



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα: *Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και*
Γεωργικής Μηχανικής
ΠΜΣ: *Γεωπληροφορική και Χωρική ανάλυση*

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Εφαρμογές της Γεωπληροφορικής στις Φυσικές Καταστροφές και Δημιουργία Νέφους Σημείων

Σκρομπόλας Κ. Δημήτριος
Αθήνα 2019

Επιβλέπων Καθηγητής
Παπανικολάου Ιωάννης, Αναπληρωτής
Καθηγητής

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Εφαρμογές της Γεωπληροφορικής στις Φυσικές
Καταστροφές και Δημιουργία Νέφους Σημείων
Geoinformatics Applications to Natural Disasters
and Point Cloud Creation**

Σκρομπόλας Κ. Δημήτριος

Επιβλέπων Καθηγητής

Παπανικολάου Ιωάννης, Αναπληρωτής
Καθηγητής

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Παπανικολάου Ιωάννης, Αναπληρωτής
Καθηγητής

Καλύβας Διονύσιος, Καθηγητής

Ψωμιάδης Εμμανουήλ, ΕΔΙΠ

Περίληψη

Τρεις διαφορετικές εφαρμογές της γεωπληροφορικής σε φυσικούς κινδύνους έχουν εφαρμοστεί σε αυτή τη μελέτη. Στην πρώτη εφαρμογή, μελετήθηκε ο ρυθμός ολίσθησης του ενεργού κανονικού ρήγματος στις Ερυθρές με τη δημιουργία ενός 3D μοντέλου υψηλής χωρικής ανάλυσης, χρησιμοποιώντας αεροφωτογραφίες που ελήφθησαν από ένα UAV. Από αυτή την απεικόνιση, το τοπογραφικό προφίλ του ενεργού ρήγματος κατασκευάστηκε σε 3 διαφορετικές θέσεις. Τα δεδομένα ρυθμού παραμόρφωσης από εκτοπισμένα μεταπαγετώδη ιζήματα και οι κλίσεις που σχετίζονται με την τελευταία μείζονα παγετώδη υποχώρηση που σημειώθηκε στην περιοχή περίπου 15 ± 3 kyr. Πριν, μας δίνει την ολίσθηση, η οποία σε αυτό το συγκεκριμένο ρήγμα μετρήθηκε στα 0,35mm/yr. Στη δεύτερη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε εμπειρική μοντελοποίηση του κινδύνου κατολίσθησης για την περιοχή της Ευρυτανίας χρησιμοποιώντας την Λογιστική Παλινδρόμηση. Αυτό το μοντέλο αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) και τη γλώσσα προγραμματισμού R. Η προσέγγιση βασίζεται στη συσχέτιση των παρατηρούμενων κατολισθήσεων και των συνθηκών (κλιματικές, γεωλογικές, μορφολογικές κ.λπ.) που επικρατούν στην περιοχή. Τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης υποδεικνύουν την ανάπτυξη δύο ανεξάρτητων μοντέλων, ένα που ενσωματώνει την ανθρώπινη παρέμβαση όπως τα χωριά και το οδικό δίκτυο και ένα άλλο μοντέλο που δεν τα περιλαμβάνει. Τέλος, στην τρίτη εφαρμογή, έγινε ένας συσχετισμός του σεισμικού κινδύνου της Ελλάδας μεταξύ των περιοχών που κατηγοριοποιούνται με τα δύο πρώτα ψηφία του ταχυδρομικού τους κώδικα. Το μοντέλο που προτείνεται στο Solvency II δεν διευκρινίζει ποιοι παράγοντες ελήφθησαν υπόψη και μπορούμε να υποθέσουμε ότι δεν είναι μόνο φυσικοί αλλά και οικονομικοί. Το τελευταίο δεν διευκολύνει τη διαφάνεια στην δημιουργία του συντελεστή συσχέτισης, έτσι ώστε τα αποτελέσματα της συσχέτισης σεισμικού κινδύνου πρέπει να διερευνηθούν περαιτέρω και να συγκριθούν με τα αποτελέσματα μιας συσχέτισης που προκύπτει από καθαρά φυσικούς παράγοντες.

Λέξεις – Κλειδιά: Χωρική Ανάλυση, Ρήγμα, Ρυθμός Ολίσθησης, Νέφος Σημείων, Κατολισθητικό Μοντέλο , Λογιστική Παλινδρόμηση, ROC καμπύλες, Σεισμικός Κίνδυνος, Solvency II

Abstract

Three different applications of geoinformatics in natural hazards have been implemented in this study. In the first application, the slip - rate of the active normal fault in Erythres was studied by creating a high spatial resolution 3D model, using aerial photographs obtained from a UAV. From this depiction, the topographic profile across the active fault was constructed at 3 different locations. The deformation rate data from displaced post-glacial sediments and slopes associated with the last major glacial retreat that occurred in the region about 15 ± 3 kyr. ago give us the slip – rate, which at this specific fault was measured at 0.35mm / yr . In the second application an empirical modeling of the landslide hazard was carried out for the area of Evrytania using the Logistic Regression. This modeling was developed using the Geographic Information System (GIS) and programming language R. The approach is based on the correlation between the observed landslides and the conditions (climatic, geological, morphological, etc.) prevailing in the area. The results of the modeling suggest the development of two independent models, one that incorporate the human intervention such as the villages and the road network and another model than does not include. Finally, in the third application, a correlation of the seismic risk of Greece was made between the areas categorized by the first two digits of their postal code. The model proposed in Solvency II does not specify which factors have been taken into account and we can suppose is not only physically based but also economic. The latter does not facilitate transparency in the assigning of the correlation coefficient, so that the results of the seismic risk correlation need to be further investigated and compared with the results of a correlation resulting from purely physical factors.

Keywords: Spatial Analysis, Fault, Slip Rate, Point Cloud, Landslide Model, Logistic Regression, ROC Curves, Seismic Risk, Solvency II

Περιεχόμενα

Abstract	02
1. Εισαγωγή	06
2. Σκοπός Μελέτης	
2.1 Χαρτογράφηση και ρυθμός ολίσθησης του ενεργού ρήγματος στις Ερυθρές μέσω UAV.....	08
2.2 Δημιουργία κατολισθητικού μοντέλου για τον Νομό Ευρυτανίας.....	10
2.3 Συσχέτιση σεισμικού κινδύνου για τον Ελλαδικό χώρο.....	10
3. Περιοχή Μελέτης	
3.1 Σεισμικός κίνδυνος στην Αττική.....	11
3.2 Ευρυτανία.....	21
3.3 Ελλάδα - Κανονισμός Solvency II.....	28
4. Μεθοδολογία	
4.1 Μεθοδολογία παραγωγής νέφους σημείων και υπολογισμού ρυθμού ολίσθησης.....	46
4.2 Μεθοδολογία δημιουργίας κατολισθητικού μοντέλου με χρήση λογιστικής παλινδρόμησης.....	50
4.3 Μεθοδολογία συσχέτισης σεισμικού κινδύνου.....	63

5.Αποτελέσματα	
5.1 Ρυθμός ολίσθησης του ενεργού ρήγματος.....	67
5.2 Κατολισθητικό μοντέλο επικινδυνότητας με χρήση λογιστικής παλινδρόμησης (logistic Regression).....	75
5.3 Συσχέτιση σεισμικού κινδύνου στον Ελλαδικό χώρο.....	79
6.Συζήτηση	
6.1 Ρυθμός ολίσθησης του ρήγματος στις Ερυθρές.....	107
6.2 Κατολισθητικό μοντέλο Ευρυτανίας.....	108
6.3 Συσχέτιση σεισμικού κινδύνου.....	115
7. Συμπεράσματα.....	117
8. Βιβλιογραφία.....	118

1.Εισαγωγή

Οι φυσικές καταστροφές αποτελούν ένα από τα βασικότερα και σημαντικότερα ζητήματα του ανθρώπου τόσο κατά τους ιστορικούς χρόνους, αλλά κυρίως κατά τον 21ο αιώνα. Η ιστορία, είναι γεμάτη παραδείγματα, τόσο πολιτειών όσο και πολιτισμών ολόκληρων που έπειτα από μια καταστροφή, αδύναμοι να ανταπεξέλθουν αφανίστηκαν ή υποβαθμίστηκαν σε μικρότερης ισχύος δυνάμεις. Κατά τον 21ο αιώνα μάλιστα, που η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας και της βιομηχανίας έχει οδηγήσει τον άνθρωπο σε πρωτοφανή επίπεδα, ένα πιθανό καταστροφικό γεγονός έχει ακόμα σοβαρότερες επιπτώσεις. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τόσο ο σεισμός στο Κόμπε της Ιαπωνίας το 1995, όσο και ο τυφώνας Κατρίνα στην νότια περιοχή των ΗΠΑ το 2005 (π.χ. Chang 2000, Aoki et al. 2004, Merdjanoff 2013, Barbieri and Edwards 2017).

Χαρακτηριστικό αυτών των συμβάντων ήταν όχι τόσο ο αντίκτυπος σε ανθρώπινες ζωές αλλά στην οικονομία των χωρών αυτών. Βασικός παράγοντας ήταν το γεγονός πως και στις δυο περιπτώσεις επηρεάστηκαν μεγάλα αστικά κέντρα. Γίνεται σαφές δηλαδή πως είναι απαραίτητη η ανάλυση των φυσικών φαινομένων που ευθύνονται για αυτά τα καταστροφικά συμβάντα, τόσο σε παγκόσμιο, όσο και σε τοπικό επίπεδο.

Βασική παράμετρος στην πρόληψη, αντιμετώπιση και διαχείριση αυτών των φυσικών φαινομένων, είναι η έγκυρη και έγκαιρη κατανόηση, μοντελοποίηση και ανάλυση τους. Είναι θεμελιώδους σημασίας όμως πως για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να υπάρχει επικαιροποιημένη και με μεγάλη ακρίβεια πληροφορία αποτυπωμένη σε ένα κοινό επίπεδο αναφοράς. Είναι απαραίτητο δηλαδή να υπάρχουν χάρτες που να αποτυπώνουν όλες τις χρήσιμες πληροφορίες που απαιτούνται για την μελέτη όλων των παραμέτρων (π.χ. γεωλογικοί σχηματισμοί, ρήγματα, βλάστηση), που επηρεάζουν την συμπεριφορά αυτών των φαινομένων. Βασικό και ίσως το πλέον διαδεδομένο εργαλείο για αυτόν τον σκοπό αποτελούν τα διάφορα λογισμικά γεωπληροφορικής. Οι πολυεπίπεδες δυνατότητες των λογισμικών αυτών τα καθιστούν ίσως το βασικό εργαλείο στην χαρτογράφηση κάθε τύπου (δασική, γεωλογική κλπ). Ακόμα και μέσω της απλής υπέρθεσης χαρτών είναι δυνατόν να εξαχθούν άμεσα, χρήσιμα και σχετικά απλά συμπεράσματα.

Η Ελλάδα βρίθει παραδειγμάτων από φυσικές καταστροφές που την έχουν επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό καθ' όλη την ιστορία της. Από τις βασικότερες καταστροφές που είναι δυνατόν να απειλήσουν την περιοχή είναι ένα σεισμικό γεγονός (Αλκυονίδες 1981, Πάρνηθα 1999) και μια δασική πυρκαγιά (Ηλεία 2007, Χίος 2015). Η θέση της Ελλάδας στο ορογεννητικό τόξο (πχ Armijo et al. 1996, Parapanikolaou and Parapanikolaou 2007) μια ενεργή τεκτονικά περιοχή δηλαδή, έχει σαν αποτέλεσμα να είναι χαρακτηρισμένη σαν μια από τις πλέον σεισμικές περιοχές του κόσμου. Τόσο κατά τους ιστορικούς χρόνους, όσο και κατά τον τελευταίο αιώνα (π.χ. Θεοδοουλίδης 1991, Παπαζάχος και Παπαζάχου 1997, Ambraseys and Jackson 1981,1990) η έντονη σεισμική δραστηριότητα είναι εμφανείς, κατανεμημένη κατά

κύριο λόγο στις περιοχές του Ιονίου, του Κορινθιακού και στην λεκάνη του βορείου Αιγαίου (Roberts et al. 2009, Koukouvelas et al. 2017).

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μελετάται η χρήση της γεωπληροφορικής σε τρεις διαφορετικές εφαρμογές. Στην πρώτη εφαρμογή με τη βοήθεια ενός UAV θα μελετηθεί ο ρυθμός ολίσθησης του ενεργού ρήγματος στην περιοχή των Ερυθρών στην Θήβα, δημιουργώντας μια τρισδιάστατη απεικόνιση του ρήγματος μέσω ενός νέφους σημείων. Στη δεύτερη εφαρμογή θα μελετηθεί ο Νομός Ευρυτανίας ως προς τον κατολισθητικό κίνδυνο, καθώς αποτελεί τον Νομό με τον μεγαλύτερο καταγεγραμμένο αριθμό κατολισθήσεων στην Ελλάδα. Με τις ήδη καταγεγραμμένες κατολισθήσεις θα επιχειρηθεί να γίνει ένας διαχωρισμός μεταξύ αυτών που επηρεάζονται από ανθρωπογενείς και μη παράγοντες και να εξαχθεί ένα μοντέλο κατολισθητικού κινδύνου με την χρήση της λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression). Τέλος στην τρίτη εφαρμογή θα δημιουργηθεί μία συσχέτιση σεισμικού κινδύνου μεταξύ των διακριθέντων ζωνών της Ελλάδας, που βασίζεται στον αρχικό διψήφιο αριθμό του ταχυδρομικού τους κώδικα, για να συγκρίνει την συσχέτιση που υπάρχει στον Ευρωπαϊκό κανονισμό Solvency II, αν αυτή βασίζεται αποκλειστικά στον φυσικό κίνδυνο καθώς δεν υπάρχει σαφής ορισμός για την συγκεκριμένη συσχέτιση και παρατηρούνται κάποια αποτελέσματα ανάμεσα σε συγκεκριμένους Νομούς της χώρας που δεν εξηγούνται τουλάχιστον με φυσικά και γεωλογικά δεδομένα. Έτσι στην συγκεκριμένη εφαρμογή δημιουργήθηκε ένα μοντέλο συσχέτισης του σεισμικού κινδύνου μεταξύ των νομών της χώρας μόνο με φυσικά και γεωλογικά κριτήρια.

Με την βοήθεια της Γεωπληροφορικής και ειδικότερα του λογισμικού ArcGIS γίνεται η επεξεργασία, ανάλυση και τελικώς η αξιολόγηση των παραμέτρων που επηρεάζουν αυτά τα εν δυνάμει καταστροφικά φαινόμενα. Για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση και ερμηνεία των φαινομένων, αντλήθηκαν δεδομένα και μεθοδολογίες από την διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με την κατασκευή χαρτών τόσο για τους σεισμούς όσο και για τις κατολισθήσεις. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδειχθεί: α) η χρησιμότητα της γεωπληροφορικής και των λογισμικών που έχουν αναπτυχθεί στην πρόληψη των φυσικών καταστροφών, β) η μεγαλύτερη ακρίβεια και ευκρίνεια των δεδομένων με τις νέες εφαρμογές της γεωπληροφορικής και γ) οι νέες δυνατότητες που δίνουν τα UAV, οι τεχνικές τηλεπισκόπησης και οι νέες εφαρμογές της φωτογραμμετρίας με την ανάπτυξη νέων και βελτιωμένων λογισμικών.

2.Σκοπός Μελέτης

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή χωρίζεται σε τρεις διαφορετικές μελέτες, α) στην χαρτογράφηση και στον προσδιορισμό της ολίσθησης του ενεργού ρήγματος στις Ερυθρές, β) στη δημιουργία μοντέλου κατολισθητικού κινδύνου για τον Νομό Ευρυτανίας και γ) στη συσχέτιση του σεισμικού κινδύνου ανά ζώνες σύμφωνα με τον ταχυδρομικό κώδικας της Ελλάδας.

2.1 Χαρτογράφηση και ρυθμός ολίσθησης του ενεργού ρήγματος στις Ερυθρές μέσω UAV

Η χαρτογράφηση γεωλογικών σχηματισμών και γεωλογικών δομών αποτελεί ένα από τα βασικότερα τμήματα μελετών των γεωεπιστημών. Η αρχή στην οποία στηρίζεται η χαρτογράφηση είναι η μέτρηση και αποτύπωση της διάστασης ενός πετρώματος στην επιφάνεια του εδάφους. Εφόσον τα πετρώματα αποτυπωθούν ακολούθως αποτυπώνονται και ασυνέχειες σε αυτά τα πετρώματα καθώς και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και των δύο. Τα drones μπορούν να συνεισφέρουν πολύ σε αυτήν την διαδικασία με τους παρακάτω τρόπους: Αφενός η σφαιρική κάλυψη που έχει ένα ιπτάμενο μέσο, η ταχύτητα του και η έλλειψη κινδύνου είναι παράγοντες μεγάλης σημασίας, καθώς και η προσφορά τους με αεροφωτογραφίες και βίντεο. Αφετέρου σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν όργανα που εφαρμόζονται στα drone, που μας βοηθούν να αντιληφθούμε το είδος και την φύση των πετρωμάτων που φωτογραφίζονται.

Η από αέρα φωτογραμμετρία ασχολείται με θέματα που αφορούν τη χαρτογράφηση σε μικρές συνήθως κλίμακες της γήινης επιφάνειας με χρήση φωτογραφιών που προέρχονται από φωτομηχανές που ίπτανται σε μεγάλο σχετικό ύψος πάνω από τη επιφάνεια της Γης. Η εναέρια φωτογραμμετρία χρησιμοποιεί μεγάλου μεγέθους εικόνες και πληροφορίες συντεταγμένων εδάφους για να αναδημιουργήσει αποτελεσματικά τη γεωμετρία ενός τμήματος της γης σε ένα εικονικό περιβάλλον. Μπορούν να καταγραφούν ακριβής από εναέρια φωτογραφικές εικόνες με χρήση παραδοσιακών μεθόδων, με την προϋπόθεση i) 2 ή περισσότερων επικαλυπτόμενων φωτογραφιών, ii) οι συντεταγμένες (x,y,z) να είναι ακριβής και γνωστές για τουλάχιστον τρία καθορισμένα σημεία/αντικείμενα στις επικαλυπτόμενες φωτογραφίες, iii) η φωτογραφική μηχανή πρέπει να είναι βαθμονομημένη ή μετρική. Για την αποτύπωση 3D τοπίων η εναέρια φωτογραμμετρία δεν είναι συχνά σε θέση να συλλάβει εικόνες από όλη την έκταση, επομένως σε αυτές τις περιπτώσεις, η εναέρια φωτογραμμετρία συνδυάζεται με άλλες φωτογραφικές τεχνολογίες, όπως laser scanners, white light digitizers και LiDAR τεχνολογία. Εφαρμογές που εκμεταλλεύονται τις παραπάνω τεχνολογίες βρίσκουμε στις χαρτογραφήσεις, στις κτηματογραφήσεις, στην οδοποιία, στην ανάλυση του εδάφους, στην αποτύπωση ρύπανσης όπως επίσης και στην αρχαιολογία. Τα τελευταία χρόνια νέα όργανα μετρήσεων έχουν εισαχθεί στις επιστήμες των αποτυπώσεων χώρων τα οποία είναι σε θέση να μετρήσουν και να ανακατασκευάσουν τον τρισδιάστατο χώρο και τα αντικείμενα των διάφορων μορφών και μεγεθών με έναν γρήγορο και οικονομικό τρόπο. Αυτά τα όργανα, βασισμένα στην τεχνολογία laser, είναι συνήθως γνωστά ως

επίγειοι Τρισδιάστατοι Ανιχνευτές Laser (3D laser scanner). Εκτός από τους τρισδιάστατους ανιχνευτές laser υπάρχουν και συσκευές που σαρώνουν μόνο οριζόντια ή κατακόρυφα ένα μνημείο – χώρο και μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την καταγραφή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς. Οι συσκευές ονομάζονται laser profilers και χρησιμοποιούνται με σημαντική επιτυχία για τη δημιουργία σχεδιαγραμμάτων κατόψεων και τομών των εσωτερικών χώρων των μνημείων.

Μία προσέγγιση που χρησιμοποιεί χωρική ανάλυση αέριας φωτογραμμετρίας έχει χρησιμοποιηθεί σε UAVs. Οι φωτογραφίες που λαμβάνονται μπορούν να αναλυθούν σε μέγεθος εκατοστού και έτσι να ανοίξουν νέους δρόμους στην μελέτη γεωλογικών δομών. Ανεπτυγμένες μέθοδοι στην υπολογιστική απεικόνιση (Structure from Motion- SfM) έχουν ήδη βοηθήσει στην ταξινόμηση γεωαναφερμένων τρισδιάστατων νεφών σημείων από επικάλυψη δισδιάστατων εικόνων. Άλλα χωρικά δεδομένα λαμβάνονται από ψηφιακά elevation μοντέλα, τριγωνικά δίκτυα σημείων (triangulated irregular networks TIN) και ορθοφωτογραφίες. Αυτά τα συστήματα δεδομένων επιτρέπουν την ψηφιακή απολαβή μετρήσεων από γεωλογικές δομές όπως στρώση (πετρωμάτων-ιζημάτων), διακλάσεις-σπασίματα, και πτύχωση πετρωμάτων.

Τα επαγγελματικά drones (γνωστά και ως UAVs/UAS) αποτελούν, πια, κοινό τόπο σε εφαρμογές όπως η τοπογραφία. Η χρήση τους σε όλο τον κόσμο εξαπλώνεται συνεχώς σε έργα και δράσεις όπως μελέτες σκοπιμότητας, παρακολούθηση εξέλιξης κατασκευαστικών έργων, συγκοινωνιακός σχεδιασμός, χαρτογράφηση, κτηματολόγιο, μέτρηση όγκων σε ορυχεία κλπ. Στη σημερινή εποχή, τα drones υποκαθιστούν όλο και περισσότερο παραδοσιακές τεχνικές τοπογραφικής αποτύπωσης.

Στη συγκεκριμένη εργασία σκοπός είναι η δημιουργία ψηφιακών χαρτών όπως το ανάγλυφο και η κλίση μέσω αεροφωτογραφιών από UAV και στη συνέχεια η σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα αντίστοιχα από δορυφορικές εικόνες, όπως του ASTER, που είναι ευρέως διαδεδομένα.

Για την επεξεργασία των δεδομένων και παραγωγή 3D νέφους κάθε πτήσης χωριστά για τις 3 περιοχές μελέτης, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό pix4D mapper.

Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας κάθε πτήσης έδειξαν ότι το pix4D mapper μπορεί και παράγει 3D δεδομένα πολύ μεγάλης ακρίβειας αλλά για πολύ μικρή έκταση περιοχής μελέτης σε σύγκριση με τα δορυφορικά δεδομένα.

Τέλος, μετρήθηκε ο ρυθμός ολίσθησης του ρήγματος στις Ερυθρές μέσω της υψηλής χωρικής ακρίβειας που χαρακτηρίζει τις αεροφωτογραφίες από UAV.

2.2 Δημιουργία κατολισθητικού μοντέλου για τον Νομό Ευρυτανίας

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί μια εμπειρική μοντελοποίηση του οδικού και μη οδικού κινδύνου κατολισθήσεων, για την περιοχή του Νομού Ευρυτανίας, με τη χρήση της λογιστικής παλινδρόμησης. Αυτή η μοντελοποίηση αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας το γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών (GIS) και τη γλώσσα προγραμματισμού R.

Η προσέγγιση βασίζεται στη συσχέτιση μεταξύ των παρατηρούμενων κατολισθήσεων και των συνθηκών (κλιματικές, γεωλογικές, μορφολογικές κλπ.) που επικρατούν στην περιοχή.

Τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης υποδηλώνουν την ανάπτυξη δύο ανεξάρτητων μοντέλων για τους οδικούς και μη οδικούς άξονες καθώς η χωρική πρόβλεψη αλλά και οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι διαφορετικές.

2.3 Συσχέτιση σεισμικού κινδύνου για τον Ελλαδικό χώρο

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί μία συσχέτιση του σεισμικού κινδύνου της Ελλάδας, μεταξύ των περιοχών που είναι κατηγοριοποιημένες με βάση τα δύο πρώτα ψηφία του ταχυδρομικού τους κώδικα.

Στο μοντέλο που προτείνεται στη Φερεγγυότητα II (Solvency II) δεν αναφέρεται ποιοι παράγοντες έχουν ληφθεί υπόψη, με αποτέλεσμα να χρειάζεται να διερευνηθούν περαιτέρω τα αποτελέσματα της συσχέτισης του σεισμικού κινδύνου και να συγκριθούν με τα αποτελέσματα μιας συσχέτισης που να προκύπτει από καθαρά φυσικούς παράγοντες.

3.Περιοχή Μελέτης

3.1 Σεισμικός κίνδυνος στην Αττική

Τα τελευταία 500 χρόνια, στην Ελλάδα σημειώθηκαν πάνω από 170 καταστρεπτικοί σεισμοί με κατά μέσο όρο ετήσια θύματα 17 θανάτους και 92 τραυματίες (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003). Η Ελλάδα έχει έναν από τους μεγαλύτερους ιστορικούς καταλόγους σεισμικότητας παγκοσμίως με τα παλαιότερα καταχωρημένα γεγονότα από το 550 π.Χ.

Όσον αφορά την περιοχή της Αττικής, οι καταγραφές ποικίλλουν από μερικές εκατοντάδες χρόνια για το πολύ ενεργό ρήγμα των Αλκυονίδων (Collier, et al., 1998), μέχρι χιλιάδες χρόνια, όπως φαίνεται στο ρήγμα του Καπαρέλλι, το οποίο επανενεργοποιήθηκε το 1981, αφού ήταν αδρανής για αρκετές χιλιάδες χρόνια (Benedetti L., et al. 2003).

Το δείγμα από την ιστορική καταγραφή της σεισμικότητας είναι ελλιπές και ότι ένας μεγάλος αριθμός ρηγάτων δεν θα έχει δράσει κατά τη διάρκεια την περίοδο συμπλήρωσης του ιστορικού αρχείου (π.χ., Grützner, et al., 2013).

Συμπερασματικά οι ιστορικοί κατάλογοι δεν μπορούν να θεωρηθούν ακριβής για δύο λόγους, α)η καταγραφή των σεισμικών συμβάντων είναι πολύ μικρή σε σχέση με την επανάληψη του συμβάντος από ένα συγκεκριμένο ενεργό ρήγμα και β)σχετίζονται με μεγάλες ανακρίβειες ως προς τη τοποθεσία του επικέντρου (Paranikolaou et al., 2015).

Country	Magnitude	Completeness period since	Observation period where data are considered complete (in years)
Greece	M ≥ 8.0	550 BC	2564
	M ≥ 7.3	1500	514
	M ≥ 6.5	1845	169
	M ≥ 5.5	1911	103
	M ≥ 5.0	1950	64
Australia	M ≥ 4.5	1970	44
	M ≥ 6.0	1901	113
	M ≥ 5.0	1963	51
Central Europe (Germany, Austria, The Netherlands, Belgium)	M ≥ 4.0	1975	39
	Mw ≥ 5.8	1500	514
USA (San Francisco Bay)	M ≥ 5.5	1850	164
Italy (Central)	Mw ≥ 6.8	1200	814
Italy (southern)	Mw ≥ 5.8	1500	514
	Mw ≥ 6.8	1450	564
Central America (Costa Rica, El Salvador Panama, Nicaragua, Honduras, Guatemala)	Mw ≥ 5.8	1650	364
	Ms > 7.0	1820 Rojas et al. (1993)	194
Central America (Costa Rica, El Salvador Panama, Nicaragua, Honduras, Guatemala)	Ms > 6.0	1910 Ambraseys and Adams (2001)	104
	Ms > 5.0	1920 Ambraseys and Adams (2001)	94
Iberia (Portugal, Western, Central and Northern Spain)	Mw ≥ 6.8	1300	714
Central & Northern Balkans (Romania, Bulgaria, Serbia)	Mw ≥ 5.8	1800	214
	Mw ≥ 6.8	1650	364
UK	Mw ≥ 5.8	1850	164
	Mw ≥ 5.8	1500	514
New Zealand	ML ≥ 4.5	1720	294
	ML ≥ 4.0	1830	184
	M ≥ 7.0	1943 shallow & deep events	71
	M ≥ 7.0	1860 for shallow onshore	154
Turkey (Western)	M ≥ 6.5	1942 for onshore events only	72
	Mw ≥ 6.8	1800	214
Iceland	Mw ≥ 5.8	1850	164
	Mw ≥ 6.8	1700	314
Philippines	M ≥ 6.5	1850	164

Εικόνα 3.1.1: Η περίοδος που καλύπτεται από τα ιστορικά αρχεία για διαφορετικά μεγέθη για την Ελλάδα (Parazachos et al., 2000), Αυστραλία (McCue, 2004), Κεντρική Ευρώπη (Γερμανία, Αυστρία, Ολλανδία, Βέλγιο. (Camelbeeck et al., 2007; Stucchi et al., 2013), Κόλπος του Σαν Φρανσίσκο, ΗΠΑ (Bacun, 1999), Κεντρική και Νότια Ιταλία (Stucchi et al., 2013), Κεντρική Αμερική (Rojas et al., 1993 · Ambraseys and Adams, 2001), Iberia (Πορτογαλία, Δυτική, Κεντρική και Βόρεια Ισπανία. Stucchi et al., 2013), Κεντρικά και Βόρεια Βαλκάνια (Roumania, Βουλγαρία, Σερβία, Stucchi et al., 2013), Ηνωμένο Βασίλειο (Musson and Winter, 1996, Stucchi et al., 2013), Νέα Ζηλανδία (Downes, 2004), Δυτική Τουρκία (Stucchi et al., 2013), Ισλανδία (Stucchi et al., 2013) και στις Φιλιππίνες (Bautista and Oike, 2000).

Συγκεκριμένες προσεγγίσεις χρησιμοποιούνται στη για την αντιμετώπιση προβλημάτων που σχετίζονται με τις ελλείψεις ιστορικών αρχείων. Οι συγκεκριμένες προσεγγίσεις παρέχουν ποσοτικά εκτιμήσεις καθώς μετρούν τα ποσοστά ολίσθησης ρηγμάτων από γεωλογικά δεδομένα, παρέχοντας περισσότερη αξιόπιστη εκτίμηση του σεισμικού κινδύνου από το ιστορικό σεισμό. Τα γεωλογικά δεδομένα έχουν τη δυνατότητα επέκτασης της ιστορικότητας ενός ενεργού ρήγματος πίσω πολλές χιλιάδες χρόνια, ένα χρονικό διάστημα που περιλαμβάνει γενικά έναν μεγάλο αριθμό περιοδικότητας του συμβάντος (Yeats and Prentice 1996), και έτσι διασαφηνίζει το μακροπρόθεσμο μοντέλο ρήγματος -ολίσθησης.

Μία τέτοια προσέγγιση θα πραγματοποιηθεί και για τη περιοχή μελέτης, το ρήγμα στις Ερυθρές, για να μελετηθεί ο πιθανός ρυθμός ολίσθησης του. Πιο συγκεκριμένα θα δημιουργηθεί μια τρισδιάστατη απεικόνιση του ρήγματος με τη βοήθεια της φωτογραμμετρίας μέσω ενός UAV και τη δημιουργία ενός νέφους σημείων από τις εικόνες που θα ληφθούν.

Γεωλογική δομή Αττικής

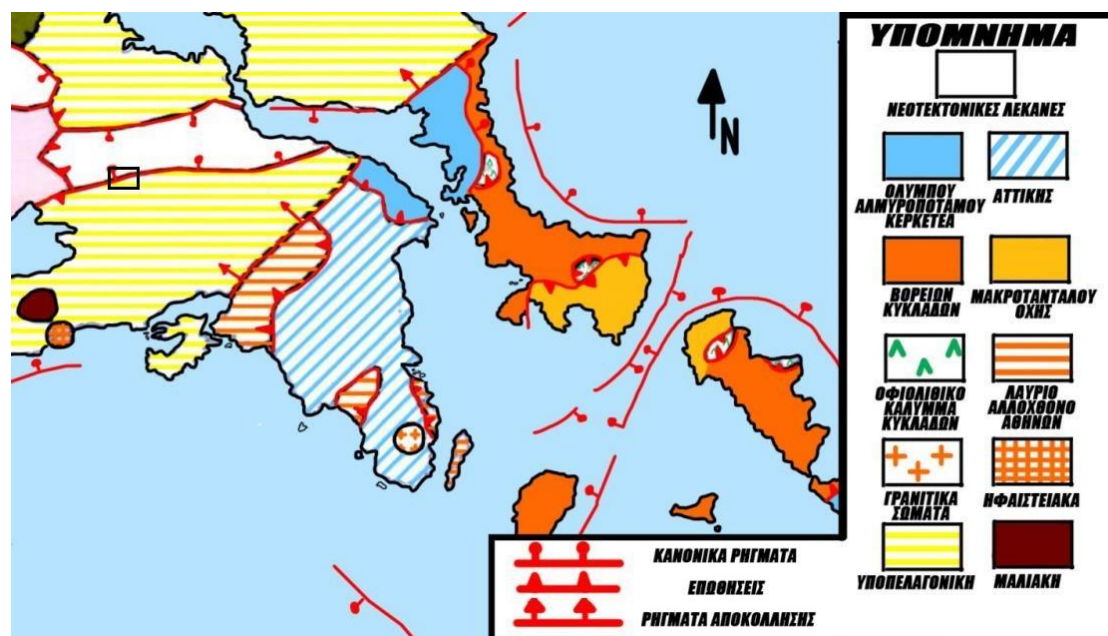
Η Αττική, από γεωγραφική άποψη, αποτελεί μια χερσόνησο του ΝΑ/κού διαμερίσματος της Στερεάς Ελλάδας. Μορφολογικά αποτελεί ιδιαίτερη ενότητα, που διαχωρίζεται από τα υπόλοιπα τμήματα της Στερεάς, με παρουσία χαρακτηριστικών βουνών και διαύλων. Τα δύο κύρια ορογραφικά συστήματα της περιοχής είναι:

- Το βορειοδυτικό, με τα Γεράνεια, τον Κιθαιρώνα, τον Πατέρα, το Πάστρα, το Αιγάλεω και την Πάρνηθα και
- Το νοτιοανατολικό, με το Πεντελικό, τον Υμηττό και τα όρη της Λαυρεωτικής.

Το πεδινό τμήμα της διαμορφώνεται από σχετικά μικρής έκτασης ασυνεχείς λεκάνες, ανοιχτές προς τη θάλασσα. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι του Λεκανοπεδίου Αθηνών, των Μεσογείων, των Μεγάρων, της Ελευσίνας, της Κορίνθου και των Θηβών.

Η γεωλογική δομή της Αττικής αν και φαίνεται απλή, είναι αρκετά σύνθετη και υπάρχουν ερωτηματικά τόσο για τις λιθοστρωματογραφικές ακολουθίες των γεωλογικών σχηματισμών όσο και για την γεωτεκτονική ένταξη τους.

Κατά τον Παπανικολάου (1986), η Αττική δομείται από σχηματισμούς που εντάσσονται: (α) στην Υποελαγονική (ή Ανατολική Ελλάδα), οι οποίες και καταλαμβάνουν το δυτικό τμήμα της και (β) στις ενότητες Λαυρίου και Αττικής που καταλαμβάνουν το ανατολικό τμήμα της. Οι ενότητες αυτές βρίσκονται σε τεκτονική μεταξύ τους σχέση, με υποκείμενη (εξωτερικότερη) την ενότητα της Αττικής. Ειδικότερα, την ενότητα Λαυρίου την θεωρεί και ως αλλόχθονο της Αττικής, ενώ στο βόρειο τμήμα της Αττικής διαφοροποιεί την υπερκείμενη τεκτονικά σειρά Αλμυροπόταμου και Κερκετέα, την οποία και θεωρεί ως αυτόχθονη.



Εικόνα 3.1.2: Γεωτεκτονική ένταξη της Αττικής και ο συσχετισμός των γεωλογικών ενοτήτων κατά Παπανικολάου (2015), (Τροποποιημένη).

Έτσι οι αλπικοί σχηματισμοί της Αττικής, γεωτεκτονικά εντάσσονται σε δύο μεγάλες ενότητες, της Αττικής που περιλαμβάνει αυτόχθονους και αλλόχθονους σχηματισμούς στο ανατολικό τμήμα της περιοχής και την επωθημένη Υποπελαγονική, είτε ενιαία είτε υποδιαιρούμενη σε δύο υποζώνες, τις Μαλιακή και Βοιωτική ή Ανατολικής Ελλάδας.

Πιο συγκεκριμένα, η λιθοστρωματογραφική ανάλυση των ενοτήτων της Αττικής είναι η εξής:

Ενότητα Αττικής

- Η ενότητα Αττικής, που τεκτονικά είναι η κατώτερη, που επωθούνται πάνω της ενότητες όπως της Ανατολικής Ελλάδας, του Λαυρίου και του Αλμυροποτάμου. Η συγκεκριμένη ενότητα είναι μεταμορφωμένη και έντονα παραμορφωμένη με τις αρχικές δομές να έχουν διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και οι νεότερες ΒΔ-ΝΑ (Μαριολάκος 1971, Mariolakos & Papanikolaou 1973). Τέλος αποτελείται από μεγάλη μάζα μαρμάρων, συχνά δολομιτικών και από μαρμαρυγικούς, αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους με λεπτούς ορίζοντες ενδιάμεσων μαρμάρων.
- Η ενότητα της Λαυρεωτικής, που όπως προαναφέρθηκε είναι επωθημένη πάνω σε αυτή της Αττικής. Η Ενότητα Λαυρίου αντιστοιχεί στην αλλόχθονη ενότητα της Λαυρεωτικής (Μαρίνος & Petrascheck, 1956) που περνά σταδιακά στην πολύπλοκη αλλόχθονη ενότητα του λεκανοπεδίου της Αθήνας, που είναι γενικά λιγότερο μεταμορφωμένη. Περιέχει πολλούς ολισθόλιθους και τεκτονικές σφήνες με μεγάλη ποικιλία λιθοτύπων, που της δίνουν τα χαρακτηριστικά ενός μίγματος. Στην οροφή της ενότητας παρατηρούνται ασβεστόλιθοι του Ανωκρητιδικού (Lepsius 1893, Κτενάς 1907, Leleu & Neuman 1969) τόσο στην Αθήνα (Ακρόπολη, Λυκαβηττός, Τουρκοβούνια), όσο και στο Λαύριο (περιοχή Μπερτζέκο). Οι πιο χαρακτηριστικοί λιθότυποι στο Λαύριο είναι οι σερικιτικοί - χλωριτικοί σχιστόλιθοι, που έχουν μέσα τους μεταβασάλτες και μεταγάββρους με κυανοσχιστολιθικού τύπου παραγενέσεις. Σε ότι αφορά στην τεκτονική δομή κυριαρχούν οι εγκάρσιες δομές με γενική διεύθυνση γράμμωσης και μικροπτυχών Α-Δ.

Υποπελαγονική ενότητα

Ο Παπανικολάου (1986) θεωρεί ότι είναι ένα πλήθος ενοτήτων που είναι παλαιότεκτονισμένες και έχουν ομογενοποιηθεί από την Ανωκρητιδική επίκλυση.

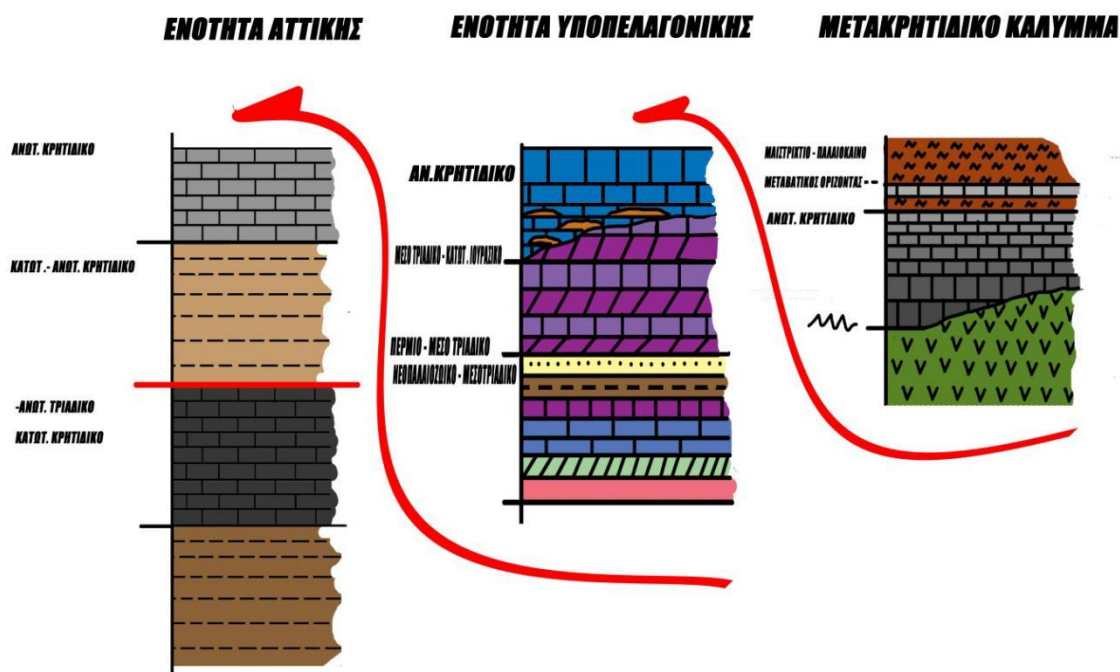
Έτσι δεν υφίστανται συνεχείς στρωματογραφικές στήλες Τριαδικό - Καινοζωϊκό, αλλά μια σειρά από ακολουθίες, είτε πελαγικές, είτε νηριτικές, είτε μεταμορφωμένες, είτε μη μεταμορφωμένες, με ή χωρίς οφιόλιθους, που αναπτύσσονται διαφοροποιημένες στο διάστημα Τριαδικό - Ιουρασικό. Στη συνέχεια επικάθονται ασύμφωνα σε αυτές τα ιζήματα της Ανωκρητιδικής Κενομάνιας επίκλυσης. Η επίκλυση αυτή περιλαμβάνει ένα κροκαλοπαγές στη βάση, το φλύσχη στην οροφή και ενδιάμεσα μια μάζα από ασβεστόλιθους συνήθως νηριτικούς, αλλά μερικές φορές και πελαγικούς, με παρεμβολές κλαστικών τουρβιδιτικών σχηματισμών. Η Τριαδική - Ιουρασική

ακολουθία περιλαμβάνει κυρίως νηριτικού τύπου πετρώματα μιας ασβεστολιθικής πλατφόρμας (νηριτικοί ασβεστόλιθοι, Ανωτριάδικοί και εν μέρει Ιουρασικοί), που διακόπτεται κατά ορισμένες περιόδους (όχι παντού) από τις γνωστές σαν σχιστοψαμμιτοκερατολιθικές διαπλάσεις. Ιδιαίτερα στην οροφή, η ανώτερη σχιστοκερατολιθική διάπλαση παίρνει τη μορφή τεκτονικού μίγματος που υπόκειται του καλύμματος των οφιολίθων. Αυτό δεν ισχύει μόνο για αυτή την ενότητα, αλλά και για τη Μαλιακή, που σε ορισμένες θέσεις κάτω από την Κενομάνια επίκλυση, υπάρχει το κάλυμμα των οφιολίθων, δηλαδή κομμάτια του ωκεανικού φλοιού που έχουν τοποθετηθεί κατά τον πρώιμο αλπικό ορογενετικό κύκλο (Κάτω Κρητιδικό).

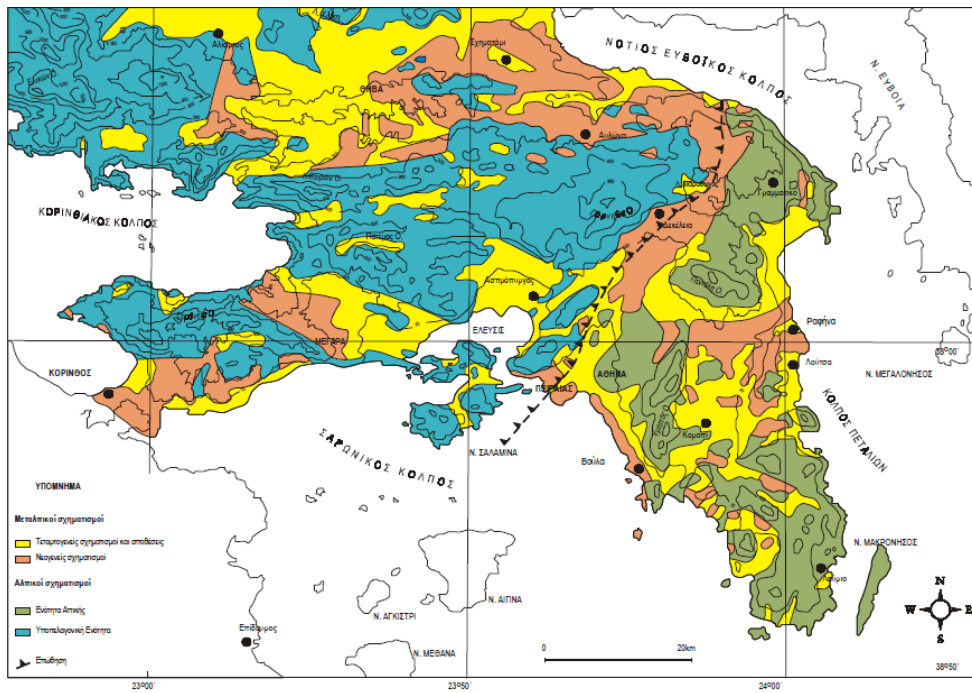
Συμπερασματικά μπορούν να ειπωθούν τα ακόλουθα:

Στην Αττική γεωτεκτονικά διακρίνονται δύο κύριες ενότητες που είναι: (i) η ενότητα Αττικής και (ii) η επωθημένη σε αυτή Υποπελαγονική ενότητα.

- Η ενότητα Αττικής διακρίνεται σε (i) μια αυτόχθονη σειρά σχηματισμών, ισοδύναμη του Ολύμπου - Αλμυροπόταμου - Κερκετέα και (ii) μια υπερκείμενη, αλλόχθονη, ισοδύναμη της Αττικοκυκλαδικής (ανώτερη και κατώτερη, Katsikatsos et al., 1986) και του Νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος. Η μεταξύ τους τεκτονική τοποθέτηση έλαβε χώρα πριν από την επώθηση της Υποπελαγονικής στην ενότητα Αττικής.
- Η Υποπελαγονική ενότητα χαρακτηρίζεται από λιθοστρωματογραφικές διαφοροποιήσεις και έντονη εσωτερική καλυμματική τεκτονική, γεγονότα που μπορούν να την διαφοροποιήσουν σε επιμέρους τεκτονικές ακολουθίες σχηματισμών, όπως Μαλιακή και Βοιωτική.



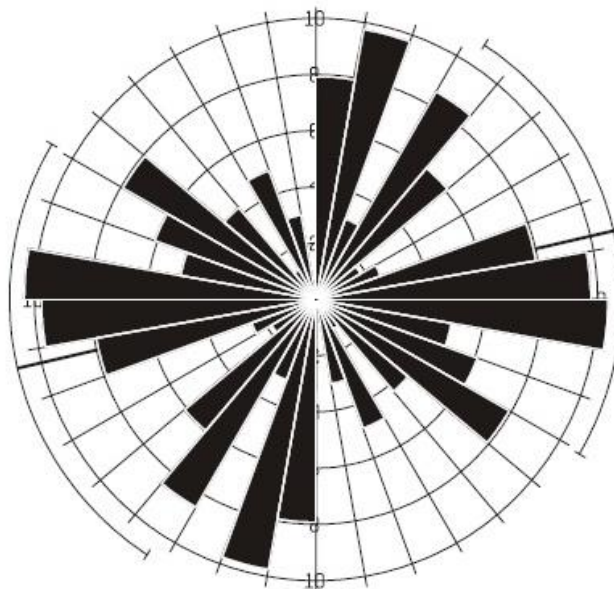
Εικόνα 3.1.3: Λιθοστρωματογραφικές στήλες των γεωλογικών ενοτήτων Αττικής, Αντωνίου (2000), (Τροποποιημένη).



Εικόνα 3.1.4: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής Αττικής (από γεωλογικούς χάρτες ΙΓΜΕ κλίμακας 1:50.000, με συσχέτισμό και ενοποίηση σχηματισμών από Αντωνίου, 2000).

Στο ροδοδιάγραμμα συχνότητας του δυτικού τομέα η διάρρηξη σαν κύρια διεύθυνση έχει την $B80^{\circ}-100^{\circ}$ και σαν δευτερεύουσες τις $B10^{\circ}-20^{\circ}$ και $B120^{\circ}-130^{\circ}$. Η υψηλή συχνότητα εμφάνισης των δευτερευόντων διευθύνσεων δίνει την δυνατότητα να χαρακτηριστούν και ως δευτερεύουσες-κύριες διευθύνσεις.

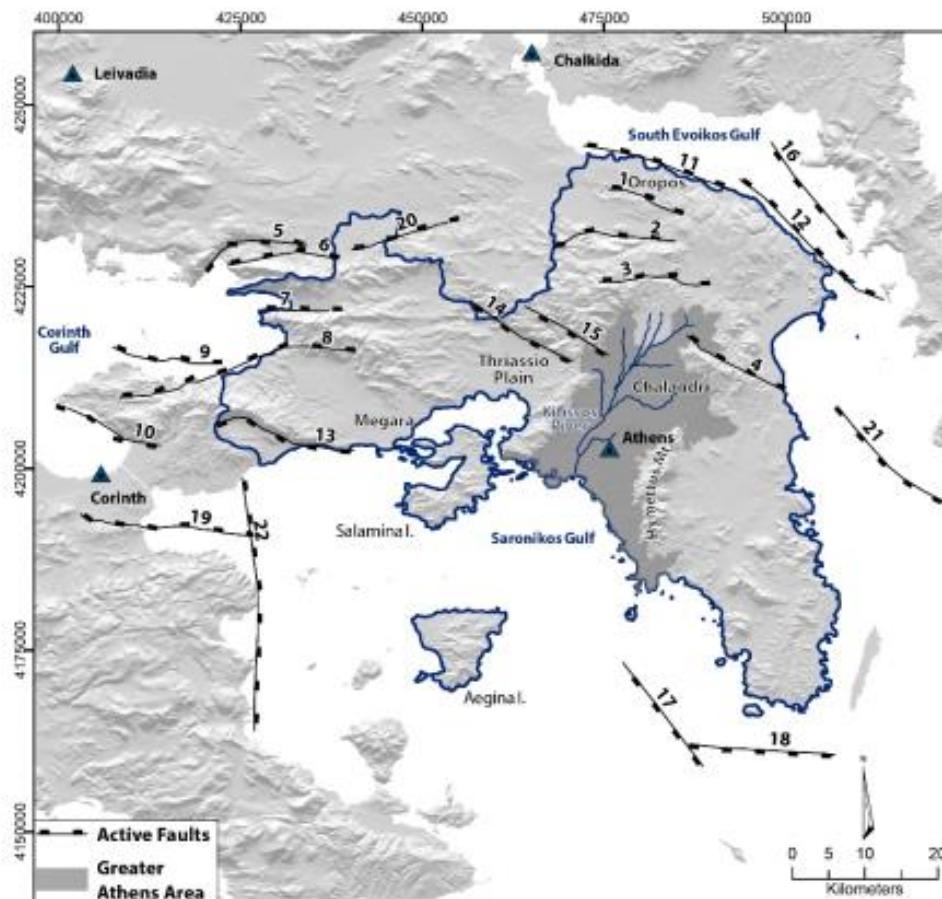
Η σύγκριση της ολικής διάρρηξης της Αττικής με αυτή του δυτικού και ανατολικού τομέα που προέκυψαν μετά από την στατιστική επεξεργασία οδηγεί στα εξής συμπεράσματα: α) Σύστημα 1: Διευθύνσεις $B70^{\circ}-100^{\circ}$ επικρατούν στον δυτικό τομέα και είναι δευτερεύον στον ανατολικό, β) Σύστημα 2: Διευθύνσεις $B30^{\circ}-40^{\circ}$, επικρατεί στον ανατολικό τομέα ενώ απουσιάζει από το δυτικό, γ) Σύστημα 3: Διευθύνσεις $B0^{\circ}-20^{\circ}$, επικρατούν ως δευτερεύον- κύριο στο δυτικό τομέα και δευτερεύον στο ανατολικό, δ) Σύστημα 4: Διευθύνσεις $B110^{\circ}-130^{\circ}$, επικρατούν ως δευτερεύον- κύριο στο δυτικό τομέα ενώ στον ανατολικό επικρατούν $B90^{\circ}-100^{\circ}$ και $B130^{\circ}-140^{\circ}$, ε) Σύστημα 5: Διευθύνσεις $B150^{\circ}-160^{\circ}$ βρίσκονται μόνο στο ανατολικό τμήμα και είναι δευτερεύον.



Εικόνα 3.1.6: Ροδοδιάγραμμα συχνότητας του συνόλου των ρηγμάτων Αττικής, (Αντωνίου, 2000)

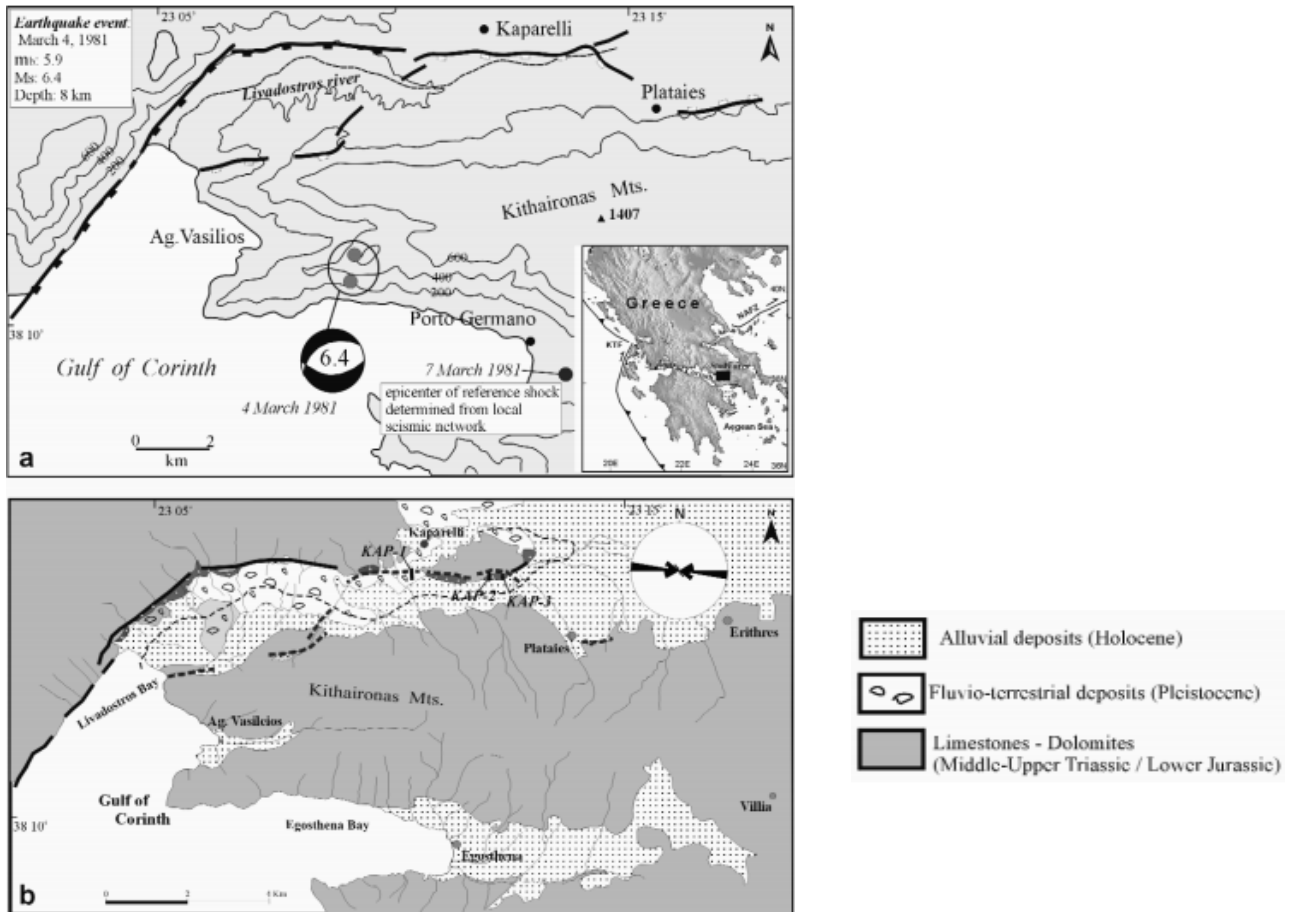
Σεισμικός κίνδυνος ενεργού ρήγματος Ερυθρές - Αττική

Πιο συγκεκριμένα για την περιοχή μελέτης, το μήκος του ρήγματος στις Ερυθρές προσδιορίστηκε χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό γεωμορφολογικών και γεωλογικών κριτηρίων. Δημιουργήθηκαν χάρτες κλίσης και σκίασης έτσι ώστε να παρατηρηθεί το συνολικό τοπογραφικό του αποτύπωμα (Deligiannakis, et al, 2016).



Εικόνα 3.1.7: Χάρτης με τα ενεργά ρήγματα στην περιοχή της Αττικής. Το ρήγμα με τον αριθμό 20 είναι το ρήγμα μελέτης στις Ερυθρές (Deligiannakis, et al, 2018).

Το σεισμικό γεγονός τον Μάρτιο του 1981 στο Καπαρέλλι, με βαθμό της κλίμακας Richter 6,4 ενεργοποίησε ξανά προ υπάρχοντες διαρρήξεις με διεύθυνση Α-Δ.



Εικόνα 3.1.8: α) Απλοποιημένος χάρτης του Κορινθιακού κόλπου με τα κύρια ριγμια και τα εικονίδια των σεισμικών γεγονότων του 1981. β) Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της περιοχής (Kokkalas L. et al, 2007).

Το ρήγμα που μελετήθηκε χαρακτηρίζεται ως κανονικό κεκλιμένο καθώς το κατερχόμενο τέμαχος, τα αλλούβια στη συγκεκριμένη περίπτωση, βρίσκεται πάνω από το ανερχόμενο τέμαχος, τους ιουρασικούς ασβεστόλιθους με διεύθυνση Α-Δ και στοιχεία ρήγματος $50^\circ/340^\circ$.



Εικόνα 3.1.9: Απεικόνιση του ρήγματος στις Ερυθρές.

3.2 Ευρυτανία

Η Ευρυτανία βρίσκεται στη βορειοδυτική άκρη της Στερεάς Ελλάδας, αποτελεί την ορεινή περιοχή της νότιας Πίνδου. Η έκταση του Νομού ανέρχεται σε 2.045km² και χαρακτηρίζεται ως ο πλέον αραιοκατοικημένος Νομός της Ελλάδας. Θεωρείται ως μια από τις περισσότερο πληγείσες περιοχές από διαχρονική εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων.

Οι παράγοντες ανάπτυξης κατολισθήσεων στον Νομό Ευρυτανίας είναι οι εξής:

- **Ανάγλυφο**, στο Νομό Ευρυτανίας παρουσιάζεται έντονο υψομετρικό ανάγλυφο, άρα τα πρηνή του Νομού παρουσιάζουν υψηλές κλίσεις με αποτέλεσμα τις συχνές κατολισθήσεις που οφείλονται σε αυτό το παράγοντα.
- **Βροχοπτώσεις**, στο Νομό της Ευρυτανίας παρατηρούνται μερικές από τις υψηλότερες μέσες ετήσιες βροχοπτώσεις της χώρας. Σημαντικός παράγοντας είναι η ύπαρξη του ορεινού όγκου της Πίνδου που εμποδίζει τα κατακρημνίσματα να πέσουν στην ανατολική Ελλάδα. Η μέση βροχόπτωση του Νομού είναι τα 1.454,9 mm (Παταργιάς, 1998). Να σημειωθεί ότι το χειμώνα παρατηρείται το μεγαλύτερο ποσοστό των κατολισθήσεων (94,1%), δηλαδή την περίοδο με το μεγαλύτερο ποσοστό βροχοπτώσεων, και ακολουθεί η άνοιξη (5,9%).
- **Λιθολογία**, στον χώρο της Δυτικής Ελλάδας επικρατούν τα κλαστικά πετρώματα καθώς και μάζες πετρώματος μεγαλύτερης αντοχής που καλύπτουν σχηματισμούς με μικρότερη αντοχή, στρώματα με διαφορετικές φυσικές – μηχανικές ιδιότητες σε εναλλαγές και ζώνες με έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα. Οι κατολισθήσεις που συνδέονται με αυτό το παράγοντα λαμβάνουν χώρα στους σχηματισμούς του φλύσχη και της μεταβατικής σειράς προς το φλύσχη, τα νεογενή, τα κορήματα αλλά και τους βραχώδεις σχηματισμούς που είναι επωθημένοι σε μαλακούς σχηματισμούς.
- **Ανθρωπογενείς παράγοντες**, η ανάπτυξη έργων ορεινής οδοποιίας όπου οι κατολισθήσεις οφείλονται στην πλημμελή θεμελίωση επιχωμάτων στη ζώνη κατακερματισμού – αποσάθρωσης των σχηματισμών και όχι στο υγιές υπόβαθρο, την φόρτιση του κατάντη πρηνούς με υλικά επιχωμάτωσης καθώς και την έλλειψη έργων αποστράγγισης του πρηνούς με αποτέλεσμα να ευνοούνται οι εσωτερικές διαβρώσεις και υποσκαφές.
- **Τεκτονική**, εμφανίζει το βασικό χαρακτηριστικό της ζώνης Πίνδου που είναι οι μεγάλες έντονες πτυχώσεις και εφίππευσεις, τα έντονα φαινόμενα λεπιώσεων με διεύθυνση από βορρά προς νότο και ροπή προς τα δυτικά δημιουργώντας έτσι διαδοχικές επαναλήψεις στρωμάτων. Εμφανίζονται επίσης πτυχώσεις κατακεκλιμένες, κλειστές έως ισοκλινείς, με διεύθυνση των αξόνων τους, από βορρά προς νότο και οι αξονικές κλίσεις τους να είναι μικρές προς νότια και βόρεια. Τις πτυχώσεις ακολουθούν κατακόρυφα ρήγματα και διαρρήξεις. Η διεύθυνση των γραμμών εφίππευσεως είναι ΒΔ – ΒΑ, οι

διάφορες λεπιώσεις έχουν ανατολική κλίση. Οι άξονες των συγκλίνων και αντικλίνων έχουν και αυτοί την ίδια διεύθυνση. (Ελευθερίου Α., Ρόζος Δ., Αγγελίδης Χ., 1966. Γεωτεχνική Έκθεση για τα Κατολισθητικά Φαινόμενα Οικιστικών Περιοχών του Νομού Ευρυτανίας, Αθήνα)

Γεωλογία

Ο Νομός Ευρυτανίας καταλαμβάνει τα νεότερα τμήματα της οροσειράς της Πίνδου και ανήκει γεωτεκτονικά στην ενότητα της Πίνδου

Ενότητα Πίνδου

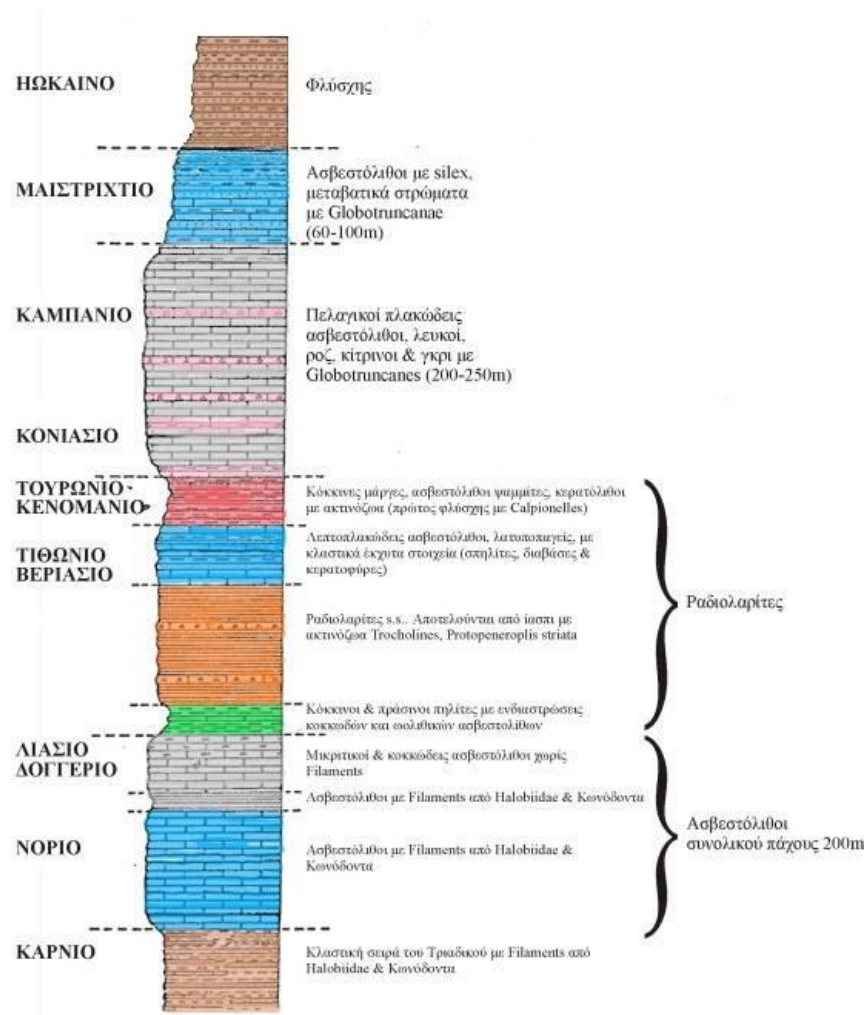
Η Πίνδος είναι το πιο τυπικό κάλυμμα στον ελλαδικό χώρο και το πιο εμφανές, καθώς πάνω από τους νηριτικούς ηωκαινικούς ασβεστόλιθους με νουμουλίτες της Τρίπολης βρίσκονται οι πελαγικοί τριαδικοί ασβεστόλιθοι με Halobies, ή οι άνω-κρητιδικοί με τις *Globootruncanes* της Πίνδου. Ένας σημαντικός δείκτης για το μακρύ "ταξίδι" που έχει κάνει η Πίνδος από την στιγμή που άρχισε να ολισθαίνει τεκτονικά πάνω στα γειτονικά πιο εξωτερικά πετρώματα, είναι ότι οι τελευταίοι σχηματισμοί της κολώνας της Πίνδου έχουν ηλικία Μέσο Ηώκαινο. Άρα εκείνη την εποχή σταμάτησε η φλυσική ιζηματογένεση, η ζώνη πτυχώθηκε, αναδύθηκε, διαβρώθηκε και ορισμένα κομμάτια της άρχισαν να ολισθαίνουν πάνω στις εξωτερικές περιοχές του τόξου, δηλαδή περίπου πριν πενήντα εκατομμύρια χρόνια από σήμερα. Το ταξίδι του καλύμματος της Πίνδου σταμάτησε πριν περίπου δεκαπέντε εκατομμύρια χρόνια καθώς το βλέπουμε σήμερα το μέτωπο του πινδικού καλύμματος πάνω από τον άγριο φλύσχη στο σύγκλινο Ηπείρου – Ακαρνανίας, όπου η ηλικία των ανώτερων στρωμάτων φτάνει έως το Μέσο Μειόκαινο. Άρα το κάλυμμα της Πίνδου ολίσθαινε κατά τριάντα πέντε εκατομμύρια χρόνια, όλη δηλαδή τη βασική αλπική ορογενετική περίοδο των Ελληνίδων.

Στην Πίνδο υπάρχει πυριτική ή ανθρακική πελαγική ιζηματογένεση καθ' όλη τη διάρκεια της βιοχημικής ιζηματογένεσης από το Ανώτερο Τριαδικό μέχρι το Ανώτερο Κρητιδικό (Renz, 1955). Πυριτική όταν έχουμε ραδιολαρίτες ή άλλους πυριτόλιθους, ανθρακική όταν έχουμε τους πελαγικούς ασβεστόλιθους.

Η στρωματογραφική κολόνα της Πίνδου έχει φλύσχη και χαρακτηριστικά μεταβατικά στρώματα προς τον φλύσχη από τους υποκείμενους πελαγικούς ασβεστόλιθους. Τα μεταβατικά έχουν σημαντικό πάχος (20 – 50 m.) και παρατηρούνται στο Μαιστρίχτιο – Δάνιο. Η φλυσχογένεση διαρκεί από το Παλαιόκαινο μέχρι το Μέσο Ηώκαινο και από κάτω υπάρχουν εναλλαγές πυριτικών και ανθρακικών πελαγικών ιζημάτων. Κάτω από τον φλύσχη υπάρχει ένας σχηματισμός από πελαγικούς ασβεστόλιθους, οι οποίοι έχουν μέσα *silex* ή κερατόλιθους με *Globootruncanes* ηλικίας Κενομανίου – Μαιστριχτίου. Στη συνέχεια ακολουθούν οι ραδιολαρίτες, κυρίως στο Δογγέριο – Μάλμιο, οι οποίοι μπαίνουν και στη βάση του Κρητιδικού σε εναλλαγές με ασβεστόλιθους με *Calpionelles*. Από κάτω υπάρχουν οι Ανώτεροι Τριαδικοί ασβεστόλιθοι και ένας Άνω Τριαδικός κλαστικός σχηματισμός. Σε πολλές

θέσεις στη βάση της Πίνδου βρίσκονται και βασικά ηφαιστειακά πετρώματα μέσο – τριαδικής ηλικίας, που συνολικά αντιπροσωπεύουν τα ηφαιστειο – ιζηματογενή της αρχικής φάσης της ρηξιτάφρου πριν από την διάνοιξη της ωκεάνιας λεκάνης H2.

Σχετικά με την εσωτερική δομή της Πίνδου αναμένεται ότι μια ακολουθία στρωμάτων με τόσες εναλλαγές και τέτοιο είδος λιθολογίας είναι εύκολο να πτυχωθεί πολύ, γιατί έχει μεγάλη πλαστικότητα. Επιπλέον οι εναλλαγές ασβεστολίθων και κερατολίθων είναι εύκολο να δημιουργήσουν δυσαρμονικά φαινόμενα. Έτσι η ενότητα χαρακτηρίζεται από πάρα πολλές πτυχές, κλειστές, ανεστραμμένες και εφίπυεύσεις.



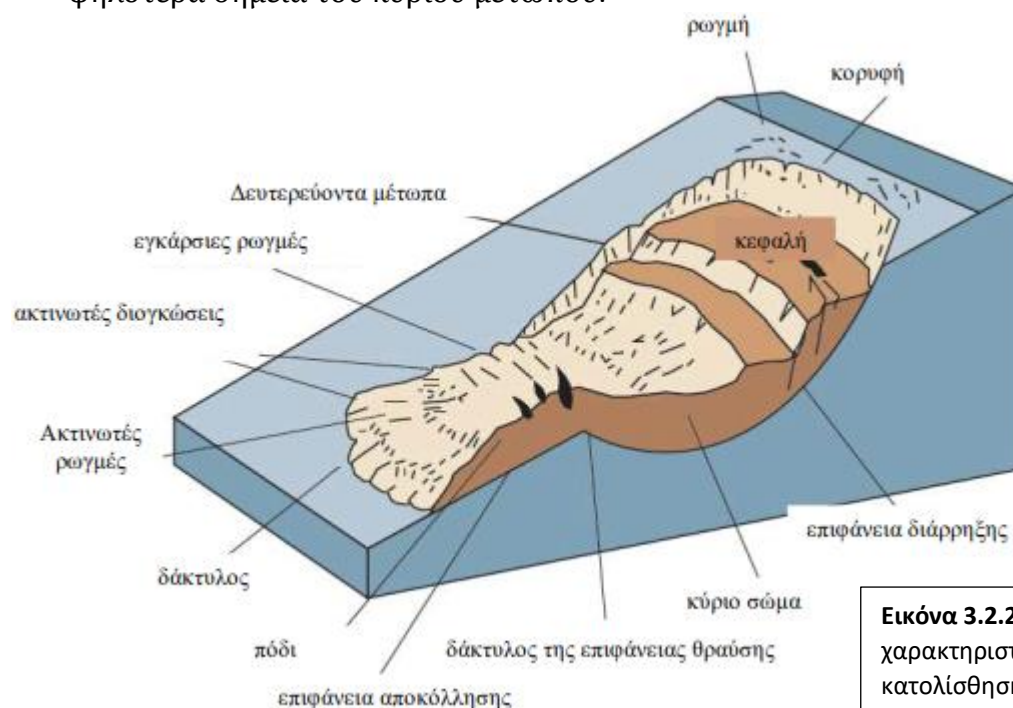
Εικόνα 3.2.1: Στρωματογραφική στήλη της Πίνδου κατά Fleury (από Παπανικολάου, 1986), τροποποιημένη.

Κατολίσθηση

Οι οποιοσδήποτε μετακινήσεις εδαφικών μαζών και πετρωμάτων ασχέτως μορφής, εκτάσεως και γενεσιουργών αιτιών που λαμβάνουν χώρα σε φυσικές επιφάνειες με απότομες κλίσεις και σε πρηνή ορυγμάτων, υπό την επίδραση της βαρύτητας, άλλοτε απότομα με καταστροφικές συνέπειες και άλλοτε με μικρή ταχύτητα, φέρονται με τον γενικό όρο κατολισθήσεις (Ι. Κουμαντάκης 1984)

Τα κύρια χαρακτηριστικά μιας κατολίσθησης είναι:

- Το **κυρίως μέτωπο**, το οποίο είναι η απότομη επιφάνεια που δημιουργείται στο αδιατάρακτο έδαφος που περιβάλλει την κατολίσθηση.
- Τα **Δευτερεύοντα μέτωπα**, τα οποία είναι οι απότομες επιφάνειες εντός του διαταραγμένου υλικού της κατολίσθησης.
- Η **Κεφαλή** που βρίσκεται στην κορυφή της κατολίσθησης και αποτελείται από τα ανώτερα τμήματα των υλικών που κατολίσθησαν.
- Το **πόδας** της κατολίσθησης είναι το ακραίο, χαμηλότερο συνήθως τμήμα του κώνου.
- Ο **δάκτυλος**, ο οποίος είναι το τμήμα των υλικών που έχουν κατολισθήσει στη μεγαλύτερη απόσταση από το κύριο μέτωπο της κατολίσθησης.
- Η **κορυφή**, η οποία είναι ουσιαστικά αδιατάρακτο υλικό που βρίσκεται στα ψηλότερα σημεία του κύριου μετώπου.



Εικόνα 3.2.2: Τα κύρια χαρακτηριστικά μιας τυπικής κατολίσθησης (Varnes 1978)

- Η **Επιφάνεια διάρρηξης**, που είναι η επιφάνεια αποχωρισμού των υλικών που κατολισθαίνουν από το σταθερό υπόβαθρο.
- Η **Επιφάνεια ολισθήσεως**, που είναι η επιφάνεια εκείνη πάνω στην οποία λαμβάνει χώρα ή μετακίνηση των μαζών που κατολίσθησαν.

- Ο **κώνος** ή **σωρός** της κατολίσθησης που σχηματίζεται από τη συσσώρευση των υλικών, τα οποία αφού μετακινήθηκαν κατά μία διαδρομή, σταμάτησαν και συγκεντρώθηκαν στη θέση στην οποία η κινητική ενέργεια μηδενίστηκε, δηλαδή στο κάτω μέρος του σώματος της κατολίσθησης.

Αίτια Κατολισθήσεων

Η εκδήλωση των κατολισθητικών φαινομένων είναι αποτέλεσμα της συν επίδρασης περισσότερων του ενός παραγόντων, οι οποίοι οδηγούν στην κατάλυση της ισορροπίας του πρανούς και τελικά στη θραύση και μετακίνησή του. Τα αίτια έγκεινται σε γεωλογικούς, γεωμορφολογικούς, κλιματικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες. Η λιθολογική σύσταση και δομή των γεωλογικών σχηματισμών θεωρείται ένας από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες που συμβάλλουν στην εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων.

Η επιδεκτικότητα ορισμένων πετρωμάτων σε φαινόμενα αστάθειας, απόρροια μειωμένης διατμητικής αντοχής, εναπόκειται είτε στην πρωταρχική δομή και σύστασή τους, είτε λόγω αλλαγών που προκλήθηκαν από τη δράση εξωτερικών παραγόντων. Από πλευράς δομής οι στρώσεις, η παρουσία ζωνών διάρρηξης, ο προσανατολισμός των ασυνεχειών σε σχέση με το πρανές καταδεικνύουν την τρωτότητα ή μη των σχηματισμών. Σχηματισμοί στους οποίους εναλλάσσονται ψαθυρά με συμπαγή καθώς επίσης και διαπερατά με αδιαπέρατα πετρώματα εμφανίζουν μειωμένη διατμητική αντοχή.

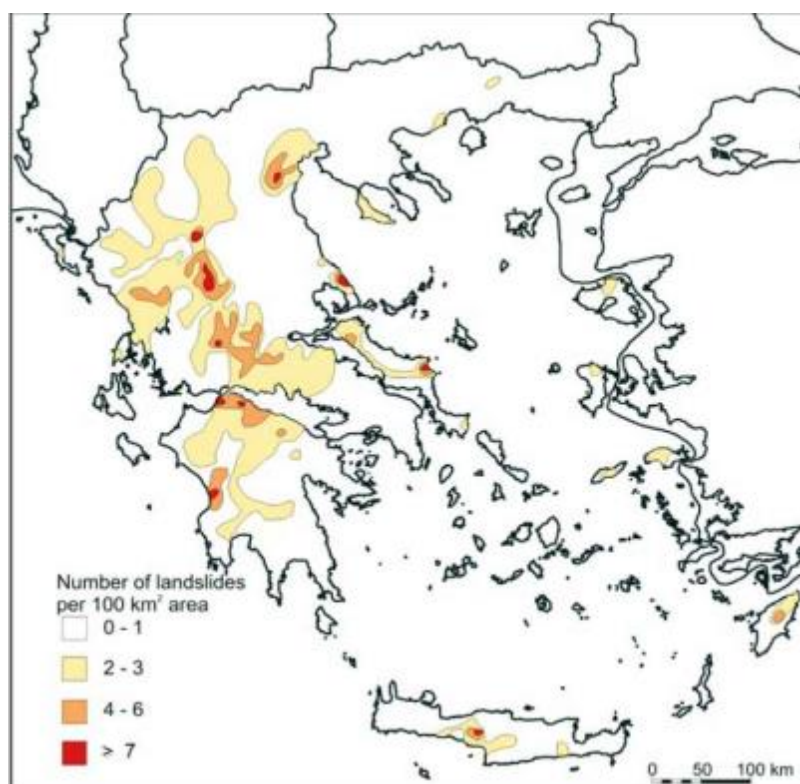
Ένας ακόμη πρωτεύων παράγοντας εκδήλωσης κατολισθητικών φαινομένων είναι ο συνεχής και έντονος διαποτισμός του γεωυποθέματος με νερό, καθώς συντελεί στη μείωση του συντελεστή τριβής και κατ' επέκταση της διατμητικής αντοχής. Επίσης το ύψος και η κλίση των πρανών και των κλιτύων παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ευστάθεια των πρανών. Σε περιοχές που παρατηρείται μεταβολή της βλάστησης των πρανών που μπορεί να συμβεί από διάφορες αιτίες π.χ. πυρκαγιές ή εκχερσώσεις εδαφών, προκαλείται ελάττωση της συνοχής των πρανών. Η αποψίλωση κλιτύων με ισχυρή κλίση οδηγεί κατά κανόνα σε ολισθήσεις λόγω της αποφόρτισης του εδάφους, η οποία προκαλεί την διόγκωσή του.

Κατολισθήσεις στον Ελληνικό χώρο

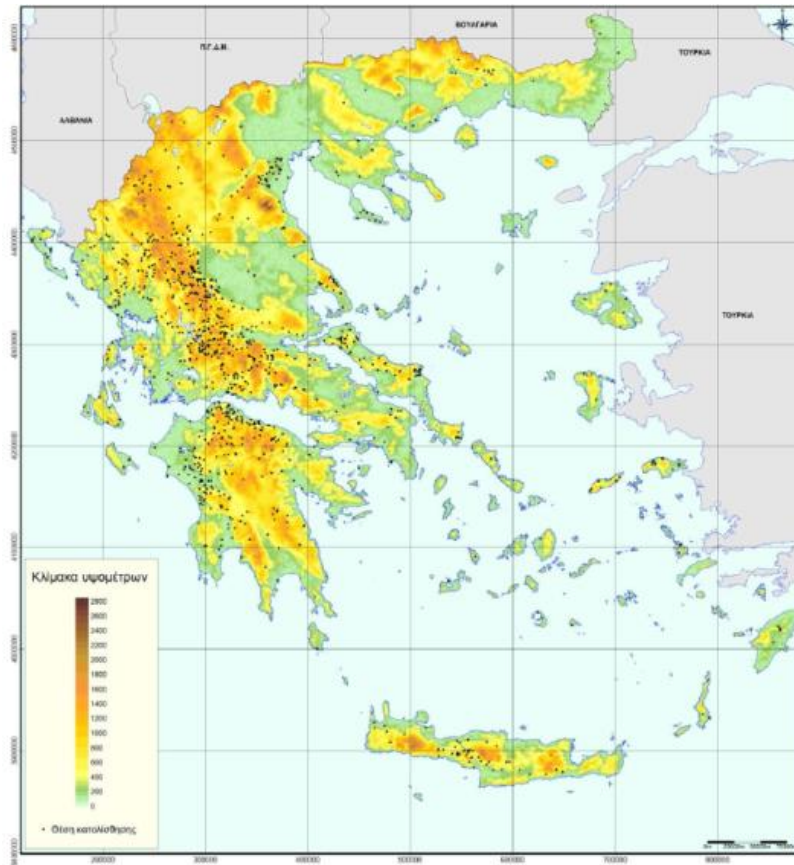
Ο Ελληνικός χώρος χαρακτηρίζεται από γεωμορφολογική και γεωλογική πολυμορφία. Το γεγονός αυτό εξηγεί το μεγάλο αριθμό κατολισθήσεων-καθιζήσεων (μόνο κατά μήκος του οδικού δικτύου έχουν καταγραφεί επίσημα πάνω από 500 περιπτώσεις τα τελευταία 50 χρόνια).

Ειδικά λοιπόν για τον Ελληνικό χώρο, αιτίες που οδηγούν σε συχνή εμφάνιση κατολισθήσεων-καθιζήσεων είναι:

- i. Οι μεγάλες μορφολογικές κλίσεις σε πολλά σημεία της χώρας.
- ii. Η έντονη τεκτονική παραμόρφωση. Το σημείο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό και συνδέεται και με την υψηλή σεισμικότητα της χώρας μας. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι μεγάλος αριθμός κατολισθήσεων συνδέεται με σεισμικά γεγονότα (π.χ. Κυλλήνη 1988, Μήλος 1992, Πύργος 1993, Γρεβενά 1995, Αθήνα 1999).
- iii. Τα μικρά μεγέθη των γεωτεχνικών παραμέτρων των γεωλογικών σχηματισμών.
- iv. Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις, οι οποίες συχνά γίνονται αλόγιστα και χωρίς μελέτη ή προγραμματισμό και οδηγούν στην αποψίλωση των δασών, στην άστοχη διαμόρφωση πρανών ή στην αφαίρεση της υποστήριξης των πρανών, στην υπεράντληση των υδροφόρων οριζόντων κ.α.



Εικόνα 3.2.3: Χάρτης ζωνοποίησης κατολισθητικού κινδύνου στην Ελλάδα (Koukis et.al. 2005)



Εικόνα 3.2.4:Τοπογραφικός χάρτης με τις τοποθεσίες 1238 κατολισθήσεων στον Ελλαδικό χώρο (www.igme.gr; Vassiliadis, 2010).

3.3 Κανονισμός Solvency II

Ο κανονισμός **Solvency II** είναι ένα ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο που ρυθμίζει από 01/01/2016 τη χρηματοοικονομική λειτουργία των ασφαλιστικών και αντασφαλιστικών επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τον Ενιαίο Οικονομικό Χώρο.

Στόχος του **Solvency II** είναι η ενδυνάμωση της προστασίας των ασφαλισμένων, θέτοντας ένα ευρύτατο πλέγμα ποιοτικών και ποσοτικών απαιτήσεων οι οποίες αποβλέπουν στην ενίσχυση της κεφαλαιακής βάσης των ασφαλιστικών επιχειρήσεων και της θωράκισης τους έναντι κάθε είδους κινδύνων στους οποίους αυτές εκτίθενται και όχι μόνο του ασφαλιστικού, όπως ίσχυε στο προηγούμενο καθεστώς.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, το **Solvency II** επιβάλλει νέους κανόνες και διαδικασίες εταιρικής διακυβέρνησης και διαχείρισης κινδύνων. Παράλληλα, εισάγει πλαίσιο διαφάνειας και δημοσιοποίησης στοιχείων της φερεγγυότητας και της χρηματοπιστωτικής κατάστασης των ασφαλιστικών επιχειρήσεων με αποδέκτες επόπτη αλλά και ευρύτερο κοινό.

Το πλαίσιο Solvency II αποτελείται από τρεις "πυλώνες".

Ο **Πυλώνας 1** καλύπτει όλες τις ποσοτικές απαιτήσεις. Ο πυλώνας αυτός έχει ως στόχο να διασφαλίσει ότι οι επιχειρήσεις διαθέτουν επαρκή κεφάλαια με βάση τον κίνδυνο κεφαλαίου. Όλες οι αποτιμήσεις σε αυτόν τον πυλώνα πρόκειται να γίνονται με συνετό και συνεπή με την αγορά τρόπο. Οι εταιρείες θα μπορούν να χρησιμοποιούν είτε την Τυπική Μέθοδο (Standard Formula) είτε ένα Εσωτερικό Μοντέλο (Internal Model). Η χρήση των εσωτερικών μοντέλων θα υπόκειται σε αυστηρές προδιαγραφές και σε έγκριση πρώτα από τις εποπτικές αρχές προκειμένου να επιτραπεί σε μία επιχείρηση να υπολογίσει τις εποπτικές κεφαλαιακές απαιτήσεις χρησιμοποιώντας το δικό της Εσωτερικό Μοντέλο.

Ο **Πυλώνας 2** επιβάλλει υψηλότερες προδιαγραφές διαχείρισης κινδύνων και διακυβέρνησης μέσα στην οργάνωση μιας επιχείρησης. Ο πυλώνας αυτός δίνει επίσης στις εποπτικές αρχές μεγαλύτερες εξουσίες απέναντι στις εταιρείες σε θέματα διαχείρισης κινδύνου. Περιλαμβάνει την αξιολόγηση ιδίου κινδύνου και φερεγγυότητας (ORSA), η οποία απαιτεί από την επιχείρηση να αναλάβει τις δικές της μελλοντικές αυτο-αξιολογήσεις των κινδύνων της, οι οποίες αντιστοιχούν στις κεφαλαιακές απαιτήσεις, καθώς και την κεφαλαιακή επάρκεια.

Ο **Πυλώνας 3** στοχεύει σε υψηλότερα επίπεδα διαφάνειας για τις εποπτικές αρχές και το κοινό. Αυτός ο πυλώνας προβλέπει μια απόρρητη ετήσια έκθεση προς τις εποπτικές αρχές, καθώς και μια δημόσια αναφορά για την χρηματοοικονομική κατάσταση και την κατάσταση φερεγγυότητας, η οποία αυξάνει το επίπεδο της διαφάνειας που απαιτείται από τις επιχειρήσεις. Τα όποια τρέχοντα αποτελέσματα θα αντικατασταθούν πλήρως από εκθέσεις που θα περιέχουν βασικές πληροφορίες, τις οποίες οι επιχειρήσεις θα πρέπει να συντάσσουν προς τη ρυθμιστική αρχή σε τριμηνιαία και ετήσια βάση. Αυτό εξασφαλίζει ότι θα δίνεται μία ακριβέστερη συνολική οικονομική κατάσταση της επιχείρησης και θα περιλαμβάνει πιο πρόσφατες πληροφορίες.

Στον κανονισμό **Solvency II** υπάρχει ειδική υπό-ενότητα για τον σεισμικό κίνδυνο όπου αναλύεται ως εξής:

1. Η κεφαλαιακή απαίτηση για τον κίνδυνο σεισμού ορίζεται ως εξής:

$$SCR_{\text{earthquake}} = \sqrt{\left(\sum_{(r,s)} \text{CorrEQ}_{(r,s)} \cdot SCR_{(\text{earthquake},r)} \cdot SCR_{(\text{earthquake},s)} \right) + SCR_{(\text{earthquake},\text{other})}^2}$$

όπου:

α) το άθροισμα καλύπτει όλους τους πιθανούς συνδυασμούς (r,s) των περιοχών που ορίζονται στο παράρτημα I'

β) $\text{CorrEQ}_{(r,s)}$ είναι ο συντελεστής συσχέτισης για τον κίνδυνο σεισμού για την περιοχή r και την περιοχή s όπως ορίζονται στο παράρτημα I'

γ) $SCR_{(\text{earthquake},r)}$ και $SCR_{(\text{earthquake},s)}$ είναι οι κεφαλαιακές απαιτήσεις για κίνδυνο σεισμού για την περιοχή r και s αντίστοιχα'

δ) $SCR_{(\text{earthquake},\text{other})}$ είναι η κεφαλαιακή απαίτηση για τον κίνδυνο σεισμού.

2. Για όλες τις περιοχές που ορίζονται στο παράρτημα I, η κεφαλαιακή απαίτηση για κίνδυνο σεισμού σε μια συγκεκριμένη περιοχή r ισούται με την απώλεια βασικών ιδίων κεφαλαίων επιχειρήσεων ασφάλισης και αντασφάλισης που θα προέκυπτε από μια στιγμιαία απώλεια ενός ποσού το οποίο, χωρίς να αφαιρεθούν τα ποσά που πρέπει να ανακτηθούν από αντασφαλιστικές συμβάσεις και φορείς ειδικού σκοπού, ορίζεται ως εξής:

$$L_{(\text{earthquake},r)} = Q_{(\text{earthquake},r)} \cdot \sqrt{\sum_{(i,j)} \text{Corr}_{(\text{earthquake},r,i,j)} \cdot WSI_{(\text{earthquake},r,i)} \cdot WSI_{(\text{earthquake},r,j)}}$$

όπου:

α) $Q_{(\text{earthquake},r)}$ είναι ο παράγοντας κινδύνου σεισμού για την περιοχή r, όπως ορίζεται στο παράρτημα I'

β) το ποσό αυτό περιλαμβάνει όλους τους δυνατούς συνδυασμούς ζωνών κινδύνου (i,j) της περιοχής r.

γ) $Corr_{(earthquake,r,i,j)}$ είναι ο συντελεστής συσχέτισης για τον κίνδυνο σεισμού σε ζώνες κινδύνου i και j της περιοχής r που ορίζεται στο παράρτημα II.

δ) $WSI_{(earthquake,r,i)}$ και $WSI_{(earthquake,r,j)}$ είναι τα σταθμισμένα ποσά που είναι ασφαλισμένα έναντι κινδύνου σεισμού στις ζώνες κινδύνου i και j της περιοχής.

3. Για όλες τις περιοχές που ορίζονται στο παράρτημα I και όλες τις ζώνες κινδύνου των εν λόγω περιοχών, το σταθμισμένο ποσό που είναι ασφαλισμένο έναντι κινδύνου σεισμού σε μια συγκεκριμένη ζώνη κινδύνου i μιας συγκεκριμένης περιοχής r ορίζεται ως εξής:

$$WSI_{(earthquake,r,i)} = W_{(earthquake,r,i)} \cdot SI_{(earthquake,r,i)}$$

όπου:

α) $W_{(earthquake,r,i)}$ είναι ο συντελεστής στάθμισης για κίνδυνο σεισμού στη ζώνη κινδύνου i μιας περιοχής r που παρατίθεται στο παράρτημα II.

β) $SI_{(earthquake,r,i)}$ είναι το ασφαλιζόμενο ποσό για κίνδυνο σεισμού στη ζώνη κινδύνου i μιας περιοχής r.

4. Για όλες τις περιοχές που ορίζονται στο παράρτημα I και όλες τις ζώνες κινδύνου των εν λόγω περιοχών το σταθμισμένο ποσό που είναι ασφαλισμένο έναντι κινδύνου σεισμού σε μια συγκεκριμένη ζώνη κινδύνου i μιας συγκεκριμένης περιοχής r ορίζεται ως εξής:

$$SI_{(earthquake,r,i)} = SI_{(property,r,i)} + SI_{(onshore-property,r,i)}$$

όπου:

α) $SI_{(property,r,i)}$ είναι το ασφαλιζόμενο ποσό από την ασφαλιστική ή αντασφαλιστική επιχείρηση για τις κατηγορίες δραστηριοτήτων 7 και 19 σε σχέση με τις συμβάσεις που καλύπτουν κίνδυνο σεισμού και όταν ο κίνδυνος βρίσκεται στη ζώνη κινδύνου i της περιοχής r.

β) $SI_{(onshore-property,r,i)}$ είναι το ασφαλιζόμενο ποσό από την ασφαλιστική ή αντασφαλιστική επιχείρηση για τις επιχειρηματικές δραστηριότητες 6 και σε σχέση με τις συμβάσεις που καλύπτουν ζημία σε περιουσιακά στοιχεία στην ξηρά από σεισμό και όταν ο κίνδυνος βρίσκεται στη ζώνη κινδύνου i της περιοχής r.

5. Η κεφαλαιακή απαίτηση για τον κίνδυνο σεισμού σε περιοχές ισούται με την απώλεια βασικών ιδίων κεφαλαίων επιχειρήσεων ασφάλισης και αντασφάλισης που θα προέκυπτε από μια στιγμιαία ζημία σε σχέση με κάθε ασφαλιστική και

αντασφαλιστική σύμβαση που καλύπτει τη μία ή και τις δύο από τις ακόλουθες ασφαλιστικές ή αντασφαλιστικές υποχρεώσεις:

α) υποχρεώσεις στις κατηγορίες δραστηριοτήτων 7 ή 19.

β) υποχρεώσεις στις κατηγορίες δραστηριοτήτων 6 ή 18, σε σχέση με υλικές ζημιές στην ξηρά από σεισμό.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Περιοχές και συντελεστές κινδύνου σεισμού

Συντομογραφία της περιοχής r	Περιοχή r	Συντελεστής κινδύνου σεισμού Q(earthquake,r)
AT	Δημοκρατία της Αυστρίας	0,10%
BE	Βασίλειο του Βελγίου	0,02%
BG	Δημοκρατία της Βουλγαρίας	1,60%
CR	Δημοκρατία της Κροατίας	1,60%
CY	Κυπριακή Δημοκρατία	2,12%
CZ	Τσεχική Δημοκρατία	0,10%
CH	Ελβετική Συνομοσπονδία	0,25%
FR	Γαλλική Δημοκρατία	0,06%
DE	Ομοσπονδιακή Δημοκρατία Γερμανίας	0,10%
HE	Ελληνική Δημοκρατία	1,85%
HU	Δημοκρατία της Ουγγαρίας	0,20%
IT	Ιταλική Δημοκρατία	0,80%
MT	Δημοκρατία της Μάλτας	1,00%
PT	Πορτογαλική Δημοκρατία	1,20%
RO	Ρουμανία	1,70%
SK	Σλοβακική Δημοκρατία	0,15%
SI	Δημοκρατία της Σλοβενίας	1,00%
GU	Γουαδελούπη	4,09%
MA	Μαρτνίκα	4,71%
SM	Κοινότητα του Αγίου Μαρτίνου	5,00%

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Περιοχές	AT	BE	BG	CR	CY	FR	DE	HE	HU	IT
AT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BE	0	1	0	0	0	0	0,25	0	0	0
BG	0	0	1	0	0	0	0	0,25	0	0
CR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
FR	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
DE	0	0,25	0	0	0	0	1	0	0	0
HE	0	0	0,25	0	0	0	0	1	0	0
HU	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
IT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SI	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0,25
CZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0	0	0
SK	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Περιοχές	MT	PT	RO	SI	CZ	CH	SK	GU	MA	ST
AT	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0
BE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CR	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0
CY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FR	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0
DE	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0

HE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IT	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0
MT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PT	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SI	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CZ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CH	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SK	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
GU	0	0	0	0	0	0	0	1	0,75	0,75
MA	0	0	0	0	0	0	0	0,75	1	0,75
ST	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0,75	1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Συντελεστές συσχέτισης για τον κίνδυνο σεισμού στην Ελληνική Δημοκρατία

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25
11	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25
12	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25
13	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25
14	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	0,50	0,75	0,75	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25
15	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,50	0,75	0,50	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25
16	0,75	0,75	0,75	0,50	0,50	0,50	1,00	0,75	0,75	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25
17	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25
18	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75	1,00	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25
19	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25
20	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00	0,50	0,25	0,25
21	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	1,00	0,50	0,25
22	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	1,00	0,50
23	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	1,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25
25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25
27	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,25	0,50	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25
33	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
34	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
35	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
41	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25
43	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25
46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

i/j	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
10	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
11	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
14	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00
15	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25
16	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25
17	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
18	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
19	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
20	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
21	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
22	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
23	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
24	1,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,25	1,00	0,50	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25
26	0,25	0,50	1,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
27	0,25	0,25	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	1,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25

i/j	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
32	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25
33	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25
34	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	1,00	0,25	0,00	0,25
35	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25
36	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	1,00	0,25
37	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
38	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,50
40	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50
41	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25
42	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25
46	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25
47	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25
49	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25

i/j	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
10	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
11	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
12	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
14	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
15	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
16	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25
17	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
18	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25
26	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25
30	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
32	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
33	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25
34	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
35	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
36	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
37	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
38	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
40	0,25	1,00	0,50	0,50	0,50	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
41	0,25	0,50	1,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
42	0,25	0,50	0,25	1,00	0,50	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25

i/j	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
43	0,25	0,50	0,50	0,50	1,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
45	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
46	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,50	0,25	1,00	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25
47	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25
48	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25
49	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25

i/j	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
10	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
11	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
12	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25
13	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25
14	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
15	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
16	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
17	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
18	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
19	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
20	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25
21	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
22	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
23	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
24	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
26	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
28	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25
29	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25
30	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
31	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
32	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

i/j	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
33	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
34	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
35	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25
36	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
37	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
38	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25
40	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
41	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25
42	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
43	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
44	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
45	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
46	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
47	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
48	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
49	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

i/j	67	68	69	70	71	72	73	74	80	81	82	83	84	85
10	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
11	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
12	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
13	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
14	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
15	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
16	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00
17	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
18	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
19	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
20	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
21	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
22	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
23	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00

i/j	67	68	69	70	71	72	73	74	80	81	82	83	84	85
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
32	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
33	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00
34	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
35	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
37	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00
38	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
41	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
43	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
45	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
46	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
47	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00
48	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
49	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
50	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
54	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
56	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
57	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
58	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
59	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
60	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
61	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
62	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
63	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
64	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25
65	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
66	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
67	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
68	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
69	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
71	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,50
81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
82	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
84	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

i/j	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
50	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
51	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25
52	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25
53	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25
54	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
55	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25
56	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
57	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
58	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
59	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
60	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50
61	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
62	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
63	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
64	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25
65	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
66	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
67	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
68	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
69	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25
83	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25
84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25
85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

i/j	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
50	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00	0,50	0,50
51	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	1,00	0,50
52	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	1,00
53	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50
54	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25
55	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,50	0,50	0,50
56	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25
57	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25
58	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50
59	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50
60	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50
61	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50
62	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
63	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25
64	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
65	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,50
66	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
67	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
68	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
69	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25
71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25
80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
81	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25
82	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25
83	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25
84	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25
85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

i/j	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25
51	0,50	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
52	0,50	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25
53	1,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
54	0,25	1,00	0,75	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75	0,75	0,50	0,75	0,50	0,50	0,50
55	0,50	0,75	1,00	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75	0,75	0,50	0,75	0,50	0,50	0,50
56	0,25	0,75	0,75	1,00	0,75	0,50	0,50	0,50	0,75	0,50	0,50	0,25	0,50	0,50
57	0,25	0,75	0,75	0,75	1,00	0,50	0,50	0,50	0,75	0,50	0,75	0,50	0,50	0,50
58	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,75	0,50	0,75	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
59	0,50	0,75	0,75	0,50	0,50	0,75	1,00	0,75	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
60	0,50	0,75	0,75	0,50	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
61	0,50	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
62	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,75
63	0,25	0,75	0,75	0,50	0,75	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50
64	0,25	0,50	0,50	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,75	0,75
65	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,75	1,00	0,75
66	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,75	0,50	0,75	0,75	1,00
67	0,25	0,50	0,50	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,75	0,75	0,75
68	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50
69	0,25	0,50	0,50	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
70	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
71	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
72	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
73	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
74	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
81	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
82	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
83	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25
84	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
85	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25

i/j	67	68	69	70	71	72	73	74	80	81	82	83	84	85
50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
51	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
52	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
53	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
54	0,50	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
55	0,50	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
56	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25
57	0,50	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
58	0,50	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
59	0,50	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
60	0,50	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
61	0,50	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
62	0,50	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
63	0,50	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
64	0,75	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
65	0,75	0,50	0,50	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,50	0,25	0,00
66	0,75	0,50	0,50	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
67	1,00	0,50	0,75	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
68	0,50	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
69	0,75	0,50	1,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
70	0,25	0,00	0,25	1,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00
71	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
72	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
73	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	1,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
74	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00
80	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
81	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,25	0,25	0,00	0,00
82	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	1,00	0,25	0,25	0,00
83	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	1,00	0,25	0,00
84	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	1,00	0,00
85	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

4.Μεθοδολογία

4.1 Μεθοδολογία παραγωγής νέφους σημείων και υπολογισμού ρυθμού ολίσθησης

Αρχικά για την λήψη των αεροφωτογραφιών χρησιμοποιήθηκε το UAV Phantom 4, σε προκαθορισμένη διαδρομή για να έχουν όσο το δυνατόν την μεγαλύτερη επικάλυψη οι φωτογραφίες. Το μέσο υψόμετρο πτήσης σε σχέση με το έδαφος ήταν τα 25m και λαμβάνονταν αυτόματα φωτογραφίες ανά 5m απόσταση.



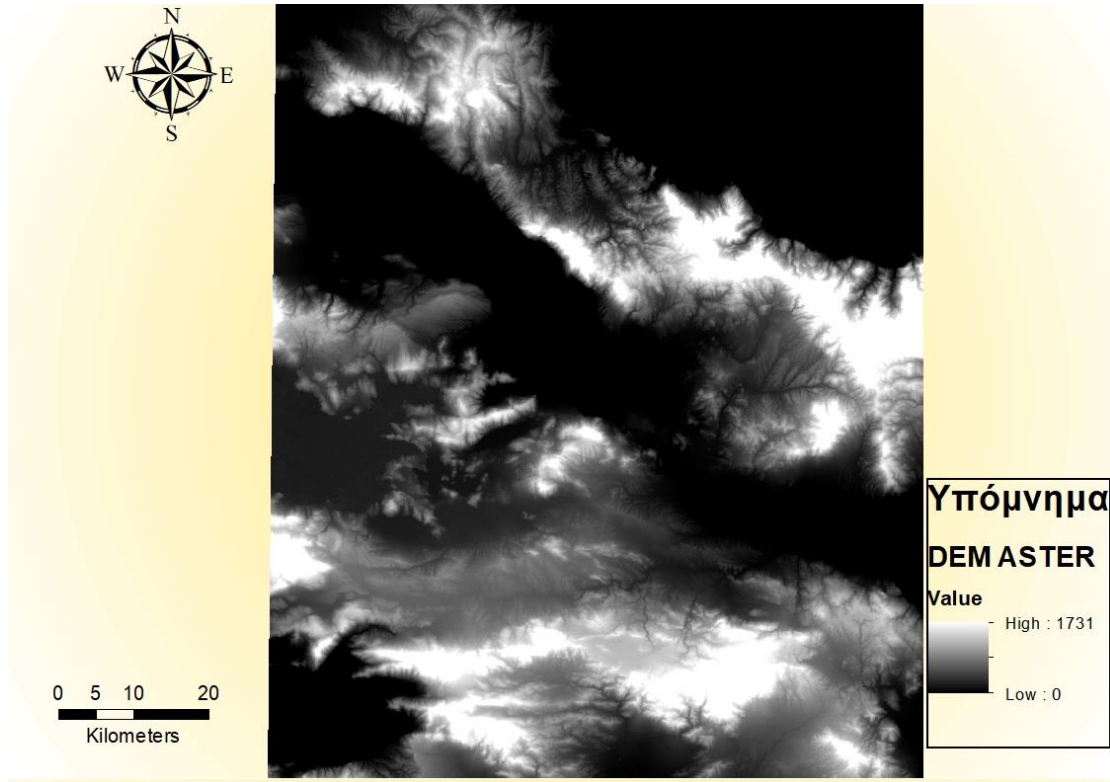
Εικόνα 4.1.1: Το drone που χρησιμοποιήθηκε και η περιοχή μελέτης στις Ερυθρές Αττικής

Στη συνέχεια όλες οι αεροφωτογραφίες ανά σημείο μελέτης εισήλθαν στο λογισμικό `pix4mapper` για να δημιουργηθεί η τρισδιάστατη απεικόνιση της περιοχής. Οι φωτογραφίες είναι ήδη γεωαναφερμένες, καθώς το UAV έχει `gps` ενσωματωμένο, όποτε επιλέγοντας και το γεωγραφικό σύστημα στο οποίο δουλεύουμε στο `project` που θέλουμε να δημιουργήσουμε στο `pix4D`, θα δημιουργηθεί η σωστή κατανομή στον χώρο των αεροφωτογραφιών.

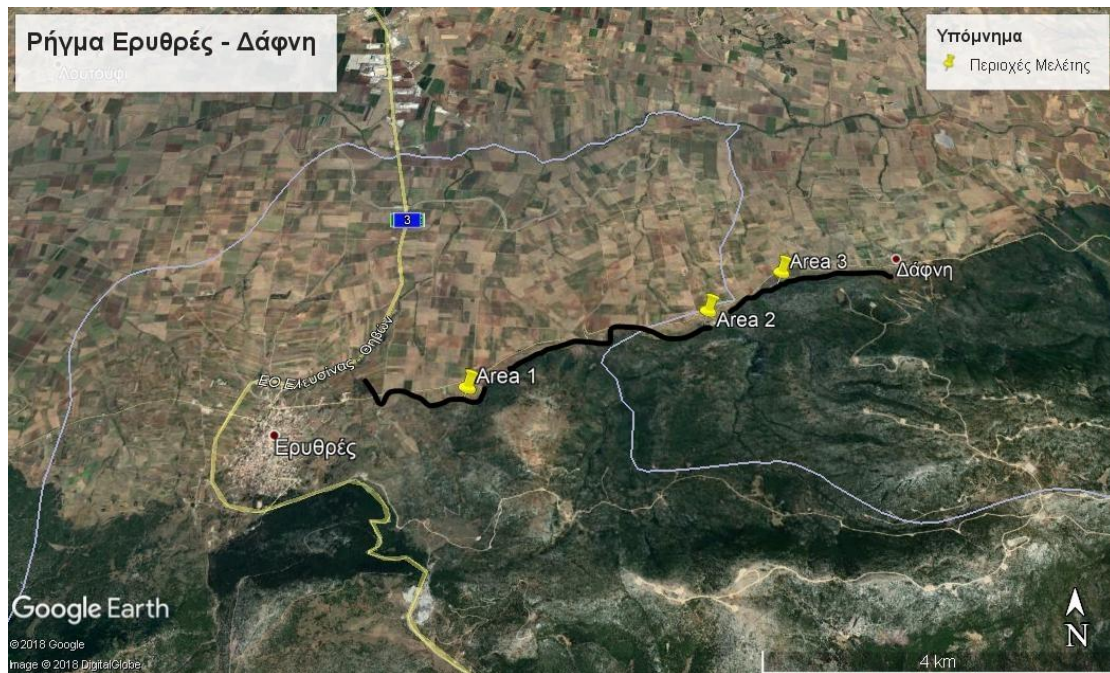
Έχοντας δημιουργήσει το τρισδιάστατο μοντέλο μπορούμε στη συνέχεια να εξάγουμε από τις αντίστοιχες εντολές τα ψηφιακά μοντέλα αναγλύφων εδάφους (DTM), δηλαδή χωρίς την παρεμβολή της φυτοκάλυψης, αφού πρώτα δημιουργήθηκαν τα μοντέλα αναγλύφων επιφανείας (DSM), δηλαδή η ψηφιακή απεικόνιση της επιφάνειας, μαζί με οποιοδήποτε φυσικό ή τεχνικό αντικείμενο. Αυτό θα μας επιτρέψει την δημιουργία των χαρτών κλίσης της περιοχής που θα μας βοηθήσει να εξάγουμε το προφίλ του ρήγματος.

Για την σύγκριση των ψηφιακών μοντέλων αναγλύφων (DTM) που έχουν δημιουργηθεί από δορυφορικές φωτογραφίες με αυτές που έχουν ληφθεί από UAV χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα arcMap.

Αρχικά λήφθηκε το ψηφιακό ανάγλυφο της περιοχής μελέτης από τον δορυφόρο ASTER με χωρική ανάλυση 15m.

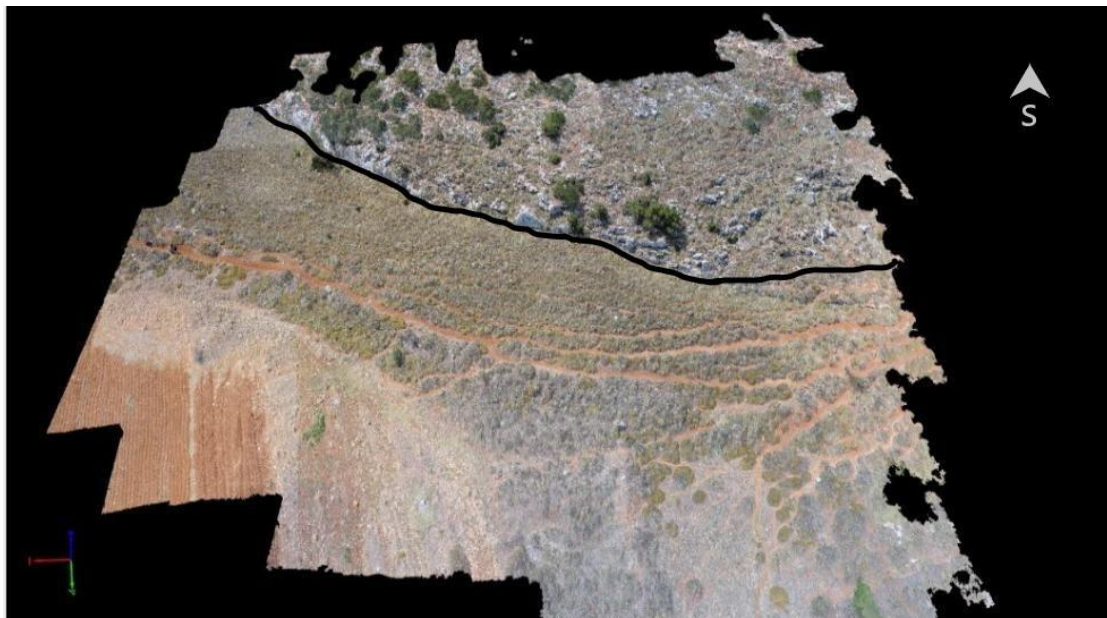


Στη συνέχεια κατά μήκος του ρήγματος που διέρχεται από τους οικισμούς Ερυθρές και Δάφνη της Βοιωτίας λήφθηκαν σε 3 διαφορετικά σημεία αεροφωτογραφίες με τη βοήθεια UAV. Ο αριθμός των φωτογραφιών για το πρώτο σημείο μελέτης είναι 85, για το δεύτερο σημείο 142 και για το τρίτο 49.

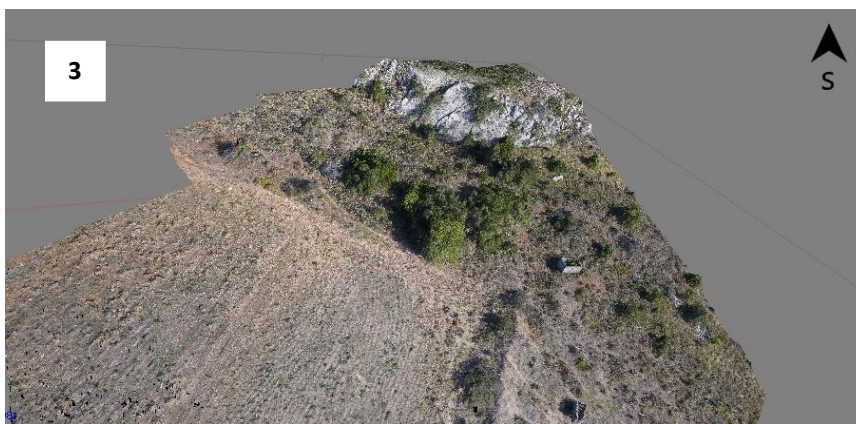


Εικόνα 4.1.2: Περιοχές μελέτης στο ρήγμα Ερυθρές - Δάφνη

Με αυτές τις αεροφωτογραφίες και τη βοήθεια του προγράμματος rix4D δημιουργήθηκαν τα νέφη σημείων, άρα και το 3D μοντέλο, για κάθε σημείο μελέτης.



Εικόνα 4.1.3: Το νέφος σημείων για τη περιοχή μελέτης 1, χρησιμοποιήθηκαν 85 αεροφωτογραφίες και το ίχνος του ρήματος

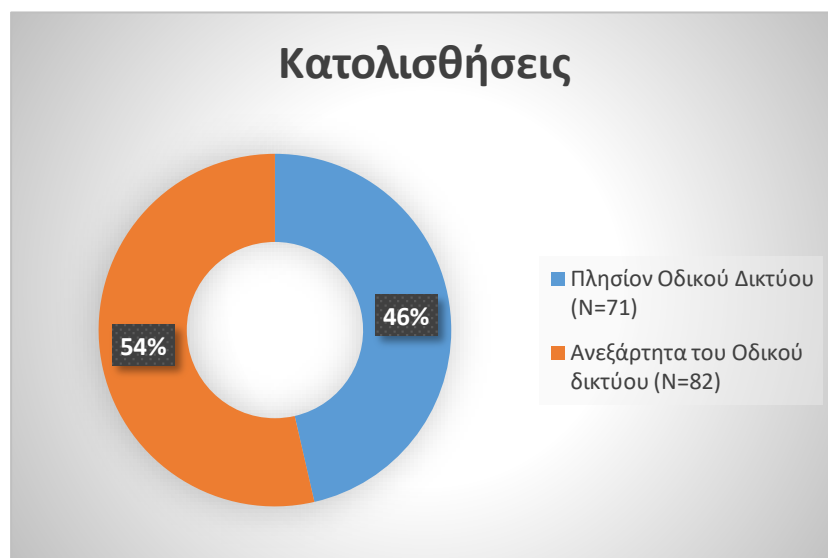


Εικόνα 4.1.4: Τα νέφη σημείων για τις περιοχές μελέτης 2 όπου χρησιμοποιήθηκαν 142 αεροφωτογραφίες και 3 με 49 αεροφωτογραφίες.

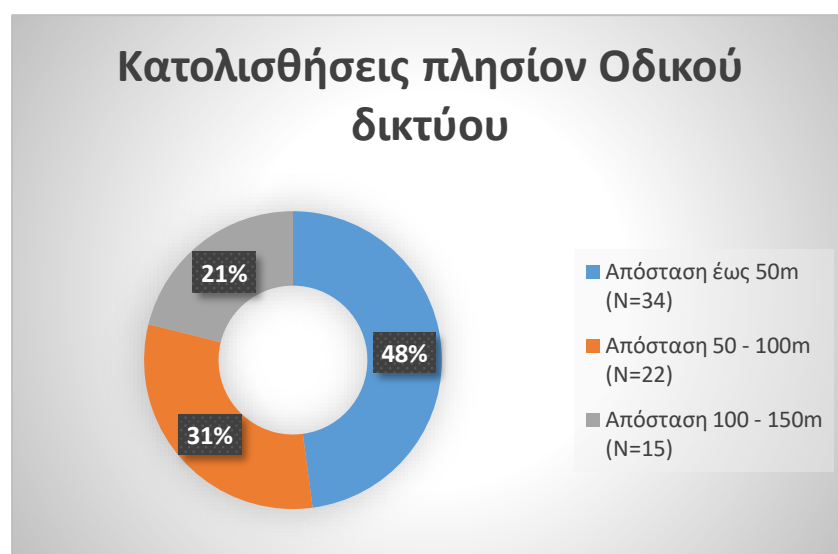
4.2 Μεθοδολογία δημιουργίας κατολισθητικού μοντέλου με χρήση λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression).

Για τη δημιουργία των δύο μοντέλων κατολισθήσεων που σχετίζονται με το οδικό δίκτυο ή όχι, αρχικά έγινε μια καταγραφή των παρατηρηθέντων κατολισθήσεων στο Νομό Ευρυτανίας, οι οποίες ανέρχονται στις 153.

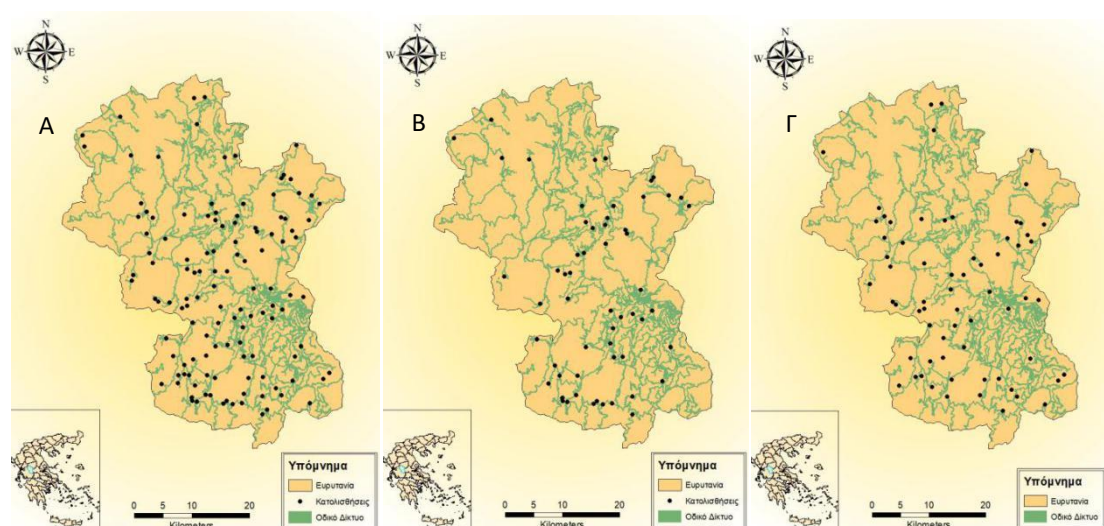
Στη συνέχεια έγινε ο διαχωρισμός των παρατηρήσεων που μπορεί να συσχετίζονται με το οδικό δίκτυο και τους οικισμούς και έτσι προέκυψαν 71 κατολισθήσεις και 82 που είναι ανεξάρτητες του οδικού δικτύου.



Για τον διαχωρισμό των παρατηρήσεων σε αυτές που ίσως οφείλονται σε ανθρωπογενείς παράγοντες δημιουργήθηκαν buffer zones των 150 μέτρων γύρω από το οδικό δίκτυο και τους οικισμούς του Νομού. Από τις 71 παρατηρήσεις που μπορεί να συσχετίζονται με τεχνικές κατασκευές οι αποστάσεις τους ήταν οι εξής:



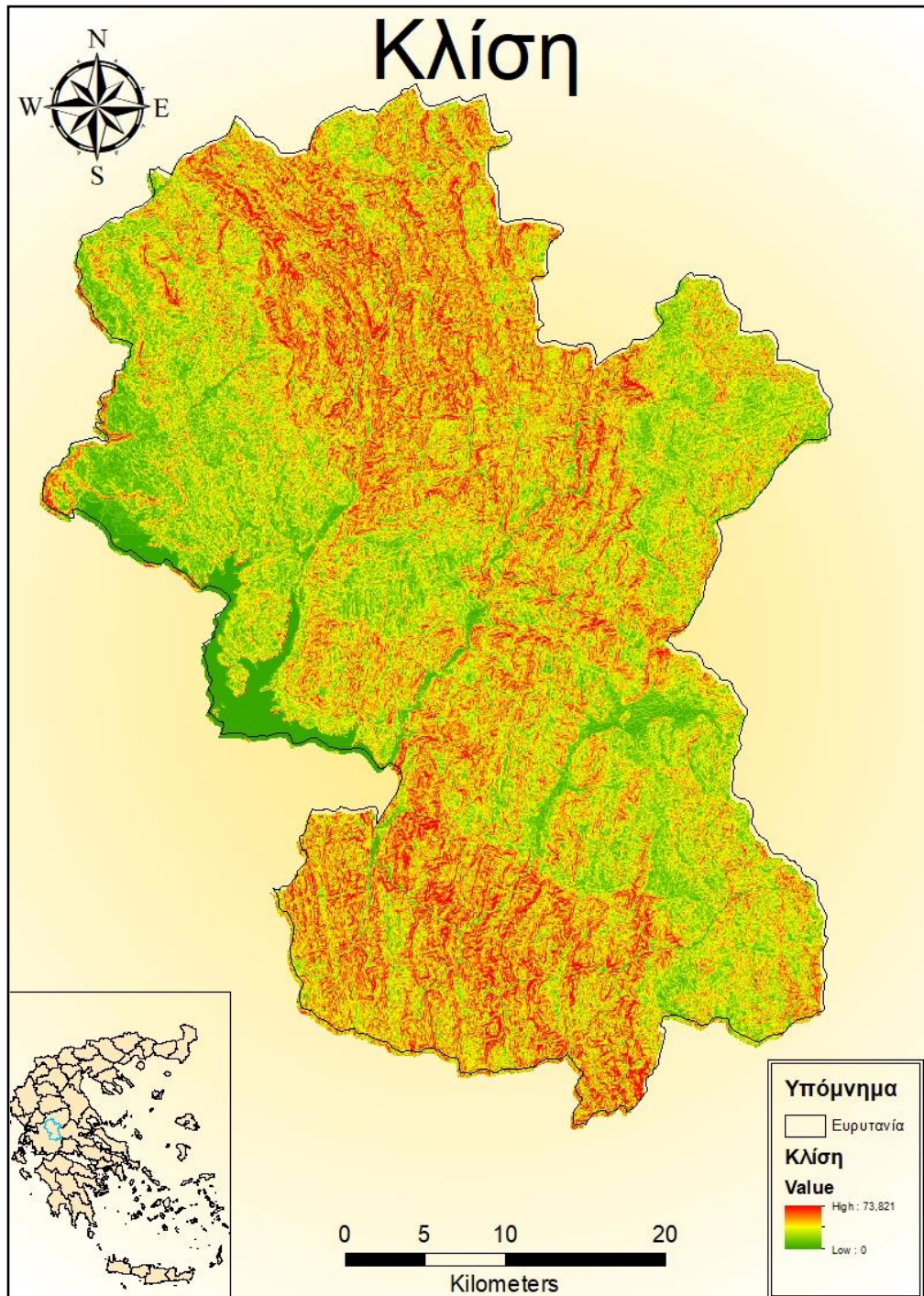
Για την αξιολόγηση των τελικών δεδομένων ένα ποσοστό 20% θα εξαιρεθεί για την επαλήθευση των μοντέλων που θα προκύψουν. Έτσι θα χρησιμοποιηθούν τελικά 57 παρατηρήσεις για την μοντελοποίηση του κινδύνου κατολισθήσεων στο οδικό δίκτυο και 66 για το μη οδικό δίκτυο.



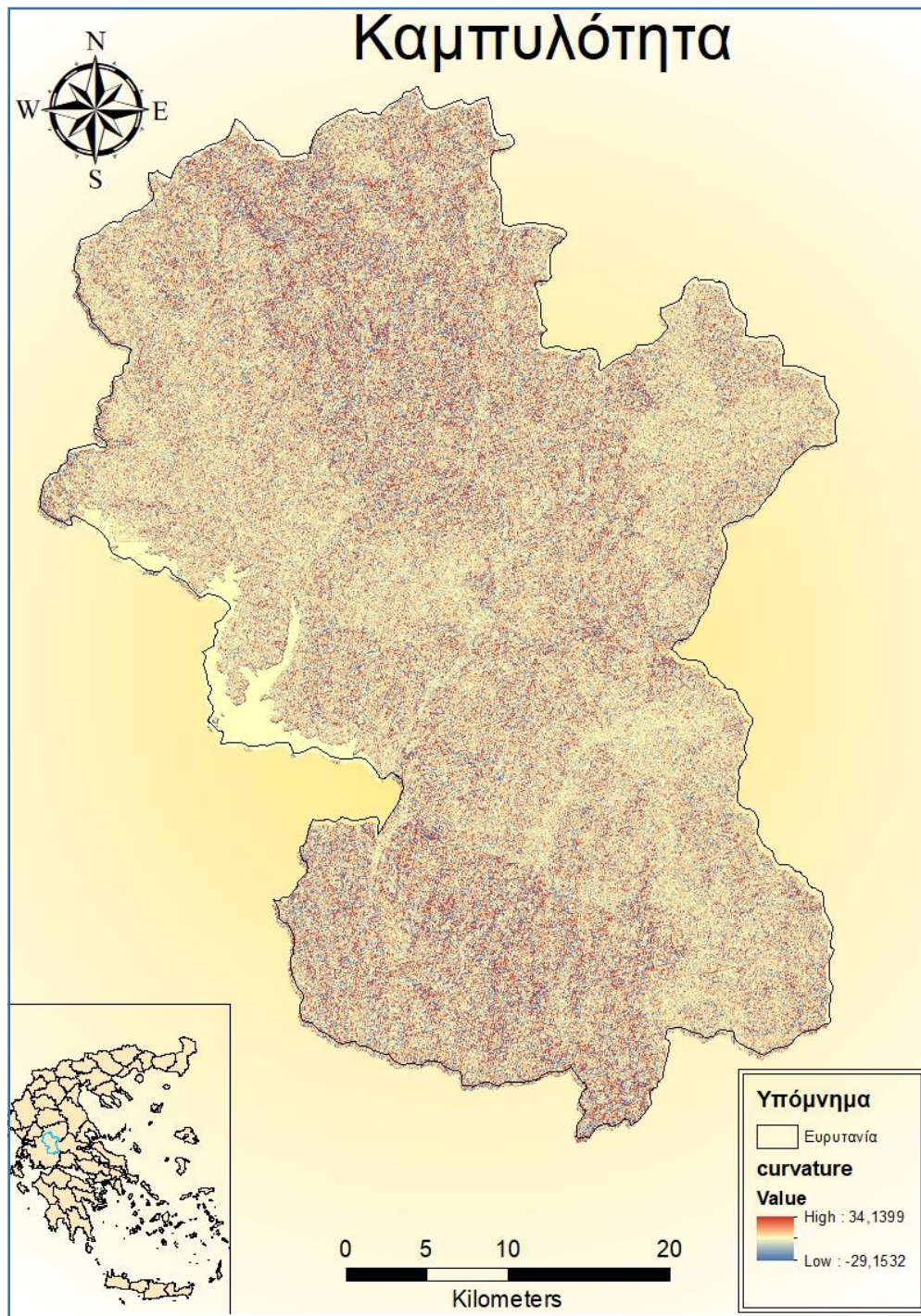
Εικόνα 4.2.1: Α) Σύνολο θέσεων κατολισθήσεων (N=153), Β) θέσεις κατολίσθησης που πιθανόν συσχετίζονται με το οδικό δίκτυο (N=71) και Γ) θέσεις κατολίσθησης χωρίς συσχέτιση με το οδικό δίκτυο (N=82).

Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν διανυσματικοί χάρτες, που μετατράπηκαν σε ψηφιακούς, για τους παράγοντες που μπορεί να παίξουν ρόλο στον κατολισθητικό κίνδυνο της περιοχής.

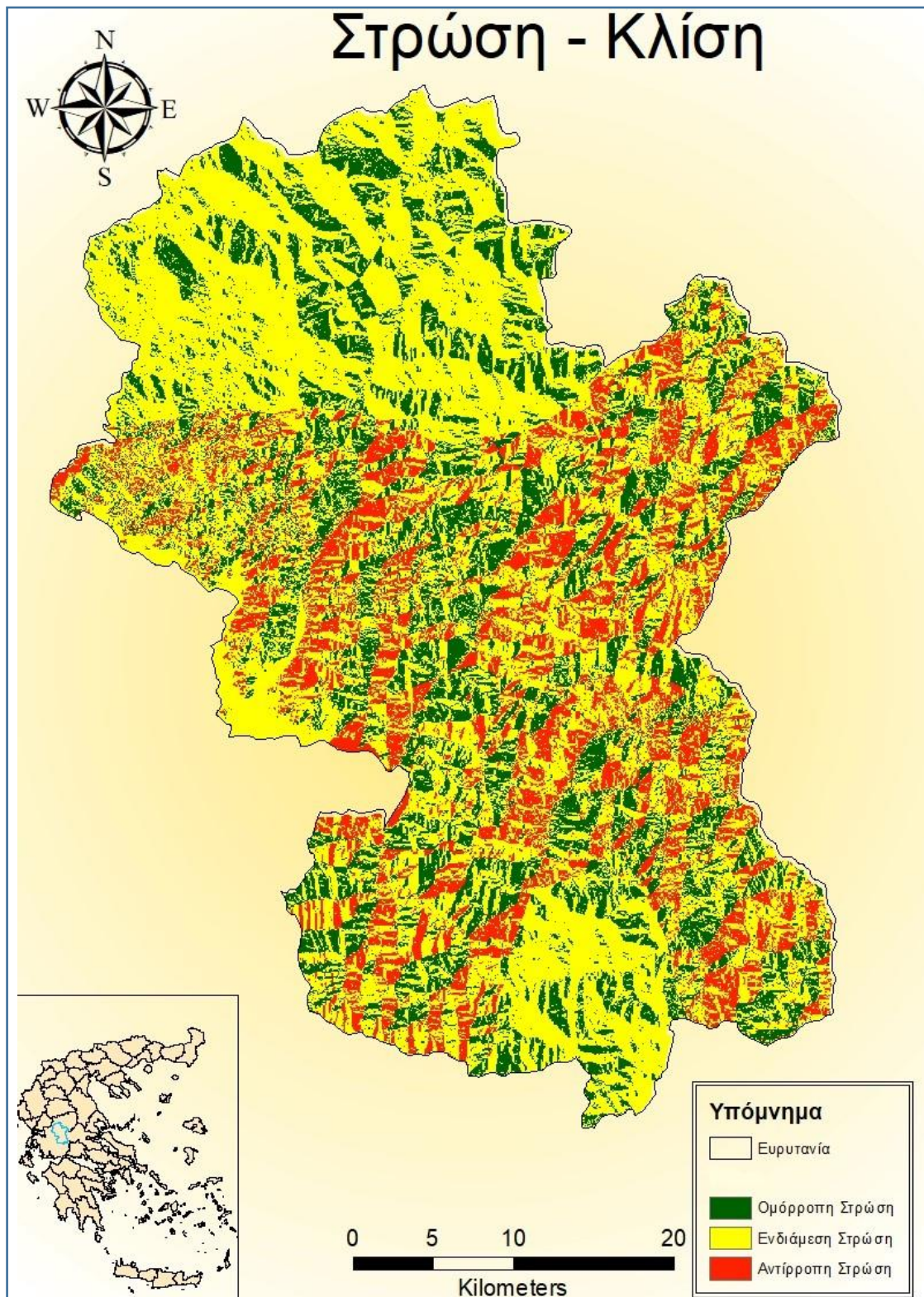
Οι παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη είναι οι εξής 11: η κλίση της περιοχής, ο προσανατολισμός των πρανών, η καμπυλότητα των σχηματισμών, την ύπαρξη ομόρροπης κλίσης και στρώσης των σχηματισμών, το υψόμετρο, η βροχόπτωση, οι γεωλογικοί σχηματισμοί, η χρήση γης, το πάχος του εδάφους, η απόσταση από τα ρήγματα της περιοχής και η απόσταση από το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής.



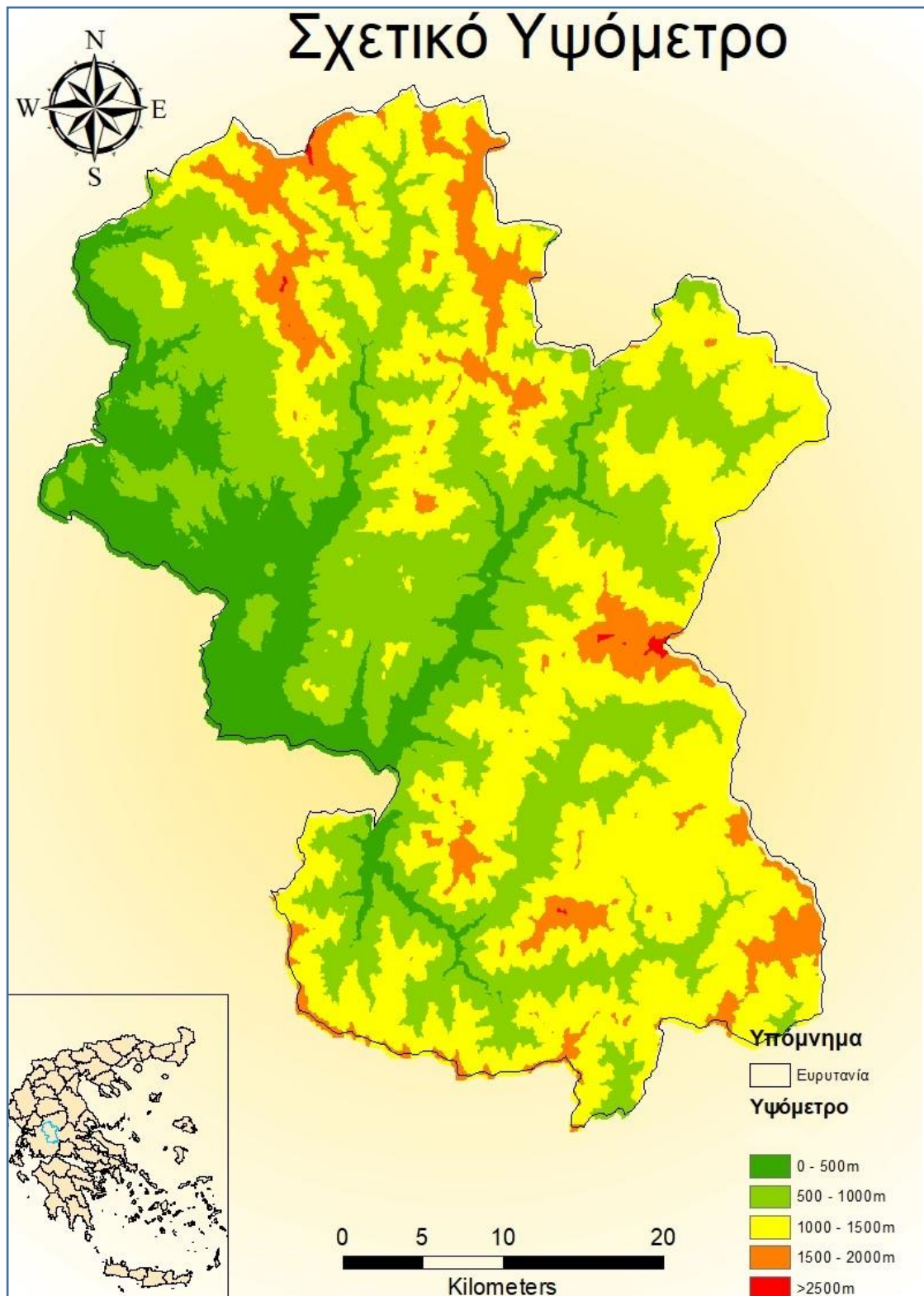
Στην περιοχή της Ευρυτανίας ως προς τον παράγοντα κλίση παρατηρείται ότι οι υψηλότερες τιμές βρίσκονται στο κεντρικό τμήμα του Νομού, δηλαδή εκεί που επικρατούν οι πολυπτυχωμένοι ασβεστόλιθοι της Πίνδου. Αντίστοιχα σε αυτή την περιοχή βρίσκεται και ο μεγαλύτερος αριθμός των καταγεγραμμένων κατολισθήσεων.



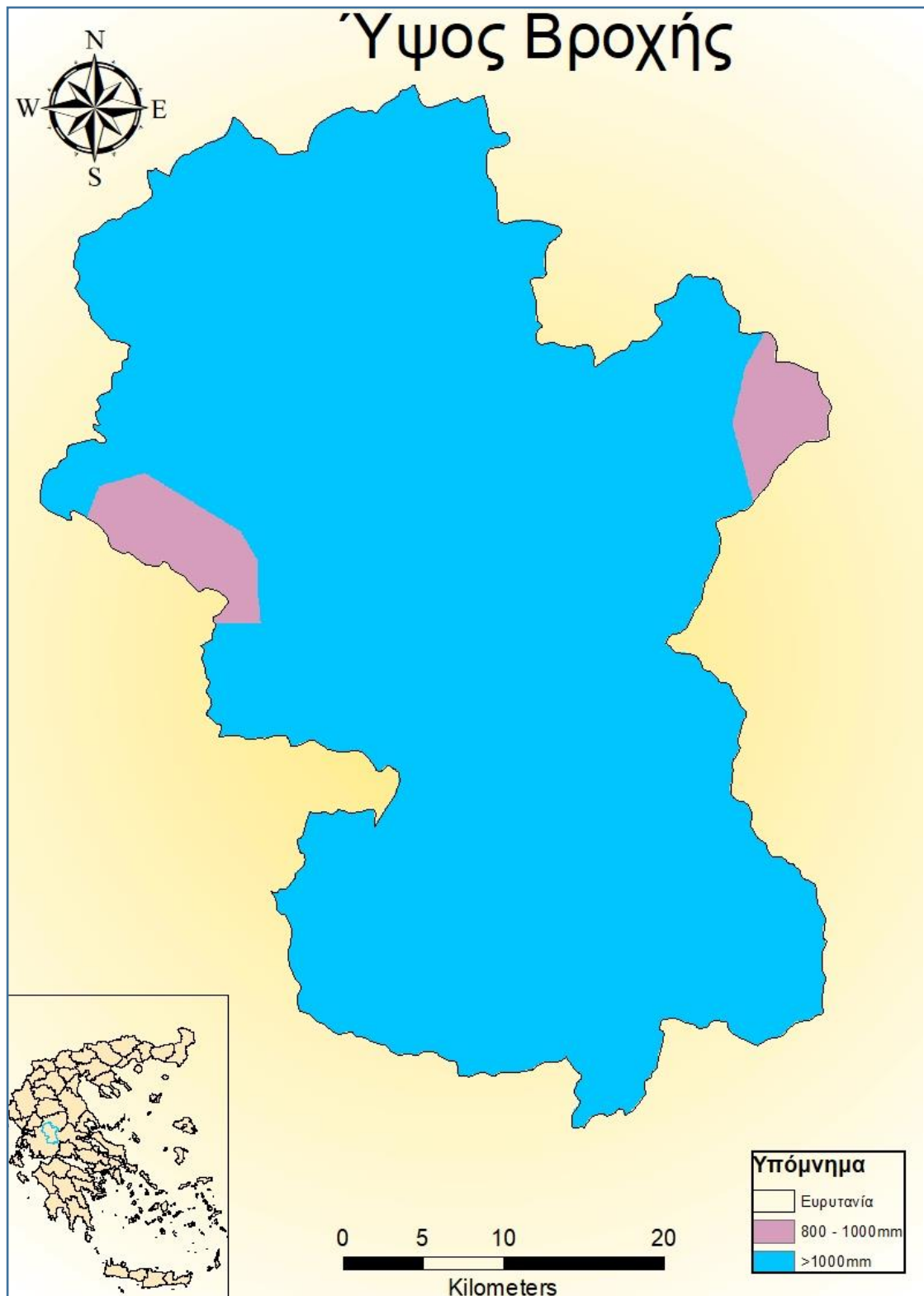
Ο παράγοντας καμπυλότητας ενός σχηματισμού συσχετίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό με την κλίση του στρώματος, έτσι προκύπτει οι μεγαλύτερες τιμές καμπυλότητας να εμφανίζονται στους πολυπτυχωμένους ασβεστόλιθους της Πίνδου.



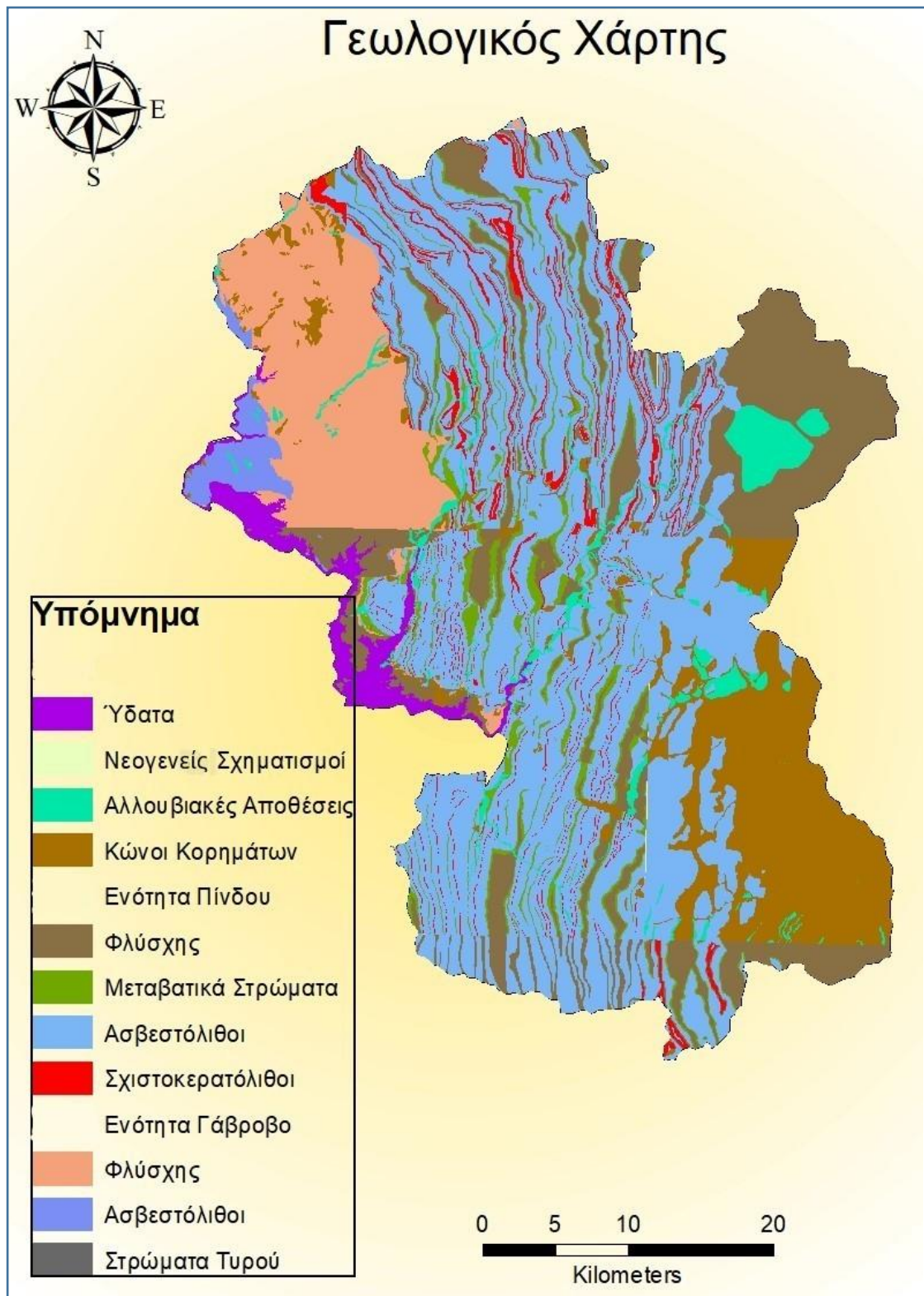
Ένας σημαντικός παράγοντας για την ύπαρξη κατολισθητικού φαινομένου είναι αν ο προσανατολισμός της κλίσης των πρανών και της γεωλογικής στρώσης των στρωμάτων είναι ομόρροπος ή αντίρροπος. Όπως είναι λογικό στην περίπτωση της ομόρροπης στρώσης οι αντιστάσεις είναι πολύ μικρότερες με αποτέλεσμα να ευνοείται η κατολίσθηση.



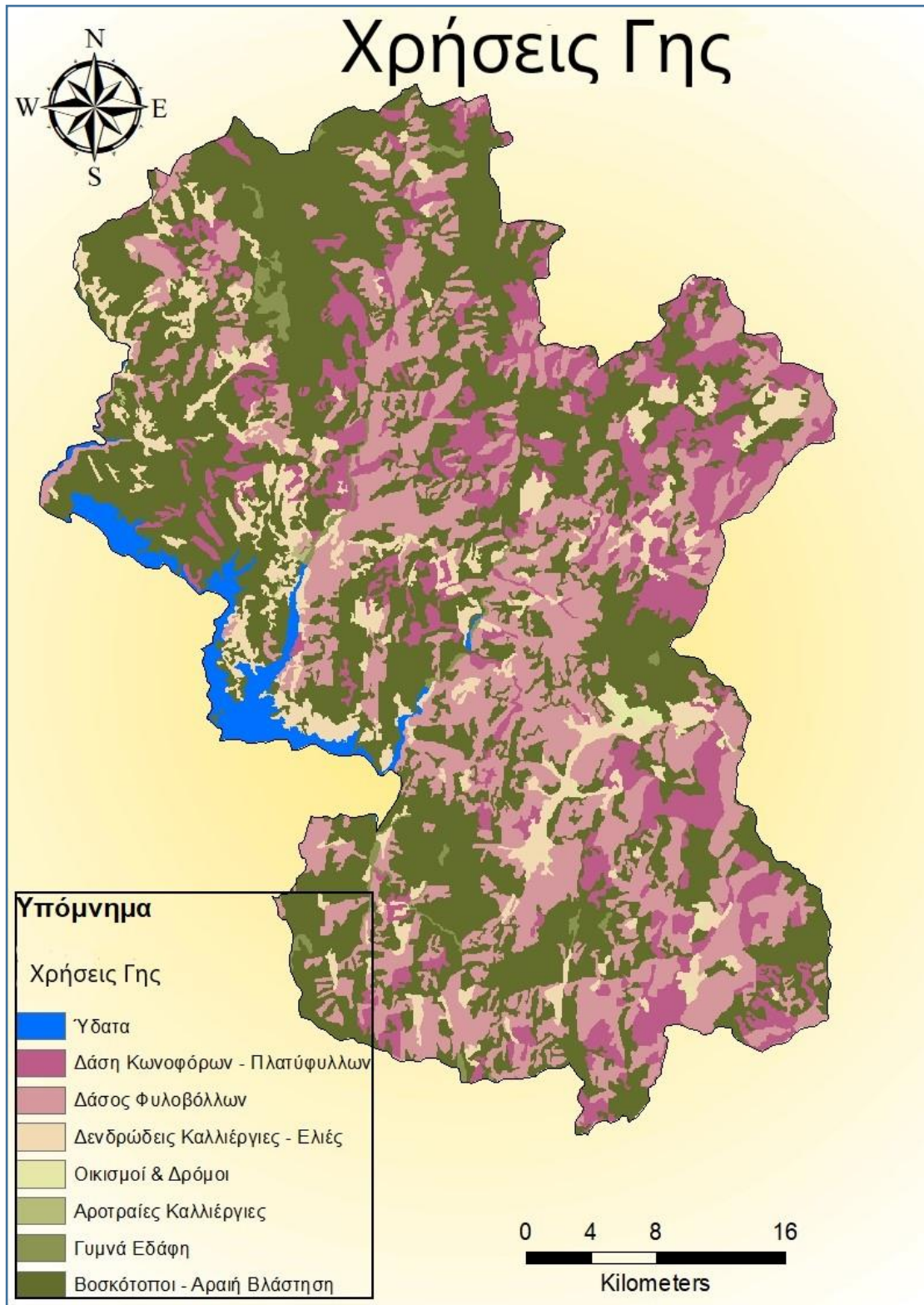
Στο συγκεκριμένο χάρτη αποτυπώνεται το σχετικό ανάγλυφο της περιοχής ανά 500m υψόμετρο για να αποτυπωθούν τυχόν μεγάλες διακυμάνσεις στο ανάγλυφο που θα ευνοούσαν την δημιουργία κατολισθητικού φαινομένου.



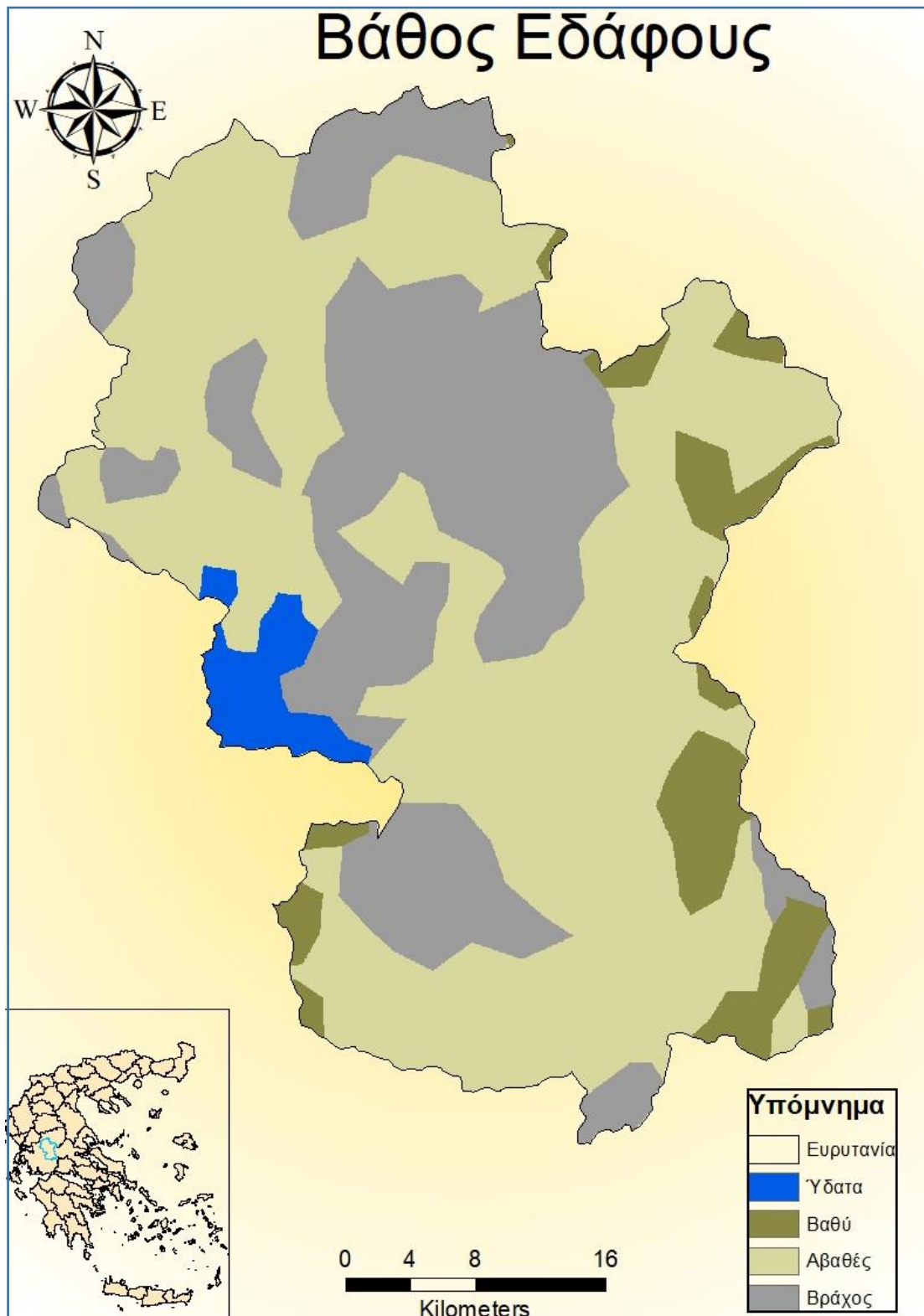
Το ύψος βροχής του Νομού είναι σχετικά ομοιόμορφο, δηλαδή άνω των 1000mm το έτος, εκτός από δύο μικρές περιοχές ανατολικά και δυτικά της Πίνδου όπου η βροχόπτωση πέφτει λίγο κάτω από τα 1000mm.



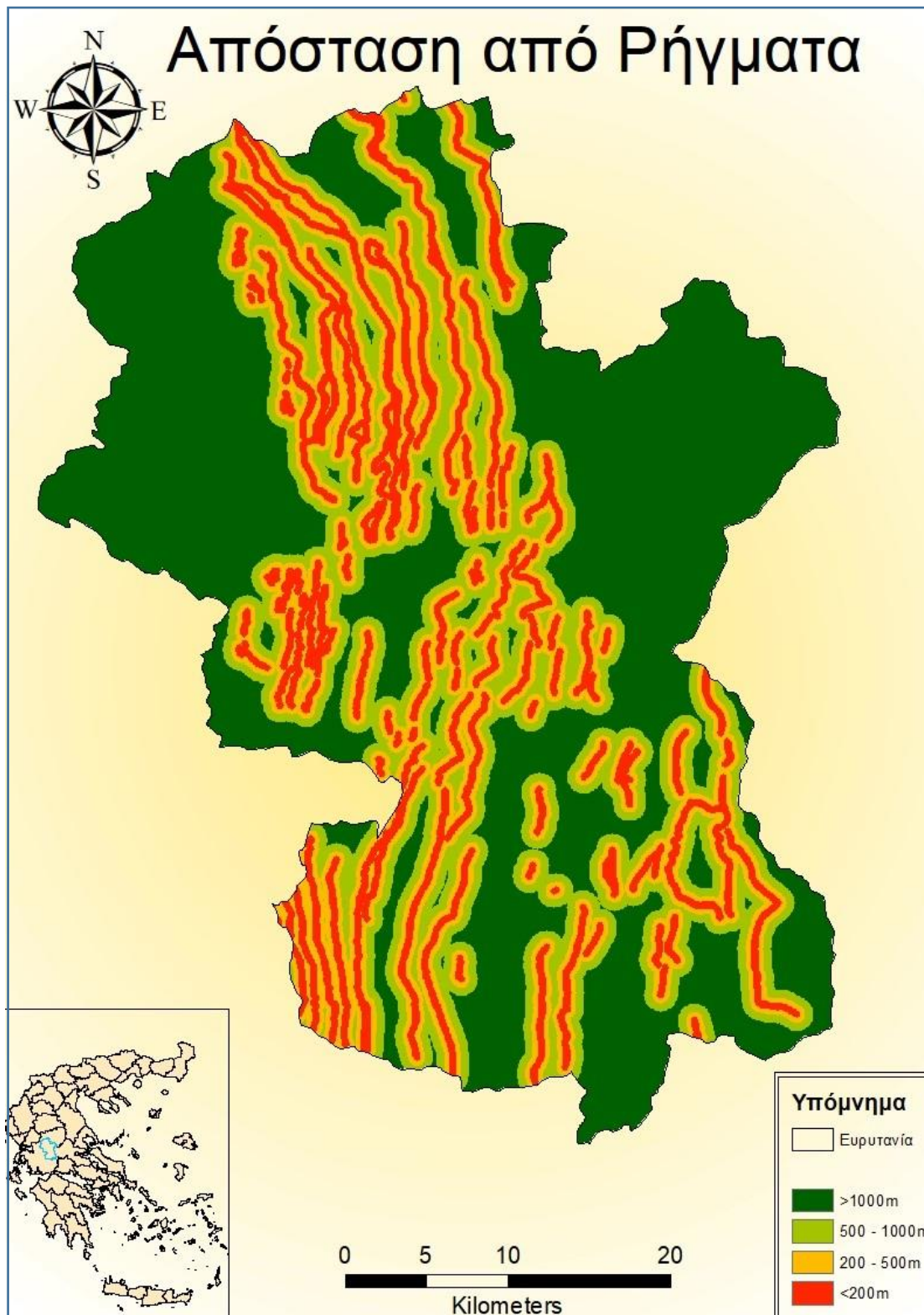
Στο Νομό της Ευρυτανίας όπως φαίνεται και παραπάνω επικρατεί η γεωτεκτονική ενότητα της Πίνδου, στο κεντρικό τμήμα του Νομού και στη συνέχεια υπάρχουν και κάποιες εμφανίσεις της ενότητας Γαβρόβου και κάποιων νεογενών σχηματισμών. Παρατηρείται το βασικό χαρακτηριστικό της ζώνης Πίνδου που είναι οι μεγάλες έντονες πτυχώσεις και εφιππεύσεις, με διεύθυνση από βορρά προς νότο και ροπή προς τα δυτικά δημιουργώντας έτσι διαδοχικές επαναλήψεις στρωμάτων.



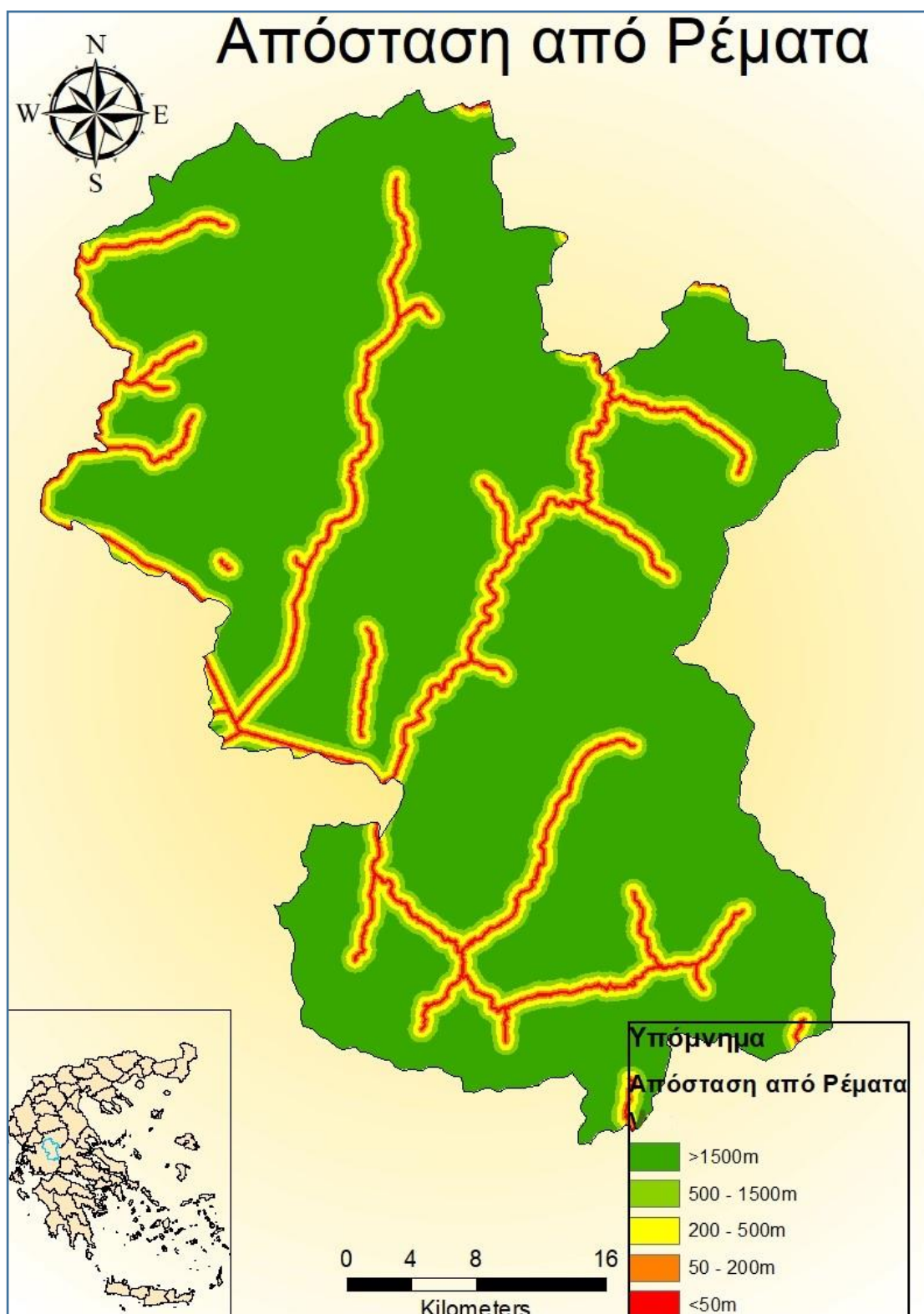
Στο μεγαλύτερο μέρος του ο Νομός στα κεντρικά του καλύπτεται από δάση και δενδρώδεις καλλιέργειες. Σε μικρή έκταση κυριαρχούν οι οικισμοί και το οδικό δίκτυο, ενώ οι αροτραίες καλλιέργειες είναι ελάχιστες (Corine 2012).



Το μεγαλύτερο μέρος του Νομού χαρακτηρίζεται από ένα αβαθές στρώμα εδάφους, της τάξης των 25cm. Στα ανατολικά σημεία του Νομού που επικρατούν οι νεογενής σχηματισμοί μπορούμε να συναντήσουμε πιο βαθύ στρώμα εδάφους (European Soil Data Centre Newsletter).



Η Ευρυτανία χαρακτηρίζεται από ρήγματα με διεύθυνση Β -Ν, όπως δηλαδή είναι και οι πτυχώσεις της Πίνδου. Όπως ήταν αναμενόμενο, ένα μεγάλο μέρος των καταγεγραμμένων κατολισθήσεων βρίσκεται πλησίον αυτών των ασυνεχειών.

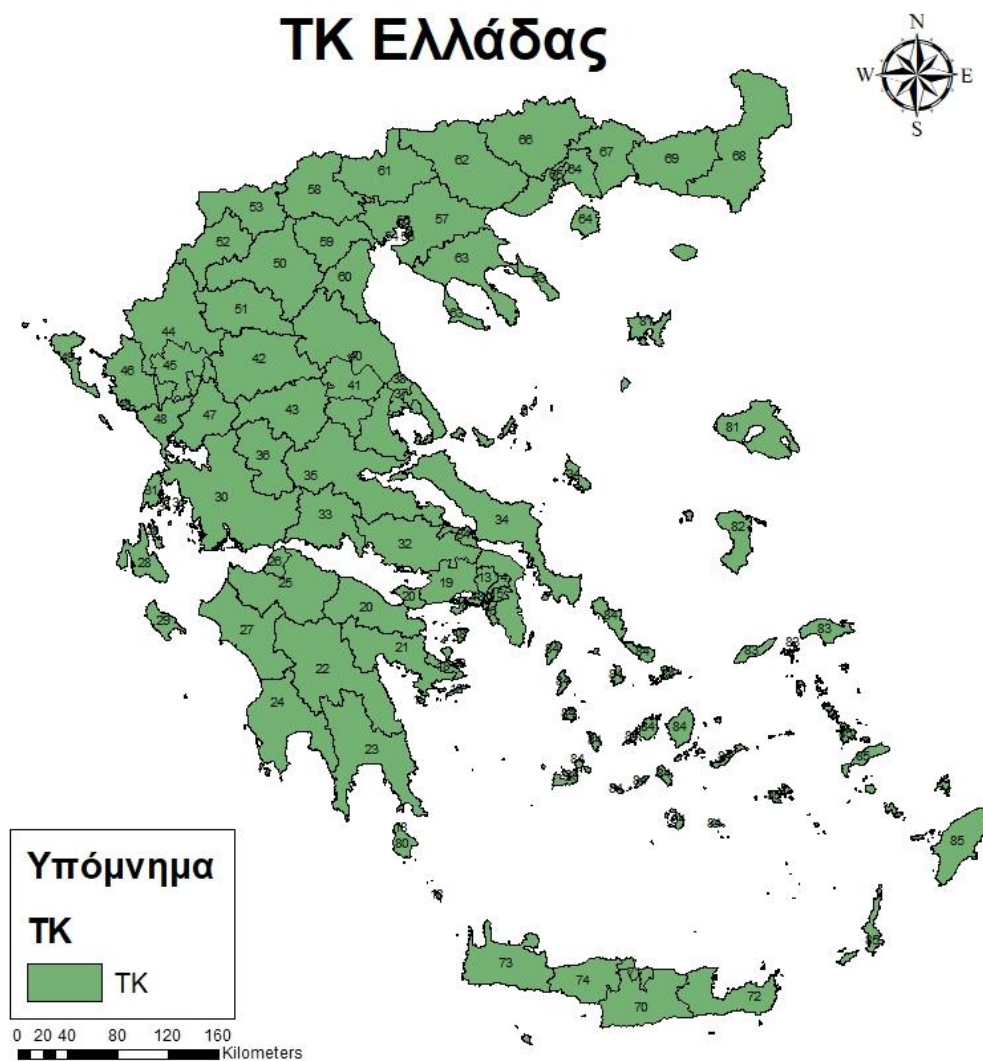


Ο Νομός της Ευρυτανίας διατρέχεται από τρεις μεγάλους όγκους ρεμάτων κατά μήκος όλης της έκτασης του. Το ποσοστό κάλυψης όμως δεν είναι αρκετό και δεν παρατηρείται κάποια συγκέντρωση συμβάντων κατολισθήσεις πλησίον των ρεμάτων.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν δύο βάσεις δεδομένων, μία με τις 57 κατολισθήσεις πλησίον στο οδικό δίκτυο και άλλα 57 τυχαία σημεία στην περιοχή μελέτης που δεν έχουν καταγραφεί κατολισθήσεις και αντίστοιχα άλλη μία βάση δεδομένων με τις 66 κατολισθήσεις που δεν σχετίζονται με το οδικό δίκτυο και ισάριθμα τυχαία κατανεμημένα σημεία που δεν έχει καταγραφεί το φαινόμενο.

4.3 Μεθοδολογία συσχέτισης σεισμικού κινδύνου

Η επεξεργασία των δεδομένων για την δημιουργία του μοντέλου έγινε στο πρόγραμμα Arcmap. Αρχικά με βάση τους Νομούς της Ελλάδας δημιουργήθηκε ένας χάρτης διάκρισης των περιοχών με βάση τα δύο πρώτα ψηφία του ταχυδρομικού τους κώδικα όπως και στο Solvency II.



Εικόνα 4.3.1: Οι ταχυδρομικοί κώδικες της Ελλάδας

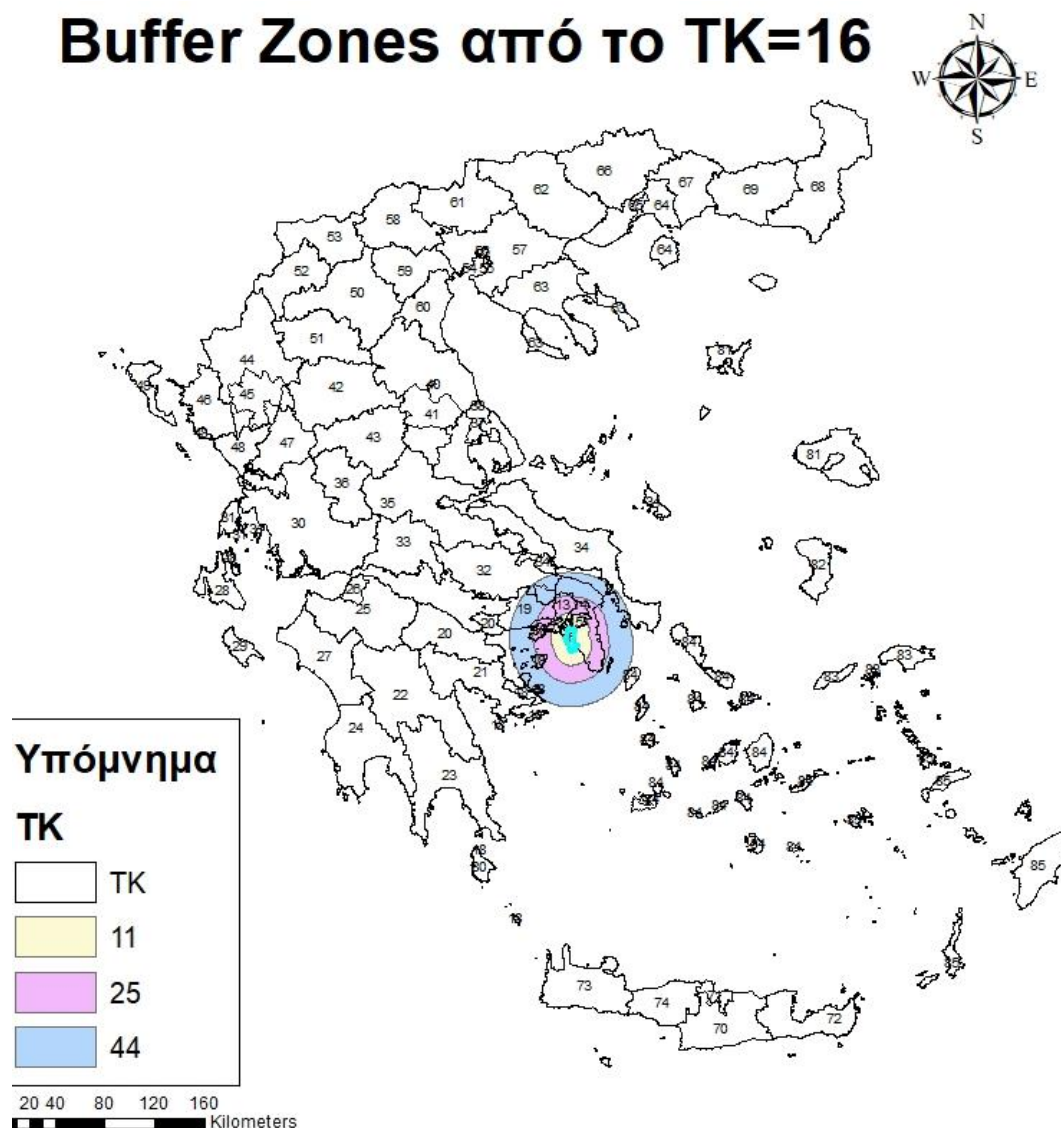
Στην συνέχεια για κάθε περιοχή δημιουργήθηκαν τρία buffer zones με βάση την απόσταση, από τα όρια της κάθε περιοχής, τα οποία είναι τα **11km, 25km και 44km**.

Η επιλογή των συγκεκριμένων αποστάσεων έγινε καθώς είναι μια εμπειρική μέθοδος που συνδυάζει το μήκος των ρηγμάτων, την ένταση του σεισμού και την ολίσθηση (Wells and Coppersmith, 1994; Pavlides and Caruto, 2004) έτσι ώστε να μελετήσουμε την συσχέτιση μεταξύ των περιοχών της Ελλάδας με ένταση σεισμού ΙΧ, VIII και VII αντίστοιχα. Δηλαδή εντάσεις ικανές να δημιουργήσουν υλικές ζημιές.

Έτσι ότι περικλείεται στο buffer zone των 11km δέχεται έως ΙΧ σεισμική ένταση, στο buffer zone των 25km δέχεται έως VIII και στο buffer zone των 44km δέχεται έως VII.

Για παράδειγμα για την περιοχή με ταχυδρομικό κώδικα που ξεκινάει με 16, δηλαδή για την περιοχή της Γλυφάδας δημιουργήθηκαν τα παρακάτω buffer zones.

Buffer Zones από το ΤΚ=16



Εικόνα 4.3.2: Τα 3 buffer zone από τα όρια της περιοχής με ταχυδρομικό κώδικα 16

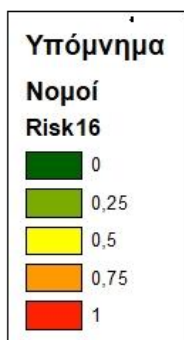
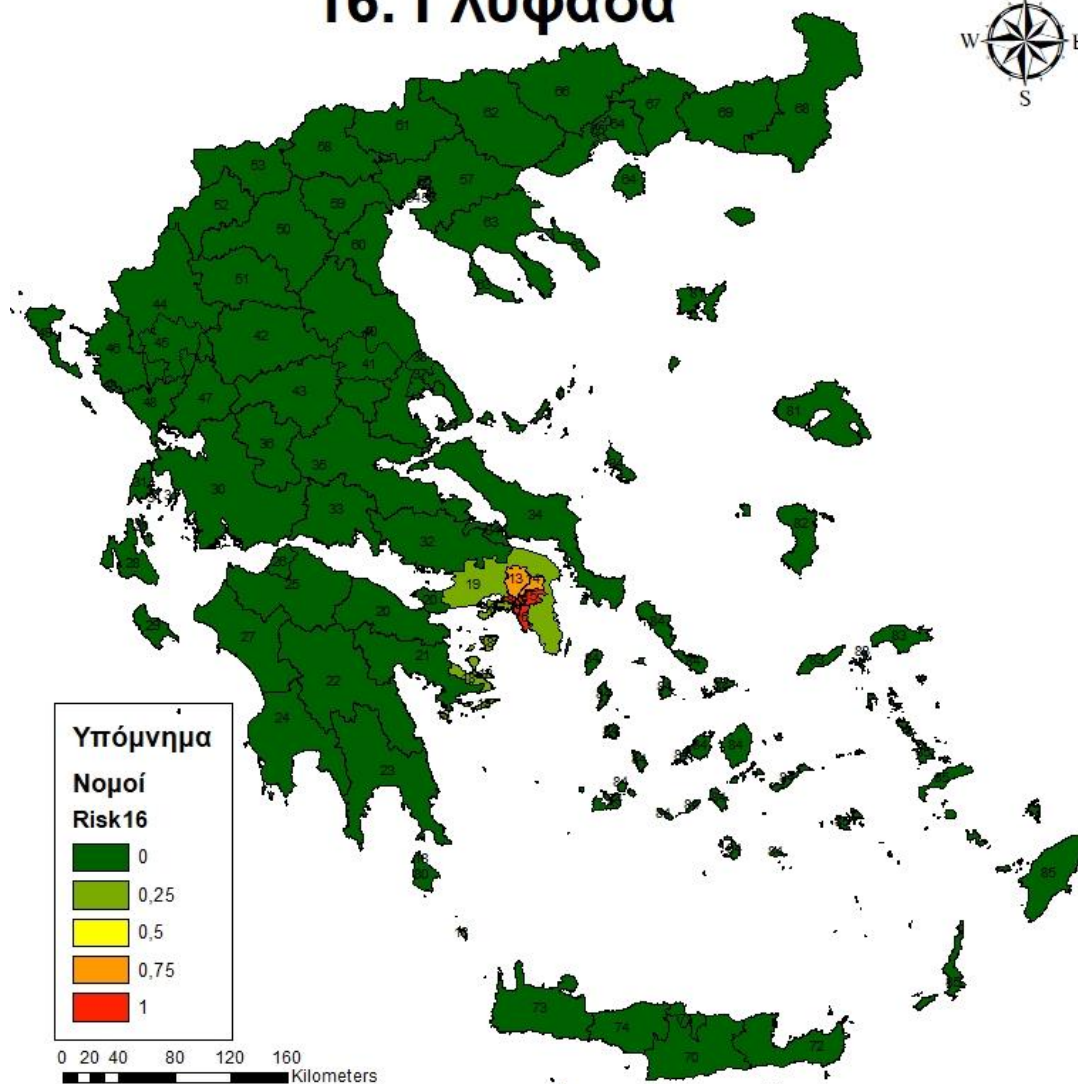
Στη συνέχεια τα παραπάνω αρχεία μετατράπηκαν σε raster για να υπολογιστούν ο αριθμός των pixels για κάθε περιοχή ταχυδρομικού κώδικα και πόσα από αυτά καλύπτονται από τα buffer zones των 11, 25 και 44km αντίστοιχα. Για παράδειγμα το πολύγωνο της περιοχής με ταχυδρομικό κώδικα 16 αποτελείται από 261549 και όλα καλύπτονται από το buffer των 11km καθώς μελετάμε τη συσχέτιση με την ίδια την περιοχή. Αντίστοιχα η περιοχή με ταχυδρομικό κώδικα 13 αποτελείται από 714158 pixels από τα οποία τα 107124 καλύπτονται από το buffer 11km, 535619 από το buffer 25km και τα υπόλοιπα 71416 από αυτό των 44km.

Έτσι χρησιμοποιώντας το raster calculator και τη σχέση $[(\text{pixels}_{11\text{km}} * 1) + (\text{pixels}_{25\text{km}} * 0.75) + (\text{pixels}_{44\text{km}} * 0.5)] / \text{Σύνολο pixels περιοχής}$, προκύπτει η συσχέτιση μεταξύ των δύο περιοχών. Δηλαδή στην περίπτωση συσχέτισης της περιοχής με ταχυδρομικό κώδικα 16 με αυτή με 12 ισχύει: $[(107124 * 1) + (535619 * 0.75) + (71416 * 0.5)] / 714158 = 0,76$.

Για να δημιουργηθεί μια αντίστοιχη συσχέτιση με αυτή του Solvency II οι συσχετίσεις στρογγυλοποιήθηκαν στις τιμές 0, 0.25, 0.5, 0.75 και 1.

Έτσι για την περιοχή με ταχυδρομικό κώδικα 16 δημιουργήθηκε η εξής συσχέτιση με τις γύρω περιοχές.

16. Γλυφάδα



0 20 40 80 120 160 Kilometers

Εικόνα 4.3.3: Σεισμική συσχέτιση μεταξύ της περιοχής Γλυφάδας με τις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας

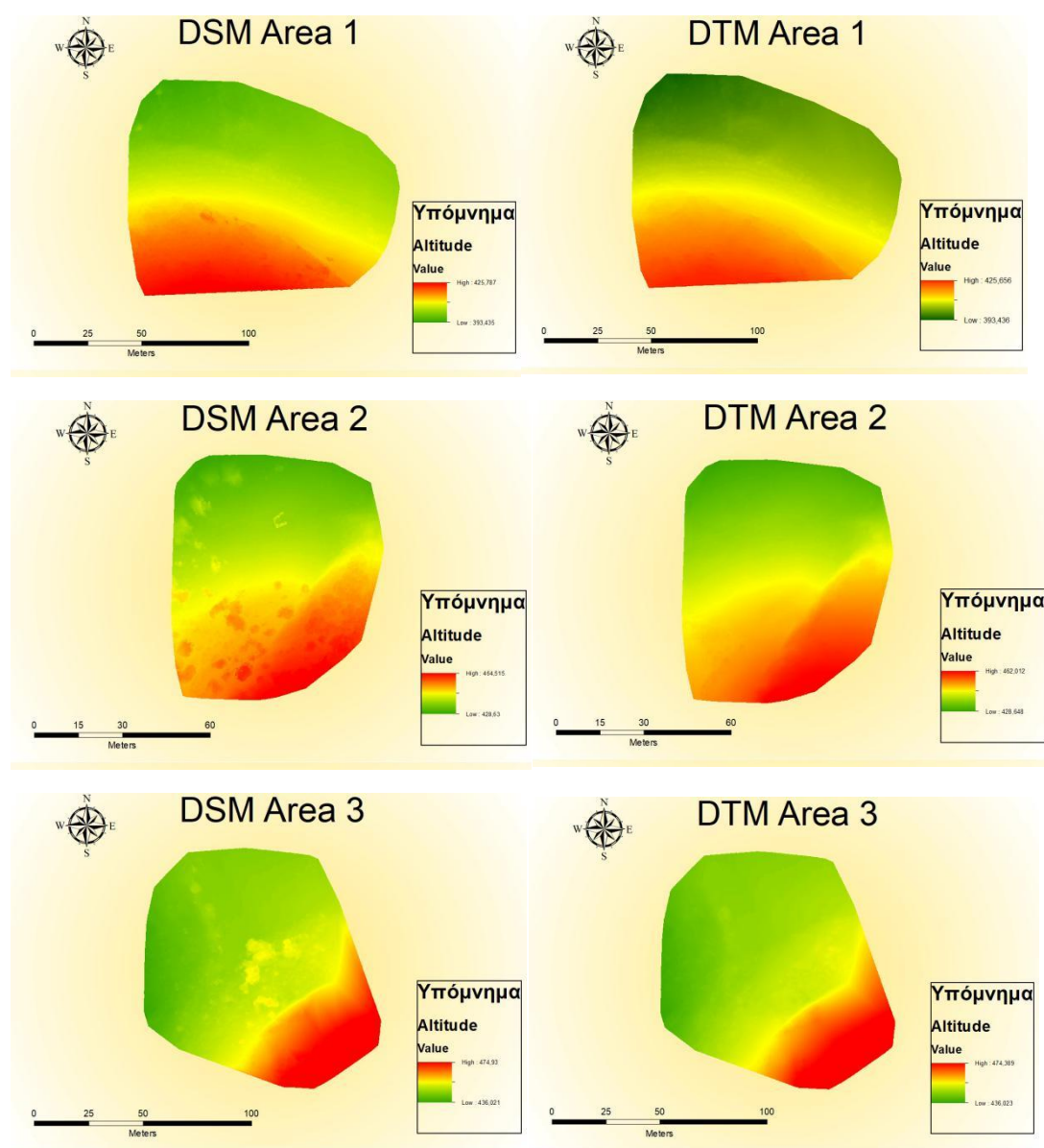
Πιο συγκεκριμένα η συσχέτιση με τις γύρω περιοχές είναι:

	16
10	1
11	1
12	1
13	0,75
14	0,75
15	1
16	1
17	1
18	0,25
19	0,25

5.Αποτελέσματα

5.1 Ρυθμός ολίσθησης ενεργού ρήγματος Ερυθρές

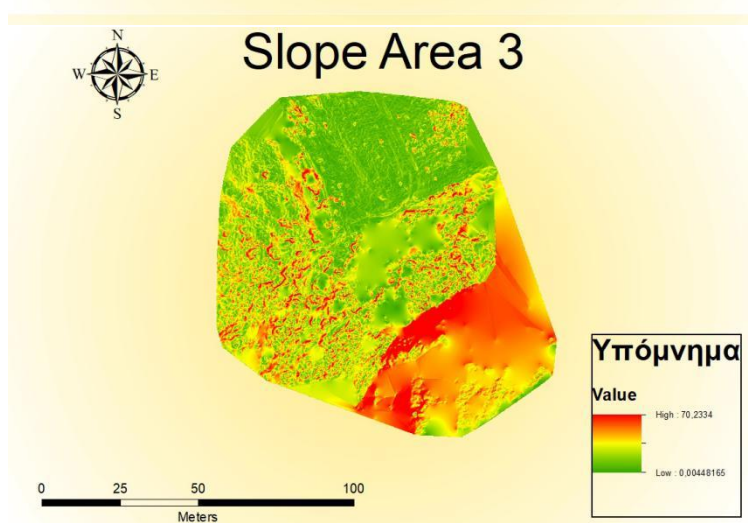
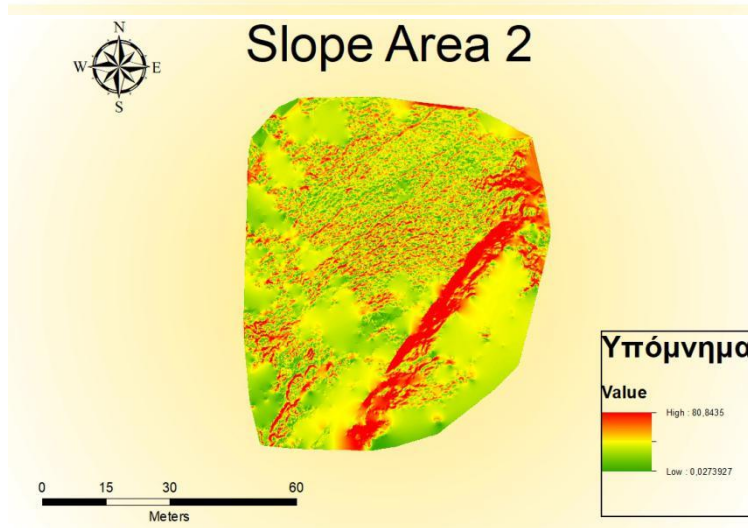
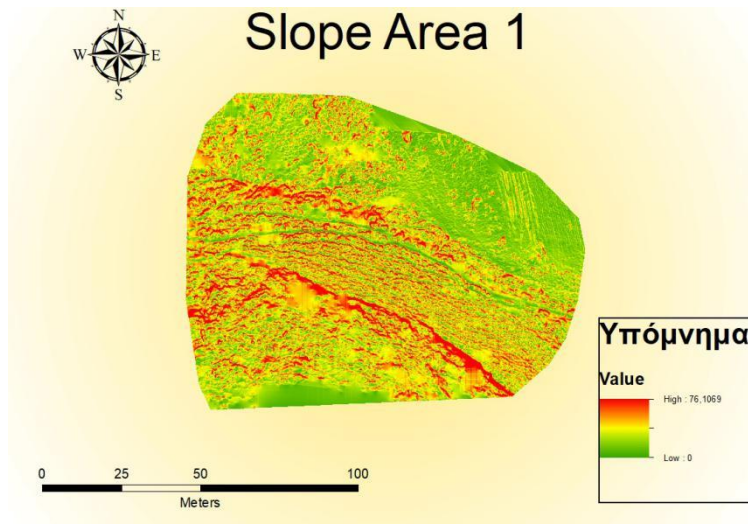
Από τα 3D μοντέλα που δημιουργήθηκαν στο rick4D, δημιουργήθηκαν τα ψηφιακά μοντέλα αναγλύφων εδάφους (DTM), δηλαδή χωρίς την παρεμβολή της φυτοκάλυψης, αφού πρώτα δημιουργήθηκαν τα μοντέλα αναγλύφων επιφανείας (DSM), δηλαδή η ψηφιακή απεικόνιση της επιφάνειας, μαζί με οποιοδήποτε φυσικό ή τεχνικό αντικείμενο.



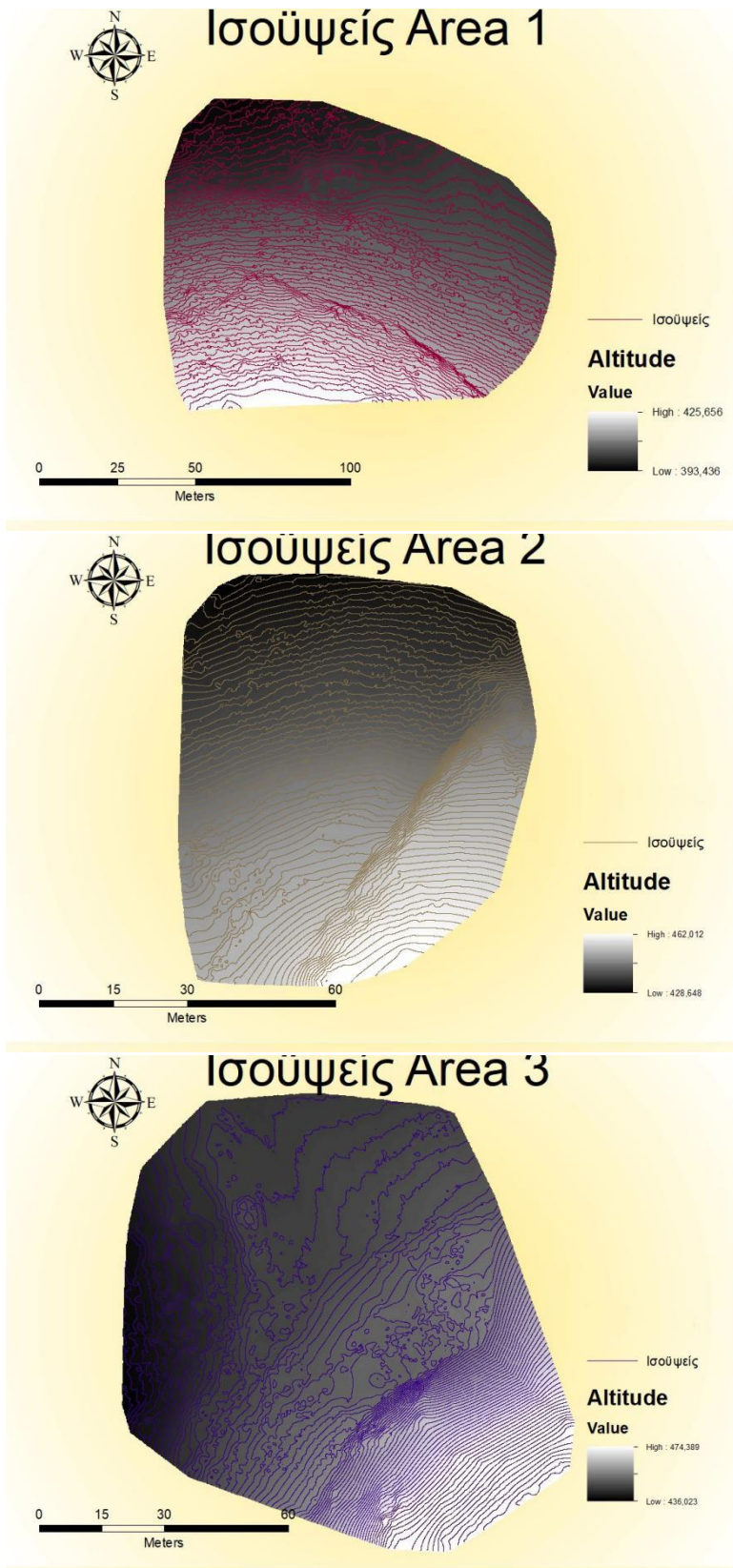
Εικόνα 5.1.1: Τα ψηφιακά μοντέλα αναγλύφων επιφανείας και εδάφους για τις 3 περιοχές μελέτης αντίστοιχα.

Το τελικό στάδιο για την σύγκριση των δύο διαφορετικών τρόπων ανάπτυξης DEM είναι η εισαγωγή τους σε ένα κοινό περιβάλλον επεξεργασίας όπως το arcMap. Η υψηλή ανάλυση των αεροφωτογραφιών μέσω UAV σε σχέση με τις δορυφορικές εικόνες έχει δημιουργήσει μια διαφορά απόλυτου υψομέτρου κατά μέσο όρο 17 μέτρων, το οποίο ήταν και αναμενόμενο λόγω της χωρικής ευκρίνειας του δορυφόρου ASTER που όπως αναφέρθηκε είναι στα 15m.

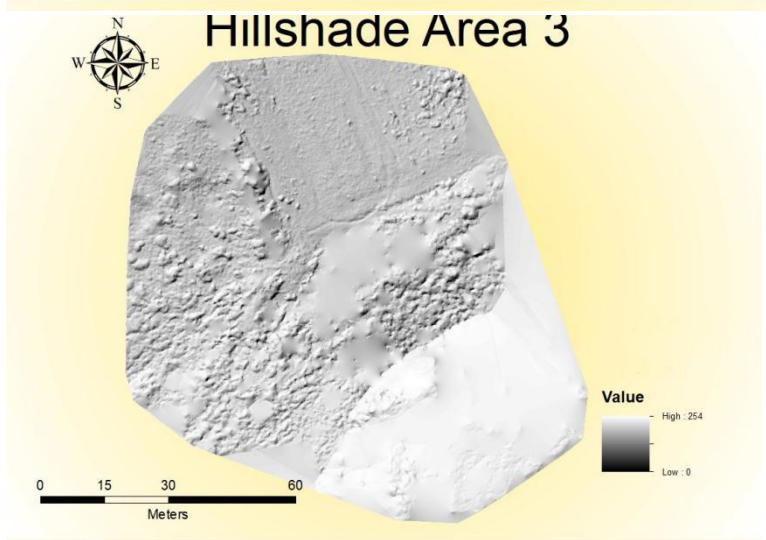
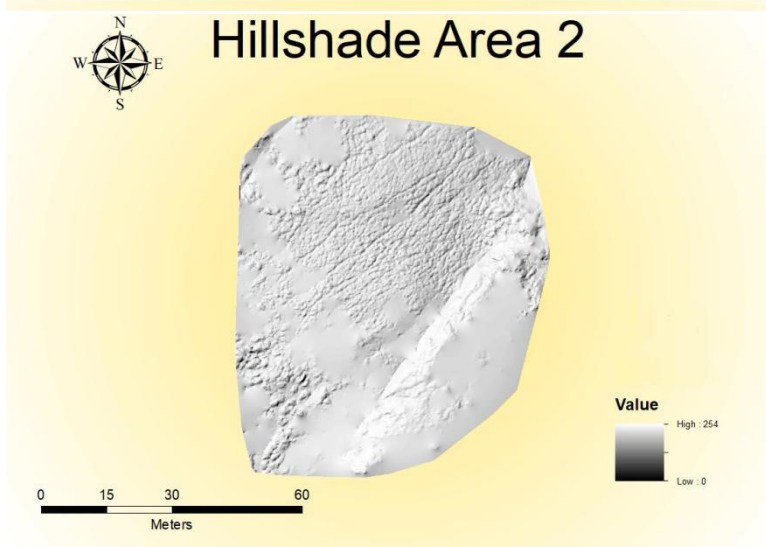
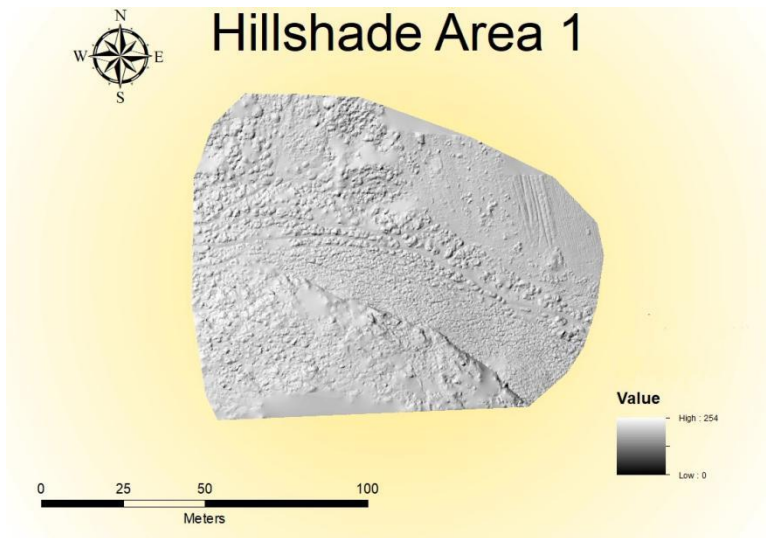
Στη συνέχεια για να μελετηθεί ο ρυθμός ολίσθησης του ρήγματος δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια του νέφους σημείων οι χάρτες κλίσης, σκίασης και οι ισοΰψεις για κάθε ένα από τα τρία σημεία μελέτης.



Εικόνα 5.1.2: Οι κλίσεις για τις 3 περιοχές μελέτης αντίστοιχα.



Εικόνα 5.1.3: Οι ισοΰψεις για τις 3 περιοχές μελέτης αντίστοιχα με 0,5 cm ισοδιάσταση.



Εικόνα 5.1.4: Η σκίαση για τις 3 περιοχές μελέτης αντίστοιχα.

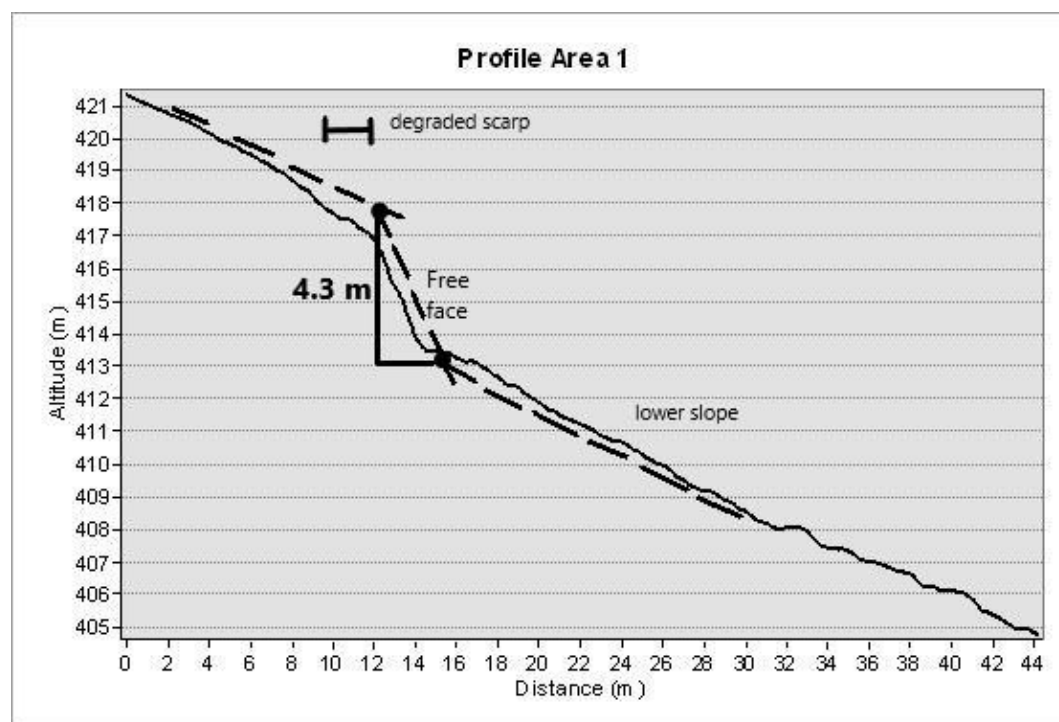
Οι τιμές ολίσθησης εξήχθησαν από το μέγιστο ύψος του scarp, θεωρώντας ότι αντιπροσωπεύουν το άλμα του ρήγματος κατά τη διάρκεια μίας σταθερής χρονικής περιόδου δηλαδή της τελευταίας παγετώδους περιόδου. Σύμφωνα με τους Wells & Coppersmith (1994), οι επιφανειακές διαρρήξεις σε ένα ρήγμα σχετίζονται με τη μέγιστη πιθανή μετατόπιση από έναν σεισμό. Οι Cowie & Shipton (1998) και Roberts et al. (2004), χρησιμοποίησαν ένα τριγωνικό προφίλ μετατόπισης ενός υποθετικού σεισμού συσχετίζοντας την επιφάνεια αυτή, με την συνολική μετατόπιση του ρήγματος κατά το Ολόκαινο. Στη συνέχεια, “γεμίζουν” την επιφάνεια του ρήγματος με αυτές τις επιφάνειες. Αυτές είναι και όλοι οι απαραίτητοι σεισμοί σταθερού μεγέθους που απαιτούνται, προκειμένου να δημιουργηθεί ο μεσοπαγετώδης κρημνός του ρήγματος, δηλαδή τα τελευταία 15000 χρόνια. Υποθέτοντας ότι το μέγιστο άλμα του ρήγματος παρατηρείται στο κέντρο του (Cowie και Shipton, 1998), μπορεί να υπολογιστεί ο ρυθμός ολίσθησης του για μία συγκεκριμένη περίοδο.

Σε ένα ρήγμα παρατηρείται το free face που είναι η επιφάνεια του ρήγματος, το degraded scarp που είναι η διαβρωμένη επιφάνεια του ρήγματος και το colluvial wedge που είναι η βάση του ρήγματος που έχει καλυφθεί από αποθέσεις και αλλούβια.

Περιοχή 1

Η πρώτη περιοχή μελέτης βρίσκεται περίπου 2km ανατολικά από τον οικισμό Ερυθρές. Στο ανερχόμενο τέμαχος υπάρχει ένας ιουρασικός ασβεστόλιθος ενώ στο κατερχόμενο ένας πλειστοκαινικός ιζηματογενής σχηματισμός.

Η τοπογραφική τομή του ρήγματος στο συγκεκριμένο σημείο είναι το εξής:



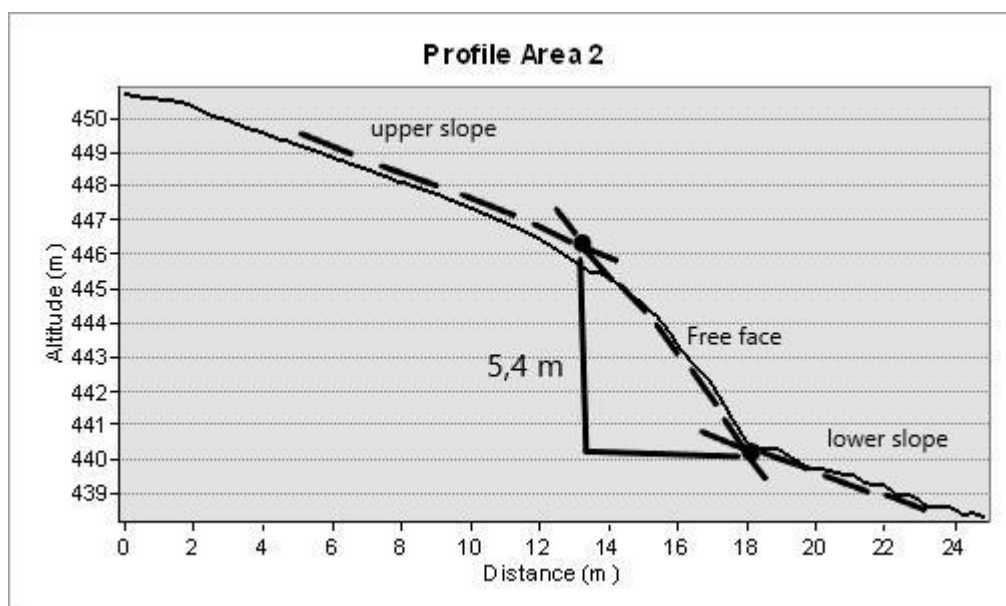
Εικόνα 5.1.5: Η τοπογραφική τομή του ρήγματος στην περιοχή 1, το ύψος του scarp υπολογίζεται στα 4,3m.

Αυτό σημαίνει ότι υπολογίζοντας την μεταπαγετώδη περίοδο στις ~15ka προκύπτει ότι ο ρυθμός ολίσθησης είναι της τάξης $0,29 \pm 0,02$ mm/yr, όπου η διακύμανση στον ρυθμό ολίσθησης οφείλεται στο σφάλμα που μπορεί να υπάρχει στην ευκρίνεια των αεροφωτογραφιών.

Περιοχή 2

Η δεύτερη περιοχή βρίσκεται 3,5km δυτικά του οικισμού Δάφνης και βρίσκεται περίπου στο μέσο του συνολικού μήκους του ρήγματος, άρα πιθανόν είναι το πιο αντιπροσωπευτικό σημείο για τον υπολογισμό του ρυθμού ολίσθησης.

Οι σχηματισμοί που διαχωρίζει το ρήγμα παραμένουν σε όλη την πορεία του οι ίδιοι



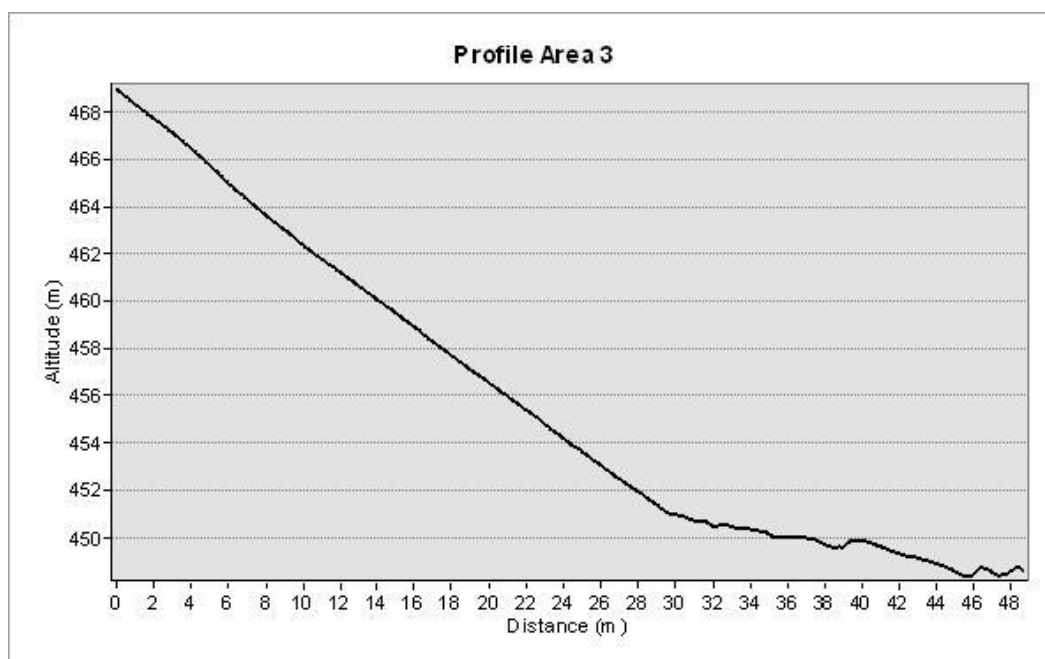
Εικόνα 5.1.6: Η τοπογραφική τομή του ρήγματος στην περιοχή 2, το ύψος του scarp υπολογίζεται στα 5,4m.

Έτσι προκύπτει ότι ο ρυθμός ολίσθησης είναι της τάξης $0,35 \pm 0,02$ mm/yr.

Περιοχή 3

Η τελευταία περιοχή μελέτης βρίσκεται 3km δυτικά από τον οικισμό της Δάφνης.

Η τοπογραφική τομή στο συγκεκριμένο σημείο που προέκυψε είναι το εξής:



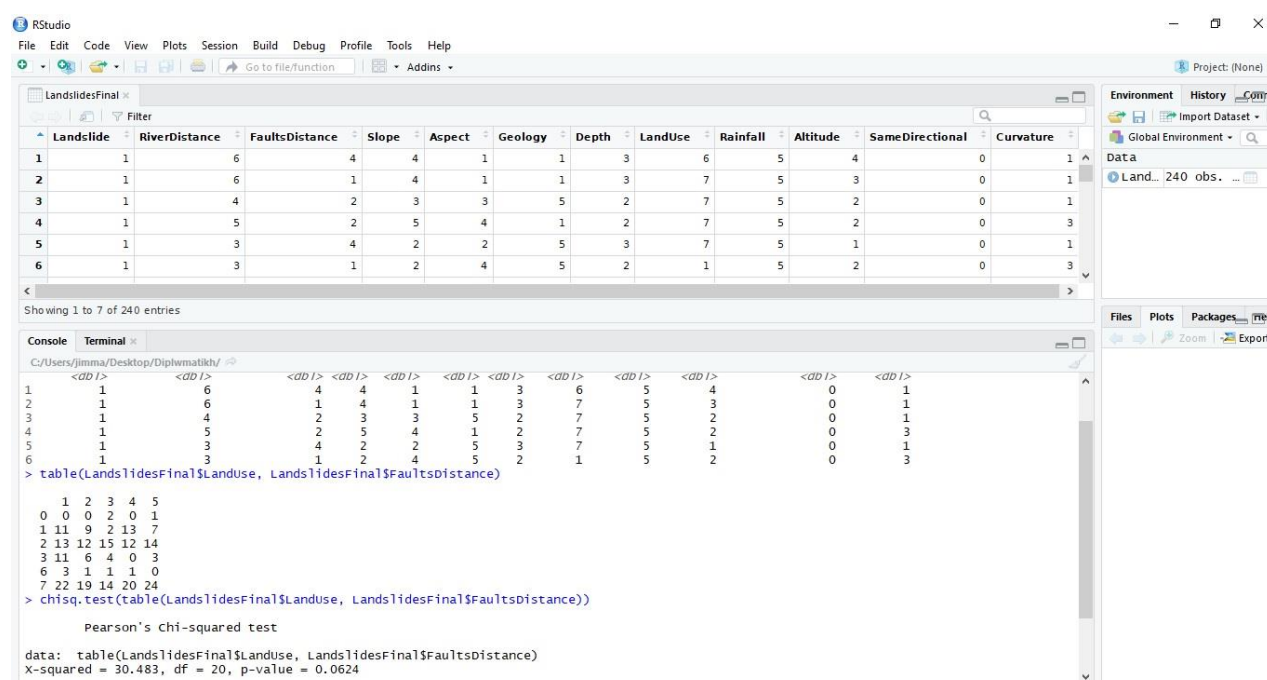
Εικόνα 5.1.7: Η τοπογραφική τομή του ρήγματος στην περιοχή 3.

Η τοπογραφική τομή στο συγκεκριμένο σημείο δεν είναι αρκετά καλή για να εξαχθεί ένα συμπέρασμα για το ύψος του scarp, καθώς ο μικρός αριθμός των αεροφωτογραφιών και η πυκνή φυτοκάλυψη στο σημείο δεν επέτρεψε την δημιουργία ενός ποιοτικού νέφους σημείων και κατά συνέπεια την δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου. Έτσι δεν ήταν δυνατόν να καθοριστεί το μεταπαγετώδης πρηνές άρα ούτε ήταν δυνατόν να υπολογιστεί η μετατόπιση και ο ρυθμός ολίσθησης του ρήγματος.

5.2 Κατολισθητικό μοντέλο επικινδυνότητας με χρήση λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression)

Για την εξαγωγή των κατολισθητικών μοντέλων χρησιμοποιήθηκε η λογιστική παλινδρόμηση στο πρόγραμμα R-studio, καθώς επιτρέπει τον σχηματισμό μιας σχέσης πολλαπλών μεταβλητών μεταξύ μιας εξαρτώμενης μεταβλητής και αρκετών ανεξάρτητων (Atkinson and Massari 1998). Το πλεονέκτημα της λογιστικής παλινδρόμησης είναι ότι, μέσω της προσθήκης μιας κατάλληλης συνάρτησης σύνδεσης στο συνηθισμένο μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης, οι μεταβλητές μπορεί να είναι είτε συνεχείς είτε διακριτές ή οποιοσδήποτε συνδυασμός και των δύο τύπων.

Στην παρούσα κατάσταση, η εξαρτώμενη μεταβλητή είναι μια δυαδική μεταβλητή που αντιπροσωπεύει την παρουσία ή την απουσία κατολισθήσεων. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που θα εισαχθούν στο μοντέλο θα πρέπει πρώτα να ελεγχθούν ότι δεν έχουν μεταξύ τους κάποια γραμμική συσχέτιση και για τον λόγο ότι οι περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές είναι σε κατηγορική μορφή θα χρησιμοποιηθεί το chi-square test.



The screenshot shows the RStudio interface. The top pane displays a data table with columns: Landslide, RiverDistance, FaultsDistance, Slope, Aspect, Geology, Depth, LandUse, Rainfall, Altitude, SameDirectional, and Curvature. The bottom pane shows the console output of a chi-square test:

```
> table(LandslidesFinal$LandUse, LandslidesFinal$FaultsDistance)
 1  2  3  4  5
0  0  0  2  0  1
1 11  9  2 13  7
2 13 12 15 12 14
3 11  6  4  0  3
6  3  1  1  1  0
7 22 19 14 20 24
> chisq.test(table(LandslidesFinal$LandUse, LandslidesFinal$FaultsDistance))
Pearson's Chi-squared test

data: table(LandslidesFinal$LandUse, LandslidesFinal$FaultsDistance)
X-squared = 30.483, df = 20, p-value = 0.0624
```

Εικόνα 5.2.1: Chi -square test στην R, μεταξύ των μεταβλητών χρήση γης και απόσταση από ρήγμα

Το p-value σε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι μεγαλύτερο του 0.01, οπότε δεν μπορεί να απορριφθεί η αρχική υπόθεση ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Άρα δεν θα αφαιρεθεί καμία μεταβλητή από το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης.

Το μοντέλο του κατολισθητικού κινδύνου για τις κατολισθήσεις πλησίον στο οδικό δίκτυο που εξάχθηκε από την R με την χρήση της λογιστικής παλινδρόμησης είναι το εξής:

$$Y = 0.8 + 0.2 * \text{Slope} + 0.15 * \text{FaultDistance} + 0.05 * \text{RiverDistance} - 0.05 * \text{Aspect} - 0.6 * \text{SameDirectional}$$

RStudio interface showing a linear regression model fit. The console output is as follows:

```

> head(RoadsRelatedLandslides)
# A tibble: 6 x 12
  Landslides Slope RiverDistance FaultDistance Aspect Geology Depth LandUse Rainfall Altitude SameDirectional Curvature
  <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
1 1 1 4 1 1 1 1 7 5 3 0 1
2 2 1 2 3 5 1 4 2 3 5 2 0
3 3 1 3 2 1 1 5 3 7 5 4 0
4 4 1 4 4 1 1 1 2 7 5 3 0
5 5 1 2 4 4 1 4 2 3 5 2 0
6 6 1 4 4 1 1 2 3 4 3 0 2
  
```

```

> ModelRR <- lm(Landslides ~ Slope + RiverDistance + FaultDistance + Aspect + Geology + Depth + LandUse + Rainfall + Altitude + SameDirectional + Curvature, data = RoadsRelatedLandslides)
> summary(ModelRR)

Call:
lm(formula = Landslides ~ Slope + RiverDistance + FaultDistance + Aspect + Geology + Depth + LandUse + Rainfall + Altitude + SameDirectional + Curvature, data = RoadsRelatedLandslides)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.76451 -0.18807 -0.00727  0.20307  0.93050
  
```

RStudio interface showing the coefficients and summary statistics for the linear regression model. The console output is as follows:

```

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.849694  0.937419  0.693  0.48987
slope        0.207079  0.033597  4.378 2.95e-05 ***
RiverDistance 0.048892  0.030077  2.290  0.02409 *
FaultDistance 0.148264  0.032135  3.369  0.00107 **
Aspect       -0.054326  0.031602 -3.301  0.00134 **
geology      0.006142  0.020007  0.307  0.75948
Depth       -0.105416  0.053551 -1.969  0.05178
LandUse     -0.008316  0.012712 -0.654  0.51448
Rainfall    0.027000  0.175037  0.154  0.87827
Altitude    -0.081326  0.054264 -1.499  0.13709
SameDirectional -0.589014  0.071848 -7.641 1.33e-11 ***
Curvature  -0.034516  0.054860 -0.629  0.53068
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.334 on 100 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6014,    Adjusted R-squared:  0.5575
F-statistic: 13.71 on 11 and 100 DF, p-value: 1.236e-15
  
```

Εικόνα 5.2.2: Μοντέλο κατολισθητικού κινδύνου πλησίον οδικού δικτύου μέσω R

Ενώ αντίστοιχα για τις απομακρυσμένες κατολισθήσεις από το οδικό δίκτυο δημιουργήθηκε το εξής μοντέλο:

$$Y = 1.2 + 0.18 * \text{Slope} + 0.07 * \text{RiverDistance} + 0.13 * \text{FaultDistance} + 0.1 * \text{Geology} + 0.05 * \text{LandUse} - 0.3 * \text{SameDirectional}$$

The screenshot shows the RStudio interface with a data frame named 'NoRoadsRelatedLandslides' and a linear regression model fit. The data frame has 12 columns: Landslides, Slope, RiverDistance, FaultDistance, Aspect, Geology, Depth, LandUse, Rainfall, Altitude, SameDirectional, and Curvature. The console output shows the following:

```

> head(NoRoadsRelatedLandslides)
# A tibble: 6 x 12
  Landslides Slope RiverDistance FaultDistance Aspect Geology Depth LandUse Rainfall Altitude SameDirectional Curvature
1           0     4             3             1     1     1     2     2     5     2             1     1
2           0     2             4             1     1     1     2     2     5     2             0     1
3           0     5             1             1     2     1     3     2     5     3             1     2
4           0     3             1             1     4     1     2     2     5     4             1     1
5           0     4             1             1     3     1     2     7     5     3             0     1
6           0     2             1             1     3     1     3     2     5     3             0     2
  
```

```

> ModelNR <- lm(Landslides ~ Slope + RiverDistance + FaultDistance + Aspect + Geology + Depth + LandUse + Rainfall + Altitude + SameDirectional + Curvature, data = NoRoadsRelatedLandslides)
> summary(ModelNR)

Call:
lm(formula = Landslides ~ Slope + RiverDistance + FaultDistance + Aspect + Geology + Depth + LandUse + Rainfall + Altitude + SameDirectional + Curvature, data = NoRoadsRelatedLandslides)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.69580 -0.18470  0.02875  0.21248  0.64204
  
```

The screenshot shows the RStudio interface with the same data frame and model. The console output displays the coefficients and summary statistics for the linear regression model:

```

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.171001   0.835742  -2.119 0.036217
Slope        0.180258   0.027237   4.782 5.13e-06 ***
RiverDistance 0.068471   0.026233   2.610 0.010246 *
FaultDistance 0.129954   0.029228   3.078 0.002604 **
Aspect       -0.005679   0.025486  -0.223 0.824052
Geology      0.098916   0.017028   5.222 7.89e-07 ***
Depth       -0.007887   0.037121  -0.212 0.832107
LandUse     0.047257   0.011884   3.976 0.000122 ***
Rainfall    0.273527   0.170238   1.607 0.110831
Altitude   -0.024051   0.039628  -0.607 0.545087
SameDirectional -0.281972   0.066451  -4.243 4.46e-05 ***
Curvature  -0.012798   0.041961  -0.305 0.240908
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3226 on 116 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6223, Adjusted R-squared:  0.5865
F-statistic: 17.37 on 11 and 116 DF, p-value: < 2.2e-16
  
```

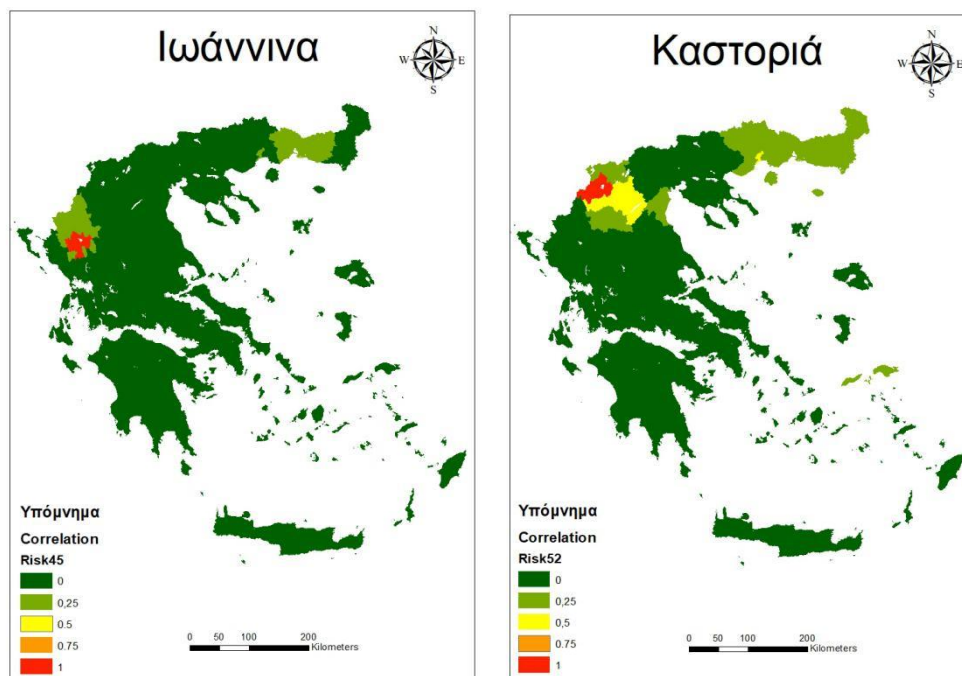
Εικόνα 5.2.3: Μοντέλο κατολισθητικού κινδύνου απομακρυσμένο του οδικού δικτύου μέσω R

Όπως προκύπτει από το στατιστικό μοντέλο, οι σημαντικότεροι παράγοντες για την εκδήλωση κατολισθήσεων πλησίον του οδικού δικτύου είναι η κλίση και η ομόρροπη κλίση στρωμάτων και στρώσης, στην συνέχεια η απόσταση από τα ρήγματα της περιοχής και το υδρογραφικό δίκτυο και τέλος ο προσανατολισμός των κλίσεων.

Στην περίπτωση των κατολισθήσεων ανεξάρτητα του οδικού δικτύου οι παράγοντες που προκύπτουν από το στατιστικό μοντέλο είναι η κλίση και η ομόρροπη κλίση στρωμάτων και στρώσης, οι γεωλογικοί σχηματισμοί και η χρήση γης και στην συνέχεια η απόσταση από τα ρήγματα της περιοχής, το υδρογραφικό δίκτυο και την καμπυλότητα/κυρτότητα των σχηματισμών.

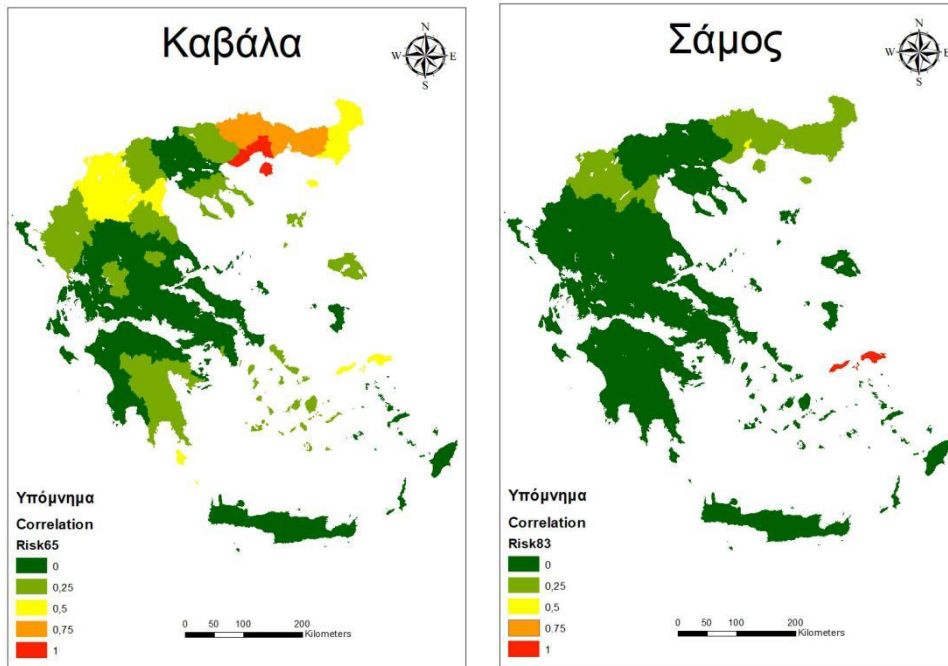
5.3 Συσχέτιση σεισμικού κινδύνου στον Ελλαδικό χώρο

Κάποιες περιπτώσεις συσχέτισης σεισμικού κινδύνου σύμφωνα με το Solvency II δεν μπορούν να δικαιολογηθούν με φυσικούς και γεωλογικούς παράγοντες. Μερικές πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις είναι οι εξής:



Εικόνα 5.3.1: Συσχέτιση σεισμικού κινδύνου σύμφωνα με το Solvency II για τις περιοχές Ιωαννίνων και Καστοριάς.

Όπως παρατηρείται στις συγκεκριμένες περιπτώσεις η συσχέτιση με τις γειτονικές τους περιοχές παραμένει χαμηλή ενώ παρατηρείται συσχέτιση με την περιοχή του Έβρου και στις δύο περιπτώσεις χωρίς να μπορεί να δικαιολογηθεί με γεωλογικά δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα για την περιοχή της Καστοριάς παρατηρείται και μία συσχέτιση με το νησί της Σάμου χωρίς όμως να επηρεάζονται τα υπόλοιπα Δωδεκάνησα.



Εικόνα 5.3.2: Συσχέτιση σεισμικού κινδύνου σύμφωνα με το Solvency II για τις περιοχές Καβάλας και Σάμου

Στη συγκεκριμένη περίπτωση παρατηρείται ότι για την περιοχή της Καβάλας αναπτύσσεται μία συσχέτιση με το μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας, ακόμα και τις απομακρυσμένες Κυκλάδες και τα Κύθηρα, χωρίς να μπορεί να δοθεί κάποια εξήγηση.

Τέλος για την περιοχή της Σάμου παρατηρείται ότι δεν επηρεάζει καθόλου τα υπόλοιπα νησιά του Αιγαίου αλλά αντίθετα την ηπειρωτική Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα την Καστοριά και τον Έβρο.

Εξαιτίας των παραπάνω παρατηρήσεων και διάφορων ακόμα μη αναμενόμενων συσχετίσεων σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας που δεν μπορούν να εξηγηθούν γεωλογικά αποφασίστηκε να δημιουργηθεί μία νέα συσχέτιση για κάθε περιοχή του Ελληνικού χώρου η οποία θα βασίζεται αποκλειστικά σε γεωλογικά κριτήρια για την δημιουργία χαρτών σεισμικών κινδύνων. Η συσχέτιση που θα δημιουργηθεί θα είναι ένα ντετερμινιστικό μοντέλο με βάση την αλληλεπίδραση που θα έχει οποιαδήποτε περιοχή της Ελλάδας με οποιαδήποτε άλλη σε περίπτωση σεισμικού φαινομένου.

Πιο συγκεκριμένα θα εξεταστεί η περίπτωση σεισμικού φαινομένου με ένταση άνω των 7 της κλίμακας Mercalli, που επιφέρει υλικές ζημιές, σε τι ποσοστό θα επηρεάσει τις υπόλοιπες περιοχές σε σχέση με την εξεταζόμενη περιοχή.

Η ίδια διαδικασία που περιεγράφηκε στο κεφάλαιο με την μεθοδολογία έγινε για όλους τους ταχυδρομικούς κώδικες της Ελλάδας και δημιουργήθηκε η συσχέτιση μεταξύ τους όπως φαίνεται στο *παράρτημα III*. Στο *παράρτημα IV* βρίσκεται η απεικόνιση της σεισμικής συσχέτισης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Συντελεστές συσχέτισης για τον κίνδυνο σεισμού στην Ελληνική Δημοκρατία

TK	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
11	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
13	0,75	1	1	1	1	1	0,75	0,75	0,75	1	0	0	0	0
14	0,75	1	0,75	1	1	1	0,75	0,75	0,75	1	0	0	0	0
15	1	1	1	1	1	1	1	0,75	0,75	1	0	0	0	0
16	1	1	1	0,75	0,75	1	1	1	1	1	0	0	0	0
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
18	0,75	0,5	0,75	0,75	0,5	0,5	0,25	0,75	1	0,75	0,25	0,75	0	0
19	0,75	0,5	0,25	0,5	0,75	0,75	0,25	0,25	0,75	1	0,75	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,5	1	0,75	0,75	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,75	1	0,75	0,25
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0,75	0,75	1	0,75
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	1
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0,75
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0,25	0,75	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0,25	0,25	0,25	0	0	0	0,5	0,25	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0
34	0	0	0	0,25	0,25	0,25	0	0	0	0,5	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,25	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,25	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,25	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,25	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,25	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,25	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0,25	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0,25	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,25	0	0	0
20	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0
21	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0,75	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	1	0,75	0,75	0	0	0,5	0	0	0,25	0	0	0	0
26	0	1	1	0,25	0	0	0,75	0	0	0,75	0	0	0	0
27	0,5	0,75	0,25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	1	0,25	0	0,5	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0,25	0,25	1	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0,5	0,25	0	0,5	0	1	0,25	0	0,25	0	0	0,25	0

TK	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
31	0	0	0	0	0,75	0	1	1	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0,5	0,75	0	0
33	0	0,5	0,25	0	0	0	0,5	0	0,75	1	0	0,75	0,25	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	1	0,25	0	0,25
35	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,25	0,5	0,25	1	0,25	0,5
36	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0,25	0	0,75	1	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,75	0	1
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	1
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0,5
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0,75
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0
43	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0,5	0,75	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0,5	0
48	0	0	0	0	0	0	0,75	0,25	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0,5	0,25	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0,25	0,75	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0
37	1	0,75	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	1	0,75	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0,25	1	1	0,75	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0
41	0,5	1	1	0,75	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0,5	0,25	1	0,5	0,25	0,25	0	0,25	0,25	0	0,25	0,5	0
43	0	0,5	0,25	0,75	1	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0,5	0	1	1	0,25	0,25	0,25	0	0,25	0,25	0,25
45	0	0	0	0,75	0	1	1	0,75	0,75	0,75	0	0	0,25	0
46	0	0	0	0	0	0,75	0,75	1	0	0,75	0,25	0	0	0
47	0	0	0	0	0,75	0,75	0,75	0,25	1	0,75	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0,75	0,75	0,75	0,75	1	0,25	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	1	0	0	0

TK	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	67	68	69	70	71	72	73	74	80	81	82	83	84	85
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	67	68	69	70	71	72	73	74	80	81	82	83	84	85
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
50	0	0,5	0	0,25	0	0,25	0	0	0	0	0	1	0,5	0,25
51	0	0,5	0	0,75	0	0,5	0,25	0	0	0	0	0,75	1	0,5
52	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,75	0,5	1
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0,75
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
59	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
60	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
50	0,25	0	0	0	0	0,25	0,5	0,25	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	1	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0
54	0	1	1	1	1	0,25	0,25	0,25	0,75	0	0,75	0	0	0
55	0	1	1	1	1	0,25	0,25	0,25	0,75	0	0,75	0	0	0
56	0	1	1	1	1	0,25	0,25	0,25	0,75	0	0,5	0	0	0
57	0	0,5	0,5	0,5	1	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,5	0	0	0
58	0,5	0	0	0	0,5	1	0,5	0,25	0,75	0	0	0	0	0
59	0,5	0	0	0	0,5	0,75	1	0,75	0,5	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0,5	0,25	0,75	1	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0,25	0,75	0,5	0,5	0	1	0,75	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,5	1	0	0,25	0	0,75
63	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0,25	1	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	1	1	0,75
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	1	1	1
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0,5	0,25	1
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0,25	0,75
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

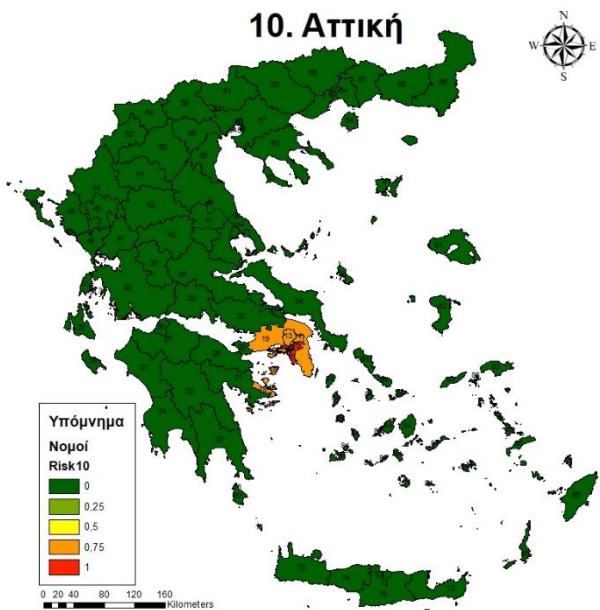
TK	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TK	67	68	69	70	71	72	73	74	80	81	82	83	84	85
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0,5	0,75	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	1	0,75	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	1	1	0,25	0	0,75	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0,5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0,75	0,5	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

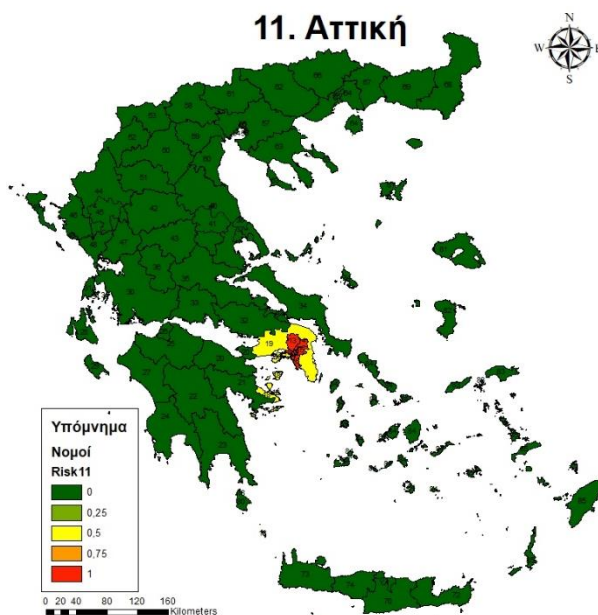
TK	67	68	69	70	71	72	73	74	80	81	82	83	84	85
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,25
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Παράρτημα IV

10. Αττική



11. Αττική



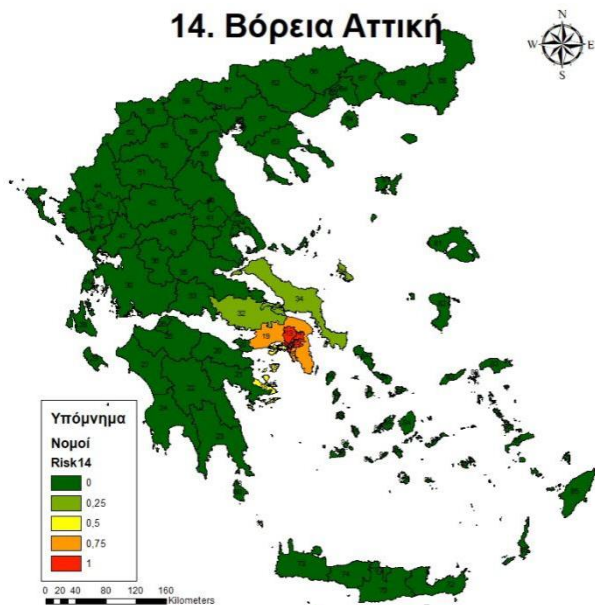
12. Δυτική Αττική



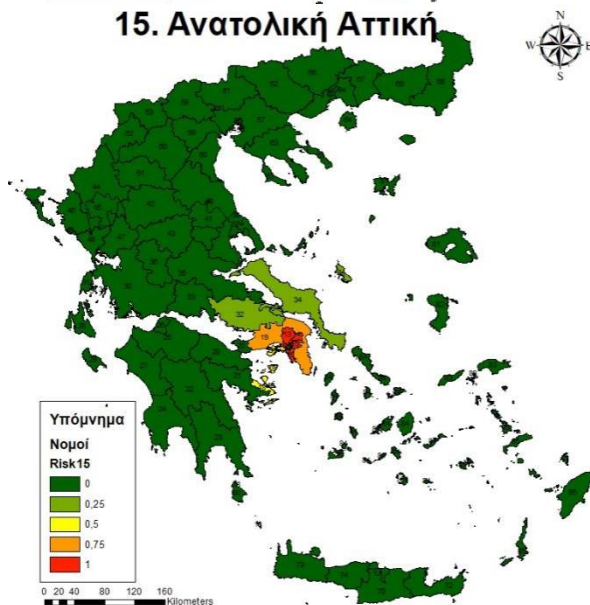
13. Δυτική Αττική



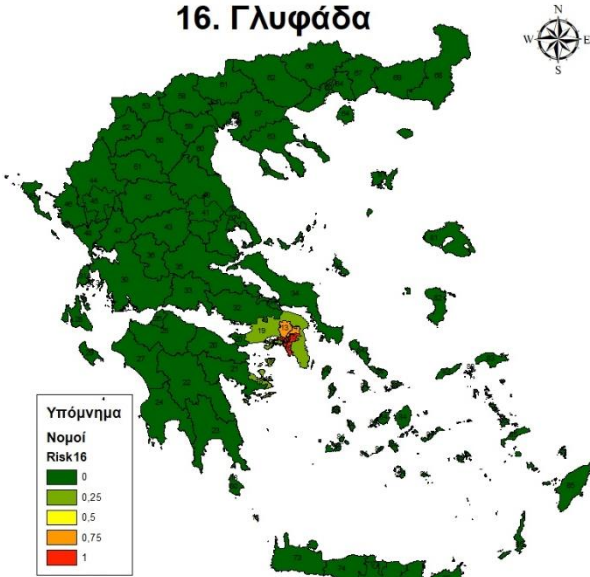
14. Βόρεια Αττική



15. Ανατολική Αττική



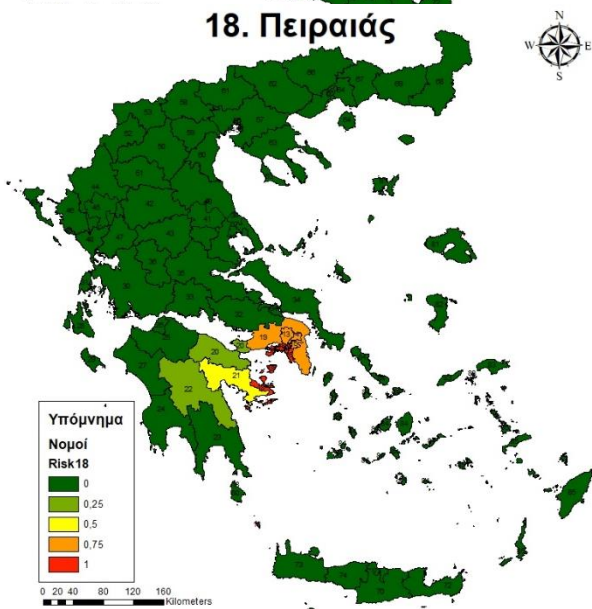
16. Γλυφάδα



17. Καλλιθέα



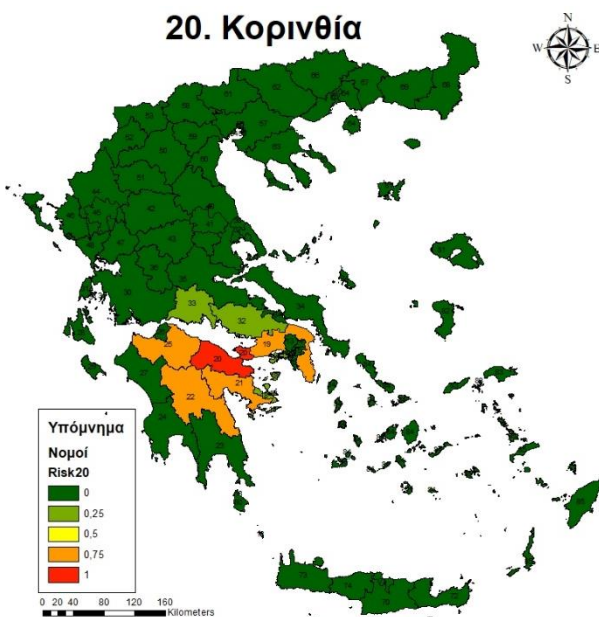
18. Πειραιάς



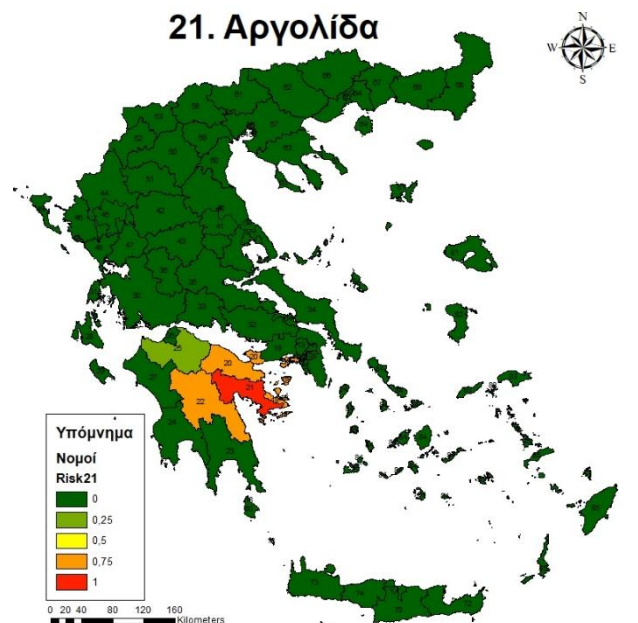
19. Υπόλοιπο Αττικής



20. Κορινθία



21. Αργολίδα



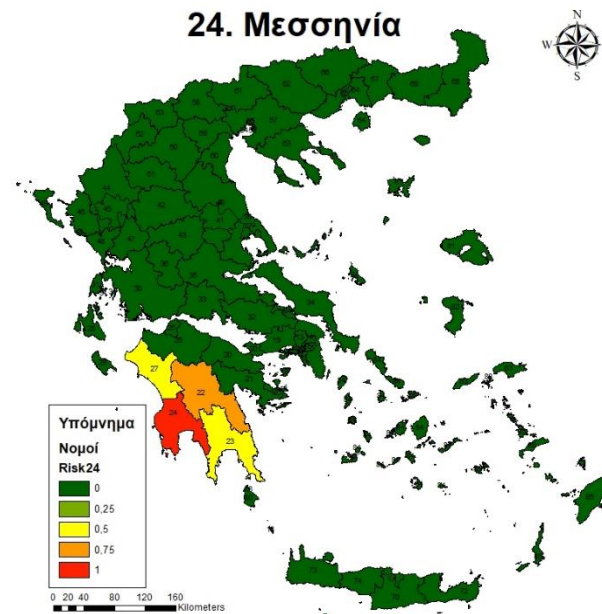
22. Αρκαδία



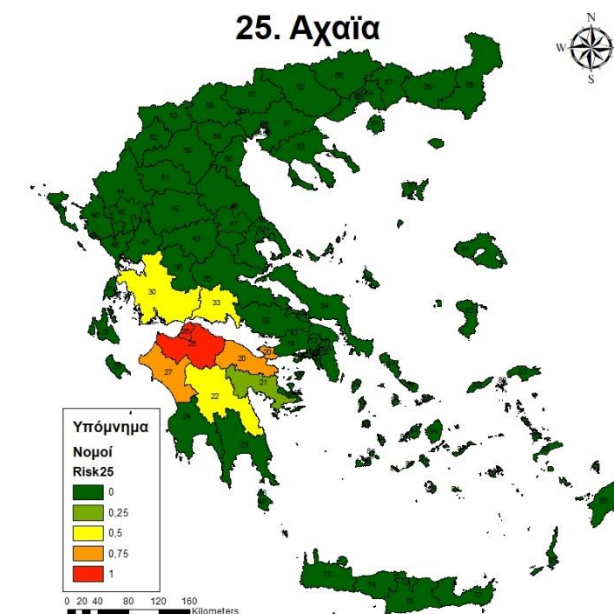
23. Λακωνία



24. Μεσσηνία



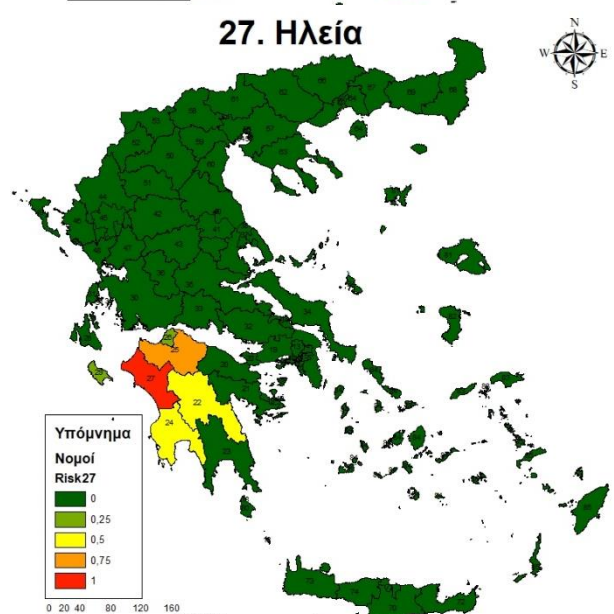
25. Αχαΐα



26. Αχαΐα



27. Ηλεία



28. Κεφαλονιά



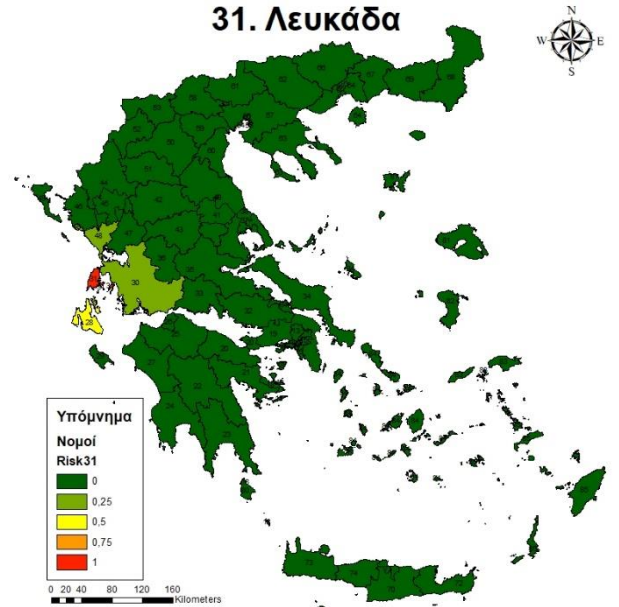
29. Ζάκυνθος



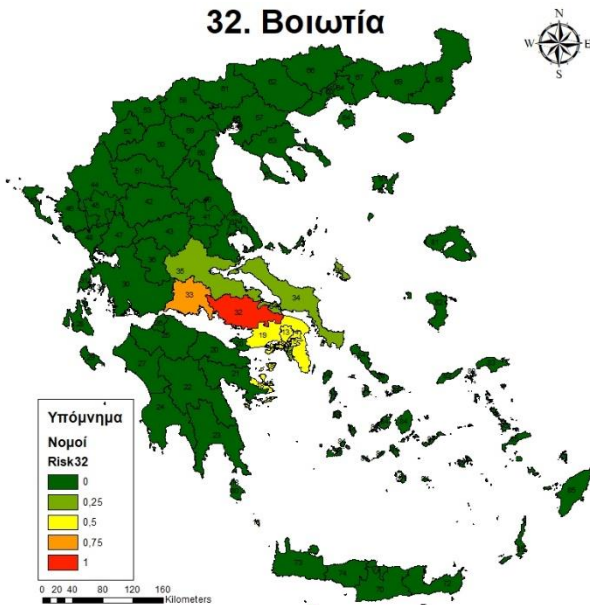
30. Αιτωλοακαρνανία



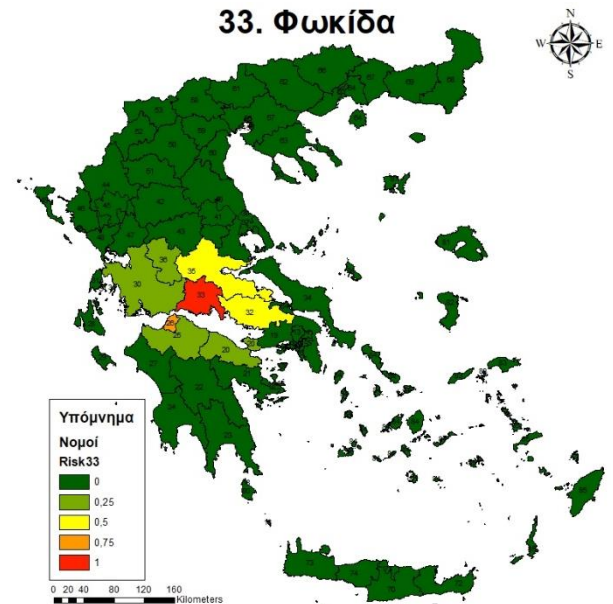
31. Λευκάδα



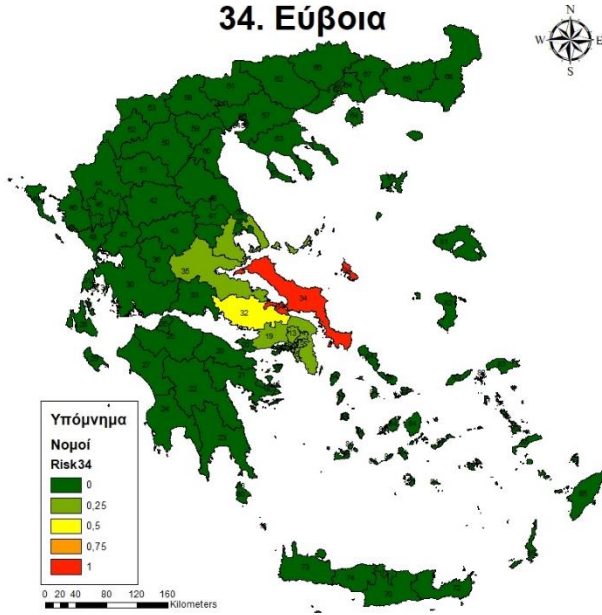
32. Βοιωτία



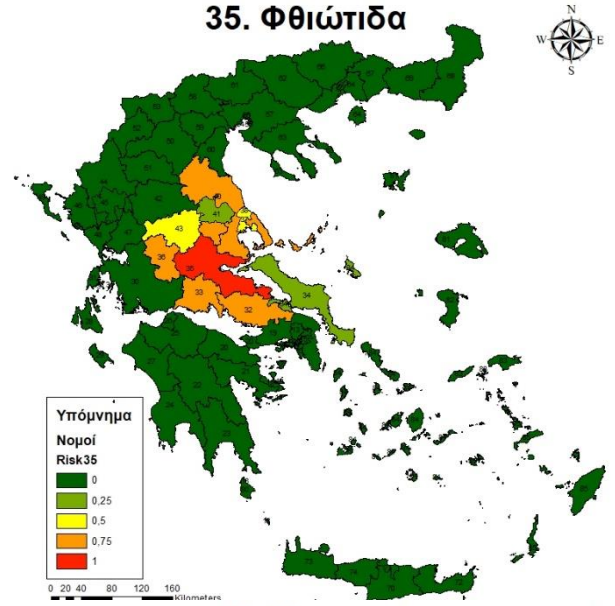
33. Φωκίδα



34. Εύβοια



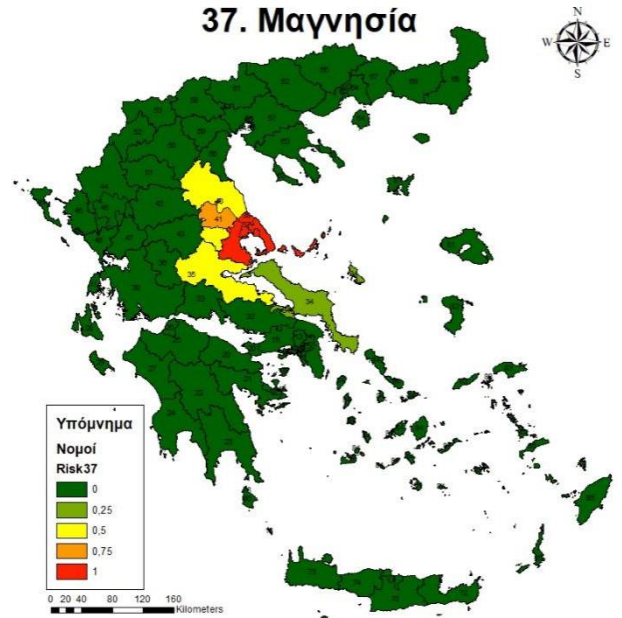
35. Φθιώτιδα



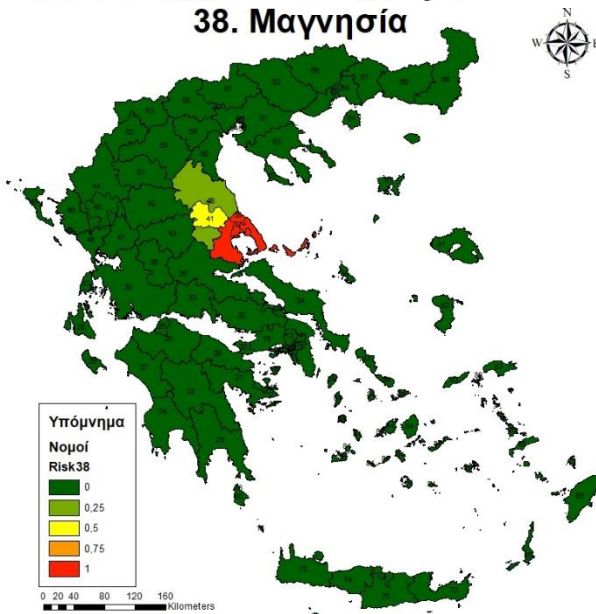
36. Ευρυτανία



37. Μαγνησία



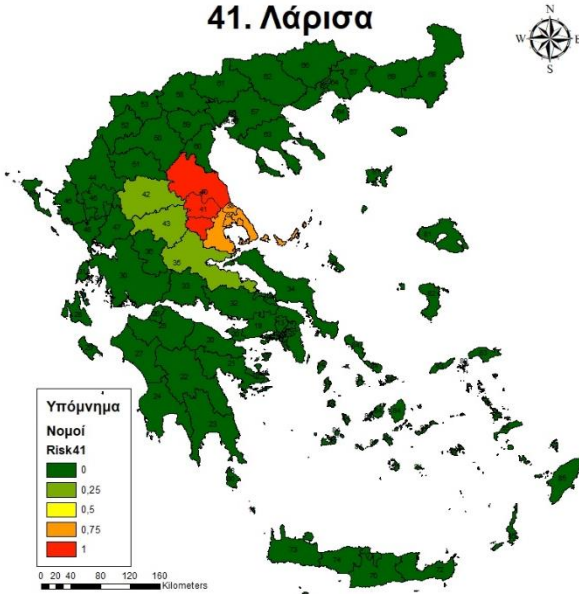
38. Μαγνησία



40. Λάρισα



41. Λάρισα



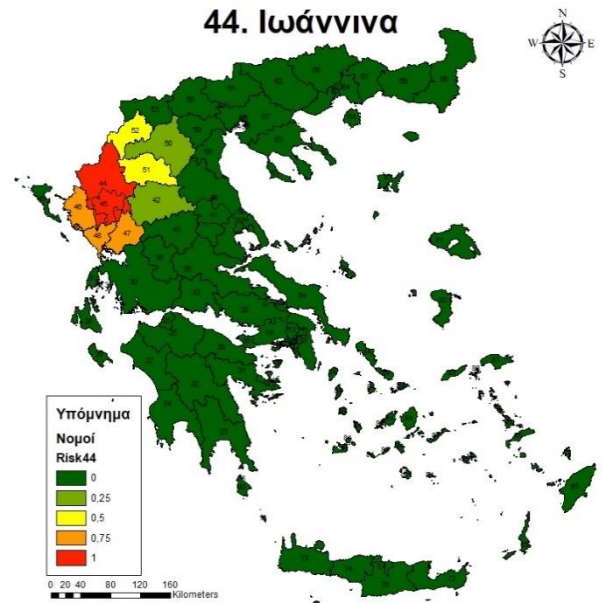
42. Τρίκαλα



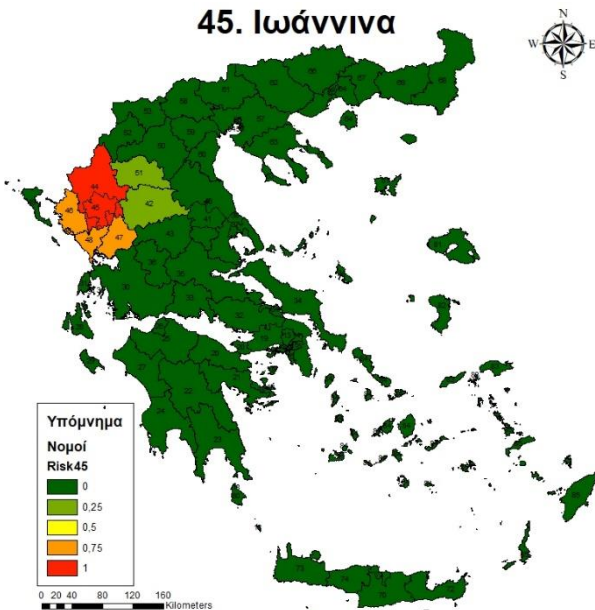
43. Καρδίτσα



44. Ιωάννινα



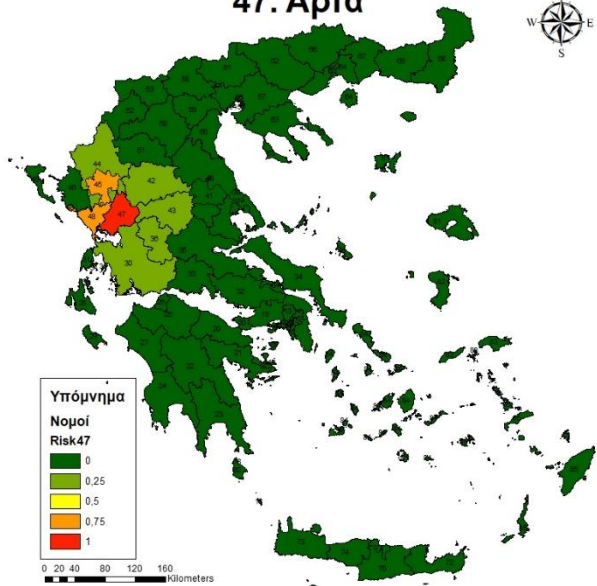
45. Ιωάννινα



46. Θεσπρωτία



47. Άρτα



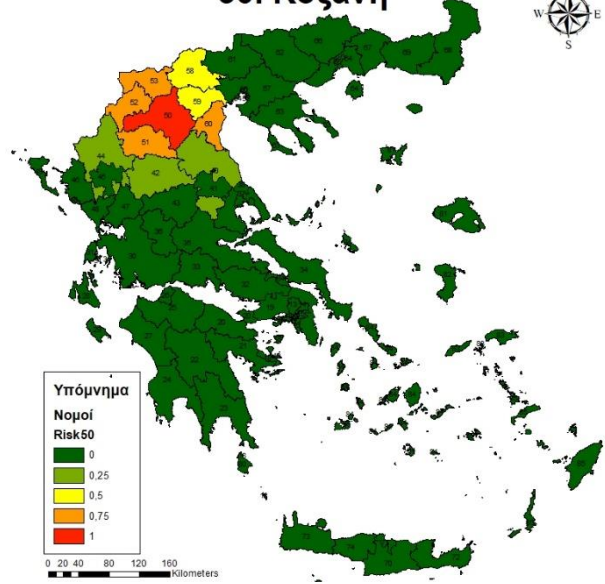
48. Πρέβεζα



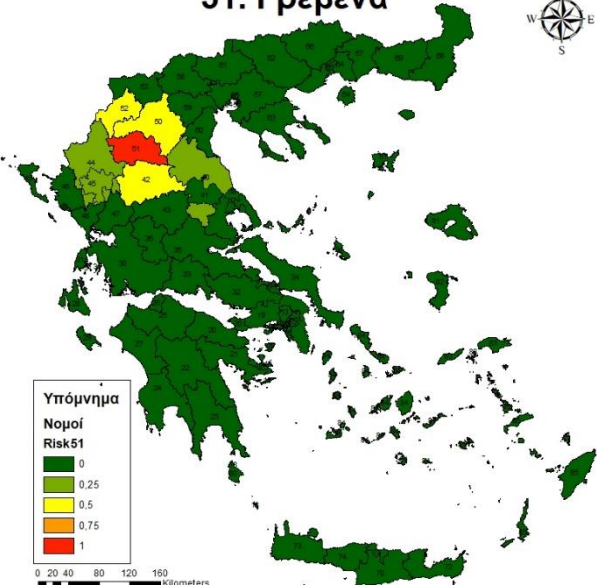
49. Κέρκυρα



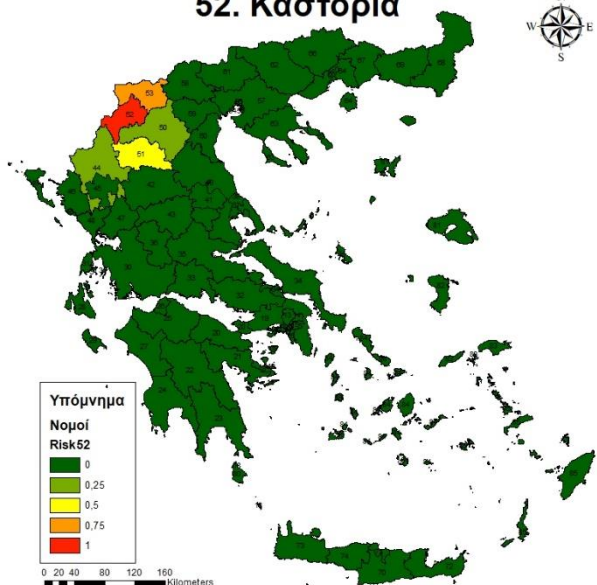
50. Κοζάνη



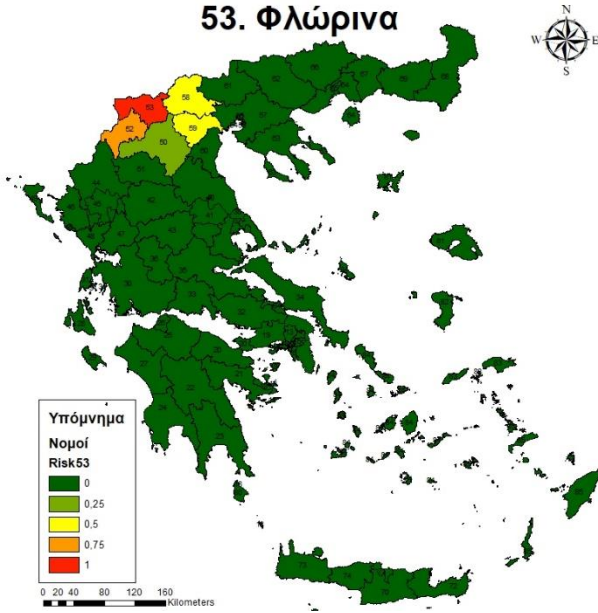
51. Γρεβενά



52. Καστοριά



53. Φλώρινα



54. Θεσσαλονίκη



55. Θεσσαλονίκη



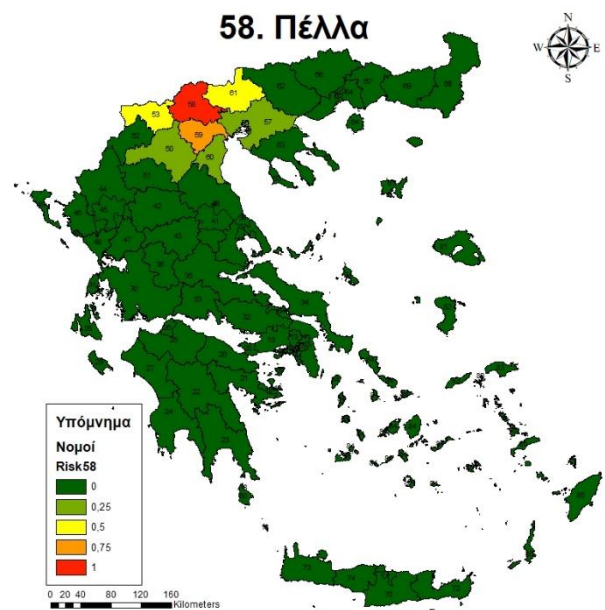
56. Πολύχνη



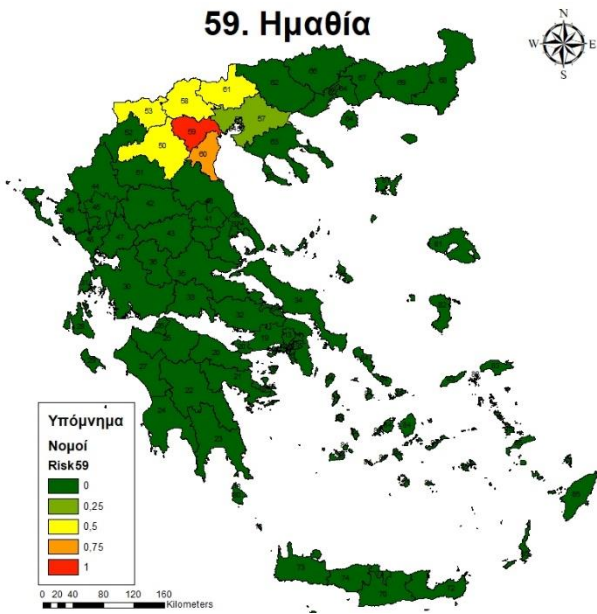
57. Δυτική Θεσσαλονίκη



58. Πέλλα



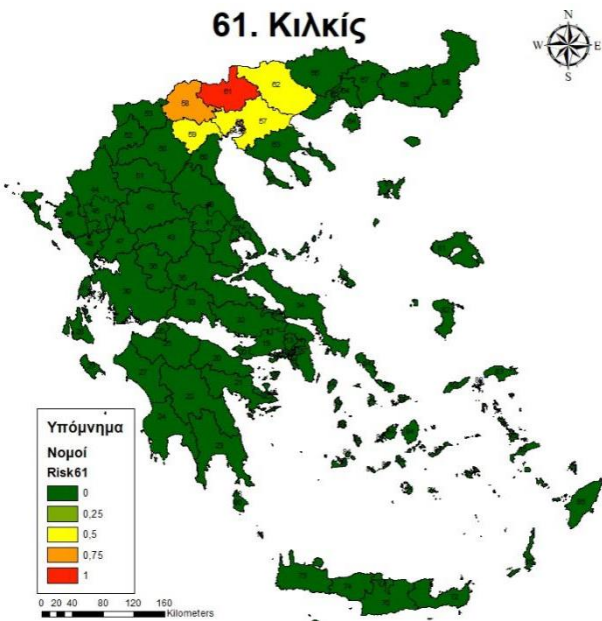
59. Ημαθία



60. Πιερία



61. Κιλκίς



62. Σέρρες



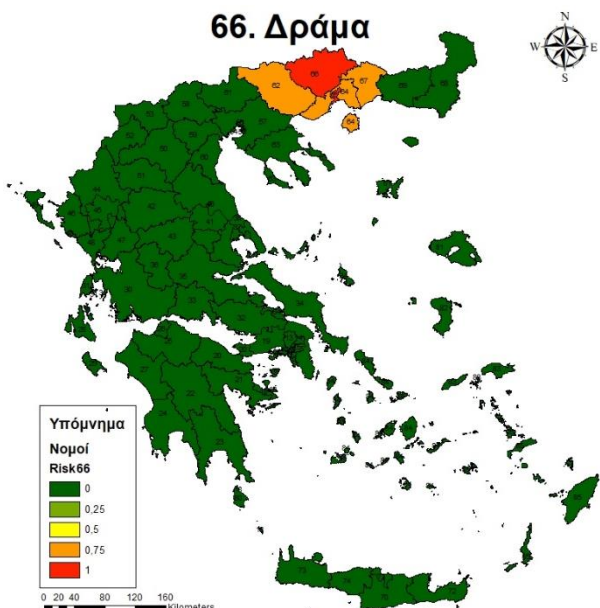
63. Χαλκιδική



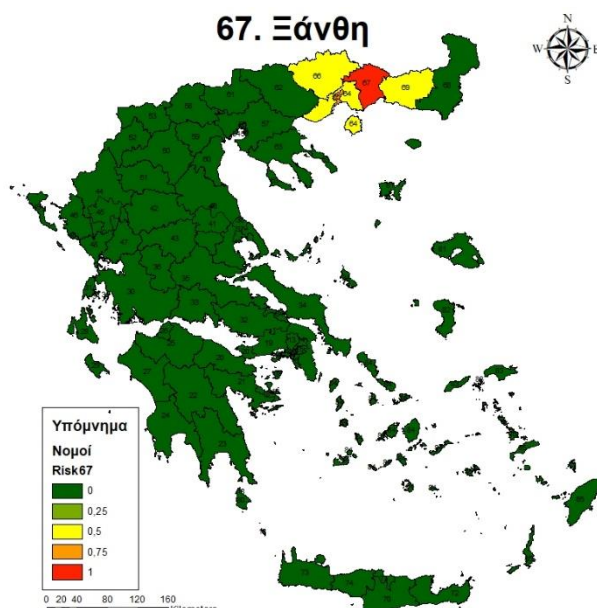
64. Καβάλα



66. Δράμα



67. Ξάνθη



68. Έβρος



69. Ροδόπη



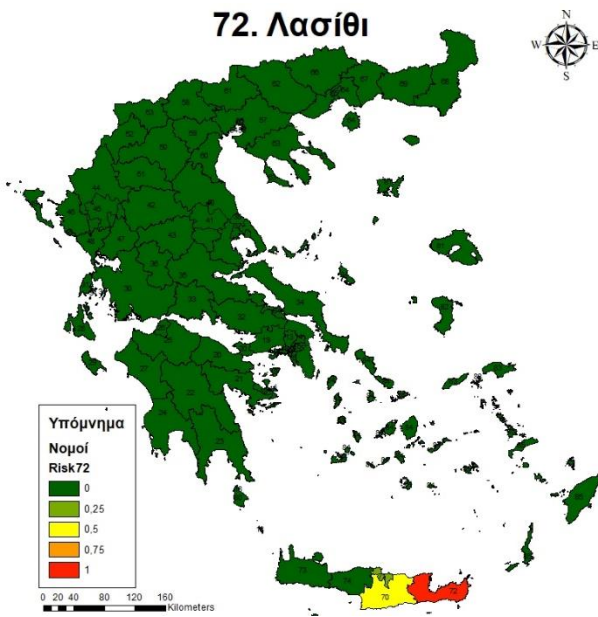
70. Ηράκλειο



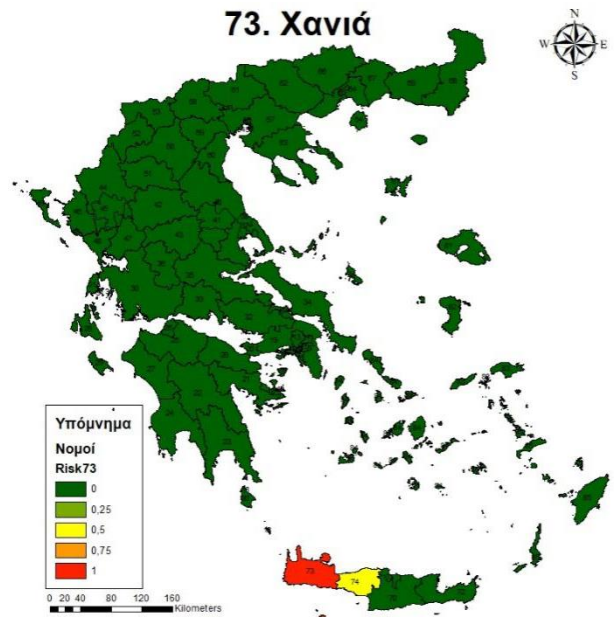
71. Ηράκλειο



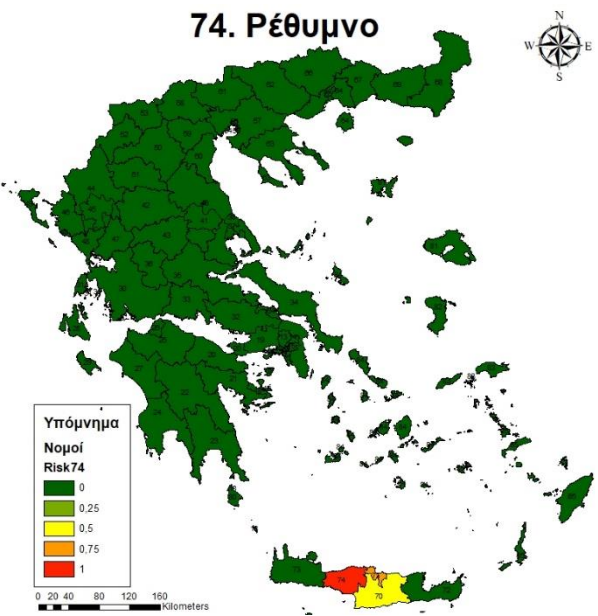
72. Λασιθί



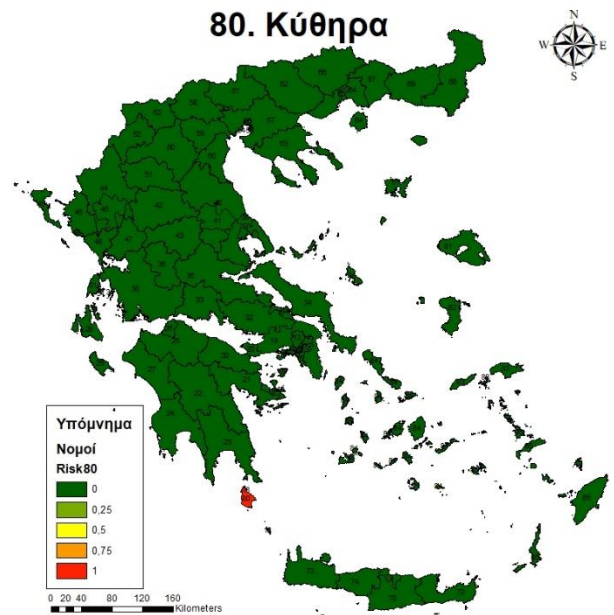
73. Χανιά



74. Ρέθυμνο



80. Κύθηρα



81. Λέσβος



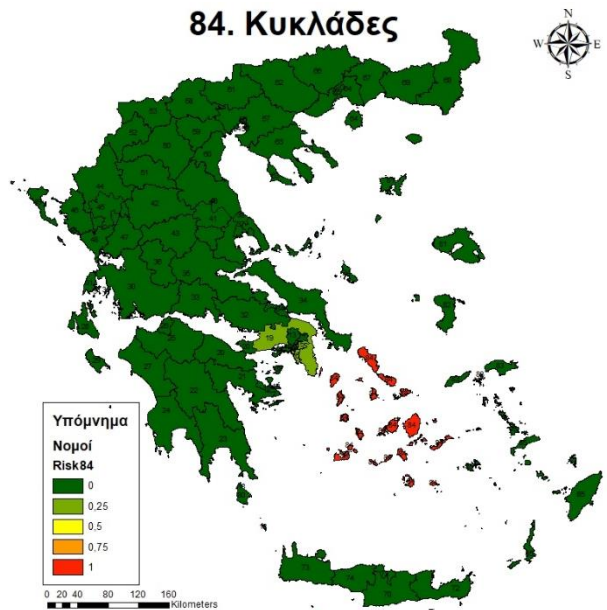
82. Χίος



83. Σάμος



84. Κυκλάδες



85. Δωδεκάνησα



6. Συζήτηση

6.1 Ρυθμός ολίσθησης του ρήγματος στις Ερυθρές

Τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των αεροφωτογραφιών που τραβήχτηκαν μέσω του UAV δείχνουν ότι με αυτή τη μέθοδο μπορούν να δημιουργηθούν χάρτες υψηλής ευκρίνειας, ακόμα μεγαλύτερης σε σχέση με τις δορυφορικές.

Η μεγάλη έκταση που καλύπτει μια δορυφορική εικόνα έχει σαν αποτέλεσμα την μικρή ευκρίνεια της με αποτέλεσμα να μην είναι κατάλληλες για την μέτρηση της κλίσης, της διεύθυνσης και του άλματος ενός ρήγματος, ειδικά σε μικρές σε έκταση περιοχές όπως αυτή που εξετάστηκε στην συγκεκριμένη εργασία.

Αντίθετα στις αεροφωτογραφίες του UAV η ευκρίνεια είναι πολύ μεγάλη και η απεικόνιση φτάνει ακόμα και σε βαθμό χιλιοστού του μέτρου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή πιο λεπτομερών χαρτών που εξάγονται από το ανάγλυφο μιας περιοχής, όπως η κλίση της, η διεύθυνση και το άλμα ενός ρήγματος.

Το μειονέκτημα των UAV αεροφωτογραφιών είναι ο τεράστιος όγκος δεδομένων που χρειάζεται για τη δημιουργία ενός νέφους σημείων με αποτέλεσμα όσο μεγαλύτερη είναι η περιοχή μελέτης να αυξάνεται εκθετικά ο όγκος δεδομένων και ο χρόνος επεξεργασίας τους.

Τέλος, μέσω των τοπογραφικών τομών που δημιουργήθηκαν στη περιοχή μελέτης από τα νέφη σημείων, υπολογίστηκε το ύψος του μεταπαγετώδους κρημνού (scarp) του ρήγματος στις Ερυθρές.

Από αυτό το ύψος προέκυψε ο μέσος ρυθμός ολίσθησης του ρήγματος, ιδιαίτερα λαμβάνοντας υπόψη το ρυθμό από τη δεύτερη περιοχή. Συγκεκριμένα ο ρυθμός ολίσθησης που μετρήθηκε είναι της τάξης $0,35 \pm 0,02$ mm/yr.

Έτσι το ενεργό ρήγμα των Ερυθρών μπορεί να θεωρηθεί ως ένα από τα ενεργά ρήγματα στην Αττική που αναμένουμε ισχυρό σεισμικό φαινόμενο, καθώς αν συγκρίνουμε τον ρυθμό ολίσθησης με τα υπόλοιπα ρήγματα του Νομού βρίσκεται στην έκτη θέση με τον υψηλότερο ρυθμό ολίσθησης (G. Deligiannakis et al., 2016).

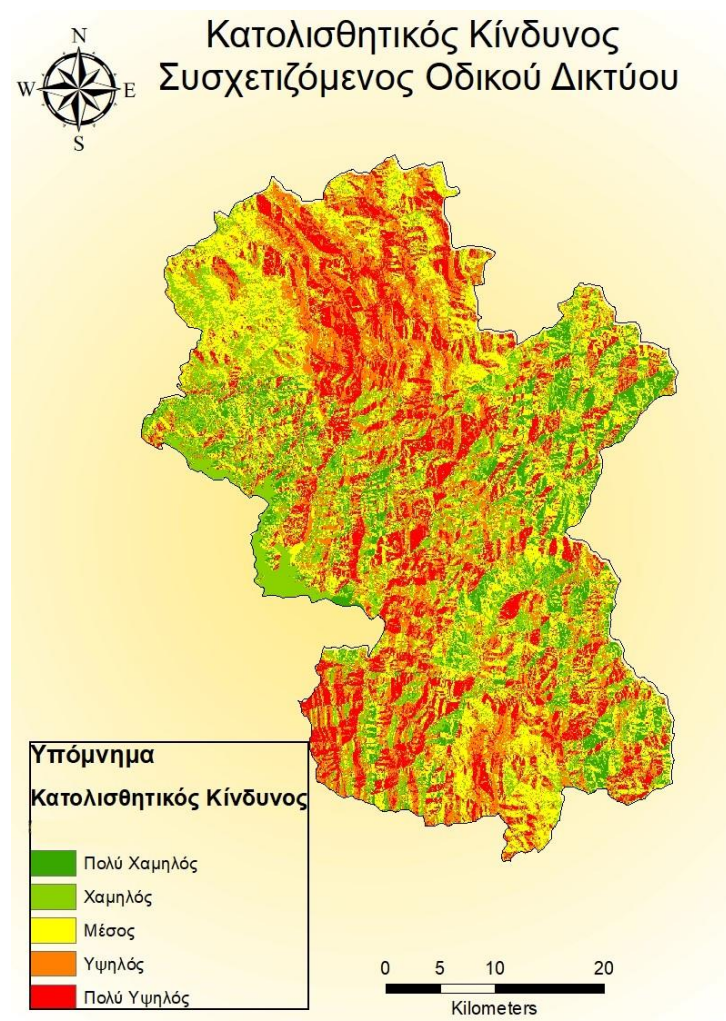
Για την δημιουργία ενός πιο αξιόπιστου ρυθμού ολίσθησης θα πρέπει να μελετηθούν περισσότερα σημεία με περισσότερες λήψεις αεροφωτογραφιών για την δημιουργία καλύτερων 3D μοντέλων.

6.2 Κατολισθητικό μοντέλο Ευρυτανίας

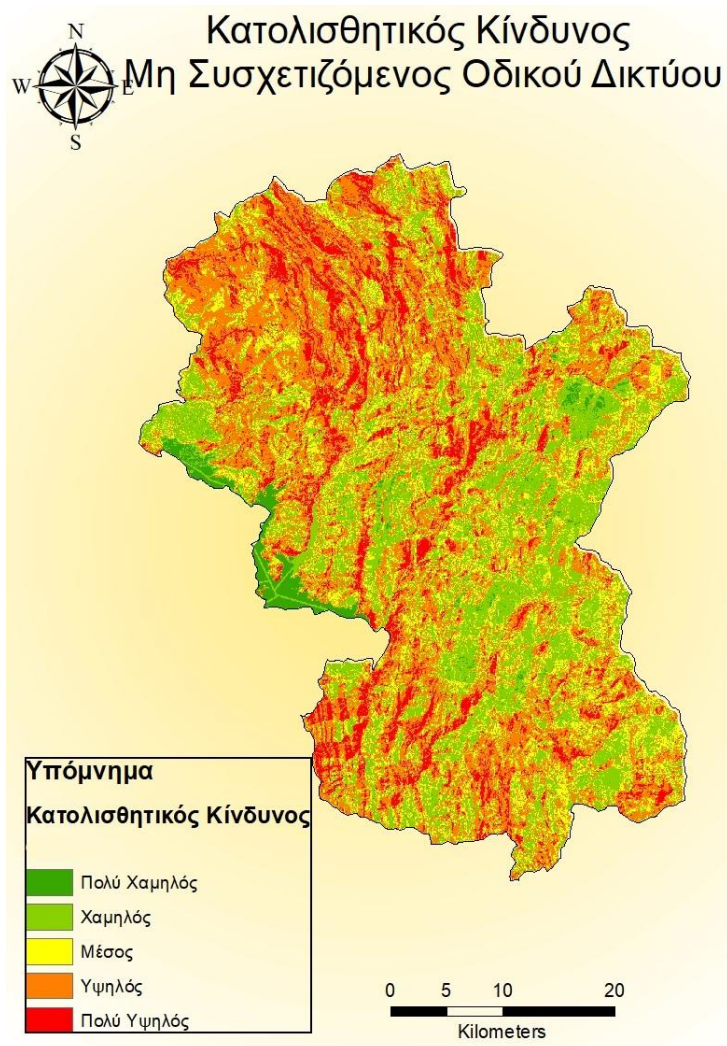
Στη συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιώντας τα καταγεγραμμένα σημεία κατολισθήσεων στο Νομό δημιουργήθηκε ένα στατιστικό μοντέλο πρόβλεψης κατολισθητικού κινδύνου με τη στατιστική μέθοδο της λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression). Η διαφορά είναι ότι έγινε αρχικά ένας διαχωρισμός των καταγεγραμμένων κατολισθήσεων σε αυτές που μπορεί να οφείλονται σε ανθρωπογενείς και μη παράγοντες, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν δύο διαφορετικά μοντέλα κατολισθητικού κινδύνου για τον Νομό.

Σύγκριση των μοντέλων

Παρατηρείται ότι οι παράγοντες κλίση, η απόσταση από τα ρήγματα και από το υδρογραφικό δίκτυο επηρεάζουν το ίδιο και τα δύο στατιστικά μοντέλα, ενώ η ομόρροπη κλίση στρωμάτων και στρώσης παίζει σημαντικότερο ρόλο στο μοντέλο πρόβλεψης κατολισθήσεων πλησίον του οδικού δικτύου. Αντίθετα η γεωλογία και η χρήση γης επηρεάζουν το μοντέλο στην περίπτωση των απομακρυσμένων κατολισθήσεων από το οδικό δίκτυο και μάλιστα σημαντικά, ενώ στο πρώτο μοντέλο σημαντικό ρόλο παίζει η κλίση των πρανών.



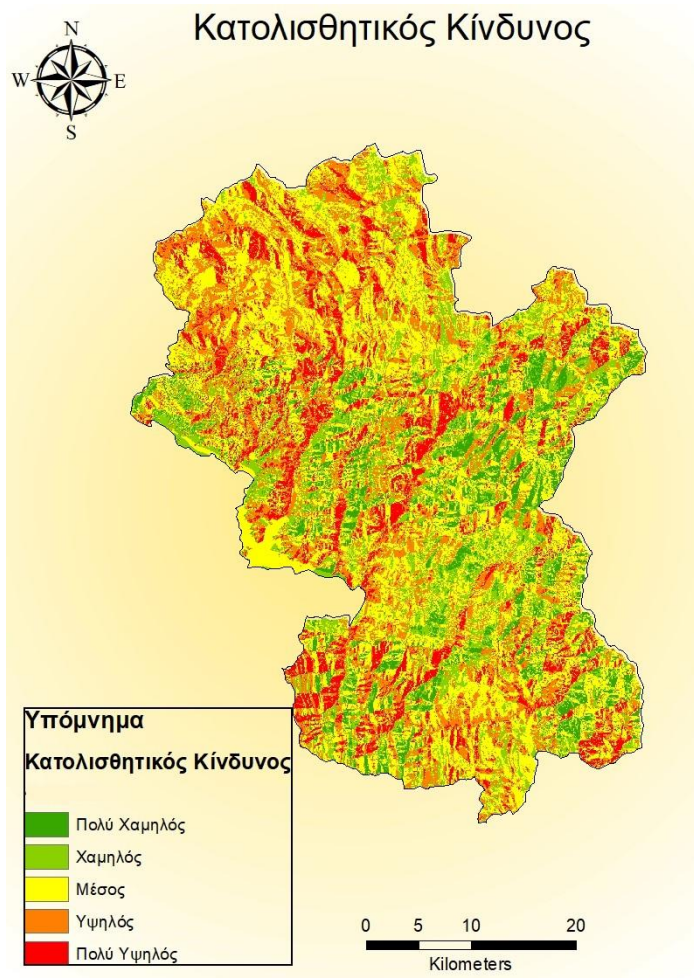
Εικόνα 6.2.1: Χάρτης κατολισθητικού κινδύνου πλησίον οδικού δικτύου



Εικόνα 6.2.2: Χάρτης κατολισθητικού κινδύνου μη σχετιζόμενος του οδικού δικτύου

Στην περίπτωση που δεν γίνει διάκριση μεταξύ των κατολισθήσεων με την απόστασή τους από το οδικό δίκτυο, τότε το στατιστικό μοντέλο που προκύπτει από την λογιστική παλινδρόμηση είναι:

$$Y = 1,3 - 0,05 * Aspect - 0,05 * Depth + 0,05 * RiverDistance + 0,07 * FaultDistance - 0,4 * SameDirectional + 0,06 * Geology + 0,03 * Land Use - 0,05 * Altitude + 0,08 * Slope$$



Εικόνα 6.2.3: Χάρτης κατολισθητικού κινδύνου ανεξάρτητα του οδικού δικτύου

Δηλαδή δεν υπολογίζονται μόνο 2 παράγοντες από τους συνολικά 11, η βροχόπτωση και η καμπυλότητα.

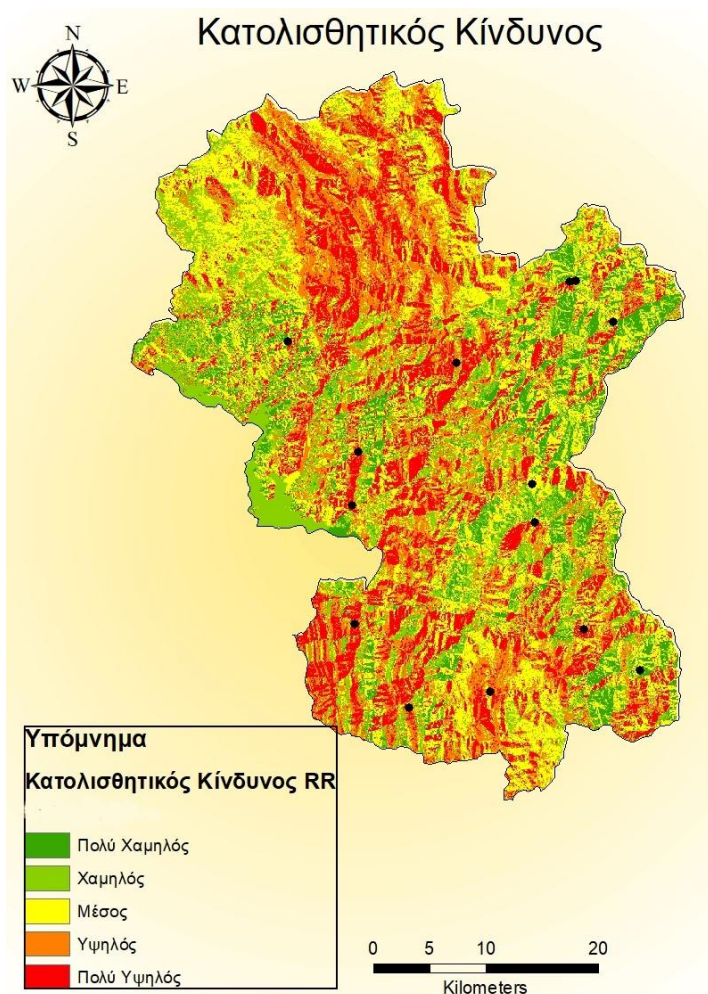
Η ακριβής πρόβλεψη του κινδύνου κατολίσθησης είναι δύσκολη λόγω των σύνθετων διαδικασιών και των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων που αναδιαμορφώνουν συνεχώς την επιφάνεια της Γης. Το σύνολο δεδομένων κατολίσθησης υποδιαιρέθηκε περαιτέρω σε περιοχές No Road Related και Road Related και δύο ξεχωριστά μοντέλα αναπτύχθηκαν και συγκρίθηκαν.

Τα μοντέλα θα μπορούσαν να αναδιαμορφωθούν από μια μεγαλύτερη βάση δεδομένων κατολίσθησεων που θα συγκεντρωθούν μελλοντικά καθώς δεν υπήρχε μεγάλος όγκος δεδομένων για να εξαχθεί ένα πιο ακριβές μοντέλο και ταυτόχρονα να μείνει ένα 20% σημείων κατολίσθησεων για να γίνει validation του μοντέλου.

Ως εκ τούτου, αυτή η διαδικασία θα μπορούσε να είναι χρήσιμη ως ένα πρώτο βήμα ανάπτυξης της επικινδυνότητας κατολίσθησεων και ενδεχομένως να δείξει

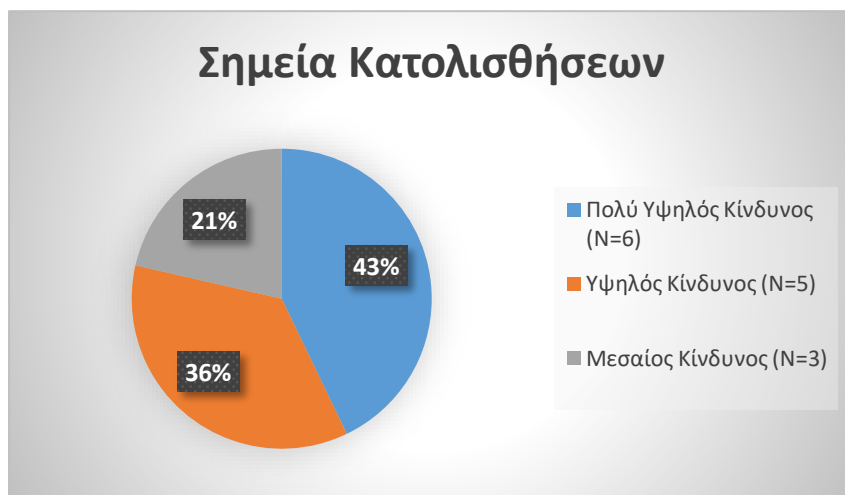
σταθερές περιοχές όπου δεν θα χρειάζεται η πρόβλεψη επικινδυνότητας κατολισθήσεων.

Στο μοντέλο του κατολισθητικού κινδύνου πλησίον του οδικού δικτύου όταν εισαχθούν τα σημεία των κατολισθήσεων που είχαν εξαιρεθεί στην αρχή της διαδικασίας για να χρησιμεύσουν στο τέλος για την βαθμονόμηση του μοντέλου προκύπτει η εξής εικόνα:



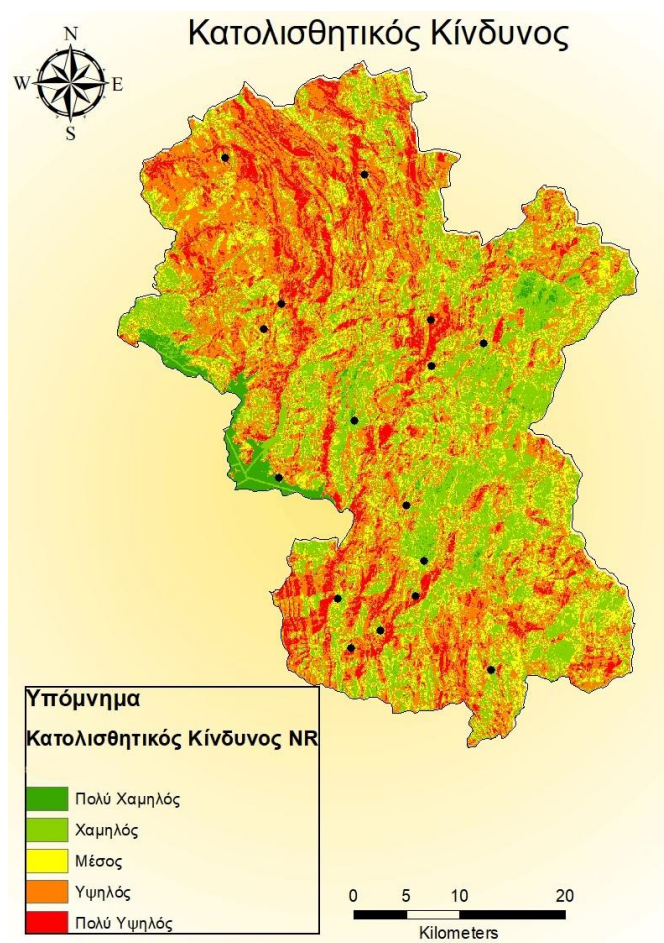
Εικόνα 6.2.4: Χάρτης κατολισθητικού κινδύνου πλησίον του οδικού δικτύου με σημεία κατολίσεσης.

Πιο αναλυτικά στην παραπάνω εικόνα φαίνεται:



Άρα προκύπτει ότι το 79% των σημείων ανήκουν στις κατηγορίες υψηλού και πολύ υψηλού κινδύνου κατολίσθησης.

Αντίστοιχα για το μοντέλο κατολισθητικού κινδύνου ανεξάρτητα του οδικού δικτύου



Εικόνα 6.2.5: Χάρτης κατολισθητικού κινδύνου ανεξάρτητα του οδικού δικτύου με σημεία κατολίσθησης.

Πιο αναλυτικά στην παραπάνω εικόνα φαίνεται:



Άρα προκύπτει ότι το 88% των σημείων ανήκουν στις κατηγορίες υψηλού και πολύ υψηλού κινδύνου κατολισθήσεως.

Φαίνεται ότι οι ύπαρξη αρχικά περισσότερων σημείων κατολισθήσεων που είναι ανεξάρτητα με το οδικό δίκτυο δημιούργησαν ένα μοντέλο κατολισθητικού κινδύνου πιο αξιόπιστο.

Αυτή η διαφορά φαίνεται και στη δημιουργία των ROC καμπυλών για κάθε μοντέλο, η οποία είναι μια γραφική απεικόνιση που απεικονίζει τη διαγνωστική ικανότητα ενός δυαδικού συστήματος.

Έτσι μέσω του R-studio και των ακόλουθων εντολών, προκύπτουν οι ROC καμπύλες για τις κατολισθήσεις πλησίον του οδικού δικτύου (RR) και μη (NR):

```
p <- predict(par_log, newdata=test, type="response")
```

```
pr <- prediction(p, test$Id)
```

```
prf <- performance(pr, measure = "tpr", x.measure = "fpr")
```

```
plot(prf, main="ROC curve")
```

```
auc <- performance(pr, measure = "auc")
```

```
auc <- auc@y.values[[1]]
```

```
auc
```

```
glm(formula = Id ~ Road_Eucl_ + Slope_Degr + Geology_Fi + Format_Asp,  
     family = "binomial", data = training)
```

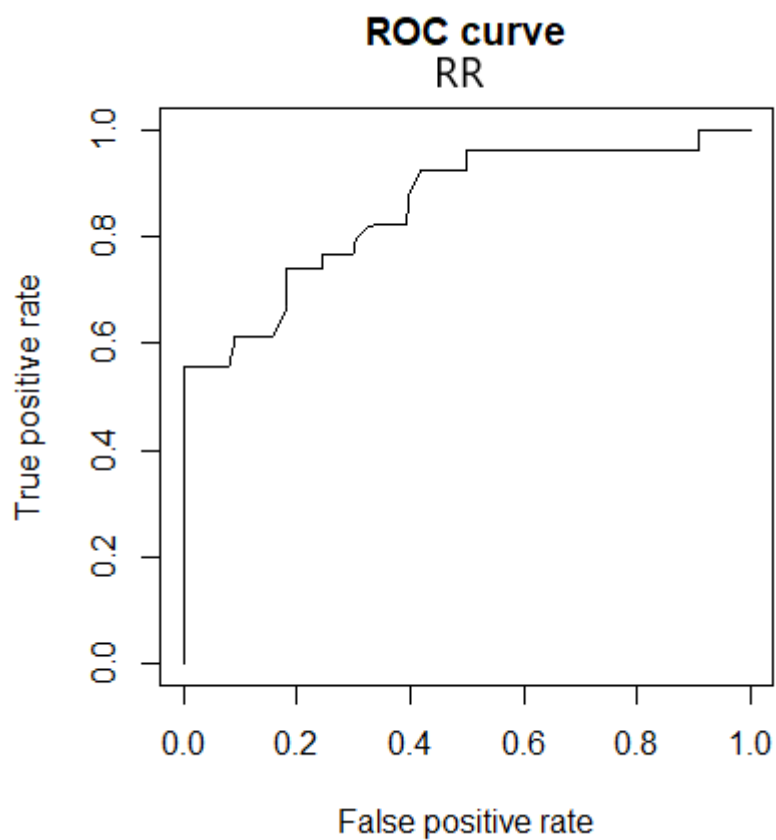
Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.29077	-0.37994	0.05581	0.45638	2.13586

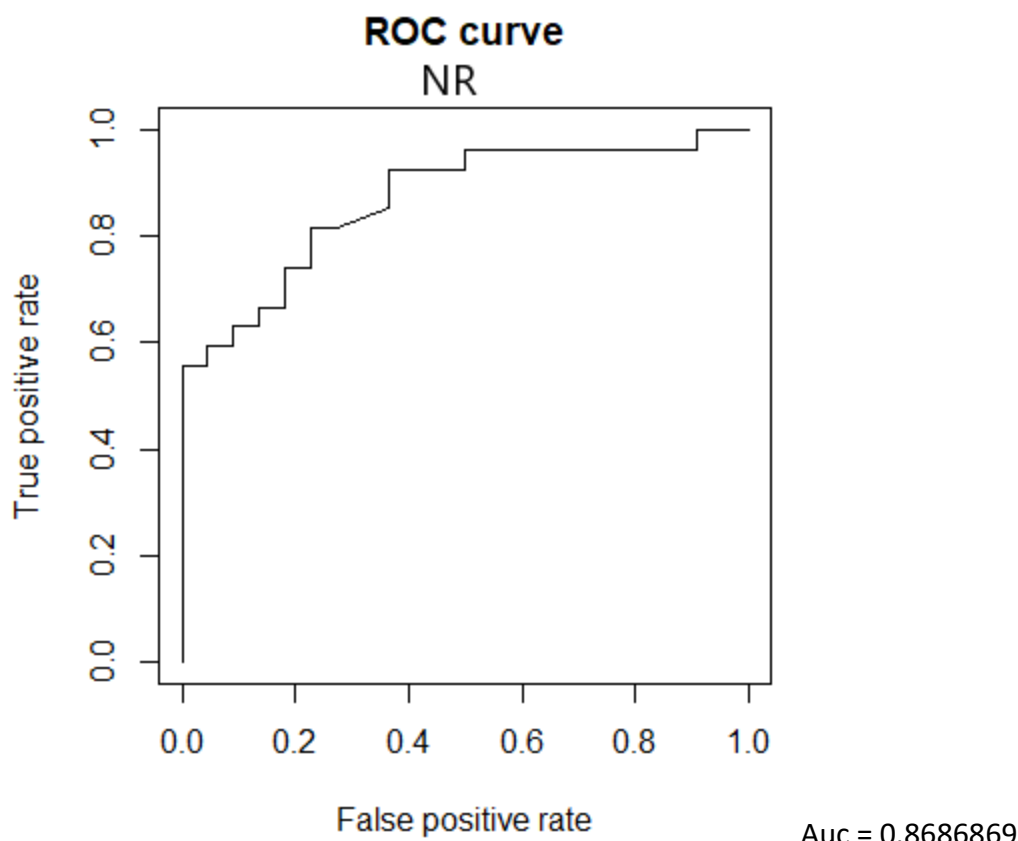
Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.4817869	0.9458642	-2.624	0.00869 **
Road_Eucl_	-0.0027039	0.0006587	-4.105	4.05e-05 ***
Slope_Degr	1.0628508	0.2633262	4.036	5.43e-05 ***
Geology_Fi	0.8472103	0.1692513	5.006	5.57e-07 ***
Format_Asp	-3.5919442	0.5694431	-6.308	2.83e-10 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Auc = 0.8031675



Παρατηρείται δηλαδή ότι το Auc, δηλαδή η επιφάνεια κάτω από την καμπύλη, είναι μεγαλύτερο για το μοντέλο με τα απομακρυσμένα σημεία από τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Η επιφάνεια αυτή όσο πλησιάζει προς το 1 τόσο μεγαλύτερες είναι η πιθανότητες για να γίνει σωστή πρόβλεψη κατολίθησης ή μη.

Έτσι προκύπτει ότι με την παρατήρηση και καταγραφή περισσότερων σημείων κατολισθήσεων στην περιοχή θα έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ενός μοντέλου όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστο.

6.3 Συσχέτιση σεισμικού κινδύνου

Ο σκοπός ήταν να δημιουργηθεί μία συσχέτιση μεταξύ των περιοχών της Ελλάδας ως προς το σεισμικό κίνδυνο, καθώς όπως παρατηρήθηκε οι συσχετίσεις του Solvency II δεν είχε τον χαρακτήρα του hazard map, καθώς τα αποτελέσματα δεν μπορούσαν να δικαιολογηθούν ούτε γεωλογικά ούτε ιστορικά. Παρατηρήθηκε περιοχές που δεν χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη σεισμικότητα να μπορούν να συσχετίζονται με ένα μεγάλο μέρος του Ελλαδικού χώρου, απομακρυσμένες περιοχές να συσχετίζονται χωρίς οι ενδιάμεσες γειτονικές τους περιοχές να επηρεάζονται στο ελάχιστο. Έτσι προκύπτει το συμπέρασμα ότι για τον συγκεκριμένο κανονισμό δημιουργήθηκε μία συσχέτιση που στηρίζεται περισσότερο στα κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια παρά

στα φυσικά και γεωλογικά όπως θα ανέμενε κανείς. Το γεγονός αυτό δεν προσφέρει την απαραίτητη διαφάνεια για την κατανόηση των σεισμικών, αλλά και άλλων φυσικών καταστροφών, συσχετίσεων ανά Νομό της χώρας.

Για αυτό το λόγο έγινε η προσπάθεια να δημιουργηθεί μία συσχέτιση κάθε Νομού της Ελλάδας με οποιονδήποτε άλλο καθαρά με γεωλογικά κριτήρια, για να δημιουργηθούν οι πραγματικοί χάρτες επικινδυνότητας.

Οι χάρτες που δημιουργήθηκαν δείχνουν ότι τη μεγαλύτερη συσχέτιση την έχουν οι περιοχές της Αττικής όπως η περιοχή με ταχυδρομικό κώδικα που ξεκινάει από το 19, δηλαδή το υπόλοιπο Αττικής, καθώς επηρεάζει άλλες 14 γειτονικές περιοχές. Οι υπόλοιπες περιοχές του Ελλαδικού χώρου που έχουν μεγάλη συσχέτιση με τις γειτονικές τους είναι οι περιοχές με αρχικά ψηφία το 42 στον ταχυδρομικό κώδικα, δηλαδή τα Τρίκαλα που επηρεάζουν 11 γειτονικές περιοχές και οι 35, 40, 50 και 57 δηλαδή η Φθιώτιδα Λάρισα, η Κοζάνη και η Δυτική Θεσσαλονίκη αντίστοιχα που επηρεάζουν 10 περιοχές. Αντίθετα τα νησιά του Αιγαίου, όπως οι Κυκλάδες, τα Δωδεκάνησα και τα νησιά Βορείου Αιγαίου, δηλαδή με αρχικά ψηφία 84, 85, 81, 82 αντίστοιχα δεν συσχετίζονται με καμία άλλη περιοχή. Τέλος, όπως ήταν αναμενόμενο, οι περιοχές που δυνητικά μπορούν να δημιουργήσουν τις περισσότερες υλικές ζημιές είναι οι περιοχές της Αττικής καθώς είναι και οι πιο πυκνό - κατοικημένες.

7. Συμπεράσματα

Στην εποχή μας, οι φυσικές καταστροφές παρουσιάζονται σε ολοένα και μεγαλύτερες χωρικές κλίμακες με τεράστιες επιπτώσεις σε κάθε επίπεδο, κάνοντας πλέον την ανάγκη για θωράκιση των κοινωνιών να αποτελεί προτεραιότητα. Οι σεισμοί και οι κατολισθήσεις αποτελούν φαινόμενα των οποίων η αποτελεσματική διαχείριση προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλου σχεδιασμού από την πλευρά της πολιτείας αλλά και παιδείας και ετοιμότητας από την πλευρά των πολιτών. Προς αυτή την κατεύθυνση, θα πρέπει να δημιουργηθεί και να θωρακισθεί το κατάλληλο θεσμικό πλαίσιο (νομικό, εκπαιδευτικό κλπ.) το οποίο θα αποτελέσει βασικό εργαλείο στην προσπάθεια για την δημιουργία νοοτροπίας και πολιτισμού σε εθνικό επίπεδο, πάνω στο θέμα των φυσικών καταστροφών.

Ως προς την εφαρμογή για τον υπολογισμό του ρυθμού ολίσθησης ενός ενεργού ρήγματος, λόγω ότι στις αεροφωτογραφίες του UAV η ευκρίνεια είναι πολύ μεγάλη και η απεικόνιση φτάνει ακόμα και σε βαθμό χιλιοστού του μέτρου, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή πιο λεπτομερών χαρτών που εξάγονται από το ανάγλυφο μας περιοχής, όπως η κλίση της, η διεύθυνση και το άλμα ενός ρήγματος. Με αυτή τη διαδικασία προέκυψε ο μέσος ρυθμός ολίσθησης του ρήγματος, ιδιαίτερα λαμβάνοντας υπόψη το ρυθμό από τη δεύτερη περιοχή. Συγκεκριμένα ο ρυθμός ολίσθησης που μετρήθηκε είναι της τάξης $0,35 \pm 0,02$ mm/yr.

Ως προς την εφαρμογή για την δημιουργία διαφορετικού κατολισθητικού μοντέλου για πλησίον σε ανθρώπινες παρεμβάσεις σε σχέση με απομακρυσμένες περιοχές, με τη βοήθεια της λογιστικής παλινδρόμησης, φάνηκε είναι χρήσιμος αυτός ο διαχωρισμός καθώς υπάρχουν διαφορετικά αποτελέσματα και λαμβάνονται υπόψη άλλη παράγοντες σε κάθε μοντέλο.

Τέλος στην τελευταία εφαρμογή προέκυψε το συμπέρασμα ότι για τον συγκεκριμένο κανονισμό (Solvency II) δημιουργήθηκε μία συσχέτιση που στηρίζεται περισσότερο στα κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια παρά στα φυσικά και γεωλογικά όπως θα ανέμενε κανείς. Το γεγονός αυτό δεν προσφέρει την απαραίτητη διαφάνεια για την κατανόηση των σεισμικών συσχετίσεων ανά Νομό της χώρας. Έτσι έγινε η προσπάθεια να δημιουργηθεί μία συσχέτιση μεταξύ των ζωνών της Ελλάδας καθαρά με γεωλογικά κριτήρια.

8.Βιβλιογραφία

Tassioglou A., Cotinus D., Grinias El. and Spanou N., (2016). Transforming geological and landslide susceptibility mapping data to linked data for hazard management. Bulletin of the Geological Society of Greece p. 224-241.

Bemis S. P., S. Micklethwaite, D., James S., Akciz S, and Bangash H., (2014). Ground-based and UAV-based photogrammetry: A multi-scale, high-resolution mapping tool for structural geology and paleoseismology, J. Struct. Geol. 69, p.163–178.

Benedetti L., Finkel R., King G., Armijo R., Papanastassiou D., Ryerson F.J., Flerit F., Farber D. & Stavrakakis G. (2003) - Motion on the Kaparelli fault (Greece) prior to the 1981 earthquake sequence determined from ³⁶Cl cosmogenic dating. Terra Nova, 15, p. 118-124.

Bonilla, M.G., Mark, R.K., Lienkaemper, X., (1984). Statistical relations among earthquake magnitude, surface rupture length, and surface fault displacement. Bulletin of the Seismological Society of America 68, pp. 411–428.

Ciomas C., Coca Ramona A., Oniga A., (2013). The Solvency II approach on the capital charge for the non-life catastrophic risk.

Cowie, P.A., Roberts, G.P., (2001). Constraining slip rates and spacings for active normal faults. J. Struct. Geol. 23, pp.1901–1915.

Cowie, P.A., Shipton, Z.K., (1998). Fault tip displacement gradients and process zone dimensions. J. Struct. Geol. 20, pp.983–997.

Deligiannakis, G., Papanikolaou, I.D., Roberts, G, (2016). Fault Specific GIS Based Seismic Hazard Maps for the Attica Region, Greece.

Dounas, A., 1971. 1:50000 Geological Map “Erythrai”, IGME.

Gold R. D., Stephenson W. J., Odum J. K., Briggs R. W., Crone A. J., and Angster S. J. (2013). Concealed Quaternary strike-slip fault resolved with airborne lidar and seismic reflection: The Grizzly Valley fault system, northern Walker Lane, California, J. Geophys. Res. 118, no. 7, pp.3753–3766

Gorsevski P., Gessler P. and Elliot W., (2006). Spatial prediction of landslide hazard using logistic regression and ROC Analysis. Transactions in GIS 2006, 10(3): pp.395–415

Grützner, C., Schneiderwind, S., Papanikolaou, I., Deligiannakis, G., Pallikarakis, A. & Reicherter, K., (2016). New constraints on extensional tectonics and seismic hazard in northern Attica, Greece - the case of the Milesi Fault. Geophysical Journal International 204, pp.180–199.

Harwin S. and Lucieer A., (2012). Assessing the Accuracy of Georeferenced Point Clouds Produced via Multi-View Stereopsis from Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Imagery. Remote Sens. 2012, 4, 1573-1599.

Jackson J.A., Gagnepain J., Houseman G., King G.C.P., Papadimitriou P., Soufleris C. & Virieux J. (1982) - Seismicity, normal faulting, and the geomorphological development of the Gulf of Corinth (Greece): the Corinth earthquakes of February and March 1981. Earth Planet. Sci. Lett., 57, 377-397.

Katsikatsos, G., Migiros, G., Triantaphyllis, M. & Mettos, A., (1986), Geological structure of internal Hellenides (E. Thessaly- SW. Macedonia, Euboea – Attica-Northern Cyclades islands and Lesvos), IGME Geological and Geophysical Research, Special Issue, pp. 191-212

Kokkalas S., et al. 2007. Paleoseismicity of the Kaparelli fault (eastern Corinth Gulf): evidence for earthquake recurrence and fault behavior. Boll.Soc.Geol.It. (Ital.J.Geosci.), Vol. 126, pp. 387-395.

Lekkas, S., & Lozios, S. (2000). Tectonic structure of Mt Hymittos (Attica – Greece). Ann. Geol. Pays Hellen., 38, σ.323-379, Αθήνα.

Boncio P., Lavecchia G. & Pace B., (2003). Defining a model of 3D seismogenic sources for Seismic Hazard Assessment applications: The case of central Apennines (Italy). *Journal of Seismology* 8: pp.407–425.

Papanikolaou, D., and Papanikolaou, I., (2007). Geological, geomorphological and tectonic structure of NE Attica and seismic hazard implications for the northern edge of the Athens plain. *Bulletin of the Geological Society of Greece* 40, 425-438.

Papanikolaou, I. D., Roberts, G. P., and Michetti, A. M. (2005). Fault scarps and deformation rates in Lazio-Abruzzo, Central Italy: Comparison between geological fault slip-rate and GPS data, *Tectonophysics*, 408, 147–176.

Papanikolaou, D., Basi, E.K., Kranis, Ch., and Danamos, G., (2004). Paleogeographic evolution of the Athens plain from late Miocene until today. *Bulletin of the Geological Society of Greece* vol. XXXVI, pp. 816-825.

Svennevig K., Guarnieri P., Stemmerik L., (2015). From oblique photogrammetry to a 3D model – Structural modeling of Kilen, eastern North Greenland. *Computers & Geosciences* 83, pp.120–126.

Stampoulidis K., (2013). Vulnerability Zonation Mapping for Landslides' Occurrence Using GIS and Remote Sensing Methodology: A Case Study in Northwestern Greece.

Stephen A., Wesnousky S., Wei-liang Huang, Nakata T., and Goto H., (2016). Application of UAV Photography to Refining the Slip Rate on the Pyramid Lake Fault Zone, Nevada. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 106, No. 2, pp. 785–798.

Vollgger S., Cruden A, (2016). Mapping folds and fractures in basement and cover rocks using UAV photogrammetry, Cape Liptrap and Cape Paterson, Victoria, Australia. *Journal of Structural Geology* 85 (2016) 168 - 187.

Wells, D.L. and Coppersmith, K., (1994). New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement. Bulletin of the Seismological Society of America 84(4), pp. 974-1002.

Αντωνίου, Β. 2000. Οι γεωπεριβαλλοντικές συνθήκες του λεκανοπεδίου Αθηνών με χρήση Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων. Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Αντωνίου, Β. Σ. 2010. Ανάλυση ανάγλυφου και γεωτεκτονική δομή ανατολικής Αττικής. Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Αποστολίδης Ε., Κωνσταντοπούλου Γ., 1999 ΙΓΜΕ. Γεωτεχνική Εξέταση Κατολισθητικών Φαινομένων σε Θέσεις Οδικών Αξόνων στο Νομό Ευρυτανίας. Αθήνα

Βασιλειάδης Ε., 2010. Ζωνοποίηση της επικινδυνότητας των κατολισθητικών φαινομένων στον ελληνικό χώρο. Δημιουργία και εφαρμογή μοντέλων με γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών.

Βολιώτη Κ. Γ., 2009. Ζωνοποίηση της επικινδυνότητας λόγω κατολισθήσεων στο χώρο της Ηπειρωτικής Ελλάδας με χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών. Απεικόνιση σε χάρτη μικρής κλίμακας.

Ιωαννίδου Α., 2016, Κατολισθητικά φαινόμενα στους Ν. Αιτωλ/νίας και Ευρυτανίας, Διερεύνηση των γενεσιουργών αιτιών τους και σύνθεση χαρτών επιδεκτικότητας. Διπλωματική εργασία. Αθήνα.

Κοντογιώργος Β., Αθήνα 2018. Κατολισθητικά φαινόμενα στην Περιφερειακή Ενότητα Ευρυτανίας, η περίπτωση του Παλαιού Μικρού χωριού. σ. 94-99

Κράνας Ι. 2015 Τρισδιάστατη Απεικόνιση Μοντέλου με Χρήση Φωτογραμμετρικών Σταθμών. σ. 10-14.

Μιγκίρος, Γ., Παυλόπουλος Α., Παρχαρίδης Ι., Γατσής Ι. και Ψωμιάδης Ε. Τηλεπισκόπηση: εφαρμογές στις γεωεπιστήμες. Αθήνα : Γ.Π.Α., 2003.

Μουντράκης, Δ. (1985). Γεωλογία της Ελλάδας. Univ. Studio Press, 207σ. Θεσσαλονίκη.

Μουντράκης Δ., 2010, ΓΕΩΛΟΓΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ της ΕΛΛΑΔΑΣ, Θεσσαλονίκη.

Παπανικολάου Δ., Μπάση Ε.-Κ., Κράνης Χ. και Δανάμος Γ. 2004. Παλαιογεωγραφική εξέλιξη του Λεκανοπεδίου Αθηνών από το άνω Μειόκαινο έως σήμερα. 10ο Διεθνές Συνέδριο Ε.Γ.Ε., Θεσσαλονίκη 2004, Δ.Ε.Γ.Ε. τομ. XXXVI, 2004.

Παπανικολάου Δ., Μπάση Ε.-Κ., Κράνης Χ. και Δανάμος Γ. 2004. Παλαιογεωγραφική εξέλιξη του λεκανοπεδίου Αθηνών από το άνω μειόκαινο έως σήμερα.

Παπανικολάου Δ. – Διακάκης Μ., 2011. «Μεταβολές στην Έκταση και την Κατανομή των Φυσικών Καταστροφών». Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής, Τράπεζα της Ελλάδος, Αθήνα.

Παπανικολάου Δ., Γεωλογία της Ελλάδας. Αθήνα: Πατάκη, 2015.

Παταργιάς, Π., 2001, ΑΙΤΙΑ ΚΑΙ ΑΦΟΡΜΕΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ, Αθήνα.

Ρίσβα Ι., 2012. Κατολισθητικές κινήσεις στην περιοχή Προυσού, Ευρυτανίας.

Τριαντακωνσταντής Δ., 2006. Γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα, χωρική στατιστική και χωροχρονικά μοντέλα στη διερεύνηση των αλλαγών χρήσεων γης. Η περίπτωση του δάσους της Δαδιάς.

Τσαγγαράτος Π., 2012. Διερεύνηση της τεχνογεωλογικής συμπεριφοράς των γεωλογικών σχηματισμών με τη χρήση πληροφοριακών συστημάτων.

Τζαφτάνη Φ., 2013. Τα αίτια και ο μηχανισμός λειτουργίας των κατολισθητικών φαινομένων στις ορεινές λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων του Ελλαδικού χώρου.

