

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ**  
**Τμήμα Περιβάλλοντος**

**8<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ**  
**Περιβαλλοντικής**  
**Πολιτικής & Διαχείρισης**

*Η Κλιματική Αλλαγή  
στην Ελλάδα*

**5 - 7 Ιουνίου 2015, Μυτιλήνη**

**<http://www.env.aegean.gr/tmima/synedrio-perivallontikis-politikis/>**

## **Πρακτικά**

8<sup>ο</sup> Πανελλήνιου Συνεδρίου  
Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης

***«Η Κλιματική Αλλαγή στην Ελλάδα»***

Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
5-7 Ιουνίου 2015

***Έκδοση: Δεκέμβριος 2015***

Τα κείμενα τα οποία ακολουθούν βασίζονται στις εισηγήσεις των ομιλητών, όπως αυτές παρουσιάστηκαν κατά την διάρκεια του Συνεδρίου και κατατέθηκαν στην Οργανωτική Επιτροπή του Συνεδρίου μέχρι και 30 Οκτωβρίου 2015. Την επιμέλεια των πρακτικών είχε ο Ιωσήφ Μποτετζάγιας.

Οι απόψεις οι οποίες εκφράζονται δεν αντιπροσωπεύουν κατ' ανάγκη την Οργανωτική Επιτροπή, το Τμήμα Περιβάλλοντος ή/και το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Η Οργανωτική Επιτροπή του Συνεδρίου δεν προέβη σε καμία αλλαγή, σχολιασμό ή άλλη αξιολόγηση των κειμένων τα οποία κατατέθηκαν από τους κ.κ. Συνέδρους.

Η βιβλιογραφική αναφορά σε κάποιο από τα συμπεριλαμβανόμενα στον παρόντα τόμο κείμενα οφείλει να είναι της μορφής:

<Όνοματεπώνυμο Συγγραφέα/Συγγραφέων> (2015) <Τίτλος κειμένου>, παρουσίαση στο 8<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη, 5-7 Ιουνίου

Η Οργανωτική Επιτροπή του Συνεδρίου:

## Παρασκευή 05 Ιουνίου 2015

### 18:30-19:00 Οι Νομικές διαστάσεις της κλιματικής αλλαγής

Η αντιμετώπιση των έκτακτων στεγαστικών αναγκών σε περίπτωση πλημμύρας. Μια νομική προσέγγιση σε ένα ανθρωπογεωγραφικό ζήτημα, Βαϊούλη Μ. (Πανεπιστήμιο Αιγαίου)

Τεχνολογία και νομικό πλαίσιο που αφορά τη δέσμευση και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα, Τουλιοπούλου Ελ. (Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης)

## Σάββατο 06 Ιουνίου 2015

### 09:30 – 11:30 Οι οικολογικές διαστάσεις της κλιματικής αλλαγής (I)

Επιλεγμένα θέματα διαχείρισης των παρόχθιων δασών σε προστατευόμενες περιοχές στην Ελλάδα, Ευθυμίου Γ. & Hans Jerrentrip (ΤΕΙ Στερεάς Ελλάδος & Ε.Π.Ο.)

Επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην υδρολογική διαίτα ποταμών διαλείπουσας ροής, η περίπτωση του ποταμού Ευρώτα, Γαμβρούδης Χρ., Τζοράκη Ουρ. & Νικολαΐδης Ν. (Πολυτεχνείο Κρήτης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου & Πολυτεχνείο Κρήτης)

Αξιολόγηση του πιθανού συν-οφέλους προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή με χρήση τεχνικών οικολογικής αποκατάστασης ηχοτοπίων, Τσαλιγόπουλος Άγ., Ζευγώλης Ι., Οικονόμου Χρ., Οικονόμου Β., Ματσίνος Γ. (Πανεπιστήμιο Αιγαίου)

11:30 -12:00 Διάλειμμα

### 12:00 – 14:00 Κλιματική αλλαγή και οι Έλληνες

Κλιματική αλλαγή και ανθρώπινη θερμική αντίληψη στην Ελλάδα, Νάστος Π. (Πανεπιστήμιο Αθηνών)

Επικοινωνιακά συστήματα (media systems) και κλιματική αλλαγή: η περίπτωση των ελληνικών εφημερίδων, Γκιουζέπας Γ. & Μποτετζάγιας Ι. (Πανεπιστήμιο Αιγαίου)

Γνώσεις, αντιλήψεις και αναπαραστάσεις σχετικά με την κλιματική αλλαγή δείγματος πολιτών τριών περιοχών: Αθήνα, Μυτιλήνη, Αράχωβα, Παπανικολάου Αν. & Πολλάκη Στ. (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο & Πανεπιστήμιο Αιγαίου)

### 18:00 – 19:30 Προβολή Περ/κου Ντοκυμαντέρ

**Η μεγάλη απάτη της παγκόσμιας υπερθέρμανσης (The great climate swindle, υποτιτλισμένο, 75')**

Σχολιάζει ο Επιμ. Καθηγητής του Τμήματος Περ/ντος κ. Χρήστος Ματσούκας

## Κυριακή 07 Ιουνίου 2015

### 10:00 – 12:00 Η κλιματική αλλαγή στο δημόσιο χώρο

Οι πυρκαγιές του 2007 στην Ηλία : από την καταστροφή στην προσαρμογή, Βλασσοπούλου Χλ. (Université de Picardie - Jules Verne)

Σχεδιάζοντας περιβαλλοντικές πολιτικές με περιβαλλοντικά ευαίσθητοποιημένους καταναλωτές, Σαρτζετάκης Εντ. (Πανεπιστήμιο Μακεδονίας)

Ο αφηγηματικός κύκλος της κλιματικής αλλαγής στις ελληνικές εφημερίδες, Μποτετζάγιας Ι. και Γκιουζέπας Γ. (Πανεπιστήμιο Αιγαίου)

12:00 -12:30 Διάλειμμα

**12:30 – 14:30 Οι οικολογικές διαστάσεις της κλιματικής αλλαγής (II)**

Οπτικό πάχος αιωρούμενων σωματιδίων στον χώρο της Μεσογείου, Φλούτση Αθ.-Αυγ., Κόρα-Καράσα Μ.-Μ., Ματσούκας Χρ. (Πανεπιστήμιο Αιγαίου)

Αλλαγές στην αναπαραγωγική φαινολογία δύο συμπάτριων ειδών πελεκάνων ως απόκριση στην κλιματική αλλαγή, Θεοδώρου Κ., Δόξα Α., Robert Α., Crivelli Α. (Πανεπιστήμιο Αιγαίου κ.α.)

Αναζητώντας την τρωτότητα των περιοχών του δικτύου Natura 2000 της Κρήτης λόγω Κλιματικής Αλλαγής: μια γεωστατιστική προσέγγιση, Βάσιος Γ., Κυριακίδης Φ., Δημητρακόπουλος Π. (Πανεπιστήμιο Αιγαίου)

**Με την ευγενική χορηγία & υποστήριξη:**



## Περιεχόμενα

Βαϊούλη Μ.-Η αντιμετώπιση των έκτακτων στεγαστικών αναγκών σε περίπτωση πλημμύρας. Μια νομική προσέγγιση σε ένα ανθρωπογεωγραφικό ζήτημα .....	2
Χρήστος Γαμβρούδης, Ουρανία Τζωράκη*, Νικόλαος Νικολαΐδης, ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΙΤΑ ΠΟΤΑΜΩΝ ΔΙΑΛΕΙΠΟΥΣΑΣ ΡΟΗΣ, Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΕΥΡΩΤΑ .....	3
Τσαλιγόπουλος Άγγελος*, Ζευγώλης Ιωάννης, Οικονόμου Χρήστος, Οικονόμου Βέρα, Ματσίνοσ Γιάννης, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΠΙΘΑΝΟΥ ΣΥΝ-ΟΦΕΛΟΥΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΗΧΟΤΟΠΙΩΝ .....	27
Νάστος Π. - Κλιματική αλλαγή και ανθρώπινη θερμική αντίληψη στην Ελλάδα .....	54
Γκιουζέπας Γιώργος* & Μποτετζάγιασ Ιωσήφ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (MEDIA SYSTEMS) ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΕΦΗΜΕΡΙΔΩΝ .....	55
Παπανικολάου Αναστάσιος*, Πολλάκη Στεφανία-Παγωνίτσα, ΓΝΩΣΕΙΣ, ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΠΟΛΙΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ: ΑΘΗΝΑ, ΜΥΤΙΛΗΝΗ, ΑΡΑΧΩΒΑ .....	56
Βλασσοπούλου Χλ.-Οι πυρκαγιές του 2007 στην Ηλία : από την καταστροφή στην προσαρμογή .	83
Σαρτζετάκης Ευτ. - Σχεδιάζοντας περιβαλλοντικές πολιτικές με περιβαλλοντικά ευαίσθητοποιημένους καταναλωτές.....	84
Μποτετζάγιασ Ι. και Γκιουζέπας Γ. - Ο αφηγηματικός κύκλος της κλιματικής αλλαγής στις ελληνικές εφημερίδες.....	85
Φλούτση Αθ.-Αυγ., Κόρα-Καράσα Μ.-Μ., Ματσούκας Χρ. - Οπτικό πάχος αιωρούμενων σωματιδίων στον χώρο της Μεσογείου.....	86
Θεοδώρου Κ., Δόξα Α., Robert A., Crivelli A. - Αλλαγές στην αναπαραγωγική φαινολογία δύο συμπατριών ειδών πελεκάνων ως απόκριση στην κλιματική αλλαγή.....	87
Βάσιος Γ., Κυριακίδης Φ., Δημητρακόπουλος Π. - Αναζητώντας την τρωτότητα των περιοχών του δικτύου Natura 2000 της Κρήτης λόγω Κλιματικής Αλλαγής: μια γεωστατιστική προσέγγιση .....	88

*Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης,  
Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 29-31 Μαΐου 2015*

**Βαϊούλη Μ.-Η αντιμετώπιση των έκτακτων στεγαστικών αναγκών σε περίπτωση πλημμύρας. Μια νομική προσέγγιση σε ένα ανθρωπογεωγραφικό ζήτημα**

**Χρήστος Γαμβρούδης, Ουρανία Τζωράκη\*, Νικόλαος Νικολαΐδης, ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ  
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΙΤΑ ΠΟΤΑΜΩΝ  
ΔΙΑΛΕΙΠΟΥΣΑΣ ΡΟΗΣ, Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΕΥΡΩΤΑ**

Πολυτεχνείο Κρήτης, \* Πανεπιστήμιο Αιγαίου, email: [rania.tzoraki@aegean.gr](mailto:rania.tzoraki@aegean.gr) & Πολυτεχνείο Κρήτης

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η αποτελεσματική γνώση και διαχείριση των υδατικών πόρων απαιτεί την χρησιμοποίηση προηγμένων και κατάλληλων συστημάτων διαχείρισης και εργαλείων μοντελοποίησης. Ο στόχος της εργασίας αυτής είναι η προσομοίωση της χωρικής και χρονικής κατανομής της απορροής και της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής σε μια μεγάλη λεκάνη απορροής στη Μεσόγειο. Περιοχή μελέτης αποτελεί η λεκάνη απορροής του ποταμού Ευρώτα, στο νομό Λακωνίας, η οποία αποτελεί ένα σύνθετο υδρολογικό και υδρογεωλογικό σύστημα. Τα επιφανειακά νερά που διαρρέουν τα υδατορέματα του ποταμού παρουσιάζουν έντονη εποχικότητα ενώ ταυτόχρονα υπάρχει μια έντονη ζήτηση του νερού την ίδια περίοδο. Μηνιαία και ημερήσια δεδομένα παροχής από ένα εκτεταμένο δίκτυο συλλογής και παρακολούθησης χρησιμοποιήθηκαν για την βαθμονόμηση και επαλήθευση του υδρολογικού μοντέλου SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Η προσομοίωση της υδρολογίας κρίθηκε ικανοποιητική μέσω των στατιστικών δεικτών NSE, PBIAS και RSR με όλους τους δείκτες να βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων. Η μέση βροχόπτωση για την περίοδο 2000-2011 εκτιμήθηκε σε 903 mm yr<sup>-1</sup> η πραγματική εξατμισοδιαπνοή στο 46.9% (424 mm yr<sup>-1</sup>) και η απορροή στο 13.4% (121 mm yr<sup>-1</sup>). Το υπόλοιπο 33.4% (302 mm yr<sup>-1</sup>) είναι ποσότητες που καλύπτουν τις ανάγκες καθώς και ποσότητες υδάτων που χάνονται μέσω του Ταΰγετου και του Πάρνωνα σε περιοχές εκτός της λεκάνης απορροής. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν πως η λεκάνη έχει σε ετήσια βάση αρκετές ποσότητες για να καλυφτούν οι ανάγκες εντούτοις μεγάλα προβλήματα παρουσιάζονται κυρίως κατά τις ξηρές περιόδους όπου η πλειονότητα των υδατορεμάτων (>85% του υδρογραφικού δικτύου) ξεραινεται τελείως. Τέλος μέσω διαφόρων σεναρίων κλιματικών αλλαγών μελετήθηκε και εκτιμήθηκε η μεταβολή της χωρικής και χρονικής κατανομής των επιφανειακών υδατικών πόρων καθώς και της μεταφοράς ιζημάτων έως το έτος 2050.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Μοντελοποίηση, SWAT, υδρολογία, μεταφορά ιζημάτων, διάβρωση, πλημμύρες, κλιματική αλλαγή, συστήματα πρόληψης, διαχείριση



## ABSTRACT

The effective knowledge and management of water resources requires the use of advanced and appropriate management and modeling tools. The objective of this research was to study the spatial distribution of runoff and the impact of climate change in a large Mediterranean watershed (Evrotas River Basin) consisting of temporary flow tributaries and high mountain areas and springs by focusing on the collection and use of a variety of data to constrain modelling processes at various scales. Study area is the basin of the River Evrotas in the prefecture of Laconia, which is a complex hydrological and hydrogeological system. Surface water flows through the streams of the river show strong seasonality while at the same time there is a strong need for water demand. Both monthly and daily discharge data (2004-2011) from an extended monitoring network of 8 sites were used to calibrate and validate the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model. Model simulation of hydrology and sediment transport was in good agreement with field observations as indicated by a variety of statistical measures (NSE, PBIAS and RSR) used to evaluate the goodness of fit. The average precipitation of the basin for this period was estimated to be 903 mm yr<sup>-1</sup>. The actual evapotranspiration was 46.9% (424 mm yr<sup>-1</sup>), and the total water yield was 13.4% (121 mm yr<sup>-1</sup>). The remaining 33.4% (302 mm yr<sup>-1</sup>) was the amount of water that was lost through the deep groundwater of Taygetos and Parnonas Mountains to areas outside the watershed. These results suggest that the catchment has on average significant water surplus to cover drinking water and irrigation demands. However, the situation is different during the dry years, where the majority of the reaches (85% of the river network are perennial and temporary) completely dried up. Through various climate change scenarios we studied and evaluated the change of the spatial and temporal distribution of surface water resources and sediment transport until 2050.

KEYWORDS: ?????

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανεπάρκεια του νερού έχει καταστεί πλέον ένα μείζον παγκόσμιο πρόβλημα με την βιωσιμότητα των υδατικών πόρων να είναι ο σημαντικότερος στόχος της διαχείρισης των υδάτων. Η βιώσιμη ή αειφόρος διαχείριση των υδατικών πόρων γίνεται ολοένα και περισσότερο σύνθετη λόγω της πεπερασμένης διάθεσης τους, λόγω της κατάχρησης και κακοδιαχείρισης τους, που έχει σαν αποτέλεσμα τον περιορισμό της διαθεσιμότητας τους. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες έχουν επηρεάσει τόσο την ποσότητα όσο και την ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων συστημάτων υδάτων στη Μεσόγειο. Οι εντατικές γεωργικές δραστηριότητες, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη άλλων τομέων της περιφερειακής οικονομίας έχουν οδηγήσει σε υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδάτων, μείωση της στάθμης και

τεχνητή αποξήρανση του νερού του ποταμού. Η οικολογική κατάσταση των υδατορεμάτων εξαρτάται από την αλληλεπίδραση μεταξύ των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων τόσο σε φυσικές όσο και τεχνητές ξηρασίες ως αποτέλεσμα την επιδείνωση των βιολογικών δεικτών τους και της ποιότητας του νερού. Επιπλέον οι υδρομορφολογικές μεταβολές των ποταμών, όπως υδροηλεκτρικά ή φράγματα ανάσχεσης νερού που χρησιμοποιούνται για άρδευση επηρέασαν την στερεομεταφορά στα δέλτα των ποταμών (Nikolaidis et al., 2014).

Τα προβλήματα που συνδέονται με τους υδατικούς πόρους και τη χρήση τους (αγροτική παραγωγή, βιομηχανία, υγεία, τουρισμός, οικονομική ανάπτυξη κ.α.) σε συνδυασμό με τις γενικότερες περιβαλλοντικές πιέσεις λόγω της πληθυσμιακής αύξησης (μεγαλύτερες απαιτήσεις για άρδευση και μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό) ή από τις έντονες και απρόβλεπτες κλιματολογικές αλλαγές, οξύνονται από την όλο ένα και μεγαλύτερη απαίτηση σε νερό. Η κλιματική αλλαγή, αναμένεται να προκαλέσει ακόμα εντονότερο πρόβλημα στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές, όπως είναι οι περιοχές της Μεσογείου που μπορεί να οδηγηθούν σε καταστάσεις ερημοποίησης (Kerper et al., 2004).

Κύριο χαρακτηριστικό των ξηρών και ημίξηρων περιοχών όπως αυτών της Μεσογείου είναι οι ποταμοί διαλείπουσας ροής. Οι ποταμοί διαλείπουσας ροής είναι μοναδικοί διότι δεν έχουν μόνιμη ροή, παρά μόνο σε επεισόδια βροχής. Η απορροή παρουσιάζει μοναδικά χαρακτηριστικά τόσο χωρικά όσο και χρονικά. Τα υδατορέματα διαλείπουσας ροής παρέχουν υδρολογική διασύνδεση μεταξύ περιοχών εντός της λεκάνης, διάχυση της ενέργειας της ροής κατά τη διάρκεια υψηλών παροχών ως αποτέλεσμα την μείωση της διάβρωσης και την βελτίωση της ποιότητας του νερού, ανταλλαγή μεταξύ επιφανειακών και υπογείων υδάτων, μεταφορά και εναπόθεση φερτών υλικών, αποθήκευση θρεπτικών συστατικών, δίοδο μεταφοράς των ενδιαιτημάτων, υποστήριξη τις παρόχθιας βλάστησης στην σταθεροποίηση των πρανών και τέλος την μεταφορά και φιλτράρισμα των υδάτων. Η εξαιρετικά μεταβλητή ροή εμφανίζεται συχνότερα ως μια πλημμύρα η οποία διαρκεί μόνο λίγα λεπτά ή ώρες (flash flood), ή διαρκεί για ημέρες ή εβδομάδες, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και την φύση της λεκάνης απορροής. Οι πλημμύρες αυτές μπορεί να προκληθούν οποιαδήποτε στιγμή του έτους ως αποτέλεσμα μικρής διάρκειας και μεγάλης έντασης βροχοπτώσεων εφόσον η λεκάνη απορροής έχει λάβει επαρκή ποσότητα βροχής για να δημιουργήσει απορροή. Οι ποταμοί διαλείπουσας ροής ανταποκρίνονται στην ετήσια μεταβλητότητα των βροχοπτώσεων με την παραγωγή πλημμυρικών γεγονότων υψηλής έντασης και φαινομένων διάβρωσης που είναι δύσκολο να μελετηθούν και να προβλεφθούν (Gallart et al., 2008; Kirkby, 2005; Tzoraki et al., 2013).

Καθυστέρηση, μεταξύ άλλων παρατηρείται και στις αναγκαίες υποδομές, καθώς και στα κατάλληλα μέτρα για την πρόληψη και αντιμετώπιση του φυσικού φαινομένου των πλημμυρών το οποίο έχει

σημαντικές επιπτώσεις στη ζωή και υγεία των ανθρώπων, στις υποδομές, στο περιβάλλον και στις ανθρώπινες δραστηριότητες, επομένως στο κοινωνικό, οικονομικό και φυσικό περιβάλλον και στην αιφόρο ανάπτυξη. Ο προγραμματισμός της προστασίας από πλημμύρες συνδέεται άμεσα με τη διαχείριση της χρήσης γης και πρέπει να εξετάζει όχι μόνο τη θωράκιση του πληθυσμού, αλλά και την πλήρη προστασία των υδατικών πόρων και των οικοσυστημάτων. Η επιλογή των μέτρων διαχείρισης πρέπει να υποστηρίζει τη βιώσιμη ανάπτυξη της λεκάνης απορροής, μεγιστοποιώντας την οικονομική αποδοτικότητα της γης και των υδατικών πόρων.

## **MONTELA**

Η κατανόηση και εκτίμηση των φυσικών και τεχνητών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα σε μια λεκάνη απορροής ποταμού αποτελεί πρόβλημα και πρόκληση για τους ερευνητές. Η ραγδαία ανάπτυξη των υπολογιστικών συστημάτων τα τελευταία χρόνια κατέστησε δυνατή τη σχεδίαση και δημιουργία δεκάδων μοντέλων τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα γρήγορης, ακριβούς και ευέλικτης αναπαράστασης και μελέτης ενός συστήματος. Τα μοντέλα αποτελούν σήμερα ένα εργαλείο διαχείρισης φυσικών και τεχνητών συστημάτων, πρόγνωσης της συμπεριφοράς τους και πρόληψης τυχόν επικίνδυνων καταστάσεων. Ένα από τα προβλήματα των επιστημόνων και ερευνητών είναι η έλλειψη επαρκών και ποιοτικών πραγματικών δεδομένων. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με την σύνθεση δεδομένων μέσω προσομοίωσης δηλαδή την παραγωγή τεχνητών δεδομένων ίδιων χαρακτηριστικών με τα πραγματικά που χρησιμοποιήθηκαν σαν αφετηρία.

Τα υδρολογικά μοντέλα είναι γενικά μαθηματικά μοντέλα ικανά να προσομοιώσουν της υδρολογικές διεργασίες στο εδαφικό τμήμα του υδρολογικού κύκλου (Migliaccio and Srivastava 2007). Τα μοντέλα αυτά προσπαθούν να παραστήσουν φυσικές διεργασίες (π.χ. βροχόπτωση, εξάτμιση, διήθηση, επιφανειακή απορροή) μέσω διακριτών, αναλυτικών και αλγεβρικών μαθηματικών εκφράσεων. Εκτός από την προσομοίωση της κίνησης του νερού μέσω του υδρολογικού κύκλου, μια σημαντική συνιστώσα των υδρολογικών μοντέλων είναι η χρησιμοποίηση μαθηματικών εξισώσεων προσομοίωσης και ποσοτικοποίησης διαδικασιών που είναι απαραίτητες για την ποιότητα του νερού, όπως η διάβρωση, η μεταφορά ιζημάτων, μεταφορά θρεπτικών συστατικών και η μεταφορά φυτοφαρμάκων (Borah and Bera 2004).

Τα δεδομένα που απαιτούνται γενικά σε μοντέλα λεκάνης απορροής περιλαμβάνουν μετεωρολογικά, τοπογραφικά και εδαφολογικά δεδομένα καθώς και δεδομένα χρήσεων γης (Engel et al. 2007) ενώ τα

αποτελέσματα παρέχουν εκτιμήσεις της ποσότητας και ποιότητας των υδατικών πόρων και της στερεοπαροχής στην έξοδο της λεκάνης απορροής.

Οι εκτιμήσεις των υδρολογικών μοντέλων έχουν αποδειχθεί αρκετά χρήσιμες στην διαχείριση των υδατικών πόρων όπως η πρόβλεψη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής ή της αλλαγής των χρήσεων γης, η αξιολόγηση των βέλτιστων πρακτικών διαχείρισης για την προστασία της ποιότητας των υδατικών πόρων, η πρόβλεψη των απωλειών θρεπτικών συστατικών του εδάφους (π.χ. του φωσφόρου) στον γεωργικό τομέα ή την εκτίμηση βακτηριακών ρύπων (π.χ. *Escherichia coli*) σε παράκτιες εκβολές (Bougeard et al. 2011).

Ένα βασικό στοιχείο εφαρμογής των υδρολογικών μοντέλων είναι η ικανότητά τους να επεκταθούν από μελέτες σε τοπικό επίπεδο σε μεγαλύτερες κλίμακες ωστόσο ο τρόπος εφαρμογής τους μπορεί να μην ισχύει πάντα σε άλλες περιοχές. Αυτή η έλλειψη δυνατότητας εφαρμογής οφείλεται συνήθως στην μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών του εδάφους, της βλάστησης, του κλίματος και των πρακτικών διαχείρισης κατά μήκος του εδάφους. Επειδή είναι πρακτικά αδύνατο ελεγχθεί η απορροή, τα ιζήματα και οι άλλες μεταβλητές ποιότητας του νερού σε κάθε λεκάνη απορροής, προσομοιωμένες εκτιμήσεις των μεταβλητών αυτών βασιζόμενες σε συγκεκριμένο σετ δεδομένων εισαγωγής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση και δημιουργία στρατηγικών βέλτιστων πρακτικών διαχείρισης.

Το υδρολογικό μοντέλο που τυγχάνει σήμερα την μεγαλύτερη αποδοχή κάτι που αποδεικνύεται και από τα διεθνή συνέδρια και το πλήθος δημοσιεύσεων σε επιστημονικά περιοδικά είναι το μοντέλο SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Οι δημοσιεύσεις αφορούν πλήθος επιστημονικών πεδίων όπως η ανάλυση ευαισθησίας και ρύθμιση του μοντέλου σε λεκάνες απορροής, η εκτίμηση του ρυπαντικού φορτίου ποταμών, η διερεύνηση των επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής και εναλλακτικών αγροτικών χρήσεων στην ποσότητα και ποιότητα του νερού κ.α. (Arnold et al., 1998).

Το μοντέλο SWAT το οποίο κυκλοφόρησε για πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του 1990 είναι ένα εννοιολογικό, μακράς προσομοίωσης, ημερήσιου βήματος, ημι-κατανεμημένο υδρολογικό μοντέλο. Αναπτύχθηκε από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης των ΗΠΑ - Υπηρεσία Αγροτικών Έρευνών (USDA-ARS) στο Ερευνητικό Εργαστήριο στο Τέξας (Gassman et al. 2007).

Το SWAT είναι σε θέση να προσομοιώνει και να ποσοτικοποιεί τις ποσότητες νερού, ιζημάτων και χημικών συστατικών σε μη ελεγχόμενες λεκάνες απορροής. Το SWAT σχεδιάστηκε με σκοπό να αξιολογήσει τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις των πρακτικών διαχείρισης σε λεκάνες απορροής με μικρό αριθμό σταθμών παρακολούθησης, και να προσομοιώσει την επίδρασή τους στον υδρολογικό κύκλο, τον κύκλο των θρεπτικών συστατικών, τα ιζήματα και την παραγωγή χημικών (Neitsch et al., 2005). Τα

κυριότερα στοιχεία που απαρτίζουν το μοντέλο, αφορούν τον καιρό, την υδρολογία, τη θερμοκρασία του εδάφους, την ανάπτυξη των φυτών, τα θρεπτικά συστατικά, τα φυτοφάρμακα, τη διαχείριση της γης, τα βακτηρίδια και τέλος τους παθογόνους οργανισμούς.

## **ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Η περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας είναι η ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής του ποταμού Ευρώτα, ο οποίος ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Πελοποννήσου. Το μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης ανήκει στον νομό Λακωνίας ενώ ένα μικρό τμήμα της στα βόρεια και βορειοανατολικά το κατέχει ο νομός Αρκαδίας καθώς τα υδρογεωλογικά σύνορα δε ταυτίζονται με τα διοικητικά. Ο ποταμός Ευρώτας, που αποτελεί το δεύτερο σε σημασία ποταμό της Πελοποννήσου μετά τον Αλφειό, πηγάζει από την νοτιοανατολική περιοχή του οροπεδίου της Μεγαλόπολης του νομού Αρκαδίας και καθώς διασχίζει τους νομούς Αρκαδίας και Λακωνίας από βορρά προς νότο, δέχεται νερά από πολλούς μικρούς παραποτάμους και χείμαρρους, κυρίως εφήμερου και διακοπτόμενου χαρακτήρα πριν εκβάλει στο Λακωνικό κόλπο. Η κοιλάδα του ποταμού Ευρώτα, εκτείνεται μεταξύ των κύριων ορεινών όγκων της περιοχής που είναι δυτικά ο Ταΰγετος και ανατολικά ο Πάρνωνας. Η οροσειρά του Ταΰγετου απολήγει στη χερσόνησο της Μάνης και στο ακρωτήριο Ταίναρο, ενώ του Πάρωνα, με την ίδια κατεύθυνση στη χερσόνησο της Επιδαύρου Λιμηράς και στο ακρωτήριο Μαλέα.

Το μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης απορροής είναι ορεινό και ημιορεινό. Συγκεκριμένα, το 25.6% είναι πεδινό (υψόμετρο από 0-150 m), το 37.8% ημιορεινό (υψόμετρο 150-600 m) και το 36.6% ορεινό (μεγαλύτερο από 600 m). Μεγάλο μέρος της λεκάνης καλύπτουν οι δυο μεγάλοι ορεινοί όγκοι του Ταΰγετου και του Πάρωνα. Η υψηλότερη κορυφή του Ταΰγετου είναι ο Προφήτης Ηλίας (2404 m), μέρος του οποίου βρίσκεται στο νομό Μεσσηνίας και του Πάρωνα η Μεγάλη Τούρλα (1935 m) η οποία βρίσκεται στα σύνορα με το νομό Αρκαδίας.

Ο ποταμός Ευρώτας τροφοδοτείται από μια σειρά πηγών, πολλές από τις οποίες βρίσκονται κατά μήκος της κοίτης του και είναι σταθερής ή διαλείπουσας παροχής. Το υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Ευρώτα παρουσιάζει συνολικό μήκος περίπου 82 km. Χαρακτηριστικό του ποταμού Ευρώτα είναι η ύπαρξη τμημάτων κατά μήκος του, που στερεύουν το καλοκαίρι λόγω της υπεράντλησης του νερού των πηγών και του υπόγειου νερού που τον τροφοδοτούν για αρδευτικούς λόγους. Στη λεκάνη απορροής του ποταμού Ευρώτα λειτουργούν πάρα πολλές γεωτρήσεις που καλύπτουν ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης.

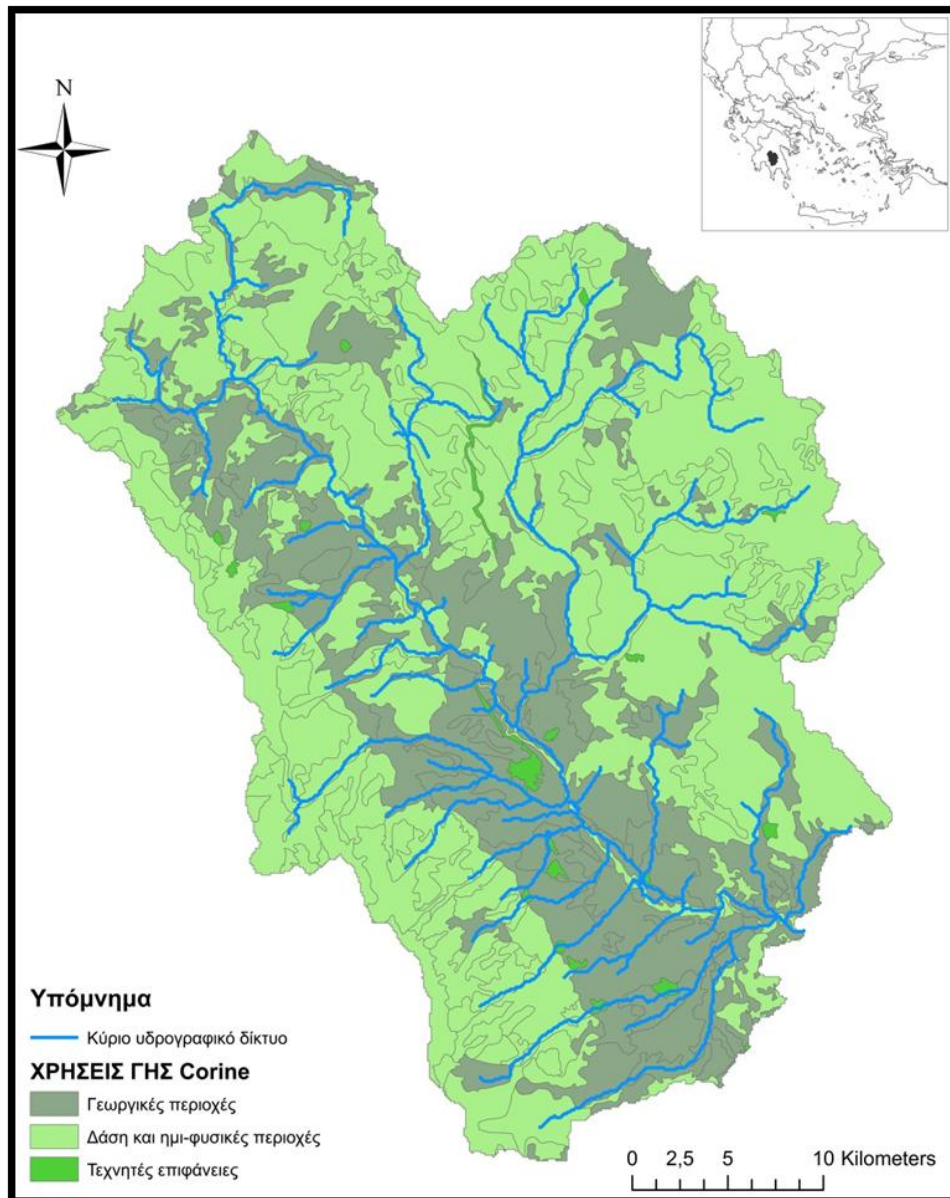
Το μεγαλύτερο ποσοστό της λεκάνης απορροής του ποταμού Ευρώτα καλύπτεται από φυσικές εκτάσεις όπως δάση, λιβάδια κτλ., ενώ ακολουθούν οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις και οι αστικές επιφάνειες (**Εικόνα 1**). Πριν από τις φωτιές του Αυγούστου το 2007, το 61.25% της λεκάνης ήταν φυσικές επιφάνειες, δάση, λιβάδια κτλ, το 37.85% καλλιεργήσιμη γη και το 0.9% αστικές επιφάνειες. Οι πυρκαγιές του 2007 έκαψαν 216 Km<sup>2</sup> δάσους, χορτολιβαδικής έκτασης και ελαιόδεντρων στον Πάρωνα με αποτέλεσμα να μειθούν οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις κατά ποσοστό 4.5 % ενώ οι δασικές και χορτολιβαδικές κατά 11.8 %.

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Ευρώτα είναι μια περιοχή κυρίως αγροτική, χωρίς ανεπτυγμένη βιομηχανία. Οι κύριες πιέσεις στην περιοχή προέρχονται από τη γεωργία, την κτηνοτροφία και από κάποιες μεταποιητικές μονάδες γεωργικών προϊόντων. Όσον αφορά στους υδατικούς πόρους πλήθος γεωτρήσεων, αποστραγγιστικών τάφρων, δέσεων και καναλιών εκτροπής του νερού έχουν κατασκευαστεί τα τελευταία χρόνια με απώτερο στόχο την κάλυψη υδροαρδευτικών αναγκών.

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Το πρώτο βήμα μεθοδολογίας της μοντελοποίησης της υδρολογίας, της ποιότητας νερών και της στερεοπαροχής στην λεκάνης απορροής του ποταμού Ευρώτα περιλαμβάνει την πλήρη αποτύπωση και κατανόηση της υπάρχουσας κατάστασης της περιοχής μελέτης με στόχο την δημιουργία ενός δικτύου ποσοτικής και ποιοτικής παρακολούθησης επιφανειακών και υπογείων υδάτων και συλλογή μετρήσεων και δεδομένων απαραίτητα για την μετέπειτα προσομοίωση. Στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός μέτρησης της στάθμης με σταθμήμετρα και όργανα αυτόματης καταγραφής στάθμης (σταθμηγράφοι) καθώς και μετρήσεις της ταχύτητας ροής σε διάφορες θέσεις του ποταμού Ευρώτα με τη βοήθεια μολύσκου. Ο υπολογισμός του υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής του ποταμού Ευρώτα περιλαμβάνει ως κύριες παραμέτρους τη βροχόπτωση, εξάτμιση, κατείσδυση, καρστική παροχή, παροχή του ποταμού και αντλήσεις. Από αυτές τις παραμέτρους τη μεγαλύτερη αβεβαιότητα έχει ο υπολογισμός της ποσότητας ύδατος που αντλείται και χρησιμοποιείται για ύδρευση και άρδευση.

Εικόνα 1. Χρήσεις Γης ποταμού Ευρώτα



### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΕΥΡΩΤΑ

Η προσομοίωση του υδρολογικού και ποιοτικού καθεστώτος της λεκάνης και της μεταφοράς ιζημάτων στα επιφανειακά νερά έγινε μέσω του μοντέλου SWAT. Το μοντέλο SWAT είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε δεδομένα εισόδου και στον καθορισμό των παραμέτρων που καθορίζουν τις συνιστώσες του κύκλου του νερού, των θρεπτικών και της διάβρωσης (Arnold et al., 1998; Neitsch et al., 2005a,b).

Στο μοντέλο SWAT ως ένα ημι-καταναμημένο μοντέλο που συνδέεται με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) τα βασικά χωρικά δεδομένα εισόδου είναι το τοπογραφικό ανάγλυφο, ο χάρτης χρήσεων γης και ο χάρτης εδάφους. Ο διαχωρισμός σε υπολεκάνες και μετέπειτα σε ΥΜΑ

(Υδρολογικές Μονάδες Απόκρισης) είναι αποτέλεσμα, μεταξύ άλλων και της ανάλυσης των διαθέσιμων αυτών δεδομένων και παίζει σημαντικό ρόλο στην ορθή προσομοίωση των διεργασιών που διερευνώνται. Σημαντικός παράγοντας στην επιτυχία της προσομοίωσης του μοντέλου SWAT αποτελεί εκτός της ποιότητας των ανωτέρω χωρικών δεδομένων εισόδου και η πυκνότητα των βροχομετρικών δεδομένων της περιοχής μελέτης.

Η προσομοίωση της περιοχής μελέτης μέσω του μοντέλου SWAT απαιτεί τον καθορισμό μεγάλου αριθμού παραμέτρων στα αρχεία εισόδου του. Οι παράμετροι αυτοί άλλοτε τυγχάνουν και άλλοτε στερούνται φυσικής σημασίας. Ωστόσο, η έλλειψη επαρκών δεδομένων καθιστά τον καθορισμό τους μία πολύπλοκη και αβέβαιη διαδικασία που είναι όμως εφικτή μέσω της διαδικασίας της βαθμονόμησης του μοντέλου με προσομοίωση των παρατηρημένων δεδομένων.

Το πρώτο βήμα της μοντελοποίησης με το SWAT περιλαμβάνει τη σχηματοποίηση της λεκάνης απορροής που θα ορίσει το βασικό χαρακτηριστικό της κλίσης εδάφους στα διάφορα τμήματα της λεκάνης. Η διαδικασία αυτή γίνεται σε περιβάλλον ΓΣΠ στο οποίο έχουν ενσωματωθεί οι βασικές διεργασίες της εφαρμογής του μοντέλου SWAT. Η σχηματοποίηση της λεκάνης ξεκινά με την εισαγωγή του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (Digital Elevation Model – DEM), που αποτελεί το υπόβαθρο με βάση το οποίο τα ΓΣΠ θα σχεδιάσουν το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης. Το αρχείο αυτό διατίθεται σε μορφή καννάβου (grid) με τα κελιά να χαρακτηρίζονται από μία και μοναδική τιμή υψομέτρου. Για την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα της βάσης δεδομένων STRM (Shuttle Radar Topographic Mission) της NASA με ευκρίνεια 90 m.

Μετά την εισαγωγή του, το πρόγραμμα Arcmap μπορεί να σχεδιάσει το υδρογραφικό δίκτυο, η ακρίβεια του οποίου όμως, μπορεί σε ορισμένα σημεία της λεκάνης να είναι μειωμένη λόγω ατελειών του DEM. Δημιουργήθηκαν 150 υπολεκάνες, ώστε ο διαχωρισμός να είναι επαρκής για την ακρίβεια των εκτιμήσεων του μοντέλου και καίριες θέσεις παρατήρησης κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου να αντιπροσωπεύονται από έξοδο υπολεκάνης ώστε το μοντέλο να εξάγει αποτελέσματα σε αυτές. Σημαντικές θέσεις εντός της λεκάνης απορροής αποτελούν τα σημεία ένωσης των παραποτάμων Μαγουλίτσα, Ρασίνα, Οινούντα με τον κύριο ρού του Ευρώτα όπως επίσης και η περιοχή του Βιβαρίου. Στις θέσεις αυτές διατίθενται παρατηρημένα δεδομένα παροχών, στερεοπαροχών και συγκεντρώσεων θρεπτικών για χρήση κατά τη βαθμονόμηση του μοντέλου.

Το επόμενο βήμα είναι η εισαγωγή στο μοντέλο των χαρτών με τα δεδομένα χρήσεων γης και εδαφικών τύπων. Η βάση δεδομένων χρήσεων γης του CORINE LAND COVER (CLC2000), κλίμακας 1:100000 χρησιμοποιήθηκε στο μοντέλο SWAT για την δημιουργία των τύπων κάλυψης γης της περιοχής



μελέτης. Για τον εδαφολογικό χάρτη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα της Ευρωπαϊκής Βάσης Δεδομένων Εδάφους και περιέχουν χαρακτηριστικά του εδάφους από την Γεωγραφική Βάση Δεδομένων της Ευρασίας σε κλίμακα 1:1.000.000 (v4.0 beta) και την βάση δεδομένων πρόβλεψης των ιδιοτήτων του εδάφους χρησιμοποιώντας δεδομένα από έρευνες στο πεδίο (PedoTransfer v2.0). Η μετεωρολογική πληροφορία στο SWAT αφορά κυρίως την ημερήσια βροχόπτωση και την ημερήσια μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία, ενώ απαιτούνται και στοιχεία για την ταχύτητα του ανέμου, την ηλιακή ακτινοβολία και τη σχετική υγρασία στην περίπτωση υπολογισμού της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής με κάποια απαιτητική σε δεδομένα μέθοδο, όπως η Penman-Monteith. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί επιλέχθηκαν ώστε να καλύπτεται όσο το δυνατόν καλύτερα όλη η έκταση της λεκάνης απορροής. Πέντε βροχομετρικοί σταθμοί και 3 σταθμοί μέτρησης της θερμοκρασίας που βρίσκονται εντός της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν στην προσομοίωση του μοντέλου χρησιμοποιώντας δεδομένα σε ημερήσιο βήμα.

Το επόμενο βήμα πριν την πρώτη εκτέλεση του SWAT είναι η συμπλήρωση των αρχείων του προγράμματος, που περιλαμβάνει τις πιέσεις θρεπτικών από πηγές ανθρωπογενούς και φυσικής προέλευσης, σημαντικές για την ποιοτική προσομοίωση. Όπως προαναφέρθηκε, οι κύριες σημειακές πιέσεις που δέχεται η λεκάνη απορροής του ποταμού Ευρώτα προέρχονται από χυμοποιεία, ελαιοτριβεία, μεγάλες κτηνοτροφικές μονάδες, βιομηχανικές μονάδες παραγωγής βρώσιμων προϊόντων, καθώς και από την ανεξέλεγκτη διάθεση των αστικών υγρών αποβλήτων ορισμένων οικισμών ενώ όπως προαναφέρθηκε στις κύριες μη σημειακές πιέσεις συμπεριλαμβάνονται οι πιέσεις που προέρχονται από την καλλιέργεια της αγροτικής γης, και κατ' επέκταση τη χρήση λιπασμάτων, καθώς και από την κτηνοτροφία.

### **EΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ SWAT**

Οι απαραίτητες διαδικασίες εκτέλεσης του μοντέλου ρυθμίζονται από το γραφικό περιβάλλον του ARCSWAT. Η περίοδος προσομοίωσης ορίστηκε στα 12 χρόνια από τον Ιανουάριο του 2000 έως τον Σεπτέμβριο του 2011. Το μοντέλο μπορεί να προσομοιώσει περιόδους μεγαλύτερες από τις περιόδους για τις οποίες υπάρχουν διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα με την παραγωγή μετεωρολογικών δεδομένων μέσω στατιστικής επεξεργασίας των ήδη υπαρχόντων και προβολής τους στον χρόνο. Το μοντέλο SWAT μπορεί να αποθηκεύει τα δεδομένα εξόδου σε ημερήσιο, μηνιαίο, ετήσιο βήμα. Μετά την ρύθμιση των διαδικασιών το μοντέλο είναι έτοιμο για την προσομοίωση. Τα αρχεία εξόδου εμφανίζονται με τη μορφή αρχείων .txt και αρχείων βάσης δεδομένων .mdb η οποία είναι εύκολα επεξεργάσιμη. Η δυνατότητα αυτή επιτρέπει την γρήγορη ανάλυση των αποτελεσμάτων χωρίς να απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία.

## **ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΕΥΡΩΤΑ**

Μετά το τρέξιμο του μοντέλου είναι απαραίτητη η βαθμονόμηση των παραμέτρων του ώστε να προσομοιώνει σωστά τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στη λεκάνη απορροής. Η βαθμονόμηση ή ρύθμιση (calibration) ενός μοντέλου επιτυγχάνεται με μεταβολή των τιμών των παραμέτρων του ώστε να υπάρχει ικανοποιητική σύγκλιση μεταξύ των προβλέψεων του μοντέλου και των αντίστοιχων παρατηρήσεων. Συνήθως οι μεταβολές αφορούν στις πιο ευαίσθητες παραμέτρους και σε εκείνες που εμπεριέχουν τη μεγαλύτερη αβεβαιότητα δηλαδή στις παραμέτρους για τις οποίες δεν υφίσταται ικανοποιητική φυσική ερμηνεία ή ικανοποιητική μέτρησή τους στη φύση.

Στην παρούσα εργασία έγινε ρύθμιση του μοντέλου με μεταβολή σε παραμέτρους που παίζουν το σπουδαιότερο ρόλο στην προσομοίωση των υδρολογικών μεγεθών (έγινε ανάλυση ευαισθησίας), ενώ ταυτόχρονα δεν υφίσταται συγκεκριμένη γνώση για το μέγεθός τους. Οι εν λόγω παράμετροι είναι άλλωστε γνωστές για την ευαισθησία τους στην επιστημονική κοινότητα υδρολογικής προσομοίωσης με το SWAT, όπως έχει διερευνηθεί και αποδειχτεί σε πλήθος εργασιών πλέον (Arabi et al., 2008; Lenhart et al., 2002; Santhi et al., 2001; Van Griensven et al., 2006). Πρόκειται για χειροκίνητη βαθμονόμηση, όπου μία μεταβολή τη φορά συνοδεύεται από γραφική και στατιστική σύγκριση προσομοιωμένων και παρατηρημένων αποτελεσμάτων στο ποτάμι (trial and error process). Παρόλο που είναι υποκειμενική και χρονοβόρα, η χειροκίνητη βαθμονόμηση αποτελεί έναν άριστο τρόπο να ελεγχθεί ο τρόπος μεταβολής των πιο ευαίσθητων και αβέβαιων παραμέτρων (Engel et al., 2007).

Η βαθμονόμηση του μοντέλου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των δεδομένων πεδίου που αποκτήθηκαν από την παρακολούθηση των επιφανειακών υδάτων. Για τη βαθμονόμηση χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα πεδίου, τόσο για την παροχή, όσο και για τη στερεοπαροχή, έτσι ώστε το μοντέλο μετά την επιτυχή βαθμονόμηση να προσομοιώνει την μεταφορά ύδατος. Εκτός από την έξοδο της λεκάνης (θέση: Γέφυρα Βρονταμά) πραγματοποιήθηκαν βαθμονομήσεις σε επιμέρους. Η βαθμονόμηση της παροχής περιλαμβάνει δεδομένα από τις θέσεις Βιβάρι, Βρονταμάς, Κελεφίνα Βασσαράς, Κελεφίνα Κλαδάς, Μαγουλίτσα Αγ. Ειρήνη, Ρασίνα Κουμουστά, Ρασίνα Αεροδρόμιο.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι τιμές των παραμέτρων βαθμονόμησης για τα δεδομένα παροχής στις διάφορες θέσεις παρατήρησης.

**Πίνακας 1.** Παράμετροι βαθμονόμησης παροχής και στερεοπαροχής

Παράμετρος Παροχής	Τυπικό εύρος μοντέλου	Τελική τιμή
SOL_AWC	0.0 - 1.0	0.22 - 0.85
GWQMN	0 - 5000	100 - 5000
GW_REVAP	0.02 - 0.2	0.02 - 0.2
ESCO	0.01 - 1.0	0.6 - 0.8
ALPHA_BF	0.0 - 1.0	0.005 - 0.9
GW_DELAY	0 - 500	1.0 - 50
RCHRG_DP	0.0 - 1.0	0.0 - 1.0

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η επιτυχία προσομοίωσης του SWAT ελέγχθηκε με γραφική και στατιστική σύγκριση των διαθέσιμων μετρήσεων παροχής και στερεοπαροχής με τα αντίστοιχα αποτελέσματα του μοντέλου. Η βαθμονόμηση με μεταβολή στις παραμέτρους έγινε πρώτα για τις παροχές και μετέπειτα για τις στερεοπαροχές.

Η διαδικασία ξεκίνησε από τις ανάντη θέσεις με διαθέσιμες μετρήσεις και ολοκληρώθηκε στην έξοδο της λεκάνης. Στην έξοδο της λεκάνης (Βρονταμάς) οι διαθέσιμες χρονοσειρές με μετρήσεις για τις μεταβλητές ενδιαφέροντος (παροχή, στερεοπαροχή), διαιρέθηκαν σε δύο ίσα μέρη, με το δεύτερο ανεξάρτητο σετ δεδομένων να χρησιμοποιείται για επαλήθευση του μοντέλου. Μεταξύ διαφόρων στατιστικών δεικτών για την αξιολόγηση της προγνωστικής ικανότητας των μοντέλων είναι ο δείκτης αποδοτικότητας Nash-Sutcliffe (Nash Sutcliffe Efficiency - NSE), ο συντελεστής προσδιορισμού (coefficient of determination - R<sup>2</sup>), η ποσοστιαία απόκλιση (Percent BIAS - PBIAS) και ο λόγος του μέσου τετραγωνικού σφάλματος προς την τυπική απόκλιση των μετρήσεων (Root mean square error – Standard deviation of measured data Ratio - RSR). Οι δείκτες αυτοί υπολογίστηκαν κατά τη σύγκριση προσομοιωμένων και παρατηρημένων χρονοσειρών παροχής και στερεοπαροχής. Παρόλο που οι αποδεκτές τιμές των εν λόγω δεικτών εξαρτώνται πάντα από το εκάστοτε πρόβλημα, οι Moriasi et al. (2007) έχουν κάνει μία ενδελεχή επισκόπηση των στατιστικών μέτρων για την αξιολόγηση, μεταξύ άλλων, και του μοντέλου SWAT και συμπέραναν ότι η προγνωστική ικανότητα του μοντέλου σε μηνιαίο βήμα μπορεί να κριθεί επιτυχής όταν ο δείκτης NSE είναι μεγαλύτερος από 0.50, ο RSR <0.70

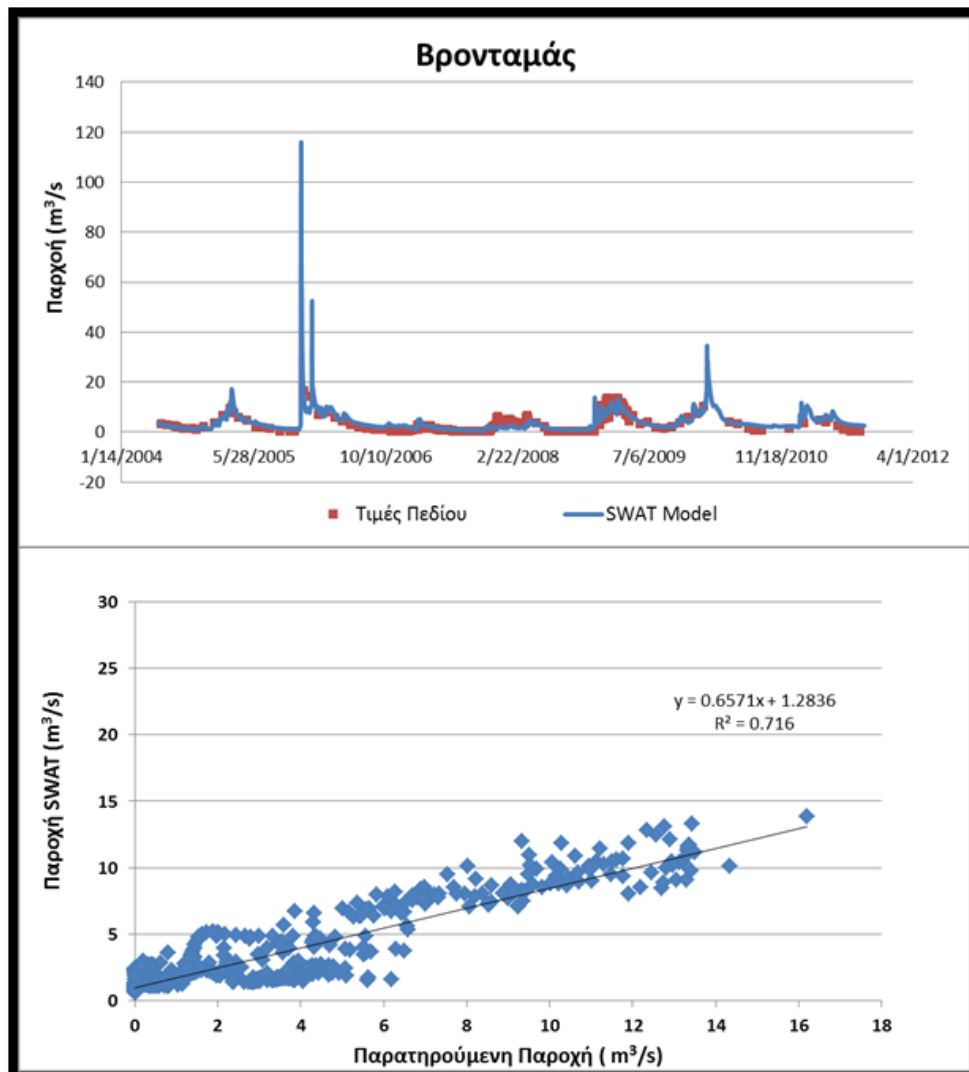
και όταν ο PBIAS δηλώνει ποσοστιαία απόκλιση μεταξύ αθροίσματος προσομοιωμένων και παρατηρημένων τιμών,  $\pm 25\%$  για την παροχή,  $\pm 55\%$  για τη στερεοπαροχή. Οι στατιστικοί δείκτες που υπολογίστηκαν κατά την περίοδο της βαθμονόμησης και επαλήθευσης με σύγκριση των ημερήσιων χρονοσειρών παροχής και στερεοπαροχής συνοψίζονται στον Πίνακα 2.

**Πίνακας 2.** Στατιστικά κριτήρια σύγκρισης παρατηρημένων και προσομοιωμένων ημερήσιων χρονοσειρών παροχής για την περίοδο της βαθμονόμησης και επαλήθευσης

Θέση	Παροχή			Παροχή (Περίοδος επαλήθευσης)		
	NSE	PBIAS	RSR	NSE	PBIAS	RSR
Γέφυρα Βρονταμά	0.80	-11.4	0.45	0.80	-18.9	0.45
Βιβάρι	0.59	17.0	0.64	0.54	23.6	0.68

Λαμβάνοντας υπόψη την ποιότητα των παρατηρημένων δεδομένων και το μικρό μήκος της διαθέσιμης χρονοσειράς μετρήσεων θεωρούμε τα αποτελέσματα αυτά επιτυχή και αποδεκτά. Η γραφική σύγκριση μεταξύ των παρατηρούμενων και υπολογιζόμενων (SWAT) χρονοσειρών παροχής παρουσιάζεται στην Εικόνα 2 για την θέση Γέφυρα Βρονταμά (έξοδος της λεκάνης απορροής).

Εικόνα 2. Προσομοιωμένες και παρατηρούμενες παροχές στη θέση Γέφυρα Βρονταμά



Προσομοιώνοντας την υδρολογία της λεκάνης απορροής (2000-2011) καταλήγουμε στο υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής του ποταμού Ευρώτα. Η μέση ετήσια τιμή βροχόπτωσης για την περίοδο προσομοίωσης 2000-2011 υπολογίστηκε ίση με 903 mm, η εξατμισοδιαπονή 424 mm (46.9%) ενώ το δυναμικό νερού (water yield) ίσο με 121 mm (13.4%). Το 33.4% (302 mm) ισοδυναμεί με ποσότητες νερού που χάνονται εκτός λεκάνης λόγω της έντονης καρστικοποίησης του Ταύγετου και του Πάρωνα ενώ ένα ποσοστό της τάξεως του 6.3% χρησιμοποιείται για ανάγκες ύδρευσης. Οι Andreadakis et al. (2008) συμπέραναν πως το ανατολικό τμήμα της περιοχής (Πάρωνας) υποφέρει από έλλειψη νερού που προκαλείται από την γεωμορφολογία της περιοχής. Η τεκτονική οδηγεί τα υπόγεια ύδατα σε μεγάλα βάθη (σχεδόν μέχρι το επίπεδο της θάλασσας) και στη συνέχεια ανατολικά στο Μυρτώο Πέλαγος. Από την άλλη πλευρά, στο Βόρειο και Βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής (Ταύγετος)

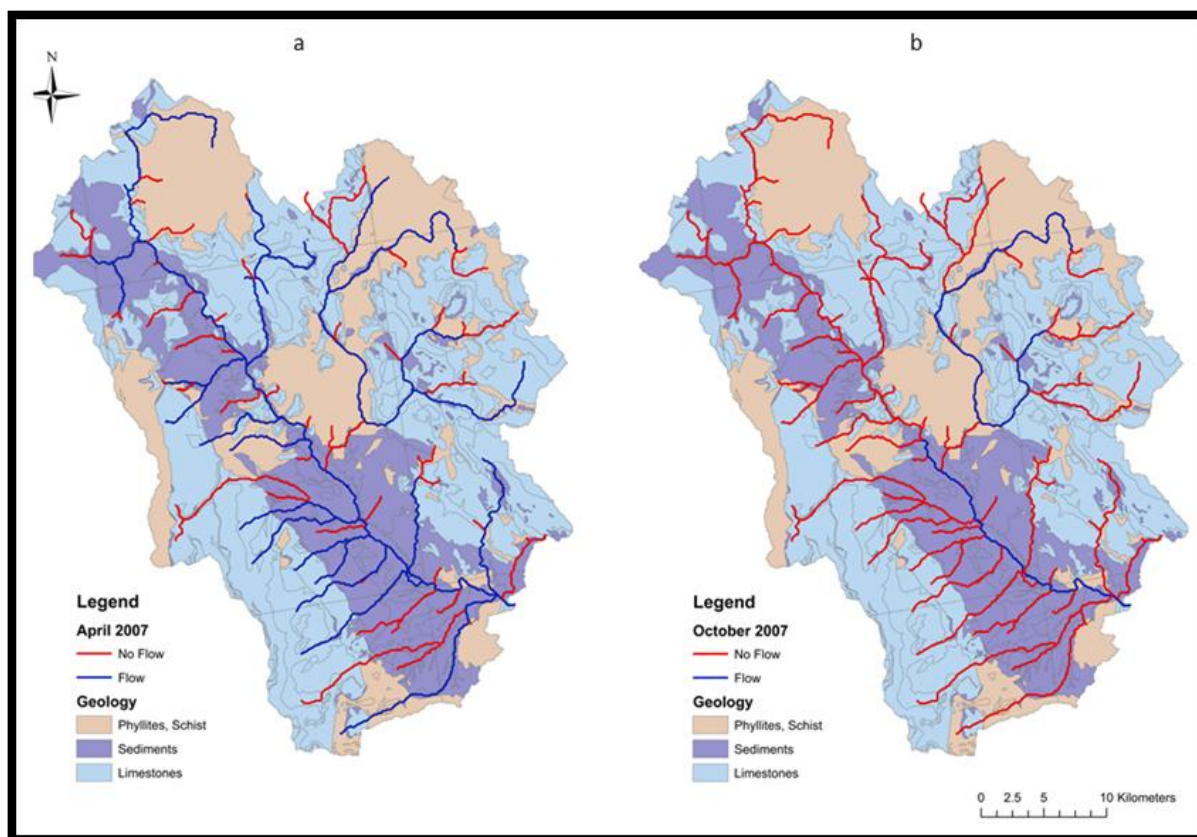
οι υδάτινοι πόροι είναι πιο άφθονοι κυρίως λόγω του μεγάλου αριθμού πηγών που εκφορτίζουν καρστικούς υδροφορείς. Επιπλέον στα προσχωσιγενή πετρώματα υπάρχουν κοκκώδεις υδροφορείς που τροφοδοτούνται από τους γειτονικούς σε αυτά καρστικούς υδροφορείς.

Η μεταβλητότητα των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια της περιόδου 2000-2011 είναι σημαντική και κυμαίνεται από 1474 mm το 2003 (υγρό έτος) σε 647 mm το 2007 (ξηρό έτος). Σε γενικές γραμμές οι βροχοπτώσεις στην περιοχή εμφανίζεται κυρίως κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου-χειμώνα (70%) και μόνο το 30% την άνοιξη. Η υψηλότερη ένταση βροχής σε 24 ώρες συνέβη στις 24/11/2005 και ήταν 129 mm ενώ το 75% των επεισοδίων βροχής είχε ένταση κάτω των 10 mm.

Για την περαιτέρω εξέταση και επαλήθευση της υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Ευρώτα μέσω του μοντέλου SWAT σε ξηρές περιόδους δημιουργήθηκαν χάρτες απορροής προσδιορίζοντας τα τμήματα του ποταμού με επιφανειακή ροή ή όχι, χάρτες οι οποίοι στην συνέχεια συγκρίθηκαν με πραγματικούς χάρτες απορροής της ίδιας περιοχής για το ξηρό έτος 2007. Ο όρος "αποξήρανση του ποταμού- river desiccation" χρησιμοποιείται για να περιγράψει την έκταση του δικτύου του ποταμού που ξεραίνεται κατά τη διάρκεια μιας περιόδου ανομβρίας. Είναι μια σημαντική οικολογική παράμετρος, διότι σχετίζεται με την επιβίωση των ψαριών και την οικολογική ποιότητα του ποταμού (Skoulikidis et al., 2011). Η Εικόνα 3 παρουσιάζει τα αποτελέσματα ροής μέσω του μοντέλου SWAT (Απρίλιος και Οκτώβριος 2007) προκειμένου να απεικονιστεί η εξέλιξη της αποξήρανσης του υδρογραφικού δικτύου κατά τη διάρκεια ενός ξηρού έτους.

**Εικόνα 3.** Υδρολογικός χάρτης προσομοιωμένης ροής Ευρώτα ποταμού

a) Απρίλιος 2007 και b) Οκτώβριος 2007



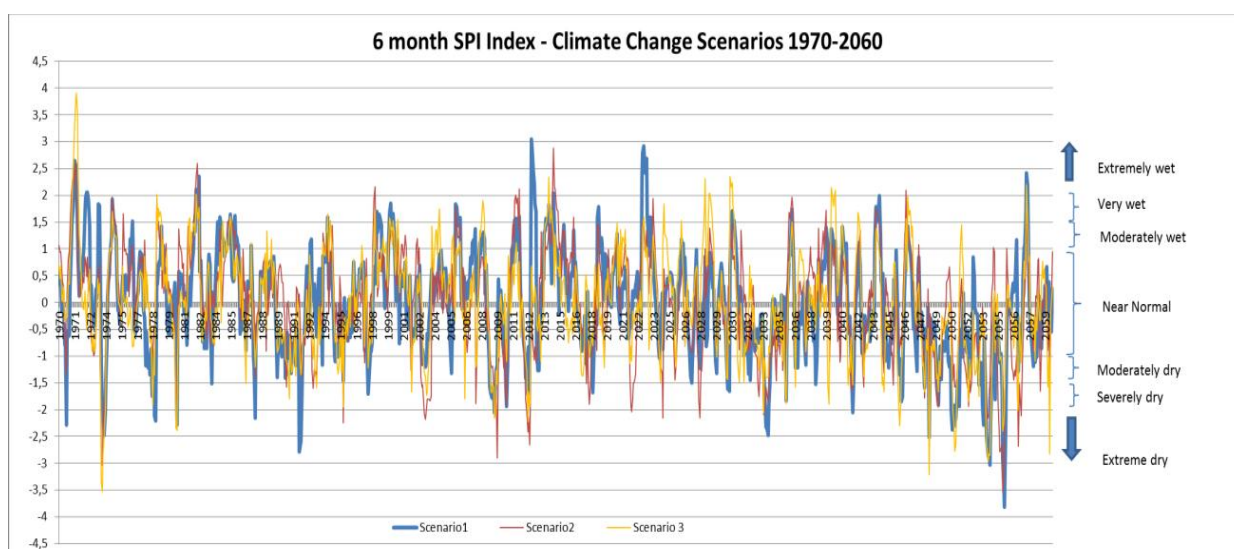
Μέσες μηνιαίες τιμές απορροής εκτιμήθηκαν τον Απρίλιο και τον Οκτώβριο του 2007, αντιπροσωπεύοντας την αρχή και το τέλος της ξηρής περιόδου στον Ευρώτα και επιλέχθηκε μια τιμή κατώφλι (0.01 m<sup>3</sup>/s) υποδεικνύοντας συνθήκες μηδενικής ροής στα αποτελέσματα του μοντέλου SWAT. Με βάση αυτή τη σύγκριση προέκυψε πάνω από το 85% των τμημάτων του ποταμού αντιπροσωπεύουν ίδια χαρακτηριστικά ροής με αυτά των πραγματικών χαρτών αποξήρανσης ποταμού παρέχοντας επιπλέον ενδείξεις ότι το μοντέλο μπορεί να απεικονίσει συστηματικά συνθήκες χαμηλής ή μηδενικής ροής στη λεκάνη. Τα αποτελέσματα είναι συγκρίσιμα με τους πραγματικούς χάρτες αποξήρανσης του ποταμού όπως δημιουργήθηκαν από τους Skoulikidis et al. (2011) για το ίδιο χρονικό διάστημα, παρέχοντας πρόσθετη απόδειξη ότι το μοντέλο SWAT μπορεί να προσομοιώσει συνθήκες χαμηλής ή μηδενικής ροής στη λεκάνη.

#### ΣΕΝΑΡΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Ένα από τα βασικότερα προβλήματα σήμερα αποτελεί και η μεταβολή των κλιματικών συνθηκών και οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Η κατανόηση ότι ελλείμματα κατακρημνισμάτων έχουν διαφορετικές

επιπτώσεις για τα υπόγεια ύδατα, τους ταμειυτήρες, την εδαφική υγρασία, τη χιονόπτωση (snowpack) και την απορροή (streamflow) οδήγησε τον McKee et al. (1993) να αναπτύξουν τον Δείκτη τυποποιημένης Βροχόπτωσης (SPI). Ο SPI έχει σχεδιαστεί για την ποσοτικοποίηση του ελλείμματος βροχοπτώσεων για πολλαπλές χρονικές κλίμακες. Αυτές οι χρονικές κλίμακες αντανακλούν τις επιπτώσεις της ξηρασίας στη διαθεσιμότητα των διαφόρων υδάτινων πόρων. Στην παρούσα εργασία ελέγχθηκαν τρία σενάρια (KNMI-RACMO2, MPI-M-REMO, SMHI-RCA) που αντικατοπτρίζουν τις μεταβολές στο κλίμα και συγκεκριμένα στη βροχόπτωση και στην θερμοκρασία. Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται ο δείκτης SPI 6 μηνών για την λεκάνη απορροής του ποταμού Ευρώτα και για την περίοδο 1970-2060. Όσο ο δείκτης παραμένει μικρότερος του 0 συνεχίζεται η ξηρασία ενώ σε τιμές μεγαλύτερες του 0 περνάμε σε υγρές περιόδους.

**Εικόνα 4.** Χρονοσειρά του δείκτη SPI περιόδου 6 μηνών για τα τρία κλιματικά σενάρια για τη λεκάνη του Ευρώτα για την περίοδο 1970-2060



Τα υδατορέματα διαλείπουσας ροής αποτελούν ένα σημαντικό μέρος των υδρογραφικών δικτύων στις περισσότερες περιοχές του κόσμου και αναμένεται να αυξηθούν λόγω τόσο της κλιματικής αλλαγής όσο και λόγω της αυξημένης κατανάλωσης νερού από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η διακοπή των υδρόβιων συνθηκών σε αυτά τα υδατορέματα παίζει καθοριστικό ρόλο στις οικολογικές κοινότητες (Gallart et al., 2012). Με την οδηγία πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα ύδατα, η κατάσταση της υδρόβιας ζωής των υδατορεμάτων είναι το κύριο κριτήριο για τον προσδιορισμό της οικολογικής ποιότητας των υδάτων. Αλλά στα υδατορέματα διαλείπουσας ροής λόγω της επίδρασης ξηρών περιόδων το νερό μπορεί να μην είναι πάντα παρόν την ημερομηνία δειγματοληψίας ή οι βιολογικές κοινότητες που θα βρεθούν να είναι σημαντικά φτωχότερες από ό,τι οι κοινότητες αναφοράς που ζουν σε υδατορέματα μόνιμης ροής. Συνεπώς είναι απαραίτητος ένας καταλληλότερος χαρακτηρισμός του



καθεστώς των υδατορέματων ο οποίος θα περιλαμβάνει υπόψη του και τους υδρολογικούς περιορισμούς στην ανάπτυξη της υδρόβιας ζωής. Ο χαρακτηρισμός των καθεστώτων ροής γίνεται συνήθως από την άποψη των μετρήσεων απορροής. Στα υδατορέματα διαλείπουσας ροής τα κλασικά πέντε στατιστικά στοιχεία των μετρήσεων ροής (μέγεθος, συχνότητα, χρόνος, διάρκεια και ρυθμός μεταβολής) πρέπει να αντικατασταθούν από στατιστικά στοιχεία της συχνότητας των ενδιαιτημάτων για τον χαρακτηρισμό των συστημάτων τους. Ο χαρακτηρισμός των υδάτινων οικοτόπων μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε 6 κατηγορίες (Gallart et al., 2012) όπως Floods, Riffles, Connected, Pools, Dry και Arid (Εικόνα 5).

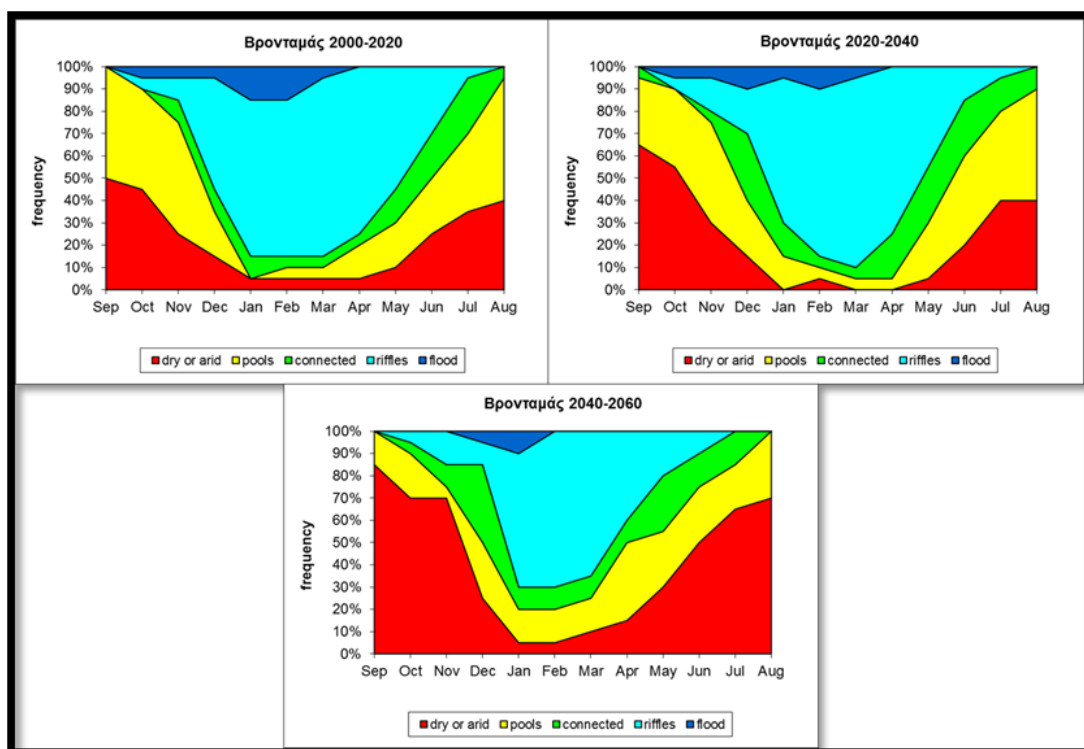
**Εικόνα 5.** Κατηγορίες χαρακτηρισμού υδάτινων οικοτόπων



Τα δεδομένα παροχής (2000-2060) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον στατιστικό υπολογισμό εμφάνισης των χαρακτηριστικών υδρόβιων οικοτόπων (Flood, riffles, connected) αφού πρώτα οριστούν οι τιμές ροής που αντιπροσωπεύουν τα κατώτατα όρια που χωρίζουν την εμφάνιση των διαφόρων υδρόβιων καταστάσεων. Η μηνιαία χρονική κλίμακα είναι η καταλληλότερη και οι μετρούμενες τιμές παροχής είναι απαραίτητες για την ανάλυση αυτή. Η μορφή της καμπύλης διάρκειας ροής (Flow Duration Curve) βοήθεια στο έργο αυτό. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα προσομοίωσης των επιφανειακών υδάτων μέσω του μοντέλου SWAT σχεδιάστηκαν οι καμπύλες διάρκειας ροής των υπό εξέταση περιοχών και υπολογίστηκαν τα οι τιμές παροχής που ορίζουν τις κατηγορίες χαρακτηρισμού των υδάτινων οικοτόπων. Προκειμένου να καταστεί ορατή η εποχιακή εμφάνιση των υδρόβιων συνθηκών σε ένα υδατόρεμα δημιουργήθηκε το διάγραμμα συχνότητας της υδρόβιας κατάστασης ASGF (Aquatic States Frequency Graph). Το γράφημα δείχνει την παρατηρούμενη μηνιαία συχνότητα

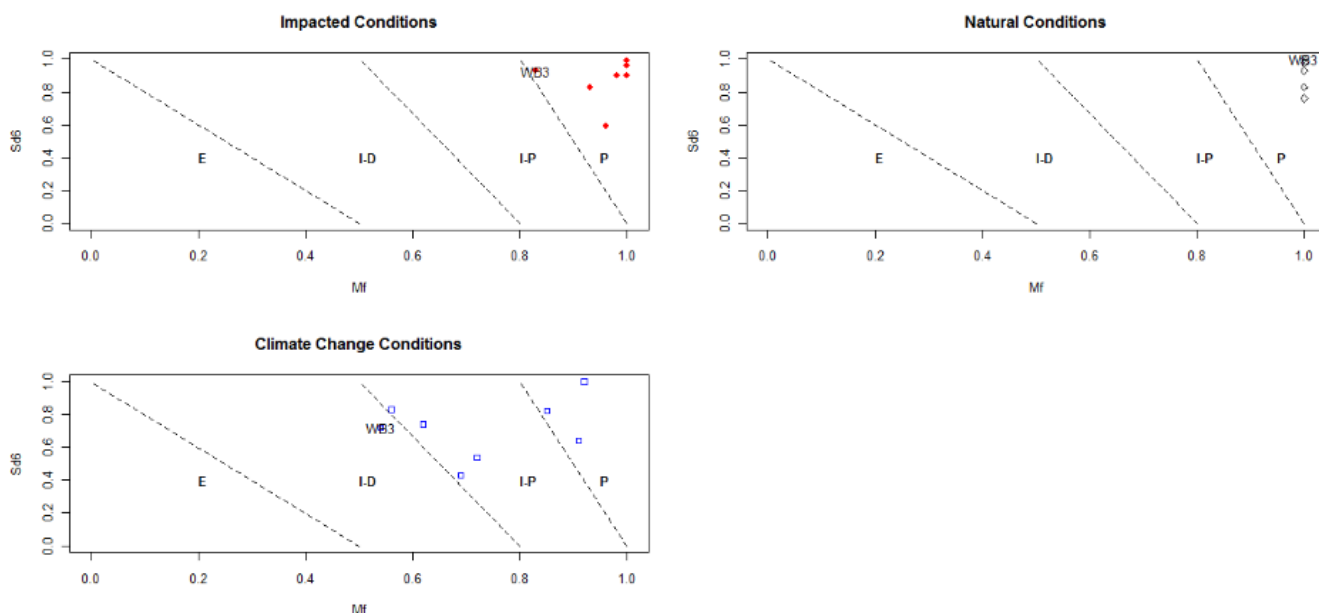
εμφάνισης των διαφόρων καταστάσεων με βάση την ανάλυση της καμπύλης διάρκειας ροής. Επίσης προσπαθεί να δώσει μια πρώτη εκτίμηση της κατάστασης του καθεστώτος ροής που σχετίζεται με την ανάπτυξη της υδρόβιας πανίδας και να διευκολύνει τον σχεδιασμό των δειγματοληψιών. Αφού υπολογίστηκαν οι τιμές ορίων εμφάνισης των καθεστώτων ροής της περιόδου 1970-2011 στην συνέχεια προσομοιώθηκε στο μοντέλο SWAT το 1ο σενάριο κλιματικών αλλαγών (KNMI-RACMO2) έως το 2060 και σχεδιάστηκαν τα διαγράμματα ASGF ανά 20ετία για όλες τις υπό εξέταση θέσεις. Τα διαγράμματα της υδρόβιας κατάστασης ASGF για την θέση Γέφυρα Βρονταμά παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.

**Εικόνα 6.** Βρονταμάς - Aquatic States Frequency Graph (2000-2060)



Σύμφωνα με τα διαγράμματα ASGF σε όλες τις θέσεις παρατήρησης το μεγαλύτερο πρόβλημα επάρκειας επιφανειακών υδάτων προβλέπεται ότι θα υπάρξει την περίοδο 2040-2060 και ιδιαίτερα στο υδατόρεμα της Μαγουλίτσας ενώ αντίθετα περιοχές όπως η Ρασίνα δεν θα κινδυνεύσουν ιδιαίτερα.

**Εικόνα 7.** Διάγραμμα Sd6-Mf όπου παρουσιάζεται η υδρολογική κατάσταση του ποταμού στις παρούσες συνθήκες, στις φυσικές συνθήκες αναφοράς και υπό την επίδραση των κλιματικών αλλαγών



Χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα του μοντέλου SWAT για να υπολογίσουμε την υδρολογική κατάσταση των υδάτινων σωμάτων του Ευρώτα με τη χρήση του Εργαλείου Υδρολογικής Κατάστασης (Hydrological Status Tool). Για τον υπολογισμό των παροχών υπό συνθήκες αναφοράς αφαιρέθηκαν όλες οι ποσότητες άρδευσης, διατηρώντας τις ίδιες χρήσεις γης γιατί προέκυψε από στοιχεία της στατιστικής υπηρεσίας ότι οι επιφάνειες γεωργικής γης δεν έχουν μεταβληθεί τα τελευταία 50 χρόνια. Προέκυψε από το μοντέλο υδρολογικής κατάστασης ότι τα περισσότερα υδάτινα σώματα βρίσκονταν σε καθεστώς μόνιμης ροής στις συνθήκες αναφοράς, ενώ σήμερα η ροή τους είναι διαλείπουσα και ότι λόγω των κλιματικών αλλαγών πολλά από αυτά θα έχουν διαλείπουσα προς ξηρή ροή (Εικόνα 7). Επίσης προέκυψε ότι τα περισσότερα υδάτινα σώματα θα μετακινηθούν λόγω της κλιματικής αλλαγής από την κατάσταση μόνιμης ροής (Permanent) στην κατάσταση διαλείπουσας ροής (Intermittent flow-Permanent) (Tzoraki et al., 2015).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραδοχές που έγιναν, η μεθοδολογική προσέγγιση του υδρολογικού και υδατικού ισοζυγίου στην εξεταζόμενη λεκάνη έχει αβεβαιότητες όμως σε κάθε περίπτωση αποτελεί μια

συστηματική προσπάθεια για τη συγκεκριμένη λεκάνη και δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα όσον αφορά στην εκτίμηση της υδατικής κατάστασης με στόχο την ανάπτυξη ολοκληρωμένης πολιτικής διαχείρισης των υδάτινων πόρων της από την τοπική κοινωνία. Η χρήση επιπλέον δεδομένων θα ήταν ακόμη πιο ευνοϊκή για τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, θα εξάλειφε την αβεβαιότητα που υπήρχε κατά τη διαδικασία κυρίως της βαθμονόμησης του μοντέλου και θα καθιστούσε πιο ολοκληρωμένη την εικόνα της κατάστασης των υπογείων υδάτων της περιοχής. Ο σχεδιασμός της δειγματοληψίας της υδρολογίας και της μεταφοράς ιζημάτων της λεκάνης απορροής επικεντρώθηκε στη συλλογή δεδομένων σε διάφορες κλίμακες για την ελαχιστοποίηση της αβεβαιότητας που προκύπτει από υφιστάμενους περιορισμούς και την μεγάλη έκταση της λεκάνης απορροής. Το ολοκληρωμένο υδρολογικό μοντέλο, SWAT προσομοίωσε ταυτόχρονα την αλληλεπίδραση όλων των διεργασιών του υδρολογικού κύκλου τόσο στην ακόρεστη όσο και στην κορεσμένη ζώνη και σε συνδυασμό με την συλλογή των κατάλληλων δεδομένων πεδίου (υδρο-μετεωρολογικών) μετατράπηκε σε ένα πολύτιμο εργαλείο για την ορθή διαχείριση του υδατικού δυναμικού. Σύμφωνα με την προσομοίωση σε γενικές γραμμές σχεδόν το 90% του υδρογραφικού δικτύου του Ευρώτα ποταμού αποτελείται από τμήματα διαλείπουσας ροής και μόνο το 10% αποτελείται από τμήματα συνεχούς ροής. Με βάση τη σύγκριση της προσομοίωσης με το μοντέλο SWAT με πραγματικούς χάρτες στο πεδίο προέκυψε πάνω από το 85% των τμημάτων του ποταμού αντιπροσωπεύουν ίδια χαρακτηριστικά ροής με αυτά των πραγματικών χαρτών αποξήρανσης ποταμού παρέχοντας επιπλέον ενδείξεις ότι το μοντέλο μπορεί να απεικονίσει συστηματικά συνθήκες χαμηλής ή μηδενικής ροής στη λεκάνη. Η συχνότητα των πλημμυρών στον κεντρικό ρου του ποταμού εκτιμάται ότι είναι μεταξύ 5% και 7%. Όπως συμβαίνει με το σύνολο των εκτιμήσεων του μοντέλου, οι χάρτες απεικονίζουν την δυναμική του νερού στις διάφορες περιοχές της λεκάνης βοηθώντας στον εντοπισμό των ευαίσθητων περιοχών όπου η λήψη και εφαρμογή διαχειριστικών μέτρων ενδείκνυται περισσότερο. Τα διαγράμματα συχνότητας της υδρόβιας κατάστασης ASGF (Aquatic States Frequency Graph) δείχνουν την παρατηρούμενη μηνιαία συχνότητα εμφάνισης των διαφόρων καταστάσεων με βάση την ανάλυση της καμπύλης διάρκειας ροής. Επίσης δίνουν μια πρώτη εκτίμηση της κατάστασης του καθεστώτος ροής που σχετίζεται με την ανάπτυξη της υδρόβιας πανίδας και να διευκολύνει τον σχεδιασμό των δειγματοληψιών. Σύμφωνα με αυτά το μεγαλύτερο πρόβλημα επάρκειας επιφανειακών υδάτων προβλέπεται ότι θα υπάρξει την περίοδο 2040-2060 και ιδιαίτερα στο υδατόρεμα της Μαγουλίτσας ενώ αντίθετα περιοχές όπως η Ρασίνα δεν θα κινδυνεύσουν ιδιαίτερα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andreadakis, E., Fountoulis, I., Mariolakos, I., Kapourani, E., 2008. Hydrometeorological Natural Disasters and Water Resources Management in Evrotas River Basin (Peloponnesus, Greece). 3rd International Conference “AQUA 2008” on Water Science and Technology, 16-19 October 2008, Athens, Greece.
- Arabi, M., Frankenberger, J.R., Engel, B.A., and Arnold, J.G. (2008). Representation of agricultural conservation practices with SWAT. *Hydrological processes* 22, 3042-3055.
- Arnold, J. G., R. Srinivasan, R. S. Muttiah, and J. R. Williams. 1998. Large-area hydrologic modeling and assessment: Part I. Model development. *J. American Water Resour. Assoc.* 34(1):73-89
- Borah, D.K and Bera, M. (2004). Watershed-scale hydrologic and nonpoint-source pollution models: review of applications. *Transactions of the ASABE* 47, 789-803.
- Bougeard, S., Qannari, E. M., & Rose, N. (2011). Multiblock Redundancy Analysis: interpretation tools and application in epidemiology. *Journal of chemometrics*, 25, 467-475.
- Engel, B., D. Storm, M. White, J. Arnold, and M. Arabi. 2007. A hydrologic/water quality model application protocol. *J. American Water Resour. Assoc.* 43(5): 1223-1236.
- Gallart, F., Y. Amaxidis, P. Botti, G. Cane, V. Castillo, P. Chapman, J. Froebrich, J. Garcia-Pintado, J. Latron and P. Llorens, 2008. Investigating hydrological regimes and processes in a set of catchments with temporary waters in Mediterranean Europe/Étude des régimes et processus hydrologiques dans un ensemble de bassins versants aux eaux temporaires dans l'Europe Méditerranéenne. *Hydrological Sciences Journal*, 53, 618-628
- Gallart, F., Prat, N., Garca-Roger, E.M., Latron, J., Rieradevall, M., Llorens, P., Barbera, G.G., Brito, D., De Girolamo, A.M., Lo Porto, A., Buffagni, A., Erba, S., Neves, R., Nikolaidis, N.P., Perrin, J.L., Querner, E.P., Quinonero, J.M., Tournoud, M.G., Tzoraki, O., Skoulikidis, N., Gamez, R., Gomez, R., Froebrich, J., 2012. A novel approach to analysing the regimes of temporary streams in relation to their controls on the composition and structure of aquatic biota. *Hydrology and Earth System Sciences* 16, 3165-3182.
- Gassman, P. W., M. Reyes, C. H. Green, and J. G. Arnold. 2007. The Soil and Water Assessment Tool: Historical development, applications, and future directions. *Trans. ASABE* 50(4): 1211-1250.

- Kepner, W.G., Semmens, D.J., Bassett, S.D., Mouat, D.A., and Goodrich, D.C. 2004. Scenario Analysis for the San Pedro River, Analyzing Hydrological Consequences of a Future Environment. *Environmental Monitoring and Assessment*. 94:115-127.
- Nikolaidis, N. P., Bidoglio, G., Bouraoui, F., & Cristina Cardoso, A. (2014). Comprehensive Water Quality and Purification. *Comprehensive Water Quality and Purification* (pp. 230–250). Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-382182-9.00076-1
- Kirkby MJ (2005) Editorial Report for 2005, *Earth Surface Processes and Landforms*, 30, pp.1593-1595. doi: 10.1002/esp.1316
- Migliaccio, K. W., and P. Srivastava. 2007. Modeling hydrology at the watershed scale. *Trans. ASABE* 50(5): 1695-1703.
- Lenhart, T., Eckhardt, K., Fohrer, N. and Frede, H.-G. (2002). Comparison of two different approaches of sensitivity analysis. *Physics and Chemistry of the Earth* 27(9-10), 645-654.
- López-Bermúdez, F., Romero-Díaz, A., Martínez-Fernandez, J., Martínez-Fernandez, J., 1998. Vegetation and soil erosion under a semi-arid Mediterranean climate: a case study from Murcia (Spain). *Geomorphology*. 24, 51-58.
- McKee, T. B., N. J. Doesken, and J. Kleist, 1993: The relationship of drought frequency and duration of time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan17-23, 1993, Anaheim CA, pp.179-186.
- Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., Veith, T. L., 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations, *T. Asabe*. 50, 885–900.
- Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Williams, J.R., 2005a. SWAT theoretical documentation version 2005. Temple, Texas: Grassland, Soil and Water Research Laboratory, Agricultural Research Service.
- Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Williams, J.R., 2005b. SWAT input/output file documentation version 2005. Temple, Texas: Grassland, Soil and Water Research Laboratory, Agricultural Research Service.
- Santhi, C, Arnold, J.G., Williams, J.R., Dugas, W.A., Srinivasan, R. and Hauck, L.M. (2001). Validation of the SWAT model on a large river basin with point and nonpoint sources. *Journal of the American Water Resources Association* 37(5), 1169-1188.

- Skoulikidis, N., Vardakas, L., Karaouzas, I., Economou, A., Dimitriou, E., Zogaris, S., 2011. Assessing water stress in Mediterranean lotic systems: insights from an artificially intermittent river in Greece. *Aquatic Sciences - Research Across Boundaries*. 73, 581-597.
- Tzoraki, O., Girolamo, A.M., Gamvroudis, Ch., Skoulikidis, N., 2015. Assessing the Flow alteration of temporary streams under current conditions and changing climate by SWAT model, *Intl. J. River Basin Management*, in press, DOI: 10.1080/15715124.2015.1049182.
- Tzoraki, O., Nikolaidis, N.P., Keldjzen, T., Cooper, D., Gamvroudis, C., Gallart, F., Froebrich, J., Querner, E., 2013. Flood Generation and Classification of a semi-arid Intermittent Flow Watershed: Evrotas river, *Intl. J. River Basin Management* Vol. 11, No. 1 (March 2013), pp. 1–16.
- Van Griensven, A., Meixner, T., Grunwald, S., Bishop, T., Diluzio, M. and Srinivasan, R. (2006). A global sensitivity analysis tool for the parameters of multi-variable catchment models. *Journal of Hydrology* 324(1-4), 10-23.

**Τσαλιγόπουλος Άγγελος\*, Ζευγώλης Ιωάννης, Οικονόμου Χρήστος, Οικονόμου Βέρα, Ματσίνος Γιάννης, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΠΙΘΑΝΟΥ ΣΥΝ-ΟΦΕΛΟΥΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΗΧΟΤΟΠΙΩΝ**

\*Πανεπιστήμιο Αιγαίου, *email*: envm11047@env.aegean.gr

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ύπαρξη του περιβαλλοντικού θορύβου στα αστικά συγκροτήματα επιβαρύνει τη ποιότητα της ζωής των κατοίκων, αλλά και την συνολική ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος. Πολυάριθμες έρευνες έχουν καταλήξει πως η ύπαρξη χώρων πρασίνου σε ένα αστικό συγκρότημα, έχει οφέλη όσον αφορά τον μετριασμό περιβαλλοντικών πιέσεων όπως ο περιβαλλοντικός θόρυβος. Οι επικείμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, απαιτούν διεργασίες πρόληψης και προσαρμογής καθώς αναμένεται να δημιουργηθούν νέες προκλήσεις για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Η οικολογική αποκατάσταση διαταραγμένων ηχοτοπίων σε συνδυασμό με τις διεργασίες μετρίασης του περιβαλλοντικού θορύβου, θα μπορούσαν να περιληφθούν στις πιθανές αποκρίσεις της ανθρωπότητας ως προς την αντιμετώπισή των επερχόμενων μεταβολών. Η απώλεια των οικοσυστημικών υπηρεσιών και λειτουργιών, ως αποτέλεσμα της ανθρωπογενούς πίεσης οποιασδήποτε μορφής, μεταβάλλει την ακεραιότητα, την υγεία, την αντίσταση και την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων.

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η δημιουργία πρωτοκόλλου που χρησιμοποιεί συνδυαστικά τεχνικές οικολογικής αποκατάστασης και ανάπλασης ηχοτοπίων, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σε προσπάθειες δημιουργίας αστικών χώρων πρασίνου, με συν-οφέλη όσον αφορά την ακουστική ποιότητα αλλά και τη πιθανή πρόληψη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Για την ανάδειξη της υφιστάμενης ακουστικής κατάστασης των πάρκων, πραγματοποιήθηκαν ηχητικές μετρήσεις και ακουστικοί περίπατοι, ενώ παράλληλα δημιουργήθηκαν χάρτες θορύβου. Για την ανάδειξη της υφιστάμενης οικολογικής κατάστασης των πάρκων απαραίτητη είναι η αναγνώριση και καταγραφή της βλάστησης και των ειδών των πουλιών ώστε να αναδειχθούν οι πιθανές θετικές επιπτώσεις στο συνολικό ηχοτοπίο. Τα δεδομένα από τους ακουστικούς περιπάτους, τις ηχητικές μετρήσεις, τη χαρτογράφηση, την καταγραφή των ειδών βλάστησης και της ορνιθοπανίδας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά, με



σκοπό να τεθούν οι βάσεις για μελλοντικές προσπάθειες ακουστικής ανάπλασης των αστικών χώρων πρασίνου.

**Λέξεις Κλειδιά:** *Ηχοτοπίο, Ακουστικός Περίπατος, Οικολογική Αποκατάσταση, Χάρτης Θορύβου*

## ABSTRACT

Environmental noise in agglomerations burdens both, the quality of life and the quality of the overall urban environment. Numerous studies have concluded that the existence of urban green areas is beneficial regarding the mitigation of environmental noise and of other environmental pressures. The impending climate change impacts require prevention and adaptation processes as the creation of new challenges for biodiversity conservation is expected. The ecological restoration of disturbed soundscapes in combination with the efforts of environmental noise mitigation could possibly be included to the responses of humanity in dealing with the upcoming changes. The loss of ecosystem services and functions as a result of anthropogenic pressure of any form alters the integrity, health, resistance and resilience of ecosystems.

The goal of this research is the creation of a supple practical protocol that uses conjunctively ecological restoration and soundscape rejuvenation techniques, in order to assist efforts of urban green space restoration with numerous co-benefits such as acoustic quality and climate change adaptation.

In order to highlight the acoustic quality of these parks, noise measurements and soundwalks were conducted. Furthermore, noise maps for both parks were created. In order to highlight the current ecological status of the two parks, it was considered necessary to record and identify both flora and fauna in order to emphasize the possible positive effects on the overall soundscape. The data collected from soundwalks, noise measurements, noise mapping, flora and fauna documentation and bird territory identification, could be used conjunctively in order to set the ground of future efforts regarding urban green space acoustic renovation.

**Keywords:** *Soundscape, Soundwalk, Ecological Restoration, Noise Map*

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα αστικά κέντρα, αποτελούν κινητήρια δύναμη της αλλαγής του κλίματος, καθώς μεταξύ άλλων, αποτελούν βασική πηγή εκπομπής αερίων θερμοκηπίου (GHGs). Το γεγονός αυτό, τα

καθιστά ευάλωτα στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Govindarajulu, 2014). Η έντονη αστικοποίηση έχει ως αποτέλεσμα, την αύξηση της θερμοκρασίας με το φαινόμενο της θερμονησίδας (Wilby, 2006), την αύξηση της απορροής εξαιτίας των μη διαπερατών επιφανειών, την αύξηση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Whitford et.al., 2001), και την αύξηση των επιπέδων περιβαλλοντικού θορύβου.

Τα υγιή, πλήρως λειτουργικά οικοσυστήματα, είναι περισσότερο ανθεκτικά σε περιβαλλοντικές πιέσεις και συνεπώς περισσότερο ευέλικτα, όσον αφορά την προσαρμογή τους στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Munang et.al., 2011). Παρόλα αυτά, τα οικοσυστήματα και κυρίως οι πράσινες περιοχές σε ένα αστικό συγκρότημα, συνεχίζουν να υποβαθμίζονται εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, της ρύπανσης και τις μη βιώσιμης εκμετάλλευσης. Οι οικοσυστημικές υπηρεσίες των πράσινων περιοχών, μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες προσαρμογής, ενώ η υγιής κατάσταση τους, παρέχει άμυνα κατά των αρνητικών επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος (Munang et.al. 2013).

Το αστικό πράσινο με τη μορφή πράσινων περιοχών και το αστικό μπλε με τη μορφή υδάτινων χώρων, προσφέρουν μια σειρά από περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη στους κατοίκους μιας πόλης (Kabisch, 2015). Το φιλτράρισμα του αέρα, η ρύθμιση του μικροκλίματος, η ψυχαγωγική και πολιτιστική αξία, υδρολογικές υπηρεσίες, η αύξηση βιοποικιλότητας και η μείωση του θορύβου (Bolund 1999, Elmqvist et.al. 2015), είναι μερικά από τα οφέλη που αποδίδονται στο αστικό πράσινο και το αστικό μπλε. Αναλυτικότερα, οι οικοσυστημικές υπηρεσίες που προσφέρουν (Liyun Yang et.al. 2015, Tratalos, et.al. 2007, Fisher, et.al. 2009), είναι η ενίσχυση της ευημερίας των κατοίκων ενός αστικού συγκροτήματος, ο εμπλουτισμός της αισθητικής και της ψυχαγωγίας, η ενίσχυση της διαδικασίας απορρόφησης των ατμοσφαιρικών ρύπων, η μετρίαση και η προσαρμογή των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, η μείωση του φαινομένου της αστικής θερμονησίδας, η ρύθμιση του μικροκλίματος, η αύξηση της βιοποικιλότητας μιας περιοχής και η μείωση των επιπέδων περιβαλλοντικού θορύβου.

Η αναδιάταξη, ο επανασηματισμός και η αποκατάσταση του πρασίνου σε ένα αστικό συγκρότημα, δημιουργεί οφέλη όσον αφορά την ποιότητα του περιβάλλοντος, με πολλά “συν’ οφέλη”, σχετικά με την προετοιμασία κατά των επιπτώσεων της επερχόμενης κλιματικής αλλαγής. Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των πράσινων περιοχών που προσφέρουν δυνατότητες προσαρμογής (Govindarajulu, 2014) είναι η ποσότητα, η ποιότητα, η συνδεσιμότητα και η προσβασιμότητα. Αναρίθμητες έρευνες έχουν καταλήξει πως η ύπαρξη πράσινων περιοχών σε ένα αστικό συγκρότημα μπορεί να προστατεύσει τους

κατοίκους του από τον περιβαλλοντικό θόρυβο (Chiesura, 2004). Συνεπώς η δημιουργία και η διατήρηση ήσυχων περιοχών (Directive 2002/49/EC) σε ένα αστικό συγκρότημα, είναι ζωτικής σημασίας. Τα θέματα βιοποικιλότητας και οι ήσυχες περιοχές, είναι έννοιες συμβιωτικές. Είναι γεγονός, πως οι φυσικοί ήχοι που προέρχονται από βιολογικές και γεωφυσικές διεργασίες, δρουν θετικά στην αντιμετώπιση του ηχοτοπίου από τους χρήστες του (Ismail, 2014). Η σχέση μεταξύ των τεχνικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, με τη δημιουργία και τη διατήρηση ήσυχων περιοχών, είναι αναντίρρητη. Συνεπώς, οι κινήσεις ανάπλασης ενός αστικού ηχοτοπίου, αξιοποιώντας τις οικοσυστημικές υπηρεσίες μιας πράσινης περιοχής, είναι πιθανό να αποκτήσουν το συν-όφελος της προετοιμασίας και αντιμετώπισης των επικείμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

### ***1.2. Αβεβαιότητα και κλιματική αλλαγή***

Η αβεβαιότητα σε ζητήματα κλίματος (Latif, 2011) αντιμετωπίζεται από τα άτομα, με τη βοήθεια δυο διαφορετικών τρόπων σκέψης. Τα δυο συστήματα επεξεργασίας είναι, το βιωματικό και το αναλυτικό (Marx et.al., 2007). Η βιωματική επεξεργασία σχετίζει τις τρέχουσες καταστάσεις με εμπειρίες. Η αναλυτική επεξεργασία περιλαμβάνει μηχανισμούς, που σχετίζουν την τρέχουσα κατάσταση με το συνδυασμό παλαιότερων εμπειριών, καθιστώντας ευκολότερη τη χρήση στατιστικών εννοιών. Μια διαδικασία λήψης απόφασης πρέπει να ενσωματώνει και τους δυο τρόπους σκέψης. Παρόλα αυτά, ειδικά σε ζητήματα κλιματικής αβεβαιότητας ο ρόλος της βιωματικής επεξεργασίας έχει αγνοηθεί. Η βιωματική επεξεργασία λειτουργεί καλύτερα με υλικό που μπορεί κανείς να φανταστεί εύκολα, ανακαλώντας αναμνήσεις και εμπειρίες. Παράλληλα, πολλές πτυχές της κλιματικής μεταβλητότητας και αλλαγής που είναι έννοιες αφηρημένες, ενσωματώνουν την αβεβαιότητα, απαιτώντας ένα ορισμένο επίπεδο αναλυτικής επεξεργασίας.

Το ανθρώπινο μυαλό δεν αντιδρά άμεσα σε απειλές που φαίνονται να εκδηλώνονται στο απώτερο μέλλον. Ως αποτέλεσμα, ανησυχίες μεγάλου βεληνεκούς όπως η κλιματική αλλαγή, δεν ανησυχούν τόσο, όσο τα περισσότερα άμεσα προβλήματα. Στατιστικές προσεγγίσεις και παρουσιάσεις δεδομένων κλιματικής αλλαγής, σπάνια μεταδίδουν την έννοια πως το φαινόμενο αυτό, αποτελεί ταυτόχρονα και άμεση και μελλοντική πρόκληση. Κοινωνιολογικές έρευνες, έχουν καταλήξει πως η βιωματική επεξεργασία μιας κατάστασης, είναι το ισχυρότερο κίνητρο για την ανάληψη δράσης. Παράλληλα, το γεγονός πως τα ζητήματα κλιματικής αλλαγής αντιμετωπίζονται με έναν αναλυτικό τρόπο σκέψης, έχει

αποδειχθεί ανασταλτικός παράγοντας όσον αφορά την άμεση λήψη αποφάσεων (Weber, 2006).

Η χρήση των βιωμάτων για την αντιμετώπιση ενός προβλήματος, μπορεί να προσφέρει άμεση λύση. Αρκετά προβλήματα, όπως οι επικείμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, είναι πολυεπίπεδα και μπορούν να αναχθούν στην αρχική πηγή τους. Οι μεταφορές και η βιομηχανία μπορεί να θεωρούνται λόγοι κλιματικής επιβάρυνσης, εξαιτίας των ρύπων που εκπέμπουν. Ένας από αυτούς τους ρύπους, εκτός του διοξειδίου του άνθρακα, είναι και ο περιβαλλοντικός θόρυβος, η αμεσότητα του οποίου όσον αφορά τον τρόπο που γίνεται αντιληπτός, μπορεί να αποτελέσει πλατφόρμα στην αντιμετώπιση του γενικότερου προβλήματος της κλιματικής αλλαγής. Το βιοματικό πλαίσιο του θορύβου, αποτελεί το τελικό στάδιο ενός γενικότερου προβλήματος. Η αμεσότητα αυτή αποτελεί ισχυρό κίνητρο για την ανάληψη δράσης, με συν-όφελος την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας των επικείμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Τέλος, σε αντίθεση με πολλά άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα, η ηχορύπανση εξακολουθεί να αυξάνεται, ενώ είναι η μόνη περίπτωση περιβαλλοντικής πίεσης για την οποία τα παράπονα του κοινού έχουν αυξηθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια (Gidlöf-Gunnarsson et.al., 2007).

## **2. Περιοχές Μελέτης – Σκοπός Έρευνας**

Η συγκεκριμένη έρευνα, πραγματοποιήθηκε την άνοιξη του 2015 (Μάρτιος – Απρίλιος). Οι περιοχές μελέτης της συγκεκριμένης έρευνας είναι δυο πράσινες περιοχές, το πάρκο Αγίας Ειρήνης και το πάρκο Καραπαναγιώτη. Οι δυο αυτοί αστικοί χώροι πρασίνου, βρίσκονται στο κέντρο της πόλης της Μυτιλήνης (νήσος Λέσβος, Βόρειο Αιγαίο). Πιο συγκεκριμένα, το πάρκο Καραπαναγιώτη καταλαμβάνει χώρο 9.125 m<sup>2</sup> και είναι πλούσιο σε βλάστηση (Φυτοκάλυψη: 90,62%). Στα πλαίσια του πάρκου λειτουργούν μια εκκλησία και μια καφετέρια, μέτριας επισκεψιμότητας. Αντίστοιχα, το πάρκο Αγίας Ειρήνης, καταλαμβάνει έκταση 11.955 m<sup>2</sup> και είναι πλούσιο σε βλάστηση (φυτοκάλυψη: 70,23%). Εσωκλείει μια εκκλησία, μια καφετέρια και μια παιδική χαρά, έντονης επισκεψιμότητας.

Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας, είναι η αποτύπωση μέρους της υφιστάμενης κατάστασης όσον αφορά την ακουστική και την οικολογική κατάσταση αστικών χώρων πρασίνου, με στόχο τη μελλοντική ακουστική ανάπλαση τους. Η εργασία βασίζεται στο γεγονός πως, η ακουστική ποιότητα ενός ηχοτοπίου και γενικότερα μιας ήσυχης περιοχής, συνδέεται άμεσα με την υγεία του οικοσυστήματος και τις οικοσυστημικές του υπηρεσίες. Παράλληλα, τα υγιή, πλήρως λειτουργικά οικοσυστήματα, είναι περισσότερο ανθεκτικά σε περιβαλλοντικές

πιέσεις και συνεπώς περισσότερο ευέλικτα, όσον αφορά την προσαρμογή τους στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Τέλος, μελετάται η υπόθεση πως οι οικοσυστημικές υπηρεσίες των ήσυχων πράσινων αστικών περιοχών, μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες προσαρμογής, ενώ η υγιής κατάσταση τους, παρέχει άμυνα κατά των αρνητικών επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος.

### **3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .**

#### ***3.1. Αναγνώριση και καταγραφή ειδών ορνιθοπανίδας και δημιουργία χαρτών επικρατείας (Territory Mapping)***

Πολλά είδη πουλιών, περιορίζονται σε μικρούς σχετικά χώρους όπως οι αστικοί χώροι πρασίνου, υπερασπίζοντας περιοχές συνήθως κοντά στη φωλιά τους. Η χαρτογράφηση των περιοχών επικράτειας, παρά κάποιους περιορισμούς, έχει αποδειχθεί χρήσιμο εργαλείο συλλογής δεδομένων για οικολογική έρευνα (*Colin Bibby et.al., 2000*). Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, είναι η παρακάτω:

- 10 ημέρες παρατήρησης στα πάρκα Καραπαναγιώτη και Αγίας Ειρήνης (25 Μαρτίου - 3 Απριλίου) μετά το Dawn Chorus 07:00 – 09:00)
- Οπτική και ακουστική αναγνώριση των ειδών
- Παράλληλη καταμέτρηση ειδών κατά προσέγγιση
- Χρήση κωδικών για: είδος, φύλο, ηλικιακή κλάση, συμπεριφορά και χρήση - ύπαρξη φωλιών
- Δημιουργία χάρτη διαδρομών για κάθε ημέρα επίσκεψης
- Καθημερινές καταγραφές ηχοτοπίου σε ουδέτερα σημεία των πάρκων
- Καθημερινές δειγματοληψίες θορύβου οδικής κυκλοφορίας (με συγκεκριμένο πρωτόκολλο)
- Δημιουργία τελικού χάρτη επικράτειας των ειδών ορνιθοπανίδας

#### ***3.2. Μεθοδολογία Χαρτογράφησης Θορύβου Οδικής Κυκλοφορίας***

Για τη χαρτογράφηση της εξάπλωσης του θορύβου οδικής κυκλοφορίας στα πάρκα Αγίας Ειρήνης και Αγίου Κωνσταντίνου, είναι απαραίτητη η συλλογή δεδομένων που σχετίζονται τόσο με την πηγή του θορύβου, όσο και με το δέκτη. Το ακριβές σημείο και το ύψος των κτιρίων, της βλάστησης και των δεκτών, είναι απαραίτητες πληροφορίες, για τη σωστή απεικόνιση της χωρικής εξάπλωσης του θορύβου. Αναντίρρητα σημαντική είναι η συλλογή

ποσοτικών δεδομένων σχετικά με την πηγή θορύβου υπό ανάλυση. Οι πληροφορίες για την περίπτωση του θορύβου οδικής κυκλοφορίας, μπορεί να αφορούν δεδομένα κυκλοφοριακής ροής, ταχύτητας οχημάτων και ποιότητας οδοστρώματος. Εξαιτίας όμως έλλειψης δεδομένων, που μπορεί να οδηγήσει σε λάθος αποτελέσματα, προτιμήθηκε η απευθείας αποτύπωση του θορύβου οδικής κυκλοφορίας με μονόλεπτες δειγματοληψίες περιμετρικά των πάρκων, χρησιμοποιώντας το ηχόμετρο PRO – DX της Vocis Group. Τα παραπάνω δεδομένα, εισήχθησαν στο πρόγραμμα πρόβλεψης θορύβου CadnaA (Computer Aided Noise Abatement, version 4.3) και με συνδυαστική χρήση ψηφιοποιημένου χάρτη (ArcMap), παρήχθησαν οι χάρτες θορύβου για κάθε πάρκο. Οι ακουστικοί δείκτες που “εξορύχτηκαν” από αυτή τη διαδικασία, είναι το επίπεδο του ενεργειακού ισοδύναμου θορύβου ( $L_{eq}$ ) και ο δείκτης της ηχητικής πίεσης SPL (Sound Pressure Level). Πιο συγκεκριμένα, ανάλογα με τον δέκτη θορύβου, ακολουθήθηκε διαφορετική μεθοδολογία. Για την ανάδειξη της εξάπλωσης και επιρροής του θορύβου οδικής κυκλοφορίας με δέκτη τις επικράτειες της ορνιθοπανίδας στα πάρκα πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες θορύβου κατά μήκος των περιμετρικών δρόμων των πάρκων (8 σημεία ανά ημέρα, κατά τη διάρκεια δημιουργίας των χαρτών επικρατείας της ορνιθοπανίδας).

### ***3.3. Ανάδειξη της υγείας της ξυλώδους βλάστησης των κυρίαρχων ειδών με χρήση θερμοφωτογραφιών***

Η θερμική απεικόνιση είναι μία μη καταστρεπτική και ταχεία τεχνική για την αξιολόγηση των εσωτερικών ατελειών των δέντρων. Η συγκεκριμένη τεχνική, ανιχνεύει τη διαφορά θερμοκρασίας στην επιφάνεια των δέντρων και πραγματοποιείται με τη χρήση θερμικής κάμερας. Οι δομικές ατέλειες που εμφανίζουν τα δέντρα – ρωγμές, σάπιες κοιλότητες - μπορεί να τα καταστήσει λιγότερο ανθεκτικά και επιπλέον επισφαλή, εφόσον απαντώνται στο αστικό περιβάλλον (Harris et al., 2003).

Η επιλογή των κατάλληλων περιβαλλοντικών συνθηκών, είναι το αρχικό βήμα για την αποτύπωση της κατάστασης – υγείας των δέντρων υπό μελέτη. Ημέρες με απουσία έντονης ηλιοφάνειας, με χαμηλές εντάσεις ανέμου (έως 3 Beaufort) και με χαμηλά επίπεδα υγρασίας εξαιτίας πιθανής βροχόπτωσης, αποτελούν ιδανικές περιπτώσεις για την ανάδειξη της υφιστάμενης κατάστασης της ξυλώδους βλάστησης. Πιο συγκεκριμένα, για την επιτυχή αποτύπωση της κατάστασης των δέντρων που κυριαρχούν στα πάρκα πραγματοποιήθηκε:

- Οπτική παρατήρηση των δέντρων υπό μελέτη

- Προσδιορισμός της ανάγκης για περαιτέρω αξιολόγηση των χαρακτηριστικών που συνδέονται με δυνητικό κίνδυνο
- Καταγραφή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος
- Καταγραφή της σχετικής υγρασίας
- Καταγραφή της ανακλώμενης θερμοκρασίας από τον κορμό των υπό μελέτη δέντρων
- Απόσταση 1.5 m από τον κορμό του δέντρου σε ύψος 1,3 m
- Η γωνία λήψης της θερμοφωτογραφίας πάρθηκε από 0 - 270 μοίρες (4 φωτογραφίες)

Στη συνέχεια αναλύθηκαν οι θερμοφωτογραφίες των κυρίαρχων ειδών των 2 πάρκων, με τη χρήση του προγράμματος Testo IRSoft 3.6. Για κάθε άτομο του είδους υπό μελέτη, επιλέχθηκε η βέλτιστη αποτύπωση της κατάστασης του κορμού και αναλύθηκαν οι θερμοκρασιακές μεταβολές για την ανάδειξη έντονων διακυμάνσεων.

#### **3.4. Ακουστικός Περίπατος στα πάρκα Καραπαναγιώτη και Αγίας Ειρήνης**

Ο ακουστικός περίπατος είναι μια εμπειρική μέθοδος που επινοήθηκε από τον M. R. Schafer, για την αναγνώριση ενός ηχοτοπίου και των συστατικών του σε διάφορες τοποθεσίες. Παράλληλα, αποτελεί τρόπο εμπλοκής ενδιαφερομένων με σκοπό τη δημιουργία επαγρύπνησης όσον αφορά την ατομική συμβολή στην ποιότητα του ακουστικού περιβάλλοντος. Ο συγκεκριμένος ακουστικός περίπατος πραγματοποιήθηκε με σκοπό την αποτύπωση του τρόπου με τον οποίο ένα ηχοτόπιο γίνεται αντιληπτό από τους χρήστες του, τη δημιουργία βάσης δεδομένων για μελλοντικές συγκρίσεις και τη συλλογή απαραίτητων δεδομένων με σκοπό την ανάπλαση του ηχοτοπίου.

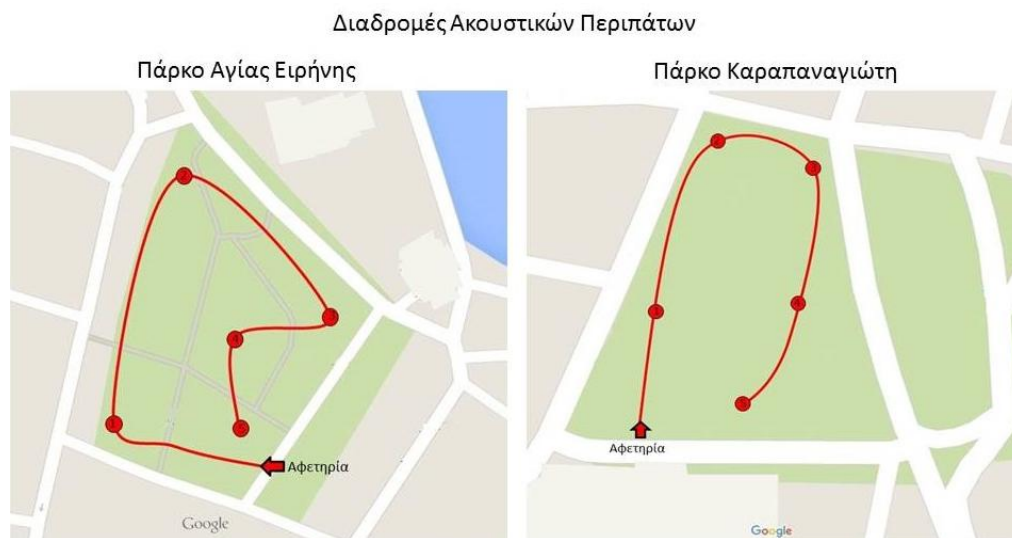
Τα βήματα για τη διεξαγωγή ενός ακουστικού περιπάτου που μπορεί να τροποποιηθούν ανάλογα με το σκοπό της έρευνας, είναι τα παρακάτω:

- Επιλογή στάσεων κατά μήκος της διαδρομής που θα ακολουθηθεί
- Σιωπηλό περπάτημα με κύριο γνώμονα την αίσθηση της ακοής
- Μονόλεπτες στάσεις και συμπλήρωση ερωτηματολογίων που αφορούν το κάθε ηχοτόπιο
- Παράλληλες δειγματοληψίες θορύβου με χρήση ηχομέτρου σε κάθε στάση
- Παράλληλες καταγραφές ηχοτοπίου σε κάθε στάση

Ο ακουστικός περίπατος πραγματοποιήθηκε από μέλη της ακαδημαϊκής κοινότητας του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Την ίδια ημέρα, πρωινές ώρες (11:00 – 12:00 πμ.) πραγματοποιήθηκαν 5 μονόλεπτες στάσεις κατά μήκος μιας διαδρομής στα πάρκα Καραπαναγιώτη και Αγίας Ειρήνης αντίστοιχα (εικόνα 1). Κατά τη διάρκεια των 10 αυτών

στάσεων στα δυο πάρκα, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν τα ερωτηματολόγια που αφορούσαν την κάθε στάση, ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες θορύβου και καταγραφές ηχοτοπίου. Το περιεχόμενο των ερωτηματολογίων συμπεριλάμβανε ερωτήσεις, που αφορούσαν τα ηχητικά χαρακτηριστικά της κάθε στάσης. Κατόπιν, ζητήθηκε από τους περιπατητές να αξιολογήσουν χρησιμοποιώντας μια κλίμακα βαθμολόγησης 5 σημείων, την ακουστική και οπτική άνεση καθώς και την υποκειμενική ένταση του θορύβου σε κάθε στάση.

**Εικόνα 1.** Διαδρομές Ακουστικών Περιπάτων, Πηγή: Google Maps



### **3.5. Μεθοδολογία εύρεσης ακουστικών δεικτών βιοποικιλότητας**

Οι ηχητικές καταγραφές, είναι η βάση της ακουστικής οικολογίας και της οικολογίας ηχοτοπίων. Αυτά τα σχετικά πρόσφατα οικολογικά πεδία έρευνας, μελετούν τη σχέση και την αλληλεπίδραση μεταξύ του ηχοτοπίου, δηλαδή των ήχων του περιβάλλοντος και του ακροατή (Pieretti et.al., 2011). Τα τρία βασικά χαρακτηριστικά του ηχοτοπίου (Bryan C. Pijanowski et.al., 2011), είναι η βιοφωνία που αφορά τις φωνητικές διεργασίες των πτηνών και άλλων ζώων, η γεωφωνία που ενσωματώνει όλους τους ήχους που προέρχονται από γεωφυσικές διεργασίες όπως το θρόισμα των φύλλων και η βροχή και η ανθρωποφωνία που εμπεριέχει όλους τους μηχανικούς θορύβους που προέρχονται από τις κατασκευές του ανθρώπου. Η ακρόαση των καταγραφών ενός ηχοτοπίου και η επεξεργασία των φασματογραφημάτων, παρέχουν ένα νέο τρόπο αξιολόγησης των διαφορών μεταξύ κοινοτήτων και πληθυσμών άγριας ζωής, την παρακολούθηση της εξέλιξης τους σε βάθος χρόνου, ενώ μπορεί να εστιάσει



στη σχέση μεταξύ ζώων και εξωτερικών παραγόντων, όπως η ανθρώπινη επιβολή στο ηχοτοπίο (Pieretti et.al., 2013).

Τα ηχητικά αρχεία ασυμπίεστης μορφής (.wav) που συγκεντρώθηκαν κατά τη διαδικασία της χαρτογράφησης επικράτειας της ορνιθοπανίδας (territory mapping) και κατά τον ακουστικό περίπατο, εισήχθησαν στο λογισμικό R ‘stats’ version 3.1.3 (<http://www.R-project.org/>). Τα πακέτα (R packages) που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα παρακάτω. Το πακέτο seewave (Sueur J. et.al., 2008) συνδυαστικά με το πακέτο “tuner” (Uwe Ligges et.al., 2013), που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και σύνθεση ήχων. Με τη χρήση τους, εξήχθησαν τα απαραίτητα φασματογραφήματα για κάθε ηχητική καταγραφή, για την απεικόνιση του ηχοτοπίου. Τέλος, για την εύρεση ακουστικών δεικτών οικολογίας ηχοτοπίων χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά τα πακέτα, “soundecology” (Villanueva-Rivera et.al. 2015) και “ineq” (Zeileis, 2014).

Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- Δείκτης Ακουστικής Πολυπλοκότητας – Acoustic Complexity Index

Ο δείκτης ακουστικής πολυπλοκότητας, βασίζεται στην παρατήρηση πως οι βιοτικοί ήχοι όπως το τραγούδι των πουλιών, χαρακτηρίζονται από μια μεταβλητότητα εντάσεων, ενώ οι ανθρωπογενείς ήχοι (θόρυβος οδικής κυκλοφορίας) παρουσιάζουν σταθερές τιμές έντασης. Ο δείκτης αυτός, υπολογίζει τον αριθμό των μεγάλων κορυφώσεων (peaks) όσον αφορά την ένταση και τη συχνότητα, σε ένα φασματογράφημα.

- Δείκτης Ηχοτοπίου – NDSI

Ο δείκτης ηχοτοπίου NDSI (Normalized Difference Soundscape Index), εκτιμά το επίπεδο της ανθρώπινης διαταραχής στο ηχοτοπίο, υπολογίζοντας την αναλογία ανθρωποήχων – βιοήχων σε ένα ηχητικό δείγμα. Ο δείκτης, έχει εύρος τιμών στην κλίμακα -1 έως +1, με +1 να υποδεικνύει πως ένα ηχητικό σήμα περιέχει μόνο βιοήχους.

### 3.6. Εργαλεία

Για την αναγνώριση και την καταγραφή της ξυλώδους βλάστησης, έγινε επιτόπια έρευνα στα δυο πάρκα. Για την ανάδειξη της κατάστασης – υγείας της ξυλώδους βλάστησης που επικρατεί σε κάθε περίπτωση, πάρθηκαν θερμοφωτογραφίες με χρήση της θερμικής κάμερας Testo 275 - 2i, ενώ στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η ψηφιακή ανάλυση τους με το αντίστοιχο λογισμικό Testo IRSoft 3.6. Οι δειγματοληψίες θορύβου πραγματοποιήθηκαν με το ηχόμετρο PRO – DX της Vocis Group το οποίο βαθμονομήθηκε πριν τη χρήση του. Οι ηχητικές καταγραφές πραγματοποιήθηκαν με τον ψηφιακό καταγραφέα Tascam DR – 2d. Οι

χάρτες θορύβου δημιουργήθηκαν με χρήση του λογισμικού πρόβλεψης θορύβου CadnaA v.4.3 και του Arc map GIS. Τα φασματογραφήματα και οι ακουστικοί δείκτες, παρήχθησαν με χρήση του λογισμικού R v. 3.1.3. Τέλος, η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με χρήση του λογισμικού SPSS v.20.

#### 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

##### 4.1. Καταγραφή ειδών ξυλώδους βλάστησης

Τα αποτελέσματα της καταγραφής των ειδών ξυλώδους βλάστησης και για τα δυο πάρκα οδήγησε στο συμπέρασμα πως πρόκειται για δυο περιπτώσεις αστικών χώρων πρασίνου με σχετικά μεγάλη ποικιλία, παρά τη μικρή τους έκταση (Πάρκο Αγίας Ειρήνης: 11.955 m<sup>2</sup>, Πάρκο Καραπαναγιώτη: 9.125 m<sup>2</sup>). Στο πάρκο Αγίας Ειρήνης το 71% των ειδών είναι ξενικό. Αντίστοιχα, το ποσοστό των ξενικών ειδών στο πάρκο Καραπαναγιώτη αγγίζει το 58%. Το είδος που κυριαρχεί στο πάρκο Αγίας Ειρήνης είναι η ψευδοακακία “*Robinia pseudoacacia*” (πίνακας 1), ενώ στο πάρκο Καραπαναγιώτη η μουριά “*Morus alba*” (πίνακας 3). Παράλληλα, το είδος του θάμνου που κυριαρχεί στο πάρκο Αγίας Ειρήνης, είναι το λιγούστρο “*Ligustrum japonicum*” (πίνακας 2) και στο πάρκο Καραπαναγιώτη η δάφνη “*Laurus nobilis*” (πίνακας 4), που αποτελεί και τη μοναδική περίπτωση ενδημικού κυρίαρχου είδους ξυλώδους βλάστησης.

Πίνακας 1, Καταγραφή ειδών δέντρων Πάρκο Αγίας Ειρήνης

<b>Πάρκο Αγίας Ειρήνης</b>				
<b>Είδη δέντρων</b>		<b>Λειτουργική μορφή</b>	<b>Αριθμός</b>	<b>Ενδημικό / ξενικό</b>
<b>Albizia julibrissin</b>	Ακακία Κωνσταντινουπόλεως	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	2	Ξενικό
<b>Casuarina equisetifolia</b>	Καζουαρίνα	Κωνοφόρο	12	Ξενικό
<b>Cedrus deodara</b>	Κέδρος των Ιμαλαΐων	Κωνοφόρο	4	Ξενικό
<b>Cercis siliquastrum</b>	Κουτσουπιά	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	11	Ενδημικό
<b>Citrus aurantium</b>	Νερατζιά	Καρποφόρο	12	Ξενικό
<b>Cupressocyparis leylandii</b>	Κυπρεσοκυπάρισσος Leyland	Κωνοφόρο	1	Ξενικό
<b>Cupressus sempervirens</b>	Κυπάρισσος η αειθαλής	Κωνοφόρο	5	Ενδημικό

<b>Jacaranda mimosifolia</b>	Γιακαράντα	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	16	Ξενικό
<b>Melia azedarach</b>	Ψευτοπασχαλιά	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	27	Ξενικό
<b>Phoenix canariensis</b>	Φοίνικας ο Κανάριος	Φοίνικας	6	Ξενικό
<b>Phoenix dactylifera</b>	Χουρμαδιά	Φοίνικας	2	Ξενικό
<b>Platanus orientalis</b>	Πλάτανος	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	4	Ενδημικό
<b>Brachychiton diversifolium</b>	Βραχυχίτωνας	Πλατύφυλλο αείφυλλο δέντρο	1	Ξενικό
<b>Robinia pseudoacacia</b>	Ψευδοακακία	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	166	Ξενικό
<b>Thuja orientalis</b>	Τούγια	Κωνοφόρο	7	Ξενικό
<b>Eriobotrya Japonica</b>	Μουσμουλιά	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	1	Ξενικό

Πίνακας 2, Καταγραφή ειδών θάμνων Πάρκο Αγίας Ειρήνης

<b>Πάρκο Αγίας Ειρήνης</b>				
<b>Είδη θάμνων</b>		Λειτουργική μορφή	Αριθμός	Ενδημικό / ξενικό
<b>Magnolia grandiflora</b>	Μανόλια	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	4	Ξενικό
<b>Pittosporum tobira</b>	Αγγελική	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	27	Ξενικό
<b>Philadelphus coronarius</b>	Φιλάделφος	Πλατύφυλλος φυλλοβόλος θάμνος	4	Ξενικό
<b>Passiflora caerulea</b>	Ρολογιά	Αναρριχώμενο	1	Ξενικό
<b>Lonicera sp.</b>	Αγιόκλημα	Αναρριχώμενο	3	Ξενικό
<b>Ligustrum japonicum</b>	Λιγούστρο	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	469	Ξενικό
<b>Laurus nobilis</b>	Δάφνη	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	1	Ενδημικό
<b>Lantana camara</b>	Λαντάνα	Πλατύφυλλος	1	Ξενικό

		αείφυλλος θάμνος		
<b>Hibiscus syriacus</b>	Ιβίσκος	Πλατύφυλλος φυλλοβόλος θάμνος	3	Ξενικό
<b>Hedera helix</b>	Κισσός	Αναρριχώμενο	11	Ενδημικό
<b>Buxus sempervirens</b>	Πυξός	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	4	Ενδημικό
<b>Callistemon citrinus</b>	Καλλιστήμονας	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	17	Ξενικό
<b>Rosmarinus officinalis</b>	Δενδρολίβανος	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	1	Ενδημικό
<b>Vivurnum tinus</b>	Βιβούρνο	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	23	Ενδημικό
<b>Santolina chamaecyparissus</b>	Λεβαντίνη	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	1	Ξενικό
<b>Nerium oleander</b>	Πικροδάφνη	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	3	Ενδημικό
<b>Yucca aloifolia</b>	Γιούκα	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	1	Ξενικό
<b>Spiraea x vanhouttei</b>	Σπιρέα	Πλατύφυλλος φυλλοβόλος θάμνος	12	Ενδημικό

Πίνακας 3, Καταγραφή ειδών δέντρων Πάρκο Καραπαναγιώτη

<b>Πάρκο Καραπαναγιώτη</b>				
Είδη δέντρων		Λειτουργική μορφή	Αριθμός	Ενδημικό / ξενικό
<b>Ailanthus altissima</b>	Αείλανθος	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	7	Ξενικό
<b>Albizia julibrissin</b>	Ακακία Κωνσταντινουπόλεως	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	3	Ξενικό
<b>Arbutus unedo</b>	Κουμαριά	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	1	Ενδημικό
<b>Casuarina equisetifolia</b>	Καζουαρίνα	Κωνοφόρο	1	Ξενικό
<b>Cercis</b>	Κουτσουπιά	Πλατύφυλλο	14	Ενδημικό

<b>siliquastrum</b>		φυλλοβόλο δέντρο		
<b>Citrus aurantium</b>	Νερατζιά	Καρποφόρο	5	Ξενικό
<b>Cupressus sempervirens</b>	Κυπάρισσος η αιθαλής	Κωνοφόρο	3	Ενδημικό
<b>Jacaranda mimosifolia</b>	Γιακαράντα	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	1	Ξενικό
<b>Koelreuteria paniculata</b>	Κερλεουτέρια	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	15	Ξενικό
<b>Melia azedarach</b>	Ψευτοπασχαλιά	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	9	Ξενικό
<b>Morus alba</b>	Μουριά	Καρποφόρο	20	Ξενικό
<b>Olea europaea</b>	Ελιά	Καρποφόρο	3	Ενδημικό
<b>Phoenix canariensis</b>	Φοίνικας ο Κανάριος	Φοίνικας	2	Ξενικό
<b>Pinus Brutia</b>	Τραχεία Πεύκη	Κωνοφόρο	3	Ενδημικό
<b>Pinus pinea</b>	Κουκουναριά	Κωνοφόρο	2	Ενδημικό
<b>Pistacia atlantica</b>	Τρέμμιθος	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	3	Ξενικό
<b>Populus nigra</b>	Λεύκα	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	2	Ενδημικό
<b>Punica granatum</b>	Ροδιά	Καρποφόρο	3	Ξενικό
<b>Robinia pseudoacacia</b>	Ψευδοακακία	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	4	Ξενικό
<b>Rubus ulmifolius</b>	Βατομουριά	Καρποφόρο	4	Ενδημικό
<b>Citrus aurantium</b>	Νερατζιά	Καρποφόρο	11	Ξενικό
<b>Ziziphus jujuba</b>	Τζιτζιφιά	Πλατύφυλλο αείφυλλο δέντρο	1	Ξενικό
<b>Tilia tomentosa</b>	Φλαμούρι	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	3	Ενδημικό
<b>Ulmus procera</b>	Φτελιά	Πλατύφυλλο φυλλοβόλο δέντρο	2	Ξενικό
<b>Washingtonia filifera</b>	Ουασιγκτονία	Φοίνικας	3	Ξενικό

<b>Prunus sativa</b>	Δαμασκηλιά	Καρποφόρο	1	Ξενικό
<b>Prunus insitita</b>	Κορομηλιά	Καρποφόρο	1	Ενδημικό
<b>Ficus carica</b>	Συκιά	Καρποφόρο	1	Ενδημικό

Πίνακας 4, Καταγραφή ειδών θάμνων Πάρκο Καραπαναγιώτη

<b>Πάρκο Καραπαναγιώτη</b>				
<b>Είδη θάμνων</b>		<b>Λειτουργική μορφή</b>	<b>Αριθμός</b>	<b>Ενδημικό / ξενικό</b>
<b>Acer negundo</b>	Σφενδάμι	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	1	Ξενικό
<b>Bougainvillea glabra</b>	Βουκαμβίλια	Αναρριχώμενο	1	Ξενικό
<b>Campsis radicans</b>	Ορχιδέα	Αναρριχώμενο	1	Ξενικό
<b>Colutea arborescens</b>	Κολουτέα	Πλατύφυλλος φυλλοβόλος θάμνος	1	Ενδημικό
<b>Hedera helix</b>	Κισσός	Αναρριχώμενο	32	Ενδημικό
<b>Lantana camara</b>	Λαντάνα	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	2	Ξενικό
<b>Laurus nobilis</b>	Δάφνη	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	121	Ενδημικό
<b>Ligustrum japonicum</b>	Λιγούστρο	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	101	Ξενικό
<b>Myrtus communis</b>	Μυρτιά	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	3	Ενδημικό
<b>Nerium oleander</b>	Πικροδάφνη	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	75	Ενδημικό
<b>Philadelphus coronarius</b>	Φιλάделφος	Πλατύφυλλος φυλλοβόλος θάμνος	8	Ξενικό
<b>Pittosporum tobira</b>	Αγγελική	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	103	Ξενικό
<b>Polygala myrtifolia</b>	Ορχιδέα	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	5	Ξενικό
<b>Yucca aloifolia</b>	Γιούκα	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	4	Ξενικό

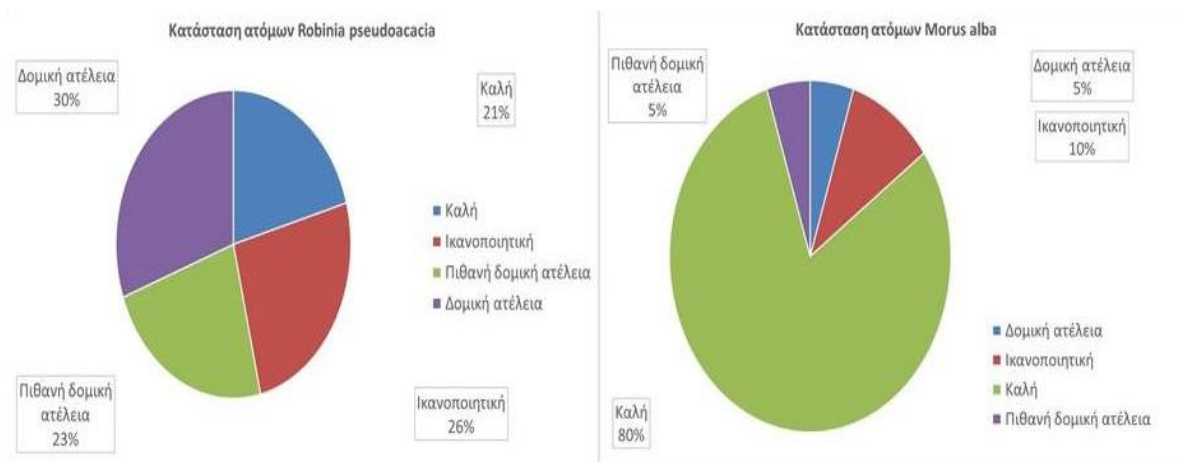
<b>Vivurnum tinus</b>	Βιβούρνο	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	55	Ενδημικό
<b>Callistemon citrinus</b>	Καλλιστήμονας	Πλατύφυλλος αείφυλλος θάμνος	2	Ξενικό

#### 4.2. Ανάδειξη Υγείας Ξυλώδους Βλάστησης

Με χρήση της θερμικής κάμερας Testo 275 - 2i αναδείχθηκε η υγεία του κυρίαρχου είδους ξυλώδους βλάστησης στα πάρκα. Η υγεία της ξυλώδους βλάστησης χαρακτηρίζεται από 4 καταστάσεις (καλή, ικανοποιητική, πιθανή δομική ατέλεια, δεδομένη δομική ατέλεια), σύμφωνα με τις θερμοκρασιακές μεταβολές που παρατηρούνται, αλλά και από προβλήματα της επιφάνειας του κορμού που γίνονται αντιληπτά χωρίς τη χρήση θερμικής κάμερας.

Στο πάρκο Αγίας Ειρήνης το είδος που κυριαρχεί είναι η ψευδοακακία (*Robinia pseudoacacia*), με 166 άτομα. Στο συγκεκριμένο πάρκο η ψευδοακακία χρησιμοποιείται για καλλωπιστικούς λόγους περιμετρικά του πάρκου. Το 39% των ατόμων στα όρια του πάρκου πάσχει από δομική ατέλεια. Εντός του πάρκου, το 21% του είδους παρουσιάζει μια δεδομένη δομική ατέλεια, ενώ το 14% μια πιθανή ατέλεια. Συνολικά η ψευδοακακία στο πάρκο Αγίας Ειρήνης, παρουσιάζει μια δομική ατέλεια κατά το 30% του πληθυσμού της, ενώ το 21% είναι σε καλή κατάσταση (διάγραμμα I). Αντίστοιχα, στο πάρκο Καραπαναγιώτη το είδος που κυριαρχεί είναι η μουριά (*Morus alba*) με 20 άτομα. Το 80% του είδους βρίσκεται σε καλή κατάσταση, ενώ μόνο το 5% παρουσιάζει μια δεδομένη δομική ατέλεια (διάγραμμα II).

**Διαγράμματα I:** Κατάσταση *Robinia pseudoacacia*; **II:** Κατάσταση *Morus alba*



**4.3. Καταγραφή Ειδών και Αναγνώριση Περιοχών Επικράτειας Ορνιθοπανίδας**

Τα είδη ορνιθοπανίδας που απαντώνται στα δυο πάρκα της πόλης (πίνακας 3, πίνακας 4), παρουσιάζουν μια σχετική ομοιομορφία όσον αφορά τον πληθυσμό που παρατηρήθηκε. Στο πάρκο Αγίας Ειρήνης, καταγράφηκαν 9 είδη πτηνών, ενώ στο πάρκο Καραπαναγιώτη 10. Και στα δυο πάρκα τα είδη που κυριαρχούν είναι εντομοφάγα, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις όπως αυτή του είδους “*Turdus Merula*” (Κότσυφας), παρατηρήθηκαν φωλιές. Από τη συγκεκριμένη έρευνα, εξαιρέθηκαν ορισμένα είδη όπως τα σπουργίτια (*Passer Domesticus*), οι δεκοχτούρες (*Streptopelia Decaocto*) και τα περιστέρια (*Columba livia*) καθώς η επικράτεια τους στους αστικούς χώρους πρασίνου, είναι καθολική.

**Πίνακας 3,** είδη ορνιθοπανίδας στο πάρκο Αγίας Ειρήνης

Πάρκο Αγίας Ειρήνης			
Είδος	Οικογένεια	Trophic Group	Conservation Status
<i>Phylloscopus collybita</i> / Δενδροφυλλοσκόπος	<i>Phylloscopidae</i>	<i>insectivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Turdus Merula</i> / Κότσυφας	<i>Turdidae</i>	<i>omnivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Corvus Cornix</i> / Κουρούνα	<i>Corvidae</i>	<i>omnivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Carduelis carduelis</i> / Καρδερίνα	<i>Fringillidae</i>	<i>granivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Erithacus Rubecula</i> / Κοκκινολαίμης	<i>Muscicapidae</i>	<i>insectivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Carduelis chloris</i> / Φλώρος	<i>Fringillidae</i>	<i>granivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Parus caeruleus</i> / Γαλαζοπαπαδίτσα	<i>Paridae</i>	<i>omnivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Parus major</i> / Καλόγερος	<i>Paridae</i>	<i>insectivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Motacilla alba</i> / Σταχτοσουσουράδα	<i>Motacillidae</i>	<i>insectivore</i>	<i>Least Concern</i>



Πίνακας 4, είδη ορνιθοπανίδας στο πάρκο Καραπαναγιώτη

<i>Πάρκο Καραπαναγιώτη</i>			
<i>Είδος</i>	<i>Οικογένεια</i>	<i>Trophic Group</i>	<i>Conservation Status</i>
<i>Phylloscopus collybita/ Δενδροφυλλοσκόπος</i>	<i>Phylloscopidae</i>	<i>insectivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Turdus merula/ Κότσυφας</i>	<i>Turdidae</i>	<i>omnivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Corvus cornix/ Κουρούνα</i>	<i>Corvidae</i>	<i>omnivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Carduelis carduelis/ Καρδερίνα</i>	<i>Fringillidae</i>	<i>granivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Erithacus Rubecula/ Κοκκινολαίμης</i>	<i>Muscicapidae</i>	<i>insectivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Carduelis chloris/ Φλώρος</i>	<i>Fringillidae</i>	<i>granivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Parus caeruleus/ Γαλαζοπαπαδίτσα</i>	<i>Paridae</i>	<i>omnivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Parus major/ Καλόγερος</i>	<i>Paridae</i>	<i>insectivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Motacilla alba/ Σταχτοσουσουράδα</i>	<i>Motacillidae</i>	<i>insectivore</i>	<i>Least Concern</i>
<i>Garrulus glandarius/ Κίσσα</i>	<i>Corvidae</i>	<i>omnivore</i>	<i>Least Concern</i>

Ακολουθώντας τη μεθοδολογία εύρεσης των επικρατειών της ορνιθοπανίδας (territory mapping), αναδείχθηκαν οι περιοχές στις οποίες απαντώνται τα είδη των πάρκων. Και στις δυο περιπτώσεις συμπτωματικά καταγράφηκαν 4 περιοχές οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά κόρων, αλλά όχι αποκλειστικά, από συγκεκριμένα είδη (εικόνα 2, εικόνα 3). Η συστηματική παρατήρηση των ειδών σε ένα συγκεκριμένο σημείο του πάρκου, αλλά και το εύρος των διαδρομών τους κατά το δεκαήμερο της μεθοδολογίας, ήταν το βασικό κριτήριο ανάδειξης μιας επικράτειας. Οι λόγοι υπεράσπισης μιας περιοχής από ορισμένα είδη ποικίλουν τόσο για λόγους εύρεσης τροφής, όσο και για λόγους φωλεοποίησης.

**Εικόνα 2,** Χάρτης επικρατείας Αγίας Ειρήνης, Πηγή: Google Maps



**Εικόνα 3,** Χάρτης επικρατείας Καραπαναγιώτη, Πηγή: Google Maps

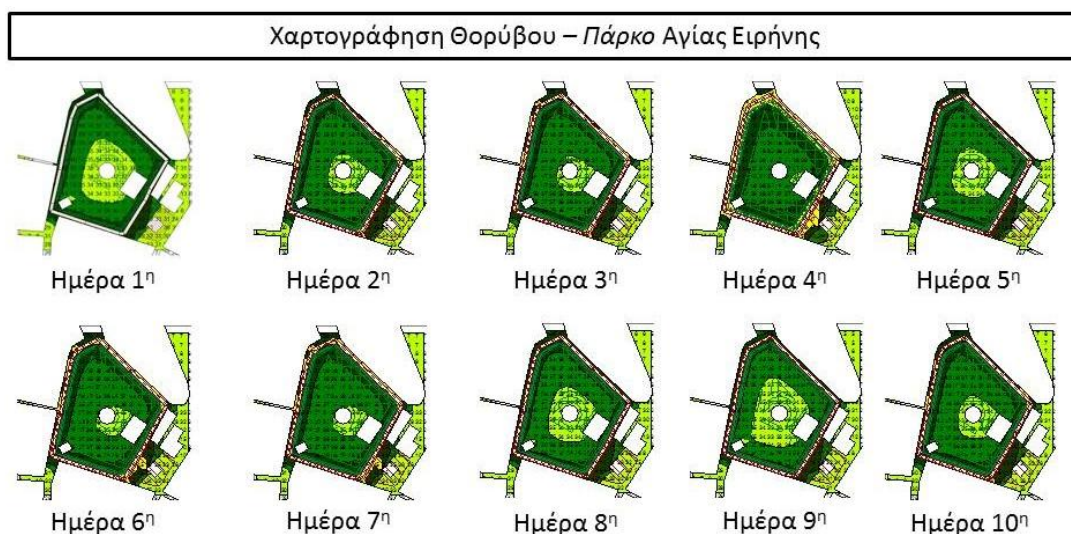


#### 4.4. Ανάδειξη Ακουστικής Ποιότητας Περιοχών Επικρατείας Ορνιθοπανίδας

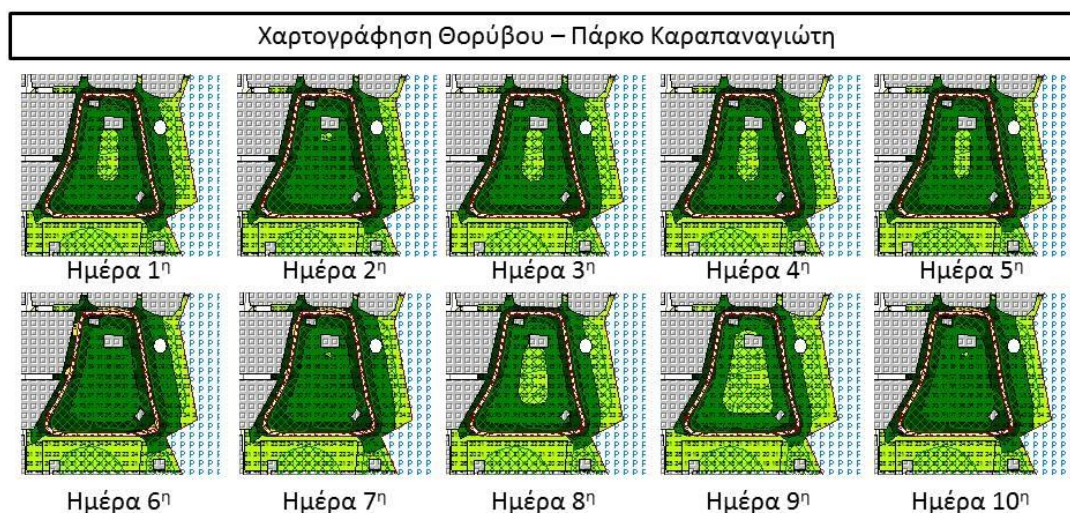
Η ακουστική κατάσταση των πάρκων αποτυπώθηκε δημιουργώντας χάρτες θορύβου, με βασική πηγή τον θόρυβο οδικής κυκλοφορίας (εικόνα 4, εικόνα 5). Τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν ταυτόχρονα με τη χαρτογράφηση των επικρατειών της ορνιθοπανίδας, εισήχθησαν στο λογισμικό χαρτογράφησης, έτσι ώστε να απεικονιστεί η

χωρική εξάπλωση των ηχητικών κυμάτων. Όπως ήταν αναμενόμενο, οι περιοχές που βρίσκονται κοντά στα όρια των πάρκων επηρεάζονται περισσότερο από αυτές που βρίσκονται στο κέντρο του πάρκου. Η ύπαρξη βλάστησης και άλλων φυσικών εμποδίων όπως κτίσματα, δρουν θετικά όσον αφορά τη μείωση της εξάπλωσης του θορύβου οδικής κυκλοφορίας, καθώς αντανακλούν ένα μέρος των ηχητικών κυμάτων και συνεπώς μειώνουν το αντιληπτό επίπεδο έντασης.

**Εικόνα 4, Χάρτες Θορύβου Πάρκου Αγίας Ειρήνης**



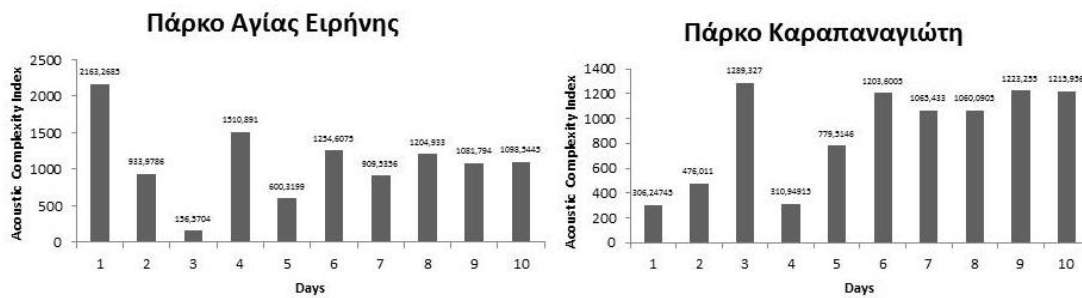
**Εικόνα 5, Χάρτες Θορύβου Πάρκου Καραπαναγιώτη**



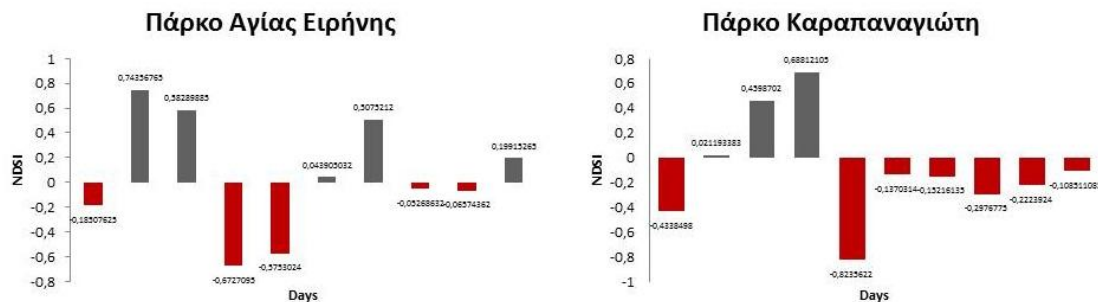
Κατά το δεκαήμερο της μεθοδολογίας εύρεσης των περιοχών επικράτειας, πραγματοποιήθηκαν καταγραφές ηχοτοπίου με τον ψηφιακό καταγραφέα Tascam DR – 2d,

στο κέντρο του κάθε πάρκου. Τα αποτελέσματα των καταγραφών εισήχθησαν στο λογισμικό R v. 3.1.3, ώστε να παραχθούν οι δείκτες, ακουστικής πολυπλοκότητας (Acoustic Complexity Index, ACI) και ο δείκτης ηχοτοπίου (Normalized Difference Soundscape Index, NDSI). Τα επίπεδα ακουστικής πολυπλοκότητας (διάγραμμα III, διάγραμμα IV) ανά ημέρα και στα δυο πάρκα, παρουσιάζουν σε ορισμένες περιπτώσεις έντονες αυξομειώσεις. Αυτό οφείλεται σε κλιματολογικούς παράγοντες (έντονη βροχόπτωση) κατά την καταγραφή, αλλά και σε παράγοντες ανθρώπινης παρέμβασης όπως η συλλογή κλαδεμάτων από υπαλλήλους του δήμου. Όσον αφορά το δείκτη ηχοτοπίου (NDSI), παρατηρήθηκε πως κατά το δεκαήμερο των καταγραφών (διάγραμμα V, διάγραμμα VI), στο πάρκο Καραπαναγιώτη παρουσιάζεται πολύ μεγαλύτερος βαθμός επιρροής από ανθρωπογενείς ήχους, σε σχέση με το πάρκο Αγίας Ειρήνης.

**Διαγράμματα III:** ACI Πάρκο Αγίας Ειρήνης; **IV:** ACI Πάρκο Καραπαναγιώτη



**Διαγράμματα V,** NDSI Πάρκο Αγίας Ειρήνης; **VI:** NDSI Πάρκο Καραπαναγιώτη



#### 4.5. Αποτελέσματα Ακουστικού Περιπάτου

Τα ποσοτικά και τα ποιοτικά δεδομένα που συλλέχτηκαν κατά τη διαδικασία του ακουστικού περιπάτου μπορούν να ενισχύσουν μελλοντικές προσπάθειες ακουστικής ανάπλασης των δυο πάρκων. Ο τρόπος με τον οποίο το ηχοτοπίο έγινε αντιληπτό από τους περιπατητές, σχεδόν σε κάθε περίπτωση ήταν κοινός. Τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών θορύβου και των καταγραφών ηχοτοπίου ταυτίστηκαν με τα ποιοτικά δεδομένα που συλλέχτηκαν (πίνακας 5,

πίνακας 6). Τέλος, με δέκτη τις στάσεις του ακουστικού περιπάτου υπολογίσθηκε η ηχητική πίεση (SPL) που δέχτηκαν οι περιπατητές σε κάθε στάση του περιπάτου.

**Πίνακας 5, Αποτελέσματα Περιπάτου Πάρκο Αγίας Ειρήνης**

<i>Αποτελέσματα Ακουστικού Περιπάτου Πάρκο Αγίας Ειρήνης</i>					
	<i>Στάση 1</i>	<i>Στάση 2</i>	<i>Στάση 3</i>	<i>Στάση 4</i>	<i>Στάση 5</i>
<b>Quantitative</b>					
<i>Acoustic Complexity Index</i>	1573,273	1390,911	1534,4545	1783,3695	1372,251
<i>Soundscape Index</i>	-	-0,09686715	0,105837705	-0,1857087	-
<i>L<sub>eq</sub></i>	63,6 dB(A)	60,9 dB(A)	64,3 dB(A)	61,4 dB(A)	63,7 dB(A)
<i>SPL</i>	43.2 dB(A)	47.9 dB(A)	48.8 dB(A)	49.2 dB(A)	39.3 dB(A)
<b>Qualitative</b>					
<i>Κυρίαρχος Ήχος</i>	Βιοφωνία	Ανθρωποφωνία	Ανθρωποφωνία	Βιοφωνία	Βιοφωνία
<i>Προτίμηση</i>	Ήχοι Νερού 40%	Ήχοι Νερού 40%	Πουλιά 40%	Ήχοι Νερού 40%	Πουλιά 40%
<i>Ακουστική Άνεση</i>	Άβολα 60%	Άβολα 60%	Άβολα 60%	Άνετο 60%	Άβολα 60%
<i>Οπτική Άνεση</i>	Άβολα 60%	Άβολα 80%	Ουδέτερο 80%	Άβολο 60%	Άβολα 80%
<i>Υποκειμενική Ένταση</i>	Θορυβώδες 80%	Θορυβώδες 80%	Θορυβώδες 60%	Π. Θορυβώδες 40%	Π. Θορυβώδες 40%

**Πίνακας 6, Αποτελέσματα Περιπάτου Πάρκο Καραπαναγιώτη**

<i>Αποτελέσματα Ακουστικού Περιπάτου Πάρκο Καραπαναγιώτη</i>					
	<i>Στάση 1</i>	<i>Στάση 2</i>	<i>Στάση 3</i>	<i>Στάση 4</i>	<i>Στάση 5</i>
<b>Quantitative</b>					
<i>Acoustic Complexity Index</i>	1691,26	1678,3955	1232,752	1443,188	1830,654
<i>Soundscape Index</i>	-0,19989725	-0,07370393	-0,051646548	-0,104060335	-0,3558185
<i>L<sub>eq</sub></i>	54,8 dB(A)	63,4 dB(A)	60,6 dB(A)	52,8 dB(A)	55,4 dB(A)
<i>SPL</i>	34.4 dB(A)	36 dB(A)	38.9 dB(A)	32.4 dB(A)	37.7 dB(A)
<b>Qualitative</b>					
<i>Κυρίαρχος Ήχος</i>	Ανθρωποφωνία	Ανθρωποφωνία	Ανθρωποφωνία	Ανθρωποφωνία	Βιοφωνία
<i>Προτίμηση</i>	Ήχοι νερού 40%	Μουσική 40%	Μουσική 40%	Πουλιά 40%	Ήχοι νερού 60%
<i>Ακουστική</i>	Ουδέτερο 60%	Άβολο 60%	Άβολο 80%	Ουδέτερο 40%	Ουδέτερο

<b>Άνεση</b>					80%
<b>Οπτική Άνεση</b>	Άνετο 60%	Άνετο 40%	Άβολο 60%	Ουδέτερο 60%	Άβολο 60%
<b>Υποκειμενική Ένταση</b>	Ουδέτερο 60%	Θορυβώδες 60%	Π. θορυβώδες 60%	Ήσυχο 40%	Θορυβώδες 60%

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η έννοια του τοπίου είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με αυτήν του ηχοτοπίου. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η μορφολογία του τοπίου, η βλάστηση, οι ανθρώπινες υποδομές, οι οικισμοί και η κατανομή της πανίδας, αντιστοιχούν με την παραγωγή και τη διάδοση του ήχου (Almo Farina και Nadia Pieretti, 2012). Η μελέτη της πολυπλοκότητας του ήχου σε ένα τοπίο, που αποτελεί τη βασική αρχή της οικολογίας ηχοτοπίων, συνδυαστικά με κλασικές μεθόδους οικολογικής έρευνας, μπορεί να αποτελέσει ουσιαστικό δείκτη, της υγείας των οικοσυστημάτων. Η ανάδειξη μέρους της υφιστάμενης κατάστασης σε δυο από τις σημαντικότερες, όσον αφορά την επισκεψιμότητα, πράσινες περιοχές της πόλης της Μυτιλήνης, αποτελούν αφετηρία μιας ευρύτερης οικολογικής έρευνας, με μακροπρόθεσμα οφέλη.

Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα της έρευνας επαληθεύουν τον ισχυρισμό του οικολόγου ηχοτοπίων Bernie Krause πως, “μπορεί μια εικόνα να είναι χίλιες λέξεις, αλλά ένα ηχοτοπίο είναι χίλιες εικόνες”. Η εικόνα της πυκνής και ανεξέλεγκτης βλάστησης του πάρκου Καραπαναγιώτη, σε σύγκριση με το τεχνητό πάρκο Αγίας Ειρήνης, δίνει μια πρωταρχική οπτική εντύπωση όσον αφορά την οικολογική του κατάσταση, η οποία διαψεύδεται μέσω της προσεκτικής ακρόασης. Πιο συγκεκριμένα, το πάρκο Καραπαναγιώτη παρουσιάζει μειωμένα επίπεδα ακουστικής πολυπλοκότητας και αυξημένα επίπεδα διαταραχής από ανθρωποήχους σε σχέση με το πάρκο Αγίας Ειρήνης. Παράλληλα, το πάρκο Αγίας Ειρήνης έχει μεγαλύτερο ποσοστό ξενικών ειδών βλάστησης (71%), σε σχέση με το πάρκο Καραπαναγιώτη (58%). Οι περιοχές επικράτειας της ορνιθοπανίδας, δέχονται παρόμοια επίπεδα ηχητικής πίεσης (SPL: 37 dB), ενώ παράλληλα οι χρήστες των πάρκων δέχονται παρόμοια επίπεδα θορύβου (Καραπαναγιώτη: 53,8 dB, Αγίας Ειρήνης 54,3 dB) οριακά εντός του threshold των 55dB που έχει θέσει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO, Guidelines for Community Noise, 1999). Τέλος, στο πάρκο Καραπαναγιώτη σύμφωνα με τους περιπατητές κυριαρχεί η ανθρωποφωνία, ενώ στο Αγίας Ειρήνης η βιοφωνία. Παρόλα αυτά, ο εμπλουτισμός της έρευνας με αντιπροσωπευτικά ετήσια δεδομένα, μπορεί να τροποποιήσουν τα παραπάνω συμπεράσματα.

## 6. Συμπεράσματα

Συμπεραίνουμε πως, η γνώση για τα ευάλωτα σε θόρυβο σημεία και της κατάστασης – υγείας της βλάστησης σε αυτά, η γνώση για τα επίπεδα ακουστικής πολυπλοκότητας και επιρροής των ανθρωποήχων, η ύπαρξη χαρτών θορύβου με πληροφορίες ηχητικής πίεσης δυο διαφορετικών δεκτών (άνθρωπος – ορνιθοπανίδα) και η γνώση για τις ηχητικές προτιμήσεις των χρηστών του πάρκου, είναι δεδομένα ικανοποιητικού βαθμού για την μελλοντική αναβάθμιση του ηχοτοπίου των δυο πάρκων.

Ο εμπλουτισμός της έρευνας με επιπλέον δεδομένα που αφορούν το οικοσύστημα, όπως η καταγραφή και αναγνώριση των αγρωστωδών, καθώς και των αρθροπόδων ειδών που απαντώνται στις πράσινες περιοχές ενός αστικού συγκροτήματος, είναι ζωτικής σημασίας για μια ολιστική οικολογική απεικόνιση. Η συνεχής παρακολούθηση του αστικού ηχοτοπίου και η ενεργή συμμετοχή των κατοίκων μέσω ακουστικών περιπάτων και κοινωνιολογικών ερευνών, μπορεί να αποφέρουν χρήσιμα δεδομένα για μελλοντικές αποφάσεις εξέλιξης του ηχοτοπίου και συνεπώς του οικοσυστήματος. Τέλος, η αναβάθμιση της υγείας του οικοσυστήματος και επομένως της ανθεκτικότητας του, κατά των άμεσων περιβαλλοντικών πιέσεων όπως ο θόρυβος, μπορεί να αποτελέσουν ιδανική στρατηγική προσαρμογής κατά της αβεβαιότητας της κλιματικής αλλαγής.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Zeileis A. (2014), ineq: Measuring Inequality, Concentration, and Poverty, R package version 0.2-13, <http://CRAN.R-project.org/package=ineq>
- Bolund P., Hunhammar S. (1999), “Ecosystem services in urban areas”, *Ecological Economics*, vol. 29, pp. 293–301
- Chiesura A. (2004), “The role of urban parks for the sustainable city”, *Landscape and Urban Planning*, vol. 68, no. 1, pp. 129-138
- Colin Bibby, Neil Burgess, David Hill, Simon Mustoe, *Bird Census Techniques*, 2nd Edition, 10 Aug 2000, Pages 302, Academic Press, London, UK.
- Computer Aided Noise Abatement, CadnaA version 4.3, <http://www.datakustik.com/>, Last accessed 24/6/2015
- Directive 2002/49/EC of the European parliament and of the council of 25 June 2002» relating to the assessment and management of environmental noise.
- Elmqvist T., Setälä H., Handel S.N., S. van der Ploeg, Aronson J., Blignaut J.N., Gómez-Baggethun E., Nowak D.J, Kronenberg J., R. de Groot (2015), “Benefits of restoring

- ecosystem services in urban areas”, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 14, pp. 101-108
- Farina A., Pieretti N. (2012), “The soundscape ecology: A new frontier of landscape research and its application to islands and coastal systems”, *Journal of Marine and Island Cultures*, vol. 1, no. 1, pp. 21-26
  - Fisher B., Turner R. K., Morling P. (2009), “Defining and classifying ecosystem services for decision making”, *Ecological Economics*, vol. 68, no 3, pp. 643-653
  - Gidlöf-Gunnarsson A., Öhrström E. (2007), “Noise and well-being in urban residential environments: The potential role of perceived availability to nearby green areas”, *Landscape and Urban Planning*, vol. 83, no. 2–3, pp. 115-126
  - Govindarajulu D. (2014), “Urban green space planning for climate adaptation in Indian cities”, *Urban Climate*, vol. 10, no. 1, pp. 35-41
  - Harris R.W., Clark J.R., Matheny N.P., (2003), *Arboriculture: Integrated management of landscape trees, shrubs, and vines* (4th Edition). Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.
  - Ismail M. R. (2014), “Sound preferences of the dense urban environment: Soundscape of Cairo”, *Frontiers of Architectural Research*, vol. 3, no. 1, pp. 55-68
  - Kabisch N. (2015), “Ecosystem service implementation and governance challenges in urban green space planning—The case of Berlin, Germany”, *Land Use Policy*, vol. 42, pp. 557-567
  - Latif M. (2011), “Uncertainty in climate change projections”, *Journal of Geochemical Exploration*, vol. 110, no. 1, pp. 1-7
  - Marx S.M., Weber E.U., Orlove B. S., Leiserowitz A., Krantz D. H., Roncoli C., Phillips J. (2007), “Communication and mental processes: Experiential and analytic processing of uncertain climate information”, *Global Environmental Change*, vol. 17, no. 1, pp. 47-58,
  - Munang R. T., Thiaw I., Rivington M. (2011), “Ecosystem Management: Tomorrow's Approach to Enhancing Food Security under a Changing Climate”, *Sustainability*, vol. 3, no. 7, June 2011, pp. 937-954
  - Munang R., Thiaw I., Alverson K., Mumba M., Liu J., Rivington M. (2013), “Climate change and Ecosystem-based Adaptation: a new pragmatic approach to buffering climate change impacts”, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 5, no. 1, pp. 67-71



- Pieretti N., Farina A. (2013), “Application of a recently introduced index for acoustic complexity to an avian soundscape with traffic noise”, The Journal of the Acoustical Society of America, vol. 134, no. 1, pp. 891-900
- Pieretti N., Farina A., Morri D. (2011), “A new methodology to infer the singing activity of an avian community: The Acoustic Complexity Index (ACI)”, Ecological Indicators, vol. 11, no. 3, pp. 868-873
- Pijanowski B. C., Villanueva-Rivera L. J., Dumyahn S. L., Farina A., Krause B. L., Napoletano B. M, Gage S.H., Pieretti N. (2011), “Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape”, BioScience, vol. 61, no. 3, pp. 203-216
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <http://www.R-project.org/>
- Sueur J., Aubin T., Simonis C. (2008). Seewave: a free modular tool for sound analysis and synthesis. Bioacoustics, 18: 213-226
- Tratalos J., Fuller R. A., Warren P.H., Davies R.G., Gaston K.J. (2007), “Urban form, biodiversity potential and ecosystem services”, Landscape and Urban Planning, vol. 83, no. 4, pp. 308-317
- United States Environmental Protection Agency, Overview of Greenhouse Gases, Διαθέσιμο από: <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/co2.html>, [Πρόσβαση 27 Οκτωβρίου 2015]
- Uwe Ligges, Sebastian Krey, Olaf Mersmann, and Sarah Schnackenberg, (2013). tuneR: Analysis of music, <http://r-forge.r-project.org/projects/tuner/>
- Villanueva-Rivera L. J., Pijanowski B. C. (2015), soundecology: Soundscape ecology, R package version 1.2., <http://CRAN.R-project.org/package=soundecology>
- Villanueva-Rivera L. J., Pijanowski B. C., Doucette J., Pekin B.(2011), “A primer of acoustic analysis for landscape ecologists”, Landscape Ecology, vol. 26, no. 9, pp. 1233-1246
- Weber E. U. (2006), Experience-Based and Description-Based Perceptions of Long-Term Risk: Why Global Warming does not Scare us (Yet), Climatic Change, vol. 77, no. 1-2, pp. 103-120
- Whitford V., Ennos A.R., Handley J.F. (2001), “City form and natural process”—indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK, Landscape and Urban Planning, vol. 57, no. 2, pp. 91-103

- WHO, Guidelines for Community Noise, Geneva, 1999, Διαθέσιμο από: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>, [Πρόσβαση 27 Οκτωβρίου 2015]
- Wilby R.L.(2006),” Climate change, biodiversity and the urban environment: a critical review based on London, UK”, Progress in Physical Geography, vol. 30, no. 1, pp. 73-98
- Yang L., Zhang L., Li Y., Wu S.(2015),” Water-related ecosystem services provided by urban green space: A case study in Yixing City (China)”, Landscape and Urban Planning, vol. 136, pp. 40-51

**Νάστος Π. - Κλιματική αλλαγή και ανθρώπινη θερμική αντίληψη στην Ελλάδα**

Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης,  
Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 29-31 Μαΐου 2015

**Γκιουζέπας Γιώργος\* & Μποτετζάγιας Ιωσήφ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (MEDIA SYSTEMS) ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ: Η  
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΕΦΗΜΕΡΙΔΩΝ**

\* Πανεπιστήμιο Αιγαίου, *email*: [ggiou@env.aegean.gr](mailto:ggiou@env.aegean.gr)

Διαθέσιμο από: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17524032.2015.1047888>

**Παπανικολάου Αναστάσιος\*, Πολλάκη Στεφανία-Παγωνίτσα, ΓΝΩΣΕΙΣ,  
ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ  
ΑΛΛΑΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΠΟΛΙΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ: ΑΘΗΝΑ,  
ΜΥΤΙΛΗΝΗ, ΑΡΑΧΩΒΑ**

\* Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, email: [tasos8pap@yahoo.gr](mailto:tasos8pap@yahoo.gr), Πανεπιστήμιο Αιγαίου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της σύγχρονης εποχής. Η πολυπλοκότητα της κλιματικής αλλαγής λόγω της εμπλοκής πολλαπλών παραγόντων, κοινωνικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών, καθώς και η κρισιμότητα των συνεπειών τους, καθιστούν απαραίτητη τη διαμόρφωση ουσιαστικά ενημερωμένων και ευαισθητοποιημένων πολιτών. Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ) και η Ερμηνεία Περιβάλλοντος, όταν είναι σωστά σχεδιασμένες, μπορούν να διαμορφώσουν τις κατάλληλες γνώσεις, αντιλήψεις και στάσεις, ώστε να μπορέσουμε να ανταποκριθούμε στις νέες αυτές τεράστιες προκλήσεις. Οι παράμετροι των προγραμμάτων ΠΕ και Ερμηνείας θα πρέπει να προσδιορίζονται και να αναθεωρούνται συχνά από εμπειρικά δεδομένα που σκιαγραφούν τις υπάρχουσες αντιλήψεις, και στάσεις, και αποκαλύπτουν τις περιοχές στις οποίες πρέπει να εστιαστεί εποικοδομητικά η προσπάθεια.

Στα πλαίσια του ανωτέρω προβληματισμού, η παρούσα έρευνα στόχο έχει την διερεύνηση γνώσεων, αντιλήψεων, αναπαραστάσεων και στάσεων που σχετίζονται με τις κλιματικές αλλαγές. Η έρευνα διενεργήθηκε από 20 Ιουλίου 2014 έως τις 07 Νοεμβρίου 2014 και περιλάμβανε τη δημοσκόπηση με τη μορφή προσωπικής συνέντευξης, διανομή των ερωτηματολογίων ιδιοχείρως, πολιτών από τρεις περιοχές, ενός αστικού κέντρου, της Αθήνας, μιας αστικής περιοχής, της Μυτιλήνης και μιας ημιαστικής περιοχής, της Αράχωβας. Συλλέχθηκαν 345 ερωτηματολόγια.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** *Κλιματικές αλλαγές, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Ερμηνεία Περιβάλλοντος*

## ABSTRACT

Climate change is one of the biggest challenges of modern times. The complexity of climate change due to the involvement of multiple factors, social, economic, environmental and the criticality of its effects, make it necessary to create effectively informed and aware citizens.

Environmental Education (EE) and Environmental Interpretation, when properly designed, can shape the appropriate knowledge, perceptions, and attitudes so that we can respond to these new enormous challenges. The parameters of EE and Interpretative programs should be identified and reviewed frequently by empirical data outlining the existing perceptions and attitudes, and reveal areas where efforts should be constructively focused.

In the context of the above discussion, the present research has aimed to investigate knowledge, perceptions, representations and attitudes associated with climate change. The survey was conducted from 20 July 2014 until 07 November 2014 and included a survey in the form of a personal interview, distribution of questionnaires by hand, of citizens from three areas, an urban center, Athens, an urban area, Mytilene, and a suburban area, Arachova. 345 questionnaires were collected.

**KEYWORDS:** *Climate Change, Environmental Education, Environmental Interpretation*

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κλιματική αλλαγή, ως αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων, αποτελεί μια εντεινόμενη απειλή για την παγκόσμια περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική σταθερότητα, επιπτώσεις της οποίας έχουμε ήδη ξεκινήσει να βιώνουμε (IPCC, 2014).

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες αυτές μπορούν να αλλάξουν για να αποφευχθούν οι σοβαρότερες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και για να περιοριστεί η διατάραξη της φυσικής ισορροπίας. Η αλλαγή αυτή προϋποθέτει τη διαμόρφωση ουσιαστικά ενημερωμένων και ευαισθητοποιημένων πολιτών που αντιλαμβάνονται την πολυπλοκότητα της κλιματικής αλλαγής καθώς και την κρισιμότητα των συνεπειών της και μπορούν να ανταποκριθούν στις νέες αυτές προσκλήσεις.

Ο ρόλος της εκπαίδευσης και της επικοινωνίας θεωρείται καίριος στην όλη προσπάθεια της αλλαγής και ιδιαίτερα εκείνος της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΠΕ) και της Ερμηνείας Περιβάλλοντος.

Με κριτήρια τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των πολιτών και τα επίπεδα κατανόησης τους για ζητήματα που αφορούν την κλιματική αλλαγή, τα οποία πρέπει να αναζητούνται μέσω εμπειρικής έρευνας, μπορούν να προσδιοριστούν παράμετροι αποτελεσματικών προγραμμάτων ΠΕ και Ερμηνείας, που να εστιάζουν στην κάλυψη κενών και στην απομάκρυνση παρανοήσεων με εποικοδομητικό τρόπο.

Αν και η έρευνα διεθνώς σχετικά με τις γνώσεις, απόψεις και στάσεις των πολιτών για την κλιματική αλλαγή ξεκίνησε ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '90 (Kempson, 1991), στην χώρα μας η έρευνα αυτή δεν έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα (Ζέρβα & Τσαντόπουλος, 2013).

## **ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

Γενικός σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των αντιλήψεων, των εννοιολογικών προσεγγίσεων και των στάσεων πολιτών σχετικών με τις κλιματικές αλλαγές.

Οι ειδικότεροι στόχοι της έρευνας διατυπώνονται παρακάτω με την μορφή διερευνητικών ερωτημάτων:

Ποιες είναι οι εννοιολογικές συνδέσεις και αναπαραστάσεις των ερωτηθέντων για τις κλιματικές αλλαγές;

Ποιες είναι οι αντιλήψεις και οι στάσεις των ερωτηθέντων για τις κλιματικές αλλαγές;

Πως έχουν βιώσει μέχρι στιγμής την κλιματική αλλαγή και ποια στοιχεία έχουν ήδη παρατηρήσει να συμβαίνουν;

Πως οι ερωτηθέντες αντιλαμβάνονται και προσεγγίζουν τις κλιματικές αλλαγές ως προς τις αιτίες τους, και τις συνέπειες τους στον Ελλαδικό χώρο;

Σε ποιο βαθμό τα ανωτέρω διαφοροποιούνται ως προς τα κοινωνιολογικά και τυπολογικά τους χαρακτηριστικά;

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Η έρευνα διενεργήθηκε από 20 Ιουλίου 2014 έως 07 Νοεμβρίου 2014, και περιλάμβανε τη δημοσκόπηση πολιτών με τη μορφή προσωπικής συνέντευξης (διανομή των ερωτηματολογίων ιδιοχείρως) σε τρεις περιοχές: ενός αστικού κέντρου (Αθήνα), μιας αστικής περιοχής (Μυτιλήνη) και μιας ημιαστικής περιοχής (Αράχωβα). Συλλέχθηκαν 345 ερωτηματολόγια: Αθήνα (37,4%, N = 129), Αράχωβα (31,6%, N = 109) και Μυτιλήνη (31%, N = 107). Η δειγματοληψία για την έρευνα ήταν εμπειρική – συμπτωματική (απλή τυχαία δειγματοληψία χωρίς επανάθεση σε μη σαφώς καθορισμένο πληθυσμό).

Η έρευνα ειδώθηκε ως μια πολυμεθοδική προσέγγιση στα πλαίσια της οποίας σχετίζονται και συνδυάζονται οι ποσοτικές και οι ποιοτικές μέθοδοι. Οι πολυμεθοδικές προσεγγίσεις δεν είναι σπάνιες στην έρευνα για την ΠΕ και την Ερμηνεία και είναι οι πλέον κατάλληλες για να

προσφέρουν τόσο εύρος, όσο και βάθος στην ανάλυση του ερευνητικού προβλήματος (Creswell, 2003: 16).

Ως βασικό εργαλείο συγκέντρωσης των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε ένα σύνθετο ερωτηματολόγιο, ενώ βασικό μέσο συγκέντρωσης των πληροφοριών αποτέλεσε η ερώτηση. Στο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκαν ανοικτές και κλειστές ερωτήσεις, ποιοτικές και ποσοτικές μεταβλητές.

Ως προς τον τύπο των ερωτήσεων, χρησιμοποιήθηκαν:

ανοικτές ερωτήσεις (ερωτ. 1β, 1δ, 1ε, 2β, 3, 4β, 5, 6) στις οποίες ο ερωτώμενος κλήθηκε να απαντήσει ελεύθερα και να εκφράσει τις απόψεις του σε καθορισμένα όρια της σελίδας του ερωτηματολογίου, και

κλειστές ερωτήσεις με συγκεκριμένο αριθμό επιλογών όπου ο ερωτώμενος κλήθηκε να επιλέξει την απάντηση που ταιριάζει στην περίπτωση του.

Ειδικότερα ως προς τις κλειστές ερωτήσεις αυτές ήταν:

διαβαθμιστικής επιλογής (ερωτ. 7α, 7β, 7γ, 7δ, 7ε),

αμοιβαίως αποκλειόμενων εναλλακτικών απαντήσεων (ερωτ. 1α, 1γ, 1στ, 4α),

πολλών επιλογών, μεταξύ μη-αμοιβαίως αποκλειόμενων εναλλακτικών απαντήσεων (ερωτ. 2α).

Συγκεκριμένα οι ερωτήσεις ήταν:

Ερώτηση 1: Δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων στην έρευνα: 1α «Φύλο» (Αντρας/ Γυναίκα), 1β «Ηλικία», 1γ «Εργαζόμενη/ος» (Ναι/ Όχι), 1δ «Περιοχή διαμονής», 1ε «Μορφωτικό επίπεδο», 1στ «Συμμετοχή σε προγράμματα ΠΕ στο σχολείο».

Ερώτηση 2: «Ποιες από τις παρακάτω λέξεις περιγράφουν καλύτερα αυτά που σκέφτεστε/ νιώθετε όταν ακούτε ή διαβάζετε ή βλέπετε κάτι για την κλιματική αλλαγή; (επιλέξτε όσα θέλετε)»: 2α. «αδιαφορία, ενδιαφέρον, αισιοδοξία, ενοχές, αλληλεγγύη, χαρά, λύπη, απαισιοδοξία, ευθύνη, απροστάτευτη/ος, φόβο, ανασφάλεια, απελπισία, ασφάλεια, ενδυναμωμένη/ος, τρόμο, άγνοια, εκνευρισμό, σύγχυση, αβοήθητος/η, προστασία, γνώση, θυμό, ντροπή, αμφιβολία/ δυσπιστία, ανησυχία, αδυναμία, δέος, σιγουριά, αφύπνιση, άλλο», 2β. «άλλο (παρακαλώ προσδιορίστε)».

Ερώτηση 3: «Περιγράψτε με λίγες λέξεις την πρώτη εικόνα που αυθόρμητα σας έρχεται στο μυαλό όταν ακούτε τις λέξεις: «κλιματική αλλαγή»».

Ερώτηση 4α: «Έχετε παρατηρήσει ήδη την κλιματική αλλαγή να συμβαίνει;» (Ναι/ Όχι), 4β: «Αν ναι, τι/ ποια στοιχεία έχετε παρατηρήσει;».



Ερώτηση 5: «Παρακαλούμε αναφέρετε έως τρεις αιτίες της κλιματικής αλλαγής ξεκινώντας από τη σημαντικότερη.».

Ερώτηση 6: «Ονομάστε έως τρεις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής που πιστεύετε ότι θα συμβούν στην Ελλάδα;».

Ερώτηση 7: «Παρακαλώ δηλώστε το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας σας με την πρόταση:

7α: «Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα επηρεάσουν πολύ τη δική μου ζωή.».

7β: «Η περιοχή διαμονής μου θα επηρεαστεί πολύ από την κλιματική αλλαγή τα επόμενα χρόνια.».

7γ: «Εμπιστεύομαι το ελληνικό κράτος να λάβει μέτρα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.».

7δ: «Οι ενέργειες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής θα έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην ελληνική οικονομία.».

7ε: «Η τεχνολογία και η επιστήμη μόνο, θα αντιμετωπίσουν την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της, χωρίς να χρειάζεται να αλλάξει ο τρόπος ζωής, όπως τον γνωρίζουμε σήμερα.»»

Για την εισαγωγή και επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο για τις κοινωνικές επιστήμες IBM SPSS στην έκδοση 22.0, καθώς και το πρόγραμμα Excel του Microsoft Office.

Για την επεξεργασία, σύνοψη, ταξινόμηση και παρουσίαση των πρωτογενών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι της περιγραφικής στατιστικής. Στην περίπτωση ανοιχτών ερωτήσεων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση περιεχόμενου.

Στα πλαίσια της διερεύνησης των ερευνητικών υποθέσεων που τέθηκαν στην αρχή της έρευνας, προχωρήσαμε στη συσχέτιση όλων των μεταβλητών του ερωτηματολογίου με τα δημογραφικά και τυπολογικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στην έρευνα (φύλο, ηλικία, εργασία, μορφωτικό επίπεδο και είδος, περιοχή διαμονής και συμμετοχή σε προγράμματα ΠΕ στο σχολείο) και πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος. Κατά τον στατιστικό έλεγχο, στην προσπάθεια επαλήθευσης ή απόρριψης μιας υπόθεσης, το ζητούμενο είναι αν η διαφορά τιμών που διαπιστώνεται μεταξύ μιας εκτίμησης δείγματος και της αντίστοιχης παραμέτρου του πληθυσμού είναι στατιστικά ασήμαντη ή σημαντική. Οι μηδενικές υποθέσεις ( $H_0$ ) βασίστηκαν στην παραδοχή ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής πάνω στην εξαρτημένη. Η εκτίμηση στο κατά πόσο μια διαφορά μεταξύ της τιμής του δείγματος και της υποτιθέμενης τιμής του πληθυσμού είναι στατιστικά σημαντική ή ασήμαντη προσδιορίστηκε από το επίπεδο στατιστικής

σημαντικότητας. Μια στατιστικά σημαντική διαφορά σ' ένα αποδεκτό όριο (0,05 και 0,01), σήμαινε και απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης.

Για την αναζήτηση της σχέσης μεταξύ δύο ποιοτικών μεταβλητών, χρησιμοποιήσαμε τη διαδικασία Crosstabs του SPSS και προχωρήσαμε στην αναζήτηση της έντασης της (πιθανής) σχέσης τους. Για την πραγματοποίηση ελέγχου ανεξαρτησίας και την αναζήτηση του βαθμού της συνάφειας μεταξύ δύο ποιοτικών μεταβλητών, χρησιμοποιήσαμε το Chi-square. Στην περίπτωση αυτή στηριχθήκαμε σε μέτρα που βασίζονται στο μη παραμετρικό έλεγχο  $\chi^2$ . Ειδικότερα για το καθορισμό της συνάφειας χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης CC (Contingency Coefficient), ο οποίος στηρίζεται στη σχέση μεταξύ θεωρητικών και πραγματικών συχνοτήτων. Το μέγεθος του CC είναι ευθέως ανάλογο του μεγέθους των διαφορών μεταξύ των πραγματικών και των αντίστοιχων θεωρητικών συχνοτήτων.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### Ερώτηση 1: Δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων στην έρευνα

**Φύλο:** Το 42% (N = 145) των ερωτηθέντων επισκεπτών της έρευνας ήταν άντρες και το 58% (N = 200) γυναίκες.

**Ηλικία:** Το 48,5% (N = 167) των ερωτηθέντων ήταν ηλικίας < 25 ετών, και το 51,3% (N = 177) ήταν ηλικίας  $\geq$  25 ετών. Συγκεκριμένα: το 23,5% (N = 81) ήταν 25-34 ετών, το 12,2% (N = 42) ηλικίας 35-44 ετών, το 8,7% (N = 30) 45-54 ετών και το 7% (N = 24) ηλικίας > 55 ετών.

**Εργασία:** Το 51,5% (N = 173) των ερωτηθέντων απάντησε ότι είναι εργαζόμενοι και το 48,5% (N = 163) δήλωσε ότι δεν είναι.

**Μορφωτικό επίπεδο και είδος:** Ως προς το μορφωτικό επίπεδο οι ερωτηθέντες κατανέμονται ως εξής: Β/βάθμια – Γυμνάσιο (0,6% N = 2), Β/βαθμια – Λύκειο (18,9%, N = 64), Μεταλυκειακή εκπαίδευση – ΙΕΚ (2,7%, N = 9), ΑΤΕΙ (11,8%, N = 40), ΑΕΙ (61,9%, N = 210), Μεταπτυχιακές σπουδές (4,1%, N = 14), και ως προς το είδος κατανέμονται ως εξής: Ανθρωπιστικών και Νομικών Σπουδών (14,4%, N = 29), Παιδαγωγικών Σπουδών (5,4%, N = 11), Οικονομικών, Πολιτικών και Κοινωνικών Σπουδών (11,6%, N = 40), Επιστημών Υγείας (4,6%, N = 16), Θετικών και Τεχνολογικών Επιστημών (30,7%, N = 106). Από την ταξινόμηση των ονομάτων των Σχολών και των Τμημάτων που δηλώθηκαν προκύπτει ότι

μόρφωση σχετικά με το περιβάλλον έχει το 30,2% (N = 61) των υποκειμένων της έρευνας, ενώ το 69,8% δεν έχει (N = 141).

**Συμμετοχή σε Προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στο σχολείο (από Δημοτικό έως και Λύκειο):** Το 29,6% (N = 101) των ερωτηθέντες δήλωσαν ότι δεν είχαν συμμετάσχει σε Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στο σχολείο, το 15,5% (N = 53) δήλωσε ότι «Δεν ξέρω/ θυμάμαι αν συμμετείχα», «Ναι, μια φορά» δήλωσε το 31,4% (N = 107), και «Ναι, πολλές φορές» δήλωσε το 23,5% (N = 80).

## **Ερώτηση 2: Σχετιζόμενες έννοιες (σκέψεις, αισθήματα, καταστάσεις) με την κλιματική αλλαγή.**

Οι λέξεις που περιγράφουν καλύτερα αυτό που σκέπτονται/ νιώθουν οι ερωτηθέντες για την κλιματική αλλαγή είναι (Εικόνα 1): Ανησυχία (76,5%, N = 263), Ευθύνη (59,3%, N = 204), Αφύπνιση (51,7%, N = 178), Φόβο (39,2%, N = 135), Ενδιαφέρον (39,2%, N = 135), Ανασφάλεια (38,4%, N = 132), Λύπη (38,1%, N = 131), Ντροπή (32,8%, N = 113), Απαισιοδοξία (32%, N = 110), Ενοχές (31,7%, N = 109), Θυμό (30,5%, N = 105), Εκνευρισμό (25,9%, N = 89), Άγνοια (20,9%, N = 72), Απροστάτευτη/ος (19,5%, N = 67), Αδυναμία (18%, N = 62), Αμφιβολία / Δυσπιστία (17,4%, N = 60), Αδιαφορία (16,9%, N = 58), Απελπισία (13,4%, N = 46), Αβοήθητος/η (12,2%, N = 42), Τρόμο (11,9%, N = 41), Προστασία (11,9%, N = 41), Γνώση (11,6%, N = 40), Αλληλεγγύη (11,3%, N = 39), Σύγχυση (9,9%, N = 34), Αισιοδοξία (7,8%, N = 27), Δέος (4,1%, N = 14), Ασφάλεια (1,7% N = 6), Ενδυναμωμένη/ος (0,9%, N = 3), Άλλο (1,2%, N = 4), Χαρά (0,6%, N = 2), Σιγουριά (0%, N = 0).



θέλουμε να ενθαρρύνουμε μια ευρεία και ουσιαστική αλλαγή τόσο στην συμπεριφορά πολιτών όσο και στην ικανότητα τους να μετασχηματίσουν την κοινωνία (Leviston & Walker, 2011).

Αρνητικά συναισθήματα όπως θυμός ή φόβος, μας παρακινούν να είμαστε σε «συναγερμό» και να αναζητούμε περισσότερες πληροφορίες για ένα πρόβλημα (Baron et al., 1994), μπορούν να οδηγήσουν σε καλύτερη αντίληψη του κινδύνου και μεγαλύτερη υποστήριξη των κατάλληλων πολιτικών (Leiserowitz, 2006), και έχουν τη δυνατότητα να μετατρέψουν την απάθεια ή την αδιαφορία σε ενδιαφέρον και δράση (Thomas et al., 2009).

Έρευνες όμως έχουν δείξει ότι οι άνθρωποι που νιώθουν καταβεβλημένοι από τα αρνητικά συναισθήματα για ένα πρόβλημα, παρά το αυξημένο ενδιαφέρον τους, έχουν μειωμένη αυτεπάρκεια για να αναλάβουν δράση και να μειώσουν τις επιδράσεις του (Nicholson-Cole, 2004; Petts et al., 2004). Γενικά, αν ένας (περιβαλλοντικός) κίνδυνος δεν μπορεί να ελεγχτεί από ένα άτομο, τότε μπορεί να προκύψει υποτίμηση του βαθμού του κινδύνου, ή άρνηση Breakwell (2000). Αισθήματα απελπισίας και ανεπάρκειας σχετικά με την κλιματική αλλαγή συνδέονται με την τάση να αγνοείται το πρόβλημα και να εκλογικεύεται η απραγία (Norgaard, 2011). Ο Wood (2000) θεωρεί ότι τα μηνύματα – εκκλήσεις φόβου μπορεί να είναι πολυδιάστατα, και με απρόβλεπτη, ως προς το πρόσημο, δεκτικότητα.

Οι Markowitz & Shariff (2012) αναγνωρίζουν τις θετικές συναισθηματικές εκκλήσεις, ως μία από τις πιο υποσχόμενες στρατηγικές για την επικοινωνία της κλιματικής αλλαγής, γιατί οι συναισθηματικές αποκρίσεις, που συμβαίνουν αβίαστα και σχεδόν άμεσα, επηρεάζουν τις επακόλουθες γνωστικές επεξεργασίες των πληροφοριών (Kahneman, 2011), και τα συναισθήματα εξυπηρετούν ως προτροπές για εμπλοκή με ένα ζήτημα και οδηγούν στον σχηματισμό προδιαθέσεων για μια δράση, όταν οι κατάλληλες συνθήκες το επιτρέπουν (Baumeister et al., 2007).

Επειδή τα συναισθήματα μπορούν να λειτουργήσουν ως πλαίσια μέσα από τα οποία η πληροφορία ερμηνεύεται από το άτομο (Nabi, 2003), θετικά συναισθήματα μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην ανταπόκριση των μηνυμάτων (Monahan, 1995). Μηνύματα ελπίδας σχετικά με την κλιματική αλλαγή, μπορούν για παράδειγμα να αυξήσουν την πιθανότητα τα άτομα να διαλέξουν να εμπλακούν με το πρόβλημα και να υιοθετήσουν στάσεις και συμπεριφορές που σχετίζονται με την αντιμετώπιση του (Markowitz & Shariff, 2012; Swim et al., 2010). Επίσης, αισθήματα ελπίδας και αντιλαμβανόμενη αποτελεσματικότητα σχετίζονται ισχυρά με την προθυμία να υιοθετήσει κανείς

φιλοπεριβαλλοντική συμπεριφορά και να υποστηρίζει πολιτικές αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής (Lorenzoni et al., 2007).

### **Συσχετίσεις δημογραφικών και τυπολογικών στοιχείων με σχετιζόμενες έννοιες με την κλιματική αλλαγή**

Παρατηρείται η τάση:

«ενδιαφέρον» για την κλιματική αλλαγή να έχουν περισσότερο οι μη εργαζόμενοι ( $\chi^2_{1,0.02} = 5,471$ ,  $CC = 0,127$ ), ηλικίας έως 25 ετών ( $\chi^2_{4,0.02} = 12,589$ ,  $CC = 0,188$ ) και με μόρφωση ΑΕΙ και μεγαλύτερη ( $\chi^2_{5,0.02} = 13,593$ ,  $CC = 0,197$ ).

«απροστάτευτοι» να νιώθουν περισσότερο οι εργαζόμενοι ( $\chi^2_{1,0.03} = 4,853$ ,  $CC = 0,119$ ), ηλικίας έως 25 ετών ( $\chi^2_{4,0.00} = 39,245$ ,  $CC = 0,320$ ), με μη συμμετοχή σε προγράμματα ΠΕ στο σχολείο ( $\chi^2_{1,0.02} = 9,505$ ,  $CC = 0,165$ ). Περισσότερο στην Αράχωβα δηλώνουν ότι είναι απροστάτευτοι και λιγότερο στην Μυτιλήνη ( $\chi^2_{2,0.02} = 7,756$ ,  $CC = 0,148$ ).

«αφύπνιση» να νιώθουν περισσότερο οι μη εργαζόμενοι ( $\chi^2_{1,0.02} = 9,498$ ,  $CC = 0,166$ ), ηλικίας έως 25 ετών ( $\chi^2_{4,0.03} = 10,832$ ,  $CC = 0,175$ ).

«αδιαφορία» για την κλιματική αλλαγή να νιώθουν περισσότερο άντρες ( $\chi^2_{1,0.00} = 15,620$ ,  $CC = 0,208$ ).

«φόβο», να νιώθουν περισσότερο οι γυναίκες ( $\chi^2_{1,0.00} = 14,288$ ,  $CC = 0,200$ ) και των παιδαγωγικών σπουδών ( $\chi^2_{4,0.05} = 9,780$ ,  $CC = 0,215$ ).

«ανησυχία» να νιώθουν περισσότερο οι γυναίκες ( $\chi^2_{1,0.03} = 5,196$ ,  $CC = 0,122$ ). Περισσότερο στην Αράχωβα δηλώνουν ότι είναι ανήσυχοι και λιγότερο στην Μυτιλήνη ( $\chi^2_{2,0.02} = 7,719$ ,  $CC = 0,148$ ).

«ντροπή» να νιώθουν περισσότερο οι πολίτες με μόρφωση έως Λύκειο ( $\chi^2_{5,0.02} = 18,545$ ,  $CC = 0,228$ ).

«αλληλεγγύη» να νιώθουν περισσότερο οι πολίτες με συμμετοχή σε προγράμματα ΠΕ στο σχολείο ( $\chi^2_{1,0.04} = 4,540$ ,  $CC = 0,115$ ).

«ανασφάλεια» να νιώθουν περισσότερο οι πολίτες ηλικίας άνω των 45 ετών ( $\chi^2_{4,0.01} = 14,473$ ,  $CC = 0,201$ ). Περισσότερο στην Αράχωβα δηλώνουν ότι νιώθουν ανασφάλεια και λιγότερο στην Μυτιλήνη ( $\chi^2_{2,0.03} = 7,136$ ,  $CC = 0,143$ ).

«αδυναμία» να νιώθουν περισσότερο οι γυναίκες ( $\chi^2_{1,0.05} = 4,106$ ,  $CC = 0,109$ ), και οι πολίτες ηλικίας έως 25 ετών ( $\chi^2_{4,0.00} = 31,855$ ,  $CC = 0,292$ ), με μόρφωση έως Λύκειο ( $\chi^2_{5,0.01} = 16,096$ ,  $CC = 0,213$ ), με μη συμμετοχή σε προγράμματα ΠΕ στο σχολείο ( $\chi^2_{3,0.03} = 9,566$ ,  $CC$

= 0,165). Περισσότερο στην Αράχωβα δηλώνουν ότι νιώθουν αδυναμία και λιγότερο στην Μυτιλήνη ( $\chi^2_{2,0.02} = 8,305$ , CC = 0,154).

«θυμό» να νιώθουν περισσότερο οι γυναίκες ( $\chi^2_{1,0.02} = 9,883$ , CC = 0,167).

«ενοχές» να νιώθουν περισσότερο οι γυναίκες ( $\chi^2_{1,0.04} = 4,407$ , CC = 0,112) και οι πολίτες με μόρφωση από Λύκειο έως ΑΤΕΙ ( $\chi^2_{5,0.01} = 17,810$ , CC = 0,224).

«ευθύνη» να νιώθουν περισσότερο οι γυναίκες ( $\chi^2_{1,0.05} = 3,991$ , CC = 0,107) και οι πολίτες ηλικίας 45 – 54 ετών πρωτίστως και έως 25 ετών δευτερευόντως ( $\chi^2_{4,0.04} = 10,370$ , CC = 0,171).

«ασφάλεια» να νιώθουν περισσότερο οι άντρες ( $\chi^2_{1,0.04} = 4,247$ , CC = 0,110).

«αβοήθητοι» να νιώθουν περισσότερο οι πολίτες ηλικίας άνω των 55 ετών ( $\chi^2_{4,0.00} = 22,544$ , CC = 0,248), με μόρφωση μη σχετική με το περιβάλλον ( $\chi^2_{1,0.04} = 4,350$ , CC = 0,146) και με μη συμμετοχή σε προγράμματα ΠΕ στο σχολείο ( $\chi^2_{1,0.01} = 7,074$ , CC = 0,143).

«σύγχυση» να νιώθουν περισσότερο οι πολίτες με μόρφωση σχετικά με το περιβάλλον ( $\chi^2_{1,0.01} = 11,047$ , CC = 0,228). Περισσότερο στην Μυτιλήνη δηλώνουν ότι νιώθουν σύγχυση και λιγότερο στην Αράχωβα ( $\chi^2_{2,0.04} = 6,440$ , CC = 0,136).

### **Ερώτηση 3: Πρώτη εικόνα που αυθόρμητα έρχεται στο μυαλό σχετικά με την κλιματική αλλαγή**

Από την επεξεργασία των απαντήσεων που δόθηκαν, αρχικά προέκυψαν 27 κατηγορίες. Σύμφωνα με την αρχική κατηγοριοποίηση: ένα στοιχείο ανέφεραν το 66,3% (N = 216) των ερωτηθέντων, δύο το 22,7% (N = 74) και τρία το 11% (N = 36).

Οι 27 κατηγορίες αναλύθηκαν περαιτέρω και ομαδοποιήθηκαν σε 9 (Πίνακας 1). Σύμφωνα με την τελική κατηγοριοποίηση: ένα στοιχείο ανέφεραν το 70,6% (N = 230) των ερωτηθέντων, δύο το 22,1% (N = 72) και τρία το 7,4% (N = 24).

**Πίνακας 1.** Εικόνα για την κλιματική αλλαγή

	Απόλυτη Συχνότητα (N)	Σχετική Συχνότητα (%)
Λιώσιμο πάγων	94	28,8%
Έντονα καιρικά φαινόμενα	94	28,8%
Αύξηση θερμοκρασίας	64	19,6%
Αλλαγή εποχών	42	12,9%
Ξηρασία	34	10,4%
Φυσικό περιβάλλον	33	10,1%
Υποβάθμιση ανθρώπινης ζωής	21	6,4%
Ρύπανση	18	5,5%
Τρύπα του όζοντος	14	4,3%

Έρευνες δείχνουν, όπως συμβαίνει και στη δική μας, ότι όταν ζητάμε από τους ανθρώπους να εκφράσουν τι σκέπτονται για την κλιματική αλλαγή, οι άμεσες σκέψεις τους αφορούν τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Leiserowitz, 2003; Lorenzoni et al., 2006).

Αρνητικές επιπτώσεις που αναφέρθηκαν στην δική μας έρευνα, έχουν βρεθεί και σε άλλες (Lowe, 2006; Nisbet & Myers, 2007).

Για πολλούς, ιδέες καταστροφής είναι κοινές (Darier & Schüle, 1999; Bord et al., 2000; Lorenzoni et al., 2006; Etkin & Ho, 2007), και οι πρώτες εικόνες που έρχονται στο μυαλό αφορούν σχετικά μακρινές ή αφηρημένες αρνητικές επιπτώσεις (Leiserowitz, 2005), όπως πχ το λιώσιμο των πάγων στην δική μας έρευνα.

Τα ανωτέρω, όπως και το ότι δεν αναφέρθηκε κάτι θετικό, μπορεί να σχετίζεται με τον τρόπο που λαμβάνουν οι πολίτες από τα ΜΜΕ και το διαδίκτυο (ή και από τις ταινίες) πληροφορίες για την κλιματική αλλαγή. Στην συλλογική συνείδηση φαίνεται να έχουν καταγραφεί ανησυχητικές αναπαραστάσεις και αρνητικές έως καταστροφικές επιπτώσεις.

### **Συσχετίσεις με την εικόνα για την κλιματική αλλαγή**

Παρατηρείται η τάση:

«ξηρασία» στην κλιματική αλλαγή να 'βλέπουν' περισσότερο οι εργαζόμενοι ( $\chi^2_{1,0.02} = 5,746$ ,  $CC = 0,132$ ), και των ανθρωπιστικών σπουδών ( $\chi^2_{4,0.02} = 12,586$ ,  $CC = 0,247$ ), οι νεότεροι των 25 ετών πρωτίστως και οι ηλικίας 45-54 ετών δευτερευόντως ( $\chi^2_{4,0.02} = 17,371$ ,  $CC =$



0,225). Περισσότερο στην Αράχωβα ‘βλέπουν’ «ξηρασία» στην κλιματική αλλαγή και λιγότερο στην Μυτιλήνη ( $\chi^2_{2,0.04} = 6,752$ , CC = 0,142).

«έντονα καιρικά φαινόμενα» ‘βλέπουν’ περισσότερο οι μεγάλες ηλικίες σε σχέση με τις νεότερες ( $\chi^2_{4,0.02} = 12,392$ , CC = 0,192). Περισσότερο στην Αράχωβα ‘βλέπουν’ «έντονα καιρικά φαινόμενα» στην κλιματική αλλαγή και λιγότερο στην Μυτιλήνη ( $\chi^2_{2,0.05} = 6,307$ , CC = 0,138).

«λιώσιμο πάγων» ‘βλέπουν’ περισσότερο οι πολίτες με μόρφωση των ΑΤΕΙ και ΑΕΙ σε σχέση με υπόλοιπες βαθμίδες εκπαίδευσης ( $\chi^2_{5,0.04} = 11,831$ , CC = 0,189). Περισσότερο στην Μυτιλήνη ‘βλέπουν’ «λιώσιμο πάγων» και λιγότερο στην Αράχωβα ( $\chi^2_{2,0.01} = 9,404$ , CC = 0,167).

«τρύπα του όζοντος» ‘βλέπουν’ στην κλιματική αλλαγή πολύ περισσότερο από όλους, οι των επιστημών Υγείας ( $\chi^2_{4,0.01} = 15,919$ , CC = 0,275).

#### **Ερώτηση 4: Παρατήρηση της κλιματική αλλαγής**

Η συντριπτική πλειοψηφία (90,27%, N = 306) των ερωτηθέντων δηλώνει ότι έχει παρατηρήσει την κλιματική αλλαγή να συμβαίνει, ενώ μόνο το 9,73% (N = 33) δηλώνει ότι δεν έχει παρατηρήσει την κλιματική αλλαγή να συμβαίνει.

Από την επεξεργασία των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση «ποια στοιχεία έχουν παρατηρήσει», αρχικά προέκυψαν 25 κατηγορίες. Σύμφωνα με την αρχική κατηγοριοποίηση: ένα στοιχείο ανέφεραν το 48,4% (N = 149) των ερωτηθέντων, δύο το 28,2% (N = 87) και τρία το 14,9% (N = 46). Το 8,4% (N = 26) ενώ δήλωσε ότι έχει παρατηρήσει την κλιματική αλλαγή να συμβαίνει, δεν δήλωσε κάποιο συγκεκριμένο στοιχείο που έχει παρατηρήσει.

Οι 27 κατηγορίες αναλύθηκαν περαιτέρω και ομαδοποιήθηκαν σε 9 (Πίνακας 2). Σύμφωνα με την τελική κατηγοριοποίηση: ένα στοιχείο ανέφεραν το 51,9% (N = 160) των ερωτηθέντων, δύο το 27,3% (N = 84) και τρία το 12,3% (N = 38).

**Πίνακας 2.** Παρατήρηση της κλιματικής αλλαγής

	Απόλυτη Συχνότητα (N)	Σχετική Συχνότητα (%)
Αλλαγή εποχών	110	35,7%
Αλλαγή καιρού	98	31,8%
Άνοδος θερμοκρασίας	74	24%
Λιώσιμο πάγων	31	10,1%
Άνοδος στάθμης θάλασσας	23	7,5%
Ξηρασία	21	6,8%
Πλημμύρες	21	6,8%
Περιβαλλοντική υποβάθμιση	19	6,2%
Ρύπανση	17	5,5%

Το κλίμα, ως το γενικό πρότυπο των ατμοσφαιρικών και καιρικών συνθηκών μιας περιοχής, διάρκειας τουλάχιστον 30 ετών, είναι δύσκολο να παρατηρηθεί, και έχειδειχτεί ότι είναι δύσκολη η διάκριση του κλίματος και του καιρού (Ho, 2009; Lombardi & Sinatra, 2010). Φαίνεται όμως ότι υπάρχει μια κοινή διαπίστωση, όχι μόνο από την μεριά των επιστημόνων, ότι το κλίμα έχει αλλάξει.

Η αντίληψη της αλλαγής του κλίματος γίνεται μέσα από την παρατήρηση (ή αντίληψη) ότι ο καιρός και οι εποχές έχουν αλλάξει. Είναι γεγονός επίσης ότι τα τελευταία χρόνια γινόμαστε μάρτυρες όλο και συχνότερων (ή έτσι τα αντιλαμβανόμαστε λόγω της σχετικής πληροφόρησης) ακραίως καιρικών φαινομένων με μεγάλες καταστροφές. Ενδιαφέροντα είναι τα στοιχεία που προέκυψαν: «Λιώσιμο των πάγων» και «άνοδος της στάθμης της θάλασσας». Ίσως η αντίληψη και η γνώση να συγχέονται με την παρατήρηση σε μια αντιλαμβανόμενη πραγματικότητα, που στα πλαίσια της κλιματικής αλλαγής, δεν έχει τοπικά όρια και χαρακτηριστικά.

### **Συσχετίσεις με την παρατήρηση της κλιματικής αλλαγής**

Παρατηρείται η τάση, περισσότερο στην Αθήνα και λιγότερο στην Μυτιλήνη να έχουν παρατηρήσει την κλιματική αλλαγή να συμβαίνει ( $\chi^2_{2,0.05} = 6,406$ ,  $CC = 0,136$ ).

Παρατηρείται η τάση, ως στοιχείο της κλιματικής αλλαγής να έχει παρατηρηθεί:

η «ρύπανση» περισσότερο από τις γυναίκες ( $\chi^2_{1,0.05} = 4,028$ ,  $CC = 0,114$ ) και των πολιτών των Παιδαγωγικών Σπουδών ( $\chi^2_{4,0.05} = 14,795$ ,  $CC = 0,272$ ), ακολουθούν οι των Επιστημών Υγείας.

η «ξηρασία» περισσότερο από τους άντρες ( $\chi^2_{1,0.03} = 8,684$ ,  $CC = 0,166$ ) και τους πολίτες ηλικίας άνω των 45 ετών ( $\chi^2_{4,0.03} = 11,459$ ,  $CC = 0,190$ ).

οι «πλημμύρες» περισσότερο από τους πολίτες ηλικίας άνω των 35 ετών ( $\chi^2_{4,0.02} = 12,753$ ,  $CC = 0,200$ ).

η «άνοδος θερμοκρασίας» περισσότερο από πολίτες εκπαίδευσης ΑΤΕΙ, ΑΕΙ και άνω ( $\chi^2_{5,0.05} = 11,433$ ,  $CC = 0,191$ ), πολύ περισσότερο των Παιδαγωγικών σπουδών ( $\chi^2_{4,0.03} = 10,926$ ,  $CC = 0,236$ ), και με μόρφωση μη σχετική με το περιβάλλον ( $\chi^2_{1,0.01} = 9,827$ ,  $CC = 0,225$ ). Λιγότερο αυτό δηλώνουν οι κάτοικοι Μυτιλήνης, με διαφορά, και περισσότερο της Αθήνας ( $\chi^2_{2,0.02} = 8,845$ ,  $CC = 0,167$ ).

η «περιβαλλοντική υποβάθμιση» περισσότερο από πολίτες που δεν έκαναν ΠΕ στο σχολείο ( $\chi^2_{3,0.02} = 10,107$ ,  $CC = 0,179$ ).

η «άνοδος στάθμης της θάλασσας» περισσότερο από κατοίκους Μυτιλήνης, με διαφορά, μετά Αθήνας και τέλος Αράχωβας ( $\chi^2_{2,0.02} = 7,948$ ,  $CC = 0,159$ ).

### **Ερώτηση 5: Αιτίες της κλιματικής αλλαγής**

Από την επεξεργασία των απαντήσεων που δόθηκαν, αρχικά προέκυψαν 47 κατηγορίες. Σύμφωνα με την αρχική κατηγοριοποίηση: μία αιτία ανέφεραν το 10,6% (N = 36) των ερωτηθέντων, δύο το 26,5% (N = 90) και τρεις το 58,8% (N = 200). Το 4,1% (N = 14) δήλωσε ότι δεν γνωρίζει κάποια αιτία της κλιματικής αλλαγής.

Οι 47 κατηγορίες αναλύθηκαν περαιτέρω και ομαδοποιήθηκαν σε 9 (Πίνακας 3). Σύμφωνα με την τελική κατηγοριοποίηση: μία αιτία ανέφεραν το 16,2% (N = 55) των ερωτηθέντων, δύο το 44,1% (N = 150) και τρεις το 35,6% (N = 121).

**Πίνακας 3.** Αιτίες της κλιματικής αλλαγής

	Απόλυτη Συχνότητα (N)	Σχετική Συχνότητα (%)
Ρύπανση	171	50,3%
Καύση ορυκτών	122	35,9%
Μη φιλοπεριβαλλοντικός τρόπος ζωής	90	26,5%
Εξάντληση φυσικών πόρων	76	22,4%
Αποδάσωση	73	21,5%
Αύξηση θερμοκρασίας	69	20,3%
Καταστροφή Όζοντος	66	19,4%
Κακή διαχείριση απορριμμάτων	30	8,8%
Φυσικά φαινόμενα	16	4,7%

Στην έρευνα μας αναγνωρίζονται κυρίως τα ανθρωπογενή αίτια των κλιματικών αλλαγών, όπως και σε άλλες (πχ BBC/PIPA/Globescan, 2007), αν και ένα μικρό ποσοστό αποδίδει την κλιματική αλλαγή σε φυσικά αίτια. Οι ανωτέρω απαντήσεις έχουν αναγνωριστεί ως αίτιες της κλιματικής αλλαγής και σε άλλες έρευνες με διαφορετική ιεράρχηση και συχνότητα (Bostrom et al., 1994; Hinds et al., 2002).

Η ρύπανση θεωρείται ως η κύρια αιτία της κλιματικής αλλαγής από τους συμμετέχοντες στην έρευνα μας. Σύγχυση για το αν ρύπανση προκαλεί την κλιματική αλλαγή παρατηρήθηκε και σε έρευνες σε μαθητές (Boyes, & Stanisstrret, 1993; 1997; Gowda et al., 1997; Pruneau, et al., 2001), ενώ έχει παρατηρηθεί (Whitmarsh, 2009) να απαντούν οι πολίτες τη ρύπανση ως κύρια αίτια, όταν δεν τους δίνεται λίστα με επιλογές (αιτιών) σε ερωτηματολόγια.

Αν και η καύση των ορυκτών αναδείχθηκε στην δεύτερη θέση των αιτιών θεωρούμε ότι είναι μικρό το ποσοστό, μειοψηφία όμως που παρατηρήθηκε και σε άλλες έρευνες (Ριτσατάκης, 2005; Dunlap, 1998; Brechin, 2003; Adelekan & Gbadegesin, 2005; Lorenzoni et al., 2006)

Τα χαμηλά ποσοστά μπορούν να εξηγηθούν και από το γεγονός ότι η ερώτηση ήταν ανοιχτή και όχι με λίστα επιλογών, και έχει δείχτεί ότι σε ανοιχτές ερωτήσεις, η κατανόηση των πολιτών για τις αιτίες φαίνεται να είναι χαμηλότερη (Whitmarsh, 2009), πχ σε ανοιχτή ερώτηση, μόνο 30% των Βρετανών αναγνώρισε το διοξείδιο του άνθρακα ως αέριο που συνεισφέρει στην κλιματική αλλαγή (Norton & Leaman, 2004), και μόνο 18% σε Αμερικάνικη έρευνα, ανέφεραν την καύση ορυκτών καυσίμων ως αιτία (Read et al., 1994).

Αξίζει να παρατηρήσουμε την σύγχυση που παρατηρείται ως προς την καταστροφή του όζοντος και την κλιματική αλλαγή, δύο διακριτά προβλήματα που δεν έχουν αιτιακή σχέση, σύγχυση που παρατηρείται και διεθνώς σε πολλές έρευνες (Brechtin, 2003; Bord et al., 1998; Bord et al., 2000; Bostrom et al., 1994; Dunlap, 1998; Lorenzoni et al., 2006; Nisbet & Myers, 2007; Read et al., 1994; Stamm et al., 2000). Όμοια σύγχυση παρατηρείται και σε έρευνες σε μαθητές (Andersson & Wallin, 2000; Boyes & Stanisstreet, 1994; 1997; Cordero 2001, 2002; Koulaidis & Christidou, 1999). Θεωρούμε ότι η σύγχυση αποδίδεται σε βαθύτερη παρανόηση ή άγνοια για την φύση και γένεση καθώς και την επίδραση των δύο αυτών πολυδιάστατων προβλημάτων.

Παρατηρούμε επίσης ότι από τη λίστα των αιτιών στη δική μας έρευνα λείπουν η κτηνοτροφία και η γεωργία. Η πολύ χαμηλή τους θέση στην αντίληψη των πολιτών έρχεται σε αντίθεση με την πραγματική τεράστια συνεισφορά του συνολικού τομέα στην κλιματική αλλαγή, που ακολουθεί μόνο τον τομέα της ενέργειας (NMI, 2010).

Είναι σημαντικό, τέλος, να αναφερθεί ότι επειδή ήταν ανοιχτή η ερώτηση αναφέρθηκαν αρκετές ανακριβείς αιτίες όπως «πέταμα σκουπιδιών» ή «όξινη βροχή» και «πυρηνικά απόβλητα», στοιχεία που παρατηρήθηκαν και σε άλλες έρευνες (Boyes et al., 1993; Boyes & Stanisstreet, 1993).

### **Συσχετίσεις με τις αιτίες της κλιματικής αλλαγής**

Παρατηρείται η τάση, να θεωρούν ως αιτία της κλιματικής αλλαγής:

τη «ρύπανση» περισσότερο οι εργαζόμενοι ( $\chi^2_{1,0.01} = 8,511$ , CC = 0,158), οι πολίτες ηλικίας 25 – 44 ετών ( $\chi^2_{4,0.00} = 21,249$ , CC = 0,243), από επιστήμες μη σχετικές με το περιβάλλον ( $\chi^2_{1,0.01} = 12,024$ , CC = 0,238), και που δεν έκαναν ΠΕ στο σχολείο ( $\chi^2_{1,0.03} = 4,843$ , CC = 0,119). Η αιτία αυτή δηλώνεται λιγότερο στην Μυτιλήνη, και περισσότερο στην Αράχωβα ( $\chi^2_{2,0.01} = 12,611$ , CC = 0,189).

τη «καταστροφή όζοντος» περισσότερο οι γυναίκες ( $\chi^2_{1,0.04} = 4,424$ , CC = 0,113), και οι νεότεροι των 25 ετών ( $\chi^2_{4,0.02} = 11,644$ , CC = 0,182).

το «μη φιλοπεριβαλλοντικό τρόπο ζωής» περισσότερο οι άντρες ( $\chi^2_{1,0.01} = 9,571$ , CC = 0,165), από επιστήμες σχετικές με το περιβάλλον ( $\chi^2_{1,0.04} = 4,622$ , CC = 0,150).

τη «καύση ορυκτών» περισσότερο οι νεότεροι των 25 και 45-54 ετών, σε σχέση με τους υπόλοιπους ( $\chi^2_{4,0.02} = 12,015$ , CC = 0,185).

την «αποδάσωση» περισσότερο οι άνω των 45 ετών ( $\chi^2_{4,0.05} = 9,519$ ,  $CC = 0,165$ ), και αυτοί που έκαναν ΠΕ στο σχολείο ( $\chi^2_{1,0.02} = 6,414$ ,  $CC = 0,137$ ). Η αιτία αυτή δηλώνεται περισσότερο στην Αθήνα και λιγότερο στην Μυτιλήνη ( $\chi^2_{2,0.01} = 11,211$ ,  $CC = 0,179$ ).

#### Ερώτηση 6: Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα

Από την επεξεργασία των απαντήσεων που δόθηκαν, αρχικά προέκυψαν 31 κατηγορίες. Σύμφωνα με την αρχική κατηγοριοποίηση: μία επίπτωση ανέφεραν το 12,7% (N = 42) των ερωτηθέντων, δύο το 24,2% (N = 80) και τρεις το 51,4% (N = 170). Το 11,8% (N = 39) δήλωσε ότι δεν γνωρίζει κάποια επίπτωση της κλιματικής αλλαγής.

Οι 31 κατηγορίες αναλύθηκαν περαιτέρω και ομαδοποιήθηκαν σε 8 (Πίνακας 4). Σύμφωνα με την τελική κατηγοριοποίηση: μία επίπτωση ανέφεραν το 16% (N = 53) των ερωτηθέντων, δύο το 34,4% (N = 114) και τρεις το 37,8% (N = 125).

#### Πίνακας 4. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα

	Απόλυτη Συχνότητα (N)	Σχετική Συχνότητα (%)
Ανοδος θερμοκρασίας	155	46,8%
Ξηρασία	95	28,7%
Ανοδος στάθμης θάλασσας	75	22,7%
Υποβάθμιση της ανθρώπινης ζωής	75	22,7%
Ακραία καιρικά φαινόμενα	73	22,1%
Περιβαλλοντική υποβάθμιση	69	20,8%
Αλλαγή εποχών – καιρού	41	12,4%
Ρύπανση	35	10,6%

Παρατηρούμε επίσης ότι οι επιπτώσεις σχετίζονται με καταστροφικά γεγονότα. Ανάλογες επιπτώσεις έχουν αναφερθεί και σε άλλες έρευνες (Dunlap, 1998; Hinds et al., 2002; Jones et al. 2012; Manolas et al., 2010; Read et al., 1994).

#### Συσχετίσεις με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

Παρατηρείται η τάση, ως επίπτωση της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα, να θεωρούνται:

τα «ακραία καιρικά φαινόμενα», περισσότερο από εργαζόμενους ( $\chi^2_{1,0.03} = 5,235$ ,  $CC = 0,126$ ) και από πολίτες ηλικίας έως 34 ετών ( $\chi^2_{4,0.00} = 25,818$ ,  $CC = 0,269$ ). Η επίπτωση αυτή δηλώνεται περισσότερο στην Αθήνα και λιγότερο στην Μυτιλήνη ( $\chi^2_{2,0.03} = 7,307$ ,  $CC = 0,147$ ).

η «ξηρασία», περισσότερο από εργαζόμενους ( $\chi^2_{1,0.02} = 5,746$ ,  $CC = 0,132$ ) και από πολίτες ηλικίας έως 34 ετών ( $\chi^2_{4,0.01} = 14,174$ ,  $CC = 0,203$ ).

η «άνοδος στάθμης θάλασσας», περισσότερο από μη εργαζόμενους ( $\chi^2_{1,0.01} = 7,061$ ,  $CC = 0,146$ ), από πολίτες ηλικίας έως 34 ετών ( $\chi^2_{4,0.01} = 19,991$ ,  $CC = 0,239$ ), από Επιστημών Υγείας ( $\chi^2_{4,0.04} = 10,017$ ,  $CC = 0,221$ ), και από Επιστήμες μη σχετικές με το περιβάλλον ( $\chi^2_{1,0.01} = 9,972$ ,  $CC = 0,221$ ). Η επίπτωση αυτή δηλώνεται περισσότερο στην Μυτιλήνη, και λιγότερο στην Αράχωβα ( $\chi^2_{2,0.00} = 21,689$ ,  $CC = 0,248$ ).

η «περιβαλλοντική υποβάθμιση», περισσότερο από γυναίκες ( $\chi^2_{1,0.01} = 7,480$ ,  $CC = 0,149$ ). Η επίπτωση αυτή δηλώνεται περισσότερο στην Μυτιλήνη, και λιγότερο στην Αθήνα ( $\chi^2_{2,0.02} = 8,902$ ,  $CC = 0,162$ ).

η «άνοδος θερμοκρασίας», περισσότερο από πολίτες ηλικίας έως 25 ετών ( $\chi^2_{4,0.02} = 12,490$ ,  $CC = 0,191$ ), και μορφωτικού επιπέδου από ΑΕΙ και άνω ( $\chi^2_{5,0.05} = 11,490$ ,  $CC = 0,185$ ).

## Ερώτηση 7 Αντιλήψεις για την κλιματική αλλαγή:

Πίνακας 5. Αντιλήψεις για την κλιματική αλλαγή.

	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ εν μέρει	Συμφωνώ εν μέρει	Συμφωνώ απόλυτα
Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα επηρεάσουν πολύ τη δική μου ζωή	1,5% (N = 5)	5,8% (N = 20)	44,3% (N = 152)	48,4% (N = 166)
Η περιοχή διαμονής μου θα επηρεαστεί πολύ από την κλιματική αλλαγή τα επόμενα χρόνια	5% (N = 17)	20% (N = 68)	40,6% (N = 138)	34,4% (N = 117)
Εμπιστεύομαι το ελληνικό κράτος να λάβει μέτρα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.	59,9% (N = 206)	27% (N = 93)	10,8% (N = 37)	2,3% (N = 8)
Οι ενέργειες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής θα έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην ελληνική οικονομία.	37,3% (N = 128)	31,2% (N = 107)	23,3% (N = 80)	8,2% (N = 28)

Η τεχνολογία και η επιστήμη μόνο, θα αντιμετωπίσουν την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της, χωρίς να χρειάζεται να αλλάξει ο τρόπος ζωής, όπως τον γνωρίζουμε σήμερα.	50,6% (N = 174)	28,8% (N = 99)	16,3% (N = 56)	4,4% (N = 15)
--	--------------------	-------------------	-------------------	------------------

Γίνεται φανερό στην δική μας έρευνα ότι οι πολίτες θεωρούν ότι οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών αφορούν αυτούς (το ίδιο διαπιστώνει και ο Manolas et al. (2010)) και τον τόπο τους, και όχι κάποιους μόνο σε ένα μακρινό μέρος σε κάποια μακρινή χρονική στιγμή.

Σημειώνεται ότι δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικά σχέσεις μεταξύ της περιοχής διαμονής και των αντιλήψεων: «Η περιοχή διαμονής μου θα επηρεαστεί πολύ από την κλιματική αλλαγή τα επόμενα χρόνια» και «Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα επηρεάσουν πολύ τη δική μου ζωή», κλπ.

Οι πολίτες δίνουν επίσης έμφαση στην αλλαγή του τρόπου ζωής για την αντιμετώπιση των κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεων της, και δεν πιστεύουν ότι θα αρκεί μόνο μια τεχνολογική ή επιστημονική λύση.

Τέλος, δεν δείχνουν να εμπιστεύονται το ελληνικό κράτος για να λάβει μέτρα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Αν και το ποσοστό είναι πολύ μεγάλο, δεν είμαστε μόνο εμείς που δεν εμπιστευόμαστε το κράτος. Και άλλες έρευνες έχουν δείξει έλλειψη εμπιστοσύνη στους κρατικούς θεσμούς και μηχανισμούς (Poortinga & Pidgeon, 2003; Leviston & Walker, 2011). Αυτό που όμως έχει ιδιαίτερη σημασία είναι ότι έχει δειχτεί ότι η ανάληψη προσωπικών δράσεων συνδέεται με την εμπιστοσύνη ότι θεσμοί που θεωρούνται υπεύθυνοι για την κλιματική αλλαγή επίσης λαμβάνουν δράση (Darier & Schüle, 1999; Stoll-Kleeman et al., 2001; Lorenzoni & Pidgeon, 2006; Dietz et al., 2007). Αυτή η δυσαρμονία που προκαλείται μεταξύ της ευθύνης του κράτους για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και της έλλειψης εμπιστοσύνης σε αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αισθήματα αποδυνάμωσης και απογοήτευσης για προσπάθεια, γιατί αυτή θα θεωρείται μάταιη και άχρηστη (Lorenzoni et al., 2006; Semenza et al., 2008).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα αποτελέσματα της έρευνας, δεν αποτελούν μόνο χρήσιμα στοιχεία για την κατασκευή μιας πειστικής επικοινωνίας ή μπορεί να αξιοποιηθούν στα πλαίσια της ΠΕ, αλλά αποκαλύπτουν



μια προβληματική εικόνα, αρνητικά συναισθήματα, μεγάλη σύγχυση και κενά ως προς την κατανόηση των ζητημάτων που αφορούν την κλιματική αλλαγή και το περιβάλλον γενικότερα.

Αν και στην έρευνα μας οι περισσότεροι πολίτες φαίνεται να γνωρίζουν κάποια πράγματα για την κλιματική αλλαγή, παρά τις ευρείες καμπάνιες ενημέρωσης, εκπαίδευσης και επικοινωνίας πολλοί ακόμα έχουν παρανοήσεις για τις αιτίες και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Παρόμοια συμπεράσματα έχουν προκύψει σε άλλες έρευνες (BBC/PIPA/Globescan, 2007; Bickerstaff, 2002; Bord et al., 1998; Bostrom et al., 1994; Brechin, 2003; Poortinga & Pidgeon, 2003; Reynolds et al. 2010). Αυτές οι παρανοήσεις για τις αιτίες και τις επιπτώσεις έχουν την τάση να προκαλούν φόβο για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Read et al., 1994) και κυρίως καθιστούν δύσκολο για τους πολίτες να γνωρίζουν τι να κάνουν και ποιες πολιτικές να υποστηρίξουν.

Ελάχιστη επίδραση, μικρότερη από αυτή του τόπου, φάνηκε επίσης να έχει η ΠΕ στο σχολείο που δεν διαφοροποίησε σημαντικά τις απόψεις των σημερινών πολιτών.

Κρίνεται αναγκαία η περαιτέρω συνέχιση και διερεύνηση των αντιλήψεων και των αναπαραστάσεων καθώς και των αισθημάτων των πολιτών, σχετικά με την κλιματική αλλαγή αλλά και με άλλα περιβαλλοντικά ζητήματα γενικότερα, ιδιαίτερα ως προς τις τοπικές τους ιδιαιτερότητες, που να μπορούν να αξιοποιηθούν καλύτερα για πειστική και στοχευμένη περιβαλλοντική επικοινωνία. Η παρούσα έρευνα κινήθηκε στην κατεύθυνση ανάδειξης αυτής της ανάγκης.

Αν και η κλιματική αλλαγή θεωρείται ένα επικοινωνιακό πρόβλημα που παραμένει να λυθεί (Stamm et al., 2000), προτείνουμε την κατασκευή στοχευμένων επικοινωνιακών, εκπαιδευτικών και ερμηνευτικών παρεμβάσεων, και σε τοπικό επίπεδο, ώστε να αρθούν οι πιο κρίσιμες από τις παρανοήσεις, όχι μόνο σε πλαίσια τυπικής εκπαίδευσης αλλά και μη τυπικής και άτυπης. Προτείνουμε να δοθεί έμφαση στις αποσαφήνιση των αιτιών και των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής, αλλά και διαφορετικών περιβαλλοντικών προβλημάτων (πχ ρύπανση, καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος και κλιματική αλλαγή).

Τέλος προτείνουμε να αξιοποιηθούν τα συναισθήματα σε αυτή την εκπαίδευση ή επικοινωνία, κυρίως τα σχετικά με την ενδυνάμωση και την αισιοδοξία, για να έχουμε μεγαλύτερες πιθανότητες να μετουσιώσουμε τις γνώσεις και τις αντιλήψεις σε θετικές στάσεις και συμπεριφορές, με στόχο την αύξηση της συμμετοχής των πολιτών σε συλλογικές δράσεις που αφορούν την επίλυση των προβλημάτων της κλιματικής αλλαγής.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- Ζέρβα, Κ. & Τσαντόπουλος, Γ. (2013), «Απόψεις και στάσεις της κοινής γνώμης σε διεθνή και εθνική κλίμακα για την κλιματική αλλαγή». *Θέματα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων. 5ος Τόμος: Διεθνής Περιβαλλοντική Πολιτική: Αναμετρήσεις με το Μέλλον*, σελ. 75-89.
- Ριτσατάκης, Ε.Μ. (2005), *Απόψεις και Στάσεις των Τοπικών Κοινοτήτων για το Περιβάλλον: Η περίπτωση της Νότιας Εύβοιας. Γνώσεις και ανάγκες εκπαίδευσης*. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος. Μυτιλήνη.

### Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Adelekan, I.O. & Gbadegesin, A.S. (2005), “Analysis of the public perception of climate change issues in an indigenous African city”, *Int J Environ Stud* 62(1).
- Andersson, B., Wallin, A. (2000), “Students' Understanding of the Greenhouse Effect, the Societal Consequences of Reducing CO<sub>2</sub> Emissions and the Problem of Ozone Layer Depletion”, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 37, no. 10, pp. 1096-1111.
- Baron, R.S., Logan, H., Lilly, J., Inman, M.L., Brennan, M. (1994), “Negative emotion and message processing” *J Exp Soc Psych*, vol. 30, pp. 181-201.
- Baumeister, R.F., Vohs K.D., DeWall, C.N., Zhang, L. (2007), “How emotion shapes behavior: feedback, anticipation, and reflection, rather than direct causation”, *PSPR*, vol. 11, pp. 167-203.
- BBC World Service/Program on International Policy Attitudes (PIPA)/Globescan. (2007), All Countries Need to Take Major Steps on Climate Change: Global Poll.
- Bickerstaff, K. & Walker, G. (2002), “Risk, responsibility and blame: an analysis of vocabularies of motive in air-pollution(ing) discourses”, *Environment and Planning*, vol. 34, pp. 2175-2192.

- Bord, R.J., Fisher, A. & O'Connor, R.E. (1998), "Public Perceptions of Global Warming: United States and International Perspectives", *Climate Research*, vol. 11, pp. 75-84.
- Bord, R.J., O'Connor, R.E. & Fisher, A. (2000), "In What Sense Does the Public Need to Understand Global Climate Change?", *Public Understanding of Science*, vol. 9, pp. 205-18.
- Bostrom, A., Morgan, M.G., Fischhoff, B, Read, D. (1994), "What do people know about global climate change?" *Risk Analysis*, vol. 14, no. 6, pp. 959-970.
- Boyes, E. & Stanisstreet, M. (1993), "The «Greenhouse effect»: children's perceptions of causes, consequences and cures", *International Journal of Science Education*, vol. 15, no. 5, pp. 531-552.
- Boyes E. & Stanisstreet M. (1994), "The ideas of Secondary School children ozone layer damage", *Global Environmental Change*, vol. 4, pp. 311-324.
- Boyes, E. & Stanisstreet, M. (1993), "The greenhouse effect: children's perceptions of causes, consequences, and cures", *International Journal of Science Education*, vol. 15, pp. 531-552.
- Boyes, E. & Stanisstreet, M. (1997), "Children's models of understanding of two major global environmental issues (ozone layer and greenhouse effect)" *Research in Science & Technological Education*, vol. 15, no. 1, pp. 19-28.
- Boyes, E., Chuckran, D. & Stanisstreet, M. (1993), "How do high school students perceive global climate change: What are its manifestations? What are its origins? What corrective action can be taken?" *Journal of science education and technology*, vol. 2, no. 4, pp. 541-557.
- Boyes, E., Skamp, K., & Stanisstreet, M. (2009), "Australian Secondary Students' Views About Global Warming: Beliefs About Actions and Willingness to Act", *Science Education*, vol. 39, pp. 661-680.
- Breakwell, G. (2000), "Risk Communication: Factors Affecting Impact", *British Medical Bulletin*, vol. 56, no. 1, pp. 110-120.
- Brechin, S. R. (2003), "Comparative Public Opinion and Knowledge on Global Climatic Change and the Kyoto Protocol: the U.S. versus the World?", *International Journal of Sociology and Social Policy*, vol. 23, no. 10, pp. 106-34.
- Cabecinhas, R., Lázaro, A. & Carvalho, A. (2006), 'Lay Representations on Climate Change', in *Proceedings of IAMCR's 25th Conference*: 504-508. S.I.: IAMCR.

- Cordero, E. (2001), “Misconceptions in Australian Students’ Understanding of Ozone Depletion”, *Melbourne Studies in Education*, vol. 41, pp. 85-97.
- Cordero, E. (2002), “Is the Ozone Hole over Your Classroom?”, *Australian Science Teachers' Journal*, vol. 48, no. 1, pp. 34-39.
- Creswell, J.W. (2003), *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed method approaches*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Darier, É. & Schüle, R. (1999), “Think globally, act locally? Climate change and public participation in Manchester and Frankfurt”, *Local Environ*, vol. 4, no. 3, pp. 317-329.
- Dietz, T., Dan, A., Rachael, S. (2007), “Support for climate change policy: social psychological and social structural influences”, *Rural Sociol*, vol. 72, no. 2, pp. 185–214.
- Dunlap, R. (1998), “Lay Perceptions of Global Risk: Public Views of Global Warming in Cross-National Context,” *International Sociology*, vol. 13, no. 4, pp. 473-98.
- Etkin, D. & Ho, E. (2007), “Climate change: perceptions and discourses of risk”, *J Risk Res*, vol. 10, no. 5, pp. 623-641.
- Gowda, M.V. R., Fox, J.C., & Magelky, R.D. (1997), “Students’ understanding of climate change: Insights for scientists and educators”, *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 78, no. 1, pp. 2232-2240.
- Hinds, K., Carmichael, C. & Snowling, H. (2002), *Public Attitudes to the Environment in Scotland 2002*. Edinburgh: Scottish Executive.
- Ho, E. (2009), *Children’s Ideas About Climate Change*, (Doctoral Dissertation), University of Toronto, Department of Geography and Collaborative Program in Environmental Studies). Retrieved from Library and Archives, Canada.
- Jones, N., Clark, J., Tripidaki, G. (2012), “Social risk assessment and social capital: a significant parameter for the formation of climate change policies”, *The Social Science Journal*. vol. 49, no. 1, pp. 33-41.
- IPCC (2014), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Kahneman, D. (2011), *Thinking fast and slow*. Farrar, Straus, and Giroux, New York

- Kempton, W. (1991), “Lay perspectives on global climate change”, *Global Environ Change*, vol. 1, no. 3, pp. 183–208.
- Koulaidis, V. & Christidou, V. (1999), “Models of students’ thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications”, *Science Education*, vol. 83, pp. 559-576.
- Leiserowitz, A. (2003), *Global warming in the American mind: The roles of affect, imagery, and worldviews in risk perception, policy preferences and behaviour*. Dissertation, University of Oregon, Eugene.
- Leiserowitz, A. (2005), American risk perceptions: is climate change dangerous? *Risk Anal* vol. 25, no. 6, pp. 1433-1442.
- Leiserowitz, A. (2006), “Climate change risk perception and policy preferences: the role of affect, imagery, and values.” *Clim Chang* vol. 77, pp. 45-72.
- Leviston, Z. & Walker, I. (2011), *Baseline survey of Australian attitudes to climate change: Preliminary report*, Canberra, Australia: CSIRO.
- Lombardi, D. & Sinatra, G.M. (2010), *College Students’ Perceptions About the Plausibility of Human-Induced Climate Change*, Research in Science Education.
- Lorenzoni, I., Leiserowitz, A., DeFranca, D., Poortinga, W., Pidgeon, N.F. (2006), “Cross-national comparisons of image associations with “global warming” and “climate change” among laypeople in the United States of America and Great Britain.” *J Risk Res*, vol. 9, no. 3, pp. 265-281.
- Lorenzoni, I., Nicholson-Cole, S., Whitmarsh, L. (2007), “Barriers perceived to engaging with climate change among the UK public and their policy implications”, *Glob Environ Chang*, vol. 17, pp. 445-459.
- Lorenzoni, I., & Pidgeon, N.F. (2006), “Public views on climate change: European and USA Perspectives”, *Climate Change*, vol. 77, no. 1-2, pp. 73-95.
- Lowe, T. (2006), *Vicarious experiences vs. scientific information in climate change risk perception and behaviour: A case study of undergraduate students in Norwich, UK*. Technical Report 43. Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Manolas, E.I., Tampakis, S.A., Karanikola, P.P. (2010), “Climate change: the views of forestry students in a Greek university”, *International Journal of Environmental Studies*, vol. 67, no. 4, pp. 599-609.
- Markowitz, E.M. & Shariff, A.F. (2012), “Climate change and moral judgement” *Nature Climate Change*, vol. 2, no. 4, pp. 243–247.

- Monahan, J.L. (1995), “Thinking positively: using positive affect when designing health messages”, In: Maibach E, Parrott RL (eds) *Designing health messages: approaches from communication theory and public health practice*. Sage, London, pp 81-98.
- Nabi, R.L. (2003), “Exploring the framing effects of emotion: do discrete emotions differentially influence information accessibility, information seeking, and policy preference?”, *Commun Res*, vol. 30, pp. 224–247.
- Nicholson-Cole, S. (2004), *Imag(in)ing climate change: explore people’s visual imagery, issue salience and personal efficacy*. Doctoral Thesis, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich.
- Nisbet, M.C. & Myers, T. (2007), “The polls trends: twenty years of public opinion about global warming”, *Publ Opin Q*, vol. 71, no. 3, pp. 444-470.
- National Meteorological Institute (NMI) (2010), *Second National Communication to the UNFCCC*. San Jose, Costa Rica, 265 pp.
- Norgaard, K.M. (2011), *Living in denial: Climate change, emotions, and everyday life*. The MIT Press, Cambridge.
- Norton, A. & Leaman, J. (2004), *The Day After Tomorrow: Public Opinion on Climate Change*. London: MORI Social Research Institute.
- Petts, J., Niemeyer, S., Hobson, K. & McGregor, G. (2004), *Public Conceptions of Rapid Climate Change: Triggering Response?* Paper for the International Workshop on ‘Dangerous Climate Change’ University of East Anglia, Norwich (UK).
- Poortinga, W. & Pidgeon, N.F. (2003), *Public Perceptions of Risk, Science and Governance*, Norwich: University of East Anglia/MORI.
- Pruneau, D., Moncton, U., Liboiron, L., & Vrain, E. (2001), “People’s idea about climate change: a source of inspiration for the creation of educational programs.” *Canadian Journal of Environmental Education*, vol. 6, no. 1, pp. 58-76.
- Read, D., Bostrom, A., Morgan, M.G., Fischhoff, B. & Smuts, T. (1994), “What Do People Know about Global Climate Change? Survey Studies of Educated Laypeople”, *Risk Analysis*, vol. 14, no. 6, pp. 971-82.
- Reynolds, T.W., Bostrom, A., Read, D., Morgan, M.G. (2010), “Now what do people know about global climate change? Survey studies of educated laypeople”, *Risk Anal*, vol. 30, no. 10, pp. 1520-1538.

- Semenza, J.C., Hall, D.E., Wilson, D.J., Bontempo, B.D., Sailor, D.J., George, L.A. (2008), “Public perception of climate change: voluntary mitigation and barriers to behaviour change”, *Am J Prev Med*, vol. 35, no. 5, pp. 479-487.
- Stamm, K.R., Clark, F., & Reynolds, E.P. (2000), “Mass communication and public understanding of environmental problems: the case of global warming”, *Public Understanding of Science*, vol. 9, pp. 219-237.
- Stoll-Kleeman, S., O’Riordan, T., Jaeger, C.G. (2001), “The psychology of denial concerning climate mitigation measures: evidence from Swiss focus groups”, *Global Environ Change*, vol. 11, pp. 107-117.
- Swim, J., Clayton, S., Doherty, T., Gifford, R., Howard, G., Reser, J., Stern, P., Weber, E. (2010), *Psychology and global climate change: Addressing a multi-faceted phenomenon and set of challenges*. A report by the American Psychological Association’s Task Force on the Interface between Psychology and Global Climate Change.
- Thomas, E.F., McGarty, C., Mavor, K.I. (2009), “Transforming “apathy into movement”: the role of prosocial emotions in motivating change”, *Pers Soc Psychol Rev*, vol. 13, pp. 31-333.
- Whitmarsh, L. (2009), “What’s in a name? Commonalities and differences in public understanding of “climate change” and “global warming”, *Public Understanding of Science*; 18(16).
- Wood, H. (2000), “Attitude Change: Persuasion and Social Influence”, *Annual review of Psychology*, vol. 51, pp. 539-570.

*Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης,  
Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 29-31 Μαΐου 2015*

## **Βλασσοπούλου Χλ.-Οι πυρκαγιές του 2007 στην Ηλία : από την καταστροφή στην προσαρμογή**



*Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης,  
Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 29-31 Μαΐου 2015*

**Σαρτζετάκης Ευτ. - Σχεδιάζοντας περιβαλλοντικές πολιτικές με περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένους καταναλωτές**

*Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης,  
Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 29-31 Μαΐου 2015*

**Μποτετζάγιας Ι. και Γκιουζέπας Γ. - Ο αφηγηματικός κύκλος της κλιματικής αλλαγής στις ελληνικές εφημερίδες**

*Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης,  
Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 29-31 Μαΐου 2015*

**Φλούτση Αθ.-Αυγ., Κόρα-Καράσα Μ.-Μ., Ματσούκας Χρ. - Οπτικό πάχος  
αιωρούμενων σωματιδίων στον χώρο της Μεσογείου**

**Θεοδώρου Κ., Δόξα Α., Robert A., Crivelli A. - Αλλαγές στην αναπαραγωγική φαινολογία δύο συμπάτριων ειδών πελεκάνων ως απόκριση στην κλιματική αλλαγή**

**Βάσιος Γ., Κυριακίδης Φ., Δημητρακόπουλος Π. - Αναζητώντας την τρωτότητα των περιοχών του δικτύου Natura 2000 της Κρήτης λόγω Κλιματικής Αλλαγής: μια γεωστατιστική προσέγγιση**