



CLIMPACT

ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

NEWSLETTER #5

Το παρόν Newsletter έχει ως κεντρικό θέμα τα εργαλεία και υπηρεσίες αντιμετώπισης Φυσικών Καταστροφών που αναπτύσσονται από τα μέλη του Εθνικού Δικτύου για την Κλιματική Αλλαγή, στο πλαίσιο λειτουργίας του CLIMPACT.

<https://www.youtube.com/watch?v=0mEyCJVZIIU&feature=youtu.be>

Περιεχόμενα

7

Καθ. Μανώλης Πλειώνης

Η συμβολή της επιστήμης στην αντιμετώπιση της Κλιματικής Κρίσης

10

**Γιάννης Λεμέσιος
Χρήστος Γιαννακόπουλος**

Τι είναι οι κλιματικές υπηρεσίες που πως βοηθούν την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή;

15

**Απόστολος Τσιρώνης
Θάλεια Μαυράκου
Κωνσταντίνος Καρτάλης**

Σύνθετοι δορυφορικοί δείκτες για την έγκαιρη αναγνώριση και συνεχή παρακολούθηση ακραίων καιρικών φαινομένων

20

**Κατερίνα Παπαγιαννάκη
Βασιλική Κοτρώνη
Κωνσταντίνος Λαγουβάρδος**

Καιρικά επεισόδια με κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις στην Ελλάδα την περίοδο 2000-2020

25

**Στέλλα Γκίρτσου
Αλέξης Αποστολάκης
Θέμος Χαιρεκάκης
Αλεξία Τσούνη
Χάρης Κοντοές**

Υπηρεσίες Δορυφορικής παρακολούθησης και εκτίμησης καταστροφών

30

**Δάφνη Παρλιάρη
Σταύρος Κέππας
Δημήτρης Μελάς**

Οι επιπτώσεις των καυσώνων στο αστικό περιβάλλον: πρόγνωση και πληροφόρηση του κοινού

35

Αθηνά Δήμου

Η χρησιμότητα της διασύνδεσης της έρευνας με τους επιχειρησιακούς φορείς της Πολιτείας που σχετίζονται με την Πολιτική Προστασία



Η συμβολή της επιστήμης στην αντιμετώπιση της Κλιματικής Κρίσης

Καθ. Μανώλης Πλειώνης
Συντονιστής Δικτύου CLIMPACT

Είναι αδιαμφισβήτητο ότι το κλίμα του πλανήτη αλλάζει και μάλιστα με ρυθμούς απρόβλεπτους. Το 2020 οι επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος έγιναν αισθητές σε κάθε γωνιά του πλανήτη. Έχουμε φτάσει στη «στιγμή της αλήθειας», δήλωσε ο Γενικός Γραμματέας των Ηνωμένων Εθνών Antonio Guterres στην ομιλία του «*Η κατάσταση του Πλανήτη*» στο Παν/μιο Columbia τον περασμένο Δεκέμβριο, αναδεικνύοντας με δραματικό τρόπο τα προβλήματα αλλά και τις λύσεις που διαθέτουμε ως ανθρωπότητα. Ακόμα και οι συνωμοσιολόγοι αρνητές της καταλυτικής ανθρωπογενούς συμβολής στην κλιματική αλλαγή δεν μπορούν να αμφισβητήσουν το γεγονός ότι το κλίμα αλλάζει ραγδαία και προκαλεί αύξηση τόσο της συχνότητας όσο και της σφοδρότητας των φυσικών καταστροφών.

Που εδράζονται όμως οι συνεχείς προειδοποιήσεις του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού, του ΟΗΕ αλλά και της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας σχετικά με την Κλιματική Κρίση; Ο ρυθμός αύξησης των θερμοκηπικών αερίων είναι ραγδαίος τα τελευταία 60 περίπου χρόνια, όπως παραδείγματος χάρη του CO₂ είναι κατά 100 φορές πιο ταχύς από ότι στην τελευταία περίοδο αύξησης, λόγω φυσικών διεργασιών, πριν από 10.000 χρόνια προς το τέλος της πιο πρόσφατης εποχής των παγετώνων. Το 2020 η ποσότητα CO₂ στην ατμόσφαιρα έφτασε επίπεδα ρεκόρ ξεπερνώντας και τα επίπεδα κατά την εποχή του Πλειόκαινου, πριν από περίπου τέσσερα εκατομμύρια χρόνια, όταν οι παγκόσμιες θερμοκρασίες ήταν 2-4°C θερμότερες και η στάθμη της θάλασσας ήταν δεκάδες μέτρα υψηλότερη από ότι σήμερα.

Όσον αφορά στην παγκόσμια θερμοκρασία, το 2020 ήταν η πιο θερμή χρονιά μαζί με το 2016. Παραδείγματος χάριν, ο Ιούνιος του 2020 ήταν ο θερμότερος που έχει ποτέ καταγραφεί στην κεντρική Ευρώπη, με θερμοκρασίες έως και 46°C. Η ειδοποιός διαφορά όμως είναι ότι το 2016 η πα-

γκόσμια θερμοκρασία επηρεάστηκε σημαντικά από το El Niño (μια μεγάλη ζώνη θερμού νερού που σχηματίζεται στον Ειρηνικό Ωκεανό κάθε λίγα χρόνια), με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της επιφανείας των ωκεανών. Όμως το αξιοπερίεργο είναι ότι το 2020 ο πλανήτης μας βίωσε την La Niña, το αντίστροφο δηλαδή φαινόμενο που προκαλεί μείωση της παγκόσμιας θερμοκρασίας και που σημαίνει ότι υπό κανονικές συνθήκες θα ήταν ακόμα μεγαλύτερες οι θερμοκρασίες από αυτές που βιώσαμε. Οι υψηλές θερμοκρασίες του 2020 προκάλεσαν τις μεγαλύτερες πυρκαγιές που έχουν ποτέ καταγραφεί σε διάφορα μέρη του κόσμου (Καλιφόρνια, Κολοράντο, ανατολική Αυστραλία, κα). Στην Σιβηρία η θερμοκρασία έφτασε τους 38 βαθμούς Κελσίου, με δραματικά αποτελέσματα στην αλλαγή του αρκτικού κύκλου παγοποίησης. Δημιουργούνται φαινόμενα αυτοτροφοδότησης όπου η μείωση των πάγων - που είναι αποτέλεσμα της υπερθέρμανσης του πλανήτη - επιταχύνει περαιτέρω την υπερθέρμανση λόγω του ότι μειώνεται η συνολική ανακλαστική, των ηλιακών ακτίνων, επιφάνεια του πλανήτη.

Βρισκόμαστε λοιπόν αντιμέτωποι με σημαντική αύξηση των ποσοστών των θερμοκηπικών αερίων στην ατμόσφαιρα, με αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας, άνοδο της στάθμης της θάλασσας και με συναρτώμενα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα και φυσικές καταστροφές, όπως οι συχνότεροι και εντονότεροι καύσωνες, οι δασικές πυρκαγιές, η ερημοποίηση και οι ξηρασίες, οι καταιγίδες με έντονα πλημμυρικά αποτελέσματα, που μόνο το 2020 υπολογίζεται ότι επιπλέον των εκατοντάδων ανθρώπινων απωλειών, προκάλεσαν ζημιές άνω των 210 δισεκατομμυρίων δολαρίων σε παγκόσμια κλίμακα, προσαυξημένες κατά 26% σε σχέση με το 2019 (σύμφωνα με τον πολυεθνικό όμιλο ασφαλίσεων Munich Re).

Οι επιστήμονες παγκοσμίως καλούνται πλέον να αναπτύξουν συστήματα παρακολούθησης των κλιματικών παραμέτρων αλλά και υπηρεσίες και εργαλεία για την ενίσχυση της Πολιτείας στην αντιμετώπιση φυσικών ή ανθρωπογενών καταστροφών, όπως είναι τα συστήματα δορυφορικής και επίγειας παρακολούθησης, συστήματα πρόγνωσης και έγκαιρης προειδοποίησης, συστήματα πρόβλεψης των επιπτώσεων φυσικών καταστροφών που βασίζονται σε μεθοδολογίες τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης, κα. Διεθνείς προσπάθειες συντονισμού έχει αναλάβει ο ΟΗΕ, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και ομάδες διαχείρισης φυσικών καταστροφών συστήνοντας την πλατφόρμα GDACS (Global Disaster Alert and Coordination System) με σκοπό να βελτιώσουν τις προειδοποιήσεις, την ανταλλαγή πληροφοριών και τον συντονισμό υπηρεσιών αμέσως μετά από ξαφνικές μεγάλες φυσικές καταστροφές. Αντίστοιχα η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στα πλαίσια του Copernicus έχει συστήσει το EFFIS (European Forest Fire Information System), το EFAS (European Flood Alert System) σε συνεργασία με εθνικές υδρολογικές και μετεωρολογικές υπηρεσίες, με το Joint Research Center (JRC), κλπ.

Στην Ελλάδα αντίστοιχα γίνεται μεγάλη προσπάθεια από τα Εθνικά Ερευνητικά Κέντρα και τα Παν/μια με εξαιρετικά αποτελέσματα. Η αναγκαιότητα

στενής συνεργασίας της Πολιτείας με τους επιστημονικούς φορείς, ειδικά δε με τα δημόσια ερευνητικά κέντρα και Πανεπιστήμια, για τον καλύτερο συντονισμό των απαραίτητων δράσεων, τη κατανόηση των αναγκών της Πολιτείας αλλά και για την αξιοποίηση του πλούτου των διαθέσιμων σύγχρονων επιστημονικών μέσων, είναι επιτακτική. Για την ενημέρωση της Πολιτείας έχουν γίνει πολλές ημερίδες, όπως αυτή του Νοεμβρίου 2019 για τη συμβολή των Ερευνητικών Κέντρων στην αντιμετώπιση των αποτελεσμάτων φυσικών καταστροφών και για την παρουσίαση νέων καινοτόμων εργαλείων που έχουν παραχθεί από επιστήμονες στην Ελλάδα (<http://www.naturaldisasters.noa.gr/>).

Στα πλαίσια αυτά η Πολιτεία χρηματοδοτεί την Εμβληματική Πρωτοβουλία με θέμα την κλιματική αλλαγή - CLIMPACT - με στόχο το συντονισμό σε Πανελλαδική κλίμακα δικτύου φορέων για την ενοποίηση και βελτιστοποίηση των υφιστάμενων κλιματικών υπηρεσιών, τη συλλογή και πιστοποίηση δεδομένων και την ανάπτυξη συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης για φυσικές καταστροφές στην Ελλάδα. Το δίκτυο CLIMPACT που αποτελείται από έντεκα μεγάλους εθνικούς, επιστημονικούς φορείς και πιο συγκεκριμένα την Ακαδημία Αθηνών, το Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών Δημόκριτος, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το Πανεπιστήμιο Κρήτης, το Πολυτεχνείο Κρήτης, το Ερευνητικό Κέντρο ΑΘΗΝΑ και το Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών, με συντονιστή φορέα το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, προσφάτως επεκτάθηκε με την διασύνδεση του Παν/μιου Θεσσαλίας, του ΕΛΔΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ και του Γεωπονικού Παν/μιου.

Οι πολύπλευρες δράσεις του CLIMPACT, που έχουν ήδη αρχίσει να υλοποιούνται, παρουσιάζονται διεξοδικά στα Ενημερωτικά Newsletters του δικτύου (δείτε <https://climpact.gr/news-events/newsletter>), ενώ το παρόν Newsletter είναι αφιερωμένο σε ορισμένα από τα καινοτόμα εργαλεία και υπηρεσίες που αναπτύσσονται από τις ερευνητικές ομάδες του CLIMPACT για την πρόγνωση, πρόληψη ή/και διαχείριση Φυσικών Καταστροφών.

Τι είναι οι κλιματικές υπηρεσίες που πως βοηθούν την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή;

Γιάννης Λεμέσιος
Χρήστος
Γιαννακόπουλος

Με τον όρο **κλιματική υπηρεσία** εννοούμε μια υπηρεσία, σε μορφή κυρίως διαδικτυακού εργαλείου, που παρέχει πληροφορίες για το κλίμα και βοηθά άτομα και οργανισμούς στη λήψη αποφάσεων σε διάφορους ευάλωτους στο κλίμα τομείς. Οι κλιματικές υπηρεσίες, όπως έχει φανεί τα τελευταία χρόνια, θεωρούνται απαραίτητες για την προσαρμογή στη μεταβλητότητα και στην αλλαγή του κλίματος και αυτό επιβεβαιώνεται και από την επικύρωση, από 155 κράτη το 2009 στο 3^ο Παγκόσμιο Συνέδριο για το Κλίμα¹, του Παγκόσμιου Πλαισίου για τις Κλιματικές Υπηρεσίες (GFCS)² του οποίου σκοπός είναι η ενίσχυση της παραγωγής, η διαθεσιμότητα, η παράδοση και η εφαρμογή των επιστημονικά τεκμηριωμένων κλιματικών προβλέψεων και υπηρεσιών. Το σχέδιο εφαρμογής του GFCS στοχεύει κυρίως στην ενίσχυση των κλιματικών υπηρεσιών που υποστηρίζουν τους τέσσερις ευαίσθητους στο κλίμα τομείς όπως η γεωργία, η υγεία, η μείωση των καταστροφών και το νερό έτσι ώστε η επιστημονική κλιματική πληροφορία που παράγεται και διατίθεται μέσω αυτών να ενσωματωθεί στον σχεδιασμό, την πολιτική και στη λήψη των αποφάσεων.

Είναι πολύ σημαντικό η υπηρεσία να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των τελικών χρηστών, πρέπει να βασίζεται σε επιστημονικά αξιόπιστες πληροφορίες και εμπειρογνωμοσύνη και απαιτεί την κατάλληλη εμπλοκή μεταξύ των τελικών χρηστών και των παρόχων.

Κλιματικές υπηρεσίες και κοινωνία

Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις κλιματικές υπηρεσίες για να αποκτήσουν πρόσβαση σε επιστημονικές πληροφορίες προκειμένου να **λάβουν τις καλύτερες αποφάσεις για την κοινωνία στο σύνολό της**. Αυτό μπορεί να βοηθήσει την κοινωνία να αντιμετωπίσει την τρέχουσα κλιματική μεταβλητότητα και να περιορίσει την οικονομική και κοινωνική ζημία που προκαλείται από καταστροφές που σχετίζονται με το κλίμα.

¹ Word Climate Conference-3, Conference Statement

² Global Framework for Climate Services: <https://gfcs.wmo.int/>

Ποιοι είναι οι τελικοί χρήστες;

Οι ανάγκες και η άποψη των τελικών χρηστών είναι το κλειδί στην προσαρμογή και εξατομίκευση των κλιματικών υπηρεσιών. Οι «τελικοί χρήστες» είναι στην πραγματικότητα ένας ετερογενής συνδυασμός ενδιαφερομένων σε εθνικό, περιφερειακό ή/και τοπικό επίπεδο. Κάθε χρήστης μπορεί να αποκομίσει ένα όφελος – δυνητικό ή πραγματικό – από τη χρήση κλιματικών υπηρεσιών.

Για τον μεγαλύτερο θετικό αντίκτυπο της κλιματικής υπηρεσίας είναι σημαντικό ο καθορισμός των τελικών χρηστών για την παραγωγή προσαρμοσμένων κλιματικών υπηρεσιών και την κάλυψη των αναγκών λήψης αποφάσεων. Μια ιδανική αλυσίδα παροχής υπηρεσιών κλίματος περιλαμβάνει τους τελικούς χρήστες τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της διαδικασίας παραγωγής και παράδοσης της υπηρεσίας. Η παραγωγή κλιματικών υπηρεσιών ξεκινά με τον ενδελεχή προσδιορισμό των αναγκών κάθε συνόλου χρηστών και στη συνέχεια αναπτύσσεται μέσω ανατροφοδότησης και επανεκτίμησης των αναγκών των τελικών χρηστών.



Κλιματικές υπηρεσίες σε Ευρωπαϊκό επίπεδο

Υπηρεσία Copernicus

Μία από τις σημαντικότερες κλιματικές υπηρεσίες σε ευρωπαϊκό επίπεδο είναι η υπηρεσία Copernicus για την κλιματική αλλαγή (C3S)³ η οποία υποστηρίζει την κοινωνία παρέχοντας αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με το παρελθόν, το παρόν και το μέλλον του κλίματος. Η υπηρεσία C3S έχει ως αποστολή τη στήριξη των πολιτικών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και τον μετριασμό των επιπτώσεών της, μέσω της τακτικής παροχής έγκυρων πληροφοριών, δεδομένων και εργαλείων για το κλίμα που βασίζονται στις βέλτιστες διαθέσιμες επιστημονικές γνώσεις.

Πλατφόρμα Climate-ADAPT

Η υπηρεσία Climate-ADAPT⁴ αποτελεί μια έγκυρη ευρωπαϊκή πλατφόρμα γνώσεων για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή η οποία είναι εύκολα προσβάσιμη για τους πολίτες, την τοπική αυτοδιοίκηση και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη. Πρόκειται για ένα διαδραστικό διαδικτυακό εργαλείο, το οποίο σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει τους φορείς χάραξης πολιτικής σε ενωσιακό, εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, αναφορικά με τη λήψη μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή και τη χάραξη πολιτικών. Η πλατφόρμα Climate-ADAPT παρέχει ήδη σήμερα πρόσβαση σε αξιόπιστα δεδομένα σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, τις κοινωνικοοικονομικές πτυχές τους, καθώς και το κόστος και τα οφέλη των επιλογών προσαρμογής.

Κλιματικές υπηρεσίες που έχει υλοποιήσει η ομάδα CLIMADAPT του Ε.Α.Α. για την Ελλάδα και άλλες ευρωπαϊκές χώρες

ADAPT2CLIMA tool

Η κλιματική υπηρεσία για την υποστήριξη λήψης αποφάσεων, ADAPT2CLIMA tool⁵, δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE ADAPT2CLIMA με συντονιστή το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ομάδα CLIMADAPT). Στόχος του είναι να διευρύνει τις γνώσεις για την κλιματική αλλαγή καθώς και των επιπτώσεών της στο γεωργικό τομέα, προκειμένου να υποστηρίξει τους γεωργούς, τους υπεύθυνους για τη χάραξη πολιτικής και άλλους ενδιαφερόμενους φορείς (γεωπόνους, βιομηχανία γεωργικών προϊόντων κλπ.) στη λήψη αποφάσεων για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Το εργαλείο εφαρμόζεται στην Κύπρο, στην Κρήτη (Ελλάδα)

3 <https://www.copernicus.eu/el/ypiresies/klimatiki-allagi>

4 <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

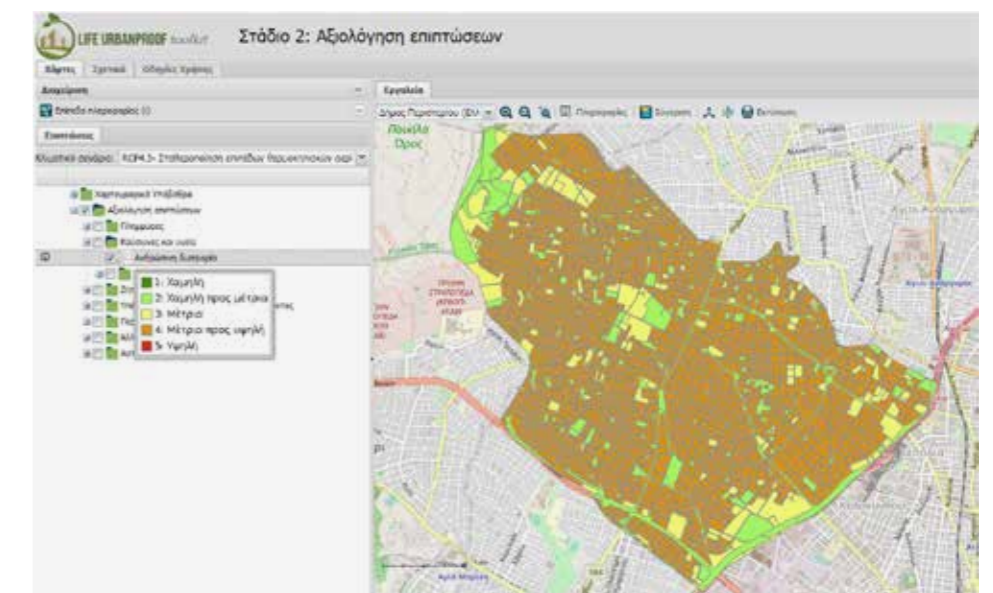
5 <https://tool.adapt2clima.eu/>

και στη Σικελία (Ιταλία), αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους όσους επιθυμούν να αναπτύξουν μια περιφερειακή στρατηγική προσαρμογής για τον αγροτικό τομέα, για περιφέρειες της Ιταλίας, της Ελλάδας και της Κύπρου

URBANPROOF toolkit

Τέλος, η κλιματική υπηρεσία URBANPROOF toolkit⁶ αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για την υποστήριξη της ενημερωμένης λήψης αποφάσεων στο σχεδιασμό της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης κατευθύνεται μέσω των διαφορετικών ενοτήτων του εργαλείου προκειμένου να αποκτήσει μια εικόνα των αναμενόμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο αστικό περιβάλλον, να ανακαλύψει και να αξιολογήσει τις διαθέσιμες επιλογές προσαρμογής, καθώς και να διερευνήσει την επίδραση των παρεμβάσεων προσαρμογής στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή. Οι τομείς μελέτης της κλιματικής υπηρεσίας URBANPROOF toolkit είναι οι πλημμύρες, η υγεία, η ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη, η διαθεσιμότητα νερού και η ξηρασία, οι περιστασιακές φωτιές και οι υπερβάσεις όζοντος. Η υπηρεσία URBANPROOF toolkit μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και της προσαρμογής για οποιονδήποτε αστικό δήμο της Ιταλίας, της Ελλάδας και της Κύπρου. Δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος LIFE URBANPROOF με εταίρο το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ομάδα CLIMADAPT).

Άποψη του εργαλείου URBANPROOF toolkit για την εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην ανθρώπινη δυσφορία στον Δήμο Περιστερίου με βάση το σενάριο εκπομπών RCP4.5



6 <https://tool.urbanproof.eu/el/>

Κλιματικές υπηρεσίες του δικτύου CLIMPACT

Στο πλαίσιο του CLIMPACT θα αναπτυχθεί η κλιματική υπηρεσία του έργου η οποία θα παρέχει σε όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς και φορείς χάραξης πολιτικών εύκολη πρόσβαση στην κλιματική πληροφορία η οποία θα παραχθεί. Θα αποτελεί ένα διαδικτυακό web-GIS εργαλείο μέσα από το οποίο ο χρήστης θα μπορεί να αντλήσει πληροφορίες τόσο για τις αναμενόμενες κλιματικές μεταβολές όσο και για τις επιπτώσεις τους στους τομείς του τουρισμού, της γεωργίας και των δασών. Πιο συγκεκριμένα θα παρέχονται με μορφή χαρτών ή χρονοσειρών τα αποτελέσματα των προβλέψεων των περιοχικών κλιματικών μοντέλων για το παρόν και μέλλον με βάση καθορισμένα σενάρια εκπομπών για επιλεγμένους κλιματικούς δείκτες θερμοκρασίας, βροχόπτωσης, υγρασίας, ανέμου κλπ αλλά και πληροφορίες για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους παραπάνω τομείς. Οι πληροφορίες για τις επιπτώσεις θα παρέχονται μέσω εξειδικευμένων κλιματικών δεικτών όπως οι Tourism Climate Index (TCI) και Beach Climate Index (BCI) σχετικοί με τη θερμική άνεση για τουριστικές και παραθαλάσσιες δραστηριότητες, εξειδικευμένοι δείκτες για τη γεωργία που σχετίζονται με τα διάφορα στάδια ανάπτυξης και απόδοσης της καλλιέργειας όπως ο αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία > 40°C το καλοκαίρι ο οποίος σχετίζεται με τη βιομάζα/απόδοση ελιάς και τέλος δείκτες που σχετίζονται με το ρίσκο εκδήλωσης πυρκαγιάς όπως ο Fire Weather Index (FWI).

Απόστολος Τσιρώνης
Θάλεια Μαυράκου
Κωνσταντίνος Καρτάλης

Τομέας Φυσικής Περιβάλλοντος,
Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

Πίνακας 1.
Σύνδεση των φασματικών
καναλιών με φυσικές
ιδιότητες των νεφών
και των αερίων μαζών

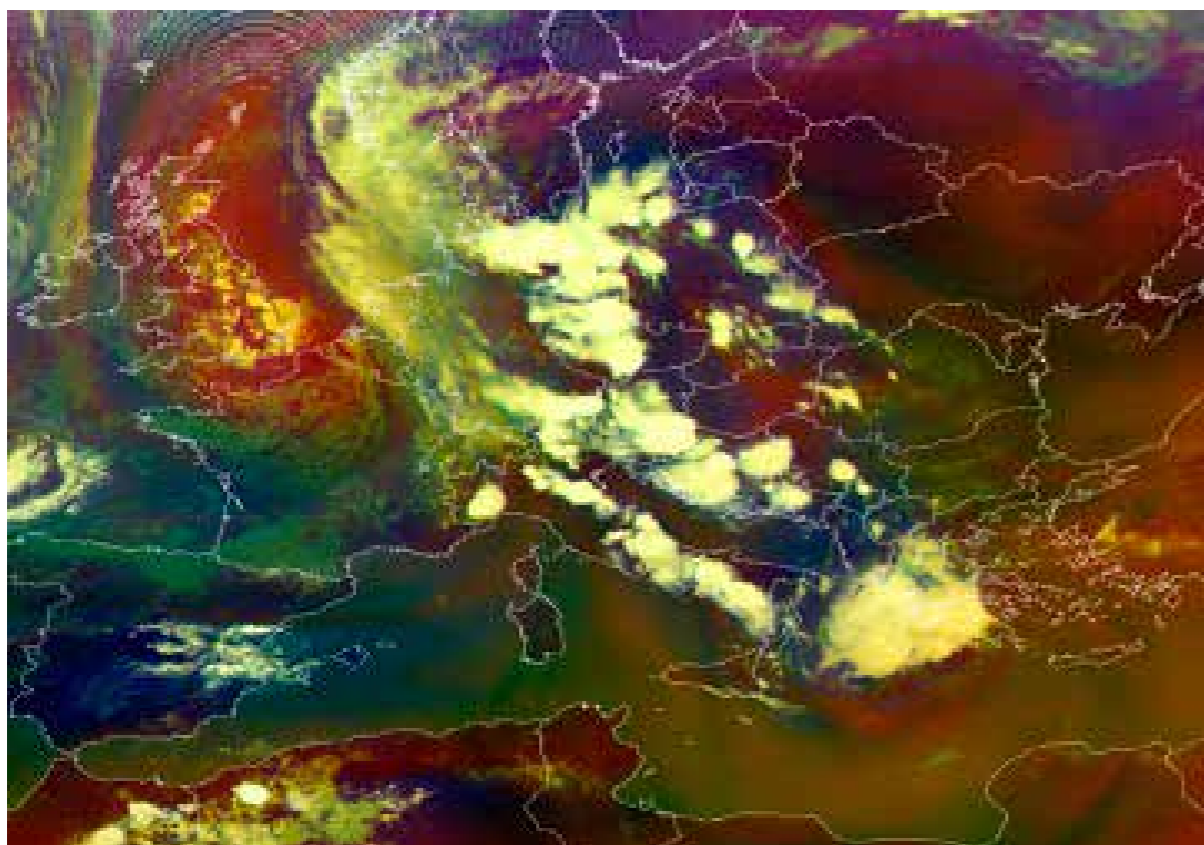
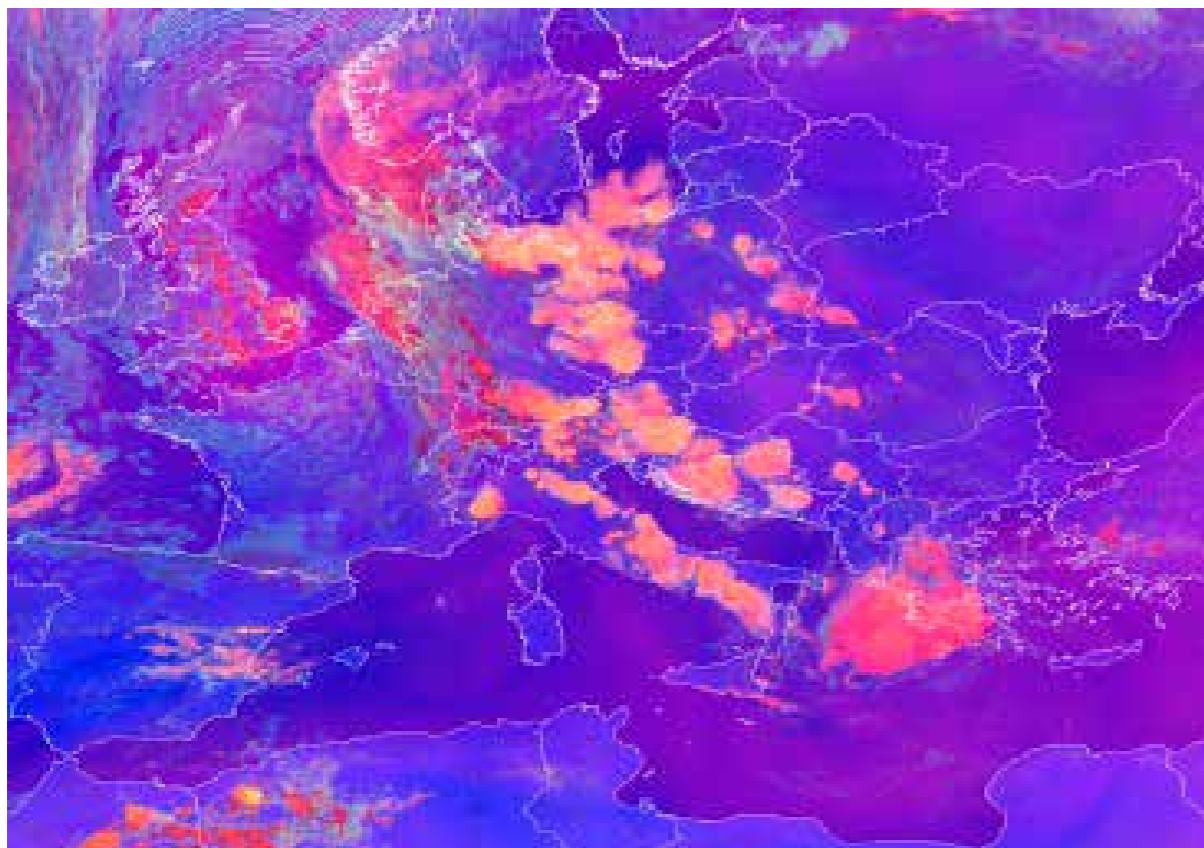
Σύνθετοι δορυφορικοί δείκτες για την έγκαιρη αναγνώριση και συνεχή παρακολούθηση ακραίων καιρικών φαινομένων

Η έγκαιρη αναγνώριση και συνεχή παρακολούθηση της εξέλιξης ακραίων καιρικών φαινομένων (ΑΚΦ), ιδιαίτερα σε μία περίοδο κατά την οποία η κλιματική αλλαγή οδηγεί στην αύξηση της έντασης και της συχνότητας εμφάνισης τους, αποτελεί ζήτημα 1ης προτεραιότητας για την προστασία των πολιτών και τον περιορισμό επιπτώσεων σε παραγωγικούς τομείς και στις μεταφορές.

Η αξιοποίηση σύνθετων δορυφορικών δεικτών όπως προκύπτουν από το συνδυασμό δορυφορικών δεδομένων από το όργανο SEVIRI του Meteosat σε διάφορες περιοχές του Η/Μ φάσματος, επιτρέπει την ανάλυση των κινήσεων αερίων μαζών που συνδέονται με τα νεφικά συστήματα των ΑΚΦ και συμβάλλει κατά συνέπεια τόσο στην αναγνώριση τους όσο και στην παρακολούθηση της εξέλιξής τους χωρικά και χρονικά (Mavrakou and Cartalis, 2015).

Στον Πίνακα 1 παρατίθενται τα φασματικά κανάλια (και οι διαφορές τους) που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό παραμέτρων που επιτρέπουν τον εντοπισμό και τη μελέτη των ΑΚΦ. Σημειώνεται ότι η χρονική διακριτική ικανότητα των δορυφορικών δεδομένων είναι της τάξης των 5-15 λεπτών γεγονός που επιτρέπει την επιχειρησιακή παρακολούθηση ΑΚΦ και την υποστήριξη του nowcasting. Αντίθετα η μέτρια χωρική διακριτική ικανότητα αν και επιτρέπει τον εντοπισμό των ΑΚΦ, εντούτοις περιορίζει τη δυνατότητα ακριβούς εντοπισμού της θέσης καταγιοφορών πυρήνων των ΑΚΦ. Κατά συνέπεια πρόκειται για τη συνδυαστική αξιοποίηση της χωρικής, της χρονικής και της φασματικής διακριτικής ικανότητας που συμβάλλει στην αναγνώριση των ΑΚΦ καθώς και στην παρακολούθηση της εξέλιξής τους χωρικά και χρονικά.

Φασματικό κανάλι/Διαφορά φασματικών καναλιών	Παράμετρος
VIS0.6, VIS 0.8	Οπτικό πάχος και περιεχόμενο σε νερό/πάγο
NIR1.6, IR3.9	Μέγεθος υδροσταγόνων/παγοκρυστάλλων και φάση νεφοσταγονιδίων
IR8.7, IR10.8, IR12	Θερμοκρασίας κορυφής νέφους
WV6.2-WV7.3	Διάκριση μέσων και υψηλών νεφών λόγω εντοπισμού ύψους κορυφής
IR3.9-IR10.8	Οπτικό πάχος, φάση και μέγεθος νεφοσταγονιδίων. Διαχωρισμός χαμηλών νεφών από θάλασσα.
NIR1.6-VIS0.6	Φάση νεφοσταγονιδίων στην κορυφή του νέφους
IR9.7-IR10.8	Διαχωρισμός μεταξύ μαζών πλούσιων και πτωχών σε όζον.



Εικόνα 1.
Χωρική αποτύπωση
του δείκτη convection (α)
και airmass (β) για την
περιοχή της Ανατολικής
Μεσογείου (25/06/2016).

Για τις ανάγκες του παρόντος άρθρου παρατίθεται πληροφορίες και περιπτώσεις μελέτης για δύο μόνο σύνθετους δείκτες.

Σύνθετος δείκτης Convection

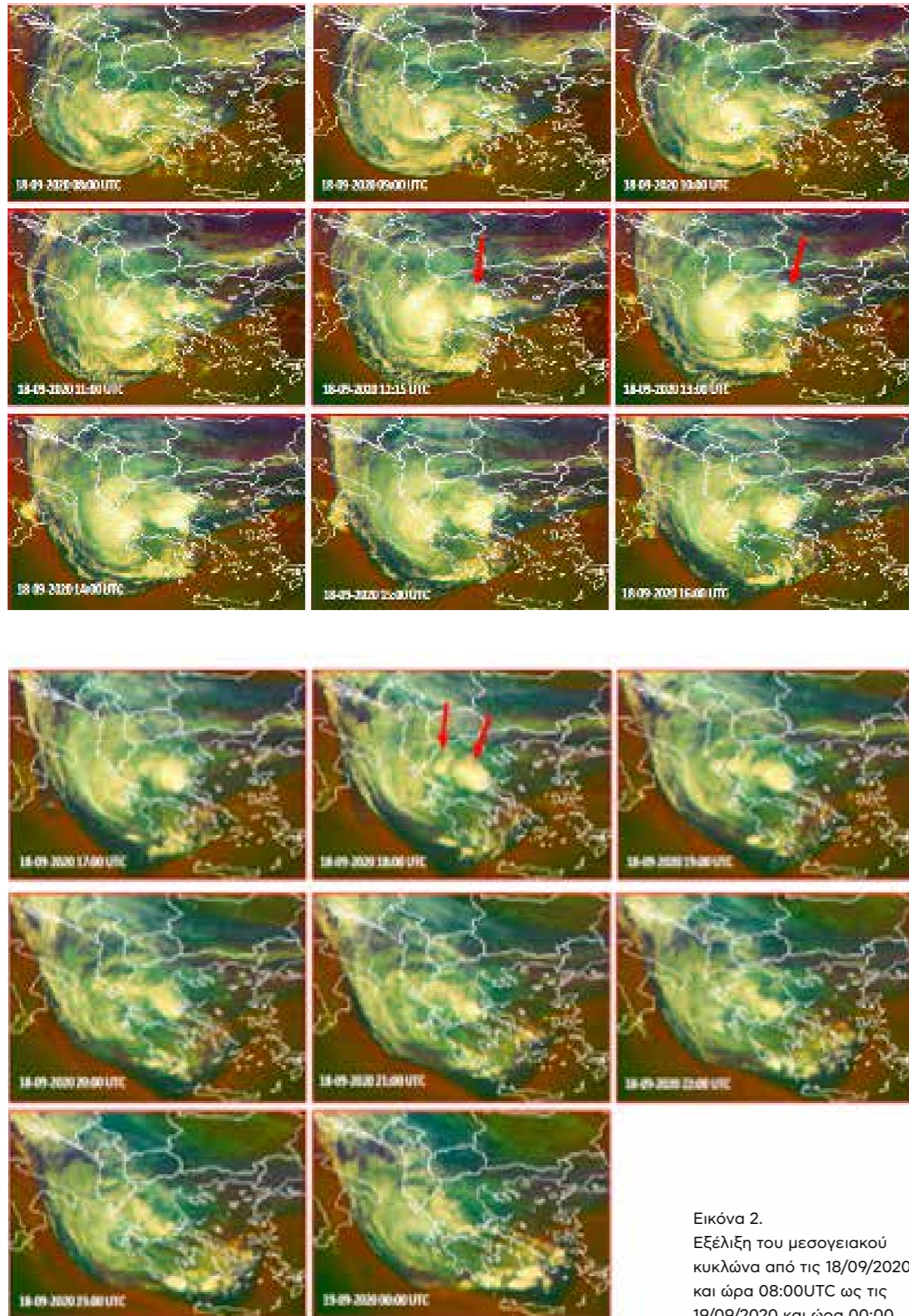
Ο δείκτης Convection χρησιμοποιεί συνδυασμό φασματικών καναλιών στο ορατό, εγγύς υπέρυθρο, θερμικό υπέρυθρο καθώς και στο κανάλι των υδρατμών. Είναι κατάλληλος για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση ισχυρών καταιγιδοφόρων νεφών που διακρίνονται για την κατακόρυφη ανάπτυξη τους. Πριν την φάση της ωρίμανσης των νεφών και επομένως της βροχόπτωσης, τα ισχυρά ανοδικά ρεύματα μεταφέρουν τους παγοκρυστάλλους στην κορυφή των νεφών με αποτέλεσμα την αναγνώριση τους μέσα από το συνδυασμό των φασματικών καναλιών στα 3.9 και 10.8 μμ. Κατά συνέπεια ο δείκτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έγκαιρο εντοπισμό ισχυρών καταιγίδων που αποδίδονται με κίτρινες.

Σύνθετος δείκτης Airmass RGB

Ο δείκτης Airmass χρησιμοποιεί συνδυασμό φασματικών καναλιών στα κανάλια των υδρατμών και του θερμικού υπέρυθρου, με στόχο τον εντοπισμό κυκλογένεσης που οδηγεί στον σχηματισμό χαμηλών βαρομετρικών συστημάτων. Κυκλογένεση μπορεί να εμφανιστεί στα σημεία όπου υπάρχει θετική μεταφορά στροβιλισμού. Η σύνθεση των εικόνων Airmass RGB δεν χρησιμοποιεί κανάλια του ορατού οπότε η χρήση των εικόνων καλύπτει όλο το 24ωρο. Πυκνά νέφη με μεγάλο ύψος κορυφής όπως τα cumulonimbus απεικονίζονται με λευκό χρώμα και διακρίνονται εύκολα.

Περίπτωση μελέτης 1

Στην Εικόνα 1 (α και β) παρουσιάζεται ένα μέσης κλίμακας σύστημα (25/06/2016 και ώρα 15:15 UTC). Τέτοια συστήματα εμφανίζονται απουσία συνοπτικών συνθηκών όπως μέτωπα και έχουν θερμοδυναμικά αίτια, ενώ είναι πιθανό να υποβοηθούνται από την παρουσία του αεροχειμάρου. Κατά την διάρκειά του συγκεκριμένου φαινομένου σημειώθηκαν σημαντικές χαλαζοπτώσεις. Κάθε καταιγιδοφόρος πυρήνας είναι διακριτός (ανοιχτές αποχρώσεις του πορτοκαλί για το δείκτη convection και λευκότερα χρώματα για το δείκτη Airmass).



Εικόνα 2.
Εξέλιξη του μεσογειακού
κυκλώνα από τις 18/09/2020
και ώρα 08:00UTC ως τις
19/09/2020 και ώρα 00:00

Περίπτωση μελέτης 2 – Μεσογειακός κυκλώνας (18-19/9/2020)

Στην αλληλουχία εικόνων του δείκτη Airmass που ακολουθεί (Εικόνα 2), διακρίνεται η εξέλιξη του μεσογειακού κυκλώνα από τις 18/09/2020 και ώρα 08:00UTC ως τις 19/09/2020 και ώρα 00:00. Κατά τις πρωινές ώρες, το κέντρο του μεσογειακού κυκλώνα εντοπίζεται στα νησιά του Ιονίου, όπου παρατηρούνται και οι πιο λευκές αποχρώσεις στις εικόνες (Lekkas et al., 2020).

Οι λευκές αποχρώσεις αντιστοιχούν σε πυκνά νέφη των οποίων η κορυφή έχει φθάσει ψηλά στην τροπόσφαιρα (περίπου στα 10 χλμ ύψος) και παρουσιάζουν καταιγιδοφόρο συμπεριφορά. Παράλληλα, παρατηρείται ότι αρχίζουν να σχηματίζονται ανάλογα νέφη στην περιοχή της Θεσσαλίας με τον πρώτο καταιγιδοφόρο πυρήνα να εξελίσσεται στην περιοχή της Μαγνησίας από τις 09:00UTC, με σαφή σχηματισμό στις 12.15UTC και επιμονή στην περιοχή μέχρι τις 21:00UTC.

Ο καταιγιδοφόρος πυρήνας επεκτείνεται από τις 11:00 και μετά προς την Καρδίτσα, ενώ στην εικόνα στις 18:00UTC διακρίνεται η διαίρεση (split) του καταιγιδοφόρου νέφους σε δύο μέρη.

Συμπεράσματα

Το βασικό πλεονέκτημα του δορυφόρου METEOSAT, δηλαδή η υψηλή φασματική και χρονική διακριτική ικανότητα επιτρέπουν σε συνδυασμό με τη μέτρια χωρική διακριτική ικανότητα, την εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με κινήσεις νεφών και αερίων μαζών που συναρτώνται με ακραία καιρικά φαινόμενα. Η αξιοποίηση των συμπερασμάτων αυτών προϋποθέτει το συνδυασμό τους με επίγεια δεδομένα και δεδομένα από προγνωστικά μετεωρολογικά μοντέλα.

Κρίσιμο ζητούμενο αποτελεί πάντα η πρόγνωση της έντασης της βροχόπτωσης που συνοδεύει τα μετεωρολογικά συστήματα, ζητούμενο που οδηγεί στη χρήση εμπειρικών μοντέλων με περιορισμένη όμως χρονική και χωρική ακρίβεια. Η χρήση νευρωνικών δικτύων [3] βελτιώνει τη δυνατότητα για την αξιόπιστη πρόγνωση του χρόνου έναρξης και του ύψους της βροχόπτωσης, πλην όμως απαιτείται περισσότερη έρευνα στο εν λόγω αντικείμενο λόγω των παρατηρούμενων αποκλίσεων μεταξύ των εκτιμώμενων τιμών βροχόπτωσης και των παρατηρούμενων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cartalis, C. and Tsironis, A., 2020, from Lekkas, E. et al., Impact of Medicane Ianos, Newsletter of Environmental, Disaster and Crisis Management Strategies, September 2020.
- Mavrakou, T. and Cartalis, C. 2015, Analysis of an extreme weather event over Athens-Greece, with the use of Meteosat satellite data, Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss., 3, 2191– 2219, 2015 www.nat-hazards-earth-syst-sci-discuss.net/3/2191/2015/ doi:10.5194/nhessd-3- 2191-2015
- Foskinis, R., Cartalis, C., Karatasou, S. and Mavrakou, T., 2019. Analysis of Cloud Structures and Cloud Controlling Processes for the Estimation of Precipitation from Mesoscale Convective Systems with the use of Satellite Data and Neural Networks, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity 30 Sep.- 4 Oct. 2019

Καιρικά επεισόδια με κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις στην Ελλάδα την περίοδο 2000-2020

Κατερίνα Παπαγιαννάκη
Βασιλική Κοτρώνη
Κωνσταντίνος
Λαγουβάρδος

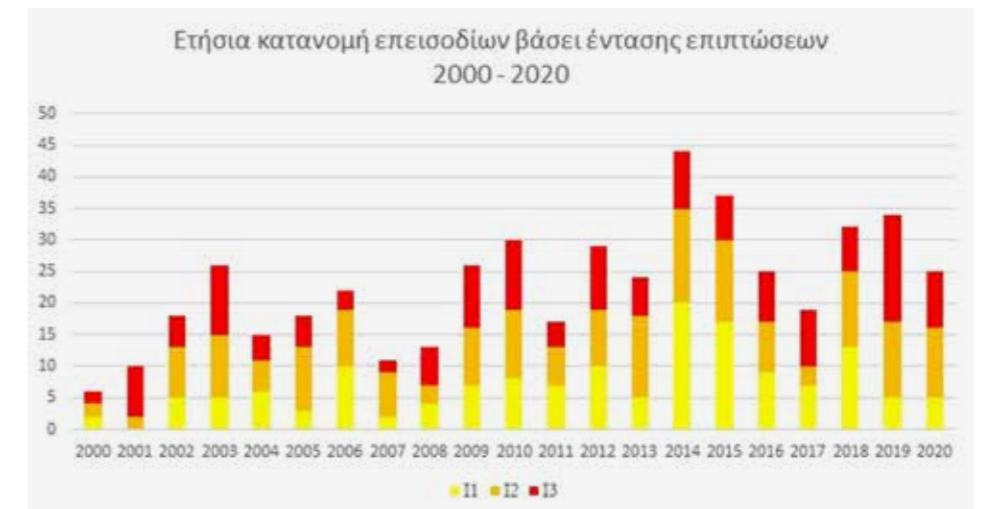
Meteo.gr /
Εθνικό
Αστεροσκοπείο
Αθηνών

Οι φυσικές καταστροφές που προκαλούνται από καιρικά φαινόμενα προσελκύουν τις τελευταίες δεκαετίες ολοένα και περισσότερο το επιστημονικό ενδιαφέρον, λόγω του αυξημένου μεγέθους των επιπτώσεων που έχουν στην οικονομία, στην κοινωνία και στο περιβάλλον. Το μέγεθος των επιπτώσεων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η ένταση των καιρικών φαινομένων, αλλά και η ευπάθεια, η ετοιμότητα και η προσαρμοστικότητα του πληθυσμού που εκτίθεται στα καιρικά φαινόμενα. Σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες, η συχνότητα και η ένταση των καιρικών φαινομένων που προκαλούν επιπτώσεις είναι πολύ πιθανό να επηρεαστούν σημαντικά από την παγκόσμια κλιματική αλλαγή και την ερημοποίηση.

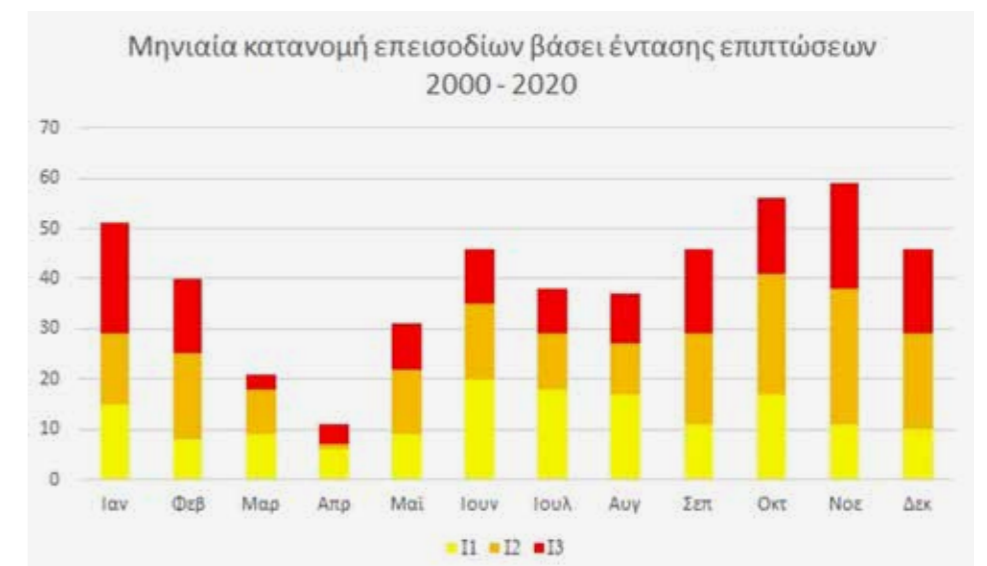
Λαμβάνοντας υπόψη την επιτακτική ανάγκη για μία συστηματική παρακολούθηση και καταγραφή των καιρικών φαινομένων με κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις, η επιχειρησιακή μονάδα ΜΕΤΕΟ του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) έχει αναπτύξει και εμπλουτίζει συστηματικά βάση δεδομένων, με στοιχεία που αφορούν σε επεισόδια πλημμύρας, κεραυνικής δραστηριότητας, χαλαζόπτωσης, χιονιού/παγετού, ανεμοθύελλας, ανεμοστρόβιλου, καθώς και σε καύσωνες, ταξινομημένα βάσει της έντασης των καιρικών φαινομένων και των επιπτώσεών τους (Paragiannaki et al., 2013). Στο πλαίσιο του έργου CLIMPACT, επικαιροποιήθηκε το ευρετήριο των καιρικών επεισοδίων και είναι διαθέσιμο στον ιστότοπο https://meteo.gr/weather_cases.cfm, ενώ αναπτύχθηκε και σχετικός διαδραστικός χάρτης ο οποίος είναι διαθέσιμος στη σελίδα <https://www.meteo.gr/weatherEvents.cfm>.

Την περίοδο 2000 – 2020, καταγράφηκαν 488 επεισόδια τα οποία επηρέασαν από 1 έως 28 νομούς έκαστο, με μέσο αριθμό νομών που επηρεάστηκαν τους 3 νομούς. Τα Σχήματα 1 και 2 δείχνουν την ετήσια και τη μηνιαία κατανομή των επεισοδίων, λαμβάνοντας υπόψη τον δείκτη έντασης των επιπτώσεων (I) του κάθε επεισοδίου. Το 32% των επεισοδίων προκάλεσε πολύ σοβαρές επιπτώσεις (μεγέθους I3), το 37% προκάλεσε μέτριας σοβαρότητας επιπτώσεις (μεγέθους I2) και το 31% προκάλεσε μικρής σοβαρότητας επιπτώσεις (μεγέθους I1). Ο μέγιστος συνολικός αριθμός επεισοδίων καταγράφηκε το 2014, ενώ ο μέγιστος αριθμός επεισοδίων με πολύ σοβαρές επιπτώσεις το 2019.

Σχήμα 1.
Ετήσια κατανομή
αριθμού επεισοδίων
ανά ένταση επιπτώσεων,
για την περίοδο
2000 - 2020



Σχήμα 2.
Μηνιαία κατανομή
αριθμού επεισοδίων
ανά ένταση επιπτώσεων,
για την περίοδο
2000 - 2020



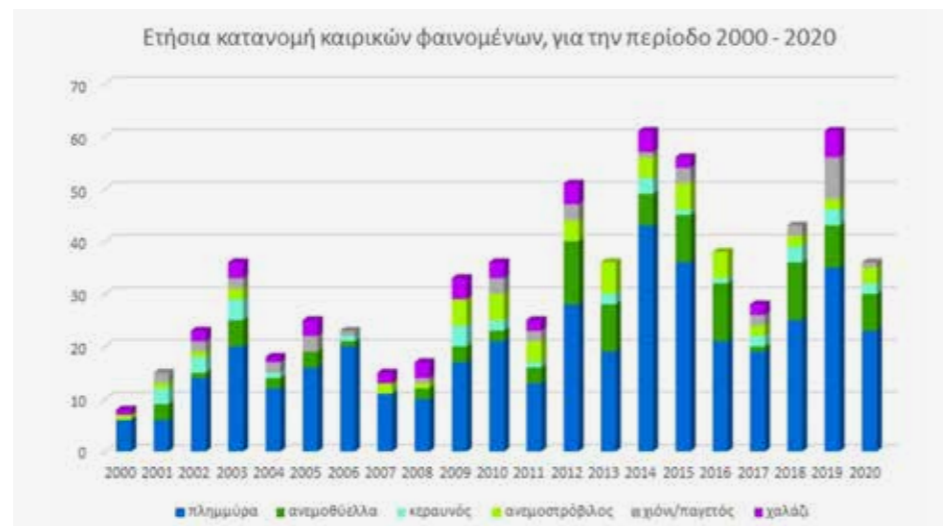
Οι μήνες Οκτώβριος και Νοέμβριος παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα επεισοδίων, γεγονός αναμενόμενο δεδομένου ότι οι περισσότερες καταστροφές από καιρικά φαινόμενα στην Ελλάδα οφείλονται σε έντονες βροχοπτώσεις που προκαλούν πλημμύρες, οι οποίες και είναι ιδιαίτερα αυξημένες τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Όσον αφορά στους καλοκαιρινούς μήνες, αναπτύσσονται καταιγίδες τοπικού χαρακτήρα, οι οποίες όμως μπορεί να γίνουν ιδιαίτερα επικίνδυνες όταν συνοδεύονται από έντονο ρυθμό βροχόπτωσης και σημαντική κεραυνική δραστηριότητα.

Το ένα τέταρτο του συνόλου των καταγεγραμμένων επεισοδίων σχετίζεται με απώλεια ανθρώπινης ζωής. Συνολικά 229 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους την περίοδο 2000 - 2020 εξαιτίας καιρικών φαινομένων (Σχήμα 3). Οι περισσότεροι υπήρξαν θύματα πλημμύρας και κεραυνού, ενώ πολύ λιγότε-

Σχήμα 3.
Απώλειες ζωής
ανά μήνα και καιρικό
φαινόμενο, για την
περίοδο 2000 - 2020



Σχήμα 4.
Ετήσια κατανομή
καιρικών φαινομένων,
για την περίοδο
2000 - 2020

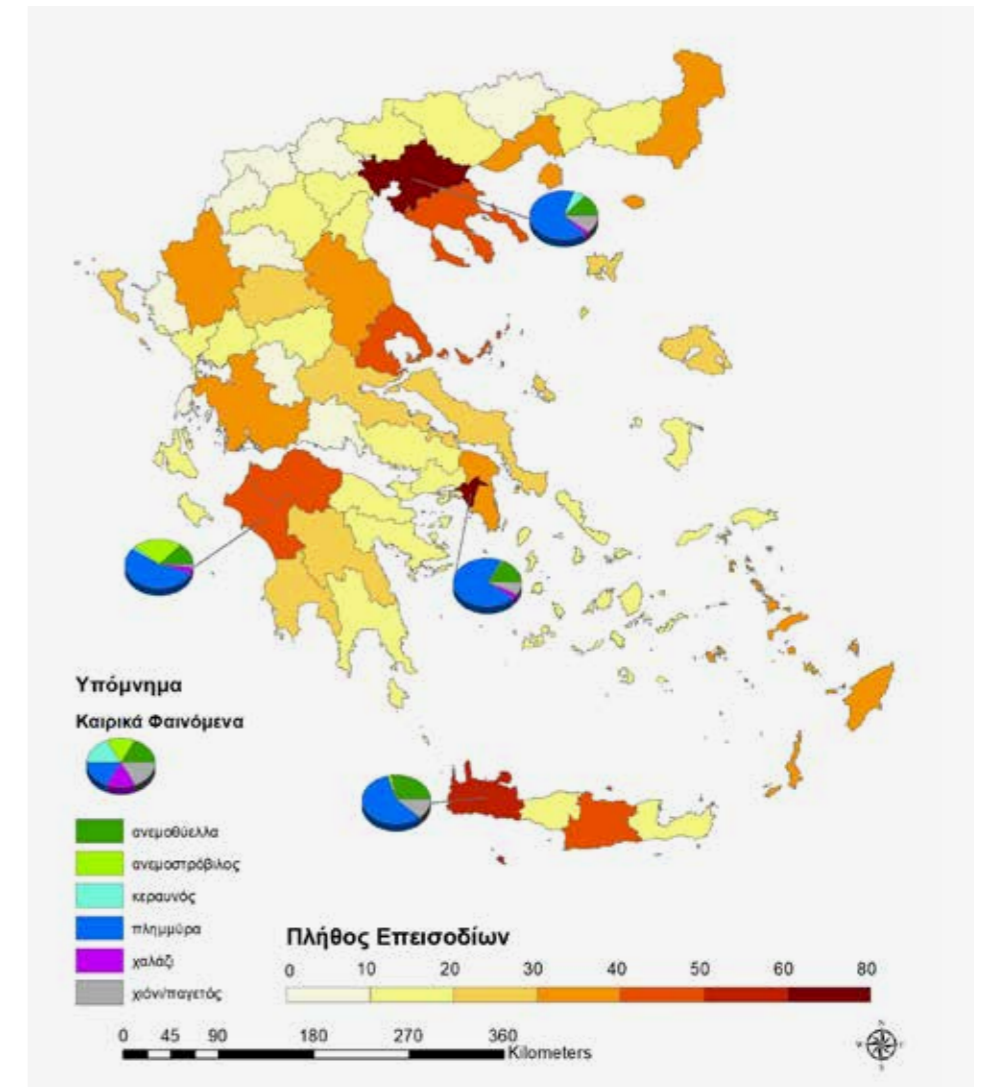


ροι υπήρξαν θύματα ανεμοθύελλας, ανεμοστρόβιλου, παγετού ή καύσωνα. Πιο επικίνδυνοι ήταν οι φθινοπωρινοί και χειμερινοί μήνες. Συγκριτικά, κατά τη διάρκεια της εικοσαετίας οι περισσότερες απώλειες εμφανίζονται Νοέμβριο, με κύρια αιτία το επεισόδιο στη Μάνδρα Αττικής το Νοέμβριο του 2017 που προκάλεσε 24 απώλειες.

Η πλημμύρα, σε ποσοστό 63%, υπήρξε το πιο σύνηθες φαινόμενο με σοβαρές επιπτώσεις την περίοδο 2000 - 2020 (Σχήμα 4). Τα έτη 2014 και 2019 ήταν αυτά με τα περισσότερα φαινόμενα κατά την περίοδο 2000-2020, με τις πλημμύρες να έχουν τη μερίδα του λέοντος (41 και 33 αντίστοιχα).

Οι περιοχές με τα περισσότερα επεισόδια με κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις είναι η ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου Αττικής (Αθήνα-προάστια) με 80 επεισόδια, η Θεσσαλονίκη με 75, τα Χανιά με 53 και η Ηλεία με 50 (Σχήμα 5). Ο νομός Αττικής, όπου διαμένει περίπου το 35% του συνο-

Σχήμα 5.
Πλήθος επεισοδίων
ανά νομό, για την
περίοδο 2000 - 2020.
Κατανομή καιρικών
φαινομένων για
τις περιοχές
με τη μεγαλύτερη
συχνότητα επεισοδίων.



λικού πληθυσμού, είναι η πλέον πληττόμενη περιοχή της Ελλάδας, καθώς επηρεάστηκε από το ¼ των καιρικών επεισοδίων που εκδηλώθηκαν στη χώρα την περίοδο 2000-2020, ενώ 53 άνθρωποι εκτιμάται ότι έχασαν τη ζωή τους στην περιοχή εξαιτίας καιρικών φαινομένων. Από τη γεωγραφική κατανομή των επεισοδίων, παρατηρούμε ότι οι παράκτιοι νομοί φαίνεται να είναι περισσότερο εκτεθειμένοι σε έντονα καιρικά φαινόμενα. Επιπροσθέτως, και οι περισσότερο αστικοποιημένοι νομοί είναι πιο ευάλωτοι στα καιρικά φαινόμενα, καθώς ή αστικοποίηση συμβάλλει στην τρωτότητα έναντι των καιρικών κινδύνων.

Papagiannaki, K., Lagouvardos, K. Kotroni, V., 2013. A database of high-impact weather events in Greece: a descriptive impact analysis for the period 2001-2011. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 13(3), 727-736. 10.5194/nhess-13-727-2013.



Στέλλα Γκίρτσου
Αλέξης Αποστολάκης
Θέμος Χαιρεκάκης
Αλεξία Τσούνη
Χάρης Κοντοές

Κέντρο Επιστημών Παρατήρησης
της Γης και Δορυφορικής
Τηλεπισκόπησης | Ινστιτούτο
Αστρονομίας, Αστροφυσικής,
Διαστημικών Εφαρμογών
& Τηλεπισκόπησης | Εθνικό
Αστεροσκοπείο Αθηνών

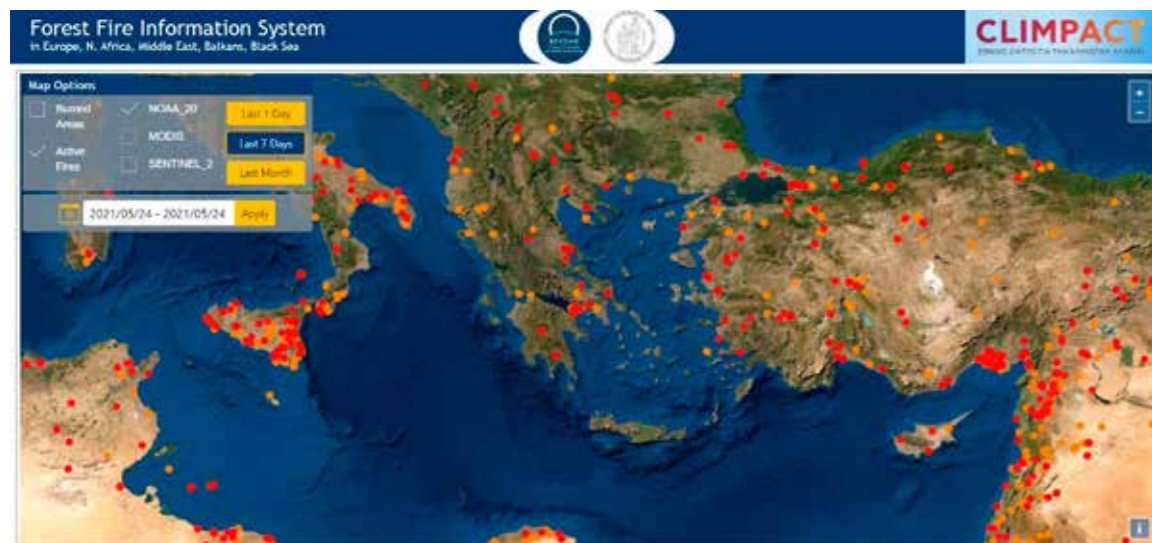
Υπηρεσίες Δορυφορικής παρακολούθησης και εκτίμησης καταστροφών

Σύμφωνα με τα Ηνωμένα Έθνη, η κλιματική αλλαγή είναι, σήμερα, ένας σημαντικός πολλαπλασιαστής των φυσικών καταστροφών παγκοσμίως. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα έχουν διπλασιαστεί τα τελευταία 20 χρόνια, δημιουργώντας συνολικές οικονομικές απώλειες ύψους σχεδόν 3 τρισεκατομμυρίων δολαρίων, επηρεάζοντας δυσανάλογα τις φτωχότερες χώρες και οδηγώντας εκατομμύρια ανθρώπους σε συνθήκες απόλυτης φτώχειας. Ενδεικτικά το 2019, 18 εκατομμύρια άνθρωποι εκτοπίστηκαν (βιαιώς) από τα σπίτια τους, λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή. Η Ευρωπαϊκή Ένωση και η Διεθνής Κοινότητα έχουν αναλάβει συντονισμένες ενέργειες με στόχο την ανάληψη δράσεων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεων της, αξιοποιώντας τη δορυφορική τεχνολογία για την αντιμετώπιση της διαχείρισης κρίσεων.

Η δορυφορική παρακολούθηση των φυσικών καταστροφών αποτελεί έναν από τους βασικούς επιστημονικούς τομείς της επιχειρησιακής μονάδας BEYOND του ΕΑΑ - ΙΑΑΔΕΤ. Η ενεργή συμμετοχή του κέντρου σε ευρωπαϊκά προγράμματα και επιχειρησιακές δράσεις, όπως στο διαστημικό πρόγραμμα Copernicus της ΕΕ αλλά και σχετικά έργα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος (ESA), εξασφαλίζει την ωρίμανση της σχετικής έρευνας και την ανάπτυξη επιχειρησιακών υπηρεσιών που απαιτούνται σε επίπεδο λήψης αποφάσεων. Οι υπηρεσίες μας βρίσκονται στη διάθεση της πολιτείας και των αρχών πολιτικής προστασίας για να υποστηρίξουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση των κινδύνων και τον περιορισμό των καταστροφών από φυσικά και ανθρωπογενή αίτια.

Σε αυτό το πλαίσιο, το Κέντρο Επιστημών Παρατήρησης της Γης και Δορυφορικής Παρακολούθησης BEYOND έχει αναγνωριστεί και πιστοποιηθεί για την παροχή υποστήριξης σε τέτοιες πρωτοβουλίες, και λειτουργεί σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα του Copernicus και του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος για την Μείωση του Κινδύνου των Καταστροφών.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο από τις βασικότερες τις υπηρεσίες που προσφέρονται σε φορείς διαχείρισης κρίσεων και λήψης μέτρων προστασίας για την παρακολούθηση πυρκαγιών και πλημμυρών στον ελλαδικό χώρο αλλά και στην ευρύτερη περιοχή της νοτιοανατολικής Μεσογείου.



Εικόνες από την πλατφόρμα Forest Fire Information System (FFIS)

Δορυφορική παρακολούθηση πυρκαγιών

Υπηρεσία ταχείας δορυφορικής ανίχνευσης ενεργών εστιών φωτιάς για την Ευρώπη, Βόρεια Αφρική, Μέση Ανατολή, Βαλκανική Χερσόνησο και Μαύρη Θάλασσα.

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί από το BEYOND η Υπηρεσία Παρακολούθησης & Αντιμετώπισης Δασικών Πυρκαγιών μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης FireHUB, η οποία αποτελεί ένα μοναδικό εργαλείο στα χέρια της πολιτείας και παρέχεται ελεύθερα στο Επιχειρησιακό Κέντρο της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας. Προσφέρει τέσσερις (4) πρωτότυπες βασικές υπηρεσίες: (1) την έγκαιρη ανίχνευση πυρκαγιών, σε όλον τον ελλαδικό χώρο, (2) τη συνεχή παρακολούθηση της εξέλιξης των πυρίνων μετώπων κάθε 5 λεπτά της ώρας σε χωρική ανάλυση 500 μ, (3) τη μοντελοποίηση και πρόγνωση της διασποράς του καπνού και (4) την οριοθέτηση των καμένων εκτάσεων μετά την καταστροφή με αποτίμηση των ζημιών σε υποδομές, περιουσίες πολιτών και στο φυσικό περιβάλλον.

Στο πλαίσιο του Δικτύου Climpact και συγκεκριμένα της Δράσης 7.1 Εκτίμηση της ιστορικής συμπεριφοράς και δημιουργία αναλυτικής γνώσης σχετικά με την εμφάνιση συγκεκριμένων περιπτώσεων φυσικών καταστροφών που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή – Ανάπτυξη εργαλείων ανάλυσης και εξαγωγής γνώσης για την εμφάνιση φυσικών καταστροφών, έχει αναπτύξει την πλατφόρμα **Forest Fire Information System (FFIS)**.

Το FFIS παρέχει μία σειρά προϊόντων ταχείας δορυφορικής ανίχνευσης των ενεργών εστιών φωτιάς αλλά και αποτίμησης-χαρτογράφησης των καμένων εκτάσεων σε Κεντρική και Νότια Ευρώπη, Βόρεια Αφρική, Μέση Ανατολή και Μαύρη θάλασσα. Η υπηρεσία είναι διαθέσιμη σε 24ωρη βάση, 365 μέρες το χρόνο. Το κέντρο λαμβάνει καθημερινά δεδομένα από τους δορυφόρους NOAA και NPP στον επίγειο σταθμό λήψης δορυφορικών δεδομένων που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του BEYOND στην Πεντέλη αλλά και από το Ελληνικό Mirror Site.

Στην πλατφόρμα FFIS δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει το προϊόν που επιθυμεί να απεικονιστεί στον χάρτη καθώς και τις ημερομηνίες που τον ενδιαφέρουν. Τα προϊόντα οπτικοποιούνται ανάλογα με τη χρονική απόσταση από την ημερομηνία που ξέσπασε η εκάστοτε πυρκαγιά. Παρέχονται επίσης εποχικά στατιστικά σε μορφή γραφημάτων των ετήσιων καμένων εκτάσεων που έχουν καταγραφεί στις χώρες μελέτης από το 2018.

Στόχος της πλατφόρμας είναι να παρέχει καθημερινά αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με τις δασικές πυρκαγιές και να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο από τις Πυροσβεστικές Υπηρεσίες και τα Κέντρα διαχείρισης Κρίσεων της ευρύτερης περιοχής της Νότιο-Ανατολικής Μεσογείου.

Υπηρεσία παρακολούθησης πλημμυρικών φαινομένων FloodHUB

Για την παρακολούθηση των πλημμυρών, το Κέντρο BEYOND έχει αναπτύξει σύστημα υπηρεσιών FloodHUB που αξιοποιεί δορυφορικά δεδομένα ραντάρ συνθετικού ανοίγματος, τα οποία συλλέγονται από τους δορυφόρους Sentinel-1 του Copernicus και παρακολουθεί διαχρονικά επιλεγμένες λεκάνες απορροής ειδικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα μέσω μιας πλήρους αυτοματοποιημένης διαδικασίας και χαρτογραφεί τις πλημμυρισμένες εκτάσεις με χρήση δορυφορικής τηλεπισκόπησης.

Το σύστημα περιλαμβάνει τρεις υπηρεσίες παρακολούθησης πλημμυρικών φαινομένων:

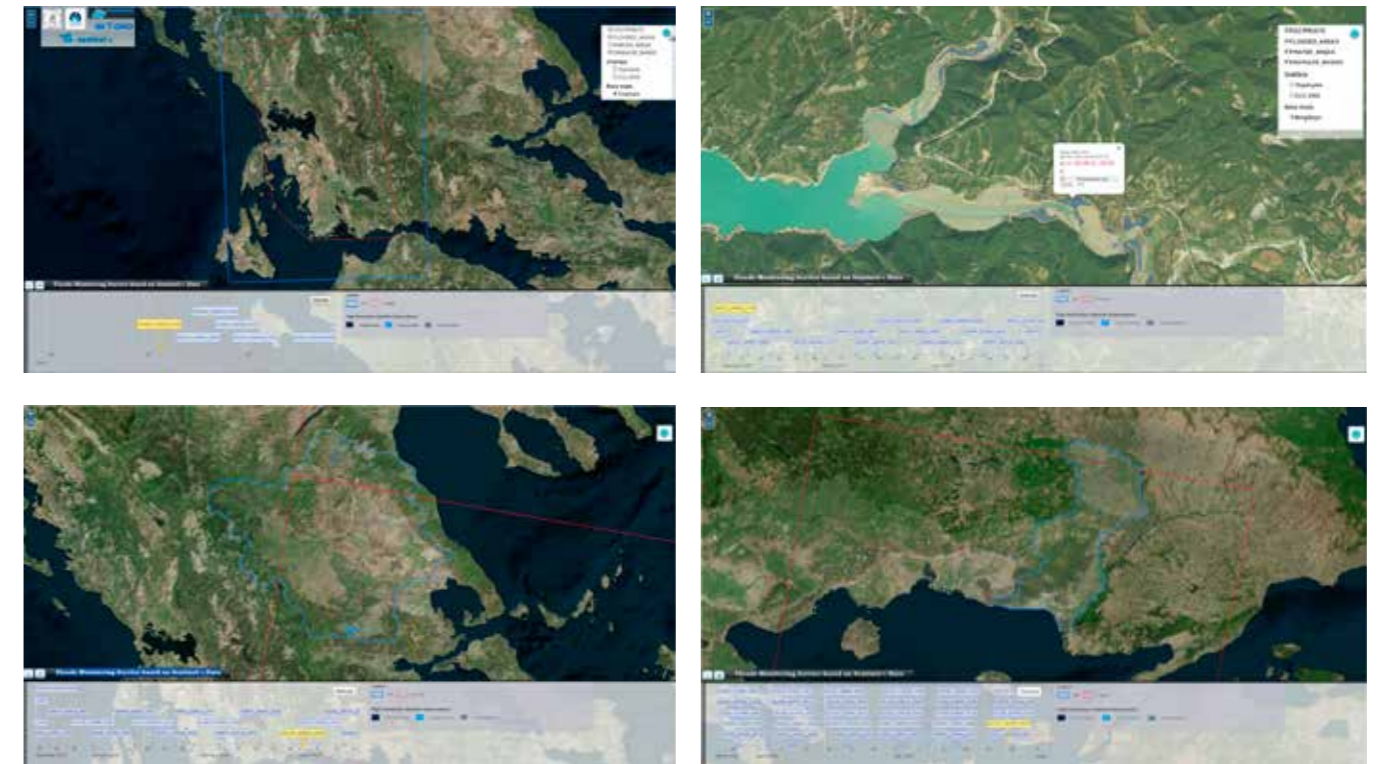
1. Το Παρατηρητήριο Πλημμυρών για την Ελλάδα και την ευρύτερη περιοχή
2. Την Υπηρεσία παρακολούθησης πλημμυρικών φαινομένων και
3. Το Επιχειρησιακό Σύστημα Χαρτογράφησης Πλημμυρών που λειτουργεί ως πρότυπο στην πληγείσα λεκάνη απορροής της Μάνδρας - Μαγούλας - Ελευσίνας.

Οι συγκεκριμένες υπηρεσίες είναι στη διάθεση της πολιτείας στο πλαίσιο της συμβολής του κέντρου μας στην εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2007/60/EC για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας.

Πιο συγκεκριμένα, το Παρατηρητήριο Πλημμυρών αξιοποιείται από τις Υπηρεσίες Πολιτικής Προστασίας των Δήμων και Περιφερειών και τη Γενική Γραμματεία Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, ενώ η Διαχρονική Χαρτογράφηση Πλημμυρών χρησιμοποιείται από την Δ.Ε.Η. Α.Ε. για τις λεκάνες απορροής των ποταμών όπου λειτουργούν μονάδες παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και από τη Γενική Γραμματεία Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων. Το Επιχειρησιακό Σύστημα Χαρτογράφησης Πλημμυρών εξυπηρετεί τους Δήμους Μάνδρας-Ειδυλλίας και Ελευσίνας, το Πυροσβεστικό Σώμα, την Πολιτική Προστασία της Περιφέρειας Αττικής, καθώς και τους Συλλόγους Εθελοντών Πολιτικής Προστασίας της ευρύτερης περιοχής, ως σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης και παρακολούθησης της πλημμύρας σε σχεδόν πραγματικό χρόνο για την διαχείριση της κρίσης.

Στο πλαίσιο των δράσεων του Δικτύου CLIMPACT, το Κέντρο BEYOND πραγματοποίησε στις 15 Ιανουαρίου 2021 εκπαίδευση των αρμόδιων στελεχών του Πυροσβεστικού Σώματος στο επιχειρησιακό σύστημα FloodHub για την λεκάνη απορροής Μάνδρας – Μαγούλας – Ελευσίνας. Η υπηρεσία FloodHUB, παρέχει στα αρμόδια στελέχη, για πρώτη φορά στην Ελλάδα, ειδοποιήσεις και επιχειρησιακές εικόνες εκτίμησης στάθμης και έκτασης της πλημμύρας σε πραγματικό χρόνο για την διαχείριση της καταστροφής και εξασφαλίζει την αξιόπιστη προσομοίωση και παραγωγή επιχειρησιακής εικόνας της πλημμύρας κάθε 5 λεπτά της ώρας.

Η υπηρεσία αξιοποιεί δορυφορικά δεδομένα, επίγειες υδρομετεωρολογικές μετρήσεις, υδρολογικά και υδραυλικά μοντέλα, καθώς και δεδομένα πληθοπορισμού. Συγκεκριμένα χρησιμοποιεί:



Διαχρονική χαρτογράφηση πλημμυρών στις λεκάνες απορροής των ποταμών Αράχθου, Αχελώου, Πηνειού και Έβρου

- ▶ δορυφορικά δεδομένα υψηλής χωρικής ανάλυσης 10 m οι οποίες λαμβάνονται από τους δορυφόρους Sentinels του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Copernicus που συλλέγονται το Ελληνικό Mirror Site του BEYOND/EAA,
- ▶ επίγειες υδρομετεωρολογικές μετρήσεις οι οποίες λαμβάνονται τηλεμετρικά κάθε 5-15 λεπτά από 3 σταθμούς που εγκαταστάθηκαν στην περιοχή της Μάνδρας με συγχρηματοδότηση από την Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε. και το ευρωπαϊκό πρόγραμμα SMURBS/ERA-PLANET, σε συνεργασία με την Περιφέρεια Αττικής,
- ▶ ψηφιακό μοντέλο εδάφους του Ελληνικού Κτηματολογίου υψηλής χωρικής ανάλυσης 2 m, ενώ η υδρολογική και υδραυλική προσομοίωση γίνεται με τα λογισμικά HEC-HMS και HEC-RAS αντίστοιχα,
- ▶ και δεδομένα πληθοπορισμού τα οποία συλλέγονται από τους πιστοποιημένους χρήστες σε μια δυναμική πλατφόρμα πληθοπορισμού (crowdsourcing), η οποία διευκολύνει την πρόσβαση τόσο από υπολογιστή όσο και από κινητό τηλέφωνο.

Σχετικοί ιστότοποι:

Υπηρεσίες

<http://beyond-eocenter.eu/index.php/web-services/firehub>

<http://ffis.beyond-eocenter.eu/>

<http://beyond-eocenter.eu/index.php/web-services/floodhub>

Πρόσβαση σε δεδομένα

<https://sentinels.space.noa.gr/>

Κέντρο Επιστημών Παρατήρησης της Γης και Δορυφορικής Παρακολούθησης BEYOND

<http://beyond-eocenter.eu/>

Οι επιπτώσεις των καυσώνων στο αστικό περιβάλλον: πρόγνωση και πληροφόρηση του κοινού

Δάφνη Παρλιάρη
Σταύρος Κέππας
Δημήτρης Μελάς

Εργαστήριο Φυσικής της
Ατμόσφαιρας, Τμήμα Φυσικής,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης

melas@auth.gr

Η κλιματική αλλαγή θεωρείται ως μια από τις σημαντικότερες παγκόσμιες απειλές για τον 21ο αιώνα, καθώς έχει αποδειχθεί ότι η ανθρωπογενής εκπομπή θερμοκηπικών αερίων παρουσιάζει τη σημαντικότερη συμβολή στην αύξηση των επιπέδων της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο (Lashof et al., 1990). Σε ένα ακραίο σενάριο όπου οι εκπομπές θα συνεχίσουν να πολλαπλασιάζονται, η μέση παγκόσμια θερμοκρασία του πλανήτη μας εκτιμάται ότι θα αυξηθεί κατά 3-5°C μέχρι το τέλος του αιώνα (Lionello and Scarscia, 2018), μία τάση που αναμένεται να ακολουθήσει και η Μεσόγειος (Giorgi et al., 2008). Η άνοδος της θερμοκρασίας φαίνεται πως επιβαρύνει περισσότερο τους καλοκαιρινούς μήνες. Πιο συγκεκριμένα, η Ευρώπη θα βιώσει μέχρι το 2100, 40-60 περισσότερες μέρες ανά έτος με μέγιστη θερμοκρασία >30°C (Beniston, 2004), ενώ τα επεισόδια καύσωνα διάρκειας 3 ημερών αναμένεται να γίνουν συχνότερα (κατά 25-30%) και εντονότερα (κατά 3°C ως προς τις ελάχιστες θερμοκρασίες) (Beniston, 2004).

Το πρόβλημα είναι πιθανό να επιδεινωθεί περαιτέρω στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις. Το αστικό περιβάλλον, λόγω των υλικών από τα οποία δομείται αλλά και των αυξημένων ανθρώπινων δραστηριοτήτων (π.χ. μεταφορές, ανάγκες για ψύξη/θέρμανση), είναι θερμότερο από τις όμορες μη αστικές περιοχές. Γύρω από τη Μεσόγειο η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ αστικών και μη αστικών περιοχών ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της νύχτας μπορεί να φτάσει τους +1°C με +5°C (Giannaros and Melas, 2012, Guattarietal., 2018). Αν και οι σύγχρονες δημοσιεύσεις δεν καταλήγουν σε μία κοινή τάση όσον αφορά το αστικό κλίμα μη μεταβαλλόμενων χωρικά πόλεων (Lauwaet et al., 2016; Gaur et al., 2018; Vander Schriek et al., 2020), σενάρια περαιτέρω αστικοποίησης, με συνεπαγόμενη διεύρυνση ευρωπαϊκών πόλεων, φαίνεται να συνδέονται με μία αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της τάξεως των +0.6 °C μέχρι το 2035 (Berckmans et al., 2016).

Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι παρόν σε μεγαλύτερη ή μικρότερη ένταση και στις πόλεις της Ελλάδας. Όπως εμφανίζεται στο Σχήμα 1, οι πολύ θερμές μέρες (ημέρες με καύσωνα) με μέση θερμοκρασία $\geq 31^\circ\text{C}$ και μέγιστη θερμοκρασία $\geq 37^\circ\text{C}$ στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, αναμένεται να αυξηθούν σημαντικά σε ένα ακραίο σενάριο αύξησης των εκπομπών των θερμοκηπικών αερίων (RCP 8.5). Συγκεκριμένα, ενώ στο παρόν κλίμα το κέντρο της Θεσσαλονίκης βιώνει μόλις 2.6 ημέρες με καύσωνα ανά έτος, αυτές φαίνεται να αυξάνονται σε 4.6 και 32.2 ημέρες ανά έτος μέχρι το 2050 και 2100 αντίστοιχα. Ωστόσο, αυτό που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι ότι μη αστικές περιοχές στα νότια της

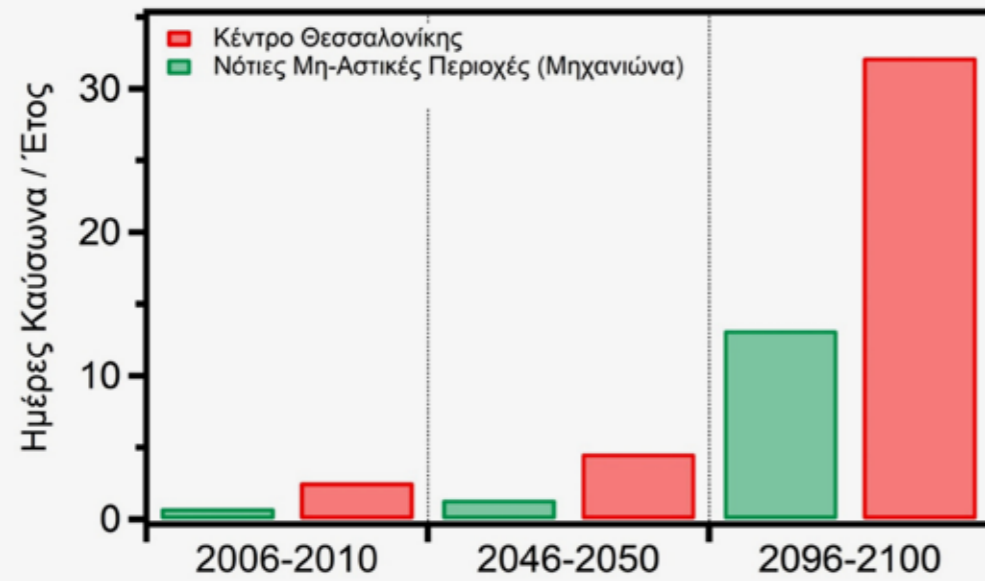
πόλης (στην ευρύτερη περιοχή της Μηχανιώνας), που σήμερα έρχονται αντιμέτωπες με μόλις 0.8 ημέρες καύσωνα ανά έτος, στο μέλλον αυτός ο αριθμός θα αυξηθεί σε 1.4 και 13.2 ημέρες ανά έτος μέχρι το 2050 και 2100 αντίστοιχα.

Σημαντικό ρόλο στα επεισόδια καύσωνα παίζει και η ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία, η οποία είναι σημαντικό να κυμαίνεται σε όσο το δυνατόν χαμηλότερα επίπεδα ώστε ο πληθυσμός να έχει τον απαραίτητο χρόνο αποφόρτισης από τη θερμική δυσφορία. Είναι όμως χαρακτηριστικό ότι μέχρι το 2100, όλο και περισσότερες μέρες με καύσωνα θα χαρακτηρίζονται από υψηλότερες ελάχιστες θερμοκρασίες, ειδικά εντός του αστικού ιστού της Θεσσαλονίκης. Σήμερα, μόλις 0.2 ημέρες ανά έτος εμφανίζουν ελάχιστη θερμοκρασία μεταξύ 30-31°C στο κέντρο της Θεσσαλονίκης, που είναι και η υψηλότερη τιμή που έχει σημειωθεί. Αντίστοιχα, σε μη αστικές περιοχές παρατηρούμε 0.2 μέρες ανά έτος με ελάχιστες θερμοκρασίες 29-30°C, που αποτελεί το μέγιστο για αυτές τις περιοχές. Μέχρι το 2100, φαίνεται ότι 18 καυσωνικές ημέρες ανά έτος θα ακολουθούνται από νύχτες με πολύ υψηλές

αντίστοιχος αριθμός ημερών στις νότιες μη αστικές περιοχές θα είναι μόλις 2.8 ανά έτος.

Οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες έχουν άμεσες συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία. Η επιδείνωση των συνθηκών της ανθρώπινης θερμικής δυσφορίας οδηγεί σε αύξηση της θνητότητας και της νοσηρότητας, κυρίως εξαιτίας καρδιαγγειακών και αναπνευστικών νοσημάτων (Kenney et al., 2014; Giannaros, 2018). Πλήθος μελετών ανά τον κόσμο συνδέουν τις υψηλές θερμοκρασίες με έξαρση των δεικτών θνησιμότητας, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το φονικό καύσωνα του 2003 στον οποίο αποδίδονται 70.000 θάνατοι στη δυτική και κεντρική Ευρώπη καθιστώντας τον ένα από τα πιο θανατηφόρα κλιματικά γεγονότα της δυτικής ιστορίας (Robine et al., 2008). Ορισμένες ομάδες του πληθυσμού εμφανίζονται περισσότερο ευάλωτοι στις επιπτώσεις των πολύ υψηλών θερμοκρασιών και θα πρέπει να λαμβάνουν πρόσθετα μέτρα προστασίας. Ανάμεσα σε αυτές συγκαταλέγονται τα βρέφη και οι ηλικιωμένοι, οι ασθενείς με χρόνια νοσήματα όπως ο διαβήτης ή προ-υπάρχουσες ασθένειες του αναπνευστικού και του καρδιαγγειακού, οι άστεγοι και οι κοινωνικά ευάλωτοι, και οι εργαζόμενοι σε εξωτερικούς χώρους. Επιπλέον, στις ευάλωτες ομάδες εντάσσονται οι κάτοικοι μεγάλων αστικών κέντρων, στους οποίους οι επιπτώσεις στην υγεία καθίστανται ακόμα πιο έκδηλες. Ο συνδυασμός των καυσώνων με την Αστική Θερμική Νησίδα ενισχύει το θερμικό φορτίο που βιώνει ο αστικός πληθυσμός με αποτέλεσμα τα ποσοστά θανάτων στις πόλεις κατά τους καλοκαιρινούς μήνες να είναι σημαντικά αυξημένα σε σύγκριση με τις περιφερειακές περιοχές (Conti et al., 2005; Heaviside et al., 2016; Matzarakis et al., 2009).

Τα συστήματα πρόγνωσης και προειδοποίησης υγείας, με εστίαση στις αστικές περιοχές αποτελούν πολύτιμο εργαλείο στην προετοιμασία των



Σχήμα 1. Ημέρες καύσωνα (με μέση θερμοκρασία $\geq 30^{\circ}\text{C}$ και μέγιστη θερμοκρασία $\geq 37^{\circ}\text{C}$) ανά έτος κατά τις πενταετίες 2006-2010, 2046-2050 και 2096-2100 για το κέντρο της Θεσσαλονίκης (κόκκινες μπάρες) και τη μη αστική περιοχή στα νότια της πόλης (κοντά στην Ν. Μηχανιώνα) (πράσινες μπάρες) βασισμένες στο σενάριο εκπομπών RCP 8.5.



Σχήμα 2. Ημέρες ανά έτος με ελάχιστη θερμοκρασία ανά θερμοκρασιακή κλάση για τις πενταετίες 2006-2010, 2046-2050 και 2096-2100 για (α) το κέντρο της Θεσσαλονίκης και (β) την μη αστική περιοχή κοντά στη Ν. Μηχανιώνα.

αρμόδιων φορέων (Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, δημόσιες δομές υγείας, Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης) για την αντιμετώπιση των υψηλών θερμοκρασιών, αλλά και στην έγκυρη πληροφόρηση του κοινού αποτελούν. Στα πλαίσια του έργου CLIMPACT αναπτύσσεται εφαρμογή εξειδικευμένου συστήματος μοντέλων για την πρόγνωση των επεισοδίων καύσωνα σε επιλεγμένες περιοχές δίνοντας έμφαση στην επίδραση του φαινομένου της Αστικής Θερμικής Νησίδας, ενώ ο στατιστικός υποβιβασμός κλίμακας στα 250m ευνοεί την πιστότερη προσομοίωση της κατάστασης εντός αστικού/περιαστικού περιβάλλοντος. Η πρόγνωση εστιάζει σε περιπτώσεις αυξημένης διάρκειας και έντασης καυσώνων και σε περιοχές οι οποίες παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο για απώλεια ανθρωπινων ζωών. Η πρόγνωση των επεισοδίων καύσωνα συνδυάζεται με ένα σύστημα προειδοποίησης υγείας το οποίο συμβάλλει στην παροχή εξειδικευμένης πρόγνωσης με στόχο την προστασία και την έγκυρη ενημέρωση του ευρέος πληθυσμού αλλά και των ευπαθών ομάδων. Η πολύ υψηλή χωρική ανάλυση και ο υπολογισμός ειδικών βιομετεωρολογικών δεικτών, θα συνεισφέρει στην παροχή επιστημονικής πληροφόρησης και στην ευρύτερη θωράκιση του επηρεαζόμενου πληθυσμού απέναντι σε δυσμενείς συνθήκες διαβίωσης, οι οποίες αναμένεται να επιδεινωθούν στις επόμενες δεκαετίες υπό την επίδραση της κλιματικής αλλαγής.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Beniston, Martin. "The 2003 heat wave in Europe: A shape of things to come? An analysis based on Swiss climatological data and model simulations." *Geophysical research letters* 31.2 (2004).
- Berckmans, Julie, Rafiq Hamdi, and Nicolas Dendoncker. "Bridging the Gap Between Policy Driven Land Use Changes and Regional Climate Projections." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 124.12 (2019): 5934-5950.
- Conti, Susanna, et al. "Epidemiologic study of mortality during the Summer 2003 heat wave in Italy." *Environmental research* 98.3 (2005): 390-399.
- Giannaros, Theodore M., and Dimitrios Melas. "Study of the urban heat island in a coastal Mediterranean City: The case study of Thessaloniki, Greece." *Atmospheric Research* 118 (2012): 103-120.
- Giorgi, Filippo, and Piero Lionello. "Climate change projections for the Mediterranean region." *Global and planetary change* 63.2-3 (2008): 90-104.
- Kenney, W. Larry, Daniel H. Craighead, and Lacy M. Alexander. "Heat waves, aging, and human cardiovascular health." *Medicine and science in sports and exercise* 46.10 (2014): 1891.



Η χρησιμότητα της διασύνδεσης της έρευνας με τους επιχειρησιακούς φορείς της Πολιτείας που σχετίζονται με την Πολιτική Προστασία

Αθηνά Δήμου
Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Οι ερευνητικοί και πανεπιστημιακοί φορείς της χώρας έχουν αναπτύξει τα τελευταία χρόνια καινοτόμα εργαλεία και υπηρεσίες αντιμετώπισης φυσικών καταστροφών, στο πλαίσιο της πρόληψης και προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή, μέσα από την υλοποίηση ερευνητικών έργων που χρηματοδοτούνται κυρίως από ευρωπαϊκούς και εθνικούς πόρους. Παρόλο που υπάρχουν αρκετά παραδείγματα συνεργασιών ανάμεσα στην ερευνητική κοινότητα και τους κυβερνητικούς και επιχειρησιακούς φορείς τα οποία αποτελούν καλές πρακτικές λόγω της επιτυχημένης και αποτελεσματικής αλληλεπίδρασης, πολλά από αυτά τα εργαλεία και υπηρεσίες που έχουν αναπτυχθεί, ενώ θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν από την Πολιτεία και τα Κέντρα Λήψης Αποφάσεων στο πλαίσιο του στρατηγικού σχεδιασμού για την Πολιτική Προστασία, δυστυχώς με τη λήξη της χρηματοδότησης παραμένουν αναξιοποίητα. Οι λόγοι οφείλονται κυρίως στην έλλειψη περαιτέρω χρηματοδότησης για την λειτουργία και συντήρηση των εν λόγω εργαλείων και υπηρεσιών αλλά και στην απουσία ουσιαστικής διασύνδεσης και αξιοποίησης των ερευνητικών αποτελεσμάτων από τον δημόσιο τομέα.

Αξίζει να αναφέρουμε ορισμένες επιτυχημένες συνέργειες όπως η Υπηρεσία Παρακολούθησης & Αντιμετώπισης Δασικών Πυρκαγιών μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης FireHUB, που έχει αναπτυχθεί από την επιχειρησιακή μονάδα BEYOND του ΕΑΑ, η οποία παρέχεται ελεύθερα στο Επιχειρησιακό Κέντρο της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας. Επιπλέον, η αξιοποίηση του IRIS, ενός προγνωστικού μοντέλου ταχείας απόκρισης για την πρόγνωση της εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, το οποίο αναπτύχθηκε από την επιχειρησιακή μονάδα Meteo.gr του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ), με Ευρωπαϊκή χρηματοδότηση από το Interreg και χρησιμοποιείται επιχειρησιακά από το Πυροσβεστικό Σώμα. Το Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας του ΑΠΘ παρέχει στο Δήμο Θεσσαλονίκης, προγνωστικά προϊόντα πολύ υψηλής ανάλυσης όπως οι βιοκλιματικοί δείκτες και οι Θερμο-ημέρες Ψύξης/Θέρμανσης, που εκτιμούν τις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων και χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση ενός Συστήματος Προειδοποίησης Υγείας, με Ευρωπαϊκή χρηματοδότηση από το LIFE. Το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Χημικών Διεργασιών του Πανεπιστημίου Κρήτης παρέχει άμεση ενημέρωση στην Περιφέρεια Κρήτης για τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ανθρωπογενείς και φυσικές πηγές με σκοπό την

έγκαιρη λήψη μέτρων για τη διαφύλαξη της υγείας των ευαίσθητων ομάδων και το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών παρέχει υποστήριξη προς την Περιφερειακή Ενότητα Εύβοιας για τον αντιπλημμυρικό σχεδιασμό.

Τα παραπάνω παραδείγματα επιτυχημένης συνεργασίας ερευνητικών και ακαδημαϊκών φορέων με επιχειρησιακούς φορείς πολιτικής προστασίας και με την περιφερειακή αυτοδιοίκηση πιστοποιούν ότι η διασύνδεση ανάμεσα στην έρευνα και την Πολιτεία είναι εφικτή και έχουν ήδη αναπτυχθεί σημαντικές συνέργειες μέσα από τις οποίες αξιοποιούνται και αναπτύσσονται περαιτέρω, εργαλεία και υπηρεσίες αντιμετώπισης ΦΚ. Προς αυτή την κατεύθυνση ουσιαστικής διασύνδεσης της έρευνας με την Πολιτεία, προς όφελος της κοινωνίας, τοποθετούνται υποστηρικτικά εμπλεκόμενοι κυβερνητικοί, επιχειρησιακοί και ερευνητικοί φορείς της χώρας. Πιο συγκεκριμένα, ζητήσαμε την τοποθέτηση βασικών προσώπων σχετικά με το ερώτημα **«Ποια η χρησιμότητα της διασύνδεσης της έρευνας με τους επιχειρησιακούς φορείς της Πολιτείας που σχετίζονται με την Πολιτική Προστασία;» και μας απάντησαν τα εξής:**



Χρίστος Δήμας

Υφυπουργός Έρευνας και Καινοτομίας

Τον τελευταίο χρόνο με την πανδημία του Κορωνοϊού αποδείχτηκε περίτρανα πόσο σημαντική είναι η διασύνδεση της έρευνας με τους κυβερνητικούς και επιχειρησιακούς φορείς της Πολιτείας, ειδικότερα με αυτούς που σχετίζονται με την Πολιτική Προστασία. Πιο συγκεκριμένα, μόνο με την καθοδήγηση και την βοήθεια της επιστημονικής και ερευνητικής κοινότητας μπορεί να αντιμετωπιστεί ένα τόσο σημαντικό γεγονός με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Παράλληλα, η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα και οι ερευνητές σε σύντομο χρονικό διάστημα κατάφεραν να δημιουργήσουν ασφαλή και αποτε-

λεσματικά εμβόλια τα οποία οι κυβερνήσεις διαθέτουν στους πολίτες.

Ειδικότερα, η Ελλάδα αποτελεί μέρος ενός ευαίσθητου γεωπολιτικού περιβάλλοντος, με τις φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές να γίνονται όλο και εντονότερες τα τελευταία χρόνια. Συνεπώς, είναι σημαντικό η Έρευνα να αξιοποιείται και να συμβάλλει στο επιχειρησιακό έργο της πολιτικής προστασίας. Από τα πλέον χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η δημιουργία του Copernicus, το πρόγραμμα γεωσκόπησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το οποίο παρατηρεί το περιβάλλον και τον πλανήτη μας προς όφελος όλων των Ευρωπαίων πολιτών. Παρέχει υπηρεσίες πληροφόρησης με βάση δορυφορικά δεδομένα γεωσκόπησης και επίγεια (μη δαστημικά) δεδομένα και έχει ενεργοποιηθεί πολλές φορές ώστε οι κυβερνητικοί και επιχειρησιακοί φορείς να μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις έχοντας περισσότερες και πιο ακριβείς πληροφορίες την στιγμή λήψης της απόφασης.

Η σημασία της διασύνδεσης της έρευνας με τους κυβερνητικούς και επιχει-

ρησιακούς φορείς είναι προτεραιότητα και για την Ευρωπαϊκή Ένωση η οποία επενδύει το 35% του νέου ερευνητικού και αναπτυξιακού Ορίζοντα σε δράσεις για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών ζητημάτων όπως είναι η Κλιματική Αλλαγή.

Συνεπώς, τα πλεονεκτήματα από την διασύνδεση και την συνεργασία μεταξύ των ερευνητικών φορέων, της κυβέρνησης και των επιχειρησιακών φορέων είναι πολλά. Η Ελλάδα διαθέτει εξαιρετικό επιστημονικό δυναμικό με γνώση, διεθνή αναγνώριση και ερευνητικά αποτελέσματα τα οποία μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο και για την Πολιτεία. Με αυτόν τρόπο δίνεται η δυνατότητα στην Πολιτεία να αξιοποιεί την εξειδικευμένη επιστημονική γνώση προς όφελος των πολιτών και της κοινωνίας και να λαμβάνει έγκαιρα μέτρα, να προετοιμάζεται καλύτερα και να δρα πολύ πιο αποτελεσματικά.



Αθανάσιος Κυριαζής

Γενικός Γραμματέας Έρευνας και Καινοτομίας

Η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας δίνει προτεραιότητα στο ζήτημα των επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής, τόσο ως βασικός εμπλεκόμενος φορέας, μέσω της ίδρυσης του Εθνικού Δικτύου για την Κλιματική Αλλαγή, όσο και μέσω άλλων δράσεων που καταδεικνύουν την αναγκαιότητα της διασύνδεσης της έρευνας με την Πολιτεία και τον επιχειρηματικό κόσμο σε θέματα πολιτικής προστασίας.

Στο πλαίσιο αυτό, η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας έχει ενσωματώσει στις προτεραιότητές της, όπως αυτές οριοθετούνται μέσα από την Εθνική Στρατηγική Έξυπνης Εξειδίκευσης, τον τομέα του Περιβάλλοντος και της Βιώσιμης Ανάπτυξης. Ήδη, μέσα από την Ενιαία Δράση Κρατικών Ενισχύσεων «Έρευνώ - Δημιουργώ - Καινοτομώ», χρηματοδοτούμε 37 ερευνητικά έργα συνεργασίας μεταξύ επιχειρήσεων και ερευνητικών φορέων στην παρέμβαση του μετριασμού και προσαρμογής, στην Κλιματική Αλλαγή και στις φυσικές καταστροφές.

Ταυτόχρονα, στο Πολυετές Σχέδιο Χρηματοδότησης των Εθνικών Ερευνητικών Υποδομών περιλαμβάνονται και χρηματοδοτούνται 3 Ερευνητικές Υποδομές συνολικής Δημόσιας Δαπάνης 12 εκ. €, οι οποίες εξυπηρετούν δραστηριότητες σχετικές με τις φυσικές καταστροφές και την Κλιματική Αλλαγή. Άλλωστε, η Γραμματεία μας συνεργάζεται με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, στο πλαίσιο του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα για τον εκσυγχρονισμό των υποδομών της χώρας και την εξασφάλιση της απαραίτητης χρηματοδότησης σε βάθος χρόνου.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, θεωρούμε απαραίτητη τη συνεργασία της κυβέρνησης με τον ερευνητικό και τον επιχειρηματικό κόσμο πάνω στα φλέγοντα θέματα της Κλιματικής Αλλαγής και των συναφών κινδύνων και καταστροφών και εργαζόμαστε για τον σχεδιασμό μιας νέας Στρατηγικής Έρευνας και Καινοτομίας με σκοπό τον μετριασμό τους και τη διασφάλιση μιας καλύτερης ποιότητας ζωής και βιώσιμης ανάπτυξης.



Γεώργιος Πατούλης

Περιφερειάρχης Αττικής

Το ζήτημα της Πολιτικής προστασίας στην Περιφέρεια Αττικής αποτελεί κεντρικό άξονα της πολιτικής μας και εργαζόμαστε διαρκώς για την καλύτερη δυνατή ανταπόκρισή μας στις προκλήσεις των καιρών, σε σχέση με την Διαχείριση των Καταστροφών. Οι φυσικές καταστροφές σε παγκόσμιο επίπεδο παρουσιάζονται με ολοένα μεγαλύτερη συχνότητα και ένταση και βαρύτερες επιπτώσεις στην ζωή των πόλεων, των πολιτών, την υγεία, την περιουσία και το περιβάλλον.

Στην Περιφέρεια Αττικής, θέλουμε να πιστεύουμε ότι ο έλεγχος βρίσκεται στα χέρια μας, και είμαστε αφοσιωμένοι στο στόχο, του να μην βρεθεί κανένας πολίτης ανέτοιμος, απροετοίμαστος και κυρίως αβοήθητος. Ενημερωνόμαστε και εκπαιδευόμαστε και εμείς για την μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας μας ως προς αυτό, και εκπαιδεύουμε τα στελέχη της πολιτικής προστασίας, τους υπηρεσιακούς υπαλλήλους, αλλά και τους εθελοντές για τον καλύτερο συντονισμό του δυναμικού βοήθειας.

Και σ' αυτό συμβάλλουν τα ερευνητικά κέντρα και τα πανεπιστήμια με τα εξειδικευμένα προγράμματα υψηλής τεχνολογίας για τον εντοπισμό κινδύνου για τα οποία έχουμε υπογράψει με το ΕΑΑ και με το ΕΚΠΑ, τριμερές μνημόνιο συνεργασίας που μεταξύ άλλων περιλαμβάνει την δημιουργία εκτιμήσεων έκθεσης κινδύνου για όλους τους δήμους του λεκανοπεδίου και ιδιαίτερα

για τις ευάλωτες περιοχές της Περιφέρειας Αττικής ως προς τον κίνδυνο πλημμύρας, πυρκαγιάς και σεισμού. Φέρνουμε έτσι, με την συμβολή διεθνών και επιστημονικών και ερευνητικών προγραμμάτων τα πιο εξελιγμένα συστήματα Πρόληψης, Διαχείρισης και Αντιμετώπισης Φυσικών Καταστροφών στην υπηρεσία των πολιτών της Αττικής. Είμαστε βέβαιοι ότι θα υπάρξουν πολλές ακόμη δυνατότητες και ευκαιρίες για την αποδοτικότερη συνεργασίας μας με τους ερευνητικούς και πανεπιστημιακούς φορείς, τόσο στην οργάνωση της πολιτικής προστασίας όσο και στην ευρύτερη ενημέρωση των πολιτών.



Σπυρίδων Βαρσάμης

Υποστράτηγος ΠΣ- Διοικητής Εθνικού Συντονιστικού Κέντρου Επιχειρήσεων και Διαχείρισης Κρίσεων (Ε.Σ.Κ.Ε.ΔΙ.Κ.)

Οι χειρότερες, δυστυχώς, προβλέψεις για την ένταση του φαινομένου της Κλιματικής Αλλαγής και των συνεπειών της επιβεβαιώνονται καθημερινά. Στην Ελλάδα βιώνουμε τα τελευταία χρόνια έντονα φυσικά φαινόμενα και φυσικές καταστροφές. Η επιστήμη μπορεί και πρέπει να συνεισφέρει αναπτύσσοντας υπηρεσίες και εργαλεία για την ενίσχυση της Πολιτείας στην αντιμετώπιση έντονων φυσικών φαινομένων και φυσικών ή ανθρωπογενών καταστροφών.

Η εκπόνηση σχεδίων βασισμένων στην εκτίμηση και την ανάλυση του κινδύνου, η έγκαιρη και έγκυρη πρόβλεψη και πρόγνωση των φυσικών καταστρο-

φών, η συλλογή, η ανάλυση και η επεξεργασία δεδομένων, βασιζόμενες σε επιστημονικά δεδομένα, εργαλεία και εφαρμογές, ενδυναμώνουν το έργο του Πυροσβεστικού Σώματος. Το ΠΣ χρησιμοποιεί ήδη νέες τεχνολογίες και συγχρόνως προετοιμάζεται ώστε να είναι έτοιμο να ενσωματώσει στις επιχειρησιακές του δράσεις, εφαρμογές και εργαλεία επιστημονικών φορέων, με τους οποίους ήδη συνεργάζεται. Ο χρόνος και η πληροφορία για το ΠΣ είναι καθοριστικής σημασίας και το κέρδος στην επιχειρησιακή αντιμετώπιση των συμβάντων, είναι σχεδόν βέβαιο ότι μπορούν να σώσουν ανθρώπινες ζωές.



Νίκος Μιχαλόπουλος

Επιστημονικός Υπεύθυνος CLIMPACT

Ο περιορισμός της Κλιματικής Αλλαγής απαιτεί διεθνείς συμφωνίες για συντονισμένες τοπικές δράσεις, η προσαρμογή γίνεται σε τοπικό επίπεδο. Για αυτό η χώρα μας χρειάζεται α) τόσο να στοιχειοθετήσει άμεσα με τις τρέχουσες επιστημονικές γνώσεις τις περιβαλλοντικές επιδράσεις που έχει η κλιματική αλλαγή στη περιοχή μας, με τη χρήση δεικτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων στους διάφορους κοινωνικο-οικονομικούς τομείς της χώρας και την ανθρώπινη υγεία, β) όσο και να αναπτύξει τεχνογνωσία αιχμής και πρωτοποριακά εργαλεία σε διεθνές επίπεδο ώστε να έχει τεκμηριωμένα

επιστημονική άποψη για θέματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της απορρέουσας κλιματικής αλλαγής.

Στην διεθνή προσπάθεια της επιστήμης για την κατανόηση του φαινομένου και των επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής, αλλά και την συμπεριφορά των έντονων καιρικών φαινομένων, συμμετέχει ενεργά και η Ελληνική επιστημονική κοινότητα μέσω του Εθνικού Δικτύου για την Κλιματική Αλλαγή «CLIMPACT» που συντονίζεται από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Το δίκτυο CLIMPACT χρηματοδοτείται από την ΓΓΕΤ και το Υπ. Ανάπτυξης και Επενδύσεων, και αποτελείται πέραν του ΕΑΑ από δέκα ακόμα εμβληματικούς, εθνικούς, επιστημονικούς φορείς της χώρας. Η πρωτοβουλία CLIMPACT αποτελεί μια διεπιστημονική κοινοπραξία, που επιδιώκει να αποτελέσει το κύριο συμβουλευτικό όργανο για την Πολιτεία και τους πολίτες σε θέματα κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεων που σχετίζονται με αυτήν.

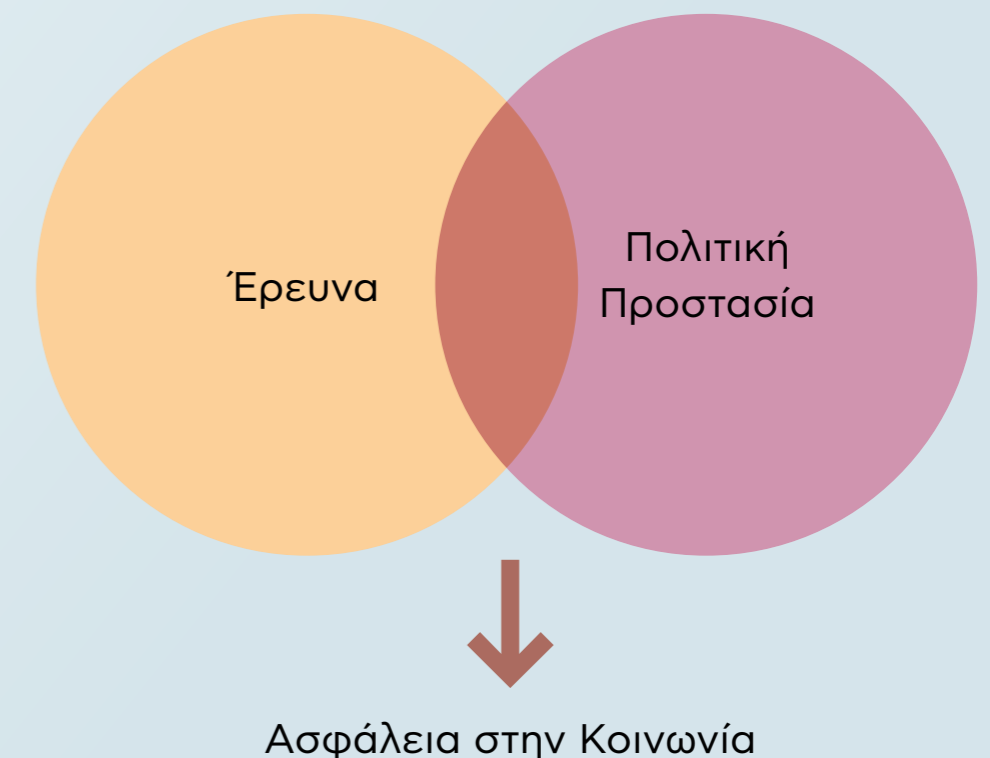
Όπως είδαμε, πέρα από τη παραγωγή επιστημονικής γνώσης υψηλής ποιότητας, σκοπός του CLIMPACT είναι η ανάπτυξη Συστημάτων Έγκαιρης Προειδοποίησης (ΣΕΠ). Είναι γνωστό ότι τα ΣΕΠ «σώζουν ζωές» καθώς ενώ την τελευταία δεκαετία οι οικονομικές απώλειες από τα «ακραία καιρικά φαινόμενα» έχουν αυξηθεί κατά περίπου 2 φορές, οι απώλειες σε ανθρώπινες ζωές έχει μειωθεί κατά περίπου 5 φορές χάρη στα ΣΕΠ. Ας σημειώσουμε ότι το ΕΑΑ, μέσω των μονάδων του METEO και BEYOND, έχει αναπτύξει συστήματα και υπηρεσίες όχι μόνο έγκαιρης προειδοποίησης (π.χ. IRIS) αλλά και καταγραφής των ζημιών που θεωρώ ότι πρέπει να συμπεριληφθούν και επίσημα στις δομές της Πολιτικής Προστασίας.

Αδιαμφησβήτητα λοιπόν, η αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης και των ερευνητικών αποτελεσμάτων από τους επιχειρησιακούς φορείς πολιτικής προστασίας, τις περιφέρειες και τα Κέντρα Λήψης Αποφάσεων είναι θεμιτή και επιδιώκεται μέσα από δράσεις, έργα, προγραμματικές συμβάσεις και μνημόνια συνεργασίας. Οι επιχειρησιακοί φορείς της χώρας έχουν την υποχρέωση να αξιοποιούν τα εργαλεία που αναπτύσσονται και δοκιμάζονται σε πιλοτική εφαρμογή και έχουν αξιολογηθεί θετικά, από τους επιστήμονες και να τα χρησιμοποιούν παράλληλα για τη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών πολιτικής προστασίας. Παρόλα αυτά, απαραίτητη προϋπόθεση για αποτελεσματική διασύνδεση ανάμεσα στην έρευνα και στους φορείς πολιτικής προστασίας είναι η ενεργοποίηση ενός συγκεκριμένου πλαισίου/διαδικασίας/μηχανισμού που να ευνοεί τη συνεργασία και να αξιοποιούνται τα αποτελέσματα και οι δυνατότητες της εφαρμοσμένης έρευνας και της καινοτομίας.

Τον Φεβρουάριο του 2020, ψηφίστηκε από το Ελληνικό Κοινοβούλιο ο Νόμος 4662 «Εθνικός Μηχανισμός Διαχείρισης Κρίσεων και Αντιμετώπισης Κινδύνων, αναδιάρθρωση της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, αναβάθμιση συστήματος εθελοντισμού πολιτικής προστασίας, αναδιοργάνωση του Πυροσβεστικού και άλλες διατάξεις», σύμφωνα με τον οποίο επιδιώκεται συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων στη διαχείριση του κινδύνου καταστροφών φορέων, ανάμεσα στους οποίους περιλαμβάνονται οι ακαδημαϊκοί και ερευνητικοί φορείς. Μέσω του Ν. 4662/2020 ορίζεται ένα θεσμοθετημένο πλαίσιο συνεργασίας ανάμεσα στους φορείς πολιτικής προστασίας και τους ερευνητικούς και ακαδημαϊκούς φορείς δεδομένου ότι **μια από τις αρχές λειτουργίας του Εθνικού Μηχανισμού είναι η αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης, των πορισμάτων εφαρμοσμένης έρευνας και καινοτομίας, υποδομών, εφαρμογών και εργαλείων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (Άρθρο 5, παρ. γ)**. Επιπλέον, σύμφωνα με τον Νόμο, η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, σχεδιάζει κάθε έξι (6) έτη την «**Εθνική Πολιτική Μείωσης Κινδύνου Καταστροφών**», για τη διαμόρφωσή της οποίας μετέχουν δημόσιοι φορείς κατά λόγο αρμοδιότητας, **ακαδημαϊκοί και ερευνητικοί φορείς**, φορείς του παραγωγικού τομέα και λοιποί φορείς του ιδιωτικού τομέα, οι οποίοι σχετίζονται με τη διαχείριση του κινδύνου καταστροφών (Άρθρο 9). Μία από τις αρμοδιότητες της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, όπως αυτές ορίζονται στον Νόμο, είναι η προώθηση της εφαρμοσμένης έρευνας, μελέτης και επεξεργασίας θεμάτων αρμοδιότητάς της που αφορούν στους τομείς πρόληψης, ετοιμότητας, αντιμετώπισης και βραχείας αποκατάστασης από φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές και πάσης φύσεως απειλές. **Είναι λοιπόν, αναγκαίο εκ του Νόμου να συνεργάζονται οι φορείς πολιτικής προστασίας με την επιστημονική και ερευνητική κοινότητα, τα ερευνητικά και ακαδημαϊκά ιδρύματα της χώρας, με σκοπό την αξιοποίηση γνώσεων, δεξιοτήτων και προϊόντων εφαρμοσμένης έρευνας και καινοτομίας και την ενημέρωση του πληθυσμού** (Άρθρο 29, παρ. 2). Επίσης, ο Νόμος επιβάλλει α) την ίδρυση της Εθνικής Σχολής Διαχείρισης Κρίσεων και Αντιμετώπισης Κινδύνων η οποία αποτελείται από την Πυροσβεστική Ακαδημία, την Ακαδημία Πο-

λιτικής Προστασίας και το Κέντρο Ειδικών Εκπαιδεύσεων και στο πλαίσιο της αποστολής της μπορεί να συνεργάζεται και να συνάπτει προγραμματικές συμφωνίες, μνημόνια ή συμβάσεις με ακαδημαϊκούς και ερευνητικούς φορείς με σκοπό την εκπαίδευση, την εκπόνηση μελετών, τη διενέργεια ερευνών και την υλοποίηση προγραμμάτων (Άρθρο 39) και β) τη σύσταση Επιστημονικού Συμβουλίου Πολιτικής Προστασίας στο οποίο θα πρέπει να συμμετέχουν εκπρόσωποι ακαδημαϊκών και ερευνητικών ιδρυμάτων, ερευνητικών κέντρων και οργανισμών (Άρθρο 41).

Υπάρχει λοιπόν, ένα νέο νομικό πλαίσιο για την Πολιτική Προστασία, το οποίο θεσμοθετεί τον ενεργό ρόλο που πρέπει να έχουν τα ερευνητικά κέντρα και τα πανεπιστήμια στη διαχείριση κρίσεων και αντιμετώπιση κινδύνων και φυσικών καταστροφών και αυτό είναι ένα σημαντικό βήμα. Επόμενο βήμα είναι η εφαρμογή του Νόμου και ενεργοποίηση των διαδικασιών και πλαισίων που θέτει ώστε να ενισχυθεί η διασύνδεση και η συνέργεια της Πολιτικής Προστασίας με την έρευνα και την επιστήμη, γεγονός που θα επιφέρει μεγαλύτερη προστασία και ασφάλεια στην κοινωνία.





CLIMPACT

ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΑΚΑΔΗΜΙΑ



ΑΘΗΝΑΝ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικών και Καποδιστριακών
Πανεπιστημίων Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —



ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ
ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΓΓΕΚ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ
ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ

Επικοινωνήστε με το Δίκτυο

Climpact@noa.gr

Τηλ. 210 3490107

Επιμέλεια έκδοσης

Αθηνά Δήμου

Υπεύθυνη διάχυσης – δικτύωσης CLIMPACT