

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗ ΝΕΑ ΧΙΛΙΕΤΙΑ*

Α. ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γνωστό ότι το παγκόσμιο ενδιαφέρον είναι στραμμένο τα τελευταία χρόνια στις πιθανές καταστροφικές συνέπειες στην υγεία των ανθρώπων, των ζώων και των φυτών, λόγω της ρύπανσης του περιβάλλοντος με τοξικά χημικά στοιχεία. Η εφαρμοζόμενη μεθοδολογία για την εκτίμηση της έντασης και της χωρικής έκτασης αυτών των επικινδύνων στοιχείων, καθώς και των επιπτώσεών τους, είναι η αναγνώριση των αλλαγών στα επίπεδα συγκέντρωσής τους στο επιφανειακό γήινο περιβάλλον, που είναι αντικείμενο μελέτης της εφαρμοσμένης γεωχημικής έρευνας. Συνεπώς, για να εξασφαλισθεί η ποιότητα ζωής στον πλανήτη μας, καθώς και η ισόρροπη ανάπτυξη στο μέλλον, απαιτείται η δημιουργία ενός υψηλής ποιότητας αρχείου πολυστοιχειακής γεωχημικής πληροφόρησης των επιφανειακών υλικών.

ABSTRACT

It is a well-known fact that international interest, during the last few years, has been turned onto the possible hazardous consequences on the health of humans, animals and plants, because of environmental contamination by toxic chemical elements. The rapid rates of economic development and population increase on our planet have caused the aggravation of environmental problems, concerned with degradation from uncontrolled urban and industrial development, intensive agriculture and overexploitation of water resources. All these problems are affecting, on a global scale, the chemistry and sustainability of life support systems. The methodology applied to evaluate the intensity and area extent of these problems, as well as their effects, is concerned with the recognition of changes in the level of chemical elements on the earth's surface environment, which is the subject studied by the branch of science known as applied geochemistry. Consequently, to secure the sustainable development of our planet, it is required to create a high quality geographical information database of the chemistry of surface earth materials on which the well-balanced development of life is based. The Geological Survey of each country is participating in the project of "Global Geochemical Baselines", which aims to compile the multi-element Global Geochemical Atlas, that is the chemical atlas of earth materials for 78 chemical elements by the year 2010. The European part of the project has started in 1998, and results will be published by the year 2004. Resulting information will be useful to agriculture, animal-rearing, epidemiology, urban planning, legislation and to policy- and decision-makers in general, which are all related to the sustainable development of our planet. Completion of this very significant project for effective management of the global surface environment in the new millennium, and for better quality of life of the present and all future generations, will depend on the availability of funds.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Γεωχημεία, παγκόσμια, περιβάλλον, τοξικά στοιχεία, διαχείριση.

KEY WORDS: Geochemistry, global, environment, toxic elements, management.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λιθόσφαιρα είναι η ουσιαστική βάση, πάνω στην οποία αναπτύσσονται τα εδάφη και τα φυτά, και διά μέσου της οποίας κυκλοφορεί το νερό και οι υγροί ρυπαντές. Η ποιότητα της ζωής βασίζεται, σε μεγάλο βαθμό, στο χημισμό του επιφανειακού αυτού στρώματος της γης. Όμως, οι ανθρώπινες δραστηριότητες ρυπαίνουν το περιβάλλον και θέτουν σε κίνδυνο τη φυσική ισορροπία, αλλά και τη φυσική διακύμανση των χημικών στοιχείων που οφείλεται στη διαφοροποίηση του χημισμού των διαφόρων λιθομονάδων. Η διατάραξη αυτής της φυσικής διακύμανσης των χημικών στοιχείων, η οποία καθορίζεται από τις γεωλογικές διεργασίες εδώ και τουλάχιστον πέντε δισεκατομμύρια χρόνια, θα έχει καταστροφικές συνέπειες στη ζωή του ανθρώπου.

* GLOBAL GEOCHEMICAL BASELINES FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE NEW MILLENNIUM -

1. Institute of Geology and Mineral Exploration, 70 Messoghion Street, Gr-115 27 Athens, Greece.

Για το λόγο αυτό θεωρείται πολύ σημαντικό να αποτυπωθεί σε χάρτες η γεωχημική διακύμανση των χημικών στοιχείων, τα οποία είναι αναγκαία για όλα τα έμβια όντα (όπως Cl, Co, Cu, F, I, Mn, Mo, P, S, Se, V, Zn κ.ά.), καθώς και των βλαβερών τοξικών στοιχείων (όπως As, Be, Cd, Hg, Ni, Pb, Sb, Tl, U κ.ά.), μέσα στην επόμενη δεκαετία. Έτσι να δημιουργηθεί η απαιτούμενη βάση πληροφοριών για την ορθολογιστική διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος, το οποίο έχει υποστεί σοβαρές καταστροφές από τις πιέσεις της σύγχρονης βιομηχανικής, αγροτικής και οικιστικής ανάπτυξης.

Οι περισσότερες Γεωλογικές Υπηρεσίες ανά την υφήλιο, αν και εργάζονται συστηματικά, δεν έχουν ολοκληρώσει τους πολυστοιχειακούς γεωχημικούς άτλαντες της χώρας τους. Αυτή η έλλειψη συστηματικής γεωχημικής πληροφόρησης για το μεγαλύτερο τμήμα του στερεού φλοιού της γης θα καλυφθεί από το έργο της Παγκόσμιας Γεωχημικής Χαρτογράφησης, το οποίο θα εκτελεσθεί από όλες τις εθνικές Γεωλογικές Υπηρεσίες υπό την αιγίδα της Διεθνούς Ένωσης Γεωλογικών Επιστημών (International Union of Geological Sciences, IUGS) και του Διεθνούς Συνδέσμου Γεωχημείας και Κοσμοχημείας (International Association of Geochemistry and Cosmochemistry, IAGC), εφ' όσον εξασφαλισθεί η απαιτούμενη χρηματοδότηση. Ήδη, από το 1998, οι περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες καλύπτονται υπό την αιγίδα της Ένωσης Ευρωπαϊκών Γεωλογικών Υπηρεσιών (Forum of European Geological Surveys, FOREGS).

Δεδομένου ότι η διαχείριση των περιβαλλοντικών θεμάτων είναι πολύ δύσκολη, εφ' όσον τα περισσότερα προβλήματα είναι διεθνή και όχι εθνικά, γίνεται προσπάθεια περαιτέρω ανάλυσης της σημασίας του εν λόγω έργου. Η συστηματική πολυστοιχειακή γεωχημική χαρτογράφηση για το περιβάλλον είναι αναγκαία, γιατί θα παρέχει τα επιστημονικά δεδομένα για να πληροφορηθούν τα κέντρα λήψης των αποφάσεων την πραγματική κατάσταση του χερσαίου επιφανειακού στρώματος του πλανήτη μας, καθώς και για τη δημιουργία αποτελεσματικής νομοθεσίας για την προστασία και αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Γι' αυτούς τους λόγους τα γεωχημικά δεδομένα απαιτείται:

1. να παραχθούν με την ίδια ακριβώς μεθοδολογία από όλα τα κράτη,
2. να είναι διαθέσιμα σε ψηφιακή μορφή για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, όπου θα συνεξεργαστούν με άλλα χωρικά δεδομένα, όπως της χρήσης γης, της νοσηρότητας των ζώων και των ανθρώπων, της θνησιμότητάς τους κ.λπ.,
3. να είναι όσο το δυνατό πληρέστερα, να συμπεριλαμβάνουν δηλαδή, όλα τα δυνητικά επίκινδυνα στοιχεία και ενώσεις, ακόμη και συνθετικές ενώσεις και
4. τα αποτελέσματα να βασίζονται σε μία πλήρη σειρά δειγμάτων, τα οποία να συμπεριλαμβάνουν υπολειμματικό έδαφος, χουμικό υλικό (humus), ίζημα ρέματος, πλημμυρικό ίζημα, παρόχθιο ίζημα και ποτάμιο νερό. Σημειώνεται ότι τα γεωργικά εδάφη των μεγάλων και μικρών πεδιάδων αντίστοιχα αποτελούνται κυρίως από πλημμυρικά και παρόχθια ιζήματα.

2. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το ατύχημα του Τσέρνομπιλ, τον Απρίλιο του 1986, έκρουσε τον κώδωνα του κινδύνου για ολόκληρη την ανθρωπότητα. Ακριβώς ένα μήνα μετά, η ομάδα εργασίας της «Καθολικής Γεωχημικής Χαρτογράφησης», που συστάθηκε το 1985 από τους Γενικούς Διευθυντές των Δυτικο-Ευρωπαϊκών Γεωλογικών Υπηρεσιών (Western European Geological Surveys, WEGS), στην ιαπωνική της συνάντηση συζήτησε το ατύχημα και τις επιπτώσεις του στο επιφανειακό περιβάλλον. Το βασικό θέμα που εντοπίστηκε ήταν, ότι δεν υπήρχαν διαθέσιμα γεωχημικά δεδομένα για την πραγματική εκτίμηση της επιβάρυνσης του επιφανειακού περιβάλλοντος από τα ραδιενεργά υλικά. Για το λόγο αυτό προέκυψε η αναγκαιότητα της πραγματοποίησης της Γεωχημικής Χαρτογράφησης της Ευρώπης (Bjϕlνiken et al. 1990, 1996, Demetriades et al. 1990, 1994, Demetriades 1998). Η πρόταση αυτή υιοθετήθηκε αργότερα από το πρόγραμμα της UNESCO για τη γεωχημική χαρτογράφηση του χερσαίου τμήματος ολόκληρης της υφήςλιο, δεδομένου ότι η υποβάθμιση του περιβάλλοντος έχει λάβει πλέον παγκόσμιες διαστάσεις (Darnley 1990, 1995, Darnley and Garrett 1990, Darnley et al. 1995).

Το έργο της «Διεθνούς Γεωχημικής Χαρτογράφησης» (International Geochemical Mapping, IGCP 259) του προγράμματος «International Geological Correlation Programme» της UNESCO εγκρίθηκε από την επιτροπή του IGCP το 1988. Με την ολοκλήρωση της πενταετίας το 1992 και την κατάθεση της τελικής έκθεσης του έργου, «A global geochemical database for environmental and resource management» (Darnley et al. 1995), η επιτροπή του IGCP αποφάσισε να εγκρίνει παράταση του προγράμματος για ακόμη μία πενταετία (1993-1997) με το νέο τίτλο IGCP 360 «Βασικές Γεωχημικές Οριακές Τιμές της Υφήςλιο» (Global Geochemical Baselines). Λόγω της μεγάλης σημασίας αυτού του έργου για τη διεθνή κοινότητα και της πολυπλοκότητάς του, οι επιτροπές της Διεθνούς Ένωσης Γεωλογικών Επιστημών (IUGS) και του Διεθνούς Συνδέσμου Γεωχημείας και Κοσμοχημείας (IAGC) αποφάσισαν να το εντάξουν, υπό τη δική τους αιγίδα, από το 1998 μέχρι την ολοκλή-

ρωσή του, με τον ίδιο τίτλο «Global Geochemical Baselines» ή με ελεύθερη μετάφραση στα ελληνικά: «Παγκόσμια Γεωχημική Χαρτογράφηση». Στο πρόγραμμα αυτό συμμετέχουν σήμερα όλες οι Γεωλογικές Υπηρεσίες του κόσμου.

Τα αποτελέσματα του πειραματικού σταδίου, τόσο του διεθνούς όσο και του ευρωπαϊκού σκέλους του έργου της γεωχημικής χαρτογράφησης, έχουν κυκλοφορήσει σε ένα μεγάλο αριθμό δημοσιεύσεων και μελετών (Bjvlviken et al. 1990, 1996, Darnley and Garrett 1990, Demetriades et al. 1990, 1994, Davenport 1993, De Vos et al. 1996, Hindel et al. 1996, Plant et al. 1996a, 1996b, 2000, Demetriades and Volden, 1997, Marsina and Vrana 1997, Pulkkinen and Rissanen 1997, Demetriades 1998, Salminen et al. 1998, Ottesen et al. 2000).

Το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (IGME) συμμετείχε στα προγράμματα IGCP 259 και 360 και εξακολουθεί να συμμετέχει ενεργά στη μόνιμη Διεθνή και Ευρωπαϊκή επιτροπή του προγράμματος της Διεθνούς Ένωσης Γεωλογικών Επιστημών (IUGS), καθώς και της Ένωσης Ευρωπαϊκών Γεωλογικών Υπηρεσιών (FOREGS).

3. ΤΟ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΓΕΩΧΗΜΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Στόχος του προγράμματος IGCP 360 «Global Geochemical Baselines» και του διαδόχου του από το 1998, υπό την αιγίδα πλέον της Διεθνούς Ένωσης Γεωλογικών Επιστημών, του Διεθνούς Συνδέσμου Γεωχημείας και Κοσμοχημείας και της Ένωσης Ευρωπαϊκών Γεωλογικών Υπηρεσιών, είναι η ολοκλήρωση του τυποποιημένου βασικού Παγκόσμιου Γεωχημικού Δικτύου Αναφοράς (standardised Global Geochemical Reference Network, GRN, Σχ. 1), καθώς και του Παγκόσμιου Γεωχημικού Άτλαντα μέχρι το 2010 με την προϋπόθεση, βέβαια, ότι θα εξασφαλισθεί το αναγκαίο κονδύλι. Το παγκόσμιο πολυστοιχειακό γεωχημικό δίκτυο αναφοράς είναι αναγκαίο, δεδομένου ότι θα αποτελέσει τη βάση για τη δημιουργία της απαιτούμενης διασυννοριακής και διηπειρωτικής υποδομής, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση των πιο λεπτομερών ή πιο εξειδικευμένων τοπικών γεωχημικών ερευνών σε εθνικό επίπεδο.

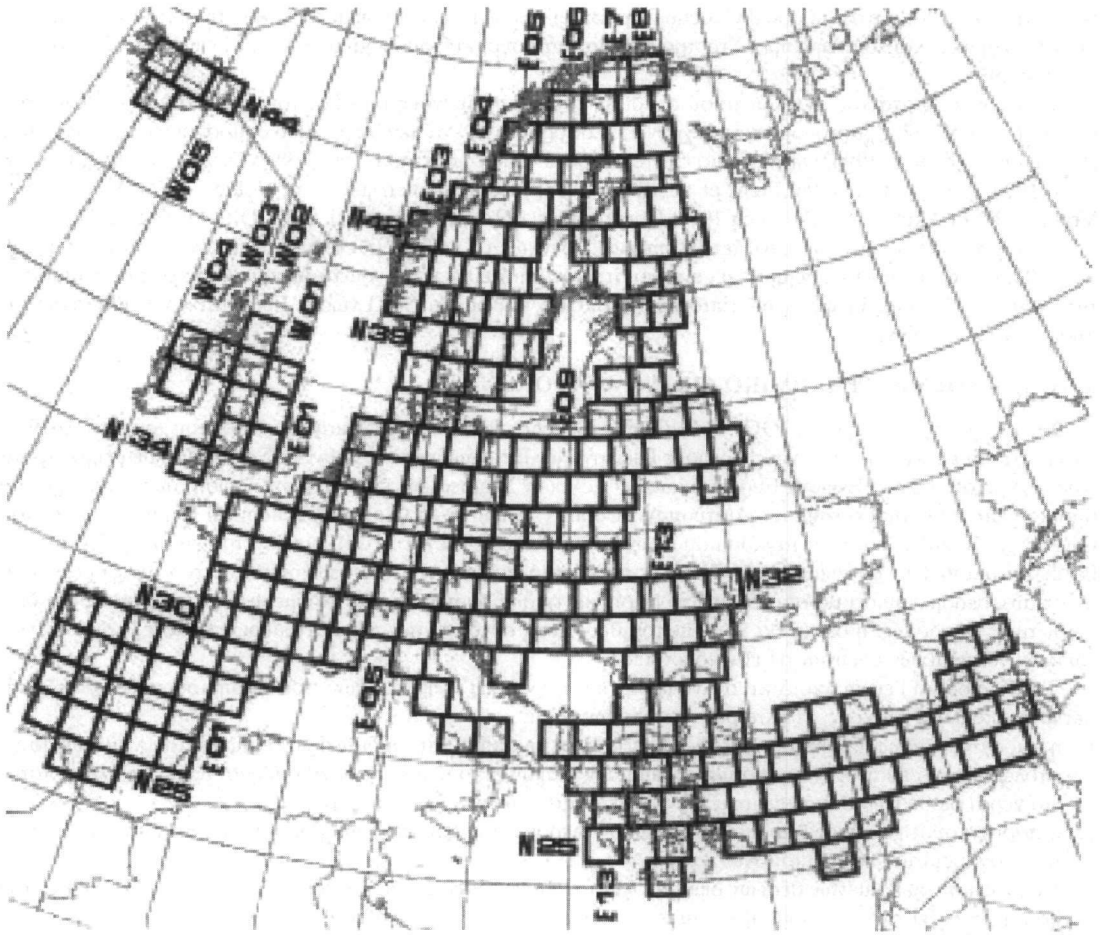
Το Παγκόσμιο Γεωχημικό Δίκτυο Αναφοράς και η τράπεζα πληροφοριών, που θα δημιουργηθεί, θα εξυπηρετήσουν πολλούς στόχους, κυριότεροι των οποίων είναι:

1. η παροχή έγκυρης πληροφόρησης, όσον αφορά τη χημική σύσταση διαφόρων επιφανειακών υλικών [π.χ., υπολειμματικό έδαφος, χουμικό υλικό (humus), πλημμυρικό ίζημα, παρόχθιο ίζημα, ίζημα ρέματος, ποτάμιο νερό] σε θέσεις ισοκατανομημένες στη χερσαία επιφάνεια της γεώσφαιρας,
2. η παροχή συστηματικών βασικών γεωχημικών δεδομένων, που θα χρησιμοποιηθούν στην προετοιμασία του Παγκόσμιου Γεωχημικού Άτλαντα,
3. η ύπαρξη συγκεκριμένων θέσεων δειγματοληψίας για τη διαχρονική παρακολούθηση της γεωχημείας, που θα διευκολύνει την αναγνώριση και μέτρηση «αλλαγών» από οποιοδήποτε αίτιο,
4. η ύπαρξη αρχείων δειγμάτων αναφοράς από τοπικά υλικά για κάθε χώρα,
5. η ύπαρξη σημείων αναφοράς για την κανονικοποίηση των γεωχημικών δεδομένων των εθνικών τραπεζών πληροφοριών και
6. η ύπαρξη αρχείων δειγμάτων που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλες, πιο εξειδικευμένες, μελέτες, όπως (α)ισοτοπικές αναλύσεις (C-12, C-14, Pb-204, Pb-208, U-234, U-238), (β) προσδιορισμό του βαθμού οξείδωσης των στοιχείων, π.χ. As(III)-περισσότερο τοξικό, As(V)-λιγότερο τοξικό, Cr(III)-λιγότερο τοξικό, Cr(VI)-περισσότερο τοξικό, Cu(I)-λιγότερο τοξικό, Cu(II)-περισσότερο τοξικό, (γ) διαδοχικές εκχυλίσεις για τον προσδιορισμό της βιοδιαθεσιμότητας, (δ) προσδιορισμό των παραμένων οργανικών ρυπαντών (persistent organic pollutants, POWs) κ.ά.

Επισημαίνεται, ότι η κατάρτιση του Παγκόσμιου Γεωχημικού Δικτύου Αναφοράς πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας και ομοιογένειας. Για το λόγο αυτό θα ακολουθείται, από όλες τις Γεωλογικές Υπηρεσίες του πλανήτη μας, η ίδια διαδικασία δειγματοληψίας, προπαρασκευής και ανάλυσης των δειγμάτων. Οι μέθοδοι δειγματοληψίας και προπαρασκευής των δειγμάτων περιγράφονται στην έκθεση από Salminen et al. (1998), η οποία είναι διαθέσιμη, για κάθε ενδιαφερόμενο, από το διαδίκτυο (<http://www.gsf.fi> – βλ. βιβλιογραφία για οδηγίες). Η έκθεση με τις αναλυτικές μεθόδους θα είναι διαθέσιμη το 2002.

Το Παγκόσμιο Γεωχημικό Δίκτυο Αναφοράς καλύπτει όλη τη χερσαία επιφάνεια της γεώσφαιρας, με 5000 κελιά, που το κάθε ένα έχει διαστάσεις 160x160 km και έκταση 25.600 km² (Σχ. 1). Ο σχεδιασμός της δειγματοληψίας έχει γίνει με τρόπο ώστε να μπορεί να εφαρμοσθεί πολυ-επίπεδη ανάλυση διασποράς (ANOVA), με στόχο τον προσδιορισμό του μεγέθους και της σημασίας της γεωχημικής μεταβλητότητας μεταξύ των κελιών, καθώς και εντός αυτών (Darnley et al. 1995).

Από κάθε κελί (160x160 km) επιλέχθηκαν πέντε τυχαία σημεία, που αντιστοιχούν με τις πλησιέστερες λεκάνες απορροής, για τη λήψη των παρακάτω φυσικών υλικών (Σχ. 2) με τα οποία τα συστήματα υποστηρίξεις



Σχήμα 1. Ο χάρτης δείχνει το Παγκόσμιο Δίκτυο Αναφοράς που καλύπτει τις χώρες των Ευρωπαϊκών Γεωλογικών Υπηρεσιών (FOREGS). Τα κελιά διαστάσεων 160x160km ορίζονται από τις παράλληλες πλάτους και μήκους και η μεταξύ τους απόσταση είναι 1,5° (από Salminen et al. 1998, Fig. 1, p.11).

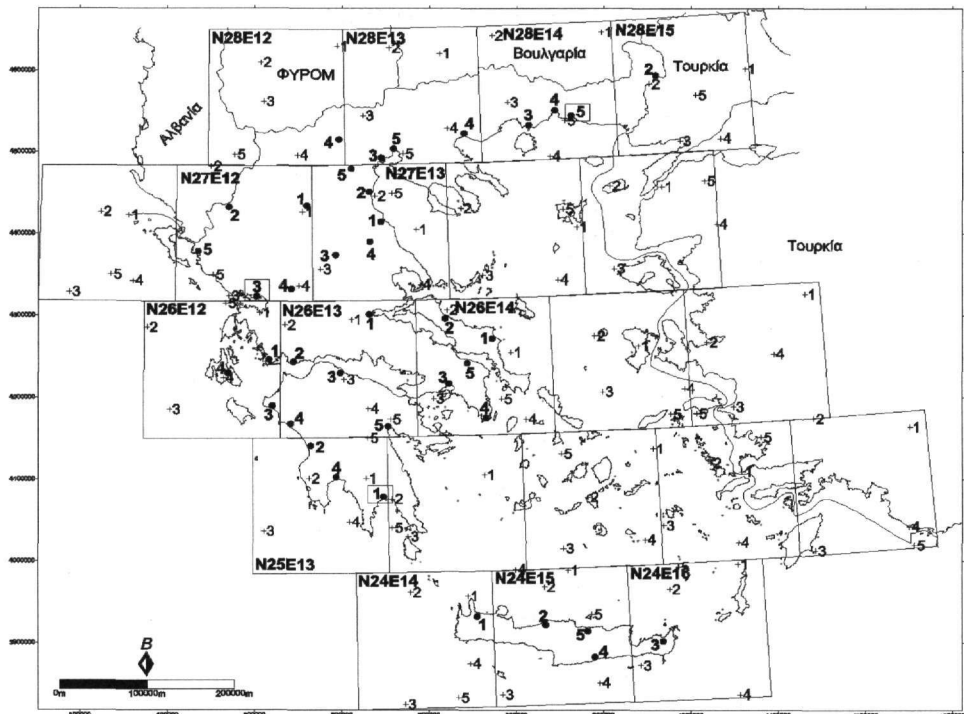
Fig. 1. Cells of the Global Terrestrial Geochemical Reference Network (GRN) in the countries of the Forum of European Geological Surveys (FOREGS). Each cell is 160x160 km and defined by the lines of latitude and longitude at a distance of 1.5° (from Salminen et al. 1998, Fig. 1, p.11).

ζωής έρχονται σε άμεση ή έμμεση επαφή:

- υπολειμματικό έδαφος
- χουμικό υλικό (humus) [όχι στην Ελλάδα]
- παρόχθιο ίζημα
- πλημμυρικό ίζημα
- ενεργό ίζημα ρέματος
- ποτάμιο νερό
- λιμναίο ίζημα [όχι στην Ελλάδα].

Επίσης, σε κάθε θέση δειγματοληψίας θα γίνεται μέτρησης της φυσικής ραδιενεργούς ακτινοβολίας με σπινθηρόμετρο κατωφλίου (δηλ. ολική, Th, K, U) και στο ποτάμιο νερό προσδιορισμός των παραμέτρων pH, θερμοκρασίας και αλκαλικότητας.

Μετά την προπαρασκευή όλων των τύπων των δειγμάτων του κάθε κελιού, τα δείγματα θα αναλυθούν σε διαπιστευμένα χημικά εργαστήρια των Γεωλογικών Υπηρεσιών, για 78 χημικά στοιχεία. Τα αποτελέσματα και η ερμηνεία τους θα είναι προσβάσιμα από κάθε ενδιαφερόμενο, μέσω του διαδικτύου. Επειδή τα αποτελέ-



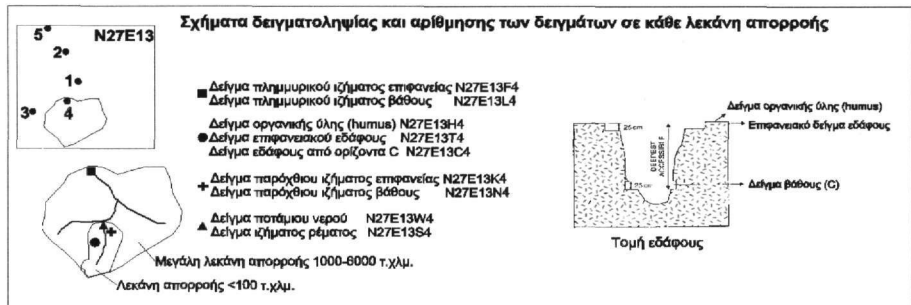
Στόχος: Η σύνταξη του Παγκόσμιου Γεωχημικού Ατλαντά

Έργο ΙΓΜΕ: Παγκόσμια Γεωχημική Χαρτογράφηση (IUGS/IAGC/FOREGS)

N27E13

Κελί του Παγκόσμιου Γεωχημικού Δικτύου Αναφοράς
 διαστάσεων
 180 x 180 km

- 2- Προτεινόμενες λεκάνες απορροής για δειγματοληψία (βάσει του σχεδίου του έργου των FOREGS/IUGS/IAGC)
- 1- Δειγματοσιθείες λεκάνες απορροής
- 1- Λεκάνες επαναληπτικής δειγματοληψίας για εξαγωγή παραμέτρων ποιοτικού ελέγχου



Σχ. 2. Ο χάρτης δείχνει τις προτεινόμενες και δειγματοσιθείες λεκάνες απορροής στον Ελλαδικό χώρο καθώς και το σχέδιο δειγματοληψίας και αριθμησης των δειγμάτων.

Fig. 2. Map showing the proposed and sampled drainage basins in Greece, the sampling plan and sample numbering.

σματα αυτά θα είναι χρήσιμα, τόσο στους επιστήμονες και τεχνικούς, όσο και στους πολίτες, φοιτητές και μαθητές, η πληροφόρηση θα είναι γραμμική σε επιστημονική, αλλά και σε εκλαϊκευμένη γλώσσα για την κάθε χώρα. Σε εθνικό επίπεδο θα δίδονται περισσότερες πληροφορίες για το γεωχημικό δίκτυο αναφοράς της κάθε χώρας και συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της Παγκόσμιας Γεωχημικής Χαρτογράφησης. Όπως γίνεται κατανοητό, αυτό το εγχείρημα επιβάλλει και τη συνεργασία φιλόλογων, δασκάλων και δημοσιογράφων.

Η διαχρονική συντήρηση αυτού του τεράστιου δικτύου πληροφοριών απαιτεί την ύπαρξη κάποιου κέντρου με προσωπικό, το οποίο θα συντηρείται από τις ετήσιες εισφορές των χορηγών, των εθνικών γεωλογικών υπηρεσιών κ.ά.

4. ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

Ένας από τους βασικούς στόχους του έργου είναι η παροχή όλης της απαιτούμενης πληροφόρησης για την επίλυση των προβλημάτων, που υφίστανται σήμερα με τα θεσμοθετημένα επίπεδα των τοξικών στοιχείων για την οριοθέτηση των ρυπασμένων εδαφών. Στο θέμα αυτό υπάρχει η αναγκαιότητα συνεργασίας των εθνικών και διεθνών οργανισμών για τον καθορισμό επιπέδων, τα οποία θα λαμβάνουν υπόψη τη φυσική γεωλογική διακύμανση των στοιχείων σε συνάρτηση με φυτοτοξικά και οικοτοξικολογικά δεδομένα. Για το λόγο αυτό, οι επιτροπές των διεθνών οργανισμών (IUGS και IAGC) μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο ως οι επίσημοι διεθνείς φορείς της γεωλογίας και γεωχημείας, που θα φέρουν στο τραπέζι των συζητήσεων όλους τους γεωχημικούς-μέλη διαφόρων οργανισμών, όπως της Association of Exploration Geochemists και της Society for Environmental Geochemistry and Health. Στόχος αυτής της συνεργασίας θα είναι η κατάρτιση οδηγιών, που θα καθορίζουν τη χρησιμοποίηση των αποτελεσμάτων της Παγκόσμιας Γεωχημικής Χαρτογράφησης, σύμφωνα με τις αρχές της αειφόρου ανάπτυξης του Διεθνούς Συνεδρίου του Rio de Janeiro '92 (Quarrie 1992). Φυσικά, σε αυτή την προσπάθεια απαιτείται η συνεργασία και άλλων ειδικοτήτων, η οποία θα επιτευχθεί μέσω της UNESCO και του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας.

Αυτές οι οδηγίες πρέπει να γίνουν στη συνέχεια αποδεκτές από διεθνείς οργανισμούς, όπως τα Ηνωμένα Έθνη και την Ευρωπαϊκή Ένωση, οι οποίοι θα τις ενσωματώσουν στις αντίστοιχες οδηγίες για τη βελτίωση του διεθνούς τρόπου εκτίμησης της ρυπασμένης γης και της ανεπάρκειας των στοιχείων στα εδάφη.

5. ΓΙΑΤΙ ΟΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΑΝΕΛΑΒΑΝ ΑΥΤΟ ΤΟ ΕΡΓΟ;

Οι εφαρμοσμένες γεωλογικές μελέτες που εκτελούνται από τις εθνικές Γεωλογικές Υπηρεσίες αφορούν τη λιθόσφαιρα, που είναι η θεμελιώδης βάση πάνω στην οποία δημιουργούνται τα εδάφη και αναπτύσσονται τα φυτά και διά μέσω της οποίας μεταναστεύουν το νερό και οι ρευστοί ρύποι. Οι εθνικές Γεωλογικές Υπηρεσίες των αναπτυσσόμενων χωρών είναι οι μοναδικοί καλά εξοπλισμένοι οργανισμοί για την προετοιμασία της συστηματικής βάσης πολυστοιχειακών γεωχημικών δεδομένων για περιβαλλοντικούς σκοπούς, που απαιτεί η Ευρώπη, αλλά και ολόκληρη η υφήλιος, διά τους εξής λόγους (Plant et al. 1996a):

- Οι περισσότερες εθνικές Γεωλογικές Υπηρεσίες έχουν τη γνώση και την εμπειρία των βέλτιστων μεθόδων δειγματοληψίας και ανάλυσης των επιφανειακών υλικών και γνωρίζουν την τεχνική ερμηνείας και παρουσίασης των γεωχημικών χαρτών.
- Πολλές εθνικές Γεωλογικές Υπηρεσίες, ήδη ασχολούνται με την προετοιμασία πολυστοιχειακών γεωχημικών χαρτών πετρωμάτων, εδαφών, επιφανειακών νερών, υπόγειων νερών και ιζημάτων ρεμάτων.
- Πολλές Ευρωπαϊκές Γεωλογικές Υπηρεσίες είναι άριστα κέντρα για τη χημική ανάλυση των υδάτων και της ορυκτοχημικής ανάλυσης των πυριτικών αλάτων. Ο τελικός στόχος είναι όλες οι Γεωλογικές Υπηρεσίες της Υφηλίου να μπορούν να παρέχουν υψηλού επιπέδου αναλυτικές υπηρεσίες.
- Τα γεωχημικά δεδομένα σε ψηφιακή μορφή, που παράγονται από τις Ευρωπαϊκές Γεωλογικές Υπηρεσίες σε εθνική κλίμακα, ήδη βοηθούν στον έλεγχο της ρυπασμένης γης σε σχέση με τα φυσικά υψηλά επίπεδα των δυνητικά βλαβερών χημικών στοιχείων και ενώσουν και του φυσικού περιβάλλοντος γενικότερα.
- Οι εθνικές Γεωλογικές Υπηρεσίες διαθέτουν εξειδικευμένους επιστήμονες στα κοιτάσματα ορυκτών, τα οποία παρέχουν τις γνώσεις για την κατανόηση της κατανομής και μετανάστευσης των βαρέων μετάλλων, των ραδιενεργών στοιχείων και άλλων ρύπων σε διαφορετικά γεωλογικά περιβάλλοντα και
- Οι Ευρωπαϊκές Γεωλογικές Υπηρεσίες έχουν καθιερώσει τις μεθόδους ποιοτικού ελέγχου και διαθέτουν την εμπειρία σε βάσεις δεδομένων και σε Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, ώστε να μπορούν να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά τα βασικά γεωχημικά δεδομένα για περιβαλλοντικούς σκοπούς.

6. ΣΧΟΛΙΑ

Ο καθηγητής Kalevi Kauranne, Γενικός Διευθυντής της Γεωλογικής Υπηρεσίας της Φινλανδίας, επείσημανε το 1998 ότι «οι γεωχημικοί χάρτες αποτελούν το πιο επείγον και σημαντικό έργο της γεωλογίας για τις σημερινές ανάγκες της ανθρώπινης κοινωνίας». Αυτή η πρόταση τονίζει πόσο σημαντική έχει γίνει η γεωχημική πληροφόρηση για την αειφόρο ανάπτυξη στον πλανήτη μας. Η φυσική γεωχημική ισορροπία των επιφανειακών υλικών του χερσαίου τμήματος της υδρογείου, που είναι αποτέλεσμα των γεωλογικών διεργασιών, επί τουλάχιστον πέντε δισεκατομμύρια χρόνια, έχει διαταραχθεί σημαντικά από τον άνθρωπο. Οι βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες έχουν αλλοιώσει σε μεγάλο βαθμό αυτή τη φυσική ισορροπία των επιφανειακών υλικών.

Η Παγκόσμια Γεωχημική Χαρτογράφηση της Υφηλίου, με απόφαση της Ένωσης Ευρωπαϊκών Γεωλογικών Υπηρεσιών, άρχισε από το 1998 με δειγματοληψία σχεδόν σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες. Τα πρώτα αποτελέσματα θα κυκλοφορήσουν μέχρι το 2002 και ο Ευρωπαϊκός Γεωχημικός Άτλαντας θα δημοσιευτεί το

2004. Στόχος είναι η συνέχιση αυτού του έργου στις υπόλοιπες χώρες και η έκδοση του Παγκόσμιου Γεωχημικού Άτλαντα μέχρι το 2010. Ο στόχος αυτός μπορεί να υλοποιηθεί, εφ' όσον εξασφαλισθεί η απαιτούμενη χρηματοδότηση, δεδομένου ότι πολλές χώρες αντιμετωπίζουν σήμερα σοβαρά οικονομικά προβλήματα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή δημοσιεύεται με την έγκριση του Γενικού Διευθυντή του ΙΓΜΕ. Ευχαριστώ τους συναδέλφους Κυριάκο Ιωαννίδη, Μαρία Καμινάρη και Αικατερίνη Βέργου για τα εποικοδομητικά τους σχόλια επί του αρχικού κειμένου. Επίσης ευχαριστώ τον Κωνσταντίνο Λέτιο και την Ελένη Δουβή για τη βοήθειά τους στη δειγματοληψία και το Γεώργιο Ντόβα στην προπαρασκευή των δειγμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BØLVIKEN, B., DEMETRIADES, A., HINDEL, R., LOCUTURA, J., O'CONNOR, P., OTTESEN, R.T., PLANT, J., RIDGWAY, J., SALMINEN, R., SALPETEUR, I., SCHERMANN, O. AND VOLDEN, T. (EDITORS), 1990. Geochemical Mapping of Western Europe towards the Year 2000. Project proposal. Geological Survey of Norway, NGU Open File Report 90-106, 12 pages and 9 appendices.
- BØLVIKEN, B., BOGEN, J., DEMETRIADES, A., DE VOS, W., EBBING, J., HINDEL, R., OTTESEN, R.T., SALMINEN, R., SCHERMANN, O. AND SWENNEN, R., 1993. Geochemical Mapping of Western Europe towards the Year 2000. Working Group on Regional Geochemical Mapping 1986-1993. Final report. Forum of the European Geological Surveys (FOREGS). Geological Survey of Norway (NGU) Open File Report 93.092, 18 pages and 6 appendices.
- BØLVIKEN, B., BOGEN, J., DEMETRIADES, A., DE VOS, W., EBBING, J., HINDEL, R., LANGEDAL, M., LOCUTURA, J., O'CONNOR, P., OTTESEN, R.T., PULKKINEN, E., SALMINEN, R., SCHERMANN, O., SWENNEN, R., VAN DER SLUYS, J. AND VOLDEN, T., 1996. Regional geochemical mapping of Western Europe towards the year 2000. *J. Geochem. Explor.*, 56: 141-166.
- DARNLEY, A.G., 1990. International geochemical mapping: a new global project. In: A.G. Darnley and R.G. Garrett (Editors), International Geochemical Mapping - IGCP Project 259. Special Issue, *J. Geochem. Explor.*, 39: 1-13.
- DARNLEY, A.G., 1995. International geochemical mapping - a review. *J. Geochem. Explor.*, 55: 5-10.
- DARNLEY, A.G. AND GARRETT, R.G. (Editors), 1990. International Geochemical Mapping - IGCP Project 259. Special Issue, *J. Geochem. Explor.*, 39 (1/2), 253 pp.
- DARNLEY, A.G., BJÖRKLUND, A., BØLVIKEN, B., GUSTAVSSON, N., KOVAL, P.V., PLANT, J.A., STEENFELT, A., TAUCHID, M., XUEJING, X., GARRETT, R.G. AND HALL, G.E.M., 1995. A Global Geochemical Database for Environmental and Resource Management. UNESCO Publishing, Paris, 122 pp.
- DAVENPORT, P.H. (Editor), 1993. Geochemical Mapping. Special Issue, *J. Geochem. Explor.*, 49 (1/2), 212 pp.
- DEMETRIADES, A., 1998. Global Geochemical Baselines: A fundamental international project for environmental management. In: Proceedings 8th International Congress of the Geological Society of Greece with emphasis on Environmental Geology. *Bull. Geol. Soc. Greece*, XXXII (1): 321-329.
- DEMETRIADES, A. AND VOLDEN, T., 1997. Reproducibility of overbank sediment sampling in Greece and Norway. *J. Geochem. Explor.*, 59: 209-217.
- DEMETRIADES, A., OTTESEN, R.T. AND LOCUTURA, J. (Editors), 1990. Geochemical Mapping of Western Europe towards the Year 2000. Pilot Project Report. Western European Geological Surveys. Geological Survey of Norway (NGU) Open File Report 90-106, 9 pages and 10 appendices.
- DEMETRIADES, A., BØLVIKEN, B., BOGEN, J., CROKE, J.C., HINDEL, R., LOCUTURA, J., MACKLIN, M.G., OTTESEN, R.T., SALMINEN, R., SCHERMANN, O. AND VOLDEN, T., 1994. The recording of environmental contamination by overbank sediment. In: S.P. Varnavas (Editor), Environmental Contamination, 6th International Conference, Delphi, Greece, October 1994. CEP Consultants, Edinburgh: 340-342.
- DE VOS, W., EBBING, J., HINDEL, R., SCHALICH, J., SWENNEN, R. AND VAN KEER, I., 1996. Geochemical mapping based on overbank sediments in the heavily industrialised border area of Belgium, Germany and The Netherlands. *J. Geochem. Explor.*, 56: 91-104.
- HINDEL, R., SCHALICH, J., DE VOS, W., EBBING, J., SWENNEN, R. AND VAN KEER, I., 1996. Vertical distribution of elements in overbank sediment profiles from Belgium, Germany and The Netherlands. *J. Geochem. Explor.*, 56: 105-122.
- MARSINA, K. AND VRANA, K. (Editors), 1997. Environmental Geochemical Baseline Mapping in Europe. *J. Geochem. Explor.*, 60: 1-113.

- OTTESEN, R.T., BOGEN, J., BØLVIKEN, B., VOLDEN, T. AND HAUGLAND, T., 2000. Geochemical atlas of Norway, part 1: Chemical composition of overbank sediments. Norges geologiske undersøkelse (NGU), Trondheim, 140 pp.
- QUARRIE, J. (EDITOR), 1992. EARTH SUMMIT 1992. The United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro 1992. Regency Press, London, 240 pp.
- PLANT, J.A., KLAVER, G., LOCUTURA, J., SALMINEN, R., VRANA, K. AND FORDYCE, F.M., 1996a. Forum of European Geological Surveys (FOREGS) Geochemistry Task Group 1994-1996 Report. British Geological Survey, Keyworth, U.K., Technical Report WP/95/15, 52 pp.
- PLANT, J.A., KLAVER, G., LOCUTURA, J., SALMINEN, R., VRANA, K. AND FORDYCE, F.M., 1996b. The Forum of European Geological Surveys (FOREGS) Geochemistry Task Group inventory. *J. Geochem. Explor.*, 59: 123-146.
- PLANT, J., SMITH, D., SMITH, B. AND WILLIAMS, L., 2000. Environmental geochemistry at the global scale. *J. Geol. Soc.*, London, 157: 837-849.
- PULKKINEN, E. AND RISSANEN, K., 1997. A geochemical investigation on overbank sediments in the Inari area, northern Finnish Lapland. *J. Geochem. Explor.*, 59: 11-26.
- SALMINEN, R., TARVAINEN, T., DEMETRIADES, A., DURIS, M., FORDYCE, F.M., GREGORAUŠKIENE, V., KAHELIN, H., KIVISILLA, J., KLAVER, G., KLEIN, H., LARSON, J.O., LIS, J., LOCUTURA, J., MARSINA, K., MJARTANOVA, H., MOUVET, C., O'CONNOR, P., ODOR, L., OTTONELLO, G., PAUKOLA, T., PLANT, J.A., REIMANN, C., SCHERMANN, O., SIEWERS, U., STEENFELT, A., VAN DER SLUYS, J. AND WILLIAMS, L., 1998. FOREGS Geochemical Mapping Field Manual. Geological Survey of Finland, Espoo, Guide 47, 36 pp.
- [Downloading instructions from World Wide Web: (1) <http://www.gsf.fi> (2) Select Information services, (3) Select Publications, (4) On the left hand side of the Publications page there is a list of the Publication series. Select Guide, and (5) Select Guide 47 to download the manual in pdf format. The pdf format needs the Adobe Acrobat reader program].