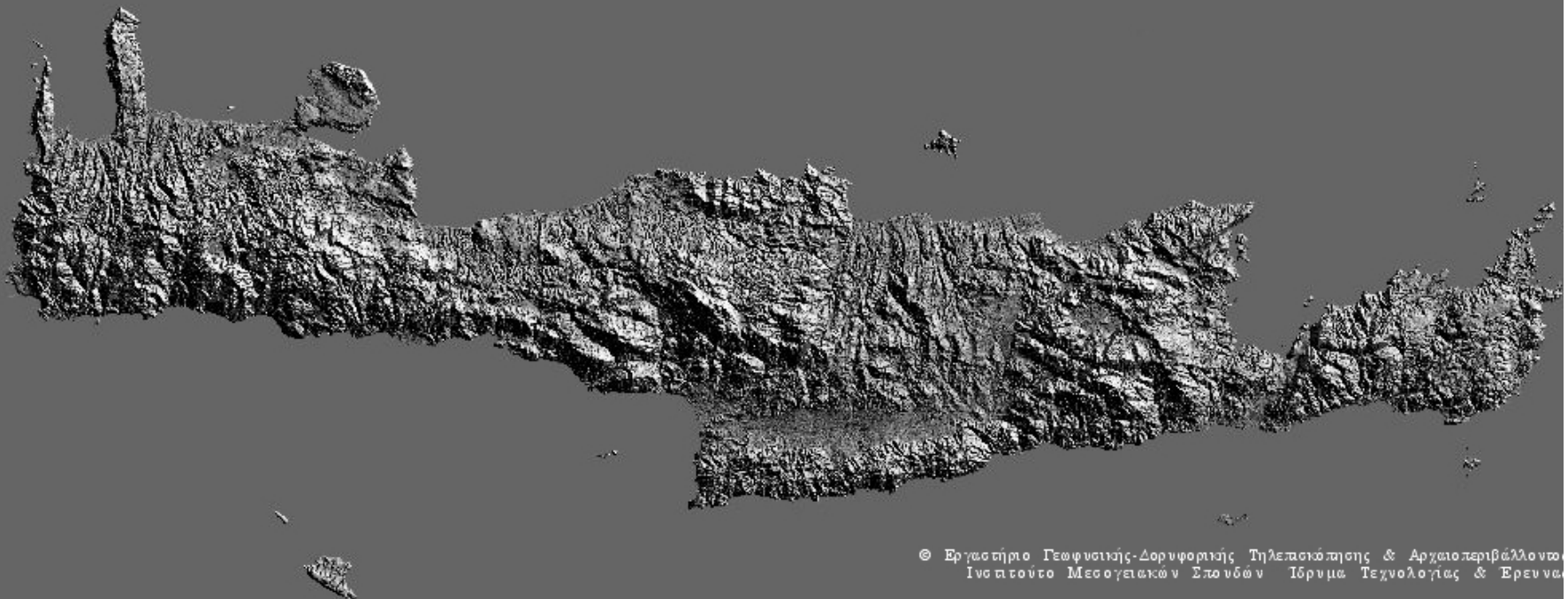


# Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών G.I.S.

CRINNO – EMERIC I



© Εργαστήριο Γεωφυσικής-Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης & Αρχαιοπεριβάλλοντος  
Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών Ιδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνας

Εργαστήριο Γεωφυσικής – Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης & Αρχαιοπεριβάλλοντος  
Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών (Ι.Μ.Σ.) - Ίδρυμα τεχνολογίας & Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)

# ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ (ΣΤΟΙΧΕΙΑ)

Γεγονότα  
Φαινόμενα  
Αντικείμενα  
Γνωστά μεγέθη

Επεξεργασία  
Ανάλυση

Πληροφορία

- Διερεύνηση
- Μετατροπή κλίμακας
- Μέτρηση εμβαδών
- Στατιστική ανάλυση/τάσεις
- Υπέρθεση επιπέδων
- Προσομείωση/μοντελοποίηση
- Διαχείριση πληροφοριών

Σύστημα

Ένα οργανωμένο σύνολο επιμέρους τμημάτων που συνδέονται λειτουργικά μεταξύ τους για κάποιο σκοπό

Κριτήρια ταξινόμησης

- ◆ Φυσικά – τεχνητά
- ◆ Αφηρημένα – συγκεκριμένα
- ◆ Στατικά – δυναμικά
- ◆ Απλά - σύνθετα

Σύστημα Πληροφοριών

Μία διαχειριστική διαδικασία, η οποία μετατρέπει τα στοιχεία σε πληροφορίες για λήψη αποφάσεων

Σύστημα Γεωγραφικών  
Πληροφοριών

Ένα σύστημα πληροφοριών με χωρικά προσδιορισμένη βάση δεδομένων

Εργαστήριο Γεωφυσικής – Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης & Αρχαιοπεριβάλλοντος  
Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών (Ι.Μ.Σ.) - Ίδρυμα τεχνολογίας & Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)

# Ορισμός των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS)

Σύνθεση πολλών επιστημονικών κλάδων.

Ουσιαστικό εργαλείο για την διαχείριση και τον σχεδιασμό των αστικών περιοχών και την διαχείριση των φυσικών πόρων

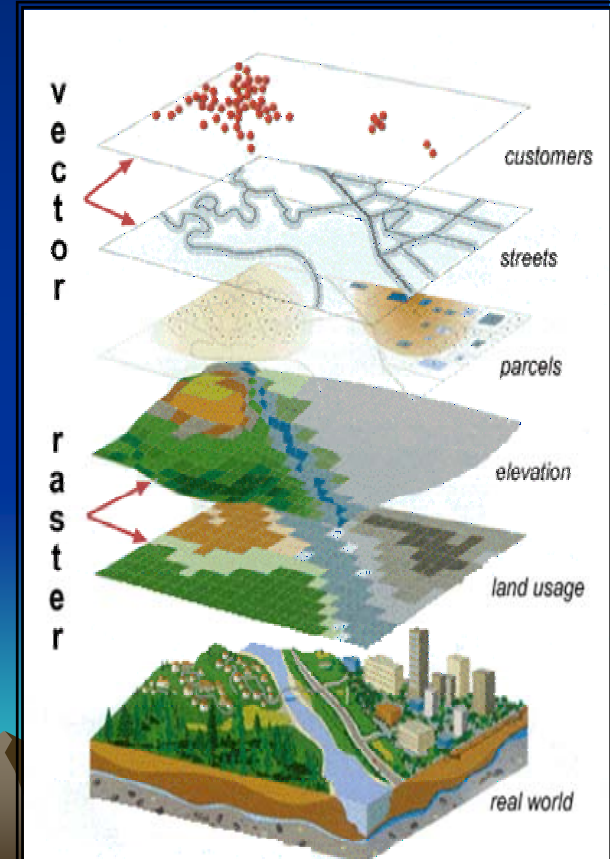
Επέκταση σε εφαρμογές διαχείρισης χρήσεων γής, μοντελοποίηση οικοσυστημάτων, σχεδιασμό επικοινωνιακών συστημάτων και μεταφορών, ανάλυση εμπορικών σχέσεων, προσαρμογή συντελεστών δόμησης και φορολογικών μέτρων, προστασίας περιβάλλοντος, ανάλυσης ορατότητας, κ.α.

## Λειτουργίες του GIS

Αποθήκευση, ανάκτηση, ανάλυση, μοντελοποίηση και χαρτογράφηση

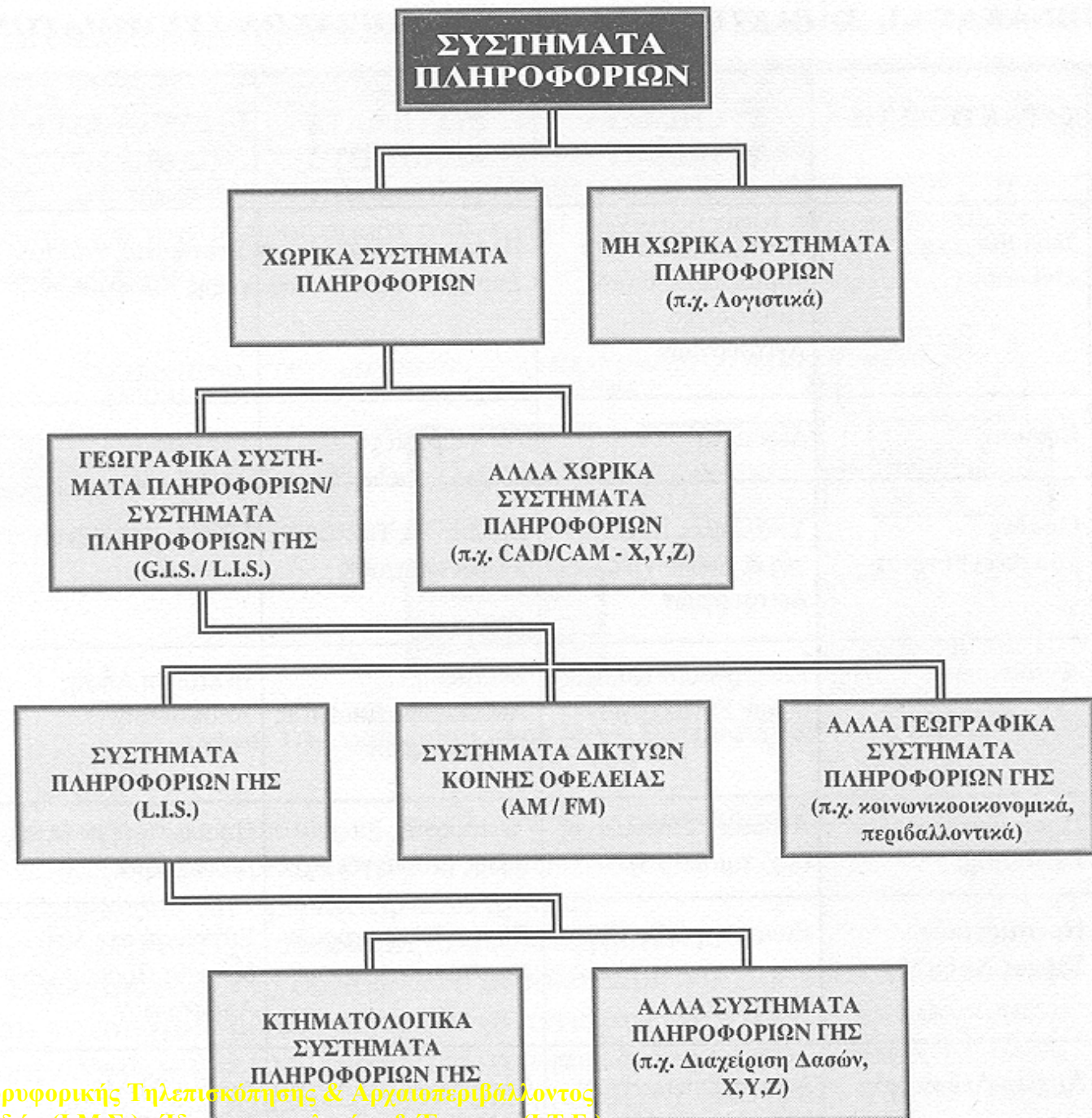
## Εφαρμογές του GIS

- Χαρτογράφηση θέσεων
- Χαρτογράφηση ποσοτήτων
- Χαρτογράφηση ποσοστών και πυκνοτήτων
- Υπολογισμό Αποστάσεων
- Χαρτογράφηση και παρακολούθηση των χρονικών αλλαγών στον χώρο
  - προγνωστικά συστήματα
  - Μοντελοποίηση
  - Λήψη αποφάσεων
  - Έλεγχος συστημάτων



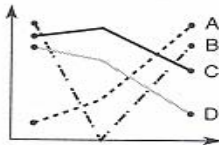

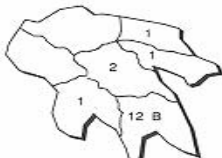

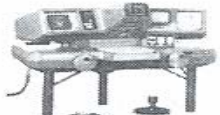
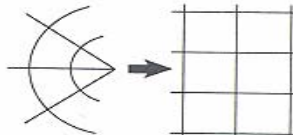

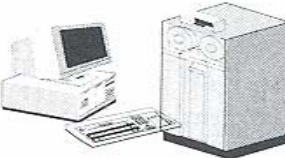
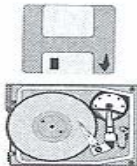






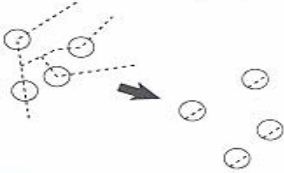


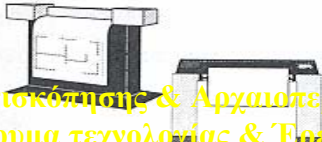
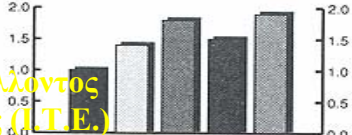



## Είδη Συστημάτων Πληροφοριών



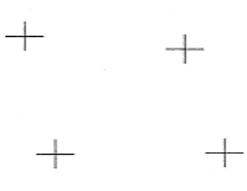
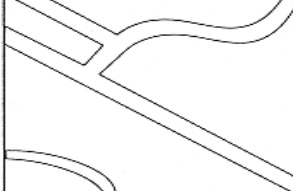

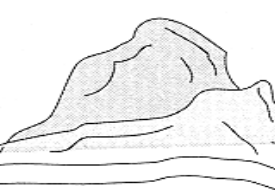






# Διαδικασίες Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ	ΤΜΗΜΑΤΑ																																																																						
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ	<b>Αξιολόγηση</b> 	<b>Επιλογή</b> <table border="1" data-bbox="1205 213 1408 357"><thead><tr><th></th><th>x</th><th>y</th><th>z</th><th>?</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>✓</td><td>✓</td><td></td></tr><tr><td>C</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td></td></tr><tr><td>D</td><td>✓</td><td></td><td>✓</td><td></td></tr></tbody></table>		x	y	z	?	A	✓				B		✓	✓		C	✓	✓	✓		D	✓		✓		<b>Οργάνωση</b> ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1993 <table border="1" data-bbox="1467 213 1700 370"><thead><tr><th>Δ</th><th>ΤΡ</th><th>ΤΕ</th><th>Π</th><th>ΠΑ</th><th>Σ</th><th>Κ</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr><tr><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td></tr><tr><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td></tr><tr><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Δ	ΤΡ	ΤΕ	Π	ΠΑ	Σ	Κ		1	2	3	4	5		6	7	8	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			<b>Χρήση Πληροφοριών</b> 
	x	y	z	?																																																																			
A	✓																																																																						
B		✓	✓																																																																				
C	✓	✓	✓																																																																				
D	✓		✓																																																																				
Δ	ΤΡ	ΤΕ	Π	ΠΑ	Σ	Κ																																																																	
	1	2	3	4	5																																																																		
6	7	8	8	10	11	12																																																																	
13	14	15	16	17	18	19																																																																	
20	21	22	23	24	25	26																																																																	
27	28	29	30	31																																																																			
ΕΙΣΟΔΟΣ	<b>Προεπεξεργασία</b> 	<b>Ψηφιοποίηση</b> 	<b>Διόρθωση</b> 	<b>Μετασχηματισμός</b> 																																																																			
ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	<b>Μορφή</b> 	<b>Μέγεθος</b> 	<b>Μέσο</b> 	<b>Δομή</b> <table border="1" data-bbox="1776 657 2060 836"><thead><tr><th></th><th>ήλυγκαυ</th><th>ήλυγκαυ</th><th>ήλυγκαυ</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>χγνδθκ</td><td>κγυτστ</td><td>ηφξθ</td></tr><tr><td>2</td><td>ghfckm</td><td>γφξθξ</td><td>κ.θγθφγ</td></tr><tr><td>3</td><td>θγθκ</td><td>ξ,υφξ</td><td>ν,ωξμ</td></tr></tbody></table>		ήλυγκαυ	ήλυγκαυ	ήλυγκαυ	1	χγνδθκ	κγυτστ	ηφξθ	2	ghfckm	γφξθξ	κ.θγθφγ	3	θγθκ	ξ,υφξ	ν,ωξμ																																																			
	ήλυγκαυ	ήλυγκαυ	ήλυγκαυ																																																																				
1	χγνδθκ	κγυτστ	ηφξθ																																																																				
2	ghfckm	γφξθξ	κ.θγθφγ																																																																				
3	θγθκ	ξ,υφξ	ν,ωξμ																																																																				
ΑΝΑΚΤΗΣΗ	<b>Διαχείριση Β.Δ.</b> <table border="1" data-bbox="963 885 1187 965"><thead><tr><th></th><th>ήλυγκαυ</th><th>ήλυγκαυ</th><th>ήλυγκαυ</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>E</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr></tbody></table> 		ήλυγκαυ	ήλυγκαυ	ήλυγκαυ	A	0	0	0	B	0	0	0	C	0	0	0	D	0	0	0	E	1	0	1	<b>Δομή Δεδομένων</b> <div> Σημεία  Γραμμές  Επιφάνειες</div> <div> Δίκτυα  Grid</div>	<b>Ανάκτηση</b> 																																												
	ήλυγκαυ	ήλυγκαυ	ήλυγκαυ																																																																				
A	0	0	0																																																																				
B	0	0	0																																																																				
C	0	0	0																																																																				
D	0	0	0																																																																				
E	1	0	1																																																																				
ΑΝΑΛΥΣΗ	<b>Γεωγραφική</b> 	<b>Μη Γεωγραφική</b> $P_n = [P_1 + P_2 + P_3]^2 + P_0$ 																																																																					
ΕΞΟΔΟΣ	<b>Μέσο Απεικόνισης</b> 	<b>Διαγράμματα</b> 	<b>Χάρτης</b> 																																																																				

— Δομηφόρικής Τηλεπικοινωνίας & Αρχαιοαεριβαλλοντος  
Επιδόων (I.M.Σ.) - Ίδρυμα τεχνολογίας & Έρευνας (I.T.E.)

# Τύποι Δεδομένων Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

ΧΩΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ			
			
ΣΗΜΕΙΑ	ΓΡΑΜΜΕΣ	ΕΚΤΑΣΕΙΣ (ΠΟΛΥΓΩΝΑ)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ζεύγος συντεταγμένων</li> <li>✓ όχι μήκος ή έκταση</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Συντεταγμένες με σημεία αρχής και τέλους</li> <li>✓ Έχουν μήκος όχι όμως έκταση</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Συντεταγμένες με σημεία αρχής και τέλους</li> <li>✓ Έχουν και περίμετρο και έκταση</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Εκτάσεις με κατακόρυφες συντεταγμένες</li> <li>✓ Έχουν έκταση, περίμετρο και υψόμετρο</li> </ul>
ΜΟΡΦΗ			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Τροχαία ατυχήματα</li> <li>✓ Δένδρα</li> <li>✓ Υψόμετρα</li> <li>✓ Ονόματα περιοχών</li> <li>✓ Αρχή και τέλος γραμμών</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Δρόμοι</li> <li>✓ Ποτάμια</li> <li>✓ Γραμμές κοινής ωφέλειας</li> <li>✓ Όρια εκτάσεων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ακίνητα (οικόπεδα, κτίρια, αγροτεμάχια)</li> <li>✓ Δρόμοι</li> <li>✓ Εδαφολογικά όρια</li> <li>✓ Διοικητικά όρια</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Χάρτες κλίσεων</li> </ul>
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Τροχαία ατυχήματα</li> <li>✓ Δένδρα</li> <li>✓ Υψόμετρα</li> <li>✓ Ονόματα περιοχών</li> <li>✓ Αρχή και τέλος γραμμών</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Δρόμοι</li> <li>✓ Ποτάμια</li> <li>✓ Γραμμές κοινής ωφέλειας</li> <li>✓ Όρια εκτάσεων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ακίνητα (οικόπεδα, κτίρια, αγροτεμάχια)</li> <li>✓ Δρόμοι</li> <li>✓ Εδαφολογικά όρια</li> <li>✓ Διοικητικά όρια</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Χάρτες κλίσεων</li> </ul>
ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ			
			
ΕΝΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΛΟΓΟΙ	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΗ	ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Λέξεις</li> <li>✓ Αριθμοί</li> <li>✓ Αλφαριθμητικοί κωδικοί</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Κείμενο</li> <li>✓ Σχέδια</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Αριθμοί</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Αριθμοί</li> <li>✓ Λέξεις</li> <li>✓ Σκιάσεις</li> <li>✓ Σύμβολα</li> </ul>
ΜΟΡΦΗ			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Αδείες</li> <li>✓ Ευρετήρια</li> <li>✓ Επεξεργασίες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Σχέδια</li> <li>✓ Κανονισμοί</li> <li>✓ Νομικές περιγραφές</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Κυκλοφοριακές μετρήσεις</li> <li>✓ Απογραφές</li> <li>✓ Άλλες μετρήσεις</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ονόματα δρόμων</li> <li>✓ Σύμβολα Χαρακτηριστικών</li> </ul>
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Αδείες</li> <li>✓ Ευρετήρια</li> <li>✓ Επεξεργασίες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Σχέδια</li> <li>✓ Κανονισμοί</li> <li>✓ Νομικές περιγραφές</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Κυκλοφοριακές μετρήσεις</li> <li>✓ Απογραφές</li> <li>✓ Άλλες μετρήσεις</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ονόματα δρόμων</li> <li>✓ Σύμβολα Χαρακτηριστικών</li> </ul>



# Επικοινωνιακή Πολιτική & Χαρτογραφικά Δεδομένα

## Η Σημασία των Χαρτών

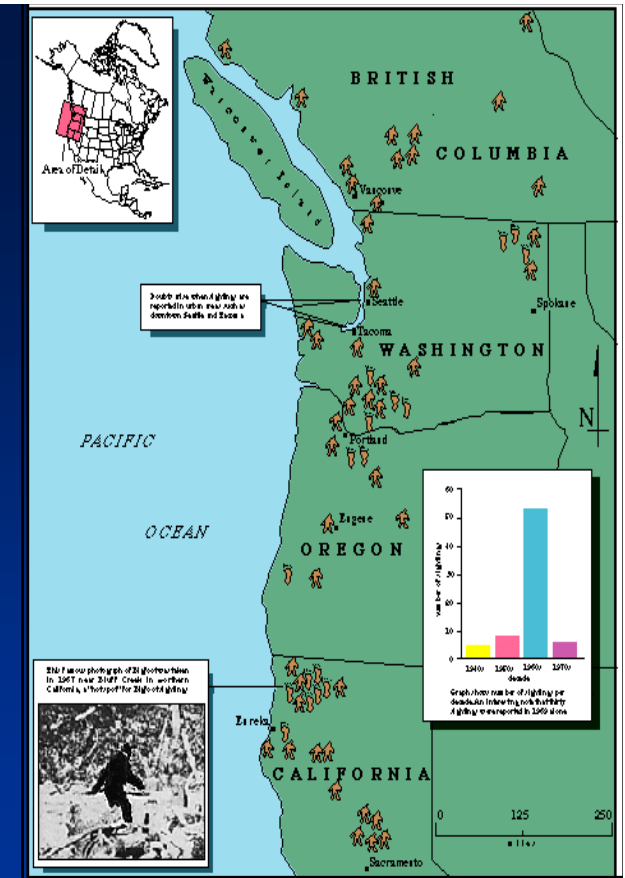
Τοποθεσία

Χωρικά χαρακτηριστικά/πληροφορίες

Χρήση απο ευρύ φάσμα επιστημών.

Οι χάρτες ως συμβολικές γενικεύσεις της πραγματικότητας

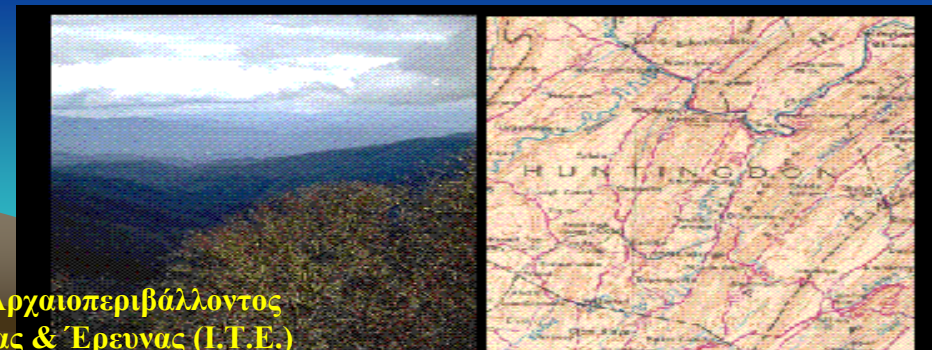
1. Πόσο γενικευμένη και απλουστευμένη είναι η αποτύπωση;
2. Πως συμβολίζονται οι γενικεύσεις και οι σχέσεις μεταξύ παραμέτρων;



## Ποιότητα χαρτών

Ένας καλός χάρτης είναι ένας χάρτης που επικοινωνεί καλύτερα με τους αποδέκτες των πληροφοριών

- Σκοπός
- Διαθέσιμα δεδομένα
- Τελικός αποδέκτης
- Χρήση
- Τρόπος παρουσίασης





## Στοιχεία Σύνταξης Χαρτών

### Είδος και τύπος του τελικού προϊόντος

Τί είδους πληροφορίες θα αποτυπωθούν και με τι ακρίβεια;

### Γενίκευση & απλούστευση

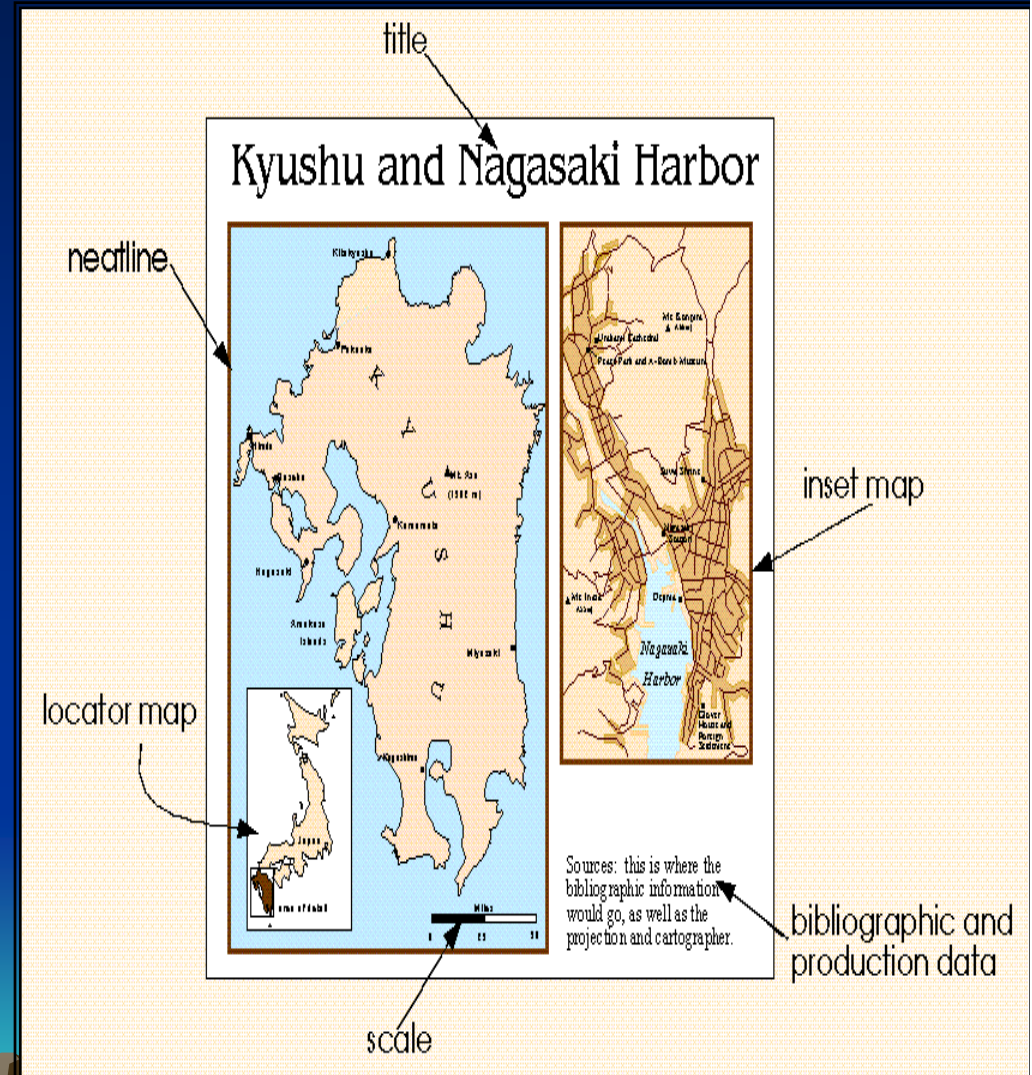
Σχέση με την κλίμακα

### Στοιχεία ανάγνωσης χαρτών

**Απαραίτητα στοιχεία:** Κλίμακα, διεύθυνση βορρά, συμβολισμός, πηγές πληροφόρησης

**Στοιχεία ως προς το θέμα:** Τίτλος, προβολικό σύστημα, ημερομηνία σύνταξης, φορέας.

**Βοηθητικά στοιχεία:** θέση χάρτη, ιστογράμματα, μεγάλης κλίμακας χάρτες.



# Η Σημειωτική της Χαρτογραφίας

## Χρώμα & Συμβολισμός

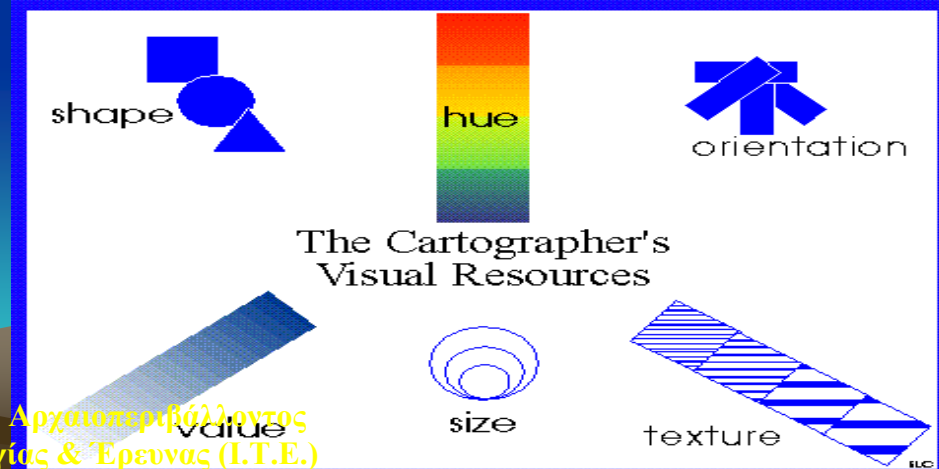
Συμβολισμός για την τοποθεσία, διεύθυνση, απόσταση, μετακίνηση, λειτουργία, συσχέτιση, διαδικασία, ποσότητα, κ.α.

Χρώμα, σημεία, γραμμές, πολύγωνα.

Κατηγορίες με βάση το μέγεθος, σχήμα, τιμή, διεύθυνση, απόχρωση, κ.α.

## 4 επίπεδα μετρήσεων για την περιγραφή των φυσικών μεγεθών

- **Ονομαστικά δεδομένα (Nominal data)** – πληροφορίες που κατηγοριοποιούνται με βάση τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους (είδος αντικειμένου, όνομα, κ.α.)
- **Ποσοτικά δεδομένα (Ordinal data)** – κατηγοροποίηση με βάση τα ποσοτικά τους χαρακτηριστικά: μικρό, μεγάλο, μεσαίο, μονό, διπλό, τριπλό, κ.α. (π.χ. κύριο, δευτερεύων, αγροτικός δρόμος, κ.α.)
- **Δεδομένα διαστημάτων (Interval data)** – πληροφορίες που κατανέμονται χρησιμοποιώντας μία συγκεκριμένη κλίμακα (προσθετική ή αφαιρετική). Πχ. Μέτρηση της θερμοκρασίας.
- **Αναλογικά (αριθμητικά) δεδομένα (Ratio data)** – όπως τα δεδομένα διαστημάτων, αλλά η κλίμακα μέτρησης ξεκινάει από ένα τυχαίο σημείο. Πχ. Υψόμετρο από την θάλασσα, πυκνότητα πληθυσμού, ποσοστό βροχόπτωσης.

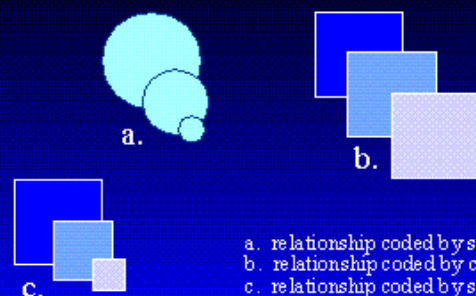


### Nominal Data: Point Symbols

-  airport
-  bench mark
-  capitol
-  church
-  mine
-  school
-  town

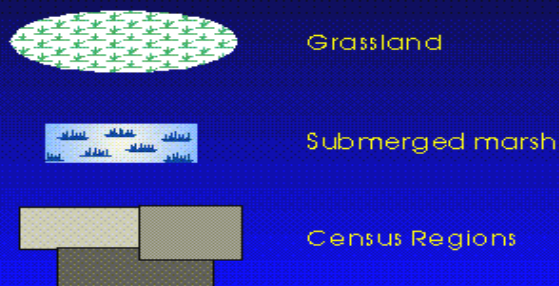
SLC 4/13

### Ordinal Data: Point Symbols



SLC 4/14

### Nominal Data: Areas



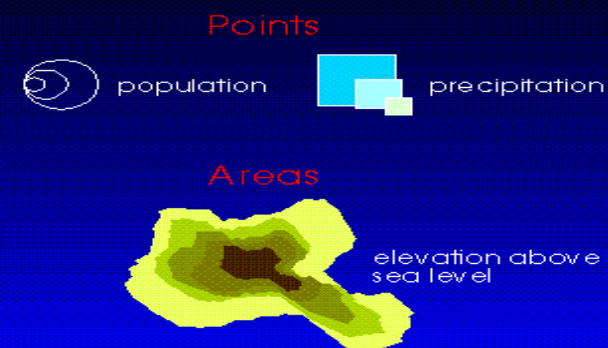
SLC 1/15

### Ordinal Data: Areas



Examples using color and fill patterns to indicate quantitative differences between areas.

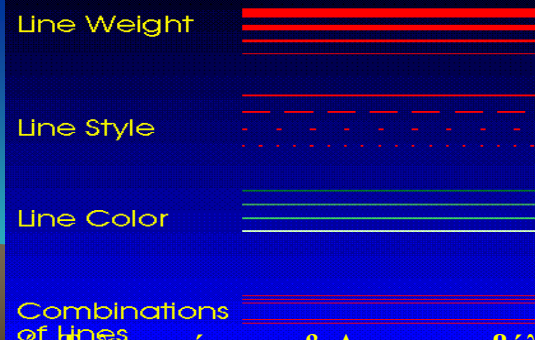
### Ratio Data: Points and Areas



### Nominal Data: Lines



### Ordinal Data: Line Symbols



### RATIO DATA: LINES





## Στατιστική Γενίκευση Χαρτών

Χαρτογράφηση στατιστικών στοιχείων με στόχο την αποτύπωση χωρικών τάσεων και κατανομών  
Διαφοροποίηση με βάση τον αριθμό των κατηγοριών και τα όρια καθορισμού των τάξεων

### Μέθοδοι κατανομής/κατηγοροποίησης μετρήσεων

**Σημείο αποκοπής** (σημείο διαχωρισμού μεταξύ δύο κατηγοριών). Προσδιορισμός

### Ταξινόμηση

-**Exhaustive** (όλες οι μετρήσεις σε ένα εύρος εμπίπτουν σε μία κατηγορία – καμία τιμή μέσα σε αυτό το εύρος δεν αποκλείεται εκτός της ταξινόμησης)

-**Mutually exclusive** (κάθε τιμή τοποθετείται σε μία και μόνο μία κατηγορία – δεν υπάρχει επικάλυψη μεταξύ των κατηγοριών)

### Κατηγορίες ίσου εύρους

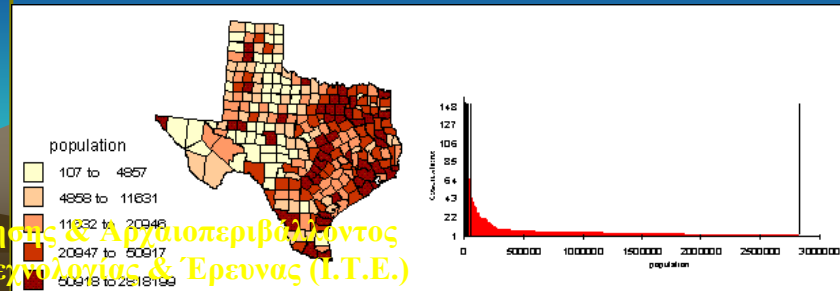
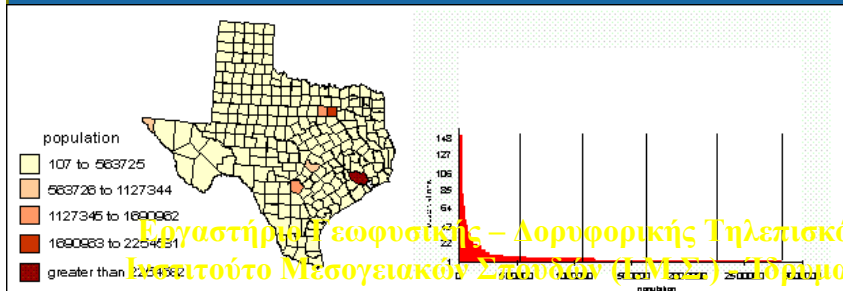
$$=(X_{\max} - X_{\min}) / \text{Number of intervals}$$

π.χ. Μετρήσεις από το 16 – 25, μπορούν να ταξινομηθούν σε 5 κατηγορίες εύρους 2 μονάδων

Για «τετράγωνες» (ισομεγέθεις) κατανομές.

### Κατηγορίες ίσου εύρους

- Δημιουργία κατηγοριών με ίδιο αριθμό μετρήσεων σε κάθε κατηγορία.
- Π.χ. εάν έχουμε ένα σύνολο 100 μετρήσεων και θέλουμε να δημιουργήσουμε 5 κατηγορίες, οι μικρότερες 20 μετρήσεις θα ταξινομηθούν σε μία τάξη, οι 20 μεγαλύτερες σε άλλη, κ.λ.π.
- 4 κατηγορίες - quartiles
- 5 κατηγορίες – quintiles
- 6 κατηγορίες - sextiles



## ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Χώρος

Χρόνος

Παρατήρηση/μέτρηση

Ιδιότητα/μεταβλητή

**Χωρική συνιστώσα**

Απόλυτη χωροθέτηση (x,y,z)  
Τοπολογική συσχέτιση

**Θεματική συνιστώσα**

Θεματικό αντικείμενο (στατιστική)  
Χωρικό αντικείμενο (χωρική ανάλυση)

### Δεδομένα GIS

Ψηφιοποιημένα δεδομένα (ψηφιοποιητή ή σαρωτή)

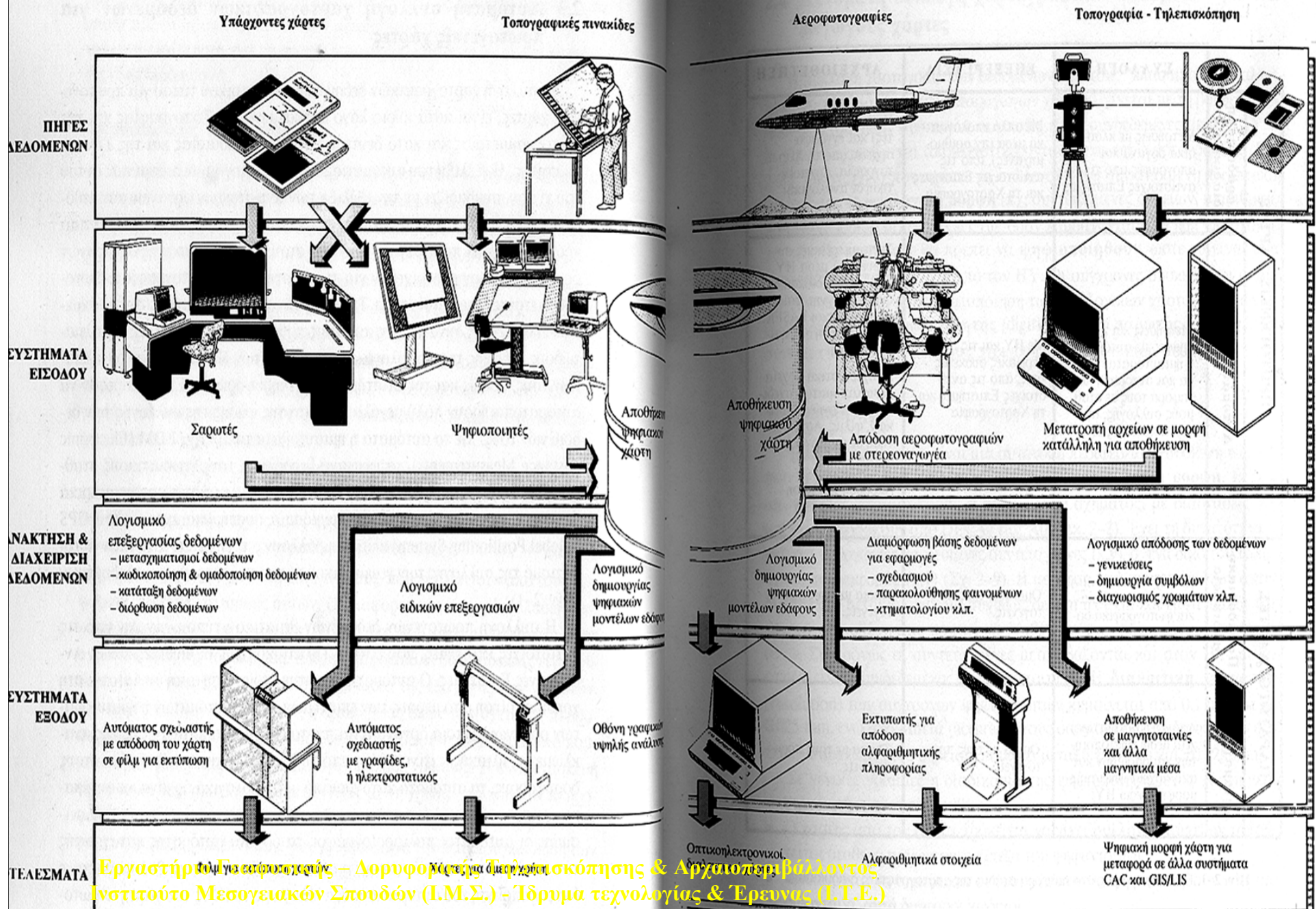
Βάσεις δεδομένων

Μετρήσεις GPS ή EDM

Δορυφορικές εικόνες

Αεροφωτογραφίες

# ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ



Εργαστήριο Γεωγραφικής - Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης & Αρχαιοπεριβάλλοντος  
 Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών (Ι.Μ.Σ.) - Ίδρυμα τεχνολογίας & Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)



# ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Γεωγραφικά δεδομένα

Ιδιότητες δεδομένων & χαρακτηριστικά

Σχέσεις  
δεδομένων

Οργάνωση  
Τυποποίηση  
Κωδικοποίηση

Μοντελοποίηση  
- Ανάλυση

## Μοντέλα δεδομένων

- ♦ Για την οργάνωση – απεικόνιση πληροφοριών
- ♦ Για την μετατροπή σε μεταφράσιμα απο Η/Υ χαρακτηριστικά

Μοντέλο Λογικών  
Πληροφοριών  
(Infological)

Μοντέλο Λογικών  
Πληροφοριών  
(Datalogical)

Ανθρώπινη  
αντίληψη &  
απεικόνιση της  
πραγματικότητας

Λειτουργία Η/Υ,  
αποθήκευση  
δεδομένων, οργάνωση.

**Σχέση :** σύνδεση μεταξύ αντικειμένων

1:1 (αντιστοιχία ενός με ένα και μοναδικό)

1:m (ένα προς πολλά)

## Χωρικές σχέσεις

- Τοπολογικές (ιδιότητες γειτνίασης/συνεκτικότητας)
- Προσεγγιστικές (ιδιότητες προσέγγισης των μή γειτονικών αντικειμένων)
- Ιεραρχικές (πιο περιέχει ή περιέχεται σε κάποιο άλλο αντικείμενο)

## Κατηγορικές σχέσεις

- Ιδιότητες ταξινόμησης, αρχειοθέτησης

## Διανυσματικά Δεδομένα

**Γραμμές ή τόξα** ως βασική λογική μονάδα (με αρχή και τέλος σε σημεία nodes)

### Τοπολογία

Τα γεωγραφικά διανυσματικά δεδομένα έχουν συγκεκριμένη τοπολογία (χωρικά χαρακτηριστικά), ενώ τα θεματικά χαρακτηριστικά τους σχετίζονται με την τοπολογία αυτή. Η σύνδεση αυτή γίνεται με μία σχεσιακή βάση δεδομένων η οποία αναγνωρίζει τα διαφορετικά αντικείμενα με ένα κωδικό αναγνώρισης, που είναι μοναδικός και διαφορετικός για κάθε αντικείμενο.

### Διανυσματική αναπαράσταση

**Συντεταγμένες:** ένα ζεύγος σημείων που απεικονίζει τις αποστάσεις σε ένα ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων. (τρεις συντεταγμένες για 3D χώρο,  $n$ -συντεταγμένες για  $n$  διαστάσεις)

**Σημεία:** Μηδενική διάσταση. Συντεταγμενες  $x, y$ . Πιθανώς και  $z$ .

**Γραμμές:** Μονοδιάστατα αντικείμενα (π.χ. ισουψείς, δρόμοι, ποτάμια). Αναπαριστάνεται με μία σειρά σημείων. Στο ARC/INFO μία γραμμή ονομάζεται και «arc».

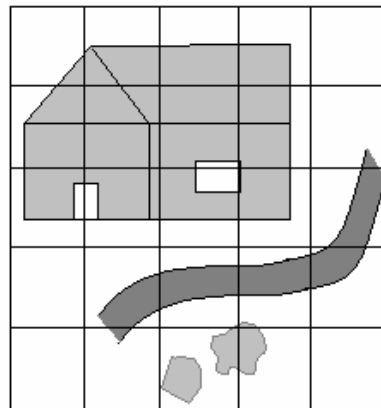
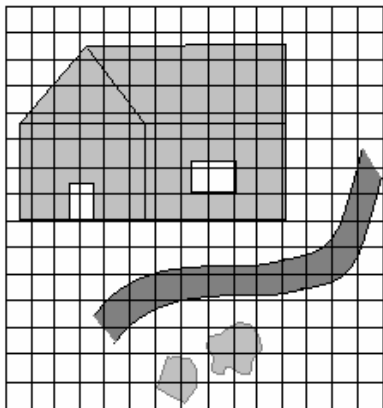
Π.χ. Δίκτυα που αποτελούνται από **σύνδεσμους** (links) που ενώνονται από κόμβους (nodes).

Τα links παίρνουν την μορφή γραμμών όπου το κάθε **τμήμα** τους (segment) έχει αρχικές και τελικές συντεταγμένες.

## ΨΗΦΙΔΩΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

- Διαίρεση της περιοχής σε μία σειρά χωρικών ενοτήτων, με συγκεκριμένες ιδιότητες
- Δυνατότητα απεριόριστης επέκτασης στον χώρο
- Συνατότητα συνεχούς και επαναλαμβανόμενης υποδιαίρεσης (ίδιου σχήματος)

**Κανονικής μορφής** (τετράγωνο, ισόπλευρο τρίγωνο, κ.α.)  
πολυφασματικοί σαρωτές – δορυφορικοί δέκτες



Εργαστήριο Γεωφυσικής – Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης & Αρχαιοπεριβάλλοντος  
Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών (Ι.Μ.Σ.) - Ίδρυμα τεχνολογίας & Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)

ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	ΨΗΦΙΔΩΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ
<i>Πλεονεκτήματα</i>	<i>Πλεονεκτήματα</i>
1. Καλή παρουσίαση της δομής δεδομένων, όπως γίνονται αντιληπτά από τον άνθρωπο.	1. Απλές δομές δεδομένων.
2. Ενιαία δομή δεδομένων.	2. Εύκολη υπέρθεση και συνδυασμός με τηλεπισκοπικά δεδομένα.
3. Πλήρης περιγραφή της τοπολογίας με συνδέσεις δικτύων.	3. Εύκολες χωρικές αναλύσεις διαφόρων ειδών.
4. Ακριβή γραφικά.	4. Εύκολη προσομοίωση της πραγματικότητας εξαιτίας της ίδιας μορφής και μεγέθους της χωρικής μονάδας.
5. Δυνατότητες ενημέρωσης και γενίκευσης των γραφικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών	5. Φθηνή και γρήγορα αναπτυσσόμενη τεχνολογία.
<i>Μειονεκτήματα</i>	<i>Μειονεκτήματα</i>
1. Σύνθετες δομές δεδομένων.	1. Μεγάλοι όγκοι γραφικών δεδομένων.
2. Δυσκολίες σε συνδυασμούς με υπέρθεση διανυσματικών χαρτών, ή διανυσματικών με ψηφιδωτούς	2. Η χρήση μεγάλου μεγέθους ψηφίδων με σκοπό τη μείωση του όγκου δεδομένων, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μη αναγνωρίσιμων σχημάτων και την απώλεια μεγάλου μέρους πληροφοριών.
3. Η προσομοίωση είναι δύσκολη επειδή κάθε ενότητα έχει διαφορετική τοπολογική μορφή.	3. Οι ανεπεξέργαστοι θεματικοί χάρτες είναι πολύ λιγότερο ευπαρουσίαστοι από τους γραμμικούς.
4. Η απεικόνιση και σχεδίαση μπορεί να είναι δαπανηρή, ιδιαίτερα για υψηλής ποιότητας έγχρωμους χάρτες.	4. Είναι δύσκολο να δημιουργηθούν σύνδεσμοι δικτύων.
5. Η τεχνολογία είναι δαπανηρή, ιδιαίτερα για σύνθετο software και hardware.	5. Οι προβολικοί μετασχηματισμοί είναι χρονοβόροι, εκτός αν χρησιμοποιηθούν ειδικοί αλγόριθμοι.
6. Η χωρική ανάλυση και η χρήση φίλτρων μέσα στα πολύγωνα είναι αδύνατη.	

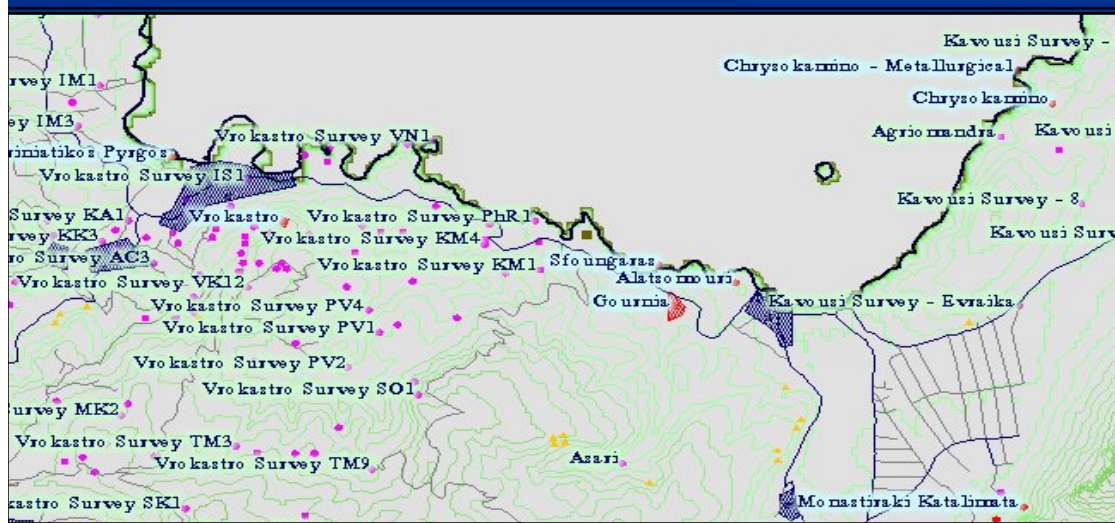
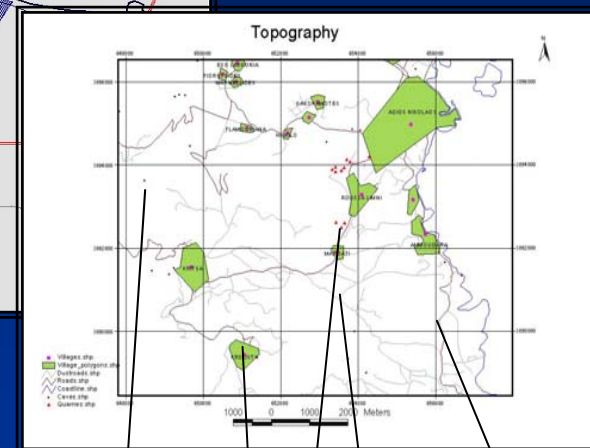
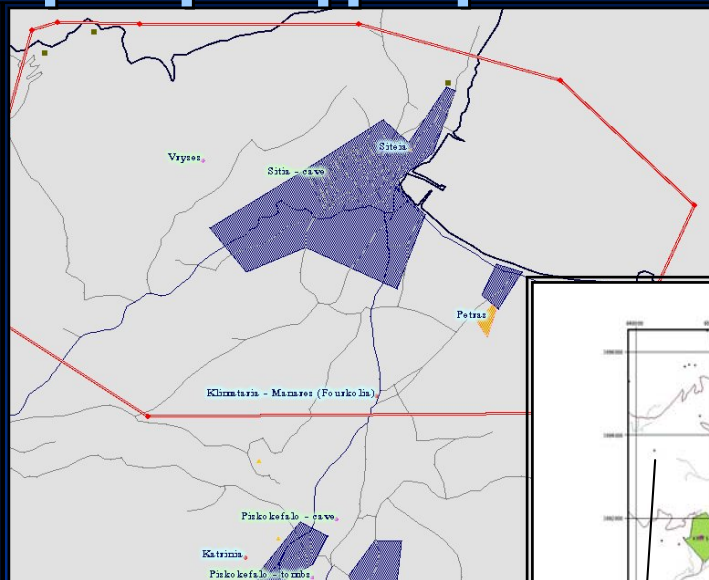
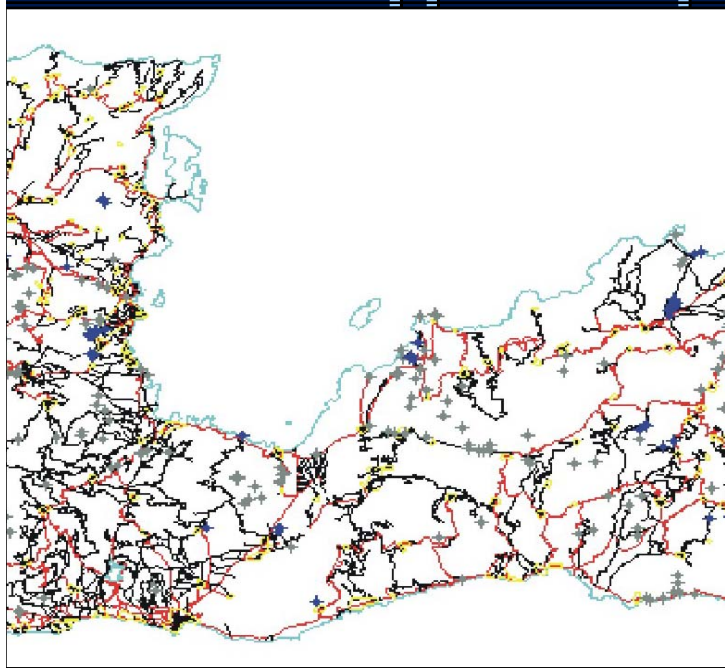
(Burrough, 1987)



## Εισαγωγή χωρικών δεδομένων και πληροφοριών στο GIS

- Ψηφιοποίηση και σάρωση αναλογικών χαρτών
- Σάρωση αναλογικών εικόνων (π.χ. αεροφωτογραφιών)
- Εισαγωγή τοπογραφικών μετρήσεων (π.χ. GPS)
- Μεταφορά ψηφιακών δεδομένων
- Χάρτες – κλίμακα-ανάλυση-ακρίβεια
- Βάσεις δεδομένων

# Ψηφιοποίηση Χαρτογραφικού Υλικού

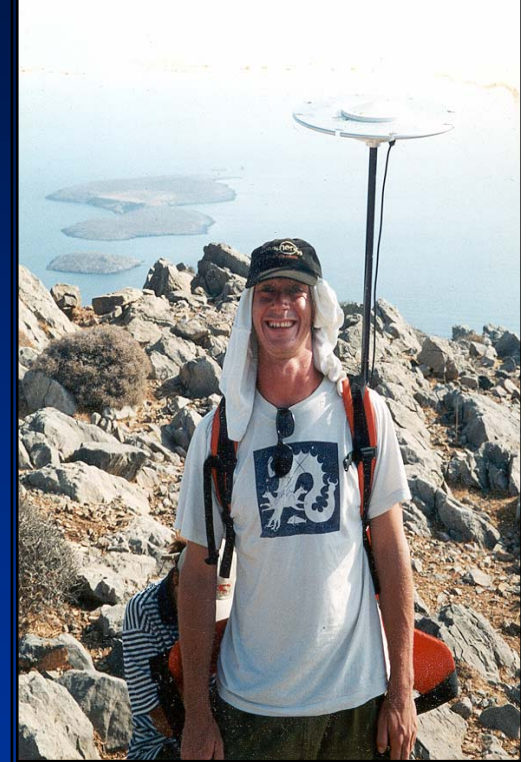


CAVES			
Shape	Name	UTM X	UTM Y
Point	CAVE1	550000	4500000
Point	CAVE2	550000	4500000
Point	CAVE3	550000	4500000
Point	CAVE4	550000	4500000
Point	CAVE5	550000	4500000
Point	CAVE6	550000	4500000
Point	CAVE7	550000	4500000
Point	CAVE8	550000	4500000
Point	CAVE9	550000	4500000
Point	CAVE10	550000	4500000
ROADS			
Shape	Name	UTM X	UTM Y
Line	ROAD1	550000	4500000
Line	ROAD2	550000	4500000
Line	ROAD3	550000	4500000
Line	ROAD4	550000	4500000
Line	ROAD5	550000	4500000
Line	ROAD6	550000	4500000
Line	ROAD7	550000	4500000
Line	ROAD8	550000	4500000
Line	ROAD9	550000	4500000
Line	ROAD10	550000	4500000
QUARRIES			
Shape	Name	UTM X	UTM Y
Point	QUARRY1	550000	4500000
Point	QUARRY2	550000	4500000
Point	QUARRY3	550000	4500000
Point	QUARRY4	550000	4500000
Point	QUARRY5	550000	4500000
Point	QUARRY6	550000	4500000
Point	QUARRY7	550000	4500000
Point	QUARRY8	550000	4500000
Point	QUARRY9	550000	4500000
Point	QUARRY10	550000	4500000
DUSTROADS			
Shape	Name	UTM X	UTM Y
Line	DUSTROAD1	550000	4500000
Line	DUSTROAD2	550000	4500000
Line	DUSTROAD3	550000	4500000
Line	DUSTROAD4	550000	4500000
Line	DUSTROAD5	550000	4500000
Line	DUSTROAD6	550000	4500000
Line	DUSTROAD7	550000	4500000
Line	DUSTROAD8	550000	4500000
Line	DUSTROAD9	550000	4500000
Line	DUSTROAD10	550000	4500000
VILLAGES			
Shape	Name	UTM X	UTM Y
Point	VILLAGE1	550000	4500000
Point	VILLAGE2	550000	4500000
Point	VILLAGE3	550000	4500000
Point	VILLAGE4	550000	4500000
Point	VILLAGE5	550000	4500000
Point	VILLAGE6	550000	4500000
Point	VILLAGE7	550000	4500000
Point	VILLAGE8	550000	4500000
Point	VILLAGE9	550000	4500000
Point	VILLAGE10	550000	4500000

Εργαστήριο Γεωφυσικής – Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης & Αρχαιοπεριβάλλοντος  
Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών (Ι.Μ.Σ.) - Ίδρυμα τεχνολογίας & Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)



# Τοπογραφικές Αποτυπώσεις



Εργαστήριο Γεωφυσικής – Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης & Αρχαιοπεριβάλλοντος  
Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών (Ι.Μ.Σ.) - Ίδρυμα τεχνολογίας & Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)



## Γεωγραφικές Συντεταγμένες στο ελλειψοειδές

### Καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων

X, Y ή E (east), N (North) σε m (μέτρα)

Η διεύθυνση του Βορρά ταυτίζεται με την διεύθυνση του μεσημβρινού.

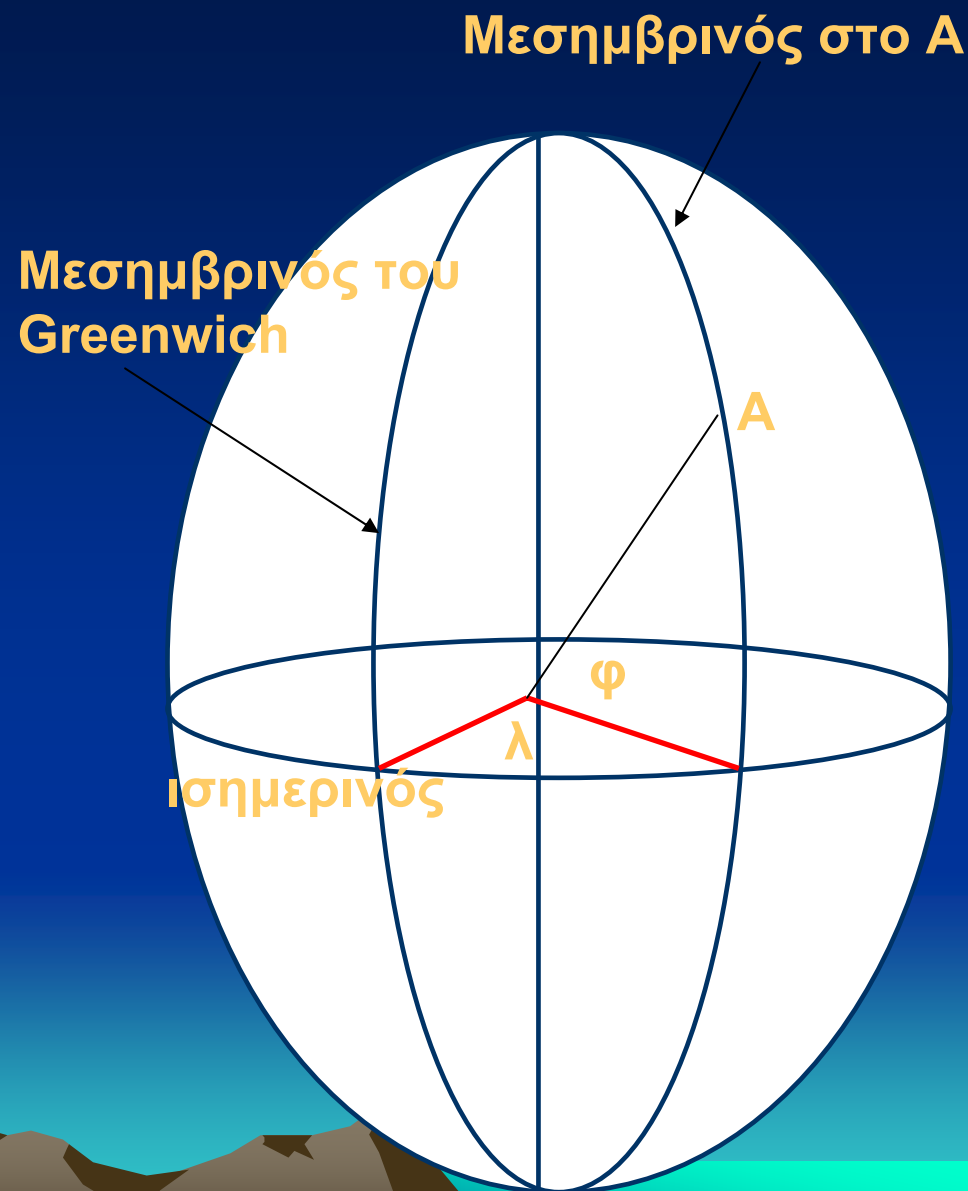
Το πρόβλημα εστιάζεται στην **αποτύπωση** του ελλειψοειδούς σε ένα επίπεδο (χάρτη).

Το ελλειψοειδές είναι μία **μή-αναπτυκτή** επιφάνεια και για τον λόγο αυτό υπάρχει παραμόρφωση των σχημάτων του ελλειψοειδούς στην επιφάνεια.

Τα **προβολικά συστήματα** παρέχουν λεπτομέρειες απεικόνισης και παραμόρφωσης των μεγεθών

Το ελλειψοειδές χρησιμοποιείται καλύτερα ως επιφάνεια αναφοράς για τις οριζόντιες συντεταγμένες ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ).

Το γεωειδές χρησιμοποιείται καλύτερα ως επιφάνεια αναφοράς για τα υψόμετρα



### ΕΓΣΑ'87 ή GREEK DATUM

Εργαστήριο Γεωφυσικής – Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης & Αρχαιοπεριβάλλοντος  
Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών (Ι.Μ.Σ.) - Ίδρυμα τεχνολογίας & Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)

## ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η ψηφιακή περιγραφή της επιφάνειας, η οποία βασίζεται σε μετρήσεις σημείων της και συνοδεύεται από ένα σύνολο κανόνων, που επιτρέπουν να εξαχθεί μία πληροφορία

*Ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους **αποτελείται** από*

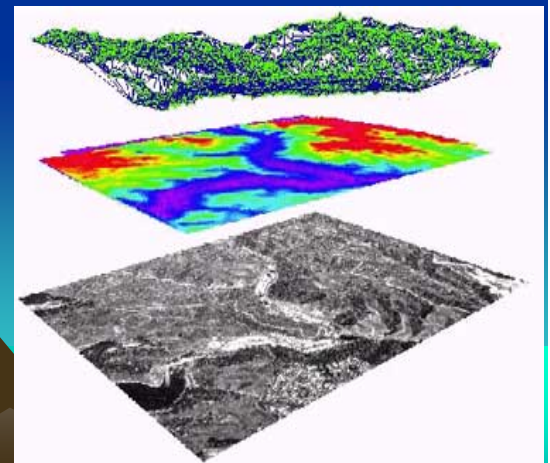
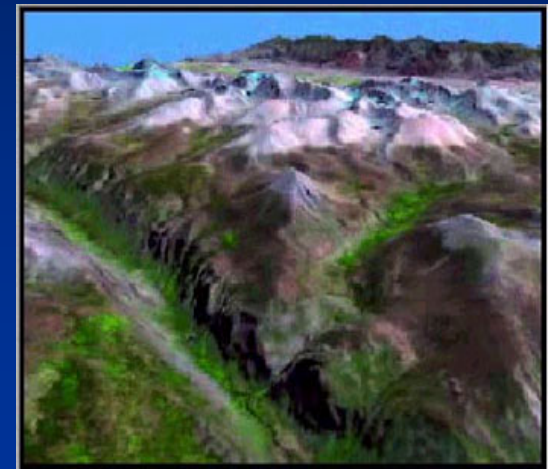
*Έναν κατάλογο συντεταγμένων  $X, Y, Z$ .*

*Ένα σύνολο καταλλήλων κανόνων παρεμβολής. Π.χ. να βρεθεί το  $Z$  για ένα οποιοδήποτε άλλο ζεύγος  $X, Y$ .*

Για τρισδιάστατες συντεταγμένες σημείων:

**Ψηφιακό Μοντέλο εδάφους (Digital Terrain Model, DTM) ή**

**Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (Digital Elevation Model, DEM).**



## Τοπογραφικά Δεδομένα (Υψομετρική πληροφορία)

Ισο-υψείς καμπύλες (ένωση σημείων με το ίδιο υψόμετρο) → επιφάνεια

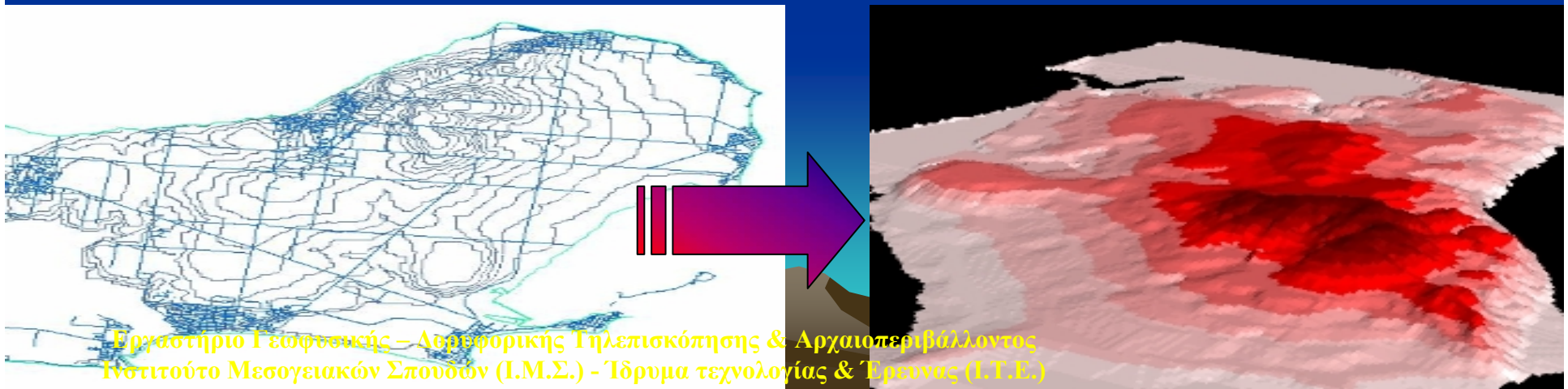
### Μοντέλα επιφανειών

Τα μοντέλα επιφανειών δημιουργούνται συνήθως από ένα **μοντέλο TIN** ή ένα **μοντέλο πλέγματος (lattice)**.

Ένα **μοντέλο TIN** (Triangular Irregular Network) αποτελείται από ένα συνεχές πλέγμα τριγώνων, τα οποία διαφοροποιούνται ως προς το μέγεθός τους ανάλογα με την ακρίβεια αποτύπωσης της τραχύτητας της επιφάνειας.

Μεγάλα τρίγωνα για σχετικά επίπεδες ή ομαλά κεκλιμένες επιφάνειες και μικρά τρίγωνα για επιφάνειες μεταβλητής κλίσης. Η κλίση, ο προσανατολισμός και διεύθυνση ροής μπορούν άμεσα να υπολογιστούν από ένα μοντέλο TIN.

Τα **μοντέλα πλέγματος (DEM – DTM)** είναι όμοια με τα ψηφιδωτά μοντέλα, όπου το υψόμετρο απεικονίζεται σε κάθε ένα pixel. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται εύκολος υπολογισμός της κλίσης, του προσανατολισμού, της διεύθυνσης της ροής, της ορατότητας, κ.α.





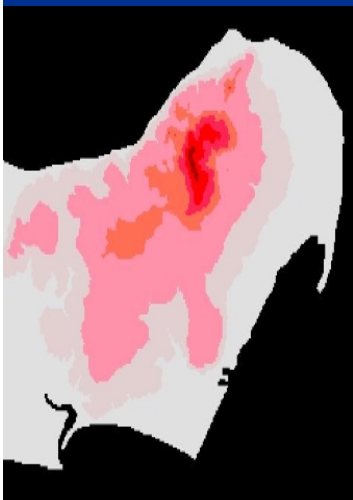
## Χρήσεις & Προϊόντα του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους

Υπολογισμός ιδιοτήτων της επιφανείας του εδάφους (υψόμετρο σε κάθε σημείο, κλίση, προσανατολισμός, φωτοσκίαση, κ.α.

Εντοπισμός στοιχείων όπως οι λεκάνες απορροής, κορυφογραμμές, δίκτυα επικοινωνιών και υδροδότησης, δίκτυα ορατότητας, κ.α.

Μοντελοποίηση υδρολογικών λειτουργιών, ενεργειακή ροή, δασικές πυρκαγιές, μετακίνηση πληθυσμού, κ.α.

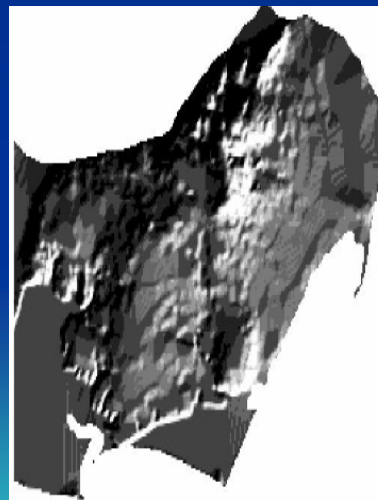
DEM



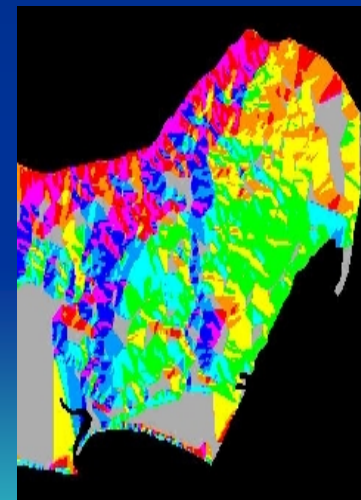
Κλίση σε ° ή %



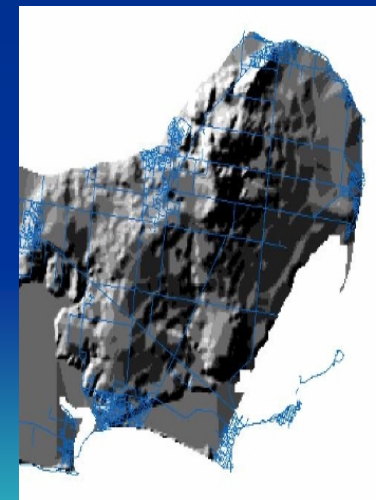
Φωτοσκίαση



Προσανατολισμός



Ορατότητα

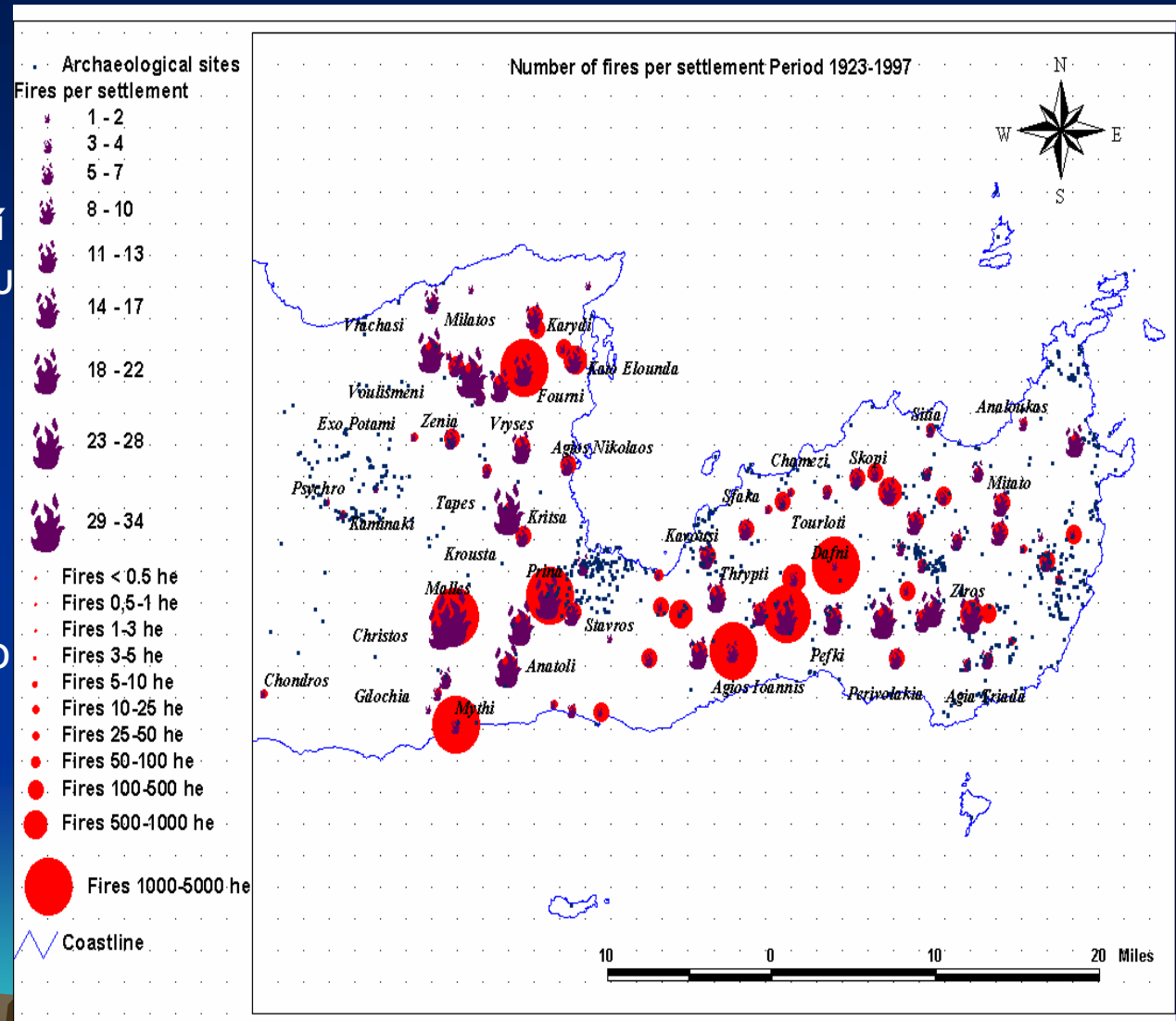


## Buffers (Ζώνες Επέκτασης)

Δημιουργία Ζωνών επέκτασης συγκεκριμένου εύρους γύρω από ένα σημείο, γραμμή ή πολύγωνο.

Η διαδικασία αυτή δημιουργεί ένα πολύγωνο συγκεκριμένου πλάτους, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αναζητήσεις για να προσδιοριστούν ποιές οντότητες βρίσκονται στο εσωτερικό ή εκτός μιας περιοχής που ορίζεται από το πολύγωνο του buffer.

Αποτελεί το διανυσματικό αντίστοιχο της ανάλυσης της απόστασης στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

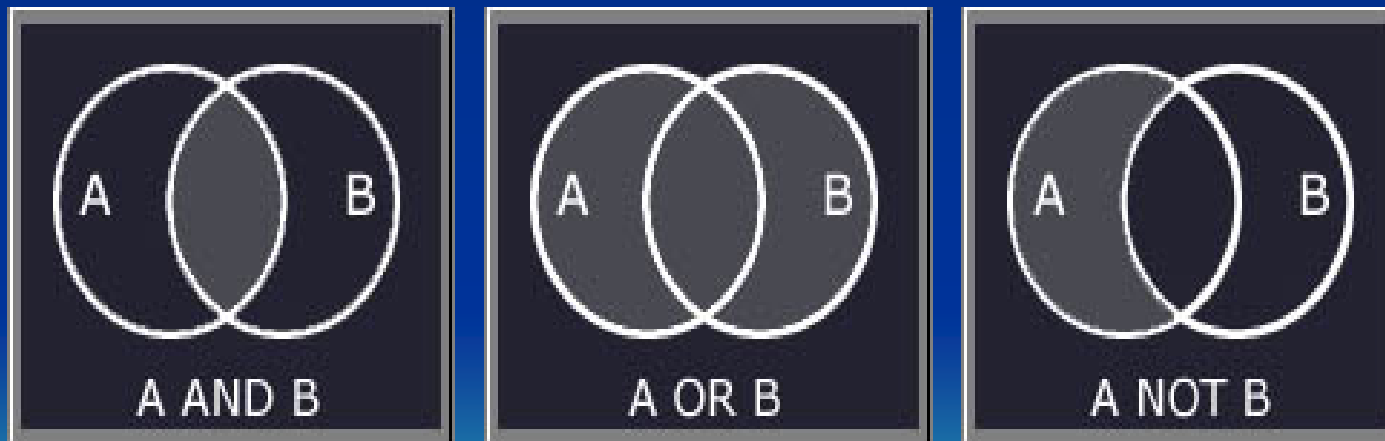


## Υπέρθεση

Η Υπέρθεση δημιουργεί νέα στοιχεία και σχέσεις ιδιοτήτων μέσω της υπέρθεσης των στοιχείων δύο χαρτογραφικών υποβάθρων.

Τα στοιχεία από τον ένα χάρτη συνδέονται με τα στοιχεία του άλλου χάρτη, δημιουργώντας νέα στοιχεία με συνδυασμό των αρχικών ιδιοτήτων.

Οι χάρτες θεωρούνται ως πίνακες μεταβλητών τιμών, ενώ οι πράξεις βασίζονται σε λογικές συνθήκες



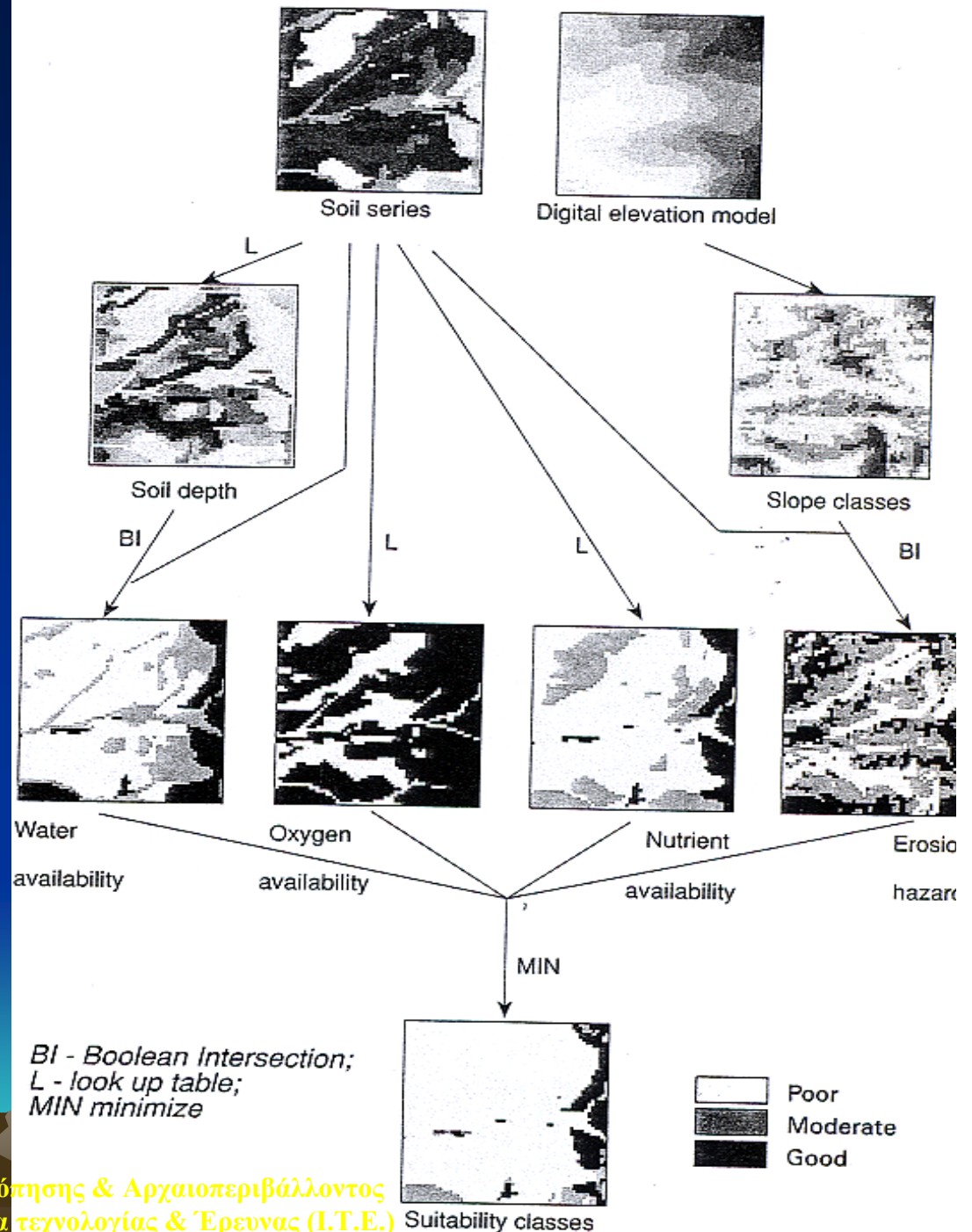


## Παράδειγμα

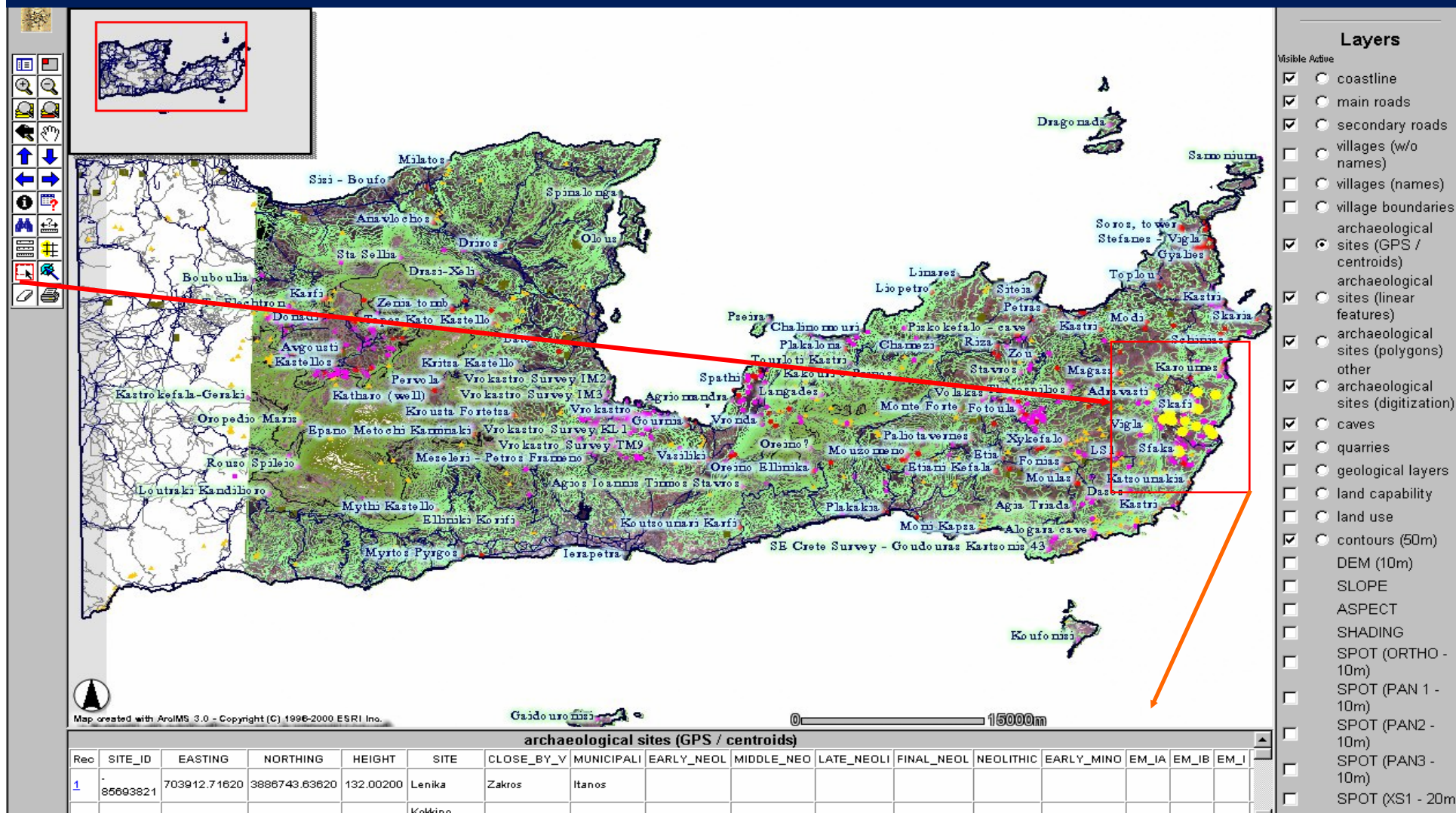
### Καταλληλότητα εδαφών προς καλλιέργειες

Για την καλύτερη καλλιέργεια απαιτείται η εξέταση των ιδιοτήτων των εδαφών (ΙΕ): υγρασία, οξυγόνο, συστατικά, ανθεκτικότητα σε διάβρωση

Βάση αυτών των χαρακτηριστικών θέλουμε να ταξινομήσουμε τα εδάφη σε 3 κατηγορίες: Κατάλληλα, μέτρια και όχι κατάλληλα για καλλιέργειες



# Data transfer from the Lab to Cyberspace

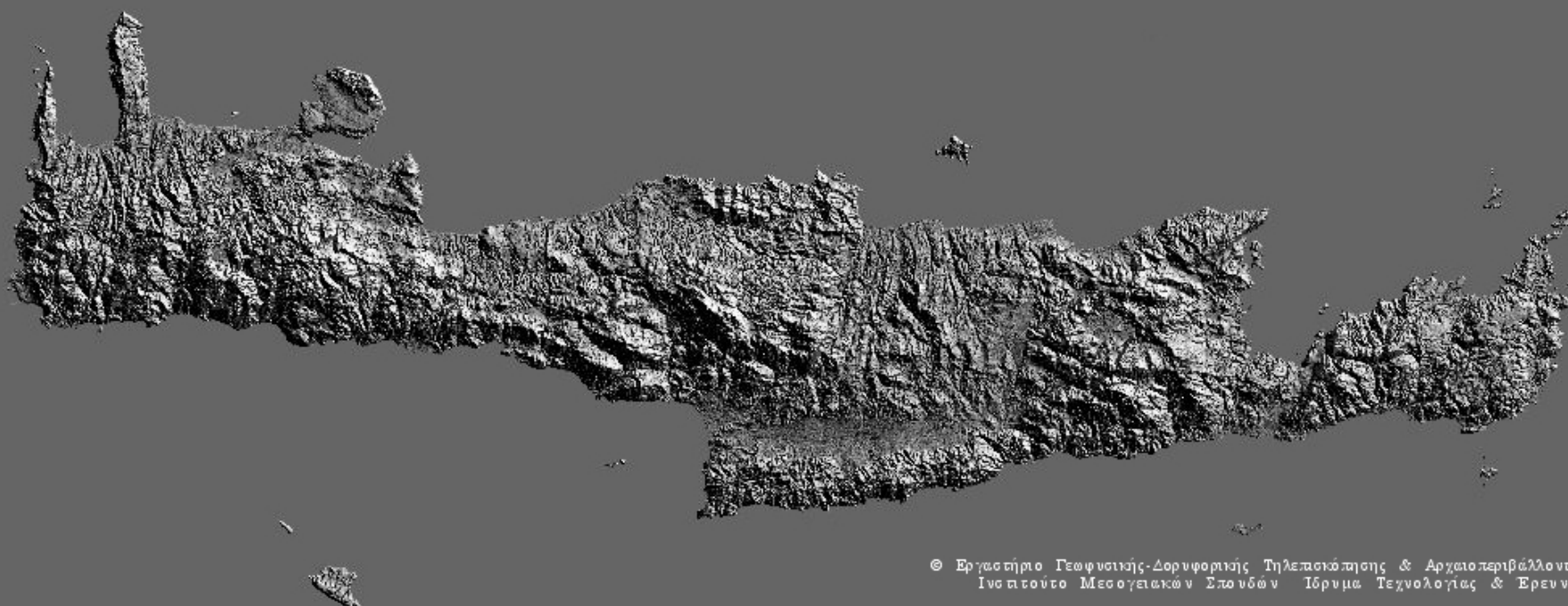


Εργαστήριο Γεωφυσικής - Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης & Αρχαιοπεριβάλλοντος  
 Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών (Ι.Μ.Σ.) - Τμήμα τεχνολογίας & Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)



# Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών G.I.S.

CRINNO – EMERIC I



© Εργαστήριο Γεωφυσικής-Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης & Αρχαιοπεριβάλλοντος  
Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών Ιδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνας

Εργαστήριο Γεωφυσικής – Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης & Αρχαιοπεριβάλλοντος  
Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών (Ι.Μ.Σ.) - Ίδρυμα τεχνολογίας & Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)





# **Εισαγωγή**

**στο περιβάλλον του ESRI ArcGIS 9.x**

- ✓ **ArcCatalog**
- ✓ **ArcMap**
- ✓ **ArcToolbox**

## ArcCatalog

### Εισαγωγή – Περιήγηση

Το **ArcCatalog** αποτελεί το περιβάλλον στο οποίο εντοπίζετε, οργανώνετε και τεκμηριώνετε τα χωρικά σας δεδομένα.

Στις ακόλουθες ασκήσεις θα χρησιμοποιήσετε το ArcCatalog για την α) δημιουργία, β) μετονομασία, γ) διαγραφή θεματικών ενοτήτων (shapefiles).


#### I. Έναρξη του Προγράμματος

Για να ανοίξετε το ArcCatalog, πηγαίνετε στο κάτω-αριστερά μέρος της οθόνης σας και ακολουθήστε την διαδρομή

**Start -> Programs -> ArcGIS -> ArcCatalog**


#### II. Σύνδεση δεδομένων με το ArcCatalog

Το γεωγραφικό σας υλικό είναι συγκεντρωμένο στον φάκελο **GIS** που βρίσκεται αποθηκευμένος στο **C:/seminars**. Για να συνδέσετε τον φάκελο δεδομένων με τον Κατάλογο

- 1) πηγαίνετε στην πρώτη μπάρα εργαλείων στο ανώτερο τμήμα του παραθύρου και κάντε κλικ στο κουμπί **Connect to Folder**. 
- 2) Το παράθυρο που θα εμφανιστεί σας επιτρέπει να πλοηγηθείτε στην τοποθεσία που βρίσκεται ο φάκελός σας και επιλέγοντάς τον να τον συνδέσετε. Πλοηγηθείτε στο **C:/seminars**,
- 3) Επιλέξτε τον φάκελο **GIS**
- 4) Επιλέξτε **OK** για να συνδέσετε τον φάκελο.

Ο φάκελος με τα δεδομένα σας θα παραμείνει συνδεδεμένος με τον Κατάλογο μέχρι να τον αποσυνδέσετε οι ίδιοι.

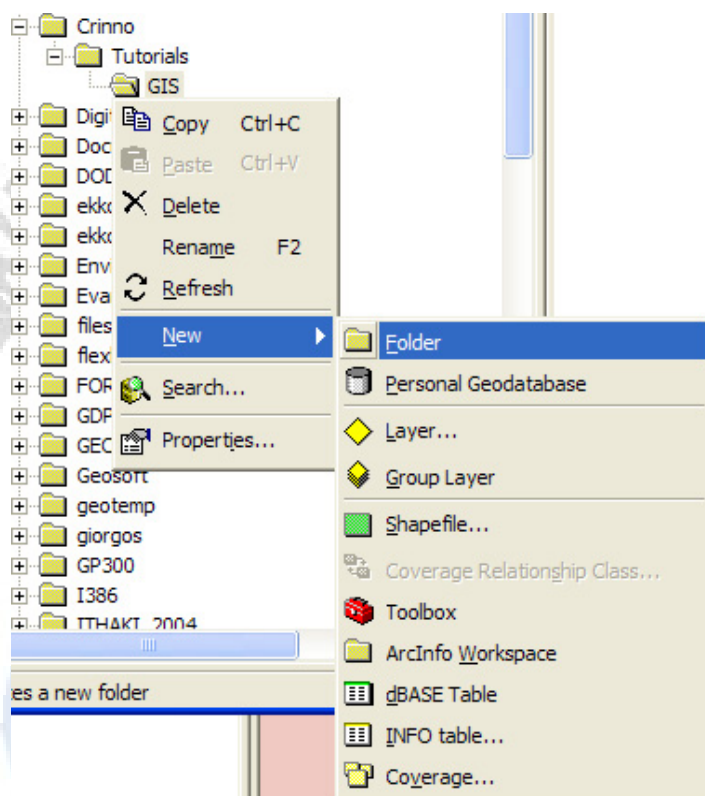
#### ⇒ Αποσύνδεση δεδομένων

Αν επιθυμείτε να αποσυνδέσετε έναν φάκελο, κάνετε δεξί κλικ πάνω του και επιλέγετε την εντολή **Disconnect Folder** ή επιλέγετε με αριστερό κλικ τον φάκελο και πατάτε το κουμπί **Disconnect From Folder**  από την πρώτη μπάρα εργαλείων στο ανώτερο τμήμα του παραθύρου.

### III. Δημιουργία Φακέλου Δεδομένων στο ArcCatalog

Μέσα στον φάκελο *GIS* που μόλις συνδέσατε με τον Κατάλογο, θα δημιουργήσετε έναν προσωπικό σας υποφάκελο. Θα τον ονομάσετε *results* και στο εξής θα αποθηκεύετε εκεί τις εργασίες σας.

- 1) Με δεξί κλικ στον φάκελο *GIS* επιλέξτε **New -> Folder**



- 2) Ο νέος φάκελος θα εμφανιστεί στο παράθυρο επισκόπησης του Καταλόγου σε κατάσταση συμπλήρωσης του ονόματος που επιθυμείτε. Πληκτρολογήστε το όνομα *results*.
- 3) Πατήστε **ENTER** από το πληκτρολόγιο για να αποθηκεύσετε το νέο όνομα.

#### ⇒ Μετονομασία – διαγραφή δεδομένων

Αν επιθυμείτε να μετονομάσετε ή να σβήσετε κάποιο από τα περιεχόμενα ενός φακέλου ή τον ίδιο τον φάκελο, το επιλέγετε με δεξί κλικ και κατόπιν επιλέγετε τις εντολές **Rename** ή **Delete** αντίστοιχα.





## Εισαγωγή – Περιήγηση

Το **ArcMap** αποτελεί το κατεξοχήν περιβάλλον εργασίας του ArcGIS. Στο ArcMap α) προβάλλετε και β) διορθώνετε δεδομένα, γ) δημιουργείτε χωρικά μοντέλα, και δ) συνθέτετε χάρτες.

### I. Έναρξη του Προγράμματος

Για να «ανοίξετε» μια νέα εργασία (Project) στο ArcMap, ακολουθήστε την διαδρομή

**Start -> Programs -> ArcGIS -> ArcMap**

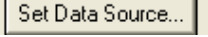
### II. Αποθήκευση εργασίας (Project)

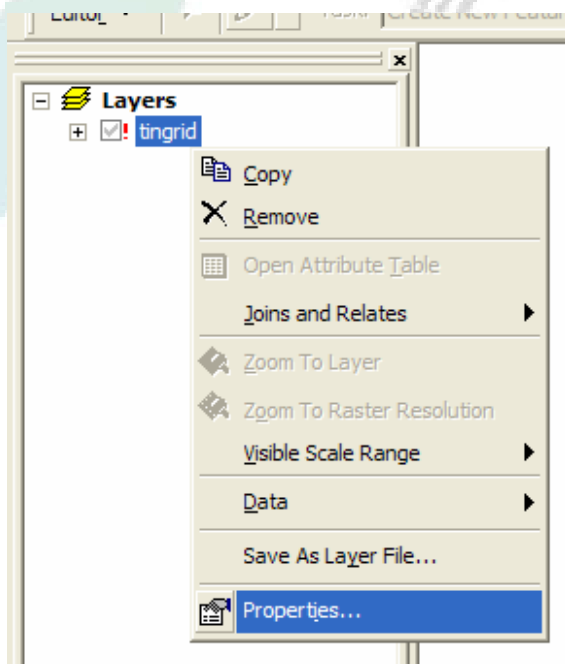
- 1) Από το μενού **File**, επιλέξτε **Save As**.
- 2) Πλοηγηθείτε στον φάκελο *results*, που θυμίζουμε ότι βρίσκεται στο χώρο *C:/seminars/GIS* και αποθηκεύστε εκεί την εργασία σας με το όνομα *Project\_1*.
- 3) Κατόπιν, από το μενού **File**, ακολουθήστε την διαδρομή  
**File -> Map Properties -> Data Source Options**
- 4) Επιλέξτε **Store relative path names** προκειμένου το σύστημα να καταχωρεί στο εξής σχετικές διαδρομές για την εύρεση των αρχείων σας.

#### ⇒ Αποκατάσταση «χαμένου» αρχείου

Στην περίπτωση που κατά τη διάρκεια των εργασιών σας χρειαστεί να μετακινήσετε σε άλλο φάκελο ένα αρχείο από αυτά που συνθέτουν την εργασία σας, όταν θα επανεκκινήσετε το ArcMap, το συγκεκριμένο αρχείο θα εμφανιστεί στον πίνακα περιεχομένων με ένα θαυμαστικό. Με αυτόν τον τρόπο το σύστημα σας ειδοποιεί ότι δεν γνωρίζει πλέον από πού να ανακαλέσει το αρχείο αυτό. Σε αυτή την περίπτωση, από τον πίνακα περιεχομένων κάνετε δεξί κλικ στο αρχείο και επιλέγετε την εντολή **Properties**.


Σας εμφανίζεται ένα παράθυρο με επιμέρους καρτέλες που συγκεντρώνουν πληροφορίες για το αρχείο αυτό. Επιλέξτε

**Source -> Set Data Source**  και αναζητήστε τη νέα τοποθεσία καταχώρησης του αρχείου. Ολοκληρώστε με **OK**.



### III. Εισαγωγή δεδομένων στην επιφάνεια εργασίας του ArcMap

Για να προσθέσετε δεδομένα στην επιφάνεια εργασίας του ArcMap

- 1) επιλέξτε το κουμπί **Add Data**  ή τη μπάρα εργαλείων.
- 2) Από το παράθυρο που θα σας εμφανιστεί πλοηγηθείτε στην τοποθεσία που βρίσκονται αποθηκευμένα τα δεδομένα σας.
- 3) Επιλέξτε το αρχείο που επιθυμείτε.
- 4) Ολοκληρώστε την διαδικασία κάνοντας κλικ στο κουμπί **Add**.

Αποδεχτείτε τις υπενθυμίσεις του συστήματος που θα σας εμφανιστούν α) για την απουσία συστήματος συντεταγμένων στο αρχείο, και σε περιπτώσεις raster αρχείων β) για τη δημιουργία πυραμίδων.

⇒ Οι **πυραμίδες** είναι χαμηλής ανάλυσης αναπαραστάσεις των raster δεδομένων σας, που χρησιμοποιούνται στην βελτίωση της παρουσίασης τους. Οι πυραμίδες επιταχύνουν την εμφάνιση των rasters στην οθόνη με το να ανακαλούν τα δεδομένα μόνο στην ορισμένη ανάλυση που χρειάζεται για την εμφάνιση. Οι πυραμίδες δημιουργούνται μετά από επαναδειγματοληψία των πρωτότυπων αρχείων.

## Γεωαναφορά (Georeferencing)

Τα δεδομένα που προέρχονται από σάρωση εικόνων, π.χ. χάρτες, σχέδια, αεροφωτογραφίες κτλ. (raster data) δεν περιέχουν γεωγραφικές πληροφορίες. Προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε δεδομένα αυτής της μορφής για να ψηφιοποιήσουμε από αυτά δευτερεύοντα χωρικά δεδομένα, είναι αναγκαίο να τα ευθυγραμμίσουμε ή αλλιώς να τα γεωαναφέρουμε με βάση κάποιο χαρτογραφικό σύστημα συντεταγμένων.

Τα χαρτογραφικά συστήματα συντεταγμένων ορίζονται με τη χρήση χαρτογραφικών προβολών. Η χαρτογραφικές προβολές είναι μέθοδοι με τις οποίες η κοίλη επιφάνεια της γης απεικονίζεται πάνω σε μια επίπεδη επιφάνεια.

Κατά τη διαδικασία γεωαναφοράς raster δεδομένων προσδιορίζουμε τη γεωγραφική τους θέση αποδίδοντάς τους πραγματικές συντεταγμένες. Αυτό επιτυγχάνεται, γενικά, με το να ταυτίσουμε τα δεδομένα που χρειάζονται ευθυγράμμιση με υπάρχοντα, ήδη ευθυγραμμισμένα (διορθωμένα) στο σύστημα συντεταγμένων που μας ενδιαφέρει να χρησιμοποιήσουμε. Βασική προϋπόθεση είναι να εντοπίσουμε μια σειρά από διακριτά σημεία (π.χ. γωνίες κτιρίων, διασταυρώσεις δρόμων κτλ.) που θα αποτελέσουν τους συνδέσμους για την ευθυγράμμιση. Με βάση αυτά τα σημεία αναπτύσσουμε μια πολωνυμική μετατροπή που θα μεταφέρει τα μη ευθυγραμμισμένα δεδομένα από την υπάρχουσα θέση τους στην σωστή γεωγραφική τοποθεσία.

Ο αριθμός των σημείων-συνδέσμων που θα επικαλεστούμε εξαρτάται από την πολυπλοκότητα της πολωνυμικής μετατροπής που σκοπεύουμε να χρησιμοποιήσουμε. Ωστόσο, ο μεγαλύτερος αριθμός σημείων δεν εξασφαλίζει απαραίτητα και καλύτερη εγγραφή. Γενικά, η επιλογή τουλάχιστον ενός σημείου κοντά σε κάθε γωνία της εικόνας και μερικών ακόμη διάσπαρτων ομοιόμορφα στο εσωτερικό της δίνουν συνήθως το καλύτερο αποτέλεσμα.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι πολωνυμικής μετατροπής. Η πρώτη (**First Order Polynomial** ή **Affine**) εφαρμόζεται με τουλάχιστον 3 σημεία και είναι δυνατό να ταυτίσει επακριβώς κάθε σημείο του «αδιόρθωτου» raster με τα σημεία του διορθωμένου. Η δεύτερη (**Second Order Polynomial**) εφαρμόζεται με τουλάχιστον 6 σημεία, ενώ η τρίτη (**Third Order Polynomial**) με τουλάχιστον 10. Γενικά, όταν μας ενδιαφέρει απλά να «τεντώσουμε» την εικόνα χρησιμοποιούμε την πρώτη πολωνυμική μετατροπή, ενώ στις περιπτώσεις που επιθυμούμε να κυρτώσουμε την εικόνα χρησιμοποιούμε την δεύτερη ή την τρίτη. Υψηλότερες πολωνυμικές μετατροπές σπάνια χρησιμοποιούνται.

Κατά την γεωαναφορά θα σκεφτόταν κανείς ότι κάθε κελί του αδιόρθωτου raster μεταφέρεται στην σωστή γεωγραφική του θέση. Στην ουσία όμως το σύστημα δημιουργεί ένα πλέγμα από κενά κελιά (cells) με τη χρήση των γεωγραφικών συντεταγμένων και αποδίδει τιμές σε κάθε κενό κελί με μια μέθοδο επαναδειγματοληψίας. Οι τρεις συνηθέστερες μέθοδοι επαναδειγματοληψίας είναι οι **nearest neighbour assignment**, **bilinear interpolation**, και **cubic convolution**. Οι μέθοδοι αυτές αποδίδουν τιμές στα κενά κελιά εξετάζοντας με διαφορετικό τρόπο η καθεμιά τα κελιά της αδιόρθωτης εικόνας. Η μέθοδος **nearest neighbour assignment** αποδίδει τιμή στο κενό κελί με βάση το πλησιέστερό του αδιόρθωτο. Είναι η ταχύτερη μέθοδος επαναδειγματοληψίας και είναι κατάλληλη για categorical και thematic δεδομένα. Οι **bilinear interpolation** και **cubic convolution** μέθοδοι λαμβάνουν υπόψη μεγαλύτερο αριθμό γειτονικών κελιών ( 4 και 16 αντίστοιχα) για να αποδώσουν ανάλογη τιμή στο κενό κελί. Οι μέθοδοι αυτές είναι κατάλληλες για continuous data, όπως επιφάνειες υψομέτρου, κλίσης του εδάφους, αεροφωτογραφίες, κτλ.

Μετά την ολοκλήρωση της γεωαναφοράς, είναι δυνατό να καταστήσουμε μόνιμη την μετατροπή αυτή δημιουργώντας ένα νέο raster αρχείο από το αρχικό που είναι πλέον διορθωμένο.




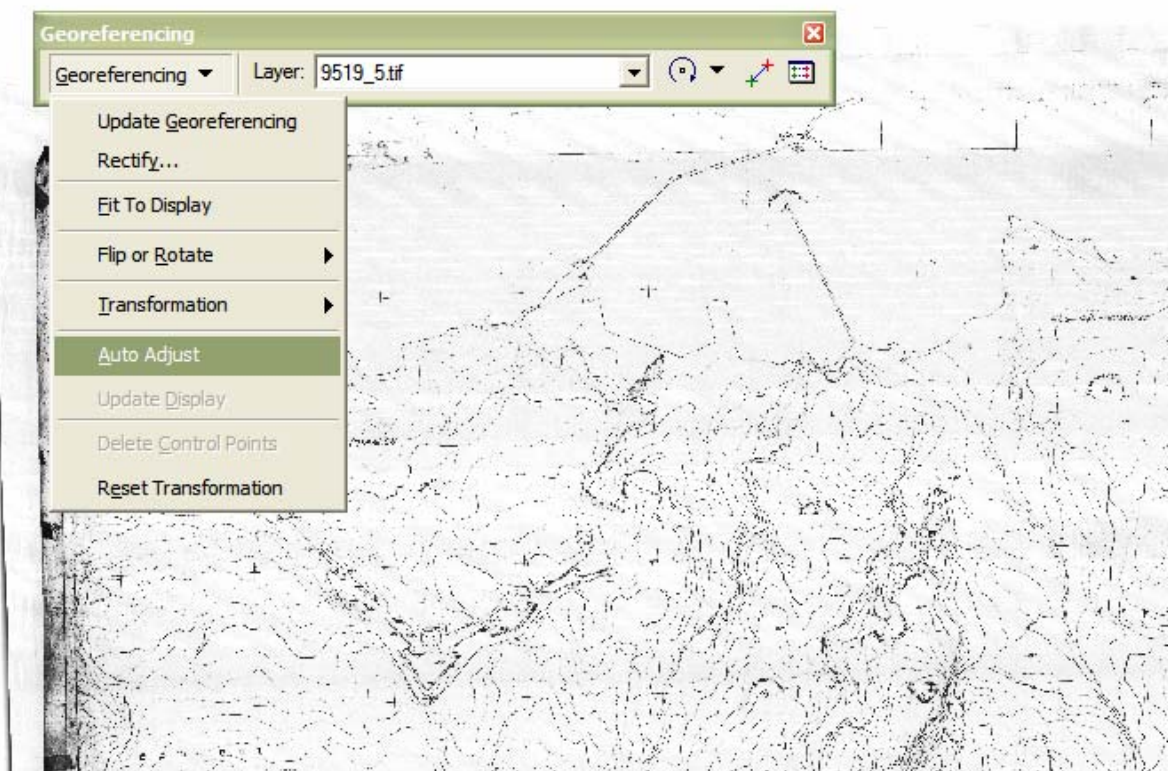
Με τις ακόλουθες ασκήσεις θα γεωαναφέρετε δύο τοπογραφικούς χάρτες καταχωρώντας στο σύστημα τις γεωγραφικές συντεταγμένες των άκρων του σύμφωνα με το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87) και στη συνέχεια θα διορθώσετε μια δορυφορική εικόνα επιλέγοντας σε αυτήν διακριτά σημεία και ταυτίζοντάς τα με τα αντίστοιχα σημεία μίας ήδη διορθωμένης σε ΕΓΣΑ δορυφορικής εικόνας.


Για να προσθέσετε στην επιφάνεια εργασίας την εργαλειοθήκη Γεωαναφοράς ακολουθήστε την διαδρομή **View -> Toolbars -> Georeferencing**.



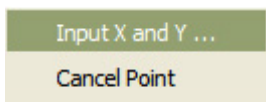
**I.** Με τον ακόλουθο τρόπο θα αποδώσετε συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87 στον τοπογραφικό χάρτη 9519\_5 του Ηρακλείου που υπάρχει αποθηκευμένος στον φάκελο *Georeferencing*.

- 1) Από το κουμπί **Add**  προσθέστε στην οθόνη σας τον τοπογραφικό χάρτη και βεβαιωθείτε ότι το όνομά του αναγράφεται δίπλα από τη λέξη **Layer:** στο **Georeferencing** μενού
- 2) Από το ίδιο μενού (**Georeferencing**) απενεργοποιήστε με κλικ την επιλογή **Auto Adjust**.



- 3) Με τον μεγεθυντικό φακό εστιάστε στην κάτω αριστερή γωνία του χάρτη.
- 4) Επιλέξτε το εργαλείο **Add Control Points**  και κάνετε με αυτό κλικ στην κάτω αριστερή γωνία του χάρτη, κι αμέσως μετά δεξί κλικ. Θα σας εμφανιστεί ένα μικρό παράθυρο εντολών. Επιλέξτε την

- 5) εντολή **Input X and Y** για να καταχωρήσετε τις τιμές του γεωγραφικού μήκους και πλάτους αντίστοιχα.




- 6) Πληκτρολογήστε 601302.75 στο X και 3909242.32 στο Y. Επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία και για τις τρεις άλλες γωνίες του χάρτη και ακολουθώντας τη φορά του ρολογιού, πληκτρολογήστε πρώτα κάτω από τη στήλη του X και στη συνέχεια κάτω από τη στήλη του Y τις ακόλουθες τιμές :

601261.03, 3912014.59 (για την πάνω αριστερή γωνία )

605816.32, 3912067.14 (για την πάνω δεξιά γωνία) και τέλος

605849.85, 3909295.28 (για την κάτω δεξιά γωνία)

- 7) Επιλέγοντας το κουμπί **View Link Table**  ώνεστε για το μέγεθος της απόκλισης (**residual**) που σας επιστρέφει το σύστημα κάθε φορά που καταχωρείτε ένα σημείο.

⇒ Στην περίπτωση που κάποιο σημείο σας επιστρέφει μεγάλη απόκλιση, είναι πιθανό να μην το έχετε καταχωρίσει σωστά και μπορείτε να το σβήσετε επιλέγοντάς το και πατώντας το κουμπί **Delete** στην άνω-δεξιά γωνία του πίνακα.



- 8) Όταν ολοκληρώσετε επιλέξτε από το μενού **Georeferencing** την εντολή **Update Georeferencing**.  
9) Τέλος, σβήστε τα τέσσερα σταυρόνημα επιλέγοντας την εντολή **Georeferencing -> Delete Control Points**.  
10) Ακολουθήστε τα βήματα 1-9 και για τον χάρτη 9519\_6 πληκτρολογώντας τις τιμές που δίνονται παρακάτω:

605848.42 3909295.25 (κάτω αριστερή γωνία)


605816.38 3912067.97 (πάνω αριστερή γωνία)

610365.25 3912121.72 (πάνω δεξιά γωνία)

610393.11 3909350.18 (κάτω δεξιά γωνία)

Επιθεωρήστε τα αποτελέσματα της διόρθωσης. Οι δύο τοπογραφικοί χάρτες θα πρέπει να βρίσκονται ο ένας δίπλα στον άλλο. Εφόσον μείνετε ικανοποιημένοι με τη διόρθωση, σώζετε την εργασία αυτή (**File -> Save as**) στον φάκελο *results* και της δίνετε το όνομα *herakleio*

**II.** Με την παρακάτω διαδικασία θα διορθώσετε μία δορυφορική εικόνα *spot* της περιοχής του Ηρακλείου με βάση την διορθωμένη δορυφορική εικόνα *quickbird*

- 1) Ανοίξτε μία νέα εργασία πατώντας το εικονίδιο  w Map File και προσθέστε στην οθόνη σας τις δορυφορικές εικόνες *spot* και τη *quickbird* που βρίσκονται αποθηκευμένες στον φάκελο *Georeferencing*.
- 2) Εστιάστε σε όλο το εύρος και των δύο εικόνων επιλέγοντας το εργαλείο Full Extent
- 3) Βεβαιωθείτε ότι στην μπάρα εργαλείων του **Georeferencing** και δίπλα στην εντολή **Layer** εμφανίζεται το όνομα της εικόνας *spot*.
- 4) Βεβαιωθείτε ότι η επιλογή **Auto Adjust** είναι απενεργοποιημένη.
- 5) Εστιάστε σ' ένα σημείο της εικόνας *spot* που μπορείτε να το ταυτίσετε με το αντίστοιχο της εικόνας *quickbird* για παράδειγμα μία διασταύρωση δρόμων
- 6) Επιλέξτε το εργαλείο Add Control Points και κάνετε κλικ στο σημείο που έχετε εστιάσει.
- 7) Από τον πίνακα περιεχομένων και με δεξί κλικ στην εικόνα *quickbird* επιλέγετε **Zoom to Layer** για να εστιάσετε στη συγκεκριμένη εικόνα και να εντοπίσετε την ίδια περιοχή με αυτή της εικόνας *spot*.
- 8) Εστιάστε στο αντίστοιχο σημείο.
- 9) Επιλέγετε και πάλι το εργαλείο **Add Control Points** και κάνετε κλικ.
- 10) Επαναλάβετε τη διαδικασία για τουλάχιστον άλλα 2-3 σημεία
- 11) Ελέγχετε την απόκλιση από τον πίνακα σημείων.
- 12) Επιλέξτε **Georeferencing -> Update Display**. Οι δύο δορυφορικές εικόνες πρέπει τώρα να επικαλύπτονται. Τέλος, από το μενού **Georeferencing** επιλέξτε **Rectify**, αποδεχτείτε τις προεπιλογές και σώστε την εικόνα ως *rectifyspot*.


⇒ Με την εντολή **Rectify** δημιουργείτε από την φωτογραφία που μόλις διορθώσατε ένα νέο αρχείο, το οποίο εμπεριέχει –μόνιμα πλέον- την διόρθωση.



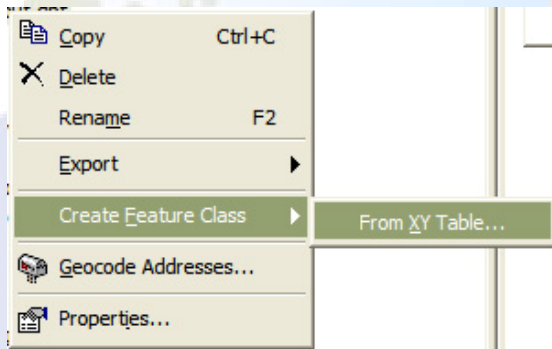
## Ψηφιοποίηση

### I. Δημιουργία θεματικής ενότητας σημείων από πίνακα

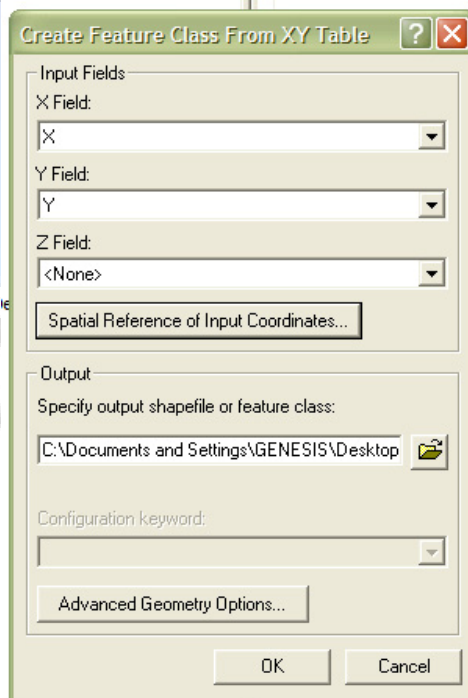
Έχετε στη διάθεσή σας μια λίστα με επίκεντρα σεισμών που συνοδεύονται από συντεταγμένες X και Y σε σύστημα ΕΓΣΑ. Το αρχείο βρίσκεται σε μορφή dbf και είναι αποθηκευμένο στον φάκελο *Digitising*. Για να εισάγετε αυτά τα σημεία στο σύστημα θα δημιουργήσετε από αυτό το αρχείο μια θεματική ενότητα σημείων (point shapefile).

- 1) Επιλέξτε το κουμπί ArcCatalog  από τη μπάρα εργαλείων του ArcMap για να ανοίξετε τον Κατάλογο και να εντοπίσετε το αρχείο *earthquakes.dbf* στο παράθυρο περιήγησης του Καταλόγου.
- 2) Κάντε δεξί κλικ στο αρχείο και επιλέξτε τις εντολές

**Create Feature Class -> From XY Table.**



- 3) Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί βεβαιωθείτε ότι έχουν συμπληρωθεί σωστά από το σύστημα τα ονόματα των πεδίων της λίστας που φέρουν το X και το Y



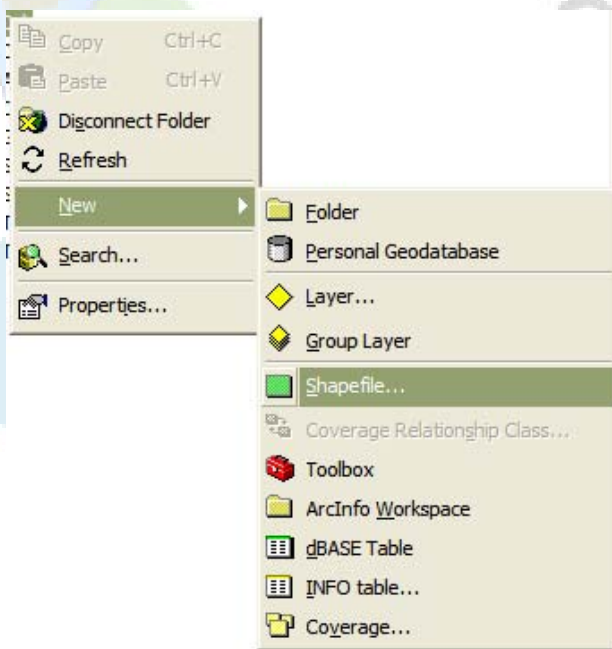
- 4) Προσδιορίστε το ΕΓΣΑ '87 ως σύστημα συντεταγμένων του νέου θεματικού χάρτη κάνοντας κλικ στο κουμπί **Spatial Reference of Input Coordinates...** και ακολουθώντας την διαδρομή **Select -> Projected Coordinate Systems -> National Grids -> Greek Grid.prj-> Apply**
- 5) Στο πεδίο **Output – Specify output shapefile or feature class** κάντε κλικ στο εικονίδιο πλοήγησης. Πλοηγηθείτε στον φάκελο *results*, αφήστε το προεπιλεγμένο όνομα *XYearthquakes.shp* για το νέο αρχείο ως έχει και κάντε κλικ στο κουμπί **SAVE**.
- 6) Έχετε επιστρέψει στο παράθυρο δημιουργίας του νέου θεματικού χάρτη. Για να ολοκληρώσετε την εργασία δημιουργίας επιλέξτε **OK**.
- 7) Επιστρέψτε στο ArcMap και ανοίξτε μια νέα εργασία. Προσθέστε το *earthquakes.shp* στην επιφάνεια εργασίας σας και επιθεωρήστε το αποτέλεσμα. Τέλος, αποθηκεύστε την εργασία σας με το όνομα *Digitising*.

## II. Ψηφιοποίηση Δεδομένων με τη Μορφή Σημείων

Με την ακόλουθη άσκηση θα δημιουργήσετε μια κενή θεματική ενότητα και θα καταχωρίσετε σε αυτήν με Ψηφιοποίηση τα τριγωνομετρικά σημεία που δίνονται στον τοπογραφικό χάρτη 9519\_5 ο οποίος βρίσκεται αποθηκευμένος στον φάκελο *Digitising*.

### A. Δημιουργία shapefile

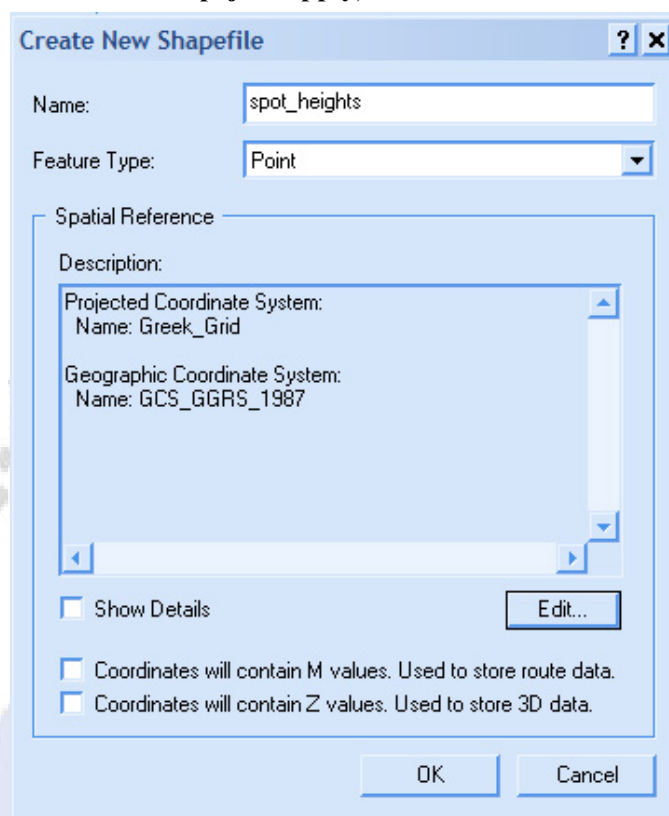
1. Επιστρέψτε στο ArcCatalog, και επιλέξτε με δεξί κλικ πάνω στον φάκελο *results* τις εντολές **New -> Shapefile**.



Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί

2. Ονομάστε τη νέα θεματική ενότητα (**Name:** *spot\_heights*),
3. Δηλώστε ότι πρόκειται για ενότητα σημείων (**Feature Type:** *Point*)

4. Ορίστε το ελληνικό σύστημα συντεταγμένων (**Edit... -> Select -> Projected Coordinate Systems -> National Grids -> Greek Grid.prj -> Apply**).

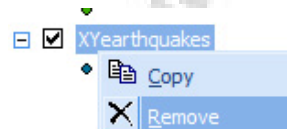


5. Ολοκληρώστε τη δημιουργία της νέας ενότητας επιλέγοντας OK.

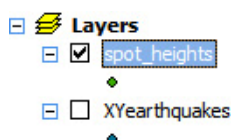
6. Επιστρέψτε στο ArcMap και προσθέστε το *spot\_heights.shp* στην επιφάνεια εργασίας σας.

⇒ Μπορείτε να απομακρύνετε από την επιφάνεια εργασίας σας θεματικές ενότητες με τις οποίες δεν εργάζεστε πλέον προκειμένου να μην παρεμβάλλονται στην εργασία σας και σας δημιουργούν σύγχυση.

A) Από τον πίνακα περιεχομένων του ArcMap κάντε δεξί κλικ στην ενότητα που επιθυμείτε να απομακρύνετε και επιλέξτε την εντολή **Remove**. Η απομάκρυνση είναι μόνο προσωρινή, τα αρχεία σας παραμένουν ως έχουν στον χώρο αποθήκευσης που έχετε ορίσει.



B) Από τον πίνακα περιεχομένων του ArcMap κάντε κλικ στο κουτάκι επιλογής που βρίσκεται αριστερά του ονόματος της ενότητας που επιθυμείτε να απομακρύνετε. Η ενότητα θα εξαιρεθεί από την επιφάνεια εργασίας σας μέχρι να την επανεμφανίσετε οι ίδιοι.





## B. Δημιουργία εγγραφών

1. Για να προσθέσετε στην επιφάνεια εργασίας του ArcMap την μπάρα εργαλείων επεξεργασίας ακολουθήστε την διαδρομή **View -> Toolbars -> Editor**



2. Για να ενεργοποιήσετε την μπάρα και να ξεκινήσετε μια εργασία επιλέξτε **Editor -> Start Editing**.
3. Στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται επιλέξτε το αρχείο *spot\_heights* και επιλέξτε **Start Editing**.
4. Βεβαιωθείτε ότι το αρχείο προς επεξεργασία *spot\_heights* είναι αυτό που αναγράφεται στο κενό δίπλα στο **Target**.
5. Βεβαιωθείτε επίσης ότι η αναγραφόμενη εργασία είναι η δημιουργία νέου στοιχείου (**Task: Create New Feature**).
6. Εμφανίστε στην οθόνη σας τον τοπογραφικό χάρτη *9519\_5.tif*.



Στον χάρτη 9519\_5 δίνονται 5 τριγωνομετρικά σημεία:


Άγιος Μηνάς: 57.50

Κούλες: 19.83

Χριστός Ηρακλείου: 70.83

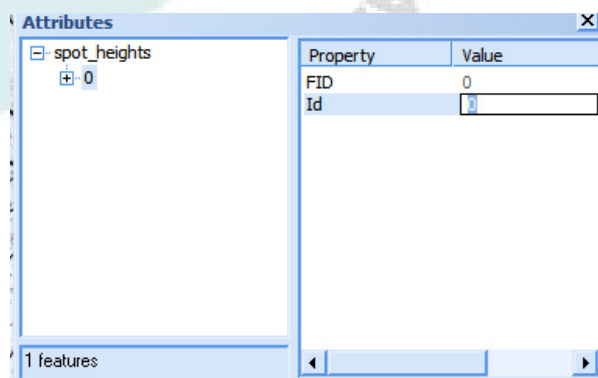
Άγιος Νικόλαος Αλικαρνασσού: 41.02

Φυλακαί: 33.17


7. Εστιάστε στο πρώτο τριγωνομετρικό σημείο.
8. Επιλέξτε το εργαλείο **Sketch tool**  και με αυτό κάντε κλικ πάνω στο πρώτο τριγωνομετρικό σημείο.

9. Επιλέξτε το κουμπί **Attributes**. 

Εμφανίζεται ένα παράθυρο καταχώρησης των χαρακτηριστικών του στοιχείου που μόλις ψηφιοποιήσατε, στο οποίο θα προσθέσετε το υψόμετρο που του αντιστοιχεί.



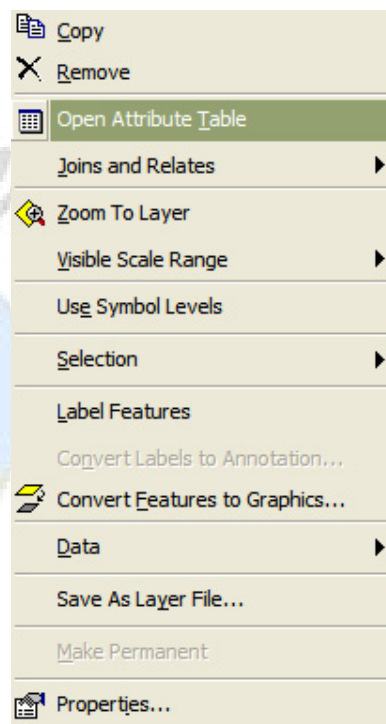
10. Κάντε κλικ στο αριθμητικό πεδίο δίπλα στην ιδιότητα **Id** και πληκτρολογήστε το υψόμετρο του τριγωνομετρικού.
11. Επιλέξτε **Editor -> Save Edits**.
12. Επαναλάβετε τη διαδικασία για τα υπόλοιπα 4 τριγωνομετρικά που δίνονται στον χάρτη.
13. Όταν ολοκληρώσετε, επιλέξτε **Editor -> Save Edits** και **Editor -> Stop Editing**.

⇒ Κατά τη διάρκεια της ψηφιοποίησης, στην περίπτωση που επιθυμείτε να διαγράψετε κάποιο σημείο το επιλέγετε με το **Edit Tool**  επιλέγετε **Delete** από το πληκτρολόγιο.

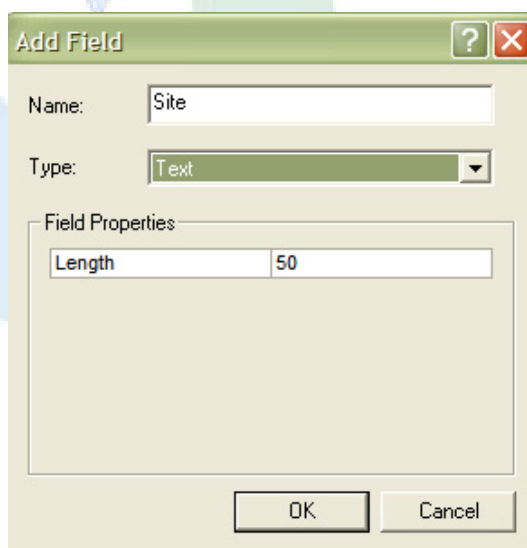
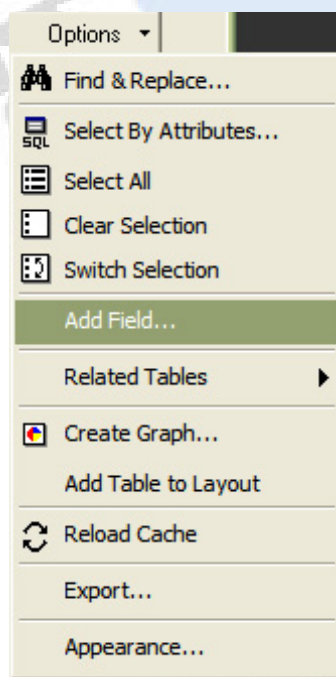
### Γ. Προσθήκη χαρακτηριστικών (attributes) στην θεματική ενότητα

Θα προσθέσετε ένα νέο πεδίο στον πίνακα που συνοδεύει τα σημεία της θεματικής ενότητας *spot\_heights.shp*, προκειμένου να συμπληρώσετε με ελληνικούς χαρακτήρες τα τοπωνύμια που αντιστοιχούν στα τριγωνομετρικά σημεία.

1. Από τον πίνακα περιεχομένων του ArcMap επιλέξτε το αρχείο *spot\_heights* με δεξί κλικ και ζητήστε την εντολή **Open Attribute Table**.



2. Επιλέξτε το κουμπί **Options** και κατόπιν την εντολή **Add field**.



3. Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί συμπληρώστε το όνομα του πεδίου (**Name: Site**)

4. Από τη λίστα επιλογών για τον τύπο του πεδίου επιλέξτε **Text**.
5. Εισάγετε την τιμή 50 για το επιτρεπόμενο σύνολο χαρακτήρων.
6. Επιλέξτε **OK**. Το πεδίο έχει συμπληρωθεί στον πίνακα.
7. Επιλέξτε **Editor -> Start Editing**.
8. Επιλέξτε την ελληνική γλώσσα για τους χαρακτήρες του πληκτρολογίου σας.
9. Εισάγετε τα τοπωνύμια με ελληνικούς χαρακτήρες στο πεδίο Site.
10. Όταν ολοκληρώσετε, τερματίστε την ψηφιοποίηση με τις εντολές **Editor -> Save Edits** και **Editor -> Stop Editing**.

### III. Ψηφιοποίηση δεδομένων με τη μορφή γραμμών (polylines ή arcs)

Εκτελέστε την ακόλουθη διαδικασία για να ψηφιοποιήσετε τις ισοϋψείς από τον τοπογραφικό χάρτη, προκειμένου να δημιουργήσετε στη συνέχεια ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους.

#### A. Δημιουργία shapefile

1. Στο ArcCatalog, μέσα στον φάκελο *results*, δημιουργήστε ένα νέο shapefile με το όνομα *Contours*.
2. Ορίστε τον τύπο **polyline**.
3. Ορίστε επίσης το ελληνικό σύστημα συντεταγμένων.
4. Κατόπιν, προσθέστε το κενό shapefile στο ArcMap.
5. Ξεκινήστε την διαδικασία ψηφιοποίησης επιλέγοντας **Editor -> Start Editing**.
6. Βεβαιωθείτε ότι ως **Target** έχει επιλεγεί η νέα θεματική ενότητα *Contours* και ως **Task** η δημιουργία νέου στοιχείου (**Create New Feature**).

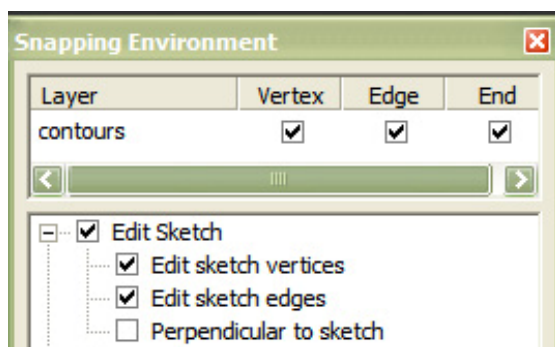
#### B. Ρύθμιση του περιβάλλοντος Snapping

Πριν αρχίσετε την ψηφιοποίηση των γραμμών, θα ρυθμίσετε το περιβάλλον **snapping**. Με αυτό τον τρόπο, σε περιπτώσεις κλειστών ισομετρικών καμπύλων, θα ενώνετε γρήγορα και με ασφάλεια τα ακραία σημεία της γραμμής.

1. Επιλέξτε **Editor -> Options** και κατόπιν την καρτέλα **General**.
2. Στο πεδίο **Snapping tolerance** πληκτρολογήστε αριθμό π.χ. 0.2
3. Βεβαιωθείτε ότι από τη λίστα επιλογών, που σας δίνεται ακριβώς δίπλα, έχει οριστεί το **map units**. Αποδεχτείτε τις ρυθμίσεις με **OK**.
4. Στη συνέχεια, επιλέξτε **Editor -> Snapping**.
5. Στο επάνω μέρος του παραθύρου που θα εμφανιστεί κάντε κλικ και στα 3 κουτάκια επιλογής **Vertex, Edge, End**, που βρίσκονται δίπλα στο αρχείο *Contours*.




6. Στο κατώτερο τμήμα του παραθύρου κάντε κλικ στα κουτάκια επιλογών που βρίσκονται δίπλα στις εντολές **Edit Sketch**, **Edit Sketch Vertices**, **Edit Sketch Edges**.




7. Κλείστε το παράθυρο από το κουμπί **X** στην άνω δεξιά γωνία του παραθύρου.

### Γ. Δημιουργία εγγραφών

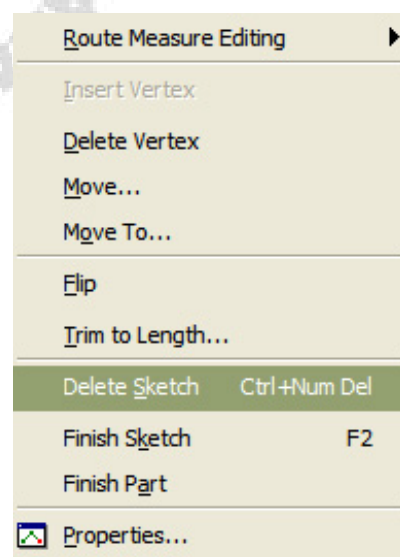
1. Εστιάστε στην άνω αριστερή γωνία του τοπογραφικού χάρτη και στην αρχή μιας ισομετρικής καμπύλης.
2. Με το **Sketch Tool**  φιοποιήστε το πρώτο σημείο.
3. Μετακινήστε τον κέρσορα κατά μήκος της ισομετρικής καμπύλης και ψηφιοποιήστε το επόμενο σημείο κατά τον ίδιο τρόπο.
4. Συνεχίστε μέχρι να εξαντλήσετε το μήκος της ισοΰψους και τοποθετήστε το τελευταίο σημείο με **διπλό κλικ**.
5. Από το κουμπί **Attributes** καταχωρήστε στο πεδίο **Id** το υψόμετρο που αντιστοιχεί στην ισομετρική καμπύλη που μόλις ψηφιοποιήσατε.
6. Επιλέξτε **Editor -> Save Edits** και συνεχίστε με την επόμενη καμπύλη.
7. Όταν εξαντλήσετε την επιφάνεια, επιλέξτε **Editor -> Save Edits** και **Editor -> Stop Editing**

#### ⇒ Διαγραφή μέρους ή ολόκληρης γραμμής.

Στην περίπτωση που επιθυμείτε να σβήσετε κάποιο σημείο ή ολόκληρη γραμμή χρησιμοποιείτε το **Edit Tool**  και επιλέγετε με διπλό κλικ το σημείο ή τη γραμμή. Κατόπιν, όταν ο κέρσοράς σας βρίσκεται ακριβώς πάνω στο σημείο θα αλλάξει σχήμα σε τετραγωνισμένο σταυρό. Κάντε δεξί κλικ στο σημείο και επιλέξτε την εντολή **Delete Vertex** ή **Delete Sketch**.

#### ⇒ Ψηφιοποίηση μιας γραμμής σε δύο ή περισσότερα μέρη.

Στην περίπτωση που επιθυμείτε να ψηφιοποιήσετε μία ισομετρική καμπύλη σε δύο μέρη, αφού έχετε τοποθετήσει το τελευταίο σημείο του πρώτου μέρους, με δεξί κλικ επιλέξτε την εντολή **Finish Part**. Κατόπιν τοποθετήστε το πρώτο σημείο του δεύτερου μέρους και όλα τα επόμενα μέχρις εξαντλήσεως του μήκους της ισομετρικής καμπύλης με το γνωστό τρόπο.



## Δ. Επικύρωση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των ψηφιακών δεδομένων - Τοπολογία

Κατά την ψηφιοποίηση χωρικών πληροφοριών είναι επιθυμητό να διασφαλίζουμε την γεωμετρική και γεωγραφική ακρίβεια και αξιοπιστία των ψηφιακών δεδομένων που παράγουμε. Αυτό μας απαλλάσσει από τυχόν χωρικές ανακρίβειες που επιδρούν αρνητικά στη μελλοντική αξιοποίηση και ανάλυση των δεδομένων. Βασικός παράγοντας για την εξασφάλιση της ποιότητας των χωρικών δεδομένων είναι η ορθή και συνεπής τοποθέτησή τους στο χώρο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον ορισμό της **Τοπολογίας** τους.

Το σύστημα ArcGIS διαθέτει ένα μηχανισμό τοπολογίας, σύμφωνα με τον οποίο ένα σύνολο περιοριστικών κανόνων και σχέσεων, καθώς και μια σειρά από εργαλεία και τεχνικές, ορίζουν την θέση και την συμπεριφορά των στοιχείων που ψηφιοποιούμε (σημείων, γραμμών, πολυγώνων). Ακόμη, επισημαίνει τυχόν ανακρίβειες στα ίδια ή και στις σχέσεις μεταξύ τους και επικυρώνει την ορθότητα τους σε μία ή και μεταξύ περισσότερων θεματικών ενοτήτων.

Βασικά σημεία για την κατανόηση της τοπολογίας είναι τα εξής:

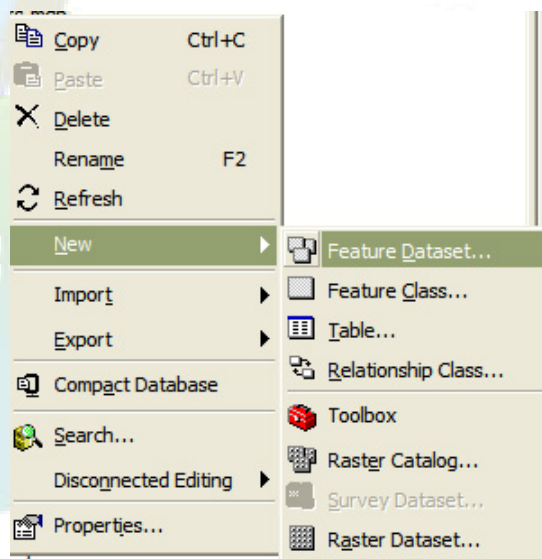
- ⇒ Κατά τη δημιουργία της τοπολογίας επισημαίνετε τις θεματικές ενότητες που θα συμμετέχουν σε αυτή. Οι θεματικές ενότητες μπορεί να ανήκουν στον τύπο των σημείων, γραμμών, ή πολυγώνων. Στην τοπολογία οι γεωμετρικές σχέσεις που ορίζονται αφορούν περισσότερο τα μέρη που αποτελούν ένα στοιχείο και λιγότερο τα στοιχεία καθεαυτά. Τα πολύγωνα αποτελούνται από πλευρές (edges) που ορίζουν τα όρια του κάθε πολυγώνου, από κόμβους (nodes) όπου τέμνονται οι πλευρές, και από σημεία (vertices), που ορίζουν το σχήμα των πλευρών. Κατά τον ίδιο τρόπο αντιλαμβανόμαστε ότι οι γραμμές απαρτίζονται από μια πλευρά, τουλάχιστον δύο κόμβους που αποτελούν τα άκρα της πλευράς, και από σημεία που δίνουν το σχήμα της γραμμής. Κατά αναλογία τα σημεία λειτουργούν ως κόμβοι όταν συμπίπτουν με άλλα στοιχεία σε μια τοπολογία.
- ⇒ Όταν σε μια τοπολογία υπάρχουν στοιχεία των οποίων τα μέρη επικαλύπτονται ή τέμνονται, οι πλευρές και οι κόμβοι που αποτελούν τα μέρη αυτά ανήκουν από κοινού στα στοιχεία αυτά.
- ⇒ Η τοπολογία φέρει 3 παραμέτρους, κανόνες (**rules**), βαθμολόγηση (**rank**), και επιτρεπόμενη τιμή ομαδοποίησης (**cluster tolerance**), όπου:
  - ο Οι κανόνες αποτελούν τις χωρικές σχέσεις που επιτρέπονται μεταξύ στοιχείων και ελέγχουν τις σχέσεις των στοιχείων που επιτρέπονται εντός μιας θεματικής ενότητας ή μεταξύ στοιχείων διαφορετικών θεματικών ενοτήτων. Π.χ. ένας κανόνας τοπολογίας μπορεί να ορίζει ότι όλοι οι δρόμοι πρέπει να ενώνονται με άλλους δρόμους και στα δύο άκρα τους, εκτός από τις περιπτώσεις δρόμων του τύπου «αδιέξοδο».
  - ο Η βαθμολόγηση των θεματικών ενοτήτων σε μια τοπολογία ελέγχει τα στοιχεία που θα μετακινηθούν κατά την επικύρωση της τοπολογίας εξαιτίας της ένωσης σημείων που συμπίπτουν. Όταν διαφορετικές θεματικές ενότητες χαρακτηρίζονται από διαφορετικό βαθμό ακρίβειας, π.χ., μία ενότητα σημείων που συλλέχθηκαν με GPS και μία με σημεία που ψηφιοποιήθηκαν από ένα σκαλισμένο χάρτη κλίμακας 1:50000, η βαθμολόγηση μπορεί να βεβαιώσει ότι σημεία της πρώτης δεν θα μετακινηθούν προς και θα συνενωθούν με σημεία της δεύτερης.
  - ο Η επιτρεπόμενη x, y τιμή ομαδοποίησης είναι η μικρότερη οριζόντια απόσταση μεταξύ σημείων που δεν συμπίπτουν. Τα σημεία που εμπίπτουν εντός της απόστασης αυτής θεωρούνται ότι συμπίπτουν και ενσωματώνονται. Στην ουσία, η επιτρεπόμενη x, y τιμή ομαδοποίησης ορίζεται για να περιοριστεί η πιθανότητα μετακίνησης στοιχείων που έχουν τοποθετηθεί με ακρίβεια. Η ακρίβεια (precision) ορίζει τον αριθμό επιθυμητών μονάδων του συστήματος για κάθε τιμή μέτρησης σε ένα σύνολο δεδομένων, δηλαδή ορίζει την ανοχή αποθήκευσης της απόστασης μεταξύ συντεταγμένων σε ένα σύνολο δεδομένων.
- ⇒ Η θεματική ενότητα της τοπολογίας αποτελείται από δύο τύπους στοιχείων, αυτή των «λερωμένων περιοχών» (**dirty areas**) και αυτή των σφαλμάτων (**error features**), όπου:
  - ο Λερωμένες περιοχές θεωρούνται οι περιοχές που έχουν υποστεί όποια μορφή επεξεργασίας (διόρθωση, ανανέωση, προσθήκη, διαγραφή κτλ.) και περιορίζουν την περιοχή που ελέγχεται κατά την επικύρωση της τοπολογίας.

- ο Τα σφάλματα αποτελούν στοιχεία απεικόνισης των εντοπισμένων σημείων παραβίασης των κανόνων τοπολογίας και επιτρέπουν την ανάλογη διαχείριση αυτών των περιπτώσεων είτε με επεξεργασία διόρθωσης είτε με αποκατάσταση τους ως εξαιρέσεις.

Με τον ακόλουθο τρόπο θα ελέγξετε την ορθή τοπολογία των ισομετρικών καμπύλων που μόλις ψηφιοποιήσατε. Θα δημιουργήσετε μια χωρική βάση δεδομένων (**personal geodatabase**) και μέσα σε αυτή ένα σύνολο δεδομένων (**dataset**). Στη συνέχεια, θα εξάγετε στο dataset τη θεματική ενότητα των ισομετρικών καμπύλων. Κατόπιν, θα ορίσετε τους κανόνες τοπολογίας (**topology rules**) που συνιστούν την ορθή χωρική τοποθέτηση των ψηφιοποιημένων γραμμών. Τέλος, θα επικυρώσετε έναντι αυτών των κανόνων την θεματική ενότητα των ισομετρικών καμπύλων.

#### α. Δημιουργία Personal Geodatabase και Feature Dataset.

1. Με δεξί κλικ στον φάκελο *results* ακολουθήστε την διαδρομή **New -> Personal Geodatabase**. Το νέο ομώνυμο αρχείο θα εμφανιστεί μέσα στο φάκελο.
2. Κάνετε δεξί κλικ στο αρχείο και εκτελώντας την εντολή **Rename** ονομάστε την Βάση *Digitising.mdb*.
3. Με δεξί κλικ πάνω στη Βάση *Digitising* ακολουθήστε την διαδρομή **New -> Feature Dataset**.

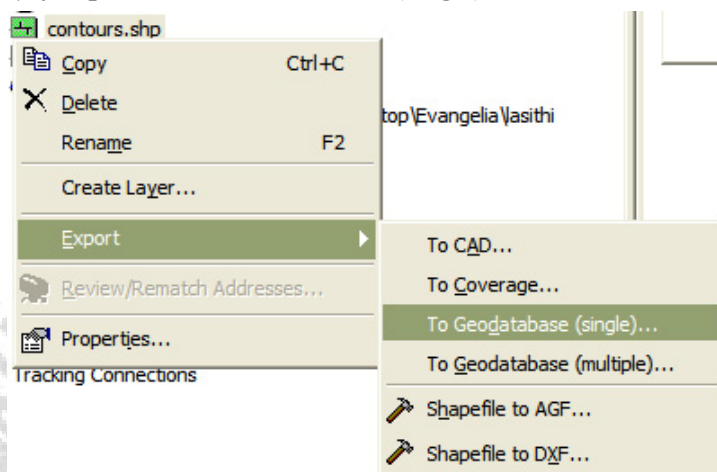


4. Δώστε στο νέο Dataset το όνομα *Elevation*.
5. Από το κουμπί **Edit** εισάγετε το σύστημα συντεταγμένων του contours.shp εκτελώντας τα ακόλουθα βήματα:
  - **Edit->Import**
  - Πλοηγηθείτε στον φάκελο *results* όπου βρίσκεται αποθηκευμένο το *contours.shp*, επιλέξτε το συγκεκριμένο αρχείο και κατόπιν το κουμπί **Add**
  - Βεβαιωθείτε ότι έχει εισαχθεί το ελληνικό σύστημα ΕΓΣΑ'87 και ολοκληρώστε τις ρυθμίσεις σας με **Apply->OK**
6. Ολοκληρώστε τη δημιουργία του νέου Dataset με **OK**.



## β. Εξαγωγή (export) θεματικής ενότητας

1. Από το παράθυρο περιήγησης του ArcCatalog, κάντε δεξί κλικ στο *contours.shp* και ακολουθήστε την διαδρομή **Export -> To Geodatabase (single)**.



2. Στην τοποθεσία όπου θα εξάγετε τη θεματική ενότητα (**Output Location**) ορίστε το σύνολο δεδομένων *Elevation* της Βάσης *Digitising*, κάνοντας πλοήγηση από το αντίστοιχο εικονίδιο.
3. Στο όνομα του νέου αρχείου που θα δημιουργήσετε με την εξαγωγή (**Output Feature Class Name**) δώστε το όνομα *contours\_2*.
4. Αποδεχτείτε τις ρυθμίσεις σας με **OK**.

Επιστρέψτε στην Βάση και ανοίξτε το περιεχόμενό της κάνοντας κλικ στον σταυρό στα αριστερά της. Εμφανίζεται το σύνολο δεδομένων *Elevation*. Ανοίξτε το περιεχόμενό του και δείτε ότι περιέχει τη νέα θεματική ενότητα (**Feature Class**) *contours\_2*.



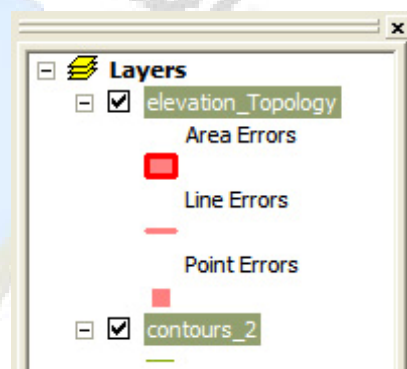
## γ. Δημιουργία Τοπολογίας γραμμών


1. Κάνετε δεξί κλικ στο σύνολο δεδομένων *Elevation* και ακολουθήστε την διαδρομή **New -> Topology**. Με αυτό τον τρόπο ανοίγετε μια σειρά από παράθυρα που σας καθοδηγούν στο να ορίσετε την επιθυμητή τοπολογία.
2. Στο πρώτο παράθυρο ονομάστε την τοπολογία *Elevation*. Πατήστε **Next**.
3. Στο δεύτερο παράθυρο αφήστε την προεπιλεγμένη ρύθμιση ως έχει. Πατήστε **Next**.
4. Στο τρίτο, κάνετε κλικ στο κουτάκι επιλογής αριστερά του *contours* και περάστε στο επόμενο παράθυρο.
5. Αποδεχτείτε την προεπιλεγμένη βαθμολόγηση και περάστε στο επόμενο παράθυρο.
6. Από το κουμπί **Add Rule** θα βρεθείτε σε ένα παράθυρο όπου μπορείτε να επιλέξετε τους κανόνες που θα συστήσουν την τοπολογία των ισοϋψών. Στο πρώτο πεδίο εμφανίζεται το αρχείο που συμμετέχει στην τοπολογία, στην περίπτωση μας το *contours\_2*. Στο δεύτερο πεδίο επιλέγετε κάθε φορά τον κανόνα που επιθυμείτε. Παράλληλα εμφανίζεται η περιγραφή του κανόνα στα δεξιά.

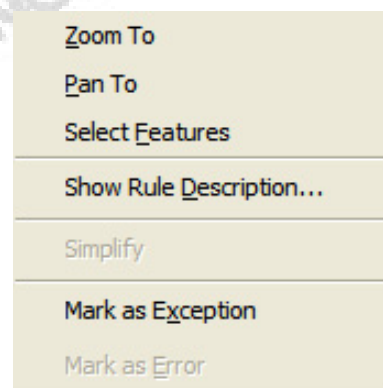
7. Επιλέξτε τον κανόνα **Must Not Intersect** και κάντε κλικ στο κουμπί **OK**.
8. Επαναλάβετε την διαδικασία για να προσθέσετε ακόμη τον κανόνα **Must Not Self Intersect**.
9. Όταν τελειώσετε, περάστε στο επόμενο και τελευταίο παράθυρο, επιθεωρήστε τις ρυθμίσεις που μόλις ορίσατε, και ολοκληρώστε τη διαδικασία κάνοντας κλικ στο κουμπί **Finish**.
10. Το σύστημα σας ειδοποιεί ότι η τοπολογία έχει δημιουργηθεί και σας παρακινεί να επικυρώσετε την θεματική ενότητα έναντι των κανόνων που ορίσατε. Αποδεχτείτε την προτροπή.




#### δ. Επικύρωση Τοπολογίας γραμμών

1. Επιστρέψτε στο ArcMap.
2. Προσθέστε την τοπολογία που μόλις δημιουργήσατε.
3. Το σύστημα σας προτρέπει να προσθέσετε παράλληλα και το αρχείο που συμμετέχει στην τοπολογία. Δεχτείτε την πρόταση. Θα εμφανιστεί το αρχείο των ισομετρικών καμπύλων πιθανόν με τονισμένα κάποια σημεία, όπου το σύστημα έχει εντοπίσει παραβιάσεις των κανόνων τοπολογίας που έχετε ορίσει.
4. Στον πίνακα περιεχομένων ανοίξτε το υπόμνημα της τοπολογίας και ενημερωθείτε για το πώς απεικονίζεται η κάθε παραβίαση.
5. Από το μενού **Editor** της ομώνυμης εργαλειοθήκης ακολουθήστε την διαδρομή **More Editing Tools -> Topology**, προκειμένου να εμφανίσετε την ομώνυμη εργαλειοθήκη.



6. Από το **Editor** ξεκινήστε νέα περίοδο επεξεργασίας. Παράλληλα θα ενεργοποιηθεί και η μπάρα εργαλείων της τοπολογίας.
7. Εστιάστε σε κάποιο από τα εντοπισμένα λάθη σημείων (**point errors**) που σημειώνονται από το σύστημα με ροζ τετράγωνο.
8. Επιλέξτε το εργαλείο **Fix Topology Error Tool**  κάντε κλικ στο τετράγωνο σημείο.
9. Με δεξί κλικ σας δίνονται οι επιλογές να εστιάσετε (**Zoom To**) ή να μετακινηθείτε (**Pan To**) στην παραβίαση, να επιλέξετε τις γραμμές που μετέχουν στην παραβίαση (**Select Features**) και να δείτε ποιός είναι ο κανόνας που έχει παραβιαστεί (**Show Rule Description**). Ακόμη σας δίνονται κάποιοι τρόποι να επέμβετε στην παραβίαση, ένας από τους οποίους π.χ. είναι να επισημάνετε πως η συγκεκριμένη περίπτωση πρόκειται για εξαίρεση του κανόνα (**Mark As Exception**).



10. Επιστρέψτε στο μενού **Editor -> Options -> General -> Snapping Tolerance** και μειώστε την αριθμητική τιμή που είχατε ορίσει στη διάρκεια της ψηφιοποίησης των ισοϋψών και ολοκληρώστε τη νέα ρύθμιση με **OK**. Ελέγξτε επίσης την κατάσταση **snapping** από το μενού **Editor -> Snapping**.
11. Με το **Edit Tool** κάντε διπλό κλικ και επιλέξτε το σημείο παράβασης. Οι γραμμές που συμμετέχουν στην παραβίαση θα πάρουν τη μορφή συνδεδεμένων σημείων, ενώ ο κέρσοράς σας, όταν τον τοποθετήσετε πάνω στο σημείο παράβασης, θα αλλάξει σε τετραγωνισμένο σταυρό.
12. Σύρετε με τον κέρσορά σας το σημείο στην κατεύθυνση που θεωρείτε σωστή.
13. Κάνετε κλικ εκτός της καμπύλης για να επανέλθει αυτή στην αρχική της μορφή. Επιλέξτε από την μπάρα της τοπολογίας το κουμπί **Validate Topology In Current Extent** . Η παραβίαση θα έχει αποκατασταθεί.
14. Εστιάστε σε μία παράβαση γραμμής. Πιθανόν το λάθος να οφείλεται σε τμήμα της καμπύλης που έχει διπλό-ψηφιοποιηθεί.
15. Επιλέξτε την καμπύλη με το **Edit Tool** και διαγράψτε το σημείο (ή σημεία) που προκαλούν αυτή την κατάσταση.
16. Απομακρυνθείτε από την καμπύλη όπως και προηγουμένως προκειμένου να την επαναφέρετε στην αρχική της μορφή.
17. Επαληθεύστε την τοπολογία κατά τον γνωστό τρόπο.
18. Συνεχίστε με άλλα τυχόν λάθη που επισημαίνονται.
19. Όταν ολοκληρώσετε επιλέξτε το κουμπί **Zoom to Full Extent**  και κατόπιν επαληθεύστε για ακόμη μια φορά την τοπολογία με το κουμπί **Validate Entire Topology**. 

#### IV. Ψηφιοποίηση δεδομένων με τη μορφή πολυγώνων (polygons)

Για την ψηφιοποίηση πολυγώνων ακολουθήστε την εξής διαδικασία:

##### A. Δημιουργία Feature Class


1. Στο ArcCatalog, μέσα στον φάκελο *results* δημιουργήστε μία νέα κενή θεματική ενότητα με το όνομα *geology* στον τύπο του πολυγώνου. Θυμηθείτε να ορίσετε το ελληνικό σύστημα συντεταγμένων.
2. Μέσα στη Βάση *Digitising* δημιουργήστε ένα νέο σύνολο δεδομένων (**Feature Dataset**) με το όνομα *Geology\_set*, για το οποίο ορίστε το σύστημα συντεταγμένων της θεματικής ενότητας *geology* που μόλις δημιουργήσατε (πρβλ. α.5, σελ. 18).
3. Εξάγετε την θεματική ενότητα *geology.shp* στο Dataset *Geology* με το όνομα *geology\_2* (πρβλ. β., σελ. 19)

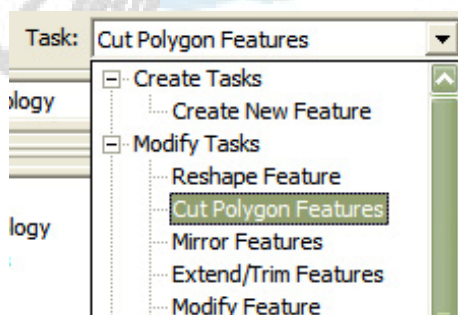
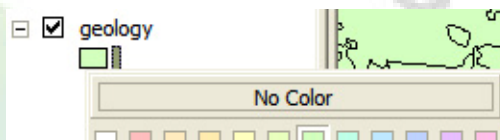


## Β. Ορισμός Τοπολογίας πολυγώνων

Δημιουργήστε στο *Geology* Dataset μια τοπολογία με όνομα *Geology* ορίζοντας τους κανόνες **Must Not Overlap** και **Must Not Have Gaps** (για τη δημιουργία Τοπολογίας πρβλ ενότητα Ψηφιοποίηση, ΙΙΙ, Δ, γ. Δημιουργία Τοπολογίας γραμμών, σελ. 19). Οι κανόνες αυτοί θα αποτρέψουν ή θα περιορίσουν το ενδεχόμενο κατά την ψηφιοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών να υπάρξουν περιπτώσεις επικάλυψης του ενός πολυγώνου με το άλλο ή δημιουργίας κενών μεταξύ τους.

## Γ. Δημιουργία εγγραφών

1. Επιστρέψτε στο ArcMap.
2. Προσθέστε στην επιφάνεια εργασίας σας τον γεωλογικό χάρτη *anogeia.tif* που βρίσκεται αποθηκευμένος στον φάκελο *Digitising*.
3. Προσθέστε, ακόμη, την τοπολογία της γεωλογίας με τη συνοδευόμενη κενή θεματική ενότητα *geology*.
4. Από το μενού **Editor** ξεκινήστε μια νέα περίοδο επεξεργασίας.
5. Ρυθμίστε το περιβάλλον **snapping** με χρήση των μενού **Snapping** και **Options** του **Editor** (πρβλ ενότητα Ψηφιοποίηση, ΙΙΙ, Β. Ρύθμιση του περιβάλλοντος snapping, σελ. 15).
6. Βεβαιωθείτε ότι θα επεξεργαστείτε το αρχείο *geology* και ότι η επιλεγμένη εργασία σας είναι η **Create New Feature**.
7. Εστιάστε και ψηφιοποιήστε το εξωτερικό πολύγωνο που περιγράφει τους γεωλογικούς σχηματισμούς.
8. Όταν ολοκληρώσετε, αποθηκεύστε την εργασία σας.
9. Κάνετε δεξί κλικ στο πολύγωνο που εμφανίζεται κάτω από το όνομα του αρχείου στον πίνακα περιεχομένων προκειμένου να επιλέξετε διάφανο χρώμα (**No Color**) για το εσωτερικό του.
10. Κατόπιν, με το **Edit Tool**  πιλέξτε με μονό κλικ το πολύγωνο που μόλις ψηφιοποιήσατε. Το περίγραμμα του πολυγώνου θα χρωματιστεί γαλάζιο.
11. Από τη λίστα εργασιών του **Editor** επιλέξτε **Cut Polygon Features**.



12. Κρατώντας πάντα επιλεγμένο το εξωτερικό πολύγωνο, ψηφιοποιήστε τα εσωτερικά πολύγωνα «κόβοντας» σταδιακά από το εξωτερικό περίγραμμα.

13. Θυμηθείτε να καταχωρείτε τον κωδικό κάθε γεωλογικού σχηματισμού στο πεδίο **Id** του συνοδευόμενου πίνακα χαρακτηριστικών της θεματικής ενότητας.
14. Ανά τακτά διαστήματα αποθηκεύετε την εργασία σας και επαληθεύετε την τοπολογία.


#### Δ. Επικύρωση Τοπολογίας πολυγώνων

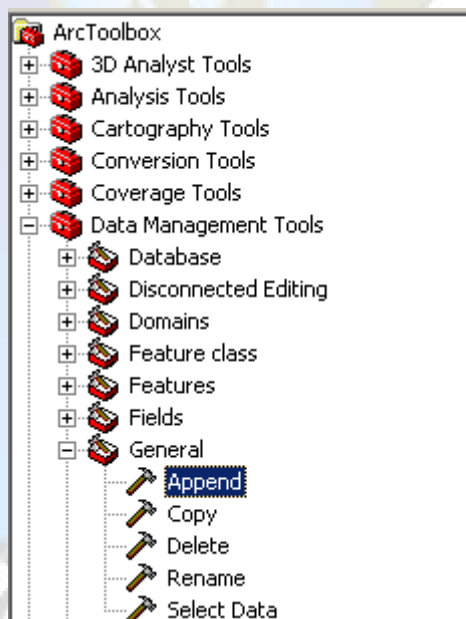
Ο έλεγχος της τοπολογίας καθώς και η διόρθωση παραβάσεων γίνεται κατά τον γνωστό τρόπο (πρβλ. Ενότητα Ψηφιοποίηση, ΙΙΙ, Δ, δ.Επικύρωση Τοπολογίας Γραμμών, σελ. 20). Το σύστημα σας δίνει τη δυνατότητα με προεπιλεγμένες εκδοχές να επαναφέρετε την ορθή τοπολογία, αφαιρώντας (**subtract**), συγχωνεύοντας (**merge**), δημιουργώντας νέο πολύγωνο (**Create New Feature**), ή χαρακτηρίζοντας την περίπτωση κατ'ανάγκη ως εξαίρεση (**Mark as Exception**). Π.χ. Συχνά, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις επικάλυψης, δημιουργούμε νέο πολύγωνο από την επικάλυψη και το συγχωνεύουμε με το κατάλληλο πολύγωνο.

## Διαχείριση θεματικών ψηφιακών δεδομένων

### Σύναψη διαφορετικών θεματικών ενότητων του ίδιου σχήματος (Append)

Σ' αυτή την άσκηση θα δείτε πως μπορείτε να ενώσετε 4 θεματικές ενότητες (shapefiles) που εμπεριέχουν ψηφιοποιημένες ισοϋψείς γειτονικών περιοχών σ' ένα ενιαίο αρχείο, επισυνάπτοντας την πληροφορία που περιλαμβάνουν οι 3 από αυτές σ' αυτήν της τέταρτης, η οποία και θα οριστεί ως εξαγόμενο αρχείο.

1. Ανοίγετε ένα νέο project στο ArcMap και προσθέτετε τις θεματικές ενότητες *contours1*, *contours2*, *contours3* και *contours4* που βρίσκονται στον φάκελο C/seminars/GIS/Data\_Management
2. Στη συνέχεια εμφανίζετε το σύνολο των εργαλειοθηκών του ArcToolbox πατώντας με το ποντίκι στο αντίστοιχο εικονίδιο με το βαλιτσάκι 
3. Ανοίγετε την εργαλειοθήκη **Data Management Tools** πατώντας πάνω στο σταυρό, εμφανίζετε τις εντολές που βρίσκονται κάτω από τον τίτλο **General** με τον ίδιο τρόπο και επιλέγετε την εντολή **Append**





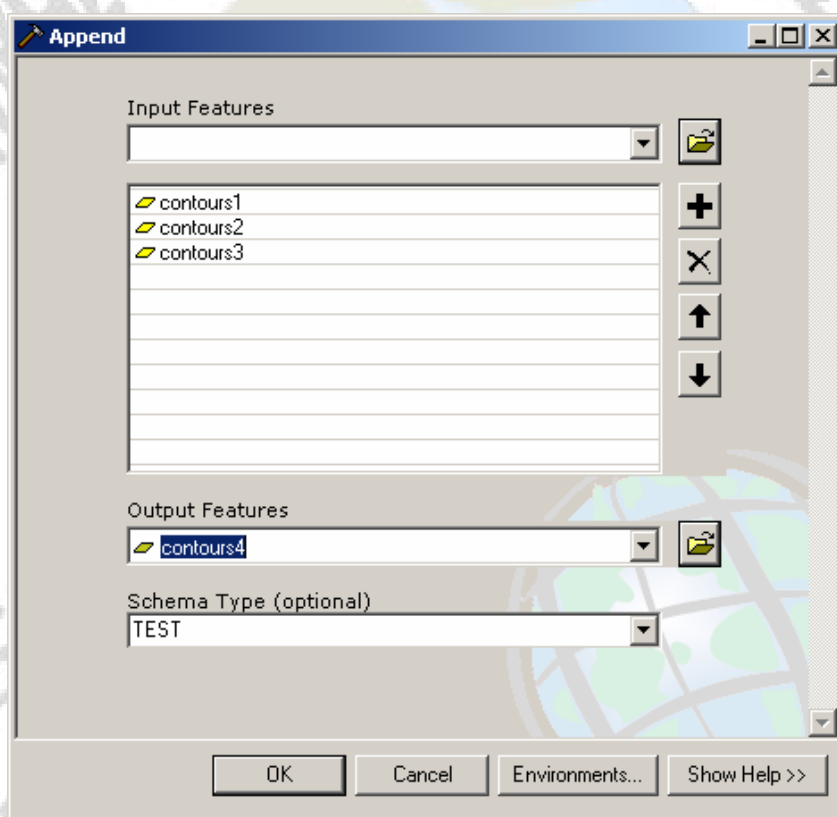
4. Στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται επιλέγετε ως **Input Features** πατώντας πάνω στο βελάκι τα αρχεία *contours1*, *contours2* *contours3*
5. ως **Output Features** το *contours4* και πατάτε OK

Τώρα το αρχείο *contours4* περιλαμβάνει τις ισοϋψείς και των τεσσάρων τοπογραφικών χαρτών που έχουν ψηφιοποιηθεί.



Κλείνετε το παράθυρο ελέγχου που μας πληροφορεί αν το πρόγραμμα εκτέλεσε επιτυχώς την εντολή που του δώσατε και εξετάζετε τα αποτελέσματα στον ArcMap.

- ⇒ Σε περίπτωση που θέλετε να επισυνάψετε σε μια θεματική ενότητα (στη συγκεκριμένη περίπτωση στο contours4) περισσότερες θεματικές ενότητες συνεχίζετε να προσθέτετε τα αρχεία αυτά κάτω από το **Input Features** .
- ⇒ Αν θέλετε να επισυνάψετε θεματικές ενότητες τις οποίες δεν έχετε προσθέσει στο project που είναι ανοιχτό, μπορείτε να τις επιλέξετε με πλοήγηση πατώντας πάνω στο αντίστοιχο εικονίδιο 
- ⇒ Επίσης αν κάνετε λάθος και προσθέσετε ένα αρχείο το οποίο δεν θέλετε να ενωθεί στο αρχείο που έχετε ορίσει ως **Output Feature** το επιλέγετε και πατάτε διαγραφή 



#### Σημείωση

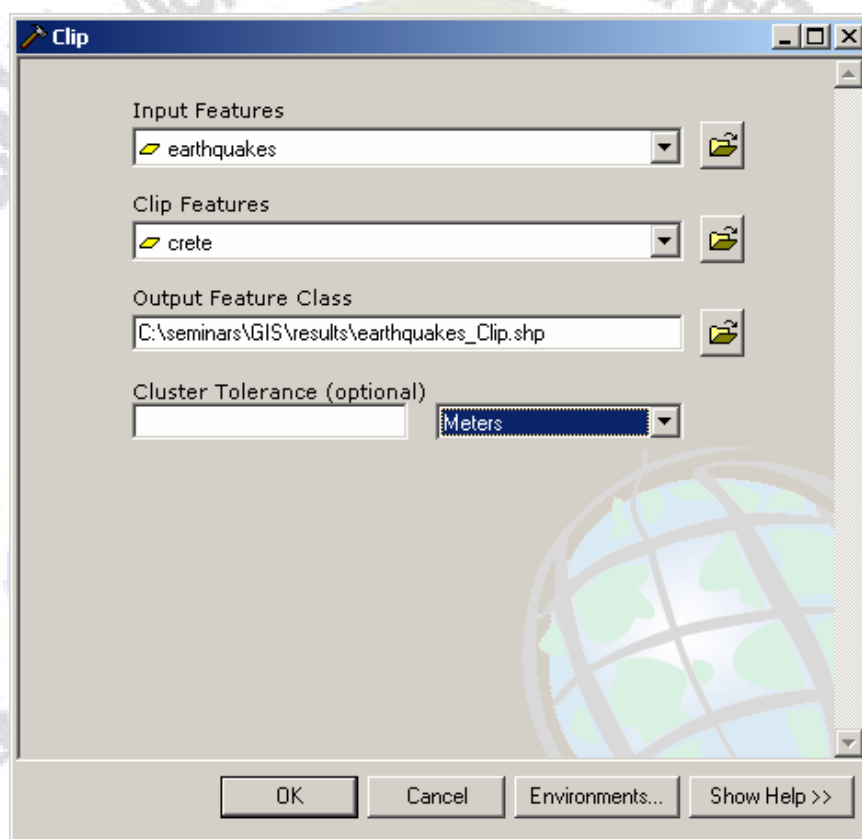
Για να ενώσετε θεματικές ενότητες θα πρέπει αυτές να ανήκουν στον ίδιο διανυσματικό τύπο. Δεν μπορείτε για παράδειγμα να ενώσετε γραμμές με πολύγωνα παρά μόνο γραμμές με γραμμές, πολύγωνα με πολύγωνα και σημεία με σημεία.

### Περικοπή των ορίων μίας θεματικής ενότητας (Clip)

Η άσκηση αυτή έχει σαν σκοπό τη διαγραφή εγγραφών από μία θεματική ενότητα, οι οποίες τυγχάνουν να βρίσκονται εκτός των ορίων της περιοχής του μελέτης. Πιο αναλυτικά, θα δούμε πως μπορούμε να

απομονώσουμε τα επίκεντρα των σεισμών που σημειώθηκαν στα γεωγραφικά όρια της Κρήτης, χρησιμοποιώντας σαν μάσκα ένα αρχείο με τη μορφή πολυγώνου που περιλαμβάνει τις ακριβείς συντεταγμένες των ορίων του νησιού.

1. Στον ArcMap προσθέτετε το shapefile με το όνομα *crete* που βρίσκεται αποθηκευμένο στον φάκελο Data\_Management και το αρχείο των σεισμών που έχετε αποθηκεύσει στον φάκελο results σε μία από τις προηγούμενες ασκήσεις.
2. Στο παράθυρο του ArcToolbox ανοίγετε την εργαλειοθήκη **Analysis Tools**, εμφανίζετε τις εντολές που βρίσκονται κάτω από τον τίτλο **Extract** και επιλέγετε την εντολή **Clip**



3. Στο παράθυρο διαλόγου επιλέγετε ως **Input Features** το αρχείο με τους σεισμούς earthquakes,
4. ως **Clip Features** το shapefile που δείχνει την περιοχή της Κρήτης *crete* (Clip Features μπορούν να θεωρηθούν μόνο θεματικές ενότητες με τη μορφή πολυγώνου)
5. ενώ στο **Output Feature Class** κάνοντας πλοήγηση ορίζετε το πού και με ποιο όνομα θα σώσετε το νέο αρχείο

c:\seminars\GIS\results\earthquakes\_Clip και πατάμε OK

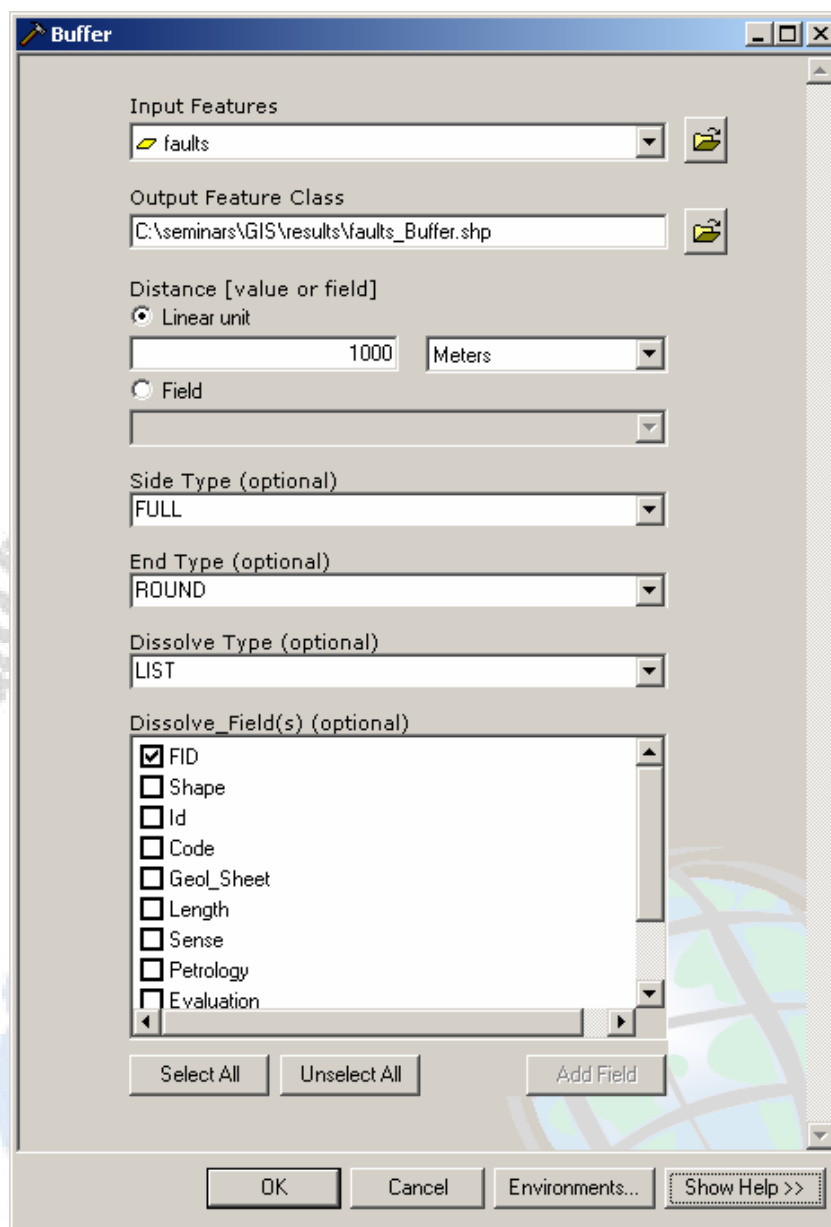
Κλείνετε το παράθυρο ελέγχου που σας πληροφορεί αν το πρόγραμμα εκτέλεσε επιτυχώς την εντολή που έλαβε και παρατηρείτε ότι στο ArcMap έχει προστεθεί το νέο αρχείο που μόλις δημιουργήθηκε.

## Δημιουργία ζωνών επιρροής (Buffer)

Σκοπός της άσκησης είναι η δημιουργία ζωνών επιρροής ορίζοντας ακτίνα σε συγκεκριμένη χιλιομετρική απόσταση. Πιο συγκεκριμένα, θα δημιουργήσετε ζώνες επιρροής των ρηγμάτων καθώς και των επικέντρων σεισμών του νησιού της Κρήτης.

1. Σ' ένα νέο project στο ArcMap προσθέτετε τη θεματική ενότητα με τα ρήγματα C:\seminars\GIS\Data\_Management\faults
2. Στο παράθυρο του ArcToolbox ανοίγετε την εργαλειοθήκη **Analysis Tools**, εμφανίζετε τις εντολές που βρίσκονται κάτω από τον τίτλο **Proximity** και επιλέγετε την εντολή **Buffer**
3. Στο παράθυρο διαλόγου επιλέγετε ως **Input Features** το shapefile faults
4. στο **Output Feature Class** προσδιορίζετε το όνομα και την τοποθεσία του νέου αρχείου που θα περιλαμβάνει τις ζώνες επιρροής c:\seminars\GIS\results\faults\_Buffer
5. ως **Distance [value or field]** επιλέγετε το Linear Unit και πληκτρολογείτε την τιμή 1000 ώστε να ορίσετε σαν ακτίνα του buffer zone τα 1000 μέτρα
6. στις παραμέτρους **Side Type** και **End Type** προσδιορίζετε τον τρόπο με τον οποίο θα δημιουργηθούν οι ζώνες επιρροής. Όταν τα γεωγραφικά δεδομένα, των οποίων η επιρροή μας ενδιαφέρει, είναι γραμμές έχουμε 3 επιλογές όσον αφορά το **Side Type**
  - **FULL** η ζώνη που θα δημιουργηθεί θα εκτείνεται γύρω από τα θεματικά δεδομένα στη συγκεκριμένη περίπτωση τα ρήγματα
  - **LEFT** η ζώνη που θα δημιουργηθεί θα εκτείνεται σύμφωνα με την τοπολογία αριστερά των θεματικών δεδομένων
  - **RIGHT** η ζώνη που θα δημιουργηθεί θα εκτείνεται σύμφωνα με την τοπολογία δεξιά των θεματικών δεδομένωνΌσον αφορά το **End Type** έχουμε να επιλέξουμε ανάμεσα στα εξής
  - **ROUND** το πολύγωνο που θα απεικονίζει τη ζώνη επιρροής θα έχει ημικυκλικό σχήμα
  - **FLAT** το πολύγωνο που θα απεικονίζει τη ζώνη επιρροής θα ορίζεται από ευθείες γραμμέςαφήνετε τις επιλογές **FULL** και **ROUND** αντίστοιχα





7. στην παράμετρο **Dissolve Type** διευκρινίζετε αν επιθυμείτε να διαγραφούν πιθανές επικαλύψεις
  - **NONE** διατηρείται η αρχική μορφή των ζωνών επιρροής χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι επικαλύψεις
  - **ALL** ενοποιούνται όλα τα buffers σε μία εγγραφή και σβήνονται όλες οι επικαλύψεις
  - **LIST** καταργούνται οι επικαλύψεις με βάση συγκεκριμένο πεδίο που προσδιορίζετε στο **Dissolve Field(s)**
8. διαλέγετε **LIST** ενεργοποιώντας τα πλαίσια επιλογών που υπάρχουν κάτω από τον τίτλο **Dissolve Field(s)** όπου επιλέγετε το πλαίσιο δίπλα στο **FID** και πατάτε **OK**

Κλείνετε το παράθυρο ελέγχου και εξετάζετε τα αποτελέσματα στον ArcMap.

Επαναλάβετε τη διαδικασία για τα επίκεντρα σεισμών και πειραματιστείτε με την ακτίνα οριοθέτησης των ζωνών επιρροής.

## Αναλύσεις Χωρικών Δεδομένων

Σε αυτήν την ενότητα επισημαίνονται μερικά βασικά σημεία που αποτελούν αναγκαία βήματα της προετοιμασίας του περιβάλλοντος ανάλυσης χωρικών δεδομένων του ArcGIS. Αρχικά, θα ρυθμίσετε το περιβάλλον ανάλυσης σύμφωνα με τις παραμέτρους που επιβάλλει ο τύπος της ανάλυσης που επιθυμείτε να πραγματοποιήσετε. Επίσης, θα μάθετε πώς να ορίζετε το γεωγραφικό εύρος και να χρησιμοποιείτε μάσκα για τις αναλύσεις σας, ώστε τα αποτελέσματα να περιορίζονται στην εκάστοτε περιοχή ενδιαφέροντος.

### Ρυθμίσεις περιβάλλοντος ανάλυσης

Πριν ξεκινήσετε να εφαρμόζετε οποιοδήποτε τύπο ανάλυσης στα δεδομένα σας θα προετοιμάσετε και θα ορίσετε το περιβάλλον ανάλυσης του συστήματος. Θα ορίσετε εξαρχής την τοποθεσία εργασίας και αποθήκευσης των παραγόμενων αρχείων (**working directory**). Θα ορίσετε την έκταση (**extent**) της ανάλυσης, δηλαδή τη διάσταση της επιφάνειας που θα λαμβάνει υπ' όψη το σύστημα στους υπολογισμούς του. Ακόμη, θα εφαρμόσετε τη μάσκα ανάλυσης για τους υπολογισμούς σας και θα επιβάλλετε τα αποτελέσματά σας να προβάλλονται με βάση το ελληνικό γεωδαιτικό σύστημα. Τέλος θα προσδιορίσετε την διάσταση των κελιών (**cell size**) που συνθέτουν τα αρχεία αυτά.

Ρυθμίστε το περιβάλλον ανάλυσης με τον εξής τρόπο:

1. Ακολουθήστε την πορεία **Spatial Analyst -> Options**.

2. Σας εμφανίζεται ένα παράθυρο με τρεις καρτέλες.

3. Στην πρώτη, **General**:

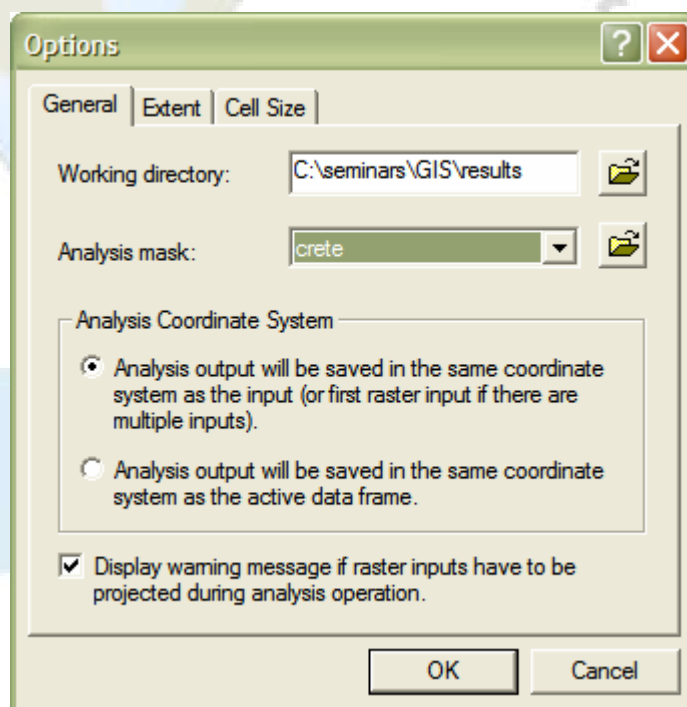
✓ Ορίστε ως χώρο εργασίας και αποθήκευσης των αρχείων σας (**Working Directory**) τον προσωπικό σας υποφάκελο κάνοντας πλοήγηση από το ανάλογο εικονίδιο στο *C:\seminars\GIS\results*

✓ Εφαρμόστε ως μάσκα ανάλυσης (**Analysis Mask**) το αρχείο *crete* που βρίσκετε αποθηκευμένο στον υποφάκελο *C:\seminars\GIS\Spatial\_AnalysisI*

✓ Επιλέξτε το σύστημα

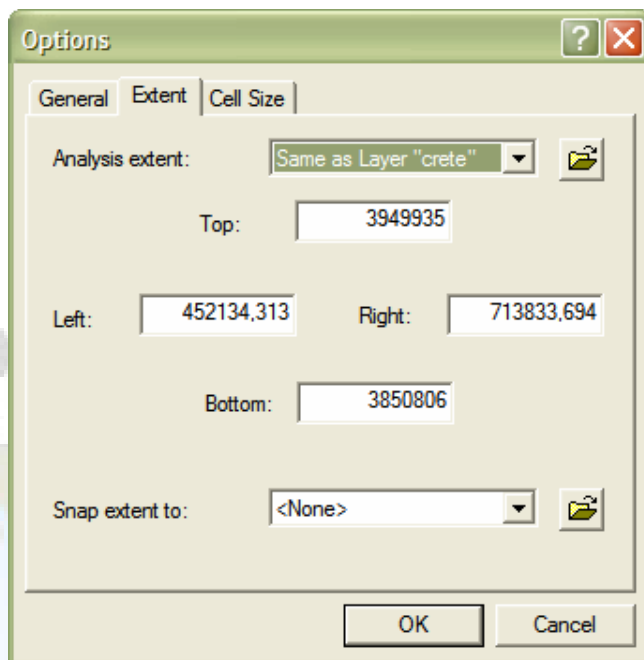
συντεταγμένων, στο οποίο επιθυμείτε να προβάλλονται τα προϊόντα της ανάλυσης, να είναι το ίδιο με τα πρωτογενή δεδομένα (1<sup>η</sup> επιλογή).

✓ Τέλος, επιλέξτε να δέξεστε προειδοποίηση από το σύστημα στην περίπτωση που κατά την ανάλυση υπάρξει τυχόν η ανάγκη να διορθωθεί γεωγραφικά κάποιο από τα συμμετέχοντα αρχεία.



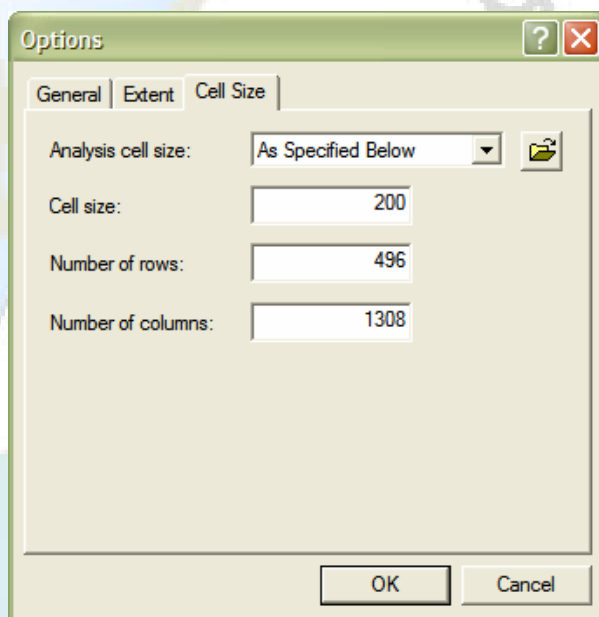
4. Στη δεύτερη καρτέλα, **Extent**:

- ✓ Ορίστε την έκταση των νέων αρχείων χρησιμοποιώντας τη μάσκα ανάλυσης επιλέγοντας από τη λίστα **Same As Layer "crete"**.



5. Με την τρίτη καρτέλα, **Cell Size**:

- ✓ Καθορίστε τη διάσταση των κελιών των rasters που προκύπτουν από την ανάλυση επιλέγοντας την εντολή **As Specified Below** και εισάγετε την τιμή 200.



- ✓ Ολοκληρώστε τις ρυθμίσεις σας με **OK**.

### Εφαρμογές Παρεμβολής Τιμών

Στην άσκηση που ακολουθεί θα δημιουργήσετε χάρτες επιφάνειας της μέσης θερμοκρασίας που σημειώθηκε στην Κρήτη τη δεκαετία του 1990 για τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο. Η πραγματοποίηση των χαρτών αυτών θα γίνει με τη μέθοδο της παρεμβολής τιμών (interpolation) στα δεδομένα που έχουμε από μετρήσεις σταθμών των ΕΜΥ και ΥΕΒ. Το πρόγραμμα λαμβάνοντας υπόψη τις υπάρχουσες μετρήσεις και

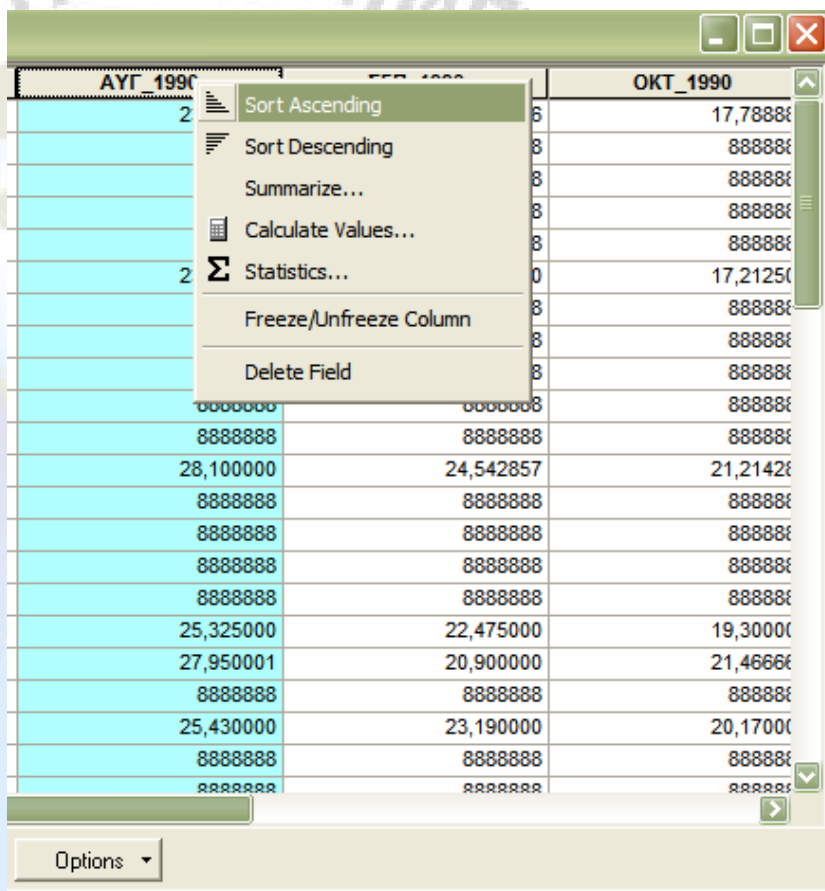
με τη χρήση αλγορίθμων υπολογίζει τις θερμοκρασίες που επικρατούσαν σε όλο το εύρος του νησιού για τη χρονική περίοδο που μας ενδιαφέρει. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν μας δίνουν όλοι οι σταθμοί μετρήσεις για όλους τους μήνες. Κατά συνέπεια, πρέπει να προσδιορίσουμε ποιοι σταθμοί είναι εκείνοι των οποίων οι μετρήσεις θα συμπεριληφθούν στην ανάλυση για τον κάθε μήνα.

### Επιλογή εγγραφών με βάση τα χαρακτηριστικά τους

1. Ανοίγετε μία νέα εργασία στον ArcMap προσθέτετε το αρχείο *stations* από το *c:\seminars\GIS\Spatial\_AnalysisI*, το επιλέγετε με το ποντίκι από τον πίνακα περιεχομένων και κάνετε δεξί κλικ για να ανοίξετε τον πίνακα χαρακτηριστικών (Open Attribute Table).

2. Βρίσκετε το πεδίο με το όνομα *AYΓ\_1990* κάνετε δεξί κλικ πάνω στο όνομα του πεδίου και διαλέγετε **Sort Ascending** από τη λίστα επιλογών που εμφανίζεται. Παρατηρείτε ότι στην κορυφή του πίνακα έχουν συγκεντρωθεί όλες οι μετρήσεις αφήνοντας πίσω τις ψεύτικες τιμές.

3. Επιλέγετε τις εγγραφές με τις πραγματικές τιμές κάνοντας αρχικά κλικ στο μικρό κουτάκι που βρίσκεται



- στα αριστερά της πρώτης εγγραφής, στην αρχή του πίνακα, και στη συνέχεια ολισθαίνοντας το ποντίκι μέχρι και την τελευταία εγγραφή που περιλαμβάνει μέτρηση.
4. Κλείνετε τον πίνακα και βλέπετε στο παράθυρο επισκόπησης ότι οι σταθμοί που περιλαμβάνουν τιμές θερμοκρασίας για τον Αύγουστο του 1990 έχουν χρωματιστεί θαλασσί.
5. Από το κύριο μενού του προγράμματος επιλέγετε **View -> Toolbars -> Spatial Analyst** για να εμφανίσετε μία σειρά εντολών που αφορούν χωρικές αναλύσεις
6. Από το μενού του **Spatial Analyst** ακολουθείτε τη διαδρομή **-> Interpolate to Raster -> Inverse Distance Weighted**



Στο παράθυρο διαλόγου που παρουσιάζεται στην οθόνη θέτουμε τις παραμέτρους που ζητούνται.

- ✓ Η θεματική ενότητα σημείων **Input points:** που θα χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση είναι το *stations*
- ✓ Το πεδίο που περιλαμβάνει τις τιμές για τη δημιουργία επιφάνειας **Z value field:** είναι το *AYΓ\_1990*
- ✓ Η παράμετρος **Power** ρυθμίζει τη βαρύτητα που έχουν οι υπάρχουσες μετρήσεις στον υπολογισμό των παρεμβλλόμενων τιμών σύμφωνα με την μεταξύ τους απόσταση. Επιλέγοντας μια υψηλή τιμή δίνουμε μεγαλύτερη έμφαση στους γειτονικούς σταθμούς, οπότε και η παραγόμενη επιφάνεια χαρακτηρίζεται περισσότερο από τοπική λεπτομέρεια και δεν

- εμφανίζεται ιδιαίτερα ομαλοποιημένη. Αντίθετα, μία χαμηλή τιμή έχει σαν αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη επιρροή των πιο απομακρυσμένων σταθμών και τη δημιουργία μιας πιο εξομαλυμένης επιφάνειας. Το 2 είναι ο αριθμός που χρησιμοποιείται τις περισσότερες φορές και θα χρησιμοποιήσετε και στην άσκηση αυτή.
- ✓ Στη συνέχεια έχετε τη δυνατότητα να προσδιορίσετε τον τύπο της ακτίνας αναζήτησης (**Search radius type**) περιορίζοντας τον αριθμό των μετρήσεων που θα συμπεριληφθούν στον υπολογισμό των τιμών του κάθε κελιού της παραγόμενης επιφάνειας. Εφαρμόζοντας μεταβλητή ακτίνα (**Search radius type: Variable**), είστε σε θέση να ορίσετε τον αριθμό των σταθμών που θέλετε να ληφθούν υπόψη στον υπολογισμό αυτό, θέτοντας προαιρετικά και το μέγιστο της απόστασης πέρα από την οποία η αναζήτηση των σταθμών θα λάβει τέλος. Αντιστρόφως, εφαρμόζοντας σταθερή ακτίνα (**Search radius type: Fixed**), το πρόγραμμα παίρνει την εντολή να υπολογίσει μόνο τις μετρήσεις των σταθμών που βρίσκονται εντός της ακτίνας που του προσδιορίζετε, ενώ παράλληλα τηρεί το ελάχιστο του αριθμού αυτών που του έχετε δώσει. Αποδέχστε τις προεπιλογές θέτοντας μεταβλητή ακτίνα αναζήτησης και υπολογισμό των τιμών μέχρι και 12 σταθμών.
- ✓ Το πρόγραμμα μας δίνει ακόμα τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε μια επιπλέον θεματική ενότητα γραμμών η οποία θα υποδεικνύει περιοχές όπου δεν θα θέλαμε να παρεμβάλλονται τιμές. Στην παρούσα άσκηση δεν θα συμπεριλάβετε κανένα τέτοιο αρχείο.
- ✓ Τέλος, αφήνετε την τιμή της διάστασης κελιών **Output cell size** στα 200 μέτρα όπως την είχατε ρυθμίσει πρωτύτερα από το Options και ονομάζετε το εξαγόμενο αρχείο **Output raster** *aug\_1990*.

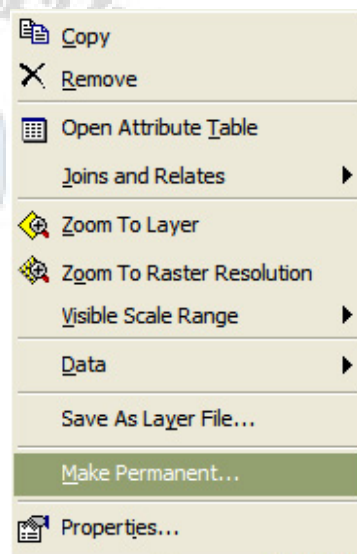
Ακολουθήστε την ίδια διαδικασία και για τους υπόλοιπους μήνες (Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Νοέμβριο, Δεκέμβριο) και συγκρίνετε τα αποτελέσματα.

### Μετατροπή των προσωρινών αρχείων σε μόνιμα

Σε περίπτωση που δεν δώσετε όνομα στα παραγόμενα αρχεία το σύστημα, ως προεπιλογή, τα αποθηκεύει πρόσκαιρα σε ανάλογο προσωρινό χώρο αποθήκευσης, απ' όπου χάνονται με τον τερματισμό της λειτουργίας του υπολογιστή.

Οι προσωρινά σωζόμενες επιφάνειες (**Temporary**), μπορούν να μετατραπούν σε μόνιμες (**Permanent**) με τους εξής τρόπους:

1. Από τον πίνακα περιεχομένων του ArcMap, κάνοντας δεξί κλικ στο προσωρινό αρχείο επιλέγετε την εντολή **Make Permanent**. Στο παράθυρο που θα σας εμφανιστεί, αναζητήστε την τοποθεσία αποθήκευσης που επιθυμείτε και δώστε κατάλληλο όνομα στο αρχείο. Αποδεχτείτε τις ρυθμίσεις σας με **OK**.



2. Εκτελώντας την εντολή **Save As** από το μενού **File** του ArcMap αποθηκεύετε την εργασία σας και κατά συνέπεια μετατρέπετε σε μόνιμα όλα τα προσωρινά αρχεία που συμμετέχουν σε αυτήν.

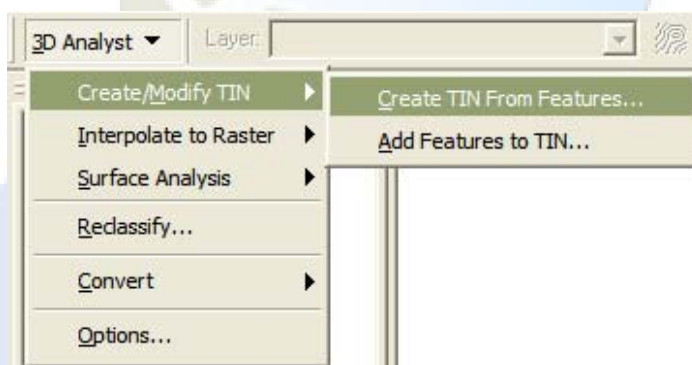
## Αναλύσεις Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους

### I. Δημιουργία TIN

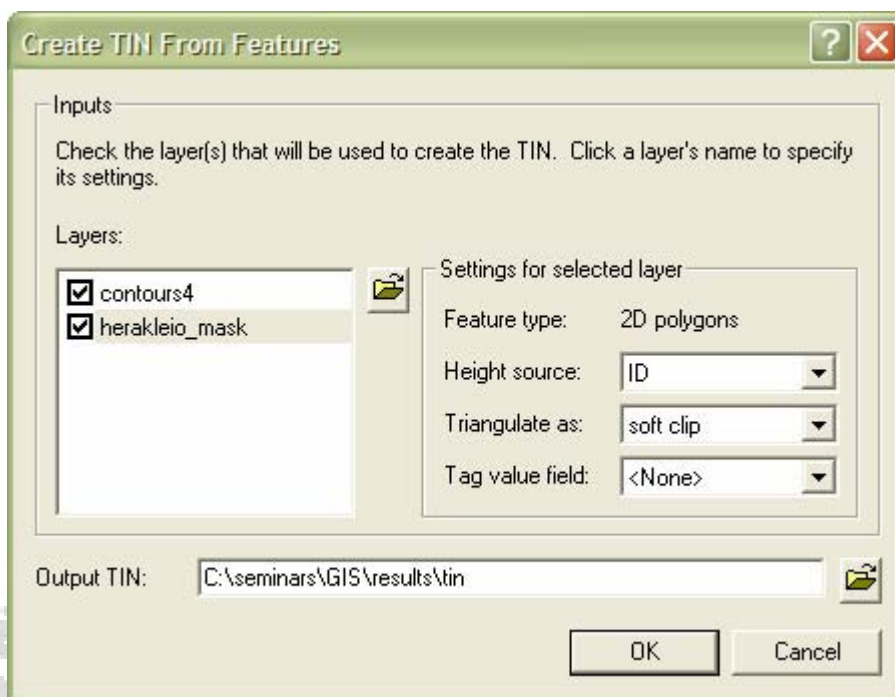
Τα δεδομένα σε μορφή Triangulated Irregular Networks (TIN) χρησιμοποιούνται στην παρουσίαση και ανάλυση επιφανειών. Περιλαμβάνουν ακανόνιστα διασπαρμένα σημεία που διαθέτουν συντεταγμένες x,y και τιμή z. Μια σειρά από άκρα ενώνουν τα σημεία αυτά και συνθέτουν τρίγωνα. Το παραγόμενο μωσαϊκό τριγώνων σχηματίζει μια συνεχή επιφάνεια τριγωνικών πλευρών, κάθε μια από τις οποίες διαθέτει συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό.

Με την ακόλουθη διαδικασία θα δημιουργήσετε ένα TIN από τις ισοϋψείς που έχετε ψηφιοποιήσει.

1. Ανοίξτε μια νέα εργασία από το ArcMap και εισάγετε τις θεματικές ενότητες *contours4* από το φάκελο *results* και *herakleio\_mask* από το φάκελο 3D\_Analysis .
2. Προσθέστε την μπάρα εργαλείων **3D Analyst** από το **View ->Toolbars**.
3. Από τη λίστα εντολών του **3D Analyst** επιλέξτε **Create/Modify TIN -> Create TIN from Features**.



4. Στο παράθυρο δημιουργίας του TIN, που θα εμφανιστεί, εισάγετε τις θεματικές ενότητες *contours4* και *herakleio\_mask* κάνοντας κλικ στα πλαίσια επιλογής που βρίσκονται δίπλα στα αρχεία.
5. Επιλέγετε πρώτα το αρχείο *contours4* και κρατώντας το επιλεγμένο συμπληρώνετε **Id** στο **Height Source**, στα δεξιά του παραθύρου, ώστε το σύστημα να αντλήσει τις τιμές υψομέτρου από το ανάλογο πεδίο του πίνακα του *contours4*. Στο **Triangulate as** ορίστε **Soft Line** ως τον τρόπο με τον οποίο θα προστεθούν τα δεδομένα στο TIN.
6. Στη συνέχεια επιλέγετε το αρχείο *herakleio\_mask* και κρατώντας το επιλεγμένο συμπληρώνετε **Height Source:Id** και **Triangulate as: soft clip**.
7. Τέλος, αναζητήστε τον φάκελο *c:\seminars\GIS\results* και αποθηκεύστε εκεί το TIN κρατώντας το προεπιλεγμένο όνομα *tin*.



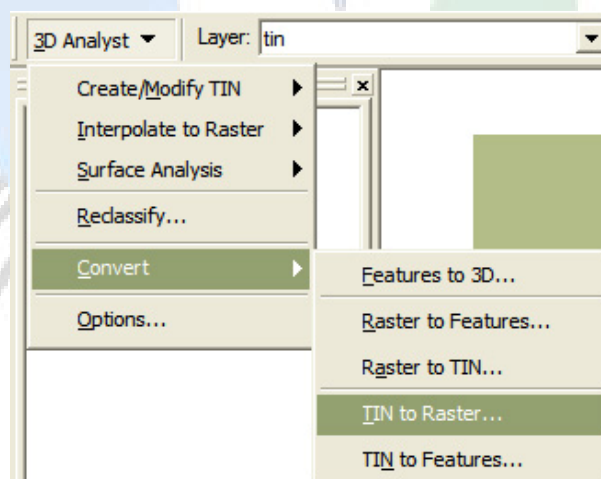
8. Ολοκληρώστε με **OK**.

### III. Δημιουργία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM)

Το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) αποτελεί μια επιφάνεια (raster) κάθε κελί (cell) της οποίας φέρει μια τιμή υψομέτρου. Τυπικά, χρησιμοποιείται για την απεικόνιση του αναγλύφου του εδάφους.

Από το TIN είστε σε θέση να δημιουργήσετε ένα **DEM** με την ακόλουθη διαδικασία.

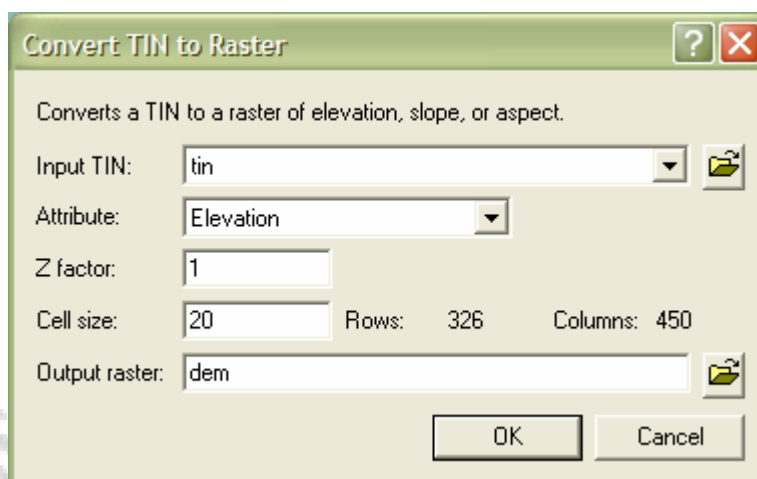
1. Από τη λίστα εντολών του **3D Analyst** επιλέξτε **Convert -> TIN to raster**.



2. Στο παράθυρο δημιουργίας του DEM βεβαιωθείτε ότι το εισαγόμενο TIN είναι αυτό που μόλις δημιουργήσατε (*tin*).
3. Βεβαιωθείτε ακόμη ότι οι τιμές υψομέτρου θα αντληθούν από το πεδίο **Elevation**.
4. Αφήστε στο πεδίο **Z factor** την προεπιλεγμένη τιμή ως έχει.
5. Εισάγετε την τιμή 20 για την διάσταση των κελιών του παραγόμενου raster.

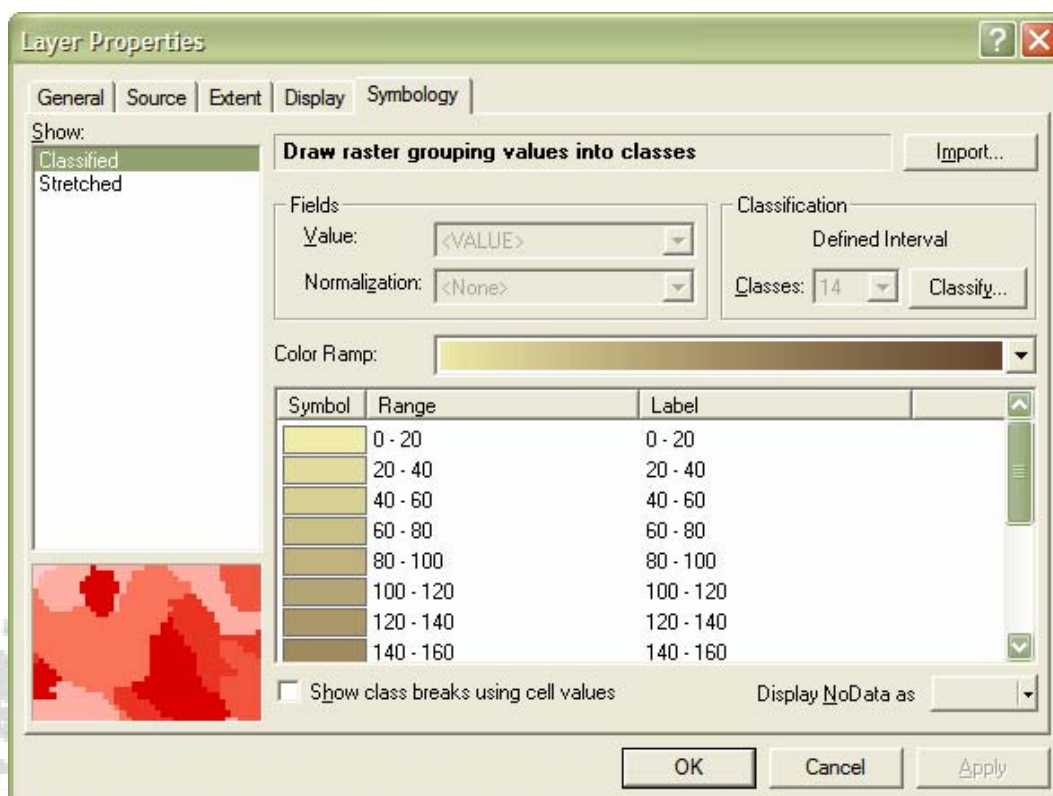


6. Αναζητήστε την τοποθεσία *GIS/results* και αποθηκεύστε το raster με το όνομα *DEM*. Ολοκληρώστε με **OK**.



#### Ταξινομημένη απεικόνιση του DEM

1. Από τον πίνακα περιεχομένων του ArcMap κάντε διπλό κλικ στο *DEM*. Εμφανίζεται ένα παράθυρο με επιμέρους καρτέλες που συγκεντρώνουν ανάλογα τις ιδιότητες (**Properties**) του αρχείου.
2. Επιλέξτε την ετικέτα **Symbology**.
3. Επιλέξτε την εντολή **Classified** στα αριστερά του παραθύρου.
4. Κατόπιν, κάντε κλικ στο κουμπί **Classify**.
5. Από τη λίστα επιλογών **Method** επιλέξτε **Defined Interval**.
6. Στο πεδίο **Interval Size** ορίστε την τιμή 20, που αντιστοιχεί στο μεσοδιάστημα μεταξύ των ισομετρικών καμπύλων που ψηφιοποιήσατε και πατήστε **OK**.
7. Επιλέξτε από την **Color Ramp** ένα κατάλληλο συνδυασμό χρωμάτων.
8. Διορθώστε τις τιμές που αναγράφονται ως ετικέτες, **Label**, σβήνοντας τα δεκαδικά
9. Εφαρμόστε τις ρυθμίσεις σας πατώντας **Apply** και **OK**.
10. Στον πίνακα περιεχομένων κάντε κλικ δύο φορές αργά στη λέξη **Value** έτσι ώστε να εμφανιστεί ο κέρσορας και συμπληρώστε στη θέση της τη φράση “ύψος σε μέτρα”
11. Τέλος με δεξί κλικ πάνω στο *dem* από τον πίνακα περιεχομένων επιλέξτε την εντολή **Save As Layer File** για να σώσετε το συγκεκριμένο συμβολισμό για το αρχείο αυτό.



#### IV. Δημιουργία σκιασμένου αναγλύφου εδάφους (hillshade)

Το σκιασμένο ανάγλυφο εδάφους (hillshade) είναι μια επιφάνεια (raster) που λαμβάνει υπόψη τις κατά τόπους γωνίες φωτεινότητας και σκιές του τοπίου. Με αυτή την επιφάνεια αποκομίζετε την υποθετική φωτεινότητα του εδάφους προσδιορίζοντας τιμές φωτεινότητας για κάθε κελί της επιφάνειας. Το σύστημα ορίζει τη θέση μιας υποθετικής πηγής φωτός και υπολογίζει τις τιμές φωτεινότητας για κάθε κελί σε σχέση με τα γειτονικά κελιά. Το αποτέλεσμα μπορεί να εμπλουτίσει σημαντικά την απεικόνιση μιας επιφάνειας προς ανάλυση ή γραφική παρουσίαση. Η διαδικασία που ακολουθεί το σύστημα γενικά έχει ως εξής:

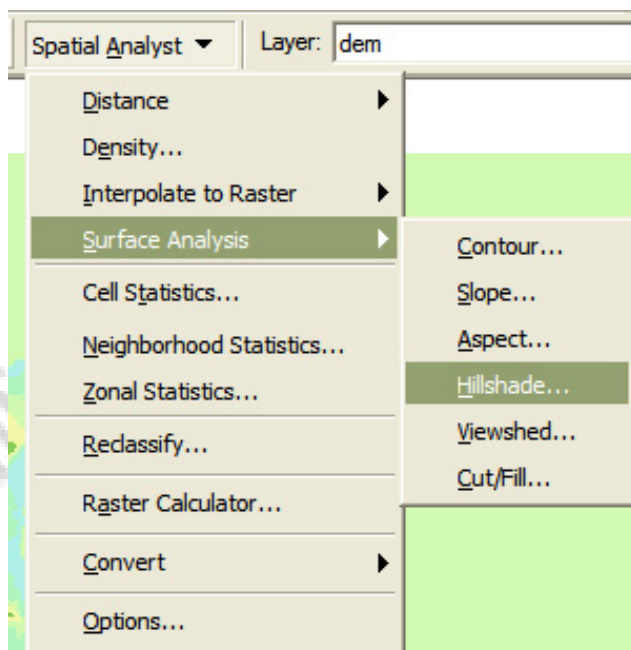
Η σκιά και το φως αποδίδονται με γκρι αποχρώσεις που αντιστοιχούν σε ακέραιες τιμές από 0 έως 255, αυξάνοντας από μαύρο έως λευκό.

Η γωνιακή κατεύθυνση του ήλιου (azimuth) υπολογίζεται ξεκινώντας από τον Βορρά και με διεύθυνση των δεικτών του ρολογιού. Αποδίδεται με μοίρες από 0 έως 360. Π.χ. το αζιμούθιο των 90 μοιρών βρίσκεται στην ανατολή. Η προεπιλεγμένη από το σύστημα τιμή είναι 315 (ΒΔ).

Η γωνία όπου βρίσκεται η πηγή φωτός πάνω από τον ορίζοντα (altitude), αποδίδεται με μοίρες από 0 (στον ορίζοντα) έως 90. Η προεπιλεγμένη τιμή είναι 45.

Από το DEM έχετε τη δυνατότητα να παράγετε ένα σκιασμένο ανάγλυφο του εδάφους εκτελώντας την ακόλουθη σειρά εργασιών.

1. Από την μπάρα εργαλείων του **Spatial Analyst** ακολουθήστε την διαδρομή **Spatial Analyst -> Surface Analysis -> Hillshade**.



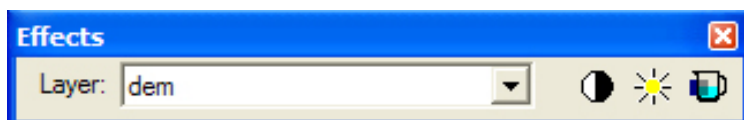
2. Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί βεβαιωθείτε ότι το εισαγόμενο raster αρχείο είναι το *DEM* που δημιουργήσατε.
3. Αφήστε τις τιμές αζιμουθίου (**Azimuth**) και υψομέτρου (**Altitude**) ως έχουν.
4. Επίσης, αφήστε το κουτάκι επιλογής δίπλα στην εντολή **Model shadows** κενό.
5. Αφήστε τις τιμές του παράγοντα **Z** 1 και της διάστασης του κελιού 20 για το παραγόμενο raster.
6. Πλοηγηθείτε στο c:\seminars\GIS\results, αποθηκεύστε το αρχείο με το όνομα hillshade
7. και πατήστε **OK**




### Βελτιωμένη γραφική παρουσίαση του DEM με χρήση του Hillshade

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το hillshade, αν το επιθυμείτε, για να εμπλουτίσετε την γραφική παρουσίαση του DEM σας.

1. Στον πίνακα περιεχομένων του ArcMap σύρετε και τοποθετήστε το *DEM* πάνω από το *Hillshade*.
2. Από το μενού **View** προσθέστε την μπάρα εργαλείων **Effects**.



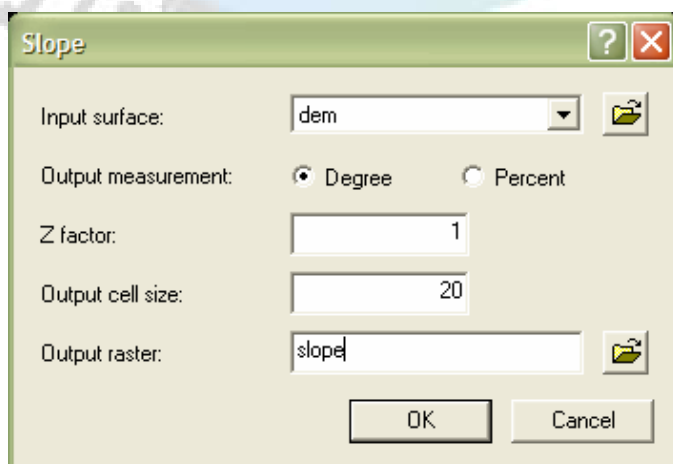
3. Επιλέξτε σε αυτήν το **Layer DEM**.
4. Κάνετε κλικ στο κουμπί **Adjust Transparency**  επιλέξτε ένα ποσοστό 30%.
5. Επιθεωρήστε το αποτέλεσμα και αλλάξτε το ποσοστό ανάλογα με την επιθυμητή παρουσίαση.

### V. Μοντελοποίηση των γωνιών κλίσης του αναγλύφου εδάφους (Slope).

Συχνά μας ενδιαφέρει να γνωρίζουμε την διαφοροποίηση της κλίσης του εδάφους προκειμένου να εντοπίσουμε τις περιοχές με μεγαλύτερο κίνδυνο εδαφικής κατακρήμνισης. Τέτοιο μοντέλο της κλίσης του εδάφους μπορούμε να αντλήσουμε από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM). Κάθε κελί της παραγόμενης επιφάνειας φέρει μια τιμή κλίσης. Όσο χαμηλότερες είναι οι τιμές κλίσης τόσο πιο ομαλό και πεδινό φαίνεται να είναι το ανάγλυφο του εδάφους. Αντίθετα, όσο υψηλότερες είναι οι τιμές κλίσης, τόσο πιο απότομο είναι αυτό. Το σύστημα μπορεί να υπολογίσει και να αποδώσει τις τιμές κλίσης σε μοίρες ή ποσοστό. Π.χ. μία τιμή κλίσης 45 μοιρών αποδοσμένη σε ποσοστό είναι ίση με 100%. Πρέπει να σημειωθεί ότι όσο η τιμή κλίσης πλησιάζει την κατακόρυφο (90 μοίρες) το ποσοστό κλίσης πλησιάζει το άπειρο.

Θα αντλήσετε ένα μοντέλο της κλίσης του εδάφους από το DEM με τον εξής τρόπο.

1. Ακολουθήστε την διαδρομή **Spatial Analyst -> Surface Analysis -> Slope**.
2. Βεβαιωθείτε ότι το εισαγόμενο ανάγλυφο εδάφους (**Input surface**) είναι το *DEM*.
3. Επιλέξτε μοίρες (**degrees**) για τη μονάδα μέτρησης της κλίσης.
4. Αφήστε την τιμή του παράγοντα **Z** και την τιμή διάστασης των κελιών της παραγόμενης επιφάνειας (**Output cell size**) ως έχουν.
5. Αποθηκεύστε το νέο αρχείο με το όνομα slope στον φάκελο results και πατήστε **OK**



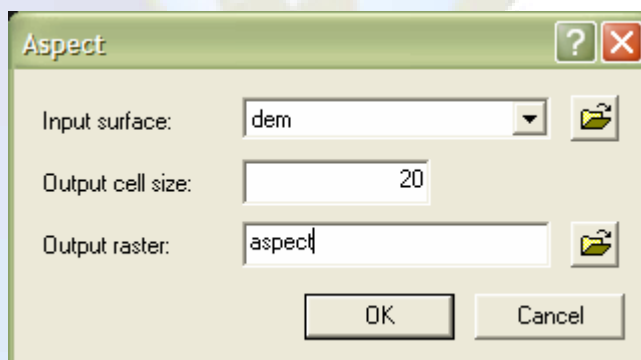


## VI. Μοντελοποίηση του προσανατολισμού του αναγλύφου εδάφους (Aspect).

Σε περιπτώσεις, μας ενδιαφέρει ο κατά τόπους προσανατολισμός της επιφάνειας του εδάφους. Π.χ. επιθυμούμε να εντοπίσουμε τις περιοχές με κατάλληλο προσανατολισμό για ορισμένες καλλιέργειες, ή τις επίπεδες περιοχές για την ίδρυση έργων ανάπτυξης. Το σύστημα χρησιμοποιεί το DEM και μοντελοποιεί την διεύθυνση της κλίσης ή αλλιώς την διεύθυνση της πυξίδας που αντιστοιχεί σε κάθε πλευρά ενός λόφου. Οι τιμές αποδίδονται με μοίρες ακολουθώντας τη διεύθυνση των δεικτών του ρολογιού από 0, στον Βορρά, έως 360, πάλι στον Βορρά μετά από διαγραφή ολόκληρου κύκλου. Η τιμή κάθε κελιού σε μια επιφάνεια προσανατολισμού δηλώνει τη διεύθυνση της κλίσης του κελιού. Κατά συνέπεια, επίπεδες κλίσεις δεν φέρουν διεύθυνση και τους αποδίδεται η τιμή -1.

Για να αντλήσετε τον κατά τόπους προσανατολισμό της επιφάνειας του εδάφους θα χρησιμοποιήσετε το DEM εκτελώντας τα ακόλουθα βήματα:

1. Ακολουθήστε την διαδρομή **Spatial Analyst -> Surface Analysis -> Aspect**.
2. Βεβαιωθείτε ότι το εισαγόμενο μοντέλο εδάφους είναι το *DEM*.
3. Αφήστε την προεπιλεγμένη τιμή διάστασης των κελιών του παραγόμενου αρχείου ως έχει.
4. Επιθεωρήστε την τοποθεσία αποθήκευσης, δώστε το όνομα *aspect* στο αρχείο και ολοκληρώστε με **OK**.

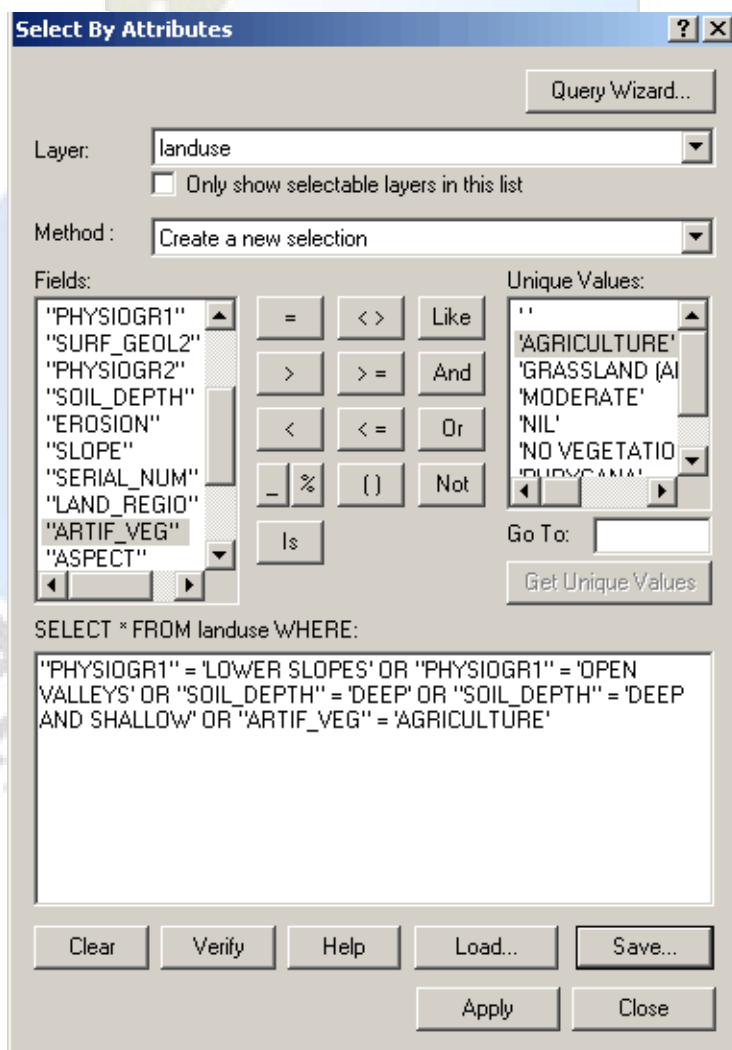


## Σύνθετες χωρικές αναλύσεις

Σ' αυτό το σημείο θα μελετήσουμε τα εδάφη της περιοχής του Λασιθίου και θα εξετάσουμε ποια από αυτά θα μπορούσαν να θεωρηθούν καλλιεργήσιμη γη. Για το λόγο αυτό θα συνδυάσετε κάποια χαρακτηριστικά από δύο διαφορετικές θεματικές ενότητες, τη γεωλογία και τη χρήση γης και στη συνέχεια θα διασταυρώσετε τα αποτελέσματα με εκτάσεις χαμηλής κλίσης.

### Διατύπωση ερωτημάτων

1. Ανοίγετε ένα νέο project στο ArcMap και προσθέτετε τις θεματικές ενότητες *geology* και *landuse* από τον φάκελο *Spatial\_AnalysisII*
2. Από το κυρίως μενού επιλέξετε **Selection > Select By Attributes**



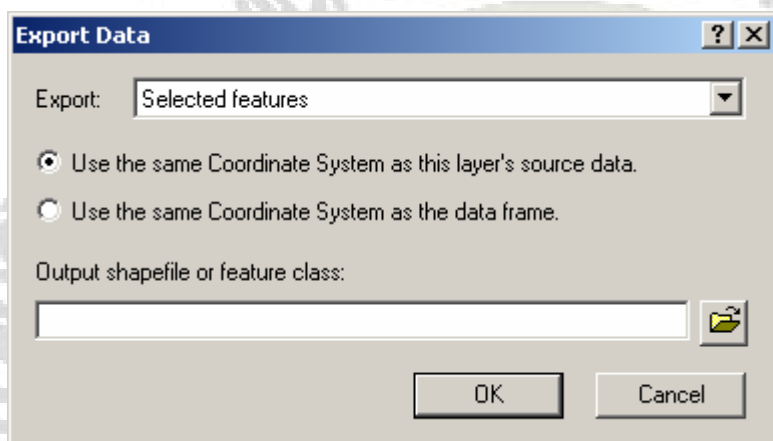
3. Επιλέγετε ως **Layer:** *landuse* και ως **Method:** *Create a new selection* και συνεχίζετε τη διατύπωση του ερωτήματος συμπληρώνοντας κάτω από το

**SELECT \* FROM landuse WHERE:**

"PHYSIOGR1" = 'LOWER SLOPES' OR "PHYSIOGR1" = 'OPEN VALLEYS' OR  
"SOIL\_DEPTH" = 'DEEP' OR "SOIL\_DEPTH" = 'DEEP AND SHALLOW' OR  
"ARTIF\_VEG" = 'AGRICULTURE'

είτε πληκτρολογώντας είτε επιλέγοντας τις συγκεκριμένες τιμές από τα αντίστοιχα πεδία

4. Τρέχετε το ερώτημα πατώντας **Apply** και κλείνετε το παράθυρο με **Close**
5. Στον πίνακα περιεχομένων του ArcMap με δεξί κλικ πάνω στο *landuse* επιλέγετε **Data > Export Data**



6. Αποδέχστε την εξαγωγή μόνο των επιλεγμένων εγγραφών σε νέα θεματική ενότητα **Export: Selected features** και τη χρήση του ίδιου συστήματος συντεταγμένων με το αρχικό αρχείο ☒ Use the same Coordinate System as this layer's source data.
7. Προσδιορίζετε το πού και με ποιο όνομα θα σώσετε το νέο αρχείο *c:\seminars\GIS\results\lasithi\_land* πατάτε OK και YES στην ερώτηση του συστήματος αν θέλετε να εμφανιστεί στην επιφάνεια εργασίας σας.
8. Από το κυρίως μενού πηγαίνετε στο **Selection > Clear Selected Feature**
9. Επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία που ακολουθήσατε για τη χρήση γης, θα επιλέξετε τώρα από τη γεωλογία κάποια άλλα χαρακτηριστικά. Πηγαίνετε πάλι στο **Select By Attributes** και διατυπώνετε ένα νέο ερώτημα
10. Από το κυρίως μενού επιλέγετε **Selection > Select By Attributes**
11. Επιλέγετε ως **Layer:** geology και ως **Method:** *Create a new selection* και συνεχίζετε τη διατύπωση του ερωτήματος συμπληρώνοντας κάτω από το

**SELECT \* FROM geology WHERE:**

"GENERAL" = 'Alluvial' OR "GENERAL" = 'Flysch' OR "GENERAL" = 'Deposits'

12. Ακολουθείτε τα βήματα 3-5 κάνοντας κλικ αυτή τη φορά στο geology και σώζοντας το νέο αρχείο ως *lasithi\_geo*

## Ενοποίηση (Union)

1. Στο παράθυρο του ArcToolbox ανοίγετε την εργαλειοθήκη **Analysis Tools**, εμφανίζετε τις εντολές που βρίσκονται κάτω από τον τίτλο **Overlay** και επιλέγετε την εντολή **Union**
2. Στο παράθυρο διαλόγου επιλέγετε ως **Input Features** τα shapefiles *lasithi\_land* και *lasithi\_geo* τις εγγραφές των οποίων θα ενοποιήσετε
3. Προσδιορίζετε ποιο θα είναι το **Output Feature Class** *c:\seminars\landgeo\_Union* αποδέχεστε τις υπόλοιπες παραμέτρους και πατάτε OK

Το νέο αρχείο έχει προστεθεί στην εργασία σας

### Προαιρετικές Παράμετροι

Η παράμετρος **Join Attributes** καθορίζει ποια χαρακτηριστικά (πεδία) από τις ενότητες που έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα (Input Features) θα μεταφερθούν στην ενότητα που θα δημιουργηθεί από αυτό (Output Feature Class).

- Αν επιλέξουμε ALL, όλα τα πεδία που υπάρχουν στον πίνακα χαρακτηριστικών των Input Features θα μεταφερθούν και στο Output Feature Class.
- Αν επιλέξουμε NO\_FID θα μεταφερθούν όλα τα πεδία εκτός του FID (δηλαδή του μοναδικού αριθμού που αντιστοιχεί σε κάθε εγγραφή μιας θεματικής ενότητας)
- Τέλος αν επιλέξουμε ONLY\_FID θα μεταφερθεί μόνο το πεδίο του FID

Η παράμετρος **Cluster Tolerance** καθορίζει την απόσταση μέσα στην οποία γειτονικά σύνορα και σημεία στα πλαίσια της ίδιας ενότητας ταυτίζονται ή συμπίπτουν. Για την αποφυγή σφάλματος η απόσταση αυτή θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη ανάλογα με την ακρίβεια των δεδομένων. Ως προεπιλογή το πρόγραμμα υπολογίζει τη μικρότερη δυνατή απόσταση σύμφωνα με το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς.

### Ταξινόμηση

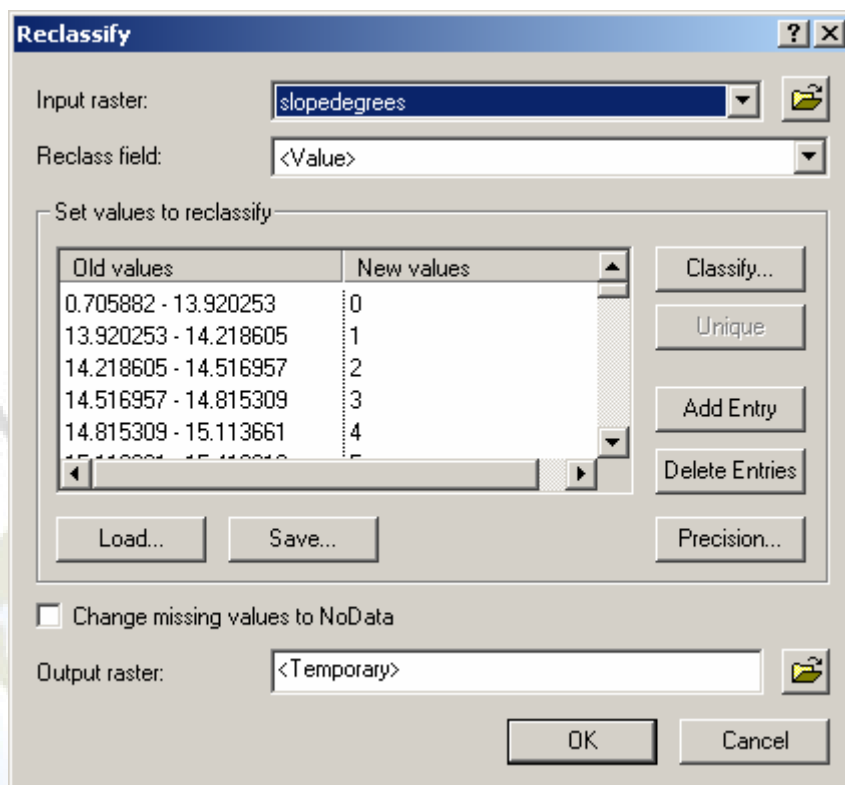
Σ' αυτό το στάδιο θα προσθέσετε στην εργασία σας το αρχείο που περιλαμβάνει τις τιμές κλίσης του εδάφους και θα διαχωρίσετε τις περιοχές εκείνες που έχουν χαμηλή κλίση (0 έως 10 μοίρες), έτσι ώστε να απομονώσετε την καλλιεργήσιμη γη. Για το λόγο αυτό θα κάνετε μία ταξινόμηση της κλίσης.

Από τον πίνακα περιεχομένων αποεπιλέξτε με δεξί κλικ το αρχείο *landgeo\_Union* προκειμένου να εμποδίσετε προσωρινά την προβολή του στο παράθυρο επισκόπησης.



Εισάγετε στην εργασία σας το αρχείο *slope\_lasihi* από τον φάκελο *Spatial\_AnalysisII*

1. Στην μπάρα εργαλείων **Spatial Analyst** επιλέγετε **Reclassify** και στη συνέχεια **Classify**.
2. Στο **Classification Method** διαλέγετε το *Natural Breaks* ορίζετε δύο τάξεις **classes** 2, αλλάζετε κάτω από το **Break Values** την πρώτη τιμή σε 10 και τη δεύτερη σε 75 και πατάτε **OK**
3. τσεκάρετε την επιλογή



**Change missing values to NoData** , σώζετε το νέο αρχείο σαν *rclass\_slope* και ξανά **OK**

Στη συνέχεια θα μετατρέψετε το *rclass\_slope* από αρχείο εικονοστοιχείων (raster) σε αρχείο γραμμικών στοιχείων (vector)

1. Πηγαίνετε **Spatial Analyst > Convert > Raster to Features**
2. Δέχεστε τις προεπιλογές και δίνετε το όνομα *rclass\_slope2* στο νέο vector αρχείο
3. Με τις εντολές **Select By Attributes** και **Export Data** που είδαμε παραπάνω αποσπάτε τα πολύγωνα εκείνα που έχουν τιμή 1 και σώζετε το νέο αρχείο ως *low\_slope*

### Διατομή (Intersect)

Για να προχωρήσετε τώρα στη διατομή των ενοποιημένων χαρακτηριστικών της γεωλογίας και της χρήσης γης με τη χαμηλή κλίση θα εφαρμόσετε την εντολή **Intersect**.

### Σημείωση

Η ενοποίηση αφορά μονό θεματικές ενότητες με τη μορφή πολυγώνων. Η διατομή αφορά θεματικές ενότητες όλων των σχηματικών τύπων.

1. Στο παράθυρο του ArcToolbox ανοίγετε την εργαλειοθήκη **Analysis Tools**, εμφανίζετε τις εντολές που βρίσκονται κάτω από τον τίτλο **Overlay** και επιλέγετε την εντολή **Intersect**
2. Στο παράθυρο διαλόγου επιλέγετε ως **Input Features** τα shapefile τα οποία θέλετε να διασταυρώσετε *landgeo\_Union* και *low\_slope*
3. Προσδιορίζετε ποιο θα είναι το **Output Feature Class** *c:\seminars\agriculture* και πατάτε OK


Στην επιφάνεια εργασίας σας έχει προστεθεί μια θεματική ενότητα πολυγώνων που περικλείει περιοχές οι οποίες τηρούν όλες τις προϋποθέσεις που ορίσατε και συνεπώς μπορούν να χαρακτηριστούν ως καλλιεργήσιμες.



## Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Με αυτήν την άσκηση θα συνθέσετε έναν χάρτη με τους υδάτινους πόρους του Νομού Λασιθίου. Για να το επιτύχετε θα προβάλλετε διαφορετικά θεματικά επίπεδα και θα προσθέσετε στον χάρτη υπόμνημα, κλίμακα, το σύμβολο του Βορρά και τον απαραίτητο τίτλο.

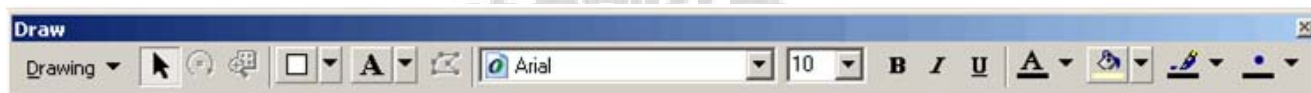
### Σύνθεση Χάρτη (Layout)

1. Προσθέστε στην επιφάνεια εργασίας του ArcMap με την ακόλουθη σειρά τα αρχεία *Hillshade*, *DEM*, *Springs* και *Streams* που βρίσκονται αποθηκευμένα στην τοποθεσία *C:/seminars/GIS/Layout*.
2. Επιλέξτε για καθένα από τα αρχεία *DEM*, *Springs* και *Streams* τον κατάλληλο χρωματικό και σχεδιαστικό συμβολισμό και χρησιμοποιήστε το *Hillshade* για να εμπλουτίσετε την γραφική παρουσίαση του DEM (πρβλ. Βελτιωμένη γραφική παρουσίαση του DEM με χρήση του Hillshade, σελ.40 ).
3. Επιλέξτε την εμφάνιση όλων των δεδομένων σε πλήρη έκταση κάνοντας κλικ στο εικονίδιο Full extent. 
4. Από το κυρίως μενού επιλέξτε **View > Layout View**.

### Προσθήκη Υπομνήματος (Legend)

1. Από το κυρίως μενού επιλέξτε **Insert > Legend**. Στο παράθυρο που εμφανίζεται το σύστημα έχει εισάγει σε δύο στήλες τα θεματικά επίπεδα που έχετε χρησιμοποιήσει για την σύνθεση του χάρτη. Η στήλη **Map Layers** απαριθμεί τα θεματικά επίπεδα που συνθέτουν τον χάρτη. Η στήλη **Legend Items** απαριθμεί τα θεματικά επίπεδα που θα εμφανίζονται στο υπόμνημα του χάρτη. Μεταξύ των στηλών υπάρχουν μονά βέλη που μεταφέρουν στην ανάλογη στήλη το θεματικό επίπεδο που έχετε επιλέξει, και διπλά βέλη που μεταφέρουν στην ανάλογη στήλη ταυτόχρονα όλα τα θεματικά επίπεδα.
2. Από την στήλη **Legend Items** επιλέξτε το Hillshade και κάντε κλικ στο μονό βέλος με κατεύθυνση προς τα αριστερά προκειμένου να το αφαιρέσετε από το υπόμνημα.
3. Επιλέξτε **Next** και προχωρήστε στο επόμενο παράθυρο.
4. Στο πλαίσιο κειμένου πληκτρολογήστε τον τίτλο του υπομνήματος (Υπόμνημα) και κατόπιν ρυθμίστε τις υπόλοιπες ιδιότητες του τίτλου, όπως το χρώμα (**Color**), το μέγεθος (**Size**), την γραμματοσειρά (**Font**), κτλ. Προχωρήστε στο επόμενο παράθυρο επιλέγοντας **Next**.
5. Με αυτό το παράθυρο έχετε τη δυνατότητα διαμόρφωσης του πλαισίου που θα περιβάλλει το υπόμνημα, τον τύπο της κορνίζας (**Border**), το χρώμα του φόντου (**Background**) και το χρώμα της φωτοσκίασης (**Drop Shadow**). Στη συνέχεια ορίζετε το ποσοστό στρογγυλοποίησης του πλαισίου (**Rounding**) και τη θέση της φωτοσκίασης, αναφορικά με το κυρίως πλαίσιο προσδιορίζοντας την τιμή απόστασης των δύο σε pixels (**Gap**). Συνεχίστε επιλέγοντας **Next**.

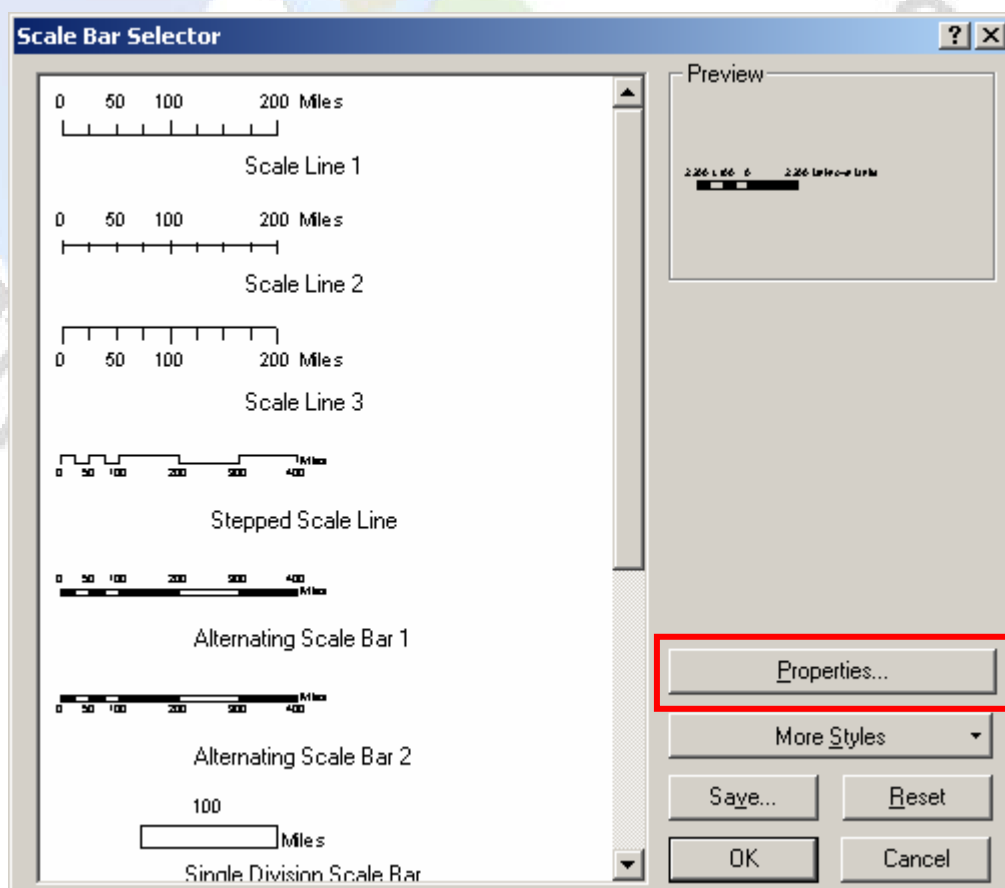
6. Σε αυτό το στάδιο, το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα αλλαγής του σχήματος και του μεγέθους των συμβολισμών για κάθε ένα θεματικό επίπεδο. Δεχτείτε τις προεπιλογές και προχωρήστε με **Next** στο επόμενο.
7. Τέλος, ρυθμίστε τις αποστάσεις μεταξύ όλων των στοιχείων του υπομνήματος. Για να ολοκληρώσετε τη διαδικασία επιλέξτε **Finish**.
8. Από το κυρίως μενού επιλέξτε διαδοχικά **View > Toolbars > Draw** και εμφανίστε την σχετική μπάρα εργαλείων.



9. Επιλέξτε το εργαλείο **Select Elements tool** και κάντε κλικ στο υπόμνημα, έτσι ώστε να εμφανιστούν μπλε τετραγωνάκια στις τέσσερις άκρες του. Τοποθετώντας τον κέρσορα πάνω σε αυτά παρατηρείτε ότι αυτός μεταβάλλεται σε βέλος διπλής κατεύθυνσης και ενεργοποιείται με αυτόν τον τρόπο η διαδικασία μεγέθυνσης ή σμίκρυνσης του υπομνήματος. Κάντε κλικ και σύρετε το βέλος διπλής κατεύθυνσης ανάλογα για να ορίσετε το επιθυμητό μέγεθος του υπομνήματος.
10. Στη συνέχεια, τοποθετώντας τον κέρσορα στο κέντρο του υπομνήματος αυτός αλλάζει σε σταυρό και ενεργοποιείται έτσι η διαδικασία μετακίνησης του υπομνήματος. Σύρετε τον σταυρό και τοποθετήστε το υπόμνημα στην κάτω δεξιά γωνία του χάρτη.

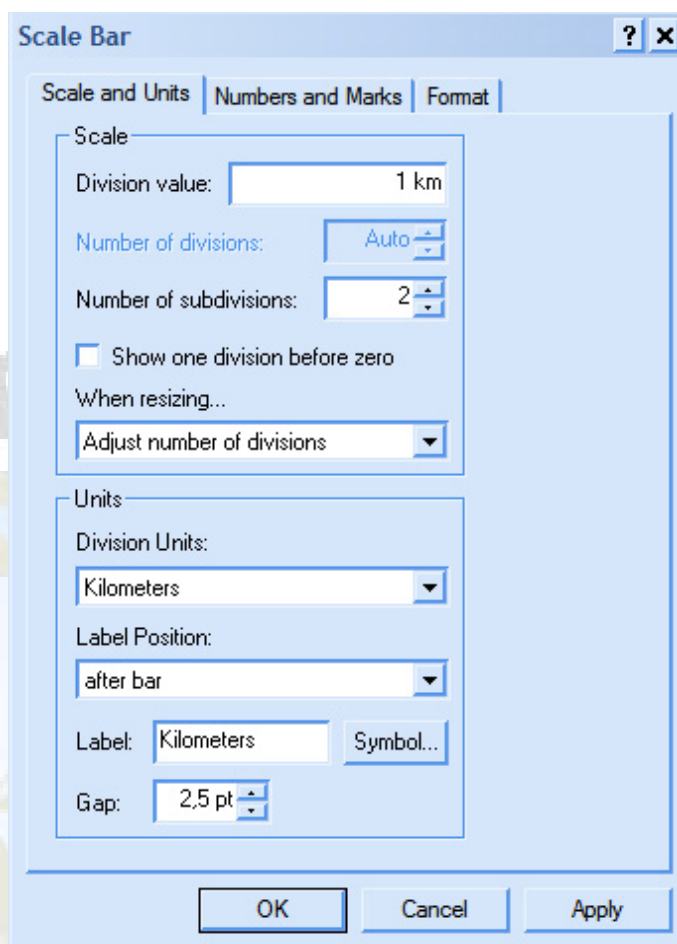
### Προσθήκη Κλίμακας (Scale)

1. Από το κυρίως μενού επιλέξτε **Insert > Scale Bar**.
2. Επιλέξτε από το παράθυρο προεπισκόπησης τον τύπο κλίμακας που επιθυμείτε και κατόπιν επιλέξτε το κουμπί **Properties**.



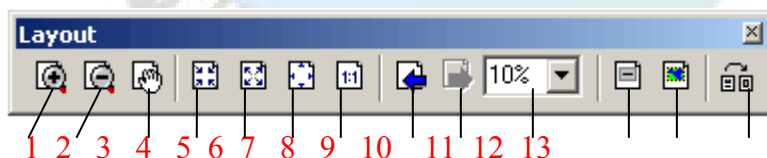


3. Επιλέξτε την καρτέλα **Scale and Units**.
4. Θα ρυθμίσετε την απόσταση που θα αντιπροσωπεύει στον χάρτη η κλίμακα με τις υποδιαιρέσεις της. Στο **Number of subdivisions** πληκτρολογήστε τον αριθμό **2**.
5. Αποεπιλέξτε την παράμετρο **Show one division before zero**.
6. Στη συνέχεια, κάτω από το **When resizing** επιλέξτε το *Adjust number of divisions* προκειμένου να ελέγχετε τον αριθμό των υποδιαιρέσεων της κλίμακας. Μ' αυτόν τον τρόπο μπορείτε να προσθέτετε ή να αφαιρείτε υποδιαιρέσεις καθώς μεγεθύνετε ή σμικρύνετε την κλίμακα, σύροντας τα τετραγωνάκια που εμφανίζονται στις άκρες της, όταν την έχετε επιλέξει στον χάρτη.
7. Επανέλθετε στην αρχή των ρυθμίσεων και στο **Division value** δώστε τον αριθμό **1**.
8. Ορίστε ως μονάδα μέτρησης το χιλιόμετρο επιλέγοντας *kilometers* κάτω από το **Division Units**.
9. Αποδεχτείτε τις υπόλοιπες προεπιλογές και ολοκληρώστε με **OK**.
10. Μετακινήστε την κλίμακα στην κάτω αριστερή γωνία του χάρτη σας.



#### Σημείωση

Αν θέλετε να εστιάσετε σε κάποιο σημείο του σελιδοποιημένου χάρτη ή να τον εμφανίσετε σε πλήρη έκταση χρησιμοποιείτε τα εργαλεία που βρίσκονται στην μπάρα εργαλείων **Layout**. Πιο αναλυτικά με τα παρακάτω εργαλεία :



1. Μεγεθύνετε πάνω σε κάποιο σημείο ή περιοχή.
2. Σμικρύνετε από ένα σημείο ή περιοχή.
3. Μετακινείτε στο χάρτη σύροντας το ποντίκι.
4. Μεγεθύνετε πάνω στο κέντρο του χάρτη.
5. Σμικρύνετε από το κέντρο του χάρτη.
6. Εστιάζετε σε ολόκληρη την έκταση του χάρτη.
7. Εστιάζετε στο 100% του χάρτη.
8. Επανέρχεστε στην προηγούμενη εστίαση από αυτή που βρισκόσαστε.
9. Επανέρχεστε στην επόμενη εστίαση από αυτή που βρισκόσαστε.
10. Ορίζετε σε ποιο ποσοστό του χάρτη θέλετε να εστιάσετε.
11. Προβάλλετε το σελιδοποιημένο χάρτη σε πρόχειρη μορφή.
12. Επικεντρώνετε το πλαίσιο δεδομένων.
13. Αλλάζετε τύπο σελιδοποίησης.

### Προσθήκη Σύμβολου Βορρά (North Arrow)

11. Για να προσθέσετε το σύμβολο του Βορρά στον χάρτη σας, επιλέξτε από το κυρίως μενού **Insert > North Arrow**.
12. Επιλέξτε τον τύπο Βορρά που επιθυμείτε και ολοκληρώστε με **OK**.
13. Μετακινήστε το σύμβολο του βορρά στην πάνω δεξιά γωνία του χάρτη.

### Προσθήκη Τίτλου Χάρτη (Title)

14. Επιλέξτε από το κυρίως μενού **Insert > Title** για να προσθέσετε στον χάρτη το πλαίσιο κειμένου μέσα στο οποίο θα πληκτρολογήσετε τον τίτλο του χάρτη.
15. Πληκτρολογήστε τον επιθυμητό τίτλο.
16. Από την μπάρα εργαλείων **Draw** αλλάξτε την γραμματοσειρά και το μέγεθος του κείμενου όπως επιθυμείτε.

Επιθεωρήστε το αποτέλεσμα και πειραματιστείτε με τις επιλογές του προγράμματος προκειμένου να βελτιώσετε την εικόνα του χάρτη.

### Εκτύπωση Χάρτη

1. Από το κυρίως μενού επιλέξτε **File > Export Map** προκειμένου να εξάγετε τον σελιδοποιημένο χάρτη με την μορφή εικόνας.
2. Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί περιηγηθείτε στον φάκελο *results*.
3. Στο **File Name** επιλέξτε και πληκτρολογήστε ένα όνομα για να αποθηκεύσετε με αυτό τον χάρτη σας.
4. Επιλέξτε από το **Save as Type** τον τύπο αρχείου με τον οποίο επιθυμείτε να αποθηκεύσετε τον χάρτη σας, π.χ. TIFF, JPEG.
5. Από το **Resolution** επιλέξτε την επιθυμητή ανάλυση της εικόνας, π.χ. 300.
6. Αποθηκεύστε την εικόνα επιλέγοντας **Save**.

Έχετε στην διάθεσή σας ένα αρχείο που μπορείτε να το μεταχειριστείτε όπως οποιαδήποτε εικόνα.

## Τεκμηρίωση – Διαχείριση – Αξιοποίηση Χωρικών Δεδομένων Δημιουργία Μεταδεδομένων (Metadata)

Για την αποτελεσματική διαχείριση και αξιοποίηση των ψηφιακών χωρικών δεδομένων το σύστημα ArcGIS εμπεριέχει μια εφαρμογή XML που σας δίνει τη δυνατότητα να τεκμηριώσετε άρτια και με συνέπεια τις πηγές πληροφοριών και τα παραγόμενα δεδομένα σας. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείτε μεταδεδομένα που καθιστούν αξιοποιήσιμη την εργασία σας τόσο από εσάς τους ίδιους και την υπηρεσία ή τον οργανισμό για τους οποίους εργάζεστε, όσο και από τρίτους φορείς με κοινά ενδιαφέροντα και ερευνητικά προγράμματα.


Τα μεταδεδομένα περιγράφουν ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών όπως περιγράφει μια κάρτα καταλόγου βιβλιοθήκης ένα βιβλίο. Οι πληροφορίες που καταγράφονται για κάθε στοιχείο του συστήματος ενημερώνουν για την ποιότητα, την ακρίβεια, την επικαιρότητα, τα δικαιώματα του δημιουργού κι άλλες χρήσιμες πληροφορίες, αναγκαίες για την μελλοντική ανεύρεση και αξιοποίηση του υλικού σας.

Η Metadata εφαρμογή του ArcCatalog διακρίνεται σε ιδιότητες (properties) και τεκμηρίωση (documentation). Στις ιδιότητες συγκαταλέγονται πληροφορίες όπως π.χ. η γεωγραφική έκταση ενός αρχείου ή το χαρτογραφικό σύστημα συντεταγμένων που έχει χρησιμοποιηθεί για να προβληθεί αυτό. Η τεκμηρίωση μπορεί να αφορά την περιγραφή του περιεχομένου του αρχείου ή το νόμιμο δικαιούχο. Κάποιες από αυτές τις πληροφορίες είναι δυνατόν να ενημερωθούν αυτόματα από το ArcCatalog παράλληλα με τη δημιουργία του κάθε αρχείου, μετά από ανάλογη ρύθμιση του συστήματος. Τα μεταδεδομένα που δημιουργούνται αυτόματα δεν είναι αρκετά για μια συνεπή τεκμηρίωση του συστήματος. Είναι επιθυμητό να συμπληρώνονται το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες ή έστω όσες διαθέτετε για κάθε τύπο δεδομένων που έχετε στην κατοχή σας.

Ο Κατάλογος έχει τη δυνατότητα να καταχωρεί μεταδεδομένα ακολουθώντας δύο διαφορετικά πρότυπα τεκμηρίωσης (standards), το **FGDC's** Content Standard for Digital Geospatial Metadata για σχετικά λεπτομερή και εκτενή τεκμηρίωση, και το **ISO** standard 19115 Geographic Information-Metadata που δημιουργήθηκε για να εξυπηρετήσει διεθνείς ανάγκες, και ικανοποιεί τις απαιτήσεις όλων των υπάρχοντων προτύπων. Επιτρέπει γενική, αλλά και πιο λεπτομερή τεκμηρίωση και περιλαμβάνει λιγότερα υποχρεωτικά προς συμπλήρωση πεδία πληροφοριών. Πρότυπα τεκμηρίωσης ωστόσο υπάρχουν πολλά και το ArcGIS καθιστά δυνατή την εισαγωγή στο σύστημα και χρήση κάποιου προτύπου που εξυπηρετεί τον οργανισμό σας και τη μελέτη σας.

Η δημιουργία μεταδεδομένων αποτελεί μια χρονοβόρα και κατά συνέπεια πολυέξοδη διαδικασία, ωστόσο η άρτια τεκμηρίωση του υλικού σας έχει μέγιστη σημασία για την μελλοντική αξιοποίηση των δεδομένων και των κόπων σας. Μεταδεδομένα μπορούν να συνοδεύουν κάθε τύπο αρχείου, φακέλου, ή συνόλου δεδομένων. Δημιουργούνται ξεχωριστά για καθένα από αυτά τα στοιχεία και αντιγράφονται και μετακινούνται παράλληλα με το αρχείο, όταν το διαχειρίζετε μέσα από τον Κατάλογο.

Με τον ακόλουθο τρόπο θα επιτελέσετε κάποιες αρχικές ρυθμίσεις της εφαρμογής metadata και στη συνέχεια θα προσθέσετε μεταδεδομένα ενδεικτικά για ένα από τα αρχεία που δημιουργήσατε κατά την ανάλυση.

1. Ανοίξτε το ArcCatalog.
2. Από το μενού **Tools** επιλέξτε **Options**.
3. Επιλέξτε την καρτέλα **Metadata**.
4. Επιλέξτε ή αποεπιλέξτε τα κουτάκια επιλογών ανάλογα με το αν επιθυμείτε να δημιουργούνται και να ενημερώνονται ορισμένα μεταδεδομένα αυτόματα από τον Κατάλογο.
5. Επιλέξτε από το βέλος της λίστας επιλογών το πρότυπο τεκμηρίωσης που επιθυμείτε να χρησιμοποιήσετε για την δημιουργία και παρουσίαση μεταδεδομένων.
6. Ολοκληρώστε τις ρυθμίσεις σας με **OK**.
7. Επιλέξτε στον πίνακα περιεχομένων του Καταλόγου το αρχείο στο οποίο θέλετε να προσθέσετε μεταδεδομένα.
8. Στο παράθυρο επισκόπησης του Καταλόγου επιλέξτε την καρτέλα **Metadata**.
9. Από την μπάρα εργαλείων **Metadata** επιλέξτε το κουμπί **Edit Metadata**. 
10. Εισάγετε τις ανάλογες πληροφορίες στα υποχρεωτικά πεδία του προτύπου, καθώς και όσες άλλες διαθέτετε για το συγκεκριμένο αρχείο.
11. Όταν ολοκληρώσετε, επιλέξτε το κουμπί **Save** για να αποθηκεύσετε τα μεταδεδομένα σας.