



## Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής»

### Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	<b>Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών</b>  <b>A Framework for Public Health Monitoring based on Statistical Process Monitoring Techniques</b>
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	<b>Μάρκος Μπερσίμης</b>
Πατρώνυμο	<b>Παντελής</b>
Αριθμός Μητρώου	<b>ΜΠΣΠ/ 15056</b>
Επιβλέπων	<b>Δουληγέρης Χρήστος, Καθηγητής</b>

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

(υπογραφή)

(υπογραφή)

(υπογραφή)

Χ. Δουληγέρης  
Καθηγητής

Δ. Βέργαδος  
Αναπληρωτής Καθηγητής

Π. Κοτζανικολάου  
Επίκουρος Καθηγητής

## Περιεχόμενα

<b>Περίληψη.....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Εισαγωγή.....</b>	<b>8</b>
1.1. Εισαγωγή στην επιτήρηση της δημόσιας υγείας .....	8
1.2. Προέλευση της δημόσιας παρακολούθησης της υγείας .....	8
1.3. Περίληψη κεφαλαίου .....	9
<b>2. Δημόσια παρακολούθηση της υγείας: Ένα εργαλείο για στόχευση και παρακολούθηση παρεμβάσεων .....</b>	<b>10</b>
2.1. Εισαγωγή στη δημόσια παρακολούθηση της υγείας .....	10
2.2. Ορισμοί και Βασικές Έννοιες.....	10
2.3. Στόχοι των συστημάτων επιτήρησης.....	11
2.4. Αρχές και χρήσεις της επιτήρησης .....	12
2.5. Η δημιουργία και η διατήρηση ενός συστήματος επιτήρησης .....	13
2.6. Ανάλυση και διάδοση των δεδομένων επιτήρησης .....	14
2.7. Η επιτήρηση ως στοιχείο των εθνικών συστημάτων Δημόσιας Υγείας.....	14
2.8. Η επιτήρηση ως εργαλείο για τη βελτίωση της Δημόσιας Υγείας.....	15
2.8.1. Χρησιμοποιώντας πληροφορίες επιτήρησης για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων .....	15
2.8.2. Ο ρόλος των επιδημιολόγων στην παροχή αποδεικτικών στοιχείων.....	15
2.9. Επιλεγμένες Στρατηγικές Επιτήρησης .....	16
2.9.1. Sentinel επιτήρηση.....	16
2.9.2. Περιοδικές έρευνες με βάση τον πληθυσμό.....	16
2.9.3 Εργαστηριακή επιτήρηση .....	17
2.9.4. Ολοκληρωμένη επιτήρηση και αντιμετώπιση των νόσων.....	17
2.9.5. Άτυπα δίκτυα, ως κρίσιμα στοιχεία των συστημάτων επιτήρησης.....	17
2.10. Ο ρόλος της επιτήρησης στις μεγάλες εκρήξεις ασθενειών .....	17
2.11. Επιτήρηση για συγκεκριμένες παθήσεις .....	18
2.11.1. Περιβαλλοντική επιτήρηση Δημόσιας Υγείας.....	18
2.11.2. Επιτήρηση των τραυματισμών.....	19
2.11.3. Επιτήρηση για την Βιολογική τρομοκρατία .....	19
2.12. Περίληψη κεφαλαίου .....	20
<b>3. Πηγές δεδομένων για την παρακολούθηση της δημόσιας υγείας.....</b>	<b>21</b>
3.1 Εισαγωγή .....	21
3.2 Έρευνες.....	21
3.2.1 Εθνικές δημογραφικές έρευνες .....	21
3.2.2 Κρατικές έρευνες.....	22
3.2.3 Τοπικές έρευνες .....	22

3.2.4 Πλεονεκτήματα, Περιορισμοί και Ευκαιρίες της Μελέτης Υγείας του Πληθυσμού .....	23
3.3 Μητρώα .....	23
3.4 Δεδομένα υπηρεσιών υγείας .....	24
3.5 Η περίπτωση της Ελλάδας .....	25
3.6 Περίληψη κεφαλαίου .....	26
<b>4. Στατιστικές τεχνικές παρακολούθησης της διαδικασίας .....</b>	<b>27</b>
4.1 Εισαγωγή .....	27
4.2 Τα διαγράμματα ελέγχου τύπου Shewhart .....	28
4.2.1 Βασικά χαρακτηριστικά του μονοπαραγοντικού Shewhart Διάγραμμα Ελέγχου .....	28
4.2.3. Αξιολόγηση απόδοσης διαγραμμάτων ελέγχου τύπου Shewhart .....	30
4.2.4 Μοτίβα σε διαγράμματα ελέγχου .....	30
4.3 Ειδικά διαγράμματα ελέγχου τύπου Shewhart.....	32
4.3.1 Διάγραμμα ελέγχου για τη μέση τιμή .....	33
4.3.3 Διάγραμμα ελέγχου για τη διασπορά .....	34
4.3.3 Διάγραμμα ελέγχου για μεμονωμένες παρατηρήσεις .....	35
4.3.4 Διαγράμματα Ελέγχου για το Ποσοστό και τον Αριθμό των Ελαττωματικών Προϊόντων .....	36
4.3.5 Διαγράμματα Ελέγχου για τον Αριθμό των Ελαττωμάτων .....	37
4.3.6 Διαγράμματα Ελέγχου για τον Μέσο Αριθμό των Ελαττωμάτων .....	38
4.4 Τα διαγράμματα ελέγχου τύπου CUSUM .....	38
4.5 Τα διαγράμματα ελέγχου τύπου EWMA .....	39
4.6. Περίληψη κεφαλαίου .....	41
<b>5. Το Πλαίσιο Προηγμένης Ανίχνευσης Επιδημιών .....</b>	<b>42</b>
5.1 Εισαγωγή .....	42
5.2 Το προτεινόμενο πλαίσιο .....	42
5.3 Εφαρμογή Παρακολούθησης στο επίπεδο του πολίτη .....	43
5.3.1 Χρήση τεχνικών SPM .....	43
5.3.2 Χρήση τεχνικών MSPM .....	44
5.4 Εφαρμογή Παρακολούθησης στο επίπεδο του οργανισμού υγείας. ....	44
5.4.1 Χρήση τεχνικών SPM .....	44
5.4.2 Χρήση τεχνικών MSPM .....	46
5.5 Εφαρμογή Παρακολούθησης στο επίπεδο της κοινότητας .....	47
5.5.1 Χρήση τεχνικών SPM .....	47
5.5.2 Χρήση τεχνικών MSPM .....	48
5.6. Περίληψη κεφαλαίου .....	49
<b>6. Εφαρμογή.....</b>	<b>50</b>
6.1 Εισαγωγή .....	50
6.2 Περιγραφή δεδομένων.....	50

6.3 Αποτελέσματα Φάσης I .....	53
6.3.1 Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών .....	54
6.3.2 Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών .....	55
6.3.3 Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών .....	57
6.3.4 Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών .....	58
6.4 Αποτελέσματα Φάσης II .....	60
6.4.1 Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών .....	60
6.4.2 Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών.....	60
6.4.3 Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών .....	61
6.4.4 Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών.....	62
6.5 Περίληψη κεφαλαίου .....	62
<b>7. Περιγραφή πληροφοριακού συστήματος για την εφαρμογή του ιεραρχικού πλαισίου .....</b>	<b>63</b>
7.1 Εισαγωγή .....	63
7.2 Δομή του πληροφοριακού συστήματος .....	63
7.2.1 Συλλογή δεδομένων .....	64
7.2.2 Διασύνδεση δεδομένων .....	65
7.2.3 Καθαρισμός και εισαγωγή δεδομένων.....	65
7.2.4 Εκροές του συστήματος.....	66
7.3 Πλεονεκτήματα .....	69
7.4 Περιορισμοί .....	69
7.5 Περίληψη κεφαλαίου .....	69
<b>8. Συμπεράσματα.....</b>	<b>70</b>
8.1 Συμπεράσματα .....	70
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>72</b>

## Περίληψη

Η παρακολούθηση και προστασία της δημόσιας υγείας πρέπει να αποτελεί πρωταρχικό στόχο ενός κράτους. Δεδομένου ότι η βάση της δημόσιας υγείας είναι η ανάλυση της υγείας των μεμονωμένων ατόμων, σε αυτή τη διπλωματική εργασία παρουσιάζουμε ένα ενιαίο πλαίσιο, το οποίο αποτελείται από τρία επίπεδα: το επίπεδο του ατόμου, το επίπεδο του οργανισμού παροχής υγειονομικής περίθαλψης και το επίπεδο της κοινωνίας. Το πλαίσιο αυτό στηρίζεται στη χρήση του στατιστικού ελέγχου διεργασιών. Τέλος, παρουσιάζουμε ένα πληροφοριακό σύστημα προκειμένου να λειτουργήσει το ενοποιημένο πλαίσιο παρακολούθησης της δημόσιας υγείας.

## **Abstract**

The monitoring and protection of public health must be the primary objective of a state. Since the basis of public health is the analysis of the health of individuals, in this diploma thesis we present a single framework consisting of three levels: the level of the individual, the level of the healthcare provider and the level of society. This framework is based on the use of statistical process control. Finally, we present an information system in order to operate the unified framework for public health monitoring.

## 1. Εισαγωγή

### 1.1. Εισαγωγή στην επιτήρηση της δημόσιας υγείας

Η επιτήρηση της δημόσιας υγείας ορίζεται ως η συνεχής, συστηματική συλλογή, ανάλυση, ερμηνεία και διάδοση των δεδομένων σχετικά με μια εκδήλωση για την υγεία, τα οποία σχετίζονται με τη χρήση στη δράση της δημόσιας υγείας με σκοπό τη μείωση της νοσηρότητας και της θνησιμότητας καθώς και τη βελτίωση της υγείας (Centers for Disease Control and Prevention USA, 2001). Αυτός ο ορισμός είναι ιδιαίτερα κατάλληλος για τα οξεία θέματα υγείας, όπως οι μολυσματικές ασθένειες και οι τραυματισμοί, στα οποία ένα άνοιγμα, μία διάγνωση, ή ένα γεγονός είναι ένα σημείο δεδομένων για τη συχνότητα παρακολούθησης. Η επιτήρηση διαφέρει όσον αφορά το πεδίο εφαρμογής, τις μεθόδους και τους στόχους: κάποιοι παρακολουθούν ασθένειες όπως συγκεκριμένους τύπους καρκίνου ή μεταδοτικές λοιμώξεις. Άλλοι παρακολουθούν τις συμπεριφορές, τις συνθήκες υγείας ή γεγονότα, όπως το κάπνισμα, η παιδική παχυσαρκία ή επαγγελματικούς κινδύνους, όπως τραυματισμοί στο χώρο εργασίας.

Δεδομένα επιτήρησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκτιμηθεί το μέγεθος των συγκεκριμένων προβλημάτων. Καθορίζουν την κατανομή της ασθένειας, απεικονίζουν τη φυσική ιστορία της νόσου, τη δημιουργία υποθέσεων, την τόνωση της έρευνας, την αξιολόγηση των μέτρων ελέγχου, παρακολουθούν τις αλλαγές και διευκολύνουν τον προγραμματισμό. Πηγές δεδομένων και μέθοδοι για συστήματα παρακολούθησης περιλαμβάνουν τις ασθένειες υποχρεωτικής δήλωσης, εργαστηριακά δείγματα, ζωτικής σημασίας αρχεία, επιτηρήσεις, μητρώα, έρευνες και τα συστήματα διοικητικών δεδομένων.

Η επιτήρηση μπορεί να είναι είτε παθητική είτε ενεργητική. Γενικά, η παθητική επιτήρηση θεωρείται πιο ολοκληρωμένη. Στην παθητική παρακολούθηση περιλαμβάνονται οι εκθέσεις που έχουν ληφθεί από τους γιατρούς, τα νοσοκομεία, τα εργαστήρια και από άλλα άτομα ή ιδρύματα. Παραδείγματα συστημάτων παθητικής επιτήρησης περιλαμβάνονται στο Food and Drug Administration's (FDA's) Adverse Events Reporting System (AERS), που επικεντρώνεται στην ασφάλεια των ασθενών, και στο Vaccine Adverse Events Reporting System (VAERS), το οποίο λειτουργεί από το CDC, σε συνδυασμό με το FDA και ασχολείται με τις αρνητικές επιπτώσεις της άδειας των εμβολίων. Η παθητική επιτήρηση είναι μια σχετικά φθηνή στρατηγική, αλλά η εξάρτησή της από τους ανθρώπους και τους θεσμούς για να ξεκινήσει την παροχή στοιχείων μειώνει την πληρότητα και την ποιότητα των δεδομένων. Πρέπει να γίνονται ενεργές προσεγγίσεις εποπτείας σε συνδυασμό με την επαφή με τις πηγές, οι οποίες βοηθούν στην απόκτηση πληροφοριών.

### 1.2. Προέλευση της δημόσιας παρακολούθησης της υγείας

Για να διερευνηθούν οι καθοριστικοί παράγοντες της ασθένειας και της υγείας, είναι απαραίτητο να καταγραφούν τα γεγονότα που σχετίζονται με την υγεία. Στην Ευρώπη οι πρώτες συστηματικές παρακολουθήσεις έγιναν σχετικά με στοιχεία που αφορούσαν τις γεννήσεις και τους θανάτους που καταγράφηκαν στις εκκλησίες. Αρχίζοντας, περίπου το 1592, οι υπάλληλοι της ενορίας του Λονδίνου άρχισαν να καταγράφουν τους θανάτους. Το 1662 ο John Graunt, ιδρυτικό μέλος της Βασιλικής Εταιρείας του Λονδίνου, συνοψίζοντας τα δεδομένα έφτιαξε τα «νομοσχέδια της θνησιμότητας» σε δημοσίευμα με τίτλο Φυσικές και Πολιτικές παρατηρήσεις που αναφέρονται σε μια ακολουθία δείκτη και σχετίζονται με τα νομοσχέδια της θνησιμότητας. Ο Graunt ανέλυσε τα δεδομένα σε μεγάλο βαθμό και έκανε ορισμένες παρατηρήσεις σχετικά τις αιτίες θανάτου, τα υψηλότερα ποσοστά θανάτου στους άνδρες, τις εποχιακές διακυμάνσεις στα ποσοστά θανάτου και το γεγονός ότι κάποιες νόσοι είχαν σχετικά σταθερές συσχετίσεις με το θάνατο, ενώ άλλες διέφεραν σημαντικά. Το 1837 στην Αγγλία ιδρύθηκε το Γραφείο του Γενικού Εφόρου για την καταγραφή των γεννήσεων, των θανάτων και των γάμων στην Αγγλία και την Ουαλία. Ο Δρ. William Farr διορίστηκε επικεφαλής στατιστικός, και τα δεδομένα που συλλέχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν από τον John Snow και από τον Edwin Chadwick προκειμένου να διερευνηθούν οι καθοριστικοί παράγοντες της νόσου, εξετάζοντας το πώς διαφέρουν τα ποσοστά της νόσου, σύμφωνα με παράγοντες όπως το φύλο, την τοποθεσία, το επάγγελμα και την κοινωνική τάξη. Έγινε μέτρηση της συχνότητας της νόσου και πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις μεταξύ των ομάδων των ανθρώπων που είναι απαραίτητες για τον προσδιορισμό των καθοριστικών παραγόντων της ασθένειας και της υγείας.



Η Μασαχουσέτη έπαιξε πρωταγωνιστικό ρόλο στην εξέλιξη της παρακολούθησης της δημόσιας υγείας στην Αμερική, όπου αρχίζει με την καταγραφή των γεννήσεων και των θανάτων το 1842. Ο Lemmuel Shattuck ορίστηκε επικεφαλής της Υγειονομικής Επιτροπής της Μασαχουσέτης, η οποία υπέβαλε την έκθεση «Report of a General Plan for the Promotion of Public and Personal Health» το 1850. Το 1874 η Μασαχουσέτη καθιέρωσε ένα σύστημα επιτήρησης που θα μπορούσε να περιγραφεί σήμερα ως “επιτήρηση φρουρού”, στην οποία μια συγκεκριμένη ομάδα 168 γιατρών υπέβαλε τακτικά εκθέσεις σχετικά με νέες περιπτώσεις. Δεκατέσσερις ασθένειες θεωρήθηκαν επικίνδυνες για την υγεία του κοινού. Δέκα χρόνια αργότερα, ο νομοθέτης κατάρτισε κατάλογο των ανακοινώσιμων ασθενειών, στον οποίο όλοι οι γιατροί ήταν υποχρεωμένοι να αναφέρουν, ειδάλλως υπόκεινταν σε πρόστιμο.

Η αναφορά των λοιμωδών νοσημάτων έχει εξελιχθεί πιο αργά σε ομοσπονδιακό επίπεδο. Ξεκινώντας το 1901, όλες οι πολιτείες κλήθηκαν να αναφέρουν τον κατάλογο των ασθενειών. Το 1914 η αμερικανική Υπηρεσία Δημόσιας Υγείας άρχισε τη συγκεντρωτική συλλογή δεδομένων, και το 1925 η εθνική αναφορά της νόσου έγινε υποχρεωτική. Από τότε, η επιτήρηση έχει εξελιχθεί για να περιλάβει όχι μόνο μερικές από τις μολυσματικές ασθένειες, αλλά μια σειρά από λοιμώδη και μη λοιμώδη νοσήματα όπως και τις συνθήκες και τις συμπεριφορές. Το CDC καθορίζει πλέον την επιτήρηση ως «τη συνεχή και συστηματική συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων υγείας απαραίτητη για το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση της πρακτικής δημόσιας υγείας, η οποία είναι στενά συνδεδεμένη με την έγκαιρη διάδοση αυτών των στοιχείων σε αυτούς που πρέπει να τα ξέρουν.»

Η επιτήρηση έχει σημαντικό αντίκτυπο στο σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση της πρακτικής δημόσιας υγείας. Τα δεδομένα που συλλέγονται από το σύστημα επιτήρησης θα πρέπει να οργανωθούν και να αναλυθούν με ένα στοχαστικό, δομημένο τρόπο και τα αποτελέσματα πρέπει να γνωστοποιούνται με σαφή, αποτελεσματικό τρόπο τόσο στο ανθρώπινο δυναμικό για τη δημόσια υγεία όσο και στην κοινωνία στο σύνολό της.

### **1.3. Περίληψη κεφαλαίου**

Στο πρώτο κεφάλαιο αυτής της διπλωματικής εργασίας κάναμε μια σύντομη εισαγωγή στην έννοια της επιτήρησης της δημόσιας υγείας. Πρόκειται για τη συνεχή και συστηματική συλλογή, ανάλυση, ερμηνεία και διάδοση δεδομένων που αφορούν ένα συμβάν υγείας, τα οποία σχετίζονται με τη χρήση στη δράση της δημόσιας υγείας με απώτερο σκοπό να μειωθεί η νοσηρότητα και η θνησιμότητα καθώς επίσης και να βελτιωθεί η υγεία του πληθυσμού. Στη συνέχεια έγινε μια σύντομη ιστορική ανασκόπηση της δημόσιας παρακολούθησης της υγείας στην Αγγλία και στις Η.Π.Α.

## 2. Δημόσια παρακολούθηση της υγείας: Ένα εργαλείο για στόχευση και παρακολούθηση παρεμβάσεων

### 2.1. Εισαγωγή στη δημόσια παρακολούθηση της υγείας

Η επιτήρηση της δημόσιας υγείας είναι η συνεχής συστηματική συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων, καθώς και η έγκαιρη διάδοση των στοιχείων αυτών στους υπεύθυνους για την πρόληψη και τον έλεγχο των ασθενειών και των τραυματισμών (Thacker και Berkelman 1988). Ένας παρόμοιος ορισμός δόθηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ.). Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ. (Public health surveillance, World Health Organization, accessed January 14, 2016), η επιτήρηση της δημόσιας υγείας (επιδημιολογική επιτήρηση, κλινική παρακολούθηση ή συνδρομική επιτήρηση) είναι «η συνεχής-συστηματική συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων σχετικά με την υγεία, τα οποία απαιτούνται για το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση της πρακτικής δημόσιας υγείας».

Η επιτήρηση της δημόσιας υγείας είναι ένα εργαλείο για την εκτίμηση της κατάστασης της υγείας και τη συμπεριφορά των πληθυσμών. Επειδή μέσω της επιτήρησης μπορεί να μετρηθεί άμεσα τι συμβαίνει στον πληθυσμό, είναι χρήσιμη τόσο για τη μέτρηση της ανάγκης για παρεμβάσεις όσο και για τον άμεσο υπολογισμό του αποτελέσματος της παρέμβασης. Επιπλέον, η επιτήρηση της δημόσιας υγείας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξυπηρετήσει ως ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για μία επικείμενη έκτακτη ανάγκη στη δημόσια υγεία. Τεκμηριώνεται η επίδραση μιας ενέργειας και παρακολουθείται η πορεία αυτής. Ταυτόχρονα παρακολουθούνται και αποσαφηνίζονται τα προβλήματα που προκύπτουν στον τομέα της υγείας και έτσι μπορούν να ρυθμίζονται οι προτεραιότητες στην ρύθμιση και την ενημέρωση των στρατηγικών που χρησιμοποιούνται στο συγκεκριμένο τομέα.

Οι τεχνικές της επιτήρησης της δημόσιας υγείας έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως για τη μελέτη των μολυσματικών ασθενειών. Πολλοί μεγάλοι οργανισμοί, όπως ο ΠΟΥ και το CDC, έχουν δημιουργήσει βάσεις δεδομένων και συστήματα πληροφορικής (πληροφορικής για τη δημόσια υγεία) τα οποία παρακολουθούν και ελέγχουν τα κρούσματα ασθενειών όπως η γρίπη, SARS, HIV, καθώς και βιοτρομοκρατών κρουσμάτων, όπως οι επιθέσεις με άνθρακα το 2001 στις Ηνωμένες Πολιτείες.

### 2.2. Ορισμοί και Βασικές Έννοιες

Πριν προχωρήσουμε κρίνουμε απαραίτητο να ορίσουμε ορισμένες χρήσιμες για την δημόσια παρακολούθηση έννοιες.

- **Δείκτης (Indicator):** Είναι ένας μετρήσιμος παράγοντας που επιτρέπει στους φορείς λήψης αποφάσεων την αντικειμενική εκτίμηση του μεγέθους του προβλήματος και την παρακολούθηση των διαδικασιών, των αποτελεσμάτων ή των επιπτώσεων μιας παρέμβασης στον πληθυσμό (για παράδειγμα, αριθμός νέων κρουσμάτων διάρροιας, ποσοστό παιδιών που έχουν πλήρως ανοσοποιηθεί σε μια περιοχή, ποσοστό μαθητών του λυκείου που καπνίζουν τουλάχιστον ένα τσιγάρο την ημέρα, κλπ.).
- **Ενεργητική επιτήρηση (Active surveillance):** Είναι ένα σύστημα για την τακτική επικοινωνία με τους παρόχους υπηρεσιών υγείας και τους πολίτες προς αναζήτηση πληροφοριών σχετικά με τις συνθήκες υγείας. Η ενεργητική επιτήρηση από τη μια παρέχει ακριβή και έγκαιρη πληροφόρηση, αλλά από την άλλη είναι κοστοβόρα.
- **Παθητική επιτήρηση (Passive surveillance):** Είναι ένα σύστημα το οποίο αντλεί πληροφορίες για την υγεία από εκθέσεις που υποβάλλονται από νοσοκομεία, κλινικές, μονάδες για τη δημόσια υγεία, ή άλλες πηγές. Η παθητική επιτήρηση είναι μια σχετικά φθηνή στρατηγική και καλύπτει μεγάλες περιοχές. Παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την παρακολούθηση της υγείας μιας κοινότητας. Ωστόσο, επειδή η παθητική παρακολούθηση εξαρτάται από ανθρώπους σε διαφορετικά ιδρύματα για την παροχή δεδομένων, η ποιότητα και η εγκυρότητα των δεδομένων είναι δύσκολο να ελεγχθούν.

- **Κατηγορική επιτήρηση (Categorical surveillance):** Ένα ενεργό ή παθητικό σύστημα που εστιάζει σε μία ή περισσότερες ασθένειες ή συμπεριφορές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για ένα πρόγραμμα παρέμβασης. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να είναι αναποτελεσματικό σε τοπικό επίπεδο, καθώς μπορεί να χρειαστεί να συμπληρωθούν πολλαπλές φόρμες για τον ίδιο ασθενή. Σε υψηλότερα επίπεδα, η διάθεση ειδικών σε ένα πρόγραμμα μπορεί να αφήσει άλλα προγράμματα ανυποστήρικτα και ο συνδυασμός των αποτελεσμάτων από διάφορα συστήματα για την συνολική εκτίμηση μπορεί να είναι δύσκολη.
- **Ολοκληρωμένη επιτήρηση (Integrated surveillance):** Είναι ένας συνδυασμός ενεργητικών και παθητικών συστημάτων χρησιμοποιώντας μια ενιαία υποδομή που συγκεντρώνει πληροφορίες για πολλαπλές ασθένειες ή συμπεριφορές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για πολλά προγράμματα παρέμβασης.
- **Συνδρομική επιτήρηση (Syndromic surveillance):** Είναι ένα ενεργό ή παθητικό σύστημα που χρησιμοποιεί τον ορισμό των περιστατικών που βασίζονται εξ ολοκλήρου σε κλινικά χαρακτηριστικά χωρίς καμία κλινική ή εργαστηριακή διάγνωση (για παράδειγμα, η συλλογή του αριθμού των κρουσμάτων διάρροιας και όχι των κρουσμάτων χολέρας, ή των κρουσμάτων «ασθενειών εξανθημάτων» και όχι κρουσμάτων ιλαράς). Επειδή η συνδρομική επιτήρηση είναι φθηνή και πιο γρήγορη από τα συστήματα που απαιτούν εργαστηριακή επιβεβαίωση, είναι το σύστημα που συχνά προτιμούν για επιτήρηση οι αναπτυσσόμενες χώρες.  
Στον εξειδικευμένο τομέα της επιτήρησης για τη βιοτρομοκρατία, η συνδρομική επιτήρηση αναφέρεται στην ενεργό επιτήρηση των συνδρόμων που μπορεί να προκληθούν από πιθανούς παράγοντες που χρησιμοποιούνται από βιολογικούς τρομοκράτες και μερικές φορές αναφέρονται σε εναλλακτικά μέτρα, όπως αύξηση στη χρήση φαρμάκων χωρίς συνταγή γιατρού ή αύξηση των κλήσεων προς τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης.
- **Σύστημα επιτήρησης παραγόντων κινδύνου που σχετίζονται με την συμπεριφορά (Behavioral risk factor surveillance system – BRFS):** Είναι ένα ενεργό σύστημα επαναλαμβανόμενων ερευνών που μετρούν τις συμπεριφορές που είναι γνωστό ότι προκαλούν μια ασθένεια ή έναν τραυματισμό (για παράδειγμα, κάπνισμα, χρήση αλκοόλ, σεξουαλική επαφή χωρίς προφύλαξη, έλλειψη σωματικής άσκησης, κλπ.). Επειδή ο στόχος πολλών προγραμμάτων παρέμβασης είναι η πρόληψη των ασθενειών μέσω της πρόληψης ανθυγιεινών συμπεριφορών, οι έρευνες αυτές παρέχουν ένα άμεσο μέτρο της επίδρασής τους στον πληθυσμό, συχνά πολύ πριν τις αναμενόμενες συνέπειες για την υγεία. Οι έρευνες αυτές είναι χρήσιμες για την έγκαιρη μέτρηση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων για μεταδοτικές και μη ασθένειες.

### 2.3. Στόχοι των συστημάτων επιτήρησης

Η επιτήρηση της δημόσιας υγείας παρέχει την επιστημονική και τεκμηριωμένη βάση δεδομένων, η οποία είναι απαραίτητες για τη λήψη αποφάσεων και κατάλληλων μέτρων για τη δημόσια υγεία. Ο βασικός στόχος της επιτήρησης είναι να παρέχονται πληροφορίες για την καθοδήγηση των παρεμβάσεων. Οι στόχοι και οι δράσεις που απαιτούνται για να συμβούν επιτυχείς παρεμβάσεις στη δημόσια υγεία καθορίζονται από το σχεδιασμό και την εφαρμογή των συστημάτων επιτήρησης. Για παράδειγμα, εάν ο στόχος είναι να αποφευχθεί η εξάπλωση των επιδημιών οξέων μολυσματικών ασθενειών, όπως το SARS, οι διαχειριστές των συστημάτων πρέπει να παρέμβουν γρήγορα για να σταματήσει η εξάπλωση της ασθένειας. Ως εκ τούτου, χρειάζεται ένα σύστημα παρακολούθησης που παρέχει γρήγορα πληροφορίες και έγκαιρη προειδοποίηση από κλινικές και εργαστήρια.

Αντίθετα, δεν συμβαίνει το ίδιο για χρόνιες παθήσεις και συμπεριφορές υγείας. Οι διαχειριστές συνήθως παρακολουθούν την επίδραση των προγραμμάτων για να αλλάξουν επικίνδυνες συμπεριφορές, όπως το κάπνισμα ή τις χρόνιες παθήσεις μια φορά το χρόνο ή ακόμα πιο λίγο. Η αρχή είναι ότι διαφορετικοί στόχοι για τη δημόσια υγεία και οι ενέργειες που απαιτούνται για την επίτευξή τους απαιτούν διαφορετικά πληροφοριακά συστήματα. Το είδος της δράσης που μπορεί να πραγματοποιηθεί, τότε και πόσο συχνά θα πρέπει να πραγματοποιηθεί, ποιες πληροφορίες που απαιτούνται πρέπει να ληφθούν, πως θα πρέπει να παρακολουθηθεί η δράση, και τότε ή πόσο συχνά ζητούνται πληροφορίες, καθορίζουν τον τύπο του συστήματος πληροφοριών επιτήρησης ή της υγείας (Πίνακας 2.1).

Στόχος	Δράση	Σύστημα	Δεδομένα
Ανίχνευση επιδημιών	Επιδημιολογική αντίδραση	Ενεργή παρακολούθηση	Στοιχεία έγκαιρης προειδοποίησης
Παρακολούθηση προγραμμάτων παρέμβασης	Παρακολούθηση προγράμματος	Πληροφορίες για την υγεία	Δείκτες προγράμματος
Παρακολούθηση των επιπτώσεων της αλλαγής πολιτικής	Κατανομή πόρων πολιτική υγείας	Πληροφορίες για την υγεία και τη διαχείριση	Υγειονομικοί δείκτες
Παρακολούθηση του συστήματος υγείας			Διοικητικά δεδομένα
Παρακολούθηση του συστήματος υγείας			

Πίνακας 2.1: Διαφορετικοί στόχοι, διαφορετικά δεδομένα, διαφορετικά συστήματα

Πηγή: Nsubuga, Eseko, et al. 2002.

## 2.4. Αρχές και χρήσεις της επιτήρησης

Οι Foege et al. (1976) αναφέρουν ότι «ο λόγος για τη συλλογή, ανάλυση και διάδοση πληροφοριών σχετικά με μια ασθένεια είναι να ελεγχθεί η εν λόγω ασθένεια. Δεν θα πρέπει να επιτρέπεται η συλλογή και η ανάλυση των πόρων αν δεν υπάρχει αποτέλεσμα». Η θεμελιώδης αρχή της επιτήρησης της δημόσιας υγείας είναι ότι θα πρέπει να σχεδιαστεί και να εφαρμοστεί για να παρέχει έγκυρες (αληθείς) πληροφορίες στους φορείς λήψης αποφάσεων σε εύλογο χρόνο με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Επειδή οι διαχειριστές είναι απίθανο να χρειαστεί να κάνουν παρεμβάσεις για την αντιμετώπιση μικρών διαφορών μεταξύ των περιοχών, το να θυσιάζεται η ακρίβεια έχει νόημα μόνο για να βελτιωθεί ο χρόνος και για να εξοικονομηθούν πόροι που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για παρεμβάσεις στη δημόσια υγεία. Η χρησιμότητα των δεδομένων επιτήρησης μπορεί να θεωρηθεί ως άμεση, ετήσια, και αρχειοθετημένη, στη βάση των δράσεων για τη δημόσια υγεία που πρέπει να ληφθούν (Πίνακας 2.2).

Άμεση ανίχνευση	Επιδημιών
	Νεοεμφανιζόμενων προβλημάτων υγείας
	Αλλαγών στις πρακτικές υγείας
	Μεταβολών στην αντίσταση στα αντιβιοτικά
	Μεταβολών στην κατανομή πληθυσμού σε κίνδυνο από τη νόσο
Περιοδική διάδοση για	Εκτίμηση του μεγέθους ενός προβλήματος υγείας, συμπεριλαμβανομένου του κόστους

Αξιολόγηση των δραστηριοτήτων ελέγχου

Καθορισμό προτεραιοτήτων έρευνας

Προσδιορισμό των παραγόντων κινδύνου για την ασθένεια

Διευκόλυνση του σχεδιασμού

Παρακολούθηση παραγόντων κινδύνου

Παρακολούθηση των αλλαγών στις πρακτικές υγείας

Τεκμηρίωση της κατανομής και της διάδοσης ασθενειών και τραυματισμών

Αποθηκευμένη πληροφορία για

Περιγραφή του φυσικού ιστορικού ασθενειών

Διευκόλυνση επιδημιολογικής και εργαστηριακής έρευνας

Επικύρωση της χρήσης πρωταρχικών δεδομένων

Καθορισμό προτεραιοτήτων έρευνας

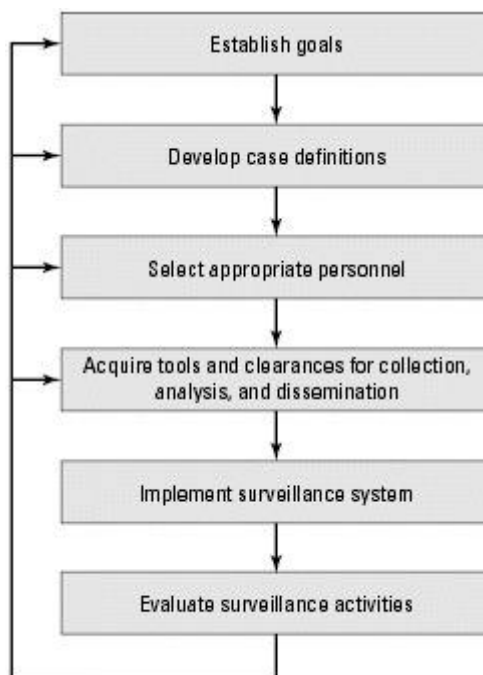
Τεκμηρίωση της κατανομής και της διάδοσης ασθενειών και τραυματισμών

**Πίνακας 2.2: Χρησιμότητα των δεδομένων επιτήρησης**

**Πηγή: Thacker and Stroup (1998b).**

## 2.5. Η δημιουργία και η διατήρηση ενός συστήματος επιτήρησης

Είναι κοινή λογική ότι αυτό που αξίζει να κάνεις, αξίζει να το κάνεις σωστά. Αυτοί που αποφασίζουν να χρησιμοποιήσουν την επιτήρηση της δημόσιας υγείας ως εργαλείο διαχείρισης πρέπει να αναγνωρίσουν ότι θα πρέπει να δεσμεύσουν πολιτική στήριξη και χρηματοδότηση. Όπως συμβαίνει με κάθε σύστημα υγείας, πρέπει να βρεθούν και να εκπαιδευθούν κατάλληλοι επαγγελματίες υγείας. Σύμφωνα με του Thacker and Stroup (1998a) υπάρχουν έξι βήματα για τη δημιουργία ενός συστήματος επιτήρησης (Σχήμα X). Επειδή το σύστημα πρέπει να προσαρμόζεται συνεχώς στις αλλαγές στον πληθυσμό και το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον, αυτά τα βήματα ανανεώνονται συνεχώς.



**Σχήμα 2.1: Στοιχεία δημιουργίας και συντήρησης συστήματος επιτήρησης**

Πηγή: Thacker and Stroup (1998a).

## 2.6. Ανάλυση και διάδοση των δεδομένων επιτήρησης

Οι πληροφορίες σχετικά με την επιτήρηση αναλύονται χρονικά, τοπικά, και ατομικά. Καλά καταρτισμένο προσωπικό θα πρέπει να επανεξετάζει τα δεδομένα τακτικά για να διασφαλιστεί το κύρος τους αλλά και για να εντοπίζονται οι πληροφορίες που είναι χρήσιμες. Για τη σύνοψη και παρουσίαση των δεδομένων απαιτούνται απλοί πίνακες συχνότητας και γραφικές παραστάσεις. Η έγκαιρη διάδοση των δεδομένων σε όσους ασκούν πολιτικές υγείας και εφαρμόζουν προγράμματα παρεμβάσεων είναι ζωτικής σημασίας για τη χρησιμότητα των δεδομένων επιτήρησης.

Ο ραγδαία εξελισσόμενος τομέας της πληροφορικής στον κλάδο της δημόσιας υγείας, ο οποίος ασχολείται με τη συλλογή, ταξινόμηση, αποθήκευση, ανάκτηση, ανάλυση και παρουσίαση του μεγάλου όγκου δεδομένων που αφορούν την υγεία, προσφέρει τη δυνατότητα για πραγματικά ολοκληρωμένη εποπτεία της δημόσιας υγείας με βάση την τυποποίηση των δεδομένων, μια υποδομή επικοινωνιών, και πολιτικές για την πρόσβαση σε δεδομένα τα οποία βρίσκονται σε κοινή χρήση.

## 2.7. Η επιτήρηση ως στοιχείο των εθνικών συστημάτων Δημόσιας Υγείας

Ο WHO και η Παγκόσμια Τράπεζα αναφέρουν την επιτήρηση της δημόσιας υγείας ως βασική λειτουργία του συστήματος δημόσιας υγείας (World Bank, 2001). Όταν συνδέονται με πολιτικές υγείας και προγράμματα, τα δεδομένα επιτήρησης βελτιώνουν την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών υγείας μέσω στοχοθετημένων παρεμβάσεων και την τεκμηρίωση της επίδρασή τους στον πληθυσμό.

Μια κρίσιμη πρόκληση στον τομέα της υγείας στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι η διασφάλιση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας της επιτήρησης και της δημόσιας υγείας σε ένα περιβάλλον αποκέντρωσης. Οι διαχειριστές συστημάτων επιτήρησης σε εθνικό επίπεδο ενδέχεται να χάσουν τον έλεγχο της ποιότητας των συλλεγόμενων δεδομένων σε τοπικό επίπεδο. Η κατάσταση αυτή μπορεί να αποφευχθεί

Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών

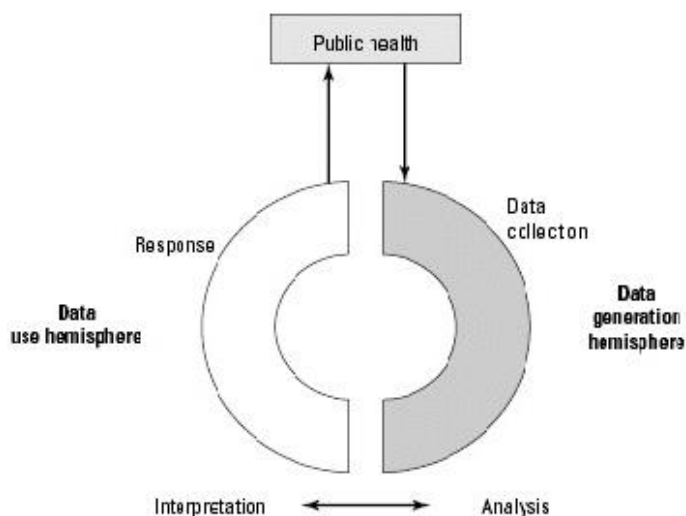
με την εκπαίδευση τοπικών φορέων λήψης αποφάσεων σχετικά με τον τρόπο χρήσης των πληροφοριών για την κάλυψη των αναγκών τους και τη διαπραγμάτευση μαζί τους σχετικά με τις βασικές πληροφορίες που συλλέγονται από κάθε τοπική μονάδα. Η ποιότητα της πληροφόρησης μπορεί να βελτιωθεί, χρηματοδοτώντας εθνικά επιστημονικά και διασφαλιζόμενα δίκτυα επιτήρησης, συνδέοντας τη χρηματοδότηση με την παροχή επαρκών δεδομένων και πραγματοποιώντας περιοδικές έρευνες για να επιβεβαιώσουν τα αποτελέσματα των τοπικών εκθέσεων. Εάν η ευθύνη για την εφαρμογή των προγραμμάτων μεταβιβάζεται σε τοπικό επίπεδο, τότε οι διαχειριστές σε εθνικό επίπεδο χρειάζονται μόνο λίγους συνοπτικούς δείκτες αντί για λεπτομερείς πληροφορίες.

## 2.8. Η επιτήρηση ως εργαλείο για τη βελτίωση της Δημόσιας Υγείας

Οι πληροφορίες για τον πληθυσμό πρέπει να είναι ορθές, έγκαιρες και επιστημονικά έγκυρες. Η απλή συλλογή δεδομένων και η παρουσίασή τους δεν είναι αρκετή.

### 2.8.1. Χρησιμοποιώντας πληροφορίες επιτήρησης για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων

Ένα σημαντικό κενό στην προώθηση της αποτελεσματικής εποπτείας βρίσκεται μεταξύ της «παραγωγής» των δεδομένων και της ικανότητας να μετατρέπονται τα δεδομένα αυτά σε χρήσιμες πληροφορίες και στη συνέχεια της εφαρμογής κατάλληλων ενεργειών για τη δημόσια υγεία. Η εποπτεία και η απόκριση μπορούν να περιγραφούν σύμφωνα με το Σχήμα 2.2. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει η περιοχή παραγωγής ψηφιακών δεδομένων και η περιοχή χρήσης δεδομένων (USAID 2005). Η περιοχή παραγωγής δεδομένων είναι η παραδοσιακή άποψη της επιτήρησης, ενώ η περιοχή χρήσης δεδομένων είναι η απόκριση της δημόσιας υγείας που ξεκινά με την ερμηνεία των δεδομένων από το σύστημα επιτήρησης.



Σχήμα 2.2: Δομικό πλαίσιο επιτήρησης και απόκρισης

Πηγή: Jamison et al. (2006).

### 2.8.2. Ο ρόλος των επιδημιολόγων στην παροχή αποδεικτικών στοιχείων

Οι αναπτυγμένες χώρες έχουν κατασκευάσει στρατηγικές για τη δημόσια υγεία και τον έλεγχο ασθενειών, χρησιμοποιώντας τις βασικές αρχές της επιδημιολογίας. Οι αναπτυσσόμενες χώρες πρέπει να δημιουργήσουν και να διατηρήσουν το ανθρώπινο δυναμικό στον τομέα της επιδημιολογίας. Η επιδημιολογία μπορεί να εξυπηρετήσει μια χώρα στους ακόλουθους τομείς:

- παροχή λύσης σε οξεία προβλήματα
- παροχή της επιστημονικής βάσης για προγράμματα και για την λήψη κατάλληλων αποφάσεων

Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών

- εφαρμογή συστημάτων επιτήρησης της νόσου
- υποστήριξη εθνικών σχεδιασμών για την υγεία
- λήψη αποφάσεων και κατανομής πόρων
- κατανομή του ανθρώπινου δυναμικού στις εθνικές προτεραιότητες της υγείας.

Ειδικές ικανότητες που πρέπει να αναπτυχθούν περιλαμβάνουν:

- σχεδιασμό, υλοποίηση και αξιολόγηση επιτήρησης
- προσδιορισμό και αξιολόγηση πραγματικών προβλημάτων για τη δημόσια υγεία
- σχεδιασμό και διεξαγωγή επιστημονικής έρευνας
- ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων μιας έρευνας
- λογικές και πρακτικές δράσεις για τη δημόσια υγεία μετά την ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων
- γνώση όλων των πτυχών των ασθενειών που έχουν σημασία για τη δημόσια υγεία.

Από το 1975, ο CDC και ο WHO έχουν συνεργαστεί με περισσότερες από 30 χώρες για την ενίσχυση των συστημάτων υγείας, των αναγκών κατάρτισης για την ανίχνευση και αντιμετώπιση ασθενειών κατά τρόπο ευέλικτο και βιώσιμο.

## 2.9. Επιλεγμένες Στρατηγικές Επιτήρησης

Τα συστήματα επιτήρησης πρέπει να σχεδιαστούν και να εφαρμοστούν έτσι ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες για αξιόπιστα και έγκαιρα στοιχεία, τα οποία συγκεντρώνονται αποτελεσματικά. Επειδή διαφέρουν αυτές οι ανάγκες, ανάλογα με τις ανάγκες της διοίκησης, έχουν αναπτυχθεί μια σειρά από διαφορετικές στρατηγικές.

### 2.9.1. Sentinel επιτήρηση

Σε ένα σύστημα sentinel επιτήρησης, ένα προκαθορισμένο δείγμα πηγών αναφοράς συμφωνεί να αναφέρει όλες τις περιπτώσεις καθορισμένων συνθηκών, οι οποίες ενδέχεται να υποδεικνύουν τάσεις σε ολόκληρο τον πληθυσμό-στόχο (Birkhead and Maylahn, 2000). Όταν εφαρμοστούν σωστά, τα συστήματα αυτά προσφέρουν μια αποτελεσματική μέθοδο χρησιμοποιώντας περιορισμένους πόρους και επιτρέπουν την άμεση και ευέλικτη παρακολούθηση και διερεύνηση ύποπτων προβλημάτων για τη δημόσια υγεία. Παραδείγματα της επιτήρησης βάσει δειγμάτων είναι τα δίκτυα των ιδιωτών ιατρών, τα οποία αναφέρουν περιπτώσεις π.χ. γρίπης ή ένα σύστημα βασισμένο σε εργαστήριο το οποίο αναφέρει περιπτώσεις ορισμένων βακτηριακών λοιμώξεων στα παιδιά. Η sentinel επιτήρηση είναι εξαιρετική για τον εντοπισμό μεγάλων προβλημάτων δημόσιας υγείας, αλλά δεν είναι τόσο ευαίσθητη σε σπάνια περιστατικά, όπως η πρόωγη εμφάνιση μιας νέας ασθένειας, επειδή αυτές οι λοιμώξεις μπορεί να εμφανιστούν σε οποιοδήποτε μέρος του πληθυσμού.

### 2.9.2. Περιοδικές έρευνες με βάση τον πληθυσμό

Οι έρευνες με βάση τον πληθυσμό μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιτήρηση εάν επαναλαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα (Thacker and Berkelman, 1988). Παραδείγματα τέτοιων ερευνών στον τομέα της επιτήρησης περιλαμβάνουν την BRFSS στις Ηνωμένες Πολιτείες, μελέτες επιπολασμού HIV, έρευνες νοικοκυριών, δημογραφικές και έρευνες υγείας που σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, διεξάγονται κάθε πέντε χρόνια. Τέτοιες έρευνες απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή όσον αφορά τη μεθοδολογία, την επίβλεψη των ερευνητών, τη στρατηγική δειγματοληψίας, και τα ερωτηματολόγια. Οι έρευνες αυτές απαιτούν σαφή ορισμό του πληθυσμού-στόχου στον οποίο μπορούν να γενικευτούν τα αποτελέσματα και χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή με το μέγεθος του δείγματος, το οποίο πρέπει να υπολογίζεται με βάση τα επιδημιολογικά χαρακτηριστικά της κατάστασης της υγείας (για παράδειγμα, σπάνιες συνθήκες απαιτούν μεγάλα δείγματα). Η επίβλεψη των ερευνητών και η διατήρηση υψηλών ποσοστών απόκρισης είναι ζωτικής σημασίας για την αποφυγή μεροληψίας. Επειδή οι έρευνες είναι επαναλαμβανόμενες, οι αλλαγές του πληθυσμού (που προκαλούνται, για παράδειγμα, από τη θνησιμότητα ή την κινητικότητα) μπορεί να οδηγήσουν σε μεροληψία.



### 2.9.3 Εργαστηριακή επιτήρηση

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επιτήρηση των μολυσματικών νόσων σχηματίζουν ένα φάσμα που εξελίσσεται με την οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας. Η επιτήρηση διατροφικών ασθενειών, για παράδειγμα, χωρίζεται σε τέσσερα διακριτά επίπεδα επιτήρησης. Κάθε επίπεδο είναι πιο πολύπλοκο και έχει μεγαλύτερη ικανότητα για τον έλεγχο και την ανίχνευση της νόσου, αλλά αυτό εξαρτάται επίσης από περισσότερους πόρους και υποδομές. Η επιτήρηση διατροφικών ασθενειών αποτελεί ένα χρήσιμο μέσο για την παρακολούθηση τόσο της ασφάλειας του εφοδιασμού με τρόφιμα όσο και τις δραστηριότητες του συστήματος δημόσιας υγείας. Η εργαστηριακή επιτήρηση απαιτεί πόρους, εγκαταστάσεις και κατάρτιση..

### 2.9.4. Ολοκληρωμένη επιτήρηση και αντιμετώπιση των νόσων

Η στρατηγική Integrated Disease Surveillance and Response (IDSR), η οποία αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στην Αφρική, συνδέει δεδομένα επιδημιολογίας με εργαστηριακά αποτελέσματα που προκύπτουν από την επιτήρηση μιας ασθένειας σε όλα τα επίπεδα του συστήματος υγείας, με έμφαση στην ενσωμάτωση της επιτήρησης με ανταπόκριση (WHO 1993, 1998). Αναγνωρίστηκαν περιοχές ως επίκεντρο για την ενίσχυση των προσπαθειών για τη συλλογή επίκαιρων δεδομένων, την ανάλυση των δεδομένων και τη χρήση της πληροφορίας για τον τομέα δημόσιας υγείας. Η στρατηγική IDSR βασίζεται σε βασικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της ανίχνευσης ασθενών, την καταγραφή και επιβεβαίωση, την υποβολή εκθέσεων, την ανάλυση, τη χρήση και την ανατροφοδότηση των δεδομένων. Οι λειτουργίες υποστήριξης περιλαμβάνουν τον συντονισμό, την εποπτεία ή την αξιολόγηση των επιδόσεων, την κατάρτιση και την παροχή πόρων για τις υποδομές, συμπεριλαμβανομένης της επικοινωνίας (Nsubuga, Eseko, et al. 2002).

### 2.9.5. Άτυπα δίκτυα, ως κρίσιμα στοιχεία των συστημάτων επιτήρησης

Ο WHO και άλλοι φορείς συχνά λαμβάνουν τηλεφωνικές κλήσεις ή ανεπίσημες αναφορές σχετικά με επείγοντα συμβάντα υγείας. Ο WHO δημοσιεύει μια άτυπη λίστα με αυτές τις «φήμες», η οποία επιτρέπει στους εργαζόμενους της δημόσιας υγείας την αντιμετώπιση των κινδύνων για την υγεία αμέσως αντί να περιμένουν την επίσημη έκθεση (<http://www.who.int/csr/don/en/>).

## 2.10. Ο ρόλος της επιτήρησης στις μεγάλες εκρήξεις ασθενειών

Μοιάζει απίστευτο ότι μια ασθένεια τόσο σοβαρή όσο το AIDS θα μπορούσε να εξαπλωθεί σιωπηλά σε πολλές χώρες πολλά χρόνια πριν ανιχνευθεί και πριν από την εφαρμογή αποτελεσματικών μέτρων ελέγχου στη δεκαετία του 1980. Τα τελευταία χρόνια, συστήματα επιτήρησης και απόκρισης σε όλα τα επίπεδα είναι πιο αποτελεσματικά στον εντοπισμό και την πρόληψη εξάπλωσης των μολυσματικών ασθενειών.

Για παράδειγμα, θα αναφερθούμε στην γρίπη των πτηνών στην Ταϊλάνδη. Η καταστροφική πανδημία (παγκόσμια επιδημία) της γρίπης το 1918 πιστεύεται ότι προήλθε από τις επιδημίες στα πτηνά, όπως και οι πανδημίες γρίπης του 1957 και του 1968 (Ungchusak et al., 2005). Στις αρχές του 2004, μεγάλες επιδημίες γρίπης των πτηνών αναγνωρίστηκαν στα πουλιά σε οκτώ χώρες της Ασίας. Μέχρι το Νοέμβριο, η νόσος είχε εξαπλωθεί από τα πτηνά στον άνθρωπο και το 44% από το 73% από αυτούς που είχαν προσβληθεί από τη νόσο έχασαν τη ζωή τους (Ungchusak et al., 2005). Αυτό πυροδότησε φόβους ότι έχουμε να κάνουμε με έναν θανατηφόρο ιό, ο οποίος μπορεί να εξαπλωθεί από άτομο σε άτομο, γεγονός που θα μπορούσε να προκαλέσει εκτεταμένα προβλήματα στην υγεία και την οικονομία σε όλο τον κόσμο. Στην Ταϊλάνδη, η γρίπη των πτηνών ερευνήθηκε από αποφοίτους του Field Epidemiology Training Program (FETP) της Κίνας και από το Υπουργείο Υγείας της Ταϊλάνδης σε συνεργασία με το Centers for Disease Control and Prevention (CDC) των ΗΠΑ. Με την εφαρμογή των τεχνικών της επιδημιολογίας, οι οποίες υποστηρίχθηκαν από εργαστηριακές μελέτες, διαπιστώθηκε ότι ο ιός είχε μεταδοθεί από άτομο σε άτομο σε μια οικογένεια. Είναι πιθανό ότι η από άτομο σε άτομο μετάδοση μπορεί να έχει συμβεί και σε άλλες χώρες, όπου δεν χρησιμοποιήθηκε ο τομέας της επιδημιολογίας.

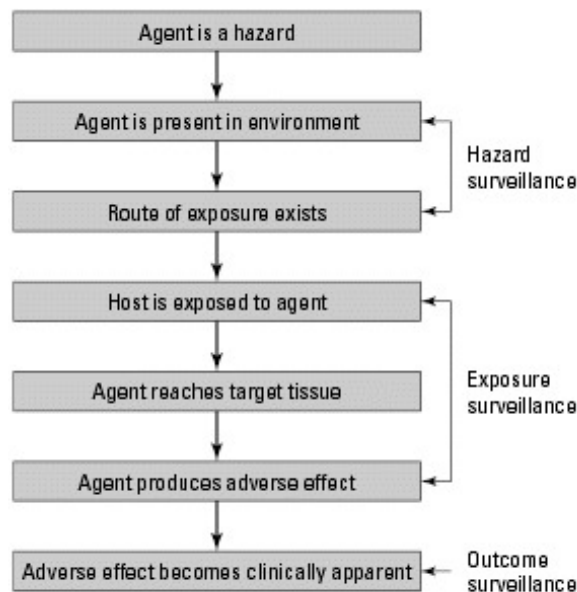
Το παραπάνω παράδειγμα είναι σημαντικό για την επίτευξη των παρακάτω: (α) αύξηση της παγκόσμιας συνειδητοποίησης των επιπτώσεων μιας παγκόσμιας καταστροφής αρκετά νωρίς και ότι μπορούν να γίνουν σχέδια για την αποτροπή ή τη μείωση των επιπτώσεων και (β) συνειδητοποίηση ότι η ασθένεια μπορούσε να ελεγχθεί με αποδεδειγμένες επιδημιολογικές μεθόδους επικοινωνούμενες με καλή επικοινωνία, χωρίς εμβόλια, φάρμακα ή με ένα εργαστήριο ή σύστημα επιτήρησης υψηλής τεχνολογίας (Mack, 2005).

## 2.11. Επιτήρηση για συγκεκριμένες παθήσεις

Τα συστήματα επιτήρησης αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την στοχοθέτηση, την παρακολούθηση και την αξιολόγηση πολλών κινδύνων για την υγεία. Επειδή οι διαχειριστές αυτών των συστημάτων χρειάζονται μια ευρεία ποικιλία πληροφοριών για συγκεκριμένες παρεμβάσεις, τα συστήματα έχουν αναπτυχθεί και δοκιμαστεί ώστε να πληρούν αυτές τις ανάγκες.

### 2.11.1. Περιβαλλοντική επιτήρηση Δημόσιας Υγείας

Η περιβαλλοντική επιτήρηση της δημόσιας υγείας απαιτεί τη συλλογή, ανάλυση και διάδοση των δεδομένων σχετικά με τους κινδύνους, τις εκθέσεις και τα αποτελέσματα για την υγεία (Thacker et al. 1996).



Σχήμα 2.3: Η διαδικασία των παρενεργειών και η επιτήρησή τους

Πηγή: Thacker and Stroup (1998a).

Τα αποτελέσματα της υγείας περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων το θάνατο, την ασθένεια, τον τραυματισμό και την αναπηρία. Ωστόσο, η σύνδεση των παραπάνω αποτελεσμάτων με ειδικούς περιβαλλοντικούς κινδύνων και εκθέσεις είναι ζωτικής σημασίας για την περιβαλλοντική επιτήρηση της δημόσιας υγείας. Οι κίνδυνοι περιλαμβάνουν τοξικές χημικές ουσίες, φυσικούς παράγοντες, βιομηχανικούς στρεσογόνους παράγοντες, βιολογικούς παράγοντες που βρίσκονται στον αέρα, το νερό, το έδαφος, τα τρόφιμα, και άλλα περιβαλλοντικά μέσα. Η επιτήρηση της έκθεσης περιλαμβάνει την παρακολούθηση των μελών του πληθυσμού για την παρουσία ενός περιβαλλοντικού παράγοντα, των μεταβολιών του, ή των κλινικά αφανών αποτελεσμάτων του.

Τέσσερις προκλήσεις αντιμετωπίζει η περιβαλλοντική επιτήρηση της δημόσιας υγείας. Πρώτον, η σύνδεση συγκεκριμένων περιβαλλοντικών αιτιών με ανεπιθύμητα αποτελέσματα περιορίζεται από την κακή κατανόηση των διεργασιών της νόσου, το μακρύ χρονικό διάστημα, τα ανεπαρκή μέτρα έκθεσης και τις πολλαπλές πιθανές αιτίες της ασθένειας. Δεύτερον, τα δεδομένα που συλλέγονται για άλλους σκοπούς, σπάνια περιλαμβάνουν επαρκείς πληροφορίες για την αναγνώριση περιπτώσεων που προκαλούνται από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Τρίτον, οι δημόσιοι συναγερμοί είναι συχνά δυσανάλογοι σε σχέση με ανησυχητικούς κινδύνους και το συναίσθημα συνήθως επηρεάζει τη δημόσια πολιτική δυσανάλογα με τις επιστημονικές πληροφορίες. Τέταρτον, οι βιολογικοί δείκτες θα αποτελέσουν όλο και πιο κρίσιμα τα στοιχεία της επιτήρησης της περιβαλλοντικής έκθεσης.

Η συλλογή δεδομένων που αφορούν την έκθεση, τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν εκτιμήσεις που προέρχονται από δεδομένα επικινδυνότητας μέσω εξελιγμένων μοντέλων ή άμεσες μετρήσεις μεμονωμένης έκθεσης που λαμβάνονται για παράδειγμα από παθητικές δειγματοληψίες αέρα, είναι γενικά μη πρακτική στις αναπτυσσόμενες χώρες. Τα επίπεδα μόλυβδου στο αίμα στην παιδική ηλικία είναι τα μόνα δεδομένα βιοπαρακολούθησης που συλλέγονται συστηματικά σε πολλές χώρες, είτε μέσω εθνικών ερευνών ή μέσω προγραμμάτων προσυμπτωματικού ελέγχου παιδιών που διατρέχουν υψηλό κίνδυνο.

Η επιτήρηση των αποτελεσμάτων υγείας όπως εφαρμόζονται στην περιβαλλοντική επιτήρηση της δημόσιας υγείας είναι παρόμοια με τις παραδοσιακές προσπάθειες επιτήρησης. Στις ΗΠΑ, η προσοχή εστιάζεται στην εποπτεία για γενετικές ανωμαλίες, αναπτυξιακές διαταραχές (π.χ. εγκεφαλική παράλυση, αυτισμό, διανοητική καθυστέρηση) άσθμα και άλλες χρόνιες αναπνευστικές ασθένειες (π.χ. βρογχίτιδα και εμφύσημα), καρκίνο και νευρολογικές ασθένειες (π.χ. η νόσος του Parkinson, η σκλήρυνση κατά πλάκας, και η νόσος του Alzheimer) (McGeehin, Qualters, and Niskar 2004). Άλλες χώρες δίνουν προτεραιότητα σε διαφορετικές συνθήκες. Μητρώα ασθενειών, στατιστικά στοιχεία, ετήσιες έρευνες για την υγεία και συστήματα διοικητικών δεδομένων π.χ. δεδομένα που αφορούν εξιτήρια από το νοσοκομείο) είναι πηγές που έχουν χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των συνθηκών υγείας. Οι προκλήσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως έχουν περιορισμένη δυναμική σε όλα τα έθνη. Καθώς επενδύουμε στην κατανόηση των αυξανόμενων απειλών στο παγκόσμιο περιβάλλον, πρέπει να ξεπεράσουμε αυτές τις προκλήσεις και να δημιουργήσουμε βελτιωμένα συστήματα επιτήρησης. Η υγεία της παγκόσμιας κοινότητας εξαρτάται από μια τέτοια επένδυση.

### 2.11.2. Επιτήρηση των τραυματισμών

Οι τραυματισμοί αποτελούν ένα σημαντικό πρόβλημα για τη δημόσια υγεία και είναι από τις 10 κυριότερες αιτίες θανάτου παγκοσμίως, σκοτώνοντας περίπου 5 εκατομμύρια άτομα κάθε χρόνο και προκαλούν υψηλά ποσοστά αναπηρίας. Άνθρωποι από όλες τις οικονομικές ομάδες βρίσκονται σε κίνδυνο για τραυματισμό, αλλά τα ποσοστά θανάτων που προκαλούνται από τραυματισμό τείνουν να είναι υψηλότερα στις αναπτυσσόμενες χώρες (Peden, McGee, and Sharma 2002). Η επιτήρηση των τραυματισμών περιλαμβάνει την παρακολούθηση της επίπτωσης που προκαλούν και τις συνθήκες των θανατηφόρων και μη θανατηφόρων τραυματισμών. Οι τραυματισμοί ταξινομούνται σε δύο ομάδες: ακούσιοι τραυματισμοί και τραυματισμοί που προκαλούνται λόγω βίας. Ο WHO (Holder, Peden and Krug 2001) και ο Pan American Health Organization (Concha-Eastman and Villveces 2001) έχουν αναπτύξει κατευθυντήριες γραμμές για τη θέσπιση συστημάτων επιτήρησης των τραυματισμών σε αναπτυσσόμενες χώρες.

Κρίσιμα σημεία θα πρέπει να αντιμετωπιστούν κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος επιτήρησης των τραυματισμών σε μια αναπτυσσόμενη χώρα. Καταρχάς, θα πρέπει να διευκρινιστούν οι πηγές δεδομένων. Σε ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες, τα δεδομένα που σχετίζονται με τους τραυματισμούς δεν είναι πάντα διαθέσιμα σε πληροφοριακά συστήματα υγείας. Επομένως, είναι αναγκαίο να εξεταστούν άλλες πηγές π.χ. δικαστήρια ή ιατροδικαστικές εκθέσεις. Στη συνέχεια, θα πρέπει να ορισθούν τα γεγονότα και οι μεταβλητές του συστήματος επιτήρησης τραυματισμών σύμφωνα με τους στόχους του συστήματος. Κριτήρια όπως η πρόθεση του τραυματισμού (τραυματισμός λόγω βίας ή ακούσιος τραυματισμός), το αποτέλεσμα (θανατηφόρος ή μη τραυματισμός) και η φύση του τραυματισμού λόγω βίας (σωματική, σεξουαλική, ψυχολογική κλπ.) θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον καθορισμό του συστήματος.

### 2.11.3. Επιτήρηση για την Βιολογική τρομοκρατία

Επιτήρηση για τη βιολογική τρομοκρατία ως σκοπό έχει την έγκαιρη ανίχνευση ενός συμβάντος βιολογικής τρομοκρατίας και τον χαρακτηρισμό του με τον ίδιο τρόπο όπως γίνεται κατά την ανίχνευση μολυσματικών ασθενειών. Η έγκαιρη ανίχνευση των εστιών συμβάντων βιολογικής τρομοκρατίας μπορεί να επιτευχθεί, σύμφωνα με τους Buchler et al. (2004) μέσω της:

- Έγκαιρης και πλήρους παραλαβής, της αξιολόγησης και διερεύνησης των αναφορών για κάθε περίπτωση ασθένειας, συμπεριλαμβανομένης της έγκαιρης αναγνώρισης και αναφοράς αυτών στις υπηρεσίες υγείας από τους ιατρούς, τις εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης και τα εργαστήρια.
- Βελτίωσης της ικανότητας αναγνώρισης μοτίβων που υποδεικνύουν πιθανή επιδημία νωρίς στην πηγή της (π.χ. χρησιμοποιώντας αναλυτικά εργαλεία που βελτιώνουν την προγνωστική αξία των δεδομένων σε πρώιμο στάδιο της επιδημίας ή μειώνοντας το όριο για τη διερεύνηση πιθανών εστιών).

- Παραλαβής των νέων τύπων δεδομένων (όπως η αγορά προϊόντων φροντίδας υγείας, απουσίες από την εργασία ή το σχολείο, συμπτώματα που παρουσιάζονται σε έναν φορέα παροχής υγειονομικής περίθαλψης ή παραπεμπτικά για εργαστηριακές εξετάσεις) που μπορεί να σηματοδοτούν έγκαιρα μια έκρηξη.

Συστήματα περιβαλλοντικής ανίχνευσης για μικροβιακά παθογόνα και τοξίνες που προκαλούν ανησυχία για τη βιολογική τρομοκρατία μπορεί επίσης να χαρακτηριστούν ως νέου τύπου δεδομένα χωρίς κατά τη διάρκεια της έκρηξης, πριν από τη λοίμωξη (Meehan et al., 2004). Τα κύρια εργαλεία επιτήρησης για την ανίχνευση και τη διαχείριση της έκρηξης είναι τα παραδοσιακά συστήματα αναφοράς για τις ασθένειες. Αυτά τα εργαλεία αποτελούν πυρήνα επιτήρησης και θα πρέπει να είναι ισχυρά. Συνδρομική επιτήρηση είναι μια προσέγγιση με την οποία το τμήμα υγείας του προσωπικού των μελών, με τη βοήθεια αυτοματοποιημένων δεδομένων για την παραγωγή των στατιστικών σημάτων (ηλεκτρονικούς αλγόριθμους), την παρακολούθηση των δεικτών της νόσου συνεχώς για τον εντοπισμό κρουσμάτων της νόσου νωρίτερα και πληρέστερα από ό, τι άλλο μπορεί να είναι δυνατόν με τις παραδοσιακές μεθόδους (Buehler et al., 2004).

## 2.12. Περίληψη κεφαλαίου

Στο δεύτερο κεφάλαιο αυτής της διπλωματικής εργασίας ασχοληθήκαμε με την δημόσια παρακολούθηση της υγείας ως εργαλείο για στόχευση και παρακολούθηση παρεμβάσεων. Παρουσιάσαμε τους ορισμένους βασικούς ορισμούς και βασικές έννοιες. Αναφερθήκαμε στους στόχους των συστημάτων επιτήρησης και τις αρχές και χρήσεις της επιτήρησης. Στη συνέχεια αναφερθήκαμε στη δημιουργία και τη διατήρηση ενός συστήματος επιτήρησης καθώς και στην ανάλυση και διάδοση των δεδομένων επιτήρησης. Ακολούθως αναφερθήκαμε στην επιτήρηση ως στοιχείο των εθνικών συστημάτων Δημόσιας Υγείας και ως εργαλείο για τη βελτίωση της Δημόσιας Υγείας. Τέλος, παρουσιάσαμε ορισμένες επιλεγμένες στρατηγικές επιτήρησης.

### **3. Πηγές δεδομένων για την παρακολούθηση της δημόσιας υγείας**

#### **3.1 Εισαγωγή**

Οι έρευνες είναι ιδιαίτερα πολύτιμα εργαλεία επιτήρησης για χρόνιες παθήσεις και συμπεριφορές που σχετίζονται με την υγεία. Γενικά, οι έρευνες είναι πολύ χρήσιμες για την επιτήρηση μιας νόσου καθώς τα ίδια τα άτομα είναι η πιο έγκυρη και αξιόπιστη πηγή για να δώσουν πληροφορίες σχετικές με την υγεία τους (π.χ. προσωπικές συμπεριφορές, στάσεις ή κατάσταση ψυχικής υγείας). Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι έρευνες συνδέουν αυτά τα αυτοαναφερόμενα δεδομένα με δεδομένα που συλλέγονται από άλλες πηγές.

#### **3.2 Έρευνες**

Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούμε σε ορισμένες σημαντικές έρευνες σε εθνικό επίπεδο καθώς και παραδείγματα κρατικών και τοπικών ερευνών.

##### **3.2.1 Εθνικές δημογραφικές έρευνες**

Το Behavioral Risk Factors Surveillance System (BRFSS), το οποίο συντονίζεται σε εθνικό επίπεδο από το Centers for Disease Control and Prevention (CDC) και διεξάγεται από κρατικά υγειονομικά τμήματα και στις 50 πολιτείες των ΗΠΑ και στην περιφέρεια της Columbia, είναι ένα κρατικό σύστημα συγχρονικών μελετών υγείας ενηλίκων. Συλλέγει πληροφορίες σχετικά με τις συμπεριφορές κινδύνου για την υγεία, τις προληπτικές ιατρικές πρακτικές και την πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη, που σχετίζονται κυρίως με χρόνιους ασθένειες και τραυματισμούς. Το BRFSS υπήρξε η πρωταρχική πηγή εκτιμήσεων για την κατάσταση του πληθυσμού σε επίπεδο κράτους από έρευνες και είναι διαθέσιμη σε όλες τις πολιτείες από το 1984. Η συλλογή δεδομένων χρηματοδοτείται από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων κρατικών και ομοσπονδιακών οργανισμών και ιδιωτικών οργανισμών. Το CDC υποστηρίζει ένα μέρος των προσπαθειών συλλογής δεδομένων και οι πολιτείες παρέχουν τη δική τους χρηματοδότηση για προαιρετικές ιδιαίτερες ενότητες και ερωτήσεις. Τα δεδομένα του BRFSS χρησιμοποιούνται ευρέως για την ανάπτυξη και υπεράσπιση πολιτικής τόσο σε εθνικό όσο και σε κρατικό επίπεδο.

Το Youth Risk Behavior Surveillance System (YRBSS) επικεντρώνεται στην παρακολούθηση της συμπεριφοράς κινδύνου για την υγεία κατά προτεραιότητα, συμπεριλαμβανομένης της σωματικής αδράνειας, των συμπεριφορών που αφορούν τη διαίτα, την επίπτωση της παχυσαρκίας και του άσθματος σε μαθητές. Η έρευνα διεξάγεται από το CDC και από κρατικές και τοπικές υπηρεσίες εκπαίδευσης και υγείας. Ο σκοπός αυτής της έρευνας είναι να παράσχει κρίσιμες πληροφορίες συμπεριφοράς σε εφήβους σε εθνικό επίπεδο. Σε επίπεδο πολιτείας, οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση και την ανάπτυξη πολιτικής για τα σχολεία και την κοινότητα, καθώς και για την εθνική έρευνα και επιτήρηση της συμπεριφοράς στον τομέα της υγείας και των ανισοτήτων στον κίνδυνο για την υγεία.

Η National Health Interview Survey (NHIS) παρακολουθεί την υγεία του αμερικάνικου λαού από το 1957. Πρόκειται για μια έρευνα που χρηματοδοτείται από την ομοσπονδιακή κυβέρνηση, η οποία διεξάγεται από το Εθνικό Κέντρο Στατιστικής Υγείας, το οποίο παρέχει δεδομένα που χρησιμοποιούνται ευρέως για την παρακολούθηση των τάσεων στις ασθένειες και την αναπηρία, την επίτευξη εθνικών στόχων στον τομέα της υγείας, τον εντοπισμό εμποδίων στην πρόσβαση και τη χρήση της κατάλληλης υγειονομικής περίθαλψης και την αξιολόγηση των ομοσπονδιακών προγραμμάτων υγείας. Τα δεδομένα χρησιμοποιούνται επίσης για την έρευνα στον τομέα της δημόσιας υγείας και την ανάπτυξη πολιτικής σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο.

Η National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) διεξάγεται από τις αρχές της δεκαετίας του 1960 από το Εθνικό Κέντρο Στατιστικής για την Υγεία και είναι η μεγαλύτερη και μακρύτερη εθνική πηγή αντικειμενικά μετρημένων δεδομένων υγείας και διατροφής. Τα δεδομένα συλλέγονται για ένα ευρύ φάσμα θεμάτων υγείας μέσω προσωπικών συνεντεύξεων στο σπίτι, φυσικών εξετάσεων και εργαστηριακών εξετάσεων. Τα δεδομένα της NHANES παρέχουν αντικειμενικές εκτιμήσεις της επίπτωσης σημαντικών χρόνιων και λοιμωδών νόσων σε εθνικό επίπεδο και παράγουν βασικούς δείκτες διαχείρισης της νόσου για σκοπούς συγκριτικής αξιολόγησης. Χρησιμοποιούνται για την επιτήρηση και την ανάπτυξη πολιτικής από μια σειρά ομοσπονδιακών υπηρεσιών, και στην αιτιολογική έρευνα από ένα ευρύ φάσμα κυβερνητικών, ακαδημαϊκών και άλλων ιδρυμάτων.

Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών

### 3.2.2 Κρατικές έρευνες

Σχεδόν δώδεκα πολιτείες των ΗΠΑ έχουν δημιουργήσει ξεχωριστές έρευνες για να καλύψουν τις ανάγκες τους σε τοπικά και κρατικά δεδομένα για την υγεία του πληθυσμού. Η ανάπτυξη κρατικών και τοπικών ερευνών για την υγεία είναι μια θετική εξέλιξη, αποδεικνύοντας ότι οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής σε αυτά τα επίπεδα αναγνωρίζουν από τη μία και ανταποκρίνονται από την άλλη στην ανάγκη για δεδομένα σχετικά με την υγεία του πληθυσμού. Παρόλο που αυτές οι έρευνες διαφέρουν ως προς τα θέματα που καλύπτονται, τα μέτρα που χρησιμοποιούνται και τα δειγματοληπτικά σχέδια, πολλές υιοθετούν σχέδια και ερωτήσεις από τις εθνικές έρευνες που περιγράφηκαν παραπάνω και έχουν μεγάλη χρησιμότητα για την παρακολούθηση των αλλαγών και των ανισοτήτων. Η αξία τους για ένα εθνικό σύστημα επιτήρησης είναι περιορισμένη στη μέτρηση των διαφορών σε όλες τις γεωγραφικές περιοχές για τις οποίες η συνοχή της μέτρησης είναι κρίσιμη (Gold et al., 2008). Ένας μικρός αριθμός πολιτειών πειραματίζεται με έρευνες υγείας που σχεδιάστηκαν από το National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), συμπεριλαμβανομένης της Έρευνας Υγείας του Wisconsin και της Καρδιαγγειακής Έρευνας Υγείας του Arkansas.

Μια από τις μεγαλύτερες έρευνες για την υγεία που διεξάγονται σε επίπεδο πολιτείας είναι η California Health Interview Survey (CHIS). Πρόκειται για την πρωταρχική πηγή δεδομένων της πολιτείας για την επιτήρηση της δημόσιας υγείας και την παρακολούθηση των αλλαγών στην κάλυψη της ασφάλισης υγείας καθώς και το κριτήριο επιλογής για προγράμματα κάλυψης της δημόσιας υγείας. Η CHIS καλύπτει ένα ευρύ φάσμα θεμάτων υγείας, συμπεριλαμβανομένων των συνθηκών υγείας και συμπεριφοράς, της ψυχικής υγείας, της ασφάλισης υγείας, της χρήσης και της πρόσβασης στην υγειονομική περίθαλψη, καθώς και ειδικές ενότητες σχετικά με την υγεία των γυναικών, των παιδιών και των ατόμων ηλικίας άνω των 65 ετών. Τα δεδομένα της CHIS χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη και υπεράσπιση πολιτικών στην Καλιφόρνια τόσο σε επίπεδο πολιτείας όσο και σε επίπεδο επαρχίας. Χρησιμοποιούνται επίσης για εθνική έρευνα και επιτήρηση φυλετικών, εθνικών και άλλων κοινωνικών ανισοτήτων στον τομέα της υγείας και της υγειονομικής περίθαλψης. Η CHIS χρηματοδοτείται από πολλούς δημόσιους οργανισμούς και ιδιωτικούς οργανισμούς σε ομοσπονδιακό, κρατικό και τοπικό επίπεδο.

Η Ohio Family Health Survey (OFHS), η οποία διεξήχθη το 1998, το 2004, το 2008 και το 2009, παρέχει στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της υγείας, τη χρήση της υγειονομικής περίθαλψης, την ασφαλιστική κάλυψη υγείας και την πρόσβαση των πολιτών του Ohio στην υγειονομική περίθαλψη. Τα δεδομένα της OFHS χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη της πολιτικής υγείας στο Ohio και από τις τοπικές επιτροπές για τον σχεδιασμό και ανάπτυξη πολιτικών υγείας. Αυτή η έρευνα υποστηρίζεται από διάφορες κυβερνητικές και υγειονομικές υπηρεσίες στο Ohio.

Σκοπός της Hawaii Health Survey (HHS) είναι να παρέχει στο υπουργείο Υγείας της Hawaii, σε άλλους οργανισμούς και στο κοινό στοιχεία σχετικά με τις υπηρεσίες υγείας, τα προγράμματα και τα θέματα υγείας. Αυτή η έρευνα ξεκίνησε αρχικά το 1968 και διαμορφώθηκε μετά από το NHIS. Μέχρι το 1996, οι συνεντεύξεις διεξήχθησαν αυτοπροσώπως, αλλά το 1996 έγινε τηλεφωνική έρευνα. Τα στοιχεία της HHS χρησιμοποιούνται στην ανάλυση και την ανάπτυξη πολιτικής για τη δημόσια υγεία στη Hawaii και σε τοπικές επιτροπές.

### 3.2.3 Τοπικές έρευνες

Ορισμένες κομητείες και πόλεις έχουν δημιουργήσει τις δικές τους περιοδικές έρευνες για την υγεία. Το Λος Άντζελες έχει διεξαγάγει περιοδικές έρευνες για τον πληθυσμό της ενώ η Νέα Υόρκη έχει αναπτύξει έρευνες για ενήλικες καθώς και μια τοπική έρευνα για την υγεία και τη διατροφή. Οι έρευνες αυτές έχουν σχεδιαστεί για να ανταποκρίνονται στις κρατικές και τοπικές ανάγκες για δεδομένα σχετικά με την υγεία του πληθυσμού για να κατευθύνουν τις προσπάθειες αντιμετώπισης χρόνιων ασθενειών και άλλων τομέων των ανισοτήτων στον τομέα της υγείας.

Η Community Health Survey (CHS) της Νέας Υόρκης είναι μια τοπική έρευνα για την υγεία που συλλέγει πληροφορίες σχετικά με τις συμπεριφορές κινδύνου για την υγεία, τις συνθήκες υγείας, τις προληπτικές ιατρικές πρακτικές και την πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη, που σχετίζονται κυρίως με χρόνιες ασθένειες και τραυματισμούς. Η έρευνα άρχισε το 2002 και διεξάγεται ετησίως. Τα δεδομένα της έρευνας χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη πολιτικής και την αξιολόγηση προγραμμάτων. Χρησιμοποιούνται επίσης για την έρευνα και την επιτήρηση των φυλετικών, εθνοτικών και άλλων κοινωνικών ανισοτήτων στην υγεία. Η έρευνα χρηματοδοτείται από το Υπουργείο Υγείας και Ψυχικής Υγιεινής της Νέας Υόρκης ενώ δεν υπάρχουν ομοσπονδιακά κονδύλια για την υποστήριξη αυτής της έρευνας.

### 3.2.4 Πλεονεκτήματα, Περιορισμοί και Ευκαιρίες της Μελέτης Υγείας του Πληθυσμού

Οι έρευνες υγείας του γενικού πληθυσμού παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τον επιπολασμό και την κατανομή χρόνιων ασθενειών, καθώς και σχετικά με τους σχετικούς παράγοντες κινδύνου που μπορούν να συμβάλουν σε αυτές και τις συνέπειές τους. Σημαντικά πλεονεκτήματα είναι το εύρος των πληροφοριών που προσφέρουν και η δυνατότητα επίτευξης αντιπροσωπευτικότητας μέσω προσεκτικής δειγματοληψίας. Αυτές οι πληροφορίες μπορεί να είναι χρήσιμες στην παρακολούθηση των κατανομών, των μεταβολών των ποσοστών και των συγκρίσεων μεταξύ των υποομάδων. Οι έρευνες πληθυσμού είναι ιδιαίτερα πολύτιμες επειδή βασίζονται σε μη κλινικά δείγματα, συμπεριλαμβανομένων ατόμων που ενδέχεται να μην έχουν συμπεριληφθεί σε συστήματα ή μητρώα αναφοράς ασθενειών. Επιπλέον, οι έρευνες πληθυσμού παρέχουν πολύτιμα δεδομένα για αναλύσεις των ανισοτήτων υγείας και υγειονομικής περιθάλψης που σχετίζονται με τα κοινωνικά χαρακτηριστικά που μετράνε (π.χ. φυλή, εθνικότητα, εισόδημα, γεωγραφική περιοχή κατοικίας και άλλα κοινωνικά χαρακτηριστικά). Οι περιεκτικές έρευνες επιτρέπουν στους ερευνητές να συμπεριλάβουν στις αναλύσεις τους άλλα θέματα που μπορεί να σχετίζονται με τις χρόνιες ασθένειες, συμπεριλαμβανομένης της κατάστασης της ψυχικής υγείας, της συμπεριφοράς για την υγεία καθώς και άλλων κοινωνικών παραγόντων και παραγόντων υγείας. Οι περισσότερες έρευνες για την υγεία του πληθυσμού που συλλέγουν στοιχεία σχετικά με χρόνιες παθήσεις χρησιμοποιούν δείγματα που προέρχονται από γενικό πληθυσμό, αλλά δεν περιλαμβάνουν τα άτομα που διαβιούν σε θεραπευτήρια ή άλλα ιδρύματα.

Υπάρχουν προκλήσεις κατά τη διεξαγωγή ερευνών για την υγεία του πληθυσμού. Το υψηλό κόστος διεξαγωγής ερευνών έχει παρακινήσει τη χρήση τηλεφωνικών ερευνών, οι οποίες μπορούν να προσεγγίσουν ένα μεγαλύτερο και γεωγραφικά περισσότερο διεσπαρμένο δείγμα με πολύ χαμηλότερο κόστος ανά ολοκληρωμένη συνέντευξη.

Η καλή επιτήρηση των χρόνιων ασθενειών απαιτεί έγκυρη και αξιόπιστη μέτρηση της κατάστασης. Πολλές έρευνες πληθυσμού βασίζονται αποκλειστικά στην αυτοαναφορά των συμμετεχόντων στα ερωτηματολόγια, η οποία είναι ίσως η πιο έγκυρη για τη μέτρηση πολλών συμπεριφορών υγείας, των συνθηκών ψυχικής υγείας, των αντιληπτών φραγμών στην πρόσβαση στις υπηρεσίες υγείας και της αναφοράς συμπτωμάτων. Ωστόσο, η παρακολούθηση των χρόνιων παθήσεων απαιτεί επίσης αξιόπιστες εξετάσεις και εργαστηριακά δεδομένα, τα οποία είναι δαπανηρά να συγκεντρωθούν στο πλαίσιο μιας έρευνας.

### 3.3 Μητρώα

Ένα από τα πιο ισχυρά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή χρόνιων παθήσεων είναι η χρήση ενός μητρώου, ενός χώρου στο οποίο καταγράφονται επακριβώς τα γεγονότα. Η χρήση ενός μητρώου ως εργαλείου περιγράφηκε για πρώτη φορά πριν από μια χιλιετία περίπου στην Αγγλία στο βιβλίο Domesday Book, και χρησιμοποιήθηκε για την εξακρίβωση των βασιλικών εκτάσεων και εσόδων (Weddell, 1973). Ακολούθησε η έκδοση του Νόμου περί Απογραφής στη Μεγάλη Βρετανία (Weddell, 1973), επιτρέποντας τη δημιουργία ενός μέσου συλλογής πλήρων, βασικών δημογραφικών δεδομένων για έναν πληθυσμό.

Ένα μητρώο, δεδομένου ότι αφορά την υγειονομική περίθαλψη, ορίζεται ως ένα αρχείο δεδομένων που αφορά όλες τις περιπτώσεις μιας συγκεκριμένης νόσου ή άλλης κατάστασης που σχετίζεται με την υγεία σε έναν καθορισμένο πληθυσμό, έτσι ώστε οι περιπτώσεις να μπορούν να σχετίζονται με μια πληθυσμιακή βάση (Last, 2001). Ο Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) το 2010 όρισε το μητρώο ασθενών ως ένα οργανωμένο σύστημα που χρησιμοποιεί μεθόδους παρατήρησης για τη συλλογή ενιαίων δεδομένων (κλινικών και άλλων) για την αξιολόγηση συγκεκριμένων αποτελεσμάτων για έναν πληθυσμό που ορίζονται από μια συγκεκριμένη ασθένεια, την κατάσταση ή την έκθεση και το οποίο εξυπηρετεί προκαθορισμένους επιστημονικούς, κλινικούς ή πολιτικούς σκοπούς.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι μητρώων που σχετίζονται με την υγεία και συγκεντρώνουν μοναδικές πληροφορίες και περιεχόμενο. Παραδείγματα μητρώων ασθενών που ορίζονται από το AHRQ περιλαμβάνουν μητρώα προϊόντων (συσκευές ή φαρμακευτικά προϊόντα), μητρώα υγειονομικών υπηρεσιών (που σχετίζονται με την έκθεση σε υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης), μητρώα ασθενειών ή συνδυασμούς των ανωτέρω. Ο Weddell (1973) ταξινόμησε τα μητρώα σε μια κάπως διαφορετική ταξινόμηση. Συγκεκριμένα, οι βασικές κατηγοριοποιήσεις είναι τα μητρώα συγκεκριμένων πληροφοριών, τα μητρώα που βασίζονται σε ασθένειες, τα μητρώα θεραπείας, τα μητρώων μετά την φροντίδα, τα μητρώα ατόμων σε κίνδυνο και τα μητρώα πόρων.

Τα μητρώα έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα. Το σημαντικότερο είναι η προοπτική συλλογή ακριβών δεδομένων επιτήρησης που απαιτούνται με την ακριβή μορφή που απαιτείται. Τα μητρώα επιτρέπουν τον υπολογισμό της επίπτωσης των ασθενειών. Εάν οι περιπτώσεις παρακολουθούνται τακτικά, ένα μητρώο μπορεί επίσης να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ύφεση, την επιδείνωση, τον επιπολασμό και την επιβίωση. Τα μητρώα χρησιμοποιούνται συχνά στον έλεγχο χρόνιων νόσων, επιτρέποντας έτσι τη συλλογή δεδομένων σχετικά Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών

με τους παράγοντες κινδύνου και τα προγράμματα πρόληψης, τη διάγνωση, τις προσεγγίσεις θεραπειάς και τη θνησιμότητα.

Μια πολύ ενδιαφέρουσα δυναμική χρήση των μητρώων είναι η μετάφραση των πληροφοριών σε κατανόηση και θεραπεία ασθενειών. Παρόλο που οι κλινικές δοκιμές είναι εξαιρετικά χρήσιμες για τον ορισμό της χρησιμότητας (ή της ματαιότητας) μιας δεδομένης θεραπείας, τα μητρώα παρέχουν μια πραγματική εφαρμογή και πηγή δεδομένων, αντιπροσωπεύοντας μεγάλη ποικιλία σε ανθρώπινα όντα, συνθήκες, περιβαλλοντικές εκθέσεις (τόσο γνωστές όσο και άγνωστες) και κρυφές μεροληψίες που ενδέχεται να εισχωρήσουν σε κλινικές δοκιμές όταν τα συμμετέχοντα άτομα δεν αντιπροσωπεύουν πλήρως έναν τον πληθυσμό ατόμων σε κίνδυνο ή που επηρεάζονται από μια ασθένεια. Επομένως, τα μητρώα μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για «παρατηρητικές» μελέτες, παρέχοντας σημαντικά στοιχεία σχετικά με την αιτιότητα των ασθενειών ή την αποτελεσματικότητα της θεραπείας, τη ματαιότητα ή την τοξικότητα. Αυτό μπορεί να παρέχει βασικές πληροφορίες που οδηγούν στον βελτιωμένο σχεδιασμό μιας επόμενης κλινικής δοκιμής.

Όσον αφορά την επιτήρηση των ασθενειών, τα εθνικά μητρώα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης. Οι πληροφορίες σε εθνικό επίπεδο μπορούν να συλλεχθούν από διοικητικά σύνολα δεδομένων ή από μεγάλους τρίτους πληρωτές. Ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες έχουν αναπτύξει εθνικά μητρώα ασθενειών. Στην Πορτογαλία, τέτοια μητρώα περιλαμβάνουν πληροφορίες για οξεία στεφανιαία σύνδρομα, διαδερμικές στεφανιαίες παρεμβάσεις και εγκεφαλικά επεισόδια. Αυτά τα μητρώα περιέχουν τόσο κλινικά όσο και διοικητικά δεδομένα (Sousa et al., 2006). Η Σουηδία διαθέτει περισσότερα από 50 μητρώα ασθενειών, τα οποία αναπτύχθηκαν με συναίνεση συγκεκριμένης ιατρικής ειδικότητας. Τα μητρώα χρησιμοποιούνται για συγκρίσεις με την πάροδο του χρόνου, έτσι ώστε να καθιερωθούν δείκτες απόδοσης και τα νοσοκομεία να μπορούν να συγκριθούν με μια εθνική βάση δεδομένων (Sousa et al., 2006). Στο Ηνωμένο Βασίλειο, η Εθνική Υπηρεσία Υγείας (National Health Service – NHS) έχει αναπτύξει μητρώα για την παροχή ανοικτής συγκριτικής αξιολόγησης των κλινικών αποτελεσμάτων και των επιδόσεων συγκεκριμένων ιδρυμάτων έναντι ενός εθνικού ιδρύματος αναφοράς (Sousa et al., 2006).

Παρά τα πλεονεκτήματα της χρήσης μητρώων για λόγους επιτήρησης, υπάρχουν και ορισμένοι εγγενείς περιορισμοί. Ένας από αυτούς τους περιορισμούς αφορά τη μεροληψία, η οποία μπορεί να μην αναγνωρισθεί και η οποία μπορεί να οδηγήσει σε παραπλανητικά συμπεράσματα. Η μεροληψία στη σύνθεση και την ανάλυση ενός μητρώου μπορεί να λάβει διάφορες μορφές, συμπεριλαμβανομένης εκείνης που σχετίζεται με την επιλογή ασθενών στο μητρώο, με τους μη μετρηθέντες συγχυτικούς παράγοντες και της εσφαλμένης ταξινόμησης ασθενών που εισήλθαν στο μητρώο.

Εκτός από τις μεροληψίες που ενδέχεται να επηρεάσουν τον ορισμό, την καταχώριση και άλλες πληροφορίες σχετικά με τα μητρώα, ένας άλλος συγχυτικός παράγοντας είναι ότι τα επόμενα δεδομένα σχετικά με τους ασθενείς του μητρώου μπορεί να χαθούν. Για παράδειγμα, μπορεί να χαθούν τα δεδομένα ασθενών που μπορεί να επισκεφθούν κάποιον πάροχο υγειονομικής περίθαλψης που δεν συμμετέχουν στο μητρώο. Ένας άλλος πιθανός περιορισμός των μητρώων είναι ότι η δυνατότητα διερεύνησης δευτερογενών ερωτήσεων είναι περιορισμένη.

### 3.4 Δεδομένα υπηρεσιών υγείας

Τα δεδομένα υπηρεσιών υγείας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατανοήσουν την πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη, για να εντοπίσουν τις υπηρεσίες που λαμβάνουν άτομα με χρόνιες παθήσεις, συμπεριλαμβανομένων των επισκέψεων, των εξετάσεων και των εργαστηριακών και απεικονιστικών εξετάσεων, και για την αξιολόγηση της ποιότητας και του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης. Αυτά τα δεδομένα είναι πολύτιμα για την επιτήρηση χρόνιων ασθενειών όταν βασίζονται στη συστηματική καταγραφή πληροφοριών. Είναι λιγότερο πολύτιμα όταν η καταγραφή δεδομένων είναι λιγότερο ομοιόμορφη και βασίζεται περισσότερο στην υποκειμενική κρίση αναφορικά με το τι πρέπει να καταγραφεί για την κατάσταση του ατόμου. Τα δεδομένα υπηρεσιών υγείας μπορούν να χωρισθούν σε δύο ομάδες: τα δεδομένα απαιτήσεων και ιατρικά αρχεία δεδομένων.

Τα στοιχεία απαιτήσεων (συμπεριλαμβανομένων των ιατρικών, οδοντιατρικών και φαρμακευτικών απαιτήσεων) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απαρίθμηση κάθε συνεδρίας ή υπηρεσίας που χρησιμοποιήσει ένα άτομο. Μπορούν να συλλεχθούν στοιχεία για τη νοσηλεία, τις επισκέψεις σε εξωτερικούς ασθενείς, την κάλυψη δημόσιων προγραμμάτων ή την ιδιωτική ασφάλιση υγείας. Τα δεδομένα απαιτήσεων ενδέχεται να περιλαμβάνουν πληροφορίες αρκετά λεπτομερείς ώστε να αναλύουν την επίπτωση μιας χρόνιας πάθησης, τους τύπους υπηρεσιών που λαμβάνουν οι ασθενείς και τα κοινωνικά χαρακτηριστικά των ατόμων που λαμβάνουν υπηρεσίες για την ασθένεια. Τα δεδομένα απαιτήσεων ενδέχεται επίσης να περιλαμβάνουν γεωγραφικά αναγνωριστικά στοιχεία για πρόσωπα ή παρόχους υπηρεσιών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη χαρτογράφηση των γεωγραφικών μοτίβων της συχνότητας των νοσηλείων, άλλων παρεχόμενων υπηρεσιών και



των δαπανών υγειονομικής περίθαλψης, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αναλύσεις ανισοτήτων υγειονομικής περίθαλψης.

Τα δεδομένα που αντλούνται από ιατρικά αρχεία μπορούν να παρέχουν λεπτομερή στοιχεία για τη διαδικασία παροχής υπηρεσιών υγείας σε άτομα με χρόνιες παθήσεις. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της ποιότητας της περίθαλψης που παρέχεται σε άτομα με χρόνιες παθήσεις και, εάν περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά των μεμονωμένων ασθενών, τα δεδομένα μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των ανισοτήτων στη λήψη φροντίδας.

### 3.5 Η περίπτωση της Ελλάδας

Στην συγκεκριμένη ενότητα θα αναφερθούμε στις προσπάθειες συλλογής δεδομένων που αφορούν την υγεία στην Ελλάδα.

Το 2009 διενεργήθηκε για πρώτη φορά από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) η Έρευνα Υγείας. Η έρευνα αυτή, η οποία διενεργείται με βάση τα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Έρευνας Υγείας (EHIS), έχει σκοπό τη μελέτη και παραγωγή πολύτιμων πληροφοριών για την κατάσταση υγείας του πληθυσμού καθώς και τους παράγοντες που την επηρεάζουν, όπως η σωματική άσκηση, η διατροφή, το κάπνισμα, η κατανάλωση αλκοόλ κλπ. Η έρευνα διεξάγεται κάθε 5 χρόνια. Στην ιστοσελίδα της ΕΛΣΤΑΤ είναι αναρτημένα τα αποτελέσματα των ερευνών του 2009 (<http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SHE22/2009>) και του 2014 (<http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SHE22/2014>).

Το εθνικό πρόγραμμα πληθυσμιακού ελέγχου για τον καρκίνο του τραχήλου της μήτρας ξεκίνησε το 2011 και σε αυτό συμμετείχαν αρκετά Κέντρα Υγείας της χώρας. Στοιχεία που αφορούν αυτό το πρόγραμμα έχουν αναρτηθεί στην ιστοσελίδα της ΗΔΙΚΑ και αφορούν τα ΠΕΔΥ-Κέντρων Υγείας αρμοδιότητας της 4ης ΥΠΕ Μακεδονίας και Θράκης που συμμετείχαν στο Πρόγραμμα (<http://www.data.gov.gr/dataset/73f6f121-499a-49e9-8d65-e635b76f9418/resource/011c4146-32a2-4cb5-91e2-dc37babcccf3/download/test-pap.xls>).

Τον Ιούνιο του 2018, η (ΕΛΣΤΑΤ) παρουσίασε τα αποτελέσματα της Έρευνας «Υγεία Ενηλίκων και Παιδιών 2017». Σύμφωνα με την έρευνα το 19,3% του φτωχού πληθυσμού ηλικίας 16 ετών και άνω, δεν έλαβε ιατρική εξέταση ή θεραπεία, αν και χρειάστηκε. Το αντίστοιχο ποσοστό που αφορά τον μη φτωχό πληθυσμό ανήλθε στο 8,9%. Βασική αιτία που απέτρεψε τους πολίτες από το να πραγματοποιήσουν την ιατρική εξέταση ή θεραπεία που έπρεπε ήταν η οικονομική τους κατάσταση (<http://www.statistics.gr/el/infographic-silc-health-2017>).

Από τον Ιανουάριο του 2019 τέθηκε σε ισχύ από τον Εθνικό Οργανισμό Παροχής Υπηρεσιών Υγείας (ΕΟΠΥΥ) το Μητρώο Σακχαρώδη Διαβήτη. Η καταχώρηση των ασθενών/ασφαλισμένων είναι υποχρεωτική.

Πρόσφατα, το 2019, ιδρύθηκε με το νόμο 4600/9.3.2019, ο Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ). Πρόκειται για ένα Νομικό Πρόσωπο Δημοσίου Δικαίου (ΝΠΙΔΔ), το οποίο εποπτεύεται από το Υπουργείο Υγείας. Ο ΕΟΔΥ είναι στην ουσία ο διάδοχος του προϋφιστάμενου Κέντρου Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (ΚΕΕΛΠΝΟ). Στην ιστοσελίδα του ΕΟΔΥ είναι αναρτημένες ετήσιες επιδημιολογικές εκθέσεις για μια σειρά ασθενειών όπως η γρίπη, ο HIV/AIDS, η ιλαρά, η φυματίωση, κλπ.

Το 2011, τα ευρωπαϊκά θεσμικά όργανα υιοθέτησαν την οδηγία περί εφαρμογής των δικαιωμάτων των ασθενών στο πλαίσιο της διασυνοριακής υγειονομικής περίθαλψης η οποία διασφαλίζει τη συνέχεια της υγειονομικής περίθαλψης των Ευρωπαίων πολιτών διασυνοριακά. Η οδηγία δίνει τη δυνατότητα στα κράτη μέλη να ανταλλάσσουν δεδομένα υγείας με ασφαλή, αποτελεσματικό και διαλειτουργικό τρόπο. Οι διασυνοριακές υπηρεσίες υγείας που εισάγονται σταδιακά σε όλα τα κράτη μέλη είναι (α) η ηλεκτρονική συνταγογράφηση («ePrescription») και η ηλεκτρονική χορήγηση («eDispensation») φαρμάκων και (β) τα ιστορικά των ασθενών («Patient Summaries») που παρέχουν πληροφορίες αναφορικά με το ιστορικό σε σημαντικά δεδομένα υγείας, όπως αλλεργίες, τυχόν φαρμακευτική αγωγή που ακολουθείται, παρελθόντα περιστατικά υγείας, επεμβάσεις, κλπ. Η Ελλάδα, μεταξύ άλλων χωρών, αναμένεται να ξεκινήσει τις ανταλλαγές μέχρι το τέλος του 2019 (<https://www.lawspot.gr/nomika-nea/antallagi-dedomenon-yegeias-stin-ee-anoigei-o-dromos-gia-tin-diasynoriaki-e-syntagografisi>).

Το Τμήμα Υγείας Μεταναστών του Περιφερειακού Γραφείου του Διεθνούς Οργανισμού Μετανάστευσης (ΔΟΜ) στις Βρυξέλλες σύστησε, τον Φεβρουάριο του 2016, το πρόγραμμα Re-Health - Υποστήριξη των Κρατών-Μελών υπό ιδιαίτερη μεταναστευτική πίεση ως προς την ανταπόκριση σε προκλήσεις σχετιζόμενες με την υγεία. Εκ των δομικών στοιχείων του προγράμματος είναι η ηλεκτρονική υγειονομική βάση δεδομένων και το ηλεκτρονικό Προσωπικό Ιστορικό Υγείας (PHR). Στο πλαίσιο του προγράμματος Re-Health2 – Εφαρμογή του Προσωπικού Ιστορικού Υγείας (PHR), ο ΔΟΜ θα υλοποιήσει τη δράση με στόχο τη συμβολή στην ένταξη των νεοαφιχθέντων μεταναστών και προσφύγων, συμπεριλαμβανομένων όσων πρόκειται να μετεγκατασταθούν, στο εθνικό σύστημα υγείας των κρατών-μελών της ΕΕ μέσω της εφαρμογής του PHR/e-PHR. Κατόπιν της πρώτης

πilotικής φάσης του PHR/e-PHR στο πλαίσιο του Re-Health και τη σχετική ηλεκτρονική υγειονομική βάση δεδομένων σε Κροατία, Ελλάδα, Ιταλία και Σλοβενία και σύμφωνα με τα ευρήματα και τις προτάσεις μελετών που διενεργήθηκαν κατά την pilotική φάση του προγράμματος, το PHR/e-PHR και η ηλεκτρονική βάση δεδομένων θα αναθεωρηθούν ώστε να αντιμετωπίζονται καλύτερα οι ανάγκες των εμπλεκόμενων μερών στην παροχή υγειονομικής περίθαλψης σε μετανάστες και το γενικό πληθυσμό (τοπικές και εθνικές αρχές, κοινωνία των πολιτών κλπ.) όπως και οι ανάγκες των μεταναστών και προσφύγων.

Σε τοπικό επίπεδο, η μόνη προσπάθεια συλλογής δεδομένων έγινε στον Δήμο Φιλοθέης Ψυχικού, στην Αττική, ο οποίος είναι μέλος του Ευρωπαϊκού Δικτύου Υγιών Πόλεων. Το πρόγραμμα «Υγιείς Πόλεις», αποτελεί πρωτοβουλία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) και στοχεύει στην βελτίωση της ποιότητας ζωής στις πόλεις και την προαγωγή της υγείας των πολιτών. Τα στοιχεία που συνθέτουν τη μελέτη προέρχονται από τρεις κύριες πηγές. Τα στατιστικά στοιχεία που προήλθαν από την ΕΛΣΤΑΤ και αφορούν την τελευταία απογραφή του 2011, τα στοιχεία που ήδη διέθεταν οι υπηρεσίες του Δήμου και αφορούν κυρίως υποδομές και υπηρεσίες που υπάρχουν στον Δήμο και από έρευνα που διεξήχθη στον πληθυσμό (<http://www.data.gov.gr/dataset/7050e367-4e3d-45cb-874a-41cb8a567ab5/resource/c7083301-194e-4e22-9827-ae9d500d0a2e/download/.pdf>).

### 3.6 Περίληψη κεφαλαίου

Υπάρχουν διάφοροι τύποι πηγών δεδομένων που συλλέγουν πληροφορίες επιτήρησης για συγκεκριμένες συνθήκες, θεραπείες, αποτελέσματα ή πληθυσμούς. Οι εθνικές και τοπικές έρευνες παρέχουν ισχυρά εργαλεία για την ενημέρωση σχετικά με τις αυτοαναφερόμενες χρόνιες παθήσεις, συμπεριφορές υγείας που μπορούν να βοηθήσουν στην πρόληψη χρόνιων παθήσεων ή, εναλλακτικά, να αυξήσουν τον κίνδυνο ανάπτυξης τέτοιων καταστάσεων. Παρέχουν επίσης πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη διαχείριση της νόσου. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί σχετικά με αυτές τις έρευνες, συμπεριλαμβανομένης της αδυναμίας των εθνικών ερευνών να υπολογίζουν αξιόπιστες τοπικές εκτιμήσεις εκτός αν η δειγματοληψία έχει σχεδιαστεί για τη δημιουργία τοπικών συνόλων δεδομένων, την αδυναμία σύνδεσης ανώνυμων ερευνών με άλλες πληροφορίες (ή από παιδιά σε γονείς), την περιορισμένη ποσότητα πληροφοριών σχετικά με τους παράγοντες κινδύνου και τα αποτελέσματα χρόνιας πνευμονικής νόσου και ελάχιστες πληροφορίες σχετικά με την παραλαβή κλινικών υπηρεσιών.

Τα μητρώα μπορούν να παράσχουν λεπτομερείς κλινικές, δημογραφικές και ειδικές για τη θεραπεία πληροφορίες ή τους ειδικούς πληθυσμούς ή τους ασφαλισμένους πληθυσμούς για την παρακολούθηση της ποιότητας και της ποσότητας της παρεχόμενης περίθαλψης. Ωστόσο, πολλά μητρώα επικεντρώνονται σε συγκεκριμένους κλινικούς πληθυσμούς και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ελλιπή πληροφόρηση εάν ο ασθενής ή ο δικαιούχος έχει πρόσβαση σε φροντίδα εκτός του συστήματος υγειονομικής περίθαλψης. Τα νοσοκομειακά μητρώα περιλαμβάνουν επίσης λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τη νοσηλεία, αλλά συχνά δεν περιέχουν στοιχεία παρακολούθησης. Τέλος, η απόφαση να συμπεριληφθεί ένας ασθενής σε ένα μητρώο μπορεί να είναι υποκειμενική, καθώς αυτή η απόφαση γίνεται συνήθως από έναν κλινικό ιατρό.

Τα πλεονεκτήματα των σημερινών συστημάτων δεδομένων σχετίζονται με τους πολλαπλούς και ποικίλους πληροφοριοδότες. Οι αδυναμίες σχετίζονται με την έλλειψη ενσωμάτωσης των πληροφοριών επιτήρησης που λαμβάνονται από τους πολλαπλούς πληροφοριοδότες και με την έλλειψη επικέντρωσης στη διάρκεια ζωής των υποκειμένων. Παρά τους περιορισμούς των υφιστάμενων συστημάτων συλλογής δεδομένων, αυτά είναι ισχυρά εργαλεία για τη συλλογή πληροφοριών επιτήρησης.

## 4. Στατιστικές τεχνικές παρακολούθησης της διαδικασίας

### 4.1 Εισαγωγή

Η πιο δημοφιλής τεχνική για την διατήρηση του ελέγχου μιας παραγωγικής και όχι μόνο διεργασίας, στην περιοχή του στατιστικού ελέγχου διεργασιών (Statistical Process Control – SPC), είναι το διάγραμμα ελέγχου. Τα διαγράμματα ελέγχου χρησιμοποιούνται συστηματικά για την παρακολούθηση μιας ή περισσότερων μεταβλητών (ποιοτικών χαρακτηριστικών) που έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με την παραγωγική διαδικασία. Σε γενικές γραμμές, για να κατασκευάσουμε ένα διάγραμμα ελέγχου επιλέγουμε δείγματα των εξερχόμενων προϊόντων, υπολογίζουμε μια κατάλληλη στατιστική συνάρτηση και σχεδιάζουμε ένα γράφημα, το οποίο έχει δύο γραμμές που χρησιμοποιούνται για να καθοριστεί εάν η διαδικασία είναι υπό στατιστικό έλεγχο.

Ο στατιστικός έλεγχος διεργασιών χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει ότι η ποιότητα του τελικού προϊόντος θα είναι σύμφωνη με τα προκαθορισμένα πρότυπα. Σε κάθε παραγωγική διεργασία, ανεξάρτητα από το πόσο καλά είναι σχεδιασμένη, πόσο προσεκτικά επιβλέπεται και συντηρείται, θα υπάρχει πάντα μια μορφή φυσικής μεταβλητότητας που θα τη συνοδεύει. Αυτή η φυσική μεταβλητότητα αποτελεί τη συνισταμένη πολλών μικρών αιτιών, οι οποίες συνήθως καλούνται κοινές ή τυχαίες αιτίες μεταβλητότητας (common or chance causes of variation). Μια διεργασία λέμε ότι είναι στατιστικώς υπό έλεγχο όταν λειτουργεί μόνο με τυχαίες αιτίες μεταβλητότητας.

Όμως σε μια διεργασία μπορεί να εμφανίζονται περιστασιακά και άλλες μορφές μεταβλητότητας οι οποίες όμως δεν οφείλονται σε τυχαίες αιτίες αλλά αφορούν τη συστηματική αλλαγή στο επίπεδο κάποιου ή κάποιων παραγόντων που καθορίζουν την ποιότητα του προϊόντος. Η μεταβλητότητα που οφείλεται σε αυτή τη συστηματική αλλαγή αναφέρεται ως ειδική μεταβλητότητα και οι αιτίες που οδηγούν σε αυτή ονομάζονται ειδικές ή συστηματικές αιτίες μεταβλητότητας (special or assignable causes of variation). Μια διεργασία, η οποία λειτουργεί με την παρουσία ειδικής μεταβλητότητας λέμε ότι είναι εκτός (στατιστικού) ελέγχου.

Σε γενικές γραμμές τα διαγράμματα ελέγχου μπορούν εύκολα να εφαρμοστούν σε οποιοδήποτε τύπο διαδικασίας και όχι μόνο σε παραγωγικές διαδικασίες. Οι πιο δημοφιλείς χρήσεις των διαγραμμάτων ελέγχου είναι για την παρακολούθηση της μέσης τιμής ή της διακύμανσης μιας επαρκώς επιλεγμένης μεταβλητής που επηρεάζει την ποιότητα μιας διαδικασίας ή ενός προϊόντος.

Ανάλογα με τον αριθμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών της έρευνας, μπορούμε να ορίσουμε μονομεταβλητά διαγράμματα ελέγχου (για την παρακολούθηση ενός χαρακτηριστικού της διεργασίας) ή πολυμεταβλητά διαγράμματα ελέγχου (για την παρακολούθηση περισσότερων του ενός χαρακτηριστικών). Στην τελευταία περίπτωση θα πρέπει να γίνει διάκριση μεταξύ διαγραμμάτων ελέγχου για συσχετισμένες μετρήσεις και διαγράμματα ελέγχου για ανεξάρτητες μετρήσεις. Στην περίπτωση που τα διαδοχικά δείγματα είναι εξαρτημένα μεταξύ τους έχουμε διαγράμματα ελέγχου για αυτοσυσχετιζόμενες διαδικασίες, ενώ όταν τα διαδοχικά δείγματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους μπορούμε να ορίσουμε διαγράμματα ελέγχου για μη αυτοσυσχετιζόμενες διαδικασίες. Επιπλέον, το υπό ενδιαφέρον χαρακτηριστικό ποιότητας μπορεί να είναι συνεχής τυχαία μεταβλητή ή εναλλακτικά ένα διακριτό χαρακτηριστικό.

Όσον αφορά τη στατιστική βάση των διαγραμμάτων ελέγχου μπορούμε να ορίσουμε τρεις κύριες κατηγορίες διαγραμμάτων ελέγχου: τα διαγράμματα ελέγχου τύπου Shewhart, τα ) διαγράμματα ελέγχου Cumulative Sum (CUSUM) και τα διαγράμματα ελέγχου Exponentially Weighted Moving Average (EWMA). Το παλαιότερο και ίσως το πιο δημοφιλές από τα παραπάνω είναι το διάγραμμα ελέγχου τύπου Shewhart, το οποίο πήρε το όνομά του από τον Walter A. Shewhart το 1931. Αυτά τα διαγράμματα έχουν μια πολύ σαφή στατιστική βάση, δεδομένου ότι συνδέονται στενά με τον κλασικό στατιστικό έλεγχο υποθέσεων. Τα διαγράμματα CUSUM αναπτύχθηκαν από Page (1954) με τη χρήση της θεωρίας ακολουθιακών ελέγχων του Wald (Wald's sequential testing theory). Τέλος, τα διαγράμματα EWMA, τα οποία αποδίδουν μεγαλύτερο βάρος στις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις, ορίστηκαν από τον Roberts (1959).

Τα διαγράμματα ελέγχου τύπου Shewhart χρησιμοποιούνται κατά βάση όταν οι αλλαγές του μέσου επιπέδου που θέλουμε να ανιχνεύσουμε είναι μεγάλες, όταν το μέγεθος δείγματος είναι τουλάχιστον 2 και

όταν γνωρίζουμε την κατανομή πιθανότητας των αρχικών παρατηρήσεων ή του δειγματικού χαρακτηριστικού που απεικονίζεται στο διάγραμμα.

Τα διαγράμματα CUSUM χρησιμοποιούνται κυρίως όταν οι αλλαγές του μέσου επιπέδου που θέλουμε να ανιχνεύσουμε είναι μικρές και όταν γνωρίζουμε την κατανομή πιθανότητας των αρχικών παρατηρήσεων ή του δειγματικού χαρακτηριστικού που απεικονίζεται στο διάγραμμα.

Τα διαγράμματα EWMA χρησιμοποιούνται κατά βάση όταν οι αλλαγές του μέσου επιπέδου που θέλουμε να ανιχνεύσουμε είναι μικρές και όταν δεν γνωρίζουμε την κατανομή πιθανότητας των αρχικών παρατηρήσεων ή του δειγματικού χαρακτηριστικού που απεικονίζεται στο διάγραμμα.

Κάθε μία από τις προαναφερθείσες κατηγορίες διαγραμμάτων ελέγχου έχει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Ένα διάγραμμα Shewhart χρησιμοποιεί τις πληροφορίες που περιέχονται στο πιο πρόσφατο δείγμα. Κατά συνέπεια, δεν είναι πολύ αποτελεσματικό στην ανίχνευση βαθμιαίων ή μικρών μετατοπίσεων σε μία χαρακτηριστική διαδικασία. Από την άλλη, αυτός ο τύπος διαγράμματος ελέγχου μπορεί αμέσως να ανιχνεύσει μια μεγάλη μετατόπιση στο επίπεδο της διαδικασίας και για το λόγο αυτό έχει χρησιμοποιηθεί για περισσότερο από 80 χρόνια. Αντίθετα, τα CUSUM και EWMA διαγράμματα ελέγχου είναι πιο ευαίσθητα στην ανίχνευση μικρών μετατοπίσεων σε μια διαδικασία, δεδομένου ότι χρησιμοποιούν πληροφορίες από μια μακρά ακολουθία δειγμάτων.

Η ευαισθησία του διαγράμματος ελέγχου Shewhart στην ανίχνευση βαθμιαίων ή μικρών μετατοπίσεων έγινε αντιληπτή από την αρχή. Μια επανορθωτική δράση που προτάθηκε για να ξεπεραστεί αυτό το μειονέκτημα είναι η χρήση συμπληρωματικών κανόνων με βάση ροές (runs) and σαρώσεις (scans).

Κατά την παρακολούθηση μιας διεργασίας, υπάρχουν δύο διακριτές φάσεις: η Φάση I και η Φάση II (Woodall, 2000). Στη Φάση I, τα διαγράμματα ελέγχου χρησιμοποιούνται αναδρομικά, εξετάζοντας δείγματα που συλλέχθηκαν κατά το παρελθόν, προκειμένου να ελεγχθεί εάν η διεργασία ήταν εντός ή εκτός ελέγχου. Σε αυτή την φάση, τα διαγράμματα ελέγχου βοηθούν τον διαχειριστή της διεργασίας να φέρει τη διεργασία εντός στατιστικού ελέγχου. Όταν η διεργασία είναι εντός ελέγχου, τα διαγράμματα ελέγχου που προκύπτουν είναι κατάλληλα για την παρακολούθηση της μελλοντικής συμπεριφοράς της διεργασίας (Αντζουλάκος, 2010- Σημειώσεις).

Στη Φάση II, τα διαγράμματα ελέγχου χρησιμοποιούνται προκειμένου να ελέγχουμε συνεχώς εάν η διαδικασία παραμένει εντός ελέγχου. Ο διαχειριστής της διεργασίας έχει πλέον στα χέρια του ένα πολύτιμο εργαλείο μέσω του οποίου μπορεί να παρακολουθεί συνεχώς την παραγωγική διεργασία και να ανιχνεύει εγκαίρως μια πιθανή αλλαγή στο μέσο επίπεδο των χαρακτηριστικών που καθορίζουν την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Δηλαδή σε κάθε χρονική περίοδο που λαμβάνεται ένα δείγμα από την διεργασία, ο διαχειριστής απαντά στο ερώτημα «παραμένει η διεργασία εντός ελέγχου;».

Σύμφωνα με τον Woodall (2000) αρκετή δουλειά, συμπεριλαμβανομένης της κατανόησης της διαδικασίας και τη βελτίωση της διαδικασίας, απαιτείται συχνά κατά τη μετάβαση από τη Φάση I στη Φάση II.

## 4.2 Τα διαγράμματα ελέγχου τύπου Shewhart

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάζουμε τις στατιστικές έννοιες που αποτελούν τη βάση των διαγραμμάτων ελέγχου τύπου Shewhart για συνεχείς μεταβλητές. Διαγράμματα ελέγχου για διακριτές μεταβλητές καθορίζονται με παρόμοιο τρόπο.

### 4.2.1 Βασικά χαρακτηριστικά του μονοπαραγοντικού Shewhart Διάγραμμα Ελέγχου

Ας θεωρήσουμε μια βιομηχανική διεργασία που εκτελείται συνεχώς. Ένα πρότυπο σχέδιο ελέγχου της ποιότητας απαιτεί περιοδική δειγματοληψία ενός ή περισσότερων στοιχείων (προϊόντων) από αυτή τη διαδικασία και κάνοντας τις κατάλληλες μετρήσεις ποιότητας. Συνήθως, περισσότερα από ένα στοιχεία μετρούνται σε κάθε χρονικό σημείο, ας πούμε  $t$ , για να εξασφαλιστεί η ακρίβεια. Ας υποθέσουμε ότι μας ενδιαφέρει να ελέγξουμε τη μέση τιμή της διεργασίας.

Ένα διάγραμμα ελέγχου τύπου Shewhart είναι μια γραφική απεικόνιση του χαρακτηριστικού ποιότητας του προϊόντος ή της διεργασίας (που έχει μετρηθεί ή υπολογιστεί από ένα δείγμα) έναντι του αριθμού του δείγματος ή του χρόνου. Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός μονομεταβλητού διαγράμματος τύπου Shewhart είναι η Κεντρική Γραμμή (Center Line -  $CL$ ), το Άνω Όριο Ελέγχου (Upper Control Limit -  $UCL$ ) και το

Κάτω Όριο Ελέγχου (Lower Control Limit –  $LCL$ ). Οι πιο δημοφιλείς επιλογές για αυτές τις ποσότητες είναι

$$UCL = E(W) + 3\sqrt{Var(W)}$$

$$CL = E(W)$$

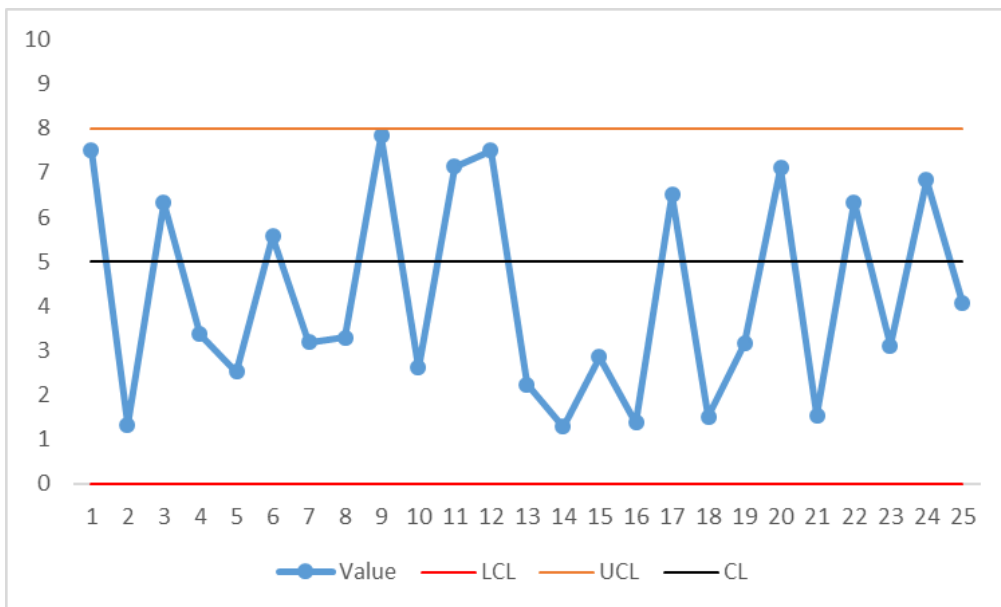
$$LCL = E(W) - 3\sqrt{Var(W)}$$

όπου  $W$  είναι μια στατιστική συνάρτηση του διάνυσματος των δεδομένων της διεργασίας που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της μέσης τιμής της διεργασίας,  $E(W)$  είναι η μέση τιμή της  $W$  και  $Var(W)$  είναι η διακύμανσή της.

Γίνεται αντιληπτό ότι τα άνω και κάτω όρια ελέγχου έχουν τοποθετηθεί 3 τυπικές αποκλίσεις από τη μέση τιμή της στατιστικής συνάρτησης  $W$ . Για το λόγο αυτό, τα παραπάνω όρια ελέγχου, αναφέρονται συνήθως ως όρια τριών σίγμα. Η λογική για αυτό είναι ότι όταν η  $W$  ακολουθεί κανονική κατανομή, το διάστημα ( $LCL$ ,  $UCL$ ) έχει πιθανότητα 0,9973 να συμπεριλαμβάνει τις τιμές της  $W$  της, στην περίπτωση που η διεργασία είναι εντός ελέγχου. Συνεπώς, η πιθανότητα η διεργασία να είναι εκτός ελέγχου, ενώ στην πραγματικότητα είναι εντός ελέγχου είναι πολύ χαμηλή και ισούται με  $1 - 0,9973 = 0,0027$ .

Να σημειώσουμε σε αυτό το σημείο ότι έχει γίνει η υπόθεση της ανεξαρτησίας της κατανομής της  $W$  με τον χρόνο. Στη Φάση I, εκτιμώνται οι παράμετροι  $E(W)$  και  $Var(W)$  μέσω κατάλληλων εκτιμητών, ενώ στη Φάση II, η διαδικασία ελέγχεται συνεχώς προκειμένου να ανιχνευθεί εάν αυτές οι παράμετροι έχουν αλλάξει.

Όσο τα σημεία που προκύπτουν με τον υπολογισμό της στατιστικής συνάρτησης  $W$  για το νέο διάνυσμα δεδομένων παραμένουν εντός των ορίων ελέγχου (και δεν εμφανίζονται πρότυπα που να δηλώνουν την παρουσία συστηματικών αιτιών μεταβλητότητας) η διαδικασία θεωρείται ότι είναι εντός ελέγχου και καμία ενέργεια βελτίωσης δεν κρίνεται απαραίτητη. Μία γραφική παράσταση μιας διαδικασίας που είναι στατιστικά σε-ελέγχου δίνεται στο Σχήμα 4.1.



**Σχήμα 4.1:** Ένα διάγραμμα ελέγχου τύπου Shewhart για τον έλεγχο της μέσης τιμής μιας διεργασίας

### 4.2.3. Αξιολόγηση απόδοσης διαγραμμάτων ελέγχου τύπου Shewhart

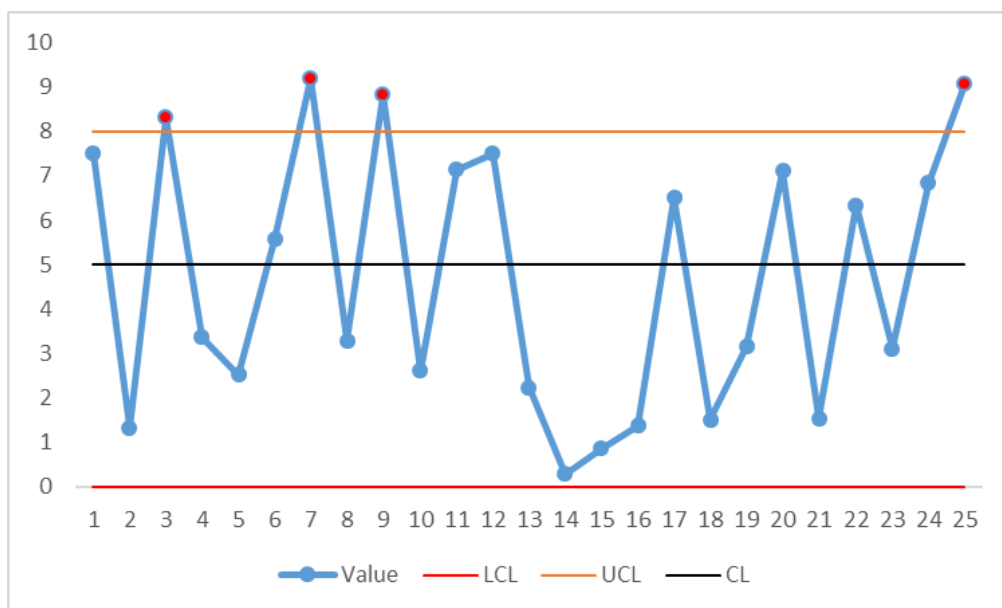
Η απόδοση ενός διαγράμματος ελέγχου αξιολογείται συνήθως μέσω του Μέσου Μήκους Ροής (Average Run Length – ARL). Το μήκος ροής μπορεί να θεωρηθεί ως ο χρόνος αναμονής μέχρι την πρώτη εμφάνιση ενός γεγονότος που δημιουργεί έναν συναγερμό εκτός ελέγχου. Με άλλα λόγια είναι ο αριθμός των δειγμάτων που πρέπει να ληφθούν και να εξετασθούν μέχρι να ανιχνευθεί για πρώτη φορά συναγερμός εκτός ελέγχου.

Το εντός ελέγχου Μέσο Μήκος Ροής ( $ARL_{in}$ ) ενός διαγράμματος τύπου Shewhart είναι ο μέσος αριθμός δειγμάτων που απεικονίζονται σε ένα διάγραμμα ελέγχου μέχρι να προκύψει μια πιθανή κατάσταση εκτός ελέγχου, ενώ η διεργασία είναι στην πραγματικότητα εντός ελέγχου. Το εκτός ελέγχου Μέσο Μήκος Ροής ( $ARL_{out}$ ) είναι ο μέσος αριθμός δειγμάτων που απεικονίζονται σε ένα διάγραμμα ελέγχου πριν σηματοδοτηθεί μια κατάσταση εντός ελέγχου ενώ η διεργασία είναι πραγματικά εκτός ελέγχου.

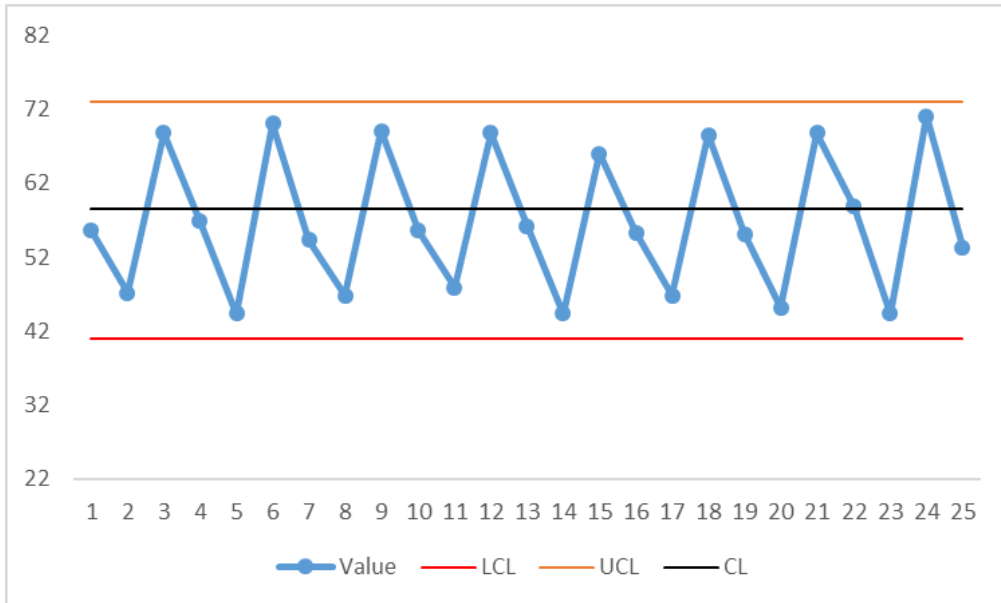
### 4.2.4 Μοτίβα σε διαγράμματα ελέγχου

Είναι εύλογο να υποθέσουμε ότι η παρουσία συστηματικών αιτιών μεταβλητότητας, θα επηρεάσει τη συμπεριφορά της στατιστικής συνάρτησης που απεικονίζεται στο διάγραμμα ελέγχου. Ένα καλό διάγραμμα ελέγχου θα πρέπει να είναι σε θέση να δημιουργεί μια ειδοποίηση όταν παρουσιάζεται αλλαγή μίας ή περισσότερων παραμέτρων της υποκείμενης κατανομής ή όταν παρουσιάζεται μια μη τυχαία συμπεριφορά. Συνήθως, μια τέτοια κατάσταση αντανακλάται στο διάγραμμα ελέγχου από τα σημεία που απεικονίζονται έξω από τα όρια ελέγχου (Σχήμα 4.2) ή από την παρουσία ειδικών μοτίβων. Τα πιο συνηθισμένα μη-τυχαία μοτίβα είναι (α) κύκλοι, (β) τάσεις, (γ) μείξεις και (δ) διαστρωμάτωση. Το Σχήμα 4.3 παρουσιάζει ένα διάγραμμα ελέγχου μιας διεργασίας με κυκλική συμπεριφορά, ενώ το Σχήμα 4.4 απεικονίζει ένα διάγραμμα ελέγχου όπου ένα συστατικό επηρεάζει το μέσο επίπεδο της διαδικασίας. Στο Σχήμα 4.5 εμφανίζεται το διάγραμμα ελέγχου για μια διεργασία με πρόβλημα διαστρωμάτωσης. Τέλος το Σχ. 4.6 παρουσιάζει το γράφημα ελέγχου μιας διαδικασίας με ένα πρόβλημα μείξης.

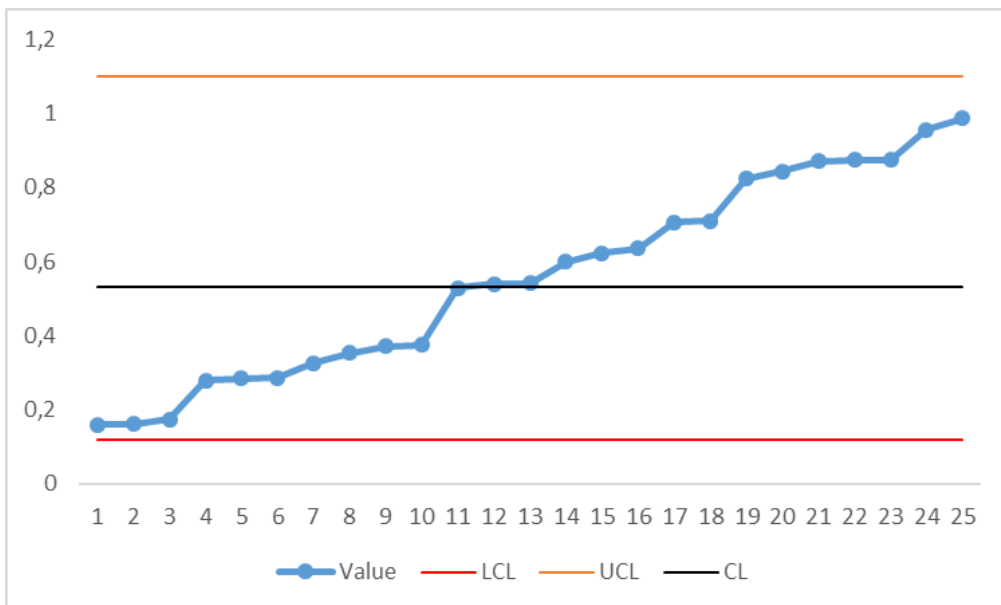
Όπως είδαμε, όλες οι διεργασίες στα Σχήματα 4.2 – 4.6 είναι εκτός ελέγχου. Στο Σχήμα 4.2, το διάγραμμα ελέγχου εντόπισε μια πιθανή μετατόπιση (τα σημεία 22 και 28 βρίσκονται εκτός των ορίων ελέγχου). Αντίθετα, στα Σχήματα 4.3 – 4.6 τα αντίστοιχα διαγράμματα ελέγχου δεν ήταν σε θέση να ανιχνεύσουν μια ανώμαλη κατάσταση καθώς όλα τα σημεία βρίσκονται εντός των ορίων ελέγχου. Στο Σχήμα 4.3 υπάρχει μια συνεπής αλλαγή στο μέσο επίπεδο της παραμέτρου διεργασίας που εξετάζεται, η οποία όμως δεν αναγνωρίστηκε από το διάγραμμα ελέγχου σε πρώιμο στάδιο. Μια παρόμοια κατάσταση παρουσιάζεται στα Σχήματα 4.4 – 4.6, με την έννοια ότι τα καταγεγραμμένα σημεία στα διαγράμματα ελέγχου εμφανίζουν μη τυχαία συμπεριφορά και ως εκ τούτου θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως σημεία από μια διεργασία που βρίσκεται εκτός ελέγχου



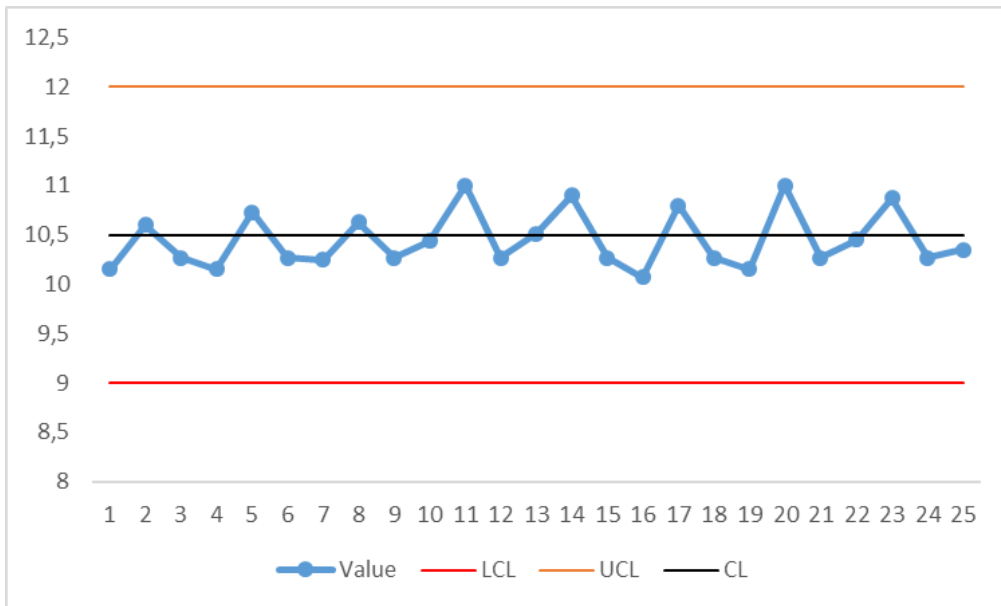
**Σχήμα 4.2:** Ένα διάγραμμα ελέγχου τύπου Shewhart που απεικονίζει εκτός ελέγχου διεργασία



**Σχήμα 4.3:** Ένα διάγραμμα ελέγχου τύπου Shewhart που απεικονίζει περιοδικότητα

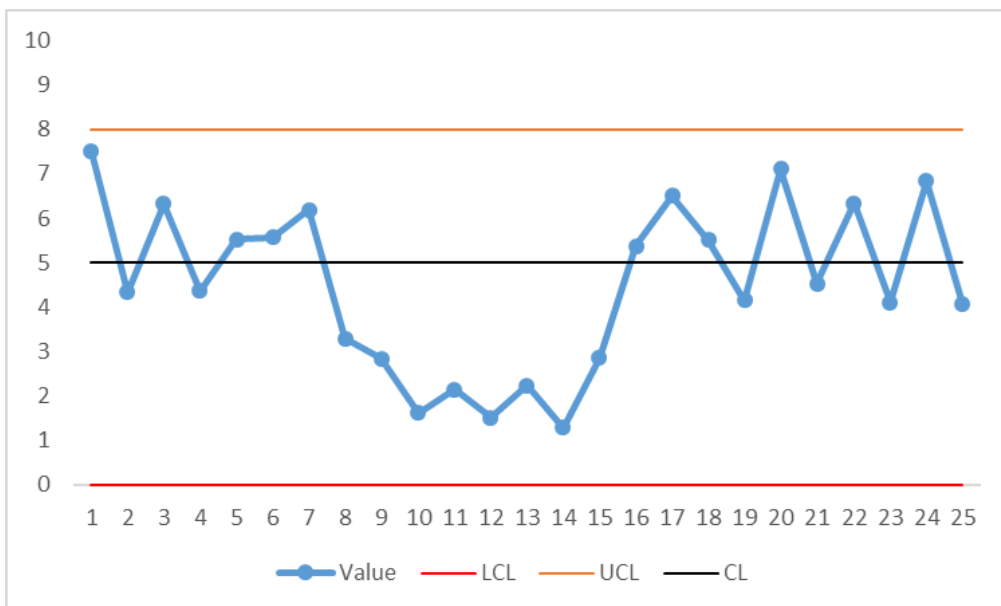


**Σχήμα 4.4:** Ένα διάγραμμα ελέγχου τύπου Shewhart που απεικονίζει τάση



Σχήμα 4.5: Ένα διάγραμμα ελέγχου τύπου Shewhart που απεικονίζει διασπρωμάτωση

Πηγή: Koutras et al. (2007).



Σχήμα 4.6: Ένα διάγραμμα ελέγχου τύπου Shewhart που απεικονίζει πρόβλημα μείξης

### 4.3 Ειδικά διαγράμματα ελέγχου τύπου Shewhart

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε διαγράμματα ελέγχου τύπου Shewhart, τα οποία κατασκευάζονται για συγκεκριμένα προβλήματα. Αρχικά θα παρουσιάσουμε διαγράμματα ελέγχου, για την περίπτωση που το χαρακτηριστικό ποιότητας είναι συνεχής μεταβλητή ενώ στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε διαγράμματα ελέγχου, για την περίπτωση που το χαρακτηριστικό ποιότητας είναι ποιοτική μεταβλητή. Πιο συγκεκριμένα, θα παρουσιάσουμε διαγράμματα ελέγχου τύπου Shewhart για τη μέση τιμή, για τη

Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών



διασπορά, για μεμονωμένες παρατηρήσεις, για το ποσοστό και τον αριθμό ελαττωματικών προϊόντων, τον αριθμό των ελαττωμάτων και τον μέσο αριθμό ελαττωμάτων.

### 4.3.1 Διάγραμμα ελέγχου για τη μέση τιμή

Έστω ότι η κατανομή του χαρακτηριστικού  $X$  των προϊόντων που παράγονται ακολουθεί την κανονική κατανομή με γνωστή μέση τιμή  $\mu$  και γνωστή τυπική απόκλιση  $\sigma$  και έστω  $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}$  ένα τυχαίο δείγμα μεγέθους  $n$  από το χαρακτηριστικό  $X$ . Ο δειγματικός μέσος

$$\bar{X}_i = \frac{X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in}}{n}$$

ακολουθεί την κατανομή  $N(\mu, \sigma^2/n)$ , και είναι αμερόληπτος εκτιμητής της μέσης τιμής  $\mu$  του χαρακτηριστικού  $X$ . Τα όρια του διαγράμματος ελέγχου Φάσης II, το οποίο ονομάζεται  $\bar{X}$  διάγραμμα ελέγχου, έχουν ως εξής:

$$UCL = \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$CL = \mu$$

$$LCL = \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Στην περίπτωση που η μέση τιμή  $\mu$  και η τυπική απόκλιση  $\sigma$  είναι άγνωστες ποσότητες, θα πρέπει να τις εκτιμήσουμε. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε  $m$  ανεξάρτητα προκαταρκτικά τυχαία δείγματα μεγέθους  $n$  το καθένα. Εκτιμούμε τη μέση τιμή μέσω της σχέσης

$$\hat{\mu} = \bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_m}{m}$$

ενώ για την τυπική απόκλιση  $\sigma$ , μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια από τις εξής στατιστικές συναρτήσεις

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}, \hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_4}, \hat{\sigma} = \sqrt{\bar{S}^2}.$$

Ανάλογα με την εκτίμηση που χρησιμοποιούμε για την τυπική απόκλιση  $\sigma$  προκύπτει ένα διαφορετικό διάγραμμα ελέγχου για τη μέση τιμή.

Τα όρια του  $\bar{X}$  διαγράμματος ελέγχου Φάσης I με τη μέθοδο  $R$ , έχουν ως εξής:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Τα όρια του  $\bar{X}$  διαγράμματος ελέγχου Φάσης I με τη μέθοδο  $S$ , έχουν ως εξής:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S}$$

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S}$$

Τα όρια του  $\bar{X}$  διαγράμματος ελέγχου Φάσης I με τη μέθοδο  $S^2$ , έχουν ως εξής:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A \sqrt{\bar{S}^2}$$

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A \sqrt{\bar{S}^2}$$

Οι ποσότητες  $A_2, A_3$  και  $A$  είναι κατάλληλες σταθερές (Montgomery, 2013).

### 4.3.3 Διάγραμμα ελέγχου για τη διασπορά

Ένα διάγραμμα ελέγχου για τη μέση τιμή ενός χαρακτηριστικού  $X$  θεωρείται ότι είναι εντός ελέγχου εάν όλα τα σημεία που απεικονίζονται σε αυτό είναι εντός των ορίων του διαγράμματος. Αυτό ισχύει υπό την προϋπόθεση ότι η διασπορά του χαρακτηριστικού  $X$  είναι σταθερή σε καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας.

Ένα διάγραμμα ελέγχου για τη διασπορά του χαρακτηριστικού  $X$  μπορεί να βασιστεί σε ένα διάγραμμα, στο οποίο θα απεικονίζεται το εύρος  $R_i$  των δειγμάτων που ως γνωστό είναι ένα μέτρο διασποράς της  $X$ . Τα όρια ελέγχου στην περίπτωση ανάλυσης Φάσης II έχουν ως εξής:

$$UCL = D_2\sigma$$

$$CL = d_2\sigma$$

$$LCL = D_1\sigma$$

Μια εναλλακτική περίπτωση είναι στο διάγραμμα ελέγχου για τη διασπορά να απεικονίζονται οι δειγματικές τυπικές αποκλίσεις  $S_i$ . Σε αυτή την περίπτωση, τα όρια ελέγχου ανάλυσης Φάσης II έχουν ως εξής:

$$UCL = B_6\sigma$$

$$CL = c_4\sigma$$

$$LCL = B_5\sigma$$

Τέλος, μια άλλη εναλλακτική περίπτωση είναι στο διάγραμμα ελέγχου για τη διασπορά να απεικονίζονται οι δειγματικές διασπορές  $S_i^2$ . Σε αυτή την περίπτωση, τα όρια ελέγχου ανάλυσης Φάσης II έχουν ως εξής:

$$UCL = \frac{\sigma^2}{n-1} \chi_{n-1, a/2}^2$$

$$CL = \sigma^2$$

$$LCL = \frac{\sigma^2}{n-1} \chi_{n-1, 1-a/2}^2$$

Στην περίπτωση που η τυπική απόκλιση  $\sigma$  είναι άγνωστη, θα πρέπει να την εκτιμήσουμε. Έστω λοιπόν ότι έχουμε στη διάθεσή μας ένα τυχαίο δείγμα μεγέθους  $m$  από το χαρακτηριστικό  $X$ ,  $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}$ . Εάν χρησιμοποιήσουμε ως εκτίμηση του  $\sigma$  την ποσότητα

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

τα όρια ελέγχου ανάλυσης Φάσης I, του διαγράμματος  $R$  έχουν ως εξής:

$$UCL = D_4\bar{R}$$

$$CL = \bar{R}$$

$$LCL = D_3\bar{R}$$

Εάν χρησιμοποιήσουμε ως εκτίμηση του  $\sigma$  την ποσότητα

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_4}$$

τα όρια ελέγχου ανάλυσης Φάσης I, του διαγράμματος  $S$  έχουν ως εξής:

$$UCL = B_4\bar{S}$$

$$CL = \bar{S}$$

$$LCL = B_3\bar{S}$$

Τέλος, εάν χρησιμοποιήσουμε ως εκτίμηση του  $\sigma$  την ποσότητα

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\overline{S^2}}$$

τα όρια ελέγχου ανάλυσης Φάσης I, του διαγράμματος  $S^2$  έχουν ως εξής:

$$UCL = \frac{\overline{S^2}}{n-1} \chi_{n-1, \alpha/2}^2$$

$$CL = \overline{S^2}$$

$$LCL = \frac{\overline{S^2}}{n-1} \chi_{n-1, 1-\alpha/2}^2$$

Οι ποσότητες  $D_2, d_2, D_1, B_6, c_4, B_5, B_4$  και  $B_3$  είναι κατάλληλες σταθερές (Montgomery, 2013).

### 4.3.3 Διάγραμμα ελέγχου για μεμονωμένες παρατηρήσεις

Αρκετές φορές το μέγεθος του δείγματος ισούται με 1. Για παράδειγμα, γίνεται αυτόματη επιθεώρηση παραγόμενων προϊόντων, υπάρχει μικρός ρυθμός παραγωγής, κλπ. Σε αυτή την περίπτωση αναφερόμαστε σε διαγράμματα ελέγχου για μεμονωμένες παρατηρήσεις (individual observations).

Έστω ότι η κατανομή του χαρακτηριστικού  $X$  των προϊόντων που παράγονται ακολουθεί την κανονική κατανομή με γνωστή μέση τιμή  $\mu$  και γνωστή τυπική απόκλιση  $\sigma$ . Τα όρια του διαγράμματος ελέγχου Φάσης II, το οποίο ονομάζεται  $X$  διάγραμμα ελέγχου και στο οποίο απεικονίζονται οι μεμονωμένες παρατηρήσεις, έχουν ως εξής:

$$UCL = \mu + 3\sigma$$

$$CL = \mu$$

$$LCL = \mu - 3\sigma$$

Προκειμένου να αξιολογηθεί η συμπεριφορά της διασποράς του χαρακτηριστικού  $X$  το  $R$  διάγραμμα ελέγχου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί, επειδή για  $n = 1$  δεν έχει νόημα να υπολογιστεί το εύρος  $R$  μιας μόνο παρατήρησης. Αντί λοιπόν του εύρους, χρησιμοποιούμε το κινούμενο εύρος (moving range) των μεμονωμένων παρατηρήσεων, το οποίο ορίζεται ως

$$MR_i = |X_i - X_{i-1}|, i \geq 2.$$

Στο διάγραμμα ελέγχου για τη διασπορά του χαρακτηριστικού  $X$  απεικονίζεται το κινούμενο εύρος  $MR_i$  των παρατηρήσεων και τα όρια ελέγχου στην περίπτωση ανάλυσης Φάσης II έχουν ως εξής:

$$UCL = D_2\sigma$$

$$CL = d_2\sigma$$

$$LCL = D_1\sigma$$

όπου  $D_2, d_2$  και  $D_1$  είναι κατάλληλες σταθερές (Montgomery, 2013).

Στην περίπτωση που η μέση τιμή  $\mu$  και η τυπική απόκλιση  $\sigma$  είναι άγνωστες ποσότητες, θα πρέπει να τις εκτιμήσουμε. Έστω λοιπόν ότι έχουμε στη διάθεσή μας ένα τυχαίο δείγμα μεγέθους  $m$  από το χαρακτηριστικό  $X$   $X_1, X_2, \dots, X_m$ . Εκτιμούμε τη μέση τιμή μέσω της σχέσης

$$\hat{\mu} = \bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_m}{m}$$

και την τυπική απόκλιση  $\sigma$ , μέσω της σχέσης

$$\hat{\sigma} = \frac{\overline{MR}}{d_2},$$

όπου

$$\overline{MR} = \frac{MR_2 + MR_3 + \dots + MR_m}{m-1}.$$

Συνεπώς, στην περίπτωση της ανάλυσης Φάσης I, τα όρια ελέγχου του  $X$  διαγράμματος ελέγχου έχουν ως εξής:

$$UCL = \bar{X} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

$$CL = \bar{X}$$

$$LCL = \bar{X} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

ενώ τα όρια ελέγχου του  $MR$  διαγράμματος ελέγχου στην περίπτωση ανάλυσης Φάσης I έχουν ως εξής:

$$UCL = D_4 \overline{MR}$$

$$CL = \overline{MR}$$

$$LCL = D_3 \overline{MR}$$

όπου  $D_3$  και  $D_4$  είναι κατάλληλες σταθερές (Montgomery, 2013).

#### 4.3.4 Διαγράμματα Ελέγχου για το Ποσοστό και τον Αριθμό των Ελαττωματικών Προϊόντων

Όταν αναφερόμαστε στο ποσοστό ελαττωματικών προϊόντων εννοούμε το πηλίκο του αριθμού των ελαττωματικών προϊόντων δια του συνολικού αριθμού των παραγόμενων προϊόντων. Έστω ότι το ποσοστό των ελαττωματικών προϊόντων που αποδίδει μια παραγωγική διεργασία είναι γνωστό και ισούται με  $p$  και ότι από την παραγωγή επιλέγουμε ανεξάρτητα τυχαία δείγματα μεγέθους  $n$  προϊόντων το καθένα.

Σε ένα διάγραμμα ελέγχου για την παρακολούθηση του ποσοστού των ελαττωματικών προϊόντων απεικονίζεται η τιμή της στατιστικής συνάρτησης

$$W_i = p_i = \frac{X_i}{n_i}$$

στα διάφορα δείγματα που επιλέγουμε από την παραγωγή. Τα όρια του διαγράμματος ελέγχου στην περίπτωση ανάλυσης Φάσης II έχουν ως εξής:

$$UCL = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$CL = p$$

$$LCL = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Σε ένα διάγραμμα ελέγχου για την παρακολούθηση του αριθμού των ελαττωματικών προϊόντων απεικονίζεται η τιμή της στατιστικής συνάρτησης

$$W_i = X_i$$

στα διάφορα δείγματα που επιλέγουμε από την παραγωγή. Τα όρια του διαγράμματος ελέγχου στην περίπτωση ανάλυσης Φάσης II έχουν ως εξής:

$$UCL = np + 3\sqrt{np(1-p)}$$

$$CL = np$$

$$LCL = np - 3\sqrt{np(1-p)}$$

Τα παραπάνω όρια ισχύουν όταν το ποσοστό των ελαττωματικών προϊόντων της διεργασίας είναι γνωστό. Στην περίπτωση όμως που είναι άγνωστο πρέπει να εκτιμηθεί, οπότε αντικαθιστούμε στους παραπάνω τύπους την ποσότητα  $p$  με την εκτίμησή της  $\bar{P} = \frac{p_1 + p_2 + \dots + p_m}{m}$ , όπου  $m$  είναι ο αριθμός των δειγμάτων. Τα όρια του διαγράμματος ελέγχου στην περίπτωση ανάλυσης Φάσης I έχουν ως εξής:

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{n}}$$

$$CL = \bar{P}$$

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{n}}$$

Όσον αφορά το διάγραμμα  $np$  για την παρακολούθηση του αριθμού των ελαττωματικών, τα όρια ελέγχου στην περίπτωση ανάλυσης Φάσης I έχουν ως εξής:

$$UCL = n\bar{P} + 3 \sqrt{n\bar{P}(1 - \bar{P})}$$

$$CL = n\bar{P}$$

$$LCL = n\bar{P} - 3 \sqrt{n\bar{P}(1 - \bar{P})}$$

#### 4.3.5 Διαγράμματα Ελέγχου για τον Αριθμό των Ελαττωμάτων

Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούμε στην κατασκευή ενός διαγράμματος ελέγχου για τον συνολικό αριθμό των ελαττωμάτων σε μια μονάδα επιθεώρησης, το οποίο είναι γνωστό ως  $c$  διάγραμμα ελέγχου. Η βασική υπόθεση που κάνουμε, στην περίπτωση αυτή είναι ότι ο συνολικός αριθμός των ελαττωμάτων σε μια μονάδα επιθεώρησης ακολουθεί την κατανομή Poisson.

Έστω ότι ο αριθμός  $X$  των ελαττωμάτων που εμφανίζονται σε μια μονάδα επιθεώρησης ακολουθεί την κατανομή Poisson με παράμετρο  $c$ . Τότε ο μέσος αριθμός ελαττωμάτων θα ισούτε με  $c$ .

Σε ένα διάγραμμα ελέγχου για την παρακολούθηση του αριθμού των ελαττωμάτων απεικονίζεται η τιμή της στατιστικής συνάρτησης

$$W_i = X_i$$

όπου  $X_i$  είναι ο αριθμός των ελαττωμάτων στην  $i$  μονάδα επιθεώρησης. Τα όρια του διαγράμματος ελέγχου ανάλυσης Φάσης II έχουν ως εξής:

$$UCL = c + 3\sqrt{c}$$

$$CL = c$$

$$LCL = c - 3\sqrt{c}$$

Στην περίπτωση που η παράμετρος  $c$  της κατανομής Poisson είναι άγνωστη θα πρέπει να την εκτιμήσουμε χρησιμοποιώντας  $m$  προκαταρκτικές μονάδες επιθεώρησης. Ως εκτίμηση της ποσότητας  $c$ , χρησιμοποιούμε την ποσότητα  $\bar{C}$ , η οποία υπολογίζεται ως

$$\bar{C} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_m}{m}$$

όπου  $X_i$  είναι ο αριθμός των ελαττωμάτων της  $i$  μονάδας επιθεώρησης. Στην περίπτωση αυτή, τα όρια του διαγράμματος ελέγχου ανάλυσης Φάσης I έχουν ως εξής:

$$UCL = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}}$$

$$CL = \bar{c}$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Εάν, το LCL τόσο στην ανάλυση Φάσης I όσο στην ανάλυση Φάσης II είναι αρνητικό το θέτουμε ίσο με το 0.

#### 4.3.6 Διαγράμματα Ελέγχου για τον Μέσο Αριθμό των Ελαττωμάτων

Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούμε την κατασκευή διαγράμματος ελέγχου για το μέσο αριθμό των ελαττωμάτων σε μια μονάδα επιθεώρησης, το οποίο είναι γνωστό ως  $u$  διάγραμμα ελέγχου. Η βασική υπόθεση που κάνουμε είναι ότι ο αριθμός  $X$  των ελαττωμάτων σε μια μονάδα επιθεώρησης ακολουθεί την κατανομή Poisson με παράμετρο  $c$ . Το  $u$  διάγραμμα ελέγχου διαφέρει από το  $c$  διάγραμμα ελέγχου στο ότι τώρα μπορούμε να έχουμε δείγματα μεγέθους μεγαλύτερου της μιας μονάδας επιθεώρησης.

Για την τυχαία μεταβλητή  $U_i = \frac{X_i}{n}$  που δηλώνει το μέσο αριθμό των ελαττωμάτων ανά μονάδα επιθεώρησης στο  $i$  δείγμα έχουμε ότι η μέση τιμή της είναι ίση με  $c$  και η διασπορά της είναι ίση με  $c/n$ .

Σε ένα διάγραμμα ελέγχου για την παρακολούθηση του αριθμού των ελαττωμάτων απεικονίζεται η τιμή της στατιστικής συνάρτησης

$$U_i = \frac{X_i}{n}.$$

Τα όρια του διαγράμματος ελέγχου έχουν ως εξής:

$$UCL = c + 3\sqrt{\frac{c}{n}}$$

$$CL = c$$

$$LCL = c - 3\sqrt{\frac{c}{n}}$$

Στην περίπτωση που το κάτω όριο ελέγχου πάρει αρνητική τιμή το αντικαθιστούμε με την τιμή 0.

Στην περίπτωση που η παράμετρος  $c$  της κατανομής Poisson είναι άγνωστη θα πρέπει να την εκτιμήσουμε χρησιμοποιώντας  $m$  ανεξάρτητα προκαταρκτικά δείγματα μεγέθους  $m$ . Ως εκτίμηση της ποσότητας  $c$ , χρησιμοποιούμε την ποσότητα  $\bar{U}$ , η οποία υπολογίζεται ως

$$\bar{U} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_m}{m}$$

όπου  $U_i = \frac{X_i}{n}$  είναι ο μέσος αριθμός ελαττωμάτων στο  $i$  δείγμα. Στην περίπτωση αυτή, τα όρια του διαγράμματος ελέγχου ανάλυσης Φάσης I έχουν ως εξής:

$$UCL = \bar{U} + 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n}}$$

$$CL = \bar{U}$$

$$LCL = \bar{U} - 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n}}$$

Εάν, το LCL είναι αρνητικό το θέτουμε ίσο με το 0.

#### 4.4 Τα διαγράμματα ελέγχου τύπου CUSUM

Σε ένα διάγραμμα ελέγχου τύπου CUSUM απεικονίζεται η στατιστική συνάρτηση

$$Y_t = \sum_{i=1}^t [g(X_i) - Y_0] = [g(X_t) - Y_0] + Y_{t-1} = -tY_0 + \sum_{i=1}^t g(X_i)$$

όπου  $Y_0$  είναι μια τιμή στόχος. Συνεπώς

$$a_t = -tY_0, \quad b_i^{(t)} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, t.$$

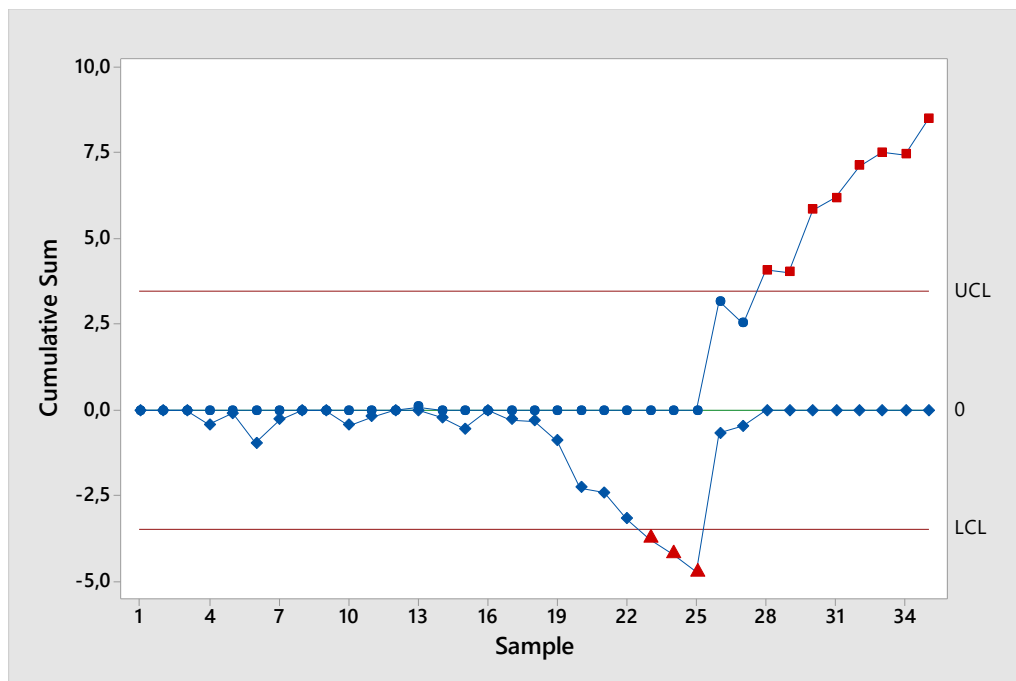
Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των διαγραμμάτων ελέγχου τύπου CUSUM είναι ότι έχουν μη περιορισμένη και ομοιόμορφη μνήμη αφού λαμβάνουν πληροφορίες από όλα τα προηγούμενα δείγματα και το καθένα από αυτά έχει την ίδια βαρύτητα  $b = 1$ .

Στην περίπτωση που έχουμε μεμονωμένες παρατηρήσεις, στο διάγραμμα ελέγχου απεικονίζεται η ποσότητα

$$C_t = \sum_{i=1}^t [X_i - Y_0] = X_t - Y_0 + C_{t-1} = -tY_0 + \sum_{i=1}^t X_i$$

ενώ αξιωματικά ορίζουμε ότι  $C_0 = 0$ . Η ποσότητα  $C_t$  δηλώνει το συσσωρευμένο άθροισμα (cumulative sum) των αποκλίσεων των παρατηρήσεων από την τιμή στόχο  $\mu_0 = Y_0$  της διεργασίας.

Στην περίπτωση που η διεργασία παραμένει εντός ελέγχου τότε περιμένουμε οι αποκλίσεις των παρατηρήσεων από την τιμή στόχο να είναι μικρές (είτε θετικές είτε αρνητικές) και τα συσσωρευμένα αθροίσματα να κινούνται γύρω από την τιμή 0. Στην περίπτωση όμως που ο μέσος μετατοπιστεί στη θέση  $\mu_1 > \mu_0$  (ή στη θέση  $\mu_1 < \mu_0$ ) τότε από τη στιγμή που συμβαίνει η μετατόπιση περιμένουμε να υπάρχουν περισσότερες θετικές (αρνητικές) αποκλίσεις και συνεπώς τα συσσωρευμένα αθροίσματα  $C_t$  να παρουσιάζουν μια ανοδική (καθοδική) κίνηση. Ένα παράδειγμα διαγράμματος ελέγχου τύπου CUSUM παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.7.



Σχήμα 4.7: Ένα διάγραμμα ελέγχου τύπου CUSUM

#### 4.5 Τα διαγράμματα ελέγχου τύπου EWMA

Στα διαγράμματα ελέγχου EWMA, τα οποία εισήχθησαν από τον Robert (1959), απεικονίζεται η στατιστική συνάρτηση  $tZ$  που δίνεται από τη σχέση

Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών

$$Z_t = (1 - \lambda)Z_{t-1} + \lambda g(\mathbf{X}_t), 0 < \lambda \leq 1$$

όπου  $Z_0$  είναι μια τιμή στόχος. Στην περίπτωση που έχουμε μεμονωμένες παρατηρήσεις, η συνάρτηση  $g(\mathbf{X}_t)$  είναι συνήθως η ταυτοτική συνάρτηση οπότε σε αυτή την περίπτωση απεικονίζεται στο διάγραμμα η ποσότητα

$$Z_t = (1 - \lambda)Z_{t-1} + \lambda X_t, 0 < \lambda \leq 1$$

Στο διάγραμμα ελέγχου τύπου EWMA, για τη μέση τιμή της διεργασίας, απεικονίζεται η τιμή της στατιστικής συνάρτησης  $Z_t$ . Τα όρια ελέγχου και η κεντρική γραμμή έχουν ως εξής:

$$UCL = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda} [1 - (1-\lambda)^{2t}]}$$

$$CL = \mu_0$$

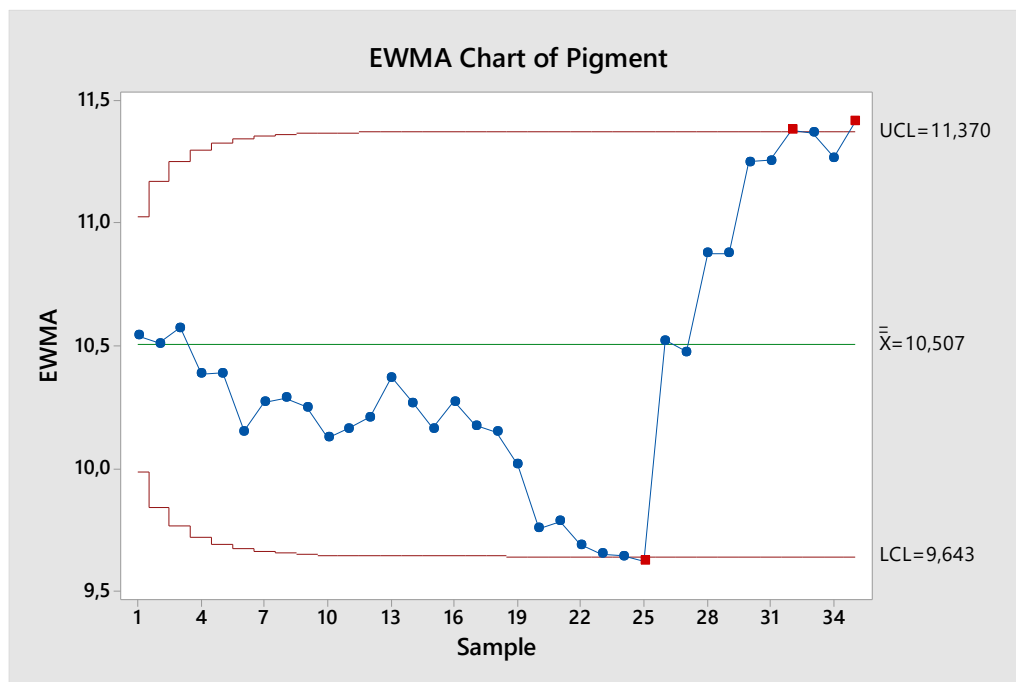
$$LCL = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda} [1 - (1-\lambda)^{2t}]}$$

Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι τα όρια ελέγχου του διαγράμματος είναι μεταβλητά. Επειδή όμως η ποσότητα  $(1 - \lambda)^{2t}$  τείνει στο μηδέν καθώς το αυξάνει η τιμή του  $t$ , σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα τα όρια ελέγχου σταθεροποιούνται και δίνονται από τη σχέση

$$UCL = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}}$$

$$LCL = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}}$$

Ένα παράδειγμα διαγράμματος ελέγχου τύπου EWMA παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.8.



Σχήμα 4.8: Ένα διάγραμμα ελέγχου τύπου EWMA



#### 4.6. Περίληψη κεφαλαίου

Το τέταρτο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας αφορούσε τις στατιστικές τεχνικές παρακολούθησης μιας διεργασίας. Συγκεκριμένα, ασχοληθήκαμε με την πιο δημοφιλή τεχνική για την διατήρηση του ελέγχου μιας παραγωγικής και όχι μόνο διεργασίας που είναι το διάγραμμα ελέγχου. Αναφερθήκαμε στις φάσεις (Φάση I και Φάση II) του ελέγχου μιας διεργασίας και παρουσιάσαμε τα βασικά διαγράμματα ελέγχου (διαγράμματα ελέγχου τύπου Shewhart, τύπου CUSUM και τύπου EWMA).

Όσον αφορά τα διαγράμματα ελέγχου τύπου Shewhart, παρουσιάσαμε το διάγραμμα  $\bar{X}$  για τη μέση τιμή με τη μέθοδο  $R$ , με τη μέθοδο  $S$  και με τη μέθοδο  $S^2$ , τα διαγράμματα  $R$ ,  $S$  και  $S^2$  για τη διασπορά, το διάγραμμα  $I - MR$  για μεμονωμένες παρατηρήσεις, το διάγραμμα  $p$  και το διάγραμμα  $np$  για το ποσοστό και τον αριθμό ελαττωματικών προϊόντων, αντίστοιχα, το διάγραμμα  $c$  για τον αριθμό των ελαττωμάτων και το διάγραμμα  $u$  για τον μέσο αριθμό ελαττωμάτων.

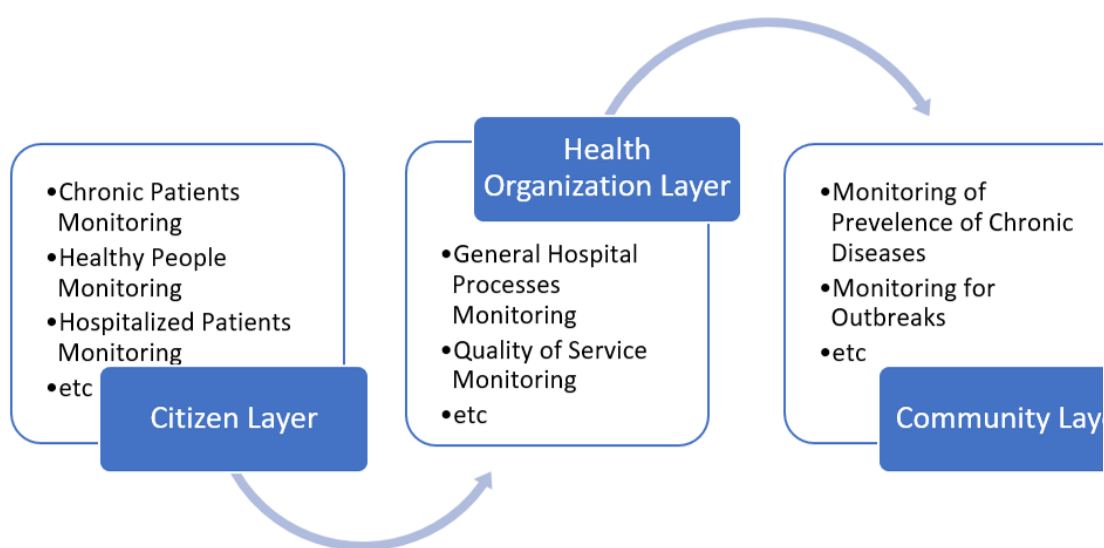
## 5. Το Πλαίσιο Προηγμένης Ανίχνευσης Επιδημιών

### 5.1 Εισαγωγή

Μια πρόκληση, στην εποχή της οικονομικής κρίσης και της αβεβαιότητας, είναι η παροχή υπηρεσιών φροντίδας υγείας με επαρκή και αποτελεσματικό τρόπο. Η προστασία της δημόσιας υγείας, η παροχή ποιοτικής υγειονομικής περίθαλψης για τους ασθενείς, η θέση των κέντρων παροχής υπηρεσιών, η γεωγραφική κατανομή των ασθενών, καθώς και η παροχή εξειδικευμένων υπηρεσιών είναι μερικά από τα θέματα που μια οργάνωση για την υγεία είναι υπεύθυνη για την παροχή υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης. Άλλα θέματα είναι η αξιολόγηση της ποιότητας, της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας των υπηρεσιών υγείας που παρέχονται από ιδιωτικούς και δημόσιους φορείς παροχής υγειονομικής περίθαλψης. Μια εξέχουσα θέση μεταξύ των θεμάτων αυτών κατέχουν η παρακολούθηση και ο έλεγχος των δαπανών. Μεταξύ αυτών η πιο σημαντική είναι η προστασία της δημόσιας υγείας, δεδομένου ότι η βάση της δημόσιας υγείας είναι η ανάλυση της υγείας των μεμονωμένων ατόμων.

### 5.2 Το προτεινόμενο πλαίσιο

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζουμε ένα πλαίσιο τριών επιπέδων εφαρμογής των τεχνολογιών του SPM και του MSPM στον τομέα της υγείας. Το πλαίσιο αυτό παρουσιάζεται γραφικά στο Σχήμα 5.1. Το πλαίσιο αυτό εξασφαλίζει το πρόστιμο παρακολούθησης του συστήματος (δημόσια υγεία) αρχικά σε επίπεδο ασθενή και στη συνέχεια σε κρίσιμους πυλώνες του συστήματος, δηλαδή την υγειονομική περίθαλψη, οργανισμούς υπηρεσιών (π.χ. νοσοκομεία) και τέλος για την κοινότητα.



Σχήμα 5.1: Τα 3 επίπεδα του ενοποιημένου πλαισίου εφαρμογής του SPM και του MSPM

Το πρώτο επίπεδο του πλαισίου απαιτεί την «Εξατομικευμένη παρακολούθηση της υγείας των πολιτών» με τη συνεχή παροχή ιατρικών δεδομένων από τα ιατρικά αρχεία τους σε ένα κατάλληλο σύστημα λογισμικού που θα είναι σε θέση να επεξεργάζεται τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας τεχνικές του SPM και του MSPM και να δίνει έγκαιρα σήματα σε περιπτώσεις ύποπτων αλλαγών στην εξατομικευμένη κατανομή των υπό μελέτη μεταβλητών. Αυτό αποτελεί το βασικό επίπεδο του πλαισίου.

Η εφαρμογή των μεθόδων του SPM και του MSPM σε δείκτες μεμονωμένων ασθενών αλλά και του υγιή πληθυσμού έχει ως σκοπό να ανιχνεύσει έγκαιρα διάφορους κινδύνους. Ο στόχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί, δεδομένου ότι οι τεχνικές του SPM και του MSPM μπορούν να αναγνωρίσουν ακόμη και την παραμικρή μεταβολή στην κατάσταση της εν εξελίξει διεργασίας.

Το δεύτερο στρώμα του πλαισίου απαιτεί την «Παρακολούθηση Νοσοκομειακών Διεργασιών», δηλαδή την παρακολούθηση διαδικασιών ενός νοσοκομείου προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα των υπηρεσιών του νοσοκομείου (ή οποιουδήποτε άλλου φορέα παροχής υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης). Αυτό είναι το ενδιάμεσο στρώμα του πλαισίου. Εκτός από τα αδρά ανεπεξέργαστα δεδομένα, το ενδιάμεσο επίπεδο του πλαισίου μπορεί να χρησιμοποιεί και τις πληροφορίες που παράγονται στο πρώτο επίπεδο.

Ο σκοπός της εφαρμογής των μεθόδων του SPM και του MSPM σε όλες τις διεργασίες ενός υγειονομικού οργανισμού είναι να εντοπίσει πιθανούς κινδύνους στις εγκαταστάσεις του οργανισμού υγειονομικής φροντίδας (π.χ. ιατρικά σφάλματα, ποσοστά της μόλυνσης, κλπ.), να βελτιώσει τις παρεχόμενες υπηρεσίες προς τους ασθενείς (π.χ. χρόνος που απαιτείται για εργαστηριακές εξετάσεις, χρόνος εξυπηρέτησης των ασθενών, δείκτες ικανοποίησης των ασθενών, κλπ.), καθώς και να βελτιώσει τα οικονομικά του οργανισμού μέσω της συνεχούς παρακολούθησης των οικονομικών στοιχείων (π.χ. κατανάλωση συγκεκριμένων αναλώσιμων ειδών, κατανάλωση φαρμάκων, κλπ.). Εν ολίγοις, με τη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών που παρέχονται από έναν υγειονομικό οργανισμό, θα πρέπει να επιτευχθεί ένα υψηλό επίπεδο ασφάλειας των ασθενών και του προσωπικού, αυστηρός έλεγχος της κατανάλωσης των διαθέσιμων πόρων και η συγκρισιμότητα των επιδόσεων των οργανισμών. Επιπλέον, αν η ποιότητα των υπηρεσιών που παρέχονται από έναν υγειονομικό οργανισμό σε έναν ασθενή βελτιώνεται, θα βελτιώνεται επίσης και η ποιότητα ζωής του ασθενούς.

Το τρίτο στρώμα του πλαισίου απαιτεί από την «Παρακολούθηση της Κοινότητας». Για παράδειγμα, θα πρέπει να συλλέγονται συνεχώς από το σύστημα στοιχεία για γεγονότα που σχετίζονται με ιούς, προκειμένου να διερευνηθεί πιθανός υψηλός επιπολασμός των νοσημάτων που σχετίζονται με τους ιούς, την αρτηριακή πίεση, τον διαβήτη, κλπ.). Αυτό είναι το ανώτερο επίπεδο του πλαισίου. Εκτός από τα ανεπεξέργαστα δεδομένα, το σύστημα, στο ανώτερο επίπεδο, μπορεί να χρησιμοποιεί επίσης τις πληροφορίες που παράγονται στο πρώτο και το ενδιάμεσο επίπεδο, προκειμένου να ενισχυθεί η ικανότητα του να εντοπίζει κρούσματα μολυσματικών ασθενειών ή αυξητικές τάσεις στις τιμές των χρόνιων ασθενειών.

Η εφαρμογή των μεθόδων του SPM και του MSPM για περιπτώσεις συγκεκριμένων ασθενειών στοχεύει στην έγκαιρη ανίχνευση πιθανών εστιών μολυσματικών ασθενειών ή την αύξηση του επιπολασμού των μη-μολυσματικών, πιθανώς χρόνιων και / ή κακοήθων νόσων, αλλά και στην έγκαιρη ανίχνευση των αλλαγών στη συμπεριφορά του ασθενούς προκειμένου να πραγματοποιηθούν κατάλληλες παρεμβάσεις. Η βελτίωση της ποιότητας της δημόσιας υγείας στο σύνολό της, μπορεί να επιτευχθεί με αίσθηση ασφάλειας στην κοινωνία και ακόμα αυστηρότερο έλεγχο στην κατανάλωση των διαθέσιμων πόρων (π.χ. αντιβιοτικά).

### **5.3 Εφαρμογή Παρακολούθησης στο επίπεδο του πολίτη**

Η επιτήρηση / παρακολούθηση μεμονωμένων ασθενών (ή υγιών ατόμων) έχει εισαχθεί ως ένα γρήγορο διαγνωστικό εργαλείο που μπορεί να συμπληρώσει και ταυτόχρονα να ενισχύσει τη συνήθη ιατρική πρακτική. Για παράδειγμα, θα μπορούσε κανείς να παρακολουθεί τον όγκο του αίματος ενός ασθενούς και γρήγορα να αναγνωρίζει πιθανή μείωση, η οποία οφείλεται σε έναν όγκο. Επιπλέον, από τη στιγμή που κάποιος βιοχημικός δείκτης έχει ρυθμιστεί, κατά τη διάρκεια της θεραπείας, ο στόχος είναι να εξασφαλιστεί ότι οι μετρήσεις παραμένουν εντός κάποιων λογικών ορίων. Έτσι, είναι απαραίτητο να ελέγχονται συνεχώς οι βιοχημικές μετρήσεις. Αρκετοί συγγραφείς έχουν ασχοληθεί με την παρακολούθηση των χαρακτηριστικών των ασθενών χρησιμοποιώντας μονομεταβλητές ή / και πολυμεταβλητές τεχνικές του SPM. Στο πλαίσιο της πρόληψης, μπορούμε επίσης να παρακολουθήσουμε υγιή άτομα, με στόχο την έγκαιρη ανίχνευση μιας πιθανής ασθένειας.

#### **5.3.1 Χρήση τεχνικών SPM**

Οι Boggs et al. (1999) διερεύνησαν το ρόλο των διαγραμμάτων ελέγχου στη συνεχή παρακολούθηση της πνευμονικής λειτουργίας των ασθενών με άσθμα στο σπίτι. Στο άσθμα, τα διαγράμματα ελέγχου εκτός από την παροχή μιας καλύτερης κατανόησης της λειτουργικής ικανότητας του συστήματος περίθαλψης δίνουν, επίσης, ειδικά για τον ασθενή, στατιστικά σήματα της αλλαγής (Boggs, 2005). Τα διαγράμματα ελέγχου Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών

είναι επίσης ικανά να αποτιμούν ασυμπτωματικούς, προβλέποντας σοβαρές κρίσεις άσθματος και την αξιολόγηση νέων περιβαλλοντικών και μη-περιβαλλοντικών ερεθισμάτων για αλλαγή στη λειτουργία του (Boggs, 2005). Επίσης, στο πλαίσιο των χρόνιων ασθενειών, Glasziou et al. (2005) πρότειναν τη χρήση των διαγραμμάτων ελέγχου κατά τη διάρκεια της θεραπείας για τον εντοπισμό πιθανών αποκλίσεων από τις κανονικές τιμές. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τη διαδικασία εγγραφής και να αποφασίσει αλλαγές στη θεραπεία.

Alemi and Neuhauser (2004) συζήτησαν τη χρήση του χρόνου, μεταξύ των διαγραμμάτων ελέγχου, οι οποίες βασίζονται στην υπόθεση των επαναλαμβανόμενων γεγονότων σε επανειλημμένες μελέτες, για τον έλεγχο σε κρίσεις άσθματος. Το χρονικό των διαγραμμάτων ελέγχου είναι ειδικά προσαρμοσμένα για την παρακολούθηση των σπάνιων γεγονότων. Οι Bucunvalas et al. (2005) εφάρμοσαν τεχνικές του SPM για τη διαχείριση των επιπέδων του αναστολέα της καλσινευρίνης (CNI), υπό την υπόθεση ότι η χρήση του SPM θα αυξήσει το ποσοστό των αποδεκτών επιπέδων. Οι Mohammed et al. (2008) παρουσίασαν ένα απλό παράδειγμα χρησιμοποιώντας τα  $x -$  και  $mr -$  διαγράμματα ελέγχου για την παρακολούθηση της αρτηριακής πίεσης του ασθενούς.

Οι Tennant et al. (2007) παρουσίασαν μια συστηματική ανασκόπηση της χρήσης των διαγραμμάτων ελέγχου για την παρακολούθηση κλινικών μεταβλητών σε μεμονωμένους ασθενείς. Η συστηματική αναζήτηση σε οκτώ βάσεις δεδομένων απέδωσε 74 μελέτες, ωστόσο, μόνο οι 7 πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης που αφορούσαν τη χρήση διαγραμμάτων ελέγχου για την παρακολούθηση κλινικών μεταβλητών για μια ασθένεια σε ατομικό επίπεδο. Σε αυτά τα άρθρα, τα διαγράμματα ελέγχου χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση τεσσάρων ασθενειών: την υπέρταση (Hebert and Neuhauser, 2004; Solodky et al., 1998), το άσθμα (Gibson et al., 1995; Boggs et al., 1998; Alemi and Neuhauser, 2004; Hayati et al., 2006), τη νεφρική λειτουργία μετά τη μεταμόσχευση (Piccoli et al., 1987) και τον διαβήτη (Solodky et al., 1998).

### 5.3.2 Χρήση τεχνικών MSPM

Οι μεθοδολογίες MSPM μπορούν να συνδυαστούν πλήρως με το ιατρικό αρχείο του ασθενούς με σκοπό την παρακολούθηση κρίσιμων δεικτών. Αυτές οι μεθοδολογίες είναι νέες και πολύ καινοτόμες.

Οι Zhang et al. (2010) πρότειναν ένα νέο πολυμεταβλητό εκθετικό σταθμισμένο κινητό μέσο EWMA Φάσης II διάγραμμα ελέγχου για την ταυτόχρονη παρακολούθηση της μέσης τιμής και της μεταβλητότητας που βασίζεται στην γενικευμένη στατιστική λόγου πιθανοφάνειας. Το διάγραμμα αυτό εφαρμόστηκε σε ασθενείς που ήταν εξοπλισμένοι με όργανα που μετρούν και καταγράφουν μεταβλητές, όπως η συστολική πίεση του αίματος, η μέση καρδιακή συχνότητα κλπ. Οι Correia et al. (2011) παρουσίασαν μονομεταβλητά και πολυμεταβλητά διαγράμματα ελέγχου για την παρακολούθηση ασθενών με χρόνια αναπνευστική νόσο.

### 5.4.1 Χρήση τεχνικών SPM

Οι Benneyan (1998a, b) δημοσίευσαν δύο άρθρα που συζητούν την εφαρμογή των τεχνικών SPM στο νοσοκομείο. Το πρώτο άρθρο (Μέρος I) παρέχει μια επισκόπηση της μηχανικής ποιότητας και του SPM, ενώ παρουσιάζει και τα κοινά διαγράμματα ελέγχου. Τα διαγράμματα ελέγχου  $\bar{X}$  και  $S$  μπορούν να εφαρμοστούν στην παρακολούθηση της αναμονής των ασθενών, διάφορες φυσικές μεταβλητές, κλπ. Το διαγράμματα ελέγχου  $c$  και  $u$  είναι κατάλληλα για τον αριθμό των πτώσεων ανά μήνα, οι αφίξεις στη ΜΕΘ, περιπτώσεις μητρότητας ανά εβδομάδα, και την εμφάνιση λοιμωδών νοσημάτων ανά χρονική περίοδο. Τα διαγράμματα  $np$  και  $p$  μπορούν να εφαρμοστούν για την παρακολούθηση του συνολικού αριθμού των καθετήρων και άλλων συσκευών που έχουν ως αποτέλεσμα λοιμώξεις το ποσοστό των χειρουργικών επεμβάσεων μολυσματικής παράκαμψης στεφανιαίας αρτηρίας χωρίς επιπλοκές, κλπ. Το δεύτερο άρθρο (Μέρος II) συζητά τις στατιστικές ιδιότητες των διαγραμμάτων ελέγχου, ζητήματα του σχεδιασμού τους, το βέλτιστο εύρος των ορίων ελέγχου, εναλλακτικές πιθανές προσεγγίσεις SPM για τον έλεγχο των λοιμώξεων, ορισμένων συνηθισμένων παρεξηγήσεων, και πιο προχωρημένων θεμάτων.

Οι Lee και McGreevey (2002) παρουσίασαν έναν εκπαιδευτικό οδηγό για τη χρήση των διαγραμμάτων ελέγχου και συζήτησαν τέσσερις μελέτες περιπτώσεων: δύο για την παρακολούθηση του ποσοστού καισαρικής τομής σε δύο νοσοκομεία, μία για την παρακολούθηση του αριθμού των πτώσεων ανά 100 ανθρωποημέρες σε έναν οργανισμό μακροχρόνιας φροντίδας, και μία για την παρακολούθηση της μετεγχειρητικής διάρκειας παραμονής ασθενών με bypass μόσχευμα στεφανιαίας αρτηρίας.

Οι Benneyan et al. (1998) παρουσίασαν μια επισκόπηση των τεχνικών SPM και διάφορων εφαρμογών των διαγραμμάτων ελέγχου στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Πιο συγκεκριμένα, παρουσίασαν τη χρήση των διαγραμμάτων ελέγχου για την παρακολούθηση του χρόνου ολοκλήρωσης των εργασιών, Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών

των λοιμώξεων στο χειρουργείο, της ικανοποίησης από το ραντεβού, και την παρακολούθηση μολυσματικών αποβλήτων.

Οι Mohammed et al. (2008) παρουσίασαν τη χρήση διάφορων τυπικών διαγραμμάτων ελέγχου μέσω απλών παραδειγμάτων. Χρησιμοποίησαν ένα διάγραμμα  $p$  για την παρακολούθηση του αριθμού των ασθενών που εισήχθησαν με κάταγμα του μηριαίου οστού και του αριθμού θανάτων σε 24 συνεχόμενα τρίμηνα. Επίσης χρησιμοποίησαν ένα διάγραμμα  $u$  για την παρακολούθηση του αριθμού των πτώσεων σε ένα τμήμα του νοσοκομείου κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 13 μηνών. Το  $u$ -διάγραμμα χρησιμοποιήθηκε επίσης για την παρακολούθηση του αριθμού των εισαγωγών έκτακτης ανάγκης 23 συνεχόμενες Δευτέρες σε μεγάλο νοσοκομείο (με την παραδοχή ότι τα γεγονότα ήταν σχετικά χαμηλής συχνότητας σε σχέση με το μέγεθος του υποκείμενου πληθυσμού και ότι το μέγεθος του υποκείμενου πληθυσμού ήταν άγνωστο).

Οι Henderson et al. (2008) χρησιμοποίησαν το διάγραμμα ελέγχου  $I$  – ένα διάγραμμα για μεμονωμένες τιμές – για να διαπιστωθεί εάν υπήρχαν ειδικές αιτίες μεταβλητότητας στο Medical Research Council (MRC) Heart Protection Study. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα διαγράμματα ελέγχου μπορεί να προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για τις επιπτώσεις των αλλαγών στη δομή των υπηρεσιών και των κλινικών στοιχείων για την ποιότητα της φροντίδας.

Οι Rakitzis et al. (2016) τροποποίησαν τα διαγράμματα ελέγχου τύπου Shewhart και CUSUM για την παρακολούθηση συσχετισμένων μετρήσεων Poisson με υπερβολικό αριθμό μηδενικών μέσω της zero-inflated Poisson και κατάλληλων μοντέλων χρονολογικών σειρών. Εφάρμοσαν τα τροποποιημένα διαγράμματα ελέγχου για την παρακολούθηση του μηνιαίου αριθμού υποβολών σε εργαστήρια για ζώα σε μια περιοχή στη Νέα Ζηλανδία. Νωρίτερα, οι Fatahi et al. (2012) είχαν αναπτύξει ένα διάγραμμα ελέγχου EWMA για την παρακολούθηση των σπάνιων γεγονότων που αφορούν την υγεία με μια προκαθορισμένη τιμή του μέτρου απόδοσης.

Νωρίτερα, οι Lovegrove et al. (1997, 1999) και Poloniecki et al. (1998) ανεξάρτητα πρότειναν διαγράμματα σωρευτικών αθροισμάτων για τις αναμενόμενες μετρήσεις θνησιμότητας μείον τις παρατηρούμενες μετρήσεις που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν, για παράδειγμα, σε ιατρούς ή σε νοσοκομεία. Το διάγραμμα VLAD, που παρουσίασαν οι Lovegrove et al. (1997) απεικονίζει τα προσαρμοσμένα ως προς τον κίνδυνο στοιχεία επιβίωσης για μεμονωμένους χειρουργούς ή μονάδες ως προς τον χρόνο και θα μπορούσε να τροποποιηθεί για να παρακολουθεί τις επιδόσεις σε ένα εύρος θεραπειών και αποτελεσμάτων.

Η μονάδα εισόδου στον τομέα της υγείας είναι κυρίως ο ασθενής και τα χαρακτηριστικά του. Ωστόσο, τα χαρακτηριστικά των ασθενών μπορεί να διαφέρουν πάρα πολύ μεταξύ τους (Alemi και Sullivan, 2001). Αυτό σημαίνει ότι ακόμα και όταν οι ασθενείς έχουν την ίδια ασθένεια, διαφέρουν σημαντικά ως προς τη σοβαρότητα της νόσου και την πρόγνωση της νόσου. Έτσι, τα διαγράμματα ελέγχου θα πρέπει να προσαρμοστούν ώστε να λάβουν υπόψη τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των ασθενών. Οι Alemi και Sullivan (2001) περιέγραψαν τη χρήση ενός προσαρμοσμένου ως προς τον κίνδυνο  $\bar{X}$  διάγραμμα ελέγχου προκειμένου να μειωθούν τα ποσοστά της καισαρικής τομής. Ένα τέτοιο διάγραμμα ελέγχου συγκρίνει τα παρατηρούμενα ποσοστά με αυτά που αναμενόταν από επιπλοκές της εγκυμοσύνης.

Νωρίτερα, οι Steiner et al. (2000) είχε προτείνει ένα διάγραμμα ελέγχου CUSUM προσαρμοσμένο ως προς τον κίνδυνο που προσαρμόζεται για τον προ-εγχειρητικό κίνδυνο αποτυχίας του κάθε ασθενή. Για την αξιολόγηση της ποιότητας της φροντίδας που προσφέρουν οι υγειονομικοί οργανισμοί, οι Alemi et al. (1996) παρουσίασαν προσαρμοσμένα ως προς τον κίνδυνο διαγράμματα ελέγχου τα οποία λαμβάνουν υπόψη τη σοβαρότητα της νόσου κατά τη διάρκεια διαφορετικών χρονικών διαστημάτων. Οι Poloniecki et al. (1998) περιέγραψαν τη χρήση ενός προσαρμοσμένου ως προς τον κίνδυνο διαγράμματος CUSUM για την ανίχνευση μεταβολών στην θνησιμότητα μετά από χειρουργική επέμβαση στην καρδιά, ενώ οι Steiner et al. (1999, 2001) παρουσίασαν προσαρμοσμένα ως προς τον κίνδυνο διαγράμματα CUSUM για την παρακολούθηση κατά ζεύγη δίτιμα χειρουργικά αποτελέσματα.

Ο Gustafson (2000) πρότεινε νέα διαγράμματα με βάση το Standardized Infection Ratio, τα οποία είναι προσαρμοσμένα ως προς τον κίνδυνο, και συμπεριφέρονται ικανοποιητικά με μικρούς παρονομαστές. Οι Spiegelhalter et al. (2003) διερεύνησαν την χρησιμοποίηση του προσαρμοσμένου ως προς τον κίνδυνο ακολουθιακού ελέγχου πιθανοφάνειας ενώ οι Cook et al. (2003) παρουσίασαν ένα προσαρμοσμένο ως προς τον κίνδυνο διάγραμμα ελέγχου για μελλοντική παρακολούθηση αποτελεσμάτων που αφορούν τη μονάδα εντατικής θεραπείας. Οι Bennayan et al (1998) συζήτησαν τη σημασία της ενσωμάτωσης της προσαρμογής ως προς τον κίνδυνο σε μεθόδους όπως τα διαγράμματα ελέγχου, οι ακολουθιακοί έλεγχοι και άλλες μεθόδους επιτήρησης. Οι Grigg and Farewell (2004) παρουσίασαν μια πρακτική ανασκόπηση των προσαρμοσμένων ως προς τον κίνδυνο διαγραμμάτων ελέγχου ενώ οι Beiles and Morton (2004)

περιέγραψαν τη χρήση των διαγραμμάτων ελέγχου CUSUM για την αξιολόγηση των επιδόσεων της αρτηριακής χειρουργικής επέμβασης. Τεχνικές τύπου CUSUM έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί στην Αυστραλία για την αξιολόγηση της ικανότητας των εκπαιδευομένων ιατρών στον τομέα του ελέγχου των λοιμώξεων (Bolsin and Colson, 2000). Οι Woodall et al. (2015) παρουσίασαν μια ανασκόπηση των προσαρμοσμένων ως προς τον κίνδυνο μεθόδων για την παρακολούθηση ιατρικών αποτελεσμάτων με έμφαση στην ποιότητα της διαδικασίας χειρουργικής επέμβασης. Μια πρόσφατη μελέτη ανασκόπησης για τη θεωρία και τις εφαρμογές των προσαρμοσμένων ως προς τον κίνδυνο διαγραμμάτων ελέγχου πραγματοποιήθηκε από τους Sachlas et al. (2019).

Η χρήση των τεχνικών SPM έχει επίσης συζητηθεί σε διάφορα βιβλία, συμπεριλαμβανομένων των Hart και Hart (2002), Carey και Stake (2003), και Morton (2005).

## 5.4 Εφαρμογή Παρακολούθησης στο επίπεδο του οργανισμού υγείας.

Μία ενδιαφέρουσα επέκταση της βιοπαρακολούθησης είναι η παρακολούθηση ιατρικών μεταβλητών στο επίπεδο υγειονομικών οργανισμών (π.χ. νοσοκομεία). Αυτό σημαίνει ότι η επιτήρηση / παρακολούθηση στοχεύει σε μεταβλητές που συνδέονται με νοσοκομεία, όπως τα ποσοστά μόλυνσης, το ποσοστό πτώσεων, ο αριθμός θανάτων, ο χρόνος αναμονής από τη χειρουργική επέμβαση έως την πλήρη αποκατάσταση, ο χρόνος παραμονής στη ΜΕΘ, κλπ.

Εκτός από τα νοσοκομεία και άλλες δομές παροχής υγειονομικής περίθαλψης, όπως γηροκομεία ή ιδιώτες ιατροί, υπάρχουν επίσης μεγάλοι οργανισμοί, οι οποίοι συντονίζουν και επιβλέπουν την παροχή υπηρεσιών υγείας από παρόχους. Στο πλαίσιο αυτό, οι μεταβλητές παρακολούθησης, όπως οι δαπάνες, η ποιότητα της περίθαλψης, η ανάρμωση συμπεριφορά παρόχων, μπορεί να οδηγήσουν σε καλύτερες υπηρεσίες.

### 5.4.2 Χρήση τεχνικών MSPM

Οι τεχνικές MSPM έχουν εφαρμοστεί στις διεργασίες οργανισμών υγειονομικής περίθαλψης, με στόχο την εξασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας τους. Προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης, αρκετοί ερευνητές έχουν αναπτύξει ή απλά χρησιμοποιήσει πολυμεταβλητά διαγράμματα ελέγχου.

Με στόχο την καλύτερη δυνατή φροντίδα, οι Dechert and Case (1998) χρησιμοποίησαν το πολυμεταβλητό διάγραμμα ελέγχου  $T^2$  ως μια εναλλακτική μέθοδο για τη διασφάλιση της ποιότητας της φροντίδας ενός κλινικού εργαστηρίου στην περίπτωση συσχετισμένων συγκεντρώσεων. Οι Steiner et al. (1999) πρότειναν ένα διμεταβλητό CUSUM για την παρακολούθηση των ποσοστών αποτυχίας στη θεραπεία (ειδικότερα σε παιδιατρικά ιατρεία) ενός νοσοκομείου.

Οι Hart et al. (2003) πρότειναν μια νέα κατηγορία διαγραμμάτων ελέγχου για τη βελτίωση της ποιότητας της φροντίδας. Τα νέα διαγράμματα ελέγχου εφαρμόστηκαν για ένα χρονικό διάστημα 2 ετών, χρησιμοποιώντας μηνιαίες τιμές σε τρεις διαφορετικές ομάδες δεδομένων: χαμηλό βάρος κατά τη γέννηση, θνησιμότητα, και καισαρική τομή.

Ο Webster (2008) στην διδακτορική του διατριβή ασχολήθηκε με την ανάπτυξη στατιστικών μεθόδων προσαρμοσμένων ως προς τον κίνδυνο για την εποπτεία και παρακολούθηση των ανεπιθύμητων ενεργειών σε ένα νοσοκομείο.

Οι Waterhouse et al. (2010) συζήτησαν την εφαρμογή και την απόδοση τριών πολυμεταβλητών διαγραμμάτων ελέγχου ( $T^2$ , MEWMA και MCUSUM) για την παρακολούθηση της ακτινοβολίας που μεταδίδεται σε ασθενείς που υποβάλλονται σε διαγνωστικές εξετάσεις για τη στεφανιαία αγγειογραφία. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα MEWMA και MCUSUM διαγράμματα ανιχνεύουν μικρές έως μέτριες αλλαγές γρήγορα, ακόμα και όταν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά είναι ασυσχέτιστα, ενώ το διάγραμμα  $T^2$  συνολικά συμπεριφέρεται λιγότερο καλά, αν και είναι χρήσιμο για την γρήγορη ανίχνευση μεγάλων μετατοπίσεων.

Οι Shojaei and Niaki (2013) πρότειναν ένα τροποποιημένο διάγραμμα MCUSUM για την παρακολούθηση των ιατρικών διαδικασιών πολλών χαρακτηριστικών για ασθενείς που έχουν διαφορετικά επίπεδα κινδύνου σε ένα νοσοκομείο. Το προσαρμοσμένο ως προς τον κίνδυνο MCUSUM διάγραμμα (RA-MCUSUM) λαμβάνει υπόψη την ετερογένεια, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικά επίπεδα κινδύνου κατά την περίοδο της θεραπείας.

Οι Maruthappu et al. (2014) χρησιμοποίησαν πολυμεταβλητά διαγράμματα (προσαρμοσμένα ως προς τον κίνδυνο όσο και ως προς την εμπειρία του χειρουργού) για την παρακολούθηση της επίδοσης μεμονωμένων χειρουργών. Οι Abdollahian et al. (2011) εφάρμοσαν και συνέκριναν μονομεταβλητά και πολυμεταβλητά διαγράμματα ελέγχου για την ταυτόχρονη παρακολούθηση τριών ποιοτικών χαρακτηριστικών.

Οι Harrou et al. (2015) πρότειναν ένα σύστημα MCUSUM ανίχνευσης ανωμαλιών ανωμαλία βασισμένο σε ανάλυση κύριων συνιστωσών για την παρακολούθηση ασθενών στο παιδιατρικό τμήμα επειγόντων περιστατικών ενός νοσοκομείου στη Γαλλία.

Οι Bersimis et al. (2017) παρουσίασαν μια μέθοδο για τον έλεγχο δισδιάστατων κατηγορικών διεργασιών που χρησιμοποιούν κανόνες σάρωσης. Πιο συγκεκριμένα, θεώρησαν μια ακολουθία ανεξάρτητων δισδιάστατων τυχαίων μεταβλητών, που σχετίζονται με τη μετεγχειρητική κατάσταση του ασθενούς με τρία πιθανά αποτελέσματα.

Τέλος, οι Bersimis et al. (2017) πρότειναν μια διαδικασία που βασίζεται σε έναν κατάλληλο πίνακα ελέγχου για την παρακολούθηση των επιδόσεων των υπηρεσιών υγείας, χρησιμοποιώντας περισσότερες από μία μεταβλητές απόκρισης και για την αξιολόγηση της επάρκειας των επαγγελματιών υγείας.

## 5.5 Εφαρμογή Παρακολούθησης στο επίπεδο της κοινότητας

Στο πλαίσιο της παρακολούθησης της δημόσιας υγείας, η χρήση των μεθοδολογιών του SPM έχει πλέον γίνει πολύ δημοφιλής σε ολόκληρο τον κόσμο και ιδιαίτερα στις ΗΠΑ. Αυτό οφείλεται κατά μεγάλο μέρος στις επιθέσεις στο Παγκόσμιο Κέντρο Εμπορίου και στις επιστολές με άνθρακα που ακολούθησαν τον Οκτώβριο του 2001. Η μεγάλης κλίμακας βιοτρομοκρατία τώρα φαίνεται πιθανή, αν όχι αναπόφευκτη, και η συνδρομική επιτήρηση, αν και σε μεγάλο βαθμό έχει δοκιμαστεί, παρέχει μια ελπίδα. Η επιτήρηση δεν αναφέρεται μόνο στην τρομοκρατία ή στην εμφάνιση λοιμωδών νόσων, αλλά και στην περίπτωση της παρακολούθησης των επιπέδων των χρόνιων ασθενειών.

### 5.5.1 Χρήση τεχνικών SPM

Οι Sonesson and Bock (2003) συνέγραψαν ένα εξαιρετικό άρθρο ανασκόπησης για προοπτική στατιστική επιτήρηση στη δημόσια υγεία. Οι Aylin et al. (2003) επεσήμαναν ότι οι μέθοδοι επιτήρησης της υγείας δεν έχουν ασχοληθεί με την ταυτόχρονη παρακολούθηση πολλαπλών μονάδων αποτελεσματικά (π.χ. νοσοκομεία ή ιατρούς) ή με την overdispersion των δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης. Σύμφωνα με τον Woodall (2006), τα διαγράμματα τύπου CUSUM χρησιμοποιούνται ευρέως για την παρακολούθηση της υγείας και την επιτήρηση της δημόσιας υγείας, σε αντίθεση με τα διαγράμματα τύπου EWMA, τα οποία χρησιμοποιείται σπάνια. Τα διαγράμματα τύπου CUSUM έχουν επίσης προταθεί για την παρακολούθηση των παρενεργειών σε φαρμακευτικές αγωγές (Praus et al., 1993) και την ανίχνευση της βιοτρομοκρατίας (Hutwagner et al., 2003, 2005a, b).

Τα περισσότερα από τα διαγράμματα τύπου CUSUM που εφαρμόζονται στην υγεία βασίζονται στην κατανομή Poisson (Ewan and Kemp, 1960; Lucas, 1985). Τα διαγράμματα τύπου CUSUM για εκθετικές τυχαίες μεταβλητές (βλέπε π.χ. Vardeman and Ray (1985)) έχουν χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των ποσοστών των συγγενών δυσπλασιών υπό την υπόθεση σταθερού ποσοστού γεννήσεων. Για την παρακολούθηση της θνησιμότητας, οι Rossi et al. (1999) πρότειναν έναν τρόπο να ξεπεραστεί η υπόθεση της σταθερής εντός ελέγχου παραμέτρου για το σύνθητες Poisson CUSUM.

Οι O'Brien and Christie (1997) παρουσίασαν την τεχνική CUSUM ως ένα χρήσιμο συμπλήρωμα σε άλλες μεθόδους επιτήρησης των λοιμώξεων. Παρουσίασαν δύο παραδείγματα: ένα για την παρακολούθηση του μυκοπλάσματος της πνευμονίας και ένα για την παρακολούθηση της ερυθράς. Και στις δύο περιπτώσεις, το διάγραμμα ελέγχου CUSUM σηματοδότησε πολύ πριν γίνει εμφανής η αλλαγή στη συχνότητα εμφάνισης.

Οι Williamson and Hudson (1999) παρουσίασαν ένα σύστημα παρακολούθησης δύο σταδίων ενσωματώνοντας στατιστικές «σημαίες» που χαρακτηρίζουν ασυνήθιστα μεγάλες αυξήσεις (ή μειώσεις) στις εκθέσεις αναφοράς της νόσου σε σύγκριση με τον αναμενόμενο αριθμό περιπτώσεων. Το σύστημα αποτελείται από μονομεταβλητά μοντέλα Box-Jenkins και παρακολουθεί σήματα από διάφορα διαγράμματα ελέγχου.

Ίσως το μόνο άρθρο που αναφέρεται στη χρήση των διαγραμμάτων ελέγχου EWMA σε οργανισμό υγειονομικής περίθαλψης είναι αυτή των Morton et al. (2001). Σύμφωνα με τους συγγραφείς, το διάγραμμα

τύπου Shewhart εντοπίζει μεγάλες αποκλίσεις, ενώ τα διαγράμματα τύπου CUSUM και EWMA είναι πιο ευαίσθητα στην αναγνώριση μικρών έως μέτριων αποκλίσεων. Ο συνδυασμός των διαγραμμάτων τύπου Shewhart και EWMA είναι ιδανικός για την παρακολούθηση της βακτηριαμίας και του ποσοστού πολυανθεκτικών οργανισμών, ενώ τα ο συνδυασμός των διαγραμμάτων Shewhart και CUSUM είναι κατάλληλος για την επιτήρηση χειρουργικών λοιμώξεων.

Οι Grigg et al. (2003) συζήτησαν τη χρήση τριών διαγραμμάτων ελέγχου, τα οποίες βασίζονται στον ακολουθιακό έλεγχο λόγο πιθανοφαινιών (SPRT). Αυτά είναι το διάγραμμα τύπου CUSUM, το Resetting SPRT (RSPRT) διάγραμμα, και το διάγραμμα Fast Initial Response (FIR) CUSUM. Η βασική παραδοχή αυτών των διαγραμμάτων είναι ότι η εντός ελέγχου πιθανότητα θανάτου, για παράδειγμα, μπορεί να ποικίλει από άτομο σε άτομο σύμφωνα με ένα δεδομένο πρότυπο. Οι Grigg and Farewell (2004) παρουσίασαν μια ανασκόπηση των προσαρμοσμένων ως προς τον κίνδυνο διαγραμμάτων ελέγχου (CUSUM, RSPRT, η μέθοδος sets και το διάγραμμα τύπου Shewhart). Η σύγκρισή τους έδειξε ότι το διάγραμμα τύπου CUSUM είναι το λιγότερο αποτελεσματικό, βάσει του κριτηρίου ARL, σε σχέση με το RSPRT. Περαιτέρω, η μέθοδος sets είναι πιο αποτελεσματική από το διάγραμμα τύπου CUSUM, για δίτιμα δεδομένα, όταν το εντός ελέγχου ARL είναι μικρό, και πιο αποδοτικό για ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές του εντός ελέγχου ARL, όταν η μεταβολή της υπό εξέταση παραμέτρου είναι μεγάλη. Το *p*-διάγραμμα βρέθηκε να είναι λιγότερο αποτελεσματικό από το διάγραμμα τύπου CUSUM ακόμη και όταν η μεταβολή της υπό εξέταση παραμέτρου είναι μεγάλη.

Οι Bersimis and Economidou (2017), υποκινήμενοι από την υπόθεση ότι ο μηχανισμός δειγματοληψίας αλλάζει από τη Φάση I στη Φάση II, πρότειναν ένα διάγραμμα ελέγχου με βάση τον αρμονικό μέσο. Η διαφοροποίηση των μηχανισμών δειγματοληψίας εμφανίζεται συχνά στην παρακολούθηση της δημόσιας υγείας και της συνδρομικής επιτήρησης. Το νέο διάγραμμα ελέγχου είναι εύκολο να εφαρμοστεί και ανιχνεύει ακόμα και μικρές αλλαγές με έναν γρήγορο και ακριβή τρόπο.

Τέλος, οι Bersimis et al. (2019) παρουσίασαν μια διαδικασία παρακολούθησης για την παρακολούθηση ταυτόχρονα του αριθμού των εμφανίσεων μιας νόσου μέσω διαγραμμάτων ελέγχου και της χωρικής κατανομής των συμβάντων μέσω convex hulls.

### 5.5.2 Χρήση τεχνικών MSPM

Οι Fricker and Rolka (2006) εφάρμοσαν ταυτόχρονα μονομεταβλητά διαγράμματα ελέγχου τύπου CUSUM και μια πολυμεταβλητή μέθοδο CUSUM για τον εντοπισμό αυξήσεων στη συχνότητα εμφάνισης της νόσου, ενώ ο Fricker (2007) κατασκεύασε δύο ευαίσθητες πολυμεταβλητές διαδικασίες για συνδρομική επιτήρησης. Επίσης εισήγαγαν την έννοια του μέσου επικαλυπτόμενου μήκος ροής (average overlapping run length – AORL) για την σύγκριση της απόδοσης των διαφόρων διαδικασιών σε περιορισμένα πραγματικά δεδομένα συνδρομικής επιτήρησης.

Οι σύγχρονες διαδικασίες λαμβάνουν υπόψη τους την πιθανή δομή μεταξύ των μεταβλητών (Lotze et al., 2007), μοντελοποιούν την αυτοσυσχέτιση (Burkom et al., 2007), θεραπεύουν τη χωρική φύση του προβλήματος (Lawson, 2006; Sparks et al., 2009, 2010; Sparks, 2010), και είναι σε θέση να επιλέγουν τα κατάλληλα χαρακτηριστικά για παρακολούθηση (Mostashari et al., 2003). Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα διαγράμματα ελέγχου χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τα στατιστικές συναρτήσεις χωρική σάρωσης (Shmueli and Burkom, 2010; Sonesson and Bock, 2003; Woodall, 2006; M.D. Joner et al., 2008).

Οι Frisén et al. (2010) συζήτησαν τις ιδιαίτερες προκλήσεις όσον αφορά την αξιολόγηση των πολυμεταβλητών μεθόδων επιτήρησης, πρότειναν ορισμένα νέα μέτρα και απέδειξαν τις ιδιότητες των διαφόρων μέτρων. Ένα ημιπαραμετρικό μοντέλο για την ανίχνευση πολυμεταβλητών εστιών παρουσιάστηκε από τους Schioler and Frisén (2012).

Οι MD Joner et al. (2008) παρουσίασαν ένα πολυμεταβλητό διάγραμμα ελέγχου τύπου EWMA για την ανίχνευση αύξησης του ποσοστού εμφάνισης της νόσου. Αυτό το πολυμεταβλητό διάγραμμα είναι αποτελεσματικό όταν η ασθένεια εμφανίζεται σε διάφορες περιοχές. Οι Rolka et al. (2007) συζήτησαν διάφορες πολυμεταβλητές στατιστικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στον τομέα της επιτήρησης της δημόσιας υγείας για αναδυόμενες απειλές. Οι Miekley et al. (2013) χρησιμοποίησαν πολυμεταβλητά διαγράμματα ελέγχου για τον εντοπισμό της μαστίτιδας και της χωλότητας όσο το δυνατόν πιο νωρίς. Οι Mertens et al. (2011) ανασκόπησαν διάφορες εφαρμογές των διαγραμμάτων ελέγχου σε ζωικά δεδομένα. Οι Yahav and Shmueli (2014) χρησιμοποίησαν πολυμεταβλητά διαγράμματα ελέγχου για την ανίχνευση εστιών της νόσου.



Πρόσφατα, οι Bersimis et al. (2018) πρότειναν ευέλικτα σχέδια για την παρακολούθηση κλινικών δοκιμών φάσης II, στις οποίες οι δύο υπό σύγκριση θεραπείες σχετίζονται με δύο εξαρτημένες δίτιμες αποκρίσεις (επιτυχία ή όχι). Για άλλες πτυχές της επιτήρησης στο επίπεδο της κοινότητας, όπως η παρακολούθηση της φαρμακευτικής, διαγνωστικής και κλινικής ασφάλειας και την ασφάλεια των τροφίμων, ο αναγνώστης παραπέμπεται στην ανασκόπηση των Bersimis et al. (2018) και τις αναφορές που συμπεριλαμβάνονται σε αυτή.

## **5.6. Περίληψη κεφαλαίου**

Το πέμπτο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας ήταν αφιερωμένο σε ένα σύστημα προηγμένης ανίχνευσης επιδημιών, το οποίο κάνει χρήση τεχνικών του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών. Πρόκειται για ένα ιεραρχικό πλαίσιο για την εποπτεία της δημόσιας υγείας, το οποίο αποτελείται από τρία επίπεδα: το επίπεδο του ασθενούς, το επίπεδο του υγειονομικού οργανισμού και το επίπεδο της κοινότητας. Για την τεκμηρίωση του νέου αυτού συστήματος παρουσιάστηκε μια βιβλιογραφική ανασκόπηση της χρήσης τεχνικών του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών στα τρία επίπεδα.

## 6. Εφαρμογή

### 6.1 Εισαγωγή

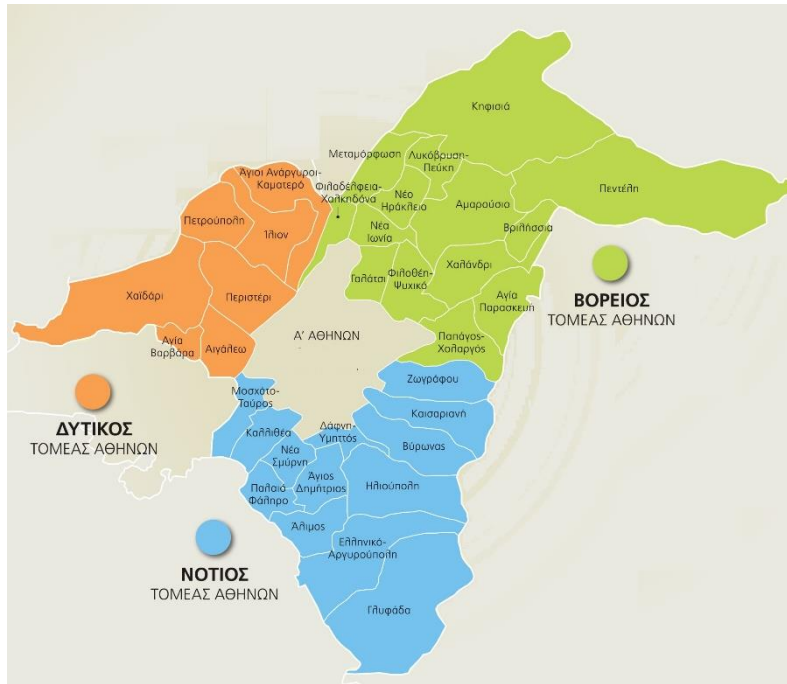
Στο κεφάλαιο αυτό θα εφαρμόσουμε τις τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών σε δεδομένα που αφορούν περιπτώσεις άνοιας στα όρια της Περιφέρειας Αττικής. Τα δεδομένα αυτά προσομοιάζουν πραγματικά δεδομένα με βάση πραγματικούς δείκτες που συλλέχθηκαν κατά την περίοδο 2014 – 2018 σε Νευρολογικές Κλινικές διαφόρων Νοσοκομείων της Περιφέρειας Αττικής.

Τα δεδομένα θα χωρισθούν σε 2 τμήματα: ένα που θα αφορά την περίοδο 2014 – 2016 και ένα που θα αφορά την περίοδο 2017 – 2018. Τα δεδομένα της πρώτης περιόδου θα χρησιμοποιηθούν για ανάλυση Φάσης I ενώ τα δεδομένα της δεύτερης περιόδου θα χρησιμοποιηθούν για ανάλυση Φάσης II. Κατά τη Φάση I, θα ελεγχθεί εάν οι περιπτώσεις άνοιας βρίσκονται εντός ελέγχου και θα εκτιμηθούν τα όρια ελέγχου. Στην περίπτωση που η «διεργασία» δεν είναι εντός ελέγχου θα γίνουν κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες. Κατά την ανάλυση Φάσης II θα χρησιμοποιηθούν τα όρια που προέκυψαν κατά την Φάση I προκειμένου να εξετάσουμε εάν η «διεργασία» παραμένει εντός ελέγχου.

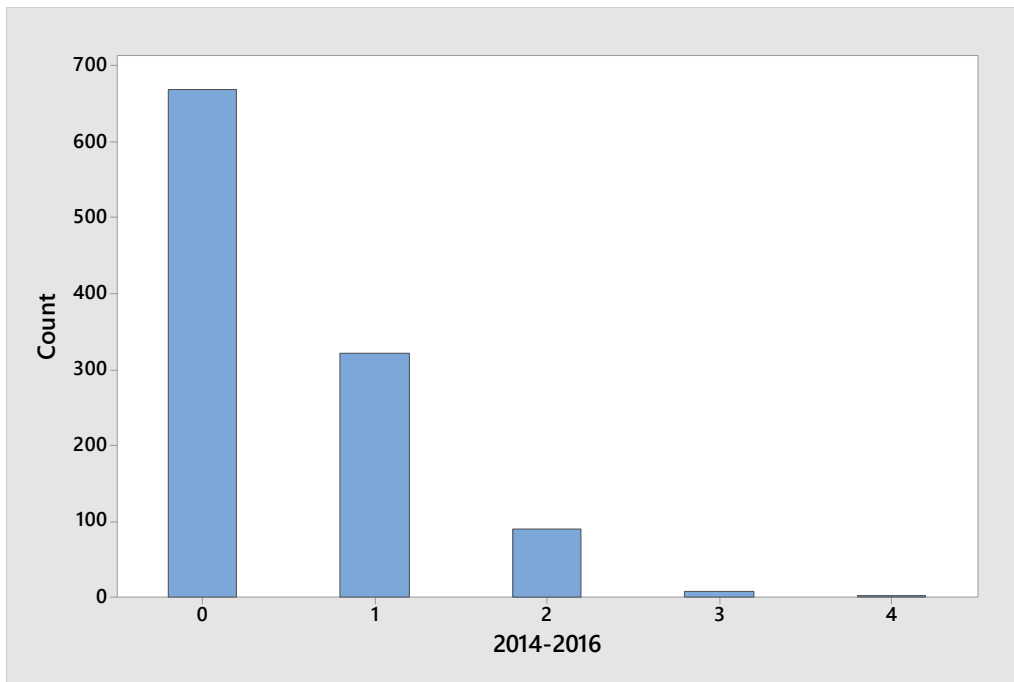
Η ανάλυση των δεδομένων αφορά 4 από τις 8 περιφερειακές ενότητες, στις οποίες είναι χωρισμένη η Περιφέρεια Αττικής. Συγκεκριμένα, η ανάλυση αφορά την Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών (Α΄ Αθηνών), την Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών, την Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών και την Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών (Σχήμα 6.1). Η Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα περιλαμβάνει τους Δήμους Αθηναίων, Βύρωνος, Γαλατσίου, Δάφνης-Υμηττού, Ζωγράφου, Ηλιουπόλεως, Καισαριανής και Νέας Φιλαδέλφειας-Νέας Χαλκηδόνας. Η Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών περιλαμβάνει τους Δήμους Αγίας Παρασκευής, Αμαρουσίου, Βριλησίων, Ηρακλείου, Κηφισιάς, Λυκόβρυσης-Πεύκης, Μεταμορφώσεως, Νέας Ιωνίας, Παπάγου-Χολαργού, Πεντέλης, Φιλοθέης-Ψυχικού και Χαλανδρίου. Η Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα περιλαμβάνει τους Δήμους Αγίου Δημητρίου, Αλίμου, Γλυφάδας, Ελληνικού-Αργυρούπολης, Καλλιθέας, Μοσχάτου-Ταύρου, Νέας Σμύρνης και Παλαιού Φαλήρου. Τέλος, η Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα περιλαμβάνει τους Δήμους Αγίας Βαρβάρας, Αγίων Αναργύρων – Καματερού, Αιγάλεω, Ιλίου, Περιστερίου, Πετρούπολης και Χαϊδαρίου.

### 6.2 Περιγραφή δεδομένων

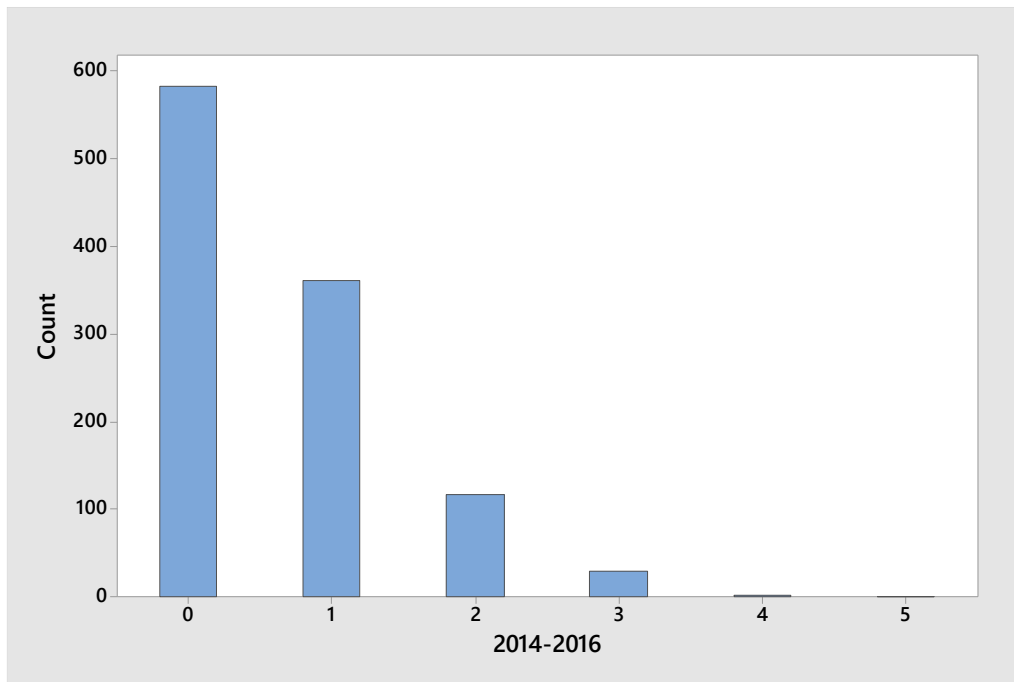
Τα Σχήματα 6.2 – 6.5 παρουσιάζουν το ιστόγραμμα συχνοτήτων των περιπτώσεων άνοιας στις Περιφερειακές ενότητες Κεντρικού, Βόρειου, Νότιου και Δυτικού Τομέα Αθηνών, αντίστοιχα. Από τα 4 ιστογράμματα παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των περιπτώσεων τόσο μειώνεται η συχνότητα εμφάνισης. Το γεγονός αυτό μας παραπέμπει στο γεγονός ότι ο αριθμός των περιπτώσεων άνοιας ακολουθεί την κατανομή Poisson.



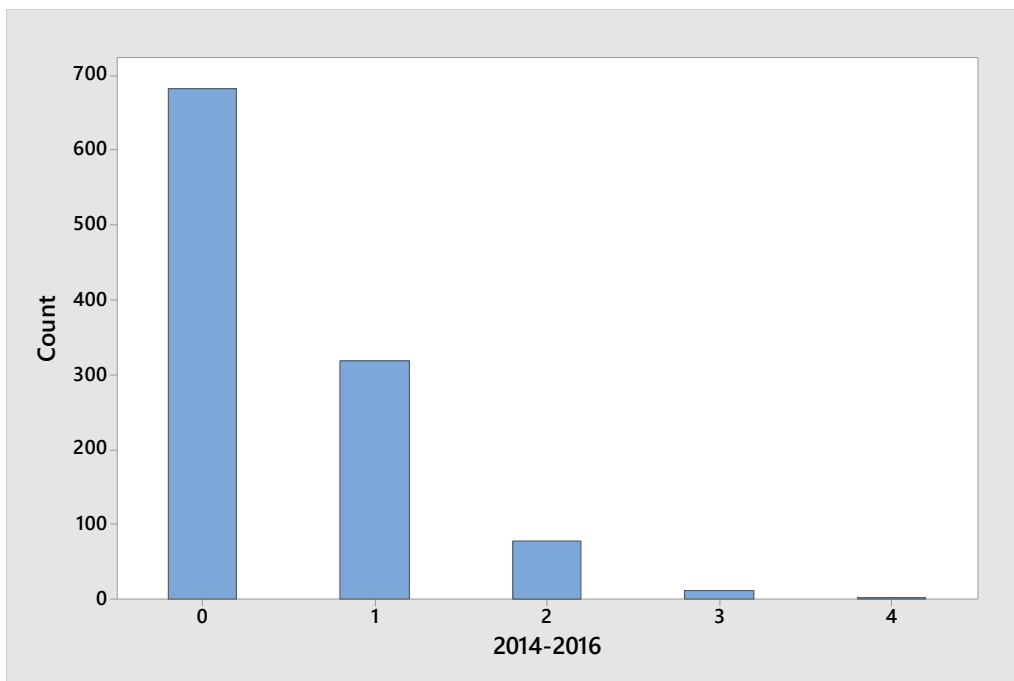
Σχήμα 6.1: Οι 4 τομείς της Περιφέρειας Αττικής



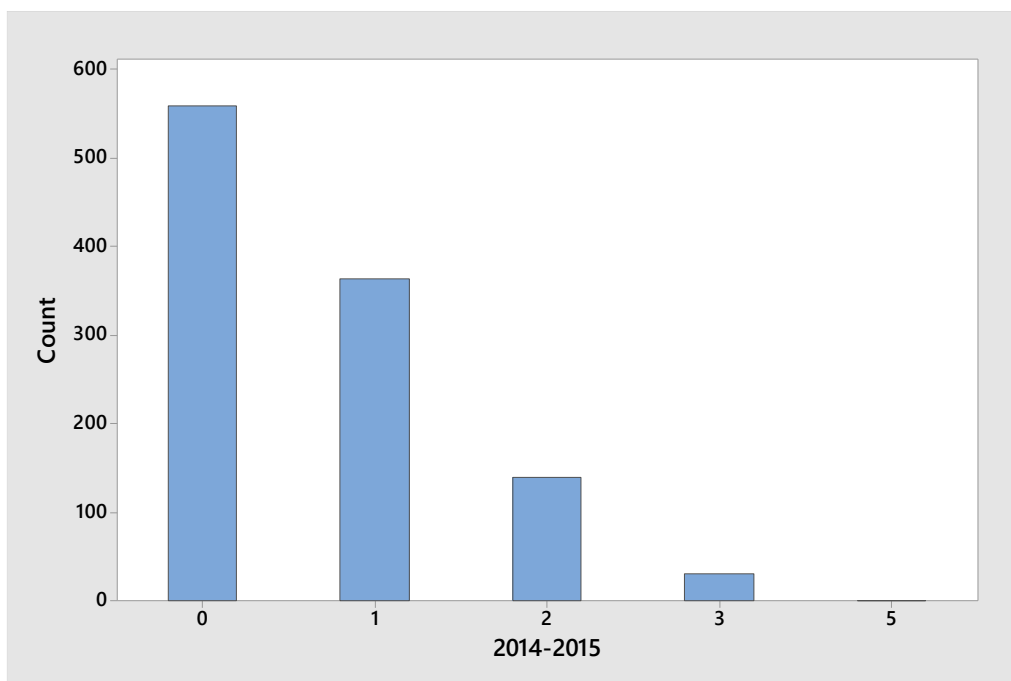
Σχήμα 6.2: Το ιστόγραμμα συχνοτήτων για την Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών



Σχήμα 6.3: Το ιστόγραμμα συχνοτήτων για την Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών



Σχήμα 6.4: Το ιστόγραμμα συχνοτήτων για την Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών



**Σχήμα 6.5: Το ιστόγραμμα συχνοτήτων για την Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών**

Πράγματι, από τον Πίνακα 6.1 προκύπτει ότι τα δεδομένα και των 4 Περιφερειακών Ενοτήτων ακολουθούν την κατανομή Poisson με κατάλληλη παράμετρο ανά περίπτωση. Ο Πίνακας 6.2. παρουσιάζει τα αποτελέσματα του ελέγχου ρών για την τυχαιότητα των δεδομένων. Πράγματι, και στις 4 Περιφερειακές Ενότητες τα δεδομένα είναι τυχαία. Συνεπώς, στην επόμενη ενότητα θα εφαρμόσουμε το  $c$  διάγραμμα ελέγχου προκειμένου να αξιολογήσουμε εάν οι «διεργασίες» είναι εντός ή εκτός στατιστικού ελέγχου.

Περιφερειακή Ενότητα	Παράμετρος	Στατιστική συνάρτηση	p-value
Κεντρικού Τομέα Αθηνών	0,496	$\chi^2(2) = 1,936$	0,380
Βόρειου Τομέα Αθηνών	0,639	$\chi^2(2) = 1,675$	0,642
Νότιου Τομέα Αθηνών	0,475	$\chi^2(2) = 0,065$	0,968
Δυτικού Τομέα Αθηνών	0,678	$\chi^2(2) = 1,819$	0,403

**Πίνακας 6.1: Έλεγχος καλής προσαρμογής σε κατανομή Poisson**

Περιφερειακή Ενότητα	Στατιστική συνάρτηση	p-value
Κεντρικού Τομέα Αθηνών	$\chi^2(2) = 1,936$	0,907
Βόρειου Τομέα Αθηνών	$\chi^2(2) = 1,675$	0,475
Νότιου Τομέα Αθηνών	$\chi^2(2) = 0,065$	0,175
Δυτικού Τομέα Αθηνών	$\chi^2(2) = 1,819$	0,988

**Πίνακας 6.2: Έλεγχος ρών**

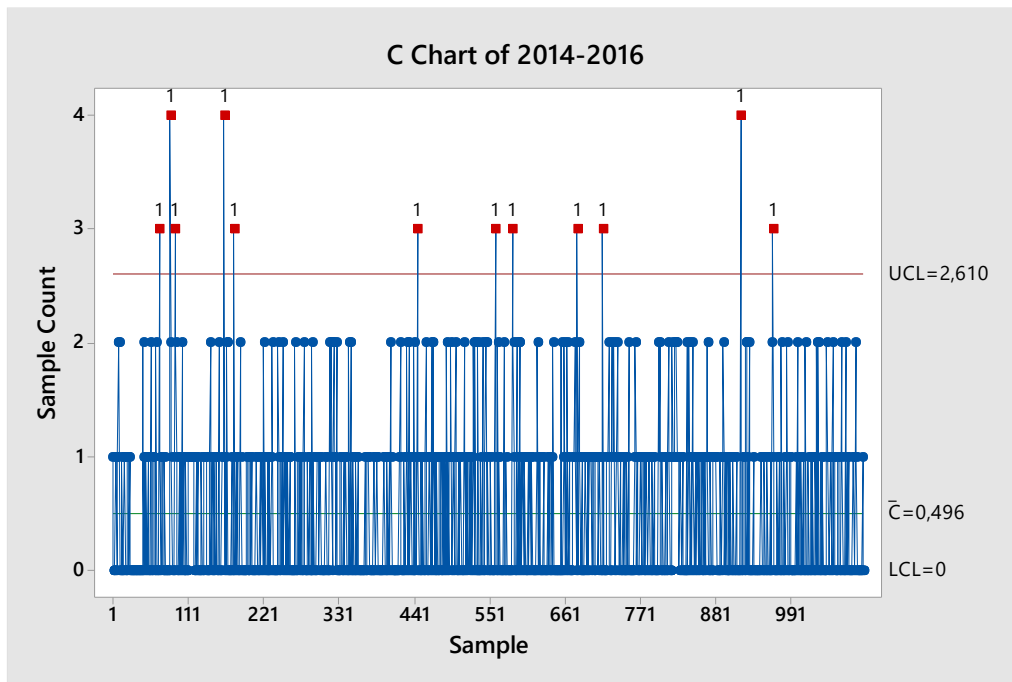
### 6.3 Αποτελέσματα Φάσης I

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση Φάσης I στους τέσσερις τομείς της Περιφέρειας Αττικής.

Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών

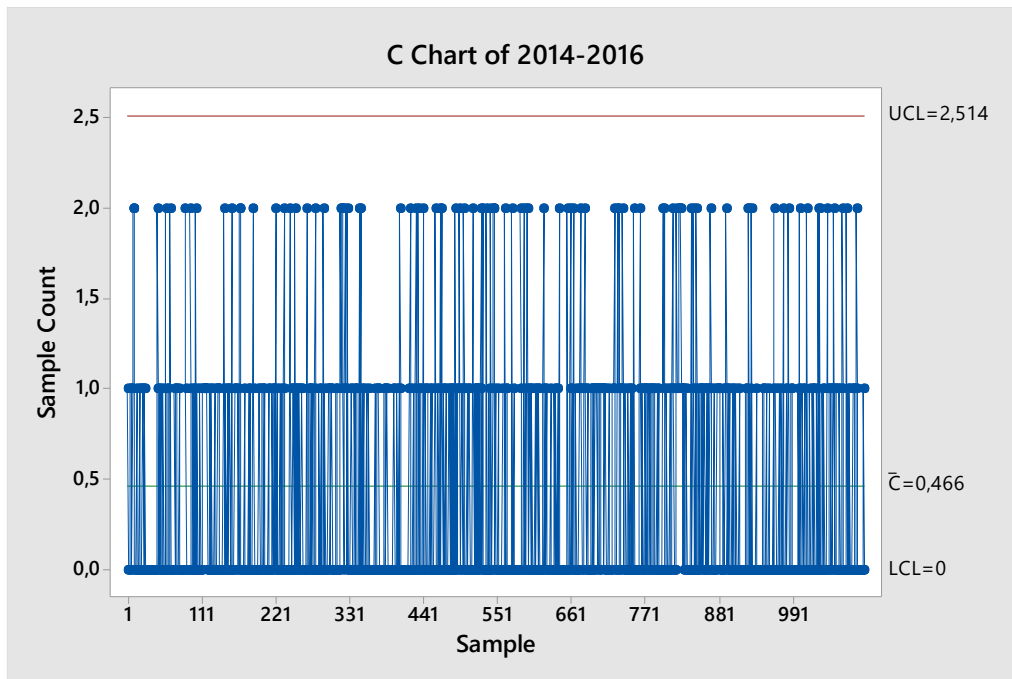
### 6.3.1 Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών

Όσον αφορά την Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών, από το Σχήμα 6.6 παρατηρούμε ότι η κεντρική γραμμή έχει χαραχθεί στη θέση  $CL = 0,496$ . Το κάτω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $LCL = 0$  ενώ το άνω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $UCL = 2,610$ . Παρατηρούμε όμως ότι η «διεργασία» είναι εκτός ελέγχου καθώς 12 σημεία απεικονίζονται πάνω από το άνω όριο ελέγχου του διαγράμματος.



Σχήμα 6.6: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης I για την Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών

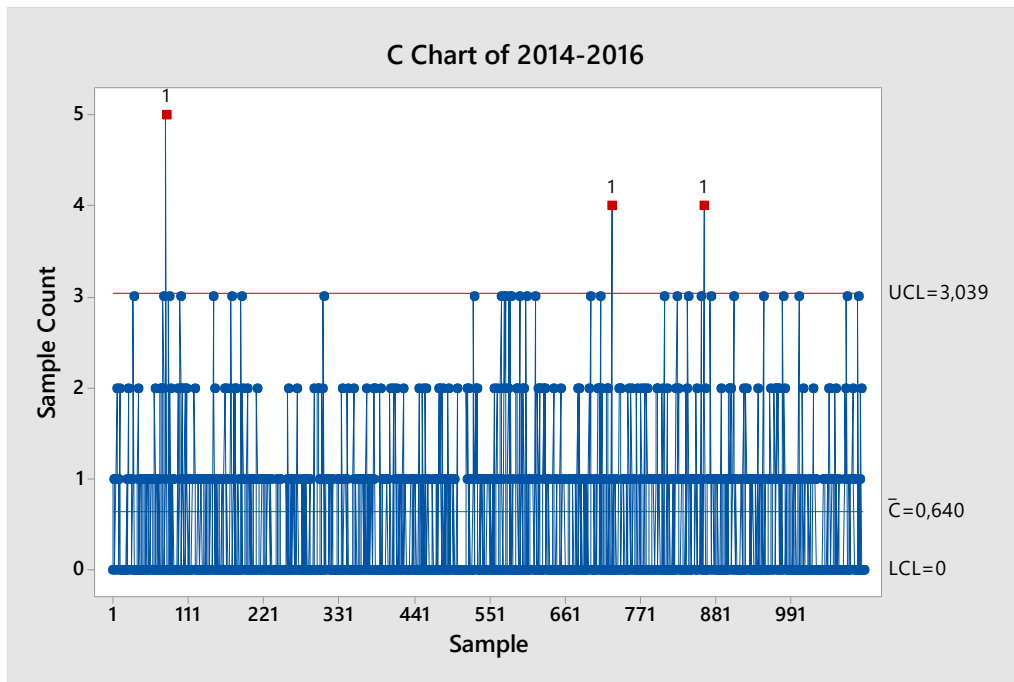
Το επόμενο βήμα είναι να φέρουμε την διεργασία εντός ελέγχου. Αφαιρώντας τα 12 αυτά σημεία, παίρνουμε το διάγραμμα ελέγχου του Σχήματος 6.7. Παρατηρούμε ότι η κεντρική γραμμή έχει χαραχθεί στη θέση  $CL = 0,466$ . Το κάτω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $LCL = 0$  ενώ το άνω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $UCL = 2,514$ . Αυτά τα όρια θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια κατά την ανάλυση Φάσης II.



Σχήμα 6.7: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης I για την Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών μετά τις διορθωτικές ενέργειες

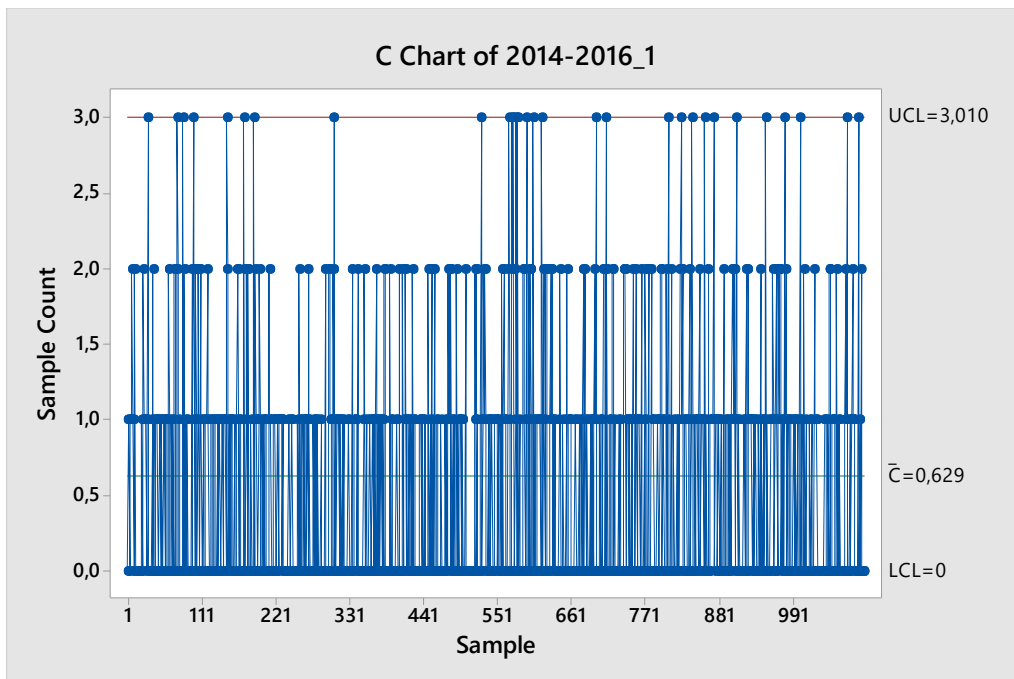
### 6.3.2 Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών

Όσον αφορά την Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών, από το Σχήμα 6.8 παρατηρούμε ότι η κεντρική γραμμή έχει χαραχθεί στη θέση  $CL = 0,640$ . Το κάτω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $LCL = 0$  ενώ το άνω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $UCL = 3,039$ . Παρατηρούμε όμως ότι η «διεργασία» είναι εκτός ελέγχου καθώς 3 σημεία απεικονίζονται πάνω από το άνω όριο ελέγχου του διαγράμματος.



Σχήμα 6.8: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης I για την Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών

Το επόμενο βήμα είναι να φέρουμε την διεργασία εντός ελέγχου. Αφαιρώντας τα 3 αυτά σημεία, παίρνουμε το διάγραμμα ελέγχου του Σχήματος 6.9. Παρατηρούμε ότι η κεντρική γραμμή έχει χαραχθεί στη θέση  $CL = 0,629$ . Το κάτω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $LCL = 0$  ενώ το άνω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $UCL = 3,010$ . Αυτά τα όρια θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια κατά την ανάλυση Φάσης II.

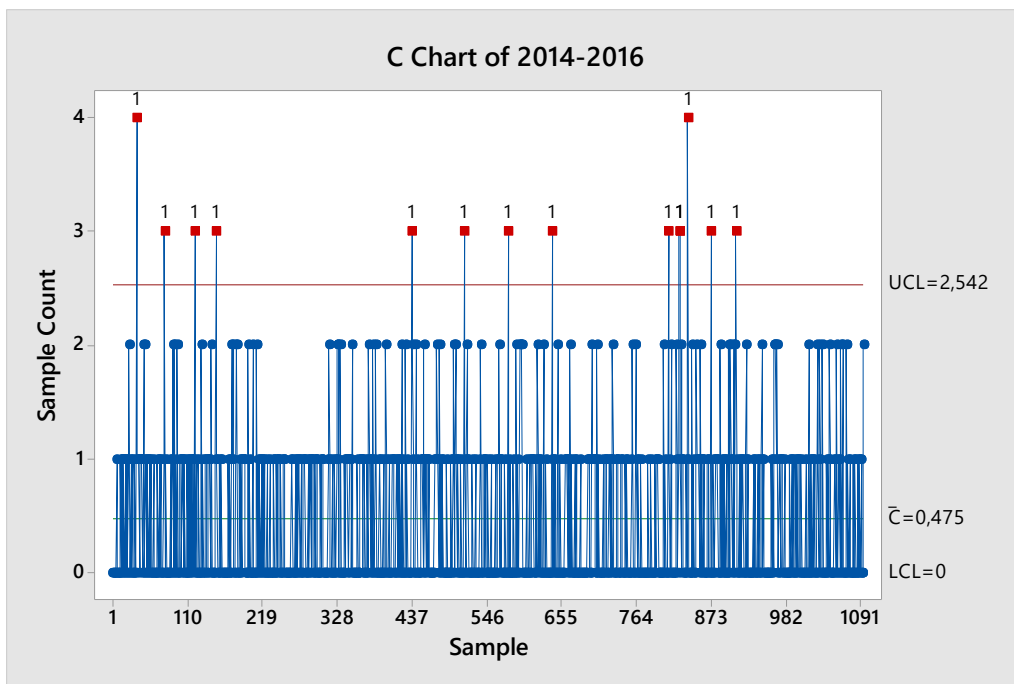




### Σχήμα 6.9: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης Ι για την Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών μετά τις διορθωτικές ενέργειες

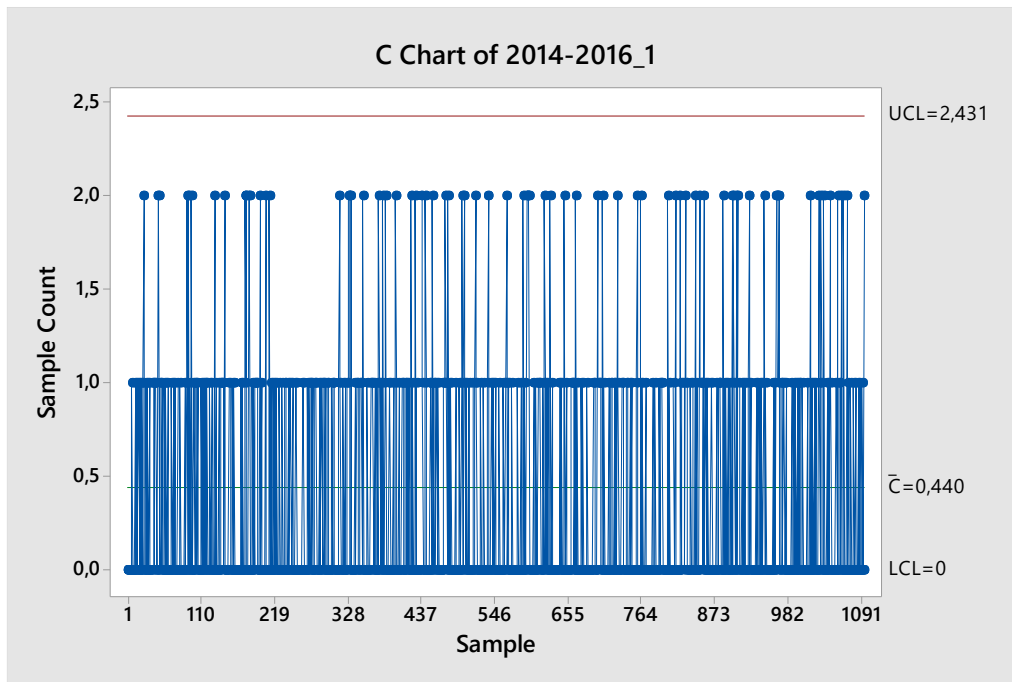
#### 6.3.3 Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών

Όσον αφορά την Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών, από το Σχήμα 6.10 παρατηρούμε ότι η κεντρική γραμμή έχει χαραχθεί στη θέση  $CL = 0,475$ . Το κάτω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $LCL = 0$  ενώ το άνω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $UCL = 2,542$ . Παρατηρούμε όμως ότι η «διεργασία» είναι εκτός ελέγχου καθώς 14 σημεία απεικονίζονται πάνω από το άνω όριο ελέγχου του διαγράμματος.



### Σχήμα 6.10: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης Ι για την Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών

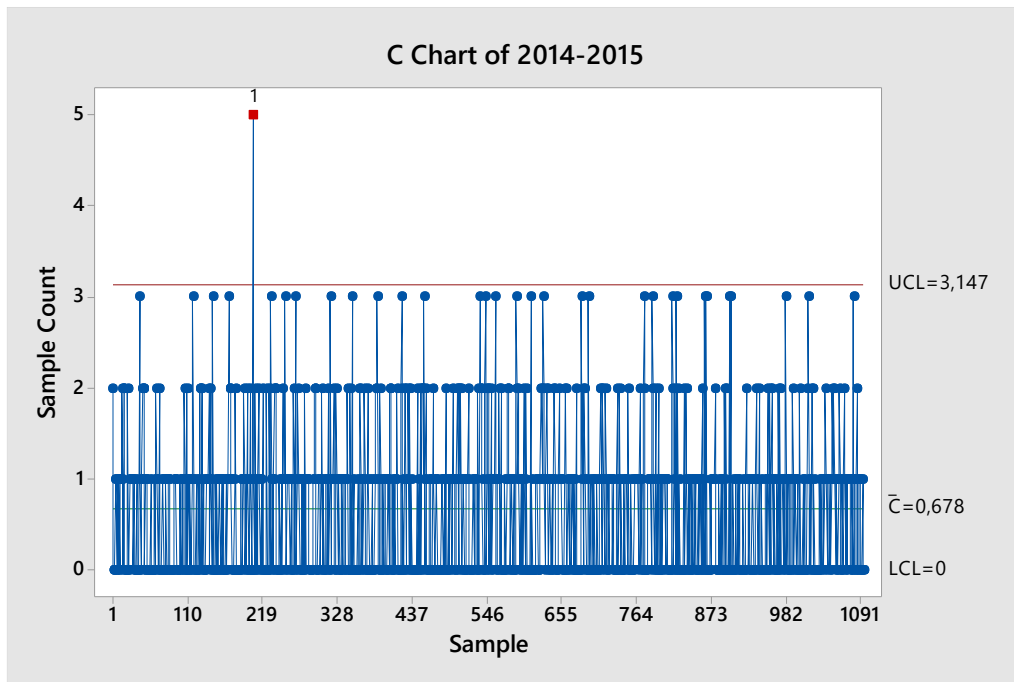
Το επόμενο βήμα είναι να φέρουμε την διεργασία εντός ελέγχου. Αφαιρώντας τα 14 αυτά σημεία, παίρνουμε το διάγραμμα ελέγχου του Σχήματος 6.11. Παρατηρούμε ότι η κεντρική γραμμή έχει χαραχθεί στη θέση  $CL = 0,440$ . Το κάτω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $LCL = 0$  ενώ το άνω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $UCL = 2,431$ . Αυτά τα όρια θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια κατά την ανάλυση Φάσης II.



Σχήμα 6.11: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης Ι για την Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών μετά τις διορθωτικές ενέργειες

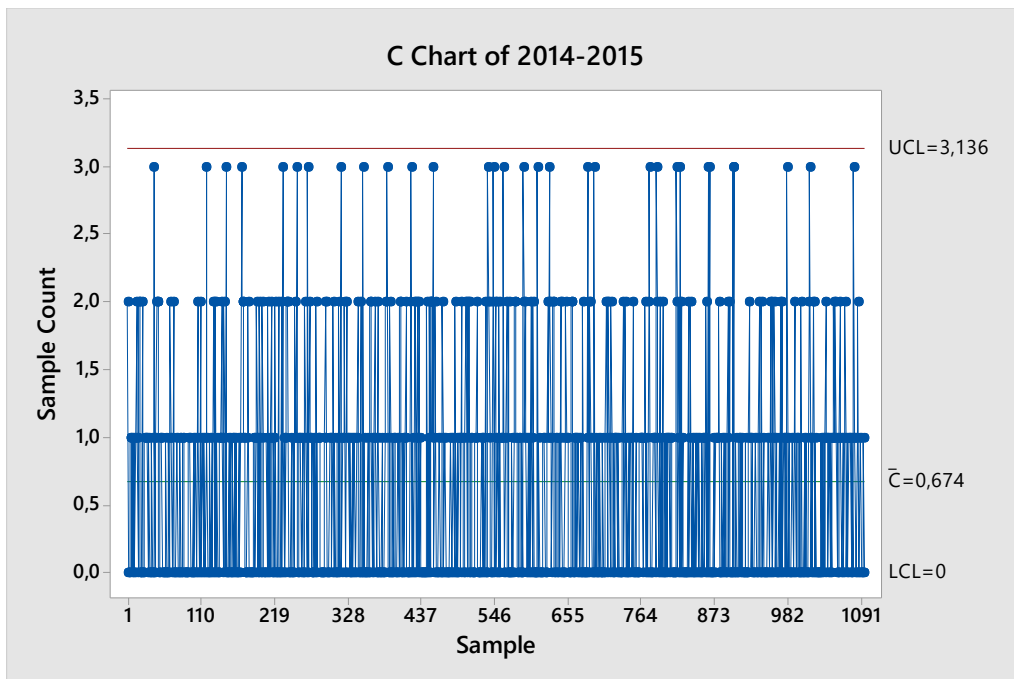
#### 6.3.4 Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών

Όσον αφορά την Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών, από το Σχήμα 6.12 παρατηρούμε ότι η κεντρική γραμμή έχει χαραχθεί στη θέση  $CL = 0,678$ . Το κάτω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $LCL = 0$  ενώ το άνω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $UCL = 3,147$ . Παρατηρούμε όμως ότι η «διεργασία» είναι εκτός ελέγχου καθώς 1 σημείο απεικονίζεται πάνω από το άνω όριο ελέγχου του διαγράμματος.



Σχήμα 6.12: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης I για την Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών

Το επόμενο βήμα είναι να φέρουμε την διεργασία εντός ελέγχου. Αφαιρώντας το 1 σημείο, παίρνουμε το διάγραμμα ελέγχου του Σχήματος 6.13. Παρατηρούμε ότι η κεντρική γραμμή έχει χαραχθεί στη θέση  $CL = 0,674$ . Το κάτω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $LCL = 0$  ενώ το άνω όριο ελέγχου έχει χαραχθεί στη θέση  $UCL = 3,136$ . Αυτά τα όρια θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια κατά την ανάλυση Φάσης II.



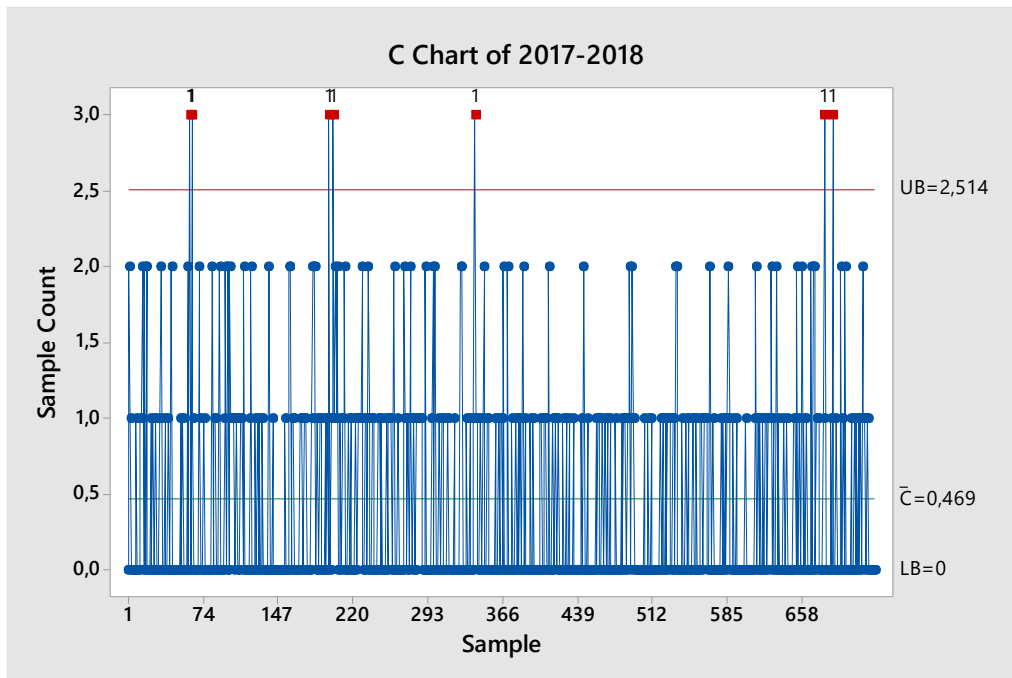
### Σχήμα 6.13: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης Ι για την Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών μετά τις διορθωτικές ενέργειες

## 6.4 Αποτελέσματα Φάσης II

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση Φάσης II στους τέσσερις τομείς της Περιφέρειας Αττικής. Ως όρια ελέγχου χρησιμοποιήθηκαν τα όρια ελέγχου που προέκυψαν από την ανάλυση Φάσης Ι που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα.

### 6.4.1 Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών

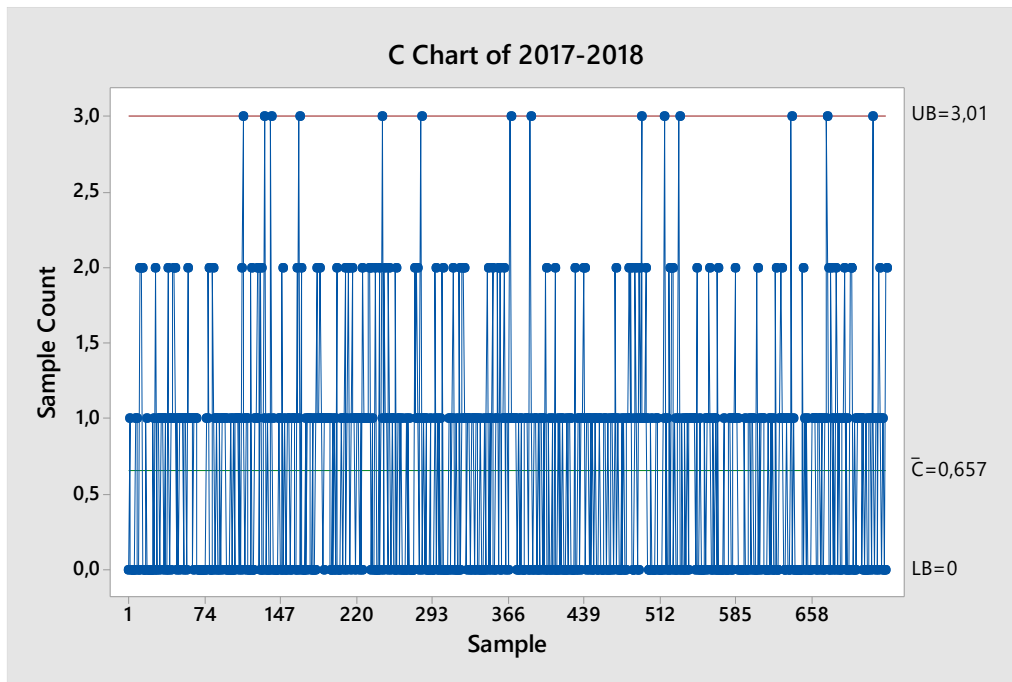
Από το Σχήμα 6.14 παρατηρούμε ότι η «διεργασία» κατά την περίοδο 2017 – 2018 ήταν εκτός ελέγχου καθώς 7 σημεία απεικονίζονται πάνω από το άνω όριο ελέγχου του διαγράμματος. Συγκεκριμένα, η «διεργασία» βγήκε εκτός ελέγχου τις χρονικές στιγμές 61, 63, 197, 201, 339, 680 και 688.



Σχήμα 6.14: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης II για την Α' Αθηνών

### 6.4.2 Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών

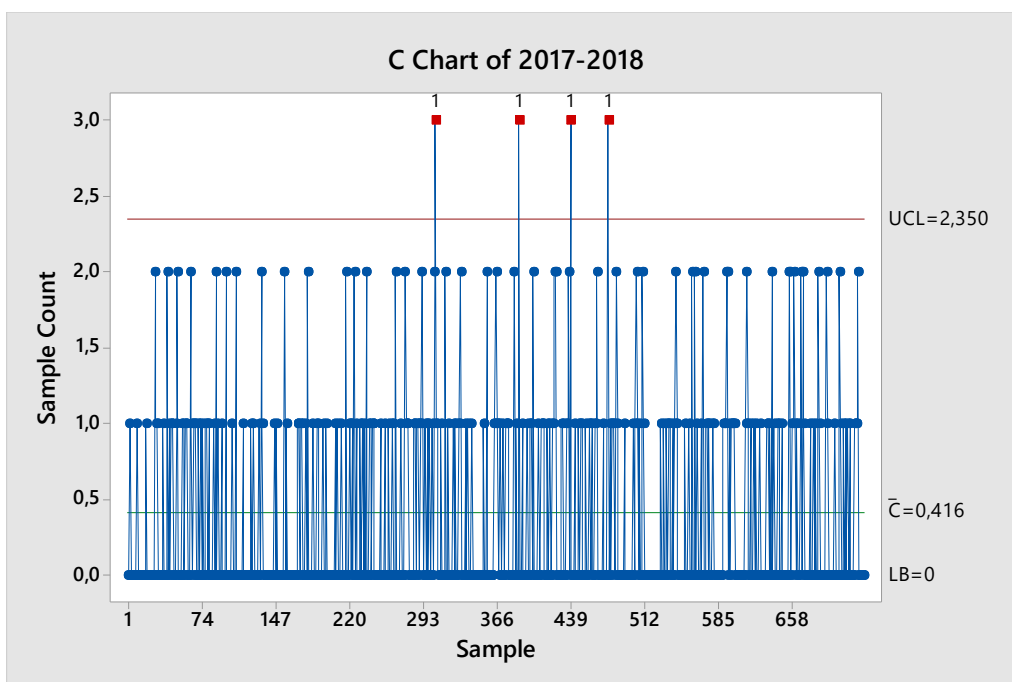
Από το Σχήμα 6.15 παρατηρούμε ότι η «διεργασία» κατά την περίοδο 2017 – 2018 ήταν εντός ελέγχου καθώς κανένα σημείο δεν βγήκε εκτός των ορίων ελέγχου. Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των περιπτώσεων άνοιας στα ίδια φυσιολογικά επίπεδα.



Σχήμα 6.15: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης II για τον Βόρειο Τομέα

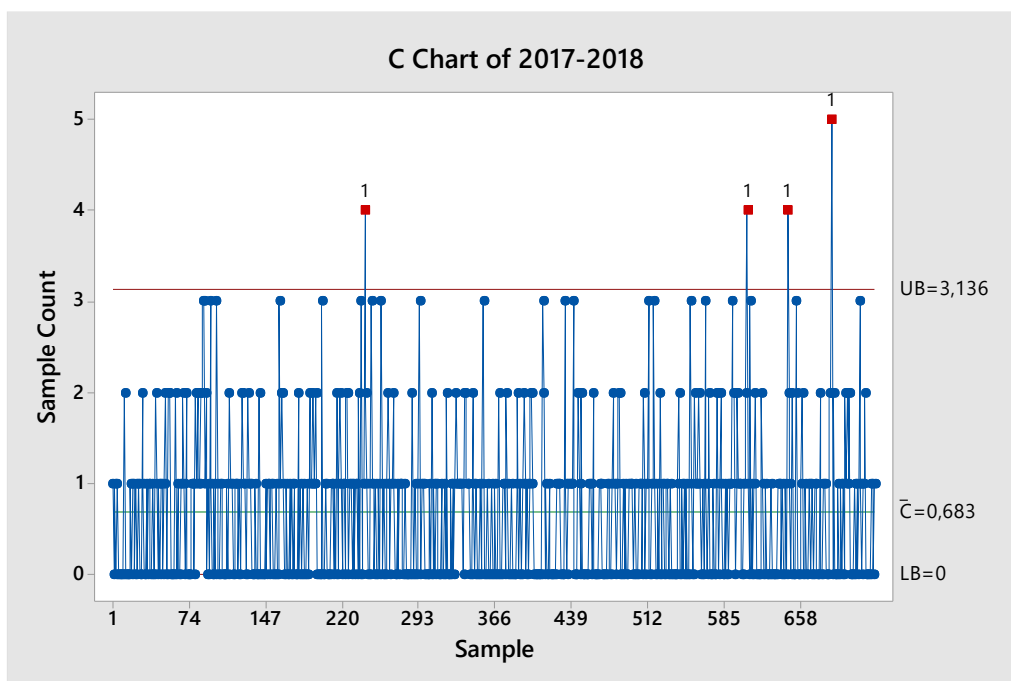
#### 6.4.3 Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών

Από το Σχήμα 6.16 παρατηρούμε ότι η «διεργασία» κατά την περίοδο 2017 – 2018 ήταν εκτός ελέγχου καθώς 4 σημεία απεικονίζονται πάνω από το άνω όριο ελέγχου του διαγράμματος. Συγκεκριμένα, η «διεργασία» βγήκε εκτός ελέγχου τις χρονικές στιγμές 305, 388, 439 και 476.



**Σχήμα 6.16: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης II για τον Νότιο Τομέα****6.4.4 Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών**

Από το Σχήμα 6.17 παρατηρούμε ότι η «διεργασία» κατά την περίοδο 2017 – 2018 ήταν εκτός ελέγχου καθώς 4 σημεία απεικονίζονται πάνω από το άνω όριο ελέγχου του διαγράμματος. Συγκεκριμένα, η «διεργασία» βγήκε εκτός ελέγχου τις χρονικές στιγμές 242, 607, 646 και 688.

**Σχήμα 6.17: Το διάγραμμα ελέγχου Φάσης III για τον Δυτικό Τομέα****6.5 Περίληψη κεφαλαίου**

Στο έκτο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας παρουσιάσαμε τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης δεδομένων που αφορούν περιπτώσεις άνοιας στα όρια της 4 από τις 8 περιφερειακές ενότητες, στις οποίες είναι χωρισμένη η Περιφέρεια Αττικής: Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών (Α΄ Αθηνών), Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών, Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών και Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών.. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν κατά την περίοδο 2014 – 2018 σε Νευρολογικές Κλινικές διαφόρων Νοσοκομείων της Περιφέρειας Αττικής.

Προκειμένου να εκτιμήσουμε τα όρια ελέγχου, εφαρμόσαμε ανάλυση Φάσης I. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιήσαμε τα δεδομένα της περιόδου 2014 – 2016. Στη συνέχεια, προχωρήσαμε σε ανάλυση Φάσης II προκειμένου να εξετάσουμε εάν «η διεργασία» παραμένει εντός ελέγχου. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήσαμε τα δεδομένα της περιόδου 2017 – 2018.

Όσον αφορά την Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών, από την ανάλυση Φάσης I προέκυψε ότι η «διεργασία» ήταν εκτός ελέγχου καθώς 12 σημεία βρίσκονταν πάνω από το άνω όριο ελέγχου του διαγράμματος. Αφού έγιναν κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες, φέραμε τη «διεργασία» εντός ελέγχου. Από την ανάλυση Φάσης II προέκυψε ότι η «διεργασία» κατά την περίοδο 2017 – 2018 ήταν εκτός ελέγχου καθώς 7 σημεία απεικονίζονται πάνω από το άνω όριο ελέγχου του διαγράμματος.

## 7. Περιγραφή πληροφοριακού συστήματος για την εφαρμογή του ιεραρχικού πλαισίου

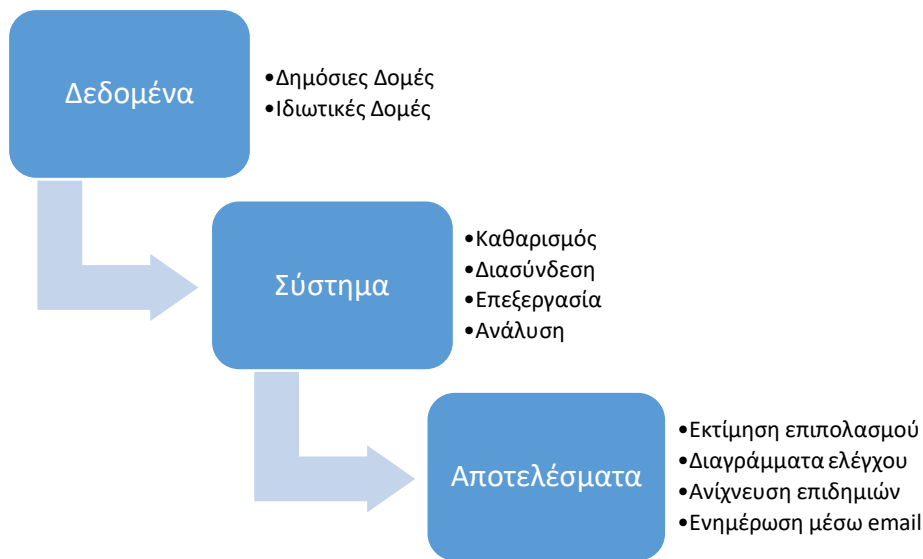
### 7.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγράψουμε ένα πληροφοριακό σύστημα που θα μπορούσε να υλοποιηθεί προκειμένου να εφαρμοσθεί το ιεραρχικό πλαίσιο για την εποπτεία της δημόσιας υγείας που παρουσιάσαμε στο Κεφάλαιο 5. Πρόκειται για ένα ενοποιημένο σύστημα, το οποίο θα διασυνδέει πολλαπλές βάσεις δεδομένων με σκοπό να παρακολουθεί και να ανιχνεύει σε πραγματικό χρόνο τυχόν εξάρσεις ασθενειών ή άλλων γεγονότων, τα οποία μπορεί να δημιουργήσουν πρόβλημα στην δημόσια υγεία.

### 7.2 Δομή του πληροφοριακού συστήματος

Το Σχήμα 7.1 δείχνει τη ροή των πληροφοριών μέσα στο σύστημα. Η διαδικασία εκτελείται κάθε φορά που εισρέουν στο σύστημα νέα δεδομένα. Αυτό σημαίνει ότι οι καταχωρήσεις στις βάσεις δεδομένων και τα τελικά αποτελέσματα ανανεώνονται αυτόματα. Με το που καταχωρούνται νέα δεδομένα στη βάση δεδομένων της υγειονομικής δομής, αυτά ενσωματώνονται αυτόματα στη βάση δεδομένων (τοπική βάση δεδομένων) του νέου συστήματος. Από τη στιγμή που τα νέα δεδομένα καταχωρηθούν στην τοπική βάση δεδομένων αρχικά γίνεται έλεγχος των δεδομένων, τυχόν καθαρισμός και διασύνδεσή τους με τα ήδη καταχωρημένα δεδομένα. Στη συνέχεια γίνεται η εφαρμογή των κατάλληλων στατιστικών μεθόδων (επανυπολογισμός παραμέτρων, διαγραμματοποίηση, κλπ.). Στην περίπτωση που ανιχνευθεί κάποιο πρόβλημα, αποστέλλεται ειδοποίηση αυτόματα στη δομή στην οποία εμφανίστηκε καθώς και σε όποιον άλλο ενδιαφερόμενο έχει εγγραφεί να λαμβάνει ενημερώσεις για τυχόν συμβάντα. Λεπτομερή αρχεία καταγραφής (logs) αυτών των διαδικασιών δημιουργούνται και παραμένουν για επαρκές διάστημα σύμφωνα πάντα και με το νομικό πλαίσιο.

Το εν λόγω σύστημα θα μπορούσε να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας την αρχιτεκτονική Λάμδα (Lambda). Η Λάμδα είναι μια αρχιτεκτονική επεξεργασίας δεδομένων που έχει σχεδιαστεί για να χειρίζεται μεγάλες ποσότητες δεδομένων μαζικά, αξιοποιώντας τόσο τις μεθόδους επεξεργασίας παρτίδας (batch) όσο και τις μεθόδους επεξεργασίας ροής (stream). Αυτή η προσέγγιση στην αρχιτεκτονική επιχειρεί να εξισορροπήσει την καθυστέρηση, τη διαθεσιμότητα και την ανοχή σφάλματος, χρησιμοποιώντας την επεξεργασία παρτίδας για να παρέχει ολοκληρωμένη και ακριβής προβολή των δεδομένων παρτίδας, ενώ ταυτόχρονα χρησιμοποιεί την επεξεργασία ροής σε πραγματικό χρόνο για την προβολή online δεδομένων. Οι δύο έξοδοι του συστήματος μπορούν να ενωθούν, πριν από την τελική παρουσίαση στον χρήστη.



Σχήμα 7.1: Ένα διάγραμμα ροής που περιγράφει την λειτουργία του συστήματος

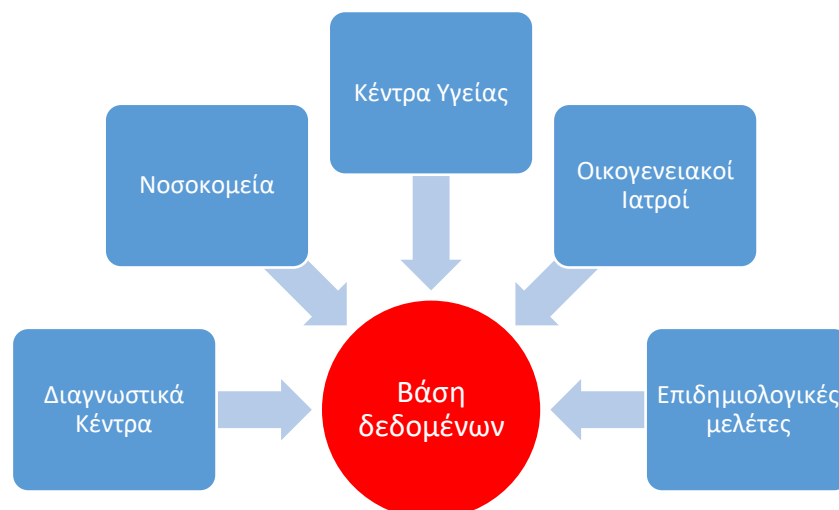
### 7.2.1 Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων θα γίνεται από δημόσιες αλλά και ιδιωτικές δομές. Μία ουρά δεδομένων (message queue) θα υποδέχεται την πληροφορία που θα δημοσιεύεται (publish) προερχόμενη από μία νέα διάγνωση ασθενή ή από μία νέα εισαγωγή σε κάποια δομή. Η ουρά υπεύθυνη για την παραλαβή των εισερχομένων δεδομένων θα μπορούσε να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα ανοιχτού λογισμικού επεξεργασίας ροής (stream-processing) Apache Kafka. Βασίζεται στο αρχείο καταγραφής των «συνδιαλλαγών» με τη βάση δεδομένων (commit log) και επιτρέπει στους χρήστες να εγγράφονται σε αυτό και να δημοσιοποιούν δεδομένα σε ένα πλήθος συστημάτων ή εφαρμογών πραγματικού χρόνου.

Το Kafka αποθηκεύει ζεύγη μηνυμάτων της μορφής κλειδί-τιμή που προέρχονται από πολλές διεργασίες που ονομάζονται παραγωγείς (producers). Τα δεδομένα μπορούν να χωριστούν σε διαφορετικά διαμερίσματα (partitions) με διαφορετικό θέμα (topic) το καθένα. Εκεί ευρετηριάζονται και αποθηκεύονται με μια χρονοσφραγίδα. Άλλες διεργασίες που ονομάζονται καταναλωτές (consumers) μπορούν να διαβάζουν μηνύματα από τα διαμερίσματα αυτά. Για την επεξεργασία ροής, το Kafka προσφέρει το API Streams, που επιτρέπει σε εφαρμογές Java να καταναλώνουν δεδομένα από το Kafka και να γράφουν τα αποτελέσματα πάλι στο Kafka.

Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας είναι η συλλογή των δεδομένων (Σχήμα 7.2). Η βάση δεδομένων του συστήματος θα πρέπει να είναι συνδεδεμένη με τις βάσεις δεδομένων που τηρούνται σε δημόσια και ιδιωτικά νοσοκομεία και σε όλες τις υπόλοιπες δημόσιες και ιδιωτικές δομές υγειονομικής περίθαλψης πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας φροντίδας. Επιπλέον, δεδομένα μπορεί να προέρχονται από ιδιώτες ιατρούς οι οποίοι κρατούν βάση δεδομένων για τους ασθενείς τους αλλά και από επιδημιολογικές μελέτες. Στο τέλος αυτής της φάσης μπορεί να προκύπτει μια αναφορά σχετικά με τις αλλαγές που έγιναν καθώς και την ποιότητα των αποθηκευμένων δεδομένων.





**Σχήμα 7.2:** Η δομή του προτεινόμενου πληροφοριακού συστήματος για την επιτήρηση της δημόσιας υγείας

### 7.2.2 Διασύνδεση δεδομένων

Τα δεδομένα θα εισέρχονται στο σύστημα ανώνυμα και κωδικοποιημένα. Για παράδειγμα, ο κωδικός κάθε περίπτωσης μπορεί να αποτελείται από τον κωδικό του νοσοκομείου, την ημερομηνία και έναν κωδικό που θα αφορά τη σειρά εμφάνισης της περίπτωσης. Για να είναι ανώνυμα όμως, θα πρέπει να γίνει σωστή διασύνδεση των δεδομένων. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας ως μοναδικό κλειδί τον ΑΜΚΑ του ατόμου, αφού πρώτα «περάσει» από μια συνάρτηση κατατεμαχισμού (hash function e.g SHA-1) προκειμένου να μην είναι αναγνωρίσιμος.

### 7.2.3 Καθαρισμός και εισαγωγή δεδομένων

Στη φάση αυτή γίνεται ο έλεγχος των δεδομένων (εντοπισμός μη αναμενόμενων, εσφαλμένων και μη συνεπών δεδομένων), ο καθαρισμός τους (διόρθωση ή αφαίρεση λανθασμένων δεδομένων) και η επαλήθευση της ορθότητάς τους. Μία τεχνολογία που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία αυτή των δεδομένων είναι το ETL (ίσως μέσω του Apache Nifi).

ETL (Extract-Transform-Load) είναι η γενική διαδικασία αντιγραφής δεδομένων από μία ή περισσότερες πηγές, σε ένα τελικό σύστημα προορισμού που αποθηκεύει τα δεδομένα διαφορετικά ή σε διαφορετικό πλαίσιο από τις αρχικές πηγές. Αποτελείται από τρεις φάσεις: την εξαγωγή, τον μετασχηματισμό και την φόρτωση.

Η εξαγωγή δεδομένων περιλαμβάνει την εξαγωγή δεδομένων από ομοιογενείς ή ετερογενείς πηγές. Εν προκειμένου, αυτές οι πηγές είναι οι δημόσιες ή και οι ιδιωτικές δομές υγείας. Ο μετασχηματισμός επεξεργάζεται τα δεδομένα, καθαρίζοντάς τα και μετατρέποντάς τα σε κατάλληλη μορφή / δομή αποθήκευσης με τον σκοπό της επερώτησης και της ανάλυσης. Τέλος, η φόρτωση δεδομένων αφορά στην εισαγωγή δεδομένων στην τελική βάση δεδομένων, όπως, ένα αρχείο δεδομένων ή μια αποθήκη δεδομένων.

Ένα σωστά σχεδιασμένο σύστημα ETL εξάγει δεδομένα από τα συστήματα πηγής, επιβάλλει την ποιότητα των δεδομένων και τα πρότυπα συνέπειας, συμμορφώνει τα δεδομένα ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξεχωριστές πηγές μαζί και τελικά να παρέχει δεδομένα σε μορφή έτοιμη για παρουσίαση, έτσι ώστε οι προγραμματιστές εφαρμογών να μπορούν να φτιάξουν κατάλληλες εφαρμογές και οι τελικοί χρήστες να μπορούν να πάρουν αποφάσεις.

Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών

Δεδομένου ότι η εξαγωγή δεδομένων απαιτεί χρόνο, είναι κοινή πρακτική να εκτελούνται παράλληλα και οι τρεις φάσεις. Ενώ τα δεδομένα εξάγονται, μια διαδικασία μετασχηματισμού εκτελείται παράλληλα κατά την επεξεργασία των δεδομένων που έχουν ήδη ληφθεί και τα προετοιμάζει για φόρτωση ενώ η φόρτωση των δεδομένων ξεκινά χωρίς να περιμένει την ολοκλήρωση των δύο προηγούμενων φάσεων.

### 7.2.4 Εκροές του συστήματος

Οι εκροές του συστήματος θα είναι οι ακόλουθες:

#### Ροή Παρτίδας (Batch Layer)

Η ροή παρτίδας προϋπολογίζει τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας ένα κατανεμημένο σύστημα επεξεργασίας που μπορεί να χειριστεί πολύ μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Η ροή παρτίδας στοχεύει στην τέλεια ακρίβεια με τη δυνατότητα επεξεργασίας όλων των διαθέσιμων δεδομένων κατά τη δημιουργία προβολών (views). Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να διορθώσει τυχόν σφάλματα επαναυπολογίζοντας βάσει του πλήρους συνόλου δεδομένων και, στη συνέχεια, να ενημερώσει τις υπάρχουσες προβολές. Το αποτέλεσμα τυπικά αποθηκεύεται σε μια βάση δεδομένων μόνο για ανάγνωση, με ενημερώσεις που αντικαθιστούν εντελώς τις υπάρχουσες προϋπολογισμένες προβολές. Το Apache Hadoop είναι το de facto πρότυπο σύστημα επεξεργασίας σε ροή παρτίδας.

Το Hadoop βασίζεται σε ένα μοντέλο που ονομάζεται map-reduce, το οποίο είναι ένα προγραμματιστικό μοντέλο συσχετισμένο με επεξεργασία μεγάλων συνόλων δεδομένων. Αρχικά μια συνάρτηση map επεξεργάζεται ζεύγη κλειδιών-τιμών για τη δημιουργία ζευγών ενδιάμεσων κλειδιών-τιμών και στη συνέχεια, μια συνάρτηση reduce είναι υπεύθυνη για τη συγχώνευση όλων των ενδιάμεσων τιμών. Το Apache Hadoop αποτελείται κυρίως από ένα τμήμα αποθήκευσης, το οποίο είναι γνωστό ως Hadoop Distributed File System (HDFS), το οποίο είναι ένα κατανεμημένο σύστημα ικανό να παρέχει δεδομένα με υψηλή απόδοση. Τα map-reduce συστήματα καθώς και το Hadoop, εκμεταλλεύονται την μετακίνηση του υπολογισμού στα δεδομένα (αντί να στέλνουν μεγάλα αρχεία μέσω του δικτύου) και χρησιμοποιούν την ισχύ επεξεργασίας του συστήματος που έχει αποθηκευμένα δεδομένα. Το Hadoop χρησιμοποιεί επίσης το Hadoop YARN, ένα σύστημα για τον προγραμματισμό των εργασιών και τη διαχείριση των πόρων σε υπολογιστικά συμπλέγματα.

#### Ροή Ταχύτητας (Speed Layer)

Η ροή ταχύτητας επεξεργάζεται ροές δεδομένων σε πραγματικό χρόνο χωρίς την απαίτηση της πληρότητας. Αυτή η ροή θυσιάζει την απόδοση δεδομένου ότι αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση της καθυστέρησης, παρέχοντας σε πραγματικό χρόνο προβολή στα πιο πρόσφατα δεδομένα. Ουσιαστικά, η ροή ταχύτητας είναι υπεύθυνη για την κάλυψη του "κενού" που προκαλείται από την υστέρηση της ροής παρτίδας για την παροχή προβολών με βάση τα πιο πρόσφατα δεδομένα. Οι προβολές αυτής της ροής ενδέχεται να μην είναι τόσο ακριβείς ή πλήρεις σε σχέση με αυτές που τελικά παράγονται από την ροή παρτίδας, αλλά είναι διαθέσιμες σχεδόν αμέσως μετά την λήψη των δεδομένων και μπορούν να αντικατασταθούν όταν οι προβολές της ροής παρτίδας είναι διαθέσιμες για τα ίδια δεδομένα.

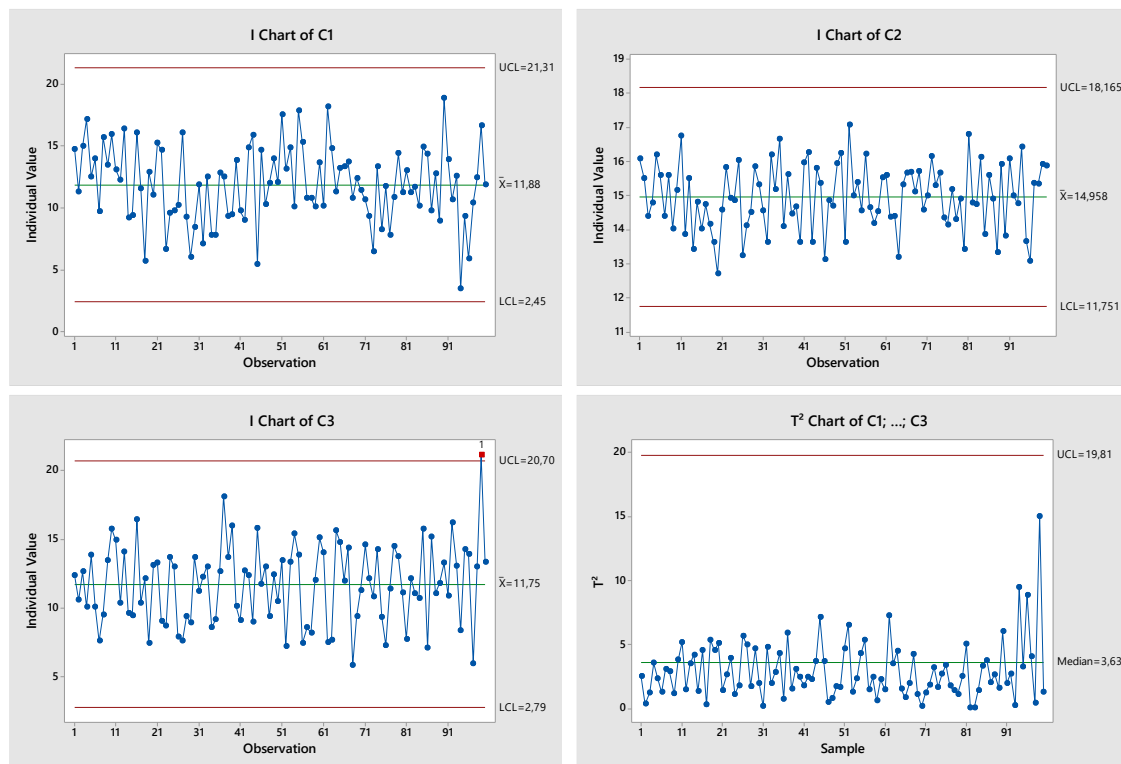
Η τεχνολογία επεξεργασίας ροής που χρησιμοποιείται συνήθως σε αυτό το επίπεδο είναι το Apache Storm. Το Storm είναι ένα ανοιχτού κώδικα σύστημα κατανομής σε πραγματικό χρόνο. Μπορεί να χειριστεί και να επεξεργαστεί αξιόπιστα απεριόριστες ροές δεδομένων. Παρόμοια με όσα χρησιμοποιεί το Hadoop για την επεξεργασία παρτίδων, κάνει και το Storm για απεριόριστες ροές δεδομένων με αξιόπιστο τρόπο. Το Storm είναι εξαιρετικά γρήγορο, με την ικανότητα να επεξεργάζεται πάνω από εκατομμύρια αρχεία ανά δευτερόλεπτο ανά κόμβο. Το Storm μπορεί να εφαρμοστεί σε μια ευρεία περιπτώσεων και λειτουργεί καλά με πολλές υπάρχουσες τεχνολογίες Big Data. Επιπλέον, προσφέρει δυνατότητα επεκτασιμότητας (scaling), καθώς παρέχει έναν εύκολο τρόπο για να διασπάσει τον φόρτο εργασίας χρησιμοποιώντας μια σειρά από θεματικές ενότητες.

#### Επίπεδο Παρουσίασης (Servicing-layer - Web Application)

Ένα Πλαίσιο για την Παρακολούθηση της Δημόσιας Υγείας βασισμένο σε Τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών

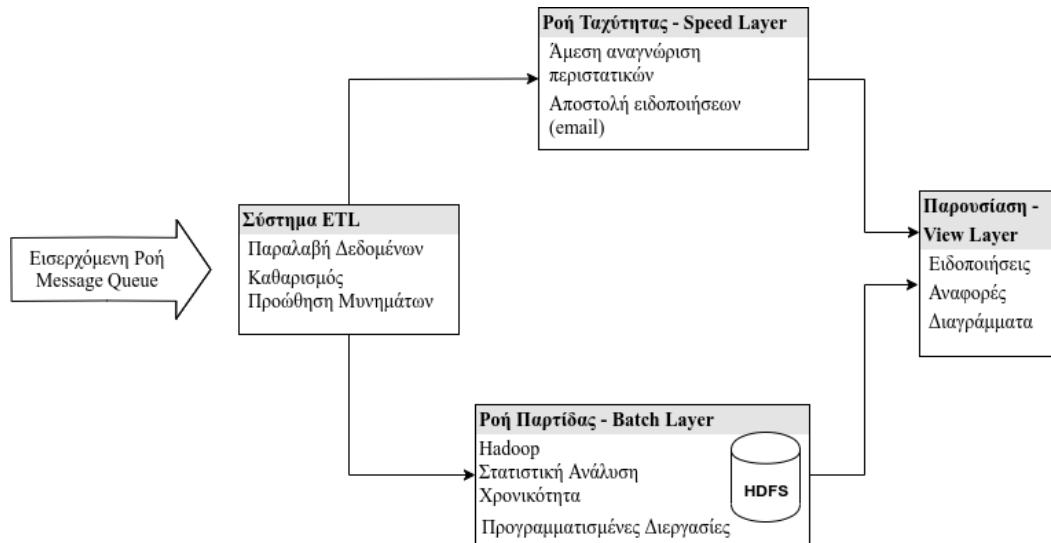
Τα αποτελέσματα από την ροή παρτίδας σε μορφή προβολών παρτίδας και από τη ροή ταχύτητας στην μορφή σχεδόν πραγματικού χρόνου προβολές προωθούνται στο στρώμα εξυπηρέτησης, το οποίο με βάση αυτά τα δεδομένα απαντά σε ad-hoc ερωτήματα (queries), επιστρέφοντας στον χρήστη προ-υπολογισμένες προβολές ή προβολές από τα επεξεργασμένα δεδομένα.

Το σύστημα θα τυπώνει αναφορές με τα αποτελέσματα των συνεχών αναλύσεων. Για παράδειγμα, θα υπολογίζει διάφορα περιγραφικά μέτρα των μεταβλητών που θα αναλύονται όπως μέσες τιμές, τυπικές αποκλίσεις, συχνότητα εμφάνισης (επιπολασμός - prevalence), κλπ. Επίσης θα εφαρμόζει τις κατάλληλες ανά περίπτωση τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών (μονομεταβλητού και πολυμεταβλητού) και θα παρουσιάζει τα αντίστοιχα διαγράμματα ελέγχου. Ένα παράδειγμα τέτοιου διαγράμματος δίνεται στο Σχήμα 7.3.



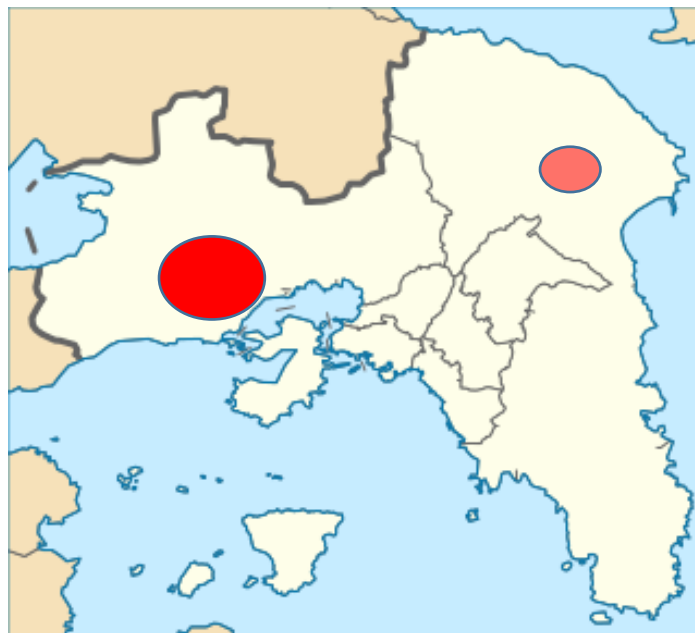
Σχήμα 7.3: Μια υποθετική εκροή του συστήματος υπό μορφή μονομεταβλητών και πολυμεταβλητών διαγραμμάτων ελέγχου

Μία απεικόνιση της αρχιτεκτονικής του συστήματος απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 7.4).



**Σχήμα 7.4:** Ένα διάγραμμα που περιγράφει την αρχιτεκτονική του συστήματος

Επιπλέον, το σύστημα μπορεί να κατασκευάζει χάρτες, πάνω στους οποίους θα απεικονίζονται τυχόν εστίες πολλών περιπτώσεων που πάσχουν από την ίδια ασθένεια (Σχήμα 7.5).



**Σχήμα 7.5:** Μια υποθετική εκροή του συστήματος υπό μορφή χάρτη στον οποίο απεικονίζονται 2 hotspots

Τέλος, μετά από κάθε ανάλυση θα τυπώνεται μια έκθεση των αποτελεσμάτων (report) και στην περίπτωση που ανιχνευθεί κάποιο πρόβλημα, το σύστημα θα αποστέλλει ένα ενημερωτικό μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (email) στη δομή ή δομές που εμφανίστηκε το πρόβλημα. Αποδέκτης των μηνυμάτων θα μπορούσε να είναι το Υπουργείο Υγείας.

Αξίζει να αναφερθεί ότι το προτεινόμενο αυτό σύστημα θα μπορούσε να εμπλουτιστεί με αλγορίθμους μηχανικής μάθησης (machine learning). Η βασική αρχή της μηχανικής μάθησης θα ήταν μια προσπάθεια να βρεθούν συσχετίσεις μεταξύ των δεδομένων που συγκεντρώνονται και έπειτα η παραγωγή ενός μοντέλου. Οι αλγόριθμοι αυτοί θα μπορούν να προβλέπουν την εξέλιξη ενός φαινομένου π.χ. πώς αναμένεται η εξάπλωση ενός ιού σε μία περιοχή σε σχέση με παλαιότερες παρόμοιες περιπτώσεις. Μπορούν να γίνουν δημογραφικές συσχετίσεις ασθένειας και τύπου κατοικίας, εισοδήματος ή και ηλικίας. Ενδεχομένως, σταδιακά με βάση το επίπεδο και την ποιότητα των συλλεχθέντων δεδομένων να γίνεται άμεση διάγνωση ενός φαινομένου.

### 7.3 Πλεονεκτήματα

Ένα τέτοιο σύστημα έχει αρκετά σημαντικά πλεονεκτήματα. Μεταξύ αυτών είναι τα εξής:

- Αξιοποίηση δεδομένων που ούτως ή άλλως συλλέγονται
- Διασύνδεση δεδομένων
- Χωροχρονικός συσχετισμός
- Ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο
- Έγκαιρη ανίχνευση προβλημάτων δημόσιας υγείας
- Επεκτασιμότητα
- Δυνατότητα ενσωμάτωσης αλγορίθμων μηχανικής μάθησης

### 7.4 Περιορισμοί

Ένας βασικός περιορισμός είναι ότι θα πρέπει να θεσμοθετηθεί το κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο για την εύρυθμη λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος. Το νομοθετικό αυτό πλαίσιο θα υποχρεώνει όλες τις δομές υγείας να παρέχουν τα στοιχεία που απαιτούνται από το σύστημα και θα διασφαλίζει την ασφάλεια, προστασία και ανωνυμία των δεδομένων και θα προστατεύει την ανωνυμία των ασθενών σύμφωνα πάντα και με τον ισχύον κανονισμό GDPR (General Data Protection Regulation). Επίσης θα διασφαλίζει ότι θα υπάρχουν αρχεία καταγραφής για επαρκές διάστημα.

### 7.5 Περίληψη κεφαλαίου

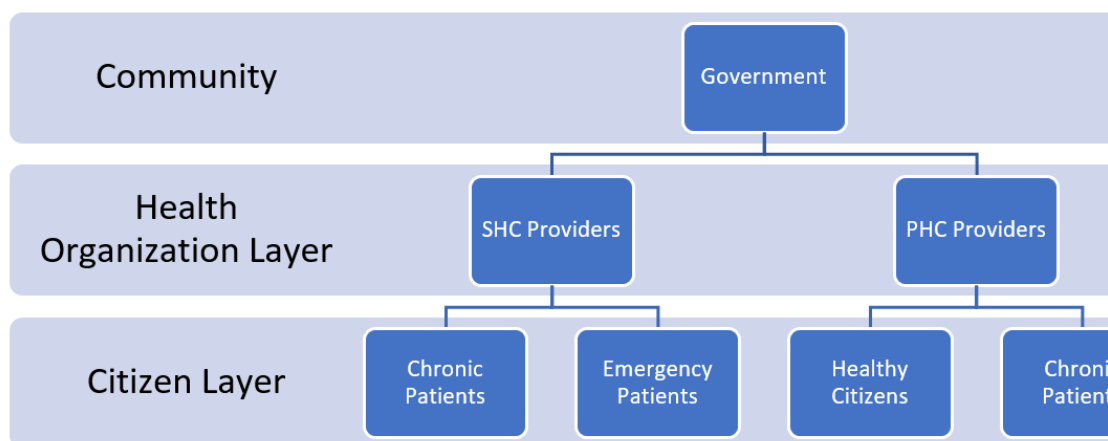
Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράψαμε ένα πληροφοριακό σύστημα που θα μπορούσε να δημιουργηθεί, προκειμένου να εφαρμοσθεί το ιεραρχικό πλαίσιο για την παρακολούθηση της δημόσιας υγείας, το οποίο βασίζεται στις τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών που παρουσιάσαμε στο Κεφάλαιο 5.

Το σύστημα αυτό θα διασυνδέει πολλαπλές βάσεις δεδομένων προκειμένου να παρακολουθεί και να ανιχνεύει σε πραγματικό χρόνο τυχόν εξάρσεις ασθενειών ή άλλων γεγονότων, τα οποία μπορεί να δημιουργήσουν πρόβλημα στην δημόσια υγεία. Η παρακολούθηση θα εκτελείται κάθε φορά που εισρέουν στο σύστημα νέα δεδομένα. Το σύστημα θα ενημερώνει αυτόματα μέσω μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου τους άμεσα ενδιαφερόμενους σε περίπτωση που ανιχνευθεί κάποιο πρόβλημα.

## 8. Συμπεράσματα

### 8.1 Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργασία, παρουσιάστηκε ένα ιεραρχικό πλαίσιο για την εποπτεία της δημόσιας υγείας. Το πλαίσιο αποτελείται από τρία επίπεδα: το επίπεδο του ασθενούς, το επίπεδο του υγειονομικού οργανισμού και τους επιπέδους της κοινότητας (Σχήμα 8.1). Αρχικά από το στρώμα του ασθενούς (π.χ. παρακολούθηση τόσο άρρωστων όσο και υγιείς πολιτών). Στη συνέχεια, στο στρώμα οργάνωση υγείας, προκειμένου να βελτιωθούν οι υπηρεσίες που παρέχονται από Δευτεροβάθμιας Παροχής Υπηρεσιών Υγείας (SHC) και Παροχής Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (ΠΦΥ) σε ασθενείς παρακολουθώντας όλες τις απαραίτητες διαδικασίες (υπηρεσίες, οικονομικά στοιχεία, κλπ.). Τέλος, καταλήγουμε στο στρώμα της κοινότητας, όπου οι στόχοι είναι η έγκαιρη διάγνωση πιθανών εστιών της νόσου, η επιτήρηση των φτωχών συμπεριφορών (όπως η κακή διατροφή ή η σωματική δραστηριότητα), και η παρακολούθηση της ευημερίας.



Σχήμα 8.1: Το ενιαίο πλαίσιο για τη δημόσια υγεία με βάση το SPM και το MSPM

Η συνδυασμένη χρήση των τεχνικών του SPM ή / και του MSPM, και ιδιαίτερα, των διαγραμμάτων ελέγχου, σε όλα τα επίπεδα είναι μια σημαντική πρόοδος για τη διασφάλιση της καλής κατάστασης της υγείας των πολιτών, καθώς και για την παροχή υψηλής ποιότητας υπηρεσιών υγείας. Η χρήση αυτή θα οδηγήσει σε ένα υψηλό επίπεδο δημόσιας υγείας. Άλλωστε, αυτό αποδεικνύεται από τη χρήση τέτοιων τεχνικών σε μεμονωμένες περιπτώσεις, όπως η ανασκόπηση που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 5.

Είναι γνωστό ότι τα διαγράμματα ελέγχου είναι σε θέση να ανιχνεύσουν από τα πρότυπα στα δεδομένα, σημαντικά στατιστικά σήματα πιο γρήγορα σε σχέση με τις παραδοσιακές στατιστικές μεθόδους.

Οι τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών εφαρμόστηκαν σε δεδομένα που βασίστηκαν σε πραγματικούς δείκτες που αφορούν περιπτώσεις άνοιας στα όρια των 4 από τις 8 περιφερειακές ενότητες, στις οποίες είναι χωρισμένη η Περιφέρεια Αττικής: την Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών (Α΄ Αθηνών), την Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών, την Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών και την Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών. Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση των δεδομένων συλλέχθηκαν κατά την περίοδο 2014 – 2018 σε Νευρολογικές Κλινικές διαφόρων Νοσοκομείων της Περιφέρειας Αττικής.

Προκειμένου να εκτιμήσουμε τα όρια ελέγχου, εφαρμόσαμε ανάλυση Φάσης I. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιήσαμε τα δεδομένα της περιόδου 2014 – 2016. Στη συνέχεια, προχωρήσαμε σε ανάλυση Φάσης

Π προκειμένου να εξετάσουμε εάν «η διεργασία» παραμένει εντός ελέγχου. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήσαμε τα δεδομένα της περιόδου 2017 – 2018.

Από την ανάλυση Φάσης I προέκυψε ότι η «διεργασία» ήταν εκτός ελέγχου και στις 4 Περιφερειακές Ενότητες. Αφού έγιναν κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες, φέραμε τη «διεργασία» εντός ελέγχου και χρησιμοποιήθηκαν τα όρια ελέγχου που προέκυψαν στην ανάλυση Φάσης II, η οποία αφορούσε τα δεδομένα της περιόδου 2017 – 2018. Στις Περιφερειακές Ενότητες Κεντρικού, Νότιου και Δυτικού Τομέα εμφανίστηκαν σημεία εκτός των «φυσιολογικών ορίων», το οποίο σημαίνει ότι κατά διαστήματα υπήρχε κάποια έξαρση των κρουσμάτων άνοιας, χωρίς όμως να μπορούμε να μιλήσουμε για εκτεταμένο πρόβλημα. Στην Περιφερειακή Ενότητα Βόρειου Τομέα Αθηνών, προέκυψε ότι η «διεργασία» κατά την περίοδο 2017 – 2018 ήταν εντός ελέγχου καθώς κανένα σημείο δεν βγήκε εκτός των ορίων ελέγχου. Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των περιπτώσεων άνοιας στα ίδια φυσιολογικά επίπεδα.

Τέλος, περιγράφηκε ένα ενοποιημένο πληροφοριακό σύστημα, το οποίο έχει σκοπό να χρησιμοποιήσει στην πράξη τις τεχνικές του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών και διασυνδέσει πολλαπλές βάσεις δεδομένων με απώτερο στόχο να παρακολουθεί και να ανιχνεύει σε πραγματικό χρόνο τυχόν εξάρσεις ασθενειών ή άλλων γεγονότων, τα οποία μπορεί να δημιουργήσουν πρόβλημα στην δημόσια υγεία.

## Βιβλιογραφία

- Abdollahian, M., S. Ahmad, and S. Huda (2011). Multivariate control charts for surgical procedures. In Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies, New York, NY, USA, pp. 18:1-18:5. ACM.
- Alemi, F. and D. Neuhauser (2004). Time-between control charts for monitoring asthma attacks. The Joint Commission journal on quality and safety 30 (2), 95-102.
- Alemi, F. and T. Sullivan (2001). Tutorial on risk adjusted x-bar charts: applications to measurement of diabetes control. Quality Management in Healthcare 9, 57-65.
- Alemi, F., W. Rom, and E. Eisenstein (1996). Risk-adjusted control charts for health care assessment. Annals of Operations Research 67, 45-60.
- Aylin, P., N. Best, A. Bottle, and C. Marshall (2003). Following shipman: A pilot system for monitoring mortality rates in primary care. The Lancet 362, 485-491.
- Beiles, C. and A. Morton (2004). Cumulative sum control charts for assessing performance in arterial surgery. ANZ Journal of Surgery 74, 146-151.
- Benneyan, J. (1998a). Statistical quality control methods in infection control and hospital epidemiology, part i: Introduction and basic theory. Infection Control and Hospital Epidemiology 19 (3), 194-214.
- Benneyan, J. (1998b). Statistical quality control methods in infection control and hospital epidemiology, part ii: Chart use, statistical properties, and research issues. Infection Control and Hospital Epidemiology 19 (4), 265-283.
- Benneyan, J., R. Lloyd, and P. Plsek (1998). Statistical process control as a tool for research and healthcare improvement. Quality and Safety in Health Care 12 (6), 458-464.
- Bersimis, S. and P. Economou (2017). The use of length-biased distributions in statistical monitoring. Australian & New Zealand Journal of Statistics 59 (2), 155-167.
- Bersimis, S., A. Sachlas, and P. Castagliola (2017). Controlling bivariate categorical processes using scan rules. Methodology and Computing in Applied Probability 19 (4), 1135-1149.
- Bersimis, S., A. Sachlas, and P. Economou (2019). Monitoring disease events using convex hulls and control charting. Submitted paper.
- Bersimis, S., A. Sachlas, and R. Sparks (2017). Performance monitoring and competence assessment in health services. Methodology and Computing in Applied Probability 19 (4), 1169-1190.
- Bersimis, S., A. Sachlas, and T. Papaioannou (2018). Monitoring phase ii comparative clinical trials with two endpoints and penalty for adverse events. Methodology and Computing in Applied Probability 20 (2), 719-738.
- Bersimis, S., A. Sgora, and S. Psarakis (2018). The application of multivariate statistical process monitoring in non-industrial processes. Quality Technology & Quantitative Management 15 (4), 526-549.
- Berwick, D. (1989). Continuous improvement as an ideal in health care. The New England Journal of Medicine 320, 53-56.
- Berwick, D. (1991). Controlling variation in health care: a consultation from walter shewhart. Medical Care 29, 1212-1225.
- Birkhead GS, and Maylahn CM. State and local public health surveillance. Principles and practice of public health surveillance. 2000;2:253-86.
- Boggs, P. (2005). Rethinking asthma from business to bedside. Annals of Allergy, Asthma & Immunology 95 (Suppl 2), 3-9.
- Boggs, P., D. Wheeler, W. Washburne, and F. Hayati (1998). Peak expiratory ow rate control chart in asthma care: chart construction and use in asthma care. Annals of Allergy, Asthma & Immunology 81, 552-562.



- Boggs, P., F. Hayati, W. Washburne, and D. Wheeler (1999). Using statistical process control charts for the continual improvement of asthma care. *The Joint Commission journal on quality improvement* 25, 163-181.
- Bolsin, S. and M. Colson (2000). The use of the cusum technique in the assessment of trainee competence in new procedures. *International Journal for Quality in Health Care* 12 (5), 433-438.
- Brailsford, S. (2007). Tutorial: Advances and challenges in healthcare simulation modeling. In *2007 Winter Simulation Conference*, pp. 1436-1448.
- Bucvalas, J., F. Ryckman, G. Arya, B. Andrew, A. Lesko, C. Cole, et al. (2005). A novel approach to managing variation: Outpatient therapeutic monitoring of calcineurin inhibitor blood levels in liver transplant recipients. *The Journal of Pediatrics* 146, 744-750.
- Buehler J. W., Hopkins R. S., Overhage J. M., Sosin D. M., Tong V. Framework for Evaluating Public Health Surveillance Systems for Early Detection of Outbreaks: Recommendations from CDC Working Group. *MMWR Recommendations and Reports*. 2004;53(RR-5):1-11.
- Burkom, H., S. Murphy, and G. Shmueli (2007). Automated time series forecasting for biosurveillance. *Statistic in Medicine* 26, 4202-4218.
- Carey, R. and L. Stake (2003). *Improving healthcare with control charts; Basic and advanced SPC methods and case studies*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press.
- CDC. 2001 Outbreak of Ebola Hemorrhagic Fever, Uganda, August 2000–January 2001 *Morbidity and Mortality Weekly Report* 50(5):73–77.
- Concha-Eastman, A., and A. Villveces. 2001. *Guidelines for the Design, Implementation and Evaluation of Epidemiological Surveillance Systems on Violence and Injuries*. Washington, DC: Pan American Health Organization.
- Cook, D., S. Steiner, R. Cook, V. Farewell, and A. Morton (2003). Monitoring the evolutionary process of quality: Risk-adjusted charting to track outcomes in intensive care. *Critical Care Medicine* 31 (6), 1676-1682.
- Correia, F., R. N'aveda, and P. Oliveira (2011). Chronic respiratory patient control by multivariate charts. *International Journal of Health Care Quality Assurance* 24 (8), 621-643.
- Dechert, J. and K. Case (1998). Multivariate approach to quality control in clinical chemistry. *Clinical Chemistry* 44 (9), 1959-1963.
- Ewan, W. and K. Kemp (1960). Sampling inspection of continuous processes with no autocorrelation between successive results. *Biometrika* 47, 363-380.
- Fatahi, A., R. Noorossana, P. Dokouhaki, and B. Moghaddam (2012). Zero-inflated poisson ewma control chart for monitoring rare-health-related events. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology* 12 (4), 1250065.
- Foege W. H., Hogan R. C., Newton L. H. *Surveillance Projects for Selected Diseases*. *International Journal of Epidemiology*. 1976;5(1):29–37.
- Fricker, R. (2007). Directionally sensitive multivariate statistical process control methods with application to syndromic surveillance. *Advances in Disease Surveillance* 1, 1.
- Fricker, R. and H. Rolka (2006). Protecting against biological terrorism: Statistical issues in electronic biosurveillance. *Chance* 91, 4-13.
- Frisen, M., E. Andersson, and L. Schioler (2010). Evaluation of multivariate surveillance. *Journal of Applied Statistics* 37 (12), 2089-2100.
- Gibson, P., J. Wlodarczyk, M. Hensley, K. Murree-Allen, L. Olson, and N. Saltos (1995). Using quality-control analysis of peak expiratory flow recordings to guide therapy for asthma. *Annals of Internal Medicine* 123, 488-492.
- Glasziou, P., L. Irwig, and D. Mant (2005). Monitoring in chronic disease: a rational approach. *British medical journal* 330, 644-648.
- Grigg, O. and V. Farewell (2004). An overview of risk-adjusted charts. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* 167 (3), 523-539.
- Grigg, O., V. Farewell, and D. Spiegelhalter (2003). Use of risk-adjusted cusum and srprt charts for monitoring in medical contexts. *Statistical Methods in Medical Research* 12, 147-170.

- Gustafson, T. (2000). Practical risk-adjusted quality control charts for infection control. *American Journal of Infection Control* 28 (6), 406-414.
- Harrou, F., F. Kadri, S. Chaabane, C. Tahon, and Y. Sun (2015). Improved principal component analysis for anomaly detection: Application to an emergency department. *Computers & Industrial Engineering* 88, 63-77.
- Hart, M. and R. Hart (2002). *Statistical Process Control for Health Care*. Duxbury, California: Cengage Learning.
- Hart, M., K. Lee, R. Hart, and J. Robertson (2003). Application of attribute control charts to risk-adjusted data for monitoring and improving health care performance. *Quality Management in Health Care* 12 (1), 5-19.
- Hayati, F., S. Maghsoodloo, M. Devivo, and B. Carnahan (2006). Control chart for monitoring occupational asthma. *Journal of Safety Research* 37, 1726.
- Hebert, C. and D. Neuhauser (2004). Improving hypertension care with patient-generated run charts: physician, patient, and management perspectives. *Quality Management in Health Care* 13, 174-177.
- Henderson, G., G. Mead, M. van Dijke, S. Ramsay, M. McDowall, and M. Dennis (2008). Use of statistical process control charts in stroke medicine to determine if clinical evidence and changes in service delivery were associated with improvements in the quality of care. *Quality and Safety in Health Care* 17, 301-306.
- Holder, Y., M. Peden, and E. Krug. 2001. *Injury Surveillance Guidelines*. Geneva: World Health Organization.
- <http://www.data.gov.gr/dataset/73f6f121-499a-49e9-8d65-e635b76f9418/resource/011c4146-32a2-4cb5-91e2-dc37babcccf3/download/test-pap.xls>
- <http://www.statistics.gr/el/infographic-silc-health-2017>
- Hutwagner, L., T. Browne, G. Seeman, and A. Fleischauer (2005b). Comparing aberration detection methods with simulated data. *Emerging infectious diseases* 11 (2), 314.
- Hutwagner, L., W. Thompson, G. Seeman, and T. Treadwell (2003). The bioterrorism preparedness and response early aberration reporting system (ears). *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine* 80 (Supplement 1), 89-96.
- Hutwagner, L., W. Thompson, G. Seeman, and T. Treadwell (2005a). A simulation model for assessing aberration detection methods used in public health surveillance for systems with limited baselines. *Statistics in Medicine* 24, 543-550.
- Jamison, D. T., Breman, J. G., Measham, A. R., Alleyne, G., Claeson, M., Evans, D. B., ... & Musgrove, P. (Eds.). (2006). *Disease control priorities in developing countries*. The World Bank.
- Kulldorff, M. (1997). A spatial scan statistic. *Communication in Statistics Theory and Methods* 26, 1481-1496.
- Kulldorff, M., F. Mostashari, L. Duczmal, K. Yih, K. Kleinman, and R. Platt (2007). Multivariate scan statistics for disease surveillance. *Statistic in Medicine* 26, 1824-1833.
- Lawson, A. (2006). *Statistical Methods for Spatial epidemiology* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Lawspot (<https://www.lawspot.gr/nomika-nea/antallagi-dedomenon-ygeias-stin-ee-anoigei-o-dromos-giatin-diasynoriaki-e-syntagografisi>)
- Lee, K. and C. McGreevey (2002). Using control charts to assess performance measurement data. *The Joint Commission journal on quality improvement* 28 (2), 90-101.
- Lotze, T., G. Shmueli, and I. Yahav (2007). Simulating multivariate syndromic time series and outbreak signatures. Technical Report RHS-06-054, Smith School of Business, University of Maryland.
- Lovegrove, J., C. Sherlaw-Johnson, O. Valencia, T. Treasure, and S. Gallivan (1999). Monitoring the performance of cardiac surgeons. *Journal of the Operational Research Society* 50 (7), 684-689.
- Lovegrove, J., O. Valencia, T. Treasure, C. Sherlaw-Johnson, and S. Gallivan (1997). Monitoring the results of cardiac surgery by variable life-adjusted display. *The Lancet* 350, 1128-1130.
- Lucas, J. (1985). Counted data cusum's. *Technometrics* 27, 129-144.

- M.D. Joner, J., W. Woodall, M. R. Jr, and R. F. Jr (2008). A one-sided mewma chart for health surveillance. *Quality and Reliability Engineering International* 24 (5), 503-518.
- Mack T. M. The Ghost of Pandemics Past. *Lancet*. 2005;365(9468):1370–72
- Maruthappu, M., M. Carty, S. Lipsitz, J. Wright, D. Orgill, and A. Duclos (2014). Patient and surgeon-adjusted control charts for monitoring performance. *BMJ Open* 4 (1), e004046.
- McGeehin M. A., Qualters J. R., Niskar A. S. National Environmental Public Health Tracking Program: Bridging the Information Gap. *Environmental Health Perspectives*. 2004;112(14):1409–13.
- Meehan P. J., Rosenstein N. E., Gillen M., Meyer R. F., Kiefer M. J., Deitchman S. et al. Responding to Detection of Aerosolized Bacillus Anthracis by Autonomous Detection Systems in the Workplace. *MMWR Recommendations and Reports*. 2004;53(RR-7):1–12.
- Mertens, K., E. Decuyper, J. D. Baerdemaeker, and B. D. Ketelaere (2011). Statistical control charts as a support tool for the management of livestock production. *The Journal of Agricultural Science* 149 (3), 369-384.
- Miekley, B., E. Stamer, I. Traulsen, and J. Krieter (2013). Implementation of multivariate cumulative sum control charts in mastitis and lameness monitoring. *Journal of dairy science* 96 (9), 5723-5733.
- Milligan, P., G. Banet, A. Waterman, S. Gatchel, and B. Gage (2002). Substitution of generic warfarin for coumadin in an hmo setting. *The Annals of Pharmacotherapy* 36, 764-768.
- Mohammed, M., P. Worthington, and W. Woodall (2008). Plotting basic control charts: tutorial notes for healthcare practitioners. *Quality & Safety in Health Care* 17, 137-145.
- Montgomery, Douglas C. *Introduction to Statistical Quality Control*. Hoboken, NJ: Wiley, 2013.
- Morton, A. (2005). *Methods for Hospital epidemiology and Healthcare Quality Improvement*. eICAT.
- Morton, A., M. Whitby, M. McLaws, A. Dobson, S. McElwain, D. Looke, J. Stackelroth, and A. Sartor (2001). The application of statistical process control charts to the detection and monitoring of hospital acquired infections. *Journal of Quality in Clinical Practice* 21, 112-117.
- Mostashari, F., A. Fine, D. Das, J. Adams, and M. Layton (2003). Use of ambulance dispatch data as an early warning system for communitywide influenza like illness. *Journal of Urban Health* 80 (2 (Suppl 1)), 43-49.
- Nsubuga P., Eseko N., Tadesse W., Ndayimirije N., Stella C., McNabb S. Structure and Performance of Infectious Disease Surveillance and Response, United Republic of Tanzania, 1998. *Bulletin of the World Health Organization*. 2002;80(3):196–203.
- O'Brien, S. and P. Christie (1997). Do cusums have a role in routine communicable disease surveillance? *Public Health* 111, 255-258.
- Peden, M., K. McGee, and G. Sharma. 2002. *The Injury Chartbook: A Graphical Overview of the Global Burden of Injuries*. Geneva: World Health Organization.
- Piccoli, A., G. Rizzoni, C. Tessarin, G. Calconi, M. Filippini, M. Dugo, et al. (1987). Long-term monitoring of renal transplant patients by a cusum test on serum creatinine. *Nephron* 47, 8794.
- Poloniecki, J., O. Valencia, and P. Littlejohns (1998). Cumulative risk adjusted mortality chart for detecting changes in death rate: observational study of heart surgery. *Quality and Safety in Health Care* 316, 1697-1700.
- Prats-Montalban, J. and A. Ferrer (2014). Statistical process control based on multivariate image analysis: A new proposal for monitoring and defect detection. *Computers & Chemical Engineering* 71 (4), 501-511.
- Praus, M., F. Schindel, R. Fescharek, and S. Schwarz (1993). Alert systems for post marketing surveillance of adverse drug reactions. *Statistics in Medicine* 12, 2383-2393.
- Public health surveillance, World Health Organization, accessed January 14, 2016
- Rakitzis, A., C. Weiss, and P. Castagliola (2016). Control charts for monitoring correlated poisson counts with an excessive number of zeros. *Quality and Reliability Engineering International*.
- Roberts (1959).
- Rogerson, R. and I. Yamada (2004). Monitoring change in spatial patterns of disease: Comparing univariate and multivariate cumulative sum approaches. *Statistics in Medicine* 23, 2195-2214.

- Rolka, H., H. Burkom, G. Cooper, M. Kulldorff, D. Madigan, and W. Wong (2007). Issues in applied statistics for public health bioterrorism surveillance using multiple data streams: research needs. *Statistics in Medicine* 26 (8), 1834-1856.
- Rossi, G., L. Lampugnani, and M. Marchi (1999). An approximate cusum procedure for surveillance of health events. *Statistics in Medicine* 18, 2111-2112.
- Sachlas, A., S. Bersimis, and S. Psarakis (2019). Risk-adjusted control charts: Theory, methods and applications in health. Submitted paper.
- Schioler, L. and M. Frisen (2012). Multivariate outbreak detection. *Journal of Applied Statistics* 39 (2), 223-242.
- Shmueli, G. and H. Burkom (2010). Statistical challenges facing early outbreak detection in biosurveillance. *Technometrics* 52, 39-51.
- Shojaei, S. and S. Niaki (2013, Dec). A risk-adjusted multi-attribute cumulative sum control scheme in health-care systems. In 2013 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, pp. 1102-1106.
- Solodky, C., H. Chen, P. Jones, W. Katcher, and D. Neuhauser (1998). Patients as partners in clinical research: a proposal for applying quality improvement methods to patient care. *Medical Care* 36(Suppl.), AS1320.
- Sonesson, C. and D. Bock (2003). A review and discussion of prospective statistical surveillance in public health. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A* 166, 5-21.
- Sousa, R., Antunes, C., & Guilhermino, L. (2006, September). Factors influencing the occurrence and distribution of *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in the River Lima estuary. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 42, No. 3, pp. 165-171). EDP Sciences.
- Sparks, R. (2010). Two-pass cusum for identifying age cluster outbreaks. *IIE Transactions* 52, 245-260.
- Sparks, R., C. Carter, P. Graham, D. Muscatello, T. Churches, J. Kaldor, R. Turner, W. Zheng, and L. Ryan (2010). Understanding sources of variation in syndromic surveillance for early warning of natural or intentional disease outbreaks. *IIE Transactions* 42 (9), 613-631.
- Sparks, R., T. Keighly, and D. Muscatello (2009). Efficient cusum for surveillance of negative binomial daily disease counts. *Journal of Applied Statistics* 37, 1911-1929.
- Spiegelhalter, D., O. Grigg, R. Kinsman, and T. Treasure (2003). Risk-adjusted sequential probability ratio tests: applications to bristol, shipman and adult cardiac surgery. *International Journal for Quality in Health Care* 15 (1), 7-13.
- Steiner, S., R. Cook, and V. Farewall (1999). Monitoring paired binary surgical outcomes using cumulative sum charts. *Statistics in Medicine* 18, 69-86.
- Steiner, S., R. Cook, and V. Farewall (2000). Monitoring surgical performance using risk-adjusted cumulative sum charts. *Biostatistics* 1, 441-452.
- Steiner, S., R. Cook, and V. Farewell (2001). Risk-adjusted monitoring of binary surgical outcomes. *Medical Decision Making* 21 (3), 163-169.
- Tennant, R., M. Mohammed, J. Coleman, and U. Martin (2007). Monitoring patients using control charts: a systematic review. *International Journal for Quality in Health Care* 19 (4), 187-194.
- Thacker S. B., Berkelman R. L. Public Health Surveillance in the United States. *Epidemiologic Reviews*. 1988;10:164-90.
- Thacker, S. B., and D. F. Stroup. 1998a. "Public Health Surveillance." In *Applied Epidemiology: Theory to Practice*, ed. R. C. Brownson and D. B. Petitti, 105-35. New York: Oxford University Press.
- Thacker, S. B., and D. F. Stroup. 1998b. "Public Health Surveillance and Health Services Research." In *Epidemiology and Health Services*, ed. H. K. Armenian and S. Shapiro, 61-82. New York: Oxford University Press.
- Tsui, K.-L., W. Chiu, P. Gierlich, D. Goldsman, X. Liu, and T. Maschek (2008). A review of healthcare, public health, and syndromic surveillance. *Quality Engineering* 20 (4), 435-450.
- Ungchusak K., Auewarakul P., Dowell S. F., Kitphati R., Auwanit W., Puthavathana P. et al. Probable Person-to-Person Transmission of Avian Influenza A (H5N1). *New England Journal of Medicine*. 2005;352(4):333-40.

- VanBrackle, L. and G. Williamson (1999). A study of the average run length characteristics of the national notifiable diseases surveillance system. *Statistics in Medicine* 18, 3309-3319.
- Vardeman, S. and D. Ray (1985). Average run lengths for cusum schemes when observations are exponentially distributed. *Technometrics* 27, 145-150.
- Waterhouse, M., I. Smith, H. Assareh, and K. Mengersen (2010). Implementation of multivariate control charts in a clinical setting. *International Journal for Quality in Health Care* 22 (5), 408-414.
- Webster, R. (2008). Development of Statistical Methods for the Surveillance and Monitoring of Adverse Events which adjust for Differing Patient and Surgical Risks. Ph. D. thesis, School of Mathematical Sciences, Queensland University of Technology, Brisbane, Queensland, 4000, Australia.
- Weddell, J. M. "Registers and registries: a review." *International Journal of Epidemiology* 2.3 (1973): 221-228.
- WHO (World Health Organization). (<http://www.who.int/csr/don/en/>)
- WHO (World Health Organization). 1993. "Epidemiological Surveillance of Communicable Disease at the District Level." WHO Regional Committee for Africa, 43rd session, AFR/RC43/18. WHO, Geneva.
- WHO (World Health Organization). 1998. "Integrated Disease Surveillance: Regional Strategy for Communicable Diseases." WHO Regional Committee for Africa, 48th session. AFR/RC48/8. WHO, Geneva.
- Williamson, G. and G. Hudson (1999). A monitoring system for detecting aberrations in public health surveillance reports. *Statistics in Medicine* 18, 3283-3298.
- Winslow, C.-E. A. (1920). The untilled field of public health. *Science* 51 (1306), 23-33.
- Woodall, 2000
- Woodall, W. (2006). The use of control charts in healthcare and public-health surveillance. *Journal of Quality Technology* 38 (2), 89-104.
- Woodall, W., S. Fogel, and S. Steiner (2015). The monitoring and improvement of surgical outcome quality. *Journal of Quality Technology* 47 (4), 383-399.
- World Bank. 2001. *World Development Report 2000–2001: Attacking Poverty*. New York: Oxford University Press.
- Yahav, I. and G. Shmueli (2014). Directionally sensitive multivariate control charts in practice: Application to biosurveillance. *Quality and Reliability Engineering International* 30 (2), 159-179.
- Zhang, J., Z. Li, and Z. Wang (2010). A multivariate control chart for simultaneously monitoring process mean and variability. *Computational Statistics and Data Analysis* 54, 2244-2252.
- Ελληνική Στατιστική Αρχή (2009). (<http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SHE22/2009>)
- Ελληνική Στατιστική Αρχή (2014). (<http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SHE22/2014>)
- ΠΡΟΦΙΛ ΥΓΕΙΑΣ ΔΗΜΟΥ ΦΙΛΟΘΕΗΣ ΨΥΧΙΚΟΥ (<http://www.data.gov.gr/dataset/7050e367-4e3d-45cb-874a-41cb8a567ab5/resource/c7083301-194e-4e22-9827-ae9d500d0a2e/download/.pdf>)
- Mariam Kiran ; Peter Murphy ; Inder Monga ; Jon Dugan ; Sartaj Singh Baveja. Lambda Architecture for Cost-effective Batch and Speed Big Data processing
- Jeffrey Dean, Sanjay Ghemawat. MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters