

ΓΕΝΙΚΑ

Το έργο «Ανάπτυξη συστήματος καταγραφής, παρακολούθησης και αντιμετώπισης κινδύνων από κατολισθητικά φαινόμενα με την εφαρμογή σύγχρονων ΓΕΩτεχνικών και ΔΟΥΦορικών Μεθοδολογιών (ΓΕΩ.ΔΟΥΦ)”, με MIS 5007641, χρηματοδοτείται από το «Ε.Π. Ήπειρος 2014 – 2020» και αποσκοπεί στην ανάπτυξη ενός μόνιμου συστήματος παρακολούθησης (monitoring) περιοχών που παρουσιάζουν προβλήματα μετακινήσεων λόγω εκδήλωσης κατολισθητικών φαινομένων, σε πραγματικό χρόνο (real time), στην Περιφέρεια Ηπείρου, με τη χρήση των πλέον σύγχρονων γεωτεχνικών και δορυφορικών μεθοδολογιών.

Την υλοποίηση του έργου ως τελικός δικαιούχος έχει αναλάβει ο ΕΛΚΕ του ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ, με την ευθύνη του ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ του Τμήματος Γεωλογίας, που έχει σαν βασικό γνωστικό αντικείμενο τα θέματα έρευνας και μελέτης των κατολισθήσεων, με το απαραίτητο εξειδικευμένο επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό και με εξειδικευμένους συνεργάτες. Το αρχικό χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του έργου ήταν 30 μήνες που ήδη τροποποιήθηκε σε 38 μήνες και η έναρξή του έγινε στις 01/09/2017.

ΣΚΟΠΟΣ – ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η ανάπτυξη του συστήματος γίνεται σε δύο επιλεγμένες περιοχές – θέσεις και συγκεκριμένα στο Μέτσοβο (συνοικισμοί Αγ. Σπυρίδωνα και Αγ. Δημητρίου) καθώς επίσης και στο Ζωτικό Δωδώνης. Με το σύστημα αυτό θα επιτυγχάνεται προώθηση της επεξεργασμένης πληροφορίας (εδαφικές μετακινήσεις) προς τους αρμόδιους φορείς της Περιφέρειας Ηπείρου σε πραγματικό χρόνο (real time), μέσω Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) και διαδικτυακών υπηρεσιών (WebGIS), με τελικό στόχο την έγκαιρη προειδοποίηση (early warning), τη λήψη μέτρων, την προστασία και αντιμετώπιση των κινδύνων από κατολισθητικά φαινόμενα.

Με τον τρόπο αυτό θα αναπτυχθεί ένα βιώσιμο σύστημα παρακολούθησης των εδαφικών μετακινήσεων για τις συγκεκριμένες θέσεις, με τη δυνατότητα εύκολης συντήρησης, συνέχισης και επέκτασής του και μετά τη λήξη του έργου. Επιπρόσθετα, θα επέλθει ενδυνάμωση των τοπικών φορέων και ενεργός συμμετοχή των στελεχών της τοπικής αυτοδιοίκησης στην αντιμετώπιση τέτοιου είδους φυσικών καταστροφών που η συχνότητά τους είναι αυξανόμενη λόγω των επερχόμενων κλιματικών αλλαγών.

Τέλος, η χωρο – χρονική σύνθεση από επεξεργασία και καταγραφή γεγονότων κατολισθήσεων και των επιμέρους χαρακτηριστικών τους σε Γεωβάση Χωρικών Δεδομένων για την ευρύτερη περιοχή, θα επιτρέψει τη σύνταξη προκαταρκτικού χάρτη «επιδεκτικότητας» των κατολισθήσεων σε κλίμακα περιφερειακού σχεδιασμού.

ΠΑΚΕΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κύριες εργασίες και δράσεις του έργου δίνονται παρακάτω:

Πακέτα Εργασίας – Δράσεις		Διάρκεια (μήνες)
Π.Ε.1: Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης και καθορισμός της περιοχής παρακολούθησης		M1–M5
Π1.1	Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης	M1-M3
Π1.2	Επιλογή περιοχής παρακολούθησης	M1-M5
Π.Ε.2: Προμήθεια και εγκατάσταση εξοπλισμού παρακολούθησης εδαφικών μετακινήσεων στην κατολισθαίνουσα περιοχή		M1–M11
Π2.1	Κατασκευή και εγκατάσταση ανακλαστήρων – στόχων	M1-M11
Π2.2*	Προμήθεια και εγκατάσταση μόνιμων σταθμών GPS	M1-M11
Π2.3	Τρισδιάσταση αποτύπωση περιοχής παρακολούθησης με ΣμηΕΑ(UAV) & LiDAR	M1-11
Π2.4*	Προμήθεια και εγκατάσταση μόνιμου Μ/Σ και Η/Υ	M1-M11
Π2.5*	Ανόρυξη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, επιτόπου μετρήσεις & εγκατάσταση εξοπλισμού γεωτεχνικής παρακολούθησης * (Στο πλαίσιο των Δράσεων Π2.2, Π2.4 και Π2.5, θα γίνει προμήθεια και εγκατάσταση στο Παν/μίο Πατρών 2 ειδικών εξυπηρετών (2 storage serves με 8 δίσκους), για την συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων από την περιοχή ενδιαφέροντος)	M1-M11
Π.Ε.3: Καταγραφή, συλλογή και επεξεργασία των γεωτεχνικών και δορυφορικών δεδομένων της περιοχής παρακολούθησης		M12–M30
Π3.1	Διάθεση Δεδομένων GPS στο Διαδίκτυο	M12-M30
Π3.2	Υπολογισμός Πεδίου Ταχυτήτων – Ανηγμένης Παραμόρφωσης και Ρυθμού Παραμόρφωσης από το Δίκτυο GPS	M12-M30
Π3.3	Υπολογισμός Παραμόρφωσης με τη μέθοδο της Διαφορικής Συμβολομετρίας	M12-M30
Π3.4	Υπολογισμός παραμόρφωσης σε τρισδιάστα μοντέλα με τη χρήση ΣμηΕΑ(UAV)-LiDAR	M30
Π3.5	Γεωτεχνική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της γεωτεχνικής έρευνας και των εδαφικών μετακινήσεων	M12-M30
Π.Ε.4: Σχεδιασμός και ανάπτυξη γεωβάσης χωρικών δεδομένων και διαδικτυακής πλατφόρμας για την έγκαιρη ενημέρωση και προστασία από επερχόμενα κατολισθητικά φαινόμενα		M6–M30
Π4.1	Γεωβάση χωρικών δεδομένων	M6-M24
Π4.2	Διαδικτυακή πλατφόρμα (WebGIS)	M12-M27
Π4.3	Διαδικτυακή Πύλη (Web portal) – Ενέργειες προβολής και διάχυσης των αποτελεσμάτων του έργου	M12-M30
Π4.4	Ενημέρωση αρμόδιων φορέων – Εκπαίδευση χρηστών συστήματος	M18-M30

Από τις εργασίες – δράσεις του Π.Ε.1: «**Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης και καθορισμός της περιοχής παρακολούθησης**», έγινε επιλογή της Πιλοτικής Περιοχής Παρακολούθησης, όπου θα εγκατασταθεί το Σύστημα Καταγραφής και Παρακολούθησης. Προς την κατεύθυνση αυτή, πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις στην Περιφέρεια Ηπείρου, συναντήσεις με τοπικούς Φορείς και μακροσκοπικές παρατηρήσεις σε περιοχές που παρουσιάζουν αυξημένα και σοβαρά προβλήματα κατολισθήσεων, καθώς και συλλογή πληροφοριών από Δημόσιους και Ιδιωτικούς Φορείς για ιστορικά συμβάντα κατολισθήσεων μέσω τεχνικών εκθέσεων, μελετών, επιστημονικών εργασιών κ.λπ. Επίσης ξεκίνησε λεπτομερής καταγραφή συμβάντων κατολισθήσεων με μεθόδους τηλεπισκόπησης μέσω Google Earth

Τελικά, με βάση συγκεκριμένα κριτήρια που τέθηκαν, έγινε η τελική επιλογή δύο Πιλοτικών Περιοχών Παρακολούθησης και συγκεκριμένα η περιοχή της Δ.Κ. Μετσόβου (συνοικισμός Αγίου Χαραλάμπους και συνοικισμός Αγίου Δημητρίου) και η περιοχή του οικισμού Ζωτικού Δωδώνης.

ΜΕΤΣΟΒΟ

Εγκατάσταση εξοπλισμού παρακολούθησης εδαφικών μετακινήσεων στην κατολισθαίνουσα περιοχή.

Ανακλαστήρες – στόχοι που εγκαταστάθηκαν τον Ιούνιο – Ιούλιο 2019 για την αναβάθμιση της μετρητικής ικανότητας των προγραμματισμένων δορυφορικών λήψεων του δορυφόρου TERRASAR-X, ώστε να παραχθούν χάρτες διαχρονικής παραμόρφωσης. Οι θέσεις εγκατάστασης των ανακλαστήρων εντός του Μετσόβου φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα και στις αντίστοιχες Εικόνες.

Ανακλαστήρας (ανοδικής και καθοδικής τροχιάς)	Θέση	λ Ανατολικό (°)	φ Βόρειο (°)
CRMe01	Αρκούδα Πλατεία	21.18362	39.76982
CRMe02	Βιοτεχνία Μπόμπα – Πέτρα	21.18783	39.77111
CRMe03	Αγ. Δημήτριος	21.18707	39.76767
CRMe04	Μονή Παναγιάς – Πέταλο	21.1887	39.76652
CRMe05	Σκέπαστρο – Αγ. Χαραλάμπος	21.1835	39.76622

Μόνιμοι σταθμοί GPS. Η εγκατάσταση των γεωδαιτικών σταθμών έγινε στο Δημαρχείο Μετσόβου (GPS_2) και σε οικία στον συνοικισμό του Αγίου Χαραλάμπους (GPS_1). Η επιλογή αυτών των θέσεων πραγματοποιήθηκε έτσι ώστε να ανιχνεύονται διαφορικές κινήσεις μεταξύ των περιοχών Δημαρχείου και Αγίου Χαραλάμπους. Μετά την εγκατάσταση των σταθμών έγινε ασύρματη σύνδεση μέσω κινητής τηλεφωνίας για τη συνεχή και σε πραγματικό χρόνο αποστολή των δεδομένων στο διαδίκτυο και την αποθήκευση αυτών στους ειδικούς εξυπηρετητές (servers), που έχουν εγκατασταθεί στο Πανεπιστήμιο Πατρών, για τη μετέπειτα επεξεργασία των δεδομένων.

Μόνιμος Μετεωρολογικός Σταθμός. Στο Μέτσοβο βρίσκεται ήδη εγκατεστημένος Μ/Σ εντός του οικισμού, είναι ιδιοκτησίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών») και λειτουργεί υπό την επίβλεψη και συντήρηση του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και είναι ενταγμένος στο Πανελλήνιο Δίκτυο ΜΕΤΕΟ. Άμεση ενημέρωση (προς όλους) είναι δυνατή από τη διαδικτυακή διεύθυνση: <http://penteli.meteo.gr/stations/metsovo/>

Τα μετεωρολογικά δεδομένα (βροχόπτωση, υγρασία, θερμοκρασία, ένταση ανέμου, κ.λπ.), μέσω του Αστεροσκοπείου αποθηκεύονται με ειδικό λογισμικό και μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο (μέσω διαδυκτίου) στον ειδικό εξυπηρετητή (server) στο Πανεπιστήμιο Πατρών.

Τρισδιάσταση αποτύπωση περιοχών παρακολούθησης με ΣμηΕΑ(UAV) & LiDAR. Έγιναν αποτυπώσεις υψηλής ακρίβειας με τη χρήση Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (Unmanned Aerial Vehicles). Για την περιοχή του Αγίου Χαραλάμπους λήφθηκαν **εικόνες υπερυψηλής ανάλυσης**, με βάση προσχεδιασμένο **φωτογραμμετρικό κάρναβο**. Εν συνεχεία δημιουργήθηκε **πυκνό νέφος σημείων** και με τη χρήση σημείων εδαφικού ελέγχου δημιουργήθηκαν: α) το **ψηφιακό μοντέλο επιφανείας** και β) ο **ορθοφωτοχάρτης** της συγκεκριμένης πιλοτικής περιοχής που θα χρησιμοποιηθεί ως χάρτης αναφοράς για τη συνέχεια του έργου.

Δειγματοληπτικές Γεωτρήσεις – Όργανα Γεωτεχνικής Παρακολούθησης (Αποκλισιόμετρα) Οι γεωτεχνικές συνθήκες στις περιοχές Αγ. Χαραλάμπους και Αγ. Δημητρίου διερευνήθηκαν με την ανόρυξη τριών (3) γεωτρήσεων (από 23 Ιουλίου έως 29 Αυγούστου 2019) σε **επιλεγμένες θέσεις** και συγκεκριμένα: της δειγματοληπτικής **ΜΓ-1** και της μη δειγματοληπτικής (τυφλής) **ΜΓ-2** στον Αγ. Δημήτριο και τη δειγματοληπτική **ΜΓ-3** στον Αγ. Χαράλαμπο.

Σε όλες τις γεωτρήσεις τοποθετήθηκαν αποκλισιομετρικοί σωλήνες της SIGGEO, 60/71mm με τις κατάλληλες εγκοπές, κατάλληλων για την υποδοχή της κινητής αποκλισιομετρικής βολίδας 0S242DV300/SIGGEO και του αποκλισιόμετρου μόνιμης εγκατάστασης 0S432HD1500_15/SIGGEO, σύμφωνα με τις οδηγίες της ομάδας έργου του Πανεπιστημίου Πατρών.

ΖΩΤΙΚΟ ΔΩΔΩΝΗΣ

Εγκατάσταση εξοπλισμού παρακολούθησης εδαφικών μετακινήσεων στην κατολισθαίνουσα περιοχή.

Μόνιμοι σταθμοί GPS. Η εγκατάσταση του γεωδαιτικού σταθμού έγινε στο κτήριο του εκπολιτιστικού συλλόγου Ζωτικού Δωδώνης (**GPS_3**). Οι μετρήσεις του συγκεκριμένου σταθμού θα συναξιολογούνται με το μόνιμα ευρισκόμενο στην περιοχή Γερδικίου έτσι ώστε να ανιχνεύονται διαφορικές κινήσεις μεταξύ των δύο περιοχών. Μετά την εγκατάσταση του σταθμού έγινε ασύρματη σύνδεση μέσω κινητής τηλεφωνίας για τη συνεχή και σε πραγματικό χρόνο αποστολή των δεδομένων στο διαδίκτυο και την αποθήκευση αυτών στους ειδικούς εξυπηρετητές (servers), που έχουν εγκατασταθεί στο Πανεπιστήμιο Πατρών, για τη μετέπειτα επεξεργασία των δεδομένων.

Μόνιμος Μετεωρολογικός Σταθμός. Ένας **σταθμός**, εγκαταστάθηκε τον Ιούλιο του 2018 στον οικισμό Ζωτικό του Δήμου Δωδώνης, στο κτήριο του εκπολιτιστικού συλλόγου Ζωτικού Δωδώνης με γεωγραφικές συντεταγμένες: 39°27'36"B, 20°40'21"A και υψόμετρο 685μ.

Ο σταθμός λειτουργεί αδιάκοπα και τα δεδομένα μεταφέρονται τόσο στο Πανεπιστήμιο Πατρών όσο και στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Τα μετεωρολογικά δεδομένα που εκπέμπονται (βροχόπτωση, υγρασία, θερμοκρασία, ένταση ανέμου, κ.λπ.), αποθηκεύονται με ειδικό λογισμικό και μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο (μέσω διαδικτύου) στον ειδικό εξυπηρετητή (server) στο Πανεπιστήμιο Πατρών.

Τρισδιάσταση αποτύπωση περιοχών παρακολούθησης με ΣμηΕΑ(UAV) & LiDAR. Έγιναν αποτυπώσεις υψηλής ακρίβειας με τη χρήση Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (Unmanned Aerial Vehicles), καθώς και επίγειες αποτυπώσεις με τη χρήση σαρωτή λέιζερ (LiDar) στην περιοχή Ζωτικού Δωδώνης. Λήφθηκαν **εικόνες υπερυψηλής ανάλυσης**, με βάση

προσχεδιασμένο **φωτογραμμετρικό κάρναβο**. Εν συνεχεία δημιουργήθηκε **πυκνό νέφος σημείων** και με τη χρήση σημείων εδαφικού ελέγχου δημιουργήθηκαν: α) το **ψηφιακό μοντέλο επιφανείας** και β) ο **ορθοφωτοχάρτης** της συγκεκριμένης πιλοτικής περιοχής που θα χρησιμοποιηθεί ως χάρτης αναφοράς για τη συνέχεια του έργου.

Δειγματοληπτικές Γεωτρήσεις – Όργανα Γεωτεχνικής Παρακολούθησης (Αποκλισιόμετρα) Οι γεωτεχνικές συνθήκες στην περιοχή του Ζωτικού διερευνήθηκαν με την ανόρυξη δύο (2) γεωτρήσεων (από 30 Ιουνίου έως 16 Ιουλίου 2019) σε **επιλεγμένες θέσεις** και συγκεκριμένα: των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων **ZΓ-1** και **ZΓ-2**. Στις δύο γεωτρήσεις τοποθετήθηκαν αποκλισιομετρικοί σωλήνες της SISGEO, 60/71mm με τις κατάλληλες εγκοπές, κατάλληλων για την υποδοχή της κινητής αποκλισιομετρικής βολίδας OS242DV300/SISGEO σύμφωνα με τις οδηγίες της ομάδας έργου του Πανεπιστημίου Πατρών.