

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Διπλωματική Εργασία

Εργαλείο Οπτικοποίησης Αλγορίθμων Βιοστατιστικής

Βασιλείου Παντελής

Επιβλέπων Καθηγητής:

Αγγελίδης Παντελής

Κοζάνη, Ιανουάριος 2022

Περίληψη

Η έρευνα της συμπεριφοράς των ζώντων οργανισμών παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τις προϋποθέσεις που πρέπει να εξασφαλίζονται για την ευεξία τους και την μακροζωία τους. Σημαντικές πηγές δεδομένων για την τροφοδοσία της έρευνας αυτής είναι η βιοστατιστική. Πρόκειται για ένα επιστημονικό, κλάδο που έχει πολλά κοινά στοιχεία με την στατιστική και που έχει ως αντικείμενο την συλλογή επεξεργασία και ανάδειξη των σχέσεων μεταξύ δεδομένων που σχετίζονται με την κατάσταση των ζώντων οργανισμών. Ανάμεσα στις σκοπιμότητες της βιοστατιστικής είναι η ανακάλυψη της επίδρασης του περιβάλλοντος, της ηλικίας, του τρόπου ζωής και της χρήσης φαρμάκων, στην φυσική κατάσταση των οργανισμών. Η πρόοδος που έχει συντελεστεί τις τελευταίες δεκαετίες στον τομέα της πληροφορικής και του διαδικτύου, έχει προσθέσει πολύτιμα εργαλεία στην βιοστατιστική που συνεισφέρουν στην ταχύτητα ολοκλήρωσης των διαδικασιών της, στην ακρίβεια των αποτελεσμάτων της και στην παραστατική απεικόνιση τους. Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε ένα διαδικτυακό σύστημα συλλογής και απεικόνισης δεδομένων για βιοστατιστική ανάλυση. Η ανάπτυξη της εφαρμογής αυτής πραγματοποιήθηκε με σχεδόν μηδαμινό κόστος, ικανοποιώντας πλήρως τις λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις που είχαν τεθεί.

Λέξεις Κλειδιά: Βιοστατιστική, Γραφήματα, Διαδίκτυο, Ανάλυση Δεδομένων, Στατιστική

Abstract

Recent researches on living organisms' behavior provide important information about the conditions that must be ensured for their well-being and longevity. Biostatistics are important data sources acting as input for this kind of researches. It is a scientific field that has much in common with statistics and that has as its object the collection, processing and highlighting the relationships between data related to the state of living organisms. Among the expediences of biostatistics is the discovery of the effect of the environment, age, lifestyle and the use of drugs, on the physical condition of organisms. The progress that has been made in the last decades in the field of information technology and the internet, has provided valuable tools to biostatistics that contribute to the speed of completion of its processes, to the accuracy of its results and to their visual representation. In the present thesis, an online system for collecting and displaying data for biostatistical analysis has been developed. The development of this application was carried out at almost negligible cost, fully meeting the operational and non-operational requirements that had been set.

Keywords: Biostatistics, Graphs, Internet, Data Analysis, Statistics

Πνευματικά δικαιώματα

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα **Διπλωματική Εργασία** με τίτλο “Εργαλείο Οπτικοποίησης Αλγορίθμων Βιοστατιστικής ” καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Αγγελίδη Παντελή αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση των σπουδών μου στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του τμήματος κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κ. Αγγελίδη Παντέλη που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ και να μάθω καποια πράγματα για το συγκεκριμένο θέμα. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου, την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υποστήριξη μου όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Εισαγωγή..... | 1 |
| 2. | Βιοστατιστική..... | 5 |
| 2.1 | Ορισμός - Χαρακτηριστικά..... | 5 |
| 2.2 | Εφαρμογές..... | 7 |
| 2.2.1 | Ανατομία και Φυσιολογία..... | 8 |
| 2.2.2 | Στη Φαρμακολογία..... | 8 |
| 2.2.3 | Ιατρική..... | 9 |
| 2.2.4 | Κλινική Φαρμακολογία..... | 10 |
| 2.2.5 | Προληπτική ιατρική..... | 11 |
| 2.2.6 | Σχεδιασμός και την Αξιολόγηση της πολιτικής Υγείας..... | 12 |
| 2.2.7 | Βιοτεχνολογία..... | 12 |
| 2.2.8 | Δημόσια Υγεία..... | 12 |
| 2.2.9 | Στη Γενετική..... | 13 |
| 2.2.10 | Διατροφολογία..... | 13 |
| 2.2.11 | Οδοντιατρική..... | 14 |
| 2.2.12 | Επιστήμη του Περιβάλλοντος..... | 14 |
| 2.3 | Μεθοδολογίες και Τεχνικές..... | 15 |
| 2.4 | Στατιστικά μέτρα..... | 18 |
| 2.5 | Βασικά διαγράμματα..... | 19 |
| 2.5.1 | Διάγραμμα Pareto ή Ραβδωτό διάγραμμα..... | 19 |
| 2.5.2 | Γράφημα Πίτας..... | 20 |
| 2.5.3 | Ιστόγραμμα..... | 21 |
| 2.5.4 | Διάγραμμα «στελέχους και φύλλων»..... | 21 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.5.5 | Διάγραμμα κουκίδων..... | 22 |
| 2.5.6 | Διάγραμμα διασποράς..... | 23 |
| 2.5.7 | Διάγραμμα χρονοσειρών..... | 23 |
| 3. | Σχεδιασμός Συστήματος..... | 25 |
| 3.1 | Γενική Περιγραφή..... | 25 |
| 3.2 | Απαιτήσεις..... | 25 |
| 3.2.1 | Λειτουργικές Απαιτήσεις..... | 25 |
| 3.2.2 | Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις..... | 26 |
| 3.3 | Αρχιτεκτονική..... | 28 |
| 3.3.1 | Επίπεδο Δεδομένων..... | 31 |
| 3.3.2 | Επίπεδο Επιχειρησιακής Λογικής..... | 37 |
| 3.3.3 | Επίπεδο Παρουσίασης..... | 42 |
| 4. | Υλοποίηση και Χρήση..... | 46 |
| 4.1 | Νεφουπολογιστική..... | 46 |
| 4.2 | Επίπεδο Δεδομένων - MySql..... | 50 |
| 4.3 | Επίπεδο Επιχειρησιακής Λογικής..... | 51 |
| 4.3.1 | PHP..... | 51 |
| 4.3.2 | JAVASCRIPT..... | 54 |
| 4.3.3 | AJAX..... | 57 |
| 4.4 | Επίπεδο Παρουσίασης..... | 58 |
| 4.4.1 | HTML5..... | 58 |
| 4.4.2 | CSS..... | 59 |
| 4.4.3 | Bootstrap..... | 60 |
| 4.4.4 | Javascript βιβλιοθήκη και API CHART.JS..... | 60 |
| 4.4.5 | Javascript βιβλιοθήκη και API GO.JS..... | 62 |

| | |
|--|----|
| 4.5 Χρήση της εφαρμογής..... | 64 |
| 4.5.1 Αρχική Σελίδα..... | 64 |
| 4.5.2 Καταχώρηση Πελάτη..... | 64 |
| 4.5.3 Καταχώρηση Αποτελεσμάτων Εξέτασης..... | 65 |
| 4.5.4 Προβολή Αποτελεσμάτων Εξέτασης..... | 66 |
| 4.5.5 Προβολή εξέλιξης μετρήσεων..... | 67 |
| 4.5.6 Προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών με βάση την ηλικία του πελάτη.... | 68 |
| 4.5.7 Προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών με βάση την περιοχή κατοικίας του πελάτη..... | 69 |
| 4.4.8 Προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών για την εξέλιξη μετρήσεων ανά μήνα..... | 70 |
| 4.4.9 Προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών για την εξέλιξη μετρήσεων ανά εβδομάδα..... | 71 |
| 5. Συμπεράσματα..... | 73 |
| Αναφορές..... | 87 |
| Παράρτημα Α: Προσθήκη γραφημάτων με το chart.js..... | 77 |
| Ιστόγραμμα..... | 77 |
| Χρονοσειρά..... | 79 |
| Παράρτημα Β: Προσθήκη γραφημάτων με το go.js..... | 81 |
| Παράρτημα Γ: Συνοπτική Περιγραφή του Γενικού Κανονισμού Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων..... | 83 |

Πίνακας Εικόνων

| | |
|--|----|
| Εικόνα 1: Γενική διαδικασία βιοστατιστικών ερευνών..... | 17 |
| Εικόνα 2: Παράδειγμα διαγράμματος Pareto..... | 20 |
| Εικόνα 3: Παράδειγμα διαγράμματος πίτας..... | 20 |
| Εικόνα 4: Παράδειγμα ιστογράμματος..... | 21 |
| Εικόνα 5: Παράδειγμα διαγράμματος στελέχους και φύλλων..... | 22 |
| Εικόνα 6: Παράδειγμα διαγράμματος κουκίδων..... | 22 |
| Εικόνα 7: Παράδειγμα διαγράμματος διασποράς..... | 23 |
| Εικόνα 8: Παράδειγμα διαγράμματος χρονοσειρών..... | 24 |
| Εικόνα 9: Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης..... | 26 |
| Εικόνα 10: Η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων (πηγή: https://ipwithease.com/three-tier-architecture-in-application/)..... | 29 |
| Εικόνα 11: Διάγραμμα οντοτήτων - συσχετίσεων..... | 36 |
| Εικόνα 12: Το σχεσιακό μοντέλο της βάσης δεδομένων..... | 37 |
| Εικόνα 13: Στατική δομή του συστήματος..... | 40 |
| Εικόνα 14: Διάγραμμα δραστηριοτήτων για την είσοδο στο σύστημα..... | 41 |
| Εικόνα 15: Διάγραμμα δραστηριοτήτων για την προβολή βιοστατιστικών..... | 41 |
| Εικόνα 16: Διάγραμμα δραστηριοτήτων για την καταχώρηση πελάτη..... | 42 |
| Εικόνα 17: Διάγραμμα δραστηριοτήτων για την καταχώρηση εξέτασης..... | 42 |
| Εικόνα 18: Πρότυπο διαμόρφωσης της δομής των διεπαφών..... | 43 |
| Εικόνα 19: Ο σχεδιασμός πλοήγησης στο σύστημα..... | 44 |
| Εικόνα 20: Η γενική λειτουργία της php (πηγή: https://tsh.io/blog/php-pm-guide-getting-started-with-the-process-manager/)..... | 52 |
| Εικόνα 21: Βασική σύνταξη της jQuery..... | 55 |
| Εικόνα 22: AJAX client - server επικοινωνία..... | 57 |

| | |
|--|----|
| Εικόνα 23: Αρχική σελίδα..... | 64 |
| Εικόνα 24: Καταχώρηση νέου ασθενούς..... | 65 |
| Εικόνα 25: Καταχώρηση Εξέτασης..... | 66 |
| Εικόνα 26: Προβολή αποτελεσμάτων εξέτασης - επιλογή εξέτασης..... | 66 |
| Εικόνα 27: Προβολή αποτελεσμάτων εξέτασης – μετρήσεις..... | 67 |
| Εικόνα 28: Προβολή χρονοσειρών μετρήσεων - επιλογή ασθενούς και χαρακτηριστικού..... | 67 |
| Εικόνα 29: Προβολή χρονοσειρών μετρήσεων – διάγραμμα..... | 68 |
| Εικόνα 30: Προβολή μέσης τιμής μετρήσεων ανά ηλικία – επιλογή χαρακτηριστικού | 68 |
| Εικόνα 31: Προβολή μέσης τιμής μετρήσεων ανά ηλικία – διάγραμμα..... | 69 |
| Εικόνα 32: Προβολή μέσης τιμής μετρήσεων ανά περιοχή – επιλογή χαρακτηριστικού..... | 69 |
| Εικόνα 33: Προβολή μέσης τιμής μετρήσεων ανά περιοχή – διάγραμμα..... | 70 |
| Εικόνα 34: Προβολή εξέλιξης μέσης τιμής χαρακτηριστικού ανά μήνα - επιλογή χαρακτηριστικού..... | 70 |
| Εικόνα 35: Προβολή εξέλιξης μέσης τιμής χαρακτηριστικού ανά μήνα – διάγραμμα | 71 |
| Εικόνα 36: Προβολή εξέλιξης μέσης τιμής χαρακτηριστικού ανά μήνα - επιλογή χαρακτηριστικού..... | 71 |
| Εικόνα 37: Προβολή εξέλιξης μέσης τιμής χαρακτηριστικού ανά εβδομάδα – διάγραμμα..... | 72 |
| Εικόνα 38: Δημιουργία των δεδομένων που θα απεικονιστούν σε ιστόγραμμα..... | 77 |
| Εικόνα 39: Ενσωμάτωση των πινάκων κατηγοριών και δεδομένων στον κώδικα ανάπτυξης του ιστογράμματος..... | 78 |
| Εικόνα 40: Κώδικας javascript που αναπαράγει το ιστόγραμμα..... | 78 |

| | |
|--|----|
| Εικόνα 41: Ενσωμάτωση των τιμών στο διάγραμμα παρουσίασης των μετρήσεων των εξετάσεων..... | 81 |
| Εικόνα 42: Κώδικας που φθάνει στον browser για την δημιουργία γραφήματος που απεικονίζει αποτέλεσμα εξετάσεων..... | 82 |

1. Εισαγωγή

Η εξέλιξη της επιστήμης σε κάθε τομέα βασίζεται στη γνώση. Για την απόκτηση της γνώσης αναπτύσσονται σχετικές διαδικασίες όπως είναι η εκπαίδευση και η έρευνα. Σε κάθε περίπτωση, η εμπειρία αποτελεί τον βασικότερο παράγοντα για την απόκτηση της γνώσης. Η εμπειρία ενισχύει τη γνώση μέσα από καταστάσεις που διαμορφώθηκαν στο παρελθόν και αντιμετωπίστηκαν μέσα από συγκεκριμένες μεθοδολογίες επιτυχώς ή ανεπιτυχώς με παράλληλη καταγραφή των διδαγμάτων κάθε φορά. Όσο η εμπειρία είναι ευρεία και βασίζεται σε ποικιλία καταστάσεων, τόσο αξιόπιστη και ισχυρή είναι η γνώση. Η συλλογή εμπειριών θα μπορούσε υπό την έννοια αυτή, να ήταν μία ασφαλής διαδικασία για την απόκτηση της γνώσης. Η στατιστική αποτέλεσε ένα υποκατάστατο της διαδικασίας συλλογής εμπειριών. Η συλλογή δεδομένων και η ανάλυση τους ώστε να διαφανεί η – ενδεχόμενη – υπονοούμενη σημασία τους δυνητικά οδηγεί στην γνώση. Η βιοστατιστική είναι ένας κλάδος συγγενής της στατιστικής η οποία προσφέρει σημαντικές υπηρεσίες σε μία σειρά από άλλες επιστήμες οι οποίες άμεσα ή έμμεσα σχετίζονται με τον άνθρωπο. Κύρια ειδοποιός διαφορά της βιοστατιστικής από την στατιστική είναι η σκοπιμότητα της, καθώς κάθε διαδικασία της εξελίσσεται και ολοκληρώνεται προκειμένου να εξυπηρετηθεί ένας συγκεκριμένος σκοπός.

Τα τελευταία χρόνια οι τεχνολογίες της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών έχουν αναπτυχθεί ραγδαία. Η πρόσβαση σε επεξεργαστικούς και αποθηκευτικούς χώρους, έχει γίνει προσιτή για μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού. Επιπλέον η πρόσβαση στο διαδίκτυο γίνεται κατά κανόνα μέσω ποιοτικών ευρυζωνικών συνδέσεων – ενσύρματων ή ασύρματων – για επίσης μεγάλο μέρος του πληθυσμού. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και του διαδικτύου να βρει σημαντικές εφαρμογές σε ένα ευρύτατο σύνολο των δραστηριοτήτων του ανθρώπου. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των εφαρμογών αυτών είναι η ταχύτητα ολοκλήρωσης των διαφόρων λειτουργιών που επιτελούν και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων τους. Ακριβώς αυτά είναι τα δύο βασικά ζητούμενα από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των δεδομένων στον τομέα της βιοστατιστικής. Για τον λόγο αυτό και αποτελεί έναν από

τους επιστημονικούς κλάδους που ευεργετήθηκαν περισσότερο από την ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών.

Η ανάπτυξη των τεχνολογιών του διαδικτύου είναι ραγδαία και συνεχής τα τελευταία χρόνια. Αυτό έχει θετικό αντίκτυπο στην διαθεσιμότητα προσιτών εργαλείων ανάπτυξης εφαρμογών. Το κόστος και ο χρόνος ανάπτυξης των διαφόρων διαδικτυακών εφαρμογών έχουν μειωθεί δραματικά, ενώ η ποιότητα τους και οι δυνατότητες τους αυξάνονται συνεχώς. Σήμερα οι διαδικασίες ανάπτυξης εφαρμογών έχουν τυποποιηθεί αρκετά, στους προγραμματιστές παρέχονται ισχυρά εργαλεία ανάπτυξης ενώ και η πρόσβαση σε υψηλών δυνατοτήτων υποδομές, υλικό και λογισμικό είναι επίσης προσιτή. Αυτό έχει αντίκτυπο και στην ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών με προσανατολισμό στη βιοστατιστική.

Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε η ανάπτυξη ενός συστήματος παραγωγής και επεξεργασίας βιοστατιστικών δεδομένων, διατηρώντας το κόστος σχεδίασης, ανάπτυξης και συντήρησης στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα, διατηρώντας την ποιότητα σε όσο το δυνατόν υψηλότερα επίπεδα. Επιδιώχθηκε να χρησιμοποιηθούν τεχνολογίες που να εξασφαλίζουν την ασφάλεια των δεδομένων, την ταχύτητα επεξεργασίας τους και την ποιοτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Το σενάριο που ακολουθήθηκε για την σχεδίαση του συστήματος αφορούσε τη λειτουργία ενός διαγνωστικού κέντρου, στο οποίο καταχωρούνται τα δεδομένα που προκύπτουν από τις εξετάσεις των πελατών του. Από τα δεδομένα αυτά δίνεται η δυνατότητα παραγωγής βιοστατιστικών στοιχείων. Το υπόλοιπο του παρόντος κειμένου έχει διαρθρωθεί ως εξής:

- Κεφάλαιο 1: Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την Εισαγωγή της Διπλωματικής Εργασίας.
- Κεφάλαιο 2: Το πρώτο κεφάλαιο του κειμένου αποτελεί την δημιουργία του θεωρητικού υποβάθρου της σκοπιμότητας του συστήματος που αναπτύχθηκε. Παρουσιάζεται η έννοια της βιοστατιστικής, τα χαρακτηριστικά της και οι κυριότερες εφαρμογές της. Επιπλέον παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα που μπορεί να

παρέχει στην έρευνα και εξετάζεται η σχέση της με την πληροφορική και το διαδίκτυο. Στο πλαίσιο της παρουσίασης της βιοστατιστικής, παρουσιάζονται τα κυριότερα μέτρα τα οποία χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των ευρημάτων των σχετικών ερευνών. Στο ίδιο κεφάλαιο γίνεται και αναφορά σε ένα από τα κυριότερα εργαλεία της στατιστικής (και της βιοστατιστικής), των διαγραμμάτων. Περιγράφεται ο ρόλος τους στην απεικόνιση των ευρημάτων της βιοστατιστικής. Επίσης παρατίθενται οι πιο διαδεδομένες μορφές γραφημάτων.

- Κεφάλαιο 3: Στο δεύτερο κεφάλαιο του κειμένου παρουσιάζεται η διαδικασία σχεδίασης του συστήματος. Καταγράφονται οι λειτουργικές και οι μη λειτουργικές απαιτήσεις του. Στην συνέχεια αιτιολογείται το γιατί επιλέχθηκε η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων για την ανάπτυξη του. Τέλος παρουσιάζεται η σχεδίαση κάθε ενός από τα τρία επίπεδα της αρχιτεκτονικής, με έμφαση στην περιγραφή τους με διαγράμματα UML. Για κάθε επίπεδο παρουσιάζεται λόγος επιλογής της κάθε προσέγγισης (βάσεις δεδομένων, αντικειμενοστραφής προγραμματισμός, χρήση βασικού προτύπου για τις διεπαφές). Επιπλέον γίνεται μία συνοπτική αναφορά στην προσέγγιση της νεφουπολογιστικής ως μίας λύσης για την υποστήριξη των λειτουργιών των πληροφοριακών συστημάτων που είναι απαιτητικά σε πόρους και ασφάλεια. Τέλος, λόγω του ότι το προς ανάπτυξη σύστημα διαχειρίζεται ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα, ενσωματώνεται στο σχεδιασμό του και η μελέτη των επιταγών του Ευρωπαϊκού κανονισμού συμμόρφωσης με τα μέτρα προστασίας τους.
- Κεφάλαιο 4: Μετά την παρουσίαση της σχεδίασης του συστήματος, παρουσιάζεται η διαδικασία της υλοποίησης του. Περιγράφονται οι τεχνολογίες που επιλέχθηκαν για την υλοποίηση του κάθε επιπέδου της αρχιτεκτονικής (καθώς και οι λόγοι που έγιναν οι συγκεκριμένες επιλογές). Οι επιλογές αυτές αφορούν το ΣΔΒΔ MySQL, την γλώσσα

προγραμματισμού PHP, την γλώσσα σήμανσης HTML, την CSS, την γλώσσα σεναρίων Javascript (και τις βιβλιοθήκες που είναι γραμμένες στη γλώσσα αυτή και χρησιμοποιήθηκαν). Στο τέλος του κεφαλαίου περιγράφεται και ο τρόπος χρήσης του συστήματος, με έμφαση στην διαχείριση των βιοστατιστικών στοιχείων.

- Συμπεράσματα: Το επιστέγασμα του κειμένου είναι η παράθεση των συμπερασμάτων που προκύπτουν τόσο από την σημασία των βιοστατιστικών και της επεξεργασίας τους, όπως επίσης και από την διαδικασία ενός συστήματος αυτού του είδους. Επιπλέον δίνεται έμφαση στο ότι το σύστημα αναπτύχθηκε χωρίς σημαντικό κόστος, χωρίς να υπολείπεται από αποδοτικότητα και ασφάλεια.

2. Βιοστατιστική

2.1 Ορισμός - Χαρακτηριστικά

Ετυμολογικά ο όρος βιοστατιστική περιγράφει τον κλάδο της στατιστικής που έχει ως αντικείμενο την επεξεργασία δεδομένων που σχετίζονται με ζωντανούς οργανισμούς. Τα εργαλεία της στατιστικής χρησιμοποιούνται με τρόπο τέτοιο που να εξυπηρετούν την παραγωγή απαντήσεων σε ερευνητικά ερωτήματα στην ιατρική, τη βιολογία και τη δημόσια υγεία. Παραδείγματα τέτοιων ερωτημάτων είναι το κατά πόσο ένα νέο φάρμακο είναι αποτελεσματικό, ποιες είναι οι αιτίες εμφάνισης συγκεκριμένων ασθενειών, ποιες κατηγορίες ανθρώπων είναι ευάλωτες σε διάφορες ασθένειες. Μπορεί να θεωρηθεί ένας κεντρικός επιστημονικός κλάδος, υπό την έννοια ότι η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων που χειρίζεται και τα αποτελέσματα που παράγει, χρησιμοποιούνται σε ποικίλες εφαρμογές. Οι χειριστές των βιο-δεδομένων χρησιμοποιούν τις δεξιότητες και τις γνώσεις του προκειμένου να συνεργαστούν με ειδικούς σε άλλους επιστημονικούς τομείς (πχ τη βιολογία, την ιατρική, τη φαρμακολογία, τη γενετική). Ο ρόλος τους είναι κομβικός στον σχεδιασμό μελετών. Η αρμοδιότητα τους είναι να διασφαλίσουν ότι συλλέγονται αρκετά και αξιόπιστα δεδομένα, από κατάλληλες πηγές και με την ορθή σημασιολογία για την περίπτωση που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Στην συνέχεια ασχολούνται με την ανακάλυψη των σημασιολογικών συσχετίσεων που τα δεδομένα που συλλέχθηκαν εμπεριέχουν, λαμβάνοντας υπόψη μεταβλητές, προκαταλήψεις και δεδομένα που λείπουν στην πορεία. Ο ρόλος τους στην έρευνα περιλαμβάνει και την αποδοτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων ώστε οι υπονοούμενες σχέσεις να είναι εμφανείς και κατανοητές στο προσωπικό που θα πρέπει να βγάλει συμπεράσματα και να λάβει αποφάσεις με βάση αυτά. Επομένως η βιοστατιστική δεν είναι μόνο ένα σύνολο από τεχνικές και μεθοδολογίες χειρισμού αριθμών αλλά ένα ισχυρό εργαλείο παραγωγής σημαντικών συμπερασμάτων για θέματα που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία και ευεξία¹

¹ Μερικές από τις περιπτώσεις όπου η βιοστατιστική συνέβαλε στην ανάπτυξη σημαντικών συμπερασμάτων έχουν όπως παρακάτω: σε διαδικασίες βιοστατιστικής βασίστηκε η διαπίστωση ότι η αντιρετροϊκή θεραπεία μείωσε τον κίνδυνο ετεροφυλοφιλικής μετάδοσης του HIV κατά 96%, το συμπέρασμα ότι οι επισκληρίδιοι ενέσεις για έναν κοινό τύπο πόνου στην πλάτη δεν επέφεραν

(School of Public Health, 2021).

Ένας πιο δόκιμος ορισμός για την βιοστατιστική (ή βιομετρία), αναφέρεται σε συγκέντρωση δεδομένων σχετικά με γεγονότα που επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό από πολλαπλές αιτίες που εκφράζονται αριθμητικά, απαριθμούνται ή υπολογίζονται σύμφωνα με προκαθορισμένα και σταθερά πρότυπα ακρίβειας, συλλέγονται με συστηματικό τρόπο για έναν προκαθορισμένο σκοπό και συσχετίζονται μεταξύ τους. Από τον ορισμό αυτό προκύπτουν και τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά της:

- Τα αριθμητικά δεδομένα θα πρέπει να σχετίζονται με γεγονότα.
- Τα δεδομένα θα πρέπει να επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό από πολλαπλές αιτίες.
- Τα δεδομένα θα πρέπει, με κάποιο τρόπο, να εκφράζονται αριθμητικά.
- Τα δεδομένα θα πρέπει να απαριθμούνται ή να εκτιμώνται σύμφωνα με προκαθορισμένα και σαφή πρότυπα ακρίβειας.
- Τα δεδομένα θα πρέπει να συλλέγονται με συστηματικό τρόπο.
- Τα δεδομένα θα πρέπει να συλλέγονται για έναν προκαθορισμένο σκοπό.
- Τα δεδομένα θα πρέπει να συσχετίζονται μεταξύ τους (Joshi, 2021).

Η βιοστατιστική αποτελεί μία ευρύτερη προσέγγιση σε σχέση με τη στατιστική. Καθώς οι διαδικασίες της βιοστατιστικής σχεδιάζονται και υλοποιούνται για συγκεκριμένους σκοπούς και οι σκοποί αυτοί σχετίζονται με ποικίλα ερευνητικά ερωτήματα και επιστημονικά σενάρια της βιολογίας και της ιατρικής, αναφέρεται σε κάθε ποσοτική ανάλυση που μπορεί να δώσει απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα ή να αξιολογήσει την ορθότητα των σεναρίων. Αν και υπάρχει ισχυρή συγγένεια μεταξύ βιομετρίας και στατιστικής, οι εξειδικευμένες γνώσεις που απαιτούνται για την ανάλυση των βιομετρικών δεδομένων, είναι η βασικότερη αιτία που αντιμετωπίζεται από την ερευνητική – επιστημονική κοινότητα ως ξεχωριστός

ουσιαστικό αποτέλεσμα, ανακάλυψη συσχετίσεων μεταξύ γενετικών παραλλαγών και ορισμένων ασθενειών.

κλάδος. Ωστόσο έχουν κοινές μεθοδολογίες και εργαλεία συλλογές και επεξεργασίας δεδομένων.

2.2 Εφαρμογές

Η βιοστατιστική βρίσκει πολλές εφαρμογές σε ένα ευρύ σύνολο επιστημονικών τομέων όπως είναι αυτοί της Επιδημιολογίας, των Ιατρικών Επιστημών, των Επιστημών Υγείας, των Φαρμακευτικών Επιστημών και των Επιστημών του Περιβάλλοντος. Ο πρώτος που εισήγαγε τις έννοιες της βιοστατιστικής στην επιστήμη ήταν ο Adolphe Quetelet, ο οποίος τον 19^ο αιώνα, στο έργο του συνδύασε τη θεωρία και τις πρακτικές μεθόδους στατιστικής σε βιολογικές και ιατρικές εφαρμογές. Την ίδια εποχή, ο Francis Galton έδωσε λύση στο πρόβλημα της κληρονομικότητας με βάση τις γενετικές θεωρίες του Δαρβίνου σε συνδυασμό με τη χρήση στατιστικών. Μέσα από την μελέτη της εφαρμογή της στατιστικής στην ανάλυση βιολογικών παραλλαγών και χρησιμοποιώντας τεχνικές συσχέτισης και παλινδρόμησης, μπόρεσε να αναπτύξει ισχυρά συμπεράσματα για την εξέλιξη της των ειδών με βάση την κληρονομικότητα. Για το λόγο αυτό έχει οριστεί ως ο πατέρας της βιοστατιστικής. Ο Karl Person εργάστηκε πάνω στις θεωρίες του Galton, συνεισφέροντας σημαντικά στον τομέα της βιομετρίας, της μετεωρολογίας, των θεωριών του κοινωνικού δαρβινισμού και της ευγονικής (Pharmacy Gyan, 2021).

Από την περίοδο αυτή, των πρώιμων σταδίων της βιοστατιστικής, έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος. Σε αυτό συνετέλεσε τα τελευταία χρόνια η ραγδαία ανάπτυξη της πληροφορικής η οποία ενίσχυσε όλες τις συγγενείς με την στατιστική επιστήμη με μεθόδους και τεχνικές:

- Για την ευκολότερη πρόσβαση σε μεγάλο όγκο δεδομένων
- Για την αποδοτικότερη διαλογή και προπαρασκευή των δεδομένων
- Για την ταχύτερη επεξεργασία των δεδομένων
- Για την παραγωγή ακριβέστερων αποτελεσμάτων
- Για την ευκολότερη και παραστατικότερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται οι κυριότερες εφαρμογές της βιοστατιστικής στη σύγχρονη εποχή (Ahmad, Ahmad, Haq, Gul, & Maqbool., 2019; Pharmacy Gyan, 2021).

2.2.1 Ανατομία και Φυσιολογία

Η Ανατομία αποτελεί κλάδο της Βιολογίας με αντικείμενο τη μελέτη της δομής των ζώντων οργανισμών και των συστημάτων που τους αποτελούν. Επιμέρους παρακλάδια του είναι η Ανατομία των Φυτών, των Ζώων και του Ανθρώπου. Η Φυσιολογία είναι επίσης κλάδος της βιολογίας με αντικείμενο τις βιοφυσικές και βιοχημικές λειτουργίες των ζώντων οργανισμών. Τα επιμέρους παρακλάδια της Φυσιολογίας είναι των μικροοργανισμών, των φυτικών οργανισμών και των ζωικών οργανισμών.

Η βιοστατιστική χρησιμοποιείται στην ανατομία και τη φυσιολογία ως εξής:

- Για τον προσδιορισμό του τι είναι φυσιολογικό ή υγιές σε έναν πληθυσμό.
- Για τον καθορισμό των ορίων των φυσιολογικών τιμών σε μεταβλητές όπως το βάρος, το ύψος, η μυϊκή μάζα, ο ρυθμός των σφυγμών σε έναν πληθυσμό.
- Για εντοπιστεί η συσχέτιση μεταξύ δύο μεταβλητών όπως το ύψος και το βάρος, αν το βάρος αυξάνεται ή μειώνεται αναλογικά με το ύψος.

Τα δεδομένα που χειρίζονται οι εφαρμογές της βιοστατιστικής στους τομείς αυτούς, προέρχονται από μετρήσεις σε κατάλληλα δείγματα των πληθυσμών, πολλές φορές και σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

2.2.2 Στη Φαρμακολογία

Η Φαρμακολογία είναι κλάδος της Φαρμακευτικής με αντικείμενο την μελέτη των ουσιών που προκαλούν λειτουργικές μεταβολές στα κύτταρα και τους

γενικότερα στους ζώντες οργανισμούς. Σαν επιστημονικός τομέας, διακρίνεται σε τρεις συνιστώσες:

- Τη Φαρμακοδυναμική με αντικείμενο τη μελέτη της δραστικότητας των φαρμάκων.
- Τη Φαρμακοθεραπευτική, η οποία επικεντρώνεται σε ουσίες που χρησιμοποιούνται στην αντιμετώπιση ασθενειών.
- Την Τοξικολογία που έχει αντικείμενο την μελέτη της δράσης των δηλητηρίων και την αντιμετώπιση τους.

Η βιοστατιστική είναι χρήσιμη στη φαρμακολογία για του παρακάτω λόγους:

- Για τον προσδιορισμό της δράσης των φαρμάκων βρείτε τη δράση του φαρμάκου σε ένα πληθυσμό με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.
- Για τη σύγκριση της αποτελεσματικότητας των φαρμάκων στους ανθρώπους και πως μπορεί να επιδρούν τυχούσες αλλαγές.
- Για τη σύγκριση της δράσης δύο διαφορετικών φαρμάκων ή δύο διαδοχικών δόσεων του ίδιου φαρμάκου σε έναν πληθυσμό.
- Να βρεθεί η σχετική ισχύς ενός νέου φαρμάκου σε σχέση με ένα τυπικό γνωστό φάρμακο.

Τα δείγματα που χρησιμοποιούνται, είναι συνήθως ασθενείς στους οποίους χορηγούνται τα προς μελέτη φάρμακα και των οποίων οι αντιδράσεις σε αυτά αξιολογούνται. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι ασθενείς αυτοί συμμετέχουν, με τη σύμφωνη γνώμη τους σε σχετικά πειράματα. Μία ακόμα πηγή για την βιοστατιστική στη φαρμακολογία, είναι και τα πειράματα σε ζώα.

2.2.3 Ιατρική

Η εφαρμογή της βιοστατιστικής στην ιατρική επιστήμη είναι βασικός παράγοντας για την εξέλιξη της. Αποτελεί πολύ σημαντική πηγή για την αξιολόγηση ήδη εφαρμοσμένων αλλά και νέων – καινοτόμων μεθόδων ίασης και αποκατάστασης ασθενών. Αυτό οφείλεται στο ότι οι μεθοδολογίες της και οι

τεχνικές της, έχουν την δυνατότητα να οδηγούν σε συμπεράσματα χρήσιμα για την καταλληλότητα εφαρμογής ιατρικών μεθόδων και πρακτικών, σε πληθυσμούς με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Πιο συγκεκριμένα η βιοστατιστική μπορεί να φανεί χρήσιμη στην ιατρική, κυρίως για τους παρακάτω λόγους:

- Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας συγκεκριμένων φαρμάκων, επεμβάσεων ή θεραπειών: Αυτό υλοποιείται με τη σύγκριση του ποσοστού που θεραπεύτηκε, ανακουφίστηκε ή πέθανε στις ομάδες που συμμετέχουν σε πειραματικές δοκιμές και τον έλεγχο αν οι διαφορές που παρατηρούνται μπορεί να συσχετίζονται με χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτών των ομάδων.
- Για τον εντοπισμό συσχετίσεων μεταξύ της ανάπτυξης ασθενειών ή γενικότερα προβλημάτων υγείας, με χαρακτηριστικά των πληθυσμών.
- Για τον προσδιορισμό των συμπτωμάτων μιας ασθένειας ή συνδρόμου.
- Για τον έλεγχο της χρησιμότητας και της αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των ορών και των εμβολίων στην πράξη: Το ποσοστό των παθολογικών καταστάσεων ή των θανάτων μεταξύ των εμβολιασμένων ατόμων συγκρίνεται με το αντίστοιχο μεταξύ των μη εμβολιασμένων για να βρεθεί εάν η διαφορά που παρατηρείται είναι στατιστικά σημαντική.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα δεδομένα της βιοστατιστικής στις εφαρμογές της ιατρικής, προέρχονται από την παρακολούθηση των στοιχείων ασθενών και της εξέλιξης της υγείας τους (Lopes, 2014).

2.2.4 Κλινική Φαρμακολογία

Η κλινική φαρμακολογία αποτελεί ένα πιο εξειδικευμένο κλάδο της φαρμακολογίας που ασχολείται με τον προσδιορισμό του τρόπου δράσης των φαρμάκων, το τρόπο που αυτά αλληλοεπιδρούν με τον οργανισμό, τις επιπτώσεις στην υγεία και στην αντιμετώπιση συγκεκριμένων ασθενειών. Επιπλέον στα

αντικείμενα της περιλαμβάνονται και πρακτικά ζήτημα σχετικά με την συνταγογράφηση φαρμάκων σε συγκεκριμένες κλινικές καταστάσεις. Στην κλινική φαρμακολογία, η βιοστατιστική παρέχει τις ακόλουθες υπηρεσίες:

- Παρέχει στοιχεία για την τεκμηρίωση του ιατρικού ιστορικού των ασθενειών.
- Παρέχει στοιχεία χρήσιμα για τον σχεδιασμό και τη διεξαγωγή κλινικών μελετών.
- Τα στοιχεία που προκύπτουν από έρευνες χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων διαφορετικών διαδικασιών.
- Μέσα από τα ευρήματα της βιοστατιστικής δημιουργούνται τα πρότυπα για τον προσδιορισμό του φυσιολογικού και του μη (Lopes, 2014).

2.2.5 Προληπτική ιατρική

Τα ευρήματα της βιοστατιστικής χρησιμοποιούνται και για προληπτικούς λόγους σε ζητήματα υγείας καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για:

- Να παρέχουν το μέγεθος οποιουδήποτε προβλήματος υγείας που σχετίζεται με μία κοινότητα.
- Την ανακάλυψη των βασικών παραγόντων που κρύβονται πίσω από την επιδείνωση της υγείας.
- Την αξιολόγηση των προγραμμάτων υγείας που εισήχθησαν και έχουν επιβληθεί σε μία κοινότητα.
- Έλεγχος της αποτελεσματικότητας της επιβολής νομοθεσίας με αντικείμενο υγειονομικό ώστε αυτή να προωθηθεί, να τροποποιηθεί ή να αποσυρθεί (Shah, Paradkar, & Dhayagude, 2008).

2.2.6 Σχεδιασμός και την Αξιολόγηση της πολιτικής Υγείας

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή στατιστικών στοιχείων που σχετίζονται με τους τομείς της ιατρικής, της βιολογίας και της δημόσιας υγείας χρησιμοποιούνται για τον σχεδιασμό της αντίστοιχης πολιτικής. Η συμβολή τους στο τομέα αυτό αφορά κυρίως τη διεξαγωγή έγκυρης και αξιόπιστης ανάλυσης της κατάστασης της υγείας, συμπεριλαμβανομένης της σωστής σύνοψης και ερμηνείας των δεδομένων. Επιπλέον χρησιμοποιούνται για τη σωστή αξιολόγηση των κανόνων ενός προγράμματος υγείας (Ahmad, Ahmad, Haq, Gul, & Maqbool., 2019).

2.2.7 Βιοτεχνολογία

Η βιοστατιστική χρησιμοποιείται στη μελέτη γενετικής τροποποίησης φυτών και ζώων για γονιδιακή θεραπεία, φαρμακευτική και φαρμακευτική παραγωγή, αναπαραγωγική θεραπεία, ακόμη και παραγωγή ενέργειας. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, διεξάγεται έρευνα και ελέγχεται η αποτελεσματικότητα των πρακτικών που αξιολογούνται (Joshi, 2021).

2.2.8 Δημόσια Υγεία

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την βιοστατιστική χρησιμοποιούνται στην προσπάθεια διατήρησης υψηλού επιπέδου δημόσιας υγείας ως εξής:

- Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ορών και των εμβολίων.
- Σε επιδημιολογικές μελέτες όπου αναζητείται ο ρόλος των αιτιολογικών παραγόντων μέσα από στατιστικούς ελέγχους.
- Προκειμένου να διαπιστωθεί αν τα υγειονομικά δεδομένα μεταξύ δυο διαφορετικών πληθυσμών, διαφέρουν για συγκεκριμένους ή τυχαίους λόγους.
- Για μελετηθεί η συσχέτιση μεταξύ ιδιοτήτων στον ίδιο πληθυσμό.

- Για τη καταμέτρηση της νοσηρότητας και της θνησιμότητας ενός πληθυσμού.
- Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων δημόσιας υγείας.
- Για να καθοριστούν προτεραιότητες σε προγράμματα δημόσιας υγείας.
- Για την προώθηση της νομοθεσίας για την υγεία και τη δημιουργία σχετικών διοικητικών προτύπων.
- Για τη συλλογή δεδομένων, στην εξαγωγή συμπερασμάτων που μπορούν να τεκμηριώσουν τη διατύπωση συστάσεων στον πληθυσμό (publichealthcareeredu, 2021).

2.2.9 Στη Γενετική

Η βιοστατιστική χρησιμοποιείται ευρέως στη γενετική. Οι πιο συνηθισμένες εφαρμογές της αφορούν την ανάλυση της διακύμανσης μεταξύ χαρακτηριστικών γνωρισμάτων της ανθρώπινης γενετικής. Επίσης χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό στατιστικές και πιθανοτικές μέθοδοι για την ανακάλυψη γενετικών κανόνων. Είναι πλέον κεντρικές σε πολλές πτυχές της ανάλυσης ερωτήσεων είναι η ανθρώπινη γενετική.

2.2.10 Διατροφολογία

Με τη βιοστατιστική διευκολύνεται η αξιολόγηση της επίδραση των τροφίμων και των θρεπτικών συστατικών, που περιέχουν, στην υγεία. Ο συνδυασμός στατιστικών που αφορούν κοινά χαρακτηριστικά πληθυσμών και τροφών, μπορεί να οδηγήσει στην τεκμηρίωση διατροφικών προγραμμάτων.

2.2.11 Οδοντιατρική

Η βιοστατιστική βρίσκει σημαντικές εφαρμογές και στην οδοντιατρική. Οι κυριότερες εξ' αυτών είναι:

- Αναζήτηση της στατιστικής διαφορά μεταξύ των μέσων των δύο πληθυσμιακών ομάδων.
- Η αξιολόγηση της κατάστασης της στοματικής υγείας σε μια κοινότητα.
- Η αξιολόγηση της διαθεσιμότητας και της χρήσης των εγκαταστάσεων οδοντιατρικής φροντίδας.
- Η αναζήτηση των παραγόντων που διέπουν την κατάσταση της στοματικής υγείας, τη διάγνωση τους και την αναζήτηση λύσεων στα προβλήματα που εντοπίζονται.
- Ο προσδιορισμός του επιπέδου αποτελεσματικότητας συγκεκριμένων προγραμμάτων στοματικής φροντίδας.
- Την προώθηση της νομοθεσίας για την στοματική υγεία και την δημιουργία διοικητικών προτύπων για την παροχή φροντίδας στοματικής υγείας (Ahmad, Ahmad, Haq, Gul, & Maqbool., 2019).

2.2.12 Επιστήμη του Περιβάλλοντος

Η βιοστατιστική χρησιμοποιείται ως εργαλείο στην μελέτη του περιβάλλοντος και την επίδραση των ανθρώπινων επεμβάσεων σε αυτό. Ο τρόπος που συνήθως γίνεται αυτό είναι:

- Μέσω της μελέτης για την τεκμηρίωση της παρούσας κατάστασης ενός περιβάλλοντος, την ανάπτυξη του ιστορικού προκειμένου να εκτιμηθεί η περίπτωση αλλαγών στο μέλλον.
- Με την διεξαγωγή στενευμένων μελετών για την περιγραφή του πιθανού αντίκτυπου των αλλαγών που σχεδιάζονται ή τυχαίων συμβάντων.

- Με την συστηματική παρακολούθηση του περιβάλλοντος για τον εντοπισμό αξιοσημείωτων αλλαγών (Ahmad, Ahmad, Haq, Gul, & Maqbool., 2019).

2.3 Μεθοδολογίες και Τεχνικές

Η εφαρμοσμένη στατιστική ασχολείται με την εφαρμογή στατιστικών μεθόδων σε συγκεκριμένα προβλήματα ή συγκεκριμένες μορφές. Όταν τα εργαλεία (αρχές) της στατιστικής εφαρμόζονται για τη μελέτη ζωντανών οργανισμών τότε γίνεται αναφορά στη Βιοστατιστική ή Βιομετρία. Δυο είναι τα βασικά στοιχεία της στατικής (και της βιοστατιστικής). Αυτά είναι οι μεταβλητές και το δείγμα.

Οι μεταβλητές είναι στοιχεία τα οποία αντιστοιχούν σε αντικείμενα του πραγματικού κόσμου. Τα ίδια τα αντικείμενα προσδιορίζονται από τιμές που λαμβάνουν τα χαρακτηριστικά τους. Επιπλέον τα αντικείμενα προσδιορίζονται από την κατάσταση τους κάποια δεδομένη στιγμή. Οι τιμές των μεταβλητών μπορεί να είναι δύο βασικών τύπων:

- Ποιοτικά: Προσδιορίζουν κάποια ιδιότητα με την χρήση τιμών μέσα από ένα πεπερασμένο σύνολο. Οι ποιοτικές μεταβλητές λαμβάνουν μη αριθμητικές τιμές.
- Ποσοτικά: Οι μεταβλητές αυτές λαμβάνουν αριθμητικές τιμές. Οι τιμές αυτές μπορεί να είναι συνεχείς ή διακριτές.

Το δείγμα παίζει σημαντικό ρόλο στην αξιοπιστία της στατιστικής έρευνας. Θα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό του συνόλου του πληθυσμού για τον οποίο αναζητείται η παραγωγή συμπερασμάτων. Είναι σημαντικό, η επιλογή των στοιχείων που θα ελεγχθούν να γίνει με τέτοια κριτήρια που να εξασφαλίζεται το ότι αποτελεί μία μικρογραφία του όλου. Ένας από τους τρόπους που μπορεί να βελτιώσει την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, είναι το μεγάλο του μέγεθος. Ιδανικά, ο έλεγχος του συνόλου του πληθυσμού θα παρείχε τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Ωστόσο η συλλογή δεδομένων από το σύνολο του πληθυσμού είναι μια διαδικασία που απαιτεί πολύ χρόνο και μεγάλο κόστος. Για αυτόν τον λόγο

αναζητούνται τρόποι για την μείωση του πληθυσμού χωρίς να επηρεάζεται η αντιπροσώπευση των πιθανών τάσεων σε αυτόν.

Η κατάλληλη δειγματοληψία αυξάνει την αξιοπιστία της στατιστικής ανάλυσης μέσω της μείωσης του στατιστικού σφάλματος. Το στατιστικό σφάλμα είναι η διαφορά μεταξύ της πραγματικής αξίας και της εκτιμώμενης αξίας. Ενδέχεται να προκύψουν σφάλματα λόγω αστάθειας των συλλεγόμενων δεδομένων. Τέτοια σφάλματα ονομάζονται σφάλματα προέλευσης. Μπορεί επίσης να προκύψουν σφάλματα λόγω χειραγώγησης στην καταμέτρηση, τη αξιολόγηση, την περιγραφή των δεδομένων ή την προσέγγιση της επεξεργασίας. Τέτοια σφάλματα είναι γνωστά ως σφάλματα χειραγώγησης. Ωστόσο, τα σφάλματα που προκύπτουν λόγω του ανεπαρκούς μεγέθους του δείγματος είναι γνωστά ως σφάλματα ανεπάρκειας. Τα σφάλματα επίσης μπορεί να είναι προκατειλημμένα ή αμερόληπτα και μπορούν να μετρηθούν είτε απολύτως (διαφορά μεταξύ πραγματικής τιμής και εκτιμώμενης τιμής) είτε σχετικά (αναλογία του απόλυτου σφάλματος προς την εκτίμηση) (Joshi, 2021).

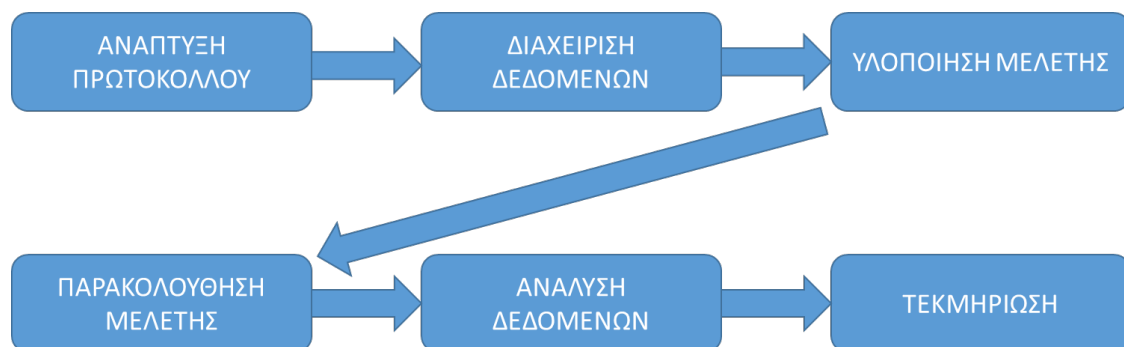
Η διαδικασία της βιοστατιστικής έρευνας γενικά περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- Ανάπτυξη Πρωτοκόλλου: Στο στάδιο αυτό αρχικά αναπτύσσεται η σκοπιμότητα της έρευνας. Με βάση τον στόχο του επιστημονικού, χαράσσεται η σαφής προδιαγραφή του σεναρίου που θα ελεγχθεί. Καθορίζονται οι παράμετροι που θα ελεγχθούν καθώς και τα τελικά σημεία – στόχοι της έρευνας. Στην συνέχεια πραγματοποιείται ο σχεδιασμός της μελέτης και ο προσδιορισμός των συνόλων των δεδομένων που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων της. Στο πλαίσιο αυτό γίνεται προσπάθεια για την ελαχιστοποίηση της μεροληψίας επιλογής του δείγματος, τον προσδιορισμό του καταλληλότερου μέγεθους του. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του μεγέθους του δείγματος θα πρέπει να είναι συνεπείς με την κύρια μέθοδο ανάλυσης δεδομένων. Το επόμενο που πρέπει να καθοριστεί είναι ο τρόπος με τον οποίο θα πρέπει να διενεργηθεί η ανάλυση ώστε να καλυφθούν με την μέγιστη δυνατή

πληρότητα, οι στόχοι της έρευνας. Οι εναλλακτικές μεθοδολογίες ελέγχονται και αξιολογούνται μέσα από τον έλεγχο:

- Της σαφήνειας που μπορούν να εμπεριέχουν τα αποτελέσματά τους
 - Την πληρότητα και την συνοχή των συμπερασμάτων που δύνανται να παραχθούν
 - Την εκτίμηση της ποιότητας δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν
- Διαχείριση δεδομένων: Στο στάδιο αυτό επιλέγονται οι πηγές προέλευσης των δεδομένων και ελέγχεται η δομή τους. Με βάση αυτά καθορίζεται ο τρόπος με τον οποίο η ομάδα που διεξάγει την έρευνα θα χειριστεί αυτά τα δεδομένα.
 - Υλοποίηση Μελέτης: Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται η δειγματοληπτική επιλογή και εφαρμογή τυχαιοποιημένων διαδικασιών.
 - Παρακολούθηση Μελέτης: Περιλαμβάνει παρακολούθηση της ποιότητας και για την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα
 - Ανάλυση δεδομένων: Στο στάδιο αυτό τα δεδομένα που έχουν συγκεντρωθεί υφίστανται κατάλληλη επεξεργασία. Από την επεξεργασία προκύπτουν τα συμπεράσματα για τον στόχο που έχει τεθεί για την έρευνα.
 - Αναφορές ή συγγραφή χειρογράφων: Τα αποτελέσματα της έρευνας τεκμηριώνονται μέσα από τη σύνταξη τυποποιημένων ή μη αναφορών. Η τεκμηρίωση συχνά παρέχεται και με τη μορφή διαγραμμάτων (Ott, 2001).

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται διαγραμματικά η γενική διαδικασία των βιοστατιστικών ερευνών.



Εικόνα 1: Γενική διαδικασία βιοστατιστικών ερευνών

2.4 Στατιστικά μέτρα

Τα στατιστικά μέτρα που χρησιμοποιούνται στην βιοστατιστική, δεν διαφέρουν από αυτά που χρησιμοποιούνται στην στατιστική γενικότερα για τη σύνοψη δεδομένων. Το βασικότερο μέτρο για τις ποιοτικές μεταβλητές είναι η αναλογία ή το ποσοστό, των τιμών δεδομένων σε κάθε κατηγορία. Βασικά επίσης μέτρα είναι ο μέσος όρος, η διάμεσος, η βασική τάση, η εξέλιξη των τιμών στα εκατοστημόρια, το εύρος, η διακύμανση και η τυπική απόκλιση.

- Μέσος όρος: Ο μέσος όρος υπολογίζεται προσθέτοντας όλες τις τιμές δεδομένων για μια μεταβλητή και διαιρώντας το άθροισμα με τον αριθμό των τιμών δεδομένων. Ο μέσος όρος είναι ένα μέτρο της κεντρικής θέσης για τα δεδομένα.
- Διάμεσος: Η διάμεσος είναι ένα άλλο μέτρο έκφραση της κεντρικής θέσης των τιμών των δεδομένων που, σε αντίθεση με τη μέση, δεν επηρεάζεται από εξαιρετικά μεγάλες ή εξαιρετικά μικρές τιμές δεδομένων. Κατά τον προσδιορισμό της διάμεσης τιμής, οι τιμές δεδομένων κατατάσσονται πρώτα με σειρά από τη μικρότερη τιμή στη μεγαλύτερη τιμή. Εάν υπάρχει περιττός αριθμός τιμών δεδομένων, η διάμεσος είναι η μεσαία τιμή. Εάν υπάρχει ζυγός αριθμός τιμών δεδομένων, η διάμεσος είναι ο μέσος όρος των δύο μεσαίων τιμών.
- Βασική τάση: Η βασική τάση περιγράφει την τιμή των δεδομένων που εμφανίζεται με τη μεγαλύτερη συχνότητα.
- Εκατοστηαία ποσοστά: Τα εκατοστηαία ποσοστά παρέχουν μια ένδειξη του τρόπου με τον οποίο οι τιμές δεδομένων κατανέμονται στο διάστημα από τη μικρότερη τιμή στη μεγαλύτερη τιμή. Περίπου το p τοις εκατό των τιμών δεδομένων πέφτουν κάτω από το $p^ο$ εκατοστημόριο και περίπου το $100 - p$ τοις εκατό των τιμών δεδομένων είναι πάνω από το $p^ο$ εκατοστημόριο. Τα τεταρτημόρια χωρίζουν τις τιμές δεδομένων σε τέσσερα μέρη. Το πρώτο τεταρτημόριο είναι το 25% εκατοστημόριο των παρατηρήσεων, το δεύτερο τεταρτημόριο είναι το 50% εκατοστημόριο (επίσης η διάμεσος), και το τρίτο τεταρτημόριο είναι το 75% εκατοστημόριο.

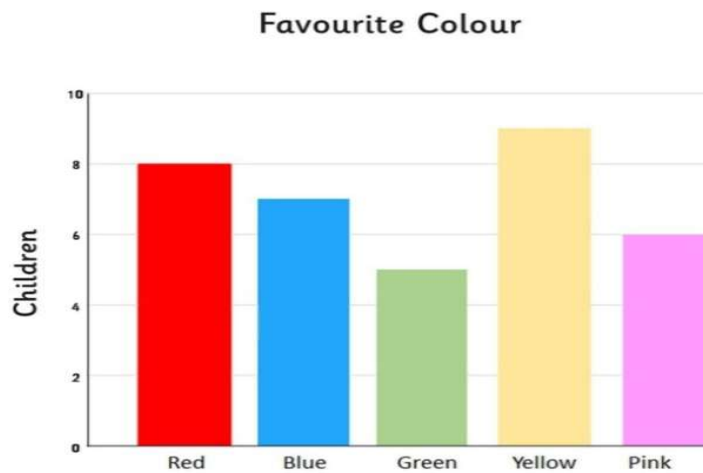
- **Εύρος τιμών:** Το εύρος τιμών είναι η διαφορά μεταξύ της μεγαλύτερης τιμής και της μικρότερης τιμής, είναι το απλούστερο μέτρο μεταβλητότητας στα δεδομένα. Το εύρος καθορίζεται μόνο από τις δύο ακραίες τιμές δεδομένων.
- **Διακύμανση – Τυπική Απόκλιση:** Η διακύμανση και η τυπική απόκλιση είναι μέτρα μεταβλητότητας που βασίζονται σε όλα τα δεδομένα και χρησιμοποιούνται πιο συχνά. Η διακύμανση υπολογίζεται από το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών των παρατηρούμενων τιμών από την μέση τιμή. Το τετράγωνο του αθροίσματος αυτού δια του αριθμού των παρατηρήσεων (μειωμένων κατά μία), δίνουν την διακύμανση του δείγματος. Η τυπική απόκλιση είναι η τετραγωνική ρίζα της διακύμανσης. Επειδή η μονάδα μέτρησης για την τυπική απόκλιση είναι ίδια με τη μονάδα μέτρησης για τα δεδομένα, συνήθως προτιμάται η τυπική απόκλιση ως περιγραφικό μέτρο μεταβλητότητας (Britanica, 2021).

2.5 Βασικά διαγράμματα

2.5.1 Διάγραμμα Pareto ή Ραβδωτό διάγραμμα

Ένα διάγραμμα Pareto ή ραβδωτό γράφημα είναι ένας τρόπος οπτικής αναπαράστασης ποιοτικών δεδομένων. Τα δεδομένα εμφανίζονται είτε οριζόντια είτε κάθετα και επιτρέπουν στον αναγνώστη να συγκρίνει ποιοτικά στοιχεία (πχ οικονομικά ποσά, ποσότητες, χρονικές διάρκειες, συχνότητες). Οι ράβδοι είναι διατεταγμένες σε σειρά κατά συχνότητα εμφάνισης προκειμένου να δίνουν έμφαση σε κατηγορίες που παρατηρούνται πιο συχνά. Εξυπηρετούν στο να ξεχωρίζουν οι πιο σημαντικές κατηγορίες δεδομένων. Τα γραφήματα ράβδων μπορούν να είναι είτε μεμονωμένα, είτε ομαδοποιημένα. Ο Vilfredo Pareto (1848–1923) ανέπτυξε το ραβδόγραμμα όταν προσπάθησε να δώσει στη λήψη οικονομικών αποφάσεων μία περισσότερο ευανάγνωστη μορφή, σχεδιάζοντας δεδομένα σε χαρτί, με το εισόδημα στον έναν άξονα και τον αριθμό των ατόμων σε διαφορετικά επίπεδα εισοδήματος στον άλλο. Το αποτέλεσμα ήταν να φανεί παραστατικά η διαφορά

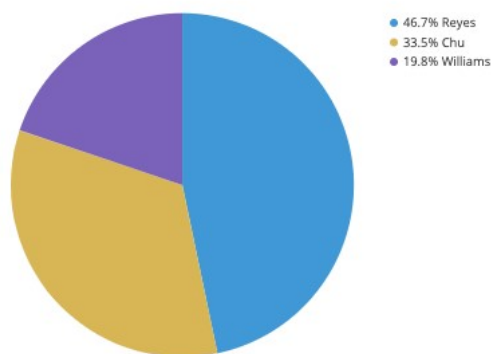
μεταξύ πλουσίων και φτωχών σε κάθε εποχή κατά τη διάρκεια των αιώνων. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα διαγράμματος Pareto.



Εικόνα 2: Παράδειγμα διαγράμματος Pareto

2.5.2 Γράφημα Πίτας

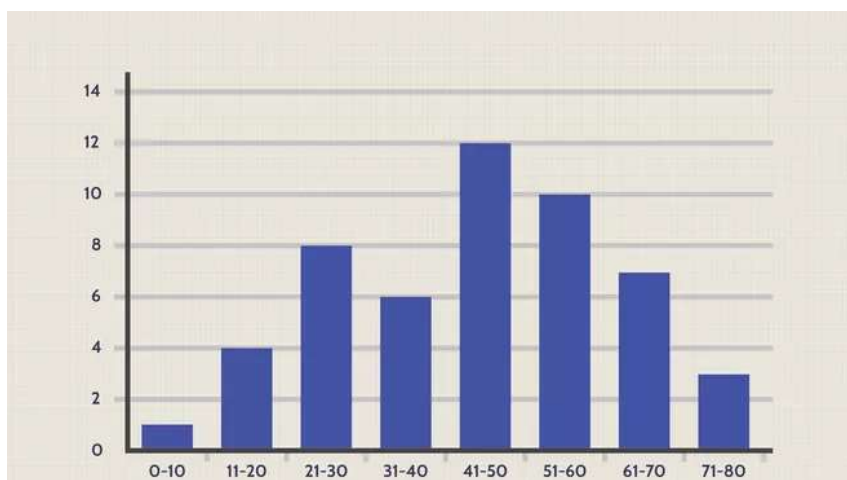
Πρόκειται για μία συνηθισμένη μορφή απεικόνισης δεδομένων που ομοιάζει με κυκλική πίτα (εξ ου και το όνομα του). Η κυκλική πίτα στην οποία ομοιάζει το διάγραμμα, περιλαμβάνει φέτες. Αυτό το είδος γραφήματος είναι χρήσιμο κατά τη γραφική παράσταση ποιοτικών δεδομένων, όπου οι πληροφορίες περιγράφουν ένα χαρακτηριστικό που δεν είναι αριθμητικό. Κάθε φέτα πίτας αντιπροσωπεύει μια διαφορετική κατηγορία. Μερικές φέτες συνήθως είναι αισθητά μεγαλύτερες από άλλες ώστε να φαίνεται η σχέση των τιμών που αντιστοιχούν σε κάθε κατηγορία και οπτικά. Στην επόμενη εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα διαγράμματος πίτας.



Εικόνα 3: Παράδειγμα διαγράμματος πίτας

2.5.3 Ιστογράμμα

Το ιστογράμμα είναι ένα είδος γραφήματος που χρησιμοποιεί γραμμές για να παρουσιάσει με οπτικό τρόπο το ύψος τιμών ποσοτικών μεταβλητών. Τα εύρη τιμών, που ονομάζονται κλάσεις, παρατίθενται στο κάτω μέρος του διαγράμματος και οι κλάσεις με τις μεγαλύτερες συχνότητες, παρουσιάζονται με ράβδους μεγαλύτερου μεγέθους. Ένα ιστογράμμα μοιάζει συχνά με ένα ραβδωτό γράφημα, αλλά διαφέρουν λόγω του επιπέδου μέτρησης των δεδομένων. Τα γραφήματα ράβδων μετρούν τη συχνότητα των κατηγορικών δεδομένων. Κατηγορική μεταβλητή είναι αυτή που έχει δύο ή περισσότερες κατηγορίες, όπως το φύλο ή το χρώμα. Τα ιστογράμματα, αντίθετα, χρησιμοποιούνται για δεδομένα που περιλαμβάνουν τακτικές μεταβλητές ή αντικείμενα που είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα ιστογράμματος.



Εικόνα 4: Παράδειγμα ιστογράμματος

2.5.4 Διάγραμμα «στελέχους και φύλλων»

Τα διαγράμματα αυτού του είδους χωρίζουν την κάθε τιμή ενός συνόλου ποσοτικών δεδομένων σε δύο μέρη: ένα στέλεχος, συνήθως για την υψηλότερη του αξία και ένα φύλλο για τις άλλες του τιμές. Παρέχει έναν τρόπο για να παρατεθούν

όλες τις τιμές δεδομένων σε συμπαγή μορφή. Ένα παράδειγμα διαγράμματος της μορφής αυτής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

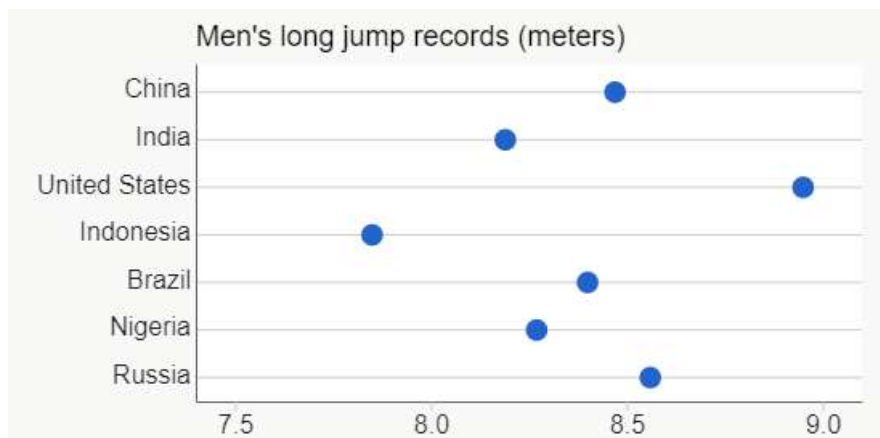
Ages of people in an office

| stem | leaf |
|------|---------------|
| 1 | 8 9 9 |
| 2 | 1 3 6 7 7 7 9 |
| 3 | 0 2 2 5 8 |
| 4 | 1 6 7 |
| 5 | 3 5 |

Εικόνα 5: Παράδειγμα διαγράμματος στελέχους και φύλλων

2.5.5 Διάγραμμα κουκίδων

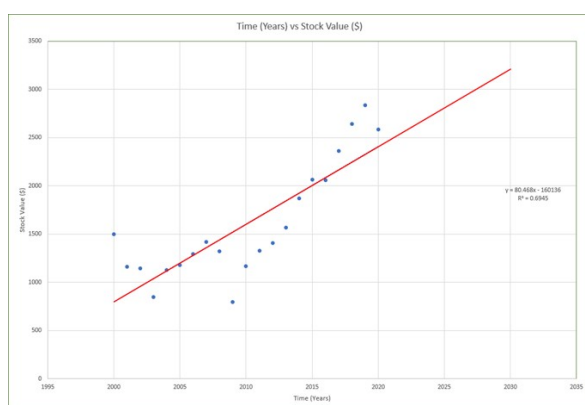
Το διάγραμμα κουκίδων είναι ένας συνδυασμός ιστογράμματος και μιας γραφικής παράστασης στελέχους και φύλλων. Κάθε τιμή ποσοτικών δεδομένων αναπαρίσταται με μία κουκίδα που τοποθετείται πάνω από τις κατάλληλες τιμές κλάσης. Όπου τα ιστογράμματα χρησιμοποιούν ορθογώνια —ή ράβδους— αυτά τα γραφήματα χρησιμοποιούν κουκκίδες, οι οποίες στη συνέχεια ενώνονται μεταξύ τους με μια γραμμή. Τα διαγράμματα με κουκκίδες παρέχουν έναν καλό τρόπο σύγκρισης των κλάσεων που απεικονίζουν. Ένα παράδειγμα ενός τέτοιου είδους γραφήματος, φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6: Παράδειγμα διαγράμματος κουκίδων

2.5.6 Διάγραμμα διασποράς

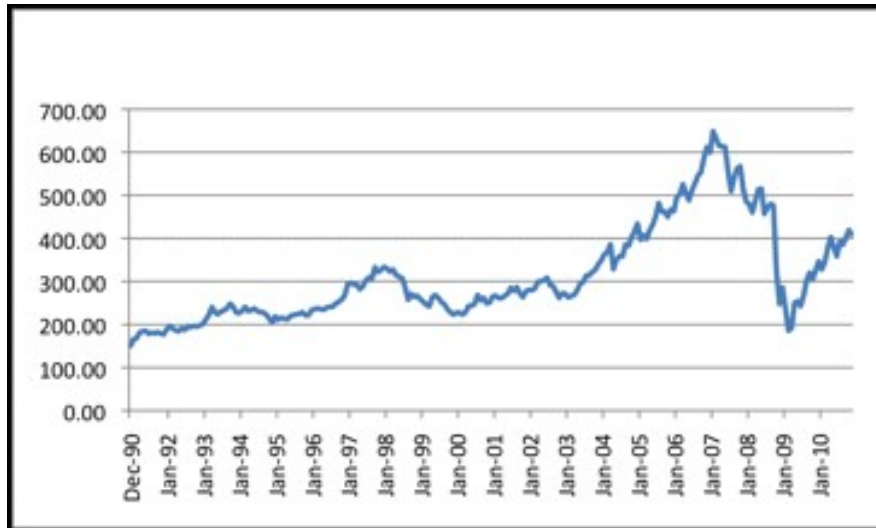
Ένα διάγραμμα διασποράς εμφανίζει δεδομένα που συνδυάζονται χρησιμοποιώντας έναν οριζόντιο άξονα (τον άξονα x) και έναν κάθετο άξονα (τον άξονα y). Στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθούν στατιστικά εργαλεία συσχέτισης και παλινδρόμησης για να παρουσιαστούν στο ίδιο διάγραμμα τάσεις. Ένα διάγραμμα διασποράς συνήθως μοιάζει με μια γραμμή ή μια καμπύλη που κινείται προς μία κατεύθυνση κατά μήκος του γραφήματος με σημεία τοποθετημένα αυτής. Κάθε διάγραμμα της κατηγορίας αυτής συμβάλλει στην αναπαράσταση τάσεων ή αποκλίσεων από γενικές τάσεις. Στην επόμενη εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα διαγράμματος αυτής της μορφής.



Εικόνα 7: Παράδειγμα διαγράμματος διασποράς

2.5.7 Διάγραμμα χρονοσειρών

Είναι ίσως η πιο διαδεδομένη μορφή γραφικής παράστασης. Ένα γράφημα χρονοσειράς εμφανίζει δεδομένα σε διαφορετικά χρονικά σημεία. Χρησιμοποιείται κυρίως για την απεικόνιση της σχέσης μεταξύ ορισμένων ειδών συζευγμένων δεδομένων. Όπως υποδηλώνει το όνομα, αυτός ο τύπος γραφήματος μετρά τις τάσεις με την πάροδο του χρόνου. Το χρονικό πλαίσιο που παρακολουθείται μπορεί να διαφέρει, ανάλογα από την σκοπιμότητα της έρευνας. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα διαγράμματος χρονοσειρών.



Εικόνα 8: Παράδειγμα διαγράμματος χρονοσειρών

3. Σχεδιασμός Συστήματος

3.1 Γενική Περιγραφή

Το σύστημα που σχεδιάζεται θα υποστηρίξει τη λειτουργία ενός διαγνωστικού κέντρου. Στο κέντρο αυτό καταφθάνουν άνθρωποι που επιθυμούν να υποβληθούν σε συγκεκριμένες εξετάσεις προκειμένου να διαπιστωθεί η κατάσταση της υγείας τους. Καταγράφονται στο σύστημα τα στοιχεία της ταυτότητας τους, δημογραφικά τους στοιχεία καθώς και οι μετρήσεις των προκύπτουν από τις εξετάσεις τους. Τα αποθηκευμένα αυτά στοιχεία μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοστατιστικών στοιχείων που μπορεί αν χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη διαδικασιών λήψης αποφάσεων.

3.2 Απαιτήσεις

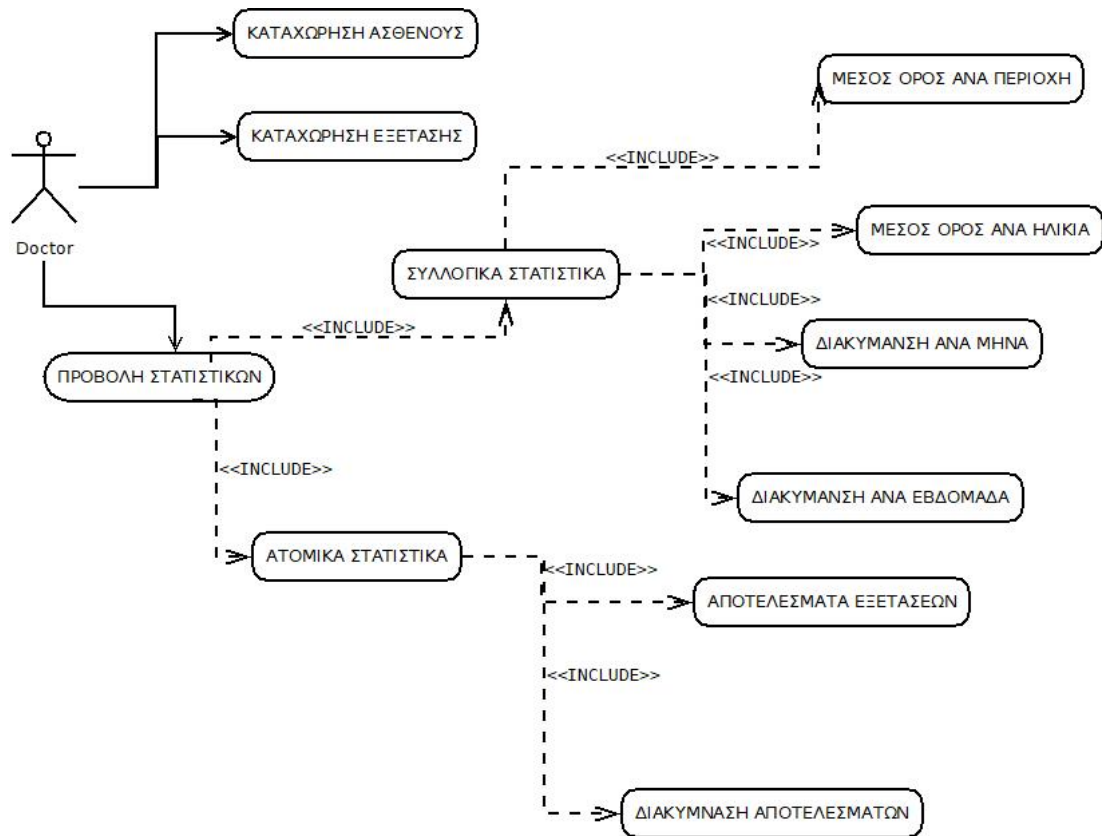
3.2.1 Λειτουργικές Απαιτήσεις

Στις λειτουργικές απαιτήσεις της εφαρμογής περιλαμβάνονται:

- Η ταυτοποίηση των χρηστών που έχουν δικαίωμα πρόσβασης στην εφαρμογή
- Η καταχώρηση νέου πελάτη
- Η καταχώρηση των αποτελεσμάτων εξετάσεων στις οποίες υποβάλλονται πελάτες της επιχείρησης
- Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων εξετάσεων μεμονωμένου πελάτη με παράλληλη προβολή των φυσιολογικών τιμών ανά περίπτωση. Η παρουσίαση θα γίνεται με την μορφή κειμένου αλλά και με τη χρήση γραφικών.
- Η παρουσίαση της εξέλιξης του συνόλου των μετρήσεων του πελάτη για ένα χαρακτηριστικό. Η παρουσίαση των δεδομένων θα γίνεται σε πίνακα και με γραφική παράσταση.

- Η παρουσίαση του μέσου όρου των μετρήσεων των πελατών σε δεδομένο διάστημα (ανά μήνα και ανά εβδομάδα). Η παρουσίαση των δεδομένων θα γίνεται σε πίνακα και με γραφική παράσταση.

Οι λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος αποτυπώνονται στο ακόλουθο διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης.



Εικόνα 9: Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης

3.2.2 Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις

Στις μη λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος περιλαμβάνονται οι παρακάτω:

- Το σύστημα θα πρέπει να είναι πάντα διαθέσιμο και σε θέση να εκτελεί τις λειτουργίες οι οποίες έχουν προδιαγραφεί όποτε απαιτηθεί από κάποιον από τους χρήστες. Αυτό προϋποθέτει ότι τόσο το υλικό μέρος όσο και το λογισμικό, θα είναι συνεχώς σε λειτουργία και προσβάσιμα από το διαδίκτυο.

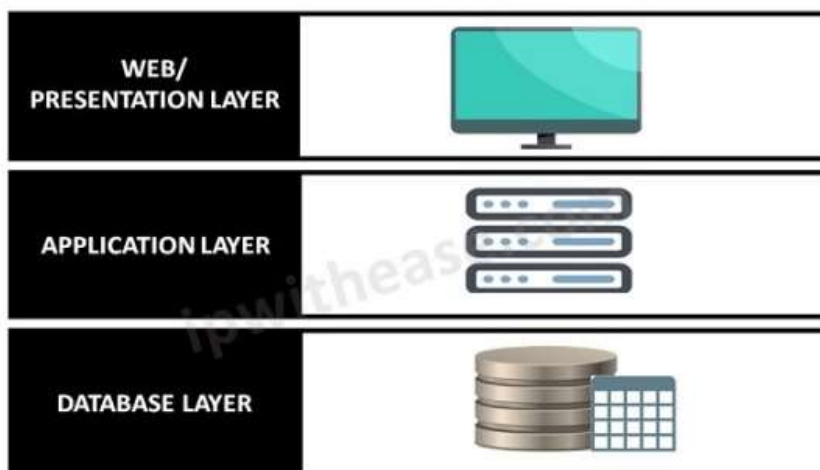
- Θα πρέπει τα δεδομένα, το λογισμικό και το υλικό του συστήματος να εξασφαλίζονται από τις απειλές του διαδικτύου. Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει το σύστημα να είναι θωρακισμένο από απειλές που επηρεάζουν την διαθεσιμότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, την δυνατότητα πλήρους επαναφοράς μετά από περιπτώσεις αστοχίας ή κατάρρευσης και την προστασία των δεδομένων που διαχειρίζεται. Επειδή η εφαρμογή διαχειρίζεται ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα, θα πρέπει για αυτά να εξασφαλίζεται η προστασία τους από αλλοίωση ή υποκλοπή.
- Η διαχείριση των λειτουργιών του συστήματος θα πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό, ώστε να εκτελούνται πάντα με τρόπο που να αναβαθμίζει την απόδοσή τους. Αν και οι νέες τεχνολογίες του διαδικτύου έχουν απλοποιήσει τις διαδικασίες διαχείρισης των πληροφοριακών συστημάτων, η κατοχή εξειδικευμένων γνώσεων είναι ακόμα απαραίτητη.
- Οι διεπαφές του συστήματος θα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένες και υλοποιημένες ώστε να τους είναι φιλικές προς τους δυνητικούς χρήστες. Ο μέσος άνθρωπος στην σύγχρονη εποχή είναι σε μεγάλο βαθμό εξοικειωμένος με τη χρήση των διαδικτυακών εφαρμογών. Είναι προς όφελος της χρηστικότητας της εφαρμογής, η ανάπτυξη διεπαφών που να ομοιάζουν με τις πιο δημοφιλείς διαδικτυακές εφαρμογές. Με αυτόν τον τρόπο οι δυνητικοί χρήστες μπορούν να χρησιμοποιούν τις λειτουργίες της με μεγαλύτερη ευχέρεια και κάνοντας μικρό αριθμό σφαλμάτων.
- Η εφαρμογή που αναπτύσσεται θα πρέπει να διαχειριστεί ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα που αφορούν την κατάσταση της υγείας των ανθρώπων που υποβάλλονται σε εξετάσεις. Αυτό σημαίνει ότι η λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος θα πρέπει να εξασφαλίζει τη συμμόρφωση σε ότι ορίζεται στον Γενικό Κανονισμό Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων. Σε γενικές γραμμές, ο κανονισμός αυτός καθορίζει ένα ελάχιστο νομικό πλαίσιο στο οποίο

οροθετούνται οι ευθύνες των οργανισμών, των οποίων οι λειτουργίες απαιτούν την διαχείριση και επεξεργασία προσωπικών δεδομένων. Στο Παράρτημα Γ του παρόντος κειμένου παρέχεται συνοπτικά η περιγραφή του πλαισίου καθώς και η σημασία της συμμόρφωσης σε αυτό.

3.3 Αρχιτεκτονική

Η σχεδίαση και ανάπτυξη του συστήματος γίνεται σύμφωνα με την αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων. Αυτή επιβάλλει τη διαίρεση του συστήματος σε τρία διακριτά επίπεδα, τα οποία ανά δύο επικοινωνούν μεταξύ τους. Το κατώτερο επίπεδο της αρχιτεκτονικής περιγράφει τη δομή και την οργάνωση των δεδομένων που θα χειρίζεται το σύστημα. Στα σύγχρονα συστήματα, το επίπεδο αυτό συνήθως υλοποιείται με την ανάπτυξη βάσης δεδομένων. Στο μεσαίο επίπεδο της, περιγράφεται η επεξεργασία των δεδομένων και η επιχειρησιακή λογική των λειτουργιών του συστήματος. Το επίπεδο αυτό επικοινωνεί με το επίπεδο δεδομένων προκειμένου να λαμβάνει δεδομένα, που είναι αποθηκευμένα, προκειμένου να τα επεξεργαστεί αλλά και για την αποθήκευση δεδομένων. Επίσης επικοινωνεί με το ανώτερο επίπεδο προκειμένου να παρουσιαστεί το αποτέλεσμα της επεξεργασίας στον τελικό χρήστη ή να δεχθεί την είσοδο από αυτόν. Στο επίπεδο της αρχιτεκτονικής που είναι πιο κοντά προς τον τελικό χρήστη, περιγράφονται ο τρόπος παρουσίασης της εξόδου των λειτουργιών στον τελικό χρήστη αλλά και οι τρόποι εισαγωγής των προς επεξεργασία δεδομένων από αυτόν. Στα σύγχρονα συστήματα που είναι προσβάσιμα από το διαδίκτυο, οι διεπαφές αναπτύσσονται ως ιστοσελίδες (Logi Analytics, 2021).

Στην επόμενη εικόνα φαίνεται σχηματικά η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων.



Εικόνα 10: Η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων (πηγή: <https://ipwithease.com/three-tier-architecture-in-application/>)

Η αρχιτεκτονική εφαρμογών 3 επιπέδων, προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα. Τα κυριότερα από αυτά είναι η αναβάθμιση της απόδοσης των εφαρμογών που αναπτύσσονται, η ευκολία για οριζόντια επεκτασιμότητα και η διευκόλυνση της διαθεσιμότητας. Η δυνατότητα που προσφέρει για ταυτόχρονη ανάπτυξη καθενός από τα μέρη, λόγω του ότι κάθε ένα από αυτά έχει υψηλό βαθμό ανεξαρτησίας από το άλλο, συμβάλει στην επιτάχυνση της ολοκλήρωσης των έργων. Επιπλέον η συντήρηση και η αναβάθμιση των έργων γίνεται ευκολότερα, καθώς όταν η υλοποίηση ενός επιπέδου χρειάζεται να διαφοροποιηθεί, δεν επηρεάζονται τα υπόλοιπα επίπεδα. Αυτό το πλεονέκτημα είναι πολύ σημαντικό σε μία εποχή που οι εξελίξεις των νέων τεχνολογιών επηρεάζουν σφόδρα την υλοποίηση των πληροφοριακών συστημάτων. Η ανεξαρτησία των επιπέδων διευκολύνει επίσης την ενθυλάκωση ή διατήρηση κρίσιμων έτοιμων συστατικών στα επίπεδα της αρχιτεκτονικής. Με τη άρθρωση πολλών επιπέδων μιας εφαρμογής, οι ομάδες αποκτούν τη δυνατότητα να βελτιώνουν και να αναπτύσσουν το προϊόν (είτε κατά τη φάση της ανάπτυξης είτε κατά τη φάση της συντήρησης) πολύ ταχύτερα σε σύγκριση με την ανάπτυξη μιας βάσης ενιαίου κώδικα, καθώς τα άλλα επίπεδα επηρεάζονται ελάχιστα με αναβαθμίσεις που γίνονται σε οποιοδήποτε συγκεκριμένο επίπεδο. Η αποτελεσματικότητα της ανάπτυξης ενισχύεται επίσης με αυτό, καθώς οι ομάδες επιτρέπεται να εστιάζουν περισσότερο στις βασικές ικανότητες. Επιπλέον η κλιμάκωση κάθε στρώματος είναι δυνατό να γίνεται ανεξάρτητα στα διαχωρίσιμα επίπεδα με βάση συγκεκριμένες απαιτήσεις κάθε

φορά. Αυτό επιτρέπει την ανεξάρτητη εξισορρόπηση φορτίου κάθε στρώματος, έτσι ώστε με τους ελάχιστους εφικτούς πόρους, η συνολική απόδοση να μπορεί να βελτιστοποιείται. Επίσης οι επιλογές για ανάπτυξη διευρύνονται καθώς η βελτίωση μπορεί να έρθει από διαφορετικούς συνδυασμούς επεμβάσεων σε διαφορετικά επίπεδα και με διαφορετικούς τρόπους. Τέλος η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία ενισχύονται με την αρθρωτή φύση της αρχιτεκτονικής, καθώς διαφορετικά μέρη μπορούν να εγκαθίστανται σε διαφορετικές υποδομές, αποτρέποντας καταστάσεις ενός σημείου κατάρρευσης (Kambalyal, 2021).

Τα μειονεκτήματα της αρχιτεκτονικής περιλαμβάνουν:

- Παρουσιάζει υψηλότερη πολυπλοκότητα σε σχέση με το μοντέλο πελάτη-διακομιστή, καθώς απαιτεί περισσότερη μέριμνα να δημιουργηθεί μια εφαρμογή 3 επιπέδων σε σύγκριση με μια εφαρμογή 2 επιπέδων, αφού τα σημεία επικοινωνίας μεταξύ των επιπέδων διπλασιάζονται.
- Ο πελάτης δεν διατηρεί μια μόνιμη σύνδεση βάσης δεδομένων αλλά σε κάθε φάση που απαιτείται πρόσβαση στα δεδομένα δημιουργείται και κλείνει μία νέα σύνδεση.
- Σε αρκετές περιπτώσεις απαιτείται να αναπτύσσεται ξεχωριστός διακομιστής μεσολάβησης για κάθε επίπεδο της αρχιτεκτονικής με αποτέλεσμα να αυξάνεται η δικτυακή κίνηση για την ολοκλήρωση των προσφερόμενων λειτουργιών.
- Ο φυσικός διαχωρισμός των διακομιστών εφαρμογών που περιέχουν λειτουργίες της επιχειρησιακής λογικής και των διακομιστών βάσεων δεδομένων που περιέχουν τα δεδομένα μπορεί να επηρεάζει την απόδοση του συστήματος.
- Προστίθεται η ανάγκη μεγαλύτερης προσπάθειας στην ανάπτυξη και τον συντονισμό των επιπέδων της αρχιτεκτονικής, κατά την φάση της υλοποίησης (geeksforgeeks, 2021).

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι τα πλεονεκτήματα της αρχιτεκτονικής είναι αρκετά ισχυρότερα από τα μειονεκτήματα, για ένα σύστημα σαν αυτό που

αναπτύσσεται. Εξάλλου η διαθεσιμότητα πόρων υψηλής απόδοσης, καθιστά την επίδραση των παραπάνω

3.3.1 Επίπεδο Δεδομένων

Σχεσιακές Βάσεις Δεδομένων

Το επίπεδο δεδομένων θα υλοποιηθεί με μία σχεσιακή βάση δεδομένων. Η προσέγγιση της σχεσιακής βάσης δεδομένων έχει μια σειρά από πλεονεκτήματα, που την καθιστά ένα αποτελεσματικό σύστημα για την αποθήκευση πληροφοριών σχετικά με οντότητες και τις σχέσεις μεταξύ τους. Αν και είναι μία προσέγγιση η οποία παρουσιάστηκε πρώτη φορά πριν από μισό αιώνα, αποτελεί ακόμα και σήμερα τον συχνά χρησιμοποιήσιμο τύπο βάσης δεδομένων που χρησιμοποιείται στις εφαρμογές κάθε κλίμακας και στο διαδίκτυο. Τα πιο δημοφιλή συστήματα σχεσιακών βάσεων δεδομένων είναι ο Microsoft SQL Server, η Oracle Database, η MySQL. Τα συστήματα αυτά είναι ζωτικής σημασίας για τις επιχειρήσεις, επειδή τους επιτρέπουν να αποθηκεύουν, να έχουν πρόσβαση, να ενημερώνουν και να διαχειρίζονται πληροφορίες και να παρέχουν μια σαφές μονοπάτι στα διάφορα τμήματα που χρειάζονται κάθε φορά αυτά τα δεδομένα.

Η οργάνωση των δεδομένων στις σχεσιακές βάσεις δεδομένων, γίνεται σε πίνακες που σχετίζονται μεταξύ τους. Σε κάθε πίνακα αποθηκεύονται δεδομένα ομοειδών οντοτήτων. Κάθε γραμμή του πίνακα αντιστοιχεί σε μία οντότητα. Κάθε στήλη αντιστοιχεί σε ένα χαρακτηριστικό, η τιμή του οποίου συμμετέχει στον προσδιορισμό της. Οι πίνακες συνδέονται μεταξύ τους με οδηγό των εννοιολογική συσχέτιση των οντοτήτων που αναπαριστούν. Τις συσχετίσεις αυτές χρησιμοποιούν τα ερωτήματα προς την βάση δεδομένων για την ανάκτηση πολύπλοκων πληροφοριών. Οι μη σχεσιακές βάσεις δεδομένων διαχωρίζουν αυτές τις σχέσεις σε διαφορετικά σύνολα εγγράφων, τα οποία στη συνέχεια αποθηκεύονται μαζί σε μια ευέλικτη μορφή δεδομένων. Οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων λειτουργούν με δομημένα δεδομένα. Υποστηρίζουν τη προσέγγιση συνέπειας ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) που αναφέρεται σε ένα τυπικό σύνολο ιδιοτήτων που εγγυάται ότι οι δοσοληψίες της βάσης δεδομένων ολοκληρώνονται αξιόπιστα.

Στόχος της είναι η ανάκτηση της βάσης δεδομένων από οποιαδήποτε αστοχία που μπορεί να προκύψει κατά την επεξεργασία μιας συναλλαγής. Τα στοιχεία του ACID είναι τα εξής:

- Ατομικότητα: Μία συναλλαγή που αποτελείται από μία σειρά ενεργειών θεωρείται επιτυχημένη όταν ολοκληρωθούν με επιτυχία όλες οι ενέργειες. Αν δεν συμβεί αυτό τότε δεν εκτελείται καμία ενέργεια.
- Συνοχή: Αυτό διασφαλίζει ότι εγγυάστε ότι όλα τα δεδομένα θα είναι συνεπή. Όλα τα δεδομένα θα είναι έγκυρα σύμφωνα με όλους τους καθορισμένους κανόνες και περιορισμούς.
- Απομόνωση: Εγγυάται ότι όλες οι συναλλαγές θα πραγματοποιούνται μεμονωμένα. Καμία συναλλαγή δεν θα επηρεαστεί από οποιαδήποτε άλλη όσο εξελίσσεται. συναλλαγή.
- Ανθεκτικότητα: Σημαίνει ότι, από τη στιγμή που μια συναλλαγή δεσμευτεί, θα παραμείνει στο σύστημα – ακόμα κι αν υπάρξει σφάλμα συστήματος αμέσως μετά. Οι συναλλαγές επικυρώνονται μετά από ρητές εντολές προς το σύστημα της βάσης δεδομένων.

Οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων παρέχουν επίσης έναν ευέλικτο τρόπο δομής δεδομένων που επιτρέπει την αναπαράσταση οποιασδήποτε σχέσης μεταξύ αντικειμένων του πραγματικού κόσμου. Για την επεξεργασία των δεδομένων, οι πίνακες μπορεί να συνδυάζονται με τρόπο τέτοιο που να προσομοιάζουν σαν ένας. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να δημιουργούνται πολύπλοκα ευρετήρια που συμβάλουν στην βελτίωση της απόδοσης της αναζήτησης συγκεκριμένων δεδομένων. Η αποδοτικότητα των σχεσιακών βάσεων δεδομένων εξαρτάται και από τη δομή των πινάκων καθώς το πως θα είναι οργανωμένα τα δεδομένα σε αυτούς καθώς και η σημασιολογική τους ερμηνεία καθορίζει τη συχνότητα και την ποιότητα των ερωτημάτων και των ενημερώσεων σε αυτούς.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης σχεσιακών βάσεων δεδομένων για την υλοποίηση του χαμηλότερου επιπέδου της αρχιτεκτονικής, συνοψίζονται στα παρακάτω:

- **Απλότητα:** Σε αντίθεση με άλλους τύπους μοντέλων βάσεων δεδομένων, το μοντέλο σχεσιακής βάσης δεδομένων είναι απλούστερο. Δεν απαιτεί σύνθετα ερωτήματα και η υποβολή τους στη βάση δεδομένων πραγματοποιείται με την γλώσσα SQL που χαρακτηρίζεται από το πολύ απλό της συντακτικό.
- **Ευκολία χρήσης:** Οι χρήστες μπορούν εύκολα να έχουν πρόσβαση στις απαιτούμενες πληροφορίες χωρίς να χρειάζεται να γνωρίζουν λεπτομέρειες για την φυσική αποθήκευση των δεδομένων.
- **Ακρίβεια:** Ένα βασικό χαρακτηριστικό των σχεσιακών βάσεων δεδομένων είναι ότι είναι αυστηρά καθορισμένες και καλά οργανωμένες, έτσι ώστε τα δεδομένα να μην επαναλαμβάνονται. Οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων παρέχουν ακρίβεια ακριβώς διότι περιορίζουν την αποθήκευση δεδομένων, στην απολύτως απαραίτητη.
- **Ακεραιότητα δεδομένων:** Οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων χρησιμοποιούνται επίσης ευρέως για την ακεραιότητα των δεδομένων τους, καθώς παρέχουν συνέπεια σε όλους τους πίνακες. Η ακεραιότητα των δεδομένων διασφαλίζει χαρακτηριστικά όπως ακρίβεια και ευκολία χρήσης.
- **Κανονικοποίηση:** Καθώς τα δεδομένα γίνονται όλο και πιο πολύπλοκα, η ανάγκη για αποτελεσματικούς τρόπους αποθήκευσης τους αυξάνεται. Η κανονικοποίηση είναι μια μέθοδος που αναλύει τις πληροφορίες σε διαχειρίσιμα κομμάτια για να μειώσει το μέγεθος αποθήκευσης. Η κανονικοποίηση της βάσης δεδομένων διασφαλίζει επίσης ότι μια σχεσιακή βάση δεδομένων δεν έχει ποικιλία ή διακύμανση στη δομή της.
- **Συνεργασία:** Πολλοί χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στη βάση δεδομένων για ανάκτηση πληροφοριών ταυτόχρονα και ακόμη και αν τα δεδομένα ενημερώνονται.
- **Ασφάλεια:** Τα δεδομένα είναι ασφαλή καθώς το Σύστημα Διαχείρισης Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων επιτρέπει μόνο σε

εξουσιοδοτημένους χρήστες να έχουν άμεση πρόσβαση στα δεδομένα. Κανένας μη εξουσιοδοτημένος χρήστης δεν μπορεί να έχει πρόσβαση στις πληροφορίες. Τα σχεσιακά συστήματα βάσης δεδομένων, στο σύνολο τους παρέχουν μηχανισμούς που εξασφαλίζουν την συνεχή διαθεσιμότητα των δεδομένων (Worboys, 2005).

Σχεδίαση της Βάσης Δεδομένων

Στο σύστημα που αναπτύσσεται, οι οντότητες για τις οποίες απαιτείται η διαχείριση δεδομένων, καθώς και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα κάθε μίας από αυτές, φαίνονται στους παρακάτω πίνακες.

Χρήστης (Person): Πρόκειται για τους ανθρώπους που μπορεί να χειρίζονται την εφαρμογή.

| Χαρακτηριστικό | Περιγραφή |
|----------------|---|
| Code | Μοναδικός κωδικός που αντιστοιχεί σε έναν χρήστη του συστήματος |
| Firstname | Το όνομα του χρήστη |
| Lastname | Το επώνυμο του χρήστη |
| Email | Το email του χρήστη |
| password | Το συνθηματικό του χρήστη για είσοδο στο σύστημα |

Ιατρός (Doctor)(αποτελεί εξειδίκευση του χρήστη): Περιλαμβάνει τους ιατρούς του διαγνωστικού κέντρου.

| Χαρακτηριστικό | Περιγραφή |
|----------------|---|
| Code | Μοναδικός κωδικός που αντιστοιχεί σε γιατρό |
| Rank | Η βαθμίδα στην ιατρική κλίμακα ιεραρχίας |

Ασθενής (Patient) (αποτελεί εξειδίκευση του χρήστη): Περιλαμβάνει τους πελάτες του διαγνωστικού κέντρου.

| Χαρακτηριστικό | Περιγραφή |
|----------------|---|
| Code | Μοναδικός κωδικός που αντιστοιχεί σε γιατρό |
| Dateofbirth | Η ημερομηνία γεννήσεως του ασθενούς |
| Gender | Το φύλο του ασθενούς |
| County | Η περιοχή προέλευσης του ασθενούς |
| City | Η πόλη κατοικίας του ασθενούς |

| | |
|-------|--------------------------|
| Phone | Το τηλέφωνο του ασθενούς |
|-------|--------------------------|

Ειδικότητα (Specialization): Περιλαμβάνει τις ειδικότητες των ιατρών του διαγνωστικού κέντρου

| | |
|----------------|--|
| Χαρακτηριστικό | Περιγραφή |
| Code | Ο μοναδικός κωδικός που προσδιορίζει μοναδικά την ειδικότητα |
| Description | Η ονομασία της ειδικότητας |

Χώρα (Country): Περιλαμβάνει τις χώρες από τις οποίες μπορεί να προέρχεται κάποιος πελάτης του διαγνωστικού κέντρου.

| | |
|----------------|---|
| Χαρακτηριστικό | Περιγραφή |
| Code | Ο μοναδικός κωδικός που προσδιορίζει μοναδικά τη χώρα |
| Description | Η ονομασία της χώρας |

Περιοχή (County): Περιλαμβάνει τις περιοχές από τις οποίες μπορεί να προέρχονται οι πελάτες του διαγνωστικού κέντρου

| | |
|----------------|---|
| Χαρακτηριστικό | Περιγραφή |
| Code | Ο μοναδικός κωδικός που προσδιορίζει μοναδικά την περιοχή |
| Description | Η ονομασία της περιοχής |

Είδος Εξέτασης (CheckType): Περιλαμβάνει τα είδη εξετάσεων που πραγματοποιούνται στο διαγνωστικό κέντρο.

| | |
|----------------|--|
| Χαρακτηριστικό | Περιγραφή |
| Code | Ο μοναδικός κωδικός που προσδιορίζει μοναδικά είδος εξέτασης |
| Description | Η ονομασία της εξέτασης |
| Price | Το κόστος της εξέτασης |

Μέτρηση (Measure): Περιλαμβάνει τις μετρήσεις χαρακτηριστικών που μπορεί να περιλαμβάνονται σε εξετάσεις στο διαγνωστικό κέντρο.

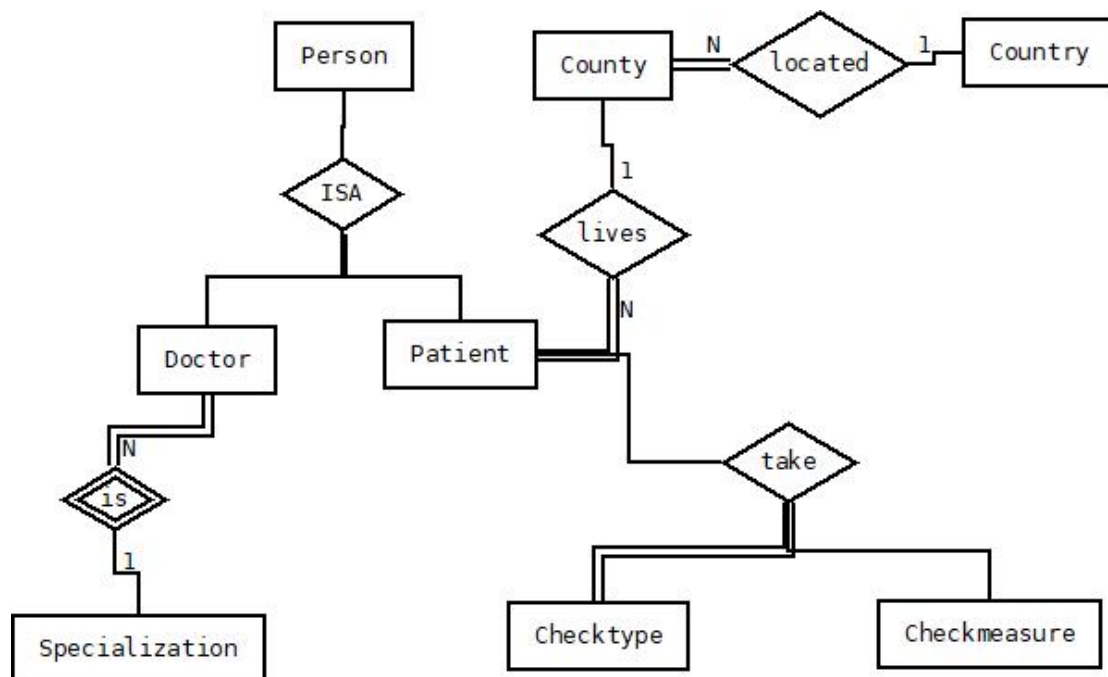
| | |
|----------------|---|
| Χαρακτηριστικό | Περιγραφή |
| Code | Ο μοναδικός κωδικός που προσδιορίζει μοναδικά την μέτρηση |
| Description | Η ονομασία της μέτρησης |
| Munit | Η μονάδα μέτρησης |
| Lowval | Η μικρότερη τιμή που μπορεί να καταγραφεί |
| Highval | Η μέγιστη τιμή που μπορεί να καταγραφεί |

| | |
|-----------|------------------------------|
| Okvallow | Η μικρότερη φυσιολογική τιμή |
| Okvalhigh | Η μέγιστη φυσιολογική τιμή |

Στον επόμενο πίνακα περιλαμβάνονται οι συσχετίσεις μεταξύ των παραπάνω οντοτήτων.

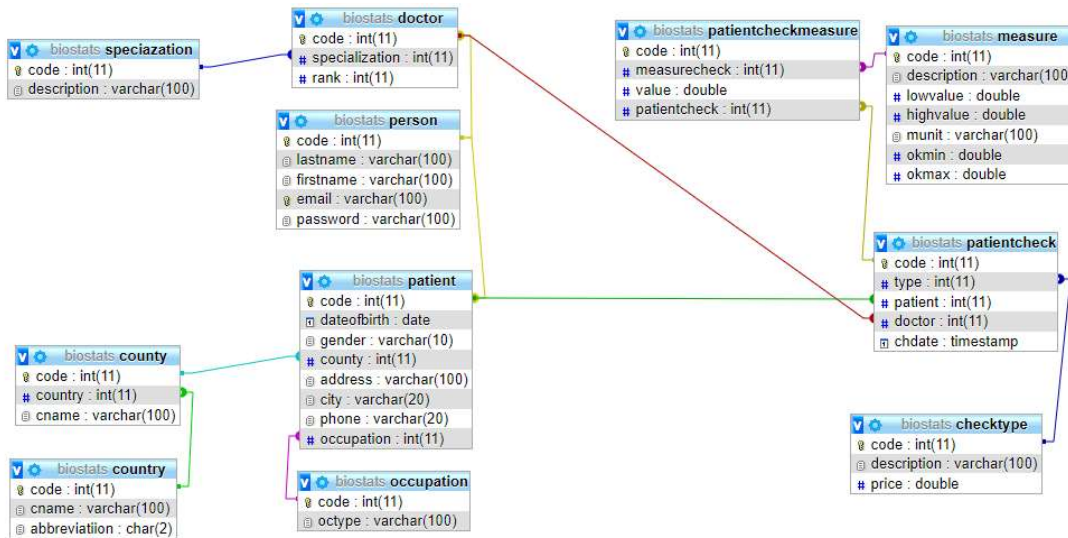
| Οντότητες | Είδος | Περιγραφή |
|--------------------------------------|------------|--|
| Person Doctor | 1:1 ISA | Ένας ιατρός αντιστοιχεί σε ένα και μόνο χρήστη. |
| Person Patient | 1:1 ISA | Ένας ασθενής αντιστοιχεί σε ένα και μόνο χρήστη. |
| Patient County | 1:N | Ένας ασθενής μπορεί να κατοικεί σε μια περιοχή. Σε μία περιοχή μπορεί να κατοικούν πολλοί ασθενείς. |
| County Country | 1:N | Σε μία χώρα περιλαμβάνονται πολλές περιοχές. Μία περιοχή ανήκει σε μία χώρα. |
| Patient Checktype Checkmeasure | 1:N:N | Ένας ασθενής υποβάλλεται σε πολλές εξετάσεις που η κάθε μία περιλαμβάνει πολλές μετρήσεις. Μία μέτρηση που περιλαμβάνεται σε μία εξέταση, αντιστοιχεί σε ένα ασθενή. |

Οι οντότητες και οι μεταξύ τους σχέσεις αποτυπώνονται στο παρακάτω διάγραμμα οντοτήτων συσχετίσεων.



Εικόνα 11: Διάγραμμα οντοτήτων - συσχετίσεων

Από το παραπάνω εννοιολογικό μοντέλο προκύπτουν οι πίνακες που αποτυπώνονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 12: Το σχεσιακό μοντέλο της βάσης δεδομένων

3.3.2 Επίπεδο Επιχειρησιακής Λογικής

Αντικειμενοστραφής προσέγγιση

Για την σχεδίαση και την υλοποίηση της επιχειρησιακής λογικής του συστήματος, επιλέχθηκε η αντικειμενοστραφής προσέγγιση. Πρόκειται για ένα μοντέλο σχεδίασης συστημάτων κατά το οποίο η δομή και η οργάνωση των δεδομένων που χειρίζονται οι λειτουργίες είναι προσαρμοσμένη στην αντίστοιχη αναπαράσταση τους στον πραγματικό κόσμο. Ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός διευκολύνει τον στον ορισμό δομών δεδομένων και των λειτουργιών του με τρόπο που να ταιριάζει με τη σημασιολογία τους και με το περιβάλλον που θα αναπτυχθούν. Η κάθε μία από τις δομές δεδομένων που σχεδιάζεται, περιγράφει αντικείμενα που περιλαμβάνουν τόσο δεδομένα όσο και τις λειτουργίες τους. Οι προγραμματιστές έχουν επίσης τη δυνατότητα να ορίζουν τις σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων που αντιστοιχούν στις δομές αυτές. Οι δομές που περιγράφονται παραπάνω αναφέρονται ως κλάσεις αντικειμένων. Αυτό που εντάσσει τα αντικείμενα σε κλάσεις είναι το γεγονός ότι ο προσδιορισμός των αντικειμένων που συνυπάρχουν σε μία κλάση τακτοποιούνται από τιμές που λαμβάνει το ίδιο σύνολο χαρακτηριστικών και οι λειτουργίες που μπορούν να γίνουν επ' αυτών είναι κοινές. Επιπλέον οι κλάσεις αντικειμένων μπορεί να είναι

οργανωμένες σε ιεραρχικές δομές που περιγράφουν ειδικεύσεις και γενικεύσεις. Τα κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα της αντικειμενοστραφούς προσέγγισης στον προγραμματισμό είναι τα εξής:

- Αφαίρεση : Η συλλογή και η ομαδοποίηση κοινών χαρακτηριστικών αντικειμένων και διαδικασιών ανεξαρτητοποιεί τον ορισμό των κλάσεων αντικειμένων από την εφαρμογή που πρόκειται να ενταχθούν.
- Κατηγοριοποίηση : Κάθε κλάση καθορίζει μία κατηγορία αντικειμένων τα οποία έχουν κοινές ιδιότητες (αλλά διαφορετικές τιμές σε αυτά).
- Ενθυλάκωση : Είναι εφικτό ένα αντικείμενο να περιγράφεται από τις τιμές που λαμβάνουν ένα σύνολο από χαρακτηριστικά. Το σύνολο αυτό μπορεί να περιλαμβάνει αντικείμενα που ανήκουν σε άλλες κλάσεις. Η ενθυλάκωση υπό την έννοια αυτή είναι ο συνδυασμός οντοτήτων προς τον σχηματισμό μία άλλης, πιο πολύπλοκης νέας οντότητας.
- Απόκρυψη πληροφοριών: Η διαδικασία απόκρυψης λεπτομερειών περιγραφής του αντικειμένου ή λειτουργίας αποτελεί μια προγραμματιστική τεχνική που δίνει την δυνατότητα για χρήση έτοιμης λειτουργικότητας χωρίς να είναι απαραίτητη η γνώση λεπτομερειών υλοποίησης τους. Η τεχνική αυτή συμβάλλει αποφασιστικά στην μείωση της πολυπλοκότητας των προς ανάπτυξη εφαρμογών.
- Κληρονομικότητα: Πρόκειται για ένα μηχανισμό ο οποίος καθορίζει ιεραρχίες κλάσεων αντικειμένων που προκύπτουν από σχέσεις γενίκευσης και ειδίκευσης. Κάθε κλάση αντικειμένων που αποτελεί ειδίκευση κάποιας άλλης, κληρονομεί τα χαρακτηριστικά που περιγράφει το κάθε αντικείμενο της καθώς επίσης και την λειτουργικότητα της τελευταίας.
- Διασύνδεση: Ο μηχανισμός αυτός επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ αντικειμένων διαφορετικών κλάσεων ή αντικειμένων που αποτελούν

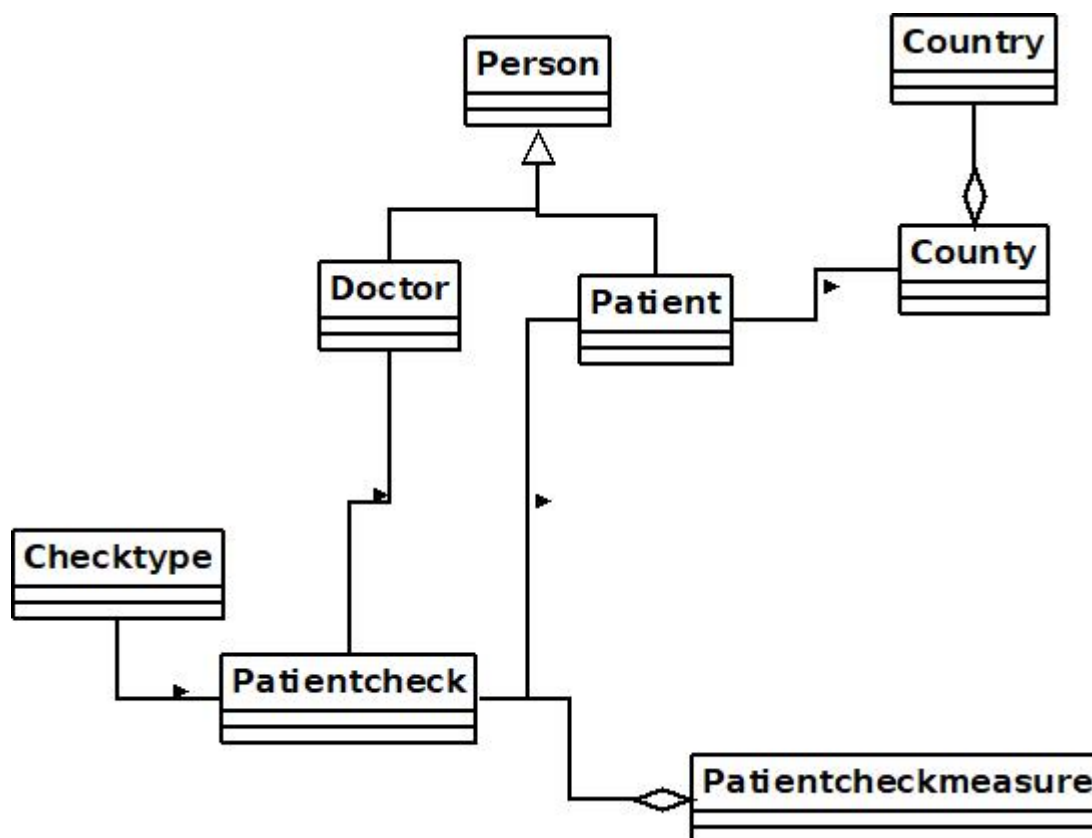
μέρη διαφορετικών εφαρμογών. Η επικοινωνία αυτή μπορεί να αφορά και τη συνεργασία της εφαρμογής με το υλικό μέρος του περιβάλλοντος που εγκαθίσταται ή με το λειτουργικό σύστημα.

- Μηνύματα: Αποτελούν το βασικό συστατικό που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία διεργασιών που τρέχουν παράλληλα και που η λειτουργικότητα τους συνδυάζεται για την ολοκλήρωση κοινού σκοπού.
- Αντικείμενο: Είναι το πιο χαρακτηριστικό στοιχείο της προσέγγισης αυτής και αναφέρεται σε μια αυτοτελής οντότητα που αποτελείται τόσο από δεδομένα όσο και από διαδικασίες χειρισμού τους.
- Πολυμορφισμός: Περιγράφει την δυνατότητα που παρέχει ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός για επεξεργασία των αντικειμένων με διαφορετικό κάθε φορά τρόπο. Ο τρόπος που επιλέγεται κάθε φορά έχει να κάνει με τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής που αναπτύσσεται αλλά και το περιβάλλον στο οποίο θα τοποθετηθεί.
- Διαδικασία: Η έννοια της διαδικασίας δεν διαφέρει από αυτή που αναφέρεται στον διαδικαστικό προγραμματισμό και περιγράφει μια ενότητα ενός προγράμματος που εκτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία.

Η δυνατότητα που παρέχει η αντικειμενοστραφής προσέγγιση για επαναχρησιμοποίηση του κώδικα, μειώνει τον χρόνο που απαιτείται για την υλοποίηση των εφαρμογών. Οι προγραμματιστές έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν στα έργα τους κλάσεις των αντικειμένων που έχουν δημιουργηθεί στο παρελθόν και των οποίων η λειτουργικότητα έχει τεκμηριωθεί πλήρως. Για να διευκολύνεται η επαναχρησιμοποίηση, καλό είναι ο ορισμός των κλάσεων να γίνεται με τρόπο τέτοιο που να εξυπηρετείται η προσαρμοσμένη χρησιμοποίηση τους σε εφαρμογές με διαφορετικές σκοπιμότητες. (Beal 2020).

Στατική Δομή του Συστήματος

Η στατική δομή του συστήματος ακολουθεί τον εννοιολογικό και τον σχεσιακό σχεδιασμό της βάσης δεδομένων. Στην πραγματικότητα οι κλάσεις που αναπτύσσονται στο επίπεδο της επιχειρησιακής λογικής, σχεδιάζονται με τρόπο τέτοιο ώστε να προσαρμόζονται απόλυτα στην δομή αποθήκευσης των δεδομένων. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η επικοινωνία του επιπέδου δεδομένων με το επίπεδο της επιχειρησιακής λογικής. Αυτό επιτρέπει την αφαίρεση των λεπτομερειών αποθήκευσης των δεδομένων κατά τον χειρισμό των αντικειμένων κατά τον σχεδιασμό των λειτουργιών που αποτελούν την επιχειρησιακή λογική του συστήματος. Στο ακόλουθο διάγραμμα κλάσεων περιγράφεται παραστατικά η στατική δομή του συστήματος.



Εικόνα 13: Στατική δομή του συστήματος

Είσοδος

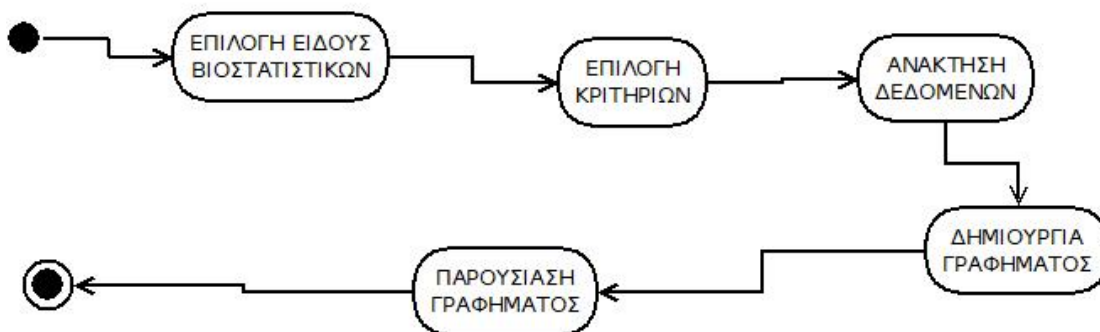
Για την είσοδο στην εφαρμογή, ο χρήστης θα πρέπει να καταχωρήσει τα στοιχεία εισόδου του. Αυτά ελέγχονται για την ορθότητα τους. Αν είναι ορθά τότε δημιουργείται μία νέα σύνοδος και ενεργοποιούνται οι διαθέσιμες επιλογές για τον χρήστη. Στο επόμενο διάγραμμα δραστηριοτήτων φαίνεται παραστατικά η διαδικασία.



Εικόνα 14: Διάγραμμα δραστηριοτήτων για την είσοδο στο σύστημα

Προβολή Βιοστατιστικών

Ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει το είδος των στατιστικών που θέλει να προβάλλει καθώς και τα κριτήρια αναζήτησης των σχετικών δεδομένων. Τα δεδομένα ανακτώνται από την βάση δεδομένων και χρησιμοποιούνται για την δημιουργία της γραφικής παράστασης που προβάλλεται στην οθόνη. Στο παρακάτω διάγραμμα δραστηριοτήτων αποτυπώνεται η διαδικασία.



Εικόνα 15: Διάγραμμα δραστηριοτήτων για την προβολή βιοστατιστικών

Καταχώρηση Πελάτη

Για την καταχώρηση του πελάτη υποβάλλονται τα σχετικά δεδομένα στη βάση δεδομένων και αποθηκεύονται. Στο παρακάτω διάγραμμα δραστηριοτήτων αποτυπώνεται η διαδικασία.



Εικόνα 16: Διάγραμμα δραστηριοτήτων για την καταχώρηση πελάτη

Καταχώρηση Εξέτασης

Για την καταχώρηση εξέτασης, υποβάλλονται τα σχετικά δεδομένα στην βάση δεδομένων και αποθηκεύονται. Στο παρακάτω διάγραμμα δραστηριοτήτων αποτυπώνεται η διαδικασία.



Εικόνα 17: Διάγραμμα δραστηριοτήτων για την καταχώρηση εξέτασης

3.3.3 Επίπεδο Παρουσίασης

Για το επίπεδο παρουσίασης επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί μία σταθερή δομή για όλες τις λειτουργίες της εφαρμογής που απαιτούν διαδραστικότητα με τον χρήστη. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός συνέπειας της αισθητικής της εφαρμογής. Επιπλέον γίνεται ευκολότερη η εξοικείωση του χρήστη με την χρήση της εφαρμογής αφού στο σύνολο των λειτουργιών της, χειρίζεται ακριβώς τα ίδια χειριστήρια τα οποία παραμένουν στις ίδιες θέσεις πάνω στην ιστοσελίδα. Τα χρώματα και η δομή της ιστοσελίδας θα πρέπει να είναι αρκετά απλά και λιτά ώστε να είναι εύκολο να διακριθεί η σημαντική πληροφορία στην διεπαφή. Από την άλλη θα πρέπει να δίνει και την αίσθηση ότι πρόκειται για εφαρμογή σύγχρονη και πλήρως επικαιροποιημένη. Στην επόμενη εικόνα παρέχεται ένα σκαρίφημα της τυπικής δομής του συνόλου των διεπαφών.



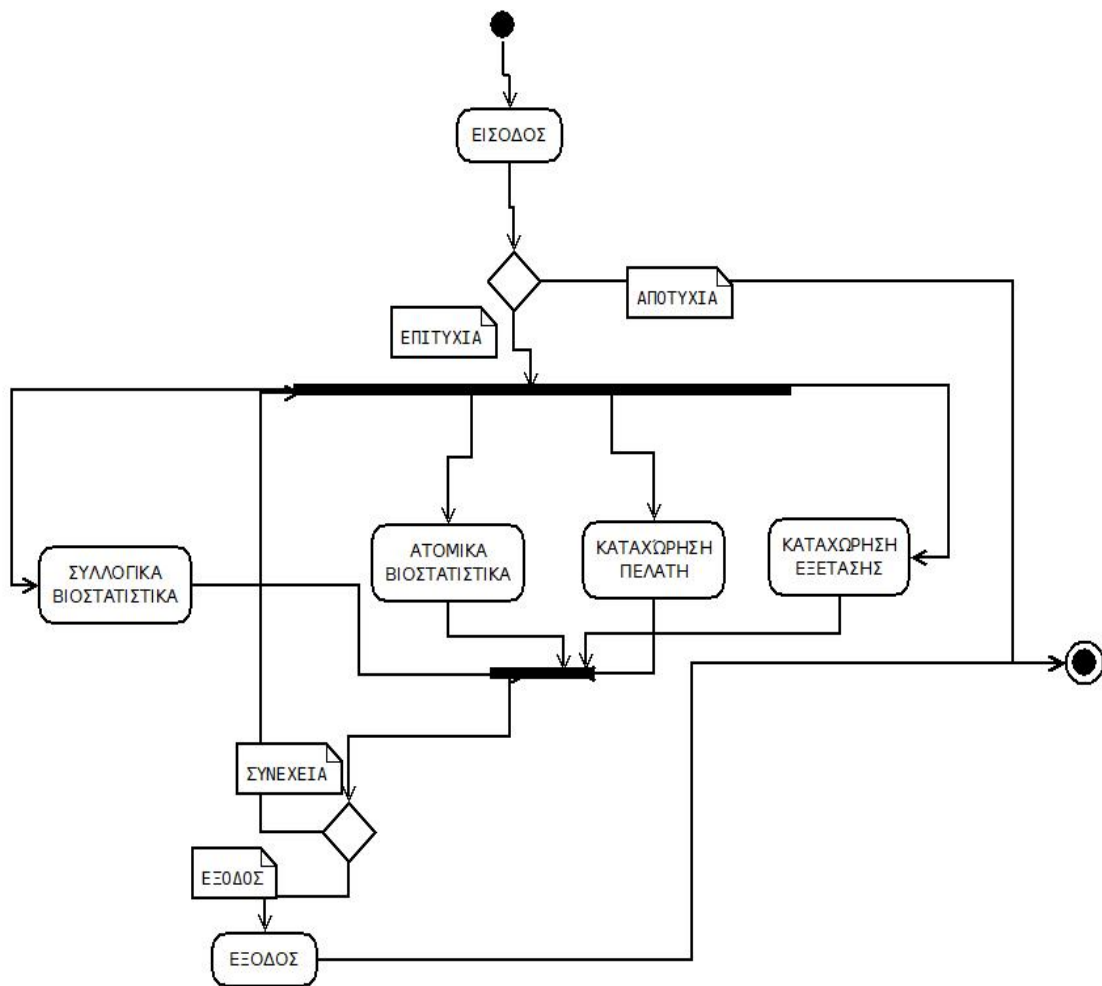
Εικόνα 18: Πρότυπο διαμόρφωσης της δομής των διεπαφών

Η διεπαφή θα αποτελείται από δύο στήλες. Η αριστερή στήλη θα περιλαμβάνει συνδέσμους προς τις διαθέσιμες λειτουργίες. Η δεξιά στήλη θα χωρίζεται σε τρία επιμέρους τμήματα ως εξής:

- Το πάνω τμήμα θα παρουσιάζει τα στοιχεία του συνδεδεμένου χρήστη, θα περιλαμβάνει σύνδεσμο προς την διαδικασία εξόδου και την φόρμα που θα πρέπει να συμπληρώσει ο επισκέπτης προκειμένου να πιστοποιηθεί και να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή. Το ίδιο μενού, με διαθέσιμο το σύνολο των συνδέσμων προς όλες τις λειτουργίες της εφαρμογής θα είναι προσβάσιμο από όλες τις διεπαφές.
- Το μεσαίο τμήμα θα περιλαμβάνει πληροφορία η οποία θα είναι διαθέσιμη σε κάθε εφαρμογή. Στην περιοχή αυτή θα μπορεί να προστίθεται κάθε πληροφορία που κρίνεται κρίσιμη και που το προσωπικό θα πρέπει να έχει πρόσβαση σε αυτή συνεχώς.
- Στο τελευταίο τμήμα της δεξιά στήλης θα παρουσιάζεται το κυρίως περιεχόμενο της διεπαφής. Θα είναι το μεγαλύτερο σε έκταση. Ειδικά για το τμήμα αυτό θα πρέπει τα χρώματα που θα χρησιμοποιηθούν να είναι τέτοια που να υποστηρίζουν την εύκολη ανάγνωση και εντοπισμό της χρήσιμης πληροφορίας.

Λόγω του ότι μεγάλη μερίδα των χρηστών του διαδικτύου χρησιμοποιούν τις διεπαφές των διαδικτυακών εφαρμογών από μία ποικιλία συσκευών, θα ληφθεί μέριμνα ώστε οι διεπαφές να είναι προσαρμόσιμες σε οθόνες ποικίλων διαστάσεων, Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται ότι το περιεχόμενο θα είναι ευανάγνωστο σε κάθε συσκευή.

Στο παρακάτω διάγραμμα καταστάσεων φαίνονται οι δυνατότητες πλοήγησης του δυνητικού χρήστη στο σύστημα.



Εικόνα 19: Ο σχεδιασμός πλοήγησης στο σύστημα

Ο χρήστης για να μπορεί να χρησιμοποιήσει τις λειτουργίες του συστήματος, θα πρέπει πρώτα να περάσει επιτυχώς από μία διαδικασία πιστοποίησης. Στη συνέχεια έχει την δυνατότητα να παρουσιάσει ατομικά ή συλλογικά βιοστατιστικά, να καταχωρήσει ένα νέο πελάτη, να καταχωρήσει μία νέα

εξέταση, να προβάλλει την ιστοσελίδα με τις πληροφορίες χρήσης της εφαρμογής ή να αποχωρήσει. Με την αποχώρηση, κλείνει και μία περίοδος συνόδου.

4. Υλοποίηση και Χρήση

4.1 Νεφουπολογιστική

Η προσέγγιση της νεφουπολογιστικής μπορεί να δώσει λύσεις στην επίτευξη κυρίως των μη λειτουργικών απαιτήσεων, καθώς μπορεί να απαλλάξει το προσωπικό που ασχολείται με την διαχείριση των λειτουργιών της εφαρμογής από εξειδικευμένες εργασίες με χαμηλό σχετικά κόστος. Παράλληλα η ικανοποίηση των μη λειτουργικών απαιτήσεων μπορεί να γίνει με μεγαλύτερη αποδοτικότητα και ασφάλεια γιατί για τον σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθεί εξειδικευμένο προσωπικό και πόροι.

Το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) αποτελεί εξέλιξη δημοφιλών εφαρμογών του διαδικτύου, όπως είναι το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, ο παγκόσμιος ιστός και η κοινωνική δικτύωση. Βασικό χαρακτηριστικό του είναι η πρόσβαση απλών χρηστών του διαδικτύου σε πόρους που ανήκουν σε τρίτους προς όφελος τους με κάποιο οικονομικό κόστος. Ένας ορισμός για την απόδοση της έννοιας του αναφέρει ότι πρόκειται για ένα σύνολο από δεδομένα, υποδομές και λογισμικό που διατίθενται ως υπηρεσίες μέσω του διαδικτύου και λειτουργούν φυσικά στις εγκαταστάσεις ενός τρίτου παρόχου. Οι υποδομές, οι εφαρμογές και το λογισμικό, αναφέρονται ως υπολογιστικό νέφος καθώς η χρήση τους χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα αφαίρεσης (Μανουσάκης-Κοκκοράκης 2013) . Το υπολογιστικό νέφος πλέον αποτελεί λύση κυρίως για τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, οι οποίες χρειάζονται τις διαδικτυακές εφαρμογές για τη λειτουργία των πληροφοριακών τους συστημάτων αλλά δεν μπορούν να σηκώσουν το οικονομικό βάρος που συνεπάγεται η ανάπτυξη και συντήρηση των απαιτούμενων πόρων για αυτό. Η προσέγγιση της νεφουπολογιστικής τους δίνει την δυνατότητα να έχουν πρόσβαση στους πόρους αυτούς με περιορισμένο κόστος. Αυτό το πλεονέκτημα επηρέασε καταλυτικά την μεγάλη διείσδυση της προσέγγισης σε πολλούς οργανισμούς. Με τη σειρά της η διείσδυση αυτή ενίσχυσε τη συστηματική αναζήτηση μεθόδων, για την αναβάθμιση της αποδοτικότητας και της ικανότητας του να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις κάθε πληροφοριακού συστήματος για ασφάλεια. (Sakr 2015).

Το National Institute of Standards and Technology ορίζει το υπολογιστικό νέφος ως ένα μοντέλο που επιτρέπει ευέλικτη, κατ' απαίτηση διαδικτυακή πρόσβαση σε ένα κοινόχρηστο σύνολο υπολογιστικών πόρων που μπορούν να παραμετροποιούνται με βάση τις ιδιαίτερες απαιτήσεις, αποθηκευτικών χώρων στην απαραίτητη για κάθε περίπτωση έκταση και λογισμικού, το οποίο μπορεί να τροφοδοτηθεί γρήγορα και να είναι προσβάσιμο με ελάχιστη προσπάθεια διαχείρισης ή αλληλεπίδραση με τον πάροχο της υπηρεσίας (MellandGrance 2011).

Η επιτυχία της προσέγγισης του υπολογιστικού νέφους βασίστηκε στο γεγονός ότι συνετέλεσε αποφασιστικά στην σημαντική μείωση του κόστους εγκατάστασης και συντήρησης πληροφοριακών συστημάτων. Αφού πλέον οι οργανισμοί δεν είναι υποχρεωμένοι να ασχολούνται με τεχνικής φύσης ζητήματα, έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν τους διαθέσιμους πόρους για την επίτευξη των ουσιαστικών σκοπιμοτήτων τους. Με βάση την περιγραφή που προηγήθηκε, στην χρήση των δυνατοτήτων του υπολογιστικού νέφους συμμετέχουν οι εξής παράγοντες:

- Μία οντότητα που χρησιμοποιεί επ' ωφελεία της τις υπηρεσίες του υπολογιστικού νέφους μέσω κατάλληλης διαδικτυακής σύνδεσης.
- Μία οντότητα, η οποία διαθέτει ικανό επίπεδο (ποσοτικά και ποιοτικά) υπολογιστικών ή επεξεργαστικών πόρων (σε υλικό ή λογισμικό) καθώς και κατάλληλους μηχανισμούς για τον διαμοιρασμό τους². Οι οντότητες αυτές παρέχουν τους πόρους αυτούς μέσω του διαδικτύου, έναντι αμοιβής που αποτελεί αντικείμενο συμφωνίας με τους πελάτες τους. (MellandGrance 2011).

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της προσέγγισης της νεφουπολογιστικής συνοψίζονται στα παρακάτω: (Chunye Gong 2010)

- Αυτόνομη εξυπηρέτηση του πελάτη με υψηλό επίπεδο διαφάνειας.
- Παροχή διαδικτυακών μηχανισμών πρόσβασης από τον πάροχο στον πελάτη.

² Στα περισσότερες περιπτώσεις οι μηχανισμοί αυτοί βασίζονται στην εικονοποίηση των πραγματικών μηχανών

- Διαφάνεια σε μηχανισμούς ασφάλειας και αποδοτικότητας ώστε ενώ αυτοί διατίθενται στον πελάτη, αυτός δεν είναι υποχρεωμένος να τους εγκαθιστά και να τους συντηρεί. Μέσω των μηχανισμών αυτών επιτυγχάνεται:
- Η διάθεση των υπολογιστικών πόρων σε πολλαπλούς πελάτες.
- Η διάθεση των υπηρεσιών στο πελάτη στο εύρος που τις χρειάζεται κάθε φορά.
- Καταμέτρηση του βαθμού χρήσης των υπηρεσιών μέσα από αντικειμενικά μετρικά συστήματα.
- Χρέωση ανάλογα με την χρήση των υπηρεσιών από τον πελάτη (NIST 2015).

Οι πάροχοι διαθέτουν υπηρεσίες νεφουπλογιστικής που διακρίνονται σε τρεις κυρίως κατηγορίες (MellandGrance 2011):

- Software-as-a-Service: Οι υπηρεσίες αυτού του είδους αφορούν την χρήση λογισμικού για ορισμένο χρονικό διάστημα από τον πελάτη, στα πλαίσια σαφούς συμφωνίας³. Ο πελάτης αποκτά άδεια για χρήση πακέτων λογισμικού και απαλλάσσεται από την υποχρέωση να τα προμηθευτεί, να τα συντηρεί ή να τα αναβαθμίζει. Καθώς βρίσκονται εγκατεστημένα στις υποδομές του παρόχου (προσβάσιμοι μέσω του διαδικτύου) η φροντίδα για όλα αυτά επιβαρύνει αυτόν. Για την πρόσβαση μπορεί να χρησιμοποιούνται browser από ηλεκτρονικό υπολογιστή ή έξυπνη κινητή συσκευή. Ο πελάτης δεν χρειάζεται να μεριμνά για την αποδοτική και ασφαλή λειτουργία των πακέτων λογισμικού εφαρμογής. Σχεδόν πάντα, ο πάροχος κλιμακώνει τα επίπεδα χρήσης του λογισμικού και τη αντίστοιχη αμοιβή του ώστε να καλύπτονται οι πραγματικές ανάγκες του πελάτη με το χαμηλότερο δυνατό κόστος.
- Platform-as-a-Service: Είναι ένα είδος παροχής υπηρεσιών νεφουπλογιστικής με το οποίο παρέχεται πρόσβαση στον πελάτη σε

³ Η συμφωνία αφορά τον βαθμό χρήσης των πόρων και το αντίτιμο που συνεπάγεται η χρήση αυτή.

παραμετροποιημένες πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού. Συνήθως αφορούν περιβάλλοντα και εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών που διευκολύνουν τους προγραμματιστές στην δημιουργία των έργων τους αλλά απαιτούν μεγάλο κόστος για την απόκτηση και την συντήρηση τους. Με την προσέγγιση αυτή δεν χρειάζεται ο πελάτης να μέριμνα για την προμήθεια, εγκατάσταση, συντήρηση και αναβάθμιση του αντίστοιχου λογισμικού και την ικανοποίηση των προϋποθέσεων σε πόρους. Οι υπηρεσίες διαθέτουν κατάλληλες διεπαφές για την χρήση τους μέσω του διαδικτύου.

- **Infrastructure-as-a-Service:** Οι υπηρεσίες αυτής της κατηγορίας αφορούν την παροχή υπολογιστικών - δικτυακών πόρων και υποδομών για την λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων οργανισμών - πελατών. Ο πελάτης με τον τρόπο αυτό δεν χρειάζεται να μεριμνά για την ανάπτυξη του υλικού μέρους των υπολογιστικών συστημάτων, την συντήρηση τους, την φυσική ή λογική ασφάλεια τους. Συνήθως οι υπηρεσίες παρέχονται ως εικονικές μηχανές στις οποίες μπορεί να εγκατασταθεί οποιοδήποτε λογισμικό είναι απαραίτητο για την λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος του πελάτη. Επιπλέον η φροντίδα του εξοπλισμού γίνεται αποδοτικότερα καθώς ο πάροχος έχει την δυνατότητα να απασχολεί για αυτό ειδικευμένο προσωπικό και να χρησιμοποιεί τα πλέον κατάλληλα και ισχυρά εργαλεία (Lewis 2010).

Σύμφωνα με όσα έχουν ήδη αναφερθεί παραπάνω, το κύριο πλεονέκτημα της νεφουπολογιστικής είναι η μείωση του λειτουργικού κόστους των πληροφοριακών συστημάτων, που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή του προτύπου pay-as-you-go. Σύμφωνα με αυτή, οι οργανισμοί περιορίζουν τα έξοδα τους για την ανάπτυξη, συντήρηση και αναβάθμιση των πληροφοριακών τους συστημάτων, σε αυτά που είναι απολύτως απαραίτητα σε κάθε χρονική συγκυρία. Ο τρόπος που παρέχουν τις υπηρεσίες τους οι πάροχοι, επιτρέπουν στους οργανισμούς να θέτουν έναν προϋπολογισμό για τη διαχείριση των πληροφοριακών τους συστημάτων και να παραμένουν προσηλωμένοι σε αυτό, καθώς με σταθερή επένδυση μπορούν να

απολαμβάνουν ένα εγγυημένο επίπεδο υπηρεσιών. Αυτό συμβαίνει διότι η μέριμνα για τη διαθεσιμότητα, την κλιμάκωση, τη χωρητικότητα και την απόδοση της υποδομής, της πλατφόρμας και της υπηρεσίας είναι ευθύνη και καθήκον του παρόχου. Ένα άλλο στοιχείο που διατηρεί το κόστος λειτουργίας σε σταθερά επίπεδα, είναι η δυνατότητα αναπροσαρμογής του τρόπου διαμοιρασμού των πόρων, αφού μπορεί να επεκτείνεται το ποσοστό χρήσης τους ανάλογα με τις ανάγκες ή τις οικονομικές δυνατότητες του πελάτη. Τέλος, μεγάλη μείωση του λειτουργικού κόστους επιτυγχάνεται από τον περιορισμό της ανάγκης εγκατάστασης πληροφοριακών υποδομών και λογισμικού, από τους ίδιους τους οργανισμούς με αποτέλεσμα να μην είναι απαραίτητη η προμήθεια δαπανηρών αδειών χρήσης αλλά και εξειδικευμένου προσωπικού για τη διαχείριση τους.

Για την ανάπτυξη του παρόντος συστήματος, χρησιμοποιήθηκε η υπηρεσία Software-as-a-Service. Μία εταιρεία παροχής φιλοξενίας δικτυακών τόπων, παραχωρεί το λογισμικό του web server, του application server και του database server στους οποίους στηρίζεται η λειτουργία του. Με τον τρόπο αυτό, η διαδικτυακή εφαρμογή είναι συνεχώς διαθέσιμη, εξασφαλισμένη από τις απειλές τόσο σε επίπεδο φυσικού εξοπλισμού όσο και σε επίπεδο λογισμικού και δεδομένων και συντηρημένη σε βαθμό που να εξασφαλίζεται η αποδοτική της λειτουργία. Για όλα αυτά, ο διαχειριστής του συστήματος των βιοστατιστικών καταβάλλει το συμφωνηθέν ποσό χωρίς να μεριμνά για κάτι περισσότερο.

4.2 Επίπεδο Δεδομένων - MySQL

Το επίπεδο αυτό υλοποιήθηκε με Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων (ΣΔΣΒΔ) MySQL. Είναι αρκετά διαδεδομένο και ώριμο ΣΔΣΒΔ ανοικτού κώδικα. Έχει την δυνατότητα να εγκατασταθεί και να λειτουργεί το ίδιο αποδοτικά πάνω από τα πιο διαδεδομένα λειτουργικά συστήματα. Επιπλέον αρκετοί τρίτοι κατασκευαστές παρέχουν δωρεάν ισχυρά εργαλεία που μπορούν να διευκολύνουν την ανάπτυξη, διαχείριση και χρήση των MySQL βάσεων δεδομένων.

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα της MySQL συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Εγκαθίσταται εύκολα και λειτουργεί αποδοτικά σε όλες τις διαφορετικές πλατφόρμες.
- Μπορεί να υποστηρίξει υψηλότερα επίπεδα ανάπτυξης πληροφοριακών συστημάτων σε πολυεπίπεδες αρχιτεκτονικής.
- Υποστηρίζεται πλήρως από την SQL γλώσσα ερωτημάτων που αποτελεί το πιο διαδεδομένο πρότυπο για τον χειρισμό δεδομένων.
- Παρέχει πλήρη μηχανισμό βοήθειας για τις εντολές που υποστηρίζει.
- Η ασφάλεια των βάσεων δεδομένων εξασφαλίζεται από ένα σύστημα δικαιωμάτων και κωδικών για χρήστες και αντικείμενα τους καθώς και με την κρυπτογράφηση των κωδικών που χρησιμοποιούνται για την διαχείριση τους.
- Έχει την ικανότητα να υποστηρίζει μεγάλους πίνακες δεδομένων.
- Παρέχονται μηχανισμοί διασύνδεσης με εφαρμογές με χρήση ODBC, JDBC .NET connector.
- Έχει την δυνατότητα να υποστηρίζει όλες τις γλώσσες και γλωσσικά σύμβολα.

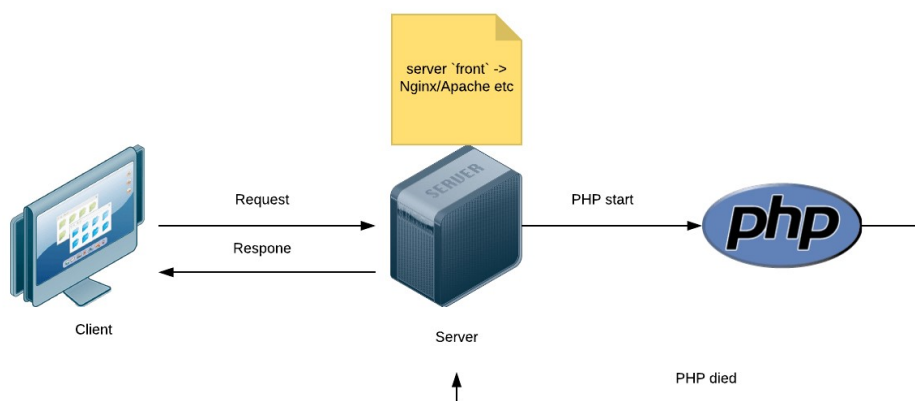
Για την ανάπτυξη και την διαχείριση της βάσης δεδομένων της παρούσας εφαρμογής, χρησιμοποιήθηκε το δωρεάν εργαλείο `phpmyadmin`, που παρέχεται δωρεάν ως μέρος του πακέτου `xampp`.

4.3 Επίπεδο Επιχειρησιακής Λογικής

4.3.1 PHP

Για την υλοποίηση του επιπέδου της επιχειρησιακής λογικής της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα ανάπτυξης δυναμικών ιστοσελίδων `php`. Πρόκειται για μία διαδεδομένη και ώριμη λύση για την υλοποίηση λειτουργιών σε περιβάλλον διαδικτύου. Το συντακτικό της είναι παρόμοιο με αυτό της `C` κάτι που την κάνει εύκολη στην εκμάθησή της. Ο προγραμματιστής μπορεί να αναπτύσσει εφαρμογές είτε ακολουθώντας την αντικειμενοστραφή προσέγγιση ή τον διαδικασιακό προγραμματισμό.

Ο web server επεξεργάζεται τον κώδικα PHP και το αποτέλεσμα το επιστρέφει σαν απόκριση σε αίτηση του client. Η απόκριση αυτή έχει τη μορφή HTML εγγράφου. Ο κώδικας php μπορεί συνθέτει αυτοτελείς λειτουργίες και δομές δεδομένων σε ξεχωριστά αρχεία ή να ενσωματώνονται σε κώδικα HTML. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η γενική λειτουργία της php.



Εικόνα 20: Η γενική λειτουργία της php (πηγή: <https://tsh.io/blog/php-pm-guide-getting-started-with-the-process-manager/>)

Η php χαρακτηρίζεται από την αρμονική συνεργασία της με το ΣΔΣΒΔ MySQL. Αυτό ωστόσο δεν σημαίνει ότι υπολείπεται σε δυνατότητα συντονισμού και με άλλα δημοφιλή ΣΔΣΒΔ.

Συνοψίζοντας, τα πλεονεκτήματα της php που την έχουν καταστήσει την δημοφιλέστερη επιλογή για ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών κάθε κλίμακας και προσανατολισμού σκοπιμότητας είναι:

- Η δυνατότητα της να υποστηρίζει την ανάπτυξη δυναμικών ιστοσελίδων σε διαδικτυακές εφαρμογές. Αυτό εξαλείφει την απαίτηση για ανάπτυξη και αποθήκευση μεγάλου αριθμού αρχείων στον web server που υποστηρίζει την διαδικτυακή εφαρμογή. Αυτό επιπλέον συμβάλλει και στην αυτοματοποίηση της παροχής επικαιροποιημένου διαδικτυακού περιεχομένου.
- Το περιεχόμενο που προβάλλεται από την εφαρμογή μέσω δυναμικών ιστοσελίδων παράγεται την ώρα που λαμβάνεται η αντίστοιχη αίτηση με αποτέλεσμα να είναι πλήρως ενημερωμένο.

- Ο application server της php είναι ανεπτυγμένος με τέτοιο τρόπο ώστε ο web server που φιλοξενεί την εφαρμογή να ανταποκρίνεται ταχύτατα στις αιτήσεις των clients.
- Έχει – όπως έχει ήδη αναφερθεί – την ικανότητα να διασυνδέεται εύκολα και αποδοτικά με όλα τα δημοφιλή ΣΔΣΒΔ.
- Παρέχει πολλές ενσωματωμένες βιβλιοθήκες που περιλαμβάνουν έτοιμη και τεκμηριωμένη λειτουργικότητα που μπορεί να ικανοποιήσει μια ευρεία γκάμα απαιτήσεων.
- Είναι δωρεάν διαθέσιμη συμβάλλοντας έτσι στην δραστική μείωση του κόστους ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών.
- Αν και είναι δωρεάν διαθέσιμη και δεν υφίστανται αυστηρά καθορισμένες διαδικασίες υποστήριξης της από επίσημο φορέα, η υποστήριξη της κρίνεται ικανοποιητική. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι με την php ασχολείται μία πολυπληθής κοινότητα προγραμματιστών αλλά και από την ομάδα ανάπτυξης της.
- Το συντακτικό της προσομοιάζει με το συντακτικό της γλώσσας προγραμματισμού C και έτσι είναι εύκολη στην εκμάθηση της.
- Ο κώδικας της PHP είναι ανεξάρτητος από το λειτουργικό σύστημα του περιβάλλοντος στο οποίο θα τρέξει.
- Είναι η περισσότερο διαδεδομένη γλώσσα για ανάπτυξη δυναμικών ιστοσελίδων αφού αποτελεί την βασική επιλογή των αναλυτών – προγραμματιστών για την ανάπτυξη εφαρμογών διαφορετικής κλίμακας και σκοπιμότητας.
- Διατίθενται δωρεάν μία αρκετά μεγάλη ποικιλία πλήρως τεκμηριωμένων frameworks για την ανάπτυξη εφαρμογών σε php. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στην ταχεία ανάπτυξη εφαρμογών με υψηλές απαιτήσεις.

Όπως προαναφέρθηκε, η php έχει την δυνατότητα να υποστηρίζει την ανάπτυξη των λειτουργιών των πληροφοριακών συστημάτων με προσαρμογή τους στην αντικειμενοστραφή προσέγγιση (Lokhert, 2019).

4.3.2 JAVASCRIPT

Η JavaScript είναι μία γλώσσα ανάπτυξης σεναρίων (script). Χρησιμοποιείται για την προσθήκη λειτουργικότητας στις ιστοσελίδες. Το κύριο χαρακτηριστικό των σεναρίων της Javascript είναι το γεγονός ότι εκτελούνται στη μεριά του client. Όπως συμβαίνει και με την php, το συντακτικό της είναι βασισμένο στην γλώσσα προγραμματισμού C, κάτι που την κάνει εύκολη στην εκμάθηση. Η ανάπτυξη των δομών δεδομένων που χρησιμοποιούνται στα σενάρια της Javascript μπορεί να ακολουθούν το αντικειμενοστραφές μοντέλο ή τον διαδικασιακό προγραμματισμό. Είναι ανεξάρτητη από το περιβάλλον στο οποίο είναι εγκατεστημένα τα σενάρια της. Ωστόσο η απόδοση τους της εξαρτάται από τις δυνατότητες του browser και του υπολογιστικού συστήματος του client. Για αυτό τον λόγο, πολλές φορές οι προγραμματιστές είναι αναγκασμένοι να ελέγχουν την ορθή λειτουργία των σεναρίων τους σε διάφορους φυλλομετρητές.

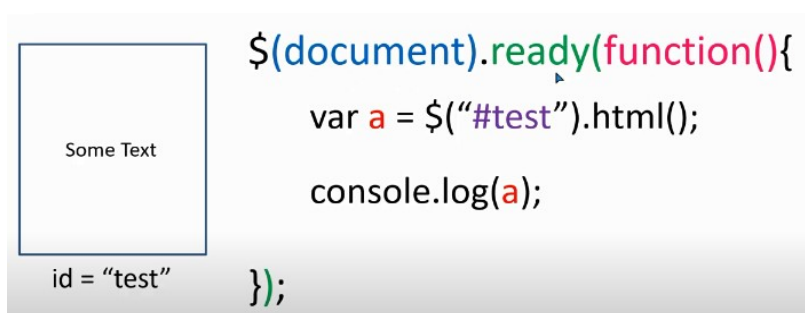
Τα πλεονεκτήματα της Javascript συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Η χρήση σεναρίων που τρέχουν στην μεριά του client, μειώνει την ανάγκη για υποβολή αιτήσεων (και αντίστοιχη λήψη αποκρίσεων) στον εξυπηρετητή. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του δικτυακού φόρτου, της αντίστοιχης καθυστέρησης ολοκλήρωσης των διαδικασιών και της απασχόλησης των πόρων του εξυπηρετητή. Η δυνατότητα άμεσης απόκρισης στις ενέργειες του χρήστη, ενισχύει στον τελευταίο την αίσθηση της πληρότητας για την εφαρμογή που χρησιμοποιεί.
- Οι προγραμματιστές που αναπτύσσουν δικτυακούς τόπους, με τη χρήση της Javascript, αποκτούν τη δυνατότητα να προσθέτουν δυναμική λειτουργικότητα στις ιστοσελίδες, ελκυστικά εφέ και γραφικά. Με τον τρόπο αυτό αναβαθμίζουν τη λειτουργικότητα και την καλαισθησία τους.

Η Javascript είναι πλέον μία αρκετά διαδεδομένη και ώριμη προσέγγιση για την ανάπτυξη σεναρίων στη μεριά του client. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υποστηρίζεται πλήρως από μία ευρύτατη κοινότητα προγραμματιστών.

Παρατίθενται – στις περισσότερες περιπτώσεις δωρεάν – έτοιμες και πλήρως τεκμηριωμένες βιβλιοθήκες, για μία μεγάλη ποικιλία σκοπιμοτήτων. Οι προγραμματιστές έχουν την δυνατότητα να προσαρμόζουν το κώδικα των βιβλιοθηκών, στα δικά του έργα (Clark, 2018).

Η πιο διαδεδομένη βιβλιοθήκη της είναι η jQuery. Αποτελεί ένα αυστηρά καθορισμένο και πλαίσιο ανάπτυξης σεναρίων. Αυτό σημαίνει ότι επιβάλλει συγκεκριμένες προδιαγραφές και κανόνες αναφοράς και χρήσης σε δομές δεδομένων ή στοιχεία των ιστοσελίδων. Με τον τρόπο αυτό, ο προγραμματιστής μπορεί να χρησιμοποιεί εύκολα, την βασική ή πρόσθετη λειτουργικότητα (μέσω εγκατάστασης ή αναφοράς σε πρόσθετα στοιχεία κώδικα) που είναι πλήρως τεκμηριωμένη και εκτελείται εγγυημένα ορθά σε όλους τους γνωστούς φυλλομετρητές (απαλλάσσοντάς τους από την μέριμνα του σχετικού ελέγχου). Αυτό είναι και ο κυριότερος λόγος για τον οποίο όλο και περισσότεροι προγραμματιστές επιλέγουν να αναπτύσσουν τα σενάρια που τρέχουν στις εφαρμογές με βάση το πρότυπο του jQuery. Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται οι θεμελιώδεις κανόνες σύνταξης της jQuery⁴. Η αφομοίωση των κανόνων συγγραφής κώδικα της jQuery είναι σχετικά εύκολη, ειδικά για ανθρώπους που είναι εξοικειωμένοι με την χρήση του Document Object Model των ιστοσελίδων⁵.



Εικόνα 21: Βασική σύνταξη της jQuery

⁴ Στο σενάριο αυτό καθορίζεται ότι όταν ολοκληρωθεί η φόρτωση του εγγράφου, θα τεθεί σε ετοιμότητα για κλήση και εκτέλεση μία συνάρτηση η οποία περνάει μία μεταβλητή το περιεχόμενο ενός tag που προσδιορίζεται από το id του.

⁵ Κάθε φορά που φορτώνεται μια ιστοσελίδα στο τερματικό του χρήστη, το πρόγραμμα περιήγησης (φυλλομετρητής) αναπτύσσει ένα μοντέλο αντικειμένου εγγράφου DOM της σελίδας. Το μοντέλο HTML DOM είναι κατασκευασμένο ως δέντρο αντικειμένων σε μία ιεραρχική δομή. Τα αντικείμενα αυτά αντιπροσωπεύουν τα διάφορα μέρη της ιστοσελίδας. Με βάση το μοντέλο αυτό, μπορεί η Javascript να αναφέρεται σε αυτά τα μέρη και να τους προσθέτει στοιχεία παρουσίασης ή πρόσθετη λειτουργικότητα.

Η χρήση της jQuery, δεν αποκλείει τη χρήση της καθαρής Javascript, αλλά οι δύο προσεγγίσεις μπορεί να συνδυάζονται στο πλαίσιο της ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών. Η προτίμηση της χρήσης της jQuery παρέχει τα εξής πλεονεκτήματα:

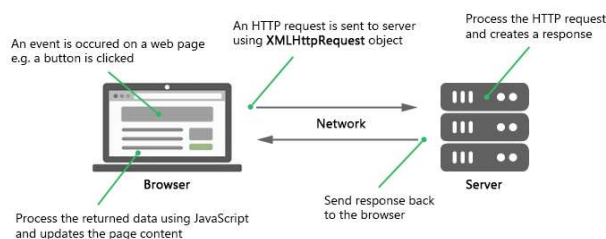
- Είναι πλέον αρκετά διαδεδομένο και επομένως υποστηρίζεται επαρκώς από τη διαδικτυακή κοινότητα.
- Με τη χρήση της jQuery ενισχύεται η απλότητα στην ανάπτυξη των εφαρμογών καθώς ο προγραμματιστής απαλλάσσεται από την ανάπτυξη του κώδικα του πυρήνα του.
- Είναι συμβατή με όλα τα προγραμμάτων περιήγησης, εξασφαλίζοντας την τυποποίηση της λειτουργίας των σεναρίων σε κάθε ένα από αυτά.
- Ο προγραμματιστής μπορεί να αναπτύσσει τα σενάρια του με καθαρή και ευανάγνωστη σύνταξη αφού μπορεί να κάνει χρήση των API που προσφέρεται από τον πυρήνα της βιβλιοθήκης ή από τα πρόσθετα της.
- Παρέχει την δυνατότητα για ανάπτυξη ελαφρύ και απλού κώδικα, καθώς ο προγραμματιστής μπορεί να ενσωματώνει όσα πρόσθετα χρειάζεται κάθε φορά για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις της εφαρμογής που αναπτύσσει.
- Είναι βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα, κάτι που σημαίνει ότι είναι διαθέσιμη δωρεάν και επιπλέον δίνεται η δυνατότητα στους προγραμματιστές να επεμβαίνουν στον κώδικα της.
- Η προσθήκη εφέ στις ιστοσελίδες με τη χρήση του jQuery δεν απαιτεί εξειδικευμένη γνώση (αρκεί η γνώση HTML και JavaScript καθώς για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιεί συνήθως έναν συνδυασμό CSS, AJAX, JavaScript και HTML)
- Είναι μία βιβλιοθήκη η οποία έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί με σκοπό να επεκτείνει εύκολα την λειτουργικότητα της, ανάλογα με τις απαιτήσεις των εφαρμογών στην οποία προστίθεται.

- Οι λειτουργίες του πυρήνα της έχουν σχεδιαστεί με τρόπο τέτοιο που να επιταχύνεται η διαδικασία φόρτωσης των ιστοσελίδων.
- Ο κώδικας της είναι φιλικό προς τις μηχανές αναζήτησης με αποτέλεσμα οι ιστοσελίδες στις οποίες ενσωματώνεται ο κώδικας της, να είναι εύκολα ανιχνεύσιμες από της μηχανές αναζήτησης (Cleeren, 2015).

4.3.3 AJAX

Το AJAX είναι τα αρχικά των λέξεων Asynchronous Javascript And Xml. Αποτελεί έναν τρόπο αίτησης προς τον web server και απόκρισης αυτού χωρίς να είναι απαραίτητη η ολοκληρωτική φόρτωσης δεδομένων της ιστοσελίδας αλλά αυτών που προορίζονται για ένα μέρος αυτής. Πραγματοποιείται χρήση του ενσωματωμένου XMLHttpRequest αντικειμένου (XHR) του browser για να αποστέλλονται και να λαμβάνονται δεδομένα από και προς τον διακομιστή ασύγχρονα, στο παρασκήνιο, με τρόπο τέτοιο που να δίνεται η εντύπωση στον χρήστη ότι η συνδεδεμένη με τις ενέργειες του λειτουργία ολοκληρώνεται στον ηλεκτρονικό του υπολογιστή. Με XMLHttpRequest(XHR) γίνεται αίτηση στον web server μία αίτηση HTTP ο οποίος αποκρίνεται επίσης με μία αντίστοιχη απόκριση. Δεδομένου ότι τα αιτήματα του Ajax είναι συνήθως ασύγχρονα, η εκτέλεση του σεναρίου Javascript συνεχίζεται μόλις αποσταλεί το αίτημα Ajax, δηλαδή το πρόγραμμα περιήγησης δεν θα σταματήσει την εκτέλεση της δέσμης ενεργειών μέχρι να επανέλθει η απάντηση του διακομιστή (Tutorialspoint, 2015).

Στην επόμενη εικόνα φαίνεται η διαδικασία αποστολής αίτησης στον web server και απόκρισης αυτού με την προσέγγιση AJAX.



Εικόνα 22: AJAX client - server επικοινωνία

4.4 Επίπεδο Παρουσίασης

4.4.1 HTML5

Οι διεπαφές στις διαδικτυακές εφαρμογές αναπτύσσονται – τουλάχιστον ως προς τη δομή τους με χρήση της HTML. Τα αρχικά HTML προέρχονται από τις λέξεις HyperText Markup Language. Πρόκειται για μια γλώσσα σήμανσης (markup) που αποτελεί υποσύνολο της γλώσσας SGML (Standard Generalized Markup Language). Είναι διαχειρίσιμη από τους browsers οι οποίοι μεταφράζουν τον κώδικα της και τον μετατρέπουν σε δομή ιστοσελίδας. Για τον προσδιορισμό των στοιχείων που προβάλλονται στις ιστοσελίδες χρησιμοποιεί την έννοια της ετικέτας (tag). Μέσω αυτής μεταβιβάζει τις απαραίτητες οδηγίες στον browser για τον τρόπο με τον οποίο θα παρουσιάζει το περιεχόμενο τους στην οθόνη της συσκευής. Τα tags είναι εντολές που συνήθως ορίζουν την αρχή ή το τέλος μιας λειτουργίας και βρίσκονται πάντα μεταξύ των συμβόλων < και >. Για να μπορούν οι browser να ερμηνεύουν σωστά την html έχουν καθοριστεί συγκεκριμένες προδιαγραφές με αποτέλεσμα ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζεται η ιστοσελίδα να είναι ανεξάρτητος από την συσκευή ή το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιείται. Η HTML βρίσκεται στην έκδοση 5 (html5). Στην τρέχουσα έκδοση έχουν προστεθεί σημαντικές δυνατότητες λειτουργικότητας των ιστοσελίδων. Έχουν επίσης ενσωματωθεί δυνατότητες απόδοσης σημασιολογίας στο περιεχόμενο.

Η βασική δομή των HTML εγγράφων περιλαμβάνει δύο μέρη. Το πρώτο μέρος το οποίο εσωκλείεται σε tags <head></head> περιλαμβάνει τα μεταδεδομένα του εγγράφου. Αυτά είναι οδηγίες που αναγκαιούν στον browser ώστε να φροντίσει να εξασφαλίσει τις απαραίτητες συνθήκες για την ορθή παρουσίαση της ιστοσελίδας. Το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει το περιεχόμενο που προβάλλεται στην οθόνη. Σε αυτό περιέχονται οδηγίες για την δομή και την εμφάνιση της ιστοσελίδας. Αυτό εσωκλείεται σε tags της μορφής <body></body>. Όλο το έγγραφο περικλείεται από tags της μορφής <html></html> (UOI, 2021).

4.4.2 CSS

Η CSS (Cascading Style Sheets) ανήκει στην κατηγορία των γλωσσών φύλλων στυλ και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της εμφάνισης του περιεχομένου των html εγγράφων. Παρέχει οδηγίες στον browser για να προδιαγράψει την εμφάνιση της ιστοσελίδας σε θέματα όπως το χρώμα του κειμένου, το στυλ γραμματοσειρών, την απόσταση μεταξύ των παραγράφων, τον τρόπο μεγέθυνσης και διαμόρφωσης των στηλών, εικόνες και χρώμα για φόντο, προβολή εικόνων, προσαρμογή του περιεχομένου σε διαφορετικά μεγέθη. Συνδυάζεται με την γλώσσα HTML και ενσωματώνεται στα έγγραφα της είτε άμεσα (προδιαγράφοντας το στοιχείο style των tags), είτε με ενσωμάτωση των κανόνων της στο τμήμα head των εγγράφων HTML είτε με την κλήση αρχείων CSS με κατάλληλη έκφραση στο πεδίο head του HTML εγγράφου. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης CSS για την προδιαγραφή της εμφάνισης των ιστοσελίδων είναι:

- Τα αρχεία css μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν σε πολλές ιστοσελίδες μειώνοντας τον απαιτούμενο χρόνο ανάπτυξης των ιστοσελίδων.
- Καθώς ο όγκος των αρχείων HTML γίνεται μικρότερος με την χρήση css, οι ιστοσελίδες φορτώνονται ταχύτερα στον browser του client.
- Οι αλλαγές στην εμφάνιση των ιστοσελίδων γίνεται ευκολότερα και ταχύτερα αφού οι διαφοροποιήσεις στα αρχεία css αντανακλούν άμεσα σε όλες τις σελίδες που τα καλούν.
- Η γλώσσα css παρέχει πολύ περισσότερες δυνατότητες μορφοποίησης σε σχέση με την απόδοση τιμών σε χαρακτηριστικά της HTML.
- Η css δίνει την δυνατότητα εφαρμογής διαφορετικών προτύπων εμφάνισης των ιστοσελίδων όταν αυτές πρόκειται να παρουσιαστούν σε διαφορετικές συσκευές.

Στην παρούσα εφαρμογή επιλέχθηκε η χρήση αρχείων css τα οποία καλούνται από ιστοσελίδες προκειμένου να προδιαγραφεί η εμφάνιση τους (W3Schools, 2021).

4.4.3 Bootstrap

Το Bootstrap είναι ένα δωρεάν και ανοιχτού κώδικα πλαίσιο ανάπτυξης front end. Χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη ιστοσελίδων και γενικότερα για την δημιουργία διεπαφών διαδικτυακών εφαρμογών. Ο κώδικας του είναι ένας συνδυασμός HTML , CSS, και JavaScript. Βασικός στόχος του είναι να παρέχει ένα ενοποιημένο, τυποποιημένο και αξιόπιστο πλαίσιο ανάπτυξης διαδικτυακών διεπαφών που:

- Να επιτρέπουν την εύκολη ανάπτυξη διεπαφών προσαρμόσιμων σε οθόνες κάθε διάστασης.
- Να εξασφαλίζει την αποδοτική εμφάνιση των διεπαφών σε κάθε φυλλομετρητή.
- Να δημιουργήσει καθολικά αποδεκτά πρότυπα δημιουργίας ιστοσελίδων.

Το Bootstrap περιλαμβάνει στοιχεία διεπαφής χρήστη, διατάξεις και εργαλεία javascript, όπως επίσης και ένα πλαίσιο υλοποίησης. Το λογισμικό είναι διαθέσιμο δωρεάν και μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί σε κάθε διαδικτυακή εφαρμογή. Η δομή του είναι αρθρωτή. Η αρχική του εγκατάσταση περιλαμβάνει ένα βασικό πυρήνα. Οι προγραμματιστές έχουν την δυνατότητα να προσθέτουν επιπλέον στοιχεία, αν αυτό επιβάλλεται από τις απαιτήσεις των εφαρμογών που καλούνται να αναπτύξουν (Bootstrap, 2021).

4.4.4 Javascript βιβλιοθήκη και API CHART.JS

Η βιβλιοθήκη chart.js είναι ένα σύνολο προγραμμάτων που έχουν αναπτυχθεί για την ενσωμάτωση διαγραμμάτων σε ιστοσελίδες. Η εγκατάσταση της στις εφαρμογές γίνεται μέσω μίας πολύ απλής διαδικασίας ή με την ενσωμάτωση συνδέσμου σε κατάλληλο κόμβο CDN (Content Delivery Network). Όπως και να καταστεί διαθέσιμη, παρέχει όλη την απαραίτητη λειτουργικότητα για την δημιουργία απαιτητικών διαγραμμάτων μέσα από μία μεγάλη ποικιλία μορφών και

σκοπιμοτήτων. Παρέχονται επίσης και δυνατότητες εγκατάστασης των δυνατοτήτων του chart.js σε όλα τα δημοφιλή πλαίσια ανάπτυξης front end.

Η ενσωμάτωση των διαγραμμάτων στην ιστοσελίδα, γίνεται πάνω σε ένα στοιχείο canvas της html5. Το Application Programming Interface (API), που παρέχει επιτρέπει στον προγραμματιστή να κάνει τις ρυθμίσεις που επιθυμεί για τη δημιουργία των διαγραμμάτων, γράφοντας απλά σενάρια σε jQuery σύνταξη της Javascript. Στο δικτυακό τόπο της ομάδας ανάπτυξης της βιβλιοθήκης και του API, παρέχονται αναλυτικές οδηγίες τόσο για την εγκατάσταση, όσο και για την παραμετροποίηση των προς ανάπτυξη διαγραμμάτων. Τα είδη διαγραμμάτων που υποστηρίζονται είναι:

- Γραμμικά διαγράμματα (Line Chart)
- Ραβδογράμματα (Bar Chart)
- Διαγράμματα μορφής ραντάρ (Radar Chart)
- Διαγράμματα πίτα (Doughnut and Pie Charts)
- Διαγράμματα πολικής περιοχής (Polar Area Chart)
- Διαγράμματα κουκίδων (Bubble Chart)
- Διαγράμματα διασποράς (Scatter Chart)
- Διαγράμματα περιοχής (Area Chart)
- Μικτοί τύποι διαγραμμάτων (Mixed Chart Types)

Για κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες γραφημάτων, η ομάδα ανάπτυξης διαθέτει στον δικτυακό τόπο της ένα πλήρες υπόδειγμα το οποίο ο προγραμματιστής μπορούσε να προσαρμόσει στις ανάγκες του ή να συμβουλευτεί. Πέραν αυτών, παρέχονται πολλές επιλογές για την μορφοποίηση των διαγραμμάτων. Είναι επιπλέον εφικτό, οι σειρές δεδομένων να δημιουργούνται με δυναμικό τρόπο, είτε στην μεριά του χρήστη, είτε στην μεριά του εξυπηρετητή και στην συνέχεια να αποτυπώνονται πάνω στα διαγράμματα του chart.js.

Στην παρούσα εφαρμογή αναπτύχθηκαν με την βοήθεια του chart.js, ιστογράμματα και διαγράμματα χρονοσειρών γραμμικής μορφής. Τα δεδομένα που αποτυπώνονται στα διαγράμματα αυτά, δημιουργούνταν στη μεριά του server μετά από ανάκτηση των σχετικών δεδομένων από τη βάση δεδομένων.

Η δυνατότητα για χρήση των δυνατοτήτων της βιβλιοθήκης, παρέχεται δωρεάν (Chart.js, 2021).

4.4.5 Javascript βιβλιοθήκη και API GO.JS

Η go.js είναι μία βιβλιοθήκη javascript που χρησιμοποιείται για την δημιουργία εξειδικευμένων διαγραμμάτων στις ιστοσελίδες. Η ενσωμάτωση της είναι σχετικά εύκολη, στις διαδικτυακές εφαρμογές. Επιπλέον μπορεί να συνεργαστεί και να ενσωματωθεί σε όλα τα γνωστά πλαίσια ανάπτυξης front end των διαδικτυακών εφαρμογών. Αυτό που προσφέρει προστιθέμενη αξία στις εφαρμογές στις οποίες ενσωματώνονται τα διαγράμματα του go.js είναι η δυνατότητα για διαδραστικότητα. Οι χρήστες των εφαρμογών έχουν τη δυνατότητα να αλληλοεπιδρούν με τα διαγράμματα είτε για να τα φέρουν στην μορφή που επιθυμούν, είτε για να λάβουν πρόσθετες πληροφορίες. Η αλληλεπίδραση με τον χρήστη υποστηρίζεται από το σύνολο των συμβάντων σε αντικείμενα, τα οποία μπορεί να υποστηρίξει η javascript.

Το GoJS υποστηρίζει πρότυπα γραφικών και δέσμευση δεδομένων ιδιοτήτων γραφικών αντικειμένων σε πρότυπα. Αυτό που έχει να κάνει ο προγραμματιστής είναι να χειρίζεται ένα απλό API ώστε να διαμορφώνει τα πρότυπα αυτά με τρόπο τέτοιο που να καλύπτει πλήρως τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής. Πολλά προκαθορισμένα εργαλεία και εντολές εφαρμόζουν τις τυπικές συμπεριφορές που χρειάζονται τα περισσότερα διαγράμματα. Η προσαρμογή της εμφάνισης και της συμπεριφοράς είναι κυρίως θέμα ρύθμισης ιδιοτήτων.

Στον δικτυακό τόπο της ομάδας ανάπτυξης του Go.js περιλαμβάνεται πλήρης και αναλυτική τεκμηρίωση για την εγκατάσταση, την δημιουργία και τη ρύθμιση όλων των τύπων διαγραμμάτων που υποστηρίζονται. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- Διάγραμμα ροής
- Οργανόγραμμα
- Διαγράμματα καταστάσεων
- Διαγράμματα Block
- Γενεαλογικά δένδρα

- Διαγράμματα εικονιδίων
- Διαγράμματα ροής πληροφορίας
- Διαγράμματα PERT
- Διαγράμματα Gantt
- Διαγράμματα ιεραρχίας
- Διάγραμμα μορφής DOM ιστοσελίδας
- Διάγραμμα κλάσεων
- Δένδρα απόφασης
- Διάγραμμα συστήματος αρχείων
- Διάγραμμα εξέλιξης διοργανώσεων
- Διαγράμματα αντιστοιχίας
- Διαγράμματα οντολογιών
- Διαγράμματα αναπαράστασης γράφων
- Αναπαράσταση διαφόρων μετρητών
- Διαγράμματα πάνω σε χάρτες
- Κατόψεις

Στα περισσότερα από τα διαγράμματα αυτά, ο χρήστης μπορεί να επεμβαίνει και να μεταβάλλει τη μορφή τους.

Στην παρούσα εφαρμογή, η βιβλιοθήκη χρησιμοποιήθηκε για την αναπαράσταση καταμέτρησης των τιμών πάνω σε ένα γραφικό πρότυπο. Αν και η `go.js` έχει πολλές και αξιόλογες δυνατότητες, λίγες από αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε στατιστικές εφαρμογές.

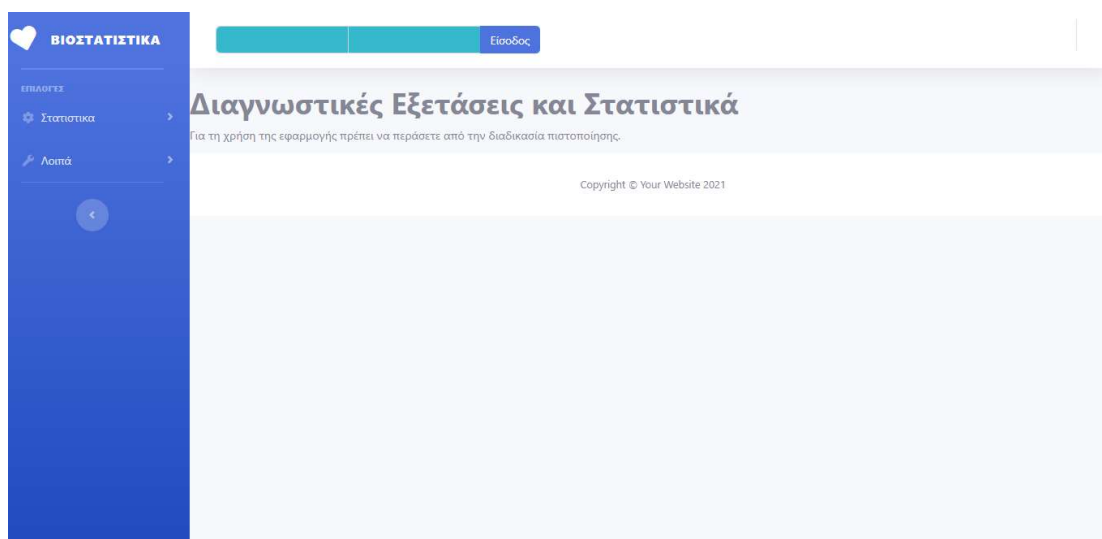
Οι προγραμματιστές έχουν την δυνατότητα να ενσωματώνουν τις δυνατότητες του `go.js` στις εφαρμογές τους δωρεάν (`go.js`, 2021).

4.5 Χρήση της εφαρμογής

Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφεται ο τρόπος χρήσης της εφαρμογής. Η σχεδίαση της έγινε με την προϋπόθεση της χρήσης της μόνο από το προσωπικό του διαγνωστικού κέντρου. Ωστόσο έχει προβλεφθεί η δυνατότητα για επέκταση της λειτουργικότητας της είτε για χρήση της από τους ασθενείς, είτε για την παροχή μεγαλύτερης ποικιλίας στατιστικών πληροφοριών στο μέλλον.

4.5.1 Αρχική Σελίδα

Με την είσοδο στην εφαρμογή, παρουσιάζεται στον χρήστη η αρχική σελίδα. Σε αυτή υπάρχει ένα μήνυμα που τον προτρέπει να περάσει από την διαδικασία πιστοποίησης. Για να το κάνει αυτό, θα πρέπει να συμπληρώσει το username και το password και να κάνει κλικ στο πλήκτρο (στο πάνω μέρος της σελίδας).



Εικόνα 23: Αρχική σελίδα

4.5.2 Καταχώρηση Πελάτη

Για την καταχώρηση πελάτη, ο χρήστης θα πρέπει να κάνει κλικ στο Λοιπά από το μενού στο αριστερό μέρος της οθόνης. Στο μενού που εμφανίζεται θα πρέπει να κάνει κλικ στην επιλογή «Καταχώρηση Πελάτη». Στη φόρμα που

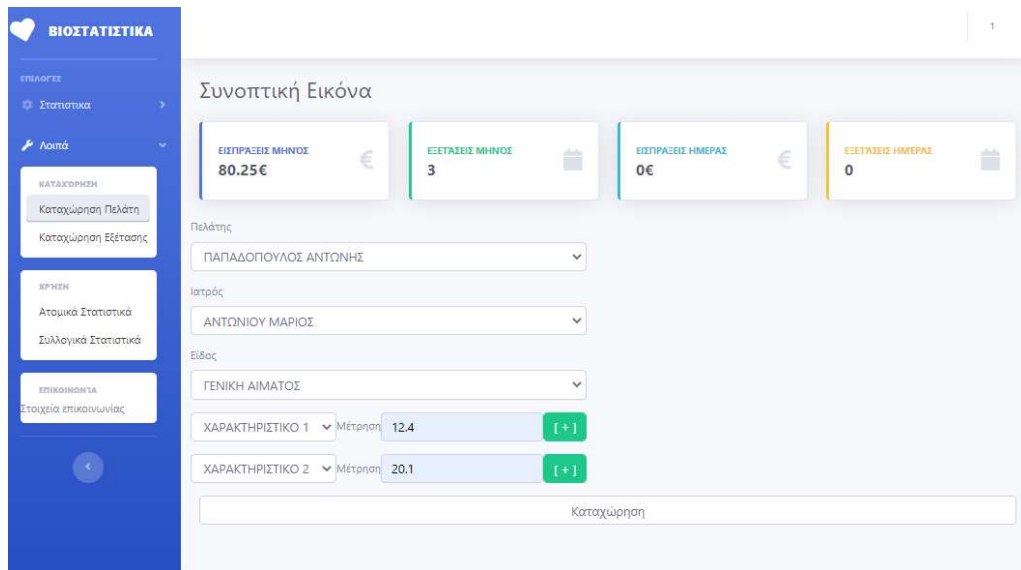
εμφανίζεται θα πρέπει, αφού συμπληρώσει τα πεδία της, να κάνει κλικ στο πλήκτρο «Καταχώρηση».

The screenshot shows a web application interface for patient registration. On the left is a blue sidebar with the title 'ΒΙΟΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ' and a menu with options 'ΕΠΙΛΟΓΕΣ', 'Στατιστικά', and 'Λοιπά'. The main content area is titled 'Συνοπτική Εικόνα' (Summary View) and contains four summary cards: 'ΕΙΣΠΡΑΞΕΙΣ ΜΗΝΟΣ 80.25€', 'ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΜΗΝΟΣ 3', 'ΕΙΣΠΡΑΞΕΙΣ ΗΜΕΡΑΣ 0€', and 'ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΗΜΕΡΑΣ 0'. Below these cards is a registration form with the following fields: 'Όνομα' (Name) with value 'ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ', 'Επίθετο' (Surname) with value 'ΘΩΜΑΣ', 'Επίθετο' (Email) with value 'papa@gmail.com', 'Επιθυμητό password' (Desired password) with masked characters '*****', 'Επιβεβαίωση password' (Confirm password) with masked characters '*****', and 'Ημερομηνία' (Date of birth) with value '28/01/1990'. There is also a 'Φύλο' (Gender) field partially visible at the bottom.

Εικόνα 24: Καταχώρηση νέου ασθενούς

4.5.3 Καταχώρηση Αποτελεσμάτων Εξέτασης

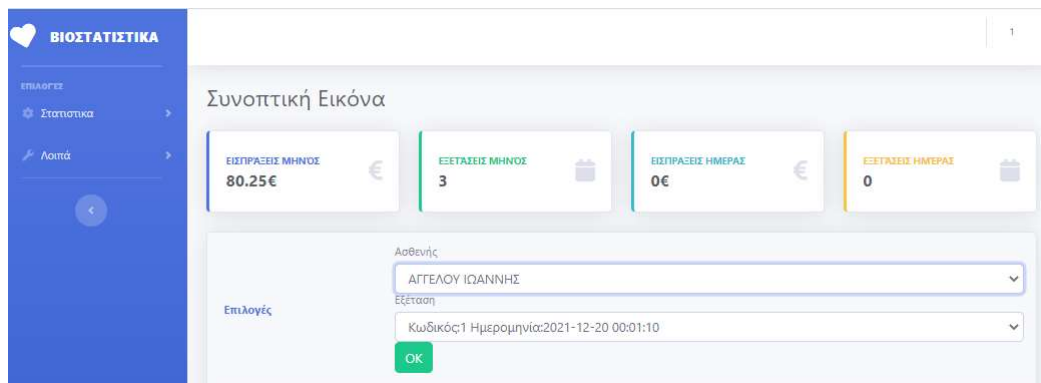
Για την καταχώρηση αποτελέσματος εξέτασης, θα πρέπει ο χρήστης να επιλέξει από το βασικό μενού «Λοιπά» και στην συνέχεια από το μενού που εμφανίζεται, θα πρέπει να επιλέξει «Καταχώρηση Εξέτασης». Στην συνέχεια θα πρέπει να καταχωρήσει τις τιμές που περιγράφουν την εξέταση στην προβαλλόμενη φόρμα (αν χρειάζεται να προσθέτει μετρήσεις στην εξέταση, τότε κάνει κλικ στο πλήκτρο [+]) και να κάνει κλικ στο πλήκτρο «Καταχώρηση».



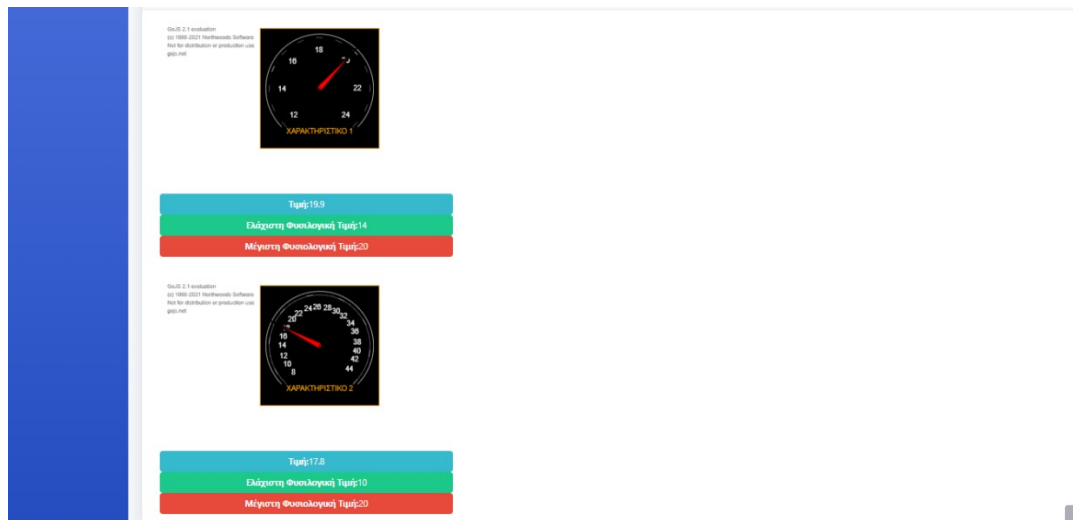
Εικόνα 25: Καταχώρηση Εξέτασης

4.5.4 Προβολή Αποτελεσμάτων Εξέτασης

Τα αποτελέσματα των εξετάσεων είναι προσβάσιμα από το βασικό μενού με κλικ στην επιλογή «Στατιστικά». Στην συνέχεια ο χρήστης θα πρέπει να κάνει κλικ στη επιλογή «Εξετάσεις», στην περιοχή «Ατομικά Στατιστικά». Στη φόρμα που εμφανίζεται θα πρέπει να επιλέξει τον ασθενή που αφορά η εξέταση καθώς και την ημερομηνία που αυτή πραγματοποιήθηκε.



Εικόνα 26: Προβολή αποτελεσμάτων εξέτασης - επιλογή εξέτασης



Εικόνα 27: Προβολή αποτελεσμάτων εξέτασης – μετρήσεις

4.5.5 Προβολή εξέλιξης μετρήσεων

Για την προβολή της εξέλιξης των μετρήσεων για ένα χαρακτηριστικό, χρειάζεται να γίνει κλικ στην επιλογή «Στατιστικά». Στην συνέχεια ο χρήστης θα πρέπει να κάνει κλικ στη επιλογή «Μετρήσεις», στην περιοχή «Ατομικά Στατιστικά». Στη φόρμα που εμφανίζεται θα πρέπει να επιλέξει τον ασθενή που αφορούν οι μετρήσεις καθώς το χαρακτηριστικό. Με κλικ στο «ΟΚ» εμφανίζεται η εξέλιξη των μετρήσεων στον χρόνο.

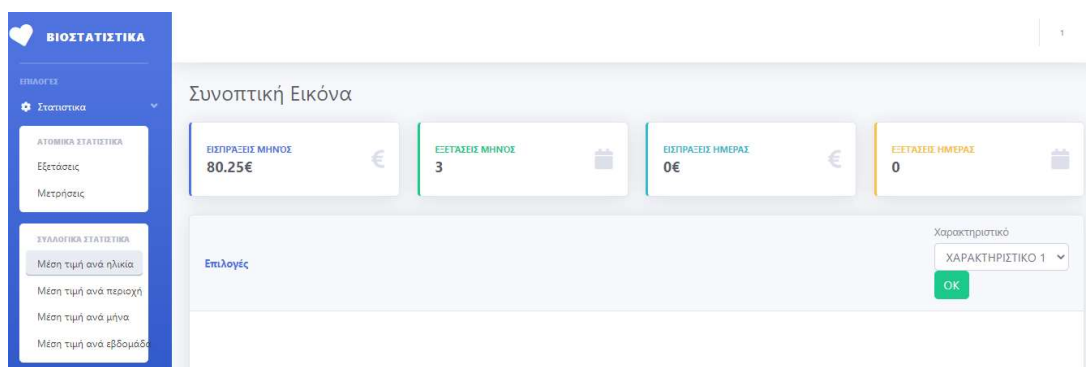
Εικόνα 28: Προβολή χρονοσειρών μετρήσεων - επιλογή ασθενούς και χαρακτηριστικού



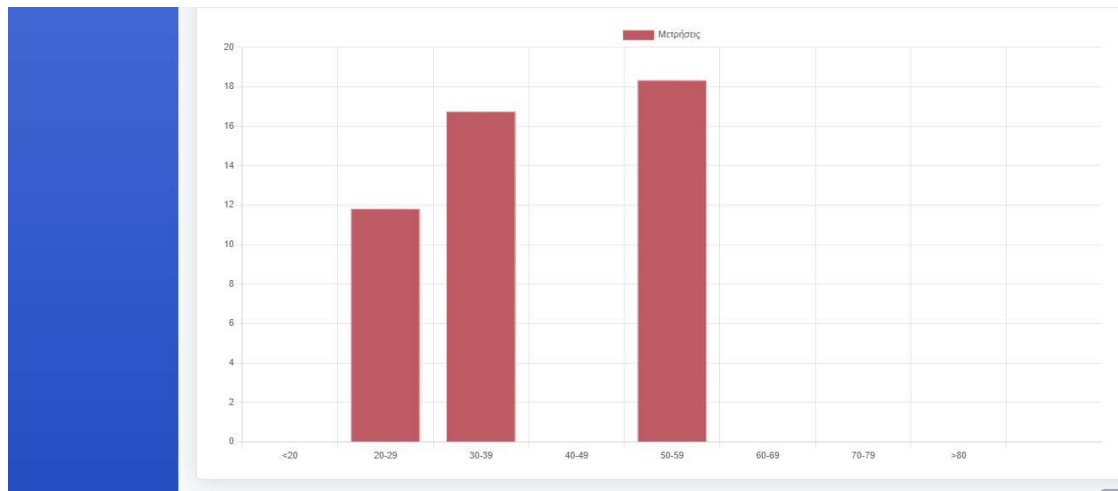
Εικόνα 29: Προβολή χρονοσειρών μετρήσεων – διάγραμμα

4.5.6 Προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών με βάση την ηλικία του πελάτη

Για την προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών με βάση την ηλικία, ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει από το βασικό μενού «Στατιστικά» και στο μενού που εμφανίζεται, στην περιοχή «Συλλογικά Στατιστικά» να επιλέξει «Μέση τιμή ανά ηλικία». Στην φόρμα που εμφανίζεται μπορεί να επιλέξει το χαρακτηριστικό που τον ενδιαφέρει και να κάνει κλικ στο πλήκτρο «ΟΚ».



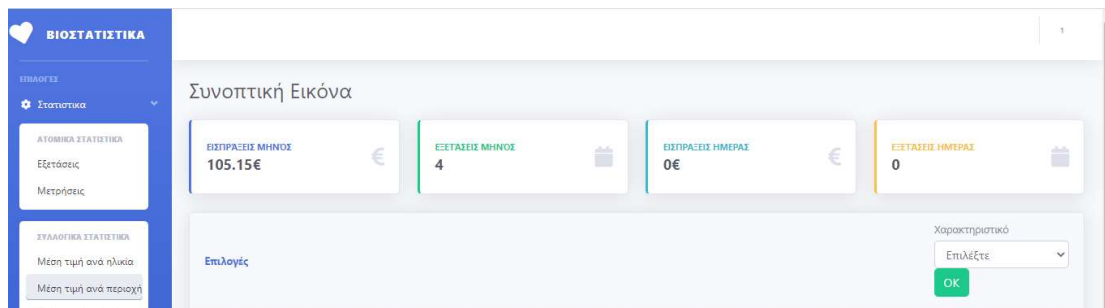
Εικόνα 30: Προβολή μέσης τιμής μετρήσεων ανά ηλικία – επιλογή χαρακτηριστικού



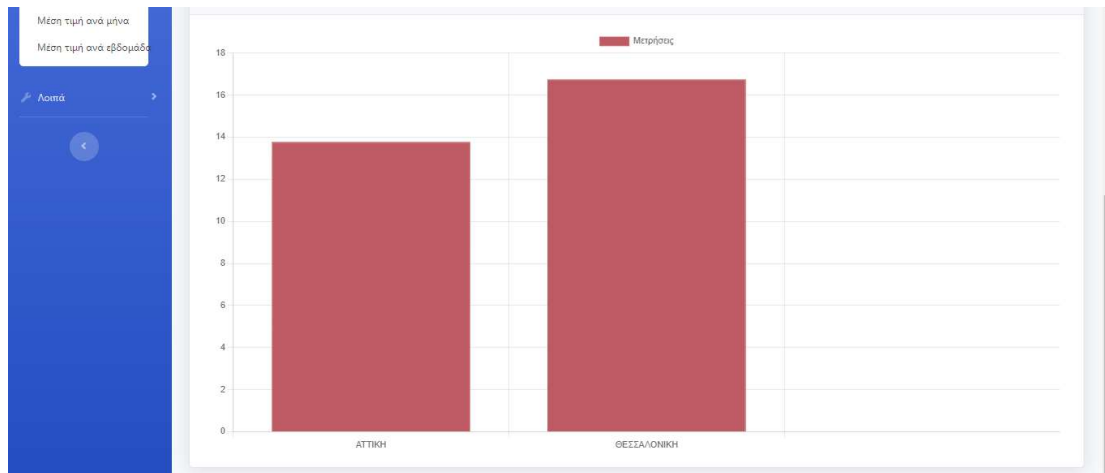
Εικόνα 31: Προβολή μέσης τιμής μετρήσεων ανά ηλικία – διάγραμμα

4.5.7 Προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών με βάση την περιοχή κατοικίας του πελάτη

Για την προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών με βάση την περιοχή κατοικίας του πελάτη, ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει από το βασικό μενού «Στατιστικά» και στο μενού που εμφανίζεται, στην περιοχή «Συλλογικά Στατιστικά» να επιλέξει «Μέση τιμή ανά περιοχή». Στην φόρμα που εμφανίζεται μπορεί να επιλέξει το χαρακτηριστικό που τον ενδιαφέρει και να κάνει κλικ στο πλήκτρο «OK».



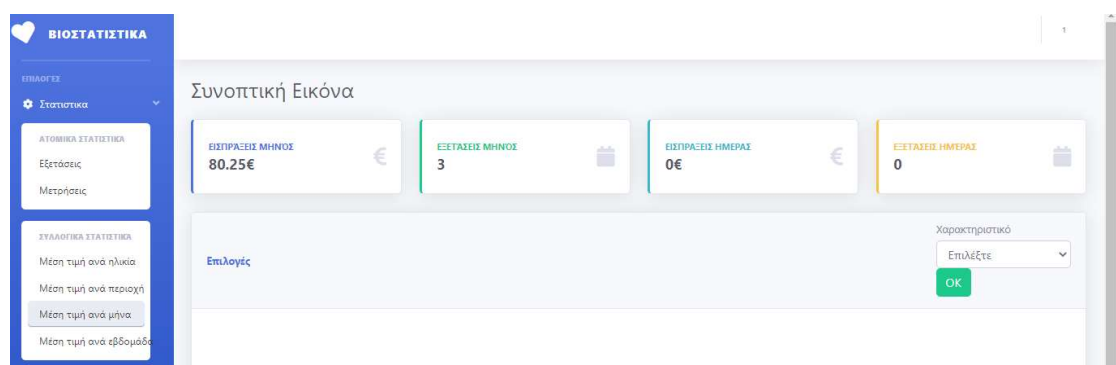
Εικόνα 32: Προβολή μέσης τιμής μετρήσεων ανά περιοχή – επιλογή χαρακτηριστικού



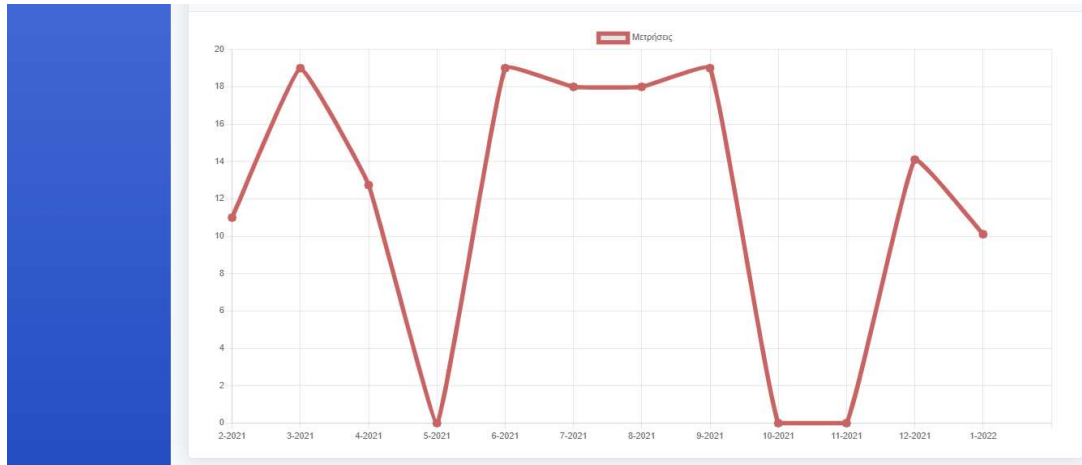
Εικόνα 33: Προβολή μέσης τιμής μετρήσεων ανά περιοχή – διάγραμμα

4.4.8 Προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών για την εξέλιξη μετρήσεων ανά μήνα

Για την προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών για την εξέλιξη της μέσης τιμής μετρήσεων ανά μήνα, ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει από το βασικό μενού «Στατιστικά» και στο μενού που εμφανίζεται, στην περιοχή «Συλλογικά Στατιστικά» να επιλέξει «Μέση τιμή ανά μήνα». Στην φόρμα που εμφανίζεται μπορεί να επιλέξει το χαρακτηριστικό που τον ενδιαφέρει και να κάνει κλικ στο πλήκτρο «OK».



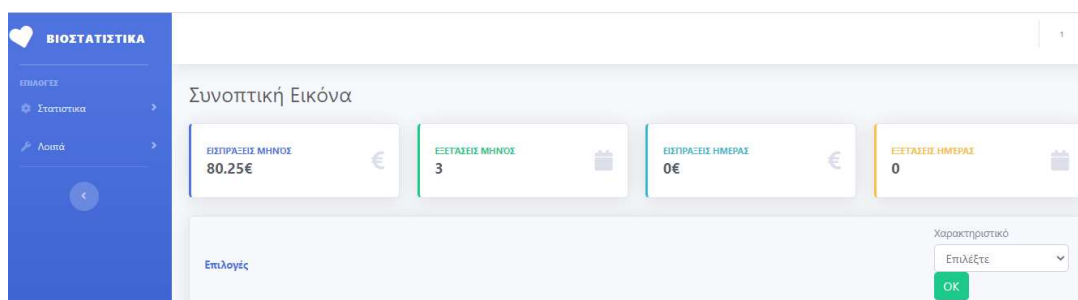
Εικόνα 34: Προβολή εξέλιξης μέσης τιμής χαρακτηριστικού ανά μήνα - επιλογή χαρακτηριστικού



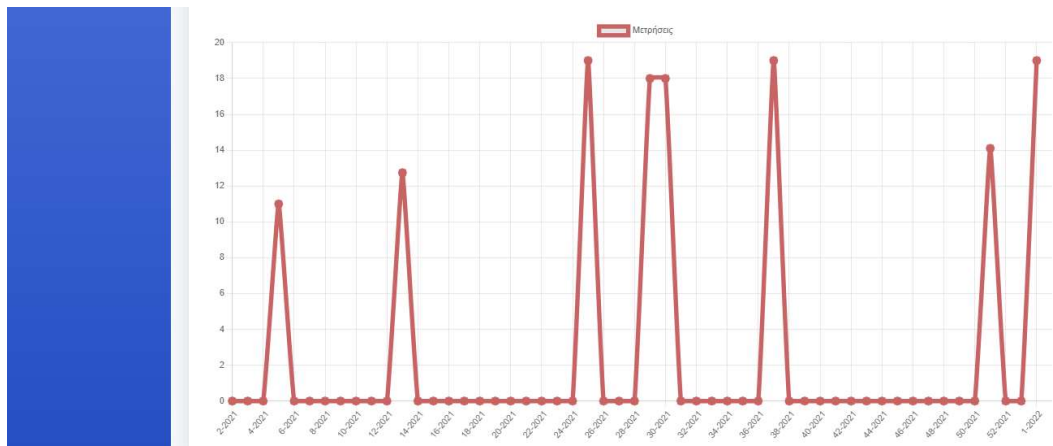
Εικόνα 35: Προβολή εξέλιξης μέσης τιμής χαρακτηριστικού ανά μήνα – διάγραμμα

4.4.9 Προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών για την εξέλιξη μετρήσεων ανά εβδομάδα

Για την προβολή συγκεντρωτικών στατιστικών για την εξέλιξη της μέσης τιμής μετρήσεων ανά εβδομάδα, ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει από το βασικό μενού «Στατιστικά» και στο μενού που εμφανίζεται, στην περιοχή «Συλλογικά Στατιστικά» να επιλέξει «Μέση τιμή ανά εβδομάδα». Στην φόρμα που εμφανίζεται μπορεί να επιλέξει το χαρακτηριστικό που τον ενδιαφέρει και να κάνει κλικ στο πλήκτρο «OK».



Εικόνα 36: Προβολή εξέλιξης μέσης τιμής χαρακτηριστικού ανά μήνα - επιλογή χαρακτηριστικού



Εικόνα 37: Προβολή εξέλιξης μέσης τιμής χαρακτηριστικού ανά εβδομάδα – διάγραμμα

5. Συμπεράσματα

Ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί το κατά πόσο και με πιο τρόπο είναι εφικτή η αποτύπωση των στατιστικών μετρήσεων της βιοστατιστικής με διαγράμματα που μπορούν να αποτυπωθούν σε ιστοσελίδες. Η προσπάθεια ανάπτυξης ενός συστήματος με προδιαγραφές ικανοποίησης απαιτήσεων του πραγματικού κόσμου, εκτιμήθηκε ότι θα ήταν η μέθοδος η οποία θα μπορούσε με μεγαλύτερη ασφάλεια να οδηγήσει την έρευνα σε ορθά συμπεράσματα. Η επιλογή της ανάπτυξης ενός συστήματος υποστήριξης λειτουργίας ενός διαγνωστικού κέντρου έγινε διότι οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται στα πλαίσια των διαγνωστικών εξετάσεων που διενεργούνται σε τέτοιου είδους δομές υγείας, μπορούν να φανερώσουν υγειονομικές τάσεις σε ανύποπτο χρόνο και έξω από τους ενδεχόμενους περιορισμούς και παραδοχές που περιλαμβάνει μία στοχευμένη έρευνα σε ένα επιλεγμένο δείγμα. Επομένως η ενασχόληση με την σχεδίαση και τη ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος, παρείχε χρήσιμα συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα των εργαλείων ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών για την παραγωγή αξιόπιστων βιοστατιστικών στοιχείων και την αποδοτική τους απεικόνιση σε κατάλληλα για κάθε περίπτωση διαγράμματα.

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την σχεδίαση της εφαρμογής ήταν όλα διαθέσιμα δωρεάν στο διαδίκτυο. Παρά το γεγονός αυτό, δεν παρατηρήθηκε έλλειψη δυνατοτήτων τέτοια που να δυσχεραίνει με κάποιο τρόπο τη διαδικασία της σχεδίασης. Επιπλέον, όποτε χρειάστηκε υποστήριξη για τη χρήση τους, η πρόσβαση σε αυτή αναζητήθηκε και εντοπίστηκε με σχετική ευκολία. Η διαδικτυακή κοινότητα που ασχολείται με αυτά και τη χρήση τους, είχε απάντηση για κάθε απορία που δημιουργήθηκε. Αυτό οφείλεται και στο γεγονός ότι επιλέχθηκαν τα πρότυπα της UML για την αναπαράσταση της σχεδίασης τόσο της στατικής δομής της του συστήματος, όσο και της δυναμικής των λειτουργιών του. Πρόκειται για ώριμη μεθοδολογία αποτύπωσης της σχεδίασης των συστημάτων η οποία είναι επαρκώς τεκμηριωμένη. Επιπλέον είναι τόσο διαδεδομένη που σχεδόν όλοι οι αναλυτές και προγραμματιστές που ασχολούνται με την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών, είναι πλήρως εξοικειωμένοι με την σημασιολογία της.

Τα ίδια συμπεράσματα προέκυψαν και για τις μεθοδολογίες και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του συστήματος. Η MySQL, η PHP, η HTML, η Javascript και η CSS, είναι τεχνολογίες ώριμες, δωρεάν διαθέσιμες και υποστηριζόμενες από μεγάλες διαδικτυακές κοινότητες. Η παρουσία τους για δυο και πλέον δεκαετίες (όλες μαζί) σε ένα μεγάλο σύνολο διαδικτυακών εφαρμογών, είναι ικανή από μόνη της να τεκμηριώσει την αποτελεσματικότητα τους στην υλοποίηση ισχυρών συστημάτων ικανών να ανταποκριθούν σε κάθε απαίτηση. Το ίδιο συνέβη και με την παρούσα εφαρμογή, καθώς σχετικά γρήγορα αναπτύχθηκαν αξιόπιστες λειτουργίες βιοστατιστικής. Όλες οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν δωρεάν διαθέσιμες και ανοικτού κώδικα. Αυτό εκμηδένισε το απαιτούμενο κόστος ανάπτυξης και έδωσε τη δυνατότητα - όπου χρειάστηκε - επέμβασης στον κώδικα ή/και διευκόλυνε την προσπάθεια κατανόησης του τρόπου λειτουργίας του. Η υψηλή διεισδυτικότητα τους στην κατασκευή διαδικτυακών εφαρμογών, επέφερε και τη ανάπτυξη πληθώρας πλαισίων εργασίας ανάπτυξης εφαρμογών που τυποποιούν την χρήση των παραπάνω τεχνολογιών, επιταχύνοντας τους ρυθμούς ολοκλήρωσης τους και βελτιώνοντας την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Η διαθεσιμότητα τους καλύπτει όλα τα επίπεδα της αρχιτεκτονικής των τριών επιπέδων, που ακολουθήθηκε στην ανάπτυξη του συστήματος. Δύο από αυτά τα πλαίσια – βιβλιοθήκες χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία των διαγραμμάτων των βιοστατιστικών στοιχείων. Συνέβαλαν στη ταχεία ανάπτυξη καλαίσθητων διαγραμμάτων με πληθώρα επιλογών σε επίπεδο παρουσίασης και ουσίας των δεδομένων. Το στοιχείο που συνέβαλε στην ευκολία της χρήσης τους ήταν η πλήρης τεκμηρίωση που τα συνόδευε καθώς και η ισχυρή υποστήριξη από τη διαδικτυακή κοινότητα.

Καθώς το σύστημα θα έπρεπε να διαχειριστεί ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα, έπρεπε να ληφθεί ιδιαίτερη μέριμνα για την διασφάλισή τους. Πέρα από την ζημιά που μπορεί να προκαλέσει ενδεχόμενη αστοχία στην διαχείρισή τους, στο συνδεδεμένο με αυτά άτομο, οι κυρώσεις που προβλέπονται από το GDPR για τον οργανισμό που τα διαχειρίζεται, είναι αβάσταχτες για το επίπεδο μικρών ή μεσαίων επιχειρήσεων. Η προμήθεια και η εγκατάσταση των απαραίτητων μηχανισμών φυσικής και λογικής ασφάλειας, καθώς και η συντήρησή τους απαιτεί

μεγάλο κόστος. Η προσέγγιση της νεφουπολογιστικής απαλλάσσει τον οργανισμό από το κόστος αυτό, αναθέτοντας τα ζητήματα ασφαλείας σε εξειδικευμένο προσωπικό που έχει πρόσβαση σε ισχυρά εργαλεία. Επιπλέον οι πάροχοι λύσεων νεφουπολογιστικής έχουν τη δυνατότητα να τρέχουν τις διαδικτυακές εφαρμογές σε περιβάλλοντα που χαρακτηρίζονται από ισχυρό υλικό και λογισμικό, αυξάνοντας την απόδοσή τους.

Η ανάπτυξη της διαδικτυακής εφαρμογής έγινε σε τόση έκταση, όση ήταν απαραίτητη για την αξιολόγηση της ως εργαλείο βιοστατιστικής. Ωστόσο, η αρθρωτή σχεδίαση της που ακολουθεί την αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων, επιτρέπει τη εύκολη επέκταση της ώστε να συμπεριλάβει όλες τις λειτουργίες ενός διαγνωστικού κέντρου. Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης διαδικτυακών υπηρεσιών (web services) τα οποία να έχουν την δυνατότητα να συνεργάζονται και με άλλα αντίστοιχα κέντρα (των οποίων τα πληροφοριακά συστήματα μπορεί να τρέχουν σε ετερογενή συστήματα) ώστε να συγκεντρώνονται περισσότερα βιομετρικά στοιχεία με μεγαλύτερη ποικιλία ποιοτικών χαρακτηριστικών. Με τον τρόπο αυτό, η βιομετρική έρευνα θα μπορεί να πραγματοποιείται με γρηγορότερους ρυθμούς και τα παραγόμενα αποτελέσματα να παρουσιάζουν μεγαλύτερη ακρίβεια.

Η εμπλοκή της βιοστατιστικής με τις διαδικτυακές τεχνολογίες και την πληροφορική γενικότερα είναι πολυεπίπεδη και έντονη. Οι διαδικτυακές εφαρμογές έχουν δυνατότητες που μπορούν να αναβαθμίσουν την ποιότητα των διεργασιών που σχετίζονται με τη συλλογή των δεδομένων και την προβολή των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας τους. Έχουν την δυνατότητα να προβαίνουν και σε κάποια είδη επεξεργασίας αλλά για τον σκοπό αυτό υπάρχουν άλλες πιο εξελιγμένες μεθοδολογίες και τεχνολογίες. Οι τεχνολογίες του διαδικτύου μπορούν επίσης να συμβάλλουν στην γρήγορη διάδοση των αποτελεσμάτων των μελετών που βασίζονται στην βιοστατιστική.

Σε κάθε περίπτωση, η βιοστατιστική εκτιμάται ότι και στο προσεχές μέλλον θα εξακολουθήσει να είναι ένας επιστημονικός τομέας που θα ευεργετείται έντονα από την ανάπτυξη της πληροφορικής. Αυτό με τη σειρά του θα επιφέρει και παράλληλη ανάπτυξη της ίδιας της βιοστατιστικής. Η ανάπτυξη αυτή είναι κρίσιμη

σε μία εποχή που ταλανίζεται από τις συνέπειες μίας παρατεταμένης επιδημίας, της οποίας η αντιμετώπιση δημιουργεί ακόμα διφορούμενες απόψεις, ανάγκες για εκτεταμένη και γρήγορη έρευνα, ικανή να οδηγήσει σε επίσης γρήγορες και ορθές αποφάσεις.

Παράρτημα Α: Προσθήκη γραφημάτων με το chart.js

Ιστόγραμμα

Για την ενσωμάτωση ιστογράμματος χρειάζεται να δημιουργηθούν δύο πίνακες σε μορφή javascript. Ο πρώτος θα περιλαμβάνει τις ετικέτες – κατηγορίες που αντιπροσωπεύουν οι τιμές των δεδομένων και ο δεύτερος θα περιλαμβάνει τα ίδια τα δεδομένα. Οι πίνακες δημιουργούνται σαν συμβολοσειρά στην μεριά του server, μετά από ανάκτηση των απαραίτητων δεδομένων από την βάση. Στην περίπτωση της δημιουργίας με βάση την τοποθεσία, για να δημιουργηθεί ο πίνακας των κατηγοριών έπρεπε να ανακτηθούν όλες οι τοποθεσίες από τον αντίστοιχο πίνακα της βάσης δεδομένων, έστω Τοποθεσία1, Τοποθεσία2,..., ΤοποθεσίαN. Στη συνέχεια δημιουργείται στην μία συμβολοσειρά της μορφής [Τοποθεσία1, Τοποθεσία2,..., ΤοποθεσίαN]. Στην συνέχεια ανακτώνται όλες οι εξετάσεις και διαπερνιούνται N φορές ώστε να δημιουργηθεί για κάθε τοποθεσία ο μέσος όρος των τιμών του αντίστοιχου χαρακτηριστικού. Με τις μέσες τιμές αυτές, σχηματίζεται ο πίνακας των δεδομένων, επίσης σε μορφή συμβολοσειράς. Στην επόμενη εικόνα φαίνεται ο κώδικας php που διαμορφώνει τις δύο συμβολοσειρές.

```
$M = new PatientcheckModel();
$L = CountyModel::findByExample($db, new CountyModel());
$P = new PatientcheckModel();
$M = $_POST['measure'];
$all = PatientcheckModel::findByExample($db, $P, false, "chdate");
$str1 = "[ ";
$str2 = "[ ";
foreach ($L as $l){
    $sum = 0;
    $counter = 0;
    foreach ($all as $a){
        $ex = new PatientcheckmeasureModel();
        $ex->setPatientcheck($a->getCode());
        $pcode = $a->getPatient();
        $Pat = PatientModel::findById($db, $pcode);
        $ex->setMeasurecheck($M);
        $C = PatientcheckmeasureModel::findByExample($db, $ex);
        if ($Pat->getCounty()==$l->getCode()){
            try{
                $sum+=$C[0]->getValue();
                $counter++;
            }
            catch(Exception $e){
            }
        }
    }
    $str1.=" ".$l->getName().", ";
    $str2.=" " .($sum/($counter==0?1:$counter)).", ";
}
$str1.="]";
$str2.="]";
}
```

Εικόνα 38: Δημιουργία των δεδομένων που θα απεικονιστούν σε ιστόγραμμα

Οι συμβολοσειρές αυτές ενσωματώνονται με την εντολή echo στην κατάλληλη θέση, εντός του κώδικα javascript που δημιουργεί το γράφημα. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο κώδικας της ενσωμάτωσης των πινάκων στην κώδικα javascript του chart.js

```
<script>
const ctx = document.getElementById('myChart').getContext('2d');
const myChart = new Chart(ctx, {
  type: 'bar',
  data: {
    labels: <?php echo $str1; ?>,
    datasets: [{
      label: 'Μετρήσεις',
      data: <?php echo $str2; ?>,
      borderColor: 'rgb(200,100,100)',
      backgroundColor: 'rgb(190,90,100)',
      tension: 0.1,
      borderWidth: 1
    }]
  },
  options: {
    scales: {
      y: {
        beginAtZero: true
      }
    }
  }
});
</script>
```

Εικόνα 39: Ενσωμάτωση των πινάκων κατηγοριών και δεδομένων στον κώδικα ανάπτυξης του ιστογράμματος

Το αποτέλεσμα που μεταδίδεται στον browser από τον application server και τον web server είναι αυτό που φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.

```
<script>
const ctx = document.getElementById('myChart').getContext('2d');
const myChart = new Chart(ctx, {
  type: 'bar',
  data: {
    labels: [ 'ΑΤΤΙΚΗ', 'ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ', '' ],
    datasets: [{
      label: 'Μετρήσεις',
      data: [ 13.774, 16.75, ],
      borderColor: 'rgb(200,100,100)',
      backgroundColor: 'rgb(190,90,100)',
      tension: 0.1,
      borderWidth: 1
    }]
  },
  options: {
    scales: {
      y: {
        beginAtZero: true
      }
    }
  }
});
</script>
```

Εικόνα 40: Κώδικας javascript που αναπαράγει το ιστόγραμμα

Χρονοσειρά

Η διαδικασία δημιουργίας των διαγραμμάτων χρονοσειρών δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των ιστογραμμάτων. Η δημιουργία των πινάκων γίνεται για τις μεν ετικέτες (άξονας X) με την καταγραφή των ημερομηνιών (ημερών, μηνών ή εβδομάδων που αφορούν οι μετρήσεις) και για τα δεδομένα με την καταγραφή των τιμών που ανακτώνται από την βάση δεδομένων. Αυτό που αλλάζει είναι η τιμή της μεταβλητής `type` στον αντικείμενο `Chart`, στον κώδικα `javascript`.

Παράρτημα Β: Προσθήκη γραφημάτων με το go.js

Η βιβλιοθήκη go.js χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία των γραφημάτων που απεικονίζουν της μετρήσεις των χαρακτηριστικών σε μία εξέταση. Από τη βάση δεδομένων ανακτήθηκαν τα στοιχεία της μέτρησης και οι τιμές για κάθε χαρακτηριστικό. Επίσης ανακτήθηκαν η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή που μπορεί να παρατηρηθεί για κάθε χαρακτηριστικό που καταμετράται. Η τιμή που καταγράφηκε και τα όρια του εύρους των πιθανών τιμών περνάνε, μέσω της εντολής echo, στον κώδικα javascript για την δημιουργία του γραφήματος. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η ενσωμάτωση των απεικονιζομένων τιμών στο διάγραμμα.

```
function init() {
  var $ = go.GraphObject.make;
  myDiagram = $(go.Diagram, "myDiagramDiv<?php echo $i; ?>");
  myDiagram.nodeTemplate =
    $(go.Node, "Auto",
      $(go.Shape, "Square", //Σχήμα
        {stroke: "orange",
          strokeWidth: 1,
          spot1: go.Spot.TopLeft,
          spot2: go.Spot.BottomRight},
        new go.Binding("stroke", "color")),
      $(go.Panel, "Spot",
        $(go.Panel, "Graduated",
          {
            name: "SCALE", margin: 10,
            graduatedTickUnit: 1, // tick marks at each multiple of 1
            graduatedMin: <?php echo $C->measures[$i]->metric->getLowValue(); ?>,
            graduatedMax: <?php echo $C->measures[$i]->metric->getHighValue(); ?>,
            stretch: go.GraphObject.None // need ed to avoid unnecessary re-measuring!!!
          },
          new go.Binding("graduatedMax", "max"), // controls the range of the gauge
          // the main path of the graduated panel,
          // an arc starting at 135 degrees and sweeping for 270 degrees
          $(go.Shape, {name: "SHAPE",
            geometryString: "M-70.7 70.7 B135 270 0 0 100 100 M0 100",
            stroke: "white",
            strokeWidth: 1}),
          // three differently sized tick marks
          $(go.Shape, {geometryString: "M0 0 V1",
            stroke: "white",
            strokeWidth: 11.5,
            interval: 5}),
          $(go.Shape, {geometryString: "M0 0 V0.5",
            stroke: "white",
            strokeWidth: 12.5,
            interval: 1}),
          $(go.TextBlock,
            $(go.TextBlock,
              // each tick label
              interval: 2,
              alignmentFocus: go.Spot.Center,
              font: "10pt sans-serif", stroke: "white",
              segmentOffset: new go.Point(0, 30)
            )
          ),
          $(go.TextBlock,
            {alignment: new go.Spot(0.5, 0.9),
              stroke: "orange",
              font: "10pt sans-serif"
            },
            new go.Binding("text", "key"),
            new go.Binding("stroke", "color")),
          $(go.Shape, {fill: "red",
            strokeWidth: 3,
            geometryString: "F1 M-6 0 L0 -6 100 0 0 6z x M-100 0"},
            new go.Binding("angle", "value", convertValueToAngle)),
          $(go.Shape, "Circle", {width: 2, height: 2, fill: "#048464"}
        )
      )
    );
};
```

Εικόνα 41: Ενσωμάτωση των τιμών στο διάγραμμα παρουσίασης των μετρήσεων των εξετάσεων

Επιπλέον στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η ενσωμάτωση των τιμών των μετρήσεων.

```
myDiagram.model = new go.GraphLinksModel([
  {key: "<?php echo $C->measures[$i]->metric->getDescription(); ?>",
    value: <?php echo $C->measures[$i]->value; ?>
  }
]);
```

Τέλος στην επόμενη εικόνα φαίνεται το τελικό αποτέλεσμα που μεταφέρεται στον φυλλομετρητή.

```
function init() {
  var $ = go.GraphObject.make;
  myDiagram = $(go.Diagram, "myDiagramDiv0");
  myDiagram.nodeTemplate =
    $(go.Node, "Auto",
      $(go.Shape, "Square", //Σχήμα
        {stroke: "orange",
         strokeWidth: 1,
         spot1: go.Spot.TopLeft,
         spot2: go.Spot.BottomRight},
        new go.Binding("stroke", "color")),
      $(go.Panel, "Spot",
        $(go.Panel, "Graduated",
          {
            name: "SCALE", margin: 10,
            graduatedTickUnit: 1, // tick marks at each multiple of 1
            graduatedMin: 12,
            graduatedMax: 24, //100, // this is actually the default value
            stretch: go.GraphObject.None // need ed to avoid unnecessary re-measuring!!!
          },
          new go.Binding("graduatedMax", "max"), // controls the range of the gauge
          // the main path of the graduated panel,
          // an arc starting at 135 degrees and sweeping for 270 degrees
          $(go.Shape, {name: "SHAPE",
            geometryString: "M-70.7 70.7 B135 270 0 0 100 100 M0 100",
            stroke: "white",
            strokeWidth: 1}),
          // three differently sized tick marks
          $(go.Shape, {geometryString: "M0 0 V1",
            stroke: "white",
            strokeWidth: 11.5,
            interval: 5}),
          $(go.Shape, {geometryString: "M0 0 V0.5",
            stroke: "white",
            strokeWidth: 12.5,
            interval: 1}),
          $(go.TextBlock,
            { // each tick label
              interval: 2,
              alignmentFocus: go.Spot.Center,
              font: "10pt sans-serif", stroke: "white",
              segmentOffset: new go.Point(0, 30)
            }
          )
        ),
        $(go.TextBlock,
          {alignment: new go.Spot(0.5, 0.9),
            stroke: "orange",
            font: "10pt sans-serif"
          },
          new go.Binding("text", "key"),
          new go.Binding("stroke", "color")),
        $(go.Shape, {fill: "red",
          strokeWidth: 3,
          geometryString: "F1 M-6 0 L0 -6 100 0 0 6z x M-100 0"},
          new go.Binding("angle", "value", convertValueToAngle)),
        $(go.Shape, "Circle", {width: 2, height: 2, fill: "#048464"})
      )
    );
  // this determines the angle of the needle, based on the data.value argument
  function convertValueToAngle(v, shape) {
    var scale = shape.part.findObject("SCALE");
    var p = scale.graduatedPointForValue(v);
    var shape = shape.part.findObject("SHAPE");
    var c = shape.actualBounds.center;
    return c.directionPoint(p);
  }

  myDiagram.model = new go.GraphLinksModel([
    {key: "ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ 1",
      value: 19
    }
  ]);
  //loop();
}
```

Εικόνα 42: Κώδικας που φθάνει στον browser για την δημιουργία γραφήματος που απεικονίζει αποτέλεσμα εξετάσεων

Παράρτημα Γ: Συνοπτική Περιγραφή του Γενικού Κανονισμού Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων

Μεγάλο πλήθος διαδικτυακών εφαρμογών διαχειρίζεται μεγάλο όγκο από προσωπικά ή ειδικά προσωπικά δεδομένα. Οι νέες εξελιγμένες μέθοδοι επεξεργασίας δεδομένων θέτουν σε κίνδυνο τα άτομα απέναντι σε όσους επιβουλεύονται την αρπαγή των προσωπικών τους δεδομένων. Η ραγδαία ανάπτυξη των σχετικών τεχνολογιών, έπιασε απροετοίμαστη την επιστημονικής κοινότητα ως προς τη νομική αλλά και την τεχνολογική θωράκιση της προστασίας των προσωπικών και ευαίσθητων δεδομένων.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πήρε μέτρα για την αντιμετώπιση της κατάστασης αυτής με την θέσπιση ενός συνόλου κανόνων που αναφέρονται ως Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (General Data Protection Regulation - GDPR). Τέθηκαν σε εφαρμογή στην Ευρωπαϊκή Ένωση από τις 25 Μαΐου του 2018. Αποτέλεσαν την εξέλιξη όλων των υφισταμένων νομοθεσιών και κανονισμών που ίσχυαν μέχρι τότε με σκοπό να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά την τεχνολογική ανάπτυξη στον τομέα της διαχείρισης και επεξεργασίας των προσωπικών και ευαίσθητων δεδομένων.

Καθώς οι διαδικτυακές εφαρμογές δε υπόκεινται σε γεωγραφικούς περιορισμούς, ο GDPR θα έπρεπε να καλύπτει και αυτή την άναρχη κατάσταση που επέφερε η πολυφωνία στην νομική του αντιμετώπιση. Για τον σκοπό αυτό η ισχύς του δεν περιορίζεται σε οντότητες που εδρεύουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), αλλά επεκτείνεται και σε οντότητες που εδρεύουν σε χώρες εκτός ΕΕ αλλά δραστηριοποιούνται στην ΕΕ ή παρακολουθούν με οποιοδήποτε τρόπο την κατάσταση ή τη συμπεριφορά Ευρωπαίων πολιτών. Ο GDPR ρυθμίζει θέματα σε σχέση με:

- Το δικαίωμα πρόσβασης σε προσωπικά δεδομένα που συλλέγονται από εταιρείες ή οργανισμούς.
- Την ενημέρωση προσωπικών δεδομένων από εταιρείες ή οργανισμούς.
- Τη διαβίβαση προσωπικών δεδομένων από έναν οργανισμό σε έναν άλλο.

- Τη διαγραφή των προσωπικών δεδομένων όταν πάψει να υφίσταται η ανάγκη της διατήρησής τους.
- Την ενημέρωση των οντοτήτων που σχετίζονται με τα προσωπικά δεδομένα για παραβιάσεις τους, που ενδέχεται να είναι επικίνδυνες για τα δικαιώματα και τις ελευθερίες τους (Special Eurobarometer, 2019).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή επιβάλλει την προσαρμογή κάθε εθνικής νομοθεσίας στον προσανατολισμό του GDPR⁶. Εφαρμόζεται σε κάθε περίπτωση που πραγματοποιείται αυτοματοποιημένη επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα ή μη αυτοματοποιημένη επεξεργασία τους μετά από την ανάκτηση τους από πληροφοριακά συστήματα δημοσίων και ιδιωτικών φορέων (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2019).

Ο GDPR καθορίζει ως υποχρέωση κάθε δημόσιου και ιδιωτικού φορέα, που η λειτουργία του βασίζεται σε πληροφοριακά συστήματα διοίκησης βασισμένα σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, την ανάθεση σε κάποιο άτομο της ευθύνης της διαχείρισης και επεξεργασίας των προσωπικών δεδομένων. Τα καθήκοντα του ατόμου αυτού έχουν σαν αντικειμενικό σκοπό την εξασφάλιση τήρησης των κανόνων του GDPR. Οι κανόνες του GDPR ορίζουν επίσης ότι σε κάθε κράτος θα πρέπει να υπάρχει ένας επίσημος φορέας ο οποίος θα επιβλέπει την τήρησή τους⁷ και θα πρέπει να:

- συνεργάζεται οριζόντια και σε υψηλό επίπεδο με τις αντίστοιχες αρχές των κρατών- μελών της ΕΕ.
- συμμετέχει στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Προστασίας Δεδομένων και σε άλλα όργανα με τον ίδιο σκοπό.
- συνεργάζεται με αντίστοιχους φορείς τρίτων χωρών και διεθνών οργανισμών σε ζητήματα που σχετίζονται με τη διαχείριση προσωπικών δεδομένων.

Σημαντικό χαρακτηριστικό του GDPR είναι ότι έχει εκτεταμένη ισχύ και περιλαμβάνει - υπό προϋποθέσεις - και περιοχές εκτός της ΕΕ. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόζεται για την επεξεργασία προσωπικών δεδομένων ατόμων, που είναι

⁶ Στην Ελλάδα, η προσαρμογή αυτή έγινε με το Νόμο 4624 του 2019

⁷ Η Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα για την Ελλάδα.

πολίτες της ΕΕ, ακόμα και αν η επεξεργασία εκτελείται εκτός των συνόρων των κρατών μελών της. Εφαρμόζεται για οντότητες που είναι εγκατεστημένες εκτός ΕΕ και παρέχουν αγαθά ή υπηρεσίες σε πολίτες της. Επίσης, έχει ισχύ αν η επεξεργασία σχετίζεται με την παρακολούθηση συμπεριφοράς ατόμων που βρίσκονται στην ΕΕ. Για την αντιμετώπιση ζητημάτων που προκύπτουν από τις επεκτάσεις της ισχύος του στο εξωτερικό, ο κανονισμός επιβάλλει την υποχρέωση στους οργανισμούς της αλλοδαπής που έχουν δραστηριότητα στην ΕΕ, να ορίζουν κατάλληλο εκπρόσωπο που θα είναι υπόλογος για την τήρηση των υποχρεώσεων που επιβάλλει. Για να πραγματοποιηθεί μία τέτοια μεταφορά δεδομένων εκτός ΕΕ θα πρέπει:

- Να υπάρχει απόφαση γνωμοδότησης της ΕΕ ότι η χώρα προορισμού πληροί τα σχετικά νομικά κριτήρια ασφαλείας.
- Η μεταφορά των δεδομένων υπόκειται σε κατάλληλες πράξεις διασφάλισής τους από κινδύνους.
- Να υφίσταται σχετική συμφωνία του ατόμου που σχετίζεται με τα δεδομένα αυτά.
- Να υπάρχει βεβαίωση ότι τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν για το κοινό συμφέρον.

Οι οργανισμοί που διατηρούν και επεξεργάζονται προσωπικά δεδομένα θα πρέπει να λαμβάνουν κατ' ελάχιστο τα παρακάτω μέτρα προστασίας τους:

- Κρυπτογράφηση τους
- Ανάπτυξη πρακτικών εμπιστευτικότητας, ακεραιότητας, διαθεσιμότητας τους.
- Γρήγορη αποκατάσταση σε περίπτωση απώλειας της διαθεσιμότητας τους.
- Περιοδικούς και έκτακτους ελέγχους ασφαλείας τους.
- Ο οργανισμός θα πρέπει πάντα είναι σε θέση να αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα των μέτρων ασφαλείας τους (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2016).

Για τα υποκείμενα των δεδομένων προβλέπονται τα ακόλουθα δικαιώματα:

- πρόσβαση στα δεδομένα και δυνατότητα διόρθωσης τους

- να αρνηθεί την επεξεργασία τους.
- να απαιτήσει τη διαγραφή ή οποιοδήποτε περιορισμό στην επεξεργασία τους.

Ο GDPR προβλέπει διαδικασία ενημέρωσης των αρμοδίων αρχών για περιπτώσεις παραβιάσεων ασφαλείας των προσωπικών δεδομένων, χωρίς αδικαιολόγητη καθυστέρηση. Καθορίζει επίσης ότι εάν υπάρχει κίνδυνος για τα επηρεαζόμενα άτομα θα πρέπει να εξασφαλίζεται η άμεση ενημέρωσή τους (Special Eurobarometer, 2019) . Για την παράβαση των κανονισμών του GDPR προβλέπονται. Για την πιστή εφαρμογή του είναι υπεύθυνες οι εθνικές αρχές εποπτείας και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (privazy plan, 2018).

Αναφορές

- Ahmad, D. N., Ahmad, K. N., Haq, M.-u., Gul, N. B., & Maqbool., L. M. (2019, 2 10). *Some applications of biostatistics to medical research*. Ανάκτηση από journalijar: <https://www.journalijar.com/article/26635/some-applications-of-biostatistics-to-medical-research/>
- Beal, V. (2020, 1 1). *OOP – Object Oriented Programming*. Ανάκτηση 2 1, 2020, από webopedia: https://www.webopedia.com/TERM/O/object_oriented_programming_OOP.html
- Bootsprap. (2021, 11 11). *Bootsprap*. Ανάκτηση από Bootsprap: <https://bootstprap.com>
- Britanica. (2021, 11 30). *Numerical measures*. Ανάκτηση από Britanica: <https://www.britannica.com/science/statistics/Probability>
- Chart.js. (2021, 11 1). *Chart.js*. Ανάκτηση από Chart.js: <https://Chart.js>
- Chunye Gong, J. L. (2010, 1 1). *The Characteristics of Cloud Computing*. Ανάκτηση 2 1, 2016, από Department of Computer Sciences: http://www.mashad.post.ir/_ITCenter/Documents/TheCharacteristicsofCloudComputing_20140722_154207.pdf
- Clark, N. (2018, 1 1). *JavaScript: Advanced Features and Programming Techniques*. Ανάκτηση από infinity: <http://infinity.wecabrio.com/B07B77K579-javascript-advanced-features-and-programming-tech.pdf>
- Cleeren, G. (2015, 1 1). *Starting with jQuery*. Ανάκτηση από accu: https://accu.org/conf-docs/PDFs_2015/GillCleeren-Getting%20started%20with%20jQuery.pdf
- geeksforgeeks. (2021, 12 17). *Advantages and Disadvantages of Three-Tier Architecture in DBMS*. Ανάκτηση από geeksforgeeks: <https://www.geeksforgeeks.org/advantages-and-disadvantages-of-three-tier-architecture-in-dbms/>
- go.js. (2021, 11 11). *go.js*. Ανάκτηση από go.js: <http://gojs.com>

- Joshi, P. (2021, 11 23). *Statistics: Definition, Characteristics and Classes | Biostatistics*.
Ανάκτηση από biologydiscussion:
<https://www.biologydiscussion.com/biostatistics-2/statistics-definition-characteristics-and-classes-biostatistics/47440>
- Kambalyal, C. (2021, 1 1). *3-tier architecture*. Ανάκτηση από channukambalyal:
<https://channukambalyal.tripod.com/NTierArchitecture.pdf>
- Lewis, G. (2010, 9 1). *Basics About Cloud Computing*. Ανάκτηση 4 10, 2021, από sei:
https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/WhitePaper/2010_019_001_28877.pdf
- Logi Analytics. (2021, 10 31). *What is a 3-Tier Architecture?* Ανάκτηση από logianalytics: <https://www.logianalytics.com/5-benefits-3-tier-architecture/>
- Lokhert, J. (2019, 1 1). *Modern Php New Features And Good Practices*. Ανάκτηση από chakacamps: <https://chakacamps.com/modern-php-new-features-and-good-practices-pdf>
- Lopes, B. (2014, 1 1). *The Role of Biostatistics and Informatics in Public Health*.
Ανάκτηση από sciELO:
<https://www.scielo.br/j/rbof/a/b9DM74ZBhb4CmK7CQ35wF4R/?format=pdf&lang=en>
- NIST. (2015, 1 1). *Cloud Computing Security Essentials and Architecture*. Ανάκτηση 4 13, 2021, από NIST:
https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=919233
- Ott, L. (2001, 1 1). *An Introduction to Statistical methods and Data Analysis*.
Ανάκτηση από University of Athens:
<https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/ECD363/%CE%92%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1/Statistical%20Methods%20and%20Data%20Analysis%205Ed.pdf>
- Pharmacy Gyan. (2021, 11 20). *What are biostatistics and their applications?*
Ανάκτηση από pharmacygyan: <https://pharmacygyan.com/what-are-biostatistics-and-their-applications/>

privazy plan. (2018, 5 1). *ΕΕ Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων "Γενικοί όροι επιβολής διοικητικών προστίμων"*. Ανάκτηση από privacy-regulation: <https://www.privacy-regulation.eu/el/83.htm>

publichealthcareedu. (2021, 11 20). *The Role of Biostatistics and Informatics in Public Health*. Ανάκτηση από publichealthcareedu: <https://www.publichealthcareedu.org/biostatistics-and-informatics/>

School of Public Health. (2021, 11 30). *What is Biostatistics?* Ανάκτηση από School of Public Health: <https://www.biostat.washington.edu/about/biostatistics>

Shah, Y., Paradkar, R., & Dhayagude, M. (2008, 7 9). *Introduction to biostatistics and computer science*. Ανάκτηση από wecabrio: <https://pdf.wecabrio.com/pharmacy-and-biostatistics-computer-applications.pdf>

Special Eurobarometer. (2019). *The General Data Protection Regulation*. Βρυξέλλες: EC.

Tutorialspoint. (2015, 1 1). *What is AJAX?* Ανάκτηση από tutorialspoint: https://www.tutorialspoint.com/ajax/what_is_ajax.htm

UOI. (2021, 11 2). *HTML5 Standard and features*. Ανάκτηση από UOI: <https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF5750/h13/lecture-presentations/inf5750---lecture-6.a---html5-standard-and-features.pdf>

W3Schools. (2021, 11 3). *CSS Tutorial*. Ανάκτηση από W3Schools: <https://w3schools.com/css>

Worboys, M. (2005, 1 1). *Relational databases and beyond*. Ανάκτηση από geos: https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch26.pdf

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης . (2016, 4 27). *ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2016/679 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ*. Ανάκτηση από Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης : https://gdprteam.gr/wp-content/uploads/2018/03/kanonismos_EL_TXT.pdf

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. (2019, 8 29). *Νόμος 4624/2019*. Ανάκτηση από
gdprteam: [https://gdprteam.gr/wp-
content/uploads/2019/09/n_4624_2019.pdf](https://gdprteam.gr/wp-content/uploads/2019/09/n_4624_2019.pdf)

Μανουσάκης-Κοκκοράκης, Β. (2013, 4 12). *Σύστημα Νεφρολογιστικής*. Ανάκτηση
1 30, 2016, από Πανεπιστήμιο Αιγαίου:
[http://www.ct.aegean.gr/people/vkavakli/information_systems/slides/cloud
_computing_12_4_2013.pdf](http://www.ct.aegean.gr/people/vkavakli/information_systems/slides/cloud_computing_12_4_2013.pdf)

