



Ειδικό πρόγραμμα ελέγχου για τον ιό του Δυτικού Νείλου και την ελονοσία,
ενίσχυση της επιτήρησης στην ελληνική επικράτεια (MIS 365280)



**«Ειδικό πρόγραμμα ελέγχου για τον ιό του Δυτικού Νείλου και την
ελονοσία, ενίσχυση της επιτήρησης στην ελληνική επικράτεια»**

Παραδοτέο Π1.12

**Χάρτες πρόβλεψης και μαθηματικά μοντέλα για την
εξάπλωση των νοσημάτων**

Υπεύθυνοι φορείς:

Εργαστήριο Χωρικής ανάλυσης, GIS και θεματικής Χαρτογραφίας, Τμήμα Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Εργαστήριο λοιμωδών νοσημάτων, Τμήμα Κτηνιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Λάρισα, 2013



Με τη
συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής
Ένωσης



www.epanad.gov.gr



www.espa.gr



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Ειδικό πρόγραμμα ελέγχου για τον ιό του Δυτικού Νείλου και την ελονοσία,
ενίσχυση της επιτήρησης στην ελληνική επικράτεια (MIS 365280)



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	3
Μεθοδολογία.....	7
Αποτελέσματα.....	8
Βιβλιογραφία	10

Εισαγωγή

Σύγχρονα Μοντέλα Εκτίμησης Κινδύνου για τον ιό του Δυτικού Νείλου

Το πρώτο σύστημα έγκυρης προειδοποίησης για τον ιό του Δυτικού Νείλου εφαρμόστηκε στη Νέα Υόρκη από το Υπουργείο Υγείας, το 2000, όταν έλαβε χώρα η πρώτη έξαρση κρουσμάτων. Το σύστημα βασιζόταν στην επιτήρηση νεκρών κορακοειδών. Το Δίκτυο Πληροφόρησης Υγείας (ΔΠΥ) αποτελούσε τον κύριο άξονα του συστήματος. Το ΔΠΥ χρησιμοποιήθηκε από τις τοπικές αρχές για την εισαγωγή δεδομένων επιτήρησης από νεκρά ή άρρωστα πτηνά. Έπειτα τα νεκρά κορακοειδή συλλέγονταν, ελέγχονταν στο εργαστήριο και τα θετικά για ιό αποτελέσματα χρησιμοποιούνταν στο μοντέλο. Τα δεδομένα της επιτήρησης των πτηνών και τα θετικά για τον ιό δείγματα πτηνών χρησιμοποιούνταν για τη δημιουργία χαρτών πρόβλεψης της δραστηριότητας του ιού^[1].

Από το 2000 έως το 2003, εφαρμόστηκε στη Νέα Υόρκη μια νέα προσέγγιση εκτίμησης κινδύνου του ιού του Δυτικού Νείλου, η οποία ανέλυσε τον κίνδυνο που προκύπτει από τα είδη των κουνουπιών που υπάρχουν στην περιοχή και την ικανότητα που έχουν να μεταφέρουν τον ιό στον άνθρωπο. Έτσι δημιουργήθηκε ένα μαθηματικό μοντέλο στο οποίο ο κίνδυνος σχετίστηκε με την αφθονία του πληθυσμού, τον επιπολασμό, την επάρκεια των κουνουπιών και τις συνήθειες διατροφής τους. Η εξίσωση δύναται να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης πρόβλεψης για την εκτίμηση του πιθανού αριθμού ανθρώπων που θα μολυνθούν δυνητικά από τον ιό^[2].

Το 2001, το Υπουργείο Υγείας της Νέα Υόρκης ανέπτυξε ένα δυναμικό χωρο-χρονικό σύστημα (Dynamic Continuous-Area Space-Time, DYCAST) με σκοπό την εκτίμηση κινδύνου από τον ιό του Δυτικού Νείλου. Το μοντέλο DYCAST δημιουργήθηκε για να εντοπίζει και να ελέγχει τις περιοχές υψηλού κινδύνου για τη μετάδοση του ιού του Δυτικού Νείλου σε ανθρώπους τουλάχιστον 13 ημέρες πριν την έναρξη του

νοσήματος και βασίστηκε στα καταγεγραμμένα νεκρά πτηνά σε αυτές τις περιοχές. Το σύστημα χρησιμοποιεί ένα γεωγραφικό μοντέλο βασισμένο σε ένα Knox test για τον εντοπισμό της μη τυχαιοποιημένης αλληλεπίδρασης χώρου-χρόνου για τα νεκρά πτηνά, ως δείκτη του κύκλου μετάδοσης του ιού του Δυτικού Νείλου χρησιμοποιώντας βιολογικές παραμέτρους. Το μοντέλο, επίσης, συσχετίζει τα επιδημιολογικά δεδομένα με τις ανθρώπινες περιπτώσεις^[3]. Το 2002, οι αρμόδιες αρχές του Σικάγο εφάρμοσαν το ίδιο σύστημα^[4]. Το 2005, το Υπουργείο Δημόσιας Υγείας της Καλιφόρνια εισήγαγε το DYCAST ως σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για τον εντοπισμό των περιοχών που εμφανίζουν υψηλό κίνδυνο μετάδοσης του ιού του Δυτικού Νείλου σε ανθρώπους. Ημερήσιοι χάρτες κινδύνου είναι διαθέσιμοι μέσω του διαδικτύου και χρησιμοποιούνται από τις αρμόδιες αρχές για την ενίσχυση των προληπτικών μέτρων (π.χ. προγράμματα εκπαίδευσης, ολοκληρωμένη διαχείριση κουνουπιών και ενίσχυση της προσωπικής προστασίας) με άμεσο και έγκαιρο τρόπο^[5].

Το 2002, εφαρμόστηκε στη Νέα Υόρκη ένα νέο σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για τον ιό του Δυτικού Νείλου. Ο Mostashari και οι συνεργάτες του χρησιμοποίησαν το SatScan που είναι ένα χωρικό στατιστικό μοντέλο για την ανίχνευση πιθανών μολυσματικών εστιών, χρησιμοποιώντας δεδομένα από την επιτήρηση νεκρών πτηνών στη Νέα Υόρκη και αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητά του όσον αφορά στην παροχή έγκαιρης προειδοποίησης της δραστηριότητας του ιού. Βασικό βήμα αποτέλεσε η γεωκωδικοποίηση όλων των θέσεων που βρέθηκαν νεκρά πτηνά, που τοποθετήθηκαν παγίδες κουνουπιών και που εντοπίστηκαν ανθρώπινα περιστατικά. Με τη χρήση της χωρο-χρονικής ανάλυσης της διασποράς των καταγεγραμμένων νεκρών πτηνών, οι αρμόδιες αρχές ήταν σε θέση να ξεκινήσουν τις προνομφοκτονίες έγκαιρα, να ελέγξουν τα πτηνά ορολογικά και να συλλέξουν κουνούπια για ανίχνευση του ιού^[6].

Από το 2003 έως το 2005, μια ερευνητική ομάδα στο Wyoming (Μοντάνα, ΗΠΑ) χρησιμοποίησε ένα μοντέλο χωρικής ανάλυσης για την εκτίμηση της

δραστηριότητας του ιού του Δυτικού Νείλου με ένα χωρικό μοντέλο βαθμο-ημερών. Το μοντέλο αυτό βασίστηκε σε εργαλείο περιβάλλοντος γεωπληροφοριακών συστημάτων (Geographic Information System, GIS) και χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα θερμοκρασίας, τα οποία είναι διαθέσιμα στο κοινό και ένα φιλικό προς το χρήστη λογισμικό. Απομονώνοντας τις περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, το μοντέλο μπορεί να προβλέψει τις περιοχές υψηλού κινδύνου για τη δραστηριότητα του ιού του Δυτικού ^[7].

Στο Κολοράντο, μια ερευνητική ομάδα χρησιμοποίησε τα επιδημιολογικά δεδομένα του 2003 και του 2007 προκειμένου να εκτιμήσει ποσοτικά: i) το βαθμό στον οποίο η χωρική κλίμακα του συνόλου των δεδομένων επηρεάζεται από την εμφάνιση νοσημάτων από διαβιβαστές και ii) την έκταση της αντιστοιχίας μεταξύ χωρικών προτύπων κινδύνου που βασίζεται στο σύνολο των περιπτώσεων σε σχέση με την επίπτωση της ασθένειας με τη χρήση χωρικών ορίων. Από το μοντέλο προκύπτουν χάρτες που βασίζονται στη χωρική κατανομή και τη συσχέτιση με τις περιπτώσεις ιού του Δυτικού Νείλου ^[8].

Από το 2005 στην κομητεία Suffolk (Νέα Υόρκη, ΗΠΑ) αναπτύχθηκε μια προσέγγιση μελέτης περίπτωσης. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στη συσχέτιση μεταξύ του κινδύνου από τον ιό του Δυτικού Νείλου, του βιοτόπου, του τοπίου, της δραστηριότητας του ιού και των κοινωνικοοικονομικών παραμέτρων και χρησιμοποιεί αναλυτικά εργαλεία GIS για την ανάπτυξη χαρτών επικινδυνότητας για ανθρώπους ^[9].

Το 2005, μια ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου της Πολιτείας Μοντάνα (ΗΠΑ) ανέπτυξε μια προσέγγιση εκτίμησης κινδύνου της υγείας του ανθρώπου από τον ιό του Δυτικού Νείλου και συσχέτισε τις καταγεγραμμένες επιδράσεις της υγείας του ανθρώπου από τον ιό με τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο των ενήλικων κουνουπιών. Τα ανθρώπινα περιστατικά και η έκθεση στα ακμαιοκτόνα χρησιμοποιήθηκαν ως βάση του μοντέλου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο κίνδυνος



για την ανθρώπινη υγεία από την έκθεση στα ακμαιοκτόνα είναι πολύ μικρός και δεν υπερβαίνει τα επίπεδα ανησυχίας^[10].

Τέλος, μια ερευνητική ομάδα του Κολλεγίου Carroll (Μοντάνα, ΗΠΑ) χρησιμοποιεί μια άλλη προσέγγιση του μοντέλου εκτίμησης κινδύνου του ιού του Δυτικού Νείλου στο οποίο εκτιμά το χωρικό και εποχιακό κίνδυνο μετάδοσης του ιού σε όλη τη Μοντάνα με μοντέλα GIS που βασίζονται στα κατώτερα όρια θερμοκρασίας στα οποία η ανάπτυξη του ιού δεν είναι εφικτή στα κουνούπια *Culex tarsalis*, τα πιο μολυσματικά για τον ιό του Δυτικού Νείλου στη Μοντάνα. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί τις τιμές της μέγιστης, της ελάχιστης και της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας. Αποτελεί ένα μοντέλων βαθμο-ημερών στο οποίο εισάγονται δεδομένα ανάπτυξης του ιού του Δυτικού Νείλου και ποικίλα διαγράμματα χρόνου-θερμοκρασίας για τους μήνες, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο^[11].

Μεθοδολογία

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν αφενός σε γεωμορφολογικά και πληθυσμιακά χαρακτηριστικά των περιοχών μελέτης, σε χαρακτηριστικά σχετικά με το ιστορικό και τη χωροχρονική εξάπλωση του Ιού του Δυτικού Νείλου σε επίπεδο χώρας καθώς και σε δεδομένα θερμοκρασιών και βροχόπτωσης (Χάρτης 1).

Ειδικότερα, στο υπόδειγμα που δημιουργήθηκε, για κάθε περιοχή ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκε το επίπεδο επικινδυνότητας (με την έννοια του αναμενόμενου αριθμού κρουσμάτων) και ως ανεξάρτητες οι κάτωθι:

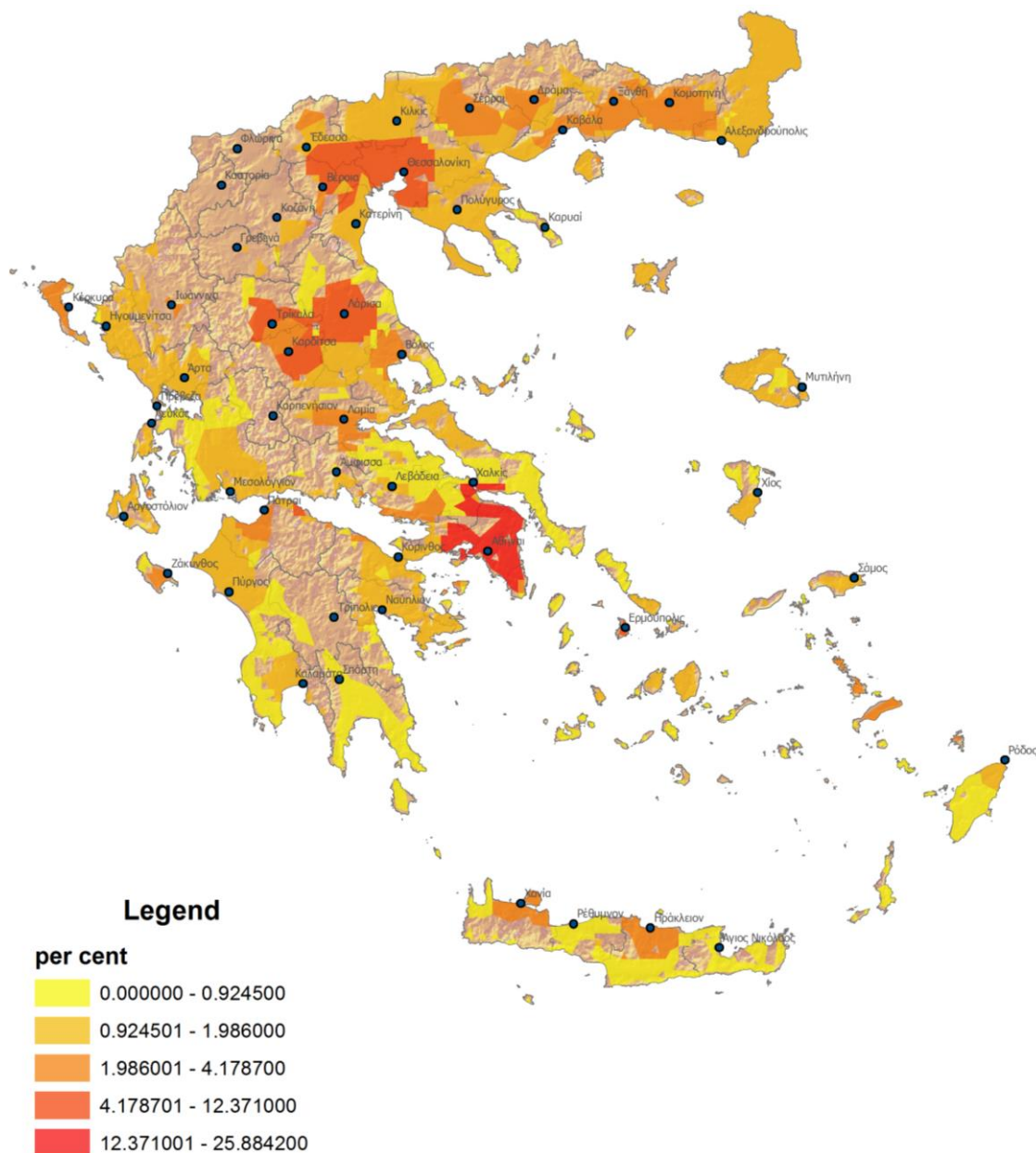
- Ποσοστό καλλιεργούμενων εκτάσεων
- Ποσοστό λιμνών
- Ποσοστό υδροβιοτόπων ενδοχώρας
- Ποσοστό παραλιακών υδροβιοτόπων
- Μέσο υψόμετρο
- Αριθμός κρουσμάτων προηγούμενου έτους
- Αριθμός κρουσμάτων γειτονικών περιοχών
- Μέση θερμοκρασία τριμήνου Απριλίου- Μαΐου – Ιουνίου τρέχοντος έτους
- Πληθυσμιακή πυκνότητα

Τα σχετικά με τον ιό δεδομένα αφορούσαν στην τριετία 2010-12 και η επεξεργασία του έγινε με χρονική μονάδα αναφοράς το έτος. Σύμφωνα με τη γενική εικόνα, το τρέχον έτος 2013 αναμένεται να μην αυξηθεί ο αριθμός κρουσμάτων με σοβαρή μάλιστα πιθανότητα να μειωθεί σε σχέση με το 2012 (Χάρτης 2).

Αποτελέσματα



Χάρτης 1. Εκτίμηση επικινδυνότητας για το ιό του Δυτικού Νείλου για το 2013



Χάρτης 2. Αναμενόμενη κατανομή κρουσμάτων βάσει υποδείγματος παλινδρόμησης για το 2013

Βιβλιογραφία

1. Eidson M., Kramer L., Stone W., Hagiwara Y., Schmit K. and the New York State West Nile Virus Avian Surveillance Team. (2001). Dead bird surveillance as an early warning system for West Nile virus. *Emerging Infectious Diseases*, 7(4), 631-635.
2. Kilpatrick A.M., Kramer L.D., Campbell S.R., Alleyne E.O., Dobson A.P. and Daszak P. (2005). West Nile virus risk assessment and the bridge vector paradigm. *Emerging infectious diseases*, 11(3), 425-429.
3. Theophilides C.N., Ahearn S.C., Grady S. and Merlino M. (2003). Identifying West Nile Virus Risk Areas: The Dynamic Continuous-Area Space-Time System. *American Journal of Epidemiology*, 157(9), 843-854.
4. Watson J.T., Jones R.C., Gibbs K. and Paul W. (2004). Dead crow reports and location of human West Nile virus cases, Chicago, 2002. *Emerging infectious diseases*, 10, 938-940.
5. Carney R.M., Ahearn S.C., McConchie A., Glaser C., Jean C., Barker C., Park B., Padgett K., Parker E., Aquino E. and Kramer V. (2011). Early Warning System for West Nile Risk Areas, California, USA. *Emerging infectious diseases*, 17(8), 1445-1454.
6. Mostashari F., Kulldorff M., Hartman J.J., Miller J.R. and Kulasekera V. (2003). Dead bird clusters as an early warning system for West Nile virus activity. *Emerging Infectious Diseases*, 9(6), 641-646.
7. Zou L., Miller S.N. and Schmidtman E.T. (2007). A GIS tool to estimate West Nile virus risk based on a degree-day model. *Environmental monitoring and assessment*, 129, 413-420.
8. Winters A.M., Eisen R.J., Delorey M.J., Fischer M., Nasci R.S., Zielinski-Gutierrez E., Moore C.G., Pape W.J. and Eisen L. (2010). Spatial risk assessments based on vector-borne disease epidemiological data: importance of scale for West Nile

- virus disease in Colorado. The American Society of Tropical Medicine and Hygiene, 82(5), 945-953.
9. Rochlin I., Turbow D., Gomez F., Ninnivaggi D.V. and Campbell S.R. (2011). Predictive mapping of human risk for West Nile virus (WNV) based on environmental and socioeconomic factors. PLoS On, 6(8), e23280.
 10. Peterson R.K.D., Macedo P.A. and Davis R.S. (2006). A human-health risk assessment for West Nile virus and insecticides used in mosquito management. Environmental Health Perspectives, 114(3), 366-372.
 11. Murphy B.L. (2012). Spatial risk assessment of West Nile virus in Montana based upon temperature effects on *Cx. tarsalis*. Carroll College Department of Natural Sciences Helena, Montana.

«Αυτό το παραδοτέο έχει παραχθεί για τις ανάγκες του «Ειδικού προγράμματος ελέγχου για τον ιό του Δυτικού Νείλου και την ελονοσία, ενίσχυση της επιτήρησης στην ελληνική επικράτεια» και αντιπροσωπεύει τις απόψεις των συντακτών του. Οι απόψεις αυτές δεν έχουν υιοθετηθεί ή εγκριθεί με οποιοδήποτε τρόπο από την Ειδική Υπηρεσία του τομέα Υγείας & Κοινωνικής Αλληλεγγύης και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, και δεν πρέπει να εκλαμβάνονται ως θέσεις του Υπουργείου ή της Επιτροπής. Η Ειδική Υπηρεσία δεν εγγυάται την ακρίβεια των στοιχείων που περιλαμβάνονται στο παρόν παραδοτέο, ούτε αποδέχεται την ευθύνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών αυτών.»