

Σχέσεις μεταξύ χωρικής κατανομής κατολισθητικών φαινομένων, γεωμορφολογίας και ανθρώπινης επέμβασης στην Βόρειο-Δυτική Πελοπόννησο.

Θ. Γκουρνέλος*, Δ. Τσαγκάς*, Β. Κοτίνας*

**Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, Πανεπιστημιούπολη-Ζωγράφου, 15784, Αθήνα, gournelos@geol.uoa.gr*

Περίληψη

Η Γεωμορφολογία της Β.Δ Πελοποννήσου είναι αποτέλεσμα νεοτεκτονικής ανύψωσης και των παραγόντων διάβρωσης. Έτσι η ύπαρξη μεγάλων σχετικά μορφολογικών κλίσεων και στενών απότομων πεδιάδων, σε συνδυασμό με τις λιθολογικές ενότητες και την ανθρώπινη επέμβαση ευνοούν τις συνθήκες για τη δημιουργία ασταθών πρανών. Το σεισμοτεκτονικό καθεστώς και τα σχετικά μεγάλα ύψη βροχής είναι οι κύριοι παράγοντες εκκίνησης των κατολισθητικών φαινομένων στην περιοχή. Η παρούσα εργασία εξετάζει την επίδραση της γεωμορφολογίας και της ανθρώπινης επέμβασης στην εκδήλωση των κατολισθήσεων. Μια βάση δεδομένων δημιουργήθηκε σε περιβάλλον Γ.Σ.Π με τις θέσεις των κατολισθήσεων, την γεωλογία, τις γεωμορφολογικές μεταβλητές, το οδικό δίκτυο, τα βροχομετρικά και σεισμολογικά δεδομένα, για την στατιστική ανάλυση των μεταβλητών των υδρογραφικών λεκανών της περιοχής μελέτης. Ακολουθεί η μελέτη της ανθρώπινης επέμβασης και κυρίως η απεικόνιση του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος οδικού δικτύου και η δημιουργία ζωνών επιρροής εκατέρωθεν αυτού. Οι γεωμορφολογικές παράμετροι και το οδικό δίκτυο συσχετίζονται με την χωρική κατανομή των κατολισθητικών φαινομένων.

Λέξεις Κλειδιά: Κατολισθήσεις, Γεωμορφολογία, Ανθρώπινη Επέμβαση, Χρήσεις γης.

Relationships between spatial distribution of landslides, the geomorphology and the human intervention in the NW part of the Peloponnese.

T.Gournelos*, D.Tsagass*, V. Kotinas*

**University of Athens, Faculty of Geology and GeoEnvironment, Department of Geography and Climatology, Panepistimioupoli, Zografou, 15784, Athens, Greece, gournelos@geol.uoa.gr*

Abstract

The Geomorphology of NW Peloponnese is the result of neotectonic lifting and various other factors that cause erosion. Thus the existence of relatively high morphological slopes and narrow and steep valleys, combined with the lithological units and human intervention favor the creation of unstable slopes. The seismotectonic status and relatively large rainfall are the main factors causing the landslide events in the region. This paper examines the impact of geomorphology and human intervention in the occurrence of landslides. A database in a G.I.S environment with the positions of landslides, geology, the geomorphological variables, the road network, the rainfall and seismological data has been created and a statistical analysis of the river basin's parameters has been conducted. The study of human interference follows and particularly the representation of the primary and secondary road network, and the creation of buffer zones. As a result the geomorphological variables and the road network are correlated with the spatial distribution of landslide events.

Keywords: Landslides, Geomorphology, Human Intervention, Land Use

Εισαγωγή

Ένα από τα συχνά φαινόμενα φυσικών καταστροφών στον Ελληνικό χώρο είναι οι κατολισθήσεις. Αυτές οφείλονται στη γεωλογική δομή και τη γεωμορφολογία ορισμένων τμημάτων της Ελλάδας, σε συνδυασμό με την ανθρωπογενή επέμβαση των τελευταίων κυρίως δεκαετιών.

Η γεωλογική δομή καθορίζει το είδος της παραμόρφωσης των πετρωμάτων, δηλαδή την συνεχή ή ασυνεχή παραμόρφωση τους. Η ρηγματογόνος νεοτεκτονική διαμορφώνει την τελική τοπογραφία μιας ευρύτερης περιοχής. Σε αυτό το νέοτεκτονικό πλαίσιο δρουν οι παράγοντες αποσάθρωσης και διάβρωσης των πετρωμάτων, μέσω κυρίως του επιφανειακού υδρογραφικού δικτύου.

Με την μελέτη των κατολισθητικών φαινομένων στην περιοχή της Β. Πελοποννήσου στο παρελθόν έχουν ασχοληθεί πολλοί ερευνητές όπως: Κούκης 1979, 1980, 1983; Κούκης και Ρόζος 1983; Δούτσος και Καμηλάρης 1984; Ζιούρκας 1988; Koukis, Rozos and Hadzinakos 1996, 1997; Κούκης, Πυργιώτης, Ρόζος 1997; Stournaras et al 1998; Κούκης et al 2009; Gallousi, Koukouvelas 2007; Τσαγκάς 2011; Γκουρνέλος και Τσαγκάς 2014.

Στόχος αυτής της εργασίας είναι η διερεύνηση της σχέσης κατολισθήσεων, Γεωμορφολογίας και ανθρώπινης επέμβασης στην περιοχή της ΒΔ Πελοποννήσου.

Περιοχή Μελέτης

Η μορφολογία της περιοχής της ΒΔ Πελοποννήσου είναι ένα τυπικό παράδειγμα νεοτεκτονικής ανύψωσης και έντονης διάβρωσης. Επίσης η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από εκτεταμένη ανθρώπινη επέμβαση, μεγάλη σχετικά σεισμικότητα και έντονες βροχοπτώσεις.

Η γενικότερη γεωλογική δομή της υπό μελέτης περιοχής αποτελείται από αλπικά πετρώματα των ενοτήτων Πίνδου και Τριπόλεως και από νεώτερους σχηματισμούς Νεογενούς και Τεταρτογενούς ηλικίας. Τα μεταλπικά ιζήματα αποτελούνται από θαλάσσιους, λιμνοθαλάσσιους ή χερσαίους σχηματισμούς. Η λιθολογία τους χαρακτηρίζεται από άργιλους, μάργες, κροκαλοπαγείς και ψαμμιτικούς σχηματισμούς, οι οποίοι ευνοούν την εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων.

Η νεοτεκτονική ανύψωση της περιοχής καθόρισε την τοπογραφία της, η οποία χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη σχετικά μεγάλων τοπογραφικών κλίσεων και στενών και απότομων κοιλάδων.

Το υδρογραφικό δίκτυο αναπτύχθηκε και εξελίσσεται με βάση τη νεοτεκτονική ανύψωση, την λιθολογία και το βροχομετρικό καθεστώς.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η βλάστηση της περιοχής χαρακτηρίζεται κυρίως από: Ετερογενής γεωργικές εκτάσεις (41,7%), Δάση 12,4%, Δασώδη-Θαμνώδη βλάστηση 8,5%, Θαμνώδη-Ποώδη βλάστηση (17%), Αραιή βλάστηση (7,2%), Καλλιέργειες (8,4%), Βοσκότοποι (2,3%), Λοιπές χρήσεις γης (2,5%). Στις λοιπές χρήσεις γης περιλαμβάνονται εκτάσεις αστικής δόμησης, βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες, ορυχεία, χώροι απορριμμάτων, εργοτάξια, αρόσιμη γη κ.α.

Μεθοδολογία

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας έχει ως εξής:

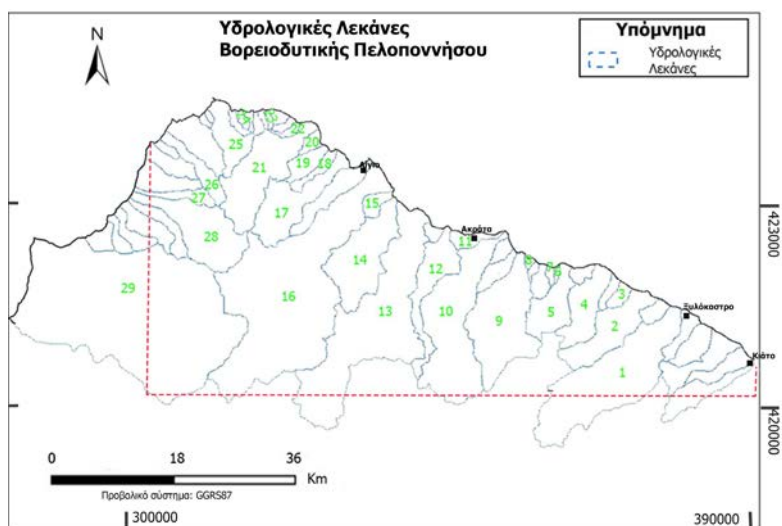
1. Δημιουργία μιας βάσης δεδομένων για τα κατολισθητικά φαινόμενα

2. Εισαγωγή και ανάλυση τοπογραφικών, γεωλογικών και γεωμορφολογικών δεδομένων σε περιβάλλον Γ.Σ.Π
3. Δημιουργία βάσης δεδομένων με βροχομετρικά και σεισμολογικά στοιχεία
4. Ψηφιοποίηση του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος οδικού δικτύου.
5. Παρατηρήσεις και φωτοερμηνεία αεροφωτογραφιών.
6. Χαρτογράφηση και μέτρηση των παραμέτρων των κατολισθητικών κινήσεων.

Για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν επίσης δεδομένα από τον Τσαγκά (2011) και ψηφιοποιήθηκαν τοπογραφικοί χάρτες από την Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:50.000. Σε αυτούς επίσης βασίστηκε και η απεικόνιση του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής.

Σχέσεις κατολισθητικών φαινομένων, Γεωμορφολογίας και Ανθρώπινης Επέμβασης στη Βόρεια Πελοπόννησο

Για να γίνει εμφανής η σχέση γεωμορφολογίας – ανθρώπινης επέμβασης και κατολισθήσεων δημιουργήθηκαν μια σειρά θεματικών χαρτών σε περιβάλλον Γ.Σ.Π. Στην παρούσα εργασία έγινε οριοθέτηση των υδρολογικών λεκανών που εκδηλώθηκαν κατολισθήσεις (Εικόνα 1) και ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου (Εικόνα 2).



Εικόνα 1: Χάρτης της περιοχής μελέτης με τις κυριότερες υδρολογικές λεκάνες.



Εικόνα 2: Χάρτης υδρογραφικού δικτύου στην περιοχή μελέτης.

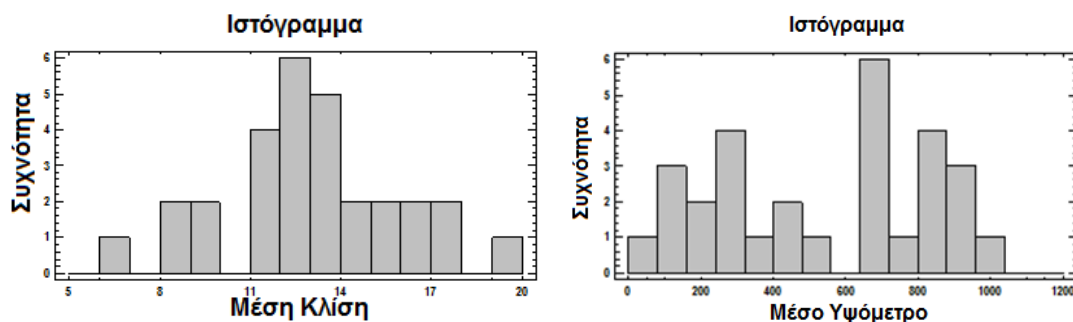
Επίσης για κάθε υδρογραφική λεκάνη υπολογίστηκε η λιθολογική της κατανομή.

Ο πίνακας 1 αναφέρεται στη γεωμετρία κάθε υδρογραφικής λεκάνης (Εμβαδόν, Μέγιστο μήκος, Μέση κλίση, Μέσο υψόμετρο, Δείκτης επιμήκυνσης). Επίσης, χρησιμοποιώντας την βάση δεδομένων των κατολισθήσεων, υπολογίστηκε ο αριθμός των κατολισθήσεων ανά 100 km² σε κάθε υδρογραφική λεκάνη.

Στη συνέχεια έγινε στατιστική ανάλυση των δεδομένων του Πίνακα 1. Δημιουργήθηκαν ιστογράμματα μέσης κλίσης και μέσου υψομέτρου για κάθε λεκάνη. Η κατανομή των τιμών των μέσων κλίσεων και του μέσου ύψους των υδρογραφικών λεκανών φαίνονται στην Εικόνα 3. Οι κύριες στατιστικές παράμετροι για τα δυο ιστογράμματα φαίνονται στον πίνακα 2 .

Πίνακας 1: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των υδρογραφικών λεκανών και αριθμός εκδηλωθεισών κατολισθήσεων ανά 100 km².

Αριθμός λεκάνης	Εκδηλωθείσες Αστάθειες ανά 100km ²	Εμβαδόν km ²	Μέση Κλίση(°)	Μέσο Υψόμετρο
1	3,5	169,2586	12,0	409,0
2	6,7	59,57409	12,2	708,2
3	13,2	7,591473	16,5	405,8
4	2,1	46,95816	13,9	661,6
5	9,7	41,11318	19,2	653,6
6	58,5	1,705191	17,6	111,0
7	37,3	2,679754	17,3	124,8
8	196,1	2,039684	14,9	79,5
9	12,1	115,2906	15,4	928,2
10	15,7	146,3289	16,9	984,9
11	8,7	11,52654	12,8	219,8
12	3,8	52,02599	13,6	927,0
13	5,2	230,5542	14,0	878,9
14	6,9	87,1306	15,4	832,8
15	19,7	10,18219	11,1	249,2
16	9,4	351,037	13,3	815,1
17	27,4	65,73038	11,5	671,7
18	19,1	10,46844	8,4	266,1
19	67,4	16,32288	9,2	249,5
20	15,0	6,692356	6,5	106,0
21	11,9	92,14748	12,2	769,0
22	23,3	4,29658	8,1	232,3
23	86,6	2,306455	13,0	336,4
24	91,2	3,286713	11,4	283,6
25	8,8	34,1835	10,0	487,0
26	4,3	23,08326	12,5	828,0
27	7,2	13,84913	13,3	714,7
28	11,9	83,74714	12,6	902,0
29	0,4	496,8749	12,1	692,2

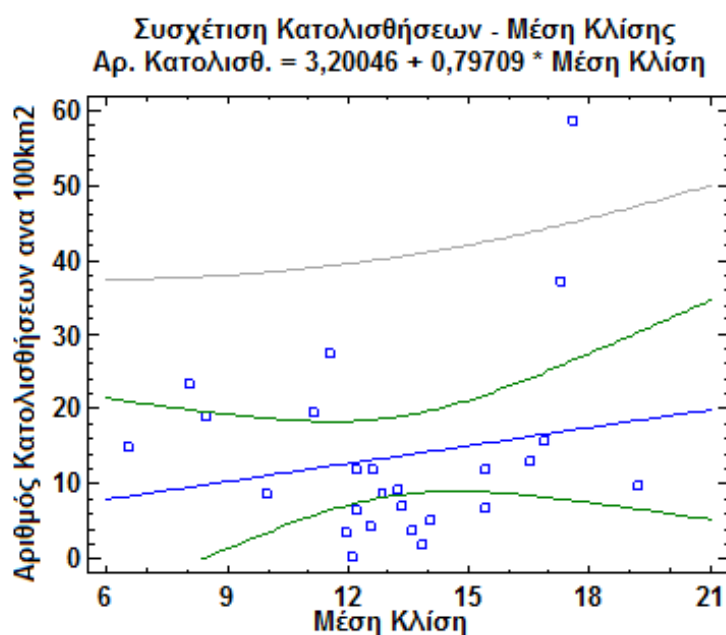


Εικόνα 3: Ιστογράμματα Μέσης κλίσης και μέσου υψομέτρου λεκανών

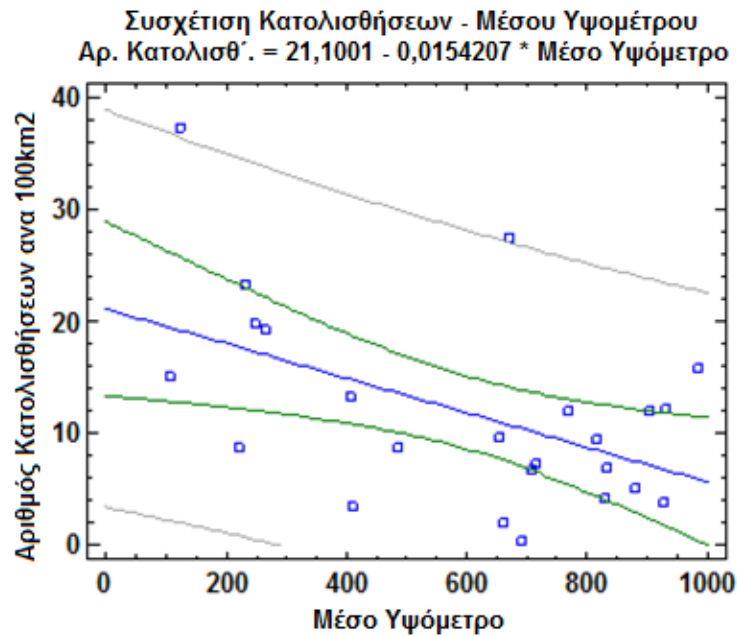
Πίνακας 2: Κύριες στατιστικές παράμετροι μέσης κλίσης και μέσου υψομέτρου.

Μέση Κλίση		Μέσο Υψόμετρο	
Σύνολο τιμών	29	Σύνολο τιμών	29
Μέσος όρος	13,0003	Μέσος όρος	535,439
Τυπική απόκλιση	2,96105	Τυπική απόκλιση	299,45
Συντελεστής διακύμανσης	22,7767%	Συντελεστής διακύμανσης	55,9261%
Ελάχιστο	6,53	Ελάχιστο	79,49
Μέγιστο	19,18	Μέγιστο	984,85
Εύρος τιμών	12,65	Εύρος τιμών	905,36
Λοξότητα	-0,105915	Λοξότητα	-0,205658
Κύρτωση	-0,0114402	Κύρτωση	-1,69269

Αναλύθηκαν οι σχέσεις μέσης κλίσης και μέσου υψομέτρου λεκάνης με τον αριθμό των κατολισθήσεων ανά 100 Km² (Εικόνες 4,5). Διαπιστώθηκε ότι υπάρχει μια γραμμική σχέση μεταξύ μέσης κλίσης και εκδήλωσης κατολισθητικών κινήσεων, αν και ο συντελεστής συσχέτισης είναι μικρός. Η σχέση μέσου υψομέτρου υδρογραφικής λεκάνης και κατολισθήσεων είναι επίσης γραμμική αλλά σε αυτή τη περίπτωση η κλίση της ευθείας είναι αρνητική (Εικόνα 4).



Εικόνα 4 : Συσχέτιση μέσης κλίσης λεκάνης και κατολισθήσεων.



Εικόνα 5: Συσχέτιση μεταξύ μέσου υψομέτρου λεκάνης και κατολισθήσεων.

Διαπιστώνεται, ότι όσο αυξάνει η τιμή της μέσης κλίσης της λεκάνης αυξάνεται σχετικά και ο αριθμός των κατολισθήσεων ανά 100km². Αντίθετα ο αριθμός μειώνεται όταν αυξάνεται το μέσο ύψος της υδρογραφικής λεκάνης.

Οι ακραίες τιμές που παρατηρήθηκαν στους αριθμούς των εκδηλωθέντων κατολισθήσεων (ο μέσος όρος των κατολισθήσεων ανά 100 Km² που εμφανίζονται στις 29 λεκάνες είναι 27, ακραίες τιμές θεωρούμε αυτές που είναι μεγαλύτερες από 50) οφείλονται κύρια στην λιθολογία και στις χρήσεις γης.

Όπως παρατηρείται στον πίνακα 2, οι Μάργες και τα Κροκαλοπαγή είναι οι πιο επιρρεπείς σχηματισμοί σε εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων. Αυτό είναι εμφανές στις λεκάνες 6, 8, 19, 23, 24. Σε αυτές τις λεκάνες έχουμε το μεγαλύτερο αριθμό κατολισθήσεων ανά 100 km² και πολύ μεγάλα ποσοστά μαργών και κροκαλοπαγών (>70%).

Πρέπει να τονιστεί, ότι τα στατιστικά αποτελέσματα είναι ενδεικτικά των τάσεων των παραμέτρων της συγκεκριμένης περιοχής. Το φαινόμενο των κατολισθήσεων εξαρτάται από πολλές μεταβλητές (τοπογραφική κλίση, λιθολογία, επιφανειακά και υπόγεια νερά, βλάστηση - χρήσεις γης και ανθρώπινη επέμβαση) και είναι αρκετά πολύπλοκο.

Πίνακας 2: Ποσοστά λιθολογικών σχηματισμών ανά λεκάνη.

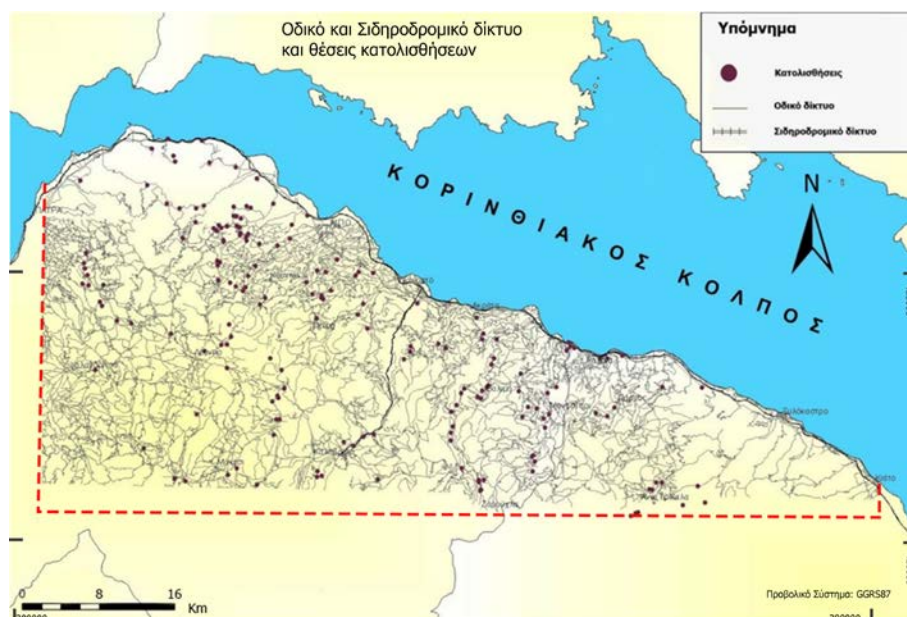
Αριθμός λεκάνης	Εκδηλωθ είσες Αστάθειε ς ανά 100km ²	ΤΕΤΑΡΤΟΓΕ ΝΗ (%)	ΜΑΡΓΑ (%)	ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕ Σ (%)	ΦΛΥΣΧΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜ ΟΙ(%)	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘ ΙΚΟΙ ΚΑΙ ΛΟΙΠΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜ ΟΙ(%)
1	3,5	9,76	84,89	5,35	0	0
2	6,7	7,11	45,05	42,75	0	5,09
3	13,2	24,34	22,98	25,74	0	26,94
4	2,1	10,63	61,87	22,25	0	5,25
5	9,7	3,16	24,33	72,51	0	0
6	58,5	11,24	69,18	19,58	0	0
7	37,3	9,73	58,23	32,04	0	0
8	196,1	12,18	58,22	27,77	0	1,83
9	12,1	9,1	39,86	35,91	0	15,13
10	15,7	11,76	22,21	25,02	1,4	39,61
11	8,7	28,35	16,9	49,95	0	4,8
12	3,8	8,08	46,59	33,11	0	12,22
13	5,2	19,34	10,54	36,94	10,33	22,85
14	6,9	11,42	18,51	13,21	5,64	51,22
15	19,7	38,94	46,14	7,64	0	7,28
16	9,4	12,53	6,18	22,39	6,18	52,72
17	27,4	21,12	17,87	0	20,18	40,83
18	19,1	24,15	49,89	0	11,95	14,01
19	67,4	9,5	86,27	0	0	4,23
20	15,0	41,97	55,24	2,8	0	-0,01
21	11,9	11,58	21,32	10,53	12,66	43,91
22	23,3	5,91	40,93	53,15	0	0,01
23	86,6	7,17	17,97	65,63	0	9,23
24	91,2	10,08	18	49,56	0	22,36
25	8,8	20	6,07	48,52	8,4	17,01
26	4,3	19,02	8,69	10,34	7,47	54,48
27	7,2	24,39	16,46	0	3,94	55,21
28	11,9	11,01	2,04	15,94	0	71,01
29	0,4	9,45	12,25	4,45	22,38	51,47

Ανθρώπινη Επέμβαση

Στη συνέχεια μελετήθηκαν τα αποτελέσματα της ανθρώπινης επέμβασης στην υπό μελέτη περιοχή. Εξετάστηκε κυρίως το υπάρχον οδικό δίκτυο (πρωτεύον και δευτερεύον) και το αντίστοιχο σιδηροδρομικό. Είναι σαφές ότι η διάνοιξη οδικών αξόνων ειδικά σε ημιορεινές και ορεινές περιοχές με σχετικά μεγάλες κλίσεις υποβοηθούν στην εκδήλωση κινήσεων βαρύτητας. Η αλληλεξάρτηση οδικού δικτύου και ασταθών πρανών έχει ήδη αναφερθεί στο παρελθόν (Montgomery, 1994).

Στον παρατιθέμενο χάρτη οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου ενυπάρχει και η κατανομή των κατολισθητικών φαινομένων (Εικόνα 6).

Έτσι γίνεται ορατή η στενή σχέση οδικού-σιδηροδρομικού δικτύου και κατολισθήσεων, πράγμα το οποίο έχει διαπιστωθεί και στην χαρτογράφηση υπαίθρου. Στη παρούσα εργασία συσχετίζεται η θέση των κατολισθήσεων με την απόσταση από το οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο (πίνακας 3).



Εικόνα 6: Οδικό και Σιδηροδρομικό δίκτυο, καθώς και οι θέσεις εκδήλωσης κατολισθητικών φαινομένων στη περιοχή μελέτης.

Πίνακας 3: Αριθμός κατολισθήσεων σε σχέση με την απόσταση από το οδικό δίκτυο

A/A	Απόσταση	Ποσοστό Έκτασης %	Αριθμός κατολισθήσεων	Ποσοστό %
1	0m-25m	16	76	42
2	25m-50m	15,45	38	21
3	50m-150m	22,45	38	21
4	150m-500m	26,9	23	12,7
5	>500m	19,2	6	3,3

Από τον πίνακα 3 είναι εμφανές ότι μεγάλο ποσοστό των κατολισθήσεων βρίσκεται σε μικρή απόσταση από το οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο. Δηλαδή σε απόσταση μέχρι 25 m από το οδικό δίκτυο παρατηρήθηκε το 42% των κατολισθητικών φαινομένων, σε απόσταση μέχρι 50 m το 63% ενώ σε απόσταση μέχρι 150m το 84% των κατολισθήσεων.

Συμπεράσματα

Στην Β.Δ Πελοπόννησο μελετήθηκε η σχέση κατολισθητικών φαινομένων, γεωμορφολογίας και ανθρώπινης επέμβασης σε περιβάλλον Γ.Σ.Π. Δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με τις κατολισθήσεις, την τοπογραφία, την λιθολογία, το υδρογραφικό δίκτυο, το οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο της περιοχής.

Συμπεραίνεται ότι οι κατολισθήσεις ανά 100 Km² κατανέμονται άνισα στις διάφορες υδρογραφικές λεκάνες με μέσο όρο 27 κατολισθήσεις ανά 100 Km² ανά υδρογραφική λεκάνη. Οι μεγάλες τιμές του παραπάνω δείκτη σε ορισμένες λεκάνες συσχετίζονται με την επικράτηση ευνοϊκών για κατολισθήσεις λιθολογικών σχηματισμών (κροκαλοπαγή, μάργες).

Η ανθρώπινη επέμβαση μέσω κυρίως του οδικού δικτύου είναι επίσης σημαντικός παράγοντας εκδήλωσης κατολισθητικών φαινομένων. Έτσι παρατηρήθηκε, ότι το 84% των κατολισθητικών φαινομένων παρατηρείται σε απόσταση μέχρι τα 150m από το οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο.

Acknowledgements

This work is supported by the project ECOFLOW (11SYN_8_917) that is funded by the Action “Cooperation 2011-2015” of the Operational Programme “Competitiveness and Entrepreneurship” co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF) and the General Secretariat for Research and Technology (Hellenic Ministry of Education).

Βιβλιογραφία

- Δούτσος Θ., Καμηλάρης Χ., 1984. Οι κατολισθήσεις του Νομού Αχαΐας (Μηχανισμός, καταστροφές και έργα προστασίας). Ορυκτός Πλούτος, τεύχος 30, σελ. 45-60.
- Ζιούρκας Κ., 1988. Κατολισθητικές κινήσεις στον Ελληνικό χώρο: Στατιστικό απογραφικό Δελτίο. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής εταιρίας, Τομ. XIX, σελ. 147-162
- Gallousi C., Koukouvelas I., 2007. Quantifying geomorphic evolution of earthquake-triggered landslides and their relation to active normal faults. An example from the Gulf of Corinth, Greece. Tectonophysics, 440, pp85-104.
- Gournelos T. and Tsagas D., 2014. Structural Control of landslides movements in the uplifted area of NW Peloponnese (Greece), 2014, 8th IAG Conference on Geomorphology, Paris.
- Κούκης Γ., 1979 . Γεωτεχνική αναγνώριση στην περιοχή του αστρονομικού σταθμού Κρυονερίου Κορινθίας . Αδημοσίευτη έκθεση Ι.Γ.Μ.Ε, 8 σελ.
- Κούκης Γ., 1980 . Γεωτεχνική αναγνώριση των εδαφικών συνθηκών θεμελιώσεως στους οικισμούς Πετσάκοι, Δάφνες, Όαση, Άνω Βλασιά και Κάτω Βλασιά Ν. Αχαΐας . Αδημοσίευτη έκθεση Ι.Γ.Μ.Ε, 10 σελ.
- Κούκης Γ., 1983 . Μακροσεισμικές παρατηρήσεις και γεωτεχνικές συνθήκες θεμελιώσεως στην πλειόσειστη περιοχή Αιτωλοακαρνανίας με τους σεισμούς Μαρτίου – Απριλίου 1983. Δελτίο Κ.Ε.Δ.Ε Τευχ. 3, σελ. 199-207.
- Κούκης Γ. , Ρόζος Δ., 1983. Γεωλογικά και Γεωτεχνικά στοιχεία των σεισμών Φεβρουαρίου – Μαρτίου 1981 στον Κορινθιακό Κόλπο. Πρακτικά της Ακαδημίας Αθηνών, Τόμος 57^{ος} , σελ. 406-425.
- Koukis G., Rozos D., Hadzinakos I., 1996 . Rainfal induced landslides in Achais county, Greece. Proceedings of the seventh international symposium on landslides/ Trondheim/ 17-21 June 1996/ p.1929-1934.
- Koukis G., Rozos D., Hadzinakos I., 1997 . Relationship between rainfall and landslides in the formations of Achaia county, Greece. Proceedings international symposium on engineering geology and the environment, organized by the Greek National group of IAEG/ Athens/ Greece/ 23-27 June 1997. Pp 793-798.
- Koukis G., Pyrgiotis L., Rozos D., 1997 . Landslide phenomena and stability analysis related with the construction of the Ano Diakofto road deviation, Achaia county, Greece. Greece. Proceedings international symposium on engineering geology and the environment, organized by the Greek National group of IAEG/ Athens/ Greece/ 23-27 June 1997. Pp 783-788
- Koukis G. Sabatakakis N., Ferentinou M., Lainas S., Alexiadou X., Panagopoulos A., 2009. Landslide phenomena related to major fault tectonics: rift zone of Corinth Gulf, Greece. Bull. Eng. Geol. Envir., 2009, 68, pp215-229.
- Montgomery D., 1994. Road Surface drainage, channel initiation, and slope instability. Water Resources Research, Vol.30, No.6, p.p. 1925-1932.
- Stournaras G., Tsimpidis G., Tsoumanis P., Yannatos G., Guillaude R., 1998. Instability Phenomena in the Neogene Deposits of Northern Peloponnesus, Greece.
- Τσαγκάς Δ., 2011. Διδακτορική Διατριβή. Γεωμορφολογικές Παρατηρήσεις και κινήσεις βαρύτητας στη Βόρεια Πελοπόννησο. Αθήνα