



Σεπτέμβριος - Δεκέμβριος 2021

ΕΜΠΡΟΣ - Προηγμένες Τεχνολογίες Παρατήρησης της Γης και Πληροφορικής για την Έγκαιρη Μελέτη και Προειδοποίηση Μεταδιδόμενων Νοσημάτων μέσω Κουνουπιών

NEWSLETTER 4



Προγνώσεις μοντέλου MIMESIS

Στα τέλη του μήνα Σεπτεμβρίου στάλθηκε στις 3 περιφέρειες ενδιαφέροντος η τελευταία αναφορά με την πρόγνωση κινδύνου εμφάνισης ΙΔΝ από το μοντέλο MIMESIS (spatial dynamical Model for wEst nile virus) του Πανεπιστημίου Πατρών για το έτος 2021. Σύμφωνα με την τελευταία έκθεση (23/11/2021) του Εθνικού Οργανισμού Δημόσιας Υγείας (Ε.Ο.Δ.Υ.) που αφορά την επιδημιολογική επιτήρηση της λοίμωξης από τον ΙΔΝ, καταγράφηκαν ανθρώπινα κρούσματα σε 11 δήμους της περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας. Οι 8 από αυτούς (73 %) είχαν αναδειχθεί από το μοντέλο έγκαιρης προειδοποίησης MIMESIS.

Αυτοματοποίηση συλλογής-επεξεργασίας δορυφορικών δεδομένων

Κατά το τρίμηνο Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου 2021, μέρος της δουλειάς επικεντρώθηκε στην αυτοματοποίηση της συλλογής και της επεξεργασίας δορυφορικών δεδομένων για την εξαγωγή στατιστικών χαρακτηριστικών (features) τα οποία χρησιμοποιούνται στα προγνωστικά μοντέλα που αναπτύσσονται. Προς αυτήν την κατεύθυνση χρησιμοποιήθηκε λογισμικό ανοιχτού κώδικα για την διαχείριση και ανάλυση γεωχωρικών δεδομένων. Βασικό χαρακτηριστικό είναι η ευελιξία που του επιτρέπει να συμπεριλαμβάνονται και να αναλύονται πολλαπλές συλλογές δεδομένων, όπως για παράδειγμα δεδομένα υψομετρικών μοντέλων, γεωφυσικά πλέγματα και παρεμβαλλόμενες επιφάνειες.

Στα πλαίσια του ΕΜΠΡΟΣ, η χρήση του ανοιχτού κώδικα δεδομένων (ΑΚΔ) παρέχει έναν πρότυπο τρόπο εξαγωγής πληροφοριών μέσα από την επεξεργασία ενός πλήρους ιστορικού αρχείου δορυφορικών, μετεωρολογικών και κλιματικών δεδομένων.

Η αρχιτεκτονική του συνολικού συστήματος που θα φτιαχτεί για το ΕΜΠΡΟΣ θα χρησιμοποιήσει τον ΑΚΔ, με διττό τρόπο, τόσο για την αυτόματη παραγωγή στατιστικών χαρακτηριστικών (features) σε ημερήσια βάση, αλλά και για την ad-hoc παραγωγή δεδομένων για διαφορετικές ιστορικές χρονικές περιόδους που μπορεί να απαιτηθούν.

MIMESIS Predictive Model

At the end of September, the last report presenting the forecasts derived from the MIMESIS model (spatial dynamical Model for wEst nile virus) established by the University of Patras, for the year 2021, was sent to the 3 regions of interest. According to the last report (23/11/2021) of the National Public Health Organization (NPHO) regarding the epidemiological surveillance of WNV infections, human cases were recorded in 11 municipalities in the region of Central Macedonia. More specifically, 8 of them (73 %) were highlighted by the MIMESIS early warning model.

Satellite data collection and processing automation

During the October-December 2021 quarter, part of the work focused on automating the collection and processing of satellite data for the export of statistical features that will be used in the forecast models to be developed. An open source software for geospatial data management and analysis, was used for this purpose. A key feature is the flexibility that allows it to incorporate and analyze multiple datasets, such as altitude model data, geophysical grids and interpolated surfaces.

Within EMPROS, the use of open source data provides a standard way of extracting information through the processing of a complete historical archive of satellite, meteorological and climatic data.

The architecture of the overall system that will be built for EMPROS will use the open source data, in two ways, both for the automatic production of statistical features (features) on a daily basis, but also for the ad-hoc production of data for different historical time periods that can to be required.

Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων

Το μήνα Δεκέμβριο ολοκληρώθηκε η στατιστική ανάλυση των ιστορικών περιβαλλοντικών παραμέτρων, των δεδομένων Παρατήρησης Γης, των εντομολογικών και των επιδημιολογικών δεδομένων. Αρχικά αναλύθηκαν οι χρονοσειρές αναδεικνύοντας τάσεις και περιοδικότητες. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε μονοπαραγοντική και πολυπαραγοντική ανάλυσή των εντομολογικών και επιδημιολογικών δεδομένων καθώς επίσης και συσχέτιση των περιβαλλοντικών (μετεωρολογικά, ΕΟ) δεδομένων με τις εξάρσεις του ΙΔΝ.

Εστιάζοντας σε 23 δήμους για τους οποίους είχαμε πληθώρα εντομολογικών δεδομένων και ανήκουν στις περιφέρειες ενδιαφέροντος, συμπεράναμε ότι σε μερικούς από αυτούς η μέση μηνιαία θερμοκρασία είναι βασικός παράγοντας για τη μέση μηνιαία αφθονία των κουνουπιών ανά δειγματοληψία. Σχετικά με τη συσχέτιση των δεδομένων παρατήρησης γης με την αφθονία των κουνουπιών στην περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, ως μεταβλητή με τη μεγαλύτερη συσχέτιση με την αφθονία πληθυσμού αναδείχθηκε η μέση θερμοκρασία εδάφους του μήνα Απριλίου. Επιπρόσθετα, η έρευνά μας έδειξε ότι καμία από τις 4 μετεωρολογικές μεταβλητές που εξετάστηκαν (μέση μηνιαία θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου και αθροιστική βροχόπτωση) δεν αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τον αριθμό των ετήσιων παρατηρούμενων ανθρώπινων κρουσμάτων.

Η πολυπαραγοντική ανάλυση περιλαμβάνει τη συσχέτιση της αφθονίας των κουνουπιών με περισσότερες από μία περιβαλλοντικές μεταβλητές. Από αυτήν προέκυψε ότι, σε συγκεκριμένους δήμους, συνδυάζοντας οποιαδήποτε μετεωρολογική μεταβλητή με τη θερμοκρασία (θερμοκρασία & σχετική υγρασία, θερμοκρασία & ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία & βροχόπτωση) η συσχέτιση με την αφθονία των κουνουπιών είναι υψηλή. Τα αποτελέσματα της εκτενούς αυτής στατιστικής ανάλυσης θα χρησιμοποιηθούν αργότερα για την βελτίωση των προγνωστικών μοντέλων.

Statistical Analysis of Data

The statistical analysis of historical environmental, Earth Observation, entomological and epidemiological data was completed in December. Initially, time series were analyzed, revealing trends and periodicities. Subsequently, a single-factor and multiple-factor analysis of entomological and epidemiological data was performed, as well as the correlation of environmental (meteorological, Earth Observation) data with WNV outbreaks.

Focusing on 23 municipalities for which we had a plethora of entomological data that belongs to the regions of interest, we concluded that in some of them the average monthly temperature is a key factor in the average monthly mosquitoes abundance per sampling. Regarding the correlation of land observation data with the mosquitoes abundance in Central Macedonia, the variable with the highest correlation with the population abundance was the average soil temperature in April. In addition, our research showed that none of the 4 examined meteorological variables (average monthly temperature, relative humidity, wind speed and total monthly precipitation) constitutes a vital factor for the observed number of annual human cases.

Multiple-factor analysis includes the correlation of mosquito abundance with more than one environmental variable. In specific municipalities, the analysis showed that combining any meteorological variable with temperature (temperature & relative humidity, temperature & wind speed, temperature & total precipitation), the correlation with the mosquitoes abundance is high. The results of this extensive statistical analysis could be used to improve the forecast skill of models.

Η Οικοανάπτυξη στο 10^ο Διεθνές Συνέδριο της EMCA

Το 10^ο συνέδριο της EMCA (European Mosquito Control Association) με θέμα «New insights into mosquito and blackfly control» πραγματοποιήθηκε στη Βιέννη, Αυστρία, μεταξύ 03 – 07 Οκτωβρίου 2021.

Στο συνέδριο παρουσιάστηκαν οι τελευταίες εξελίξεις σε θέματα που άπτονται της οικολογίας και καταπολέμησης κουνουπιών και άλλων διαβιβαστών ασθενειών από διακεκριμένους επιστήμονες και εξειδικευμένους επαγγελματίες από Πανεπιστήμια, Ερευνητικά Ινστιτούτα, Δημόσιους και Ιδιωτικούς φορείς από την Ευρώπη και άλλες χώρες.

Ο εταίρος του ΕΜΠΡΟΣ Οικοανάπτυξη συμμετείχε με τέσσερις επιστημονικές ανακοινώσεις δυο εκ των οποίων συμπεριέλαβαν(περιλάμβαναν)αποτελέσματα του ερευνητικού έργου ΕΜΠΡΟΣ.

Στην ανακοίνωσή του ο Σ. Μουρελάτος παρουσίασε τέσσερα βασικά επιχειρησιακά εργαλεία της Οικοανάπτυξης, τα οποία καλύπτουν τις παραπάνω ανάγκες και εφαρμόστηκαν το 2021 στις τρεις Περιφέρειες εφαρμογής του ερευνητικού έργου ΕΜΠΡΟΣ:

- Η διαδικτυακή πλατφόρμα «e-bite» για καταγραφή, παρακολούθηση, οπτικοποίηση και ανάλυση των ενεργειών που εκτελούνται και των δεδομένων που συλλέγονται στο πεδίο σε πραγματικό χρόνο
- BAd, ένα προγνωστικό μοντέλο για την αφθονία κουνουπιών σε επίπεδο οικισμού και παρέχει προβλέψεις αφθονίας πέντε ημερών για το *Culex spp.* και *Aedes caspius*
- BAR, ένα εβδομαδιαίο προγνωστικό μοντέλο κινδύνου για την μετάδοση του Ιού του Δυτικού Νείλου σε επίπεδο οικισμού (μόνο στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας)
- Mosquito Vision, μια ηλεκτρονική εφαρμογή η οποία βασίζεται στις προβλέψεις του BAd, και παρέχει ημερήσια πρόβλεψη για την όχληση που προκαλείται από τα κουνούπια σε επίπεδο οικισμού.

Ecodevelopment at the 10TH International Conference of the EMCA

The 10th conference of the EMCA (European Mosquito Control Association) on "New insights into mosquito and blackfly control" took place in Vienna, Austria, between 03 - 07 October 2021.

At the conference the latest developments in mosquito control, ecology and communicable diseases were presented by distinguished scientists and professionals from Universities, Research Institutes, Public and Private stakeholders from Europe and other countries.

The partner of EMPROS Eco-development participated with four scientific announcements, two of which included results of the research project EMPROS:

In his announcement, S. Mourelatos presented four basic operational tools of Ecodevelopment, which cover the above needs and were implemented in 2021 in the three Regions of implementation of the research project EMPROS:

- The “ebite” online platform for recording, monitoring, visualizing and analyzing the actions performed and the data collected in the field in real time
- BAd, a predictive model for mosquito abundances on a settlement level which provides five-day abundance predictions for *Culex spp.* and *Aedes caspius*
- BAR, which is a weekly predictive risk model for WNV transmission on a settlement level (only in the Region of Central Macedonia)
- The Mosquito Vision smartphone application, which is based on the predictions of BAd, and provides daily forecasting for mosquito nuisance at a settlement

Η Σ. Καλαϊτζοπούλου παρουσίασε την δομή, λειτουργικότητα και χρησιμότητα της ηλεκτρονικής εφαρμογής και πλατφόρμας e-bite της Οικοανάπτυξης για την διαχείριση δεδομένων πεδίου του ερευνητικού έργου ΕΜΠΡΟΣ (δειγματοληψίες προνυμφών και ακμαίων κουνουπιών και αιμοληψίες από ορνίθια δείκτες καθώς και ανίχνευση της κυκλοφορίας του Ιού του Δυτικού Νείλου στο βιολογικό υλικό) με στόχο:

- Τη βελτίωση οργάνωσης και την αύξηση της αποτελεσματικότητας των έργων καταπολέμησης κουνουπιών
- Την υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων για την προσφορότερη στρατηγική ελέγχου σε διάφορες συνθήκες επιδημιολογικού κινδύνου
- Τη βελτιστοποίηση της χρήσης των διατιθέμενων πόρων (οικονομικοί, τεχνικοί και ανθρώπινοι πόροι)
- Την ετοιμότητα και αποτελεσματική αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης (πλημμυρικά φαινόμενα, παρατεταμένες υψηλές θερμοκρασίες, επιδημιολογικός κίνδυνος κ.λπ.)

Η ανθεκτικότητα του κουνουπιού *Culex pipiens* στα εγκεκριμένα προνυμφοκτόνα σκευάσματα ως εργαλείο για την πρόβλεψη της αφθονίας των πληθυσμών του

Το κουνούπι *Culex pipiens* θεωρείται αποτελεσματικός διαβιβαστής σημαντικών ανθρωποδύων όπως είναι οι ιογενείς εγκεφαλίτιδες συμπεριλαμβανομένου του Ιού του Δυτικού Νείλου (ΙΔΝ). Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί και δοκιμαστεί μια σειρά μη χημικών μεθόδων αντιμετώπισης των κουνουπιών όπως η τεχνική του στειρωμένου εντόμου (Sterile Insect Technique) κ.α., ωστόσο η χρήση σκευασμάτων συνεχίζει να αποτελεί το πιο διαδεδομένο μέσο ελέγχου των πληθυσμών τους παγκοσμίως. Από τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται, τα προνυμφοκτόνα θεωρούνται τα σημαντικότερα μέσα για την πρόληψη ασθενειών που μεταδίδονται μέσω των κουνουπιών, καθώς στοχεύουν στα ανώριμα στάδια αποτρέποντας την εμφάνιση των θηλυκών, που ευθύνονται για τη μετάδοση των παθογόνων.

Mrs. S. Kalaitzopoulou presented the structure, functionality and usefulness of the electronic application and platform “e-bite” of Ecodevelopment for the management of field data used in the frame of the research project EMPROS (mosquito larvae and adult sampling, blood sampling from sentinel chickens for the detection of the circulation of West Nile Virus) with the aim of:

- Improvements in the organization and increase in the effectiveness of mosquito control projects
- Support in decision-making for the most appropriate control strategy in various epidemiological risk conditions
- Optimization of resource use (financial, technical and human resources)
- Preparedness and effective response to emergencies (flooding events, extended period of high temperatures, epidemiological risk, etc.)

Resistance of *Culex pipiens* mosquito to the registered larvicides as a tool for predicting its adult abundance

The *Culex pipiens* mosquito is considered an effective vector of several human diseases such as viral encephalitis including West Nile virus (WNV). Although nowadays several non-chemical methods for mosquito control are under development and evaluation such as the Sterile Insect Technique and others, insecticide applications still remain the worldwide the principal tool for reducing mosquito populations. Among the insecticides that are used, larvicides are considered the most important means for the prevention of mosquito-borne diseases, as they target the immature stages and thus prevent the emergence of female mosquitoes, which are responsible for pathogens’ transmission.

Παρά τη μεγάλη σημασία της προσέγγιση αυτής, σύμφωνα με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα βιοκτόνα και την απαγόρευση των οργανοφωσφορικών σκευασμάτων όπως το temephos, ο έλεγχος των προνυμφών βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά σε δύο κύριες κατηγορίες βιοκτόνων, τους ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων (Insect Growth Regulators) και τους μικροβιακούς παράγοντες ελέγχου. Το Diflubenzuron (DFB) και ο *Bacillus thuringiensis var. israelensis* (*Bti*) είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα προνυμφοκτόνα σε κάθε κατηγορία, καθώς συνδυάζουν ορισμένα πολύ επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως η υψηλή αποτελεσματικότητα κατά των προνυμφών των κουνουπιών και της πολύ χαμηλής τοξικότητας στα σπονδυλωτά.

Η υψηλή εξάρτηση τόσο από το DFB όσο και από το *Bti* για την αντιμετώπιση των πληθυσμών των κουνουπιών, συμπεριλαμβανομένου του *Cx. pipiens*, δημιουργεί ανησυχίες ως προς την ανάπτυξη ανθεκτικότητας, η οποία μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τις προσπάθειες αντιμετώπισής τους. Πράγματι, πρόσφατες μελέτες αποκάλυψαν την ύπαρξη άγριων πληθυσμών του *Cx. pipiens* τόσο στην Ιταλία όσο και στην Τουρκία με εξαιρετικά υψηλά επίπεδα ανθεκτικότητας ως προς το DFB, έως και 128 φορές υψηλότερα σε σχέση με αντίστοιχους ευπαθείς πληθυσμούς του είδους. Σε ότι αφορά την Ελλάδα, προς το παρόν δεν έχουν εντοπιστεί αντίστοιχες μεταλλάξεις, ωστόσο μελέτες από διάφορες περιοχές έδειξαν την ύπαρξη ανεκτικών (tolerant) στο DFB πληθυσμών του είδους. Σε ότι αφορά το *Bti*, υπάρχει μια και μοναδική καταγραφή του 2005 που αναφέρεται σε υψηλά επίπεδα ανθεκτικότητας άγριων πληθυσμών του *Cx. pipiens* μετά από προηγούμενη, εκτεταμένη έκθεσή τους στο συγκεκριμένο βακτηριακό παράγοντα.

Η χαρτογράφηση των επιπέδων ανθεκτικότητας των πληθυσμών του *Cx. pipiens* ως προς τα δυο αυτά προνυμφοκτόνα θα μπορούσε να αποτελέσει μια σημαντική μεταβλητή για την ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης αφθονίας ακμαίων κουνουπιών σε περιοχές που εκτελούνται έργα καταπολέμησης κουνουπιών.

Despite the high importance of this approach, under the current European Union biocide legislation and the prohibition of organophosphates such as temephos, larval control relies almost exclusively on two main categories of biocides, the insect growth regulators (IGRs) and the microbial control agents. Diflubenzuron (DFB) and *Bacillus thuringiensis var. israelensis* (*Bti*) are the most widely used larvicides in each category, as they combine some very desirable features, such as the high efficacy against mosquito larvae and the very low toxicity to vertebrates.

The high dependency on both DFB and *Bti* for the suppression of mosquito populations, including *Cx. pipiens*, poses concerns for resistance development, which may jeopardize the control efforts. Indeed, high levels of DFB resistance (up to 128-fold) have been recently identified in wild *Cx. pipiens* populations originated from Italy and Turkey. As far as Greece is concerned, at present no corresponding mutations have been identified, however studies from various regions have shown the existence of tolerant towards DFB populations of this species. As far as *Bti* is regarded, there is only a single study from 2005 that refers to high resistance levels of *Cx. pipiens* wild populations with a background of previous, extensive exposure to this bacterial agent.

Hence, mapping of the resistance levels of *Cx. pipiens* populations to these two larvicides could represent an important feature for the development of mosquito abundance prediction models in areas where mosquito control is being performed.



ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Αθήνα: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
Κέντρο Επιστημών Παρατήρησης της Γης και Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης BEYOND
Καρύστου 6, 11523, Αμπελόκηποι, Αθήνα
e-mail: beyond@noa.gr, Τηλ.: +302103490012

Θεσσαλονίκη: ECODEV/ ΟΙΚΟΑΝΑΠΤΥΞΗ
Θέση Μεζάρια, Φίλυρο, Τ.Θ. 2420, 57010
e-mail: info@ecodev.gr, Τηλ.: +302310678910

Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών
Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας (ΕΦΑ-ΠΠ)
Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Φυσικής
Πανεπιστημιούπολη, 265 00 Πάτρα
e-mail: kioutio@upatras.gr

Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Ιατρική Σχολή, Εργαστήριο Υγιεινής και Επιδημιολογίας
Παπακυριαζή 22, 41222, Λάρισα
e-mail: xhatzi@med.uth.gr, Τηλ: 2410565006-07

Αθήνα: EDGE
Σμύρνης 1β, 15772, Ζωγράφου, Αθήνα
e-mail: info@eo-edge.com, Τηλ.: +302107706950

