



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΑ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
& ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
EDITION OF THE FACULTY OF GEOLOGY
& GEOENVIRONMENT

ΓΑΙΑ Νο 14 / GAIA No 14

ΤΟΜΟΣ Α' / VOLUME A'

**ΠΡΑΚΤΙΚΑ
1ου ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ
ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ**

Διοργάνωση:

*Σύλλογοι Φοιτητών και Μεταπτυχιακών Φοιτητών
Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος
Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών*

**PROCEEDINGS
1st PAN HELLENIC CONFERENCE
OF GEOLOGY STUDENTS**

Organizers

*Undergraduate and Postgraduate Students Associations,
Faculty of Geology and Geoenvironment,
National and Kapodistrian University of Athens (UOA)*



ATHENS 2006

Η ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ ΧΕΙΡΟΣ (PDA) ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ ΥΠΑΙΘΡΟΥ ΓΙΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΒΑΣΙΛΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας &
Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής & Εφαρμοσμένης
Γεωλογίας, Πανεπιστημιόπολη, 15784, Αθήνα. E-mail: evasilak@geol.uoa.gr

ΣΥΝΟΨΗ

Η χρήση των δυνατοτήτων που δίνουν οι σύγχρονες τεχνολογικές καινοτομίες στην βελτιστοποίηση των κλασικών μεθοδολογιών, είναι ένα από τα θέματα που απασχολούν την επιστημονική κοινότητα σε διεθνές επίπεδο. Η μεθοδολογία που προτείνεται στην παρούσα εργασία αφορά στην χρήση νέων τεχνολογιών με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας κατά την διάρκεια της γεωλογικής χαρτογράφησης και την συλλογή τεκτονικών μετρήσεων που θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για τεκτονική ανάλυση και δημιουργία τεκτονικών μοντέλων μιας περιοχής μελέτης. Επίσης, αναφέρονται οι ανάγκες σε τεχνολογικό εξοπλισμό και σε λογισμικό που απαιτούνται για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας και περιγράφονται τα στάδια της προετοιμασίας για την εργασία πεδίου όσον αφορά τον σχεδιασμό και την κατασκευή της βάσης για την εισαγωγή των δεδομένων στην ύπαιθρο με σκοπό την αυτοματοποίηση των διαδικασιών κατά τη διάρκεια του σταδίου της χαρτογράφησης. Τέλος γίνεται μια αξιολόγησή της με σκοπό την ένταξή της στην εκπαιδευτική διαδικασία.

ABSTRACT

The potential that the modern technological innovations give in the optimisation of classic methodologies is one from the subjects that are discussed by the scientific community in international level. The methodology that is proposed in the present paper concerns the use of new technologies aiming at the increase of productivity during the geological mapping and the collection of tectonic measurements that will be used afterwards for tectonic analysis and creation of tectonic models of study area. Also, are described the needs in technological equipment and in software that is required for the application of the proposed methodology and the preparation stages for designing and constructing the database used during the fieldwork for data entry for simplifying and automating the procedures. Finally, there is an evaluation of this methodology for integrating in the educational process.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι νέες τεχνολογίες είναι δυνατό με την κατάλληλη χρήση να βοηθήσουν στην ταχύτερη, ακριβέστερη και ιδιαίτερα στη λεπτομερέστερη γεωλογική χαρτογράφηση. Η γνώση και αφομοίωση των νέων τεχνολογικών επιτευγμάτων τείνει να γίνει απαραίτητη, ενώ η προσαρμογή τους στις κλασικές μεθόδους της γεωλογίας υπαίθρου, αποτελεί μία από τις προτεραιότητες των νέων γεωλόγων που βρίσκονται πιο κοντά στα νέα τεχνολογικά ευρήματα. Άμεσο αποτέλεσμα της αφομοίωσης αυτής οφείλει να είναι η ενσωμάτωση της προκύπτουσας τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία, όχι μόνο σε μεταπτυχιακό αλλά και σε προπτυχιακό επίπεδο.

Είναι σίγουρο ότι δεν είναι αρκετή η χρήση των νέων τεχνολογικών δυνατοτήτων, αφού πολύ σημαντικότερη είναι η ερμηνεία των υπαίθριων δεδομένων, όμως ο χρόνος που μπορεί να εξοικονομηθεί από την υπαίθρια συλλογή στοιχείων με την μεθοδολογία που προτείνεται στην παρούσα εργασία είναι σημαντικός και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μετέπειτα επεξεργασία τους. Η μεθοδολογία αυτή αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος «ΠΕΡΙΑΝΔΡΟΣ» με εξοπλισμό που αγοράστηκε στα πλαίσια της γεωλογικής χαρτογράφησης μεγάλης κλίμακας.

2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Για μια ολοκληρωμένη και ποιοτικά άρτια εργασία υπαίθρου που είναι δυνατό να περιλαμβάνει γεωλογική χαρτογράφηση, καταγραφή γεωτρήσεων, δειγματοληψία, αποτύπωση κατολισθήσεων αλλά και μια σειρά από άλλες γεωλογικές εργασίες, είναι απαραίτητη μια σειρά από όργανα και εξαρτήματα με προσαρμογή τους στις ιδιαίτερες συνθήκες της περιοχής μελέτης. Οι οικονομικές απαιτήσεις για την απόκτηση ενός ολοκληρωμένου συστήματος για την συλλογή δεδομένων με την προτεινόμενη μεθοδολογία και την περαιτέρω επεξεργασία τους στο εργαστήριο, ανεξάρτητα από την πληθώρα και την πολυπλοκότητα των δεδομένων, κρίνεται ότι είναι μέσα στις δυνατότητες ενός οργανισμού που στόχο έχει να επενδύσει στην αύξηση της παραγωγικότητας μέσω του εκσυγχρονισμού των χρονοβόρων υπαίθριων εργασιών και πολύ περισσότερο στην εκπαίδευση.

Βασικό όργανο αποτελεί ο εύκολα μεταφερόμενος υπολογιστής χειρός (PDA) στον οποίο αποθηκεύονται οι μετρήσεις σε ψηφιακή μορφή κατά τη διάρκεια της υπαίθριας εργασίας. Πρόκειται για έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή πολύ μικρών διαστάσεων (134mm x 84mm x 16mm) και μικρού βάρους (184gr) με ενσωματωμένη έγχρωμη οθόνη αφής (240 x 320 pixels, 64000 χρώματα) και ειδικά σχεδιασμένο επεξεργαστή (PXA250MHz). Ο αποθηκευτικός του χώρος ξεκινάει από τα ενσωματωμένα 32MB και μπορεί να επεκταθεί με ειδικού τύπου μνήμες (SDRAM, CF) χωρίς περιορισμό (πχ 1GB). Στους συγκεκριμένους τύπους υπολογιστών, τα δεδομένα που αποθηκεύονται υπόκεινται σε κάποιο είδος συμπίεσης ώστε ο χώρος που καταλαμβάνουν να είναι ο ελάχιστος δυνατός και να υπάρχει αρκετή μνήμη για την λειτουργία των εφαρμογών που τα χρησιμοποιούν.

Όπως όλες οι φορητές συσκευές, έτσι και οι υπολογιστές χειρός έχουν σημαντικές απαιτήσεις σε ενέργεια και έτσι ανάλογα με την εργασία πεδίου και την χρήση που γίνεται πολλές φορές χρειάζεται πρόσθετη συσκευή μπαταρίας ή/και φορτιστής που προσαρμόζεται στην μπαταρία του αυτοκινήτου. Η ανάγκη για πρόσθετη ενέργεια κρίνεται επιβεβλημένη στην περίπτωση χρήσης του υπολογιστή χειρός για περισσότερες από 7 συνεχόμενες ώρες, αφού προειδοποιεί τον χρήστη ότι υπάρχει κίνδυνος απώλειας των δεδομένων που έχουν εισαχθεί στην μνήμη του. Βέβαια, ο κίνδυνος απώλειας δεδομένων παύει να υφίσταται όταν τα δεδομένα έχουν εισαχθεί σε επεκτάσιμη μνήμη, ακόμα κι αν υπάρξει μείωση της ενέργειας κάτω από το ελάχιστο όριο ασφάλειας της συσκευής.

Οι υπολογιστές χειρός έχουν κατασκευαστεί εδώ και κάποια χρόνια με σκοπό να αποτελέσουν εργαλείο για μια σειρά από υπαίθριες εργασίες (όχι απαραίτητα γεωλογικού ενδιαφέροντος). Έτσι, κατασκευάστηκε ένα εξάρτημα το οποίο αποτελεί τη βάση σύνδεσης με διάφορες άλλες συσκευές επέκτασης χρησιμοποιώντας θύρες επικοινωνίας τύπου PCMCIA. Το εξάρτημα αυτό (SLEEVE) περιέχει ενσωματωμένη επαναφορτιζόμενη μπαταρία (για να μην επιβαρύνεται η κεντρική μπαταρία του υπολ. χειρός με πρόσθετες εργασίες) καθώς και μία ή δύο θύρες επικοινωνίας τύπου PCMCIA. Στην περίπτωση που εξετάζουμε προτείνεται εξάρτημα με δύο θύρες επικοινωνίας ώστε στη μία να υπάρχει δυνατότητα να εισαχθεί επέκταση της μνήμης (COMPACT FLASH) και στην άλλη να γίνεται εισαγωγή του απαραίτητου, για την εφαρμογή της μεθοδολογίας που προτείνεται, συστήματος εντοπισμού θέσης (GPS) (εικ.1).



Εικ. 1. Όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για την εργασία υπαίθρου. Διακρίνονται από αριστερά η εξωτερική κεραία, η κάρτα GPS, τα δύο είδη μνημών SDRAM (πάνω) και CF (κάτω), ο υπολογιστής χειρός, το Sleeve εξωτερικών συνδέσεων και ο φορτιστής αυτοκινήτου (α). Στην δεξιά εικόνα (b) παρουσιάζεται συναρμολογημένος ο υπολογιστής χειρός όπως αυτός χρησιμοποιείται στις εργασίες πεδίου.

Το GPS θεωρείται απολύτως απαραίτητο για την εφαρμογή της μεθοδολογίας αφού την στιγμή της εισαγωγής των δεδομένων στη μνήμη του υπολογιστή χειρός, γίνεται αυτόματα και η εισαγωγή των συντεταγμένων της θέσης που βρισκόμαστε στην υπαίθρο. Η ακρίβεια της θέσης αυτής αφορά τις δυνατότητες της κάθε συσκευής GPS και τα περιθώρια σφάλματος που δίνει ο κατασκευαστής. Σε κάθε περίπτωση, η μεθοδολογία που προτείνεται αφορά συσκευές με

ακρίβεια 1-3 μέτρα. Η αύξηση της ακρίβειας των συντεταγμένων της θέσης μέτρησης επιτυγχάνεται με την προσαρμογή εξωτερικής κεραίας που αποτελεί παρελκόμενο εξάρτημα του GPS.

Τέλος, επικουρικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ένας φορητός υπολογιστής για τη μεταφορά όλων των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί κατά τη διάρκεια της εργασίας πεδίου, έτσι ώστε στο τέλος κάθε ημέρας εργασίας να γίνεται ενοποίηση όλων των δεδομένων της περιοχής μελέτης αλλά και επαλήθευση των μετρήσεων, ώστε να αποφευχθούν τυχόν λάθη που είναι εύκολο να γίνουν κατά την φάση της εισαγωγής τους.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η προτεινόμενη μεθοδολογία αφορά τεκτονικές και στρωματογραφικές μετρήσεις, διότι αυτή η ανάγκη δημιουργήθηκε κατά την διάρκεια εκπόνησης του ερευνητικού προγράμματος «ΠΕΡΙΑΝΔΡΟΣ» αλλά και κατά την υπαίθρια εργασία της διδακτορικής διατριβής του συγγραφέα, ώστε να αποτελέσει βασική υποδομή από πρωτογενείς μετρήσεις για την παραγωγή κλασικών γεωλογικών χαρτών αλλά και ψηφιακά δεδομένα για την εφαρμογή τεχνικών αυτοματοποιημένης χαρτογράφησης (MEENTEMEYER, R. & MOODY, A., 2000, CHOROWICZ, J., et al, 1991). Όμως η εμπειρία και η τεχνογνωσία που αποκτήθηκε μπορεί να προσαρμόσει τη μεθοδολογία που περιγράφεται παρακάτω σε οποιαδήποτε εργασία πεδίου, αφού το μόνο που αλλάζει είναι η δομή της βάσης δεδομένων που δημιουργείται πριν από την έναρξη της υπαίθριας εργασίας και αφορά στο είδος των δεδομένων που πρόκειται να εισαχθούν.

Βασικό ρόλο στην επιτυχία της μεθοδολογίας αποτελεί η σωστή επιλογή του κατάλληλου λογισμικού που διευκολύνει την προετοιμασία στην σωστή εισαγωγή των ψηφιακών δεδομένων που αποτελούν το υπόβαθρο της περιοχής μελέτης, τον σωστό σχεδιασμό της βάσης δεδομένων αλλά και την επεξεργασία τους μετά από την εργασία πεδίου. Σε όλες τις παραπάνω φάσεις είναι απαραίτητη η κατανόηση της λειτουργίας ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (DATE, C.J., 1990), ενώ κατά την διάρκεια της υπαίθριας εργασίας απαραίτητη είναι μόνο η κατανόηση της λειτουργίας του υπολογιστή χειρός και των διάφορων εξαρτημάτων του.

α. Προετοιμασία

Το στάδιο της προετοιμασίας αφορά στην συλλογή, ψηφιοποίηση και γεωαναφορά των τοπογραφικών δεδομένων της περιοχής μελέτης καθώς και στον σχεδιασμό και κατασκευή των βάσεων δεδομένων που θα κληθούν να συμπληρωθούν κατά την εργασία πεδίου (BURROUGH, P.A. & MCDONNELL, R.A., 1998).

Οι τοπογραφικοί χάρτες αφού αποκτηθούν, θα πρέπει να σαρωθούν με κανονποιητική ανάλυση, ώστε να μετατραπούν σε ψηφιακή μορφή (raster). Στη συνέχεια, τα αρχεία των χαρτών θα πρέπει να αποκτήσουν γεωγραφική αναφορά, ανάλογα με το γεωγραφικό σύστημα προβολής που επιθυμείται να χρησιμοποιηθεί. Εάν πρόκειται για περιοχή που αποτυπώνεται σε περισσότερα φύλλα χάρτη, η ίδια διαδικασία οφείλει να γίνει σε όλα τα αντίστοιχα αρχεία. Επιση-

μαίνεται ότι δεν είναι αναγκαίο να συντεθούν όλα τα γεωκωδικοποιημένα αρχεία σε ένα, διότι η χρησιμοποίηση ενός μεγάλου αρχείου δημιουργεί μεγάλες υπολογιστικές ανάγκες στον επεξεργαστή του υπολογιστή χειρός, με αποτέλεσμα την καθυστέρηση στην επεξεργασία και αύξηση του χρόνου αναμονής στην ύπαιθρο. Αντίθετα, η χρησιμοποίηση πολλών και μικρότερων αρχείων έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μικρότερων υπολογιστικών αναγκών στον επεξεργαστή και κατά συνέπεια τη μείωση του χρόνου αναμονής με το ίδιο τελικό αποτέλεσμα, αφού ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προβάλει μόνο τους χάρτες της στενής περιοχής που βρίσκεται και όχι της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων αποτελεί την βασικότερη εργασία υποδομής πριν από την υπαίθρια εργασία αν και πρόσφατα έχουν δημοσιευθεί εργασίες που αναφέρουν ότι όλο και περισσότερες κατασκευάζονται κατά τη διάρκεια της εργασίας πεδίου, χρησιμοποιώντας όμως κατάλληλα λογισμικά κι εφαρμογές που συνήθως έχουν προγραμματισθεί από τους ίδιους τους ενδιαφερόμενους (Brodaric, B., 2004). Σε κάθε περίπτωση, ο χρήστης οφείλει να καθορίσει τα πεδία της βάσης τα οποία θα κληθεί να συμπληρώσει κατά την εργασία πεδίου και θα πρέπει να είναι σωστά σχεδιασμένα και χαρακτηρισμένα ώστε να μην δημιουργηθούν προβλήματα στην εισαγωγή των δεδομένων. Για παράδειγμα, αναμένεται να δημιουργηθεί πρόβλημα στην περίπτωση που έχει οριστεί ένα πεδίο να αφορά στην περιγραφή της λιθολογίας στην οποία γίνεται μια μέτρηση στρώσης και να έχει οριστεί ως αριθμητικό πεδίο από τον σχεδιασμό της βάσης. Επίσης, αναμένεται να δημιουργηθεί πρόβλημα αν δεν έχει οριστεί – π.χ. στο πεδίο της βάσης που αφορά στις παρατηρήσεις – ικανοποιητικός αριθμός χαρακτήρων που να υπερβαίνει τις σύντομες παρατηρήσεις που μπορεί να γίνουν στην συγκεκριμένη θέση.

Για τη συγκεκριμένη περίπτωση της εφαρμογής της μεθοδολογίας στη συλλογή τεκτονικών και στρωματογραφικών μετρήσεων υπαίθρου με την κλασική γεωλογική πξίδα, προτείνεται να δημιουργηθεί ένα επίπεδο πληροφορίας αποτελούμενο από σημεία, με τα παρακάτω πεδία στη βάση δεδομένων (εικ. 2):

- i. κωδικός σειράς μετρήσεων (Code): αφορά στην κωδικοποίηση της σειράς μετρήσεων, έχει αλφαριθμητικό χαρακτήρα και δεν χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για περισσότερους από δύο χαρακτήρες (π.χ. AA).
- ii. κωδικός μέτρησης (Id): αφορά στην κωδικοποίηση της μέτρησης, έχει αριθμητικό χαρακτήρα και χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για τουλάχιστον δύο χαρακτήρες, ανάλογα με τις θέσεις παρατήρησης και μετρήσεων που θεωρεί ο χρήστης ότι μπορεί να πραγματοποιήσει σε κάθε σειρά μετρήσεων (π.χ. 99).
- iii. κλίση στρώματος (D Bed): αφορά στην μέτρηση της κλίσης (σε μοίρες) της στρώσης σε μια συγκεκριμένη θέση, έχει αριθμητικό χαρακτήρα και χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για δύο χαρακτήρες (π.χ. 26).
- iv. φορά μέγιστης κλίσης στρώματος (DD Bed): αφορά στην μέτρηση της φοράς μέγιστης κλίσης (σε μοίρες) της στρώσης σε μια συγκεκριμένη θέση, έχει αριθμητικό χαρακτήρα και χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για τρεις χαρακτήρες (π.χ. 187).
- v. κλίση κατόπτρου ρήγματος (D Fault): αφορά στην μέτρηση της κλίσης (σε μοίρες) της επιφάνειας ολίσθησης κατά μήκος ενός ρήγματος σε μια συ-

- γκεκριμένη θέση, έχει αριθμητικό χαρακτήρα και χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για δύο χαρακτήρες (π.χ. 77).
- vi. φορά μέγιστης κατόπτρου ρήγματος (DD Fault): αφορά στην μέτρηση της φοράς μέγιστης κλίσης (σε μοίρες) της επιφάνειας ολίσθησης κατά μήκος ενός ρήγματος σε μια συγκεκριμένη θέση, έχει αριθμητικό χαρακτήρα και χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για τρεις χαρακτήρες (π.χ. 145).
- vii. διεύθυνση ρήγματος (Strike Fault): αφορά στην μέτρηση της διεύθυνσης (σε μοίρες) ενός ρήγματος σε μια συγκεκριμένη θέση που δεν είναι μετρήσιμο με την γεωλογική πυξίδα το κάτοπτρό του, έχει αριθμητικό χαρακτήρα και χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για τρεις χαρακτήρες (π.χ. 235).
- viii. κλίση γραμμών ολίσθησης (D Striae): αφορά στην μέτρηση της κλίσης των γραμμών ολίσθησης (σε μοίρες) επάνω στην επιφάνεια ολίσθησης ενός ρήγματος σε μια συγκεκριμένη θέση, έχει αριθμητικό χαρακτήρα και χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για δύο χαρακτήρες (π.χ. 22).
- ix. φορά μέγιστης κλίσης στρώματος (DD Striae): αφορά στην μέτρηση της φοράς μέγιστης κλίσης των γραμμών ολίσθησης (σε μοίρες) επάνω στην επιφάνεια ολίσθησης ενός ρήγματος σε μια συγκεκριμένη θέση, έχει αριθμητικό χαρακτήρα και χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για τρεις χαρακτήρες (π.χ. 218).
- x. περιγραφή λιθολογίας (Lithology): αφορά στη μακροσκοπική περιγραφή της λιθολογικής σύστασης του σχηματισμού στον οποίο είτε γίνεται η μέτρηση της στρώσης, είτε βρίσκεται το κάτοπτρο του ρήγματος σε μια συγκεκριμένη θέση, έχει αλφαριθμητικό χαρακτήρα και χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για τριάντα τουλάχιστον χαρακτήρες (π.χ. Μεσοπλακάδης ασβεστόλιθος).
- xi. φωτογραφίες (Photos): αφορά στις διάφορες φωτογραφίες που έχουν τραβηχτεί και τι απεικονίζουν σε μια συγκεκριμένη θέση, έχει αλφαριθμητικό χαρακτήρα και χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για πενήντα τουλάχιστον χαρακτήρες (π.χ. φ20-21-22 πανόραμα προς ΒΑ).
- xii. παρατηρήσεις (Notes): αφορά στις διάφορες σύντομες παρατηρήσεις που μπορούν να γίνουν σε μια συγκεκριμένη θέση, έχει αλφαριθμητικό χαρακτήρα και χρειάζεται να έχει καθορισμένες θέσεις για εκατό τουλάχιστον χαρακτήρες (π.χ. ρήγμα, φέρνει σε επαφή αλπικούς ασβεστόλιθους Πίνδου με Μειοκαινικές μάργες).

Κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας, θα μπορούσε κανείς να δημιουργήσει και άλλα ψηφιακά αρχεία όπως δορυφορικές εικόνες, υπάρχοντες γεωλογικούς χάρτες, λεπτομερέστερους τοπογραφικούς χάρτες κ.ά. που είναι πιθανό να λειτουργήσουν επικουρικά στην υπαίθρια εργασία, με την επισήμανση ότι όλα τα δεδομένα (raster) θα πρέπει να αναφέρονται στο ίδιο γεωγραφικό σύστημα προβολής (εικ.4). Η μεταφορά των αρχείων από και προς τον υπολογιστή χειρός γίνεται μέσα από απλές διαδικασίες σύνδεσης μέσω ειδικών καλωδίων (USB), ενώ παράλληλα με τη μεταφορά από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές γραφείου, γίνεται και η απαραίτητη μετατροπή τους για να είναι αναγνωρίσιμα από το λειτουργικό σύστημα (Windows CE).

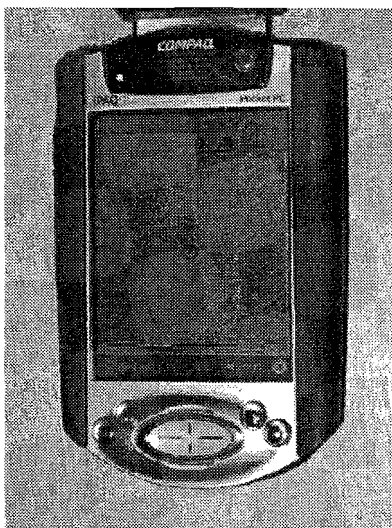
Shape	Code	D	Bed	DD	Bed	D	Fault	DD	Fault	Strike	Fault	D	Strike	DD	Strike	Notes	Photos	Notes
Point	E	19																
Point	E	20	36		40													conglomerate
Point	E	21	40		110													marls
Point	E	22																marls
Point	E	23																alpine
Point	E	24																conglomerate
Point	E	25	35		183													marls
Point	E	27																conglomerate
Point	E	28			68	295												carbon marls
Point	E	29																carbon marls
Point	E	30																carbon marls
Point	E	31																carbon marls
Point	E	32			61	75												
Point	E	33			79	85												
Point	E	34			66	97												
Point	E	35			71	273												
Point	E	36			72	79												
Point	E	37			61	67												
Point	E	38	19		326													marls
Point	E	39			64	85												
Point	E	40	16		304													marls
Point	E	41			44	179												
Point	E	42																carbon marls
Point	E	43																carbon marls
Point	E	44																carbon marls
Point	E	45																carbon marls
Point	E	46																carbon marls
Point	E	47																carbon marls
Point	E	48																carbon marls
Point	E	49																carbon marls
Point	E	50																carbon marls
Point	E	51																carbon marls
Point	E	52																carbon marls
Point	E	53																
Point	E	54	31		309													marls
Point	E	55			45	154												
Point	E	56	21		313													marls

Εικ. 2. Ένας τυπικός πίνακας βάσης δεδομένων κατασκευασμένος σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία, με τα πεδία συμπληρωμένα μετά από εργασία υπαίθρου.

β. Υπαίθρια εργασία

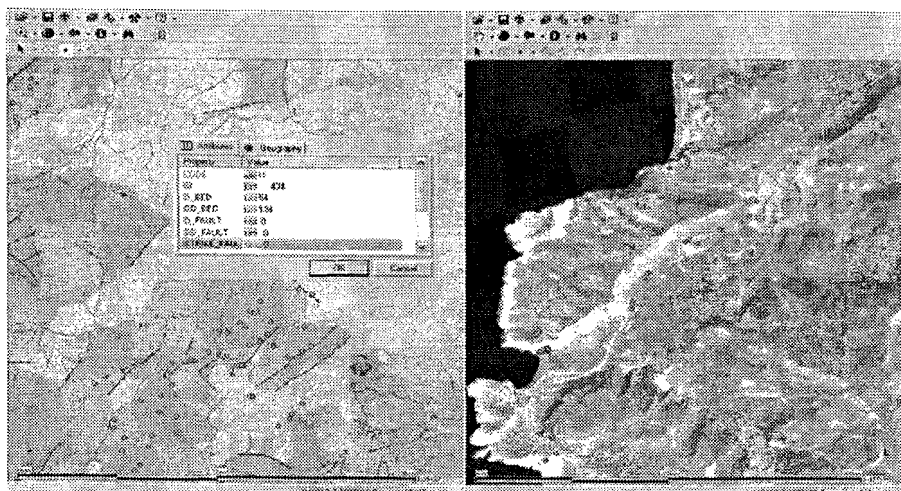
Το στάδιο της υπαίθριας εργασίας είναι καθαρά υποκειμενικό και δεν θα μπορούσε κάποιος να υποδείξει στα πλαίσια μιας δημοσίευσης, την τακτική που ενδείκνυται να ακολουθηθεί. Έτσι, το μόνο που θα μπορούσε να γίνει είναι η πρόταση χρήσης του εξοπλισμού που περιγράφηκε παραπάνω να την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων όσον αφορά στην ακρίβεια της γεωγραφικής τους τοποθέτησης και την αξιόπιστη αποθήκευσή τους για την περαιτέρω επεξεργασία τους (BRODARIC, B. et al, 2004).

Φτάνοντας λοιπόν στην περιοχή μελέτης, ενεργοποιούμε τον υπολογιστή χειρός και με το λογισμικό το οποίο διαθέτουμε εμφανίζουμε στην οθόνη του το τοπογραφικό υπόβαθρο αλλά και το αρχείο της βάσης δεδομένων που έχουμε δημιουργήσει. Επίσης, ενεργοποιούμε το σύστημα εντοπισμού της θέσης μας και μετά από μερικά λεπτά εμφανίζεται ένα σταυρόνημα που υποδηλώνει τη γεωγραφική μας θέση σε σχέση με το γεωγραφικό σύστημα αναφοράς του τοπογραφικού υποβάθρου. Κατά την κίνησή μας προς οποιαδήποτε διεύθυνση κινείται και το σταυρόνημα υποδεικνύοντας τη νέα θέση, πάντα επάνω στον ψηφιακό χάρτη. Η καταγραφή της θέσης γίνεται συνεχώς εφόσον είναι ενεργοποιημένο το GPS και ανανεώνεται με βήμα ενός δευτερολέπτου. Η ποιότητα και κατά συνέπεια η ακρίβεια των γεωγραφικών συντεταγμένων που καταγράφονται στη συσκευή εξαρτάται άμεσα από το πλήθος των δορυφόρων που συμμετέχουν στην επίλυση της θέσης καθώς και από την κατακόρυφη γωνία στην οποία βρίσκονται σε σχέση με την κεραία της συσκευής (εικ.3).



Εικ. 3. Ένας υπολογιστής χειρός στον οποίο είναι φορτωμένο το λογισμικό ArgPad, ειδικευμένο για υπαίθρια χρήση (CLARKE, S. et al, 2002. Διακρίνεται ο τοπογραφικός χάρτης, το σταυρόνημα της γεωγραφικής θέσης που προέρχεται από το GPS αλλά και το παράθυρο όπου παρουσιάζεται το γράφημα τοποθέτησης των δορυφόρων.

Η εισαγωγή των δεδομένων γίνεται απλά, αφού με το πάτημα ενός κουμπιού στον υπολογιστή χειρός δίνεται η εντολή να ανοίξει η καρτέλα της βάσης για τη συγκεκριμένη θέση και να συνδεθεί με το σημείο που βρίσκεται ο υπολογιστής χειρός (εικ.4).



Εικ. 4. Η οθόνη του προγράμματος ArgPad (a) τη στιγμή που ανοίγει η καρτέλα για την εισαγωγή των μετρήσεων υπαίθρου (διακρίνονται τα πεδία της βάσης δεδομένων -άλλα συμπληρωμένα και άλλα όχι- τα σημεία για τα οποία έχει ήδη συμπληρωθεί η αντίστοιχη καρτέλα, ενώ στο κάτω μέρος της εικόνας οι συντεταγμένες της θέσης παρατήρησης) και (b) χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο μια δορυφορική εικόνα μεγάλης διακριτικής ικανότητας (IKONOS).

Κατά τη διάρκεια της υπαίθριας εργασίας και της μετακίνησης μεταξύ των θέσεων παρατήρησης υπάρχει η επιλογή, μέσω του λογισμικού το οποίο χρησιμοποιείται, να καταγράφεται η πορεία που ακολουθείται. Το μόνο που χρειάζεται είναι να ενεργοποιηθεί η επιλογή “Tracklog” και δημιουργείται ένα επίπεδο πληροφορίας που αποτελείται από σημεία και για κάθε σημείο αποθηκεύονται οι γεωγραφικές συντεταγμένες της θέσης στην οποία βρίσκεται ο υπολογιστής χειρός, το υπολογισμένο απόλυτο υψόμετρο, η ημερομηνία, η ώρα με ακρίβεια δευτερολέπτου (αφού οι καταγραφές γίνονται κάθε δευτερόλεπτο), το σύνολο των δορυφόρων που συμμετέχουν στην επίλυση της θέσης καθώς και ένας αριθμός από στοιχεία που αναφέρονται στην ποιότητα και την ακρίβεια της μέτρησης.

4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παραπάνω μεθοδολογία αποτελεί μόνο μία από τις δεκάδες εφαρμογές που μπορούν να αναπτυχθούν με βάση έναν υπολογιστή χειρός. Παρόμοιες μεθοδολογίες μπορούν να αναπτυχθούν για διάφορες άλλες εφαρμογές που μπορεί να αφορούν καταγραφή υδρογεωτρήσεων, αποτύπωση κατολισθητικών φαινομένων, εντοπισμό διαρρήξεων και ρευστοποιήσεων μετά από κάποιο σεισμικό γεγονός κ.ά. Η διαφοροποίηση σε κάθε νέα μεθοδολογία αφορά στο στάδιο της προετοιμασίας και ιδιαίτερα τον σχεδιασμό της βάσης δεδομένων από την οποία θα προκύψει η καρτέλα εισαγωγής των μετρήσεων υπαίθρου.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι δεν είναι απαραίτητη η γνώση της χρήσης των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών για να εφαρμοστεί στην πράξη η συλλογή των διάφορων μετρήσεων κατά τη διάρκεια υπαίθριων εργασιών. Έτσι, σημαντική είναι σωστή λειτουργία της συσκευής ώστε να μην υποστεί φθορά που μπορεί να μειώσει την αξιοπιστία της και κατ’ επέκταση την ακρίβειά της (όσον αφορά τη λειτουργία της ως GPS) ή/και την σωστή αποθήκευση των δεδομένων.

Η καλή γνώση και χρησιμοποίηση ενός λογισμικού Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών αποτελεί ένα σημαντικό εφόδιο για όποιον αποφασίσει να προετοιμάσει την υπαίθρια εργασία του με την προτεινόμενη μεθοδολογία ή ακόμα και να δημιουργήσει κάποια παραλλαγή της ή βελτίωσή της. Η χρήση ενός υπολογιστή χειρός για υπαίθριες εργασίες μπορεί να αποτελέσει την προέκταση και την εφαρμογή της γνώσης η οποία παρέχεται στους φοιτητές προπτυχιακού επιπέδου. Εκτός αυτού, η ευκολία στην προσαρμογή σε σύγχρονες τεχνολογίες από τους περισσότερους νέους, διευκολύνει την ενσωμάτωση αυτών των μεθοδολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία χωρίς υπερβολικό κόστος σε ώρες διδασκαλίας. Ο τεχνολογικός εξοπλισμός που απαιτείται έχει σημαντικό κόστος, όμως είναι απαραίτητος για τον εκσυγχρονισμό της γεωλογικής έρευνας και την προσαρμογή στις νέες αντιλήψεις που επικρατούν στη διεθνή επιστημονική κοινότητα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- BRODARIC, B. (2004) The design of GSC FieldLog: ontology based software for computer-aided geological field mapping. *Computers & Geosciences*, 30 (1), 5–20.
- BRODARIC, B., GAHEGANB, M. & HARRAP, R. (2004) The art and science of mapping: computing geological categories from field data, *Computers & Geosciences*, 30, 719–740.
- BURROUGH, P.A. & McDONNELL, R.A. (1998) *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, Oxford, 333 pp.
- CHOROWICZ, J., BREARD, J.Y., GUILLANDE, R., MORASSE, C.R., PRUDON, D. & RUDANT, J.P. (1991) Dip and strike measured systematically on digitized three-dimensional geological maps. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 57 (4), 431-436.
- CLARKE, S., GREENWALD, G., & SPALDING, V. (2002) *Using ArcPad*, ESRI, New York, 390 pp.
- DATE, C.J. (1990) *An Introduction to Database Systems*, Vol. 1, 5th edn. Addison-Wesley, New York, 854 pp.
- MEENTEMEYER, R. & MOODY, A. (2000) Automated mapping of conformity between topographic and geological surfaces, *Computers & Geosciences*, 26, 815-829.