



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή Μηχανικών
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών
ΠΜΣ Επιστήμη και Τεχνολογία της Πληροφορικής και των
Υπολογιστών

Εφαρμογές Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας και Έξυπνες πόλεις



Μεταπτυχιακές σπουδάστριες: Ευανθία Σδούκου (mcse 20008)
Βασιλική Παπαδημητρίου (mcse 20034)

Επιβλέποντες καθηγητές: Χρήστος Σκουρλάς
Αικατερίνη Μαρινάγη

Αθήνα, Νοέμβριος 2021

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

ΣΔΟΥΚΟΥ ΕΥΑΝΘΙΑ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

(BIG DATA AND SMART CITIES)

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

Χρήστος Σκουρλάς
Καθηγητής

Αικατερίνη Μαρινάγη
Καθηγήτρια

Βασίλειος Μάμαλης
Καθηγητής

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κάτωθι υπογεγραμμένες Ευανθία Σδούκου του Ηλία, με αριθμό μητρώου mcse 20008 και Βασιλική Παπαδημητρίου του Αθανασίου, με αριθμό μητρώου mcse 20034, φοιτήτριες του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, Επιστήμη και Τεχνολογία της Πληροφορικής και των Υπολογιστών, του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνουμε ότι:

«Είμαστε συγγραφείς αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχαμε για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες κάναμε χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνουμε ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από εμάς αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μας, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μας».

Η
Δηλούσα



Σδούκου Ευανθία

Η
Δηλούσα



Παπαδημητρίου Βασιλική

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	σελ. 5
Περίληψη	σελ. 6
Abstract	σελ. 7
Συνομογραφίες	σελ. 8
Εισαγωγή	σελ. 9
Δομή της Εργασίας	σελ. 10
Κεφάλαιο 1. Δεδομένα μεγάλης κλίμακας	σελ. 11
1.1 Ορισμοί και Χαρακτηριστικά	σελ. 11
1.2 Εργαλεία διαχείρισης δεδομένων μεγάλης κλίμακας	σελ. 13
1.3 Προκλήσεις των δεδομένων μεγάλης κλίμακας	σελ. 14
Κεφάλαιο 2. Έξυπνη πόλη	σελ. 18
2.1 Εισαγωγή	σελ. 18
2.2 Ορισμοί της έξυπνης πόλης	σελ. 19
2.3 Χαρακτηριστικά των έξυπνων πόλεων	σελ. 20
2.4 Προκλήσεις των έξυπνων πόλεων	σελ. 21
2.5 Οφέλη των έξυπνων πόλεων	σελ. 23
2.6 Βασικά εργαλεία ανάπτυξης μιας έξυπνης πόλης	σελ. 25
Κεφάλαιο 3. Εφαρμογές big data σε έξυπνες πόλεις	σελ. 28
3.1 Εισαγωγή.....	σελ. 28
3.2 Νέα Αστική Ατζέντα και έξυπνη πόλη.....	σελ. 28
3.3 Δεδομένα μεγάλης κλίμακας και εφαρμογές	σελ. 30
3.3.1 Έξυπνο Πλέγμα (Smart Grid)	σελ. 31
3.3.2 Έξυπνο Περιβάλλον (Smart Environment)	σελ. 32
3.3.3 Έξυπνη Συγκοινωνία (Smart Transportation)	σελ. 33
3.3.4 Έξυπνη Εκπαίδευση (Smart Education)	σελ. 34
3.3.5 Έξυπνη Υγεία (Smart Health)	σελ. 35
3.4 Απαιτήσεις για ανάπτυξη εφαρμογών	σελ. 35
Κεφάλαιο 4. Έξυπνη Υγεία	σελ. 37
4.1 Εισαγωγή	σελ. 37
4.2 Δεδομένα μεγάλης κλίμακας και Έξυπνη Υγεία	σελ. 38
4.2.1 Πηγές big data στην υγεία.....	σελ. 39
4.2.2 Αναλυτική δεδομένων μεγάλης κλίμακας (Big data Analytics)...	σελ. 42
4.3 Οφέλη και προκλήσεις των big data στην υγειονομική περίθαλψη	σελ. 45
4.4 Σενάρια χρήσης των Big Data στην υγεία (use cases).....	σελ. 49
4.5 Οράματα και μελλοντικοί στόχοι	σελ. 55
Συμπεράσματα	σελ. 58
Βιβλιογραφία	σελ. 60

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση της διπλωματικής μας εργασίας, ως το τελευταίο βήμα για την ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού μας στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, μας δίνει την ευκαιρία να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας, στους ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μας όλο αυτό το διάστημα.

Αρχικά, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους καθηγητές μας κο Σκουρλά Χρήστο και κα Μαρινάγη Αικατερίνη, τόσο για την έγκριση αυτής της διπλωματικής εργασίας, όσο και για τις σημαντικές υποδείξεις και συμβουλές τους καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησής της.

Η ολοκλήρωση όμως της διπλωματικής δεν θα ήταν εφικτή, χωρίς την υποστήριξη από το περιβάλλον μας και την συμπαράσταση των δικών μας ανθρώπων, που μας στήριξαν ο καθένας ξεχωριστά και με τον τρόπο του. Γι' αυτό τον λόγο, ευχαριστούμε θερμά τις οικογένειες μας αλλά και τους φίλους μας, που στάθηκαν στο πλάι μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Όπως υποδηλώνεται και από το όνομά τους, τα Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας (Big Data), είναι σύνολα δεδομένων τα οποία χαρακτηρίζονται από ένα υπερβολικά μεγάλο όγκο και πολυπλοκότητα και τα οποία προϋποθέτουν τη χρήση νέων τεχνολογιών, όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) και το Cloud Computing, για την επεξεργασία και αποθήκευσή τους.

Τα δεδομένα αυτά, εξασφαλίζουν τη βελτίωση της βιωσιμότητας μιας «Έξυπνης Πόλης», η οποία επιτρέποντας την ενσωμάτωση της πληροφορικής, καταφέρνει την καλύτερη αστική διακυβέρνηση, τη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων της και την αύξηση της απόδοσης διαφορετικών τομέων της, όπως της υγείας, της συγκοινωνίας, της ενέργειας και της εκπαίδευσης.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της χρησιμότητας των εφαρμογών δεδομένων μεγάλης κλίμακας σε μία έξυπνη πόλη. Ειδικότερα ενδιαφέρουν οι εφαρμογές στον τομέα της υγείας.

Αρχικά, γίνεται αναφορά στις απαιτήσεις αυτών των εφαρμογών, οι οποίες σχετίζονται με τη φύση των αναγκών που έχει κάθε έξυπνη πόλη. Εν συνεχεία, αναφέρονται ορισμένα ανοιχτά ζητήματα τα οποία χρήζουν αντιμετώπισης και επίλυσης για την βελτιστοποίηση της χρήσης των δεδομένων μεγάλης κλίμακας στις έξυπνες πόλεις. Εν τέλει η εργασία επικεντρώνεται στις σημαντικές ευκαιρίες, προκλήσεις και οφέλη που συνεπάγεται η s-health (Smart Health) ενόψει της αναδιοργάνωσης των πόλεων προς μια έξυπνη κατεύθυνση.

Γίνεται παρουσίαση διαφόρων use cases και αντιπροσωπευτικών έργων που αφορούν την υγειονομική περίθαλψη και εν τέλει η εργασία αυτή ολοκληρώνεται, με την παρουσίαση των συμπερασμάτων, σχετικά με την εφαρμογή των δεδομένων μεγάλης κλίμακας στις έξυπνες πόλεις με έμφαση στην έξυπνη υγεία.

Λέξεις Κλειδιά: Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας, Εφαρμογές Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας, Έξυπνη Πόλη, Τομέας της Υγείας, Αναλυτικές Δεδομένων, Σενάρια Χρήσης, Υγειονομική Περίθαλψη.

ABSTRACT

As their name suggests, Large Scale Data or "Big Data", are data sets that characterized by an excessive volume and complexity and which require the use of new technologies, such as Artificial Intelligence (AI) and Cloud Computing, for their processing and storage.

The improvement of the viability of a "Smart City" could be ensured, by applying big data and enabling the integration of information technology. As an implication, the "Smart City" achieves better urban governance, optimizing the use of its resources and increasing the efficiency of different sectors such as health, transport, energy and education.

The scope of this research is to investigate the usefulness of large-scale data applications in a smart city, and especially in the field of health. Reference is made to the challenges and requirements of these applications, which are related to the nature of the needs of each smart city. Next, some open issues are mentioned, that it is necessary to be addressed to optimize the use of large-scale data in smart cities.

We also focus on the significant opportunities, challenges and benefits of s-health (Smart Health), in view of the reorganization of cities in a smart direction. Various use cases and representative projects related to health care are presented, and finally, the conclusions of the application of large-scale data in smart cities with some emphasis in smart health issues, are given.

Key Words: Big Data, Large-Scale Data, Large-Scale Data Applications, Smart City, Health Sector, Data Analytics, Use Cases, Healthcare

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΤΠΕ – Τεχνολογίες των Πληροφοριών και της Επικοινωνίας

ΑΙ - Artificial Intelligence-Τεχνητή Νοημοσύνη

ΙοΤ - Internet of Things-Διαδίκτυο των Πραγμάτων

JSON - Java Script Object Notation

ΙΤΣ – Intelligence Transportation System

ΜΜΜ - Μέσα Μαζικής Μεταφοράς

ΟΗΕ - Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών

ΕΕ – Ευρωπαϊκή Ένωση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σύγχρονη και απαιτητική εποχή μας, η βιώσιμη και αειφόρος ανάπτυξη αποτελεί μονόδρομο. Η προστασία του περιβάλλοντος με την ορθολογική χρήση των πόρων και οι σκέψεις με το πώς μπορεί να επιτευχθεί ένα μέλλον ευημερίας για τον άνθρωπο και τον πλανήτη μας, είναι πιο επίκαιρες από ποτέ.

Η κοινωνική ευημερία τα τελευταία χρόνια, πέρα από τις διαπροσωπικές σχέσεις έγινε εφικτή και μέσα από το διαδίκτυο, από μια σειρά εφαρμογών που είχαν ως στόχο την δημιουργία ψηφιακών κοινοτήτων και εξαπλώθηκε γρήγορα με την βοήθεια των συσκευών που αναπτύχθηκαν και γίνονται όλο και πιο προσιτές στο μέσο άνθρωπο. Είναι γεγονός πια, πως η τεχνολογία είναι τόσο ενσωματωμένη στον κόσμο μας, που είναι δύσκολο να φανταστεί κανείς την ζωή του χωρίς αυτή.

Τα δεδομένα που ως φυσικό επακόλουθο άρχισαν να συγκεντρώνονται στο διαδίκτυο, είναι πολλά και αφορούν τόσο τον δημόσιο όσο και τον ιδιωτικό βίο. Σ' αυτά προστέθηκαν και μια σειρά από δεδομένα που συλλέγονται από διάφορες πηγές όπως οι αισθητήρες για παράδειγμα και πλέον ο όγκος τους είναι τέτοιος, που αναφερόμαστε πια σ' αυτά με τον όρο Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας.

Η αξιοποίηση τους έγινε κατανοητό αρκετά νωρίς, πως θα έδινε αρκετά οφέλη σε πολλούς τομείς, μεταξύ αυτών και την ευημερία των πολιτών. Για τον λόγο αυτόν και αναπτύχθηκαν αλγόριθμοι, επεξεργαστές και μέσα αποθήκευσης, για την συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση τους. Είναι γεγονός πια, πως ζούμε στην εποχή των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, με το περιοδικό Economist να αναφέρει πως «τα δεδομένα είναι πιο πολύτιμος πόρος και από το πετρέλαιο».

Ιδανικό περιβάλλον για τη συλλογή αλλά και την αξιοποίηση αυτών των δεδομένων είναι οι πόλεις και συγκεκριμένα, οι Έξυπνες Πόλεις. Οι πόλεις από παλιά, ήταν ένας καθρέφτης που αντανακλούσε τις αξίες του πολιτισμού μας. Στηριζόμενη σε αυτό, μια έξυπνη πόλη πλέον, μπορεί να προσφέρει λύσεις και ευκαιρίες ώστε να δημιουργήσει ένα περιβάλλον φιλόξενο, όπου μέσα να σ' αυτό να ευημερούν οι άνθρωποι χωρίς αποκλεισμούς. Η επιτυχία μιας πόλης, εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων, ωστόσο η βασική της προτεραιότητα θα πρέπει να είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της.

Στο πλαίσιο αυτό η μέριμνα για την υγεία των πολιτών, είναι από τα πιο βασικά ζητήματα που απασχολεί και θα απασχολεί όλο και περισσότερο στο μέλλον μια έξυπνη πόλη και είναι και αυτό με το οποίο θα ασχοληθεί κυρίως και η παρούσα διπλωματική εργασία.

Με τη χρήση των νέων τεχνολογιών, γίνεται εφικτή η πρόληψη, η γρήγορη διάγνωση, η παρακολούθηση, η θεραπεία μιας ασθένειας, η μείωση του κόστους περίθαλψης και όλα αυτά με την υψηλής ποιότητας φροντίδα και θεραπεία που θα προσφέρεται. Η υιοθέτηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής είναι σημαντική, μιας και καθίσταται σαφές πως η ανάπτυξη και η πρόοδος μιας έξυπνης πόλης, είναι εφικτή όταν απαρτίζεται από πολίτες ακμαίους, τόσο ψυχολογικά όσο και σωματικά και ικανούς να προσφέρουν στην πόλη τους και κατ' επέκταση στο γενικό σύνολο.

Είναι η μεγαλύτερη πρόκληση της δικής μας γενιάς και η καλύτερη κληρονομιά που μπορούμε να αφήσουμε στα παιδιά μας.

ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η ολοένα και αυξανόμενη τάση για αστικοποίηση, έχει οδηγήσει στην ανάγκη για ανάπτυξη ενός μοντέλου πόλεως, το οποίο εκμεταλλεύόμενο τις τεχνολογικές εξελίξεις να είναι σε θέση να παρέχει αυξημένο επίπεδο υπηρεσιών στους κατοίκους της, να βελτιώσει το επίπεδο βιωσιμότητας και να ενισχύσει την οικονομική της ανάπτυξη.

Καθώς λοιπόν οι πόλεις «ψηφιοποιούνται», μέσω της εγκατάστασης αισθητήρων, υπολογιστικών πυρήνων και διαφορετικών συστημάτων τηλεπικοινωνιών, η συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων μπορούν να μας δώσουν μια καλύτερη κατανόηση του αστικού ιστού και να μας οδηγήσουν στη δημιουργία των έξυπνων πόλεων.

Ένα από τα βασικά στοιχεία των πόλεων αυτών είναι και η έξυπνη υγεία, η οποία υποβοηθούμενη από τεχνολογίες όπως IoT, AI και τις τεχνολογίες Μηχανικής Εκμάθησης, μπορεί και ανταποκρίνεται άμεσα στις ανάγκες που υπάρχουν στο πλαίσιο της υγειονομικής περίθαλψης και κατά συνέπεια να βελτιώσει και το επίπεδο παροχής υπηρεσιών στους ανθρώπους.

Βασισόμενη στα παραπάνω, η παρούσα εργασία, θα αναπτυχθεί ως εξής.

Στο πρώτο κεφάλαιο, θα γίνει αναφορά στις διάφορες έννοιες των Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας που υπάρχουν στη βιβλιογραφία και θα παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά τους. Εν συνεχεία, θα αναφερθούν τα εργαλεία διαχείρισης των δεδομένων αυτών και οι προκλήσεις για δράση που μπορούν να αξιοποιηθούν στις έξυπνες πόλεις.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, θα παρατεθεί ο ορισμός της έξυπνης πόλης και ακολούθως θα περιγράψουμε τις προκλήσεις για δράση αλλά και τις ανάγκες-απαιτήσεις των έξυπνων πόλεων, θα προσδιοριστούν τα οφέλη και θα παρουσιαστούν εργαλεία με τα οποία μπορεί να γίνει η ανάπτυξη τέτοιων πόλεων.

Το τρίτο κεφάλαιο, θα επικεντρωθεί στις εφαρμογές των μεγάλων δεδομένων στις έξυπνες πόλεις. Θα προσδιορίσει πέντε μεγάλες εφαρμογές και θα παρουσιάσει παραδείγματα των εφαρμογών αυτών σε πόλεις ανά τον κόσμο. Εντέλει, θα αναφέρει τα απαραίτητα εφόδια που πρέπει να έχουν αυτές οι πόλεις, για να μπορέσουν οι εφαρμογές να αποτελέσουν το μέγιστο βοήθημα για την συνεχή αναβάθμισή τους.

Το τέταρτο κεφάλαιο, θα επικεντρωθεί στον τομέα της έξυπνης υγείας και στα διάφορα σενάρια χρήσης στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Θα γίνει αναφορά στο κατά πόσο η αναλυτική των δεδομένων μεγάλης κλίμακας και η τεχνολογία, μπορούν να βοηθήσουν στην ανταλλαγή πληροφοριών, στην ανάπτυξη υπηρεσιών τηλεϊατρικής και στην μείωση της απόστασης, έτσι ώστε οι έξυπνες πόλεις να παρέχουν ένα υψηλό επίπεδο εξατομικευμένης φροντίδας στους κατοίκους, διασφαλίζοντας παράλληλα την ιδιωτική ζωή και τα προσωπικά δεδομένα των πολιτών της.

Εν κατακλείδι, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα αυτής της εργασίας και στην συνέχεια, η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνησή της.

1.1 Ορισμοί και χαρακτηριστικά

Καθόσον η ψηφιοποίηση έχει γίνει ένα μεγάλο και αναγκαίο κομμάτι της καθημερινότητας, η παραγωγή μεγάλου όγκου δεδομένων είναι συνεχώς αυξανόμενη. Περίπου το 90% των παγκόσμιων ψηφιακών δεδομένων, έχουν μαζευτεί τα τελευταία 2 χρόνια και σύμφωνα με μία έκθεση της Διεθνούς Εταιρείας Δεδομένων (IDC¹) τα διαθέσιμα δεδομένα έως το 2020, είχαν φτάσει σε πάνω από 35 τρισεκατομμύρια gigabyte (βλέπε και Gu, Li, & Cao, 2014). Τα δεδομένα αυτά, είναι γνωστά σαν Big Data ή δεδομένα μεγάλης κλίμακας, απαιτούν νέες τεχνολογίες όπως την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) για την επεξεργασία τους και την Υπολογιστική Νέφους (Cloud Computing) για την αποθήκευσή τους και παράγονται από πολλαπλές πηγές οι οποίες είναι παντού γύρω μας, από έξυπνα τηλέφωνα, υπολογιστές, αισθητήρες περιβάλλοντος, κάμερες, συστήματα γεωγραφικής τοποθέτησης (GPS²) μέχρι ακόμα και φυσικά πρόσωπα.

Υπάρχουν πολλές ερμηνείες και έννοιες των δεδομένων μεγάλης κλίμακας. Οι Chen, Chiang, & Storey (2012) και McAfee & Brynjolfsson (2012), τα παρουσιάζουν γενικά σαν μεγάλα και περίπλοκα σύνολα δεδομένων, που αντιπροσωπεύουν τα ψηφιακά ίχνη διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων και τα οποία μπορούν να οριστούν ως προς την κλίμακα, τον όγκο, τις μεθόδους ανάλυσης ή την επίδραση τους σε διάφορους οργανισμούς. Οι Kitchin & McArdle (2016) πρόσθεσαν σε αυτά τα χαρακτηριστικά τις διαστάσεις της εξαντλητικότητας της ανάλυσης, της ευθυγράμμισης, της σχετικότητας, της έκτασης και της επεκτασιμότητας, ενώ οι Alam, Sajid, Talib, & Niaz, (2014) τα συνδέουν με το όφελος από τη βέλτιστη χρήση των πόρων κατά τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων στις έξυπνες πόλεις.

Τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας αναπτύσσονται ραγδαία, με προβλεπόμενο ρυθμό αύξησης 40% στην ποσότητα των παγκόσμιων δεδομένων που παράγονται ανά έτος, υποβοηθούμενα από διάφορες εφαρμογές όπως ιστότοποι κοινωνικών μέσων, εμπορικές συναλλαγές, διαφημιστικές εφαρμογές, παιχνίδια και πολλά άλλα [1, 2] και η αποτελεσματική ανάλυση, η συλλογή τους σε (σχεδόν) πραγματικό χρόνο και η χρησιμοποίησή τους, έχουν οδηγήσει πολλές εταιρείες, οργανισμούς, ακόμα και έξυπνες πόλεις, σε εξαιρετικά υψηλά επίπεδα ανάπτυξης, λειτουργικότητας και βιωσιμότητας.

Προκειμένου να προσδιοριστούν τα δεδομένα αυτά, η επιστημονική κοινότητα στηρίχθηκε πάνω σε ορισμένα χαρακτηριστικά τους, που ονομάζονται τα Vs της διαχείρισης των δεδομένων αυτών [3]. Από τα χαρακτηριστικά αυτά, τρία (3) V (τα 1, 2 και 3) είναι τα βασικά και τα άλλα δύο (4 και 5) είναι συμπληρωματικά, όπως φαίνεται και στο σχήμα 1.

¹ International Data Corporation

² Geographical Positioning Systems

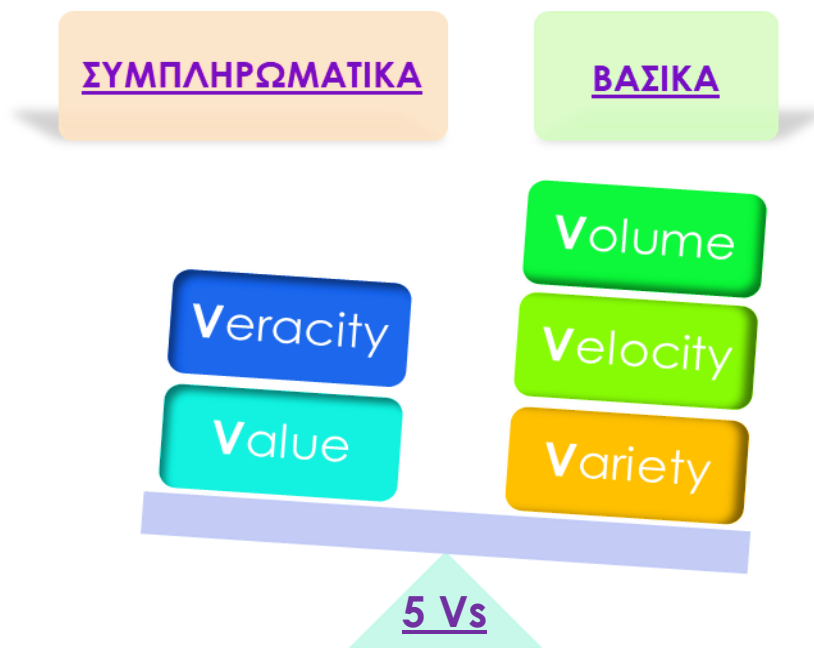
1. Volume (μέγεθος): Αναφέρεται στο μέγεθος των δεδομένων που έχουν δημιουργηθεί από όλες τις πηγές.

2. Velocity (ταχύτητα): Αναφέρεται στην ταχύτητα με την οποία τα δεδομένα παράγονται, αποθηκεύονται, αναλύονται και επεξεργάζονται. Τελευταία δίνεται έμφαση στην υποστήριξη σε πραγματικό χρόνο για την ανάλυση των δεδομένων.

3. Variety (ποικιλία): Αναφέρεται στα διαφορετικά είδη δεδομένων που παράγονται, όπως τα δομημένα (π.χ. σχεσιακές ΒΔ), τα ημι-δομημένα (π.χ. JSON), τα σχεδόν δομημένα (π.χ. ροές δεδομένων) και τα αδόμητα (π.χ. εικόνες, βίντεο, emails).

4. Veracity (ορθότητα): Αναφέρεται στην αξιοπιστία και εμπιστοσύνη των δεδομένων, καθώς επίσης και στην επαλήθευση και επικύρωση αυτών.

5. Value (αξία): Αναφέρεται στα πιθανά πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας σε μια επιχείρηση ή εταιρεία, βασιζόμενα στην καλή και γρήγορη συλλογή, διαχείριση και ανάλυσή τους.



Σχ.1. Τα 5 Vs των δεδομένων μεγάλης κλίμακας.

Ορισμένοι ερευνητές αναφέρουν και άλλα Vs που καλύπτουν και άλλες πτυχές. Για παράδειγμα, Volatility (ρυθμός μεταβολής και διάρκεια ζωής των δεδομένων), η οποία αναφέρεται στην πολιτική διατήρησης των δομημένων δεδομένων που εφαρμόζονται από διαφορετικές πηγές και η

Validity (αξιοπιστία) που αναφέρεται στην ακρίβεια των δεδομένων. Επιπλέον, όμως υπάρχει και η Variability (μεταβλητότητα) που αναφέρεται στην συνεχή αλλαγή στη δομή και στην έννοια των δεδομένων, ειδικά όταν ασχολείται με δεδομένα που παράγονται από ανάλυση φυσικής γλώσσας. Τα ποικίλα χαρακτηριστικά των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, με τις ατελείωτες δυνατότητές τους, αποτελούν το κινητήριο έναυσμα με βάση το οποίο, τόσο οι επιχειρήσεις όσο και οι έξυπνες πόλεις μπορούν να οδηγηθούν σε υψηλά επίπεδα προόδου και κέρδους.

1.2 Εργαλεία διαχείρισης δεδομένων μεγάλης κλίμακας

Για να μπορέσουν τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας να επιτύχουν αναβαθμισμένες υπηρεσίες στις έξυπνες πόλεις, χρειάζονται τα κατάλληλα εργαλεία και οι μέθοδοι, με τα οποία θα μπορούν να αναλυθούν και να ταξινομηθούν αποτελεσματικά. Σύμφωνα με τους Zaheer Allam και Zaynah A. Dhunny (2019) [4], όταν τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας σε μία έξυπνη πόλη συνδυαστούν με την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI), τις τεχνολογίες Μηχανικής Εκμάθησης και τις ΤΠΕ (ICT), το αποτέλεσμα που αφορά την εξέλιξη, την προσαρμογή και την ανταπόκριση σε διάφορες συνθήκες είναι εντυπωσιακό.



Εικόνα 1. Εργαλεία διαχείρισης των big data

(Πηγή: <https://www.theseattledataguy.com/5-great-big-data-tools-for-the-future-from-hadoop-to-cassandra>)

Ωστόσο, οι τεχνολογίες AI και IoT δεν μπορούν να διασφαλίσουν την ποιότητα και αξιοπιστία των δεδομένων ειδικότερα αυτών που προκύπτουν ως αποτέλεσμα ανθρώπινων λαθών ή hacking. Η λύση για αυτό το πρόβλημα, ήρθε με τη χρήση της τεχνολογίας του Blockchain, η οποία έχει αναβαθμισμένες δυνατότητες όσον αφορά την ποιότητα, την προσβασιμότητα και την ασφάλεια των δεδομένων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, την καλύτερη διαχείριση του όγκου και της ποικιλίας

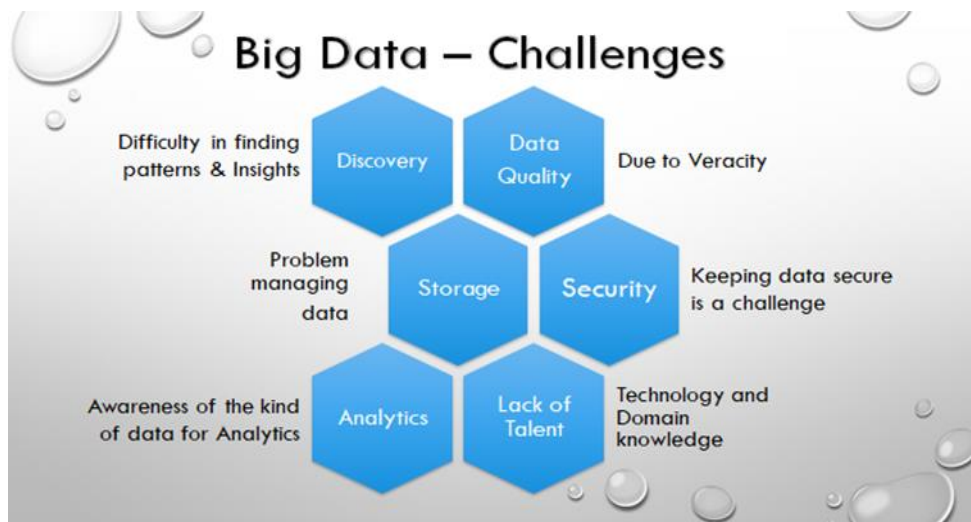
των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, και οδηγεί σε δεδομένα τα οποία είναι εξαιρετικά χρήσιμα σε εταιρείες και επιχειρήσεις.

Τα Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας πρέπει να θεωρηθούν εργαλείο που θα αυξήσει την «αστικότητα» (urbanity) αντί να την απειλήσει και η Τεχνητή Νοημοσύνη μαζί με σχετικές τεχνολογίες όπως η Μηχανική Εκμάθηση, μπορούν να επιτρέψουν στους επιστήμονες να αναπτύξουν Νευρωνικά Δίκτυα (ANN) και αλγόριθμους που βοηθούν στην ενίσχυση των ανθρώπινων γνωστικών λειτουργιών, και μπορούν να οδηγήσουν σε πιο «έξυπνα» αστικά περιβάλλοντα.

Με μία αποτελεσματική αποθήκευση, μέσω της υπολογιστικής νέφους (cloud computing) και με τα κατάλληλα εργαλεία ανάλυσης και επεξεργασίας, οι πληροφορίες και οι γνώσεις που προέρχονται από τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, μπορούν να συνεισφέρουν τα μέγιστα στη δημιουργία περισσότερο ενημερωμένων, διαδραστικών και αποτελεσματικών στοιχείων και υπηρεσιών κοινωνικής υποδομής (όπως υγειονομική περίθαλψη, παιδεία, ενέργεια, μεταφορά), τα οποία αποτελούν τον πιο βασικό συντελεστή για την ανάπτυξη και βελτιστοποίηση των έξυπνων πόλεων.

1.3 Προκλήσεις των δεδομένων μεγάλης κλίμακας

Για να μπορέσουμε να διαχειριστούμε τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας συμπεριλαμβάνοντας όλα τα χαρακτηριστικά τους, δημιουργήθηκαν πολύπλοκα μοντέλα και προσεγγίσεις με αποτέλεσμα την αύξηση του βαθμού δυσκολίας λόγω της αδυναμίας των ήδη υπάρχοντων μεθοδολογιών ή εργαλείων εξόρυξης δεδομένων στον χειρισμό τόσο μεγάλου μεγέθους και πολυπλοκότητας.



Εικόνα 2. Προκλήσεις των big data

(Πηγή: <https://www.abigdatablog.com/post/series-1-part-7-big-data-challenges>)

Τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, μπορούν να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την απόδοση των εφαρμογών και υπηρεσιών που βασίζονται σε αυτά και πιο συγκεκριμένα τους τομείς που σχετίζονται με τα εργαλεία διαχείρισης που διαθέτουν οι έξυπνες πόλεις, την ικανότητα ανάλυσης των

δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, την ακρίβεια των δεδομένων, το κόστος και την προσβασιμότητα σε αυτά.

Οι βασικότερες προκλήσεις, στη χρήση δεδομένων μεγάλης κλίμακας στις έξυπνες πόλεις, είναι οι εξής:

1. Πηγές και μορφές δεδομένων: Τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, μπορούν να παραχθούν και να συλλεχθούν από πολλές διαφορετικές πηγές, όπως π.χ. τα κοινωνικά μέσα δικτύωσης, τους αισθητήρες και να συνοδεύονται ή όχι από μεταδεδομένα. Λόγω της ποικιλίας των διαφορετικών πηγών δεδομένων και του τεράστιου όγκου, η συλλογή και ενσωμάτωσή τους από καταναμημένες τοποθεσίες, γίνεται αρκετά περίπλοκη. Επιπλέον, τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, εκτός της δομημένης μορφής, πολλές φορές έχουν και άλλες διαφορετικές μορφές, όπως της ημι-δομημένης, της σχεδόν δομημένης και της αδόμητης μορφής. Σε κάθε μία από αυτές τις περιπτώσεις, τα δεδομένα πρέπει να διαχειριστούν και να ταξινομηθούν σε μία δομημένη μορφή, με την βοήθεια προηγμένων συστημάτων βάσεων δεδομένων. Άλλα προβλήματα που σχετίζονται με αυτή την πρόκληση είναι η αξιολόγηση, η καταναμημένη εξόρυξη, τα δεδομένα που εξελίσσονται στο χρόνο, η συμπίεση, η οπτικοποίηση καθώς και τα «κρυμμένα» δεδομένα. Σύμφωνα με τον Brown et al. [5] μελλοντικά ανταγωνιστικά οφέλη μπορεί να προκύψουν σε εταιρείες που μπορούν όχι μόνο να αποκτήσουν περισσότερα και καλύτερα δεδομένα αλλά μπορούν και να κάνουν αποτελεσματικότερη χρήση αυτών των δεδομένων.

2. Κοινή χρήση δεδομένων και πληροφοριών: Η κοινή χρήση δεδομένων μεγάλης κλίμακας είναι πλέον εξίσου σημαντική με την παραγωγή τους. Και αυτό διότι, θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι δεν θα υπερβούμε τη λεπτή γραμμή μεταξύ της συλλογής και χρήσης δεδομένων και της εξασφάλισης των δικαιωμάτων απορρήτου και ιδιωτικότητας των πολιτών. Σε κάθε έξυπνη πόλη, υπάρχουν, σε διάφορους τομείς, εταιρείες και βιομηχανίες, οι οποίες αρκετά συχνά είναι απρόθυμες να κοινοποιήσουν τα δεδομένα τους, κυρίως βασιζόμενες στο απόρρητο των δεδομένων ή στο ιδιοκτησιακό καθεστώς. Επιπλέον, δεδομένου του ότι υπάρχουν διαφορετικές πηγές δεδομένων μεταξύ των τμημάτων μιας πόλης, ενδέχεται κάποια δεδομένα, όπως τα χωροχρονικά, να μπορούν να ενημερωθούν πιο γρήγορα από άλλα, με αποτέλεσμα να καθίσταται εξαιρετικά δύσκολο η δημιουργία ενιαίας βάσης γνώσεως σε μία έξυπνη πόλη. Επομένως, θα πρέπει κάθε εταιρεία, επιχείρηση ή οργανισμός, να συνεχίσει να παράγει πληροφορίες που είναι συγκεκριμένες για τις δικές της ανάγκες, αλλά παράλληλα ενδεχομένως θα πρέπει να μπορεί να συνδεθεί και να τις μοιραστεί και με άλλες επιχειρήσεις. Οι έξυπνες εφαρμογές της πόλης, θα πρέπει να βρουν τρόπους πρόληψης ή μείωσης των εμποδίων για την επίτευξη απρόσκοπτης ανταλλαγής πληροφοριών ή ανταλλαγής μεταξύ διαφορετικών οντοτήτων [6].

3. Ποιότητα δεδομένων: Εάν λάβουμε υπόψιν, το γεγονός της διαφορετικότητας των ατόμων που συλλέγουν τα δεδομένα αλλά και της ποικιλίας των βάσεων δεδομένων στις οποίες αποθηκεύ-

ονται, εύκολα θα καταλήξουμε στο συμπέρασμα, ότι τα δεδομένα σπάνια μπορεί να έχουν μία τυπική μορφή. Οι αλγόριθμοι ανάλυσης και οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης που βασίζονται σε δεδομένα μεγάλης κλίμακας, μπορούν να παράγουν ανεπιθύμητα αποτελέσματα, όταν το ζήτημα της ποιότητας των δεδομένων υφίσταται σε μεγάλα συστήματα δεδομένων. Για παράδειγμα, τα δεδομένα που έχουν παραχθεί από αισθητήρες και τα οποία συλλέχθηκαν μέσω τρίτου μέρους, χωρίς να υπάρχει κεντρικός έλεγχος από κάπου, θα μπορούσαν να είναι λανθασμένα εάν οι αισθητήρες αυτοί είναι ελαττωματικοί, λανθασμένα βαθμονομημένοι ή λειτουργούν πέρα από τη διάρκεια ζωής τους. Επίσης, αρκετά συχνά παρουσιάζεται το φαινόμενο της ετερογένειας, της έλλειψης συνοχής ή των διαφορών που μπορεί να εμφανίσουν τα δεδομένα, λόγω έλλειψη δομής εξαιτίας της συνεργασίας πολλών παρόχων. Κατά συνέπεια, για να μπορέσουμε να διασφαλίσουμε την ποιότητα των δεδομένων, απαραίτητος παράγοντας είναι η συνεχής ενημέρωση των πολιτικών συλλογής και χρήσης των δεδομένων και η κατανόηση της σπουδαιότητας της κοινής χρήσης και συνεργασίας μεταξύ όλων των οντοτήτων της έξυπνης πόλης.

4. Ασφάλεια και προστασία: Το θέμα της ασφάλειας και του απορρήτου των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, είναι ίσως μία από τις σοβαρότερες προκλήσεις. Οι τεχνολογίες ανάλυσης και επεξεργασίας των δεδομένων μπορεί να εξελίσσονται, αλλά τα χαρακτηριστικά ασφαλείας τους εξακολουθούν να παραβλέπονται. Επιπροσθέτως, από την στιγμή που οι βάσεις δεδομένων περιλαμβάνουν εμπιστευτικές πληροφορίες, κρίνεται αναγκαίο και απαραίτητο η ύπαρξη των υψηλών επιπέδων πολιτικών και μηχανισμών ασφαλείας, έτσι ώστε τα δεδομένα να είναι πλήρως προστατευμένα από τυχόν επιθέσεις ή από πρόσβαση σε αυτά από μη εξουσιοδοτημένα άτομα. Σύμφωνα με τους Kim GH., Trimi S. και Chung JH. [7], το θέμα της ασφάλειας των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, καθίσταται ακόμα πιο περίπλοκο, λογαριάζοντας το γεγονός της μεγάλης έλλειψης επαρκούς ασφαλείας, ακόμα και σε πάρα πολύ μεγάλες εφαρμογές, όπως αυτές των Cassandra και Hadoop.

Από τη στιγμή που τα δεδομένα αυτά, περιέχουν πληροφορίες προσωπικές και ιδιωτικές, όπως για την υγεία, ή για οικονομικά θέματα και λαμβάνοντας υπόψιν ότι τα δεδομένα «ταξιδεύουν» μέσω δικτύων τα οποία δεν είναι απόλυτα ασφαλή, το θέμα της ανάγκης για προστασία αυτών των δεδομένων, κρίνεται επιτακτικό. Η πρόσβαση σε αυτά πρέπει και οφείλεται να είναι ελεγχόμενη, έτσι ώστε να μην μπορεί να δημιουργηθεί θέμα παραβίασης των νομικών δικαιωμάτων ενός ατόμου για την προστασία της ιδιωτικής του ζωής.

5. Κόστος: Τα έργα υιοθέτησης δεδομένων μεγάλης κλίμακας, συνεπάγονται πολλά έξοδα. Οι κυριότεροι τομείς που θα μπορούσαμε να τα κατηγοριοποιήσουμε είναι το κόστος της υποδομής, της συντήρησης και του ανθρώπινου δυναμικού. Όταν αναφερόμαστε στην υποδομή, εννοούμε το κόστος των εργαλείων συλλογής, ανάλυσης, επεξεργασίας και αποθήκευσης δεδομένων καθώς επίσης και του δικτύου υπολογιστών που απαιτείται για τη μεταφορά τους.

Το κόστος της συντήρησης, αφορά περισσότερο στο επιπλέον ποσό που δημιουργείται όταν η

επιχείρηση θελήσει να επεκταθεί ή να κλιμακώσει τις δραστηριότητές της, το οποίο οδηγεί σε μεγαλύτερο χώρο αποθήκευσης, μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ ή ακόμα και περισσότερο προσωπικό.

Τέλος, το κόστος για το ανθρώπινο δυναμικό, προσδιορίζεται στο κατά πόσο οι υπάλληλοι έχουν τις απαραίτητες γνώσεις ή την εμπειρία για να διαχειριστούν τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας καθώς η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται. Αυτό συνεπάγεται ότι το κόστος ανάπτυξης ποικίλλει σημαντικά, ανάλογα με την εμπειρία του υπαλλήλου, τη θέση του καθώς επίσης και του μεγέθους του έργου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο. ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ



(Πηγή: <https://apps4smartcity.com/index.php/el/>)

2.1 Εισαγωγή

Από το 18^ο αιώνα και με την έναρξη της πρώτης βιομηχανικής επανάστασης, οι άνθρωποι άρχισαν να εγκαταλείπουν την ύπαιθρο και τις δυσκολίες επιβίωσης σ' αυτή και να μετακομίζουν στις πόλεις, όπου και υπήρχε μεγάλη προσφορά εργασίας με την ελπίδα μιας καλύτερης ζωής. Στις μέρες μας το μεγαλύτερο ποσοστό ζει πλέον στα μεγάλα αστικά κέντρα, με τις προβλέψεις να λένε πως το ποσοστό αυτό θα αυξηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο τις επόμενες δύο δεκαετίες. Σύμφωνα επίσης με τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών, η Ευρώπη συγκεντρώνει σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό (74%) των πολιτών που ζουν σε πόλεις και προβλέπεται ότι τα 2/3 του παγκόσμιου πληθυσμού μελλοντικά θα κατοικούν στον αστικό ιστό.

Η αστικοποίηση του παγκόσμιου πληθυσμού, έχει ως αποτέλεσμα οι πόλεις να συγκεντρώνουν κατά κύριο λόγο την οικονομική δραστηριότητα, τις κοινωνικές και πολιτικές εξελίξεις κ.α., αλλά ταυτόχρονα να δημιουργούνται ανάγκες για βιώσιμη ανάπτυξη και βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Όπως αναφέρουν οι Chourabi et al. (2012), οι μεγαλουπόλεις παράγουν συνεχώς νέα είδη προβλημάτων. Δημιουργούνται έτσι απαιτήσεις όσον αφορά σε τομείς όπως οι δημόσιες μεταφορές, οι δημόσιες υπηρεσίες, το περιβάλλον, η ασφάλεια και η υγεία, κάνοντας επιτακτική την ανάγκη για καίρια και αποτελεσματική αντιμετώπιση των ανερχόμενων προβλημάτων, όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τα απόβλητα, η άναρχη δόμηση, η ποιότητα και επάρκεια του νερού, η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η ηχορύπανση, οι ελλειπείς πολλές φορές υποδομές, οι ανομοιογενείς κοινότητες πολιτών και ενίοτε και οι πανδημίες.

Η οικοδόμηση έξυπνων πόλεων μπορεί να αποτελέσει λύση σε όλα τα προαναφερθέντα ζητήματα καθώς με τον συνδυασμό και την συμβολή της σύγχρονης τεχνολογίας μπορεί να επιτευχθεί μια εύρυθμη λειτουργία και σωστή χρήση των πόρων της.

2.2 Ορισμοί της έξυπνης πόλης

Η έννοια της έξυπνης πόλης δεν γεννήθηκε πρόσφατα, καθώς από τα μέσα του 1800 χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει νέες πόλεις της Αμερικανικής δύσης που υπήρξαν αυτοκυβερνούμενες. Ωστόσο η σημερινή της μορφή εμφανίζεται από το 1990 και μετά, ενώ τις δύο τελευταίες δεκαετίες η υλοποίηση της ιδέας της έξυπνης πόλης αποτέλεσε και αποτελεί την εξέλιξη των σύγχρονων αστικών κέντρων.

Η εκδοχή της έξυπνης πόλης εξελίσσεται μέχρι και σήμερα, χωρίς όμως να υπάρχει ακόμη μια κοινά αποδεκτή ερμηνεία και θα λέγαμε χωρίς υπερβολή, πως βρίσκεται ακόμη στην φάση «θα το γνωρίσω όταν το δω». Παρόλο όμως που παραμένει ακόμη μια ασαφής έννοια, αρκετοί ορισμοί προτάθηκαν και εδραιώθηκαν. Η πλειονότητα αυτών, επισημαίνει κοινά χαρακτηριστικά και στοιχεία που ενδέχεται να καθορίζουν τις προοπτικές των έξυπνων πόλεων, με βασικό και πρωταρχικό στόχο την βελτίωση της ποιότητας ζωής, μέσω της χρήσης υλικού, τεχνολογίας πληροφοριών, λογισμικού, δικτύων και δεδομένων.

Ως έννοια μπορεί επίσης να περιλαμβάνει διαφορετικά στοιχεία, όπως φυσικούς πόρους, υποδομές, ενέργεια, Μέσα Μαζικής Μεταφοράς-MMM, εκπαίδευση, υγειονομική περίθαλψη, κυβέρνηση και δημόσια ασφάλεια. Οι ορισμοί που έπονται, δίνουν έμφαση στην σπουδαιότητα της βιωσιμότητας των πόρων και των εφαρμογών.

Μια από τις πρώτες προσπάθειες διευκρίνησης του ορισμού, έγινε από τον Hall το 2000, ο οποίος ανέφερε ότι είναι: «Μια έξυπνη πόλη είναι πόλη που παρακολουθεί και ενσωματώνει τις συνθήκες όλων των κρίσιμων υποδομών της, συμπεριλαμβανομένων των οδών, των γεφυρών, του νερού, της ενέργειας, ακόμη και των μεγάλων κτιρίων και μπορεί να βελτιστοποιήσει καλύτερα τους πόρους της, το σχέδιο προληπτικής συντήρησης των δραστηριοτήτων της και να παρακολουθεί επίσης τις πτυχές της ασφάλειας μεγιστοποιώντας παράλληλα τις προσφερόμενες υπηρεσίες προς τους πολίτες της».

Το 2005, ο ορισμός της έξυπνης πόλης του Hartley, περιληπτικά αναφέρει τη σημασία της συμμετοχής του ανθρώπινου στοιχείου στη δημιουργία μιας έξυπνης πόλης. Την ίδια περίπου εποχή, οι Caragliu Del Bo και Nijkamp, σημείωσαν ότι μέσα από τις έξυπνες πόλεις πρέπει να γίνεται μια συνετή διαχείριση των φυσικών πόρων, ενώ το 2010 οι Washburn et al, αναφέρονται στη σημασία της τεχνολογίας στην καθημερινότητα και πως αυτή μπορεί να μετατρέψει μια πόλη σε έξυπνη, διασυνδεδεμένη και αποτελεσματική.

Οι Nam και Pardo (2011) και οι Meijer και Bolívar (2016) σε μια προσπάθεια να ταξινομήσουν τους διάφορους ορισμούς που έχουν δοθεί κατά καιρούς, προτείνουν τρεις κατηγορίες, οι οποίες είναι οι εξής:

- οι έξυπνες πόλεις με έξυπνες τεχνολογίες - εστίαση στην τεχνολογία,
- οι έξυπνες πόλεις με έξυπνους πολίτες - εστίαση στο ανθρώπινο δυναμικό και
- οι έξυπνες πόλεις με έξυπνη συνεργασία μεταξύ των μελών τους - εστίαση στη διακυβέρνηση.

Σε γενικές γραμμές, στις μέρες μας θα λέγαμε, πως μια έξυπνη πόλη είναι μια ολοκληρωμένη βιώσιμη λύση που συνδέει πολλές πτυχές της ζωής, όπως την ενέργεια, τα κτίρια, τις αστικές υπηρεσίες, την οικονομική ανάπτυξη, την ποιότητα ζωής, την ευφυΐα, τους ευαισθητοποιημένους πολίτες, την έξυπνη διακυβέρνηση, την κινητικότητα κ.α. με έναν έξυπνο και αποτελεσματικό τρόπο, βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των πολιτών της.

2.3 Χαρακτηριστικά των έξυπνων πόλεων

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (2014), οι έξυπνες πόλεις βασίζονται στην ιδέα της δημιουργίας και διασύνδεσης του ανθρώπινου, κοινωνικού και φυσικού κεφαλαίου, των δεδομένων και της τεχνολογίας, προκειμένου να επιτευχθεί μία βιώσιμη ανάπτυξη.

Ο Caragliu et al. (2011) αναφέρει ότι η έξυπνη πόλη χρειάζεται κατάλληλη διαχείριση των φυσικών πόρων και συμμετοχική διακυβέρνηση.



Σχ. 2. Χαρακτηριστικά της έξυπνης πόλης

Βάση των ποικίλων ορισμών, τα χαρακτηριστικά της έξυπνης πόλης είναι πολλά, όπως φαίνεται και από το σχήμα 2, με κυριότερα τα παρακάτω:

1. Πολίτες, η συμβολή των οποίων είναι καθοριστικής σημασίας για την ανάπτυξη μιας έξυπνης πόλης. Ένας έξυπνος άνθρωπος είναι ένας ενημερωμένος πολίτης για τα τεκταινόμενα στην πόλη του, συμμετέχει ενεργά στα δρώμενα της πόλης, ενώ είναι δημιουργικός και ανοιχτός σε καινοτόμες ιδέες.
2. Διαβίωση, όπου διαμέσου ενός πλήθους υπηρεσιών, όπως η ασφάλεια, η υγεία, η εκπαίδευση και ο τουρισμός βελτιώνεται η ποιότητα ζωής των πολιτών της.
3. Περιεκτικότητα, με το να σχεδιάζει και να προσφέρει υπηρεσίες σε όλους τους πολίτες χωρίς διακρίσεις στο μορφωτικό επίπεδο ή στην ηλικία.

4. Ευφυΐα, με το να συλλέγει και να επεξεργάζεται δεδομένα, να προωθεί καινοτόμες λύσεις, να εγκαθιστά έξυπνες υποδομές και με την βοήθεια των νέων τεχνολογιών να επιτυγχάνει τους στόχους της.

5. Ανθεκτικότητα και βιωσιμότητα, με το να μπορεί όχι μόνο να επιβιώνει, αλλά και να επανακάμπτει μετά από μια κρίση ή καταστροφή, όπως μια οικονομική κρίση, μια φυσική καταστροφή (πλημμύρες) ή μια πανδημία στο σύνολο του πληθυσμού της.

6. Ασφάλεια, με το να μπορεί να εμπνεύσει το αίσθημα της ασφάλειας στους πολίτες της, τόσο για την σωματική τους ακεραιότητα, όσο και για την εξασφάλιση μιας ζωής χωρίς αβεβαιότητα, μέσω των κοινωνικών παροχών που θα τους παρέχει.

7. Ευελιξία, με το προσαρμόζεται γρήγορα και εύκολα στις τρέχουσες αλλαγές, τεχνολογικές και μη.

2.4 Προκλήσεις των έξυπνων πόλεων

Το όραμα των έξυπνων πόλεων γίνεται σιγά σιγά πραγματικότητα με ταχύτατους ρυθμούς. Οι έξυπνες πόλεις αξιοποιώντας την τεχνολογία και τη συμμετοχή των πολιτών, των κυβερνήσεων και των εταιριών σχεδιάζουν, επεξεργάζονται και υλοποιούν στρατηγικές, υπηρεσίες και πολιτικές που στόχο έχουν την βελτίωση της ζωής των πολιτών τους. Στην προσπάθεια αυτή βρίσκονται αντιμέτωπες και με μια σειρά από προκλήσεις, που καλούνται να αντιμετωπίσουν, για να διασφαλίσουν την συνοχή της κοινωνίας, που θα επιτρέψει και την ανθεκτικότητα της, σε βάθος χρόνου.

Οι προκλήσεις των έξυπνων πόλεων, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: σε αυτές που αφορούν τα δεδομένα και σε αυτές που αφορούν τον ανθρώπινο παράγοντα.

(α) Προκλήσεις σχετιζόμενες με δεδομένα.

Μια από τις προκλήσεις αυτές, είναι (1) ο τρόπος συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων, ώστε να προκύψουν χρήσιμες πληροφορίες προς αξιοποίηση. Με την βοήθεια της διασύνδεσης των συστημάτων μέσω τεχνολογιών IoT και της επεξεργασίας των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, η AI μπορεί να βοηθήσει αρκετά στην διευκόλυνση αυτής της διαδικασίας.

Υπάρχει όμως το ενδεχόμενο οι συσκευές συλλογής για διάφορους λόγους να παράγουν εσφαλμένα δεδομένα ή μπορεί να παρατηρηθεί μια μεγάλη διακύμανση από δεδομένα συλλεγμένα από διαφορετικές συσκευές. Επίσης, εάν δεν υπάρχει ακριβής και λεπτομερής περιγραφή του αντικειμένου της έρευνας, μπορεί να παραχθούν δεδομένα που να μην ανταποκρίνονται σε αυτό. Για τον λόγο αυτό, (2) η ποιότητα των παραχθέντων δεδομένων αποτελεί ακόμη μια πρόκληση για μια έξυπνη πόλη.

Επίσης, μια ακόμη πρόκληση σε αυτή την κατηγορία, είναι αυτή της (3) ενσωμάτωσης δεδομένων που προέρχονται από διαφορετικές πηγές. Για παράδειγμα προκειμένου να βγει ένα αξιόπιστο αποτέλεσμα για την κυκλοφοριακή συμφόρηση μιας πόλης, χρειάζεται να συλλεχθούν δεδομένα από διαφορετικά είδη συσκευών, που το καθένα θα δώσει την δική του συλλογή δεδομένων. Γι' αυτό και η διαδικασία της ενσωμάτωσης είναι χρονοβόρα και απαιτεί εμπειρία και προσοχή ώστε να δώσει ασφαλή αποτελέσματα.

(β) Προκλήσεις σχετιζόμενες με τον ανθρώπινο παράγοντα.

Καθημερινά, εμφανίζεται μία αύξηση στα μέσα συλλογής δεδομένων (προσωπικών ή μη), όπως οι αισθητήρες και τα συστήματα παρακολούθησης (κάμερες) που βρίσκονται σχεδόν παντού, από τους κάδους απορριμμάτων μέχρι και στα φανάρια. Δημιουργείται έτσι, ένα αυξανόμενο σύστημα επιτήρησης, απειλώντας την ιδιωτικότητα καθώς οι πολίτες, ειδικά στους δημόσιους χώρους, δίνουν εν αγνοία τους, την πρόσβαση στα προσωπικά τους δεδομένα.

Από την άλλη, τα smart phones με τις εφαρμογές τους, μοιράζονται για παράδειγμα προσωπικά δεδομένα, γεωγραφική θέση (GPS) ή πληροφορίες για θέματα υγείας (π.χ. η εφαρμογή του βηματομετρητή) ή ακόμα και δεδομένα που έχουν να κάνουν με προσωπικές συνήθειες και ενδιαφέροντα (π.χ. φαγητό, ψυχαγωγία). Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης προσφέρουν μια οικειοθελή παραχώρηση από τους κατόχους τους, των προσωπικών τους δεδομένων, κάνοντας δύσκολο να προφυλαχθεί ακόμη και ο πιο καχύποπτος ή ενημερωμένος χρήστης.

Η ιδιωτικότητα όμως, αφορά και το σύνολο των παραχθέντων δεδομένων, καθώς η συλλογή τους, αλλά και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την επεξεργασία τους, αποτελούν πολύτιμο υλικό για να διαρρεύσει απρόσεκτα σε τρίτους ή ακόμη και να πέσει θύμα υποκλοπής ανθρώπων που θα χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα για να εξάγουν δικά τους αποτελέσματα ερευνών. Γι' αυτό και κρίνεται απαραίτητο οι εταιρείες συλλογής τους, να μεριμνήσουν σοβαρά για την ασφάλεια τους, με μια σειρά μέτρων και η πολιτεία από την πλευρά της με μια σειρά νόμων.

Η απώλεια της ιδιωτικότητας εκτός από τις προφανείς απειλές για την προστασία της ιδιωτικής ζωής, θα μπορούσε επίσης να επιτρέψει τη δημιουργία προφίλ, με βάση διακρίσεις όλων των ειδών. Αυτό αυτόματα τοποθετεί τους περισσότερους πολίτες σε καθεστώς ανασφάλειας, η οποία θα ενισχυθεί και μεταξύ των ατόμων που δεν κατανοούν την ψηφιακή τεχνολογία άρα δεν συμμετέχουν στη συλλογή μαζικών δεδομένων, αλλά και ούτε έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες που παράγονται. Γεγονός που θα τους φέρει σε μειονεκτική θέση ή ακόμα και στο περιθώριο, αποκομμένους από την ενεργή συμμετοχή στα δρώμενα της πόλης. Τα άτομα που είναι σε ευάλωτη θέση, είναι συνήθως οι μεγαλύτερες ηλικίες που δεν γνωρίζουν και ούτε μπορούν να μάθουν (ή δεν θέλουν) τα νεότερα της τεχνολογίας. Σε αυτή την κατηγορία επίσης, εντάσσονται και νεαρές ηλικίες ή άτομα που ζουν στο περιθώριο ή έχουν περιορισμένη πρόσβαση σε εκπαίδευση και αγαθά και για τους οποίους θα είναι δύσκολο να φτάσουν στο ίδιο επίπεδο με τους υπόλοιπους. Επομένως, το αίσθημα ανασφάλειας των πολιτών, είναι ακόμη μια πρόκληση, που πρέπει να μεριμνήσει, για την

εξάλειψή του.

Μια έξυπνη πόλη θα πρέπει να έχει ως κέντρο αναφοράς της τον άνθρωπο και γι' αυτό **η κατανόηση των αναγκών των πολιτών της**, των εργαζομένων ειδικότερα, αλλά και των επισκεπτών είναι ακόμη μια πρόκληση που καλείται να λάβει υπόψη. Προϋπόθεση γι' αυτό, είναι ο προσδιορισμός των κατάλληλων πληροφοριών (μέσω ερωτηματολογίου, ερευνών κτλ.) προς τους πολίτες που θα επιτρέψει τη συλλογή των κατάλληλων δεδομένων. Για παράδειγμα η έρευνα για τις ανάγκες αλλά και τις απαιτήσεις των εργαζομένων από τους εργοδότες τους είναι καθοριστικής σημασίας, γιατί μπορεί να βελτιώσει την απόδοση των εργαζομένων και άρα να βελτιώσει την παραγωγή και κατά συνέπεια την οικονομία της πόλης.

Εξίσου σημαντικός είναι και ο τομέας της υγείας τόσο σε επίπεδο οργάνωσης όσο και σε επίπεδο παροχών. Καλύτερη υγεία για τους πολίτες σημαίνει μείωση του κόστους δαπανών νοσηλείας αλλά και μια ακμάζουσα κοινωνία υγιών πολιτών.

Μία άλλη πρόκληση για μια έξυπνη πόλη, είναι και οι **γεωγραφικές πληροφορίες** που μπορεί εκείνη να δώσει στους πολίτες, στους εργαζομένους αλλά και στους επισκέπτες της. Αυτό περιλαμβάνει π.χ. την συλλογή δεδομένων που έχουν να κάνουν με την κυκλοφοριακή συμφόρηση, προκειμένου να παραχθεί πληροφορία που να είναι χρήσιμη σε εργαζομένους εν ώρα αιχμής (π.χ. τις ώρες που πηγαίνουν στις εργασίες τους με το αυτοκίνητο) αλλά και η εύρεση της κατάλληλης διαδρομής ενός ασθενοφόρου που θα θέλει να μεταφέρει τάχιστα τον ασθενή στο πλησιέστερο νοσοκομείο χωρίς να μπλέξει στην κίνηση.

Ειδικότερα στον τομέα της υγείας, αρκετοί είναι οι επιστήμονες που συζήτησαν και συμφώνησαν για την σημασία της γεωγραφικής απεικόνισης των τοπικών πληροφοριών, που αφορούν την υγεία, προκειμένου τόσο οι πολίτες όσο και οι επισκέπτες να έχουν την γρηγορότερη πρόσβαση, σε υποδομές υγείας ανάλογες με τις ανάγκες τους (π.χ. μαιευτήρια, ΚΑΤ, και τοπικά ιατρεία).

Τέλος, σημαντικό είναι οι πληροφορίες να μην παραμένουν στα συρτάρια, καθώς ένα μεγάλο μέρος των δεδομένων μεγάλης κλίμακας που συλλέγεται, μέσω της ανάλυσης και επεξεργασίας, οδηγεί σε πληροφορίες που παραμένουν αναξιοποίητες και αποθηκευμένες σε αναφορές και σκληρούς δίσκους. Οι **αναξιοποίητες πληροφορίες** δυστυχώς, καταλαμβάνουν ένα μεγάλο μέρος του πλήθους των παραγόμενων πληροφοριών με αποτέλεσμα να μειώνεται η τελική αξία της πληροφορίας.

Καθίσταται έτσι απαραίτητο οι πληροφορίες, ακόμη και αν δεν μπορούν να αξιοποιηθούν, να παραδοθούν ωστόσο στους πολίτες και τους επισκέπτες μιας υπηρεσίας, έτσι ώστε η σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ παρόχου και πολιτών να αυξηθεί, με απώτερο όφελος την ποιοτικότερη αλλά και εξασφαλισμένη μελλοντική συνεργασία μεταξύ τους.

2.5 Οφέλη των έξυπνων πόλεων

Ευτυχώς τα οφέλη της δημιουργίας έξυπνων πόλεων υπερτερούν κατά πολύ των προκλήσεων, έτσι ώστε να ελπίζουμε ότι στο μέλλον όλο και περισσότερες πόλεις (μικρές και μεγάλες) θα γίνουν

έξυπνες. Τα κυριότερα από αυτά είναι :

1. Οικονομία. Χωρίς αμφιβολία, οι επιχειρήσεις μιας έξυπνης πόλης, θα επωφεληθούν από την καινοτομία που αυτή εισάγει, όσον αφορά την συλλογή, επεξεργασία και αξιοποίηση των δεδομένων μεγάλης κλίμακας. Η χρήση των ΤΠΕ μπορεί να βοηθήσει στην τόνωση και την ανανέωση της αγοράς. Αυτό επιτυγχάνεται, με την εφαρμογή καινοτόμων πρωτοβουλιών για την διαχείριση της ήδη υπάρχουσας οικονομικής κατάστασης, μειώνοντας το λειτουργικό κόστος, ενισχύοντας την κατανάλωση, αυξάνοντας τον κύκλο εργασιών των επιχειρήσεων με ταυτόχρονη μείωση του κόστους παραγωγής καθώς και δημιουργώντας νέες επιχειρήσεις, μειώνοντας έτσι την ανεργία στις ευπαθείς πληθυσμιακές ομάδες.

2. Αποτελεσματική χρήση πόρων. Τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, μπορούν να επιδείξουν τρόπους για: μειωμένη κατανάλωση ενέργειας (όπως εξοικονόμηση ηλεκτρικού ρεύματος με έξυπνο φωτισμό), έξυπνα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων, δημιουργία πράσινων στεγών πάνω σε πράσινα κτίρια, βελτίωση της κυκλοφορίας, εξοικονόμηση πόσιμου νερού, κτλ. οδηγώντας σε μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της πόλης. Δεδομένου ότι πολλοί από τους πόρους είναι σπάνιοι και ακριβοί, πρέπει να υπάρξουν άμεσα λύσεις για καλύτερες και ελεγχόμενες χρήσεις τους. Μειωμένες εκπομπές καυσαερίων και αποβλήτων θα είναι μερικά μόνο από τα οφέλη που θα επέλθουν. Ταυτόχρονα, το δασικό απόθεμα θα αυξηθεί μαζί με την διαθέσιμη γη προς καλλιέργεια, όπου με την βοήθεια τόσο της τεχνητής νοημοσύνης όσο και των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, θα δοθούν χρήσιμες πληροφορίες, σε ζητήματα σχετικά με τις καιρικές συνθήκες και τις συνθήκες καλλιέργειας, που θα επιτρέψουν την αύξηση της παραγωγής.

3. Καλύτερη ποιότητα ζωής. Περιλαμβάνει μια ευρεία ποικιλία ωφελειών προς τους πολίτες, με την υγεία να είναι από τα πρωταρχικά οφέλη των κατοίκων μιας έξυπνης πόλης. Οι υπηρεσίες υγείας μιας έξυπνης πόλης, ανταποκρίνονται καλύτερα στην ανίχνευση και πρόληψη ιατρικών προβλημάτων, στην εκτίμηση της πιθανότητας ασθενειών, στην παρακολούθηση της υγείας, αλλά και στην τόνωση και ενίσχυση της υγείας των πολιτών, παρέχοντας τους κίνητρα ώστε να παραμείνουν κοινωνικά ενεργοί πολίτες. Η ποιότητα ζωής των πολιτών, περιλαμβάνει επίσης την βελτίωση των διαφόρων τομέων της πόλης, όπως αυτών που έχουν να κάνουν με την κοινωνική μέριμνα, τις εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις αλλά και την βελτίωση των μεθόδων διδασκαλίας, τον πολιτισμό, το αίσθημα της ασφάλειας, την ποιότητα στέγασης και δουλειάς ακόμη και την τουριστική ελκυστικότητα. Επιπλέον, η βελτίωση των μεταφορών και η μείωση της ρύπανσης, οδηγούν σε πιο ενημερωμένους πολίτες και σε ένα πιο ποιοτικό και βιώσιμο περιβάλλον.

4. Αστική διακυβέρνηση. Σε μια έξυπνη πόλη, οι πολίτες θα έχουν την δυνατότητα να συμβάλλουν στην πρόοδο της, με έξυπνες αποφάσεις βασιζόμενες στα δεδομένα μεγάλης κλίμακας. Η συνεργασία και η συμμετοχή των πολιτών, σε δραστηριότητες που αφορούν την διαχείριση και την

διοίκηση της πόλης σε όλα τα επίπεδα, καθώς επίσης και στα θέματα χωροταξικού σχεδιασμού δημοσίων υπηρεσιών έχει αποκτήσει πλέον ιδιαίτερη σημασία, με τις διοικήσεις των πόλεων να δημιουργούν χώρους συνεργασίας, εκμεταλλευόμενοι τις διάφορες εφαρμογές ΤΠΕ.

5. Υψηλότερα επίπεδα διαφάνειας. Με την κοινή χρήση δεδομένων και πόρων θα αυξηθούν τα επίπεδα διαφάνειας των πληροφοριών για οποιοδήποτε εμπλεκόμενο. Αυτό θα διευκολύνει την συνεργασία και την επικοινωνία ανάμεσα σε οντότητες και θα δημιουργήσει περισσότερες υπηρεσίες και εφαρμογές που ενισχύουν περαιτέρω την έξυπνη πόλη.

6. Αξιοποίηση δεδομένων μεγάλης κλίμακας. Η εμφάνιση των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, παρέχει πολλά οφέλη και οι πολίτες θα μπορούν να είναι σε θέση να έχουν πρόσβαση σε ένα πλήθος δεδομένων που θα τους επιτρέψει την βελτίωση της ποιότητας ζωής τους. Αναγκαία και απαραίτητη προϋπόθεση όμως, είναι η ανάπτυξη πολιτικών για την εξασφάλιση της ακρίβειας, της ποιότητας, της ασφάλειας και του ελέγχου των δεδομένων μεγάλης κλίμακας.

2.6 Βασικά εργαλεία ανάπτυξης μιας έξυπνης πόλης

Οι παγκόσμιες δαπάνες για τεχνολογίες έξυπνης πόλης, αναμένεται να σημειώσουν αύξηση 22,7% έως το 2025, σύμφωνα με πρόσφατη ανάλυση της Frost & Sullivan. Πολλά είναι τα στοιχεία που συμβάλλουν στην δημιουργία μιας έξυπνης πόλης, με κυριότερο, τον τρόπο δημιουργίας των τεράστιων ποσοτήτων όγκου δεδομένων. Επομένως η ανάπτυξη κατάλληλης τεχνολογίας βάσεων δεδομένων θα συνεχίσει να αποτελεί πρόκληση για τις έξυπνες πόλεις. Πιο συγκεκριμένα, τα βασικά εργαλεία ανάπτυξης είναι τα παρακάτω:

1. Εταιρίες. Πολλές είναι οι εταιρίες που έδωσαν την δική τους άποψη, για την εικόνα της έξυπνης πόλης, παρουσιάζοντας την τεχνολογία που μπορεί να υιοθετήσουν οι πόλεις αυτές. Το πλαίσιο Cisco Smart and Connected City, είναι η πρόταση της Cisco για μια έξυπνη πόλη και περιλαμβάνει απομακρυσμένη πρόσβαση σε κοινωφελείς υπηρεσίες και επιπλέον λύσεις στην διαχείριση των υποδομών μιας πόλης, για την στάθμευση, την κυκλοφορία και την ασφάλεια. Η Oracle στις βάσεις δεδομένων, με το πλαίσιο oracle Database 21c, παρέχει υποστήριξη για απαιτήσεις πολλαπλών μοντέλων και πολλαπλών φόρτων εργασίας. Επιπλέον διαθέτει και την υπηρεσία Oracle APEX³, η οποία είναι low-code, για γρήγορη και εύκολη ανάπτυξη και υλοποίηση εφαρμογών που βασίζονται στα δεδομένα. Η Microsoft, με το σύστημα AEGIS, υποστηρίζει την οργάνωση καινοτόμων, έγκαιρων και έγκυρων επιχειρησιακών σχεδίων αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών ενώ η IBM, πρόσφατα ολοκλήρωσε περισσότερα από 100 έργα έξυπνων πόλεων παγκοσμίως (2010- 2017) . Τα θέματα των έργων αυτών, περιλάμβαναν την διοίκηση, την συμμετοχή πολιτών,

³ APplication EXpress

την οικονομική ανάπτυξη, την εκπαίδευση και το εργατικό δυναμικό, το περιβάλλον, τη δημόσια ασφάλεια, τις κοινωνικές υπηρεσίες, τις μεταφορές και τον αστικό σχεδιασμό (IBM Smarter Cities Challenge, 2017).

2. Ενσύρματα και ασύρματα δίκτυα. Οι πόλεις που ευελπιστούν να γίνουν έξυπνες, οφείλουν πρωτίστως να προσφέρουν στους πολίτες μια δικτυακή υποδομή, που να επιτρέπει την αδιάλειπτη σύνδεση των πολιτών σε αυτές. Παράλληλα, θα πρέπει να είναι και ευέλικτη, ώστε να καλύπτει τις ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες που προκύπτουν. Με αυτό τον τρόπο, θα είναι δυνατή η γρήγορη σύνδεση στο διαδίκτυο των πολιτών, ακόμη και στις πιο απομακρυσμένες περιοχές, κάτι που θα επιτρέπει και την γρήγορη μεταφορά δεδομένων.

Οι τεχνολογίες δικτύου διακρίνονται σε ασύρματες, όπου χρησιμοποιούνται συνήθως τεχνολογίες wi-fi και δίκτυα κινητής τηλεφωνίας και στις ενσύρματες όπου τα τελευταία χρόνια γίνεται χρήση των οπτικών ινών αλλά και ασύμμετρων τεχνολογιών πρόσβασης (xDSL). Ειδικότερα οι οπτικές ίνες, αποτέλεσαν την επανάσταση στο ενσύρματο δίκτυο, με την παροχή μεγάλου εύρους ζώνης και μεταφέροντας το σήμα σε μεγάλη απόσταση χωρίς σημαντικές απώλειες (που οφείλονται στην εξασθένηση του σήματος).

Από την άλλη οι τεχνολογίες πρόσβασης xDSL μετατρέπουν το καλώδιο του τηλεφώνου σε ένα μέσο ψηφιακής επικοινωνίας μεγάλου εύρους ζώνης. Τέλος τα δίκτυα κινητής τεχνολογίας, παρέχουν την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών αλλά και την γρήγορη πρόσβαση στο διαδίκτυο, επιτρέποντας την μετάδοση των δεδομένων σε υψηλές ταχύτητες.

3. IoT. Το διαδίκτυο των αντικειμένων (IoT), αποτελεί βασικό εργαλείο στις έξυπνες πόλεις, και την σημαντικότερη εξέλιξη των τελευταίων χρόνων, καθώς η χρήση αισθητήρων βρίσκει ένα εύρος εφαρμογών σε όλα τα πεδία της πόλης. Ενδεικτικά, ορισμένα από τα πεδία εφαρμογής του είναι η στάθμευση, η κυκλοφοριακή συμφόρηση, ο έξυπνος φωτισμός, η ατμοσφαιρική μόλυνση, η διαχείριση αποβλήτων, η υγεία κ.α.. Η λειτουργία του IoT, στηρίζεται στην καταγραφή γεγονότων και καιρικών συνθηκών, τα οποία μέσω του κατάλληλου λογισμικού μεταφράζονται σε σημαντικές πληροφορίες. Για παράδειγμα η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας σε ένα κτίριο, μεταφράζεται ως πιθανότητα εμφάνισης πυρκαγιάς.

4. Οπτικοποίηση γεωγραφικού προσδιορισμού. Ο ακριβής προσδιορισμός της γεωγραφικής θέσης του χρήστη, έχει μεγάλη σημασία σε ένα αρκετά μεγάλο πλήθος εφαρμογών, μιας έξυπνης πόλης. Σε αυτό περιλαμβάνονται πληροφορίες που αφορούν π.χ. την βέλτιστη διαδρομή ενός προορισμού καθώς και πληροφορίες που αφορούν αξιοθέατα (π.χ. για τουρίστες), καταστήματα, υπηρεσίες κτλ. Ο προσδιορισμός γίνεται εφικτός με τεχνολογίες που αφορούν την γεωγραφική θέση με πιο γνωστή από αυτές το GPS, ένα σύστημα πλοήγησης που χρησιμοποιείται κατά κόρον από οδηγούς σε αυτοκίνητα, αν και πλέον είναι προ εγκατεστημένη εφαρμογή σε όλα τα έξυπνα κινητά, αποδεικνύοντας το πόσο σημαντική είναι η συγκεκριμένη τεχνολογία στην καθημερινότητα μας.

5. Τεχνητή νοημοσύνη και cloud computing. Βασιζόμενοι σε αυτές τις τεχνολογίες, γίνεται εφικτή η καλύτερη επεξεργασία των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, μέσω των υπολογιστικών και αποθηκευτικών εγκαταστάσεων που παρέχουν. Η εικονικοποίηση (virtualization) επιτρέπει τους χρήστες να ξεπεράσουν τους περιορισμούς που έχουν να κάνουν με την κοινή χρήση των φυσικών πόρων των πληροφοριακών συστημάτων, όπως servers, αποθηκευτικούς χώρους και δίκτυα. Από την άλλη το clustering, επιτρέπει σε πολλαπλά συστήματα να λειτουργούν ως ένα μεγάλο σύστημα όπως κοινόχρηστα συστήματα αρχείων με υψηλή ταχύτητα διασύνδεσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ BIG DATA ΣΕ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

3.1 Εισαγωγή

Λαμβάνοντας υπόψιν τους γοργούς ρυθμούς αύξησης της παγκόσμιας αστικοποίησης, έχουμε μία τρομακτικά καθημερινή προσέλευση των ανθρώπων στις πόλεις, το οποίο συνεπάγεται αυτόματα, ότι οι πόλεις θα πρέπει να αναπτύξουν μία πιο ανθρώπινη και πιο αποτελεσματική προσέγγιση στους κατοίκους τους. Αυτό το πετυχαίνουν, αναβαθμίζοντας τις ήδη υπάρχουσες βασικές και μη υπηρεσίες και εγκαταστάσεις τους σε αντίστοιχες ευφυείς.

Μία έξυπνη πόλη, βασίζεται στην ικανότητα που έχει για δημιουργία εφαρμογών, οι οποίες θα έχουν θετικό αντίκτυπο και θα δημιουργήσουν έξυπνα έργα, τα οποία θα οδηγήσουν σε σημαντικές επενδύσεις και οικονομικά οφέλη. Ως εκ τούτου, η στήριξη των πόλεων πάνω στα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, στις ΤΠΕ, στο cloud computing, στην τεχνολογία ΑΙ και γενικά στην συνένωση όλων αυτών των διαφορετικών τεχνολογιών, συσκευών και δικτύων, θεωρείται αναγκαίος και πρωταρχικός παράγοντας, ο οποίος και αναδεικνύει την σπουδαιότητα της βιωσιμότητας των πόρων μιας έξυπνης πόλης.

Οι εφαρμογές δεδομένων μεγάλης κλίμακας, ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες. Τις εφαρμογές εκτός σύνδεσης και τις εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο. Οι πρώτες, προσφέρουν δυνατότητες για αναβαθμισμένες αναλύσεις που σχετίζονται με τα περισσότερα ή όλα τα δεδομένα. Για παράδειγμα εφαρμογές, όπως η έξυπνη ενέργεια, η έξυπνη κυκλοφορία, η έξυπνη υγεία. Ακόμα και το Hadoop είναι τεχνολογίας δεδομένων εκτός σύνδεσης. Από την άλλη, οι εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο χρειάζονται υψηλότερες τεχνολογικές απαιτήσεις, λόγω της ανάγκης για στιγμιαία εισαγωγή και γρήγορη ανάλυση δεδομένων, προκειμένου να ληφθεί απόφαση μέσα σε ένα αυστηρά συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο.

3.2 Νέα Αστική Ατζέντα και έξυπνη πόλη

«Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης είναι μια καθολική έκκληση για δράση για τον τερματισμό της φτώχειας, την προστασία του πλανήτη και τη βελτίωση της ζωής και των προοπτικών όλων, παντού. Οι 17 Στόχοι εγκρίθηκαν από όλα τα κράτη μέλη του ΟΗΕ το 2015, ως μέρος της Ατζέντας του 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη που καθόριζε ένα 15ετές σχέδιο για την επίτευξη των Στόχων». (“The Sustainable Development Goals are a universal call to action to end poverty, protect the planet and improve the lives and prospects of everyone, everywhere. The 17 Goals were adopted by all UN Member States in 2015, as part of the 2030 Agenda for Sustainable Development which set out a 15-year plan to achieve the Goals”)

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>

Οι 17 στόχοι (Goals) της βιώσιμης ανάπτυξης φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

<u>Στόχοι</u>	<u>Περιγραφή</u>
Στόχος -1	By 2030, eradicate extreme poverty for all people everywhere.
Στόχος -2	End hunger, achieve food security and improved nutrition by 2030.
Στόχος -3	Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages by 2030.
Στόχος -4	Ensure that all girls and boys complete free, equitable and quality primary and secondary education by 2030.
Στόχος -5	To achieve gender equality and empower all women and girls.
Στόχος -6	Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all by 2030.
Στόχος -7	Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all by 2030.
Στόχος -8	Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth.
Στόχος -9	Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation by 2030.
Στόχος -10	Reduce inequality within and among countries by 2030.
Στόχος -11	Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable.
Στόχος -12	Ensure sustainable consumption and production patterns.
Στόχος -13	Take urgent action to combat climate change and its impacts.
Στόχος -14	Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development.
Στόχος -15	Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, combat desertification and halt biodiversity loss.
Στόχος -16	Promote peaceful and inclusive societies for sustainable development; provide access to justice for all.
Στόχος -17	Strengthen the means of implementation and revitalize the global partnership for sustainable development.

Είναι πρωταρχικής σημασίας η επιτυχής συμμόρφωση των έξυπνων πόλεων με τη **Νέα Αστική Ατζέντα και ειδικότερα τον 11^ο Στόχο Αειφόρου Ανάπτυξης**. Η Νέα Αστική Ατζέντα, αναφέρεται στη σύνδεση της αστικοποίησης με την ανάπτυξη, επισημαίνοντας τις δυνατότητες για δημιουργία θέσεων εργασίας και για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής, στοιχεία που θα πρέπει να περιλαμβάνονται σε κάθε πολιτική και στρατηγική αστικής ανανέωσης. Πιο συγκεκριμένα από τους 17 Στόχους της Αειφόρου Ανάπτυξης, ο 11^{ος} επικεντρώνεται στην δημιουργία βιώσιμων, ανθεκτικών, ασφαλών και χωρίς αποκλεισμούς πόλεων και οικισμών και συνδέεται στενά με την Ατζέντα 2030, για Βιώσιμη Ανάπτυξη.

Σύμφωνα με την Παγκόσμια Επιτροπή Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης (WCED⁴), η βιώσιμη αστική ανάπτυξη, θεωρείται ως μια διαδικασία αλλαγής, κατά την οποία η εκμετάλλευση των πόρων, η κατεύθυνση των επενδύσεων, η τεχνολογική ανάπτυξη και οι θεσμικές αλλαγές, έρχονται σε πλήρη συμφωνία τόσο με τις παρούσες όσο και με τις μελλοντικές ανάγκες της πόλης και των πολιτών. Βασιζόμενοι στην Ατζέντα, οι Zaheer Allam και Zaynah A. Dhunny (2019), προτείνουν ένα νέο πλαίσιο, το οποίο έρχεται σε απόλυτο ταίριασμα με την Νέα Αστική Ατζέντα και το Στόχο 11 της Αειφόρου Ανάπτυξης. Μέσα στο πλαίσιο αυτό, δημιουργείται μια εργαλειοθήκη από πολιτικές, από δράσεις και πρωτοβουλίες, που βοηθάνε στην ενσωμάτωση των βασικών διαστάσεων «του πολιτισμού, του μεταβολισμού και της διακυβέρνησης» (“key dimensions of Culture, Metabolism and Governance”) για την οικοδόμηση πιο βιώσιμων, ασφαλών, ανθεκτικών, χωρίς αποκλεισμούς έξυπνων πόλεων.

3.3 Δεδομένα μεγάλης κλίμακας και εφαρμογές

Οι εφαρμογές των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, συνεισφέρουν μέγιστα στην παροχή βελτιωμένων υπηρεσιών στις έξυπνες πόλεις και είναι χρήσιμες σε πολλούς τομείς της, με κυριότερους την συγκοινωνία, την εκπαίδευση, την υγεία, το πλέγμα και το περιβάλλον (σχήμα 3).



Σχ.3. Τομείς της έξυπνης πόλης

⁴ World Commission for Environment and Development, πλέον The Brundtland Commission

Όλα αυτά τα στοιχεία, συνδυασμένα μεταξύ τους, πετυχαίνουν να ανυψώσουν τις πόλεις που τα ενσωματώνουν, σε πολύ υψηλά επίπεδα, τα οποία διαρκώς βελτιώνονται. Οι εφαρμογές των έξυπνων πόλεων, ανακουφίζουν το ήδη βεβαρημένο σύστημα και προσφέρουν καινοτόμες και σύγχρονες λύσεις, με τις οποίες παρέχονται στους πολίτες αυξημένες υπηρεσίες και εμπειρίες. Επιπροσθέτως, αναγνωρίζοντας τα οφέλη της χρήσης αυτών των στοιχείων, ολοένα και περισσότερες πόλεις, προσπαθούν να αναβαθμίσουν τις δομές τους, προκειμένου να λειτουργούν σαν «έξυπνες».

3.3.1. Έξυπνο Πλέγμα (Smart Grid)

Βασιζόμενοι στο SmartGrid.gov, μπορούμε να προσδιορίσουμε το έξυπνο πλέγμα ως “ Η ψηφιακή τεχνολογία που επιτρέπει την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ της επιχείρησης και των πελατών της”. Συγκεκριμένα, πρόκειται για ένα ανακαινισμένο σύστημα ηλεκτρικού δικτύου, το οποίο σε συνεργασία με νέες τεχνολογίες και εξοπλισμό, θα παρέχει βελτιωμένες και πιο αξιόπιστες υπηρεσίες στον καταναλωτή μέσω της αυτοπαρακολούθησης και της ανατροφοδότησης του συστήματος. Ειδικότερα, περιλαμβάνει τον εκσυγχρονισμό των συστημάτων ισχύος σε πραγματικό χρόνο, κυρίως όσον αφορά σε θέματα αυτοματοποίησης και αυτοελέγχου, μέσω των έξυπνων αισθητήρων και μετρητών. Με αυτόν τον τρόπο, οι καταναλωτές μπορούν να λαμβάνουν λεπτομερή στοιχεία σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, σχετικά με την τρέχουσα παραγωγή ενέργειας, την κατανάλωση, ακόμα και των τυχόν σφαλμάτων.

Όλα αυτά, θα βοηθήσουν στην λήψη έξυπνων αποφάσεων σχετικών με την σωστή διαχείρισή της χρήσης του, με βάση τόσο τις ανάγκες των ανθρώπων, όσο και τις προσιτές τιμές της μέσω των χαμηλών χρεώσεων.

Το έξυπνο πλέγμα επίσης, χρησιμοποιώντας ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας, μπορεί να παρέχει αξιόπιστους και βιώσιμους ενεργειακούς πόρους. Επιπροσθέτως σύμφωνα με τους Aljicevic et al. (2016) και Lakshmanan & Pandian (2012), οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να αντικαταστήσουν αποτελεσματικά τα ορυκτά καύσιμα και να δώσουν λύση στην ολοένα και αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση. Η READY⁵, την περίοδο 2014–2019, διενήργησε ένα project στο Aarhus (Δανία) και στο Växjö (Σουηδία) με το οποίο πρότεινε και ανέπτυξε ολοκληρωμένα συστήματα ηλεκτρικού δικτύου και λύσεις κινητικότητας για έξυπνες πόλεις. Χρησιμοποιώντας την φωτοβολταϊκή ενέργεια, τις μπαταρίες για αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, την τηλεθέρμανση και τον έξυπνο έλεγχο της κατανάλωσης και παραγωγής ενέργειας, κατόρθωσε την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου καθώς και την βελτιστοποίηση και αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας [8].

Ο Barns et al. (2016), επίσης αναφέρει το παράδειγμα των πόλεων που εισάγουν αυτόνομα οχήματα και δημιουργούν όλο και περισσότερες λωρίδες ποδηλάτων, οι οποίες καταφέρνουν να μειώσουν κατά πολύ την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων.

Ένας άλλος τομέας του έξυπνου πλέγματος, αποτελεί και το έξυπνο κτίριο ή αλλιώς το «σπίτι

⁵ Resource Efficient cities implementing ADvanced smart citY solutions

του μέλλοντος», το οποίο υποβοηθούμενο και από την τεχνολογία, δημιουργεί εγκαταστάσεις οι οποίες είναι περισσότερο φιλικές, ασφαλείς, λειτουργικές, αποδοτικές και άνετες στους κατοίκους του, μειώνοντας παράλληλα την κατανάλωση ενέργειας. Όλα αυτά είναι εφικτά, με την χρήση κατάλληλου λογισμικού, με το οποίο τα διάφορα υποσυστήματα του σπιτιού (όπως π.χ. παρακολούθησης, ελέγχου διαρροών και κατανάλωσης, φωτισμού και ηλεκτρικών συσκευών, κεντρικής διαχείρισης) μπορούν να αλληλοεπιδράσουν και να λειτουργήσουν σαν μία οντότητα.

3.3.2 Έξυπνο Περιβάλλον (Smart Environment)

Όπως αναφέρει και ο Burton et al. (2013), η κλιματική αλλαγή επηρέασε πολύ τον γεωργικό κλάδο, γεγονός που οδήγησε σε έλλειψη εφοδιασμού τροφίμων στις πόλεις. Στην ίδια γραμμή, οι Emilsson και Sang (2017) υποστηρίζουν ότι υπάρχει μία αύξηση τόσο της απώλειας ζώων όσο και της ενεργειακής ζήτησης για μηχανική ψύξη, λόγω των όλο και υψηλότερων θερμοκρασιών που αντιμετωπίζουν οι πόλεις. Όσο λοιπόν, αυτές οι κλιματικές αλλαγές επηρεάζουν τις πόλεις, άρα και την οικονομία τους, τόσο επιτακτική γίνεται η ανάγκη για εύρεση πολιτικών και λύσεων για την στήριξη όχι μόνο της οικονομίας, αλλά πρωτίστως του περιβάλλοντος.

Οι έξυπνες πόλεις, αξιοποιώντας τις ανερχόμενες τεχνολογίες όπως AI, τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, IoT, Cloud Computing και Blockchain, κατάφεραν να μετριάσουν τις επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών και να δημιουργήσουν πιο βιώσιμα περιβάλλοντα.

Το έξυπνο περιβάλλον, μπορούμε να το κατηγοριοποιήσουμε στις εξής κατηγορίες: διαχείριση νερού και διαχείριση αποβλήτων.

Ο τομέας της διαχείρισης νερού, περιλαμβάνει υπηρεσίες, όπως:

- την ηλεκτρονική παρακολούθηση των συστημάτων ύδρευσης, για διασφάλιση της ποιότητας του νερού.
- την ανίχνευση και τον εντοπισμό των διαρροών υποδομής, για την μείωση των αποβλήτων νερού.
- την παρακολούθηση καταιγίδων, για αποτροπή τοπικών πλημμυρών.

Για παράδειγμα, ο Dengel (2013) αναφέρει την καλύτερη διαχείριση των καλλιεργειών, μέσω των διαθέσιμων και ενημερωμένων πληροφοριών που σχετίζονται με τους τύπους εδάφους και τις καιρικές συνθήκες και ο Kitchin (2014) την ανάπτυξη ενός μοντέλου πρόβλεψης πλημμυρών, για την παρακολούθηση των βροχοπτώσεων στο Ρίο ντε Τζανέιρο, βασισμένο σε στατιστικά στοιχεία και δεδομένα συλλεγμένα από ραντάρ.

Από την άλλη, ο τομέας της διαχείρισης αποβλήτων περιλαμβάνει:

- τη χρήση αισθητήρων για την αποτελεσματική συλλογή αποβλήτων, μειώνοντας τον κίνδυνο από επιβλαβείς οργανισμούς.
- τη χρήση κατάλληλων εργαλείων που μπορούν να καταγράψουν δεδομένα ρύπανσης σε πραγματικό χρόνο κυρίως σε βιομηχανικές περιοχές μιας πόλης, για τον εντοπισμό επικίνδυνων αερίων και τη μείωση των κινδύνων για την υγεία.

- τη χρήση ψηφιακών και σύγχρονων λύσεων, για την βελτιστοποίηση της ανακύκλωσης.
- την παρακολούθηση όλων των ειδών ρύπανσης, όπως ατμοσφαιρικής, ηχητικής ή ηλεκτρομαγνητικής.
- την παρακολούθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως τα αιολικά πάρκα.
- την επίγεια παρακολούθηση, για έγκαιρη ανίχνευση σεισμών και κατολισθήσεων ή χιονοστιβάδων.

Ένα σχετικό παράδειγμα, αναφέρουν οι Purohit και Bothale (2011) που αφορά την αποτελεσματική διαχείριση αποβλήτων στο Ν. Δελχί. Σύμφωνα με αυτήν, τοποθετήθηκαν ετικέτες RFID⁶ στους κάδους απορριμμάτων σε συγκεκριμένες τοποθεσίες και στην συνέχεια συλλέχθηκαν δεδομένα από αυτούς σε συγκεκριμένες ώρες, έτσι ώστε να μπορέσουν να έχουν μία πιο βελτιωμένη διαχείριση των απορριμμάτων.

Σε ένα άλλο παράδειγμα, με άξονα τα δεδομένα που αναλύθηκαν από διάφορες πηγές ρύπανσης στο Λονδίνο και σε συνδυασμό με τις ευρωπαϊκές μετεωρολογικές προβλέψεις, δημιουργήθηκε ένας χάρτης ρύπανσης σε αυτή την πόλη, με σκοπό την παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

3.3.3 Έξυπνη Συγκοινωνία (Smart Transportation)

Η συνεχώς αυξανόμενη χρήση των αισθητήρων, των ΤΠΕ, των IoT, των δικτύων 5G καθώς επίσης και η επεξεργασία δεδομένων μεγάλης κλίμακας σε πραγματικό χρόνο, συντέλεσαν στην ανάπτυξη των Ευφώνων Συστημάτων Μεταφοράς (ITS), τα οποία αναβάθμισαν τα ήδη υπάρχοντα δίκτυα μεταφορών. Σύμφωνα με το Υπουργείο Μεταφορών των ΗΠΑ, "Τα ITS εφαρμόζουν μια ποικιλία τεχνολογιών για την παρακολούθηση, την αξιολόγηση και τη διαχείριση συστημάτων μεταφοράς με σκοπό την ενίσχυση της αποδοτικότητας και της ασφάλειας".

Αυτό σημαίνει ότι οι έξυπνες μεταφορές, μπορούν να κάνουν την μετακίνηση ακόμα πιο οικονομική, πιο άνετη και περισσότερο ασφαλή, μέσω κατασκευής παγκόσμιων κόμβων αεροδιαδρόμων, υπεραστικών σιδηροδρομικών δικτύων, προστατευμένων διαδρομών για ποδηλάτες ή πεζούς και ολοκληρωμένων δημόσιων συγκοινωνιών. Βάση του ITS, το Γουαϊόμινγκ κατάφερε να δημιουργήσει μία αυτόνομη αλυσίδα εφοδιασμού αγαθών, όπως τρόφιμα και προμήθειες, για έκτακτες ανάγκες, χωρίς να χρειάζεται να διακινδυνεύουν οι οδηγοί.

Μία άλλη πτυχή της έξυπνης συγκοινωνίας, είναι και οι έξυπνοι φωτεινοί σηματοδότες οι οποίοι ενισχύουν την αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας και την ασφάλεια στους δρόμους. Αυτό γίνεται εφικτό, μέσω των αισθητήρων και των καμερών που είναι τοποθετημένα σε αυτά και με τα οποία μπορούν να ανιχνεύσουν διάφορες παραμέτρους (π.χ. το μέγεθος και την ταχύτητα της κυκλοφορίας, μποτιλιαρίσματα, ύπαρξη πεζών κτλ.) και να τις στείλουν στο αρμόδιο κέντρο ελέγχου της κυκλοφορίας. Λαμβάνοντας ταυτόχρονα όλες τις παραμέτρους αυτές, το κέντρο ελέγχου δίνει

⁶ Radio Frequency Identification

τις κατάλληλες εντολές για τα φώτα και τα σήματα και αποφεύγεται έτσι η κυκλοφοριακή συμφόρηση στους δρόμους καθώς επίσης και μειώνεται κατά πολύ η εκπομπή ρύπων.

Για παράδειγμα, στο Πίτσμπουργκ της Πενσυλβάνια (ΗΠΑ), με την χρήση των έξυπνων φαναριών, κατάφεραν να μειώσουν την εκπομπή ρύπων κατά περισσότερο από 20%. Επίσης η Αρχή Μεταφορών της Νοτιοανατολικής Πενσυλβάνια, κατασκεύασε ένα σύστημα ελέγχου αμαξοστοιχίας, για την σηματοδότηση των αμαξοστοιχιών, έτσι ώστε να αποτρέπει εκτροχιασμούς και συντριβές και να παρακολουθεί τις παραβιάσεις ταχύτητας και σήματος.

3.3.4 Έξυπνη Εκπαίδευση (Smart Education)

Ένα πολύ βασικό στοιχείο των εφαρμογών στις έξυπνες πόλεις, αποτελεί η έξυπνη εκπαίδευση. Πολλές πόλεις αναγνωρίζουν την ανάγκη για την δημιουργία ενός διαδραστικού, συνεργατικού και οπτικού μοντέλου, το οποίο θα ενισχύσει την συμμετοχή των μαθητών στις δραστηριότητες του σχολείου και παράλληλα θα βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να βελτιώσουν τον τρόπο διδασκαλίας τους, χρησιμοποιώντας πιο συγκεκριμένα και κατάλληλα εργαλεία για την ανάπτυξη της ευφυΐας και της δημιουργικότητας των μαθητών.

Οι Lee et al. (2014) και Kim et al. (2011) επισημαίνουν ότι η έξυπνη μάθηση βασίζεται τις βάσεις της σε έξυπνες συσκευές και ευφυείς τεχνολογίες. Το IoT, οι ΤΠΕ και τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, είναι τα στοιχεία που ενισχύουν την έννοια της έξυπνης εκπαίδευσης [9].

Εφαρμόζοντας το IoT στα σχολεία, παρέχουμε στους μαθητές ένα καλύτερα συνδεδεμένο και πιο συνεργατικό περιβάλλον εκμάθησης, καθώς επίσης και ευκολότερη πρόσβαση σε μαθησιακό υλικό ή κανάλια επικοινωνίας. Παράλληλα παρέχει και βοήθεια στους εκπαιδευτικούς, καθώς τους δίνει την δυνατότητα να μετρούν την πρόοδο της μαθησιακής κατάρτισης των μαθητών σε πραγματικό χρόνο. Επιπροσθέτως, δίνει την ευκαιρία της μόρφωσης και σε άτομα τα οποία είτε αδυνατούν να μεταβούν στα σχολεία λόγω διαμονής τους σε απομακρυσμένες περιοχές, είτε δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα για την υποστήριξη ακριβών μοντέλων διδασκαλίας.

Ένα εργαλείο που θα ενισχύσει κατά πολύ την έξυπνη μάθηση, αποτελούν και τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας. Αυτό επιτυγχάνεται, μέσω της συλλογής δεδομένων και της μετέπειτα ανάλυσης και χρήσης για εξαγωγή χρήσιμων μοντέλων, προσφέροντας καλύτερη και πιο βελτιωμένη εκπαίδευση [10]. Για παράδειγμα, τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, μπορούν να υποστηρίξουν εκπαιδευτικούς οργανισμούς για την εξατομίκευση της μάθησης [11] ή ακόμα και να δημιουργήσουν κοινότητες πρακτικής και τυποποίηση της παρουσίασης της γνώσης. Το 1997, η Μαλαισία πραγματοποίησε για πρώτη φορά, ένα έξυπνο εκπαιδευτικό έργο, το Μαλαισιανό Έξυπνο Σχέδιο Εφαρμογής Σχολείου (Chan 2002). Η Σιγκαπούρη εφαρμόζει το Master Plan Intelligent Nation (iN2015) από το 2006, στο οποίο δημιουργούνται οκτώ Μελλοντικά Σχολεία που εστιάζουν στη δημιουργία διαφορετικών μαθησιακών περιβαλλόντων (Hua 2012).

Εν κατακλείδι, με την έξυπνη εκπαίδευση, μπορούμε να δημιουργήσουμε όχι μόνο διαδραστικά τοπία, αλλά κι έναν τρόπο επικοινωνίας που είναι πιο κοντά στην έννοια της συνεννόησης.

3.3.5 Έξυπνη Υγεία (Smart Health)

Ένα από τα βασικά στοιχεία που προσδιορίζει την ποιότητα ζωής των πολιτών μιας έξυπνης πόλης, είναι η υγεία ή αλλιώς η «έξυπνη υγεία». Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, αναμένεται μία πολύ μεγάλη αύξηση των χρόνιων παθήσεων, το οποίο θα οδηγήσει σε μία αύξηση της ζήτησης για υγειονομική περίθαλψη, την στιγμή που τα υπάρχον συστήματα αντιμετωπίζουν εξάντληση των πόρων.

Προκειμένου μία πόλη, να βελτιώσει την υγειονομική περίθαλψή της, θα πρέπει να ενσωματώσει στόχους υγείας και ευεξίας, στα πρώτα στάδια του σχεδιασμού της. Αυτό περιλαμβάνει υπηρεσίες προληπτικής φροντίδας, σύγχρονα εργαλεία διάγνωσης και θεραπείας, εξυπνότερη και πιο αποδοτική διαχείριση αρχείων περίθαλψης των ασθενών καθώς επίσης και βελτιωμένη ποιότητα φροντίδας των πολιτών.

Επομένως, η ψηφιοποίηση της υγείας, αποτελεί έναν από τους πιο βασικούς παράγοντες για τη βελτίωση της υγειονομικής περίθαλψης καθώς τόσο τα ψηφιακά δεδομένα όσο και οι υπηρεσίες τηλεϊατρικής, παρέχουν την δυνατότητα εξ αποστάσεως επικοινωνίας των πολιτών με τους ειδικούς, βελτιώνοντας με αυτόν τον τρόπο την εξατομικευμένη φροντίδα.

Πολλές πόλεις ανά τον κόσμο, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως το IoT, την AI, τις φορητές συσκευές και αισθητήρες, τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, την επιχειρηματική ευφυΐα κ.λπ. κατάφεραν να συγχωνεύσουν τις κινητές και ηλεκτρονικές υπηρεσίες υγείας και να διεξάγουν συνεχώς έρευνα, όσον αφορά την περίθαλψη των πολιτών, προσέχοντας παράλληλα να διασφαλίζεται το ιδιωτικό απόρρητο και τα προσωπικά δεδομένα.

Τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, για παράδειγμα, ενέκριναν την ιδέα μιας ενιαίας εθνικής βάσης δεδομένων υγείας (η οποία και στοχεύει να είναι έτοιμη έως το 2022), όπου τα δεδομένα από όλα τα νοσοκομεία και τις κλινικές θα συνδεθούν, για μία αποτελεσματική διάγνωση και θεραπεία. Στην Βικτόρια της Αυστραλίας, το νοσοκομείο Bairnsdale βελτίωσε την ποιότητα των υπηρεσιών του, εφαρμόζοντας στις εγκαταστάσεις του, ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον τηλεθεραπείας της Cisco [12]. Καθώς λοιπόν, όλο και περισσότερες χώρες προχωρούν στην υιοθέτηση έξυπνων υπηρεσιών, η ανάγκη για έξυπνη υγειονομική περίθαλψη, θα αποτελεί ένα από τα απαραίτητα συστατικά για την επιτυχία τους.

3.4 Απαιτήσεις για Ανάπτυξη Εφαρμογών

Για να γίνουν οι πόλεις πιο έξυπνες από ποτέ, απαιτείται μια πιο αποτελεσματική και περισσότερο αποδοτική εκμετάλλευση των εφαρμογών τους. Προκειμένου να μπορέσουν να αντιμετωπίσουν τα διάφορα προβλήματα που δημιουργούνται, όπως η ύπαρξη πολλαπλών πηγών δεδομένων με διαφορετικές μορφές ή τύπους, η μη δομημένη φύση των δεδομένων, η απρόσκοπτη ανταλλαγή πληροφοριών κ.α. απαιτείται η ικανοποίηση συγκεκριμένων προϋποθέσεων για τον έξυπνο χειρισμό της ταχείας ανάπτυξης των δεδομένων μεγάλης κλίμακας καθώς επίσης και για την παραγωγή

πιο αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Κάποιες απαιτήσεις μπορεί να σχετίζονται με τεχνολογικούς παράγοντες, άλλες με τον ανθρώπινο παράγοντα, άλλες να είναι γενικές και άλλες ειδικές.

Μία απαίτηση είναι οι μεγάλες, επεκτάσιμες και αξιόπιστες πλατφόρμες επεξεργασίας δεδομένων, όπως π.χ. το Hadoop Mapreduce ή μέσω του cloud οι υπηρεσίες PaaS⁷ και IaaS⁸, πάνω στις οποίες μπορούμε να στηριχθούμε για την συλλογή, αποθήκευση και ανάλυση των δεδομένων μεγάλης κλίμακας. Επιπλέον, βοηθάνε στην επίτευξη της καινοτομίας και ενθαρρύνουν τη συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων οντοτήτων μιας έξυπνης πόλης. Ανάμεσα στις απαιτήσεις είναι και η υποδομή του έξυπνου δικτύου, με το οποίο μπορεί να διασφαλιστεί η μεταφορά των δεδομένων από την πηγή στο σημείο επεξεργασίας τους, όσο και της μεταφοράς των απαντήσεων στους εκάστοτε αποδέκτες. Η υποστήριξη της ποιότητας υπηρεσίας (QoS⁹) στο δίκτυο, είναι εξαιρετικά σημαντική για εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο, όπου όλα τα τρέχοντα καταναμημένα συμβάντα εφαρμογών θα πρέπει να μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο ως ακατέργαστα ή ως φιλτραρισμένα γεγονότα. Το φιλτράρισμα και η συγκέντρωση δεδομένων, θα πρέπει να γίνεται χωρίς να διακυβεύονται τα βασικά στοιχεία των δεδομένων όπως η ακεραιότητα, η ακρίβεια και η ορθότητα.

Οι προηγμένοι αλγόριθμοι, αποτελούν μία άλλη απαίτηση. Ορισμένοι από αυτούς τους αλγόριθμους υποστηρίζουν εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο, ενώ άλλοι εφαρμογές εκτός σύνδεσης. Επιπλέον, θα πρέπει να έχουν την ικανότητα για αποτελεσματική και αξιόπιστη λειτουργία σε ετερογενή και δυναμικά περιβάλλοντα.

Άλλη μία απαίτηση, που αφορά τον ανθρώπινο παράγοντα είναι η ευαισθητοποίηση των πολιτών, με βάση την οποία θα μπορέσει να επιτευχθεί μια ενίσχυση στην ποιότητα των συλλεγόμενων δεδομένων όπως επίσης και της απόδοσης των εφαρμογών. Αναγκαία προϋπόθεση είναι η εκπαίδευση των πολιτών, για να διασφαλίσουν την ικανότητα για προστασία των δικών τους δεδομένων. Ως εκ τούτου, η ικανοποίηση όλων των παραπάνω απαιτήσεων θα βοηθήσει στην διαχείριση πολλών θεμάτων και θα προωθήσει αξιόπιστες λύσεις, που απευθύνονται σε τομείς όπως η εκπαίδευση, η υγεία, η ενέργεια, το περιβάλλον και η ασφάλεια. Αυτό υποστηρίζουν και πολλοί αναλυτές όπως και ο Torretta [13] σύμφωνα με τον οποίο “Μια έξυπνη πόλη, συνδυάζει την τεχνολογία ΤΠΕ και το Web 2.0, επιταχύνει τις γραφειοκρατικές διαδικασίες και εντοπίζει νέες, καινοτόμες λύσεις όσο αφορά στην πολυπλοκότητα της διαχείρισης της πόλης, προκειμένου να βελτιωθεί η βιωσιμότητά της». Ομοίως η Dameri [14] επισημαίνει ότι « Η έξυπνη πόλη είναι μια καλά καθορισμένη γεωγραφική περιοχή, στην οποία τεχνολογίες όπως οι ΤΠΕ, η υλικοτεχνική υποστήριξη, το cloud computing, η ασφάλεια κ.α., συνεργάζονται για να δημιουργήσουν οφέλη για τους πολίτες όσον αφορά την ευημερία, την ένταξη και συμμετοχή, την ποιότητα περιβάλλοντος και την έξυπνη ανάπτυξη».

⁷ Platform as a Service

⁸ Infrastructure as a Service

⁹ Quality of Service



(Πηγή: <https://amplifi.solutions/event/smart-health-ni/>)

4.1 Εισαγωγή

Η εμφάνιση και η άνοδος του διαδικτύου, έχει συμβάλει στον τρόπο με τον οποίο όλο και περισσότεροι άνθρωποι αποκτούν πρόσβαση σε πληροφορίες. Πλέον η ανταλλαγή πληροφοριών μπορεί να γίνει σε πραγματικό χρόνο και σε αυτό έχουν συμβάλει ο συνδυασμός των διαφόρων τεχνολογιών, οι σύγχρονες συσκευές που χρησιμοποιούνται κατά κόρον από όλους καθώς επίσης και τα δίκτυα με την έλευση του 5G. Όλα τα παραπάνω συντέλεσαν στην δημιουργία των λεγόμενων έξυπνων πόλεων. Βασιζόμενες σε όλες αυτές τις εξελίξεις, οι πόλεις αυτές χρησιμοποιώντας τις ΤΠΕ, τους αισθητήρες και τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, μπορούν να παρέχουν υψηλές υπηρεσίες στους κατοίκους τους σε διάφορους τομείς.

Ένας από τους σημαντικότερους τομείς, θεωρείται χωρίς αμφιβολία η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη, καθιστώντας τις πόλεις που βασίζονται πάνω σε αυτή ως ισορροπημένες και έξυπνες [15]. Πολλές κυβερνήσεις βλέποντας τα οφέλη, αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες και δράσεις για την εφαρμογή της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης και της ψηφιακής υγείας. Οι εξελίξεις στην υγεία είναι μεγάλες, με την παγκόσμια αγορά της υγειονομικής περίθαλψης να αναμένει αύξηση κατά 29,9% μέχρι το 2025. Λαμβάνοντας υπόψη την μεγάλη πανδημία του κορωνοϊού, που μαστιάζει όλο τον κόσμο εδώ και σχεδόν δύο χρόνια, οι πόλεις πιέζονται όλο και περισσότερο, τόσο για την βελτίωση όσο και για την εξέλιξη των υπηρεσιών υγείας που παρέχουν στους πολίτες τους.

Τα προβλήματα που επείγουν για αποτελεσματικές και γρήγορες λύσεις είναι πολλά και διάφορα. Η ολοένα και αυξανόμενη γήρανση του πληθυσμού, η ελλιπής στελέχωση των νοσοκομειακών δομών, η εξάντληση των πόρων, οι ακριβές δαπάνες για νοσοκομειακή περίθαλψη, η μη συντονισμένη και έγκαιρη αποστολή ασθενοφόρων, είναι μόνο κάποια από αυτά, στα οποία πασχίζουν

να δώσουν λύσεις οι κυβερνήσεις. Σύμφωνα με την Blue Stream Consultancy [16], η έξυπνη υγεία ορίζεται «από την τεχνολογία που οδηγεί σε καλύτερα διαγνωστικά εργαλεία, καλύτερη θεραπεία για τους ασθενείς και συσκευές που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής για τον καθένα μας».

Η τεχνολογία καθώς επίσης και διάφορα εργαλεία όπως αισθητήρες, κάμερες και έξυπνες φορητές συσκευές, συμβάλουν μέγιστα στην δημιουργία μίας λειτουργικής και έξυπνης υγειονομικής περιθάλαψης, η οποία θα είναι προσβάσιμη σε όλους τους ανθρώπους. Επιπλέον, μέσω της συνεχούς καινοτομίας, οι πόλεις θα μπορέσουν να βρουν τρόπους για βελτιωμένα, υγιέστερα, περισσότερο βιώσιμα και αποτελεσματικά μοντέλα υγειονομικής περιθάλαψης, τα οποία θα συνεισφέρουν στην καλύτερευση του βιοτικού επιπέδου και θα εισάγουν ένα πιο ανθρώπινο πλαίσιο, με βάση το οποίο θα παρέχονται εξατομικευμένες διαγνώσεις και λύσεις στους πολίτες.

4.2 Δεδομένα μεγάλης κλίμακας και Έξυπνη Υγεία

Ο αντίκτυπος και ο τρόπος με τον οποίο τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας εμπλέκονται στην παγκόσμια προσπάθεια μετασχηματισμού της υγειονομικής περιθάλαψης, είναι αρκετά ουσιώδης. Διανύουμε μία εποχή, όπου οι οργανισμοί που σχετίζονται με την υγεία, παράγουν δεδομένα σε ένα τεράστιο ποσοστό [17], τα οποία αναλύονται από ειδικούς για την παροχή καλύτερων και πιο εξατομικευμένων διαγνώσεων και λύσεων. Σύμφωνα με μία έρευνα [18] τα παραγόμενα δεδομένα στον τομέα της υγείας, που διατηρούνται μόνο στις ΗΠΑ, έχουν φτάσει να μετρούνται σε Terabytes (10^{12} bytes), Petabytes (10^{15} bytes), Exabytes (10^{18} bytes) και αναμένεται να φτάσουν στο επίπεδο των Zettabytes (10^{21} bytes) ή Yottabytes (10^{24} bytes).

Πλέον υπάρχει μία αλλαγή κατεύθυνσης, από τον τομέα της θεραπείας στον τομέα της πρόληψης των ασθενειών, με τις μεγαλύτερες εταιρείες ανά τον κόσμο να ξοδεύουν εκατομμύρια, για την δημιουργία αλλά και την χρήση νέων τεχνολογιών, που αφορούν την πρόβλεψη των μελλοντικών αναγκών υγειονομικής περιθάλαψης των κατοίκων μιας έξυπνης πόλης, με βάση τις καταγραμμένες συνήθειες τους, τις επισκέψεις σε ιατρούς, νοσοκομεία ή κλινικές, καθώς επίσης και τα ιατρικά ιστορικά τους [19].

Επιπροσθέτως, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα υγείας ενός πληθυσμού, οι κυβερνήσεις και ο Π.Ο.Υ¹⁰, θα μπορούν να προλαμβάνουν επιδημίες, να βρίσκουν γρηγορότερα θεραπείες βάση στοιχείων ή ακόμα και να παρέχουν καλύτερα και φθηνότερα φάρμακα στους ασθενείς. Για παράδειγμα, τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, στοχεύουν έως το 2022, να έχουν υλοποιήσει μια ενιαία εθνική βάση δεδομένων υγείας, για τη σύνδεση των δεδομένων από όλα τα νοσοκομεία και τις κλινικές, για αποτελεσματική διάγνωση και θεραπεία.

Επιπλέον, μεγάλες εταιρείες μέσω κατάλληλων πλατφόρμων, πετυχαίνουν την υλοποίηση της διαδραστικής επικοινωνίας μεταξύ ασθενών και παρόχων υγειονομικής περιθάλαψης. Παραδείγματα τέτοιων πλατφόρμων, αποτελούν το ResearchKit της Apple [20] και το Google Fit της Google [21]

¹⁰ Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας

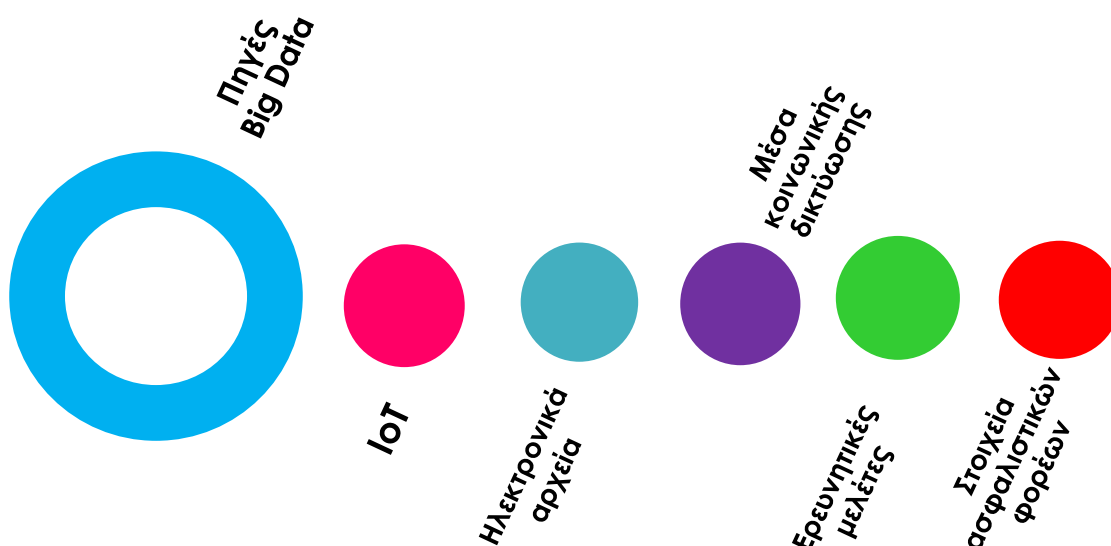
οι οποίες βασίζόμενες σε υποδείξεις της American Heart Association και του Π.Ο.Υ., παρέχουν πιο αξιόπιστες μετρήσεις για πολλές δραστηριότητες εκτός από το περπάτημα και παράλληλα ενθαρρύνουν τους χρήστες να συμμετέχουν σε δράσεις που θα αυξήσουν τον καρδιακό τους ρυθμό.

Τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας ωστόσο, απαιτούν και ισχυρούς αλγόριθμους για την ανάλυσή τους, με σκοπό την ανεύρεση πολύτιμων γνώσεων, που θα βοηθήσουν στην βελτίωση του τομέα της υγείας. Τα big data analytics, οδηγούν στη βελτίωση της λειτουργίας της υγειονομικής περιθαλψης, δίνουν λύσεις αιχμής όσον αφορά στην μείωση του κόστους των θεραπειών και βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των πολιτών. Επιπροσθέτως, επιτυγχάνουν ένα καλύτερο επίπεδο πρόληψης και φροντίδας, όπως π.χ. τον προσδιορισμό υποομάδων διαβήτη τύπου 2, μέσω τοπολογικής ανάλυσης ομοιότητας ασθενών [22].

4.2.1 Πηγές big data στην υγεία

Ο τομέας της υγειονομικής περιθαλψης, χρησιμοποιεί πολλές κατηγορίες δεδομένων μεγάλης κλίμακας, για την εξαγωγή πολύτιμων και χρήσιμων αποτελεσμάτων. Με την σωστή χρήση των δεδομένων, μπορεί να αποφευχθούν ασθένειες, να βελτιωθούν διάφοροι μέθοδοι θεραπείας, να δοθεί η δυνατότητα στους ειδικούς να επεξεργαστούν πολύτιμες πληροφορίες και γενικά να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής των κατοίκων μιας έξυπνης πόλης.

Οι πηγές ή κατηγορίες των δεδομένων μεγάλης κλίμακας στον τομέα της υγειονομικής περιθαλψης είναι αρκετές, όπως φαίνεται και από το σχήμα 4.



Σχ. 4. Πηγές δεδομένων μεγάλης κλίμακας στην υγειονομική περίθαλψη.

1. IoT.

Το IoT με την παροχή και χρήση συσκευών και αισθητήρων, που επιτρέπουν τη συλλογή και μετάδοση δεδομένων μέσω του διαδικτύου, είναι μια από τις πιο κύριες πηγές δεδομένων, με τα οποία μπορούμε να παρέχουμε μία αξιόπιστη, αποτελεσματική και έξυπνη υπηρεσία υγειονομικής περίθαλψης [23,24]. Οι πλατφόρμες IoT είναι επίσης αρκετά οικονομικές και αποτελούν μία δημοφιλή επιλογή από τους δημιουργούς εφαρμογών υγειονομικού ενδιαφέροντος. Μέσω των wearable συσκευών (π.χ. τα smart watches) και των πολλών εφαρμογών που υπάρχουν στα smart phones, παράγονται και συλλέγονται δεδομένα που αφορούν την υγεία, όπως προγράμματα άσκησης, την ποιότητα και ποσότητα του ύπνου, το βάρος, την αρτηριακή πίεση, τον καρδιακό ρυθμό κ.τ.λ. και τα οποία αποθηκεύονται συνήθως στο cloud για περαιτέρω ανάλυση, επεξεργασία και έρευνα, με την βοήθεια προηγμένων αλγορίθμων.

Επίσης, μέσω των IoT και των αισθητήρων, δεδομένα όπως αποτελέσματα εξετάσεων και δεδομένα που συγκεντρώνονται από την παρακολούθηση ασθενών, μπορούν πλέον να μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο στους γιατρούς και ειδικούς, για μία πιο εξατομικευμένη και αποτελεσματική θεραπεία. Η εταιρεία Medtronic για παράδειγμα, συνεργάστηκε πρόσφατα με την IBM για να συγκεντρώσει ιατρικά δεδομένα από εφαρμογές και άλλες συσκευές.

Πλέον, με την συνεχή αναβάθμιση των συσκευών ελέγχου υγείας, η παρακολούθηση της υγείας των κατοίκων της έξυπνης πόλης, θα λειτουργεί με γρηγορότερους ρυθμούς, δίνοντας και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

2. Ηλεκτρονικοί ιατρικοί φάκελοι / Ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας

Το 2003, χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά ο όρος ηλεκτρονικά αρχεία υγείας, από ένα τμήμα των Εθνικών Ακαδημιών Επιστημών της Μηχανικής και Ιατρικής, ο οποίος αντιπροσωπεύει τα αρχεία που τηρούνται για τη βελτίωση του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης προς όφελος των ασθενών, των γιατρών και των νοσοκομείων [25]. Ο ηλεκτρονικός αυτός φάκελος, περιέχει δεδομένα που αφορούν την κατάσταση της υγείας ενός ατόμου, με την μόνη διαφορά, ότι ο ιατρικός φάκελος είναι ένα υποσύνολο του φακέλου υγείας.

Ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας (EMR¹¹) περιέχει δεδομένα από το ιατρικό φάκελο ενός ασθενή (δηλ. ιστορικό, εξετάσεις, διαγνώσεις, θεραπείες) από συγκεκριμένο γιατρό, κλινική, ιατρείο ή νοσοκομείο. Από την άλλη, ο ηλεκτρονικός ιατρικός φάκελος (EHR¹²) εμπεριέχει πιο περιεκτικές πληροφορίες για το ιατρικό ιστορικό ενός ασθενή, από την γέννηση έως τον θάνατο και όλοι οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση σε αυτόν, ακόμα και από διαφορετικούς παρόχους υγειονομικής περίθαλψης.

¹¹ Electronic Medical Record

¹² Electronic Health Record

Οι ηλεκτρονικοί φάκελοι, παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα αντίστοιχα έντυπα, όπως γράφημα ασθενούς με πρόσβαση εξ αποστάσεως, υπενθυμίσεις ραντεβού για εξετάσεις, ευκολότερη παρακολούθηση του ιστορικού και ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο [26], ευανάγνωστες ιατρικές γνωματεύσεις, ασφαλέστερη και αξιόπιστη συνταγογράφηση φαρμάκων με ειδοποίηση για πιθανά σφάλματα φαρμακευτικής αγωγής και φυσικά ένα πλήρες ιατρικό ιστορικό.

Με την συνδρομή των φακέλων αυτών, η υγειονομική περίθαλψη μπορεί και γίνεται πιο προσιτή και ευέλικτη για όλους, διότι εξοικονομείται χρόνο και χρήμα τόσο στους ασθενείς όσο και στους παρόχους.

3. Μέσα κοινωνικής δικτύωσης

Στην σημερινή εποχή, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης αποτελούν ένα δίκτυο πληροφόρησης, μέσα στο οποίο συλλέγονται και διαδίδονται πολλά δεδομένα. Ανάμεσα σε αυτά, είναι και τα δεδομένα υγείας, όπως ενημέρωση για εκδήλωση ασθενειών και καταστροφών ή διάφοροι έλεγχοι που πραγματοποιούνται από τις υγειονομικές αρχές. Με τις διάφορες πλατφόρμες όπως το Twitter, το Facebook, το Instagram και με τη χρήση εργαλείων ανάλυσης δεδομένων μεγάλης κλίμακας, οι πολίτες, οι γιατροί και τα νοσοκομεία, αξιοποιούν πλήρως τις πληροφορίες που αφορούν θέματα για την υγεία. Επίσης, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, μπορούν να διαλύσουν κάθε παραπληροφόρηση που διαχέεται στο διαδίκτυο, ιδίως σε περιόδους κρίσης και να αποφευχθεί ο πανικός και οι ανησυχίες των πολιτών. Σύμφωνα με τον Syed-Abdul et al. [27] "οι αναλφάβητοι σε αυτή την εποχή των ΤΠΕ δεν θα είναι εκείνοι που δεν μπορούν να διαβάσουν και να γράψουν, αλλά εκείνοι που δεν μπορούν να διακρίνουν μεταξύ αξιόπιστων και παραπλανητικών πληροφοριών που διατίθενται στο διαδίκτυο».

Με την βοήθεια των δεδομένων και του διαδικτύου, οι αποδείξεις και τα στοιχεία που οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης θα παρέχουν σε όλους, θα διασφαλίσει την σωστή πληροφόρηση και ενημέρωση των πολιτών, σχετικά με τα τρέχοντα θέματα που αφορούν τον τομέα της υγείας. Επιπλέον, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, συνεισφέρουν και στην διαρκή και άμεση ενημέρωση των διαφόρων οργανισμών υγείας, σχετικά με θέματα που αφορούν τον πληθυσμό, έτσι ώστε να προβλέψουν πιθανά προβλήματα που θα ανεγερθούν. Η συμβολή των διαδικτυακών πλατφόρμων, είναι καθοριστική και καίρια στην υγεία και αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός του ότι σε πολλά νοσοκομεία, θεωρείται αναγκαία η πρόσληψη ειδικού στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, ακόμα και η δημιουργία τμήματος δημοσίων σχέσεων, για την ενίσχυση της καινούργιας μορφής της υγειονομικής περίθαλψης, η οποία είναι πλέον επικεντρωμένη στους πολίτες.

4. Ερευνητικές μελέτες

Η έρευνα και η μελέτη των αποτελεσμάτων που παράγονται από αυτή, μπορεί να αποφέρει

πολλά οφέλη στον τομέα της υγείας. Η ανάπτυξη μιας επιτυχημένης στρατηγικής για την καταπολέμηση μιας ασθένειας ή για την εξεύρεση θεραπειών, είναι ζωτικής σημασίας για τους ερευνητές και αυτό επιτυγχάνεται μέσω της επεξεργασίας των δεδομένων μεγάλης κλίμακας που δίνουν οι εκάστοτε πηγές. Με την επεξεργασία αυτή, οι ερευνητές μπορούν να ανακαλύψουν διάφορους συσχετισμούς μεταξύ ασθενειών ή να δημιουργήσουν θεραπείες με βάση κοινά στοιχεία μεταξύ πασχόντων. Επιπλέον, από τις μελέτες που διεξάγονται στα τμήματα έρευνας και ανάπτυξης των φαρμακευτικών εταιρειών, αποκαλύπτονται πληροφορίες σχετικά με την χρήση των φαρμάκων και τις παρενέργειές τους.

Πηγή δεδομένων επίσης, θεωρούνται και τα ιατρικά ιδρύματα, τα οποία διεξάγουν έρευνες στους ασθενείς τους, με σκοπό την σωστή κατανομή των πόρων τους και την βελτίωση των υπηρεσιών τους, των παροχών και των εγκαταστάσεών τους, προς όφελος όλων. Ένα τέτοιο παράδειγμα, αποτελεί και το GenomeConnect [28], το οποίο είναι ένα διαδικτυακό μητρώο που σχεδιάστηκε από την Clinical Genome Resource (ClinGen), για άτομα που ενδιαφέρονται να μοιραστούν, μη προσωποποιημένες (anonymized) γενετικές και υγειονομικές πληροφορίες, για να βελτιώσουν την κατανόηση της γενετικής και της υγείας, όπως επίσης και να λαμβάνουν συνεχείς ενημερώσεις σχετικά με τα αποτελέσματα των γενετικών τους δοκιμών.

5. Στοιχεία ασφαλιστικών φορέων

Τα δεδομένα που σχετίζονται με χρηματοοικονομικές διαδικασίες, είναι πολύτιμα, για την καθιέρωση οικονομικότερων θεραπειών για τους ασθενείς. Οι οργανισμοί που σχετίζονται με τον τομέα της περίθαλψης, μελετώντας τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, είναι σε θέση να επενδύσουν σε υπηρεσίες, οι οποίες είναι εστιασμένες στις εκάστοτε ανάγκες των ασθενών [29]. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, την δημιουργία μίας κλιμακούμενης χρέωσης στον ασθενή, με βάση διάφορα στατιστικά δεδομένα, που αφορούν τον αριθμό των ατόμων με χρόνιες ασθένειες, τους δείκτες επιδημίας, την οικονομική κατάσταση του ασθενή, τον αριθμό των αναγκαίων επισκέψεων, κτλ.

Επιπροσθέτως, η χρήση των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, προσφέρει και στους παρόχους ιατρικών υπηρεσιών, τη δυνατότητα για πρόβλεψη των εξόδων τους, όπως για παράδειγμα την μείωση του χρόνου παραμονής των ασθενών στο νοσοκομείο ή την αμοιβή των γιατρών ανάλογα με το πόσο γρήγορα θεραπεύουν τις ασθένειες των πελατών τους κτλ.

4.2.2 Αναλυτική δεδομένων μεγάλης κλίμακας (Big data Analytics)

Σύμφωνα με τον Peter Sondergaard «Η πληροφορία είναι το λάδι του 21ου αιώνα και η ανάλυση είναι ο κινητήρας καύσης» [30]. Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, λόγω της ολοένα και αυξανόμενης ψηφιοποίησης των πληροφοριών, η ανάλυση δεδομένων βοήθησε τους ειδικούς, στην σωστή λήψη στρατηγικών και πιο διαμορφωμένων αποφάσεων, που αφορούν στις θεραπείες

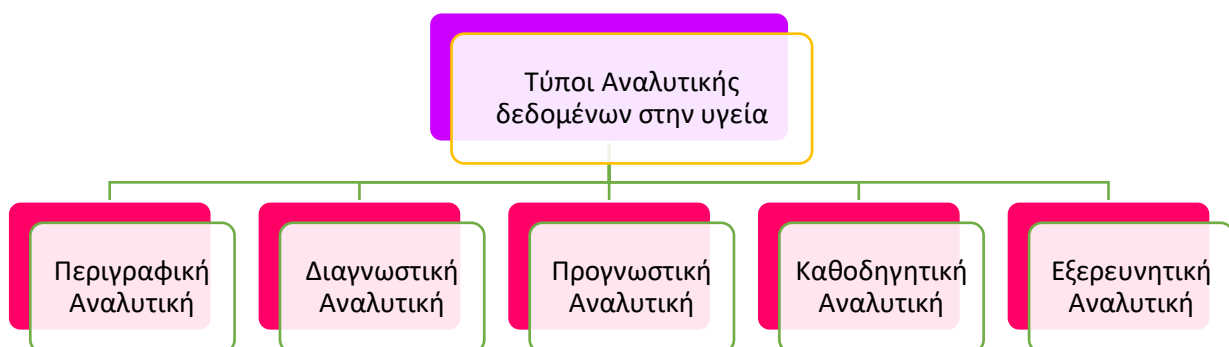
όσο και στις υπηρεσίες που προσφέρουν στους ασθενείς.

Σε μία έκθεση της IBM Institute for Business Value, η αναλυτική δεδομένων μεγάλης κλίμακας, ορίζεται ως «Η μετάβαση από τη συλλογή πληροφοριών και τη δημιουργία αναφορών, στην ανάλυση δεδομένων με προγνωστικές δυνατότητες. Αυτός ο όρος παραμένει κατάλληλος για οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης που θέλουν να ευδοκιμήσουν στο σημερινό περιβάλλον» [31].

Η χρήση αναλυτικών στοιχείων, βοηθάει στην απόκτηση καλύτερων πληροφοριών, με τις οποίες μπορούν να επιτευχθούν καλύτερα αποτελέσματα, όπως νέες θεραπείες και τεχνολογίες. Πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι μέσω της αναλυτικής των δεδομένων, τους δόθηκε η δυνατότητα, για τον έγκαιρο εντοπισμό ασθενειών και για την δημιουργία χαρτών υγείας με σκοπό την αποστολή ή ανάπτυξη κινητών κλινικών σε τοποθεσίες που κρίνεται απαραίτητο. Επίσης, έκανε εφικτή την έγκαιρη θεραπεία σε πρώιμο στάδιο, μειώνοντας κατά πολύ το κόστος που επωμίζεται ο ασθενής καθώς επίσης και τη κατανάλωση των πόρων του νοσοκομείου ή της κλινικής.

Υπάρχουν πέντε τύποι αναλυτικής δεδομένων μεγάλης κλίμακας, όπως φαίνεται και από το σχήμα. 5.

Η περιγραφική, η διαγνωστική, η προγνωστική, η καθοδηγητική και η εξερευνητική.



Σχ. 5. Τύποι Αναλυτικής δεδομένων μεγάλης κλίμακας στην υγεία

1. Περιγραφική Αναλυτική

Η περιγραφική αναλυτική, περιγράφει και παρουσιάζει τα δεδομένα μέσω γραφημάτων ή πινάκων, με σκοπό την εύκολη κατανόηση των απαντήσεων σε συγκεκριμένα ερωτήματα. Χρησιμοποιείται για τη μελέτη διαφόρων αποφάσεων υγειονομικής περίθαλψης και των επιπτώσεών τους στην απόδοση των υπηρεσιών και στα κλινικά αποτελέσματα, όπως π.χ. για να καθορίσει την μεταδοτικότητα ενός ιού, εξετάζοντας το ποσοστό θετικών τεστ σε συγκεκριμένο πληθυσμό με την πάροδο του χρόνου. Ως εκ τούτου, σκοπός της είναι να κατηγοριοποιήσει, να χαρακτηρίσει και να

ταξινομήσει τα δεδομένα από όλους τους ασθενείς, έτσι ώστε οι επιστήμονες μέσω των πληροφοριών που θα προκύψουν, να μπορέσουν να λάβουν σωστές αποφάσεις και να δώσουν γρήγορα αποτελέσματα [32, 33]. Η διαχείριση των δεδομένων γίνεται σε πραγματικό χρόνο και δίνει την δυνατότητα ανεύρεσης μοτίβων ασθενών, που σχετίζονται με τις νοσοκομειακές επανεισαγωγές.

2. Διαγνωστική Αναλυτική

Η διαγνωστική ανάλυση, είναι μια μορφή προηγμένων αναλυτικών στοιχείων, που εξετάζει δεδομένα ή πληροφορίες, για να απαντήσει στην ερώτηση "Γιατί συνέβη αυτό;". Περιλαμβάνει έρευνα ιστορικών δεδομένων υγείας και χρησιμοποιεί εργαλεία όπως τεχνικές απεικόνισης, για να βοηθήσει στην κατανόηση της φύσης του προβλήματος. Επιτρέπει την περαιτέρω έρευνα των δεδομένων, με σκοπό να αποκαλύψει τον συλλογισμό βάση του οποίου, δίνει αποτελέσματα η περιγραφική αναλυτική. Η διαγνωστική ανάλυση, βοηθάει να καταλάβουμε τους λόγους για τους οποίους κάτι έγινε στο παρελθόν, κάνοντας τις σωστές ερωτήσεις και εμβαθύνοντας για τις αντίστοιχες απαντήσεις. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάγνωση ενός ασθενούς με συγκεκριμένη ασθένεια ή τραυματισμό με βάση τα συμπτώματα που αντιμετωπίζει.

3. Προγνωστική Αναλυτική

Αυτός ο τύπος ανάλυσης, θεωρείται περισσότερο πολύπλοκος από τους προηγούμενους, γιατί στην ουσία προβλέπει τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στο μέλλον. Με βάση τα τρέχοντα και ιστορικά δεδομένα των ασθενών, μπορεί να προβλέψει και να μειώσει ενδεχόμενους κινδύνους, όπως την επιδείνωση των ασθενών στη ΜΕΘ ή σε οποιαδήποτε πτέρυγα, τον χρόνο διακοπής λειτουργίας του ιατρικού εξοπλισμού, τη διάρκεια παραμονής του ασθενούς ή ακόμα και το όφελος που θα έχει ο ασθενής από μία χειρουργική επέμβαση [34]. Στην υγειονομική περίθαλψη, οι προγνωστικές λύσεις ανάλυσης βασίζονται στα δεδομένα μεγάλης κλίμακας και στην τεχνητή νοημοσύνη. Μπορεί να συγκεντρώσει τεράστιες ποσότητες δεδομένων ασθενών που προέρχονται από ηλεκτρονικά αρχεία υγείας (EHR), ασφαλιστικές αξιώσεις, διοικητικά έγγραφα, ιατρική απεικόνιση κ.λπ.

4. Καθοδηγητική Αναλυτική

Η καθοδηγητική αναλυτική, επιτρέπει στους παρόχους και άλλους βασικούς ενδιαφερόμενους να κατανοήσουν καλύτερα τα γεγονότα και δίνει συμβουλές σχετικά με το ποιες ενέργειες πρέπει να γίνουν προκειμένου να επηρεάσουμε τα αποτελέσματα. Σε συνδυασμό με δεδομένα εξωτερικών παραγόντων όπως οικονομικά δεδομένα, δημογραφικές τάσεις πληθυσμού και τάσεις στην υγεία του πληθυσμού, μπορούν να εντοπίσουν πληθυσμούς που καταναλώνουν περισσότερους πόρους, με σκοπό την ανάπτυξη προγραμμάτων διαχείρισης της υγείας, για την βελτίωση των αποτελεσμάτων αλλά και την μείωση του κόστους. Είναι επίσης χρήσιμη και στους παρόχους της υγείας, καθώς

αναζητούν τεκμηριωμένες μεθόδους για την ελαχιστοποίηση του περιττού κόστους και την αποφυγή ανεπιθύμητων συμβάντων. Η προγνωστική ανάλυση, στοχεύει στον εντοπισμό προβλημάτων ακόμη και πριν την εμφάνισή τους, χρησιμοποιώντας ιστορικά μοτίβα και μοντελοποίηση. Χρησιμοποιεί υβριδικά δεδομένα ενσωματώνοντας προβλέψεις, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις πιθανές παρενέργειες και χρησιμοποιεί αλγορίθμους που μπορούν να προσαρμοστούν εύκολα σε κάθε κατάσταση [35].

5. Εξερευνητική Αναλυτική

Η εξερευνητική αναλυτική χρησιμοποιεί τη γνώση περισσότερο από τις πληροφορίες, για την ανακάλυψη και εξερεύνηση νέων φαρμάκων ή εναλλακτικών θεραπειών, την ανίχνευση νέων συμπτωμάτων ή την εμφάνιση άγνωστων και ανεπιθύμητων παρενεργειών. Σύμφωνα με την ιεραρχική και πυραμιδική δομή του Ackoff [36], παρότι τα δεδομένα είναι πλεονάζοντα, η γνώση και η σοφία που παίρνουμε από αυτά είναι ανύπαρκτες. Η αξία των μεθόδων εξερεύνησης της γνώσης και οι προκλήσεις στην εξαγωγή κλινικά σχετικών γνώσεων από μεγάλα ιατρικά δεδομένα [37], θεωρείται τόσο σημαντική όσο και αναγκαία. Η ανάλυση δεδομένων σε επίπεδο ασθενούς, μπορεί να αποφέρει συμπεράσματα και αποτελέσματα σε επίπεδο πληθυσμού, όπως η δύναμη της συσχέτισης μεταξύ της έκθεσης σε ιατρικά προϊόντα και των επακόλουθων αποτελεσμάτων.

4.3. **Οφέλη και προκλήσεις των big data στην υγειονομική περίθαλψη**

Όταν αναλύονται και χρησιμοποιούνται σωστά τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, δημιουργούνται πολλά οφέλη, τόσο στις εταιρίες υγειονομικής περίθαλψης, στα νοσοκομεία και στις κλινικές όσο και στους γιατρούς και στους ασθενείς. Τα κυριότερα από αυτά, είναι τα εξής:

1. Υψηλής ποιότητας φροντίδα και θεραπεία

Λόγω των πολλών πηγών δεδομένων, όπως ιατρικά ιστορικά ασθενών, κοινωνικά μέσα δικτύωσης, ιατρικές μελέτες κ.α., η δημιουργία μιας πληρέστερης εικόνας ενός ασθενή, δίνει την δυνατότητα στους γιατρούς για παροχή μιας περισσότερο ποιοτικής περίθαλψης, φροντίδας και θεραπείας. Με την υποστήριξη των διαφόρων βάσεων δεδομένων και πλατφόρμων, οι ειδικοί μπορούν να καταργήσουν κάθε ασάφεια, να λάβουν ακριβέστερες κλινικές αποφάσεις και να συνταγογραφήσουν μια πιο αποτελεσματική θεραπεία. Για παράδειγμα, με την βοήθεια των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, ο γιατρός μπορεί να καθορίσει μία εξατομικευμένη θεραπεία, παρακολουθώντας τις πληροφορίες που διαθέτει ο ασθενής στο διαδίκτυο σχετικά με τον τρόπο ζωής του.

2. Πρώιμη παρέμβαση

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των δεδομένων μεγάλης κλίμακας στην υγεία, είναι η

προβλεπτική ανάλυση που μπορούν να υποστούν, προκειμένου να αποτρέψουν την μετατροπή μικρών προβλημάτων σε αντίστοιχα μεγάλα. Για παράδειγμα, μπορούν να συμβάλουν στον προσδιορισμό μιας συγκεκριμένης περιοχής σε μία πόλη, που ενδέχεται να διατρέχει τον μεγαλύτερο κίνδυνο για ασθένεια, έτσι ώστε να παρθεί έγκαιρη λήψη προληπτικών μέτρων. Επίσης με την συνδρομή των αλγορίθμων μπορεί να γίνει ανάλυση των δεδομένων και να αποφευχθεί η επιδείνωση μιας ασθένειας ή να προσαρμοστεί η θεραπεία που δίνεται σε κάποιον ασθενή. Επιπροσθέτως, συνεισφέρουν στην καταπολέμηση των ψευδών στοιχείων που καταβάλουν οι ασθενείς για αποζημίωση από τους ασφαλιστικούς τους φορείς, εντοπίζοντας ασυνέπειες στα έγγραφα με σκοπό τον περαιτέρω έλεγχό τους. Με αυτό τον τρόπο οι ασφαλιστικές εταιρείες μπορούν να εξοικονομήσουν οικονομικούς πόρους, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, για τον έλεγχο των δικαιολογητικών των ασθενών.

3. Εύκολες διαγνώσεις

Με τη χρήση των ηλεκτρονικών αρχείων των ασθενών, η αποτελεσματική και εύκολη διάγνωση ασθενειών είναι πλέον γεγονός. Οι γιατροί, έχοντας εύκολη πρόσβαση στα ιατρικά αρχεία των ασθενών, μπορούν να προσθέσουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, να ελέγξουν και να αποτρέψουν διπλές εξετάσεις και συνταγογραφήσεις ή ακόμα και να ενημερώσουν για τα επικείμενα ραντεβού. Τα ηλεκτρονικά αρχεία και το διαδίκτυο παρέχουν πρόσβαση σε εκατομμύρια ιατρικές πληροφορίες που σχετίζονται με την υγεία, κρίσιμες για τη ζωή των ασθενών, όπως τα επίπεδα χοληστερόλης, την αρτηριακή πίεση και το βάρος, επιτρέποντας στους γιατρούς να παρακολουθούν τυχόν αλλαγές που έχουν συμβεί με την πάροδο του χρόνου. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να διαχειρίζονται καλύτερα χρόνιες ασθένειες και να βελτιώσουν την ποιότητα της περίθαλψης που παρέχεται στους ασθενείς.

4. Μείωση του κόστους περίθαλψης.

Η υγεία είναι ένα πολύτιμο αγαθό, γι' αυτό και οι έξυπνες πόλεις, οφείλουν να βρουν τρόπους μείωσης του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης των κατοίκων τους. Αυτό γίνεται εφικτό με την χρήση των αναλυτικών μεθόδων των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, οι οποίες οδηγούν σε εξοικονόμηση και βελτιστοποίηση των πόρων, αποφεύγοντας την δαπάνη κεφαλαίων για περιττές νοσηλείες ή υπηρεσίες. Μπορούν να βοηθήσουν στην εκτίμηση του ατομικού κόστους των ασθενών, μέσω της λεπτομερούς σχεδίασης μιας κατάλληλα εξατομικευμένης θεραπείας, γεγονός που βοηθάει όχι μόνο τα ιατρικά ιδρύματα αλλά και τους ίδιους τους ασθενείς.

Παρότι όμως τα οφέλη είναι αρκετά, εντούτοις υπάρχουν διάφορες σημαντικές **προκλήσεις** που εμφανίζονται, οι οποίες πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη (εικόνα 3).



Εικόνα 3. Προκλήσεις των *big data*

(Πηγή: <https://www.qubole.com/blog/implementing-big-data/>)

Μερικές από αυτές, είναι οι παρακάτω.

1. Ενιαία μορφή

Ένεκα των πολλαπλών πηγών των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, όπως ιατρικά αρχεία, οικονομικές αναφορές, σελίδες κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης κτλ., οι μορφές που έχουν τα δεδομένα είναι ποικίλες, όπως δομημένα δεδομένα, έντυπη μορφή, ψηφιακή μορφή, εικόνες, βίντεο, πολυμέσα κ.α. [38]. Όπως είναι λογικό, η οργάνωσή τους σε μία ενιαία μορφή, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά, αποτελεί μία μεγάλη πρόκληση. Τα δεδομένα πρέπει να ενοποιηθούν και να μην υπάρχουν αποκλίσεις και λανθασμένες αντιγραφές δεδομένων, τα οποία οδηγούν σε ανακριβή ή ελλιπή στοιχεία ασθενών, σε ακυρώσεις διαδικασιών, σε απώλεια εσόδων και σε αναποτελεσματική χρήση πόρων. Επιπλέον, κρίνεται αναγκαία και η ανεύρεση τρόπων για λειτουργική και γρήγορη επικοινωνία μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών. Για τον λόγο αυτό, δημιουργήθηκε και συντηρήθηκε από την Αμερικανική Ιατρική Ένωση η τρέχουσα διαδικαστική ορολογία CPT®¹³, η οποία και χρησιμοποιείται από γιατρούς, επαγγελματίες υγείας, νοσοκομεία, εξωτερικά ιατρεία και εργαστήρια με σκοπό την παροχή μιας τυποποιημένης μεθοδολογίας γλώσσας και κωδικοποίησης [39] για την μεταξύ τους επικοινωνία.

2. Ασφάλεια

Μία από τις ισχυρότερες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας στον

¹³ Current Procedural Terminology

τομέα της υγείας, είναι η έλλειψη ιδιωτικότητας, ειδικά όταν πρόκειται για εμπιστευτικά ιατρικά αρχεία [40]. Αυτό συμβαίνει, διότι τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας πρέπει να έχουν πρόσβαση παντού, συμπεριλαμβανομένων των ιδιωτικών αρχείων και των αναρτήσεων στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για να μπορέσουν να αποδώσουν μία ολοκληρωμένη εικόνα της υγείας του ασθενή. Είναι σημαντικό η βάση δεδομένων να προστατεύεται από κλοπή στον κυβερνοχώρο ή από το λεγόμενο «phishing» (ηλεκτρονικό ψάρεμα), όπου τα κλεμμένα δεδομένα μπορούν να πωληθούν για ένα τεράστιο ποσό [41]. Η προστασία των πληροφοριών υγείας μέσω της ασφάλειας κατά την μετάδοση, την χρήση λογισμικού προστασίας από ιούς, τα τείχη προστασίας και την κρυπτογράφηση είναι πράγματι ζωτικής σημασίας [42]. Λόγω των αρκετών παραβιάσεων ασφαλείας και των επιθέσεων που παρατηρήθηκαν, δημιουργήθηκαν οι προστατευμένες πληροφορίες υγείας (PHI¹⁴) [43].

Οι πληροφορίες αυτές, υπόκεινται στους κανόνες ασφαλείας HIPAA¹⁵, οι οποίοι ενισχύουν με πρωτόκολλα αποθήκευσης, μετάδοσης, ελέγχου ταυτότητας, ελέγχου πρόσβασης και ελέγχου ακεραιότητας [44] τους οργανισμούς και τις επιχειρήσεις, για την αποφυγή κακόβουλων επιθέσεων σε ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα.

3. Αποθήκευση

Δεδομένου του εξαιρετικά μεγάλου όγκου των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, η αποθήκευσή τους αποτελεί άλλη μία πρόκληση. Πολλές εταιρείες, αποθηκεύουν τα δεδομένα τους, σε χώρους δικούς τους, κυρίως για λόγους ασφαλείας. Εντούτοις με την αύξηση των δεδομένων που αποθηκεύονται καθημερινά, θεωρείται σίγουρη η ανάγκη για μελλοντική κλιμάκωση, το οποίο συνεπάγεται αυτόματα και αύξηση του κόστους για την εταιρεία. Το cloud, βοήθησε αρκετά σε αυτό, με τις χαμηλές χρεώσεις και την εύκολη επέκταση που προσφέρει και αποτελεί μια από τις πιο δημοφιλείς επιλογές των οργανισμών υγειονομικής περίθαλψης. Παρότι όμως το cloud παρέχει ένα δίκτυο διακομιστών απομακρυσμένης πρόσβασης για αποθήκευση μεγάλης ποσότητας δεδομένων, συνοδεύεται εντούτοις και από προβλήματα τα οποία χρήζουν αντιμετώπισης. Η γνώση από όλους τους ενδιαφερόμενους του τρόπου χειρισμού του cloud, η συμμόρφωση με τον νόμο περί φορητότητας και λογοδοσίας (HIPAA) και τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να παρθούν, είναι κάποια από τα προβλήματα αυτά. Χωρίς τις κατάλληλες διασφαλίσεις, υπάρχει ο ενδεχόμενος κίνδυνος της κακής ιατρικής παροχής ή της παραβίασης της ασφαλείας και είναι ευθύνη τόσο των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης όσο και του cloud, η έγκαιρη αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών.

4. Ποιότητα

Τα ιατρικά αρχεία των ασθενών, οφείλουν να έχουν υψηλής ποιότητας δεδομένα, για να μπορούν να συνεισφέρουν στην βελτίωση της υγειονομικής περίθαλψης. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις,

¹⁴ Protected Health Information

¹⁵ Health Insurance Portability and Accountability Act

στις οποίες βάση διαφόρων παραγόντων, εμφανίζεται αλλοιωμένη η ποιότητα των δεδομένων ή υπάρχουν παρερμηνείες των ήδη υπάρχοντων ιατρικών αρχείων [45]. Ένας από αυτούς τους παράγοντες είναι ο θόρυβος ο οποίος προέρχεται από τα ιατρικά μηχανήματα και που καταλήγει σε αλλοίωση της ποιότητας των ιατρικών εικόνων και διαγραμμάτων. Ο λανθασμένος χειρισμός των ιατρικών οργάνων θεωρείται επίσης παράγοντας, διότι μπορεί να οδηγήσει σε παραμόρφωση των ανατομικών δομών του ασθενή, όπως π.χ. των φλεβών. Θα πρέπει λοιπόν, να τοποθετηθούν φίλτρα για την μείωση του θορύβου και ο χειριστής να αναλάβει την βελτίωση της εικόνας που λαμβάνει, προσαρμόζοντας γενικά την ποιότητά της, για να μπορέσουν οι πληροφορίες που αποθηκεύει να είναι χρήσιμες και ευανάγνωστες από τους ενδιαφερόμενους.

4.4 Σενάρια χρήσης των Big Data στην υγεία (use cases)

Στις μέρες μας, οι παγκόσμιοι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης με την βοήθεια των δυνατοτήτων που δίνουν οι αναλυτικές των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, επιτυγχάνουν την βελτίωση του τομέα της υγείας, προσφέροντας εκσυγχρονισμένες και έξυπνες εφαρμογές. Η σωστή χρήση των δεδομένων έχει οδηγήσει τους επιστήμονες στην έγκαιρη πρόβλεψη επιδημιών, στην γρήγορη εξεύρεση θεραπειών και στην ευκολότερη διεξαγωγή ερευνών [46]. Επιπροσθέτως, μπορούν να βοηθήσουν τις εταιρείες και τα ιδρύματα στον οικονομικό σχεδιασμό και διαχείριση, στην πιο αποτελεσματική αποθήκευση σημαντικών πληροφοριών και στην εκτίμηση πιθανής εμφάνισης ενός προβλήματος με βάση τα ιστορικά δεδομένα που υπάρχουν στα αρχεία τους [47].



Εικόνα 4. Σενάρια χρήσης των big data

(Πηγή: <https://medium.com/ds3ucsd/how-to-be-successful-in-healthcare-analytics-part-2-b63123ea61a4>)

Τα σενάρια χρήσης των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, στην υγειονομική περίθαλψη, είναι πολλά και ποικίλα (εικόνα 4). Ακολούθως, θα αναφέρουμε τα σημαντικότερα από αυτά.

1. Χρήση της προγνωστικής αναλυτικής σε γιατρούς και νοσοκομεία

Η προληπτική φροντίδα, αποτελεί πλέον ένα αναπόσπαστο κομμάτι των υπηρεσιών που μπορεί να προσφέρει ένας φορέας υγειονομικής περίθαλψης. Κάθε άτομο, ακόμα και αν δεν έχει προβλήματα υγείας, μπορεί και πρέπει να συλλέγει πληροφορίες σχετικά με την σωματική του δραστηριότητα. Αυτό καθίσταται πλέον εύκολο, με την πληθώρα των wearable συσκευών που υπάρχουν στην αγορά, όπως fitness trackers και smart watches, με τα οποία δίνεται σε όλους η δυνατότητα της συγκέντρωσης δεδομένων σχετικά με τον καρδιακό ρυθμό, το βάρος, την αρτηριακή πίεση κ.α. και την μετέπειτα αποστολή τους, για ανάλυση και αποθήκευση είτε σε ένα cloud είτε ακόμα και στον οικογενειακό γιατρό. Τα στοιχεία αυτά είναι καίριας και ζωτικής σημασίας για την πρόβλεψη κληρονομικών ασθενειών και παρέχουν πολύτιμη βοήθεια στους γιατρούς για την λήψη αποφάσεων και την βελτίωση της θεραπευτικής αγωγής που συστήνουν στους ασθενείς.

Η πρακτική της ιατρικής επιστήμης, χρησιμοποιώντας κινητές συσκευές, γνωστή και ως mobile Health ή κινητή υγεία (m-Health), βελτιώνει κατά πολύ την υγειονομική περίθαλψη ειδικά για χρόνιες ασθένειες, όπως ο διαβήτης και ο καρκίνος. Οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης, χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο τις υπηρεσίες κινητής υγείας για την εφαρμογή καινοτόμων τρόπων παροχής φροντίδας και συντονισμού της υγείας και ευεξίας.

Η τεχνητή νοημοσύνη, η ανάλυση των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, η μηχανική εκμάθηση και τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, συγκροτούν ένα πλαίσιο εργαλείων, τα οποία είναι σε θέση να προβλέψουν πιθανή εμφάνιση ασθενειών και να την αποτρέψουν ή ακόμα και να βοηθήσουν τους γιατρούς να προβλέψουν τα αποτελέσματα της θεραπείας που έδωσαν, λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο ζωής που ακολουθεί ο ασθενής. Για παράδειγμα, η Optum Labs [48], μια ερευνητική ομάδα των ΗΠΑ, έχει συλλέξει τα ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία, άνω των 30 εκατομμυρίων ασθενών, για την δημιουργία μιας βάσης δεδομένων, η οποία με την συνδρομή των εργαλείων προγνωστικής ανάλυσης, θα βελτιώσει την παροχή φροντίδας.

Μία άλλη χρήση της προγνωστικής αναλυτικής είναι και για την πρόβλεψη ποσοστών εισαγωγής ασθενών στα νοσοκομεία ή στις κλινικές. Η χρήση αναλυτικών δεδομένων, μπορεί να βοηθήσει στη διασφάλιση του βέλτιστου επιπέδου του προσωπικού, μειώνοντας παράλληλα τους χρόνους αναμονής των ασθενών. Τα διάφορα εργαλεία οπτικοποίησης καθώς επίσης και οι τεχνικές ανάλυσης, μπορούν να μοντελοποιήσουν τα μοτίβα εισαγωγής των ασθενών και στην συνέχεια με την βοήθεια των αλγορίθμων, να είναι σε θέση να προβλέψουν μελλοντικές τάσεις εισαγωγής ασθενών. Ένα παράδειγμα αποτελεί και το εγχείρημα του Wake Forest Baptist Health στη Β. Καρολίνα [49], όπου με την χρήση κατάλληλων εργαλείων, βοήθησαν το ογκολογικό κέντρο να προβλέψει τις ώρες αιχμής και να προσαρμόσει ανάλογα τον προγραμματισμό του προσωπικού του. Με τον τρόπο αυτό, ανέπτυξαν μία πιο ομοιόμορφη κατανομή, που μείωσε τα βάρη των νοσοκόμων και βελτίωσε

την ικανοποίηση των ασθενών.

2. Οικονομική διαχείριση

Τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας, παρέχουν θετικές αλλαγές στον τομέα της οικονομικής διαχείρισης και της διαμόρφωσης των τιμών. Η μηχανική εκμάθηση, συνεισφέρει στην μείωση του αριθμού των υπεξαίρεσεων και στην δημιουργία ενός πιο ευέλικτου συστήματος πληρωμών, το οποίο προσαρμόζεται ανάλογα με την οικονομική δυνατότητα των ασθενών και την ποιότητα των υπηρεσιών που λαμβάνουν.

Ακόμη ένα όφελος, είναι η μείωση των περιττών δαπανών σε φάρμακα και νοσοκομειακά είδη στους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης. Η αλυσίδα ανεφοδιασμού, αποτελεί ίσως έναν από τους σημαντικότερους πυρήνες κόστους και μόνο με τον έλεγχο της μπορούν να μειωθούν σημαντικά οι περιττές δαπάνες ενός φορέα υγείας. Η περιγραφική και η προγνωστική αναλυτική επίσης, δίνουν πολύτιμη βοήθεια στους οργανισμούς, ειδικά σε θέματα που αφορούν την διαπραγμάτευση των τιμών, την μείωση των διακυμάνσεων των προμηθειών, την βελτιστοποίηση των μεθόδων παραγγελίας κ.α.. Σύμφωνα με μία έρευνα που διενήργησε η Navigant, η χρήση των παραπάνω τεχνολογιών, κατάφερε να εξοικονομήσει στα νοσοκομεία σχεδόν 10 εκατομμύρια δολάρια ετησίως. Ομοίως, το 2018 σε μία έρευνα του Global Healthcare Exchange, διαπιστώθηκε ότι η υιοθέτηση εργαλείων ανάλυσης δεδομένων μεγάλης κλίμακας, παραμένει κορυφαία προτεραιότητα των στελεχών, για την αναβάθμιση του τρόπου διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού, διότι συνεισφέρουν τόσο στην εξοικονόμηση των πόρων όσο και στην βελτίωση της αποδοτικότητας.

3. Τηλεϊατρική

Η παροχή απομακρυσμένων υγειονομικών υπηρεσιών με την βοήθεια της τεχνολογίας είναι πλέον γεγονός. Η τηλεϊατρική με την χρήση του 5G, των ασύρματων και φορητών συσκευών, της τηλεδιάσκεψης, των smart phones και του IoT, δίνουν την δυνατότητα για απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών, για εκπαίδευση επαγγελματιών και ασθενών, για εξειδικευμένη συνεργασία και θεραπεία ακόμα και για αποτροπή νοσηλείας. Επίσης, το ιατρικό προσωπικό αξιοποιώντας στο έπακρο την συνεργασία με τεχνικούς, φαρμακευτικές εταιρείες, βιομετρικά συστήματα και νοσηλευτές, παρέχουν εξατομικευμένη φροντίδα και θεραπεία για κάθε άτομο. Για παράδειγμα, η Αμερικανική Εταιρεία Καρκίνου διαπίστωσε ότι η χρήση τεχνητής νοημοσύνης, μείωσε την ανάγκη για περιττές βιοψίες, μεταφράζοντας δεδομένα μαστογραφίας 30 φορές γρηγορότερα και με ακρίβεια 99%.

Από την άλλη και οι ασθενείς επωφελούνται αρκετά, διότι οι διαγνώσεις των ασθενειών ή η παρακολούθηση της θεραπευτικής αγωγής, γίνεται πλέον από την ασφάλεια και την άνεση των σπιτιών τους, αποφεύγοντας τις χρονοβόρες αναμονές των νοσοκομείων. Επίσης έμμεσα, τους αποφέρει και σημαντική μείωση του κόστους θεραπείας και διάγνωσης, αναβαθμίζοντας ταυτόχρονα

την ποιότητα των υπηρεσιών που τους προσφέρονται.

Μία περισσότερο εξειδικευμένη χρήση της τηλεϊατρικής, αποτελεί και η τηλεχειρουργική, η οποία είναι μία από τις πιο σύγχρονες τάσεις στον τομέα των χειρουργικών επεμβάσεων. Με την χρήση των ρομπότ, οι γιατροί πλέον μπορούν να πραγματοποιούν επεμβάσεις, πολλές φορές χωρίς καν να βρίσκονται στο χειρουργείο και τα έως τώρα αποτελέσματα είναι ελπιδοφόρα. Τα χειρουργικά ρομπότ, μπορούν επίσης να παρακολουθούν την κατάσταση ασθενών στις ΜΕΘ, να ρυθμίζουν και να χειρίζονται τον ιατρικό εξοπλισμό και τελευταίως χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στην ακτινολογία. Για παράδειγμα, υπάρχει το da Vinci® Surgical Robot [50], το οποίο χρησιμοποιώντας μία μεγεθυμένη τρισδιάστατη όραση υψηλής ευκρίνειας και χειριστήρια τα οποία δένουν στους καρπούς και τα χέρια ενός χειρουργού, πραγματοποιεί μικροσκοπικές και ακριβείς τομές, που διαφορετικά δεν θα μπορούσαν να κάνουν τα ανθρώπινα χέρια, αναβαθμίζοντας με αυτόν τον τρόπο την παροχή υπηρεσιών στους ασθενείς.

Επίσης είναι και ο εξωσκελετός Cyberdyne's Hybrid Assistive Limb (HAL), ο οποίος χρησιμοποιεί αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι στο δέρμα του ασθενούς, για την ανίχνευση μικρών ηλεκτρικών σημάτων στο σώμα, για την αποκατάσταση διαταραχών των κάτω άκρων (συμπεριλαμβανομένου του νωτιαίου μυελού), τραυματισμών και εγκεφαλικών επεισοδίων.

4. Παρακολούθηση ασθενών σε πραγματικό χρόνο και πολιτικές πανδημιών

Οι περισσότερες εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης, αντιμετωπίζουν σοβαρή έλλειψη προσωπικού, που οδηγεί σε μία μη αποτελεσματική παρακολούθηση των ασθενών τους. Λόγω του ανεπαρκούς συστήματος ειδοποίησης, οι νοσηλευτές και οι γιατροί αδυνατούν να συνεργαστούν ικανοποιητικά, γεγονός που λειτουργεί εις βάρος των ασθενών και του ιδρύματος. Για αυτούς τους λόγους, οι στρατηγικές μηχανικής εκμάθησης είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για την πρόβλεψη κλινικών γεγονότων στο νοσοκομείο, όπως η ανάπτυξη οξείας νεφρικής βλάβης ή σήψης. Τελευταία δημιουργήθηκαν και τα συστήματα EWS¹⁶ τα οποία σχεδιάστηκαν για να παρακολουθούν τις ζωτικές λειτουργίες των ασθενών. Μόλις τα στοιχεία που λαμβάνουν είναι εκτός των ορίων που τους έχουν τεθεί, στέλνουν ειδοποίηση μέσω διεπαφών σε ένα κεντρικό σύστημα, από το οποίο ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο το υπεύθυνο ιατρικό προσωπικό, με σκοπό την αποφυγή δυσάρεστων καταστάσεων. Το νοσοκομείο Ysbyty Gwynedd στο Μπάνγκορ της Ουαλλίας, το οποίο διοικείται από το Συμβούλιο Υγείας του Πανεπιστημίου Betsi Cadwaladr, ήταν ένας από τους πρώτους που χρησιμοποίησαν το σύστημα παρακολούθησης ασθενών Philips EWS. Χάρη σε αυτό, κατάφεραν να μειώσουν τις ανεπιθύμητες ενέργειες κατά 24 % καθώς επίσης και τις καρδιακές ανακοπές κατά 86 %.

Η αξιοποίηση των δεδομένων μέσω της αναλυτικής μεθόδου όμως, βοήθησε αρκετά και την δημιουργία πολιτικών πανδημίας, όπως για παράδειγμα του COVID - 19. Με την σωστή ανάλυση,

¹⁶ Early Warning Score

την χρήση κατάλληλων αλγορίθμων και την τηλεϊατρική, δημιουργήθηκαν τα κατάλληλα μοντέλα, που βοήθησαν στην σωστή ενημέρωση και προφύλαξη τόσο των πολιτών όσο και των ιατρών. Έτσι μετριάστηκε ο κίνδυνος της έκθεσης στον ιό για τις ευαίσθητες ομάδες και για τους γιατρούς, διότι τα ραντεβού και τα διαγνωστικά πραγματοποιήθηκαν μέσω καναλιών τηλεϊατρικής.

Για παράδειγμα, η Agilon Health χρησιμοποίησε την πλατφόρμα DOS της Health Catalyst για τη συλλογή συμπτωματολογίας πληθυσμού και δεδομένων θνησιμότητας σε όλη την Ιταλία, την Κίνα και τις ΗΠΑ. Με αυτόν τον τρόπο, δημιούργησε ένα μοντέλο COVID-19, για άτομα που είχαν αυξημένα επίπεδα κινδύνου και κατάφερε να αυξήσει τα ραντεβού μέσω της τηλεϊατρικής, από 1 άτομο την 1^η εβδομάδα, σε 2.200 άτομα την 12^η, προσφέροντας σημαντική βοήθεια σε όλους τους εμπλεκόμενους.

5. Οργάνωση χειρουργείων και επειγόντων περιστατικών

Το θέμα της οργάνωσης των χειρουργείων και της καθημερινής επίσκεψης ασθενών στα επείγοντα, απασχολεί πολύ τα περισσότερα νοσοκομεία. Οι καθυστερήσεις των χειρουργείων και η πολύωρη καθυστέρηση στα επείγοντα, επιφέρουν μείωση των εσόδων στα νοσοκομεία και τις κλινικές, αλλά και παράπονα από τους ασθενείς σχετικά με την ταλαιπωρία που υφίστανται. Η λύση σε αυτά τα προβλήματα, ήρθε μέσω των αλγορίθμων μηχανικής εκμάθησης, της χρήσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, των εργαλείων οπτικοποίησης, τις στρατηγικές ανάλυσης και την προβλεπτική αναλυτική. Οι τεχνολογίες αυτές, συμβάλλουν στην δημιουργία συστημάτων, τα οποία βασίζονται στις ειδοποιήσεις σε πραγματικό χρόνο καθώς επίσης και στο cloud computing. Για παράδειγμα, το Ιατρικό Κέντρο του Πανεπιστημίου του Σικάγο, κατάφερε να μειώσει τον χρόνο καθυστέρησης των χειρουργείων, προγραμματίζοντας την λειτουργία του με βάση δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Με αυτό τον τρόπο κατάφερε να αυξήσει τα ετήσια έσοδά του στα 600.000\$. Ένα άλλο παράδειγμα αποτελεί και το μοντέλο μηχανικής εκμάθησης, της εταιρείας Envision Physician Services, το οποίο είναι βασισμένο στο cloud, στην Azure SQL Database και την Power BI και το οποίο μπορεί να κάνει προβλέψεις για τις αναμενόμενες καθημερινές επισκέψεις στα επείγοντα με ακρίβεια 80%. Βασισμένο σε αυτό, πάνω από 900 κλινικές εγκαταστάσεις, κατάφεραν να οργανώσουν το προσωπικό και τον απαιτούμενο εξοπλισμό εκ των προτέρων, βελτιστοποιώντας την εξυπηρέτηση των ασθενών.

6. Έρευνα για νέες αποδοτικές θεραπείες

Τη σημερινή εποχή, η ιατρική ακριβείας καθώς επίσης και η έρευνα για νέες θεραπείες και φάρμακα, θεωρούνται αναγκαίες και κερδίζουν συνεχώς έδαφος. Τα εργαλεία διαχείρισης δεδομένων διαφόρων τύπων (χημικών, βιολογικών και omics (βιοχημικών)) βοηθούν τους επιστήμονες να διερευνήσουν επιστημονικές υποθέσεις και ερωτήματα, εξετάζοντας την σχέση μεταξύ γενετικών και φαινοτυπικών δεδομένων, για διαφορετικές ομάδες ασθενών και αξιολογώντας παράλληλα τα

αποτελέσματά τους σε σχέση με την δημοσιευμένη βιβλιογραφία. Σημαντικό ρόλο στη μετατροπή νέων φαρμάκων σε θεραπείες ακριβείας, παίζουν επίσης και τα προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία με τα εργαλεία υποστήριξης κλινικών αποφάσεων. Οι ειδικοί πλέον, μπορούν να διαχειριστούν κλινικές δοκιμές, να στρατολογήσουν ευκολότερα άτομα για δοκιμή νέων φαρμάκων, να βρίσκουν καλύτερες θεραπείες για μεμονωμένους ασθενείς και να ανακαλύπτουν ανεπιθύμητες ενέργειες. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνονται οι αποτυχίες των δοκιμών και επιταχύνεται ο χρόνος έκδοσης των νέων θεραπειών στην αγορά.

Σύμφωνα με τον Gottlieb S., MD, επίτροπο του FDA¹⁷, « το Κέντρο Αξιολόγησης και Έρευνας Φαρμάκων (CDER¹⁸), χρησιμοποιεί αυτή τη στιγμή την μοντελοποίηση και την προσομοίωση, για την πρόβλεψη κλινικών αποτελεσμάτων, την ενημέρωση για τα σχέδια κλινικών δοκιμών, την βελτιστοποίηση της δοσολογίας, την πρόβλεψη της ασφάλειας του προϊόντος και την αξιολόγηση πιθανών μηχανισμών ανεπιθύμητων ενεργειών». Επίσης η AstraZeneca και η HealthCore, Inc.(θυγατρική δεδομένων και αναλύσεων της WellPoint) ανακοίνωσαν μια συνεργατική συμφωνία για τη διεξαγωγή μελετών και για τον προσδιορισμό πιο αποτελεσματικών και οικονομικών θεραπειών για ορισμένες χρόνιες και κοινές ασθένειες. Όλες αυτές οι προσπάθειες επιτρέπουν στους ερευνητές να κατανοήσουν καλύτερα τις σχέσεις μεταξύ γενετικών παραλλαγών και την αποτελεσματικότητα συγκεκριμένων θεραπειών.

7. Περιβάλλον Υποβοηθούμενης Διαβίωσης (AAL)

Το περιβάλλον Υποβοηθούμενης Διαβίωσης (AAL¹⁹), είναι ένα σύστημα εξ αποστάσεως παρακολούθησης των ασθενών (RPM²⁰). Χρησιμοποιεί αισθητήρες IoT που καταγράφουν φυσιολογικά δεδομένα, δεδομένα περιβάλλοντος, δεδομένα συμπεριφοράς και συσχετιζόμενες δραστηριότητες ταυτόχρονα. Στη συνέχεια, τα δεδομένα αυτά, διαβιβάζονται ηλεκτρονικά, συνήθως στο έξυπνο νοσοκομείο, για να γίνουν οι απαραίτητες αξιολογήσεις και να ληφθούν προληπτικά μέτρα. Όπως είναι λογικό, χρησιμοποιούν αρχιτεκτονικές βασιζόμενες στο cloud για την αποθήκευση, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων που καταγράφουν. Επίσης με την ενίσχυση των προηγμένων πλατυσίων λογισμικού, όπως το Hadoop και το Spark, θα μπορέσει να αναπτυχθεί και ο τομέας των ιατρικών βοηθητικών εφαρμογών, αφού θα μπορεί να γίνει η αποθήκευση δεδομένων στην εγγενή τους μορφή. Το AAL πετυχαίνει και επιτάχυνση της ανάλυσης των ιατρικών δεδομένων δέκα φορές ταχύτερα από το MapReduce, αφού χρησιμοποιεί βιβλιοθήκες μηχανικής εκμάθησης. Ως αποτέλεσμα, παρέχει μία αποτελεσματική παρακολούθηση, κυρίως ηλικιωμένων ασθενών, η οποία θα ελαχιστοποιήσει τον αριθμό των ξαφνικών απωλειών και θα βελτιώσει την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης, θέτοντας τους υπό συνεχή έλεγχο, για να κάνει μια έγκαιρη παρέμβαση σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

¹⁷ Food and Drug Administration

¹⁸ Center for Drug Evaluation and Research

¹⁹ Ambient Assisted Living

²⁰ Remote Patients Monitoring

Τα σύγχρονα AAL με επίγνωση του περιβάλλοντος, έχουν καθιερώσει την ενσωμάτωση των αισθητήρων περιβάλλοντος, στον χώρο του ασθενούς, για παρακολούθηση των αλλαγών στο περιβάλλον του, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και ο φωτισμός, με σκοπό την μελέτη της επίδρασης αυτών των αλλαγών, στα ζωτικά σημεία του ασθενούς [51]. Με την ενσωμάτωση φορητών αισθητήρων, δίνει την δυνατότητα στον ηλικιωμένο ασθενή με χρόνιες παθήσεις ή αναπηρίες να κάνει την κανονική καθημερινή του ρουτίνα, όπως την χαλάρωση, την παρακολούθηση τηλεόρασης, την άσκηση, τον ύπνο ή ακόμα και το φαγητό, ενώ παράλληλα παρακολουθεί τα ζωτικά του σημεία.

Τα RPM, έχουν προσελκύσει τα τελευταία χρόνια, πολλά πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα με την πολύτιμη βοήθεια που προσφέρουν. Το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT) έχει αναπτύξει το AlarmNet, το οποίο είναι ένα σύστημα παρακολούθησης κατοικιών και υποβοηθούμενης αναπαραγωγής. Στο ίδιο πλαίσιο, η εταιρεία κινητών τηλεφώνων Symbian, έχει αναπτύξει την υπηρεσία «Φύλακας Άγγελος» για την παρακολούθηση της κατάστασης της υγείας των ηλικιωμένων ασθενών και την άμεση ειδοποίηση του παρόχου ιατρικών υπηρεσιών σε περιπτώσεις κινδύνου [52].

4.5 Οράματα και μελλοντικοί στόχοι

Η συνεχής προσπάθεια των κυβερνήσεων για εκσυγχρονισμό των υπηρεσιών και υποδομών τους, οδηγεί σε πολίτες οι οποίοι νιώθουν ασφάλεια και προστασία. Ο τομέας της υγείας, αποτελεί ίσως τον μεγαλύτερο και σπουδαιότερο άξονα σε κάθε πόλη, η οποία στοχεύει στη βελτιστοποίησή της. Αυξάνοντας την ποιότητα των υπηρεσιών στην υγειονομική περίθαλψη, καταφέρνουμε να αυξήσουμε τα επίπεδα της διαβίωσης. Για να πραγματοποιηθεί όμως αυτό, απαιτείται η χάραξη μιας στρατηγικής και στοχοθεσίας, που ενσωματώνει ένα ευρύ φάσμα ιατρικών, λειτουργικών και οικονομικών συστημάτων.

Τα έξυπνα νοσοκομεία, είναι νοσοκομεία που βελτιστοποιούν, επανασχεδιάζουν και χτίζουν νέες κλινικές διαδικασίες, συστήματα διαχείρισης και ίσως ακόμη και υποδομές, όλα αυτά κάτω από μία ψηφιοποιημένη υποδομή δικτύωσης διασυνδεδεμένων στοιχείων, για την παροχή μιας εξελιγμένης υπηρεσίας. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός των νοσοκομειακών κέντρων είναι η νέα επανάσταση στον τομέα της υγείας, η οποία ωφελεί σημαντικά και τον ασθενή και τους υγειονομικούς οργανισμούς.

Οι υπάρχουσες νοσοκομειακές εγκαταστάσεις είναι παλιές και τα πληροφοριακά τους συστήματα είναι σχεδιασμένα για παλαιότερες ανάγκες. Το έξυπνο νοσοκομείο, θα μπορεί με την βοήθεια μιας κεντρικής ψηφιακής πλατφόρμας να συγκεντρώσει όλες τις υπηρεσίες του και να τις λειτουργεί με πραγματικά έξυπνο τρόπο. Αυτό καθίσταται δυνατό, με την συνδρομή σύγχρονων τεχνολογιών, για την ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης που μπορούν να παρέχουν καινοτόμες ιατρικές υπηρεσίες, όπως την ρομποτική χειρουργική.

Η εφαρμογή αισθητήρων IoT στις εγκαταστάσεις του νοσοκομείου, οι οποίοι συνδέονται με μια κεντρική πλατφόρμα, επιτρέπει τη διαχείριση και τον έλεγχο, μέσω ενός κέντρου επιχειρήσεων.

Έτσι επιτυγχάνεται ενεργειακή απόδοση, καθώς και βελτιστοποιημένη διαχείριση της οργάνωσης και των διαδικασιών. Για παράδειγμα, η έξυπνη τεχνολογία θα μπορούσε να εντοπίσει όργανα και εξοπλισμό (όπως έναν απινιδωτή σε πραγματικό χρόνο), να αναπληρώσει αυτόματα τα αποθέματα σε αναλώσιμα ή με την χρήση τεχνικών εξόρυξης δεδομένων των ασθενών να πραγματοποιούν καλύτερες διαγνώσεις και επιλογές των καλύτερων δυνατών θεραπειών.

Επίσης, τα έξυπνα δωμάτια των νοσοκομείων, θα μπορούν να επιτρέπουν στους ασθενείς να βλέπουν τα ζωτικά στοιχεία τους και τις πληροφορίες της ιατρικής ομάδας που τους παρακολουθεί, μέσω οθονών αφής ή tablet. Ένα τέτοιο παράδειγμα, αποτελεί και το Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο του Πανεπιστημίου του Μισσούρι, το οποίο διαθέτει ένα, ίσως από τα πιο ενημερωμένα έως τώρα, κέντρα καρκίνου, με καινοτόμα έξυπνα δωμάτια που εξοικονομούν χρόνο και καταγράφουν αυτόματα πληροφορίες, τις οποίες και μεταφέρουν ασύρματα στις ηλεκτρονικές ιατρικές βάσεις δεδομένων του συστήματος.

Αξίζει εξίσου, να γίνει αναφορά και στο Ιατρικό Κέντρο Clemenceau, που είναι ένα από τα κορυφαία έξυπνα νοσοκομεία και βρίσκεται στη Βηρυτό, στο Λίβανο. Διαθέτει έναν προηγμένο ιατρικό εξοπλισμό και προσφέρει υψηλής τεχνολογίας ρομποτικά υποβοηθούμενη λαπαροσκοπική χειρουργική για γυναικολογικές, παιδιατρικές, καρδιοθωρακικές και γενικές διαδικασίες χρησιμοποιώντας το επαναστατικό χειρουργικό σύστημα da Vinci.

Ωστόσο υπάρχουν και άλλου είδους εγκαταστάσεις, που εστιάζουν στον καλύτερο τρόπο ζωής και στην ευημερία. Για παράδειγμα, το Lake Nona Medical City στο Ορλάντο [53], το οποίο είναι μία καινοτόμος και συνδεδεμένη κοινότητα που επικεντρώνεται στην υγιή διαβίωση και εφαρμόζει ένα δια βίου μοντέλο ευεξίας και ιατρικής περίθαλψης, εντός της λίμνης Nona (εικόνα 5).



Εικόνα 5. Lake Nona Medical City

(Πηγή:<https://www.vivaorlando.com/let-me-introduce-you-to-lake-nona-the-medical-city-in-orlando/>)

Η κοινότητα αυτή, φιλοξενεί ειδικά σχεδιασμένες γειτονιές, εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις, κέντρα αναψυχής και μερικά από τα κορυφαία νοσοκομεία και ακαδημαϊκά ερευνητικά ιδρύματα. Για να κατανοήσει καλύτερα την αλληλεπίδραση και τις επιπτώσεις του περιβάλλοντος και του τρόπου ζωής στην ανθρώπινη ευημερία, το Ινστιτούτο Νόνα, ερευνά και αναλύει πληροφορίες σχετικά με ανθρώπινα, φυσικά και περιβαλλοντικά στοιχεία σε πραγματικό χρόνο. Επίσης φιλοξενεί το Well-ness Home, που βασίζεται στην καινοτομία και την τεχνολογία και το οποίο εστιάζει στην ποιότητα του αέρα, την υγιεινή διατροφή, την ποιότητα του νερού, το διαλογισμό και τον φωτισμό.

Για να γίνει πραγματικότητα όμως, το όραμα του έξυπνου νοσοκομείου, θα πρέπει να υπάρχει ένα σχέδιο, το οποίο θα περιλαμβάνει έναν στρατηγικό σχεδιασμό και μία προσεκτική πιλοτική εφαρμογή. Χρειάζεται να εντοπιστούν τα καίρια προβλήματα και οι περιοχές που χρήζουν άμεσης βελτίωσης, με βάση τα οποία θα αποφασιστεί η σωστή κατανομή και αξιοποίηση των διαθέσιμων χρηματικών ποσών της εκάστοτε νοσοκομειακής δομής. Από την πλευρά των κυβερνήσεων, κρίνεται επίσης αναγκαία η αποδέσμευση πόρων είτε για νεόδμητες εγκαταστάσεις είτε για αναβάθμιση των παλαιών. Τα καινούργια κτίρια μπορούν να ακολουθήσουν μια νέα, ευέλικτη σχεδιαστικά προσέγγιση, η οποία θα ενσωματώσει από την αρχή την χρήση της τεχνολογίας σε όλα τα επίπεδα υπηρεσιών. Από την άλλη, για τα υπάρχοντα νοσοκομεία και κλινικές, θα χρειαστεί μία σταδιακή μετάβαση στις νέες τεχνολογίες, η εκπαίδευση του προσωπικού για παροχή καλύτερων υπηρεσιών με την βοήθεια αυτοματοποιημένων πλέον διαδικασιών καθώς επίσης και η συνεργασία με φορείς που θα βοηθήσουν έτσι ώστε αυτό το «πέραςμα» να γίνει όσο πιο γρήγορα και αποτελεσματικά γίνεται.

Μία τέτοια μετάβαση, αποτελεί και το εγχείρημα του Γενικού Νοσοκομείου «Παπαγεωργίου» της Θεσσαλονίκης. Με την αξιοποίηση των νέων ψηφιακών τεχνολογιών του Ομίλου ΟΤΕ και τη χρήση προϊόντων της εταιρίας Cisco, εγκαταστάθηκαν συστήματα ασύρματης μετάδοσης φωνής και δεδομένων, που επιτρέπουν με την χρήση tablets ή smart phones, την εξουσιοδοτημένη πρόσβαση του προσωπικού στα πληροφοριακά συστήματα του νοσοκομείου. Εγκαταστάθηκε επίσης ένα καινούργιο IP τηλεφωνικό κέντρο, μέσω του οποίου το προσωπικό μπορεί να δέχεται εσωτερικές κλήσεις και στο smart phone του. Επιπλέον, παρέχεται υπηρεσία εντοπισμού θέσης σε πραγματικό χρόνο (Location Base Services) με χρήση τεχνολογίας αναγνώρισης και ταυτοποίησης αντικειμένων μέσω ραδιοσυχνότητας (Radio Frequency Identification-RFID), με ακρίβεια ενός μέτρου. Τέλος, σε κάθε κλίνη εγκαταστάθηκαν τερματικές συσκευές με οθόνες αφής (bedside terminals), που λειτουργούν (εκτός από βοηθητικό εργαλείο για το νοσηλευτικό, ιατρικό και διοικητικό προσωπικό του νοσοκομείου και) ως μονάδες ψυχαγωγίας, ενημέρωσης και υποστήριξης των νοσηλευόμενων και των συνοδών τους.

Εν τέλει, με οποιοδήποτε τρόπο και αν αναπτυχθεί ένα έξυπνο νοσοκομείο, το όλο εγχείρημα αποτελεί μία αλλαγή κατεύθυνσης προς έναν καινούργιο, βελτιωμένο, σύγχρονο, «ρομποτικό» και φιλικό προς τον ασθενή υγειονομικό τρόπο περίθαλψης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο όρος «Big Data» δημιουργήθηκε τη δεκαετία του 1990 και κέρδισε την προσοχή όλων, κυρίως λόγω της προώθησής του από τη βιομηχανία της πληροφορικής. Στο πλαίσιο των Στόχων Αειφόρου Ανάπτυξης, τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας εφαρμόζονται πλέον για να διερευνηθούν τα πάντα, από την ανάλυση δεδομένων κινητής τηλεφωνίας έως την πρόβλεψη της φτώχειας.

Ωστόσο, τα δεδομένα αυτά, έχουν ιδιαίτερη επίπτωση στον τομέα των έξυπνων πόλεων και μπορούν να οδηγήσουν σε ένα βελτιωμένο αστικό περιβάλλον. Η αποτελεσματική ανάλυση, επεξεργασία και αποθήκευση αυτών των δεδομένων, μπορεί να οδηγήσει μια πόλη στη δημιουργία μιας ιδανικής κατάστασης ευημερίας των πολιτών της, η οποία θα περιλαμβάνει τη σωματική και πνευματική ευημερία, την οικονομική αλλά και την κοινωνική και παρότι καθεμιά από αυτές είναι μοναδική, ταυτόχρονα θα είναι και αλληλένδετη με τις άλλες. Για παράδειγμα, μέσω συνεργασιών με εταίρους, συμπεριλαμβανομένης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, και διαφόρων εταιρειών όπως η ελληνική Sieben και η Parkguru, τα Τρίκαλα έχουν ονομαστεί από το ελληνικό Υπουργείο Οικονομικών το 2004, ως η πρώτη ψηφιακή πόλη της Ελλάδας, λόγω της καινοτόμου εφαρμογής του project «Λεωφορείο χωρίς οδηγό».

Η παρούσα διπλωματική, σκοπό έχει τη μελέτη της ανάπτυξης των εφαρμογών των δεδομένων μεγάλης κλίμακας σε μία έξυπνη πόλη. Αποδείχθηκε ότι τόσο η «έξυπνη πόλη» όσο και τα «big data» είναι δύο σύγχρονες και σημαντικές έννοιες, οι οποίες σκοπό έχουν την επίτευξη της βελτίωσης της βιωσιμότητας, της αποτελεσματικής διακυβέρνησης και της έξυπνης διαχείρισης των πόρων.

Πραγματοποιήθηκε μια εκτενής ανασκόπηση των ορισμών που υπάρχουν στη βιβλιογραφία και στην επιστημονική κοινότητα, αναλύθηκαν τα χαρακτηριστικά τους και με αφετηρία αυτά εξετάστηκαν οι προκλήσεις και τα οφέλη τους. Επιστημάνθηκε, ότι παρόλο που οι προκλήσεις των δεδομένων μεγάλης κλίμακας θεωρούνται αρκετά σοβαρές, εντούτοις τα οφέλη που δημιουργούν σε μία έξυπνη πόλη, υπερτερούν κατά πολύ έναντι αυτών των προκλήσεων. Τα προβλήματα της ποιότητας, της αποθήκευσης και κυρίως της ασφάλειας των δεδομένων αποτελούν ένα «αγκάθι» στην ανάπτυξη των πόλεων και χρήζουν άμεσης εξεύρεσης λύσεων. Μέσα από την εργασία αυτή, δείξαμε ότι οι τεχνολογίες ΤΠΕ, AI, IoT, cloud computing, η μηχανική εκμάθηση και οι αλγόριθμοι μπορούν να ενισχύουν ουσιαστικά τις κυβερνήσεις και τους οργανισμούς στην αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών.

Η μελέτη αυτή επίσης, παρουσίασε τους πέντε μεγάλους τομείς εφαρμογής των δεδομένων μεγάλης κλίμακας στις έξυπνες πόλεις, δηλαδή εφαρμογές στην εκπαίδευση, στη συγκοινωνία και τις μεταφορές, στο πλέγμα, στο περιβάλλον και στην υγεία και ανέλυσε τον βαθμό που η κάθε μία συνεισφέρει στην επίτευξη της ανάπτυξης μια πόλης, προς μία έξυπνη κατεύθυνση.

Εν συνεχεία, η διπλωματική αυτή, επικεντρώθηκε και ερεύνησε λεπτομερειακά τον τομέα της υγειονομικής περιθάλψης. Αποδείχτηκε ότι οι αναλυτικές των δεδομένων μεγάλης κλίμακας (big

data analytics) μπορούν να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ο τομέας της υγείας. Μέσω αυτών των τεχνολογιών μπορούμε να συλλέξουμε πολύτιμα δεδομένα, για περαιτέρω ανάλυση και χρήση τους στη βελτιστοποίηση της παροχής υπηρεσιών στους ασθενείς, στη βελτίωση της αλυσίδας ανεφοδιασμού των νοσοκομειακών εγκαταστάσεων, στον εντοπισμό προβλημάτων πριν ακόμη εμφανιστούν κλπ.

Η υιοθέτηση των σύγχρονων τεχνολογιών, αναμένεται να οδηγήσει σε μία επανάσταση στο χώρο της υγείας και να επιφέρει αλλαγές στον τρόπο που λαμβάνουμε τις διάφορες υπηρεσίες πρόληψης και περίθαλψης. Για παράδειγμα η εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στην περίθαλψη, περιλαμβάνει θεραπείες νανοκλίμακας, βιοαισθητήρες, εμφυτεύσιμες συσκευές και τεχνολογίες απεικόνισης. Η τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing) προσφέρει καινοτόμες παραγωγές εξατομικευμένων ιατρικών συσκευών, όπως εμφυτευμάτων κεφαλής, προσθετικών μελών, χειρουργικών εργαλείων, αλλά και οδοντιατρικών συσκευών. Οι εφαρμογές εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας (Virtual/Augmented Reality-VR/AR) αποτελούν χρήσιμο και πρωτοπόρο εργαλείο των χειρουργών, λόγω της γρήγορης και ακριβούς πρόσβασης που δίνουν σε πληροφορίες και δεδομένα ασθενών σε πραγματικό χρόνο, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας υπηρεσιών στους τομείς της διάγνωσης, της θεραπείας και της χειρουργικής επέμβασης. Επιπροσθέτως, η τεχνητή νοημοσύνη, με τη χρήση της μηχανικής εκμάθησης, έχει οδηγήσει τους τομείς της βιοφαρμακευτικής, του σχεδιασμού φαρμάκων, της κλινικής έρευνας και της ιατρικής περίθαλψης, σε ανώτερα επίπεδα τα οποία συνεχώς εξελίσσονται [54].

Προκειμένου να γίνει μια πιο σχολαστική έρευνα, παρουσιάστηκαν διάφορα σενάρια χρήσης των δεδομένων μεγάλης κλίμακας στην υγειονομική περίθαλψη καθώς επίσης και το όραμα του έξυπνου νοσοκομείου.

Εν κατακλείδι, η συμβολή των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, σε όλους τους τομείς μιας έξυπνης πόλης είναι σημαντική και ουσιώδης. Η βοήθεια που παρέχουν καθημερινά σε όλους τους πολίτες είναι ανυπολόγιστη. Από τα έξυπνα φανάρια που βοηθούν στην ομαλή κυκλοφορία των οχημάτων μειώνοντας κατά πολύ τη συμφόρηση, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που βοηθάνε στη μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων μέχρι και τη μετρίαση των επιπτώσεων των κλιματικών αλλαγών. Επίσης ενισχύουν τη δημιουργία πιο βιώσιμων περιβαλλόντων, παρέχουν καλύτερους τρόπους εκπαίδευσης, και βοηθάνε στην «ψηφιοποίηση» της υγείας, παρέχοντας υπηρεσίες τηλεϊατρικής και βελτιώνοντας έτσι την εξατομικευμένη φροντίδα.

Η επιτυχία λοιπόν μιας έξυπνης πόλης μπορεί να βασίζεται στη συνεχή καινοτομία, στη βελτιωμένη ανάλυση των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, στην τεχνολογία και στη συνεργασία δημοσίων και ιδιωτικών εταιρειών, για την παροχή ενός υψηλού επιπέδου υπηρεσιών, με βλέςεις σε ένα μοντέλο πόλης, το οποίο θα αποτελεί μία όαση για όλους τους πολίτες της.

	<u>Βιβλιογραφία</u>
1	Khan Z, Anjum A, Kiani SL. Cloud Based Big Data Analytics for Smart Future Cities. In Proceedings of the 2013 IEEE/ACM 6th International Conference on Utility and Cloud Computing. IEEE Computer Society; 2013. pp. 381–386.
2	Michalik P, Stofa J, Zolotova I. Concept definition for Big Data architecture in the education system. In Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMII), 2014 IEEE 12th International Symposium on 2014. pp. 331–334.
3	Fan W, Bifet A. Mining big data: current status, and forecast to the future. ACM SIGKDD Explor Newsl. 2013; 14(2):1–5.
4	Zaheer Allam, Zaynah A. Dhunny (2019) On big data, artificial intelligence and smart cities, Cities 89, 80–91
5	Brown B, Chui M, Manyika J (2011) Are you Ready for the Era of ‘Big Data’? McKinsey Q 4:24–35.
6	Su K, Li J, Fu H. Smart city and the applications. In Electronics, Communications and Control (ICECC), 2011 International Conference on IEEE; 2011. pp. 1028–1031.
7	Kim, G. H., Trimi, S., & Chung, J. H. (2014). Big-data applications in the government sector. Communications of the ACM, 57(3), 78-85. Pirog, M. A. (2014).
8	Ready, Resource Efficient Cities Implementing Advanced Smart City Solutions.
9	Marsh O, Maurov-Horvat L, Stevenson O.: Big Data and Education: What’s the Big Idea? UCL Policy Briefing. 2014.
10	Al Nuaimi et al. (2016) Applications of big data to smart cities, Journal of Internet Services and Applications, 6:25 DOI 10.1186/s13174-015-0041-5
11	West DM. Big Data for Education: Data Mining, Data Analytics, and Web Dashboards. Governance Studies at Brookings. 2012.
12	Arvind Satyam – How Can Smart Cities Improve the Health and Wellness of Citizens, 2019
13	Toppeta, D.: The smart city vision: How innovation and ICT can build smart, “livable”, sustainable cities. https://inta-aijn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/Toppeta_Report_005_2010.pdf
14	Dameri, R.P. Searching for smart city definition: A comprehensive proposal. Int. J. Comput. Technol. 2012, 11, 2544–2551. [CrossRef].
15	Smart Healthcare for a healthy smart city. https://www.geospatialworld.net/blogs/smart-healthcare-for-a-healthy-smart-city/
16	Blue Stream Consultancy. http://www.bluestream.sg/
17	Berger ML, Doban V. Big Data, advanced analytics and the future of comparative effectiveness research. Journal of Comparative Effectiveness Research 2014; 167–176.
18	Shafqat S, Kishwer S, Rasool R, Junaid Q, Tehmina A, Hafiz FA. Big Data Analytics enhanced healthcare systems: a review. J Supercomput 2018. https://doi.org/10.1007/s11227-017-2222-4 .
19	Sarwar MU, Hanify MK, Talibz R, Mobeenx A, Aslam M. A Survey of Big Data Analytics in Healthcare. (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications 2017; 8(6):355-359.
20	Apple, ResearchKit/ResearchKit: ResearchKit 1.5.3. 2017.
21	https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Fit
22	Li L, Cheng WY, Glicksberg BS, Gottesman O, Tamler R, Chen R, et al. Identification of type 2 diabetes subgroups through topological analysis of patient similarity. Sci Transl Med. 2015; 7(311):311ra174. doi: 10.1126/scitranslmed.aaa9364.
23	Gubbi J, et al. Internet of Things (IoT): a vision, architectural elements, and future directions. Future Gener Comput Syst. 2013;29(7):1645–60
24	Dash S., Kumar S., Shakyawar, Sharma M & Kaushik S. «Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. https://journalofbigdata.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40537-019-0217-0.pdf .
25	Reisman M. EHRs: the challenge of making electronic data usable and interoperable. Pharm Ther. 2017;42(9):572–5.
26	Shameer K, et al. Translational bioinformatics in the era of real-time biomedical, health care and wellness data streams. Brief Bioinform. 2017;18(1):105–24.
27	Shabbir Syed-Abdul, Participatory Health Through Social Media
28	GenomeConnect. https://www.genomeconnect.org/
29	Incepta (2020) Smart hospitals—an insight into healthcare infrastructure automation. https://www2.inceptasolutions.com/2020/03/12/smart-hospitals-an-insight-into-healthcare-infrastructure-automation/ .

30	Sonnati R. Improving Healthcare Using Big Data Analytics. International Journal of Scientific & Technology Research 2017; 6(03):142-146.
31	J.W. Cortada, D. Gordon, B. Lenihan, The value of analytics in healthcare, IBM Institute for Business Value IBM, Global Business Service, 2012.
32	El aboudi N, Benhlima L. Big Data Management for Healthcare Systems: Architecture, Requirements, and Implementation. Advances in Bioinformatics 2018. Article ID 4059018. 10 pages. https://doi.org/10.1155/2018/4059018/
33	LaValle S, Lesser E, Shockley R, Hopkins MS, Kruschwitz N. Big data, analytics and the path from insights to value. MIT Sloan Management Review 2011; 52(2):21-32.
34	E.W. Steyerberg, Clinical prediction models: a practical approach to development, validation, and updating, Springer Science & Business Media, 2008. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-0-387-77244-8.pdf
35	Frazzetto, D., Nielsen, T. D., Pedersen, T. B., & Siksnys, L. (2019). Prescriptive Analytics A Survey of Emerging Trends And Technologies. https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/304561089/main.pdf
36	J.H. Bernstein, The data-information-knowledge-wisdom hierarchy and its antithesis, Nasko 2(1) (2011), 68-75.
37	T.H. McCormick, R. Ferrell, A.F. Karr, P.B. Ryan, Big data, big results: Knowledge discovery in output from largescale analytics, Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal 7(5) (2014), 404-412.
38	Wang L (2017) Heterogeneous Data and Big Data Analytics. Automatic Control and Information Sciences 3: 8-15.
39	https://en.wikipedia.org/wiki/Current_Procedural_Terminology
40	W. Nicholson Price, II, JD, PhD and I. Glenn Cohen, JD. Privacy in the Age of Medical Big Data. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6376961/
41	https://el.wikipedia.org/wiki/Phishing
42	Kruse SC, Smith B, Vanderlinden H, Nealand A (2017) Security Techniques for the Electronic Health Records. J Med Syst 41: 127.
43	https://www.accountablehq.com/post/what-is-phi.
44	https://www.accountablehq.com/post/the-basics-of-hipaa-compliance.
45	Belle A, et al. Big data analytics in healthcare. Biomed Res Int. 2015;2015:370194.
46	Guide to Selecting Population Health Management Technologies for Rural Care Delivery https://ruralhealthvalue.public-health.uiowa.edu/TnR/phmt/phmt.php
47	How to Use Data to Improve Quality and Patient Safety https://www.healthcatalyst.com/insights/use-data-improve-patient-safety/
48	https://www.optumlabs.com/
49	Wake Forest Baptist Health builds chatbot to match cancer patients with clinical trials. https://edu.google.com/why-google/case-studies/wake-forest-google-cloud/
50	https://www.medicaldevice-network.com/comment/what-are-the-main-types-of-robots-used-in-healthcare/
51	Hassan MK, El Desouky AI, Badawy MM, Sarhan AM, Elhoseny M (2018) Gunasekaran. EoT driven Hybrid Ambient Assisted Living Framework with Naïve Bayes-Firefly Algorithm, Neural Comput Applic. https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-018-3533-y
52	Panou M, Toulidou K (2013) Mobile phone application to support the elderly. Int J Cyber Soc Educ 6:51-56
53	https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Nona_Medical_City
54	Deloitte. Ψηφιακός Μετασχηματισμός του Κλάδου Υγείας