

Η εφαρμογή της τηλεπισκόπησης και η αξιοποίηση της στο πεδίο παρακολούθησης των γεωκινδύνων

Η τηλεπισκόπηση είναι η επιστήμη παρακολούθησης φαινομένων και αντικειμένων από απόσταση μέσω της συλλογής και ανάλυσης ποιοτικών και μετρητικών δεδομένων. Οι αεροφωτογραφίες, οι δορυφόροι, τα τηλεσκόπια, τα ραντάρ, οι μαγνητικοί τομογράφοι, αποτελούν μεταξύ άλλων σημαντικά εργαλεία για την περισυλλογή πληροφοριών, που με τη βοήθεια διαφόρων μεθόδων που ακολουθούνται, επεξεργάζονται και αναλύονται. Σήμερα, έχει επιδειχθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην παρατήρηση της γήινης επιφάνειας από δορυφορικές πλατφόρμες (δορυφορικούς δέκτες) και από αερομεταφερόμενους δέκτες, είτε ψηφιακούς είτε αναλογικούς. Με την ανάπτυξη των επιστημών των ηλεκτρονικών υπολογιστών και της τεχνητής νοημοσύνης, η τηλεπισκόπηση εξελίχθηκε και πέρασε στην ψηφιακή εποχή όπου και καθίσταται ένα από τα πιο εύχρηστα και αξιόπιστα πεδία εφαρμογής.

Τα επιτεύγματα της τηλεπισκόπησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο στην καθημερινή μας ζωή (δορυφορικοί χάρτες), όσο και σε πολύ εξειδικευμένα πεδία επιστημών όπως είναι οι γεωκίνδυνοι. Οι εφαρμογές της τηλεπισκόπησης στον τομέα των γεωκινδύνων είναι ευρέως διαδεδομένες όπου μέσω μεθόδων που αναπτύχθηκαν και αναπτύσσονται, η παρατήρηση των φυσικών φαινομένων της γης γίνεται ευκολότερη και οικονομικότερη. Μέσω της τηλεπισκόπησης μπορούν εύκολα να μελετηθούν φαινόμενα όπως είναι η κλιματική αλλαγή, η ξηρασία, οι πλημμύρες, η ρύπανση της ατμόσφαιρας, η ρύπανση του εδάφους και των ωκεανών, οι ηφαιστειακές εκρήξεις, οι σεισμοί, οι κατολισθήσεις κ.α. Η πληθώρα δεδομένων και πληροφοριών που με μοναδικό τρόπο προσφέρονται χωρίς τη φυσική – επί τόπου – επαφή με το υπό μελέτη φαινόμενο, μπορούν να επεξεργαστούν και να αξιοποιηθούν εύκολα και γρήγορα συμβάλλοντας έτσι στη γρήγορη αντιμετώπιση τους. Πολλές φορές, υποδεικνύει γεωκινδύνους που με επιτόπιες επισκέψεις ενδεχομένως να μην είναι ορατοί. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της, είναι ότι τα αποτελέσματα που λαμβάνονται είναι μετρίσιμα, καθιστώντας έτσι ευκολότερη την εκτίμηση της επικινδυνότητας.

Ένα αξιόλογο παράδειγμα εφαρμογής της τηλεπισκόπησης στον τομέα των γεωκινδύνων είναι η παρατήρηση των κινήσεων που λαμβάνουν χώρα στη γήινη επιφάνεια. Οι δορυφορικές πλατφόρμες έχουν την ικανότητα συλλογής εικόνων μέσω ενσωματωμένων αισθητήρων (Interferometric Synthetic Aperture Radar – InSAR sensors), οι οποίες με τη βοήθεια συγκεκριμένων αλγορίθμων δίνουν πληροφορίες για τυχόν κατακόρυφες μικρο-κινήσεις που λαμβάνουν χώρα (καθιζήσεις – ανυψώσεις). Η συλλογή και η ανάλυση τέτοιων δορυφορικών δεδομένων, αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για την παρακολούθηση των καθιζήσεων και ανυψώσεων του εδάφους, αλλά και για τη συσχέτιση τους με υφιστάμενα γεωλογικά δεδομένα για κάθε περιοχή.

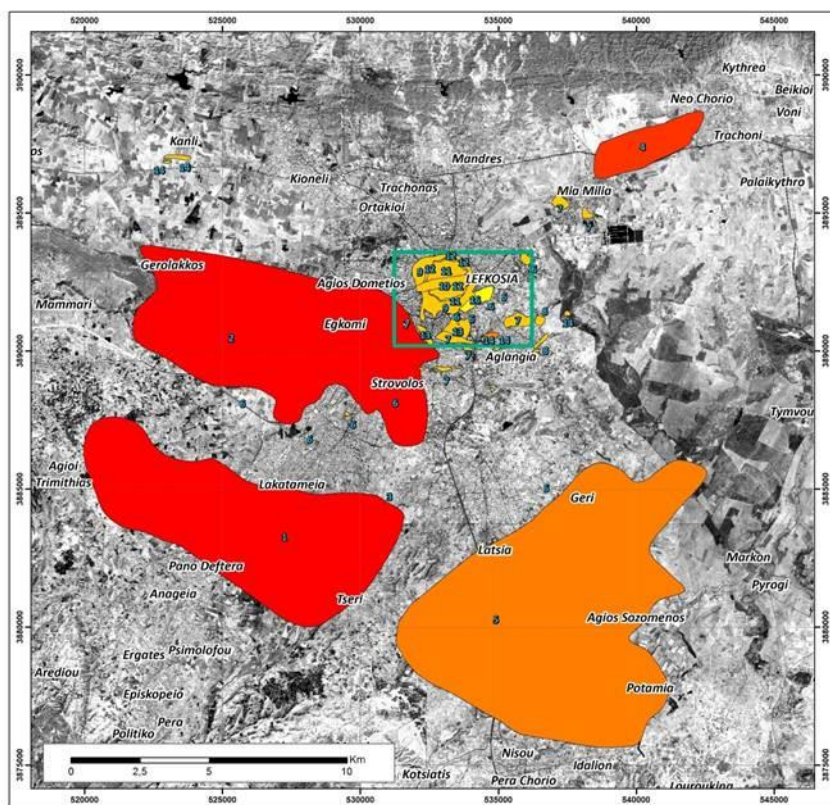
Στην Κύπρο, το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης (Τ.Γ.Ε) στην προσπάθεια του να εκσυγχρονίσει και να αναπτύξει νέες μεθόδους μελέτης και παρακολούθησης των γεωκινδύνων, συμμετείχε στο Ευρωπαϊκό πρόγραμμα TerraFirma, το οποίο με την εφαρμογή της τηλεπισκόπησης, αποσκοπούσε στη μελέτη και παροχή πληροφοριών, σχετικά με επιφανειακές μετατοπίσεις σε αστικές περιοχές της Ευρώπης. Στη συνέχεια, συμμετείχε στο Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Pangeo (**Εικ.1**), όπου δημιούργησε και ανάρτησε στην ιστοσελίδα του, χάρτη γεωκινδύνων για τις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές της επαρχίας Λευκωσίας. Από το πρόγραμμα αυτό διαφάνηκε ότι, επικρατεί μία γενική καθίζηση στην νοτιοδυτική περιοχή μελέτης (Τσέρι, Λακατάμια, Πάνω Δευτερά, Άγιοι Τριμιθιάς) και μία γενική ανύψωση στην δυτική περιοχή (Στρόβολος, Άγιος Δομέτιος, Έγκωμη, Γερόλακκος). Επίσης, παρατηρήθηκε ότι στην νοτιοανατολική υπό μελέτη περιοχή επικρατούν απότομες καθιζήσεις και ανυψώσεις λόγω συρρίκνωσης και διόγκωσης του εδάφους (Λατσιά, Γέρι).

Μετά από τη συμμετοχή του Τμήματος μας στα πιο πάνω προγράμματα, διαπιστώθηκε η ανάγκη για συνεχή παρακολούθηση και μελέτη των γεωκινδύνων και σε άλλες επαρχίες της Κύπρου με τη μέθοδο της τηλεπισκόπησης. Έτσι, η επόμενη επαρχία που επιλέχθηκε να μελετηθεί είναι η επαρχία της Πάφου (**Εικ.2**) λόγω της αυξημένης σεισμικής επικινδυνότητας που παρουσιάζει, της παρουσίας μεγάλων εκτάσεων από ευπαθή σε κατολισθήσεις εδάφη, καθώς και της πολύπλοκης γεωλογίας που διαθέτει.

Επίσης, η επαρχία της Πάφου έχει μελετηθεί γεωλογικά, γεωτεχνικά και νεοτεκτονικά λεπτομερώς, με επιπλέον καταγραφές και χαρτογραφήσεις μεγάλου αριθμού κατολισθήσεων, που αποτελούν πολύτιμα στοιχεία τα οποία διευκολύνουν την ερμηνεία και συσχέτιση τους με τα δορυφορικά δεδομένα. Η επαρχία της Λεμεσού και Λάρνακας είναι στα σχέδια του Τμήματος να μελετηθούν σε μεταγενέστερο στάδιο.

Σύμφωνα με την πιο πάνω μελέτη παρατηρήθηκε ότι επικρατεί μια γενική ανύψωση της τάξης του 0,5-1,5 χιλιοστών το χρόνο (μέση τιμή) στο ανατολικό και βόρειο μέρος της επαρχίας Πάφου και μία γενική καθίζηση στα δυτικά και νότια της τάξης του 1,0-3,7 χιλιοστών το χρόνο (μέση τιμή). Εύλογα δημιουργείται η απορία εφόσον πρόκειται για κινήσεις μερικών χιλιοστών το χρόνο, πώς είναι δυνατόν να επηρεάζουν το δομημένο περιβάλλον. Και όμως, μερικά χιλιοστά κίνησης μπορεί να αποτελούν το έναυσμα μιας κατολίσθησης ή μίας συνεχούς καθίζησης η οποία μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά προβλήματα στο δομημένο και μη περιβάλλον. Οι μικρο-κινήσεις αυτές, οφείλονται στον ενεργό τεκτονισμό της περιοχής, στις ενεργές κατολισθήσεις αλλά και στη διόγκωση-συρρίκνωση των αργιλικών εδαφών. Σε κάποιες περιπτώσεις οι μικρο-κινήσεις δεν μπορούν να δικαιολογηθούν με τα υφιστάμενα γεωλογικά δεδομένα και χρειάζονται περισσότερη διερεύνηση.

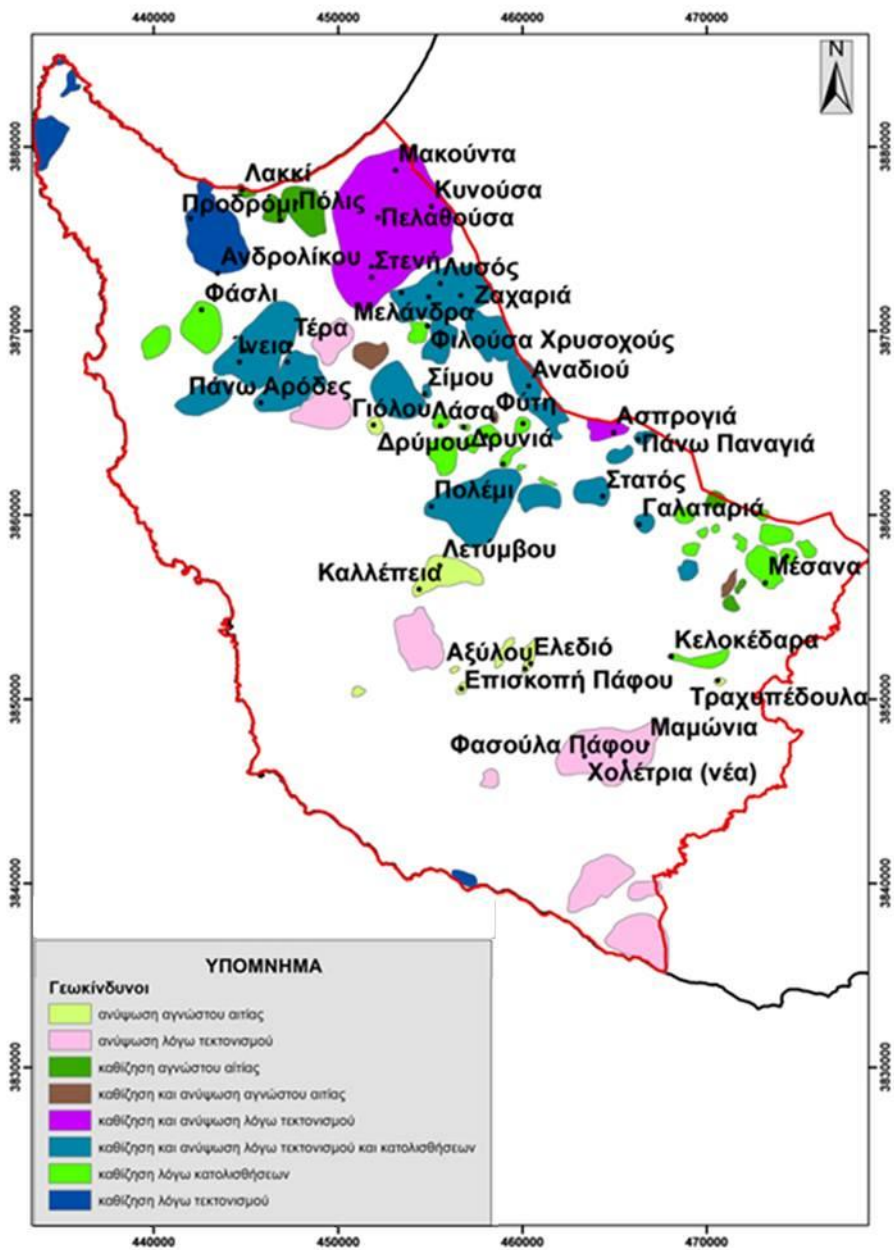
Η μελέτη των γεωκινδύνων γενικά, αποτελεί μια αρκετά πολύπλοκη διαδικασία η οποία με τη χρήση νέων τεχνολογιών όπως είναι η εφαρμογή της τηλεπισκόπησης, μπορεί να απλοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό. Είναι λοιπόν κάτι παραπάνω από απαραίτητη στη μελέτη των γεωκινδύνων και μπορεί να αποτελέσει ένα αναπόσπαστο κομμάτι σε επίπεδο εξασφάλισης της ασφάλειας στο δομημένο περιβάλλον αλλά και σε θέματα χωροθέτησης περιοχών για ανάπτυξη.



Hazard Category		Polygon ID
■	1_Deep seated motions	
■	2_Natural ground instability	
■	3_Natural ground movement	
■	4_Man Made (Anthropogenic) Ground Instability	
■	5_Other	
■	6_Unknown	

Πολύγωνο ID	Περιοχή	Είδος κίνησης
001	Λακατάμια/ Τσέρι	καθίζηση
002	Στρόβολος/ Έγκωμη/ Γερόλακκος	ανύψωση
003	Λακατάμια	καθίζηση
004	Μια Μιλιά	καθίζηση
005	Γέρι/Λατσία/ Δάλι/Ποταμιά/ Αγλατζιά	καθίζηση και ανύψωση
006	Νότια-νοτιοανατολικά κεντρικής Λευκωσίας	καθίζηση
007	Αγλατζιά/ Στρόβολος/ Μια Μιλιά	Καθίζηση
008	Αγλατζιά	Καθίζηση
009	Λευκωσία	Καθίζηση
010	Λευκωσία	Καθίζηση
011	Λευκωσία	Καθίζηση
012	Λευκωσία	Καθίζηση
013	Ακρόπολη/ Στρόβολος	Καθίζηση
014	Αγλαντζιά/ Ακρόπολη/ Κανλί	Καθίζηση
015	Αγλατζιά	Καθίζηση
016	Λευκωσία	καθίζηση και ανύψωση

Εικ2: Οι κατηγορίες των γεωκινδύνων που εντοπίστηκαν με βάση τα κριτήρια του Ευρωπαϊκού προγράμματος Rangeo για την περιοχή της Λευκωσίας.



Εικ 3: περιοχές όπου εντοπίστηκαν μικρο-κινήσεις στην Επαρχία της Πάφου.

Νίκη Κουλέρμου
Γεωλογική Λειτουργός
Στο Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης