



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ - ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ & ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η Σπλαχνική Λεϊσμανίαση, ένα πρόβλημα Δημόσιας Υγείας στην Ελλάδα. Επιδημιολογική μελέτη με τη χρήση χωρικών μεθόδων και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών G.I.S.

Δήμητρα Σηφάκη-Πιστόλλα,
Γεωγράφος, GIS analyst

Επιβλέποντες:

1. Μαρία Αντωνίου, Επίκουρος καθηγήτρια Παρασιτολογίας, Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Κρήτης.
2. Νικόλαος Τζανάκης, Αναπληρωτής καθηγητής Επιδημιολογίας, Πνευμονολόγος, Ιατρική σχολή Πανεπιστημίου Κρήτης.

Περιεχόμενα

	Ευχαριστίες.....	3
	Περίληψη.....	4
	Summary.....	5
1	Εισαγωγή.....	6
1.1	Σκοπός της εργασίας.....	6
2	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	7
2.1.	Η λείσμανίαση και το παράσιτο <i>Leishmania</i>	7
2.1.1.	Το παράσιτο και τρόπος μετάδοσης.....	7
2.1.2.	Κλινικές μορφές της λείσμανίασης.....	8
2.1.3.	Ιστορικά στοιχεία.....	8
2.2.	Επιδημιολογία της ασθένειας.....	9
2.2.1.	Επιδημιολογία στον άνθρωπο και το σκύλο.....	10
2.3.	Σ.Γ.Π –Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS).....	12
2.3.1.	Λειτουργικές δυνατότητες Σ.Γ.Π.....	14
2.3.2	Σύντομη ιστορική διαδρομή.....	14
2.4.	Εφαρμογές Σ.Γ.Π. στην επιδημιολογία.....	15
2.5.	Χωρική Ανάλυση και Σ.Γ.Π.....	16
2.6.	Σ.Γ.Π. και Δημόσια Υγεία.....	18
3.	Υλικά και Μέθοδοι.....	18
3.1.	Ερωτηματολόγιο.....	18
3.2.	Μεθοδολογία Χωρικής Ανάλυσης.....	20
3.3.	Μεθοδολογία Στατιστικής Ανάλυσης.....	23
3.4.	Σύνδεση δύο Μεθόδων.....	24
4.	Αποτελέσματα.....	25
4.1.	Χωρική ανάλυση.....	25
4.2.	Στατιστική ανάλυση.....	38
5.	Συμπεράσματα.....	42
6.	Συζήτηση.....	45
7.	Βιβλιογραφία.....	48
8.	Παράρτημα.....	55

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου κ. Τζανάκη Νικόλαο (καθηγητής Επιδημιολογίας, Πνευμονολόγος, Σύμβουλος στη Πνευμονολογική κλινική, Ιατρική σχολή Πανεπιστημίου Κρήτης) και Μαρία Αντωνίου (Επίκουρη καθηγήτρια Παρασιτολογίας, Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Κρήτης) οι οποίοι μου παρείχαν άρτια επιστημονική καθοδήγηση για την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας. Ειδικότερα, τη κ.Αντωνίου για την ηθική στήριξη, την βοήθεια, καθώς και την καθοδήγηση της στη κατανόηση του θέματος και των ιδιαιτεροτήτων της υπό εξέταση νόσου αλλά και σε κάθε επιστημονικό πρόβλημα που είχα να αντιμετωπίσω.

Παράλληλα, το κ. Τζανάκη για τη συνεχή του βοήθεια και τη στήριξη σε ποικίλες παράλληλες ερευνητικές συνεργασίες μας καθώς για τις γνώσεις που πήρα από εκείνον με τη παρακολούθηση των μαθημάτων του κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου στο μάθημα της επιδημιολογίας του ΠΜΣ Δημόσιας Υγείας και Διοίκησης Υπηρεσιών Υγείας στην Ιατρική Σχολή Κρήτης.

Επιπρόσθετα, θα ιδιαίτερος σημαντική ήταν η βοήθεια και η συμβολή του κ. Παντελή Νταή στη παροχή των δεδομένων που ο ίδιος είχε χρησιμοποιήσει στην διδακτορική του διατριβή. Επίσης, για τη ευρύτερη βοήθεια εκείνου καθώς και της κ.Βασιλικής Χριστοδούλου προς τη κατανόηση του θέματος και της μέχρι τώρα δουλειάς τους.

Καθοριστικό ρόλο διαδραμάτισαν οι καθηγητές του Τμήματος Γεωγραφίας Πανεπιστημίου Αιγαίου, για τις γνώσεις πάνω στη χωρική ανάλυση και την επιστήμη της Γεωγραφίας.

Σημαντικότερος παράγοντας για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής εργασίας αλλά και για την ολοκλήρωση των σπουδών και των πρόσφατων επαγγελματικών μου επιλογών στάθηκε η στήριξη όλων των μελών της οικογένειας μου. Ειδικότερα, την μητέρα και το πατέρα μου οι οποίοι ήταν πάντα δίπλα μου σε κάθε νέο εγχείρημα, με στήριζαν και με βοηθούσαν με αξιοπρέπεια και αγάπη. Τέλος, ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ στην αδερφή μου Αναστασία, της οποίας η παρουσία αλλά και η συναισθηματική υποστήριξη ήταν καταλυτική. Μου έδινε συνεχώς κίνητρα για να προχωρώ και να δημιουργώ και για τις δυο μας.

Περίληψη

Οι λείσμανιάσεις είναι μια ομάδα παρασιτικών ασθενειών που προκαλούνται από τα παράσιτα του γένους *Leishmania*. Προσβάλλουν τον άνθρωπο, τα άγρια και τα κατοικίδια ζώα και ενδημούν σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές όπως και σε χώρες της Νοτίου Ευρώπης. Περιλαμβάνονται μεταξύ των 6 σημαντικότερων νοσημάτων παρασιτικής αιτιολογίας παγκοσμίως (World Health Organization). Τα τελευταία δέκα χρόνια παρατηρείται έντονη και ανησυχητική γεωγραφική επέκταση των κρουσμάτων. Στην αύξηση των κρουσμάτων συντελεί η οικονομική ανάπτυξη, οι κλιματολογικές και περιβαλλοντικές αλλαγές που ευνοούν την μετακίνηση των εντόμων – διαβιβαστών ξενιστών σε χώρες που μέχρι πρόσφατα δεν υπήρχαν, η αυξημένη μετανάστευση από ενδημικές χώρες καθώς και ο αυξημένος αριθμός ταξιδιωτών, παγκοσμίως.

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι να μελετήσει τη διασπορά της λείσμανιάσης στην Ελλάδα και τη σημασία της στην Δημόσια Υγεία, συσχετίζοντας τη διασπορά της νόσου σε σκυλιά (ξενιστής παρακαταθήκη του παράσιτου υπεύθυνου για τη σπλαχνική λείσμανιάση) και ανθρώπους. Στοχεύει στην αποτύπωση της παρούσας κατάστασης στη χώρα, τη συσχέτιση της με παράγοντες κινδύνου (περιβαλλοντικούς και επιδημιολογικούς), για την αποτύπωση χρήσιμων συμπερασμάτων που θα αφορούν στη μελλοντική πορεία της ασθένειας στο χώρο και το χρόνο. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν χωρικές μέθοδοι ανάλυσης, κάνοντας χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS 9.3), καθώς και βιοστατιστικής ανάλυσης στο SPSS 19.00. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων για τη χωρική ανάλυση ήταν το ερωτηματολόγιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος EDEN (EDEN-Leish vet questionnaire “Veterinary survey on epidemiology and control of canine Leishmaniasis”), η εγκυρότητα του οποίου είχε αποδειχθεί σε προηγούμενη μελέτη. Έτσι, δημιουργήθηκαν χάρτες κατανομής: της οροθετικότητας των σκυλιών έναντι της Λείσμανίας (%) ανά Νομό, του αριθμού των μολυσμένων με Λείσμανια σκύλων με βάση την ερώτηση 6 από το ερωτηματολόγιο, καθώς και των παραγόντων κινδύνου για τη νόσο (όπως η μέση ετήσια θερμοκρασία, βροχόπτωση, η ταχύτητα ανέμου, υγρασία, ο αγροτικός και αστικός πληθυσμός ανά Νομό, τα είδη των σκνιπών που συναντιούνται στις υπό μελέτη περιοχές). Παράλληλα, αναδείχθηκαν περιοχές υψηλού κινδύνου στην Ελλάδα μέσω της πολυκριτηριακής ανάλυσης με περιβαλλοντικούς παράγοντες κινδύνου και δημιουργήθηκαν χάρτες ανάδειξης ζωνών επιρροής της νόσου αναδεικνύοντας έτσι τη διακύμανση της νόσου στην Ελλάδα ακόμα και σε περιοχές όπου δεν υπήρχαν διαθέσιμα επιδημιολογικά δεδομένα. Αυτό υλοποιήθηκε με την εφαρμογή χωρικών μοντέλων εξομάλυνσης τιμών-splines και της χωρικής παρεμβολής (cokriging).

Παρατηρήθηκε χωρική ετερογένεια και μεταβλητότητα της κατανομής της ασθένειας στην Ελλάδα όπου παρουσιάζονται ποσοστά οροθετικότητας στα σκυλιά από 7% έως 59%. Από το χάρτη 8, αναδεικνύονται οι περιοχές υψηλού κινδύνου (όπως ο Νομός Λασιθίου, Δωδεκανήσου, Ηλείας, Βόρειας και Νότιας Αττικής, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Κέρκυρας και Θεσσαλονίκης), και συμπεράσματα για τη δυναμική της ασθένειας. Από το χάρτη πρόβλεψης (χάρτης 11) αναδεικνύονται περιοχές με υψηλά ποσοστά μολυσμένων σκύλων ανά 50τχλμ. Προβλέπει 5 έως 35 μολυσμένους σκύλους ανά 50τχλμ. Οι νέες περιοχές με μεγαλύτερο αριθμό μολυσμένων σκύλων είναι οι Νομοί της Πελοποννήσου. Το ερωτηματολόγιο είναι ένα βασικό εργαλείο της επιδημιολογίας και με τη χρήση GIS δίνει τη δυνατότητα

στον ερευνητή να διεξάγει αξιόπιστες μελέτες με ελάχιστα έξοδα και σε μικρό χρονικό διάστημα. Παρέχει στον ερευνητή τη δυνατότητα καταγραφής της παρούσας κατάστασης, καθώς και της δυναμικής της ασθένειας ώστε να εφαρμοστούν τα κατάλληλα μέτρα πρόληψης για τη Δημόσια Υγεία.

Summary

Leishmaniasis are a group of parasitic diseases caused by parasites of the genus *Leishmania*. *Leishmania* infects humans, wild and domestic animals and the disease caused is endemic in tropical and subtropical as well as southern European countries. It is the second most important disease of protozoan origin and among the 6 major parasitic diseases, worldwide, (World Health Organization). During the last ten years geographic spread of the disease is recorded due to: economic growth, climatic and environmental changes that favor the movement of insect-vectors to countries in which they could not survive earlier, increased immigration from endemic countries and increased traveling.

The aim of the present study is to determine the prevalence of the disease in Greece and its importance in Public Health, by correlating the disease's prevalence in dogs (reservoir host of visceral leishmaniasis) and humans. The portrayal of the present status of the disease and the correlation of its geographical spread with various risk factors (environmental and epidemiological) are the main goals in order to achieve useful conclusions regarding its future dynamic in space and time. Spatial methods were applied using GIS 9.3 environment as well as bio-statistical methods using SPSS 19.00. The EDEN questionnaire (EDEN-Leish vet questionnaire "Veterinary survey on epidemiology and control of canine Leishmaniasis") was used as the main tool for selecting data for Greece. The questionnaire's validity was proved in a previous study. Consequently, distribution maps of dog seropositivity (%) and number of infected dogs (question 6 of the questionnaire) were created. High risk areas, in Greece, emerged through multicriteria analysis of environmental risk factors (such as annual mean temperature, humidity, wind speed, rainfall, rural and urban population and sand flies species present in the area under investigation). Buffer zones of the disease's influence and a spatial prediction map were created (even in areas where no data was available, through spatial splines and cokriging interpolation models).

Spatial heterogeneity and variability of the disease became evident in the country, with dog seropositivity varying from 7% to 59% in different prefectures. Risk areas are highlighted in map 8 and the dynamic of the disease becomes apparent in map 9, which provides the risk in each area. High risk areas were found to be: Lasithi, Dodekanisos, Ilias, North and South Attiki, Aitolokarnania, Fthiotida, Kerkira and Thessaloniki prefectures. Map 11, provides the prediction of the spread of the disease where regions are presented with the number of infected dogs per 50km². The questionnaire is a useful tool in epidemiology; qualitative analysis of the questionnaire results, using GIS technology, provides the possibility to perform reliable epidemiological studies with low expense and in short time. It provides the researcher with the possibility to detect the present status of the disease as well as its future dynamic in order to apply the appropriate measures to safeguard Public Health.

1. Εισαγωγή

Οι λείσμανιάσεις είναι μια ομάδα παρασιτικών ασθενειών που προκαλούνται από παράσιτα του γένους *Leishmania*. Προσβάλλουν τον άνθρωπο, τα άγρια και τα κατοικίδια ζώα και ενδημούν σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές όπως και σε χώρες της Νοτίου Ευρώπης (Herwaldt, 1999; Roberts et al., 2000, Davies, 2003). Ουσιαστικά η λείσμανίαση είναι γεωγραφικά κατανεμημένη σε όλες τις ηπείρους εκτός από την Ανταρκτική και τα νησιά του Ειρηνικού (Reale, 1999; Dereure et al., 1999; Davies, 2003). Αποτελεί τη δεύτερη σοβαρότερη ασθένεια πρωτοζωικής αιτιολογίας, παγκοσμίως. Στον κατάλογο του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας η νόσος περιλαμβάνεται μεταξύ των 6 σημαντικότερων τροπικών νοσημάτων (World Health Organization)/Ερευνα Τροπικών Νοσημάτων (WHO, 1990), ενώ τα τελευταία δέκα χρόνια παρατηρείται έντονη γεωγραφική επέκταση των κρουσμάτων. Συγκεκριμένα, παγκοσμίως έχουν μολυνθεί 12 εκατομμύρια άτομα με σοβαρές επιπτώσεις για την υγεία τους (Herwaldt, 1999; WHO, 2004; WHO, 2007). Ο Π.Ο.Υ υποστηρίζει ότι το 2002, ο αριθμός των νέων κρουσμάτων κυμαινόταν στους 2,357,000 ετησίως, από 88 διαφορετικές χώρες (66 χώρες του Παλαιού Κόσμου και 22 του Νέου Κόσμου) (Gradoni, 1984; Gramiccia et al. 2003; Guan, Zuo et al. 2003; Nasereddin; Baneth et al. 2005). Στην αύξηση των κρουσμάτων συντελεί η οικονομική ανάπτυξη, οι κλιματολογικές και περιβαλλοντικές αλλαγές που ευνοούν την μετακίνηση των εντόμων – διαβιβαστών σε χώρες που μέχρι πρόσφατα δεν υπήρχαν, η αυξημένη μετανάστευση από ενδημικές χώρες καθώς και ο αυξημένος αριθμός ταξιδιωτών παγκοσμίως (Campino et al. 2008). Ένταση στο γεγονός προσδίδει η διπλή μόλυνση του ανθρώπου με το παράσιτο *Leishmania* και τον Ιό της Ανθρώπινης Ανοσοανεπάρκειας (Human Immunodeficiency Virus, HIV) στις αναπτυσσόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες (Desjeux 2001; Wolday, Berhe et al. 2001; Desjeux 2004) αφού αυξάνει τον κίνδυνο ανάπτυξης σπλαχνικής λείσμανίασης 100 – 1000 φορές (WHO, 2006).

Η λοίμωξη προκαλείται από 20 και πλέον είδη *Leishmania*, τα οποία μεταδίδονται από τα ζώα στον άνθρωπό ή από άνθρωπο σε άνθρωπο μέσω αιματοφάγου διαβιβαστή ξενιστή, τη σκνίπα, και ανάλογα με τον τρόπο μετάδοσης είναι ζωνόσος ή ανθρωπονόσος, αντίστοιχα. Παρόλο που αποτελούν σοβαρό πρόβλημα για τη Δημόσια Υγεία, οι λείσμανιάσεις, μέχρι πρότινος, δεν θεωρούνταν απειλή για το Δυτικό Κόσμο. Τα τελευταία όμως χρόνια τα περιστατικά αυξάνονται και θα είχε μεγάλο ενδιαφέρον να μελετηθεί η επιδημιολογική κατανομή τους και στη χώρα μας.

1.1. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι να μελετήσει τη διασπορά της σπλαχνικής λείσμανίασης στην Ελλάδα και τη σημασία της στην Δημόσια Υγεία, συσχετίζοντας τη διασπορά της νόσου σε σκυλιά (ξενιστής παρακαταθήκη του παράσιτου υπεύθυνου για τη σπλαχνική λείσμανίαση) και ανθρώπους. Στοχεύει στην αποτύπωση της παρούσας κατάστασης στη χώρα, τη συσχέτιση της με παράγοντες κινδύνου (περιβαλλοντικούς και επιδημιολογικούς), για την αποτύπωση χρήσιμων συμπερασμάτων που θα αφορούν στη μελλοντική πορεία της ασθένειας στο χώρο και το χρόνο. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν χωρικές μέθοδοι ανάλυσης,

κάνοντας χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, καθώς και βιοστατιστικής, ανάλυσης / συσχέτισης. Το εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί για να δώσει τα δεδομένα για όλη την Ελλάδα, είναι το ερωτηματολόγιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος του EDEN (EDEN-Leish vet questionnaire “Veterinary survey on epidemiology and control of canine Leishmaniasis”), το οποίο θα παρουσιαστεί εκτενέστερα σε ακόλουθη ενότητα.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1. Η λείσμανίαση και το παράσιτο *Leishmania*

2.1.1. Το παράσιτο και ο τρόπος μετάδοσής του

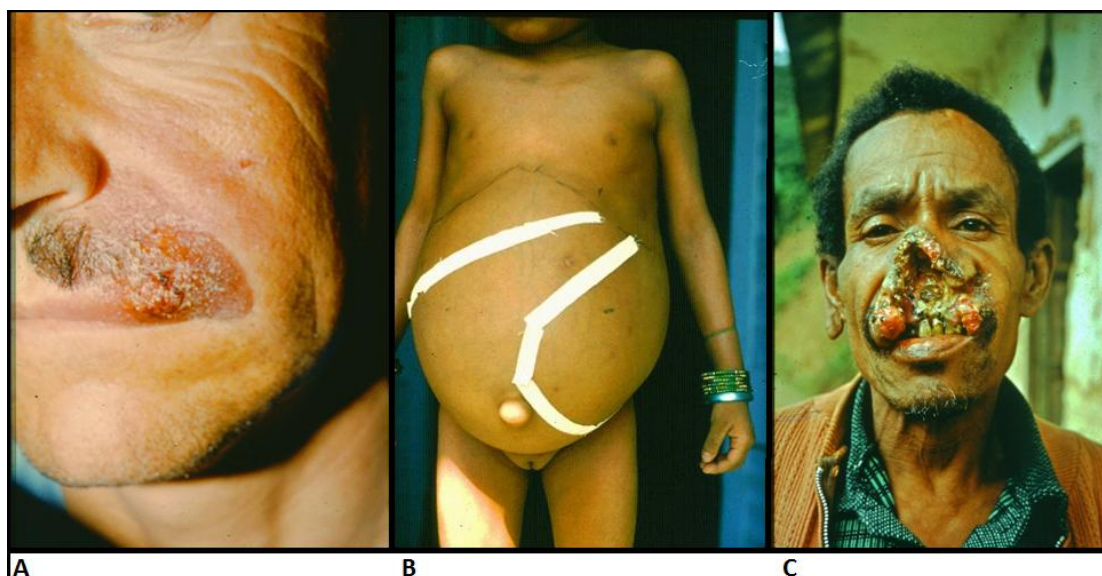
Όπως προαναφέρθηκε, η ασθένεια προκαλείται από είκοσι είδη *Leishmania* (ενδοκυτταρικό πρωτόζωο που ανήκει στο φύλο: *Sarcomastigophora*, οικογένεια: *Trypanosomatidae*, γένος: *Leishmania*, (Molyneux and Killick-Kendrick, 1987; WHO, 1996; Slappendel and Ferrer 1998; Kassai *et al.*, 1998; Baneth *et al.*, 2005)), και μεταδίδεται με τριάντα είδη φλεβοτόμων (σκνίπα). Ο πολλαπλασιασμός του παράσιτου πραγματοποιείται σε δύο ξενιστές, στο σπονδυλωτό ξενιστή (άνθρωπο, σκυλί, τρωκτικά και σπανιότερα ερπετά και αμφίβια) και στο έντομο-διαβιβαστή (σκνίπα).

Στη Μεσόγειο, και στην Ελλάδα, έχουν ταυτοποιηθεί με ισοενζυμική ανάλυση η *L. infantum*, η *L. donovani*, η *L. tropica* και η *L. major*. Η *L. infantum* είναι η αιτία της σπλαχνικής λείσμανίασης (ΣΛ) στον άνθρωπο και στο σκύλο (ΣΣΛ) σε όλες τις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου και προκαλεί και δερματική λείσμανίαση στον άνθρωπο στην Κεντρική και Δυτική Ευρώπη. Η κατανομή της *L. tropica*, που είναι υπεύθυνη για τη δερματική λείσμανίαση αποκλειστικά στον άνθρωπο (ανθρωπονόσος), περιορίζεται στη Μέση Ανατολή, στην Τυνησία και στην Ελλάδα. Η *L. major*, η οποία προκαλεί δερματική λείσμανίαση και χρησιμοποιεί τα τρωκτικά σαν ξενιστή παρακαταθήκη (ζωονόσος), εξαπλώνεται σε όλη τη Βόρεια Αφρική και τη Μέση Ανατολή (Gradoni, *et al.*, 1984). Το παράσιτο μεταδίδεται από τα θηλυκά έντομα του γένους *Phlebotomus* μέσου των νυγμάτων τους (Killick - Kendrick, 2002).

Όσον αφορά στον ενδιάμεσο ξενιστή, υπάρχουν 800 είδη φλεβοτόμων, τα 70 εκ των οποίων μεταφέρουν τη *Leishmania*. Στην Ελλάδα, ιδιαίτερη σημασία για τη δημόσια υγεία έχουν οι *P. neglectus*, *P. perfiliewi*, *P. tobbi*, *P. similis* και *P. rapatasi* (Tesh, 1988; Killick-Kendrick, 1999). Τα είδη *P. perfiliewi* και *P. tobbi*, πιθανοί μεταδότες της *L. infantum*, αιτία της σπλαχνικής λείσμανίασης, έχουν τη μεγαλύτερη γεωγραφική εξάπλωση στη χώρα (Ivonić, *et al.*, 2007).

2.1.2. Κλινικές μορφές της λείσμανιάσης

Οι κλινικές μορφές της ασθένειας είναι ποικίλες και σχετίζονται άμεσα με το είδος του παράσιτου, την γεωγραφική του κατανομή και την κατάσταση του ανοσοποιητικού συστήματος του ξενιστή. Στον άνθρωπο οι λείσμανιάσεις κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες: τη σπλαχνική λείσμανιάση (ΣΛ ή kala azar), τη δερματική λείσμανιάση (ΔΛ) και τη βλεννογονοδερματική λείσμανιάση (ΒΔΛ ή espundia) (WHO, 1990).



Εικόνα 1: (A) Ασθενής με Δερματική Λείσμανιάση, (B) Ασθενής με Σπλαχνική Λείσμανιάση, (C) Ασθενής με Βλεννογονοδερματική Λείσμανιάση.

2.1.3. Ιστορικά στοιχεία

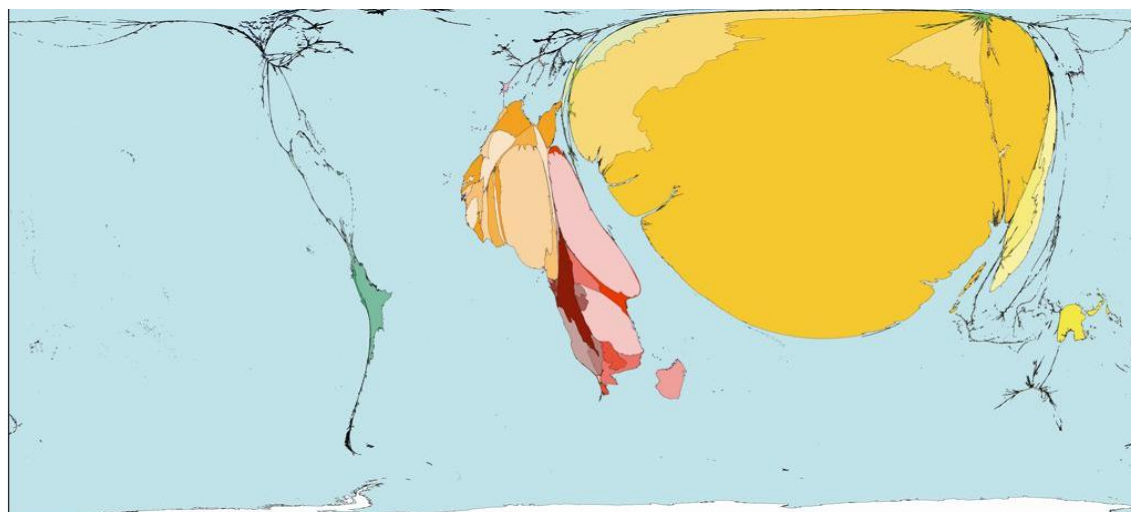
Μορφές της λείσμανιάσης είναι γνωστές από την αρχαιότητα. Για παράδειγμα, η δερματική λείσμανιάση με δερματικές αλλοιώσεις και παραμορφώσεις προσώπων συναντούνται σε αναπαραστάσεις αγγείων στο Εκουαδόρ και το Περού, της προ - Ίνκας περιόδου, από τον 1^ο αιώνα μ.Χ. (Lainson, 1987). Το 1898, ο Borovsky - Ρώσος στρατιωτικός γιατρός- παρατήρησε έναν πρωτοζωϊκό μικροοργανισμό σε δείγμα βιοψίας από δερματικές αλλοιώσεις (Borovsky, 1938). Λίγο αργότερα, το 1903 ο Leishman ταυτοποίησε το παράσιτο από το σπλήνα ενός Άγγλου στρατιώτη, ο οποίος είχε πεθάνει από τον "πυρετό Dum-dum" στην Ινδία (Leishman, 1903). Λίγους μήνες μετά, ο Donovan περιέγραψε πανομοιότυπους μικροοργανισμούς σε δείγμα σπλήνα μετά από παρακέντηση σε ζωντανό παιδί (Donovan, 1903). Αργότερα, τον ίδιο χρόνο, ο Major Ross ανακάλυψε τη σύνδεση αυτού του μικροοργανισμού και του kala azar και τον ονόμασε *Leishmania donovani* (Ross, 1903).

Στην Ελλάδα, η Σπλαχνική Λείσμανιάση αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1879 στις Σπέτσες ενώ αργότερα και σε άλλα νησιά όπως την Ύδρα το 1881 (Parissis and

Tetsis, 1881), την Κρήτη και τη Ζάκυνθο (Hart, 1986). Παράλληλα, εντοπίζεται στις περιφέρειες της Μακεδονίας (Βόρεια Ελλάδα), της Ηπείρου (Βορειοδυτική Ελλάδα) και της Αττικής (Tzamouranis, et al., 1984; Sideris, et al. 1996; Charalabides, et al., 1992; Kostoula, et al., 1993; Chaniotis and Tselentis 1995; Sideris, et al., 1999; Tselentis, et al., 1994; Maltezu, et al., 2000). Ο αριθμός των περιστατικών λειψμανίασης στους σκύλους είναι πολύ μεγαλύτερος σε σχέση με τον αριθμό περιστατικών στον άνθρωπο. Ανησυχητικό όμως είναι το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας οι αριθμοί των μολυσμένων σκύλων αυξάνονται ραγδαίως, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα ανθρώπινων κρουσμάτων (Antonίου, 2009; Christodoulou, 2011; Papadopoulou, et al., 2005).

2.2. Επιδημιολογία της ασθένειας

Η λειψμανίαση αποτελεί μια ασθένεια ετερογενούς κατανομής και διασποράς. Η κατανομή των περιστατικών δεν παρουσιάζει ομοιομορφία όσον αφορά στις ενδημικές περιοχές. Το 90% των περιστατικών Δερματικής λειψμανίασης παρουσιάζεται σε επτά χώρες (το Αφγανιστάν, την Αλγερία, την Βραζιλία, το Ιράν, Περού, τη Σαουδική Αραβία και τη Συρία), ενώ το 90% των περιστατικών ΣΛ εμφανίζεται σε αγροτικές και περιαστικές περιοχές πέντε χωρών (το Μπαγκλαντές, την Ινδία, το Νεπάλ, το Σουδάν και τη Βραζιλία) (WHO, 2004). Είναι γεγονός ότι επεκτείνεται από τα τροπικά δάση της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής μέχρι τις ερήμους της Δυτικής Ασίας. Υπολογίζεται ότι, το 2004, περίπου 3400 στρατιώτες από την Κολομβία μολύνθηκαν με ΔΛ όταν μετακινήθηκαν σε ενδημική περιοχή. Τα μεγαλύτερα ποσοστά κρουσμάτων ΔΛ καταγράφονται στην Καμπούλ (Αφγανιστάν) (εικόνα 2), όπου ο αριθμός των μολυσμένων ατόμων φτάνει τουλάχιστον στις 200.000, σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ. (WHO, 2002).



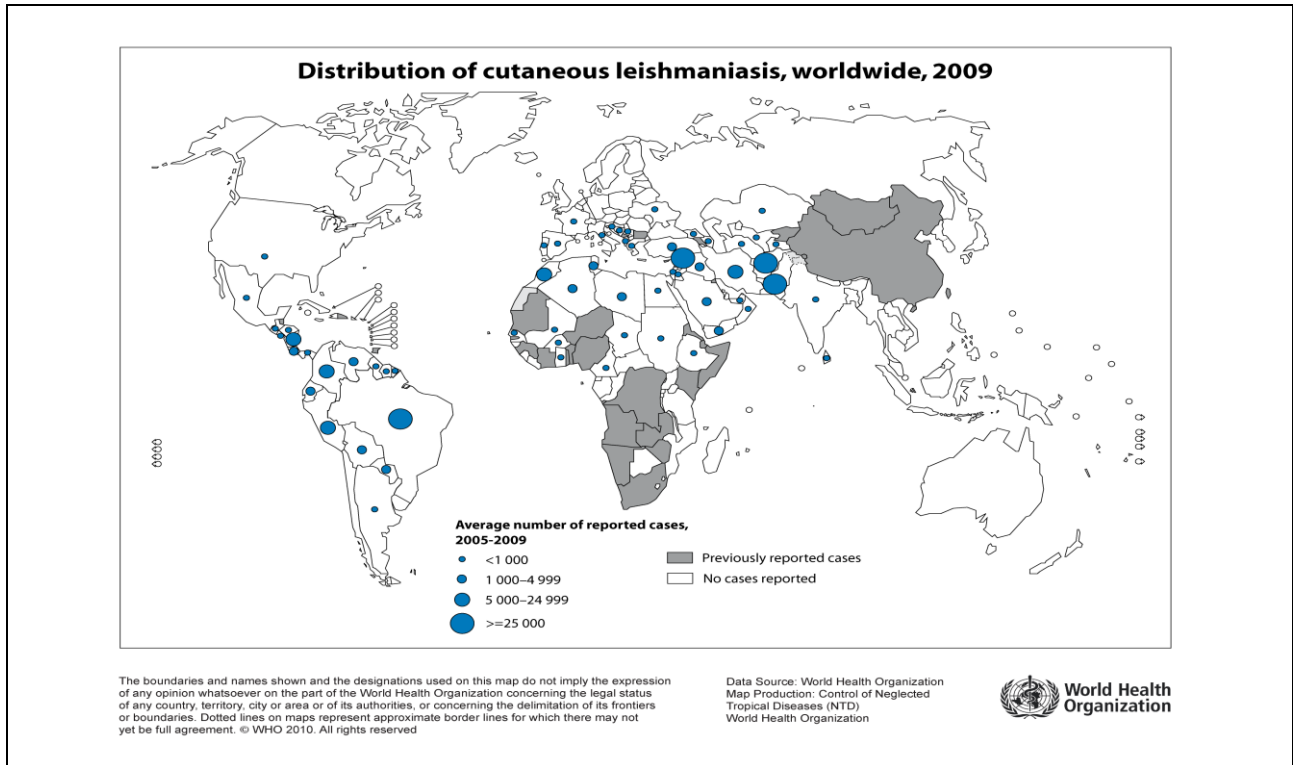
Εικόνα 2: χωρικές ανισότητες- λειψμανίαση, 2008, (χώρες προσαρμοσμένες στο μέγεθος κατ'αναλογία στον απόλυτο αριθμό θανάτων από τη νόσο), http://www.worldmapper.org/display_extra.php?selected=394

2.2.1. Επιδημιολογία στον άνθρωπο και το σκύλο

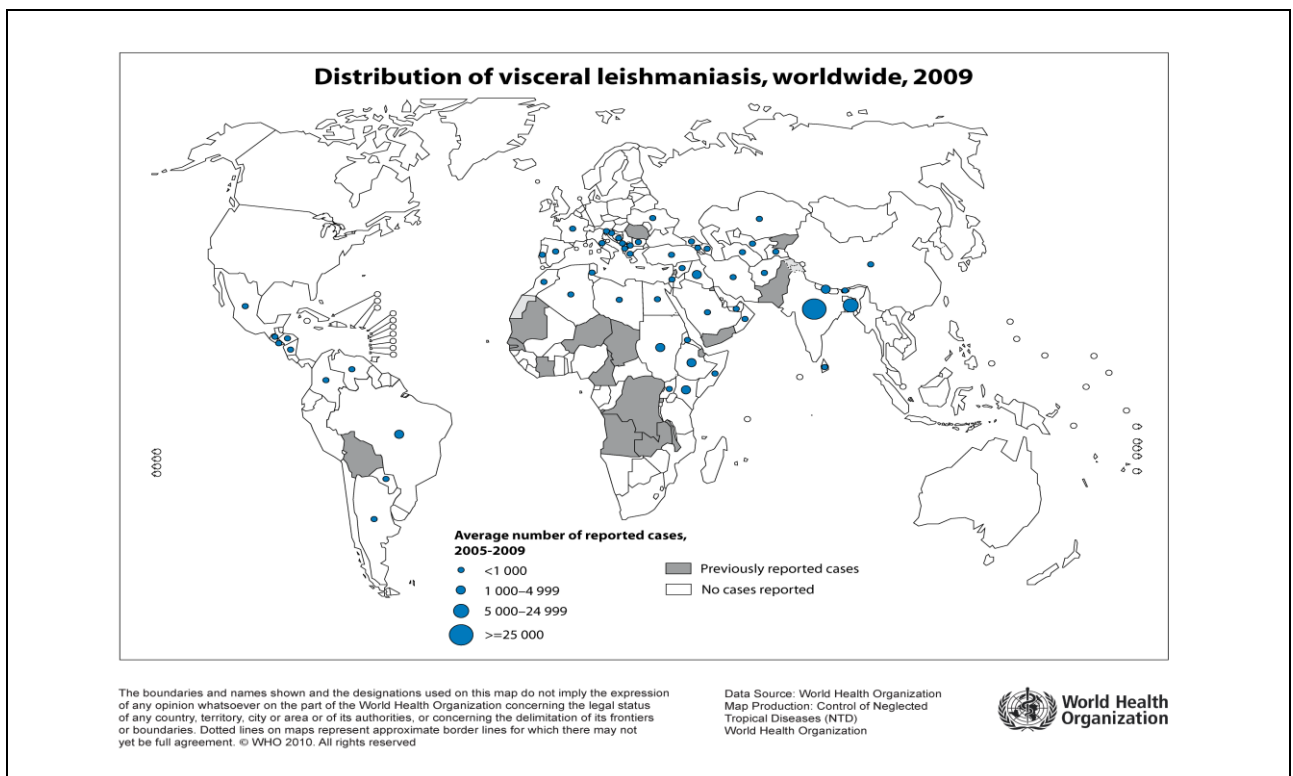
Η λείσμανίαση είναι μία ασθένεια στην οποία η πλειοψηφία των παραγόντων κινδύνου, που αυξάνουν την πιθανότητα ανάπτυξης της, αφορούν σε περιβαλλοντικούς παράγοντες (Desjeux, 2002; WHO, 2004). Αυτό ισχύει γιατί οι διαβιβάστες ξενιστές της νόσου (οι φλεβοτόμοι, σκνίπες), για να επιβιώσουν και να αναπτυχθούν σε μια περιοχή, εξαρτώνται από: το υψόμετρο, τη φυτοκάλυψη, τις μετεωρολογικές παραμέτρους, τους τύπους των εδαφών, τις οικολογικές διαταραχές, την παρουσία λατομείων και χωματερών, πρόχειρα κατασκευασμένων μαντρότοιχων, σπηλαιών καθώς και φωλιές τρωκτικών, αλλά και κοινωνικοοικονομικούς παραμέτρους της περιοχής και την αστικοποίηση.

Οι φλεβοτόμοι ζουν σε περιοχές με υψόμετρο 0-1000 μέτρα και την ανάπτυξη τους επηρεάζει η φυτοκάλυψη. Οι κλιματολογικές συνθήκες, οι τύποι των εδαφών αποτελούν σημαντικές παραμέτρους για την ανάπτυξη τους διότι οι φλεβοτόμοι αναπτύσσονται σε υγρά, σκιερά σημεία με άφθονη οργανική ύλη σε αποσύνθεση. Παράλληλα, σημαντικές είναι οι οικολογικές διαταραχές αφού οι φλεβοτόμοι δεν απομακρύνονται πάνω από 500 μέτρα από την εστία ανάπτυξης και το πολύ μέχρι 1000 μέτρα σε κατάσταση νηνεμίας. Η ανάπτυξη των φλεβοτόμων επηρεάζεται από την πολυπαραγοντική σύμπραξη ποικίλων παραγόντων. Ένας από αυτούς σχετίζεται και με τους κοινωνικοοικονομικούς παραμέτρους όπως η παρουσία στάβλων ζώων, κοτετσιών και άλλων. Τέλος, σημαντική είναι και η αστικοποίηση. Όσο πιο στενή είναι η επαφή των ανθρώπων με τους ξενιστές τόσο περισσότερο επιδρά ως επιβαρυντικός παράγοντας. Ανάλογα με το συνδυασμό και την αλληλεπίδραση των προαναφερθέντων περιβαλλοντικών παραγόντων ορισμένες περιοχές μπορούν να θεωρηθούν ως περιοχές υψηλού κινδύνου για τη νόσο, λόγω του ευνοϊκού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη των φλεβοτόμων. Αυτές είναι περιοχές όπου ενδημεί η νόσος και οι σκνίπες μπορούν να είναι ενεργές για μεγάλα χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια του έτους αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα να μολύνουν νέους ξενιστές. Εν συνεχεία το παράσιτο εξαπλώνεται σε νέες περιοχές λόγω της μετακίνησης των φλεβοτόμων και των μολυσμένων ατόμων. Παράλληλα με αυτό, πολύ πιθανό είναι να αναπτυχθούν νέα είδη και στελέχη του παράσιτου καθώς και στελέχη ανθεκτικά στα φάρμακα τα οποία μπορεί να εισέλθουν σε ένα νέο περιβάλλον δημιουργώντας έτσι προβλήματα Δημόσιας Υγείας (Desjeux, 2002; Antinori et al., 2005; WHO, 2006).

Η λείσμανίαση είναι ενδημική σε όλες τις χώρες της Μεσογείου και η συχνότητα της μόλυνσης είναι περισσότερο αυξημένη στα παράλια και βαίνει ελαττωμένη όσο απομακρυνόμαστε από αυτά, όπου το κλίμα από μεσογειακό μετατρέπεται σε ηπειρωτικό. Φυσικά αυτό σχετίζεται με τις συνθήκες περιβάλλοντος, που ευνοούν ή όχι, την εξάπλωση και την πυκνότητα των φλεβοτόμων.



Εικόνα 3: Παγκόσμια κατανομή της Δερματικής Λείσμανιάσης 2009, WHO, <http://gamapserver.who.int/mapLibrary/app/searchResults.aspx>



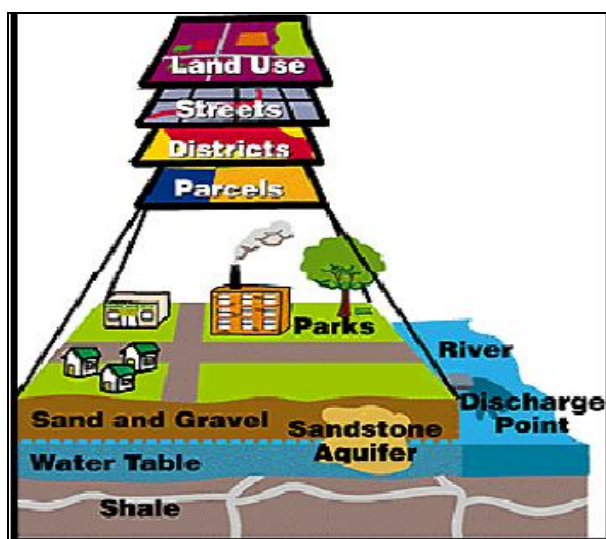
Εικόνα 4: Παγκόσμια κατανομή της Σπλαχνικής Λείσμανιάσης 2009,WHO, <http://gamapserver.who.int/mapLibrary/app/searchResults.aspx>

Η λειψμανίαση του σκύλου από *L. infantum* είναι το συχνότερο λοιμώδες νόσημα στην Ελλάδα και σε άλλες παραμεσόγειες χώρες της Ευρώπης και την Πορτογαλία (1- 48%) (Gradoni, 2002; Haralambidis, 2003; Grammicia and Gradoni, 2005). Είναι το μόνο σπλαγχοτρόπο είδος του παράσιτου που ενδημεί στην Ευρώπη. Η σκνίπα έρχεται σε επαφή με το σκύλο, ο οποίος αποτελεί την κύρια αποθήκη / δεξαμενή του παράσιτου κα μολύνεται όταν τραφεί με το αίμα του.

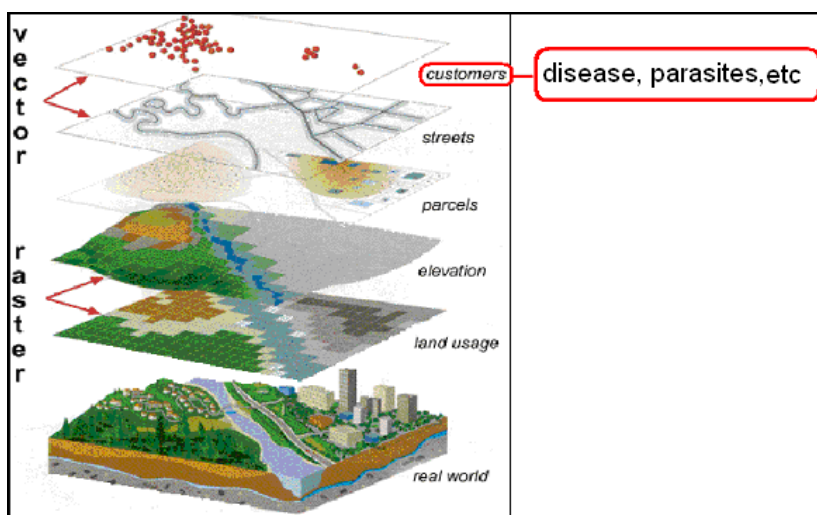
Στη χώρα μας, οι πρώτες επιδημιολογικές μελέτες βασίστηκαν στην εντόπιση και καταγραφή περιστατικών σε ανθρώπους και σε ζώα (Chaniotis and Tselentis, 1994). Έως τη δεκαετία του 80 υπάρχουν αναφορές σχετικές με την εντόπιση περιστατικών σε σκύλους, σε διάφορες περιοχές της χώρας (Αθήνα, Πελοπόννησος, Κρήτη, Ήπειρος, Καβάλα) και κυρίως από ερευνητές Ιατρούς και σπανιότερα από Κτηνιάτρους. Πρώτη αναφορά, σε ποσοστό μόλυνσης του σκύλου, αναφέρθηκε στην Αθήνα το 13,75% και στηρίχτηκε στην μικροσκοπική ανεύρεση του παρασίτου (Adler and Theodor, 1931). Η πρώτη οροεπιδημιολογική έρευνα έγινε στη Θεσσαλονίκη όπου και διαπιστώθηκε ότι στο 10,81% των σκύλων της περιοχής ανιχνεύθηκαν ειδικά κατά της Λειψμάνιας αντισώματα. Έκτοτε υπήρξαν πολλές αναφορές που υποστηρίζουν ότι το ποσοστό των ορολογικά θετικών σκύλων σε διάφορες περιοχές, κυμαίνεται από 1% έως 50%. Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι κατά την χρονική περίοδο (1975-1985) δεν είχε διαγνωσθεί στον άνθρωπο κανένα αυτόχθονο περιστατικό.

2.3. Σ.Γ.Π- Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS)

Σύμφωνα με τον Goodchild 1985, ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π. - Geographic Information System, GIS), είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απόδοσης πληροφορίας, σχετικής με φαινόμενα που εξελίσσονται στο χώρο. (Goodchild, 2011). Ο όρος «ολοκληρωμένος» σημαίνει ότι το Γ.Σ.Π αντιμετωπίζεται όχι μόνο ως ένα άθροισμα μηχανημάτων και προγραμμάτων, αλλά ως μία νέα, διαφορετική τεχνολογία. Σύμφωνα με τον Burrough ένα Σ.Γ.Π αντιπροσωπεύει ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάληψη, ανά πάσα στιγμή μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων του πραγματικού κόσμου. Επίσης Σύστημα Πληροφοριών Γης είναι ένα εργαλείο για λήψη αποφάσεων νομικής, διοικητικής κοινωνικής και οικονομικής υφής και ένα όργανο για την ανάπτυξη και το σχεδιασμό, το οποίο αποτελείται από μία Βάση Δεδομένων που περιέχει για μία έκταση στοιχεία προσδιορισμένα στο χώρο και τα οποία σχετίζονται με τη γη και από την άλλη (αποτελείται) από διαδικασίες και τεχνικές για τη συστηματική συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων. Η Βάση ενός Σ.Π.Γ είναι ένα ενιαίο σύστημα (γεωγραφικής) αναφοράς, το οποίο επίσης διευκολύνει τη σύνδεση των στοιχείων μεταξύ τους καθώς και με άλλα συστήματα που περιέχουν στοιχεία για τη γη. Συνδυάζει ισότιμα τη γεωγραφική (χαρτογραφική) και την αναλυτική (στατιστική) πληροφορία (Κουτσόπουλος, 2002).



Εικόνα 5: Από τον πραγματικό κόσμο στα Σ.Γ.Π



Εικόνα 6: Χαρτογραφικά Επίπεδα- Τελικό αποτέλεσμα

Στην παραπάνω εικόνα, φαίνεται ο τρόπος απεικόνισης των διαφόρων επιπέδων για να παραχθεί το τελικό αποτέλεσμα. Το επίπεδο "πελάτες" (customers) περιέχει σημεία, το επίπεδο "δρόμοι" (streets) περιέχει γραμμές και το επίπεδο "δέματα" (parcels) περιέχει πολύγωνα. Όλα αυτά είναι διανυσματικά στρώματα. Από την άλλη πλευρά, τα στρώματα "υψόμετρο" (elevation) και "χρήση γης" (land use) είναι στρώματα σε πλέγμα και προέρχονται από την επεξεργασία εικόνων τηλεπισκόπησης. Ουσιαστικά, ο χρήστης προσθέτει ότι είδος πληροφορίας επιθυμεί, όπως επιπολασμό, επίπτωση, συχνότητα μιας ασθένειας και οποιοδήποτε επιδημιολογικό δείκτη ή μέτρο κρίνεται απαραίτητο για την απεικόνιση, συσχέτιση και ευρύτερη ανάλυση.

Οι επιστήμες οι οποίες συνεισφέρουν στα Σ.Γ.Π. είναι η Χαρτογραφία, η Τηλεπισκόπηση/Φωτογραμμετρία, Τοπογραφία, Πληροφορική και

Μαθηματικά/Στατιστική. Παράλληλα, οι Εφαρμογές των Σ.Γ.Π. είναι πολλές. Για παράδειγμα στη Γεωργία, Αρχαιολογία, Περιβάλλον, Επιδημιολογία και Υγεία, δασολογία, Υπηρεσίες εκτάκτου ανάγκης, Πλοήγηση, Κτηματαγορά, Περιφερειακός και Τοπικός Σχεδιασμός, Κοινωνικές επιστήμες, Τουρισμός, Υπηρεσίες Ύδρευσης, ΔΕΗ, ΟΤΕ, Ιατρική, Επιδημιολογία, Βιολογία και άλλα (Κουτσόπουλος, 2002).

Στο σύγχρονο κόσμο της επιστήμης τα Σ.Γ.Π. έχουν αρχίσει να αποτελούν ένα σημαντικό, ανταγωνιστικό και πρωτοποριακό εργαλείο πολλών εργασιών σχετικών με τη δημόσια υγεία και την επιδημιολογία. Ουσιαστικά, προσφέρουν νέες και επαναστατικές δυνατότητες στην επιδημιολογία διότι επιτρέπουν στον χρήστη να επιλέξει ανάμεσα σε ποικιλία επιλογών όταν ο παράγοντας «χώρος» είναι μέρος του προβλήματος. Προσδίδουν στην ασθένεια την χωρική διάσταση, προσπαθώντας να μεταφέρουν την ασθένεια με την πληρότητα των διαστάσεων της από το πραγματικό στο ψηφιακό περιβάλλον-όσο αυτό είναι εφικτό.

Κλείνοντας, όσον αφορά τα δομικά στοιχεία ενός Σ.Γ.Π. δεν περιλαμβάνουν απλά μια βάση δεδομένων της οποίας τα στοιχεία εισάγουμε εμείς αναλόγως την περίπτωση, αλλά και μία χωρική βάση ή χαρτογραφική πληροφορία καθώς και ένα μηχανισμό ο οποίος συνδέει αυτές τις βάσεις δημιουργώντας ένα πολυδιάστατο δίκτυο (Goodchild, 1992; Clarke, 1995).

2.3.1. Λειτουργικές δυνατότητες Σ.Γ.Π.

Οι λειτουργικές δυνατότητες ενός Σ.Γ.Π. πρακτικά μπορούν να περιγραφούν αναλύοντας τον ορισμό του είτε προσπαθώντας να απαντήσουμε στο τι είναι ένα Σ.Γ.Π. (όπως προαναφέρθηκαν στην ενότητα 2.3.). Ένα απλό παράδειγμα εντολής που μπορεί να δοθεί από το σύστημα είναι η ανάδειξη περιοχών υψηλής επικινδυνότητας για κάποιο πρόβλημα. Τα πάντα οργανώνονται από την «καρδιά» του συστήματος μέσω του πίνακα περιγραφικών δεδομένων (attribute data table). Εκεί υπάρχει δυνατότητα εισαγωγής νέας πληροφορίας, επεξεργασίας, δημιουργίας ερωτημάτων και εκτέλεσης τους, βασισμένη σε αρχές γεωμετρίας, μαθηματικών και ενίοτε στατιστικής (όταν υπάρχει συνδυασμός εντολών) (GIS, 1995).

2.3.2. Σύντομη ιστορική διαδρομή

Οι υπολογιστές εφαρμόστηκαν για πρώτη φορά στη γεωγραφία σαν αναλυτικά εργαλεία παρουσίασης κατά τη διάρκεια του 1960 (Tobler, 1959). Τα Σ.Γ.Π. ορίστηκαν ως ένα πολυδιάστατο και πολυχρηστικό πεδίο το 1970. Οι αρχές και οι παραδοχές του συστήματος βασίζονται στην θεωρία της χαρτογραφίας η οποία ακολουθεί μαθηματικά μονοπάτια. Ένα απλό παράδειγμα είναι οι αστικοί χάρτες σχεδιασμού και προγραμματισμού οι οποίοι προκύπτουν μέσω της επιλογής περιοχών και σημείων βάση πολλαπλών παραγόντων (πολυπαραγοντικά μαθηματικά μοντέλα) (Steinitz, et al., 1976).

Στόχος αυτής της διαδικασίας είναι η επαναστατική ποσοτικοποίηση ακολουθώντας τις αρχές της γεωγραφίας, ενώ παράλληλα συνεισφέρουν στην οργάνωση δεδομένων στην επιστήμη των υπολογιστών. Στα τέλη του 1970 με το συνδυασμό πολλών παραγόντων προέκυψε καλύτερη ποιότητα και ταχύτερη

ανάπτυξη. Το σύστημα ενός Σ.Γ.Π. γίνεται διαδραστικό, συσχετίζεται με άλλα πληροφοριακά συστήματα και εφαρμόζεται σε μεγάλο εύρος επιστημών (Tobler, 1959).

2.4. Εφαρμογές Σ.Γ.Π. στην επιδημιολογία

Οι επιδημιολόγοι παραδοσιακά χρησιμοποιούν χάρτες όταν αναλύουν σχέσεις μεταξύ χώρου, περιβάλλοντος, ανθρώπου και ασθένειας (Gesler, 1986). Τα Σ.Γ.Π. είναι κατάλληλα για την μελέτη αυτών των σχέσεων λόγω των δυνατοτήτων τους για χωρική ανάλυση και προσομοίωση δυναμικών (dynamics) καταστάσεων. Πρόσφατα χρησιμοποιούνται στην ανίχνευση και αποτύπωση διανυσματικών ασθενειών (Glass et al., 1995; Richards, 1993; Beck et al. 1994), ασθενειών οι οποίες έχουν το υγρό στοιχείο ως επιβαρυντικό παράγοντα (Clarke, 1991), στην περιβαλλοντική υγεία (Braddock et al., 1994; Wartenberg et al., 1993), στη μοντελοποίηση της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία (Wartenberg, 1992), στον υπολογισμό σοβαρών κινδύνων σε επίπεδο χώρας/ περιφέρειας/ νομού/ γειτονιάς (Tempalski, 1994). Επίσης στη πρόβλεψη παιδικής κακοποίησης (Barnes and Peck, 1994), και στην ανάλυση ασθενειών, πολιτικών υγείας καθώς και στο σχεδιασμό τους (Roger and Williams, 1993).

Σε πρόσφατη μελέτη, στη Βαλτιμόρη τα Σ.Γ.Π. και οι επιδημιολογικές μέθοδοι συνδυάστηκαν για να ταυτοποιήσουν και να χωροθετήσουν περιβαλλοντικούς παράγοντες κινδύνου που σχετίζονταν με λιμούς. Οικολογικά δεδομένα όπως χρήσεις γης, υγρότοποι, τύποι εδάφους, γεωλογία και δασικές εκτάσεις συλλέχθηκαν στις περιοχές κατοικίας των ασθενών και συγκρίθηκαν με δεδομένα τα οποία συγκεντρώθηκαν μέσω τυχαιοποίησης των ήδη γνωστών διευθύνσεων. Έτσι γεννήθηκε ένα μοντέλο κινδύνου (risk model) από το συνδυασμό των Σ.Γ.Π. και της ανάλυσης λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression analysis), ώστε να οριοθετήσει περιοχές όπου τα περιστατικά ασθενών είναι πιθανότερο να εμφανιστούν (Glass G.E., et al., 1995).

Τα Σ.Γ.Π. επιτρέπουν ανάλυση δεδομένων που προέρχονται από το Global Positioning Systems (GPS). Έτσι, αποτελούν ισχυρό εργαλείο ταυτοποίησης περιοχών υψηλού επιπολασμού και οργάνωσης ή θέσπισης προγραμμάτων παρέμβασης και ελέγχου σε περιοχές όπως η Γουατεμάλα για τη νόσο Ογκοκέρκωση (Onchocerciasis) και η Αφρική για την Τρυπανοσωμίαση (WHO, 1990).

Στο Ισραήλ τα Σ.Γ.Π. χρησιμοποιήθηκαν στο σχεδιασμό του εθνικού συστήματος υγείας για τον εντοπισμό και τον έλεγχο της Ελονοσίας. Το σύστημα συνδύασε δεδομένα των περιοχών αναπαραγωγής των κουνουπιών *Anopheles*, των νέων περιστατικών ελονοσίας, του πληθυσμού και ιδιαίτερος του αστικού πληθυσμού. Η παρούσα γεω-βάση παρείχε τρόπους για συνεργασίες διοίκησης και ένα δίκτυο (network) κινητοποίησης της τοπικής κοινωνίας σε περίπτωση ξαφνικής εκδήλωσης της ασθένειας (Wood et al., 1994).

Η Ν.Α.Σ.Α. (National Aeronautics and Space Administration) ίδρυσε το Global Monitoring and Disease Prediction Program στο Ames Research Center, ώστε να εντοπίσει περιβαλλοντικούς παράγοντες που λειτουργούν επιβαρυντικά στην ασθένεια. Τελικό στόχο αποτέλεσε η δημιουργία ενός μοντέλου πρόβλεψης της διανυσματικής δυναμικής του πληθυσμού και της ασθένειας (Ahearn and De Rooy, 1996).

Επιπρόσθετα, για αντίστοιχους στόχους εφαρμόστηκαν τα Σ.Γ.Π. στο Μεξικό (Beck et al., 1994) καθώς και στη Λουιζιάνα κάνοντας χρήση εικόνων από το

δορυφόρο Landsat Mss imagery και προχωρώντας σε ανάλυση στα Σ.Γ.Π. σχετικά με την ελονοσία αλλά και άλλες ασθένειες (Washino R.K and Wood B.J, 1994).

Πιο πρόσφατες εφαρμογές παρουσιάζονται στη Νότιο Αφρική όπου στα πλαίσια της οργάνωσης, διαχείρισης και πρόληψης του HIV/AIDS δημιουργήθηκε ένα λογισμικό πρόβλεψης και διαχείρισης των δεδομένων το οποίο στο τελικό στάδιο εντοπίζει κρούσματα και προχωρεί σε μέτρα θεραπείας και δράσης (Busgeeth and Ulrike, 2004). Επίσης, στην Ιταλία έγινε οργανωμένη και συνεχής χρήση του ίδιου μοντέλου (Furlanello, et al., 2003).

Μια ακόμα χρήσιμη εφαρμογή καταγράφεται στην αντιμετώπιση ορισμένων ειδών καρκίνων, η οποία αρχικά εστιάζεται στη δημιουργία χαρτών έκθεσης (είδη, χωρική κατανομή, μεγέθη, συχνότητες, περούσα κατάσταση). Εν συνεχεία χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία του Kriging προέκυψαν τέσσερα είδη χαρτών: χάρτες πρόβλεψης, χάρτες τυπικού σφάλματος, χάρτες πιθανοτήτων, και χάρτες συνυπολογισμού των τριών πρώτων. Στα πλαίσια της ίδια μελέτης προστίθεται και ένα αντίστοιχο project για την αντιμετώπιση του θυροειδή στα παιδιά της Σουηδίας, συσχετίζοντας ιατρικά αρχεία και περιβαλλοντικά δεδομένα (Krivoruchko, and Gotway, 2004). Αντίστοιχες ενέργειες γίνονται και στην Ανατολική Αφρική με τη νόσο σχιστοστομίαση (Malon, et al., 2001) καθώς και σε ποικίλα προβλήματα δημόσιας υγείας όπως το AIDS και η Φυματίωση (Tanser, et al., 2002).

Κλείνοντας, αξίζει να αναφερθεί ένα άρθρο των Rytkonen και Mika JP, όπου αναλύεται διεξοδικά η σχέση των Σ.Γ.Π. και της χωρικής ανάλυσης στην επιδημιολογία. Με το συνδυασμό αυτών των τριών μπορούμε να εξετάσουμε όλα τα φαινόμενα και τις περιπτώσεις σε μικρο ή μακρο – κλίμακα, καθώς και να εισάγουμε τη χρήση των GPS και της Bayesian στατιστικής. Σημαντικό σημείο όμως σε αυτές τις εφαρμογές είναι η σωστή χρήση και ο ακριβής έλεγχος εγκυρότητας τους διότι σε αντίθετη περίπτωση ο στόχος αντιστρέφεται και αντί να υπάρχει όφελος για τη δημόσια υγεία, επιδρά επιβαρυντικά μέσω της διεξαγωγής εσφαλμένων συμπερασμάτων (Rytkonen and Mika, 2004).

2.5. Χωρική Ανάλυση και Σ.Γ.Π.

Συνοψίζοντας, τα Σ.Γ.Π. έχουν τη δύναμη να κατευθύνουν θέματα δημόσιας υγείας σε παγκόσμιο, εθνικό και τοπικό επίπεδο. Αυτή του η δυνατότητα, προέρχεται σε μεγάλο βαθμό από τις δυνατότητες του προγράμματος να υλοποιεί χωρική ανάλυση. Με τον όρο «χωρική ανάλυση» αναφερόμαστε στην ικανότητα να χειριζόμαστε χωρικά δεδομένα ποικίλων μορφών για να αποσπούμε την κατάλληλη πληροφορία (Gatrell and Bailey, 1995). Οι χωρικές σχέσεις που προκύπτουν βασίζονται σε σχέσεις γειτνιάσεις, συσχέτισης της θέσης και σχέσεις μαθηματικού αποτελέσματος. Οι Gatrell and Bailey περιγράφουν τρεις γενικούς τύπους χωρικής ανάλυσης (Tomlin, 1990). Ξεκινούν με την οπτικοποίηση (visualization), ανάλυση δεδομένων για διερεύνηση (exploring data analysis) και μοντελοποίηση (model building). Αυτά ποικίλουν σε πολυπλοκότητα (δηλαδή μπορεί να ξεκινούν από ένα απλό χάρτη απεικόνισης – αναπαράστασης και να φτάνουν σε στατιστικά μοντέλα όπως χωρική αλληλεπίδραση και μοντέλα διάχυσης –diffusion models). Η χρησιμότητα των χαρτών στην δημόσια υγεία υποδηλώνεται εύκολα κάνοντας αναφορά στο απλό παράδειγμα του John Snow με τους κλασσικούς χάρτες των περιστατικών χολέρας. Παρόλα ταύτα, τα Σ.Γ.Π. και η χωρική ανάλυση μπορούν να προσφέρουν περισσότερο από αυτό. Πολλαπλά επίπεδα πληροφορίας (layers), εξωτερικά

δεδομένα και πληροφορίες, πολυκριτηριακές αναλύσεις συνθέτουν την εικόνα των δυνατοτήτων του (Gould, 1993). Εάν για παράδειγμα θέλουμε να εντοπίσουμε περιοχές αυξημένης επικινδυνότητας ή περιοχές όπου αναμένεται να εκδηλωθεί μια ασθένεια, δημιουργούμε ένα πολυπαραγοντικό μοντέλο με τους κατάλληλους συντελεστές βαρύτητας το οποίο θα αναδείξει τις ζώνες επιρροής – κινδύνου (buffers). Έτσι, θα προκύψει έγκυρη πληροφορία η οποία θα βοηθήσει στις στρατηγικές πρόληψης και αντιμετώπισης.

Μια ακόμα προσέγγιση όσον αφορά στην οπτικοποίηση, είναι να επιστρατεύσουμε αναλύσεις παλινδρόμησης (regression analysis) ώστε να παράγουμε τη γραμμική σχέση μεταξύ παραγόντων οι οποίοι εξηγούν καλύτερα την χωρική ποικιλομορφία στον επιπολασμό μιας ασθένειας. Τα βάρη από το μοντέλο παλινδρόμησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργήσουν μια ολοκληρωμένη σύνθεση κινδύνων η οποία αποτυπώνεται σε ένα τελικό χάρτη βάση του οποίου θα διεξαχθούν τα συμπεράσματα (Glass et al., 1995). Ένα παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής είναι στις Ηνωμένες Πολιτείες, η προσπάθεια αντιμετώπισης του AIDS και της ξαφνικής εξάπλωσης του στα αστικά κέντρα (Openshaw et al., 1987).

Η δεύτερη κατηγορία (ανάλυση δεδομένων για διερεύνηση) δίνει την δυνατότητα διερεύνησης άγνωστων πτυχών για τη διαμόρφωση μιας υπόθεσης εργασίας η οποία θα κατευθύνει την μελλοντική έρευνα (Tomlin, 1990). Μεταξύ των πιο διαδεδομένων μεθόδων αυτής της κατηγορίας είναι αυτές που στοχεύουν στην ταυτοποίηση και ανάδειξη ομάδων χώρου-χρόνου (space-time clusters) ή σημαντικών σημείων της ασθένειας (hot spots). Το Openshaw's geographic analysis machine (GAM) αποτέλεσε μια τέτοια μέθοδο που λειτούργησε μέσω ενός υβριδικού περιβάλλοντος Σ.Γ.Π. Χρησιμοποιήθηκε στην Μεγάλη Βρετανία για περιπτώσεις παιδικής λευχαιμίας, όπου συνδύασε ποικίλες μορφές δεδομένων για να καταλήξει σε ομάδες περιοχών (clusters) υψηλού κινδύνου, σε αντιμετώπιση του κινδύνου γειτονικών περιοχών και στη ανάδειξη της στατιστικά σημαντικής πληροφορίας (Openshaw et al., 1987). Παράλληλα, σε αυτή την κατηγορία χωρικής ανάλυσης εντάσσονται και οι χάρτες πιθανοτήτων και πρόβλεψης. Εδώ τα αποτελέσματα δεν εμφανίζονται ποτέ ως απόλυτοι αριθμοί αλλά ως εκτιμήσεις με διαστήματα εμπιστοσύνης. Βέβαια, υπάρχει η δυνατότητα εξομάλυνσης αυτών των αριθμών και η συγκεκριμενοποίηση τους μέσω των μεθόδων του Bayes. Αυτός ο συνδυασμός θα μπορούσε να δώσει ακριβές αποτελέσματα τα οποία όμως προέρχονται από πολύπλοκες μεθόδους (Ord, 1995; Cliff, 1988).

Η μοντελοποίηση αποτελεί την τρίτη κατηγορία χωρικής ανάλυσης. Περιλαμβάνει διαδικασίες διαμόρφωσης και ελέγχου μιας υπόθεσης σχετικής με την πορεία μια ασθένειας και της μετάδοσης της. Χρησιμοποιεί κυρίως μαθηματικούς αλγορίθμους τους οποίους έχει ήδη αποθηκευμένους το πρόγραμμα (ως εντολές). Λαμβάνει υπ' όψιν και στατιστικά μοντέλα παλινδρόμησης καθώς και διαδικασίες ψηφιακής μοντελοποίησης. Στηρίζεται σε συσχετίσεις μεταξύ χωρικών δεδομένων καθώς και χρονικών, στοιχεία για την ασθένεια και τον άνθρωπο, προσπαθώντας να καλύψει όλες τις πτυχές του πραγματικού κόσμου. Μοντέλα χωρικής διάχυσης (spatial diffusion models) αναλύουν και προβλέπουν την εξάπλωση ενός φαινομένου στο πέρασ του χρόνου και του χώρου, ενώ χρησιμοποιούνται επανειλημμένως στην εκτίμηση της χωρικής διάχυσης μιας ασθένειας (Thomas, 1990). Συνυπολογίζοντας λοιπόν το χώρο και το χρόνο μαζί με κατάλληλα επιδημιολογικά στοιχεία, τα μοντέλα μπορούν να προβλέψουν πόσο και πως θα εξαπλωθεί μια ασθένεια, χωρικά και χρονικά από τους μολυσματικούς παράγοντες σε μια περιοχή (Haggett, 1994). Έτσι, στοχεύει στη πρόληψη και κατανόηση μεταδοτικών και άλλων ασθενειών (National Center for Geographic Information and Analysis, 1990).

2.6. Σ.Γ.Π. και Δημόσια Υγεία

Τα Σ.Γ.Π. αποτελούν μια νέα προσέγγιση στην επιστήμη (μια αυτόνομη ατζέντα) (Rytkonen and Mika, 2004) που μπορεί να προσφέρει πολλά στη Δημόσια Υγεία και στην οργάνωση της σε μια χώρα. Σε πολλές όμως χώρες ανάμεσα τους και η δική μας, θα ήταν δύσκολα να εφαρμοστεί συστηματικά και να προσαρμοστεί απόλυτα στο εθνικό σύστημα, λόγω των μέχρι τώρα διαφορετικών και μη οργανωμένων δομών του. Για να συμβεί αυτό απαιτείται αναδιοργάνωση και συντονισμός, συστηματική καταγραφή αρχείων και δεδομένων από κεντρικές υπηρεσίες της χώρας και την ενσωμάτωση του σε ένα δίκτυο αλληλεξαρτώμενων δομών. Δεν επιβαρύνει οικονομικά, ούτε προσδίδει στις δημόσιες δαπάνες για την υγεία, αποτελώντας έτσι ένα προσιτό πρόγραμμα έρευνας και οργάνωσης. Η εφαρμογή των Σ.Γ.Π. στις πρακτικές Δημόσιας Υγείας θα πρέπει να προβληθεί ως ένας μηχανισμός αναβάθμισης και προαγωγής της υγείας. Το βέλτιστο σημείο αυτής της εφαρμογής θα ήταν ο συνδυασμός μιας πολύ καλής επιδημιολογικής μελέτης με μια καλοσχεδιασμένη χρήση και ανάλυση με Σ.Γ.Π., που θα στηρίζονται σε αξιόπιστα στοιχεία (National Center for Geographic Information and Analysis, 1990).

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. Ερωτηματολόγιο

Το κύριο εργαλείο που βοήθησε στην συλλογή και αξιολόγηση των δεδομένων ήταν – όπως προαναφέρθηκε- το ερωτηματολόγιο για τη λείσμανίαση που ανέπτυξε το EDEN (Emerging Diseases in a Changing European Environment, FP7 EE program). Το EDEN-Leish vet questionnaire “Veterinary survey on epidemiology and control of canine Leishmaniasis στόχο είχε να αποτυπώσει την επικινδυνότητα της ασθένειας, ως πρόβλημα Δημόσιας Υγείας, στην Ευρώπη. Χρησιμοποιήθηκε λοιπόν για το σκοπό αυτό, στην Ελλάδα.

Το ερωτηματολόγιο αποτελείτο από δεκατέσσερις ερωτήσεις, πολλαπλής επιλογής που απαιτούν δέκα με δεκαπέντε λεπτά για να απαντηθούν. Εστάλη σε ιδιώτες κτηνιάτρους σε όλη την Ελλάδα. Οι ερωτήσεις ομαδοποιήθηκαν σε τέσσερις ενότητες: α) τον τύπο της κλινικής (ερωτήσεις 1-3, σχετικές με την διεύθυνση του κτηνιατρείου, το είδος της πελατείας, την περιοχή εργασίας -αγροτική, αστική – και το μέγεθος της πρακτικής – πόσοι πελάτες ανά βδομάδα) β) τις επιδημιολογικές παρατηρήσεις του κτηνιάτρου, που σχετίζονται με τη λείσμανίαση (ερωτήσεις 4-7 και 10-11), γ) τις διαγνωστικές μεθόδους που χρησιμοποιεί ο κτηνίατρος (ερωτήσεις 8-9) και δ) τα μέτρα που προτείνονται από το κτηνίατρο σε ιδιοκτήτες σκύλων, με σκοπό την προστασία του σκύλου από τα τσιμπήματα των σκνιπών (ερωτήσεις 12-14).

Παράλληλα, χρησιμοποιούνται επιδημιολογικά δεδομένα (% οροθετικότητας σκύλων/ περιοχή) ώστε να υπάρχει δυνατότητα σύγκρισης και ελέγχου εγκυρότητας των αποτελεσμάτων από τα ερωτηματολόγια. Όλες οι εξετάσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο κλινικής Βακτηριολογίας, Παρασιτολογίας Ζωονόσων και Γεωγραφικής Ιατρικής του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Κρήτης (Laboratory of Clinical Bacteriology, Parasitology, Zoonoses and Geographical Medicine, Faculty of Medicine, University of Crete, Crete, Greece). Η οροθετικότητα (seropositivity) εκφράζεται σε επίπεδο Νομού, σε αντίθεση με τα δεδομένα του ερωτηματολογίου τα οποία αντιπροσωπεύονται μέσω της ακριβής διεύθυνσης των κτηνιάτρων με τις συντεταγμένες του κτηνιατρείου, στη χωρική βάση για την Ελλάδα

(EDEN, 2011). Τέλος, τα δεδομένα των ερωτηματολογίων και τα ορολογικά δεδομένα αναφέρονται συχνά ως questionnaire data και ως real data αντίστοιχα, για λόγους ευκολότερης κατανόησης των αποτελεσμάτων της χωρικής και στατιστικής ανάλυσης καθώς και της άμεσης σύγκρισης τους. Έχει αποδειχθεί η εγκυρότητα του ερωτηματολογίου και της αξίας των δεδομένων που παρέχει σε μια επιδημιολογική μελέτη (Ntais, P. et al., εστάλη για δημοσίευση), επομένως η ανάλυση στη παρούσα πτυχιακή εργασία θα πραγματοποιηθεί με τη χρήση αυτών των δεδομένων.

3.2. Μεθοδολογία Χωρικής Ανάλυσης

Τα ερευνητικά ερωτήματα που καλείται να απαντήσει η χωρική ανάλυση και η χωρική στατιστική, ώστε να αποτυπωθεί πλήρως η παρούσα κατάσταση της λείσμανιάσης και ο κίνδυνος για τη δημόσια υγεία στην Ελλάδα, είναι τέσσερα (Πίνακας 1).

Ερευνητικά ερωτήματα	Δεδομένα	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
1. Ποια και τι έντασης είναι η κατανομή της λείσμανιάσης στην Ελλάδα και είναι τυχαία η όχι;	A) Ερωτηματολόγια ερώτηση 6 – αριθμός μολυσμένων σκύλων B) Αποτελέσματα ορολογικής εξέτασης	Χωρική απεικόνιση και των δύο ομάδων δεδομένων με χρήση συντεταγμένων και ανά Νομό αντίστοιχα (ArcMap GIS). Spatial clustering (Moran I)	Χάρτης απεικόνισης των δύο ειδών δεδομένων. Χάρτης και διασπορόγραμμα Moran
2. Υπάρχουν περιοχές υψηλού κινδύνου και αν ναι ποιες είναι αυτές; Επιβεβαιώνονται από τα ορολογικά δεδομένα;	A) Ερωτηματολόγια ερώτηση 6 – αριθμός μολυσμένων σκύλων B) Περιβαλλοντικοί παράγοντες Γ) Επιβεβαίωση με αποτελέσματα ορολογικής εξέτασης	Πολυκριτηριακή ανάλυση με παράγοντες κινδύνου ασθένειας και δεδομένα ερωτηματολογίου. Επιβεβαίωση με ορολογικά δεδομένα.	A)Χάρτες για κάθε ένα παράγοντα κινδύνου ξεχωριστά B) Τελικός χάρτης ανάδειξης περιοχών κινδύνου
3. Ποια είναι η απόσταση επιρροής της νόσου από τα σημεία όπου εντοπίστηκαν μολυσμένα σκυλιά (χιλιομετρικά);	Ερωτηματολόγια ερώτηση 6 – αριθμός μολυσμένων σκύλων	Εύρεση ζωνών επιρροής/χμ – buffer zones/km	Χάρτης με ζώνες επιρροής από 500μ έως 1500μ ανάλογα με το βαθμό αξιοπιστίας του κτηνιάτρου.
4.Ποιά, πόσο έντονη και πού θα είναι η μελλοντική εξάπλωση της νόσου;	Ερωτηματολόγια ερώτηση 6 – αριθμός μολυσμένων σκύλων	A) Εκτίμηση λάθους τιμών και εξομάλυνση αυτών μέσω πολυωνύμων (smoothing splines – error and idw method) Μέθοδοι παρεμβολής – πρόβλεψη (Interpolation methods- Cokriging/Kriging)	A) Χάρτης συστηματικού λάθους (error map) B) Χάρτης εξομάλυνσης τιμών (smoothing map) Γ)Χάρτης πρόβλεψης στο σύνολο της Ελλάδας Δ) Χάρτης πρόβλεψης για τα παρόντα σημεία δεδομένων
5. Υπάρχουν τάσεις (trends) στα δεδομένα μας οι οποίες αξίζει να μελετηθούν περαιτέρω; Και εάν ναι, ποιές;	Ερωτηματολόγια ερώτηση 6 – αριθμός μολυσμένων σκύλων	Ανάλυση Τάσεων – Trend Analysis in GIS geospatial analyst	Τρισδιάστατο διάγραμμα με την ανάλυση τάσεων

Αναφορικά με τον παραπάνω πίνακα, τα ερευνητικά ερωτήματα θα απαντηθούν με τη σειρά που καταγράφονται και μέσω των χωρικών μεθόδων που αναφέρονται. Αρχικά, η χωρική απεικόνιση (map distribution) θα κάνει χρήση των συντεταγμένων

της διεύθυνσης των κτηνιάτρων και θα έχει ως μονάδα μέτρησης τον αριθμό μολυσμένων σκύλων -number of infected dogs- (questionnaire data) καθώς και σε επίπεδο Νομού, ως % οροθετικότητας σκύλων (real data). Αυτή η απεικόνιση θα βοηθήσει στη κατανόηση της παρούσας κατάστασης και κατανομής της νόσου αναδεικνύοντας τις πιθανές χωρικές ομαδοποιήσεις και συσσωρεύσεις (spatial clusters).

Αυτή η κατηγοριοποίηση της κατανομής ήταν ορθότερο να γίνει με τη χρήση ενός εξειδικευμένου στατιστικού – χωρικού τεστ. Αυτό ήταν το Moran's I (spatial clustering). Μας απαντάει στο αν η κατανομή των περιστατικών είναι τυχαία ή αντιθέτως ακολουθεί κάποιο χωρικό πρότυπο (pattern). Αυτό γίνεται με τη χρήση του δείκτη Moran. Εάν Moran's I < 0 τότε το φαινόμενο είναι τυχαίο ενώ όταν Moran's I > 0 έχουμε ομαδοποίηση (clustering).

Στη συνέχεια το ερώτημα που τίθεται είναι εάν υπάρχουν περιοχές κινδύνου και αν ναι ποιες είναι αυτές; Επιβεβαιώνονται από τα ορολογικά δεδομένα; Αυτό θα απαντηθεί μέσω της πολυκριτηριακής ανάλυσης (multicriteria analysis) και της χρήσης μόνο των δεδομένων του ερωτηματολογίου (ερώτηση 6-αριθμός μολυσμένων σκύλων). Για την υλοποίηση του βήματος αυτού θα χρησιμοποιηθούν οι εξής παράγοντες – κριτήρια τα οποία βιβλιογραφικά αποτελούν παράγοντες κινδύνου για το παράσιτο: η μέση ετήσια βροχόπτωση, η μέση ετήσια θερμοκρασία, η μέση ετήσια υγρασία, η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου καθώς και η μέγιστη ταχύτητα ανέμου το μήνα Σεπτέμβριο, το είδος σκνιπών, οι χρήσεις γης (με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις υδάτινες περιοχές και στις περιοχές πράσινης και χλωρής φυτοκάλυψης), το μέγεθος του πληθυσμού, ο οποίος σχετίζεται με τον αριθμό σκύλων που διαβιούν στην περιοχή, ο αριθμός αγροτικού και αστικού πληθυσμού και τέλος το υψόμετρο. Όλοι οι παράγοντες κινδύνου θα αναλυθούν σε επίπεδο Νομού και ο καθένας από αυτούς θα απεικονιστεί χωρικά σε διαφορετικούς χάρτες ώστε να κατανοηθούν πλήρως τα βήματα της ανάλυσης. Τέλος, θα αναπαραχθεί και ένας τελικός χάρτης που θα αναδεικνύει τις περιοχές υψηλού κινδύνου για τη νόσο. Η παρούσα ανάλυση κάνει χρήση ποικίλων μαθηματικών μοντέλων και εδώ, σε πρώτη φάση, επιλέχθηκε το weighted sum model (WSM) μέσω του οποίου δίδουμε διαφορετικά βάρη (weights) (από -2 έως 2) ανάλογα με το βάρος επίδρασης του παράγοντα. Σε δεύτερη φάση χρησιμοποιήθηκε το weighted product model (WPM) το οποίο χρησιμοποιεί μια φόρμουλα σύγκρισης του κάθε κριτηρίου που ορίζουμε με τα υπόλοιπα ώστε να έχουμε ανάδειξη περιοχών κινδύνου σε ποικίλα στάδια (υψηλού κινδύνου, πολύ υψηλού και μέτριου κινδύνου). Ακολούθως παρουσιάζονται οι γενικοί τύποι των μοντέλων (Scholz, .W. and Tietje, 2001; Higgins, et al., 2008; Tam, et al., 2006; Chan and Tong, 2007; Tam, 2004).

WSM multicriteria decision making model

$$A_i^{\text{WSM-score}} = \sum_{j=1}^n w_j a_{ij}, \text{ for } i = 1, 2, 3, \dots, m.$$

WPM multicriteria decision making model

$$P(A_K/A_L) = \prod_{j=1}^n (a_{Kj}/a_{Lj})^{w_j}, \text{ for } K, L = 1, 2, 3, \dots, m.$$

Στη συνέχεια, πρέπει να απαντήσουμε το ερώτημα: ποια είναι η χιλιομετρική επιρροή της νόσου από τα σημεία όπου εντοπίστηκαν μολυσμένα σκυλιά; Σε αυτό το ερώτημα θα γίνει χρήση και πάλι της ερώτησης 6 από τα ερωτηματολόγια. Η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί ονομάζεται εύρεση ζωνών επιρροής (buffer zones) και στην παρούσα πτυχιακή εργασία, θα αποτυπωθούν ανά σημείο στο χάρτη δίδοντας ανάλογα με τη περίπτωση (αξιοπιστία κτηνιάτρου) 500 μέτρα έως 1500 μέτρα ακτίνα. Έτσι δημιουργείται ένας δακτύλιος γύρω από κάθε σημείο με μια περιοχή που περικλείει τα γειτονικά σημεία με τις ζώνες επιρροής τους. Εντός αυτών των ζωνών η επιρροή είναι εντονότερη και φυσικά ο κίνδυνος μετάδοσης της νόσου είναι αυξημένος. Σε περιπτώσεις λήψης μέτρων για τη νόσο, σε Νομαρχιακό επίπεδο, αυτές οι περιοχές θα έρχονταν άμεσης επέμβασης.

Ένα τελευταίο, αλλά πολύ σημαντικό ερώτημα είναι ποια, πόσο έντονη και προς τα που θα είναι η μελλοντική εξάπλωση της νόσου. Για τη παρούσα διαδικασία θα γίνουν δύο διαδικασίες επεξεργασίας των τιμών (διεξαγωγή λαθών στις τιμές - error map- και εξομάλυνση τιμών -smoothing map-). Με αυτό τον τρόπο θα εκτιμηθεί το πιθανό συστηματικό λάθος και θα διορθωθεί αυτόματα, ενώ παράλληλα οι μετρήσεις των δεδομένων μας θα εξομαλυνθούν όχι μόνο αριθμητικά αλλά και χωρικά ώστε οι εξαγόμενες επιφάνειες προς επεξεργασία και μελέτη να είναι ξεκάθαρες. Ελαχιστοποιείται έτσι η ολική καμπυλότητα της επιφάνειας και δημιουργείται μια επιφάνεια που περνά ακριβώς εντός των σημείων που έχουμε δεδομένα. Στη συνέχεια, θα πραγματοποιηθεί εκτίμηση για το μέλλον μέσω της μεθόδου ordinary cokriging-prediction map η οποία αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές μεθόδους παρεμβολής (interpolation).

Η παρούσα μέθοδος επιτρέπει το συνυπολογισμό έως και τεσσάρων παραγόντων για την εκτίμηση των τιμών. Στη παρούσα μελέτη συνυπολογίζονται τρεις παράγοντες: ο αριθμός μολυσμένων σκύλων βάση των ερωτηματολογίων, τα είδη των διαβιαστών ξενιστών, σκνίπες, που απαντώνται στην περιοχή και η εδαφοκάλυψη. Έτσι, παράγονται δύο χάρτες χωρικής πρόβλεψης, ένα για όλη την Ελλάδα ως ενιαία επιφάνεια και ένας για τα σημεία επιρροής που αναδείχθηκαν προηγουμένως (buffer zones). Αυτός ο χάρτης δημιουργείται με τη μέθοδο circular kriging-prediction map της ίδιας κατηγορίας μεθόδων παρεμβολών. Και οι δύο όμως χάρτες προβλέπουν-εκτιμούν τις τιμές των σημείων στην επιφάνεια ακόμα και σε μέρη όπου δεν υπάρχει καταγραφή ή μέτρηση. Έτσι, αποκτάται καθολική εικόνα και αντίληψη της χωρικής μεταβλητότητας και διακύμανσης της ασθένειας.

Ακολουθούν οι αντίστοιχοι γενικοί τύποι που χρησιμοποιούνται από τα προαναφερθέντα μοντέλα: α) εκτίμηση λαθών (error map) β) πολυώνυμα εξομάλυνσης (smoothing splines) γ) πρόβλεψη με παρεμβολή (kriging interpolation).

α) Εκτίμηση λαθών (error map) (Press, et al, 2007)

$$A = \frac{x_{j+1} - x}{x_{j+1} - x_j} \quad \text{και} \quad B = 1 - A = \frac{x - x_j}{x_{j+1} - x_j}$$

$$C = \frac{1}{6}(A^3 - A)(x_{j+1} - x_j)^2 \quad \text{και} \quad D = \frac{1}{6}(B^3 - B)(x_{j+1} - x_j)^2$$

β) Πολυώνυμα εξομάλυνσης (smoothing splines) (Sacks, 1989; Hanefi B. and Sezer T, 2005; Chiles and Delfiner, 1999)

έστω ότι $(x_i, Y_i); x_1 < x_2 < \dots < x_n, i \in \mathbb{Z}$

έχουμε τη σχέση $Y_i = \mu(x_i)$

όπου $\hat{\mu}$ αποτελεί τον ελαχιστοποιητή των τιμών

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{\mu}(x_i))^2 + \lambda \int_{x_1}^{x_n} \hat{\mu}''(x)^2 dx.$$

και τελικά έχουμε

γ) Πρόβλεψη με παρεμβολή (cokriging interpolation) (Sacks, 1989; Hanefi B. and Sezer T, 2005; Chiles and Delfiner, 1999)

τα βάρη που χρησιμοποιεί το kriging ελέγχονται από την ακόλουθη ισότητα

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

και δίδονται από τις ακόλουθες συσχετίσεις:

$$\begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \mu \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma(x_1, x_1) & \dots & \gamma(x_1, x_n) & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \gamma(x_n, x_1) & \dots & \gamma(x_n, x_n) & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \gamma(x_1, x^*) \\ \vdots \\ \gamma(x_n, x^*) \\ 1 \end{pmatrix}$$

Η μέθοδος Ordinary kriging interpolation δίδεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\hat{Z}(x^*) = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \end{pmatrix}' \begin{pmatrix} Z(x_1) \\ \vdots \\ Z(x_n) \end{pmatrix}$$

Με εκτίμηση λάθους (Ordinary kriging error):

$$var(\hat{Z}(x^*) - Z(x^*)) = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \mu \end{pmatrix}' \begin{pmatrix} \gamma(x_1, x^*) \\ \vdots \\ \gamma(x_n, x^*) \\ 1 \end{pmatrix}$$

Η μέθοδος Cokriging ακολουθεί τον τύπο αλλά με περισσότερους από ένα παράγοντες.

3.3. Μεθοδολογία Στατιστικής Ανάλυσης

Όσον αφορά στο δεύτερο μέρος της ανάλυσης πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια. Τα περιγραφικά στατιστικά δεν θα παρουσιαστούν στην πτυχιακή εργασία διότι έχουν ήδη υλοποιηθεί και υποβληθεί για δημοσιευθεί (Ntais, P., et al., 2011: διδακτορική διατριβή του Παντελή Νταή).

Αρχικά, έγινε συσχέτιση του ποσοστού οροθετικότητας (real data) με τον αριθμό μολυσμένων σκύλων (questionnaire data) σε επίπεδο Νομού. Έτσι, γίνεται εξακρίβωση μέσω κλασικών στατιστικών μεθόδων της πιθανής σχέσης αυτών των δύο μεταβλητών και της κατανομής τους. Το τεστ που χρησιμοποιείται είναι το μη παραμετρικό τεστ δύο ανεξάρτητων δειγμάτων (2-independent samples t test). Η επιλογή του τεστ προέκυψε μετά από έλεγχο κανονικότητας των τιμών (έλεγχος: Kolmogorov and Smirnov) το οποίο ανέδειξε την κατανομή των μεταβλητών ως μη κανονική.

Στη συνέχεια έγινε εκτίμηση του κινδύνου ανά Νομό σε ποικίλες εκθέσεις που θεωρούνται παράγοντες κινδύνου και αναλυθήκαν στην ενότητα 3.3. Έτσι διεξάγονται οι λόγοι πιθανοφάνειας (odds ratios - OR) μέσω του στατιστικού λογισμικού SPSS 19.0, με τη μέθοδο της λογιστικής παλινδρόμησης (binary logistic regression). Με αυτό τον τρόπο θα γίνει εκτίμηση του κινδύνου για ένα Νομό να έχει την ασθένεια σε υψηλό ποσοστό (>20% οροθετικότητα) εάν έχει ή πλήττεται από κάθε ένα από τους πιθανούς παράγοντες κινδύνου. Ο τύπος που θα υπολογίσει το λόγο πιθανοφάνειας είναι ο ακόλουθος:

$$\frac{p_1/(1-p_1)}{p_2/(1-p_2)} = \frac{p_1/q_1}{p_2/q_2} = \frac{p_1q_2}{p_2q_1}, \quad \text{όπου } p_1 = \text{πιθανότητα εκτεθειμένων}$$

$p_2 = \text{πιθανότητα μη εκτεθειμένων}$

3.4. Σύνδεση δύο Μεθολογιών

Οι δυο παραπάνω μέθοδοι αναλύσεων έχουν ως κοινό στόχο την απάντηση του ερευνητικού ερωτήματος από ποικίλες πλευρές. Η επιδημιολογική μελέτη της λεισμανίασης εφαρμόστηκε εξετάζοντας το χώρο, το άτομο-περιστατικό, το χρόνο, τους εξωτερικούς πιθανούς επιβαρυντικούς παράγοντες και της εξέλιξης της ασθένειας.

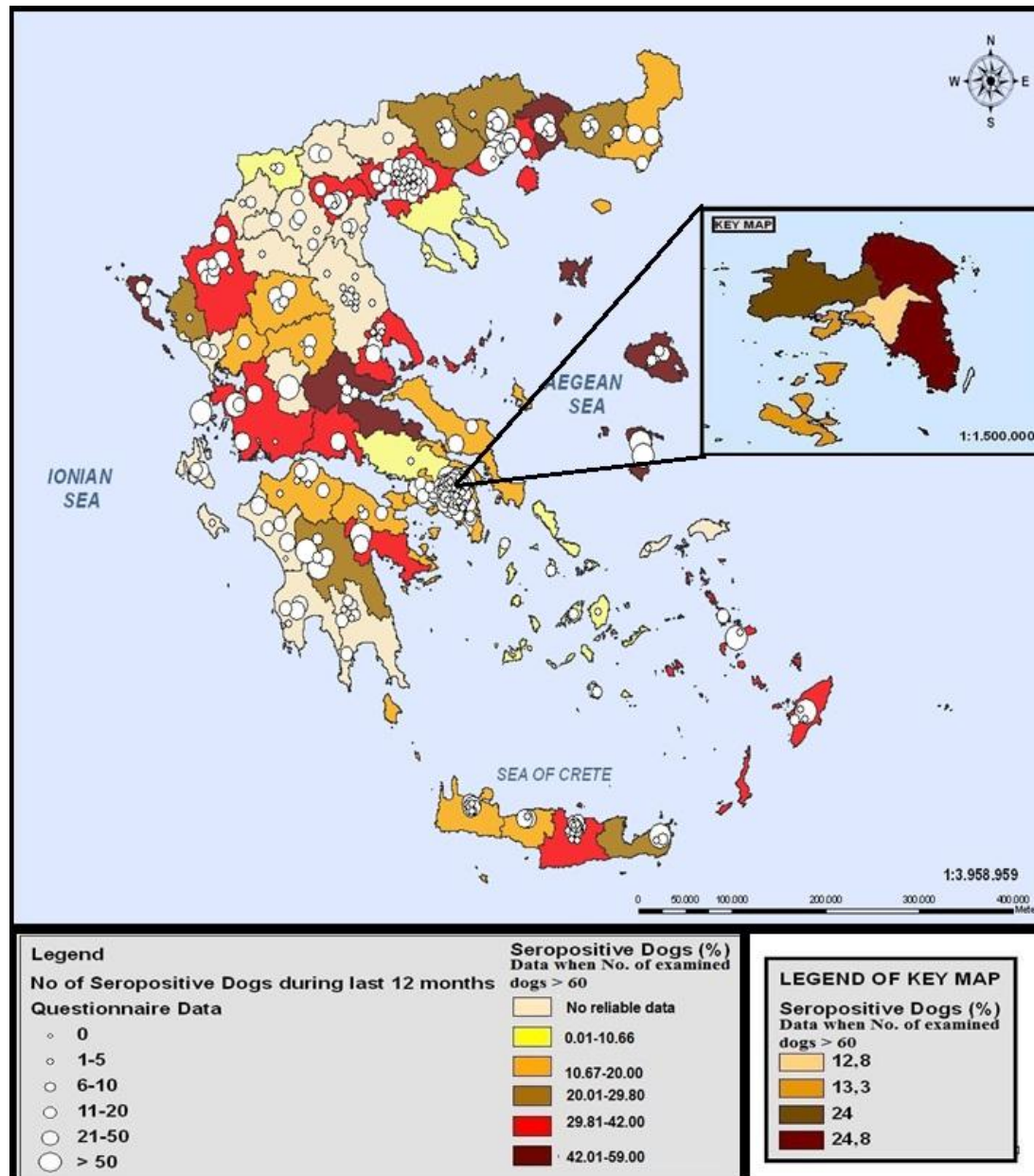
Τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν στη ακόλουθη ενότητα, αλλά θα πρέπει να διευκρινιστεί το γεγονός ότι και οι δύο συμβάλουν στην πολύπλευρη ερμηνεία των δεδομένων.

4. Αποτελέσματα

4.1. Χωρική ανάλυση

Στη παρούσα ενότητα παραθέτονται τα αποτελέσματα με διαδοχική σειρά έτσι όπως παρουσιάστηκαν στον πίνακα 1.

Εικόνα 1: Χάρτης χωρικής κατανομής και πυκνότητας των μολυσμένων σκύλων βάση της διεύθυνσης του κτηνιάτρου και της οροθετικότητας ανά Νομό της Ελλάδος.

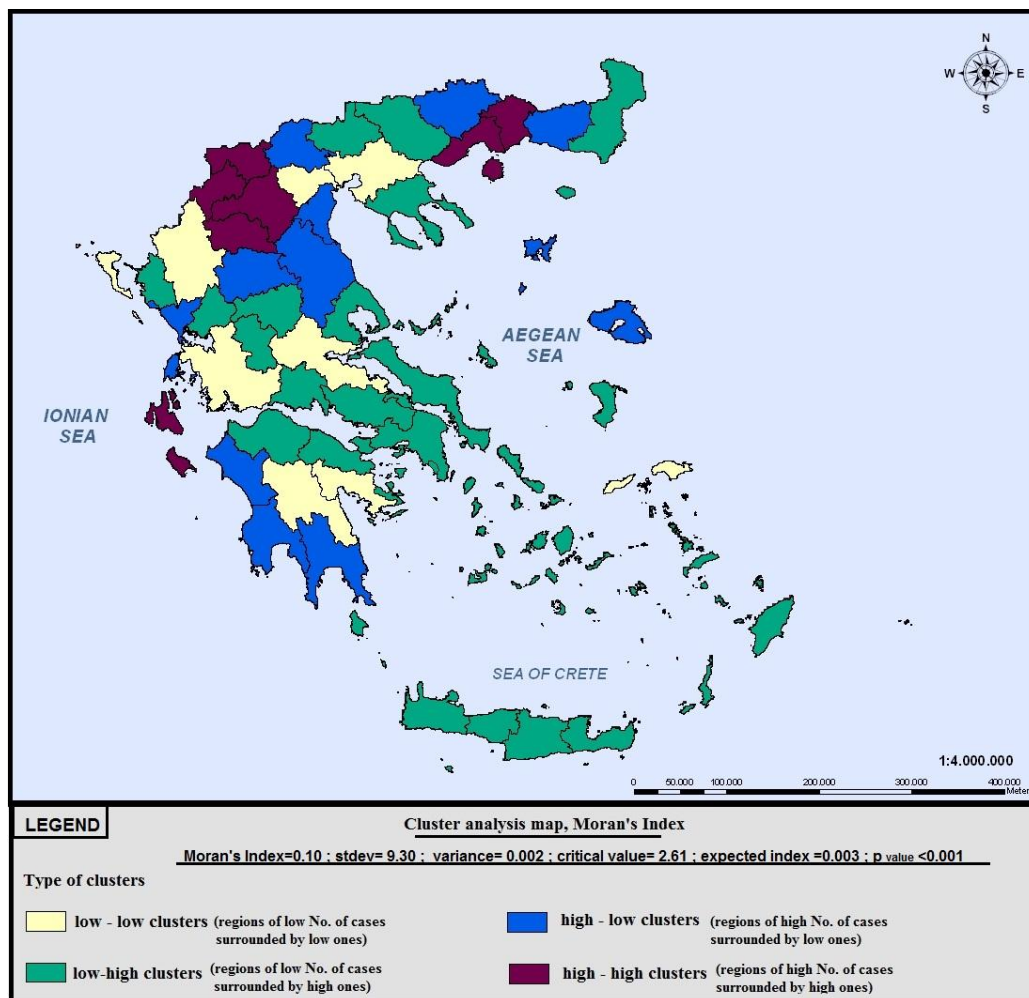


Στο παραπάνω χάρτη παρατηρούμε την άνιση γεωγραφική κατανομή της λειψμανίασης βάση της απεικόνισης και των δύο ομάδων δεδομένων της μελέτης.

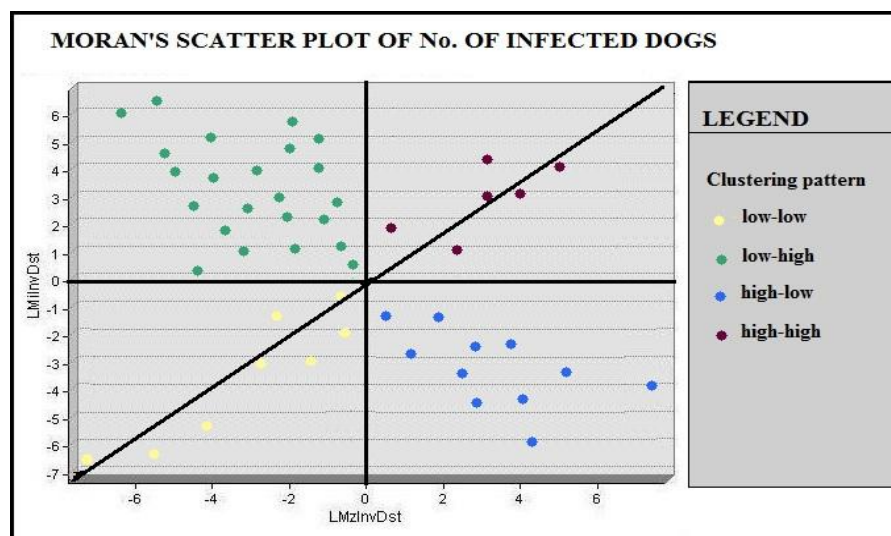
Όπως εξηγεί και το υπόμνημα με διαβάθμιση σχήματος (άσπρου κύκλου) αντιπροσωπεύονται τα δεδομένα του ερωτηματολογίου (ερώτηση 6, No of Seropositive dogs during the last 12 months, Questionnaire data) δηλαδή ο αριθμός μολυσμένων σκύλων και με διαβάθμιση χρώματος τα αποτελέσματα της ορολογικής εξέτασης (Seropositive dogs-Real data).

Μετά την ολοκλήρωση του πρώτου βήματος, ακολουθεί η πολυκριτηριακή ανάλυση, της οποίας οι παράγοντες – κριτήρια παρουσιάζονται παρακάτω (εικόνα 2,3).

Εικόνα 2: Χάρτης χωρικής ομαδοποίησης (spatial clustering) με τη χρήση του δείκτη Moran, στον αριθμό μολυσμένων σκύλων ανά Νομό της Ελλάδας.

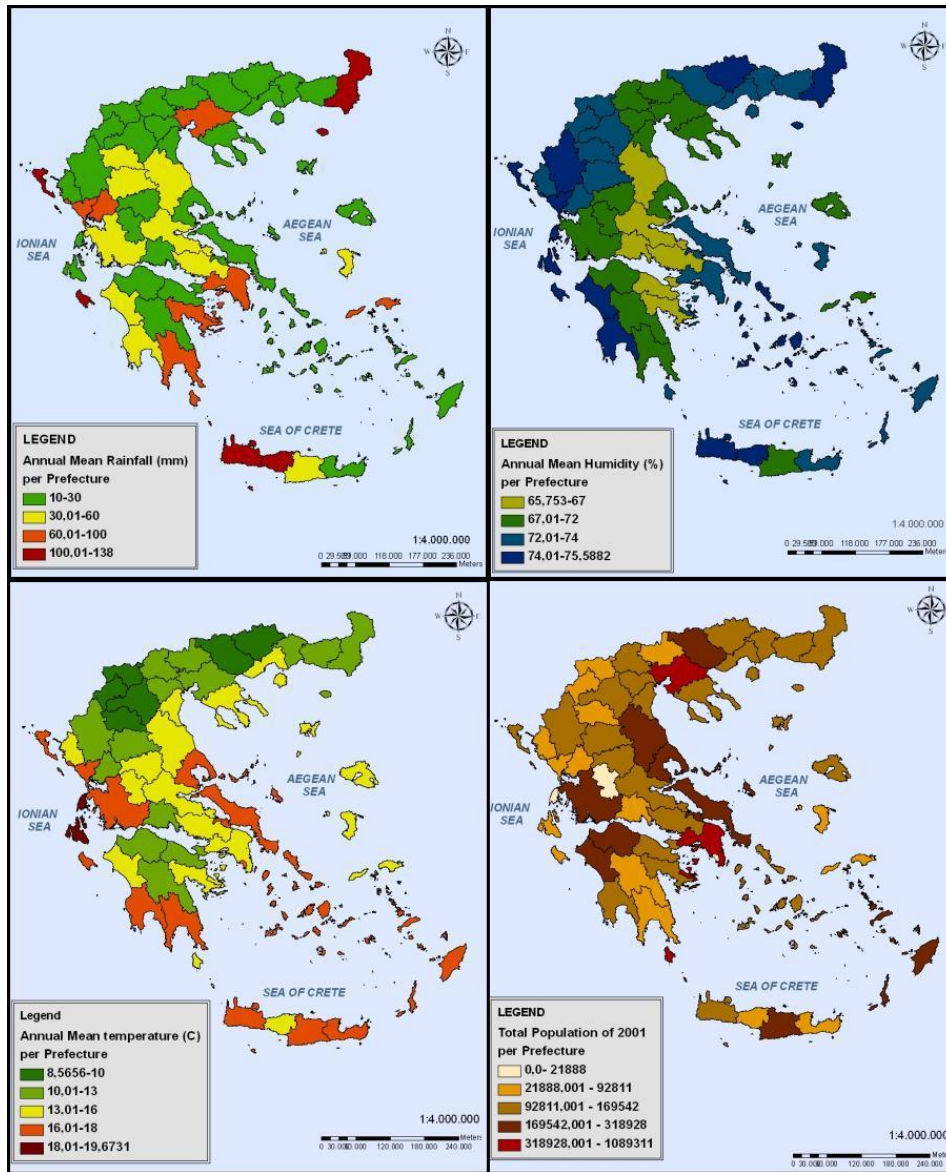


Εικόνα 3: Διασπορόγραμμα του Moran (Moran's scatter plot), με τιμές Moran's Index και z scores.



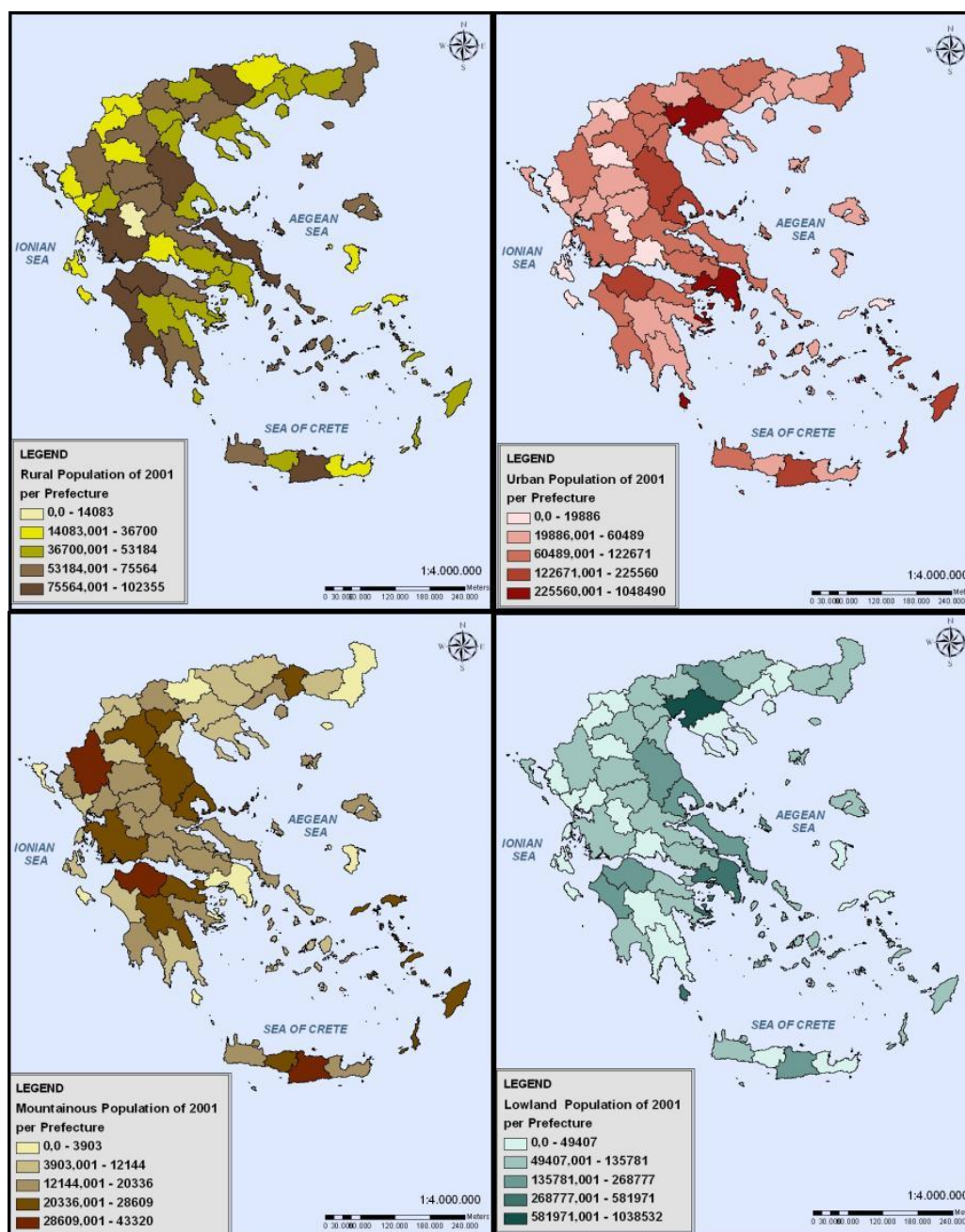
Στις εικόνες 2 και 3, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των χωρικών clusters. Η κατανομή των περιστατικών μολυσμένων σκύλων στην Ελλάδα δεν είναι τυχαία (random), αντιθέτως αποτελεί ένα φαινόμενο που ακολουθεί συγκεκριμένα πρότυπα (patterns). Βάση των παραπάνω πραγματοποιήθηκε η συγκεκριμένη ομαδοποίηση των Νομών. Αυτοί διαχωρίστηκαν σε low-low clusters (Νομοί με μικρό αριθμό περιστατικών που τείνουν να συνορεύουν με Νομούς με μικρό αριθμό περιστατικών), low-high (Νομοί με μικρό αριθμό περιστατικών που τείνουν να συνορεύουν με Νομούς με μεγάλο αριθμό περιστατικών), high-low (Νομοί με μεγάλο αριθμό περιστατικών που τείνουν να συνορεύουν με Νομούς με μεγάλο αριθμό περιστατικών), και high-high (Νομοί με μεγάλο αριθμό περιστατικών που τείνουν να συνορεύουν με Νομούς με μεγάλο αριθμό περιστατικών).

Εικόνα 4: χάρτες τεσσάρων παραγόντων κινδύνου που εισήχθησαν στην πολυκριτηριακή ανάλυση: Ετήσια Μέση Βροχόπτωση (μμ), Ετήσια Μέση Υγρασία (%), Ετήσια Μέση Θερμοκρασία (C), Συνολικός Πληθυσμός Ελλάδας 2001.



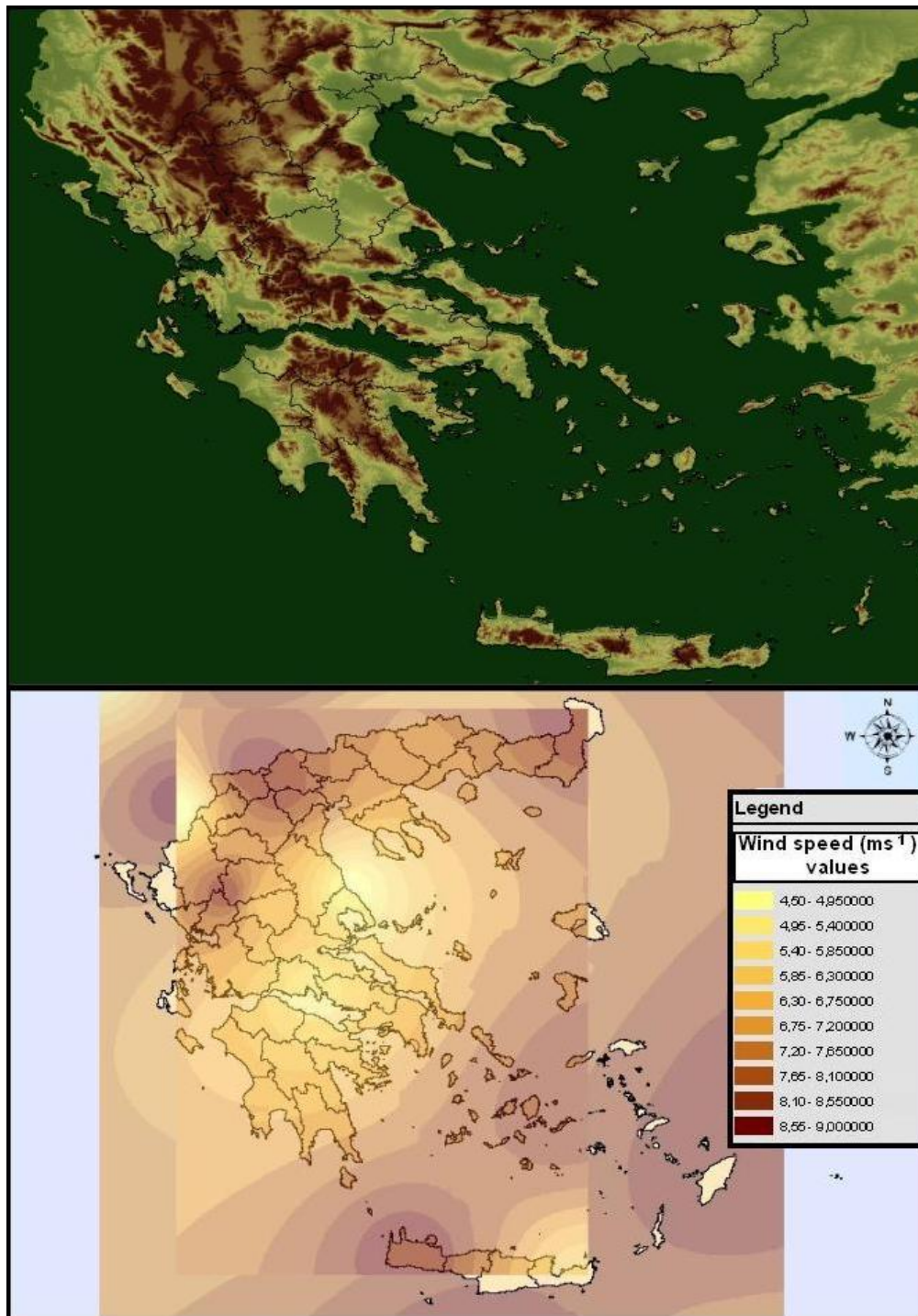
Η δημιουργία διαστημάτων τιμών (κλάσεις) προέκυψαν μετά από βιβλιογραφική ανασκόπηση σε άρθρα περιβαλλοντικών αναλύσεων καθώς και από τις συστάσεις της Μετεωρολογικής Υπηρεσία Ελλάδας. (EMY, 2010)

Εικόνα 5: χάρτες τεσσάρων παραγόντων κινδύνου που εισήχθησαν στην πολυκριτηριακή ανάλυση: Αγροτικός πληθυσμός 2001, Αστικός πληθυσμός 2001, Ορεινός πληθυσμός 2001, Ημιορεινός πληθυσμός 2001.



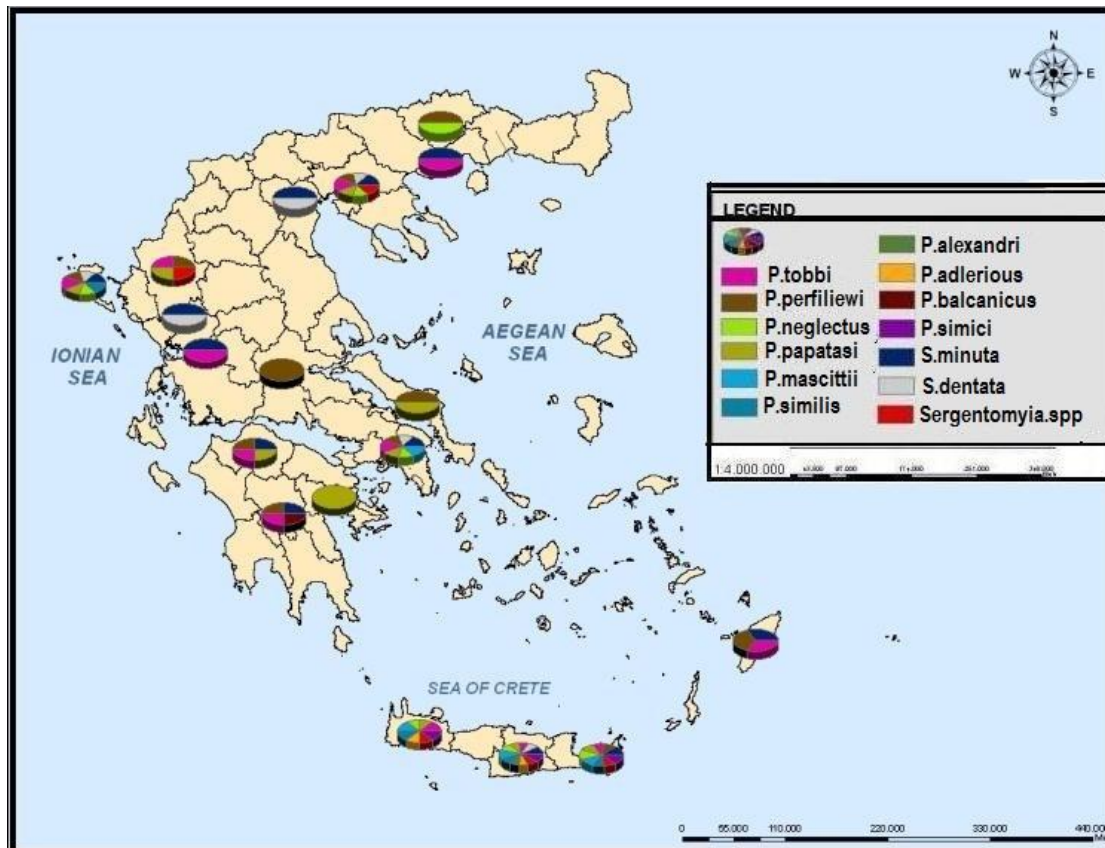
Η δημιουργία διαστημάτων τιμών (κλάσεις) προέκυψαν μετά από βιβλιογραφική ανασκόπηση σε άρθρα δημογραφικών αναλύσεων καθώς και από τις συστάσεις της Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδας (Ε.Σ.Υ.Ε) (Hellenic Statistical Authorization, 2010). Οι δύο τελευταίοι παράγοντες δεν χρησιμοποιήθηκαν στην ανάδειξη περιοχών κινδύνου που ακολουθεί ώστε να αποφευχθεί η υπερεκτίμηση που θα προκαλούνταν με την εισαγωγή τριών κριτηρίων ίδιας αναφοράς (δηλαδή ο ορεινός, ημιορεινός πληθυσμός και το ανάγλυφο). Έτσι, παρουσιάζεται και το ανάγλυφο το οποίο τελικά συμπεριλήφθη στα κριτήρια του πολυκριτηριακού μοντέλου.

Εικόνα 6: Ανάγλυφο Ελλάδας (3 Dimension Elevation Model), Ταχύτητα ανέμου (ms^{-1}).



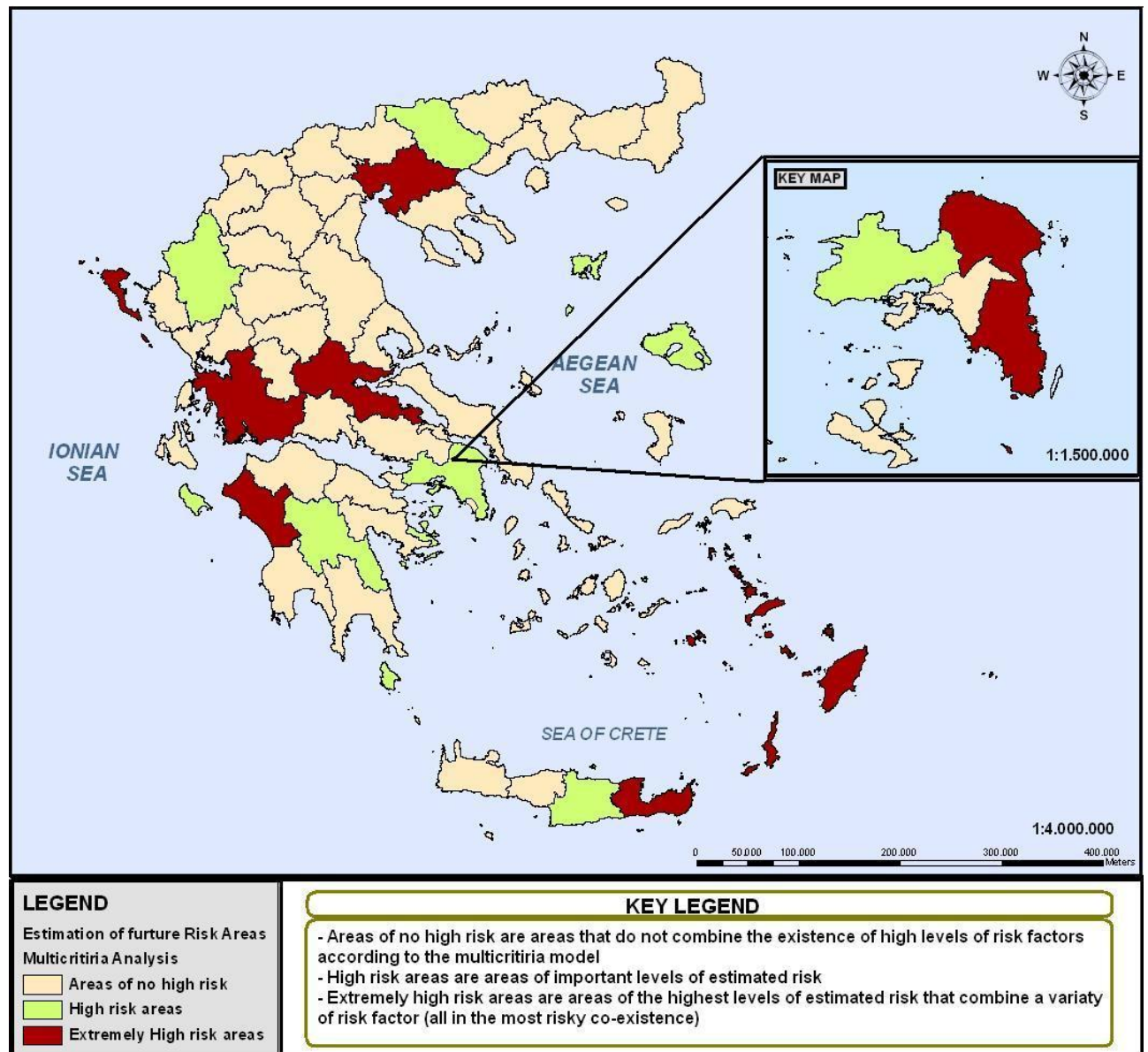
Η ταχύτητα του ανέμου αποτελεί άλλο ένα σημαντικό παράγοντα για την λειψμανίαση, γιατί επηρεάζει την δυνατότητα επιβίωσης και ενεργοποίησης του διαβισαστή ξενιστή του παράσιτου, της σκνίπας. Η εκτίμηση των τιμών έγινε για όλη την επιφάνεια της Ελλάδας σε μονάδες ms^{-1} .

Εικόνα 7: Χάρτης κατανομής σκνιπών σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, απεικόνιση ανά είδος.



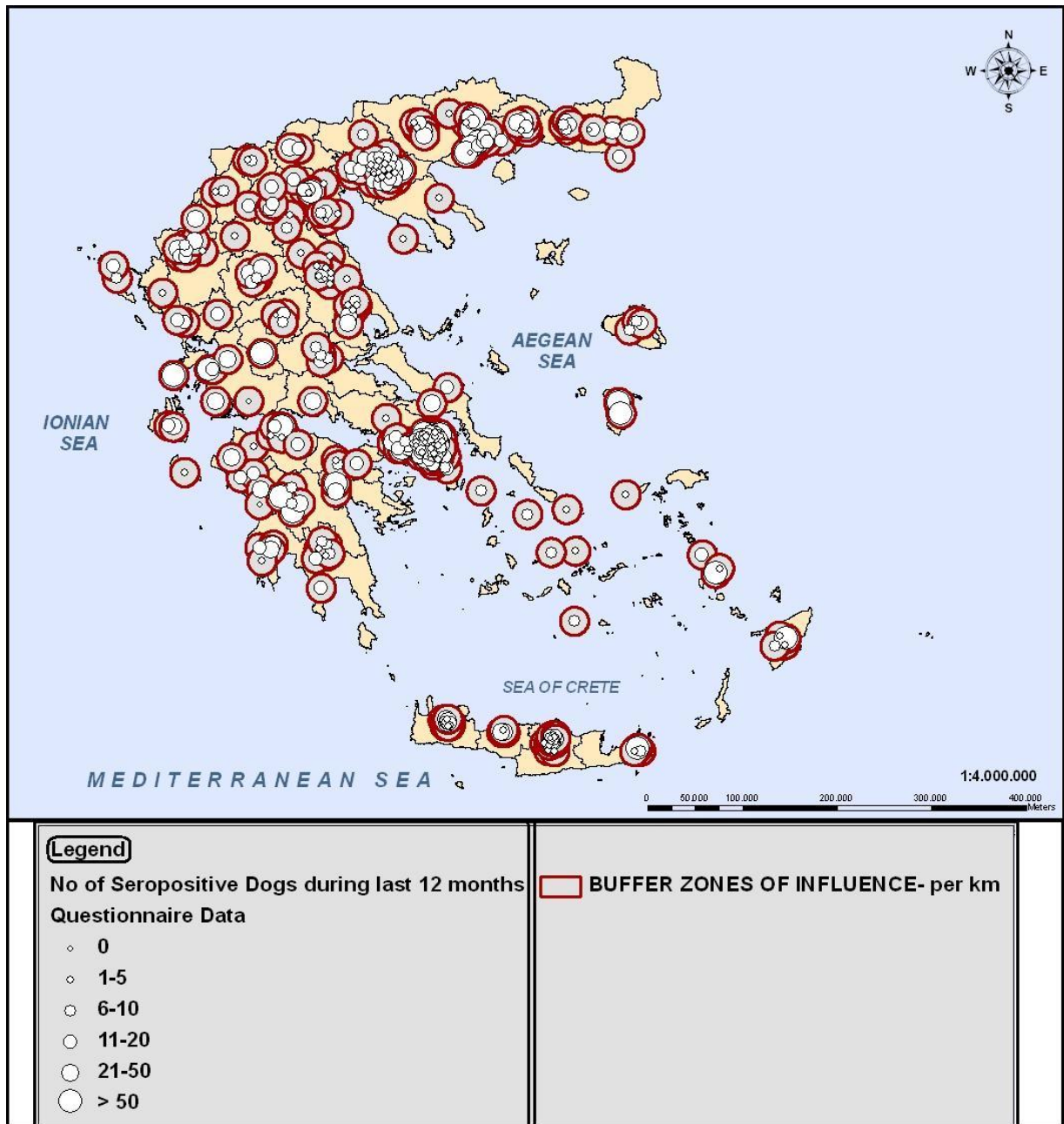
Στο παρόν χάρτη παρουσιάζονται οι σκνίπες, που καταγράφονται ανά είδος, στην Ελλάδα, σε μέρη από όπου πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες. Οι σκνίπες αποτελούν ένα από τους σημαντικότερους παράγοντες κινδύνου για την εξάπλωση της νόσου και δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην παρουσία κάποιων ειδών, στη πολυκριτηριακή ανάλυση για την ανάδειξη περιοχών κινδύνου. Παράλληλα, σημαντική είναι η συνύπαρξη ορισμένων ειδών (Ivovic et al., 2007, Christodoulou et al., 2011, Xanthopoulou et al., 2011).

Εικόνα 8: Χάρτης ανάδειξης περιοχών κινδύνου λείσμανιάσης, μέσω πολυκριτηριακής ανάλυσης.



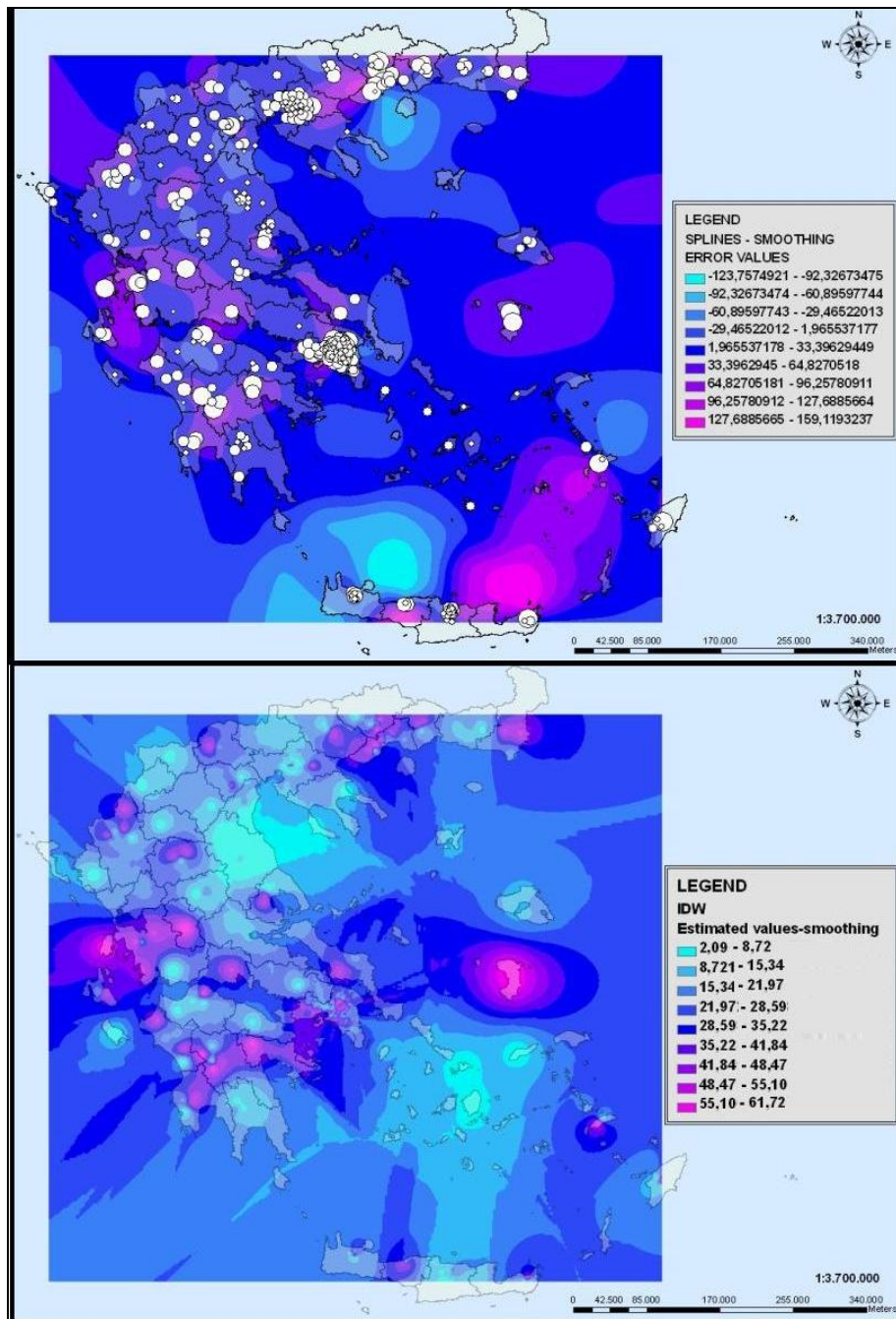
Η ανάδειξη περιοχών κινδύνου ολοκληρώθηκε βάση των παραγόντων κινδύνου που παρουσιάστηκαν παραπάνω μέσω της πολυκριτηριακής ανάλυσης (multicriteria analysis). Ο κάθε παράγοντας κινδύνου εξετάστηκε ξεχωριστά, αλλά και με κάθε πιθανό συνδυασμό με το σύνολο των παραγόντων. Διαφορετικά βάρη (weights) δόθηκαν ανάλογα με τη περίπτωση όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα της μεθοδολογίας.

Εικόνα 9: Χάρτης με ζώνες επιρροής ασθένειας από 500μ έως 1500μ ανάλογα με την αξιοπιστία του κτηνιάτρου και την παρουσία της σκνίπας.



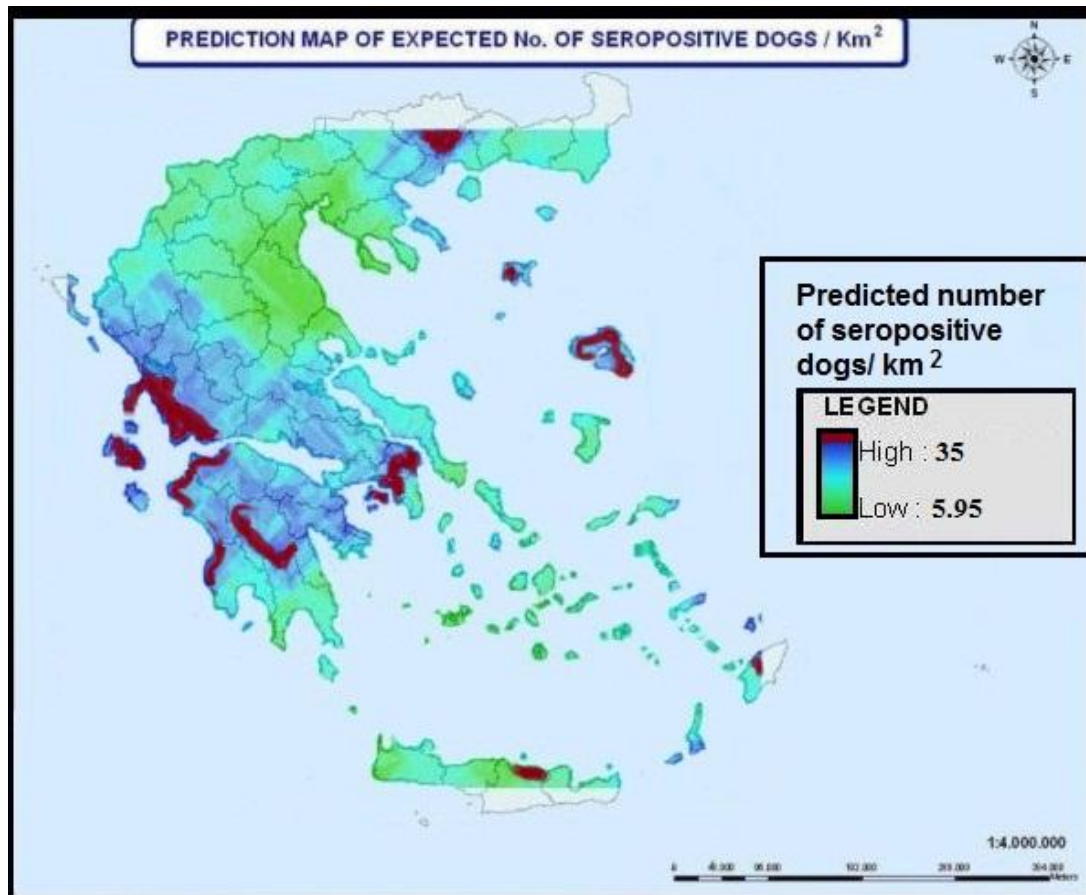
Η ανάδειξη των περιοχών επιρροής έγινε με βάση συντελεστές βαρύτητας του κτηνιάτρου ανά ερωτηματολόγιο και περιοχή αλλά και με βάση την χιλιομετρική ακτίνα κίνησης της σκνίπας (ακτινωτά από το σημείο καταγραφής του περιστατικού).

Εικόνα 10: Χάρτης συστηματικού λάθους (error map) και εξομάλυνσης τιμών (smoothing map) του αριθμού των μολυσμένων σκύλων, Ελλάδα.



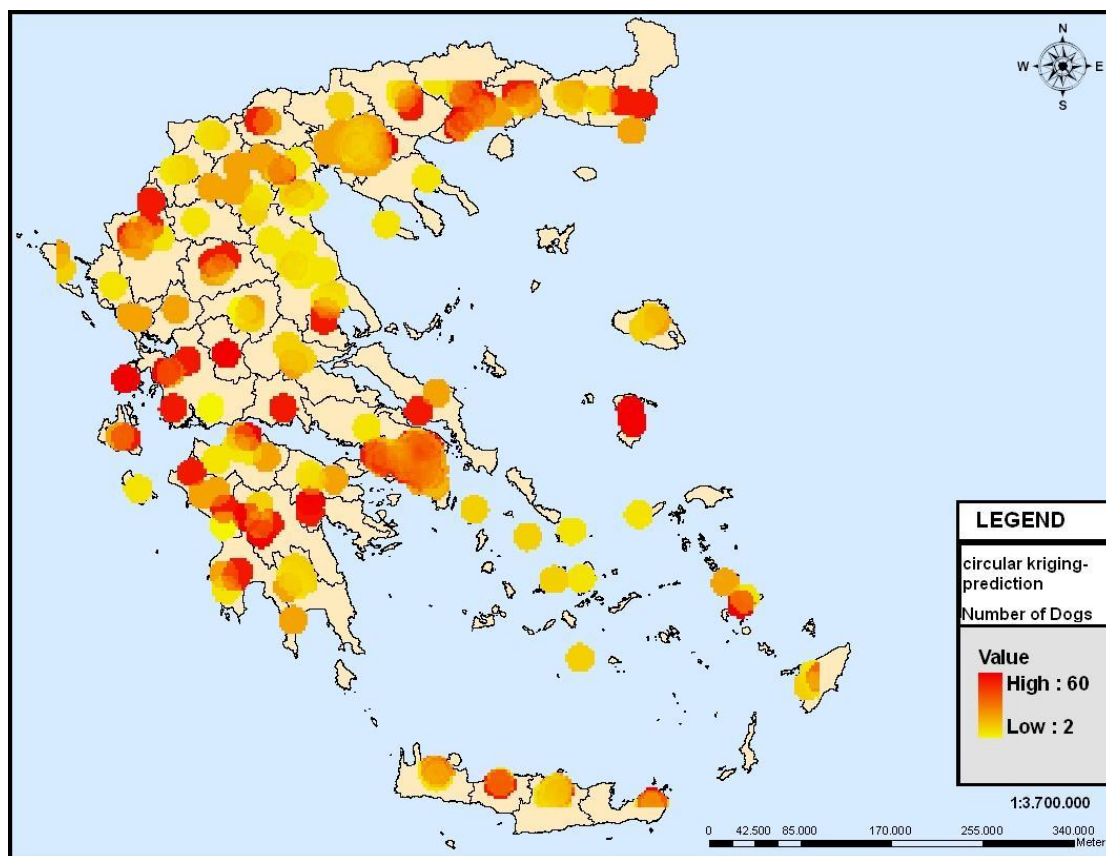
Ο χάρτης συστηματικού λάθους τιμών (error map) στοχεύει στην εκτίμηση του σφάλματος των τιμών που προέρχεται από τη δειγματοληψία ή οποιοδήποτε συστηματικό λάθος. Στη συνέχεια με το χάρτη εξομάλυνσης τιμών (smoothing map) αντιμετωπίζεται το συστηματικό λάθος δημιουργώντας μια λεία επιφάνεια στο χώρο όπου τα εκάστοτε φαινόμενα, ετερογένειες, ομοιογένειες ή ιδιομορφίες γίνονται ευκολότερα εμφανή.

Εικόνα 11: Χάρτης πρόβλεψης στο σύνολο της Ελλάδας βάση του αριθμού των μολυσμένων σκύλων.



Ο χάρτης πρόβλεψης πραγματοποιήθηκε βάση της μεθόδου ordinary cokriging interpolation, prediction map με σκοπό τη εκτίμηση τιμών μολυσμένων σκύλων σε όλη την έκταση της Ελλάδας ακόμα και σε σημεία όπου δεν υπήρχε δείγμα.

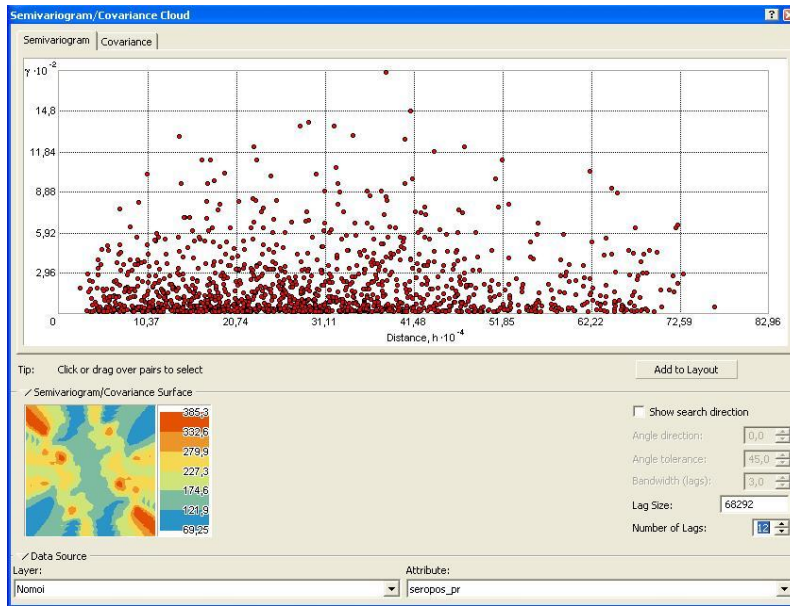
Εικόνα 13: Χάρτης πρόβλεψης για τα συγκεκριμένα σημεία δεδομένων της Ελλάδας, βάση του αριθμού των αναμενόμενων μολυσμένων σκύλων.



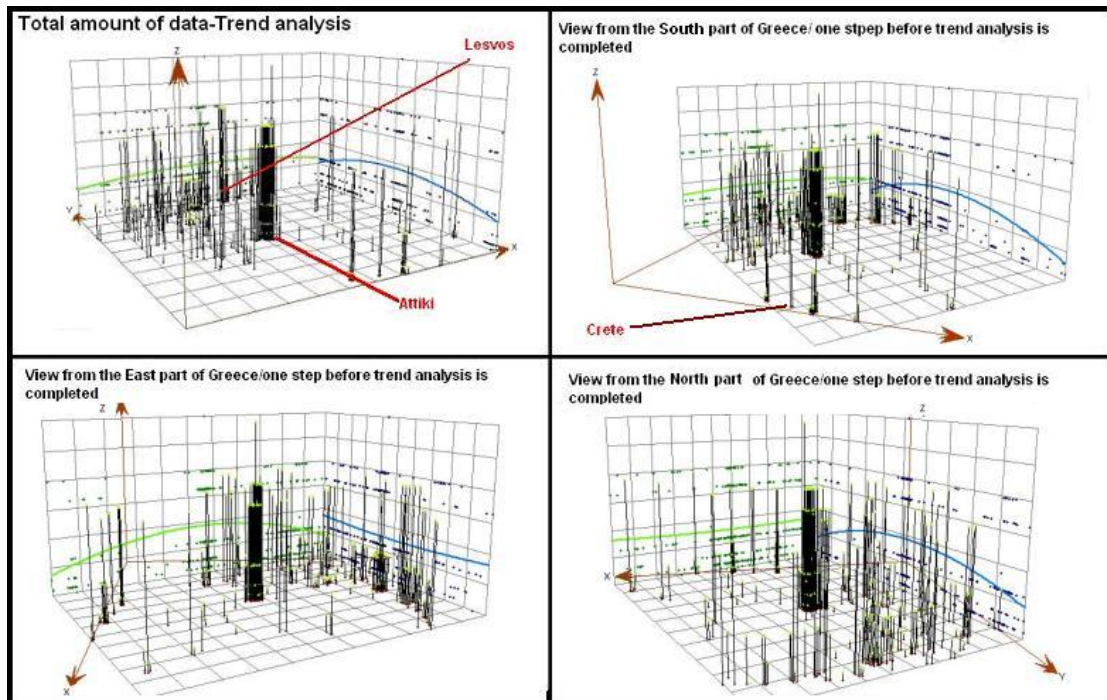
Ο χάρτης πρόβλεψης, prediction map, πραγματοποιήθηκε βάση της μεθόδου circular Kriging interpolation, με σκοπό τη εκτίμηση τιμών μολυσμένων σκύλων στις περιοχές όπου υπήρχε δείγμα αλλά καλύπτοντας όλη την περιοχή περιμετρικά από αυτά βάση των ζωνών επιρροής (buffer zones, εικόνα 9). Οι τιμές μπορεί να αλλάζουν ακόμα και στην ίδια περιοχή από τα ανατολικά στα δυτικά.

Ακολουθεί (εικόνα 14) το ημιβαριόγραμμα (semivariogram) ώστε να δικαιολογηθεί μαθηματικά το τελικό αποτέλεσμα της πρόβλεψης. Το πειραματικό βαριόγραμμα αποτελεί το πρώτο βήμα για τη ποσοτική περιγραφή της χωρικής μεταβολής του αριθμού μολυσμένων σκύλων και περιέχει χρήσιμη πληροφορία για τη χωρική παρεμβολή. Συγκεκριμένα, μας δίνει πληροφορίες για τη συσχέτιση μεταξύ των τιμών μιας άγνωστης συνάρτησης και των μεταξύ τους αποστάσεων στο χώρο. Στη παρούσα περίπτωση δηλώνει την ύπαρξη θετικής αυτοσυσχέτισης στα δεδομένα μας.

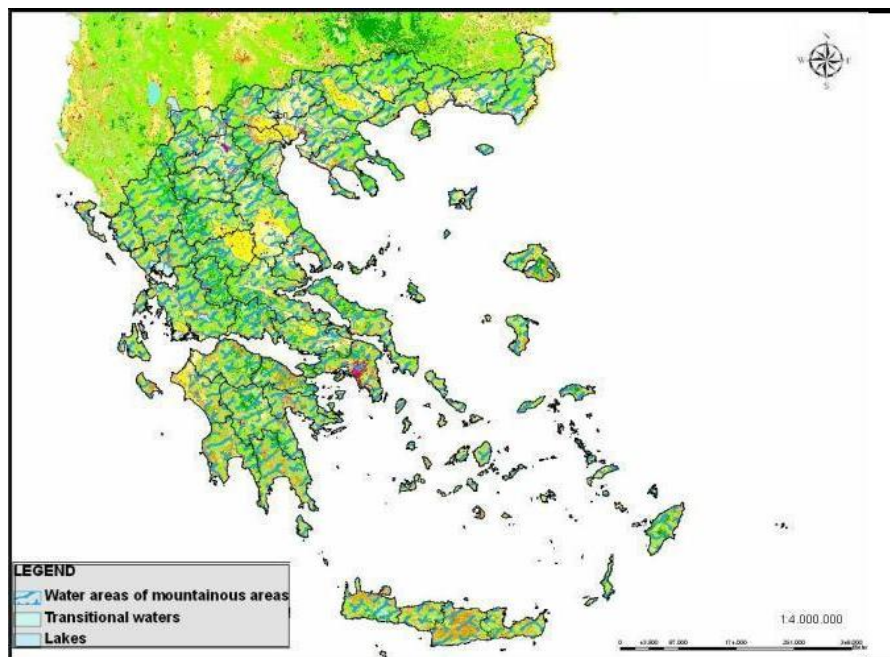
Εικόνα 14: Ημιβαριόγραμμα (semivariogram) του μοντέλου πρόβλεψης



Εικόνα 15: Τρισδιάγραμμα ανάλυσης τάσεων (trend analysis) του αριθμού μολυσμένων σκύλων (ερώτηση 6).



Εικόνα 16: Χάρτης εδαφοκάλυψης Ελλάδας. Υγρό στοιχείο, πράσινες εκτάσεις και κτισμένες-δομημένες επιφάνειες.



4.2. Στατιστική ανάλυση

Πίνακας 1: Αποτελέσματα του τεστ κανονικότητας κατανομής των μεταβλητών: Αριθμός μολυσμένων σκύλων (ερώτηση 6) και οροθετικότητα (real data)

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The categories of question 6 occur with equal probabilities.	One-Sample Chi-Square Test	,000	Reject the null hypothesis.
2	The distribution of seropos is normal with mean 26.26 and standard deviation 16.11.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

Από το τεστ κανονικότητας προκύπτει ότι οι κατανομές δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Επομένως, εφαρμόστηκε μη παραμετρικό τεστ για την ανίχνευση συσχέτισης ανάμεσα στις δύο μεταβλητές: αριθμός μολυσμένων σκύλων και οροθετικότητα καθώς και για την ανάδειξη του κινδύνου για την ασθένεια βάση των παραγόντων κινδύνου (logistic regression –binary).

Πίνακας 2: Αποτελέσματα του στατιστικού τεστ για τον έλεγχο συσχέτισης των δύο ομάδων δεδομένων: Αριθμός μολυσμένων σκύλων (ερώτηση 6) και οροθετικότητα (real data)

Variables	p-value*	Pearson r (p value)
No. of infected dogs	0.03	r= 0.822 (<0.001)
Seropositivity (%)	0.04	

*chi-square non-parametric tests

Πίνακας 3: Κίνδυνος εμφάνισης της νόσου σε περιοχές με ποσοστό οροθετικότητας >20 οι οποίες παρουσιάζουν τουλάχιστον ένα από τους παράγοντες κινδύνου (ευνοϊκή: θερμοκρασία, υγρασία, βροχόπτωση και αριθμός μολυσμένων σκύλων), στην Ελλάδα.

Variables	Cases/higher Seropositivity N(%)		Controls/lower Seropositivity N(%)		Odds Ratio (95%CI)	p-value
	N (%)	N total	N (%)	N total		
Number of confirmed CanL cases		199		175		
0 dogs	5 (2,5)		5 (2,9)		1	-
1-5 dogs	58 (29,1)		25 (14,3)		1,13 (1,001- 1,134)	0,002
6-10 dogs	32 (16,1)		29 (16,6)		1,12 (1,120- 1,355)	0,003
11-20 dogs	50 (25,1)		55 (31,4)		2,62 (2,446-3,114)	0,004
21-50 dogs	54 (27,10)		61 (34,9)		1,02 (0,112- 2,446)	0,030
More than 50 dogs	-		-		-	
Mean - Land Surface Temperature		49		2	1,57 (0,93- 26,776)	
8,5656-10,00	6 (12,2)				1	-
10,01-13,00	13 (26,5)		1 (50)		34,11 (32,042-35,700)	0,000
13,01-16,00	15 (30,6)		1 (50)		44,09 (39,900 -45,976)	0,000
16,01-18,00	13 (26,5)				79,22 (76,855-79,300)	0,000
18,00-19,6731	2 (4,1)				50,129 (49,156- 52,900)	0,016
Mean Annual Rainfall		24		27	2,450 (1,749-3,432)	
10 – 30,00	14 (59,2)		15 (55,5)		1	-
30,01- 60,00	4(20,4)		6 (22,2)		1,181(1,127-1,778)	0,000
60,01- 100,00	2 (10,2)		5 (22,1)		2,341 (1,754-3,057)	0,045
100,01-138,00	4 (20,4)		1		0,77 (0,50-0,97)	<0,001
Mean - relative Humidity		49		2	1,140 (1,026- 1,265)	
65,753-67,00	6 (12,2)				1	-
67,01-72,00	15 (30,6)		1(50)		1,101 (1,012-1,230)	0,0034
72,01-74,00	15 (30,6)		1 (50)		1,411 (1,228-1206)	0,010
74,01-75,5882	13 (26,5)				27,759 (25,004-28,992)	<0,001

Πίνακας 4: Κίνδυνος εμφάνισης της νόσου σε περιοχές με ποσοστό οροθετικότητας >20 όπου έχουμε συνύπαρξη υγρού στοιχείου, φυτοκάλυψη ή τεχνητών επιφανειών (τσιμέντο κ.α).

Land cover	Odds Ratio (95% CI)	P trend
Water bodies	1.39 (1.013-1.570)	
Agricultural areas	2.24 (1.95-2.873)	
Forest and semi-natural areas	1.15 (1.01-1.23)	< 0.001
Open spaces with no vegetation	0.98 (0.56-1.64)	
Artificial surfaces	0.02 (00 - 0.1)	

Ο παρόν πίνακας αναπτύχθηκε με τη βοήθεια των GIS διότι υπήρχε κίνδυνος υπερεκτίμησης ή ελλιπής εκτίμησης σε ένα καθαρά στατιστικό περιβάλλον, όπου θα ήταν δύσκολο να υπολογιστούν τα όρια των επιφανειών εδαφοκάλυψης.

5. Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας την παρουσίαση των αποτελεσμάτων είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι η γεωγραφική κατανομή της ασθένειας (εικόνα 1) παρουσιάζει έντονη ετερογένεια στον ελλαδικό χώρο. Αυτό γίνεται εμφανές από την κατανομή και των δύο ομάδων δεδομένων. Παρατηρούμε Νομούς του συνορεύουν ή που υπάγονται στο ίδιο Δημοτικό Διαμέρισμα να χαρακτηρίζονται από επίπεδα οροθετικότητας που απέχουν πολύ μεταξύ τους. Ένα παράδειγμα είναι η Κρήτη με τους δύο Νομούς Λασιθίου και Ηρακλείου να έχουν 26,6701-39,53% οροθετικότητας ενώ οι Νομοί Χανίων και Ρεθύμνου να έχουν από 7,01 έως 26,67%. Παράλληλα, στο Ν. Αττικής όπου το κέντρο της Αθήνας χαρακτηρίστηκε από μικρό ποσοστό 12,8% ενώ η Ανατολική και η Δυτική Αττική έχουν πολύ μεγάλα ποσοστά από >13% (Ανατολική Αττική = 24,8% και Δυτική Αττική= 23,08). Ανάλογη εικόνα προκύπτει από την διασπορά των τιμών βάση των δεδομένων από τα ερωτηματολόγια (ερώτηση 6) τα οποία βρέθηκαν να συμφωνούν με αυτά της οροθετικότητας (απόδειξη αξιοπιστίας ερωτηματολογίων ως εργαλείο μελέτης της Λεϊσμανίασης (P. Ntais et al., εστάλη για δημοσίευση).

Στους ακόλουθους χάρτες 4-7 καταγράφεται η διασπορά ποικίλων παραγόντων κινδύνου στην Ελλάδα ανά Νομό από την τελευταία απογραφή του 2001 (ΕΜΥ, 2011 ; Hellenic Statistical Authorization, 2010) αλλά και από τα γεωγραφικά δεδομένα του EDEN (EDEN, 2011). Η επιλογή των Νομών ως μέτρο αναφοράς για ορισμένους από αυτούς τους παράγοντες έγινε για λόγους όμοιας αναφοράς με τα δεδομένα μας. Παρόμοια ανομοιογένεια παρατηρείται και σε αυτούς τους παράγοντες μια που η Ελλάδα είναι μια χώρα με έντονη ποικιλομορφία εδάφους, κλιματικών αλλαγών, γεωμορφολογίας γενικότερα. Ένα γενικευμένο και απλοποιημένο παράδειγμα είναι το ακόλουθο: δόθηκε «βάρος» (weight) 1 σε Νομούς οι οποίοι συνδύαζαν 20-30 C° θερμοκρασία σε συνδυασμό με υγρασία 65-67% διότι αποτελεί ιδανικό συνδυασμό για την ανάπτυξη της σκνίπας, και άρα της ασθένειας. Ακόμα μεγαλύτερο «βάρος» (πχ. w=1,5) δόθηκε σε Νομούς που εκτός από τα παραπάνω συνδύαζαν και αυξημένο μέγεθος πληθυσμού και ιδιαίτερα αγροτικού πληθυσμού. Το «βάρος» w πήρε τιμές από -2 έως 2. Άλλα κριτήρια ήταν η ταχύτητα ανέμου, η οποία όσο αυξάνεται τόσο αποδυναμώνει τις συνθήκες ανάπτυξης της σκνίπας, το υψόμετρο, το οποίο όσο μειώνεται τόσο ενδυναμώνεται ως παράγοντας κινδύνου. Τέλος, ο πιο σημαντικός παράγοντας ήταν τα είδη σκνίπας που απαντώνται στις διάφορες περιοχές. Ένα παράδειγμα συνύπαρξης σκνιπών διαφορετικού είδους που αποτελεί υψηλότερο κίνδυνο σε σχέση με άλλα είναι η *P.tobbi*, *P.perfilliewi*, *P.neglectus* και *P.papatasi* οι οποίες παρουσιάζονται στο Νομό Αττικής, Ηρακλείου και Κέρκυρας.

Έτσι, το πολυπαραγοντικό μοντέλο ανάλυσης, που παρουσιάστηκε στην ενότητα της μεθοδολογίας, συνυπολόγισε την συνύπαρξη όλων αυτών των παραγόντων δίδοντας τα κατάλληλα «βάρη» (weights). Με αυτό το τρόπο προέκυψαν οι περιοχές υψηλού κινδύνου για τη λεϊσμανίαση. Αυτές είναι: ο Νομός Λασιθίου, Δωδεκανήσου, Ηλείας, Βόρειας και Νότιας Αττικής, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Κέρκυρας και Θεσσαλονίκης. Ουσιαστικά αυτές οι περιοχές χρήζουν άμεσης εφαρμογής μέτρων επιτήρησης χωρίς αυτό να υπονοεί τον υποβιβασμό των υπόλοιπων περιοχών. Και σε αυτή τη περίπτωση παρατηρείται έντονη ποικιλομορφία και τοπικότητα (Pistolla G., et al., 2011) στο φαινόμενο. Συγχρόνως μοιάζει να συμφωνούν με τα αρχικά μας δεδομένα, γεγονός που διασφαλίζει για άλλη μια φορά την αξιοπιστία των δεδομένων

του ερωτηματολογίου. Εκτός όμως από τις περιοχές που συμπίπτουν με αυτές του χάρτη 1 (δηλαδή περιοχές με μεγάλο αριθμό μολυσμένων σκυλιών), προστίθενται νέες που λόγω συνύπαρξης των παραγόντων κινδύνου προκαλούν αυξημένο κίνδυνο στο παρόν αλλά και στο μέλλον. Οι νέες περιοχές υψηλού κινδύνου είναι: ο Νομός Ηρακλείου, Λέσβου, η υπόλοιπη Αττική, Αρκαδίας, Σερρών και Ιωαννίνων.

Εν συνεχεία, οι ζώνες επιρροής εμφανίζονται μεγαλύτερες σε περιοχές όπως Ν. Αττικής, Ηρακλείου, Λέσβου, Δωδεκανήσου κ.α. όπου η αξιοπιστία του κτηνιάτρου (βάση του αριθμού σκυλιών που παρακολουθεί ανά βδομάδα) θεωρήθηκε μεγαλύτερη αλλά και τα δεδομένα ήταν μεγαλύτερα σε αριθμό (σύνολο Ν). Σημαντικό ρόλο έπαιξε και η έκταση επιφάνειας του Νομού, για παράδειγμα σε μικρής έκτασης Νομούς, με αξιόπιστο κτηνίατρο και μέτριο ή μεγάλο αριθμό σκύλων έχουμε μεγαλύτερη ακτίνα επιρροής. Θα πρέπει βέβαια να εστιάζουμε στο χάρτη ανά περιοχή ώστε να υπάρξει καλύτερη κατανόηση της έκτασης της κάθε ζώνης επιρροής, όπως στο Νομό Αττικής που αναλύεται σε περιοχές με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Στην εικόνα 10 παρουσιάζονται οι χάρτες λάθους και εξομάλυνσης τιμών. Μέσω της εκτίμηση του λάθους και της εξομάλυνσης τα μοντέλα πρόβλεψης που θα ακολουθήσουν θα χρησιμοποιήσουν νέες τιμές εξομαλυσμένες - σωστότερες ώστε να βρεθεί το μήνυμα που κρύβει κάθε μια από τις τιμές αυτές. Για παράδειγμα ο Ν. Έβρου από 28,59-61,72 σκυλιά ανά 1 τ.χλμ ενώ στο Ν. Χανίων στη πόλη 2,09-8,72 ανά 1 τ.χλμ και στις περιφέρειες από 8,7-21,90.

Στην εικόνα 11 παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της πρόβλεψης των άγνωστων μέχρι τώρα τιμών μολυσμένων σκύλων ανά 50 τχλμ σε όλη την έκταση της Ελλάδος. Έτσι γίνεται εκτίμηση της δυναμικής της ασθένειας και της πορείας της νόσου. Με βάση τη μέθοδο αυτή συνυπολογίστηκε όχι μόνο ο αριθμός μολυσμένων σκύλων (όπου είχαμε ερωτηματολόγια) αλλά και οι σκνίπες και οι περιοχές με υγρό ή πράσινο στοιχείο. Έτσι, προκύπτει ότι η Αττική, σχεδόν όλη η Πελοπόννησος αλλά και άλλα σημεία στην Ελλάδα ότι χρίζουν άμεσης δράσης και εφαρμογής μέτρων αντιμετώπισης και πρόληψης. Από το χάρτη γίνεται ξεκάθαρο ότι ακόμα και εντός των ορίων ενός Νομού υπάρχει ετερογένεια στην κατανομή των μολυσμένων σκύλων άρα και του κινδύνου για τη νόσο. Ένα παράδειγμα είναι η Θεσσαλονίκη, όπου στη μεγαλύτερη της έκταση εκτιμάται ότι μπορεί να βρεθούν περίπου 6-8 μολυσμένοι σκύλοι ανά 50 τχλμ. Ενώ σε ένα νοτιοανατολικό σημείο (με κόκκινο χρώμα) λόγω του υγρού στοιχείου ο αριθμός αυξάνεται κατακόρυφα και φτάνει τους 30-35 μολυσμένους σκύλους.

Στην εικόνα 12 εφαρμόζεται μια παρόμοια μέθοδος αλλά αυτή τη φορά για την εκτίμηση τιμών σε ακτίνα 1500 μέτρων από το ιατρείο των κτηνιάτρων. Το παρόν αποτέλεσμα είναι χρήσιμο για την λήψη τοπικών μέτρων ή ανάπτυξης στρατηγικής πρόληψης από τους κτηνιάτρους. Στη συνέχεια παρατίθεται το ημιβαριόγραμμα στο οποίο στηρίχθηκε η μέθοδος interpolation Kriging, το οποίο παρουσιάζει την κατανομή των τιμών η οποία θέλουμε να είναι η βέλτιστη ώστε να ολοκληρώσουμε την πρόβλεψη.

Τέλος, για να ολοκληρωθεί η χωρική ανάλυση δημιουργήθηκε ένα διάγραμμα τάσεων με τη μέθοδο της trend analysis. Παρατηρείται τάση σε τρεις συγκεκριμένες τοποθεσίες. Αρχικά στην Αττική, γεγονός που δικαιολογείται πλήρως εάν αναλογιστούμε την έκταση αλλά και την ποικιλομορφία της σε επίπεδο εδάφους, κλιματικών αλλαγών αλλά και συγκέντρωσης σκνιπών. Επιπλέον μέτριες τάσεις παρατηρούνται στο Ηράκλειο, τη Λέσβο αλλά και τη Θεσσαλονίκη.

Εάν συγκρίνουμε τα παραπάνω αποτελέσματα με ένα χάρτη κατανομής εδαφοκάλυψης θα δούμε ότι επαληθεύονται οι περιοχές κινδύνου αλλά και οι Νομοί με έντονες τάσεις (εικόνα16). Οι περιοχές με αυξημένο ποσοστό με έλη, λίμνες,

ποταμούς, ή παραθαλάσσιες εκτάσεις αλλά και δάση, αγροί και γενικότερα πράσινες εκτάσεις παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης της ασθένειας. Αυτό επιβεβαιώνεται ξανά και με τους ακόλουθους πίνακες της στατιστικής ανάλυσης. Βέβαια σημαντικές είναι και οι καιρικές συνθήκες καθώς και η παρουσία ειδών σκνιπών που παίζουν το ρόλο του διαβιβαστή ξενιστή. Ο συνδυασμός ορισμένων από τα προαναφερθέντα μπορεί να είναι παράγοντας κινδύνου για τη μόλυνση των σκύλων και κατ' επέκταση για τον άνθρωπο.

Τέλος, στατιστικά σημαντικές αναδείχθηκαν οι βασικές μας μεταβλητές, δηλαδή το ποσοστό οροθετικότητας και ο αριθμός των μολυσμένων σκύλων με p value = 0.04 και 0.03 αντίστοιχα, ενώ παράλληλα η συσχέτιση μεταξύ αυτών των δύο μεταβλητών αποδείχθηκε ισχυρή με $r= 0.822$ και p value <0.001 .

6. Συζήτηση

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση των περιστατικών λείσμανιάσης στην Ελλάδα (Antoniou, 2009; Christodoulou, 2011). Αυτή την παρατήρηση έρχονται να επιβεβαιώσουν και τα δεδομένα της παρούσας μελέτης. Πολύ μεγαλύτερος δε, προβλέπεται να είναι ο κίνδυνος στο άμεσο μέλλον όπως καταγράφεται στην πρόβλεψη κινδύνου σε όλη την Ελλάδα (εικόνα 11). Η ανάλυση των δεδομένων υποδεικνύει ότι πολλές περιοχές στην Ελλάδα ευνοούν την ανάπτυξη της νόσου επομένως θα πρέπει να ληφθούν μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισής της. Εν τούτοις, η παρούσα ανάλυση έδειξε έντονη τοπικότητα και ετερογένεια στην κατανομή της νόσου αλλά και των προβλέψεων για την μελλοντική της εξάπλωση. Αυτό ήταν αναμενόμενο λόγω της έντονης ποικιλομορφίας στη γεωμορφολογία της Ελλάδας. Συνεπώς, τα μέτρα που θα πρέπει να παρθούν θα πρέπει να είναι τοπικά, ανά Νομό ή ιδανικότερα ανά Διοικητικό Διαμέρισμα. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί και από τους κτηνιάτρους, ατομικά, με την παροχή οδηγιών στους πελάτες για την πρόληψη της μόλυνσης των σκύλων.

Η αξία του ερωτηματολογίου «Veterinary survey on epidemiology and control of canine Leishmaniasis» στην αποτύπωση της κατάστασης γίνεται εμφανής εάν αναλυθούν οι απαντήσεις των κτηνιάτρων. Είναι χαρακτηριστικές οι απαντήσεις των κτηνιάτρων σε ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, όπως για παράδειγμα, μέσω της ερώτησης 11, γίνεται εμφανές ότι τα τελευταία δέκα χρόνια 227/445 κτηνίατροι αναφέρουν αύξηση των περιστατικών μολυσμένων σκύλων στην περιοχή τους. Οι 119/445 χαρακτηρίζουν την κατάσταση ως σταθερή ενώ 39/445 θεωρούν ότι μειώθηκαν. Επίσης, από τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε για την αξιοπιστία του ερωτηματολογίου (Ntais P., 2011, εστάλη για δημοσίευση) αποδεικνύεται ότι στο σύνολο των υπό μελέτη περιοχών της Ελλάδας, από τη σύγκριση των δύο ομάδων δεδομένων, το 81% των περιοχών με απαντήσεις σε ερωτηματολόγια, χαρακτηρίστηκε ως υψηλού βαθμού χωρικής και ευρύτερης συμφωνίας (όπου με τον όρο συμφωνία συμβολίζεται η δυνατότητα του ερωτηματολογίου να εντοπίζει ίσα ή παρόμοια περιστατικά μολυσμένων σκύλων έναντι των ποσοστών οροθετικότητας). Το ποσοστό συμφωνίας σε αυτές τις περιπτώσεις καθορίστηκε από ζώνες επιρροής αξιοπιστίας από 75-100%. 35% από τις περιοχές στις οποίες υπήρχαν δεδομένα από τα ερωτηματολόγια ανήκουν στις ζώνες επιρροής της τάξεως του 95-100%. Αυτό αντανακλά ένα υψηλό βαθμό αξιοπιστίας των ερωτηματολογίων λόγω ταύτισης των ερωτηματολογίων με τα δεδομένα οροθετικότητας. Τέλος, από το σύνολο των υπό μελέτη περιοχών μόλις το 19% δεν συμπίπτει και μάλιστα παρατηρείται ότι αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω έλλειψης δεδομένων σε μια από τις δύο ομάδες και όχι σε πραγματική ασυμφωνία των αποτελεσμάτων. Από αυτά τα αποτελέσματα αλλά και τις λοιπές διαδικασίες ανάλυσης προκύπτει ότι είναι εφικτό και αξιόπιστο να γίνεται εκτίμηση της διασποράς της λείσμανιάσης με τη χρήση του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου σε συνδυασμό με GIS ανάλυση και οροεπιδημιολογικό έλεγχο σε ένα μικρό αριθμό σκύλων. Αυτό παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα με μικρό κόστος. Με βάση αυτή τη διαπίστωση, αναμένεται ότι στην Ελλάδα παρουσιάζονται ποσοστά οροθετικότητας από 3% έως 55% ,σε περιοχές που στην μέχρι τώρα ανάλυση δεν είχαμε καθόλου τιμές οροθετικότητας, αλλά μόνο δεδομένα από ερωτηματολόγια. Με αυτό τον τρόπο το παρόν ερωτηματολόγιο παίζει διπλό ρόλο: παρέχει πληροφορία στην ερευνητική ομάδα αλλά και στους κτηνιάτρους. Παρέχοντας συγκεκριμένες πληροφορίες στους κτηνιάτρους μέσω του ερωτηματολογίου αυτοί βλέπουν τι θεωρείται σημαντικό για τη συγκεκριμένη νόσο από τους ερευνητές. Συγχρόνως, δίδεται η δυνατότητα να είναι οι κτηνίατροι σε ετοιμότητα, ακόμα και σε περιοχές

που δεν πραγματοποιούνται μελέτες για τη λεισμανίαση και οι κτηνίατροι ενδέχεται να μην γνωρίζουν τη σοβαρότητα της κατάστασης.

Οι χάρτες πρόβλεψης συμβάλλουν στην καταγραφή όλων των παραπάνω και οδηγούν τους ερευνητές σε συμπεράσματα για τη δυναμική της ασθένειας. Στη παρούσα περίπτωση γίνεται εμφανής η μεταβλητότητα της κατανομής της ασθένειας. Το ερωτηματολόγιο αποτελεί μια από τις πιο χαρακτηριστικές ποιοτικές μεθόδους έρευνας αλλά στη παρούσα μελέτη μέσω της χρήσης του αλλά και της ανάλυσης δύναται να καταγράψει τη παρούσα κατάσταση, να αναλύσει, να συμβάλει στη διεξαγωγή συμπερασμάτων αλλά και την παρουσίαση της δυναμικής της ασθένειας ενώ παράλληλα, προσφέρεται για ποσοτικές εκτιμήσεις σε νέες περιοχές. Επιπλέον, αποτελεί ένα φθηνό, αποτελεσματικό και αξιόπιστο εργαλείο.

Για την πληρέστερη αξιοποίηση του ερωτηματολογίου αλλά και την εγκυρότερη διεξαγωγή συμπερασμάτων βοηθάει η παράλληλη μελέτη περιβαλλοντικών παραγόντων καθώς και άλλων παραγόντων κινδύνου, όπως η παρουσία σε μια περιοχή ειδών σκνιπών τα οποία έχουν τη δυνατότητα να μεταβιβάσουν το παράσιτο στα σκυλιά και στον άνθρωπο (Ruiz de Ybáñez, 2009). Αυτού του είδους οι μελέτες κρίνονται απαραίτητες κυρίως σε περιοχές με αυτόχθονες περιπτώσεις λεισμανίασης αλλά και περιοχές οι οποίες μπορεί να καταστούν, στο μέλλον, νέες εστίες της νόσου λόγω των κλιματολογικών αλλά και άλλων αλλαγών, όπως ήδη καταγράφηκε στη βόρεια Ιταλία (Maroli M, 2008) και τη δυτική Γερμανία. Με αυτό τον τρόπο το ερωτηματολόγιο σε συνδυασμό με την χωρική ανάλυση στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, συμβάλει στη πρόληψη, τη διάγνωση, την έγκαιρη αντιμετώπιση αλλά και το σχεδιασμό πολιτικών δημόσιας υγείας και της προαγωγής της.

Το κοινωνικοοικονομικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διαμορφώνεται ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, και η υποστήριξη των παροχών υγειονομικής φροντίδας, για τον πληθυσμό ενός κράτους σήμερα, είναι ένα ζήτημα πολυδιάστατο και πολυεπίπεδο. Η κατεύθυνση της γεωγραφίας μέσα στην οποία εντάσσονται τα προβλήματα που απασχολούν τη σχέση της ανθρώπινης υγείας με το γεωγραφικό χώρο, έχει καταστεί μία ξεχωριστή επιστημονική οντότητα με τον όρο «ιατρική γεωγραφία». Ο όρος αυτός μπορεί γενικά να ειπωθεί κάτω από διαφορετικές οπτικές, ανάλογα με το πού απευθύνεται. Σύμφωνα με ορισμένες απόψεις, η μελέτη της γεωγραφίας των ασθενειών διατυπώνεται στενά ως ένα πεδίο της ιατρικής ή της γεωγραφίας. Στην πραγματικότητα, η ιατρική γεωγραφία είναι ένα πολυδιάστατο γνωστικό αντικείμενο που προσεγγίζει προς την κατεύθυνση της κατανόησης των μηχανισμών μέσω των οποίων συνδέονται τα προβλήματα της ανθρώπινης υγείας με το χώρο (Pyle 1979).

Η ιατρική γεωγραφία είναι, ή μπορεί να γίνει, η χωρική ανάλυση των περισσότερων παραγόντων που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία. Όσο υπάρχουν γεωγραφικές μεταβολές στο χώρο και το χρόνο που συσχετίζονται είτε με φυσικά, είτε με ανθρωπογενή περιβάλλοντα, θα υπάρχει σίγουρα η ανάγκη για γεωγραφικές εφαρμογές, αλλά και για αλληλοπροσεγγίσεις ερευνητικών αποτελεσμάτων. Ως ειδική κατεύθυνση της γεωγραφίας, η ιατρική γεωγραφία, έχει δεχθεί και συνεχίζει να δέχεται επιρροές από μία ποικιλία απόψεων, που χρησιμοποιούνται από πολλές άλλες επιστήμες. Το αποτέλεσμα είναι μία εννοιολογική επικάλυψη που απαιτεί διεπιστημονικές προσεγγίσεις, των οποίων η επιλογή εξαρτάται τόσο από το αντικείμενο της έρευνας, όσο και από τον προσανατολισμό του ερευνητή. Η προσέγγιση μίας μελέτης στην ιατρική γεωγραφία, από περιβαλλοντική άποψη για παράδειγμα, απαιτεί κάποια επικάλυψη με πληροφορίες γενετικής φύσης, ανθρώπινης συμπεριφοράς για τη διαπίστωση συνθηκών ζωής, βιοτικού επιπέδου. Η εφαρμογή της κρίνεται ύψιστου σημασίας κυρίως σε μεταδιδόμενες ασθένειες, λιμώξεις ή χρόνια νοσήματα.

Η χωρική ανάλυση περιλαμβάνει ένα σύνολο από ποσοτικές μεθόδους που εφαρμόζονται σε ποικίλα πεδία ένα εκ των οποίων είναι η επιδημιολογία. Οι τέσσερις αρχές της επιδημιολογίας (ασθένεια, άτομο, τόπος, χρόνος) μπορούν να εξεταστούν από την χωρική ανάλυση και τη γεωγραφία όπως συνέβαινε από αρχαιοτάτων χρόνων.

7. Βιβλιογραφία

Adler, S.; Theodor, O., 1931. Investigations on Mediterranean Kala Azar. Introduction and Epidemiology, Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character, 108 no. 759 pp. 447-453.

Ahearn, S.C.; De Rooy C, 1996. Monitoring the effects of dracunculiasis remediation of agricultural productivity using satellite data. International Journal of Remote Sensing, 17 (5) pp. 917-926.

Antoniou, M.; Messaritakis, I.; Christodoulou, V.; Ascoksilaki, I.; Kanavakis, I.; Sutton, A.; Carson, C.; Courtenay, O, 2009. Increasing incidence of zoonotic visceral leishmaniasis due to *Leishmania infantum* on the Greek island of Crete. Emerging Infectious Diseases, 15(6):932-934.

Barnes, S.; Peck A., 1994. Mapping the future of health care: GIS applications in Health care analysis. Geographic Information systems. 4 pp. 31-3.

Beck, L.R.; Rodrigues, M.H.; Dister, S.W.; Rodrigues, A.D.; Rejmankova, E.; Ulloa, A. , et al., 1994. Remote sensing as a landscape epidemiologic tool to identify villages at high risk for malaria transmission. Am J Trop Med Hyg, 51 (3) pp. 271-80.

Braddock, M.; Lapidus, G.; Cromley, E.; Cromley, R.; Burke, G.; Branco, L., 1994. Using a geographic information system to understand child pedestrian injury. Am J Public Health, 84 pp.1158-61.

Bogdan, C.; Schönian, G.; Bañuls, A.L.; Hide, M.; Pratlong, F.; Lorenz, E., 2001. Visceral leishmaniasis in a German child who had never entered a known endemic area: case report and review of the literature. Clin Infect Dis., 15 pp. 302-306.

Borovsky, P.F., 1938. On sart sore (trans by Hoare CA). Trans R Soc Trop Med Hyg. 32 pp. 78-90.

Busgeeth, K.; Ulrike, R., 2004. The use of a spatial information system in the management of HIV/AIDS in South Africa. International Journal of Health Geographics, 3 (13) pp. 102-105.

Chaniotis, B.; Tselentis, Y., 1994. Leishmaniasis, sandfly fever and phlebotomine sandflies in Greece: an annotated bibliography. Geneva: World Health Organization, [online] Available at: http://whqlibdoc.who.int/hq/1994/WHO_LEISH_94.34.pdf

Charalabides, S.; Dafas, G.; Epivatianos, P., 1992. Detection of specific IgG, IgM and IgE immunoglobulins towards various parasites in the population of Macedonia. Acta Microbiol Hellenica, 37 pp. 365-7.

Chan, J.; Tong, T., 2007. Multi-criteria material selections and end-of-life product strategy: Grey relational analysis approach. Materials and Design 28 pp. 1539–46.

Chiles, J.P.; Delfiner, P., 1999. Geostatistics, Modeling Spatial uncertainty, Wiley Series in Probability and statistics.

Christodoulou, C.; Antoniou, M.; Ntais, P.; Messaritakis, I.; Iovic, V.; Francine, J.P.; Dvorak, P.V.; Tselentis, Y, 2011. Re-emergence of visceral and cutaneous

leishmaniasis in the Greek island of Crete. Accepted for publication by Vector-Borne and Zoonotic Diseases on 15 Mar 2011.

Clarke, K.C.; Osleeb, J.R.; Sherry, J.M.; Meert, J.P.; Larsson, R.W., 1991. The use of remote sensing and geographic information systems in UNICEF's dracunculiasis (Guinea worm) eradication effort. *Prev Vet Med*, 11 pp. 229-35.

Clarke, K.C.; McLafferty, S.L.; Tempalski, B.J., 1996. Perspectives on Epidemiology and Geographic Information Systems: A Review and Discussion of Future Directions, Hunter College-CUNY, New York, USA, *Emerging Infectious Diseases*, 2 pp.85-92.

Clarke, K.C., 1995. Analytical and computer cartography. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Cliff, A.; Haggett, P., 1988. Atlas of disease distributions: analytic approaches to epidemiological data. Oxford; UK: Blackwell Reference.

Cunningham, D.D., 1885. On the presence of peculiar parasitic organisms in the tissue culture of a specimen of Delhi Boil Scientific Memoirs by Medical Officers of the Army in India, 1 pp. 21-31.

Davies, C.; Kaye, P.; Croft, S.; Sundar, S., 2003. Leishmaniasis: new approaches to disease control. *British Medical Journal*. 326 pp. 377-382

Donovan, C., 1903. On the possibility of the occurrence of trypanosomiasis in India. *BMJ*, 2 pp. 2:79

EDEN, 2011. Eden geo- database. Available at: <http://www.Edendatasite.com> , accessed in: 04/06/11.

Fort, C., 1995. Geographic Information Systems. GIS world sourcebook. CO: GIS World, Inc.

Furlanello, C.; Markus, N., 2003. GIS and the Random Forest Predictor: Integration in R for Tick-Borne Disease Risk Assessment. Vienna, Austria: DSC.

Gatrell, A.; Bailey, T., 1995. Can GIS be made to sing and dance to an epidemiological tune?, Presented at: the International Symposium on Computer Mapping and Environmental Health, Tampa, FL.

Gesler, W., 1986. The uses of spatial analysis in medical geography: a review. *Soc Sci Med*, 23 pp 963-73.

Glass, G.E.; Schwartz, B.S.; Morgan, J.M.; Johnson, D.T.; Noy, P.M.; Israel, E., 1995. Environmental risk factors for Lyme disease identified with geographic information systems. *Am J Public Health*, 85 pp. 944-8.

Gradoni; Gramiccia; Pozio, 1984. Status of the taxonomy of Leishmania from the Mediterranean basin, *Parassitologia*, 26 pp. 289-97.

Goodchild, M.F., 1992. Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6 pp. 30-41.

- Goodchild, M.F., 2011. Looking forward: five thoughts on the future of GIS. ArcWatch, 500.
- Gould, P., 1993. The slow plague: a geography of the AIDS epidemic. Cambridge, UK: Blackwell.
- Haggett, P., 1994. Geographical aspects of the emergence of infectious diseases. *Geografiska Annaler*, 76 pp. 91-104.
- Hanefi, B.; Turalioglu, F.S., 2005. A Kriging-based approach for locating a sampling site in the assessment of air quality, *SERRA*, 19 pp. 301-305.
- Hart, D.T., 1986. Leishmaniasis: the first centenary 1885-1985. Historical perspectives. *J R Army Med Corps*, 132 pp. 127-8.
- Hellenic Statistical Authority, 2010, Number of deaths. Available at: <http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE> (Accessed in: 09/06/2011)
- Higgins, A.; Hajkovicz, S.; Bui, E., 2008. A multi-objective model for environmental investment decision making. *Computers & Operations Research* 35 pp. 253–66.
- Houston, C., 2007 Texas Doctors Find Skin Disease Moving North. Available at: <http://www.chron.com/disp/story.mpl/headline/metro/5137795.html>.
- Ivović, V.; Patakakis, M.; Tselentis, Y.; Chaniotis, B., 2007. Faunistic study of sandflies in Greece, *Med Vet Entomol*. 21 pp. 121-4.
- Ivovic et al., 2007, Christodoulou et al., 2011, Xanthopoulou et al., 2011. Sand flies in 13 different regions of Greece. Η γεωγραφική κατανομή των σκνιπών στη Ελλάδα.)
- Killick-Kendrick, R., 1999. The biology and control of phlebotomine sandflies. *Clinics in Dermatology*, 17 pp. 279 – 289.
- Kostoula, A.; Bobojianni, C.; Gologani, A.; Chotoura, E.; Papadopoulou, C.; Antoniadis, G., 1993. Three cases of visceral leishmaniasis in children: a comparison of laboratory diagnosis. *Med J Inf Paras Dis* 3 pp. 179—81.
- Krivoruchko, K.; Gotway, C.A., 2004. Creating Exposure Maps Using Kriging. *Public Health GIS and Information*, published by the CDC, N56, Available at: <http://www.cdc.gov/nchs/data/gis/cdcgis56.pdf> and <http://www.esri.com/news/arcnews/fall03/articles/analyzing>.
- Laboratory of Clinical Bacteriology, Parasitology, Zoonoses and Geographical Medicine, Faculty of Medicine, University of Crete, Crete, Greece.
- Lainson, R.; Shaw, J.J., 1987. Evolution, classification and geographical distribution. In: Peters W, Killick-Kendrick R, eds. *The leishmaniasis in biology and medicine*. San Diego: Academic Press, pp. 1-120
- Leishman, W.B., 1903. On the possibility of the occurrence of trypanosomiasis in India *BMJ*, 1 pp. 1252-4.

Léger, N.; Saratsiotis, A.; Pesson, B., Léger, P.; 1979. Leishmaniasis in Greece. Results of an entomological survey during June 1977. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 54 pp. 11 – 29.

Maltezou, H.C.; Siafas, E.; Mavrikou, M.; Spyridis, P.; Stavrinadis, C.; Karpathios, T.; Kafetzis, D.A., 2000. Visceral leishmaniasis during childhood in southern Greece. *Clin Infect Dis*, 31 pp.1139-43.

Malone, J.B.; McCarroll, J.C., 2001, Minimum Medical Database Spatial Decision Support System for the Nile Basin Region (IGAD-NILE).The Rockefeller Foundation Bellagio Fund and National Institutes of Health, Grant No. 1RO3 AI 42077. Minimum Medical GIS Database IGAD Version 1.0.

Maroli, M.; Rossi, L.; Baldelli, R.; Capelli, G.; Ferroglio, E.; Genchi, C., 2008. The northward spread of leishmaniasis in Italy: evidence from retrospective and ongoing studies on the canine reservoir and phlebotomine vectors. *Trop Med Int Health*. 13 pp. 256-264.

Mohebali, M.; Hajjaran, H.; Hamzavi, Y.; Mobedi, I.; Arshi, S.; Zarei, Z.; Akhoundi, B.; Naeini, K.M.; Avizeh, R.; Fakhar, M., 2005. Epidemiological aspects of canine visceral leishmaniosis in the Islamic Republic of Iran. *Vet. Parasitol.*, 129 pp. 243–251.

National Center for Geographic Information and Analysis. NCGIA Core Curriculum in GIS, 1990. Available at: <http://www.ncgia.uscb.edu/pubs/core.html>, Accessed in 09/06/11.

Openshaw, S.; Charlton, M.; Wymer, C.; Craft, A., 1987. A mark 1 geographical analysis machine for the automated analysis of point data sets. *International J Geographical Information Systems*, 1 pp. 335-58.

Ord, K.; Getis, A., 1995. Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application. *Geographical Analysis*, 24 pp. 286-306.

Papadopoulou, C.; Kostoula, A.; Dimitriou, D.; Panagiou, A.; Bobojianni, C.; Antoniadis, G., 2005. Human and canine leishmaniasis in asymptomatic and symptomatic population in Northwestern Greece. *J Infect*, 50 pp. 53–60.

Papadopoulou, C.; Dimitriou, D.; Panagiou, A.; Manis, E.; Antoniadis, G., 1995. Canine leishmaniasis in Greece: a survey in Northwestern Greece. *Acta Microbiol Hellenica*, 40(1) pp. 54-7.

Parissis, N.P. ; Tetsis, J.A., 1881. La maladie endemique des enfants a Hydra appelee Tsanaki. De l'ile d'Hydra (Grece), au point de vue medical et particulierement du Tsanaki. Paris: Imprimerie Moquet. In English: Tetsis, J.A., 1881. Tsanaki or putrefied illness of children in Hydra. *Galenus* 1881;3(21):369-71

Peters, W., 1988. The little sister: a tale of Arabia. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 82 pp. 179-84.

Pistolla, G.; Prastakos, P.; Vassilaki, M.; Philalithis, A., 2011. Spatial-mathematic methods for analysis of indicators of mortality, *International journal of advanced engineering sciences and technologies*, 2 ;136-137.

Press, W.H.; Teukolsky, S.A.; Vetterling, W.T.; Flannery, B.P., 2007. *Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing*. 3rd Edition. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Pyle, G.F., 1979. *Applied Medical Geography*, University of Akron. Washington, D.C., J. Willey & Sons.

Roger, D.J.; Williams, B.G.; Monitoring trypanosomiasis in space and time. *Parasitology*, 106 pp. 277-92.

Richards, F.O.; 1993. Use of geographic information systems in control programs for onchocerciasis in Guatemala. *Bull Pan Am Health Organ*, 27 pp. 52-5.

Ross, R., 1903. Note on the bodies recently described by Leishman and Donovan and further notes on Leishman's bodies. *BMJ*, 2 pp. 1261-1401.

Ruiz de Ybáñez, R.; Del Río, L.; Martínez-Carrasco, C.; Segovia, M.; Cox, J.; Davies, C., 2009. Questionnaire survey on Canine Leishmaniosis in southeastern Spain. *Vet Parasitol.*, 164 pp. 124-133.

Russell, A., 1756. *The natural history of Aleppo, and parts adjacent*. London: A Millar.

Ryan, J.A.; Arana, B.A.; Ryan, J.R.; Wirtz, R.A.; Wortmann, G.W.; Rizzo, N.R., 2003. The domestic dog, a potential reservoir for leishmania in the peten region of Guatemala. *Vet. Parasitol.*, 115 pp. 1-7. OIE Terrestrial manual 2008, Leishmaniosis, Chapter 2.1.8

Rytkonen, M.J.P., 2004. Not All Maps Are Equal: GIS and Spatial Analysis in Epidemiology. *International Journal of Circumpolar Health*, 63 pp. 9-24.

Sacks, J.; Welch, W.J.; Mitchell, T.J.; Wynn, H.P., 1989. Design and Analysis of Computer Experiments. 4. *Statistical Science*. pp. 409-435.

Scholz, R.W.; Tietje, O., 2002. *Embedded Case Study Methods. Integrating Quantitative and Qualitative Knowledge*. Sage Publications. Thousand Oaks, Sage.

Sideris, V.; Karagouni, E.; Papadopoulou, G.; Garifallou, A.; Dotsika, E., 1996. Canine visceral leishmaniasis in the great Athens area, Greece. *Parasite*, 3 pp. 125-30.

Sideris, V.; Papadopoulou, G.; Dotsika, E.; Karagouni, E., 1999. Asymptomatic canine leishmaniasis in Greater Athens area, Greece. *Eur J Epidemiol*, 15 pp. 271-276.

- Steinitz, C.; Parker, P.; Jordan, L., 1976. Hand-drawn overlays: their history and prospective use. *Landscape Architecture*, 66 pp. 444-55.
- Tam, C.; Tong, T.; Chiu, G., 2006. Comparing non-structural fuzzy decision support system and analytical hierarchy process in decision-making for construction problems. *European Journal of Operational Research*, 174 pp. 1317–1324.
- Tam, C.; Tong, M.; Thomas K. L.; Wong, Y. W., 2004. Selection of Concrete Pump Using the Superiority and Inferiority Ranking Method. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130: 827–34.
- Tanser, F.C.; Sueur, D., 2002. The application of geographical information systems to important public health problems of Africa. *International Journal of Health Geographics*, 1 pp. 10-22.
- Tesh, R., 1988. The genus Phlebovirus and its vectors . *Annual Review of Entomology*, 33 pp. 169 -181.
- Tempalski, B.J., 1994. The case of Guinea worm: GIS as a tool for the analysis of disease control policy. *Geographic Information Systems*, 4 pp. 32-8.
- Thomas, R., 1990. *Geomedical systems: intervention and control*. New York: Routledge.
- Tobler, W.R., 1959. Automation and cartography. *Geographical Review*, 49 pp. 526-34.
- Tomlin, W.R., 1990. *Geographic information systems and cartographic modelling*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Tzamouranis, N.; Schnur, L.F.; Garifallou, A.; Pateraki, E.; Serie C., 1984. Leishmaniasis in Greece. Isolation and identification of the parasite causing human and canine visceral leishmaniasis. *Ann Trop Med Parasitol*, 78 pp. 363-8.
- Tselentis, Y.; Gikas, A.; Chaniotis, B., 1994. Kala-azar in Athens basin. *Lancet* 343 pp. 1635.
- Washino, R.K.; Wood, B.J., 1994. Application of remote sensing to arthropod vector surveillance and control. *Am J Trop Med Hyg*, 50 pp. 134-44.
- Wartenberg, D.; Greenberg, M.; Lathrop, R., 1993. Identification and characterization of populations living near high-voltage transmission lines: a pilot study. *Environ Health Perspect*, 101 pp. 626-32.
- Wartenberg, D., 1992. Screening for lead exposure using a geographic information system. *Environ Res*, 59 pp. 310-7.
- WHO, World Health Organization, 1990. Control of leishmaniases. Technical Report Series 793. Geneva, Switzerland, pp. 1–158.
- WHO, World Health Organization, 1990. Dracunculiasis: global surveillance summary, 1989. *WHO Bull*, 68 pp. 797-8.

WHO, World Health Organization, 1999. Weekly Epidemiological Record - Mapping for Epidemiological Surveillance. Geneva, 34 pp. 281-285, 27, Available at: <http://www.who.int/wer>, Accessed in 04/07/2011.

WHO, World Health Organization, 2003. Public Health Mapping - Data Management and Mapping for Public Health. Geneva, Available at: <http://www.who.int/csr/mapping/en>, Accessed in 04/07/2011.

WHO, World Health Organization, 2002, e-Ariana - Today's Afghan News.

Wood, B.L.; Beck, L.R.; Dister, S.W.; Spanner, M.A., 1994. Global monitoring and disease prediction program. Sistema Terra, 2 pp. 54-71.

ΕΜΥ, Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 2010, Διαθέσιμα στοιχεία στην ιστοσελίδα: http://www.hnms.gr/hnms/greek/index_html, (πρόσβαση στις: 06/06/11).

Κουτσόπουλος, Κ., 2002. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Κουτσόπουλος, Κ.; Ανδρουλάκης, Ν., 2005. Εφαρμογές του Λογισμικού ArcGIS 9.x. με Απλά Λόγια. Παπασωτηρίου, Αθήνα.

8. Παράρτημα

Ερωτηματολόγιο:



UNIVERSITY OF CRETE
Faculty of Medicine
Laboratory of Clinical Bacteriology,
Parasitology, Zoonoses and
Geographical Medicine



Leish-Greece-Cyprus

Veterinary questionnaire on the epidemiology of canine leishmaniasis

Number of questionnaire.....

1. Veterinarian's name and address:.....
2. Type of clientele: Small animals Rural Mix other
If other, specify:.....
3. How many dogs do you examine per week?
0 1-3 4-10 11-20 more than 20
4. How many dogs with suspicious symptoms for leishmaniasis have you examined during the previous 12 months?
0 1-5 6-10 11-20 21-50 more than 50
5. Which of the listed clinical symptoms do you consider valuable for CanL diagnosis?

Symptom	Frequency			Diagnostic Value (+, ++, +++)
	Rare	Frequent	Very Frequent	
Emaciation				
Hardship				
Anaemia				
Hyperthermia				
Epistaxis				
Localised alopecia				
Dermatitis furfuracea				
Onychogryphosis				
Ulcers				
Lymphadenopathy				
Ocular lesions				
Renal failure signs				
Splenomegaly				
other				

- If other, specify:
6. How many confirmed CanL cases did you have during the last 12 months?
0 1-5 6-10 11-20 21-50 more than 50
 7. How many of the confirmed CanL cases were new cases?
0 1-5 6-10 11-20 21-50 more than 50
 8. Which methods did you use to confirm the CanL cases?
Epidemiological data Clinical Symptoms
Serology IFAT (Indirect Immunofluorescence)

- ELISA
Rapid detection Kit
PCR
- Parasitological observation of Lymph node biopsy
Bone marrow biopsy
Skin biopsy
Other specify:.....
9. The laboratory diagnosis took place at: In your practice
In a private diagnostic laboratory
In the Veterinary Services Laboratory, of the Ministry of Agriculture
Other specify:.....
10. Do you believe that the dogs became infected in your area of activity? yes no
11. What, in your opinion, is the trend in CanL prevalence, in your clientele, during the last 10 years?
It has increased It has diminished It is stable
12. What measures do you recommend your clients to use, to avoid sandflies biting their dogs?
Collar Spot on Spray Shampooing none
13. If you do not recommend prophylactic measures, is because:
You do not think they are effective They are too expensive
They are not easy to find The risk of CanL is not important
Other, specify:.....
14. Do you have informative material regarding antiparasitic formulations/practices, with emphasis on sandflies? yes no
- We thank you for your collaboration.

© 2011-12
Σηφάκη-Πιστόλλα Δήμητρα
ALL RIGHTS RESERVED

