



ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Δράση C2: «Δημιουργία συστημάτων παρακολούθησης και έγκαιρης προειδοποίησης
για τα σπήλαια και τις αποικίες χειροπτέρων»

Σπήλαια Λιμνών Καστριών και Σπηλαιοθάλασσο Αλμωπίας

ΙΝΣΠΕΕ

Φεβρουάριος 2021

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τοποθέτηση των προτεινόμενων συστημάτων παρακολούθησης εντάσσεται στα πλαίσια της υλοποίησης της Δράσης C2 με τίτλο «Δημιουργία συστημάτων παρακολούθησης και έγκαιρης προειδοποίησης για τα σπήλαια και τις αποικίες χειροπτέρων» σε τρία σπήλαια του προγράμματος LIFE GRECABAT¹. Τα συστήματα παρακολούθησης θα καταγράφουν και θα μεταδίδουν σε πραγματικό χρόνο δεδομένα συνθηκών εντός και εκτός των σπηλαίων (θερμοκρασία, υγρασία, επίπεδα CO₂, κ.ά.) αλλά και εικόνα μέσω τηλεχειριζόμενων υπέρυθρων καμερών παρακολούθησης. Τα συστήματα αυτά θα χρησιμοποιηθούν για τη συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης στα σπήλαια, την έγκαιρη προειδοποίηση σε περίπτωση που παρατηρούνται αποκλίσεις στις φυσιολογικές τιμές ή παρατηρηθούν άλλα συγκεκριμένα προβλήματα. Επιπλέον, καθώς θα μεταδίδονται οπτικοποιημένα δεδομένα και εικόνες σε πραγματικό χρόνο μέσω του διαδικτύου, θα συμβάλλουν στην περιβαλλοντική ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού.

Τα σπήλαια στα οποία θα υλοποιηθούν αυτές οι δράσεις είναι το σπήλαιο Λιμνών Καστριών, το Σπήλαιο Μαρώνειας και το Σπηλαιοβάραθρο Λουτρακίου Αριδαίας. Στην παρούσα έκθεση παρουσιάζονται τα συστήματα για τα σπήλαια Λιμνών και Σπηλαιοβάραθρου. Για το σπήλαιο Μαρώνειας θα ακολουθήσει μια ακόμη τεχνική έκθεση μόλις οριστικοποιηθούν οι δράσεις προστασίας του σπηλαίου οι οποίες θα εξασφαλίζουν και την ασφάλεια του συστήματος.

Τα συστήματα που θα εγκατασταθούν στο Σπήλαιο Λιμνών (στα Καστριά) και στο Σπηλαιοβάραθρο Αριδαίας είναι συστήματα τηλεματικής για την παρακολούθηση βασικών βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων.

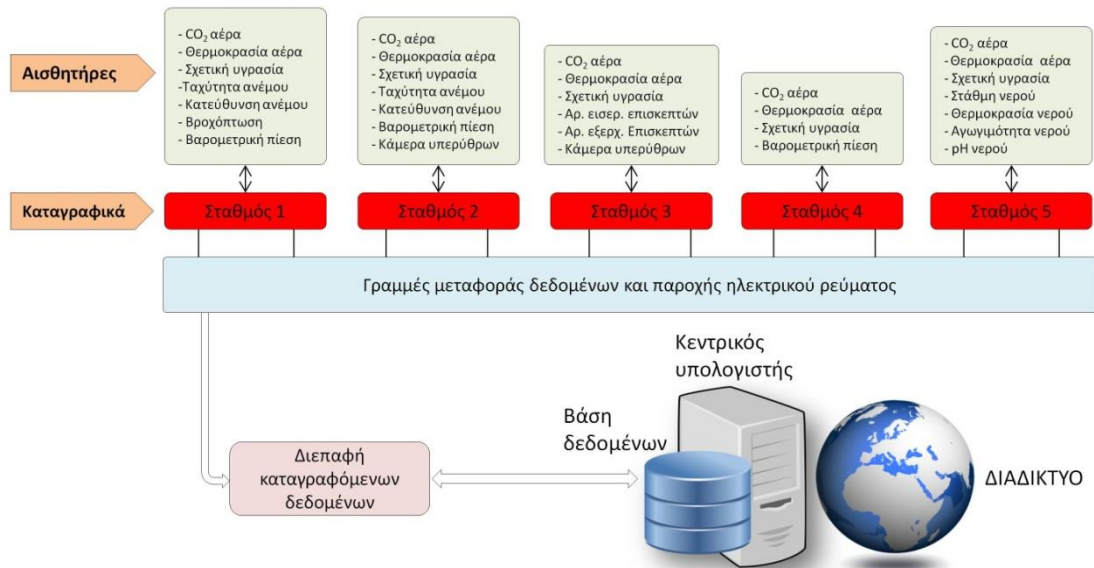
Οι αβιοτικές παράμετροι που θα καταγράφουν - αποθηκεύουν - μεταδίδουν τα συστήματα περιλαμβάνουν την ταχύτητα και διεύθυνση του αέρα, την θερμοκρασία και σχετική υγρασία του αέρα, την βαρομετρική πίεση, το διοξείδιο του άνθρακα στον αέρα, την θερμοκρασία, την αγωγιμότητα το pH και το ύψος στάθμης του νερού. Οι βιοτικοί παράγοντες και συγκεκριμένα τα χειρόπτερα (αριθμός ατόμων, μετακινήσεις αποικίας) θα καταγράφονται με την βοήθεια υπέρυθρων καμερών με υπέρυθρους προβολείς τύπου LED ώστε να μην γίνονται αντιληπτοί και ενοχλούν τα χειρόπτερα.

¹ Το έργο LIFE-ΦΥΣΗ «Ελληνικά Σπήλαια και Χειρόπτερα: Διαχειριστικές Δράσεις και Αλλαγή Συμπεριφοράς» (LIFE17 NAT/GR/000522 – LIFE GRECABAT), στοχεύει στην εφαρμογή επιδεικτικών δράσεων διατήρησης, την ενημέρωση του κοινού για τη ζωή στα σπήλαια, την εφαρμογή νέων συστημάτων παρακολούθησης και την προώθηση της ολοκληρωμένης διαχείρισης των σπηλαίων. (<https://www.lifegrecabat.eu/el>)

Α. ΣΠΗΛΑΙΟ ΛΙΜΝΩΝ

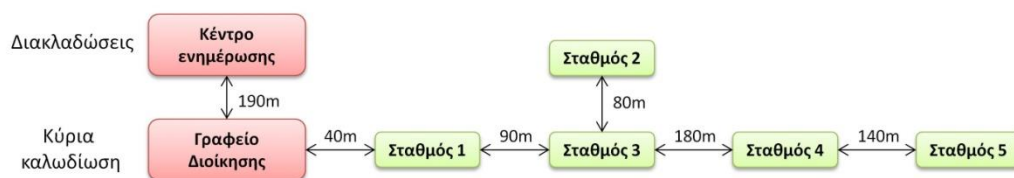
1. Παρουσίαση του συστήματος τηλεματικής στο σπήλαιο Λιμνών

Το σύστημα τηλεματικής που θα εγκατασταθεί στο σπήλαιο Λιμνών αποτελείται από πέντε διακριτά τμήματα. Για λόγους ευκολίας ονομάστηκαν Σταθμοί 1 έως 5 (**Εικόνα 1**, **Εικόνα 2**). Εκτός από αυτούς τους 5 Σταθμούς υπάρχουν μερικά ακόμα στοιχεία βοηθητικά των συστημάτων όπως το modem μετάδοσης δεδομένων στο διαδίκτυο, η οθόνη προβολής των δεδομένων στο Κέντρο Ενημέρωσης Επισκεπτών του σπηλαίου και τα συστήματα αδιάλειπτης παροχής ενέργειας (UPS) των παραπάνω συσκευών. Αυτές οι συσκευές δεν θα παρουσιαστούν στην παρούσα τεχνική έκθεση γιατί δεν είναι εξειδικευμένες συσκευές ή σύνθεση συσκευών δικής μας κατασκευής αλλά ηλεκτρονικές συσκευές ευρείας εμπορικής κυκλοφορίας και υπόκεινται σε συνεχείς αναθεωρήσεις βελτίωσης. Επίσης δεν θα παρουσιαστεί στην παρούσα έκθεση το σύστημα επεξεργασίας και διαχείρισης των δεδομένων δηλαδή το τι θα γίνονται τα δεδομένα αφού μεταδοθούν στο Διαδίκτυο γιατί αφενός δεν έχει οριστικοποιηθεί ο τεχνικός εξοπλισμός, αφετέρου θα εκτελείται στις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου Κρήτης (Ηράκλειο) μέχρι τη λήξη του προγράμματος για την ευκολότερη διαχείριση οποιονδήποτε προβλημάτων παρουσιαστούν. Η οπτικοποίηση των δεδομένων, στην ιστοσελίδα του προγράμματος GRECABAT (και κατ' επέκταση σε οποιαδήποτε ιστοσελίδα), θα γίνεται με τρόπο αντίστοιχο με αυτό της σελίδας: http://mymeasurements.eu/u/se/SE_Roof.php. Από την ίδια σελίδα επίσης θα τα δεδομένα θα είναι ελεύθερα προσβάσιμα σε κάθε ενδιαφερόμενο. Εάν παρατηρούνται αποκλίσεις από τις τιμές που θα οριστούν ως φυσιολογικές οι σχετικοί φορείς θα ενημερώνονται αμέσως μέσω του συστήματος.



Εικόνα 1. Διάγραμμα τμημάτων και αισθητήρες στο σύστημα τηλεματικής του σπηλαίου Λιμνών

Οι θέσεις των Σταθμών (**Εικόνα 2**) έχει αναθεωρηθεί σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό μετά από επιτόπιες παρατηρήσεις (επισκέψεις 10-13 Φεβρουαρίου και 7 Ιουνίου του 2019,). Ένας σταθμός (μετά την τουριστική διαδρομή) καταργήθηκε ενώ οι υπόλοιπες θέσεις μετατοπίστηκαν ελαφρά ώστε να χρησιμοποιηθούν κατά το δυνατόν οι υπάρχουσες υποδομές στήριξης και να τηρηθούν οι προδιαγραφές μήκους των καλωδίων. Τερματικό σημείο του συστήματος είναι το Γραφείο Διοίκησης. Εκεί θα βρίσκεται το modem μετάδοσης δεδομένων στο διαδίκτυο, δηλαδή η πύλη επικοινωνίας του συστήματος με τον έξω κόσμος, καθώς και το σύστημα αδιάλειπτης παροχής ενέργειας (UPS). Διακλάδωση από το σπιτάκι της Διοίκησης, με μήκος 190 μέτρα θα μεταδίδει τα δεδομένα και την εικόνα από τις υπέρυθρες κάμερες σε οθόνη στο Κέντρο Ενημέρωσης, όταν ολοκληρωθεί η κατασκευή του.



Εικόνα 2. Προβλεπόμενες θέσεις οργάνων και αισθητήρων του συστήματος στο Σπήλαιο των Λιμνών.

Όλες οι συνδέσεις μεταξύ των Σταθμών (**Εικόνα 2**), ακολουθούν την φιλοσοφία του μονού πολύκλωνου καλωδίου, (τοπολογία Single Bus), τύπου Ethernet, προδιαγραφών CAT5e που θα μεταφέρει τόσο τα δεδομένα όσο και την ηλεκτρική τροφοδοσία.

Οι τύποι των δεδομένων που θα συλλέγονται από κάθε Σταθμό (**Εικόνα 1, Πίνακας 1**) δεν είναι περιοριστικοί. Δηλαδή ανάλογα με τις διαχειριστικές ή επιστημονικές ανάγκες μπορεί να αλλάξει η σύνθεση, ο αριθμός και ο τύπος των αισθητήρων ανά Σταθμό.

Πίνακας 1. Ο τύπος των δεδομένων που θα συλλέγονται από κάθε Σταθμό.

| Τύπος δεδομένων | Σταθμός 1 | Σταθμός 2 | Σταθμός 3 | Σταθμός 4 | Σταθμός 5 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Θερμοκρασία αέρα | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ |
| Σχ. Υγρασία αέρα | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ |
| Διοξείδιο του άνθρακα | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ |

| | | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ταχύτητα αέρα | NAI | NAI | - | - | - |
| Διεύθυνση αέρα | NAI | NAI | - | - | - |
| Ύψος βροχόπτωσης | NAI | - | - | - | - |
| Βαρομετρική πίεση | NAI | NAI | - | NAI | - |
| Αριθμός επισκεπτών | - | - | NAI | - | - |
| Θερμοκρασία νερού | - | - | - | - | NAI |
| Αγωγιμότητα νερού | - | - | - | - | NAI |
| Στάθμη νερού | - | - | - | - | NAI |
| Ph νερού | - | - | - | - | NAI |
| Κάμερα | - | NAI | NAI | - | - |

2. Κατάλογος και προδιαγραφές εξαρτημάτων

Όλες οι συσκευές με τα βοηθητικά τους εξαρτήματα (κουτιά, καλώδια κλπ) που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι υψηλής ποιότητας και κορυφαίων κατασκευαστών όπως [Campbell Scientific](#), [Aqualabo](#), [General Electric](#), [Evikon](#) κλπ. Φέρουν πιστοποίηση διάθεσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση CE για όσες από αυτές απαιτείται. Όλες οι τοποθετημένες συσκευές σαν λειτουργικό σύστημα, δηλαδή στα κουτιά τους σε όσες από αυτές προβλέπεται, θα έχουν αντοχή σε συνθήκες υγρασίας τουλάχιστο IP65/66.

Ο αναλυτικός κατάλογος με τα εξαρτήματα που θα τοποθετηθούν στον κάθε Σταθμό καθώς και την ποσότητά τους φαίνεται στον **Πίνακα 2** και ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή του κάθε ενός από αυτά και οι προδιαγραφές του.

Πίνακας 2. Κατάλογος και ποσότητα εξαρτημάτων ανά σταθμό.

| Σταθμός | Περιγραφή εξαρτήματος | Ποσότητα |
|---------|---|----------|
| 1 | Αισθητήρας ταχύτητας/διεύθυνσης ανέμου Windsonic RS232 | 1 |
| 1 | Αισθητήρας θερμοκρασίας/σχετικής υγρασίας E2228-RP16-2, Evikon MCI | 1 |
| 1 | Φυσικά αεριζόμενος κλωβίσκος προστασίας RAD 10, Campbell Scientific | 1 |
| 1 | Αισθητήρας CO2 E2618-CO2-10K, Evikon MCI | 1 |
| 1 | Αισθητήρας βαρομετρικής πίεσης CS106, Campbell Scientific | 1 |
| 1 | Αισθητήρας βροχόπτωσης Rain-o-matic Professional, Pronamic | 1 |
| 1 | Καταχωρητής δεδομένων (data logger) CR310, Campbell Scientific | 1 |
| 1 | Πολυεστερικό κιβώτιο με επαναφορτιζόμενη μπαταρία και φορτιστή | 1 |
| 1 | Ιστός αλουμινίου 4m, με επίτοιχη βάση στήριξης και 3 συρματόσχοινα-εντατήρες-άγκιστρα στερέωσης | 1 |
| 1 | Ethernet Router | 1 |
| 1 | Κιβώτιο τροφοδοσίας 220V με μικροαυτόματο 2P 6A | 1 |
| 2 | Αισθητήρας ταχύτητας/διεύθυνσης ανέμου Windsonic RS485 | 1 |
| 2 | Αισθητήρας θερμοκρασίας/σχετικής υγρασίας E2228-RP16-2, Evikon MCI | 1 |
| 2 | Φυσικά αεριζόμενος κλωβίσκος προστασίας RAD 10, Campbell Scientific | 1 |
| 2 | Αισθητήρας CO2 E2618-CO2-10K, Evikon MCI | 1 |
| 2 | Αισθητήρας βαρομετρικής πίεσης CS106, Campbell Scientific | 1 |

| | | |
|------|--|---|
| 2 | Junction box για συνδέσεις τροφοδοσίας και εγκιβωτισμό αισθητήρα βαρομετρικής πίεσης | 1 |
| 2 | Επίτοιχος ανοξείδωτος βραχίονας 2m για στήριξη ανεμομέτρου | 1 |
| 2 | Σωλήνας Heliflex Φ25, μήκος 80m με περασμένα καλώδια τροφοδοσίας και σημάτων | 1 |
| 2 | Τετραπολικό καλώδιο (4 x 0,5mm ²) 170m | 1 |
| 2 | Σύστημα στερέωσης αισθητήρων T/RH και CO ₂ | 1 |
| 2 | Κάμερα υπέρυθρη 4K | 1 |
| 3 | Αισθητήρας θερμοκρασίας/σχετικής υγρασίας E2228-RP16-2, Evikon MCI | 1 |
| 3 | Φυσικά αεριζόμενος κλωβίσκος προστασίας RAD 10, Campbell Scientific | 1 |
| 3 | Αισθητήρας CO ₂ E2618-CO ₂ -10K, Evikon MCI | 1 |
| 3 | Καταχωρητής δεδομένων (data logger) CR1000X, Campbell Scientific | 1 |
| 3 | Πολυεστερικό κιβώτιο με επαναφορτιζόμενη μπαταρία και φορτιστή | 1 |
| 3 | Κιβώτιο τροφοδοσίας 220V με ασφαλειοδιακόπτη 2P 10A | 1 |
| 3 | Ethernet router | 1 |
| 3 | Κάμερα υπέρυθρη 4K | 1 |
| 3 | Κάμερα ελέγχου αριθμού εισόδου - εξόδου επισκεπτών | 1 |
| 4 | Αισθητήρας θερμοκρασίας/σχετικής υγρασίας E2228-RP16-2, Evikon MCI | 1 |
| 4 | Φυσικά αεριζόμενος κλωβίσκος προστασίας RAD 10, Campbell Scientific | 1 |
| 4 | Αισθητήρας CO ₂ E2618-CO ₂ -10K, Evikon MCI | 1 |
| 4 | Αισθητήρας βαρομετρικής πίεσης CS106, Campbell Scientific | 1 |
| 4 | Πολυεστερικό κιβώτιο με επαναφορτιζόμενη μπαταρία και φορτιστή | 1 |
| 4 | Κιβώτιο τροφοδοσίας 220V με ασφαλειοδιακόπτη 2P 10A | 1 |
| 4 | Ethernet router | 1 |
| 4 | Καταχωρητής δεδομένων (data logger) CR310, Campbell Scientific | 1 |
| 5 | Αισθητήρας θερμοκρασίας/σχετικής υγρασίας E2228-RP16-2, Evikon MCI | 1 |
| 5 | Φυσικά αεριζόμενος κλωβίσκος προστασίας RAD 10, Campbell Scientific | 1 |
| 5 | Αισθητήρας CO ₂ E2618-CO ₂ -10K, Evikon MCI | 1 |
| 5 | Αισθητήρας μέτρησης στάθμης SR50A, Campbell Scientific | 1 |
| 5 | Ανοξείδωτος βραχίονας ανάρτησης αισθητήρα στάθμης μήκους 1,3m | 1 |
| 5 | Αισθητήρας αγωγιμότητας / θερμοκρασίας νερού CE4, Aqualabo | 1 |
| 5 | Αισθητήρας PH / θερμοκρασίας νερού PHEH, Aqualabo | 1 |
| 5 | Αισθητήρας ταχύτητας/διεύθυνσης ανέμου Windsonic SDI12 | 1 |
| 5 | Καταχωρητής δεδομένων (data logger) CR310, Campbell Scientific | 1 |
| 5 | Πολυεστερικό κιβώτιο με επαναφορτιζόμενη μπαταρία και φορτιστή | 1 |
| 5 | Κιβώτιο τροφοδοσίας 220V με ασφαλειοδιακόπτη 2P 10A | 1 |
| 5 | Ethernet router | 1 |
| ΟΛΟΙ | Καλώδιο τροφοδοσίας 220V, 100m | 1 |
| ΟΛΟΙ | Σωλήνας heliflex Φ18, 650m | 1 |
| ΟΛΟΙ | Καλώδιο ethernet 650m | 1 |

Περιγραφή και προδιαγραφές των εξαρτημάτων:

Καταχωρητής δεδομένων (Data Logger) CR310 Campbell Scientific: Μονάδα συλλογής, επεξεργασίας και αποθήκευσης μετρήσεων με ενσωματωμένη θύρα Ethernet . Διαθέτει 6 αναλογικές εισόδους, 2 απαριθμητικές εισόδους, θύρα RS232 και θύρα USB. Έχει αποθηκευτική ικανότητα 30.000.000 τιμών και δέχεται επέκταση με κάρτα πολυπλεξίας 32 αναλογικών εισόδων. Διαθέτει ενσωματωμένη ιστοσελίδα και έχει δυνατότητα αποστολής μετρήσεων με πρωτόκολλα HTTP και FTP. Είναι τοποθετημένος σε πολυεστερικό κιβώτιο βαθμού προστασίας IP65, χρώματος ανοικτού γκρι, στο οποίο περιλαμβάνεται αναφορτιζόμενη μπαταρία και φορτιστής.



Καταχωρητής δεδομένων (Data Logger) CR1000X Campbell Scientific: Καταγραφικό/Ελεγκτής με 16 αναλογικές εισόδους γενικής χρήσης, δύο απαριθμητικές εισόδους, 8 ψηφιακές εισόδους/εξόδους, προγραμματιζόμενες για διάφορες λειτουργίες και 4 προγραμματιζόμενες αναλογικές εξόδους για τροφοδοσία αισθητήρων. Διαθέτει θύρες RS232, USB & Ethernet, είναι internet ready (email, FTP, HTTP, WEB Interface) και υποστηρίζει έξυπνους αισθητήρες (RS232, RS485, SDI-12, Modbus, κ.α.). Αποθηκευτική μνήμη 30.000.000 τιμών. Δέχεται επεκτάσεις με διάφορες κάρτες πολυπλεξίας. Διαθέτει ενσωματωμένη ιστοσελίδα και έχει δυνατότητα αποστολής μετρήσεων με πρωτόκολλα HTTP και FTP. Είναι τοποθετημένος σε πολυεστερικό κιβώτιο βαθμού προστασίας IP65, χρώματος ανοικτού γκρι, στο οποίο περιλαμβάνεται αναφορτιζόμενη μπαταρία και φορτιστής.



Αισθητήρας μέτρησης Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) τύπου Eikon E2618-CO₂: Χρησιμοποιεί οπτικό ανιχνευτή NDIR με χρόνο ζωής 10 χρόνια περίπου. Περιοχή μέτρησης 0-10.000 ppm με ανάλυση 1 ppm και ακρίβεια $\pm(50 \text{ ppm} + 3\% \text{ της μετρούμενης τιμής})$. Είναι ενσωματωμένος σε θερμοπλαστικό κιβώτιο ABS βαθμού προστασίας IP65, διαστάσεων 82x80x52 mm, και χρώματος ανοικτού γκρι, στο οποίο στεγάζονται τα ηλεκτρονικά κυκλώματα. Θα τοποθετηθεί κάτω από το κιβώτιο που θα στεγάζει το ηλεκτρονικό καταγραφικό.



Αισθητήρας μέτρησης Θερμοκρασίας και Σχετικής Υγρασίας τύπου: Χρησιμοποιεί ψηφιακούς αισθητήρες RH και T. Περιοχή μέτρησης σχετικής υγρασίας 0-100%RH με ανάλυση 0,1% RH και ακρίβεια $\pm 2,5\%$ RH. Περιοχή μέτρησης Θερμοκρασίας -40°C ... $+85^{\circ}\text{C}$, με ανάλυση $0,1^{\circ}\text{C}$ και ακρίβεια $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Εενσωματωμένο (ή καλωδιακά συνδεδεμένο) Probe σε θερμοπλαστικό κιβώτιο ABS βαθμού προστασίας IP65, διαστάσεων 82x85x55 mm, και χρώματος ανοικτού γκρι, στο οποίο στεγάζονται τα ηλεκτρονικά κυκλώματα. Θα τοποθετηθεί κάτω από το κιβώτιο που θα στεγάζει το ηλεκτρονικό καταγραφικό.



Αισθητήρας μέτρησης βαρομετρικής πίεσης: Χρησιμοποιεί χωρητικό αισθητήρα πυριτίου σε συνδυασμό με ηλεκτρονικό κύκλωμα για μέτρηση της βαρομετρικής πίεσης στην περιοχή 500...1100 hPa. Ακρίβεια μέτρησης ± 1 hPa στην περιοχή (0... 40°C). Λειτουργεί σε περιβάλλον θερμοκρασίας από -40°C έως $+60^{\circ}\text{C}$. Είναι τοποθετημένος σε πλαστικό (ABS/PC) περίβλημα διαστάσεων 68x97x28 mm με βαλβίδα εισόδου για εξισορρόπηση της πίεσης.



Αισθητήρας ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου Windsonic 1 ή 4 Campbell Scientific: Είναι αισθητήρας υπερήχων χωρίς κινητά μέρη. Λόγω της χρήσης υπερήχων μετρά πολύ χαμηλές ταχύτητες ανέμου και κατά συνέπεια είναι κατάλληλος για μέτρηση

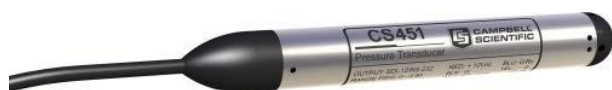
πολύ χαμηλών ρευμάτων αέρα, σαν αυτά που δημιουργούνται σε σπήλαια. Περιοχή μέτρησης ταχύτητας 0-60 m/sec, με ανάλυση 0,01 m/sec και ακρίβεια $\pm 2\%$ @12 m/sec. Περιοχή μέτρησης διεύθυνσης 0-359° με ανάλυση 1° και ακρίβεια $\pm 3^\circ$. Περιβλήμα από μη οξειδούμενο πλαστικό ανθεκτικό στην υπεριώδη ακτινοβολία.



Κάμερα: Πρόκειται για κάμερα ανάλυσης 4K. Η κάμερα καταγράφει φωτογραφίες και βίντεο στο υπέρυθρο φάσμα φωτός και διαθέτει ενσωματωμένη συστοιχία με υπέρυθρα LED. Τελική επιλογή της κάμερας και κατά συνέπεια η περιγραφή των χαρακτηριστικών της θα γίνει λίγο πριν την αγορά λόγω των συνεχών βελτιώσεων της τεχνολογίας.

Κάμερα μέτρησης αριθμού επισκεπτών: Πρόκειται για θερμική κάμερα καταγραφής αριθμού επισκεπτών (Visitors In - Out). Ο υπολογισμός γίνεται με την βοήθεια αλγόριθμου και λογισμικού από την εταιρεία η οποία θα προμηθεύσει το σύστημα. Οι ακριβείς προδιαγραφές και δυνατότητες δεν είναι ακόμα διαθέσιμες.

Αισθητήρας στάθμης νερού CS451, Campbell Scientific: Πρόκειται για αισθητήρα πίεσης με ανοξείδωτο περίβλημα και ενσωματωμένο καλώδιο, κατάλληλο για μόνιμη τοποθέτηση εντός του νερού (βαθμός προστασίας μεγαλύτερος του IP68). Περιοχή μέτρησης στάθμης 0..2m με ανάλυση 0,07mm και ακρίβεια 2mm. Η μέτρηση της πίεσης που ασκείται στον αισθητήρα από τον όγκο του νερού μεταφράζεται σε στάθμη του νερού μέσω κατάλληλου προγραμματισμού της καταγραφικής μονάδας. Έχει ενσωματωμένο αισθητήρα για αυτόματη αντιστάθμιση θερμοκρασίας στις μετρήσεις.



Αισθητήρας PH / θερμοκρασίας νερού PHEH, Aqualabo: Είναι κατάλληλος για χρήση σε δυσμενείς συνθήκες. Χρησιμοποιεί ψηφιακή τεχνολογία και "έξυπνο" αισθητήρα που επιτρέπει την αποθήκευση συντελεστών βαθμονόμησης και ιστορικών δεδομένων εντός του αισθητήρα ώστε να μην απαιτείται επαναβαθμονόμηση στο πεδίο. Δεν απαιτεί συχνές αναπληρώσεις ηλεκτρολύτη γιατί χρησιμοποιεί διάλυμα αναφοράς μεγάλης διάρκειας.



Αισθητήρας αγωγιμότητας / θερμοκρασίας νερού: Χρησιμοποιεί ψηφιακή τεχνολογία και “έξυπνο” αισθητήρα που επιτρέπει την αποθήκευση συντελεστών βαθμονόμησης και ιστορικών δεδομένων εντός του αισθητήρα ώστε να μην απαιτείται επαναβαθμονόμηση στο πεδίο. Μετρά την αγωγιμότητα με χρήση τεσσάρων ηλεκτροδίων και κάνει αυτόματη αντιστάθμιση θερμοκρασίας. Είναι κατασκευασμένος από μη οξειδούμενα υλικά (PVC, DELRIN και ανοξείδωτο χάλυβα) και είναι κατάλληλος για μόνιμη τοποθέτηση στο νερό (βαθμός προστασίας IP68).



Αισθητήρας βροχόπτωσης Professional Rain Gauge, Pronamic: Έχει επιφάνεια συλλογής 200 cm² και είναι κατασκευασμένος από χυτό θερμοπλαστικό υλικό ASA το οποίο είναι εξαιρετικά ανθεκτικό στην υπεριώδη ακτινοβολία και σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Είναι τεχνολογίας ανατρεπόμενου καδίσκου (tipping bucket) και έχει ευαισθησία 0,2 mm/tip. Η καταγραφική μονάδα μετρά τον αριθμό των ανατροπών και υπολογίζει το ύψος βροχής ανά επιλεγόμενο χρονικό διάστημα.



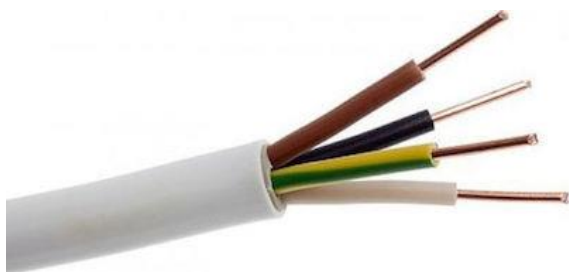
Κλωβίσκος RAD 10: Είναι κατασκευασμένος από υπόλευκο θερμοπλαστικό και χρησιμοποιείται για την ανάρτηση και προστασία των αισθητήρων θερμοκρασίας, υγρασίας του αέρα και της βαρομετρικής πίεσης. Έχει διαστάσεις 12,3X20,8 εκ.



Πολυεστερικό κιβώτιο: Πρόκειται για πολυεστερικό κιβώτιο ενισχυμένο με υαλονήματα διαστάσεων 20X30 ή 30X40 εκ.. Είναι ανθεκτικό σε θερμοκρασίες έως 150 °C και ηλεκτρικό ρεύμα τάσεως έως 1000V. Η εταιρεία κατασκευής είναι η General Electric και πληροί τις παρακάτω προδιαγραφές: IEC 60439-1, IEC 60529, EN 60439-1, EN 60529, EN 50298.



Καλώδιο τροφοδοσίας: Πρόκειται για τετραπολικό καλώδιο τροφοδοσίας, με εξωτερική μόνωση, χωρίς θωράκιση, με πολύκλωνους (εύκαμπτους) αγωγούς διαμέτρου 0,5 χιλιοστά ο κάθε ένας. Τύπος εξωτερικής μόνωσης: PVC, μέγιστη ένταση ρεύματος: 3 A.



Σωλήνας Heliflex: Πρόκειται για εύκαμπτο σωλήνα σπирάλ, προστασίας καλωδίων με διάμετρο 16 και 25 χιλιοστά. Προδιαγραφές σωλήνα: EN 1221.

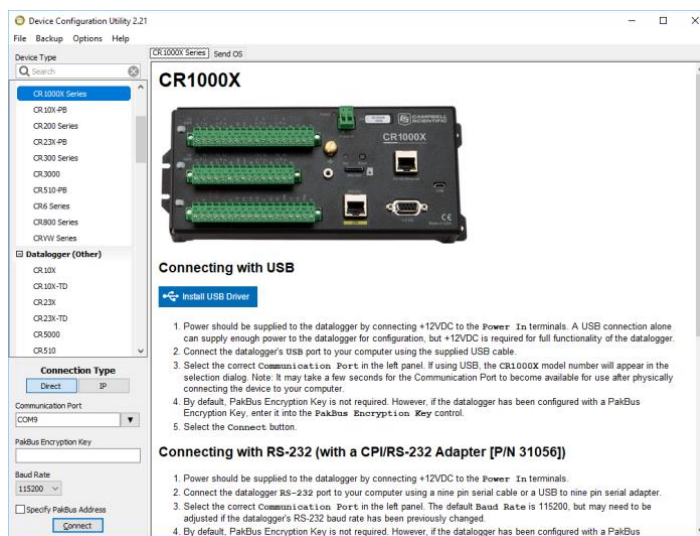


Καλώδιο Ethernet: Πρόκειται για καλώδιο τύπου Ethernet συστρεμμένων ζευγών, χωρίς θωράκιση, με προδιαγραφές CAT 5e. Υποστηρίζει μετάδοση δεδομένων έως 100 μέτρα και έως 180 μέτρα με αναμεταδότη (λύση που θα επιλέξουμε). Μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων: 1000Mbps.



3. Λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί

Το λογισμικό ρύθμισης - επικοινωνίας και με τους δύο τύπους καταγραφικών (Data logger) που θα χρησιμοποιηθούν στο σύστημα τηλεματικής που θα τοποθετηθεί στο Σπήλαιο Λιμνών είναι το: [DevConfig](#). Πρόκειται για ένα δωρεάν πρόγραμμα συμβατό με λειτουργικά συστήματα Windows. Οι υπέρυθρες κάμερες θα διαθέτουν επίσης το δικό τους δωρεάν λογισμικό και τέλος το λογισμικό για την κάμερα καταμέτρησης επισκεπτών θα αναπτυχθεί από την εταιρεία η οποία θα προμηθεύσει το σύστημα (συμπεριλαμβάνεται στο κόστος αγοράς).



4. Τοποθέτηση συστήματος τηλεματικής

Η τοποθέτηση του συστήματος τηλεματικής θα γίνει από εξειδικευμένο προσωπικό του Ινστιτούτου Σπηλαιολογικών Ερευνών Ελλάδας και της αναδόχου εταιρείας προμήθειας και εγκατάστασης υπό την επίβλεψη της Εφορείας Παλαιοανθρωπολογίας-Σπηλαιολογίας, της ΔΗ.Κ.Ε.Κ, και του Φορέα Διαχείρισης Χελμού-Βουραϊκού. Θα τηρηθούν όλα τα μέτρα προστασίας για εργασίες σε περιβάλλον σπηλαίου.

Όλα τα επιμέρους υποσυστήματα των Σταθμών όπως καταγραφείς, καλωδιώσεις κλπ θα είναι προ συναρμολογημένα και έτοιμα για τοποθέτηση. Οι καλωδιώσεις από το σπιτάκι διοίκησης μέχρι το τέλος του τσιμεντένιου τούνελ (δλδ στην αρχή της διαδρομής του φυσικού τμήματος του σπηλαίου) θα τοποθετηθούν μέσα στον υπάρχοντα ευμεγέθη υποδαπέδιο αγωγό που διατρέχει κατά μήκος όλη αυτή την διαδρομή. Αυτές δεν θα είναι εμφανείς. Οι καλωδιώσεις στα σημεία 3 έως 5 θα τοποθετηθούν στα ήδη υπάρχοντα κανάλια στο πλάι και κάτω του διαδρόμου και θα είναι τόσο ορατές όσο και τα υπάρχοντα καλώδια φωτισμού. Οι καλωδιώσεις της κάμερας στο σημείο 3 και της κάμερας μαζί με τον εξοπλισμό στο σημείο 2 θα είναι μερικώς ορατές και θα στερεωθούν με μεταλλικά ανοξείδωτα στηρίγματα στα τοιχώματα του σπηλαίου. Στερέωση εξοπλισμού ή καλωδίων με τσιμέντο δεν θα γίνει σε κανένα σημείο. Οι καταγραφείς – αισθητήρες στους Σταθμούς 3, 5 και 5 θα στηριχθούν σε υπάρχοντες ανοξείδωτους στύλους και στηρίγματα της τουριστικής διαδρομής. Ο Σταθμός 1 (μετεωρολογικός σταθμός έξω από το σπήλαιο) θα τοποθετηθεί σε ιστό αλουμινίου ύψους 4 μέτρων, ο Σταθμός 2 μαζί με την κάμερά του, σε ανοξείδωτο ιστό ύψους 1 – 2 μέτρων αν και θα καταβληθεί προσπάθεια εναλλακτικής τοποθέτησης στο δάπεδο ή σε προεξοχή των τοιχωμάτων του σπηλαίου. Η κάμερα του Σταθμού 3 θα τοποθετηθεί στα κατακόρυφα τοιχώματα του σπηλαίου σε ύψος 5 -6 μέτρων πάνω από την τουριστική διαδρομή. Όπου χρειαστεί στήριξη αυτή θα γίνει με την βοήθεια ανοξείδωτων στηριγμάτων και ανοξείδωτες βίδες στήριξης μήκους 5 εκ και διαμέτρου 6 χιλ.

5. Χρονοδιάγραμμα εργασιών

Η διάρκεια εκτέλεσης εργασιών αποκλειστικά για την τοποθέτηση των συστημάτων στο σπήλαιο Λιμνών αναμένεται να είναι 6 ημέρες. Αναλύεται ως εξής: τοποθέτηση κάμερας μέτρησης επισκεπτών 1 ημέρα, τοποθέτηση υπέρυθρων καμερών 2 ημέρες, τοποθέτηση συστημάτων μέτρησης αβιοτικών παραμέτρων 1 ημέρα και τοποθέτηση καλωδιώσεων 2 ημέρες. Με τον όρο τοποθέτηση εννοείται η φυσική τοποθέτηση των συσκευών στο χώρο αλλά και οι ρυθμίσεις - δοκιμές ομαλής λειτουργίας τους.

Προϋπόθεση της έναρξης των εργασιών εγκατάστασης είναι να έχει γίνει η απομάκρυνση όλων ανενεργών συσκευών και των παλιών καλωδίων από τα υπάρχοντα κανάλια (εργασία που έγινε πρόσφατα από την ΔΗ.Κ.Ε.Κ.).

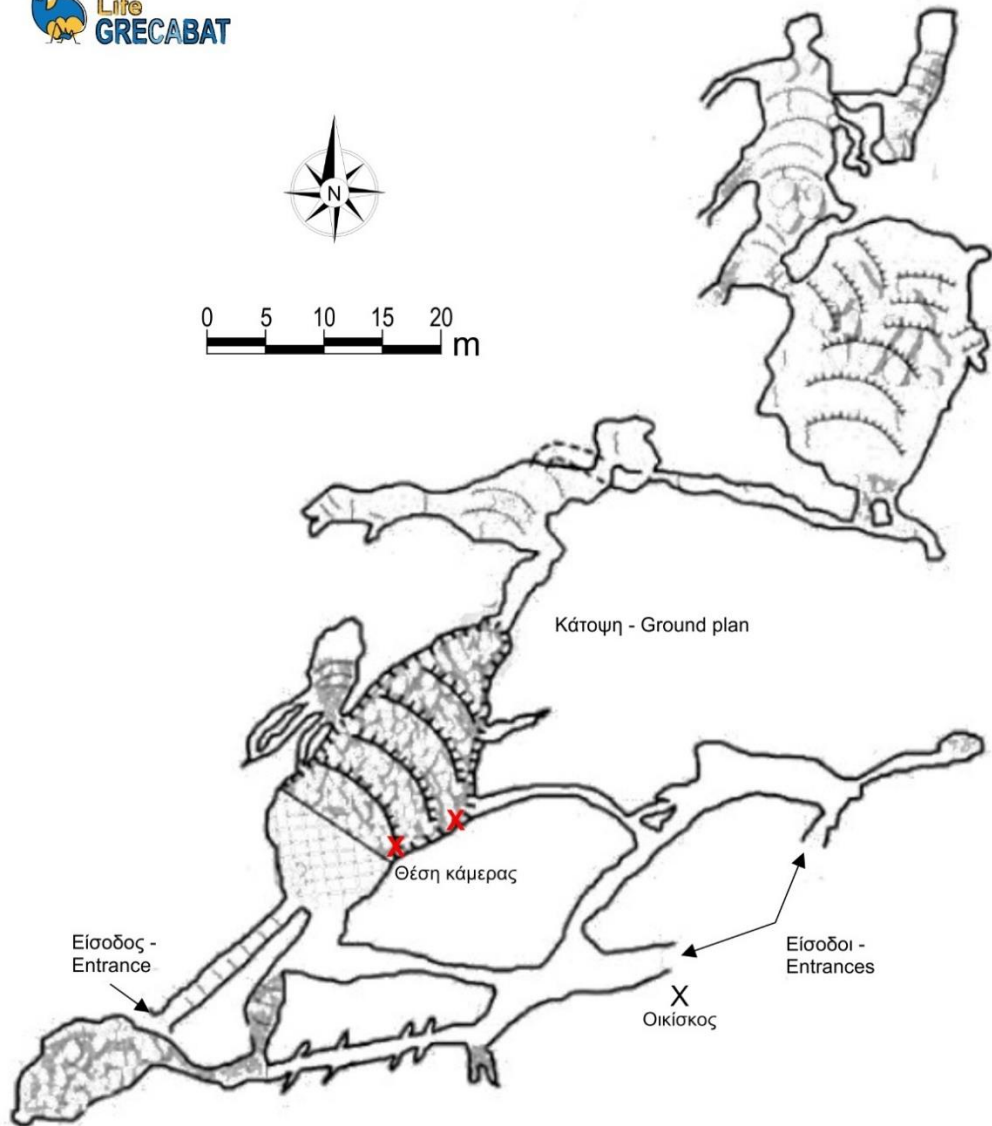
Β. ΣΠΗΛΑΙΟΒΑΡΑΘΡΟ

1. Παρουσίαση του συστήματος τηλεματικής στο Σπηλαιοβάραθρο

Το σύστημα τηλεματικής που θα εγκατασταθεί στο Σπηλαιοβάραθρο αποτελείται από μια μόνο υπέρυθρη, αδιάβροχη κάμερα με ενσωματωμένο φωτισμό LED. Θα μεταδίδει φωτογραφίες και βίντεο από τον πρώτο κύριο θάλαμο όπου βρίσκεται τώρα η ετοιμόρροπη ξύλινη πλατφόρμα. Σκοπός, είναι η παρατήρηση των χειρόπτερων καθώς θα μετακινούνται από και προς την δεύτερη κύρια αίθουσα του σπηλαίου όπου βρίσκεται η αποικία τους. Η δυσκολία πρόσβασης και η μεγάλη διαδρομή του καλωδίου στην δεύτερη αίθουσα μας απέτρεψαν από την τοποθέτηση της κάμερας σε αυτή. Στην **Εικόνα 3** σημειώνονται με κόκκινο Χ οι 2 εναλλακτικές θέσεις τοποθέτησης της κάμερας. Η τελική απόφαση της θέσης θα ληφθεί μετά από επιτόπια επίσκεψη ώστε να εξασφαλιστεί το μεγαλύτερο δυνατό οπτικό πεδίο με ορατή ταυτόχρονα την στενή είσοδο για την δεύτερη αίθουσα.

Σπηλαιοβάραθρο Λουτρών - Spelaiovarathro Loutron

Λουτρά Αριδαίας - Loutra Aridaias
40°58'22.47"N, 21°54'40.38"E, 460m a.s.l.



Προσαρμογή από Lazaridis 2006, Κ. Παραγκαμιάν / ΙΝΣΠΕΕ - Modified from Lazaridis 2006, Κ. Paragamian / HISR

Εικόνα 3. Οι δύο εναλλακτικά προτεινόμενες θέσεις τοποθέτησης της κάμερας στο Σπηλαιοβάραθρο

Διακρίνεται με μαύρο Χ η θέση του οικίσκου, λίγο έξω από την είσοδο της πρώην τουριστικής διαδρομής. Σε αυτό το σημείο θα τοποθετηθεί, με ευθύνη και συντήρηση του Δήμου Αλμωπίας, κουτί ρευματοληψίας και παροχής πρόσβασης στο Διαδίκτυο. Ανάλογα με το αν η πρόσβαση στο Διαδίκτυο θα είναι ενσύρματη ή ασύρματη θα χρησιμοποιηθεί και ο αντίστοιχος δρομολογητής (router). Στο κουτί αυτό θα βρίσκεται επίσης μονάδα αδιάλειπτης παροχής ρεύματος (UPS). Για την σύνδεση με την κάμερα

θα χρησιμοποιηθεί μονό καλώδιο τύπου Ethernet προστατευμένο από εύκαμπτο πλαστικό σωλήνα τύπου Heliflex.

2. Κατάλογος και προδιαγραφές εξαρτημάτων

Όλες οι συσκευές με τα βοηθητικά τους εξαρτήματα (κουτιά, καλώδια κλπ) που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι υψηλής ποιότητας και κορυφαίων κατασκευαστών όπως [General Electric](#) κλπ. Φέρουν πιστοποίηση διάθεσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση: CE για όσες από αυτές απαιτείται. Όλες οι τοποθετημένες συσκευές σαν λειτουργικό σύστημα, δηλαδή στα κουτιά τους σε όσες από αυτές προβλέπεται, θα έχουν αντοχή σε συνθήκες υγρασίας τουλάχιστο IP65/66.

Τα εξαρτήματα που θα τοποθετηθούν για την μετάδοση εικόνας από το Σπηλαιοβάραθρο περιλαμβάνουν:

- Κάμερα υπέρυθρη 4K
- Ethernet ή Wi-Fi Router
- Πολυεστερικό κιβώτιο με επαναφορτιζόμενη μπαταρία και φορτιστή
- Κιβώτιο τροφοδοσίας 220V με ασφαλειοδιακόπτη 2P 10A

Θα χρησιμοποιηθούν επιπλέον σωλήνας heliflex Φ18 (100m) και καλώδιο ethernet (100m)

Αναλυτικότερα, τα χαρακτηριστικά των εξαρτημάτων είναι τα εξής:

Κάμερα: Πρόκειται για κάμερα ανάλυσης 4K. Η κάμερα καταγράφει εικόνα και βίντεο στο υπέρυθρο φάσμα φωτός και διαθέτει ενσωματωμένη συστοιχία με υπέρυθρα LED. Τελική επιλογή της κάμερας και κατά συνέπεια η περιγραφή των χαρακτηριστικών της θα γίνει λίγο πριν την αγορά λόγω των συνεχών βελτιώσεων της τεχνολογίας.

Πολυεστερικό κιβώτιο: Πρόκειται για πολυεστερικό κιβώτιο ενισχυμένο με υαλονήματα διαστάσεων 20X30 ή 30X40 εκ.. Είναι ανθεκτικό σε θερμοκρασίες έως 150 °C και ηλεκτρικό ρεύμα τάσεως έως 1000V. Η εταιρεία κατασκευής είναι η General Electric και πληροί τις παρακάτω προδιαγραφές: IEC 60439-1, IEC 60529, EN 60439-1, EN 60529, EN 50298.



Σωλήνας Heliflex: Πρόκειται για εύκαμπτο σωλήνα σπирάλ, προστασίας καλωδίων με διάμετρο 16 και 25 χιλιοστά. Προδιαγραφές σωλήνα: EN 1221.



Καλώδιο Ethernet: Πρόκειται για καλώδιο τύπου Ethernet συστρεμμένων ζευγών, χωρίς θωράκιση, με προδιαγραφές CAT 5e. Υποστηρίζει μετάδοση δεδομένων έως 100 μέτρα και έως 180 μέτρα με αναμεταδότη (λύση που θα επιλέξουμε). Μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων: 1000Mbps.



3. Λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί

Η υπέρυθρη κάμερα που θα χρησιμοποιηθεί θα διαθέτει το δικό της, δωρεάν λογισμικό ελέγχου της και μετάδοσης των δεδομένων (φωτογραφίες και βίντεο).

4. Τοποθέτηση συστήματος τηλεματικής

Η τοποθέτηση του συστήματος τηλεματικής θα γίνει από εξειδικευμένο προσωπικό του Ινστιτούτου Σηθλαιολογικών Ερευνών Ελλάδας με την υποστήριξη της αναδόχου εταιρείας προμήθειας και εγκατάστασης υπό την επίβλεψη της Εφορείας Παλαιοανθρωπολογίας-Σηθλαιολογίας, του Φορέα Διαχείρισης Βόρα-Πάικου-Βερμίου και του Δήμου Αλμωπίας. Θα τηρηθούν όλα τα μέτρα προστασίας για εργασίες σε περιβάλλον σπηλαίου.

Η καλωδίωση θα τοποθετηθεί στην άκρη του τσιμεντένιου διαδρόμου που οδηγεί στην κύρια αίθουσα του σπηλαίου. Σε όλο το μήκος της θα χρησιμοποιηθεί εξωτερικός προστατευτικός εύκαμπτος πλαστικός σωλήνας τύπου Heliflex διαμέτρου Φ18. Εσωτερικά του σωλήνα θα υπάρχει μονό καλώδιο δικτύου τύπου Ethernet με προδιαγραφές CAT 5e. Το ηλεκτρικό ρεύμα που θα διαρρέει το καλώδιο θα είναι συνεχές, χαμηλής τάσης. Τα μόνα σημεία στα οποία θα τοποθετηθεί στήριγμα καλωδίων στα τοιχώματα του σπηλαίου (με τρυπάνι 6 χιλιοστών και βάθος 5 εκατοστών) είναι για το καλώδιο της κάμερας στα 10-12 μέτρα που θα απέχει από το διάδρομο (**Εικόνα 3**). Τέλος αντίστοιχο στήριγμα θα τοποθετηθεί για στην στερέωση της κάμερας στα κατακόρυφα τοιχώματα του σπηλαίου.

5. Χρονοδιάγραμμα εργασιών

Η διάρκεια εκτέλεσης εργασιών αποκλειστικά για την τοποθέτηση της κάμερας στο Σπηλαιοβάραθρο αναμένεται να είναι 2 ημέρες. Αναλύεται ως εξής: τοποθέτηση υπέρυθρης κάμερας 1 ημέρα και τοποθέτηση καλωδιώσεων 1 ημέρα. Με τον όρο τοποθέτηση εννοείται η φυσική τοποθέτηση των συσκευών στο χώρο αλλά και οι ρυθμίσεις - δοκιμές ομαλής λειτουργίας τους.

Προϋπόθεση της έναρξης των εργασιών εγκατάστασης είναι να έχει γίνει η απομάκρυνση όλων των παλιών καλωδίων και ανενεργών συσκευών.