

# ΑΣΚΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ GIS

## Ζωνοποίηση επιδεκτικότητας σε εκδήλωση κατολισθήσης

Εισηγητής: Χρ. Χαλκιάς

### ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

#### Εισαγωγικά

Η άσκηση αυτή έχει ως κύριο στόχο την κατάδειξη των δυνατοτήτων χρήσης των GIS σε εφαρμογές ζωνοποίησης της επιδεκτικότητας σε εκδήλωση κατολισθήσεων. Τα δεδομένα της άσκησης αναφέρονται στην παράκτια ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου και προέρχονται από διάφορες πηγές οι οποίες είναι και οι πιο συνηθισμένες πηγές δεδομένων για τον Ελληνικό χώρο.

Καθώς η άσκηση έχει αυστηρά εκπαιδευτικό χαρακτήρα με τη στόχευση που προαναφέρθηκε, τα δεδομένα έχουν υποστεί σημαντικές γενικεύσεις και συνεπώς είναι ακατάλληλα, αφενός για την ακριβή εκτίμηση της επιδεκτικότητας, αφετέρου για πραγματικές εφαρμογές προγραμματισμού του χώρου.

#### Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η μεθοδολογία η οποία εφαρμόζεται εδώ, βασίζεται στη συσχέτιση ενός χάρτη κατολισθήσεων με ένα πλήθος χαρτών / παραγόντων οι οποίοι σχετίζονται με το φαινόμενο της κατολισθήσης. Η συσχέτιση αυτή έχει ως κύριο στόχο τον υπολογισμό της πυκνότητας εμφάνισης κατολισθήσεων για κάθε μια από τις κατηγορίες (κλάσεις) στις οποίες ταξινομείται κάθε παράγοντας.

Έτσι, για κάθε κατηγορία εντός των παραγόντων (π.χ. μια λιθολογική μονάδα ή μια κατηγορία απόστασης από το οδικό δίκτυο) υπολογίζεται μια τιμή συντελεστή βαρύτητας ως ο φυσικός λογάριθμος του λόγου πυκνότητα κατολισθήσεων στην κατηγορία προς πυκνότητα κατολισθήσεων σε όλο το χάρτη. Η χρήση αυτού του συντελεστή εξασφαλίζει ότι οι τιμές του συντελεστή βαρύτητας θα είναι αρνητικές όταν η πυκνότητα των κατολισθήσεων είναι μικρότερη από τη μέση και θετικές όταν είναι μεγαλύτερη. Το τελικό στάδιο της άσκησης σχετίζεται με την κατασκευή του χάρτη επιδεκτικότητας.

#### Δεδομένα

Σε αυτή την άσκηση ο χάρτης επιδεκτικότητας θα κατασκευαστεί με βάση τους παρακάτω χάρτες παραγόντων/μεταβλητών:

- Λιθολογικός χάρτης
- Τοπογραφικός Χάρτης (Χάρτης κλίσεων, Χάρτης εκθέσεων, χάρτης υψομέτρου)
- Χάρτης υδρογραφικού δικτύου
- Χάρτης Σεισμικής έντασης
- Χάρτης Τεκτονικών γραμμών
- Χάρτης οδικού δικτύου

Επιπρόσθετα, η θέση των κατολισθήσεων έχει προσδιοριστεί από εργασίες πεδίου και έχει καταγραφεί σε αρχείο πίνακα (το οποίο περιέχει τις Χ,Υ συντ/νες κάθε κατολισθήσης).

## **Εισαγωγή δεδομένων – δημιουργία δευτερογενών μεταβλητών**

Αρχικά θα πρέπει να εισαχθούν τα δεδομένα της άσκησης σε περιβάλλον ArcGIS και να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες επεξεργασίες. Τα δεδομένα εισόδου είναι είτε σε μορφή πίνακα (πίνακας κατολισθήσεων) είτε σε διανυσματική μορφή (όριο περιοχής μελέτης, υδρ. Δίκτυο, οδικό δίκτυο, υψόμετρα, λιθολογία, ισοΰψεις καμπύλες, οικισμοί, τεκτονικές γραμμές) είτε σε ψηφιδωτή μορφή (σεισμικές εντάσεις).

### **Βήμα 1:**

Εισαγωγή των παρακάτω θεματικών επιπέδων από τον κατάλογο του μαθήματος (...\\LANDSL\\DATA):

Contour.shp   elev\_spots.shp          faults.shp          hydro.shp          lithology.shp  
roads.shp          settlements.shp          stdArea.shp

του πίνακα LandSL\_GPS.dbf

και του ψηφιδωτού επιπέδου seismINT <GRID>

### **Βήμα 2:**

Εμφάνιση των παραπάνω επιπέδων και χαρτογραφική παρουσίαση των κατηγοριών τους.

### **Βήμα 3:**

Στο βήμα αυτό θα πραγματοποιηθεί η δευτερογενής επεξεργασία των μεταβλητών. Αρχικά θα πρέπει να δημιουργηθούν οι κατηγορίες για κάθε παράγοντα (λιθολογία, κλίση, έκθεση, υψόμετρο, απόσταση από την ακτογραμμή, απόσταση από οδικό δίκτυο, απόσταση από ρήγματα, πυκνότητα υδρ. δικτύου, σεισμική ένταση). Από τους παραπάνω παράγοντες μόνο για τη λιθολογία έχουμε ήδη κατηγοριοποίηση. Για τους υπόλοιπους θα πρέπει να πραγματοποιηθεί κάποιου είδους επεξεργασία.

*Δημιουργία επιπέδων ευθείας απόστασης (distance)*

Όπου απαιτείται η δημιουργία δευτερογενούς μεταβλητής της απόστασης από οντότητες (π.χ. απόσταση από τα ρήγματα) αυτή πραγματοποιείται με την λειτουργία *ευκλείδειας απόστασης* (από την επέκταση Spatial Analyst).

*Δημιουργία επιπέδων πυκνότητας (density)*

Όπου απαιτείται η δημιουργία δευτερογενούς μεταβλητής της πυκνότητας οντοτήτων (π.χ. πυκνότητα υδρ. δικτύου) αυτή πραγματοποιείται με την λειτουργία *density* (από την επέκταση Spatial Analyst).

*Δημιουργία – αξιολόγηση ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DEM)*

Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους θα δημιουργηθεί από τις κατάλληλες πρωτογενείς μεταβλητές (ισοΰψεις καμπύλες, υψομετρικά σημεία, όριο περιοχής μελέτης) με τη λειτουργία *Topo to raster* (Spatial Analyst > Interpolation > Topo to raster). Από το Ψηφιακό μοντέλο εδάφους μπορούν στη συνέχεια να εξαχθούν οι παράγοντες της ΚΛΙΣΗΣ και της ΕΚΘΕΣΗΣ.

## **Επαναταξινόμησης μεταβλητών – δημιουργία τάξεων για κάθε έναν παράγοντα**

Μετά τη δημιουργία των δευτερογενών μεταβλητών, ακολουθεί η ταξινόμησή τους. Για τα δεδομένα που βρίσκονται ήδη σε ποιοτική κλίμακα ταξινόμησης (λιθολογία) δεν θα γίνει κανενός είδους επαναταξινόμηση. Για όλα τα υπόλοιπα, θα δημιουργηθούν κλάσεις (3-5

κατά περίπτωση) οι οποίες θα καταλαμβάνουν ίση έκταση η κάθε μία (Equal Area Classification, Spatial Analyst Tools>reclass> Slice)

### **Υπολογισμός της πυκνότητας κατολισθήσεων για κάθε μια κλάση των παραγόντων**

Στο στάδιο αυτό θα υπολογιστεί η πυκνότητα των κατολισθήσεων για κάθε μια κατηγορία των παραγόντων. Με δεδομένο ότι η κάθε μια κατηγορία καταλαμβάνει την ίδια έκταση η πυκνότητα σε αυτές τις κατηγορίες είναι ανάλογη με το πλήθος των κατολισθήσεων οι οποίες τοποθετούνται εντός της κατηγορίας.

Για τον υπολογισμό του πλήθους των κατολισθήσεων σε κάθε μια κατηγορία των παραγόντων, αρχικά δημιουργούμε το επίπεδο των κατολισθήσεων (λειτουργία ADD XY data) και κατόπιν αξιοποιούμε συνδυαστικά αυτό το επίπεδο των κατολισθήσεων και τα επίπεδα με τις κατηγορίες για τους παράγοντες τα οποία δημιουργήθηκαν στο προηγούμενο στάδιο).

Οι λειτουργίες που αξιοποιούνται εδώ είναι

α) ArcToolBOX> Spatial analyst Tools> Extractions> Extract values to points

με την οποία δημιουργείται θεματικό επίπεδο κατολισθήσεων στο οποίο καταγράφεται και η κατηγορία στην οποία τοποθετείται κάθε κατολισθήση

και

β) Στον πίνακα περιγραφών του παραγόμενου από το βήμα (α) λειτουργία Summarize πάνω στο ID κάθε κατολισθήσης για τις κατηγορίες της παραμέτρου.

Το αποτέλεσμα του (β) είναι ένας πίνακας της μορφής:

OID	RASTERVALU	Count RASTERVALU
0	-9999	3
1	1	13
2	2	21
3	3	27
4	4	25
5	5	23

Στον οποίο στη στήλη count καταγράφεται το πλήθος των κατολισθήσεων για κάθε μια κατηγορία.

### **Δημιουργία χαρτών κριτηρίων**

Με βάση τα αποτελέσματα του προηγούμενου βήματος υπολογίζεται ο συντελεστής βαρύτητας (δείκτης επιδεκτικότητας) για κάθε μια κατηγορία κάθε παράγοντα από τη σχέση :

$LN$  (πυκνότητα κατολισθήσεων ανά κατηγορία / πυκνότητα συνόλου του χάρτη)

Όπου  $LN$  = φυσικός λογάριθμος

Όπως ήδη αναφέρθηκε η δείκτης αυτός είναι θετικός όπου η πυκνότητα είναι μεγαλύτερη από τη μέση και αρνητικός όπου είναι μικρότερη.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο δείκτης αυτός θα πρέπει να αποδοθεί σε θεματικό χάρτη για κάθε κριτήριο.

Σημειώνεται ότι το εύρος του δείκτη για κάθε παράγοντα που μελετάται αποτελεί δείκτη της σπουδαιότητας κάθε κριτηρίου.(δες βιβλιογραφία)

### **Δημιουργία τελικού χάρτη επιδεκτικότητας**

Στο τελικό αυτό στάδιο θα δημιουργηθεί ο τελικός χάρτης επιδεκτικότητας (με το συνδυασμό όλων των παραπάνω). Ο χάρτης αυτός μπορεί να δημιουργηθεί απλά με την άθροιση των σταθμισμένων χαρτών (για άλλες εναλλακτικές επιλογές δες βιβλιογραφία).

Στη συνέχεια μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τον τελικό αυτό χάρτη σε τρεις κλάσεις μικρής, μέσης και μεγάλης επιδεκτικότητας σε εκδήλωση κατολίσθησης. Δοκιμάστε διαφορετικά όρια των κλάσεων και κατασκευάστε τον δικό σας τελικό χάρτη επιδεκτικότητας.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Catani F, Casagli N, Ermini L, Righini G, Menduni G. 2005. Landslide hazard and risk mapping at catchment scale in the Arno River Basin. *Landslide 2*: 329–342.

Lee S, Talib JA. 2005. Probabilistic landslide susceptibility and factor effect analysis. *Environmental Geology* 47: 982–990.

Leroi E. 1997. Landslide risk mapping: problems, limitation and developments. In *Landslide Risk Assessment*, Cruden D, Fell R (eds). Balkema: Rotterdam; 239–250.

Morton DM, Alvares RM, Campbell RH. 2003. *Preliminary Soil-Slip Susceptibility Maps, Southwestern California*, US Geological Survey Open-File Report 03-17.

Yiping He and R. Edward Beighley\*, 2006: GIS-based regional landslide susceptibility mapping: a case study in southern California, *Earth Surface Processes and Landforms, Earth Surf. Process. Landforms* 33, 380 –393.

Γκουρνέλλος Θ., Χαλκιάς Χ., Τσαγκάς Δ. (2006): «Επιδεκτικότητα Εκδήλωσης Κατολισθήσεων για τον Ελληνικό Χώρο – Ανάλυση με τη Χρήση Κανόνων Ασαφούς Λογικής και Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων», *περιοδικό Γεωγραφίες*, 12, σελ.114- 127.