

ΖΩΝΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΚΔΗΛΩΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Άννα Δόσιου, AM: 222305, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών, Λεωφ. Ελευθερίου Βενιζέλου, 70, GR-176
76 Καλλιθέα, Αθήνα, gp222305@hua.gr

Περίληψη

Η ζωνοποίηση της επιδεκτικότητας σε κατολισθήσεις στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται για να συσχετιστούν ένα πλήθος παραγόντων που συμβάλλουν στην εκδήλωση ή μη μιας κατολίσθησης. Στόχος είναι ο υπολογισμός της πυκνότητας εμφάνισης κατολισθήσεων στην περιοχή μελέτης τόσο μεμονωμένα για τον κάθε παράγοντα, όσο και συνολικά για κάθε υπό περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, οι παράγοντες που εξετάζονται είναι το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρου, το υδρογραφικό δίκτυο, οι δρόμοι, οι κλίσεις, οι προσανατολισμοί κλιτύων, τα ρήγματα, οι σεισμοί, η λιθολογία της περιοχής, και παλαιότερες κατολισθήσεις. Η τεχνική αυτή αποφέρει χάρτες απεικόνισης του LSI (Landslide Susceptibility Index) όλων των παραγόντων αλλά και του συνδυασμού τους, για να αξιολογηθεί η επικινδυνότητα συνολικά στην περιοχή μελέτης.

Λέξεις Κλειδιά

Κατολισθήσεις, LSI, Δείκτης Επιδεκτικότητας Κατολισθήσεων, Βόρεια Πελοπόννησος, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών,

1. Εισαγωγή - Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Οι κατολισθήσεις είναι ένα πολύ συχνό φαινόμενο φυσικών καταστροφών σε όλο τον κόσμο, που επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, αλλά και επιφέρει ιδιαίτερες κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Στην Ελλάδα τα τελευταία 50 χρόνια έχουν καταγραφεί περισσότερες από 500 σημαντικές κατολισθήσεις στο οδικό δίκτυο της χώρας, και επίσης πολλές σε άλλα σημεία. Οι βασικοί παράγοντες που προκαλούν τα κατολισθητικά φαινόμενα είναι η γεωμορφολογία, η λιθολογία, η τοπογραφία, η γεωτεκτονική εξέλιξη της περιοχής, οι έντονοι μετεωρολογικοί παράγοντες (π.χ. καταιγίδες), και οι ανθρώπινες δραστηριότητες (π.χ. ευστάθεια τεχνικών έργων (Γκουρνέλλος, Χαλκιάς, & Τσαγκάς, 2006)).

Στην βιβλιογραφία καταγράφονται πολλές μέθοδοι εκτίμησης του κατολισθητικού κινδύνου που βασίζονται σε αναλυτικές εργασίες πεδίου και εκτεταμένες γεωλογικές χαρτογραφήσεις. Όμως η χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών και των εθνικών χωρικών βάσεων δεδομένων, κρίνεται επιβεβλημένη, καθώς μειώνει τον χρόνο και το κόστος συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων, και αυξάνει την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Στην Ελλάδα οι κατολισθήσεις παρατηρούνται κυρίως σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές, με σημαντικό αντίκτυπο στην καθημερινότητα των ανθρώπων, στην οικονομία, στο περιβάλλον αλλά και σε ανθρώπινες ζωές. Ένα κομμάτι του σχεδίου πρόβλεψης αυτών των φαινομένων είναι τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας (Γκουρνέλλος, Χαλκιάς, & Τσαγκάς, 2006).

Ειδικότερα, η πιθανότητα κατολίσθησης αυξάνεται όσο αυξάνεται η γωνία κλίσης του εδάφους, όπου η διατμηματική τάση στο έδαφος είναι εξίσου αυξημένη. Αντίθετα, ήπιες πλαγιές συνδέονται με χαμηλές διατμηματικές τάσεις, άρα χαμηλή συχνότητα κατολισθήσεων, ενώ όταν η εμφάνιση βράχων σε απότομες φυσικές πλαγιές εντείνει την πιθανότητα για ρηχές κατολισθήσεις. Επίσης, η συχνότητα των κατολισθήσεων γενικώς μειώνεται όσο αυξάνεται η απόσταση μιας περιοχής από το υδρογραφικό δίκτυο, αφού από την διάβρωση των ρεμάτων τροποποιείται το έδαφος περιοχών που βρίσκονται κοντά σε αυτά και μπορεί να προκαλέσει την έναρξη κατολισθήσεων. Επιπλέον, η εμφάνιση κατολισθήσεων σχετίζεται και με την εγγύτητα σε τεκτονικές γραμμές, όπως ρήγματα, καθώς όσο μικραίνει η απόσταση μιας περιοχής από ένα ρήγμα η θραύση του πετρώματος και ο βαθμός αποσάθρωσης αυξάνεται, ενώ όσο αυξάνεται η απόσταση η πιθανότητα κατολισθήσεων χαμηλώνει (Lee & Talib, 2005).

Η παράκτια ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου χαρακτηρίζεται από πολύ έντονο σεισμοτεκτονικό περιβάλλον, όπου παρατηρείται ταχεία ανύψωσή του (1-1,5 mm/yr). Η μορφολογία της επηρεάζεται άμεσα από τις μεγάλες στερεοπαροχές των ορεινών ποταμών, τα σημαντικά κατολισθητικά φαινόμενα

που έχουν πληξει την περιοχή, και τις θαλάσσιες διεργασίες. Οι ποταμοί τις περιοχής διασχίζουν μάργες, ψαμμίτες, αργίλους, δηλαδή πετρώματα σχετικά υψηλής διαβρωσιμότητας, με αποτέλεσμα να τροφοδοτείται η παράκτια ζώνη με μεγάλες ποσότητες φερτών υλικών. Η έντονη σεισμικότητα σε συνδυασμό με την παράκτια γεωμορφολογία της περιοχής σχετίζονται άμεσα μια σειρά κατολισθήσεων και καθιζήσεων της παράκτιας ζώνης (Σκρέτα, Λειβαδίτης, & Πούλος, 2002).

Για την διεκπεραίωση της εργασίας και την δημιουργία χαρτών του δείκτη επιδεκτικότητας σε κατολισθήσεις, χρησιμοποιήθηκαν πολλές εντολές και εργαλεία του λογισμικού Arc Map 10.4. Η εντολή Kernel Density υπολογίζει μια περιοχή ανά μονάδα μεγέθους των εκάστοτε χαρακτηριστικών σημείων ή γραμμών, και χρησιμοποιεί μια συνάρτηση πυρήνα, ώστε να σχηματιστεί μια ομαλά κωνική επιφάνεια στη θέση κάθε σημείο γραμμών που είναι γειτονικά. Αν σε ένα συγκεκριμένο κελί δεν είναι γειτονικό κανένα σημείο ή τμήμα γραμμής, τότε αυτό το κελί λαμβάνει την τιμή NoData (ESRI, 2023).

Ακόμα, χρησιμοποιήθηκε η εντολή “Euclidean Distance”, όπου η ευκλείδεια απόσταση υπολογίζεται από το κέντρο του κελιού της πηγής μέχρι το κέντρο των γύρω κελιών. Καθορίζει την μικρότερη απόσταση από μια πηγή. Αν αυτή είναι μικρότερη από την καθορισμένη μέγιστη απόσταση, τότε την τιμή παίρνει το κελί στο raster εξόδου. Εάν αυτό το κελί ισαπέχει από δύο ή περισσότερες πηγές, τότε το κελί αντιστοιχίζεται στην πηγή που συναντάται πρώτη στη διαδικασία σάρωσης (ESRI, 2023).

Με την εντολή “Lookup” δημιουργείται ένα νέο raster βάσει ενός πεδίου στον πίνακα του αρχικού raster αρχείου. Το πεδίο μπορεί να περιέχει τόσο αλφαριθμητικούς τύπους δεδομένων, όσο και αριθμητικούς, με τους αριθμητικούς να είναι είτε ακέραιοι είτε κινητής υποδιαστολής (float). Στο raster που δημιουργείται μεταφέρονται μόνο τα στοιχεία – πεδία που έχουν επιλεγεί από τον αρχικό πίνακα (ESRI, 2023).

Επίσης, με την εντολή “Slice” επαναταξινομείται το εύρος των τιμών στα pixel εισόδου σε ζώνες ίσου διαστήματος (equal interval), ίσου εμβαδού (equal area) ή με φυσικά διαλείμματα (natural breaks). Λειτουργεί ορθότερα σε δεδομένα με κανονική κατανομή, ενώ αν τα δεδομένα είναι ασύμμετρα τότε το αποτέλεσμα μπορεί να μην περιέχει όλες τις κλάσεις που καθορίζει ο χρήστης. Με την επιλογή “Equal Area” μπορεί στο επίπεδο που παράγεται να μην έχουν όλες οι ζώνες ίσο αριθμό κελιών, αν οι τιμές εισόδου είναι τέτοιες που δεν το επιτρέπουν. Αυτό μπορεί να λυθεί αν χρησιμοποιηθεί μικρότερος αριθμός ζωνών ή εφαρμοστεί κάποιος στατιστικός μετασχηματισμός στα αρχικά δεδομένα (ESRI, 2023).

2. Δεδομένα

Για την διεκπεραίωση της εργασίας για την παράκτια ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου χρησιμοποιήθηκαν διάφορα διανυσματικά και ψηφιδωτά επίπεδα. Τα διανυσματικά είναι οι ισοϋψείς, σημεία υψομέτρου της περιοχής, τα ρήγματα, το υδρογραφικό δίκτυο, οι δρόμοι, και ένα πολύγωνο με τα όρια της περιοχής μελέτης. Το ψηφιδωτό επίπεδο που χρησιμοποιείται είναι αυτό των καταγεγραμμένων σεισμών. Επιπλέον, αξιοποιείται και ένας πίνακας που περιέχει πραγματικά σημεία με τις συντεταγμένες τους, στα οποία έχουν συμβεί κατολισθήσεις. Η λιθολογικές ενότητες που βρίσκονται στην περιοχή είναι κροκαλοπαγή(C), φλύσχης (FI), νορίτες(N), οφιόλιθοι(O), και τεταρτογενή ιζήματα(Q).

3. Μεθοδολογία

Για την εκπόνηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcMap 10.4, και τα αρχικά δεδομένα, από τα οποία μετά από πολλές ενέργειες και διαδικασίες παράχθηκαν θεματικοί χάρτες, για την συνολική επιδεκτικότητα της περιοχής σε κατολισθήσεις, καθώς και μεμονωμένα για κάθε παράγοντα. Η οργάνωση και οι πράξεις μεταξύ των αριθμητικών δεδομένων πραγματοποιήθηκαν στο λογισμικό Excel 2016. Το σύστημα αναφοράς των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (Greek Grid). Τα βήματα που εκτελέστηκαν απεικονίζονται στο διάγραμμα εργασίας (εικόνα 1).

Αρχικά, στο λογισμικό ArcMap 10.4 δημιουργήθηκε το ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο (DEM – Digital Elevation Model) της περιοχής μελέτης, ανάλυσης 50x50, με την εντολή “Topo to Raster” και την χρήση του πολυγώνου που καθορίζει τα όρια της περιοχής, τις ισοϋψείς, και τα μετρημένα υψομετρικά σημεία. Από το DEM παράχθηκαν οι κλίσεις της περιοχής (slope) σε μοίρες και ο προσανατολισμός κλιτύων (aspect). Στο aspect έγινε επαναταξινόμηση του επιπέδου σε 4 κλάσεις με την εντολή “Reclassify”, με τις εξής κλάσεις: 1^η → 0°-90°, 2^η → 90°-180°, 3^η → 180°-270°, 4^η → 270°-360°. Επίσης, η επαναταξινόμηση του επιπέδου slope και του DEM έγινε με την εντολή “Slice”, όπου ορίστηκαν 5 ζώνες με τη μέθοδο “Equal Area”.

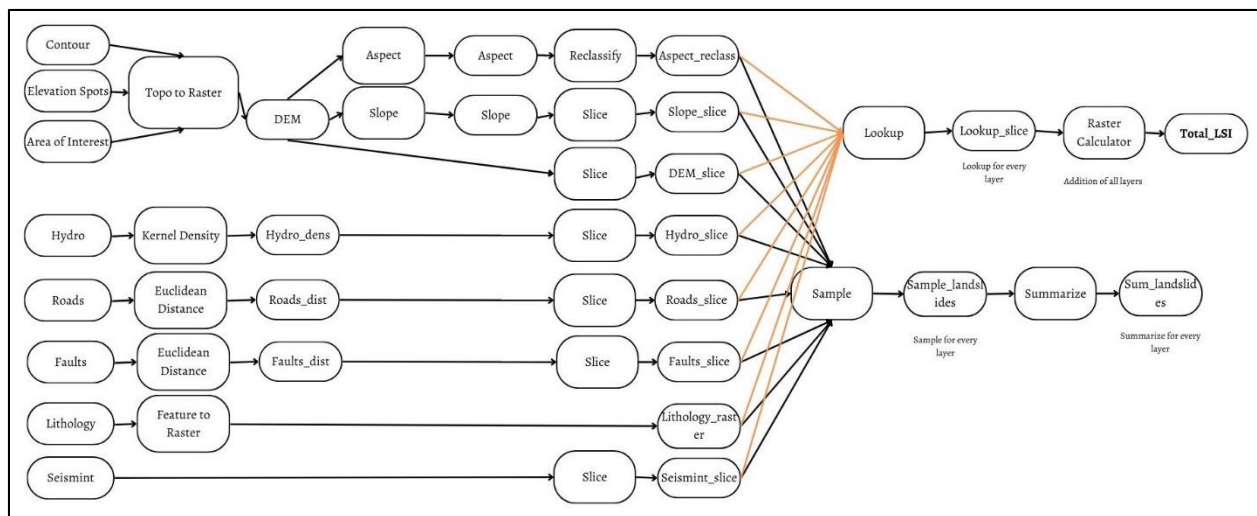
Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας Kernel με την εντολή “Kernel Density” για το υδρογραφικό δίκτυο, και στη συνέχεια επαναταξινομήθηκε το επίπεδο slope με την εντολή “Slice”, όπου ορίστηκαν 5 ζώνες με τη μέθοδο “Equal Area”. Επίσης, με την εντολή “Euclidean Distance” υπολογίστηκε η ευκλείδεια απόσταση των δρόμων και των ρηγμάτων, και αυτά επαναταξινομήθηκαν με την εντολή “Slice”, όπου ορίστηκαν 5 ζώνες με τη μέθοδο “Equal Area”. Έπειτα, με την εντολή “Feature to Raster” μετατράπηκε η λιθολογία από πολυγωνικό επίπεδο σε ψηφιδωτό, και

το επίπεδο των σεισμών επαναταξινομήθηκε με την εντολή “Slice”, όπου ορίστηκαν 5 ζώνες με τη μέθοδο “Equal Area”.

Επιπρόσθετα, στο λογισμικό προστέθηκαν τα πραγματικά σημεία με τις συντεταγμένες τους στα οποία έχουν συμβεί κατολισθήσεις, και παρουσιάστηκαν με την εντολή “Display XY Data”. Σε όλα τα επίπεδα slice, στο επαναταξινομημένο επίπεδο aspect και στο raster επίπεδο της λιθολογίας, εκτελέστηκε η εντολή “Sample” βάσει των σημείων των κατολισθήσεων, για να οριστεί ποια από αυτά τα σημεία ανήκουν σε μία από τις 5 κατηγορίες των επαναταξινομημένων επιπέδων. Στη συνέχεια, σε όλους τους πίνακες Sample εφαρμόστηκε η εντολή “Summarize” για να υπολογιστεί πόσα σημεία ανήκουν στην κάθε κατηγορία, και δημιουργήθηκαν οι πίνακες Sum.

Έπειτα, στο λογισμικό Excel 2016 δημιουργήθηκαν πίνακες ώστε να υπολογιστούν οι δείκτες επιδεκτικότητας σε κατολισθήσεις για κάθε ζώνη του κάθε παράγοντα. Οι πίνακες φαίνονται στην εικόνα 2. Οι στήλες Landslides έχουν προκύψει από τις αντίστοιχες στήλες στους πίνακες Sum, οι στήλες Count από τις αντίστοιχες στήλες στα επίπεδα Slice, οι στήλες Dens1 από την διαίρεση των SUM των δύο προηγούμενων στηλών, οι στήλες Dens Total από το αποτέλεσμα των στηλών Dens1, οι στήλες Ratio από την διαίρεση των στηλών Dens1/Dens Total, και οι στήλες LSI από το $\ln(\text{Ratio})$. Όσο μεγαλύτερο εύρος έχουν οι τιμές LSI κάθε κριτηρίου, τόσο σημαντικότερο είναι ένα κριτήριο σε σχέση με τα άλλα. Όπου LSI αρνητικό οι κατολισθήσεις αραιώνουν/δεν θα υπάρχουν, ενώ όπου θετικό οι κατολισθήσεις πυκνώνουν/θα υπάρχουν.

Ακόμα, στο λογισμικό ArcMap 10.4 σε όλα τα επίπεδα Slice προστέθηκε στο attribute table τους μία στήλη με τα αντίστοιχα LSI για την κάθε ζώνη. Στη συνέχεια, όλα τα επίπεδα Slice μετατράπηκαν σε raster επίπεδα των τιμών LSI με την εντολή “Lookup”. Τελικά, όλα τα νέα αρχεία προστέθηκαν με την εντολή “Raster Calculator” για να προκύψει ένα επίπεδο, που οι τιμές του είναι το συνολικό LSI για όλη την περιοχή μελέτης.



Εικόνα 1: Διάγραμμα Εργασιών

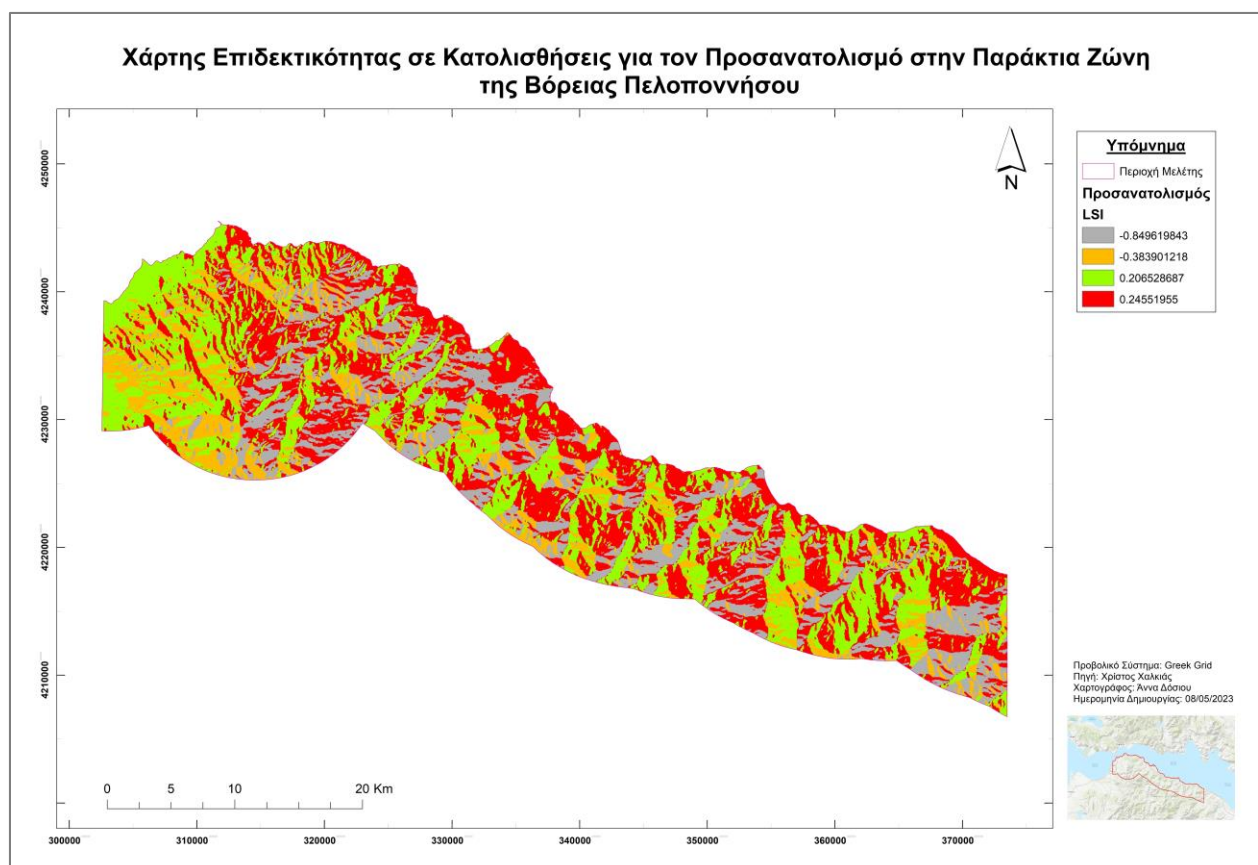
Value	Landslides	Count	Dens1	Dens Total	Ratio	LSI_Slope
1	6	74789	8.02257E-05	0.000301347	0.266223	-1.323419997
2	22	74033	0.000297165	0.000301347	0.98612	-0.013977137
3	24	74883	0.0003205	0.000301347	1.063556	0.061618284
4	34	73741	0.000461073	0.000301347	1.530039	0.42529292
5	26	74218	0.000350319	0.000301347	1.16251	0.150581179
SUM:	112	371664	0.000301347			
Value	Landslides	Count	Dens1	Dens Total	Ratio	LSI_Aspect
1	50	129800	0.000385208	0.000301347	1.278285	0.24551955
2	10	77610	0.000128849	0.000301347	0.427577	-0.849619843
3	11	53586	0.000205277	0.000301347	0.681199	-0.383901218
4	41	110668	0.000370477	0.000301347	1.229403	0.206528687
SUM:	112	371664	0.000301347			
Value	Landslides	Count	Dens1	Dens Total	Ratio	LSI_Dem
1	16	74476	0.000214834	0.000301347	0.712912	-0.338396855
2	25	74192	0.000336964	0.000301347	1.118189	0.111710846
3	32	74540	0.0004293	0.000301347	1.4246	0.353891358
4	33	74297	0.000444163	0.000301347	1.473924	0.387928336
5	6	74159	8.09072E-05	0.000301347	0.268485	-1.314960619
SUM:	112	371664	0.000301347			
Value	Landslides	Count	Dens1	Dens Total	Ratio	LSI_Hydro
1	16	74262	0.000215453	0.000301792	0.713913	-0.336994848
2	27	74742	0.000361243	0.000301792	1.196991	0.179810494
3	15	74259	0.000201996	0.000301792	0.66932	-0.40149297
4	25	74127	0.000337259	0.000301792	1.11752	0.111111797
5	29	73726	0.000393348	0.000301792	1.303374	0.264956122
SUM:	112	371116	0.000301792			
Value	Landslides	Count	Dens1	Dens Total	Ratio	LSI_Roads
1	55	77049	0.000713831	0.000301792	2.365312	0.860910108
2	31	73444	0.00042209	0.000301792	1.398615	0.335482499
3	9	73321	0.000122748	0.000301792	0.406731	-0.899603979
4	5	73416	6.8105E-05	0.000301792	0.225669	-1.488685478
5	12	73887	0.00016241	0.000301792	0.538153	-0.619611744
SUM:	112	371117	0.000301792			
Value	Landslides	Count	Dens1	Dens Total	Ratio	LSI_Faults
1	38	75586	0.000502739	0.000301347	1.668302	0.511806428
2	27	73913	0.000365294	0.000301347	1.212203	0.192439489
3	13	73793	0.000176168	0.000301347	0.584602	-0.53682317
4	23	74159	0.000310144	0.000301347	1.029192	0.028774128
5	11	74213	0.000148222	0.000301347	0.491864	-0.709552715
SUM:	112	371664	0.000301347			
Value	Landslides	Count	Dens1	Dens Total	Ratio	LSI_Lithology
1	17	62900	0.00027027	0.000302304	0.894035	-0.112010635
2	9	20591	0.000437084	0.000302304	1.445843	0.368692674
3	67	202526	0.000330822	0.000302304	1.094335	0.09014653
4	7	11047	0.000633656	0.000302304	2.096089	0.740073435
5	12	73424	0.000163434	0.000302304	0.540629	-0.615022024
SUM:	112	370488	0.000302304			
Value	Landslides	Count	Dens1	Dens Total	Ratio	LSI_Seismit
1	14	73241	0.00019115	0.000300392	0.636334	-0.452031597
2	20	72452	0.000276045	0.000300392	0.918948	-0.084525553
3	27	72637	0.000371711	0.000300392	1.23742	0.213028879
4	25	72355	0.000345519	0.000300392	1.150225	0.139957713
5	23	72174	0.000318674	0.000300392	1.060861	0.059080793
SUM:	109	362859	0.000300392			

Εικόνα 2: Πίνακες για το LSI των παραγόντων

4. Ανάλυση Δεδομένων και Αποτελέσματα

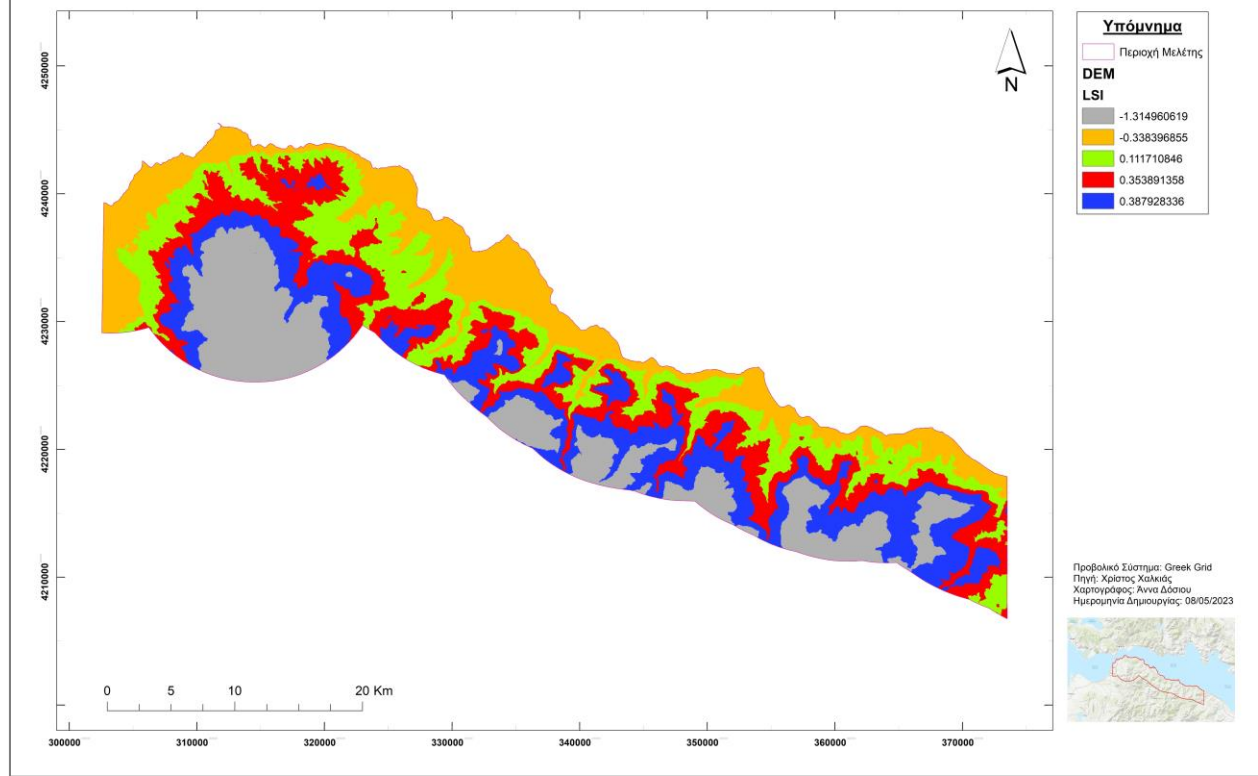
Από τη μεθοδολογία προκύπτουν οι χάρτες 1 έως 8 οι οποίοι απεικονίζουν το LSI κάθε κριτηρίου έτσι ώστε να εντοπιστούν οι περιοχές που επηρεάζονται από το καθένα και ο βαθμός επικινδυνότητας κατολισθήσεων. Στον 1^ο χάρτη η υψηλότερη επιδεκτικότητα σε κατολισθήσεις εντοπίζεται στις κόκκινες περιοχές κυρίως στο βόρειο όριο, ενώ στους υπόλοιπους χάρτες η υψηλότερη επιδεκτικότητα σε κατολισθήσεις απεικονίζεται στις μπλε περιοχές. Γενικώς όσο ψηλότερα, πιο κοντά σε ρήγματα, κοντά σε συσσώρευση νερού, κοντά σε δρόμους, κοντά σε σεισμική ένταση, σε μεγάλες κλίσεις, σε οφιόλιθους, και σε προσανατολισμό κλιτύων από 0-90 μοίρες βρίσκεται μια περιοχή, τόσο πιθανότερες είναι μελλοντικές κατολισθήσεις.

Όλοι οι παράγοντες συνδυάζονται στον χάρτη 9 όπου απεικονίζεται το συνολικό LSI των περιοχών. Η μεγαλύτερη επιδεκτικότητα εντοπίζεται στις περιοχές με πιο σκούρο κόκκινο χρώμα, και η μικρότερη στις περιοχές του ανοιχτότερου χρώματος.



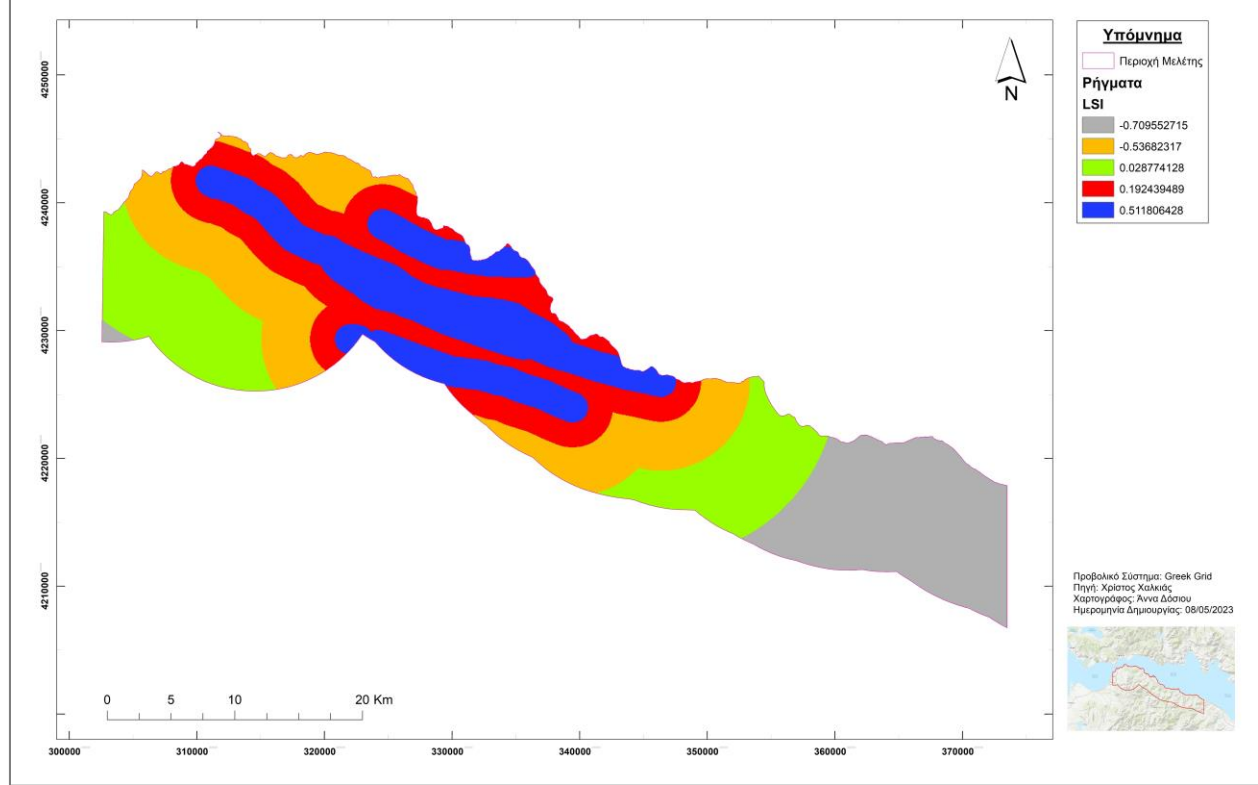
Χάρτης 1: Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για τον Προσανατολισμό στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου

Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για το DEM στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου

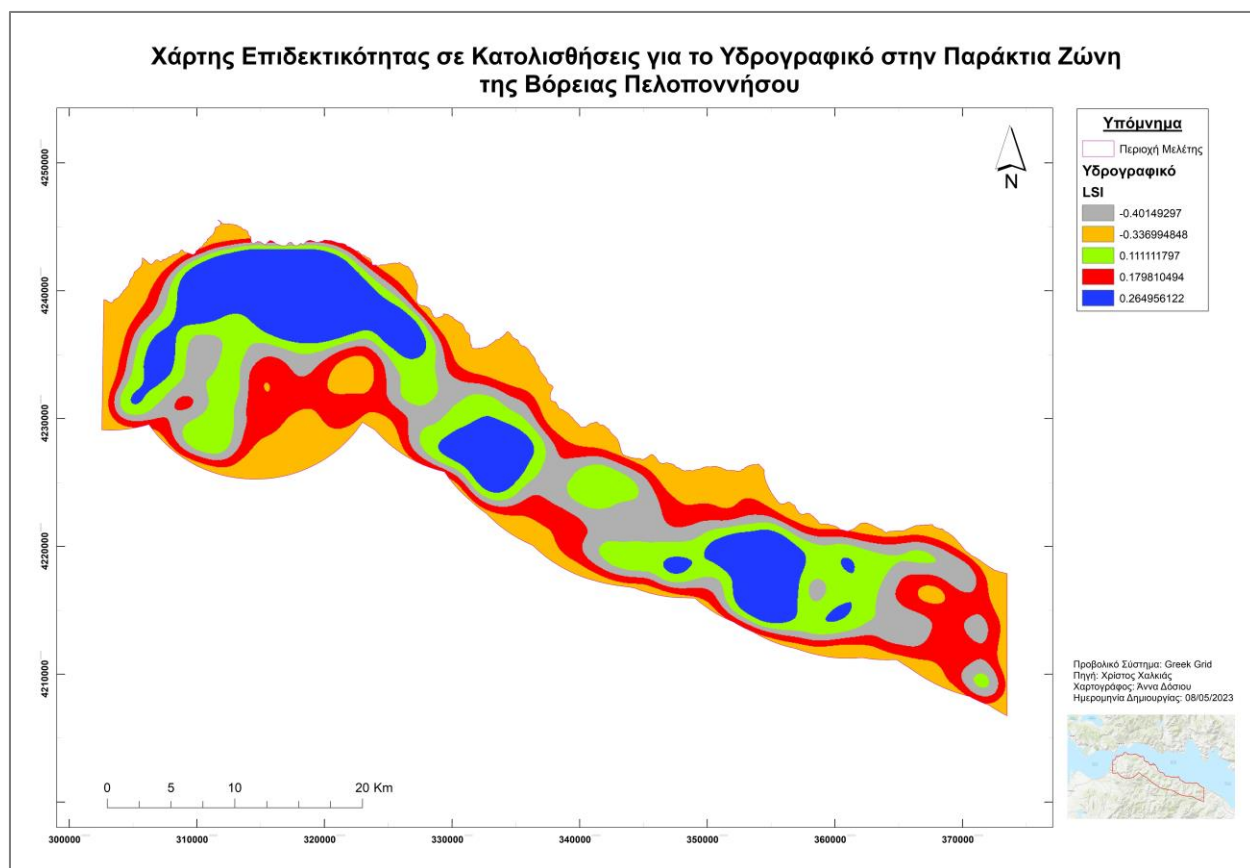


Χάρτης 2: Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για το Ψηφιακό Υψομετρικό Μοντέλο στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου

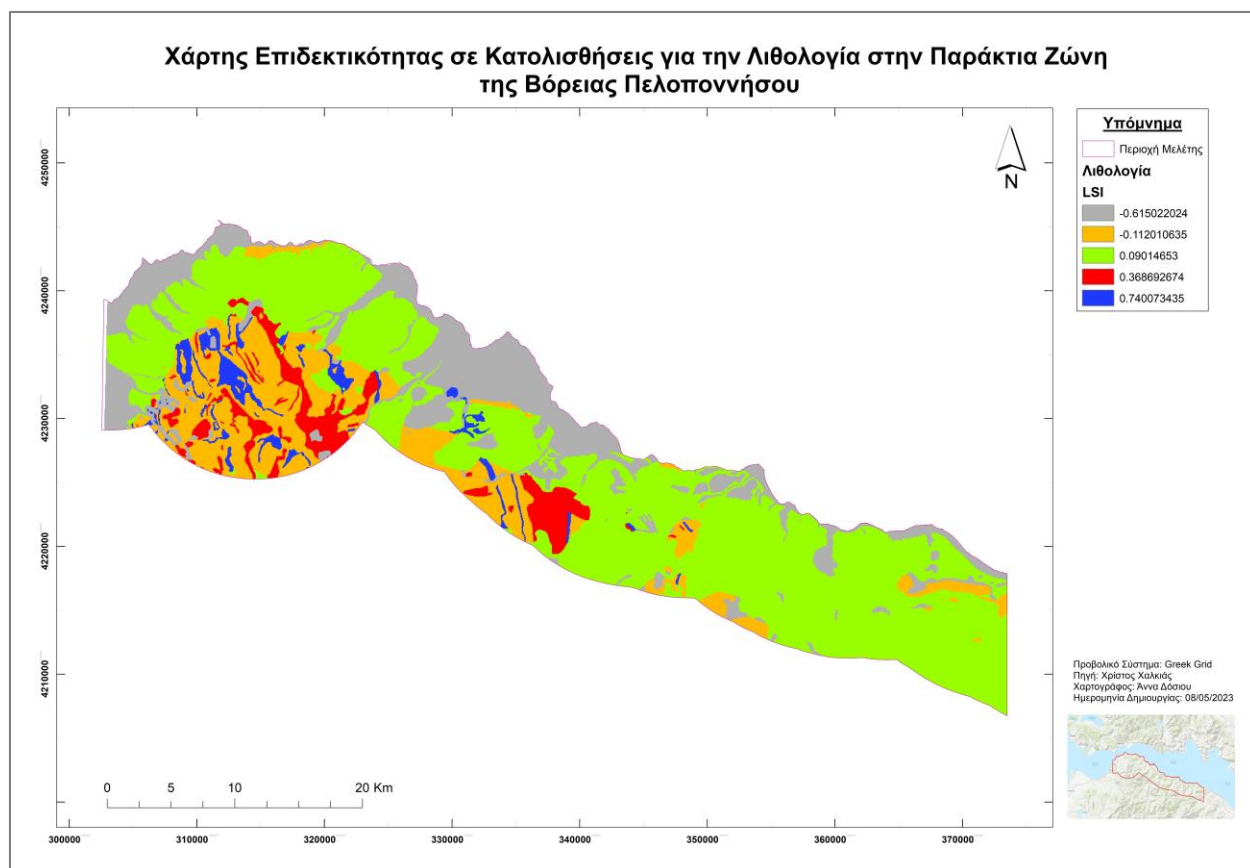
Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για τα Ρήγματα στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου



Χάρτης 3: Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για τα Ρήγματα στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου

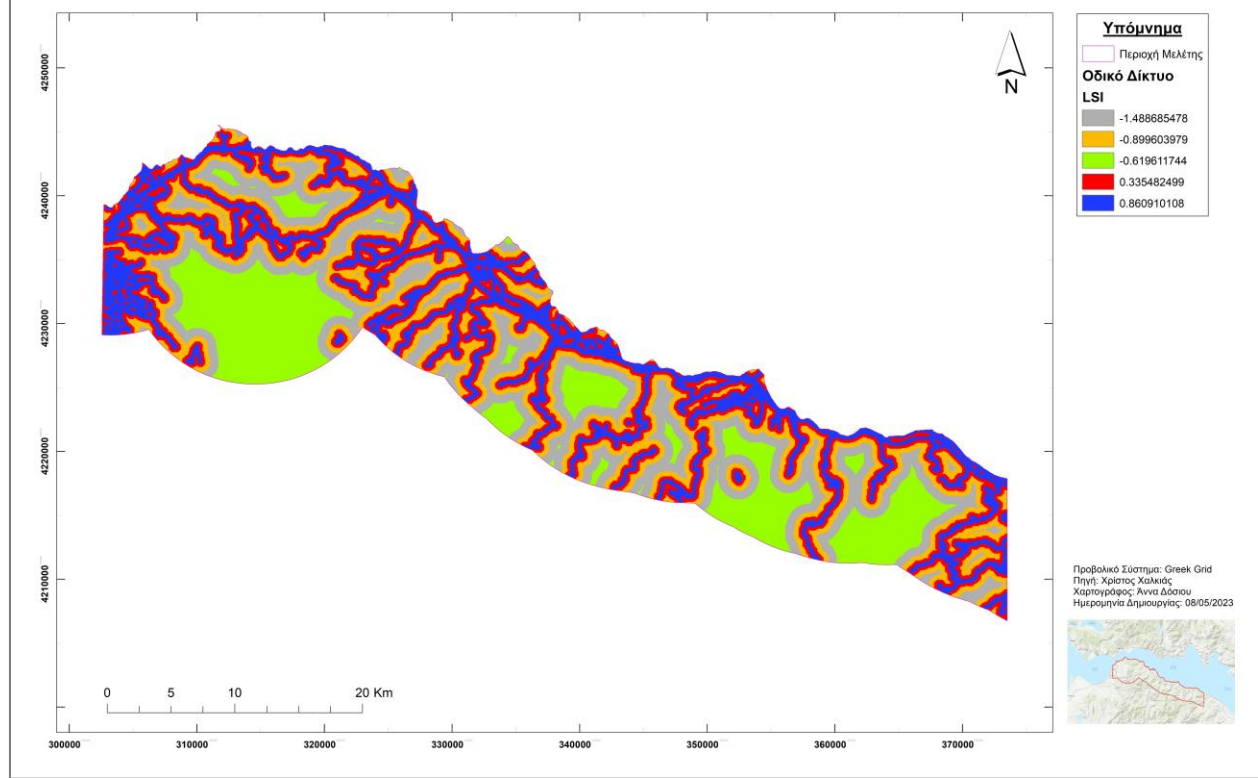


Χάρτης 4: Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για το Υδρογραφικό Δίκτυο στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου

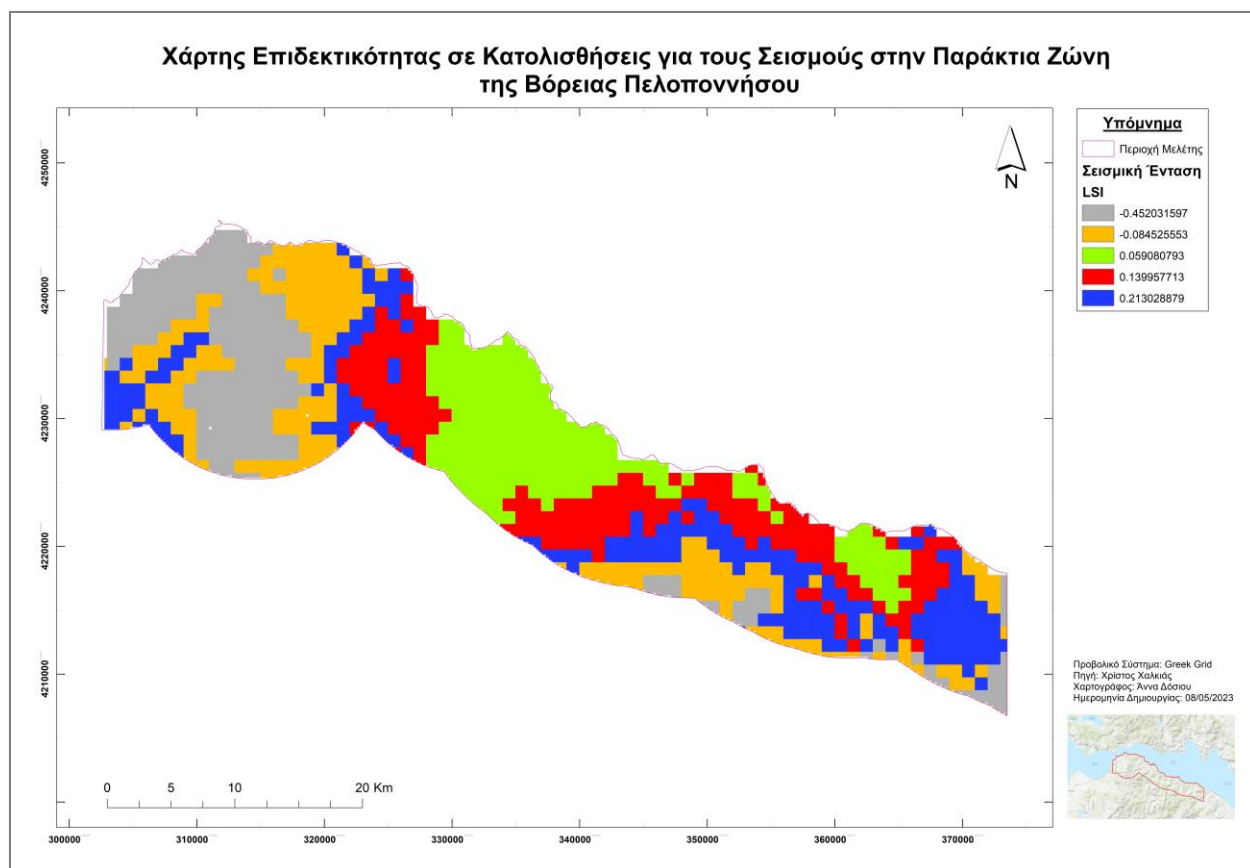


Χάρτης 5: Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για την Λιθολογία στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου

Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για το Οδικό στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου

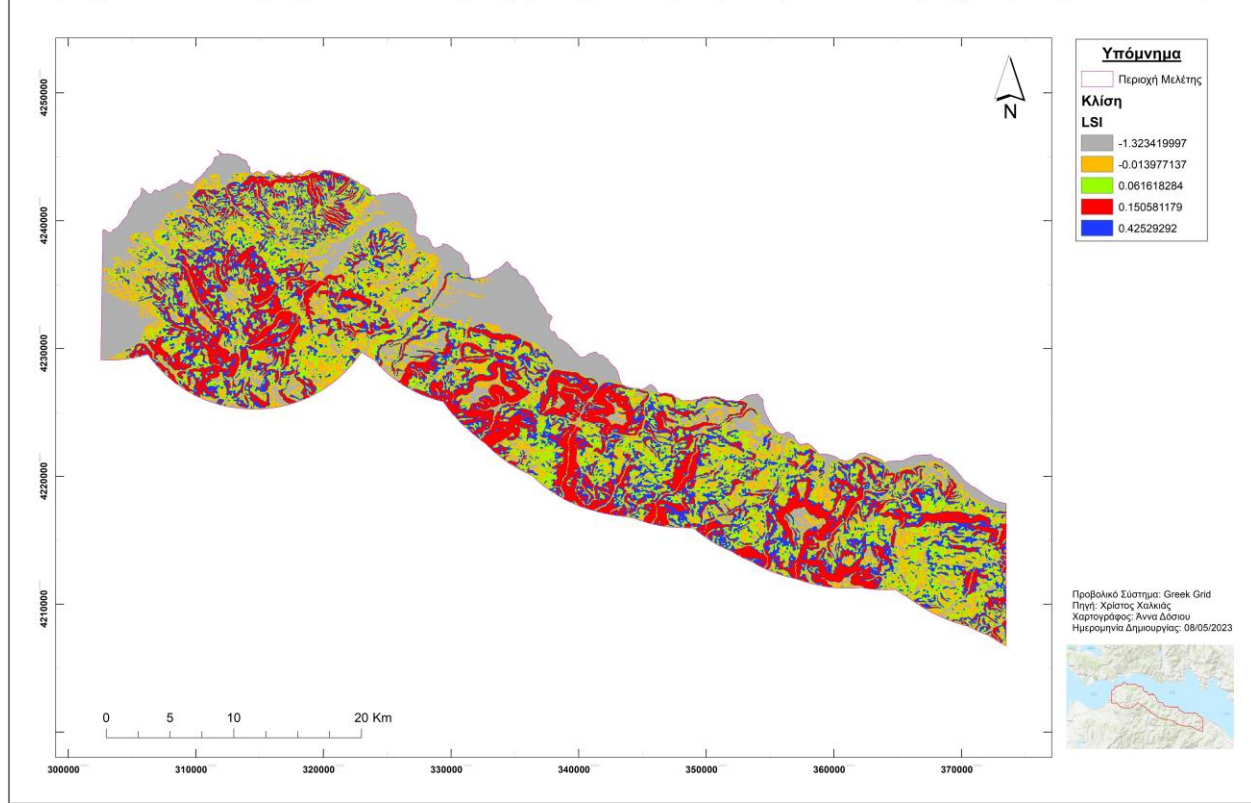


Χάρτης 6: Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για το Οδικό Δίκτυο στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου

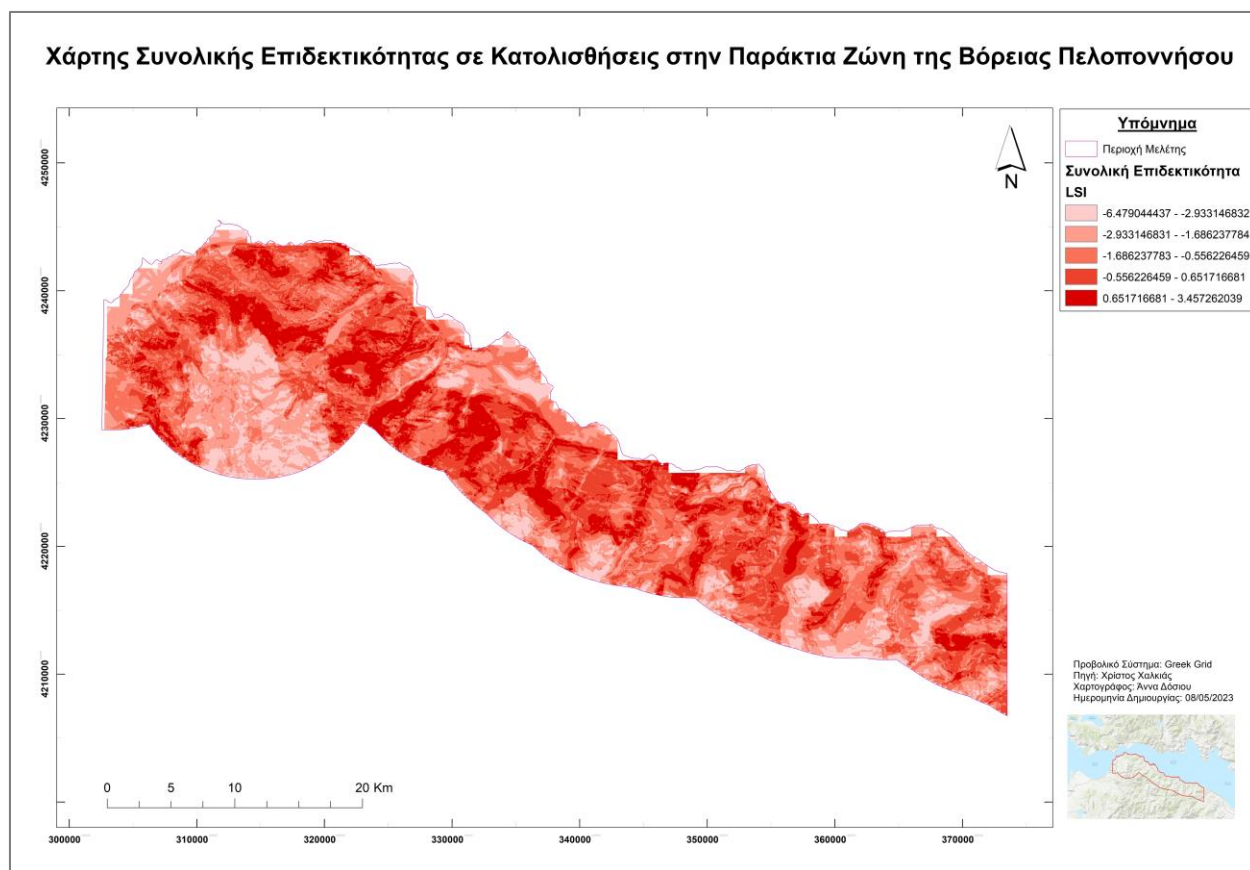


Χάρτης 7: Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για τη Σεισμική Ένταση στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου

Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για την Κλίση στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου



Χάρτης 8: Χάρτης Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις για την Κλίση στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου



Χάρτης 9: Χάρτης Συνολικής Επιδεκτικότητας σε Κατολισθήσεις στην Παράκτια Ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου

5. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η ανάλυση επιδεκτικότητας σε κατολισθήσεις κρίνεται απαραίτητη για την κατανόηση λειτουργίας του συστήματος της εκάστοτε περιοχής, αλλά και την διατήρησή της. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης προσφέρουν στοιχεία για τις περιοχές με υψηλή πιθανότητα εμφάνισης κατολισθήσεων στο μέλλον, και των περιοχών με πολύ μικρή ή καμία πιθανότητα. Ακόμη, ο χάρτης του συνολικού δείκτη LSI της περιοχής είναι χρήσιμος για περαιτέρω μελέτες. Αυτά τα αποτελέσματα μπορούν λειτουργήσουν συμβουλευτικά ώστε οι αρμόδιες αρχές να αποτρέψουν καταστροφές από μια πιθανή κατολίσθηση, και να κατασκευάσουν τα κατάλληλα έργα στα σημεία υψηλής επικινδυνότητας, για να αποτρέψουν τις καταστροφές από τέτοιου είδους γεγονότα. Έτσι θα εξασφαλιστεί η ασφάλεια των ανθρώπων και των περιουσιών τους.

6. Βιβλιογραφικές Αναφορές

Ελληνική Βιβλιογραφία

Γκουρνέλλος, Θ., Χαλκιάς, Χ., & Τσαγκάς, Δ. (2006). Επιδεκτικότητα Εκδήλωσης Κατολισθήσεων για τον Ελληνικό Χώρο. Ανάλυση με τη Χρήση Κανόνων Ασαφούς Λογικής και Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών. *Γεωγραφίες*, 114-126.

Σκρέτα, Α., Λειβαδίτης, Γ., & Πούλος, Σ. Ε. (2002). Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Παράκτιας Ζώνης της Αιγιάλειας στο Ανώτερο Ολόκαινο: Φυσικές Παράμετροι και Ανθρώπινη Παρέμβαση. *6ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας* (pp. 485-492). Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ξένη Βιβλιογραφία

ESRI . (2023, May 04). *Understanding Euclidean distance analysis - ArcMap | Documentation*. Retrieved from ArcGIS Desktop: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-euclidean-distance-analysis.htm>

ESRI. (2023, May 04). *Kernel Density (Spatial Analyst) - ArcMap | Documentation*. Retrieved from ArcGIS Desktop: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/kernel-density.htm>

ESRI. (2023, May 04). *Lookup (Spatial Analyst) - ArcMap | Documentation*. Retrieved from ArcGIS Desktop: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/lookup.htm>

ESRI. (2023, May 04). *Slice (Spatial Analyst_ - ArcMap | Documentation*. Retrieved from ArcGIS Desktop: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/slice.htm>

Lee, S., & Talib, J. A. (2005). Probabilistic landslide susceptibility and factor effect analysis. *Springer-Verlag 2005*, 982–990.