

# Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών  
*Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα*

## Μεταπτυχιακή Διατριβή



Διαχείριση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών  
- Εφαρμογές στην Ενάλια Αρχαιολογία -

Ζορπάς Ελευθέριος

Επιβλέπων Καθηγητής  
Δρ. Πάνος Μαρκόπουλος

Δεκέμβριος 2018

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών**  
***Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα***

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Διαχείριση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών**  
**-Εφαρμογές στην Ενάλια Αρχαιολογία-**

**Ζορπάς Ελευθέριος**

**Επιβλέπων Καθηγητής**  
**Δρ. Πάνος Μαρκόπουλος**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα. από τη Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

**Δεκέμβριος 2018**



## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Ζορπάς Ελευθέριος, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από την Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους της Σχολής.

## Περίληψη

Στη παρούσα μεταπτυχιακή εργασία γίνεται αναφορά στα Πληροφοριακά Συστήματα και συγκεκριμένα στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών - Γ.Σ.Π. ή ευρέως γνωστά ως GIS και πώς αυτά χρησιμοποιούνται για την διαχείριση δεδομένων και πληροφοριών σε εφαρμογές στην Ενάλια Αρχαιολογία. Σημαντική ιδιαιτερότητα που κατέχουν τα Γ.Σ.Π. είναι η ικανότητα, συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, οπτικοποίησης, μετασχηματισμού των δεδομένων που διαθέτουν και «κουβαλούν» την χωρική πληροφορία σε ένα σύστημα γεωγραφικής αναφοράς.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία γενική αναφορά στα Πληροφοριακά Συστήματα, τις βασικές ανάγκες και στοιχεία που τα αποτελούν για την διαχείριση των δεδομένων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται μία εκτενής αναφορά στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γ.Σ.Π., στους βασικούς τύπους, στις δομές των χωρικών δεδομένων που υπεισέρχονται στα συστήματα αυτά και πως αυτά αλληλοσυσχετίζονται στις σχεσιακές βάσεις δεδομένων. Γίνεται αναφορά στη έννοια της τοπολογίας, στη δημιουργία των μεταδεδομένων καθώς και οι δυνατότητες διαδικτυακών εφαρμογών Web GIS κάνοντας χρήση έτοιμων εργαλείων, εφαρμογών και λογισμικών.

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στη διαχείριση των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων όπου γίνεται μία ανάλυση κόστους-οφέλους επένδυσης, προγραμματισμού της διαδικασίας χαρτογραφικής απεικόνισης μέσω Γ.Σ.Π. και αναφορά σε βασικές στρατηγικές στη εφαρμογή πολιτικών ασφαλείας των δεδομένων και συντήρησης των συστημάτων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται η σημαντικότητα και η ανάγκη υιοθέτησης των συστημάτων Γ.Σ.Π. στη Ενάλια Αρχαιολογία και στην Αρχαιολογία γενικότερα. Καθορίζονται οι απαιτήσεις σε προγραμματισμό των σημαντικών υλικών και άυλων πόρων για την δημιουργία Γ.Σ.Π., σύμφωνα με τις ανάγκες, όπως αυτές καταγράφηκαν μέσα από συνεντεύξεις των άμεσα εμπλεκόμενων επιστημόνων (αρχαιολόγων), καθώς και εισηγήσεις για την οργάνωση δεδομένων και λειτουργιών παρουσιάζοντας ένα διάγραμμα ροής για την υλοποίηση ενός συστήματος GIS.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε γνωστά συστήματα, τεχνολογίες και εργαλεία GIS στη αρχαιολογία γενικότερα.

Στη σύνοψη σχολιάζονται οι δυνατότητες των GIS και η εισήγηση για την δημιουργία ενός εργαλείου/εφαρμογής Web GIS για σκοπούς οργάνωσης των διαδικασιών και διαχείρισης των δεδομένων στην Ενάλια Αρχαιολογία.

## *Summary*

In this postgraduate dissertation, the advantages of Information Systems technology are pointed out, emphasized on the management necessity of information/data linked with location attributes, through Geographical Information Systems, also known as GIS and their applications in Maritime Archeology. GIS ability, to collect, store, manage, visualize, transform and analyze such data with spatial identities, defines the long term benefit investing in such technologies by developing useful archeology applications.

In the first chapter, a general report about Information Systems is carried out, referring their basic components and data management tools.

In the second chapter, an extensive tribute to GIS - Geographical Information Systems is handed out, the spatial data types and structure involved in these systems and how they are interrelated in relational databases (RDBMS). Also, topology concepts, metadata calculations, and capabilities of web-based GIS applications are being discussed.

Third chapter is dedicated to the management aspect of these Geographic Information Systems. A cost-benefit analysis investing to GIS systems is carried out, by organizing the mapping process needed through GIS methodology. Basic strategies of data implementation, security policies and system maintenance are mentioned.

The fourth chapter describes the importance and the need to adopt GIS systems in Maritime Archeology and Archeology in general. The planning of tangible and intangibles resource requirements for setting up a GIS project are defined, according to the needs of the directly involved scientists (archaeologists), and how these elements could be organized through a work flow diagram for the implementation of a GIS system.

In the fifth chapter, several latest GIS systems and technologies are mentioned.

In conclusion, general capabilities of GIS systems are being discussed and a proposal of a Web GIS tool for Maritime Archeology is suggested.

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Πάνο Μαρκόπουλο για την στήριξη και παρότρυνση του για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ιδιαίτερες ευχαριστίες στην Δρ. Στυλιανή Δεμέστιχα, αναπληρώτρια καθηγήτρια Ενάλιας Αρχαιολογίας του Τμήματος Ιστορίας και Αρχαιολογίας, της Φιλοσοφική Σχολής του Πανεπιστημίου Κύπρου και διευθύντρια του εργαστηρίου Εναλίων Αρχαιολογικών Ερευνών (ΕΡ.ΕΝ.Α.Ε) για την καθοδήγηση και για τη πολύτιμη βοήθεια σχετικά με τον καθορισμό των αναγκών των δραστηριοτήτων της Ενάλιας Αρχαιολογίας.

Θερμές ευχαριστίες, στον κο. Αντώνη Νεοφύτου, υπεύθυνο τεκμηρίωσης του εργαστηρίου εναλίων αρχαιολογικών ερευνών (ΕΡ.ΕΝ.Α.Ε), και στον Δρ. Δημήτριο Σκαρλάτο, επίκουρο καθηγητή του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου, για την πολύτιμη βοήθεια τους στη ανταλλαγή απόψεων και παραπομπής σε βιβλιογραφικές αναφορές επί του θέματος της παρούσης διπλωματικής εργασίας.

Θερμές ευχαριστίες στη οικογένεια μου, τους γονείς μου, στη σύζυγο μου Αλεξάνδρα και υιό μου Φίλιππο για την έμπρακτη συμπαράσταση και υποστήριξη τους, και ένα συγνώμη για τον κοινό μας χρόνο που στερήθηκαν στη προσπάθεια ολοκλήρωσης της παρούσας εργασίας και των σπουδών μου γενικότερα.





# Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη .....	iv
Summary .....	iii
Ευχαριστίες.....	iii
<b>Κεφάλαιο 1 Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών.....</b>	<b>7</b>
1.1 Δεδομένα .....	7
1.2 Πληροφορίες.....	8
1.3 Συστήματα Πληροφοριών.....	8
1.3.1 Βασικά στοιχεία των Πληροφοριακών Συστημάτων (Π.Σ.).....	9
1.4 Συστήματα διαχείρισης βάσης δεδομένων .....	11
<b>Κεφάλαιο 2 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Γ.Σ.Π. ....</b>	<b>12</b>
2.2 Βασικοί τύποι Γεωγραφικών Πληροφοριών.....	14
2.2.1 Δομές χωρικών δεδομένων σε ένα Γ.Σ.Π. ....	15
2.3 Γεωβάσεις δεδομένων (geodatabases) .....	16
2.4 Η έννοια της Τοπολογίας σε ένα Γ.Σ.Π.....	18
2.5 Μεταδεδομένα Γ.Σ.Π.....	19
2.6 Οπτικοποίηση – Δημιουργία Χαρτών στα GIS .....	19
2.7 Διαδικτυακά Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Web GIS.....	20
2.7.1 Ασφάλεια Δεδομένων στα συστήματα Web GIS .....	23
<b>Κεφάλαιο 3 Διαχείριση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.....</b>	<b>25</b>
3.1 Ανάλυση Κόστους - Οφέλους της επένδυσης για ένα σύστημα GIS .....	25
3.1.1. Κόστη επένδυσης σε συστήματα GIS.....	27
3.1.2. Οφέλη επένδυσης σε συστήματα GIS.....	30
3.2. Προγραμματισμός της χαρτογραφικής διαδικασίας απεικόνισης.....	33
3.3. Ασφάλεια, συντήρηση συστημάτων GIS και εφεδρικές στρατηγικές .....	34
<b>Κεφάλαιο 4 GIS στην Αρχαιολογία .....</b>	<b>36</b>
4.1 Χερσαία Αρχαιολογία.....	36
4.2 Ενάλια Αρχαιολογία .....	37
4.3 Ανάλυση αναγκών διαχείρισης δεδομένων στις Ενάλιες Αρχαιολογικές Ανασκαφές σύμφωνα με τους άμεσα εμπλεκόμενους Αρχαιολόγους.....	38
4.3.1 Εργαστήριο Εναλίων Αρχαιολογικών Ερευνών και υποβρύχιες ανασκαφές στη Κύπρο .	39
4.3.2 Δεδομένα στην Ενάλια Αρχαιολογία και απαιτήσεις για την συλλογή αυτών.....	40
4.3.3 Υφιστάμενες Βάσεις Δεδομένων .....	42

4.3.4	Υλικό και λογισμικά που απαιτούνται και χρησιμοποιούνται .....	42
4.4	Ενδεικτικό διάγραμμα ροής εργασιών για την υλοποίηση ενός συστήματος GIS.....	44
4.4.1	Εισήγηση για δημιουργία Web GIS εφαρμογής .....	47
<b>Κεφάλαιο 5</b>	<b>Εφαρμογές GIS στην Αρχαιολογία .....</b>	<b>50</b>
5.1	Βάσεις Δεδομένων στη Αρχαιολογία .....	50
5.2	Συστήματα GIS και εφαρμογές στη Αρχαιολογία .....	51
5.2.1	MACHU GIS Project .....	51
5.2.2	3D/4D GIS εφαρμογές .....	52
5.2.3	Καινοτόμες εφαρμογές ανάδειξης της Ενάλιας Πολιτιστικής κληρονομιάς. ....	54
<b>Σύνοψη</b>	.....	<b>55</b>
Ευρετήριο Εικόνων.....	.....	58
Ευρετήριο Σχημάτων .....	.....	59
Βιβλιογραφία .....	.....	60

# Κεφάλαιο 1

## Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών

Σύστημα Διαχείρισης Πληροφοριών ορίζεται ως, το σύνολο από οργανωτικά δομημένα και αλληλοσχετιζόμενα στοιχεία-πληροφορίες το οποίο έχει τους εξής προκαθορισμένους στόχους:

- Αποθηκεύει
- Διαχειρίζεται
- Ελέγχει
- Συντονίζει
- Υποστηρίζει την λήψη αποφάσεων

ενισχύει την ανάλυση προβλημάτων δημιουργώντας νέα προϊόντα υπηρεσίες και αποτελέσματα.

### 1.1 Δεδομένα

Η **ποιότητα** και η **πιστότητα** είναι τα δύο σημαντικότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να κατέχουν τα δεδομένα και η επίτευξη αυτών απαιτεί το ανάλογο κόστος και βαθμό δυσκολίας. Η έρευνα αλλά και η προσπάθεια ορθολογικής μοντελοποίησης και κατανόησης φαινομένων επιβάλλει την συλλογή δεδομένων και αλληλοσυσχέτισή αυτών για σκοπούς ερμηνείας και εξαγωγής συμπερασμάτων.

Για την καταγραφή των δεδομένων γίνεται χρήση διαφόρων τύπων δεδομένων αλλά και συμβολισμών περιγραφής των χαρακτηριστικών τους,

π.χ. - αλφαριθμητικά σύμβολα που περιγράφουν τοποθεσίες, γεωγραφικές θέσεις, αναφορές

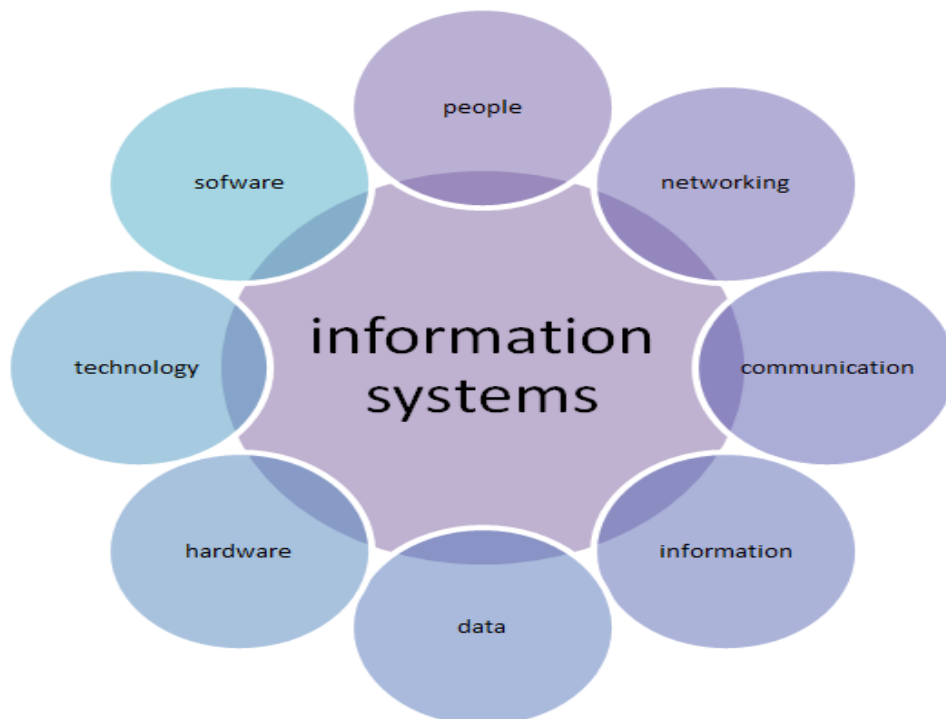
- ψηφιακά δεδομένα σε μορφή φωτογραφιών, εικόνες, χάρτες κ.α.

## 1.2 Πληροφορίες

Η απάντηση σε ένα λογικό ερώτημα ή και η επιλογή ενός χαρακτηριστικού από τα δεδομένα ορίζει την έννοια της **πληροφορίας**. Εάν θέσουμε το ερώτημα για το πού βρίσκεται το αρχαιολογικό εύρημα με το χαρακτηριστικό υλικού «αγγείο», με κωδικοποίηση περιγραφής «CHIAN amphora» και κωδικό σήμανσης «P001» τότε η απάντηση που δοθεί αποτελεί μία πληροφορία που εξήχθηκε με την αλληλοσυσχέτιση διαφόρων πρωτογενών δεδομένων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ερμηνεία και εξαγωγή πολύτιμων συμπερασμάτων.

## 1.3 Συστήματα Πληροφοριών

Τα Συστήματα Πληροφοριών είναι υπολογιστικά εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνται για την μετατροπή των δεδομένων σε πληροφορίες και η διαχείριση των πιο πάνω αποτελεί πρόκληση καθώς η πληθώρα δεδομένων και η μορφή αυτών απαιτεί ολοένα και πιο περίπλοκα συστήματα διαχείρισης για την ορθολογική συσχέτιση, ερμηνεία και κατανόησή τους.



Σχήμα 1- Συστήματα Πληροφοριών, πηγή: διαδίκτυο

Ένα Πληροφοριακό Σύστημα έχει την δυνατότητα να εκτελεί τις πιο κάτω τέσσερις βασικές λειτουργίες:

- I. *Συλλογή Στοιχείων* – πρωτογενών δεδομένων
- II. *Αποθήκευση Δεδομένων* – αποθετήριο/τράπεζα δεδομένων Η/Υ
- III. *Επεξεργασία Δεδομένων* – ανάλυση, κωδικοποίηση, ταξινόμηση, συσχέτιση.
- IV. *Παρουσίαση της πληροφορίας* – διαδραστική οπτικοποίηση αποτελεσμάτων συσχέτισης των δεδομένων

Αποτελεί ένα σύστημα όπου τα στοιχεία που το πλαισιώνουν: άνθρωποι, διαδικασίες, δεδομένα, ηλεκτρονικός εξοπλισμός και λογισμικό συνεργάζονται και αλληλεπιδρούν στην επεξεργασία δεδομένων παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες (output).

### **1.3.1 Βασικά στοιχεία των Πληροφοριακών Συστημάτων (Π.Σ.)**

#### **❖ A) Άνθρωποι**

Το ανθρώπινο δυναμικό που εμπλέκεται σε ένα Π.Σ. μπορεί να ταξινομηθεί ως:

- τους Χρήστες (user)
- τους Χειριστές (operators)
- και τους δημιουργούς (developers) που - έχουν την ευθύνη ανάπτυξης, δημιουργίας και συντήρησης του συστήματος.

Ένα άτομο είναι πιθανόν να ανήκει σε περισσότερες από μία κατηγορίες αφού μπορεί να είναι ταυτόχρονα δημιουργός και χρήστης.

Οι δημιουργοί (developers) καλούνται να αναλάβουν τους κρισιμότερους ρόλους αφού πρέπει:

- ◆ να εκπαιδεύουν και να ενημερώνουν τους χρήστες και τους χειριστές για θέματα σχετικά με το Π.Σ.
- ◆ να συντάσσει και να καθορίζει τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις του συστήματος αφού αρχικά αναλύσει τις ανάγκες των ενδιαφερομένων.

- ✦ να εκτελούν καθήκοντα προγραμματιστή, να συντάσσει, να ελέγχει και να συντηρεί το λογισμικό του Π.Σ.
- ✦ να μεριμνεί και να προλαμβάνει θέματα που άπτονται της ασφάλειας των δεδομένων και των υλικών του Π.Σ.

#### ❖ Β) Διαδικασίες

Ως διαδικασίες σε ένα Π.Σ. ορίζονται ουσιαστικά οι οδηγίες που καλούνται να εφαρμόζουν οι άνθρωποι που ανήκουν στο σύστημα. Οδηγίες χρήσης, αξιοποίησης και χειρισμού των δεδομένων έτσι ώστε να υπάρχει το επιθυμητό αποτέλεσμα με κύριο γνώμονα την ασφάλεια των δεδομένων και του οργανισμού γενικότερα.

#### ❖ Γ) Δεδομένα

Κάθε παράσταση εννοιών, γεγονότων ή εντολών η οποία βρίσκεται σε τυποποιημένη μορφή και είναι κατάλληλη για ερμηνεία, επικοινωνία ή και επεξεργασία είτε από άνθρωπο ή από αυτόματα μέσα αποτελεί την έννοια των δεδομένων.

Τα δεδομένα είναι πολύτιμα και θα πρέπει να διασφαλίζεται η ασφάλειά τους και να αποτρέπονται ενέργειες που θα υπονομεύουν την ποιότητα και πιστότητά τους.

#### ❖ Δ) Λογισμικό

Κατηγορίες λογισμικού για ένα Π.Σ.

- Λογισμικό Συστήματος
- Λογισμικό των Εφαρμογών (υποστηρικτικά προγράμματα για συγκεκριμένες εφαρμογές)
- Λογισμικό διαχείρισης και παρακολούθησης για την παραγωγικότητα.

#### ❖ Ε) Υλικός Εξοπλισμός

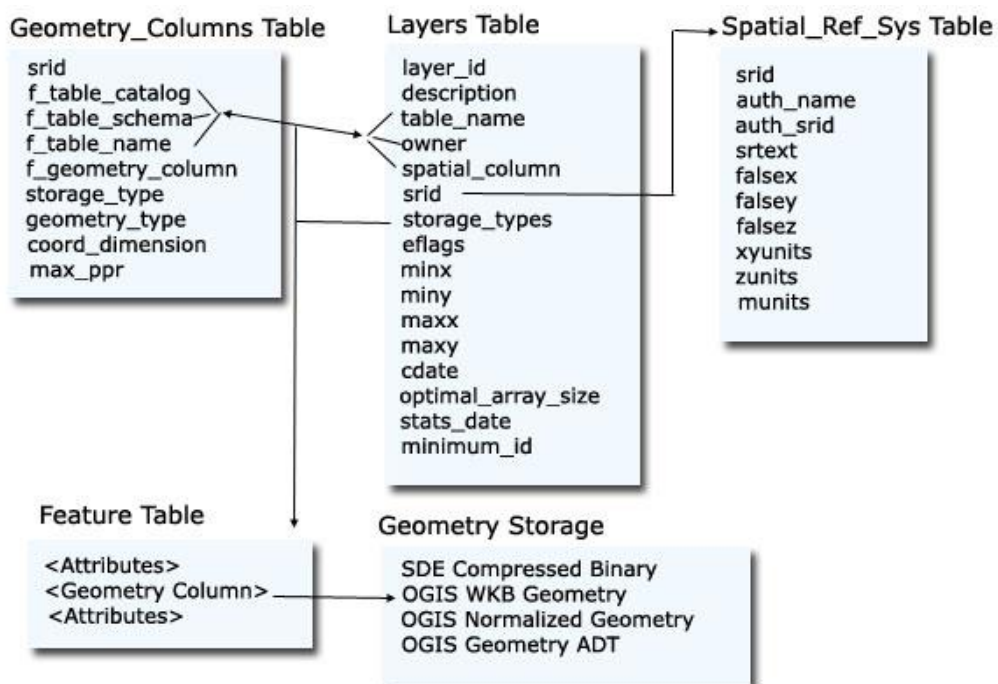
Ο τεχνολογικός εξοπλισμός που απαιτείται για την υλοποίηση ενός Π.Σ. όπως υπολογιστές, μέσα αποθήκευσης, δίκτυο επικοινωνίας, υλικό εισόδου-εξόδου, οπτικοποίησης, εκτύπωσης κα.

## 1.4 Συστήματα διαχείρισης βάσης δεδομένων

Όλες ή τουλάχιστον η πλειοψηφία των επιχειρήσεων και οργανισμών χρησιμοποιούν κατά κόρον συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (*DBMS – DataBase Management Systems*) αφού πλέον ο εναρμονισμός στη χρήση αυτών αποτελεί στρατηγική ανάγκη σε θέματα οργάνωσης - διοίκησης και οργάνωσης λειτουργιών για την εύρυθμη λειτουργίας τους.

Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε ψηφιακή μορφή σε αρχεία τα οποία συνήθως έχουν την μορφή πινάκων αποτελούμενων από γραμμές όπου κάθε εγγραφή κατέχει έναν «μοναδικό» κωδικό ταυτοποίησης και στήλες – πεδία όπου καταχωρούνται διάφορα περιγραφικά χαρακτηριστικά.

Οι πίνακες μπορούν να αποθηκεύονται, να αλληλοσυσχετίζονται, και να ενημερώνονται διαρκώς μέσα από το σύστημα διαχείρισης το οποίο παρέχει την πολύτιμη δυνατότητα καθορισμού επιπέδου προστασίας των αρχείων, θέτοντας εξουσιοδοτημένους χρήστες που θα έχουν δικαιοδοσία στην τροποποίηση και επεξεργασία των δεδομένων. Υπάρχουν πολλές έτοιμες εφαρμογές διαχείρισης Βάσεων δεδομένων όπως π.χ.: Microsoft Access, Oracle, MySQL, PostgreSQL, SQL Server, FileMaker, dBASE κ.α.



Εικόνα 1 - Αλληλοσυσχετισή πινάκων , πηγή: [help.arcgis.com](http://help.arcgis.com)

# Κεφάλαιο 2

## Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Γ.Σ.Π.

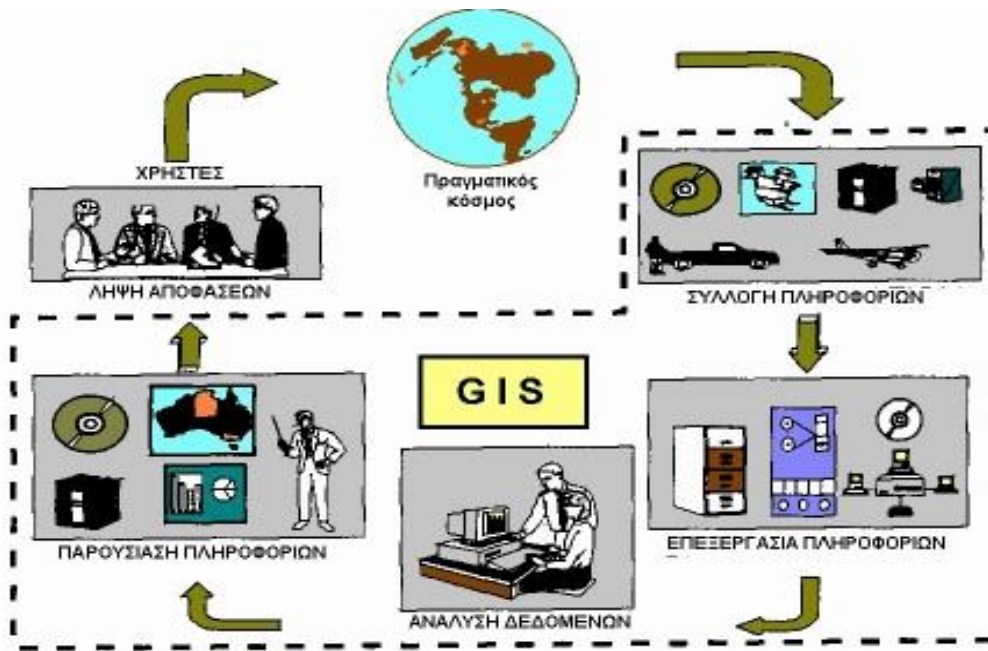
Πολλά δεδομένα διαθέτουν εκτός από περιγραφικές πληροφορίες και χωρικές πληροφορίες, π.χ. γεωγραφική θέση σε ένα σύστημα γεωγραφικής αναφοράς ή και σε ένα αυθαίρετο καρτεσιανό σύστημα. Οι ανάγκες αλληλοσυσχέτισης αυτών των πληροφοριών στο χώρο, έχουν ωθήσει στη δημιουργία ολοκληρωμένων εργαλείων διαχείρισης τα αποκαλούμενα **Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.)** ή αλλιώς γνωστά ως **G.I.S.- Geographic Information Systems**.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών- Γ.Σ.Π. είναι ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης χωρικών δεδομένων δηλ. δεδομένων όπου υπάρχει σ' αυτά και η ιδιότητα (εγγραφή) της γεωγραφικής θέσης στο χώρο.

Αποτελούν ολοκληρωμένα εργαλεία τα οποία έχουν τις δυνατότητες συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάκτησης, μετασχηματισμού και απεικόνισης γεωγραφικά συσχετιζόμενων οντοτήτων. Τα εργαλεία που διαθέτουν τα Γ.Σ.Π. επιτρέπουν την διαδραστική απεικόνιση λογικών ερωτημάτων χωρικού ή και περιγραφικού χαρακτήρα που παραθέτει ο χρήστης δίνοντας επίσης την δυνατότητα εξαγωγής χαρτών και διαγραμμάτων.

Κυριότερος σκοπός της χρήσης Γ.Σ.Π. είναι η υποστήριξη των διαδικασιών λήψης αποφάσεων, κάνοντας χρήση, των πολύτιμων πληροφοριών που εξάγονται μέσα από διαδικασίες ερμηνείας και τοπολογικής αλληλοσυσχέτισης των δεδομένων.





Εικόνα 2 - Διαδικασία μοντελοποίησης σε ένα Γ.Σ.Π., πηγή: (Καπαγερίδης, 2006)

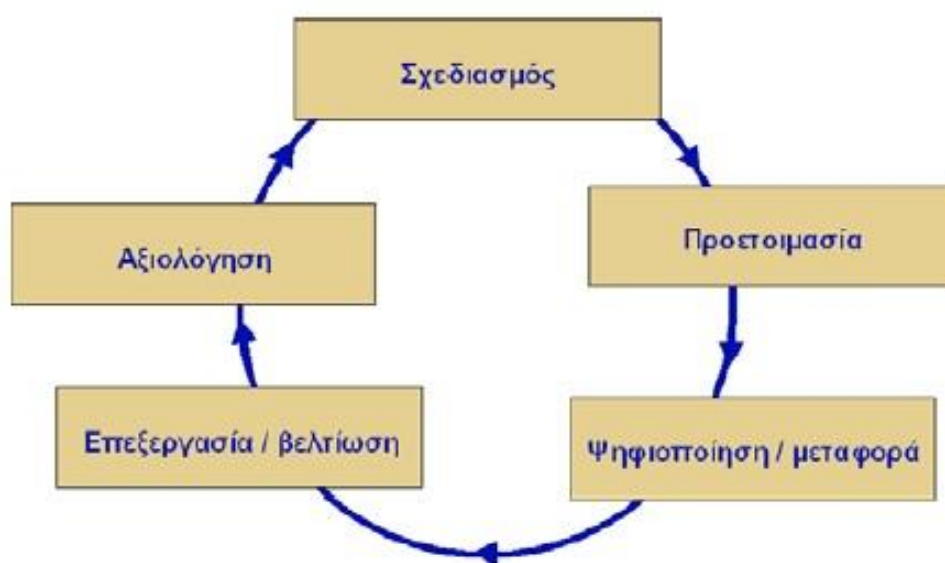
Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των Γ.Σ.Π. είναι η δυνατότητα που δίνεται στο χρήστη να θέσει περιγραφικά ή και τοπολογικά ερωτήματα (Query) για να λάβει πληροφορίες μέσα από οπτικές/ διαδραστικές απεικονίσεις σε μορφή χάρτη, όπως επίσης σε συνδυασμό με στατιστικά αποτελέσματα και διαγράμματα. Σημαντικές γεωπολιτικές πολιτικές αποφάσεις, αποφάσεις επιχειρησιακών στρατηγικών και επενδύσεις έχουν παρθεί και υποστηριχθεί από έρευνες και μελέτες σε Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

## 2.1 Συλλογή Δεδομένων για χρήση σε Γ.Σ.Π.

Για την συλλογή δεδομένων για οποιοδήποτε Σ.Γ.Π. απαιτείται μία διαδικασία διαδοχικών σταδίων, για δεδομένα που αφορούν Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών οι απαιτήσεις στη ποιότητα και σε εξειδικευμένο προσωπικό δυναμικό είναι υψηλές με επακόλουθο το κόστος να αυξάνεται συναρτήσει αυτών των απαιτήσεων.

Το πρώτο και σημαντικότερο στάδιο είναι ο **σχεδιασμός** ο οποίος αφορά ζητήματα προσδιορισμού των απαιτήσεων, καθορισμός των πόρων και ανάπτυξη του σχεδίου δράσης. Στο δεύτερο στάδιο **προετοιμασίας** αφορά τις εργασίες υποδομής, προετοιμασίας εξοπλισμού υποδοχής των δεδομένων και ενέργειες

αποφυγής πηγών κακής ποιότητας. Το στάδιο της **ψηφιοποίησης /μεταφοράς** ακολουθεί με το χρονοβόρο μετασχηματισμό των αναλογικών δεδομένων σε ψηφιακή μορφή. Μετά το στάδιο **επεξεργασίας /βελτίωσης** των δεδομένων ακολουθεί το στάδιο **Αξιολόγησης** όπου γίνονται ενέργειες ποιοτικού ελέγχου και αυτοέλεγχου. Η ροή των σταδίων επαναλαμβάνεται στοχεύοντας την συνεχή βελτίωση.



Εικόνα 3 - Στάδια Διαδικασίας συλλογής δεδομένων, πηγή: διαδίκτυο

## 2.2 Βασικοί τύποι Γεωγραφικών Πληροφοριών

### ➤ Χωρική πληροφορία:

Ο προσδιορισμός θέσης σε ένα γεωγραφικό σύστημα αναφοράς, όπως επίσης τα γεωμετρικά και τοπολογικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών δεδομένων.

Βασικότερες πηγές χωρικής πληροφορίας είναι:

- Υφιστάμενοι Χάρτες
- Ψηφιακά αρχεία-σχέδια(cad files)

- Ορθοφωτοχάρτες - ψηφιακές εικόνες που έχουν την μετρητική ιδιότητα (προϊόν εφαρμογής φωτογραμμετρικών μεθόδων) μπορεί να είναι Δορυφορικές εικόνες ή Αεροφωτογραφίες
- Μετρήσεις πεδίου με χρήση συστημάτων εντοπισμού θέσης-GNSS, γεωδαιτικούς σταθμούς, εξαρτημένες μετρήσεις με παραδοσιακές μεθόδους
- Σαρωτές νεφών σημείων – 3D Scanners
- Εικόνες Radar

➤ Περιγραφική πληροφορία

Τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με ποιοτικές και ποσοτικές ιδιότητες πχ. ποιοτική ιδιότητα μπορεί να είναι η κατηγοριοποίηση του είδους αρχαιολογικού ευρήματος. (μέταλλο, κεραμικό, ξύλο) ενώ ποσοτική ιδιότητα να είναι η αναφορά σε συνολική κατανομή των μεταλλικών ευρημάτων σε συγκεκριμένο πεδίο ανασκαφής.

### 2.2.1 Δομές χωρικών δεδομένων σε ένα Γ.Σ.Π.

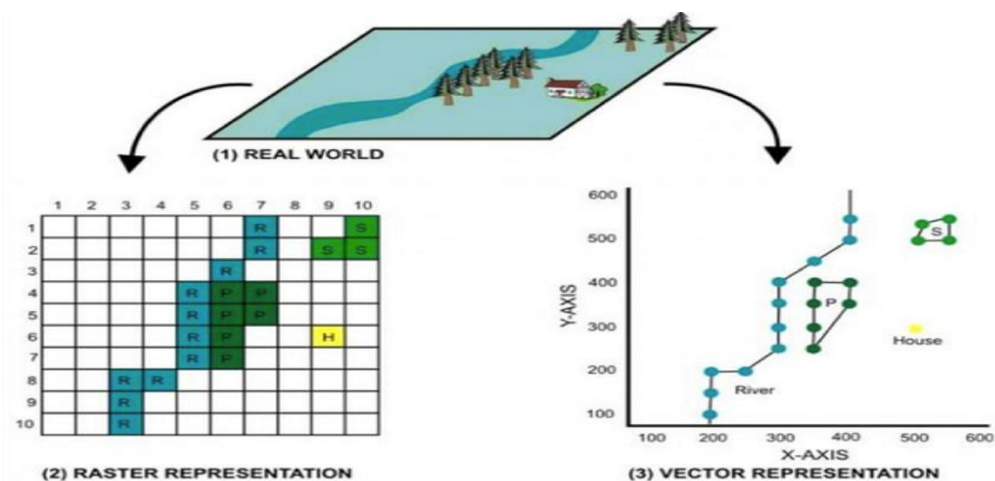
Υπάρχουν δύο δομές χωρικών δεδομένων όπως αυτά αναπαριστούνται σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών Γ.Σ.Π.:

➤ Διανυσματικά δεδομένα (vector)

Τα γεωγραφικά δεδομένα αναπαριστώνται είτε ως σημεία, ως γραμμές ή πολύγωνα, κουβαλάνε δηλαδή την γεωγραφική τους πληροφορία σε αναλυτική μορφή συντεταγμένων.

➤ Ψηφιδωτά δεδομένα (raster)

Τα ψηφιδωτά δεδομένα κουβαλάνε τη πληροφορία σε μορφή πλέγματος ψηφίδων(pixels). Πχ. RGB, Greyscale, B/W, float-double.

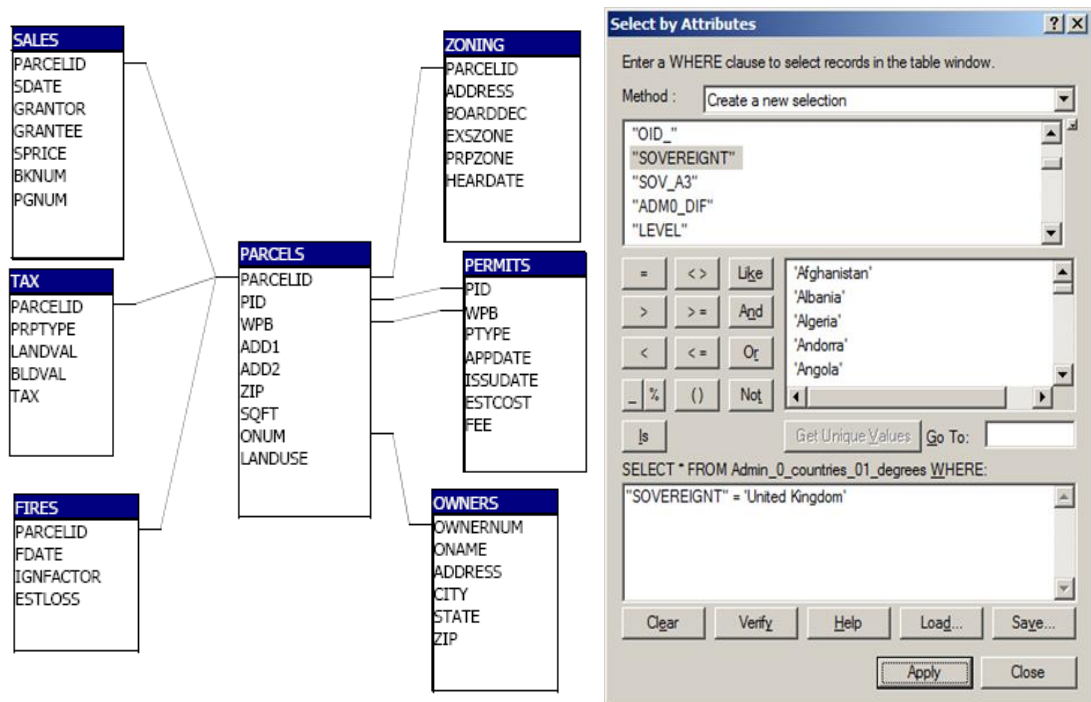


## 2.3 Γεωβάσεις δεδομένων (geodatabases)

Οι Γεωβάσεις δεδομένων (geodatabases) αποτελούν σχεσιακές βάσεις δεδομένων (Relational Databases), είναι δηλαδή βάσεις δεδομένων με οργανωμένους συσχετισμένους πίνακες. Τα δεδομένα μπορεί να είναι είτε χωρικά ή και περιγραφικά. Ο πίνακας των δεδομένων που αποτελείται από μια σειρά εγγραφών (records) που περιέχουν κοινά πεδία αποτελεί το βασικότερο συστατικό μίας σχεσιακής βάσης. Κάθε εγγραφή αποκτά το δικό της μοναδικό κωδικό ταυτότητας (unique ID) που αποκαλείται πρωτεύον κλειδί (primary key). Εγγραφές με τις ίδιες επαναλαμβανόμενες τιμές καταγράφονται σε ξεχωριστούς πίνακες (tables) και διαχωρίζονται/αναγνωρίζονται από τα δικά τους μοναδικά πρωτεύοντα κλειδιά. Η διαδικασία της κατάτμησης σειράς δεδομένων σε διαφορετικούς πίνακες και συνάμα συσχέτισης των πινάκων αυτών ονομάζεται *κανονικοποίηση* (normalization).

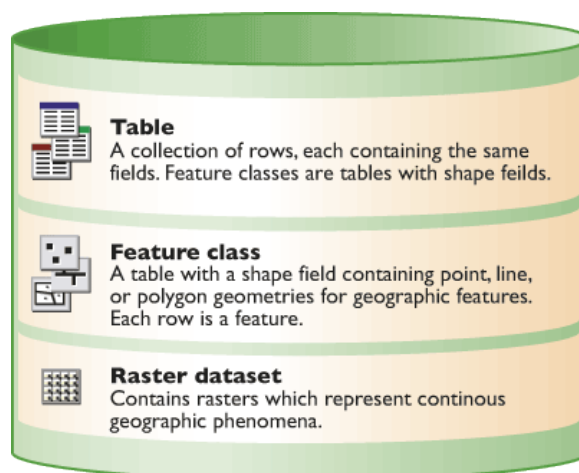
Οι σχέσεις μεταξύ των πινάκων, μπορεί να είναι του τύπου μια προς μια εγγραφή (1-1) , ή μια προς πολλές (1-n) ή πολλές προς πολλές (n-n). Αυτές επιτυγχάνονται με συνδέσεις (links) μεταξύ του πρωτεύοντος κλειδιού (unique ID) κάθε εγγραφής και του αντίστοιχου κλειδιού στον άλλο πίνακα. Η αναζήτηση της πληροφορίας γίνεται με ερωτήματα που θέτει ο χρήστης στη βάση δεδομένων μέσω της διαλογικής γλώσσας SQL (Structured Query Language).

Η SQL χρησιμοποιεί συγκεκριμένες εντολές αλλά στις περίπτωση των έτοιμων GIS λογισμικών που διατίθενται είτε ανοικτού κώδικα ή με άδεια χρήσης, τα προγράμματα διαθέτουν ενσωματωμένο σύστημα διαχείρισης της βάσης δεδομένων (Database Management System) μέσω του οποίου ο χρήστης κάνει τις αναζητήσεις του.



Σε μια γεωβάση εντός ενός συστήματος GIS, οργανώνονται και γίνεται χρήση της γεωγραφικής πληροφορίας των τριών βασικών ομάδων οι οποίες αποθηκεύονται σε μορφή πινάκων:

- Πίνακες ιδιοτήτων (attribute tables)
- Κατηγορίες χαρακτηριστικών (feature class)
- Πλεγματικές ομάδες δεδομένων (raster-datasets)



Εικόνα 6 - Βασικές ομάδες δεδομένων σε μία γεωβάση , πηγή: διαδίκτυο

## 2.4 Η έννοια της Τοπολογίας σε ένα Γ.Σ.Π.

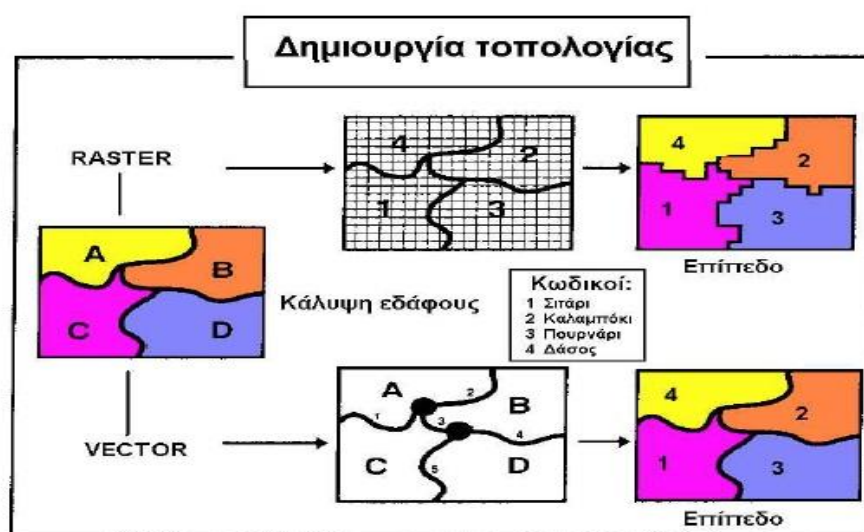
Η δημιουργία τοπολογίας ορίζεται ως η κωδικοποίηση των σχέσεων μεταξύ των χωρικών δεδομένων. Είτε χρησιμοποιούνται δεδομένα σε διανυσματική μορφή ή δεδομένα με ψηφιδωτή μορφή η διαδικασία είναι πολύ σημαντική.

Για την δημιουργία τοπολογίας μεταξύ διανυσματικών δεδομένων απαιτούνται βασικοί κανόνες:

- δεν επιτρέπεται η επικάλυψη πολυγώνων
- δεν επιτρέπεται η επικάλυψη γραμμών
- τα σημεία (ή κόμβοι) πρέπει να βρίσκονται στη αρχή και στο τέλος κάθε γραμμής ή να είναι μεμονωμένα.

Για την δημιουργία τοπολογίας ψηφιδωτών δεδομένων γίνεται κατάτμηση του χώρου σε μη επικαλυπτόμενες περιοχές - ψηφίδες ή κελιά που διατηρούν ομοιόμορφο σχήμα. Κάθε ψηφίδα κουβαλάει ενιαία θεματική πληροφορία για τον χώρο που καταλαμβάνει.

Η τοπολογία αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο σχεσιακής κωδικοποίησης επιτρέποντας τον αυτοματοποιημένο έλεγχο εγκυρότητας των δεδομένων και το σημαντικότερο είναι πως επιτρέπει χωρικές αναλύσεις. Πρέπει να διέπεται από αυστηρούς κανόνες με γνώμονα την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων έτσι ώστε η πληροφορία να διατηρεί την ποιότητα και πιστότητα των πρωτογενών δεδομένων.



Εικόνα 7 – Δημιουργία τοπολογίας (Vector-Raster), πηγή: διαδίκτυο

Οτιδήποτε που διαθέτει γεωγραφική υπόσταση στη Γη μπορεί να «γεωαναφερθεί» σε ένα γεωγραφικό σύστημα αναφοράς και να συσχετιστεί με μία βάση δεδομένων που διαθέτει σχεσιακές πληροφορίες.

## **2.5 Μεταδεδομένα Γ.Σ.Π.**

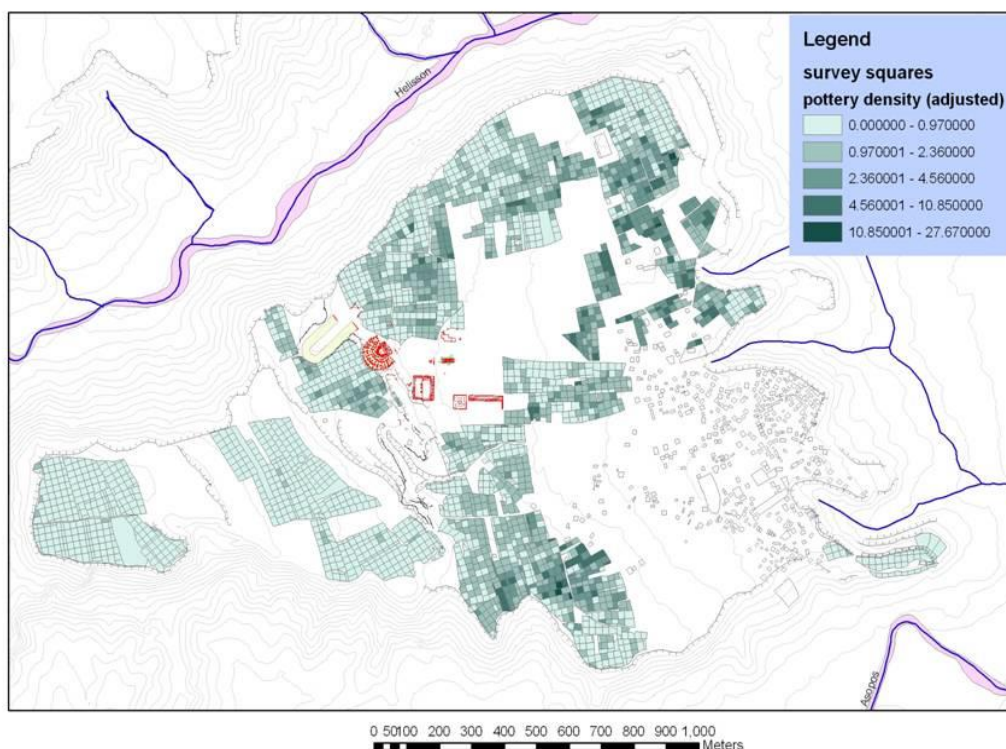
Οι πληροφορίες που σχετίζονται με την ταυτότητα μίας ομάδας ομοειδών δεδομένων ονομάζονται ως *μεταδεδομένα* αυτής της ομάδας. Ο ειδικός αυτός τύπος καλούμενος αποτελείται από μη-γεωμετρικά δεδομένα προερχόμενα από την διαδικασία συλλογής των δεδομένων. Μπορούν να παραχθούν αυτόματα από ένα λογισμικό Γ.Σ.Π. (πχ. εμβαδόν πολυγώνου, μήκος γραμμής κτλ.) ή να συλλεχτούν ανάλογα όπως και τα περιγραφικά δεδομένα (πχ. πηγή προέλευσης δεδομένων, εκτιμώμενη ακρίβεια κ.ο.κ.).

## **2.6 Οπτικοποίηση – Δημιουργία Χαρτών στα GIS**

Το τελευταίο στάδιο παρουσίασης της μελέτης ή της συγκεκριμένης έρευνας μέσα από τα εργαλεία χωρικής και περιγραφικής ανάλυσης των GIS, είναι και η δημιουργία τοπογραφικών ή θεματικών χαρτών όπου μπορεί να παρουσιαστεί και η επιθυμητή τοπογραφική ή και αρχαιολογική πληροφορία.

Κάνοντας χρήση πολλαπλών επιπέδων (layers) δημιουργείται το θεματικό προϊόν, χάρτης, με τις πληροφορίες που επιθυμεί ο χρήστης να αναδείξει κάνοντας πιστή εφαρμογή των βασικών θεματικών κανόνων έτσι ώστε το τελικό προϊόν να είναι ευανάγνωστο, ευκρινές, και περιεκτικό.





Εικόνα 8 - Χάρτης παρουσίασης πυκνότητας ευρημάτων κεραμικής, πηγή: διαδίκτυο

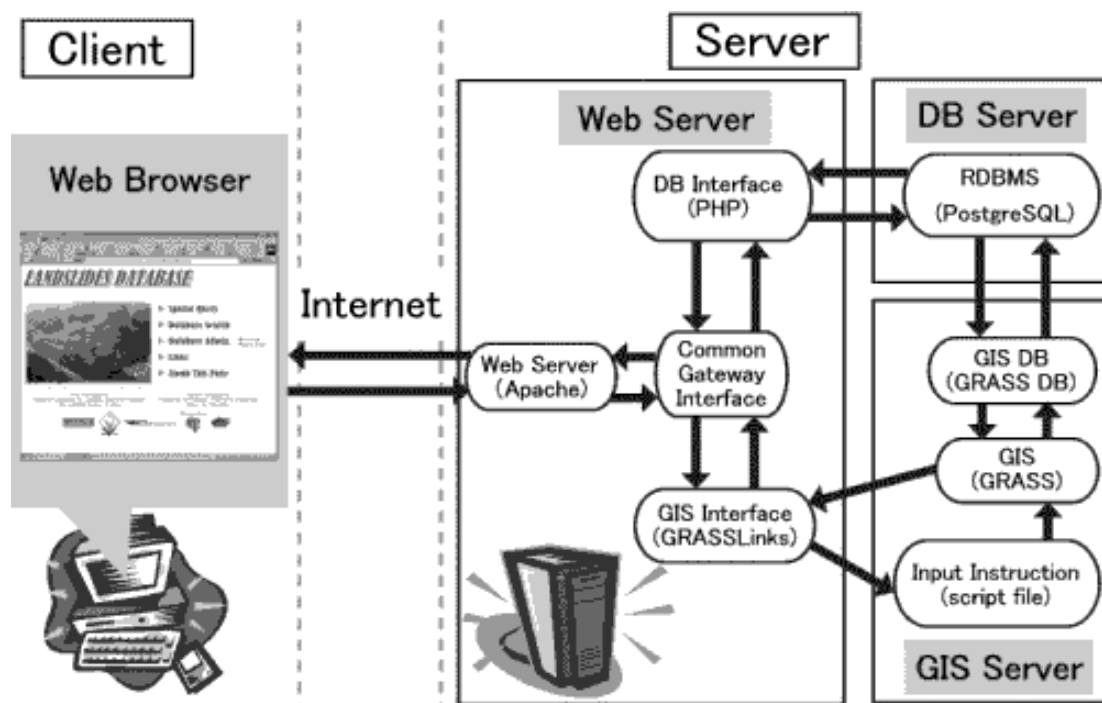
## 2.7 Διαδικτυακά Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Web GIS

Οι υπηρεσίες διαχείρισης δεδομένων χωρικής και περιγραφικής πληροφορίας έχουν εξελίξει τα Γ.Σ.Π. σε πολύτιμα εργαλεία ανάλυσης και διαχείρισης δεδομένων και χρησιμοποιούνται από πολλούς επιστημονικούς κλάδους. Ένα βήμα παραπέρα που προσφέρεται με την εξέλιξη της τεχνολογίας και των τηλεπικοινωνιών είναι και τα διαδικτυακά συστήματα Γ.Σ.Π. ευρέως γνωστά ως Web GIS.

Το σύστημα που βασίζεται στο διαδικτυακό περιβάλλον, με την ενσωμάτωση του GIS και του συστήματος σχεσιακής διαχείρισης δεδομένων (RDBMS – Relational DataBase Management Systems) εξυπηρετεί δύο κρίσιμους σκοπούς. *Πρώτον*, να επιτρέπει στο χρήστη να χειρίζεται το σύστημα χωρίς να χρειάζεται να αντιμετωπίζει τις περίπλοκες διαδικασίες της τεχνολογίας GIS και RDBMS.



Δεύτερον, επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών και δίνει την δυνατότητα σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών της τεχνικής εμπειρογνωμοσύνης.

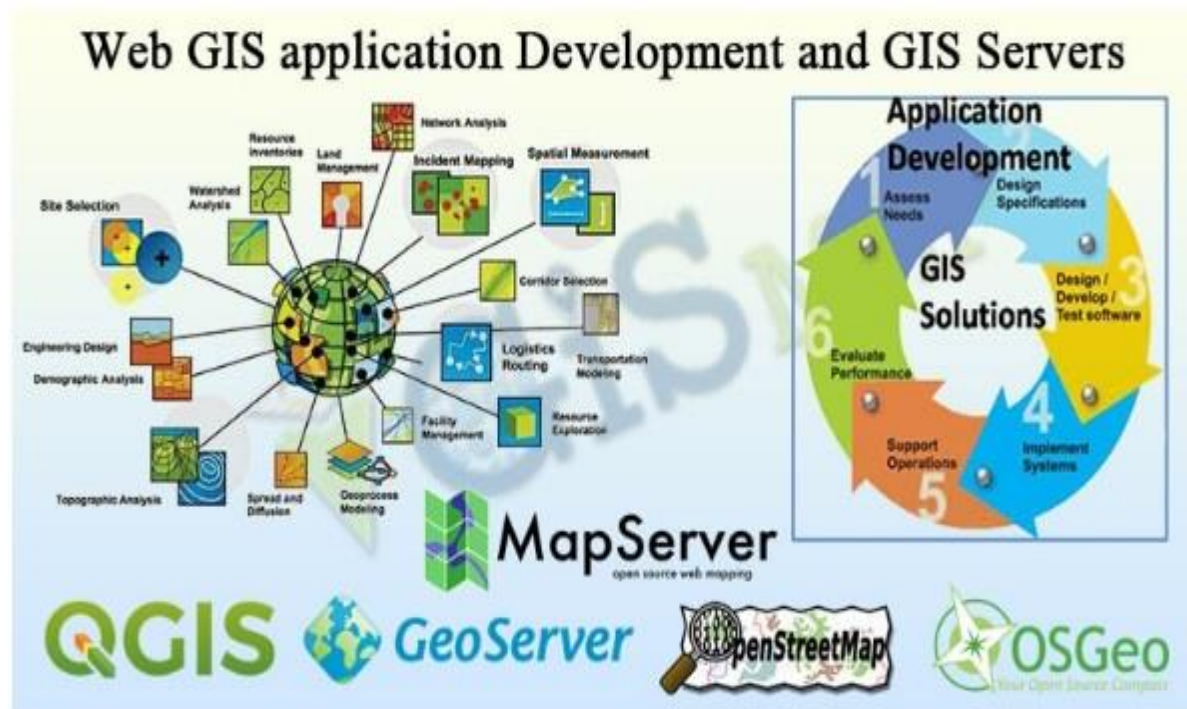


Σχήμα 2- Στοιχεία και ροή των Πληροφοριών σε ένα σύστημα Web GIS, πηγή: (V. Raghavan et al)

Υπάρχουν πολλές διαθέσιμες εφαρμογές ανοικτού κώδικα αλλά και έτοιμες εφαρμογές - λογισμικά με αγορά άδειας χρήσης που παρέχουν τις ελκυστικές δυνατότητες των Γ.Σ.Π. σε συνδυασμό με υπηρεσίες Web-Server hosting. Εφαρμογές ανοικτού κώδικα όπως: : QGIS, GrassGIS, SagaGIS, gvSIG, Whitebox GAT, MapWindow, ILWIS, GeoDA, uDig, OpenJump, Diva GIS, FalconView, OrbisGIS κ.α.. Παραδείγματα εφαρμογών που απαιτούν αγορά άδειας χρήσης είναι: ArcGIS, MapInfo, Maptitude GIS κ.α.

Ακολούθως, για την δημιουργία ενός συστήματος Web GIS απαιτούνται τέσσερα βασικά συστατικά:

- 1. Περιβάλλον παροχής (Client)** – το περιβάλλον όπου οι χρήστες αλληλεπιδρούν με τα χωρικά δεδομένα και τις διάφορες λειτουργίες αναλύσεις GIS στο διαδίκτυο.



Σχήμα 3 – Δομή συστήματος Web GIS, πηγή: (Upadhyay)

2. **Διαδικτυακός διακομιστής (Web Server)** και **Διακομιστής εφαρμογών (application server)** – διαμέσου του προγράμματος περιήγησης ανταποκρίνεται ο διαδικτυακός διακομιστής μέσω πρωτόκολλου HTTP διαβιβάζοντας τα αιτήματα για υπηρεσίες από άλλες εφαρμογές ή και διακομιστές εφαρμογών. Ο διακομιστής εφαρμογών λειτουργεί σαν μεταφραστής και συνδετήριος κρίκος μεταξύ του διαδικτυακού ιστού και του διαδικτυακού GIS.
3. **GIS Server** – αποτελεί σημαντικό συστατικό του συστήματος αφού απαντά χωρικά ερωτήματα συντάσσοντας χωρικές αναλύσεις και χάρτες σύμφωνα με τα αιτήματα των χρηστών.
4. **Διακομιστής δεδομένων Data Server** - ένας διακομιστής δεδομένων εξυπηρετεί στη παροχή χωρικών ή και περιγραφικών δεδομένων προερχόμενα από σχεσιακές ή μη-σχεσιακές δομές βάσεων δεδομένων.

Υπάρχουν πολλοί διακομιστές GIS (GIS Servers) ανοικτού κώδικα όπως: GeoServer, MapServer, Mapnik, MapGuide, QGIS-Server κ.α.. Το ArcGIS παρέχει την δυνατότητα

GIS server επί πληρωμή αδείας αλλά με πολλά πρόσθετα χαρακτηριστικά από αυτά που παρέχονται σε εφαρμογές ανοικτού κώδικα.

### 2.7.1 Ασφάλεια Δεδομένων στα συστήματα Web GIS

Από τα σημαντικότερα ζητήματα, για το διαδίκτυο γενικότερα, είναι και η ασφάλεια που παρέχεται, τόσο στα πολύτιμα δεδομένα όπου ο ιδιοκτήτης τους δεν θέλει να τα παρέχει δωρεάν σε όλους, αλλά, επιθυμεί να μπορούν να τα βλέπουν όλοι, όσο επίσης και από την πλευρά του χρήστη που δεν ελέγχει τι θα συμβεί στον υπολογιστή κατά την διάρκεια μίας απλής περιήγησης στο ιστό.

Με τη δημοτικότητα των Web GIS εφαρμογών να βρίσκεται σε άνθηση (λ.χ. Google Maps, Microsoft Virtual Earth, Yahoo Maps κ.α.) τα χωρικά δεδομένα μαζί με τα περιγραφικά τους στοιχεία αντιμετωπίζουν μεγάλες προκλήσεις ασφαλείας.

Για την ασφάλεια των δεδομένων απαιτείται αυστηρή εφαρμογή και υιοθέτηση των πρωτοκόλλων που έχουν συνταχθεί σύμφωνα με τις στρατηγικές απαιτήσεις ασφαλείας για όλα τα εμπλεκόμενα επίπεδα και συστατικά που αποτελούν ένα οποιοδήποτε Π.Σ..



Σχήμα 4 - Στατιστικά και είδη Παραβιάσεων, πηγή: (Micheal Young, Matt Lorrain, 2017)

Τακτική των περισσότερων παραβιάσεων ασφαλείας που βρίσκεται και στη κορυφή της λίστας απειλών, είναι η κλοπή αδύναμων κωδικών ασφαλείας από εισβολείς που χρησιμοποιούν τεχνικές «ψαρέματος» ή και μεθόδους δόλιας απόσπασης αυτών από τους εγγεγραμμένους χρήστες.

Μέτρα που πρέπει λαμβάνονται για αποφυγή ενδεχομένων παραβιάσεων ασφαλείας:

- ✓ Ενίσχυση ισχυρών και ελεγχόμενων διαδικασιών μετατροπής ή και δημοσίευσης στο διαδίκτυο.
- ✓ Αποτροπή σε ανώνυμους χρήστες να τροποποιούν τα περιεχόμενα και διαδικασίες του διαδικτυακού συστήματος.
- ✓ Ελαχιστοποίηση ή κατάργηση των «προσωρινών (temporary)» δικαιωμάτων των ανώνυμων χρηστών.
- ✓ Δημιουργία τείχους-προστασίας (firewall) σε υπηρεσίες ή εφαρμογές που είναι εκτεθειμένα το διαδίκτυο.
- ✓ Εκπαιδεύσεις ευαισθητοποίησης των χρηστών σχετικά με τα πρωτόκολλα ασφάλειας δεδομένων.

# Κεφάλαιο 3

## Διαχείριση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

Η μετάβαση στη ψηφιακή εποχή και ο αντίκτυπος της προσεγγίσιμης και σωστά οργανωμένης διαχείρισης των δεδομένων αποτελεί σημαντικό εργαλείο στη κοινωνική μετεξέλιξη προσφέροντας ευρυθμια στις επιμέρους λειτουργίες οργάνωσης του κοινωνικού συστήματος γενικότερα. Γενικότερα τα Πληροφοριακά Συστήματα (Π.Σ.) έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις λειτουργίας σε υλικούς και ανθρώπινους πόρους. Οι απαιτήσεις ακολουθούνται ζήτημα μεγάλου κόστους για το ηλεκτρονικό εξοπλισμό για την συλλογή ή και αγορά δεδομένων, την κατάρτιση του προσωπικού και διάφορα λειτουργικά έξοδα διαχείρισης και συντήρησης.

### **3.1 Ανάλυση Κόστους - Οφέλους της επένδυσης για ένα σύστημα GIS**

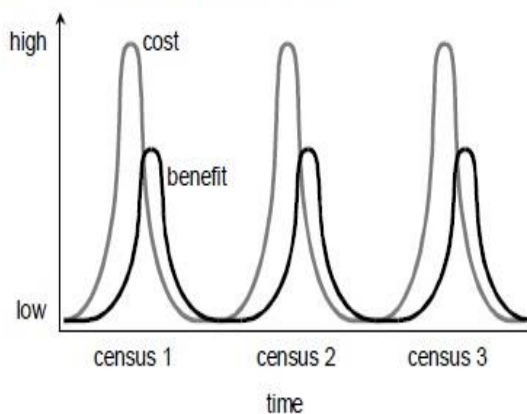
Τα Γ.Σ.Π έχουν κατά καιρούς κριθεί ως υψηλού κόστους λύσεις για την επίλυση απλών προβλημάτων. Αυτό θα ίσχυε όμως για την περίπτωση λειτουργίας ενός συστήματος τελευταίας τεχνολογίας ενώ θα ήταν επαρκές ένας απλός υπολογιστής γραφείου, γι' αυτό για μεγάλες εφαρμογές θεωρείται σφύρον η ανάλυση κόστους-οφέλους για τα ακριβή επιθυμητά παράγωγα.

Για πολλούς και διάφορους λόγους είναι δύσκολο να εκτιμηθεί ποσοτικά το κόστος και τα οφέλη από την χρήση ενός συστήματος GIS, αφού για παράδειγμα πολλά από τα οφέλη να μην μπορεί να τα αναγνωρίσει ο οργανισμός που επενδύει σ' αυτό, αλλά να επωφελούνται οι άμεσα ενδιαφερόμενοι που θα έχουν την ευχέρεια πρόσβασης σε ποιοτικότερα και πιο ακριβή δεδομένα.

Το κόστος επένδυσης στα συστήματα GIS φαίνεται μεγάλο στο αρχικό στάδιο του κύκλου επένδυσης αφού ένα σύστημα GIS θα αποδώσει αργότερα με την ολοκλήρωση του στησίματος του και με την λειτουργία του.

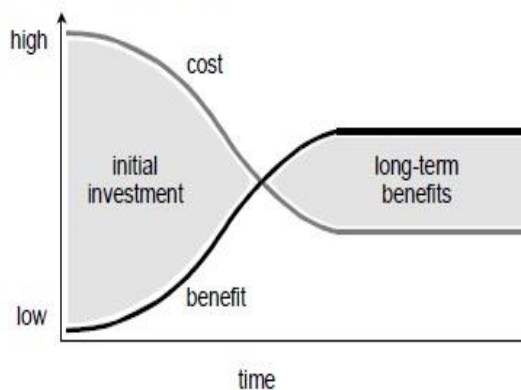
Παράδειγμα αυτού του κόστους – οφέλους παρουσιάζεται στο σχήμα 5 – παράδειγμα που αφορά την χαρτογράφηση απογραφής πληθυσμού, με τον παραδοσιακό τρόπο και με την χρήση συστημάτων GIS.

(a) Traditional mapping approach



(a) Στη παραδοσιακή προσέγγιση χαρτογράφησης το κόστος δημιουργίας χαρτών με το χέρι μοιάζει πολύ υψηλό και χρονοβόρο και το κόστος είναι μεγαλύτερο από τα οφέλη.

(b) Digital mapping approach



(b) Στη περίπτωση όπως της χρήσης νέων μεθόδων χαρτογράφησης μέσα από συστήματα GIS, το κόστος μοιάζει υψηλό στο αρχικό στάδιο της επένδυσης αλλά αρχίζει να αποδίδει σε όφελος με την πάροδο του χρόνου, όπου το κόστος συντήρησης λειτουργίας μειώνεται κατά πολύ.

Σχήμα 5 - α) Ανάλυση κόστους- οφέλους με τη παραδοσιακή χαρτογραφία β) με την χρήση συστημάτων GIS, πηγή: (United Nations, 2000)

### 3.1.1. Κόστη επένδυσης σε συστήματα GIS

Τα κόστη επένδυσης για ένα σύστημα GIS δεν πρέπει να θεωρούνται ευτελή, καθώς το άμεσο αρχικό κόστος επένδυσης αλλά και το μακροπρόθεσμο κόστος συντήρησης είναι σημαντικά. Όπως κάθε αλλαγή στον οργανωτικό μετασχηματισμό και μετάβαση σε νέα τεχνολογία, έτσι και η γνωριμία με τα συστήματα GIS απαιτεί αλλαγές στη ρουτίνα και σημαντικές δαπάνες, όχι μόνο σε έξοδα για λογισμικά αλλά και έξοδα για την αγορά δεδομένων, υλικού, κατάρτισης του προσωπικού και οργανωτικής αναδιάρθρωσης.

Συνεπώς απαιτείται μελετημένη προσέγγιση στο σχεδιασμό για τον καθορισμό των απαραίτητων αναγκών υλικών και άυλων πόρων που θα πετύχουν τους επιθυμητούς στρατηγικούς στόχους. Ενδεχομένως ένα έργο GIS να αποτύχει, εάν αρχικά υποτιμηθεί το έμμεσό του κόστος.

#### Ανάλυση κόστους των επιμέρους διαδικασιών:

- *Κόστος προγραμματισμού, σχεδιασμού συστήματος, συμβουλευτικών υπηρεσιών, διαχειριστικού χρόνου του προσωπικού.*

Μέσα από τον αρχικό στάδιο για τον γενικό σχεδιασμό ενός έργου GIS ή τμήματος GIS, θα διευκρινιστούν οι στόχοι και θα προβλεφτεί το κόστος και θα καταγραφούν τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν. Απαραίτητη και πολύτιμη, είναι η εμπλοκή εξωτερικών εμπειρογνομώνων, όπου η εμπειρία θα καθορίσει και την σχετικά ορθή βάση. Η αξιολόγηση των διαθέσιμων δεδομένων και η ανάπτυξη στρατηγικής μεταποίησης δεδομένων είναι κομμάτια του σχεδιασμού του συστήματος που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

- *Απαιτούμενο υλικό ηλεκτρονικών υπολογιστών.*

Η τεχνολογία τρέχει, οι υπολογιστές κατασκευάζονται ισχυρότεροι και συνεχώς οι τιμές στη αγορά αυτών μειώνονται, το γεγονός αυτό αντισταθμίζεται με τις αυξανόμενες απαιτήσεις σε ταχύτητες επεξεργαστών και μνήμης από νέα λογισμικά. Τα συστήματα GIS δεν απαιτούν μονάχα λογισμικά και υπολογιστές να τα στηρίζουν αλλά και περιφερειακά όπως συσκευές ψηφιοποίησης, σαρωτές, έγχρωμους εκτυπωτές μεγάλου μεγέθους κτλ.

► *Αξιολόγηση και επιλογή λογισμικού GIS/χαρτογράφησης.*

Υπάρχουν στη αγορά δεκάδες σεβαστά πακέτα λογισμικών GIS, με τιμές για αγορά αδειών χρήσης από μερικές εκατοντάδες ευρώ ως και μερικές χιλιάδες. Υπάρχει φυσικά και η δυνατότητα λογισμικών ανοικτού κώδικα με ελάχιστα περιορισμένες δυνατότητες εν σύγκριση με τα πλέον γνωστά. Είναι πολύ σημαντική η συνεχής παροχή υποστήριξης και να υπάρχει συμβατότητα με λοιπά λογισμικά που ενδέχεται να χρησιμοποιούνται ήδη. Μεγάλες εταιρείες λογισμικών ενθαρρύνουν και την αγορά υπηρεσιών συντήρησης των συστημάτων, κόστος καθόλου ευτελές αλλά αναγκαίο για την εξασφάλιση της αδιάλειπτης λειτουργίας του συστήματος και υποστήριξης.

► *Ανάπτυξη πρωτότυπου.*

Η σύνταξη ενός πρωτότυπου πιλοτικού συστήματος ίσως θεωρηθεί απαραίτητη, για τον εντοπισμό πιθανών προβλημάτων που δεν ανιχνεύτηκαν εξ αρχής όπως επίσης για να αξιολογηθεί ρεαλιστικά το σύστημα κάνοντας αυτές τις δοκιμές.

► *Προσαρμογή/διαμόρφωση λογισμικού και υλικού συστήματος.*

Δεδομένου ότι η ανάπτυξη δεδομένων GIS είναι χρονοβόρα και απαιτεί μεγάλο φόρτο εργασίας, συνίσταται διαμερισμός των επιμέρους εργασιών. Αυτό υποστηρίζεται με την ανάπτυξη διεπαφής του συστήματος με άλλες διαχειριστικές βάσεις δεδομένων όπου απαιτείται η ανάλογη προσαρμογή και καθορισμός των καναλιών επικοινωνίας μεταξύ των επιμέρους λειτουργιών.

► *Ανάγκες σε Ανθρώπινο Δυναμικό.*

Η εισαγωγή νέας τεχνολογίας σε μία εταιρεία ή οργανισμό ενδέχεται να απαιτεί και την ανάγκη σε νέο εξειδικευμένο προσωπικό. Είναι σίγουρο πώς το υφιστάμενο προσωπικό θα πρέπει να λάβει της ανάλογης εκπαίδευσης για τον εναρμονισμό με τα νέα συστήματα.

► *Συνεχής εκπαίδευση και ανάπτυξη δεξιοτήτων.*

Η εκπαίδευση αποτελεί σημαντικό κόστος σε μία δραστηριότητα GIS. Μία γενική εκτίμηση του κόστους κυμαίνεται απ 5-10% του συνολικού κόστους σχεδιασμού συστήματος GIS (United Nations, 2000). Τα έξοδα εκπαίδευσης είναι υψηλά λόγω της έλλειψης εξειδικευμένου προσωπικού στα πολύπλοκα συστήματα GIS. Τα



τελευταία χρόνια όμως τα πανεπιστήμια έχουν εισάγει στο πρόγραμμα σπουδών τους και προσφέρουν μαθήματα για τα συστήματα των GIS, γεγονός που μετριάζει το έλλειμμα σε ζήτηση εξειδικευμένου δυναμικού.

► *Μοντελοποίηση και σχεδιασμός βάσης δεδομένων. Ανάπτυξη διαδικαστικού εγχειριδίου.*

Με την μοντελοποίηση των δεδομένων καθορίζονται τα χαρακτηριστικά και η συσχέτιση μεταξύ αυτών που θα συμπεριληφθούν στη σχεσιακή βάση δεδομένων. Στη μοντελοποίηση και σχεδιασμό των δεδομένων περιλαμβάνεται η διαδικασία ανάπτυξης εννοιολογικών μοντέλων. Ενδεχομένως να μπορούν να υιοθετηθούν και να συσχετιστούν ήδη υπάρχουσες βάσεις δεδομένων ιδιωτικών ή κυβερνητικών φορέων, εάν όμως αυτό δεν είναι εφικτό τότε θα πρέπει να γίνει απαρχής. Επιβαλλομένη είναι και σύνταξη ενός διαδικαστικού εγχειριδίου που θα καθορίσει τα απαραίτητα βήματα και μεθόδους ανάπτυξης και επεξεργασίας των χωρικών δεδομένων. Στη διαδικασία αυτή θα πρέπει να καθοριστούν επίσης τα πρότυπα ακριβείας και οι ανεκτές τιμές απόρριψης – αποδοχής.

► *Κόστος μετάβασης στο νέο σύστημα.*

Για κάποια περίοδο στη αρχή θα πρέπει να μελετηθεί η ομαλή μετάβαση στο νέο σύστημα και να διαφυλαχτεί η συνεχής λειτουργία του συστήματος χωρίς περαιτέρω προβλήματα.

► *Απόκτηση και αγορά δεδομένων.*

Ορισμένα δεδομένα μπορούν να αντληθούν από εμπορικές πηγές ή υπηρεσίες που τα διαθέτουν, όπως πχ. χαρτογραφικά υπόβαθρα, τοπογραφικά στοιχεία οδικού δικτύου, υδρολογίας, γεωφυσικά χαρτογραφικά υπόβαθρα κτλ. Η άντληση τέτοιων δεδομένων εξοικονομεί χρόνο και χρήμα για το όλο εγχείρημα.

► *Συλλογή και μετασχηματισμός δεδομένων.*

Η διαδικασία αρχικής ανάπτυξης δεδομένων αποτελεί ίσως το πιο ακριβό κομμάτι σε ένα εγχείρημα για σύστημα GIS, το κόστος εκτιμάται πως ποσοστό μεταξύ 60-70%, γεγονός που το θέτει ψηλότερα σε σχέση με τα κόστη για υλικά και λογισμικό. Η συλλογή δεδομένων χαρτογράφησης γίνεται στο πεδίο εργασίας κάνοντας χρήση παραδοσιακών μεθόδων και πρακτικών, τα δεδομένα αυτά πρέπει να

μετασηματιστούν και να τροποποιηθούν κατάλληλα έτσι ώστε να είναι συμβατά και να μπορούν να εισαχθούν στο σύστημα.

► *Έλεγχος/διαφύλαξη ποιότητας.*

Ανεξάρτητα με την επιλεγείσα μέθοδο, ή στρατηγική μετατροπής των δεδομένων θα πρέπει να διαφυλάσσεται η ποιότητα των πρωτογενών δεδομένων. Αναπόσπαστο μέρος της διαδικασίας θα πρέπει να αποτελούν και να εφαρμόζονται αυστηρώς διαδικασίες διασφάλισης της ποιότητας και να αποτρέπονται σφάλματα που ενδεχομένως να δώσουν συγχυσμένα και αμφίβολα αποτελέσματα.

► *Συντήρηση συστήματος*

Διαδικασίες για την συντήρηση του συστήματος, ενημερώσεις λογισμικών, ηλεκτρονικών υλικών, των οδηγών αυτών (drivers) όπως και εκπαιδεύσεις του προσωπικού για να μπορούν να διαχειρίζονται τέτοιου είδους διαδικασίες, αποτελούν το 10% συνήθως του κόστους της αρχικής επένδυσης, αν και το ποσοστό αυτό διακυμαίνεται ανάλογα με την κλίμακα και τους σκοπούς του συστήματος.

► *Κόστος αναθεώρησης του συστήματος*

Ακόμη και μετά από μία εκτενή και λεπτομερή διαδικασία σχεδιασμού ενός συστήματος, θεωρείται δεδομένο πως θα εντοπιστούν αδυναμίες όπου θα συζητηθούν και θα εφαρμοστούν πολλές στρατηγικές τροποποιητικών βελτιώσεων.

► *Ανάπτυξη στρατηγικών διανομής δεδομένων*

Για την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος θα πρέπει να υπάρχει στρατηγική διανομής των δεδομένων. Πχ. δεδομένα που χρήζουν εξειδικευμένης μεταποίησης από τρίτες ομάδες, έτσι ώστε να πάρουν την συμβατή μορφή εισόδου στο σύστημα.

### **3.1.2. Οφέλη επένδυσης σε συστήματα GIS**

Τα οφέλη από την δημιουργία συστημάτων GIS μπορούν να διαχωριστούν σε κατηγορίες: στα οφέλη αποδοτικότητας (*efficiency benefits*) και οφέλη αποτελεσματικότητας (*effectiveness benefits*) (Worral L., 1994). Όφελος στη αποδοτικότητα (*efficiency benefit*) πάει να πει πως μετά από μία περίοδο εφαρμογής επιτυγχάνεται καλύτερη απόδοση των ωφελημάτων αφού τα παραγόμενα προϊόντα μπορούν να υλοποιηθούν με λιγότερους πόρους. Αυτό

προσδίδει οικονομικά οφέλη αφού γίνεται εξοικονόμηση σε κόστη παραγωγικότητας και τα οφέλη υπερτερούν. Η αποτελεσματικότητα σε αντίθεση, αναφέρεται στον αντίκτυπο όπου πολιτικές και προγράμματα επωφελούνται από την βελτίωση των πληροφοριών.

#### Οφέλη αποδοτικότητας (*efficiency benefits*):

Η εξοικονόμηση και αποφυγή εξόδων γίνονται εμφανή με την πάροδο του χρόνου λειτουργίας του συστήματος και με την παραγωγή των προϊόντων εξόδου.

- *Εξοικονόμηση χρόνου και αύξηση παραγωγικότητας.*

Έχοντας προβεί στη αρχική επένδυση δημιουργίας της ψηφιακής βάσης δεδομένων, επιτυγχάνονται γρηγορότεροι ρυθμοί παραγωγής περισσότερων προϊόντων με το ίδιο αριθμό προσωπικού. Αντίγραφα και ενημερώσεις των προϊόντων γίνονται άμεσα χωρίς περεταίρω καθυστερήσεις.

- *Εξοικονόμηση και αποφυγή επιπλέον κόστους*

Οι λιγότερες απαιτήσεις σε αριθμό προσωπικού επιφέρουν λιγότερα έξοδα, επίσης τα ψηφιακά χαρτογραφικά δεδομένα θεωρούνται ότι βρίσκονται σε πιο ασφαλισμένα συστήματα αρχειοθέτησης εν συγκρίσει με χάρτες έντυπης μορφής και λιγότερες απαιτήσεις σε αποθηκευτικούς χώρους.

- *Περισσότερο αξιόπιστα και σεβαστά προϊόντα.*

Η ψηφιακή χαρτογράφηση γίνεται πιο αξιόπιστη και ολοένα πιο αναγνωρίσιμη αφού επιτυγχάνεται η διαφύλαξη ποιότητας και της ταχύτητας διάθεσης/ παραγωγής .

- *Επιτυγχάνεται ομαλότερη διεξαγωγή και καλύτερη λειτουργία των υπηρεσιών μεταξύ των πελατών.*

Τα ψηφιακά δεδομένα αποδίδουν ταχύτερους χρόνους σε απόδοση, αφού ο χρόνος και το κόστος για την παραγωγή και παράδοση των προϊόντων μειώνεται.

- *Βελτίωση σταθερότητας, συνέπειας, συνοχής.*

Οι ολοκληρωμένες εφαρμογές συστημάτων GIS διασφαλίζουν την συνοχή μεταξύ των δεδομένων με τα εμπλεκόμενα και ενδιαφερόμενα μέρη να επωφελούνται από αυτό.

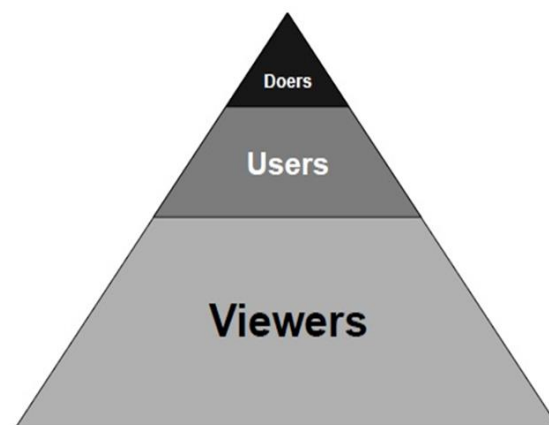
► *Εισροή εισοδημάτων.*

Δεδομένου ότι τα ψηφιακά δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα μεγάλο φάσμα εφαρμογών, έχει αναπτυχθεί αγορά έντονης ζήτησης-προσφοράς σε παγκόσμιο επίπεδο. Πελάτες από ιδιωτικό τομέα, τράπεζες, εταιρείες κτηματομεσιτικών γραφείων, περιβαλλοντικές οργανώσεις αναζητούν ποιοτικά ψηφιακά δεδομένα με το ασημείωτο. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να επιτυγχάνεται η αυστηρή διαφύλαξη των πνευματικών δικαιωμάτων.

Οφέλη αποτελεσματικότητας (*effectiveness benefits*):

Τα οφέλη αποτελεσματικότητας αντικατοπτρίζονται από τον αντίκτυπο των συστημάτων GIS στις κυβερνητικές υπηρεσίες, στα ακαδημαϊκά ιδρύματα, στον ιδιωτικό τομέα κ.ο.κ. Στο σχήμα 6 παρουσιάζεται η τμηματοποίηση της αγοράς των GIS (Rajani P., 1996), έχοντας στη κορυφή της πυραμίδας τους «Doers», δηλ. τους δημιουργούς των συστημάτων, άνθρωποι που εισάγουν, διατηρούν και υλοποιούν τα ψηφιακά χωρικά δεδομένα κάνοντας υψηλού επιπέδου αναλύσεις και μοντελοποιήσεις κάνοντας χρήση GIS λογισμικών υψηλού επιπέδου σε πανίσχυρους υπολογιστές.

Στο πιο κάτω Σχήμα, στη μέση της πυραμίδας βρίσκονται οι «Users» - χρήστες οι οποίοι εκτελούν βασικές αναλύσεις και λειτουργίες των συστημάτων, ακολουθημένοι από τους «Viewers» τα άτομα δηλαδή που εκμεταλλεύονται τις διαδικασίες των προηγούμενων για να επωφεληθούν των τελικών προϊόντων/δεδομένων. Οι θεατές, εκτιμάται να είναι μεγαλύτεροι σε αριθμό από τους δημιουργούς και χρήστες.



Σχήμα 6 - GIS market Segmentation, πηγή: (Rajani P., 1996)

► *Βελτιωμένη διαδικασία ανάλυσης.*

Η λήψη αποφάσεων και ο προγραμματισμός υποστηρίζεται και ενισχύεται με την απεικόνιση πολύπλοκων μοτίβων και αναλυτικότερων συσχετισμών, γραφικά και στατιστικά μέσα από χάρτες και διαγράμματα.

► *Βελτιώνεται η χάραξη πολιτικής.*

Το GIS, μάς επιτρέπει να βλέπουμε τα αποτελέσματα με μία χωρική προοπτική ενθαρρύνοντας τις αναλυτικότερες αναλύσεις και εστιάζοντας καλύτερα σε θέματα χάραξης πολιτικής. Δεδομένα GIS, σε συνδυασμό με στατιστικά στοιχεία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για στόχευση και χάραξη πολιτικών επεμβάσεων για την άμβλυνση της φτώχειας ή τη μείωση των οικονομικών ανισορροπιών σε μια χώρα.

► *Ολοένα και πιο βελτιωμένος διαμοιρασμός στα δεδομένα.*

Η συνεχής ανταλλαγή δεδομένων πρέπει να οδηγεί στη συνέπεια βελτιωμένων παραγωγων προϊόντων που δημιουργούνται από τους οργανισμούς. Για να συνειδητοποιηθούν αυτά τα οφέλη, θα πρέπει να γίνουν σαφείς συμφωνίες συνεργασίας μεταξύ συνεργαζόμενων οργανισμών.

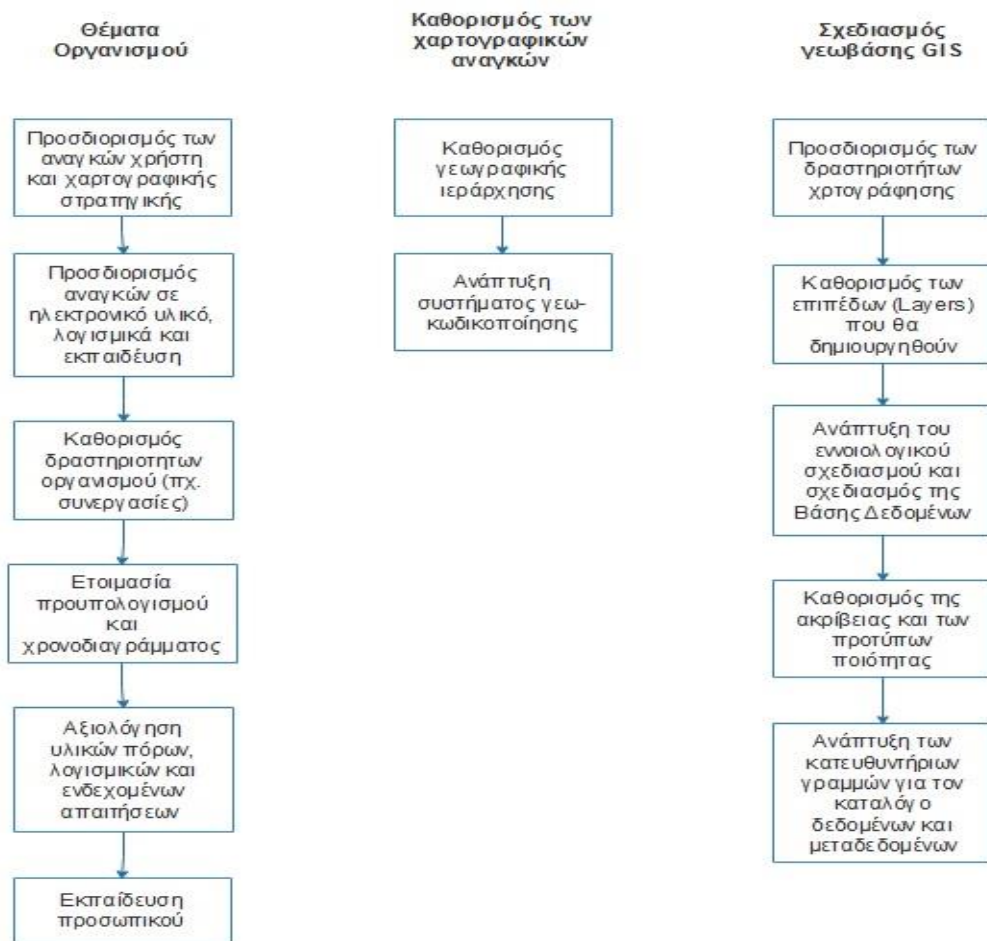
► *Βελτιωμένη προβολή.*

Όφελος που δεν πρέπει να υποτιμάται είναι η ελκυστική γραφική αναπαράσταση των δεδομένων που διευρύνουν το ενδιαφέρον, μέσα από ωραίους και λεπτομερείς χάρτες.

### **3.2. Προγραμματισμός της χαρτογραφικής διαδικασίας απεικόνισης**

Η επιτυχία στη διαδικασία μετατροπής δεδομένων εξαρτάται από το ευρύ και συνάμα σωστά σχεδιασμένο οργανωτικό περιβάλλον του οργανισμού και από μία καλά σχεδιασμένη επιχειρησιακή στρατηγική. Τα βήματα σχεδιασμού παρουσιάζονται στο σχήμα 7 που ακολουθεί, καθώς διαχωρίζονται στις τρεις κατηγορίες:

- 1) θέματα που αφορούν τον οργανισμό
- 2) το καθορισμό των χαρτογραφικών αναγκών
- 3) στο σχεδιασμό της βάσης χωρικών δεδομένων GIS.



Σχήμα 7 - Βήματα σχεδιασμού συστήματος GIS

### 3.3. Ασφάλεια, συντήρηση συστημάτων GIS και εφεδρικές στρατηγικές

Ένα ασφαλές περιβάλλον πληροφορικής απαιτεί ένα αξιόπιστο τροφοδοτικό σύστημα. Το ενδεχόμενο ανεπαρκούς προσφοράς σε ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να προκαλέσει απώλεια δεδομένων, ζημιές στα συστήματα και απώλειες στη παραγωγικότητα λόγω χρονοδιαγράμματος.

Προβλήματα **ηλεκτροδότησης** που μπορούν να προκύψουν σε διάφορες μορφές:

- Διακοπές ρεύματος ή απώλεια ισχύος λόγω αναξιόπιστων ή ελλιπών υποδομών ηλεκτροδότησης ή και καιρικών φαινομένων.
- Ανισόρροπη τάση ηλεκτρικού ρεύματος με πολλές διακυμάνσεις.

Σε περιοχές όπου η παροχή ρεύματος είναι αναξιόπιστη, μια αδιάλειπτη παροχή ρεύματος με χρήση UPS θα πρέπει να θεωρείται υποχρεωτική, έτσι ώστε να διασφαλίζεται ο χρόνος για αποθήκευση των δεδομένων. Τέτοια συστήματα θα πρέπει να συντηρούνται συχνότερα και το σύστημα UPS πρέπει να μπορεί να καλύπτει τις απαιτήσεις σε ηλεκτρισμό όλου του συστήματος υπο προστασία του.

**Προστασία εξοπλισμού** από έντονες διακυμάνσεις θερμοκρασίας για την διαφύλαξη της αδιάλειπτης λειτουργίας του συστήματος. Οι υπολογιστές και οι servers θα πρέπει να λειτουργούν σε κλιματιζόμενο περιβάλλον, προσφέροντας έτσι και προστασία από την σκόνη.

- ✓ *Ανάγκη ανάπτυξης σχεδίου και εφαρμογή οργανωτικής στρατηγικής σχετικά με διαδικασίες δημιουργίας αντιγράφων των δεδομένων (**data back-up strategy**).*

Το ενδεχόμενο να χαθεί πολύτιμη εργασία και το κόστος αναδημιουργίας είναι υψηλό γι' αυτό πρέπει τα δεδομένα να διαφυλάσσονται και να παραμένουν ασφαλή.

Τελευταίο αλλά και πολύ ευαίσθητο θέμα τίθεται αυτό της ασφάλειας των συστημάτων και των δεδομένων από **μη εξουσιοδοτημένες προσβάσεις**. Σημαντικό είναι να δημιουργούνται δικλείδες ασφαλείας και να εκπαιδεύεται το προσωπικό σχετικά με τις ενδεχόμενες κακόβουλες ενέργειες που δύναται να απειλήσουν το σύστημα και τους ίδιους τους χρήστες. Η εγκατάσταση ενός τοίχους ασφαλείας (fire-wall) είναι επιβαλλόμενη, επιτρέποντας την πρόσβαση μόνο σε εξουσιοδοτημένα άτομα.



Εικόνα 9 - Διαδικασία δράσης, πηγή: διαδίκτυο.

# Κεφάλαιο 4

## GIS στην

## Αρχαιολογία

Στην Αρχαιολογία, η χαρτογράφηση των ευρημάτων και η σύνδεση της περιγραφικής τους πληροφορίας με ένα χαρτογραφικό υπόβαθρο ή και ακόμα με ένα απλό σκαρίφημα του πεδίου ανασκαφής, είναι απαραίτητη. Ένα εύρημα από μόνο του δεν μπορεί να δώσει την απαραίτητη αρχαιολογική και ιστορική ερμηνεία που «καβαλάει». Η τοπολογική αλληλοσυσχέτισή του όμως με άλλα ευρήματα που βρέθηκαν στο ίδιο πεδίο ανασκαφής ή και ακόμα με την σύγκριση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του σε μία διεθνή βάση δεδομένων από ευρήματα συγκρίνοντας, απευθείας προσδίδεται πολύτιμη πληροφορία που ενισχύει την ορθολογική αρχαιολογική ερμηνεία.

Η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στη Αρχαιολογία είναι ευρέως διαδεδομένη και πλέον απαραίτητη. Έκτοτε, η χαρτογραφία χρησιμοποιείται για την ανάδειξη των αρχαιολογικών χώρων, αποτυπώνοντας την ανθρωπινή δραστηριότητα και τις επιπτώσεις από τις δυνάμεις της φύσης που την επηρεάζουν. Η χρήση των GIS διευκολύνει στην χαρτογράφηση, στην χωρική και περιγραφική ανάλυση, λειτουργώντας ως πολύτιμο εργαλείο στον προσδιορισμό χωρικών μοτίβων ενισχύοντας την έρευνα και τις επιστήμες γενικότερα.

### **4.1 Χερσαία Αρχαιολογία**

Η χερσαία αρχαιολογία αλλά και η αρχαιολογία γενικότερα βασίζεται σε μία πληθώρα δεδομένων και πηγών που είναι εγγενώς συνδεδεμένες με το φυσικό περιβάλλον αλλά και χρονικά αλληλοεξαρτώμενες. Τέτοιες πηγές και δεδομένα είναι τοπογραφικά δεδομένα/διαγράμματα, χρήσεις γης, περιβαλλοντικές



πληροφορίες χλωρίδας και πανίδας, δορυφορικές εικόνες, αεροφωτογραφίες, γεωφυσικοί χάρτες, τρισδιάστατα μοντέλα εδάφους και πολλά άλλα.

Για την συλλογή των δεδομένων αυτών απαιτείται πολύ-επιστημονική γνώση και εφαρμογή εξειδικευμένων τεχνικών. Επιστημονικά πεδία και γνώσεις όπως της Χαρτογραφίας, Γεωδαισίας - Τοπογραφίας και άλλων φυσικών επιστημών είναι μερικά όπου απαιτείται η συνεργασία για την συλλογή των γεωγραφικών δεδομένων σε μία ανασκαφή.

Για την αρχαιολογία, η χρήση χαρτών άρχισε με κάποια απλά προγράμματα υπολογιστών και διάφορα σύνολα δεδομένων, όπως τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους ανύψωσης (DEM) στις αρχές της δεκαετίας του 1970 και σιγά σιγά αυτό οδήγησε στη χρήση των GIS τη δεκαετία του '80. Ένας από τους πρωταρχικούς σκοπούς στις πρώτες δόκιμες του GIS ήταν για την καταγραφή μεγάλου αριθμού αρχαιολογικών ανασκαφικών πεδίων τόσο για την αρχαιολογική έρευνα όσο και για τη διαχείριση των πολιτιστικών πόρων. Η χρήση χαρτογραφικών δεδομένων θεωρήθηκε πολύ χρήσιμη και καλαίσθητη αφού ο μεγάλος αυτός όγκος γεωχωρικής πληροφορίας απεικονιζόταν με ευκολία.

## **4.2 Ενάλια Αρχαιολογία**

Τις τελευταίες δεκαετίες, η ενάλια αρχαιολογία έχει εξελιχτεί σε ένα πεδίο που σχετίζεται με την υποθαλάσσια πολιτιστική κληρονομιά. Μία κληρονομιά, που δεν αποτελεί ανανεώσιμο πόρο αλλά μας παρέχει την ευκαιρία να μελετήσουμε και να μάθουμε από το παρελθόν μας. Τα ναυάγια είναι ουσιαστικά χρονικές κάψουλες (time capsules) όπου η πληροφορία που περιέχετε σ' αυτά αποδίδει μία ξεχωριστή ερμηνεία και το κάθε εύρημα που ανασύρεται κουβαλάει την δική του ιστορία.

Αυτή η πηγή ή ο πόρος πρέπει να διαχειρίζεται με υπεύθυνο και βιώσιμο τρόπο. Ο όρος διαχείριση στην παρούσα φάση ερμηνεύεται ως η πληροφορία που μπορεί να διαφυλάσσεται, να εξασφαλίζεται και να επαναχρησιμοποιείται για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Στην ενάλια αρχαιολογία δεν κατατάσσονται όμως μόνο τα ναυάγια αλλά και αρχαιολογικές ανακαλύψεις από την παράκτια ανθρώπινη δραστηριότητα όπως αρχαίοι οικισμοί, αρχαία λιμάνια κτλ.

### **4.3 Ανάλυση αναγκών διαχείρισης δεδομένων στις Ενάλιες Αρχαιολογικές Ανασκαφές σύμφωνα με τους άμεσα εμπλεκόμενους Αρχαιολόγους.**

Κάθε ανασκαφή διαφέρει από οποιαδήποτε άλλη, οι ενέργειες δράσης και απαιτήσεις διαφοροποιούνται σύμφωνα με τις ιδιαιτερότητες του ανασκαφικού πεδίου όπως γεωγραφική θέση, εγγύς περιβάλλον, έκταση κοκ.

Για το καθορισμό των αναγκών σε θέματα διαχείρισης των δεδομένων από ενάλιες ανασκαφές κρίθηκε αναγκαίο η προσωπική συνέντευξη με άτομα που δραστηριοποιούνται με το τομέα αυτό. Στη Κύπρο, επίσημος φορέας που ασχολείται με ενάλιες αρχαιολογικές ανασκαφές είναι το Εργαστήριο Εναλίων Αρχαιολογικών Ερευνών (ΕΡ.ΕΝ.Α.Ε.).

Το ΕΡ.ΕΝ.Α.Ε. διευθύνει η Δρ. Στυλιανή Δεμέστιχα, αναπληρώτρια καθηγήτρια Ενάλιας Αρχαιολογίας του Τμήματος Ιστορίας και Αρχαιολογίας, της Φιλοσοφικής Σχολής του Πανεπιστημίου Κύπρου, που με την βοήθεια της κατεγράφησαν οι επιμέρους δραστηριότητες και τα δεδομένα που συλλέγονται στις ανασκαφικές εξορμήσεις. Ενισχυτικό ρόλο στο καθορισμό των αναγκών διαχείρισης της πληθώρας αυτής των δεδομένων, διετέλεσαν και οι προσωπικές συζητήσεις με τους κ. Αντώνη Νεοφύτου υπεύθυνο τεκμηρίωσης του εργαστηρίου και Δρ. Δημήτριο Σκαρλάτο επίκουρο καθηγητή του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου, υπεύθυνο για την αποτύπωση των ανασκαφικών πεδίων και σκαμμάτων κατά τις ανασκαφικές περιόδους.

### **4.3.1 Εργαστήριο Εναλίων Αρχαιολογικών Ερευνών και υποβρύχιες ανασκαφές στη Κύπρο**

Από το 2011 το Εργαστήριο Εναλίων Αρχαιολογικών Ερευνών – ΕΡ.ΕΝ.Α.Ε. του Πανεπιστημίου Κύπρου δραστηριοποιείται στη έρευνα και εκπαίδευση που σχετίζονται με την Ενάλια Αρχαιολογία και αποτελεί τον μοναδικό φορέα στη Κύπρο που διεξάγει υποβρύχιες αρχαιολογικές έρευνες. Διεξάγει συστηματικές υποβρύχιες αρχαιολογικές έρευνες:

- επιφανείας, στο αγκυροβόλιο της Ξυλοφάγου
- και
- δύο ανασκαφές ναυαγίων:

#### **1. Ναυάγιο του Μαζωτού.**

Το ναυάγιο βρίσκεται μερικά ναυτικά μίλια ανοιχτά του χωριού Μαζωτός και σε βάθος 45 μέτρων. Σύμφωνα με τους εμπλεκόμενους στη ανασκαφή αρχαιολόγους, πρόκειται για ναυάγιο εμπορικού πλοίου της ύστερης κλασικής περιόδου φορτωμένο με Χιακούς αμφορείς. Κατά τις ανασκαφικές περιόδους, ομάδα από έμπειρους εθελοντές δύτες, διαφόρων ειδικοτήτων και επαγγελματικών κατευθύνσεων καταδύονται για να καταγράψουν και να τεκμηριώσουν τα πολύτιμα ευρήματα του που διατηρούνται στο βυθό σχεδόν δύομιση αιώνες. Το μεγάλο σχετικά βάθος του ναυαγίου (-45μ) είναι ο κύριος λόγος που τα χρονικά περιθώρια κατάδυσης είναι πολύ στενά και δεν ξεπερνούν συνήθως τα 20-30 λεπτά αφού τίθεται θέμα ασφάλειας της υγείας των δυτών λόγω του υπερβαρικού περιβάλλοντος (5,5atm). Ο χρόνος είναι περιορισμένος και οι εργασίες που πρέπει να γίνουν είναι πολλές, γι' αυτό και κάθε ανασκαφική περίοδος αφοσιώνεται σε συγκεκριμένα κομμάτια του ναυαγίου, διαρκεί περίπου ένα μήνα και έχει υψηλές οργανωτικές απαιτήσεις σε πόρους και σε εξειδικευμένο προσωπικό.

#### **2. Ναυάγιο στα Νησιά Παραλιμνίου**

Το ναυάγιο στη περιοχή Νησιά στο Παραλίμνι πρόκειται για ναυάγιο της οθωμανικής περιόδου σε βάθος 28 μέτρων. Η θέση του ήταν γνωστή από το 1980

όπου η συνεχής αναπτυσσόμενη καταδυτική δραστηριότητα στη περιοχή συνετέλεσαν στην ανεξέλεγκτη σύληση του. Το εργαστήριο σε συνεργασία με το Τμήμα Αρχαιοτήτων από το 2012 ξεκίνησε το ερευνητικό πρόγραμμα για την τεκμηρίωση και προστασία του ναυαγίου. Το 2014 έλαβε χώρα η πρώτη ανασκαφική περίοδος όπου ανελκύθηκε μαζί με διάφορα άλλα μικρά ευρήματα ένα κανόνι το οποίο συντηρείται στο Εργαστήριο Συντήρησης Εναλίων Αρχαιοτήτων (ΕΣΕΑ) του Τμ. Αρχαιοτήτων στη Λάρνακα.

#### **4.3.2 Δεδομένα στην Ενάλια Αρχαιολογία και απαιτήσεις για την συλλογή αυτών.**

Γενικά στην Ενάλια Αρχαιολογία οι διαδικασίες συλλογής δεδομένων είναι πιο απαιτητικές, καθώς αυτό γίνεται σε μικρά ή και μεγάλα βάθη, κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, αναλόγως του ναυαγίου και ανασκαφικού πεδίου. Για την επίτευξη αυτού αναγκαστική είναι η εμπλοκή προσωπικού που διαθέτει την εμπειρία και εκπαίδευση να εργάζεται στο απαιτητικό αυτό υποβρύχιο περιβάλλον όπου ο χρόνος τις περισσότερες φορές είναι περιορισμένος και τα χρονικά περιθώρια για συλλογή των δεδομένων πολύ στενά.



Εικόνα 10 - Υποβρύχια συλλογή δεδομένων, λήψη φωτογραφιών, πηγή: (ΕΡ.ΕΝ.Α.Ε.)

Σύμφωνα την Δρ. Στυλιανή Δεμέστιχα, υπεύθυνη του Εργαστηρίου Ενάλιων Αρχαιολογικών Ερευνών, ο όγκος της πληροφορίας που προκύπτει ποικίλει από

ανασκαφή σε ανασκαφή, παραμένοντας όμως αυξημένος κυρίως λόγω του μεγάλου αριθμού φωτογραφιών οι οποίες αποτελούν το μέσον για την «πρόσβασή» του αρχαιολόγου στη θέση μετά τη λήξη της ανασκαφικής περιόδου. Οι φωτογραφίες μπορεί να είναι υποβρύχιες λήψεις (γενικές της θέσης, ειδικές ευρημάτων και διαδικασιών) ή επιφανείας, στο σκάφος και στο εργαστήριο, όπου γίνεται η λεπτομερής τεκμηρίωση των ευρημάτων.

Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται φωτογραμμετρία ο όγκος των φωτογραφιών αυξάνεται κατακόρυφα. Επίσης τα μεταδεδομένα (νέφη σημείων, ορθοφωτογραφίες, τρισδιάστατα μοντέλα ευρημάτων) τα οποία παράγονται σε καθημερινή βάση, είναι μεγάλα αρχεία και προσθέτουν σημαντικά στον συνολικό όγκο των δεδομένων. Τα σχέδια και τα χειρόγραφα ημερολόγια είθισται πλέον να ψηφιοποιούνται (οπότε λογίζονται και ως ψηφιακή πληροφορία) αν και φυλάσσονται και σε έντυπη μορφή. Επίσης ένα σημαντικό είδος «πληροφορίας» είναι τα οικονομικά στοιχεία, τα οποία είναι απαραίτητα για την εύρυθμη λειτουργία και οργάνωση της ανασκαφικής περιόδου.

Είδη δεδομένων/πληροφοριών που συλλέγονται από ενάλιες αρχαιολογικές δραστηριότητες είναι:

► Ψηφιακά δεδομένα:

- ημερολόγια, ψηφιακές καταχωρήσεις εγγράφων από περιόδους ανασκαφών.
- φωτογραφίες
- ψηφιακά υπόβαθρα: γεωγραφικοί χάρτες, ορθοφωτογραφίες, ορθοφωτοχάρτες, σκαριφήματα τομών, τρισδιάστατη απεικόνιση ευρημάτων
- RAW και μεταδεδομένα

► Δεδομένα σε έντυπη μορφή:

- Διάφορα έγγραφα, ημερολόγια
- σχέδια, σκαριφήματα, διαγράμματα
- οικονομικά δεδομένα (τιμολόγια, αποδείξεις)

Το Εργαστήριο Εναλίων Αρχαιολογικών Ερευνών χρησιμοποιεί για την αποθήκευση και περαιτέρω μετασχηματισμό των δεδομένων που συλλέγονται, αποκλειστικά δικό του server ο οποίος στεγάζεται στο Πανεπιστήμιο Κύπρου. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται η ασφάλεια των δεδομένων αφού υπάρχει και το αντίστοιχο κλιμάκιο πληροφορικής υποστήριξης του πανεπιστημίου το οποίο θέτει τις πολιτικές ασφαλείας που αφορούν την διακίνηση των δεδομένων καθώς και των έλεγχο δικαιοδοσίας πρόσβασης σε αυτά.

### **4.3.3 Υφιστάμενες Βάσεις Δεδομένων**

Όπως προαναφέρθηκε, συγκεκριμένα πρότυπα αρχιτεκτονικής βάσεων δεδομένων δεν υπάρχουν για τις αρχαιολογικές ανασκαφές καθώς κάθε ανασκαφική έρευνα είναι και διαφορετική και οι βάσεις που αναπτύσσονται προσαρμόζονται ανάλογα.

Το ΕΡ.ΕΝ.Α.Ε. διατηρεί τις δικές του βάσεις δεδομένων που αφορούν ξεχωριστά κάθε ανασκαφή. Το προσωπικό που διαχειρίζεται τις βάσεις αυτές κατέχει ρόλους διαχειριστών όπως επίσης το δικαιώματα, καταχώρησης και μεταποίησης των δεδομένων για τη δημιουργία τρισδιάστατων απεικονίσεων των ευρημάτων αλλά και του ανασκαφικού πεδίου.

Οι απαιτήσεις σε προσωπικό δυναμικό είναι αυξημένες όπως και ο χρόνος που δαπανείτε για την οργάνωση του μεγάλου αυτού όγκου πληροφορίας. Για το σκοπό αυτό πολλοί είναι οι προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί φοιτητές από διάφορους κλάδους οι οποίοι οικειοθελώς επιστρατεύονται για να βοηθήσουν στο ερευνητικό αυτό κομμάτι. Απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις σχεδιαστικών λογισμικών και υψηλές δεξιότητες οργάνωσης και διαχείρισης.

### **4.3.4 Υλικό και λογισμικά που απαιτούνται και χρησιμοποιούνται**

Οι διαδικασίες σε μία αρχαιολογική έρευνα εξαρτώνται από πολλά επιστημονικά πεδία όπου εμπλεκόμενοι είναι συνήθως άτομα με ιδιαίτερο

γνωστικό αντικείμενο, γι' αυτό και οι απαιτήσεις σε εξειδικευμένα υπολογιστικά εργαλεία και λογισμικά είναι ιδιαίτερες και υψηλές.

Οι διαδικασίες τρισδιάστατης μοντελοποίησης και σχεδιασμού απαιτούν ισχυρούς υπολογιστές και λογισμικά προγράμματα με αυξημένες απαιτήσεις σε επεξεργαστές υπολογιστών και διαθέσιμης μνήμης.

Λογισμικά που χρησιμοποιούνται:

- FileMakerPro – πλατφόρμα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων.
- Bridge – λογισμικό για την διαχείριση ψηφιακών δεδομένων.
- PhotoShop – σχεδιαστικό λογισμικό με πολύτιμα εργαλεία διόρθωσης προβληματικών εικόνων/φωτογραφιών.
- Illustrator – λογισμικό σύνταξης και προβολής γραφικών δεδομένων.
- AutoCAD – 3D σχεδιαστικό λογισμικό.
- RHINO – σχεδιαστικό λογισμικό τρισδιάστατης μοντελοποίησης και απεικόνισης.
- CloudCompare - Για την σύγκριση νεφών σημείων που προκύπτουν από τις μεθόδους φωτογραμμετρίας.
- Meshlab – για την δημιουργία και σχεδιασμό τρισδιάστατων αντικειμένων, των ευρημάτων.
- Agisoft PhotoScan – εξειδικευμένο λογισμικό φωτογραμμετρικών εφαρμογών που χρησιμοποιείται για την δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων και νεφών σημείων με χρήση επαναληπτικών και διαδοχικών επικαλυπτόμενων φωτογραφιών.



Εικόνα 11 - Φωτομωσαϊκό ναυάγιου του Μαζωτού, πηγή: (ΕΡ.ΕΝ.Α.Ε.)

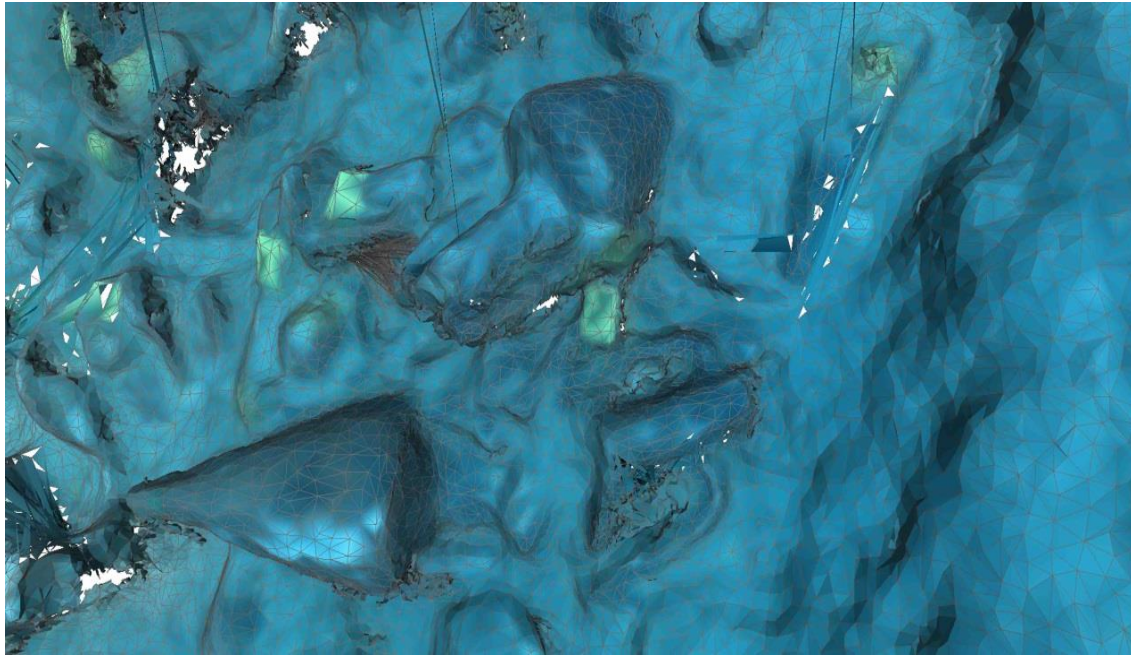
Υλικοί πόροι που απαιτούνται:

- Υπολογιστές γραφείου και φορητοί υπολογιστές με χαρακτηριστικά υψηλών δυνατοτήτων.
- Αποκλειστικός server για τις ανάγκες του ΕΡ.ΕΝ.Α.Ε.
- Φωτογραφικές μηχανές υψηλής ανάλυσης με το απαιτούμενο κέλυφος για τις υποβρύχιες λήψεις.
- Διάφοροι εξοπλισμοί (μηχανήματα, γεννήτριες, καταδυτικοί εξοπλισμοί) όπου απαιτείται προσεγμένος προγραμματισμός logistics σε κάθε ανασκαφική εξόρμηση.
- Ημερολόγια και λοιπά έγγραφα σε έντυπη μορφή.

#### **4.4 Ενδεικτικό διάγραμμα ροής εργασιών για την υλοποίηση ενός συστήματος GIS**

Με το πέρας των απαιτητικών ανασκαφικών εξορμήσεων απαιτείται η διαχείριση όλων των πολύτιμων πληροφοριών που συλλέχθηκαν. Η σωστή διαχείριση θα διαφυλάξει τις πληροφορίες μέσα από διαδικασίες μετασχηματισμού για την παραγωγή τρισδιάστατων μοντέλων και θεματικών επιπέδων (layers) όπου απεικονίζονται τα ευρήματα στη αρχική τους θέση για την μετέπειτα σύγκριση με πληροφορίες από παλαιότερες ανασκαφικές περιόδους.





Εικόνα 12 - Τρισδιάστατο μοντέλο απεικόνισης του ανασκαφικού πεδίου ναυάγιου Μαζωτού, πηγή: (ΕΡ.ΕΝ.Α.Ε.)

Η διαχείριση των δεδομένων πρέπει πάντα να γίνεται από τα εξουσιοδοτημένα άτομα και εξωτερικούς συνεργάτες, τηρώντας πιστά τις πολιτικές ασφαλείας και ορθής αποθήκευσης για να μην υπάρξει το ενδεχόμενο να χαθούν τα αρχικά δεδομένα.

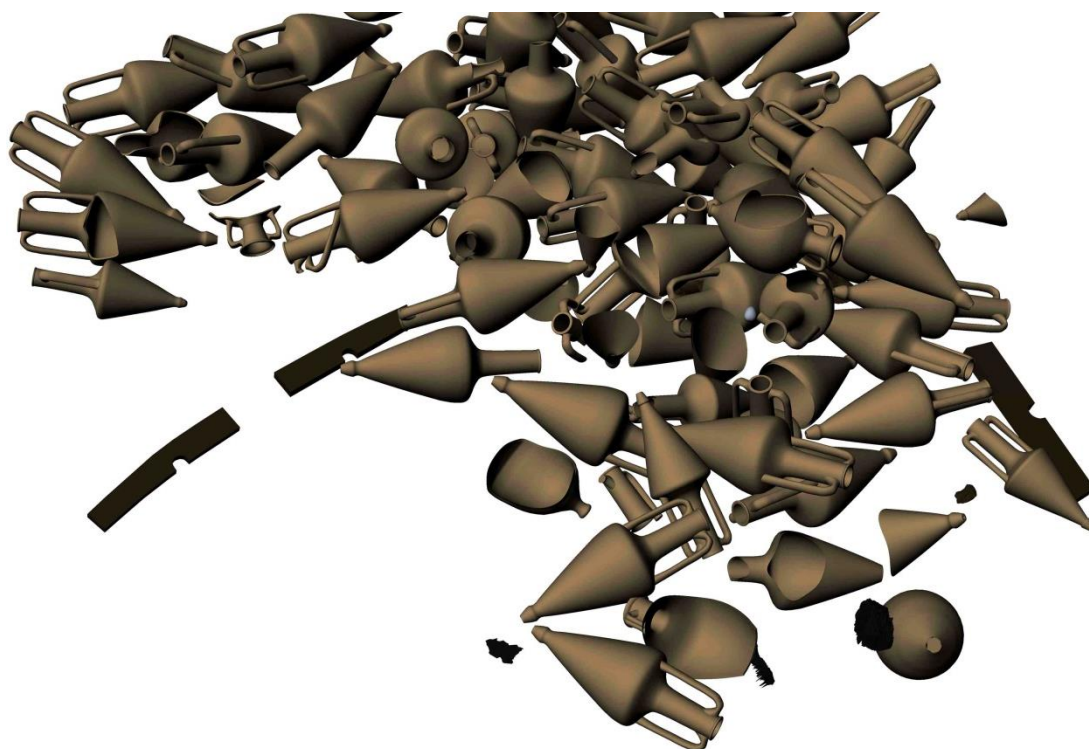
Όπως παρουσιάζεται και στο **σχήμα 8**, τα δεδομένα καταχωρούνται στη βάση δεδομένων από εξουσιοδοτημένο προσωπικό με αποκλειστικά δικαιώματα διαχείρισης (administrator-developer). Αφού τα δεδομένα αποθηκευτούν στη Βάση Δεδομένων με καθορισμένο τρόπο για την εύκολη ανάκτηση τους, αναλαμβάνουν δράση οι διάφοροι συνεργάτες για τον μετασχηματισμό και τροποποίηση αυτών των πληροφοριών για την δημιουργία συναφών και συσχετιζόμενων δεδομένων όπου θα μπορούν να εισαχθούν στο σύστημα GIS.

Στη όλη διαδικασία το πιο χρονοβόρο και απαιτητικό στάδιο τόσο σε ανάγκες εξειδικευμένου προσωπικού, εξωτερικών συνεργατών αλλά σε κόστος είναι η διαδικασία δημιουργίας των θεματικών επιπέδων. Αυτό απαιτεί αρχικά την δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου που παράγεται με μεθόδους φωτογραμμετρίας από τις φωτογραφίες που πάρθηκαν με συνοχή από τον υπεύθυνο φωτογράφο-δύτη, διατηρώντας υποβρυχίως ένα ομαλό δρομολόγιο

«πτήσης». Τα δεδομένα υπεισέρχονται σε διάφορα σχεδιαστικά λογισμικά μοντελοποίησης και μετασχηματισμού για να μπορούν να πάρουν τη επιθυμητή μορφή εισαγωγής σε ένα σύστημα GIS.

Η δημιουργία επιπέδων πληροφορίας (layers) με χρονική αναφορά αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για τους αρχαιολόγους που επιζητούν να ερμηνεύσουν τις πληροφορίες και να καθορίσουν την πρόοδο μεταξύ των ανασκαφικών περιόδων. Η πληροφορία αυτή της χρονική ετικέτας ορίζεται ως η τέταρτη διάσταση (**4D**) και τελευταία γίνεται έντονη προσπάθεια αναβάθμισης των συστημάτων GIS με εργαλεία συσχέτισμού και καλύτερης απόδοσης αυτή της χρήσιμης πληροφορίας.

Όλα τα δεδομένα θα μπορούν να ανακαλούνται από την βάση δεδομένων στο σύστημα GIS και να χρησιμοποιούνται για σκοπούς χωρικής ανάλυσης και αλληλοσυσχέτισης από διάφορους ενδιαφερομένους με καθορισμένες δικαιοδοσίες διαχείρισης και πρόσβασης.

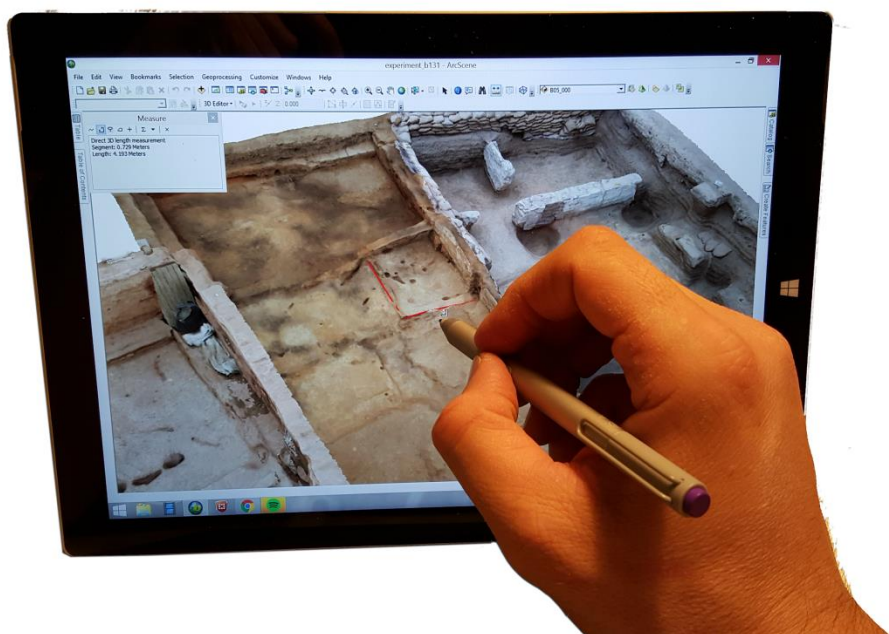


Εικόνα 13 - Τρισδιάστατη μοντελοποίηση με την γεωμετρική διάταξη στο χώρο που βρίσκονται επί τόπου στο υποβρύχιο αρχαιολογικό πεδίο. Ναυάγιο Μαζωτού, πηγή: (EP.EN.A.E.)

#### 4.4.1 Εισήγηση για δημιουργία Web GIS εφαρμογής

Οι αρχαιολογικές ανασκαφές στο πεδίο εκτελούνται συνήθως σε απομακρυσμένες περιοχές όπου ο χώρος εργασίας και το εξωτερικό περιβάλλον δυσχεράνουν τη ανασκαφική καταγραφή. Οι υποβρύχιες ανασκαφές τις πλείστες φορές εκτελούνται εν πλω μακριά από τη στεριά και την επιχειρησιακή βάση, με διάφορες ελλείψεις στις πολυτέλειες που παρέχει ένα καλά εξοπλισμένο γραφείο συντονισμού και γι' αυτό οι ανάγκες καταγραφής, οργάνωσης των επιμέρους λειτουργιών και συντονισμού είναι ακόμη πιο απαιτητικές.

Η δημιουργία μίας πλατφόρμας Web GIS θα διευκόλυνε αρκετά την διαχείριση των δεδομένων και οργάνωση των ανασκαφικών δραστηριοτήτων αφού θα υπάρχει δυνατότητα θέασης των θεματικών επιπέδων από μία απομακρυσμένη συσκευή (υπολογιστή ή tablet) συνδεδεμένη ασύρματα στο διαδίκτυο. Σχέδια και θέσεις ευρημάτων θα μπορούσαν εύκολα να απεικονιστούν εν πλω έτσι ώστε να γίνεται σωστή κατατόπιση και οργάνωση στο προγραμματισμό δράσης των ομάδων που καταδύονται.



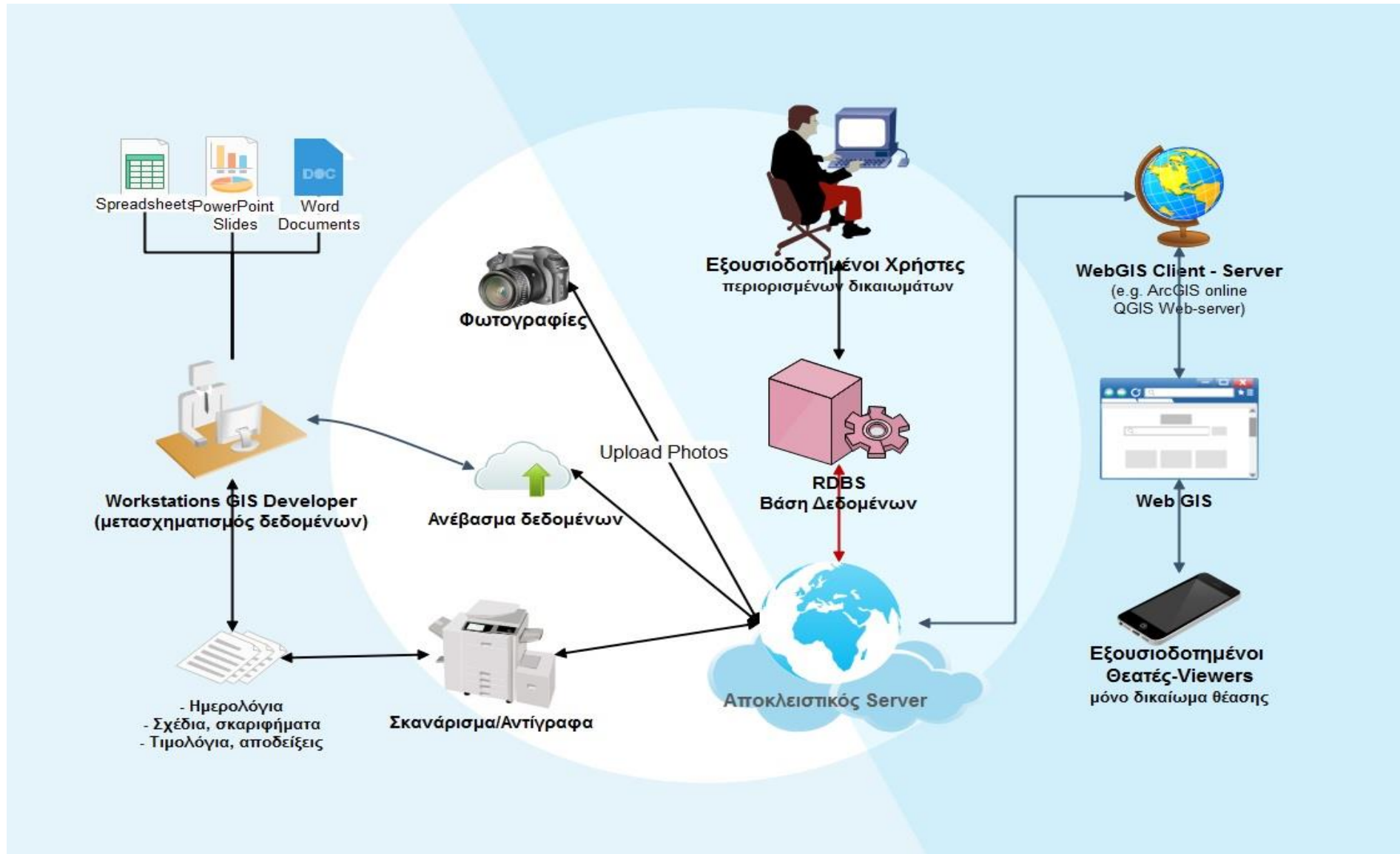
Εικόνα 14 - Web GIS πλατφόρμα πεδίου διαχείρισης αρχαιολογικών ανασκαφικών δεδομένων, πηγή: (Internet Archeology)

Επίσης, με την δημιουργία πλατφόρμας Web GIS διάφοροι εξουσιοδοτημένοι χρήστες, ενδιαφερόμενοι και σύμβουλοι θα μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση θέασης των πληροφοριών χωρίς όμως το δικαίωμα εξαγωγής και αποθήκευσης αυτών. Αυτό διαφυλάττει τα πνευματικά δικαιώματα του εργαστηρίου προσφέροντας όμως την δυνατότητα προώθησης της πολιτιστικής κληρονομιάς στο κοινό και δυνατότητα άντλησης περαιτέρω απόψεων από συνεργάτες.

Στη εφαρμογή αυτή θα δίνεται η δυνατότητα απευθείας καταχώρησης των ημερολογίων, αναφορών και καταδυτικών δραστηριοτήτων από κάθε ομάδα την άμεση στιγμή που αυτή αναδύεται στη επιφάνεια. Με αυτό τον τρόπο θα διασφαλίζεται άμεσα η πολύτιμη πληροφορία από τους δύτες αποφεύγοντας το ενδεχόμενο να ξεχαστεί κάτι αργότερα.



## Διάγραμμα ροής Συστήματος GIS



Σχήμα 8 – Ενδεικτικό Διάγραμμα ροής εργασιών GIS & Web GIS πλατφόρμας

# Κεφάλαιο 5

## Εφαρμογές GIS στην Αρχαιολογία

Κάθε πρόγραμμα αρχαιολογικής ανασκαφής διαφέρει, σε είδος, σε μεθοδολογία και πεδίο εφαρμογής όπως επίσης και στις διαφορετικές απαιτήσεις σύμφωνα με την ανάλογη περίπτωση μελέτης . Στην Ενάλια αρχαιολογία οι απαιτήσεις είναι ιδιαίτερες λόγω του ανασκαφικού πεδίου που στις πλείστες των περιπτώσεων περιλαμβάνει ανασκαφή ναυαγίων στο υποβρύχιο περιβάλλον. Η χρήση των Πληροφοριακών Συστημάτων και Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων έχει βοηθήσει και συνεχίζει να υποστηρίζει τα ερευνητικά αυτά προγράμματα αναδεικνύοντας και διαφυλάσσοντας την πολύτιμη ιστορική μας κληρονομιά.

### 5.1 Βάσεις Δεδομένων στη Αρχαιολογία

Σε γενικές γραμμές, στη Αρχαιολογία και όσο αφορά τις ανάγκες των αρχαιολογικών ανασκαφών δεν υπάρχουν πρότυπες βάσεις δεδομένων, αφού η ανάγκη προσαρμογής σε συγκεκριμένες ανάγκες είναι προφανής. Οι πρακτικές τεκμηρίωσης είναι καθορισμένες και προσαρμόζονται αναλόγως των αναγκών.

Υπάρχουν όμως συγκεκριμένες βάσεις δεδομένων που μπορεί κανείς να μελετήσει σημαντικά πεδία για κάθε θέμα π.χ.:

- το Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης διατηρεί ανοιχτή βάση δεδομένων με ένα κατάλογο ανευρεθέντων αρχαίων ναυαγίων που βρίσκονται στη Μεσόγειο. (βλ. Εικόνα 13 (University of Oxford))

- η δυνατότητα αναζήτησης ονομασίας και είδος αμφορέα σύμφωνα με τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του, μέσα από την βάση δεδομένων του Archeology Data Service (βλ. (Professor Simon Keay et al, 2015)

- όπως επίσης η βάση δεδομένων σε αρχαία λιμάνια και λοιπών δεδομένων από το αποθετήριο του Arthur de Graauw. (βλ. (Arthur de Graauw, 2011-2018))

The Oxford Roman Economy Project

UNIVERSITY OF OXFORD

Home  
News  
Team  
Databases

Shipwrecks Database

Database coordinator: Andrew Wilson  
Showing records 1 - 20 of 1784 Page 1 of 90  
Number of records per page: 20 Go to record: 20 Go

Show	Filter	Sort	Search	Output	Clear
6.	Albany	Adriatic	Qefalit	Qefalit Tile wreck	0.0 0 -400 -300 Corinth 2
7.	Albany	Adriatic	Rodon	Rodon	0.0 0 -525 -475 Corinth 1
8.	Albany	Adriatic	Saranda	Saranda 1	-78.0 0 -600 -450 1
9.	Albany	Adriatic	Saranda	Saranda 2	0.0 0 -400 -300 1
10.	Albany	Adriatic	Saranda	Saranda 3	0.0 0 1 200 1
11.	Albany	Adriatic	Saranda	Saranda 4	0.0 0 -100 -1 1
12.	Algeria		Cherchel	Cherchel A	-25 75 1
13.	Algeria		Cherchel	Cherchel B	-150 400 1
14.	Belgium		Bruges	Bruges	100 275 1
15.	Bulgaria	Black Sea	Arapyra Gulf	Arapyra Gulf	0.0 0 300 600 1
16.	Bulgaria	Black Sea	Cape Cherni	Cape Cherni nos 1	0.0 0 400 600 1
17.	Bulgaria	Black Sea	Cape Cherni	Cape Cherni nos 2	0.0 0 -400 -300 1
18.	Bulgaria	Black Sea	Cape Cherni	Cape Cherni nos 3	0.0 0 -600 -400 1
19.	Bulgaria	Black Sea	Cape Chirakman	Cape Chirakman, Kallakra 1-2	0.0 0 -330 -50 1
20.	Bulgaria	Black Sea	Cape Chirakman	Cape Chirakman, Kallakra 3-5	0.0 0 400 800 1

Abbreviations: Amph = Amphorae; Ma = Marble; Col = Columns; Blck = Blocks; Sarc = Sarcophagi;

Εικόνα 15 - Shipwreck Database, πηγή: (University of Oxford)

## 5.2 Συστήματα GIS και εφαρμογές στη Αρχαιολογία

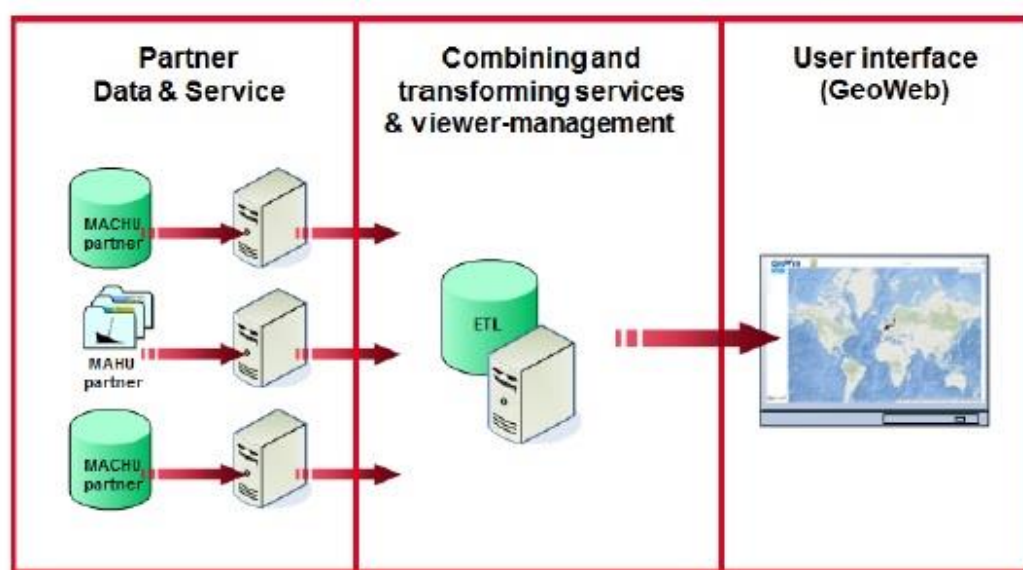
Η πλειοψηφία εφαρμογών GIS στη Αρχαιολογία κάνει χρήση των έτοιμων διαθέσιμων συστημάτων και εργαλείων, προσαρμοζόμενα αναλόγως στις επιμέρους ανάγκες και απαιτήσεις. Διαθέσιμα συστήματα και λογισμικά GIS αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2.

### 5.2.1 MACHU GIS Project

Σχετικό παράδειγμα αποτελεί το χρηματοδοτημένο πρόγραμμα από την Ευρωπαϊκή Ένωση, MACHU (Managing Cultural Heritage Underwater) όπου αναπτύχθηκε το εργαλείο MACHU GIS για σκοπούς ανταλλαγής και εξερεύνησης

πληροφοριών της υποβρύχιας πολιτιστικής κληρονομιάς, συνδυάζοντας πληροφορίες από έρευνες αρχαιολογικών ανασκαφών, περιβαλλοντικών δεδομένων, νομοθετικών πληροφοριών και ιστορικών χαρτών.

Για το MACHU GIS έχει χρησιμοποιηθεί η πλατφόρμα GeoWeb που χρησιμοποιεί κώδικα προγραμματισμού την Java και στηρίζεται στη διαδικασία ETL-Extract Transform, Load. Η εξαγωγή των δεδομένων γίνεται απευθείας από την πηγή και μεταφέρεται στη αποθήκη δεδομένων.



*MACHU GIS principle model*

Εικόνα 16 -Μοντέλο ETL-process για το MACHU project, πηγή: (MACHU Project, 2016)

Οι υπηρεσίες που παρέχονται στο MACHU GIS εξασφαλίζουν την μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση με την χρήση κωδικών χρήστη και HTTP-protocol ή HTTPS-protocol, με το δεύτερο να παρέχει τη επιπλέον κρυπτογράφηση (SSL ή TLS) στη επικοινωνία μεταξύ διακομιστή και ιστού.

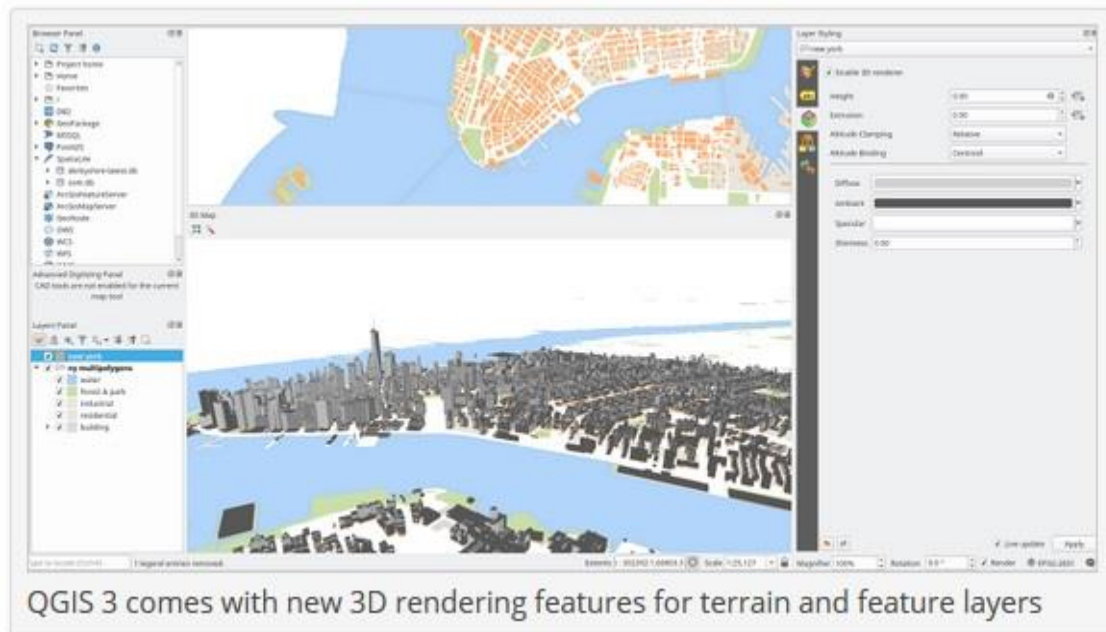
## 5.2.2 3D/4D GIS εφαρμογές

Η τρισδιάστατη οπτικοποίηση έχει επηρεάσει θετικά την Αρχαιολογική έρευνα. Τα τελευταία χρόνια ολοένα και σημαντικές πρόοδοι σημειώνονται στη εφαρμογή των GIS στη αρχαιολογία με αναβαθμίσεις λογισμικών με νέες



δυνατότητες να μπορούν να δεχθούν και να παρουσιάσουν τη τρίτη διάσταση του ύψους βελτιώνοντας την ποιότητα στη ερμηνεία των δεδομένων με εργαλεία 3D χωρικής ανάλυσης.

Οι νέες εκδόσεις του λογισμικού ArcGIS Desktop και του λογισμικού ανοικτού κώδικα QGIS (βλ. Εικόνα 15) παρέχουν αυτή την δυνατότητα αλληλοσυσχέτισης των χωρικών δεδομένων.



Εικόνα 17 - 3D οπτικοποίηση στο λογισμικό ανοικτού κώδικα QGIS vs.3, πηγή: διαδίκτυο

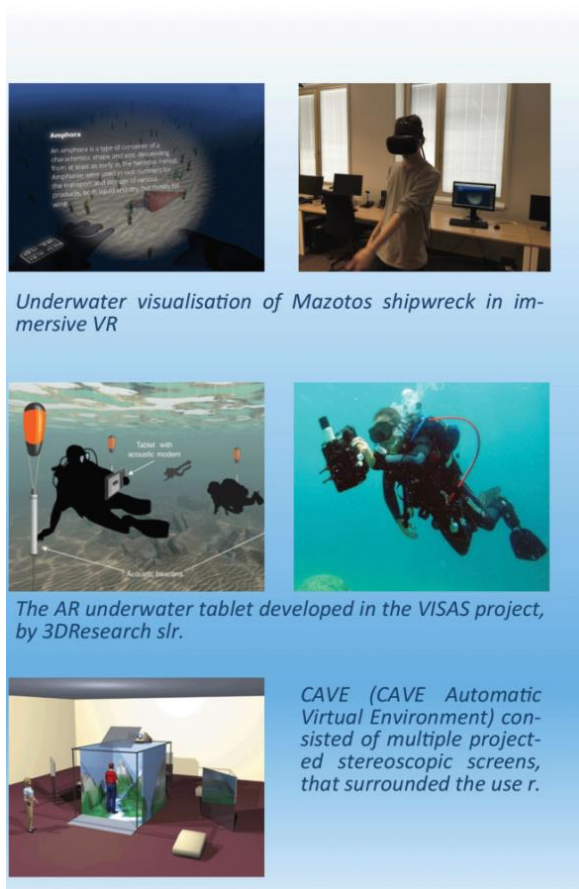
Ο διάσημος γεωγράφος *Immanuel Kant* υποστήριξε ότι η γεωγραφία ήταν η μελέτη της γνώσης για μια τοποθεσία, ενώ, η ιστορία ήταν η μελέτη της γνώσης εγκαίρως. Δεδομένου ότι ένας χάρτης αποτελεί ένα σταθερό αντικείμενο που προορίζεται να αντιπροσωπεύει μια φυσική θέση, είναι δελεαστικό να πιστεύουμε ότι μπορεί να μας επιτρέψει την εμφάνιση αλλαγών με την πάροδο του χρόνου όπως θα ήταν ένα κινούμενο σχέδιο ή ένα γράφημα.

Η απόδοση της τέταρτης διάστασης αυτής του χρόνου (4D) σε ένα θεματικό χάρτη αποτελεί πολύ χρήσιμο εργαλείο, αφού αποδίδει τη διαχρονική δυναμική της επιτόπιας έρευνας ή/και της χρήσης του χώρου από τον άνθρωπο.

### 5.2.3 Καινοτόμες εφαρμογές ανάδειξης της Ενάλιας Πολιτιστικής κληρονομιάς.

Μία προσπάθεια προώθησης της υποβρύχιας πολιτιστικής κληρονομιάς είναι και το καινοτόμο πρόγραμμα iMareCulture, το οποίο συντονίζει ο Δρ. Δημήτριος Σκαρλάτος, και έχει ως στόχο να ανάπτυξη καινοτόμες μεθόδους εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας ώστε να φέρει τους υποβρύχιους αρχαιολογικούς χώρους πιο κοντά στους λάτρεις της αρχαιολογίας (iMareCulture, (EP.EN.A.E.)). Οι εφαρμογές αυτές θα δίνουν την ευκαιρία στον επισκέπτη να περιηγηθεί εικονικά στο διαδίκτυο και σε χώρους μουσείων κάνοντας «ξηρή κατάδυση» στους υποβρύχιους αρχαιολογικούς χώρους.

Several alternative ways for immersion into the virtual underwater environment will be used and accessed, such as Head Mounted Displays, VR caves, and Holographic screens. In addition, Augmented Reality will be implemented in underwater tablets.



Εικόνα 18 - Ανάπτυξη τεχνολογιών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, πηγή: (iMareCulture)

## Σύνοψη

Η τεχνολογία των Πληροφοριακών Συστημάτων στις μέρες μας έχει συντελέσει θετικά στην οργάνωση και διαχείριση των δεδομένων καθώς ενισχύει και συνεχίζει να υποστηρίζει τις αναπτυξιακές στρατηγικές των οργανισμών που επιθυμούν να ανελίσσονται και να διατηρούν τον ανταγωνιστικό τους πλεονέκτημα. Τα συστήματα διαχείρισης Πληροφοριών αναβαθμίζονται με την εκθετική ανέλιξη της ηλεκτρονικής και υπολογιστικής τεχνολογίας υποστηρίζοντας έτσι πιο θερμά τις νέες καινοτόμες ιδέες δημιουργίας χρήσιμων εφαρμογών και προϊόντων.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γ.Σ.Π. από την μεριά τους έρχονται να ενισχύσουν και να υποστηρίξουν τις λήψεις στρατηγικών αποφάσεων με τεκμηριωμένες αναλύσεις μέσω αλληλοσυσχέτισης των χωρικών δεδομένων. Η δυνατότητα ανάλυσης δεδομένων στο χώρο και η οπτικοποίηση αυτών αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο καλύτερης κατανόησης των φαινομένων ή παραμέτρων που επηρεάζουν τις λειτουργίες και δραστηριότητες των οργανισμών. Πολλές πολιτικές αποφάσεις γεωπολιτικού ενδιαφέροντος έχουν υποστηριχτεί από αναλύσεις σε συστήματα GIS, όπως θέματα αξιοποίησης υδρογονανθράκων και εθνικής θαλάσσιας χωροταξίας.

Η χρήση των συστημάτων GIS στην Αρχαιολογία αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι στις ανασκαφικές έρευνες για την διαχείριση των δεδομένων ενισχύοντας περαιτέρω τις δυνατότητες ερμηνείας των ευρημάτων και των αρχαιολογικών πεδίων γενικότερα. Στην Ενάλια Αρχαιολογία οι ιδιαίτερες συνθήκες του ανασκαφικού περιβάλλοντος κρίνονται πιο απαιτητικές για θέματα οργάνωσης μεταξύ των εμπλεκόμενων, σχεδιασμού και καταγραφής των επιμέρους δραστηριοτήτων και παράλληλα τεκμηρίωσης των αρχαιολογικών ευρημάτων. Ο όγκος των ψηφιακών δεδομένων που συλλέγονται σε κάθε αρχαιολογική ανασκαφή τόσο για την τεκμηρίωση των ευρημάτων αλλά και διάφορα έντυπης μορφής δεδομένα από διαδικαστικές λειτουργίες εφοδιασμού και λοιπών οικονομικών στοιχείων είναι αυξημένος. Οι επιμέρους λειτουργίες μετασχηματισμού, μοντελοποίησης και χαρτογραφικού σχεδιασμού απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις

από έμπειρο προσωπικό και χρήση ειδικών λογισμικών αυξημένου διαχειριστικού κόστους. Το γεγονός αυτό επισημαίνει την αναγκαιότητα στη ορθολογική οργάνωση των πόρων, του διαθέσιμου ανθρώπινου δυναμικού και την πιθανή ανάγκη εκπαίδευσης. Οι συνάψεις συνεργασιών θα πρέπει να είναι επιλεκτικές και να διέπονται στρατηγικής προσέγγισης.

Πολύ σημαντικά κρίνονται και τα θέματα που άπτονται της ασφάλειας των δεδομένων και του συστήματος, αφού για την συλλογή αυτών δαπανείται πολύτιμος χρόνος, κόπος και χρήμα. Ενδεχομένως, ένα σενάριο να χαθούν δεδομένα θα πρέπει να προνοείται και να εκτελούνται αδιάλειπτα ενέργειες για την διαφύλαξη των δεδομένων τηρώντας πιστά τις πολιτικές ασφαλείας και συντήρησης του συστήματος.

Ένα σύστημα GIS αρχίζει να αποδίδει ευεργετικά μακροπρόθεσμα αφού το αρχικό κόστος επένδυσης χαρακτηρίζεται ως υψηλό και η ποιοτική πληροφορία που είναι απαραίτητη για την εγγύηση των αποτελεσμάτων στοιχίζει. Απαιτείται ένα περιεκτικό και μελετημένο σχέδιο υλοποίησης ενός συστήματος GIS με μεθοδικές διαδικασίες συνεχούς αυτοελέγχου και αξιολόγησης για να επιτευχθεί η επιθυμητή βελτιστοποίηση. Το μόνο σίγουρο πώς το κόστος εξαρτάται και από το μέγεθος του εγχειρήματος και του κύριου σκοπού που πρόκειται να πραγματοποιηθεί.

Η υιοθέτηση ενός GIS στη Ενάλια Αρχαιολογία και συγκεκριμένα για κάθε ανασκαφικό έργο θα ήταν πολύ βοηθητική. Συγκεκριμένο πρότυπο δεν μπορεί να υπάρξει αφού κάθε ανασκαφή διαφέρει. Τα ωφελήματα από συσχετίσεις των πληροφοριών και της δυνατότητας άμεσης οπτικοποίησης αυτών είναι μεγάλα. Πλέον με την χρήση των GIS, οι ερμηνείες ευρημάτων γίνονται πιο εμπειριστωμένες και η ιστορία που κρύβεται πίσω από αυτά αναπλάθεται πιο πιστά.

Η εισήγηση που γίνεται στο κεφάλαιο 4, για την δημιουργία μιας Web GIS πλατφόρμας θα μπορούσε να βοηθήσει εποικοδομητικά στο εν πλω επιχειρησιακό γραφείο μιας ανασκαφής ναυαγίου παρέχοντας τα πλεονεκτήματα της άμεσης

πρόσβασης σε δεδομένα και πληροφορίες προηγούμενων ανασκαφών ενισχύοντας την επιμέρους οργάνωση των υποβρύχιων δραστηριοτήτων καταγραφής και τεκμηρίωσης. Υπάρχουν διαθέσιμες επιλογές λογισμικών ανοικτού κώδικα όπου παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας μίας τέτοιας πλατφόρμας απομακρυσμένης διαχείρισης χωρικών δεδομένων (πχ. QGIS Server).



## Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1- Συστήματα Πληροφοριών, πηγή: διαδίκτυο .....	8
Σχήμα 2- Στοιχεία και ροή των Πληροφοριών σε ένα σύστημα Web GIS, πηγή: (V. Raghavan et al) .....	21
Σχήμα 3 – Δομή συστήματος Web GIS, πηγή: (Upadhyay) .....	22
Σχήμα 4 - Στατιστικά και είδη Παραβιάσεων, πηγή: (Micheal Young, Matt Lorrain, 2017) .	23
Σχήμα 5 - α) Ανάλυση κόστους- οφέλους με τη παραδοσιακή χαρτογραφία β) με την χρήση συστημάτων GIS, πηγή: (United Nations, 2000) .....	26
Σχήμα 6 - GIS market Segmentation, πηγή: (Rajani P., 1996) .....	32
Σχήμα 7 - Βήματα σχεδιασμού συστήματος GIS.....	34
Σχήμα 8 – Ενδεικτικό Διάγραμμα ροής εργασιών GIS & Web GIS πλατφόρμας .....	49

## Βιβλιογραφία

- MACHU project*. (2006-2009). Ανάκτηση Nov 2018, από MACHU:  
<http://www.machuproject.eu/>
- Arthur de Graauw. (2011-2018). *Ancient Ports – Ports Antiques*. Ανάκτηση Nov 2018, από  
<http://www.ancientportsantiques.com/contacts/contributors-to-this-catalogue/>
- Bowens Amanda. (2008). *Archaeology Underwater: The NAS Guide to Principles and Practice*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- David Brosset et al. (2017). *Web and Wireless Geographical Information Systems*. Shanghai, China: Springer.
- David DiBiase et all. (n.d.). *PennState College of Earth and Mineral Sciences*. Ανάκτηση Οκτ 2018, από The Nature of Geographic Information: <https://www.e-education.psu.edu/natureofgeoinfo>
- De Roo, Berdien, Jean Bourgeois, and Philippe De Maeyer. (2013). On the Way to a 4D Archaeological GIS: State of the Art, Future Directions and Need for Standardization. *Proceedings of the 2013 Digital Heritage International Congress*.
- Figueiredo, A., & Bernardes. (2014). The importance of GIS in underwater archaeology. Στο *Underwater Archaeology, Coastal and Lakeside*. Oxford: Archaeopress.
- Geography, G. (2018). *13 Free GIS Software Options: Map the World in Open Source*. Ανάκτηση από GIS Geography: <https://gisgeography.com/free-gis-software/>
- Holt, Peter. (n.d.). Development of an Object-Oriented GIS for Maritime Archaeology- Motivation, Implementation and Results.
- Howland, M. D., et al. (2018). Quantifying the effects of erosion on archaeological sites with lowaltitude aerial photography, structure from motion, and GIS: A case study from southern Jordan. *Journal of Archaeological Science*, 62-70.
- IMareCulture. (n.d.). *i-MareCulture, Horizon 2020 project*. Ανάκτηση Nov 2018, από <https://imareculture.eu/>
- Internet Archeology. (n.d.). *3D Modelling in the GIS*. Ανάκτηση 2018, από <http://intarch.ac.uk/journal/issue47/1/8.html>
- Jens Andressen, Torsten Madsen. (n.d.). IDEA - The Intergrated Database for Excavaion Analysis.
- Jones C. (1997). *Geographical Information Systems and Computer Cartography*. Essex, UK: Longman.



- Leidwanger, J. (2013). Modeling distance with time in ancient Mediterranean seafaring: a GIS application for the interpretation of maritime connectivity. *Journal of Archaeological Science*, 3302-3308.
- Li Haiting, Peng Qingshan, Li Yanhong. (2009). Data Security Analysis of WebGIS Based on Tile- Map Technique. *International Symposium on Web Information Systems and Applications*. China.
- MACHU Project. (2016). *Creating Web Services for MACHU*. MACHU.
- Micheal Young, Matt Lorrain. (2017). Designing a Web GIS Security Strategy. ESRI.
- Peter, H. R. (2012). UNIT 7 - Data Management in Maritime and Underwater Archeology. Στο *The Protection of the Underwater Cultural Heritage*. UNESCO Bangkok.
- Professor Simon Keay et al. (2015). *Roman Amphorae: a digital resource*. Ανάκτηση Nov 2108, από Archeology Data Service Univ. of Southampton:  
[http://archaeologydataservice.ac.uk/archives/view/amphora\\_ahrb\\_2005/index.cfm?CFID=573996&CFTOKEN=39545028oxrep.classics.ox.ac.uk/databases/shipwrecks\\_database/](http://archaeologydataservice.ac.uk/archives/view/amphora_ahrb_2005/index.cfm?CFID=573996&CFTOKEN=39545028oxrep.classics.ox.ac.uk/databases/shipwrecks_database/)
- Rajani P. (1996). Simple models reflect GIS market segmentation. *GIS World*, 130.
- Sjoerd van Riel. (2016). *Exploring the use of 3D GIS as an analytical tool in archaeological excavation*. Sweden: Lund University.
- Stoter, J. E., and Siyka Zlatanova. (2003). 3D GIS, Where Are We Standing? *ISPRS Joint Workshop on Spatial, Temporal and Multi-Dimensional Data Modelling and Analysis*. Québec.
- United Nations. (2000). *Handbook in Geographic Information systems and Digital Mapping*. New York: United Nations.
- University of Oxford. (n.d.). *The Oxford Roman Economy Project*. Ανάκτηση Nov 2018, από University of Oxford:  
[http://oxrep.classics.ox.ac.uk/databases/shipwrecks\\_database/](http://oxrep.classics.ox.ac.uk/databases/shipwrecks_database/)
- Upadhyay, A. (n.d.). *Web GIS and Open Source GIS Servers*. Ανάκτηση από GisMAP:  
<https://www.igismap.com/web-gis-application-development-and-gis-servers/>
- V. Raghavan et al. (n.d.). Implementing Web GIS Applications using Open Source Software.
- Worral L. (1994). Justifying investment in GIS: a local government perspective. *International Journal of Geographical Information Systems*, 545-565.
- Δημήτριος, Δ. (2010, ΦΕΒ). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και οι Εφαρμογές τους. Ελλάδα/Πειραιάς.
- EP.EN.A.E. (n.d.). *Εργαστήριο Εναλίων Αρχαιολογικών Ερευνών*. Ανάκτηση Νοέμβριος 2018, από Πανεπιστήμιο Κύπρου: <http://www.ucy.ac.cy/marelab/el/>

Καπαγερίδης, Ι. Κ. (2006). Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

Τσολάκης, Δ. Ν. (2013). GIS - Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Digital Academy.