

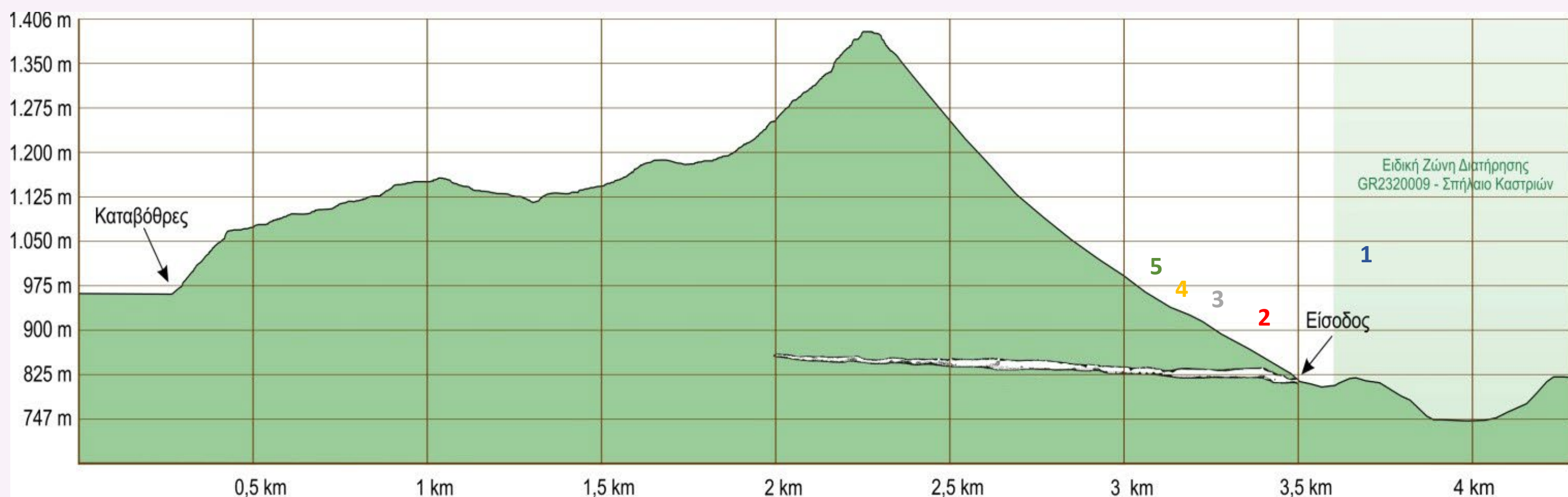
Μαρία Καντζαρίδου^{1,2*}, Ιωάννης Νικολουδάκης^{1,2}, Παναγιώτης Γεωργιακάκης², Γιώργος Παπαμιχαήλ³, Άρτεμις Καυκαλέτου Ντιέζ⁴, Καλούστ Παραγκαμιάν¹

¹Ινστιτούτο Σπηλαιολογικών Ερευνών Ελλάδας (ΙΝΣΠΕΕ)/ ²Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, Πανεπιστήμιο Κρήτης/ ³ΑΤΕΠΕ Διαχείριση Οικοσυστημάτων Μον. ΕΠΕ / ⁴Ανεξάρτητη ερευνήτρια, Μονεμβάσια

* mariakantzaridou@gmail.com

Εισαγωγή

Το Σπήλαιο Λιμνών-Καστριών Καλαβρύτων (ΕΖΔ GR1130008 – «Σπήλαιο Καστριών») αποτελεί οικότοπο υψηλής οικολογικής αξίας, καθώς φιλοξενεί δεκάδες σπηλαιόβια ασπόνδυλα είδη και σημαντικούς πληθυσμούς από δέκα είδη χειροπτέρων. Αξιοσημείωτες είναι οι καταγραφές τουλάχιστον τεσσάρων ειδών στενωσενδημικών ασπονδύλων¹ και η μεγαλύτερη, με διαφορά, αποικία χειροπτέρων στην Ελλάδα (περίπου 30.000 άτομα, Εικ. 5). Δύο σημαντικά προγράμματα^{2,3} και μία διπλωματική εργασία⁴ έχουν κάνει μία δυναμική αρχή στην παρακολούθηση της αποικίας των πτερυγονυχτερίδων και του περιβάλλοντος του σπηλαίου. Στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE GRECABAT εγκαταστάθηκε ένα αυτόματο σύστημα παρακολούθησης το οποίο καταγράφει και μεταδίδει σε πραγματικό χρόνο δεδομένα για τις περιβαλλοντικές συνθήκες στο σπήλαιο και επιτρέπει κάποιες καίριες θέσεις συνάθροισης χειροπτέρων. Το Σπήλαιο Λιμνών από το 1990 μέχρι και σήμερα αποτελεί έναν οργανωμένο τουριστικό προορισμό, δεχόμενο δεκάδες χιλιάδες επισκεπτών κάθε χρόνο, γεγονός που καθιστά κρίσιμη την τεκμηριωμένη διαχείρισή του. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση των μικροκλιματικών συνθηκών του σπηλαίου για δύο έτη και η συνοπτική περιγραφή της συμπεριφοράς των χειροπτέρων κατά το σχηματισμό της χειμερινής αποικίας.



Εικόνα 1: Ανάπτυγμα του σπηλαίου Λιμνών-Καστριών σε τομή. Σημειώνονται ενδεικτικά οι θέσεις των πέντε σταθμών παρακολούθησης εκτός και εντός σπηλαίου (Προσαρμογή από Παραγκαμιάν Κ. & Νικολουδάκη Ι., 2020).

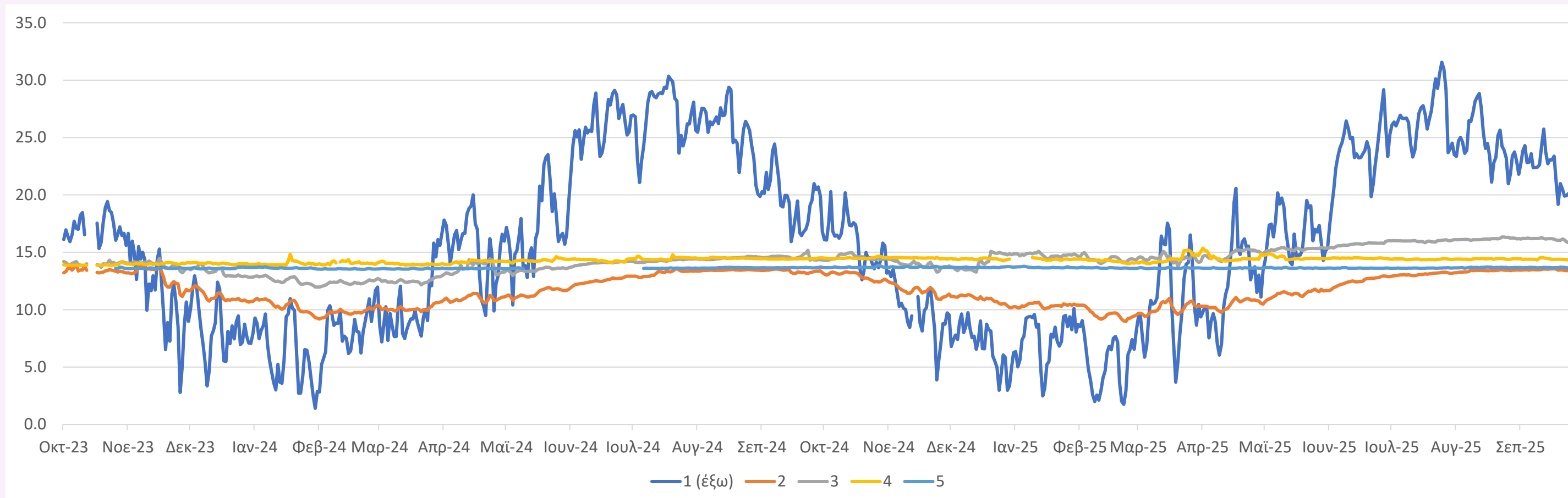
Μεθοδολογία & Αποτελέσματα

Το σύστημα παρακολούθησης³ αποτελείται από έναν μετεωρολογικό σταθμό έξω από το σπήλαιο (Σταθμός 1), τέσσερα αυτόματα καταγραφικά αβιοτικών παραμέτρων κατά μήκος του σπηλαίου (Σταθμοί 2 έως 5), δύο κάμερες υπερύθρων εντός του σπηλαίου, κοντά στη φυσική είσοδο (Εικ. 1 & 2), και έναν αυτόματο καταμετρητή των εισερχόμενων/εξερχόμενων επισκεπτών.



Εικόνα 2: Εγκατάσταση μετεωρολογικού σταθμού στον Σταθμό 1 (α), καταγραφικού αβιοτικών παραμέτρων στον Σταθμό 3 (β), και κάμερας υπερύθρων στον Σταθμό 2 (γ) με στόχο την καταγραφή της δραστηριότητας των νυχτερίδων κοντά στη φυσική είσοδο.

Η παρακολούθηση δύο συναπτών ετών δημιούργησε την πρώτη χρονοσειρά κλιματικών δεδομένων για την περιοχή (Εικ. 4). Επιβεβαίωσε τη σταθερότητα της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας στις ενδότρες αίθουσες, και αντίθετα ανέδειξε την εποχική περιοδικότητα στη διακύμανση των τιμών στους Σταθμούς 2 & 3, πλησίον της φυσικής εισόδου. Η συγκέντρωση του CO₂ παρουσιάζει μεγάλο εύρος τιμών στο εσωτερικό του σπηλαίου, ξεπερνώντας ανά διαστήματα τα 1.000 ppm (Εικ. 3). Οι κάμερες επιτήρησης επέτρεψαν την παρατήρηση της συμπεριφοράς των χειροπτέρων κατά τη διαχείμαση. Τα άτομα του είδους *Miniopterus schreibersii* (πτερυγονυχτερίδες) κατέλαβαν και τους δύο χειμώνες τις ίδιες θέσεις καταφυγής,



Εικόνα 4: Η διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας (°C) εκτός και εντός του Σπηλαίου Λιμνών-Καστριών. Όσο μετακινούμαστε προς βαθύτερες αίθουσες, αυξάνει η αρίθμηση των Σταθμών.

όταν η θερμοκρασία στο Σταθμό 2 ήταν χαμηλότερη από 10°C και αφού πρώτα εκτόπισαν συναθροιζόμενα άτομα του γένους *Rhinolophus*. Ο καταμετρητής των επισκεπτών έδειξε ότι η προσέλευση αυξάνεται κατά τις περιόδους των εορτών.

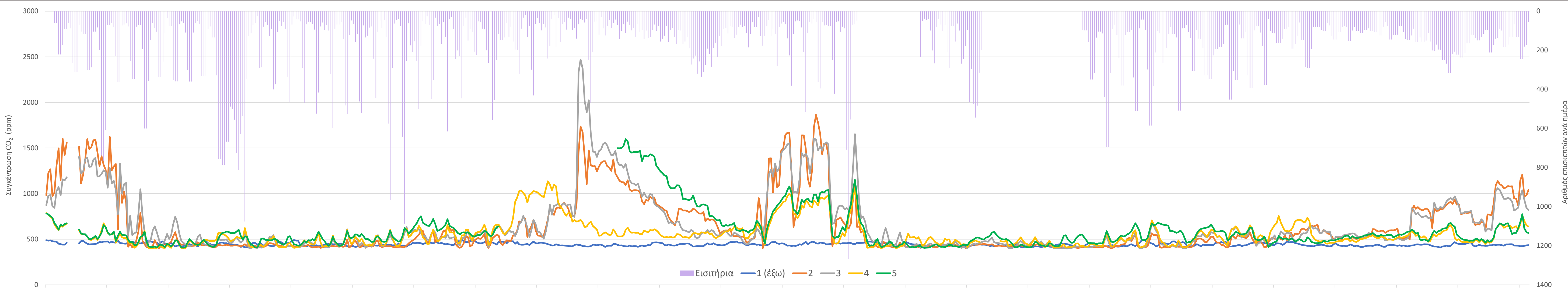


Εικόνα 5: Τμήμα της χειμερινής αποικίας πτερυγονυχτερίδων κοντά στη φυσική είσοδο του Σπηλαίου Λιμνών-Καστριών, 03/03/2022.

Συζήτηση

Το Σπήλαιο Λιμνών-Καστριών είναι το πρώτο σπήλαιο στην Ελλάδα του οποίου το αβιοτικό περιβάλλον παρακολουθείται μακροχρόνια με συνέπεια και μπορεί να περιγραφεί με τόση λεπτομέρεια. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να σκιαγραφήσουν το περιβαλλοντικό προφίλ του σπηλαίου και να τροφοδοτήσουν ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης³. Τέτοια συστήματα κρίνεται απαραίτητο να εγκατασταθούν και σε άλλα τουριστικά σπήλαια ως προληπτικό διαχειριστικό εργαλείο. Με τα μέχρι σήμερα δεδομένα, στο ήδη τουριστικά διαμορφωμένο τμήμα του Σπηλαίου Λιμνών, δεν υπάρχει πρόδηλη επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα στο μικροκλίμα. Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία επηρεάζονται αναμενόμενα από την εγγύτητα των σταθμών στις εισόδους του σπηλαίου, ενώ η συγκέντρωση του CO₂ εντός δε φαίνεται να σχετίζεται με τον βαθμό επισκεψιμότητας. Όσον αφορά το σύστημα παρακολούθησης μέσω τηλεματικής, κρίνεται απαραίτητη η προσθήκη καμερών και σε άλλες θέσεις πλησίον της φυσικής εισόδου για να έχουμε πληρέστερη εποπτεία της χειμερινής συνάθροισης πτερυγονυχτερίδων.

Σε συνδυασμό με την παρακολούθηση βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων αξίζει να σημειωθεί το θεσμικό πλαίσιο ως μια ακόμη βασική παράμετρος για την προστασία του Σπηλαίου των Λιμνών. Επιβάλλεται ο επανασχεδιασμός της ΕΖΔ GR2320009, η οποία σήμερα δεν περιλαμβάνει καθόλου το σπήλαιο (Εικ. 1), έτσι ώστε να περικλείει ολόκληρο το καρστικό σύστημα.



Εικόνα 3: Η διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας εκτός και εντός του Σπηλαίου Λιμνών-Καστριών. Όσο μετακινούμαστε προς βαθύτερες αίθουσες, αυξάνει η αρίθμηση των Σταθμών.

Ευχαριστίες

Το έργο LIFE GRECABAT (LIFE17 NAT/GR/000522) χρηματοδοτείται κατά το 60% από το χρηματοδοτικό εργαλείο LIFE+ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής - Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος και με την υποστήριξη του Πράσινου Ταμείου, του Ιδρύματος Α. Γ. Λεβέντη και του Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος.



Βιβλιογραφικές παραπομπές

- Παραγκαμιάν Κ., Νικολουδάκης Ι. 2020. Απογραφή του οικότοπου στις περιοχές του προγράμματος LIFE GRECABAT (LIFE17 NAT/GR/000522). Ενδιάμεση έκθεση. Ινστιτούτο Σπηλαιολογικών Ερευνών.
- Νικολουδάκης Ι., Παραγκαμιάν Κ. 2021. Τεχνική έκθεση: Δράση C2 «Δημιουργία συστημάτων παρακολούθησης και έγκαιρης προειδοποίησης για τα σπήλαια και τις αποικίες χειροπτέρων», Πρόγραμμα LIFE GRECABAT.
- Γεωργιακάκης, Π., & Καυκαλέτου Ντιέζ, Α. 2023. Έκθεση αποτύπωσης της υφιστάμενης κατάστασης του σπηλαίου και σύνταξη τελικής ολοκληρωμένης πρότασης διαχείρισης της επισκεψιμότητας του σπηλαίου. Παραδοτέο Γ' Φάσης για το έργο «Αξιολόγηση διαχείρισης επισκεψιμότητας του Σπηλαίου των Λιμνών».
- Καντζαρίδου Μ. 2024. Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία «Εποχικά και χωρικά πρότυπα στη χρήση του Σπηλαίου των Λιμνών από τα Χειρόπτερα», Πανεπιστήμιο Πατρών.