



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ  
& ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Σ Α Μ Α Ρ Α Ε Υ Τ Υ Χ Ι Α

# Χωροχρονική ανάλυση επιδημιολογικών δεδομένων σε περιβάλλον GIS

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΛΟΙΜΩΔΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ  
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2004-2011

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΠΑΝΤΟΛΕΩΝ ΣΚΑΓΓΙΑΝΝΗΣ

ΒΟΛΟΣ , Ιούλιος 2015

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία στοχεύει στην ανάλυση και ερμηνεία των λοιμωδών νοσημάτων στην Ελλάδα κατά την περίοδο 2004-2011, υπό το πρίσμα των διαστάσεων του χώρου και του χρόνου. Πραγματοποιείται μία ανάλυση των εννοιών και των εφαρμογών της χωρικής επιδημιολογίας, καθώς και των θεωρητικών πλαισίων εργασίας σε ανάλογες μελέτες. Διατυπώνονται δύο μεθοδολογικές προσεγγίσεις, που χρησιμοποιούν μεθόδους και τεχνικές στατιστικής και ποσοτικής χωρικής ανάλυσης, όπου υλοποιούνται σε περιβάλλον GIS και με τη χρήση στατιστικών πακέτων ανάλυσης δεδομένων. Ειδικότερα, χρησιμοποιούνται οι διερευνητικοί δείκτες Gibbs – Martin και Location Quotient, οι δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης Global και Local Moran's και Getis – Ord  $G_i^*$  για τον εντοπισμό χωρικών και χωροχρονικών προτύπων και ο μη παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης spearman rho. Με αυτά τα εργαλεία, δομείται ένα μοντέλο χωροχρονικής αξιολόγησης νοσηρότητας, που επιτρέπει τον εντοπισμό των χωροχρονικών συσχετίσεων μεταξύ των νοσημάτων, ενώ παράλληλα οδηγεί στις περιοχές της Ελλάδας που αντιμετωπίζουν τα σημαντικότερα προβλήματα νοσηρότητας.

**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** χωροχρονικά πρότυπα, χωρική επιδημιολογία, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, χωρική αυτοσυσχέτιση, cluster and outliers ανάλυση, hot spot ανάλυση, συντελεστής συσχέτισης spearman rho

## **ABSTRACT**

The present study aims to analyze and interpret the infectious diseases in Greece during the 2004-2011 period, under the scope of space and time. We conducted an analysis of the concepts and applications of spatial epidemiology, as well as the theoretical framework of similar studies. Two methodological approaches have been formulated that use methods and techniques of statistical and quantitative spatial analysis which implemented in GIS environment and statistical data analysis packages. In particular, we used the explanatory indices Gibbs - Martin and Location Quotient, the spatial autocorrelation indices Global and Local Moran's and Getis - Ord  $G_i^*$  to identify spatial and spatiotemporal patterns as well as the non-parametric correlation coefficient spearman rho. Using these tools, we constructed a model for the spatiotemporal evaluation of the morbidity, that enables the identification of spatiotemporal correlations between the diseases, while results in the Greek areas with the most important morbidity problems.

**KEYWORDS:** spatiotemporal patterns, spatial epidemiology, geographic information systems, spatial autocorellation, clusters and outliers analysis, hot spot analysis, spearman rho correlation coefficient

### ***Ευχαριστίες***

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ θερμά τους δύο καθηγητές μου, κ. Παντολέον Σκάγιαννη και κ. Γιώργο Ν. Φώτη, καθώς συνέβαλαν καθοριστικά στην εκπόνηση αυτής της εργασίας. Συγκεκριμένα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Φώτη για τον χρόνο που μου αφιέρωσε, τις συμβουλές που μου έδωσε, τις ευκαιρίες που μου προσέφερε, την στήριξη και την πραγματική βοήθεια στο να καθορίσω την πορεία μου από εδώ και στο εξής με τα καλύτερα δυνατά εφόδια. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Σκάγιαννη που με βοήθησε να ασχοληθώ με το θέμα που με ενδιέφερε και το αντικείμενο των GIS και για την πολύτιμη παρέμβασή του στις πιο καθοριστικές στιγμές των τελευταίων μηνών. Ευχαριστώ ειλικρινά για την στήριξη και την επιλογή και των δύο σας να με βοηθήσετε ακόμη και την τελευταία στιγμή. Ευχαριστώ, επίσης, τους καθηγητές, μέλη της τριμελούς επιτροπής, κ. Δημήτρη Καλλίωρα και κ. Βασίλη Τσέλιο. Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω τον Δημήτρη για την πολύτιμη βοήθειά του και συμπαράσταση, τους γονείς μου, την αδερφή μου Μαρίνα και τους φίλους μου, που με στήριξαν ουσιαστικά τους μήνες της εκπόνησης της εργασίας μου. Τέλος, ευχαριστώ την Τέρυ και την Υρώ, για όλα τα όμορφα που περάσαμε μαζί στον Βόλο.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>12</b>
I. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	12
II. ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	14
<b>1 ΧΩΡΙΚΗ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ &amp; ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗΣ.....</b>	<b>16</b>
1.1 ΧΩΡΙΚΗ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ .....	16
1.1.1 ΣΧΕΣΕΙΣ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ (CAUSE AND EFFECT RELATIONSHIPS) .....	17
1.1.2 ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	17
1.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ: ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ .....	19
1.2.1 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ .....	20
1.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ .....	23
1.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ .....	24
1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	25
1.3.1 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗΣ ΔΗΛΩΣΗΣ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ.....	26
<b>2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ .....</b>	<b>30</b>
2.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΓΕΘΩΝ & ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	31
2.2 ΧΩΡΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ.....	35
2.2.1 ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ GIBS – MARTIN.....	35
2.2.2 ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ LOCATION QUOTIENT .....	36
2.3 ΧΩΡΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ .....	37
2.3.1 ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ GLOBAL MORAN’S I.....	38
2.3.2 ΤΟΠΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ LOCAL MORAN’S I ΚΑΙ GETIS & ORD $G_i^*$ .....	41
2.3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΣΕ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	44
2.4 ΜΟΝΤΕΛΟ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ .....	44
2.4.1 ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ .....	45
2.4.1.1 ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ.....	45
2.4.1.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	47
2.4.1.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΕΛΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ .....	50
2.4.2 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ .....	50
2.4.2.1 ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ SPEARMAN RHO .....	51

2.4.2.2	ΧΩΡΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ.....	53
<b>3</b>	<b>ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΛΟΙΜΩΔΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2004-2011 .....</b>	<b>55</b>
3.1	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	57
3.2	ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	57
3.2.1	ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	57
3.2.2	ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	60
3.2.3	ΧΩΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	61
3.2.4	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	62
3.3	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΓΕΘΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ .....	63
3.4	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	65
3.5	ΧΩΡΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ.....	70
3.5.1	ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ GIBS-MARTIN .....	70
3.5.2	ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ LOCATION QUOTIENT .....	78
3.5.2.1	ΕΤΗΣΙΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΛΟΙΜΩΔΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ $LQ_t$ .....	79
3.5.2.2	ΚΑΤΗΓΟΡΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΛΟΙΜΩΔΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ $LQ_c$ .....	87
3.5.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ .....	92
3.6	ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΛΟΙΜΩΔΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ .....	94
3.6.1	ΧΩΡΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ $I_{c,t,i}$ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ ΛΟΙΜΩΔΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ .....	94
3.6.1.1	ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ .....	94
3.6.1.1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ .....	96
3.6.1.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ $I_{c,t,i}$ .....	107
3.6.2	ΧΩΡΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ $I_{d,t,i}$ ΤΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΥΝ ΧΩΡΙΚΑ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΠΡΟΤΥΠΑ.....	111
3.6.2.1	ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ .....	111
3.6.2.2	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ .....	115
3.6.2.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ $I_{d,t,i}$ .....	122
3.6.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΗΣ.....	125
3.7	ΜΟΝΤΕΛΟ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ .....	126
3.7.1	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ.....	126
3.7.1.1	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ.....	126
3.7.1.2	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ & ΔΕΙΚΤΕΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ .....	129

3.7.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΙΚΤΩΝ .....	133
3.7.2.1	ΣΧΕΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ $MI_{A-R}$ .....	133
3.7.2.2	ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ $MI_{A-R}$ .....	139
3.7.3	ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ & ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΠΑΡΞΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ .....	146
3.7.3.1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΥΨΗΛΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ .....	146
3.7.3.2	ΧΩΡΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΝΟΜΩΝ.....	150
3.7.4	ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ & ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΠΑΡΞΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΣΤΑ ΧΩΡΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ.....	155
3.7.4.1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΣΧΕΣΕΩΝ: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ SPEARMAN'S RHO.....	156
3.7.4.2	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ & ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΥΨΗΛΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ HOT SPOT ANALYSIS.....	160
3.7.5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	163
<b>4</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>166</b>
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>168</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>173</b>

#### ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

<i>Εικόνα 1.1: Ο χάρτης του John Snow με την κατανομή των θανάτων από χολέρα.....</i>	<i>22</i>
<i>Εικόνα 1.2: Δορυφορικές εικόνες κάλυψης γης σε παραλιακή περιοχή του Μεξικού.....</i>	<i>24</i>

#### ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ

<i>Χάρτης 3.1: Χαρτογραφική απεικόνιση μέσου αριθμού κρουσμάτων κατηγορίας για την οκταετία.....</i>	<i>69</i>
<i>Χάρτης 3.2: Διαχρονική μελέτη του δείκτη <math>I_{G-M}</math> ανάμεσα στις 5 κατηγορίες νοσημάτων για την περίοδο 2004-2011.....</i>	<i>72</i>
<i>Χάρτης 3.3: Διαχρονική μελέτη του δείκτη <math>LQ_i</math>.....</i>	<i>81</i>
<i>Χάρτης 3.4: Διαχρονική μελέτη του δείκτη <math>LQ_c</math>.....</i>	<i>88</i>
<i>Χάρτης 3.5: Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της 1<sup>η</sup> κατηγορίας.....</i>	<i>98</i>
<i>Χάρτης 3.6: Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της 2<sup>η</sup> κατηγορίας.....</i>	<i>100</i>

Χάρτης 3.7: Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της 3 <sup>η</sup> κατηγορίας.....	102
Χάρτης 3.8: Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της 4 <sup>η</sup> κατηγορίας.....	104
Χάρτης 3.9: Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της 5 <sup>η</sup> κατηγορίας.....	106
Χάρτης 3.10: Αλληλεπίθεση των H-H cluster της επίπτωσης όλων των κατηγοριών.....	109
Χάρτης 3.11: Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της ηπατίτιδας A ....	117
Χάρτης 3.12: Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της ηπατίτιδας B ....	119
Χάρτης 3.13: Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της ηπατίτιδας C ....	121
Χάρτης 3.14: Αλληλεπίθεση των H-H cluster της επίπτωσης όλων των ιογενών ηπατιτίδων ....	124
Χάρτης 3.15: Ανάλυση ισχυρών συσχετίσεων νοσημάτων με hot spot analysis .....	161

### ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1: Λοιμώδη νοσήματα υπό παρακολούθηση από το Σύστημα Υποχρεωτικής Δήλωσης.....	59
Πίνακας 3.2.α: Μελέτη της επίπτωσης των νοσημάτων της 1 <sup>ης</sup> κατηγορίας.....	66
Πίνακας 3.2.β: Μελέτη της επίπτωσης των νοσημάτων της 2 <sup>ης</sup> κατηγορίας.....	66
Πίνακας 3.2.γ: Μελέτη της επίπτωσης των νοσημάτων της 3 <sup>ης</sup> κατηγορίας .....	66
Πίνακας 3.2.δ: Μελέτη της επίπτωσης των νοσημάτων της 4 <sup>ης</sup> κατηγορίας.....	67
Πίνακας 3.2.ε: Μελέτη της επίπτωσης των νοσημάτων της 5 <sup>ης</sup> κατηγορίας .....	67
Πίνακας 3.2: Νομοί με χαμηλό δείκτη $I_{G-M}$ .....	73
Πίνακας 3.3: Νομοί με υψηλό δείκτη $I_{G-M}$ .....	74
Πίνακας 3.4: Νομοί με υψηλό δείκτη $LQ_i$ .....	82
Πίνακας 3.5: Νομοί με πολύ υψηλό δείκτη $LQ_i$ .....	84
Πίνακας 3.6: Νομοί με χαμηλό δείκτη $LQ_c$ .....	90
Πίνακας 3.7: Νομοί με υψηλό δείκτη $LQ_c$ .....	91
Πίνακας 3.8: Χαρακτηρισμός χωρικού προτύπου $I_c, t, i$ .....	94
Πίνακας 3.9: Αποτελέσματα Global Moran's $I$ για τη μεταβλητή $I_c, t, i$ .....	95
Πίνακας 3.10: Αποτελέσματα Global Moran's $p$ -value για τη μεταβλητή $I_c, t, i$ .....	95
Πίνακας 3.11: Αποτελέσματα Global Moran's $z$ -score για τη μεταβλητή $I_c, t, i$ .....	95
Πίνακας 3.12: Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την 1 <sup>η</sup> κατηγορία.....	97
Πίνακας 3.13: Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την 2 <sup>η</sup> κατηγορία.....	99
Πίνακας 3.14: Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την 3 <sup>η</sup> κατηγορία.....	101
Πίνακας 3.15: Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την 4 <sup>η</sup> κατηγορία.....	103
Πίνακας 3.16: Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την 5 <sup>η</sup> κατηγορία.....	105
Πίνακας 3.17: Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster σε όλες τις κατηγορίες .....	110
Πίνακας 3.18: Χαρακτηρισμός χωρικού προτύπου $I_d, t, i$ της 2 <sup>ης</sup> κατηγορίας .....	111
Πίνακας 3.19: Αποτελέσματα Global Moran's $I$ για τη μεταβλητή $I_d, t, i$ της 2 <sup>ης</sup> κατηγορίας ....	112



Πίνακας 3.20: Αποτελέσματα Global Moran's $p$ -value για τη μεταβλητή $Id, t, i$ της 2 <sup>ης</sup> κατηγορίας.....	112
Πίνακας 3.21: Αποτελέσματα Global Moran's $z$ -score για τη μεταβλητή $Id, t, i$ της 2 <sup>ης</sup> κατηγορίας.....	112
Πίνακας 3.22: Χαρακτηρισμός χωρικού προτύπου $Id, t, i$ της 5 <sup>ης</sup> κατηγορίας.....	113
Πίνακας 3.23: Αποτελέσματα Global Moran's $I$ για τη μεταβλητή $Id, t, i$ της 5 <sup>ης</sup> κατηγορίας....	113
Πίνακας 3.24: Αποτελέσματα Global Moran's $p$ -value για τη μεταβλητή $Id, t, i$ της 5 <sup>ης</sup> κατηγορίας.....	114
Πίνακας 3.25: Αποτελέσματα Global Moran's $z$ -score για τη μεταβλητή $Id, t, i$ της 5 <sup>ης</sup> κατηγορίας.....	114
Πίνακας 3.26: Συχνότητα εμφάνισης νομών ως $H-H$ cluster για την ηπατίτιδα $A$ .....	116
Πίνακας 3.27: Συχνότητα εμφάνισης νομών ως $H-H$ cluster για την ηπατίτιδα $B$ .....	118
Πίνακας 3.28: Συχνότητα εμφάνισης νομών ως $H-H$ cluster για την ηπατίτιδα $C$ .....	120
Πίνακας 3.29: Συχνότητα εμφάνισης νομών ως $H-H$ cluster για όλες τις ηπατίτιδες .....	123
Πίνακας 3.30: Υπολογισμός μεταβλητών μοντέλου χωροχρονικής αξιολόγησης νοσηρότητας ....	128
Πίνακας 3.31: Υπολογισμός τελικών δεικτών.....	130
Πίνακας 3.32: Κατάταξη νοσημάτων σύμφωνα με τη μέση τιμή $MI_R$ .....	138
Πίνακας 3.33: Κατάταξη νοσημάτων σύμφωνα με τη μέση τιμή $MI_{A-R}$ .....	145
Πίνακας 3.34: Ισχυρές συσχετίσεις νοσηρότητας των νομών για το δείκτη $MI_R$ .....	147
Πίνακας 3.35: Ισχυρές συσχετίσεις νοσηρότητας των νομών για το $MI_{A-R}$ .....	147
Πίνακας 3.36: Κατάταξη νοσημάτων σύμφωνα με τα $z$ -score .....	150
Πίνακας 3.37: Κατάταξη νομών σύμφωνα με την εμφάνιση ισχυρών συσχετίσεων των $MI_R$ .....	152
Πίνακας 3.38: Κατάταξη νοσημάτων σύμφωνα με τα $z$ -score .....	153
Πίνακας 3.39: Κατάταξη νομών σύμφωνα με την εμφάνιση ισχυρών συσχετίσεων των $MI_{A-R}$ ...	155
Πίνακας 3.40: Ισχυρές συσχετίσεις χωρικής κατανομής νοσηρότητας των νοσημάτων για το $MI_R$ .....	156
Πίνακας 3.42: Ισχυρές συσχετίσεις χωρικής κατανομής νοσηρότητας των νοσημάτων για το $MI_{AR}$ .....	157

### ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1: Διαγραμματική απεικόνιση της ερευνητικής διαδικασίας της χωρικής ανάλυσης	18
Διάγραμμα 2.1: Στατιστικός έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης $H_0$ .....	41
Διάγραμμα 3.1: Διάγραμμα διαχρονικής εξέλιξης μέσης επίπτωσης κατηγοριών.....	68
Διάγραμμα 3.2: Ιστόγραμμα ετήσιων μεταβολών δείκτη $I_{G-M}$ .....	77
Διάγραμμα 3.3: Ιστόγραμμα ετήσιων μεταβολών δείκτη $LQ_t$ .....	85
Διάγραμμα 3.2: Στικτόγραμμα συσχέτισης νομών $MI_R$ .....	149
Διάγραμμα 3.3: Στικτόγραμμα συσχέτισης νομών $MI_{A-R}$ .....	149

Διάγραμμα 3.4: Στικτόγραμμα συσχέτισης νοσημάτων $MI_{R(1)}$ .....	158
Διάγραμμα 3.5: Στικτόγραμμα συσχέτισης νοσημάτων $MI_{R(2)}$ .....	159
Διάγραμμα 3.6: Στικτόγραμμα συσχέτισης νοσημάτων $MI_{A-R}$ .....	159

#### ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 3.1: Σχετικός δείκτης $MI_R$ – Νοσήματα Άμεσης Δήλωσης.....	134
Γράφημα 3.2: Σχετικός δείκτης $MI_R$ – Ιογενείς Ηπατίτιδες.....	134
Γράφημα 3.3: Σχετικός δείκτης $MI_R$ – Νοσήματα μεταδιδόμενα αερογενώς ή με σταγονίδια .....	135
Γράφημα 3.4: Σχετικός δείκτης $MI_R$ – Νοσήματα μεταδιδόμενα τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωνοόσοι .....	136
Γράφημα 3.5: Σχετικός δείκτης $MI_R$ – Νοσήματα που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενή.....	137
Γράφημα 3.6: Αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης $MI_{A-R}$ – Νοσήματα Άμεσης Δήλωσης.....	140
Γράφημα 3.7: Αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης $MI_{A-R}$ – Ιογενείς Ηπατίτιδες.....	141
Γράφημα 3.8: Αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης $MI_{A-R}$ – Νοσήματα μεταδιδόμενα αερογενώς ή με σταγονίδια .....	142
Γράφημα 3.9: Αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης $MI_{A-R}$ – Νοσήματα μεταδιδόμενα τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωνοόσοι.....	143
Γράφημα 3.10: Αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης $MI_{A-R}$ – Νοσήματα που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενή.....	144

#### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΚΡΩΝΥΜΙΩΝ

ΓΣΠ	Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών
ΚΕΕΛΠΝΟ	Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων
ΠΟΥ	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
CHAART	Centre for Health Applications of Aerospace Related Technologies
DBMS	Database Management Systems
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
GIS	Geographic Information Systems
GPS	Global Positioning System
NASA	National Aeronautics and Space Administration
USGS	United States Geological Survey
WHO	World Health Organisation

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια η μελέτη της χωροχρονικής διάστασης των ασθενειών αποτελεί μία πολύ διαδεδομένη προσέγγιση στην επιδημιολογία. Η κεντρική ιδέα αυτής της προσέγγισης, όμως, έχει διατυπωθεί πριν από περίπου 170 χρόνια, όπου ταυτόχρονα ‘γεννήθηκαν’ η επιδημιολογία και η χωρική ανάλυση. Η έντονη τεχνολογική πρόοδος μετά την βιομηχανική επανάσταση οδήγησε στην εκθετική ανάπτυξη της κλασσικής ιατρικής προς την εξεύρεση θεραπείας των νοσημάτων μέσα από την φαρμακολογία. Έτσι, οι καινοτόμοι γιατροί εκείνων των περιόδων εγκατέλειψαν την ιδέα της επιδημιολογίας. Η έντονη ανάπτυξη της τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών, αυτή τη φορά, θα την επαναφέρει στο προσκήνιο την δεκαετία του ’80 όπου ξεκίνησαν να δημιουργούνται τα πρώτα χωρικά μοντέλα ανάλυσης νοσημάτων και όχι μόνο, καθώς τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ ή GIS: Geographic Information Systems) ανέδειξαν τις μεθόδους χωρικής ανάλυσης που αναπτύσσονταν από τα μέσα περίπου του 20<sup>ου</sup> αιώνα.

Σήμερα υπάρχει αναμφίβολα έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον στο αντικείμενο της χωρικής επιδημιολογίας. Από την οπτική της δημόσιας υγείας, η χωρική ανάλυση της επίπτωσης μίας ασθένειας μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη στην κοινωνία, προειδοποιώντας για ενδεχόμενες επιδημίες, αλλά και επιβλέποντας την πρόοδο των προγραμμάτων παρεμβάσεων και πρόληψης. Το σημαντικό στοιχείο που προσφέρει η χωρική επιδημιολογία είναι η προαγωγή της υγείας του πληθυσμού και όχι των ατόμων. Έτσι, στρατηγικός στόχος των αυτών μελετών και των προγραμμάτων είναι να προβλεφθεί η εξέλιξη μίας ασθένειας και να εξαλειφθεί ή να μειωθεί η επίπτωσή της, ειδοποιώντας για την λήψη μέτρων προς την αλλαγή των συνθηκών - περιβαλλοντικών και κοινωνικών – που θέτουν τον πληθυσμό σε κίνδυνο.

### I. ANTIKEIMENO EPΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία εξετάζει τη χωροχρονική διάσταση 34 λοιμωδών νοσημάτων στην Ελλάδα ακολουθώντας δύο μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Η μία επαφίεται καθαρά στην μελέτη της ύπαρξης χωρικής αυτοσυσχέτισης και τον προσδιορισμό των νοσημάτων με την μεγαλύτερη χωρική ομαδοποίηση, μέσα από μία ιεραρχική διαδικασία αποκλεισμού νοσημάτων και η δεύτερη στη δημιουργία ενός μοντέλου χωροχρονικής αξιολόγησης της νοσηρότητας των νοσημάτων και των συσχετίσεων που προκύπτουν μεταξύ τους. Τα



νοσήματα μελετήθηκαν σε νομαρχιακό επίπεδο ως προς τον ετήσιο αριθμό των δηλωμένων κρουσμάτων τους, μέσα από το Σύστημα Υποχρεωτικής Δήλωσης του Κέντρου Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (ΚΕΕΛΠΝΟ) για τα έτη 2004 -2011.

Η επεξεργασία και η χωρική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον GIS, καθώς προσφέρουν πρόσβαση σε μεθόδους και τεχνικές ποσοτικής χωρικής ανάλυσης που απαιτούν ακρίβεια και επαναληψιμότητα που δεν θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν με διαφορετικό τρόπο. Παράλληλα, προσφέρουν την αμεσότητα της οπτικοποίησης των αποτελεσμάτων, που οδηγεί στα κατάλληλα συμπεράσματα σχετικά με την χωρική κατανομή των δεδομένων και την μετέπειτα πορεία της μελέτης.

Έπειτα από την επεξεργασία και την απεικόνιση των δεδομένων διατυπώνονται τα κεντρικά ερωτήματα της μελέτης, όπου καθορίζουν και τους τρόπους διάρθρωσης της ανάλυσης. Αρχικά, λοιπόν καθορίζονται τα ερωτήματα σχετικά με την πρώτη μεθοδολογική προσέγγιση.

- Ποια ασθένεια παρουσιάζει έντονες χωρικές ομαδοποιήσεις;
- Με ποια συχνότητα παρατηρούνται οι ομαδοποιήσεις αυτές;
- Ποιες είναι οι χωρικές ομάδες που παρουσιάζουν συχνότερα υψηλή νοσηρότητας;

Τα ερωτήματα αυτά απαντώνται με την εφαρμογή δεικτών και στατιστικών ελέγχων υποθέσεων χωρικής εξάρτησης. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να διερευνηθούν και τα ζητήματα της συνέχειας του χρόνου, που παραπάνω απαντάται μέσα από την σύγκριση συχνοτήτων εμφάνισης. Ο χρόνος, όπως και ο χώρος χαρακτηρίζονται αποτελούν συνεχείς μεταβλητές, και η παραπάνω προσέγγιση εξετάζει μόνο τη συνέχεια του χώρου. Παράλληλα, θα πρέπει να απαντηθούν ερωτήματα σχετικά με την συνολική νοσηρότητα των χωρικών ομάδων καθώς και με τις χωρικές κατανομές των ασθενειών διαχρονικά. Έτσι, στη δεύτερη μεθοδολογική προσέγγιση ζητείται να απαντηθούν τα παρακάτω ερωτήματα.

- Ποιες χωρικές μονάδες παρουσιάζουν ομοιότητες στη διαχρονική κατανομή της νοσηρότητάς τους στις διάφορες ασθένειες;
- Ποιες ασθένειες παρουσιάζουν ομοιότητες στην χωρική κατανομή της νοσηρότητάς τους στις διάφορες χωρικές ομάδες;

Η μεθοδολογία που ακολουθείται αποτελεί ένα συνδυασμό στατιστικών μεθόδων ελέγχου συσχετίσεων και των μεθόδων χωρικής ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν στην προηγούμενη προσέγγιση, έπειτα από την κατασκευή δύο πολυπαραγοντικών δεικτών για την αξιολόγηση της διαχρονικής νοσηρότητας.

## II. ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια, που διακρίνονται θεματικά στις θεωρητικές έννοιες και παραδείγματα εφαρμογών, στο μεθοδολογικό πλαίσιο εκπόνησης της εργασίας, στην εφαρμογή και, τέλος, στα συμπεράσματα.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι θεωρητικές έννοιες για την αποτελεσματική προσέγγιση του αντικειμένου, προγενέστερες μελέτες και εφαρμογές καθώς και το περίγραμμα της διαδικασίας εκπόνησης μίας τέτοιας μελέτης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται όλες εκείνες οι μέθοδοι και τεχνικές, στατιστικές χωρικές και γεωστατιστικές, όπου στοιχειοθετούν το μεθοδολογικό πλαίσιο εκπόνησης, αφού έχουν προσδιοριστεί τα μελετώμενα μεγέθη και μεταβλητές.

Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η εφαρμογή του μεθοδολογικού πλαισίου στα διαθέσιμα δεδομένα των λοιμωδών νοσημάτων που συνοδεύεται από τους παραγώμενους χάρτες οπτικοποίησης των επιμέρους αποτελεσμάτων και τους ανάλογους συγκεντρωτικούς πίνακες.

Στο τέταρτο κεφάλαιο διατυπώνονται τα βασικά συμπεράσματα από την εκπόνηση της μελέτης, αξιολογείται το μεθοδολογικό πλαίσιο και εντοπίζονται σημεία για περαιτέρω έρευνα.



## 1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Χωρική Επιδημιολογία &  
συστήματα επιδημιολογικής επιτήρησης

## 1 ΧΩΡΙΚΗ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗΣ

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται μία εισαγωγή στις έννοιες και τους επιστημονικούς κλάδους που σχετίζονται του αντικειμένου της εργασίας. Οι επιστήμες υγείας αποτελούν σημείο αναφοράς και έρευνας για πληθώρα ακαδημαϊκών αντικειμένων. Ιστορικά, ο όρος “υγεία” χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει την κατάσταση απουσίας ασθενειών, και κατά το βιοϊατρικό μοντέλο διαπιστώνεται μέσα από επιδημιολογικούς και βιοϊατρικούς δείκτες. Παράλληλα, στο βιοψυχοκοινωνικό, ένα πιο ολιστικό μοντέλο, διατυπώνεται η άποψη ότι η υγεία και η ασθένεια αποτελούν αντανάκλαση του επιπέδου της κοινωνικής και όχι τόσο της φυσικής κανονικής λειτουργίας των ατόμων. Τη δεκαετία του 1960, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ. ή W.H.O.) όρισε την υγεία ως την κατάσταση πλήρους φυσικής, ψυχικής και κοινωνικής ευημερίας, και όχι μόνο της απουσίας ασθένειας. (Τούντας, 2007)

### 1.1 ΧΩΡΙΚΗ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Ο στόχος της χωρικής επιδημιολογίας είναι να εντοπιστούν οι αιτίες εμφάνισης των ασθενειών μέσω των συσχετίσεων που προκύπτουν μεταξύ των χωρικών προτύπων των ασθενειών και της γεωγραφικής διακύμανσης των παραγόντων κινδύνου της ασθένειας. (Poh-Chin, et al., 2009)

Η μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις έννοιες της χωρικής και χρονικής εγγύτητας, καθώς είναι πιθανότερο να συμβεί αν τα άτομα σε κίνδυνο βρίσκονται χωρικά αλλά και χρονικά με άτομα που έχουν προσβληθεί. Παράλληλα, σε περίπτωση μη μεταδοτικής νόσου, είναι πιθανό να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο η εγγύτητα σε παράγοντες κινδύνου της συγκεκριμένης νόσου. Έτσι, οι επιδημιολογικές αναλύσεις θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και τον χωρικό και τον χρονικό παράγοντα, με βασική αρχή να τεθεί υπό εξέταση η εξάρτηση των παρατηρήσεων και στις δύο διαστάσεις. Αυτή η παραδοχή, αν και λογική, παραβιάζει τις αρχές της στατιστικής συμπερασματολογίας, καθώς με τις κλασσικές στατιστικές μεθόδους ανάλυσης διατυπώνεται η υπόθεση ότι οι παρατηρήσεις είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Το αποτέλεσμα του να αγνοηθεί αυτή η πιθανή εξάρτηση είναι ότι τα εκτιμώμενα διαστήματα εμπιστοσύνης θα είναι μικρότερα από ότι θα έπρεπε και πιθανόν



να οδηγούν σε πολύ διαφορετικά συμπεράσματα. (Pfeiffer, et al., 2008; Poh-Chin, et al., 2009)

#### 1.1.1 ΣΧΕΣΕΙΣ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ (CAUSE AND EFFECT RELATIONSHIPS)

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η επιδημιολογία αναζητά την γνώση σε σχέση με την αιτία εμφάνισης μίας ασθένειας μέσα από την κατανόηση των παραγόντων κινδύνου. Ο Karl Popper διατύπωσε ότι για να επιβεβαιωθούν τέτοιες σχέσεις αιτίου – αιτιατού (cause and effect relationships), θα πρέπει πρώτα να αναπτυχθεί μία θεωρητική υπόθεση βασισμένη σε παρατηρούμενα δεδομένα, η οποία έπειτα θα πρέπει να μετατραπεί σε μία ερευνητική υπόθεση που μπορεί να εξεταστεί πειραματικά. Ο στόχος είναι να επιβεβαιωθεί ή να απορριφθεί η ερευνητική υπόθεση μέσα από επανειλημμένες διαδικασίες ελέγχου. (Pfeiffer, et al., 2008)

Η χωρική επιδημιολογία βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στο πρώτο στάδιο της παραπάνω επαγωγικής μεθόδου, δηλαδή στη διατύπωση μίας θεωρητικής υπόθεσης, αλλά δεν μπορεί να πραγματοποιήσει αποτελεσματικά το δεύτερο στάδιο, καθώς η επανάληψη της ίδιας ερευνητικής διαδικασίας είναι δύσκολα εφικτή σε αυτό το αντικείμενο. (Pfeiffer, et al., 2008)

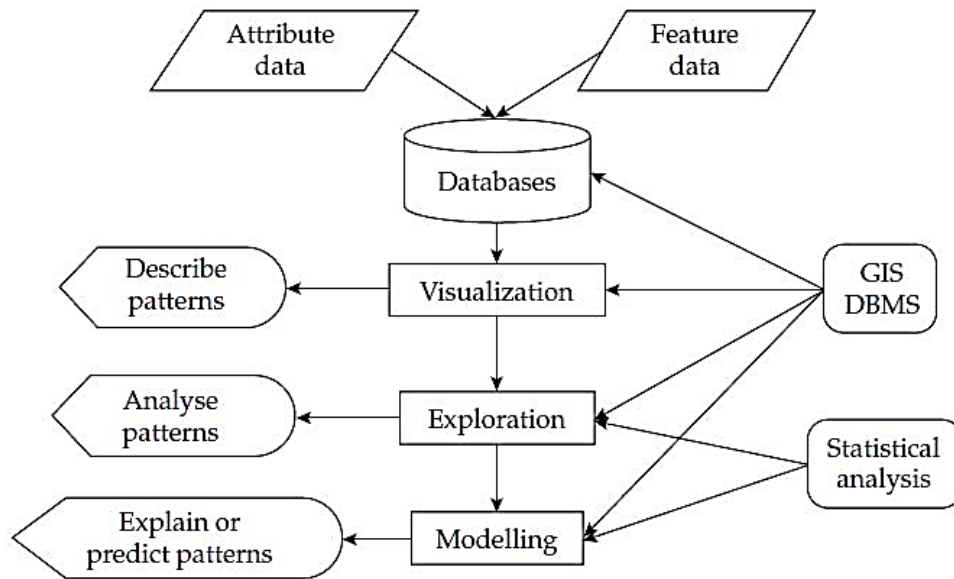
Η βασική προσέγγιση αυτής της μεθόδου γίνεται με την μελέτη χαρτογραφικών διαγραμμάτων της εμφάνισης μίας ασθένειας, σε παράθεση με άλλα χωρικά δεδομένα, ώστε να μπορέσει να διατυπωθεί η θεωρητική υπόθεση. Έπειτα, θα πρέπει να ακολουθήσει ο στατιστικός έλεγχος υπόθεσης, προτού εξαχθούν συμπεράσματα για τη σχέση αιτίου – αιτιατού. Μέσα από τις γεωστατιστικές μεθόδους που προσφέρει η ποσοτική χωρική ανάλυση, μπορούν να πραγματοποιηθούν τέτοιου είδους έλεγχοι στην χωρική επιδημιολογία. Θα πρέπει, παρόλα αυτά, να σημειωθεί πως είναι αρκετά δύσκολο να εξαχθεί κατηγορηματικό συμπέρασμα αιτιότητας στην ανάλυση επιδημιολογικών δεδομένων. (Backer & Nieuwenhuijsen, 2008; Pfeiffer, et al., 2008; Poh-Chin, et al., 2009)

#### 1.1.2 ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι στόχοι της χωρικής επιδημιολογικής ανάλυσης είναι η περιγραφή των χωρικών προτύπων, ο εντοπισμός των χωρικών clusters των ασθενειών και η εξήγηση ή η πρόβλεψη του κινδύνου εμφάνισης ασθένειας. Η χωρική επιδημιολογία περιλαμβάνει

ένα ευρύ φάσμα μεθόδων και τεχνικών για την διεξαγωγή των παραπάνω διαδικασιών. Στο διάγραμμα 1.1 παρουσιάζεται η διαδικασία και τα επιμέρους θεμελιώδη στοιχεία της χωρικής ανάλυσης, όπου κατά τους Bailey και Gatrell (1995, όπως αναφέρεται στο Pfeiffer, 2008) αποτελεί μία διαδικασία ανάδρασης. (Backer & Nieuwenhuijsen, 2008; Pfeiffer, et al., 2008)

**Διάγραμμα 1.1:** Διαγραμματική απεικόνιση της ερευνητικής διαδικασίας της χωρικής ανάλυσης



Πηγή: Pfeiffer et al., 2008, p. 3

Τα δεδομένα αποτελούν θεμελιώδες στοιχείο για την χωρική ανάλυση. Τα χωρικά δεδομένα αποτελούνται από το περιγραφικό τμήμα τους (attribute), που περιγράφει τα χαρακτηριστικά της οντότητας που μελετάται και από το γεωγραφικό τμήμα τους, που ορίζει τη θέση που λαμβάνουν στο χώρο και τη γεωμετρία τους (feature), η οποία για την χωρική επιδημιολογία, συνήθως αναφέρεται είτε σε σημεία, είτε σε επιφάνειες, ενώ γενικά στα GIS υπάρχει και η γεωμετρία των γραμμών, μπορεί να αναφέρεται σε άλλου είδους δεδομένα. Η διαχείριση αυτών των δεδομένων πραγματοποιείται με τη χρήση των GIS και των συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων (DBMS) σε όλη τη φάση της διαδικασίας. Επιπρόσθετα, αναπτύσσονται τρεις ομάδες αναλυτικών μεθόδων, οι οποίες εξυπηρετούν την οπτικοποίηση (visualisation), τη διερεύνηση (exporation) και τη μοντελοποίηση (modelling). Οι δύο πρώτες ομάδες αφορούν εκείνες τις μεθόδους που εξετάζουν κατά κύριο λόγο την χωρική διάσταση των δεδομένων. Η οπτικοποίηση είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος χωρικής ανάλυσης, που η εφαρμογή της έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή χαρτών. Αυτοί οι χάρτες περιγράφουν οπτικά τα χωρικά δεδομένα, όπου

δίνουν το έναυσμα για περισσότερο περίπλοκες χωρικές αναλύσεις ή αποτελούν μέρος της απόδοσης του αποτελέσματος μίας χωρικής ανάλυσης. Η διερεύνηση των χωρικών δεδομένων περιλαμβάνει τη χρήση στατιστικών μεθόδων που σχετίζονται με το αν τα χωρικά μοτίβα που παρατηρούνται είναι αποτέλεσμα τυχαίας κατανομής στο χώρο. Η μοντελοποίηση εισάγει την έννοια της σχέσης αιτίου – αιτιατού, με τη χρήση παράλληλα και των δύο τμημάτων πληροφοριών των δεδομένων για την εξήγηση ή την πρόβλεψη των χωρικών προτύπων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι καμία από τις μεθόδους αυτές δεν επιτρέπει την κατηγορηματική αιτιολογική συμπερασματολογία. (Pfeiffer, et al., 2008)

Μεταξύ των τριών ομάδων μεθόδων παρουσιάζονται σχέσεις και αλληλοκάλυψη, ιδιαίτερα μεταξύ οπτικοποίησης και διερεύνησης, καθώς για την αποτελεσματικότερη παρουσίαση των δεδομένων (ή αποτελεσμάτων) μπορεί να απαιτείται η χρήση μεθόδων ποσοτικής χωρικής ανάλυσης. Μπορεί να ειπωθεί ότι δεν πρόκειται για μία γραμμική διαδικασία, εφόσον τα αποτελέσματα ενός μοντέλου θα πρέπει να οπτικοποιηθούν. (Pfeiffer, et al., 2008)

Η ένταξη της χωρικής διάστασης των επιδημιολογικών δεδομένων στις επιδημιολογικές μελέτες δίνει τη δυνατότητα παραγωγής αναλύσεων με μεγαλύτερη περιγραφική πληροφορία και εν τέλει πιο στοχευμένης διατύπωσης πιθανών αιτιολογικών σχέσεων. Παρόλα, αυτά, θα πρέπει να υπολογίζεται το κόστος της διαδικασίας μέσα από τη χρήση των GIS, στα πλαίσια του εξοπλισμού και της εκπαίδευσης των μελετητών. Ακόμη, η στατιστική ανάλυση των χωρικών δεδομένων απαιτεί συγκεκριμένες μεθόδους που να εξετάζουν και την πιθανή ύπαρξη εξαρτήσεων ως αποτέλεσμα της γεωγραφικής εγγύτητας. Έτσι, τα δεδομένα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν και τις δύο πληροφορίες. Ο αριθμός των προσβάσιμων γεωχωρικών βάσεων δεδομένων έχει αυξηθεί, αλλά πολλές φορές υπάρχουν ουσιαστικές ελλείψεις από άποψη ποιότητας πληροφορίας και συχνά είναι δύσκολο να μπορέσουν να συντεθούν αποτελεσματικά. (Pfeiffer, et al., 2008; Poh-Chin, et al., 2009)

## 1.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ: ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι πρώτες εφαρμογές της χωρικής ανάλυσης στα πλαίσια της επιδημιολογικής επιτήρησης και έρευνας πραγματοποιήθηκαν τις αρχές της δεκαετίας του '90 και τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον προς αυτή την κατεύθυνση. Έτσι, δημιουργήθηκε ένα μεγάλο εύρος μεθόδων για την χαρτογράφηση και

την ανάλυση δεδομένων ασθενειών. Παράλληλα, η πρόοδος που σημειώθηκε στις νέες τεχνολογίες επέτρεψε τη διερεύνηση χωρικών ζητημάτων μέσα από διαφορετικές προσεγγίσεις με την εφαρμογή των GIS. Τα GIS προσφέρουν, όχι μόνο μία περιγραφική χαρτογραφική απεικόνιση δεδομένων που αναφέρονται στο χώρο, αλλά και πλήθος δυνατοτήτων επεξεργασίας δεδομένων και γεωστατιστικής ανάλυσης. (Pfeiffer, et al., 2008)

Η γεωγραφική μελέτη χωρικών κατανομών και διεργασιών διαφόρων φαινομένων συμβάλλει στην γεωγραφία της υγείας διαμορφώνοντας δύο διακριτά αντικείμενα έρευνας: τη γεωγραφία των ασθενειών και τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. Το πρώτο αντικείμενο αφορά στον εντοπισμό, την περιγραφή και την κατανόηση των χωρικών διακυμάνσεων των παραγόντων κινδύνου των ασθενειών. Σε αυτό το πλαίσιο, οι επιδημιολογικές μελέτες περιλαμβάνουν σύγχρονες εφαρμογές GIS για την επιτήρηση και παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραγόντων κινδύνου σε σχεδόν πραγματικό χρόνο. Το δεύτερο αντικείμενο περιλαμβάνει εφαρμογές γεωγραφικής ανάλυσης για τον σχεδιασμό και την προαγωγή των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης. Σε τέτοιου είδους μελέτες, τα GIS χρησιμοποιούνται στη διαχείριση και την κατανομή των υπηρεσιών υγείας και των αντίστοιχων πόρων. Ακόμη, παρατηρείται μία διαρκώς αυξανόμενη τάση συνδυασμού των δύο παραπάνω αντικειμένων με εφαρμογές που σχετίζονται με τη διασύνδεση μεταξύ των επιδημιολογικών μελετών και μελετών για την δημόσια υγεία, με στόχο τη βελτιστοποίηση της ανάθεσης της υγειονομικής περίθαλψης και της αξιολόγησης των αναγκών. (Backer & Nieuwenhuijsen, 2008; Pfeiffer, et al., 2008; Poh-Chin, et al., 2009)

### 1.2.1 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Η απεικόνιση των χωρικών μοτίβων των δεδομένων σε χάρτη μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία υποθέσεων για την αιτία παρουσίας μιας ασθένειας. Έτσι, οι επιδημιολόγοι χρησιμοποιούν χάρτες για την ανάλυση συσχετίσεων μεταξύ τοποθεσίας, περιβάλλοντος και ασθενειών. Κατά τον May (1950) η ιατρική γεωγραφία είναι η μελέτη των σχέσεων μεταξύ παραγόντων παθογένειας και γεωγραφικών παραγόντων. Ως παράγοντες παθογένειας αναφέρονται οι αιτιακοί παράγοντες εμφάνισης μίας ασθένειας δηλαδή, οι φορείς, οι ξενιστές και οι άνθρωποι ενώ οι γεωγραφικοί περιλαμβάνουν τους φυσικούς, κοινωνικούς και βιολογικούς παράγοντες. Η οικολογία μίας ασθένειας περιγράφεται από

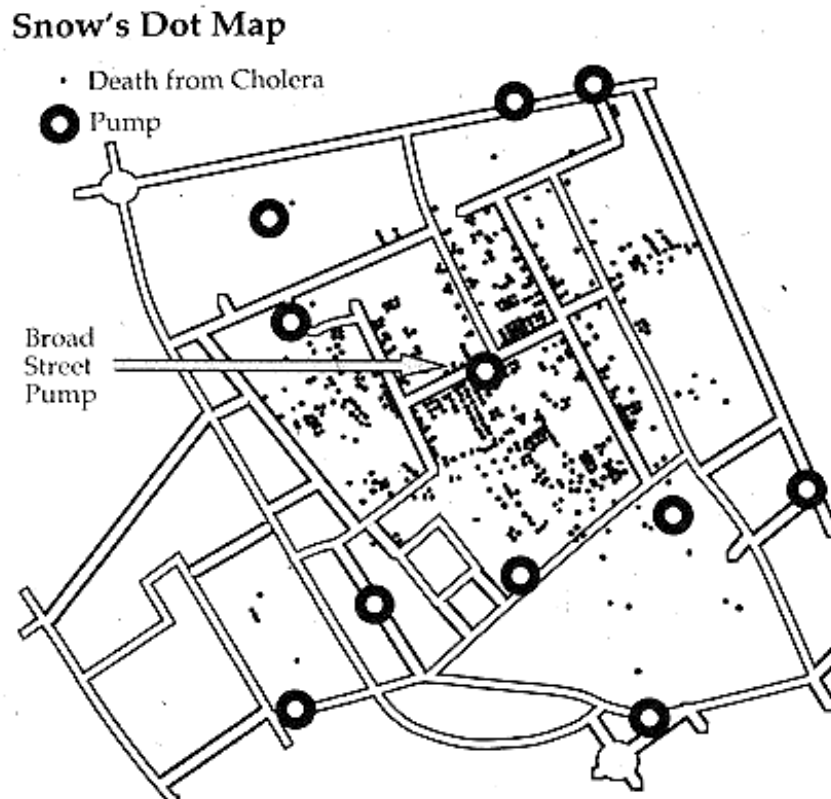


τον τρόπο που οι γεωγραφικοί παράγοντες επηρεάζουν τους παράγοντες παθογένειας. (Pfeiffer, et al., 2008; Poh-Chin, et al., 2009)

Η πρώτη επιδημιολογική μελέτη πραγματοποιήθηκε το 1854 από τον γιατρό John Snow στο Λονδίνο. Τον 19<sup>ο</sup> αιώνα, η επιδημία της χολέρας είχε στοιχήσει τη ζωή εκατοντάδων χιλιάδων ανθρώπων παγκοσμίως. Το Λονδίνο χτυπήθηκε από την επιδημία πρώτη φορά το 1832 και έπειτα το 1848, όπου ο Snow μελέτησε την ασθένεια και παρατήρησε ότι η μέχρι τότε επικρατούσα θεωρία ότι η ασθένεια μεταδίδεται αερογενώς, δεν επιβεβαιώνεται από τα κρούσματα που είχε παρατηρήσει. Συγκεκριμένα, επικεντρώθηκε στην περίπτωση όπου δύο σχεδόν εφαπτόμενα γειτονικά οικοδομικά τετράγωνα παρουσίαζαν πολύ μεγάλη διαφορά στα θανατηφόρα κρούσματα και η ποιότητα του αέρα δεν θα ήταν δυνατόν να διαφέρει μεταξύ τους. Τα δύο αυτά οικοδομικά τετράγωνα, όμως, τροφοδοτούνταν από διαφορετικά πηγάδια, καθώς δεν υπήρχε κεντρικό δίκτυο παροχής νερού εκείνη την εποχή, που γεμίζονταν από πόσιμο νερό μέσω διαφορετικών εταιριών νερού. Έτσι, οδηγήθηκε στο συμπέρασμα ότι η χολέρα είναι νόσημα που μεταδίδεται μέσω των υδάτων. Στην τρίτη επιδημία χολέρας το 1853, ο Snow κατασκεύασε ένα θεματικό χάρτη που απεικόνιζε τις ακριβείς τοποθεσίες διαμονής των θανόντων ασθενών και τις θέσεις των αντλιών νερού σε μία περιοχή του Λονδίνου. Παρατήρησε ότι οι θάνατοι συγκεντρώνονται χωρικά γύρω από την αντλία της οδού Broad Street και έτσι μπόρεσε να εντοπίσει ποιο πηγάδι ήταν μολυσμένο και ποια εταιρία παρείχε το μολυσμένο νερό. (Backer & Nieuwenhuijsen, 2008)

Η εικόνα 1.1 αποτελεί αναπαραγωγή του χάρτη του Snow, όπου με κουκίδες αναπαρίστανται οι θάνατοι από χολέρα και με κύκλο οι αντλίες τις περιοχής. Η μελέτη αυτή ήταν η πρώτη που αναζήτησε αιτιακή σχέση μεταξύ περιβάλλοντος και ασθένειας μέσω της κατανόησης του χωρικού προτύπου της. Παράλληλα, ήταν και η πρώτη χωρική ανάλυση. (Boulos, 2009)

**Εικόνα 1.1:** Ο χάρτης του John Snow με την κατανομή των θανάτων από χολέρα



Πηγή: [http://go.owu.edu/~jbkrygie/krygier\\_html/geog\\_222/geog\\_222\\_lo/geog\\_222\\_lo01\\_gr/SnowMap.jpg](http://go.owu.edu/~jbkrygie/krygier_html/geog_222/geog_222_lo/geog_222_lo01_gr/SnowMap.jpg)

Η μελέτη του Opensaw το 1988 έδειξε ότι υπάρχει αιτιολογική σχέση της παιδικής λευχαιμίας με την εγγύτητα των κατοικιών των ανθρώπων σε εργοστάσια πυρηνικής ενέργειας. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο Sellafield της Αγγλίας, όπου εντοπίστηκαν χωρικές ομαδοποιήσεις (clusters) της εμφάνισης παιδικής λευχαιμίας γύρω από τις εγκαταστάσεις παραγωγής πυρηνικής ενέργειας. (Poh-Chin, et al., 2009)

Στις αρχές της δεκαετίας του '90 διεξήχθησαν επαναλαμβανόμενες δειγματοληπτικές έρευνες σε μία περιοχή του Μπαγκλαντές, όπου παρατηρήθηκαν έντονοι δερματικοί ερεθισμοί σε μεγάλο μέρος του πληθυσμού της περιοχής. Αυτές οι δερματικές βλάβες είναι χαρακτηριστικές ενδείξεις δηλητηρίασης από αρσενικό. Την δεκαετία του '70, είχαν εγκαταστήθηκαν πηγάδια για την μείωση της νοσηρότητας και της θνησιμότητας λόγω κατανάλωσης μολυσμένου επιφανειακού νερού, τα οποία πρόσφεραν πρόσβαση στα υπόγεια ύδατα του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής. Τα ύδατα αυτά παρουσίαζαν υψηλές συγκεντρώσεις αρσενικού εξαιτίας της φυσικής υψηλής παρουσίας του στο έδαφος της περιοχής. Με τις μελέτες που πραγματοποιήθηκαν, όπως και στην περίπτωση

της χολέρας του Λονδίνου, συσχετίστηκαν οι τοποθεσίες των πηγαδιών με τους παρατηρηθέντες ασθενείς και εντόπισαν την πηγή από την οποία προέκυψε η δηλητηρίαση. Πρόκειται για τη μεγαλύτερη μαζική δηλητηρίαση στην ιστορία του Μπαγκλαντές και της γειτονικής δυτικής Βεγγάλης. (Backer & Nieuwenhuijsen, 2008)

### 1.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ

Με την αύξηση του αστικού πληθυσμού και την βιομηχανοποίηση, ο επιπολασμός των ασθενειών μεταβλήθηκε και νέες ασθένειες άρχισαν να αναδεικνύονται. Παράλληλα, η τεχνολογική πρόοδος επέτρεψε την δημιουργία σύγχρονων εφαρμογών και τεχνικών παρακολούθησης και ελέγχου περιβαλλοντικών συνθηκών. Ο συνδυασμός των παραπάνω με βασικές επιδημιολογικές θεωρήσεις και με την παράλληλη εισαγωγή των παραγόντων του χρόνου και του χώρου, οδήγησαν στην εξέλιξη των εφαρμογών αυτών σε εφαρμογές παρακολούθησης και αξιολόγησης παραγόντων κινδύνου (εμφάνισης ασθενειών) σε σχεδόν πραγματικό χρόνο. (Pfeiffer, et al., 2008; Poh-Chin, et al., 2009)

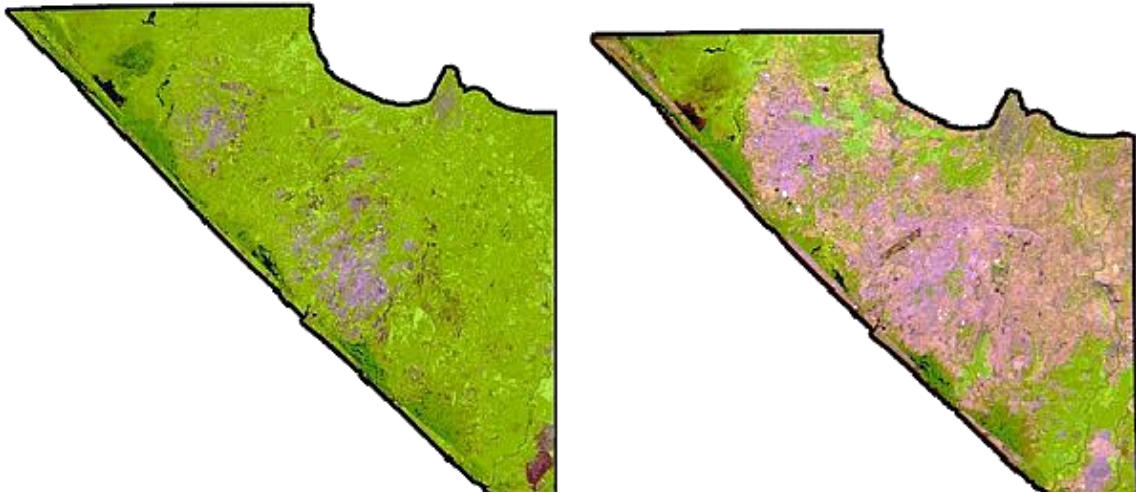
Η τηλεπισκόπηση κατέστησε δυνατή την απομακρυσμένη παρακολούθηση των περιβαλλοντικών παραγόντων κινδύνου εμφάνισης ασθενειών. Ένα τέτοιο πρόγραμμα πραγματοποιήθηκε το 1994 από το κέντρο εφαρμογών υγείας και αεροδιαστημικών τεχνολογιών (Centre for Health Applications of Aerospace Related Technologies: CHAART), για την παρακολούθηση και πρόβλεψη των χωρίων που βρίσκονται σε κίνδυνο από τη μετάδοση της φιλαρίας στον ποταμό Νείλο. (Boulos, 2009)

Παράλληλα, δημιουργήθηκαν συστήματα παρακολούθησης της δημόσιας υγείας, με πιο γνωστή την εφαρμογή Health Map του προγράμματος GIS του Π.Ο.Υ. σε συνεργασία με τη UNICEF που λειτουργεί από το 1993 στα πλαίσια του προγράμματος εξάλειψης της παρασιτική νόσου Guinea Worm και από το 1995 συμμετέχει στην παρακολούθηση διαφόρων προγραμμάτων ελέγχου ασθενειών. (Boulos, 2009)

Στην εικόνα 1.2 παρουσιάζονται δύο δορυφορικές εικόνες μίας περιοχής του Μεξικού τον Ιούλιο του 1991 (αριστερά) και τον Μάρτιο του 1992 (δεξιά) και προέρχονται από το δορυφορικό σύστημα Τηλεπισκόπησης Landsat. Το πρόγραμμα Landsat της NASA και του USGS, συλλέγει δορυφορικές εικόνες για 40 χρόνια, συγκεντρώνει την μεγαλύτερη συλλογή διαστημικών εικόνων μεσαίας ανάλυσης και έχει θέσει σε τροχιά 8 δορυφόρους (U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey, 2013). Στην αριστερή εικόνα η γη είναι κυρίως κατάφυτη (πράσινη) καθώς είναι περίοδος υψηλής υγρασίας, ενώ δεξιά

το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής είναι ξηρό (μωβ χρώμα), έπειτα από την επιλογή των κατάλληλη φασματικών ζωνών. (Μερτίκας, 2009; Boulos, 2009)

**Εικόνα 1.2:** Δορυφορικές εικόνες κάλυψης γης σε παραλιακή περιοχή του Μεξικού



Πηγή: Boulos, 2009, p. 65

Οι διακυμάνσεις αυτές συνεπάγονται και με την αυξομείωση των πληθυσμών εντόμων, πού είναι συχνά ξενιστές για πολλά νοσήματα, όπως η ελονοσία. Έτσι, προβλέπεται με πολύ αποτελεσματικό τρόπο η ενεργοποίηση των μηχανισμών των προγραμμάτων παρακολούθησης ασθενειών και λαμβάνονται τα απαραίτητα προληπτικά μέτρα από τα εθνικά συστήματα υγείας.

### 1.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

Η έρευνα για την δημόσια υγεία αποτελεί μία νέα τάση για το αντικείμενο της ιατρικής γεωγραφίας. Στα αντικείμενα μελέτης της περιλαμβάνει την αξιολόγηση της προσβασιμότητας των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης, καθώς και την αξιολόγηση των χωρικών ιδιοτήτων των υγειονομικών. (Poh-Chin, et al., 2009)

Η προσβασιμότητα των υγειονομικών πόρων εξετάζεται στα GIS με την διαδικασία αλληλεπίθεσης δεδομένων του οδικού δικτύου και των τοποθεσιών παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας. Οι Perry και Gesler το 2000 χρησιμοποίησαν την τεχνολογία του GPS στην ανάπτυξη ενός συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών για την αξιολόγηση της προσβασιμότητας στις πρωτοβάθμιες δομές υπηρεσιών υγείας στις Άνδεις της Βολιβίας. Υποστήριξαν ότι τα GIS μπορούν να βοηθήσουν στη βελτιστοποίηση της φυσικής προσβασιμότητας των υπηρεσιών υγείας σε ορεινές περιοχές αναπτυσσόμενων χωρών.

Παράλληλα, τα GIS εφαρμόστηκαν και για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των επειγόντων περιστατικών μέσω της δημιουργίας συστημάτων για την βελτιστοποίηση των διαδρομών των ασθενοφόρων και την θέση τους κατά την αναμονή επειγόντων. (Poh-Chin, et al., 2009)

Μια άλλη χρήση των GIS γίνεται για την επιλογή βέλτιστης τοποθεσίας χωροθέτησης νοσοκομείων. Οι φαρμακευτικές εταιρίες χρησιμοποιούν τη χωρική ανάλυση και κοινωνικο-οικονομικές βάσεις δεδομένων για να αναλύσουν τη χωρική κατανομή των υγειονομικών πόρων και να εντοπίσουν πιθανά κενά στην προσφορά της συγκεκριμένης αγοράς. (Poh-Chin, et al., 2009)

### 1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Αρχικά, ως επιδημιολογική επιτήρηση ορίζεται η διαδικασία “της συστηματικής συλλογής, ανάλυσης και ερμηνείας επιδημιολογικών δεδομένων, με σκοπό τη λήψη μέτρων δημόσιας υγείας” (Γκολφίνοπούλου & Λάμπρου, 2014).

Στα πλαίσια ενός εθνικού συστήματος υγείας, κρίνεται αναγκαία η δημιουργία εκείνων των συστημάτων επιδημιολογικής επιτήρησης που επιτρέπουν την ολοκληρωμένη και βαθιά γνώση της επιδημιολογίας των ασθενειών στον πληθυσμό και τον άμεσο εντοπισμό και πρόβλεψη επιδημιών. Μέσα από την διαχρονική ανάλυση της επίπτωσης κάθε νόσου και του προσδιορισμού των εκάστοτε παραγόντων κινδύνου, εντοπίζεται η διασπορά της και συνεπώς προβλέπεται η εξέλιξή της ανάλογα με την εμφάνιση νέων κρουσμάτων. Παράλληλα, μέσω αυτών των συστημάτων αξιολογούνται και αναθεωρούνται οι στρατηγικές της δημόσιας υγείας και παρακολουθείται η εφαρμογή των επιμέρους παρεμβάσεων. (Γκολφίνοπούλου & Λάμπρου, 2014; Σπάλα, 2007)

Στην Ελλάδα, αρμόδιος φορέας για την επιδημιολογική επιτήρηση είναι το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (ΚΕΕΛΠΝΟ), που λειτουργεί από το 1992 υπό την εποπτεία του Υπουργείου Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης και έχει συσταθεί με το νόμο 2071/1992 ως Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου (ΚΕΕΛΠΝΟα, χ.χ.). Το ΚΕΕΛΠΝΟ επιτηρεί την επιδημιολογία των λοιμωδών νοσημάτων μέσα από τρία συστήματα επιτήρησης:

- Το Σύστημα Υποχρεωτικής Δήλωσης Νοσημάτων
- Το Σύστημα Παρατηρητών Νοσηρότητας Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας
- Το Σύστημα Εργαστηριακής Επιτήρησης

Κάθε σύστημα είναι σχεδιασμένο για να εξυπηρετεί συγκεκριμένους στόχους, καθώς η αποτελεσματική εκπλήρωση του συνόλου των στόχων της επιδημιολογικής επιτήρησης σε εθνικό επίπεδο δεν είναι εφικτή από ένα και μόνο σύστημα. Έτσι, η επιτήρηση επιτυγχάνεται στα επιμέρους στάδια εμφάνισης μίας ασθένειας, γεγονός που οδηγεί στην εξαγωγή συμπερασμάτων για όλη τη διάρκεια της εξέλιξης ενός περιστατικού. Το Σύστημα Παρατηρητών Νοσηρότητας Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (Sentinel) στοχεύει στην παρακολούθηση των ασθενειών στην φάση της κλινικής διάγνωσης. Έπειτα, το Σύστημα Εργαστηριακής Επιτήρησης παρακολουθεί την εμφάνιση των νοσημάτων σε επίπεδο εργαστηριακής επιβεβαίωσης και τέλος, το Σύστημα Υποχρεωτικής Δήλωσης Νοσημάτων στοχεύει στην παρακολούθηση εκείνων των κρουσμάτων που πραγματοποιήθηκε νοσηλεία και προβλέπει την κλινική, πλέον, δήλωσή τους. (Γκολφινόπουλου & Λάμπρου, 2014; Σπάλα, 2007)

### 1.3.1 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗΣ ΔΗΛΩΣΗΣ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ

Τα συστήματα υποχρεωτικής δήλωσης αποτελούν θεμελιώδεις δομές επιδημιολογικής επιτήρησης σε πολλές χώρες, συλλέγοντας στοιχεία από τα εθνικά συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. (Σπάλα, 2007)

Οι στόχοι του συστήματος υποχρεωτικής δήλωσης νοσημάτων του ΚΕΕΛΠΝΟ, που ανασυστάθηκε το 2004 εν όψει των Ολυμπιακών Αγώνων, καθορίζονται από τους γενικούς στόχους που διέπουν και τα τρία συστήματα, δηλαδή τη διαχρονική εκτίμηση της επίπτωσης των νοσημάτων, την εκτίμηση της διασποράς τους, τον προσδιορισμό των παραγόντων κινδύνου και την αξιολόγηση και παρακολούθηση των παρεμβάσεων και στρατηγικών της δημόσιας υγείας. Παράλληλα, έχουν καθοριστεί και οι ειδικοί στόχοι αποκλειστικά του συστήματος υποχρεωτικής δήλωσης, που συνοψίζονται στην ανίχνευση κρουσμάτων και την αντιμετώπιση με τη λήψη μέτρων στο περιβάλλον του ασθενή ή/και στην πηγή μόλυνσης και στην ανίχνευση επιδημικών εξάρσεων και την ανάλογη λήψη μέτρων. (Γκολφινόπουλου & Λάμπρου, 2014; Σπάλα, 2007)

Τα νοσήματα που παρακολουθούνται από το σύστημα υποχρεωτικής δήλωσης καθορίζονται βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων. Συγκεκριμένα, το σύστημα παρακολουθεί τα νοσήματα που ανήκουν σε προγράμματα ελέγχου ή εξάλειψης, τα νοσήματα όπου απαιτείται λήψη μέτρων πρόληψης, τα νοσήματα που μπορούν να ελεγχθούν, σε τοπικό επίπεδο, τυχόν επιδημικές εξάρσεις και τα νοσήματα που χρήζουν μακροπρόθεσμο σχεδιασμό ελέγχου. Από το 2004 μέχρι αυτή τη στιγμή επιτηρούνται 46 λοιμώδη νοσήματα, που κατατάσσονται σε 7 κατηγορίες νοσημάτων ανάλογα με τα επιδημιολογικά τους χαρακτηριστικά. Στον πίνακα 3.1 του 3<sup>ου</sup> κεφαλαίου παρουσιάζονται αναλυτικά. (Σπάλα, 2007)

Τα περιστατικά καταγράφονται από τον αρμόδιο κλινικό ή εργαστηριακό γιατρό ή νοσηλεύτη λοιμώξεων μέσω 18 δελτίων δήλωσης λοιμωδών νοσημάτων, αποστέλλονται στις Διευθύνσεις Υγείας των Περιφερειακών Ενοτήτων και από εκεί στο Τμήμα Επιδημιολογικής Επιτήρησης του ΚΕΕΛΠΝΟ (ΚΕΕΛΠΝΟβ, χ.χ.). Το ΚΕΕΛΠΝΟ αξιολογεί την εγκυρότητα και την πληρότητα των δεδομένων, ερμηνεύει και εξάγει συμπεράσματα σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα περιστατικά τακτικά (εβδομαδιαίες, μηνιαίες, ετήσιες εκθέσεις), ενημερώνει τις εθνικές αρμόδιες υπηρεσίες υγείας, τον Π.Ο.Υ. και το European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) για τα αποτελέσματα και τα στοιχεία που έχει συγκεντρώσει, ενώ, τέλος, πραγματοποιεί αξιολόγηση του συστήματος. (Σπάλα, 2007) Τα στοιχεία που συλλέγονται από τα δελτία για κάθε περιστατικό, ποικίλουν από νόσημα σε νόσημα, καθώς τα χαρακτηριστικά τους διαφέρουν, ενώ μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- “Ονοματεπώνυμο
- Ημερομηνία γέννησης ή ηλικία
- Κατοικία
- Σύνδεση με άλλο κρούσμα
- Σχολείο κτλ ή ομαδική διαβίωση
- Ειδική πληθυσμιακή ομάδα
- Αλλοδαπή εθνικότητα
- Ημερομηνία έναρξης συμπτωμάτων
- Παράγοντες κινδύνου
- Κλινικά χαρακτηριστικά
- Εργαστηριακά ευρήματα
- Κατάταξη κρούσματος”

(Σπάλα, 2007, σσ. 4)

Από την θεωρητική ανάλυση που έχει προηγηθεί, είναι προφανές ότι τα στοιχεία αυτά αποτελούν μία ιδανική βάση δεδομένων, χωρικών και αχωρικών, για να εξεταστεί το κάθε νόσημα ξεχωριστά, αλλά και οι μεταξύ τους σχέσεις, από άποψη ταύτισης παραγόντων κινδύνου, ταύτισης διασπορών κλπ, στα πλαίσια της χωρικής επιδημιολογίας. Παράλληλα, τα στοιχεία αυτά αποτελούν και ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα, καθώς διατίθενται απευθείας από τα ατομικά δελτία, και προστατεύονται από το Ν. 2472/1997, που τα θέτει εκτός πρόσβασης για τέτοιου είδους εκπαιδευτικές εργασίες. Έτσι, τα ερωτήματα της εργασίας διαμορφώθηκαν κατάλληλα ώστε να μπορούν να απαντηθούν από τα διαθέσιμα δεδομένα. Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται αναλυτικά τα διαθέσιμα επιδημιολογικά δεδομένα. Στο επόμενο κεφάλαιο διαμορφώνεται το μεθοδολογικό πλαίσιο που θα ακολουθηθεί στην εφαρμογή και περιλαμβάνει όλες τις μεθόδους και τεχνικές της ανάλυσης και ερμηνείας των διαθέσιμων δεδομένων.





## 2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Μεθοδολογικό πλαίσιο  
χωροχρονικής ανάλυσης ασθενειών

## 2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ

Σε αυτό το στάδιο προσδιορίζεται το μεθοδολογικό πλαίσιο που θα ακολουθηθεί στην φάση της εφαρμογής. Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί το “περίγραμμα” για μία χωροχρονική ανάλυση επιδημιολογικών δεδομένων που δεν αποτελούν στοιχεία ενός δείγματος, αλλά αφορούν το σύνολο των νοσούντων ατόμων σε μία περιοχή (πραγματικός πληθυσμός νοσούντων), όπως συλλέγονται από τα εθνικά συστήματα παρακολούθησης και όχι ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα τους ως είθισται σε μία επιδημιολογική μελέτη. Παράλληλα, μέσα από αυτή τη διαδικασία ανάλυσης επιχειρείται να βρεθεί ένας αποτελεσματικός τρόπος ανάλυσης χωρικά ομαδοποιημένων δεδομένων (επιφανειακών) και όχι προσωπικών (σημειακών), καθώς πολύ συχνά η πρόσβαση στα προσωπικά ιατρικά δεδομένα είναι περιορισμένη. Η παρούσα εργασία βασίζεται σε δεδομένα για ένα σύνολο ασθενειών που χρήζουν παρακολούθησης και όχι μεμονωμένης ασθένειας.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η φάση της συσχέτιση με παράγοντες κινδύνου, η οποία οδηγεί σε συμπεράσματα αιτιακών σχέσεων μέσω της δημιουργίας ενός γεωστατιστικού μοντέλου, δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί σε αυτή την εργασία. Ο βασικός λόγος είναι ότι μελετώνται ταυτόχρονα ένα πλήθος ασθενειών, όπου κάθε μία από αυτές παρουσιάζει διαφορετικούς παράγοντες κινδύνου. Επιπλέον, όπως αναλύθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο, τα λοιμώδη νοσήματα, που αποτελούν το αντικείμενο της παρούσας μελέτης, δεν εξαρτώνται τόσο από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες κινδύνου, όσο από την εγγύτητα – χωρική και χρονική – μεταξύ των ατόμων που έχουν προσβληθεί και αυτών που βρίσκονται σε κίνδυνο. Μπορούν, βέβαια, να επηρεάζονται από κοινωνικο-οικονομικούς παράγοντες, αλλά εφ’ όσον πρόκειται για χωρικά ομαδοποιημένα δεδομένα, δεν υπάρχουν προσωπικές πληροφορίες για αυτά τα στοιχεία που συλλέγονται από τα συστήματα παρακολούθησης. Η προσέγγιση, που ακολουθείται σε αυτή τη μελέτη είναι να εντοπιστούν χωροχρονικές σχέσεις (όχι αιτιολογικές απαραίτητα) μεταξύ των ασθενειών. Έτσι, δημιουργείται ένα μοντέλο συσχέτισης και όχι αιτιολογικής ερμηνείας των χωροχρονικών επιδημιολογικών δεδομένων. Παρακάτω, αναλύεται η διαδικασία εκπόνησης αυτού του εγχειρήματος, που στόχο έχει να εξεταστούν αποτελεσματικά τα χωροχρονικά πρότυπα

Αρχικά πραγματοποιείται η ανάλυση των βασικών μεγεθών που καθορίζουν την πορεία της ανάλυσης και έπειτα καθορίζονται οι βασικές μεταβλητές και οι δευτερογενείς

μεταβλητές που αντιπροσωπεύουν τα δεδομένα. Όπως σε κάθε είδους χωρική ανάλυση, έτσι και σε αυτή, εφαρμόζονται βασικοί χωρικοί δείκτες με στόχο την ουσιαστική κατανόηση της φύσης των δεδομένων. Ακολουθεί ανάλυση χωρικής αυτοσυσχέτισης για τον εντοπισμό στατιστικά σημαντικών χωρικών προτύπων και χωρικών ομαδοποιήσεων με τους δείκτες Global και Local Moran's I. Ο παράγοντας του χρόνου, δηλαδή η διαχρονική παρουσία κρουσμάτων αλλά και η χρονική εγγύτητα στο παρόν, εισάγονται με δύο μεταβλητές. Έτσι κατασκευάζεται ένα μοντέλο χωροχρονικής αξιολόγησης της νοσηρότητας μίας περιοχής, όπου με την εφαρμογή δύο συνθετικών δεικτών αξιολόγησης επιτρέπεται η επιδημιολογική αλλά και διαχρονική σύγκριση της νοσηρότητας μεταξύ των μελετώμενων ασθενειών. Η σύγκριση αυτή πραγματοποιείται με δύο τρόπους. Πρώτον, εξετάζοντας τη συσχέτιση της χωρικής κατανομής των δεικτών μεταξύ όλων των πιθανών ζευγών ασθενειών, αλλά και αντίστροφα μελετώντας τη συσχέτιση της κατανομής της νοσηρότητας (κατανομή δεικτών για το σύνολο των ασθενειών) μεταξύ όλων των πιθανών ζευγών των χωρικών μονάδων της περιοχής μελέτης. Τέλος, μελετώνται τα ζεύγη με τις ισχυρότερες συσχετίσεις, μέσα από την εφαρμογή Hot Spot ανάλυσης για τα ζεύγη των ασθενειών και τον δείκτη Global Moran's I για τα ζεύγη των χωρικών μονάδων.

## 2.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΓΕΘΩΝ & ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το πρώτο βασικό μέγεθος που θα πρέπει να προσδιοριστεί σε τέτοιου είδους αναλύσεις είναι η περιοχή μελέτης και συγκεκριμένα ο αριθμός των χωρικών μονάδων της μελέτης, δηλαδή οι επιφάνειες που χαρακτηρίζονται από κάποια ομαδοποιημένα επιδημιολογικά δεδομένα (π.χ. νομοί, δήμοι, οικοδομικά τετράγωνα). Έτσι, οι χωρικές μονάδες συμβολίζονται ως  $i$  και ισχύει:

$$1 \leq i \leq i_n, i \in \mathbb{N}^* \quad (2.1)$$

όπου  $i_n$ , ο αριθμός των μελετώμενων χωρικών μονάδων

Εφόσον πρόκειται για χωροχρονική ανάλυση απαιτείται διαχρονική μελέτη των επιδημιολογικών φαινομένων μέσω επαναλαμβανόμενων καταγραφών ανά τακτές χρονικές περιόδους (π.χ. έτη, μήνες, εβδομάδες). Οι χρονικοί περίοδοι μελέτης συμβολίζονται ως  $t$  και για αυτές ισχύει:

$$1 \leq t \leq t_n, t \in \mathbb{N}^* \quad (2.2)$$

όπου  $t_n$ , ο αριθμός των μελετώμενων χρονικών περιόδων, τηρούμενης της χρονολογικής σειράς

Οι ασθένειες που μελετώνται είναι σαφώς περισσότερες από μία, καθώς η εργασία αυτή αναφέρεται σε πλήθος ασθενειών που παρακολουθείται συστηματικά από ένα σύστημα επιδημιολογικής επιτήρησης. Αυτές συμβολίζονται ως  $d$  και ισχύει:

$$1 \leq d \leq d_n, d \in \mathbb{N}^* \quad (2.3)$$

όπου  $d_n$ , ο αριθμός των μελετώμενων ασθενειών

Σε αυτό το σημείο, πραγματοποιείται η υπόθεση πως οι μελετώμενες ασθένειες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν βάσει συγκεκριμένων χαρακτηριστικών τους (π.χ. τρόπος μετάδοσης, παράγοντες κινδύνου) σε έναν αριθμό κατηγοριών. Οι κατηγορίες συμβολίζονται ως  $c$  και για αυτές ισχύει:

$$1 \leq c \leq c_n, c \in \mathbb{N}^* \quad (2.4)$$

όπου  $c_n$ , ο αριθμός των μελετώμενων κατηγοριών των ασθενειών

ενώ για δεδομένη κατηγορία  $c_m$  ισχύει:

$$d_a \leq d \leq d_b, \quad (2.5)$$

και

$$1 \leq d_a \leq d_b \leq d_n \quad (2.6)$$

Οι βασικές μεταβλητές της μελέτης καθορίζονται από την μέθοδο συλλογής δεδομένων του εκάστοτε συστήματος επιτήρησης. Τα συστήματα αυτά συγκεντρώνουν ως πρωτογενή δεδομένα, όλα τα καταγεγραμμένα, από το εθνικό σύστημα υγείας, κρούσματα. Στην παρούσα εργασία συμβολίζονται ως  $x_{d,t,i}$  και  $x_{c,t,i}$ , όπου:

$x_{d,t,i}$  : ο αριθμός κρουσμάτων εξαρτώμενος από την ασθένεια  $d$ , τη χρονική περίοδο  $t$  και τη χωρική μονάδα  $i$

$x_{c,t,i}$  : το σύνολο των κρουσμάτων των ασθενειών  $c$  κατηγορίας εξαρτώμενο από την κατηγορία  $c$ , τη χρονική περίοδο  $t$  και τη χωρική μονάδα  $i$

Για δεδομένη κατηγορία  $c_m$ , έτος  $t_m$ , χωρική μονάδα  $i_m$  και από τις σχέσεις 2.5 και 2.6 ισχύει:

$$x_{c_m,t_m,i_m} = \sum_{d=d_a}^{d_b} x_{d,t_m,i_m} \quad (2.7)$$

Παράλληλα, ορίζεται η διαχρονική μέση τιμή του αριθμού κρουσμάτων κατηγορίας ως εξής:

$\bar{x}_{c,i}$ : διαχρονική μέση τιμή του αριθμού κρουσμάτων εξαρτώμενη από την κατηγορία  $c$  και την χωρική μονάδα  $i$

Για δεδομένη κατηγορία  $c_m$  και χωρική μονάδα  $i_m$  ισχύει:

$$\bar{x}_{c_m,i_m} = \frac{\sum_{t=1}^{t_n} x_{c_m,t,i_m}}{t_n} \quad (2.8)$$

Απαραίτητο συμπληρωματικό στοιχείο για την επίτευξη αυτής της ανάλυσης αποτελεί ο μόνιμος πληθυσμός όλων των χωρικών μονάδων για όλες τις μελετώμενες χρονικές περιόδους. Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται οι λόγοι επιλογής του μόνιμου πληθυσμού, ως πιο αντιπροσωπευτικού εκ των απογραφόντων, για την Ελλάδα. Οι δύο μεταβλητές που αφορούν στον πληθυσμό ορίζονται ως εξής:

$P_{t,i}$  : μόνιμος πληθυσμός εξαρτώμενος από τη χρονική περίοδο  $t$  και τη χωρική μονάδα  $i$

$\bar{P}_i$  : διαχρονική μέση τιμή μόνιμου πληθυσμού χωρικής μονάδας  $i$

Για δεδομένη χωρική μονάδα  $i_m$  ισχύει:

$$\bar{P}_{i_m} = \frac{\sum_{t=1}^{t_n} P_{t,i_m}}{t_n} \quad (2.9)$$

Ως δευτερογενές δεδομένο και βασική μεταβλητή της παρούσας μελέτης, υπολογίζεται η επίπτωση της εκάστοτε ασθένειας στον πληθυσμό κάθε χωρικής μονάδας για κάθε χρονική περίοδο. Η επίπτωση  $I$  αποτελεί έναν από τους βασικότερους δείκτες στην

επιδημιολογία και χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον στις χωρικές μελέτες επιδημιολογικών φαινομένων, καθώς μπορούν να εντοπιστούν με μεγαλύτερη ευκολία περιοχές υψηλού κινδύνου (Pfeiffer et al., 2008). Η επίπτωση ορίζεται ως τα καταγεγραμμένα κρούσματα μίας ασθένειας (ή μίας ομάδας ασθενειών) προς τον συνολικό ανθρωποχρόνο, όπου ισχύει:

$I_{d,t,i}$  : επίπτωση της ασθένειας  $d$  για τη χρονική περίοδο  $t$  στον πληθυσμό της χωρικής μονάδας  $i$

$$I_{d,t,i} = \frac{x_{d,t,i}}{P_{t,i}} * 100.000 \quad (2.10)$$

$I_{c,t,i}$  : επίπτωση των ασθενειών της κατηγορίας  $c$  στον πληθυσμό της χωρικής μονάδας  $i$  για τη χρονική περίοδο  $t$

$$I_{c,t,i} = \frac{x_{c,t,i}}{P_{t,i}} * 100.000 \quad (2.11)$$

## 2.2 ΧΩΡΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Τα κυριότερα αντικείμενα της χωρικής ανάλυσης είναι ο εντοπισμός, η διερεύνηση και η ερμηνεία των γεωγραφικών χαρακτηριστικών που παρουσιάζει ένα ευρύ φάσμα κοινωνικών, οικονομικών και φυσικών φαινομένων (Φώτης, 2009). Στην πραγματικότητα, με την ποσοτική χωρική ανάλυση μπορεί να αναλυθεί οποιοδήποτε φαινόμενο που δύναται να μετρηθεί (ποσοτικοποιηθεί) υπό το πρίσμα της γεωγραφικής του υπόστασης. Ο εντοπισμός των χωρικών ανισοκατανομών των μελετώμενων φαινομένων πραγματοποιείται μέσω τις εφαρμογής χωρικών δεικτών.

Έτσι, για την ορθότερη κατανόηση των επιδημιολογικών δεδομένων χρησιμοποιούνται χωρικοί δείκτες που παράγουν νέες πληροφορίες για τα χωρικά πρότυπα των δεδομένων. Στην παρούσα μελέτη γίνεται χρήση του δείκτη διαφοροποίησης  $I_{G-M}$  και του δείκτη χωρικής συγκέντρωσης LQ, που αναλύονται παρακάτω.

### 2.2.1 ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ GIBS – MARTIN

Ο δείκτης διαφοροποίησης  $I_{G-M}$  αποτελεί ένα “χρήσιμο εργαλείο για τη σύγκριση διαχωρικών διαφορών” και δημιουργήθηκε από τους Gibs και Martin το 1962 (Φώτης, 2009, σσ. 171). Ο δείκτης  $I_{G-M}$  μελετά το κατά πόσο οι εκάστοτε παρατηρήσεις κατανέμονται ομοιόμορφα σε όλες τις κατηγορίες για κάποια χωρική μονάδα ή αν αντίθετα εμφανίζεται κατηγορική εξειδίκευση. Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$I_{G-M} = 1 - \frac{\sum x^2}{(\sum x)^2} \quad (2.12)$$

$x$ : ο αριθμός παρατηρήσεων σε κάθε κατηγορία

Οι τιμές που μπορεί να λάβει ο δείκτης κυμαίνονται από 0 έως 1. Ο δείκτης λαμβάνει την τιμή 0 εάν όλες οι παρατηρήσεις βρίσκονται μόνο σε μία από τις μελετώμενες κατηγορίες, ενώ αν κατανέμονται ομοιόμορφα σε όλες τις κατηγορίες, λαμβάνει την μέγιστη τιμή 1. Στην πραγματικότητα, η μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει ο δείκτης εξαρτάται από τον αριθμό των κατηγοριών. Αν οι κατηγορίες είναι τέσσερις, τότε ο δείκτης υποδεικνύει τη μέγιστη διαφοροποίηση με την τιμή 0,75, ενώ για δέκα κατηγορίες λαμβάνει μέγιστη τιμή την 0,9. Προτού, λοιπόν, εφαρμοστεί, θα πρέπει να υπολογιστεί η μέγιστη δυνατή τιμή του για την αποτελεσματικότερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων του. (Φώτης, 2009)

Περιοριστικός παράγοντας για την εφαρμογή του δείκτη είναι μη αποτελεσματικότητά του σε μεγάλο αριθμό κατηγοριών. Παράλληλα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο δείκτης δεν μπορεί να υποδείξει ποια είναι η κατηγορία εξειδίκευσης.

Στην παρούσα εργασία κρίνεται ήταν χρήσιμο να χρησιμοποιηθεί αυτός ο δείκτης για να εντοπιστούν εκείνες οι χωρικές μονάδες που παρουσιάζουν εξειδίκευση σε κάποια κατηγορία ασθενειών.

### 2.2.2 ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ LOCATION QUOTIENT

Ο δείκτης LQ είναι ένας χωρικός δείκτης όπου μέσω αυτού πραγματοποιείται η σύγκριση της συγκέντρωσης μίας χωρικής μονάδας με το μέσο όρο της συγκέντρωσης της ευρύτερης περιοχής μελέτης για μία συγκεκριμένη μεταβλητή. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να ποσοτικοποιηθεί ο βαθμός απόκλισης μίας χωρικής μονάδας από το μέσο όρο της ευρύτερης περιοχής. (Φώτης, 2009)

Η σχέση υπολογισμού του διαμορφώνεται ως εξής:

$$LQ = (x_i/x_j)/(\sum x_i/\sum x_j) \quad (2.13)$$

όπου:

$x_i$ : η τιμή της μεταβλητής  $i$  για τη χωρική μονάδα

$\sum x_i$ : το άθροισμα του συνόλου των τιμών της μεταβλητής  $i$  για την περιοχή μελέτης

$x_j$ : η τιμή της μεταβλητής  $j$  για τη χωρική μονάδα

$\sum x_j$ : το άθροισμα του συνόλου των τιμών της μεταβλητής  $j$  για την περιοχή μελέτης

Ο δείκτης λαμβάνει την τιμή 1 εάν η συγκέντρωση της μεταβλητής  $i$  για τη χωρική μονάδα είναι στο ίδιο επίπεδο με τη συγκέντρωση της ευρύτερης περιοχής. Για μικρότερες τιμές από 1 παρατηρούνται μικρότερες συγκεντρώσεις, ενώ για μεγαλύτερες από 1 μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από το μέσο όρο της ευρύτερης περιοχής. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι συνήθως η μεταβλητή  $j$  είναι ένα μέγεθος που προσδιορίζει τη συγκέντρωση.



Στην παρούσα μελέτη, κρίνεται σημαντικό να χρησιμοποιηθεί ο δείκτης με μεταβλητές  $i$  τον αριθμό κρουσμάτων και  $j$  τον πληθυσμό. Ουσιαστικά, πραγματοποιείται μία σύγκριση της επίπτωσης των ασθενειών στις χωρικές μονάδες σε σχέση με την αντίστοιχη της ευρύτερης περιοχής.

### 2.3 ΧΩΡΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ

Στη χωρική ανάλυση μελετάται συχνά η γεωγραφική σχέση που μπορεί να παρουσιαστεί μεταξύ γειτονικών αντικειμένων. *“Η ύπαρξη ομοιότητας ή αλληλεξάρτησης ενός αντικείμενου με τα γειτονικά του αντικείμενα στο χώρο”* ονομάζεται χωρική αυτοσυσχέτιση (Φώτης, 2009, σσ. 173). Σύμφωνα με τον πρώτο νόμο της Γεωγραφίας του Waldo Tobler, *“all places are related, but nearby places are more related than distant places”*, που περιγράφει την χωρική αυτοσυσχέτιση, γεγονός που παραβιάζει τις στατιστικές υποθέσεις ότι οι παρατηρήσεις είναι ανεξάρτητες (GISGeography.com). Η διαπίστωση αυτή καταγράφηκε πρώτη φορά από τους Cliff και Ord το 1969 ως *“Το πρόβλημα της χωρικής αυτοσυσχέτισης”*, αν και το φαινόμενο μελετήθηκε και από τον Moran (1950) ως χωρική συσχέτιση, ενώ και πριν το 1950 υπάρχουν αναφορές σε κείμενα γεωχωρικής ανάλυσης για την ευρύτερη έννοια της χωρικής εξάρτησης (Getis, 2008).

Με τα εργαλεία της χωρικής αυτοσυσχέτισης μπορεί να ελεγχθεί το κατά πόσο γειτονικά αντικείμενα στο χώρο παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές κάποιας συγκεκριμένης μεταβλητής και να ακολουθηθούν διαφορετικές προσεγγίσεις ανάλυσης των δεδομένων από την κλασσική στατιστική ανάλυση. Στην παραπάνω περίπτωση, θεωρείται ότι παρουσιάζεται θετική χωρική αυτοσυσχέτιση, ενώ αρνητική παρατηρείται σε περιπτώσεις όπου γειτνιάζοντα στοιχεία παρουσιάζουν ανόμοιες τιμές. Έτσι, αξιολογείται ουσιαστικά η ύπαρξη συσχέτισης μίας μεταβλητής με τη γεωγραφική θέση που έχει το αντικείμενο που λαμβάνει τις τιμές της.

Σαφώς, είναι απαραίτητο οι παρατηρήσεις να αναφέρονται σε κάποια περιοχή (επιφάνεια) στο χώρο για να αποκτήσει νόημα η έννοια της γειτνίασης. Για να καθοριστεί το τι σημαίνει *“κοντά”* και *“μακριά”*, δηλαδή να προσδιοριστεί τι σημαίνει γειτνίαση και εγγύτητα, θα πρέπει να κατασκευαστεί αρχικά μία μήτρα χωρικών σταθμίσεων ή βαρών που δέχεται τα βάρη των αποστάσεων όλων των δυνατών ζευγών αντικειμένων. Αν τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί βρίσκονται σε  $n$  τοποθεσίες, τότε κατασκευάζεται μήτρα

μεγέθους  $n \times n$  με μηδενικά βάρη στην κύρια διαγώνιο (Smith, χ.χ.). Αν ένα αντικείμενο ανήκει σε μία ομάδα αντικειμένων με κοινά χαρακτηριστικά τότε το βάρος που λαμβάνουν τα ζεύγη αυτών των αντικειμένων είναι 1, ενώ στα υπόλοιπα είναι 0. Ο υπολογισμός των βαρών γίνεται με διαφορετικούς τρόπους και εξαρτάται από τη φύση των δεδομένων με στόχο την ορθή ερμηνεία χωρικών σχέσεων. Έτσι, μπορεί τα βάρη των ζευγών να είναι σταθερά για όλα τα ζεύγη, να είναι σταθερά για παρατηρήσεις εντός συγκεκριμένης εμβέλειας, οι  $k$  πλησιέστεροι γείτονες να λαμβάνουν συγκεκριμένα βάρη και οι υπόλοιποι μηδενικά, να είναι ανάλογα με την αντίστροφη απόσταση κλπ. (Φώτης, 2009; Getis, 2008)

Για να εντοπιστεί η ύπαρξη χωρικής αυτοσυσχέτισης για κάποια μεταβλητή στο χώρο, χρησιμοποιούνται οι ανάλογοι δείκτες. Για να εντοπιστούν χωρικά αυτοσυσχετιζόμενα γενικά πρότυπα χρησιμοποιούνται οι γενικοί δείκτες (global statistics) με πιο διαδεδομένους τους Moran's I, Geary's c και Getis - Ord General G, ενώ για να εντοπιστούν οι χωρικές ομάδες κοινών χαρακτηριστικών χρησιμοποιούνται οι τοπικοί δείκτες (local indicators), όπως οι Local Moran's I, Local Geary's c και Getis - Ord  $G_i^*$ . (Getis, 2008; Φώτης, 2009)

### 2.3.1 ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ GLOBAL MORAN'S I

Για να εντοπιστεί αν μια μεταβλητή κατανέμεται τυχαία στο χώρο ή παρουσιάζει κάποιο χωρικό πρότυπο ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία για τον δείκτη Global Moran's I. Αρχικά επιλέγεται ο μέγιστος αριθμός των πιθανών ζευγών παρατηρήσεων που θα θεωρούνται γείτονες.

Έπειτα δημιουργείται η μήτρα  $n \times n$  που θα λάβει τιμές 0 ή 1 ανάλογα με τον μέγιστο αριθμό γειτνιάσεων και τον τρόπο υπολογισμού τους. Έτσι για τρεις χωρικές μονάδες  $i, j, k$ , που φαίνονται παρακάτω, θα έχουμε ένα πίνακα βαρών  $3 \times 3$ , που περιγράφεται από τη σχέση 2.14, εάν θεωρήσουμε, για παράδειγμα, ότι γείτονες αποτελούν τα αντικείμενα που έχουν κοινό σύνορο: (Smith, χ.χ.)

$i$	$j$	$k$
-----	-----	-----

$$w_{ijk} = \begin{bmatrix} 0 & w_{ij} & w_{ik} \\ w_{ji} & 0 & w_{jk} \\ w_{ki} & w_{kj} & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

Ακολουθεί ο τύπος υπολογισμού του δείκτη:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.15)$$

όπου:

$I$ : η τιμή του δείκτη Global Moran's  $I$

$n$ : ο συνολικός αριθμός των χωρικών μονάδων της περιοχής μελέτης

$w_{ij}$ : το βάρος από τον πίνακα βαρών που αντιστοιχεί στο ζεύγος  $i, j$

$x_i, x_j$ : η τιμή της μεταβλητής  $x$  στη χωρική μονάδα  $i$  και  $j$  αντίστοιχα

$\bar{x}$ : η μέση τιμή της μεταβλητής  $x$

Επόμενο βήμα είναι να υπολογιστεί η αναμενόμενη τιμή του δείκτη που τείνει στο μηδέν όσο αυξάνει ο αριθμός των χωρικών μονάδων. Η αναμενόμενη τιμή περιγράφεται από τη σχέση:

$$E(I) = -[1/(n-1)] \quad (2.16)$$

Συγκρίνοντας τον αναμενόμενο δείκτη με τον υπολογισμένο δείκτη  $I$  προκύπτει το συμπέρασμα ότι:

Αν  $I = E(I)$ , τότε οι τιμές των παρατηρήσεων παρουσιάζουν τυχαία κατανομή.

Αν  $I > E(I)$ , τότε υπάρχει θετική χωρική αυτοσυσχέτιση μεταξύ των τιμών των παρατηρήσεων.

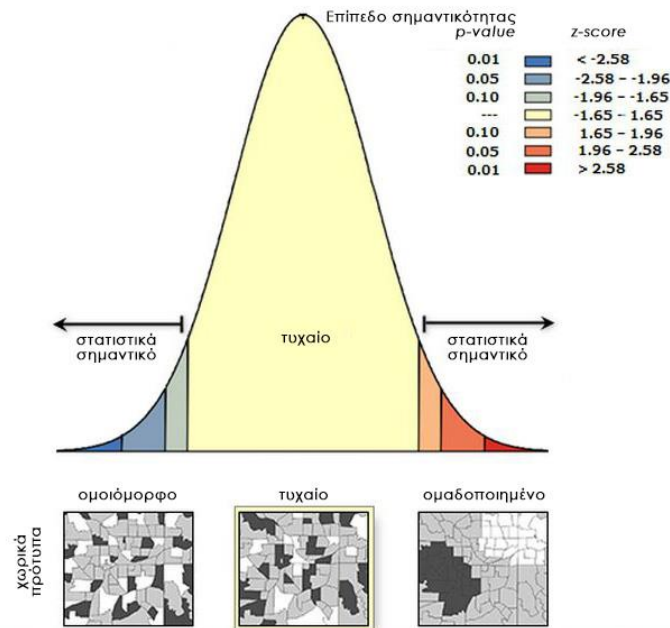
Αν  $I < E(I)$ , τότε υπάρχει αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση μεταξύ των τιμών των παρατηρήσεων.

Στο επόμενο πραγματοποιείται ο έλεγχος της στατιστικής σημαντικότητας του αποτελέσματος. Στους στατιστικούς ελέγχους υποθέσεων διατυπώνεται η μηδενική

υπόθεση  $H_0$  (null hypothesis), που αποτελεί την υπόθεση που τίθεται υπό αμφισβήτηση και εξετάζεται αν τα δεδομένα συνηγορούν προς την απόρριψή της έναντι της εναλλακτικής υπόθεσης  $H_1$  (alternative hypothesis). Στην χωρική αυτοσυσχέτιση ως μηδενική υπόθεση τίθεται η υπόθεση ότι οι παρατηρήσεις κατανέμονται τυχαία στο χώρο και δεν εμφανίζονται αλληλεξαρτήσεις (CSR: Complete Spatial Randomness hypothesis). Ζητούμενο της εφαρμογής το δείκτη Global Moran's I είναι να εντοπίσει μία μη κανονική (τυχαία) κατανομή στο χώρο (εναλλακτική  $H_1$ ), που θα υποδεικνύει χωρικές σχέσεις και εξαρτήσεις που θα οδηγούν με την σειρά τους στην ερμηνεία της μεταβλητής μέσω άλλων χωρικών μεταβλητών. Είναι, λοιπόν, επιθυμητό να απορριφθεί η υπόθεση της χωρικής τυχαιότητας στην κατανομή παρατηρήσεων  $H_0$ . (Παπαδόπουλος, χ.χ; Smith, χ.χ)

Για να ελεγχθεί αν είναι δυνατή η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης πραγματοποιείται η κανονικοποίηση της τιμής του δείκτη Global Moran's I με την τιμή  $z - score$ . Η τιμή  $z - score$  αντιπροσωπεύει τη διαφορά του υπολογισμένου δείκτη με τον αναμενόμενο δείκτη, σταθμιζόμενο ως προς το στατιστικό σφάλμα που προκύπτει. Αυτή η τιμή είναι ενδεικτική της τυποποιημένης συνάρτησης συχνοτήτων της κανονικής κατανομής. Σε αυτή τη φάση προκαθορίζεται το επιθυμητό επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας  $\alpha$  ή  $p - value$ , που ορίζει την περιοχή απόρριψης. Παρακάτω, στο διάγραμμα 2.1, παρουσιάζονται τα πιθανά  $z - score$  και τα αντίστοιχα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης.

Για παράδειγμα, αν το  $z - score$  που προκύπτει για μία χωρική μεταβλητή, λαμβάνει τιμή  $> 2,58$ , τότε μπορεί να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση, να θεωρηθεί ότι οι παρατηρήσεις της μεταβλητής παρουσιάζουν θετική χωρική αυτοσυσχέτιση και, συνεπώς, χωρικά ομαδοποιημένο πρότυπο με βεβαιότητα 99% ή επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1%. Αντίθετα, αν το  $z - score$  λαμβάνει τιμή  $< - 1,65$ , ανάλογα με το επίπεδο σημαντικότητας, απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και το χωρικό πρότυπο θεωρείται στατιστικά σημαντικά ομοιόμορφο. Τέλος, αν το  $z - score$  που προκύπτει, δεν βρίσκεται στην περιοχή απόρριψης, τότε δεν μπορεί να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση και η κατανομή των τιμών των παρατηρήσεων στο χώρο μπορεί να θεωρηθεί τυχαία και, συνεπώς, δεν παρατηρείται κάποιο στατιστικά σημαντικό χωρικό πρότυπο. (Φώτης, 2009; Παπαδόπουλος, χ.χ; Smith, χ.χ)

**Διάγραμμα 2.1:** Στατιστικός έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης  $H_0$ 

Πηγή: αναφορά αποτελεσμάτων από την εφαρμογή ArcMap

### 2.3.2 ΤΟΠΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ LOCAL MORAN'S I ΚΑΙ GETIS & ORD $G_i^*$

Τη δεκαετία του 1990, η έννοια της χωρικής αυτοσυσχέτισης επεκτάθηκε και μελετήθηκε σε τοπικό επίπεδο (Getis, 2008). Έτσι δημιουργήθηκαν οι τοπικοί δείκτες που επικεντρώνουν την μελέτη αυτοσυσχέτισης σε συγκεκριμένες παρατηρήσεις και εξετάζουν τοπικά το φαινόμενο.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιούνται οι δείκτες Local Moran's I και Getis – Ord  $G_i^*$ . Με τον πρώτο δείκτη πραγματοποιείται η ανάλυση για τον εντοπισμό cluster και outliers, δηλαδή τον χωρικών ομάδων με υψηλές ή χαμηλές τιμές μίας μεταβλητής αλλά και χωρικών μονάδων έντονη διαφοροποίηση από τις γειτονικές (χωρικά ακραίες τιμές). Με τον δεύτερο δείκτη πραγματοποιείται η hot spot ανάλυση και εντοπίζονται θερμά σημεία (hot spots) και ψυχρά σημεία (cold spots), χωρικές ομάδες με υψηλές τιμές τις μελετώμενης μεταβλητής και αντίστοιχα ομάδες με χαμηλές τιμές.

Η διαδικασία μελέτης της τοπικής χωρικής αυτοσυσχέτισης είναι παρόμοια με την μελέτη του γενικού δείκτη με την διαφορά να εντοπίζεται στο σημείο υπολογισμού του δείκτη, καθώς σε αυτή την προσέγγιση υπολογίζεται μία τιμή του δείκτη για κάθε χωρική μονάδα και στη συνέχεια παράγονται οι αντίστοιχες τιμές  $z - score$  για κάθε χωρική μονάδα όπου πραγματοποιείται έλεγχος υπόθεσης για κάθε μία από αυτές. Έτσι διαφοροποιείται και η ερμηνεία των τιμών  $z - score$ .

Για τον δείκτη Local Moran's I ακολουθούνται τα βήματα του γενικού δείκτη μέχρι και τον υπολογισμό των βαρών των ζευγών και στη συνέχεια υπολογίζεται ο δείκτης, για κάθε χωρική μονάδα, με τη σχέση:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})n \sum_{j=1}^n w_{ij}(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.17)$$

Έπειτα, ακολουθείται η διαδικασία ελέγχου υπόθεσης για κάθε  $I_i$  και προκύπτουν τα αντίστοιχα  $z - score$  για κάθε χωρική μονάδα. Με αυτόν τον έλεγχο μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα αν η ομοιότητα (ή η ανομοιότητα) της τιμής μίας χωρικής μονάδας με τις γειτονικές της είναι μεγαλύτερη από την αναμενόμενη σε μία τυχαία κατανομή.

Τα αποτελέσματα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν, βάσει των  $z - score$ , σε τέσσερις κατηγορίες. Αν μία χωρική μονάδα λαμβάνει υψηλά θετική τιμή  $z - score$ , τότε θεωρείται ότι υπάρχει θετική χωρική αυτοσυσχέτιση, δηλαδή υπάρχει ομοιότητα των τιμών μεταξύ της χωρικής μονάδας και των γειτόνων της. Στην περίπτωση αυτή, αν η τιμή της μελετώμενης μεταβλητής  $x_i$  είναι υψηλή, τότε και οι γειτονικές τιμές είναι υψηλές. Επομένως, η χωρική μονάδα χαρακτηρίζεται ως high-high (υψηλή τιμή με υψηλές γειτονικές τιμές) και αποτελεί τμήμα μίας χωρικής ομάδας με υψηλές τιμές (high-high cluster ή H-H cluster). Στην ίδια περίπτωση υψηλά θετικής τιμής  $z - score$ , αν η τιμή της μελετώμενης μεταβλητής  $x_i$  είναι χαμηλή, τότε και οι γειτονικές τιμές είναι χαμηλές. Επομένως, η χωρική μονάδα χαρακτηρίζεται ως low-low (χαμηλή τιμή με χαμηλές γειτονικές τιμές) και αποτελεί τμήμα μίας χωρικής ομάδας με χαμηλές τιμές (low-low cluster ή L-L cluster).

Αντίθετα, αν μία χωρική μονάδα λαμβάνει χαμηλά αρνητική τιμή  $z - score$ , τότε θεωρείται ότι υπάρχει αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση, δηλαδή υπάρχει ανομοιότητα των τιμών μεταξύ της χωρικής μονάδας και των γειτόνων της. Στην περίπτωση αυτή, αν η τιμή της μελετώμενης μεταβλητής  $x_i$  είναι υψηλή, τότε οι γειτονικές τιμές είναι χαμηλές. Επομένως, η χωρική μονάδα χαρακτηρίζεται ως high-low outlier (χωρικά ακραία τιμή: υψηλή τιμή με χαμηλές γειτονικές τιμές). Τέλος, στην ίδια περίπτωση χαμηλά αρνητικής τιμής  $z - score$ , αν η τιμή της μελετώμενης μεταβλητής  $x_i$  είναι χαμηλή, τότε οι γειτονικές τιμές είναι υψηλές. Επομένως, η χωρική μονάδα χαρακτηρίζεται ως low-high outlier (χωρικά ακραία τιμή: χαμηλή τιμή με υψηλές γειτονικές τιμές). Όλες οι υπόλοιπες τιμές  $z - score$ , οδηγούν στη μη απόρριψη τις

μηδενικής υπόθεσης και ,συνεπώς, αυτές οι τιμές της μελετώμενης μεταβλητής θεωρούνται ότι κατανέμονται τυχαία στο χώρο.

Η διαδικασία υπολογισμού του τοπικού δείκτη Getis – Ord  $G_i^*$  περιγράφεται αναλυτικά στο άρθρο των Getis και Ord (1995) “*Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application*”.

Η πρώτη διαφορά με τον δείκτη Local Moran’s  $I$  είναι ότι σε αυτή την περίπτωση συνυπολογίζεται και το βάρος της εκάστοτε χωρικής μονάδας με τον εαυτό της, δηλαδή ισχύει  $w_{ii} \neq 0$ . Έτσι, ο πίνακας βαρών του παραδείγματος των τριών χωρικών μονάδων  $i, j, k$ , που περιγράφεται από τη σχέση 2.14, για τον δείκτη  $G_i^*$  διαμορφώνεται ως εξής:

$$w_{ijk} = \begin{bmatrix} w_{ii} & w_{ij} & w_{ik} \\ w_{ji} & w_{jj} & w_{jk} \\ w_{ki} & w_{kj} & w_{kk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.18)$$

Ο τύπος υπολογισμού του δείκτη  $G_i^*$  είναι ο εξής:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j - \bar{x} \sum_{j=1}^n w_{ij}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{ij}^2 - \left( \sum_{j=1}^n w_{ij} \right)^2}{n-1}}} \quad (2.19)$$

όπου:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{x})^2} \quad (2.20)$$

Επόμενη διαφορά παρατηρείται στο γεγονός ότι ο δείκτης  $G_i^*$ , αποτελεί μόνος του  $z - score$ , αφού εντάσσεται στον τύπο υπολογισμού του και η κανονικοποίησή του. Έτσι, δεν απαιτούνται επιπλέον βήματα υπολογισμού. Το αποτέλεσμα του δείκτη αξιολογείται βάσει της στατιστικής σημαντικότητας της τιμής του, όπου και χαρακτηρίζει τις χωρικές μονάδες σε θερμά σημεία ( $z - score > 1,65$ ) με ανάλογη στατιστική σημαντικότητα και αντίστοιχα ψυχρά σημεία ( $z - score < -1,65$ ).

### 2.3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΣΕ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ο έλεγχος ύπαρξης χωρικής αυτοσυσχέτισης σε επιδημιολογικά δεδομένα αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την μελέτη και τον εντοπισμό χωρικών σχέσεων με άλλους κοινωνικο-οικονομικούς παράγοντες που μπορεί λαμβάνουν χώρα σε μία περιοχή. Δηλαδή, είναι πολύ πιθανό να υπάρχουν αιτιακές σχέσεις που να διαμορφώνουν τη νοσηρότητα του πληθυσμού μίας περιοχής.

Η επίπτωση της εκάστοτε ασθένειας ή κατηγορίας στον πληθυσμό μίας χωρικής μονάδας αποτελεί μία σταθμισμένη μεταβλητή που έχει νόημα να μελετηθεί η ύπαρξη χωρικής αυτοσυσχέτισης. Αντίθετα, ο αριθμός κρουσμάτων είναι μεταβλητή που μπορεί να παραποιεί τις χωρικές σχέσεις, καθώς δεν συνυπολογίζεται σε αυτή ότι ο μόνιμος πληθυσμός δεν αποτελεί σταθερό μέγεθος από χωρική μονάδα σε χωρική μονάδα.

Επιλέγεται να εξεταστεί η χωρική αυτοσυσχέτιση με τους δείκτες Global και Local Moran's I για τη μεταβλητή της επίπτωσης των κατηγοριών και για τις περισσότερες χωρικά ομαδοποιημένες κατηγορίες, να μελετηθούν με τον ίδιο τρόπο οι ασθένειες. Η παραπάνω ιεραρχική δομή οδηγεί σε αποτελέσματα πολύ πιο σύντομα από ότι θα γινόταν σε περίπτωση εξέτασης κάθε ασθένειας και για κάθε χρονική περίοδο ξεχωριστά. Αυτό προϋποθέτει την εξ' αρχής κατηγοριοποίηση των ασθενειών με τέτοιο τρόπο ώστε οι κατηγορίες να αντανακλούν και τις κατανομές των νοσημάτων που περιλαμβάνονται σε αυτές. Έτσι, θα αποφευχθεί πιθανός αποκλεισμός ασθένειας που να παρουσιάζει χαρακτηριστικά που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

### 2.4 ΜΟΝΤΕΛΟ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ

Η παραπάνω ανάλυση μπορεί να προσφέρει σημαντικά αποτελέσματα αλλά δεν συνυπολογίζεται η επίδραση που μπορεί να έχει η διαχρονικότητα της ύπαρξης ασθενειών στον πληθυσμό. Δηλαδή, μπορεί μία ασθένεια να παρουσιάσει μία χρονική περίοδο μεγάλη ένταση, αλλά σε βάθος χρόνου να μην εμφανιστεί ξανά. Σαφώς, αυτή η ασθένεια θα πρέπει να αξιολογηθεί ως λιγότερο “επικίνδυνη” για τον πληθυσμό σε σχέση με κάποια που παρουσιάζει διαχρονικά μεγάλη επίπτωση στον πληθυσμό. Η διαφορά των δύο παραπάνω παραδειγμάτων μπορεί να οδηγήσει σε δύο τελείως διαφορετικά πρωτόκολλα υγειονομικής αντιμετώπισής τους και διαδικασίες σχεδιασμού. Ένας ακόμη παράγοντας που δεν μελετάται παραπάνω, είναι και χρονική εγγύτητα στο σήμερα.



Δηλαδή, πόσο πρόσφατες μπορεί να είναι οι εξάρσεις μίας ασθένειας. Αν είναι πολύ πρόσφατες, για παράδειγμα, μπορεί και σήμερα να συνεχίζεται η εξέλιξη της έξαρσης.

Τα χρονικά ζητήματα που εγείρονται είναι δύσκολο να απαντηθούν στο πλαίσιο της ανάλυσης της μεταβλητής της επίπτωσης, γιατί ο παράγοντας του χρόνου αντιμετωπίζεται σαν κάτι στατικό, δηλαδή σαν στιγμιοτύπο, ενώ στην πραγματικότητα είναι συνεχής, όπως και ο χώρος. Ακόμη, τίθεται το ζήτημα της ολοκληρωμένης διερεύνησης των ασθενειών, καθώς η κατηγοριοποίηση μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτική όλων των χαρακτηριστικών των ασθενειών εντός μίας κατηγορίας.

Για να απαντηθούν πιο ολοκληρωμένα τα παραπάνω ερωτήματα, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο χωροχρονικής αξιολόγησης της νοσηρότητας των ασθενειών, που όχι μόνο ενισχύει την επιτήρηση των ασθενειών σε βάθος χρόνου, αλλά παράλληλα επιτρέπει και τη σύγκριση χωρική και χρονική σύγκριση μεταξύ των ασθενειών, καθώς υπάρχουν ασθένειες που πλήττουν συγκεκριμένες ομάδες του πληθυσμού και συχνά συνυπάρχουν. Παράλληλα, με το μοντέλο αυτό επιτρέπεται η σύγκριση των χωρικών μονάδων όσον αφορά την κατανομή της νοσηρότητας στις διάφορες ασθένειες.

#### 2.4.1 ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ

Αρχικά, θα πρέπει να δημιουργηθούν οι κατάλληλοι συνθετικοί δείκτες αξιολόγησης της νοσηρότητας που να συγκεράζουν αποτελεσματικά τους δύο χρονικούς παράγοντες της διαχρονικότητας και της χρονικής εγγύτητας μιας ασθένειας και παράλληλα να συνυπολογίζεται και η επιδημιολογική μεταβλητή της επίπτωσης.

##### 2.4.1.1 ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Έτσι, οι μεταβλητές του μοντέλου χωροχρονικής αξιολόγησης νοσηρότητας ορίζονται ως εξής:

- Μέση επίπτωση ασθένειας

Περιγράφει την μέση επίπτωση μίας ασθένειας για το σύνολο της μελετώμενης χρονικής περιόδου. Για δεδομένη ασθένεια  $d_m$  και χωρική μονάδα  $i_m$ , η μέση επίπτωση υπολογίζεται ακολούθως:

$$\bar{I}_{d_m, i_m} = \frac{\sum_{t=1}^{t_n} I_{d_m, t, i_m}}{t_n} \quad (2.21)$$

○ Διαχρονικότητα ασθένειας

Ο λόγος  $\lambda_{d,i}$  περιγράφει την διαχρονική παρουσία ή απουσία κρουσμάτων, καθώς και των ενδιάμεσων καταστάσεων για κάθε ασθένεια και χωρική μονάδα. Για ασθένεια  $d$  και χωρική μονάδα  $i$ , ισχύει:

$$\lambda_{d,i} = \begin{cases} 0 & , \bar{I}_{d,i} = 0 \\ \frac{\bar{I}_{d,i}}{\bar{I}'_{d,i}} & , \bar{I}_{d,i} \neq 0 \end{cases} \quad (2.22)$$

Όπου:

$\bar{I}'_{d,i}$ : η μέση επίπτωση χωρικής μονάδας  $i$  για ασθένεια  $d$  μόνο για τις χρονικές περιόδους που ισχύει  $\chi_{d,t,i} \neq 0$

Δηλαδή, θέτουμε την τιμή 0 στο λόγο  $\lambda$ , εάν δεν υπάρχουν καθόλου κρούσματα στη μελετώμενη χωρική μονάδα για το σύνολο της περιόδου, εφ' όσον ο λόγος δεν ορίζεται.

Αλλιώς, αν  $0 < \lambda_{d,i} < 0,5$ , τότε οι περίοδοι χωρίς κρούσματα είναι συχνότεροι από τις περιόδους με κρούσματα.

Αν  $\lambda_{d,i} = 0,5$ , τότε οι περίοδοι με κρούσματα είναι ίσοι σε αριθμό με τις περιόδους χωρίς κρούσματα για  $t_n = 2k$ , όπου  $k \in \mathbb{N}^*$  (άρτιος αριθμός μελετώμενων χρονικών περιόδων)

Αν  $0,5 < \lambda_{d,i} < 1$ , τότε οι περίοδοι με κρούσματα είναι συχνότεροι από τις περιόδους χωρίς κρούσματα.

Αν  $\lambda_{d,i} = 1$ , τότε έχουμε παρουσία κρουσμάτων σε κάθε χρονική περίοδο.

Ο παραπάνω λόγος μπορεί να λάβει εξίσου τον μέσο αριθμό κρουσμάτων  $\bar{x}_{d,i}$  στη θέση της μέσης επίπτωσης  $\bar{I}_{d,i}$  και παράλληλα να υπολογιστεί και ο μέσος αριθμός κρουσμάτων μόνο για τις περιόδους με παρουσία κρουσμάτων  $\bar{x}'_{d,i}$  κατ' αντιστοιχία με την επίπτωση  $\bar{I}'_{d,i}$ .

- Χρονικός μέσος

Στην παρούσα μεταβλητή επιλέγεται να εξεταστεί η χρονική εντόπιση – συγκέντρωση των κρουσμάτων μίας ασθένειας εντός της συνολική περιόδου μελέτης. Όπως κατά τη διαδικασία μίας στατιστικής ανάλυσης υπολογίζονται τα μέτρα θέσης, κατ' αντιστοιχία υπολογίζεται μια εκτιμήτρια τιμή για την χρονική εμφάνιση των κρουσμάτων μιας ασθένειας. Χρησιμοποιείται, λοιπόν, ο αριθμός των κρουσμάτων ως βάρος για να σταθμιστεί το αποτέλεσμα σύμφωνα με την ετήσια παρουσία κρουσμάτων. Για δεδομένη ασθένεια  $d_m$  και χωρική μονάδα  $i_m$ , ο χρονικός μέσος υπολογίζεται ακολούθως:

$$\bar{t}_{d_m, i_m} = \begin{cases} 0 & , \sum_{t=1}^{t_n} x_{d_m, t, i_m} = 0 \\ \frac{\sum_{t=1}^{t_n} t x_{d_m, t, i_m}}{\sum_{t=1}^{t_n} x_{d_m, t, i_m}} & , \sum_{t=1}^{t_n} x_{d_m, t, i_m} \neq 0 \end{cases} \quad (2.23)$$

Όπου,

$t$ : θέση της εκάστοτε χρονικής περιόδου, όπου ισχύει  $1 \leq t \leq t_n$

$x_{d_m, t, i_m}$ : αριθμός κρουσμάτων για χρονική περίοδο  $t$

#### 2.4.1.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ο δείκτης που δημιουργείται, αποτελεί ένα μέσο χωροχρονικής ποσοτικοποίησης της νοσηρότητας των μελετώμενων ασθενειών στο επίπεδο της χωρικής μονάδας μελέτης. Πριν κατασκευαστεί, θα πρέπει οι τιμές που λαμβάνουν οι μεταβλητές να είναι συγκρίσιμες ώστε να μπορούν να συνδυαστούν. Επιλέγεται η αναγωγή όλων των τιμών των μεταβλητών στην κλίμακα 0 - 10. Με αυτό τον τρόπο, οι μεταβλητές μετατρέπονται σε μία βαθμολογία. Δηλαδή, η κάθε χωρική μονάδα λαμβάνει μία βαθμολογία για κάθε ασθένεια βάσει της απόδοσής της στην επίπτωση της ασθένειας στον πληθυσμό της, στην διαχρονικότητα της παρουσίας των κρουσμάτων και στην χρονική εγγύτητα με το σήμερα, που ποσοτικοποιούνται από τις παραπάνω μεταβλητές.

Σε αυτό το σημείο, τίθεται το ζήτημα ποιο ερώτημα θα απαντηθεί με την κατασκευή ενός τέτοιου δείκτη. Στην παρούσα εργασία εγείρονται δύο ερωτήματα. Το πρώτο έχει να κάνει με την ανάδειξη της ασθένειας (εκ του συνόλου των μελετώμενων ασθενειών) που συγκεντρώνει όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Δηλαδή, αναζητούνται οι ασθένειες οι οποίες εμφανίζονται και στο χώρο αλλά και στο χρόνο, τη

μέγιστη νοσηρότητα. Το δεύτερο ερώτημα που τίθεται αφορά τον εντοπισμό εκείνων των χωρικών μονάδων που συγκεντρώνουν αυτά τα χαρακτηριστικά για κάθε ασθένεια. Το πρώτο ερώτημα επιλέγεται να απαντηθεί με τη δημιουργία του αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη χωροχρονικής αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_R$  (Morbidity Index: relative). Για το δεύτερο ερώτημα δημιουργείται ο σχετικός δείκτης χωροχρονικής αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_{A-R}$  (Morbidity Index: auto-related). Παρακάτω, παρουσιάζεται η διαδικασία αναγωγής για κάθε μεταβλητή και η διαμόρφωση των τελικών δεικτών.

- Μέση επίπτωση ασθένειας

Η μέση επίπτωση της ασθένειας ανάγεται στη βαθμολογική κλίμακα με δύο τρόπους. Αυτή η μεταβλητή διαφοροποιεί το αποτέλεσμα από τον ένα δείκτη στον άλλο. Εφόσον η μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει η μέση επίπτωση  $\bar{I}_{d,i}$  δεν μπορεί να προβλεφθεί, η μεταβλητή προσαρμόζεται στην κλίμακα ως εξής:

Για τον σχετικό δείκτη  $MI_R$ , ισχύει:

$$\bar{I}_{scaled,R} = \frac{\bar{I}_{d,i} - \bar{I}_{MIN}}{\bar{I}_{MAX}} \quad (2.24)$$

Όπου,

$\bar{I}_{d,i}$ : η μέση επίπτωση για ασθένεια  $d$  και χωρική μονάδα  $i$

$\bar{I}_{MIN}$ : η μικρότερη τιμή της μεταβλητής της μέσης επίπτωσης

$\bar{I}_{MAX}$ : η μεγαλύτερη τιμή της μεταβλητής της μέσης επίπτωσης

Για το δείκτη  $MI_R$ , η βαθμολογία 10 στη μεταβλητή αυτή θα ληφθεί από εκείνη τη χωρική μονάδα που για συγκεκριμένη ασθένεια εμφάνισε τη μεγαλύτερη μέση επίπτωση σε σύγκριση με τις τιμές όλων των μελετώμενων ασθενειών ανά χωρική μονάδα, δηλαδή εντοπίζεται η πιο “επικίνδυνη” ασθένεια που εμφανίστηκε τη μελετώμενη περίοδο σε μία χωρική μονάδα. Οι υπόλοιπες βαθμολογίες θα είναι χαμηλότερες από την τιμή 10, εκτός αν εμφανίζεται ξανά η ίδια τιμή μέσης επίπτωσης.

Για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη  $MI_{A-R}$ , ισχύει:

$$\bar{I}_{scaled,A-R} = \frac{\bar{I}_{d,i} - \bar{I}_{min}}{\bar{I}_{max}} \quad (2.25)$$

Όπου,

$\bar{I}_{d,i}$ : η μέση επίπτωση για ασθένεια  $d$  και χωρική μονάδα  $i$

$\bar{I}_{min}$ : η μικρότερη μέση επίπτωση για ασθένεια  $d$

$\bar{I}_{max}$ : η μεγαλύτερη μέση επίπτωση για ασθένεια  $d$

Για το δείκτη  $MI_{A-R}$ , η βαθμολογία 10 λαμβάνεται από τη χωρική μονάδα με την μεγαλύτερη μέση επίπτωση  $\bar{I}_{d,i}$  για τη συγκεκριμένη ασθένεια. Εντοπίζεται, δηλαδή, για κάθε ασθένεια εκείνη η χωρική μονάδα που εμφανίζει τη μεγαλύτερη μέση επίπτωση στον πληθυσμό. Έτσι σε αυτή την αναγωγή, η μεταβλητή της μέσης επίπτωσης λαμβάνει τη βαθμολογία 10 τουλάχιστον  $d_n$  φορές, όσες και οι μελετώμενες ασθένειες. Σε περίπτωση εμφάνισης της  $\bar{I}_{max}$  παραπάνω από μία φορές, η βαθμολογία αυτή θα εμφανιστεί περισσότερο από  $d_n$  φορές. Με αυτόν τον τρόπο, εντοπίζονται εκείνες οι χωρικές μονάδες με την υψηλότερη επίπτωση στον πληθυσμό τους για κάθε ασθένεια.

- Διαχρονικότητα ασθενειας

Η αναγωγή στην κλίμακα 0-10 για τον λόγο  $\lambda_{d,i}$  είναι πολύ πιο απλή. Εφόσον η μεταβλητή αυτή λαμβάνει τιμές από 0-1, ισχύει:

$$\lambda_{scaled} = 10 \lambda_{d,i} \quad (2.26)$$

Κατ' αντιστοιχία με τη μεταβλητή  $\lambda_{d,i}$ , η βαθμολογία 10 λαμβάνεται για την εκάστοτε ασθένεια από εκείνες τις χωρικές μονάδες που παρουσίασαν κρούσματα σε κάθε μελετώμενη χρονική περίοδο.

- Χρονικός Μέσος

Για αυτή τη μεταβλητή πραγματοποιείται η αναγωγή ως εξής:

$$\bar{t}_{scaled} = 10 \frac{\bar{t}_{d,i}}{t_n} \quad (2.27)$$

όπου,

$t_n$ : ο αριθμός των μελετώμενων χρονικών περιόδων

Σε αυτή την περίπτωση, η μεγαλύτερη βαθμολογία λαμβάνεται από τη χωρική μονάδα για την εκάστοτε ασθένεια, όπου τα κρούσματα συγκεντρώνονται κοντινότερα στο σήμερα. Δηλαδή, υπάρχει αυξημένη επικινδυνότητα συνέχισης του επιδημιολογικού φαινομένου.

#### 2.4.1.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΕΛΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Οι δύο δείκτες διαμορφώνονται ως εξής:

Για τον σχετικό δείκτη  $MI_R$  για κάθε ασθένεια και χωρική μονάδα, ισχύει:

$$MI_R = \bar{I}_{scaled,R} + \lambda_{scaled} + \bar{t}_{scaled} \quad (2.28)$$

Για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη  $MI_{A-R}$  για κάθε ασθένεια και χωρική μονάδα, ισχύει:

$$MI_{A-R} = \bar{I}_{scaled,A-R} + \lambda_{scaled} + \bar{t}_{scaled} \quad (2.29)$$

Οι τιμές που μπορεί να λάβει ο κάθε δείκτης κυμαίνονται μεταξύ 0 και 30. Ο υπολογισμός των δεικτών παράγει δύο δισδιάστατους πίνακες διαστάσεων  $d_n \times i_n$ , όπου αποτελούν τα πρώτα αποτελέσματα του μοντέλου και τη βάση για την σύγκριση και αξιολόγηση των ασθενειών και των χωρικών μονάδων.

#### 2.4.2 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ

Στο επόμενο στάδιο επιχειρείται ο εντοπισμός συσχετίσεων των αποτελεσμάτων των δεικτών  $MI_R$  και  $MI_{A-R}$ . Οι δείκτες αξιολόγησης νοσηρότητας, όπως διαμορφώθηκαν παραπάνω, αποτελούν “τεχνητά” μεγέθη που δεν προκύπτουν ως άμεσες παρατηρήσεις από κάποια φυσική ή ανθρωπογενή δραστηριότητα. Σαφώς, λοιπόν, θα ήταν άστοχο να γίνει προσπάθεια κατάταξής τους σε κάποια γνωστή κατανομή. Παράλληλα, δεν υπάρχει κάποια γνωστή σχέση αίτιου - αιτιατού των βαθμολογιών μεταξύ των ασθενειών. Όμως, η διερεύνηση ύπαρξης ομοιοτήτων στις κατανομές των βαθμολογιών ασθενειών είναι δυνατή με την εφαρμογή μη παραμετρικών ελέγχων και συγκεκριμένα των rank tests. Στα rank tests, σε αντίθεση με τις βασικές στατιστικές τεχνικές, που εξαρτώνται από την υπόθεση ότι τα δεδομένα κατανέμονται σύμφωνα με μία γνωστή κατανομή, επιτρέπουν τη μη παραμετρική αξιολόγηση των παρατηρήσεων, μέσω της κατάταξής τους στο δείγμα.

## 2.4.2.1 ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ SPEARMAN RHO

Ο Charles Edward Spearman πρότεινε τον συντελεστή Spearman το 1904 για δύο ανεξάρτητες μεταβλητές, παρακάμπτοντας την υπόθεση κανονικότητας των παρατηρήσεων, που για παράδειγμα είναι επιβεβλημένη για τον παραμετρικό συντελεστή συσχέτισης Pearson, βασιζόμενος μόνο στις τάξεις (ranks) των παρατηρήσεων. Ο υπολογισμός του, πραγματοποιείται ως εξής:

Για ένα ζεύγος μεταβλητών, μία παρατήρηση λαμβάνει ένα ζεύγος τιμών  $(X_i, Y_i)$  που μπορεί να σχετίζονται μεταξύ τους ή να μην σχετίζονται. Έστω,  $\rho = \text{Corr}(X, Y)$  η άγνωστη συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Σε ένα δείγμα  $n$  παρατηρήσεων, με  $R_1, \dots, R_n$  συμβολίζεται ο βαθμός κατάταξης, αν ταξινομηθούν οι  $X_1, \dots, X_n$  παρατηρήσεις της μεταβλητής  $X$  σε αύξουσα τάξη και  $S_1, \dots, S_n$  ο βαθμός κατάταξης, αν ταξινομηθούν οι  $Y_1, \dots, Y_n$  παρατηρήσεις της μεταβλητής  $Y$  σε αύξουσα τάξη, τότε ισχύει:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{n(n^2-1)} \quad (2.30)$$

όπου:

$$D_i = (R_i - \bar{R}) - (S_i - \bar{S}) \quad (2.31)$$

Ο συντελεστής συσχέτισης Spearman  $\rho$  λαμβάνει τιμές μεταξύ -1 και 1. Για πλήρη ταύτιση των τάξεων των δύο μεταβλητών, όλες οι διαφορές  $D_i$  θα είναι 0 και συνεπώς  $\rho = 1$ . Αν οι τάξεις είναι ακριβώς αντίθετες, τότε  $\rho = -1$ . (Kvam et al., 2007; Dickinson-Gibbons et al., 2003; Κολυβά-Μαχαίρα κ. α., 1998)

Τα ερωτήματα που τίθενται σε αυτό το στάδιο της μελέτης και μπορούν να απαντηθούν από τον συντελεστή  $\rho$  είναι:

1. Ποιες χωρικές μονάδες παρουσιάζουν ομοιότητες στην κατανομή των δεικτών στις ασθένειες;
2. Ποιες ασθένειες παρουσιάζουν ομοιότητες στην κατανομή των δεικτών στο χώρο;

Για να απαντηθεί το πρώτο ερώτημα, υπολογίζεται ο συντελεστής συσχέτισης  $\rho$  με μεταβλητές τις χωρικές μονάδες  $i_1, \dots, i_n$  ανά ζεύγη και παρατηρήσεις την τιμή του δείκτη  $MI_R$  για τις ασθένειες  $d_1, \dots, d_n$ , ενώ η διαδικασία επαναλαμβάνεται για τον δείκτη  $MI_{A-R}$ . Τα δυνατά ζεύγη των χωρικών μονάδων που μπορούν να προκύψουν είναι  $i_n^2$ , ενώ ουσιαστικά παράγεται ένας πίνακας με διαστάσεις  $i_n \times i_n$ , με τους συντελεστές:

$$\begin{bmatrix} \rho_{i_1 i_1} & \cdots & \rho_{i_1 i_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{i_n i_1} & \cdots & \rho_{i_n i_n} \end{bmatrix} \quad (2.32)$$

Ο πίνακας είναι συμμετρικός ως προς την κύρια διαγώνιο, η οποία λαμβάνει την τιμή 1, αφού πρόκειται για συσχετίσεις των χωρικών μονάδων με τον εαυτό τους. Ο αριθμός ζευγών χωρίς επαναλήψεις (δηλ, τριγωνικός πίνακας) ορίζεται από την σχέση:

$$\binom{i_n}{2} = \frac{i_n!}{2!(i_n-2)!} \quad (2.33)$$

Αντίστοιχα, θέτοντας ως μεταβλητές τις ασθένειες εξετάζεται η συσχέτιση στην κατανομή των δεικτών  $MI_R$  και  $MI_{A-R}$  στις χωρικές μονάδες. Για να απαντηθεί το δεύτερο ερώτημα, υπολογίζεται ο συντελεστής συσχέτισης  $\rho$  με μεταβλητές τις ασθένειες  $d_1, \dots, d_n$  ανά ζεύγη και παρατηρήσεις την τιμή του δείκτη  $MI_R$  για τις χωρικές μονάδες  $i_1, \dots, i_n$ , ενώ η διαδικασία επαναλαμβάνεται για τον δείκτη  $MI_{A-R}$ . Τα πιθανά ζεύγη ασθενειών που προκύπτουν είναι  $d_n^2$  και αυτή τη φορά, ο πίνακας συντελεστών θα είναι διαστάσεων  $d_n \times d_n$  και διαμορφώνεται ως εξής:

$$\begin{bmatrix} \rho_{d_1 d_1} & \cdots & \rho_{d_1 d_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{d_n d_1} & \cdots & \rho_{d_n d_n} \end{bmatrix} \quad (2.34)$$

Ισχύουν οι ιδιότητες συμμετρίας του πίνακα 2.32 και σε αυτόν τον πίνακα, ενώ ο συνδυασμός δυνατών ζευγών χωρίς επανάληψη υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\binom{d_n}{2} = \frac{d_n!}{2!(d_n-2)!} \quad (2.35)$$



Έπειτα, θα πρέπει να εντοπιστούν οι ισχυρότερες συσχετίσεις μεταξύ χωρικών μονάδων και αντίστοιχα μεταξύ ασθενειών και για τους δύο δείκτες.

#### 2.4.2.2 ΧΩΡΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ

Τέλος, θεωρείται χρήσιμο να ερευνηθεί η ύπαρξη χωρικής αυτοσυσχέτισης των συντελεστών  $\rho$  για κάθε χωρική μονάδα, με την εφαρμογή του Global Moran's I. Έτσι, θα εντοπιστεί αν υπάρχουν χωρικές μονάδες που να συσχετίζεται η νοσηρότητά τους με χωρικές ομάδες. Με αυτόν τον τρόπο, επιβεβαιώνεται αν υπάρχει χωρική σχέση στις κατανομές της νοσηρότητας και έτσι επιχειρείται έμμεσα η εφαρμογή ελέγχου ύπαρξης χωρικής αυτοσυσχέτισης σε ομάδες μεταβλητών (ασθένειες) (Thioulouse et al., 1995; Souris et al., 2011).

Κάτι αντίστοιχο δεν είναι εφικτό για την περίπτωση των συντελεστών συσχέτισης των ασθενειών καθώς δεν έχουν χωρική αναφορά, αλλά με τη βοήθεια του τοπικού δείκτη Getis – Ord  $G_i^*$ , πραγματοποιείται hot spot ανάλυση για εκείνες τις ασθένειες που παρουσίασαν υψηλές συσχετίσεις και εντοπίζονται τα σημεία σύμπτωσης στατιστικά σημαντικών χωρικών ομάδων υψηλών και χαμηλών τιμών.



### 3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Χωροχρονική ανάλυση  
λοιμωδών νοσημάτων  
στην Ελλάδα 2004-2011

### 3 ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΛΟΙΜΩΔΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2004-2011

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η εφαρμογή των μεθοδολογικών εκείνων εργαλείων που αναλύθηκαν στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο στα δηλωμένα - μέσα από το Σύστημα Υποχρεωτικής Δήλωσης του ΚΕΕΛΠΝΟ - κρούσματα λοιμωδών νοσημάτων για την οκταετία 2004 – 2011 στην Ελλάδα καθώς και τα αποτελέσματα της εφαρμογής. Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η χωρική και χρονική ανάλυση και περιγραφή της νοσηρότητας εκείνων των ασθενειών που ορίζονται ως λοιμώδεις όπως και η δημιουργία μίας μεθόδου αξιολόγησης και σύγκρισής τους, εξετάζοντας την ένταση, τη διαχρονικότητα και τη χρονική εγγύτητα των κρουσμάτων με το σήμερα.

Πιο αναλυτικά, πραγματοποιείται μία παρουσίαση των πηγών δεδομένων - χωρικών και χωρικών - καθώς και μια προεπισκόπηση αυτών μέσα από σύντομη περιγραφική στατιστική ανάλυση. Παράλληλα με την παραπάνω διαδικασία, εξάγονται και τα δευτερογενή δεδομένα, τα οποία χρησιμοποιούνται καθ' όλη τη διαδικασία της εφαρμογής και περιγράφουν την επίπτωση των νοσημάτων στον πληθυσμό αλλά και την χωρική πυκνότητα εμφάνισης κρούσματος.

Έπειτα, προσεγγίζεται η χωρική διάσταση του ζητήματος μέσα από τις κατάλληλες μεθόδους ποσοτικής χωρικής ανάλυσης, με την εφαρμογή χωρικών δεικτών και εργαλείων στο επίπεδο των νομών της Ελλάδας και σε δεδομένα που ομαδοποιούνται σε πέντε διακριτές κατηγορίες λοιμωδών νοσημάτων ανάλογα με τον τρόπο μετάδοσής τους. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται χρήση του δείκτη διαφοροποίησης Gibbs-Martin ( $I_{G-B}$ ), καθώς και του δείκτη χωρικής συγκέντρωσης Location Quotient (LQ). Η εφαρμογή αυτή οδηγεί σε συμπεράσματα τόσο για την διαφοροποίηση όσο και για την εξειδίκευση των χωρικών μονάδων σε σχέση με την κατανομή της επίπτωσης των νοσημάτων στον πληθυσμό τους ανάλογα με την κατηγορία νοσημάτων. Στην επόμενη φάση πραγματοποιείται ανάλυση χωρικής αυτοσυσχέτισης για την διερεύνηση στατιστικά σημαντικών πιθανοτήτων ύπαρξης χωρικών προτύπων με την ανάλυση του δείκτη Global Moran's και τον εντοπισμό χωρικών ομάδων με παρόμοια χαρακτηριστικά νοσηρότητας με την εφαρμογή του δείκτη Local Moran's. Παράλληλα με τον υπολογισμό των δεικτών και την εφαρμογή των εργαλείων, πραγματοποιείται και η χαρτογραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων τους με την εφαρμογή διακριτών κλάσεων, διαμορφωμένων κατάλληλα. Σε αυτή τη φάση της ανάλυσης, ο χρόνος αντιμετωπίζεται ως “στιγμιότυπο”, καθώς τα

παραπάνω στάδια εφαρμόζονται για κάθε έτος ξεχωριστά. Μπορούν, λοιπόν, να παρατηρηθούν μεταβολές μεταξύ των διαδοχικών ετών, αλλά η χρονική διάσταση των επιδημιολογικών φαινομένων υποβαθμίζεται.

Θεωρείται, λοιπόν, αναγκαία η εισαγωγή του χρόνου ως εξίσου σημαντική μεταβλητή και για αυτό το λόγο δημιουργείται ένας συνθετικός δείκτης αξιολόγησης των νοσημάτων με βάση όχι μόνο την ένταση της νοσηρότητας, αλλά και τη διαχρονικότητα και την περίοδο εμφάνισής της εντός της οκταετίας. Έτσι, κατασκευάζονται τρεις μεταβλητές όπου λαμβάνουν τιμές για κάθε νόσημα και νομό και το αποτέλεσμα μετασχηματίζεται αναγόμενο σε κλίμακα. Η σύνθεση των τριών αποτελεσμάτων αποτελεί το αποτέλεσμα του τελικού δείκτη σε επίπεδο νομού για κάθε νόσημα. Το μοντέλο που προκύπτει αξιολογείται, στη συνέχεια, με τον προσδιορισμό των συσχετίσεων που προκύπτουν χωρικά μεταξύ κατανομής αποτελεσμάτων νομών αλλά και χωρικά μεταξύ κατανομής αποτελεσμάτων νοσημάτων αντιστρέφοντας το ερώτημα. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την εφαρμογή ανάλυσης χωρικής αυτοσυσχέτισης για τους συντελεστές συσχέτισης της κατανομής νοσηρότητας των νομών με τους υπόλοιπους νομούς. Επιπρόσθετα, για τα νοσήματα με υψηλούς συντελεστές συσχέτισης της χωρικής κατανομής των δεικτών, πραγματοποιείται hot spot ανάλυση με σκοπό τον εντοπισμό των χωρικών ομάδων υψηλών τιμών εκείνων των νοσημάτων που παρουσιάζουν παρόμοια χωρική κατανομή νοσηρότητας με άλλα λοιμώδη νοσήματα.

Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και συγκεκριμένα με χρήση του λογισμικού ArcGIS 10.2 και συγκεκριμένα των εφαρμογών του, ArcMap, ArcScene και ArcCatalog. Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS 19 και του λογισμικού Microsoft Excel 2013, ενώ πραγματοποιήθηκε και επεξεργασία ορισμένων εικόνων και γραφημάτων μέσω του Adobe Photoshop CS6.

### 3.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ως περιοχή μελέτης ορίζεται η ελληνική επικράτεια με στόχο την ολοκληρωμένη αποτύπωση των επιδημιολογικών φαινομένων συνολικά στον ελλαδικό χώρο. Ως χωρικές μονάδες μελέτης και ομαδοποίησης των δεδομένων τίθενται οι νομοί της Ελλάδας, όπως προβλέπονται από το Σχέδιο “Καποδίστριας”, που ορίζει την διοικητική διαίρεση της Ελλάδας από το 1997 έως το 2010. Σύμφωνα με το σχέδιο “Καποδίστριας”, η Ελλάδα διαιρείται διοικητικά σε 13 περιφέρειες, 51 νομούς, 910 δήμοι και 124 κοινότητες. Η διαθεσιμότητα των δεδομένων επιτρέπει την πραγματοποίηση περαιτέρω διαίρεσης για το νομό Αττικής όπου στην παρούσα εργασία διακρίνεται στους νομούς (νομαρχίες) Αθηνών, Δυτικής Αττικής και Ανατολικής Αττικής, ενώ το Άγιο Όρος εξαιρείται από την περιοχή μελέτης εξαιτίας έλλειψης επιδημιολογικών δεδομένων. Συνεπώς, η περιοχή μελέτης συντίθεται από 54 χωρικές μονάδες – νομούς. Η επιλογή της προηγούμενης διοικητικής δομής έναντι της ισχύουσας (“Καλλικράτης”, Ν. 3852/2010) γίνεται με γνώμονα την μελετώμενη χρονική περίοδο και με σκοπό την σύμπτωση με τα διαθέσιμα επιδημιολογικά και πληθυσμιακά δεδομένα.

### 3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

#### 3.2.1 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα επιδημιολογικά δεδομένα που συλλέχθηκαν, ελέγχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία προέρχονται από τις δηλώσεις των κρουσμάτων των λοιμωδών νοσημάτων μέσω του συστήματος υποχρεωτικής δήλωσης του ΚΕΕΛΠΝΟ. Τα 46 νοσήματα που παρακολουθούνται από το σύστημα διακρίνονται σε επτά γενικές κατηγορίες που τα κατατάσσουν σύμφωνα με τον τρόπο μετάδοσης, τη φύση του νοσήματος και την επικινδυνότητα του. Στο κεφάλαιο 1 αναλύθηκαν τα χαρακτηριστικά του συστήματος υποχρεωτικής δήλωσης. Η διαθεσιμότητα των στοιχείων επιτρέπει την εξειδίκευση στο τύπο σε κάποια νοσήματα, όπως η μηνιγγίτιδα, με αποτέλεσμα τα τελικά μελετώμενα νοσήματα να διαμορφώνονται σε αριθμό στα 51. Στον πίνακα 3.1 παρουσιάζονται τα λοιμώδη νοσήματα που παρακολουθούνται από το σύστημα, η κωδικοποίησή τους, η κατηγορία στην οποία ανήκουν καθώς και η έλλειψη στοιχείων ή η παντελής απουσία κρουσμάτων.

Όπως παρατηρείται στον παρακάτω πίνακα, τα μελετώμενα νοσήματα περιορίζονται στα 44, καθώς τα νοσήματα που δεν υπάρχουν στοιχεία δεν επιτρέπουν περαιτέρω

διερεύνηση. Αξίζει να σημειωθεί πως τα νοσήματα αυτά μπορεί να παρουσιάζουν κρούσματα, αλλά δεν περιλαμβάνονται στη διαθέσιμη βάση δεδομένων. Επιπλέον, εξαιρούνται και τα νοσήματα που παρουσιάζουν απουσία κρουσμάτων. Ο λόγος έγκειται στο γεγονός ότι δεν επιδρούν με κάποιο τρόπο στους υπολογισμούς των δεικτών που γίνεται χρήση της μεταβλητής των κρουσμάτων, ενώ αλλοιώνουν τα αποτελέσματα εάν χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της μέσης επίπτωσης στον πληθυσμό για κάποια κατηγορία νοσημάτων δεδομένου ότι με το σύστημα υποχρεωτικής δήλωσης έχουν δημιουργηθεί προληπτικά πρωτόκολλα παρακολούθησης νοσημάτων που μπορεί να μην έχουν εμφανίσει ποτέ κρούσματα στην Ελλάδα. Έτσι, υπό μελέτη νοσήματα μειώνονται σε 35 και οι κατηγορίες νοσημάτων σε 5. Συγκεκριμένα, οι κατηγορίες που μελετώνται είναι οι εξής:

- Κατηγορία 1: Νοσήματα άμεσης δήλωσης
- Κατηγορία 2: Ιογενείς Ηπατίτιδες
- Κατηγορία 3: Νοσήματα που μεταδίδονται αερογενώς ή με σταγονίδια
- Κατηγορία 4: Νοσήματα που μεταδίδονται τροφιμογενώς ή υδατογενώς ή από περιβαλλοντική πηγή ή ζωνόσοι
- Κατηγορία 5: Νοσήματα που προλαμβάνονται με εμβολιασμό ή συγγενή νοσήματα

**Πίνακας 3.1:** Λοιμώδη νοσήματα υπό παρακολούθηση από το Σύστημα Υποχρεωτικής Δήλωσης

Κατηγορία 1: άμεσης δήλωσης			
id	Νόσημα	id	Νόσημα
1	Αλλαντίαση	2	Ανθρακας
Ευλογιά	Διφθερίτιδα	3	Ιογενείς αιμορραγικοί πυρετοί
Πανώλη	Σοβαρό οξύ αναπνευστικό σύνδρομο (SARS)	Λύσσα	Εγκεφαλίτιδες από αρμποϊούς
		Τουλαραιμία	Μελιοείδωση / Μάλη
			Χολέρα
Κατηγορία 2: ιογενείς ηπατίτιδες			
id	Νόσημα	id	Νόσημα
4	Ηπατίτιδα Α, οξεία	5	Ηπατίτιδα Β, οξεία / Θετικό HBsAg σε βρέφος <12 μηνών
		6	Ηπατίτιδα C, οξεία / Ηπατίτιδα C, anti-HCV(+)
Κατηγορία 3: μεταδιδόμενα αερογενώς ή με σταγονίδια			
id	Νόσημα	id	Νόσημα
7	Μηνιγγίτιδα άγνωστης αιτιολογίας	8	Μηνιγγίτιδα άσηπτη
11	Φυματίωση με άγνωστη εντόπιση	9	Μηνιγγίτιδα βακτηριακή/άλλη
15	Φυματίωση με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση	12	Φυματίωση με άγνωστη εντόπιση
		13	Φυματίωση με εξωπνευμονική εντόπιση
		14	Φυματίωση με πνευμονική εντόπιση
		16	Νόσος των λεγεωναρίων
		Γρίπη	
Κατηγορία 4: μεταδιδόμενα τροφιμογενώς ή υδατογενώς ή από περιβαλλοντική πηγή ή ζωνόδοσοι			
id	Νόσημα	id	Νόσημα
17	Βρουκέλλωση (μελιταίος πυρετός)	18	Εχινόκοκκίαση
21	Λιστερίωση	19	Λείσμανίαση
25	Σιγκέλλωση	20	Λεπτοσπείρωση
		21	Λοίμωξη από εντεροαιμορραγικό κολοβακτηρίδιο (EHEC)
		23	Πυρετός Q, οξεία λοίμωξη
		24	Σαλμονέλλωση (μη τυφο-παρατυφική)
		25	Τυφοειδής / παρατυφοειδής πυρετός
		26	Συρροή κρουσμάτων τροφιμογενούς - υδατογενούς νοσήματος
Κατηγορία 5: πρόληψη με εμβολιασμό ή συγγενή			
id	Νόσημα	id	Νόσημα
28	Ανεμευλογιά με επιπλοκές	29	Ερυθρά
32	Κοκκύτης	30	Τοξοπλάσωση συγγενής
Ερυθρά συγγενής		31	Ιλαρά
		32	Σύφιλη συγγενής
		33	Παρωτίτιδα
		34	Τέτανος
Κατηγορία: ειδικής δήλωσης			
Νόσημα	Νόσημα	Νόσημα	Νόσημα
AIDS	Ασυνήθιστο συμβαν συρροής κρουσμάτων ή μεμονωμένου περιστατικού	Μεταδοτική σπογγώδης εγκεφαλοπάθεια	Πολιομυελίτιδα
Κατηγορία: εισαγόμενο			
Νόσημα			
Ελονοσία			

□ : παρουσία κρουσμάτων | □ : κανένα κρούσμα | □ : δεν υπάρχουν στοιχεία

Από την βάση δεδομένων του ΚΕΕΛΠΝΟ χρησιμοποιήθηκαν ως πρωτογενή δεδομένα, ο αριθμός κρουσμάτων (μετρήσεις ή counts) για κάθε έναν από τους 54 νομούς, για κάθε ένα από τα 8 έτη και για κάθε ένα από τα 44 νοσήματα. Η βάση αυτή παρέχει την πληροφορία του αριθμού κρουσμάτων για τα άτομα που δεν έχει δηλωθεί ο τόπος κατοικίας, αλλά και για ασθενείς με μόνιμο τόπο κατοικίας στο εξωτερικό. Αυτές οι δύο κατηγορίες δεν τίθενται υπό μελέτη, καθώς δεν υπάρχει χωρική αναφορά εμφάνισης του εκάστοτε νοσήματος. Θα πρέπει να διευκρινιστεί εδώ, ότι η χωρική πληροφορία σε επίπεδο νομού αναφέρεται στον τόπο κατοικίας των νοσούντων και όχι στον τόπο που βρίσκεται το νοσοκομείο που πραγματοποιήθηκε η δήλωση.

Όλη η διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας πρωτογενών δεδομένων που έγκειντο στα επιδημιολογικά, πραγματοποιήθηκε τηρώντας τη νομοθεσία για την «Προστασία του ατόμου από την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα» (Ν. 2472/1997). Τα επιδημιολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι δημοσίως διαθέσιμα στην επίσημη ιστοσελίδα του ΚΕΕΛΠΝΟ (ΚΕΕΛΠΝΟγ, χ.χ.) και η χρήση τους δεν συνιστά παραβίαση του ανωτέρω νομοθετικού πλαισίου.

### 3.2.2 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για την ορθή ερμηνεία και ανάλυση των επιδημιολογικών δεδομένων, αλλά και τη δημιουργία των δευτερογενών δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε επικουρικά ο μόνιμος πληθυσμός των Καλλικράτειων δήμων για το έτος 2011 βάσει της γενικής απογραφής πληθυσμού – κτηρίων του 2011 και ο πληθυσμός των προηγούμενων ετών, όπως υπολογίστηκε για τα μέσα των ετών από την Ελληνική Στατιστική Αρχή βάσει του μόνιμου πληθυσμού του απογραφικού έτους 2001. Η σταθερότητα των ορίων των διοικητικών μονάδων σε επίπεδο νομών διατηρήθηκε ομαδοποιώντας τα απογραφικά στοιχεία του 2011 με επιδίωξη τη συγκρισιμότητα των δεδομένων μεταξύ των ετών (Εργαστήριο Δημογραφικών και Κοινωνικών Αναλύσεων, χ.χ.). Τα δεδομένα διατέθηκαν από την Ελληνική Στατιστική Αρχή για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας έπειτα από προσωπικό ηλεκτρονικό αίτημα στο Τμήμα Παροχής Στατιστικής Πληροφόρησης για ειδικά διαμορφωμένα στατιστικά στοιχεία.

Στατιστικά και δημογραφικά, ο πληθυσμός σαν μέγεθος διακρίνεται στον μόνιμο, στον νόμιμο και τον πραγματικό πληθυσμό ανάλογα με τον σκοπό της χρήσης του σε μία μελέτη. Ο μόνιμος πληθυσμός μίας διοικητικής ενότητας αποτελείται από το σύνολο των



ατόμων που συνήθως διαμένουν στη διοικητική ενότητα (περιφέρεια, περιφερειακή ενότητα, νομός, δήμο, κοινότητα, δημοτικό ή κοινοτικό διαμέρισμα ή οικισμό) όπου δήλωσαν στην απογραφή. Ο πραγματικός πληθυσμός μίας διοικητικής ενότητας αποτελείται από το σύνολο των ατόμων που απογράφηκαν σε αυτή τη διοικητική ενότητα και βρίσκονται εκεί για οποιοδήποτε λόγο. Ενώ, ο νόμιμος πληθυσμός αποτελείται από το σύνολο των ατόμων που απογράφηκαν σε μία διοικητική ενότητα και είναι εγγεγραμμένοι στα δημοτολόγια της ίδιας ενότητας. (Εργαστήριο Δημογραφικών και Κοινωνικών Αναλύσεων, χ.χ)

Στην παρούσα εργασία, αλλά και εν γένει στις χωρικές μελέτες, κρίνεται κατάλληλη η χρήση του μόνιμου πληθυσμού. Αφενός ο νόμιμος πληθυσμός είναι ένα διαχρονικά λιγότερο δυναμικό μέγεθος, καθώς η μεταδημότευση είναι μια χρονοβόρα διαδικασία και πραγματοποιείται συνήθως για ειδικούς λόγους, αφετέρου ο πραγματικός πληθυσμός θεωρείται εικονικό και προβληματικό σαν μέγεθος, δεδομένης της εσκεμμένης μετακίνησης των απογραφέντων κατά την μέρα της απογραφής στον τόπο καταγωγής τους προς ενίσχυση των δήμων καταγωγής λόγω των ισχυρών δεσμών που διατηρούνται για συναισθηματικούς και άλλους λόγους. (Κοτζαμάνης, 2009)

Επιπλέον, τα διαθέσιμα επιδημιολογικά δεδομένα καταγράφονται βάσει του τόπου διαμονής του ασθενή. Σαφέστατα, το γεγονός αυτό οδηγεί στην επιλογή του μόνιμου πληθυσμού ως το πληθυσμιακό μέγεθος που θα χρησιμοποιηθεί.

### 3.2.3 ΧΩΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Απαραίτητη για την εργασία αυτή είναι η χωρική πληροφορία. Κάθε πληροφορία που αναφέρθηκε παραπάνω αναφέρεται στις χωρικές ενότητες των νομών, αλλά δίχως τα καθαυτά χωρικά δεδομένα και την αντιστοίχιση αυτών με τα επιδημιολογικά και πληθυσμιακά, δεν δύναται χωρική ανάλυση και μελέτη του φαινομένου. Έτσι συλλέχθηκαν τα απαραίτητα αρχεία μορφής shapefile από την βάση ελεύθερων γεωχωρικών δεδομένων της ευρύτερης Δημόσιας Διοίκησης geodata.gov.gr ώστε να δημιουργηθεί η γεωχωρική βάση δεδομένων που θα γίνεται η εισαγωγή, η επεξεργασία και η παραγωγή χαρτών και δεικτών. Το προβολικό σύστημα συντεταγμένων των δεδομένων είναι το εθνικό σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ87. Τα αρχεία αυτά αφορούν στα όρια των νομών της Ελλάδας, και κατ' επέκταση των συνόρων της.

#### 3.2.4 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Όπως αναλύθηκε και στο κεφάλαιο της εισαγωγής, ο αριθμός κρουσμάτων είναι ένα μέγεθος που βιβλιογραφικά δεν επιλέγεται να μελετάται και προτιμάται ο μετασχηματισμός του σε ένα πιο αντιπροσωπευτικό μέγεθος, στην επίπτωση του νοσήματος. Η επίπτωση υπολογίζεται από την σχέση 2.10 και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μεγέθη νοσηρότητας στην επιδημιολογία.

Στην φάση της εφαρμογής, αποτελεί τη βασική μεταβλητή ανάλυσης και ορίζεται ως τα καταγεγραμμένα κρούσματα του εκάστοτε λοιμώδους νοσήματος προς τον συνολικό ανθρωποχρόνο (100.000 ανθρωποέτη) για κάθε νομό. Η μεταβλητή λαμβάνει τιμές για δεδομένο νόσημα, έτος και νομό, αντιστοίχως με τον αριθμό κρουσμάτων, δηλαδή για κάθε ένα από τα 35 νοσήματα, για κάθε ένα από τα 8 έτη και για κάθε έναν από τους 54 νομούς. Αντίστοιχα, μελετάται και η επίπτωση των κατηγοριών των νοσημάτων στον πληθυσμό, δηλαδή η συνολική επίπτωση των νοσημάτων με παρόμοια χαρακτηριστικά, που εξυπηρετεί την διερευνητική φάση της εργασίας και υπολογίζεται από τη σχέση 2.11.

### 3.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΓΕΘΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο, που αναλύεται το μεθοδολογικό πλαίσιο της εργασίας, ορίζονται τα βασικά μεγέθη που χρησιμοποιούνται στο παρόν κεφάλαιο. Κρίνεται απαραίτητο για τα επόμενα βήματα, να καθοριστούν οι τιμές που λαμβάνουν αυτά τα μεγέθη στο στάδιο της εφαρμογής, ώστε να πραγματοποιηθεί ο κατάλληλος μετασχηματισμός των όλων των υπό μελέτη σχέσεων.

Γίνεται αναφορά, λοιπόν, σε τέσσερα βασικά μεγέθη. Το πρώτο μέγεθος είναι ο αριθμός των χωρικών μονάδων της μελέτης,  $i$ , που στην περίπτωση της εφαρμογής είναι οι νομοί της Ελλάδας και στο εξής η σχέση 2.1 μετασχηματίζεται ακολούθως:

$$1 \leq i \leq 54, i \in \mathbb{N}^* \quad (3.1)$$

όπου,

$i$ : ο κωδικός (αύξων αριθμός) του εκάστοτε νομού.

Αντίστοιχα, οι μελετώμενες χρονικές περίοδοι,  $t$ , για τη φάση της εφαρμογής δίνονται σε έτη και συγκεκριμένα τα έτη 2004 έως 2011. Συνεπώς, από τη σχέση 2.2 προκύπτει:

$$1 \leq t \leq 8, t \in \mathbb{N}^* \quad (3.2)$$

όπου,

$t$ : η θέση του εκάστοτε έτους στην οκταετία.

Ακόμη, οι ασθένειες,  $d$ , που μελετώνται, στην εφαρμογή είναι τα 35 λοιμώδη νοσήματα και η σχέση 2.3, μετασχηματίζεται ως εξής:

$$1 \leq d \leq 35, d \in \mathbb{N}^* \quad (3.3)$$

όπου,

$d$ : ο κωδικός (αύξων αριθμός) του εκάστοτε νοσήματος.

Τέλος, ως κατηγορίες ασθενειών,  $c$ , τίθενται οι 5 κατηγορίες λοιμωδών νοσημάτων που μελετώνται και από τη σχέση 2.4 προκύπτει:

$$1 \leq c \leq 5, c \in \mathbb{N}^* \quad (3.4)$$

όπου,

$c$ : ο κωδικός (αύξων αριθμός) της εκάστοτε κατηγορίας.

### 3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η κατανόηση των δεδομένων αποτελεί θεμελιώδες στάδιο της μελέτης αυτής και επιτυγχάνεται μέσα από τη διαχρονική μελέτη των κατανομών των κατηγοριών των λοιμωδών νοσημάτων και την ερμηνεία των περιγραφικών στατιστικών τους. Πραγματοποιείται ανάλυση των μέτρων θέσης και διασποράς της επίπτωσης για κάθε κατηγορία νοσημάτων και για κάθε έτος. Η ορθή ερμηνεία των κατανομών οδηγεί στην μετέπειτα επιλογή των κατάλληλων μεθόδων διερεύνησης στατιστικής συσχέτισης των μεταβλητών που θα εφαρμοστούν σε επόμενο στάδιο, αλλά και στην γενικότερη κατανόηση μεγεθών που μελετώνται.

Τα πρωτογενή επιδημιολογικά δεδομένα, δηλαδή τα κρούσματα, αποτελούν συμβάντα ή γεγονότα (counts) που πραγματοποιήθηκαν και καταγράφηκαν σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Τέτοιου είδους παρατηρήσεις ακολουθούν την κατανομή Poisson, που χαρακτηρίζεται ως θετικά λοξή (positively skewed) και προσεγγίζει την διωνυμική κατανομή (Δαμιανού κ.α., 2003). Η κατανομή Poisson θεωρείται ως κατανομή των σπάνιων ενδεχομένων ή αλλιώς ως ο νόμος των μικρών αριθμών γιατί περιγράφει την πιθανότητα εμφάνισης ενός γεγονότος (επιτυχία) σε δεδομένο χρόνο, που χαρακτηρίζεται ως μικρή (Δαμιανού κ.α., 2003).

Η επίπτωση ενός νοσήματος, δεν ακολουθεί απαραίτητα κάποια γνωστή κατανομή αφού κάθε παρατήρηση εξαρτάται από τον πληθυσμό και τον χρόνο, εκτός από τον αριθμό κρουσμάτων. Σε μία άγνωστη κατανομή, επιχειρείται η κατανόησή της μέσα από τα μέτρα θέσης και διασποράς. Έτσι υπολογίζονται η μέση τιμή, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, το εύρος, η ελάχιστη και μέγιστη τιμή και το 25<sup>ο</sup> και 75<sup>ο</sup> εκατοστημόριο της επίπτωση των νοσημάτων της εκάστοτε κατηγορίας στον πληθυσμό του εκάστοτε νομού για κάθε έτος,  $I_{c,t,i}$ .

Στους πίνακες 3.2.α έως 3.2.ε, παρουσιάζονται για κάθε κατηγορία αναλυτικά τα παραπάνω.

**Πίνακας 3.2.α:** Μελέτη της επίπτωσης των νοσημάτων της 1<sup>ης</sup> κατηγορίας

Μελέτη επίπτωσης I <sub>1,1</sub> : νοσήματα άμεσης δήλωσης								
Έτος	Mean	Std. Deviation	Range	Minimum	Maximum	Percentiles		
						25	50 (Median)	75
2004	0,126	0,472	3,128	0,000	3,128	0,000	0,000	0,000
2005	0,078	0,286	1,860	0,000	1,860	0,000	0,000	0,000
2006	0,062	0,283	1,843	0,000	1,843	0,000	0,000	0,000
2007	0,056	0,331	2,344	0,000	2,344	0,000	0,000	0,000
2008	0,047	0,252	1,640	0,000	1,640	0,000	0,000	0,000
2009	0,075	0,357	2,468	0,000	2,468	0,000	0,000	0,000
2010	0,019	0,136	1,003	0,000	1,003	0,000	0,000	0,000
2011	0,013	0,092	0,676	0,000	0,676	0,000	0,000	0,000

**Πίνακας 3.2.β:** Μελέτη της επίπτωσης των νοσημάτων της 2<sup>ης</sup> κατηγορίας

Μελέτη επίπτωσης I <sub>2,1</sub> : ιογενείς ηπατίτιδες								
Έτος	Mean	Std. Deviation	Range	Minimum	Maximum	Percentiles		
						25	50 (Median)	75
2004	1,604	1,828	9,201	0,000	9,201	0,000	1,407	2,617
2005	3,347	3,748	20,240	0,000	20,240	0,747	2,551	4,025
2006	2,419	2,916	12,898	0,000	12,898	0,000	1,687	3,483
2007	4,339	10,254	58,434	0,000	58,434	0,000	1,693	4,028
2008	2,130	2,384	10,294	0,000	10,294	0,000	1,454	2,840
2009	0,856	1,066	5,269	0,000	5,269	0,000	0,632	1,351
2010	0,971	1,396	6,964	0,000	6,964	0,000	0,549	1,335
2011	0,680	1,196	6,750	0,000	6,750	0,000	0,000	0,969

**Πίνακας 3.2.γ:** Μελέτη της επίπτωσης των νοσημάτων της 3<sup>ης</sup> κατηγορίας

Μελέτη επίπτωσης I <sub>3,1</sub> : νοσήματα μεταδιδόμενα αερογενώς ή με σταγονίδια								
Έτος	Mean	Std. Deviation	Range	Minimum	Maximum	Percentiles		
						25	50 (Median)	75
2004	9,866	5,627	30,211	0,000	30,211	5,968	9,265	12,435
2005	10,726	6,383	32,263	0,000	32,263	6,770	9,916	13,611
2006	10,318	6,818	26,621	0,000	26,621	5,502	8,746	13,871
2007	15,668	16,372	88,676	0,000	88,676	7,339	9,963	19,878
2008	10,780	6,539	33,205	0,000	33,205	7,005	8,878	13,979
2009	9,106	5,370	25,810	0,000	25,810	5,470	8,339	11,704
2010	7,260	4,711	25,849	0,000	25,849	4,334	6,563	9,637
2011	6,400	4,592	22,478	0,000	22,478	3,176	5,647	9,209

**Πίνακας 3.2.δ:** Μελέτη της επίπτωσης των νοσημάτων της 4<sup>ης</sup> κατηγορίας

Μελέτη επίπτωσης I <sub>4,t,l</sub> : νοσήματα μεταδιδόμενα τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωνοόσοι								
Έτος	Mean	Std. Deviation	Range	Minimum	Maximum	Percentiles		
						25	50 (Median)	75
2004	12,619	12,642	65,900	0,000	65,900	4,077	9,344	18,767
2005	13,773	11,960	44,129	0,000	44,129	4,463	10,433	18,632
2006	12,432	12,289	50,127	0,000	50,127	3,286	7,064	21,778
2007	9,453	9,626	40,381	0,000	40,381	2,892	5,548	13,352
2008	12,610	14,581	90,107	0,000	90,107	3,724	7,391	17,263
2009	6,171	5,963	30,398	0,000	30,398	1,751	4,684	9,361
2010	4,747	4,229	21,570	0,000	21,570	1,782	3,843	6,302
2011	7,634	9,077	55,932	0,000	55,932	2,644	5,421	10,046

**Πίνακας 3.2.ε:** Μελέτη της επίπτωσης των νοσημάτων της 5<sup>ης</sup> κατηγορίας

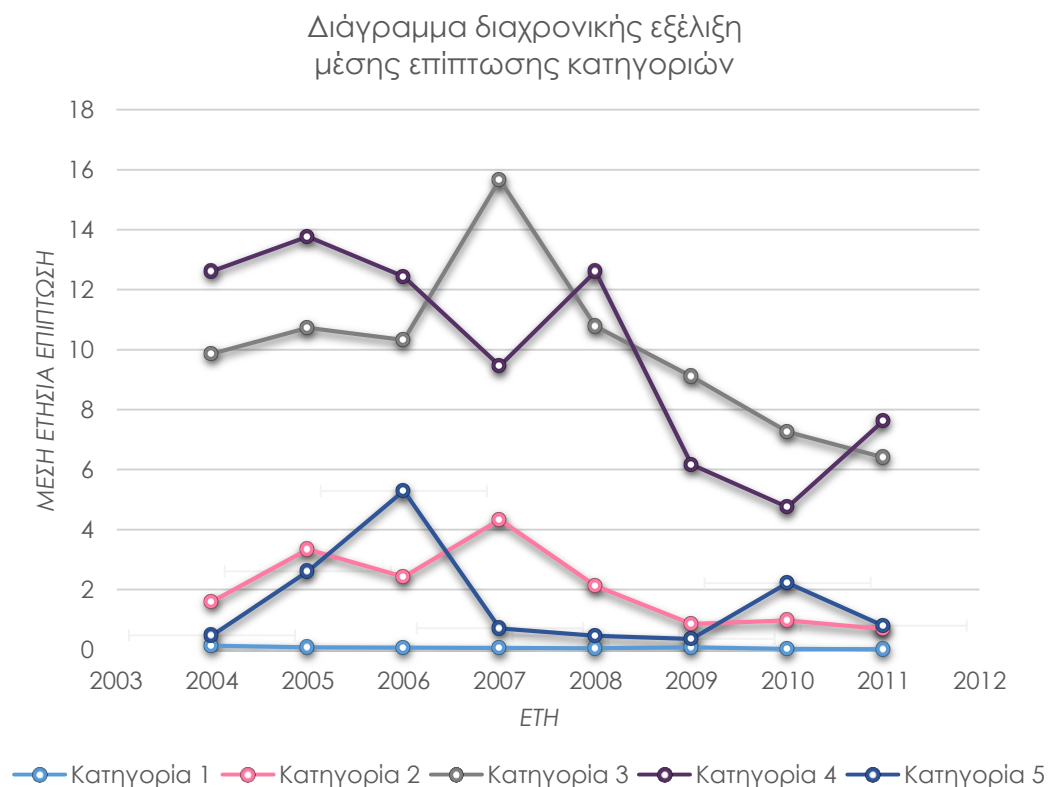
Μελέτη επίπτωσης I <sub>5,t,l</sub> : νοσήματα που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενή νοσήματα								
Έτος	Mean	Std. Deviation	Range	Minimum	Maximum	Percentiles		
						25	50 (Median)	75
2004	0,474	1,103	5,915	0,000	5,915	0,000	0,000	0,687
2005	2,610	7,545	54,088	0,000	54,088	0,000	0,661	2,295
2006	5,291	8,858	55,670	0,000	55,670	0,969	1,953	6,711
2007	0,710	0,959	3,480	0,000	3,480	0,000	0,409	1,017
2008	0,464	0,880	3,897	0,000	3,897	0,000	0,000	0,733
2009	0,356	1,140	7,818	0,000	7,818	0,000	0,000	0,174
2010	2,218	3,379	16,777	0,000	16,777	0,000	0,907	3,208
2011	0,794	1,897	9,960	0,000	9,960	0,000	0,000	0,732

Παράλληλα, δημιουργούνται διαγράμματα συχνοτήτων (ιστογράμματα) για όλες τις μελετώμενες κατανομές που παρουσιάζονται στα διαγράμματα 1 έως 5 του Παραρτήματος.

Τα παραπάνω περιγραφικά χαρακτηριστικά σε συνδυασμό με τα ιστογράμματα του παραρτήματος οδηγούν στα εξής συμπεράσματα. Η επίπτωση χαρακτηρίζεται από θετική ασυμμετρία στην κατανομή όλων των παρατηρήσεων και δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή. Παράλληλα, δεν εντοπίζονται σημαντικές ετήσιες μεταβολές των κατανομών εντός της εκάστοτε κατηγορίας. Τέλος, υπάρχουν διακριτές διαφορές των κατανομών μεταξύ κατηγοριών, γεγονός που επιβεβαιώνει την αναγκαιότητα κατηγοριοποίησης των

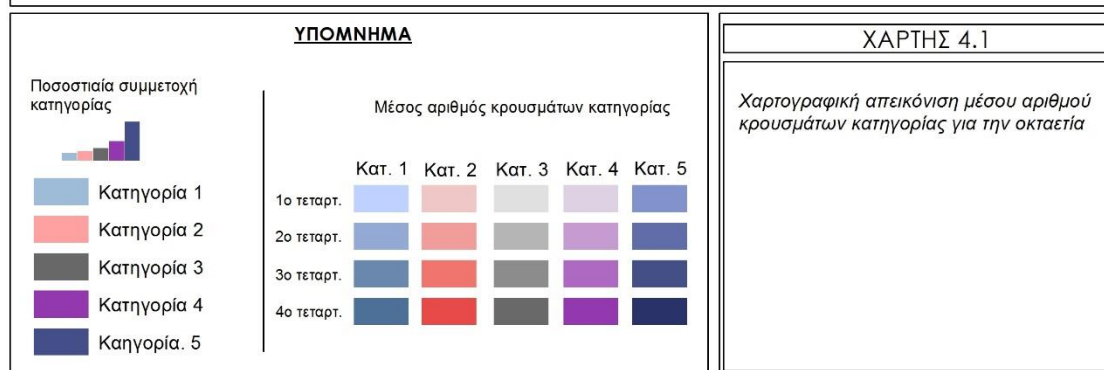
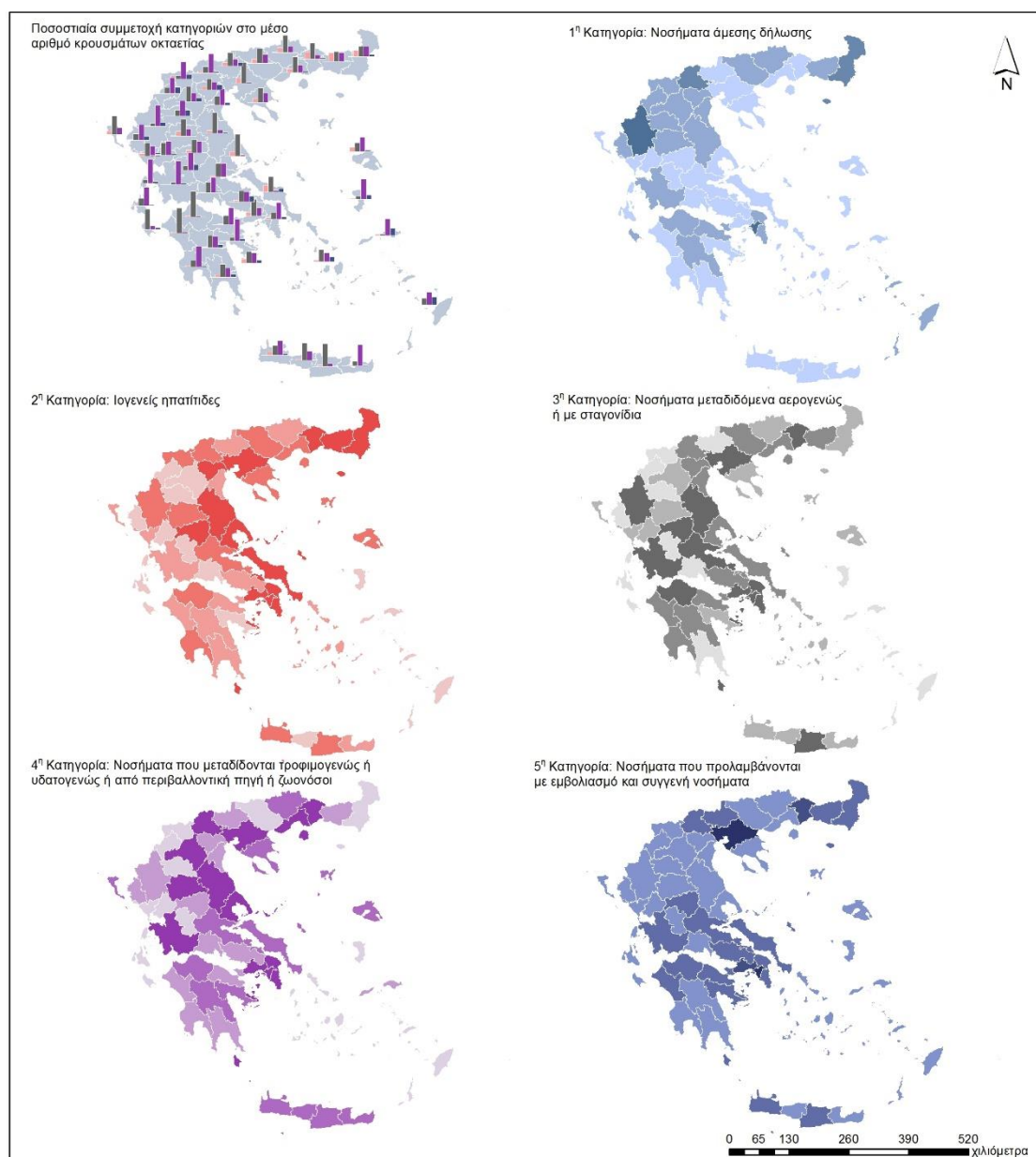
νοσημάτων. Στο διάγραμμα 3.1, παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη κάθε κατηγορίας σύμφωνα με την μέση ετήσια επίπτωσή της στον πληθυσμό της Ελλάδας. Παρατηρείται λοιπόν, ότι οι κατηγορίες 3 και 4 εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερη επίπτωση στον πληθυσμό της Ελλάδας, γεγονός που δικαιολογείται από τον εύκολο τρόπο μετάδοσης των νοσημάτων τους. Παράλληλα, παρατηρείται μία γενική αρνητική τάση από το έτος 2007 και έπειτα σχεδόν σε όλες τις κατηγορίες.

**Διάγραμμα 3.1:** Διάγραμμα διαχρονικής εξέλιξης μέσης επίπτωσης κατηγοριών



Στο χάρτη 3.1 που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα ποσοστά συμμετοχής κάθε κατηγορίας στον αριθμό κρουσμάτων του εκάστοτε νομού και η κατανομή του μέσου αριθμού κρουσμάτων οκταετίας για κάθε κατηγορία ξεχωριστά, ταξινομημένη σε 4 κλάσεις (1ο τεταρτημόριο, 2ο τεταρτημόριο, 3ο τεταρτημόριο και 4ο τεταρτημόριο), που αντιστοιχούν στα εκατοστημόρια των πινάκων 4.1.α έως 4.1.ε.



**Χάρτης 3.1:** Χαρτογραφική απεικόνιση μέσου αριθμού κρουσμάτων κατηγορίας για την οκταετία

### 3.5 ΧΩΡΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Στην παρούσα φάση γίνεται μελέτη της χωρικής διάστασης των λοιμωδών νοσημάτων, που προηγείται του εντοπισμού και της ανάλυσης προτύπων. Βασικό στοιχείο της ανάλυσης αποτελεί η κατανόηση εκείνων των χωρικών χαρακτηριστικών που δεν διαφαίνονται από μια απλή ομαδοποίηση και παράθεση των δεδομένων στον χάρτη. Για το σκοπό χρησιμοποιούνται, αρχικά, οι χωρικοί δείκτες διαφοροποίησης Gibbs-Martin και εξειδίκευσης Location Quotient, που θα συμβολίζονται στο εξής ως  $I_{G-M}$  και  $LQ$  αντίστοιχα.

#### 3.5.1 ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ GIBS-MARTIN

Ο δείκτης  $I_{G-M}$  αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την παρούσα εργασία. Όπως αναλύθηκε και στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο, επιχειρείται να αναλυθεί η κατανομή των κρουσμάτων σε κάθε κατηγορία νοσημάτων για κάθε νομό και έτος. Εάν, λοιπόν, ένας νομός παρουσιάζει εμφάνιση κρουσμάτων για μία κατηγορία και απουσία κρουσμάτων για τις υπόλοιπες, ο δείκτης λαμβάνει την τιμή 0 και θεωρείται νομός με μεγάλη εξειδίκευση στα νοσήματα της κατηγορίας για το δεδομένο έτος. Αντίθετα, αν ένας νομός παρουσιάζει ισοκατανεμημένα κρούσματα στις 5 κατηγορίες, ο δείκτης λαμβάνει την τιμή 1 και θεωρείται ότι ο νομός δεν εξειδικεύει σε καμία κατηγορία νοσημάτων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο δείκτης δεν ορίζεται για τους νομούς που δεν εμφανίζουν κρούσματα σε καμία κατηγορία για δεδομένο έτος.

Σαν μεταβλητή μελέτης του δείκτη επιλέγεται το ποσοστό κρουσμάτων της  $c_m$  κατηγορίας νοσημάτων προς τα συνολικά κρούσματα της Ελλάδας για την ίδια κατηγορία και για δεδομένο έτος. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να εξαχθούν συγκρίσιμα αποτελέσματα για κάθε χρονιά, καθώς σκοπός της εφαρμογής του δείκτη είναι η μελέτη της ετήσιας συμβολής των νομών στη γενική νοσηρότητα της Ελλάδας για την εκάστοτε κατηγορία. Η γενική σχέση 2.12, που περιγράφει τον υπολογισμό του δείκτη μετασχηματίζεται ως εξής για δεδομένο έτος  $t_m$  και νομό  $i_m$ :

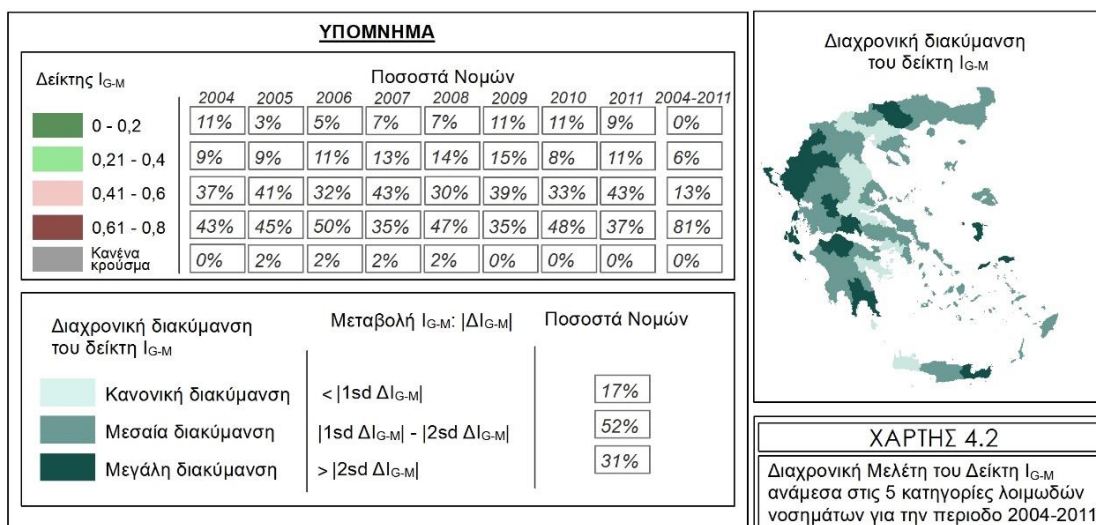
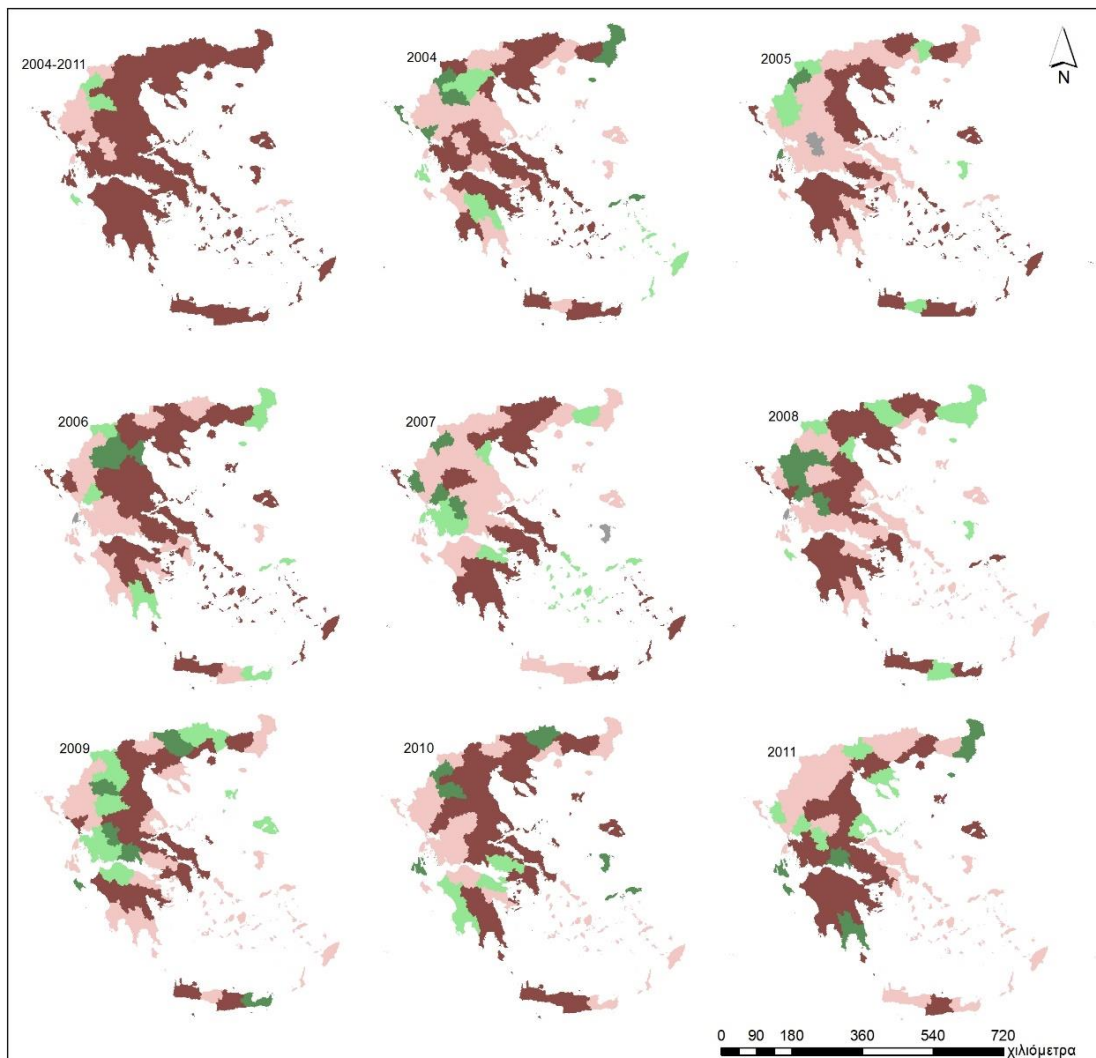
$$I_{G-M} = 1 - \frac{\sum_{c=1}^5 \left( \frac{x_{c,t_m,i_m}}{\sum_{i=1}^{54} x_{c,t_m,i}} \right)^2}{\left( \sum_{c=1}^5 \frac{x_{c,t_m,i_m}}{\sum_{i=1}^{54} x_{c,t_m,i}} \right)^2} \quad (3.5)$$

Ο δείκτης  $I_{G-M}$  εξαρτάται από τον αριθμό των κατηγοριών που θα ληφθούν υπόψη. Στην περίπτωση των 5 κατηγοριών εν προκειμένω, η μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει ο δείκτης είναι 0,8, εάν δηλαδή τα ποσοστά ενός νομού λάμβαναν το 20% της ελληνικής νοσηρότητας σε κάθε κατηγορία για δεδομένο έτος. Ο δείκτης, στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιείται για να καταδείξει εκείνους τους νομούς που παρουσιάζουν μικρό αριθμό κρουσμάτων κατανεμημένα σε λίγες κατηγορίες ( $I_{G-M} \leq 0,2$ ) καθώς και το αντίστροφο, δηλαδή, νομούς με υψηλή παρουσία κρουσμάτων και κατανεμημένα κρούσματα σε όλες τις κατηγορίες ( $I_{G-M} \geq 0,6$ ).

Στον χάρτη 3.2 που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη για κάθε έτος και νομό καθώς και ο υπολογισμός του δείκτη εξετάζοντας την περίοδο 2004-2011 ως μία ενιαία περίοδο. Ακόμη, πραγματοποιείται ανάλυση και χαρτογραφική απεικόνιση της διαχρονικής διακύμανσης των δεικτών για κάθε νομό.

Παρατηρείται διαχρονική ύπαρξη κρουσμάτων σε όλους τους νομούς και κατηγορίες, εάν εξεταστεί η οκταετία σαν σύνολο, με εξαίρεση τους νομούς Γρεβενών, Καστοριάς και Ζακύνθου, που διατηρούν διαχρονικά χαμηλά ποσοστά κρουσμάτων και εξειδικεύονται σε λίγες κατηγορίες. Εάν εξετασθεί κάθε έτος χωριστά, διακρίνονται τάσεις και μεταβολές μεγάλης έντασης μεταξύ των διαδοχικών ετών. Συγκεκριμένα, τα έτη 2008 και 2009 εντοπίζεται μεγάλη απόκλιση μεταξύ των νομών. Οι νομοί λαμβάνουν ακραίες τιμές με έντονη παρουσία νομών με υψηλό  $I_{G-M}$  ( $\geq 0,6$ ), αλλά και αρκετούς νομούς με χαμηλό ( $\leq 0,2$ ). Για την κατανόηση των αποτελεσμάτων, κρίνεται χρήσιμη η περεταίρω ανάλυση μέσω συγκεντρωτικών πινάκων για συγκεκριμένες τιμές των δεικτών.

**Χάρτης 3.1:** Διαχρονική μελέτη του δείκτη  $I_{G-M}$  ανάμεσα στις 5 κατηγορίες νοσημάτων για την περίοδο 2004-2011



Στους πίνακες 3.2 και 3.3 καταμετράται η εμφάνιση ακραίας τιμής του δείκτη για κάθε νομό και έτος και τα αποτελέσματα αξιολογούνται μελετώντας τη συχνότητα αυτής της εμφάνισης για κάθε νομό στην οκταετία. Πιο συγκεκριμένα, στον πίνακα 3.2 γίνεται μελετάται η ύπαρξη χαμηλών τιμών, δηλαδή όταν  $I_{G-M} \leq 0,2$ , όπου παρατηρούνται μικρός αριθμός κρουσμάτων σε λίγες κατηγορίες. Οι νομοί ταξινομούνται με φθίνουσα σειρά ως προς τη συχνότητα εμφάνισης χαμηλού  $I_{G-M}$  καθ' όλη τη διάρκεια της οκταετίας. Ο μέγιστος αριθμός ετών με χαμηλές τιμές είναι τα 5 έτη και τον λαμβάνει ο νομός Γρεβενών. Ακολουθούν ο νομός Καστοριάς με 4 έτη, ο νομός Ευρυτανίας με 3 έτη και οι νομοί Άρτας, Έβρου, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας, Σάμου και Φωκίδας με 2 έτη.

**Πίνακας 3.2:** Νομοί με χαμηλό δείκτη  $I_{G-M}$

<b><math>I_{G-M} \leq 0,2</math> : Χαμηλή παρουσία κρουσμάτων - Λίγες κατηγορίες</b>									
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Σύνολο
Γρεβενών	1		1		1	1	1		5
Καστοριάς	1	1		1			1		4
Ευρυτανίας				1	1	1			3
Άρτας				1	1				2
Έβρου	1							1	2
Ζακύνθου						1		1	2
Κεφαλληνίας							1	1	2
Σάμου	1						1		2
Φωκίδας						1		1	2
Δράμας							1		1
Θεσπρωτίας				1					1
Ιωαννίνων					1				1
Κέρκυρας	1								1
Κοζάνης			1						1
Λακωνίας								1	1
Λασιθίου						1			1
Λευκάδας		1							1
Πιερίας			1						1
Πρέβεζας	1								1
Σερρών						1			1
Χίου							1		1
Σύνολο	6	2	3	4	4	6	6	5	36

Παρατηρείται, λοιπόν, ύπαρξη χαμηλών ποσοστών κρουσμάτων των νομών αυτών σχετικά συχνά, γεγονός που δικαιολογείται σε ορισμένο βαθμό από τον μικρό τους πληθυσμό, καθώς οι συγκαταλέγονται διαχρονικά στους νομούς με το μικρότερο πληθυσμό στην Ελλάδα. Ακόμη, οι νομοί αυτοί αποτελούν είτε ακριτικές περιοχές, είτε νησιωτικές είτε ορεινές, με κοινό χαρακτηριστικό τα μικρά αστικά κέντρα.

Παράλληλα, παρατηρείται χαμηλή παρουσία κρουσμάτων για τα έτη 2004, 2009 και 2010. Πιο ειδικά, σε αυτά τα έτη 6 από τους 54 νομούς της Ελλάδας παρουσιάζουν αυτές τις τιμές, με το 2011 να ακολουθεί με 5 νομούς.

Αντιθέτως, εξετάζοντας τον πίνακα 3.3, που παρατίθενται με φθίνουσα σειρά οι νομοί που παρουσίασαν πιο συχνά υψηλές τιμές ( $\geq 0,6$ ) κατά την εφαρμογή του δείκτη, παρατηρείται πολύ μεγαλύτερη συχνότητα από τις χαμηλές τιμές. Είναι σαφώς πιο πιθανό να υπάρχουν κρούσματα στις περισσότερες ή σε όλες τις μελετώμενες κατηγορίες για ένα νομό, ανεξαρτήτως έντασης. Εν προκειμένω, οι νομοί Αθηνών και Θεσσαλονίκης παρουσιάζουν υψηλή παρουσία κρουσμάτων σε όλες τις κατηγορίες κάθε έτος. Ακολουθεί οι νομοί Αρκαδίας και Πειραιά με 7 έτη και οι νομοί Ημαθίας, Λαρίσης, Φθιώτιδας, Χαλκιδικής και Χανίων με 6 έτη. Κοινό χαρακτηριστικό των περισσότερων από τους παραπάνω νομούς είναι η ύπαρξη, εντός τους, μεγάλων αστικών κέντρων εν αντιθέσει με την προηγούμενη κατηγοριοποίηση.

**Πίνακας 3.3:** Νομοί με υψηλό δείκτη  $I_{G-M}$

<b><math>I_{G-M} \geq 0,6</math> : Υψηλή παρουσία κρουσμάτων - Όλες οι κατηγορίες</b>									
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Σύνολο
Αθηνών	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Θεσσαλονίκης	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Αρκαδίας		1	1	1	1	1	1	1	7
Πειραιά	1	1	1	1	1		1	1	7
Ημαθίας		1	1	1	1	1	1		6
Λαρίσης		1	1		1	1	1	1	6
Φθιώτιδας	1		1		1	1	1	1	6
Χαλκιδικής	1	1	1	1	1		1		6
Χανίων	1	1	1		1	1	1		6
Αν. Αττικής	1			1	1	1	1		5
Αργολίδας	1			1	1	1		1	5
Αχαΐας	1	1	1		1			1	5
Βοιωτίας	1	1	1	1				1	5
Δυτ. Αττικής				1	1	1	1	1	5
Ευβοίας	1		1	1		1	1		5
Ηρακλείου	1	1				1	1	1	5
Μεσσηνίας	1	1		1	1			1	5
Πιερίας	1	1				1	1	1	5
Ροδόπης	1	1	1			1	1		5
Δράμας	1	1		1	1				4
Ηλείας		1			1	1		1	4
Καρδίτσας	1		1		1	1			4
Κέρκυρας		1	1	1	1				4

(συνέχεια)

<b>I<sub>G-M</sub> ≥ 0,6 : Υψηλή παρουσία κρουσμάτων - Όλες οι κατηγορίες</b>									
<b>Νομός</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>Σύνολο</b>
Κορινθίας	1	1	1					1	4
Λασιθίου	1	1		1	1				4
Λέσβου		1	1				1	1	4
Ξάνθης			1		1		1	1	4
Πέλλας			1		1	1	1		4
Σερρών	1		1	1			1		4
Τρικάλων			1	1			1	1	4
Δωδεκανήσου		1	1	1					3
Καβάλας			1			1		1	3
Κυκλάδων	1	1	1						3
Μαγνησίας		1	1				1		3
Ρεθύμνου			1		1		1		3
Αιτωλοακαρνανίας	1							1	2
Λακωνίας				1			1		2
Λευκάδας			1		1				2
Πρέβεζας					1	1			2
Άρτας							1		1
Ευρυτανίας		1							1
Θεσπρωτίας			1						1
Κεφαλληνίας		1							1
Κιλκίς					1				1
Κοζάνης							1		1
Σάμου					1				1
Φλώρινας	1								1
Φωκίδας							1		1
<b>Σύνολο</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>186</b>

Επιπροσθέτως, για 6 νομούς από τους 9 διακρίνεται ότι περιλαμβάνουν τμήματα του εθνικού οδικού άξονα (ΠΑΘΕ) ή βρίσκονται σε άμεση εγγύτητα. Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητη η αναφορά στους λόγους που παρατηρείται αυτή η γεωγραφική σχέση, καθώς εμφανίζεται συχνά και σε επόμενες φάσεις της παρούσας εργασίας. Η αστική ανάπτυξη της Ελλάδας κατά την μεταπολιτευτική περίοδο χαρακτηρίζεται από την έντονη πόλωση μεταξύ του άξονα Αθήνας – Θεσσαλονίκης (και γενικότερα του “αιγαιοστροφούς S” που σχηματίζεται εάν προστεθεί και η Πάτρα) και της υπόλοιπης υπαίθρου. Συγκεκριμένα, οι πόλεις παρακείμενες του άξονα αυτού, αναπτύχθηκαν και προσέλκυσαν μεγάλο τμήμα του αγροτικού πληθυσμού της Ελλάδας. Στην αναδιαμόρφωση των πληθυσμιακών κατανομών, είτε με τη διάκριση αγροτικού/αστικού πληθυσμού, είτε εξετάζοντας αποκλειστικά τις πληθυσμιακές μεταβολές των αστικών

κέντρων, συνετέλεσαν πληθώρα κοινωνικο-οικονομικών παραγόντων, εφαρμογή διαφόρων αναπτυξιακών πολιτικών που οδήγησαν σε εισοδηματικές και γεωγραφικές ανισότητες καθώς και οι οικονομίες συσσώρευσης που δημιουργήθηκαν. (Σκάγιανης, 2009)

Όσον αφορά την ένταση του φαινομένου ύπαρξης υψηλών τιμών του δείκτη ανά έτος, η χρονιά 2006 συγκεντρώνει 28 νομούς με αυτά τα χαρακτηριστικά, ενώ οι 2008 και 2010, 26 νομούς. Παρατηρείται έντονη παρουσία ακραίων τιμών το 2008 με μόλις το 43% των νομών της Ελλάδας να εμφανίζει ενδιάμεσες τιμές του δείκτη. Γενικά, υπερισχύουν οι υψηλές τιμές έναντι των χαμηλών, γεγονός που καταδεικνύει την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης κάθε κατηγορίας ξεχωριστά με άλλους δείκτες.

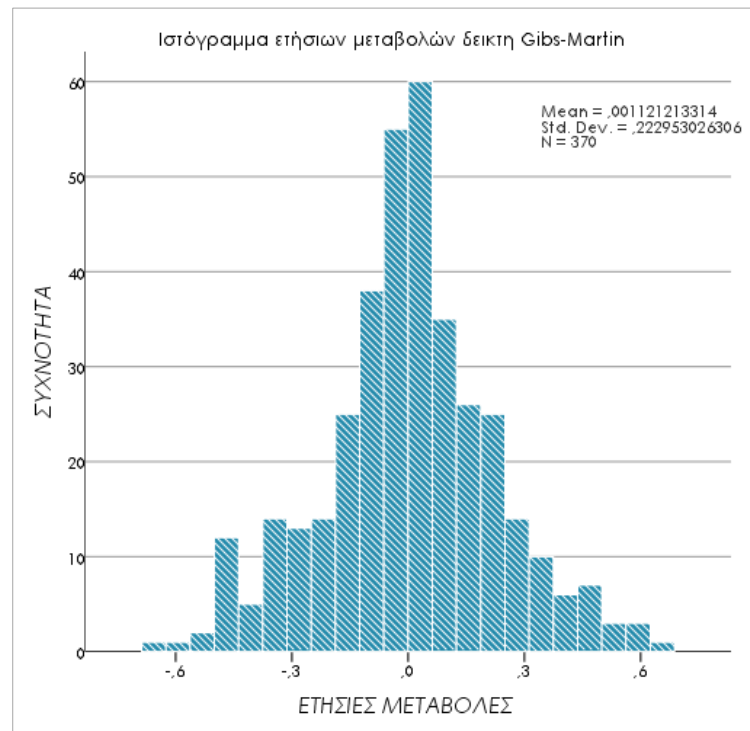
Για τη συνολική διερεύνηση της διακύμανσης του δείκτη στη διάρκεια του χρόνου και όχι μόνο για την ύπαρξη ακραίων τιμών, υπολογίστηκαν οι ετήσιες μεταβολές του δείκτη για κάθε νομό. Η παρακάτω σχέση ορίζει τον τύπο υπολογισμού των μεταβολών για δεδομένο νομό.

$$\Delta I_{G-M} = I_{G-M,t_m} - I_{G-M,t_m-1} \quad (3.6)$$

Όπου  $t_m$ : το μελετώμενο έτος

Οι παρατηρήσεις αυτές πλησιάζουν κατά πολύ την κανονική κατανομή, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3.2, που αποτελεί το ιστόγραμμα συχνοτήτων όλων των  $\Delta I_{G-M}$ . Η μέση τιμή των παρατηρήσεων είναι  $\overline{\Delta I_{G-M}} = 0,001$  και η τυπική απόκλιση  $sd_{\Delta I_{G-M}} = 0,223$ . Ενδείκνυται, λοιπόν, στατιστικά η μελέτη των μεταβολών με τη χρήση κλάσεων που τα όριά τους καθορίζονται από την τυπική απόκλιση. Για την κατανόηση της διαχρονικής διακύμανσης των δεικτών για κάθε νομό, κατασκευάστηκαν 3 ομάδες χαρακτηρισμού διαχρονικής διακύμανσης του δείκτη.



**Διάγραμμα 3.2:** Ιστόγραμμα ετήσιων μεταβολών δείκτη  $I_{G-M}$ 

Η πρώτη χαρακτηρίζει τους νομούς ως περιοχές με κανονική διακύμανση, δηλαδή αναμενόμενη αφού ο δείκτης εξαρτάται από τα ετήσια κρούσματα των νομών. Αν ένας νομός κατατάσσεται σε αυτή την ομάδα θα πρέπει το σύνολο των μεταβολών του  $\Delta I_{G-M}$  να βρίσκεται εντός του ανοικτού διαστήματος:

$$(\overline{\Delta I_{G-M}} - 1sd_{\Delta I_{G-M}}, \overline{\Delta I_{G-M}} + 1sd_{\Delta I_{G-M}}) = (-0,222, 0,224)$$

Οι νομοί που κατατάσσονται στη δεύτερη ομάδα χαρακτηρίζονται μεσαίας διακύμανσης. Για την κατάταξη σε αυτή την ομάδα θα πρέπει τουλάχιστον μία ετήσια μεταβολή του νομού να βρίσκεται εντός των κλειστών διαστημάτων:

$$[\overline{\Delta I_{G-M}} - 2sd_{\Delta I_{G-M}}, \overline{\Delta I_{G-M}} - 1sd_{\Delta I_{G-M}}] \text{ ή } [\overline{\Delta I_{G-M}} + 1sd_{\Delta I_{G-M}}, \overline{\Delta I_{G-M}} + 2sd_{\Delta I_{G-M}}],$$

επομένως:  $[-0,445, -0,222]$  ή  $[0,224, 0,447]$

Παράλληλα, δεν θα πρέπει καμία μεταβολή του νομού που ανήκει στη δεύτερη ομάδα να ξεπερνάει τις τιμές που βρίσκονται εντός του διαστήματος:

$$[\overline{\Delta I_{G-M}} - 2sd_{\Delta I_{G-M}}, \overline{\Delta I_{G-M}} + 2sd_{\Delta I_{G-M}}] = [-0,445, 0,447]$$

Εάν κάποια μεταβολή βρίσκεται εκτός του τελευταίου διαστήματος, ο νομός χαρακτηρίζεται μεγάλης διακύμανσης του δείκτη, όπου αποτελεί την τελευταία ομάδα.

Στον χάρτη 3.2 διακρίνεται ότι η πλειονότητα των νομών (52%) παρουσιάζουν μεσαία διακύμανση, ακολουθούν οι νομοί με μεγάλη διακύμανση (31%) και τέλος αυτοί με κανονική διακύμανση (17%). Κανονική διακύμανση παρουσιάζουν οι νομοί Αθηνών, Αργολίδας, Δυτ. Αττικής, Θεσσαλονίκης, Λαρίσης, Πειραιά, Πέλλας, Φθιώτιδας και Χανίων. Όλοι οι ετήσιοι δείκτες για τους 9 νομούς βρίσκονται εντός των δύο υψηλών κλάσεων, δηλαδή 0,4 - 0,6 και 0,6 - 0,8. Πράγματι, εξετάζοντας την παρουσία κρουσμάτων, παρατηρείται η διαχρονική συμμετοχή όλων των κατηγοριών και για τους 9 νομούς, σε άλλους με μικρότερα ποσοστά επί των συνολικών κρουσμάτων της Ελλάδας και σε άλλους με μεγαλύτερα.

Όσον αφορά τις περιοχές με υψηλή διακύμανση, πρόκειται για τους νομούς Ευρυτανίας, Ζακύνθου, Θεσπρωτίας, Ιωαννίνων, Καστοριάς, Κέρκυρας, Κεφαλληνίας, Λακωνίας, Λασιθίου, Λευκάδας, Πρέβεζας, Σάμου, Σερρών, Φωκίδας και Χίου. Σε αυτή την ομάδα, οι ετήσιοι δείκτες κυμαίνονται σε όλο το δυνατό εύρος, δηλαδή και στις 4 κλάσεις. Κάποιοι νομοί λαμβάνουν τιμές διαχρονικά χαμηλές, όπως ο νομός Ευρυτανίας που δεν ξεπερνάει το 0,49 και άλλοι λαμβάνουν και υψηλές και χαμηλές τιμές, όπως ο νομός Λασιθίου που λαμβάνει τιμές από 0 (παρουσία κρουσμάτων μόνο σε μία κατηγορία) έως 0,74. Χαρακτηριστικό όλων των νομών σε αυτή την κατηγορία αποτελεί η έντονη μεταβολή του δείκτη ανάμεσα σε δύο συνεχόμενα έτη, η οποία είναι είτε μεγαλύτερη του 0,447 είτε μικρότερη του -0,445. Όλοι οι νομοί που δεν εμφάνισαν κανένα κρούσμα για κάποιο έτος, περιλαμβάνονται σε αυτή την ομάδα. Συγκεκριμένα, δεν εμφάνισαν κρούσματα σε καμία κατηγορία οι νομοί Ευρυτανίας για το 2005, Λευκάδας για το 2006 και 2008 και Χίου για το 2007. Οι υπόλοιποι νομοί ανήκουν στην δεύτερη ομάδα και δεν παρουσιάζουν έντονες ετήσιες μεταβολές.

### 3.5.2 ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ LOCATION QUOTIENT

Ο δείκτης LQ, όπως αναλύθηκε και στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο, χρησιμοποιείται για να εξεταστεί το επίπεδο της νοσηρότητας ενός νομού σε σύγκριση με τη συνολική νοσηρότητα της Ελλάδας. Ο δείκτης LQ εν προκειμένω εφαρμόζεται για να εντοπιστούν οι νομοί που συγκεντρώνουν υψηλή νοσηρότητα των λοιμωδών νοσημάτων. Στην εργασία αυτή θα χρησιμοποιηθεί με δύο τρόπους. Ο δείκτης LQ<sub>i</sub> εξετάζει την ετήσια νοσηρότητα ενός

νομού σε όλα τα λοιμώδη νοσήματα, ενώ ο δείκτης  $LQ_c$  εξετάζει τη κατηγορική νοσηρότητα ενός νομού διαχρονικά. Όταν ο δείκτης λαμβάνει την τιμή 0, ο νομός δεν παρουσιάζει κρούσματα. Όταν λαμβάνει τιμές μικρότερες της μονάδας, ο νομός παρουσιάζει μικρότερη συγκέντρωση νοσηρότητας από αυτή της επικράτειας, ενώ αν λαμβάνει μεγαλύτερες, ο μελετώμενος νομός παρουσιάζει μεγαλύτερη συγκέντρωση νοσηρότητας.

### 3.5.2.1 ΕΤΗΣΙΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΛΟΙΜΩΔΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ $LQ_t$

Ο δείκτης αυτός εξαρτάται από το μελετώμενο έτος και εξετάζει την ετήσια συνολική επίπτωση των λοιμωδών νοσημάτων όλων των κατηγοριών σε σχέση με την αντίστοιχη της Ελλάδας. Ο γενικός τύπος του δείκτη  $LQ$  που περιγράφεται από τη σχέση 2.13 μετασχηματίζεται για το δείκτη  $LQ_t$  ως εξής για δεδομένο νομό  $i_m$  και έτος  $t_m$ :

$$LQ_t = \frac{\frac{\sum_{c=1}^5 x_{c,t_m,i_m}}{P_{t_m,i_m}}}{\frac{\sum_{i=1}^{54} \sum_{c=1}^5 x_{c,t_m,i}}{\sum_{i=1}^{54} P_{t_m,i}}} \quad (2.7)$$

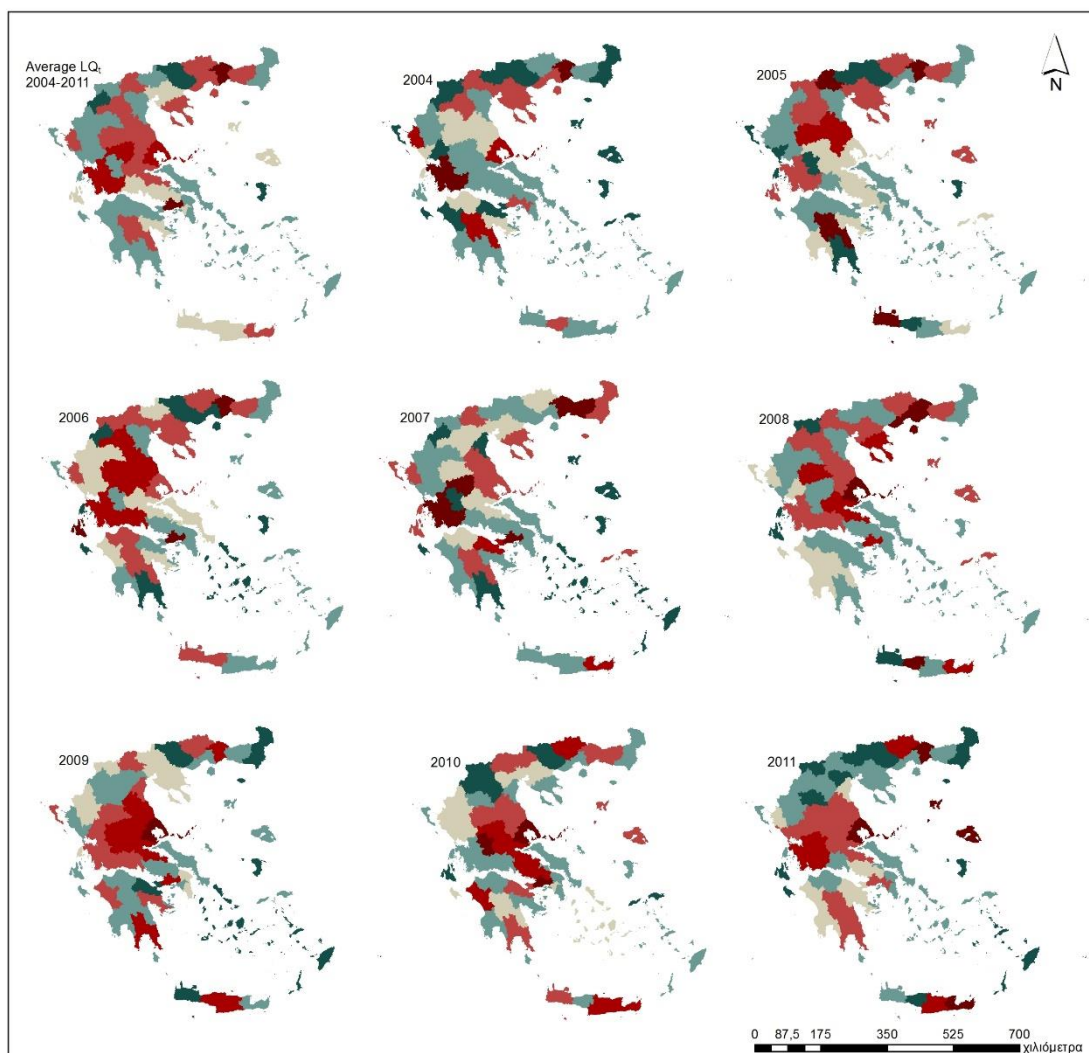
Δηλαδή, υπολογίζεται ο σύνθετος λόγος με αριθμητή τα συνολικά κρούσματα του νομού  $i_m$  για όλες τις κατηγορίες των λοιμωδών νοσημάτων προς τον πληθυσμό του νομού  $i_m$  για δεδομένο έτος  $t_m$  και παρονομαστή τα συνολικά κρούσματα της Ελλάδας προς τον πληθυσμό της Ελλάδας για το ίδιο έτος. Ουσιαστικά με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιείται ετήσια σύγκριση της επίπτωσης των λοιμωδών νοσημάτων στον πληθυσμό ενός νομού με την επίπτωσή τους στον πληθυσμό της Ελλάδας.

Στον χάρτη 3.3 που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη για κάθε έτος και νομό καθώς και ο υπολογισμός του δείκτη εξετάζοντας την περίοδο 2004-2011 ως μία ενιαία περίοδο, μετά τον υπολογισμό των μέσων κρουσμάτων της οκταετίας και τον μέσο πληθυσμό της για κάθε νομό, καθώς και για την επικράτεια. Ακόμη, πραγματοποιείται ανάλυση και χαρτογραφική απεικόνιση της διαχρονικής διακύμανσης των δεικτών για κάθε νομό.

Εξετάζοντας την οκταετία σαν σύνολο, παρατηρούνται ακραίες τάσεις με μόλις το 19% των νομών (10 νομοί) να βρίσκονται κοντά στο εθνικό επίπεδο. Πιο αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα για κάθε νομό, βρίσκονται στους ετήσιους δείκτες καθώς δεν αποτελούν εκτίμηση. Οι ετήσιοι δείκτες αποτυπώνουν με καλύτερο τρόπο την εικόνα της

νοσηρότητας των λοιμωδών στην Ελλάδα σαν στιγμιότυπα μέσα στην οκταετία. Η τάση για ακραίες τιμές του δείκτη εντοπίζεται και σε κάθε έτος ξεχωριστά. Οι νομοί που εμφανίζουν τιμές μεταξύ 0,5 και 0,9, δηλαδή χαμηλότερες της επικρατείας, αποτελούν διαχρονικά το μεγαλύτερο ποσοστό της Ελλάδας που κυμαίνεται από 30% έως 43%. Παράλληλα, παρατηρούνται διαχρονικά υψηλές τιμές για τους νομούς της περιφέρειας Θεσσαλίας και χαμηλές τιμές για τους νομούς Κυκλάδων, Δωδεκανήσων, Σάμου και Ευβοίας. Κρίνεται χρήσιμο να αναλυθεί η ύπαρξη υψηλών τιμών για τον εντοπισμό νομών που διαχρονικά παρουσιάζουν υψηλή συγκέντρωση κρουσμάτων.

Χάρτης 3.3: Διαχρονική μελέτη του δείκτη  $LQ_t$



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

Δείκτης $LQ_t$	Ποσοστά Νομών								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2004-2011
< 0,5	24%	17%	15%	17%	7%	13%	11%	20%	6%
0,51 - 0,9	39%	35%	30%	37%	43%	37%	33%	33%	44%
0,91 - 1,1	13%	19%	17%	13%	13%	13%	19%	13%	19%
1,11 - 1,5	15%	19%	22%	20%	20%	19%	19%	19%	22%
1,51 - 2	6%	4%	11%	4%	9%	17%	13%	7%	6%
> 2	4%	7%	6%	9%	7%	2%	6%	7%	4%

Διαχρονική διακύμανση  
του δείκτη  $LQ_t$

Κανονική διακύμανση  
Μεσαία διακύμανση  
Μεγάλη διακύμανση

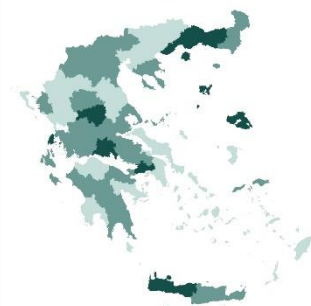
Μεταβολή  $LQ_t$ :  $|\Delta LQ_t|$

<  $|1sd \Delta LQ_t|$   
 $|1sd \Delta LQ_t| - |2sd \Delta LQ_t|$   
>  $|2sd \Delta LQ_t|$

Ποσοστά Νομών

35%  
46%  
19%

Διαχρονική διακύμανση  
του δείκτη  $LQ_t$



ΧΑΡΤΗΣ 4.3

Διαχρονική Μελέτη του Δείκτη  $LQ_t$   
για την περίοδο 2004-2011

Παράγονται, λοιπόν, οι πίνακες 3.4 και 3.5 όπου καταμετράται η εμφάνιση υψηλών τιμών του δείκτη για κάθε νομό και τα αποτελέσματα αξιολογούνται μελετώντας τη συχνότητα αυτής της εμφάνισης για κάθε νομό στην οκταετία. Συγκεκριμένα, στον πίνακα 3.4 εξετάζεται η συχνότητα εμφάνισης τιμών μεγαλύτερων του 1,1, για να εντοπιστούν οι νομοί που γενικά παρουσιάζουν μεγάλη συγκέντρωση. Οι νομοί ταξινομούνται με φθίνουσα σειρά ως προς τη συχνότητα εμφάνισης αυτών των τιμών του  $LQ_t$  καθ' όλη τη διάρκεια της οκταετίας. Ο μέγιστος αριθμός ετών είναι τα 8 έτη για τους νομούς Λαρίσης και Ξάνθης. Ακολουθούν με 7 έτη οι νομοί Αιτωλοακαρνανίας, Δράμας, Δυτικής Αττικής, Μαγνησίας, Πέλλας και Τρικάλων, με 6 έτη οι νομοί Καρδίτσας και Ροδόπης. Τέλος, οι νομοί που εμφανίζουν συχνότερα υψηλές τιμές στην οκταετία είναι οι νομοί Αρκαδίας, Λασιθίου, Φθιώτιδας και Χαλκιδικής με 5 έτη. Παράλληλα, ο μεγαλύτερος αριθμός νομών με τιμές άνω του 1,1 παρατηρείται το έτος 2005 με 21 νομούς και τα έτη 2007, 2008, 2009.

**Πίνακας 3.4:** Νομοί με υψηλό δείκτη  $LQ_t$

$LQ_t > 1,1$									
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Σύνολο
Λαρίσης	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Ξάνθης	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Αιτωλοακαρνανίας	1	1	1	1	1		1	1	7
Δράμας	1	1		1	1	1	1	1	7
Δυτ. Αττικής		1	1	1	1	1	1	1	7
Μαγνησίας		1	1	1	1	1	1	1	7
Πέλλας	1	1	1	1	1	1		1	7
Τρικάλων	1	1		1	1	1	1	1	7
Καρδίτσας		1	1		1	1	1	1	6
Ροδόπης	1	1	1	1		1		1	6
Αρκαδίας	1	1	1				1	1	5
Λασιθίου			1	1		1	1	1	5
Φθιώτιδας				1	1	1	1	1	5
Χαλκιδικής	1	1	1	1				1	5
Κοζάνης	1	1		1				1	4
Λέσβου	1			1		1	1		4
Ευρυτανίας					1	1	1		3
Ηρακλείου					1	1	1		3
Θεσπρωτίας		1	1					1	3
Θεσσαλονίκης	1	1		1					3
Κεφαλληνίας	1	1	1						3

(συνέχεια)

LQ <sub>t</sub> > 1,1									
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Σύνολο
Λακωνίας					1	1	1		3
Ρεθύμνου		1		1	1				3
Φωκίδας		1		1	1				3
Χανίων	1	1				1			3
Άρτας					1		1		2
Ηλείας					1	1			2
Καβάλας				1				1	2
Κέρκυρας			1		1				2
Κορινθίας			1			1			2
Σάμου			1	1					2
Φλώρινας	1	1							2
Αθηνών							1		1
Αργολίδας					1				1
Αχαΐας		1							1
Βοιωτίας						1			1
Γρεβενών	1								1
Έβρου			1						1
Καστοριάς				1					1
Κιλκίς						1			1
Λευκάδας			1						1
Πιερίας					1				1
Πρέβεζας							1		1
Σύνολο	16	21	18	20	20	20	18	17	150

Υποσύνολο των παραπάνω αποτελεσμάτων αποτελούν αυτά του πίνακα 3.3 που εξετάζεται η συχνότητα εμφάνισης πολύ υψηλών τιμών του LQ<sub>t</sub> και συγκεκριμένα μεγαλύτερων της τιμής 2. Σε αυτή την περίπτωση, καταδεικνύονται οι νομοί που παρουσιάζουν πολύ υψηλή νοσηρότητα και ο εντοπισμός τους σαφώς αποτελεί επιμέρους στόχο της παρούσας εφαρμογής. Ο νομός Ξάνθης λαμβάνει ακραίες τιμές για 6 έτη όπου τα 5 από αυτά είναι συνεχόμενα από το 2004, γεγονός που τον καθιστά πρώτο στην κατάταξη. Ακολουθεί ο νομός Μαγνησίας με τα 4 τελευταία έτη της οκταετίας να λαμβάνει τιμές υψηλότερες του 2 και ο νομός Δυτικής Αττικής με 3 έτη.

**Πίνακας 3.5:** Νομοί με πολύ υψηλό δείκτη  $LQ_t$ 

<b><math>LQ_t &gt; 2</math></b>									
<b>Νομός</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>Σύνολο</b>
<b>Ξάνθης</b>	1	1	1	1	1			1	<b>6</b>
<b>Μαγνησίας</b>					1	1	1	1	<b>4</b>
<b>Δυτ. Αττικής</b>			1	1			1		<b>3</b>
<b>Αιτωλοακαρνανίας</b>	1			1					2
<b>Αρκαδίας</b>		1							1
<b>Ευρυτανίας</b>							1		1
<b>Καβάλας</b>					1				1
<b>Καρδίτσας</b>				1					1
<b>Κεφαλληνίας</b>			1						1
<b>Λασιθίου</b>								1	1
<b>Λέσβου</b>								1	1
<b>Πέλλας</b>		1							1
<b>Ρεθύμνου</b>					1				1
<b>Ροδόπης</b>				1					1
<b>Χανίων</b>		1							1
<b>Σύνολο</b>	2	<b>4</b>	3	<b>5</b>	<b>4</b>	1	3	<b>4</b>	26

Όσον αφορά την ένταση του φαινομένου ύπαρξης υψηλών τιμών του δείκτη ανά έτος, παρατηρείται ότι το 2007 βρέθηκαν 5 νομοί με αυτά τα χαρακτηριστικά και τα έτη 2005, 2008, 2011, 4 νομοί αντίστοιχα.

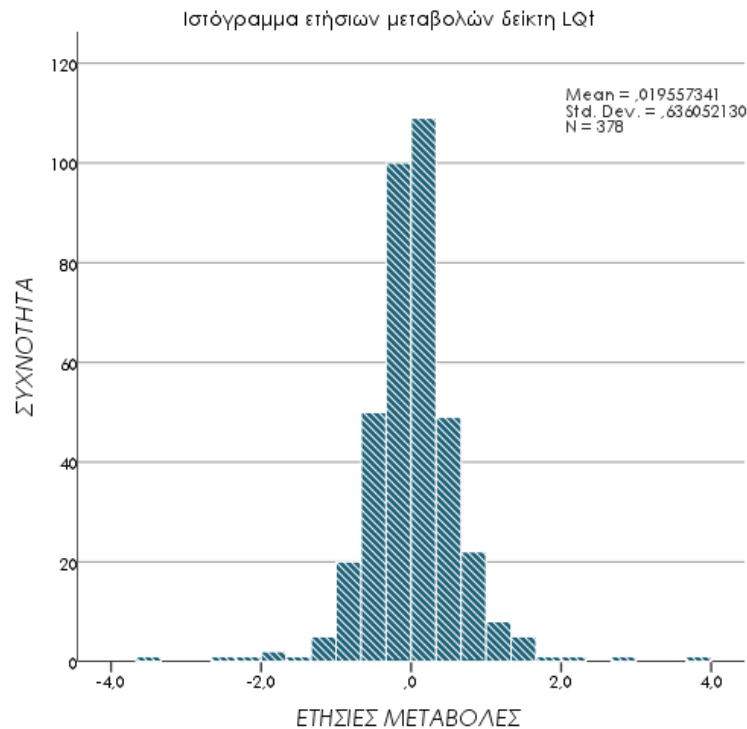
Για άλλη μία φορά τίθεται το ζήτημα της διαχρονικότητας. Διερευνάται η ύπαρξη ακραίων ετήσιων μεταβολών ή αντίθετα η ομαλή διαχρονική διακύμανση των δεικτών  $LQ_t$  αυτή τη φορά. Έτσι, υπολογίστηκαν οι ετήσιες μεταβολές του δείκτη για κάθε νομό. Η σχέση 3.7 ορίζει τον τύπο υπολογισμού των μεταβολών για δεδομένο νομό.

$$\Delta LQ_t = LQ_{t,t_m} - LQ_{t,t_m-1} \quad (3.7)$$

Όπου  $t_m$ : το μελετώμενο έτος

Επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία που ακολουθήθηκε για το δείκτη  $I_{G-M}$ , εξετάζεται η κατανομή των μεταβολών όλων των νομών και ετών. Όπως φαίνεται στο ιστόγραμμα συχνοτήτων των  $\Delta LQ_t$  του διαγράμματος 3.3 πλησιάζει την κανονική κατανομή με μέση τιμή  $\overline{\Delta LQ_t} = 0,02$  και η τυπική απόκλιση  $sd_{\Delta LQ_t} = 0,636$ .



**Διάγραμμα 3.3:** Ιστόγραμμα ετήσιων μεταβολών δείκτη  $LQ_t$ 

Η κατάταξη των νομών με τη δημιουργία κλάσεων χρησιμοποιώντας την τυπική απόκλιση και τη μέση τιμή επιλέγεται πάλι ως πιο περιγραφική και βιβλιογραφικά συνήθης για τέτοιου είδους δεδομένα. Δημιουργούνται 3 ομάδες χαρακτηρισμού της διαχρονικής διακύμανσης των νομών.

Η πρώτη χαρακτηρίζει τους νομούς ως περιοχές με κανονική διακύμανση, δηλαδή αναμενόμενη δεδομένης της κατανομής. Αν ένας νομός κατατάσσεται σε αυτή την ομάδα θα πρέπει το σύνολο των  $\Delta LQ_t$  να βρίσκεται εντός του ανοικτού διαστήματος:

$$(\overline{\Delta LQ_t} - 1sd_{\Delta LQ_t}, \overline{\Delta LQ_t} + 1sd_{\Delta LQ_t}) = (-0,616, 0,656)$$

Οι νομοί που κατατάσσονται στη δεύτερη ομάδα χαρακτηρίζονται μεσαίας διακύμανσης. Για την κατάταξη σε αυτή την ομάδα θα πρέπει τουλάχιστον μία ετήσια μεταβολή του νομού να βρίσκεται εντός των κλειστών διαστημάτων:

$$[\overline{\Delta LQ_t} - 2sd_{\Delta LQ_t}, \overline{\Delta LQ_t} - 1sd_{\Delta LQ_t}] \text{ ή } [\overline{\Delta LQ_t} + 1sd_{\Delta LQ_t}, \overline{\Delta LQ_t} + 2sd_{\Delta LQ_t}],$$

επομένως:  $[-1,252, -0,616]$  ή  $[0,656, 1,292]$

Παράλληλα, δεν θα πρέπει καμία μεταβολή του νομού που ανήκει στη δεύτερη ομάδα να ξεπερνάει τις τιμές που βρίσκονται εντός του διαστήματος:

$$[\overline{\Delta LQ_t} - 2sd_{\Delta LQ_t}, \overline{\Delta LQ_t} + 2sd_{\Delta LQ_t}] = [-1,252, 1,292]$$

Εάν κάποια μεταβολή βρίσκεται εκτός του τελευταίου διαστήματος, ο νομός χαρακτηρίζεται μεγάλης διακύμανσης, όπου αποτελεί την τελευταία ομάδα.

Στον χάρτη 3.3 διακρίνεται ότι η πλειονότητα των νομών (46%) παρουσιάζουν μεσαία διακύμανση, ακολουθούν οι νομοί με κανονική διακύμανση (35%) και τέλος αυτοί με μεγάλη διακύμανση (19%). Κανονική διακύμανση παρουσιάζουν οι νομοί Αθηνών, Ανατολικής Αττικής, Αργολίδας, Άρτας, Αχαΐας, Γρεβενών, Δράμας, Δωδεκανήσου, Ευβοίας, Θεσσαλονίκης, Ιωαννίνων, Κέρκυρας, Κυκλάδων, Λαρίσης, Μεσσηνίας, Πειραιώς, Πρέβεζας, Σερρών και Χίου. Για αυτούς τους νομούς παρατηρούνται δείκτες  $LQ_t$  συχνότερα στις κλάσεις 0,5 – 0,9 και 0,9 – 1,1, δηλαδή χαμηλότερα ή στο εθνικό επίπεδο. Μόνο οι νομοί Δράμας και Λάρισας εμφανίζουν δείκτες εντός της κλάσης 1,5 – 2.

Όσον αφορά τις περιοχές με υψηλή διακύμανση, πρόκειται για τους νομούς Δυτικής Αττικής, Καβάλας, Καρδίτσας, Λέσβου, Λευκάδας, Ξάνθης, Ρεθύμνου, Ροδόπης, Φωκίδας και Χανίων. Σε αυτή την ομάδα, οι ετήσιοι δείκτες κυμαίνονται σε όλο το δυνατό εύρος, δηλαδή και στις 6 κλάσεις. Τη συχνότερη εμφάνιση παρουσιάζουν οι δείκτες εντός της κλάσης 1,1 – 1,5, δηλαδή οι νομοί με μεγάλη διαχρονική διακύμανση εμφανίζουν συχνότερα μεγαλύτερη νοσηρότητα από την εθνική.

Τέλος, οι υπόλοιποι νομοί της επικράτειας κατατάσσονται στην κατηγορία της μεσαίας διακύμανσης, με συχνότερη εμφάνιση δεικτών  $LQ_t$  στην κλάση 0,5-0,9 (23 στους 25 νομούς της ομάδας αυτής). Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι κατά πλειοψηφία έχουν ως βάση χαμηλότερη νοσηρότητα από το εθνικό επίπεδο, αλλά αυξάνεται ή μειώνεται με εντονότερο ρυθμό από τον κανονικό. Οι νομοί Αιτωλοακαρνανίας, Αρκαδίας, Ευρυτανίας, Κεφαλληνίας, Λασιθίου, Μαγνησίας και Πέλλας λαμβάνουν και υψηλές τιμές του δείκτη με  $LQ_t > 2$ .

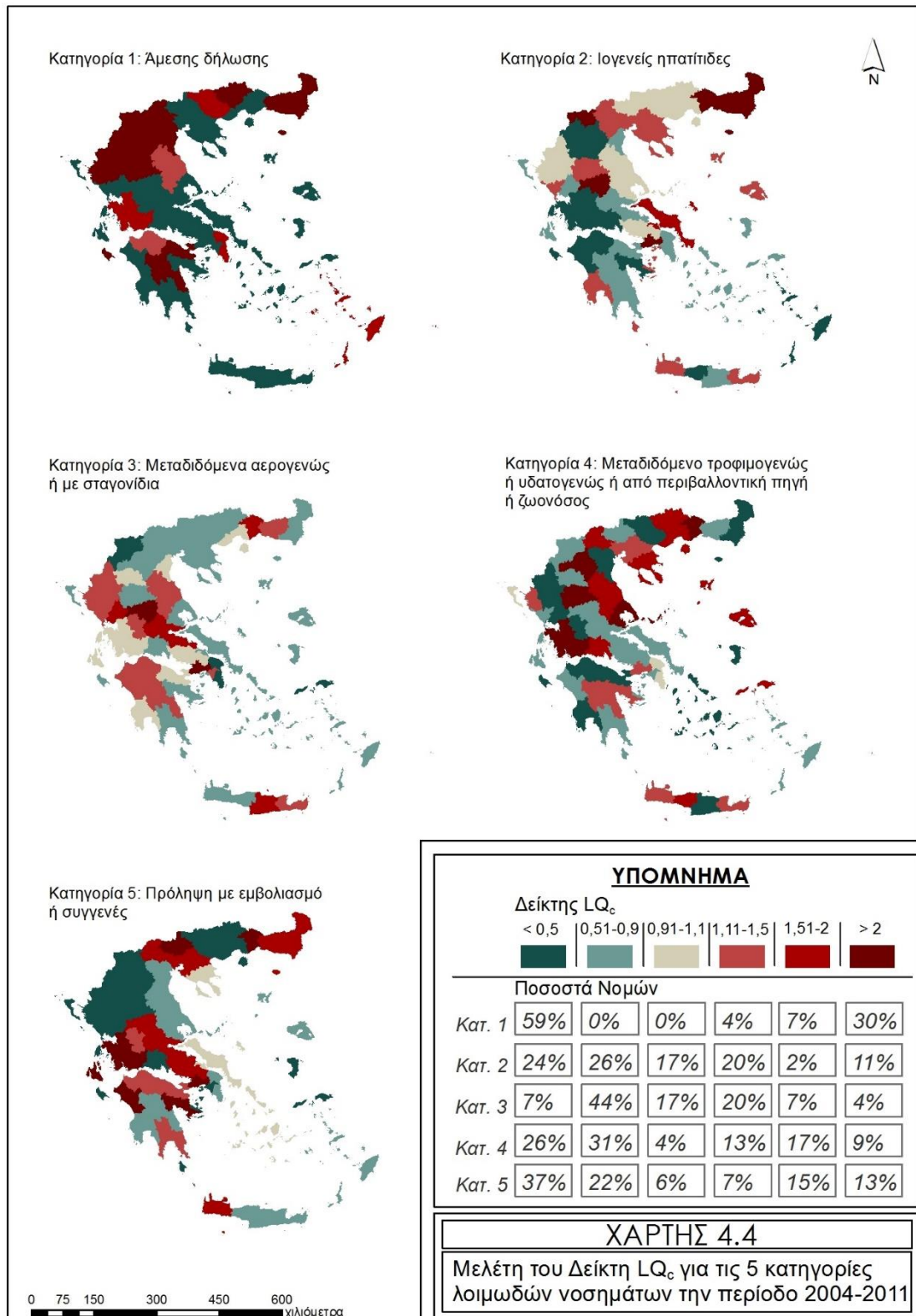
3.5.2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ  
ΛΟΙΜΩΔΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ  $LQ_c$ 

Ο δείκτης αυτός εξαρτάται από τα κρούσματα της μελετώμενης κατηγορίας και εξετάζει τη διαχρονική επίπτωση της εκάστοτε κατηγορίας σε σχέση με την αντίστοιχη της Ελλάδας. Ο γενικός τύπος του δείκτη  $LQ$  που περιγράφεται από τη σχέση 2.13 και μετασχηματίζεται για το δείκτη  $LQ_c$  ως εξής για δεδομένο νομό  $i_m$  και κατηγορία  $c_m$ :

$$LQ_c = \frac{\frac{\bar{x}_{c_m, i_m}}{P_{i_m}}}{\frac{\sum_{i=1}^{54} \bar{x}_{c_m, i}}{\sum_{i=1}^{54} P_i}} \quad (3.8)$$

$$\text{όπου: } \bar{x}_{c_m, i_m} = \frac{\sum_{t=1}^8 x_{c_m, t, i_m}}{8}$$

Δηλαδή, υπολογίζεται ο σύνθετος λόγος με αριθμητή τη διαχρονική μέση τιμή των κρουσμάτων του νομού  $i_m$  για την κατηγορία  $c_m$  προς το μέσο πληθυσμό της οκταετίας του νομού  $i_m$  και παρονομαστή τη διαχρονική μέση τιμή των κρουσμάτων της Ελλάδας για την ίδια κατηγορία προς το μέσο πληθυσμό της Ελλάδας για την οκταετία. Σε αυτή την περίπτωση γίνεται σύγκριση μεταξύ της μέσης (διαχρονικής) επίπτωσης κάθε κατηγορίας στον μέσο πληθυσμό ενός νομού με την επίπτωση της ίδιας κατηγορίας στον μέσο πληθυσμό της Ελλάδας. Στο χάρτη 3.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη για κάθε κατηγορία και νομό.

**Χάρτης 3.4:** Διαχρονική μελέτη του δείκτη  $LQ_c$ 

Οι κατανομές των δεικτών  $LQ_c$  διαφέρουν κατά πολύ από κατηγορία σε κατηγορία. Όπως φαίνεται στον παραπάνω χάρτη, η κατηγορία των νοσημάτων άμεσης δήλωσης (1<sup>η</sup> κατηγορία) παρουσιάζει ακραίες τιμές του δείκτη, είτε πολύ υψηλές είτε πολύ χαμηλές. Το 96% των νομών λαμβάνουν τιμές 0 – 0,5 ή μεγαλύτερες από 1,5. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την φύση των νοσημάτων αυτών που εμφανίζονται σπανίως στον ελλαδικό χώρο και αποτελούν νοσήματα που πρέπει να δηλωθούν τη στιγμή της παρατήρηση του κρούσματος. Η αλλαντίαση, ο άνθρακας και οι ιογενείς αιμορραγικοί πυρετοί είναι νοσήματα που παρουσιάζουν ελάχιστα κρούσματα στην μελετώμενη οκταετία και περιορίστηκαν επιτυχώς μέσω του συστήματος υγείας. Τα κρούσματα αυτά συγκεντρώνονται σε νομούς της Ηπείρου, της Δυτικής και Ανατολικής Μακεδονίας, της Θράκης και της Πελοποννήσου.

Η κατηγορία των Ιογενών Ηπατιτίδων (2<sup>η</sup>) παρουσιάζει κρούσματα πιο κοντά στο εθνικό επίπεδο, δηλαδή στην τιμή 1. Μόλις το 12% των νομών λαμβάνουν τιμές μεγαλύτερες από 1,5. Οι νομοί Έβρου, Ξάνθης και Ροδόπης παρουσιάζουν πολύ υψηλές τιμές (2,3, 5,5, 4,5 αντίστοιχα) και χωρική εγγύτητα. Στην επόμενη κατηγορία, αυτή των νοσημάτων μεταδιδόμενων αερογενώς ή με σταγονίδια παρατηρείται μικρή απόκλιση από το εθνικό επίπεδο. Το 81% των νομών βρίσκονται εντός των κλάσεων 0,5 – 0,9, 0,9 – 1,1 και 1,1 – 1,5, δηλαδή αποτελούν νοσήματα με αναλογικά ίση επίπτωση στον πληθυσμό των περισσότερων νομών. Οι κατηγορίες 4 και 5, δηλαδή αντιστοίχως τα νοσήματα που μεταδίδονται τροφιμογενώς ή υδατογενώς ή από περιβαλλοντική πηγή ή αποτελούν ζωνόσους και αυτά που προλαμβάνονται με εμβολιασμό ή αποτελούν συγγενή νοσήματα, παρουσιάζουν παρόμοια κατανομή στις κλάσεις που έχουν οριστεί με ύπαρξη κυρίως ακραίων τιμών. Η διαφορά της 5<sup>ης</sup> κατηγορίας από την 4<sup>η</sup>, όσον αφορά τον δείκτη  $LQ_c$ , είναι ότι η πρώτη παρουσιάζει χωρικά ομαδοποιημένα αποτελέσματα του δείκτη, ενώ στη δεύτερη φαίνεται να κατανέμονται τυχαία στο χώρο.

Στους πίνακες 3.6 και 3.7 μελετάται η συχνότητα εμφάνισης υψηλών τιμών μεταξύ των κατηγοριών για κάθε νομό. Στον πίνακα 3.6, συγκεκριμένα, υπολογίζεται η εμφάνιση τιμών μεγαλύτερων του 1,1. Εντοπίζονται, με αυτό τον τρόπο, οι νομοί που εμφανίζουν επιδημιολογικό ενδιαφέρον σε όλες τις κατηγορίες.

**Πίνακας 3.6: Νομοί με χαμηλό δείκτη  $LQ_c$** 

<b><math>LQ_c &gt; 1,1</math></b>						
<b>Νομός</b>	<b>Κατ. 1</b>	<b>Κατ. 2</b>	<b>Κατ. 3</b>	<b>Κατ. 4</b>	<b>Κατ. 5</b>	<b>Σύνολο</b>
Δυτ. Αττικής		1	1	1	1	4
Πέλλας	1	1		1	1	4
Ροδόπης	1	1	1		1	4
Ξάνθης		1	1	1	1	4
Αιτωλοακαρνανίας	1			1	1	3
Λαρίσης	1		1	1		3
Έβρου	1	1			1	3
Αχαΐας	1		1		1	3
Χανίων		1		1	1	3
Αρκαδίας	1		1	1		3
Λασιθίου		1	1	1		3
Καρδίτσας		1	1		1	3
Θεσσαλονίκης		1		1	1	3
Θεσπρωτίας	1		1	1		3
Τρικάλων	1	1		1		3
Ιωαννίνων	1		1			2
Ευρυτανίας			1		1	2
Χαλκιδικής		1		1		2
Κοζάνης	1			1		2
Ημαθίας	1	1				2
Φθιώτιδας			1		1	2
Φλώρινας	1	1				2
Πρέβεζας		1	1			2
Κορινθίας	1				1	2
Λέσβου		1		1		2
Δράμας	1			1		2
Αργολίδας				1	1	2
Ηλείας			1		1	2
Πιερίας	1					1
Φωκίδας				1		1
Λακωνίας					1	1
Ηρακλείου			1			1
Σάμου				1		1
Πειραιά		1				1
Σερρών	1					1
Ευβοίας		1				1
Γρεβενών	1					1
Αθηνών			1			1

(συνέχεια)

LQ <sub>c</sub> > 1,1						
Νομός	Κατ. 1	Κατ. 2	Κατ. 3	Κατ. 4	Κατ. 5	Σύνολο
Αν. Αττικής	1					1
Κεφαλληνίας					1	1
Καστοριάς	1					1
Ζακύνθου	1					1
Βοιωτίας					1	1
Ρεθύμνου				1		1
Μαγνησίας				1		1
Καβάλας				1		1
Άρτας			1			1
Δωδεκανήσου	1					1
Κιλκίς					1	1
Μεσσηνίας		1				1
<b>Σύνολο</b>	<b>22</b>	18	17	<b>21</b>	19	<b>97</b>

Για τους νομούς Δυτικής Αττικής, Πέλλας, Ροδόπης και Ξάνθης παρατηρούνται υψηλοί δείκτες για 4 από τις 5 κατηγορίες. Ακολουθούν οι νομοί Αιτωλοακαρνανίας, Λαρίσης, Έβρου, Αχαΐας, Χανίων, Αρκαδίας, Λασιθίου, Καρδίτσας, Θεσσαλονίκης, Θεσπρωτίας και Τρικάλων όπου εμφανίζουν δείκτες LQ<sub>c</sub> μεγαλύτερους από την τιμή 1,1 σε 3 από τις 5 μελετώμενες κατηγορίες. Παράλληλα, η 1<sup>η</sup> και η 4<sup>η</sup> κατηγορία εμφανίζουν συχνότερα από τις υπόλοιπες νομούς με τέτοιες τιμές.

Στον πίνακα 3.7 εμφανίζονται οι νομοί που λαμβάνουν τουλάχιστον σε μία κατηγορία LQ<sub>c</sub> μεγαλύτερες της τιμής 2.

Πίνακας 3.7: Νομοί με υψηλό δείκτη LQ<sub>c</sub>

LQ <sub>c</sub> > 2						
Νομός	Κατ. 1	Κατ. 2	Κατ. 3	Κατ. 4	Κατ. 5	Σύνολο
Δυτ. Αττικής		1	1		1	<b>3</b>
Ξάνθης		1		1	1	<b>3</b>
Αιτωλοακαρνανίας				1	1	<b>2</b>
Έβρου	1	1				<b>2</b>
Κοζάνης	1			1		<b>2</b>
Φλώρινας	1	1				<b>2</b>
Ροδόπης	1	1				<b>2</b>
Καρδίτσας		1	1			<b>2</b>
Τρικάλων	1			1		<b>2</b>
Πιερίας	1					1
Ιωαννίνων	1					1

(συνέχεια)

LQ <sub>c</sub> > 2						
Νομός	Κατ. 1	Κατ. 2	Κατ. 3	Κατ. 4	Κατ. 5	Σύνολο
Πέλλας	1					1
Ημαθίας	1					1
Γρεβενών	1					1
Κεφαλληνίας					1	1
Κορινθίας	1					1
Αρκαδίας	1					1
Καστοριάς	1					1
Ζακύνθου	1					1
Δράμας	1					1
Μαγνησίας				1		1
Αργολίδας					1	1
Ηλείας					1	1
Κιλκίς					1	1
Θεσπρωτίας	1					1
Σύνολο	16	6	2	5	7	36

Οι νομοί Δυτικής Αττικής και Ξάνθης εμφανίζουν σε 3 από τις 5 κατηγορίες υψηλές ακραίες τιμές LQ<sub>c</sub>. Ακολουθούν οι νομοί Αιτωλοακαρνανίας, Έβρου, Κοζάνης, Φλώρινας, Ροδόπης, Καρδίτσας και Τρικάλων με 2 στις 5 κατηγορίες. Στην 1<sup>η</sup> κατηγορία 16 από τους 54 νομούς εμφανίζουν τέτοιες τιμές λόγω της ιδιαιτερότητας των νοσημάτων που περιλαμβάνει, όπως αναλύθηκε παραπάνω. Ακολουθούν με πολύ μικρότερο αριθμό νομών, όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες.

### 3.5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Συνοψίζοντας, με την εφαρμογή των δεικτών I<sub>G-M</sub>, LQ<sub>i</sub> και LQ<sub>c</sub> διαπιστώνεται η ύπαρξη διαφορετικών τρόπων εμφάνισης κρουσμάτων για κάθε κατηγορία αλλά και σημαντικές αυξομειώσεις κατά την διάρκεια του χρόνου. Παρατηρούνται περιοχές που εμφανίζουν ένταση των επιδημιολογικών φαινομένων, είτε εξετάζοντάς τα κατηγορικά είτε ετησίως.

Συγκεκριμένα, για τον δείκτη I<sub>G-M</sub>, οι νομοί που εμφανίζουν συχνότερα υψηλό αριθμό κρουσμάτων σε όλες τις κατηγορίες αλλά και σχετικά μικρές ετήσιες μεταβολές είναι οι Αθηνών, Θεσσαλονίκης, Λαρίσης, Πειραιά, Φθιώτιδας και Χανίων. Με εξαίρεση τον νομό Χανίων, οι παραπάνω νομοί χαρακτηρίζονται από την εγγύτητά τους στο εθνικό οδικό άξονα ΠΑΘΕ. Παράλληλα, τα έτη που εντοπίζονται τα μεγαλύτερα ποσοστά



νομών με υψηλή παρουσία κρουσμάτων σε όλες τις κατηγορίες ( $I_{G-M} > 0,6$ ) είναι τα έτη 2006, 2008 και 2010.

Για τον δείκτη  $LQ_i$  οι νομοί Ξάνθης, Μαγνησίας και Δυτικής Αττικής εμφανίζουν συχνότερα πολύ υψηλά κρούσματα σε σχέση με τον εθνικό μέσο όρο ( $LQ_i > 2$ ). Οι 8 Δράμας και Λάρισας εμφανίζουν τέτοιες τιμές λιγότερο συχνά, αλλά διαχρονικά αποτελούν νομούς με σχετικά μικρές ετήσιες μεταβολές και διαχρονικά υψηλές τιμές του δείκτη. Επιπλέον, εντοπίζεται το 2007 το έτος με τους περισσότερους νομούς με πολύ υψηλές τιμές.

Όσον αφορά τον δείκτη  $LQ_c$ , οι νομοί Αιτωλοακαρνανίας, Δυτικής Αττικής, Έβρου, Ξάνθης, Καρδίτσας, Κοζάνης, Ροδόπης, Τρικάλων και Φλώρινας παρουσιάζουν μεγάλο αριθμό κρουσμάτων κατ' αναλογία με της Ελλάδας σε 4 και 3 κατηγορίες εκ των 5. Παράλληλα, τα νοσήματα άμεσης δήλωσης εμφανίζουν περίπου στο 1/3 των νομών της Ελλάδας, πολύ υψηλές τιμές ενώ στις υπόλοιπες κατηγορίες οι νομοί που απαντώνται με τέτοιους ακραίους δείκτες είναι πολύ μικρότεροι σε αριθμό.

Τα παραπάνω στοιχεία συνθέτουν μία εικόνα των λοιμωδών νοσημάτων στην Ελλάδα για την μελετώμενη περίοδο, που απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση. Εφόσον διαπιστώνονται, σε πολλές περιπτώσεις, χωρικά συγκεντρωμένα περιστατικά, κρίνεται σημαντικό να διερευνηθεί η ύπαρξη στατιστικά σημαντικών συγκεντρώσεων στο χώρο. Στο επόμενο υποκεφάλαιο, εφαρμόζεται η μέθοδος της χωρικής αυτοσυσχέτισης με σκοπό την διεξαγωγή αυτών των συμπερασμάτων.

### 3.6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΛΟΙΜΩΔΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ

Στο παρόν στάδιο επιχειρείται η ανάλυση των χωρικών χαρακτηριστικών των λοιμωδών νοσημάτων με τη χρήση της μεθόδου ελέγχου ύπαρξης χωρικής αυτοσυσχέτισης. Εφαρμόζονται οι δείκτες Global Moran's I και Local Moran's I για τον εντοπισμό στατιστικά σημαντικών ομαδοποιημένων χωρικών προτύπων και, έπειτα, χωρικών ομάδων υψηλών τιμών της επίπτωσης. Οι μεταβλητές που εφαρμόζονται οι δείκτες είναι η επίπτωση των κατηγοριών των λοιμωδών νοσημάτων στον πληθυσμό,  $I_{c,t,i}$ , και η επίπτωση των νοσημάτων στον πληθυσμό,  $I_{d,t,i}$ . Η δεύτερη μελετάται για τις κατηγορίες που εντοπίζεται έντονο επιδημιολογικό ενδιαφέρον με γνώμονα τα αποτελέσματα της χωρικής αυτοσυσχέτισής τους.

#### 3.6.1 *ΧΩΡΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ $I_{c,t,i}$ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ ΛΟΙΜΩΔΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ*

Όπως αναλύεται στο κεφάλαιο 2, η επίπτωση που έχουν τα νοσήματα στον πληθυσμό αποτελεί το πλέον κατάλληλο μέγεθος μελέτης χωρικών αυτοσυσχετίσεων για επιδημιολογικά δεδομένα. Στην παρούσα εφαρμογή, επιλέγεται η μελέτη της επίπτωσης των νοσημάτων στον πληθυσμό ανά κατηγορία  $I_{c,t,i}$ .

##### 3.6.1.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Αρχικά, με την εφαρμογή του γενικού δείκτη Global Moran's I, αξιολογούνται τα χωρικά πρότυπα για κάθε κατηγορία και έτος. Στον πίνακα 3.8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη, όσον αφορά τον χαρακτηρισμό των χωρικών προτύπων.

**Πίνακας 3.8:** Χαρακτηρισμός χωρικού προτύπου  $I_{c,t,i}$

Αποτελέσματα Global Moran's I - Χαρακτηρισμός τύπου χωρικού προτύπου								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Κατηγορία 1	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο
Κατηγορία 2	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	ομαδοποιημένο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο
Κατηγορία 3	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο
Κατηγορία 4	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο
Κατηγορία 5	ομαδοποιημένο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	τυχαίο

Συμπληρωματικά, οι πίνακες 3.9, 3.10, 3.11 περιέχουν τα αποτελέσματα του δείκτη που αφορούν στην καθαυτού τιμή του, το p-value και το z-score αντίστοιχα, για κάθε κατηγορία και έτος.

**Πίνακας 3.9:** Αποτελέσματα Global Moran's I για τη μεταβλητή  $I_{c,t,i}$ 

Αποτελέσματα Global Moran's I - Global Moran's Index								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Κατηγορία 1	0,049	0,013	-0,001	-0,043	-0,037	-0,029	-0,006	0,006
Κατηγορία 2	0,141	-0,040	-0,046	0,215	0,293	0,065	-0,052	0,015
Κατηγορία 3	-0,040	-0,055	0,039	0,020	0,040	0,018	0,015	0,000
Κατηγορία 4	0,033	-0,059	-0,064	-0,051	0,076	-0,019	0,020	0,001
Κατηγορία 5	0,209	0,052	-0,010	0,182	-0,026	-0,034	0,131	-0,032

**Πίνακας 3.10:** Αποτελέσματα Global Moran's I p-value για τη μεταβλητή  $I_{c,t,i}$ 

Αποτελέσματα Global Moran's I - p-value								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Κατηγορία 1	0,177	0,404	0,626	0,365	0,614	0,753	0,488	0,188
Κατηγορία 2	<0,001	0,663	0,587	<0,001	<0,001	0,092	0,499	0,463
Κατηγορία 3	0,435	0,479	0,268	0,412	0,246	0,469	0,505	0,710
Κατηγορία 4	0,145	0,444	0,380	0,531	0,036	0,998	0,437	0,663
Κατηγορία 5	<0,001	0,015	0,839	<0,001	0,894	0,648	0,002	0,769

**Πίνακας 3.11:** Αποτελέσματα Global Moran's I z-score για τη μεταβλητή  $I_{c,t,i}$ 

Αποτελέσματα Global Moran's I - z-score								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Κατηγορία 1	1,350	0,834	0,488	-0,907	-0,505	-0,314	0,693	1,316
Κατηγορία 2	4,514	-0,436	-0,543	5,421	6,141	1,684	-0,676	0,734
Κατηγορία 3	-0,780	-0,708	1,108	0,820	1,161	0,724	0,667	0,372
Κατηγορία 4	1,458	-0,765	-0,877	-0,627	2,093	0,003	0,778	0,436
Κατηγορία 5	6,298	2,425	0,203	3,912	-0,133	-0,456	3,061	-0,294

Παρατηρείται λοιπόν ύπαρξη στατιστικά σημαντικών αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, η κατηγορία των ιογενών ηπατιτίδων (2<sup>η</sup>) παρουσιάζει στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα τα έτη 2004, 2007, 2008 και 2009 με επίπεδο σημαντικότητας μικρότερο του 1% για τα τρία πρώτα έτη και 10% για το 2009. Δηλαδή, δεδομένων των z-score, τα πρότυπα για αυτά τα έτη θεωρούνται χωρικά ομαδοποιημένα και υπάρχει πιθανότητα μικρότερη από 1% η χωρική κατανομή της επίπτωσης της κατηγορίας να είναι τυχαία για τα έτη 2004, 2007 και 2008, ενώ υπάρχει πιθανότητα μικρότερη από 10% η χωρική κατανομή της επίπτωσης της κατηγορίας το 2009 να είναι τυχαία.

Αντίστοιχα, για την κατηγορία των νοσημάτων που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και των συγγενών νοσημάτων (5<sup>η</sup>) εμφανίζονται στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα τα έτη 2004, 2005, 2007 και 2010. Το επίπεδο σημαντικότητας αυτών των αποτελεσμάτων είναι μικρότερο από 1% για τα έτη 2004, 2007 και 2010, ενώ για το

έτος 2005 είναι μικρότερο από 5% και μεγαλύτερο από 1%. Δεδομένων των z-score, η επίπτωση των νοσημάτων της κατηγορίας αυτής παρουσιάζει χωρικά ομαδοποιημένο πρότυπο για τα παραπάνω έτη. Συγκεκριμένα, για τα έτη 2004, 2007 και 2010 υπάρχει πιθανότητα μικρότερη του 1% η χωρική κατανομή της επίπτωσης της κατηγορίας στον πληθυσμό να είναι τυχαία, ενώ η πιθανότητα αυτή μεγαλώνει στο 5% για την επίπτωση του έτους 2005.

Για την κατηγορία των νοσημάτων που μεταδίδονται τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή ή είναι ζωνοόσοι (4<sup>η</sup>) παρατηρείται μόνο στο έτος 2008 να υπάρχει στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένο πρότυπο στην επίπτωσή της στον πληθυσμό, με επίπεδο σημαντικότητας 5%. Όλα τα υπόλοιπα έτη των τριών αυτών κατηγοριών, καθώς και οι κατηγορίες άμεσης δήλωσης (1<sup>η</sup>) και των νοσημάτων που μεταδίδονται αερογενώς ή με σταγονίδια (3<sup>η</sup>), παρουσιάζουν τυχαία κατανεμημένα χωρικά πρότυπα της επίπτωσης  $I_{c,t,i}$ .

Οι ιογενείς ηπατίτιδες και τα νοσήματα που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενών αποτελούν τις κατηγορίες με στατιστικά σημαντική χωρική ομαδοποίηση τα μισά από τα μελετώμενα έτη. Για τα έτη 2004 και 2007 παρουσιάζουν και οι δύο κατηγορίες χωρικά ομαδοποιημένη κατανομή με υψηλή στατιστική σημαντικότητα.

#### 3.6.1.1 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ

Στην παρούσα φάση της εφαρμογής χρησιμοποιείται ο τοπικός δείκτης Local Moran's I εφόσον ο γενικός δείκτης καταδεικνύει ύπαρξη χωρικά ομαδοποιημένων προτύπων. Τα αποτελέσματά του, όπως αναλύονται στο κεφάλαιο 2, εντοπίζουν εκείνες τις χωρικές ομάδες που συγκεντρώνουν είτε γειτνιάζουσες υψηλές τιμές είτε γειτνιάζουσες χαμηλές τιμές της μεταβλητής  $I_{c,t,i}$  και συνθέτουν τα high-high clusters και low-low clusters αντίστοιχα. Παράλληλα, εντοπίζονται και τυχόν χωρικά ακραίες τιμές, υψηλές τιμές με γειτνιάζουσες χαμηλές τιμές της μεταβλητής  $I_{c,t,i}$ , τα high-low outliers, και το αντίστροφο, τα low-high outliers. Η εφαρμογή του δείκτη γίνεται με σκοπό τον εντοπισμό τυχόν high-high clusters, δηλαδή, χωρικές ομάδες νομών με υψηλές τιμές επίπτωσης της εκάστοτε κατηγορίας. Μπορεί ο γενικός δείκτης να υποδεικνύει χωρικές ομαδοποιήσεις σε δύο κατηγορίες, όμως σε αυτό το στάδιο θα εξεταστούν όλες οι

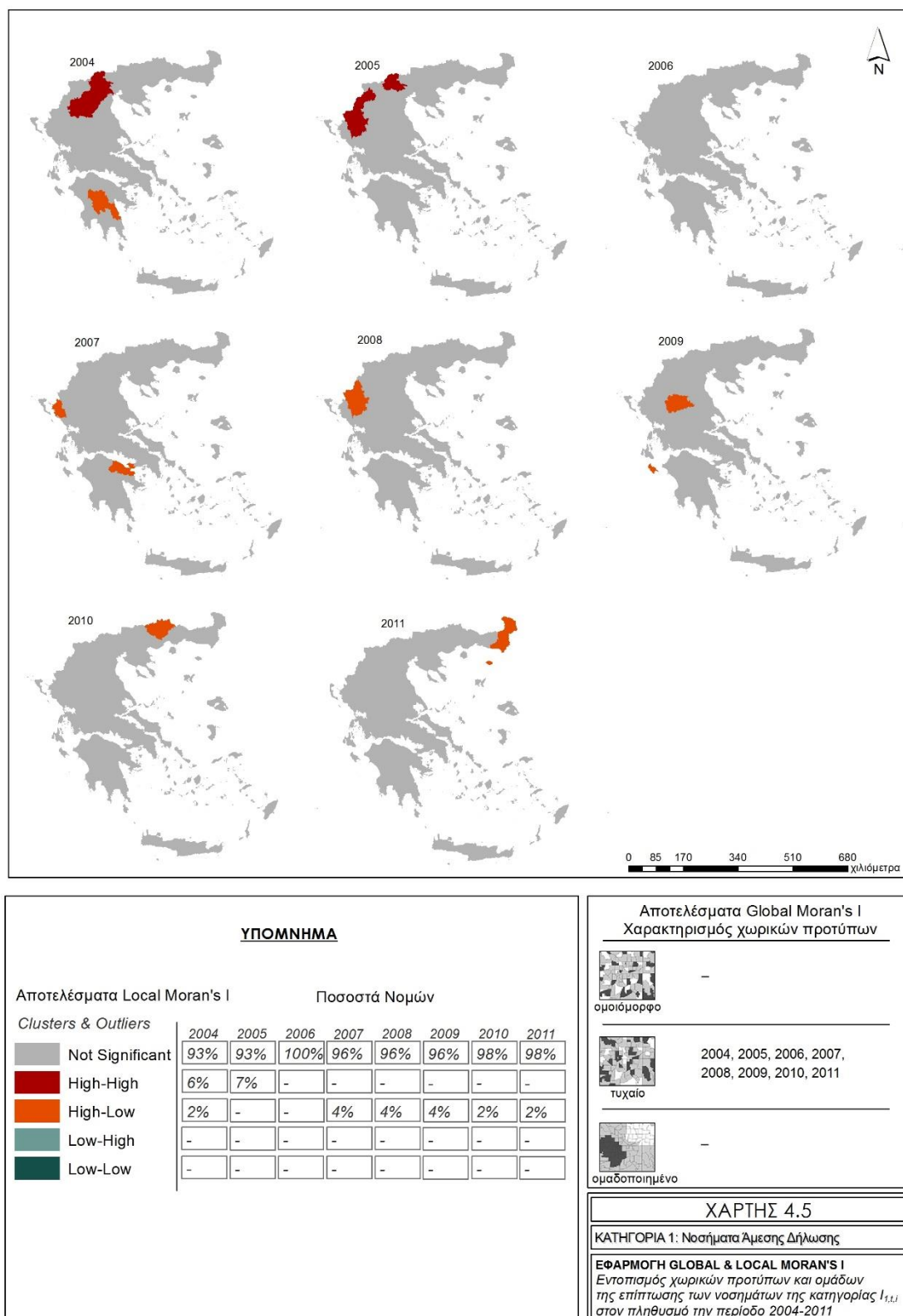
κατηγορίες για την ύπαρξη high-high clusters ώστε να παρουσιαστούν ολοκληρωμένα τα δεδομένα και να επιτραπεί η ανάλυση τυχόν αλληλεπιδράσεων (συμπτώσεων) μεταξύ κατηγοριών.

Στον χάρτη 3.5 εμφανίζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής του δείκτη όσον αφορά την τυπολογία των νομών στις 4 ομάδες που αναφέρονται παραπάνω για την κατηγορία νοσημάτων άμεσης δήλωσης για κάθε έτος ( $I_{1,t,i}$ ). Όπως φαίνεται στον χάρτη και επιβεβαιώνεται από το γενικό δείκτη, η πρώτη κατηγορία λοιμωδών νοσημάτων παρουσιάζει μικρό επιδημιολογικό ενδιαφέρον. Συγκεκριμένα, ο δείκτης καταδεικνύει high-high clusters μόνο στα έτη 2004 και 2005.

Παρατηρείται, λοιπόν, στατιστικά σημαντική χωρική σχέση μεταξύ των παραπάνω νομών της Ηπείρου και Κεντρικής Μακεδονίας για τα δύο έτη. Για τα επόμενα έτη, εμφανίζονται μόνο high-low outliers, που απλά στην συγκεκριμένη κατηγορία υποδεικνύει ύπαρξη κρουσμάτων για αυτούς τους νομούς έναντι απουσίας κρουσμάτων στους υπόλοιπους που εμφανίζονται ως μη στατιστικά σημαντικοί. Στον πίνακα 3.12 παρουσιάζονται οι νομοί που χαρακτηρίστηκαν ως high-high cluster, ανά έτος και συγκεντρωτικά. Παρατηρείται ότι ο νομός Πέλλας παρουσίασε στατιστικά σημαντικές υψηλές τιμές και τα δύο έτη που εμφανίστηκε τοπική χωρική ομαδοποίηση.

**Πίνακας 3.12:** Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την 1<sup>η</sup> κατηγορία

$I_{1,t,i}$ - Συχνότητα εμφάνισης νομού ως H-H cluster									
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Σύνολο
Πέλλας	1	1							2
Ιωαννίνων		1							1
Κοζάνης	1								1
Ημαθίας	1								1
Γρεβενών	1								1
Καστοριάς		1							1
Σύνολο	4	3	0	0	0	0	0	0	7

**Χάρτης 3.5:** Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της 1<sup>η</sup> κατηγορίας

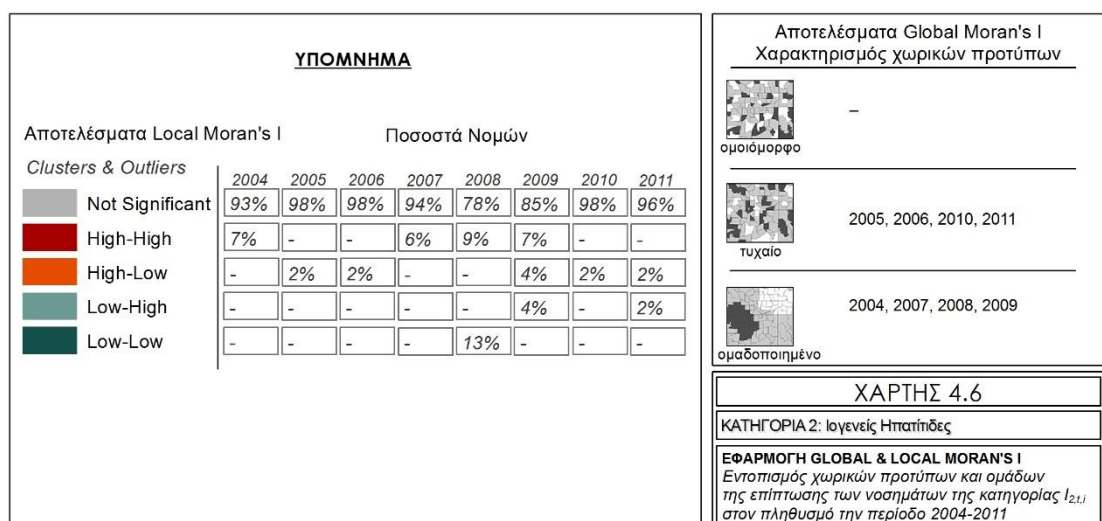
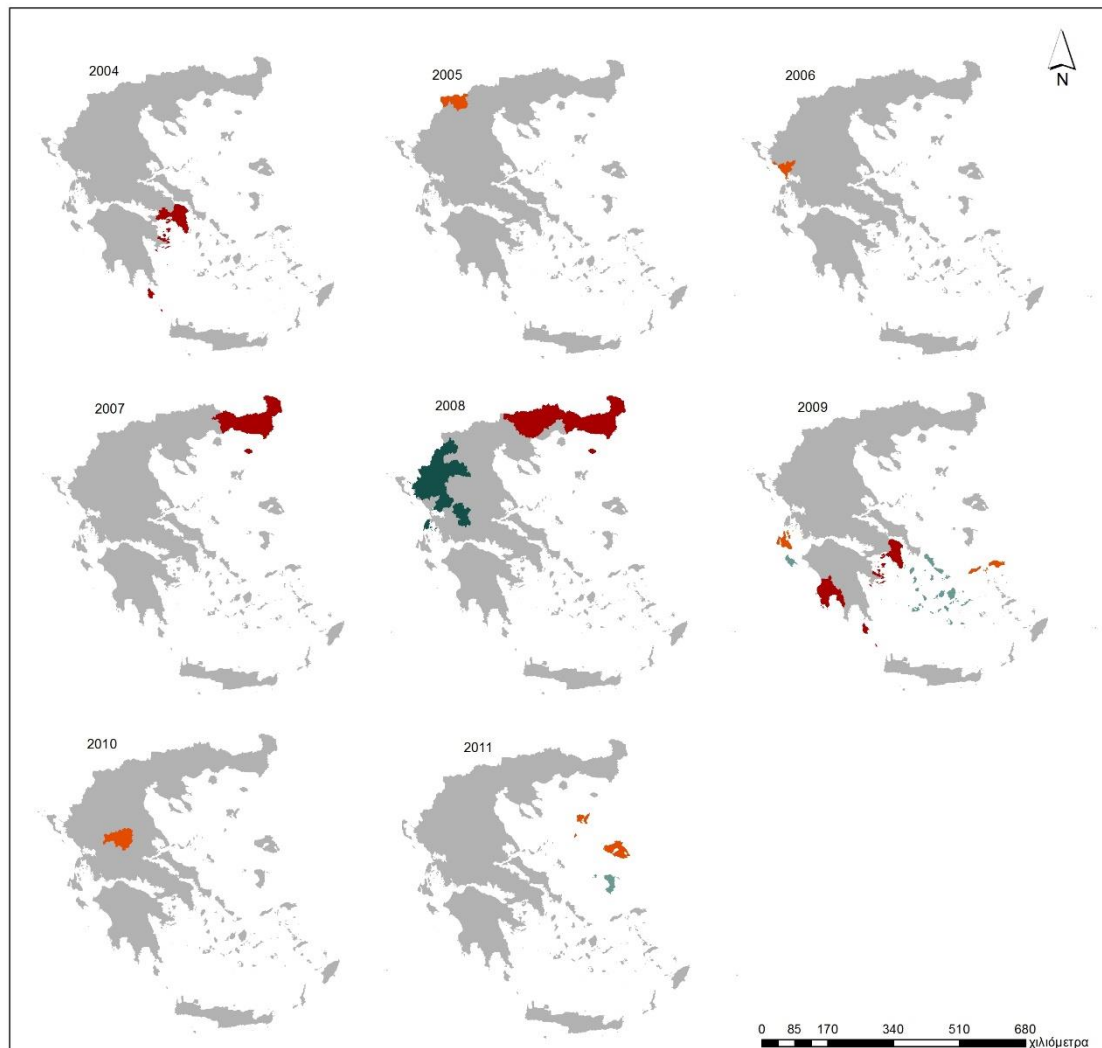
Αντίστοιχα για την κατηγορία των ιογενών ηπατιτίδων, φαίνονται από το χάρτη 3.6, περισσότερες χωρικές ομάδες τύπου high-high. Συγκεκριμένα για τα έτη που ο γενικός δείκτης Moran's καταδεικνύει χωρικά ομαδοποιημένα πρότυπα (2004, 2007, 2008, 2009), εμφανίζονται τόσο high-high clusters όσο low-low, καθώς και high-low και low-high outliers. Παρατηρούνται, δηλαδή, χωρικά ομαδοποιημένες τιμές της μεταβλητής  $I_{2,t,i}$ , είτε υψηλές, είτε χαμηλές, με παράλληλη παρουσία χωρικά ακραίων τιμών.

Ειδικότερα, για τα έτη 2007 και 2008, που είναι και συνεχόμενα, εντοπίζονται χωρικές ομάδες υψηλής επίπτωσης στους νομούς Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Παράλληλα, ο 13% των νομών της Ελλάδας, παρουσιάζει χωρικά ομαδοποιημένες χαμηλές τιμές της μεταβλητής  $I_{2,t,i}$  το 2008, που συγκεντρώνονται στην Ήπειρο, Δυτική Μακεδονία και Στερεά Ελλάδα. Για τα άλλα δύο έτη που βρέθηκαν ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα από τον γενικό δείκτη Global Moran's I, 2004 και 2009, οι νομοί της Αττικής εμφανίζονται ως high-high clusters. Πιο συγκεκριμένα, το 2004 παρατηρείται συγκέντρωση υψηλής επίπτωσης της κατηγορίας στον πληθυσμό των νομών της Αττικής, ενώ το 2009 προστίθεται και ο νομός Μεσσηνίας. Στον πίνακα 3.13 εμφανίζονται με φθίνουσα σειρά συχνότητας εμφάνισης οι νομοί που έλαβαν τουλάχιστον μία φορά τον χαρακτηρισμό high-high cluster έπειτα από την εφαρμογή του δείκτη Local Moran's I στην μεταβλητή  $I_{2,t,i}$ .

**Πίνακας 3.13:** Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την 2<sup>η</sup> κατηγορία

<b><math>I_{2,t,i}</math> - Συχνότητα εμφάνισης νομού ως H-H cluster</b>									
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Σύνολο
Έβρου				1	1				2
Πειραιά	1					1			2
Αθηνών	1					1			2
Αν. Αττικής	1					1			2
Ροδόπης				1	1				2
Ξάνθης				1	1				2
Δυτ. Αττικής	1								1
Σερρών					1				1
Δράμας					1				1
Μεσσηνίας						1			1
Σύνολο	4	0	0	3	5	4	0	0	16

**Χάρτης 3.6:** Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της 2<sup>η</sup> κατηγορίας



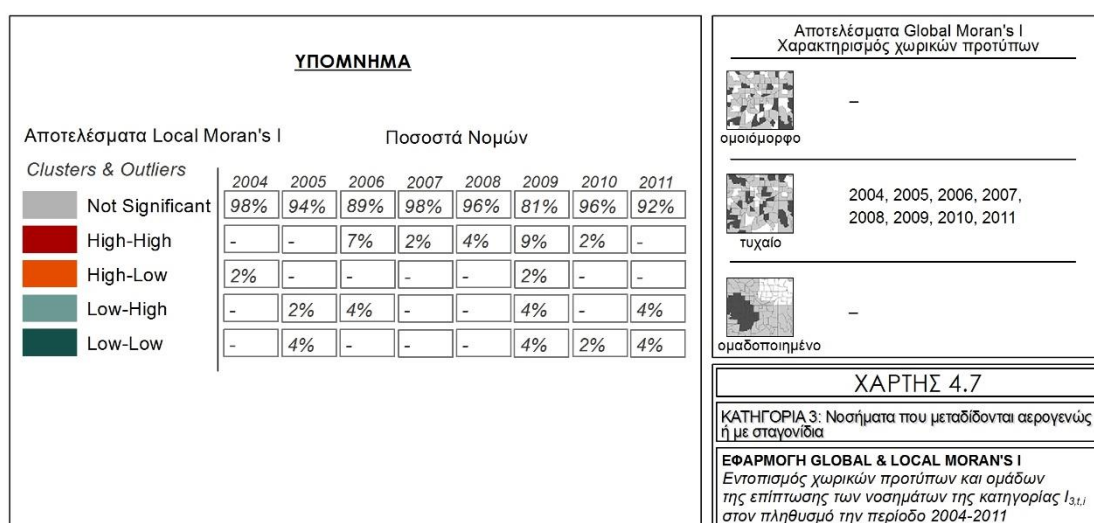
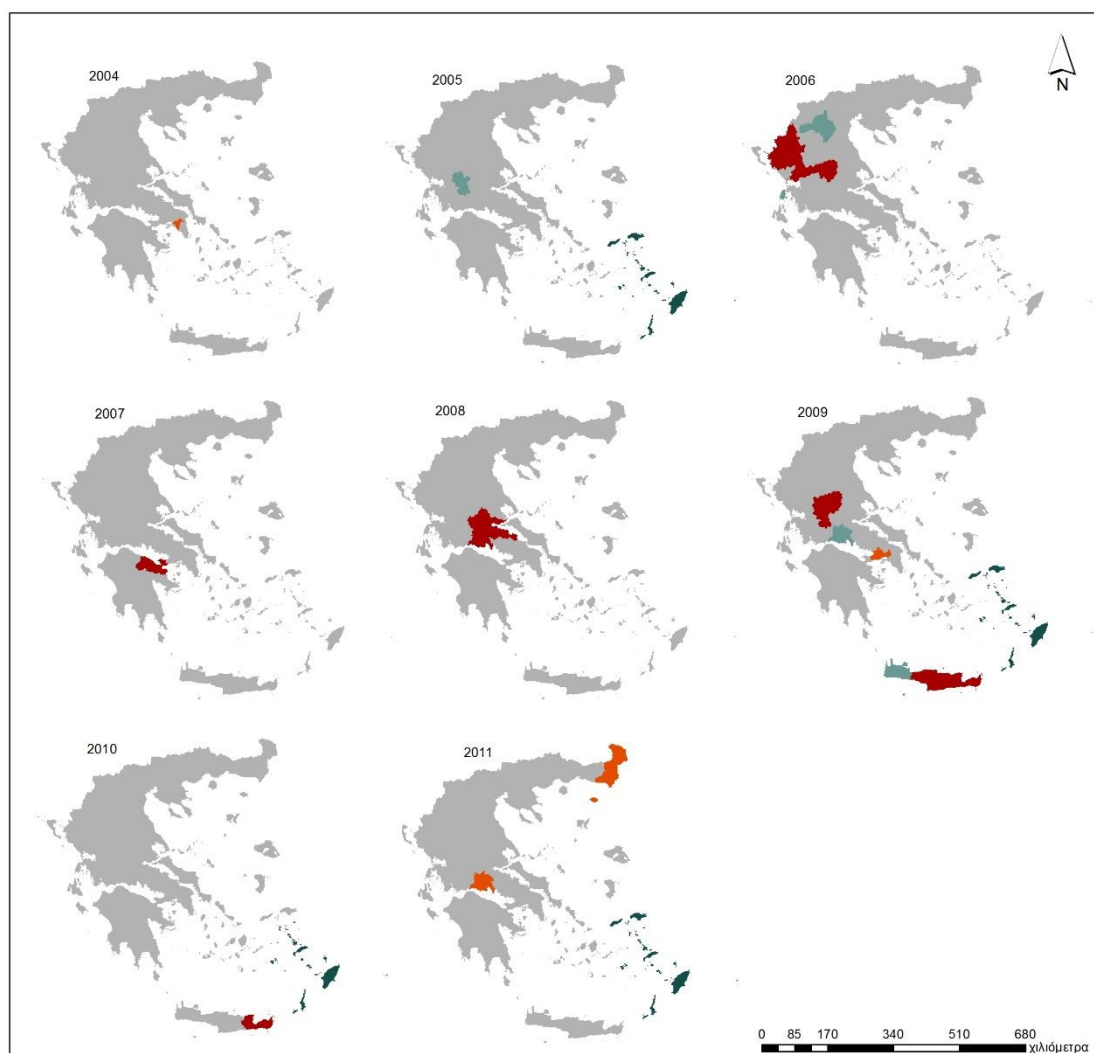


Η κατηγορία των νοσημάτων που μεταδίδονται αερογενώς ή με σταγονίδια παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον εξαιτίας της ύπαρξης αρκετών high-high cluster περιοχών, όπως φαίνεται στον χάρτη 3.7, παρόλο που ο γενικός δείκτης Global Moran's δεν εντοπίζει κάποιο στατιστικά σημαντικό χωρικό πρότυπο. Παρατηρείται ύπαρξη υψηλών τιμών της μεταβλητής  $I_{3,t,i}$  στην πλειονότητα των νομών για όλα τα έτη. Ο τρόπος μετάδοσης των νοσημάτων της κατηγορίας υποδεικνύει υψηλή πιθανότητα μετάδοσης και εμφάνισης των νοσημάτων. Για αυτό το λόγο, οι περιοχές που χαρακτηρίζονται ως high-high clusters δεν επιδρούν καταλυτικά στο γενικό χωρικό πρότυπο.

Στον πίνακα 3.14, παρουσιάζονται με φθίνουσα σειρά οι νομοί που εμφανίζονται συχνότερα στην οκταετία ως high-high clusters σε αυτή την κατηγορία. Οι νομοί Λασιθίου και Καρδίτσας παρουσιάζουν συγκέντρωση υψηλών τιμών για δύο έτη, ενώ οι υπόλοιποι του πίνακα μόνο σε ένα έτος. Τα έτη 2009 και 2004 συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο αριθμό νομών που χαρακτηρίζονται ως high-high cluster, δηλαδή 5 και 4 νομούς αντίστοιχα. Παρατηρείται, λοιπόν, μικρής έντασης τοπική χωρική αυτοσυσχέτιση με παράλληλη ασυνέχεια στη διάρκεια του χρόνου.

**Πίνακας 3.14:** Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την 3<sup>η</sup> κατηγορία

<b><math>I_{3,t,i}</math> - Συχνότητα εμφάνισης νομού ως H-H cluster</b>									
<b>Νομός</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>Σύνολο</b>
<b>Λασιθίου</b>						1	1		2
<b>Καρδίτσας</b>			1			1			2
<b>Ιωαννίνων</b>			1						1
<b>Ευρυτανίας</b>						1			1
<b>Φωκίδας</b>					1				1
<b>Ηρακλείου</b>						1			1
<b>Φθιώτιδας</b>					1				1
<b>Κορινθίας</b>				1					1
<b>Ρεθύμνου</b>						1			1
<b>Άρτας</b>			1						1
<b>Θεσπρωτίας</b>			1						1
<b>Σύνολο</b>	0	0	4	1	2	5	1	0	13

**Χάρτης 3.7:** Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της 3<sup>η</sup> κατηγορίας

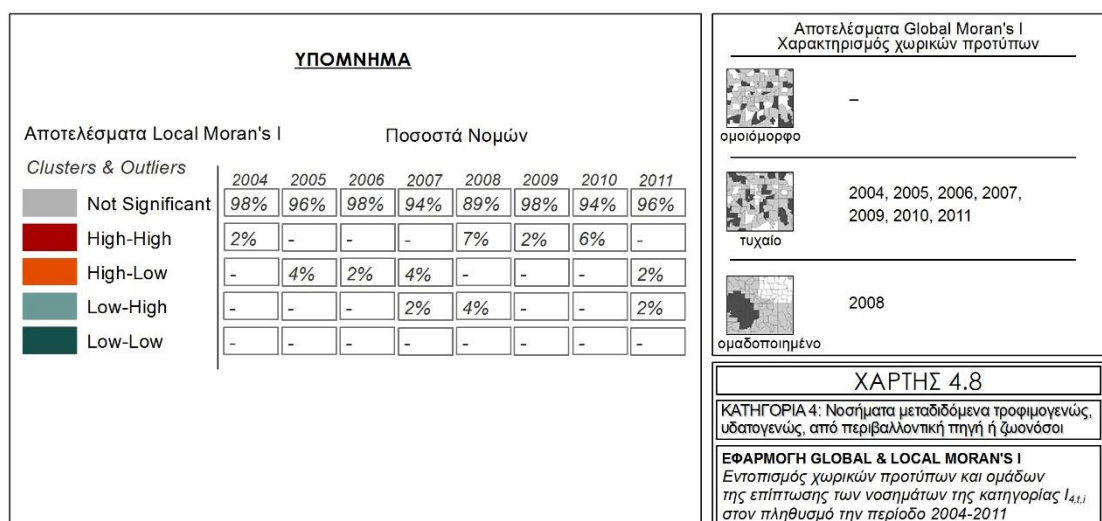
Στην κατηγορία των νοσημάτων που μεταδίδονται τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωνόσων, εξάγονται παρόμοια συμπεράσματα με την προηγούμενη κατηγορία από την εφαρμογή του δείκτη Local Moran's I στην μεταβλητή  $I_{4,t,i}$ . Η ευκολία μετάδοσης πολλών νοσημάτων της κατηγορίας οδηγεί στην εμφάνιση υψηλής επίπτωσης στον πληθυσμό των περισσότερων. Ενώ, λοιπόν, στο χάρτη 3.8 εντοπίζεται πληθώρα χωρικών συγκεντρώσεων, είτε χαμηλών είτε υψηλών, δεν αντικατοπτρίζεται αντίστοιχη εικόνα στα ετήσια χωρικά πρότυπα. Έτσι, μόνο για το έτος 2008 παρατηρείται οριακά στατιστικά σημαντικό χωρικό πρότυπο από τον γενικό δείκτη.

Στον πίνακα 3.15 παρουσιάζονται οι νομοί που χαρακτηρίστηκαν τουλάχιστον μία φορά high-high cluster για τη μεταβλητή  $I_{4,t,i}$ , ταξινομημένοι με φθίνουσα σειρά ως προς τη συχνότητα εμφάνισής τους στην οκταετία. Παρατηρείται μικρή συχνότητα εμφάνισης χωρικών ομάδων υψηλών τιμών με γενική εντόπιση στους νομούς της Θεσσαλίας και Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης καθώς και στα έτη 2008 και 2010.

**Πίνακας 3.15:** Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την 4<sup>η</sup> κατηγορία

<b><math>I_{4,t,i}</math>- Συχνότητα εμφάνισης νομού ως H-H cluster</b>									
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Σύνολο
Λαρίσης						1	1		2
Χαλκιδικής					1				1
Φθιώτιδας							1		1
Αν. Αττικής	1								1
Δράμας					1				1
Μαγνησίας							1		1
Καβάλας					1				1
Ξάνθης					1				1
Σύνολο	1	0	0	0	4	1	3	0	9

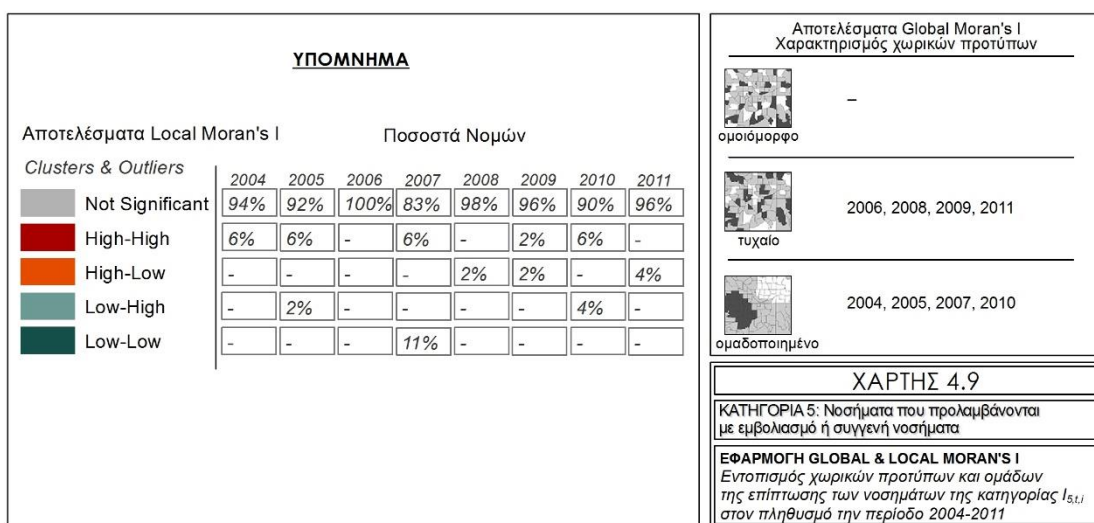
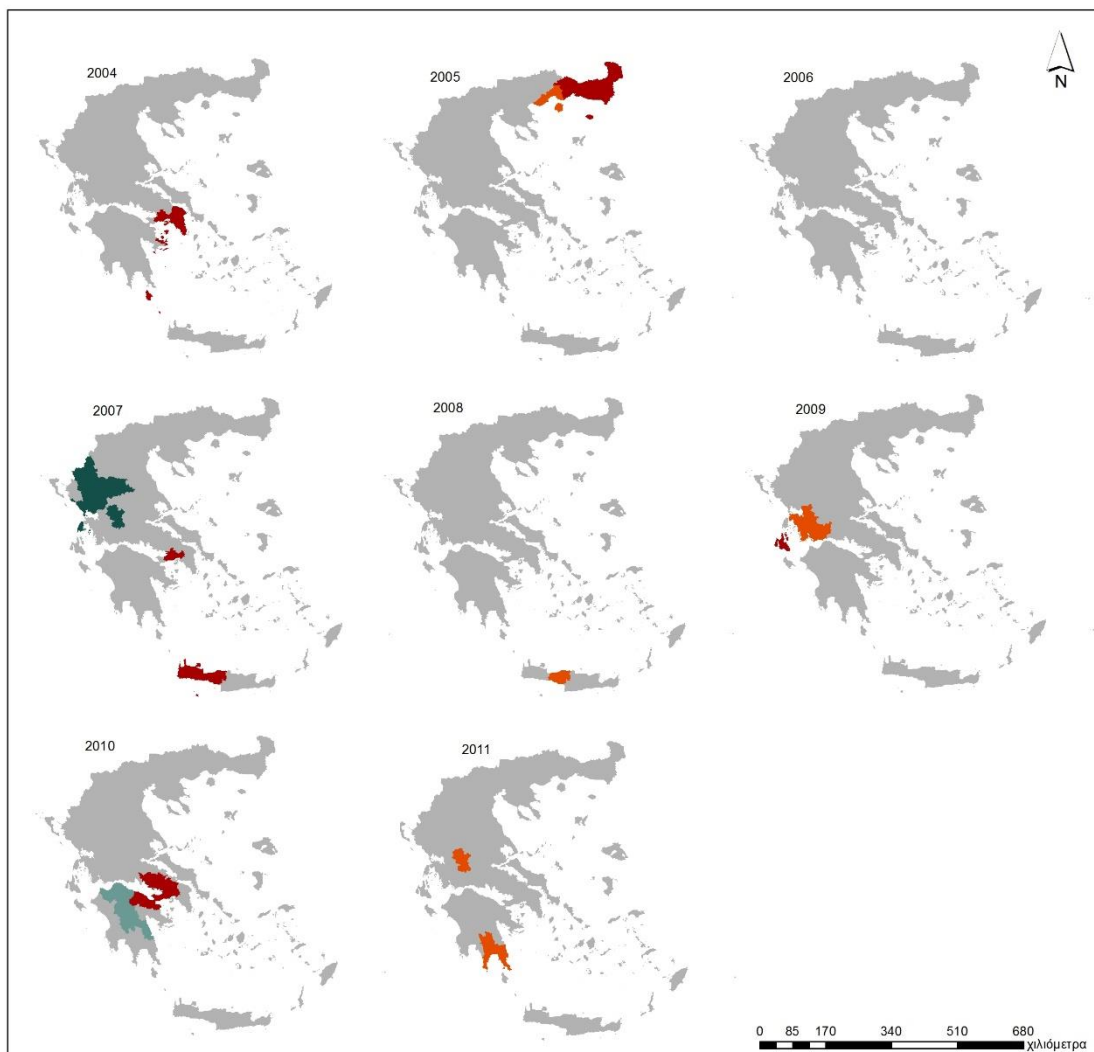
**Χάρτης 3.8:** Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της 4<sup>η</sup> κατηγορίας



Στην τελευταία κατηγορία, αυτή των νοσημάτων που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και των συγγενών νοσημάτων, τα αποτελέσματα του χαρακτηρισμού των νομών, σύμφωνα με την τιμή που λαμβάνουν έπειτα από την εφαρμογή του δείκτη Local Moran's  $I$  στη μεταβλητή  $I_{5,t,i}$ , παρουσιάζονται στο χάρτη 3.9. Παρατηρείται εμφάνιση high-high cluster σε πέντε έτη, ενώ ο γενικός δείκτης καταδεικνύει στατιστικά σημαντικά χωρικά ομαδοποιημένα πρότυπα για τέσσερα εξ αυτών. Ο νομός Δυτικής Αττικής εμφανίζεται συχνότερα από όλους σε αυτή τη κατηγορία, όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.16, ενώ παρατηρείται εντόπιση high-high cluster στις περιφέρειες της Αττικής, Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Παράλληλα, τα έτη 2004, 2005 και 2010 εμφανίζουν περισσότερα high-high clusters από τις υπόλοιπες χρονιές.

**Πίνακας 3.16:** Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την 5<sup>η</sup> κατηγορία

<b><math>I_{5,t,i}</math> - Συχνότητα εμφάνισης νομού ως H-H cluster</b>									
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Σύνολο
<b>Δυτ. Αττικής</b>	<b>1</b>			<b>1</b>			<b>1</b>		<b>3</b>
Έβρου		1							1
Αθηνών	1								1
Αν. Αττικής	1								1
Κεφαλληνίας						1			1
Ροδόπης		1							1
Κορινθίας							1		1
Χανίων				1					1
Βοιωτίας							1		1
Ρεθύμνου				1					1
Ξάνθης		1							1
<b>Σύνολο</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>13</b>

**Χάρτης 3.9:** Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της 5<sup>η</sup> κατηγορίας

3.6.1.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ  $I_{c,t,i}$ 

Για την εξαγωγή συγκεντρωτικών συμπερασμάτων όσον αφορά στη μελέτη της χωρικής αυτοσυσχέτισης της επίπτωσης των μελετώμενων κατηγοριών των λοιμωδών νοσημάτων στον πληθυσμό της Ελλάδας  $I_{c,t,i}$ , δημιουργήθηκε ο χάρτης 3.10. Εδώ, επιλέγεται να πραγματοποιηθεί μία αλληλεπίθεση όλων των χωρικών ομάδων υψηλών τιμών (high-high clusters) όλων των κατηγοριών για τα έτη που ο δείκτης Global Moran's  $I$  υποδεικνύει στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα για κάποια κατηγορία. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα έτη 2004, 2005, 2007, 2008, 2009 και 2010. Σκοπός αυτής της επισκόπησης είναι να εντοπιστούν συγκεντρώσεις high-high cluster της μεταβλητής σε πάνω από μία κατηγορίες για να αναζητηθούν τυχόν κοινά χαρακτηριστικά. Επιπρόσθετα, εξετάζεται και η ύπαρξη τυχόν γειτνιάσεων των high-high cluster μεταξύ κατηγοριών.

Παρατηρείται, λοιπόν, αλληλεπίθεση high-high cluster τα έτη 2004 και 2008 σε νομούς που αναδεικνύονται μέσα από τις παραπάνω εφαρμογές συχνότατα ως περιοχές με υψηλή νοσηρότητα. Οι νομοί που συμπίπτουν τα χωρικά clusters είναι οι Αθηνών, Ανατολικής Αττικής και Δυτικής Αττικής για το έτος 2004 και τις κατηγορίες των ιογενών ηπατιτιδών (2<sup>η</sup>), των νοσημάτων που μεταδίδονται τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωονόσων (4<sup>η</sup>) και των νοσημάτων που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενών νοσημάτων (5<sup>η</sup>). Και για τις τρεις κατηγορίες κοινός νομός αποτελεί ο νομός Ανατολικής Αττικής, ενώ για τις κατηγορίες 2 και 5 και οι τρεις παραπάνω. Παράλληλα, στο cluster της κατηγορίας των ιογενών ηπατιτιδών ανήκει και ο νομός Πειραιά και νήσων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η 4<sup>η</sup> κατηγορία παρουσιάζει τυχαίο χωρικό πρότυπο για το έτος αυτό.

Το έτος 2008 εμφανίζεται αλληλεπίθεση cluster των κατηγοριών των ιογενών ηπατιτιδών και των νοσημάτων που μεταδίδονται τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωονόσων στους νομούς Δράμας και Ξάνθης. Παράλληλα, παρατηρείται συγκέντρωση των cluster των δύο κατηγοριών στην ευρύτερη περιοχή της ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Και οι δύο κατηγορίες εμφανίζουν στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα για αυτό το έτος.

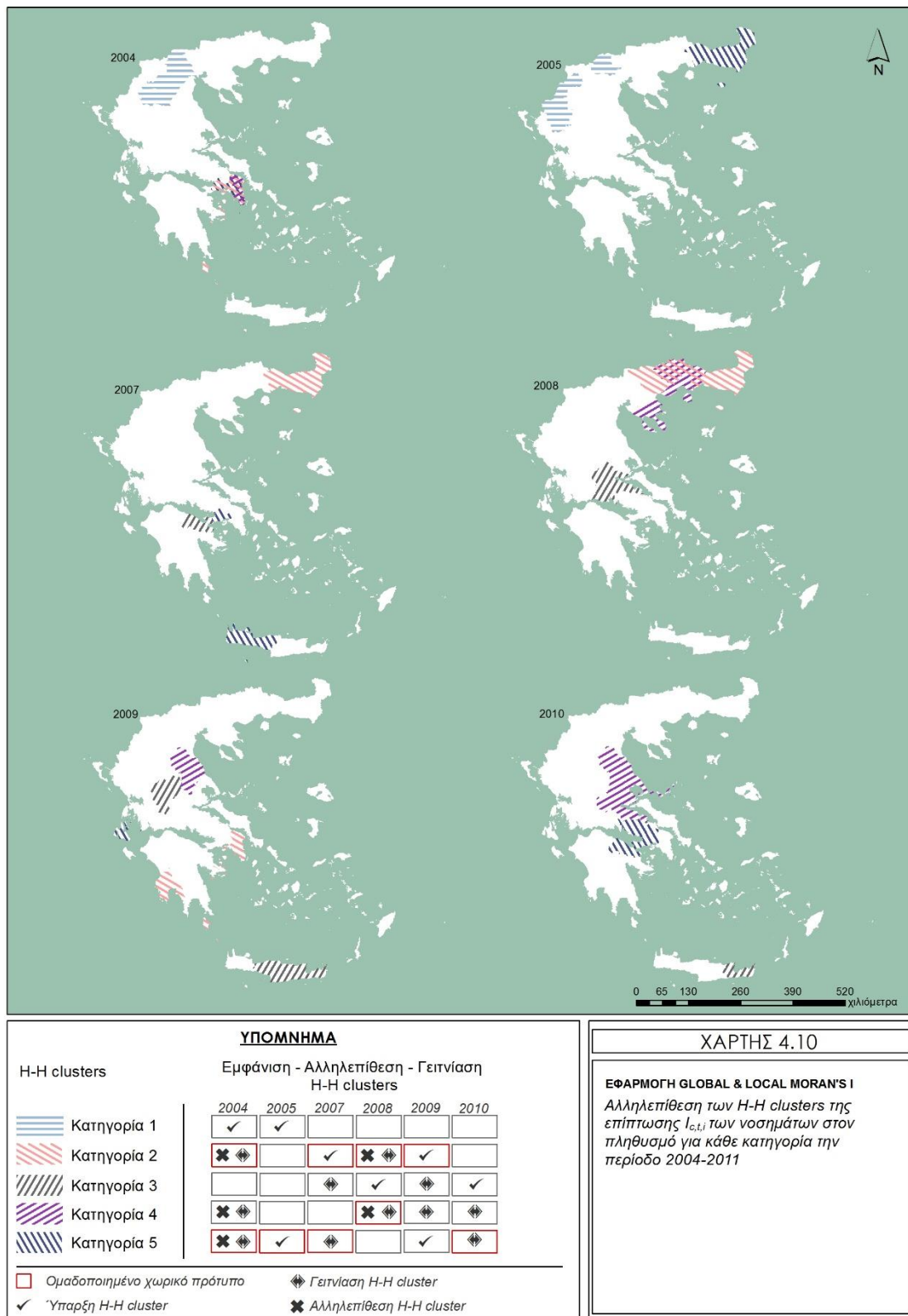
Για τα έτη 2007, 2009 και 2010 παρατηρούνται περιπτώσεις γειτνίασης των μελετώμενων cluster. Συγκεκριμένα, το 2007 γειτνιάζουν οι όμοροι νομοί Δυτικής

Αττικής με cluster στην 5<sup>η</sup> κατηγορία και Κορινθίας με cluster στην 3<sup>η</sup> κατηγορία, με την 5<sup>η</sup> κατηγορία να παρουσιάζει ομαδοποιημένο χωρικό πρότυπο. Ακόμη, το 2009 γειτνιάζουν οι νομοί Ευρυτανίας και Καρδίτσας που αποτελούν high-high cluster για την 3<sup>η</sup> κατηγορία με τον νομό Λαρίσης, cluster της 4<sup>ης</sup> κατηγορίας. Και οι δύο κατηγορίες εμφανίζουν τυχαίο χωρικό πρότυπο για το έτος 2009. Τέλος, το έτος 2010 παρατηρείται γειτνίαση των cluster της 4<sup>ης</sup> κατηγορίας με την 5<sup>η</sup>, δηλαδή οι νομοί Λαρίσης, Μαγνησίας και Φθιώτιδας για την 4<sup>η</sup> και οι νομοί Ευρυτανίας και Καρδίτσας για την 5<sup>η</sup>, με την τελευταία να παρουσιάζει και στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένο χωρικό πρότυπο.

Στον πίνακα 3.17, που έπεται του χάρτη, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι συχνότητες εμφάνισης των νομών ως high-high cluster για όλες τις κατηγορίες, όπου ταξινομούνται με φθίνουσα σειρά ως προς το σύνολο των συχνοτήτων. Οι νομοί της Αττικής και της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης αποτελούν τις περιοχές με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης και αδιαμφισβήτητα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι είναι οι περισσότερες πληττόμενες από άποψη υψηλής νοσηρότητας των λοιμωδών νοσημάτων.

Παράλληλα, στην κατηγορία των ιογενών ηπατιτίδων (2<sup>η</sup>) εμφανίζονται διαχρονικά περισσότεροι νομοί ως high-high clusters. Ακολουθούν οι κατηγορίες των νοσημάτων που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενών νοσημάτων (5<sup>η</sup>) και των νοσημάτων που μεταδίδονται τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωνοδόων (4<sup>η</sup>), με τις δύο πρώτες να εμφανίζουν τα high-high clusters στους νομούς με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης, που παρατίθενται παραπάνω.



**Χάρτης 3.10:** Αλληλεπίθεση των H-H cluster της επίπτωσης όλων των κατηγοριών

**Πίνακας 3.17:** Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster σε όλες τις κατηγορίες

<b><math>I_{5,t,i}</math> - Συχνότητα εμφάνισης νομού ως H-H cluster</b>						
Νομός	Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3	Κατηγορία 4	Κατηγορία 5	Σύνολο
Δυτ. Αττικής		1			3	4
Αν. Αττικής		2		1	1	4
Ξάνθης		2		1	1	4
Έβρου		2			1	3
Αθηνών		2			1	3
Ροδόπης		2			1	3
Ιωαννίνων	1		1			2
Πέλλας	2					2
Λαρίσης				2		2
Πειραιά		2				2
Φθιώτιδας			1	1		2
Κορινθίας			1		1	2
Δράμας		1		1		2
Λασιθίου			2			2
Ρεθύμνου			1		1	2
Καρδίτσας			2			2
Ευρυτανίας			1			1
Φωκίδας			1			1
Ηρακλείου			1			1
Χαλκιδικής				1		1
Σερρών		1				1
Κοζάνης	1					1
Ημαθίας	1					1
Γρεβενών	1					1
Κεφαλληνίας					1	1
Χανίων					1	1
Καστοριάς	1					1
Βοιωτίας					1	1
Μαγνησίας				1		1
Καβάλας				1		1
Άρτας			1			1
Μεσσηνίας		1				1
Θεσπρωτίας			1			1
Σύνολο	7	16	13	9	13	58

3.6.2 ΧΩΡΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ  $I_{d,t,i}$  ΤΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΥΝ ΧΩΡΙΚΑ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

Σε αυτό το στάδιο της εφαρμογής κρίνεται απαραίτητη η διερεύνηση των υφιστάμενων χωρικών προτύπων των νοσημάτων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες που εντοπίστηκαν παραπάνω ότι εμφανίζουν στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα. Έτσι, γίνεται η χρήση της μεταβλητής  $I_{d,t,i}$ , που υπολογίζεται από τη σχέση 2.10 και μελετάται η χωρική αυτοσυσχέτιση που ενδέχεται να παρουσιάζει η επίπτωση κάθε νοσήματος των δύο κατηγοριών στον πληθυσμό των νομών της Ελλάδας για κάθε έτος ξεχωριστά.

Τα νοσήματα που περιλαμβάνονται στην κατηγορία των ιογενών ηπατιτίδων είναι η ηπατίτιδα Α ( $d = 4$ ), η ηπατίτιδα Β ( $d = 5$ ) και η ηπατίτιδα C ( $d = 6$ ). Για την κατηγορία των νοσημάτων που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενών νοσημάτων, μελετώνται τα νοσήματα ανεμευλογία με επιπλοκές ( $d = 28$ ), ερυθρά ( $d = 29$ ), τοξοπλάσμωση συγγενής ( $d = 30$ ), ιλαρά ( $d = 31$ ), κοκκύτης ( $d = 32$ ), παρωτίτιδα ( $d = 33$ ), σύφιλη συγγενής ( $d = 34$ ) και τέτανος ( $d = 35$ ).

## 3.6.2.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Με την εφαρμογή του δείκτη Global Moran's I αξιολογούνται τα χωρικά πρότυπα των νοσημάτων. Στον πίνακα 3.18 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη όσον αφορά στον χαρακτηρισμό των χωρικών προτύπων για την κατηγορία των ιογενών ηπατιτίδων.

**Πίνακας 3.18:** Χαρακτηρισμός χωρικού προτύπου  $I_{d,t,i}$  της 2<sup>ης</sup> κατηγορίας

$I_{d,t,i}$ - Κατηγορία 2 - Αποτελέσματα Global Moran's I - Χαρακτηρισμός χωρικού προτύπου								
Νόσημα	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ηπατίτιδα Α	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο
Ηπατίτιδα Β	ομαδοποιημένο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο
Ηπατίτιδα C	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο

Ακολουθούν οι πίνακες 3.19, 3.20, 3.21 με τα αποτελέσματα του δείκτη που αφορούν στην τιμή του, το p-value και το z-score αντίστοιχα, για κάθε ηπατίτιδα και έτος.

**Πίνακας 3.19:** Αποτελέσματα Global Moran's I για τη μεταβλητή  $I_{d,t,i}$  της 2<sup>ης</sup> κατηγορίας

$I_{d,t,i}$ - Κατηγορία 2 - Αποτελέσματα Global Moran's I - Index								
Νόσημα	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ηπατίτιδα Α	0,018	0,024	-0,029	0,056	0,186	0,013	0,020	0,054
Ηπατίτιδα Β	0,180	-0,025	0,050	0,095	0,003	0,180	0,029	-0,031
Ηπατίτιδα C	0,076	-0,030	-0,041	-0,031	-0,016	0,034	-0,035	0,047

**Πίνακας 3.20:** Αποτελέσματα Global Moran's p-value για τη μεταβλητή  $I_{d,t,i}$  της 2<sup>ης</sup> κατηγορίας

$I_{d,t,i}$ - Κατηγορία 2 - Αποτελέσματα Global Moran's I - p-value								
Νόσημα	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ηπατίτιδα Α	0,463	0,403	0,833	0,046	<0,001	0,508	0,392	0,116
Ηπατίτιδα Β	<0,001	0,882	0,060	0,024	0,677	<0,001	0,334	0,806
Ηπατίτιδα C	0,054	0,813	0,636	0,779	0,953	0,052	0,704	0,148

**Πίνακας 3.21:** Αποτελέσματα Global Moran's z-score για τη μεταβλητή  $I_{d,t,i}$  της 2<sup>ης</sup> κατηγορίας

$I_{d,t,i}$ - Κατηγορία 2 - Αποτελέσματα Global Moran's I - z-score								
Νόσημα	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ηπατίτιδα Α	0,734	0,836	-0,210	1,994	4,134	0,663	0,856	1,573
Ηπατίτιδα Β	3,968	-0,149	1,881	2,255	0,417	4,116	0,967	-0,245
Ηπατίτιδα C	1,923	-0,236	-0,473	-0,280	0,059	1,941	-0,380	1,445

Παρατηρείται η ύπαρξη στατιστικά σημαντικών αποτελεσμάτων σε όλες τις ηπατίτιδες. Για τα έτη 2007 και 2008, η επίπτωση της ηπατίτιδας Α, δεδομένων των z-score και p-value, παρουσιάζει στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα και συγκεκριμένα, για το 2008 υπάρχει πιθανότητα μικρότερη από 1% το χωρικό πρότυπο να είναι αποτέλεσμα τυχαίας κατανομής των κρουσμάτων της. Το 2007 παρουσιάζεται μικρότερο επίπεδο σημαντικότητας (5%), αλλά και πάλι το χωρικό πρότυπο χαρακτηρίζεται στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένο, δηλαδή υπάρχει πιθανότητα μικρότερη από 5% να είναι τυχαίο. Τα υπόλοιπα έξι έτη δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα.

Για την ηπατίτιδα Β, παρατηρούνται στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα τα έτη 2004, 2006, 2007 και 2009, δηλαδή τα μισά από τα μελετώμενα έτη. Τα 2004 και 2009 παρουσιάζουν ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα υψηλής στατιστικής σημαντικότητας. Μελετώντας τα αποτελέσματα των z-score και p-value, διαπιστώνεται πώς υπάρχει πιθανότητα πολύ μικρότερη από 1% τα αυτά τα χωρικά πρότυπα να είναι

αποτέλεσμα τυχαίας κατανομής των κρουσμάτων της ηπατίτιδας Β για τα έτη 2004 και 2009. Επιπροσθέτως, τα έτη 2006 και 2007 παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα πρότυπα με πιθανότητες μικρότερες από 10% και 5% αντίστοιχα να είναι αποτέλεσμα τυχαίας κατανομής των κρουσμάτων. Τα υπόλοιπα τέσσερα έτη παρουσιάζουν τυχαία κατανομή κρουσμάτων ηπατίτιδας Β.

Τέλος, η ηπατίτιδα C εμφανίζει τα λιγότερα ομαδοποιημένα πρότυπα στην οκταετία. Μόνο στα έτη 2004 και 2009 παρουσιάζουν ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα, αλλά οριακά στατιστικά σημαντικά με πιθανότητα μικρότερη από 10% να είναι τυχαία. Τα υπόλοιπα έτη, φαίνεται να μην παρουσιάζουν κάποιο στατιστικά σημαντικό χωρικό πρότυπο.

Στον πίνακα 3.22 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη Global Moran's I όσον αφορά στον χαρακτηρισμό των χωρικών προτύπων για την κατηγορία των νοσημάτων που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενών νοσημάτων.

**Πίνακας 3.22:** Χαρακτηρισμός χωρικού προτύπου  $I_{d,t,i}$  της 5<sup>ης</sup> κατηγορίας

$I_{d,t,i}$ - Κατηγορία 5 - Αποτελέσματα Global Moran's I - Χαρακτηρισμός χωρικού προτύπου								
Νόσημα	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ανεμευλογιά	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο
Ερυθρά	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	-	-	ομαδοποιημένο	-	-
Ιλαρά	τυχαίο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	τυχαίο
Κοκκύτης	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	τυχαίο
Παρωτίδα	τυχαίο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο
Σύφιλη συγγενής	-	-	-	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο	ομαδοποιημένο	τυχαίο
Τέτανος	τυχαίο	ομαδοποιημένο	ομαδοποιημένο	ομαδοποιημένο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο	τυχαίο
Τοξοπλάσμωση συγγενής	τυχαίο	-	-	-	-	-	τυχαίο	-

Ακολουθούν τα αποτελέσματα του δείκτη όσον αφορά στην τιμή του, στο z-score που προκύπτει και στο p-value, στους πίνακες 3.23, 3.24, 3.25 αντίστοιχα.

**Πίνακας 3.23:** Αποτελέσματα Global Moran's I για τη μεταβλητή  $I_{d,t,i}$  της 5<sup>ης</sup> κατηγορίας

$I_{d,t,i}$ - Κατηγορία 5 - Αποτελέσματα Global Moran's I - Moran's Index								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ανεμευλογιά	0,016	0,030	-0,007	0,086	0,073	-0,001	0,000	-0,034
Ερυθρά	-0,040	-0,047	-0,036	-	-	0,029	-	-
Ιλαρά	-0,040	0,051	-0,006	-0,019	-0,040	0,003	0,104	-0,065
Κοκκύτης	0,006	0,024	-0,020	0,334	-0,030	-0,042	0,051	-0,035
Παρωτίδα	-0,050	0,041	0,097	0,007	-0,008	-0,019	0,002	0,007
Σύφιλη συγγενής	-	-	-	0,072	-0,040	-0,024	0,047	-0,062
Τέτανος	-0,022	0,118	0,076	0,103	0,012	-0,026	-0,044	-0,030
Τοξοπλάσμωση συγγενής	-0,028	-	-	-	-	-	-0,038	-

**Πίνακας 3.24:** Αποτελέσματα Global Moran's  $p$ -value για τη μεταβλητή  $I_{d,t,i}$  της 5<sup>ης</sup> κατηγορίας

$I_{d,t,i}$ - Κατηγορία 5 - Αποτελέσματα Global Moran's $I$ - $p$ -value								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ανεμευλογιά	0,242	0,314	0,812	0,029	0,060	0,678	0,565	0,631
Ερυθρά	0,255	0,203	0,364	-	-	0,012	-	-
Ιλαρά	0,255	0,002	0,767	0,997	0,255	0,474	0,008	-0,993
Κοκκύτης	0,393	0,339	0,989	<0,001	0,805	0,317	0,085	0,668
Παρωτίτιδα	0,317	0,177	0,002	0,522	0,783	0,999	0,257	0,169
Σύφιλη συγγενής	-	-	-	0,034	0,255	0,791	0,022	0,295
Τέτανος	0,953	0,004	0,049	0,006	0,474	0,788	0,312	0,807
Τοξοπλάσμωση συγγενής	0,826	-	-	-	-	-	0,319	-

**Πίνακας 3.25:** Αποτελέσματα Global Moran's  $z$ -score για τη μεταβλητή  $I_{d,t,i}$  της 5<sup>ης</sup> κατηγορίας

$I_{d,t,i}$ - Κατηγορία 5 - Αποτελέσματα Global Moran's $I$ - $z$ -score								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ανεμευλογιά	1,169	1,006	0,238	2,186	1,879	0,415	0,575	-0,480
Ερυθρά	-1,137	-1,273	-0,908	-	-	2,511	-	-
Ιλαρά	-1,137	3,095	0,297	0,003	-1,137	0,716	2,659	-0,065
Κοκκύτης	0,854	0,957	-0,014	6,940	-0,247	-1,001	1,725	-0,429
Παρωτίτιδα	-1,001	1,350	3,085	0,640	0,275	0,002	1,133	1,376
Σύφιλη συγγενής	-	-	-	2,122	-1,137	-0,266	2,288	-1,046
Τέτανος	-0,059	2,851	1,968	2,747	0,716	-0,269	-1,011	-0,244
Τοξοπλάσμωση συγγενής	-0,219	-	-	-	-	-	-0,996	-

Μελετώντας τα αποτελέσματα των νοσημάτων αυτής της κατηγορίας, παρατηρείται απουσία κρουσμάτων σε όλα τα έτη σε τουλάχιστον ένα από τα οκτώ νοσήματά της. Τα συγγενή νοσήματα, σύφιλη και τοξοπλάσμωση, παρουσιάζουν απουσία κρουσμάτων για τρία και 6 χρόνια αντίστοιχα. Επίσης, η ερυθρά δεν εμφανίζει κρούσματα σε τέσσερα έτη. Τα τρία αυτά νοσήματα εξαιρούνται από την παρακάτω ανάλυση, καθώς δεν εμφανίζουν διαχρονική παρουσία και θεωρούνται περισσότερο σπάνια.

Ο τέτανος εμφανίζει πιο συχνά από τις υπόλοιπες ασθένειες της κατηγορίας στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, στα συνεχόμενα έτη 2005, 2006 και 2007, παρουσιάζονται χωρικά πρότυπα με στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα με πιθανότητα να είναι τυχαία μικρότερη από 1%, 5% και 1% αντίστοιχα. Στα υπόλοιπα έτη η κατανομή των κρουσμάτων του τετάνου φαίνεται να είναι τυχαία.

Η ανεμευλογιά με επιπλοκές εμφανίζει στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα για τα έτη 2007 και 2008, όπου παρατηρούνται ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα με πιθανότητα να είναι τυχαία μικρότερη από 5% και 10%. Αντίστοιχα, η ιλαρά, δεδομένου του  $z$ -score,

εμφανίζει ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα τα έτη 2005 και 2010 με επίπεδο σημαντικότητας 1%. Ο κοκκύτης παρουσιάζει στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα για τα έτη 2008 και 2010 με πιθανότητα μικρότερη από 1% και 10% αντίστοιχα να είναι τυχαία η κατανομή των κρουσμάτων τους. Τέλος, η παρωτίτιδα εμφανίζει ομαδοποιημένο χωρικό πρότυπο με επίπεδο σημαντικότητας 1% μόνο το έτος 2006.

Συγκρίνοντας τις δύο κατηγορίες, παρατηρείται ότι η κατηγορία των ιογενών ηπατιτίδων εμφανίζει περισσότερα ομαδοποιημένα πρότυπα υψηλής στατιστικής σημαντικότητας ( $p\text{-value} < 0,01$ ). Παράλληλα, δεν υπάρχει απουσία κρουσμάτων σε καμία ηπατίτιδα και για κανένα έτος. Ακόμη, η ηπατίτιδα Β εμφανίζει χωρικά ομαδοποιημένα πρότυπα τις περισσότερες χρονιές από όλα τα νοσήματα των δύο κατηγοριών. Αντίθετα, Η κατηγορία των νοσημάτων που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενών νοσημάτων εμφανίζει έντονες διακυμάνσεις και διαφορές από νόσημα σε νόσημα.

Ενώ, λοιπόν, υπάρχουν στατιστικά σημαντικά ετήσια αποτελέσματα για αρκετά νοσήματα και στις δύο κατηγορίες, η κατηγορία των νοσημάτων που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενών νοσημάτων δεν μπορεί να χαρακτηριστεί εξίσου σημαντική με την κατηγορία των ιογενών ηπατιτίδων από άποψη νοσηρότητας. Έτσι, επιλέγεται να μελετηθεί η χωρική αυτοσυσχέτιση που παρουσιάζουν τα νοσήματα της 2<sup>η</sup> κατηγορίας σε τοπικό επίπεδο, καθώς η συγκεκριμένη κατηγορία εμφανίζει το μεγαλύτερο επιδημιολογικό ενδιαφέρον με βάση τα χωρικά κριτήρια που τέθηκαν παραπάνω.

### 3.6.2.2 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ

Στο παρόν στάδιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη Local Moran's I για τη μεταβλητή  $I_{d,t,i}$  της κατηγορίας των ιογενών ηπατιτίδων, όπου μελετώνται και σε τοπικό επίπεδο για να εντοπιστούν γειτνιάζουσες υψηλές τιμές (high-high clusters) της επίπτωσης κάθε ηπατίτιδας χωριστά. Ακόμη, εξετάζεται η ύπαρξη αντίστοιχων χωρικών ομάδων με χαμηλές τιμές (low-low clusters), καθώς και η ύπαρξη χωρικά ακραίων τιμών (high-low και low-high outliers).

Στον χάρτη 3.11 εμφανίζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής του δείκτη όσον αφορά την τυπολογία των νομών στις τέσσερις ομάδες που αναφέρονται παραπάνω για την



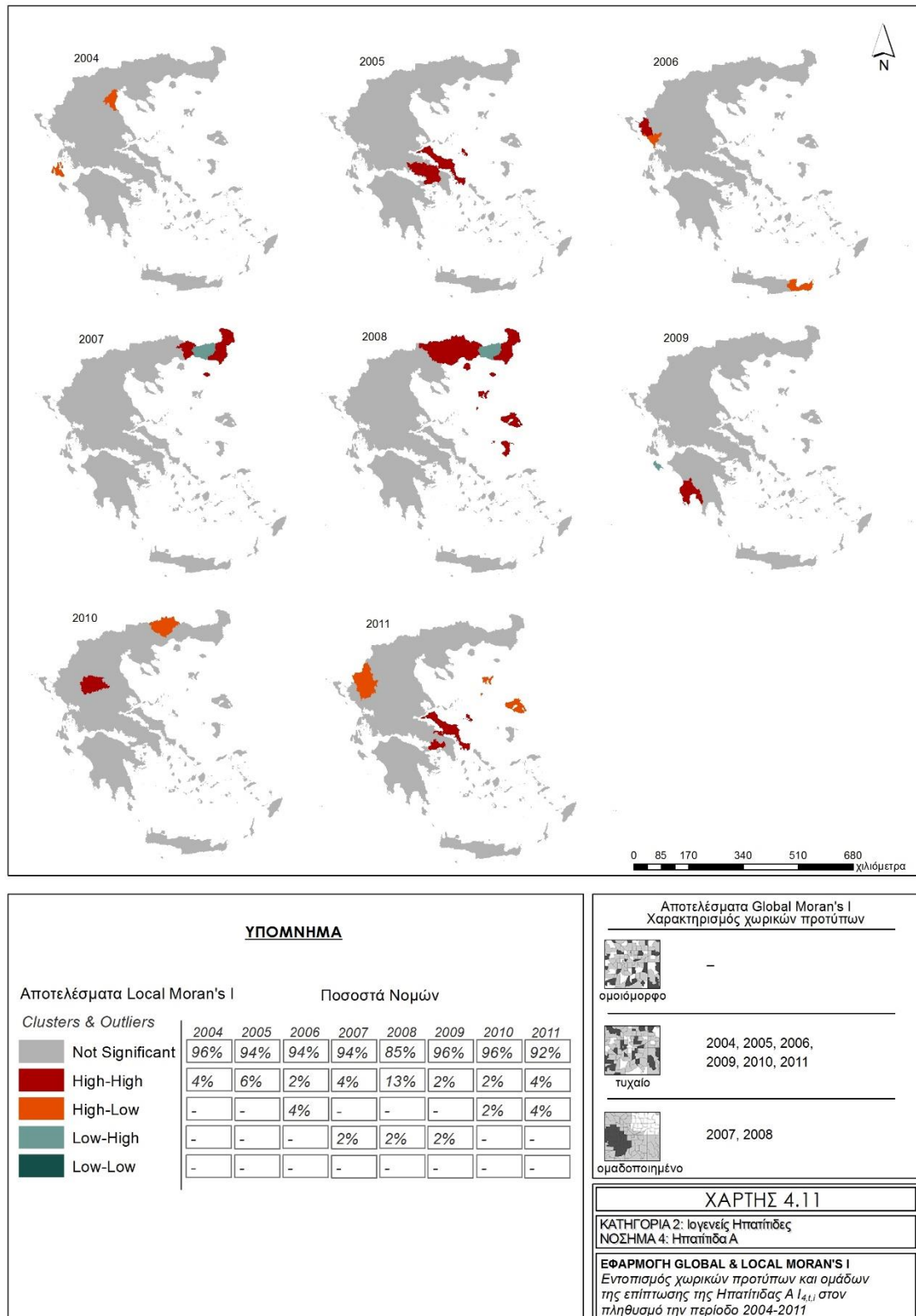
ηπατίτιδα Α για κάθε έτος ( $I_{4,t,i}$ ). Παρατηρείται η εμφάνιση high-high cluster σε όλα τα έτη εκτός του 2004. Για τα έτη 2007 και 2008, που ο γενικός δείκτης Global Moran's I υποδεικνύει χωρικά πρότυπα στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα, παρατηρείται συγκέντρωση υψηλών τιμών της επίπτωσης της ηπατίτιδας Α στον πληθυσμό στους νομούς της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Ειδικότερα, το φαινόμενο παρουσιάζει μεγάλη χωρική έκταση το 2008, όπου το 13% των νομών αποτελεί high-high cluster στις παραπάνω περιοχές. Για τα υπόλοιπα έτη, παρατηρούνται διαφορετικής γεωγραφικής εντόπισης high-high clusters με προσωρινή επίπτωση στον πληθυσμό.

Στον πίνακα 3.26 παρατίθενται οι νομοί με φθίνουσα σειρά ως προς τη συχνότητα εμφάνισής τους ως high-high clusters. Οι νομοί Δυτικής Αττικής, Έβρου, Ευβοίας και Ξάνθης, χαρακτηρίζονται high-high cluster για δύο εκ των οκτώ ετών. Παράλληλα, το έτος με τους περισσότερους νομούς με αυτό το χαρακτηρισμό (7/54) είναι το 2008.

**Πίνακας 3.26:** Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την ηπατίτιδα Α

Ηπατίτιδα Α - $I_{4,t,i}$ - Συχνότητα εμφάνισης νομού ως H-H cluster									
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Σύνολο
Δυτ. Αττικής		1						1	2
Έβρου				1	1				2
Ευβοίας		1						1	2
Ξάνθης				1	1				2
Σερρών					1				1
Χίου					1				1
Λέσβου					1				1
Δράμας					1				1
Βοιωτίας		1							1
Καβάλας					1				1
Μεσσηνίας						1			1
Θεσπρωτίας			1						1
Τρικάλων							1		1
Σύνολο	0	3	1	2	7	1	1	2	17



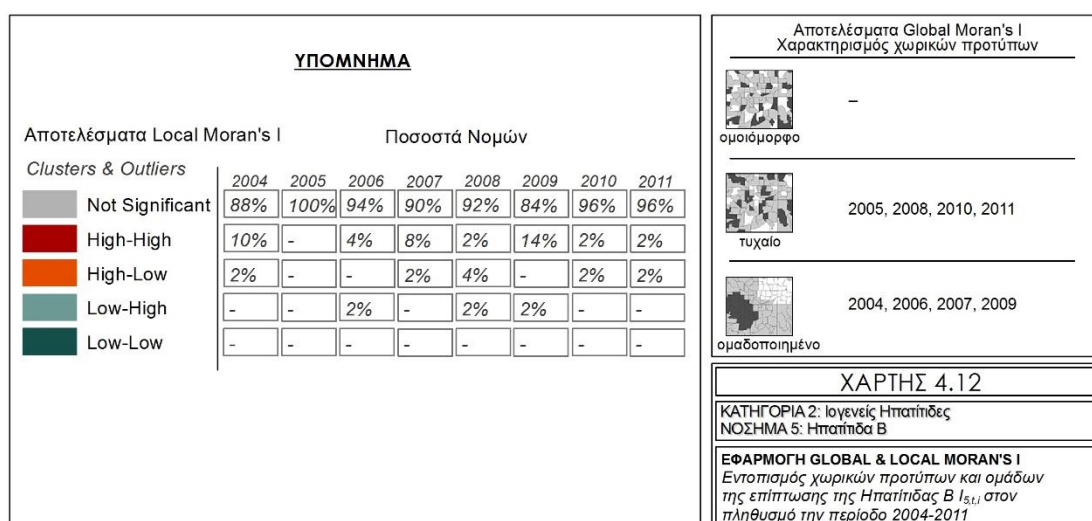
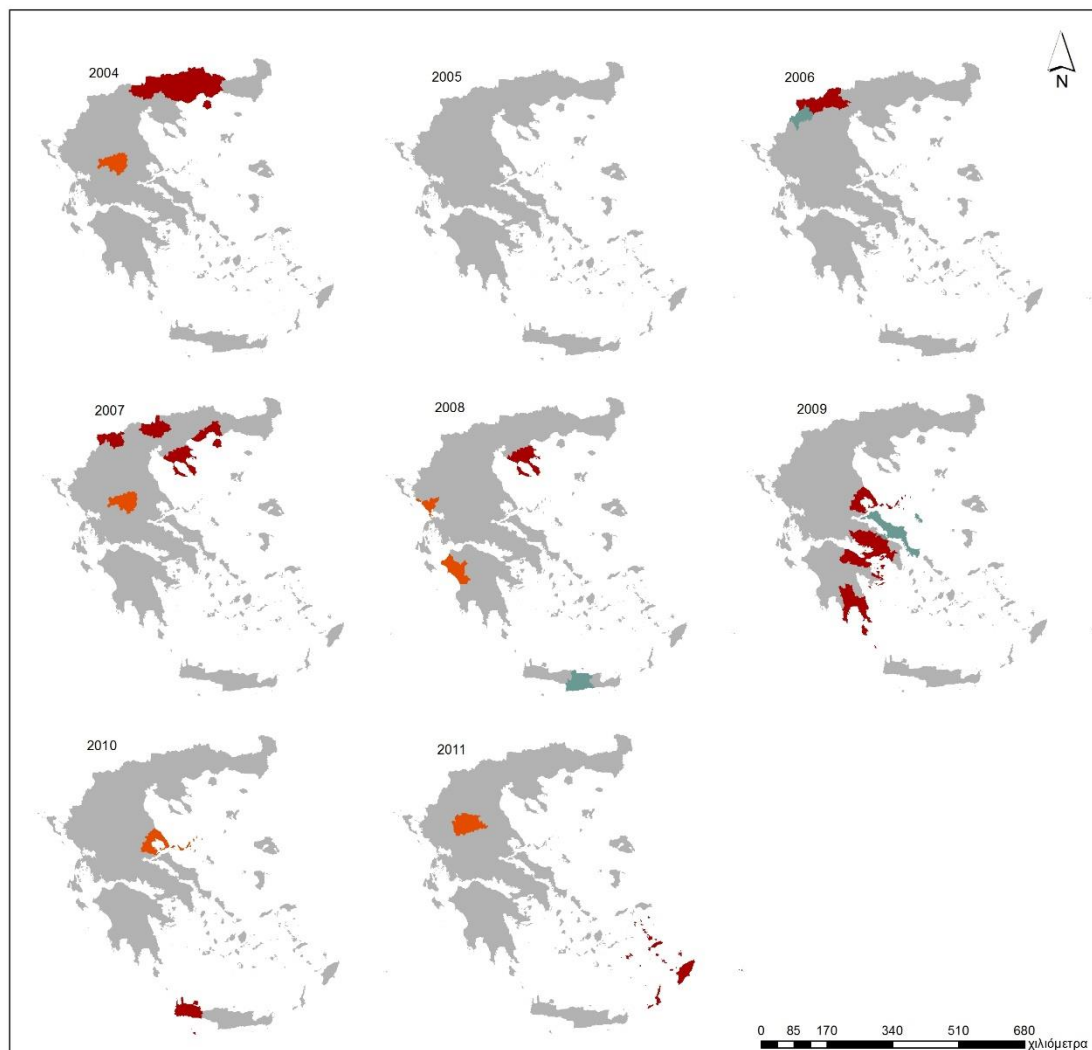
**Χάρτης 3.11:** Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της ηπατίτιδας Α

Όσον αφορά το δείκτη για την ηπατίτιδα Β, στο χάρτη 3.12 εμφανίζονται τα αποτελέσματά του για τον ετήσιο χαρακτηρισμό των νομών για τη μεταβλητή  $I_{5,t,i}$  σύμφωνα με την προαναφερθείσα παραγόμενη τυπολογία. Σε αυτό το νόσημα, παρατηρείται έντονη χωρική αυτοσυσχέτιση εκτός του έτους 2005. Συγκεκριμένα, για τα έτη 2004, 2006, 2007 και 2009, που ο γενικός δείκτης Global Moran's I υποδεικνύει στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα, η συγκέντρωση υψηλών τιμών της μεταβλητής εντοπίζεται σε νομούς της Δυτικής, Κεντρικής, Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, ενώ μόνο στο έτος 2009, εντοπίζονται σε νομούς της Θεσσαλίας, Στερεάς Ελλάδας, Αττικής και Πελοποννήσου.

Οι νομοί Φλώρινας, Καβάλας και Δωδεκανήσου εμφανίζονται δύο φορές ως high-high clusters, δηλαδή συχνότερα από τους υπόλοιπους της Ελλάδας, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.27. Παράλληλα, το 2009 παρατηρείται η μεγαλύτερη συμμετοχή νομών (14%) στην κατηγορία high-high.

**Πίνακας 3.27:** Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την ηπατίτιδα Β

Ηπατίτιδα Β - $I_{5,t,i}$ - Συχνότητα εμφάνισης νομού ως H-H cluster									
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Σύνολο
Φλώρινας			1	1					2
Καβάλας	1			1					2
Δωδεκανήσου				1				1	2
Δυτ. Αττικής						1			1
Πέλλας			1						1
Λακωνίας						1			1
Πειραιά						1			1
Χαλκιδικής					1				1
Σερρών	1								1
Αθηνών						1			1
Κορινθίας						1			1
Χανίων							1		1
Δράμας	1								1
Βοιωτίας						1			1
Μαγνησίας						1			1
Ξάνθης	1								1
Κιλκίς	1								1
Σύνολο	5	0	2	3	1	7	1	1	20

**Χάρτης 3.12:** Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της ηπατίτιδας Β

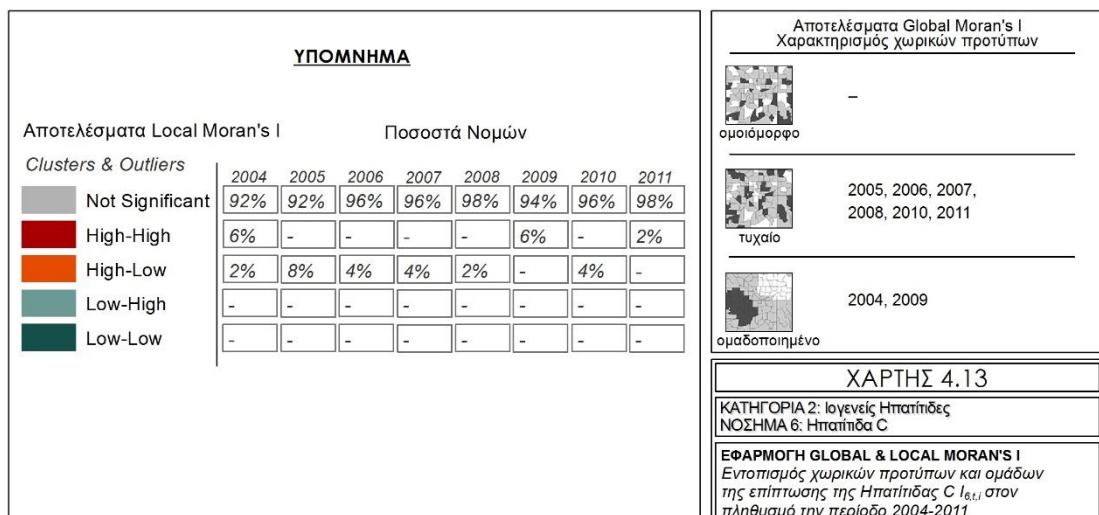
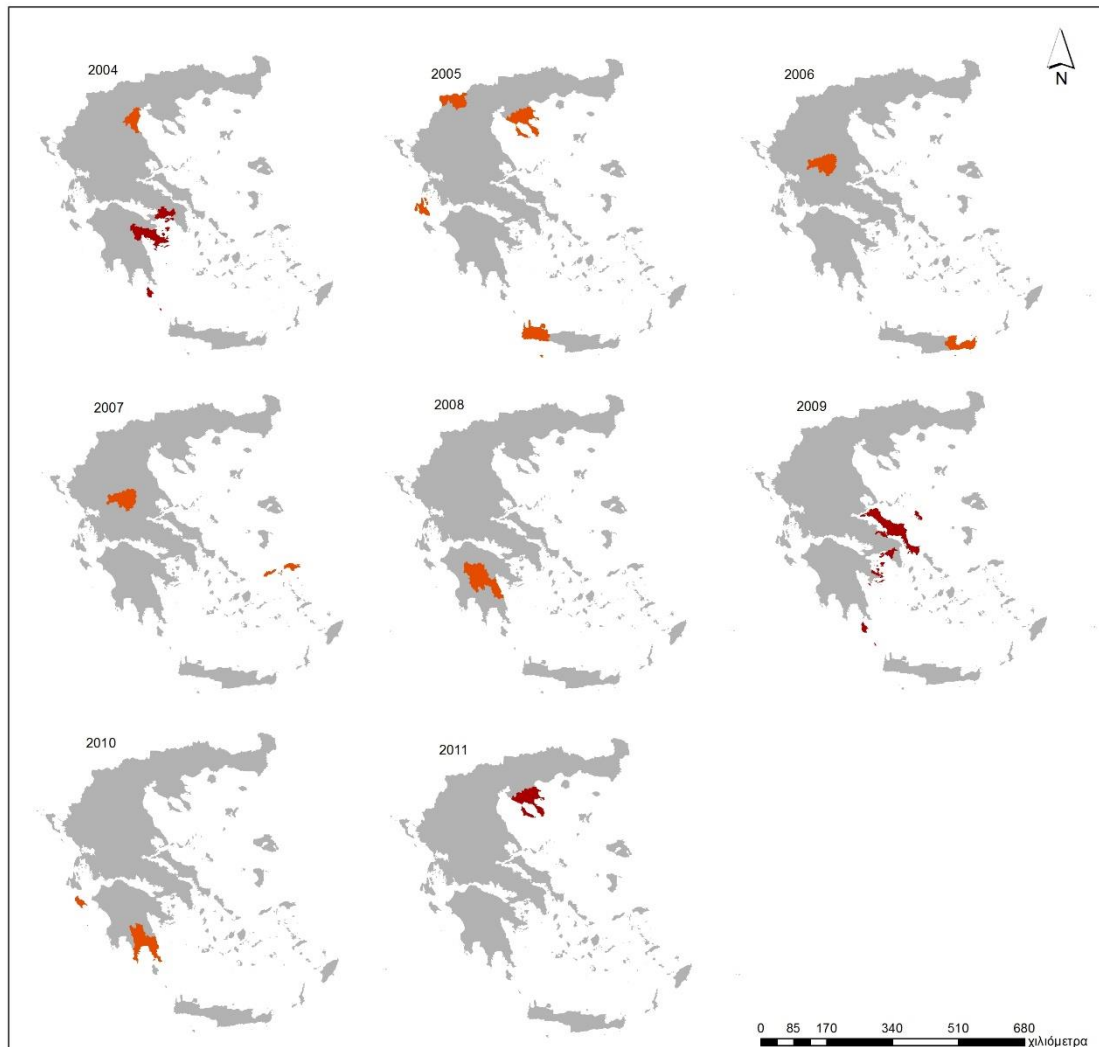
Για την ηπατίτιδα C, παρατηρούμε λιγότερα high-high clusters. Στο χάρτη 3.13, που ακολουθεί, εντοπίζονται τέτοιες ομάδες για τα έτη 2004, 2009 και 2011, εκ των οποίων τα δύο πρώτα παρουσιάζουν οριακά στατιστικά σημαντικά πρότυπα. Τα high-high clusters εντοπίζονται για το 2004 και 2009 σε νομούς της Αττικής και Στερεάς Ελλάδας, ενώ για το 2011 που δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντικό χωρικό πρότυπο, μόνο στο νομό Χαλκιδικής. Για τα υπόλοιπα πέντε έτη παρατηρείται ύπαρξη μόνο χωρικά ακραίων τιμών, high-low outliers.

Στον πίνακα 3.28 αντικατοπτρίζεται το παραπάνω συμπέρασμα, με την παρουσία λίγων νομών ως high-high clusters. Μόνο ο νομός Πειραιά ξεπερνά τη μία φορά εμφάνισης και τα έτη 2004 και 2009 συγκεντρώνουν από τρεις νομούς με τον χαρακτηρισμό high-high.

**Πίνακας 3.28:** Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για την ηπατίτιδα C

Ηπατίτιδα C - $I_{6,t,i}$ - Συχνότητα εμφάνισης νομού ως H-H cluster									
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Σύνολο
Πειραιά	1					1			2
Δυτ. Αττικής	1								1
Χαλκιδικής								1	1
Ευβοίας						1			1
Αθηνών						1			1
Αργολίδας	1								1
Σύνολο	3	0	0	0	0	3	0	1	7

**Χάρτης 3.13:** Εντοπισμός χωρικών προτύπων και ομάδων της επίπτωσης της ηπατίτιδας C



3.6.2.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ  $I_{d,t,i}$ 

Για την εξαγωγή συγκεντρωτικών συμπερασμάτων όσον αφορά στη μελέτη της χωρικής αυτοσυσχέτισης της επίπτωσης των ιογενών ηπατιτίδων  $I_{d,t,i}$ , δημιουργήθηκε ο χάρτης 3.14. Επιλέγεται ξανά να πραγματοποιηθεί αλληλεπίθεση όλων των χωρικών ομάδων υψηλών τιμών (high-high clusters) και των τριών ηπατιτίδων για τα έτη που ο δείκτης Global Moran's I υποδεικνύει στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα για κάποια ηπατίτιδα. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα έτη 2004, 2006, 2007, 2008 και 2009. Σκοπός αυτής της επισκόπησης είναι να εντοπιστούν συγκεντρώσεις high-high cluster της μεταβλητής σε πάνω από μία ηπατίτιδα. Επιπρόσθετα, εξετάζεται και η ύπαρξη τυχόν γειτνιάσεων των high-high cluster μεταξύ τους.

Στο χάρτη παρατηρούνται λίγες γειτνιάσεις και αλληλεπιδράσεις. Συγκεκριμένα, το 2009 τα high-high clusters της ηπατίτιδας B και C συμπίπτουν στο νομό Πειραιά και νήσων. Δεδομένης της οριακά στατιστικά σημαντικής χωρικής ομαδοποίησης του προτύπου της ηπατίτιδας C, καθώς και των ασύμπτωτων υπόλοιπων high-high cluster των δύο ηπατιτίδων παρόλο που γειτνιάζουν, αυτή η αλληλεπίθεση αξιολογείται σημαντική μεν, περιστασιακή δε. Για το ίδιο έτος, παρατηρείται παρουσία high-high cluster και των τριών ηπατιτίδων με χωρική εντόπιση σε νομούς της Πελοποννήσου, Αττικής, Στερεάς Ελλάδας και Θεσσαλίας, γειτνίαση των χωρικών ομάδων της ηπατίτιδας B (νομοί Μαγνησίας και Βοιωτίας) με της ηπατίτιδας C (νομός Ευβοίας) και αντίστοιχα γειτνίαση της ηπατίτιδας A (νομός Μεσσηνίας) με την ηπατίτιδα B (νομός Λακωνίας). Γειτνίαση παρατηρείται επίσης και κατά το έτος 2007, ανάμεσα στα high-high clusters των ηπατιτίδων A και B στους νομούς Ξάνθης και Καβάλας, αντίστοιχα.

Γενικότερα, στα υπόλοιπα έτη τα high-high clusters εντοπίζονται κυρίως στη βόρεια Ελλάδα με μόνη εξαίρεση το cluster της ηπατίτιδας C. Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ, ότι ο τρόπος μετάδοσης διαφέρει από ηπατίτιδα σε ηπατίτιδα, ασχέτως αν πλήττουν και οι τρεις το ήπαρ. Η ηπατίτιδα A μεταδίδεται κυρίως τροφιμογενώς και οι ηπατίτιδες B και C μέσω μολυσμένων υγρών του σώματος, κυρίως του αίματος. Παρόλα αυτά δεν φαίνεται κάποια σχέση μεταξύ των δύο τελευταίων ηπατιτίδων στα χωρικά τους clusters.

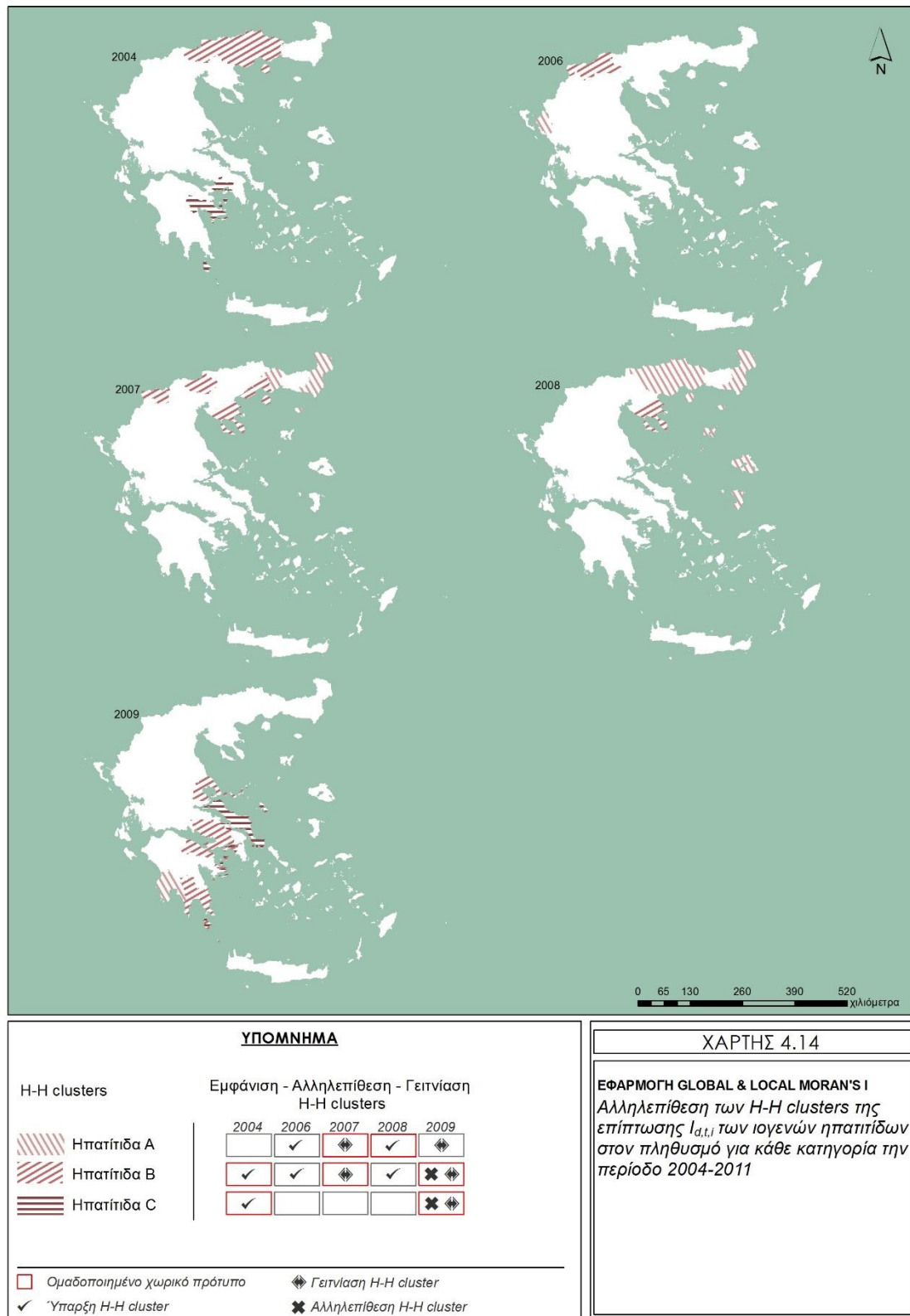
Στον πίνακα 3.29 παρουσιάζονται οι νομοί που εμφανίστηκαν τουλάχιστον μία φορά στην οκταετία με το χαρακτηρισμό high-high cluster στην κατηγορία των ιογενών ηπατιτίδων και ταξινομούνται με φθίνουσα σειρά ως προς τη συχνότητα εμφάνισής τους.

Οι νομοί Δυτικής Αττικής, Ευβοίας, Καβάλας, Ξάνθης και Πειραιά εμφανίζουν συχνότερα το παραπάνω χαρακτηριστικό για την 2<sup>η</sup> κατηγορία των λοιμωδών νοσημάτων. Παράλληλα, η ηπατίτιδα Β συγκεντρώνει διαχρονικά τους περισσότερους νομούς με αυτό το χαρακτηρισμό, ενώ ακολουθεί η ηπατίτιδα Α και πολύ χαμηλότερα εμφανίζεται η ηπατίτιδα C.

**Πίνακας 3.29:** Συχνότητα εμφάνισης νομών ως H-H cluster για όλες τις ηπατίτιδες

Κατηγορία 2 - $I_{d,t,i}$ - Συχνότητα εμφάνισης νομού ως H-H cluster				
Νομός	Ηπατίτιδα Α	Ηπατίτιδα Β	Ηπατίτιδα C	Σύνολο
Δυτ. Αττικής	2	1	1	4
Ευβοίας	2		1	3
Καβάλας	1	2		3
Ξάνθης	2	1		3
Πειραιά		1	2	3
Αθηνών		1	1	2
Βοιωτίας	1	1		2
Δράμας	1	1		2
Δωδεκανήσου		2		2
Έβρου	2			2
Σερρών	1	1		2
Φλώρινας		2		2
Χαλκιδικής		1	1	2
Αργολίδας			1	1
Θεσπρωτίας	1			1
Κιλκίς		1		1
Κορινθίας		1		1
Λακωνίας		1		1
Λέσβου	1			1
Μαγνησίας		1		1
Μεσσηνίας	1			1
Πέλλας		1		1
Τρικάλων	1			1
Χανίων		1		1
Χίου	1			1
Σύνολο	17	20	7	44



**Χάρτης 3.14:** Αλληλεπίθεση των H-H cluster της επίπτωσης όλων των ιογενών ηπατιτίδων



### 3.6.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΗΣ

Μέσα από την εφαρμογή των δεικτών Global και Local Moran's I στην επίπτωση των νοσημάτων, επιχειρείται να αναλυθούν σε βάθος οι χωρικές σχέσεις μεταξύ νοσηρότητας των νομών. Σε αυτή την περίπτωση, λοιπόν, αξιολογήθηκε η νοσηρότητα των κατηγοριών με κριτήρια χωρικής εξάρτησης καθώς και των νοσημάτων των κατηγοριών των ιογενών ηπατιτίδων και των προλαμβανόμενων με εμβολιασμό και συγγενών, λόγω της συχνής εμφάνισης χωρικής αυτοσυσχέτισης και στις δύο κατηγορίες. Παράλληλα, εντοπίστηκαν οι χωρικές ομάδες υψηλής νοσηρότητας, κατηγορικές και για κάθε ηπατίτιδα ξεχωριστά.

Οι νομοί που εμφανίζουν περισσότερο high-high clusters εντοπίζονται σε δύο κυρίως περιοχές: σε νομούς της Αττικής και όμορους της και σε νομούς της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης και όμορους της. Παράλληλα, παρατηρούνται συχνότερα περιπτώσεις high-high clustering έτη 2004, 2008 και 2009. Τα παραπάνω εξάγονται από την ανάλυση της συχνότητας εμφάνισης τέτοιου τύπου χωρικών ομάδων και για τη μεταβλητή  $I_{c,t,i}$  και για τη μεταβλητή  $I_{d,t,i}$ .

Παρατηρείται, όμως, ότι η παραπάνω ανάλυση εξετάζει τη νοσηρότητα με δύο τρόπους: είτε ετησίως, είτε συνολικά για την οκταετία. Η παράμετρος του χρόνου δεν εξετάζεται επαρκώς, καθώς τίθενται θέματα διαχρονικότητας της έντασης της νοσηρότητας των λοιμωδών νοσημάτων, καθώς και χρονικής εγγύτητας στο σήμερα.

### 3.7 ΜΟΝΤΕΛΟ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ

Στο παρόν στάδιο τίθεται το ζήτημα του χρόνου και κατ' επέκταση της χωροχρονικής αξιολόγησης της επίπτωσης των λοιμωδών νοσημάτων. Όπως αναλύθηκε και στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο, δημιουργούνται δύο πολυπαραγοντικοί δείκτες χωροχρονικής αξιολόγησης της νοσηρότητας. Με αυτό τον τρόπο αξιολογούνται όλα τα λοιμώδη νοσήματα με κριτήρια την επίπτωσή τους, την διαχρονικότητά ύπαρξης κρουσμάτων καθώς και την χρονική εγγύτητα των κρουσμάτων τους με σήμερα. Τα τελικά αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή των δεικτών μελετώνται με δύο τρόπους, με την αναζήτηση συσχετίσεων είτε στα χωρικά πρότυπα των νοσημάτων, είτε στις κατανομές της νοσηρότητας των νομών. Και για τις δύο μελέτες παρουσιάζονται χωρικά τα αποτελέσματα και εξάγονται συμπεράσματα για την εφαρμογή του συνολικού μοντέλου.

#### 3.7.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ

Παρακάτω εφαρμόζεται η διαδικασία υπολογισμού των δεικτών χωροχρονικής αξιολόγησης νοσηρότητας για τα λοιμώδη νοσήματα την περίοδο 2004-2011, όπως ορίζεται στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο. Συγκεκριμένα, προσδιορίζονται οι σχέσεις που περιγράφουν τις εξεταζόμενες μεταβλητές, δεδομένων των μεγεθών της συγκεκριμένης μελέτης, ακολουθεί η μέθοδος αναγωγής των τιμών των μεταβλητών, που έχει επιλεχθεί στην μεθοδολογική ανάλυση, και η κατασκευή των τελικών δεικτών.

##### 3.7.1.1 ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Οι μεταβλητές  $\bar{I}_{d,i}$ ,  $\bar{e}_{d,i}$  και  $\lambda_{d,i}$ , που αναλύονται στο κεφάλαιο που παρουσιάζεται το μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας, θα αναγράφονται στο εξής χωρίς τους δείκτες που προσδιορίζουν τα εξαρτώμενα μεγέθη. Ο λόγος έγκειται στο γεγονός ότι εξαρτώνται και οι τρεις από το μελετώμενο νόσημα και το νομό. Παρακάτω μετασχηματίζονται καταλλήλως για τη φάση της εφαρμογής, οι σχέσεις 2.21 και 2.23 που τις περιγράφουν, κατ' αντιστοιχία με τη σειρά παράθεσης.

- Μέση επίπτωση νοσήματος

Για δεδομένο νόσημα  $d_m$  και νομό  $i_m$ , η μέση επίπτωση υπολογίζεται ακολούθως:

$$\bar{I} = \frac{\sum_{t=1}^8 I_{d_m,t,i_m}}{8} \quad (3.9)$$

όπου,

$t$ : η θέση του εκάστοτε έτους στην οκταετία

$I_{d_m,t,i_m}$ : η μέση επίπτωση του νοσήματος  $d_m$  για το νομό  $i_m$  για χρονική περίοδο  $t$

Διαχρονικότητα ασθένειας

Ο λόγος  $\lambda$ , που περιγράφει την διαχρονική παρουσία ή απουσία κρουσμάτων, καθώς και των ενδιάμεσων καταστάσεων για κάθε νόσημα και νομό, περιγράφεται και για τη φάση της εφαρμογής από τη σχέση 3.10. Η μεταβλητή λαμβάνει τιμές από 0 έως 1.

○ Χρονικός μέσος

Για δεδομένο νόσημα  $d_m$  και νομό  $i_m$ , ο χρονικός μέσος υπολογίζεται ακολούθως:

$$\bar{t} = \begin{cases} 0 & , \sum_{t=1}^8 x_{d_m,t,i_m} = 0 \\ \frac{\sum_{t=1}^8 t x_{d_m,t,i_m}}{\sum_{t=1}^8 x_{d_m,t,i_m}} & , \sum_{t=1}^8 x_{d_m,t,i_m} \neq 0 \end{cases} \quad (3.10)$$

Όπου,

$t$ : θέση του εκάστοτε έτους στην οκταετία

$x_{d_m,t,i_m}$ : αριθμός κρουσμάτων για χρονική περίοδο  $t$

Ο χρονικός μέσος  $\bar{t}$  μπορεί να λάβει τιμές από 0 έως 8, ενώ ισχύει  $\bar{t} \in \mathbb{R}$ . Δηλαδή, τα κρούσματα του νοσήματος σε ένα νομό μπορούν είτε να απουσιάζουν ( $\bar{t} = 0$ ), είτε να εντοπίζονται σε κάποιο έτος εντός της οκταετίας.

Υπολογίζονται οι τιμές των τριών μεταβλητών, που προσδιορίζουν το δείκτη, για κάθε νόσημα και νομό. Στον πίνακα 3.30 εμφανίζονται ενδεικτικά οι τιμές που λαμβάνουν οι μεταβλητές για την ηπατίτιδα Β, καθώς και οι μεταβλητές που είναι αναγκαίες για τον υπολογισμό τους. Οι τιμές είναι στρογγυλοποιημένες στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο.

**Πίνακας 3.30:** Υπολογισμός μεταβλητών μοντέλου χωροχρονικής αξιολόγησης νοσηρότητας

Ηπατίτιδα Β	$I_{d,t,i}$								Μεταβλητές			
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	$\bar{I}'$	$\lambda$	$\bar{t}$	$\bar{I}$
Αθηνών	1,58	0,66	0,59	0,62	0,63	0,70	0,45	0,53	0,72	1,00	3,80	0,72
Αιτωλ/νίας	0,91	0,91	0	0	0,46	0	0	0,95	0,81	0,50	3,90	0,40
Αν. Αττικής	2,29	0,25	0,50	0,25	0,63	0,61	0	0	0,76	0,75	2,66	0,57
Αργολίδας	0,97	0	0,97	0	0	0	0	0	0,97	0,25	2,00	0,24
Αρκαδίας	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άρτας	0	5,58	0	0	0	0	0	0	5,58	0,13	2,00	0,70
Αχαΐας	0,30	0,60	0	0	0,29	0	0	0,32	0,38	0,50	3,65	0,19
Βοιωτίας	0,80	1,59	0,80	0,80	0,00	2,39	0	0	1,28	0,63	3,75	0,80
Γρεβενών	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Δράμας	1,98	0,99	0	0	1,00	0	0	1,02	1,25	0,50	3,43	0,62
Δυτ. Αττικής	4,60	1,30	1,29	1,93	1,19	0,58	0,57	0	1,64	0,88	2,81	1,43
Δωδεκανήσου	0,52	0,52	0	0,51	0	0	0	0,52	0,52	0,50	3,76	0,26
Έβρου	0	0	0,67	1,34	0	0	0	0	1,01	0,25	3,67	0,25
Ευβοίας	1,45	1,93	0,97	0,48	0,48	0	0	0	1,06	0,63	2,37	0,66
Ευρυτανίας	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ζακύνθου	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλείας	0	0	0	0	1,67	0	0,56	0	1,12	0,25	5,50	0,28
Ημαθίας	2,78	1,39	1,39	1,39	0,69	0,69	0,69	0	1,29	0,88	3,07	1,13
Ηρακλείου	0	0,67	0,34	0	0	0	0,66	0,65	0,58	0,50	5,25	0,29
Θεσπρωτίας	0	2,33	0	2,34	0	0	0	0	2,34	0,25	3,00	0,58
Θεσσαλονίκης	1,79	1,70	1,95	0,79	0,87	0,43	0,34	0,09	1,00	1,00	3,05	1,00
Ιωαννίνων	1,78	0	1,14	0,56	0	0,53	0	0	1,00	0,50	2,65	0,50
Καβάλας	5,68	0,71	0	2,86	0,72	0	0	0	2,49	0,50	2,22	1,25
Καρδίτσας	2,54	1,70	2,57	2,58	1,73	0	0	0	2,23	0,63	2,93	1,39
Καστοριάς	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Κέρκυρας	0	0	0,81	0	0	0	0	0	0,81	0,13	3,00	0,10
Κεφαλληνίας	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Κιλκίς	2,30	0	1,16	4,64	1,16	0	0	0	2,32	0,50	3,25	1,16
Κοζάνης	0	0	0	1,30	0	0	0	0	1,30	0,13	4,00	0,16
Κορινθίας	0,68	0,68	0,68	0	0	0,68	0	0	0,68	0,50	3,00	0,34
Κυκλάδων	0,90	0	0	0	0,90	0	1,79	0	1,20	0,38	4,99	0,45
Λακωνίας	0	0	0	0	0	1,09	0	0	1,09	0,13	6,00	0,14
Λαρίσης	0,71	1,41	1,40	0,35	0,35	1,05	0	1,76	1,00	0,88	4,45	0,88
Λασιθίου	0	0	1,33	1,33	2,65	0	0	0	1,77	0,38	4,25	0,66
Λέσβου	0	0,94	0,94	0	0	0	1,89	0,96	1,18	0,50	5,42	0,59
Λευκάδας	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μαγνησίας	0,49	0,49	0,49	0	0,49	0,98	0,98	0	0,65	0,75	4,63	0,49
Μεσσηνίας	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ξάνθης	2,87	2,85	0,94	3,76	1,87	0,00	0,93	0,00	2,20	0,75	3,20	1,65

(συνέχεια)

Ηπατίτιδα Β	$I_{d,t,i}$								Μεταβλητές			
Νομός	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	$\bar{I}'$	$\lambda$	$\bar{t}$	$\bar{I}$
Πειραιά	0,89	1,06	0,35	0,87	1,07	1,25	0,71	0,95	0,89	1,00	4,61	0,89
Πέλλας	1,37	1,38	3,44	1,38	2,76	0,69	0,00	0,00	1,84	0,75	3,44	1,38
Πιερίας	0,78	0	0	0	0,78	0	0	0	0,78	0,25	3,00	0,20
Πρέβεζας	0	0	0	0	1,75	0	0	0	1,75	0,13	5,00	0,22
Ρεθύμνου	0	0	2,49	0	2,47	0	1,22	0	2,06	0,38	4,59	0,77
Ροδόπης	1,80	7,19	1,80	1,80	0,00	0	0	0	3,14	0,50	2,29	1,57
Σάμου	0	0	0	0	2,35	0	0	2,33	2,34	0,25	6,49	0,59
Σερρών	1,56	0,52	0	0	1,07	0,54	0	0	0,92	0,50	3,03	0,46
Τρικάλων	0,00	1,52	0,76	0	2,30	0	0	1,53	1,53	0,50	4,75	0,76
Φθιώτιδας	1,19	1,19	0,60	0	1,20	0,60	0	0	0,96	0,63	3,13	0,60
Φλώρινας	0	12,88	11,06	5,53	0	0	0	0	9,82	0,38	2,75	3,68
Φωκίδας	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαλκιδικής	1,00	0	0	2,99	1,99	0	0	1,89	1,97	0,50	4,83	0,98
Χανίων	1,33	2,67	0	2,66	0,66	0	0,66	0	1,60	0,63	3,16	1,00
Χίου	1,91	3,83	0	0	0	0	0	0	2,87	0,25	1,67	0,72

## 3.7.1.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ &amp; ΔΕΙΚΤΕΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ

Οι μεταβλητές ανάγονται, όπως περιγράφεται στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο, στην κλίμακα 0-10 ώστε να μπορούν να συνδυαστούν και να διαμορφώσουν τον σχετικό δείκτη  $MI_R$  και τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη  $MI_{A-R}$ . Παρακάτω παρουσιάζεται η προσαρμογή των γενικών τύπων 2.24 για τη μεταβλητή  $\bar{I}_{scaled,R}$  και 2.27 για τη μεταβλητή  $\bar{t}_{scaled}$  στα μεγέθη της εφαρμογής. Η αναγωγή των μεταβλητών  $\bar{I}_{scaled,A-R}$  και  $\lambda_{scaled}$ , περιγράφεται από τους γενικούς τύπους 2.25 και 2.26 αντίστοιχα και δεν απαιτείται κάποιος μετασχηματισμός στη φάση της εφαρμογής.

Η μέση επίπτωση  $\bar{I}_{scaled,R}$ , που χρησιμοποιείται στο σχετικό δείκτη  $MI_R$ , μετασχηματίζεται για την περίπτωση των λοιμωδών νοσημάτων ως εξής:

$$\bar{I}_{scaled,R} = \frac{\bar{I} - \bar{I}_{MIN}}{\bar{I}_{MAX}} = \frac{\bar{I} - 0}{\bar{I}_{24,41}} = \frac{1}{23,09} \bar{I} \quad (3.11)$$

Η μικρότερη μέση επίπτωση  $\bar{I}_{MIN}$  που παρατηρείται στα δεδομένα των λοιμωδών νοσημάτων αντιστοιχεί στην τιμή 0 (για πολλά νοσήματα στο επίπεδο των νομών), ενώ η μεγαλύτερη μέση επίπτωση  $\bar{I}_{MAX}$  αντιστοιχεί στη μέση επίπτωση της σαλμονέλλωση

( $d = 24$ ) στον πληθυσμό του νομού Μαγνησίας ( $i = 41$ ), που ανέρχεται περίπου στα 23 άτομα ανά 100.000 κατοίκους. Η βαθμολογία 10 λαμβάνεται από αυτό το νομό για αυτή τη νόσο και όλα τα υπόλοιπα νοσήματα παρουσιάζουν μικρότερες βαθμολογίες.

Ο χρονικός μέσος  $\bar{t}_{scaled}$  προσαρμόζεται στα μεγέθη της εφαρμογής ως εξής:

$$\bar{t}_{scaled} = 10 \frac{\bar{t}}{t_n} = 10 \frac{\bar{t}}{8} = 1,25\bar{t} \quad (3.12)$$

Καθώς, στην περίπτωση των λοιμωδών νοσημάτων μελετώνται τα οκτώ έτη από το 2004 ως το 2011. Η βαθμολογία 10 λαμβάνεται από εκείνο το νομό και για εκείνο το νόσημα που τα κρούσματα συγκεντρώνονται στο 8<sup>ο</sup> έτος της μελέτης, δηλαδή στο 2011.

Οι τελικοί δείκτες νοσηρότητας  $MI_R$  και  $MI_{A-R}$  διαμορφώνονται σύμφωνα με τις σχέσεις 2.28 και 2.29 αντιστοίχως. Θεωρητικά, και οι δύο δείκτες λαμβάνουν τιμές από 0 έως 30. Πρακτικά, αν ένας νομός για συγκεκριμένη ασθένεια παρουσιάζει κρούσματα σε κάθε έτος ( $\lambda_{scaled} = 10$ ), δεν μπορεί να λάβει την μέγιστη τιμή στη μεταβλητή  $\bar{t}_{scaled}$ , η οποία θα βρίσκεται κοντά στο 5. Δηλαδή, ένας νομός αξιολογείται μέσα από τους δύο δείκτες ως νομός με υψηλή νοσηρότητα σε συγκεκριμένη ασθένεια, αν λάβει τιμές κοντά στο 25.

Στον πίνακα 3.31 φαίνεται, ενδεικτικά για την ηπατίτιδα Β, η διαδικασία αναγωγής των μεταβλητών και οι τιμές των δεικτών νοσηρότητας  $MI_R$  και  $MI_{A-R}$  για τους νομούς της Ελλάδας.

**Πίνακας 3.31:** Υπολογισμός τελικών δεικτών

Ηπατίτιδα Β	Μεταβλητές			Μεταβλητές υπό κλίμακα				Δείκτες	
Νομός	$\bar{I}$	$\lambda$	$\bar{t}$	$\bar{I}_{sc,R}$	$\bar{I}_{sc,AR}$	$\lambda_{sc}$	$\bar{t}_{sc}$	$MI_R$	$MI_{AR}$
Αθηνών	0,72	1,00	3,80	0,31	1,95	10,00	4,75	15,07	16,71
Αιτωλοακαρνανίας	0,40	0,50	3,90	0,18	1,10	5,00	4,88	10,06	10,98
Αν. Αττικής	0,57	0,75	2,66	0,25	1,54	7,50	3,33	11,08	12,37
Αργολίδας	0,24	0,25	2,00	0,11	0,66	2,50	2,50	5,11	5,66
Αρκαδίας	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άρτας	0,70	0,13	2,00	0,30	1,89	1,25	2,50	4,05	5,64
Αχαΐας	0,19	0,50	3,65	0,08	0,51	5,00	4,57	9,65	10,08
Βοιωτίας	0,80	0,63	3,75	0,35	2,16	6,25	4,69	11,29	13,10
Γρεβενών	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Δράμας	0,62	0,50	3,43	0,27	1,69	5,00	4,29	9,56	10,98
Δυτ. Αττικής	1,43	0,88	2,81	0,62	3,89	8,75	3,51	12,88	16,16
Δωδεκανήσου	0,26	0,50	3,76	0,11	0,70	5,00	4,70	9,81	10,40

(συνέχεια)

Ηπατίτιδα Β	Μεταβλητές			Μεταβλητές υπό κλίμακα				Δείκτες	
Νομός	$\bar{I}$	$\lambda$	$\bar{t}$	$\bar{I}_{sc,R}$	$\bar{I}_{sc,AR}$	$\lambda_{sc}$	$\bar{t}_{sc}$	$MI_R$	$MI_{AR}$
Έβρου	0,25	0,25	3,67	0,11	0,68	2,50	4,58	7,19	7,77
Ευβοίας	0,66	0,63	2,37	0,29	1,80	6,25	2,96	9,49	11,01
Ευρυτανίας	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ζακύνθου	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλείας	0,28	0,25	5,50	0,12	0,76	2,50	6,88	9,50	10,13
Ημαθίας	1,13	0,88	3,07	0,49	3,06	8,75	3,84	13,08	15,65
Ηρακλείου	0,29	0,50	5,25	0,13	0,79	5,00	6,57	11,69	12,36
Θεσπρωτίας	0,58	0,25	3,00	0,25	1,59	2,50	3,75	6,51	7,84
Θεσσαλονίκης	1,00	1,00	3,05	0,43	2,70	10,00	3,81	14,24	16,51
Ιωαννίνων	0,50	0,50	2,65	0,22	1,36	5,00	3,32	8,53	9,68
Καβάλας	1,25	0,50	2,22	0,54	3,38	5,00	2,77	8,31	11,15
Καρδίτσας	1,39	0,63	2,93	0,60	3,78	6,25	3,67	10,52	13,69
Καστοριάς	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Κέρκυρας	0,10	0,13	3,00	0,04	0,27	1,25	3,75	5,04	5,27
Κεφαλληνίας	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Κιλκίς	1,16	0,50	3,25	0,50	3,14	5,00	4,07	9,57	12,21
Κοζάνης	0,16	0,13	4,00	0,07	0,44	1,25	5,00	6,32	6,69
Κορινθίας	0,34	0,50	3,00	0,15	0,93	5,00	3,75	8,90	9,68
Κυκλάδων	0,45	0,38	4,99	0,19	1,22	3,75	6,24	10,18	11,21
Λακωνίας	0,14	0,13	6,00	0,06	0,37	1,25	7,50	8,81	9,12
Λαρίσης	0,88	0,88	4,45	0,38	2,38	8,75	5,56	14,69	16,69
Λασιθίου	0,66	0,38	4,25	0,29	1,80	3,75	5,31	9,35	10,86
Λέσβου	0,59	0,50	5,42	0,26	1,61	5,00	6,78	12,03	13,38
Λευκάδας	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μαγνησίας	0,49	0,75	4,63	0,21	1,33	7,50	5,78	13,50	14,61
Μεσσηνίας	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ξάνθης	1,65	0,75	3,20	0,72	4,49	7,50	4,00	12,21	15,98
Πειραιά	0,89	1,00	4,61	0,39	2,43	10,00	5,77	16,15	18,19
Πέλλας	1,38	0,75	3,44	0,60	3,74	7,50	4,30	12,40	15,54
Περίας	0,20	0,25	3,00	0,08	0,53	2,50	3,74	6,33	6,77
Πρέβεζας	0,22	0,13	5,00	0,09	0,59	1,25	6,25	7,59	8,09
Ρεθύμνου	0,77	0,38	4,59	0,33	2,10	3,75	5,74	9,82	11,59
Ροδόπης	1,57	0,50	2,29	0,68	4,27	5,00	2,86	8,54	12,13
Σάμου	0,59	0,25	6,49	0,25	1,59	2,50	8,12	10,87	12,21
Σερρών	0,46	0,50	3,03	0,20	1,25	5,00	3,78	8,98	10,03
Τρικάλων	0,76	0,50	4,75	0,33	2,07	5,00	5,94	11,27	13,01
Φθιώτιδας	0,60	0,63	3,13	0,26	1,63	6,25	3,92	10,43	11,79
Φλώρινας	3,68	0,38	2,75	1,59	10,00	3,75	3,44	8,78	17,19
Φωκίδας	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαλκιδικής	0,98	0,50	4,83	0,43	2,67	5,00	6,04	11,47	13,71

(συνέχεια)

Ηπατίτιδα Β	Μεταβλητές			Μεταβλητές υπό κλίμακα				Δείκτες	
Νομός	$\bar{I}$	$\lambda$	$\bar{t}$	$\bar{I}_{sc,R}$	$\bar{I}_{sc,AR}$	$\lambda_{sc}$	$\bar{t}_{sc}$	$MI_R$	$MI_{AR}$
Χανίων	1,00	0,63	3,16	0,43	2,71	6,25	3,95	10,64	12,91
Χίου	0,72	0,25	1,67	0,31	1,95	2,50	2,08	4,89	6,53

Όπως φαίνεται στον πίνακα, οι διαφορές μεταξύ των δύο δεικτών δεν είναι σημαντικές. Εξαίρεση αποτελεί ο νομός Φλώρινας που λαμβάνει την τιμή 10 για τη μεταβλητή  $\bar{I}_{scaled,A-R}$  και εμφανίζει διαφορά περίπου οκτώ βαθμών. Το γεγονός αυτό έγκειται στο τι ερώτημα απαντάει ο κάθε δείκτης. Έτσι, ο μεν αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_{A-R}$  εντοπίζει τον νομό Φλώρινας ως αυτόν με την υψηλότερη νοσηρότητα για την ηπατίτιδα Β, ο δε σχετικός δείκτης νοσηρότητας  $MI_R$ , που αξιολογεί την συνολική νοσηρότητα των λοιμωδών νοσημάτων, εντοπίζει τον νομό των Αθηνών ως αυτό με την υψηλότερη νοσηρότητα για την ηπατίτιδα Β.



### 3.7.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΙΚΤΩΝ

Για να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα των δεικτών νοσηρότητας, επιλέχθηκε ο υπολογισμός της μέσης τιμής των δεικτών που λαμβάνει ο κάθε νομός για κάθε κατηγορία και για τους δύο δείκτες. Παράλληλα, υπολογίστηκε η απόκλιση αυτών των τιμών από τη γενική μέση τιμή των δεικτών που λαμβάνει ο κάθε νομός για όλα τα λοιμώδη νοσήματα. Έτσι υπολογίζεται για κάθε δείκτη ξεχωριστά και για κάθε νομό, η μέση τιμή για όλα τα νοσήματα, η μέση τιμή κάθε κατηγορίας και η απόκλιση, δηλαδή διαφορά του δεύτερου από το πρώτο. Επιπρόσθετα, υπολογίζεται και η μέση τιμή των αποτελεσμάτων των νομών για κάθε νόσημα και για τους δύο δείκτες. Αξιολογείται, λοιπόν, και η κατάταξη του κάθε νοσήματος εντός της κατηγορίας που ανήκει.

#### 3.7.2.1 ΣΧΕΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ $MI_R$

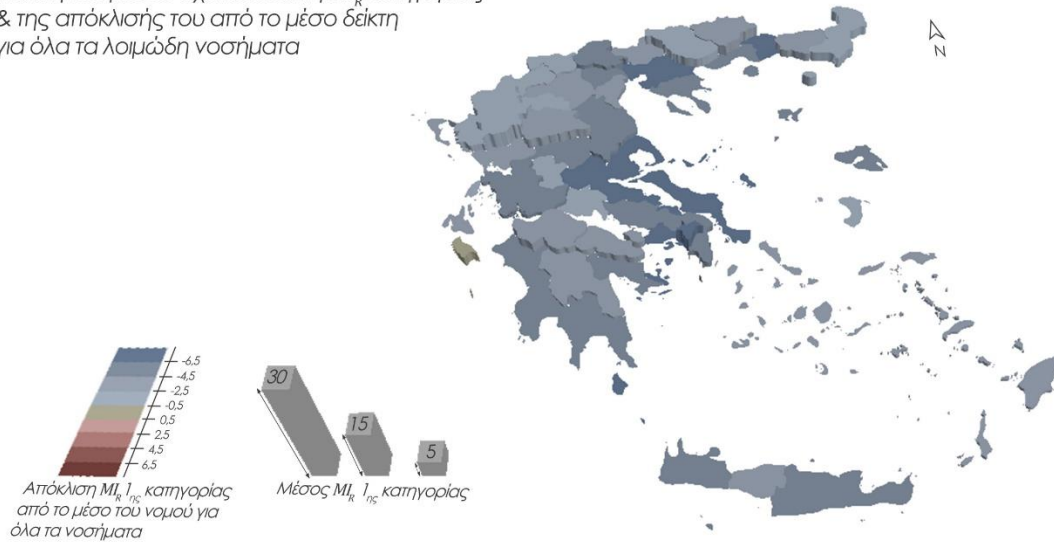
Με την εφαρμογή του σχετικού δείκτη αξιολόγησης της νοσηρότητας  $MI_R$  στα διαθέσιμα επιδημιολογικά δεδομένα των λοιμωδών νοσημάτων επιχειρείται ο εντοπισμός εκείνων των νοσημάτων και κατ' επέκταση κατηγοριών, που εμφάνισαν σε νομαρχιακό επίπεδο τη μεγαλύτερη επίπτωση στον πληθυσμό τους, αλλά παράλληλα χαρακτηρίζονται από διαχρονικότητα και/ή πρόσφατη χρονική συγκέντρωση κρουσμάτων. Παρακάτω, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μέσου δείκτη ανά κατηγορία νοσημάτων.

Στην κατηγορία των νοσημάτων άμεσης δήλωσης, παρατηρούνται τιμές του μέσου σχετικού δείκτη νοσηρότητας  $MI_R$ , μεταξύ 0 και 4,6, με τους περισσότερους νομούς να λαμβάνουν την τιμή 0. Όπως φαίνεται και από το γράφημα 3.1, οι νομοί λαμβάνουν πολύ χαμηλές τιμές.

Πράγματι, οι περισσότεροι νομοί της Ελλάδας, δεν εμφάνισαν κρούσματα κανένα έτος για την κατηγορία αυτή. Εντοπίζεται παρουσία λίγων κρουσμάτων σε ορισμένους νομούς της βόρειας Ελλάδας, της Πελοποννήσου και στο νομό Αθηνών, χωρίς όμως διαχρονική παρουσία ούτε πρόσφατη χρονική συγκέντρωση, που θα αύξαναν τις τιμές του δείκτη. Παράλληλα, μελετώντας την απόκλιση από το μέσο  $MI_R$  του κάθε νομού για όλα τα νοσήματα, φαίνεται ότι η πλειονότητα των νομών διαμορφώνει τιμές κατηγορίας χαμηλότερες κατά 2,5 βαθμούς και παρακάτω. Δηλαδή, η 1<sup>η</sup> κατηγορία, χαρακτηρίζεται από νοσήματα με χαμηλή σχετική νοσηρότητα.

**Γράφημα 3.1:** Σχετικός δείκτης  $MI_R$  – Νοσήματα Άμεσης Δήλωσης

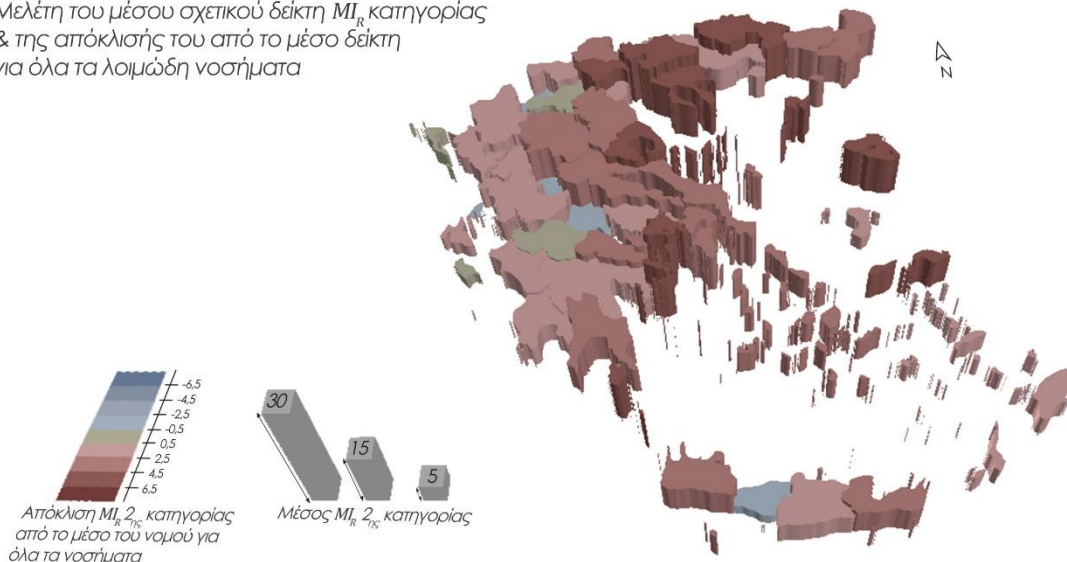
Κατηγορία 1: Νοσήματα Άμεσης Δήλωσης

Μελέτη του μέσου σχετικού δείκτη  $MI_R$  κατηγορίας  
& της απόκλισής του από το μέσο δείκτη  
για όλα τα λοιμώδη νοσήματα

Υπολογίζοντας τη μέση τιμή του δείκτη για κάθε νόσημα της κατηγορίας ξεχωριστά, παρατηρείται ότι πρώτο νόσημα σε αυτήν την κατάταξη είναι οι ιογενείς αιμορραγικοί πυρετοί, με μέση τιμή νοσήματος 1,4. Ακολουθεί ο άνθρακας με 1 βαθμό και πολύ χαμηλότερα βρίσκεται η αλλαντίαση με 0,4.

**Γράφημα 3.2:** Σχετικός δείκτης  $MI_R$  – Ιογενείς Ηπατίτιδες

Κατηγορία 2: Ιογενείς Ηπατίτιδες

Μελέτη του μέσου σχετικού δείκτη  $MI_R$  κατηγορίας  
& της απόκλισής του από το μέσο δείκτη  
για όλα τα λοιμώδη νοσήματα

Αντίθετα, για την κατηγορία των ιογενών ηπατιτίδων, όπως παρουσιάζεται στο γράφημα 3.2, παρατηρούνται πιο υψηλές βαθμολογίες. Οι νομοί λαμβάνουν μέσες τιμές κατηγορίας του δείκτη  $MI_R$  μεταξύ 0 και 14,9. Μόνο οι νομοί Καστοριάς και Ευρυτανίας δεν εμφάνισαν κρούσματα, ενώ οι νομοί Αθηνών, Θεσσαλονίκης, Πειραιά,

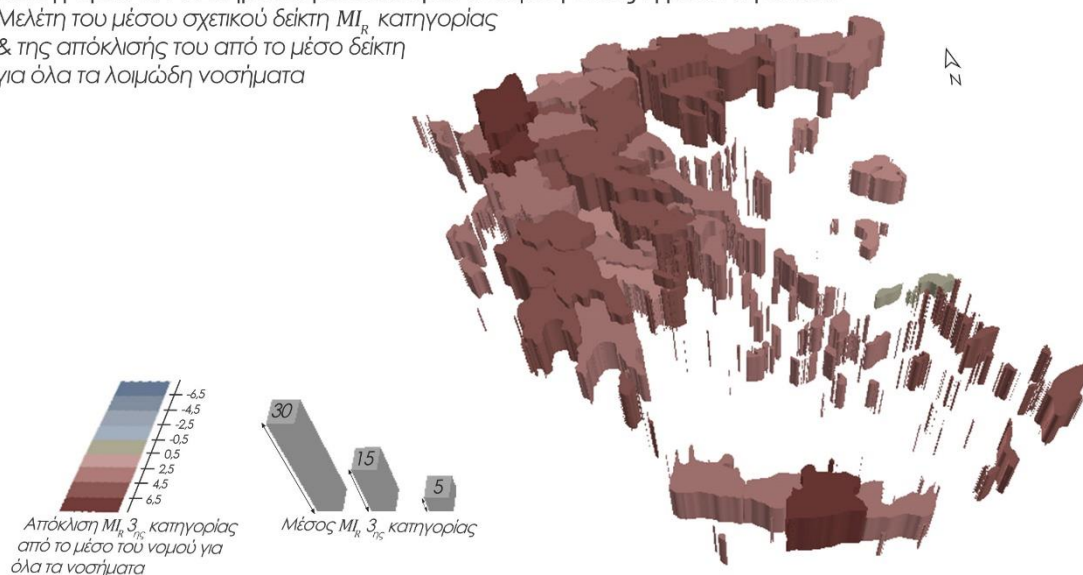
Μαγνησίας, Ανατολικής Αττικής, Λέσβου, Λαρίσης, Δυτικής Αττικής, Ευβοίας, Ξάνθης, Ημαθίας και Δράμας παρουσιάζουν τιμές μεταξύ 11 και 14,9, δηλαδή εμφανίζουν τη μεγαλύτερη σχετική νοσηρότητα της κατηγορίας αυτής για το δείκτη  $MI_R$ .

Όσον αφορά την απόκλιση των νομών από τη γενική μέση τιμή του δείκτη για όλα τα νοσήματα, η πλειονότητα των νομών την υπερβαίνει, με εξαίρεση τους νομούς Γρεβενών, Ευρυτανίας, Καστοριάς, Κοζάνης, Λευκάδας και Ρεθύμνου. Η κατάταξη των νοσημάτων που ανήκουν στη συγκεκριμένη κατηγορία, με βάση τη μέση τιμή του δείκτη  $MI_R$  κάθε νοσήματος, διαμορφώνεται με πρώτη την ηπατίτιδα Α, που λαμβάνει την τιμή 9,6. Ακολουθεί η ηπατίτιδα Β με μέση τιμή νοσήματος 8,3, ενώ τελευταία βρίσκεται η ηπατίτιδα C με 5.

Για την κατηγορία των νοσημάτων που μεταδίδονται αερογενώς ή με σταγονίδια, παρατηρούνται ακόμη μεγαλύτερες βαθμολογίες. Σε αυτή την κατηγορία, η μέση βαθμολογία που λαμβάνουν οι νομοί για το σχετικό δείκτη νοσηρότητας  $MI_R$  κυμαίνονται από 3,9, για το νομό Χίου, έως 14,8, για το νομό Αθηνών. Στο γράφημα 3.3, παρατηρείται αυτή η γενική τάση να εμφανίζονται υψηλά αποτελέσματα του δείκτη για αυτή την κατηγορία. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ύπαρξη μεγάλου αριθμού κρουσμάτων των νοσημάτων αυτής της κατηγορίας, εξαιτίας του τρόπου μετάδοσής τους, όπως έχει αναλυθεί σε προηγούμενο στάδιο της εφαρμογής.

**Γράφημα 3.3:** Σχετικός δείκτης  $MI_R$  – Νοσήματα μεταδιδόμενα αερογενώς ή με σταγονίδια

Κατηγορία 3: Νοσήματα μεταδιδόμενα αερογενώς ή με σταγονίδια  
Μελέτη του μέσου σχετικού δείκτη  $MI_R$  κατηγορίας  
& της απόκλισής του από το μέσο δείκτη  
για όλα τα λοιμώδη νοσήματα

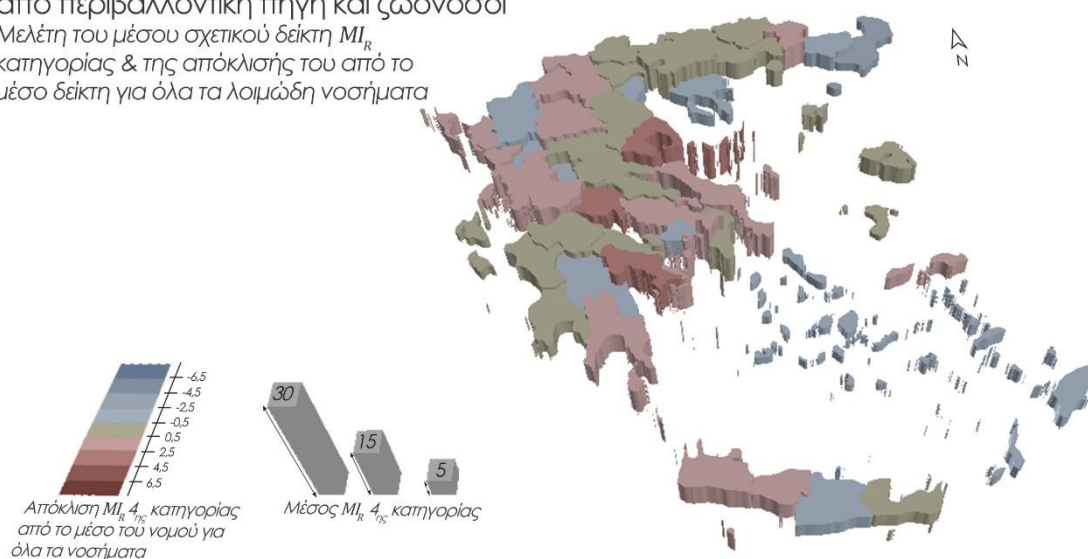


Παράλληλα, φαίνεται να υπάρχει θετική απόκλιση από τη μέση τιμή του δείκτη για όλα τα λοιμώδη νοσήματα, δηλαδή οι βαθμολογία που λαμβάνουν οι νομοί σε αυτή την κατηγορία, είναι μεγαλύτερη από την συνολική μέση. Εξαίρεση αποτελεί μόνο ο νομός Σάμου, με απόκλιση μόλις 0,04 χαμηλότερα από τη γενική μέση τιμή του δείκτη  $MI_R$  για όλα τα νοσήματα. Όσον αφορά την κατάταξη των νοσημάτων εντός της κατηγορίας, πρώτη βρίσκεται η άσηπτη μηνιγγίτιδα με 13,4. Ακολουθούν η βακτηριακή ή άλλη μηνιγγίτιδα με 13, η φυματίωση με πνευμονική εντόπιση με 11,8, η φυματίωση με εξωπνευμονική εντόπιση με 10,5, η μηνιγγιτιδοκοκκική νόσος με 9,6, η φυματίωση με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση με 9,1, η λεγιονέλλωση με 5,1, η μηνιγγίτιδα άγνωστης αιτιολογίας με 3,5 και τελευταία η φυματίωση με άγνωστη πνευμονική εντόπιση με 3.

Όσον αφορά την κατηγορία των νοσημάτων που μεταδίδονται τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωνοόσων, παρατηρείται χαμηλότερη νοσηρότητα από τις δύο προηγούμενες. Οι τιμές του μέσου δείκτη  $MI_R$  αυτής της κατηγορίας κυμαίνονται από 1,4, για το νομό Ευρυτανίας, έως 12,6, για τον νομό Αθηνών. Όπως φαίνεται στο γράφημα 3.4, οι περισσότεροι νομοί της ηπειρωτικής Ελλάδας λαμβάνουν κοντινές βαθμολογίες, τάξεως 5 έως 8.

**Γράφημα 3.4:** Σχετικός δείκτης  $MI_R$  – Νοσήματα μεταδιδόμενα τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωνοόσοι

Κατηγορία 4: Νοσήματα μεταδιδόμενα τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωνοόσοι  
Μελέτη του μέσου σχετικού δείκτη  $MI_R$  κατηγορίας & της απόκλισής του από το μέσο δείκτη για όλα τα λοιμώδη νοσήματα

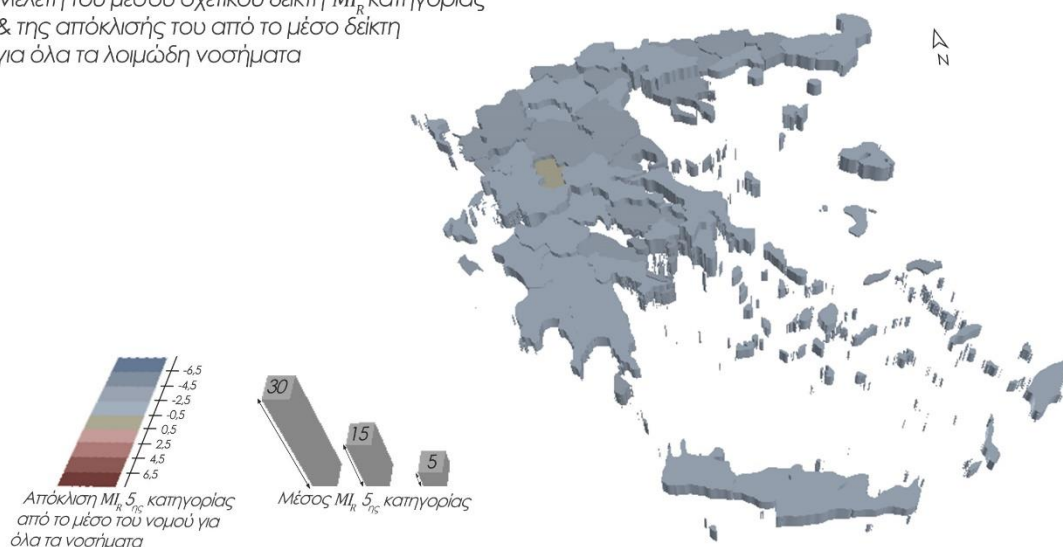


Παρόλο που η κατηγορία αυτή, όπως φάνηκε από την προηγούμενη ανάλυση, εμφανίζει σχετικά μεγάλο αριθμό κρουσμάτων για αρκετούς νομούς και αντίστοιχα μικρό για άλλους, οι διαφορές μεταξύ των δεικτών  $MI_R$  των νοσημάτων μετριάζουν τη διαφορά αυτή και παραπέμπουν σε πιο εξομαλυμένα αποτελέσματα μέσω  $MI_R$  κατηγορίας. Έτσι, και από την σκοπιά απόκλισης από το γενικό μέσο όλων των λοιμωδών νοσημάτων, παρατηρούνται μικρές αποκλίσεις, είτε λίγο πιο πάνω, είτε λίγο πιο κάτω από το μέσο όρο του κάθε νομού. Αυτό το αποτέλεσμα φαίνεται από τη μέση τιμή του δείκτη για κάθε νόσημα της κατηγορίας, πρώτο κατατάσσεται το νόσημα της σαλμονέλλωσης με τιμή 13,4. Έπονται η βρουκέλλωση με 12,4, η λεϊσμανίαση με 8,1, πολύ χαμηλότερα η λεπτοσπείρωση με 5,9, η εχινικοκκίαση με 5,7, η σιγκέλλωση με 5,5, ο τυφοειδής και παρατυφοειδής πυρετός με 3,3, η λιστερίωση με 2,4, ο πυρετός Q με 1,3, η τριχίνωση με 0,7 και τελευταία η λοίμωξη από εντεροαιμορραγικό κολοβακτηρίδιο *E. Coli* με 0,5.

Στην τελευταία κατηγορία, αυτή των νοσημάτων που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενών νοσημάτων, παρατηρείται παρόμοια εικόνα με εκείνη της πρώτης κατηγορίας, αλλά με υψηλότερες βαθμολογίες αυτή τη φορά. Στο γράφημα 3.5 που ακολουθεί, φαίνεται πως ο μέσος σχετικός δείκτης  $MI_R$  της κατηγορίας εμφανίζει σαφώς χαμηλότερες βαθμολογίες από τις τρεις προηγούμενες. Συγκεκριμένα, οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 9, όπου 0 εμφανίζουν οι νομοί Γρεβενών, Ζακύνθου, Θεσπρωτίας και Λευκάδας και το μέγιστο ο νομός Αθηνών.

**Γράφημα 3.5:** Σχετικός δείκτης  $MI_R$  – Νοσήματα που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενή

Κατηγορία 5: Νοσήματα που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενή  
Μελέτη του μέσου σχετικού δείκτη  $MI_R$  κατηγορίας  
& της απόκλισής του από το μέσο δείκτη  
για όλα τα λοιμώδη νοσήματα





Παράλληλα, οι αποκλίσεις από το γενικό μέσο δείκτη  $MI_R$  για όλα τα νοσήματα βρίσκονται για όλους τους νομούς εντός των δύο κλάσεων -0,5 έως -2,5 και -2,5 έως -4,5, με εξαίρεση τον νομό Ευρυτανίας που παρουσιάζει χαμηλή νοσηρότητα σε όλα τα νοσήματα και για αυτή την κατηγορία ξεπερνά το γενικό του μέσο δείκτη κατά μόλις 0,3 βαθμούς.

Στην κατηγορία των νοσημάτων που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενών νοσημάτων, τα νοσήματα κατατάσσονται σύμφωνα με τη μέση τιμή του δείκτη  $MI_R$  κάθε νοσήματος με την παρακάτω φθίνουσα σειρά, ενώ χαρακτηρίζονται από σχετικά χαμηλές τιμές. Η ιλαρά βρίσκεται πρώτη με 7,2, ενώ ακολουθούν ο κοκκύτης με 5, η ανεμευλογία με επιλοκές με 4,4, ο τέτανος με 4,3, πολύ χαμηλότερα η παρωτίτιδα με 2,6, η συγγενής σύφιλη με 1,4, η ερυθρά με 0,5 και τέλος η συγγενής τοξοπλάσμωση με 0,3.

Παρατηρείται, λοιπόν, μία ορθή αποτύπωση των χαρακτηριστικών των κατηγοριών των λοιμωδών νοσημάτων που εντοπίστηκαν και στη φάση της ανάλυσης, αλλά σε αυτή την προσέγγιση συνυπολογίζονται δύο επιπλέον βασικά στοιχεία. Πρώτον, εισάγεται ο παράγοντας του χρόνου με δύο καθοριστικές, για το δείκτη, μεταβλητές. Αυτές οι μεταβλητές, σαφώς μετασχηματίζουν τα εξαγόμενα συμπεράσματα σε συμπεράσματα αξιολόγησης και της διαχρονικής έντασης των φαινομένων. Δεύτερον, παρόλο που σε επίπεδο κατηγοριών (μέσων τιμών για κάθε κατηγορία) παρατηρούνται κάποιες εξομαλύνσεις στα αποτελέσματα, σε επίπεδο νοσημάτων, τα αποτελέσματα του δείκτη  $MI_R$  περιγράφουν επακριβώς την εικόνα του νοσήματος με βασική προτεραιότητα την αξιολόγηση της διαχρονικής επιδημιολογικής επίπτωσης του εκάστοτε νοσήματος σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα νοσήματα. Στον πίνακα 3.32 παρουσιάζονται όλα τα λοιμώδη νοσήματα με φθίνουσα σειρά σύμφωνα με το μέσο σχετικό δείκτη  $MI_R$  που λαμβάνει το καθένα από αυτά.

**Πίνακας 3.32:** Κατάταξη νοσημάτων σύμφωνα με τη μέση τιμή  $MI_R$

Κατηγορία	Νόσημα	Μέση τιμή $MI_R$
4	σαλμονέλλωση	13,37
3	άσηπτη μηνιγγίτιδα	13,37
3	βακτηριακή ή άλλη μηνιγγίτιδα	13,05
4	βρουκέλλωση	12,35
3	φυματίωση με πνευμονική εντόπιση	12
3	φυματίωση με εξωπνευμονική εντόπιση	10,49
3	μηνιγγιτιδοκοκκική νόσος	9,63

(συνέχεια)

Κατηγορία	Νόσημα	Μέση τιμή $MI_R$
2	ηπατίτιδα Α	9,63
3	φυματίωση με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση	9,09
2	ηπατίτιδα Β	8,27
4	λεϊσμανίαση	8,12
5	ιλαρά	7,24
4	λεπτοσπείρωση	5,92
4	εχινοκοκκίαση	5,66
4	σιγκέλλωση	5,53
3	λεγιονέλλωση	5
2	ηπατίτιδα C	4,98
5	κοκκύτης	4,97
5	ανεμευλογιά με επιπλοκές	4,42
5	τέτανος	4,31
3	μηνιγγίτιδα άγνωστης αιτιολογίας	3,52
4	τυφοειδής/παρατυφοειδής πυρετός	3,32
3	φυματίωση με άγνωστη εντόπιση	3,05
5	παρωτίτιδα	3
4	λιστερίωση	2,44
1	ιογενείς αιμορραγικοί πυρετοί	1,38
5	σύφιλη συγγενής	1,37
4	πυρετός Q	1,33
1	άνθρακας	0,95
4	τριχίνωση	0,74
5	ερυθρά	0,53
4	λοίμωξη από E. Coli	0,52
1	αλλαντίαση	0,43
5	τοξοπλάσμωση συγγενής	0,28

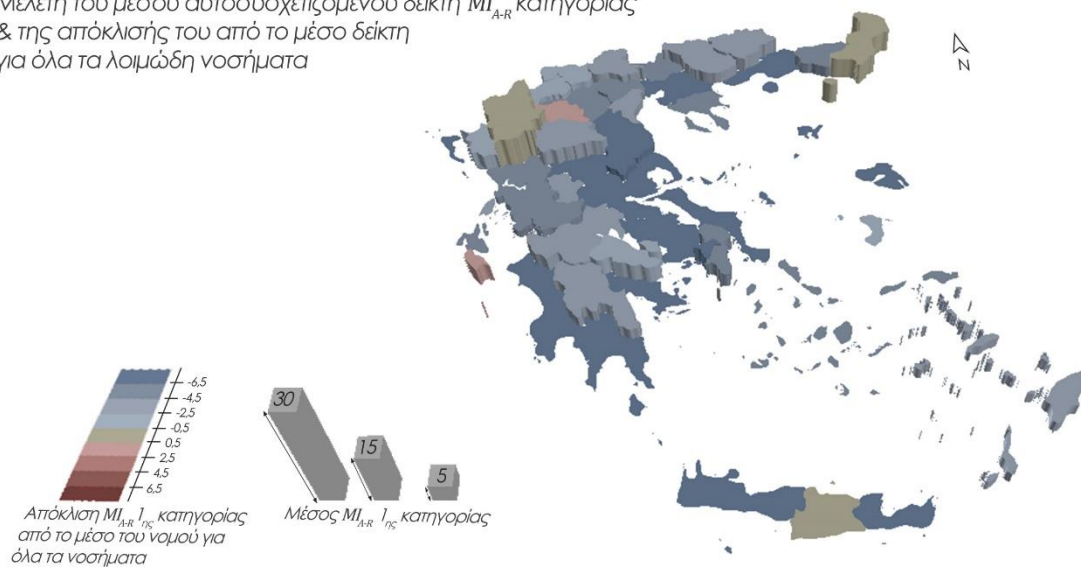
3.7.2.2 ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ  $MI_{A-R}$ 

Ο αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_{A-R}$  εντοπίζει εκείνους τους νομούς για κάθε νόσημα (εν προκειμένω κατηγορία), που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη επίπτωση στον πληθυσμό τους και χαρακτηρίζονται από τη διαχρονικότητα εμφάνισης κρουσμάτων και/ή σχετικά πρόσφατη χρονική συγκέντρωση. Αυτός ο δείκτης παρουσιάζει, σε αντίθεση με τον προηγούμενο, έντονες αποκλίσεις μεταξύ των νομών του ίδιου νοσήματος και κατ' επέκταση της ίδιας κατηγορίας. Παρακάτω αναλύεται σε επίπεδο κατηγοριών με διαδικασία επεξεργασίας αντίστοιχη με την παραπάνω.

Στην κατηγορία των νοσημάτων άμεσης δήλωσης, εντοπίζεται ο νομός Ιωαννίνων με τη μέγιστη αυτοσυσχετιζόμενη νοσηρότητα και μέση τιμή του δείκτη  $MI_{A-R}$  κατηγορίας να ανέρχεται στους 8,7 βαθμούς. Όπως φαίνεται στο γράφημα 3.6, η γενική εικόνα της κατηγορίας μεταβάλλεται σε σχέση με την αντίστοιχη του σχετικού δείκτη  $MI_R$ , καθώς αξιολογείται βάση χωρικών κριτηρίων εμφάνισης νοσηρότητας. Οι αποκλίσεις από το γενικό μέσο δείκτη  $MI_{A-R}$  για όλα τα νοσήματα παραμένουν, όμως χαμηλές, με εξαίρεση τους νομούς Γρεβενών, Έβρου, Ιωαννίνων, Ζακύνθου και Ηρακλείου. Έτσι, μπορεί να εξαχθεί σαν γενικό συμπέρασμα ότι η κατηγορία αυτή παρουσιάζει χαμηλή νοσηρότητα. Συμπληρωματικά, εντός της κατηγορίας των νοσημάτων άμεσης δήλωσης, το νόσημα με το μεγαλύτερο μέσο δείκτη  $MI_{A-R}$  νοσήματος αποτελούν οι ιογενείς αιμορραγικοί πυρετοί με τιμή 2,4, ενώ ακολουθεί πολύ κοντά ο άνθρακας με 1,9 και τελευταία κατατάσσεται η αλλαντίαση με 0,9.

**Γράφημα 3.6:** Αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης  $MI_{A-R}$  – Νοσήματα Άμεσης Δήλωσης

Κατηγορία 1: Νοσήματα Άμεσης Δήλωσης  
Μελέτη του μέσου αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη  $MI_{A-R}$  κατηγορίας  
& της απόκλισής του από το μέσο δείκτη  
για όλα τα λοιμώδη νοσήματα



Στην επόμενη κατηγορία, αυτή των ιογενών ηπατιτίδων, από το γράφημα 3.7 παρατηρείται χωρική εντόπιση υψηλών τιμών του αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη  $MI_{A-R}$  στους νομούς που βρίσκονται επί του εθνικού δικτύου ΠΑΘΕ και γειτνιάζουν με αυτό, καθώς και στους νομούς της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Όπως αναλύθηκε και στο στάδιο της χωρικής αυτοσυσχέτισης, η κατηγορία αυτή χαρακτηρίζεται από χωρικά ομαδοποιημένα πρότυπα που φαίνεται να μην κατανέμονται τυχαία στο χώρο. Το φαινόμενο αυτό, αντικατοπτρίζεται και στον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη  $MI_{A-R}$  που

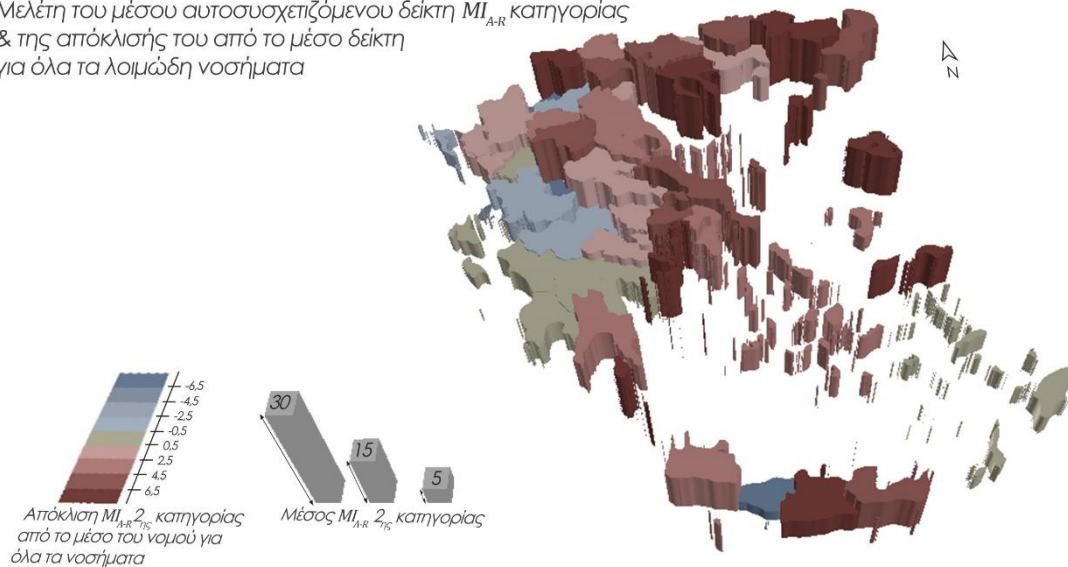


φαίνεται να οδηγεί σε ορθά συμπεράσματα και για την χρονική διάσταση των επιδημιολογικών φαινομένων.

**Γράφημα 3.7:** Αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης  $MI_{A-R}$  – Ιογενείς Ηπατίτιδες

Κατηγορία 2: Ιογενείς Ηπατίτιδες

Μελέτη του μέσου αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη  $MI_{A-R}$  κατηγορίας & της απόκλισής του από το μέσο δείκτη για όλα τα λοιμώδη νοσήματα



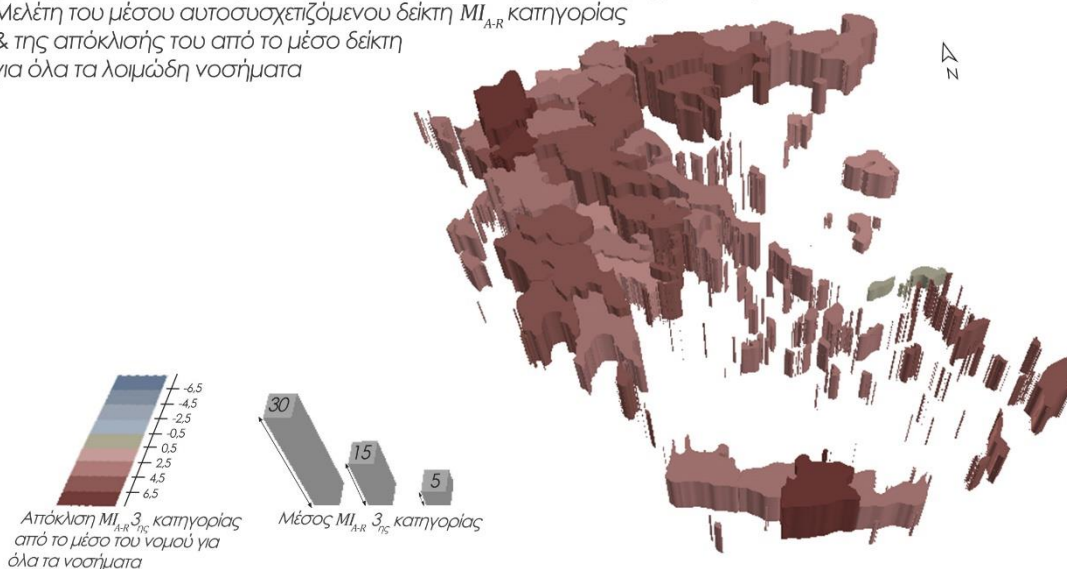
Υψηλότερη μέση τιμή του δείκτη  $MI_{A-R}$  για την κατηγορία, εμφανίζει ο νομός Αθηνών με 16,4 ενώ χαμηλότερη οι νομοί Ευρυτανίας, Καστοριάς και Λευκάδας με 0, δηλαδή απουσία κρουσμάτων ηπατίτιδας (Α, Β και C) σε κάθε έτος. Το εύρος των μέσων τιμών των νομών (0-16,4) είναι το μεγαλύτερο που απαντάται στη διερεύνηση και των δύο δεικτών. Υποδεικνύεται, δηλαδή, η έντονη ποικιλομορφία της παρουσίας κρουσμάτων και για το χώρο της Ελλάδας και για το χρόνο της μελετώμενης οκταετίας. Αντίστοιχα, μεγάλο εύρος εντοπίζεται και στην απόκλιση της μέσης τιμής των νομών για την κατηγορία από την αντίστοιχη για όλα τα νοσήματα. Το εύρος κυμαίνεται από -4 έως +8,5 βαθμούς από τη μέση τιμή για όλα τα νοσήματα, με τον νομό Καστοριάς να λαμβάνει τη μεγαλύτερη αρνητική απόκλιση (-4) από το γενικό του μέσο και το νομό Χαλκιδικής τη μεγαλύτερη θετική απόκλιση (+8,5). Αναφορικά με την κατάταξη των νοσημάτων της κατηγορίας σύμφωνα με τη μέση τιμή του αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη  $MI_{A-R}$  κάθε νοσήματος, επαναλαμβάνεται η ίδια σειρά κατάταξης με εκείνη του σχετικού

δείκτη  $MI_R$ , με πρώτη την ηπατίτιδα Α με 10,5, δεύτερη την ηπατίτιδα Β με 9,7 και τελευταία την ηπατίτιδα C με μέση τιμή 7,1.

Στην κατηγορία των νοσημάτων που μεταδίδονται αερογενώς ή με σταγονίδια, παρατηρούνται και για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη αξιολόγησης της νοσηρότητας  $MI_{A-R}$  υψηλές τιμές για όλους τους νομούς, όσον αφορά τη μέση τιμή του δείκτη για την κατηγορία αυτή, έτσι όπως αποτυπώνεται στο γράφημα 3.8. Η μέγιστη μέση τιμή κατηγορίας του δείκτη  $MI_{A-R}$  λαμβάνεται από το νομό Αθηνών με 17,4, η ελάχιστη από το νομό Χίου με 3,5, ενώ 72% των νομών λαμβάνουν τιμές άνω του 10. Η απόκλιση από τη γενική μέση τιμή όλων των νοσημάτων βρίσκεται εντός του εύρους -0,4, για το νομό Σάμου, και +8,5 για το νομό Άρτας. Σχετικά με την κατάταξη με φθίνουσα σειρά των μέσων τιμών του δείκτη  $MI_{A-R}$  ανά νόσημα, πρώτη βρίσκεται η βακτηριακή ή άλλη μηνιγγίτιδα με 16,4, ενώ ακολουθούν η άσηπτη μηνιγγίτιδα με 14, η φυματίωση με πνευμονική εντόπιση με 13,9, η μηνιγγιτιδοκοκκική νόσος με 13, η φυματίωση με εξωπνευμονική εντόπιση με 12,3, η φυματίωση με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση με 12, η λεγιονέλλωση με 7,2, η μηνιγγίτιδα άγνωστης αιτιολογίας με 4,8 και τελευταία η φυματίωση με άγνωστη εντόπιση με 3.5.

**Γράφημα 3.8:** Αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης  $MI_{A-R}$  – Νοσήματα μεταδιδόμενα αερογενώς ή με σταγονίδια

Κατηγορία 3: Νοσήματα μεταδιδόμενα αερογενώς ή με σταγονίδια  
Μελέτη του μέσου αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη  $MI_{A-R}$  κατηγορίας  
& της απόκλισής του από το μέσο δείκτη  
για όλα τα λοιμώδη νοσήματα

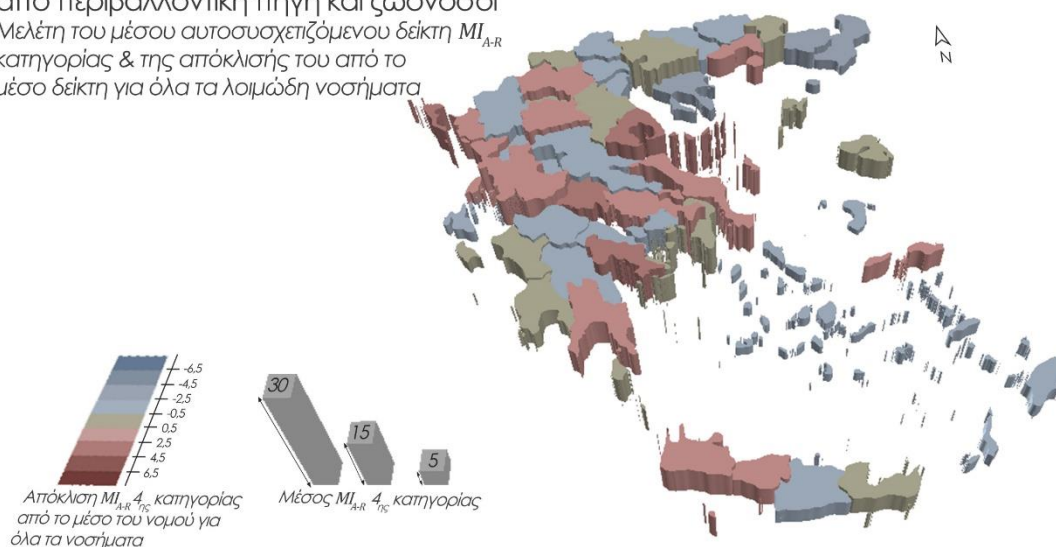


Για την κατηγορία των νοσημάτων που μεταδίδονται τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωνοδόσων, παρατηρείται παρόμοια εικόνα με αυτή του

σχετικού δείκτη  $MI_R$ , με μικρές διαφορές στα αποτελέσματα για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη  $MI_{A-R}$ . Έτσι, ο νομός με τη μεγαλύτερη μέση τιμή του δείκτη για την κατηγορία είναι αυτός των Αθηνών με τιμή 13,5 και με τη μικρότερη αυτός της Ευρυτανίας με 1,4. Οι αποκλίσεις των μέσων της κατηγορίας από των μέσων του συνόλου των νοσημάτων βρίσκονται εντός του εύρους -4,2, για το νομό Έβρου, και +3,8, για το νομό Μαγνησίας. Στο γράφημα 3.9 παρουσιάζονται τα παραπάνω αποτελέσματα για όλους τους νομούς της Ελλάδας. Παράλληλα, σχετικά με την κατάταξη των νοσημάτων εντός της κατηγορίας παραμένει ακριβώς η ίδια με το σχετικό δείκτη με πολύ μικρές διαφορές στις τιμές. Συγκεκριμένα, πρώτη βρίσκεται η σαλμονέλλωση με 13,4, ακολουθούν η βρουκέλλωση με 13,1, η λεϊσμανίαση με 10,8, χαμηλότερα η λεπτοσπείρωση με 7,2, η εχινόκοκκίαση με 7, η σιγκέλλωση με 6,2, ο τυφοειδής και παρατυφοειδής πυρετός 4,7, η λιστερίωση με 3,6, ο πυρετός Q με 1,8, η τριχίνωση με 1,1 και τελευταία η λοίμωξη από εντεροαιμορραγικό κολοβακτηρίδιο E. Coli.

**Γράφημα 3.9:** Αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης  $MI_{A-R}$  – Νοσήματα μεταδιδόμενα τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωνόσοι

Κατηγορία 4: Νοσήματα μεταδιδόμενα τροφιμογενώς, υδατογενώς, από περιβαλλοντική πηγή και ζωνόσοι  
Μελέτη του μέσου αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη  $MI_{A-R}$  κατηγορίας & της απόκλισής του από το μέσο δείκτη για όλα τα λοιμώδη νοσήματα

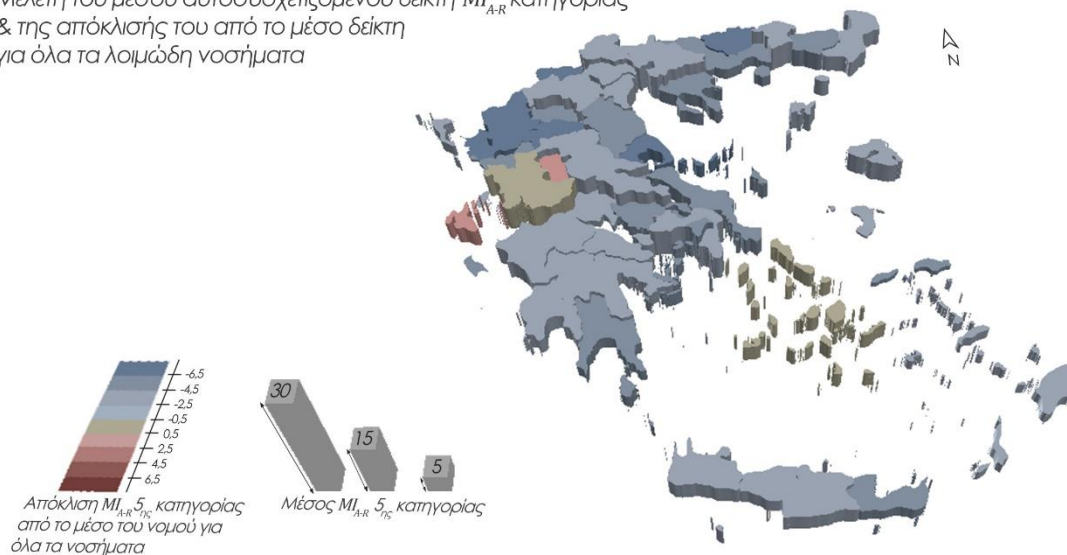


Στην τελευταία κατηγορία, αυτή των νοσημάτων που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενών νοσημάτων, παρατηρείται για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη  $MI_{A-R}$  ανάλογο αποτέλεσμα με τον σχετικό δείκτη  $MI_R$ , όπως απεικονίζεται και στο γράφημα 3.10. Η υψηλότερη μέση τιμή κατηγορίας του δείκτη  $MI_{A-R}$  απαντάται στο νομό Αθηνών (9,6), ενώ η χαμηλότερη, που αντιστοιχεί στην τιμή 0, στους νομούς Γρεβενών, Ζακύνθου, Θεσπρωτίας και Λευκάδας, με απουσία κρουσμάτων για τα νοσήματα της κατηγορίας αυτής καθ' όλη τη διάρκεια της οκταετίας. Το εύρος των αποκλίσεων των

μέσων τιμών κατηγορίας από την μέση τιμή του δείκτη για όλα τα νοσήματα κυμαίνεται από -6,5, για το νομό Ιωαννίνων, έως +1,1, για το νομό Ευρυτανίας, με 95% των νομών να λαμβάνει αρνητικές τιμές απόκλισης. Σαφώς η κατηγορία αυτή μαζί με την πρώτη, αποτελούν εκείνες με την μικρότερη χωροχρονική επίπτωση νοσηρότητας και για το δείκτη  $MI_{A-R}$ . Η κατάταξη των νοσημάτων της κατηγορίας, με φθίνουσα σειρά ως προς τη μέση τιμή του δείκτη  $MI_{A-R}$  για κάθε νόσημα, ακολουθεί την παρακάτω σειρά. Η ιλαρά με μέση τιμή 8,2 βρίσκεται πρώτη, ακολουθούν στη δεύτερη θέση ο κοκκύτης και η ανεμευλογία με επιπλοκές με 6,3, έπεται ο τέτανος με 5,8, η παρωτίτιδα με 3,4, η συγγενής σύφιλη με 2, και τελευταίες η ερυθρά και η συγγενής τοξοπλάσμωση με 0,8.

**Γράφημα 3.10:** Αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης  $MI_{A-R}$  – Νοσήματα που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενή

Κατηγορία 5: Νοσήματα που προλαμβάνονται με εμβολιασμό και συγγενή  
Μελέτη του μέσου αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη  $MI_{A-R}$  κατηγορίας  
& της απόκλισής του από το μέσο δείκτη  
για όλα τα λοιμώδη νοσήματα



Με μικρές αλλά ουσιαστικές διαφορές από το σχετικό δείκτη  $MI_R$ , τα αποτελέσματα του αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_{A-R}$  παρουσιάζουν παρόμοια εικόνα με την αμέσως προηγούμενη, που κρίνεται αντιπροσωπευτική των κατηγοριών και νοσημάτων, αλλά απαντούν στο ερώτημα που βρίσκεται η μεγαλύτερη χωροχρονική επίπτωση των λοιμωδών νοσημάτων για κάθε νόσημα. Έτσι, σε αυτό το στάδιο, εντοπίζονται, παράλληλα με τους νομούς με την μεγαλύτερη επιδημιολογική και χρονική επίπτωση, και εκείνα τα χαρακτηριστικά της κατηγορίας των ιογενών ηπατιτιδών που την προκρίνουν ως την πιο χωρικά ομαδοποιημένη. Προστίθεται, βέβαια, και η παράμετρος του χρόνου, όπου διευρύνει το συμπέρασμα της επιδημιολογικής επίπτωσης

των ηπατιτίδων και στη διαχρονική τους παρουσία. Στον πίνακα 3.33 παρουσιάζονται όλα τα λοιμώδη νοσήματα με φθίνουσα σειρά σύμφωνα με το μέσο αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη  $MI_{A-R}$  που λαμβάνει το καθένα από αυτά.

**Πίνακας 3.33:** Κατάταξη νοσημάτων σύμφωνα με τη μέση τιμή  $MI_{A-R}$

Κατηγορία	Νόσημα	Μέση τιμή $MI_{A-R}$
3	βακτηριακή ή άλλη μηνιγγίτιδα	16,45
3	άσηπτη μηνιγγίτιδα	13,97
3	φυματίωση με πνευμονική εντόπιση	13,86
4	σαλμονέλλωση	13,41
4	βρουκέλλωση	13
3	μηνιγγιδοκοκκική νόσος	13,05
3	φυματίωση με εξωπνευμονική εντόπιση	12,34
3	φυματίωση με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση	11,98
4	λεϊσμανίαση	10,79
2	ηπατίτιδα Α	10,45
2	ηπατίτιδα Β	9,69
5	ιλαρά	8,16
4	λεπτοσπείρωση	7,25
3	λεγιονέλλωση	7,18
2	ηπατίτιδα C	7,09
4	εχίνοκοκκίαση	7
5	ανεμευλογιά με επιπλοκές	6,33
5	κοκκύτης	6,26
4	σιγκέλλωση	6,25
5	τέτανος	5,83
3	μηνιγγίτιδα άγνωστης αιτιολογίας	4,83
4	τυφοειδής/παρατυφοειδής πυρετός	4,73
4	λιστερίωση	3,62
3	φυματίωση με άγνωστη εντόπιση	3
5	παρωτίτιδα	3,36
1	ιογενείς αιμορραγικοί πυρετοί	2,39
5	σύφιλη συγγενής	2,03
1	άνθρακας	1,85
4	πυρετός Q	1,81
4	τριχίνωση	1,14
1	αλλαντίαση	0,97
4	λοιμώξη από E. Coli	0,90
5	ερυθρά	0,76
5	τοξοπλάσμωση συγγενής	0,76

### 3.7.3 ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ & ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΠΑΡΞΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ

Στην παρούσα φάση πραγματοποιείται περαιτέρω διερεύνηση των αποτελεσμάτων των δύο δεικτών αξιολόγησης νοσηρότητας. Συγκεκριμένα, εξετάζεται η ύπαρξη συσχετίσεων στην κατανομή νοσηρότητας των νομών, όπως αυτή διαμορφώνεται από τους δύο δείκτες αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_R$  και  $MI_{A-R}$ . Μελετάται, δηλαδή, ο βαθμός συσχέτισης όλων των δυνατών ζευγών των νομών βάσει της κατανομής των τιμών των δύο δεικτών για όλα τα νοσήματα. Η χρήση του συντελεστή συσχέτισης Spearman's Rho ( $\rho$ ), επιλέγεται ως η πλέον κατάλληλη, αφού οι παρατηρήσεις των δεικτών δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή και συνεπώς θα πρέπει να εφαρμοστούν μη παραμετρικοί συντελεστές συσχέτισης, σύμφωνα με την ανάλυση που προηγήθηκε στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο. Οι υψηλές τιμές των συντελεστών συσχέτισης υποδεικνύουν εκείνα τα ζεύγη νομών που παρουσιάζουν παρόμοια κατανομή νοσηρότητας, δηλαδή κοντινές τιμές των δεικτών για τα ίδια νοσήματα. Έπειτα, εξετάζεται η χωρική αυτοσυσχέτιση, που μπορεί να παρουσιάζουν οι συντελεστές συσχέτισης  $\rho$ , με το γενικό δείκτη Global Moran's. Τέλος εντοπίζονται εκείνα τα ζεύγη νομών με υψηλή συσχέτιση και χωρικά ομαδοποιημένα πρότυπα των συντελεστών συσχέτισης  $\rho$ .

#### 3.7.3.1 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΥΨΗΛΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ

Στο παρόν στάδιο, θέτονται ως ανεξάρτητες μελετώμενες μεταβλητές τους νομούς της Ελλάδας και ως παρατηρήσεις τις τιμές των δεικτών αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_R$  και  $MI_{A-R}$  για κάθε νόσημα (για το νομό που ορίζεται ως μεταβλητή). Όπως αναφέρεται και παραπάνω, προκύπτει ένας συντελεστής συσχέτισης για κάθε πιθανό ζεύγος νομών. Παράλληλα με τον συντελεστή υπολογίζεται και το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας των αποτελεσμάτων. Αν και προκύπτουν χαμηλές τιμές του συντελεστή με υψηλή στατιστική σημαντικότητα ( $p - value < 0,001$ ), επιλέγονται να μελετηθούν οι υψηλότεροι συντελεστές καθώς για αυτά τα ζεύγη εμφανίζεται η μεγαλύτερη ομοιότητα στις κατανομές των δεικτών. Στην προκειμένη ανάλυση, επιλέγονται οι συντελεστές  $\rho \geq 0,8$ , όπου τα ζεύγη είναι σαφώς πιο περιορισμένα από αυτά με μικρότερους συντελεστές και, προφανώς, πιο κοντά στο ζητούμενο της μελέτης των συσχετίσεων. Στους πίνακες 3.34 και 3.35 εμφανίζονται τα ζεύγη των νομών με υψηλή συσχέτιση της κατανομής των δεικτών νοσηρότητας  $MI_R$  και  $MI_{A-R}$  αντίστοιχα.



Θεωρείται αναμενόμενο, να εμφανίζονται περισσότερες συσχετίσεις μεταξύ νομών στη μελέτη του σχετικού δείκτη  $MI_R$ , καθώς τα αποτελέσματα του δείκτη αυτού είναι σαφώς πιο εξομαλυσμένα, λόγω της χρήσης της μεταβλητής  $\bar{I}_{scaled,R}$  που η μέγιστη τιμή της (10) λαμβάνεται μόνο από το νομό Μαγνησίας για το νόσημα της σαλμονέλλωσης.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.34, εντοπίζονται 58 ζεύγη νομών με συσχέτιση μεγαλύτερη από 0,8 για το σχετικό δείκτη  $MI_R$  και 7 ζεύγη νομών για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη  $MI_{A-R}$  στον πίνακα 4.35.

**Πίνακας 3.34:** Ισχυρές συσχετίσεις νοσηρότητας των νομών για το δείκτη  $MI_R$

ΔΕΙΚΤΗΣ $MI_R$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ $\geq 0,8$						
ΑΝ. ΑΤΤΙΚΗΣ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΣΕΡΡΩΝ
Αθηνών	Αν. Αττικής	Αχαΐας	Ευβοίας	Δυτ. Αττικής	Ημαθίας	Ηλείας
ΔΥΤ. ΑΤΤΙΚΗΣ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΚΙΛΚΙΣ	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	ΛΑΡΙΣΗΣ	ΗΛΕΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ
Αν. Αττικής	Δυτ. Αττικής	Αχαΐας	Δυτ. Αττικής	Δυτ. Αττικής	Αιτωλ/νίας	Ευβοίας
Βοιωτίας	Ημαθίας	Θεσ/νίκης	Καρδίτσας	Ημαθίας	Άρτας	Ημαθίας
	Λαρίσης			Κορινθίας	Αχαΐας	
ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΠΕΙΡΑΙΑ	ΠΙΕΡΙΑΣ	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	
Αθηνών	Βοιωτίας	Αθηνών	Ημαθίας	Αιτωλ/νίας	Αρκαδίας	
Αχαΐας	Δυτ. Αττικής	Αν. Αττικής	Θεσπρωτίας	Βοιωτίας	Ευβοίας	
Ευβοίας	Ημαθίας	Βοιωτίας	Θεσ/νίκης	Ευβοίας	Θεσ/νίκης	
Ημαθίας	Καρδίτσας	Δυτ. Αττικής	Λαρίσης	Ημαθίας	Κιλκίς	
	Λακωνίας	Θεσ/νίκης	Πέλλας	Θεσ/νίκης	Πιερίας	
	Λαρίσης	Μαγνησίας		Καρδίτσας		
				Κεφαλληνίας		
				Λαρίσης		
				Πέλλας		

**Πίνακας 3.35:** Ισχυρές συσχετίσεις νοσηρότητας των νομών για το  $MI_{A-R}$

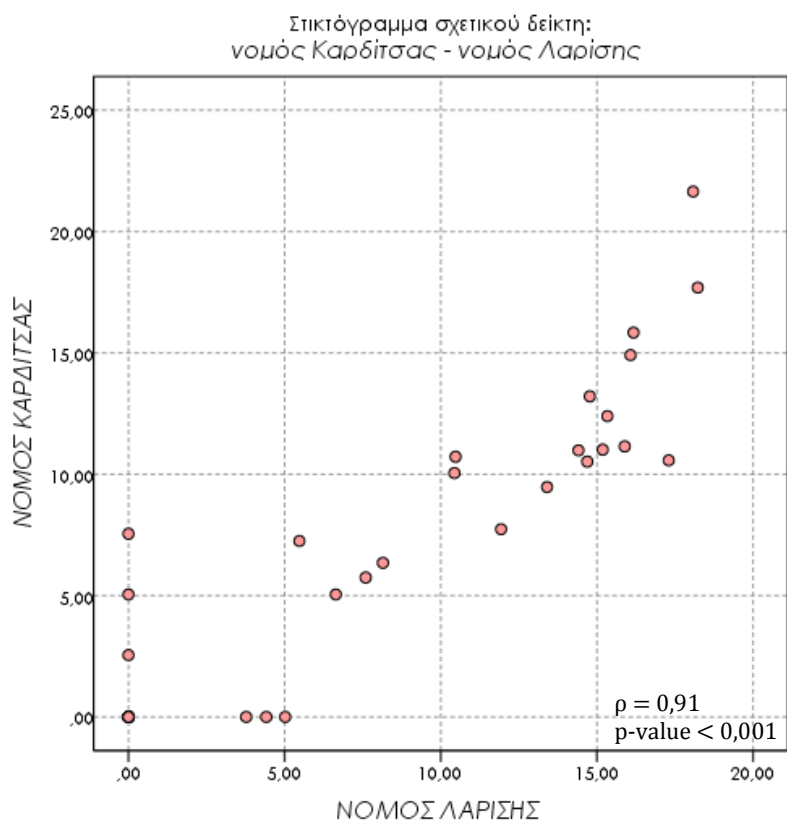
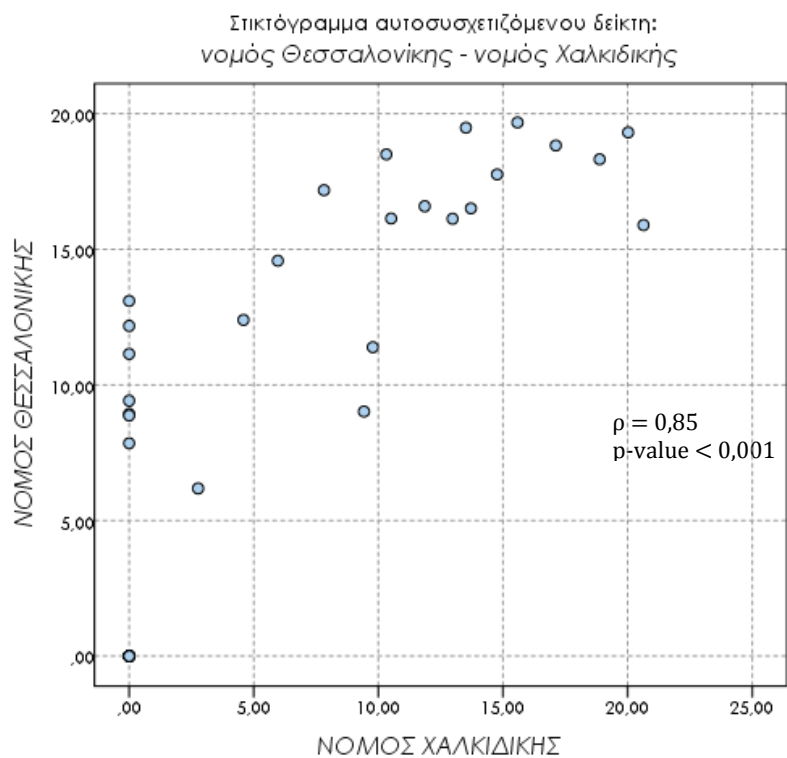
ΔΕΙΚΤΗΣ $MI_{A-R}$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ $\geq 0,8$				
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΗΣ	ΠΕΙΡΑΙΑ	ΠΙΕΡΙΑΣ	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ
Ημαθίας	Ημαθίας	Αθηνών	Θεσ/νίκης	Θεσ/νίκης
	Καρδίτσας	Θεσ/νίκης		

Το ζεύγος που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συσχέτιση, για το σχετικό δείκτη αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_R$ , είναι ο νομός Λαρίσης με το νομό Καρδίτσας με  $\rho = 0,91$  και  $p - value < 0,001$ . Αντίστοιχα, το ζεύγος που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συσχέτιση, για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_{A-R}$ , είναι ο νομός Χαλκιδικής με το νομό Θεσσαλονίκης με  $\rho = 0,85$  και  $p - value < 0,001$ . Θα πρέπει να σημειωθεί ότι και για τους δύο δείκτες, οι νομοί με τη μεγαλύτερη παρατηρούμενη συσχέτιση είναι όμοροι. Δηλαδή, αυτοί οι νομοί παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ομοιότητα με υψηλή στατιστική σημαντικότητα στην κατανομή των δεικτών νοσηρότητας (όλων των νοσημάτων), ενώ παράλληλα γειτνιάζουν. Φαίνεται, λοιπόν, να υπάρχει μία έντονη χωρική σχέση των επιδημιολογικών φαινομένων. Αξίζει να σημειωθεί επιπλέον, ότι και τα δύο ζεύγη αυτά, απαντώνται και στους δύο δείκτες, ως ζεύγη με υψηλή συσχέτιση, γεγονός που επιβεβαιώνει τη σημαντικότητα του ευρήματος.

Επιβεβαιώνοντας την αρχική παραδοχή ότι ο μη παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης Spearman είναι ο κατάλληλος για τους δείκτες αξιολόγησης νοσηρότητας, παρατίθενται ενδεικτικά τα διαγράμματα 3.2 και 3.3 που αποτελούν τα διαγράμματα διασποράς ή στικτογράμματα για τα δύο παραπάνω ζεύγη νομών. Στα δύο αυτά διαγράμματα, ο άξονας X περιγράφει τις τιμές που έλαβε ο δείκτης για κάθε νόσημα ( $MI_R$  για το διάγραμμα 3.2 και  $MI_{A-R}$  για το 3.3) του νομού που αναγράφεται στον άξονα και αντίστοιχα ισχύει και για τον άξονα Y. Παρατηρείται ότι ενώ δεν κατανέμονται κανονικά οι τιμές των δεικτών, υπάρχει παρατηρείται πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των κατανομών αυτών των ζευγών. Δηλαδή, δεδομένων των p-value, μπορεί να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση  $H_0$  και σύμφωνα με την  $H_1$  να συμπεραθεί πως οι επιμέρους νομοί των δύο ζευγών παρουσιάζουν μονοτονική σχέση της νοσηρότητάς τους.

Παράλληλα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συσχετίσεις που προκύπτουν δεν υποδεικνύουν κατ' ανάγκη σχέσεις αιτιότητας, καθώς τα δεδομένα δεν προέρχονται από πειραματική έρευνα, που ορίζει τις συνθήκες διεξαγωγής της έρευνας και περιορίζει τα αποτελέσματα.



**Διάγραμμα 3.2:** Στικτόγραμμα συσχέτισης νομών  $MI_R$ **Διάγραμμα 3.3:** Στικτόγραμμα συσχέτισης νομών  $MI_{A-R}$ 

## 3.7.3.2 ΧΩΡΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΝΟΜΩΝ

Σε αυτό το σημείο επιχειρείται μία χωρική ερμηνεία των συντελεστών συσχέτισης των νομών. Το ερώτημα που τίθεται είναι το κατά πόσο ομαδοποιούνται χωρικά οι υψηλές ή χαμηλές συσχετίσεις ενός νομού με άλλους νομούς. Εφόσον παρατηρείται ότι τα ζεύγη νομών με τις ισχυρότερες συσχετίσεις είναι όμοροι, είναι λογικό να επεκταθεί μία τέτοια διερεύνηση για όλους τους νομούς με καθαρά χωρικούς όρους. Εξετάζοντας τα χωρικά πρότυπα των συντελεστών συσχέτισης του κάθε νομού με όλους τους υπόλοιπους, διευκρινίζεται εν τέλει αν η νοσηρότητα του εκάστοτε νομού παρουσιάζει συσχετίσεις με χωρικές ομάδες νομών και όχι κατ' αποκλειστικότητα με ένα άλλο νομό. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση του Global Moran's I εντοπίζονται εκείνοι οι νομοί όπου οι συντελεστές συσχέτισής τους με την υπόλοιπη Ελλάδα, για τους δείκτες αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_R$  και  $MI_{A-R}$ , παρουσιάζουν χωρικές συγκεντρώσεις υψηλών με υψηλούς και χαμηλών με χαμηλούς. Έτσι, εφαρμόζεται ο Global Moran's για τους συντελεστές συσχέτισης κάθε νομού με όλους τους υπόλοιπους (για κάθε δείκτη ξεχωριστά).

Στον πίνακα 3.36 παρατίθενται τα αποτελέσματα του δείκτη Global Moran's για τα χωρικά πρότυπα των συντελεστών συσχέτισης του δείκτη  $MI_R$ , ταξινομημένα με φθίνουσα σειρά ως προς την τιμή z-score.

Πίνακας 3.36: Κατάταξη νοσημάτων σύμφωνα με τα z-score

Νομοί	moran's index	p-value	z-score	αποτελέσματα $MI_R$
Αθηνών	0,344	<0,001	7,042	clustered
Αν. Αττικής	0,333	<0,001	6,841	clustered
Πειραιά	0,279	<0,001	5,788	clustered
Δράμας	0,266	<0,001	5,635	clustered
Χαλκιδικής	0,249	<0,001	5,167	clustered
Γρεβενών	0,223	<0,001	4,888	clustered
Λακωνίας	0,201	<0,001	4,286	clustered
Αργολίδας	0,196	<0,001	4,210	clustered
Δυτ. Αττικής	0,184	<0,001	3,972	clustered
Βοιωτίας	0,178	<0,001	3,801	clustered
Καστοριάς	0,172	<0,001	3,771	clustered
Φλώρινας	0,157	0,001	3,459	clustered
Πέλλας	0,149	0,001	3,257	clustered
Θεσσαλονίκης	0,146	0,001	3,190	clustered
Κορινθίας	0,141	0,002	3,103	clustered
Λέσβου	0,135	0,002	3,071	clustered

(συνέχεια)

Νομοί	moran's index	p-value	z-score	αποτελέσματα $MI_R$
Θεσπρωτίας	0,131	0,003	2,940	clustered
Κιλκίς	0,127	0,005	2,831	clustered
Μαγνησίας	0,124	0,005	2,789	clustered
Αρκαδίας	0,122	0,006	2,761	clustered
Σερρών	0,115	0,010	2,587	clustered
Δωδεκανήσου	0,099	0,021	2,311	clustered
Ξάνθης	0,091	0,032	2,149	clustered
Χανίων	0,085	0,035	2,105	clustered
Λασιθίου	0,085	0,038	2,077	clustered
Φωκίδας	0,077	0,057	1,901	clustered
Κυκλάδων	0,076	0,061	1,876	clustered
Πιερίας	0,077	0,061	1,875	clustered
Κέρκυρας	0,053	0,150	1,441	random
Ημαθίας	0,052	0,169	1,377	random
Σάμου	0,047	0,187	1,321	random
Φθιώτιδας	0,044	0,223	1,218	random
Ηρακλείου	0,042	0,254	1,190	random
Ευβοίας	0,041	0,238	1,180	random
Λαρίσης	0,039	0,256	1,137	random
Λευκάδας	0,033	0,304	1,027	random
Καβάλας	0,032	0,308	1,020	random
Έβρου	0,032	0,316	1,004	random
Αιτωλοακαρνανίας	0,032	0,323	0,989	random
Ζακύνθου	0,025	0,355	0,925	random
Χίου	0,023	0,401	0,839	random
Ροδόπης	0,021	0,428	0,794	random
Καρδίτσας	0,021	0,431	0,787	random
Κεφαλληνίας	0,004	0,642	0,465	random
Ευρυτανίας	0,000	0,698	0,387	random
Ιωαννίνων	0,000	0,703	0,382	random
Μεσσηνίας	-0,005	0,771	0,291	random
Αχαΐας	-0,012	0,876	0,156	random
Κοζάνης	-0,030	0,836	-0,207	random
Ρεθύμνου	-0,036	0,748	-0,322	random
Πρέβεζας	-0,036	0,745	-0,325	random
Ηλείας	-0,039	0,705	-0,379	random
Τρικάλων	-0,062	0,407	-0,829	random
Άρτας	-0,063	0,396	-0,848	random

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, 28 νομοί παρουσιάζουν χωρικά ομαδοποιημένα πρότυπα των συντελεστών συσχέτισης με τους υπόλοιπους νομούς της

Ελλάδας για τον δείκτη  $MI_R$ . Το γεγονός αυτό ενισχύει την υπόθεση ότι υπάρχει χωροχρονική σχέση γειτονικών νομών με παρόμοια κατανομή νοσηρότητας. Σε αυτούς τους νομούς μπορεί να μην περιλαμβάνονται οι νομοί Καρδίτσας και Λαρίσης που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συσχέτιση νοσηρότητας, αλλά πολύ νομοί με υψηλές συσχετίσεις, που παρουσιάστηκαν στον πίνακα 4.34, παρουσιάζουν και χωρικά ομαδοποιημένα πρότυπα των συντελεστών συσχέτισης με μεγάλη στατιστική σημαντικότητα. Στον πίνακα 3.37 παρουσιάζονται οι νομοί που εμφανίζουν χωρικά ομαδοποιημένα πρότυπα των συντελεστών συσχέτισης με άλλους νομούς, ταξινομημένα με φθίνουσα σειρά ως προς το z-score τους, καθώς και ο αριθμός εμφάνισης ισχυρών συσχετίσεων ( $\rho \geq 0,8$ ) με άλλους νομούς. Οι 18 από τους 28 νομούς εμφανίζουν τουλάχιστον 2 ισχυρές συσχετίσεις με άλλους νομούς. Συνθέτοντας τα παραπάνω, εντοπίζονται οι νομοί Θεσσαλονίκης, Δυτικής Αττικής, Μαγνησίας, Πειραιά και Χαλκιδικής ως νομοί με τον μεγαλύτερο αριθμό ( $\geq 10$ ) πολύ ισχυρών συσχετίσεων ( $\rho \geq 0,8$ ) και την μεγαλύτερη στατιστική σημαντικότητα των αποτελεσμάτων του Global Moran's I ( $p\text{-value} \leq 0,01$ ) για τα αποτελέσματα του σχετικού δείκτη αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_R$ .

**Πίνακας 3.37:** Κατάταξη νομών σύμφωνα με την εμφάνιση ισχυρών συσχετίσεων των  $MI_R$

Εμφάνιση ισχυρών συσχετίσεων δεικτών $MI_R$	
Αθηνών	3
Αν. Αττικής	7
Πειραιά	11
Δράμας	0
Χαλκιδικής	10
Γρεβενών	0
Λακωνίας	4
Αργολίδας	2
Δυτ. Αττικής	16
Βοιωτίας	8
Καστοριάς	0
Φλώρινας	0
Πέλλας	8
Θεσσαλονίκης	17

Εμφάνιση ισχυρών συσχετίσεων δεικτών $MI_R$	
Κορινθίας	6
Λέσβου	0
Θεσπρωτίας	2
Κιλκίς	6
Μαγνησίας	14
Αρκαδίας	2
Σερρών	2
Δωδεκανήσου	0
Ξάνθης	2
Χανίων	0
Λασιθίου	0
Φωκίδας	0
Κυκλάδων	0
Πιερίας	12

Αντίστοιχη ανάλυση πραγματοποιείται και για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_{A-R}$ . Στον πίνακα 3.38 παρατίθενται τα αποτελέσματα του

δείκτη Global Moran's για τα χωρικά πρότυπα των συντελεστών συσχέτισης του δείκτη  $MI_{A-R}$ , ταξινομημένα με φθίνουσα σειρά ως προς την τιμή z-score.

**Πίνακας 3.38:** Κατάταξη νοσημάτων σύμφωνα με τα z-score

Νομοί	moran's index	p-value	z-score	αποτελέσματα $MI_{A-R}$
Αν. Αττικής	0,347	<0,001	7,121	clustered
Δράμας	0,286	<0,001	6,016	clustered
Δυτ. Αττικής	0,286	<0,001	5,965	clustered
Δωδεκανήσου	0,286	<0,001	5,965	clustered
Αθηνών	0,267	<0,001	5,557	clustered
Πειραιά	0,262	<0,001	5,452	clustered
Λακωνίας	0,259	<0,001	5,450	clustered
Αργολίδας	0,251	<0,001	5,261	clustered
Χαλκιδικής	0,235	<0,001	4,920	clustered
Γρεβενών	0,214	<0,001	4,686	clustered
Κορινθίας	0,209	<0,001	4,429	clustered
Βοιωτίας	0,203	<0,001	4,324	clustered
Φλώρινας	0,194	<0,001	4,237	clustered
Καστοριάς	0,169	<0,001	3,704	clustered
Χανίων	0,149	0,001	3,368	clustered
Πέλλας	0,153	0,001	3,362	clustered
Σερρών	0,151	0,001	3,311	clustered
Θεσσαλονίκης	0,143	0,002	3,126	clustered
Λέσβου	0,134	0,002	3,033	clustered
Θεσπρωτίας	0,132	0,003	2,987	clustered
Κιλκίς	0,132	0,003	2,945	clustered
Κέρκυρας	0,126	0,003	2,922	clustered
Μαγνησίας	0,128	0,004	2,878	clustered
Ξάνθης	0,121	0,006	2,736	clustered
Σάμου	0,098	0,020	2,332	clustered
Πιερίας	0,089	0,033	2,129	clustered
Λασιθίου	0,084	0,039	2,067	clustered
Αιτωλοακαρνανίας	0,082	0,048	1,974	clustered
Καβάλας	0,071	0,073	1,794	clustered
Ζακύνθου	0,067	0,078	1,765	clustered
Κυκλάδων	0,067	0,090	1,695	clustered
Μεσσηνίας	0,058	0,133	1,501	random
Αρκαδίας	0,057	0,137	1,487	random
Ημαθίας	0,051	0,174	1,359	random
Φθιώτιδας	0,047	0,195	1,295	random
Λαρίσης	0,043	0,229	1,204	random

Νομοί	moran's index	p-value	z-score	αποτελέσματα $MI_{A-R}$
Ηλείας	0,041	0,242	1,171	random
Ροδόπης	0,034	0,321	1,030	random
Λευκάδας	0,033	0,306	1,023	random
Ευβοίας	0,031	0,325	0,985	random
Ιωαννίνων	0,029	0,336	0,962	random
Φωκίδας	0,021	0,416	0,813	random
Κεφαλληνίας	0,021	0,424	0,799	random
Καρδίτσας	0,015	0,502	0,671	random
Έβρου	0,010	0,571	0,567	random
Αχαΐας	0,009	0,579	0,556	random
Χίου	0,004	0,633	0,478	random
Ηρακλείου	0,005	0,592	0,329	random
Ρεθύμνου	-0,013	0,895	0,132	random
Πρέβεζας	-0,023	0,943	-0,071	random
Τρικάλων	-0,024	0,925	-0,095	random
Κοζάνης	-0,030	0,835	-0,209	random
Άρτας	-0,037	0,740	-0,332	random
Ευρυτανίας	-0,038	0,709	-0,373	random

Όπως αναφέρεται και σε προηγούμενο στάδιο της παρούσας εργασίας, χαρακτηριστικό του αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη είναι τα πιο εξομαλυσμένα αποτελέσματα από νόσημα σε νόσημα και οι εντονότερες αποκλίσεις από νομό σε νομό σε επίπεδο νοσήματος. Έτσι, εμφανίζονται λιγότερες συσχετίσεις μεταξύ των νομών για τον δείκτη  $MI_{A-R}$ . Από την εφαρμογή του Global Moran's I εντοπίζονται χωρικά ομαδοποιημένα πρότυπα σε 31 νομούς της Ελλάδας. Οι νομοί Θεσσαλονίκης και Χαλκιδικής, που αποτελούν το ζεύγος με την ισχυρότερη συσχέτιση για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη, παρουσιάζουν και στατιστικά σημαντικά ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα των συντελεστών συσχέτισής τους με τους υπόλοιπους νομούς. Στον πίνακα 3.39 παρουσιάζονται οι νομοί με χωρικά ομαδοποιημένα πρότυπα των συντελεστών συσχέτισης, ταξινομημένοι με φθίνουσα σειρά ως προς το z-score τους, και ο αριθμός εμφάνισης ισχυρών συσχετίσεων με άλλους νομούς.

**Πίνακας 3.39:** Κατάταξη νομών σύμφωνα με την εμφάνιση ισχυρών συσχετίσεων των  $MI_{A-R}$ 

Εμφάνιση ισχυρών συσχετίσεων δεικτών $MI_{A-R}$	
Αν. Αττικής	0
Δράμας	0
Δυτ. Αττικής	0
Δωδεκανήσου	0
Αθηνών	1
Πειραιά	3
Λακωνίας	0
Αργολίδας	0
Χαλκιδικής	2
Γρεβενών	0
Κορινθίας	0
Βοιωτίας	0
Φλώρινας	0
Καστοριάς	0
Χανίων	0
Πέλλας	0

Εμφάνιση ισχυρών συσχετίσεων δεικτών $MI_{A-R}$	
Σερρών	0
Θεσσαλονίκης	6
Λέσβου	0
Θεσπρωτίας	0
Κιλκίς	0
Κέρκυρας	0
Μαγνησίας	0
Ξάνθης	0
Σάμου	0
Πιερίας	2
Λασιθίου	0
Αιτωλοακαρνανίας	0
Καβάλας	0
Ζακύνθου	0
Κυκλάδων	0

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι εμφανίζεται πολύ μικρός αριθμός ισχυρών συσχετίσεων, λόγω του μεγάλου εύρους των τιμών του δείκτη για κάθε νόσημα. Παρόλα αυτά, είναι εκείνο το εύρος που επιτρέπει στο δείκτη Global Moran's να εντοπίσει τις χωρικές συγκεντρώσεις νομών με υψηλές τιμές συσχετίσεων και χαμηλές αντίστοιχα, με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Τα παραπάνω στοιχεία οδηγούν επαγωγικά στο γεγονός ότι είναι περισσότερο πιθανό να εντοπίζονται στατιστικά σημαντικές χωρικές ομαδοποιήσεις χαμηλών συντελεστών και όχι υψηλών για αυτό το δείκτη.

#### 3.7.4 ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑΣ & ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΠΑΡΞΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΣΤΑ ΧΩΡΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ

Σε αυτό το στάδιο εξετάζεται η ύπαρξη συσχετίσεων στα χωρικά πρότυπα των νοσημάτων (ανά ζεύγος νοσημάτων), όπως διαμορφώνονται από τους δείκτες χωροχρονικής αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_R$  και  $MI_{A-R}$ . Η χρήση του συντελεστή συσχέτισης Spearman's  $\rho$  επιλέγεται και στην παρούσα επεξεργασία καθώς πρόκειται για τα ίδια δεδομένα, αλλά ανεστραμμένα, όπου ούτε σε αυτή την περίπτωση κατανέμονται κανονικά. Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης, ανάλογα με την τιμή τους, εντοπίζουν εκείνα τα ζεύγη νοσημάτων όπου παρουσιάζουν παρόμοια χωρική

κατανομή των δεικτών νοσηρότητας. Τέλος, επιλέγεται να απεικονιστούν χαρτογραφικά οι χωρικές κατανομές των δεικτών για τα ζεύγη νοσημάτων με υψηλή συσχέτιση.

#### 3.7.4.1 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΣΧΕΣΕΩΝ: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ SPEARMAN'S RHO

Η χρήση του συντελεστή συσχέτισης Spearman's Rho, που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2, πραγματοποιείται σε αυτή τη φάση, θέτοντας ως μεταβλητές τα μελετώμενα νοσήματα και ως παρατηρήσεις τα αποτελέσματα των δεικτών χωροχρονικής αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_R$  και  $MI_{A-R}$  για κάθε νομό. Έτσι, από την εφαρμογή του συντελεστή προκύπτει ένας συντελεστής για κάθε πιθανό ζεύγος νοσημάτων. Τα αποτελέσματα για τους δείκτες  $MI_R$  και  $MI_{A-R}$  συνοψίζονται στους πίνακες 3.40 και 3.41 αντίστοιχα, όπου ο συντελεστής συσχέτισης του εκάστοτε ζεύγους θα πρέπει να υπερβαίνει την τιμή 0,6, που κρίνεται ως ελάχιστη για τον εντοπισμό όμοιων (ή παρόμοιων) συσχετίσεων. Και σε αυτή την προσέγγιση αναμένεται, να εμφανίζονται περισσότερες συσχετίσεις μεταξύ νοσημάτων στη μελέτη του σχετικού δείκτη, για τον λόγο που αναφέρεται και παραπάνω. Έτσι, στο σχετικό δείκτη παρατηρείται συσχέτιση μεταξύ πολλών νοσημάτων και όπως φαίνεται στον πίνακα 3.36 εμφανίζονται έντεκα ζεύγη νοσημάτων, ενώ οι συσχετίσεις του αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη περιορίζονται σε μεγάλο βαθμό, που όπως φαίνεται στον πίνακα 3.37 μειώνονται στα πέντε ζεύγη.

**Πίνακας 3.40:** Ισχυρές συσχετίσεις χωρικής κατανομής νοσηρότητας των νοσημάτων για το  $MI_R$

ΔΕΙΚΤΗΣ $MI_R$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ $\geq 0,6$		
ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ Η' ΑΛΛΗ ΜΗΝΙΓΓΙΤΙΔΑ	ΜΗΝΙΓΓΙΤΙΔΟΚΟΚΚΙΚΗ ΝΟΣΟΣ	ΛΕΙΣΜΑΝΙΑΣΗ
ηπατίτιδα Α	ηπατίτιδα Β	μηνιγγιτιδοκοκκική νόσος
άσηπτη μηνιγγίτιδα	άσηπτη μηνιγγίτιδα	
ΣΑΛΜΟΝΕΛΛΩΣΗ	ΦΥΜΑΤΙΩΣΗ ΜΕ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ & ΕΞΟΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΕΝΤΟΠΙΣΗ	ΑΝΕΜΕΥΛΟΓΙΑ
ηπατίτιδα Β	βακτηριακή ή άλλη μηνιγγίτιδα	ηπατίτιδα Α
	φυματίωση με εξωπνευμονική εντόπιση	
	φυματίωση με πνευμονική εντόπιση	
	ηπατίτιδα Α	



**Πίνακας 3.42:** Ισχυρές συσχετίσεις χωρικής κατανομής νοσηρότητας των νοσημάτων για το  $MI_{AR}$ 

ΔΕΙΚΤΗΣ $MI_{A-R}$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ $\geq 0,6$			
ΗΠΑΤΙΤΙΔΑ C	ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ Η΄ ΑΛΛΗ ΜΗΝΙΓΓΙΤΙΔΑ	ΜΗΝΙΓΓΙΤΙΔΟΚΟΚΚΙΚΗ ΝΟΣΟΣ	ΦΥΜΑΤΙΩΣΗ ΜΕ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ & ΕΞΩΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΕΝΤΟΠΙΣΗ
ηπατίτιδα B	άσηπτη μηνιγγίτιδα	άσηπτη μηνιγγίτιδα	φυματίωση με πνευμονική εντόπιση
			ηπατίτιδα A

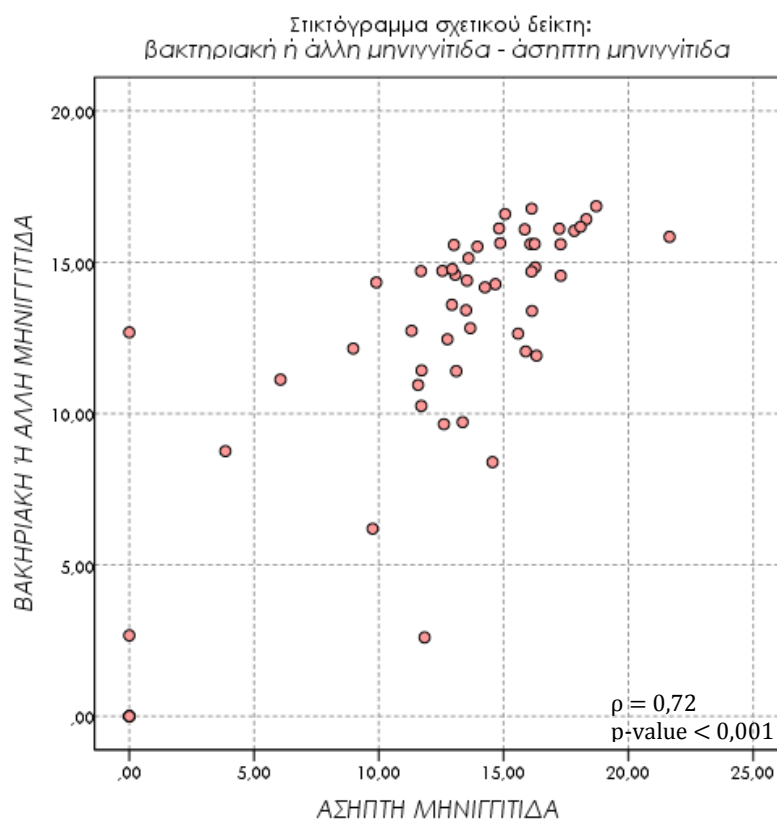
Εξετάζοντας τους μεγαλύτερους συντελεστές συσχέτισης, διαπιστώνεται ότι για τον σχετικό δείκτη η συσχέτιση δύο ζευγών νοσημάτων, της βακτηριακής ή άλλης μηνιγγίτιδας με την άσηπτη μηνιγγίτιδα και της φυματίωσης με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση με την ηπατίτιδα A, χαρακτηρίζεται ως υψηλή και στατιστικά σημαντική με τιμές  $\rho = 0,72$  ( $p - value < 0,001$ ) και  $\rho = 0,77$  ( $p - value < 0,001$ ) αντίστοιχα. Δηλαδή, η χωρική κατανομή των τιμών του δείκτη  $MI_R$  για την βακτηριακή μηνιγγίτιδα εμφανίζει συσχέτιση 0,72 με την αντίστοιχη της άσηπτης μηνιγγίτιδας, ενώ η χωρική κατανομή των τιμών του ίδιου δείκτη για τη φυματίωση με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση παρουσιάζει συσχέτιση 0,77 με την αντίστοιχη της ηπατίτιδας A. Η τελευταία διαπίστωση προκαλεί ιδιαίτερο επιδημιολογικό ενδιαφέρον καθώς τα δύο αυτά νοσήματα βρίσκονται σε διαφορετικές κατηγορίες νοσημάτων, αν και η ηπατίτιδα A μεταδίδεται σχετικά ευκολότερα από τις υπόλοιπες δύο, δια μέσου τροφίμων σε επαφή με μολυσμένα σωματικά υγρά παρομοίως, δηλαδή, με την μετάδοση με σταγονίδια.

Για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη αξιολόγησης νοσηρότητας  $MI_{A-R}$  υψηλή συσχέτιση παρατηρείται για το ζεύγος φυματίωσης με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση και ηπατίτιδας A, όπου και σε αυτή την περίπτωση χαρακτηρίζεται ως στατιστικά σημαντική με  $\rho = 0,71$  και  $p - value < 0,001$ . Δηλαδή, ακόμη και για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη, που παρουσιάζει μεγαλύτερες διακυμάνσεις στις τιμές μεταξύ των νομών του ίδιου νοσήματος, η ομοιότητα της χωρικής κατανομής των δεικτών των δύο νοσημάτων είναι σημαντική.

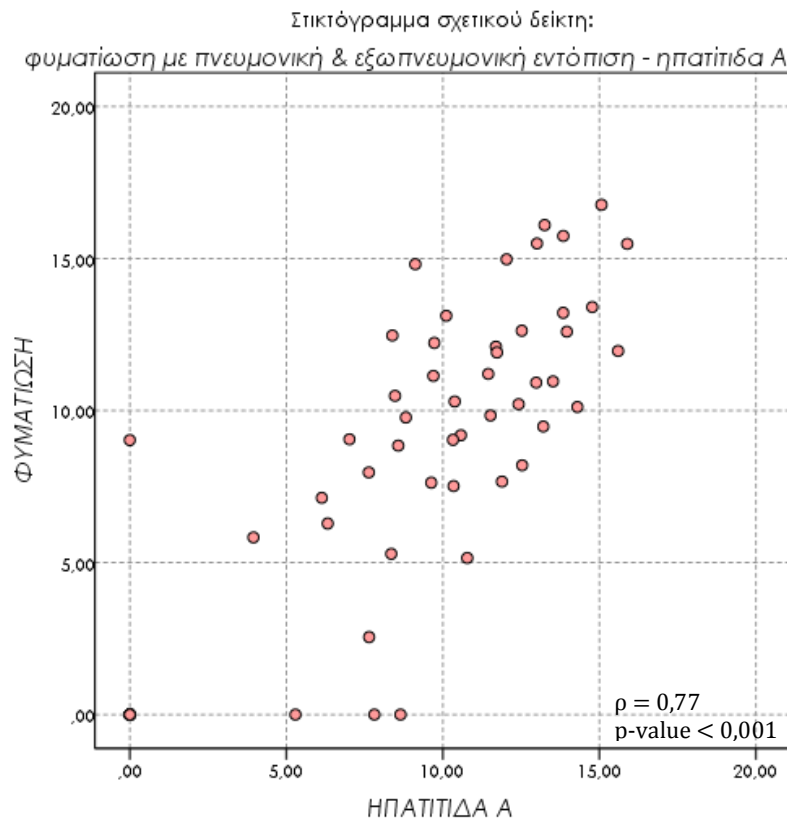
Επιβεβαιώνοντας την αρχική παραδοχή ότι ο μη παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης Spearman είναι ο κατάλληλος για τους δείκτες αξιολόγησης νοσηρότητας, παρατίθενται ενδεικτικά τα διαγράμματα 3.4, 3.5 και 3.6, που αποτελούν τα διαγράμματα διασποράς ή στικτογράμματα για τα τρία παραπάνω ζεύγη νοσημάτων.

Και σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται μονοτονική σχέση, αλλά με ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των παρακάτω νοσημάτων, ενώ απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση του συντελεστή Spearman και για τις ισχυρές συσχετίσεις των νοσημάτων.

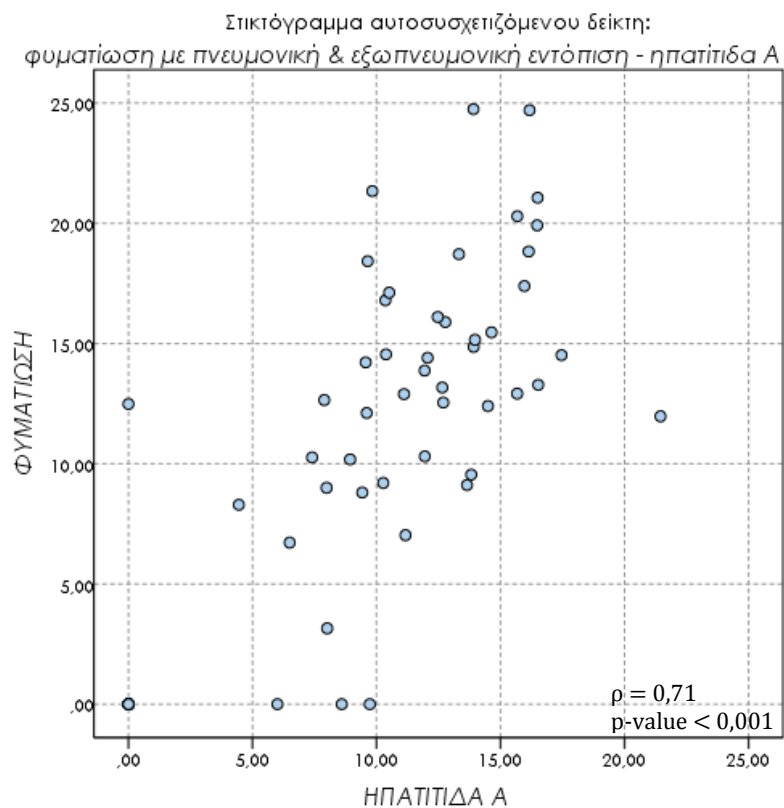
**Διάγραμμα 3.4:** Στικτόγραμμα συσχέτισης νοσημάτων  $MI_{R(1)}$



**Διάγραμμα 3.5:** Στικτόγραμμα συσχέτισης νοσημάτων  $MI_{R(2)}$



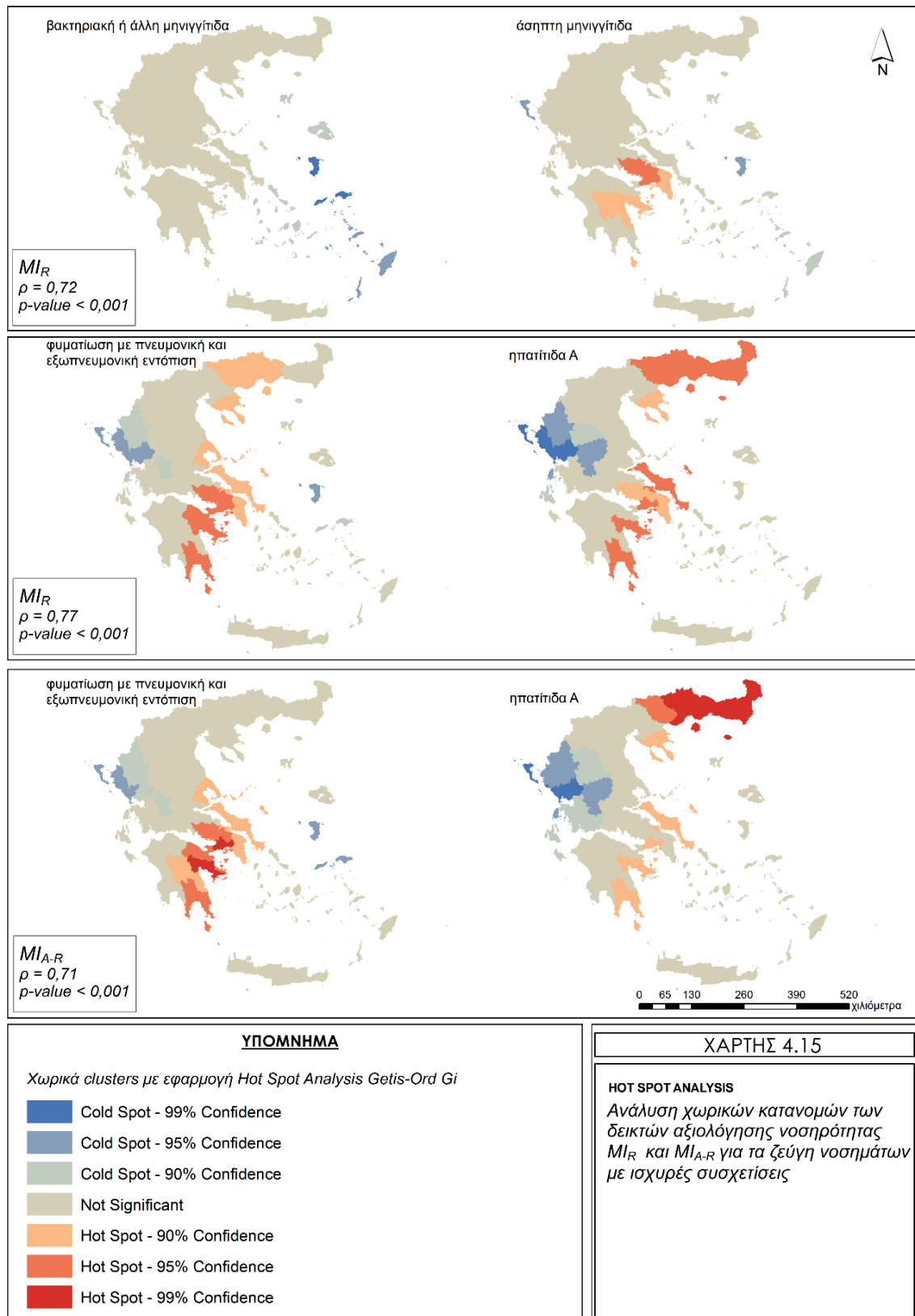
**Διάγραμμα 3.6:** Στικτόγραμμα συσχέτισης νοσημάτων  $MI_{A-R}$



3.7.4.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ & ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ  
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΥΨΗΛΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ HOT  
SPOT ANALYSIS

Τα παραπάνω ζεύγη νοσημάτων παρουσίασαν υψηλές συσχετίσεις στην κατανομή των δεικτών αξιολόγησης νοσηρότητας. Επόμενο βήμα αποτελεί η απεικόνιση των χωρικών κατανομών αυτών των ζευγών με στόχο τον εντοπισμό των συμπτώσεων σε υψηλούς δείκτες και χαμηλούς. Για το σκοπό αυτό, εφαρμόζεται το χωρικό εργαλείο hot spot analysis του δείκτη Getis – Ord  $G_i^*$ , που παρουσιάζεται στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο, στα αποτελέσματα του σχετικού δείκτη  $MI_R$  για τα ζεύγη βακτηριακής ή άλλης μηνιγγίτιδας – άσηπτης μηνιγγίτιδας και φυματίωσης με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση – ηπατίτιδας Α και στα αποτελέσματα του αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη  $MI_{A-R}$  για το ζεύγος φυματίωσης με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση – ηπατίτιδας Α. Παρακάτω παρατίθεται ο χάρτης 3.15 με την απεικόνιση των χωρικών κατανομών των τριών ζευγών.

**Χάρτης 3.15:** Ανάλυση ισχυρών συσχετίσεων νοσημάτων με *hot spot analysis*



Στον χάρτη 3.15 παρατηρείται για το πρώτο ζεύγος νοσημάτων (βακτηριακή ή άλλη μηνιγγίτιδα – άσηπτη μηνιγγίτιδα), με συντελεστή συσχέτισης  $\rho = 0,72$  και  $p - value < 0,001$  επί των αποτελεσμάτων του σχετικού δείκτη  $MI_R$ , ελάχιστη σύμπτωση σε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, μόνο οι νομοί Δωδεκανήσου και Χίου παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά clusters χαμηλών τιμών, με διαφορετική στατιστική σημαντικότητα σε κάθε ασθένεια. Δηλαδή, παρόλη τη σύμπτωση σε μεσαίες τιμές του δείκτη, που με τη μέθοδο Hot Spot θεωρούνται μη στατιστικά σημαντικές (not significant), δεν εντοπίζονται μεγάλες συγκλίσεις στις ακραίες τιμές του δείκτη για τα δύο νοσήματα.

Σχετικά με το ζεύγος φυματίωσης με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση και ηπατίτιδας Α με συντελεστή συσχέτισης  $\rho = 0,77$  και  $p - value < 0,001$  επί των αποτελεσμάτων του σχετικού δείκτη  $MI_R$ , παρατηρείται σαφώς η μεγαλύτερη σύμπτωση των χωρικών κατανομών από το σύνολο των τριών ζευγών. Αξιοσημείωτο θεωρείται το γεγονός ότι τα δύο νοσήματα κατατάσσονται σε διαφορετικές κατηγορίες νοσημάτων. Τα κοινά clusters των υψηλών τιμών του δείκτη εντοπίζονται στο νοτιοανατολικό τμήμα της ηπειρωτικής Ελλάδας, στην ανατολική Μακεδονία και στη Χαλκιδική, ενώ εκείνο των χαμηλών τιμών στην περιοχή της Ηπείρου. Σε αυτό το ζεύγος, δηλαδή, υπάρχει στατιστικά σημαντική σύμπτωση των ακραίων τιμών του δείκτη  $MI_R$ .

Αντίστοιχα αποτελέσματα εμφανίζονται και για τον αυτοσυσχετιζόμενο δείκτη  $MI_{A-R}$  για το ζεύγος φυματίωσης με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση – ηπατίτιδας Α, με συντελεστή συσχέτισης  $\rho = 0,71$  και  $p - value < 0,001$ . Η διαφορά εντοπίζεται στη γενική εικόνα των clusters υψηλών τιμών, όπου για τη μεν φυματίωση φαίνεται να συγκεντρώνονται χωρικά στην Αττική και βορειοανατολική Πελοπόννησο, ενώ για τη δε ηπατίτιδα Α παρατηρείται μεγάλη συγκέντρωση υψηλών τιμών στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη. Οι συμπτώσεις στατιστικά σημαντικών ακραίων τιμών, είτε υψηλών, είτε χαμηλών, περιορίζονται σε σχέση με το δείκτη  $MI_R$ , αλλά δεν παύει να ισχύει παρόμοια χωρική κατανομή.

Η παραπάνω ανάλυση οδηγεί στο γενικό συμπέρασμα, πως υπάρχει σαφής χωροχρονική σχέση μεταξύ της νοσηρότητας της φυματίωσης με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση και της ηπατίτιδας Α. Αυτή η σχέση μπορεί να είναι είτε αιτιολογική, είτε να

επηρεάζεται από κάποιους παράγοντες κινδύνου που δεν μπορούν να μελετηθούν στην παρούσα εργασία, λόγω της φύσης των δεδομένων.

### 3.7.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ MONTELOU

Το μοντέλο αξιολόγησης νοσηρότητας χωρίζεται σε δύο βασικά στάδια. Στο πρώτο κατασκευάζονται οι δείκτες αξιολόγησης, υπολογίζονται οι τιμές που λαμβάνουν οι νομοί για κάθε νόσημα και εξάγονται τα βασικά συμπεράσματα ερμηνείας των κατανομών των δεικτών σε επίπεδο κατηγοριών. Παρατηρείται ότι οι κατηγορίες διατηρούν παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά που εντοπίστηκαν και στην φάση της ανάλυσης της επίπτωσης. Στα αποτελέσματα του σχετικού δείκτη  $MI_R$  μπορούν να διαπιστωθούν οι σχετικές τάσεις μεταξύ των νοσημάτων. Έτσι, σε επίπεδο κατηγοριών, όπου πραγματοποιείται και η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων, παρατηρείται η επικράτηση των κατηγοριών των ιογενών ηπατιτίδων (2<sup>η</sup>) και των νοσημάτων που μεταδίδονται αερογενώς ή με σταγονίδια (3<sup>η</sup>) με μεγάλες θετικές αποκλίσεις από τη γενική μέση τιμή του δείκτη για όλα τα νοσήματα, αλλά στη κατηγορία των ηπατιτίδων παρατηρούνται κάποιες χωρικές ανισότητες.

Στα αποτελέσματα του αυτοσυσχετιζόμενου δείκτη  $MI_{A-R}$  διαπιστώνονται οι υπάρχουσες χωρικές ανισότητες. Με αυτή την προσέγγιση εντοπίζεται η χωρική διαφοροποίηση μεταξύ των περιφερειών Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλίας, ανατολικού τμήματος Στερεάς Ελλάδα και Αττικής με την υπόλοιπη Ελλάδα αναφορικά με την κατηγορία των ηπατιτίδων.

Το επόμενο στάδιο είναι ο έλεγχος και η ερμηνεία συσχετίσεων, όπου πραγματοποιείται σε δύο επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο έχει να κάνει με τον έλεγχο ύπαρξης συσχετίσεων στους νομούς μεταξύ των κατανομών των δεικτών νοσηρότητας στις ασθένειες, όπου εντοπίζονται οι ισχυρότερες συσχετίσεις και εξάγονται συμπεράσματα και έπειτα ελέγχεται η ύπαρξη στατιστικά σημαντικών χωρικών προτύπων, αυτή τη φορά στην χωρική κατανομή των συντελεστών συσχέτισης των νομών. Δηλαδή, γίνεται έλεγχος ύπαρξης χωρικής αυτοσυσχέτισης για κάθε ένα από τους 54 νομούς στην χωρική κατανομή των συντελεστών συσχέτισής του με τους υπόλοιπους.

Για τον δείκτη  $MI_R$ , εντοπίζονται το ζεύγος Λαρίσης – Καρδίτσας αυτό με την ισχυρότερη συσχέτιση και για το δείκτη  $MI_{A-R}$  το ζεύγος Θεσσαλονίκης – Χαλκιδικής.

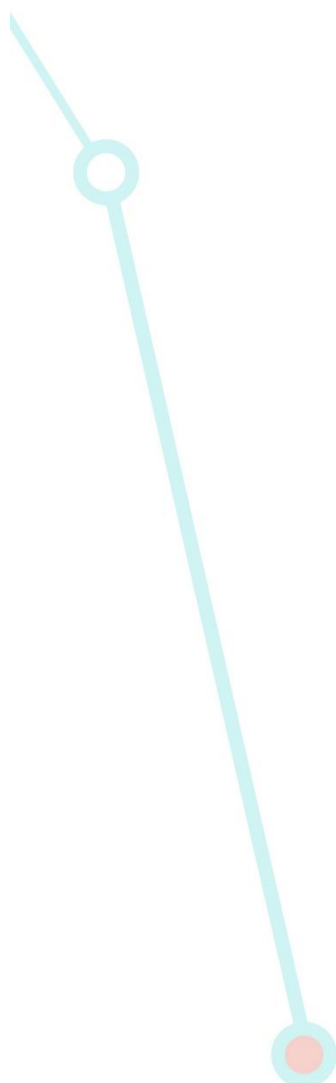
Και τα δύο ζεύγη χαρακτηρίζονται από την εγγύτητά μεταξύ τους. Το γεγονός αυτό ενισχύει την αξία και των δύο δεικτών, ενώ παράλληλα επιβεβαιώνει την επιλογή του συντελεστή Spearman ως κατάλληλο για την περίπτωση. Τέλος, με την διερεύνηση ύπαρξης χωρικής αυτοσυσχέτισης στους συντελεστές συσχέτισης επιβεβαιώνεται η ύπαρξη πολλών χωρικών σχέσεων μεταξύ των κατανομών νοσηρότητας γειτονικών νομών.

Το δεύτερο επίπεδο έχει να κάνει με τον έλεγχο ύπαρξης συσχετίσεων στα νοσήματα μεταξύ των κατανομών των δεικτών νοσηρότητας στους νομούς, όπου και εδώ εντοπίζονται οι ισχυρότερες συσχετίσεις και εξάγονται συμπεράσματα, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται τα χωρικά πρότυπα των ζευγών νοσημάτων με τις μεγαλύτερες συσχετίσεις με την εφαρμογή hot spot ανάλυσης και εντοπίζονται οι ομοιότητες.

Τα ζεύγη με τις ισχυρότερες συσχετίσεις είναι για το δείκτη  $MI_R$  τα ζεύγη βακτηριακή ή άλλη μηνιγγίτιδα – άσηπτη μηνιγγίτιδα και φυματίωση με πνευμονική και εξωπνευμονική εντόπιση – ηπατίτιδα Α, με το τελευταίο να παρουσιάζεται ως ζεύγος με την ισχυρότερη συσχέτιση και για τον δείκτη  $MI_{A-R}$ . Τέλος, με την εφαρμογή της hotspot ανάλυσης παρατηρείται ότι το ζεύγος της φυματίωσης με την ηπατίτιδα Α για το δείκτη  $MI_R$  παρουσιάζει την μεγαλύτερη ομοιότητα στην χωρική κατανομή των στατιστικά σημαντικών ομαδοποιήσεων και παράλληλα παρουσιάζει το μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης ( $\rho = 0,77$ ).

Κρίνοντας εκ του αποτελέσματος, το μοντέλο αξιολογείται ως ένα αξιόπιστο εργαλείο για τον εντοπισμό συσχετίσεων και την αξιολόγηση της χωροχρονικής νοσηρότητας.





ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

#### 4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτή την εργασία επιχειρήθηκε να μελετηθεί η χωροχρονική επίπτωση των λοιμωδών νοσημάτων στον πληθυσμό της Ελλάδας σε βάθος οκταετίας. Τα χωροχρονικά μοντέλα αποτελούν αντικείμενο της χωρικής επιδημιολογίας γιατί είναι γνωστή η σημασία του χώρου και του χρόνου στην εμφάνιση μίας ασθένειας. Στα πλαίσια μίας ευρύτερης μελέτης των λοιμωδών νοσημάτων έγινε μία προσπάθεια εισαγωγής συνδυαστικών τεχνικών στατιστικής και χωρικής ανάλυσης με στόχο την εξεύρεση απαντήσεων. Τα ερωτήματα προέκυψαν από την πληθώρα των στοιχείων που ήταν διαθέσιμα από την βάση δεδομένων του ΚΕΕΛΠΝΟ, καθώς η μελέτη και ερμηνεία τους δεν μπορούσε να αντιμετωπιστεί συμβατικά.

Τα ερωτήματα που διατυπώθηκαν είχαν να κάνουν κυρίως με την ανάγκη για πρόκριση εκείνων των νοσημάτων, που χαρακτηρίζονται από ομαδοποιημένα χωρικά πρότυπα και εκείνων που παρουσιάζουν ομοιότητες στην χωρική κατανομή τους. Βασικό στοιχείο της ανάλυσης αποτέλεσε ο παράγοντας του χρόνου, που κρίθηκε ότι πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω από ότι με τη συμβατική προσέγγιση ανάλυσης της επίπτωσης.

Το πιο σημαντικό, από άποψη μεθοδολογίας, είναι το δεύτερο κομμάτι της ανάλυσης. Η δημιουργία αυτού του μοντέλου χωροχρονικής αξιολόγησης της νοσηρότητας αποτελεί, όπως όλα τα μοντέλα, μία διαδικασία η οποία αποτελείται από τρία τμήματα. Την εισαγωγή των δεδομένων, την επεξεργασία και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν, δεν επαφίενται στην ερμηνεία του αναγνώστη/μελετητή. Είναι απόλυτα και δεν επιτρέπουν παρερμηνεία. Το γεγονός αυτό καθιστά το μοντέλο αξιολόγησης αξιόπιστο, καθώς μπορεί να παρέχει αποτελέσματα σε κάθε εφαρμογή, δηλαδή διασφαλίζει την επαναληψιμότητα, ενώ επιτρέπει παρεμβάσεις, για παράδειγμα στις μεταβλητές ή στην επιλογή κάποιου έναντι του άλλου δείκτη.

Αν και η διαδικασία υπολογισμού και επεξεργασίας μοιάζει χρονοβόρα, το μοντέλο αυτό θα μπορούσε πολύ εύκολα να αυτοματοποιηθεί μέσω αλγορίθμου. Η χρησιμότητα της εφαρμογής του σε επιδημιολογικές βάσεις δεδομένων θα μπορούσε να είναι πολυεπίπεδη. Αν υποθεθεί ότι παράγεται μία τέτοια εφαρμογή, ο αυτοσυσχετιζόμενος δείκτης  $MI_{A-R}$  μοιάζει καταλληλότερος, καθώς δεν θα ήταν χρήσιμο να ιεραρχηθούν τα νοσήματα μεταξύ τους (με το δείκτη  $MI_R$ ), αφού παρουσιάζουν διαφορετική επιδημιολογία, που είναι γνωστή ήδη στους αρμόδιους επιδημιολόγους. Από την άλλη

πλευρά, η χρήση του  $MI_{A-R}$  οδηγεί στην ανάδειξη εκείνων των περιοχών που συγκεντρώνουν πιο έντονη και διαχρονική επίπτωση. Θα μπορούσε επιπλέον να πραγματοποιεί αυτή τη χωροχρονική αξιολόγηση για ανοιχτό διάστημα, δηλαδή να παρακολουθούνται και να συνυπολογίζονται ακόμη και τα τελευταία κρούσματα ή να προσφέρεται η επιλογή μελέτης συγκεκριμένου διαστήματος. Παράλληλα, στα πλαίσια του αυτοματισμού του μοντέλου θα μπορούσαν να συγκρίνονται νοσήματα με διαφορετική χρονική αναφορά, έτσι ώστε να εξετάζεται και η συμβολή άλλων νοσημάτων στις επιδημιολογικές εξάρσεις. Τέλος, με μία τέτοια αυτοματοποιημένη διαδικασία μελέτης της χωροχρονικής επίπτωσης και την ενσωμάτωση τιμών ελέγχου (thresholds) για κάθε νόσημα, μπορεί να αυτοματοποιηθεί και η διαδικασία ενεργοποίησης πρωτοκόλλων για τη λήψη μέτρων και την έκδοση οδηγιών προς τους αρμόδιους φορείς υγείας.

Άλλο ένα σημείο που θα πρέπει να επισημανθεί είναι η τεχνική της χρήσης του συντελεστή spearman σε χωρικά δεδομένα για τον εντοπισμό συσχετίσεων μεταξύ παρατηρήσεων πολλών μεταβλητών ανά ζεύγη και η μετέπειτα εφαρμογή του δείκτη Global Moran's για τον εντοπισμό χωρικής αυτοσυσχέτισης των συντελεστών συσχέτισης. Πρόκειται, δηλαδή, για μία 'αυτοσχέδια' έμμεση πολυπαραγοντική ανάλυση χωρικής αυτοσυσχέτισης σε περιβάλλον GIS, χωρίς την χρήση πολύπλοκων στατιστικών μεθόδων. Ο μόνος περιορισμός για την εφαρμογή της τεχνικής αυτής είναι ότι θα πρέπει οι αρχικές παρατηρήσεις των μεταβλητών, να αναφέρονται στις μελετώμενες χωρικές ομάδες.

Σε γενικές γραμμές υπερίσχυσε η ανάλυση του μοντέλου έναντι της μελέτης της χωρικής αυτοσυσχέτισης της επίπτωσης, καθώς θέτει πιο σφαιρικά το ζήτημα της μελέτης ενός εύρους νοσημάτων και τα συγκρίνει μεταξύ τους, σε αντιδιαστολή με την πρώτη προσέγγιση που χαρακτηρίζεται από ιεραρχική διαβάθμιση των βημάτων εξαγωγής συμπερασμάτων και αφήνει ανοιχτό το ζήτημα ερμηνείας των αποτελεσμάτων. Παρόλα αυτά θα πρέπει να σημειωθεί ότι τόσο οι χρονικές μεταβλητές, όσο και η μέθοδος αναγωγής ενέχουν τον κίνδυνο να μην σταθμίζουν τον παράγοντα του χρόνου με τρόπο που να αντιπροσωπεύει την ένταση του εκάστοτε φαινομένου, για αυτό το λόγο επιλέχθηκε η απλή παραγωγή του αθροίσματος των τριών μεταβλητών.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

Δαμιανού, Χ., Παπαδάτος, Ν. & Χαραλαμπίδης, Χ. Α. (2003), *Εισαγωγή στις Πιθανότητες και τη Στατιστική*, Αθηνά: Τμήμα Μαθηματικών Πανεπιστημίου Αθηνών.

Εργαστήριο Δημογραφικών και Κοινωνικών Αναλύσεων (χ.χ.), *Ερμηνευτικά κείμενα: Απογραφές*, Ανακτήθηκε 18 Μαΐου, 2015, από το URL: [http://www.e-demography.gr/theory/files/edemography\\_theory\\_00001.pdf](http://www.e-demography.gr/theory/files/edemography_theory_00001.pdf)

Κολυβά-Μαχαίρα, Φ. & Μπόρα-Σέντα, Ε. (1998), *Στατιστική: Θεωρία – Εφαρμογές*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.

Κοτζαμάνης, Β. (2009), Η μεταβλητή πληθυσμός στον χωροταξικό σχεδιασμό στη μεταπολεμική Ελλάδα (ένας σχεδιασμός με εικονικά δεδομένα;) (σσ. 131- 136), στο: ΤΜΧΠΠΑ (εκδ.), *25 κείμενα για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του χώρου*, Βόλος: Παν. Εκδόσεις Θεσσαλίας, Ανακτήθηκε 18 Μαΐου, 2015, διαθέσιμο στο URL: [http://www.demography-lab.prd.uth.gr/KOTZAMANIS\\_SYLLOGIKOS%20TOMOS\\_TMXPPA\\_22\\_7\\_2009.pdf](http://www.demography-lab.prd.uth.gr/KOTZAMANIS_SYLLOGIKOS%20TOMOS_TMXPPA_22_7_2009.pdf)

Μερτίκας, Σ. Π. (2009), *Τηλεπισκόπηση και ψηφιακή ανάλυση εικόνας*, Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.

Παπαδόπουλος, Γ. (χ.χ), *Στατιστικός έλεγχος υποθέσεων* [pdf], Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ανακτήθηκε στις 4 Ιουλίου, 2015, διαθέσιμο στο URL: <http://www.aua.gr/gpapadopoulos/files/hypoth-tests12e.pdf>

Σκάγιαννης, Π. (2009), *Από το S στο σίγμα: προς μια νέα ανάπτυξη του ελληνικού χώρου* [pdf], Προσωπικό αρχείο από το μάθημα «Προγραμματισμός και Σχεδιασμός Υποδομών».

Σπάλα, Γ. (2007), *Συστήματα επιδημιολογικής επιτήρησης στην Ελλάδα*, ΚΕΕΛΠΝΟ – ΕΣΔΥ [pdf], Ανακτήθηκε 11 Ιουλίου, 2015, από το URL: [http://www.nsph.gr/files/011\\_Ygeias\\_Paidiou/Epidimiologiki\\_epitirisi\\_mathimata/1\\_Si\\_stimata\\_Epidimiologikis\\_Epitirisis\\_Ellada.pdf](http://www.nsph.gr/files/011_Ygeias_Paidiou/Epidimiologiki_epitirisi_mathimata/1_Si_stimata_Epidimiologikis_Epitirisis_Ellada.pdf)

Τούντας, Γ. Κ. (2007), *Από το βιοϊατρικό στο βιοψυχοκοινωνικό μοντέλο ερμηνείας της υγείας και της αρρώστιας*, Ασκληπιακό Πάρκο Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Αθηνών, Ανακτήθηκε στις 10 Ιουλίου, 2015, διαθέσιμο στο URL: <http://panacea.med.uoa.gr/topic.aspx?id=783>

Φώτης, Γ. Ν. (2009), *Ποσοτική χωρική ανάλυση*, Αθήνα: Εκδόσεις Γκοβόστη.

## ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Backer, D. & Nieuwenhuijsen, M. J. (2008), *Environmental epidemiology. study methods and application*, Oxford: Oxford University Press.

Boulos, M. N. K. (2009), *Geographic Informatics in Health* [ppt], University of Bath, Ανακτήθηκε στις 11 Ιουλίου, 2015, διαθέσιμο στο URL: <http://www.slideshare.net/sl.medic/gis-in-health>

Dickinson-Gibbons, J. & Chakraborti, S. (2003), *Nonparametric statistical inference* (4th ed.), New York: Marcel Dekker.

Getis, A. & Ord, J. K. (1995), *Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application*, *Geographical Analysis*, Vol. 27 (No. 4), pp. 286–306.

Getis, A. (2008), A history of the concept of spatial autocorrelation: a geographer's perspective, *Geographical Analysis*, Vol. 40 (No. 3), pp. 297–309.

Kvam, R. H. & Vidakovic, B. (2007), *Nonparametric statistics with applications to science and engineering*, New Jersey: Wiley.

May, J.M. (1950), Medical geography: its methods and objectives, *Geographical Review*, Vol. 40 (No. 9), pp. 9-41.

Pfeiffer, D. U., Robinson, T. P., Stevenson, M., Stevens, K. B., Rogers, D. J. & Clements, A. C. (2008), *Spatial analysis in epidemiology*, Oxford: Oxford University Press.

Poh-Chin, L., Fun-Mun, S. & Ka-Wing, C. (2009), *Spatial epidemiological approaches in disease mapping and analysis*, New York: CRC Press.

Smith, T. E. (n.d.), *Spatial weight matrices* [pdf], University of Pennsylvania, Ανακτήθηκε 03 Ιουλίου, 2015, διαθέσιμο στο URL: [http://www.seas.upenn.edu/~ese502/lab-content/extra\\_materials/SPATIAL%20WEIGHT%20MATRICES.pdf](http://www.seas.upenn.edu/~ese502/lab-content/extra_materials/SPATIAL%20WEIGHT%20MATRICES.pdf)

Smith, T. E. (n.d.), *Notebook for spatial data analysis: spatial point pattern analysis* [pdf], University of Pennsylvania, Ανακτήθηκε 03 Ιουλίου, 2015, διαθέσιμο στο URL: [http://www.seas.upenn.edu/~ese502/NOTEBOOK/Part\\_I/2\\_Models\\_of\\_Spatial\\_Randomness.pdf](http://www.seas.upenn.edu/~ese502/NOTEBOOK/Part_I/2_Models_of_Spatial_Randomness.pdf)

Souris, M. & Bichaud, L. (2011), Statistical methods for bivariate spatial analysis in marked points. examples in spatial epidemiology, *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology*, Vol. 2 (No. 4), pp. 227–234.

Thioulouse, J., Chessel, D. & Champely, S. (1995), Multivariate analysis of spatial patterns: a unified approach to local and global structures, *Environmental and Ecological Statistics*, Vol. 2 (No. 1), pp. 1–14.

#### ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Γκολφινόπουλου, Κ & Λάμπρου, Α. (2014), *Συστήματα επιδημιολογικής επιτήρησης των λοιμωδών νοσημάτων στην Ελλάδα: δράσεις και στόχοι για το άμεσο μέλλον*, Ενημερωτικό Δελτίο ΚΕΕΛΠΝΟ, Ανακτήθηκε 11 Ιουλίου, 2015, από το URL: <http://www2.keelpno.gr/blog/?p=5034>

Επίσημη ιστοσελίδα ΚΕΕΛΠΝΟ

- ΚΕΕΛΠΝΟα

ΚΕΕΛΠΝΟ (χ.χ.), *Σκοπός του Κέντρου Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων*, Ανακτήθηκε 18 Μαΐου, 2015, από το URL:

<http://www.keelpno.gr/el-gr/%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%B5%CE%B5%CE%BB%CF%80%CE%BD%CE%BF/%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CF%8C%CF%82.aspx>

- ΚΕΕΛΠΝΟΒ

ΚΕΕΛΠΝΟ (χ.χ.), *Σύστημα Υποχρεωτικής Δήλωσης*, Ανακτήθηκε 23 Μαΐου, 2015, από το URL:

<http://www.keelpno.gr/el->

[gr/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1/%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%87%CF%81%CE%B5%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82%CE%B4%CE%AE%CE%BB%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82.aspx](http://www.keelpno.gr/el-gr/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1/%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%87%CF%81%CE%B5%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82%CE%B4%CE%AE%CE%BB%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82.aspx)

- ΚΕΕΛΠΝΟγ

ΚΕΕΛΠΝΟ (χ.χ.), *Διαδραστικός Πίνακας Συχνότητας Κρουσμάτων*, Ανακτήθηκε 18 Μαΐου, 2015, από το URL:

<http://www.keelpno.gr/el->

[gr/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1/%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1.aspx](http://www.keelpno.gr/el-gr/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1/%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1.aspx)

GISGeography.com (2015), *What is spatial autocorrelation?*, Ανακτήθηκε στις 03 Ιουλίου, 2015, από το URL: <http://gisgeography.com/spatial-autocorrelation-moran-i-gis/>

U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey (2013), *Landsat Project Description*, Ανακτήθηκε στις 11 Ιουλίου, 2015, από το URL: [http://landsat.usgs.gov/about\\_project\\_descriptions.php](http://landsat.usgs.gov/about_project_descriptions.php)

#### ΘΕΣΜΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ

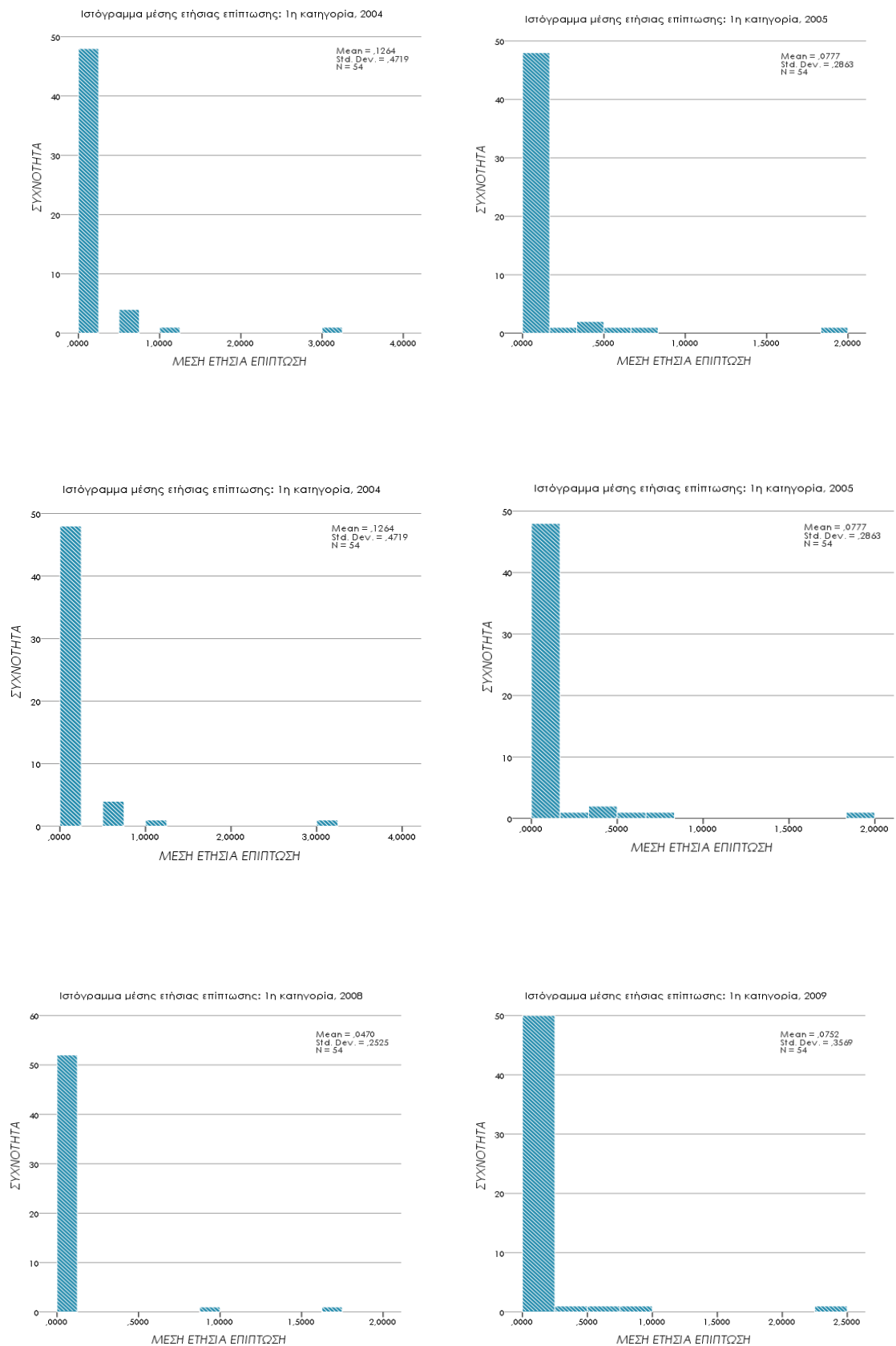
N. 2071/1992: «Εκσυγχρονισμός και οργάνωση συστήματος υγείας», ΦΕΚ 123/Α΄/15.07.1992

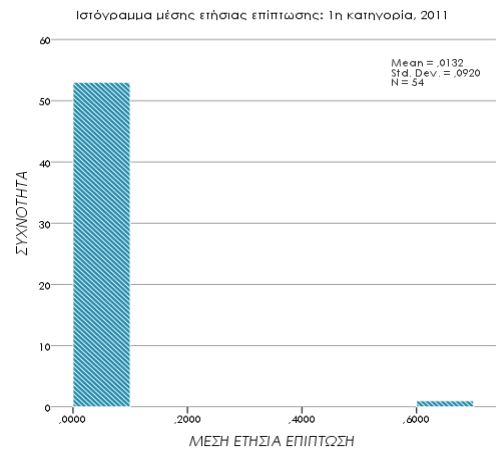
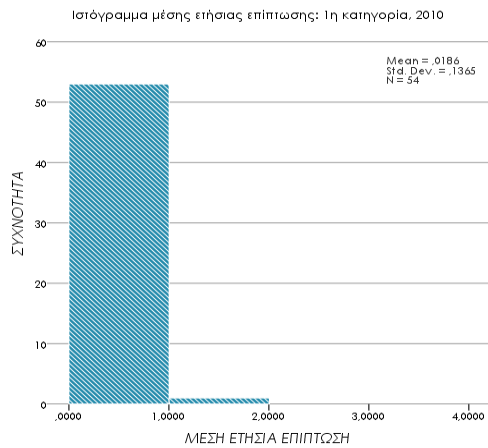
N. 2472/1997: «Προστασία του ατόμου από την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα», ΦΕΚ 220/Α΄/03.11.2008



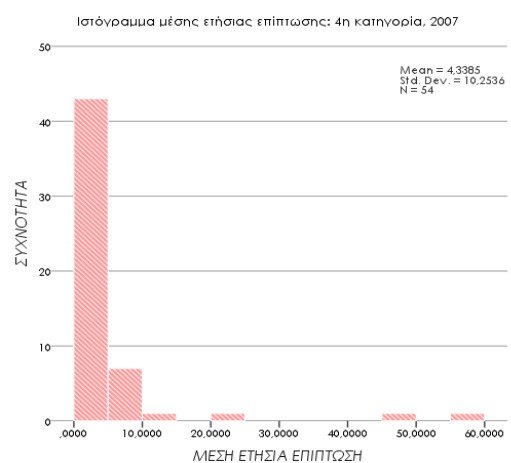
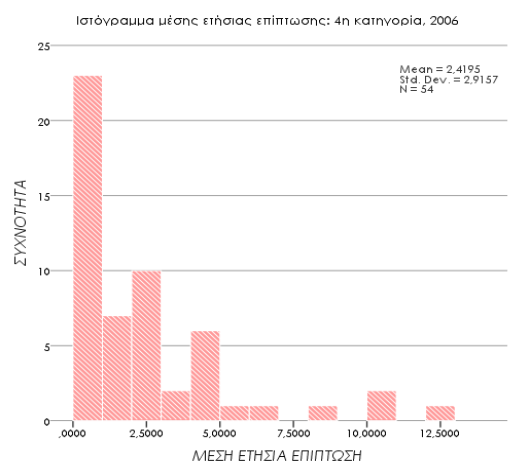
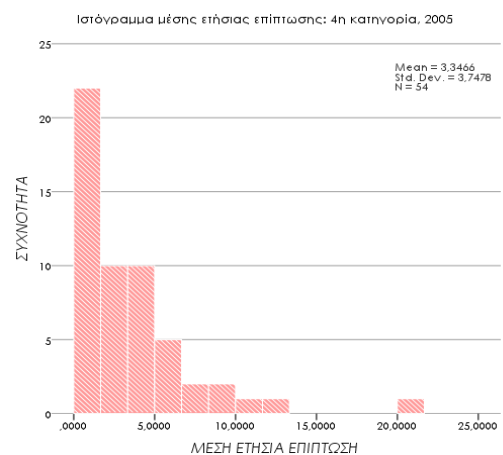
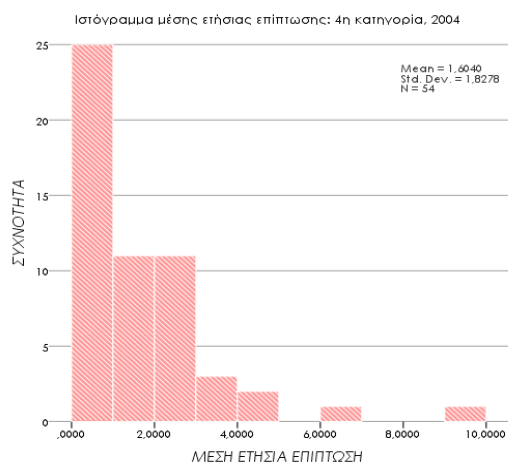
## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

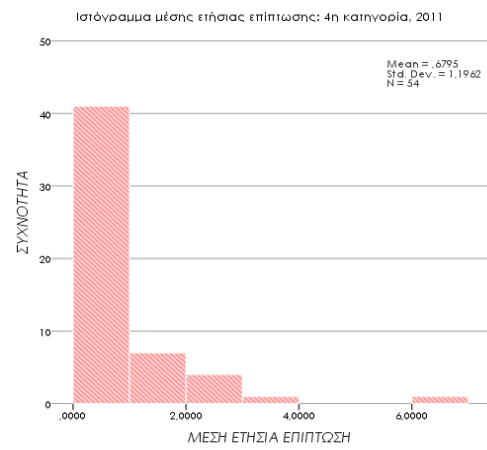
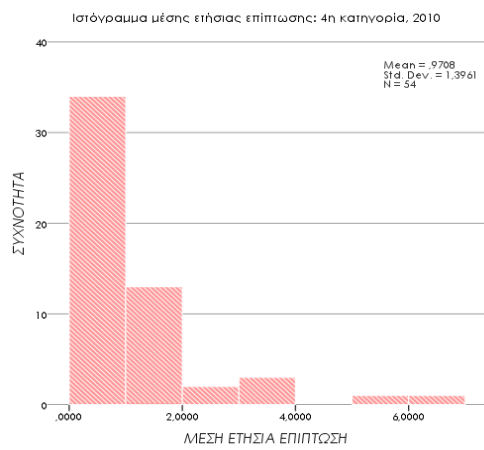
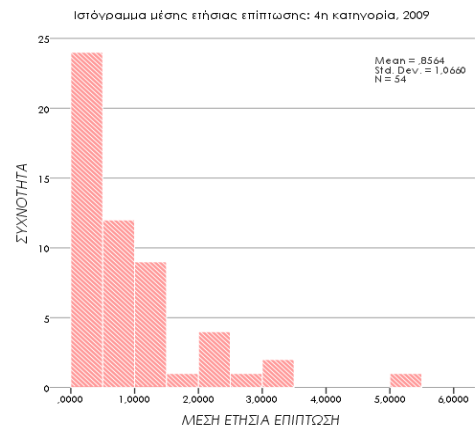
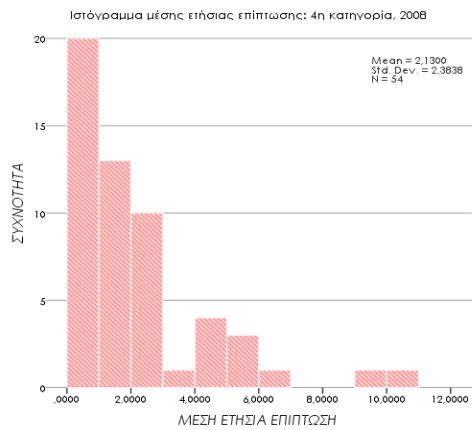
## Διάγραμμα παραρτήματος 1: Ετήσια ιστογράμματα επίπτωσης 1ης κατηγορίας



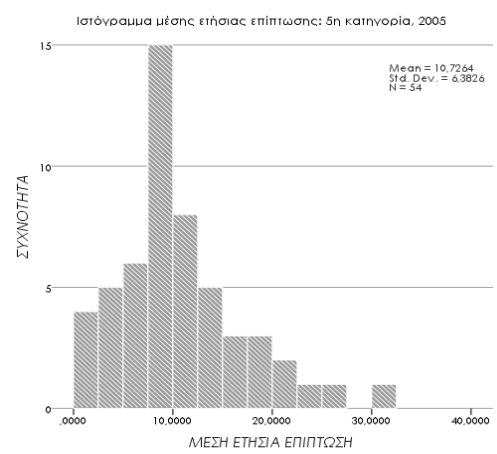
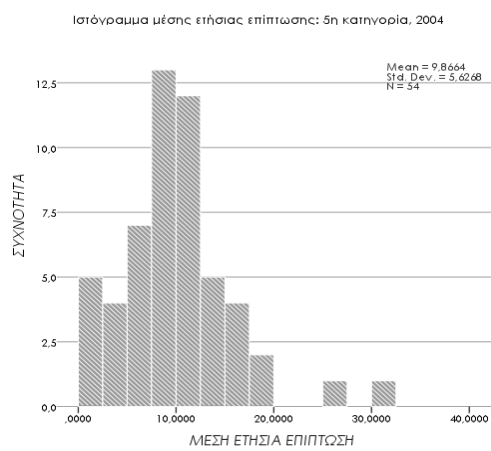


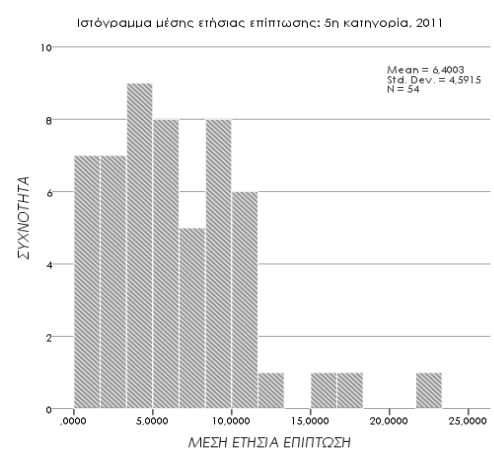
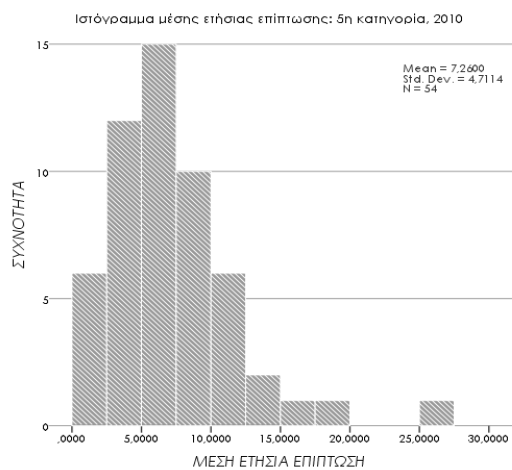
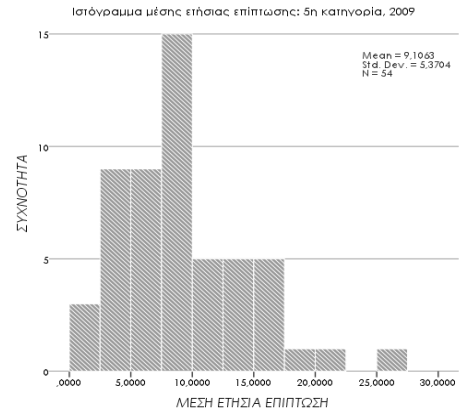
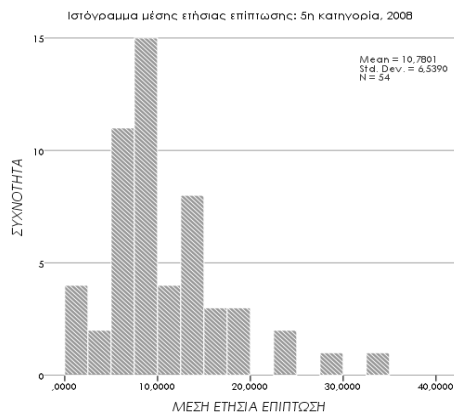
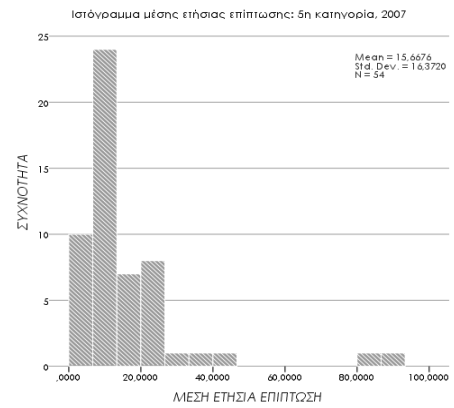
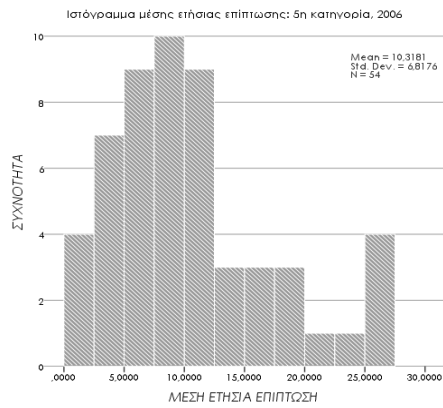
## Διάγραμμα παραρτήματος 2: Ετήσια ιστογράμματα επίπτωσης 2ης κατηγορίας



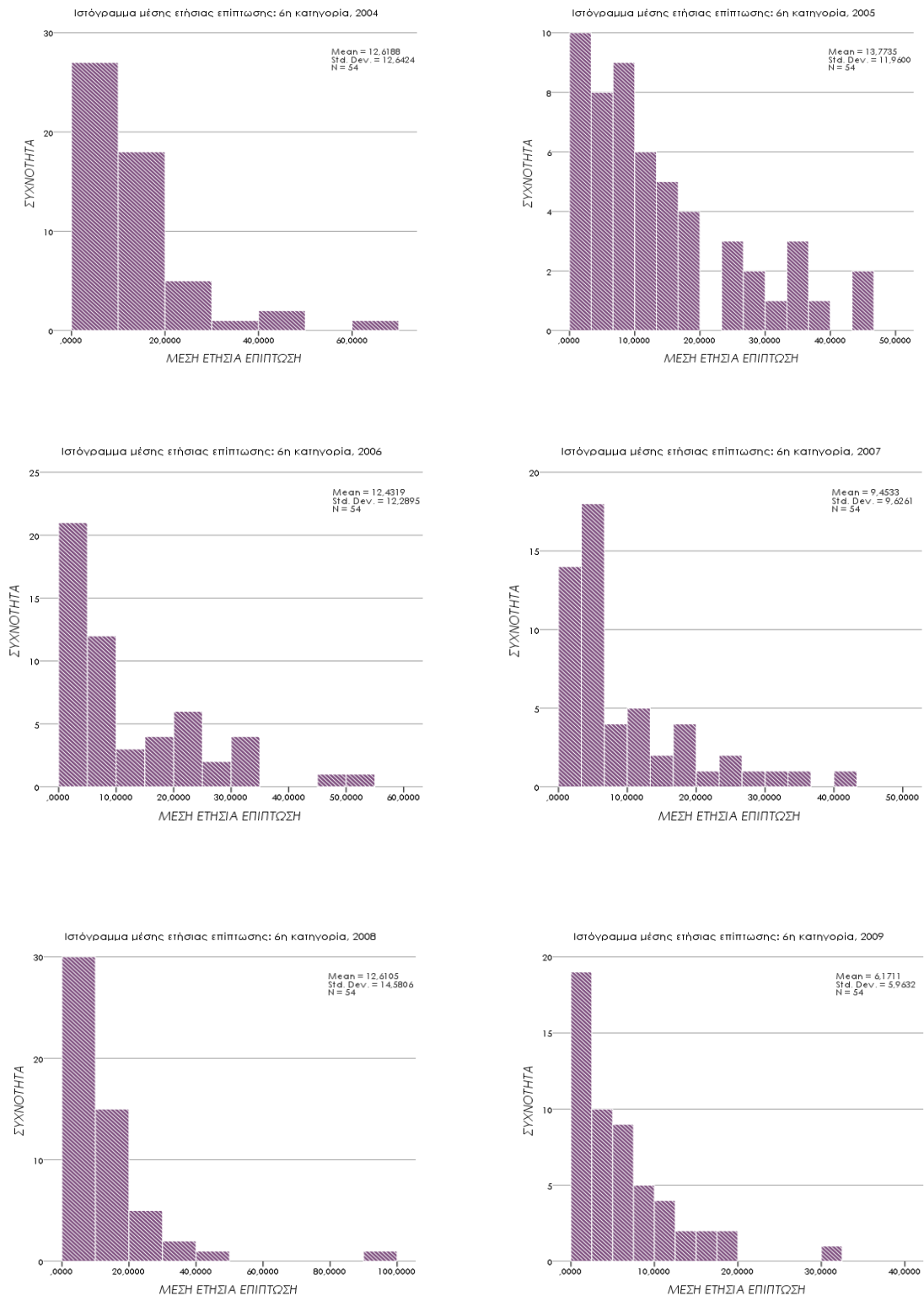


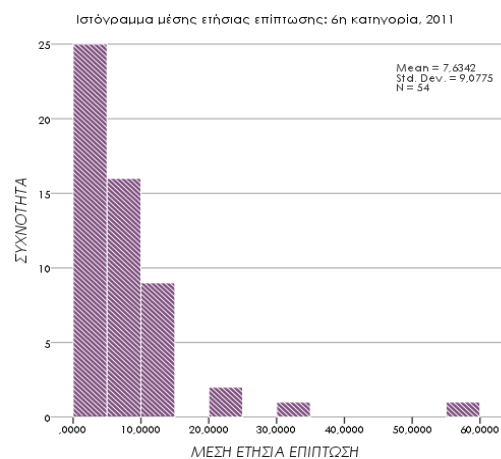
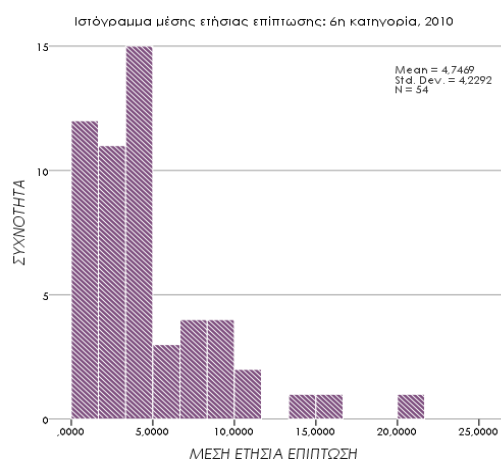
### Διάγραμμα παραρτήματος 3: Ετήσια ιστογράμμοτα επίπτωσης 3ης κατηγορίας





#### Διάγραμμα παραρτήματος 4: Ετήσια ιστογράμματα επίπτωσης 4<sup>ης</sup> κατηγορίας





*Διάγραμμα παραρτήματος 5: Ετήσια ιστογράμματα επίπτωσης 5ης κατηγορίας*

