



ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΡΕΥΝΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
& ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (ΙΕΠΒΑ)
Ι. ΜΕΤΑΞΑ & Β. ΠΑΥΛΟΥ, ΠΕΝΤΕΛΗ
152 36, ΑΘΗΝΑ
Τηλ.: 210 8109122, Fax: 210 8103236



Κατάσταση του Περιβάλλοντος στην Ελλάδα

Ενότητα: Κλιματική Αλλαγή και Υγεία

Σύνοψη

προς το Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Καθ. Νικόλαος Μιχαλόπουλος, Δ/ντης ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ

Μέλη Επιστημονικής Ομάδας: Δρ. Χρήστος Γιαννακόπουλος

Δρ. Δήμητρα Φουντά

Δρ. Γεώργιος Γρίβας

Δρ. Κωνσταντίνος Δημητρίου

Δρ. Γεώργιος Καταβούτας

Αθήνα, Νοέμβριος 2019

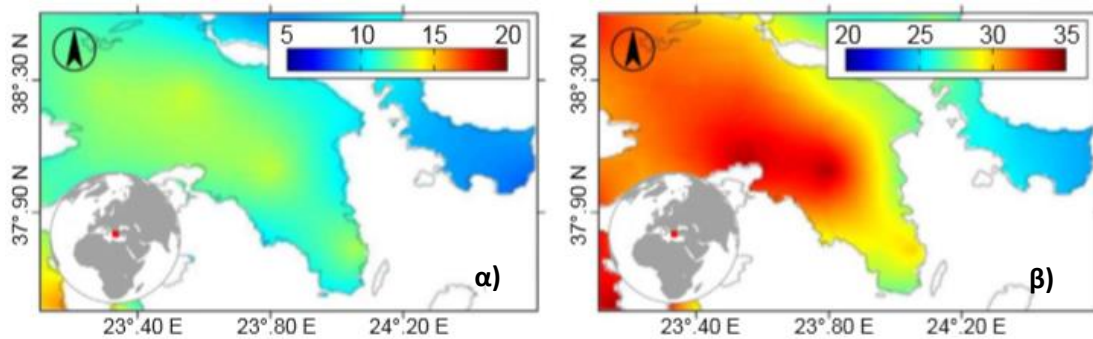
Σύνοψη

Είναι ευρέως αποδεκτό από την επιστημονική κοινότητα ότι τα τελευταία 150 χρόνια ο πλανήτης μας γνωρίζει αύξηση της μέσης θερμοκρασίας (κατά περίπου 1 °C), η οποία είναι πιο έντονη και συστηματική από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 και μετά. Η παραπάνω τάση αναμένεται να συνεχιστεί έως τα τέλη του αιώνα και να κυμανθεί μεταξύ 1,8 – 5,0 °C, ανάλογα με τις δράσεις μετριασμού που θα εφαρμοστούν. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας συνοδεύεται από αύξηση στη συχνότητα και ένταση ακραίων καιρικών φαινομένων παγκοσμίως, τα οποία έχουν προκαλέσει, οικονομικές απώλειες της τάξης του 1 τρισεκατομμυρίου τη δεκαετία 2005 – 2014, αυξημένες κατά περίπου 10 φορές συγκριτικά με τη δεκαετία του 1970. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής επηρεάζουν ιδιαίτερα τις πιο ευάλωτες ομάδες του πληθυσμού καθώς και τις χώρες με χαμηλά και μεσαία εισοδήματα. Για την Ελλάδα, τα κλιματικά μοντέλα για ένα «μέσο» σενάριο (A1B) προβλέπουν αύξηση της θερμοκρασίας έως 3,5 – 4,0 °C, με ταυτόχρονη μείωση της βροχόπτωσης κατά περίπου 30%, γεγονότα που αναμένεται να έχουν σημαντική επίπτωση στην υγεία του πληθυσμού λόγω τόσο της πιθανής αύξησης της θερμικής δυσφορίας όσο και της πιθανής μετάδοσης ασθενειών μέσω «οργανισμών διαβιβαστών» (vector-borne diseases).

Θερμική δυσφορία

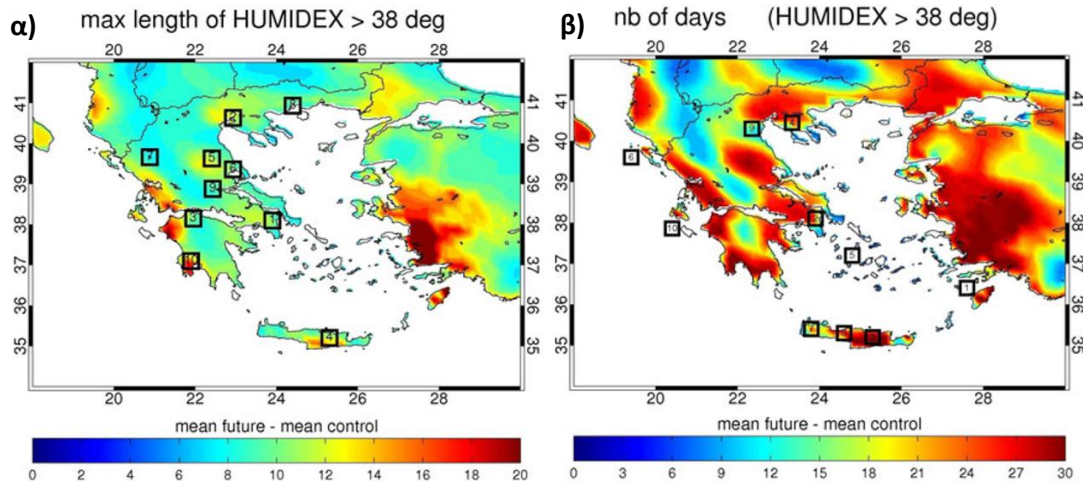
Η κλιματική αλλαγή και η επερχόμενη άνοδος της θερμοκρασίας στην Ελλάδα αναμένεται να μετατοπίσουν νωρίτερα μέσα στο έτος την εμφάνιση τροπικών νυχτών, τροπικών ημερών και θερμών ημερών καθώς και αντίστοιχη μετατόπιση της εμφάνισής τους αργότερα μέσα στο έτος (Founda et al. 2019). Ανάλογα με το κλιματικό σενάριο που εφαρμόζεται, ο χρόνος έκθεσης του ελληνικού πληθυσμού σε συνθήκες θερμικής δυσφορίας αναμένεται να αυξηθεί. Ο αριθμός των ωρών με μεγάλη δυσφορία στην περιοχή της Αθήνας πρόκειται να αυξηθεί σε ποσοστό που υπερβαίνει το 150% στο απώτερο μέλλον (2071-2100), σε σχέση με την τελευταία 30ετία του 20^{ου} αιώνα (1971-2000) υπό το δυσμενέστερο κλιματικό σενάριο RCP8.5 (Katavoutas et al. 2019). Ακόμη και αν υιοθετηθεί ένα πιο μετριοπαθές σενάριο (A1B), ο αριθμός ημερών με ισχυρή θερμική επιβάρυνση για τον πληθυσμό της Αθήνας αναμένεται να αυξηθεί κατά 50% στο εγγύς μέλλον (2021-2050), με περαιτέρω αύξηση μέχρι τα τέλη του 21^{ου} αιώνα, σε σύγκριση με την περίοδο αναφοράς 1961-1990 (Matzarakis et al. 2014). Παράλληλα, τις επόμενες δεκαετίες

αναμένεται να αυξηθεί και ο αριθμός συνεχόμενων ημερών με μεγάλη δυσφορία υπό ένα «μέσο» σενάριο (A1B) (Keramitsoglou et al., 2017) (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Μεταβολή του αριθμού διαδοχικών ημερών με μεγάλη δυσφορία στην Αθήνα για α) το εγγύς μέλλον 2021-2050 και β) το απώτερο μέλλον 2071-2100 σε σύγκριση με την περίοδο 1971-2000 υπό το σενάριο A1B (Πηγή: Keramitsoglou et al., 2017).

Τα επίπεδα θερμικής δυσφορίας αναμένεται να αυξηθούν όχι μόνο στην Αθήνα αλλά και στις περισσότερες περιοχές της Ελλάδας. Η μέγιστη διάρκεια ημερών όπου ο πληθυσμός θα υφίσταται μεγάλη δυσφορία θα αυξηθεί τόσο στις παράκτιες όσο και στις νησιωτικές περιοχές στο εγγύς μέλλον (2021-2050), σε σύγκριση με την περίοδο 1961-1990 υπό το σενάριο A1B (Giannakopoulos et al., 2011) (Εικόνα 2). Στις αστικές περιοχές, όπως η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη, η Πάτρα, το Ηράκλειο, η Λάρισα, ο Βόλος, τα Ιωάννινα, η Καβάλα και η Λαμία, η αναμενόμενη αύξηση θα κυμανθεί μεταξύ 10 και 13 ημερών, ενώ στην πόλη της Καλαμάτας αναμένεται η μεγαλύτερη αύξηση κατά 16 επιπλέον ημέρες (Εικόνα 2α). Μέχρι τα μέσα του 21^{ου} αιώνα, αναμένεται αύξηση του αριθμού ημερών με μεγάλη δυσφορία στις περισσότερες τουριστικές περιοχές της Ελλάδας, όπως τα Δωδεκάνησα, η Κρήτη, η Κέρκυρα, η Κεφαλονιά, η Χαλκιδική και η Πιερία. Η μεγαλύτερη αύξηση του αριθμού ημερών με μεγάλη δυσφορία αναμένεται στη Ρόδο και στο Ηράκλειο Κρήτης και η μικρότερη αύξηση στα νησιά των Κυκλάδων (Εικόνα 2β). Στην περιοχή της Πελοποννήσου αναμένεται αύξηση του αριθμού ημερών με ισχυρή θερμή επιβάρυνση μέχρι τα μέσα του 21^{ου} αιώνα, με την αύξηση να είναι μεγαλύτερη στην ενδοχώρα σε σχέση με τις παράκτιες περιοχές, λόγω της επίδρασης της θαλάσσιας αύρας κατά τη διάρκεια του θέρους (Nastos et al. 2014). Περαιτέρω αύξηση του αριθμού ημερών με ισχυρή θερμή επιβάρυνση αναμένεται μέχρι τα τέλη του 21^{ου} αιώνα, οπότε και θα επηρεαστούν παράκτιες περιοχές της δυτικής και ανατολικής Πελοποννήσου.

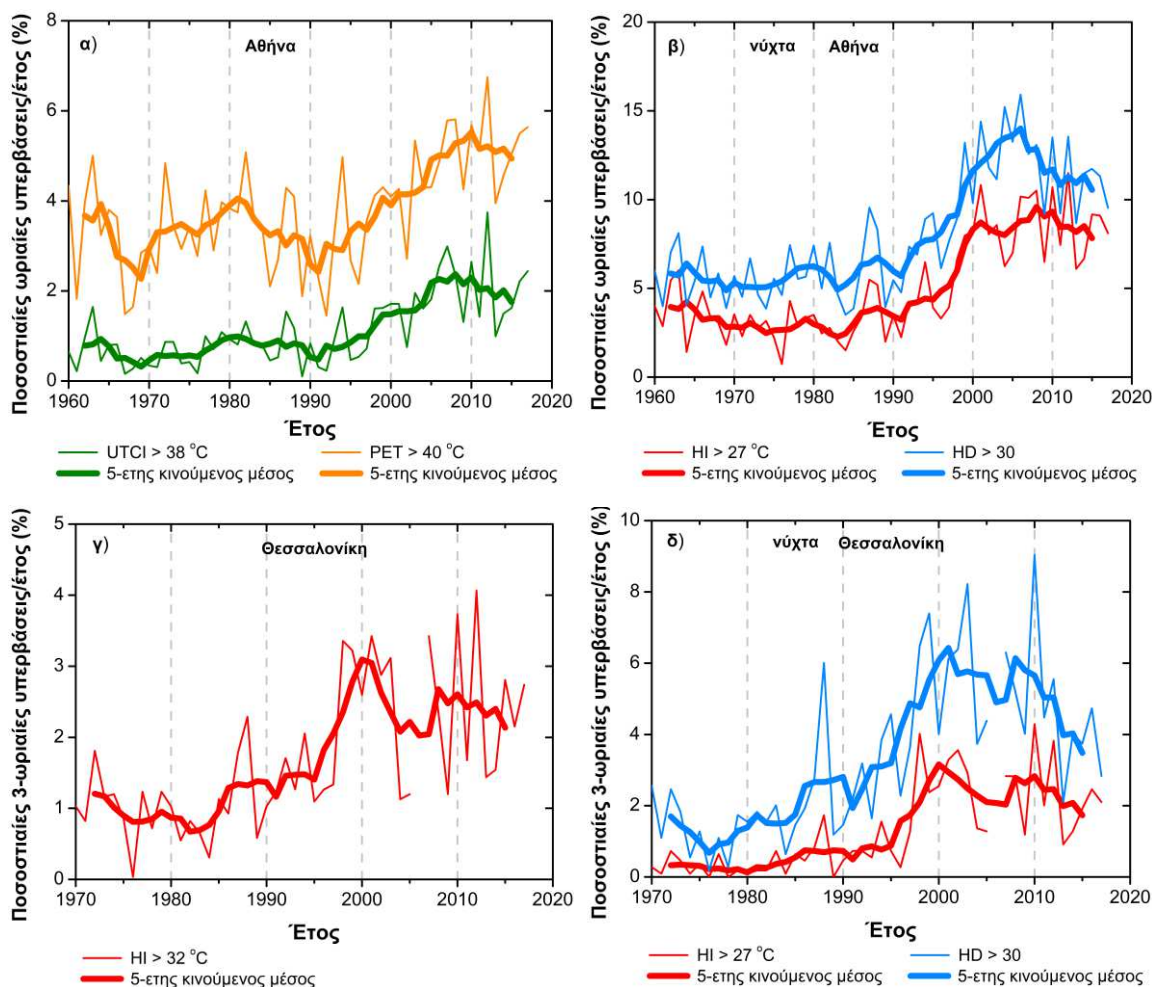


Εικόνα 2: Μεταβολές στην α) μέγιστη διάρκεια ημερών και β) στον αριθμό ημερών με “μεγάλη δυσφορία (great discomfort)” (Humidex > 38 °C) μεταξύ των περιόδων 2021-2050 και 1961-1990 υπό το σενάριο A1B (Πηγή: Giannakopoulos et al., 2011).

Παραδοσιακά, η μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στον άνθρωπο βασίζεται κυρίως στη θερμοκρασία του αέρα. Παρότι η θερμοκρασία του αέρα αποτελεί μια σημαντική συνιστώσα του προσδιορισμού της θερμικής άνεσης του ανθρώπου, σπάνια αποτελεί από μόνη της την αιτία για θερμική δυσφορία. Μετεωρολογικές παράμετροι όπως η υγρασία, ο άνεμος και η ακτινοβολία διαδραματίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό των επιπέδων άνεσης. Ως εκ τούτου, στα πλαίσια της παρούσας έκθεσης υιοθετήθηκαν δυο απλοί (Heat Index και Humidex) και δυο προηγμένοι (UTCI και PET) βιοκλιματικοί (ή θερμικοί) δείκτες, ώστε να περιγραφεί η επίδραση του θερμικού περιβάλλοντος στον άνθρωπο. Η πρώτη ομάδα δεικτών λαμβάνει υπόψη τη συνδυασμένη επίδραση της θερμοκρασίας και της υγρασίας, ενώ η δεύτερη ομάδα λαμβάνει υπόψη τη συνδυασμένη επίδραση της θερμοκρασίας, της υγρασίας, του ανέμου και της ακτινοβολίας, έχοντας ταυτόχρονα θερμοφυσιολογικό υπόβαθρο, σε όλο το εύρος των θερμικών ανταλλαγών μεταξύ ανθρώπου-περιβάλλοντος. Στόχος είναι η διερεύνηση τόσο των διαχρονικών μεταβολών της θερμικής επιβάρυνσης/θερμικής δυσφορίας του πληθυσμού τα τελευταία περίπου 60 χρόνια στις ευάλωτες αστικές περιοχές της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, όσο και των επιπέδων θερμικής δυσφορίας που πιθανόν να διαμορφωθούν στο μέλλον. Συγκεκριμένα, η περίοδος μελέτης ξεκινά από το 1960 στην Αθήνα και από το 1970 στη Θεσσαλονίκη. Αυτό υπαγορεύτηκε από τη διαθεσιμότητα αλλά και πληρότητα των χρονοσειρών

όλων των μετεωρολογικών και ατμοσφαιρικών μεταβλητών που εμπλέκονται στον υπολογισμό των βιοκλιματικών (ή θερμικών) δεικτών σε κάθε περίπτωση. Η αξιολόγηση των κλιματικών μοντέλων, πραγματοποιείται μέσω σύγκρισης των προσομοιώσεων με πραγματικές μετρήσεις για μια περίοδο αναφοράς (control period), με κύρια αναφερόμενη στη διεθνή βιβλιογραφία την περίοδο 1971-2000. Επιπλέον, οι επιλεγμένες περιόδους υπερκαλύπτουν την περίοδο της συστηματικής και εντονότερης αύξησης της θερμοκρασίας η οποία παρατηρείται παγκοσμίως από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 και μετά.

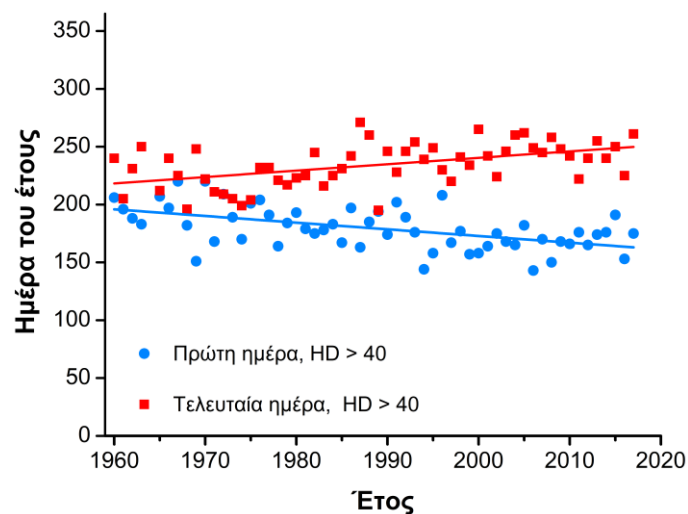
Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι τα τελευταία περίπου 60 χρόνια παρατηρείται μια σταδιακή αύξηση στον αριθμό των ωρών κατά τις οποίες ο άνθρωπος υπόκειται σε μεγάλη θερμική δυσφορία στις περιοχές της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης (Εικόνα 3). Το συγκεκριμένο εύρημα υποστηρίζεται από όλους τους εξεταζόμενους βιοκλιματικούς δείκτες και είναι στατιστικά σημαντικό, με τον ρυθμό αύξησης να κυμαίνεται από 0.3%/δεκαετία έως 0.9%/δεκαετία στην Αθήνα και από 0.2%/δεκαετία έως 1.1%/δεκαετία στη Θεσσαλονίκη ανάλογα με το δείκτη και το κατώφλι επιβάρυνσης που επιλέγεται. Η παρατηρούμενη αύξηση είναι ιδιαίτερα εμφανής από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, ενώ και κατά τις νυχτερινές ώρες διαπιστώνεται αύξηση των ωρών κατά τις οποίες ο πληθυσμός υπόκειται σε θερμική δυσφορία. Τρεις από τους τέσσερις δείκτες υποδεικνύουν ότι ο πληθυσμός στην Αθήνα τις νυχτερινές ώρες εκτίθεται σε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα θερμικού στρες τις τελευταίες δεκαετίες σε σχέση με τις προηγούμενες, με τον ρυθμό αύξησης να κυμαίνεται από 0.3%/δεκαετία έως 1.5%/δεκαετία, ανάλογα με τον δείκτη. Στη Θεσσαλονίκη, δυο από τους τέσσερις δείκτες υποδεικνύουν στατιστικά σημαντική αύξηση των επιπέδων δυσφορίας με τον υψηλότερο ρυθμό αύξησης να ανέρχεται στο 1.0%/δεκαετία.



Εικόνα 3: Ποσοστιαίες υπερβάσεις ανά έτος α) για την Αθήνα υπό συνθήκες UTCI > 38 °C (πολύ ισχυρή θερμική επιβάρυνση) και PET > 40 °C (ακραία θερμική επιβάρυνση) για όλες τις ώρες της ημέρας, β) για την Αθήνα υπό συνθήκες HI > 27 °C (πολύ προσοχή) και HD > 30 (μερική δυσφορία) τις νυχτερινές ώρες, γ) για τη Θεσσαλονίκη υπό συνθήκες HI > 32 °C (πολύ ζεστό-εξαιρετική προσοχή) για όλες τις ώρες της ημέρας και δ) για τη Θεσσαλονίκη υπό συνθήκες HI > 27 °C (πολύ προσοχή) και HD > 30 (μερική δυσφορία) τις νυχτερινές ώρες. Οι έντονες καμπύλες υποδεικνύουν τον 5-ετή κινούμενο μέσο.

Επιπλέον, εξετάστηκε ο χρόνος εμφάνισης συνθηκών θερμικής επιβάρυνσης και κατά συνέπεια η πιθανή επιμήκυνση της περιόδου έκθεσης σε αυτές τις συνθήκες. Με την πάροδο των ετών, η πρώτη εμφάνιση συνθηκών θερμικής επιβάρυνσης φαίνεται να μετατοπίζεται νωρίτερα μέσα στο έτος, με τον ρυθμό να κυμαίνεται από 2.9 έως 5.8 ημέρες/δεκαετία για την Αθήνα και από 1.2 έως 5.1 ημέρες/δεκαετία για τη Θεσσαλονίκη, ανάλογα με τον δείκτη. Παράλληλα, η τελευταία

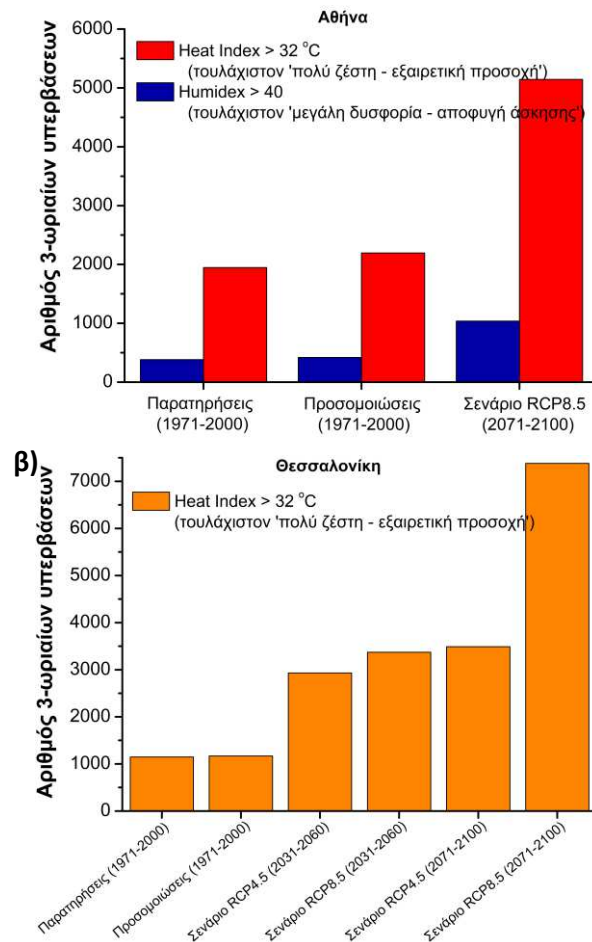
εμφάνιση συνθηκών θερμικής επιβάρυνσης φαίνεται να μετατοπίζεται αργότερα, με το ρυθμό να κυμαίνεται από 1.4 έως 5.5 ημέρες/δεκαετία για την Αθήνα και από 0.4 έως 4.3 ημέρες/δεκαετία για τη Θεσσαλονίκη ανάλογα με το δείκτη. Ως εκ τούτου, ο πληθυσμός της Αθήνας τη δεκαετία του 1960 αισθανόταν πρώτη φορά μέσα στο έτος μεγάλη δυσφορία κατά τη διάρκεια του Ιουλίου, ενώ τα τελευταία χρόνια αυτό συμβαίνει κατά τη διάρκεια του Ιουνίου και σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμη και στα τέλη Μαΐου (Εικόνα 4). Παράλληλα, η τελευταία εμφάνιση μεγάλης δυσφορίας στις αρχές της δεκαετίας του 1960 εμφανιζόταν κυρίως τον Αύγουστο και σίγουρα όχι αργότερα από τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ τα τελευταία χρόνια αυτό παρατηρείται και μετά τα μέσα Σεπτεμβρίου. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό για τρεις από τους τέσσερις δείκτες στην Αθήνα αλλά δεν επιβεβαιώνεται στατιστικά για τη Θεσσαλονίκη.



Εικόνα 4: Ημέρα του έτους της πρώτης και τελευταίας εμφάνισης όπου $HD > 40$ (τουλάχιστον «μεγάλη δυσφορία – αποφυγή άσκησης») μέσα σε ένα ημερολογιακό έτος για την περίοδο 1960–2017 στην Αθήνα. Απεικονίζονται επίσης οι γραμμές τάσης.

Στα τέλη του 21^{ου} αιώνα, στην περιοχή της Αθήνας αναμένεται αύξηση των συνθηκών που οδηγούν σε θερμική δυσφορία σε σύγκριση με τα τέλη του 20^{ου} αιώνα, με βάση το δυσμενές σενάριο RCP8.5 (Εικόνα 5). Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι την περίοδο 2071-2100 αναμένεται αύξηση των ωρών με μεγάλη δυσφορία σε ποσοστό που υπερβαίνει το 150%, σε σύγκριση με την περίοδο 1971-2000. Στην περιοχή της Θεσσαλονίκης αναμένεται αύξηση των ωρών κατά τις

οποίες ο πληθυσμός θα αισθάνεται «πολύ ζέστη». Η παρατεταμένη έκθεση σε αυτές τις συνθήκες χρήζει εξαιρετικής προσοχής για τις ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού, τόσο στο εγγύς (2031-2060) όσο και στο απώτερο (2071-2100) μέλλον, με τη μικρότερη αύξηση να παρατηρείται στο εγγύς μέλλον υπό το μετριοπαθές σενάριο RCP4.5 (156%) και τη μεγαλύτερη στο απώτερο μέλλον υπό το δυσμενέστερο σενάριο RCP8.5 (543%), σε σύγκριση με την περίοδο 1971-2000.



Εικόνα 5: Αριθμός υπερβάσεων α) για την Αθήνα όταν HI > 32 °C (τουλάχιστον «πολύ ζέστη – εξαιρετική προσοχή») και HD > 40 (τουλάχιστον «μεγάλη δυσφορία – αποφυγή άσκησης») για την περίοδο αναφοράς (1971–2000) με βάση τα δεδομένα επίγειων παρατηρήσεων και προσομοιώσεων καθώς και για το απώτερο μέλλον (2071–2100) υπό το μελλοντικό σενάριο RCP8.5 και β) για τη Θεσσαλονίκη όταν HI > 32 °C (τουλάχιστον «πολύ ζέστη – εξαιρετική προσοχή») για την περίοδο αναφοράς (1971–2000) με βάση τα δεδομένα επίγειων παρατηρήσεων και προσομοιώσεων καθώς και για το εγγύς (2031–2060) και απώτερο (2071–2100) μέλλον υπό τα μελλοντικά σενάρια RCP4.5 και RCP8.5.

Στα πλαίσια της πρόληψης για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην υγεία του πληθυσμού λόγω της αναμενόμενης αύξησης της θερμικής επιβάρυνσης/θερμικής δυσφορίας θα πρέπει να ληφθούν κατάλληλα μέτρα. Σε επίπεδο πολιτείας θα πρέπει να αναπτυχθούν συστήματα προειδοποίησης τα οποία θα συνδέουν τις δομές της Δημόσιας Υγείας με την πρόγνωση επικίνδυνων καιρικών φαινομένων, όπως π.χ. ένα επεισόδιο καύσωνα. Ένα ολοκληρωμένο σύστημα προειδοποίησης απαιτεί:

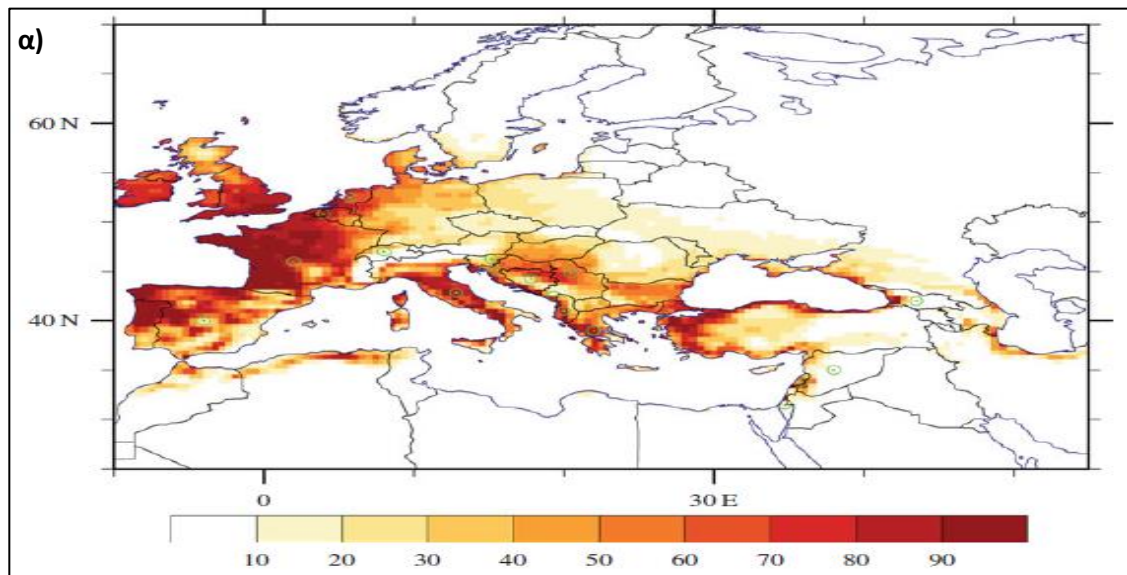
- α) αξιόπιστες μετεωρολογικές προβλέψεις για τον πληθυσμό ή την περιοχή ενδιαφέροντος
- β) ισχυρή κατανόηση της σχέσης αιτίας-αποτελέσματος μεταξύ του θερμικού περιβάλλοντος και των επιπτώσεων στην υγεία σε επίπεδο πληθυσμού, συμπεριλαμβανομένης της αναγνώρισης με βάση τα στοιχεία των μετεωρολογικών συνθηκών του «υψηλού κινδύνου», για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των κατάλληλων μέτρων
- γ) αποτελεσματικά μέτρα αντίδρασης που θα πρέπει να εφαρμόζονται μέσα στο παράθυρο του χρόνου προειδοποίησης (1-3 ημέρες, περίπου)
- δ) συμμετοχή των θεσμικών οργάνων και των φορέων που διαθέτουν επαρκείς πόρους, ικανότητες, γνώσεις και πολιτική βούληση να αναλάβουν ειδικά μέτρα αντιμετώπισης

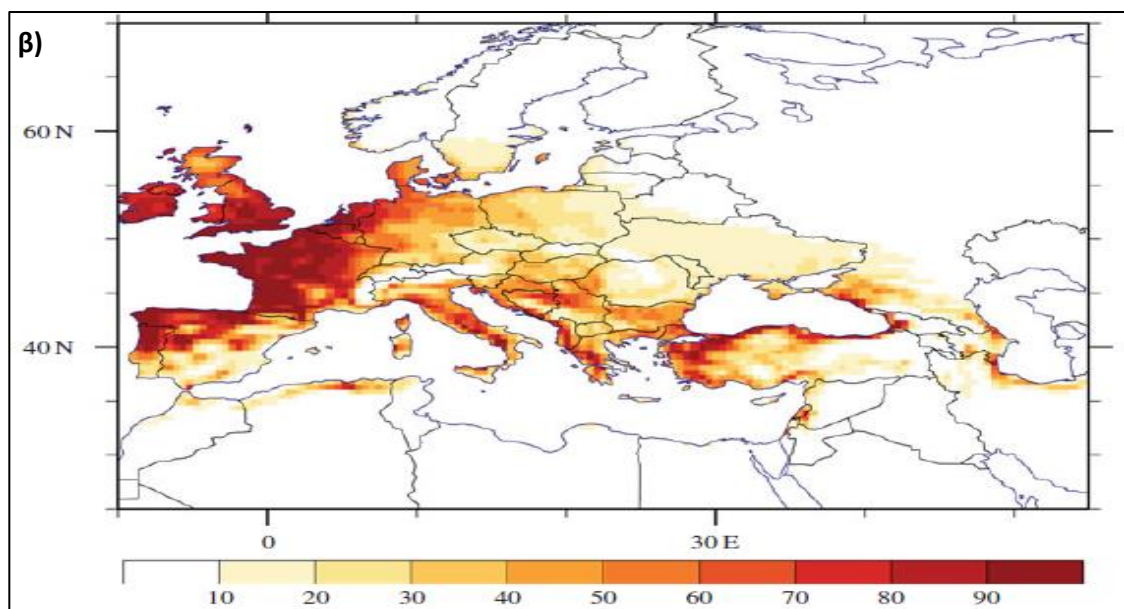
Οι στοχευμένες δράσεις για την προστασία της δημόσιας υγείας κατά τη διάρκεια επεισοδίων καύσωνα περιλαμβάνουν ανακοινώσεις στα μέσα μαζικής ενημέρωσης ή μέσω ιστοσελίδων και δελτίων τύπου, διανομή ενημερωτικών φυλλαδίων, ύπαρξη τηλεφωνικής γραμμής βοήθειας, άνοιγμα κλιματιζόμενων χώρων για το κοινό, νοσοκομεία σε επίπεδο συναγερμού, επίσκεψη στις οικίες ατόμων που ανήκουν σε ευάλωτες ομάδες του πληθυσμού καθώς και πιθανή μεταφορά τους από τις οικίες τους σε κλιματιζόμενους χώρους.

Οργανισμοί διαβιβαστές

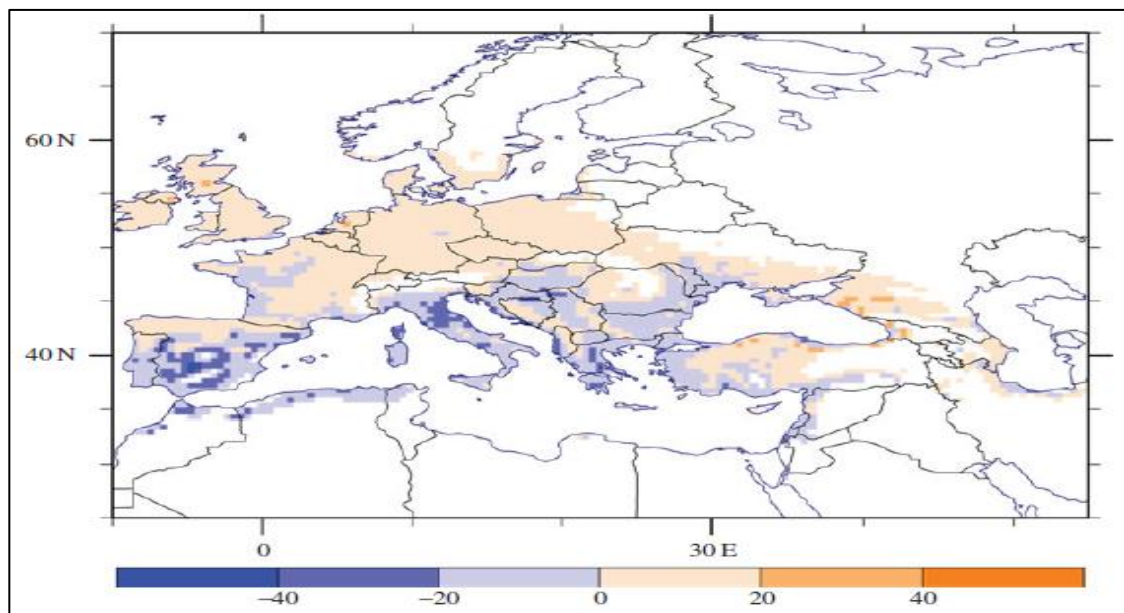
Πέραν των επιπτώσεων που εκτιμάται ότι θα προκύψουν στην υγεία του ελληνικού πληθυσμού μέσω θερμικής καταπόνησης, οι μεταβολές στις κλιματικές παραμέτρους είναι δυνατό να επηρεάσουν και τη μετάδοση ασθενειών στον άνθρωπο μέσω οργανισμών διαβιβαστών, ιδίως κουνουπιών. Εκτός από τα ενδημικά είδη κουνουπιών στην Ευρώπη και την Ελλάδα, όπως τα είδη που ανήκουν στα γένη *Culex* και *Anopheles*, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επιφέρει την επέκταση σε ευρύτερες γεωγραφικές ενότητες της Ευρώπης κάποιων άλλων ειδών κουνουπιών, τα οποία ήδη εμφανίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές και χαρακτηρίζονται ως κουνούπια

«εισβολείς (invasive)». Μεταξύ των διαφόρων ειδών κουνουπιών εισβολέων του γένους *Aedes*, εκείνο το οποίο αποτελεί απειλή για την Ελλάδα είναι το *Aedes albopictus*, ευρύτερα γνωστό και ως Ασιατικό κουνούπι τίγρης. Οι κλιματικές συνθήκες στην Ελλάδα ευνοούν το συγκεκριμένο είδος και θεωρείται πλέον ότι η παρουσία του είναι σταθερή στη χώρα. Η κλιματική αλλαγή και η επερχόμενη άνοδος της θερμοκρασίας στην Ευρώπη αναμένεται να μετατοπίσουν τη ζώνη δράσης του κουνουπιού *Aedes albopictus* προς τον βορρά (Εικόνες 6 και 7), μειώνοντας τη συμβατότητα του στην Ελλάδα. Όμως η προσαρμογή του στη χώρα θα παραμείνει σε μεγάλο βαθμό εφικτή, ιδίως στη Δυτική αλλά και την Κεντρική Έλλαδα, την Πελοπόννησο και την Ανατολική Μακεδονία και τη Θράκη (Εικόνα 6β). Τα παραπάνω συμπεράσματα προκύπτουν για την περίοδο 2045 – 2054 , με βάση το κλιματικό σενάριο SRES-A2, το οποίο υποθέτει μέτριες έως υψηλές εκπομπές CO₂. Επίσης, τις επόμενες δεκαετίες, η δυνητική διάρκεια της περιόδου δράσης του κουνουπιού «τίγρης» στην Ελλάδα μέσα στο έτος είναι πιθανό να επιμηκυνθεί λόγω της κλιματικής αλλαγής κατά ένα διάστημα της τάξης των 1 έως 2 εβδομάδων.



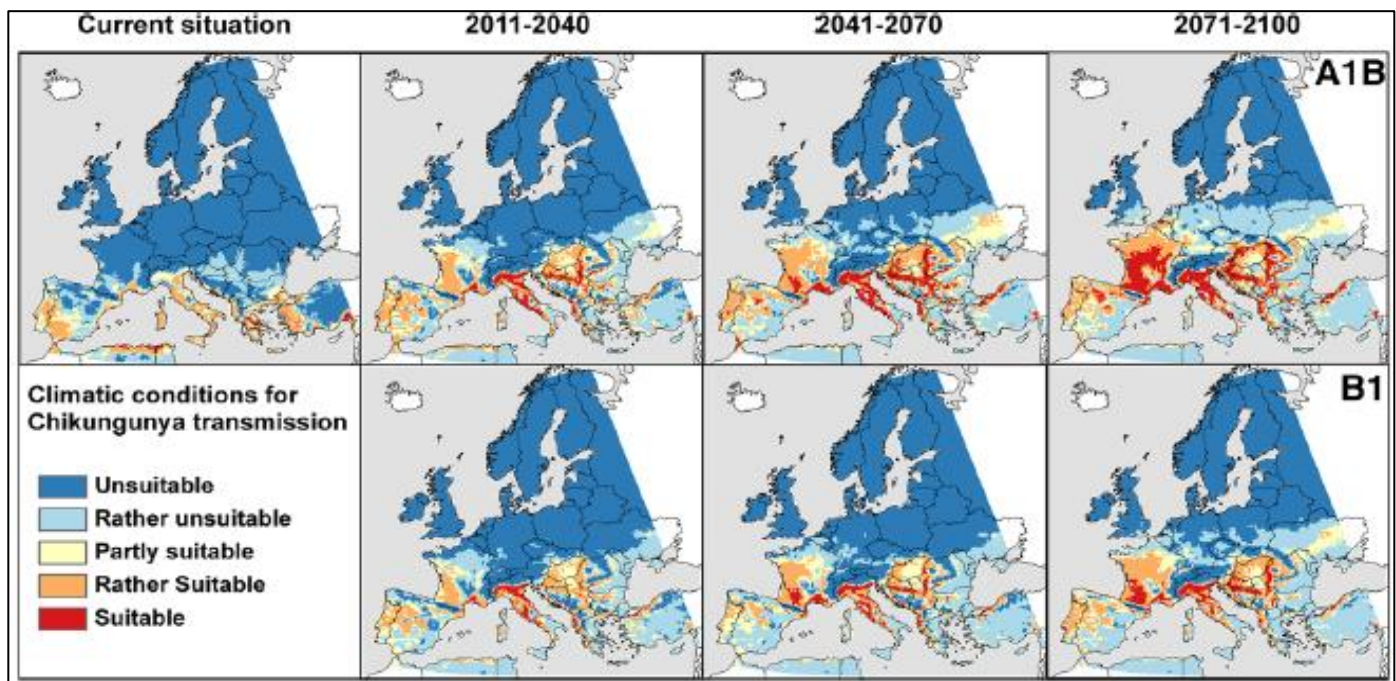


Εικόνα 6: Χάρτες συμβατότητας (%) του κουνουπιού *Aedes albopictus* σύμφωνα με τα αποτελέσματα του κλιματικού μοντέλου EMAC για την Ευρώπη α) κατά την πρόσφατη περίοδο 2000 – 2009 (οι πράσινοι κύκλοι δείχνουν τις χώρες στις οποίες ήδη υπάρχει καταγραφή του είδους) και β) κατά τη μελλοντική περίοδο 2045 – 2054, με βάση το κλιματικό σενάριο SRES-A2 (Πηγή: Proestos et al., 2015).



Εικόνα 7: Χάρτης που αποτυπώνει τις μεταβολές (%) στη συμβατότητα του κουνουπιού *Aedes albopictus* σε περιοχές της Ευρώπης, ανάμεσα στις περιόδους 2000 – 2009 και 2045 – 2054 (σενάριο SRES-A2), με βάση τα αποτελέσματα του κλιματικού μοντέλου EMAC. Περιοχές με συμβατότητα μικρότερη από 10% δεν ελήφθησαν υπ' όψιν (Πηγή: Proestos et al., 2015).

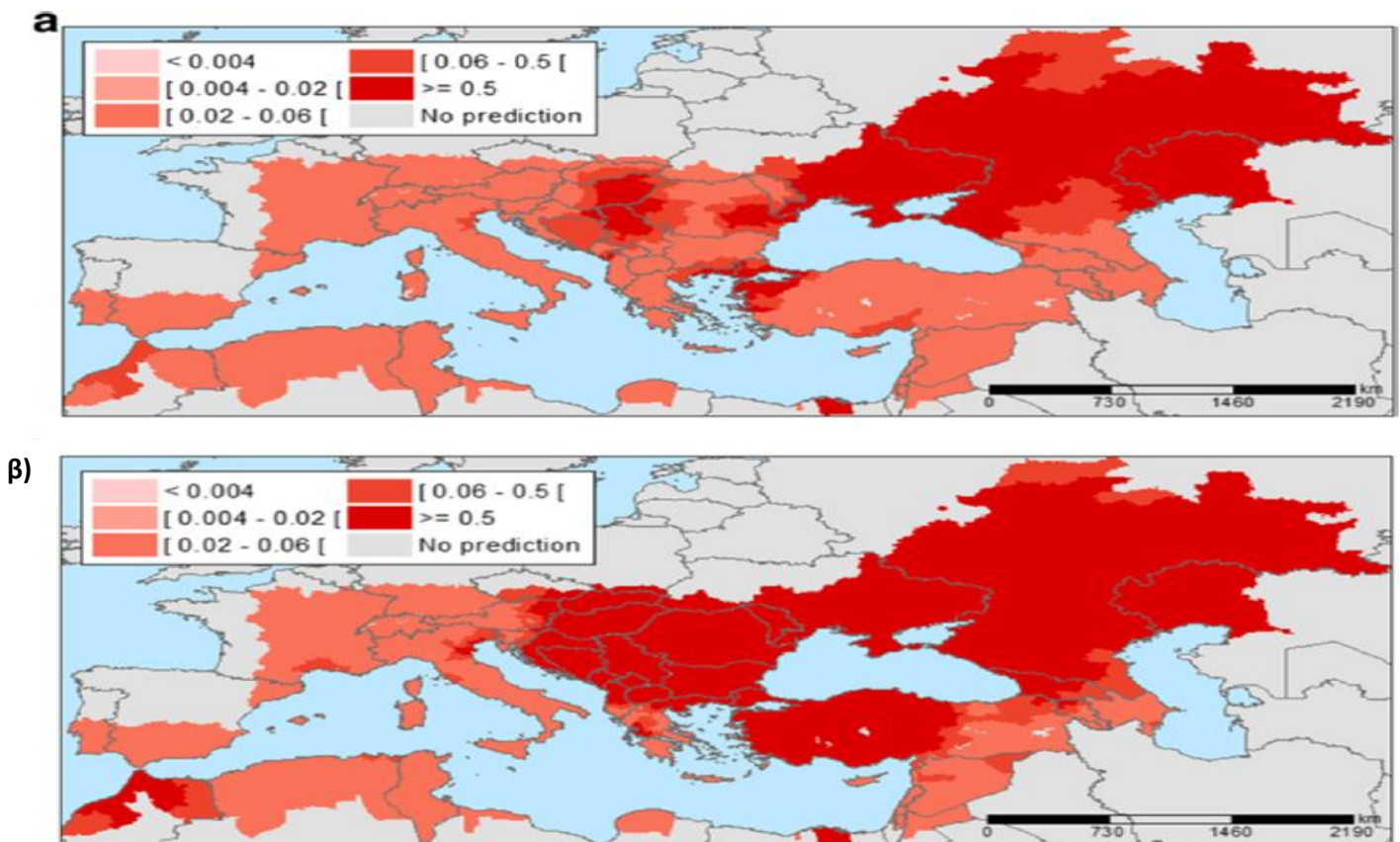
Το Ασιατικό κουνούπι τίγρης, αποτελεί τον κύριο διαβιβαστή του ιού Chikungunya. Στην Ελλάδα, ο συνδυασμός της ύπαρξης των αναγκαίων θερμοκρασιακών συνθηκών για τη μετάδοση του ιού με την παρουσία του είδους *Aedes albopictus*, επιφέρει σημαντική επικινδυνότητα για την πρόκληση αυτοχθόνων κρουσμάτων της νόσου. Η κλιματική αλλαγή, εκτιμάται ότι θα οδηγήσει στην εκπλήρωση των θερμοκρασιακών απαιτήσεων για μετάδοση του ιού Chikungunya, για το σύνολο της χώρας, όμως ο περιορισμός της συμβατότητας για τα κουνούπια διαβιβαστές φαίνεται ότι θα υποβαθμίσει την πιθανότητα μετάδοσης. Ωστόσο, σχετικά με τον κίνδυνο διάδοσης του ιού Chikungunya, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα Δυτικά παράκτια τμήματα της Ελλάδας, όπως και σε περιοχές της Ανατολικής Μακεδονίας και της Θράκης, όπου ο κίνδυνος θα παραμείνει υψηλός κατά τον 21^ο αιώνα, με βάση τα μελετώμενα κλιματικά σενάρια A1B και B1 (Εικόνα 8).



Εικόνα 8: Χάρτες επικινδυνότητας για τη μετάδοση του ιού Chikungunya στην Ευρώπη στο παρόν αλλά και με βάση τα κλιματικά σενάρια A1B και B1 (Πηγή: Fischer et al., 2013).

Τα κουνούπια του γένους *Culex*, τα οποία είναι ενδημικά στην Ελλάδα, αποτελούν τον κύριο διαβιβαστή του ιού του Δυτικού Νείλου. Χαρακτηριστική για τη χώρα μας είναι η επιδημία του ιού που ξέσπασε το 2010 με επίκεντρο την Κεντρική Μακεδονία, όπου τα κουνούπια του γένους *Culex* αφθονούν, η οποία είχε ως αποτέλεσμα να νοσήσουν 262 άτομα, εκ των οποίων 197

υπέστησαν σοβαρές νευρολογικές παθήσεις και 33 τελικά κατέληξαν. Κρούσματα του ιού παρατηρήθηκαν στην Ελλάδα και κατά τα επόμενα χρόνια, γεγονός που αποτελεί ένδειξη ότι ο ιός μπορεί να καταστεί ενδημικός στην περιοχή μας. Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να διαμορφώσει ιδανικές συνθήκες για την περαιτέρω εξάπλωση των κουνουπιών του γένους *Culex* στην Ελλάδα και για την αύξηση της μεταδοτικότητας τους σε ότι αφορά τον ιό του Δυτικού Νείλου. Οι περιοχές της χώρας που φαίνεται ότι θα έχουν τις επόμενες δεκαετίες την υψηλότερη πιθανότητα εμφάνισης κρουσμάτων του ιού είναι η Μακεδονία, η Θράκη αλλά και τμήματα της κεντρικής ηπειρωτικής χώρας, με έμφαση στο νομό Αιτωλοακαρνανίας (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Χάρτες εκτιμώμενης πιθανότητας για την εμφάνιση αυτόχθονων κρουσμάτων του ιού του Δυτικού Νείλου σε περιοχές της Ευρώπης και γειτονικών χωρών α) για το έτος 2025 β) για το έτος 2050, με βάση το ενδιάμεσο σενάριο SRES-A1B (Πηγή: Semenza et al., 2016).

Κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα, αναμένεται στην Ελλάδα η επικράτηση των θερμοκρασιών που είναι απαραίτητες για την ολοκλήρωση της εξωγενούς περιόδου επώασης (το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στην πρόσληψη ενός ιού από ένα κουνούπι φορέα και στη στιγμή κατά

την οποία το κουνούπι είναι ικανό να μεταδώσει τη νόσο σε κάποιον νέο ξενιστή (όπως ο άνθρωπος) του Δάγγειου ιού, μέσω των κουνουπιών του είδους *Aedes aegypti*, τα οποία αποτελούν τον πρωτεύοντα διαβιβαστή του. Βέβαια, ανάλογα με το θερμοκρασιακό κριτήριο αλλά και το κλιματολογικό σενάριο που επιλέγεται, προκύπτουν σημαντικές διαφορές στην οριοθέτηση των περιοχών που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν μια ενδεχόμενη επιδημία του ιού. Σε κάθε περίπτωση, αναγκαία προϋπόθεση για την εμφάνιση ικανού αριθμού κρουσμάτων του Δάγγειου ιού στην Ελλάδα αποτελεί η επανεμφάνιση του κουνουπιού *Aedes aegypti*, καθώς το κουνούπι αυτό έχει εξαφανιστεί συνολικά από την ηπειρωτική Ευρώπη από το 1950. Μικρές πιθανότητες για μετάδοση του Δάγγειου ιού μπορεί να προκύψουν και μέσω του κουνουπιού *Aedes albopictus*, το οποίο αποτελεί δευτερεύοντα φορέα του ιού.

Με βάση τα παραπάνω, τα κύρια συμπεράσματα σε σχέση με την επίδραση που αναμένεται να έχει η κλιματική αλλαγή στη μετάδοση ασθενειών από κουνούπια διαβιβαστές στην Ελλάδα, συνοψίζονται στα εξής:

- Κατά τις επόμενες δεκαετίες, το κουνούπι τύπου «τίγρης» (*Aedes albopictus*) θα παραμείνει ενεργό στη χώρα μας παρά τη μείωση της συμβατότητας του.
- Κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα, ο κίνδυνος μετάδοσης του ιού Chikungunya, μέσω του κουνουπιού *Aedes albopictus*, θα παραμείνει υψηλός στα Δυτικά παράκτια τμήματα της Ελλάδας, όπως και σε περιοχές της Ανατολικής Μακεδονίας και της Θράκης.
- Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να ενισχύσει περεταίρω τα κουνούπια του γένους *Culex*, τα οποία αποτελούν τον βασικό διαβιβαστή του ιού του Δυτικού Νείλου στον άνθρωπο.
- Οι περιοχές της Ελλάδας στις οποίες είναι πιθανό τα επόμενα χρόνια να υπάρξει έξαρση κρουσμάτων του ιού του Δυτικού Νείλου είναι η Μακεδονία, η Θράκη αλλά και τμήματα της κεντρικής ηπειρωτικής χώρας.
- Κατά τον 21^ο αιώνα, αναμένεται σε περιοχές της Ελλάδας η επικράτηση των θερμοκρασιών που είναι αναγκαίες για την διάδοση του Δάγγειου ιού μέσω του κουνουπιού *Aedes aegypti*, που όμως αυτή τη στιγμή δεν υπάρχει στη χώρα.

Οι κίνδυνοι που απορρέουν από την μετάδοση ασθενειών στον άνθρωπο μέσω κουνουπιών διαβιβαστών μπορούν να περιοριστούν, αν ληφθούν τα αναγκαία μέτρα:

α) σε επίπεδο τοπικών αρχών και πολιτείας

β) σε ατομικό επίπεδο

γ) στο οικιακό και περι-οικιακό περιβάλλον

Ενδεικτικά, οι τοπικές αρχές θα πρέπει να εκτελούν αποτελεσματική παρακολούθηση του πληθυσμού των διαφόρων ειδών κουνουπιών με εγκατάσταση ενός εκτενούς δικτύου παγίδων και να εφαρμόζουν έγκαιρα τη χρήση εντομοκτόνων, ιδιαίτερα για την εξουδετέρωση των προνυμφών (προνυμφοκτονία). Η εξουδετέρωση των ακμαίων κουνουπιών (ακμαιοκτονία) γίνεται με ψεκασμούς από το έδαφος, ενώ οι εναέριοι ψεκασμοί συνίστανται μόνο σε ακραία περιστατικά και πάντα με την τήρηση αυστηρών κριτηρίων που έχουν σχέση με τις χρήσεις γης. Επίσης, οι πολίτες μπορούν αυτόνομα να λαμβάνουν μέτρα προστασίας τόσο του εαυτού τους (π.χ. χρήση εντομοαπωθητικών σκευασμάτων, χρήση κουνουπιέρας σε περιοχές με πολύ έντονη παρουσία κουνουπιών) όσο και της κατοικίας τους (π.χ. εξάλειψη φυσικών ή τεχνητών μικρών εστιών συσσώρευσης στάσιμου νερού οι οποίες μπορούν να αποτελέσουν ιδανικό τόπο για την εναπόθεση των αυγών των κουνουπιών, χρήση προστατευτικών πλεγμάτων (σήτες) σε παράθυρα, τζάκια, αεραγωγούς και φεγγίτες για να παρεμποδίζεται η είσοδος των κουνουπιών στο εσωτερικό των σπιτιών). Η ενημέρωση των πολιτών σε σχέση με τις πιθανές συνέπειες των ασθενειών που μεταφέρονται από τα κουνούπια είναι αναγκαία προκειμένου να ενισχυθεί ο βαθμός επαγρύπνησης τους.