



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ

***«Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού
συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για
τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές»***

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΚΗΡΥΚΟΠΟΥΛΟΥ Μ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ

Εισηγητής : Στρατάκης Δημήτριος
Ηράκλειο, Απρίλιος 2007



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	3
1.1 Εισαγωγή.....	3
1.2 Γενικά στοιχεία για τα GIS.....	5
1.2.1 Ορισμοί.....	5
1.2.1.1 Συστήματα Χωρικής Απεικόνισης (CAD).....	7
1.2.1.2 Πληροφοριακά Συστήματα Χρήσεων Γης (LIS).....	8
1.2.1.3 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS).....	8
1.2.2 Τι είναι GIS.....	9
1.2.3 Γιατί να χρησιμοποιήσουμε GIS.....	9
1.2.4 Περιγραφή ενός συστήματος GIS.....	10
1.2.5 Συστατικά ενός GIS.....	13
1.2.5.1 HARDWARE.....	13
1.2.5.2 Αλγόριθμοι.....	14
1.2.5.3 Δεδομένα.....	15
1.2.5.4 Διαθέσιμα.....	16
1.2.6 Δομή Δεδομένων.....	17
1.2.7 Ψηφιακά μοντέλα εδάφους.....	20
1.3 Προβολικά συστήματα.....	21
1.3.1 Βασικές έννοιες.....	21
1.3.2 Προβολικά συστήματα στην Ελλάδα.....	23
1.3.2.1 Προβολικό σύστημα HATT (Ισαπέχουσας Αξιμοθιακής Προβολής).....	24
1.3.2.2 Προβολικό σύστημα 3 μοιρών (EMΠ3ο ή TM3ο – Εγκαρσίας Μερκατορικής Προβολής τριών μοιρών).....	25
1.3.2.3 Προβολικό σύστημα Ε.Μ.Π. (Παγκόσμιας Εγκάρσιας Μερκατορικής Προβολής - U.T.M.).	25
1.3.2.4 Προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ'87 (Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς).....	26
1.4 Μετασχηματισμοί δεδομένων.....	26
1.5 Γενικά στοιχεία για τις τηλεπικοινωνίες.....	28
1.5.1 Εισαγωγή.....	28



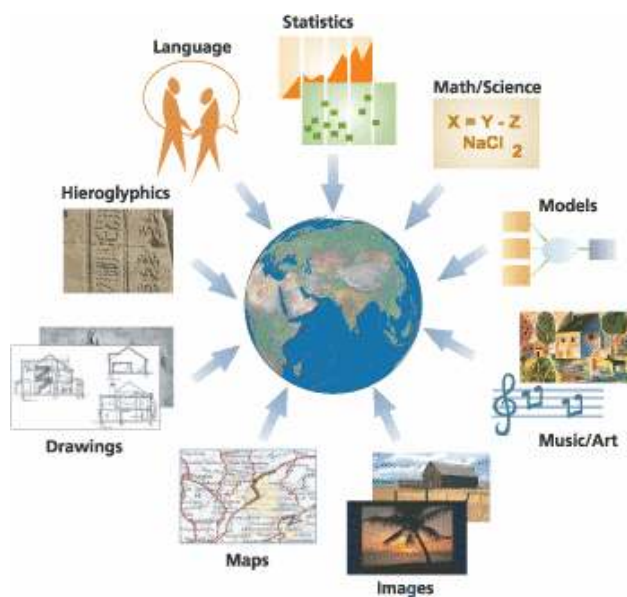
1.5.2 Ιστορική αναδρομή.....	28
1.5.3 Κυτταρική Κινητή Τηλεφωνία	30
2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	31
2.1 Εισαγωγή.....	31
2.2 Η Κρήτη με δύο λόγια.....	31
2.3 Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τα GIS.....	32
2.3.1 Η δομή του ArcGIS DESKTOP.....	33
2.3.2 Παρουσίαση του ArcMap	34
2.3.3 Παρουσίαση του ArcCatalog	35
2.3.3.1 Αρχεία που υποστηρίζει το ArcGIS.....	36
2.3.4 Παρουσίαση του Geoprocessing.....	38
2.3.4.1 ArcToolbox	38
2.3.5 3D Analyst	40
2.4 Δεδομένα και μεθοδολογία.....	41
2.4.1 Γεωγραφική μελέτη της ευρύτερης περιοχής του Ηρακλείου.....	41
2.4.2 Εισαγωγή δεδομένων.....	41
2.4.3 Μεθοδολογία.....	44
2.4.4 Θεματικά επίπεδα πληροφοριών.....	70
2.5 3D αναπαράσταση.....	73
2.6 Λογισμικό ICS-Telecom	77
2.6.1 Κύρια χαρακτηριστικά του ICS-Telecom	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	86



1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 Εισαγωγή

Ιστορικά, οι άνθρωποι έχουν μάθει να εκφράζουν την γνώση τους και να την μοιράζονται μέσα από πολλές αφηρημένες έννοιες. Συνεχώς ερμηνεύουμε την ανθρώπινη εμπειρία μας χρησιμοποιώντας αυτές τις αφηρημένες έννοιες. Έννοιες, όπως το κείμενο, τα ιερογλυφικά, η γλώσσα, τα μαθηματικά, η μουσική και η τέχνη, οι χάρτες, χρησιμοποιούνται για να καταγράψουν και να μεταδώσουν την κουλτούρα και τον πολιτισμό μας από γενιά σε γενιά (Σχήμα1).



Σχήμα 1: Η γεωγραφία παρέχει ένα παγκόσμια πλαίσιο εργασίας για επικοινωνία σχετικά με το γόρο.

Στην ψηφιακή εποχή, έχουμε αρχίσει να συλλαμβάνουμε οτιδήποτε ξέρουμε και να το μοιραζόμαστε μέσα από δίκτυα (World Wide Web). Αυτή η συλλογή γνώσεων, πολύ γρήγορα, ψηφιοποιείται. Ταυτόχρονα, τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (Geographical Information Systems – GIS) εξελίσσονται ώστε να μας βοηθήσουν να καταλάβουμε, να

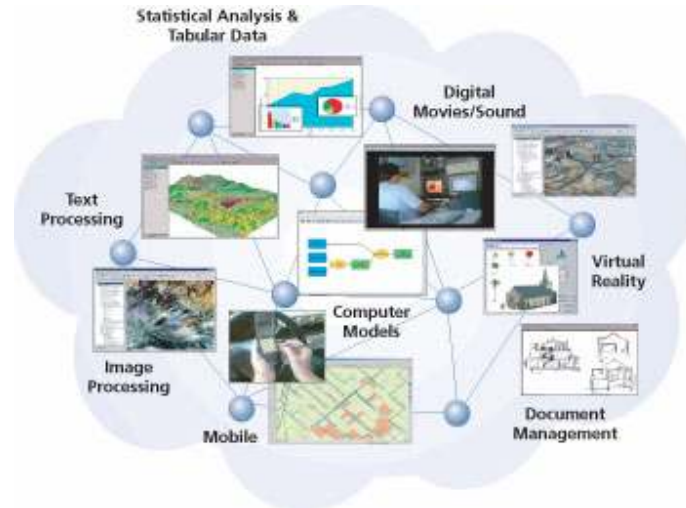
Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος

Σελίδα 3 από 86



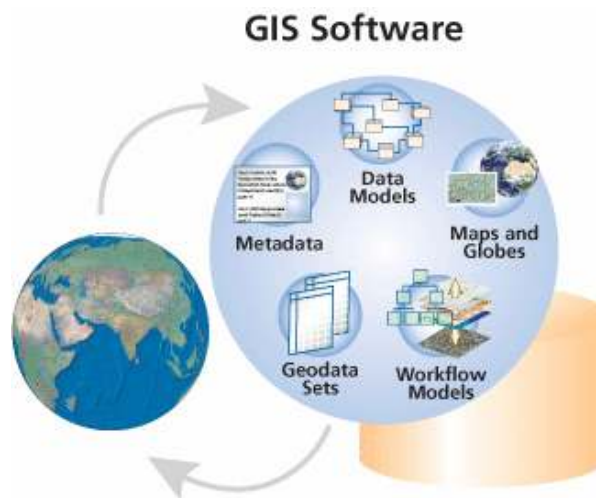
αναπαραστήσουμε, να διαχειριστούμε και να αναλύσουμε καλύτερα, πολλές όψεις της γης σαν ένα ενιαίο σύστημα (Σχήμα 2).



Σχήμα 2: Η ψηφιακή τεχνολογία χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για να αποθανάτισουμε οτιδήποτε ξέρουμε

Η γεωγραφία παραδοσιακά έχει προσφέρει ένα σημαντικό πλαίσιο εργασίας και μια γλώσσα επικοινωνίας για την οργάνωση και μετάδοση βασικών αρχών σχετικά με τον κόσμο μας. Τα GIS παρέχουν έναν ανταγωνιστικό νέο μηχανισμό για τη σύλληψη γεωγραφικής γνώσης στα πέντε βασικά στοιχεία: χάρτες, γεωγραφικά δεδομένα, μοντέλα ροής εργασιών, μοντέλα δεδομένων και μετά-δεδομένα (metadata).

Αυτά τα πέντε στοιχεία μαζί με την λογική αντίληψης του λογισμικού GIS, σχηματίζουν τον οικοδομικό λίθο για τη δημιουργία ευφυών γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Τα ευφυή GIS καθιστούν εφικτή την ψηφιακή ενθυλάκωση της γεωγραφικής γνώσης. Τα στοιχεία αυτά παρέχουν τα θεμέλια για τη διευθέτηση πολλών προκλήσεων χρησιμοποιώντας τα GIS. Για παράδειγμα βελτίωσης στην αποδοτικότητα, έξυπνες και ενημερωμένες λήψεις αποφάσεων, σχεδιασμός βασισμένος στην επιστήμη, λογιστική πόρων, αποτίμηση και επικοινωνία.



Σχήμα 3: Τα GIS διαχωρίζουν την γεωγραφία σε πέντε βασικά στοιχεία για την αναπαράσταση της γνώσης. Αυτά τα στοιχεία μαζί με εξειδικευμένο λογισμικό, παρέχουν τα δομικά συστατικά για τα ευφυή GIS.

Τα GIS κατέστησαν δυνατή τη σύλληψη και το διαμοιρασμό της γεωγραφικής γνώσης σε πολλές μορφές.

1.2 Γενικά στοιχεία για τα GIS

1.2.1 Ορισμοί

Η ανάγκη για χωρικά στοιχεία είναι γνωστή στους επιστήμονες του χώρου από την αρχαιότητα. Σήμερα όσοι ασχολούνται με το κτηματολόγιο χρειάζονται λεπτομερή στοιχεία για την κατανομή των χρήσεων γης στις πόλεις και στο ύπαιθρο. Οι πολεοδομοί και χωροτάκτες έχουν ανάγκη να σχεδιάσουν δρόμους, περιοχές κατοικίας και βιομηχανικές ζώνες και επομένως απαιτούν χωρικά στοιχεία. Η Αστυνομία χρειάζεται να γνωρίζει την χωρική κατανομή των διαφόρων μορφών εγκλημάτων, το Υπουργείο Υγείας των ασθενών και το λιανικό εμπόριο της ζήτησης διαφορετικών προϊόντων. Δηλαδή, πολλοί και για πολλούς λόγους έχουν ανάγκη για χωρικά στοιχεία και βέβαια για συστήματα διαχείρισης και ανάλυσης χωρικών στοιχείων, με στόχο βέβαια πάντοτε το σχεδιασμό.

Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος

Σελίδα 5 από 86



Από την άλλη μεριά οι σχεδιαστές βιομηχανικών ειδών, τα εργοστάσια παραγωγής χημικών προϊόντων, το Γενικό Λογιστήριο του Κράτους, έχουν διαφορετικές ανάγκες σε στοιχεία και συστήματα διαχείρισής τους. Σαν αποτέλεσμα με τον ίδιο τρόπο που όλες οι ανθρώπινες σχεδιαστικές δραστηριότητες δεν απαιτούν χωρικά στοιχεία, έτσι όλα τα πληροφοριακά συστήματα δεν οδηγούν αναγκαστικά στη χωρική ανάλυση και στον σχεδιασμό.

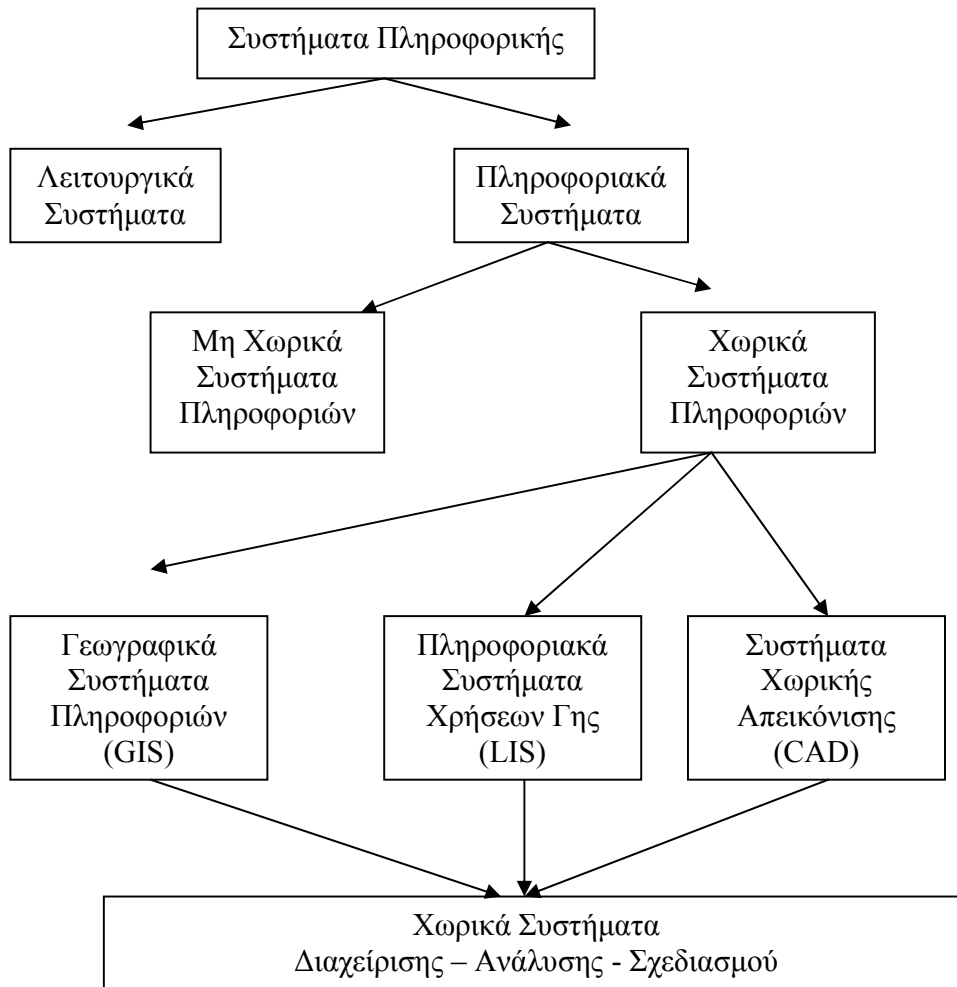
Επομένως πριν προχωρήσουμε σε μια λεπτομερή εξέταση βασικών εννοιών των GIS, κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά σε μερικούς βασικούς ορισμούς γύρω από αυτά τα συστήματα. Κατ' αρχήν, οφείλουμε να ξεχωρίσουμε τα συστήματα πληροφοριών από τα λειτουργικά-διοικητικά συστήματα που παρέχουν πληροφορίες. Ένα σύστημα για τακτικό και συνηθισμένο τρόπο επεξεργασίας δεδομένων και για απάντηση προκαθορισμένων και περιορισμένων ερωτημάτων, είναι ένα **λειτουργικό σύστημα**. Ένα **πληροφοριακό σύστημα**, σε αντίθεση, είναι ένα σύστημα στο οποίο η φύση των ερωτημάτων δεν είναι κατ' ανάγκη προκαθορισμένη με λεπτομέρειες. Δηλαδή, ενώ εταιρίες και υπηρεσίες χρειάζονται λειτουργικά συστήματα για να αντιμετωπίσουν απαιτήσεις και διαχειριστικά προβλήματα ρουτίνας, αντίθετα για το σχεδιασμό χρειάζεται ένα πληροφοριακό σύστημα για να απαντά σε διαφορετικές, όχι εκ των προτέρων γνωστές, ερωτήσεις και να εκτελεί όχι προκαθορισμένες αναλύσεις.

Ένα **Χωρικό Σύστημα Πληροφοριών** (Χ.Σ.Π.) είναι μια ειδική περίπτωση πληροφοριακού συστήματος, όπου η πληροφοριακή βάση δεδομένων αποτελείται από παρατηρήσεις για χωρικά κατανεμημένα χαρακτηριστικά, δραστηριότητες ή γεγονότα που καθορίζονται στο χώρο σαν σημεία, γραμμές ή επιφάνειες. Έτσι ένα Χ.Σ.Π. επεξεργάζεται στοιχεία για αυτά τα σημεία, γραμμές ή επιφάνειες, δημιουργώντας τις αναγκαίες πληροφορίες για την απάντηση μη προκαθορισμένων χωρικών ερωτημάτων και αναλύσεων.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι η χρήση του όρου Χωρικά η του πιο συνηθισμένου Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ή ακόμα Geo-data ή Land Information System κλπ. Έχουν αποτελέσει αντικείμενο πολλών και διαφωνιών μεταξύ των ειδικών και των χρηστών των συστημάτων αυτών. Η πληθώρα των όρων και των ορισμών πρέπει να αποδοθεί στο ότι τα Χ.Σ.Π. είναι μια πολύ καινούρια επιστημονική περιοχή και επιπλέον



αποτελεί αντικείμενο πολλών φυσικών και κοινωνικών επιστημών που ασχολούνται με την διεκπεραίωση χωρικών στοιχείων. Μια κατηγοριοποίηση που θα μπορούσε να γίνει αποδεκτή φαίνεται στο σχήμα 4 και αναφέρεται σε τρεις ομάδες Χωρικών Συστημάτων Πληροφοριών.



Σχήμα 4:Κατηγοριοποίηση Συστημάτων Πληροφορικής

1.2.1.1 Συστήματα Χωρικής Απεικόνισης (CAD)

Τα συστήματα χωρικής απεικόνισης (Computer Aided Design) ξεκίνησαν βασικά σαν γραφικά συστήματα από σχεδιαστές για να υποστηρίξουν και να απεικονίζουν την καθαρά σχεδιαστική δουλειά τους. Τα σημερινά πακέτα CAD, όμως, έχουν εφοδιαστεί με επιπλέον



δυνατότητας που επιτρέπουν ποιοτικές και ποσοτικές σχεδιαστικές αναλύσεις και κυρίως διαθέτουν βάσεις δεδομένων στις οποίες μαζί με τα στοιχεία αποθηκεύεται κι ένας εξαιρετικά μεγάλος αριθμός συμβόλων για σχεδιαστική χρήση. Σαν αποτέλεσμα, ο αυτόματος σχεδιασμός συμπληρώνεται με μια σειρά από διαχειριστικές δυνατότητες (π.χ. αλλαγή κλίμακας, περιστροφή, zooming, editing).

Στην ίδια ομάδα ανήκουν και η αυτόματη χαρτογράφηση (Automated Mapping - AM), δηλαδή η εφαρμογή γραφικών στον υπολογιστή που επεκτάθηκε αργότερα με την δυνατότητα να αποθηκεύει και να αναλύει χωρικά και μη χωρικά στοιχεία που συνδέονται με τα γραφικά, δημιουργώντας την υποομάδα της Αυτόματης Χαρτογράφησης/ Διαχείρισης Εγκαταστάσεων (Automated Mapping/ Facilities Management-AM/FM) για τη χρήση κυρίως στα δίκτυα κοινής ωφέλειας.

1.2.1.2 Πληροφοριακά Συστήματα Χρήσεων Γης (LIS)

Τα συστήματα αυτά αποτελούν ουσιαστικά εργαλεία διαχείρισης γεωγραφικών στοιχείων για χρήσης γης. Βασικό χαρακτηριστικό και στόχο τους έχουν τη δημιουργία μιας πολύ λεπτομερούς βάσης δεδομένων, η οποία επιτρέπει στοιχεία με πάρα πολύ μεγάλη ακρίβεια να αποθηκεύονται, διαχειρίζονται, επικαιροποιούνται και να παρουσιάζονται.

1.2.1.3 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν σαν κυρίαρχο στόχο τον χωρικό σχεδιασμό, χρησιμοποιούνται δηλαδή μέσα από πολλές προσεγγίσεις στην διατύπωση και αξιολόγηση πολιτικών και προγραμμάτων που αναφέρονται στο φυσικό ή περιβαλλοντολογικό σχεδιασμό, από τοπικό μέχρι εθνικό επίπεδο.

Σε θεωρητικό επίπεδο, τα GIS διαφέρουν τόσο από τα Συστήματα Χωρικής Απεικόνισης (Σ.Χ.Α - CAD) ως και από τα Πληροφοριακά Συστήματα Χρήσεων Γης (Π.Σ.Χ.Γ – L.I.S.). Έτσι ενώ τα GIS εστιάζονται στην ανάλυση χωρικών δεδομένων τα Σ.Χ.Α. ενδιαφέρονται για τη διαδικασία απεικόνισης και τη χρήση των διάφορων συμβόλων.

Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος

Σελίδα 8 από 86



Σαν αποτέλεσμα τα Σ.Χ.Α., σε αντίθεση με τα GIS, η έμφαση είναι στην παρουσίαση. Η διαφορά ανάμεσα στα GIS και Π.Σ.Χ.Γ. είναι ο βαθμός ακρίβειας των στοιχείων του συστήματος (υψηλότερος στα Π.Σ.Χ.Γ) και στον τρόπο χρήσης των στοιχείων (διοικητική διαχείριση στα Π.Σ.Χ.Γ.). Τέλος τα GIS διαφέρουν και από τα Σ.Χ.Α. και από τα Π.Σ.Χ.Γ. γιατί διαθέτουν επιπλέον δυνατότητες χωρικής ανάλυσης και επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σχεδιασμό.

1.2.2 Τι είναι GIS

Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών/GIS (Geographical Information Systems/G.I.S.), είναι ένα «δυναμικό εργαλείο» συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάκτησης, μετασχηματισμού και απεικόνισης χωρικών δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο. Η λειτουργία των GIS στηρίζεται σε μια βάση δεδομένων η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διάφορους χρήστες για την κάλυψη πληροφοριακών αναγκών. Η βάση αυτή, αποτελείται από μια σειρά πληροφοριακών επιπέδων που ονομάζονται layers, τα οποία αφορούν την ίδια γεωγραφική περιοχή. Το καθένα από τα επίπεδα αυτά, περιλαμβάνει είτε μη επεξεργασμένα δεδομένα, όπως τοπογραφικά, δορυφορικά κλπ., είτε θεματικές πληροφορίες όπως είδος βλάστησης, τύπος εδαφών, κλίση και έκθεση του ανάγλυφου, αποτελέσματα ταξινόμησης δορυφορικών δεδομένων κλπ. Όλα όμως τα παραπάνω, είναι αυστηρά προσανατολισμένα σε ένα κοινό γεωγραφικό σύστημα, ώστε να καθίσταται δυνατός ο συνδυασμός ορισμένων από αυτά, ανάλογα με τις επιθυμίες του χρήστη. Ο αντικειμενικός σκοπός της συλλογής και αποθήκευσης των δεδομένων σε μια βάση, είναι η συσχέτιση γεγονότων και καταστάσεων τα οποία προηγουμένως ήταν χωριστά.

1.2.3 Γιατί να χρησιμοποιήσουμε GIS

Τα GIS είναι κάτι παραπάνω από ένα πρόγραμμα δημιουργίας χαρτών. Όταν αναπτύσσεται με καθαρή στρατηγική, τα GIS είναι μια τεχνολογία που μπορεί να αλλάξει θεμελιωδώς μια διοργάνωση.



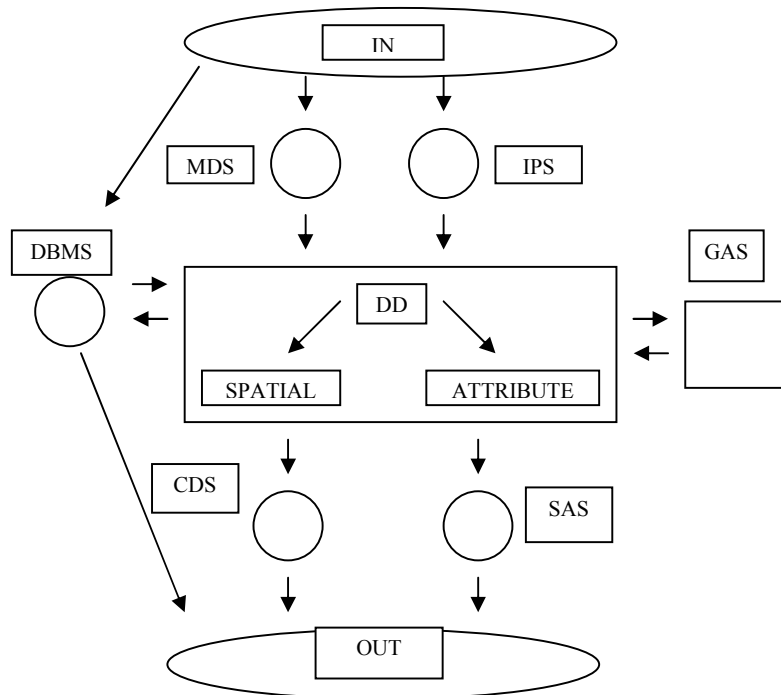
Οι περισσότερες τεχνολογίες υπολογιστών είναι σχεδιασμένες να αυξάνουν την πρόσβαση σε δεδομένα σε αυτόν που παίρνει τις αποφάσεις. Τα GIS πηγαίνουν ένα βήμα παραπέρα. Πέρα από την δυνατότητα επεξεργασίας των δεδομένων με τα κατάλληλα εργαλεία, επιτρέπουν να δούμε δείγματα, σχέσεις ή τάσεις που δεν είναι δυνατόν να φανούν με τα παραδοσιακά γραφήματα και διαγράμματα.

Επιπλέον, τα GIS επιτρέπουν την αναπαραγωγή σεναρίων, με σκοπό τον έλεγχο διάφορων υποθέσεων και να δουν εικονικά τα αποτελέσματα για να βρεθεί το αποτέλεσμα που ικανοποιεί τις ανάγκες του χρήστη.

Τα GIS μπορούν να μας παρέχουν αποτελεσματικές πληροφορίες- όχι μόνο πως είναι τα πράγματα, αλλά και πως θα είναι στο μέλλον βασιζόμενα στις πληροφορίες που χρησιμοποιούνται. Γι' αυτό τα GIS χρησιμοποιούνται για τη χαρτογράφηση και μοντελοποίηση του κόσμου ώστε να παίρνονται καλύτερες αποφάσεις.

1.2.4 Περιγραφή ενός συστήματος GIS

Σχηματική αναπαράσταση ενός ολοκληρωμένου γεωγραφικού πληροφοριακού συστήματος (Σχήμα 5).



Σχήμα 5: Το διάγραμμα αποδίδει σημαντικά τα συστατικά και τις λειτουργίες ενός ολοκληρωμένου Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος (GIS). Η ανάλυσή του δίδεται στο κείμενο.

Το κεντρικό και βασικότερο μέρος του συστήματος είναι η Βάση Χωρικών Δεδομένων και Ιδιοτήτων (Spatial - Attributes Database) της γήινης επιφάνειας. Αυτή είναι μια συλλογή από χάρτες σε ψηφιακή μορφή και πληροφορίες που σχετίζονται με αυτούς τους χάρτες. Συνίσταται από δύο αναπόσπαστα τμήματα, σε πλήρη αλληλεξάρτηση μεταξύ τους. Ένα είναι αυτό που αφορά στα χωρικά δεδομένα (μορφή, θέση κτλ) και το άλλο είναι αυτό που περιέχει τα αντίστοιχα ποιοτικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες.

Η κεντρική βάση περιστοιχίζεται και υποστηρίζεται από μια σειρά συστημάτων λογισμικού που είναι τα απαραίτητα συστατικά (components) στη λειτουργία του GIS και έτσι ως σύνολο πλέον, όλα μαζί συνιστούν ένα ισχυρό εργαλείο για χειρισμό και ανάλυση δεδομένων καθώς για δημιουργία μοντέλων και προσφορά εναλλακτικών λύσεων. Τα συστατικά αυτά είναι:

1. Συστήματα Γεωγραφικής Ανάλυσης (Geographic Analysis Systems GAS). Είναι ίσως το βασικότερο συστατικό ενός GIS. Με τον όρο αυτό περιγράφεται η ικανότητα

Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος

Σελίδα 11 από 86



ανάλυσης δεδομένων σε σχέση με τη γεωγραφική τους θέση, ανάλυση δηλαδή που βασίζεται στη θέση των στοιχείων πάνω στην επιφάνεια της γης, κάτι το οποίο πραγματοποιείται με τη σύγκριση διαφορετικών θεματικών χαρτών μιας συγκεκριμένης περιοχής. Τούτο επιτυγχάνεται με τη μέθοδο των αλληλεπικαλυπτόμενων επιπέδων (overlay layers) (Σχήμα 6), δηλαδή με χάρτες σε ψηφιακή μορφή μιας περιοχής της ίδιας κλίμακας και με διαφορετική θεματική αναφορά (τοπογραφικός, γεωφυσικός, υδρολογικός, οδικός, κλιματολογικός, οικονομικός, δημογραφικός κτλ) σε κοινό υπόβαθρο (ground unit). Ακριβώς αυτή η δυνατότητα επεξεργασίας χωρικών δεδομένων, είναι που χαρακτηρίζει τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα και τα κάνει να ξεχωρίζουν από κάθε άλλο είδος λογισμικού που διαχειρίζεται δεδομένα μέσα από διάφορες μορφές βάσεων δεδομένων. Είναι η ειδοποιός διαφορά των GIS.



Σχήμα 6: Τα στοιχεία του πραγματικού κόσμου αναπαρίστανται σε διαφορετικούς αλληλεπικαλυπτόμενους θεματικούς χάρτες (layers)

2. Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων (Data Base Management System DBMS). Αυτή βρίσκεται σε πλήρη συνεργασία με την προηγούμενη βάση δεδομένων και ουσιαστικά δίνει τη δυνατότητα ανάλυσης και διαχείρισης των χωρικών δεδομένων



και ιδιοτήτων τους. Η βάση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για είσοδο και έξοδο δεδομένων από και προς τις αντίστοιχες συσκευές. Τα συστήματα λογισμικού που περιγράφονται παρακάτω είναι μεν αναγκαία για την υποστήριξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος, αν και πολλές φορές δε συναντιούνται, απαραίτητα, όλα μαζί σε ένα GIS.

3. Σύστημα Ψηφιοποίησης Χαρτών (Map Digitising System MDS). Είναι το σύστημα, που μετατρέπει σε ψηφιακή μορφή τα στοιχεία του χάρτη.
4. Σύστημα Επεξεργασίας Εικόνας (Image Processing System IPS). Το σύστημα αυτό μπορεί να παίρνει τηλεπισκοπικά δεδομένα (remote sensing data) από απομακρυσμένους σταθμούς, πχ από δορυφόρους ή εργαστηριακές συσκευές και να τις μετατρέπει σε ψηφιακά στοιχεία χαρτών.
5. Σύστημα Εμφάνισης Χαρτών (Cartographic Display System CDS). Αυτό δεσμεύει επιλεγμένα τμήματα της βάσης δεδομένων και παράγει χάρτες στην οθόνη ή/και στον εκτυπωτή, σχεδιαστή κτλ.
6. Σύστημα Στατιστικής Ανάλυσης (Statistical Analysis System SAS). Είναι το λογισμικό για τις απαραίτητες γεωγραφικές και χωροταξικές αναλύσεις.

1.2.5 Συστατικά ενός GIS

Το επόμενο βήμα για την κατανόηση ενός GIS είναι να κοιτάξουμε τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται και πώς λειτουργούν μεταξύ τους. Τα στοιχεία αυτά είναι τα εξής:

1.2.5.1 HARDWARE

Το hardware περιλαμβάνει τον εξοπλισμό που χρειάζεται για να υποστηριχθούν πολλές από τις δραστηριότητες ενός GIS, όπως, από την συλλογή δεδομένων μέχρι την ανάλυσή τους. Το κεντρικό κομμάτι του εξοπλισμού είναι ο σταθμός εργασίας που τρέχει το software του GIS. Στην προσπάθεια συλλογής δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ψηφιοποιητές (digitizers) και σαρωτές (scanners) για τα χωρικά δεδομένα και το



πληκτρολόγιο για τα μη χωρικά. Εισαγωγή δεδομένων μπορεί να γίνει και με άλλους τρόπους, π.χ. μπορούν να εισαχθούν δεδομένα από παγκόσμια συστήματα πλοήγησης και εντοπισμού θέσης (GPS/Global Positioning System), από δορυφορικές εικόνες σε ψηφιακή μορφή κ.α.

Μέχρι και πριν λίγα χρόνια, τα μεγαλύτερα υπολογιστικά συστήματα (mainframe) επικρατούσαν στην αγορά των GIS. Σήμερα τα περισσότερα GIS λειτουργούν σε UNIX συστήματα, τα οποία με την σειρά τους εκτοπίζονται από τους προσωπικούς υπολογιστές, αφού οι εφαρμογές των Windows με την χρήση PC μπορούν να τα ανταγωνιστούν. Γενικώς, η τάση είναι, από τη μια μεριά, οι τιμές για τα UNIX να μειώνονται, μολονότι οι δυνατότητες τους αναβαθμίζονται, ενώ από την άλλη, οι ικανότητες των PC συνεχίζουν την ανοδική τους πορεία. Βασικά παρατηρείται μια συνεχής σύγκλιση τιμών, μνήμης και ταχυτήτων μεταξύ αυτών των δύο συστημάτων.

1.2.5.2 Αλγόριθμοι

Αλγόριθμοι υπάρχουν πολλοί και ποικίλοι σε ένα GIS. Μπορούν όμως να κατηγοριοποιηθούν σε έξι βασικές ομάδες και συγκεκριμένα:

- 1 **Λογισμικό Εισαγωγής και Επαλήθευσης Στοιχείων**, που καλύπτει τις ανάγκες μετασχηματισμού των στοιχείων από την αρχική τους μορφή σε αναγνωρίσιμη ψηφιακή μορφή.
- 2 **Λογισμικό Αποθήκευσης και Διαχείρισης Στοιχείων**, που αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο δομούνται και οργανώνονται τα χωρικά και μη-χωρικά στοιχεία.
- 3 **Λογισμικό Μετασχηματισμού Στοιχείων**, που στοχεύουν αφ' ενός στον συντονισμό των στοιχείων κυρίως όμως στην ανάλυση τους.
- 4 **Λογισμικό Παρουσίασης**, που εστιάζεται στην παρουσία στοιχείων και αποτελεσμάτων των αναλυτικών διαδικασιών.
- 5 **Λογισμικό Αναζητήσεων**, που βοηθούν τον χρήστη να επικοινωνεί με τον Η/Υ αναζητώντας λύσεις μέσα από μια σειρά ερωτήσεων (queries).
- 6 **Λογισμικό Ανάλυσης Χώρου**. Στις παραπάνω ομάδες λογισμικού πρέπει να



προστεθεί και μια έκτη ομάδα, αναγκαία για κάλυψη των αναγκών για εμπειρικές εφαρμογές, που ουσιαστικά αναφέρονται στην ανάλυση χώρου

Το πακέτο εφαρμογών είναι πολύ σημαντικό για τα GIS. Ένα λογισμικό GIS πρέπει να παρέχει τις εξής δυνατότητες:

- 1 Την ψηφιοποίηση δεδομένων: εισαγωγή σημείων, γραμμών πολυγώνων, χαρακτηριστικών ιδιοτήτων και στατιστικών.
- 2 Την αποθήκευση δεδομένων: αποθήκευση πολλαπλών χαρακτηριστικών ανά πολύγωνο, συσχετισμό αριθμητικών και γραφικών δεδομένων.
- 3 Την επεξεργασία δεδομένων: εντοπισμό σφαλμάτων, συνδυασμό και τακτοποίηση των δεδομένων μέσα στην αντίστοιχη βάση, συντήρηση και ενημέρωση με νέα δεδομένα, μετατροπή των x,y συντεταγμένων της ψηφιοποίησης σε πραγματικές (ανάλογα με την προβολή) συντεταγμένες, ένωση δύο ή περισσότερων χαρτών, επιλογή τμήματος μιας περιοχής και καταχώρηση σε ξεχωριστό αρχείο.
- 4 Την ανάλυση δεδομένων: δημιουργία νέων πολυγώνων (π.χ. buffer zones) γύρω από σημεία ή γραμμές, εκτέλεση εντολών Boolean δηλαδή AND, OR και NOT πάνω στα διάφορα επίπεδα δεδομένων, μέτρηση μηκών και εκτάσεων, δυνατότητα εφαρμογής μοντέλων, στατιστική επεξεργασία κλπ.
- 5 Την εξαγωγή δεδομένων: στην οθόνη σε εκτυπωτές, σε αυτόματους σχεδιαστές, σε ψηφιακή μορφή, δυνατότητα έκθεσης διαγραμμάτων, πολυγώνων κλπ.
- 6 Εκτός των παραπάνω απαραίτητων δυνατοτήτων χειρισμού γεωγραφικά προσανατολισμένων δεδομένων, τα GIS πρέπει να περιλαμβάνουν ρουτίνες οι οποίες επιτρέπουν την επεξεργασία και ανάλυση δορυφορικών δεδομένων.

1.2.5.3 Δεδομένα

Τα δεδομένα είναι ο πυρήνας σε κάθε GIS. Δύο είναι πρωταρχικοί τύποι δεδομένων που χρησιμοποιούνται σε ένα GIS.

- 1 Τα **χωρικά δεδομένα**, τα οποία χαρακτηρίζονται αποκλειστικά από τη θέση τους στο χώρο σε σχέση με κάποιο σύστημα συντεταγμένων, διακρίνονται σε τέσσερις βασικές



κατηγορίες:

- 2 Σημειακά δεδομένα, όπως θέσεις οικισμών, δημοτικά διαμερίσματα, πληθυσμός.
- 3 Γραμμικά δεδομένα, όπως το οδικό δίκτυο, ποτάμια.
- 4 Πολυγωνικά δεδομένα, τα οποία καταλαμβάνουν μια έκταση, όπως εδαφικούς σχηματισμούς, χρήσεις γης.
- 5 Τρισδιάστατα δεδομένα ανάγλυφου, τα οποία καταλαμβάνουν όχι μόνο μια συγκεκριμένη επιφάνεια, αλλά εκτείνονται και στο χώρο. Περιλαμβάνουν δηλαδή επιφάνειες καθώς και κατακόρυφες ή τρίτης διάστασης (Z) συντεταγμένες. Έχουν δηλαδή μήκος, έκταση και ύψος. Τέτοια περίπτωση είναι η τρισδιάστατη εμφάνιση ενός χάρτη κλίσεων ή γενικότερα η προσομοιωμένη τρισδιάστατη εμφάνιση του ανάγλυφου.
- 6 Τα **μη χωρικά ή περιγραφικά δεδομένα**, τα οποία σχετίζονται ή περιγράφουν τα χαρακτηριστικά ή τις ιδιότητες της υπόψη χωρικής θέσης. Έτσι π.χ. η θέση μιας ισουψούς καμπύλης πάνω στο χάρτη είναι χωρική πληροφορία, ενώ ο χαρακτηρισμός της με βάση το υψόμετρό της, μη χωρική.

1.2.5.4 Διαθέσιμα

Το σύνολο των λογισμικών ενός GIS καθορίζει πως τα γεωγραφικά στοιχεία μετατρέπονται σε πληροφορία, αλλά σαφώς δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι η όλη διαδικασία είναι η πιο κατάλληλη ή η πλέον αποδοτική. Για την επίτευξη των παραπάνω καθοριστικό ρόλο παίζουν τα διαθέσιμα με την εφαρμογή των στοιχείων, των ανθρώπων και της οργανωτικής υποδομής. Η αγορά ενός υπολογιστικού συστήματος με το αναγκαίο λογισμικό δεν εξασφαλίζει καμία επιτυχία σε οποιαδήποτε προσπάθεια αν δεν υπάρχουν τα κατάλληλα στοιχεία, οι εξειδικευμένοι χειριστές και αναλυτές χώρου και βέβαια ένας οργανισμός που να υποστηρίζει το σύνολο των διαδικασιών που απαιτεί η χρήση ενός GIS.

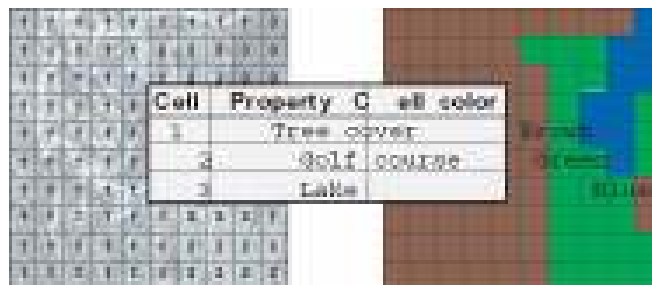
Ο σημαντικότερος παράγοντας από όλους αυτούς, όμως, είναι το εξειδικευμένο ανθρώπινο προσωπικό, που θα αξιολογήσει την διαθέσιμη πληροφορία, θα αποφασίσει το μέγεθος, το είδος και τον τρόπο συλλογής και καταχώρησης.



1.2.6 Δομή Δεδομένων

Τα χωρικά δεδομένα πρέπει να μετατραπούν σε ψηφιακή μορφή κατάλληλη για χρήση από τα GIS. Η διαδικασία αυτή καλείται ψηφιοποίηση, γιατί κατά την ψηφιοποίηση διατηρούνται τα τοπολογικά χαρακτηριστικά των δεδομένων. Τα ψηφιακά δεδομένα καταχωρούνται είτε σε μορφή καννάβου (raster) είτε σε μορφή διανύσματος ή πολυγώνου (vector). Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ταξινομούνται κατ' επέκταση σε μια από τις δυο κατηγορίες ανάλογα με το ποια μορφή δεδομένων σχεδιάστηκαν για να επεξεργάζονται. Στη συνέχεια αναλύουμε τους δύο αυτούς τύπους δεδομένων.

1. **Δομή καννάβου (raster).** Στη δομή αυτή ο χώρος υποδιαιρείται σε όμοια τετράγωνα (μονάδες καννάβου) όπως στην περίπτωση των δορυφορικών δεδομένων. Η θέση ενός σημείου ορίζεται από τη γραμμή και τη στήλη του καννάβου στην οποία εμπίπτει. Το μέγεθος των τετραγώνων ορίζει και τη χωρική διακριτική ικανότητα εμφάνισης των δεδομένων (Σχήμα 7). Τα συστήματα καννάβου παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.
- 2.



Σχήμα 7: Μορφή Καννάβου (Raster)

Πλεονεκτήματα δομής καννάβου:

- I. Η γεωγραφική θέση κάθε μονάδας του καννάβου εξαρτάται από τη θέση της μέσα στη μήτρα τετραγώνων του καννάβου. Οι μονάδες καταχωρούνται με κάποια σειρά στη μνήμη του υπολογιστή, επομένως η διαδικασία εντοπισμού είναι εύκολη.

Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

*Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος
Σελίδα 17 από 86*



- II. Δεν χρειάζεται η αποθήκευση των συντεταγμένων των μονάδων του καννάβου, εφόσον η γεωγραφική τους θέση καθορίζεται από την αντίστοιχη, μέσα στον κανάβο.
- III. Οι γειτονικές θέσεις καθορίζονται από γειτονικές μονάδες, επομένως αρκετά εύκολα μπορούν να αναπτυχθούν σχέσεις γειννίας δηλαδή μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών ταξινόμησης.
- IV. Η ανάπτυξη και χρήση των σχετικών αλγορίθμων είναι απλούστερη απ'ότι των αντίστοιχων συστημάτων διανύσματος.
- V. Τα συστήματα καννάβου είναι συμβατά με άλλα δεδομένα όπως τα δορυφορικά, ή άλλα όργανα εξαγωγής δεδομένων σε μορφή καννάβου όπως π.χ. οι κλασσικοί εκτυπωτές.

Μειονεκτήματα δομής καννάβου:

- I. Απαιτείται μεγαλύτερος χώρος για την ψηφιακή αποθήκευση των δεδομένων απ'ότι στα συστήματα διανύσματος.
- II. Η διακριτική ικανότητα είναι μικρότερη και εξαρτάται από το μέγεθος των μονάδων του καννάβου.
- III. Η εμφάνιση χαρτών με δεδομένα καννάβου είναι άκομψη ή ακόμη και ενοχλητική στον χρήστη.
- IV. Η πρόσβαση των δεδομένων είναι συνεχούς μορφής, επομένως για να εντοπιστεί κάποια μονάδα του καννάβου θα πρέπει να ελεγχθούν όλες οι προηγούμενες, γεγονός που αυξάνει τον χρόνο χρησιμοποίησης της μνήμης του υπολογιστή.
- V. Κατά την ψηφιοποίηση τα δεδομένα εισάγονται υπό μορφή διανύσματος. Επομένως θα πρέπει να γίνει η μετατροπή τους σε κανάβο για να υπάρχει συμβατότητα, πράγμα που μειώνει κατά κάποιο τρόπο την ακρίβεια που σχετίζεται με τη γεωγραφική θέση των δεδομένων.

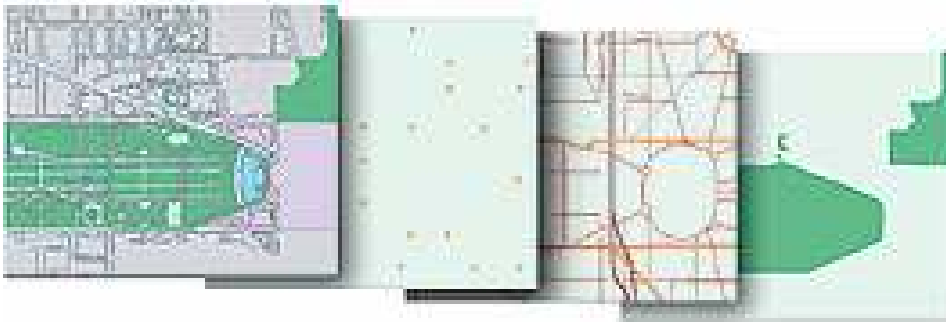
Γενικά, τα συστήματα καννάβου προτιμούνται από τους γεωεπιστήμονες όπως και από αυτούς που ασχολούνται με την τηλεπισκόπηση, γιατί είναι πιο απλά, επιτρέπουν



την ευκολότερη και ταχύτερη επεξεργασία επιφανειακών δεδομένων, διευκολύνουν τη συσχέτιση με άλλα δεδομένα μορφής καννάβου ή ακόμα και διανύσματος (αφού μετατραπούν σε κানাβο) και δεν ενοχλεί σημαντικά η τυχόν μείωση κατά ένα μικρό ποσοστό της γεωγραφικής ακρίβειας.

3. **Δομή διανύσματος (vector).** Η δομή αυτή έχει ως βασική μονάδα το διάνυσμα (Σχήμα 8), δηλαδή είναι κατάλληλη στις περιπτώσεις όπου:

- ❖ κατά χώρο δεδομένα ή χαρακτηριστικά είναι δυνατόν να οριστούν ακριβώς με τη χρησιμοποίηση γραμμών
- ❖ απαιτείται η κατά το δυνατόν ακριβής παρουσίαση του σχήματος ενός αντικειμένου
- ❖ επιδιώκεται ο ακριβής εντοπισμός του αντικειμένου στο χώρο.



Σχήμα 8: Δομή Διανύσματος (Vector)

Πλεονεκτήματα δομής διανύσματος:

- I. Ο χάρτης που παράγεται, αποδίδεται με τον ίδιο βαθμό λεπτομέρειας όπως το πρωτότυπο.
- II. Για την κατασκευή του χάρτη δεν απαιτείται καμιά μετατροπή των αποθηκευμένων δεδομένων.
- III. Αποθηκεύονται λιγότερα δεδομένα απ' ό,τι στην περίπτωση του καννάβου.
- IV. Οι ψηφιοποιημένοι χάρτες δεν χρειάζεται να μετατραπούν σε μορφή καννάβου για περαιτέρω επεξεργασία.
- V. Απαιτείται πολύ λιγότερος χώρος στον υπολογιστή απ' ό,τι σε ένα σύστημα καννάβου.

Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

*Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος
Σελίδα 19 από 86*



- VI. Είναι πιο εύκολο να συσχετίσουμε τα περιγραφικά δεδομένα με ένα συγκεκριμένο αντικείμενο.
- VII. Διάφορα χαρακτηριστικά, όπως υδρογραφικό δίκτυο, σημεία δειγματοληψίας κλπ., μπορούν να εντοπισθούν και να ανακτηθούν με ευκολία και να επεξεργαστούν μεμονωμένα.

Μειονεκτήματα δομής διανύσματος:

- I. Οι αλγόριθμοι των συστημάτων διανύσματος είναι πολύ περισσότερο πολύπλοκοι απ' ό τι του καννάβου.
- II. Χωρικά δεδομένα τα οποία μεταβάλλονται συνεχώς, δεν μπορούν να αναπαρασταθούν με διανύσματα, αλλά απαιτείται μετατροπή σε μορφή καννάβου.
- III. Δεν εξυπηρετεί το συνδυασμό των υπό μορφή καννάβου δορυφορικών δεδομένων και λοιπών γραμμικής δομής γεωγραφικών δεδομένων.

1.2.7 Ψηφιακά μοντέλα εδάφους

Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους είναι μια ψηφιακή αναπαράσταση της μεταβλητότητας του ανάγλυφου στο χώρο, οπότε χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της τοπογραφίας μιας περιοχής. Στη διεθνή βιβλιογραφία τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους αναφέρονται με διάφορους όρους, όπως DTM (Digital Terrain Model), DEM (Digital Elevation Model) (Σχήμα 9), DTD (Digital Terrain Data) και DTED (Digital Terrain Elevation Data).



Σχήμα 9: Digital Elevation Model



Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις εφαρμογών, όπως: α)για την παραγωγή χαρτών, σκιασμένου ανάγλυφου (shaded relief maps), υψομέτρων, κλίσεων και εκθέσεων β)για την κατασκευή ψηφιακών τοπογραφικών χαρτών γ)για την ομαδοποίηση και καταμέτρηση χαρακτηριστικών αντικειμένων κατά κλάσεις υψομέτρων κλίσεων.

1.3 Προβολικά συστήματα

1.3.1 Βασικές έννοιες

Ο όρος Φυσική Γήινη Επιφάνεια χρησιμοποιείται για να περιγράψει την επιφάνεια του γήινου πλανήτη. Το σχήμα της επιφάνειας αυτής έχει κατά ιστορικούς καιρούς περιγραφεί γεωμετρικά ως επίπεδο, σφαίρα, σφαιροειδές και ελλειψοειδές. Η πιο σύγχρονη θεώρηση για το σχήμα της γης χρησιμοποιεί την έννοια του γεωειδούς, το οποίο είναι μια σύνθετη επιφάνεια που περιγράφεται μόνον με αναλυτικούς/μαθηματικούς τύπους. Στην πράξη, για την αποφυγή πολύπλοκων πράξεων (και των σφαλμάτων που απορρέουν από αυτές) το πλέον συχνά χρησιμοποιούμενο σχήμα είναι το ελλειψοειδές εκ περιστροφής. Ένα σημείο πάνω στο ελλειψοειδές μπορεί να ορισθεί από τις γεωγραφικές συντεταγμένες, γνωστές ως γεωγραφικό μήκος(λ) και γεωγραφικό πλάτος (φ), τα οποία είναι γωνιακά μεγέθη και αναφέρονται στο νοητό κέντρο του ελλειψοειδούς. Το γεωγραφικό μήκος και πλάτος μετριοούνται σε μοίρες.

Ένας χάρτης στην γνωστή και συμβατική του μορφή είναι επίπεδος (δυσδιάστατη επιφάνεια). Ένα σημείο πάνω στο επίπεδο μπορεί να χαρακτηριστεί μοναδικά από τις καρτεσιανές συντεταγμένες του, δηλ. την απόσταση του από την τομή των αξόνων X,Y (ή σε ορισμένες περιπτώσεις E,N από τις αγγλικές λέξεις East,North). Συνήθως, σαν άξονας τετμημένων (Y) θεωρείται η διεύθυνση του Βορρά (η οποία ταυτίζεται με την διεύθυνση του μεσημβρινού). Οι καρτεσιανές συντεταγμένες συνήθως μετριοούνται σε μέτρα.

Το γεωμετρικό-μαθηματικό πρόβλημα που συναντάται είναι η απεικόνιση της γης



(όλης ή μέρους της) σε ένα χάρτη ή με άλλα λόγια η απεικόνιση του ελλειψοειδούς σε ένα επίπεδο. Οποιαδήποτε λύση και αν δοθεί, θα καταλήξει στην παραμόρφωση των σχημάτων στο ελλειψοειδές, αφού αυτό είναι μια μη αναπτυσσόμενη επιφάνεια. Για αυτόν τον λόγο, η διαδικασία απεικόνισης (δηλ. η συνάρτηση) του ελλειψοειδούς στο επίπεδο πρέπει να παρέχει πληροφορία για το πόσο παραμορφώνονται τα μεγέθη (διαστάσεις, γωνίες και εμβαδόν) ενός σχήματος στο ελλειψοειδές όταν απεικονίζεται στο επίπεδο.

Προβολικό σύστημα ή και απλά προβολή ονομάζεται ένα σύστημα που επιτρέπει την απεικόνιση του ελλειψοειδούς σε ένα επίπεδο. Το σύστημα αυτό ορίζεται από μια σειρά συναρτήσεων, που μεταξύ άλλων πληροφοριών, παρέχουν και το βαθμό παραμόρφωσης των σχημάτων όταν απεικονίζονται στο ελλειψοειδές. Έτσι, κάθε σημείο του ελλειψοειδούς αντιστοιχεί σε ένα σημείο του επιπέδου και αντίστροφα (αμφιμονοσήμαντη αντιστοιχία). Η μαθηματική σχέση που συνδέει τα σημεία στο ελλειψοειδές με τα σημεία στο επίπεδο του χάρτη, χρησιμοποιείται για την μετατροπή από γεωγραφικές σε καρτεσιανές συντεταγμένες και αντίστροφα. Για να ορισθεί και να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά ένα προβολικό σύστημα χρειάζονται:

- 1 μαθηματικές σχέσεις που να συνδέουν αμφιμονοσήμαντα τις θέσεις σημείων στο ελλειψοειδές με αυτές που τους αντιστοιχούν στο επίπεδο
- 2 μαθηματικές σχέσεις που να παρέχουν τον βαθμό παραμόρφωσης των μεγεθών επί του ελλειψοειδούς.

Μια προβολή μπορεί να παραμορφώνει όλες ή μερικές από τις ιδιότητες ενός σχήματος του ελλειψοειδούς (διαστάσεις, μορφή και εμβαδά). Το σίγουρο είναι ότι τουλάχιστον ένα από τα παραπάνω μεγέθη θα παραμορφωθεί κατά την εφαρμογή της προβολής. Οι προβολές που διατηρούν κάποια από τα παραπάνω μεγέθη (δηλ. δεν τα παραμορφώνουν) έχουν και ιδιαίτερο όνομα ανάλογα με το ποια χαρακτηριστικά διατηρούν.

Πιο συγκεκριμένα:

- Μια ισαπέχουσα προβολή διατηρεί ανέπαφες τις διαστάσεις, και πιο συγκεκριμένα τις αποστάσεις από κάποια σημεία.
- Μια σύμμορφη προβολή διατηρεί την μορφή (δηλ. τις γωνίες) των σχημάτων.
- Μια ισοδύναμη προβολή διατηρεί το εμβαδόν των σχημάτων. Μια προβολή

Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος
Σελίδα 22 από 86



χρησιμοποιεί μια γεωμετρική επιφάνεια, η οποία οφείλει να είναι αναπτυσκόμενη.

Αναλόγως του είδους της επιφάνειας που χρησιμοποιείται, μια προβολή μπορεί να χαρακτηριστεί ως:

- Κυλινδρική, όταν η επιφάνεια προβολής είναι ένας κύλινδρος
- Αζιμουθιακή ή επίπεδη, όταν η επιφάνεια προβολής είναι ένα επίπεδο
- Κωνική, όταν η επιφάνεια προβολής είναι ένας κώνος

1.3.2 Προβολικά συστήματα στην Ελλάδα

Το σύνολο των τριγωνομετρικών σημείων της χώρας με τις γεωδαιτικές τους συντεταγμένες (ϕ, λ) και το υψόμετρό τους (H) ορίζουν το Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΓΣΑ ή datum) στο οποίο γίνεται εξάρτηση των γεωδαιτικών τοπογραφικών και χαρτογραφικών εργασιών.

Οι σχέσεις που συνδέουν τις γωνίες και τις αποστάσεις στο ελλειψοειδές με τις καμπυλόγραμμες συντεταγμένες (ϕ, λ) είναι πολύπλοκες και δύσχρηστες. Γι' αυτό γίνεται αντικατάσταση των (ϕ, λ) των τριγωνομετρικών σημείων με ορθογώνιες επίπεδες συντεταγμένες (χ, ψ) . Οι σχέσεις που συνδέουν τις (χ, ψ) με τις γωνίες και τις αποστάσεις πάνω στο επίπεδο είναι της επίπεδης αναλυτικής γεωμετρίας και είναι πολύ απλές και εύχρηστες.

Η αντικατάσταση των συντεταγμένων (ϕ, λ) με (χ, ψ) γίνεται με απεικόνιση του ελλειψοειδούς αναφοράς σε ένα επίπεδο (χάρτη) με τις εξισώσεις απεικόνισης $\chi=f(\phi, \lambda)$ και $\psi=g(\phi, \lambda)$. Η απεικόνιση του ελλειψοειδούς σε ένα επίπεδο μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους και δεν υπάρχει απεικόνιση που να απεικονίζει τα σχήματα του ελλειψοειδούς στο επίπεδο χωρίς παραμορφώσεις. Είναι δυνατόν σε μία απεικόνιση να διατηρούνται τα εμβαδά των σχημάτων (ισοδύναμη απεικόνιση) είτε οι μορφές των στοιχειωδών σχημάτων (σύμμορφη απεικόνιση) είτε οι αποστάσεις και γωνίες διεύθυνσης από κάποιο σημείο (ισαπέχουσα αζιμουθιακή απεικόνιση). Κάθε φορά επιλέγεται το κατάλληλο σύστημα απεικόνισης (προβολής) ώστε να εξυπηρετεί το σκοπό για τον οποίο γίνεται η απεικόνιση (Τάκος, 1994).



Τα προβολικά συστήματα που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα είναι η αζιμουθιακή ισαπέχουσα προβολή του HATT, τα δύο συστήματα Εγκάρσιας Μερκατορικής Προβολής (TM3 και UTM) και το τρίτο και πλέον πρόσφατο σύστημα Εγκάρσιας Μερκατορικής Προβολής (ΕΓΣΑ'87).

1.3.2.1 Προβολικό σύστημα HATT (Ισαπέχουσας Αζιμουθιακής Προβολής)

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί ένα επίπεδο αναφοράς, το οποίο εφάπτεται σε ένα σημείο του ελλειψοειδούς το οποίο ονομάζεται κέντρο φύλλου χάρτου (Κ.Φ.Χ.). Έτσι ορίζονται 130 σφαιροειδή τραπέζια μεγέθους 30' x 30' για την κάλυψη του Ελλαδικού χώρου. Κάθε τραπέζιο έχει το δικό του σύστημα συντεταγμένων, με την αρχή των αξόνων το Κ.Φ.Χ.

Η προβολή αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι οι παραμορφώσεις των γωνιών, των αζιμουθίων καθώς και των εμβαδών διατηρούνται μικρές (αμελητέες) μέσα στο ίδιο Φ.Χ. και αυξάνονται ανάλογα με την απόσταση από το Κ.Φ.Χ., ενώ οι αποστάσεις που αναφέρονται στο κέντρο και προς οποιοδήποτε σημείο του ίδιου Φ.Χ. δεν παραμορφώνονται (για αυτό και η προβολή ονομάζεται ισαπέχουσα). Για τυχαίες αποστάσεις και στα άκρα ενός φύλλου HATT (όπου η απόσταση από το κέντρο του είναι περίπου 34χλμ) η παραμόρφωση των αποστάσεων είναι της τάξης του 1,000005, με άλλα λόγια δεν απαιτείται ο υπολογισμός της παραμόρφωσης για αποστάσεις που δεν ξεπερνούν το 1 χμ.

Με την επιλογή πολλαπλών κέντρων αποφεύγονται οι αναγωγές και οι διορθώσεις των γεωμετρικών μεγεθών. Αρκετά συχνά απαιτούνται περισσότερα του ενός Φ.Χ. για την κάλυψη μιας γεωγραφικής περιοχής όπου απαιτείται η μετατροπή των συντεταγμένων σε ένα ενιαίο Φ.Χ. (αλλαγή κέντρου φύλλου χάρτου). Στην περίπτωση αυτή οι παραμορφώσεις των γεωμετρικών μεγεθών αυξάνονται οπότε και απαιτείται η αναγωγή τους στα πραγματικά πάνω στο ελλειψοειδές.

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται κυρίως στην διανομή των χαρτών της Γ.Υ.Σ. 1: 100.000, 1: 50.000 και 1:5.000 οι οποίοι καλύπτουν συστηματικά όλη την επιφάνεια της χώρας. Γενικά τείνει να καταργηθεί σαν σύστημα αναφοράς γεωδαιτικών και τοπογραφικών μετρήσεων (για τους προαναφερθέντες λόγους) και να αντικατασταθεί από το ΕΓΣΑ'87.



1.3.2.2 Προβολικό σύστημα 3 μοιρών (ΕΜΠ3ο ή ΤΜ3ο – Εγκαρσίας Μερκατορικής Προβολής τριών μοιρών)

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιούσε το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Ο γεωγραφικός χώρος που καταλαμβάνει η Ελλάδα έχει χωριστεί σε ζώνες μήκους 3° , τα άκρα των οποίων διαφέρουν κατά $1^\circ 30'$ από τον κεντρικό μεσημβρινό (Αστεροσκοπείο Αθηνών). Για τον κ.μ. θεωρείται $\lambda_0=0^\circ$, ενώ για τους δύο εκατέρωθεν θεωρείται $\lambda_0 = -3^\circ$ και $\lambda_0 = +3^\circ$. Για να αποφευχθούν αρνητικές τιμές ο κεντρικός μεσημβρινός έχει τετμημένη 200.000μ. Η αρχή των συντεταγμένων θεωρείται η τομή του κ.μ. με τον παράλληλο $\varphi=34^\circ$. Οι ζώνες που προκύπτουν είναι συνολικά 3 για όλη την Ελλάδα. Η προβολή αυτή χρησιμοποιεί το ελλειψοειδές του Bessel.

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιήθηκε για την απεικόνιση της ΕΠΑ (Επιχείρηση Πολεοδομικής Ανασυγκρότησης) και την σύνταξη φωτογραμμετρικών διαγραμμάτων σε κλίμακα 1:5.000 και 1:1.000.

1.3.2.3 Προβολικό σύστημα Ε.Μ.Π. (Παγκόσμιας Εγκάρσιας Μερκατορικής Προβολής - U.T.M.)

Η γη έχει χωρίζεται σε 60 ζώνες, γεωγραφικού μήκους 6° . Η μέγιστη διαφορά μέσα στην ίδια ζώνη δεν υπερβαίνει τις 3° . Η πρώτη ζώνη ξεκινά από τον μεσημβρινό του Greenwich. Η Ελλάδα καταλαμβάνει τις ζώνες 4 και 5 αφού τα γεωγραφικά μήκη των άκρων της Ελλάδας είναι $\lambda_0= 19^\circ$ έως $\lambda_0 =28^\circ$ (περίπου). Το σύστημα χρησιμοποιεί συντελεστή κλίμακας 0.9996 οπότε οι παραμορφώσεις μέσα σε κάθε ζώνη δεν υπερβαίνουν το 1:2.500. Για να αποφευχθούν αρνητικές συντεταγμένες η τιμή των τετμημένων των κεντρικών μεσημβρινών είναι 500.000μ. Η αρχή των τεταγμένων είναι η τομή του κεντρικού μεσημβρινού με τον ισημερινό. Το σύστημα χρησιμοποιεί το Διεθνές ελλειψοειδές του Hayford. Η προβολή είναι σύμμορφη, και σχηματικά αντιστοιχεί στην απεικόνιση του ελλειψοειδούς με την βοήθεια ενός κυλίνδρου (ελλειπτικής διατομής) που εφάπτεται στον



μεσημβρινό της ζώνης. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται παγκοσμίως και έχει υιοθετηθεί κυρίως από τις στρατιωτικές υπηρεσίες των χωρών.

1.3.2.4 Προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ'87 (Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς)

Είναι το πλέον πρόσφατο προβολικό σύστημα που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, και είναι προϊόν συνεργασίας του Εργαστηρίου Ανώτερης Γεωδαισίας του Τμήματος Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών - Ε.Μ.Π., της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού και του ΟΚΧΕ. Βασίζεται στο νέο Ελληνικό Datum και υλοποιήθηκε το 1987. Χρησιμοποιεί το ελλειψοειδές GPS80 με αρχή το κεντρικό βάθρο του Διονύσου. Θεωρείται μια ενιαία ζώνη για όλη την χώρα με κεντρικό μεσημβρινό $\lambda_0=240^\circ$ και χρησιμοποιείται ενιαίος συντελεστής κλίμακας 0.9996. Οι παραμορφώσεις με αυτόν τον τρόπο μπορούν να φτάσουν μέχρι και 1:1.000 στα άκρα της χώρας (δηλ. 1 μέτρο σε απόσταση 1χλμ.). Για να αποφευχθούν αρνητικές τιμές ο κεντρικός μεσημβρινός έχει ως τετμημένη 500.000μ. Αρχή των τεταγμένων θεωρείται ο ισημερινός ($\varphi=0^\circ$).

Το σύστημα χρησιμοποιείται για την σύνταξη του Εθνικού Κτηματολογίου καθώς έχει υιοθετηθεί από τον ΟΚΧΕ. Γενικά, τείνει να γίνει το επίσημο προβολικό σύστημα για την Ελλάδα καθώς προσφέρει ενιαία αναφορά για το σύνολο της χώρας. Έχει ήδη υιοθετηθεί από τις περισσότερες δημόσιες υπηρεσίες και οργανισμούς καθώς και ιδιωτικές εταιρείες.

1.4 Μετασχηματισμοί δεδομένων

Για να μετατραπούν οι συντεταγμένες που αναφέρονται σε ένα προβολικό σύστημα σε ένα άλλο, πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- a) η αλλαγή του datum
- b) η αλλαγή του δικτύου
- c) η αλλαγή της προβολής

Για τις μετατροπές αυτές χρησιμοποιούνται μαθηματικοί τύποι, οι οποίοι στις



περισσότερες περιπτώσεις είναι πολύπλοκοι και καθιστούν την χρήση υπολογιστικού μέσου απαραίτητη.

Με την υιοθέτηση του νέου γεωδαιτικού συστήματος αναφοράς ΕΓΣΑ'87 και με την προοπτική έναρξης του προγράμματος του Εθνικού Κτηματολογίου, έγινε αναγκαία η ύπαρξη ενός εύχρηστου εργαλείου μετατροπής των συντεταγμένων από το παλαιό προβολικό σύστημα HATT. Για να αποφευχθεί η χρήση πολύπλοκων μαθηματικών τύπων που απαιτούνται λαμβάνοντας υπόψη και τις τρεις αλλαγές (του δικτύου, του datum και της προβολής), αποφασίστηκε από το Οργανισμό Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδας (Ο.Κ.Χ.Ε) να γίνει εργασία προσδιορισμού Συντελεστών Μετατροπής Συντεταγμένων από το σύστημα HATT στο ΕΓΣΑ'87. Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (μετά από αίτηση και χρηματοδότηση του Οργανισμού Κτηματολογίου και χαρτογραφίσεων Ελλάδας - ΟΚΧΕ).

Οι σχέσεις μετατροπής των συντεταγμένων (που καθορίστηκαν σε συνεργασία του ΟΚΧΕ, της ΓΥΣ και του εργαστηρίου Ανώτερης Γεωδαισίας του Εθνικού Μετσόβου Πολυτεχνείου) είναι πολυώνυμα 2ου βαθμού της μορφής:

$$X = A_0 + A_1 x + A_2 y + A_3 x^3 + A_4 y^2 + A_5 x y$$

$$Y = B_0 + B_1 x + B_2 y + B_3 x^2 + B_4 y^2 + B_5 x y$$

όπου:

- 1 (X,Y) οι ζητούμενες συντεταγμένες στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ'87.
- 2 (x,y) οι γνωστές συντεταγμένες προς μετατροπή στο προβολικό σύστημα HATT.
- 3 A₀...A₅, B₀...B₅ είναι οι πολυωνυμικοί συντελεστές μετατροπής οι οποίοι, γενικά, είναι υπολογισμένοι ανά φύλλο χάρτη κλίμακας 1:100.000 και σε μερικές περιπτώσεις για αυξημένη ακρίβεια, είναι υπολογισμένοι ανά φύλλο χάρτη κλίμακας 1:50.000 (και σε ειδικές περιπτώσεις και για τμήματα αυτών). Η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού έχει εκδώσει έντυπο με τους παραπάνω Συντελεστές Μετατροπής.



1.5 Γενικά στοιχεία για τις τηλεπικοινωνίες

1.5.1 Εισαγωγή

Την τελευταία δεκαετία, η ανάπτυξη των ασύρματων επικοινωνιών στην βόρεια Αμερική και στην Ευρώπη υπήρξε πρωτοφανής. Η τεχνολογία των ασύρματων επικοινωνιών έχει εξελιχθεί μέσω ενός λογικού δρόμου, από απλής, πρώτης γενιάς, αναλογικά προϊόντα σχεδιασμένα για επαγγελματική χρήση σε δεύτερης γενιάς ψηφιακά ασύρματα τηλεπικοινωνιακά συστήματα για οικιστικά και επαγγελματικά περιβάλλοντα.

Καθώς η βιομηχανία σχεδιάζει και υλοποιεί την δεύτερη γενιά των ψηφιακών δικτύων στα μέσα της δεκαετίας του 90, το όραμα για μια νέα γενιά ασύρματων δικτύων πληροφοριών κάνει την εμφάνιση του. Ολοκληρωμένες υπηρεσίες προσωπικών επικοινωνιών (Personal Communication Services - PCS) θα επιτρέψουν σε όλους τους χρήστες να μεταφέρουν οικονομικά κάθε είδους πληροφορία.

1.5.2 Ιστορική αναδρομή

Η ανάγκη επικοινωνίας με μη σταθερά σημεία ευρισκόμενα πέραν του οπτικού ορίζοντα και χωρίς την υποστήριξη τηλεπικοινωνιακών καλωδίων για την μεταφορά της πληροφορίας, δημιουργήθηκε αμέσως μετά την ανακάλυψη της ασυρματικής διάδοσης, γύρω στα τέλη του 1800. Το πρώτο σύστημα κινητής τηλεφωνίας εγκαταστάθηκε από τον Marconi το έτος 1988 στο νησί Wight της Αγγλίας, για λογαριασμό της βασίλισσας Βικτορίας. Η κινητή μονάδα ήταν το βασιλικό γιωτ, στο οποίο τοποθετήθηκε ένας VHF πομποδέκτης με την αντίστοιχη κεραία. Ο σταθμός βάσης ήταν ένας πομποδέκτης με την κεραία του, αντίστοιχος με αυτόν της κινητής μονάδας, ο οποίος εγκαταστάθηκε στο Παλάτι της Βασίλισσας.

Πριν από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, η βρετανοί χρησιμοποιούσαν την κινητή τηλεφωνία για λογαριασμό της Αστυνομίας. Κατά την διάρκεια του Β' παγκοσμίου πολέμου, η χρήση των συστημάτων αυτών επεκτάθηκε στις ένοπλες δυνάμεις και στις υπηρεσίες



αμέσου επεμβάσεως (π.χ. στην πυροσβεστική υπηρεσία).

Το έτος 1945 στο Ηνωμένο Βασίλειο υπήρχαν περίπου 1000 χρήστες των συστημάτων κινητής τηλεφωνίας, και ο αριθμός τους αυξανόταν συνεχώς. Το 1947 στα πλαίσια των εργασιών του Διεθνούς Συνεδρίου Ράδιο-επικοινωνιών (International Radio-Communication Conference), πραγματοποιήθηκε η κατανομή του ράδιο-φάσματος για τους χρήστες των κινητών επικοινωνιών.

Στα πλαίσια της διαχρονικής καταγραφής της κινητής τηλεφωνίας σε παγκόσμιο επίπεδο, οφείλουμε να δώσουμε μερικά ιστορικά σημεία της εξέλιξης των κινητών επικοινωνιών στις ΗΠΑ. Η πρώτη υπηρεσία κινητής τηλεφωνίας εισήχθη από την AT&T το 1946. Χρησιμοποιούνταν για να αλληλοσυνδέσει χρήστες στη δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο, ενώ επέτρεπε και τηλεφωνικές κλήσεις ανάμεσα στους χρήστες. Μέσα σε ένα χρόνο η κινητή τηλεφωνική υπηρεσία προσφερόταν σε περισσότερες από 25 Αμερικάνικες πόλεις. Παρ' όλο που αυτά τα συστήματα ήταν τεχνολογικά αναπτυγμένα για την εποχή, σύγχρονες βελτιώσεις στην σταθερότητα του πομπού έδειξαν πόσο αναποτελεσματικά ήταν τα συστήματα αυτά.

Η ζήτηση για υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας αναπτύχθηκε γρήγορα και έμειναν μπροστά από την διαθέσιμη χωρητικότητα σε πολλές μεγάλες αστικές πόλεις. Επειδή ο αριθμός των χρηστών που ζητούσαν πρόσβαση στα συστήματα αυτά αυξανόταν συνεχώς, η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών των ΗΠΑ (Federal Communication Commission - FCC) παραχώρησε επιπλέον συχνότητες στην περιοχή των 30 και 500MHz για διάφορες ειδικές χρήσεις. Τα πρώτα αυτά συστήματα κινητών επικοινωνιών λειτουργούσαν αυτόνομα και δεν υπήρχε επικοινωνία με το τηλεφωνικό δίκτυο της χώρας.

Αμέσως μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, τα εργαστήρια Bell δρομολόγησαν ένα πρόγραμμα για παροχή επικοινωνιακών υπηρεσιών με συστήματα τα οποία χρησιμοποιούσαν κοινό φορέα (common carrier), προκειμένου να εξυπηρετούνται πολλοί χρήστες μαζί κινούμενοι σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.



1.5.3 Κυτταρική Κινητή Τηλεφωνία

Τα παραδοσιακά συστήματα κινητής τηλεφωνίας μπορούσαν να υποστηρίξουν ένα μικρό αριθμό χρηστών. Βέβαια μια μικρή αύξηση του αριθμού των χρηστών ήταν δυνατή, όμως αυτό θα οδηγούσε σε ανεπιθύμητες καθυστερήσεις.

Ίσως όμως το πιο σοβαρό ελάττωμα των παραδοσιακών συστημάτων κινητής τηλεφωνίας, ήταν η χαμηλή ποιότητα της μεταδιδόμενης φωνής. Αυτή οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, ο σπουδαιότερος των οποίων είναι η λειτουργία με διαμόρφωση συχνότητας “στενής ζώνης” (narrow band). Τα συστήματα αυτά από την φύση τους, τις αρχές λειτουργίας τους και την οργάνωσή τους δεν μπορούσαν να μετεξελιχθούν και να ικανοποιήσουν την απαιτούμενη χωρητικότητα του δικτύου, ταυτόχρονα με την απαραίτητη ποιότητα μετάδοσης. Η ώρα για την Κυτταρική προσέγγιση είχε πλέον φθάσει.

Από το 1970 μέχρι το 1990, μελετήθηκαν, υλοποιήθηκαν και λειτούργησαν τα συστήματα κινητής τηλεφωνίας πρώτης γενιάς τα οποία βασίστηκαν στην κυτταρική δομή και είχαν αναλογικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά.

Από το έτος 1990 μέχρι το 2000, αναβαθμίστηκε η τεχνολογία των συστημάτων της πρώτης γενιάς, με αποτέλεσμα να λειτουργήσουν τα οργανωμένα πλέον κυτταρικά συστήματα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς. Το χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι η πολύ-ιεραρχική λειτουργική δομή τους, η υψηλή χωρητικότητα τους από πλευράς εξυπηρέτησης χρηστών, η δυναμική διαχείριση του ράδιο-φάσματος των συχνοτήτων και το κυτταρικό πρότυπο επαναχρησιμοποίησης των συχνοτήτων.

Από το έτος 2000 με έτος τερματισμού το 2010, πρόκειται να λειτουργήσουν τα κυτταρικά συστήματα της τρίτης γενιάς. Ο στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι να δημιουργήσει τις κατάλληλες τεχνικές προδιαγραφές των νέων αυτών συστημάτων, ώστε να διαχειρίζονται αξιόπιστα και σε πραγματικό χρόνο τις υπηρεσίες των πολυμέσων (multimedia).



2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό την κατασκευή του τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές. Στην κατεύθυνση αυτή αναπτύχθηκε ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών στο οποίο εντάχθηκαν τα επίπεδα πληροφορίας, προκειμένου να μπορούν να συσχετισθούν κατάλληλα, με στόχο την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους για την πόλη του Ηρακλείου.

2.2 Η Κρήτη με δύο λόγια

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και το 5^ο σε μέγεθος νησί της Μεσογείου. Έχει τέσσερις νομούς, έκταση 8336 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό περίπου 550000 κατοίκους. Προσαρτήθηκε στην Ελλάδα το 1913, ενώ ουσιαστικά η Ένωση είχε πραγματοποιηθεί από το 1908 με την Κρητική Επανάσταση.

Είναι νησί κατ' εξοχήν ορεινό, με τρεις κύριους μεγάλους ορεινούς όγκους: τα Λευκά Όρη, τον Ψηλορείτη και τη Δίκτη. Τα σπήλαια και τα φαράγγια της Κρήτης είναι ονομαστά. Σημαντικότερο φαράγγι είναι το Φαράγγι της Σαμαριάς στα νότια του Νομού Χανίων και πασίγνωστα σπήλαια το Δικταίο Άντρο και το Ιδαίον Άντρο. Η κυριότερη πεδιάδα του νησιού είναι η πεδιάδα της Μεσσαράς, στα νότια του Νομού Ηρακλείου, ενώ δεν έχει αξιόλογα ποτάμια, τα περισσότερα από τα οποία είναι μάλλον χείμαρροι.

Η οικονομία του νησιού είναι κατά κύριο λόγο αγροτική, με ιδιαίτερη έμφαση στην παραγωγή σταφυλιών, ελιάς, εσπεριδοειδών, πατάτας, πρώιμων κηπευτικών κλπ. Η κτηνοτροφία εμφανίζει μικρότερη ανάπτυξη από την γεωργία, ενώ στα παράλια διενεργείται αξιόλογη αλιεία. Μεγάλο μέρος της οικονομίας βασίζεται στον τουρισμό. Η τουριστική κίνηση διαρκεί όλο τον χρόνο. Ο μεγαλύτερος αριθμός τουριστών επισκέπτεται τη βόρεια Κρήτη, όπου υπάρχουν οι περισσότεροι αρχαιολογικοί χώροι και λειτουργούν πολλές ξενοδοχειακές μονάδες. Η βιομηχανία και η βιοτεχνία δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη ανάπτυξη



και ασχολούνται κυρίως με την επεξεργασία και μεταποίηση γεωργικών προϊόντων (ελαιουργία, οινοποιία κλπ).

Το Ηράκλειο είναι η μεγαλύτερη πόλη της Κρήτης και η 5^η μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας, με πληθυσμό 120000 κατοίκων περίπου. Πρόκειται για σύγχρονη πόλη που στα τελευταία χρόνια άλλαξε ριζικά όψη και έχει όλα τα χαρακτηριστικά αλλά και προβλήματα των σύγχρονων ελληνικών μεγαλουπόλεων (πολυώροφα κτήρια, ελάχιστο πράσινο και προβλήματα κυκλοφορίας, αφού αναπτύχθηκε ταχύτατα και χωρίς ιδιαίτερο πρόγραμμα).

Το Ηράκλειο είναι το οικονομικό και εμπορικό κέντρο του νησιού και το βιομηχανικό κέντρο όλης της Κρήτης. Έχει βιομηχανίες επεξεργασίας σταφίδας, κρασιών, οινοπνευματωδών ποτών, ελαιουργίας, ενδυμάτων, υποδημάτων, τροφίμων, οικοδομικών υλικών, τουριστικών ειδών κ.α.

Το λιμάνι του είναι από τα μεγαλύτερα της χώρας και έχει τακτική επικοινωνία με τον Πειραιά με ακτοπλοϊκά σκάφη. Από το λιμάνι του Ηρακλείου διακινείται αξιόλογος όγκος εμπορευμάτων προς το εσωτερικό και το εξωτερικό. Σημαντική εξ άλλου κίνηση παρουσιάζει και το αεροδρόμιο του Ηρακλείου που απέχει 3,5 χιλιόμετρα από την πόλη.

2.3 Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τα GIS

Το ArcGIS είναι σταθμός στην Ιστορία του Λογισμικού της ESRI. Έχει κτισθεί πάνω στις προηγούμενες εκδόσεις, αλλά εισάγει καινούρια λειτουργικότητα και δυνατότητες που αφενός μεν αυξάνουν την ποιότητα και την ταχύτητα και αφετέρου προσεγγίζουν τις σύγχρονες προδιαγραφές των ανοικτών συστημάτων και των αρχών της διαλειτουργικότητας. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζει:

- 1 Νέο περιβάλλον για γεωεπεξεργασία, μοντελοποίηση και προγραμματισμό,
- 2 Νέα και βελτιωμένα εργαλεία για ετικέτες χαρτών και δημιουργία και διόρθωση ονοματολογίας,
- 3 Τα ψηφιδωτά (Raster) δεδομένα διαχειρίζονται μέσω του ArcCatalog και είναι πλήρως ενσωματωμένα στη Γεωβάση,



- 4 Δεδομένα Γεώβασης ανοικτά μέσω XML διεπαφής,
- 5 Εργαλεία GPS.

2.3.1 Η δομή του ArcGIS DESKTOP

Το ArcGIS DESKTOP υπάρχει σε τρεις εκδόσεις που αναφέρονται ως ArcView, ArcEditor και ArcInfo. Και οι τρεις εκδόσεις βασίζονται στις ίδιες αρχές και λειτουργούν παρόμοια, διαφέρουν όμως ως προς τις δυνατότητες που έχει η καθεμία.

Πιο συγκεκριμένα, με το ArcView μπορούν να γίνουν αναζητήσεις τόσο στα χωρικά όσο και στα περιγραφικά δεδομένα, να αναλυθούν χωρικές σχέσεις και να διορθωθούν συγκεκριμένα γραφικά δεδομένα καθώς και όλα τα περιγραφικά δεδομένα της βάσης δεδομένων.

Με το ArcEditor μπορούν να επιτευχθούν ό,τι και με το ArcView, επιπλέον όμως μπορεί να δημιουργηθούν και να διορθωθούν ορισμένοι τύποι χωρικών δεδομένων, που με το ArcView απλά μπορούμε μόνο να τα βλέπουμε.

Τέλος το ArcInfo, έχει περισσότερα εργαλεία κυρίως ανάλυσης χωρικών δεδομένων.

Κάθε έκδοση του ArcGIS DESKTOP το οποίο περιέχει τις εξής τρεις βασικές εφαρμογές: ArcMap, ArcCatalog, Geoprocessing (ArcToolbox & Model-Builder) καθώς και μια σειρά από προαιρετικά προϊόντα όπως: Spatial Analysis, 3D Analyst, Geostatistical Analysis, ArcPress.

Ακόμη θα πρέπει να τονισθεί ότι το ArcGIS Desktop είναι ένα τμήμα ενός ευρύτερου συστήματος το οποίο περιέχει επιπλέον τα εξής:

1. **ArcGIS Engine:** Είναι μια ενσωματωμένη διαδικασία για την ανάπτυξη συστατικών που βοηθούν σε εξειδικευμένες εφαρμογές των GIS.
2. **Server GIS:** Περιέχει με την σειρά του το ArcSDE (Spatial Database Engine), το ArcIMS (Internet Map Server) και το ArcGIS Server. Το πρώτο είναι ένας εξυπηρετητής χωρικών δεδομένων και επιτρέπει την χρήση γεωγραφικών στοιχείων που είναι αποθηκευμένα σε συστήματα σχεσιακών βάσεων δεδομένων. Το δεύτερο είναι ένας εξυπηρετητής χαρτών και δίνει τη δυνατότητα επικοινωνίας – χρήσης των



GIS στο διαδίκτυο

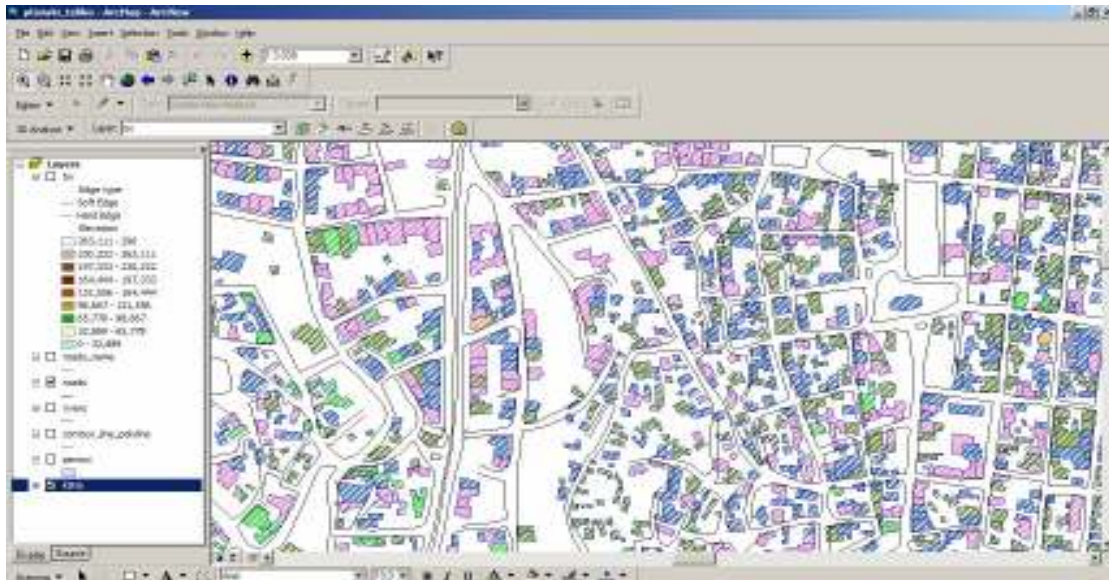
3. **Mobile GIS:** Περιέχει το ArcPad καθώς και το ArcGIS Desktop and Engine για εφαρμογή σε προσωπικούς υπολογιστές (Tablet PC).

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκε το ArcGIS DESKTOP 9.1.

2.3.2 Παρουσίαση του ArcMap

Το ArcMap (σχήμα 10), όπως υποδηλώνει και το όνομα, αφορά εφαρμογές που σχετίζονται με χάρτες. Πιο συγκεκριμένα το ArcMap δίνει την δυνατότητα να δημιουργηθούν χάρτες από επίπεδα χωρικής πληροφορίας, να αναλυθούν χωρικές σχέσεις και να επιλεγούν μέσα από αναζητήσεις χωρικά και μη χωρικά στοιχεία. Επίσης μπορούν να σχεδιαστούν και να δημιουργηθούν διαφορετικές απεικονίσεις ενός χάρτη, αλλάζοντας χρώματα και συμβολισμούς.

Το περιβάλλον εργασίας του ArcMap αποτελείται από τον πίνακα περιεχομένων, την περιοχή εμφάνισης του χάρτη, τη ράβδο μηνυμάτων καθώς και τα διάφορα εργαλεία και το μενού επιλογών.



Σχήμα 10: Περιβάλλον ArcMap

Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος

Σελίδα 34 από 86

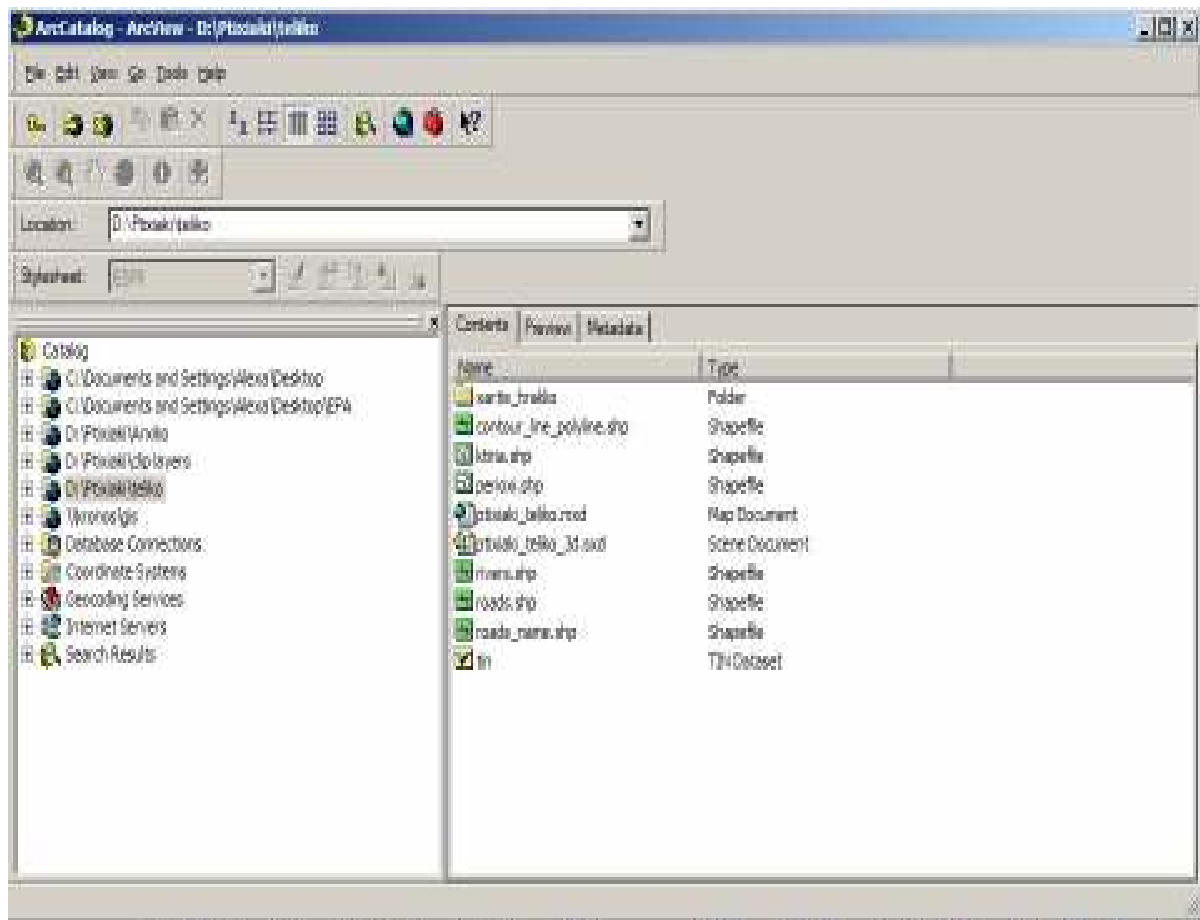


Στον πίνακα περιεχομένων περιέχονται όλα τα θεματικά επίπεδα του χάρτη που έχει ανοίξει ο χρήστης (π.χ δρόμοι, κτήρια). Εάν ο χρήστης προσθέσει ή αφαιρέσει ένα επίπεδο, ο πίνακας περιεχομένων θα ενημερωθεί άμεσα και οι αλλαγές θα εμφανισθούν στην περιοχή εμφάνισης του χάρτη.

2.3.3 Παρουσίαση του ArcCatalog

Το ArcCatalog (Σχήμα 11) είναι μια εφαρμογή διαχείρισης γεωγραφικών δεδομένων. Με το ArcCatalog μπορούμε να διερευνήσουμε και να διαχειριστούμε χωρικά δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε εύκολα να διαγράψουμε, αντιγράψουμε ή να μετονομάσουμε ένα θεματικό επίπεδο ή ένα σύνολο δεδομένων. Μπορούμε ακόμα να δημιουργήσουμε νέα δεδομένα, το σημαντικότερο όμως είναι ότι μπορούμε να βλέπουμε τα δεδομένα προτού αποφασίσουμε την ενέργεια που θα κάνουμε με αυτά.

Το περιβάλλον του ArcCatalog περιλαμβάνει ένα παράθυρο εμφάνισης γεωγραφικών δεδομένων, ένα παράθυρο όπου ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στην δενδρική διαδρομή των αρχείων του συστήματος του, ένα μενού επιλογών και πολλά εργαλεία πλοήγησης, γεωγραφίας και μεταδεδομένων.



Σχήμα 11: Περιβάλλον ArcCatalog

2.3.3.1 Αρχεία που υποστηρίζει το ArcGIS

Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των γεωγραφικών δεδομένων που υποστηρίζει το ArcGIS. Στο ArcCatalog κάθε αρχείο έχει το δικό του εικονίδιο και χρώμα.

1 Σχηματικά αρχεία (Shape)

Ένα σχηματικό αρχείο (.shp) είναι η φυσική μορφή που μπορεί να διαχειρισθεί το ArcMap. Περιέχει γεωγραφικά και περιγραφικά δεδομένα τα οποία μπορούν να διορθωθούν μέσα από το περιβάλλον του ArcView. Μπορεί να περιέχει μόνο σημεία ή μόνο γραμμές ή τέλος, μόνο πολύγωνα.

2 Αρχεία Θεματικών Επιπέδων (ARC/INFO Coverage)

Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος

Σελίδα 36 από 86



Είναι τα κλασσικά αρχεία του ARC/INFO. Ένα αρχείο θεματικών επιπέδων είναι μια βάση χωρικών δεδομένων που αποθηκεύει γεωγραφική και περιγραφική πληροφορία σε ένα σύνολο αρχείων. Μπορεί να περιέχει γραμμές και πολύγωνα, σημεία και γραμμές, αλλά όχι σημεία και πολύγωνα ταυτόχρονα.

3 Γεωβάση δεδομένων (Geodatabase)

Είναι μια ειδική μορφή δεδομένων σχεδιασμένη ειδικά για το ArcGIS. Έχει πάρα πολλά πλεονεκτήματα σχετικά με τις άλλες μορφές δεδομένων. Μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο πολυγωνικά, γραμμικά και σημειακά χαρακτηριστικά

4 Βιβλιοθήκη

ARCStorm databases

ARC/INFO Libraries

SDE data

Μερικά θεματικά αρχεία του ARC/INFO είναι οργανωμένα σε βιβλιοθήκες είτε σε μορφή ARC/INFO Librarian είτε σε μορφή ARCStorm. Το ArcView μπορεί να διαβάσει τις βιβλιοθήκες αυτές.

5 Ψηφιδωτά Αρχεία (ARC/INFO Grids)

Τα αρχεία αυτά αποτελούνται από ψηφιδωτά (raster) δεδομένα, κατάλληλα για να περιγράψουν γεωγραφικά φαινόμενα τα οποία διαφέρουν συνεχώς στον χώρο, όπως το ψηφιακό μοντέλο εδάφους.

6 Εικόνες (Images)

Είναι δυνατόν να προστεθούν αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες και σαρωμένα έντυπα μέσα από το περιβάλλον του ArcGIS. Με τις εικόνες αυτές, αφού βέβαια διορθωθούν γεωμετρικά, μπορούμε να έχουμε το ιδανικό υπόβαθρο για να παράγουμε σχηματικά αρχεία.

7 Αρχεία Χωρικής Απεικόνισης (CAD αρχεία)

Μπορεί να γίνει εισαγωγή αρχείων AutoCAD (release 15 ή AutoCAD 2000).



2.3.4 Παρουσίαση του Geoprocessing

Geoprocessing, είναι ο μηχανισμός – διαδικασία μέσω του οποίου επιτυγχάνεται η μετάβαση από στοιχεία σε πληροφορία με τη χρήση του ArcGIS. Αποτελεί ουσιαστικά μια σειρά από εργαλεία για τη διαχείριση και ανάλυση χωρικών δεδομένων. Αποτελείται από δυο βασικά τμήματα: τα εργαλεία του Toolbox και τις αναλυτικές διαδικασίες του ModelBuilder, που αποτελεί ουσιαστικά μια οπτικοποιημένη γλώσσα μοντελοποίησης, μέσω τις οποίας επιτυγχάνεται η ταυτόχρονη υλοποίηση των αναλυτικών λειτουργιών που επιθυμεί ο χρήστης του ArcGIS.

2.3.4.1 ArcToolbox

Το ArcToolbox είναι η πρώτη εφαρμογή του Geoprocessing και συμπληρώνει τις άλλες δύο εφαρμογές του ArcGIS (ArcCatalog και ArcMap) και περιέχει εργαλεία γεωεπεξεργασίας. Με την εφαρμογή αυτή έχουμε την δυνατότητα, μέσω κάποιον εργαλείων να μετατρέψουμε χωρικά δεδομένα από μια μορφή σε άλλη και να αλλάξουμε το προβολικό σύστημα των δεδομένων.

Γενικά τα εργαλεία του ArcToolbox διαχειρίζονται τις συνηθισμένες μορφές δεδομένων, όπως: σχηματικά αρχεία (Shape files), αρχεία θεματικών επιπέδων (Coverages), ψηφιδωτών αρχείων (Grids), DEM, TIN αρχείων περιγραφικών δεδομένων και γεωβάσεων (Geodatabase). Το ArcToolbox περιέχει δέκα βασικές ομάδες, από τις οποίες θα περιγράψουμε εν συντομία τέσσερις από αυτές:

- 1 **3D Analyst Tools:** Τα εργαλεία αυτά παρέχουν την δυνατότητα στον χρήστη για τη δημιουργία και διαχείριση τρισδιάστατων χωρικών δεδομένων. Επίσης δίνουν δυνατότητα για μαθηματικές πράξεις μεταξύ τους, καθώς και δημιουργία επιφανειών με διάφορες μεθόδους παρεμβολής και επιφάνειες για ειδικές εφαρμογές, όπως περιοχές κάλυψης, ορατότητας, κλίσεων και προσανατολισμού.
- 2 **Analysis Tools:** Είναι τα κατεξοχήν εργαλεία χωρικής ανάλυσης, παρέχοντας την

Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

*Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος
Σελίδα 38 από 86*



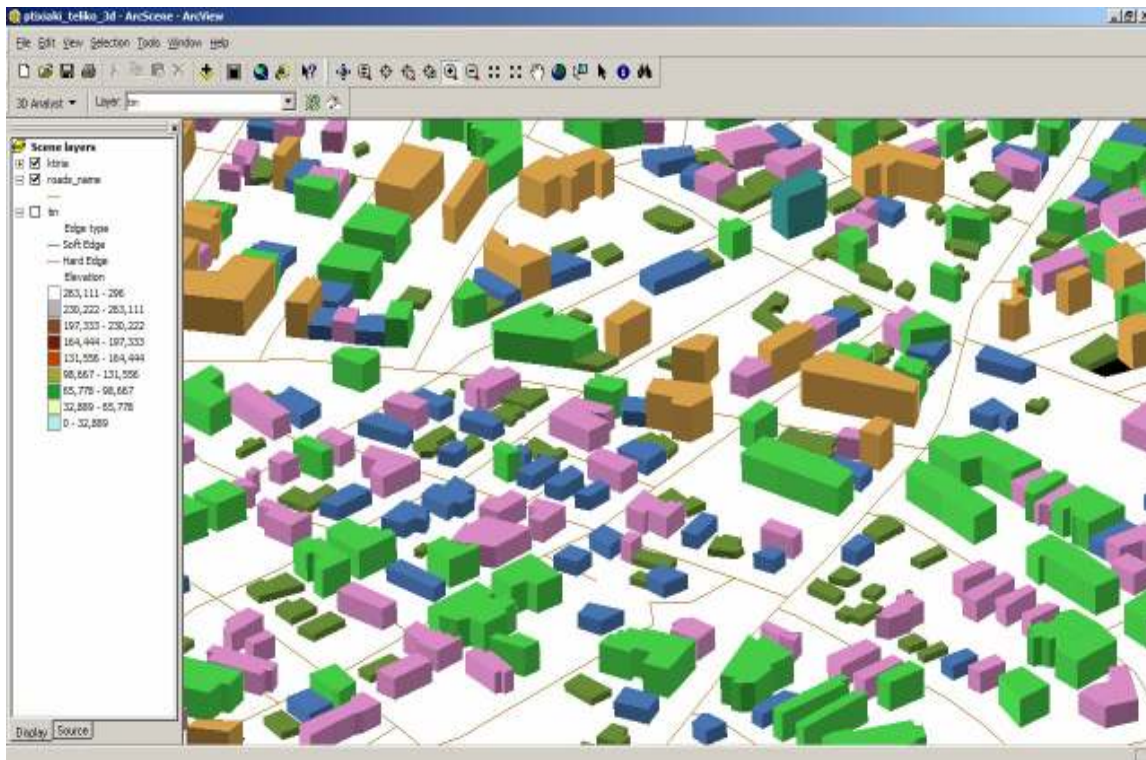
δυνατότητα μεταξύ των Γεωγραφικών οντοτήτων μιας περιοχής. Στην ουσία πρόκειται για την κατεξοχήν δυνατότητα των GIS και επομένως χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε όλες σχεδόν τις εργασίες των GIS. Χωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες εργαλείων: Εξαγωγής (Extract), Αλληλεπίθεσης (Overlay), Εγγύτητας (Proximity) και Στατιστικής (Statistics).

- 3 **Conversion Tools:** Τα εργαλεία αυτά μετατρέπουν αρχεία από μια μορφή σε κάποια άλλη. Συγκεκριμένα:
 - **From Raster:** Μετατρέπουν ψηφιδωτά αρχεία σε αρχεία κυρίως διανυσματικών μορφών ή ASCII αρχεία.
 - **To CAD:** Μετατρέπει τα αρχεία που υποστηρίζει το ArcGIS σε μορφή σχεδιαστικών αρχείων όπως AutoCAD.
 - **To Coverage:** Μετατρέπει αρχεία του ArcGIS σε θεματικά αρχεία της ESRI.
 - **To dBASE:** Μετατρέπει όλους τους πίνακες που υποστηρίζει το ArcGIS, δηλαδή INFO πίνακες, γεωβάσεις, OLE DB πίνακες σε dBase αρχεία
 - **To Geodatabase:** Μετατρέπει διάφορα επίπεδα που υποστηρίζει το ArcGIS σε μορφή γεωβάσης
 - **To Raster:** Μετατρέπει μορφές γεωγραφικών δεδομένων σε ψηφιδωτές
 - **To Shapefile:** Μετατρέπει σε σχηματικά αρχεία άλλες μορφές γεωδεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της μορφής γεωβάσης.
- 4 **Data Management Tools:** Είναι μια συλλογή από εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση γεωγραφικών και περιγραφικών δεδομένων, προετοιμάζοντάς τα για χωρική και περιγραφική ανάλυση. Υπάρχουν πολλά εργαλεία διαχείρισης ψηφιδωτών, διανυσματικών και μη χωρικών δεδομένων. Χαρακτηριστικά είναι τα εργαλεία προβολής (**Projection and Transformation**), μέσω των οποίων δίνεται η δυνατότητα να οριστεί το προβολικό σύστημα ενός συνόλου γεωγραφικών ή να αλλάξει το προβολικό σύστημα και να το μετατρέψει σε ένα άλλο.



2.3.5 3D Analyst

Το ArcGIS 3D Analyst είναι μια επέκταση (extension) του ArcGIS με την οποία μπορούμε να δημιουργήσουμε, αναλύσουμε και να οπτικοποιήσουμε χωρικά δεδομένα σε τρεις διαστάσεις (Σχήμα 12). Επίσης μπορούμε να δημιουργήσουμε χάρτες κλίσεων και προσανατολισμού εδαφών και να ορίσουμε το υψόμετρο διαφόρων σημείων σε κάποια επιφάνεια. Ο πυρήνας του λογισμικού αυτού είναι η εφαρμογή ArcScene με την οποία μπορούμε να δούμε δεδομένα σε τρισδιάστατη μορφή από οποιαδήποτε οπτική γωνία.



Σχήμα 12: Περιβάλλον ArcScene



2.4 Δεδομένα και μεθοδολογία

2.4.1 Γεωγραφική μελέτη της ευρύτερης περιοχής του Ηρακλείου

Η μελέτη των γεωγραφικών ιδιοτεροτήτων της περιοχής πραγματοποιήθηκε, με βάση τους γεωγραφικούς χάρτες της Γ.Υ.Σ (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού), καθώς και με την δημιουργία βάσης δεδομένων, σε ψηφιακή μορφή, με τις απαραίτητες πληροφορίες. Στη διαδικασία αυτή αξιοποιήθηκαν ειδικές ψηφιακές μέθοδοι και λογισμικά για την ψηφιοποίηση των υφισταμένων γεωγραφικών χαρτογραφήσεων. Χρησιμοποιήθηκε το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) ArcGis 9.1 και οι επιμέρους πληροφορίες εισήχθησαν ως διαφορετικά επίπεδα πληροφορίας (layers) στο GIS.

2.4.2 Εισαγωγή δεδομένων

Στο πλαίσιο των GIS, τα δεδομένα αποτελούν μια συλλογή από χωρικά και μη-χωρικά στοιχεία για συγκεκριμένες οντότητες (αντικείμενα, δραστηριότητες κ.α.), τα χαρακτηριστικά τους και τις σχέσεις μεταξύ τους και επομένως εκφράζουν το άθροισμα της ερμηνείας των γεωγραφικών φαινομένων. Κτίρια, δρόμοι, ποτάμια είναι παραδείγματα αυτών των οντοτήτων. Κυριολεκτώντας, ο όρος δεδομένα σε ένα GIS αναφέρεται σε κάθε ψήγμα πληροφορίας που σχετίζεται με τον χώρο και επομένως αποτελεί ένα σύνολο που περιλαμβάνει δύο ειδών στοιχεία. Πρώτον, στοιχεία εύκολα προσβάσιμα από το GIS, όπως: χαρτογραφικά ψηφιακά προϊόντα, τηλεσκοπικά στοιχεία και πληροφορίες για οικοδομικά τετράγωνα και, δεύτερον, στοιχεία μη συμβατά με τον Η/Υ, όπως: χάρτες και παρατηρήσεις πεδίου που δεν μπορούν άμεσα να αναγνωριστούν από το σύστημα. Στην περίπτωση των στοιχείων της δεύτερης κατηγορίας, είναι προφανής η ανάγκη για μετατροπή των στοιχείων αυτών σε μορφή που μπορεί να διαβαστεί άμεσα από τον Η/Υ. Επομένως, η μετατροπή αποτελεί μια ουσιαστική διαδικασία στην ανάπτυξη ενός GIS. Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία αυτή, δηλαδή η εισαγωγή των δεδομένων, αφορά την αυτοματοποίηση των δεδομένων και την μετατροπή τους σε ψηφιακούς σχηματισμούς, προσβάσιμους από τον



Η/Υ.

Η εισαγωγή των χωρικών δεδομένων είναι από τα πιο χρονοβόρα και δαπανηρά βήματα στη διαδικασία εφαρμογής ενός GIS. Υπάρχουν πάρα πολλές διαφορετικές πηγές γεωγραφικών δεδομένων (πρωτογενή και δευτερογενή στοιχεία), μέθοδοι απόκτησης τους, καθώς και διαδικασίες για τη δημιουργία και εισαγωγή τους στο GIS.

Για τη συλλογή των δεδομένων είναι χρήσιμο να ξεχωρίσουμε της πρωτογενείς και δευτερογενείς μεθόδους συλλογής χωρικών δεδομένων, τόσο για τα διανυσματικά όσο και για τα ψηφιδωτά μοντέλα δεδομένων. Οι πρωτογενείς πηγές γεωγραφικών δεδομένων είναι εκείνες που προέρχονται από άμεσες μετρήσεις. Τυπικά παραδείγματα άμεσων μετρήσεων για μεν τα ψηφιδωτά δεδομένα είναι οι δορυφορικές εικόνες, οι ψηφιακές φωτογραφίες, για δε τα διανυσματικά δεδομένα οι μετρήσεις υπαίθρου με τοπογραφικά όργανα ή με όργανα δορυφορικού εντοπισμού θέσεις (GPS).

Οι δευτερογενείς πηγές γεωγραφικών δεδομένων είναι εκείνες που αναφέρονται στη χρήση δεδομένων που έχουν ήδη συλλεχθεί και βρίσκονται σε μορφή που δεν εξυπηρετεί τους στόχους μιας συγκεκριμένης εφαρμογής. Τυπικά παραδείγματα αποτελούν για μεν τα ψηφιδωτά δεδομένα, η σάρωση αναλογικών χαρτών ή αεροφωτογραφιών, για δε τα διανυσματικά δεδομένα η ψηφιοποίηση των χαρτών αυτών ή η μετατροπή των ψηφιδωτών δεδομένων σε διανυσματικά.

Η διαδικασία της συλλογής δεδομένων αναφέρεται στην βιβλιογραφία με πολλούς όρους, όπως αυτοματοποίηση δεδομένων (data automation), μετατροπή δεδομένων (data conversion), μετάφραση δεδομένων (data translation), ψηφιοποίηση (digitizing). Παρ' όλο που η διαφορά στην ορολογία μπορεί να προκαλέσει σύγχυση, εντούτοις στην ουσία όλοι οι όροι περιγράφουν την ίδια διαδικασία, δηλαδή την εισαγωγή χωρικών δεδομένων σε μια χωρική βάση και κατά επέκταση στα GIS. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται επιγραμματικά μια κατηγοριοποίηση με τις κυριότερες ομάδες εισαγωγής δεδομένων.



	Ψηφιδωτά Δεδομένα	Διανυσματικά Δεδομένα
Πρωτογενή	Τηλεπισκόπηση	Μετρήσεις Υπαίθρου
		Μετρήσεις GPS
Δευτερογενή	Σάρωση	Παραδοσιακή Ψηφιοποίηση
		Heads Up Ψηφιοποίηση
		GOGO
	Μετατροπή Διανυσματικών σε Ψηφιδωτά Δεδομένα	Αυτόματη Μετατροπή Ψηφιδωτών σε Διανυσματικά (Raster to Vector)
	Ημιαυτόματη Μετατροπή	

Τα περισσότερα από τα διανυσματικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε ένα Γεωγραφικά Σύστημα Πληροφοριών, έχουν ψηφιοποιηθεί από αναλογικούς χάρτες. Η ψηφιοποίηση τους γίνεται με δύο βασικούς τρόπους. Ο πρώτος και παραδοσιακός τρόπος βασίζεται στους ψηφιοποιητές και χρησιμοποιείται όταν υπάρχει μεγάλος όγκος δεδομένων. Σήμερα αυτός ο τρόπος περιορίζεται αισθητά.

Ο δεύτερος τρόπος αναφέρεται στην απευθείας ψηφιοποίηση μέσα από την οθόνη και η οποία περιλαμβάνει την ιχνηλάτηση με τον κέρσορα των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του χάρτη ή της φωτογραφίας κατευθείαν στον υπολογιστή. Επειδή ο χρήστης ψηφιοποιεί με το κεφάλι ψηλά και όχι σκυμμένος πάνω σε μια τράπεζα ψηφιοποίησης, η μέθοδος αυτή καλείται και **Heads up Digitizing**. Επιπλέον, το ArcGIS διαθέτει εργαλεία για την αυτόματη δημιουργία μιας σειράς γεωμετρικών οντοτήτων, όπως, επίσης, τη δημιουργία γραμμικών στοιχείων κάθετα ή παράλληλα προς άλλα υπάρχοντα.

Τέλος, άλλοι έμμεσοι τρόποι είναι η αυτόματη ή ημιαυτόματη μετατροπή ψηφιδωτών (raster) σε διανυσματικά (vector) δεδομένα με τη βοήθεια ειδικών λογισμών.

Βασικό όχημα για την εισαγωγή δευτερογενών δεδομένων και τη δημιουργία



πρωτογενών δεδομένων, καθώς και τη διόρθωσή τους, ώστε να είναι έτοιμα για το επόμενο στάδιο είναι τα κύρια προϊόντα του ArcGIS δηλαδή το ArcMap και το ArcCatalog που εκτός από τη διαχείριση, την ανάλυση δεδομένων και τη δημιουργία και εκτύπωση χαρτών, μπορούμε να εισάγουμε, να δημιουργήσουμε ή να διορθώσουμε γεωγραφικά και περιγραφικά δεδομένα σε διανυσματική ή ψηφιδωτή μορφή.

2.4.3 Μεθοδολογία

Για να εισαχθούν στο GIS τα διατιθέμενα για την περιοχή στοιχεία, σε αναλογική (τοπογραφικοί χάρτες και διαγράμματα) και σε ψηφιακή μορφή (ψηφιοποιημένοι ή ψηφιακοί χάρτες και διαγράμματα) υπέστησαν τις κατάλληλες και απαραίτητες κατά περίπτωση ψηφιακές μετατροπές, διαδικασίες και επεξεργασίες των κανναβικών (raster) και διανυσματικών (vector) δεδομένων. Η μέθοδος ψηφιοποίησης που χρησιμοποιήθηκε είναι η **Heads up Digitizing**.

Οι χάρτες του ΓΥΣ κλίμακας 1:5000 που χρησιμοποιήθηκαν μετατράπηκαν σε Raster δεδομένα (σε TIFF (*.tiff)). Τα δεδομένα με Tagged Image File Format (TIFF) χρησιμοποιούνται κυρίως για αρχεία τα οποία προέρχονται από σάρωση αναλογικής μορφής. Για την εφαρμογή παρήχθησαν και χρησιμοποιήθηκαν μονόχρωμες εικόνες με 256 διαβαθμίσεις του γκριζου (8 bits). Τέτοιου τύπου δεδομένα είναι όλοι οι διατιθέμενοι αναλογικοί χάρτες, οι οποίοι ψηφιοποιήθηκαν με σάρωση και μετατράπηκαν σε ψηφιακά δεδομένα (TIFF format) με 300 dpi ανάλυση.

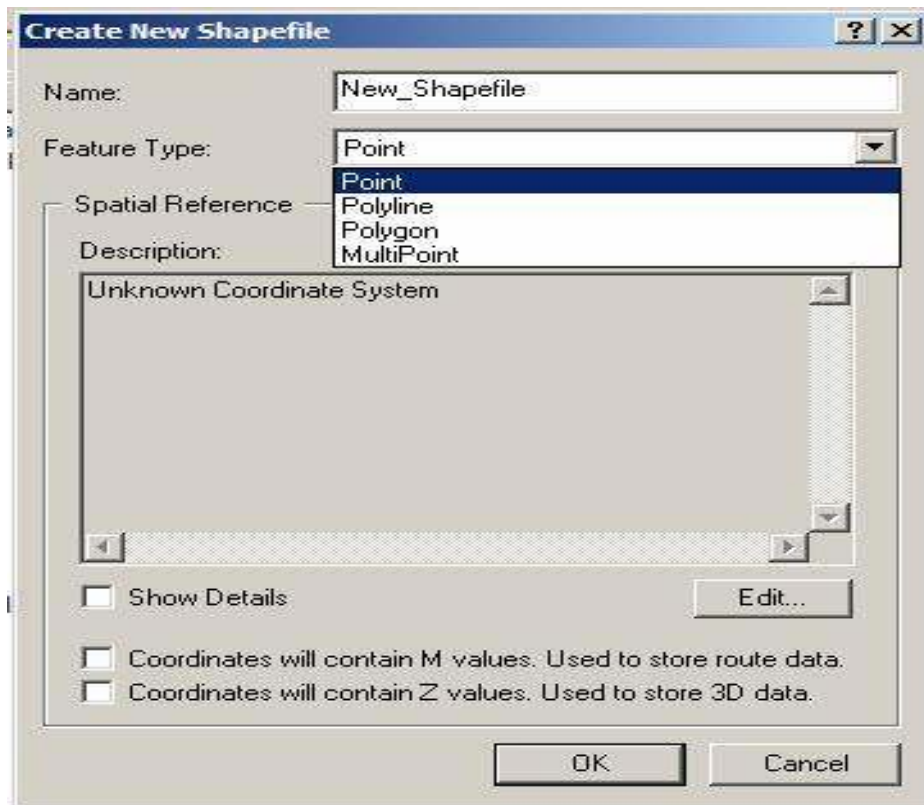
Τα TIFF αρχεία προστέθηκαν στο ArcMap. Όταν προσπαθούμε να προσθέσουμε ένα ψηφιδωτό αρχείο στο ArcMap, τότε το πρόγραμμα εμφανίζει ένα μήνυμα για τη δημιουργία πυραμίδων (.ird Reduced Resolution Dataset) που τις θεωρεί αναγκαία προσθήκη. Οι πυραμίδες είναι ένα σύνολο από διαφορετικές εκδόσεις των ίδιων ψηφιδωτών δεδομένων, που κάθε μία διαφέρει από την άλλη ως προς τη διακριτική της ικανότητα (resolution) και έχουν σα στόχο την αύξηση της ταχύτητας στη δημιουργία ψηφιδωτών επιπέδων μέσω μεγενθύσεων και σμικρύνσεων.

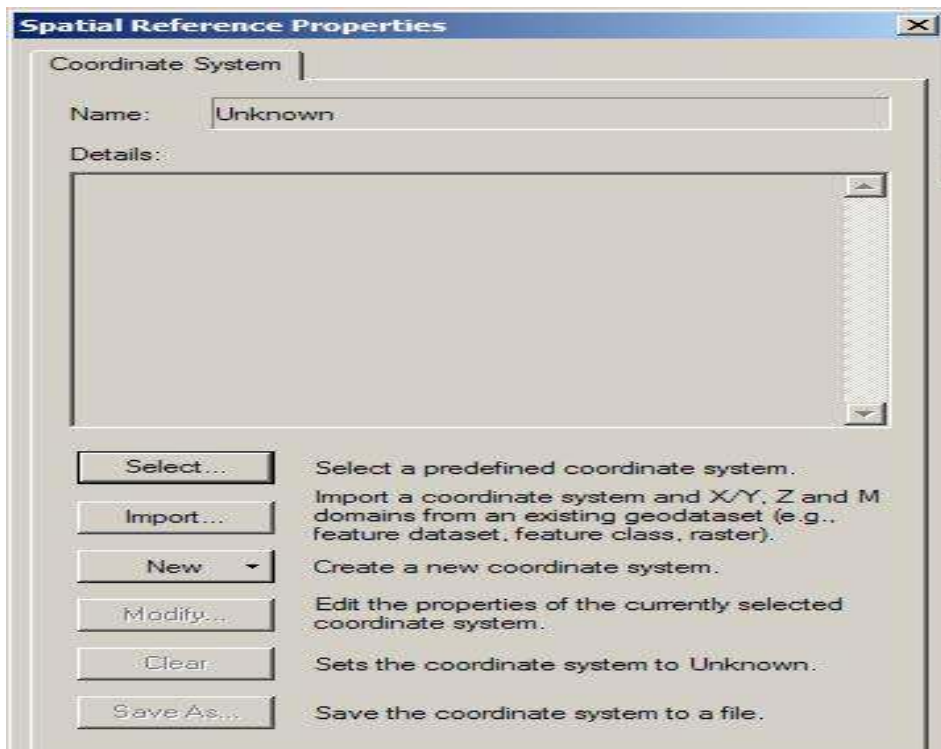
Με το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) ArcGis (rev. 9.1), εφοδιασμένο με



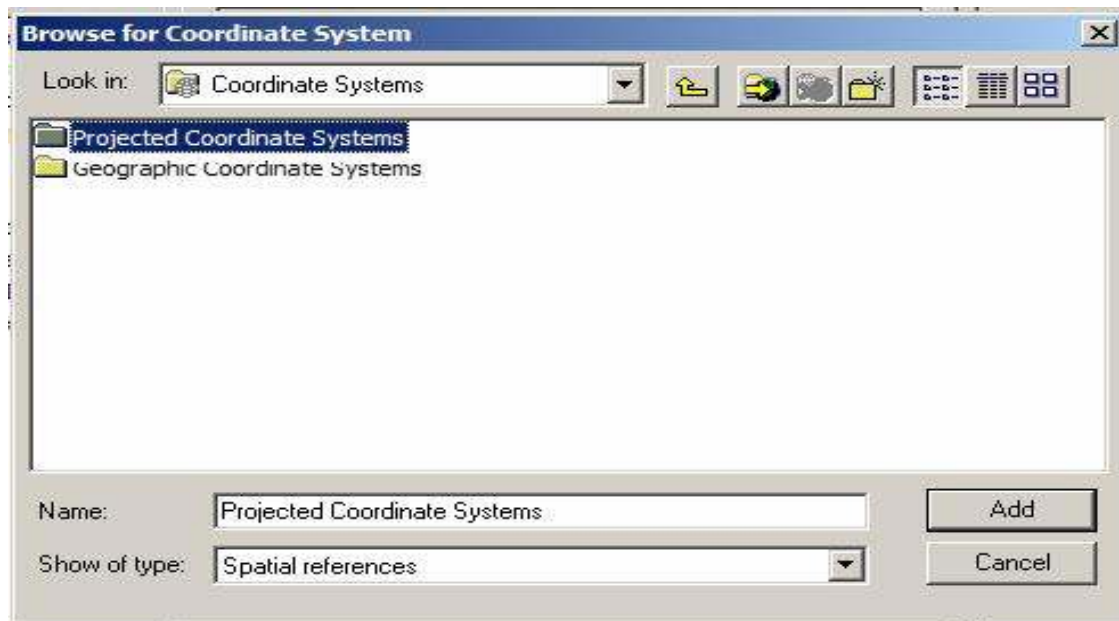
το module του ArcMap έγινε η χωρική ανάλυση όλων των διανυσματικού format πληροφοριών που αναφέρονται στην εργασία αυτή καθώς και όλοι οι συσχετισμοί και οι επεξεργασίες των raster format πληροφοριών.

Στο επόμενο βήμα δημιουργούμε σχηματικά τα αρχεία τα οποία θα δεχθούν τις γραμμές και τα σημεία που θα ψηφιοποιήσουμε. Από το ArcCatalog επιλέγουμε **File → New → Shapefile**. Στο πρώτο πεδίο συμπληρώνουμε το όνομα του αρχείου και στο δεύτερο τον τύπο. Το σχηματικό αρχείο δεν έχει ορισμένο προβολικό σύστημα. Για να ορίσουμε το προβολικό σύστημα κάνουμε κλικ στην επιλογή **Edit** και μια νέα οθόνη διαλόγου εμφανίζεται. Επιλέγουμε **Select** για να δώσουμε πληροφορίες για το προβολικό σύστημα.





Από την καινούρια οθόνη που εμφανίζεται επιλέγουμε **Projected Coordinate** και πατάμε το κουμπί **Add**





Από την καινούρια οθόνη που εμφανίζεται επιλέγουμε τη διαδρομή **Systems /National Grids/ Greek Grid** και **Add**.

Στη συνέχεια προστέθηκαν στην εφαρμογή τα διανυσματικά (Vector) στοιχεία, δηλαδή το οδικό δίκτυο και οι υψομετρικές καμπύλες. Τα στοιχεία αυτά προέκυψαν από ψηφιοποίηση των διατιθέμενων δεδομένων με τη χρήση του λογισμικού Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών ArcMap. Οι εργασίες δημιουργίας και διόρθωσης χαρακτηριστικών από τη διαδικασία της σύνταξης, αρχίζει όταν επιλέγετε **Start Editing** από το μενού **Editor** της εργαλειοθήκης **Editor** και τελειώνει με το **Stop Editing**.

Όταν ξεκινάμε μια διαδικασία εισαγωγής ή διόρθωσης θα πρέπει να προσδιοριστούν απαραίτητα τρεις παράμετροι στην εργαλειοθήκη **Editor**:

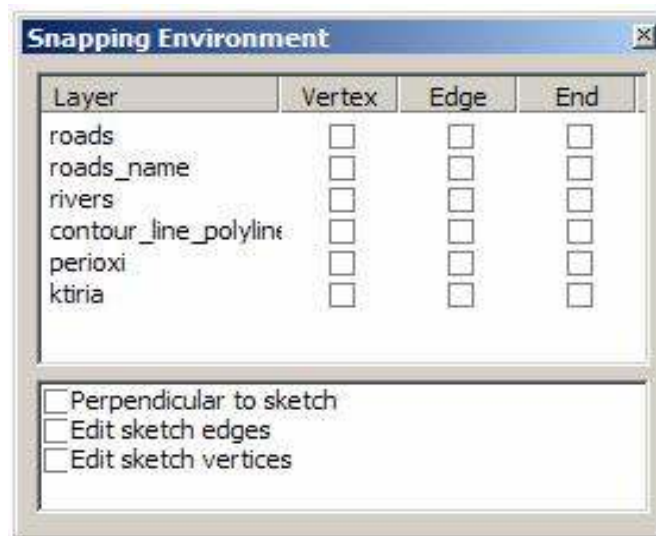
1. Το εργαλείο σχεδίασης που θα χρησιμοποιηθεί,
2. Τη λειτουργία που θα εκτελεστεί (**Task**),
3. Το στόχο (**target**) της λειτουργίας. Δηλαδή το θεματικό επίπεδο στο οποίο θα δημιουργηθούν τα δεδομένα.





Ένα σημαντικό σημείο που πρέπει να προσεχθεί για τη σωστή τοπολογική δομή των γεωγραφικών δεδομένων που εισάγονται σε ένα GIS, είναι να μην υπάρχουν ασύνδετες γραμμές ή ανοιχτά πολύγωνα. Η σύμπτωση των χωρικών οντοτήτων επιτυγχάνεται με τον καθορισμό ορισμένων παραμέτρων ως εξής:

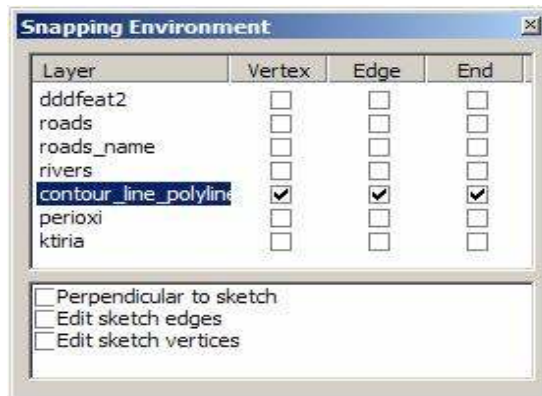
Στην εργαλειοθήκη **Editor** επιλέγουμε το εργαλείο **Editor** και στο επεξηγηματικό μενού κάνουμε κλικ στην εντολή **Snapping**. Εμφανίζεται τότε η οθόνη διαλόγου **Snapping Environment** που χωρίζεται σε δύο παράθυρα. Στο επάνω παράθυρο περιέχονται τετραγωνάκια επιλογών για τις γεωμετρικές οντότητες (κορυφή-vertex, πλευρά-edge και κόμβος-end point) κάθε επιπέδου. Καθώς ψηφιοποιούμε μια νέα οντότητα σε ένα επίπεδο, ο κέρσορας μετακινείται στην αντίστοιχη οντότητα, ανάλογα με ποιο τετραγωνάκι είναι επιλεγμένο. Μόλις ο κέρσορας φτάσει σε μια προκαθορισμένη απόσταση από την οντότητα τότε αυτόματα μετακινείται πάνω σε αυτήν. Η προκαθορισμένη απόσταση με την επιλογή **Options**, του μενού **Editor**.



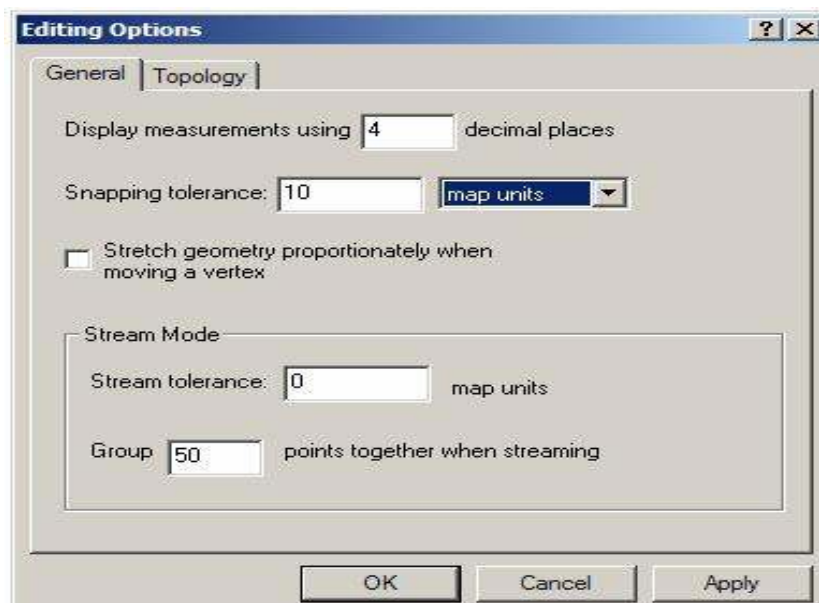
Το κάτω παράθυρο βάζει τους κανόνες για την διαδικασία σύμπτωσης. Όταν ψηφιοποιούμε ένα πολύγωνο ενεργοποιούμε την επιλογή **Edit sketch vertices**, ενώ όταν δημιουργούμε μια κάθετη γραμμή στην προηγούμενη ενεργοποιούμε την επιλογή **Perpendicular to sketch**.





Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να καθοριστούν τα κριτήρια για τη διαδικασία σύμπτωσης. Από το μενού του **Editor** επιλέγουμε **Snapping** και συμπληρώνουμε το ομώνυμο παράθυρο διαλόγου. Ακολούθως, στο ίδιο μενού του **Editor** στην επιλογή **Options** και στην οθόνη που εμφανίζεται ορίζουμε στο πεδίο **Snapping Tolerance** την τιμή **10**. Δηλαδή η σύμπτωση να είναι της τάξης των 10 μέτρων.



Αφού έχουν καθοριστεί όλες οι παράμετροι, ξεκινάμε τη ψηφιοποίηση επιλέγοντας το εργαλείο προσθήκης νέων οντοτήτων και με τον κέρσορα ακολουθούμε το ίχνος της γραμμής του ψηφιδωτού αρχείου, με διαδοχικά αριστερά κλικ του ποντικιού. Η διαδικασία της ψηφιοποίησης της κάθε γραμμής ολοκληρώνετε με διπλό κλικ.





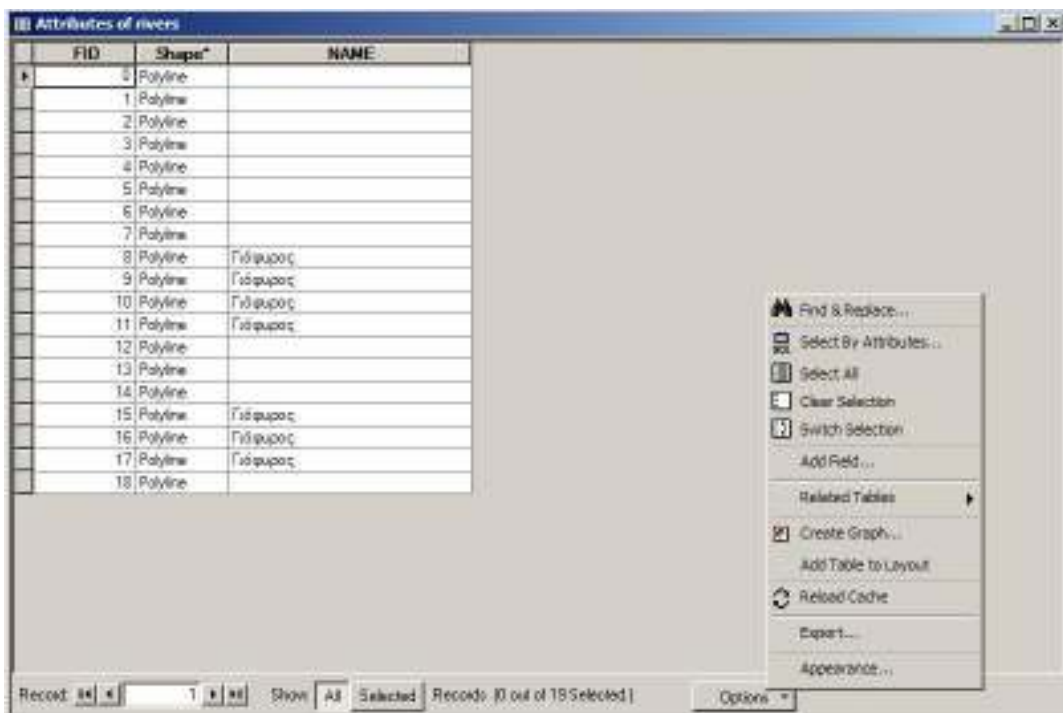
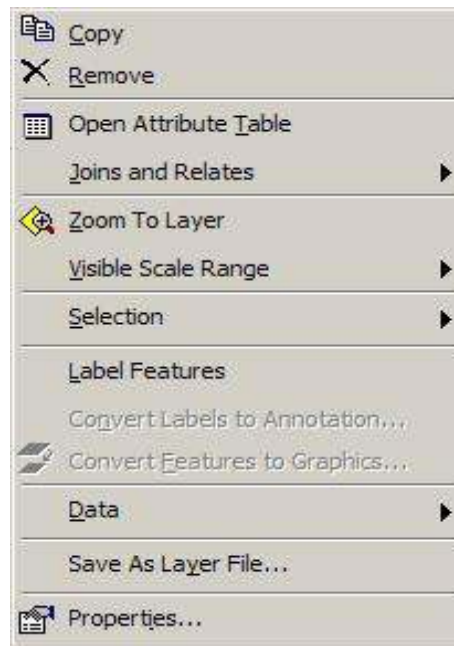
Αν κατά την διάρκεια της ψηφιοποίησης χρειαστεί να μετακινηθούμε ώστε να ακολουθήσουμε το ίχνος της οντότητας που ψηφιοποιούμε, απλά πατάμε το κουμπί της μετακίνησης,  και μετακινούμαστε στην περιοχή που επιθυμούμε. Στην συνέχεια κάνοντας κλικ στο εργαλείο  συνεχίζεται η ψηφιοποίηση από το σημείο που σταματήσαμε.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί ώστε να μην υπάρχουν τόξα που δεν συνδέονται με άλλα τόξα και τα πολύγωνα να είναι κλειστά μετά το πέρας της ψηφιοποίησης. Άλλωστε ο λόγος που καθορίζονται τα κριτήρια σύμπτωσης είναι ακριβώς για να αποφεύγονται τέτοια λάθη.

Όταν τελειώσει η διαδικασία της ψηφιοποίησης, επιλέγουμε **Stop Editing** από το μενού του **Editor** και στην ερώτηση αν θέλουμε να αποθηκευτούν οι αλλαγές απαντάμε καταφατικά.

Επειδή κάθε γεωγραφική – γεωμετρική οντότητα συνοδεύεται από έναν αριθμό χαρακτηριστικών, αυτά τα χαρακτηριστικά θα πρέπει να εισαχθούν στον πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών (**Attribute Table**). Πρώτα όμως πρέπει να διαμορφωθεί κατάλληλα ο πίνακας των περιγραφικών χαρακτηριστικών. Κάνοντας δεξί κλικ άνω στο όνομα του αρχείου και στο πτυσσόμενο μενού που εμφανίζεται επιλέγουμε **Open Attribute Table**.

Αμέσως εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη, που αποτελεί τον πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών του συγκεκριμένου επιπέδου με τις αντίστοιχες οντότητες (**Records**) και τα πεδία (**Fields**).



Κάνοντας κλικ στην επιλογή **Options** και επιλέγοντας, από το πτυσσόμενο μενού που εμφανίζεται, **Add Field**, εμφανίζεται η διπλανή οθόνη διαλόγου. Στο παράθυρο **Name**



συμπληρώνουμε το όνομα του πεδίου, στο παράθυρο **Type** τον τύπο του πεδίου και στο τελευταίο παράθυρο **Field Properties** συμπληρώνουμε το μέγεθος του.

Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να προσθέσουμε όσα πεδία θέλουμε ανάλογα με το είδος της περιγραφικής πληροφορίας που επιθυμούμε να εισάγουμε.

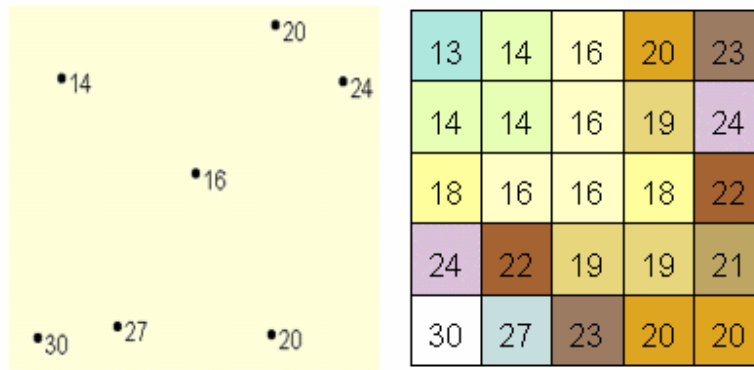
Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το είδος των περιγραφικών δεδομένων, τα πεδία και των τύπο τους αναφέρονται στο επόμενο κεφάλαιο.



Πριν προχωρήσουμε στη δημιουργία του χάρτη κλίσεων είναι σκόπιμο να γίνει μια αναφορά σχετικά με την διαδικασία της χωρικής παρεμβολής και ιδιαίτερα την μέθοδο **TIN (Triangular Irregular Network)**.

Η συλλογή συνεχών χωρικών δεδομένων στην έκταση ενός τμήματος του γεωγραφικού χώρου είναι αδύνατη. Παρεμβολή είναι η επεξεργασία των δεδομένων-παρατηρήσεων για τον προσδιορισμό των τιμών ή ιδιοτήτων χωρικών φαινομένων σε σημεία που δεν ανήκουν στις θέσεις αλλά περιβάλλονται από αυτά.

Η παρεμβολή προβλέπει τις τιμές για τα κύτταρα σε ένα raster από έναν περιορισμένο αριθμό σημείων στοιχείων δειγμάτων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει τις άγνωστες τιμές για οποιαδήποτε γεωγραφικά στοιχεία σημείου: ανύψωση, βροχοπτώσεις, χημικές συγκεντρώσεις, επίπεδα θορύβου, και τα λοιπά.

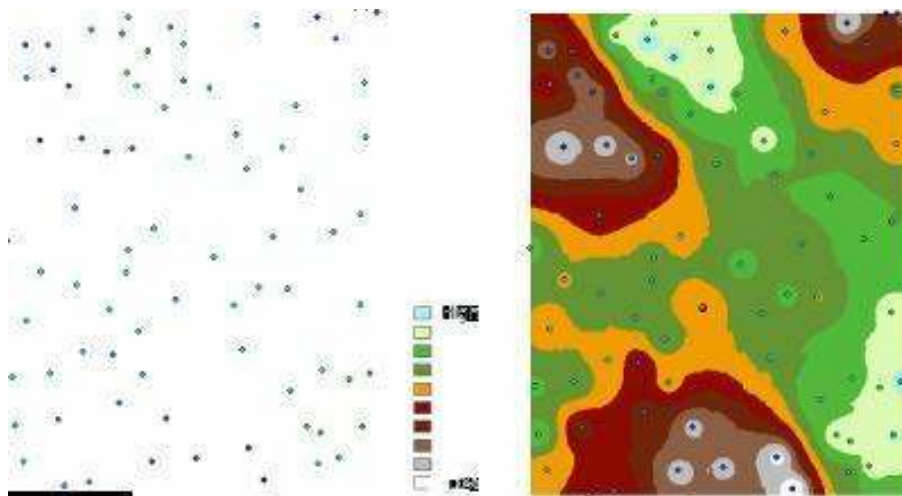


Το αριστερό τμήμα της εικόνας παραπάνω παρουσιάζει ένα σύνολο δεδομένων σημείου με γνωστές τιμές επιπέδων βροχοπτώσεων. Η δεξιά εικόνα παρουσιάζει ένα ράστερ που παρεμβάλλεται από αυτά τα σημεία. Οι άγνωστες τιμές προβλέπονται με έναν μαθηματικό τύπο που χρησιμοποιεί τις τιμές των κοντινών γνωστών σημείων.

Η υπόθεση που κάνει την παρεμβολή μια βιώσιμη επιλογή είναι ότι τα τα διανεμημένα αντικείμενα στο χώρο συσχετίζονται χωρικά μεταξύ τους. Με άλλα λόγια, πράγματα που είναι κοντά μεταξύ τους τείνουν να έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, εάν βρέχει σε μια πλευρά της οδού, μπορείτε να προβλέψετε με ένα υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης ότι βρέχει και στην άλλη πλευρά της οδού. Θα ήσαστε λιγότερο σίγουροι εάν έβρεχε πέρα από την πόλη και λιγότερο βέβαιος ακόμα για την κατάσταση του καιρού στον επόμενο νομό.

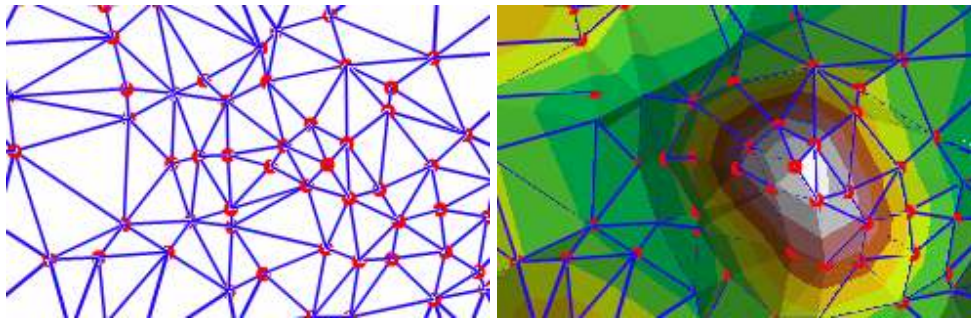
Χρησιμοποιώντας την ανωτέρω αναλογία, είναι εύκολο να δει κανείς ότι οι τιμές των σημείων κοντά στα επιλεγμένα σημεία είναι πιθανότερο να είναι παρόμοιες από εκείνοι που είναι μακρύτερα. Αυτό είναι η βάση της παρεμβολής. Μια χαρακτηριστική χρήση για την παρεμβολή σημείου είναι να δημιουργηθεί μια επιφάνεια ανύψωσης από ένα σύνολο μετρήσεων δειγμάτων.

Στην ακόλουθη εικόνα, κάθε σύμβολο στο σημειακό επίπεδο αντιπροσωπεύει μια θέση όπου η ανύψωση έχει μετρηθεί. Με την παρεμβολή, οι τιμές μεταξύ αυτών των σημείων εισαγωγής θα προβλεφθούν.



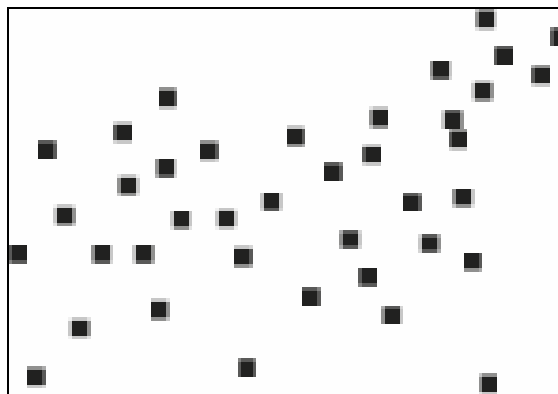
Η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι υπάρχει μια σειρά από μεθόδους εκτίμησης της τιμής ενός χαρακτηριστικού, οι οποίες βασίζονται στην ψηφιοποίηση των παρατηρούμενων σημείων. Από αυτές οι πλέον γνωστές είναι η μέθοδος που χρησιμοποιεί τριγωνοποίηση Delannay, γνωστή και ως TIN.

Στην περίπτωση αυτή τριγωνοποίηση σημαίνει ότι όλα τα σημεία ενώνονται μεταξύ τους, μετατρέπόμενα σε ένα σύνολο τριγώνων που καλύπτουν ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Κάθε πλευρά τριγώνου θεωρείται ότι έχει ομοιόμορφες χωρικές ιδιότητες, δηλαδή η τιμή του χαρακτηριστικού μεταξύ των δύο κορυφών της πλευράς μεταβάλλεται με έναν καθορισμένο και σταθερό τρόπο. Η όλη διαδικασία της δημιουργίας του TIN αφορά στη δημιουργία του πλέγματος των τριγώνων και τον καθορισμό της συνάρτησης της χωρικής διαφοροποίησης των τιμών. Ένα σύνολο σημείων μπορεί να τριγωνοποιηθεί συνδέοντας κάθε σημείο με όλα τα γειτονικά που είναι πλησιέστερα σε αυτό, με ευθύγραμμα τμήματα που δεν τέμνονται μεταξύ τους. Η σύνδεση αυτή δημιουργεί μια πλειάδα πλευρών τριγώνου διαφορετικού μεγέθους. Η διαδικασία αυτή τριγωνοποίησης μπορεί να επιτευχθεί με πολλούς τρόπους ανάλογα με το κριτήριο σύνδεσης των σημείων.



Ένα πρότυπο στοιχείων TIN αποτελείται από τους κόμβους, τις άκρες, τα τρίγωνα, τα πολύγωνα φλούδας και την τοπολογία.

Κόμβοι (Nodeas): Οι κόμβοι είναι οι θεμελιώδεις δομικές μονάδες ενός TIN. Οι κόμβοι προέρχονται από τα σημεία και τις γραμμές που περιλαμβάνονται στις πηγές δεδομένων εισόδου. Κάθε κόμβος ενσωματώνεται στα πολύγωνα του TIN. Κάθε κόμβος στο πρότυπο επιφάνειας TIN πρέπει να έχει τιμές ύψους.

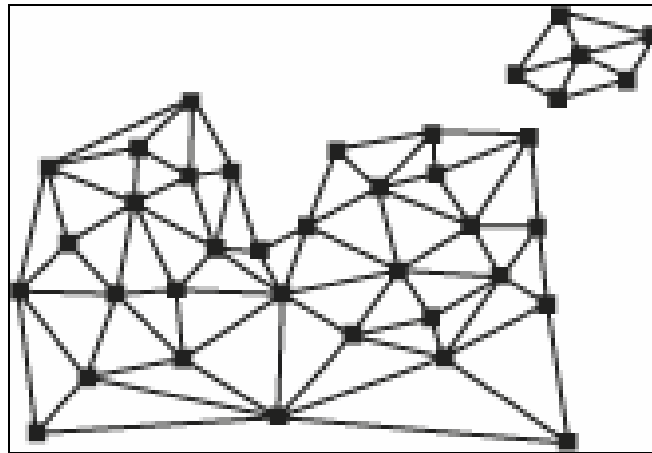


Άκρες (Edges): Κάθε κόμβος ενώνεται με τους κοντινότερους γείτονές του από τις άκρες για να διαμορφώσει τα τρίγωνα, τα οποία ικανοποιούν το κριτήριο Delaunay. Κάθε άκρη έχει δύο κόμβους, αλλά ένας κόμβος μπορεί να έχει δύο ή περισσότερες άκρες. Επειδή οι άκρες έχουν έναν κόμβο με τιμή ύψους σε κάθε τέλος, είναι δυνατό να υπολογιστεί μια κλίση κατά μήκος της άκρης από έναν κόμβο σε άλλος.

Κάθε χαρακτηριστικό γνώρισμα στις πηγές δεδομένων εισόδου που χρησιμοποιούνται

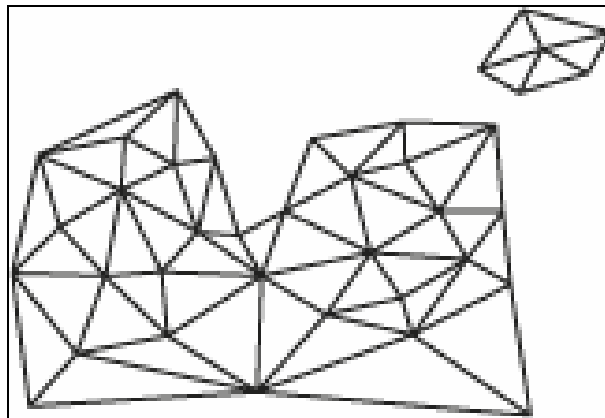


για να χτίσουν το TIN υποβάλλεται σε επεξεργασία σύμφωνα με τον τύπο χαρακτηριστικών γνωρισμάτων της επιφάνειάς του. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα Breakline διατηρούνται πάντα ως άκρες των πολυγώνων του TIN. Αυτές οι άκρες χαρακτηρίζονται εσωτερικά ως είτε σκληρές είτε μαλακές άκρες.



Τρίγωνα (Triangles): Κάθε τριγωνική άποψη περιγράφει τη συμπεριφορά μιας μερίδας της επιφάνειας του TIN. Οι τιμές συντεταγμένων X, Y, και Z τριών κόμβων ενός τριγώνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παραγάγουν τις πληροφορίες για την άποψη, όπως η κλίση, η πτυχή, η περιοχή επιφάνειας, και το μήκος επιφάνειας. Εξετάζοντας το ολόκληρο σύνολο τριγώνων, είναι δυνατό να παραχθούν οι πρόσθετες πληροφορίες για την επιφάνεια, συμπεριλαμβανομένου του όγκου, των σχεδιαγραμμάτων επιφάνειας, και της ανάλυσης διαφάνειας.

Επειδή κάθε άποψη συνοψίζει μια ορισμένη συμπεριφορά επιφάνειας, είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι τα σημεία δειγμάτων επιλέγονται προσαρμοστικά για να δώσουν την καλύτερη δυνατή τακτοποίηση επιφάνειας. Ένα πρότυπο επιφάνειας TIN μπορεί να παραγάγει τα φτωχά αποτελέσματα εάν οι σημαντικές περιοχές της επιφάνειας επιλέγονται ανεπαρκώς.

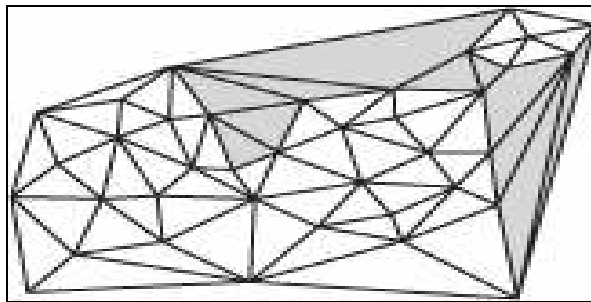


Πολύγωνα φλούδας (Hull): Η φλούδα ενός TIN διαμορφώνεται από ένα ή περισσότερα πολύγωνα που περιέχουν το ολόκληρο σύνολο σημείων στοιχείων που χρησιμοποιούνται για να κατασκευάσουν το TIN. Τα πολύγωνα φλουδών καθορίζουν τη ζώνη της παρεμβολής του TIN. Μέσα ή στην άκρη των πολυγώνων φλουδών, είναι δυνατό να παρεμβληθούν οι τιμές ύψους της επιφάνειας, να εκτελεσθεί η ανάλυση και να παραχθούν οι επιδείξεις επιφάνειας. Η εξωτερική όψη των πολύγωνα φλουδών, δεν είναι δυνατή να παραγάγει τις πληροφορίες για την επιφάνεια.

Η φλούδα ενός TIN διαμορφώνεται από ένα ή περισσότερα πολύγωνα, τα οποία μπορούν να μην είναι κοίλα. Μια μη κοίλη φλούδα πρέπει να είναι καθορισμένη από το χρήστη με τη συμπερίληψη του συνδετήρα και να σβήσει τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αποκλεισμού κατά τη διάρκεια της κατασκευής του TIN.

Αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα καθορίζουν ρητά την άκρη της επιφάνειας. Όταν κανένα χαρακτηριστικό γνώρισμα αποκλεισμού δεν χρησιμοποιείται για να καθορίσει τη φλούδα, η γεννήτρια κατασκευής TIN δημιουργεί μια κυρτή φλούδα για να καθορίσει τις οριοθετημένες άκρες του TIN. Ο καθορισμός μιας μη κοίλης φλούδας είναι ουσιαστικός ώστε να αποτρέψει την παραγωγή των λανθασμένων πληροφοριών στις περιοχές της εξωτερικής όψης του TIN.

Εξετάστε το διάγραμμα. Χωρίς τη χρήση των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, οι ανακριβείς τιμές μπορούν να παρεμβληθούν στις σκιασμένες περιοχές.



Τοπολογία: Η τοπολογική δομή ενός TIN καθορίζεται με τη διατήρηση των πληροφοριών καθορίζοντας τους κόμβους κάθε τριγώνου, τους αριθμούς ακρών, τον τύπο, και τη γειτνίαση σε άλλα τρίγωνα. Για κάθε τρίγωνο, το TIN καταγράφει:

1. Τον αριθμό τριγώνων
2. Τους αριθμούς κάθε παρακείμενου τριγώνου
3. Τους τρεις κόμβους που καθορίζουν το τρίγωνο
4. Τις X και Y συντεταγμένες κάθε κόμβου
5. Τις τιμές ύψους της επιφάνειας κάθε κόμβου
6. Τον τύπο ακρών κάθε άκρης τριγώνων (σκληρός ή μαλακός)

Επιπλέον, το TIN διατηρεί έναν κατάλογο όλων των ακρών που διαμορφώνουν τη φλούδα και τις πληροφορίες του TIN καθορίζοντας την προβολή και τις μονάδες του μέτρου του TIN.

Αφού έχουμε εξηγήσει τα συστατικά ενός TIN, τι είναι η τριγωνοποίηση και που χρησιμεύει μπορούμε να περάσουμε στη διαδικασία της δημιουργίας του τρισδιάστατου μοντέλου εδάφους.

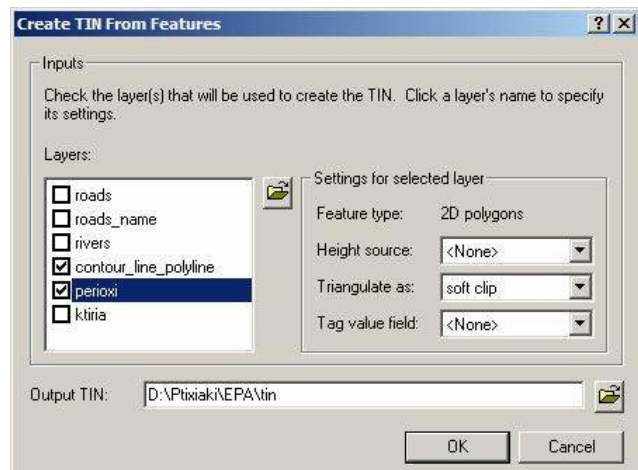
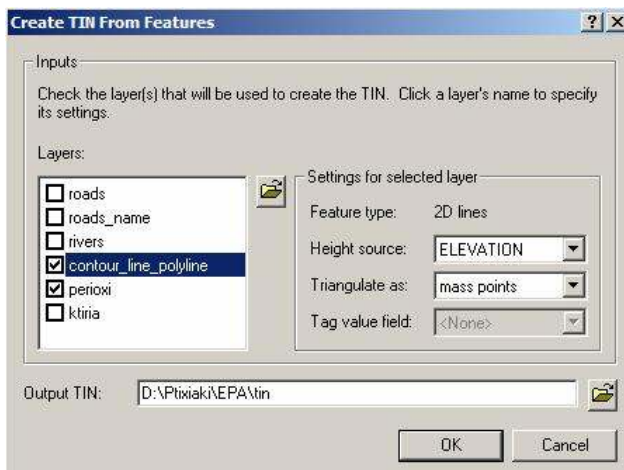
Η δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων εδάφους έγινε μέσω του extension **3D Analyst** του ArcGIS. Η ενεργοποίηση του extension 3D Analyst γίνεται από το μενού Tools/Extensions, όπου στο παράθυρο που εμφανίζεται τσεκάρεται το **3D Analyst** και ολοκληρώνουμε κάνοντας κλικ στο **Close**.

Για να εμφανίσουμε την εργαλειοθήκη **3D Analyst** στην οθόνη για εύκολη χρήση κάνουμε κλικ πάνω σε μια γκρίζα περιοχή των εργαλειοθηκών, οπότε εμφανίζεται το διπλανό μενού, από το οποίο επιλέγουμε με κλικ την εντολή **3D Analyst**.



Μέσα από το ArcGIS έχουμε τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε μοντέλα εδάφους είτε TIN είτε Raster. Για την εφαρμογή επιλέχθηκε να κατασκευαστούν μοντέλα TIN. Η κατασκευή τους γίνεται ως εξής:

1. Απο την εργαλειοθήκη **3D Analyst**, επιλέγουμε **3D Analyst** → **Create /Modify TIN** → **Create TIN from Features**.
2. Στο παράθυρο **Create TIN From Features** επιλέγονται τα θέματα Layers με τις πληροφορίες υψομέτρου, **Contour_line_polyline.shp** στη δική μας περίπτωση.
3. Εκτός από τα θέματα Layers που περιέχουν την πληροφορία υψομέτρου, είναι απαραίτητο να επιλέγεται ένα θέμα (**perioxi.shp**) με τα όρια της περιοχής, στην οποία θέλουμε να φτιάξουμε το μοντέλο εδάφους.

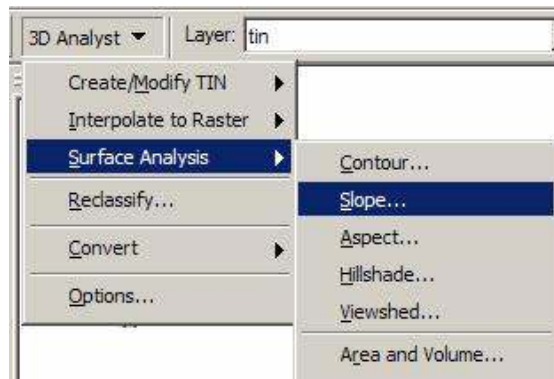


Πρέπει να σημειωθεί ότι για κάθε θεματικό επίπεδο πρέπει να καθοριστούν ορισμένοι παράμετροι που οδηγούν σε μια βέλτιστη δημιουργία του επιθυμητού TIN. Περισσότερες πληροφορίες για τις παραμέτρους αυτές υπάρχουν στα σχετικά εγχειρίδια των αντίστοιχων πακέτων ή στο on line HELP του ArcGIS. Δίνουμε το όνομα του αρχείου εξόδου TIN και κάνουμε κλικ στο **OK**.

Από το TIN που δημιουργήθηκε με αυτό τον τρόπο, δημιουργούμε μια ψηφιδωτή (κανναβική) επιφάνεια (**Grid**) με τις κλίσεις του εδάφους, ακολουθώντας την παρακάτω

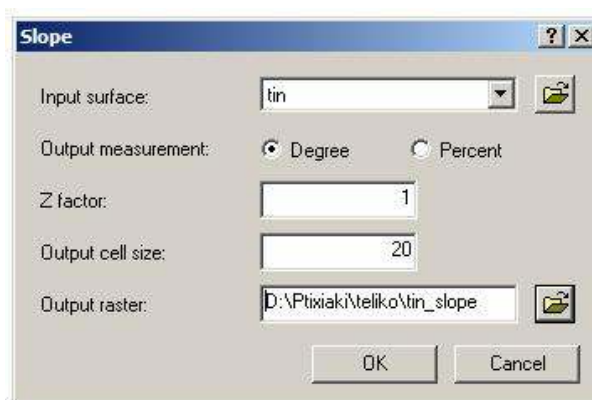


διαδικασία. Κάνοντας κλικ πάνω στο εργαλείο **3D Analyst** της ομώνυμης εργαλειοθήκης και επιλέγοντας διαδοχικά **Surface Analysis** → **Slope**.



Παρουσιάζεται η παρακάτω οθόνη που πρέπει να συμπληρωθεί ως εξής:

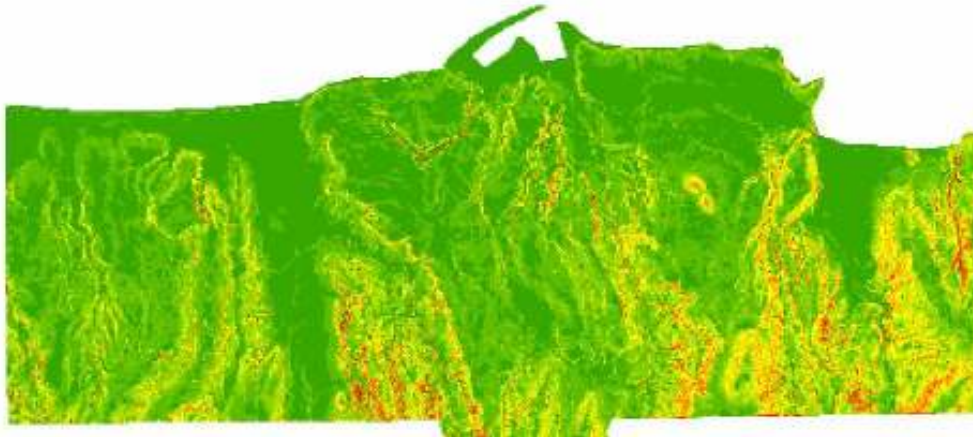
Στο παράθυρο του πεδίου **Input surface** επιλέγουμε **TIN**, δηλαδή το TIN που φτιάξαμε προηγουμένως και με το οποίο θα εργαστούμε. Ενεργοποιούμε την εντολή **Degree** για την φύση (μοίρες) της τιμής που θα αποδοθεί σε κάθε φατνίο του κανναβικού αρχείου. Στο παράθυρο του πεδίου **Output Cell size** πληκτρολογούμε ως μέγεθος του φατνίου τα 20 μέτρα. Με πλοήγηση στο παράθυρο του πεδίου **Output raster** επιλέγουμε το πού θα αποθηκευτεί το αρχείο μας καθώς και το όνομα του, **tin_slope**. Τέλος κάνουμε κλικ στο κουμπί **OK**.



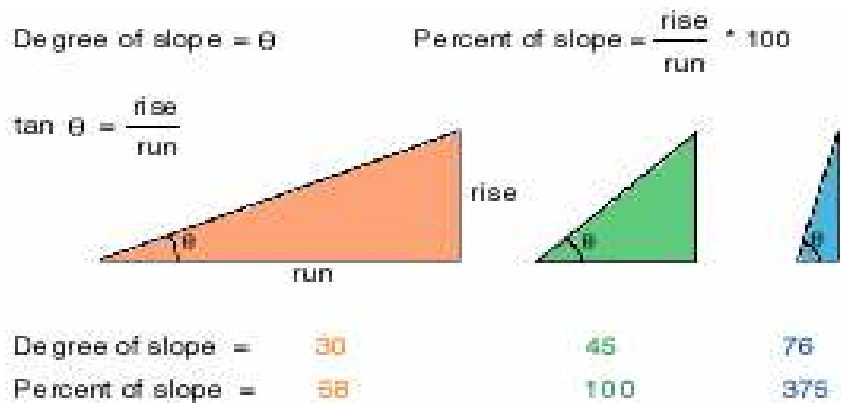
Μετά από λίγο θα δημιουργηθεί και θα προστεθεί στο πίνακα περιεχομένων το νέο



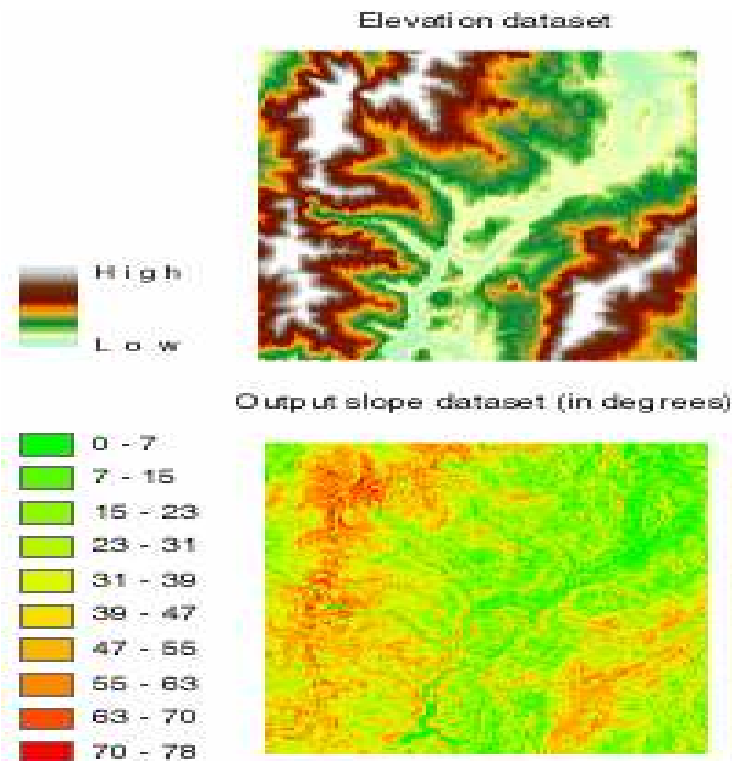
κανναβικό αρχείο (**Grid**) των κλίσεων του εδάφους. Για να μπορέσουμε να δούμε το νέο αρχείο πρέπει πρώτα να απενεργοποιήσουμε το αρχείο TIN στον πίνακα περιεχομένων. Το τελικό αποτέλεσμα της δημιουργίας του νέου κανναβικού αρχείου φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία.



Σε αυτό το σημείο θα ήταν χρήσιμο να γίνει μια μικρή αναφορά για την εντολή **Slope**. Η εντολή **Slope** προσδιορίζει την πιο απότομη κλίση προς τα κάτω για μια θέση σε μια επιφάνεια. Η κλίση υπολογίζεται για κάθε τρίγωνο του TIN και για κάθε κύτταρο στα raster. Για ένα TIN, αυτό είναι το μέγιστο ποσοστό αλλαγής στην ανύψωση πέρα από κάθε τρίγωνο. Για το raster, είναι το μέγιστο ποσοστό αλλαγής στην ανύψωση πέρα από κάθε κύτταρο και οκτώ γείτονές του. Η εντολή κλίσεων **Slope** παίρνει μία raster επιφάνεια εισαγωγής και υπολογίζει ένα raster παραγωγής που περιέχει την κλίση σε κάθε κύτταρο. Όσο χαμηλότερη η τιμή των κλίσεων, τόσο πιο επίπεδη η έκταση. Όσο υψηλότερη η τιμή των κλίσεων, τόσο πιο απότομη η έκταση. Το raster κλίσεων παραγωγής μπορεί να υπολογιστεί ως κλίση τοις εκατό ή βαθμός κλίσης.



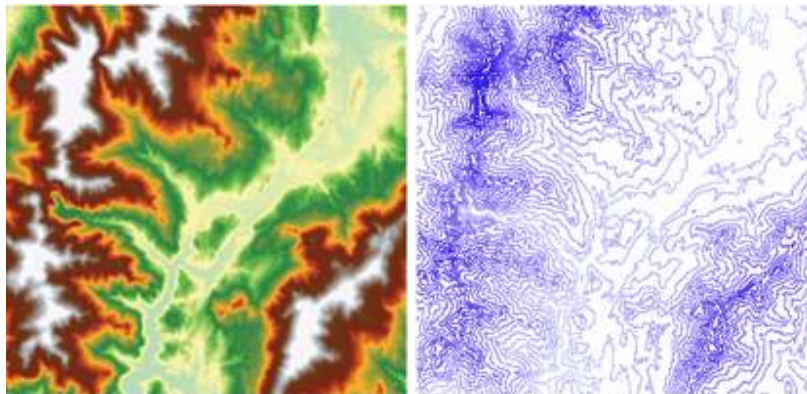
Όταν η γωνία κλίσεων είναι ίση με 45 μοίρες, η άνοδος είναι ίση με το τρέξιμο. Εκφρασμένη ως ποσοστό, η κλίση αυτής της γωνίας είναι 100 τοις εκατό. Καθώς η κλίση προσεγγίζει τις 90 μοίρες, η ποσοστιαία κλίση πλησιάζει το άπειρο. Η λειτουργία κλίσεων οργανώνεται πολύ συχνά σε ένα πλέγμα ανύψωσης, όπως παρουσιάζουν τα ακόλουθα διαγράμματα. Οι πιο απότομες κλίσεις είναι σκιασμένο κόκκινο στο χάρτη κλίσεων παραγωγής.





Οι ισοϋψείς είναι γραμμές που συνδέουν τα σημεία της ίσης αξίας. Η διανομή των γραμμών επιδεικνύει πώς οι τιμές αλλάζουν πέρα από μια επιφάνεια. Όπου υπάρχει μικρή αλλαγή σε μια αξία, οι γραμμές χωρίζονται κατά μακρύτερα διαστήματα. Όπου οι τιμές αυξάνονται ή πέφτουν γρήγορα, οι γραμμές είναι πιο στενές από κοινού. Με την ακολουθία της γραμμής ενός ιδιαίτερου περιγράμματος, μπορούμε να προσδιορίσουμε ποιες θέσεις έχουν την ίδια αξία. Με την εξέταση των διαστημάτων των παρακείμενων περιγραμμάτων, κερδίζουμε μια γενική εντύπωση της διαβάθμισης των τιμών.

Το παρακάτω παράδειγμα παρουσιάζει ένα πλέγμα ανύψωσης εισαγωγής και χάρτη περιγράμματος παραγωγής. Οι περιοχές όπου τα περιγράμματα είναι πιο στενά δείχνουν τις πιο απότομες θέσεις. Αντιστοιχούν με τους τομείς της υψηλότερης ανύψωσης (λευκό στο πλέγμα ανύψωσης εισαγωγής).



Ο πίνακας περιεχομένων των ισοϋψών περιέχει μια τιμή ύψους για κάθε ισοϋψή.

Η εντολή κλίσεων **Slope** εξάγει πληροφορίες κλίσεων από ένα TIN εισαγωγής σε μια κατηγορία χαρακτηριστικών γνωρισμάτων παραγωγής. Παράγει μια κατηγορία χαρακτηριστικών γνωρισμάτων πολυγώνων της οποίας τα πολύγωνα καθορίζονται από τις τιμές κλίσεων τριγώνων του TIN εισαγωγής.

Απεικόνιση

Στη συνέχεια πρέπει να μετατραπούν τα αρχεία τύπου shp σε αρχεία καννάβου (raster) και κατόπιν τα αρχεία καννάβου να μετατραπούν σε αρχεία τύπου ASCII. Η

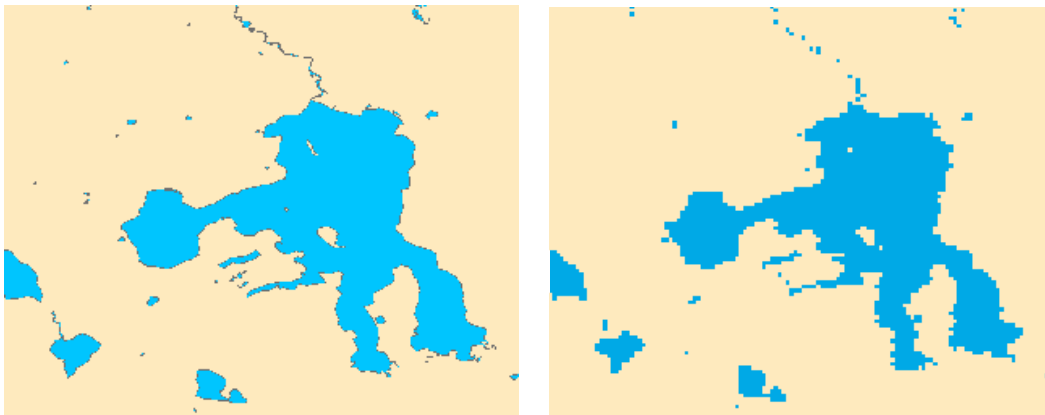


διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη ώστε να μπορέσει να γίνει η εισαγωγή (**import**) των δεδομένων στο τηλεπικοινωνιακό πρόγραμμα ICS Telecom.

Είναι δυνατή η μετατροπή πολυγωνικών, πολυγραμμικών και σημειακών αρχείων σε ένα σύνολο δεδομένων raster.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα πολυγώνων στα στοιχεία raster:

Όταν μετατρέπουμε πολυγωνικά αρχεία, στα κύτταρα δίνεται η αξία του πολυγώνου που βρίσκεται στο κέντρο κάθε κυττάρου. Η αριστερή εικόνα παρουσιάζει χαρακτηριστικά γνωρίσματα πολυγώνων ως εισαγωγή. Η δεξιά εικόνα παρουσιάζει το σύνολο των παραγόμενων δεδομένων raster. Αυτές οι εικόνες έχουν απλοποιηθεί για να βοηθήσουν να παρουσιάσουν τις διαφορές.



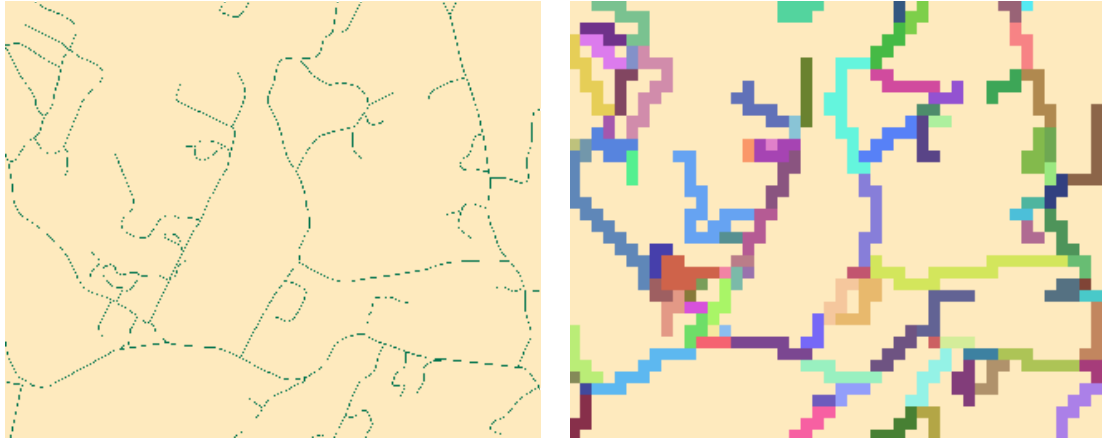
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα πολυγραμμικών αρχείων στα στοιχεία raster:

Όταν μετατρέπουμε πολυγραμμικά αρχεία, στα κύτταρα δίνεται η αξία της γραμμής που κόβει κάθε κύτταρο. Στα κύτταρα που δεν κόβονται από μια γραμμή δίνεται η αξία NoData. Εάν περισσότερες από μια γραμμές βρίσκονται σε ένα κύτταρο, στο κύτταρο δίνεται η αξία της πρώτης γραμμής που αντιμετωπίζει κατά επεξεργασία. Η χρησιμοποίηση ενός μικρότερου μεγέθους κυττάρων κατά τη διάρκεια της μετατροπής μπορεί να το μετριάσει αυτό.

Η αριστερή εικόνα παρουσιάζει χαρακτηριστικά γνωρίσματα πολυγραμμικών αρχείων ως εισαγωγή ενώ η δεξιά εικόνα παρουσιάζει το σύνολο δεδομένων raster παραγωγής.



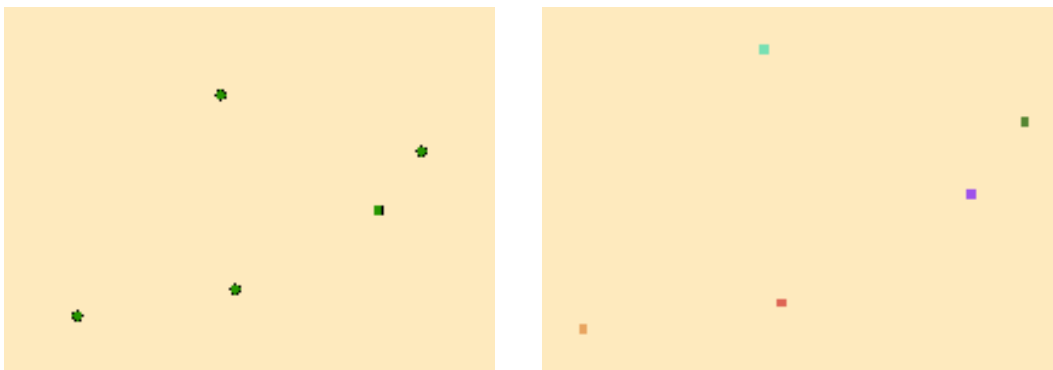
Αυτές οι εικόνες έχουν απλοποιηθεί για να βοηθήσουν να παρουσιάσουν τις διαφορές.



Χαρακτηριστικά γνωρίσματα σημείων στα στοιχεία raster:

Όταν μετατρέπουμε σημειακά στοιχεία, στα κύτταρα δίνεται η αξία των σημείων που βρίσκονται μέσα σε κάθε κύτταρο. Στα κύτταρα που δεν περιέχουν ένα σημείο δίνεται η αξία NoData. Εάν περισσότερα από ένα σημεία βρίσκονται σε ένα κύτταρο, στο κύτταρο δίνεται η αξία του πρώτου σημείου που αντιμετωπίζει κατά επεξεργασία. Η χρησιμοποίηση ενός μικρότερου μεγέθους κυττάρων κατά τη διάρκεια της μετατροπής μπορεί να το μετριάσει αυτό.

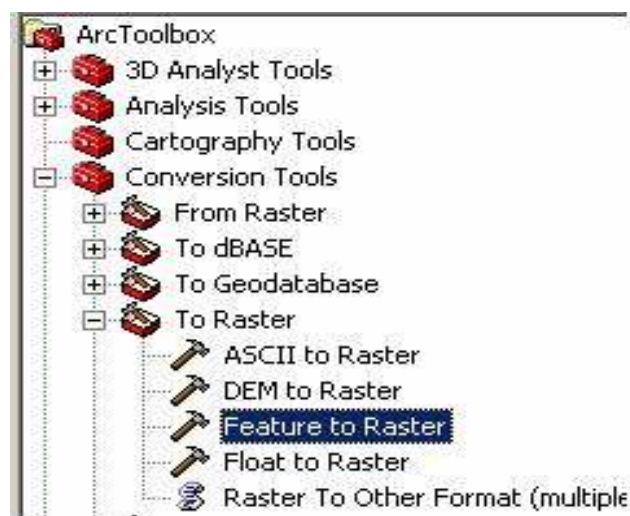
Η αριστερή εικόνα παρουσιάζει χαρακτηριστικά γνωρίσματα σημείου ως εισαγωγή και η δεξιά εικόνα παρουσιάζει σύνολο δεδομένων ράστερ παραγωγής. Αυτές οι εικόνες έχουν απλοποιηθεί για να βοηθήσουν να παρουσιάσουν τις διαφορές.



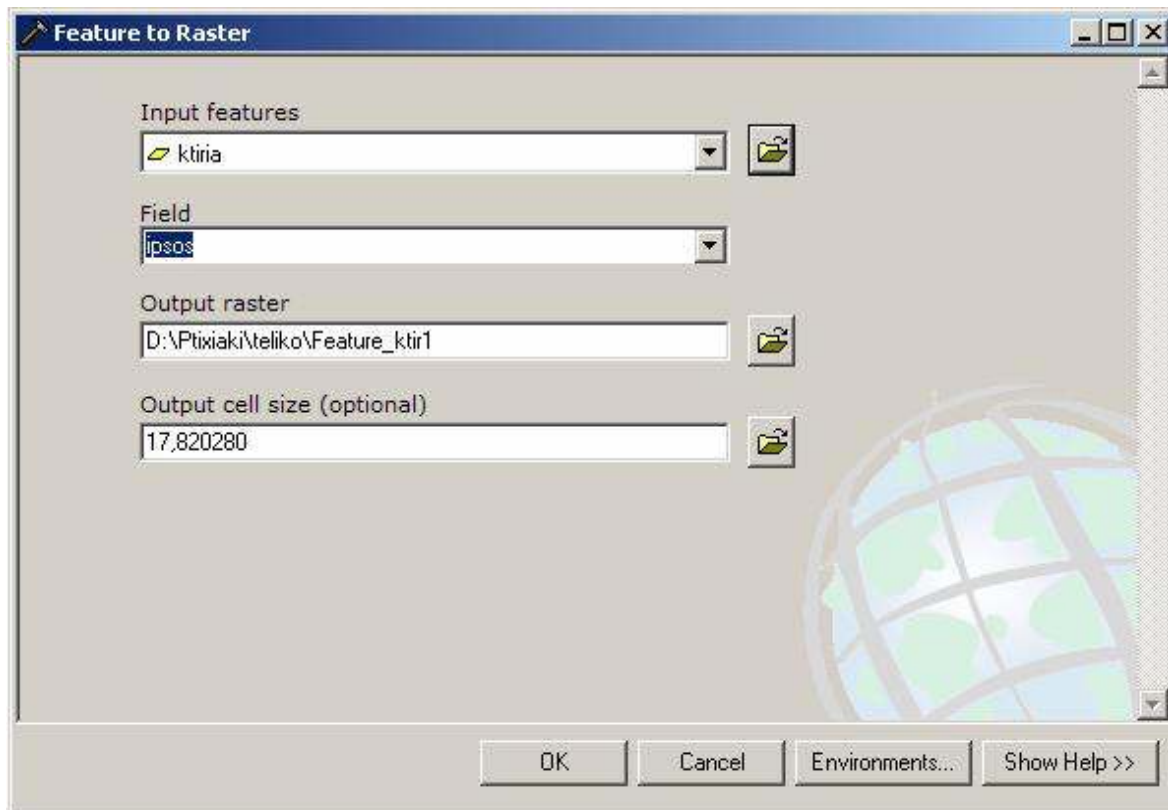


Από το μενού του **Arc Toolbox** επιλέγουμε **Conversion Tools** → **To Raster** → **Feature to Raster** και κάνουμε διπλό κλικ.

Εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη διαλόγου **Feature to Raster** και πρέπει να συμπληρωθεί ως εξής:



Στο πεδίο **Input features** επιλέγουμε το shp αρχείο που θα μετατραπεί σε raster. Στο πεδίο **Field** ορίζουμε το πεδίο του πίνακα περιεχομένων (**Attribute Table**) από το οποίο η εφαρμογή θα πάρει τα δεδομένα για να φτιάξει το κανναβικό αρχείο. Τέλος στο πεδίο **Output raster** ορίζουμε το όνομα του αρχείου και το φάκελο στον οποίο θα αποθηκευτεί.



Η διαδικασία αυτή θα γίνει στα αρχεία **contour_line_polyline.shp** και **ktiria.shp**. Προσοχή πρέπει να δοθεί στο πεδίο **Field** όπου πρέπει να ορίζουμε το πεδίο που περιέχει τις τιμές του ύψους. Για το αρχείο **contour_line_polyline.shp** το πεδίο αυτό είναι το **Elevation** και στο αρχείο **ktiria.shp** το πεδίο **ipsos**.

Είναι πολύ ευκολότερο να συγκριθούν και να αναλυθούν αρχεία του ίδιου τύπου. Επομένως, εάν πρέπει να αναλύσουμε αρχεία διαφόρων τύπων, πρέπει να μετατραπούν σε ένα κοινό τύπο πρώτα. Για να μετατρέψουμε τα στοιχεία ράστερ σε ένα άλλο τύπο, χρησιμοποιούμε τα εργαλεία από το σύνολο εργαλείων raster. Κατά τη μετατροπή των στοιχείων, σιγουρευτείτε ότι χρησιμοποιείτε το κατάλληλο εργαλείο για το σχήμα στο οποίο μετατρέπετε.

Ο ακόλουθος πίνακας απαριθμεί τα διαθέσιμα εργαλεία από το σύνολο εργαλείων ράστερ και παρέχει μια συνοπτική περιγραφή για κάθε ένα.

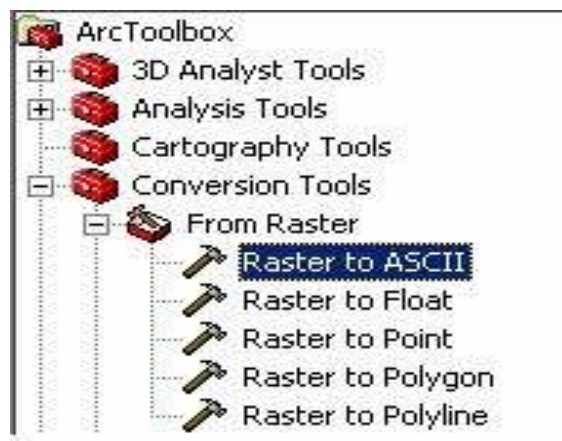


Εργαλείο	Περιγραφή
Raster to ASCII	Μετατρέπει το raster σε αρχείο τύπου ASCII
Raster to Float	Μετατρέπει το raster σε Floating-Point αρχείο
Raster to Point	Μετατρέπει το raster σε σημειακό αρχείο
Raster to Polygon	Μετατρέπει το raster σε πολυγωνικό αρχείο
Raster to Polyline	Μετατρέπει το raster σε πολυγραμμικό αρχείο

Αφού έχει γίνει η μετατροπή σε κανναβικά αρχεία πρέπει αυτά τα αρχεία να μετατραπούν σε αρχεία τύπου ASCII. Η διαδικασία είναι η εξής.

Από το μενού του **Arc Toolbox** επιλέγουμε **Conversion Tools** → **From Raster** → **Raster to ASCII** και κάνουμε διπλό κλικ.

Εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη διαλόγου **Raster to ASCII** και πρέπει να συμπληρωθεί ως εξής:



Στο πεδίο **Input raster** επιλέγουμε το κανναβικό αρχείο που θα μετατραπεί σε ASCII. Τέλος στο πεδίο **Output ASCII raster file** ορίζουμε το όνομα του αρχείου και το φάκελο



στον οποίο θα αποθηκευτεί το ASCII αρχείο.



Το αρχείο ASCII αποτελείται από τις πληροφορίες επικεφαλίδας που περιέχουν ένα σύνολο λέξεων κλειδιών, που ακολουθούνται από τις τιμές κελιών σε σειρά. Το σχήμα αρχείων είναι:

```
NCOLS xxx  
NROWS xxx  
XLLCENTER xxx | XLLCORNER xxx  
YLLCENTER xxx | YLLCORNER xxx  
CELLSIZE xxx  
NODATA_VALUE xxx  
row 1  
....  
row n
```

Όπου xxx είναι ένας αριθμός, και η λέξη κλειδί NODATA_VALUE είναι προαιρετική και εξ ορισμού ισούται με -9999. Το εργαλείο Raster to ASCII θα παραγάγει μόνο τα αρχεία όπου η θέση του raster είναι βασισμένη από τη χαμηλότερη αριστερή γωνία (LLCORNER).



Σημειώστε ότι το εργαλείο Raster to ASCII υποστηρίζει και LLCENTER και LLCORNER.

Παραδείγματος χάριν:

NCOLS 480

NROWS 450

XLLCORNER 378922

YLLCORNER 4072345

CELLSIZE 30

NODATA_VALUE -32768

43 2 45 7 3 56 2 5 23 65 34 6 32 54 57 34 2 2 54 6

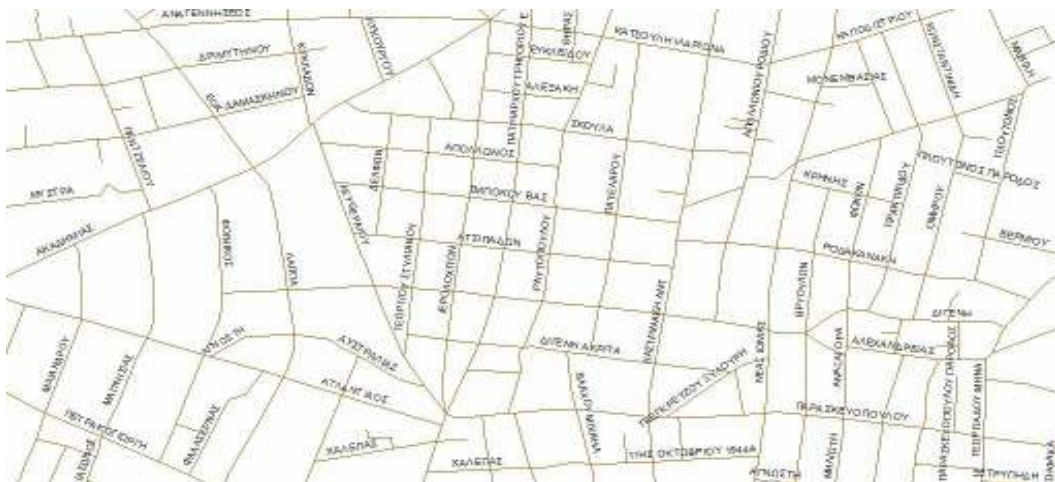
35 45 65 34 2 6 78 4 2 6 89 3 2 7 45 23 5 8 4 1 62 ...

Τέλος με τη βοήθεια του Λογισμικού ArcScene, δημιουργήθηκαν τα προοπτικά τριών διαστάσεων (3D) της περιοχής, τα οποία συσχετίστηκαν με τα υπόλοιπα στοιχεία, (χωρικά, θεματικά κλπ), στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ArcGis.

2.4.4 Θεματικά επίπεδα πληροφοριών

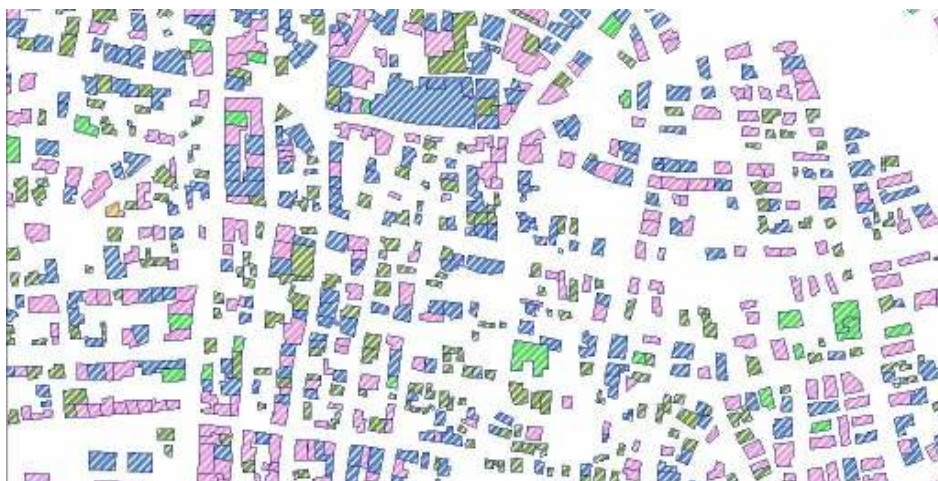
Τα επίπεδα πληροφοριών τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως θεματικές πληροφορίες και εισήχθησαν για να αλληλοσυσχετισθούν στα GIS είναι χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) που σαρώθηκαν και ψηφιοποιήσαμε τα εξής:

- 1 Οδικό δίκτυο: Τα χωρικά δεδομένα εισήχθησαν σε γραμμικό αρχείο (Σχήμα 13). Για τα περιγραφικά δεδομένα δημιουργήθηκαν τα εξής πεδία:
 - ❖ NAMEGRK: Text πεδίο για την εισαγωγή της ονομασίας του δρόμου στα ελληνικά.
 - ❖ NAMEENG: Text πεδίο για την εισαγωγή της ονομασίας του δρόμου στα αγγλικά.



Σχήμα 13: Μέρος του γραμμικού αρχείου με τους δρόμους του Ηρακλείου και την ονομασία τους

- 1 Κτήρια: Τα χωρικά δεδομένα εισήχθησαν σε πολυγωνικό αρχείο (Σχήμα 14). Για τα περιγραφικά δεδομένα δημιουργήθηκαν τα εξής πεδία:
 - ❖ Orofoi: Short Integer πεδίο για την εισαγωγή του αριθμού των ορόφων των κτηρίων.
 - ❖ Ipsos: Float πεδίο για την εισαγωγή του ύψους των κτηρίων. Επειδή δεν ήταν δυνατό να γνωρίζω το ακριβές ύψος του κάθε κτηρίου, θεώρησα ότι κάθε όροφος είχε ύψος 2,85 μέτρα. Επομένως το ύψος υπολογίστηκε με έναν απλό πολλαπλασιασμό του 2,85 με τον αριθμό των ορόφων του κάθε κτηρίου.



Σχήμα 14: Μέρος του πολυγωνικού αρχείου με τα κτήρια

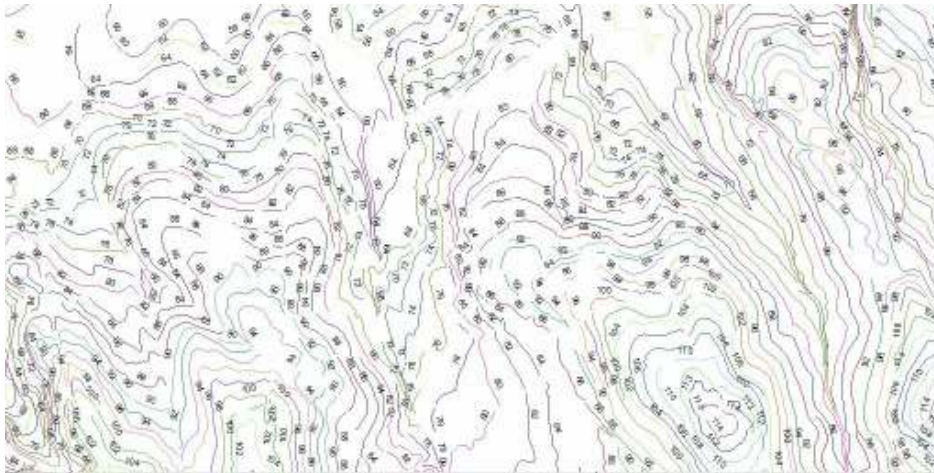
Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

*Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος
Σελίδα 71 από 86*



- 1 Υψομετρικές καμπύλες: Τα χωρικά δεδομένα εισήχθησαν σε γραμμικό αρχείο (Σχήμα 15).

❖ Elevation: Περιλαμβάνει το υψόμετρο σε μέτρα για την κάθε ισοϋψή γραμμή



Σχήμα 15: Ισοϋψείς γραμμές

- 2 DTM με τη μέθοδο TIN (Σχήμα 16).





Σχήμα 16: TIN

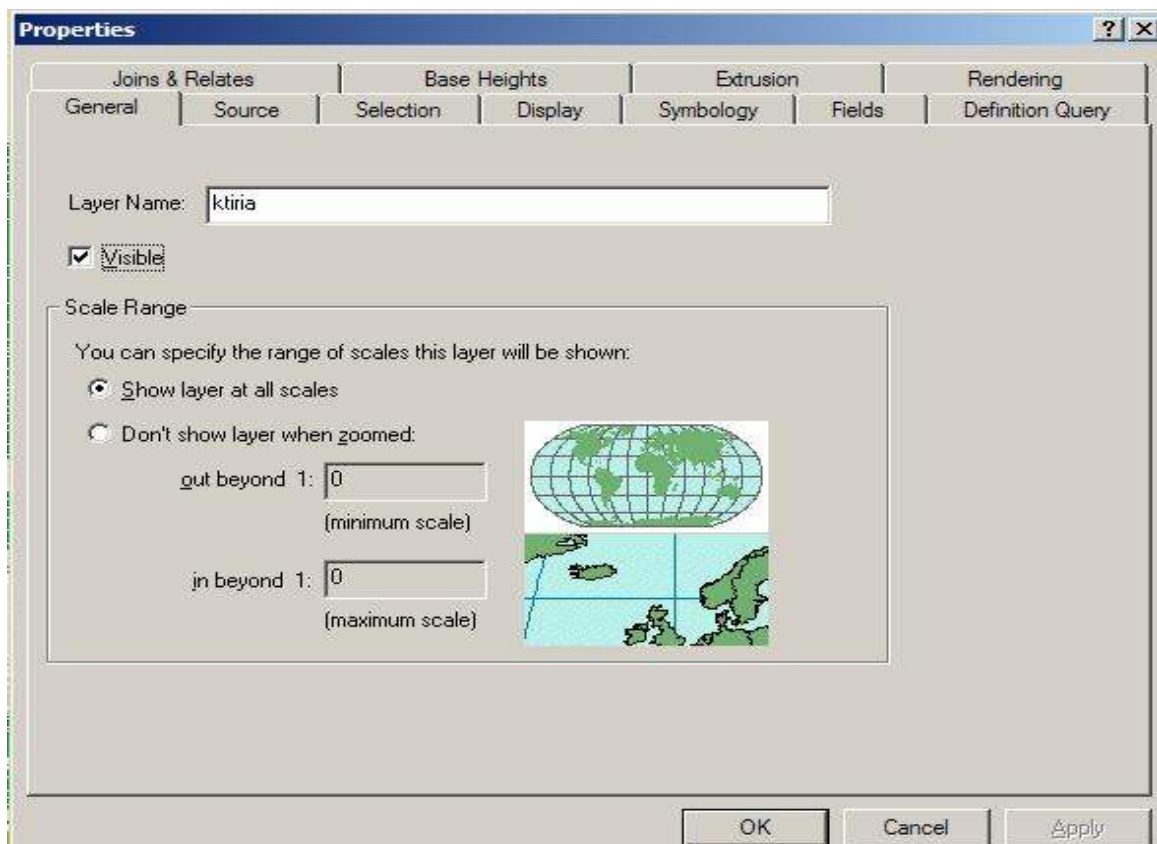


2.5 3D αναπαράσταση

Η τρισδιάστατη απεικόνιση γίνεται μέσω του ArcScene. Για να ανοίξουμε το ArcScene υπάρχουν δύο τρόποι. Ο πρώτος είναι μέσα από το Start Menu των Windows ακολουθώντας την διαδρομή **Start**→ **All Programs**→ **ArcGIS**→ **ArcScene** και ο δεύτερος μέσα από το

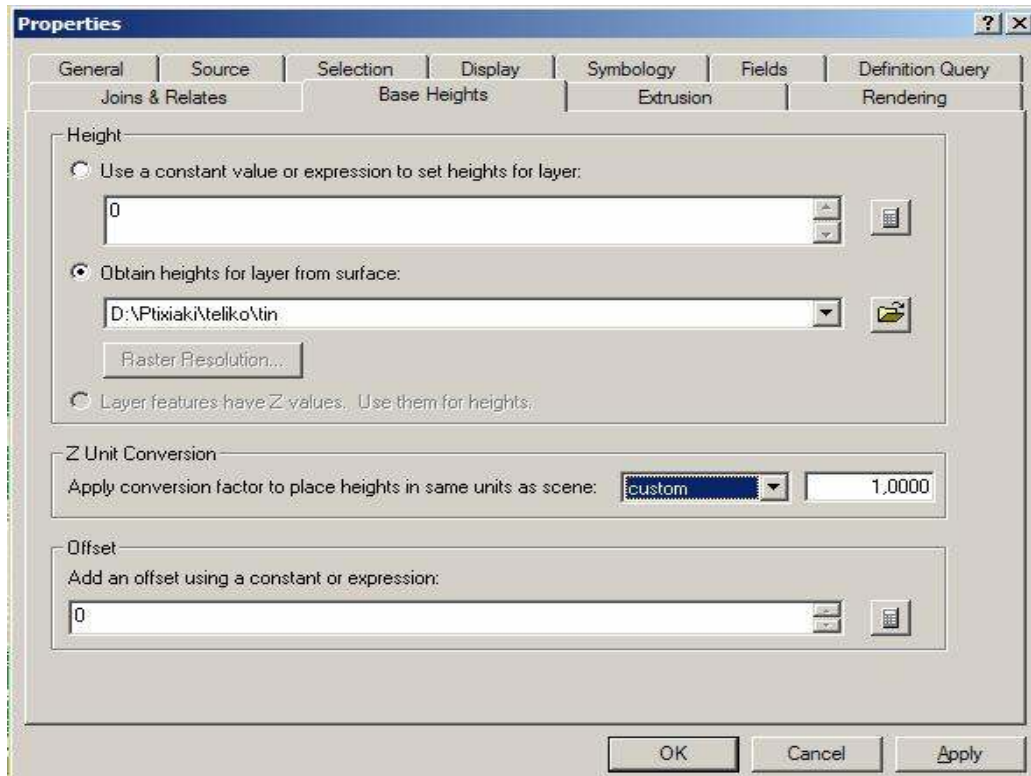
ArcMap κάνοντας κλικ από τη γραμμή εντολών του 3D Analyst εικονίδιο . Για να αναπαραστήσουμε την πόλη του Ηρακλείου τρισδιάστατα χρειάζεται να προσθέσουμε το σχεσιακό αρχείο που περιέχει τα κτήρια του Ηρακλείου (ktiria.shp) καθώς και το ψηφιακό μοντέλο εδάφους TIN πατώντας το κουμπί  από το μενού των εργαλείων.

Αφού έχουν προστεθεί τα απαραίτητα αρχεία κάνουμε δεξί κλικ στο σχεσιακό αρχείο των κτηρίων και κάνουμε κλικ στην επιλογή **Properties** και εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη

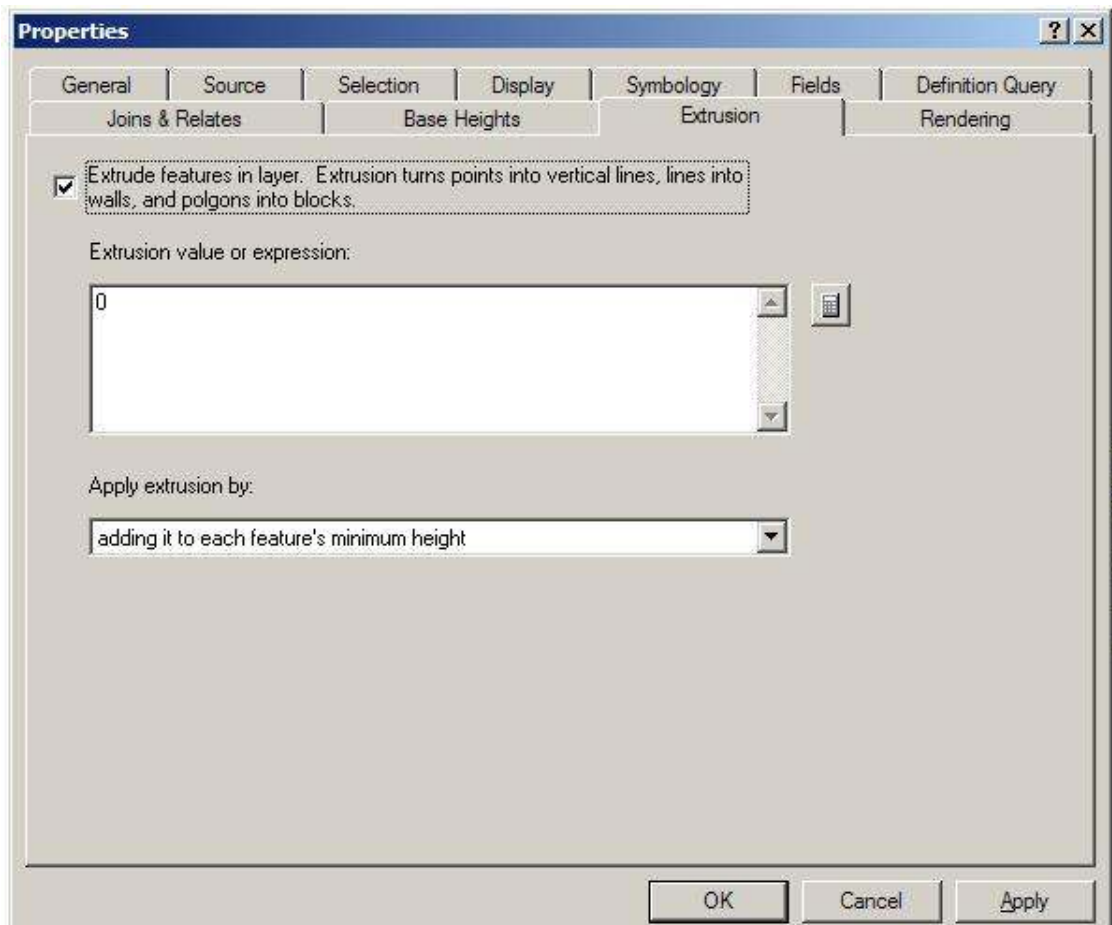





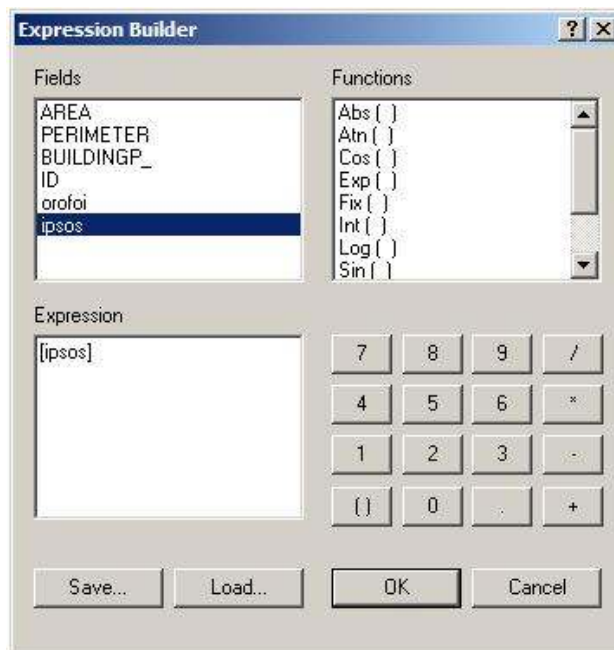
Επιλέγουμε την καρτέλα **Base Heights** και στην επιλογή **Height** διαλέγουμε **Obtain heights for layer from surface**.



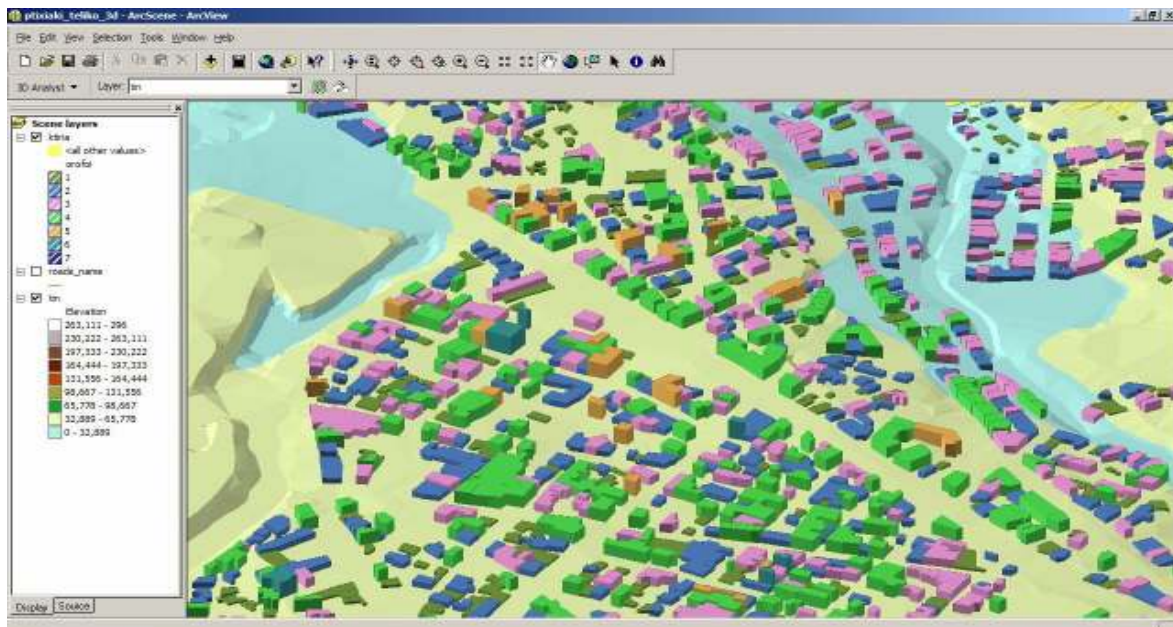
Στη συνέχεια επιλέγουμε την καρτέλα **Extrusion** και κάνουμε κλικ στην επιλογή **“Extrude features in layer. Extrusion turns points into vertical lines, lines into walls, and polygons into blocks.”**.



Στη συνέχεια στην επιλογή “**Extrusion value or expression**” κάνουμε κλικ στο κουμπί  και εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο όπου επιλέγουμε απο το πεδίο **Field** το **Ipsos** που είναι το πεδίο που περιέχει το ύψος των κτηρίων και κάνουμε κλικ στο **OK**.



Στην κεντρική καρτέλα των **Properties** κάνουμε κλικ στο κουμπί **OK** και ύστερα από αρκετή ώρα εμφανίζεται η τρισδιάστατη απεικόνιση της πόλης του Ηρακλείου (Σχήμα 17).



Σχήμα 17: Μέρος του τρισδιάστατου μοντέλου της πόλης του Ηρακλείου

Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

*Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος
Σελίδα 76 από 86*



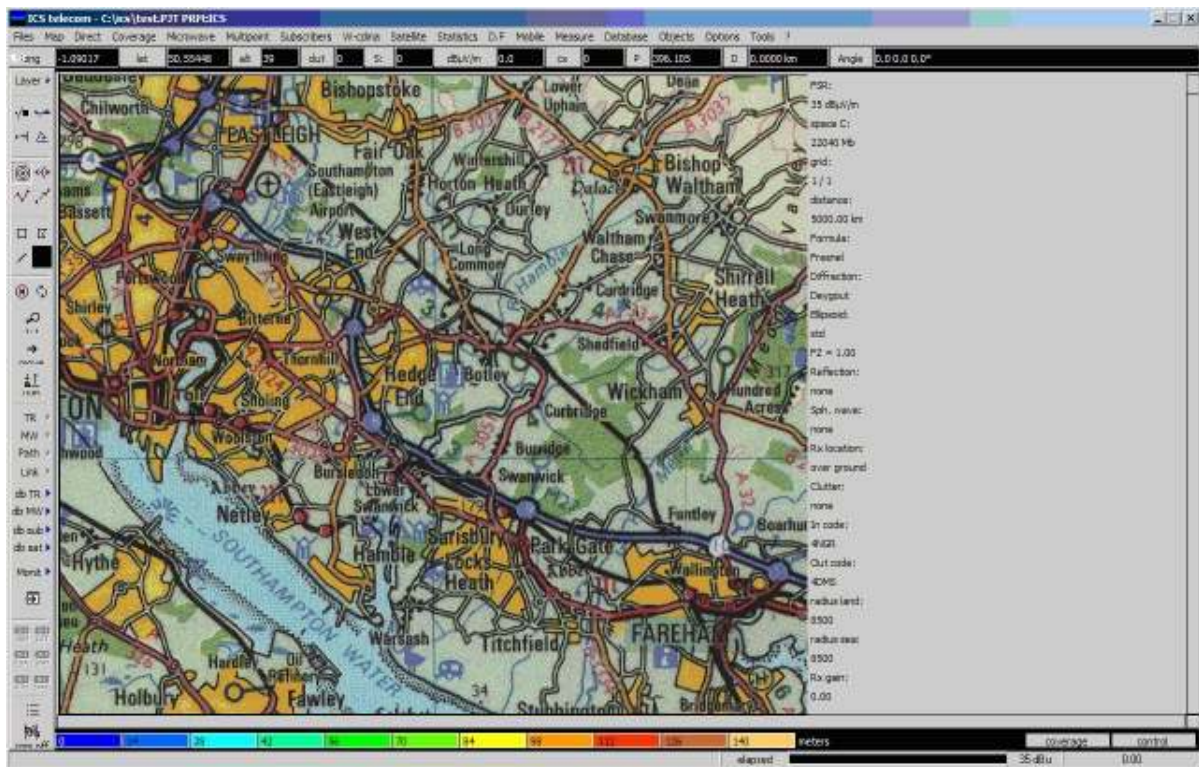
2.6 Λογισμικό ICS-Telecom

Η ανάπτυξη των ασύρματων επικοινωνιών σε όλο τον κόσμο είναι εκρηκτική. Μηχανικοί που υποστηρίζουν αυτή την δραστηριότητα πρέπει να βρίσκουν την πιο πρόσφορη λύση για την διαχείριση των συστημάτων, αυτών, ώστε να μη συρρικνωθούν ποτέ με το πέρασμα του χρόνου. Την ίδια στιγμή πρέπει να ελέγχουν το κόστος των υλικών, και επίσης το ρίσκο ότι το μόλις εγκατεστημένο δίκτυο μπορεί να αποτύχει στους στόχους των προσδοκιών.

Κανένα δίκτυο δεν χρησιμοποιεί μόνο μια τεχνολογία. Τα σύγχρονα δίκτυα δομούνται σε πολλαπλά επίπεδα και κάθε επίπεδο είναι πολύπλοκα διασυνδεδεμένο με τα άλλα.

Η ATDI ανακοίνωσε την ανάπτυξη του ICS Telecom το 1992. Το προϊόν έχει εξελιχθεί μέσω πολλών αλλαγών στα διάφορα λειτουργικά συστήματα των υπολογιστών. Το αποτέλεσμα είναι μια εφαρμογή που κάνει την καλύτερη χρήση των πόρων των υπολογιστών ενώ ταυτόχρονα παρέχει στον χρήστη ταχύτερη λειτουργικότητα.

Το ICS Telecom (Σχήμα 18) είναι το κλειδί στην εργαλειοθήκη των μηχανικών. Είναι ικανό να σχεδιάσει, οποιουδήποτε μεγέθους, ασύρματο σύστημα. Καλύπτοντας μοναδικές υπηρεσίες και standard για το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Το ICS Telecom εξασφαλίζει τα εφόδια για την οργάνωση και την βελτιστοποίηση ενός μεγάλου αριθμού από αναλογικές και ψηφιακές τεχνολογίες. Η χρήση εσωτερικών αλλά και εξωτερικών βάσεων δεδομένων επιτρέπει την εύκολη διαχείριση των γεωγραφικών περιοχών.



Σχήμα 18: Περιβάλλον του ICS-Telecom

2.6.1 Κύρια χαρακτηριστικά του ICS-Telecom

Το ICS Telecom είναι ένα εργαλείο προγραμματισμού δικτύων ικανό να διαμορφώσει οπουδήποτε μεγέθους σύστημα από τοπικές περιοχές ως εκτενή πανεθνικά δίκτυα. Έχει εφαρμογή σε όλους τους σύγχρονους τύπους συστημάτων από το φάσμα συχνοτήτων των 30MHz έως τα 60GHz.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον προγραμματισμό και τη βελτιστοποίηση οποιοδήποτε αναλογικού και ψηφιακού εξοπλισμού χρησιμοποιώντας το ραδιοφάσμα συμπεριλαμβάνοντας:

- 1 Αεροναυτικά συστήματα
- 2 Τηλεοπτική και ραδιοφωνική μετάδοση
- 3 Κυψελοειδή τηλεφωνία συμπεριλαμβανομένου του GSM & 3G

Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου του οικοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Ηρακλείου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

*Εισηγητής: Στρατάκης Δημήτριος
Σελίδα 78 από 86*



- 4 Σταθερή ράδιο πρόσβαση/WiMAX
- 5 LAN/WAN
- 6 Θαλάσσια συστήματα
- 7 Φορέα μικροκυμάτων
- 8 Κινητά στοιχεία
- 9 Σελιδοποίηση
- 10 Ραντάρ
- 11 Δορυφόρους
- 12 Τηλεμετρία

Καλύπτει όλες τις πτυχές της συνδετικότητας, της κυκλοφορίας, του προγραμματισμού συχνότητας και της διαμόρφωσης παρέμβασης. Επιτρέπει στους μηχανικούς να διαμορφώσουν τα ραδιοδίκτυα πιο αποτελεσματικά και πιο περιεκτικά από πριν. Η σε όλο το σύστημα προσέγγισή του επιτρέπει την διαχείριση της τρέχουσας ανάπτυξης δικτύων πιο εύκολα και πιο αποτελεσματικά, ως απάντηση στις συνεχώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις. Η πρόσθετες λειτουργίες περιλαμβάνουν:

1 Σύνολο εργαλείων CDMA

- Αυτόματο διαστασιολόγηση δικτύων
- Παρακείμενη διαμόρφωση καναλιών
- Εργαλεία ανάθεσης κώδικα
- UMTS/IMT2000 διασυνοριακό συντονισμό

2 Ασύρματα δίκτυα (WLAN)

- Βελτιωμένα εσωτερικά εργαλεία συλλογής δεδομένων
- Διαμόρφωση της απώλειας σήματος λόγω διείσδυσης σε τοίχους (ITU-R M.1225)
- Αξιολόγηση της παρέμβασης μεταξύ των δικτύων (CEPT WG SE21)

3 Μικροκύματα/FWA

- Αναπροσαρμογή στην από σημείο σε σημείο διάδοση (πρότυπο ITU-R P530-9) με τους ενσωματωμένους χάρτες διαθλαστικότητας
- Στόχοι διαθεσιμότητας SDH (ITU-T G.828, ITU-T G.826, ITU-R P.530, ITU-



R F.1397, ITU-R F.1491)

- Νέα γρήγορα πρότυπα ανάθεσης για την επαναχρησιμοποίηση συχνότητας

4 Ραδιοφωνική μετάδοση

- Προσθήκη της ραδιοφωνικής μετάδοσης (πρότυπο ITU-R P.1546)
- Ενημερωμένοι πίνακες προστασίας που προέρχονται από τις πιο πρόσφατες συστάσεις κυρίως της ITU και του CEPT

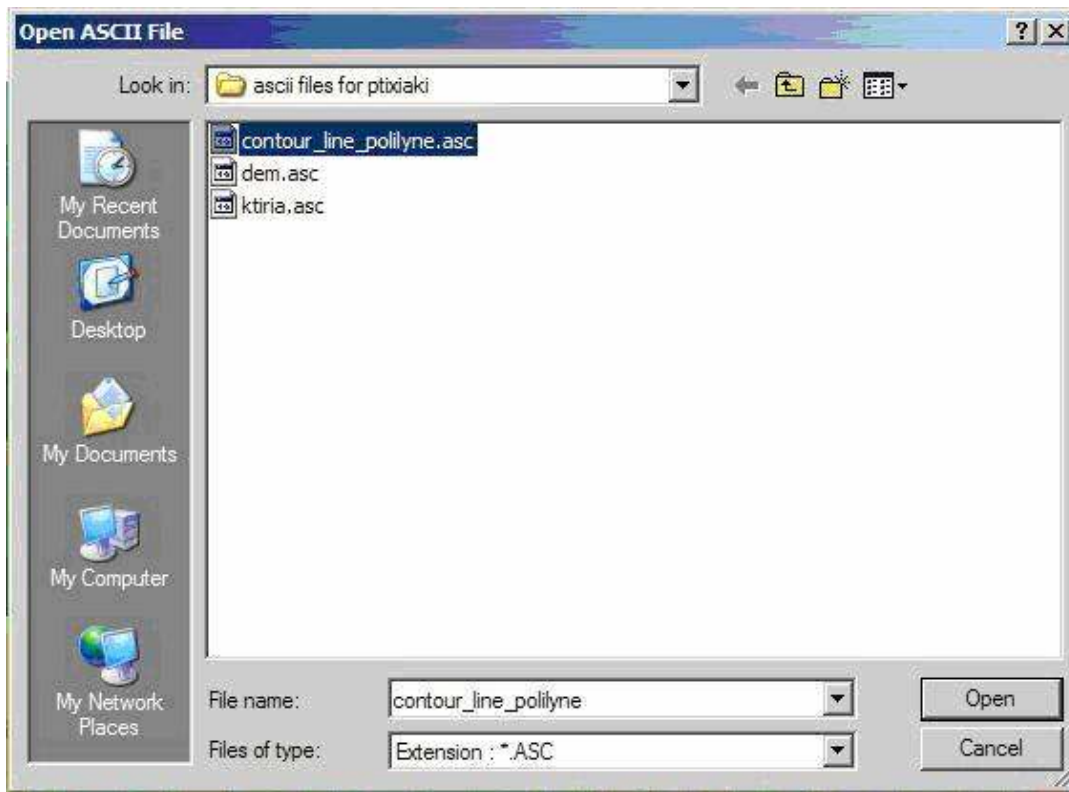
5 Διάφορα

- Εξατομικευμένο σύστημα επιλογών χρήστη για να θέσει εκτός λειτουργίας τις ανεπιθύμητες επιλογές
- Νέες εργαλεία εισαγωγής μαναβικών αρχείων MIF από το MapInfo, DXF από το AutoCAD, και διανυσματικών αρχείων SHP της ESRI
- Νέα ενότητα μετατροπών που υποστηρίζει πολλά νέα datums

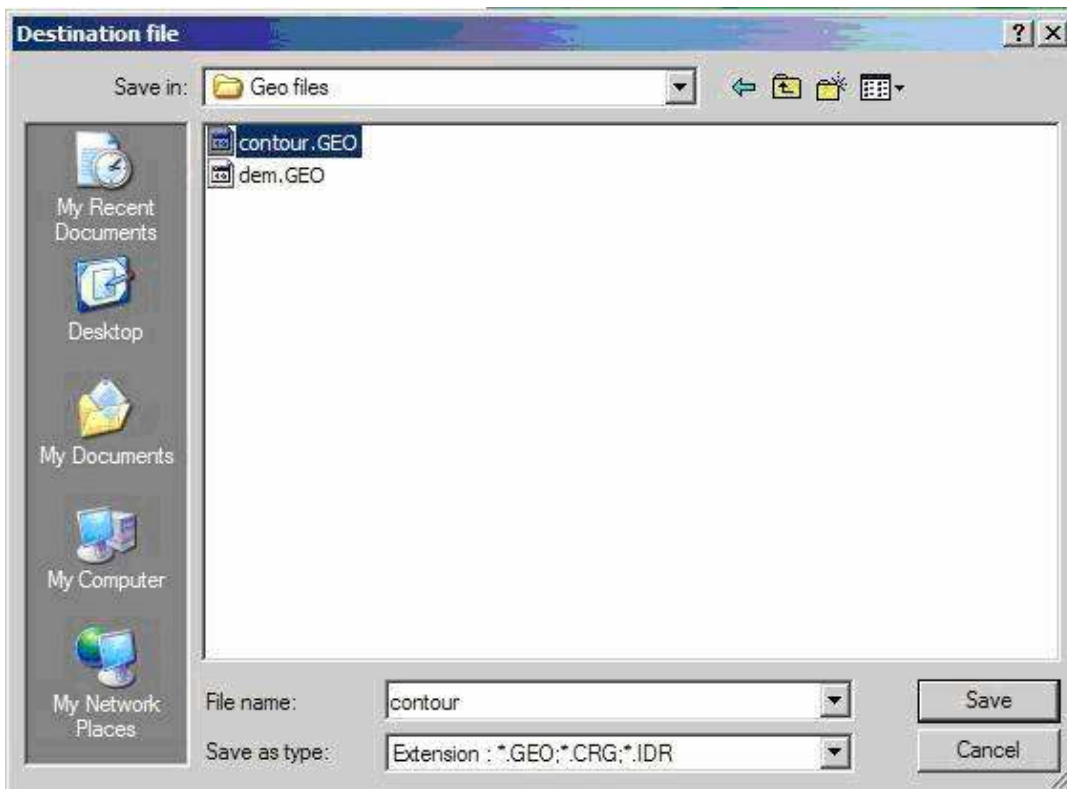
2.7 Σύνδεση GIS data με ATDI

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα δεδομένα του ArcGis δεν είναι συμβατά με τα αντίστοιχα του ICS Telecom. Γι' αυτό και μετατράπηκαν σε αρχεία τύπου ASCII ώστε να μπορέσουν να εισαχθούν στο ICS Telecom.

Από το μενού επιλέγουμε **Files** → **Import** → **Convert Grid ASCII to GEO files**. Αμέσως ανοίγει ένα νέο παράθυρο που μας ζητά την διαδρομή που βρίσκεται το αρχείο ASCII. Επιλέγουμε το αρχείο και κάνουμε κλικ στο κουμπί **Open**.



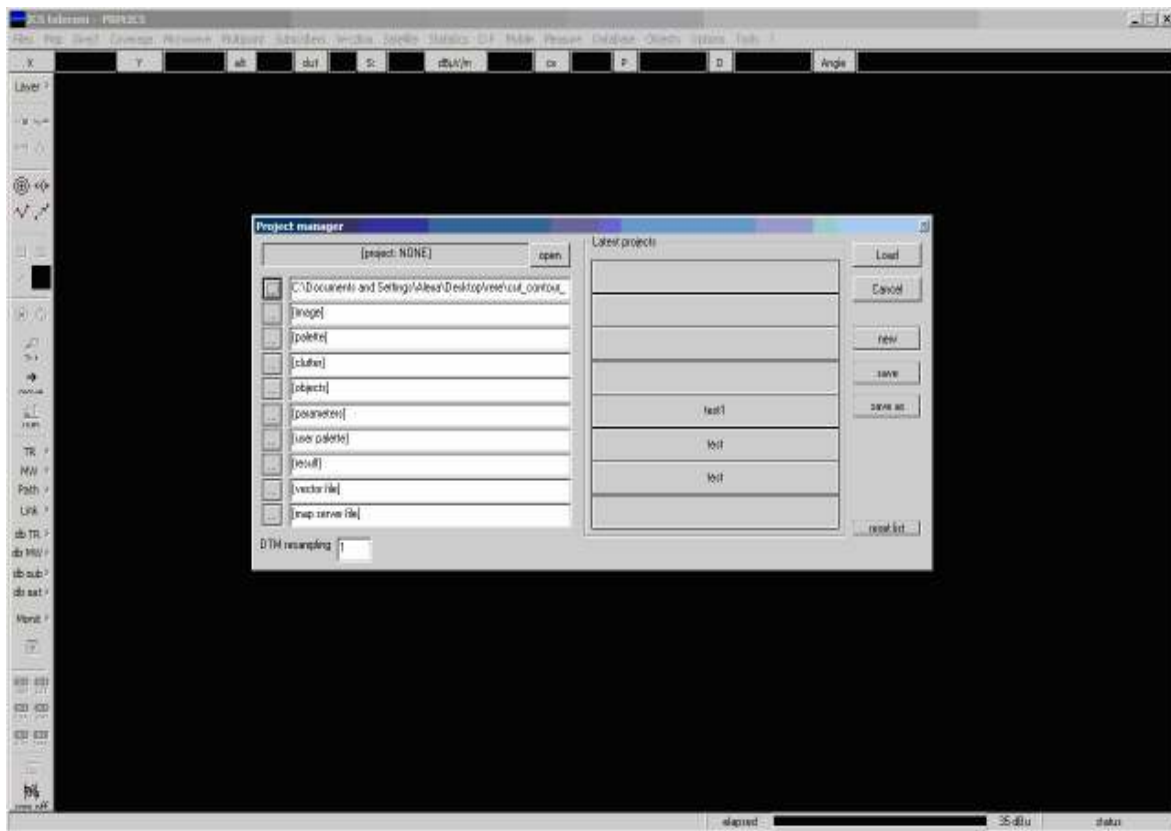
Στη συνέχεια ανοίγει ένα ακόμα νέο παράθυρο που μας ζητά το όνομα του αρχείου στο οποίο θα γίνει η μετατροπή του αρχείου **ASCII** σε **GEO**. Γράφουμε το όνομα του αρχείου και κάνουμε κλικ στο κουμπί **Save**.



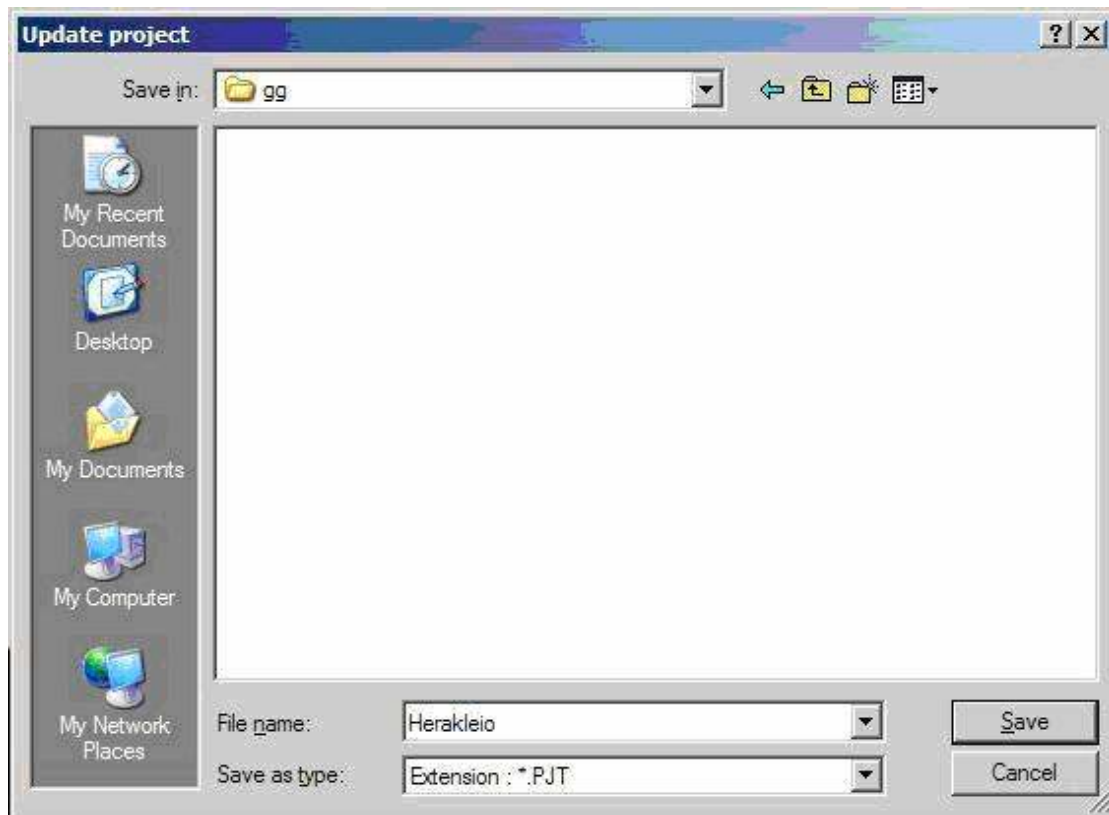
Κατόπιν ανοίγει ένα τελευταίο παράθυρο που μας ζητά να ορίσουμε τις παραμέτρους των συντεταγμένων. Στο text box “Coordinate Code:” γράφουμε **EGSA87** και κάνουμε κλικ στο κουμπί **OK**.



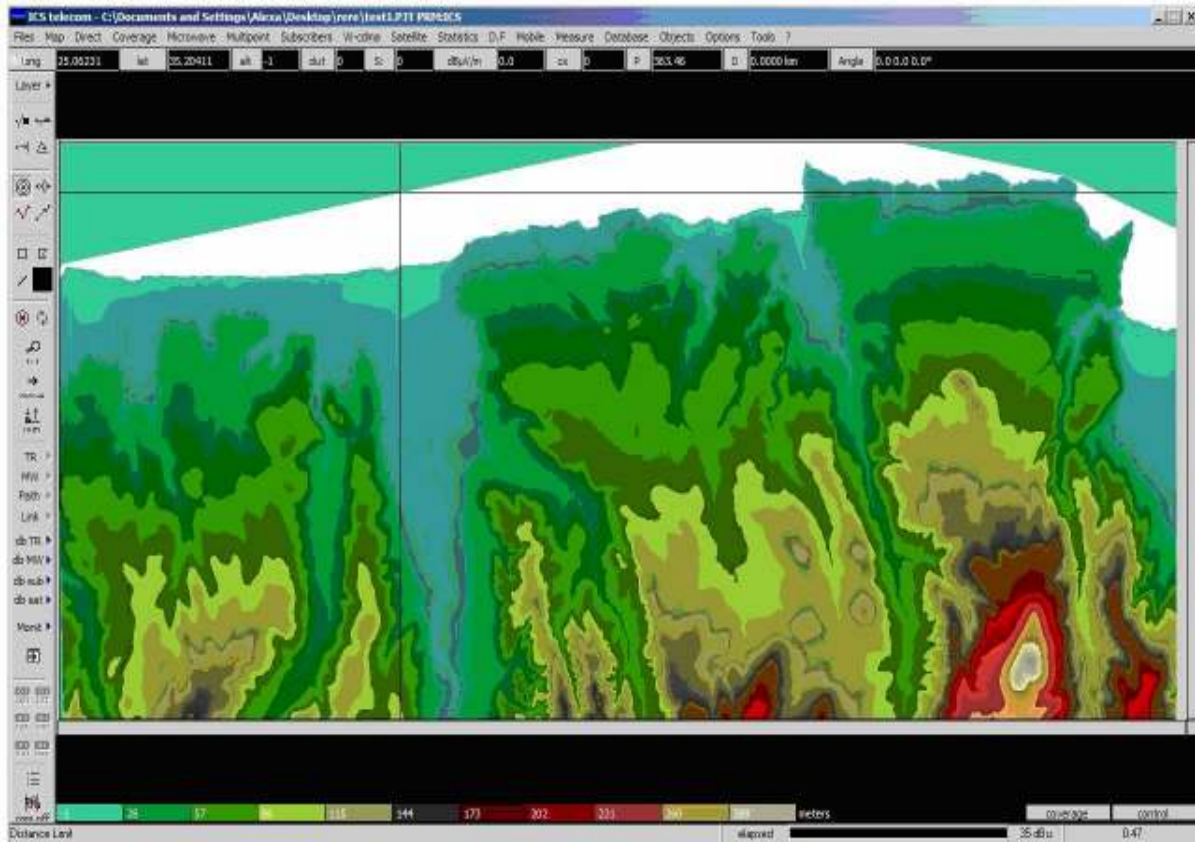
Στη συνέχεια επιλέγουμε **Files →Project Manager** για να ανοίξουμε ένα καινούριο project. Στην επιλογή [digital elevation model] επιλέγουμε το αρχείο των υψομετρικών καμπύλων που μετατράπηκε από ASCII σε GEO.



Τέλος κάνουμε κλικ στο κουμπί **save as** και ανοίγει το παρακάτω παράθυρο που μας ζητά να ορίσουμε τον όνομα του project καθώς και τον φάκελο στον οποίο θα αποθηκευτεί και πατάμε το κουμπί **Save**.



Το πρόγραμμα μας επιστρέφει στο προηγούμενο μενού και μένει μόνο να κάνουμε κλικ στο κουμπί **Load**. Εμφανίζεται ο παρακάτω χάρτης (Σχήμα 19):



Σχήμα 19: Το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) φορτωμένο στο ATDI ICS Telecom



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Open GIS Consortium (OGC), <http://www.opengis.com>.
2. Open GIS Consortium (OGC), 2003a, <http://www.ogc.org>.
3. ArcGIS Desktop Help:
<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm?TopicName=welcome>
4. Gis Lounge, <http://gislounge.com>.
5. Gis, <http://www.gis.com>.
6. USGS, <http://www.usgs.gov>.
7. Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού <http://www.gys.gr/>.
8. Γεωαπεικόνιση Ε.Π.Ε <http://www.geoapikonisis.gr/>.
Εφαρμογές του λογισμικού ArgGis με απλά λόγια, Κωστής Κουτσόπουλος, Νίκος Ανδρουλακάκης, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005.
9. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου, Κωστής Κουτσόπουλος, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005.
10. Κινητή Τηλεφωνία, Σταύρος Κωτσόπουλος, Γιώργος Καραγιαννίδης, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1997.
11. Wireless and Personal Communications Systems, Vijay K. Garg, Joseph E. Wilkes, Noble Publishing

Ηράκλειο, Απρίλιος 2007