα ανάλυσης δεδομένων που εφαρμόζονται στην υγειονομική περίθαλψη είναι σχεδιασμένα για να περιγράφουν, να ενσωματώνουν και να παρουσιάζουν σύνθετα δεδομένα με κατάλληλο τρόπο, ώστε να μπορούν να γίνουν καλύτερα κατανοητά. Αυτό θα βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της απόκτησης, αποθήκευσης, ανάλυσης και οπτικοποίησης μεγάλων δεδομένων από την υγειονομική περίθαλψη (Barber et al., 2019). Το αποτέλεσμα της επεξεργασίας δεδομένων με τη χρήση των Big Data Analytics είναι η κατάλληλη αφήγηση δεδομένων που μπορεί να συμβάλει στη λήψη αποφάσεων με χαμηλότερο κίνδυνο και υποστήριξη δεδομένων. Αυτό, με τη σειρά του, μπορεί να ωφελήσει τους ενδιαφερόμενους φορείς της υγειονομικής περίθαλψης. Για να αξιοποιηθούν οι δυνητικές τεράστιες ποσότητες δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη και για να διασφαλιστεί ότι η σωστή παρέμβαση στον σωστό ασθενή είναι σωστά χρονικά τοποθετημένη, εξατομικευμένη και δυνητικά επωφέλης για όλα τα στοιχεία του συστήματος υγειονομικής περίθαλψης, όπως ο πληρωτής, ο ασθενής και η διοίκηση, η ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων πρέπει να συνδέσει τις κοινότητες που ασχολούνται με την ανάλυση δεδομένων και την πληροφορική της υγειονομικής περίθαλψης. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων μπορεί να παρέχει εικόνα των κλινικών δεδομένων και έτσι να διευκολύνει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με τη διάγνωση και τη θεραπεία των ασθενών, την πρόληψη ασθενειών ή άλλων. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων μπορεί επίσης να βελτιώσει την αποδοτικότητα των οργανισμών υγειονομικής περίθαλψης με την αξιοποίηση του δυναμικού των δεδομένων (Brown, 2019).

Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων στην ιατρική και την υγειονομική περίθαλψη αναφέρεται στην ενσωμάτωση και την ανάλυση μεγάλου όγκου σύνθετων ετερογενών δεδομένων, όπως διάφορα omics (γονιδιωματική, επιγονιδιωματική, μεταγραφωματική, πρωτεωμική, μεταβολωμική, διαδραστική, φαρμακογενετική, δεασωμική), βιοϊατρικά δεδομένα, δεδομένα ταλειατρικής (αισθητήρες, δεδομένα ιατρικού εξοπλισμού) και δεδομένα ηλεκτρονικών αρχείων υγείας. Κατά την ανάλυση του φαινομένου των μεγάλων δεδομένων στον τομέα της

υγειονομικής περίθαλψης, πρέπει να σημειωθεί ότι μπορεί να εξεταστεί από την άποψη τριών τομέων: επιδημιολογικός, κλινικός και επιχειρηματικός. Από κλινική άποψη, η ανάλυση των Μεγάλων Δεδομένων αποσκοπεί στη βελτίωση της υγείας και της κατάστασης των ασθενών, στη δυνατότητα μακροπρόθεσμων προβλέψεων σχετικά με την κατάσταση της υγείας τους και στην εφαρμογή των κατάλληλων θεραπευτικών διαδικασιών. Τελικά, η χρήση της ανάλυσης δεδομένων στην ιατρική είναι να επιτρέψει την προσαρμογή της θεραπείας σε έναν συγκεκριμένο ασθενή, δηλαδή την εξατομικευμένη ιατρική (precision, personalized medicine) (Brown, 2019). Από επιδημιολογική άποψη, είναι επιθυμητή η ακριβής πρόγνωση της νοσηρότητας, ώστε να εφαρμόζονται εκ των προτέρων προγράμματα πρόληψης. Στο επιχειρηματικό πλαίσιο, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων μπορεί να επιτρέψει την παροχή εξατομικευμένων πακέτων εμπορικών υπηρεσιών ή τον προσδιορισμό της πιθανότητας εμφάνισης μεμονωμένων ασθενειών και λοιμώξεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα μεγάλα δεδομένα δεν σημαίνουν μόνο τη συλλογή και την επεξεργασία δεδομένων αλλά, κυρίως, την εξαγωγή συμπερασμάτων και την οπτικοποίηση των δεδομένων που είναι απαραίτητες για την απόκτηση συγκεκριμένων επιχειρηματικών οφελών (Brown, 2019).

Προκειμένου να εισαχθούν νέες μέθοδοι διαχείρισης και νέες λύσεις όσον αφορά την αποτελεσματικότητα και τη διαφάνεια, καθίσταται απαραίτητο να καταστούν τα δεδομένα πιο προσιτά, ψηφιακά, αναζητήσιμα, καθώς και να αναλυθούν και να απεικονιστούν. Οι Etickson και Rothberg αναφέρουν ότι οι πληροφορίες και τα δεδομένα δεν αποκαλύπτουν την πλήρη αξία τους μέχρι να εξαχθούν ιδέες από αυτά. Τα δεδομένα γίνονται χρήσιμα όταν ενισχύουν τη λήψη αποφάσεων και η λήψη αποφάσεων ενισχύεται μόνο όταν χρησιμοποιούνται αναλυτικές τεχνικές και εφαρμόζεται ένα στοιχείο ανθρώπινης αλληλεπίδρασης. Η υγειονομική περίθαλψη έχει σημειώσει μεγάλη πρόοδο στη χρήση και την ανάλυση των δεδομένων. Η μεγάλης κλίμακας ψηφιοποίηση και η διαφάνεια σε αυτόν τον τομέα αποτελεί βασική δήλωση των πολιτικών των κυβερνήσεων όλων σχεδόν των χωρών (Dash et al., 2019). Επί αιώνες, η θεραπεία των ασθενών βασιζόταν στην κρίση των γιατρών που έπαιρναν τις αποφάσεις για τη θεραπεία. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, η Ιατρική βασισμένη σε αποδείξεις αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία, με αποτέλεσμα να σχετίζεται με τη συστηματική ανάλυση των κλινικών δεδομένων και τη λήψη αποφάσεων θεραπείας με βάση τις καλύτερες διαθέσιμες πληροφορίες. Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων αναμένεται να βελτιώσει την ποιότητα ζωής και να μειώσει το λειτουργικό κόστος.



Διάγραμμα 2: Εφαρμογές Big Data Analytics για την υγειονομική περίθαλψη. Πηγή: Dash et al., 2019

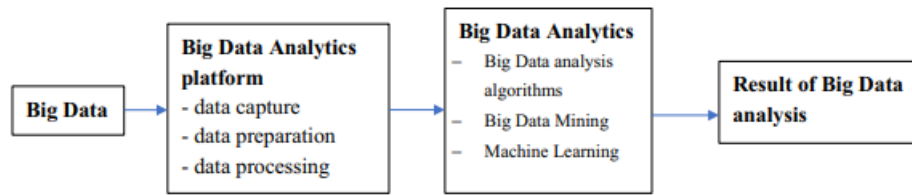
Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων επιτρέπει στους οργανισμούς να βελτιώσουν και να αυξήσουν την κατανόηση των πληροφοριών που περιέχονται στα δεδομένα. Βοηθά επίσης στον εντοπισμό δεδομένων που παρέχουν διορατικές γνώσεις για τις τρέχουσες καθώς και τις μελλοντικές αποφάσεις. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων αναφέρεται σε τεχνολογίες που βασίζονται κυρίως στην εξόρυξη δεδομένων: εξόρυξη κειμένου, εξόρυξη ιστού, εξόρυξη διαδικασιών, ανάλυση ήχου και βίντεο, στατιστική ανάλυση, ανάλυση δικτύου, ανάλυση κοινωνικών μέσων και ανάλυση ιστού. Διαφορετικές τεχνικές εξόρυξης δεδομένων μπορούν να εφαρμοστούν σε ετερογενή σύνολα δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης, όπως: ανίχνευση ανωμαλιών, ομαδοποίηση, ταξινόμηση, κανόνες συσχέτισης, καθώς και σύνοψη και οπτικοποίηση αυτών των συνόλων μεγάλων δεδομένων. Οι σύγχρονες τεχνικές ανάλυσης δεδομένων διερευνούν και αξιοποιούν μοναδικά χαρακτηριστικά δεδομένων ακόμη και από ροές δεδομένων υψηλής ταχύτητας και δεδομένα αισθητήρων (Finkelstein et al., 2019). Τα Μεγάλα Δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για παράδειγμα, για την καλύτερη διάγνωση στο πλαίσιο ολοκληρωμένων δεδομένων ασθενών, την πρόληψη ασθενειών και την τηλεϊατρική (ιδίως όταν χρησιμοποιούνται ειδοποιήσεις σε πραγματικό χρόνο για άμεση φροντίδα), την παρακολούθηση ασθενών στο σπίτι, την πρόληψη περιττών επισκέψεων στο νοσοκομείο, την ενσωμάτωση ιατρικών απεικονίσεων για ευρύτερη διάγνωση, τη δημιουργία προγνωστικών αναλύσεων, τη μείωση της απάτης και τη βελτίωση της ασφάλειας των δεδομένων, τον καλύτερο στρατηγικό σχεδιασμό και την αύξηση της συμμετοχής των ασθενών στην υγεία τους. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη μπορεί να χωριστεί σε:

- Η περιγραφική ανάλυση στην υγειονομική περίθαλψη χρησιμοποιείται για την κατανόηση παρελθουσών και τρεχουσών αποφάσεων υγειονομικής περίθαλψης, μετατρέποντας τα δεδομένα σε χρήσιμες πληροφορίες για την κατανόηση και την ανάλυση των αποφάσεων, των αποτελεσμάτων και της ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης, καθώς και για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία αναφορών (π.χ. σχετικά με τις νοσηλείες των ασθενών, τις επιδόσεις των ιατρών, τη διαχείριση της χρήσης), την οπτικοποίηση, τις προσαρμοσμένες αναφορές, τους πίνακες διάτρησης ή την εκτέλεση ερωτημάτων βάσει ιστορικών δεδομένων (Galetsi et al., 2019).

- η προγνωστική ανάλυση λειτουργεί με βάση τις παρελθούσες επιδόσεις σε μια επιχείρηση για την πρόβλεψη του μέλλοντος, εξετάζοντας ιστορικά ή συνοπτικά δεδομένα υγείας, εντοπίζοντας μοτίβα σχέσεων σε αυτά τα δεδομένα και στη συνέχεια προεκτείνοντας αυτές τις σχέσεις για την πρόβλεψη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί π.χ. για την πρόβλεψη της ανταπόκρισης διαφορετικών ομάδων ασθενών σε διαφορετικά φάρμακα (δοσολογίες) ή αντιδράσεις (κλινικές δοκιμές), την πρόβλεψη κινδύνου και την εύρεση σχέσεων σε δεδομένα υγείας και την ανίχνευση κρυφών μοτίβων. Με αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατή η πρόβλεψη της εξάπλωσης επιδημιών, η πρόβλεψη συμβάσεων παροχής υπηρεσιών και ο προγραμματισμός πόρων υγειονομικής περίθαλψης. Η προγνωστική ανάλυση χρησιμοποιείται στη σωστή διάγνωση και για τη χορήγηση κατάλληλων θεραπειών σε ασθενείς που πάσχουν από ορισμένες ασθένειες (Galetsi et al., 2019).

- προδιαγραφική αναλυτική-συμβαίνει όταν τα προβλήματα υγείας περιλαμβάνουν πάρα πολλές επιλογές ή εναλλακτικές λύσεις. Χρησιμοποιεί την υγεία και τις ιατρικές γνώσεις εκτός από τα δεδομένα ή τις πληροφορίες. Η προδιαγραφική αναλυτική χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς της υγειονομικής περίθαλψης, συμπεριλαμβανομένων των συνταγών φαρμάκων και των εναλλακτικών λύσεων θεραπείας. Η εξατομικευμένη ιατρική και η βασισμένη σε αποδείξεις ιατρική υποστηρίζονται και οι δύο από την προδιαγραφική ανάλυση.

- discovery analytics-χρησιμοποιεί τη γνώση σχετικά με τη γνώση για να ανακαλύψει νέες "εφευρέσεις", όπως φάρμακα (drug discovery), άγνωστες προηγουμένως ασθένειες και ιατρικές καταστάσεις, εναλλακτικές θεραπείες κ.λπ. (Galetsi et al., 2019).



Διάγραμμα 3: Διαδικασία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων. Πηγή: Galetsi et al., 2019

Παρόλο που τα μοντέλα και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην περιγραφική, την προγνωστική, την προδιαγραφική και την αναλυτική ανακάλυψη είναι διαφορετικά, πολλές εφαρμογές περιλαμβάνουν και τις τέσσερις. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη μπορεί να συμβάλει στην εξατομικευμένη ιατρική με τον εντοπισμό βέλτιστων θεραπειών για κάθε ασθενή. Αυτό μπορεί να επηρεάσει τη βελτίωση των προτύπων ζωής, να μειώσει τη σπατάλη των πόρων υγειονομικής περίθαλψης και να εξοικονομήσει δαπάνες υγειονομικής περίθαλψης. Η εισαγωγή της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων δίνει νέες αναλυτικές δυνατότητες όσον αφορά το εύρος, την ευελιξία και την οπτικοποίηση. Τεχνικές όπως η εξόρυξη δεδομένων (υπολογιστική διαδικασία ανακάλυψης προτύπων σε μεγάλα σύνολα δεδομένων) διευκολύνουν την επαγωγική συλλογιστική και την ανάλυση διερευνητικών δεδομένων, επιτρέποντας στους επιστήμονες να εντοπίζουν πρότυπα δεδομένων που είναι ανεξάρτητα από συγκεκριμένες υποθέσεις. Ως αποτέλεσμα, καθίσταται δυνατή η προγνωστική ανάλυση και η ανάλυση σε πραγματικό χρόνο, διευκολύνοντας το ιατρικό προσωπικό να ξεκινήσει έγκαιρα θεραπείες και να μειώσει την πιθανή νοσηρότητα και θνησιμότητα. Επιπλέον, η ανάλυση εγγράφων, η στατιστική μοντελοποίηση, η ανακάλυψη μοτίβων και θεμάτων σε συλλογές εγγράφων και δεδομένων στον ΗΦΥ, καθώς και η επαγωγική προσέγγιση μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό και την ανακάλυψη σχέσεων μεταξύ φαινομένων υγείας (Hulsén, 2021).

Οι προηγμένες αναλυτικές τεχνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένα μεγάλο όγκο υφιστάμενων (αλλά όχι ακόμη αναλυτικών) δεδομένων σχετικά με την υγεία των ασθενών και των σχετικών ιατρικών δεδομένων, ώστε να επιτευχθεί καλύτερη κατανόηση των πληροφοριών και των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται, καθώς και για το σχεδιασμό βέλτιστων κλινικών μονοπατιών. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη ενσωματώνει την ανάλυση διαφόρων επιστημονικών τομέων, όπως η βιοπληροφορική, η ιατρική απεικόνιση, η πληροφορική αισθητήρων, η ιατρική πληροφορική και η πληροφορική υγείας. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη επιτρέπει την ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων από χιλιάδες ασθενείς, τον εντοπισμό

συστάδων και συσχέτισης μεταξύ συνόλων δεδομένων, καθώς και την ανάπτυξη προγνωστικών μοντέλων με τη χρήση τεχνικών εξόρυξης δεδομένων. Η συζήτηση όλων των τεχνικών που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση μεγάλων δεδομένων ξεπερνά το πλαίσιο ενός μόνο άρθρου. Η επιτυχία της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων και η ακρίβειά της εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα εργαλεία και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της ικανότητας παροχής αξιόπιστων, ενημερωμένων και ουσιαστικών πληροφοριών σε διάφορους ενδιαφερόμενους. Πιστεύεται ότι η εφαρμογή της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων από τους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης θα μπορούσε να αποφέρει πολλά οφέλη τα επόμενα χρόνια, όπως η μείωση του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης, η καλύτερη διάγνωση και πρόβλεψη ασθενειών και η εξάπλωσή τους, η βελτίωση της φροντίδας των ασθενών και η ανάπτυξη πρωτοκόλλων για την πρόληψη της επανανοσηλείας, η βελτιστοποίηση του προσωπικού, η βελτιστοποίηση του εξοπλισμού, η πρόβλεψη των αναγκών για νοσοκομειακά κρεβάτια, χειρουργικές αίθουσες, θεραπείες και η βελτίωση της αλυσίδας εφοδιασμού φαρμάκων (Hulsen, 2021).

2.9.Προκλήσεις και πιθανά οφέλη από τη χρήση Big Data Analytics στην υγειονομική περίθαλψη

Η σύγχρονη αναλυτική δίνει δυνατότητες όχι μόνο να έχουμε εικόνα των ιστορικών δεδομένων, αλλά και να έχουμε πληροφορίες που είναι απαραίτητες για να δημιουργήσουμε εικόνα για το τι μπορεί να συμβεί στο μέλλον. Ακόμη και όταν πρόκειται για πρόβλεψη δράσεων που βασίζονται σε στοιχεία. Η έμφαση στη μεταρρύθμιση ώθησε τους πληρωτές και τους προμηθευτές να επιδιώξουν την ανάλυση δεδομένων για τη μείωση του κινδύνου, τον εντοπισμό της απάτης, τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και τη διάσωση ζωών. Όλοι -πληρωτές, πάροχοι, ακόμη και ασθενείς- επικεντρώνονται στο να κάνουν περισσότερα με λιγότερους πόρους. Tus, ορισμένοι τομείς στους οποίους τα βελτιωμένα δεδομένα και οι αναλύσεις μπορούν να αποφέρουν τα μεγαλύτερα αποτελέσματα περιλαμβάνουν διάφορους ενδιαφερόμενους φορείς της υγειονομικής περίθαλψης (Karatas et al., 2022).

Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης βλέπουν την ευκαιρία να αναπτυχθούν μέσω επενδύσεων σε Big Data Analytics. Τα τελευταία χρόνια, με τη συλλογή ιατρικών δεδομένων των ασθενών, τη μετατροπή τους σε Big Data και την εφαρμογή κατάλληλων αλγορίθμων,

έχουν παραχθεί αξιόπιστες πληροφορίες που βοηθούν τους ασθενείς, τους γιατρούς και τους ενδιαφερόμενους στον τομέα της υγείας να εντοπίσουν αξίες και ευκαιρίες. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν πολλές αλλαγές και προκλήσεις στη δομή του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Η ψηφιοποίηση και η αποτελεσματική χρήση των μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη μπορεί να αποφέρει οφέλη σε κάθε ενδιαφερόμενο στον τομέα αυτό. Ένας μεμονωμένος γιατρός θα επωφεληθεί το ίδιο με ολόκληρο το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης (Karatas et al., 2022). Οι πιθανές ευκαιρίες για την επίτευξη οφελών και αποτελεσμάτων από τα μεγάλα δεδομένα στην υγειονομική περίθαλψη μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις ομάδες:

1. Βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης:

- αξιολόγηση των διαγνώσεων που κάνουν οι γιατροί και του τρόπου θεραπείας των ασθενειών που υποδεικνύουν με βάση το σύστημα υποστήριξης αποφάσεων που λειτουργεί με συλλογές μεγάλων δεδομένων,

- εντοπισμός αποτελεσματικότερων, από ιατρικής άποψης, και οικονομικότερων τρόπων διάγνωσης και θεραπείας των ασθενών,

- ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων για την επίτευξη πρακτικών πληροφοριών χρήσιμων για τον εντοπισμό αναγκών, την εισαγωγή νέων υπηρεσιών υγείας, την πρόληψη και την αντιμετώπιση κρίσεων, (Karatas et al., 2022)

- πρόβλεψη της συχνότητας εμφάνισης ασθενειών,

- τον εντοπισμό τάσεων που οδηγούν στη βελτίωση της υγείας και του τρόπου ζωής της κοινωνίας,

- ανάλυση του ανθρώπινου γονιδιώματος για την εισαγωγή εξατομικευμένης θεραπείας.

2. Υποστήριξη του έργου του ιατρικού προσωπικού

- σύγκριση από τους γιατρούς των σημερινών ιατρικών περιστατικών με περιστατικά από το παρελθόν για καλύτερη διάγνωση και προσαρμογή της θεραπείας,

- ανίχνευση ασθενειών σε προγενέστερα στάδια, όταν μπορούν να θεραπευτούν ευκολότερα και ταχύτερα, (Jaffe & Shepard, 2020).

- την ανίχνευση επιδημιολογικών κινδύνων και τη βελτίωση του ελέγχου των παθογόνων κηλίδων και των ποσοστών αντίδρασης,

- εντοπισμός ασθενών που προβλέπεται να έχουν τον υψηλότερο κίνδυνο εμφάνισης συγκεκριμένων, απειλητικών για τη ζωή ασθενειών με τη συγκέντρωση δεδομένων σχετικά με το ιστορικό των πιο κοινών ασθενειών, σε θεραπευόμενους με αναφορές που εισέρχονται σε ασφαλιστικές εταιρείες,

- στη διαχείριση της υγείας κάθε ασθενούς ξεχωριστά (εξατομικευμένη ιατρική) και στη διαχείριση της υγείας ολόκληρης της κοινωνίας,

- στην καταγραφή και ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων από νοσοκομεία και σπίτια σε πραγματικό χρόνο, στις συσκευές παρακολούθησης της ζωής για την παρακολούθηση της ασφάλειας και την πρόβλεψη ανεπιθύμητων συμβάντων,

- ανάλυση των κερδών των ασθενών για τον εντοπισμό ατόμων για τα οποία θα πρέπει να εφαρμοστεί πρόληψη, αλλαγή τρόπου ζωής ή προσέγγιση προληπτικής φροντίδας,

- η δυνατότητα πρόβλεψης της εμφάνισης συγκεκριμένων ασθενειών ή της επιδείνωσης των αποτελεσμάτων των ασθενών,

- πρόβλεψη της εξέλιξης της νόσου και των καθοριστικών παραγόντων της, εκτίμηση του κινδύνου επιπλοκών, (Jaffe & Shepard, 2020)

- ανίχνευση αλληλεπιδράσεων φαρμάκων και των παρενεργειών τους.

3. Υποστήριξη της επιστημονικής και ερευνητικής δραστηριότητας

- υποστήριξη των εργασιών σχετικά με νέα φάρμακα και κλινικές δοκιμές χάρη στη δυνατότητα ανάλυσης "όλων των δεδομένων" αντί της επιλογής ενός δείγματος δοκιμής,

- τη δυνατότητα εντοπισμού ασθενών με συγκεκριμένα, βιολογικά χαρακτηριστικά που θα λάβουν μέρος σε εξειδικευμένες κλινικές δοκιμές,

- την επιλογή μιας ομάδας ασθενών για τους οποίους το υπό δοκιμή φάρμακο είναι πιθανό να έχει την επιθυμητή επίδραση και όχι παρενέργειες,

- χρήση μοντελοποίησης και προγνωστικής ανάλυσης για το σχεδιασμό καλύτερων φαρμάκων και συσκευών (Jaffe & Shepard, 2020).

4. Επιχειρήσεις και διαχείριση

- μείωση του κόστους και αντιμετώπιση πρακτικών κατάχρησης και συμβουλευτικής,

- ταχύτερος και αποτελεσματικότερος εντοπισμός λανθασμένων ή μη εξουσιοδοτημένων χρηματοοικονομικών πράξεων για την πρόληψη της κατάχρησης και την εξάλειψη των σφαλμάτων,

- αύξηση της κερδοφορίας με τον εντοπισμό των ασθενών που δημιουργούν υψηλό κόστος ή τον εντοπισμό των γιατρών των οποίων η εργασία, οι διαδικασίες και οι μέθοδοι θεραπείας κοστίζουν περισσότερο και την προσφορά λύσεων που μειώνουν το ποσό των χρημάτων που δαπανώνται, (Jaffe & Shepard, 2020)

- εντοπισμός περιττών ιατρικών δραστηριοτήτων και διαδικασιών, π.χ. διπλές εξετάσεις.

Με τη σειρά της, η ανάλυση των προφίλ των ασθενών (π.χ. τμηματοποίηση και προγνωστική μοντελοποίηση) επιτρέπει τον εντοπισμό ατόμων που θα πρέπει να υποβληθούν σε προφύλαξη, πρόληψη ή να αλλάξουν τον τρόπο ζωής τους. Ο συντομευμένος κατάλογος των πλεονεκτημάτων της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη αποτελείται από: καλύτερη απόδοση, καθημερινούς οδηγούς, ανίχνευση ασθενειών σε πρώιμα στάδια, πραγματοποίηση προγνωστικών αναλύσεων, αποδοτικότητα κόστους, τεκμηριωμένη ιατρική και αποδοτικότητα στη θεραπεία των ασθενών (Nayak et al., 2019).

Συνοψίζοντας, τα μεγάλα δεδομένα στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης αντιπροσωπεύουν ένα τεράστιο δυναμικό για τον μετασχηματισμό της υγειονομικής περίθαλψης: βελτίωση των αποτελεσμάτων των ασθενών, πρόβλεψη των εστιών επιδημιών, πολύτιμες γνώσεις, αποφυγή ασθενειών που μπορούν να προληφθούν, μείωση του κόστους παροχής υγειονομικής περίθαλψης και βελτίωση της ποιότητας ζωής γενικά. Τα μεγάλα δεδομένα δημιουργούν επίσης πολλές προκλήσεις, όπως δυσκολίες στη συλλογή δεδομένων, την αποθήκευση δεδομένων, την ανάλυση δεδομένων και την οπτικοποίηση δεδομένων. Οι κύριες προκλήσεις συνδέονται με τα εξής ζητήματα: (τα μεγάλα δεδομένα πρέπει να είναι φιλικά προς τον χρήστη, διαφανή και με βάση το μενού, αλλά είναι κατακερματισμένα, διασκορπισμένα, σπάνια τυποποιημένα και δύσκολο να συγκεντρωθούν και να αναλυθούν), ασφάλεια (ασφάλεια δεδομένων, προστασία της ιδιωτικής ζωής και ευαισθησία των δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης, υπάρχουν σημαντικές ανησυχίες σχετικά με την εμπιστευτικότητα), τυποποίηση δεδομένων (τα δεδομένα αποθηκεύονται σε μορφές που δεν είναι συμβατές με όλες τις εφαρμογές και τεχνολογίες), αποθήκευση και μεταφορές (ιδίως το κόστος που συνδέεται με την εξασφάλιση, την αποθήκευση και τη μεταφορά μη δομημένων δεδομένων), διαχειριστικές δεξιότητες, όπως η διακυβέρνηση δεδομένων, η έλλειψη κατάλληλων αναλυτικών δεξιοτήτων και τα προβλήματα με την ανάλυση σε πραγματικό

χρόνο (η υγειονομική περίθαλψη πρέπει να είναι σε θέση να αξιοποιήσει τα μεγάλα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο) (McFall, 2019).

2.10. Η υγειονομική περίθαλψη ως αποθετήριο μεγάλων δεδομένων

Η πληροφόρηση υπήρξε το κλειδί για την καλύτερη οργάνωση και τις νέες εξελίξεις. Όσο περισσότερες πληροφορίες έχουμε, τόσο πιο βέλτιστα μπορούμε να οργανωθούμε για να επιτύχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η συλλογή δεδομένων αποτελεί σημαντικό μέρος για κάθε οργανισμό. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε αυτά τα δεδομένα για την πρόβλεψη των τρεχουσών τάσεων ορισμένων παραμέτρων και των μελλοντικών γεγονότων. Καθώς το συνειδητοποιούμε όλο και περισσότερο αυτό, έχουμε αρχίσει να παράγουμε και να συλλέγουμε περισσότερα δεδομένα για σχεδόν τα πάντα, εισάγοντας τεχνολογικές εξελίξεις προς αυτή την κατεύθυνση. Σήμερα, αντιμετωπίζουμε μια κατάσταση κατά την οποία τρεφόμαστε με τόνους δεδομένων από κάθε πτυχή της ζωής μας, όπως οι κοινωνικές δραστηριότητες, η επιστήμη, η εργασία, η υγεία κ.λπ. Κατά κάποιον τρόπο, μπορούμε να συγκρίνουμε τη σημερινή κατάσταση με έναν κατακλυσμό δεδομένων (Nayak et al., 2019). Η τεχνολογική πρόοδος μας έχει βοηθήσει να παράγουμε όλο και περισσότερα δεδομένα, ακόμη και σε επίπεδο που έχει γίνει μη διαχειρίσιμο με τις διαθέσιμες σήμερα τεχνολογίες. Αυτό οδήγησε στη δημιουργία του όρου "μεγάλα δεδομένα" για να περιγράψει δεδομένα που είναι μεγάλα και μη διαχειρίσιμα. Προκειμένου να ανταποκριθούμε στις σημερινές και μελλοντικές κοινωνικές ανάγκες μας, πρέπει να αναπτύξουμε νέες στρατηγικές για την οργάνωση αυτών των δεδομένων και την εξαγωγή ουσιαστικών πληροφοριών. Μια τέτοια ειδική κοινωνική ανάγκη είναι η υγειονομική περίθαλψη. Όπως κάθε άλλος κλάδος, έτσι και οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης παράγουν δεδομένα με τεράστιο ρυθμό που παρουσιάζει ταυτόχρονα πολλά πλεονεκτήματα και προκλήσεις (Nayak et al., 2019).

Καθημερινά, οι άνθρωποι που εργάζονται σε διάφορους οργανισμούς σε όλο τον κόσμο παράγουν τεράστιο όγκο δεδομένων. Ο όρος "ψηφιακό σύμπαν" προσδιορίζει ποσοτικά τέτοιες τεράστιες ποσότητες δεδομένων που δημιουργούνται, αναπαράγονται και καταναλώνονται σε ένα μόνο έτος. Η International Data Corporation (IDC) υπολόγισε το μέγεθος του ψηφιακού σύμπαντος το 2005 σε 130 exabytes (EB). Το ψηφιακό σύμπαν το 2017 επεκτάθηκε σε περίπου 16.000 EB ή 16 zettabytes (ZB). Η IDC πρόβλεψε ότι το

ψηφιακό σύμπαν θα επεκταθεί σε 40.000 EB μέχρι το έτος 2020. Για να φανταστούμε αυτό το μέγεθος, θα πρέπει να αντιστοιχίσουμε περίπου 5200 gigabytes (GB) δεδομένων σε όλα τα άτομα. Αυτό αποτελεί παράδειγμα της πρωτοφανούς ταχύτητας με την οποία επεκτείνεται το ψηφιακό σύμπαν. Οι γίγαντες του διαδικτύου, όπως η Google και το Facebook, συλλέγουν και αποθηκεύουν τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Για παράδειγμα, ανάλογα με τις προτιμήσεις μας, η Google μπορεί να αποθηκεύσει διάφορες πληροφορίες, όπως η τοποθεσία του χρήστη, οι προτιμήσεις διαφημίσεων, ο κατάλογος των εφαρμογών που χρησιμοποιούνται, το ιστορικό περιήγησης στο διαδίκτυο, οι επαφές, οι σελιδοδείκτες, τα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και άλλες απαραίτητες πληροφορίες που σχετίζονται με τον χρήστη (Parimi & Chakraborty, 2020).

Ομοίως, το Facebook αποθηκεύει και αναλύει περισσότερα από περίπου 30 petabytes (PB) δεδομένων που δημιουργούνται από τους χρήστες. Τέτοιες μεγάλες ποσότητες δεδομένων συνιστούν "μεγάλα δεδομένα". Κατά την τελευταία δεκαετία, τα μεγάλα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία από τη βιομηχανία πληροφορικής για την παραγωγή κρίσιμων πληροφοριών που μπορούν να αποφέρουν σημαντικά έσοδα. Αυτές οι παρατηρήσεις έχουν γίνει τόσο εμφανείς που οδήγησαν τελικά στη γέννηση ενός νέου επιστημονικού πεδίου που ονομάζεται "Επιστήμη των δεδομένων". Η επιστήμη των δεδομένων ασχολείται με διάφορες πτυχές, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης και της ανάλυσης δεδομένων, για την εξαγωγή βαθύτερων γνώσεων για τη βελτίωση της λειτουργικότητας ή των υπηρεσιών ενός συστήματος (για παράδειγμα, σύστημα υγειονομικής περίθαλψης και μεταφορών). Επιπλέον, με τη διαθεσιμότητα μερικών από τους πιο δημιουργικούς και ουσιαστικούς τρόπους για την οπτικοποίηση μεγάλων δεδομένων μετά την ανάλυση, έχει γίνει ευκολότερη η κατανόηση της λειτουργίας οποιουδήποτε πολύπλοκου συστήματος. Καθώς ένα μεγάλο τμήμα της κοινωνίας ευαισθητοποιείται και συμμετέχει στη δημιουργία μεγάλων δεδομένων, έχει καταστεί αναγκαίο να οριστεί τι είναι τα μεγάλα δεδομένα (Parimi & Chakraborty, 2020).

Όπως υποδηλώνει το όνομα, τα "μεγάλα δεδομένα" αντιπροσωπεύουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων που δεν είναι διαχειρίσιμες με τη χρήση παραδοσιακού λογισμικού ή διαδικτυακών πλατφορμών. Ξεπερνούν την παραδοσιακά χρησιμοποιούμενη ποσότητα αποθήκευσης, επεξεργασίας και αναλυτικής ισχύος. Παρόλο που υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για τα μεγάλα δεδομένα, ο πιο δημοφιλής και αποδεκτός ορισμός δόθηκε από τον Douglas Laney. Ο Laney παρατήρησε ότι τα (μεγάλα) δεδομένα αυξάνονται σε τρεις διαφορετικές διαστάσεις, δηλαδή, όγκο, ταχύτητα και ποικιλία (γνωστά ως τα 3 Vs). Το "μεγάλο" μέρος

των μεγάλων δεδομένων είναι ενδεικτικό του μεγάλου όγκου τους. Εκτός από τον όγκο, η περιγραφή των μεγάλων δεδομένων περιλαμβάνει επίσης την ταχύτητα και την ποικιλία. Η ταχύτητα υποδηλώνει την ταχύτητα ή τον ρυθμό συλλογής δεδομένων και την πρόσβαση σε αυτά για περαιτέρω ανάλυση, ενώ η ποικιλία αναφέρεται στους διαφορετικούς τύπους οργανωμένων και μη οργανωμένων δεδομένων που μπορεί να συλλέξει οποιοδήποτε σύστημα ή σύστημα, όπως δεδομένα σε επίπεδο συναλλαγών, βίντεο, ήχο, κείμενο ή αρχεία καταγραφής. Αυτά τα τρία Vs έχουν γίνει ο τυπικός ορισμός των μεγάλων δεδομένων. Αν και άλλοι έχουν προσθέσει πολλά άλλα Vs σε αυτόν τον ορισμό, το πιο αποδεκτό 4ο V παραμένει η "αληθοφάνεια". Ο όρος "μεγάλα δεδομένα" έχει γίνει εξαιρετικά δημοφιλής σε όλο τον κόσμο τα τελευταία χρόνια. Σχεδόν κάθε ερευνητικός τομέας, είτε αφορά τη βιομηχανία είτε την ακαδημαϊκή κοινότητα, παράγει και αναλύει μεγάλα δεδομένα για διάφορους σκοπούς. Το πιο δύσκολο έργο όσον αφορά αυτόν τον τεράστιο σωρό δεδομένων που μπορεί να είναι οργανωμένα και μη, είναι η διαχείρισή τους. Δεδομένου ότι τα μεγάλα δεδομένα δεν είναι διαχειρίσιμα με τη χρήση του παραδοσιακού λογισμικού, χρειαζόμαστε τεχνικά προηγμένες εφαρμογές και λογισμικό που μπορούν να αξιοποιήσουν γρήγορα και με χαμηλό κόστος την υπολογιστική ισχύ υψηλών προδιαγραφών για τέτοιου είδους εργασίες. Η εφαρμογή αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης (AI) και νέων αλγορίθμων σύντηξης θα ήταν απαραίτητη για να βγάλουμε νόημα από αυτόν τον μεγάλο όγκο δεδομένων (Tanninen, 2020).

Πράγματι, θα ήταν μεγάλο κατόρθωμα η επίτευξη αυτοματοποιημένης λήψης αποφάσεων με την εφαρμογή μεθόδων μηχανικής μάθησης (MM), όπως τα νευρωνικά δίκτυα και άλλες τεχνικές TN. Ωστόσο, ελλείπει κατάλληλου λογισμικού και υλικού υποστήριξης, τα μεγάλα δεδομένα μπορεί να είναι αρκετά θολά. Πρέπει να αναπτύξουμε καλύτερες τεχνικές για να χειριστούμε αυτή την "ατελείωτη θάλασσα" δεδομένων και έξυπνες διαδικτυακές εφαρμογές για την αποτελεσματική ανάλυση ώστε να αποκτήσουμε εφαρμόσιμες γνώσεις. Με την κατάλληλη αποθήκευση και τα κατάλληλα εργαλεία ανάλυσης, οι πληροφορίες και οι γνώσεις που προκύπτουν από τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να καταστήσουν τα κρίσιμα στοιχεία και τις υπηρεσίες κοινωνικής υποδομής (όπως η υγειονομική περίθαλψη, η ασφάλεια ή οι μεταφορές) πιο συνειδητοποιημένα, διαδραστικά και αποδοτικά. Επιπλέον, η οπτικοποίηση των μεγάλων δεδομένων με φιλικό προς το χρήστη τρόπο θα αποτελέσει κρίσιμο παράγοντα για την κοινωνική ανάπτυξη (Rahmani et al., 2018).

Η υγειονομική περίθαλψη είναι ένα πολυδιάστατο σύστημα που δημιουργήθηκε με μοναδικό στόχο την πρόληψη, τη διάγνωση και τη θεραπεία των προβλημάτων ή των βλαβών που σχετίζονται με την υγεία των ανθρώπων. Τα κύρια συστατικά στοιχεία ενός συστήματος

υγειονομικής περίθαλψης είναι οι επαγγελματίες υγείας (γιατροί ή νοσηλευτές), οι εγκαταστάσεις υγείας (κλινικές, νοσοκομεία για την παροχή φαρμάκων και άλλων τεχνολογιών διάγνωσης ή θεραπείας) και ένα ίδρυμα χρηματοδότησης που υποστηρίζει τα δύο πρώτα. Οι επαγγελματίες υγείας ανήκουν σε διάφορους τομείς της υγείας, όπως η οδοντιατρική, η ιατρική, η μαιευτική, η νοσηλευτική, η ψυχολογία, η φυσιοθεραπεία και πολλοί άλλοι. Η υγειονομική περίθαλψη απαιτείται σε διάφορα επίπεδα ανάλογα με τον επείγοντα χαρακτήρα της κατάστασης. Οι επαγγελματίες την εξυπηρετούν ως το πρώτο σημείο διαβούλευσης (για την πρωτοβάθμια περίθαλψη), την οξεία περίθαλψη που απαιτεί εξειδικευμένους επαγγελματίες (δευτεροβάθμια περίθαλψη), την προηγμένη ιατρική έρευνα και θεραπεία (τριτοβάθμια περίθαλψη) και τις εξαιρετικά ασυνήθιστες διαγνωστικές ή χειρουργικές διαδικασίες (τεταρτοβάθμια περίθαλψη). Σε όλα αυτά τα επίπεδα, οι επαγγελματίες υγείας είναι υπεύθυνοι για διαφορετικά είδη πληροφοριών, όπως το ιατρικό ιστορικό του ασθενούς (δεδομένα σχετικά με τη διάγνωση και τις συνταγές), ιατρικά και κλινικά δεδομένα (όπως δεδομένα από απεικονιστικές και εργαστηριακές εξετάσεις) και άλλα ιδιωτικά ή προσωπικά ιατρικά δεδομένα. Παλαιότερα, η συνήθης πρακτική για την αποθήκευση τέτοιων ιατρικών αρχείων για έναν ασθενή ήταν είτε με τη μορφή χειρόγραφων σημειώσεων είτε με τη μορφή δακτυλογραφημένων εκθέσεων. Ακόμα και τα αποτελέσματα μιας ιατρικής εξέτασης αποθηκεύονταν σε ένα χάρτινο σύστημα fle. Στην πραγματικότητα, αυτή η πρακτική είναι πραγματικά παλιά, με τις παλαιότερες αναφορές περιστατικών να υπάρχουν σε ένα κείμενο παπύρου από την Αίγυπτο που χρονολογείται από το 1600 π.Χ. (Rahmani et al., 2018).

Σύμφωνα με τα λόγια του Stanley Reiser, οι κλινικές αναφορές περιστατικών παγώνουν το επεισόδιο της ασθένειας ως μια ιστορία στην οποία ο ασθενής, η οικογένεια και ο γιατρός είναι μέρος της πλοκής". Με την έλευση των συστημάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών και τις δυνατότητές τους, η ψηφιοποίηση όλων των κλινικών εξετάσεων και των ιατρικών φακέλων στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης έχει γίνει σήμερα μια συνήθης και ευρέως αποδεκτή πρακτική. Το 2003, ένα τμήμα των Εθνικών Ακαδημιών Επιστημών, Μηχανικής και Ιατρικής, γνωστό ως Ινστιτούτο Ιατρικής, επέλεξε τον όρο "ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας" για να αντιπροσωπεύσει τα αρχεία που τηρούνται για τη βελτίωση του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης προς όφελος των ασθενών και των κλινικών ιατρών. Οι ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας (ΗΦΥ), όπως ορίζονται από τους Murphy, Hanken και Waters, είναι ηλεκτρονικοί ιατρικοί φάκελοι για ασθενείς, κάθε πληροφορία που αφορά την παρελθούσα, παρούσα ή μελλοντική σωματική/ψυχική υγεία ή κατάσταση ενός ατόμου, η

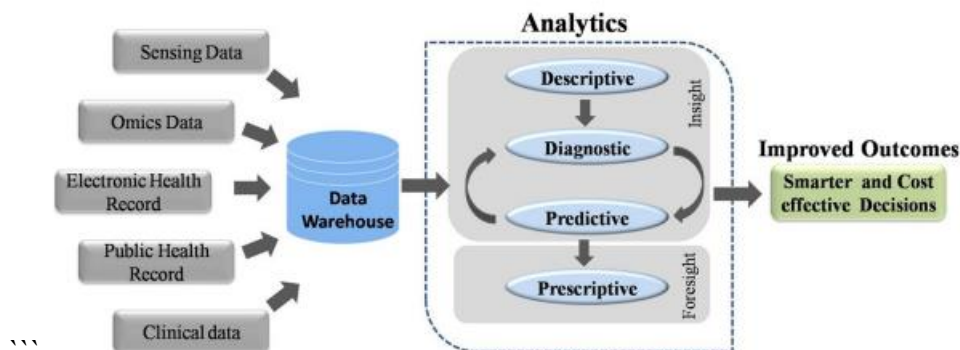
οποία βρίσκεται σε ηλεκτρονικό(-α) σύστημα(-α) που χρησιμοποιείται(-ουν) για τη σύλληψη, τη μετάδοση, τη λήψη, την αποθήκευση, την ανάκτηση, τη σύνδεση και τον χειρισμό πολυμεσικών δεδομένων με πρωταρχικό σκοπό την παροχή υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης και υπηρεσιών που σχετίζονται με την υγεία (Rahmani et al., 2018).

2.11. Ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα Εθνικά Ινστιτούτα Υγείας (NIH) ανακοίνωσαν πρόσφατα την πρωτοβουλία "All of Us" (<https://allofus.nih.gov/>), η οποία αποσκοπεί στη συλλογή ενός εκατομμυρίου ή περισσότερων δεδομένων ασθενών, όπως EHR, συμπεριλαμβανομένων ιατρικών απεικονίσεων, κοινωνικο-συμπεριφορικών και περιβαλλοντικών δεδομένων, κατά τα επόμενα έτη. Οι ΗΦΥ έχουν εισαγάγει πολλά πλεονεκτήματα για τη διαχείριση των σύγχρονων δεδομένων που σχετίζονται με την υγειονομική περίθαλψη. Παρακάτω περιγράφουμε ορισμένα από τα χαρακτηριστικά πλεονεκτήματα της χρήσης των ΗΦΥ. Το πρώτο πλεονέκτημα των ΗΦΥ είναι ότι οι επαγγελματίες υγείας έχουν βελτιωμένη πρόσβαση σε ολόκληρο το ιατρικό ιστορικό ενός ασθενούς. Οι πληροφορίες περιλαμβάνουν ιατρικές διαγνώσεις, συνταγές, δεδομένα σχετικά με γνωστές αλλεργίες, δημογραφικά στοιχεία, κλινικές αφηγήσεις και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από διάφορες εργαστηριακές εξετάσεις. Η αναγνώριση και η θεραπεία των ιατρικών καταστάσεων γίνεται έτσι πιο αποδοτική λόγω της μείωσης του χρόνου καθυστέρησης των προηγούμενων αποτελεσμάτων των εξετάσεων. Με την πάροδο του χρόνου έχουμε παρατηρήσει σημαντική μείωση των περιττών και πρόσθετων εξετάσεων, των χαμένων εντολών και των ασάφειες που προκαλούνται από τον δυσανάγνωστο γραφικό χαρακτήρα, καθώς και βελτιωμένο συντονισμό της περίθαλψης μεταξύ πολλαπλών παρόχων υγειονομικής περίθαλψης (Dash et al., 2019).

Η υπέρβαση αυτών των λογιστικών σφαλμάτων έχει οδηγήσει σε μείωση του αριθμού των φαρμακευτικών αλλεργιών μέσω της μείωσης των σφαλμάτων στη δόση και τη συχνότητα της φαρμακευτικής αγωγής. Οι επαγγελματίες του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης έχουν επίσης διαπιστώσει ότι η πρόσβαση μέσω διαδικτυακών και ηλεκτρονικών πλατφορμών βελτιώνει σημαντικά τις ιατρικές πρακτικές τους χρησιμοποιώντας αυτόματες υπενθυμίσεις και προτροπές σχετικά με εμβολιασμούς, μη φυσιολογικά εργαστηριακά αποτελέσματα, προσυμπτωματικό έλεγχο για καρκίνο και άλλες περιοδικές εξετάσεις. Θα

υπήρχε μεγαλύτερη συνέχεια της περίθαλψης και έγκαιρες παρεμβάσεις με τη διευκόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ πολλαπλών παρόχων υγειονομικής περίθαλψης και ασθενών. Το τεύχος μπορεί να συνδεθεί με την ηλεκτρονική έγκριση και τις άμεσες εγκρίσεις ασφαλιστικών συμβάσεων λόγω της λιγότερης γραφειοκρατίας. Οι ΗΦΥ επιτρέπουν την ταχύτερη ανάκτηση δεδομένων και διευκολύνουν την αναφορά βασικών δεικτών ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης στους οργανισμούς και βελτιώνουν επίσης την επιτήρηση της δημόσιας υγείας με την άμεση αναφορά των εστιών ασθενειών. Οι ΗΦΥ παρέχουν επίσης σχετικά δεδομένα σχετικά με την ποιότητα της περίθαλψης για τους δικαιούχους των προγραμμάτων ασφάλισης υγείας των εργαζομένων και μπορούν να βοηθήσουν στον έλεγχο του αυξανόμενου κόστους των παροχών ασφάλισης υγείας. Τέλος, οι ΗΦΥ μπορούν να μειώσουν ή να εξαλείψουν εντελώς τις καθυστερήσεις και τη σύγχυση στον τομέα της τιμολόγησης και της διαχείρισης των απαιτήσεων. Οι ΗΦΥ και το διαδίκτυο μαζί συμβάλλουν στην παροχή πρόσβασης σε εκατομμύρια ιατρικές πληροφορίες που σχετίζονται με την υγεία και είναι κρίσιμες για τη ζωή των ασθενών. (Dash et al., 2019).



Διάγραμμα 4: Ροή εργασίας των Big data Analytics. Οι αποθήκες δεδομένων αποθηκεύουν τεράστιες ποσότητες δεδομένων που παράγονται από διάφορες πηγές. Τα δεδομένα αυτά επεξεργάζονται με τη χρήση αναλυτικών αγωγών για την απόκτηση πιο έξυπνων και προσιτών επιλογών υγειονομικής περίθαλψης. Πηγή: Dash et al., 2019

2.12. Ψηφιοποίηση της υγειονομικής περίθαλψης και μεγάλα δεδομένα

Παρόμοια με τον ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο, ο ηλεκτρονικός ιατρικός φάκελος (EMR) αποθηκεύει τα τυπικά ιατρικά και κλινικά δεδομένα που συλλέγονται από τους ασθενείς. Οι ΗΦΥ, τα ΗΜΔ, ο προσωπικός φάκελος υγείας (PHR), το λογισμικό διαχείρισης ιατρικής

πρακτικής (MPM) και πολλά άλλα στοιχεία δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης έχουν συλλογικά τη δυνατότητα να βελτιώσουν την ποιότητα, την αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών και το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης μαζί με τη μείωση των ιατρικών σφαλμάτων. Τα μεγάλα δεδομένα στην υγειονομική περίθαλψη περιλαμβάνουν τα δεδομένα των πληρωτών-παροχών υγειονομικής περίθαλψης (όπως τα EMRs, οι συνταγές των φαρμακείων και τα ασφαλιστικά αρχεία) μαζί με τα πειράματα που βασίζονται στη γονιδιωματική (όπως η γονοτυπία, τα δεδομένα γονιδιακής έκφρασης) και άλλα δεδομένα που αποκτώνται από τον έξυπνο ιστό του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) (Ho et al., 2020).

Η υιοθέτηση των ΗΦΥ ήταν αργή στις αρχές του 21ου αιώνα, ωστόσο αυξήθηκε σημαντικά μετά το 2009. Η διαχείριση και η χρήση αυτών των δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης εξαρτάται όλο και περισσότερο από την τεχνολογία της πληροφορίας. Η ανάπτυξη και η χρήση συσκευών παρακολούθησης ευεξίας και σχετικού λογισμικού που μπορούν να παράγουν ειδοποιήσεις και να μοιράζονται τα δεδομένα που σχετίζονται με την υγεία ενός ασθενούς με τους αντίστοιχους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης έχει αποκτήσει δυναμική, ιδίως όσον αφορά τη δημιουργία ενός συστήματος βιοϊατρικής και παρακολούθησης της υγείας σε πραγματικό χρόνο. Οι συσκευές αυτές παράγουν τεράστιο όγκο δεδομένων που μπορούν να αναλυθούν για την παροχή κλινικής ή ιατρικής φροντίδας σε πραγματικό χρόνο. Η χρήση μεγάλων δεδομένων από την υγειονομική περίθαλψη υπόσχεται τη βελτίωση των αποτελεσμάτων της υγείας και τον έλεγχο του κόστους (Ho et al., 2020).

Ένα βιολογικό σύστημα, όπως ένα ανθρώπινο κύτταρο, παρουσιάζει μοριακά και φυσικά γεγονότα πολύπλοκης αλληλεπίδρασης. Προκειμένου να κατανοηθούν οι αλληλεξαρτήσεις των διαφόρων συστατικών και γεγονότων ενός τέτοιου πολύπλοκου συστήματος, ένα βιοϊατρικό ή βιολογικό πείραμα συγκεντρώνει συνήθως δεδομένα για ένα μικρότερο ή/και απλούστερο συστατικό. Κατά συνέπεια, απαιτούνται πολλαπλά απλουστευμένα πειράματα για τη δημιουργία ενός ευρέος χάρτη ενός συγκεκριμένου βιολογικού φαινομένου ενδιαφέροντος. Αυτό δείχνει ότι όσο περισσότερα δεδομένα έχουμε, τόσο καλύτερα κατανοούμε τις βιολογικές διεργασίες. Με αυτή την ιδέα, οι σύγχρονες τεχνικές έχουν εξελιχθεί με μεγάλο ρυθμό. Για παράδειγμα, μπορεί κανείς να φανταστεί τον όγκο των δεδομένων που παράγονται μετά την ενσωμάτωση επιστημονικών τεχνολογιών όπως η αλληλούχιση επόμενης γενιάς (NGS) και οι μελέτες συσχέτισης ευρέος γονιδιώματος (GWAS) για την αποκωδικοποίηση της ανθρώπινης γενετικής. Τα δεδομένα που βασίζονται σε NGS παρέχουν πληροφορίες σε βάθος που ήταν προηγουμένως απρόσιτα και μεταφέρουν

το πειραματικό σενάριο σε μια εντελώς νέα διάσταση. Έχει αυξήσει την ανάλυση με την οποία παρατηρούμε ή καταγράφουμε βιολογικά γεγονότα που σχετίζονται με συγκεκριμένες ασθένειες σε πραγματικό χρόνο. Η ιδέα ότι μεγάλος όγκος δεδομένων μπορεί να μας παρέχει μεγάλο όγκο πληροφοριών που συχνά παραμένουν ανεξιχνίαστες ή κρυμμένες σε μικρότερες πειραματικές μεθόδους, οδήγησε στην εποχή των "-omics". Ο κλάδος της "omics" έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο, καθώς αντί να μελετούν ένα μόνο "γονίδιο" οι επιστήμονες μπορούν τώρα να μελετήσουν ολόκληρο το "γονιδίωμα" ενός οργανισμού σε μελέτες "γονιδιωματικής" μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Ομοίως, αντί να μελετάμε την έκφραση ή τη "μεταγραφή" ενός μόνο γονιδίου, μπορούμε τώρα να μελετήσουμε την έκφραση όλων των γονιδίων ή ολόκληρο το "μεταγραφικό" ενός οργανισμού στο πλαίσιο των μελετών "μεταγραφικής". Κάθε ένα από αυτά τα επιμέρους πειράματα παράγει μεγάλο όγκο δεδομένων με μεγαλύτερο βάθος πληροφοριών από ποτέ άλλοτε. Ωστόσο, αυτό το βάθος και η ανάλυση μπορεί να είναι ανεπαρκή για να παρέχουν όλες τις λεπτομέρειες που απαιτούνται για την εξήγηση ενός συγκεκριμένου μηχανισμού ή γεγονότος. Ως εκ τούτου, συνήθως κάποιος βρίσκεται να αναλύει μεγάλο όγκο δεδομένων που προέρχονται από πολλαπλά πειράματα για να αποκτήσει νέες γνώσεις. Το γεγονός αυτό υποστηρίζεται από τη συνεχή αύξηση του αριθμού των δημοσιεύσεων σχετικά με τα μεγάλα δεδομένα στην υγειονομική περίθαλψη. Η ανάλυση τέτοιων μεγάλων δεδομένων από ιατρικά συστήματα και συστήματα υγειονομικής περίθαλψης μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην παροχή νέων στρατηγικών για την υγειονομική περίθαλψη. Οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις στην παραγωγή, συλλογή και ανάλυση δεδομένων έχουν δημιουργήσει προσδοκίες για μια επανάσταση στον τομέα της εξατομικευμένης ιατρικής στο εγγύς μέλλον (Ho et al., 2020).

Οι πληροφορίες είναι πολύ ζωτικής σημασίας για κάθε οργανισμό, καθώς θα υπάρξουν εξελίξεις που είναι δυναμικές. Τα δεδομένα είναι σημαντικά για κάθε οργανισμό, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη με βάση τις τρέχουσες τάσεις και ορισμένες παραμέτρους. Στο σημερινό σενάριο υπάρχει τεράστιος όγκος δεδομένων από κάθε πτυχή της ζωής, όπως οι κοινωνικές δραστηριότητες, η εργασία, η υγεία κ.λπ., Εξαιτίας αυτού υπάρχουν εξελίξεις στην τεχνολογία που βοηθούν στη δημιουργία περισσότερων δεδομένων, μπορεί να είναι τόνοι δεδομένων που γίνονται μη διαχειρίσιμοι ακόμη και με τις τρέχουσες δεξιότητες. Αυτό οδήγησε στην έννοια *Μεγάλα δεδομένα* τα οποία είναι μεγάλα και ανεξέλεγκτα. Αυτό δημιουργεί μια κατάσταση για την ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων προκειμένου να τακτοποιηθούν τα δεδομένα με κατάλληλο τρόπο και να εξαχθούν εύγλωττα πρότυπα και πρέπει να αντιμετωπιστούν οι τρέχουσες και μελλοντικές κοινωνικές απαιτήσεις.

Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης, όπως και κάθε άλλος τομέας, παράγουν τεράστια δεδομένα που έχουν πολλά πλεονεκτήματα και προκλήσεις. Στις σημερινές δυναμικές και ταχέως αναπτυσσόμενες καταστάσεις σε όλους τους τομείς, συμπεριλαμβανομένου του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, υπάρχουν τεράστια δεδομένα τα οποία είναι διαθέσιμα και απαιτούν προηγμένες τεχνολογίες. Σε κάθε τομέα, είτε πρόκειται για τη βιομηχανία είτε για ακαδημαϊκούς, υπάρχει τεράστιος όγκος δεδομένων που παράγονται για πολυάριθμους σκοπούς. Η διαχείριση αυτών των τεράστιων δεδομένων, είτε είναι οργανωμένα είτε μη οργανωμένα, αποτελεί σημαντική πρόκληση για τους οργανισμούς. Σε αυτές τις περιπτώσεις, υπάρχει ανάγκη για προηγμένες τεχνολογίες, εφαρμογές και λογισμικά που είναι οικονομικά αποδοτικά με υψηλή υπολογιστική ισχύ. Υπάρχει ανάγκη για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης και είναι απαραίτητη για την επίτευξη αυτοματοποιημένου συστήματος λήψης αποφάσεων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση τεχνικών μηχανικής κλίσης, όπως τα νευρωνικά δίκτυα και άλλες τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης. Παρ' όλα αυτά, εάν δεν υπάρχει η κατάλληλη υποστήριξη λογισμικού και υλικού και τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να γίνουν ρητά (Ho et al., 2020).

Με τις κατάλληλες δυνατότητες αποθήκευσης και τα αναλυτικά εργαλεία οι πληροφορίες και τα σύνολα που προέρχονται από τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να καταστήσουν τις κρίσιμες κοινωνικές υπηρεσίες όπως η υγειονομική περίθαλψη, η ασφάλεια ή οι μεταφορές πιο προσεκτικές, διαδραστικές και αποτελεσματικές για την ανάπτυξη της κοινωνίας. Η υγειονομική περίθαλψη είναι ένα σύστημα το οποίο προκύπτει με στόχο την πρόβλεψη, την ανεύρεση και την αντιμετώπιση των προβλημάτων που σχετίζονται με την υγεία των ανθρώπων. Οι κύριοι ενδιαφερόμενοι ενός συστήματος υγειονομικής περίθαλψης είναι γιατροί ή νοσηλευτές, υπηρεσίες υγείας όπως κλινικές, νοσοκομεία και άλλες τεχνολογίες διάγνωσης ή θεραπείας και ένας οργανισμός χρηματοδότησης. Ανάλογα με τη σοβαρότητα του προβλήματος υγείας, η υγειονομική περίθαλψη απαιτεί διάφορα επίπεδα. Το αρχικό σημείο διαβούλευσης είναι η πρωτοβάθμια προσοχή, η δευτεροβάθμια προσοχή είναι η οξεία περίθαλψη η οποία απαιτεί εξειδικευμένους επαγγελματίες. Και η τριτοβάθμια προσοχή βρίσκεται στην προηγμένη ιατρική διερεύνηση. Σε όλα αυτά τα επίπεδα, οι επαγγελματίες απαιτούν πληροφορίες για τον ασθενή, όπως ιατρικό ιστορικό, ιατρικές και κλινικές στατιστικές και άλλα ατομικά ιατρικά δεδομένα. Στη σημερινή εποχή της ψηφιοποίησης όλα τα αρχεία υγείας του συστήματος υγειονομικής περίθαλψης είναι τυποποιημένα και έχουν εκτεταμένη πρακτική εφαρμογή. Με αυτόν τον τρόπο το ιατρικό ιστορικό των ασθενών που σχετίζεται με το παρελθόν, το παρόν ή το μέλλον χρησιμοποιείται για τη σύλληψη, τη

μετάδοση, την αποθήκευση και την ανάκτηση των δεδομένων με κύριο σκοπό την παροχή υγειονομικής περίθαλψης και υπηρεσιών που σχετίζονται με την υγεία (Ho et al., 2020).

Σε αυτές τις καταστάσεις, αναπτύσσεται η συγχώνευση των ασύρματων επικοινωνιών, των ψηφιακών αυτοματοποιημένων συσκευών και των τεχνολογιών μικροηλεκτρονικών συστημάτων που καθοδηγούνται από μηχανές, οι οποίες συνέβαλαν στην εξέλιξη του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT). Οι συσκευές όπως οι υπολογιστές, τα έξυπνα τηλέφωνα, τα tablet και οι συσκευές Wi-Fi, οι αισθητήρες, οι φορητές συσκευές και οι οικιακές συσκευές είναι όλα στοιχεία των στοιχείων του IoT. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων σημαίνει τη δημιουργία τεράστιου όγκου έξυπνων δεδομένων. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων χρησιμοποιείται σε αυτά τα τεράστια δεδομένα που παράγονται από το IoT. Η μαζική αύξηση της χρήσης του διαδικτύου μαζί με τα έξυπνα τηλέφωνα και την επικοινωνία μεταξύ μηχανών (M2M) έχει μεταμορφώσει τα μεγάλα δεδομένα. Καθώς το μοντέλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) αναπτύσσεται όλο και περισσότερο, έχει προκύψει ένα σμήνος καινοτόμων προοπτικών. Διάφορες γνώσεις, όπως μικροσκοπικοί φορητοί βιοαισθητήρες, μέσω των εξελίξεων στα μεγάλα δεδομένα οδήγησαν σε υπηρεσίες όπως η ηλεκτρονική υγεία και η mHealth που είναι πιο προσαρμοσμένες και ακριβείς, γεγονός που βελτιώνει την απόδοση της επένδυσης. Τεχνολογίες όπως οι μικροσκοπικοί φορητοί βιοαισθητήρες, σε συνδυασμό με τις εξελίξεις στα μεγάλα δεδομένα - ιδίως όσον αφορά τον αποτελεσματικό χειρισμό μεγάλων, πολυδιάστατων, πολυτροπικών, κατανεμημένων και ετερογενών συνόλων δεδομένων - έχουν ανοίξει τις πύλες για υπηρεσίες ηλεκτρονικής υγείας και mHealth που είναι πιο εξατομικευμένες και ακριβείς από ποτέ. Όμως, το IoT υπαινίσσεται μια ακόμη μεγαλύτερη αλλαγή στα παραδείγματα υγειονομικής περίθαλψης: υπόσχεται μεγαλύτερη προσβασιμότητα και διαθεσιμότητα, εξατομίκευση και προσαρμοσμένο περιεχόμενο, καθώς και βελτιωμένη απόδοση των επενδύσεων στην παροχή. Με τη χρήση των κινητών τηλεφώνων σε όλες τις πτυχές της ζωής, υπάρχει ανάγκη η υγειονομική περίθαλψη να φιλοξενήσει τις κινητές υπηρεσίες (Ho et al., 2020).

Οι κλινικές εξετάσεις και οι ιατρικοί φάκελοι στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης τυποποιούνται με την άφιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών κατά τους πρόσφατους χρόνους. Οι ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας διατηρούνται προς όφελος των ασθενών και των κλινικών ιατρών για την παροχή καλύτερης υγειονομικής περίθαλψης με τη σύλληψη, τη μετάδοση, τη λήψη, την αποθήκευση, την ανάκτηση των δεδομένων για την παροχή υγειονομικής περίθαλψης και υπηρεσιών που σχετίζονται με την υγεία. Με αυτό οι επαγγελματίες υγείας έχουν καλύτερη ποιοτική πρόσβαση στο πλήρες ιατρικό ιστορικό ενός ασθενούς. Αυτό

περιλαμβάνει ιατρικές ανιχνεύσεις, φάρμακα, δεδομένα που σχετίζονται με τις γνωστές αλλεργίες, δημογραφικά στοιχεία και τα αποτελέσματα από εργαστηριακές εξετάσεις. Με αυτό υπήρξε σημαντική μείωση των περιττών και περαιτέρω ελέγχων και υπάρχει καλύτερος συντονισμός μεταξύ πολλαπλών παρόχων υγειονομικής περίθαλψης. Οι επαγγελματίες του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης δήλωσαν ότι έχουν πρόσβαση σε διαδικτυακές και αυτοματοποιημένες πλατφόρμες για την πρόοδο της ιατρικής τους πρακτικής, χρησιμοποιώντας αυτόματες προτροπές σχετικά με εμβολιασμούς, ανίχνευση καρκίνου και άλλες διαλείπουσες επιθεωρήσεις. Αυτό βοήθησε στην άμεση έγκριση της ασφάλισης λόγω της λιγότερης γραφειοκρατίας και επέτρεψε τη γρήγορη ανάκτηση δεδομένων και την παροχή κρίσιμων άριστων δεικτών υγειονομικής περίθαλψης στις διοικήσεις και επίσης βοήθησε στη βελτίωση της παρατήρησης της υγείας και στην άμεση αναφορά σε περίπτωση επιδημιών. Βοηθά επίσης στην εξάλειψη των καθυστερήσεων στην τιμολόγηση και τη διαχείριση των απαιτήσεων. Με τη χρήση του διαδικτύου, αυτά τα ηλεκτρονικά αρχεία υγείας προσφέρουν πρόσβαση σε σωρεία κρίσιμων ιατρικών στοιχείων που σχετίζονται με την υγεία ενός ασθενούς (Ho et al., 2020).

Τα μεγάλα δεδομένα στην υγειονομική περίθαλψη αποτελούνται από δεδομένα που σχετίζονται με τις ηλεκτρονικές ιατρικές εκθέσεις, την προετοιμασία των ιατρικών και τους λογαριασμούς κάλυψης μαζί με τα δεδομένα που λαμβάνονται από τον έξυπνο ιστό του διαδικτύου των πραγμάτων. Για τη διαχείριση και τη χρήση αυτού του είδους των δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης απαιτείται τεχνολογία πληροφοριών. Οι συσκευές παρακολούθησης της ευεξίας παρήγαγαν και μοιράστηκαν δεδομένα υγείας με τους αντίστοιχους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, γεγονός που οδήγησε στη δομή της βιοϊατρικής και της εντατικής φροντίδας υγείας σε πραγματικό χρόνο. Τα ηλεκτρονικά αρχεία υγείας βοηθούν στην προηγμένη ανάλυση και ωφελούν τις αποφάσεις που λαμβάνουν οι κλινικοί γιατροί με τεράστια δεδομένα. Αλλά τα περισσότερα από αυτά τα δεδομένα είναι αδόμητα, δηλαδή πληροφορίες που δεν ακολουθούν κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο ή διοικητικό υπόβαθρο. Τα δεδομένα που λαμβάνονται πολλά καταγράφονται σε πολυάριθμες ρυθμίσεις. Αυτά τα αδόμητα δεδομένα μπορούν ακόμη και να καταγράψουν σύνθετα δεδομένα. Οι πολυάριθμες μορφές αυτών των μη δομημένων δεδομένων προέρχονται από διάφορες πηγές, όπως οι ιατρικές αμφιβολίες του ασθενούς, τα κοινωνικοοικονομικά δεδομένα, οι επιλογές του ασθενούς, τα κύρια χαρακτηριστικά του τρόπου ζωής. Αποτελεί πρόκληση η ομαδοποίηση τέτοιων διαφορετικών δεδομένων. Είναι απαραίτητο να ομαδοποιηθούν τα δεδομένα παρά τις προκλήσεις αυτές σε μια ολοκληρωμένη μορφή, έτσι

ώστε οι πληροφορίες που παράγονται να μπορούν να κατανοηθούν με τη χρήση αλγορίθμων για συμπληρωματική διερεύνηση και έλεγχο της υγείας του ασθενούς. Ωστόσο, ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης πρέπει να χρησιμοποιήσει αυτές τις πλούσιες πληροφορίες για να βελτιώσει την κατανόηση του ασθενούς. Αυτό οδηγεί στη σωστή φροντίδα, την αποτελεσματική διαχείριση και την παροχή θεραπείας με οικονομικό τρόπο (Ho et al., 2020).

2.13.Πλεονεκτήματα του IoT στην υγειονομική περίθαλψη

Χρησιμοποιώντας τον ιστό των συσκευών IoT, ένας γιατρός μπορεί να μετρά και να παρακολουθεί διάφορες παραμέτρους από τους πελάτες του στις αντίστοιχες τοποθεσίες τους, για παράδειγμα, στο σπίτι ή στο γραφείο. Επομένως, μέσω της έγκαιρης παρέμβασης και θεραπείας, ένας ασθενής μπορεί να μην χρειάζεται νοσηλεία ή ακόμη και επίσκεψη στο γιατρό, με αποτέλεσμα σημαντική μείωση των δαπανών υγείας. Ορισμένα παραδείγματα συσκευών IoT που χρησιμοποιούνται στην υγειονομική περίθαλψη περιλαμβάνουν φορητές συσκευές παρακολούθησης της υγείας, βιοαισθητήρες, κλινικές συσκευές για την παρακολούθηση ζωτικών σημείων και άλλα είδη συσκευών ή κλινικών οργάνων. Οι εν λόγω συσκευές IoT παράγουν μεγάλο όγκο δεδομένων που σχετίζονται με την υγεία. Εάν μπορέσουμε να ενσωματώσουμε αυτά τα δεδομένα με άλλα υπάρχοντα δεδομένα υγειονομικής περίθαλψης, όπως τα EMR ή τα PHR, μπορούμε να προβλέψουμε την κατάσταση της υγείας ενός ασθενούς και την εξέλιξή της από την υποκλινική στην παθολογική κατάσταση. Στην πραγματικότητα, τα μεγάλα δεδομένα που παράγονται από το IoT είναι αρκετά επωφελής σε διάφορους τομείς για την καλύτερη διερεύνηση και πρόβλεψη. Σε μεγαλύτερη κλίμακα, τα δεδομένα από τέτοιες συσκευές μπορούν να βοηθήσουν στην παρακολούθηση της υγείας του προσωπικού, στη μοντελοποίηση της εξάπλωσης μιας ασθένειας και στην εξεύρεση τρόπων για τον περιορισμό μιας συγκεκριμένης επιδημίας ασθένειας. Η ανάλυση των δεδομένων από το IoT θα απαιτούσε ένα ενημερωμένο λογισμικό λειτουργίας λόγω της ιδιαίτερης φύσης του μαζί με προηγμένο υλικό και εφαρμογές λογισμικού (Agrawal & Prabakaran, 2020).

Η χρήση των μεγάλων δεδομένων στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης βρίσκεται ακόμη σε εμβρυακό στάδιο, καθώς δεν έχει προσαρμοστεί γρήγορα στα μεγάλα δεδομένα σε σύγκριση με άλλους τομείς. Προκειμένου να μετρηθεί η θέση υγείας του ατόμου, τα βιομοριακά και κλινικά σύνολα δεδομένων θέλουν να συγκλίνουν, κάτι που είναι δυνατό με

το διαδίκτυο των πραγμάτων(IoT). Το IoT έχει αποκτήσει σημασία σε όλους τους κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της υγειονομικής περίθαλψης. Τα κοινά αντικείμενα, όπως αυτοκίνητα, ρολόγια, ψυγεία και συσκευές παρακολούθησης της υγείας, είναι εφοδιασμένα με επεξεργαστές και αισθητήρες ώστε τα δεδομένα να μπορούν να συλλέγονται και να μεταδίδονται μέσω του διαδικτύου. Ένας γιατρός μπορεί να μετρά και να παρακολουθεί την υγεία των ασθενών από οποιαδήποτε τοποθεσία με τις συσκευές IoT. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να υπάρξει έγκαιρη θεραπεία με την οποία ο ασθενής δεν χρειάζεται να νοσηλευτεί ή να επισκεφθεί τον γιατρό και με αυτόν τον τρόπο υπάρχει σημαντική μείωση του κόστους των δαπανών υγειονομικής περίθαλψης. Οι συσκευές IoT που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι οι φορητές συσκευές παρακολούθησης της φυσικής κατάστασης ή της υγείας, οι βιοαισθητήρες, οι κλινικές συσκευές παρακολούθησης. Αυτές οι συσκευές IoT παράγουν τεράστια ποσότητα δεδομένων που σχετίζονται με την υγεία και αν τα δεδομένα αυτά ενσωματωθούν με τα δεδομένα υγειονομικής περίθαλψης που επικρατούν, οι γιατροί μπορούν να προβλέψουν την κατάσταση της υγείας του ασθενούς. Αυτά τα δεδομένα που παράγονται με τη χρήση του IoT είναι χρήσιμα για την καλύτερη έρευνα και τις προβλέψεις, τη μοντελοποίηση της εξάπλωσης μιας ασθένειας και την ανακάλυψη της εμφάνισης της νόσου. Για την ανάλυση των δεδομένων από το IoT απαιτείται ενημερωμένο λογισμικό για την οργάνωση των δεδομένων από τις συσκευές IoT στο παρόν και θα πρέπει να είναι σε θέση να αναλύει κάθε λεπτό. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση προηγμένων αναλυτικών μεθόδων όπως η επιβλεπόμενη μάθηση στα δεδομένα που μπορεί να είναι τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά (Agrawal & Prabakaran, 2020).

Κινητή πληροφορική και κινητή υγεία (mHealth)

Στον σημερινό ψηφιακό κόσμο, κάθε άτομο φαίνεται να έχει εμμονή με την παρακολούθηση των στατιστικών στοιχείων για την υγεία και τη φυσική του κατάσταση χρησιμοποιώντας το ενσωματωμένο βηματόμετρο των φορητών και φορετών συσκευών του, όπως, smartphones, smartwatches, πίνακες μέτρησης της φυσικής κατάστασης ή ταμπλέτες. Με μια ολοένα και πιο κινητή κοινωνία σε όλες σχεδόν τις πτυχές της ζωής, η υποδομή της υγειονομικής περίθαλψης χρειάζεται αναδιαμόρφωση για να φιλοξενήσει τις κινητές συσκευές. Η πρακτική της ιατρικής και της δημόσιας υγείας με τη χρήση κινητών συσκευών, γνωστή ως mHealth ή κινητή υγεία, διαπερνά διάφορους βαθμούς υγειονομικής περίθαλψης,

ιδίως για χρόνιες ασθένειες, όπως ο διαβήτης και ο καρκίνος. Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης χρησιμοποιούν ολοένα και περισσότερο τις υπηρεσίες κινητής υγείας και ευεξίας για την εφαρμογή νέων και καινοτόμων τρόπων παροχής φροντίδας και συντονισμού της υγείας καθώς και της ευεξίας. Οι κινητές πλατφόρμες μπορούν να βελτιώσουν την υγειονομική περίθαλψη επιταχύνοντας τη διαδραστική επικοινωνία μεταξύ ασθενών και παρόχων υγειονομικής περίθαλψης. Στην πραγματικότητα, η Apple και η Google έχουν αναπτύξει αφιερωμένες πλατφόρμες όπως το ResearchKit της Apple και το Google Fit για την ανάπτυξη ερευνητικών εφαρμογών για fitness και στατιστικές υγείας. Αυτές οι εφαρμογές υποστηρίζουν την απρόσκοπτη αλληλεπίδραση με διάφορες καταναλωτικές συσκευές και ενσωματωμένους αισθητήρες για την ενσωμάτωση δεδομένων. Αυτές οι εφαρμογές βοηθούν τους γιατρούς να έχουν άμεση πρόσβαση στα συνολικά δεδομένα υγείας σας. Τόσο ο χρήστης όσο και οι γιατροί του λαμβάνουν γνώση της κατάστασης του σώματός σας σε πραγματικό χρόνο. Οι εφαρμογές Tese και οι έξυπνες συσκευές βοηθούν επίσης με τη βελτίωση του σχεδιασμού ευεξίας μας και την ενθάρρυνση ενός υγιεινού τρόπου ζωής. Οι χρήστες ή οι ασθενείς μπορούν να γίνουν συνήγοροι της υγείας τους (Agrawal & Prabakaran, 2020).

Σήμερα όλοι παθιάζονται να παρακολουθούν τη φυσική τους κατάσταση και την υγεία τους και χρησιμοποιούν κινητές και φορητές συσκευές όπως smartphones, smartwatches, tablets και ούτω καθεξής και τεράστια καθώς η κοινωνία κινείται γρήγορα σε αυτές τις συσκευές, η υγειονομική περίθαλψη πρέπει να εξοπλιστεί για να συλλάβει τα δεδομένα που παράγονται από αυτές τις συσκευές. Αυτό το μέρος της ιατρικής πρακτικής και της δημόσιας υγείας με τη χρήση κινητών συσκευών είναι η mHealth ή κινητή υγεία, η οποία περιλαμβάνει διάφορα επίπεδα υγειονομικής περίθαλψης κυρίως σε περιπτώσεις χρόνιων ασθενειών όπως ο διαβήτης και ο καρκίνος. Αυτές οι πλατφόρμες μπορούν να αναπτύξουν την υγειονομική περίθαλψη με την ταχεία παρακολούθηση συνεργατικών μηνυμάτων μεταξύ ασθενών και παρόχων υγειονομικής περίθαλψης Η Apple και η Google δημιούργησαν ειδικές πλατφόρμες όπως το ResearchKit της Apple και το Google Fit προκειμένου να αναπτύξουν ερευνητικά αιτήματα για τη γυμναστική και την υγεία. Αυτές οι εφαρμογές παρέχουν συνεχή επικοινωνία με πολυάριθμες συσκευές πελατών και ενσωματωμένα μέσα για την ενσωμάτωση δεδομένων που βοηθούν τους γιατρούς να έχουν άμεση πρόσβαση στα δεδομένα συνολικής υγείας ενός ατόμου. Τόσο ο ασθενής όσο και ο γιατρός θα έχουν θέση σε πραγματικό χρόνο. Αυτές οι εφαρμογές και οι έξυπνες συσκευές είναι επίσης επιτυχείς στη διαφώτιση του προγραμματισμού ευεξίας και την ενίσχυση της δυνατής ζωής. Οι χρήστες μπορούν να γίνουν υποστηρικτές της δικής τους υγείας. Υπάρχει τεράστιος όγκος κλινικών δεδομένων που

παράγονται με αυτή την ταχέως αναπτυσσόμενη ψηφιοποίηση. Αυτό σε συνδυασμό με τη μηχανική μάθηση βοηθά στη διευκόλυνση της διαδικασίας λήψης κλινικών αποφάσεων. Σε αυτό το εργαλείο πρέπει να λάβουμε ένα σύνολο μεταβλητών πρόβλεψης από τα δεδομένα εισόδου. Στην περίπτωση της υγειονομικής περίθαλψης, τα δεδομένα εισόδου μπορεί να είναι η ηλικία, το φύλο, τα επίπεδα αιμοσφαιρίνης, τα επίπεδα σακχάρου, τα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης κ.λπ. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση τεράστιων δεδομένων και να εντοπιστούν μοτίβα και να γίνουν προβλέψεις (Barber et al., 2019).

Η mHealth βοηθά τους επαγγελματίες υγείας να παρέχουν θεραπεία στους ασθενείς με αποτελεσματικό τρόπο, παρακολουθώντας και συμβουλευόμενοι εξ αποστάσεως και παρέχοντας άμεση πρόσβαση στις ιατρικές πληροφορίες των ασθενών και προτείνοντας άμεσα φάρμακα. Τα έξυπνα τηλέφωνα, οι κινητοί βιοϊατρικοί αισθητήρες, τα προϊόντα τηλεπαρακολούθησης, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, οι ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο πλαίσιο αυτό. Τα δεδομένα που συλλέγονται από αυτές τις πηγές μπορούν να παρέχουν σημαντικές εισροές για πιο εξατομικευμένη θεραπεία, ιδίως στις περιπτώσεις ψυχικής υγείας, διαβήτη, καρκίνου, καρδιακού ρυθμού, αρτηριακής πίεσης και άλλων παθήσεων. Οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να παρακολουθούν συνεχώς τους ασθενείς και να εντοπίζουν τις ενδείξεις σε πρώιμο στάδιο για να τους θεραπεύουν αποτελεσματικά. Επιπλέον, το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) αντιμετωπίζει μια μόνιμη κατάσταση υγείας με τη διασύνδεση πολλών φορητών συσκευών (Barber et al., 2019).

2.14. Διαχείριση και ανάλυση μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη

Οι ΗΦΥ μπορούν να επιτρέψουν προηγμένες αναλύσεις και να βοηθήσουν στη λήψη κλινικών αποφάσεων παρέχοντας τεράστια δεδομένα. Ωστόσο, ένα μεγάλο μέρος αυτών των δεδομένων είναι επί του παρόντος αδόμητης φύσης. Τα αδόμητα δεδομένα είναι οι πληροφορίες που δεν ακολουθούν ένα προκαθορισμένο μοντέλο ή οργανωτικό πλαίσιο. Τε λόγος για αυτή την επιλογή μπορεί να είναι απλώς ότι μπορούμε να τα καταγράψουμε σε μυριάδες μορφές. Ένας άλλος λόγος για την επιλογή μη δομημένης μορφής είναι ότι συχνά

οι δομημένες επιλογές εισαγωγής (αναπτυσσόμενα μενού, κουμπιά επιλογής και πλαίσια ελέγχου) μπορεί να μην επαρκούν για την καταγραφή δεδομένων πολύπλοκης φύσης. Για παράδειγμα, δεν μπορούμε να καταγράψουμε τα μη τυποποιημένα δεδομένα σχετικά με τις κλινικές υποψίες ενός ασθενούς, τα κοινωνικοοικονομικά δεδομένα, τις προτιμήσεις του ασθενούς, τους βασικούς παράγοντες του τρόπου ζωής και άλλες σχετικές πληροφορίες με κανέναν άλλο τρόπο εκτός από μια μη δομημένη μορφή. Είναι δύσκολο να ομαδοποιηθούν τέτοιες ποικίλες, αλλά κρίσιμες πηγές πληροφοριών σε μια διαισθητική ή ενοποιημένη μορφή δεδομένων για περαιτέρω ανάλυση με τη χρήση αλγορίθμων για την κατανόηση και την αξιοποίηση της φροντίδας των ασθενών. Παρ' όλα αυτά, ο κλάδος της υγειονομικής περίθαλψης καλείται να αξιοποιήσει το πλήρες δυναμικό αυτών των πλούσιων ροών πληροφοριών για τη βελτίωση της εμπειρίας των ασθενών. Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, αυτό θα μπορούσε να υλοποιηθεί με όρους καλύτερης διαχείρισης, περίθαλψης και θεραπειών χαμηλού κόστους. Είμαστε μίλια μακριά από το να συνειδητοποιήσουμε τα οφέλη των μεγάλων δεδομένων με ουσιαστικό τρόπο και να αξιοποιήσουμε τις γνώσεις που προκύπτουν από αυτά. Για να επιτύχουμε αυτούς τους στόχους, πρέπει να διαχειριστούμε και να αναλύσουμε τα μεγάλα δεδομένα με συστηματικό τρόπο (Barry & Charpentier, 2020).

Μεγάλα δεδομένα είναι οι τεράστιες ποσότητες ποικίλων δεδομένων που παράγονται με ταχύτατους ρυθμούς. Τα δεδομένα που συλλέγονται από διάφορες πηγές απαιτούνται κυρίως για τη βελτιστοποίηση των υπηρεσιών προς τους καταναλωτές και όχι για την κατανάλωση από τους καταναλωτές. Αυτό ισχύει και για τα μεγάλα δεδομένα από τη βιοϊατρική έρευνα και την υγειονομική περίθαλψη. Η μεγαλύτερη πρόκληση με τα μεγάλα δεδομένα είναι ο τρόπος χειρισμού αυτού του μεγάλου όγκου πληροφοριών. Για να είναι διαθέσιμα για την επιστημονική κοινότητα, τα δεδομένα πρέπει να αποθηκεύονται σε μια μορφή που είναι εύκολα προσβάσιμη και αναγνώσιμη για μια αποτελεσματική ανάλυση. Στο πλαίσιο των δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης, μια άλλη σημαντική πρόκληση είναι η εφαρμογή υπολογιστικών εργαλείων, πρωτοκόλλων και υλικού υψηλής τεχνολογίας στο κλινικό περιβάλλον. Για την επίτευξη αυτού του στόχου απαιτείται η συνεργασία εμπειρογνομόνων από διαφορετικά υπόβαθρα, όπως η βιολογία, η τεχνολογία της πληροφορικής, η στατιστική και τα μαθηματικά. Τα δεδομένα που συλλέγονται με τη χρήση των αισθητήρων μπορούν να διατίθενται σε ένα αποθηκευτικό νέφος με προεγκατεστημένα εργαλεία λογισμικού που έχουν αναπτυχθεί από προγραμματιστές αναλυτικών εργαλείων. Τα εργαλεία αυτά θα διαθέτουν λειτουργίες εξόρυξης δεδομένων και ML που αναπτύσσονται από ειδικούς TN για τη μετατροπή των πληροφοριών που αποθηκεύονται ως δεδομένα σε γνώση. Με την

εφαρμογή, θα ενισχυθεί η αποτελεσματικότητα της απόκτησης, αποθήκευσης, ανάλυσης και οπτικοποίησης μεγάλων δεδομένων από την υγειονομική περίθαλψη. Το κύριο καθήκον είναι να σχολιάσει, να ενσωματώσει και να παρουσιάσει αυτά τα πολύπλοκα δεδομένα με κατάλληλο τρόπο για καλύτερη κατανόηση. Ελλείπει τέτοιων σχετικών πληροφοριών, τα δεδομένα (υγειονομικής περίθαλψης) παραμένουν αρκετά θολά και δεν μπορούν να οδηγήσουν τους ερευνητές της βιοϊατρικής περαιτέρω. Τέλος, τα εργαλεία οπτικοποίησης που αναπτύσσονται από σχεδιαστές γραφικών υπολογιστών μπορούν να απεικονίσουν αποτελεσματικά αυτή τη νεοαποκτηθείσα γνώση. Η ετερογένεια των δεδομένων είναι μια άλλη πρόκληση στην ανάλυση μεγάλων δεδομένων. Το τεράστιο μέγεθος και η εξαιρετικά ετερογενής φύση των μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη τα καθιστά σχετικά λιγότερο κατατοπιστικά με τη χρήση των συμβατικών τεχνολογιών. Οι πιο συνηθισμένες πλατφόρμες για τη λειτουργία του πλαισίου λογισμικού που υποστηρίζει την ανάλυση μεγάλων δεδομένων είναι υπολογιστικές συστάδες υψηλής ισχύος, στις οποίες η πρόσβαση γίνεται μέσω υποδομών υπολογιστικού πλέγματος. Το υπολογιστικό νέφος είναι ένα τέτοιο σύστημα που διαθέτει εικονικές τεχνολογίες αποθήκευσης και παρέχει αξιόπιστες υπηρεσίες. Προσφέρει υψηλή αξιοπιστία, επεκτασιμότητα και αυτονομία μαζί με πανταχού παρούσα πρόσβαση, δυναμική ανακάλυψη πόρων και δυνατότητα σύνθεσης. Τέτοιες πλατφόρμες μπορούν να λειτουργήσουν ως δέκτης δεδομένων από τους πανταχού παρόντες αισθητήρες, ως υπολογιστής για την ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων, καθώς και να παρέχουν στον χρήστη εύληπτη οπτικοποίηση βασισμένη στο διαδίκτυο. Στο IoT, η επεξεργασία και η ανάλυση μεγάλων δεδομένων μπορεί να πραγματοποιηθεί πιο κοντά στην πηγή δεδομένων χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες των cloudlets υπολογιστών κινητών άκρων και του υπολογισμού ομίχλης. Απαιτούνται προηγμένοι αλγόριθμοι για την εφαρμογή προσεγγίσεων ML και AI για την ανάλυση μεγάλων δεδομένων σε συστάδες υπολογιστών. Για τη συγγραφή τέτοιων αλγορίθμων ή λογισμικού θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μια γλώσσα προγραμματισμού κατάλληλη για την επεξεργασία μεγάλων δεδομένων (π.χ. Python, R ή άλλες γλώσσες). Επομένως, απαιτείται καλή γνώση της βιολογίας και της πληροφορικής για τον χειρισμό των μεγάλων δεδομένων από τη βιοϊατρική έρευνα. Ένας τέτοιος συνδυασμός και των δύο επαγγελματιών συνήθως ταιριάζει στους βιοπληροφορικούς. Οι πιο συνηθισμένες από τις διάφορες πλατφόρμες που χρησιμοποιούνται για την εργασία με μεγάλα δεδομένα περιλαμβάνουν το Hadoop και το Apache Spark. Παρουσιάζουμε συνοπτικά αυτές τις πλατφόρμες παρακάτω (Barry & Charpentier, 2020).

Hadoop

Η φόρτωση μεγάλων ποσοτήτων (μεγάλων) δεδομένων στη μνήμη ακόμη και των πιο ισχυρών υπολογιστικών συστημάτων δεν είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την εργασία με μεγάλα δεδομένα. Επομένως, η καλύτερη λογική προσέγγιση για την ανάλυση τεράστιων όγκων σύνθετων μεγάλων δεδομένων είναι η παράλληλη κατανομή και επεξεργασία τους σε πολλαπλούς κόμβους. Ωστόσο, το μέγεθος των δεδομένων είναι συνήθως τόσο μεγάλο που απαιτούνται χιλιάδες υπολογιστικές μηχανές για τη διανομή και την ολοκλήρωση της επεξεργασίας σε εύλογο χρονικό διάστημα. Όταν εργάζεται κανείς με εκατοντάδες ή χιλιάδες κόμβους, πρέπει να χειριστεί θέματα όπως ο τρόπος παραλληλισμού του υπολογισμού, η κατανομή των δεδομένων και ο χειρισμός των αποτυχιών. Μια από τις πιο δημοφιλείς κατανεμημένες εφαρμογές ανοικτού κώδικα για το σκοπό αυτό είναι το Hadoop. Το Hadoop υλοποιεί τον αλγόριθμο MapReduce για την επεξεργασία και τη δημιουργία μεγάλων συνόλων δεδομένων. Το MapReduce χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα map και reduce για να αντιστοιχίσει κάθε λογική εγγραφή στην είσοδο σε ένα σύνολο ενδιάμεσων ζευγών κλειδιού/τιμής και η λειτουργία reduce συνδυάζει όλες τις τιμές που μοιράζονται το ίδιο κλειδί (Brown, 2019). Παραλληλίζει αποτελεσματικά τον υπολογισμό, χειρίζεται τις αποτυχίες και προγραμματίζει την επικοινωνία μεταξύ των μηχανών σε συστάδες μηχανών μεγάλης κλίμακας. Το κατανεμημένο σύστημα αρχείων Hadoop (HDFS) είναι το στοιχείο του συστήματος file που παρέχει μια κλιμακούμενη, αποτελεσματική και βασισμένη σε αντίγραφα αποθήκευση δεδομένων σε διάφορους κόμβους που αποτελούν μέρος μιας συστάδας. Το Hadoop διαθέτει και άλλα εργαλεία που ενισχύουν τα στοιχεία αποθήκευσης και επεξεργασίας, γι' αυτό και πολλές μεγάλες εταιρείες όπως η Yahoo, το Facebook και άλλες το έχουν υιοθετήσει με ταχείς ρυθμούς. Το Hadoop έδωσε τη δυνατότητα στους ερευνητές να χρησιμοποιούν σύνολα δεδομένων που διαφορετικά ήταν αδύνατο να διαχειριστούν. Πολλά μεγάλα έργα, όπως ο προσδιορισμός της συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων για την ποιότητα του αέρα και των εισαγωγών για άσθμα, η ανάπτυξη φαρμάκων με τη χρήση γονιδιωματικών και πρωτεομικών δεδομένων και άλλες τέτοιες πτυχές της υγειονομικής περίθαλψης εφαρμόζουν το Hadoop. Επομένως, με την εφαρμογή του συστήματος Hadoop, η ανάλυση της υγειονομικής περίθαλψης δεν θα καθυστερήσει. (Brown, 2019).

Apache Spark

Το Apache Spark είναι μια άλλη εναλλακτική λύση ανοικτού κώδικα για το Hadoop. Πρόκειται για μια ενιαία μηχανή για κατανεμημένη επεξεργασία δεδομένων που περιλαμβάνει βιβλιοθήκες υψηλότερου επιπέδου για την υποστήριξη ερωτημάτων SQL (Spark SQL), δεδομένων ροής (Spark Streaming), μηχανικής μάθησης (MLlib) και επεξεργασίας γραφημάτων (GraphX). Αυτές οι βιβλιοθήκες βοηθούν στην αύξηση της παραγωγικότητας των προγραμματιστών, επειδή η διεπαφή προγραμματισμού απαιτεί λιγότερες προσπάθειες κωδικοποίησης και μπορεί να συνδυαστεί απρόσκοπτα για τη δημιουργία περισσότερων τύπων σύνθετων υπολογισμών. Με την εφαρμογή των Resilient distributed Datasets (RDDs), υποστηρίζεται η επεξεργασία δεδομένων στη μνήμη που μπορεί να κάνει το Spark περίπου 100× ταχύτερο από το Hadoop σε αναλύσεις πολλαπλών περασμάτων (σε μικρότερα σύνολα δεδομένων). Αυτό ισχύει περισσότερο όταν το μέγεθος των δεδομένων είναι μικρότερο από τη διαθέσιμη μνήμη. Αυτό δείχνει ότι η επεξεργασία πραγματικά μεγάλων δεδομένων με το Apache Spark θα απαιτούσε μεγάλο όγκο μνήμης. Δεδομένου ότι το κόστος της μνήμης είναι υψηλότερο από το κόστος του σκληρού δίσκου, το MapReduce αναμένεται να είναι πιο αποδοτικό για μεγάλα σύνολα δεδομένων σε σύγκριση με το Apache Spark. Ομοίως, το Apache Storm αναπτύχθηκε για να παρέχει ένα πλαίσιο πραγματικού χρόνου για την επεξεργασία ροών δεδομένων. Η πλατφόρμα αυτή υποστηρίζει τις περισσότερες από τις γλώσσες προγραμματισμού. Επιπλέον, προσφέρει καλή οριζόντια επεκτασιμότητα και ενσωματωμένη δυνατότητα ανοχής σφαλμάτων για την ανάλυση μεγάλων δεδομένων (Finkelstein et al., 2019).

Μηχανική μάθηση για εξαγωγή πληροφοριών, ανάλυση δεδομένων και προβλέψεις

Στην υγειονομική περίθαλψη, τα δεδομένα ασθενών περιέχουν καταγεγραμμένα σήματα, για παράδειγμα, ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ), εικόνες και βίντεο. Οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης έχουν μόλις και μετά βίας καταφέρει να μετατρέψουν τα εν λόγω δεδομένα υγειονομικής περίθαλψης σε ΗΦΥ. Καταβάλλονται προσπάθειες για την ψηφιοποίηση των ιστορικών των ασθενών από σημειώσεις της προ του EHR εποχής και τη συμπλήρωση της διαδικασίας τυποποίησης με τη μετατροπή στατικών εικόνων σε κείμενο

αναγνώσιμο από μηχανήματα. Για παράδειγμα, το λογισμικό οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων (OCR) είναι μια τέτοια προσέγγιση που μπορεί να αναγνωρίσει χειρόγραφα καθώς και γραμματοσειρές υπολογιστών και να προωθήσει την ψηφιοποίηση. Τέτοια αδόμητα και δομημένα σύνολα δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης διαθέτουν ανεκμετάλλευτο πλούτο πληροφοριών που μπορούν να αξιοποιηθούν με τη χρήση προηγμένων προγραμμάτων τεχνητής νοημοσύνης για την άντληση κρίσιμων γνώσεων που μπορούν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο της περίθαλψης των ασθενών. Στην πραγματικότητα, η τεχνητή νοημοσύνη έχει αναδειχθεί ως η μέθοδος επιλογής για εφαρμογές μεγάλων δεδομένων στην ιατρική. Αυτό το έξυπνο σύστημα έχει βρει γρήγορα τη θέση του στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για τη διάγνωση ασθενειών. Οι επαγγελματίες της υγειονομικής περίθαλψης αναλύουν τα δεδομένα αυτά για στοχευμένες ανωμαλίες χρησιμοποιώντας κατάλληλες προσεγγίσεις ML. Το ML μπορεί να ξεχωρίσει δομημένες πληροφορίες από τέτοια ακατέργαστα δεδομένα (Finkelstein et al., 2019).

Εξαγωγή πληροφοριών από σύνολα δεδομένων EHR

Οι αναδυόμενες στρατηγικές που βασίζονται σε ML ή AI συμβάλλουν στην ανανέωση των δυνατοτήτων επεξεργασίας πληροφοριών του κλάδου της υγειονομικής περίθαλψης. Για παράδειγμα, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) είναι ένας ταχέως αναπτυσσόμενος τομέας της μηχανικής μάθησης που μπορεί να εντοπίσει βασικές συντακτικές δομές σε ελεύθερο κείμενο, να βοηθήσει στην αναγνώριση ομιλίας και να εξάγει το νόημα πίσω από μια αφήγηση. Τα εργαλεία NLP μπορούν να βοηθήσουν στη δημιουργία νέων εγγράφων, όπως μια περίληψη κλινικής επίσκεψης, ή στην υπαγόρευση κλινικών σημειώσεων. Το μοναδικό περιεχόμενο και η πολυπλοκότητα της κλινικής τεκμηρίωσης μπορεί να αποτελέσει πρόκληση για πολλούς προγραμματιστές NLP. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να είμαστε σε θέση να εξάγουμε σχετικές πληροφορίες από τα δεδομένα υγειονομικής περίθαλψης χρησιμοποιώντας προσεγγίσεις όπως η NLP. Η τεχνητή νοημοσύνη έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για την παροχή προβλεπτικών δυνατοτήτων σε μεγάλα δεδομένα υγειονομικής περίθαλψης. Για παράδειγμα, οι αλγόριθμοι ML μπορούν να μετατρέψουν το διαγνωστικό σύστημα των ιατρικών εικόνων σε αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων. Είναι προφανές ότι οι επαγγελματίες του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης μπορεί να μην αντικατασταθούν από μηχανές στο εγγύς μέλλον, ωστόσο η TN μπορεί σίγουρα να βοηθήσει

τους γιατρούς να λαμβάνουν καλύτερες κλινικές αποφάσεις ή ακόμη και να αντικαταστήσει την ανθρώπινη κρίση σε ορισμένους λειτουργικούς τομείς της υγειονομικής περίθαλψης (Finkelstein et al., 2019).

Ανάλυση εικόνας

Ορισμένες από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες τεχνικές απεικόνισης στην υγειονομική περίθαλψη περιλαμβάνουν την υπολογιστική τομογραφία (CT), τη μαγνητική τομογραφία (MRI), τις ακτίνες X, τη μοριακή απεικόνιση, τους υπερήχους, τη φωτοακουστική απεικόνιση, τη λειτουργική MRI (fMRI), την τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET), την ηλεκτροεγκεφαλογραφία (EEG) και τις μαστογραφίες. Οι τεχνικές αυτές καταγράφουν ιατρικές εικόνες υψηλής ευκρίνειας (δεδομένα ασθενών) μεγάλου μεγέθους. Οι επαγγελματίες του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, όπως οι ακτινολόγοι, οι γιατροί και άλλοι, κάνουν εξαιρετική δουλειά στην ανάλυση ιατρικών δεδομένων με τη μορφή αυτών των πτυχών για στοχευμένες ανωμαλίες. Ωστόσο, είναι επίσης σημαντικό να αναγνωριστεί η έλλειψη εξειδικευμένων επαγγελματιών για πολλές ασθένειες. Προκειμένου να αντισταθμιστεί αυτή η έλλειψη επαγγελματιών, έχουν αναπτυχθεί αποτελεσματικά συστήματα όπως το σύστημα αρχειοθέτησης και επικοινωνίας εικόνων (PACS) για την αποθήκευση και την εύκολη πρόσβαση σε δεδομένα ιατρικών εικόνων και αναφορών. Τα PACS είναι δημοφιλή για την παράδοση εικόνων σε τοπικούς σταθμούς εργασίας, η οποία επιτυγχάνεται με πρωτόκολλα όπως η ψηφιακή επικοινωνία εικόνων στην ιατρική (DICOM). Ωστόσο, η ανταλλαγή δεδομένων με ένα PACS βασίζεται στη χρήση δομημένων δεδομένων για την ανάκτηση ιατρικών εικόνων. Αυτό εκ φύσεως παραλείπει τις μη δομημένες πληροφορίες που περιέχονται σε ορισμένες από τις βιοϊατρικές εικόνες. Επιπλέον, είναι δυνατόν να λείπει μια πρόσθετη πληροφορία σχετικά με την κατάσταση της υγείας ενός ασθενούς που υπάρχει σε αυτές τις εικόνες ή σε παρόμοια δεδομένα (Finkelstein et al., 2019).

Ένας επαγγελματίας που επικεντρώνεται στη διάγνωση μιας άσχετης πάθησης μπορεί να μην την παρατηρήσει, ιδίως όταν η πάθηση είναι ακόμη υπό διαμόρφωση. Για να βοηθήσει σε τέτοιες καταστάσεις, η ανάλυση εικόνας έχει αντίκτυπο στην υγειονομική περίθαλψη, εξάγοντας ενεργά βιοδείκτες ασθενειών από βιοϊατρικές εικόνες. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιεί τεχνικές ML και αναγνώρισης προτύπων για να αντλήσει πληροφορίες από τεράστιους όγκους δεδομένων κλινικών εικόνων, ώστε να μετασχηματίσει τη διάγνωση, τη

θεραπεία και την παρακολούθηση των ασθενών. Επικεντρώνεται στην ενίσχυση της διαγνωστικής ικανότητας της ιατρικής απεικόνισης για τη λήψη κλινικών αποφάσεων. Έχουν αναπτυχθεί διάφορα εργαλεία λογισμικού με βάση λειτουργίες όπως η γενική, η εγγραφή, η τμηματοποίηση, η οπτικοποίηση, η ανακατασκευή, η προσομοίωση και η διάχυση για την ανάλυση ιατρικών εικόνων με σκοπό την ανάδειξη των κρυμμένων πληροφοριών. Για παράδειγμα, το Visualization Toolkit είναι ένα ελεύθερα διαθέσιμο λογισμικό που επιτρέπει την ισχυρή επεξεργασία και ανάλυση τρισδιάστατων εικόνων από ιατρικές εξετάσεις, ενώ το SPM μπορεί να επεξεργαστεί και να αναλύσει 5 διαφορετικούς τύπους εικόνων εγκεφάλου (π.χ. MRI, fMRI, PET, CT-Scan και EEG). Άλλα λογισμικά όπως το GIMIAS, το Elastix και το MITK υποστηρίζουν όλους τους τύπους εικόνων. Η εν λόγω ανάλυση μεγάλων δεδομένων με βάση τη βιοπληροφορική μπορεί να εξάγει μεγαλύτερες γνώσεις και αξία από τα απεικονιστικά δεδομένα για την ενίσχυση και υποστήριξη έργων ιατρικής ακριβείας, εργαλείων υποστήριξης κλινικών αποφάσεων και άλλων τρόπων υγειονομικής περίθαλψης. Για παράδειγμα, μπορούμε επίσης να τα χρησιμοποιήσουμε για την παρακολούθηση νέων στοχευμένων θεραπειών για τον καρκίνο (Finkelstein et al., 2019).

3. Εξασφάλιση αξιόπιστης χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης και των μεγάλων δεδομένων στην ασφάλιση υγείας

Η ασφάλιση υγείας αναγνωρίζεται ευρέως ως ζωτικής σημασίας για την προώθηση της καθολικής υγειονομικής κάλυψης, η οποία αποτελεί συστατικό στοιχείο των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης. Οι περισσότερες έρευνες δείχνουν ότι η ασφαλιστική κάλυψη υγείας μειώνει τον κίνδυνο θανάτου και βελτιώνει τα αποτελέσματα της υγείας, ενώ ορισμένοι ευάλωτοι πληθυσμοί, όπως τα βρέφη, τα άτομα με αναπηρίες και τα άτομα που ζουν με τον ιό της ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας, επωφελούνται περισσότερο από τον γενικό πληθυσμό. Επιπλέον, τα στοιχεία δείχνουν ότι η συνέχεια της ασφαλιστικής κάλυψης υγείας, σε αντίθεση με τη σποραδική ή μηδενική κάλυψη, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για τη διατήρηση της υγείας. Διαφορετικά μοντέλα ασφαλιστικών συστημάτων έχουν καθιερωθεί από διάφορες χώρες με βάση τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες και το πολιτισμικό τους πλαίσιο. Υπάρχουν τρεις μεγάλες και συχνά επικαλυπτόμενες κατηγορίες συστημάτων ασφάλισης υγείας: εθνική ή κοινωνική ασφάλιση υγείας, εθελοντική και ιδιωτική ασφάλιση υγείας και ασφάλιση υγείας με βάση την κοινότητα. Αυτά τα συστήματα ασφάλισης έχουν διαφορετικές απαιτήσεις πληρωμής, ενώ πολλές κυβερνήσεις συνεισφέρουν στα συστήματα για να διασφαλίσουν την οικονομική βιωσιμότητα ή για να επεκτείνουν την κάλυψη σε άτομα που δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα να πληρώσουν. Καθώς οι χώρες προοδεύουν προς την ΑΥΕ, θα πρέπει να εξετάσουν αποτελεσματικότερα μέσα για την εξεύρεση επαρκών κεφαλαίων για την κάλυψη των αυξανόμενων δαπανών υγειονομικής περίθαλψης, να μειώσουν την εξάρτηση από τις άμεσες πληρωμές για τη χρηματοδότηση των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης και να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα και την ισότητα στην πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη. Σε ορισμένες χώρες, για παράδειγμα στο Ηνωμένο Βασίλειο της Μεγάλης Βρετανίας και της Βόρειας Ιρλανδίας, οι πολιτικές που θεσπίστηκαν για την προώθηση της ΑΥΕ συνέβαλαν στην αύξηση της έμφασης στην ενίσχυση της επιλογής των ασθενών και του ανταγωνισμού των παρόχων. Τα υπερβολικά γραφειοκρατικά συστήματα ασφάλισης υγείας μπορεί να εγείρουν ηθικές, νομικές και κοινωνικές ανησυχίες σχετικά με την παρέμβαση στην επαγγελματική κρίση και την επιλογή των ασθενών. Οι αποφάσεις σχετικά με το ποιες υπηρεσίες πρέπει να καλύπτονται και πώς μπορούν να

διατηρηθούν για να καλύψουν τις ανάγκες υγείας των ασφαλισμένων εγείρουν επίσης ανησυχίες (Ho et al., 2020).

Αυτές οι ανησυχίες και οι προκλήσεις που παρουσιάζουν δεν είναι καινούργιες-προκύπτουν από δύσκολους συμβιβασμούς που πρέπει να γίνουν στις αποφάσεις σχετικά με την κατανομή του κινδύνου μεταξύ μερών που έχουν δυνητικά αντικρουόμενα συμφέροντα και άνιση πρόσβαση στις σχετικές πληροφορίες. Η κατάσταση αυτή αναφέρεται ως προβλήματα αντιπροσώπευσης, τα οποία σε γενικές γραμμές αναφέρονται στη σύγκρουση συμφερόντων που ενυπάρχει σε μια σχέση όπου ένα μέρος αναμένεται να ενεργεί προς το συμφέρον ενός άλλου. Για παράδειγμα, το πρόβλημα του ηθικού κινδύνου είναι ένα πρόβλημα αντιπροσώπευσης που προκύπτει όταν ένας ασφαλισμένος δεν έχει πλέον κίνητρο να προφυλαχθεί από κινδύνους υγείας λόγω της πραγματικής ή αντιληπτής μεταφοράς του οικονομικού κινδύνου από τον ασφαλισμένο στον ασφαλιστή. Αν και ο επιμερισμός του κόστους, δηλαδή οι συμμετοχές, οι συνασφάλειες και οι εκπτώσεις, χρησιμοποιείται ευρέως ως ένας απλός μηχανισμός ελέγχου του κόστους, έχει περιορισμένη επίδραση στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης και μπορεί να περιορίσει την πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη, καθώς οι ασθενείς θα πρέπει να καταβάλουν ένα μέρος του κόστους υγειονομικής περίθαλψης από την τσέπη τους (Ho et al., 2020). Επιπλέον, η λανθασμένη επιλογή των ατόμων και των υπηρεσιών που θα καλυφθούν μπορεί να περιορίσει τη μακροπρόθεσμη οικονομική βιωσιμότητα ενός συστήματος ασφάλισης υγείας που αποτελείται δυσανάλογα από ασθενείς και με μικρή ή καθόλου εγγραφή ατόμων που είναι πιο υγιή λόγω των υψηλών ασφαλιστρών που πρέπει να καταβάλουν. Οι εξελίξεις στις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών και η ανάλυση δεδομένων, εάν εφαρμοστούν κατάλληλα, μπορούν να επιτρέψουν στα συστήματα υγείας να αντιμετωπίσουν καλύτερα αυτές τις ανησυχίες και να βελτιστοποιήσουν τον σχεδιασμό των πολιτικών ασφάλισης υγείας. Μεγάλος όγκος δεδομένων έχει καταστεί διαθέσιμος σε διάφορες μορφές και με διαφορετικά επίπεδα ακρίβειας και αξιοπιστίας σε αυτό που έχει γίνει γνωστό ως φαινόμενο των μεγάλων δεδομένων. Το φαινόμενο των μεγάλων δεδομένων αναφέρεται σε γενικές γραμμές σε ένα κοινωνικό φαινόμενο που χαρακτηρίζεται από τη διαθεσιμότητα πολύ μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων μεγάλης ποικιλομορφίας από πολλές διαφορετικές πηγές που μπορούν να υποστούν ταχεία επεξεργασία. Το φαινόμενο αυτό έχει συμβάλει στην ανάπτυξη νέων αναλυτικών μεθόδων δεδομένων και στη χρήση εξελιγμένων τεχνολογιών, όπως η τεχνητή νοημοσύνη, για τον συνδυασμό, την επεξεργασία και την ανάλυση αυτών

των συγκεντρωτικών δεδομένων με σκοπό την πραγματοποίηση προβλέψεων και την υποστήριξη της βέλτιστης λήψης αποφάσεων με βάση αυτές τις προβλέψεις (Ho et al., 2020).

Στο πλαίσιο της ασφάλισης υγείας, έχουν αναπτυχθεί διάφοροι αλγόριθμοι για την πρόβλεψη του μελλοντικού κόστους και οι 10 πιο ευρέως χρησιμοποιούμενοι από αυτούς τους αλγόριθμους έχουν προσδιοριστεί από την Εταιρεία Αναλογιστών. Αλγόριθμοι για την πρόβλεψη του κόστους έχουν χρησιμοποιηθεί όχι μόνο από ιδιωτικές ασφαλιστικές εταιρείες, αλλά και από μη κερδοσκοπικά νοσοκομεία, ακαδημαϊκούς ομίλους και κυβερνητικές υπηρεσίες. Εδώ συζητάμε τις ηθικές και νομικές επιπτώσεις του αυξανόμενου ενδιαφέροντος μεταξύ των ασφαλιστών υγείας να συμπληρώσουν τις παραδοσιακές μεθόδους πρόβλεψης του κόστους με τέτοιου είδους αναλύσεις μεγάλων δεδομένων και επιστήμης δεδομένων. Ο ιδιωτικός τομέας έχει ηγηθεί της ανάπτυξης της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων με βάση την τεχνητή νοημοσύνη ως απάντηση σε διάφορες ανησυχίες, ιδίως εκείνες που αφορούν τον κίνδυνο ζημιών από την υποβολή μεγάλων απαιτήσεων και την ανίχνευση απάτης. Οι αλγόριθμοι αξιολόγησης ασφαλιστικού κινδύνου αναπτύσσονται για να προβλέψουν τη σχετική πιθανή αναλογία ζημιών ενός ατόμου, δηλαδή αν το κόστος των ασφαλιστικών απαιτήσεων του συγκεκριμένου ατόμου σε σχέση με τα καταβαλλόμενα ασφάλιστρα θα είναι υψηλότερο ή χαμηλότερο από τον μέσο όρο (Ho et al., 2020).

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση τέτοιων αλγορίθμων βαθμολόγησης περιλαμβάνουν: αξιοπιστία, επειδή η βελτιωμένη ικανότητα πρόβλεψης της μελλοντικής κατάστασης της υγείας των ασφαλισμένων θα μπορούσε να συσχετιστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια με τον κίνδυνο ζημίας- και αποτελεσματικότητα, από την ακριβέστερη κατανομή των πόρων. Συνήθως, τέτοιες βαθμολογίες δεν χρησιμοποιούνται μεμονωμένα για τον καθορισμό των τιμών των ασφαλιστρών ή για τον προσδιορισμό της ασφαλισιμότητας, δηλαδή για το αν ένα συγκεκριμένο άτομο μπορεί να ασφαλιστεί. Οι περισσότεροι ασφαλιστές χρησιμοποιούν μια ασφαλιστική βαθμολογία μαζί με άλλα είδη πληροφοριών (π.χ. ιστορικό ιατρικών απαιτήσεων) για να υποστηρίξουν τις αξιολογήσεις. Ενώ η ανάλυση μεγάλων δεδομένων έχει επιτρέψει την ανάπτυξη νέων παραγόντων αξιολόγησης, οι νέοι αυτοί παράγοντες έχουν οδηγήσει σε μεγαλύτερο αριθμό μικρότερων δεξαμενών κινδύνου, δηλαδή εξειδικευμένων προγραμμάτων ασφάλισης υγείας για άτομα που δεν μπορούν να λάβουν κανονική ασφαλιστική κάλυψη λόγω δαπανηρών προϋπαρχουσών παθήσεων. Όταν η διασύνδεση αυτών των ομάδων κινδύνου είναι περιορισμένη, η μεροληψία που προκύπτει από τον περιορισμένο αριθμό συνόλων δεδομένων θα μπορούσε να τιμωρήσει τα ήδη ευάλωτα άτομα. Προς το παρόν δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι το αυξανόμενο επίπεδο λεπτομέρειας των

αξιολογήσεων κινδύνου έχει οδηγήσει σε αποκλεισμό ατόμων υψηλού κινδύνου από την κάλυψη. Ωστόσο, ένας ευρέως χρησιμοποιούμενος αλγόριθμος έχει αποδειχθεί ότι έχει σημαντική φυλετική μεροληψία, επειδή οι μαύροι ασθενείς στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής απεικονίζονται ως πολύ πιο άρρωστοι από τους λευκούς ασθενείς με δεδομένη βαθμολογία κινδύνου. Αντίθετα, ένα ιδιαίτερα διασυνδεδεμένο και ολοκληρωμένο σύστημα δεδομένων θα μπορούσε να οδηγήσει σε ανησυχίες για μια παρεμβατική κοινωνία, όπου τα άτομα παρακολουθούνται στενά από τους υπεύθυνους επεξεργασίας δεδομένων. Η χρήση των μεγάλων δεδομένων και της ανάλυσης δεδομένων στην ασφάλιση υγείας έχει δυνητικά οφέλη, και μπορεί ακόμη και να είναι απαραίτητη για να ξεπεραστούν οι επίμονες προκλήσεις για την αποτελεσματική και δίκαιη κατανομή των κινδύνων και για την ενίσχυση των συστημάτων υγείας (Bohr & Memarzadeh, 2020).

Η δεοντολογική σχέση μεταξύ ασφαλιστή (δημόσιου ή ιδιωτικού) και ασφαλισμένου βασίζεται στην εμπιστοσύνη. Ερμηνεύοντας αυτή την ηθική σχέση από νομική άποψη, η εμπιστοσύνη είναι επίσης ένα μέσο για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ασύμμετρης πληροφόρησης, δηλαδή μιας κατάστασης όπου τα συναλλασσόμενα μέρη δεν έχουν ίση πρόσβαση στις σχετικές πληροφορίες. Ο ασφαλισμένος αναμένεται, και σε πολλές χώρες απαιτείται νομικά, να ενεργεί με καλή πίστη, και ο ασφαλιστής υποχρεούται επίσης νομικά να συμπεριφέρεται με ακεραιότητα. Η εμπιστοσύνη υπογραμμίζει τις πολιτικές διακυβέρνησης δεδομένων, οι οποίες επιδιώκουν να δώσουν στους ασφαλισμένους μεγαλύτερο έλεγχο των προσωπικών τους δεδομένων και να καθορίσουν τα όρια των δεδομένων που μπορούν να συλλέγουν οι ασφαλιστές για αναλογιστικούς σκοπούς, δηλαδή όταν οι ασφαλιστές προβαίνουν σε στατιστικούς υπολογισμούς της κατάστασης της υγείας ή/και του προσδόκιμου ζωής για να καθορίσουν την ασφαλιστική ικανότητα ενός προσώπου ή το καταβλητέο ασφάλιστρο. Για παράδειγμα, ορισμένοι τύποι γενετικών πληροφοριών δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους ασφαλιστές για να αποφασίσουν σχετικά με την ασφαλιστική ικανότητα σε ορισμένες χώρες (Bohr & Memarzadeh, 2020).

Η δεοντολογική και νομική γλώσσα της ιδιωτικής ζωής αποτελεί κοινή έκφραση αυτού του ελέγχου στο πλαίσιο της υγείας και των θεμάτων που σχετίζονται με την υγεία. Η έρευνα σχετικά με τις κατευθυντήριες γραμμές για την κοινή χρήση δεδομένων που εκδόθηκαν τις τελευταίες δύο δεκαετίες προσδιόρισε την αυτονομία και την ιδιωτικότητα των ανθρώπων, καθώς και την ποιότητα και τη διαχείριση των δεδομένων τους ως τα τρία πιο κοινά θέματα. Διαπιστώθηκε επίσης ότι η ιδιωτική ζωή αποτελεί ένα περιεκτικό και γενικότερο ζήτημα που σχετίζεται με τη δημοσιοποίηση προσωπικών πληροφοριών. Επιπλέον, ο βαθμός ελέγχου των

προσωπικών πληροφοριών του ατόμου και η εμπιστοσύνη εντοπίστηκαν επίσης ως ηθικές ανησυχίες που προκύπτουν από τη χρήση των προσωπικών δεδομένων που συλλέγονται στη ζωή ενός ατόμου. Με την αυξανόμενη χρήση της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, είναι επαρκής ο έλεγχος των πληροφοριών μέσω της προστασίας της ιδιωτικής ζωής και των σχετικών ρυθμίσεων για τη διατήρηση της εμπιστοσύνης; Στα πρώτα διακυβερνητικά πρότυπα για την τεχνητή νοημοσύνη για τη διατήρηση της εμπιστοσύνης και της αξιοπιστίας, ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης ζήτησε να αναπτυχθεί ένα πιο ποικιλόμορφο πλαίσιο δεοντολογίας και διακυβέρνησης. Όλοι οι φορείς με ενεργό ρόλο στα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, συμπεριλαμβανομένων των οργανισμών και των ατόμων που αναπτύσσουν ή λειτουργούν τεχνητή νοημοσύνη, καλούνται να προωθήσουν και να εφαρμόσουν πέντε συμπληρωματικές αρχές που βασίζονται σε αξίες για την υπεύθυνη διαχείριση της αξιόπιστης τεχνητής νοημοσύνης. Οι αρχές αυτές είναι οι εξής: (i) ανάπτυξη χωρίς αποκλεισμούς, βιώσιμη ανάπτυξη και ευημερία- (ii) αξίες και δικαιοσύνη με επίκεντρο τον άνθρωπο- (iii) διαφάνεια και επεξηγηματικότητα (δηλαδή οι διαδικασίες να είναι εμφανείς και ερμηνεύσιμες)- (iv) ευρωστία, ασφάλεια και προστασία- και (v) λογοδοσία. Επιπλέον, πέντε συστάσεις απευθύνονται στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, οι οποίες περιλαμβάνουν τη διαμόρφωση ενός ευνοϊκού πολιτικού περιβάλλοντος για την αξιόπιστη τεχνητή νοημοσύνη. Μια ανεξάρτητη ομάδα εμπειρογνομόνων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής απάντησε με ένα ηθικό πλαίσιο, το οποίο βασίζεται στα ανθρώπινα δικαιώματα και έχει τις ρίζες του στο σεβασμό της ανθρώπινης αξιοπρέπειας (Bohr & Memarzadeh, 2020).

Οι τέσσερις αρχές που προτείνονται στο πλαίσιο, ο σεβασμός της ανθρώπινης αυτονομίας, η πρόληψη της βλάβης, η δικαιοσύνη και η επεξηγηματικότητα, συνηγορούν υπέρ μιας ανθρωποκεντρικής προσέγγισης για την οικοδόμηση και τη διατήρηση της εμπιστοσύνης. Η δεοντολογική απαίτηση της εξηγήσιμότητας είναι σημαντική, διότι μια ανάλυση μεγάλων δεδομένων που βασίζεται σε τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μην είναι σε θέση να δημιουργήσει μια εξήγηση της απόφασής της. Δεδομένου ότι η ανάλυση βασίζεται σε πολλές από τις μεμονωμένες συσχετίσεις, ο εντοπισμός της τεχνικής και λογικής αιτιολόγησης πίσω από μια απόφαση που λαμβάνεται από έναν τέτοιο αλγόριθμο μπορεί να είναι δύσκολος. Στο πλαίσιο της υγειονομικής περίθαλψης, είναι επί του παρόντος δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να πούμε αν μια διαγνωστική με τη βοήθεια υπολογιστή που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη είναι πιο πιθανό ή όχι να ανιχνεύσει μια σπάνια πάθηση σε σύγκριση με έναν κλινικό εμπειρογνώμονα. Άλλοι έχουν υποστηρίξει ότι η ανάλυση μεγάλων δεδομένων που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη δεν είναι κατ' ανάγκη ανεξέλεγκτα συστήματα

λογισμικού μαύρου κουτιού, όπου οι αποφάσεις δεν μπορούν να εξηγηθούν. Το πρόβλημα της αδιαφανούς λήψης αποφάσεων μπορεί να αποφευχθεί με την απαίτηση, μέσω της αποτελεσματικής διακυβέρνησης, αυστηρής επιστήμης και μηχανικής στο σχεδιασμό, τη λειτουργία και την αξιολόγηση του συστήματος. Η χρήση της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, είτε στην ασφάλιση υγείας είτε σε άλλο πλαίσιο, είναι αξιόπιστη εάν το αποτέλεσμα μπορεί να επικυρωθεί από τους τελικούς χρήστες ή/και τα όργανα διακυβέρνησης. Αναμφισβήτητα, υπάρχει ήδη έλλειψη επεξηγηματικότητας και ενδεχομένως ακόμη και προκατάληψη στους τρόπους με τους οποίους εφαρμόζονται οι προβλέψεις κόστους και οι αναλογιστικές εκτιμήσεις κινδύνου στην ασφάλιση υγείας και σε άλλα πλαίσια. Από κοινωνικοτεχνική άποψη, η έλλειψη εξηγήσεων αντανακλά τις ανισορροπίες πληροφοριών και ισχύος μεταξύ των προγραμματιστών λογισμικού από τη μια πλευρά και των χρηστών από την άλλη. Εάν αφεθεί ανεξέλεγκτη, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων με βάση την τεχνητή νοημοσύνη θα διευρύνει τις υπάρχουσες διαφορές εξουσίας, οι οποίες με τη σειρά τους θα θέσουν σε κίνδυνο την αξιοπιστία και θα δημιουργήσουν δυσπιστία (Bohr & Memarzadeh, 2020).

3.1.Επιχειρηματική στρατηγική και τεχνολογίες στις ασφάλισεις υγείας

Η ασφάλιση υγείας αποτελεί κρίσιμη και ευαίσθητη απαίτηση της κοινωνίας, καθώς παρέχει προστασία έναντι απρόβλεπτων κινδύνων για την υγεία. Η ασφάλιση υγείας αποτέλεσε βασικό μηχανισμό χρηματοδότησης της υγειονομικής περίθαλψης για την αντιμετώπιση των αναγκών ενός μεγάλου πληθυσμού που δεν έχει κατάλληλη πρόσβαση σε ποιοτική υγειονομική περίθαλψη. Με την αυξανόμενη επιβάρυνση των ασθενειών του τρόπου ζωής στις αναδύμενες οικονομίες, όπως η Ινδία, ο ρόλος της ασφάλισης υγείας έχει καταστεί ζωτικής σημασίας για την παροχή προληπτικών λύσεων και λύσεων ευεξίας σε σύγκριση με τη θεραπευτική περίθαλψη. Η νεότερη γενιά που απασχολείται σε δουλειές με λευκά κολάρα είναι επιρρεπής σε ασθένειες του τρόπου ζωής λόγω της καθιστικής ζωής και της κατανάλωσης γρήγορου φαγητού. Τα μη μεταδοτικά νοσήματα, όπως τα καρδιαγγειακά, ο καρκίνος, οι χρόνιες αναπνευστικές παθήσεις και ο διαβήτης, συνέβαλαν στο 60% όλων των θανάτων στην Ινδία, μπροστά από τους τραυματισμούς και τις μεταδοτικές, μητρικές, προγεννητικές και διατροφικές παθήσεις. Μόνο το 15 % του 1,3 δισεκατομμυρίου πληθυσμού της Ινδίας καλύφθηκε από ασφάλιση υγείας και οι δαπάνες υγείας από την τσέπη παρέμειναν υψηλές στο 69 % των συνολικών δαπανών υγείας (Chatterjee et al., 2018).

Υπό αυτές τις συνθήκες, ο εντοπισμός των ομάδων κινδύνου και η στόχευση των παρεμβάσεων μέσω του μηχανισμού ασφάλισης υγείας θα μπορούσε να επιφέρει τις επιθυμητές βελτιώσεις στην κατάσταση της υγείας του πληθυσμού (Chatterjee et al., 2018). Οι ανάγκες ασφάλισης υγείας και οι κίνδυνοι υγείας διαφέρουν ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα, το φύλο, τον τρόπο ζωής, το επάγγελμα και την οικονομική κατάσταση των ατόμων. Η τμηματοποίηση του πληθυσμού με βάση την κατάσταση της υγείας του θα επέτρεπε στους ασφαλιστές υγείας να προσφέρουν τα κατάλληλα προϊόντα που στοχεύουν στις ανάγκες υγείας του πληθυσμού. Η υιοθέτηση της ασφάλισης υγείας θα ήταν υψηλότερη εάν αναπτύσσονταν εξατομικευμένα προϊόντα για αναγνωρισμένες ομάδες κινδύνου αντί για τυποποιημένα προϊόντα για όλα τα άτομα. Η υιοθέτηση ψηφιακών πλατφορμών από τους ασφαλιστές υγείας καθίσταται σταδιακά αναπόφευκτη για να παραμείνουν σχετικοί στην αγορά (Nayak and Bhattacharyya, 2019). Η εφαρμογή της φορητής τεχνολογίας είναι εκτεταμένη στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Οι φορητές συσκευές υγείας έχουν χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της εξέλιξης των καρδιαγγειακών παθήσεων και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ηλικιωμένου πληθυσμού που πάσχει από χρόνιες παθήσεις. Η φορητή τεχνολογία παρέχει στα άτομα μια προληπτική και θεραπευτική προσέγγιση της υγειονομικής περίθαλψης και, ως εκ τούτου, θα μπορούσε να απευθύνεται σε όλα τα δημογραφικά τμήματα. Καθώς οι εταιρείες ασφάλισης υγείας ασχολούνται με τη μακροπρόθεσμη διαχείριση των κινδύνων των ατόμων, η υιοθέτηση φορητών συσκευών θα μπορούσε να βοηθήσει στην πραγματοποίηση εστιασμένων παρεμβάσεων υγειονομικής περίθαλψης (Chatterjee et al., 2018).

Το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα εξαρτάται καθοριστικά από τους πόρους της επιχείρησης και τον τρόπο με τον οποίο κινητοποιούνται προς την επίτευξη των στόχων της επιχείρησης. Οι πηγές του βιώσιμου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος είναι δυναμικές και η φύση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, είτε προσωρινό είτε μόνιμο, καθορίζεται με βάση τον τρόπο με τον οποίο κάθε επιχείρηση εξισορροπεί αυτές τις πηγές. Οι επιχειρήσεις πρέπει να διαθέτουν δυναμικές ικανότητες για να ανταποκρίνονται στις προκλήσεις της μεταβαλλόμενης επιχειρηματικής πολυπλοκότητας. Η τεχνολογική ευστροφία και συγκεκριμένα η ανάλυση δεδομένων έχει αναγνωριστεί ως μια δυναμική ικανότητα του 21ου αιώνα που μπορεί να βελτιώσει τις επιδόσεις των επιχειρήσεων (Chatterjee et al., 2018). Η τεχνολογική πολιτική θεωρείται κρίσιμο στοιχείο της μακροπρόθεσμης στρατηγικής της επιχείρησης που μπορεί να αντιμετωπίσει την υιοθέτηση νέων πρωτοβουλιών και να προωθήσει καινοτομίες σε προϊόντα και υπηρεσίες.

Ως "μεγάλα δεδομένα" ορίζονται οι πληροφοριακοί πόροι που συνδέονται με υψηλό όγκο, ταχύτητα και ποικιλία και η μετατροπή τους σε αξία για την επιχείρηση. Η "ανάλυση μεγάλων δεδομένων" είναι η μέθοδος εξαγωγής αξίας από τις αδόμητες μεγάλες πηγές πληροφοριών (big data) με τη χρήση προηγμένων αναλυτικών εργαλείων. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων μπορεί να δημιουργήσει τεράστια επιχειρηματική αξία για τις επιχειρήσεις στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Τα αξεσουάρ που μπορούν να φορεθούν απευθείας στο ανθρώπινο σώμα και διαθέτουν ενσωματωμένη ηλεκτρονική τεχνολογία είναι γνωστά ως προϊόντα φορητής τεχνολογίας. Η φορητή τεχνολογία είναι ένα υποσύνολο του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) που χρησιμοποιεί μικροτσιπ, αισθητήρες και ασύρματες συσκευές συνδεδεμένες με διακομιστές που συλλέγουν δεδομένα σχετικά με τις ατομικές συμπεριφορές και πρακτικές. Αυτή η τεχνολογία με τη μορφή συσκευών που συνδέονται μεταξύ του χρήστη (πελάτη) και των παρόχων υπηρεσιών (ασφαλιστές και προγραμματιστές εφαρμογών) είναι βέβαιο ότι θα αλλάξει τη φύση του ανταγωνισμού των τελευταίων. Η ασφαλιστική βιομηχανία μπορεί να παρέχει εξατομικευμένες λύσεις και προϊόντα στους πελάτες της χρησιμοποιώντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τον τρόπο ζωής ενός ατόμου που παράγονται από την τεχνολογία wearable. Η φορητή τεχνολογία μπορεί να διαιρεθεί σε δύο μεγάλες κατηγορίες, δηλαδή σε συσκευές γυμναστικής και συσκευές υγειονομικής περίθαλψης (Chatterjee et al., 2018). Η πρώτη κατηγορία έχει ως στόχο να παρέχει στα άτομα ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με το πρόγραμμα γυμναστικής τους μέσω δομημένων συστημάτων χαρτογράφησης στόχων. Η δεύτερη κατηγορία επιτρέπει την παροχή στοχευμένων σχεδίων θεραπείας για τους ασθενείς που πάσχουν από ασθένειες που απαιτούν συνεχή παρακολούθηση. Προϊόντα φορητής τεχνολογίας υπάρχουν με τη μορφή ρολογιών καρπού, βραχιολιών, αισθητήρων, βηματόμετρων, βομβητών, κινητών τηλεφώνων, επιθέματα δέρματος, ενδυμάτων, φωτογραφικών μηχανών, ακουστικών, γυαλιών και συσκευών παρακολούθησης. Τα δερματικά επιθέματα και οι μετρητές θερμίδων βοηθούν τα άτομα στην τήρηση της διακοπής του καπνίσματος και προωθούν τις υγιεινές διατροφικές συνήθειες. Οι κορυφαίες μάρκες στις φορητές συσκευές περιλαμβάνουν τα Apple Watch, Fitbit, Google Fit, Samsung Gear και Jawbone (Chatterjee et al., 2018).

Οι φορητοί βιοαισθητήρες φέρνουν επανάσταση στον τομέα της κλινικής διάγνωσης, επιτρέποντας στους γιατρούς να παρακολουθούν εξ αποστάσεως τις παραμέτρους υγείας των ασθενών και να συσχετίζουν τυχόν συμπτώματα με τον τρόπο ζωής ενός ατόμου. Οι φορητοί αισθητήρες που μπορούν να φορεθούν στο κολάρο του πουκαμίσου ή να μεταφερθούν από ένα άτομο μπορούν να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τους ρυθμούς καρδιακών

παλμών, την αρτηριακή πίεση και τη λειτουργία της καρδιάς ακόμη και όταν ο ασθενής βρίσκεται μακριά από τον γιατρό. Με τον τρόπο αυτό εξαλείφονται τα γεωγραφικά και φυσικά όρια μεταξύ γιατρών και ασθενών. Με την αυξανόμενη επιβάρυνση των ασθενειών και τα ζητήματα προσβασιμότητας για την ποιοτική υγειονομική περίθαλψη και την παροχή υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να γίνουν δίκαια σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές μέσω της προηγμένης τεχνολογίας υγειονομικής περίθαλψης. Η ενσωμάτωση της ψηφιακής διεπαφής του ασφαλιστή με δεδομένα από αισθητήρες, wearables και συσκευές ιατρικής παρακολούθησης μπορεί να δημιουργήσει καλύτερη τμηματοποίηση των πελατών. Τα μεγάλα δεδομένα έχει διαπιστωθεί ότι αποτελούν πηγή ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος για τις επιχειρήσεις, εάν υποστηρίζονται από μια κουλτούρα προσανατολισμού στα δεδομένα, διοικητική υποστήριξη και κατάλληλες στρατηγικές διαχείρισης γνώσης (Chatterjee et al., 2018).

3.2. Κοινωνικές επιστημονικές προοπτικές της ασφάλισης με βάση τη συμπεριφορά

Η ιδέα της χρήσης της φορητής τεχνολογίας και της ανάλυσης (μεγάλων) δεδομένων στην ασφάλιση έχει κερδίσει όλο και μεγαλύτερη προσοχή στο δεύτερο μισό της δεκαετίας του 2010. Ακόμα και μεγάλες ασφαλιστικές εταιρείες, όπως η John Hancock, έχουν διερευνήσει τις δυνατότητες ενσωμάτωσης δεδομένων αυτο-παρακολούθησης - για παράδειγμα, δεδομένα που παράγονται από βραχιολάκια δραστηριότητας και έξυπνα ρολόγια - στα συμβόλαιά τους (Sullivan, 2018). Οι παράγοντες από τον ασφαλιστικό και τον τεχνολογικό τομέα βλέπουν αυτού του είδους τις λύσεις "insurtech" ως ανασταλτικούς παράγοντες στην ασφαλιστική αγορά. Ορισμένοι υποστηρίζουν ότι μετασχηματίζουν τις ασφαλιστικές συναλλαγές, και ίσως ολόκληρη την επιχείρηση, από απρόσωπες σε πιο εξατομικευμένες (Sullivan, 2018). Στα οράματα των ασφαλιστών και των τεχνολογικών εταιρειών, τα δεδομένα που παρακολουθούνται από τους ίδιους τους πελάτες μπορούν να επιστρέφουν στους πελάτες για να "ωθούν" τις ενέργειές τους.

Πιο συγκεκριμένα, οι πολιτικές αποσκοπούν στη χειραγώγηση της συμπεριφοράς των πελατών και στην αύξηση της δέσμευσης των πελατών μέσω της παροχής κινήτρων για ασφαλείς και υγιεινές συνήθειες (Sullivan, 2018). Επιπλέον, τα δεδομένα θα μπορούσαν να

χρησιμοποιηθούν σε υπολογισμούς κινδύνου και σε προγνωστικά ασφαλιστήρια συμβόλαια, ώστε να προσφέρονται "εξατομικευμένες και επομένως ιδιαίτερα κερδοφόρες πολιτικές" (Wiegard et al., 2019: 64). Αυτού του είδους οι λύσεις που στοχεύουν τόσο στην εξατομίκευση των προϊόντων όσο και των τιμών (McFall, 2019) αποτελούν παραδείγματα εξατομίκευσης με βάση τη συμπεριφορά στην ασφάλιση - μια διαδικασία κατά την οποία "οι αγορές και οι υπηρεσίες επικεντρώνονται όλο και περισσότερο στη συμπεριφορά και τον τρόπο ζωής των παραγόντων".

Η εξατομίκευση με βάση τη συμπεριφορά, ειδικά στην περίπτωση των ασφαλιστηρίων συμβολαίων υγείας και ζωής, μπορεί να θεωρηθεί ως μέρος της ευρύτερης διαφημιστικής εκστρατείας γύρω από την ψηφιακή υγεία. Η προσδοκία είναι ότι οι νέες ψηφιακές τεχνολογίες και η εκτεταμένη άντληση δεδομένων θα επιτρέψουν την εξατομικευμένη ιατρική και θα οδηγήσουν σε καλύτερα αποτελέσματα στην υγεία και σε αποδοτικότερες δαπάνες. Για παράδειγμα, οι φορητές συσκευές μπορούν να βοηθήσουν τους χρήστες να αποκτήσουν τον έλεγχο της υγείας τους και να δημιουργήσουν εξοικονόμηση στο κόστος της υγειονομικής περίθαλψης. Έτσι, η εφαρμογή τους σε διάφορα θεσμικά πλαίσια, όπως η ασφάλιση και η υγειονομική περίθαλψη, έχει αποκτήσει σημαντικό ενδιαφέρον. Ο τομέας της ψηφιακής υγείας, ή "mHealth", έχει αναλυθεί και επικριθεί εκτενώς από τους κοινωνικούς επιστήμονες, οι οποίοι εστιάζουν στον "datafication": "τη μετατροπή των ποιοτικών πτυχών της ζωής σε ποσοτικοποιημένα δεδομένα". Οι ερευνητές έχουν αναλύσει την εμφάνιση νέων ειδών συναρμολογήσεων δεδομένων και καθημερινών εμπλοκών με "διπλά δεδομένα". Έχουν επίσης συζητήσει τις ανισότητες στο πλαίσιο της ψηφιοποιημένης υγείας, τονίζοντας τις ασύμμετρες σχέσεις μεταξύ των "πλούσιων σε δεδομένα" (π.χ. εταιρείες, ιδρύματα και κυβερνήσεις) και των "φτωχών σε δεδομένα" (άτομα) και τους αρνητικούς βρόχους ανατροφοδότησης που μπορούν να δημιουργήσουν τα αλγοριθμικά συστήματα. Η εξατομίκευση με βάση τη συμπεριφορά στην ασφάλιση (ή η λεγόμενη "ασφάλιση με βάση τη συμπεριφορά") έχει επίσης αποτελέσει αντικείμενο τέτοιας έρευνας. Ειδικότερα, οι μελέτες κριτικών δεδομένων και η κοινωνιολογία της ασφάλισης έχουν συζητήσει αυτές τις νέες πολιτικές.

Κατ' αρχάς, η βιβλιογραφία των μελετών κριτικών δεδομένων υπογραμμίζει τις εκμεταλλευτικές πτυχές της ασφάλισης βάσει συμπεριφοράς. Οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες θεωρούν το αμάλγαμα της ασφάλισης και των τεχνολογιών αυτοπαρακολούθησης ως μια δυστοπική εκδοχή του "φορητού ονείρου" που ενσωματώνει τη σκοτεινή πλευρά της "κουλτούρας των μετρήσεων": παρακολούθηση δεδομένων, διακρίσεις και αποκλεισμός

(Ajana, 2017). Αυτές οι συχνά εμπνευσμένες από τον Φουκώ λίγες φορές μελέτες διεξάγουν ελάχιστη εμπειρική ανάλυση σχετικά με τις υπάρχουσες ασφαλιστικές πολιτικές που βασίζονται στη συμπεριφορά, αλλά τις χρησιμοποιούν για να αναπαραστήσουν τις αρνητικές πλευρές του datafication. Δεύτερον, μελετητές από τον τομέα της κοινωνιολογίας της ασφάλισης υπογραμμίζουν τη σημασία της προσέγγισης της ασφάλισης ως ειδικού πλαισίου για την ανάπτυξη εξατομικευμένων λύσεων. Με τις πρακτικές της συγκέντρωσης κινδύνων και της ανάληψης κινδύνων, η "ασφάλιση όπως την ξέρουμε" (Meyers, 2018) είναι τόσο μια τεχνική συλλογικοποίησης όσο και μια τεχνική εξατομίκευσης. Μια παρόμοια δυναμική παίζεται με την εξατομίκευση - παράλληλα με τις πρακτικές εξατομίκευσης, αποτελεί μια σχέση μεταξύ ενός ατόμου και μιας ομάδας αναφοράς. Έτσι, οι ασφαλιστικές μελέτες εξετάζουν πώς η εξατομίκευση μεταβάλλει τις πρακτικές επιλογής και τιμολόγησης του κινδύνου ή αν τις μεταβάλλει καθόλου, καθώς και κατά πόσον η λογική της αλγοριθμικής εξατομίκευσης μπορεί να συνδυαστεί με στατιστικές αντιλήψεις του κινδύνου (McFall, 2019). Οι μελέτες αυτές χρησιμοποιούν προοπτικές από τις σπουδές επιστήμης και τεχνολογίας (STS) και ασχολούνται με την εμπειρική ανάλυση.

Επιτήρηση δεδομένων και ζητήματα προστασίας της ιδιωτικής ζωής

Ένα επαναλαμβανόμενο θέμα στη βιβλιογραφία είναι ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες επιτρέπουν νέους τρόπους επιτήρησης - ή "επιτήρηση δεδομένων". Αντί να "παρακολουθούνται από ψηλά", η πληροφοριοποίηση νέων τομέων της ζωής υποβάλλει τους ανθρώπους στη συνεχή και καταναμημένη παρακολούθηση της συμπεριφοράς τους. Η ασφάλιση με βάση τη συμπεριφορά χρησιμοποιείται ως παράδειγμα αυτού του είδους της λογικής. Οι ασφαλιστικές εταιρείες, μαζί με άλλους θεσμούς που χρησιμοποιούν δεδομένα, συζητούνται ως διαρκώς παρακολουθούν τα ψηφιακά ίχνη των ανθρώπων. Έτσι, η ασφάλιση θεωρείται μέρος μιας ευρύτερης τάσης κατά την οποία οι άνθρωποι παρακολουθούνται και λαμβάνουν εξωτερικά κίνητρα, ωθούνται ή ακόμη και εξαναγκάζονται να συμμετάσχουν σε αυτοπαρακολούθηση τόσο σε δημόσια όσο και σε ιδιωτικά θεσμικά πλαίσια, όπως η τριτοβάθμια εκπαίδευση, η υγειονομική περίθαλψη και το σωφρονιστικό σύστημα. Αυτοί οι θεσμοί που συμμετέχουν στην ψηφιοποιημένη επιτήρηση της υγείας θεωρούνται ότι αποτελούν το "σύνολο των επιτηρητών της δημόσιας υγείας" που ενισχύει τις κανονιστικές αντιλήψεις για την υγεία και πειθαρχεί στα άτομα που δεν συμμορφώνονται με αυτές (Sanders, 2017: 44). Η κριτική έρευνα εγείρει ερωτήματα που εξετάζουν την ιδιωτικότητα των δεδομένων και τις δυνατότητες των χρηστών να διαχειρίζονται τη ροή των δεδομένων τους. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, στην τρέχουσα "κουλτούρα διαμοιρασμού δεδομένων",

οι χρήστες των συσκευών αυτοπαρακολούθησης έχουν ελάχιστο έλεγχο στις κινήσεις των δεδομένων τους (Ajana, 2017).

Οι μελετητές φοβούνται ότι τα συγκεντρωτικά δεδομένα, όπως τα δεδομένα των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, τα ιατρικά αρχεία και τα δεδομένα από τις εφαρμογές υγείας, θα μπορούσαν να πωληθούν σε τρίτους, όπως οι ασφαλιστές, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ζητήματα προστασίας της ιδιωτικής ζωής και πρακτικές εκμετάλλευσης. Η Ajana (2017: 11) υποστηρίζει ότι σε κοινωνίες όπου οι υπηρεσίες υγείας ιδιωτικοποιούνται όλο και περισσότερο, η διασφάλιση της ιδιωτικότητας των δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για την αποτροπή "της πλήρους μεταφοράς της εξουσίας από τα άτομα και τις κοινότητες σε οργανισμούς και βιομηχανίες, όπως οι ασφαλιστικές και οι φαρμακευτικές εταιρείες". Ωστόσο, επειδή το δικαίωμα της ασφαλιστικής βιομηχανίας να συλλέγει δεδομένα θεωρείται συχνά ως βασική προϋπόθεση για τις δραστηριότητές της, η επίδραση, για παράδειγμα, του Γενικού Κανονισμού της ΕΕ για την Προστασία Δεδομένων (ΓΚΠΔ) θα μπορούσε να είναι περιορισμένη, επειδή ρυθμίζει μόνο τη χρήση των δεδομένων και όχι τη συλλογή τους. Έτσι, οι προστασίες που βασίζονται στις παραδοσιακές έννοιες της "ιδιωτικής ζωής" (όπως η συγκατάθεση μετά από ενημέρωση) ενδέχεται να μην επαρκούν για την αντιμετώπιση αυτής της συνεχούς παρακολούθησης (Couldry and Yu, 2018).

Υπευθυνότητα, διακρίσεις και αποκλεισμός

Η κριτική έρευνα ισχυρίζεται ότι η ασφάλιση βάσει συμπεριφοράς είναι ένας τρόπος για να καταστήσει τους ασφαλισμένους περισσότερο υπεύθυνους για τις καθημερινές τους πράξεις και την υγεία τους. Οι πολιτικές αυτές θεωρούνται νεοφιλελεύθερη τεχνική που προωθεί τον υπεύθυνο και παραγωγικό επιχειρηματικό εαυτό και αμφισβητούνται για την έλλειψη προσοχής στις κοινωνικές, πολιτισμικές και πολιτικές πτυχές της συμπεριφοράς υγείας και της χρήσης της ψηφιακής τεχνολογίας (Ajana, 2017). Αρκετές μελέτες χρησιμοποιούν τα προγράμματα ευεξίας στο χώρο εργασίας στις ΗΠΑ, τα οποία συνήθως δημιουργούνται από ασφαλιστικές εταιρείες υγείας, ως περιγραφικό παράδειγμα της τάσης να αυξηθεί η ευθύνη των ανθρώπων για την υγεία τους και να ομαλοποιηθούν ορισμένα είδη σωμάτων και τρόπου ζωής. Με την παροχή κινήτρων για "υγιή" συμπεριφορά, οι χρήστες εκπαιδεύονται όχι μόνο να παράγουν δεδομένα για να τα αξιοποιήσουν οι εταιρείες, αλλά και να παράγουν τα κατάλληλα είδη δεδομένων για να αποδείξουν ότι καταφέρνουν να κυριαρχήσουν στην ευημερία τους. Ωστόσο, υποστηρίζεται ότι η παροχή κινήτρων για "υγιή" συμπεριφορά απλώς αποσπά την προσοχή από το γεγονός ότι οι ασφαλιστές (και οι

εργοδότες) έχουν ελάχιστο πραγματικό ενδιαφέρον για την υγεία των πελατών και μεγάλο ενδιαφέρον για τη χρήση των δεδομένων τους για κέρδος (Gidaris, 2019).

Εκτός από την υπευθυνότητα, οι ασφαλιστικές πολιτικές που βασίζονται στη συμπεριφορά θεωρείται ότι αλλοιώνουν την αυτονομία των χρηστών τους. Για παράδειγμα, τα (οικονομικά) κίνητρα και τα "σπρωξίματα" που προσφέρουν τα προγράμματα ευεξίας στον χώρο εργασίας που σχετίζονται με την ασφάλιση θεωρούνται παραβίαση της ιδιωτικότητας των αποφάσεων και της διαβουλευτικής αυτονομίας των ανθρώπων, καθώς παρεμβαίνουν στην ελευθερία των χρηστών να λαμβάνουν τις δικές τους αποφάσεις. Επιπλέον, οι άνθρωποι μπορεί να έχουν ελάχιστα περιθώρια να εξαιρεθούν από τα συστήματα ευεξίας, παρόλο που χρησιμοποιείται συχνά η ρητορική της "επιλογής" (Gidaris, 2019). Για παράδειγμα, τα άτομα που αρνούνται να αυτοελέγχονται μπορεί να θεωρηθούν ανεπαρκείς εργαζόμενοι ή να αντιμετωπίσουν υψηλότερα ασφάλιστρα. Έτσι, οι πολιτικές ενδέχεται να οδηγήσουν σε "απρόβλεπτες προκλήσεις", όπως διακρίσεις και αποκλεισμό εργαζομένων που δεν θέλουν να συμμετάσχουν σε αυτές. Επιπλέον, πιστεύεται ότι τα νέα συστήματα ασφάλισης έχουν τη δυνατότητα να διαφοροποιούν τους πελάτες και να εξατομικεύουν τα ασφάλιστρα. Οι συνεχείς ροές προσωπικών δεδομένων θα μπορούσαν να τους επιτρέψουν να υπολογίζουν ακριβέστερα, ή ακόμη και προσωπικά, ασφάλιστρα με προσαρμογές των ποσοστών σε πραγματικό χρόνο.

Αυτού του είδους η εξατομικευμένη τιμολόγηση θα μπορούσε να επηρεάσει τις αντιλήψεις περί αμοιβαιότητας και αλληλεγγύης, καθώς η εξατομικευμένη αξιολόγηση του κινδύνου και η τιμολόγηση "καθιστούν δυνατές διακρίσεις που δεν ήταν προηγουμένως ανιχνεύσιμες" (Konig, 2017). € Κατά συνέπεια, οι ασφαλιστικές πολιτικές που βασίζονται στη συμπεριφορά θα μπορούσαν να δημιουργήσουν ενοχλητικούς βρόχους ανατροφοδότησης, να παράγουν νέες κατηγορίες διαφοράς και να ενισχύσουν τις υφιστάμενες ανισότητες (Ajana, 2017). Για παράδειγμα, οι πολιτικές μπορεί να αποκλείουν τα άτομα με αναπηρία, καθώς οι φορητές συσκευές παρακολουθούν μόνο συγκεκριμένες παραμέτρους της άσκησης, όπως τα βήματα (Elman, 2018: 3766-3767). Ως εκ τούτου, άτομα με "κακούς" κινδύνους, όπως ασθένειες, ή άτομα με λιγότερους πόρους -που έχουν μεγαλύτερη ανάγκη από ασφάλιση- μπορεί τελικά να μην μπορούν να έχουν πρόσβαση ή να πληρώσουν για συμβόλαια.

Πρόσληψη, άμισθη εργασία και καπιταλισμός επιτήρησης

Τέλος, οι κριτικοί ερευνητές συζητούν τους τρόπους με τους οποίους οι ασφαλιστές χρησιμοποιούν τα δεδομένα που παράγονται από τις νέες ψηφιακές τεχνολογίες για να αποφέρουν μεγαλύτερα κέρδη. Αυτή η εκμετάλλευση των δεδομένων των πελατών συζητείται με όρους *prosumption*, (ψηφιακής) άμισθης εργασίας και καπιταλισμού επιτήρησης (Gidaris, 2019). Για παράδειγμα, διαπιστώνεται ότι όταν οι χρήστες συμμετέχουν σε πρακτικές αυτοπαρακολούθησης και επιτρέπουν τη συλλογή των δεδομένων τους, κατά κάποιον τρόπο εργάζονται για τις εταιρείες (Gidaris, 2019).

Οι ερευνητές συζητούν επίσης τη δημιουργία εσόδων μέσω της παρακολούθησης, της πρόβλεψης και της τροποποίησης της συμπεριφοράς των ανθρώπων με όρους "καπιταλισμού επιτήρησης" (Gidaris, 2019). Στο βιβλίο της, *The Age of Surveillance Capitalism* (2019), η Zuboff χρησιμοποιεί ως παράδειγμα αυτής της λογικής τις ασφαλιστικές πολιτικές αυτοκινήτων που χρησιμοποιούν συσκευές τηλεματικής. Υποστηρίζει ότι οι συνεχείς ροές δεδομένων που παράγουν οι συσκευές παρακολούθησης θα μπορούσαν να επιτρέψουν στις ασφαλιστικές εταιρείες να μειώσουν την αβεβαιότητα και να επικεντρωθούν στην πρόβλεψη και τη διαχείριση των ατομικών κινδύνων (Zuboff, 2019). Σύμφωνα με τον Zuboff (2019), ο στόχος των ασφαλιστών είναι να δημιουργήσουν "εγγυημένα αποτελέσματα" μέσω δύο λειτουργιών: (1) της επαναφοράς των δεδομένων στους οδηγούς και (2) της χρήσης τους για προγνωστικούς υπολογισμούς. Η αυξημένη προβλεψιμότητα και οι εξατομικευμένοι υπολογισμοί του κινδύνου θα μπορούσαν στη συνέχεια να δημιουργήσουν ένα "πλεόνασμα συμπεριφοράς", καθώς τα ασφάλιστρα θα μπορούσαν να "αυξάνονται και να μειώνονται από χιλιοστό του δευτερολέπτου", δημιουργώντας εξοικονόμηση κόστους και αποτελεσματικότητα (Zuboff, 2019). Ο Zuboff (2019) θεωρεί τον καπιταλισμό της επιτήρησης ως μια εκμεταλλευτική και παρασιτική οικονομική λογική που απειλεί την ανθρώπινη φύση, τη δημοκρατία της αγοράς και την κυριαρχία των ατόμων. Υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι αγνοούν ως επί το πλείστον τον έλεγχο και την επιτήρηση που στρέφεται προς αυτούς (Zuboff, 2019).

Μια προσέγγιση της δεδομένης εξουσίας στην ασφάλιση

Τα επιχειρήματα που διατυπώνονται σχετικά με την ασφάλιση με βάση τη συμπεριφορά φαίνεται να συμμορφώνονται με τα γενικά επιχειρήματα της βιβλιογραφίας των κριτικών μελετών δεδομένων. Σύμφωνα με αυτό που οι Ruckenstein και Schull (2017) αποκαλούν "προσέγγιση της *datafied* εξουσίας", η ασφάλιση συζητείται μέσα από ζητήματα όπως η επιτήρηση δεδομένων, η εκμετάλλευση των προσωπικών δεδομένων υγείας και η αντικειμενοποίηση των σωμάτων. Σε πολλές περιπτώσεις, η έρευνα είναι εμπνευσμένη από

τον Φουκώ, χρησιμοποιώντας τις έννοιες της βιοπολιτικής και της νεοφιλελεύθερης υποκειμενοποίησης. Ορισμένοι μελετητές φαίνεται να αντλούν από νεομαρξιστικές προοπτικές, συζητώντας θέματα όπως η εμπορευματοποίηση των προσωπικών δεδομένων και η απλήρωτη ψηφιακή εργασία. Λίγες μόνο μελέτες αναλύουν εμπειρικά δεδομένα, αλλά σε αυτές τις περιπτώσεις τα νέα ασφαλιστικά συστήματα δεν βρίσκονται στο επίκεντρο της ανάλυσης. Συνήθως, η ασφάλιση συζητείται μαζί με άλλους θεσμούς που αξιοποιούν τα προσωπικά δεδομένα και οι πολιτικές που βασίζονται στη συμπεριφορά αναφέρονται ως παραδείγματα των πιθανών αρνητικών συνεπειών του datafication και της τάσης της αυτοπαρακολούθησης. Ορισμένα άρθρα δανείζονται εμπειρικά παραδείγματα από κείμενα των μέσων ενημέρωσης, όπως άρθρα που δημοσιεύονται στο Forbes, για να αναδείξουν τις πρόσφατες εξελίξεις και τις δυνατότητες εξατομίκευσης βάσει συμπεριφοράς στην ασφάλιση.

Σε γενικές γραμμές, η βιβλιογραφία δεν είναι εμπειρικά καλά ενημερωμένη σχετικά με την εξατομίκευση στην ασφάλιση με βάση τα Μεγάλα Δεδομένα. Η εστίαση επικεντρώνεται κυρίως στις ΗΠΑ, πλαίσιο όπου ο νόμος περί προσιτής περίθαλψης (Affordable Care Act - ACA) (2010) ενθάρρυνε τη χρήση προληπτικών μέτρων και τεχνολογιών υγείας στην ασφάλιση και την υγειονομική περίθαλψη (Hull and Pasquale, 2018). Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μεροληπτικές υποθέσεις σχετικά με την εξατομίκευση στην ασφάλιση με τη χρήση μεγάλων δεδομένων, καθώς οι μελετητές παραβλέπουν περιπτώσεις εκτός των ΗΠΑ, όπου οι αγορές και τα νομικά πλαίσια μπορεί να είναι διαφορετικά. Η προσέγγιση της εξουσίας των δεδομένων έχει επικριθεί για την έλλειψη εμπειρικής προσοχής στους διαφορετικούς φορείς και στόχους που παίζουν ρόλο (Ruckenstein and Schull, 2017). Έχει επίσης αμφισβητηθεί για το γεγονός ότι είναι κερδοσκοπική, ότι διαμορφώνει τους χρήστες των φορητών συσκευών με μη ρεαλιστικούς τρόπους και ότι αγνοεί τις καθημερινές εμπειρίες των χρηστών. Εξαιτίας της έντονης έμφασής της στις εκμεταλλευτικές πτυχές του datafication, η προσέγγιση της datafied power σπάνια εξετάζει περιπτώσεις "μη συμμόρφωσης, οικειοποίησης και υπαρξιακής δυνατότητας" (Ruckenstein and Schull, 2017). Αυτό είναι προβληματικό, καθώς μπορεί να ενισχύσει τις παραδοσιακές ιδέες ορισμένων αξιών, όπως η κατανόηση της ατομικής αυτονομίας ως έλλειψη περιορισμών, ενώ αγνοεί πρακτικές και τρόπους συλλογισμού που αντιστέκονται όντως στην κυρίαρχη τάξη.

Κατανόηση της ασφάλισης

Η "ασφάλιση όπως την ξέρουμε" είναι ένας συλλογικός μηχανισμός για τον μετριασμό του κινδύνου. Η ασφάλιση τυποποιεί τα αβέβαια επιβλαβή γεγονότα, τους αποδίδει χρηματική αξία και κατανέμει την ευθύνη πληρωμής. Στους αναλογιστικούς υπολογισμούς,

χρησιμοποιούνται στατιστικές μέθοδοι για την αντικειμενοποίηση της αβεβαιότητας σε προβλέψιμους κινδύνους. Η ασφάλιση αντιμετωπίζει μόνο τους "ασφαλίσιμους κινδύνους" που θεσπίζονται σε αυτούς τους υπολογισμούς - δηλαδή τα υπολογίσιμα επιβλαβή γεγονότα που προκαλούν οικονομικές απώλειες και συμβαίνουν τυχαία σε ένα σύνολο ανθρώπων. Κατά συνέπεια, οι κίνδυνοι μπορούν να υπολογιστούν μόνο σε επίπεδο πληθυσμού και είναι πάντα συλλογικοί. Κατόπιν αυτού, η ασφάλιση είναι ένας συλλογικός μηχανισμός στον οποίο μια ομάδα ανθρώπων που αντιμετωπίζει τον ίδιο κίνδυνο καλύπτει την επέλευση του εν λόγω κινδύνου για το "σύνολο της ομάδας". Εξαιτίας αυτού, όλα τα συστήματα ασφάλισης συνεπάγονται μια πρακτική μορφή αλληλεγγύης. Τόσο τα οράματα της ασφαλιστικής όσο και της τεχνολογικής βιομηχανίας και οι κριτικοί σχολιασμοί αυτών των προοπτικών προϋποθέτουν τη μετάβαση από αυτό το συλλογικό μοντέλο σε πιο εξατομικευμένες εκφάνσεις του κινδύνου, καθώς πιστεύουν ότι τα δεδομένα συμπεριφοράς μπορούν να παρακάμψουν την εξάρτηση από τις παραδοσιακές ομαδικές ταξινομήσεις (Zuboff, 2019). Ωστόσο, καθώς η έννοια του κινδύνου είναι εγγενώς συλλογική, είναι αμφίβολο αν μπορούν να υπάρξουν "ατομικοί κίνδυνοι" ή αν ο προσδιορισμός του κινδύνου σε ατομικό επίπεδο είναι κάτι άλλο από εικασίες (McFall, 2019).

Κατά συνέπεια, τα δεδομένα αυτοπαρακολούθησης θα μπορούσαν ίσως να χρησιμοποιηθούν στους υπολογισμούς κινδύνου, αλλά θα πρέπει να ενσωματωθούν στην ασφαλιστική υποδομή για να παράγουν ουσιαστικά αποτελέσματα (McFall, 2019). Έτσι, η χρήση ψηφιακών δεδομένων θα ευθυγραμμιζόταν πιθανότατα με τις πρακτικές ανάληψης κινδύνων που ήδη λαμβάνουν χώρα στην ασφάλιση. Κατά κάποιον τρόπο, η εξατομίκευση δεν είναι κάτι καινούργιο στην ασφάλιση, καθώς η "ασφάλιση όπως την ξέρουμε" τόσο δημιουργεί συλλογικότητες όσο και διακρίνει τα μέλη ανάλογα με την πιθανότητα κινδύνου τους. Κατά τη διαδικασία ανάληψης κινδύνου, προσδιορίζεται μια συγκεκριμένη πιθανότητα για κάθε μέλος της συλλογικότητας με τη χρήση υπολογιστικών μέσων, όπως ερωτηματολόγια υγείας. Τα ασφάλιστρα, ωστόσο, δεν διαφοροποιούνται ανάλογα με τις ατομικές ιδιότητες, αλλά αντίθετα βασίζονται σε συγκεκριμένα ομαδικά χαρακτηριστικά (McFall, 2019). Έτσι, αν και η ασφάλιση εξατομικεύει τον κίνδυνο, πρόκειται για εξατομίκευση που είναι σχετική με τα άλλα μέλη της συλλογικότητας. Η διαδικασία αναδοχής δεν είναι ένα απλό τεχνικό μέτρο.

Νομικά πλαίσια

Ο ασφαλιστικός κλάδος είναι ένας ιδιαίτερα ρυθμισμένος τομέας, με νομοθεσία που στοχεύει στις πρακτικές επιλογής κινδύνου και ανάληψης κινδύνων (Meyers, 2018). Οι

ασφαλιστές μπορούν να χρησιμοποιούν μόνο "σχετικά και αξιόπιστα" δεδομένα στους υπολογισμούς κινδύνου. Επιπλέον, η χρήση προστατευόμενων χαρακτηριστικών, όπως η θρησκεία, ο σεξουαλικός προσανατολισμός και η εθνικότητα, απαγορεύεται από τους νόμους κατά των διακρίσεων (McFall, 2019). Το αίτημα για τέτοιου είδους προστασία απορρέει από το ζήτημα της αλληλεγγύης: Ποιος θεωρείται επιλέξιμος για ασφάλιση και ποια είδη κινδύνων θεωρούνται ότι αξίζει να ασφαλιζονται. Επειδή η ασφάλιση θεωρείται γενικά ως μέσο αλληλεγγύης αντί για διακρίσεις και η πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη ορίζεται ως θεμελιώδες δικαίωμα, οι προσπάθειες των ασφαλιστών να περιορίσουν τη δεξαμενή κινδύνου έχουν αντιμετωπιστεί με κριτικό έλεγχο. Τα τελευταία χρόνια έχουν θεσπιστεί κανονισμοί κατά των διακρίσεων τόσο σε εθνικό όσο και σε υπερεθνικό επίπεδο, οι οποίοι απαγορεύουν τη χρήση γονιδιωματικών δεδομένων, προϋπαρχουσών παθήσεων (McFall, 2019) και φύλου. Ο πολλαπλασιασμός των νόμων κατά των διακρίσεων έδωσε αφορμή για τη συζήτηση σχετικά με την οικονομική βιωσιμότητα του ασφαλιστικού κλάδου και το "δικαίωμα των ασφαλιστών να αναλαμβάνουν κινδύνους" (Meyers and Van Hoyweghen, 2017). Οι Meyers και Van Hoyweghen (2017) εκτίμησαν ότι το ενδιαφέρον των ασφαλιστών για εξατομίκευση βάσει συμπεριφοράς θα μπορούσε να τροφοδοτηθεί από την εισαγωγή των νόμων περί γενετικής απαγόρευσης των διακρίσεων (GNDAs) και την πρόβλεψη αυστηρότερων κανονισμών. Η συγκρότηση ομάδων κινδύνου θα μπορούσε να γίνει πιο δύσκολη στο μέλλον, και οι ασφαλιστές τονίζουν τη δυνατότητα ελέγχου της συμπεριφοράς και ανακαλύπτουν τρόπους προσέλκυσης "υπεύθυνων", νέων και υγιών ατόμων (McFall, 2019). Έτσι, ενώ τα GNDA έχουν αναδιαμορφώσει τις ασφαλιστικές αγορές προστατεύοντας τους γενετικούς "ρισοκίνδυνους" από τις διακρίσεις και αυξάνοντας τις επιδοματικές ιδιότητες της ασφάλισης, έχουν συμβάλει στην ιδέα ότι οι "ρισοκίνδυνοι" του τρόπου ζωής, όπως οι καπνιστές, θα πρέπει να φέρουν τη δική τους ευθύνη.

Κάνοντας την ασφάλιση

Οι ερευνητές των μελετών κρίσιμων δεδομένων προσεγγίζουν την ασφάλιση ως μαύρο κουτί ή ως δεδομένη οντότητα. Αντίθετα, οι μελέτες ασφαλιστικών δεδομένων υπογραμμίζουν τη σημασία της μελέτης των πρακτικών άσκησης της ασφάλισης (βάσει συμπεριφοράς). Για παράδειγμα, οι έννοιες και οι εφαρμογές της κεντρικής έννοιας της ασφάλισης, του ηθικού κινδύνου και οι αντιλήψεις της ηθικής και της σύνεσης έχουν εξελιχθεί παράλληλα με τις αλλαγές στις ιδεολογικές και πρακτικές επιπτώσεις της ασφάλισης. Η παρακολούθηση τέτοιου είδους διαδρομών και η υιοθέτηση μιας

πραγματιστικής στάσης απαιτεί μια πιο πλούσια και εμπειρικά θεμελιωμένη προσέγγιση της ασφάλισης.

Οι ασφαλιστικές μελέτες που χρησιμοποιούν προσεγγίσεις STS χρησιμοποιούν διάφορα εμπειρικά υλικά και εθνογραφικές μεθόδους για να αναλύσουν τις ασφαλιστικές πρακτικές και τα νέα ασφαλιστικά συστήματα. Ο Meyers (2018) παρακολουθεί την εμφάνιση της εξατομίκευσης με βάση τη συμπεριφορά και τη δημιουργία μιας αγοράς "όχι ακόμη", πραγματοποιώντας συμμετοχικές παρατηρήσεις σε ασφαλιστικά συνέδρια, παίρνοντας συνεντεύξεις από επαγγελματίες ασφαλιστές, αναλύοντας τις διαδικτυακές πλατφόρμες των αντασφαλιστών και παρακολουθώντας πειράματα ασφάλισης αυτοκινήτων. Ο McFall (2019) χρησιμοποιεί την περίπτωση της Oscar Health για να μελετήσει τον τρόπο με τον οποίο οι εννοιολογικές, ρυθμιστικές και υποδομικές πρακτικές λειτουργούν ως εμπόδια στην εξατομίκευση των κινδύνων. Τα εμπειρικά στοιχεία αυτών των μελετών δείχνουν ότι υπάρχουν πολλές πρακτικές δυσκολίες στη δημιουργία μιας πολιτικής που αξιολογεί νέα μέσα παρακολούθησης. Έτσι, η ουτοπική -ή δυστοπική- ιδέα της εξατομικευμένης ασφάλισης δεν είναι πολύ εύκολο να επιτευχθεί.

Αντί να εξατομικεύουν τους κινδύνους, οι ασφαλιστικές πολιτικές που βασίζονται στη συμπεριφορά φαίνεται να δημιουργούν μελλοντικές αγορές μέσω της εξατομίκευσης και της προώθησης των ασφαλιστικών εταιρειών (McFall, 2019- Meyers, 2018). Αυτό που εξακολουθεί να λείπει τόσο από τις μελέτες κρίσιμων δεδομένων όσο και από την κοινωνιολογία της ασφάλισης είναι η εστίαση στις εμπειρίες των ασφαλισμένων. Επιπλέον, παρόλο που οι ασφαλιστικές μελέτες έχουν αναλύσει τις προοπτικές των παρόχων μέσω συνεντεύξεων εμπειρογνομώνων, εγγράφων, αναρτήσεων σε ιστολόγια και επιχειρηματικών συνεδρίων (McFall, 2019- Meyers, 2018), απαιτείται περισσότερη έρευνα σχετικά με τις πρακτικές των ασφαλιστικών παρόχων για την ανάπτυξη πολιτικών βασισμένων στη συμπεριφορά. Η προοπτική του χρήστη έχει μελετηθεί σε αυτό που οι Ruckenstein και Schull (2017) αποκαλούν "living with data" (ζώντας με τα δεδομένα), προσέγγιση των πρακτικών αυτοπαρακολούθησης και του datafication της υγείας. Παρόλο που οι μελέτες αυτές δεν έχουν επικεντρωθεί σε ασφαλιστικούς πελάτες, ορισμένα από τα ευρήματά τους ενδέχεται να είναι εφαρμόσιμα στο ασφαλιστικό πλαίσιο. Για παράδειγμα, εμπειρικά στοιχεία δείχνουν ότι οι άνθρωποι συχνά εγκαταλείπουν τις φορητές συσκευές ή η χρήση τους γίνεται μη δεσμευτική.

Στις τρέχουσες προσπάθειες εξατομίκευσης με βάση τη συμπεριφορά, η μη χρήση των συσκευών από τους χρήστες είναι προβληματική, διότι περιπλέκει τις προσπάθειες των

ασφαλιστών να πείσουν για αλλαγή του τρόπου ζωής, να βελτιώσουν τη δέσμευση των πελατών και να συλλέξουν δεδομένα αυτοπαρακολούθησης. Εάν οι συσκευές που φοριούνται και τα κίνητρα δεν είναι επαρκώς ελκυστικά, οι πολιτικές δεν μπορούν να ενθαρρύνουν τις υγιεινές συνήθειες ή να "κάμψουν την καμπύλη κόστους" -δηλαδή να δημιουργήσουν αποδοτικότητα κόστους- όπως δήλωσε εκπρόσωπος της Cigna. Επιπλέον, η εγκατάλειψη ή η ακανόνιστη χρήση των συσκευών επηρεάζει την ποιότητα των δεδομένων, καθώς η ροή των δεδομένων γίνεται ασταθής. Οι φορητές συσκευές μπορεί επίσης να είναι ανακριβείς και ενδέχεται να μην μετρούν όλα τα είδη δραστηριότητας, όπως η ποδηλασία ή η χρήση αναπηρικού αμαξιδίου (Pink et al., 2018). Επιπλέον, οι ασφαλιστές πρέπει να εξετάσουν τον ηθικό κίνδυνο που σχετίζεται με την αυτοπαρακολούθηση - δηλαδή την ικανότητα των χρηστών να χειρίζονται ή να χακάρουν τις συσκευές με διάφορους τρόπους. Ως εκ τούτου, η αξιοπιστία των δεδομένων μπορεί να είναι χαμηλή ή τα δεδομένα μπορεί να "σπάσουν" (Pink et al., 2018), γεγονός που καθιστά δύσκολη τη χρήση τους σε αναλογιστικούς υπολογισμούς και εξατομίκευση τιμών. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να αναλύσουν τον τρόπο με τον οποίο οι πάροχοι ασφαλιστικών υπηρεσιών πλοηγούνται σε αυτό το δύσκολο πλαίσιο αναπτύσσοντας ελκυστικά και αποτελεσματικά προϊόντα, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο οι πελάτες ενσωματώνουν τα συμβόλαια στην καθημερινή τους ζωή.

Συμπεράσματα

Σε αυτή την ολοκληρωμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση, έχουμε εμβαθύνει στο περίπλοκο τοπίο της τιμολόγησης των ασφαλίσεων υγείας, διερευνώντας τα πεδία των ασφαλιστικών ορισμών, τον αντίκτυπο των Big Data στην υγειονομική περίθαλψη στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0 και την ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης και της ανάλυσης δεδομένων στις στρατηγικές ασφάλισης υγείας. Το ταξίδι μας ξεκίνησε με τη θεμελιώδη κατανόηση της ασφάλισης, η οποία χρησιμεύει ως χρηματοοικονομικός μηχανισμός για τη διαχείριση και τον μετριασμό των κινδύνων. Η ιδιωτική ασφάλιση, ειδικότερα, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην προσφορά προσαρμοσμένων επιλογών κάλυψης σε άτομα και οργανισμούς, που συχνά υπερβαίνουν το πεδίο εφαρμογής των δημόσιων ασφαλιστικών προγραμμάτων. Η κατηγοριοποίηση των ασφαλίσεων ζωής και υγείας οριοθετεί περαιτέρω το ποικίλο φάσμα των τομέων κάλυψης εντός του ασφαλιστικού τομέα. Η ασφάλιση ζωής, η οποία χαρακτηρίζεται από την εστίασή της στην οικονομική προστασία σε περίπτωση θανάτου, περιλαμβάνει διάφορα προϊόντα, όπως η ασφάλεια ζωής, η πλήρης ζωή και η καθολική ασφάλιση ζωής. Η ασφάλιση υγείας, από την άλλη πλευρά, έχει σχεδιαστεί για την κάλυψη ιατρικών δαπανών και υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης, συμπεριλαμβανομένης της νοσηλείας, των συνταγογραφούμενων φαρμάκων και της προληπτικής περίθαλψης. Η κατανόηση αυτών των κατηγοριών είναι ζωτικής σημασίας για την ανάλυση των στρατηγικών τιμολόγησης και των μεθοδολογιών εκτίμησης κινδύνου που χρησιμοποιούν οι ασφαλιστές.

Μεταβαίνοντας στο πεδίο της Βιομηχανίας 4.0 και του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, διερευνήσαμε την αλλαγή παραδείγματος που επιφέρουν τα μεγάλα δεδομένα και οι προηγμένες τεχνολογίες. Ο πολλαπλασιασμός των εφαρμογών IoT, των έξυπνων αισθητήρων και των wearables έχει φέρει επανάσταση στην παροχή υγειονομικής περίθαλψης, επιτρέποντας τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, την εξ αποστάσεως παρακολούθηση και τις εξατομικευμένες παρεμβάσεις. Αυτές οι τεχνολογίες όχι μόνο ενισχύουν τη φροντίδα και την ασφάλεια των ασθενών, αλλά συμβάλλουν επίσης σε πολύτιμες πληροφορίες δεδομένων για τους ασφαλιστές, ώστε να αξιολογούν τον κίνδυνο, να βελτιστοποιούν τα μοντέλα τιμολόγησης και να προσαρμόζουν τις προσφορές με βάση τα ατομικά προφίλ υγείας. Εν μέσω των τεχνολογικών εξελίξεων, η προστασία της ιδιωτικής ζωής και η ασφάλεια των δεδομένων αναδείχθηκαν σε πρωταρχικές ανησυχίες. Οι τεράστιες

ποσότητες ευαίσθητων δεδομένων υγείας που παράγονται μέσω των συσκευών IoT και των ηλεκτρονικών φακέλων υγείας απαιτούν ισχυρά μέτρα προστασίας της ιδιωτικής ζωής και αυστηρά πρωτόκολλα προστασίας δεδομένων. Η διασφάλιση της συμμόρφωσης με κανονιστικά πλαίσια όπως το HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act) είναι επιτακτική ανάγκη για τη διασφάλιση του απορρήτου των ασθενών και τη διατήρηση της εμπιστοσύνης στα οικοσυστήματα δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης.

Η ενσωμάτωση εφαρμογών κινητών τηλεφώνων στην υγειονομική περίθαλψη ενισχύει περαιτέρω τις δυνατότητες λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων και εμπλοκής των καταναλωτών. Οι εφαρμογές αυτές διευκολύνουν την παρακολούθηση της υγείας, την τήρηση της φαρμακευτικής αγωγής, τις εικονικές διαβουλεύσεις και την εκπαίδευση σε θέματα υγείας, δίνοντας τη δυνατότητα στα άτομα να διαχειρίζονται ενεργά την ευημερία τους. Από την άποψη της ασφάλισης υγείας, η αξιοποίηση των τεχνολογιών κινητής υγείας δίνει τη δυνατότητα στους ασφαλιστές να προωθήσουν την προληπτική φροντίδα, να δώσουν κίνητρα για υγιεινές συμπεριφορές και να βελτιώσουν τις στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου. Η αξιοποίηση της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη ξεκλειδώνει πλήθος ευκαιριών για τους ασφαλιστές, τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης και τους φορείς χάραξης πολιτικής. Με την αξιοποίηση εργαλείων ανάλυσης δεδομένων και αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, οι ασφαλιστές μπορούν να εξάγουν αξιοποιήσιμες πληροφορίες από μεγάλα σύνολα δεδομένων για να ενημερώσουν τις στρατηγικές τιμολόγησης, να προβλέψουν τις τάσεις χρήσης της υγειονομικής περίθαλψης, να ανιχνεύσουν την απάτη και να βελτιώσουν τις εμπειρίες των πελατών. Οι ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας χρησιμεύουν ως ακρογωνιαίος λίθος της ενοποίησης δεδομένων, επιτρέποντας την απρόσκοπτη ανταλλαγή πληροφοριών και τη συνέχεια της περίθαλψης σε όλες τις δομές υγειονομικής περίθαλψης. Τα πλεονεκτήματα του IoT στην υγειονομική περίθαλψη επεκτείνονται πέρα από την παρακολούθηση της ατομικής υγείας και περιλαμβάνουν τη διαχείριση της υγείας του πληθυσμού, την επιδημιολογική επιτήρηση και την έγκαιρη ανίχνευση ασθενειών. Η διασύνδεση των συσκευών του IoT δημιουργεί ένα δίκτυο πηγών δεδομένων υγείας που μπορούν να αξιοποιηθούν για παρεμβάσεις δημόσιας υγείας, διαστρωμάτωση κινδύνου και διαμόρφωση πολιτικής βάσει στοιχείων. Ωστόσο, μαζί με αυτά τα οφέλη προκύπτουν προκλήσεις που σχετίζονται με τη διαλειτουργικότητα των δεδομένων, την τυποποίηση, τη διασφάλιση της ποιότητας των δεδομένων και τη διαλειτουργικότητα με τα υπάρχοντα συστήματα ΤΠ υγειονομικής περίθαλψης.

Η διαχείριση και η ανάλυση μεγάλων δεδομένων στην υγειονομική περίθαλψη απαιτούν ισχυρές υποδομές, πλαίσια διακυβέρνησης δεδομένων και εξειδικευμένους επαγγελματίες ανάλυσης δεδομένων. Οι οργανισμοί πρέπει να επενδύσουν σε κλιμακούμενες λύσεις αποθήκευσης δεδομένων, πλατφόρμες ολοκλήρωσης δεδομένων και προηγμένα εργαλεία ανάλυσης για να αντλήσουν σημαντικές πληροφορίες από πολύπλοκα σύνολα δεδομένων. Οι τεχνικές ανάλυσης δεδομένων, όπως η προγνωστική μοντελοποίηση, η ομαδοποίηση και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, επιτρέπουν στους ασφαλιστές να εντοπίζουν μοτίβα, να ανιχνεύουν ανωμαλίες και να εξατομικεύουν τις εκτιμήσεις κινδύνου για τους ασφαλισμένους. Η διασφάλιση της αξιόπιστης χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης και των μεγάλων δεδομένων στην ασφάλιση υγείας απαιτεί μια πολύπλευρη προσέγγιση που περιλαμβάνει δεοντολογικά ζητήματα, τεχνολογικές δυνατότητες και κανονιστική συμμόρφωση. Τα δεοντολογικά πρότυπα πρέπει να στηρίζουν τους αλγόριθμους TN και τις πρακτικές ανάλυσης δεδομένων για την αποφυγή προκαταλήψεων, διακρίσεων και παραβιάσεων της ιδιωτικής ζωής. Η διαφάνεια στη χρήση των δεδομένων, οι μηχανισμοί συναίνεσης μετά από ενημέρωση και οι τεχνικές ανωνυμοποίησης δεδομένων είναι απαραίτητες για την οικοδόμηση εμπιστοσύνης και λογοδοσίας στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων που βασίζονται στην TN.

Η επιχειρηματική στρατηγική και η τεχνολογική ευθυγράμμιση είναι κρίσιμες για την αποτελεσματική αξιοποίηση της TN και των μεγάλων δεδομένων στις εργασίες ασφάλισης υγείας. Οι ασφαλιστές πρέπει να ευθυγραμμίσουν τις τεχνολογικές επενδύσεις τους με τους στρατηγικούς στόχους, εστιάζοντας στη δημιουργία αξίας, τη λειτουργική αποτελεσματικότητα και τον πελατοκεντρισμό. Οι συνεργασίες με τεχνολογικούς εταίρους, νεοφυείς επιχειρήσεις και ερευνητικά ιδρύματα μπορούν να προωθήσουν την καινοτομία, την ανταλλαγή γνώσεων και τη συνδημιουργία λύσεων με γνώμονα την TN, προσαρμοσμένων στις μοναδικές προκλήσεις και ευκαιρίες του ασφαλιστικού κλάδου. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τεχνολογία στις επιχειρήσεις καλύπτουν την οργανωτική κουλτούρα, το όραμα της ηγεσίας, την τεχνολογική ετοιμότητα και τη δυναμική της αγοράς. Η υιοθέτηση μιας κουλτούρας καινοτομίας, η προώθηση του ψηφιακού αλφαριθμητισμού των εργαζομένων και η καλλιέργεια ευέλικτων πρακτικών μπορούν να επιταχύνουν την υιοθέτηση και προσαρμογή της τεχνολογίας στους ασφαλιστικούς οργανισμούς. Η δέσμευση της ηγεσίας στον ψηφιακό μετασχηματισμό, σε συνδυασμό με τη σαφή επικοινωνία της στρατηγικής σημασίας της τεχνολογίας, παρακινεί τα ενδιαφερόμενα μέρη να αγκαλιάσουν την αλλαγή και να αξιοποιήσουν την τεχνολογία ως καταλύτη για την ανάπτυξη και την

ανταγωνιστικότητα. Οι προοπτικές των κοινωνικών επιστημών σχετικά με την ασφάλιση βάσει συμπεριφοράς ρίχνουν φως στη διασταύρωση της ψυχολογίας, των οικονομικών και της συμπεριφοράς των καταναλωτών στην τιμολόγηση και την αξιολόγηση του κινδύνου στην ασφάλιση. Οι αρχές των οικονομικών της συμπεριφοράς, όπως η θεωρία των προοπτικών, η αποστροφή της απώλειας και οι γνωστικές προκαταλήψεις, επηρεάζουν την αντίληψη του κινδύνου, τη λήψη αποφάσεων και την προθυμία των ατόμων να συμμετάσχουν σε προληπτικές συμπεριφορές. Οι ασφαλιστές μπορούν να αξιοποιήσουν τις γνώσεις της συμπεριφοράς για να σχεδιάσουν εξατομικευμένα ασφαλιστικά προϊόντα, να δώσουν κίνητρα για υγιείς συμπεριφορές και να ενισχύσουν τη δέσμευση των πελατών μέσω στοχευμένων παρεμβάσεων και κινήτρων.

Εν κατακλείδι, η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση παρείχε μια ολοκληρωμένη διερεύνηση της τιμολόγησης των ασφαλίσεων υγείας στο πλαίσιο των τεχνολογικών εξελίξεων, της λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων και των ηθικών προβληματισμών. Η ενσωμάτωση των μεγάλων δεδομένων, της τεχνητής νοημοσύνης, του IoT και των κινητών τεχνολογιών παρουσιάζει πρωτοφανείς ευκαιρίες για τον μετασχηματισμό της υγειονομικής περίθαλψης και των ασφαλιστικών κλάδων, τη βελτίωση των αποτελεσμάτων της υγείας και την ενίσχυση της εμπειρίας των πελατών. Ωστόσο, η αξιοποίηση αυτών των δυνατοτήτων απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση που περιλαμβάνει ηθικές, κανονιστικές, τεχνολογικές και οργανωτικές διαστάσεις. Αγκαλιάζοντας την καινοτομία, προωθώντας τη συνεργασία και δίνοντας προτεραιότητα στον καταναλωτοκεντρισμό, οι ασφαλιστές μπορούν να περιηγηθούν στις πολυπλοκότητες της ψηφιακής εποχής και να αξιοποιήσουν τη δύναμη της ανάλυσης δεδομένων για να αυξήσουν την αξία, τη βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητα στην τιμολόγηση και τις λειτουργίες της ασφάλισης υγείας.

Βιβλιογραφία

Agrawal, R., & Prabakaran, S. (2020). Big data in digital healthcare: lessons learnt and recommendations for general practice. *Heredity*, 124(4), 525-534.

Ahamed, F., & Farid, F. (2018, December). Applying internet of things and machine-learning for personalized healthcare: Issues and challenges. In *2018 International Conference on Machine Learning and Data Engineering (iCMLDE)* (pp. 19-21). IEEE.

Ajana B (2017) Digital health and the biopolitics of the quantified self. *Digital Health* 3: 1–18.

Ali, A. H., Hussain, Z. F., & Abd, S. N. (2020). Big data classification efficiency based on linear discriminant analysis. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 1(1), 7-12.

Al-Jaroodi, J., Mohamed, N., & Abukhousa, E. (2020). Health 4.0: on the way to realizing the healthcare of the future. *Ieee Access*, 8, 211189-211210.

Allen, H., Gordon, S. H., Lee, D., Bhanja, A., & Sommers, B. D. (2021). Comparison of utilization, costs, and quality of Medicaid vs subsidized private health insurance for low-income adults. *JAMA network open*, 4(1), e2032669-e2032669.

Ammenwerth, E., Hackl, W. O., Dornauer, V., Felderer, M., Hoerbst, A., Nantschev, R., & Netzer, M. (2019, July). Impact of Students' Presence and Course Participation on Learning Outcome in Co-Operative Online-based Courses. In *ICIMTH* (pp. 87-90).

Asthana, S., Megahed, A., & Strong, R. (2017, June). A recommendation system for proactive health monitoring using IoT and wearable technologies. In *2017 IEEE international conference on AI & mobile services (AIMS)* (pp. 14-21). IEEE.

Barber, S. L., Lorenzoni, L., & Ong, P. (2019). *Price setting and price regulation in health care: lessons for advancing Universal Health Coverage* (No. WHO/WKC-OECD/K18014). World Health Organization.

Barry, L., & Charpentier, A. (2020). Personalization as a promise: Can Big Data change the practice of insurance?. *Big Data & Society*, 7(1), 2053951720935143.

- Batko, K., & Ślęzak, A. (2022). The use of Big Data Analytics in healthcare. *Journal of big Data*, 9(1), 3.
- Bohr, A., & Memarzadeh, K. (2020). Current healthcare, big data, and machine learning. In *Artificial Intelligence in Healthcare* (pp. 1-24). Academic Press.
- Brown, Z. Y. (2019). Equilibrium effects of health care price information. *Review of Economics and Statistics*, 101(4), 699-712.
- Catarinucci, L., De Donno, D., Mainetti, L., Palano, L., Patrono, L., Stefanizzi, M. L., & Tarricone, L. (2015). An IoT-aware architecture for smart healthcare systems. *IEEE internet of things journal*, 2(6), 515-526.
- Chatterjee, C., Joshi, R., Sood, N., & Boregowda, P. (2018). Government health insurance and spatial peer effects: New evidence from India. *Social Science & Medicine*, 196, 131-141.
- Couldry N and Yu J (2018) Deconstructing datafication's brave new world. *New Media & Society* 20(12): 4473–4491.
- Da Costa, C. A., Pasluosta, C. F., Eskofier, B., Da Silva, D. B., & da Rosa Righi, R. (2018). Internet of Health Things: Toward intelligent vital signs monitoring in hospital wards. *Artificial intelligence in medicine*, 89, 61-69.
- Dafferianto Trinugroho, Y. B. (2014). Information integration platform for patient-centric healthcare services: design, prototype and dependability aspects. *Future Internet*, 6(1), 126-154.
- Dash, S., Shakyawar, S. K., Sharma, M., & Kaushik, S. (2019). Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. *Journal of big data*, 6(1), 1-25.
- Dogan, K., Karatas, M., & Yakici, E. (2020). A model for locating preventive health care facilities. *Central European Journal of Operations Research*, 28(3), 1091-1121.
- Elhoseny, M., Ramírez-González, G., Abu-Elnasr, O. M., Shawkat, S. A., Arunkumar, N., & Farouk, A. (2018). Secure medical data transmission model for IoT-based healthcare systems. *Ieee Access*, 6, 20596-20608.
- ElSaadany, Y., Majumder, A. J. A., & Ucci, D. R. (2017, July). A wireless early prediction system of cardiac arrest through IoT. In *2017 IEEE 41st annual computer software and applications conference (COMPSAC)* (Vol. 2, pp. 690-695). IEEE.

- Finkelstein, A., Hendren, N., & Shepard, M. (2019). Subsidizing health insurance for low-income adults: Evidence from Massachusetts. *American Economic Review*, *109*(4), 1530-1567.
- Fong, B., Fong, A. C. M., & Li, C. K. (2017). Internet of things in smart ambulance and emergency medicine. *Internet of things A to Z: Technologies and applications*, 475-506.
- Galetsis, P., Katsaliaki, K., & Kumar, S. (2019). Values, challenges and future directions of big data analytics in healthcare: A systematic review. *Social science & medicine*, *241*, 112533.
- Garcés, L., Oquendo, F., & Nakagawa, E. Y. (2019). Software mediators as first-class entities of systems-of-systems software architectures. *Journal of the Brazilian Computer Society*, *25*, 1-23.
- Gidaris C (2019) Surveillance capitalism, datafication, and unwaged labour: The rise of wearable fitness devices and interactive life insurance. *Surveillance & Society* *17*(1/2): 132–138.
- Ho, C. W., Ali, J., & Caals, K. (2020). Ensuring trustworthy use of artificial intelligence and big data analytics in health insurance. *Bulletin of the World Health Organization*, *98*(4), 263.
- Hu, B., Guo, H., Zhou, P., & Shi, Z. L. (2021). Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nature Reviews Microbiology*, *19*(3), 141-154.
- Hull G and Pasquale F (2018) Toward a critical theory of corporate wellness. *BioSocieties* *13*(1): 190–212.
- Hulsen, T. (2021). Challenges and solutions for big data in personalized healthcare. In *Big Data in Psychiatry# x0026; Neurology* (pp. 69-94). Academic Press.
- Jaffe, S., & Shepard, M. (2020). Price-linked subsidies and imperfect competition in health insurance. *American Economic Journal: Economic Policy*, *12*(3), 279-311.
- Jeong, Y. U., Yoo, S., Kim, Y. H., & Shim, W. H. (2020). De-identification of facial features in magnetic resonance images: software development using deep learning technology. *Journal of medical Internet research*, *22*(12), e22739.
- Kansara, R., Bhojani, P., & Chauhan, J. (2018, January). Designing smart wearable to measure health parameters. In *2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)* (pp. 1-5). IEEE.

- Karatas, M., Eriskin, L., Deveci, M., Pamucar, D., & Garg, H. (2022). Big Data for Healthcare Industry 4.0: Applications, challenges and future perspectives. *Expert Systems with Applications*, 200, 116912.
- Konig PD (2017) The place of conditionality and individual € responsibility in a “data-driven economy”. *Big Data & Society* 4(2).
- Lv, Z., & Qiao, L. (2020). Analysis of healthcare big data. *Future Generation Computer Systems*, 109, 103-110.
- Manogaran, G., Varatharajan, R., Lopez, D., Kumar, P. M., Sundarasekar, R., & Thota, C. (2018). A new architecture of Internet of Things and big data ecosystem for secured smart healthcare monitoring and alerting system. *Future Generation Computer Systems*, 82, 375-387.
- Massaro, A., Ricci, G., Selicato, S., Raminelli, S., & Galiano, A. (2020, June). Decisional support system with artificial intelligence oriented on health prediction using a wearable device and big data. In *2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT* (pp. 718-723). IEEE.
- Mattei, P. A., & Frellsen, J. (2019, May). MIWAE: Deep generative modelling and imputation of incomplete data sets. In *International conference on machine learning* (pp. 4413-4423). PMLR.
- Mattsson, S., Partini, J., & Fast-Berglund, Å. (2016). Evaluating four devices that present operator emotions in real-time. *Procedia CIRP*, 50, 524-528.
- McFall, L. (2019). Personalizing solidarity? The role of self-tracking in health insurance pricing. *Economy and society*, 48(1), 52-76.
- Meyers G (2018) *Behaviour-based personalisation in health insurance: A sociology of a not-yet market*. PhD Thesis, Onderzoekseenheid: Centrum voor Sociologisch Onderzoek (CeSO).
- Meyers G and Van Hoyweghen I (2017) Enacting actuarial fairness in insurance: From fair discrimination to behaviour-based fairness. *Science as Culture* 27: 1–27
- Molka-Danielsen, J., Engelseth, P., & Wang, H. (2018). Large scale integration of wireless sensor network technologies for air quality monitoring at a logistics shipping base. *Journal of industrial information integration*, 10, 20-28.

- Nayak, B., Bhattacharyya, S. S., & Krishnamoorthy, B. (2019). Integrating wearable technology products and big data analytics in business strategy: A study of health insurance firms. *Journal of Systems and Information Technology*, 21(2), 255-275.
- Pang, Z., Yang, G., Khedri, R., & Zhang, Y. T. (2018). Introduction to the special section: convergence of automation technology, biomedical engineering, and health informatics toward the healthcare 4.0. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 11, 249-259.
- Panzarasa, P., Griffiths, C. J., Sastry, N., & De Simoni, A. (2020). Social medical capital: how patients and caregivers can benefit from online social interactions. *Journal of medical Internet research*, 22(7), e16337.
- Parimi, S., & Chakraborty, S. (2020). Application of big data & iot on personalized healthcare services. *Int. J. Sci. Technol. Res*, 9(3), 1107-1111.
- Pink S, Ruckenstein M, Willim R, et al. (2018) Broken data: Conceptualising data in an emerging world. *Big Data & Society* 5(1).
- Prashanthi, G. S., Deva, A., Vadapalli, R., & Das, A. V. (2020). Automated categorization of systemic disease and duration from electronic medical record system data using finite-state machine modeling: prospective validation study. *JMIR Formative Research*, 4(12), e24490.
- Qadri, Y. A., Nauman, A., Zikria, Y. B., Vasilakos, A. V., & Kim, S. W. (2020). The future of healthcare internet of things: a survey of emerging technologies. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 22(2), 1121-1167.
- Rahmani, A. M., Gia, T. N., Negash, B., Anzanpour, A., Azimi, I., Jiang, M., & Liljeberg, P. (2018). Exploiting smart e-Health gateways at the edge of healthcare Internet-of-Things: A fog computing approach. *Future Generation Computer Systems*, 78, 641-658.
- Robbins, R., Affouf, M., Weaver, M. D., Czeisler, M. É., Barger, L. K., Quan, S. F., & Czeisler, C. A. (2021). Estimated sleep duration before and during the COVID-19 pandemic in major metropolitan areas on different continents: observational study of smartphone app data. *Journal of medical Internet research*, 23(2), e20546.
- Ruckenstein M and Schull ND (2017) The datafication of health. *Annual Review of Anthropology* 46: 261–278.
- Sahoo, P. K., Mohapatra, S. K., & Wu, S. L. (2016). Analyzing healthcare big data with prediction for future health condition. *IEEE Access*, 4, 9786-9799.

- Saltzman, E. (2019). Demand for health insurance: Evidence from the California and Washington ACA exchanges. *Journal of Health Economics*, 63, 197-222.
- Sanders R (2017) Self-tracking in the digital era: Biopower, patriarchy, and the new biometric body projects. *Body & Society* 23(1): 36–63
- Shapiro, B. T. (2020). Advertising in health insurance markets. *Marketing Science*, 39(3), 587-611.
- Sullivan P (2018) Life insurance offering more incentive to live longer. The New York Times, 19 September 2018. Available at: <https://www.nytimes.com/2018/09/19/yourmoney/john-hancock-vitality-life-insurance.html>
- Tanninen, M. (2020). Contested technology: Social scientific perspectives of behaviour-based insurance. *Big Data & Society*, 7(2), 2053951720942536.
- Tebaldi, P. (2022). *Estimating equilibrium in health insurance exchanges: Price competition and subsidy design under the aca* (No. w29869). National Bureau of Economic Research.
- Wiegard R, Guhr N, Krylow S, et al. (2019) Analysis of wearable technologies' usage for pay-as-you-live tariffs: Recommendations for insurance companies. *Zeitschrift Fu'r Die Gesamte Versicherungswissenschaft* 108(1): 63–88.
- Wu, F., Wu, T., & Yuce, M. R. (2019, April). Design and implementation of a wearable sensor network system for IoT-connected safety and health applications. In *2019 IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)* (pp. 87-90). IEEE.
- Zheng, S., Fan, J., Yu, F., Feng, B., Lou, B., Zou, Q., ... & Liang, T. (2020). Viral load dynamics and disease severity in patients infected with SARS-CoV-2 in Zhejiang province, China, January-March 2020: retrospective cohort study. *bmj*, 369.
- Zuboff S (2019) *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. 1st ed. New York: Public Affairs.