

## ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ Γ ΣΤΟΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΑΠΟΘΕΜΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΙ, ΣΠΑΝΙΩΝ ΓΑΙΩΝ, ΘΗ, U, ΑΥ. ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΝΕΑΣ ΠΕΡΑΜΟΥ - ΛΟΥΤΡΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ, Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ\*

Φ. ΠΕΡΓΑΜΑΛΗΣ<sup>1</sup>, Δ.Ε. ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ<sup>1</sup>, Α. ΚΟΥΚΟΥΛΗΣ<sup>1</sup>

### ΣΥΝΟΨΗ

Η μελέτη της ακτινοβολίας γ επέτρεψε να χαρτογραφήσουμε ανώμαλες ραδιομετρικά περιοχές και να αποκτήσουμε έναν σημαντικό ιχνοθέτη, που καθορίζει τη γεωχημεία του ουρανίου, θορίου, τιτανίου, σπανίων γαιών και χρυσού, τόσο στη σημερινή παράκτια ζώνη Ν. Περάμου - Λ. Ελευθερών, όσο και στην υποθαλάσσια.

Ο εμπλουτισμός των άμμων με ίχνη ουρανίου υφίσταται ως αποτέλεσμα ισχυρής δράσης σύγχρονης και κυρίως παλαιότερης κυματογής, αναμένεται δε, μέγιστος εμπλουτισμός εποουσιωδών ορυκτών U, Th, Σ.Γ. και Au, στις κοιλότητες του υποβάθρου (bed - rock).

### ABSTRACT

The radiometric study allowed the survey of  $\gamma$ -radiation, pinpointed the areas of highest or irregular radiation values, and finally acquired a very important drawing specifying the geochemistry of U, Th, Ti, REE, Au etc.

In today's shoreside zone, very high surficial levels of U with an average value of 22 and highest of 92 ppm were found, while in the sublittoral old zone all the  $\gamma$ -radiation values found were irregular and much higher of those of the radiometric background, of the all-round subaqueous environment (mean values of residual sands 250 and 305 opposite to  $<60$  (c/s)/grx $10^{-4}$  for the "background").

The enrichment of sand with trace elements of U is a result of today's and mainly older wave-action, in the lower parts of sandy shoreside formations, with an expected highest enrichment in the bedrock cavities.

Initial samples of sands enriched with U elements up to 50 ppm are considered to be a naturally graded multimetal mineral of Ti, U-Th, REE, Au and other metals for high-value technological applications.

The concentrations of the above metals are higher of those internationally known to similar minerals (2.5%, 50-1600 ppm, 11.000 ppm and 250 mg/m<sup>3</sup> respectively) and can be multiplied with light watermetallurgical processes.

The concentrations of sands with high  $\gamma$ -radiation in today's shoreside zone can be differentiated between fine, medium and thick grains of sand particles with a slight inclination towards the waveaction.

Their thickness has characteristic fluctuations, with a growth tendency up to a depth of 1.5 m and a decreasing tendency for depths under 2 m.

On an horizontal region these concentrations values appear to grow continuously from the periphery towards the center and the  $\gamma$ -radiation values of the periphery seem to grow with the remotion of the present sediments.

The  $\gamma$ -radiation in the sublittoral zone present a recurrent enrichment in the lower parts of the formations and is covered in the deepest points from the surface of the sea from younger age sediments.

In the present sublittoral zone as well as in the shoreside zone, lower layers of sands formed out of natural grate actions, are mainly the medium grain and secondarily the fine grain variety. These natural enrichments due to waveaction, form selective concentrations of less important minerals U-Th, allanite rich in UO<sub>2</sub> and uraninite low in ThO<sub>2</sub>, which are responsible for the  $\gamma$ -radiation rise.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Ακτινοβολία γ, Σπάνιες Γαίες, Ti, Th, U, Au, Κοιτασματολογία, ζώνη Ν. Περάμου - Λ. Ελευθερών, Β. Ελλάδα.

**KEY WORDS:**  $\gamma$ -radiation, REE, Ti, Th, U, Au, Economic Geology, N. Peramos - L. Eleftheron area, N Greece.

\* THE LOCATION OF TI, REE, TH, U, AU DEPOSITS IN THE SEAFRONT ZONE OF NEA PERAMOS - LOYTRA ELEFTHON AREA, KAVALA (N. GREECE) USING  $\gamma$  RADIATION.

1. ΙΓΜΕ Μεσογείων 70 Αθήνα.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Η ακτινοβολία  $\gamma$ , σαν γεωφυσική περισσότερο παρά γεωχημική μέθοδος, χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό κοιτασμάτων ουρανίου. Η χρησιμοποίησή της ως ιχνοθέτης, Τι, σπανίων γαιών (Σ.Γ.), Th, U και Au αποδεικνύεται καταλυτική, καθ' όσον τα παραπάνω ιχνοστοιχεία περιέχονται σε φυσικές εκλεκτικές συγκεντρώσεις επουσιωδών ορυκτών, ως αποτέλεσμα ισχυρής δράσης της κυματογής.

Το έναυσμα για την έρευνα δόθηκε με τον προσδιορισμό υψηλών περιεκτικοτήτων Σ.Γ., 0,53% και 8% επί αρχικού και επί εκπλυμένου αντίστοιχα μεταλλεύματος, στη Διεύθυνση Ορυκτολογίας Πετρογραφίας του Ι.Γ.Μ.Ε. από τους Δ. Ταρενίδη και Β. Περδικάση, μετά από δοκιμές συμπίκνωσης που έγιναν στο Pilot Plan Παρανεστίου από τον Γ. Καλατζή. Τα δείγματα μεγάλου βάρους ελήφθησαν το 1988 από τους συγγραφείς πλαισιούμενους από τους συναδέλφους (+)Σ. Παπαχριστόπουλο (Γεωλόγο) και Π. Θεοδόση (Μ.Μ.Μ.).

Η μελέτη αυτή έγινε με συστηματική μεθοδολογία αναζήτησης μεταλλευμάτων ουρανίου, από ειδικά εκπαιδευμένους ερευνητές ουρανίου στη Γαλλία.

Η υποθαλάσσια περιοχή ορίζεται από 40 δείγματα επιφάνειας βυθού, αυξημένης πυκνότητας δειγματοληψίας, μεταξύ των ισοβαθών 3 και 34m. Η συμπληρωματική δειγματοληψία 30 υποθαλάσσιων δειγμάτων έγινε σε συνεργασία με την Υπηρεσία Υποθαλάσσιας Γεωλογίας του ΙΓΜΕ (Κ. Περισσοράτης) και τη συνδρομή της Υ.Υ./Π.Ν. Στόχος της ήταν η επιβεβαίωση της ραδιενεργού ανωμαλίας, σε κάρναβο αποστάσεων 1x0,5 km 30 σταθμών κατά μήκος της ακτής Ν.Περάμου – Λ. Ελευθερών. Το όργανο δειγματοληψίας που χρησιμοποιήθηκε είναι αρπάγη τύπου Dietz la fond.

Η παράκτια περιοχή περιχαράχθηκε από 1500 περίπου σπινθηρομετρήσεις και 142 αντιπροσωπευτικά δείγματα επιφάνειας κατά μήκος 25Km της ακτής Ν. Περάμου και Λ. Ελευθερών, σε απόσταση 20 έως 100m από την ακτογραμμή.

## ΕΙΔΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ Γ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στον Πίν.1 δίδονται ορισμένα χαρακτηριστικά των υποθαλάσσιων δειγμάτων και η ειδική ακτινοβολία  $\gamma$ . Τα δείγματα αποτελούνται από :

- λεπτή έως χονδρόκοκη άμμο ( 15 δείγματα)
- ιλύ ( 10 δείγματα)
- φγκούχο ιλύ (4 δείγματα) και
- πηλούχο άμμο (1 δείγμα )

Η μέτρηση της ειδικής ακτινοβολίας  $\gamma$  έγινε σε ειδική διάταξη που κατασκευάστηκε από την επιστημονική ομάδα του παρόντος έργου και περιλαμβάνει:

κλωβό πλευράς 50 cm από πλάκες μολύβδου πάχους 10 cm.

σπινθηρόμετρο τύπου IPP 4 της Saphymo – Stell και φωρατή SG SR 5410 με κρύσταλλο NaI και πρόσμιξη ενεργοποιημένου θαλίου, που προσδιορίζει και μετράει τη ένταση της ακτινοβολίας  $\gamma$  σε c/s.

Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε η γραμμική κλίμακα με σταθερό χρόνο στα 12 sec, ελήφθησαν δε ενδείξεις του οργάνου στις θέσεις 50 KeV έως 2000 KeV, που μετά την αναγωγή στη μονάδα της αποξηρανθείσης μάζας του δείγματος πολλαπλασιάστηκαν επί  $10^4$ , επομένως οι τιμές είναι  $10^{-4}(c/s)/gr$ .

## ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ Γ

Τα είδη των δειγμάτων μετά του βάθους των, από την επιφάνεια της θάλασσας (α.ε.θ.) και της ακτινοβολίας  $\gamma$ , διακρίνονται σε 3 πεδία:

- το πεδίο I, από 0 έως 18 m βάθος α.ε.θ., όπου επικρατούν άμμοι λεπτοί έως χονδρόκοκοι, με τις υψηλότερες τιμές ακτινοβολίας  $\gamma$  .
- το πεδίο II, από τα 18 έως τα 24 m βάθος α.ε.θ., όπου επικρατούν φγκούχος ιλύς, άμμοι, πηλούχοι άμμοι, ιλύς, με μέσες τιμές ακτινοβολίας  $\gamma$ .
- το πεδίο III, από 24 m και κάτω α.ε.θ., όπου επικρατεί ιλύς, με μέσες έως χαμηλές τιμές ακτινοβολίας  $\gamma$ . Στο πεδίο I η ειδική ακτινοβολία  $\gamma$  επιτρέπει τη διαφοροποίηση των άμμων σε:
  - α) μεσόκοκκους, με τις υψηλότερες τιμές
  - β) λεπτόκοκκους με ενδιάμεσες και,
  - γ) χονδρόκοκκους με τις μικρότερες πάντα τιμές ακτινοβολίας  $\gamma$ .

Η επεξεργασία των τιμών έγινε αριθμητικά και γραφικά .Σε σύνολο 29 δειγμάτων οι τιμές της ειδικής ακτινοβολίας  $\gamma$  κυμαίνονται από 70 έως 516 με μέση τιμή 179 και τυπική απόκλιση 114.

Για την γραφική επεξεργασία της ειδικής ακτινοβολίας  $\gamma$  κατασκευάστηκε η «ευθεία του Henry», από την οποία διακρίνονται 4 κλάσεις:

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| 1. < 100           | με 28% των δειγμάτων |
| 2. από 100 έως 140 | με 28% των δειγμάτων |
| 3. από 140 έως 300 | με 30% των δειγμάτων |
| 4. > 300           | με 14% των δειγμάτων |

α/α	Βάθος δείγματος α.ε.θ. σε m	Βάρος δείγματος (gr)	Περιγραφή δείγματος	Ειδική ακτινοβολία γ 10 <sup>4</sup> x (c/sec) /gr
1	33	127,33	ιλύς	98
2	19	241,27	άμμος λεπτόκ.	112
3	4	183,01	άμμος λεπτόκ.	382
4	5,9	242,47	άμμος χονδρόκ.	198
5	21	63,57	φυκούχος ιλύς	236
6	28	203,63	ιλύς	73
7	33	143,7	ιλύς	139
8	24	113,01	φυκούχος ιλύς	150
9	5	178,3	άμμος μεσόκ.	465
10	6	170,27	άμμος χονδρόκ.	264
11	14	263,77	άμμος χ. με όστρ.	94
12	34	139,91	ιλύς	129
13	27	256,91	ιλύς	70
14				
15	7	181,01	άμμος χονδρόκ.	138
16	3	245,79	άμμος χονδρόκ.	109
17	19	318,29	άμμος χ. με όστρ.	88
18	27	197,03	ιλύς	91
19	29	109,81	ιλύς	136
20	19	159,05	άμμος λεπτόκ.	201
21	2,75	236,79	άμμος μεσόκ.	232
22	2,5	180,35	άμμος μεσόκ.	516
23	20	143,63	ιλύς	104
24	28	153,83	ιλύς	97
25	22	44,57	φυκούχος ιλύς	269
26	12	340,59	άμμος λεπτόκ.	308
27	28	214,95	άμμος μεσόκ.	153
28	3	260,73	άμμος μεσόκ.	158
29	18	337,57	πηλούχος άμμος	103
30	28	281,56	ιλύς	74

**Πιν. 1: Ειδική ακτινοβολία γ δειγμάτων υποθαλάσσιας περιοχής πύκνωσης**

**N. Περάμου - Α. Ελευθερών (η=29).**

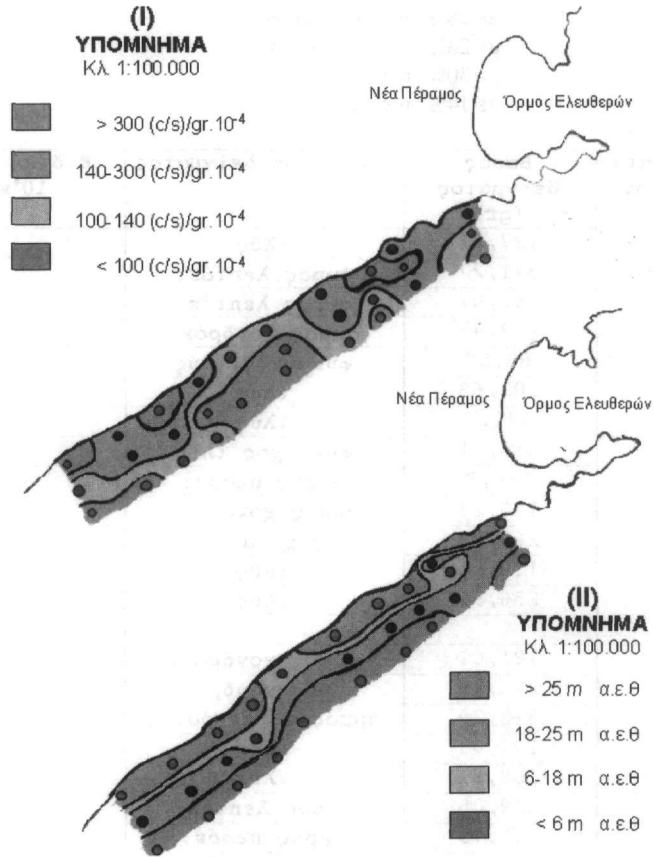
**Table 1: γ radiation of sables of the submarine area N. Peramos - L. Eleftheron (n=29).**

Από το χάρτη κατανομής της φυσικής ειδικής ακτινοβολίας γ διακρίνονται δύο περιοχές με ανώμαλες τιμές ακτινοβολίας γ (Σχ. 1):

μία ΒΑ/λική με προέκταση στην παράκτια ζώνη και στα βαθύτερα σημεία και

μία ΝΔ/τική με λιγότερο εμφανή προέκταση στα βαθύτερα σημεία.

Και οι δύο περιοχές λεπτών και μεσόκοκκων άμμων, απαντώνται κοντά στην ακτή σε βάθη από 5 έως 2,5 m α.ε.θ. και η ακτινοβολία γ σε κάθε περιοχή αυξάνει με ελάττωση της ισοβαθούς του δείγματος. Η ίδια αρνητική συσχέτιση επισημάνθηκε και παραπάνω.



**Σχ.1: Κατανομή ειδικής ακτινοβολίας γ (I) και ισοβαθών α.ε.θ. (II) υποθαλάσσιας περιοχής πύκνωσης Ν.Περάμου - Λ. Ελευθερών (n=29).**  
**Fig.1: Distribution of γ specified radiation (I) and isobath of submarine (II) area N. Peramos - L. Eleftheron (n=29)**

#### **ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΥΚΝΩΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΤΟΠΙΚΟ ΚΑΙ ΤΟ ΕΥΡΥΤΕΡΟ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.**

Εάν εκτός από την υποθαλάσσια περιοχή που έγινε η δειγματοληψία πύκνωσης ληφθούν υπ' όψιν και δείγματα του τοπικού περιβάλλοντος (Αθανασοπούλου, 1991) τότε σε ένα σύνολο 77 δειγμάτων, οι τιμές της ειδικής ακτινοβολίας γ κυμαίνονται από 28 έως 516 με μέση τιμή 114 και τυπική απόκλιση 95.

Από το διάγραμμα του Henry προκύπτουν 4 κλάσεις:

- |                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| 1 <sup>η</sup> κλάση < 60    | με 0% των δειγμάτων   |
| 2 <sup>η</sup> κλάση 60-120  | με 41% των δειγμάτων  |
| 3 <sup>η</sup> κλάση 120-240 | με 38% των δειγμάτων  |
| 4 <sup>η</sup> κλάση >240    | με 21% των δειγμάτων. |

Η κατανομή της ειδικής ακτινοβολίας γ με αυτές τις κλάσεις δείχνει ότι, οι ανώμαλες ζώνες που είχαν επισημανθεί στην προηγούμενη παράγραφο, η ΒΑ/λική και η ΝΔ/τική, παρουσιάζουν διευρύνσεις προς όλες τις διευθύνσεις και προπάντων προς τα βαθύτερα.

Ο λόγος των διευρύνσεων είναι η διαφορά του πληθυσμού των δειγμάτων της περιοχής πύκνωσης, από τον πληθυσμό των δειγμάτων του τοπικού περιβάλλοντος.

Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται στα νεότερα ιζήματα, που επικρατούν και διαμορφώνουν το ραδιομετρικό υπόβαθρο του τοπικού περιβάλλοντος της περιοχής πύκνωσης.

Οι πληροφορίες πάνω στην υποθαλάσσια περιοχή πύκνωσης, παίρνουν την πραγματική τους διάσταση όταν συγκρίνεται με το ευρύτερο υποθαλάσσιο περιβάλλον. Σε ένα σύνολο 390 δειγμάτων, που προέρχονται από προηγούμενες εργασίες (Perissoratis and al, 1988. και Αθανασοπούλου, 1991) και 29 της υποθαλάσσιας

περιοχής πύκνωσης, οι τιμές κυμαίνονται από 20 έως 516, με μέση τιμή 78 και τυπική απόκλιση 50. Από το διάγραμμα της «ευθείας του Henry» προκύπτουν οι παρακάτω κλάσεις:

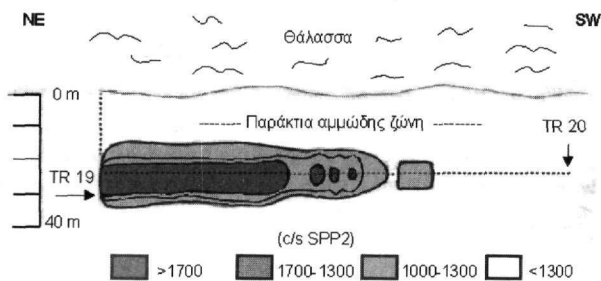
1. < 60 με 0% των δειγμάτων
2. από 60 έως 100 με 27,5% των δειγμάτων
3. από 100 έως 140 με 27,5% των δειγμάτων
4. > 140 με 45% των δειγμάτων

Η κατανομή της ειδικής ακτινοβολίας  $\gamma$  δείχνει:

- 1) την ύπαρξη των δύο ανωμάλων περιοχών
- 2) την αποκάλυψη των ανωμάλων περιοχών προς την παράκτια ζώνη και την επικάλυψη αυτών στα βαθύτερα σημεία α.ε.θ., με χαρακτηριστικές μορφές ισοκαμπυλών.
- 3) τις προεκτάσεις των ανωμάλων περιοχών προς όλες τις διευθύνσεις, οι οποίες εξέρχονται του υπάρχοντος πλέγματος πύκνωσης.
- 4) την έλλειψη τιμών ακτινοβολίας  $\gamma$ , του ευρύτερου υποθαλάσσιου περιβάλλοντος, στην περιοχή πύκνωσης (<60).
  - Από τις παραπάνω ενδείξεις προκύπτουν τα εξής:
  - όλος ο πληθυσμός των δειγμάτων της υποθαλάσσιας περιοχής πύκνωσης αποτελεί μια άλω με ανώμαλες ζώνες, στο ευρύτερο υποθαλάσσιο περιβάλλον.
  - οι αιτίες αυτής της διαφοροποίησης έχουν στενή σχέση με τα νεότερα ιζήματα που επικρατούν στα βαθύτερα σημεία α.ε.θ. και επικαλύπτουν τις υψηλές τιμές της ακτινοβολίας  $\gamma$  των παλαιότερων υπολειμματικών άμμων.

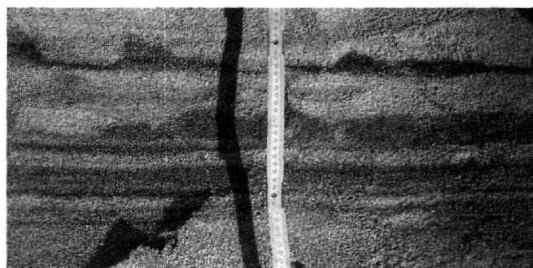
### ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ Γ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στην σημερινή παράκτια ζώνη Νέας Περάμου – Λουτρών Ελευθερών, Νομού Καβάλας, αναζητήθηκαν και συνδέθηκαν τα όρια της υποθαλάσσιας ανωμαλίας κατά μήκος της ακτής, επί συνολικού μήκους 25 km. Η ακτινοβολία  $\gamma$  ερυνήθηκε κατά την οριζόντιο και κατακόρυφο έννοια (Σχ.2, Σχ.3 και Φωτό.1).



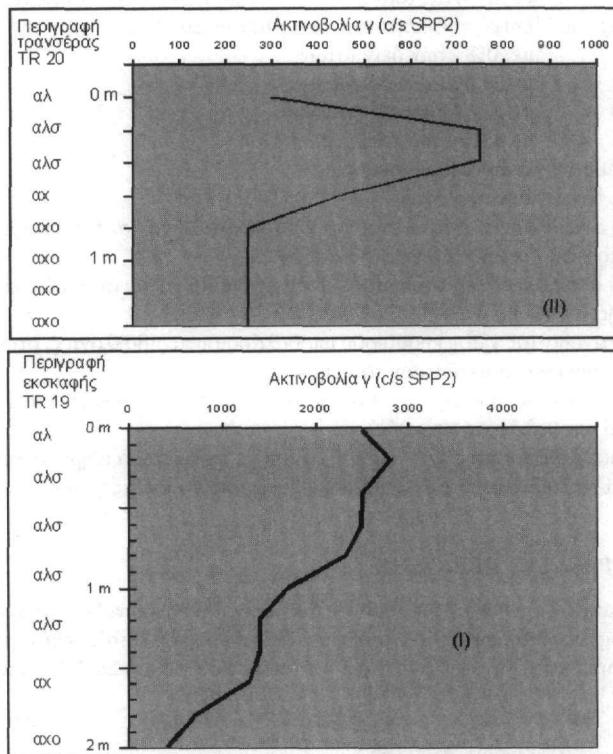
Σχ.2: Μεταβολή της ακτινοβολίας  $\gamma$  από ένα κεντρικό (τρανσέρα TR 19) σε ένα περιθωριακό τμήμα (TR 20) παράκτιας ζώνης Ν. Περάμου – Α. Ελευθερών με μετρήσεις ανά 2m κατά την οριζόντιο.

Fig.2: Change of  $\gamma$  radiation from a central (TR19) to a marginal section (TR20) of the littoral zone N. Peramos - L. Eleftheron, with messures every 2m, along the horizontal direction.



Φωτό. 1: Μορφές εναπόθεσης πολυμεταλλικών συγκεντρώσεων άμμων σε εκσκαφές της παράκτιας ζώνης Ν. Περάμου – Α. Ελευθερών.

Foto.1: Formes of deposits of sands' polymetallic concentrations in excavations, on the seafront zone of Nea Peramos - Loytra Eleftheron area.



Σχ.3: Μεταβολή της ακτινοβολίας γ κατά την κατακόρυφο α) από ένα κεντρικό τμήμα με υψηλές τιμές (>1000c/s) (I) σε ένα περιθωριακό με χαμηλές (<1000c/s) (II) και β) από λεπτόκοκκη άμμο με ή χωρίς οριζόντιες στρώσεις (αλ ή αλσ) σε χονδρόκοκκη άμμο με ή χωρίς όστρακα (αχ ή αχο).

Fig.3: Change of γ radiation along the vertical a) from a central section with high prices (>1000c/s) (I) to a marginal with low prices (<1000c/s) (II) b) from a fine-grained sand with or without horizontal bedding (αλ, αλσ) to a coarse granular sand with or without shells (αχ, αχο).

Η μέση τιμή της ακτινοβολίας γ στη θέση δειγματοληψίας 142 δειγμάτων είναι 734c/s SPP2 με τιμές που κυμαίνονται από 80 έως 4.000c/s. Οι τιμές της ακτινοβολίας γ κατατάχθηκαν σε κλάσεις ανά 100c/s και από το διάγραμμα του Henry προέκυψαν οι παρακάτω κλάσεις:

1 <sup>η</sup> κλάση	< 300	c/s SPP2
2 <sup>η</sup> κλάση	από 300 έως 600	c/s SPP2
3 <sup>η</sup> κλάση	από 600 έως 1500	c/s SPP2
4 <sup>η</sup> κλάση	> 1500	c/s SPP2

Από την κατανομή της ακτινοβολίας γ στη σημερινή παράκτια ζώνη Ν. Περάμου - Α. Ελευθερών διακρίνονται 18 μικρότερες ή μεγαλύτερες θέσεις με ανώμαλες τιμές ακτινοβολίας γ (από 600 έως 4000c/s SPP2), των οποίων οι ισοράδιες υπολογίστηκαν με τη μέθοδο των μεσοκαθέτων, σε κλίμακα 1:12.500 και η συνολική τους επιφάνεια υπολογίστηκε σε 437.500 m<sup>2</sup> περίπου.

Σε αρχικά δείγματα μεγάλου βάρους μεταλλεύματος άμμων από τρεις τέτοιες θέσεις με μέση ακτινοβολία γ 1800c/s SPP2, υπολογίστηκαν περιεκτικότητες TiO<sub>2</sub>:2,5%, Σ.Γ.:8133ppm, Th:1283ppm, U:54ppm και Au:250mg/m<sub>3</sub> (Περγάμαλης κ.άλ.,2000). Οι θέσεις αυτές μπορούν να αποτελέσουν ένα ικανοποιητικό δυναμικό αποθεματικό:

1.  $(27.10^{-6}) \times (262.500 \times 2,5) \text{tn} + (65.10^{-6}) \times (175.000 \times 2,5) \text{tn} @ 92 \text{tn}$  ισοδύναμο UO<sub>2</sub>
2.  $(870.10^{-6}) \times (1.312.500) \text{tn} + (1.283.10^{-6}) \times (875.000) \text{tn} @ 2.264 \text{tn}$  ισοδύναμο ThO<sub>2</sub>
3.  $(1,5.10^{-2}) \times (1.312.500) \text{tn} + (2,5.10^{-2}) \times (875.000) \text{tn} @ 41.563 \text{tn}$  ισοδύναμο TiO<sub>2</sub>

4.  $(4.537 \cdot 10^{-6})x(1.312 \cdot 500)tn + (8.133 \cdot 10^{-6})x(875.000)tn @ 13.071tn$  ισοδύναμο Σ.Γ.

Οι υπολογισμοί αυτοί είναι ενδεικτικοί του δυναμικού αποθεματικού του πολυμεταλλικού μεταλλεύματος της σημερινής και μόνο παράκτιας ζώνης Ν. Περάμου - Λ. Ελευθερών.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι, η μέτρηση της ειδικής ακτινοβολίας  $\gamma$  που είναι απαλλαγμένη από την κοσμική ακτινοβολία, το ραδόνιο και την ακτινοβολία του περιβάλλοντος επιτρέπει τη χαρτογράφηση ραδιενεργά ανωμάτων περιοχών που συνδέονται με φυσικές εκλεκτικές συγκεντρώσεις επουσιωδών ορυκτών. Πρέπει να τονισθεί ότι η μέτρηση της ειδικής ακτινοβολίας υποθαλάσσιων δειγμάτων, πραγματοποιείται σε συνθήκες ρουτίνας, έχει μη καταστροφικό χαρακτήρα και παρουσιάζει μηδαμινή δαπάνη, συγκρινόμενη δε με την ακτινοβολία  $\gamma$  της παράκτιας ζώνης, η οποία οδήγησε στις πολυμεταλλικές συγκεντρώσεις Ti, Σ.Γ., Th, U, και Au, δείχνει ανάγλυφα την ύπαρξη του υποθαλάσσιου μεταλλευτικού ενδιαφέροντος. Στα παραπάνω αν προστεθούν λεπτές ορυκτολογικές διακρίσεις, σε συνδυασμό με ελάχιστα γεωχημικά δεδομένα, γίνεται φανερό ότι, εκτός των άλλων, η ειδική ακτινοβολία  $\gamma$  αποτελεί ένα οικονομικό και πολύτιμο ιχνοθέτη για τον προσδιορισμό εκλεκτικών συγκεντρώσεων επουσιωδών ορυκτών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ, Β. (1991) Η φυσική ραδιενέργεια των θαλασσίων ιζημάτων του πυθμένα της περιοχής Ιερισσού - Καβάλας (Βόρειο Αιγαίο). Μεταπτυχιακό Επαγγελματικό Ενδεικτικό Ωκεανογραφίας σελ. 92. Παν. Αθηνών Αθήνα.
- ΠΕΡΓΑΜΑΛΗΣ, Φ., ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ, Δ.Ε., ΚΟΥΚΟΥΛΗΣ, Α., (2000) Η σημασία εντοπισμού μετάλλων υψηλών τεχνολογικών εφαρμογών στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Πρακτικά Ορυκτού πλούτου, τόμος Α σελ. 97-106.
- PERISSORATIS, C., MOORBY, S.A., ANGELOPOYLOS, I., CRONAN, P.S., PAPAVALASSILOU, C., KONISPOLIATIS, N., SAKELLARIADOU, F., MITROPOYLOS, D., (1988) Mineral Concentrations in the Recent Sediments Off eastern Macedonia Northern Greece: Geological and geochemical considerations Min. Dep. Eur. Com. pp.530-552.