

Δυνατότητες ανάπτυξης στο Βόρειο Έβρο: Πολιτισμός, ορυκτοί πόροι και περιβάλλον



ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΗΜΕΡΙΔΑΣ

της Επιτροπής Οικονομικής Γεωλογίας, Ορυκτολογίας και Γεωχημείας
της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας

Συνδιοργάνωση:
Δήμος Τριγώνου και Νομαρχία Έβρου

Μύλος Πετρωτών
Πετρωτά Τριγώνου Έβρου
4 Αυγούστου 2007

**Δυνατότητες ανάπτυξης
στο Βόρειο Έβρο: Πολιτισμός, ορυκτοί
πόροι και περιβάλλον**

ΠΡΑΚΤΙΚΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΗΜΕΡΙΔΑΣ
ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ,
ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ & ΓΕΩΧΗΜΕΙΑΣ
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ

ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ:
ΔΗΜΟΣ ΤΡΙΓΩΝΟΥ
ΚΑΙ ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΕΒΡΟΥ

Στο πλαίσιο των εκδηλώσεων
ΤΡΙΓΩΝΙΩΤΙΚΟ ΑΝΤΑΜΩΜΑ-
5^η ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ ΑΠΑΝΤΑΧΟΥ ΤΡΙΓΩΝΙΩΤΩΝ

Επιμέλεια πρακτικών:
Μιχάλης Βαβελίδης, Βασίλης Μέλφος & Άγγελος Χοτζίδης

Μύλος Πετρωτών
Πετρωτά Τριγώνου Έβρου
Σάββατο, 4 Αυγούστου 2007



ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΗΜΕΡΙΔΑΣ

- Πρόεδρος:** Μιχάλης Βαβελίδης
Καθηγητής Γεωλογίας, Α.Π.Θ.
- Αντιπρόεδρος:** Ευάγγελος Σωτηρούδης
Αντιδήμαρχος, Δήμος Τριγώνου Έβρου
- Γραμματέας:** Χρυσούλα Ιωανίδου
Πρόεδρος ΔΗΜΕΤΑΤ, Δήμος Τριγώνου Έβρου
- Ταμίας:** Βασίλης Μέλφος
Διδάκτορας Γεωλογίας, Α.Π.Θ.
- Μέλη:** Άγγελος Χοτζίδης
Δημήτρης Κελεμίδης
Ζωή Καραδήμου
Γιάννης Τσομπανίδης

**ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ
ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ,
ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ & ΓΕΩΧΗΜΕΙΑΣ
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ**

Πρόεδρος: Μιχάλης Βαβελίδης
Καθηγητής Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Γραμματέας: Γεώργιος Χριστοφίδης
Καθηγητής Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Ταμίας: Βασίλης Μέλφος
Διδάκτορας Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Μέλη: Μιχάλης Σταματάκης
*Καθηγητής Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο
Αθηνών*

Κασσιανή Παπανικολάου
Διδάκτορας Γεωλογίας, ΙΓΜΕ

ΔΗΜΟΣ ΤΡΙΓΩΝΟΥ
ΔΗΜΑΡΧΟΣ
ΧΑΤΖΗΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΔΗΜΟΤΙΚΟΙ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| 1. Σωτηρούδης Ευάγγελος | Αντιδήμαρχος |
| 2. Τσελεμπής Δημήτριος | Αντιδήμαρχος |
| 3. Νάτσης Μανώλης | Αντιδήμαρχος |
| 4. Κεραμίτσης Ζήσης | Πρόεδρος Δ.Σ. |
| 5. Φραγγούδη Βάγια | Πρόεδρος Κ.Κ.Μ. |
| 6. Ιωαννίδου Χρυσούλα | Πρόεδρος ΔΗΜΕΤΑΤ |
| 7. Μπελτσίδης Πασχάλης | Υπεύθυνος Πολ.Εκδ. |
| 8. Ζηκίδου Αναστασία | Αντιπρόεδρος Κ.Κ.Μ |
| 9. Γροΐδης Δημήτριος | Αντιπρόεδρος ΔΗΜΕΤΑΤ |
| 10. Γραμμενίδης Ιωάννης | Δημοτικός Σύμβουλος |
| 11. Γουτκίδης Πασχάλης | Δημοτικός Σύμβουλος |
| 12. Κρατίδης Δημήτριος | Δημοτικός Σύμβουλος |
| 13. Γραμματικής Γεώργιος | Δημοτικός Σύμβουλος |
| 14. Εχιάδης Δημοσθένης | Δημοτικός Σύμβουλος |
| 15. Ρωσσίδης Δημήτριος | Δημοτικός Σύμβουλος |
| 16. Δολαψής Βασίλειος | Δημοτικός Σύμβουλος |
| 17. Βυζαντζίκης Θεόδωρος | Δημοτικός Σύμβουλος |

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ

**ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΕΒΡΟΥ
ΔΗΜΟΣ ΤΡΙΓΩΝΟΥ**

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΘΡΑΚΗΣ

GEO-VET N. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε.
Polymorphic Power - Ελληνικός Φυσικός Ζεόλιθος

Πούλκος Νικόλαος
Βιοτεχνία κουφομάτων – Συστήματα Αλουμινίου
Ορμένιο – Δίκαια Έβρου

Ευρωθήραμα Α.Ε.
Αγροτουριστικές Επιχειρήσεις

Μακατσώρης Σ. - Χαρισίου Δ. Ο.Ε.
Οικοδομικές επιχειρήσεις

Δημητριάδης Α.Τ.Ε.
Τεχνική εταιρεία

Ιωαννίδης Πέτρος
Μάρμαρα, πλακάκια, τζάκια, είδη υγιεινής

Genesis Consulting
Σύμβουλοι Επιχειρήσεων-Επενδύσεων
Ολοκληρωμένα Συστήματα Διαχείρισης ποιότητας

Δημητριάδης Στέργιος
Χωματοουργικά

Ξενοδοχείο Μορφέας
Μπαρδούκα Ευδοξία

Αγροτουριστικός συνεταιρισμός γυναικών Τριγώνου η «ΓΑΙΑ»

ΕΒΡΙΤΙΚΑ ΚΕΛΛΑΡΙΑ Α.Ε.
Οινοποιία, Μαράσια Έβρου

ΜΟΛΛΟΥΔΗΣ Α.Ε.
Υδραυλικά Είδη, Θεσ/νίκη

**ΠΡΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΕΔΡΟ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ Α.Π.Θ.
ΜΙΧΑΛΗ ΒΑΒΕΛΙΔΗ**

Εκλεκτοί Προσκεκλημένοι,

Ως πρόεδρος της Οργανωτικής Επιτροπής, νιώθω ιδιαίτερη τιμή, χαρά και συγκίνηση που μου δόθηκε η ευκαιρία, μέσα από τη συνεργασία του Δήμου Τριγώνου και του Α.Π.Θ. να οργανώσω μαζί με τους συμπατριώτες μου, την επιστημονική αυτή εκδήλωση, στο πλαίσιο της 5^{ης} συνάντησης των απανταχού Τριγωνιωτών.

Την Ημερίδα αυτή διοργανώνει σήμερα η Επιτροπή Οικονομικής Γεωλογίας, Ορυκτολογίας, και Γεωχημείας της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, σε συνεργασία με το Δήμο Τριγώνου και έχει ως θέμα τις δυνατότητες ανάπτυξης στο Βόρειο Έβρο μέσα από τον πολιτισμό, τον ορυκτό πλούτο και το περιβάλλον.

Η οργάνωση αυτής της ημερίδας έχει τρεις κυρίως στόχους:

Ο πρώτος στόχος είναι να φέρει σε άμεση επικοινωνία Έλληνες επιστήμονες που ασχολούνται με θέματα του πολιτισμού, του ορυκτού πλούτου και του περιβάλλοντος στη Θράκη.

Ο δεύτερος στόχος είναι η κοινωνική επαφή όλων των απανταχού Τριγωνιωτών, που κατά τη διάρκεια των εκδηλώσεων αυτών θα έχουν την ευκαιρία να ακούσουν και να ενημερωθούν από τους προσκεκλημένους επιστήμονες πάνω στα παραπάνω θέματα που αφορούν τον τόπο τους.

Ο τρίτος στόχος είναι να επισημάνει στην Ελληνική πολιτεία τη σημασία της ιστορίας, της πολιτιστικής και πολιτισμικής μας κληρονομιάς καθώς και τις δυνατότητες αξιοποίησης των ορυκτών πόρων και του φυσικού περιβάλλοντος στην ανάπτυξη του Βόρειου Έβρου.

Στην ημερίδα έχουμε την τιμή να φιλοξενούμε σήμερα 10 διακεκριμένους επιστήμονες από το χώρο της Αρχαιολογίας, της Ιστορίας και των Γεωεπιστημών, που θα παρουσιάσουν τα νεότερα δεδομένα των ερευνών τους στο Βόρειο Έβρο. Το ακριτικό αυτό κομμάτι γης αποτέλεσε και αποτελεί σημαντικό μονοπάτι μεταξύ Ευρώπης και Ασίας. Η θέση του αυτή υπήρξε καθοριστική στη μακραίωνη ιστορική διαδρομή του, όπως δηλώνουν τα ιδιαίτερης σημασίας ιστορικά κείμενα, μνημεία και αρχαιολογικά ευρήματα από την αρχαιότητα μέχρι και την περίοδο της οθωμανικής κυριαρχίας.

Η χρηματοδότηση του αρχαιολογικού έργου στο Βόρειο Έβρο πιστεύουμε θα αυξήσει τις γνώσεις μας σχετικά με την ιστορία και θα αποτελέσει μοχλό ανάπτυξης για την περιοχή.

Η εξόρυξη και εκμετάλλευση της πέτρας στο Βόρειο Έβρο αποτέλεσε ένα

ακόμη σημαντικό οικονομικό παράγοντα και συνέβαλε γενικότερα στην οίκηση και την ανάπτυξη της περιοχής. Η πέτρα χρησιμοποιήθηκε ως δομικό υλικό για την κατασκευή σημαντικών μνημείων της ευρύτερης περιοχής καθώς και για την κατασκευή μολόλιθων και άλλων αντικειμένων οικιακής χρήσης μέχρι τα μέσα του 20^{ου} αιώνα.

Η δημιουργία λοιπόν ενός μουσείου σε συνδυασμό με την ανάδειξη χώρων ιδιαίτερου γεωλογικού και φυσικού κάλους μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για μια δυναμική προοπτική εναλλακτικού τουρισμού.

Η Οργανωτική Επιτροπή γνωρίζοντας ακόμη τη σημασία που μπορεί να έχει ο ορυκτός πλούτος και η εκμετάλλευσή του για την οικονομία και ανάπτυξη μιας χώρας, επέλεξε δύο κατηγορίες Βιομηχανικών ορυκτών που μπορούν να τύχουν εκμετάλλευσης στην περιοχή: το ζεόλιθο και τα αδρανή υλικά. Ο φυσικός ζεόλιθος είναι ένα βιομηχανικό ορυκτό με πολύπλευρη χρήση, στη βιομηχανία, στη γεωργία, στην κτηνοτροφία και το περιβάλλον. Τα αδρανή υλικά με τη σειρά τους χρησιμοποιούνται για την παρασκευή σκυροδεμάτων και κονιαμάτων, στην οδοποιία και γενικότερα στις κατασκευές.

Η ορθολογική εξόρυξη και εκμετάλλευση των ορυκτών αυτών πρώτων υλών μπορεί στο πλαίσιο ενός σωστού επενδυτικού προγράμματος να συμβάλει στην οικονομία και στην ανάπτυξη της περιοχής.

Η Θράκη στην πορεία της μακρόχρονης ιστορίας της γνώρισε περιόδους ευημερίας, αλλά και περιόδους επιδρομών, πολέμων και φυσικών καταστροφών, όπως οι σεισμοί. Ένας σημαντικός σεισμός στη Θράκη που προξένησε βλάβες στην Αδριανούπολη και ερήμωσε πολλές πόλεις στην Ανατολική και Βόρεια Θράκη έγινε το 1752. Αν και υπάρχουν ενεργά ρήγματα στη Θράκη και πολλές πόλεις είναι χτισμένες σε χαλαρά ιζήματα, δεν έχουν γίνει σημαντικές μελέτες προς την κατεύθυνση αυτή.

Η επικινδυνότητα μειώνεται και ελαχιστοποιείται όταν η πολιτεία επενδύσει στην έρευνα και την σωστή εφαρμογή του Αντισεισμικού Κανονισμού. Για την ανάπτυξη αυτού του ζωτικής σημασίας θέματος, η Οργανωτική Επιτροπή είχε την τιμή να καλέσει έναν από τους πρωτοπόρους επιστήμονες στον τομέα της σεισμολογίας και της αντισεισμικής προστασίας στη χώρα μας και διεθνώς, τον Ομότιμο καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κ.Βασίλη Παπαζάχο.

Η Οργανωτική Επιτροπή έδωσε ιδιαίτερη σημασία και κατέβαλε μεγάλη προσπάθεια ώστε να εκδοθεί και ο τόμος των πρακτικών με το πλήρες κείμενο των σημερινών εργασιών και προτάσεων. Ο τόμος αυτός θα κυκλοφορήσει σ' όλο τον Ελλαδικό χώρο και τους συμπατριώτες μας στο εξωτερικό.

Θα θέλαμε ακόμη να εκφράσουμε τις ειλικρινείς ευχαριστίες μας σε όλους όσους στήριξαν ηθικά και οικονομικά τη διοργάνωση της ημερίδας.

Αρχίζοντας με τη Νομαρχία Έβρου και το Δήμο Τριγώνου, το Υπουργείο Μακεδονίας-Θράκης, τη Βιοτεχνία κουφωμάτων αλουμινίου Ν. Πούλκος, την

Ευρωθήραμα Α.Ε.-Αγροτουριστικές Επιχειρήσεις, την GEO-VET Αλεξανδρής και Σια ΑΕ, τις Οικοδομικές επιχειρήσεις Μακατσώρης-Χαρισίου Ο.Ε., τα Εβρίτικα Κελάρια, τον Αγροτουριστικό συνεταιρισμός γυναικών Τριγώνου η «ΓΑΙΑ», την εταιρία Μάρμαρα, Πλακάκια, Τζάκια και είδη υγιεινής Πέτρου Ιωαννίδη, την Τεχνική Εταιρεία Δημητριάδης Α.Τ.Ε, την εταιρεία Genesis Consulting, την Δημητριάδης Στ. Χωματουργικά και το Ξενοδοχείο Μορφέας-Μπαρδούκα Ευδοξία.

Επιτρέψτε μου ακόμη να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους πήραν μέρος στη διοργάνωση αυτής της ημερίδας, για τη συλλογική προσπάθεια που καταβλήθηκε κατά το χρονικό διάστημα της προετοιμασίας.

Η Οργανωτική Επιτροπή λοιπόν με αισθήματα εκτίμησης σας υποδέχεται στο Μύλο Πετρωτών και σας ευχαριστεί για τη σημερινή σας παρουσία και σας εύχεται καλή διαμονή στο Δήμο Τριγώνου.

**ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΔΗΜΑΡΧΟ ΤΡΙΓΩΝΟΥ
κ. ΜΑΝΩΛΗ ΧΑΤΖΗΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ**

Κύριε πρόεδρε της Οργανωτικής Επιτροπής, κυρίες και κύριοι σύνεδροι, αγαπητοί συντοπίτες,

Αισθάνομαι ιδιαίτερη χαρά που ο ακριτικός μας Δήμος, στο πλαίσιο της 5ης συνάντησης των Απανταχού Τριγωνιωτών, σε συνεργασία με το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, φιλοξενεί σήμερα στο χώρο του Μύλου των Πετρωτών την Ημερίδα με θέμα: «Δυνατότητες Ανάπτυξης στο Βόρειο Έβρο: Πολιτισμός, Ορυκτός Πλούτος και Περιβάλλον».

Ο Δήμος Τριγώνου αποτελεί ως γνωστόν το τελευταίο κομμάτι της ελληνικής γης στο βορειοανατολικό τμήμα της χώρας μας, στα όρια τριών χωρών ανάμεσα στην Ευρώπη και την Ασία, με πλούσιο πολιτισμό και μακρόχρονη ιστορία.

Από την αρχαιότητα η περιοχή μας αποτέλεσε λόγω της γεωγραφικής της θέσης, σταυροδρόμι του εμπορίου με σημαντικές πλουτοπαραγωγικές πηγές στη γεωργία και την κτηνοτροφία.

Σήμερα η πλειονότητα από τους εναπομείναντες κατοίκους του Δήμου ασχολούνται κυρίως με τη γεωργία χωρίς να υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες επαγγελματικής αποκατάστασης ιδιαίτερα για τους νέους.

Στη σημερινή εποχή η επιστήμη και η τεχνολογία δίνουν τη δυνατότητα στον άνθρωπο να χρησιμοποιεί τους φυσικούς πόρους ορθολογικά και να βελτιώνει τις συνθήκες διαβίωσής του, προστατεύοντας το περιβάλλον και τον ίδιο, ιδιαίτερα από φυσικές καταστροφές.

Η ιστορία της περιοχής, τα αρχαιολογικά ευρήματα, ο ορυκτός πλούτος και το φυσικό περιβάλλον του τόπου μας είναι αναγκαίο να αναδειχθούν και να προβληθούν για την προσέλκυση επισκεπτών από την Ελλάδα αλλά και τις γειτονικές χώρες. Σε συνδυασμό με τα τοπικά παραδοσιακά μας αγροτικά και κτηνοτροφικά προϊόντα μπορούν να αποφέρουν οικονομικά οφέλη στην περιοχή και να αποτελέσουν αφετηρία στην ανάπτυξη του τόπου μας.

Εύχομαι τα αποτελέσματα της σημερινής ημερίδας να συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων και να διευκολύνουν δράσεις προς την ορθολογική διαχείριση των ορυκτών πόρων, του φυσικού περιβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής, την ανάδειξη της ιστορίας μας, των αρχαίων και νεότερων μνημείων, συμβάλλοντας έτσι στην πρόοδο του τόπου και γενικότερα της χώρας μας.

Με τις σκέψεις αυτές σας καλωσορίζω στο δήμο μας και εύχομαι καλή επιτυχία στις εργασίες σας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Αρχαιολογικά ευρήματα στο Βόρειο Έβρο: Δυνατότητες προσφοράς στην οικονομική ανάπτυξη της περιοχής <i>Διαμαντής Τριαντάφυλλος</i>	10
Ιστορική γεωγραφία και οικονομία της Θράκης από την αρχαιότητα έως τους νεότερους χρόνους <i>Βασίλειος Πλατής</i>	25
Τα λατομεία και μνημεία του Βορείου Έβρου: Παράγοντες οικονομικής ανάπτυξης από την αρχαιότητα έως τη σύγχρονη εποχή <i>Μιχάλης Βαβελίδης, Άγγελος Χοτζίδης & Βασίλης Μέλφος</i>	38
Πρόταση για τη δημιουργία ενός Μουσείου Πέτρας και μιας Διαδρομής σε χώρους ιδιαίτερου γεωλογικού κάλλους <i>Μιχάλης Βαβελίδης, Βασίλης Μέλφος & Άγγελος Χοτζίδης</i>	54
Σεισμοί και μέτρα προστασίας <i>Βασίλης Κ. Παπαζάχος</i>	60
Ιστορικοί σεισμοί και ενεργά ρήγματα στη Θράκη <i>Σπύρος Παυλίδης</i>	64
Εκμετάλλευση αποθέσεων άμμου και χαλικιών: Συμβολή τους στην οικονομική ανάπτυξη <i>Ανανίας Τσιραμπίδης</i>	69
Ζεόλιθοι Δήμου Τριγώνου του Νομού Έβρου στη βιομηχανική, αγροτική, κτηνοτροφική και περιβαλλοντική τεχνολογία <i>Ανέστης Φιλιππίδης</i>	89
Εκμετάλλευση βιομηχανικού ορυκτού (ζεόλιθου) στο χωριό Πετρωτά του Δήμου Τριγώνου του Ν. Έβρου από την GEO-VET, Ν. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε. <i>Ιωάννης Βορδογιάννης & Σάββας Φιλιππίδης</i>	108

ΗΜΕΡΙΔΑ

«ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΕΒΡΟ: ΠΙΣΤΥΡΟΣ 2007 ΣΕΛ
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ, ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ» ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007 10-24

ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΕΒΡΟ: ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Διαμαντής Τριαντάφυλλος

Επίτιμος Έφορος Αρχαιοτήτων

Η γεωγραφική θέση του βόρειου Έβρου ανάμεσα στην Ευρώπη και την Ασία, πάνω σε χερσαίους δρόμους που οδηγούσαν από τη δύση στην ανατολή και από το Αιγαίο στον Εύξεινο Πόντο, υπήρξε καθοριστική στη μακραίωνη ιστορική της πορεία (Εικ. 1). Ο ποταμός Έβρος, που ήταν πλωτός από την αρχαιότητα, έπαιξε σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία των κατοίκων και τις εμπορικές τους ανταλλαγές σε όλες τις ιστορικές περιόδους. Υπήρξε νευραλγική αρτηρία για τη μεταφορά προϊόντων και ελληνικών έργων τέχνης από την περιοχή της Αίνου στο Αιγαίο ως την καρδιά της Θράκης, πέρα από τη Φιλιππούπολη, όπου υπήρχαν ελληνικοί εμπορικοί σταθμοί, όπως η Πίστυρος κατά τον 4^ο αι. π.Χ.¹ Από την εποχή της εγκατάστασης των θρακικών φύλων ως τα νεότερα χρόνια γνώρισε μετακινήσεις και συγκρούσεις φυλετικών ομάδων, εγκαταστάσεις αποίκων, επιδρομές κατακτητών, πολέμους, διώξεις, ξεριζωμούς κατοίκων και καταστροφές.

Μάρτυρες της ιστορικής πορείας του βόρειου Έβρου και της αρχαίας Θράκης γενικότερα αποτελούν τα μνημεία, τα ευρήματα και οι αρχαιολογικοί χώροι που είναι εγκατεσπαρμένοι από το Αιγαίο, την Προποντίδα και το Βόσπορο ως τον Δούναβη και από τον Εύξεινο Πόντο ως τη γειτονική Μακεδονία. Τα αρχαία μνημεία στο χώρο της Θράκης έχουν ιδιαίτερη και μοναδική σημασία, γιατί με βάση τις πληροφορίες που παρέχουν συμπληρώνονται τα κενά των γραπτών πηγών, σχετικά με τη ζωή και τον πολιτισμό των κατοίκων, κενά τα οποία είναι πολύ μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα των άλλων περιοχών του ελλαδικού χώρου. Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι η ανασκαφική έρευνα στους αρχαιολογικούς χώρους της Θράκης και η προστασία των μνημείων άρχισε σχεδόν ένα και πλέον αιώνα αργότερα, σε σχέση με τους μεγάλους και γνωστούς χώρους της νότιας

¹ J. Bouzek, M. Domaradzki, Z. H. Archibald (eds), Pistiros 1, Excavations and Studies, Prague 1996. J. Bouzek, L. Domaradzka, Z. H. Archibald (eds), Pistiros 2, Excavations and Studies, Prague 2002. L. Loukopoulou, Sur le statut et l' importance de l' emporion de Pistiros, BCH 123, 1999, 359-371.

Ελλάδας, αφού η ενσωμάτωση της Θράκης στο ελληνικό κράτος έγινε ένα αιώνα μετά την απελευθέρωση των πρώτων ελληνικών εδαφών. Στην περιοχή μάλιστα του βόρειου Έβρου οι πρώτες έρευνες άρχισαν στα μέσα της δεκαετίας του 80 και περιορίστηκαν κυρίως σε σωστικές ανασκαφές ταφικών τύμβων, που είχαν ως στόχο τη διάσωση τάφων και ευρημάτων από τις παράνομες επεμβάσεις κυνηγών θησαυρών και αρχαιοκαπήλων, από τα δημόσια έργα και από τη μηχανική καλλιέργεια των αγρών. Η μοναδική ανασκαφή σε οικισμό των ιστορικών χρόνων άρχισε πριν από τριάντα χρόνια στη ρωμαϊκή Πλωτινόπολη, πάνω στο δίδυμο με το Διδυμότειχο λόφο της Αγίας Πέτρας και συνεχίζεται με περιορισμένες πάντα πιστώσεις τα τελευταία χρόνια².

Πριν σας παρουσιάσω μερικά από τα μνημεία και ευρήματα των ανασκαφών του βόρειου Έβρου, τονίζοντας παράλληλα τη σημασία που έχουν για την ανάπτυξη της περιοχής, είναι σκόπιμο να αναφερθώ σε ένα σύντομο, σχεδόν τηλεγραφικό, ιστορικό διάγραμμα, που θα αποτελέσει το χρονολογικό πλαίσιο, μέσα στο οποίο θα τοποθετηθούν τα δημιουργήματα των διαφόρων εποχών.

Στην παλαιολιθική εποχή (40000-7000 π.Χ.) οι κάτοικοι της περιοχής ήταν νομάδες και εξασφάλιζαν την τροφή τους με το κυνήγι, το ψάρεμα και τη συλλογή καρπών. Στη νεολιθική περίοδο (6000-3000 π.Χ.) ο άνθρωπος άρχισε να κατοικεί σε μόνιμους οικισμούς, να καλλιεργεί τη γη και να παράγει την τροφή του, ενώ συγχρόνως άρχισε να αναπτύσσει την κοινωνική ζωή. Οικισμοί αυτής της περιόδου έχουν εντοπιστεί κοντά στα χωριά Παλιούρι, Σπήλαιο, Λάδη, Βρύση, Δίκαια και Πτελέα. Στο τέλος της εποχής του χαλκού και στην αρχή της πρώιμης εποχής του σιδήρου (11^{ος} αι. π.Χ.) σε όλο το χώρο της νοτιοανατολικής χερσονήσου του Αίμου εγκαταστάθηκαν τα θρακικά φύλα, τα οποία την εποχή του Ηροδότου θα γίνουν γνωστά με συγκεκριμένα ονόματα, όπως οι Βίστονες και οι Κίκονες μεταξύ Νέστου και Έβρου και οι Οδρύσες που κατοικούσαν στην περιοχή μας. Οικισμοί, οχυρωματικοί περίβολοι, νεκροταφεία, λαξευτοί τάφοι και υπαίθρια ιερά με λαξευμένες κόγχες, κοιλότητες, βραχογραφίες και βωμούς στα βουνά της Ροδόπης και του Ισμάρου μαρτυρούν το επίπεδο του πολιτισμού των Θρακών αυτής της εποχής. Κατάλοιπα οικισμών αυτής της περιόδου έχουν εντοπιστεί με τις ανασκαφές και τις επιφανειακές έρευνες σε ταφικούς τύμβους και σε άλλες θέσεις, όπως στα Πετρωτά, Μαράσια, Πλάτη, Ρίζια, Σπήλαιο, Σαύρα, Διδυμότειχο και Ρήγιο.

Το 7^ο αι. π.Χ. άρχισε η ίδρυση των ελληνικών αποικιών στα παράλια της Θράκης από Έλληνες των νησιών του ανατολικού Αιγαίου και των παραλίων της Μικράς Ασίας³. Οι άποικοι εγκατέλειπαν τις εστίες τους για να γλυτώσουν από την περσική δουλεία ή αναζητούσαν μια νέα πατρίδα με στόχο τη συσσώρευση πλούτου από την εκμετάλλευση των πλουτοπαραγωγικών πηγών και την ανάπτυξη

² G. Bakalakis-D. Triandaphyllos, Excavations at Plotinopolis 1977, *Balkan Studies* 19, 1974, 239-247.

³ B. Isaac, *The Greek Settlements in Thrace until the Macedonian Conquest*, Leiden 1986.

του εμπορίου και της ναυτιλίας. Οι περισσότερες αποικίες εξελίχθηκαν σε ισχυρές πόλεις-κράτη που είχαν υπό τον έλεγχό τους μεγάλα τμήματα της ενδοχώρας και έπαιζαν πάντοτε σημαντικό ρόλο ανάμεσα στις εκάστοτε μεγάλες δυνάμεις, όπως η Αθήνα, το βασίλειο των Οδρυσών, το βασίλειο των Μακεδόνων και η ρωμαϊκή αυτοκρατορία. Όλες εκτός από εμπορικά κέντρα, έγιναν εστίες διαρκούς ακτινοβολίας και διάδοσης του ελληνικού πολιτισμού προς τα θρακικά φύλα του εσωτερικού.

Μετά τους περσικούς πολέμους ιδρύθηκε από τον Τήρη (480-460 π.Χ.) το ισχυρό βασίλειο των Οδρυσών, στο οποίο υπαγόταν η περιοχή μας⁴. Οι βασιλείς των Θρακών ανέπτυξαν εμπορικές και διπλωματικές σχέσεις με τις ελληνικές πόλεις και ευνόησαν με κάθε τρόπο τον εκπολιτισμό και εξελληνισμό των υπηκόων τους. Η ελληνική θρησκεία, η ελληνική γλώσσα, οι ελληνικοί θεσμοί και τα δημιουργήματα της ελληνικής τέχνης γνώρισαν μεγάλη διάδοση στο βασίλειο των Οδρυσών. Η Σευθούπολη, πρωτεύουσα του οδρυσικού κράτους τις τελευταίες δεκαετίες του 4^{ου} αι. και τις πρώτες του 3^{ου} αι. π.Χ. δεν διέφερε σε τίποτε από μια τυπική ελληνική πόλη.

Ο βασιλιάς της Μακεδονίας Φίλιππος, ενόψει της εκστρατείας εναντίον των Περσών, έπρεπε να υποτάξει τους ανυπότακτους Θράκες για να εξασφαλίσει την ασφάλεια του κράτους του. Με αλλεπάλληλες εκστρατείες στη Θράκη κατέλαβε τις ελληνικές πόλεις των παραλίων και διέλυσε το ισχυρό κράτος των Οδρυσών. Ίδρυσε φρούρια σε στρατηγικές θέσεις για τον έλεγχο δρόμων και διαβάσεων, αλλά και πόλεις, οι οποίες εποίκιστηκαν από Μακεδόνες και άλλους Έλληνες των πόλεων της Μακεδονίας και της Θράκης. Στα χρόνια των Διαδόχων του Μεγάλου Αλεξάνδρου, στη Θράκη δημιουργήθηκε το βασίλειο του Λυσιμάχου (323-281 π.Χ.)

Η ήττα του Περσέα από τους Ρωμαίους (168 π.Χ.) έφερε τη ρωμαϊκή επικυριαρχία στη Θράκη, η οποία ενσωματώθηκε στην πρώτη μερίδα με πρωτεύουσα την Αμφίπολη. Οι συχνές επεμβάσεις των Ρωμαίων οδήγησαν στην κατάλυση του θρακικού κράτους και την ανακήρυξη της Θράκης ως ρωμαϊκής επαρχίας το 46 μ.Χ. Ακολούθησε στα χρόνια του Τραϊανού και Αδριανού η ίδρυση των μεγάλων αστικών κέντρων, της Τραϊανούπολης, της Πλωτινόπολης και της Αδριανούπολης. Η Εγνατία οδός και οι άλλοι δρόμοι προς το εσωτερικό της Θράκης συνέβαλαν στην ταχύτερη μετακίνηση ατόμων και αγαθών, με αποτέλεσμα την οικονομική και πολιτιστική πρόοδο. Σε μια μακρά περίοδο ειρήνης και ανάπτυξης διαδόθηκε παντού η ελληνική γλώσσα και όχι η λατινική, όπως θα ήταν φυσικό για μια ρωμαϊκή επαρχία. Επικράτησαν παράλληλα οι θεσμοί των ελληνικών πόλεων και γενικά η ελληνική παιδεία, η τέχνη και ο ελληνικός πολιτισμός.

Με τα σημερινά δεδομένα της αρχαιολογικής έρευνας θα μπορούσαν να αναδειχθούν και να προβληθούν ορισμένα από τα αρχαία μνημεία της περιοχής, τα οποία σε συνδυασμό με τα μνημεία των βυζαντινών και μεταβυζαντινών χρόνων,

⁴ Z. H. Archibald, *The Odrisian Kingdom of Thrace*, Oxford 1998.

αλλά και με τις φυσικές ομορφιές του τόπου, θα αποτελούσαν σταθμούς ενός πολιτιστικού δικτύου διαδρομών, ώστε οι επισκέπτες να παραμένουν στην περιοχή τουλάχιστον 4-5 μέρες. Θα σας παρουσιάσω σύντομα ορισμένα μνημεία που με μικρές ή μεγαλύτερες επεμβάσεις μπορούν να δεχτούν επισκέπτες.

Στην **Πλωτινόπολη** του Διδυμοτείχου έχει αποκαλυφθεί κτιριακό συγκρότημα λουτρού με εντυπωσιακά ψηφιδωτά δάπεδα, στα οποία εικονίζονται παραστάσεις, όπως η Λήδα με τον Κύκνο, οι δώδεκα άθλοι του Ηρακλή και άλλα διακοσμητικά σχέδια⁵ (Εικ. 2). Δίπλα ακριβώς βρίσκεται ένα μοναδικό στον ελλαδικό χώρο υδραγωγείο με πηγάδι, χτισμένο με μεγάλους γωνιόλιθους και στεγασμένο θάλαμο για την άντληση του νερού. Τα μνημεία αυτά χρονολογούνται στο 2^ο αι. μ.Χ. Για να παραμείνουν ακάλυπτα και να είναι προσιτά στους επισκέπτες πρέπει να συντηρηθούν, να στερεωθούν και να προστατευτούν με μόνιμο ειδικό στέγαστρο.

Στο **Διδυμότειχο**, όπως έχει ήδη ανακοινωθεί επισήμως από το Υπουργείο Πολιτισμού, πρόκειται να ιδρυθεί αρχαιολογικό Μουσείο. Το έργο της κατασκευής του κτιρίου αναμένεται να χρηματοδοτηθεί από το Δ΄ ΚΠΣ. Το Μουσείο θα είναι βασικά Βυζαντινό, θα έχει όμως συγχρόνως διαχρονικό χαρακτήρα, ώστε να εκτεθούν και ευρήματα άλλων ιστορικών περιόδων και ειδικότερα αυτά που προέρχονται από τις ανασκαφές σε ταφικούς τύμβους της περιοχής του βόρειου Έβρου.

Στο **Ρήγιο** έχουν αποκαλυφθεί σε δυο τύμβους κτιστοί κιβωτιόσχημοι τάφοι, συλημένοι και κατεστραμμένοι, οι οποίοι χρονολογούνται στον 4^ο αι. π.Χ.⁶ Ο τάφος του πρώτου τύμβου είναι κατασκευασμένος με πλάκες μαλακού ασβεστόλιθου, που είναι τοποθετημένες σε δυο οριζόντιες σειρές (Εικ. 3). Στην ανατολική πλευρά υπάρχει η είσοδος του τάφου με κατώφλι, παραστάδες και υπέρθυρο. Το άνοιγμα έκλεινε με ειδική λαξευμένη πέτρα. Ο τάφος σκεπαζόταν αρχικά με οριζόντιες πλάκες. Μπροστά στην είσοδο δυο μικροί τοίχοι σχηματίζουν διάδρομο, μια μικρογραφία του γνωστού «δρόμου» των μακεδονικών τάφων. Γύρω από τον τάφο είχαν συσσωρευτεί πέτρες και χώματα που αποτέλεσαν τον πυρήνα του τύμβου. Ο τάφος του δεύτερου τύμβου είναι όμοιος, αλλά η κατασκευή του είναι πιο επιμελημένη (Εικ. 4). Μπροστά από τον θάλαμο διαμορφώνεται ένα είδος δρόμου και προθαλάμου. Ο θάλαμος σκεπαζόταν με μεγάλες ορθογώνιες πλάκες. Τα τοιχώματά του έχουν κατασκευαστεί με καλά επεξεργασμένους γωνιόλιθους, ενώ το δάπεδό του είναι στρωμένο με πλάκες. Στην είσοδο υπάρχει κατώφλι, παραστάδες και υπέρθυρο. Οι δυο τάφοι προστατεύονται

⁵ Ε. Σκαρλατιδου, Ανασκαφή Πλωτινόπολης 1983, ΑΑΑ 16, 1983, 42-50 και Ανασκαφές στην αρχαία Πλωτινόπολη, Πρακτικά Συμποσίου Η ιστορική, αρχαιολογική και λαογραφική έρευνα για την Θράκη (Ξάνθη-Κομοτηνή-Αλεξανδρούπολη 5-9 Δεκεμβρίου 1985), Θεσσαλονίκη 1988, 109-126.

Μ. Κουτσουμανής, Η αρχαιολογική έρευνα στην Πλωτινόπολη Διδυμοτείχου, ΑΕΜΘ 15, 2001, 19-31.

⁶ ΑΔ 50, 1995, Β2, 662-663. Δ. Τριαντάφυλλος-Δ. Τερζοπούλου, Ανασκαφή ταφικών τύμβων στο Ρήγιο Διδυμοτείχου, ΑΕΜΘ 9, 1995, 473-482.

σήμερα με μεταλλικό στέγαστρο, ενώ οι χώροι των τύμβων έχουν περιφραχθεί με σιδερένιους πασσάλους και δικτυωτό συρματόπλεγμα. Η είσοδος είναι ελεύθερη για τους ενδιαφερόμενους, πρέπει όμως να τοποθετηθούν πινακίδες με σχέδια, φωτογραφίες και μικρά κείμενα για να ενημερώνονται οι επισκέπτες.

Ο μεγάλος κτιστός τάφος κοντά στο χωριό Δάφνη, είχε βρεθεί συλημένος και έγινε γνωστός ως τάφος του **Ελαφοχωρίου** από τον αείμνηστο Καθηγητή και εξερευνητή της Θράκης Γεώργιο Μπακαλάκη⁷ (Εικ. 5). Ο τύμβος στον οποίο βρίσκεται είναι κατασκευασμένος με αμμογάλλικο. Είναι κτισμένος με γωνιόλιθους από μαλακό παρόλιθο της περιοχής των Μεταξάδων. Έχει μικρό δρόμο, τραπεζιόσχημο προθάλαμο και ορθογώνιο θάλαμο. Ο δρόμος και ο προθάλαμος καλύπτονται με οροφή σχήματος κόλουρης πυραμίδας και ο θάλαμος με ημικυλινδρική καμάρα. Στη βόρεια πλευρά του θαλάμου υπάρχει νεκρική κλίνη απλής μορφής, ενώ στο δάπεδο κιβωτιόσχημος τάφος, σήμερα ανοικτός. Πρόκειται για ένα τάφο μακεδονικού τύπου με τοπικές ιδιαιτερότητες στην αρχιτεκτονική του μορφή. Έχει χρονολογηθεί, με βάση τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία, στο δεύτερο μισό του 4^{ου} αι. π.Χ. Παλαιότερα έγιναν εργασίες για τη στεγανοποίηση του τάφου. Έγινε επίσης περίφραξη του χώρου και τοποθετήθηκε πρόχειρη ξύλινη βάση στο άνοιγμα του δαπέδου. Η επίσκεψη του τάφου είναι ελεύθερη. Πρέπει όμως να γίνει νέα περίφραξη, να διαμορφωθεί η πρόσβαση στο μνημείο, να ελεγχθεί η στατική επάρκεια, να γίνουν εργασίες στερέωσης και συντήρησης, να αποκατασταθεί το δάπεδο του θαλάμου και να τοποθετηθεί πινακίδα με εποπτικό υλικό για την ενημέρωση των επισκεπτών.

Ο τύμβος της **Μικρής Δοξιπάρας-Ζώνης** έγινε γνωστός στην Ελλάδα και το εξωτερικό για τα σημαντικά του ευρήματα, με δημοσιεύματα του τύπου, με εκπομπές στην τηλεόραση, με ομιλίες και διαλέξεις, με ανακοινώσεις σε συνέδρια, με ιστοσελίδα στο διαδίκτυο⁸. Οι ανασκαφές έφεραν στο φως τέσσερις καύσεις νεκρών με πλούσια κτερίσματα (Εικ. 6), πέντε άμαξες μαζί με τα δέκα άλογά τους (Εικ. 7), δυο ταφές πέντε βοηθητικών αλόγων (Εικ. 8), δυο επιτάφιοι βωμοί και πολλά σημεία με πυρές και εναγισμούς, δηλαδή θυσίες και προσφορές προς τους νεκρούς. Οι νεκροί ήταν μέλη μιας πλούσιας οικογένειας γαιοκτημόνων και ενταφιάστηκαν σταδιακά από το τέλος του 1^{ου} ως τις πρώτες δεκαετίες του 2^{ου} αι. μ.Χ. Λόγω της μοναδικότητας των ευρημάτων, της ιστορικής και διεπιστημονικής

⁷ Γ. Μπακαλάκης, Αρχαιολογικές έρευνες στη Θράκη 1959-1960, Θεσσαλονίκη 1961, 26-27. ΑΔ 31, 1976, Β2, 315-316.

⁸ Δ. Τριαντάφυλλος-Δ. Τερζοπούλου, Άμαξες και καύσεις νεκρών στον τύμβο της Μικρής Δοξιπάρας-Ζώνης του Δήμου Κυπρίνου, ΑΕΜΘ 17, 2003, 1-12. D. Triantaphyllos-D. Terzopoulou, Le tumulus funéraire de Mikri Doxipara-Zoni à Kyprinos (Thrace, Grèce) in Armelle Gardeisen (ed.) Les équidés dans le monde méditerranéen antique, Actes du colloque organize par l'École française d'Athènes, le Centre Camille Jullian, et l'UMR 5140 du CNRS (Athènes 26-28 Novembre 2003), Lattes, 11-27. D. Triantaphyllos-D. Terzopoulou, Wagons and horse burials in the Roman Age tumuli in Greek Thrace, Eirene XLII, 2006, 167-182.

τους σημασίας, αλλά και της συμβολής τους στην ανάπτυξη της περιοχής, αποφασίστηκε η κατασκευή εκθεσιακού μουσειακού χώρου και η ανακατασκευή του τύμβου με στόχο την προστασία και την ανάδειξη των ευρημάτων. Η συντήρηση του πλήθους των ευρημάτων, κυρίως μεταλλικών, γίνεται σε ειδικό εργαστήριο που οργανώθηκε και εξοπλίστηκε στο χώρο του τύμβου. Έγινε επίσης τρισδιάστατη σάρωση με ειδικό μηχάνημα και άρχισε η κατασκευή των αντιγράφων που θα τοποθετηθούν στο έδαφος στη θέση των πρωτοτύπων για να μη χαθεί η ανασκαφική εικόνα που εντυπωσιάζει τους επισκέπτες. Τα πρωτότυπα αντικείμενα, μετά τον καθαρισμό και τη συντήρησή τους, θα εκτίθενται δίπλα στα αντίγραφα. Θα γίνουν επίσης ανασυνθέσεις αμαζών, θα τοποθετηθούν δηλαδή όλα τα πρωτότυπα μεταλλικά εξαρτήματα πάνω σε σκελετούς από σύγχρονο υλικό, ώστε ο επισκέπτης να βλέπει πως ήταν οι αρχαίες άμαξες όρθιες πριν ενταφιαστούν. Πιστεύουμε ότι ο τύμβος της Μικρής Δοξιάρας-Ζώνης μπορεί να προσφέρει πολλά στην ανάπτυξη της περιοχής. Ήδη οι επισκέπτες από την αρχή της ανασκαφής, μαζί με τους μαθητές των σχολείων, είναι μέχρι σήμερα που είμαστε ακόμα εργοτάξιο, πάρα πολλοί. Έχουν ξεπεράσει τις 13.000. Μόνο τον Απρίλιο και τον Μάιο είχαμε 3.500 επισκέπτες. Είναι ανάγκη επομένως η πολιτεία να ενισχύσει άμεσα την προσπάθειά μας, ώστε με γρήγορους ρυθμούς να ολοκληρώσουμε το έργο της ανάδειξης των ευρημάτων. Η μεγάλη προσέλευση των επισκεπτών και το έντονο ενδιαφέρον που όλοι δείχνουν για τα ευρήματα αποτελεί ζωντανό παράδειγμα για τη δύναμη που έχουν τα μνημεία να συμβάλουν στην εκπαίδευση μαθητών και ενηλίκων, αλλά και στην οικονομική ανάπτυξη του τόπου, αρκεί να υπάρξει ενδιαφέρον για την προστασία και ανάδειξή τους.

Για να γίνουν γνωστά και να προβληθούν τα ευρήματα από τις ανασκαφές ταφικών τύμβων του βόρειου Έβρου αποφασίστηκε πριν από αρκετά χρόνια η δημιουργία μιας **εκπαιδευτικής αρχαιολογικής Έκθεσης** στο υπόγειο του Αναψυκτηρίου του Σπηλαίου. Η Έκθεση αυτή αν και είχε φτάσει στο τελικό στάδιο προετοιμασίας, δεν έχει ακόμα ολοκληρωθεί. Η είσοδος νερών και η διάχυτη υγρασία στο χώρο κατέστρεψε τα δάπεδα και τα επιχρίσματα των τοίχων. Η παλιά Δημοτική αρχή στεγανοποίησε εξωτερικά το χώρο. Η νέα Δημοτική αρχή έχει αναλάβει τη δέσμευση να συμβάλει οικονομικά στον ευπρεπισμό και τον εξαιρισμό του υπόγειου χώρου. Στην έκθεση αυτή θα εκτεθούν εκμαγεία αρχαίων αντικειμένων, όπως αγγεία από τον τάφο του Άρζου⁹ (Εικ. 9), το ανάγλυφο των Κομάρων (Εικ. 10), και το άγαλμα της Δόξας (Εικ. 11), το κεφάλι του Ιανού (Εικ. 12) και το ψηφιδωτό της Λήδας με τον Κύκνο από την Πλωτινόπολη κά., χάρτες, κείμενα, φωτογραφίες και σχέδια των ανασκαφών και των ευρημάτων, αλλά και μακέτες των τάφων Ελαφοχωρίου και Ρηγίου. Τα ευρήματα προέρχονται από έρευνες και ανασκαφές σε ταφικούς τύμβους προϊστορικών και κλασικών χρόνων, αλλά κυρίως της ρωμαϊκής περιόδου που έγιναν στην Ορεστιάδα¹⁰, Δίκαια¹¹(Εικ.

⁹ ΑΔ 30, 1975, Β2, 302-303.

¹⁰ ΑΔ 29, 1973-74, Β3, 823.

¹¹ ΑΔ 46, 1991, 336.

13), Ρίζια¹², Καναδάς, Πεντάλοφος¹³(Εικ. 14), Αμπελάκια¹⁴, Παταγή¹⁵, Λεπτή¹⁶, Ρήγιο¹⁷, Κυανή¹⁸, Σπήλαιο¹⁹ (Εικ. 15), Λάδη²⁰ και Μικρή Δοξιπάρα-Ζώνη. Η έκθεση αυτή θα έχει έντονο εκπαιδευτικό χαρακτήρα και θα βοηθήσει πολύ τους μαθητές των Σχολείων της περιοχής να γνωρίσουν με επισκέψεις και εκπαιδευτικά μαθήματα τα μνημεία και την ιστορία του τόπου που ζουν.

Σημαντικός χώρος και μνημείο είναι στην περιοχή του Δήμου Τριγώνου ο μεγάλος **τύμβος Ελιάς-Σπηλαιίου**. Πρόκειται για τύμβο των ιστορικών χρόνων που έχει κατασκευαστεί στη θέση ενός προϋπάρχοντος προϊστορικού οικισμού με διάρκεια ζωής από τη νεολιθική εποχή ως την πρώιμη εποχής σιδήρου. Από το χώρο αυτό προέρχονται λίθινα εργαλεία, πήλινα υφαντικά βάρη, πήλινα ειδώλια ανθρώπων και ζώων (Εικ. 16) και πολλά θραύσματα χειροποίητων αγγείων με εγχάρκτη, εμπίεστη και πλαστική διακόσμηση²¹ (Εικ. 17). Ο τύμβος δεν είναι γνωστό τι είδος τάφου καλύπτει. Μια διασκόπηση με γεωραντάρ έδειξε παράλληλες και κάθετες γραμμές που θα μπορούσαν να ανήκουν πιθανότατα σε τοίχους κτιστού τάφου. Το μυστικό του τύμβου μόνο με τη διενέργεια ανασκαφής θα αποκαλυφθεί. Για να αρχίσει βέβαια η έρευνα του τύμβου και του οικισμού χρειάζονται πιστώσεις και προσωπικό. Αξίζει όμως πολιτεία και Δήμος μαζί να επενδύσουν στην έρευνα αυτή, γιατί τα ευρήματα αναμένεται να είναι σημαντικά και θα υπάρξει ανταπόδοση στον επιστημονικό, τουριστικό και οικονομικό τομέα.

Όλοι οι χώροι και μνημεία που προαναφέρθηκαν, μαζί με άλλα βυζαντινά και μεταβυζαντινά μνημεία, όπως το φρούριο και οι ναοί του Διδυμοτείχου, οι πύργοι του Πυθίου, οι ναοί του Αλεποχωρίου, των Μεταξάδων, της Παταγής, τα κατά τόπους Λαογραφικά Μουσεία κά. μαζί με τα τοπία φυσικού κάλλους, όπως είναι η περιοχή των Μαρασιών, κοντά στη συμβολή του Άρδα με τον Έβρο, όλα μαζί θα αποτελέσουν κόμβους, όπως προανέφερα, ενός πολιτιστικού δικτύου που θα

¹² Δ. Τριαντάφυλλος, Ανασκαφή στα Ρίζια Έβρου, ΠΑΕ 1984 Α', 95-106. ΑΕΜΘ 1, 1987, 487-495. ΑΔ 46, 1991, 337-338.

¹³ Δ. Τριαντάφυλλος, Σωστικές και δοκιμαστικές ανασκαφές 1993. Στρώμη, Πεντάλοφος, Κομνηνά, ΑΕΜΘ 7, 1993, 605-606.

¹⁴ ΑΔ 49, 1994, Β2, 620-621. Δ. Τριαντάφυλλος, Ανασκαφή ταφικών τύμβων στην περιοχή Ορεστιάδας, ΑΕΜΘ 8, 1994, 349-353.

¹⁵ ΑΔ 49, 1994, Β2, 621. ΑΕΜΘ 8, 1994, 353-354.

¹⁶ ΑΔ 33, 1978, Β2, 303.

¹⁷ Δ. Τριαντάφυλλος-Δ. Τερζοπούλου, Ανασκαφή ταφικών τύμβων στο Ρήγιο Διδυμοτείχου, ΑΕΜΘ 9, 473-476.

¹⁸ ΑΔ 52, 1997, Β3, 873-874.

¹⁹ Δ. Τριαντάφυλλος, Ένας διαχρονικός τύμβος στο Σπήλαιο Έβρου, ΑΕΜΘ 11, 1997, 625-632.

²⁰ Δ. Τριαντάφυλλος, Λάδη Διδυμοτείχου. Τύμβος αυτοκρατορικών χρόνων σε θέση νεολιθικού οικισμού, ΑΕΜΘ 14, 2000, 1-7. Δ. Τερζοπούλου, Ταφικός τύμβος στη Λάδη Διδυμοτείχου, ΑΕΜΘ 12, 1998, 19-29. ΑΔ 52, 1997, 875.

²¹ Τα ευρήματα αυτά έχει περισυλλέξει κατά καιρούς ο Γραμματέας άλλοτε της Κοινότητας Σπηλαιίου και τώρα του Δήμου Τριγώνου Δημήτρης Θεοχαρίδης.

προσελκύει επισκέπτες και θα τους δημιουργεί την επιθυμία να παραμείνουν και να γνωρίσουν την ιστορία, τα μνημεία και το φυσικό περιβάλλον του βόρειου Έβρου. Στο ίδιο δίκτυο θα μπορούσαν να ενταχθούν και ορισμένα παλιά νεκροταφεία του βόρειου Έβρου με επιτύμβιες στήλες και πλάκες του 17^{ου}-19^{ου} αιώνα που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ιστορικό, θρησκευτικό και λαογραφικό ενδιαφέρον²². Το δίκτυο αυτό μπορεί να συνδεθεί μάλιστα με αρχαιολογικούς χώρους και μνημεία των γειτονικών χωρών. Τέτοια μνημεία είναι στη Βουλγαρία η ρωμαϊκή αγροικία στη θέση Αλμύρα²³ και το φρούριο Λιούτιτσα του Ιβαήλοβγκραντ, ο τύμβος στο χωριό Σβιράκι, το φρούριο στο χωριό Σλάβεβο, ο τάφος του Μεζέκ²⁴ και το γειτονικό του φρούριο. Τους χώρους αυτούς θα τους επισκέπτεται κανείς ευκολότερα, όταν κατασκευαστεί ο δρόμος που θα συνδέσει τον Κυπρίνο με το Ιβαήλοβγκραντ. Στην Τουρκία είναι το Αρχαιολογικό Μουσείο της Αδριανούπολης, τα μεγαλιθικά μνημεία στο Λαλάπασα²⁵ και άλλα μνημεία στην περιοχή της.

Τα αρχαία μνημεία διαθέτουν μια λανθάνουσα δύναμη, με την οποία μεταδίδουν στον επισκέπτη, που θα τα πλησιάσει με προσοχή και ενδιαφέρον, ήθος, αυτογνωσία, αίσθηση του μέτρου, αισθητική και παιδεία. Του προσφέρουν επίσης γνώσεις για την καθημερινή ζωή και τον πολιτισμό των ανθρώπων, που έζησαν στον ίδιο χώρο πολύ πριν από μας. Μέσα από τα μνημεία η ιστορία ενός τόπου αναδύεται πιο ζωντανή και αντικειμενική, χωρίς την αλλοίωση του ιστορικού υλικού που επιφέρει τις περισσότερες φορές η προσωπική και υποκειμενική επεξεργασία των ιστορικών. Για τους λόγους αυτούς έχει μεγάλο χρέος κάθε πολιτεία και περισσότερο από κάθε άλλη η ελληνική, που είναι κληρονόμος μοναδικής πολιτιστικής κληρονομιάς, να φροντίζει χωρίς να φειδεται χρημάτων για την αποκάλυψη των μνημείων, τη μελέτη και την ανάδειξή τους και κυρίως για την προστασία τους από τη φθορά του χρόνου και από κάθε άλλο κίνδυνο που τα απειλεί. Η φροντίδα αυτή για τα μνημεία δεν μένει χωρίς ανταπόδοση. Τα μνημεία ανταποδίδουν και προσφέρουν πολλά στην περιοχή και στη χώρα, στην οποία βρίσκονται. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα αρχαιολογικών χώρων και μνημείων στην Ελλάδα, τα οποία αποτέλεσαν τον μοναδικό μοχλό ανάπτυξης μιας συγκεκριμένης περιοχής. Το ίδιο μπορεί να συμβεί και στη Θράκη. Τα αρχαιολογικά έργα (ανασκαφές, συντηρήσεις, αναστηλώσεις, διαμορφώσεις και αναδείξεις) διαρκούν πολύ περισσότερο σε σχέση με άλλα και δεν αποδίδουν άμεσα. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο έπονται σε χρηματοδοτήσεις όλων των άλλων δημόσιων έργων. Η πολιτεία όμως έχει το υπέρτατο χρέος να μεριμνά

²² Δ. Τριαντάφυλλος, *Επιτύμβια επιγράμματα νεωτέρων χρόνων από το χώρο της Θράκης*, Θρακική Επετηρίδα 1981, 341-387.

²³ J. Mladenova, *The Ancient Villa «Armira» near Ivailovgrad, Sofia 1991*. G. Kabakčieva, *Neue untersuchungen an der römischen villa «Armira» in der provinz Thrakien*, *Balacai Közlemények III*, 1994, 344-358.

²⁴ B. Filov, *Kupolnite grobnici pri Mezek*, *BIAB XI*, 1937, 1-107.

²⁵ S. A. Kansu, *Edirne’ de bulunan Dolmenler ve Dikilitaslar Hakkında Yeni Gözlemler*, *Bulleten 28*, 1969, 577-579. B. Erdoglu, R. Erdoglu, I. Chapman, *Kirikköy-The Largest Megalithic Complex in Turkish Thrace*, *Antaeus 25*, 2002, 547-569.

για τα μνημεία και μαζί για το φυσικό και ιστορικό τους περιβάλλον, ώστε να τα παραδώσει αλώβητα στις επερχόμενες γενιές. Αυτό επιτάσσουν άλλωστε και οι σχετικές διατάξεις του Συντάγματος.

Οι αρχαιολογικοί χώροι της Θράκης χρειάζονται κατά κύριο λόγο ανασκαφές, για να αποκαλυφθούν σε ικανοποιητική έκταση τα κατάλοιπα οικισμών και πόλεων. Οι ανασκαφές θα αυξήσουν τις γνώσεις μας σχετικά με την ιστορία της Θράκης, ενώ παράλληλα θα δημιουργήσουν επισκέψιμους χώρους, οι οποίοι θα συμβάλουν στην τουριστική ανάπτυξη της περιοχής. Πρόκειται βέβαια για έργο, το οποίο δεν ολοκληρώνεται εύκολα ούτε σύντομα, γι' αυτό και δεν θεωρείται άμεσα παραγωγικό. Σε άλλους μεγάλους χώρους της Ελλάδος (Δελφοί, Ολυμπία, Μυκίνες, Δήλος, Κνωσός και άλλοι), οι ανασκαφές άρχισαν από το 19^ο αιώνα και ολοκληρώθηκαν μετά από πολλά χρόνια, σήμερα όμως υποδέχονται χιλιάδες επισκέπτες.

Θα ολοκληρώσω την ανακοίνωση αυτή με την παρουσίαση ενός χάλκινου νομίσματος της Αδριανούπολης, της εποχής του Μάρκου Αυρηλίου (161-180 μ.Χ.) που βρέθηκε σε λάκκο καύσης, στον τύμβο των Ριζιών (Εικ. 18). Στην πίσω πλευρά του νομίσματος εικονίζονται τρεις γεροντικές μορφές που συμβολίζουν τα τρία ποτάμια της Θράκης, τον Έβρο, τον Άρδα και τον Τόνζο (Τούντζα). Κάτω από τις μορφές ένα ιστιοφόρο πλέει στα νερά του ποταμού. Η παράσταση αυτή αποτελεί μια επί πλέον μαρτυρία, πέρα από τις γραπτές πηγές, ότι ο Έβρος ήταν από την αρχαιότητα ως τα χρόνια της οθωμανικής αυτοκρατορίας πλωτός. Θα μπορούσε σήμερα να ξαναγίνει πλωτός; Είναι μια σκέψη που την έχω αναφέρει κι άλλες φορές και πρόσφατα σε συζήτηση με τον Δήμαρχο Τριγώνου. Δεν είμαι ειδικός και δεν μπορώ να εκτιμήσω πόσο δύσκολο είναι ένα τέτοιο εγχείρημα. Πιστεύω όμως ότι, αν συμφωνήσουν οι τρεις γειτονικές χώρες, θα μπορούσε να γίνει, και μάλιστα στο πλαίσιο μιας γενικότερης μελέτης για τον έλεγχο και τη διαχείριση των υδάτων του Έβρου, τα οποία όπως γνωρίζουμε όλοι, έχουν πολλές φορές προξενήσει μεγάλες καταστροφές σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις και έχουν απειλήσει γειτονικά χωριά. Εάν γινόταν ξανά ο Έβρος πλωτός, θα μπορούσε να προσφέρει πολλά στον τουριστικό και τον οικονομικό τομέα και επομένως στην ανάπτυξη των παραποτάμιων περιοχών των τριών γειτονικών χωρών.



Εικ. 1. Χάρτης Βόρειου Έβρου με αρχαιολογικές θέσεις και μνημεία.



Εικ. 2. Πλωτινόπολη. Ψηφιδωτό με άθλους Ηρακλή. Ηρακλής και Λερναία Ύδρα.



Εικ. 3. Ρήγιο. Ο πρώτος κιβωτιόσχημος τάφος.



Εικ. 4. Ρήγιο. Ο δρόμος και η είσοδος του δεύτερου τάφου.



Εικ. 5. Ελαφοχώρι. Ο θάλαμος του κτιστού τάφου.



Εικ. 6. Τύμβος Μικρής
Δοξιπάρας-Ζώνης. Λάκκος
με την καύση γυναίκας.



Εικ. 7. Τύμβος Μικρής
Δοξιπάρας-Ζώνης. Άμαξα
με τα υποζύγια της.



Εικ. 8. Τύμβος Μικρής
Δοξιπάρας-Ζώνης. Ταφή
τριών βοηθητικών αλόγων.



Εικ. 9. Αρζος. Ασημένια οινόχρη.



Εικ. 10. Κόμαρα. Ανάγλυφο Ἡρωα Ιπέα.



Εικ. 11. Δόξα. Κορμός γυναικείου αγάλματος.



Εικ. 12. Πλωτινόπολη. Μαρμάρινο κεφάλι του θεού Ιανού.



Εικ. 13. Τύμβος Δικαίων.
Κεραμοσκεπής τάφος.



Εικ. 14.
Πεντάλοφος.
Ασημένιο
νόμισμα
Σπαραδόκου.



Εικ. 15. Τύμβος Σπηλαίου.
Λάκκος καύσης νεκρού.



Εικ. 16. Προϊστορικός οικισμός Ελιάς-Σπηλαίου.
Κεφάλι πήλινου ειδωλίου.



Εικ. 17. Προϊστορικός
οικισμός Ελιάς-Σπηλαίου.
Θραύσματα αγγείων.



Εικ. 18. Ρίζια. Χάλκινο
νόμισμα Αδριανούπολης
με τις μορφές του Έβρου,
του Άρδα και του Τόνζου.

ΗΜΕΡΙΔΑ

«ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΕΒΡΟ: ΠΙΕΤΡΩΤΑ ΕΒΡΟΥ ΣΕΛ
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ, ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ» ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007 25-37

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΗΣ ΘΡΑΚΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ ΕΩΣ ΤΟΥΣ ΝΕΟΤΕΡΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ

Βασίλειος Πλατής

Κέντρο Έρευνας Μακεδονικής Ιστορίας και Τεκμηρίωσης, Προξένου Κορομηλά 23,
54622, Θεσσαλονίκη, e-mail: vplatis@yahoo.gr

Με την παρούσα εργασία επιχειρείται να περιγραφούν με συντομία τα όρια του γεωγραφικού χώρου που από την αρχαιότητα αποκλήθηκε «Θράκη», να επισημανθούν οι διοικητικές μεταβολές που αυτός υπέστη, να εντοπισθούν οι σημαντικότερες πόλεις και τα εμπορικά κέντρα και να καταγραφούν τα προϊόντα που παρήγε η περιοχή. Στο κείμενο που ακολουθεί υπάρχουν αναφορές στην αρχαιότητα, το Βυζάντιο και την περίοδο της οθωμανικής κυριαρχίας.

Η γεωγραφική έκταση που καταλάμβανε η Θράκη στην κλασική αρχαιότητα εκτεινόταν από τον Στρυμόνα έως τον Ίστρο, παραπόταμο του Δούναβη. Στα μέσα του 4^{ου} αι. π.Χ. με τις κατακτήσεις του Φιλίππου Β΄ τα διοικητικά όρια της Θράκης μετατοπίστηκαν ανατολικότερα, στον ποταμό Νέστο. Ωστόσο, γεωγραφικό σύνορο της Θράκης από τη Μακεδονία παρέμενε ο Στρυμόνας.¹

Η πολιτική γεωγραφία της Θράκης είχε διαμορφωθεί ουσιαστικά στην αρχαϊκή

* Θερμές ευχαριστίες οφείλονται στο μηχανικό ηλεκτρονικών υπολογιστών κ. Σωκράτη Λάσδα για την επεξεργασία του φωτογραφικού υλικού.

¹ Α. Αδαμαντίου, «Αι γεωγραφικά περιπέτεια του ονόματος Θράκη. Συμβολή εις την ιστορικήν γεωγραφίαν», *Θρακικά* 1 (1928), σσ. 375-378, Ν. Μοσχόπουλου, «Η ελληνική Θράκη. Μέρος Α΄. Γεωγραφία και Εθνολογία», *Αρχείον του Θρακικού Λαογραφικού και Γλωσσικού Θησαυρού* 15 (1948-1949), σσ. 7-8, Κ.Δ. Στεργιόπουλου, «Οι αρχαίοι συγγραφείς και τα όρια της Θράκης», *Αρχείον Θράκης* 36 (1973), σσ. 7-33, Κ.Μ. Αποστολίδη, «Περί των ορίων της Θράκης», *Θρακικά* 4 (1982-1984), σσ. 187-188, Β. Παπούλια, «Η Αρχαία Θράκη ως ιστορική ενότητα», *Θράκη*, Γενική Γραμματεία Περιφέρειας Ανατ. Μακεδονίας-Θράκης, Αθήνα 1994, σσ. 13-34, Χ.Α. Κυριαζόπουλου, *Η Θράκη κατά τους 10^ο-12^ο αιώνες. Συμβολή στη μελέτη της πολιτικής, διοικητικής και εκκλησιαστικής της εξέλιξης*, Θεσσαλονίκη 2000, σσ. 47-51. Για το νοτιοδυτικό γεωγραφικό όριο της Θράκης βλ. Χρ. Βεληγιάννη-Γερζή, *Οι Ελληνίδες πόλεις και το βασίλειο των Οδρυσών. Από Αβδήρων πόλεως μέχρι Ίστρου ποταμού*, Θεσσαλονίκη 2004, σ. 11, υπ. 9.

εποχή με την ίδρυση πολυάριθμων ελληνικών αποικιών στα παράλια, οι οποίες διατηρούσαν το καθεστώς της πόλης-κράτους που ίσχυε για τις μητροπόλεις τους, ενώ στην ενδοχώρα κατοικούσαν ανεξάρτητα θρακικά φύλα. Οι σημαντικότερες από τις επιθαλάσσιες ελληνικές πόλεις, που ιδρύθηκαν από μητροπόλεις της κυρίως Ελλάδας, των νησιών του Αιγαίου και της δυτικής Μ. Ασίας ήταν: στην περιοχή του βορείου Αιγαίου, τα Άβδηρα, η Μαρώνεια, η Αίνος· στη βόρεια ακτή της Προποντίδας, η Πέρινθος, το Βυζάντιο, η Σηλυβρία· στη δυτική ακτή του Ευξείνου Πόντου, η Απολλωνία, η Μεσημβρία, η Οδησσός, η Διονυσόπολις, η Κάλλατις, η Τόμις (οι Τόμοι), η Ιστρία.²

Ο αθηναϊκός αποικισμός της Θρακικής Χερσονήσου αποτελεί χαρακτηριστική περίπτωση πρώιμου εξελληνισμού θρακικού πληθυσμού. Οι Αθηναίοι εγκαταστάθηκαν στη Χερσόνησο υπό την ηγεσία του Μιλτιάδου του Κυψέλου σε προϋπάρχουσες αιολικές και ιωνικές αποικίες, των οποίων οι συνθήκες και η χρονολογία ίδρυσης δεν παραδίδονται. Ο Μιλτιάδης επανίδρυσε την Καρδία, ενώ προχώρησε στην ίδρυση της Κριθώτης και της Πακτύης και ίσως της Χερσονήσου (Αγοράς) και του Ελαιούντος. Σημάδι εξελληνισμού του θρακικού πληθυσμού της Χερσονήσου είναι το γεγονός ότι η κόρη του Θρακός βασιλέως Ολόρου, γυναίκα του δεύτερου Μιλτιάδη, έφερε το ελληνικό όνομα Ηγησιπύλη· κυρίως όμως το ότι η Χερσόνησος σπάνια χαρακτηρίζεται στους αρχαίους συγγραφείς ως θρακική με πιο από παράδειγμα τον Δημοσθένη, που χρησιμοποιούσε τον γεωγραφικό προσδιορισμό «η προς Θράκη» ή την ανέφερε απλώς ως Χερσόνησο.³

Στη θρακική ενδοχώρα κατοικούσαν ανεξάρτητα και αυτοδιοικούμενα θρακικά φύλα. Το πρώτο κρατικό μόρφωμα δημιουργήθηκε στην περιοχή στο τελευταίο τέταρτο του 5^{ου} αι. π.Χ. Επρόκειτο για το βασίλειο των Οδρυσών.⁴ Ιδρυτής του βασιλείου των Οδρυσών ήταν ο Τήρης Α', πατέρας του Σιτάκη. Ο Τήρης⁵ ενοποίησε το φύλο των Οδρυσών υπό την ηγεσία του και επεξέτεινε το χώρο

² Βεληγιάννη-Τερζή, *ό.π.*, σσ. 11-12. Για τις ελληνικές αποικίες που ιδρύθηκαν από τον Στρυμόνα έως τον Ίστρο βλ. τη μελέτη του Β. Isaac, *The Greek settlements in Thrace until the Macedonian conquest*, Leiden 1986. Ειδικότερα για τις αποικίες των παραλίων του Ευξείνου Πόντου βλ. G.R. Tsetschladze (επιμ.), *The Greek Colonisation of the Black Sea Area: historical interpretation of archaeology* (Historia: Einzelschriften, 121), Stuttgart 1998, J.M. Fossey, *Proceedings of the First International Conference on the Archaeology and History of the Black Sea* (McGill University, 22-24 November 1994), Amsterdam 1997, D.V. Grammenos & E.K. Petropoulos (επιμ.), *Ancient Greek colonies in the Black Sea*, v. I-II, Θεσσαλονίκη 2003 (Publications of the Archaeological Institute of Northern Greece, nr. 4).

³ Βεληγιάννη-Τερζή, *ό.π.*, σσ. 33-36.

⁴ Για το κράτος των Οδρυσών Θρακών πληρέστατη είναι η μελέτη της Χρ. Βεληγιάννη-Τερζή, *Οι Ελληνίδες πόλεις και το βασίλειο των Οδρυσών. Από Αβδήρων μέχρι Ίστρον ποταμού*, Θεσσαλονίκη 2004. Επίσης Z.H. Archibald, *The Odrysian kingdom of Thrace*, New York 1998, Ch.M. Danov, *Altthrakien*, Berlin 1976, σσ. 98-134.

⁵ Βεληγιάννη-Τερζή, *ό.π.*, σ. 116.

κυριαρχίας τους πέρα από τα εδαφικά όρια του φύλου, που περιορίζονταν πιθανότατα στην περιοχή του κάτω και μέσου Άρδα ή του κάτω Τόνζου.⁶ Τα όρια του βασιλείου των Οδρυσών είναι γνωστά μόνον επί βασιλείας Σιτάλκη Α΄. Ως απώτατα χερσαία όρια της επικράτειας του Σιτάλκη το 429 π.Χ. κατέγραψε ο Θουκυδίδης το Βυζάντιο και το φύλο των Λαιαίων Παιόνων, ενώ ως έσχατα θαλάσσια όρια τα Άβδηρα και τον Εύξεινο Πόντο μέχρι τον ποταμό Ίστρο. Στην επικράτεια του Σιτάλκη περιλαμβάνονταν τα πλησίον της ακτής εγκατεστημένα θρακικά φύλα, όχι όμως οι επιθαλάσσιες ελληνικές πόλεις.⁷ Το βασίλειο των Οδρυσών καταλύθηκε το 341 π.Χ. από τον Φίλιππο Β΄.⁸

Η διείσδυση του Φιλίππου Β΄ στη θρακική ενδοχώρα έθεσε τις βάσεις για μια μονιμότερη και αρκετά παγιωμένη μακεδονική παρουσία στην περιοχή. Από την άνοιξη του 353 ως το 340 π.Χ. ο Φίλιππος Β΄ εισέβαλε τέσσερις φορές στη Θράκη, όπου ίδρυσε μια σειρά από πόλεις στον άνω Έβρο στη θέση προϋπαρχόντων, ίσως θρακικών, κέντρων. Το 335 π.Χ. ο Μέγας Αλέξανδρος με ισχυρό στρατό νίκησε, στις ορεινές και δύσβατες περιοχές του Αίμου, τους γενναίους αλλά ανοργάνωτους Θράκες και έφθασε, καταδιώκοντάς τους, στο Δούναβη. Οι αντίπαλοί του αναγκάστηκαν να αποσυρθούν πέρα από το Δούναβη, και τα θρακικά φύλα και οι σκυθικές φυλές της περιοχής υποχρεώθηκαν σε συνθηκολόγηση.⁹

Στη διάρκεια της εκστρατείας του Μ. Αλεξάνδρου στην Ασία ξέσπασαν στη Θράκη επαναστάσεις υποκινούμενες από τοπικούς ηγεμόνες, που επιδίωκαν την ανασύσταση του οδρυσικού κράτους. Τις επαναστάσεις αυτές κατέπνιξε ο στρατηγός του Αλεξάνδρου Λυσίμαχος, ο οποίος ανέλαβε τη στρατηγία της Θράκης το 323 π.Χ. και το 305 π.Χ. ανακηρύχτηκε βασιλιάς της. Μετά το θάνατο του Λυσιμάχου (281 π.Χ.) εισέβαλαν στη Θράκη οι Γαλάτες, που ίδρυσαν το 278 π.Χ. το γαλατικό βασίλειο της Τύλιδας στην περιοχή της Φιλιππούπολης. Στα τέλη του 3^{ου} αι. π.Χ. ύστερα από αρκετές επαναστάσεις κάποιοι Θράκες δυνάστες κατέλυσαν το γαλατικό βασίλειο και στα ερείπια του επανίδρυσαν το οδρυσικό.

Η υποταγή της Μακεδονίας στους Ρωμαίους οδήγησε στην απώλεια της ανεξαρτησίας της Θράκης. Ο τότε βασιλιάς των Οδρυσών Κότς Β΄ (171-162 π.Χ.) σύναψε συνθήκη υποτέλειας με τους Ρωμαίους. Οι μακεδονικές κτήσεις στη Θράκη μεταξύ των ποταμών Νέστου και Έβρου -με εξαίρεση τις παραλιακές πόλεις Άβδηρα, Μαρώνεια και Αίνο- υπήχθησαν σύμφωνα με τη διοικητική μεταρρύθμιση των Ρωμαίων το 167 π.Χ. στην πρώτη από τις τέσσερις «μερίδες» στις οποίες διαίρεσαν τη Μακεδονία, η οποία περιλάμβανε την περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας και είχε πρωτεύουσα την Αμφίπολη.

Με την εγκαθίδρυση του αυτοκρατορικού καθεστώτος στη Ρώμη, η Θράκη

⁶ Στο ίδιο, σσ. 9-10, υπ. 5.

⁷ Στο ίδιο, σσ. 126-134.

⁸ Για τις σχέσεις του Φιλίππου Β΄ με το βασίλειο των Οδρυσών και την κατάκτηση της Θράκης βλ. στο ίδιο, σ. 261-299.

⁹ Κυριαζόπουλου, *ό.π.*, σσ. 90-91.

μετατράπηκε από τον Αύγουστο -πιθανώς το 16 π.Χ.- σε «πελατειακό» βασίλειο της Ρώμης. Η μεταβολή αυτή και κυρίως η επιβολή ρωμαϊκής «κηδεμονίας» από τον αυτοκράτορα Τιβέριο ισοδυναμούσαν με την υπαγωγή της Θράκης σε καθεστώς παρόμοιο με αυτό που επικράτησε «προτεκτοράτα» των νεότερων χρόνων. Η Θράκη μετατράπηκε ξανά -για τελευταία φορά- σε «πελατειακό» βασίλειο το 37 μ.Χ. μετά την ανάρρηση στο ρωμαϊκό θρόνο του Καλιγούλα, ο οποίος εγκατέστησε βασιλιά της Θράκης τον παιδικό του φίλο Ροιμητάλη Γ' (37-45 μ.Χ.), γιο του Κότυος.

Το 46 μ.Χ. ο αυτοκράτορας Κλαύδιος κατέλυσε οριστικά το θρακικό «πελατειακό» βασίλειο και στη θέση του ίδρυσε τη ρωμαϊκή επαρχία «Θράκη» (romana provincia Thracia). Η ρωμαϊκή επαρχία της Θράκης εκτεινόταν από την οροσειρά του Αίμου έως τις ακτές του Θρακικού Πελάγους και από τον ποταμό Νέστο ως τις ακτές της Προποντίδας και του Ευξείνου Πόντου.¹⁰

Με την ίδρυση της ρωμαϊκής επαρχίας προωθήθηκε η αστικοποίηση της Θράκης, που είχε ξεκινήσει στα παράλια την αρχαϊκή εποχή και επεκτάθηκε στην ενδοχώρα με τη μακεδονική κατάκτηση και την ίδρυση νέων (μακεδονικών) αποικιών. Η διαδικασία της αστικοποίησης ολοκληρώθηκε τον 2^ο αιώνα μ.Χ., καθώς αναβαθμίστηκαν παλαιά φυλετικά κέντρα (λ.χ. η Σαρδική, σημ. Σόφια), ενώ ιδρύθηκαν νέες πόλεις ελληνικού τύπου (Τραϊανούπολη κ.ά.). Τα σημαντικότερα αστικά κέντρα στην επαρχία της Θράκης από το δεύτερο μισό του 2^{ου} αιώνα μ.Χ. ήταν η Σαρδική, η Πανταλία, η Νικόπολη, η Τόπειρος, η Αδριανούπολη, η Πλωτινούπολη και άλλα.¹¹

Οι επαρχίες «Θράκη» και «Κάτω Μοισία» -η τελευταία συγκροτήθηκε επί Αυγούστου και εκτεινόταν βόρεια της οροσειράς του Αίμου- συνενώθηκαν με τις μεταρρυθμίσεις του Διοκλητιανού (284-305) και αποτέλεσαν μια ευρύτερη ενιαία διοικητική περιφέρεια, τη διοίκηση της Θράκης (dioecesis Thracia).¹² Η διοίκηση της Θράκης διαρέθηκε στις ακόλουθες επαρχίες: επαρχία Θράκης (Thracia), επαρχία Ροδόπης (Rhodopa), επαρχία Ευρώπης, επαρχία Αιμιμόντου, επαρχία Μυσίας II (Moesia Secunda) ή Κάτω Μυσίας (Moesia Inferior), επαρχία Μικράς Σκυθίας.¹³

Η ευφορία και τα φυσικά αγαθά που παρήγε η θρακική γη κατά την ελληνική και ρωμαϊκή αρχαιότητα μαρτυρούνται από τους αρχαίους συγγραφείς. Την πρώτη θέση στην παραγωγή κατείχε η καλλιέργεια δημητριακών (σιταριού, κριθαριού, κεχριού, σικάλεως). Εμπορικά πλοία, που διακινούσαν δημητριακά από τις

¹⁰ Δ.Κ. Σαμσάρη, *Ιστορική γεωγραφία της δυτικής Θράκης κατά τη ρωμαϊκή αρχαιότητα*, Θεσσαλονίκη 2005, σσ. 8-12, Α. Αβραμέα, «Η Θράκη κατά τη ρωμαϊκή αρχαιότητα», *Θράκη*, Γενική Γραμματεία Περιφέρειας Ανατ. Μακεδονίας-Θράκης, Αθήνα 1994, σσ. 135-136.

¹¹ Σαμσάρη, *ό.π.*, σ. 13.

¹² Στο *ίδιο*, σ. 12.

¹³ Κυριαζόπουλου, *ό.π.*, σσ. 79-80.

αποικίες της Μαύρης Θάλασσας, μπορούσαν να πλεύσουν με ούριο άνεμο μέσα σε εννέα ημέρες από την Αζοφική Θάλασσα στη Ρόδο και να εφοδιάσουν -κυρίως με σιτάρι αλλά και κριθάρι- την Ιωνία και την κυρίως Ελλάδα. Η έκβαση του Πελοποννησιακού πολέμου υπέρ των Σπαρτιατών σε ένα βαθμό κρίθηκε από τον αποκλεισμό των Δαρδανελίων που πραγματοποίησαν οι Σπαρτιάτες για τα αθηναϊκά φορτηγά πλοία, που μετέφεραν δημητριακά από την περιοχή.¹⁴

Πολύ διαδεδομένη στη Θράκη ήταν και η αμπελοκαλλιέργεια. Την ανάπτυξη της στην περιοχή τεκμηριώνουν αναφορές αρχαίων συγγραφέων στον εξαιρετικής ποιότητας ισμαρικό οίνο ή οίνο της Μαρώνειας, για τον οποίο ο Πλίνιος (1^{ος} αι. μ.Χ.) υποστήριζε ότι διατηρούσε αναλλοίωτα και στη ρωμαϊκή εποχή όλα τα χαρακτηριστικά του και ο οποίος ήταν τόσο δυνατός, ώστε σε είκοσι μέρη νερού να αναμιγνύεται ένα μέρος οίνου. Επίσης η ευρεία διάδοση της λατρείας του Διονύσου, του κατεξοχήν θεού του οίνου, στη Θράκη συνδεόταν με την καλλιέργεια της αμπέλου στην περιοχή.¹⁵

Οι Θράκες ήταν άλλωστε φημισμένοι φίλοι του κρασιού και πολύ καλοί πότες. Ο Ξενοφώντας (5^{ος}/4^{ος} αι. π.Χ.) στην *Κύρου Ανάβαση* αναφέρει ότι χρησιμοποιούσαν ως ποτήρια κέρατα βοδιών ή άλλων ζώων, κατάλληλα σμιλεμένα. Αφηγούμενος το συμπόσιο που παρέθεσε ο Θράκας βασιλιάς Σεύθης στον ίδιο και τους Έλληνες αντιπροσώπους αναφέρει ότι μόλις μπήκαν στην αίθουσα υποδοχής τούς πρόσφεραν οίνο σύμφωνα με τη θρακική συνήθεια σε κέρατα οίνου.¹⁶

Ο λατίνος ποιητής Βιργίλιος στα *Γεωργικά* του (29 π.Χ.) εγκωμίασε την υψηλή ποιότητα του σιδήρου, τη δυνατή μυρωδιά του ελαιόλαδου και την ξυλεία πεύκων, που μετέφεραν τα ρωμαϊκά πλοία από τις ελληνικές αποικίες του Ευξείνου Πόντου. Οι ξηροί καρποί, που αφθονούν ακόμη και σήμερα σε ολόκληρη τη νοτιοανατολική ακτή του Ευξείνου Πόντου, μεταφέρονταν με πλοία έως την Αλεξάνδρεια. Την ποιότητα των ψαριών που αλιεύονταν στην περιοχή αποκαλύπτει η μαρτυρία του Διόδωρου του Σικελιώτη (1^{ος} αι. π.Χ.) ότι ένα βάζο με παστωμένα ψάρια από την περιοχή του Ευξείνου Πόντου ήταν δυνατό να στοιχίζει στη Ρώμη όσο η μίσθωση ενός εργάτη για μια μέρα. Βέβαια, στις ελληνικές αποικίες του Ευξείνου Πόντου παράγονταν προϊόντα που δεν είχαν πάντα ευεργετικές συνέπειες για τον ανθρώπινο οργανισμό. Ο Ξενοφώντας και οι Έλληνες μισθοφόροι του Κύρου, που διέσχισαν τη νότια ακτή, ανακάλυψαν ότι το θεσπέσιο μέλι της περιοχής προκαλούσε τρέλα.¹⁷

¹⁴ Ch. King, *The Black Sea. A History*, Oxford 2004, σ. 32.

¹⁵ J. Wiesner, *Die Thraker. Studien zu einem versunkenen Volk des Balkanraumes*, Stuttgart 1963, σσ. 31-32, St. Casson, *Macedonia, Thrace and Illyria: their relations to Greece from the earliest times down to the time of Philip son of Amyntas*, Oxford 1926, σσ. 53-55.

¹⁶ Ξενοφών, *Κύρου Ανάβαση*, 7, 2, 23.

¹⁷ King, *ό.π.*, σσ. 32-33.

Η Θράκη παρήγε, εξάλλου, στη διάρκεια της αρχαιότητας και σημαντικές ποσότητες ξυλείας χάρη στα πυκνά δάση που υπήρχαν στους ορεινούς όγκους της θρακικής ενδοχώρας. Ο Ηρόδοτος παραδίδει ότι ο στρατηγός του Δαρείου Μεγάβαςος πληροφόρησε τον Πέρση βασιλιά ότι η περιοχή του κάτω Στρυμόνα γύρω από την πόλη Μύρκινο ήταν πλούσια σε ξυλεία και ασήμι. Ο Θουκυδίδης αναφέρει ότι η πτώση της Αμφίπολης το 424 π.Χ. στον Σπαρτιάτη στρατηγό Βρασίδα στέρησε την Αθήνα από την κύρια πηγή προμήθειας ξυλείας για την κατασκευή πλοίων.¹⁸ Την ξυλεία που χραισμίμευε στην κατασκευή πλοίων εν μέρει χρησιμοποιούσαν επί τόπου στην Αμφίπολη, καθώς ήταν δαπανηρή και σε περιόδους πολέμου επισφαλής η μεταφορά της στη νότια Ελλάδα.

Η Αμφίπολη είχε αναδειχθεί σε μεγάλο εμπορικό κέντρο στην κλασική εποχή. Πλοία, που εμπορεύονταν προϊόντα μεταξύ της νότιας Ελλάδας και της κοιλάδας του Στρυμόνα, συναντούσαν στην Αμφίπολη ένα σημαντικό κέντρο ανταλλαγής προϊόντων. Οι μεγάλοι ιδιοκτήτες γης της Αμφίπολης προμήθευαν τους εμπόρους με κρασί, ελαιόλαδο, λαχανικά, ψωμί και άλλα αγαθά πρώτης ανάγκης. Σε αντάλλαγμα οι τελευταίοι πλήρωναν διάφορους φόρους. Αυτούς πρέπει να καρπώνονταν αποκλειστικά οι Αθηναίοι άποικοι της Αμφίπολης, καθώς μεγάλα χρηματικά ποσά έφθαναν στην Αθήνα.¹⁹ Σημαντικές θέσεις εκμετάλλευσης ορυκτού πλούτου (χρυσός, μόλυβδος-άργυρος, χαλκός κ.ά.) κατά την αρχαιότητα στη Θράκη εντοπίζονται στο Παγγαίο όρος, στη Σκαπτή Ύλη (περιοχή Παλαιάς Καβάλας), στη Θάσο, στους ποταμούς Έβρο και Άρδα, στη Μαρώνια κ.α.²⁰

Τη διεξαγωγή του εμπορίου διευκόλυναν σημαντικές ρωμαϊκές αρτηρίες που διέρχονταν από τη Θράκη και είχαν κατασκευαστεί στη θέση προϋπαρχουσών οδών, οι οποίες εξυπηρετούσαν κυρίως στρατιωτικούς σκοπούς. Η σημαντικότερη οδική αρτηρία που συνέδεε Ανατολή και Δύση ήταν η Εγνατία οδός. Η Εγνατία ξεκινούσε από το Δυρράχιο στα παράλια της Αδριατικής και διερχόταν από την Αχρίδα, την Έδεσσα, τη Θεσσαλονίκη· αφού περνούσε τη γέφυρα του Στρυμόνα και την Αμφίπολη, έφθανε στους Φιλίππους. Από εκεί περνούσε στη Χριστούπολη (σημ. Καβάλα), από όπου κατευθυνόταν ανατολικά. Στη συνέχεια διερχόταν από την Τραϊανούπολη, τα Κύπελλα, την Ηράκλεια και κατέληγε στην Κωνσταντινούπολη. Διακλαδώσεις της Εγνατίας διευκόλυναν την επικοινωνία με

¹⁸ Casson, *ό.π.*, σσ. 52-53.

¹⁹ Isaac, *ό.π.*, σ. 41.

²⁰ Βλ. Casson, *ό.π.*, σσ. 59 κ.εξ. και Μ. Βαβελίδης, «Κοιτάσματα χρυσού και αρχαία μεταλλευτική δραστηριότητα στη Μακεδονία και τη Θράκη», *Θεσσαλονικέων Πόλις* 14 (Απρ. – Ιούν. 2004), 74-93, όπου και άλλες βιβλιογραφικές αναφορές. Επίσης: V. Melfos, M. Vavelidis, G. Christofides & E. Seidel, "Origin and evolution of the Tertiary Maronia porphyry copper-molybdenum deposit, Thrace, Greece", *Mineral. Deposita*, 37 (2002), 648-668, M. Vavelidis, Ch. Stamoudi, S. Sklavounos & I. Boboti-Tsitlakidou, "Das Seifengoldvorkommen von Ardas-Fluss, Praefektur Evros, Griechisch-Thrazien", *Eur. J. Miner.*, 2 (1990), 270-271.

το εσωτερικό της Θράκης.

Από τη Θράκη διερχόταν μια ακόμη σημαντική ρωμαϊκή οδική αρτηρία, ο διαγώνιος δρόμος Singidunum (σημ. Βελιγράδι) - Byzantion, ο οποίος οδηγούσε μέσω της Σαρδικής και της Αδριανούπολης στο Βυζάντιο, όπου τερματιζόταν και η Εγνατία οδός. Η οδός αυτή απέκτησε μεγάλη σπουδαιότητα από τον 4^ο αι. μ.Χ., όταν η Κωνσταντινούπολη έγινε πρωτεύουσα και το κέντρο βάρους της Αυτοκρατορίας μετατοπίστηκε στην Ανατολή.²¹

Κατά τη βυζαντινή περίοδο, γύρω στα 680, χρονολογείται η ίδρυση του θέματος της Θράκης, η οποία συναρτάται με την οριστική εγκατάσταση των Βουλγάρων νότια του Δούναβη. Το 802 οι πηγές μνημονεύουν για πρώτη φορά το θέμα της Μακεδονίας, στο οποίο θα περιληφθούν αμέσως ορισμένες γνωστές πόλεις της Θράκης, όπως η Αδριανούπολη, η Φιλιππούπολη και άλλες. Πρωτεύουσα του θέματος ήταν η Αδριανούπολη, ενώ το θέμα της Θράκης, κολοβωμένο και περιορισμένο, είχε πρωτεύουσα την Αρκαδιούπολη. Η διοικητική διχοτόμηση των θρακικών εδαφών στα θέματα της Θράκης και της Μακεδονίας - το τελευταίο θεωρείται προέκταση ή δυτικό παράρτημα της Θράκης- αποτελούσε ένα ευέλικτο σύστημα στρατιωτικής κινητοποίησης για την απόκρουση του βουλγαρικού κινδύνου (ο Ιωάννης Σκυλίτσης, συγγραφέας του τέλους του 11^{ου} αιώνα, χρησιμοποιεί τον όρο «Βουλγαρία» και όχι «Μυσία» σε αντιπαράθεση με τον όρο «Θράκη», διακρίνοντας έτσι δύο διαφορετικές χώρες). Τα θέματα Θράκης και Μακεδονίας ενώθηκαν μάλλον κατά το δεύτερο μισό του 11^{ου} αι. με το γενικό όνομα «θέμα Θράκης και Μακεδονίας» με κέντρο ή πρωτεύουσα την Αδριανούπολη, ως τα τέλη του 12^{ου} αι. Από το θέμα αυτό αφαιρούνταν κατά περίπτωση διάφορες περιοχές.

Ακολούθησε ακόμη μεγαλύτερη διάσπαση του θρακικού χώρου. Τα θέματα αντικατέστησαν μικρότερες διοικητικές και φορολογικές περιφέρειες, όπως οι πόλεις, οι επισκέψεις, τα κατεπανίκια και τα προάστια. Οι Σταυροφορίες ολοκλήρωσαν τον κατακερματισμό της Θράκης, η οποία δεν επρόκειτο να αποτελέσει ξανά μία μεγάλη και ενιαία διοικητική ενότητα στο πλαίσιο του βυζαντινού κράτους.

Το 13^ο αι. οι όροι «Θράκη και Μακεδονία» αποσυνδέθηκαν και διοικητικά. Η Θράκη αποτελούσε μια ιδιαίτερη και μάλλον ασαφή γεωγραφική ενότητα, που επεκτεινόταν ή συρρικνωνόταν σε κάθε μνεία των πηγών ανάλογα με τις προθέσεις του εκάστοτε βυζαντινού συγγραφέα. Το 14^ο αιώνα η Θράκη ως μοναδική διοικητική και γεωγραφική επαρχία του Βυζαντίου διαιρείται σε παράλια και

²¹ Σαμσάρη, *ό.π.*, σσ. 57-68, Κυριαζόπουλου, *ό.π.*, σσ. 53-54, I. Dimitroukas, *Reisen und Verkehr im Byzantinischen Reich vom Anfang des 6. Jhr. bis zur Mitte des 11. Jhr.*, Αθήνα 1997, τ. Α', σσ. 256 κ.εξ. και τ. Β', σσ. 637-638, Δ.Κ. Σαμσάρη, *Ο εξελληνισμός της Θράκης κατά την ελληνική και ρωμαϊκή αρχαιότητα*, Θεσσαλονίκη 1980, σσ. 85-87. Επίσης βλ. σχετικά Π. Γσατσοπούλου-Καλούδη, *Εγνατία Οδός. Ιστορία και διαδρομή στο χώρο της Θράκης*, Αθήνα 2005.

μεσόγεια χώρα, «της άνω Θράκης και της παραλίου μέχρι και αυτού του Βυζαντίου», σύμφωνα με έκφραση του Ιωάννη Καντακουζηνού. Οι εμφύλιες διαμάχες των αυτοκρατόρων του Βυζαντίου, οι επιδρομές των Βουλγάρων και των Τούρκων κατέστησαν τη ζωή των γηγενών δύσκολη. «Ταλαιπώρους Θράικας» χαρακτήρισε, περίπου στα μέσα του 14^{ου} αι., τους κατοίκους της περιοχής ο Νικηφόρος Γρηγοράς, αποδίδοντας με το χαρακτηρισμό αυτόν την έκρυθμη κατάσταση που επικρατούσε. Η διείσδυση των Τούρκων στην Ευρώπη (το 1354 κατέλαβαν την Καλλίπολη) και η άλωση της Αδριανούπολης το 1368/1369, την οποία αναγόρευσαν σε πρωτεύουσά τους, σηματοδότησαν και την οριστική απώλεια της Θράκης για το Βυζάντιο.²²

Ως κέντρα αγροτικής παραγωγής στη βυζαντινή Θράκη φημίζονταν οι περιοχές γύρω από τις πόλεις Αδριανούπολη, Διδυμότειχο, Αγκίαλο, Μεσημβρία, Φιλιπούπολη και Βερόη καθώς και οι εκτάσεις στην περιοχή του Δέλτα του ποταμού Έβρου.²³ Την εποχή της ηγεμονίας του Σαμουήλ και αργότερα επί Βασιλείου Β΄ κάθε Βούλγαρος που είχε στην κατοχή του ένα ζευγάρι βοδιών ήταν υποχρεωμένος να καταβάλλει ως φόρο ένα μόδιο σταριού, ένα μόδιο κεχριού και μια κανάτα με κρασί. Το καθεστώς αυτό φορολόγησης μετέβαλε πριν το 1040 ο Ιωάννης Ορφανοτρόφος, ο οποίος αντικατέστησε τα δημητριακά με χρυσό.

Για την παραγωγή κρασιού που συνεχιζόταν στη Θράκη και κατά τη βυζαντινή περίοδο αναφέρεται ότι πολλά μοναστήρια κατείχαν αμπελώνες και οι μοναχοί μπορούσαν να γεύονται συχνά τον οίνο. Για να εμποδίσει μάλιστα την υπερκατανάλωση του οίνου που οδηγούσε στον αλκοολισμό, ο Βούλγαρος ηγεμόνας Κρούμος ίσως καθιέρωσε την κατάργηση των αμπελώνων. Ωστόσο, τέτοιου είδους μέτρα δεν είχαν συνήθως κανένα αποτέλεσμα.

Μεγάλης σημασίας ήταν για τη Θράκη την περίοδο του Βυζαντίου η κτηνοτροφία. Το 1173 ο Γρηγόριος Αντίοχος, ενοχλημένος από το θόρυβο των προβάτων, αγελάδων, κατσικών και γουρουνιών, μάλλον στην περιοχή της Σαρδικής, αποφαινεται ότι μόνο το γάλα και το τυρί μπορούσαν να πωληθούν από τους Βουλγάρους εύκολα και φτηνά, τονίζοντας έτσι τον πλούτο των γαλακτοκομικών προϊόντων της περιοχής. Επίσης, ίχνη εξόρυξης και κατεργασίας μετάλλων αφήνουν αρχαιολογικές μαρτυρίες της βυζαντινής περιόδου, ενώ στην

²² Τ.Κ. Λουγγή, «Η ιστορική διαδρομή της Θράκης στα πλαίσια της Βυζαντινής αυτοκρατορίας», Ε.Ι.Ε. (εκδ.), *Θράκη. «Ιστορικές και γεωγραφικές προσεγγίσεις»*, Αθήνα 2000, σσ. 77-106. Σχετικά με τις αναφορές του Νικηφόρου Γρηγορά στη Θράκη βλ. ενδεικτικά Π.Κ. Βλαχάκου, *Νικηφόρος Γρηγοράς. Φυσική γεωγραφία και ανθρωπογεωγραφία στο έργο του*, Θεσσαλονίκη, 2003, σσ. 179-180 και 190.

²³ Για την παραγωγή δημητριακών και την κτηνοτροφία στη βυζαντινή Θράκη βλ. Κ. Παπαθανάση-Μουσιοπούλου, «Συμβολή στη διερεύνηση της οικονομίας της Θράκης κατά τη Βυζαντινή περίοδο», Ch. Bakirtzis (επιμ.), *First International Symposium for Thracian Studies "Byzantine Thrace". Image and character (Komotini, May 28th – 31th)*, τ. Α', Amsterdam 1989, σσ. 511-526, κυρίως σσ. 518-519.

Αδριανούπολη λειτουργούσε στις αρχές του 5^{ου} αιώνα εργαστήριο κατασκευής όπλων.²⁴

Τα λιμάνια του Ευξείνου Πόντου, Αγχίαλος, Μεσημβρία, Σωζόπολη και Αγαθόπολη, διαδραμάτισαν τον σημαντικότερο ρόλο για τη διεξαγωγή του εμπορίου στο ανατολικό τμήμα της Θράκης την πιο πάνω περίοδο. Διαμέσου αυτών των λιμανιών έμποροι από την ιταλική χερσόνησο δραστηριοποιήθηκαν έντονα κατά το πρώτο μισό του 13^{ου} αιώνα προκειμένου να εισάγουν από τις περιοχές της Θράκης και της Βουλγαρίας δημητριακά, κεριά από μέλισσες, μέλι αλλά και δέρματα και τομάρια ζώων. Παράλληλα, εξήγαν στη Θράκη υφάσματα, όπλα και άλλα μεταλλικά αντικείμενα καθώς και είδη πολυτελείας, όπως υαλικά, σαπούνι, κοσμήματα και μπαχαρικά. Αντίστοιχα, για το εμπόριο της Δυτικής Θράκης και της περιοχής της Ροδόπης ανάλογη με τα λιμάνια του Ευξείνου Πόντου ήταν η σημασία της Θεσσαλονίκης.²⁵

Κατά την οθωμανική περίοδο, τα φυσικά όρια της Θράκης ορίζονταν από τους Έλληνες γεωγράφους ως εξής: προς βορρά η οροσειρά του Αίμου, προς ανατολάς η Μαύρη Θάλασσα, προς νότο η Προποντίδα και το Θρακικό Πέλαγος και προς δυσμάς ο ποταμός Νέστος. Ο γεωγραφικός αυτός χώρος διακρινόταν σαφώς από τη Βουλγαρία, η οποία περιγράφεται ως χωριστή επαρχία της «Ευρωπαϊάς Τουρκίας».²⁶

Σημαντικά δημογραφικά και οικονομικά κέντρα αναπτύχθηκαν στη Θράκη τον 17^ο και τον 18^ο αιώνα: η Κωνσταντινούπολη, η Αδριανούπολη, η Φιλιππούπολη, το Διδυμότειχο, η Ραιδεστός, η Σηλυβρία και άλλα.²⁷ Σύμφωνα με τον Νικόλαο Λωρέντη, συγγραφέα της *Νεωτάτης διδακτικής Γεωγραφίας*, οι κάτοικοι της Αδριανούπολης ανέρχονταν σε 120.000 και ενεργούσαν επίσημο εμπόριο φυσικών και τεχνικών προϊόντων, το οποίο διεξαγόταν διαμέσου του ποταμού Έβρου, καθώς τα περισσότερα εμπορεύματα μετακινούνταν διά του ποταμού στην παραθαλάσσια πόλη Αίνο. Η πλειονότητα των κατοίκων της Αδριανούπολης ήταν Έλληνες και σχημάτιζαν δικές τους συντεχνίες και εμπορικές κλάσεις.²⁸

Ο Γάλλος περιηγητής C. Sayge, ο οποίος επισκέφτηκε την Αδριανούπολη το 1829, μια δεκαετία σχεδόν νωρίτερα από την έκδοση της *Γεωγραφίας* του Λωρέντη, θεώρησε τον παραπάνω αριθμό υπερβολικό. Ο ίδιος αναφέρει ότι ο πληθυσμός της Αδριανούπολης την εποχή εκείνη ανερχόταν σε 105.200, από τους

²⁴ P. Soustal, *Thrakien (Thrake, Rodope und Haimimontos)* [Tabula Imperil Byzantini], Wien 1991, σσ. 149-152.

²⁵ Στο ίδιο, σ. 153.

²⁶ Κ.Κ. Χατζόπουλου, «Η Θράκη κατά τους Έλληνες γεωγράφους της οθωμανικής εποχής», *Περί Θράκης* 1 (2001), σ. 105.

²⁷ Ι. Βιγγοπούλου, «Περιηγητικά κείμενα. Πηγές της Ιστορίας της Θράκης», Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (εκδ.), *Θράκη. «Ιστορικές και γεωγραφικές προσεγγίσεις»*, Αθήνα 2000, σ. 150.

²⁸ Ν. Λωρέντη, *Νεώτατη διδακτική γεωγραφία*, τ. Β', Βιέννη 1838, σ. 407.

οποίους 94.200 ήταν μόνιμοι κάτοικοι, 3.000 αποτελούσαν τη φρουρά της πόλης σε περίοδο ειρήνης και 8.000 ήταν διερχόμενοι αλλά και ξένοι. Η κατανομή του μόνιμου πληθυσμού της πόλης σε θρησκευτικές ομάδες σύμφωνα με τον Γάλλο περιηγητή είχε ως εξής: 63.500 ήταν Μουσουλμάνοι, 24.200 ορθόδοξοι χριστιανοί (Έλληνες και Βούλγαροι), ενώ στην πόλη κατοικούσαν ακόμη Αρμένιοι, Εβραίοι, Αθίγγανοι²⁹. Η ευνοϊκή θέση της Αδριανούπολης, που επέτρεπε τη διακίνηση εμπορευμάτων μεταξύ Ευρώπης, Ασίας και Αιγύπτου, δικαιολογούσε σε μεγάλο βαθμό τη δημογραφική της ακμή. Ο Sayger παρατήρησε ωστόσο την απουσία αξιόλογων ιδιωτικών κτιρίων με εξαίρεση τα αυτοκρατορικά τεμένη από την Αδριανούπολη, τη δεύτερη μετά την Κωνσταντινούπολη σπουδαιότερη πόλη της Ευρωπαϊκής Τουρκίας έως τα μέσα του 19^{ου} αιώνα, ενώ χαρακτήρισε τους δρόμους της βρώμικους και την όψη της πόλης άθλια.³⁰

Για τη Φιλιππούπολη ο Λωρέντης αναφέρει ότι κατοικούνταν από 30.000 έως 40.000 χιλιάδες κατοίκους, από τους οποίους οι περισσότεροι ήταν Έλληνες και Βούλγαροι, που ασχολούνταν με το εμπόριο. Έτσι δικαιολογείται άλλωστε και η ύπαρξη αξιόλογων εριουργείων, βαμβακουργείων, μεταξουργείων και άλλων εργαστασιών που λειτουργούσαν στην πόλη.³¹

Ωστόσο, παρά την ανάπτυξη σημαντικών αστικών και εμπορικών κέντρων στη Θράκη την περίοδο της οθωμανικής κυριαρχίας, οι πλουτοπαραγωγικές πηγές της παρέμειναν σε μεγάλο βαθμό ανεκμετάλλευτες. Γι' αυτό κάποιοι από τους Έλληνες γεωγράφους της εποχής τονίζουν την άσχημη οικονομική κατάσταση στην οποία βρισκόταν η Θράκη. Κύρια ασχολία των κατοίκων της Θράκης την περίοδο αυτή ήταν η γεωργία. Το 1791 οι συγγραφείς της *Νεωτερικής Γεωγραφίας*, Γρηγόριος Κωνσταντάς και Δανιήλ Φιλιππίδης, σημειώνουν ότι ο τόπος της Θράκης ήταν πολύ εύφορος σε δημητριακά, αμπέλια και οπωροφόρα δέντρα. Συγκρίνοντας όμως τη Θράκη με την Ολλανδία καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η Θράκη μπορεί να υπερτερούσε στο κλίμα και την ευφορία του εδάφους, αλλά οι κάτοικοί της διαφοροποιούνταν αισθητά έναντι των Ολλανδών στον τρόπο και τις μεθόδους εκμετάλλευσης.³² Ο Αθανάσιος Ψαλίδας στη γεωγραφική περιγραφή της Τουρκίας των αρχών του 19^{ου} αιώνα, έργο που συνέγραψε γύρω στο 1810 και έμεινε αδημοσίευτο στην εποχή του, τονίζει: «Ο περισσότερος τόπος της είναι πεδινός και καρπερός πλην η Γεωργική είναι αμελημένη».³³ Ωστόσο, τη δεκαετία του 1840

²⁹ C. Sayger, *Relation d' un voyage en Romélie*, Paris 1834, σσ. 71-72.

³⁰ Στο ίδιο, σ. 73. Για την πληθυσμιακή σύνθεση και την αγροτική οικονομία της Ανατολικής και της Δυτικής Θράκης στα τέλη του 19ου και τις αρχές του 20^{ου} αι. βλ. Α.Α. Χοτζίδη, «Η αγροτική οικονομία του βιλαετίου της Αδριανούπολης (1878-1912): Η προσπάθεια για την εντατικοποίηση της παραγωγής», *Περί Θράκης* 6 (2007) (υπό έκδοση).

³¹ Λωρέντη, *ό.π.*, σσ. 408-409.

³² Δ. Φιλιππίδη - Γρ. Κωνσταντά, *Γεωγραφία Νεωτερική*, Αθήνα 1988 (α' έκδ. Βιέννη 1791), σ. 211.

³³ Α. Ψαλίδα, «Η Τουρκία κατά τας αρχάς του ΙΘ' αιώνας», *Ηπειρωτικά Χρονικά* 6

αναφέρεται μεγάλη παραγωγή δημητριακών, μέρος του πλεονάσματος της οποίας εξαγόταν, μεταξύ άλλων, στη Γαλλία από τα λιμάνια του Πύργου, της Βάρνας και του Μπαλτζίκ.³⁴

Από τη μελέτη της οικονομίας της Θράκης που προηγήθηκε προκύπτει ότι η περιοχή ανέκαθεν αποτελούσε ένα εύρωστο σύνορο του ελληνικού χώρου προς βορρά. Οι σημαντικότερες πλουτοπαραγωγικές πηγές της ήταν διαχρονικά η γεωργία (κυρίως παραγωγή δημητριακών και αμπελοκαλλιέργεια) και η κτηνοτροφία. Η οικονομική ανάπτυξη που γνώρισε η Θράκη αντανακλάται στη δημιουργία σημαντικών αστικών και εμπορικών κέντρων.

(1931), σ. 48.

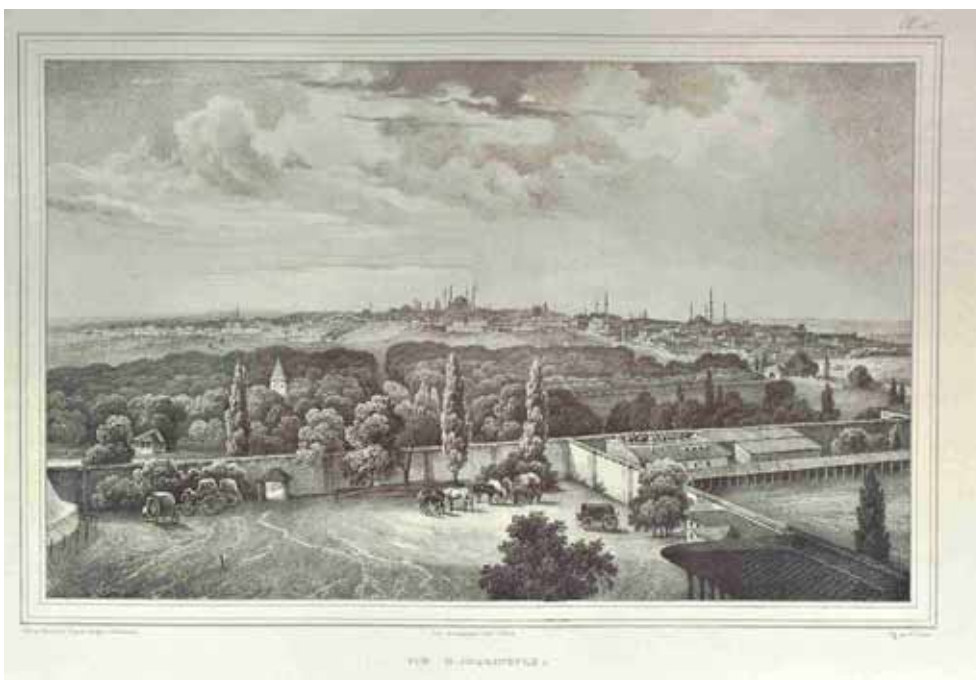
³⁴ A. Viquesnel, *Voyage dans la Turquie d' Europe. Description physique et géologique de la Thrace*, τ. Α', Paris 1868, σσ. 269-271.



Εικ. 1. Αργυρός στατήρας από τη Μαρόνεια με παράσταση τσαμπιών (αρχές 4ου αι. π.Χ.). St. Casson, *Macedonia, Thrace and Illyria: their relations to Greece from the earliest times down to the time of Philip son of Amyntas*, Oxford 1926, σ. 54.



Εικ. 2. Αργυρό τριόβολο από τα Άβδηρα με παράσταση δημητριακών (αρχές 4ου αι. π.Χ.). St. Casson (ό.π.).



Εικ. 3. Αποψη της Αδριανούπολης το 1829. Λιθογραφία από C. Sayger & A. Desarnod, *Album de voyage en Turquie fait par ordre de sa majesté l'Empereur Nicolas Ier en 1829 et 1830*, Παρίσι 1830.



Εικ. 4. Η ρωμαϊκή Θράκη (Thraciae Veteris Typus). Ιστορικός χάρτης του Abraham Ortelius (1585).



Εικ. 5. Το βιλαέτι της Αδριανούπολης και η Ανατολική Ρωμυλία μετά το 1896. Κ. Mühl, *Meyers Reisebücher. Türkei, Rumänien, Serbien, Bulgarien, Leipzig & Bienna*, 1902 (Συλλογή Βασιλείου Νικόλτσιου).

ΗΜΕΡΙΔΑ

«ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΕΒΡΟ: ΠΕΤΡΩΤΑ ΕΒΡΟΥ ΣΕΛ
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ, ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ» ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007 38-53

ΤΑ ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΒΡΟΥ: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ ΕΩΣ ΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΟΧΗ

Μιχάλης Βαβελίδης¹, Άγγελος Χοτζίδης² & Βασίλης Μέλφος¹

¹Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., ΤΚ 541 24
Θεσσαλονίκη, e-mail: vavelidi@geo.auth.gr

²Κέντρο Έρευνας Μακεδονικής Ιστορίας και Τεκμηρίωσης, Προξένου Κορομηλά 23,
54622, Θεσσαλονίκη

1. ΑΡΧΑΙΑ ΚΑΙ ΝΕΟΤΕΡΑ ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΣΤΗ ΘΡΑΚΗ

Οι αρχαιότερες θέσεις εξόρυξης στη Θράκη εντοπίζονται κυρίως στις περιοχές των Πετρωτών του Νομού Ροδόπης, της Μάκρης, της Μαρώνειας, της Μεσημβρίας/Ζώνης, της Σαμοθράκης, των Πετρωτών Έβρου και της νήσου Θάσου. Στα Πετρωτά του Νομού Ροδόπης και στη Μάκρη στα δυτικά της Αλεξανδρούπολης έχουμε επιφανειακές λατομικές εργασίες πυριτόλιθου και σκληρών ηφαιστειακών και πλουτωνικών πετρωμάτων για την κατασκευή εργαλείων. Η δραστηριότητα αυτή χρονολογείται, για τη Μάκρη και Σαμοθράκη, από τη Νεολιθική εποχή.

Χαρακτηριστικές περιπτώσεις χρήσης πλουτωνικού πετρώματος έχουμε στο τείχος της μεγαλιθικής ακρόπολης της Ισμάρας, νοτιοανατολικά της Μαρώνειας, που χρονολογείται από τους 9^ο και 8^ο αι. π.Χ., καθώς και σε αυτό της γειτονικής αρχαίας Μεσημβρίας/Ζώνης.¹ Τα αρχαία λατομεία μαρμάρου της Μαρώνειας (7^ο-4^ο αι. π.Χ.) εντοπίζονται σε επτά θέσεις 5 χλμ. νοτιοανατολικά του χωριού πολύ κοντά στην αρχαία πόλη. Η δραστηριότητα αυτή συνεχίστηκε και αργότερα κατά την ελληνιστική και ρωμαϊκή εποχή.

Τα λατομεία ασβεστόλιθου της αρχαίας Μεσημβρίας/Ζώνης εντοπίζονται

¹ Β. Μέλφος & Μ. Βαβελίδης, «Η κατεργασία του λίθου και η λατομική δραστηριότητα κατά την αρχαιότητα: ίχνη λατόμευσης στη Μαρώνεια του Νομού Ροδόπης», *Θεσσαλονικέων Πόλις* 2 (Μάιος 2000), 63-76 και Μ. Βαβελίδης, Β. Μέλφος, Ε. Κιουρτζόγλου & Π. Τσατσοπούλου, «Λατομική δραστηριότητα στην περιοχή Μεσημβρίας-Ζώνης Έβρου κατά την αρχαιότητα», *ΑΕΜΘ* 15 (2001), 33-45.

περίπου 1 χλμ. δυτικά και 500 μέτρα βορειοδυτικά της αρχαίας πόλης. Στη Θάσο η εξόρυξη μαρμάρου ξεκίνησε επίσης στις αρχές του 7^{ου} αι. π.Χ. από Πάριους αποίκους στο βορειανατολικό τμήμα του νησιού και αργότερα στα νοτιοανατολικά στην περιοχή Αλυκή. Το λατομείο αυτό λειτούργησε ασταμάτητα από τον 6^ο αι. π.Χ. έως τον 6^ο αι. μ.Χ. και τροφοδότησε με πρώτη ύλη αρχικά τα νησιά, Σαμοθράκη και Λέσβο, τα παράλια της Θράκης και της Μ. Ασίας και αργότερα σε μεγάλο βαθμό τη Ρώμη.

Στα Πετρωτά Έβρου η εξόρυξη ηφαιστειακών και ψαμμιτικών πετρωμάτων γινόταν από την κλασική αρχαιότητα μέχρι τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, ενώ στους Μεταξάδες η εκμετάλλευση πέτρας βεβαιώνεται κατά την περίοδο της οθωμανικής κυριαρχίας.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΒΡΟΥ

Η περιοχή του Βόρειου Έβρου ανήκει γεωτεκτονικά στη Μάζα της Ροδόπης και καλύπτεται κατά το μεγαλύτερο μέρος από ιζήματα. Ένα σημαντικό μέρος καταλαμβάνουν επίσης τα μεταμορφωμένα πετρώματα (σχιστόλιθοι, φυλλίτες), ενώ ένα μικρότερο τα ηφαιστειακά πετρώματα. Η Μάζα της Ροδόπης καλύπτεται τεκτονικά από τρεις ομάδες πετρωμάτων, Άνω Ηώκαινικής ηλικίας: α. την Ανώτερη Ψαμμιτική Σειρά Πετρωτών β. τη Σειρά Πενταλόφου και γ. τη Σειρά Κομάρων.

Τα πετρώματα της Ανώτερης Ψαμμιτικής Σειράς αποτελούνται από λεπτόκοκκους κιτρινοπράσινους έως τεφρούς ψαμμίτες που εξορύσσονταν κατά θέσεις για να χρησιμοποιηθούν ως δομικό υλικό. Μέσα στα πετρώματα αυτά βρέθηκαν απολιθώματα από κοράλλια και τρηματοφόρα.

Η Σειρά Πενταλόφου αναπτύσσεται στα Πετρωτά και τον Πεντάλοφο σε μια ζώνη βορειοδυτικής διεύθυνσης που καταλήγει στην περιοχή της Λιχωνιάς (Φυλάκιο 612) στα ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Η Σειρά αυτή έχει ηφαιστειοϊζηματογενή προέλευση και αποτελείται από τρεις τύπους πετρωμάτων: 1. από ένα πράσινου έως τεφροπράσινου χρώματος συνεκτικό ψηφίτολατυποπαγές γνωστό ως «πουτίγκα». Το πέτρωμα αυτό χρησιμοποιήθηκε κυρίως ως δομικό υλικό μέχρι και την δεκαετία του 1950 και περιέχει ζεόλιθο, 2. από ένα χαλαρό λατυποπαγές που αποτελείται κυρίως από γωνιώδεις λατύπες χωρίς ταξινόμηση και κατά θέσεις από ογκόλιθους και 3. από ένα ρυολιθικής σύστασης πέτρωμα και ηφαιστειακούς τόφρους. Ο ρυόλιθος χρησιμοποιήθηκε επίσης ιδιαίτερα ως δομικό υλικό και για την κατασκευή μυλόλιθων.

Τέλος, η Σειρά Κομάρων καταλαμβάνει ένα πολύ μεγάλο τμήμα του Βόρειου Έβρου που αρχίζει από το Θεραπιά, τα Κόμαρα και συνεχίζει δυτικά και νοτιοδυτικά των Πετρωτών και Πενταλόφου μέχρι τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Η Σειρά αυτή αποτελείται από αδρόκοκκους ψαμμίτες και κροκαλοπαγή οι οποίοι

χρησιμοποιήθηκαν ως δομικό υλικό, για την κατασκευή μολόλιθων, και αντικειμένων οικιακής χρήσης. Σε ορισμένες τοποθεσίες έχουμε αποθέσεις ενός υφάλμυρου γεωλογικού σχηματισμού που οι κάτοικοι τον ονόμαζαν «Αλμυρή Πέτρα». Μέσα στη Σειρά Κομάρων εντοπίζονται ακόμη μικρές εμφανίσεις λιγνίτη και πυριτωμένων κορμών δέντρων. Στα ανώτερα στρωματογραφικά τμήματα υπάρχουν ιζήματα του Τεταρτογενούς όπως άμμοι, άργιλοι και χαλίκια καθώς κόκκινοι έως κίτρινοι άργιλοι, άμμοι και χαλαρά κροκαλοπαγή Πλειο-Πλειστοκαινικής ηλικίας.

3. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΤΗΣ ΠΕΤΡΑΣ

Η εξόρυξη και εκμετάλλευση της πέτρας ιδιαίτερα στα Πετρωτά αποτέλεσε σημαντικό οικονομικό παράγοντα και συνέβαλε γενικότερα στην ανάπτυξη της περιοχής. Οι κυριότερες θέσεις εξόρυξης πέτρας (Εικ. 1) ήταν η περιοχή από το Παλιόκαστρο έως το ρέμα της Καλαθιάς, στις τοποθεσίες «Μαύρη Πέτρα» (Καρακόπετρα), «Πετρωτά», Μαντινούδια καθώς επίσης και στο ρέμα της «Κάμισας» (Κάλαμου) στην τοποθεσία Γκάζου Μύλος. Τα παλαιότερα από αυτά είναι της Μαύρης Πέτρας και του Γκάζου Μύλου, ενώ ένα από τα μεγαλύτερα λατομεία εξόρυξης πέτρας ήταν αυτό της «Δραμπλιάς τα μαντένια» (Αυραμηλιάς) όπου μάλιστα γινόταν εκτός από επιφανειακή και υπόγεια εξόρυξη (Εικ. 2,3). Σε ορισμένες θέσεις βρέθηκαν και εδώ ίχνη παλαιότερης δραστηριότητας, τα οποία έχουν σε μεγάλο βαθμό καταστραφεί από την έντονη εκμετάλλευση. Εξόρυξη πέτρας από τους κατοίκους του Πενταλόφου γινόταν στην περιοχή Μεταλλείο.

Στην περιοχή κατά μήκος της Μπαραμπρούς (Περδικόρρεμα) λειτουργούσε, μέχρι το τέλος της δεκαετίας 1940, μια σειρά υδρόμυλων οι οποίοι, με μια διεύθυνση από νοτιοανατολικά προς βορειοδυτικά, ήταν οι γνωστοί ως Τζαφιράδες, Λιμπουρτίκα, Καλιάτη, Καπουσουόζη, Ζέτσιου και Μόσχου.

Οι Πετρωτιώτες εκμεταλλεύονταν την εξορυσσόμενη πέτρα, όχι μόνο ως μολόπετρα (Εικ. 4,5) αλλά και ως δομικό υλικό καθώς επίσης και για να κατασκευάσουν ποτίστρες για τα ζώα, στόμια πηγαδιών και «ταμπάνια» (πλάκες ως βάσεις για τα στόμια των πηγαδιών), γουδιά, χειρόμυλους και άλλα αντικείμενα οικιακής χρήσης. Για σκεπές και δάπεδα, όπως και για βρύσες, προσφέρονταν οι σχιστολιθικές πλάκες που εξορύσσονταν επιφανειακά στην περιοχή της Γυαλιάς. Η λεγόμενη «Αλμυρή Πέτρα» χρησιμοποιούνταν εκτός από δομικό υλικό και από τους σιδεράδες ως σιλικόπασμα, καθώς το πέτρωμα αυτό έχει την ιδιότητα να μειώνει το σημείο τήξης του μετάλλου, ώστε να μπορεί ο σιδεράς να το επεξεργαστεί πιο εύκολα.

Η εξόρυξη της πέτρας γινόταν με τον παρακάτω τρόπο: Οι τεχνίτες έκαναν επιτόπου το σχέδιο της πέτρας, το οποίο ποίκιλε ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο θα την χρησιμοποιούσαν. Χάρασαν την πέτρα και εκεί τοποθετούσαν

πέταλα και ανάμεσα στα πέταλα έβαζαν σιδερένιες σφήνες και τις χτυπούσαν με το βαρύ (Εικ. 6). Η μετακίνηση γινόταν με ξύλινους και μεταλλικούς μοχλούς (“μανέλες”) κάνοντας μια τρύπα στο μέσο της πέτρας, όπου τοποθετούσαν το μοχλό και σήκωναν την πέτρα “στο ποδάρι”. Για την επεξεργασία μικρότερων λίθων χρησιμοποιούσαν τη βαριοπούλα.

4. ΜΝΗΜΕΙΑ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΕΒΡΟ

Ένα σημαντικό ερώτημα για το Βόρειο Έβρο και ιδιαίτερα για την ευρύτερη περιοχή των Πετρωτών είναι τι σχέση είχαν τα λατομεία με την ανάπτυξη και οίκηση αυτής στις διάφορες ιστορικές περιόδους. Για το λόγο αυτό η ομάδα μας υπέβαλε το 1998 στο Δήμο Τριγώνου μία πρόταση με τίτλο: *Μελέτη των παλαιών λατομείων στην ευρύτερη περιοχή Πετρωτών Έβρου. Ο ρόλος των λατομείων στη διατήρηση της γεωλογικής-λατομικής και πολιτιστικής κληρονομιάς*, η οποία χρηματοδοτήθηκε από το Δήμο Τριγώνου στο πλαίσιο συνεργασίας με το Α.Π.Θ. (πρόγραμμα INTERREG). Για την υλοποίηση αυτού του προγράμματος επισκεφθήκαμε διάφορα μνημεία της ευρύτερης περιοχής σε μία ακτίνα περίπου 10 χλμ. σε ευθεία γραμμή στα ανατολικά, βόρεια και δυτικά του χωριού σε ελληνικό και βουλγαρικό έδαφος. Τα μνημεία αυτά είναι:

1. Ο αρχαίος θρακικός τάφος στο Μεζέκ (μέσα 4^{ου} αι. π.Χ.)
2. Το βυζαντινό κάστρο στο Μεζέκ (περ. 1000)
3. Το μεταβυζαντινό κάστρο «Παλαίκαστρο» κοντά στα Πετρωτά (περ. 1500)
4. Η γέφυρα του Μουσταφά Πασά στο Σβίλενγκραντ (1529)
5. Η εκκλησία των Παμμεγίστων Ταξιαρχών Μιχαήλ και Γαβριήλ στα Πετρωτά (1834)
6. Η εκκλησία του Αγίου Αθανασίου στο Μάλκο Γκραντίστε (1844)
7. Η εκκλησία στη Μονή Αγίων Αποστόλων (Λαμπούς) (α' μισό 19^{ου} αι.)
8. Η εκκλησία στο Μεζέκ (περ. 1860)
9. Η εκκλησία των Αγίων Κωνσταντίνου και Ελένης στον Πεντάλοφο (1858)
10. Η εκκλησία στη Μηλιά (19^{ος} αι.)
11. Η εκκλησία Κοιμήσεως της Θεοτόκου στο Θεραπειό (1895)

Από τα λατομεία των Πετρωτών και τα προαναφερθέντα μνημεία έγινε συστηματική δειγματοληψία, προκειμένου να προσδιοριστεί η ορυκτολογική, πετρολογική και χημική σύσταση των πετρωμάτων και με τον τρόπο αυτό να διαπιστωθεί κατά πόσο αυτά παρουσιάζουν ομοιότητες μεταξύ τους. Η εργαστηριακή έρευνα με πολωτικό και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, με ακτίνες-X και ατομική απορρόφηση έδειξε ότι μεγάλο μέρος του υλικού των προαναφερόμενων μνημείων είναι όμοιο με αυτό των λατομείων των Πετρωτών. Πρόκειται κυρίως για διάφορους τύπους ψαμμίτη αλλά και ορισμένα είδη συνεκτικού ψηφιτολατυποπαγούς πετρώματος καθώς και ηφαιστειακών

πετρωμάτων που υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή των Πετρωτών.

Από τα ρυολιθικής σύστασης ηφαιστειακά πετρώματα και τους ηφαιστειακούς τόφφους των λατομείων των Πετρωτών (θέσεις Μαύρη Πέτρα, Γκάζου Μύλος) κατασκευάστηκε, σε μικρή απόσταση (περίπου 2 χλμ.) από το σημείο εξόρυξης, ο θρακικός θολωτός (με κυψελοειδές σχήμα) τάφος στον τύμβο Μαλ Τεπέ στο Μεζέκ της Βουλγαρίας (Εικ.7,8,9,10) που χρονολογείται στο β' μισό του 4^{ου} αι. π.Χ. Με συνολικό μήκος 29,95 μ. ο τάφος αυτός είναι ένας από τους μεγαλύτερους του ανατολικού τμήματος των Βαλκανίων.² Η τούμπα Μαλ Τεπέ έχει διάμετρο περίπου 90 μέτρα και ύψος 14 μέτρα ενώ ο τάφος περιβάλλεται από λίθινη κρηπίδα. Η τοιχοδομή του τάφου είναι ισοδομική. Αποτελείται από τέσσερα μέρη: ένα δρόμο, έναν περίπου τετράγωνο προθάλαμο, ένα δεύτερο περίπου τετράγωνο προθάλαμο και ένα κυκλικό θόλο. Ο θόλος έχει μορφή παραβολοειδή, ξεκινάει από το δάπεδο και σχηματίζεται με 13 εκφορικές στρώσεις ομαλά λαξευμένων, στην εσωτερική τους επιφάνεια, λίθων. Στο θόλο, απέναντι από την είσοδο, υπάρχει πέτρινη κλίνη (Εικ. 10). Η μακεδονικού τύπου θύρα του θόλου ήταν χάλκινη και δίφυλλη (Εικ. 9), η θύρα του δεύτερου προθαλάμου ήταν πέτρινη και μονόφυλλη, ενώ μία πέτρινη ορθογώνια πλάκα χώριζε τον πρώτο προθάλαμο από το δρόμο και η είσοδος του τάφου ήταν κλεισμένη έως ένα ορισμένο ύψος με πέτρες.³

Τα διάφορα ευρήματα (χρυσά κοσμήματα κ.ά.) μεταφέρθηκαν, μετά την ανακάλυψη του τάφου το 1931, στο Εθνικό Μουσείο της Σόφιας.⁴ Ο βούλγαρος αρχαιολόγος Bogdan D. Filon,⁵ ο οποίος μελέτησε τον τάφο και τα ευρήματα από το 1931 έως το 1933, ανέφερε ότι σχεδόν όλα τα ευρήματα του τάφου, εκτός από ένα σιδερένιο μνησκό, είχαν ελληνικό χαρακτήρα,⁶ ενώ, σύμφωνα και με νεότερες

² Ivan Venedikov & Todor Gerassimov, *Thrakische Kunst*, Λειψία 1976, σ. 52.

³ Για την περιγραφή του τάφου του Μεζέκ βλ. Venedikov & Gerassimov, *ό.π.*, σ. 52-53 και 56 (απ' όπου παρατίθενται και οι διαστάσεις των τμημάτων του), B. Filon, "Kupolnite grobnici pri Mezek", *Izvestija na Bulgarskija Archeologiceski Institut* 11 (1937), 1-107, του ίδιου "The Bee-hive Tombs of Mezek", *Antiquity*, 11,43 (1937), 300-305 και Αναστάσιος Κ. Ορλάνδος, *Τα υλικά δομής των αρχαίων Ελλήνων και οι τρόποι εφαρμογής αυτών κατά τους συγγραφείς, τας επιγραφάς και τα μνημεία, Τεύχος 2, Τα μέταλλα, το ελεφαντοστούν, τα κονιάματα και οι λίθοι*, Αθήνα 1958 σ. 304-305. Για τους ταφικούς τύμβους της ελληνικής Θράκης βλ. Δ. Τριαντάφυλλος & Δ. Τερζοπούλου, «Ταφικοί τύμβοι της Θράκης. Συμπεράσματα ανασκαφικών ερευνών», *ΑΕΜΘ* 10 Β (1996), 927-948.

⁴ Filon, "The Bee-hive Tombs...", 300.

⁵ Ο Bogdan D. Filon γεννήθηκε το 1883 στη Στάρα Ζαγόρα, σπούδασε στη Γερμανία από το 1901 έως το 1906 και ήταν διευθυντής του Βουλγαρικού Αρχαιολογικού Ινστιτούτου από το 1920 έως το 1940. Κατά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο διετέλεσε πρωθυπουργός της Βουλγαρίας (1940-1943) και αντιβασιλέας (1943-44) και γι' αυτό, μετά την επικράτηση των κομμουνιστών, καταδικάστηκε σε θάνατο και εκτελέστηκε στη Σόφια την 1η Φεβρουαρίου 1945.

⁶ R.F. Hoddinott, *Οι Θράκες*, Αθήνα 2000, σ. 206-207. Σύμφωνα με τον Filon, αλλά και

έρευνες, κατά την κατασκευή του τάφου εργάστηκαν Έλληνες τεχνίτες, μάλλον από την Ιωνία.⁷ Πάντως, το κυκλικό σχήμα του θαλάμου (θόλος), επιτρέπει τη χρονολόγησή του μετά τα μέσα του 4^{ου} αι. π.Χ., καθώς έως τότε οι θρακικοί τάφοι είχαν μόνο τετράγωνους θαλάμους, ενώ στη συνέχεια κατασκευάζονταν και κυκλικοί και τετράγωνοι θάλαμοι.⁸ Επίσης, στο Αρχαιολογικό Μουσείο της Κωνσταντινούπολης φυλάσσεται ένα χάλκινο άγαλμα αγριόχοιρου ύψους 0,80 μ. και μήκους 1,08 μ., το οποίο βρέθηκε το 1903 έξω από την είσοδο του τάφου. Το άγαλμα ανακαλύφθηκε από έναν βοσκό, ονόματι Αγγελή, κάτοικο του Μεζέκ, και ύστερα από αρκετές περιπέτειες μεταφέρθηκε στο Μουσείο της Κωνσταντινούπολης τον Αύγουστο του 1907.⁹

Σε κοντινή απόσταση από τα λατομεία των Πετρωτών κατασκευάστηκε περίπου στα μέσα του 4^{ου} αι. π.Χ. και ο θολωτός (με κυψελοειδές σχήμα) τάφος στον τύμβο του Κουρτ Καλέ (Βάλτσεπολ) (Εικ. 11), οποίος δεν έχει δρόμο και αποτελείται από έναν τετράγωνο προθάλαμο και μία θολωτή αίθουσα. Ο τάφος στο Κουρτ Καλέ βρέθηκε συλημένος και τα μόνα ευρήματα σε αυτόν ήταν θραύσματα αμφορέων και ένα δοχείο με οστά αλόγου.¹⁰

Το βυζαντινό κάστρο στο Μεζέκ (περ. 1000), όπως και το μεταβυζαντινό κάστρο στη θέση Παλαίικαστρο στα Πετρωτά (περ. 1500), φαίνεται ότι εξυπηρετούσαν την προστασία των κατοίκων των γειτονικών χωριών, αλλά και τη διασφάλιση των συγκοινωνιών και των μεταφορών στην ευρύτερη περιοχή. Όπως προκύπτει από τις μέχρι τώρα έρευνες του αρχαιολόγου Διαμαντή Τριαντάφυλλου στο χώρο του κάστρου στο ύψωμα Παλαίικαστρο (Εικ. 12), σε απόσταση 3 χλμ. νότια των Πετρωτών, υπάρχουν τμήματα ασβεστόχτιστου περιβόλου μεταβυζαντινής περιόδου ενώ βρέθηκαν και ευρήματα ρωμαϊκής εποχής. Μάλιστα, έως τις αρχές της δεκαετίας του 1970 ο περίβολος σωζόταν σε ύψος περίπου 1 έως 2 μέτρων. Η θέση στην οποία ήταν κτισμένο το κάστρο περιβάλλεται στα δυτικά, νότια και ανατολικά από το χείμαρρο Μπαραμπρού και ήταν ιδανική για την επιτήρηση της γύρω περιοχής.

Το κάστρο στο Μεζέκ (Εικ.13) έχει ακανόνιστη τοιχοδομή με μικρές πέτρες και

τον Hoddinott, ο τάφος στο Μεζέκ είναι παρόμοιας κατασκευής με το θρακικό τάφο που ανακαλύφθηκε το 1891 στην Ανατολική Θράκη στις Σαράντα Εκκλησιές (γνωστός ως Κιρκλαρελί Β), βλ. Hoddinott, *ό.π.*, σ. 208 και Filov, "The Bee-hive Tombs...", 303.

⁷ Gocha R. Tsetschladze, "Who Built the Scythian and Thracian Royal Elite Tombs?", *Oxford Journal of Archaeology* 17,1 (Μάρτ. 1998), 55-92, κυρίως 66-73 και σημ. 32, 33.

⁸ Στο ίδιο, 69.

⁹ O. Hamdy, "Le sanglier de Meuzek", *Revue Archéologique* 11 (Ιαν. - Ιούν. 1908), 1-3 και Venedikov & Gerassimov, *ό.π.*, σ. 337. Παρά τις ανασκαφές που πραγματοποιήθηκαν τότε από αρχαιολόγους του Μουσείου της Κωνσταντινούπολης, δεν ανακαλύφθηκε ο τάφος (Filov, "The Bee-hive Tombs...", 300).

¹⁰ Hoddinott, *ό.π.*, σ. 207 και Venedikov & Gerassimov, *ό.π.*, σ. 57. Για το Βάλτσεπολ βλ. και Peter Soustal, *Thrakien (Thrake, Rodope und Haimimontos)*, *Tabula Imperii Byzantini* 6, Βιέννη 1991, σσ. 492-493.

παρεμβαλλόμενες ζώνες πλίνθων και κονιάματος, ενώ μεταξύ των εννέα πύργων υπάρχουν τοξοτές κόγχες. Οι διαστάσεις του είναι περίπου 110x60 μέτρα και το εμβαδόν του περίπου 6.500 τ.μ.¹¹ Πιθανολογείται ότι στα τέλη του 12^{ου} αι. το Μεζέκ ονομαζόταν *Νεούτζικον*.¹²

Επίσης, και στο Ορμένιο, γνωστό ως *Τζερνομιάνου πόλις* κατά τη βυζαντινή περίοδο, υπήρχε φρούριο, το οποίο αναφέρεται ήδη από τον 14^ο αιώνα, ενώ το 17^ο αιώνα μαρτυρείται η ύπαρξη τετράγωνου κάστρου. Στη μάχη του Ορμενίου στις 26 Σεπτεμβρίου 1371 τα στρατεύματα των Ιωάννη Ούγγλεση και Βουκασίν ηττήθηκαν από τις οθωμανικές δυνάμεις του Μουράτ Α'. Σε ύψωμα κοντά στο Ορμένιο αναφέρθηκε η ύπαρξη υπολειμμάτων της βυζαντινής οχύρωσης, μεταξύ άλλων, τμήμα ενός πύργου (αποτελούμενο από μεγάλες κατεργασμένες πέτρες και κονίαμα) καθώς και τμήματα του τείχους.¹³

Από την περιοχή του Βορείου Έβρου, ήδη από τη ρωμαϊκή περίοδο, διερχόταν η σημαντική εμπορική και στρατιωτική οδός (Via Diagonalis) που συνέδεε την Κωνσταντινούπολη και την Αδριανούπολη με τη Φιλιπούπολη, τη Σόφια (Σαρδική) και το Βελιγράδι (Singidunum).¹⁴ Η Via Diagonalis ήταν μαζί με τη Via Egnatia, που συνέδεε το Δυρράχιο με την Κωνσταντινούπολη, οι σημαντικότερες εμπορικές και στρατιωτικές οδοί στα Βαλκάνια από τη ρωμαϊκή έως και την οθωμανική περίοδο. Τμήμα της οδού αποτελούσε και η γέφυρα του Μουσταφά Πασά στο Σβίλενγκραντ (Εικ.14), η οποία έχει μήκος 295 μ. και πλάτος 6,30 μ. και πιθανολογείται ότι είναι έργο του διάσημου αρχιτέκτονα Σινάν. Τουλάχιστον ένα μέρος της γέφυρας, που σήμερα αποτελεί μνημείο παγκόσμιας κληρονομιάς από την UNESCO, κατασκευάστηκε και από πέτρα λατομείων των Πετρωτών και στην κατασκευή της συμμετείχαν, σύμφωνα με την προφορική παράδοση, Έλληνες τεχνίτες πέτρας από την Ήπειρο που εγκαταστάθηκαν τότε στα Πετρωτά (παλ.

¹¹ Ως πιθανή περίοδος κατασκευής του κάστρου στο Μεζέκ αναφέρεται το διάστημα από τον 8^ο έως τις αρχές του 12^{ου} αι. Soustal, *ό.π.*, σ. 361.

¹² Στο ίδιο, σσ. 360-361 και 374.

¹³ Πιθανή αναφορά του Ορμενίου ως Timiyanus ή Timanus το 12^ο αιώνα. Περίπου το 1550 αναφέρεται η παρακμή της πόλης Ciemenium, πιθανόν εξαιτίας της κατασκευής της γέφυρας στο Σβίλενγκραντ, είκοσι χρόνια πριν, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη του Σβίλενγκραντ και την παρακμή του Ορμενίου. Στο ίδιο, σ. 489.

¹⁴ Για τη Via Diagonalis βλ. I. Dimitroukas, *Reisen und Verkehr im Byzantinischen Reich vom Anfang des 6. Jhr. bis zur Mitte des 11. Jhr.*, τ. 2, Αθήνα 1997, τ. Α', σ. 256 κ.ε. και τ. Β', σ. 637-638 αλλά και Constantin Jos. Jireček, *Die Heerstrasse von Belgrad nach Constantinopel und die Balkanpässe. Eine historisch-geographische Studie*, Πράγα 1877. Για τη σύνδεση της Via Diagonalis με τη Via Egnatia βλ. Δημήτρης Κων. Σαμσάρης, *Ιστορική γεωγραφία της Δυτικής Θράκης κατά τη ρωμαϊκή αρχαιότητα*, Θεσσαλονίκη 2005, σ. 67 και Χρίστος Α. Κυριαζόπουλος, *Η Θράκη κατά τους 10^ο – 12^ο αιώνες. Συμβολή στη μελέτη της πολιτικής, διοικητικής και εκκλησιαστικής της εξέλιξης*, Θεσσαλονίκη 2000, σσ. 53-54.

ονομ. Καραμπάγ).¹⁵ Μάλιστα, οι Πετρωτιώτες ανέφεραν το Σβίλεγκραντ ως «Γιοφύρι». Από μαρμάρινη επιγραφή που σώζεται στη γέφυρα προκύπτει ότι το έργο ολοκληρώθηκε μεταξύ 15 Σεπτεμβρίου 1528 και 4 Σεπτεμβρίου 1529.¹⁶

Φαίνεται ότι η γέφυρα χρησιμοποιήθηκε για τη μεταφορά οθωμανικών στρατευμάτων που πολιορκήσαν τη Βιέννη από τις 27 Σεπτεμβρίου έως τις 14 Οκτωβρίου 1529. Η κατασκευή της είχε καταστεί αναγκαία, προκειμένου στρατιωτικές δυνάμεις προερχόμενες από την Κωνσταντινούπολη και την Αδριανούπολη να διαπερνούν με ασφάλεια τον ποταμό Έβρο στο δρόμο προς τη Σόφια και το Βελιγράδι, καθώς ήδη από το 1521, και κυρίως από το 1526, τα στρατεύματα του Σουλεϊμάν Α΄ (1520-1566), του λεγόμενου Μεγαλοπρεπή, δραστηριοποιούνταν αρχικά στη βόρειο Βαλκανική και αργότερα την Ουγγαρία.¹⁷ Μάλιστα, η κατασκευή της γέφυρας επισφράγισε τον, ύστερα από αιώνες, έλεγχο της Via Diagonalis, σε όλο της το μήκος, από ένα κράτος, την Οθωμανική Αυτοκρατορία.¹⁸ Ο γερμανός περιηγητής Hans Dernschwam, που πέρασε στις 18 Αυγούστου 1553 από το Σβίλεγκραντ, παρατήρησε ότι η γέφυρα έμοιαζε με αυτές της Πράγας και ότι είχε αρκετό πλάτος ώστε να περνούν ταυτόχρονα δύο άμαξες.¹⁹ Επίσης, πιθανολογείται ότι το Σβίλεγκραντ ταυτίζεται με το βυζαντινό *Βουρδέπτω*, στο οποίο στα μέσα του 6^{ου} αι., επί Ιουστινιανού Α΄, υπήρχε μία οχύρωση.²⁰

¹⁵ Σύμφωνα με την προφορική παράδοση, οι Ηπειρώτες τεχνίτες που εγκαταστάθηκαν το 1529 στα Πετρωτά είχαν εργαστεί προηγουμένως και στη Μάλτα. Για την εκμετάλλευση και την εμπορία της πέτρας από τα λατομεία των Πετρωτών κατά τη διάρκεια της οθωμανικής κυριαρχίας βλ. Μ. Βαβελίδης, Α. Χοτζίδης & Β. Μέλφος, «Λατομεία και λατόμοι στη Θράκη από την αρχαιότητα έως τη σύγχρονη εποχή», *ΑΕΜΘ* 21 (2007), υπό έκδοση.

¹⁶ Για την περιγραφή της γέφυρας βλ. Stratimir Dimitrov & Boris Nedkov, “Nadpist na mosta pri Svilengrad”, *Arheologija* 1 (1963), 46-51 και Jireček, *ό.π.*, σ. 132.

¹⁷ Για τη δραστηριοποίηση των οθωμανικών στρατευμάτων στη βόρειο Βαλκανική και την Ουγγαρία τη δεκαετία του 1520 βλ. Ι.Κ. Χασιώτης, *Οι ευρωπαϊκές δυνάμεις και η Οθωμανική Αυτοκρατορία. Το πρόβλημα της κυριαρχίας στην ανατολική Μεσόγειο από τα μέσα του 15^{ου} ως τις αρχές του 19^{ου} αιώνα*, Θεσσαλονίκη 2005, σ. 69-72.

¹⁸ Ο Μ. Πορονιό επιλέγει την ονομασία Via Traiana, επειδή αυτή αναφέρεται από πολλούς δυτικούς περιηγητές του 16ου αιώνα. Βλ. Mihailo Popović, *Von Budapest nach Istanbul. Die Via Traiana im Spiegel der Reiseliteratur des 14. bis 16. Jahrhunderts*, Λειψία 2006, σ. 38-39.

¹⁹ Franz Babinger (επιμ.), *Hans Dernschwam's Tagebuch einer Reise nach Konstantinopel und Kleinasien (1553/55)*, Βερολίνο 1986, σ. 23

²⁰ Soustal, *ό.π.*, σ. 224-225.

5. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΕΤΡΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΒΡΟΥ

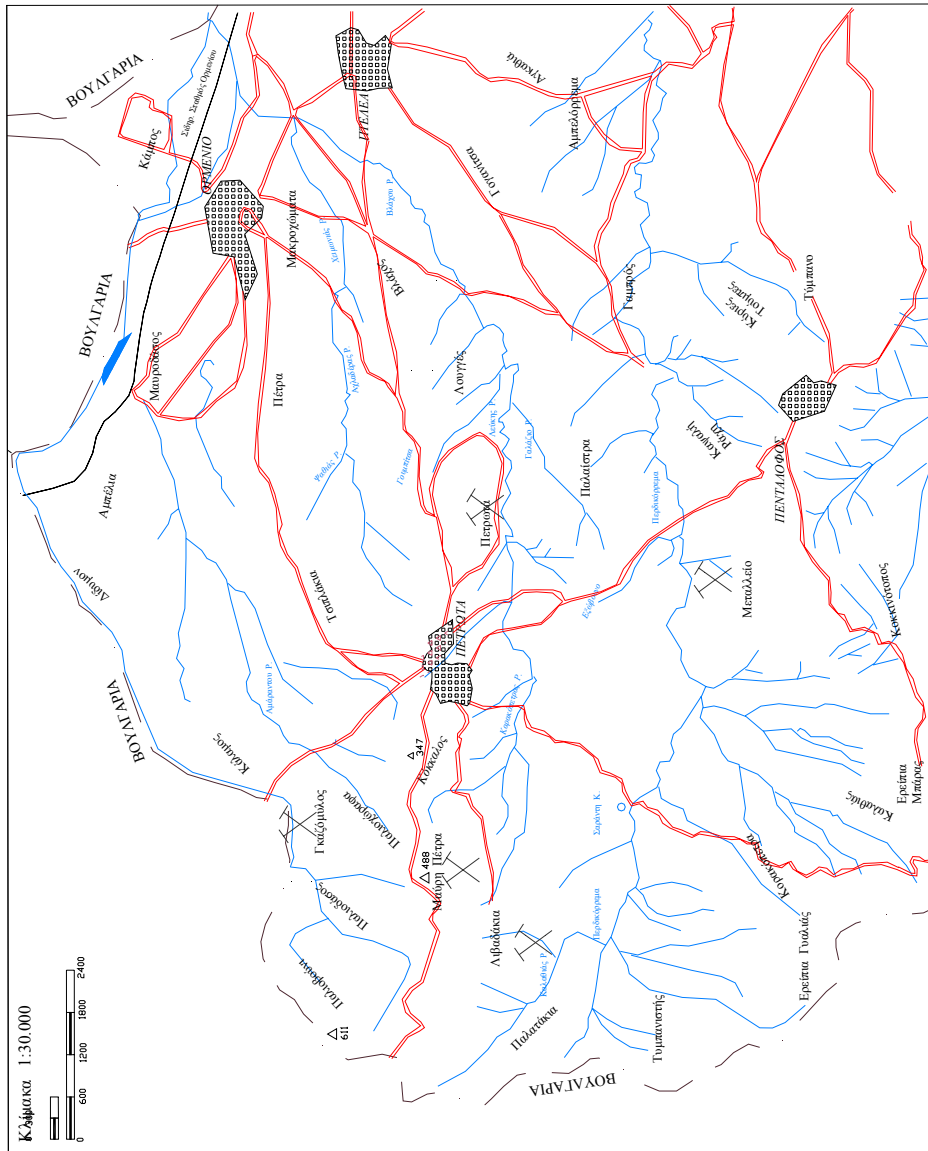
Η εξόρυξη, η επεξεργασία αλλά και η εμπορία της πέτρας ήταν από τις κυριότερες ασχολίες των κατοίκων στα Πετρωτά και στους Μεταξάδες του Έβρου κατά τη διάρκεια της οθωμανοκρατίας και κυρίως από τον 16^ο έως και τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, γεγονός που πιστοποιεί τη σημασία της πέτρας για την οικονομική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής.

Έχοντας, λοιπόν, ως αφετηρία το 1529, έτος κατασκευής της γέφυρας του Σβίλενγκραντ, μπορούμε, λαμβάνοντας υπόψη τα σωζόμενα μνημεία, την προφορική παράδοση αλλά και γραπτές πηγές, μπορούμε να πούμε ότι κατά τη διάρκεια της οθωμανοκρατίας οι κάτοικοι των Πετρωτών εργάστηκαν στα πολυάριθμα λατομεία της περιοχής εξορύσσοντας την πέτρα, την οποία στη συνέχεια επεξεργάζονταν ώστε αυτή να αποτελέσει δομικό υλικό για εκκλησίες και κατοικίες καθώς και πρώτη ύλη για μυλόπετρες, στόμια πηγαδιών, χερμόμυλους, γουδιά και άλλα αντικείμενα οικιακής χρήσης (Εικ.15).

Εκτός από την παραγωγή οι Πετρωτιότες ασχολήθηκαν και με την εμπορία της πέτρας. Η δραστηριότητα αυτή ενισχύθηκε από το 1872 και εξής με την κατασκευή της σιδηροδρομικής γραμμής Αδριανούπολης - Αλεξανδρούπολης (τότε Δεδέαγατς) και Αδριανούπολης - Φιλιπούπολης (όπως και την επέκταση αυτής έως τη Σόφια το 1888). Η λειτουργία της σιδηροδρομικής γραμμής είχε ως αποτέλεσμα τη σχεδόν πλήρη παύση της μεταφοράς εμπορευμάτων με πλοίαρια στον ποταμό Έβρο από τη Φιλιπούπολη και την Αδριανούπολη έως την Αίνο. Η μεταφορά των μυλόλιθων μπορούσε να γίνει πλέον σε μεγαλύτερες αποστάσεις, όπως το Σκρεμπέλεβο της Βουλγαρίας, όπου εστάλη στις 29 Ιουλίου 1911 ένα ζεύγος μυλόλιθων (με τα αρχικά «ΣΚ» χαραγμένα σε αυτούς), συνολικού βάρους 1.200 κιλών από τον τότε έμπορο πέτρας Κώστα Βαβελίδη γνωστό ως «Κωτιούδι» (Εικ. 16,17,18).²¹ Η εμπορία της πέτρας σχεδόν σταμάτησε τη δεκαετία του 1920 με τη συνεχή επέκταση της χρήσης μύλων με κυλίνδρους, κυρίως από τις αρχές του 20^{ου} αι.

Σήμερα, στις αρχές του 21^{ου} αι., και ενώ η πλειονότητα των κατοίκων του Τριγώνου Έβρου έχει μεταναστεύσει στη Γερμανία αλλά και σε άλλες περιοχές της Ελλάδος, με αποτέλεσμα οι λίγοι εναπομείναντες κάτοικοι να ασχολούνται κυρίως με τη γεωργία, χωρίς να έχουν άλλες δυνατότητες επαγγελματικής δραστηριοποίησης, τα λατομεία, οι αρχαιολογικοί χώροι και τα μνημεία μπορούν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο δράσεων για τον αγροτουρισμό, σε συνδυασμό με τη δημιουργία ενός Μουσείου Πέτρας και ενός Μονοπατιού σε χώρους ιδιαίτερου γεωλογικού και φυσικού κάλλους.

²¹ Βλ. συνοδευτικό έγγραφο της Compagnie d' Exploitation des Chemins de Fer Orientaux (Μουσταφά Πασά, 29 Ιουλίου 1911), Από το Αρχείο του Μιχάλη Βαβελίδη. Τα αρχικά «ΣΚ» αναφέρονται προφανώς στον τόπο προορισμού των μυλόπετρων (Σκρεμπέλεβο, δυτικά του Ντιμίτροβγκραντ, στον ποταμό Έβρο).



Εικ. 1. Τοπογραφικός χάρτης περιοχής Πετρωτών και οι κυριότερες θέσεις εξόρυξης πέτρας



Εικ. 2. Θέση αρχαίας εκμετάλλευσης στην περιοχή Μαύρη Πέτρα, Πετρωτά



Εικ. 3. Νεότερη υπόγεια εκμετάλλευση Πέτρας στην περιοχή Καλαθιάς ρέμα, Πετρωτά



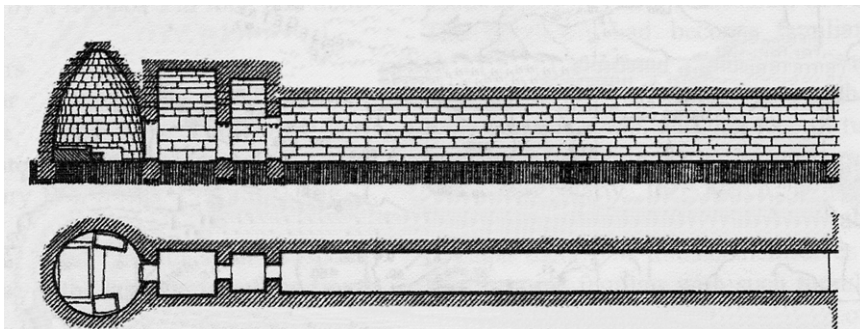
Εικ. 4. Χάραξη και επεξεργασία Μυλόπετρας επί τόπου, Καλαθιάς ρέμα, Πετρωτά.



Εικ. 5. Χάραξη και επεξεργασία
Μυλόπετρας επί τόπου,
Καλαθιάς ρέμα, Πετρωτά



Εικ. 6. Εργαλεία λατόμησης και
επεξεργασίας πέτρας



Εικ. 7. Σχεδιάγραμμα Θρακικού τάφου, Μαλ Τεπέ του Μεζεκ, Βουλγαρία (B. Filon, 1937).



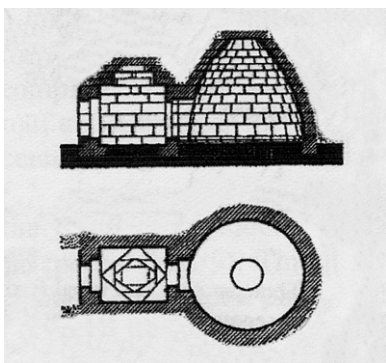
Εικ. 8. Δρόμος στο Θρακικό τάφο, Μαλ Τεπε του Μεζεκ, Βουλγαρία.



Εικ. 9. Χάλκινη δίφυλλη θύρα στο Θρακικό τάφο, Μαλ Τεπέ στο Μεζέκ (B. Filon, 1937).



Εικ. 10. Πέτρινη κλίνη, στο Θρακικό τάφο, του Μαλ Τεπέ του Μεζέκ, Βουλγαρία



Εικ. 11. Σχεδιάγραμμα του τάφου στο Κουρτ Καλέ, Βουλγαρία (B. Filon, 1937).



Εικ. 12. Ερείπια από το χώρο του κάστρου στο ύψωμα Παλαιόκαστρο, Πετροτών



Εικ. 13. Τμήμα του τοίχους στο κάστρο του Μεζέκ, Βουλγαρία



Εικ. 14. Η γέφυρα του Μουσταφά Πασά στο Σβίλεγκραντ, Βουλγαρία



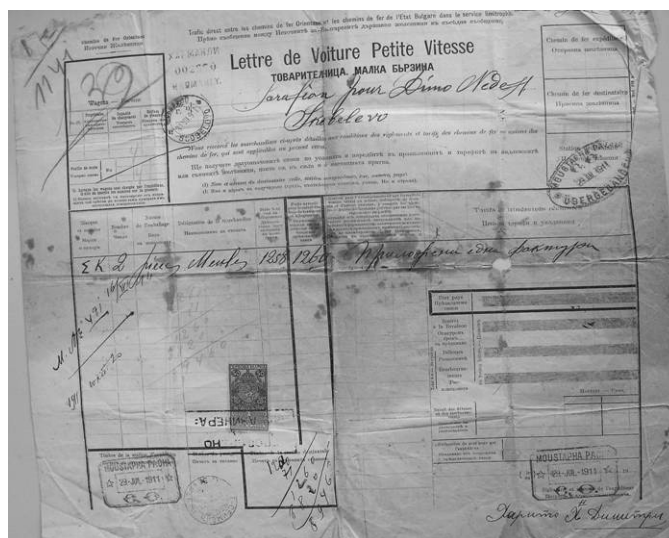
Εικ. 15. Αντικείμενα και προϊόντα επεξεργασίας πέτρας, Πετρωτά



Εικ. 16. Κωνσταντίνος Ι. Βαβελίδης (1853-1927), έμπορος πέτρας από τα Πετρωτά. Δελτίο ταυτότητας, Ορεστιάδα, 25 Αυγούστου 1923.



Εικ. 17. Άδεια μετακίνησης του Κωνσταντίνου Βαβελίδη στο εξωτερικό, που εκδόθηκε επι Οθωμανοκρατίας στο Μουσταφά Πασά, στις 29 Σεπτεμβρίου 1901



Εικ. 18. Έγγραφο μεταφοράς μυλόλιθων προς το Σκρεμπέλεβο Βουλγαρίας, στις 29 Ιουλίου 1911

ΗΜΕΡΙΔΑ

«ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΕΒΡΟ: ΠΕΤΡΩΤΑ ΕΒΡΟΥ ΣΕΛ
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ, ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ» ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007 54-59

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΝΟΣ ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΠΕΤΡΑΣ ΚΑΙ ΜΙΑΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΥ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΛΛΟΥΣ ΣΤΟ ΤΡΙΓΩΝΟ ΕΒΡΟΥ

Μιγάλης Βαβελίδης¹, Βασίλης Μέλφος¹ & Άγγελος Χοτζίδης²

¹ Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124, Θεσσαλονίκη, e-mail vavelidi@geo.auth.gr

² Κέντρο Έρευνας Μακεδονικής Ιστορίας και Τεκμηρίωσης, Πρ. Κορομηλά 23, 54622 Θεσσαλονίκη, e-mail angelosch@in.gr

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η δημιουργία ενός Μουσείου Πέτρας, σε συνδυασμό με τη χάραξη μιας Διαδρομής (μονοπατιού) με θέσεις ιδιαίτερου γεωλογικού και φυσικού κάλλους (γεωτόπων) μέσα στα όρια του Δήμου Τριγώνου Έβρου (Εικ. 1), είναι μία ιδέα της ομάδος μας που προέκυψε το 1998. Η ιδέα αυτή προτάθηκε από τότε επανειλημμένα στις δημοτικές αρχές και πιστεύουμε ότι πλέον ωρίμασε και μπορεί να αποτελέσει τη βάση για μία δυναμική προοπτική για το Δήμο Τριγώνου στην προσέλκυση ειδικού και εναλλακτικού τουρισμού στην περιοχή. Στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος *Μελέτη των παλαιών λατομείων στην ευρύτερη περιοχή Πετρωτών Έβρου. Ο ρόλος των λατομείων στη διατήρηση της γεωλογικής-λατομικής και πολιτιστικής κληρονομιάς* αναπτύχθηκε μία ερευνητική δραστηριότητα με στόχο τη μελέτη της ιστορίας, της λατομικής δραστηριότητας και των μνημείων της ευρύτερης περιοχής των Πετρωτών Έβρου, εντός και εκτός των ελληνικών συνόρων. Τα αντικείμενα της μελέτης περιλάμβαναν υπαίθρια και εργαστηριακή έρευνα σε λατομεία και μνημεία στην ευρύτερη περιοχή, βιβλιογραφική και αρχαιολογική έρευνα στην Ελλάδα και το εξωτερικό.

Συγκεκριμένα οι τομείς με τους οποίους ασχολήθηκε η ερευνητική ομάδα ήταν:

1. Γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής των Πετρωτών.
2. Ιστορία των Πετρωτών από τον 16^ο έως τον 20^ο αιώνα.
3. Λατομεία και λατόμηση στη Θράκη από την αρχαία έως τη σύγχρονη εποχή.

4. Λατομική δραστηριότητα (εξόρυξη και επεξεργασία πέτρας) στα Πετρωτά Έβρου κατά την αρχαιότητα και τους νεότερους χρόνους.
 5. Ορυκτός πλούτος στην περιοχή του Δήμου Τριγώνου και προοπτικές εκμετάλλευσης.
 6. Παραδοσιακά επαγγέλματα στα Πετρωτά κατά τον 20^ο αιώνα.
 7. Αρχαία και νεότερα μνημεία της ευρύτερης περιοχής Πετρωτών.
- Οι δραστηριότητες της ομάδας εργασίας ξεκίνησαν το 1998 στο πλαίσιο της συνεργασίας με την τότε 6η Εδαφική Περιφέρεια του Νομού Έβρου και συνεχίζονται έως σήμερα με το Δήμο Τριγώνου.

2. ΜΟΥΣΕΙΟ ΠΕΤΡΑΣ

Η δημιουργία ενός επιστημονικά δομημένου Μουσείου στα Πετρωτά είναι πλέον απαραίτητη, αφού η οικονομική και κοινωνική ζωή της περιοχής βασίστηκε από την αρχαιότητα έως και τον 20^ο αι. στην εξόρυξη, επεξεργασία και διακίνηση της πέτρας. Το Μουσείο αυτό θα προσφέρει στον επισκέπτη μία πολύπλευρη γνώση σχετικά με τις χρήσεις της πέτρας διαχρονικά. Θα εκτίθενται εργαλεία λατόμησης και επεξεργασίας καθώς και χρηστικά λίθινα αντικείμενα (μυλόπετρες, χειρομύλια, κόπανοι, στόμια πηγαδιών, τριπήρες, γουδιά κ.ά.), ενώ θα υπάρχει και πληροφοριακό υλικό για αρχιτεκτονικά οικοδομήματα της ευρύτερης περιοχής που διατηρούνται μέχρι σήμερα. Παράλληλα, για όλες τις φάσεις λατόμησης, επεξεργασίας και μεταφοράς της πέτρας θα υπάρχουν posters ώστε οι επισκέπτες να ενημερώνονται για τη σημασία της πέτρας στην οικονομική ζωή της περιοχής.

Επίσης, σε άλλα posters θα παρουσιάζονται γνωστά και σημαντικά μνημεία της περιοχής στην Ελλάδα και τη Βουλγαρία στα οποία χρησιμοποιήθηκε πέτρα από τα λατομεία των Πετρωτών. Τέτοια μνημεία είναι η γέφυρα του Μουσταφά Πασά στον ποταμό Έβρο στο Σβίλεγκραντ, ο αρχαίος θρακικός τάφος στην τούμπα Μαλ Τεπέ στο Μεζέκ (Εικ. 2), το βυζαντινό κάστρο και η εκκλησία στο Μεζέκ, η εκκλησία Παμμεγίστων Ταξιαρχών στα Πετρωτά, η εκκλησία Αγίου Αθανασίου στο Μάλκο Γκραντίστε, η Μονή Αποστόλων Πέτρου και Παύλου και πιθανώς ο παλιός οικισμός στην περιοχή Λαμπούς στη Βουλγαρία, η εκκλησία στο Καμίλσκι Ντολ, το μεταβυζαντινό κάστρο στη θέση Παλαιόκαστρο (Ν.Δ. των Πετρωτών), καθώς επίσης εν μέρει και οι εκκλησίες Αγίων Κωνσταντίνου και Ελένης στον Πεντάλοφο και Κοιμήσεως της Θεοτόκου στο Θεραπειό όπως και αυτή της Μηλιάς.

Παράλληλα, με τα εκθέματα που σχετίζονται με τη χρήση της πέτρας, θα δημιουργηθεί μία ορυκτολογική και πετρολογική συλλογή (Εικ. 3), στην οποία θα εκτίθενται δείγματα από όλα τα ορυκτά και πετρώματα της ευρύτερης περιοχής του Βορείου Έβρου με ειδικές πληροφορίες, ώστε ο επισκέπτης να αντιλαμβάνεται τόσο το γεωλογικό περιβάλλον όσο και τη γεωτεκτονική εξέλιξη της περιοχής μέσα από χάρτες και επεξηγηματικά σχήματα.

Μία σημαντική διάσταση του Μουσείου θα είναι η παρουσίαση των απολιθωμάτων της περιοχής του Βορείου Έβρου (Εικ. 4), καθώς είναι γνωστό ότι στους γεωλογικούς σχηματισμούς σε διάφορες περιοχές, όπως στα Πετρωτά, τον Πεντάλοφο, το Ορμένιο και τα Δίκαια, εντοπίζονται κατάλοιπα φυτικών και ζωικών οργανισμών, που έζησαν πριν από πολλά εκατομμύρια χρόνια και διατηρήθηκαν μέχρι σήμερα ως απολιθώματα. Απολιθωμένα ξύλα, κοράλλια, οστά, γαστερόποδα και άλλοι οργανισμοί είναι μερικά μόνο δείγματα από τα προτεινόμενα εκθέματα. Με επεξηγηματικές πινακίδες (posters) θα δίνονται πληροφορίες για την εξέλιξη των οργανισμών αυτών, τις διεργασίες που οδήγησαν στη δημιουργία των απολιθωμάτων, καθώς και την αναπαράσταση του παλαιοπεριβάλλοντος εκατομμύρια χρόνια πριν.

Τα οφέλη ενός οργανωμένου από ειδικούς Μουσείου Πέτρας στα Πετρωτά, σε συνδυασμό με τα αρχαιολογικά ευρήματα στο Μουσείο του Σπηλαίου και από τις υπόλοιπες ανασκαφές στο Δήμο Τριγώνου και ιδιαίτερα στη Μικρή Δοξίπαρα, θα είναι πολλαπλά για όλη την περιοχή του Τριγώνου. Η δημιουργία του Μουσείου θα προσελκύσει τουρίστες εναλλακτικού και εκπαιδευτικού τουρισμού, όχι μόνο από την περιοχή του Έβρου αλλά και από όλη την Ελλάδα. Παράλληλα, μέσα στο Μουσείο μπορεί να λειτουργήσει ένα κέντρο περιβαλλοντικής κατάρτισης, όπως συμβαίνει ήδη σε Μουσεία Φυσικής Ιστορίας σε άλλες περιοχές της Ελλάδας και του εξωτερικού (Εικ. 3), γεγονός που θα συμβάλει στην εκπαίδευση, την αύξηση της απασχόλησης των κατοίκων της περιοχής, αλλά και γενικότερα στην οικονομική ανάπτυξη του τόπου, αρκεί να υπάρχει το ενδιαφέρον από την πολιτεία και το Δήμο.

3. ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΧΑΡΑΞΗ ΜΙΑΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΥ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΛΛΟΥΣ

Το πλούσιο γεωλογικό περιβάλλον, σε συνδυασμό με τους εκπληκτικούς γεωτόπους, καθιστά το Δήμο Τριγώνου ως ένα χώρο ιδιαίτερου γεωλογικού κάλλους. Ταυτόχρονα τα λατομεία, αλλά και τα μνημεία της περιοχής, αναδεικνύουν και συνθέτουν την πλούσια ιστορική φυσιογνωμία της περιοχής. Για τους λόγους αυτούς προτείνεται η προστασία, διατήρηση και ανάδειξη αυτών των γεωτόπων που αποτελούν τμήμα της πολιτιστικής μας κληρονομιάς. Αυτό θα οδηγήσει και στην αξιοποίηση των χώρων αυτών στο πλαίσιο του αγροτουρισμού.

Για τους λόγους αυτούς προτείνεται μία σειρά από δραστηριότητες στα λατομεία και τους γεωτόπους:

1. Επίσκεψη και καταγραφή όλων των λατομείων στα Πετρωτά, όπως στο Γκάζο Μύλο, την Καρακόπετρα (Μαύρη Πέτρα) και της Καλαθιάς το Ρέμα (Εικ. 5). Φωτογράφιση, μελέτη και δημιουργία χάρτη με όλες τις θέσεις.

2. Μελέτη της τεχνικής και των ιχνών εξόρυξης, προσδιορισμός των φάσεων εξόρυξης και λεπτομερής χρονολόγηση των χώρων εκμετάλλευσης.

3. Ανάδειξη των χώρων των λατομείων ώστε να καταστούν επισκέψιμοι και τοποθέτηση ενημερωτικών πινακίδων.

4. Χάραξη Διαδρομής με μονοπάτια από τα Πετρωτά, στον Ανεμόμυλο, στην Μαύρη Πέτρα, στα λατομεία Καλαθιάς Ρέμα, στο Φράγμα Περωτών και από εκεί σε Γυαλιά, Μπάρα, Μηλιά και Θεραπειό, συνολικά περίπου 10 χιλιομέτρων.

Σημαντική θα είναι και η διάνοιξη και ανάδειξη διακρατικών μονοπατιών στα πλαίσια συμφωνιών και διακρατικών σχέσεων με τις γειτονικές χώρες (Βουλγαρία και Τουρκία). Συγκεκριμένα, προτείνεται η χάραξη των παλαιών δρόμων της πέτρας: α. Πετρωτά-Μεζέκ-Σβίλενγκραντ (Εικ. 2) και β. Πετρωτά-Ορμένιο-Δίκαια-Μαράσια-Κάραγατς-Αδριανούπολη, διαδρομή γνωστή στα Πετρωτά ως «Καστρινή Στράτα» (Εικ. 6). Μέσα από αυτές τις διαδρομές οι κάτοικοι από τις γειτονικές χώρες θα έχουν τη δυνατότητα καλύτερης γνωριμίας και συνεργασίας.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω, η περιοχή του Δήμου Τριγώνου έχει ένα σημαντικό προβάδισμα σε σχέση με άλλες περιοχές της Θράκης για μία δυναμική ανάπτυξη στον τομέα του τουρισμού και της προσέλκυσης επισκεπτών με ενδιαφέροντα σε εναλλακτικά πεδία. Με την δημιουργία Μουσείου Πέτρας και την ανάδειξη και προστασία των παλιών λατομείων και γεοτόπων της περιοχής, σε συνδυασμό με τα αρχαιολογικά ευρήματα και τα μνημεία, ο Δήμος Τριγώνου θα προσελκύσει τουρισμό όχι μόνο από την Ελλάδα αλλά και από τις γειτονικές χώρες. Τα διακρατικά μονοπάτια θα αποτελέσουν την «αιχμή του δόρατος» σ' αυτήν την κατεύθυνση.

Είναι όμως απαραίτητο οι Τοπικές Αρχές να αντιληφθούν την πλούσια γεωλογική και πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής και πόσο σημαντική είναι για την ανάπτυξη του τόπου, και να δημιουργήσουν τις κατάλληλες συνθήκες, με απορρόφηση οικονομικών πόρων και με χρησιμοποίηση ειδικών επιστημονικών μελετών, ώστε αυτή η όμορφη και ιδιαίτερη γωνιά της Θράκης να μη χάσει την ευκαιρία και τη δυνατότητα και την προοπτική στην ανάπτυξη.



Εικ. 1. Γεώτοπος Μάυρης Πέτρας, άποψη προς νοτιανατολικά



Εικ. 2. Στο βάθος τύμβος Μεζέκ, Βουλγαρία. Άποψη από τον ανεμόμυλο, Πετροτά



Εικ. 3. Ορυκτολογικό και μεταλλευτικό μουσείο στο Freiberg, Σαξωνία Γερμανίας



Εικ. 4. Απολιθωμένος κορμός δέντρου, Πετρωτά



Εικ. 5. Θέση εξόρυξης μυλόπετρας, με εγχάρακτη ημερομηνία 1907, στο Ρέμα Καλαθιάς.



Εικ. 6. «Καστρινή Στράτα» που οδηγούσε στην Αδριανούπολη

ΗΜΕΡΙΔΑ

«ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΕΒΡΟ: ΠΕΤΡΩΤΑ ΕΒΡΟΥ ΣΕΛ
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ, ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ» ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007 60-63

ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Βασίλης Κ. Παπαζάχος

Ομότιμος Καθηγητής Γεωφυσικής Α.Π.Θ.

Η Σεισμολογία γεννήθηκε μαζί με τη Φιλοσοφία και τη Δημοκρατία τον 6^ο π.Χ. αιώνα στις ελληνικές πόλεις της Μικράς Ασίας από τους προσωκρατικούς φιλοσόφους, αφού αυτοί (Θαλής, Πυθαγόρας, Αναξίμανδρος, κλπ) για πρώτη φορά απέδωσαν τους σεισμούς σε φυσικά αίτια. Προηγούμενα επικρατούσαν θεοκρατικές αντιλήψεις για τα αίτια γένεσης των σεισμών και γι' αυτό οι μεγάλοι μας ποιητές (Όμηρος, Ησίοδος) θεωρούσαν ότι ο Ποσειδώνας προκαλεί τους σεισμούς και τον αποκαλούσαν «γεήοχο». Αργότερα ο Αριστοτέλης διατύπωσε μια γενικευμένη υπόθεση για τη γένεση των σεισμών που απέδιδε τους σεισμούς σε «άνεμο» που εισέρχεται με ορμή στη Γη και εξέρχεται επίσης με ορμή. Αυτή η υπόθεση του Αριστοτέλη δέσποσε επί δύο χιλιετίες.

Το 1906, μετά το μεγάλο σεισμό του Αγίου Φραγκίσκου στην Καλιφόρνια, διαπιστώθηκε για πρώτη φορά (από τον αμερικανό σεισμολόγο Harry Reid) ότι οι σεισμοί γεννώνται σε **ρήγματα** του φλοιού της γης. Το 1935 βρέθηκε (από τον Charles Richter) τρόπος **μέτρησης** των σεισμών και στις αρχές τις δεκαετίας του 1960 ανακαλύφθηκε (από διάφορες ομάδες γεωφυσικών) ότι οι σεισμοί οφείλονται σε βραδείες κινήσεις (π.χ. 5 εκατοστά το έτος) των **λιθοσφαιρικών πλακών**.

Στο σχήμα (1) φαίνεται το ρήγμα που προκάλεσε το σεισμό μεγέθους $M=6.3$ στις 4 Μαρτίου του 1981 στον κόλπο των Αλκυονίδων. Το σχήμα (2) παριστάνει τις κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών που προκαλούν τους σεισμούς στο ελληνικό χώρο (λιθοσφαιρικές πλάκες του Αιγαίου, της Ανατόλιας της Απούλιας, της Ευρασίας, της Αφρικής).

Η Σεισμολογία ασχολήθηκε πολύ λίγο με το πρόβλημα της αντισεισμικής προστασίας μέχρι το 1950. Μέχρι τότε ασχολήθηκε με το πρόβλημα της **δομής και σύστασης του εσωτερικού της Γης** (φλοιός, μανδύας, πυρήνας) και με την αποτελεσματική αναζήτηση **κοιτασμάτων πετρελαίου** και άλλων ορυκτών (όλα τα γνωστά σήμερα μεγάλα κοιτάσματα πετρελαίου έχουν ανακαλυφθεί με σεισμικές μεθόδους).

Οι πρώτοι κανονισμοί για την αντοχή των τεχνικών έργων (κτιρίων, γεφυρών, κλπ) στους σεισμούς άρχισαν να θεσμοθετούνται στη δεκαετία του 1950 και

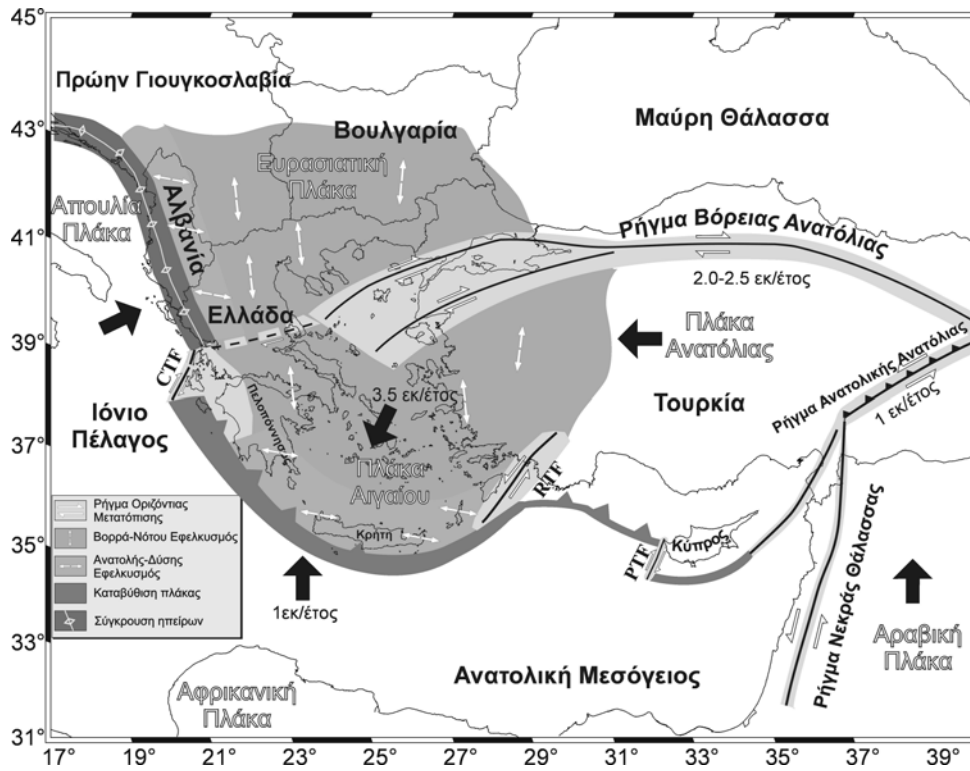
βασίζονται στη χωρική κατανομή των σεισμών. Έτσι ο πρώτος ελληνικός **αντισεισμικός κανονισμός** έγινε νόμος του κράτους το 1959 και βασίζεται στο χωρισμό του Ελλαδικού χώρου σε τρεις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας, που φαίνονται στο σχήμα (3), όπως έχουν διαμορφωθεί πρόσφατα. Έτσι, ο ακρογωνιαίος λίθος της αντισεισμικής μας προστασίας είναι ο αντισεισμικός κανονισμός μέχρι σήμερα, επειδή η σεισμολογική γνώση περιοριζόταν στη χωρική κατανομή των σεισμών αφού ήταν περιορισμένη η γνώση της χρονικής μεταβολής της σεισμικότητας.

Όμως, ο αντισεισμικός κανονισμός αποτελεί ένα μακροπρόθεσμο μέτρο αντισεισμικής προστασίας και αφορά τις μελλοντικές τεχνικές κατασκευές και ένα ποσοστό (20%) των υπαρχουσών κατασκευών, αφού η πλειονότητα των υπαρχουσών σήμερα κατασκευών (το 80%) δε σχεδιάστηκαν με σύγχρονο αντισεισμικό κανονισμό ώστε να αντέχουν σε ισχυρούς σεισμούς. Σήμερα, όμως, η μελέτη της χρονικής μεταβολής της σεισμικότητας (μεσοπρόθεσμη πρόγνωση) έχει προχωρήσει σημαντικά και γνωρίζουμε που αναμένονται ισχυροί σεισμοί κατά τα επόμενα έτη (π.χ. κατά την επόμενη πενταετία) ώστε εκεί να εστιαστούν πρόσθετα μέτρα (έλεγχος κτιρίων, κλπ) που αφορούν και τα κτίρια που δε σχεδιάστηκαν με σύγχρονο αντισεισμικό κανονισμό.

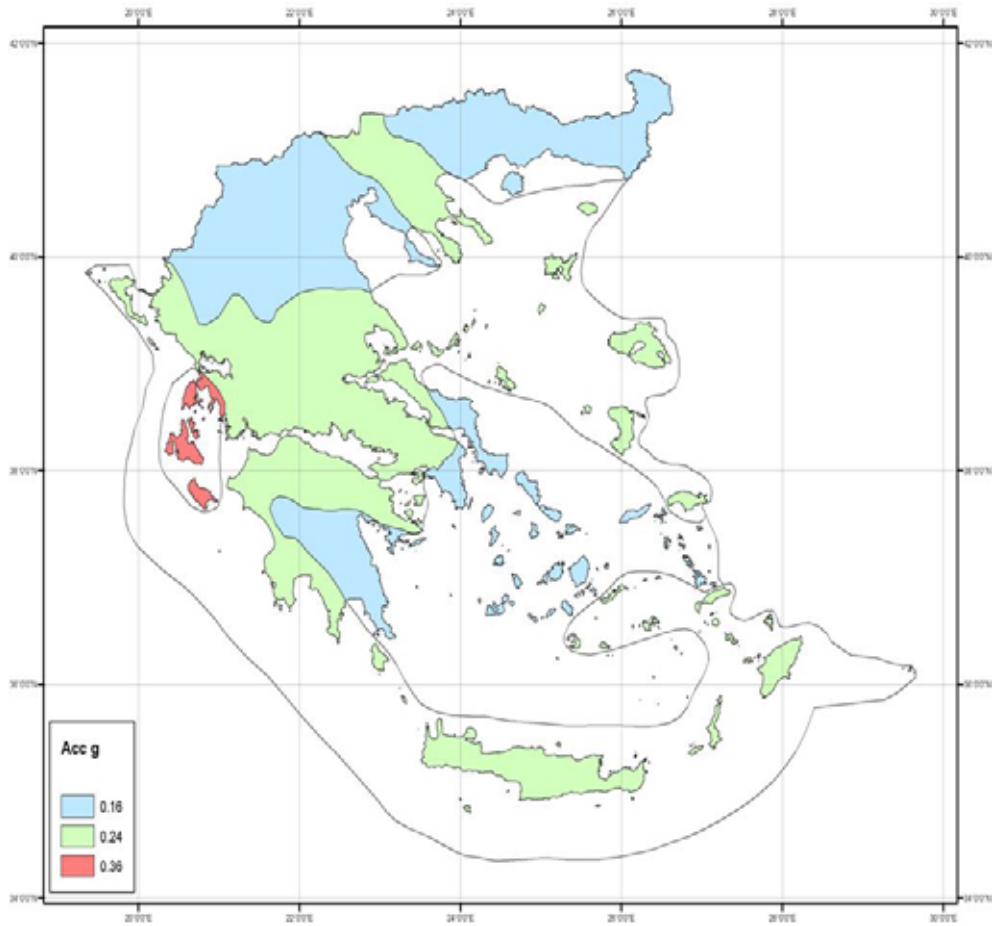
Ως παράδειγμα της προόδου της έρευνας που αφορά τη χρονική μεταβολή της σεισμικότητας αποτελεί η πρόγνωση του σεισμού των Κυθήρων μεγέθους $M=6.9$ που έγινε στις 8 Ιανουαρίου 2006 και αποτελεί την πρώτη επιστημονική έγκυρη μεσοπρόθεσμη πρόγνωση σεισμού στον ελληνικό χώρο. Αυτή δημοσιεύθηκε το 2002 στο μεγάλο επιστημονικό περιοδικό Bulletin Seismological Society of America και ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) ενημερώθηκε για τον επερχόμενο στα Κύθηρα σεισμό με σχετική έκθεση στις 17 Δεκεμβρίου 2002.



Σχ. 1. Το επιφανειακό ίχνος του ρήγματος που προκάλεσε το σεισμό μεγέθους $M=6.3$ στις 4 Μαρτίου 1981 στον κόλπο των Αλκυονίδων.



Σχ. 2. Οι κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών που προκαλούν τους σεισμούς στον Ελληνικό χώρο.



Σχ. 3. Ο χάρτης των τριών ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας που περιλαμβάνεται στον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό.

ΗΜΕΡΙΔΑ

«ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΕΒΡΟ: ΠΙΕΤΡΩΤΑ ΕΒΡΟΥ ΣΕΛ
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ, ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ» ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007 64-68

ΙΣΤΟΡΙΚΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΣΤΗ ΘΡΑΚΗ*

Σπύρος Παυλίδης

Καθηγητή, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., ΤΚ 541 24 Θεσσαλονίκη, e-mail: pavlides@geo.auth.gr

Μεταξύ των σημαντικότερων γνωστών ιστορικών σεισμών της Θράκης παρατίθενται στη συνέχεια οι ακόλουθοι: Ο μεγαλύτερος σε μέγεθος σεισμός του 1752, Μ 7.5, που προκάλεσε βλάβες στην Ανδριανούπολη και ερήμωσε πολλές πόλεις της Ανατολικής Θράκης και της Βουλγαρίας. Με το σεισμό αυτό πιθανώς συνδέεται το ρήγμα του Άρδα και οι πολύ καλά διατηρημένες διαρρήξεις στον τύμβο της Μικρής Δοξιπάρας-Ζώνης. Η γεωλογική εξέλιξη και κυρίως η σεισμική δράση του ενεργού ρήγματος στην ευρύτερη περιοχή του τύμβου της μικρής Δοξιπάρας –Ζώνης Έβρου (ρήγμα Άρδα) είναι ανάγκη να κατανοηθεί με συστηματική επιστημονική διερεύνηση.

Ο σεισμός της Κομοτηνής του 1784 Μεγέθους 6,7 που προκάλεσε την κατάρρευση, μέχρι τα θεμέλια, 500 σπιτιών, καθώς και ο επίσης ισχυρότατος σεισμός της Ξάνθης του 1829. Ένας άλλος καλά γνωστός σεισμός είναι του 1893. Μεγέθους 6,8 που έπληξε τη Σαμοθράκη στο βόρειο τμήμα της οποίας παρατηρήθηκαν μεταβολές στον υδροφόρο ορίζοντα και καταρρεύσεις βράχων. Εμφανίσθηκαν τότε και ρηγματώσεις στην επιφάνεια του εδάφους μεταξύ των χωριών Θερμών και Κήπων στους πρόποδες του βουνού, και στην ίδια τοποθεσία παρατηρήθηκε καθίζηση της παραλίας, η οποία κατακλύσθηκε από θαλάσσιο κύμα ύψους 5 μέτρων. Στην παραλία Άγκιστρο της Σαμοθράκης, καταγράφηκε τότε ασθενές θαλάσσιο σεισμικό κύμα tsunami ύψους 1 μέτρου όπως και στην παραλία της Αλεξανδρούπολης που προχώρησε στην ακτή σε βάθος 40 μέτρων. Ο σεισμός του 1860, Μεγέθους 6,2 που προκάλεσε μικρότερες βλάβες στο νησί της

* Το εκλαϊκευμένο αυτό μικρό άρθρο που παραθέτει ορισμένα βασικά γεωλογικά στοιχεία για τα πιθανά ενεργά ρήγματα της Θράκης και για ορισμένους σεισμούς της περιοχής αποτελεί μια μικρή συμβολή της διασποράς της γνώσης στους κατοίκους της ιδιαίτερης πατρίδας μου.

Σαμοθράκης ενώ η σεισμική ακολουθία του 2003, με μέγιστο μέγεθος 5,7 στην ανατολική ακτή της Σαμοθράκης δεν προκάλεσε ζημιές. Οι τελευταίοι αυτοί σεισμοί συσχετίζονται με το ρήγμα του Γάνου (Καλλίπολη-Κόλπος Σάρου-Τάφρος Βορείου Αιγαίου), το οποίο συνδέεται με πολύ καταστρεπτικούς σεισμούς στην περιοχή της Δυτικής Τουρκίας. Η δυτική προέκταση αυτού του ρήγματος αποτελεί έμμεση απειλή για τις περιοχές της Ανατολικής Μακεδονίας και της Θράκης.

Επίσης ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σεισμικότητα που παρατηρήθηκε το καλοκαίρι του 2004 στην περιοχή των Λουτρών και πιθανώς συνδέεται με ένα μικρότερο ρήγμα, των Λουτρών, ή μια σειρά επίσης μικρών ρηγμάτων βόρεια και ανατολικά της Αλεξανδρούπολης. Τέλος, η περιοχή του βόρειου Έβρου επηρεάστηκε από τη δραστηριοποίηση του ρήγματος της Φιλιππούπολης (Ploudiv) με τους δύο ισχυρούς και καταστροφικούς σεισμούς του 1928 μεγέθους 6,8 και 7,0 αντίστοιχα. Τα ρήγματα της Φιλιππούπολης οριοθετούν προς τα βόρεια τον ορεινό όγκο της Ροδόπης.

Μεταξύ των πιθανών σεισμικών πηγών της Θράκης αποτελούν τα γνωστά και άγνωστα ενεργά ρήγματα της ευρύτερης περιοχής. Σημαντικότερο είναι το ρήγμα Ξάνθης-Κομοτηνής που οριοθετεί τον ορεινό όγκο της Ροδόπης με την πεδιάδα της Κομοτηνής. Το Ρήγμα Σαπών και ιδιαίτερα το παράκτιο ρήγμα Μαρώνειας-Μάκρης, το οποίο ανατολικότερα φτάνει μέχρι την Αλεξανδρούπολη και φυσικά το μεγάλο ρήγμα της τάφρου του βορείου Αιγαίου, νότια της Σαμοθράκης, που αποτελεί μια από τις πλέον ενεργές περιοχές του Ελλαδικού χώρου. Τέλος τα ρήγματα Λουτρών και του βόρειου Έβρου, τα οποία δεν έχουν μελετηθεί ικανοποιητικά, αποτελούν εν δυνάμει πιθανές σεισμικές πηγές για το απώτερο μέλλον. Αν και δεν υπάρχουν πολλά επιστημονικά στοιχεία για να τεκμηριώνουν την ενεργό δράση των ρηγμάτων της Θράκης, φαίνεται ότι είναι ρήγματα με πολύ μεγάλη περίοδο επανάληψης σεισμών και για το λόγο αυτό για μεγάλο χρονικό διάστημα παραμένουν αδρανή.

Πόλεις, λιμενικές εγκαταστάσεις, μεγάλα τεχνικά έργα και οικοδομές που είναι χτισμένες σε χαλαρά εδάφη όπως η Κομοτηνή, αρκετές περιοχές της Αλεξανδρούπολης και της Ορεστιάδας είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένες σε μια μελλοντική σεισμική δόνηση.

Η επικινδυνότητα μειώνεται, ελαχιστοποιείται όσο η κοινωνία επενδύει σε γνώση, οργάνωση, προπαρασκευή. Η Θράκη, αν και είναι μια περιοχή χαμηλής σεισμικότητας, δεν πρέπει να εφησυχάζει.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βαλκανιώτης Σ., Χατζηπέτρος Α. και Παυλίδης Σ. (2005). Νεοτεκτονική της Σαμοθράκης και ο σεισμός του 1893, *Γεωλογία της Θράκης – Σεισμοτεκτονική του ΒΑ Αιγαίου*, Σαμοθράκη, 2-4 Σεπτεμβρίου 2005, Τόμος περιλήψεων, 21-22.

Κυρατζή Α., Μπενετάτος Χ. και Ρουμελιώτη Ζ. (2005) Σεισμικότητα και τεκτονικά χαρακτηριστικά του ΒΑ Αιγαίου πελάγους και των γειτονικών περιοχών. Δελτίο ΕΓΕ

Παπαζάχος Β. και Παπαζάχου Κ. (2003) Σεισμοί της Ελλάδος. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

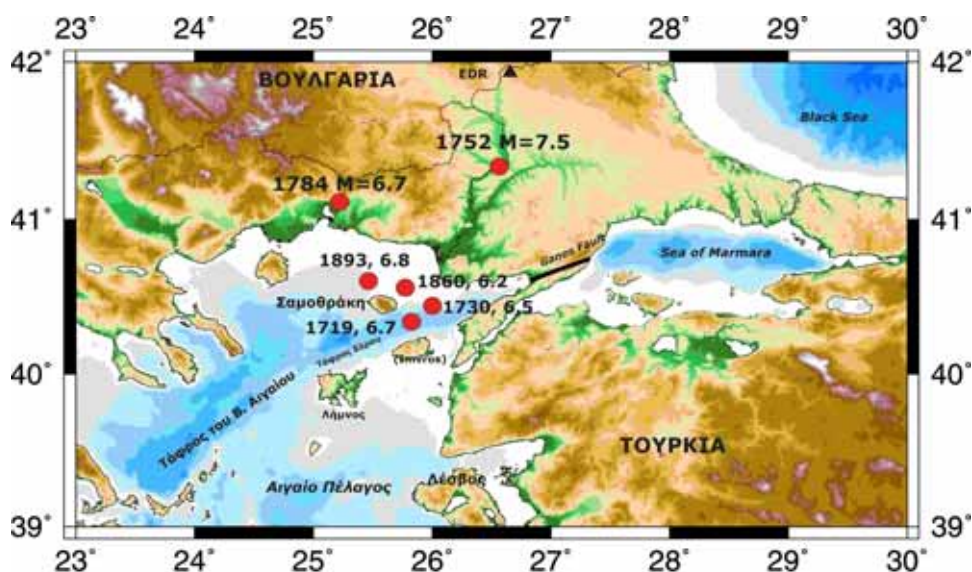
Pavlidis S., Chatzipetros A., Zervopoulou A., Kürzer A., Triantafyllos D. and Terzopoulou D. (2006). Archaeology and seismic hazard: Post-Roman co-seismic fault ruptures in northern Evros (Mikri Doxipara – Zoni, NE Greece) case study, *Hazards 2006*, Patras, 22-25 June 2006.

Παυλίδης Σ., Βαλκανιώτης Σ., Kürzer Α., Παπαθανασίου Γ. και Χατζηπέτρος Α. (2005). Νεοτεκτονική δομή της Σαμοθράκης σε σχέση με το ρήγμα της Βόρειας Ανατολίας, *Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*.

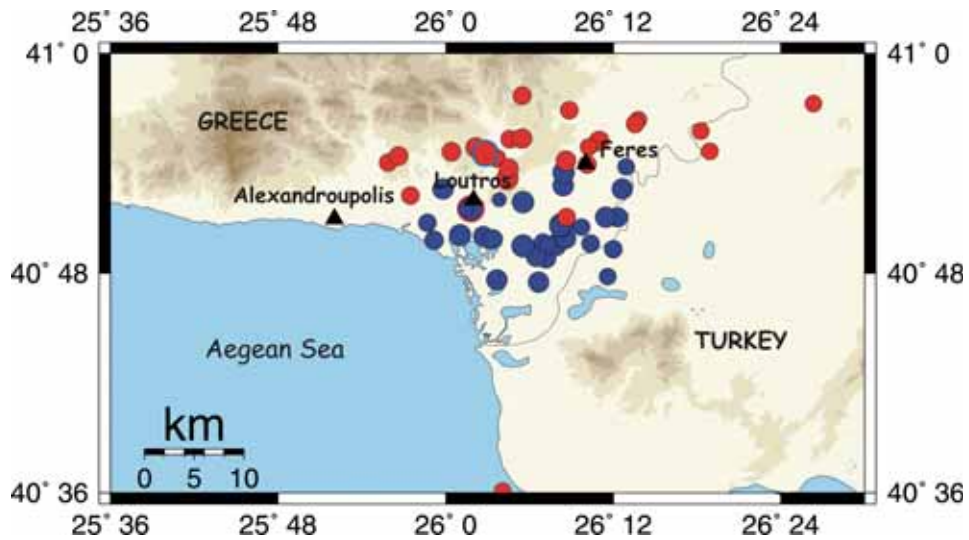
Pavlidis S. and Caputo R. (2004) Magnitude versus faults' surface parameters: quantitative relationships from the Aegean Region. *Tectonophysics*, 380, 159– 188.

Φαρδύς Ν. (1897) Ο σεισμός της Σαμοθράκης του 1893. *Θρακική Επετηρίς*, Αθήνα.

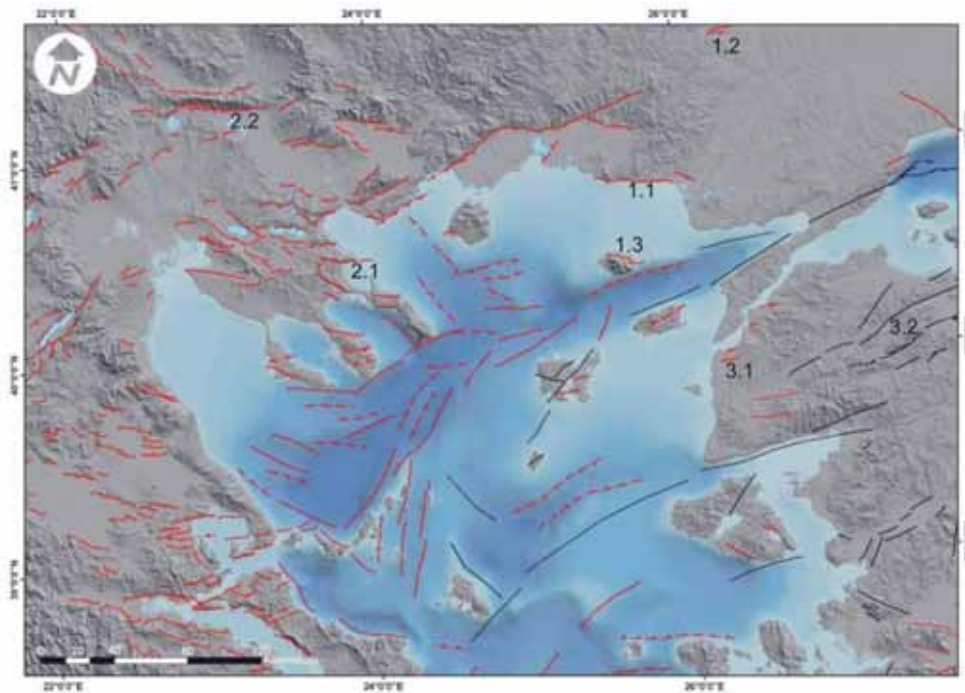
Χρηστομάνος Α. (1899) Ο σεισμός της 28 Ιανουαρίου (9 Φεβρουαρίου) 1893. Αθήναι, 1899.



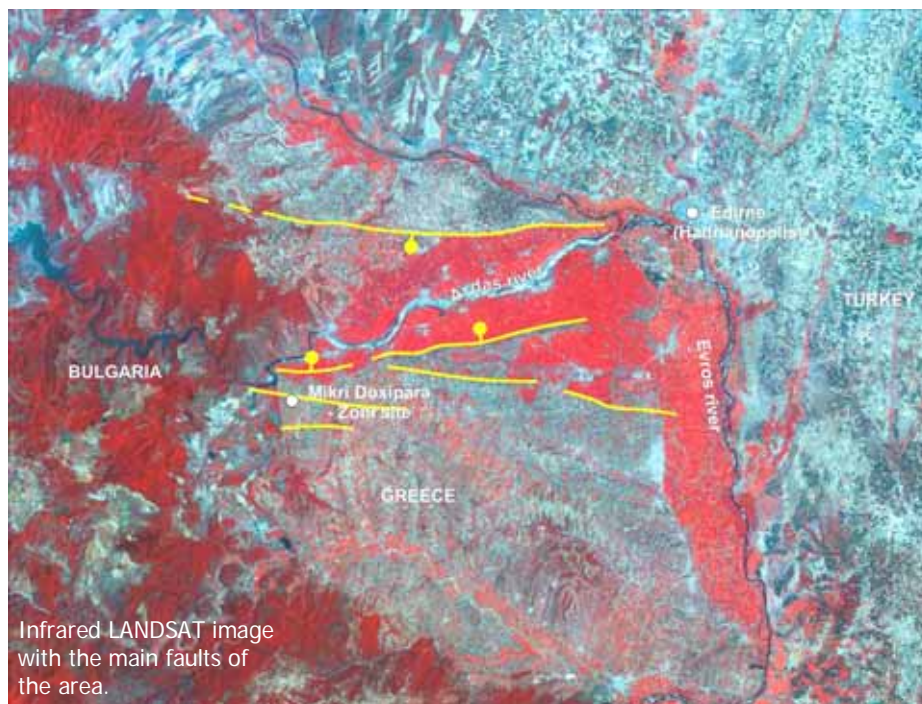
Σχ. 1. Οι κυριότεροι γνωστοί ιστορικοί σεισμοί της Θράκης



Σχ. 2. Πρόσφατη σεισμικότητα (27/06/2004 – 01/07/2004) στην περιοχή Λουτρών Αλεξανδρούπολης (από Κυρατζή και τους συνεργάτες της).



Σχ. 3. Χάρτης των ενεργών ρηγμάτων του Βορείου Αιγαίου και της ευρύτερης περιοχής.



Σχ. 4. Δορυφορική εικόνα LANDSAT στην υπέρυθρη μπάντα με τα κύρια ρήγματα της περιοχής του βορείου Έβρου. Διακρίνονται τα ρήγματα κατά μήκος του ποταμού Άρδα..

ΗΜΕΡΙΔΑ

«ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΕΒΡΟ: ΠΕΤΡΩΤΑ ΕΒΡΟΥ ΣΕΛ
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ, ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ» ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007 69-88

ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΑΜΜΟΥ ΚΑΙ ΧΑΛΙΚΙΩΝ: ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Ανανίας Τσιραμπίδης

Καθηγητής, Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.,
541 24 Θεσσαλονίκη, e-mail: ananias@geo.auth.gr

1. ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ

Ως αδρανή χαρακτηρίζονται τα φυσικά υλικά (π.χ. χαλίκια, άμμοι, όστρακα, κίσηρη, σκωρία, ηφαιστειακή τέφρα, θρυμματισμένα πετρώματα κ.ά.) ή τα επεξεργασμένα (π.χ. σχιστοπηλοί, άργιλοι, αργιλικόι σχιστόλιθοι, βερμικουλίτες, περλίτες, διατομίτες κ.ά.) ή συνδυασμοί αυτών που χρησιμοποιούνται σε μίγματα ποικίλων κοκκομετρικών διαβαθμίσεων με ένα συγκολλητικό ή βιτουμενιούχο υλικό για παρασκευή σκυροδεμάτων, κονιαμάτων, προκατασκευασμένων δομικών στοιχείων κ.λπ. Τα παραπάνω αδρανή υλικά προσφέρουν όγκο και υψηλότερη αντοχή στα τελικά κατασκευαστικά προϊόντα. Ονομάστηκαν αδρανή, γιατί δεν αντιδρούν χημικά με τις διάφορες συγκολλητικές ύλες. Τα φυσικά αδρανή μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν αυτούσια σε οδικά ή σιδηροδρομικά υποστρώματα, σε τοίχους αντιστήριξης πρανών, σε φράγματα, σε κατασκευές αναβαθμίδων ποταμών, σε λιμενικές κατασκευές, για προστασία ακτών, σε στέγες κτιρίων, σε ταφικά μνημεία, ως ευθηκτικά σε βιομηχανικές επεξεργασίες, ως φίλτρα διήθησης ή καθαρισμού π.χ. νερών κ.ά. (Herrick 1994).

Τα αδρανή διακρίνονται σε:

α. Φυσικά ή επεξεργασμένα ελαφρά αδρανή με υψηλή σκληρότητα και φαινόμενο ειδικό βάρος μικρότερο από 2.500 kg/m^3 .

β. Φυσικά ή τεχνητά θρυμματισμένα αδρανή με μέση έως υψηλή σκληρότητα και φαινόμενο ειδικό βάρος μεγαλύτερο από 2.500 kg/m^3 .

Σύμφωνα με τις Βρετανικές ή Γερμανικές προδιαγραφές και ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους τα φυσικά ή τεχνητά θρυμματισμένα αδρανή διακρίνονται σε: παιπάλη ($<0,075 \text{ mm}$), λεπτόκοκκα αδρανή ($0,075-5,00 \text{ mm}$) και αδρόκοκκα αδρανή ($>5,00 \text{ mm}$). Ο όρος χάλικες αφορά πετρώματα που έχουν θρυμματιστεί φυσικά, ενώ οι όροι σκύρα, σύντριμμα και γαρμπίλι αφορούν

αδρανή που έχουν δημιουργηθεί από τεχνητή θραύση.

Πολύ σημαντικός είναι ο προσδιορισμός της κοκκομετρικής τους σύνθεσης, αλλά και της πυκνότητάς τους. Η ποιότητα των διάφορων κονιαμάτων εξαρτάται κυρίως από την πυκνότητα αυτών των αδρανών. Η μέγιστη πυκνότητα πετυχαίνεται, όταν περιλαμβάνονται όλα τα κοκκομετρικά μεγέθη, από τα λεπτότερα μέχρι τα αδρομερέστερα, ώστε να καταλαμβάνουν όλα τα κενά που υπάρχουν στο ρευστό κονίαμα. Η κοκκομετρία προσδιορίζεται με μια σειρά πρότυπων κόσκινων και αφού το αρχικό υλικό ξεραθεί στους 110°C, ώστε να αφαιρεθεί όλη η υγρασία του.

Τα ελαφρά αδρανή, φυσικά ή επεξεργασμένα, παρουσιάζουν σχετικά μεγάλο εύρος τιμών του φαινόμενου ειδικού βάρους τους που όμως πάντα είναι χαμηλότερο από το αντίστοιχο των βαριών αδρανών (Πίν. 1, Τσιραμπίδης 2005).

Πίνακας 1. Φαινόμενο ειδικό βάρος ελαφρών και βαριών αδρανών υλικών.

Ελαφρό αδρανές	Φαιν. ειδ. βάρος kg/m ³	Βαρύ αδρανές	Φαιν. ειδ. βάρος kg/m ³
Βερμικουλίτης ¹	60-190	Ανθρακικά	2.600-2.850
Περλίτης ¹	80-180	Άμμος	2.600-2.800
Κίσσηρη	400-480	Σκύρα	2.600-2.800
Σκωρία	400-480	Βωξίτες	2.650-2.850
Ιπάμενη τέφρα	550-850	Γρανίτες	2.550-2.750
Σχιστοπηλός ²	1.200-1.840	Ηφαιστίτες	2.500-2.700
Άργιλος ²	1.200-1.840	Περιδοτίτες	2.600-2.800
Αργιλ. Σχιστόλιθος ²	1.200-1.840	Σχιστόλιθοι	2.820-2.900
Σχιστοπηλός ³	1.440-1.920	Σερπεντινίτες	2.680-2.780
Άργιλος ³	1.440-1.920	Χαλαζίτες	2.600-2.700
Διατομίτης	2.000-2.300		
Γύψος	2.300-2.400		
Σκωρία υψικαμίνων	2.160-2.400		

¹ πυροεπεξεργασμένος, ² πυροεπεξεργασμένος σε περιστρεφόμενο κλίβανο,

³ πυροεπεξεργασμένος σε μηχανή τεφροποίησης

Άμμος είναι ένα αδρανές υλικό μη λιθοποιημένων κόκκων ορυκτών ή πετρωμάτων μεγέθους 2-0,063 mm. Αποτελείται κυρίως από χαλαζία και αστρίους. Οι κόκκοι της άμμου προέρχονται από την αποσάθρωση των πετρωμάτων. Με βάση το επικρατέστερο ορυκτό συστατικό της ή το είδος της συγκολλητικής ύλης ή το είδος του υλικού πλήρωσης η άμμος χαρακτηρίζεται ως χαλαζιακή, ασβεστιτική, ιλυώδης ή αργιλώδης. Σε συσχέτιση με το μέγεθος των κόκκων τους, οι άμμοι μαζί με αδρομερέστερα και λεπτομερέστερα χαλαρά ιζήματα κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες (Πίν. 2, Τσιραμπίδης 1993).

Ο Friedman (1961) διαχωρίζει τις άμμους θινών, ποταμών, λιμνών και

θαλασσών με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

α. Ο μέσος όρος του μεγέθους των κόκκων είναι μικρότερος στις άμμους των θινών.

β. Οι άμμοι των θινών είναι περισσότερο ομοιομεγέθεις.

γ. Οι άμμοι των ποταμών παρουσιάζουν περισσότερους πληθυσμούς κόκκων.

δ. Το μέγεθος των κόκκων των άμμων των θινών είναι συνήθως $<0,35$ mm, ενώ των άμμων των θαλασσών ή λιμνών είναι κατά 40% μεγαλύτερο από αυτή την τιμή.

Πίνακας 2. Κατηγορίες άμμου ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων της.

Κατηγορία	Μέγεθος κόκκων (mm)
Κροκάλες + Λατύπες	> 2
Πολύ αδρόκοκκη άμμος	2 - 1
Αδρόκοκκη άμμος	1 - 0,5
Μεσόκοκκη άμμος	0,5 - 0,25
Λεπτόκοκκη άμμος	0,25 - 0,125
Πολύ λεπτόκοκκη άμμος	0,125 - 0,063
Ιλύς + Αργίλος	$<0,063$

2. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι κύριες φυσικές ιδιότητες που είναι ουσιώδεις για την παραγωγή θραυστού πετρώματος είναι η αντοχή, το πορώδες με το μέγεθος των πόρων και η σταθερότητα του όγκου των κενών, όταν υποβάλλεται σε ποικίλες συνθήκες διύγρανσης ή ψύξης ή τήξης. Επίσης, σημαντική θεωρείται η τάση να θραυτεί σε ίσου μεγέθους περίπου κυβικού σχήματος τεμαχίδια.

Οι χημικές ιδιότητες ενός φυσικού πετρώματος θεωρούνται σημαντικές στον προσδιορισμό της ποιότητας μιας απόθεσής του για παραγωγή θραυστού υλικού. Μερικά φυσικά πετρώματα περιέχουν ορυκτά που είναι χημικά δραστικά στο τσιμέντο, στο βιτουμενιούχο σκυρόδεμα κ.ά. Επίσης, θραυστό πέτρωμα με μεγάλο περιεχόμενο σε SiO_2 με τη μορφή φυσικού γυαλιού, χαλκηδόνιου, οπάλιου, κερατόλιθου ή λεπτοκρυσταλλικού χαλαζία, μπορεί να είναι δραστικό σε αλκαλιούχο τσιμέντο. Τα σουλφίδια (κυρίως σιδηροπυρίτης, μαρκασίτης και πυροτίτης) αντιδρούν με οξυγόνο και νερό και σχηματίζουν υδροξείδια του Fe και θειικά άλατα, άρα η παρουσία τους είναι ανεπιθύμητη στο θραυστό πέτρωμα.

Τα περισσότερα φυσικά πετρώματα καταστρέφονται σε ποικίλο βαθμό στο αποσαθρωτικό περιβάλλον. Οι άστριοι εξαλλοιώνονται σε αργλικά ορυκτά, τα φεμικά ορυκτά σε οξείδια του Fe και άλλα δευτερογενή ορυκτά, ο ασβεστίτης και ο δολομίτης διαλύονται και τα σουλφίδια οξειδώνονται. Σχεδόν όλες αυτές οι αλλαγές μειώνουν τις αντοχές των πετρωμάτων και τείνουν να τα καταστήσουν

λιγότερο ιδανικά για παραγωγή θραυστού υλικού.

Οι προδιαγραφές χρήσης ενός θραυστού πετρώματος για κατασκευαστικές εφαρμογές περιλαμβάνουν δοκιμές αντοχής στην τριβή, υγείας, κοκκομετρικής διαβάθμισης, ελέγχου παρουσίας δηλητηριωδών υλικών (π.χ. οργανική ύλη, γαιάνθρακας, σχιστοπηλός, άργιλος, κερατόλιθος κ.ά.), χρώματος, προσδιορισμού ποσοστού λεπτομερών (<75 μm), ειδικού βάρους, υδαταπορρόφησης και σχήματος κόκκων, καθώς και δοκιμές παραγωγής σκυροδέματος και αντοχής στην ολισθηρότητα.

Τα αδρανή για έργα οδοποιίας πρέπει:

α. Να αποτελούνται από γωνιώδη και χαμηλού βαθμού ταξινόμησης θραύσματα (πολλοί πληθυσμοί θραυσμάτων ή τεμαχιδίων). Το <75 μm κλάσμα (παιπάλη) πρέπει να αφαιρείται.

β. Να παρουσιάζουν υψηλές αντοχές στην κυκλοφορία των οχημάτων.

γ. Να παρουσιάζουν υψηλές αντοχές σε ακραίες καιρικές συνθήκες (π.χ. παγετός).

δ. Να παρουσιάζουν υψηλές φυσικομηχανικές αντοχές.

Οι αντοχές ποικίλλουν ανάλογα με την τελική χρήση του προϊόντος στο οποίο συμμετέχει το αδρανές υλικό. Οι προδιαγραφές για ποικίλα ελαφρά ή βαριά αδρανή υλικά κατά χρήση καθορίζονται από διάφορα διεθνή πρότυπα: Αμερικανικό (ASTM), Γερμανικό (DIN), Ιταλικό (UNI), Βρετανικό (BS), Διεθνές (ISO) και στην Ελλάδα από τις αντίστοιχες προδιαγραφές του τέως Υπουργείου Δημοσίων Έργων (ΦΕΚ 70/8.2.85) ή τον ΕΛΟΤ.

Η άμμος και τα σκύρα του χαλαζία πρέπει να ικανοποιούν ορισμένα χαρακτηριστικά όπως κατανομή και σχήμα των κόκκων, αντοχή απόξεσης και ποσοστό ξένων προσμίξεων (ιλύς και άργιλος) πριν τη χρήση τους σε ποικίλες κατασκευές.

Το σύστημα καθαρισμού νερού, για αφαίρεση των στερεών ή φυτικών σωματιδίων, αποτελείται από ένα ανώτερο στρώμα λεπτομερούς πυριτικής άμμου (0,15-0,35 mm) και από τρία κατώτερα διαβαθμισμένα στρώματα πυριτικών σκύρων (2-8 mm, 8-16 mm και 16-32 mm).

Η μέση χημική σύσταση της οικοδομικής άμμου είναι (Pettijohn et al. 1973): 84,9% SiO₂, 6,0% Al₂O₃, 2,2% Fe₂O₃, 1,1% K₂O, 1,0% CaO, 1,8% H₂O, 3,0% λοιπά.

Μερικοί τύποι χαλαζιακής άμμου με σφαιρικό σχήμα κόκκων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως σφαιρίδια ριπής βοηθώντας στη διάνοιξη των σχισμών και κενών πορωδών πετρωμάτων βελτιώνοντας έτσι το πορώδες τους και τις ταχύτητες ροής διάφορων ρευστών όπως του αερίου και του πετρελαίου.

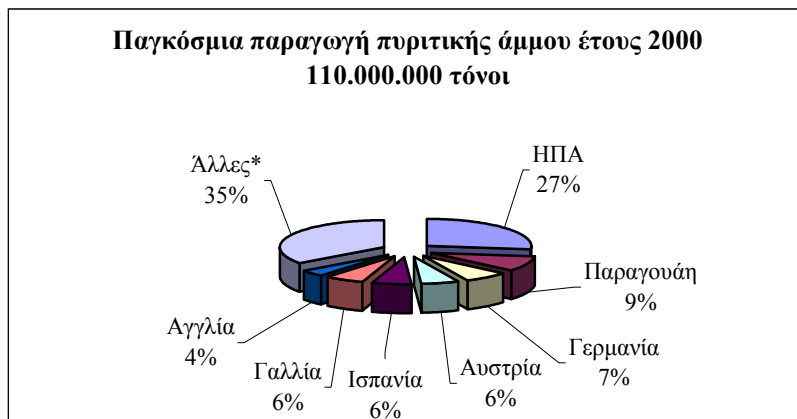
Η χαλαζιακή άμμος ή ο χαλαζίας είναι ανθεκτικά σε θερμοκρασία μέχρι περίπου 1.470°C και αποτελούν τις οικονομικότερες πηγές του πυριτίου που χρησιμοποιείται στην παραγωγή ειδών υαλουργίας και κεραμικής, αλλά και ως πηγή στην παραγωγή χημικών προϊόντων πυριτίου.

Η πυριτία είναι σχετικά φτηνή, σκληρή, αδρανής, με κογχοειδή θραυσμό και παρουσιάζει χαμηλή ελαιοαπορροφητικότητα και ικανότητα κονιοποίησης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό αμμοβολής ή σκόνη καθαρισμού. Η πυριτία είναι το κύριο υλικό στην παρασκευή των απλούστερων ειδών υαλουργίας, με τήξη στους 1.700°C. Όταν όμως προσθέτεται ως ευτηκτικό υλικό το Na₂O σχηματίζεται γυαλί στους 1.450-1.500°C.

Τα πυριτικά κεραμικά έχουν ως κύρια συστατικά άργιλο, χαλαζία, άστριο, καθώς και μικρές ποσότητες προσθετικών όπως τάλκη, CaCO₃, οστέινη τέφρα, βολαστονίτη κ.ά. Το μίγμα κονιοποιείται μέχρι το μέγεθος των κόκκων του να γίνει <40 μm, προσθέτεται 30-35% νερό και αντιθρομβωτικά όπως πυριτικό νάτριο. Σχηματοποιείται και πυρώνεται σε θερμοκρασίες >800°C, οπότε παίρνονται τα λευκά και ημιυαλώδη προϊόντα.

3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η πυριτία (SiO₂) και οι ενώσεις της παράγονται και καταναλώνονται στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Η ετήσια παραγωγή υψηλής μέχρι μέσης ποιότητας πυριτίας είναι περίπου 120-150 εκατ. τόνοι, από τους οποίους περισσότερο του ενός τετάρτου προέρχεται από τις ΗΠΑ. Προϊόντα συνθετικής πυριτίας παράγονται στις περισσότερο προηγμένες οικονομίες και καταναλώνονται στη βιομηχανία. Στην παραγωγή του μετάλλου πυριτίου κυριαρχεί η Κίνα με 45%. Όλοι οι κρύσταλλοι χαλαζία που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρονικές συσκευές είναι συνθετικοί. Ημιπολύτιμες ποικιλίες χαλαζία παράγονται από σχετικά χαμηλού κόστους λειτουργίας επιχειρήσεις στη Βραζιλία (αχάτης, αμέθυστος), Μαδαγασκάρη (ροδόχροος χαλαζίας), Μεξικό (αχάτης) και Ζάμπια (αμέθυστος).



*περιλαμβάνονται η Ιταλία, Ιαπωνία, Βραζιλία, Αυστραλία, Βέλγιο, Ν. Αφρική (Harben 2002).

Ενώ η παρουσία της ακατέργαστης ύλης είναι σημαντική, οι περισσότερες

μονάδες επεξεργασίας ελαφρών αδρανών απαιτούν να βρίσκονται κοντά σε μονάδες παρασκευής σκυροδεμάτων και ασφαλικών για να είναι οικονομικά βιώσιμες.

Στη χώρα μας η παραγωγή σκληρών αδρανών, π.χ. από πυριγενή (πλουτωνικά ή ηφαιστειακά) ή μεταμορφωμένα πετρώματα, είναι πολύ περιορισμένη, εξαιτίας του κόστους επεξεργασίας, αλλά και της περιορισμένης ζήτησης. Έτσι, σχεδόν όλα τα αδρανή υλικά είναι ανθρακικής προέλευσης που ικανοποιούν τις περισσότερες προδιαγραφές, αλλά υστερούν στη φθορά από τριβή και στη δυνατότητα κατασκευής αντιολισθηρών οδοστρωμάτων.

Τα αποθέματα των πετρωμάτων που είναι κατάλληλα για την παραγωγή αδρανών υλικών στην Ελλάδα, είναι απεριόριστα. Η ετήσια παραγωγή του συνόλου των αδρανών (ανθρακικά και χαλαζιακά σκύρα και άμμος) υπερβαίνει τα 70 εκατομ. τόνους. Η ακαθάριστη αξία αυτών ξεπερνά τα 300 εκατομ. ευρώ, με μέση ετήσια αύξηση τα τελευταία χρόνια 6%.

Στην Ελλάδα ο αριθμός των λειτουργούντων λατομείων σκύρων και άμμου το 2001 ήταν 311, με συνολικό αριθμό εργαζόμενων 2894 άτομα (Ε.Σ.Υ.Ε. 2005). Η ποσοστιαία συμμετοχή αυτού του κλάδου στην εξορυκτική δραστηριότητα ήταν 42% με βάση τον αριθμό των παραγωγικών μονάδων και 20% με βάση το συνολικό αριθμό των απασχολούμενων. Μόνο στη Μακεδονία και Θράκη το 2005 λειτουργούσαν (Τσιραμπίδης 2005):

- 9 μεταλλεία (από 24).
- 39 λατομεία βιομηχανικών ορυκτών (68).
- 80 λατομεία αδρανών υλικών (320).
- 160 λατομεία μαρμάρων (240).

4. ΧΡΗΣΕΙΣ

Ανάλογα με τη φύση των συστατικών της, η άμμος χρησιμοποιείται με πολλούς τρόπους. Η άμμος που αποτελείται από κόκκους καθαρού διοξειδίου του πυριτίου χρησιμοποιείται στην υαλουργία για την παρασκευή του γυαλιού. Η δομική άμμος που χρησιμοποιείται στα κονιάματα είναι προϊόν προσχωσιγενές. Χαλαζιακή άμμος εξορύσσεται από ορυχεία επιφάνειας που λέγονται αμμωρυχεία. Η άμμος των χυτηρίων, που χρησιμεύει για την κατασκευή μητρών πρέπει να παρουσιάζει ειδικές ιδιότητες, κυρίως πλαστικότητα και συνοχή, για να είναι οι μήτρες λεπτές και διαρκείς. Επίσης, να είναι πυρίμαχη, να μην αποσυνθέεται ή παραμορφώνεται, εξαιτίας επαφής με το λιωμένο σίδηρο, να είναι πορώδης και περατή.

Ο συνεκτικός ψαμμίτης μπορεί να θρυμματιστεί και χρησιμοποιηθεί ως αδρανές, στην παρασκευή σκυροδέματος και ασφαλτομίγματος, ενώ αν είναι αισθητικά ελκυστικός, μπορεί να κοπεί, επεξεργαστεί και χρησιμοποιηθεί ως λίθος

δόμησης ή πλακίδιο δαπέδου ή τοίχου.

Οι καθαρές ποικιλίες του κονιοποιημένου ψαμμίτη, της χαλαζιακής άμμου και του χαλαζίτη είναι οι πηγές της χημικής πυριτίας (SiO_2) η οποία χρησιμοποιείται στην υαλουργία και κεραμική, στην παρασκευή ποικίλων χημικών προϊόντων και ως ευτηκτικό υλικό στην παραγωγή σιδήρου και χάλυβα.

Η χαλαζιακή άμμος χρησιμοποιείται ως υλικό αμμοβολής στον καθαρισμό πλοίων, δεξαμενών και γεφυρών, ενώ η πυριτική σκόνη στην παρασκευή ποικίλων υγρών καθαριστικών. Επίσης, ως υλικό χυτηρίου στην παραγωγή χάλυβα, ελατού σιδήρου και κραμάτων αλουμινίου και χαλκού. Ακόμη, η χαλαζιακή άμμος και τα σκύρα για τον καθαρισμό αστικών ή βιομηχανικών απόβλητων. Η αλευρομερής πυριτία χρησιμοποιείται ως πληρωτικό υλικό στην παρασκευή χρωμάτων, πλαστικών, ελαστικών, συγκολλητικών, στεγανωτικών και στόκου. Η χαλαζιακή άμμος χρησιμοποιείται ως πυρίμαχο υλικό στην παραγωγή χάλυβα και σιδήρου,

Πίνακας 3. Κύριες ποιοτικές απαιτήσεις για χρήση της χαλαζιακής άμμου με βάση τη χημική της σύσταση (κ.β. %) (Τσιραμπίδης 2005).

Υαλουργίας	$>98,5\% \text{SiO}_2$, $0,2-1,6\% \text{Al}_2\text{O}_3$ και $\text{Fe}_2\text{O}_3 <0,04\%$ (υαλοπίνακες), $<0,03\%$ (φιάλες), $<0,3\%$ (υαλοβάμβακας), ίχνη χρωστικών στοιχείων και πυρίμαχων ορυκτών.
Κεραμική	Μέγεθος κόκκων $<75 \mu\text{m}$, $>97,5\% \text{SiO}_2$, $<0,55\% \text{Al}_2\text{O}_3$, $<0,2\% \text{Fe}_2\text{O}_3$.
Διηθητική	Χωρίς σκόνη, άργιλο, οργανική ύλη. Μέγεθος κόκκων $0,15-0,35 \text{mm}$, σχήμα γωνιώδες.
Χυτηρίου	Μέσο μέγεθος κόκκων $75 \mu\text{m}$, $>98\% \text{SiO}_2$, ελάχιστο CaO και MgO .
Ριπής	Ελάχιστη παρουσία προσμίξεων ($<0,3\%$ αδιάλυτα), μέγεθος σφαιριδίων ($3,35-0,15 \text{mm}$).
Πυρίμαχη	$95-99\% \text{SiO}_2$.
Αλευρομερής	Μέσο μέγεθος κόκκων $60 \mu\text{m}$, λαμπρότητα $>89\%$, $<0,38\% \text{Al}_2\text{O}_3$, $<0,10\%$ για καθένα από τα Na_2O , K_2O και Fe_2O_3 .
Πηγή Si	Μέγεθος αδρανών $>2,5 \text{cm}$, $>98,5\% \text{SiO}_2$, $<1,5\% \text{Fe}_2\text{O}_3$ $<0,2$ ($\text{CaO}+\text{MgO}+\text{A.Π.}$), $<0,15\% \text{Al}_2\text{O}_3$, καθόλου As ή P.
Lascas	$15-20 \text{ppm Al}$, $2-25 \text{ppm Na}$, $2-10 \text{ppm K}$, $2-5 \text{ppm Fe}$, 1ppm για καθένα από τα Ca , Mg , Li , Ti . Ποιότητα 1: κατά 90% καθαρό σε γυμνό μάτι, χωρίς εγκλείσματα. Ποιότητα 2: κατά 50-60% καθαρό στο γυμνό μάτι, με φυσαλίδες, χωρίς εγκλείσματα. Ποιότητα 3: ημιδιαφανές στο φως. Ποιότητα 4: αδιαφανές.

A.Π. = απώλεια πύρωσης

στην κεραμική, στην υαλουργία και σε κλιβάνους τσιμέντου. Επίσης, στην παρασκευή υαλοπινάκων και φιαλών, θερμομονωτικού υαλοβάμβακα, υαλονήματος και βοριοπυριτικών σκευών μαγειρικής.

Ο όρος πυριτία αναφέρεται στην άμορφη πυριτία (SiO_2) και στο μικροκρυσταλλικό χαλαζία (κρύσταλλοι μεγέθους $<10 \mu\text{m}$).

Ο όρος Lascas αναφέρεται σε άμορφο ή μικροκρυσταλλικό SiO_2 που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παρασκευή συνθετικών κρυστάλλων χαλαζία.

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται οι σημαντικές ποιοτικές απαιτήσεις για χρήση της χαλαζιακής άμμου σε διάφορες εφαρμογές.

5. ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Στα σκυροδέματα όπου η συμμετοχή των αδρανών καταλαμβάνει το 75-80% της μάζας τους, ο ρόλος τους στην δημιουργία ενός ανθεκτικού και συνεκτικού ιστού που θα παραλάβει τα φορτία της κατασκευής, αλλά και θα αντέξει στις φυσικοχημικές επιδράσεις του περιβάλλοντος, είναι καθοριστικός.

Η καταλληλότητα των αδρανών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σκυροδέματος προδιαγράφεται από τις απαιτήσεις του ΕΛΟΤ 408 και του ΚΤΣ 97, ενώ αντίστοιχα η καταλληλότητα των αδρανών σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές Προδιαγραφές καθορίζεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN12620. Βασική διαφορά των Ευρωπαϊκών από τις Ελληνικές Προδιαγραφές είναι ότι οι πρώτες καθορίζουν περιοχές απαιτήσεων που πρέπει να πληρούν για τις περισσότερες φυσικές απαιτήσεις και όχι μονοσήμαντα όρια όπως οι δεύτερες π.χ. Los Angeles από 15 έως 50, αντίσταση σε τριβή και φθορά από 18% έως 32%.

Οι ιδιότητες που πρέπει να πληρούν ελέγχονται για τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τη σύνθεση και αντλησιμότητα του σκυροδέματος:

- α) Συνολική επιφάνεια των κόκκων των αδρανών.
- β) Μέγεθος των κόκκων.
- γ) Σχήμα των κόκκων κ.ά.

Ανάλογα με το σχήμα τους οι κόκκοι διακρίνονται σε σφαιρικούς, κυβικούς, πλακώδεις, επιμήκεις ή γωνιώδεις. Το πρότυπο ΕΛΟΤ 408 απαιτεί το ποσοστό των κόκκων με λόγο μεγαλύτερης προς μικρότερη διάσταση 3:1 να μην υπερβαίνει το 50% για χρήση στο σκυροδέμα.

2. Φυσικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την αντοχή και ανθεκτικότητα του σκυροδέματος:

- α) Αντοχή μητρικού πετρώματος. Πρέπει να έχει θλιπτική αντοχή τουλάχιστον 65 Μpa.
- β) Αντοχή σε επιφανειακή φθορά και κρούση. Με τη μέθοδο Los Angeles δεν

υπερβαίνει το 40%.

γ) Ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση (υγεία). Η άμμος πρέπει να παρουσιάζει απώλεια μικρότερη από 10% και τα σκύρα μικρότερη του 12%.

δ) Ειδικό βάρος. Οι τιμές του για αδρανή σκυροδέματος πρέπει να βρίσκονται μεταξύ 2,4 και 3,0.

ε) Πορώδες. Η τιμή του προσδιορίζεται με μέτρηση της υδατοαπορροφητικότητάς τους. Για τον προσδιορισμό της πρέπει προηγουμένως να έχει πλυθεί το υλικό στο κόσκινο των 0,063 mm.

στ) Κοκκομετρική διαβάθμιση. Τα αδρανή ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους κατατάσσονται σε 4 βασικές κατηγορίες: α) Άμμος (0-4 mm), β) Ρυζάκι (4-8 mm), γ) Γαρμπίλι (8-16 mm) και δ) Χαλίκι (16-31,5 mm). Χρειάζεται προσοχή στην ύπαρξη παιάλης (μέγεθος κόκκων <0,075 mm) στην άμμο, που δεν πρέπει να υπερβαίνει το 16% στα θραυστά και το 5% στα φυσικά αδρανή.

3. Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά (καθαρότητα):

Δεν πρέπει να επηρεάζουν δυσμενώς την πήξη, σκλήρυνση, αντοχή, σταθερότητα του όγκου και προστασία του οπλισμού από τη διάβρωση. Οι παρακάτω ενώσεις θεωρούνται επιβλαβείς:

α) Οι ενώσεις θείου (π.χ. ανυδρίτης, γύψος) προκαλούν διόγκωση. Η περιεκτικότητα σε S_0_3 πρέπει να είναι <1%.

β) Οι ενώσεις σιδήρου προκαλούν διόγκωση και κηλίδες.

γ) Τα νιτρικά άλατα και αλογόνα προκαλούν διάβρωση. Η περιεκτικότητα σε Cl πρέπει να είναι <0,2%.

δ) Οι ενώσεις μολύβδου ή ψευδαργύρου προκαλούν επιτάχυνση ή επιβράδυνση με μείωση της αντοχής.

ε) Οι χλωριούχες ή φωσφορικές ενώσεις επιδρούν στο χρόνο πήξης.

στ) Τα αποσαθρώσιμα συστατικά (π.χ. σιδηρομαγνησιούχα ορυκτά) ή οργανικά υλικά προκαλούν μείωση αντοχής και καθυστέρηση στην πήξη.

ζ) Οι γαιάνθρακες προκαλούν μείωση αντοχής. Η περιεκτικότητα τους πρέπει να είναι <1%.

η) Οι κερατόλιθοι πρέπει να μην υπερβαίνουν το 5%.

θ) Το ποσοστό των εύθρυπτων και μαλακών κόκκων να είναι <3% και οι σβώλοι αργίλου <0,25%.

Στα φυσικά αδρανή θαλάσσιας προέλευσης η περιεκτικότητα σε άνυδρο χλωριούχο ασβέστιο πρέπει να είναι <1% του βάρους του τσιμέντου. Επίσης, η δυνατότητα βλαπτικότητας των αδρανών κατά την αλκαλοπυριτική αντίδραση πρέπει να εξετάζεται πριν τη χρήση τους στο σκυρόδεμα. Τέλος, οι προδιαγραφές συνιστούν να αποφεύγονται πετρώματα όπως ανδεσίτης, ρυόλιθος και δολομίτης, γιατί προκαλούν διόγκωση, καθώς και πετρώματα που περιέχουν οπάλιο και ζεόλιθους, εξαιτίας αντίδρασης αυτών με τα αλκάλια του τσιμέντου.

Για τον προσδιορισμό των παραπάνω απαιτούνται εργαστηριακοί έλεγχοι (χημική ανάλυση, ορυκτολογική και πετρογραφική εξέταση).

Το πρότυπο ΕΛΟΤ EN12620 ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου στο οποίο θα ενσωματωθούν τα αδρανή και την προέλευσή τους, καθορίζει γι' αυτά μια σειρά δοκιμών που πρέπει να εκτελεστούν και τα αποτελέσματά τους να δηλωθούν από τον παραγωγό σε τυποποιημένο πιστοποιητικό. Μερικές είναι:

Περιεκτικότητα σε χλωροϊόντα (<1%).

Σύνολο θεικών (<1%).

Ύπαρξη συστατικών που επηρεάζουν το ρυθμό πήξης και ξήρανσης.

Περιεκτικότητα σε ανθρακικά.

Εκπομπή ραδιενέργειας.

Διαφυγή βαρέων μετάλλων.

Διαφυγή πολυαρωματικών ανθράκων.

Διαφυγή άλλων επιβλαβών ουσιών.

Η δειγματοληψία των αδρανών ανάλογα με τη χρήση τους και για διάφορους ελέγχους απαιτεί ανάλογες ποσότητες δείγματος για κάθε τύπο δοκιμής και σε ανάλογη με τις προδιαγραφές συχνότητα. Το δείγμα λαμβάνεται στον τόπο παραγωγής του υλικού (από σταματημένη μεταφορική ταινία) ή από σωρούς από το μέσο του ύψους τους και από τουλάχιστον 10 σημεία περιφερειακά του σωρού.

6. ΛΑΤΟΜΕΙΑ

Βασική υποχρέωση των λατομείων είναι να λειτουργούν νόμιμα σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Νόμος 2115/93), σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΚΜΛΕ (Κώδικας Μεταλλευτικών Λατομικών Εργασιών) και να παράγουν προϊόντα σύμφωνα με τις προδιαγραφές (ΕΛΟΤ 408 και ΚΤΣ 97 για το σκυρόδεμα).

Η καταλληλότητα των αδρανών πετυχαίνεται με την επιλογή των θέσεων εξόρυξης ανάλογα με τις προδιαγραφές, τη σωστή παραγωγική διαδικασία, τον κατάλληλο εξοπλισμό και χειρισμό του από εκπαιδευμένο προσωπικό, τον ποιοτικό έλεγχο των παραγόμενων αδρανών και την εποπτεία της λειτουργίας του λατομείου από διπλωματούχο μηχανικό. Προσοχή απαιτείται στην αλλαγή μετώπου εξόρυξης, όταν παρουσιάζονται αλλαγές πετρωμάτων, όπου σύμφωνα με τους κανονισμούς απαιτείται νέα εργαστηριακή εξέταση για την καταλληλότητά τους και κοινοποίηση των αποτελεσμάτων της εξέτασης στον πελάτη που τα προμηθεύεται.

Κάθε φορτίο, πλην του δελτίου αποστολής, πρέπει σύμφωνα με τον ΚΤΣ να συνοδεύεται με ενυπόγραφο δελτίο κοκκομετρικής διαβάθμισης των αδρανών που θα υπογράφεται από τον υπεύθυνο του λατομείου. Αποκλίσεις μεγαλύτερες από τις δηλωθείσες στις κοκκομετρικές του λατομείου (ανάλογα με το είδος του αδρανούς), καθιστούν μη αποδεκτά τα φορτία από τον παραγωγό σκυροδέματος.

Ως προς την αποθήκευσή τους το λατομείο υποχρεούται να εξασφαλίζει ότι θα γίνεται διαχωρισμός τους, δεν θα αναμιγνύονται μεταξύ τους τα διάφορα είδη και

θα εξασφαλίζεται η μη ρύπανση κατά τη φόρτωση τους.

Πρέπει να επισημανθεί ότι η οδηγία 89/106/ΕΟΚ που αφορά τα δομικά προϊόντα είναι μια οδηγία νέας προσέγγισης, στα πλαίσια της οποίας απαιτείται τα υλικά που χρησιμοποιούνται να καλύπτουν ουσιαστικές απαιτήσεις στους τομείς της Υγείας, Ασφάλειας και Προστασίας του καταναλωτή. Την παραπάνω οδηγία έχει ενσωματώσει η Ελλάδα στο Εθνικό Δίκαιο με το ΠΔ 334/94 με βάση το οποίο απαιτείται η έκδοση ΚΥΑ των ΥΠΑΝ και ΥΠΕΧΩΔΕ, για την Εφαρμογή της σήμανσης CE στα δομικά προϊόντα (= προϊόντα που κατασκευάζονται για να ενσωματωθούν κατά τρόπο μόνιμο και διαρκή σε δομικά έργα). Επίσης, με την απόφαση 1/596/ΕΚ ορίζεται το σύστημα βεβαίωσης της πιστότητας για τα αδρανή και τις ανακοινώσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης που δημοσιεύτηκαν στην επίσημη εφημερίδα της ΕΕ στις 27/02/03.

Πίνακας 4. Νόμοι (Ν), Νομοθετικά (Ν.Δ.) και Προεδρικά Διατάγματα (Π.Δ.) και Υπουργικές Αποφάσεις (Υ.Α.) για την έρευνα και εκμετάλλευση λατομικών προϊόντων και μαρμάρων.

Περιεχόμενο	Νόμος	ΦΕΚ
Περί Μεταλλευτικών Ερευνών...διατάξεων	Ν.Δ. 4433	1964
Περί Μεταλλευτικού Κώδικος	Ν.Δ. 210	ΦΕΚ 277Α/1973
Περί ίδρύσεως Ινστιτούτου Γεωλογικών...(ΙΓΜΕ)	Ν. 272	ΦΕΚ 50Α/1976
Περί τροποποίησης του Ν.Δ. 4433	Ν. 273	ΦΕΚ 50Α/1976
Περί τροποποίησης του Μεταλλευτικού Κώδικος	Ν. 274	ΦΕΚ 50Α/1976
Περί εκμεταλλεύσεως λατομείων...Πεντελικού όρους	Ν. 386	ΦΕΚ 188Α/1976
Περί εκμεταλλεύσεως λατομείων	Ν. 669	ΦΕΚ 241Α/1977
Περί εκμισθώσεως δημοσίων λατομείων...μαρμάρων	Π.Δ. 285	ΦΕΚ 83Α/1979
Περί προστασίας των δασών...χώρας	Ν. 998	ΦΕΚ 289Α/1979
Περί επικυρώσεως τεχνικών...περιβάλλοντος	Υ.Α.	ΦΕΚ 820Β/1980
Εκμετάλλευση λατομείων αδρανών...διατάξεις	Ν. 1428	ΦΕΚ 43Α/1984
Κανονισμός Μεταλλευτικών & Λατομικών εργασιών	Υ.Α.	ΦΕΚ 931Β/1984
Για την προστασία του περιβάλλοντος	Ν. 1650	ΦΕΚ 160Α/1986
Περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	Υ.Α.	ΦΕΚ 678Β/1990
Τροποποίηση, αντικατάσταση και Ν. 1428	Ν. 2115	ΦΕΚ 15Α/1993
Όροι και διαδικασία εκμισθώσεως ... αδρανών υλικών	Υ.Α.	ΦΕΚ 917Β/1993
Διάφορες ρυθμίσεις ... και άλλες διατάξεις	Ν. 2702	ΦΕΚ 70Α/1999
Ρύθμιση θεμάτων ανταγωνισμού ... άλλες διατάξεις	Ν. 2837	ΦΕΚ 178Α/2000
Εναρμόνιση Ν. 1650 με οδηγίες 96/61 & 97/11 Ε.Ε.	Ν. 3010	ΦΕΚ 91Α/2002
Κίνητρα Ιδιωτικών Επενδύσεων...Σύγκλιση	Ν. 3299	ΦΕΚ 261Α/2004
Έλεγχος... Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Ανάπτυξης	Ν. 3335	ΦΕΚ 95Α/2005

Η εφαρμογή των Ευρωπαϊκών Τεχνικών Προδιαγραφών είναι υποχρεωτική για τα κράτη μέλη, τα οποία λαμβάνουν όλα τα κατάλληλα μέτρα για τη διάθεση στην αγορά μόνο των καταλλήλων για τη χρήση που αυτά προορίζονται και που φέρουν υποχρεωτικά τη σήμανση CE. Επίσης, στις τεχνικές προδιαγραφές των συμβάσεων οι αναθέτουσες αρχές υποχρεούνται να αναφέρονται στα Ευρωπαϊκά Πρότυπα, εφόσον αυτά υπάρχουν και έχουν εναρμονιστεί σύμφωνα με τις οδηγίες 92/50 και 93/37.

Τα λατομικά προϊόντα που κυκλοφορούν σήμερα στην Ελλάδα (χωρίς καμιά πιστοποίηση από τον παραγωγό) υπόκεινται σε ελέγχους μόνο από τον κατασκευαστή ανάλογα με τη χρήση τους και σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ 408 και ΚΤΣ 97 για το σκυρόδεμα και ΠΤΠ Ο150-Α250 κ.ά. για την οδοποιία.

Δεν έχει ακόμα εκδοθεί ΚΥΑ για τα αδρανή που να αφορά την υποχρεωτική πιστοποίηση συμμόρφωσης των προϊόντων, αν και η καταληκτική ημερομηνία σύμφωνα με την Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων ήταν η 1/6/2004 και δεν έχουν δημιουργηθεί Εθνικά προσαρτήματα για τα πρότυπα που αφορούν τα αδρανή, ενώ για ορισμένα δομικά υλικά όπως το τσιμέντο, τα πρόσθετα σκυροδέματος κ.ά. αυτά ήδη κυκλοφορούν στη χώρα μας με σήμανση CE.

Οι Νόμοι (Ν), τα Νομοθετικά (Ν.Δ.) και Προεδρικά Διατάγματα (Π.Δ.) και οι Υπουργικές Αποφάσεις (Υ.Α.) για την έρευνα και εκμετάλλευση λατομικών προϊόντων και μαρμάρων, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

Ειδικότερα, για την εξόρυξη άμμου, αμμοχώματος, λίθων, χαλίκων κ.λπ., εφαρμόζονται οι διατάξεις:

α. Του Α.Ν. 1219/38.

β. Της παρ. 1, του άρθρου 49, του Ν. 1416/84.

γ. Των παρ. 5 και 6, του άρθρου 33, του Ν. 1473/84.

δ. Της παρ. 10, του άρθρου 7, του Ν. 2307/95.

ε. Της Κοινής Υπουργικής Απόφασης (Κ.Υ.Α.) Οικονομικών, Μεταφορών, Υγείας, Τουρισμού και Διοικητή Πρωτεύουσας, αριθμού 42279/24-11-1938 (ΦΕΚ 267/38B).

Για την έκδοση απόφασης της Επιτροπής Αμμοληψίας από χείμαρρο, ποταμό ή κοινόχρηστη έκταση (χερσολίβαδο κ.λπ.) απαιτείται η υποβολή προς την Κτηματική Υπηρεσία:

α. Αίτησης του οικείου Ο.Τ.Α. μετά από απόφαση του Δημοτικού Συμβουλίου.

β. Περιβαλλοντικής μελέτης.

γ. Απόφασης Νομάρχη ή Γενικού Γραμματέα Περιφέρειας για τους περιβαλλοντικούς όρους.

δ. Διαγραμμάτων σε 5 αντίτυπα, θεωρημένων από την Δ.Τ.Υ. της Νομαρχίας ή τη ΔΕΚΕ.

ε. Σύμφωνης γνώμης του οικείου Δασαρχείου.

Η απόφαση της Επιτροπής Αμμοληψίας διαβιβάζεται στον αντίστοιχο Ο.Τ.Α. και στη Διεύθυνση Περιβάλλοντος της Ν.Α. για έκδοση Απόφασης Νομάρχη με την οποία παραχωρείται τελικά το δικαίωμα εκμετάλλευσης του χώρου αμμοληψίας.

7. ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΝΟΣ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ

Οι απαραίτητες συνθήκες για την ανάπτυξη ενός λατομείου θραυστών υλικών είναι:

- α. Να παρουσιάζουν υψηλές φυσικομηχανικές αντοχές.
- β. Να βρίσκονται σε σημαντικά αποθέματα για διάρκεια εκμετάλλευσης τουλάχιστο 10 χρόνων και κατά προτίμηση περισσότερο των 20 χρόνων.
- γ. Να είναι εξασφαλισμένη η διάθεση της παραγωγής.
- δ. Να είναι ανταγωνιστικό το κόστος μεταφοράς, άρα η απόσταση μικρή από κάποιο αστικό κέντρο.
- ε. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την εξόρυξη, κατεργασία και μεταφορά πρέπει να είναι μέσα σε αποδεκτά όρια.
- στ. Η εξόρυξη, κατεργασία και μεταφορά του θραυστού υλικού να επιτρέπεται από τις αρμόδιες αρχές και να είναι σύμφωνη με την ισχύουσα νομοθεσία.

Η ύπαρξη ενός κοιτάσματος είναι αναγκαία, αλλά δεν είναι και ικανή προϋπόθεση για την ανάπτυξη ενός λατομείου. Τουλάχιστον τρεις άλλοι παράγοντες εξετάζονται για την απόφαση ανάπτυξης μιας τέτοιας μονάδας (Δασκαλάκης 2002):

Ο πρώτος παράγοντας είναι οι υποδομές στην περιοχή του κοιτάσματος όπως εργατοτεχνικό δυναμικό, ενέργεια, νερό και προσπέλαση (δρόμοι, σιδηρόδρομος, λιμάνι, αεροδρόμιο κ.λπ.). Εφόσον υπάρχουν οι βασικές υποδομές πιο εύκολα συμπληρώνονται και προσαρμόζονται στις ανάγκες. Μέρος αυτού του προβλήματος συνδέεται με την απόσταση. Μεγαλύτερη απόσταση συνεπάγεται υψηλότερα κόστη μεταφορών. Συνεπώς, για την ανάπτυξη ενός μακρινού λατομείου πρέπει τα γεωλογικά και αποθεματικά δεδομένα του κοιτάσματος να οδηγούν σε χαμηλό κόστος παραγωγής, ώστε να καλύπτονται τα έξοδα κεφαλαίου και μεταφορών προς τα κέντρα των αγορών.

Ο δεύτερος παράγοντας είναι η τοπική συσσώρευση οικονομιών. Η συσσώρευση οδηγεί στην παρουσία εργατοτεχνικού δυναμικού με εξειδικευμένα προσόντα, με υψηλή διαθεσιμότητα ποικίλων υπηρεσιών, αγαθών, πρώτων υλών, μηχανημάτων, ανταλλακτικών, νέων τεχνολογιών και γενικότερα τεχνολογικής γνώσης. Οι νέες επιχειρήσεις κερδίζουν, όταν έχουν καλούς γείτονες και έχουν τη δυνατότητα άμεσης επιλογής. Επίσης, κερδίζει το εργατικό δυναμικό και συνολικά κερδίζει η τοπική οικονομία, αφού όλοι έχουν καλύτερες εναλλακτικές λύσεις και προοπτικές. Η συσσώρευση, με τον ανταγωνισμό, εξελίσσεται σε μοχλό παραπέρα

ανάπτυξης και αποτελεσματικότερης λειτουργίας των κοινωνιών.

Ο τρίτος παράγοντας είναι η ιστορική κληρονομιά. Η ύπαρξη ενός παλαιού λατομείου σε μια περιοχή σηματοδοτεί τις περισσότερες φορές την ύπαρξη των κατάλληλων υποδομών που αναφέρθηκαν και επιπλέον σηματοδοτεί τη θετική άποψη της τοπικής κοινωνίας. Οι βασικές οικονομικές δομές συνεχίζουν να υπάρχουν και μετά το προσωρινό κλείσιμο του λατομείου και αυτές αποτελούν πλεονέκτημα έναντι ενός ισοδύναμου κοιτάσματος μιας άλλης περιοχής.

Ο ορυκτός πλούτος της Ελλάδος είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Ο κλάδος όμως που ασχολείται με την εκμετάλλευση και επεξεργασία αυτού δεν έχει ευχέρεια επιλογής του τόπου δραστηριοποίησής του δεσμευμένος από πολλούς παράγοντες (π.χ. νομοθετικό πλαίσιο, έργα υποδομής, φορολογικό πλαίσιο κ.ά.). Η εξορυκτική επιχείρηση πρέπει να εγκατασταθεί εκεί που υπάρχουν τα ορυκτά και μεταλλεύματα. Το που θα λειτουργήσει περιορίζεται αυστηρά και μόνο από τη γεωλογία. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αντίθεση με τις λαϊκές αντιλήψεις, οι περισσότερες εξορυκτικές επιχειρήσεις λειτουργούν στις αναπτυγμένες χώρες, παρά στις χώρες του τρίτου κόσμου. Το λατομείο χρησιμοποιεί συνήθως μια σχετικά μικρή περιοχή, στην οποία συνεισφέρει μεγάλη οικονομική δύναμη για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για να λειτουργήσει μια μονάδα χρειάζεται αξιόλογη οικονομική δραστηριότητα. Πριν την έναρξη απαιτείται μια σειρά από υποστηρικτικές εργασίες υποδομών και μετά απαιτούνται πρώτες ύλες, ενέργεια, νερό, τροφή, στέγη κ.λπ.

8. ΕΙΔΗ ΑΔΡΑΝΩΝ

8.1. Κίσηρη (ελαφρόπετρα)

Ανοιχτόχρωμο υαλώδες ηφαιστειακό πέτρωμα με σκωριώδη υφή και φαινόμενο ειδικό βάρος 400-480 kg/m³. Αποτελείται από 70-75% SiO₂, 12-14% Al₂O₃, 1-2% Fe₂O₃ και αλκάλια. Θεωρείται πολύ σημαντικό υλικό ως ελαφρό αδρανές, καθώς και ως αποξεστικό, μονωτικό ή διηθητικό υλικό. Επίσης, χρησιμοποιείται για την κατασκευή τεχνητών λίθων. Οι προδιαγραφές για χρήση της στην παρασκευή τσιμέντου περιγράφονται στη δοκιμή ASTM C330. Στην Ελλάδα βρίσκεται στα νησιά Θήρα, Μήλο και Γυαλί.

8.2. Ποζολάνες

Είναι ηφαιστειακά υλικά πλούσια σε SiO₂ και φτωχά σε Ca. Χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά στα τσιμέντα σε ποσοστά 10% έως 20%. Η ετήσια παραγωγή ποζολάνης στη Μήλο είναι κατά μέσο όρο 900.000 τόνοι.

8.3. Τόφφοι

Έχουν μέγεθος κόκκων <3 mm και μεγάλο πορώδες. Ειδικότερα, η ηφαιστειακή τέφρα έχει μέγεθος κόκκων 3-0,06 mm και η ηφαιστειακή σκόνη

<0,06 mm.

Το υλικό των τοφφιδίων μπορεί να είναι θραυσματογενές, κρυσταλλικό ή υαλώδες. Οι τοφφίδες συνήθως περιέχουν μικρά ποσά μη ηφαιστειακών υλικών, οπότε ονομάζονται αμμώδεις, ιλυώδεις ή αργιλώδεις τοφφίδες, ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους. Αντίθετα, όταν το ποσό του τοφφικού υλικού είναι μικρότερο των άλλων κλαστικών υλικών, τότε τα πετρώματα αυτά ονομάζονται τοφφικοί ψαμμίτες ή τοφφικοί ιλύες ή τοφφικοί άργιλοι. Από την εξαλλοίωση των τοφφιδίων σχηματίζεται το αργιλικό πέτρωμα μεπτονίτης που αποτελείται κυρίως από το ορυκτό σμεκτίτης. Οι τοφφίδες συνοδεύονται συνήθως από γραουβάκες και πολλές φορές περιέχουν ζεόλιθους.

Η θηραϊκή γη είναι ένας χαλαρός τοφφίτης, που καλύπτει σχεδόν όλη την επιφάνεια του νησιού Θήρας, καθώς και των γειτονικών της μικρών νησιών. Αποτελείται κυρίως από άμορφο SiO_2 (περίπου 65%) και διάφορα οξείδια μετάλλων. Στο παρελθόν χρησιμοποιήθηκε κυρίως στην οικοδομική (ως ποζολάνη), εξαιτίας των άριστων υδραυλικών ιδιοτήτων της.

8.4. Ανθρακικά αδρανή

Τα επιμέρους προϊόντα περιλαμβάνουν:

α. Τα σχετικά ακατέργαστα, αδρόκοκκα και φτηνά ανθρακικά αδρανή που χρησιμοποιούνται για ποικίλες κατασκευαστικές εφαρμογές.

β. Τα μέσου μεγέθους κόκκων και μέσου βαθμού ποιότητας ανθρακικά αδρανή που χρησιμοποιούνται ως πληρωτικά για λεύκανση ή λαμπρότητα (>80%) και για παρασκευή στόκου ή σφραγιστικών υλικών.

γ. Τα πολύ λεπτομερή ανθρακικά αδρανή που χρησιμοποιούνται ως πληρωτικά γνωστά ως "λειτουργικά" με ειδικές απαιτήσεις στην καθαρότητά τους: λαμπρότητα >90%, αδιαφάνεια, σχήμα κόκκων, ρεολογικές ιδιότητες και ιξώδες, απορρόφηση νερού και ελαίου και ολική πυκνότητα για παρασκευή του χάρτου, των χρωμάτων, των πλαστικών και του ελαστικού.

Στη φύση βρίσκονται πολλοί τύποι ασβεστολιθικών ή δολομιτικών πετρωμάτων που ανάλογα με το περιεχόμενό τους σε SiO_2 (χαλαζίας ή χαλκηδόνιος), δολομίτη και ασβεστίτη χαρακτηρίζονται διαφορετικά. Τα σημαντικότερα ανθρακικά αδρανή είναι οι ασβεστόλιθοι, η κρητίδα, οι τραβερτίνες, οι πορόλιθοι και οι δολομίτες.

8.5. Χαλαζιακή άμμος

Ο χαλαζίας είναι σχετικά φθηνός, χημικά ουδέτερος, έχει κογχοειδή θραυσμό και σκληρότητα 7. Παρουσιάζει υψηλή λευκότητα, χαμηλή απορροφητικότητα ελαίου και ικανότητα κονιοποίησης σε ειδικά μεγέθη κόκκων. Γι' αυτό η χαλαζιακή άμμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό πλήρωσης, λείανσης ή διήθησης, καθώς και σε ποικίλες κατασκευές. Επίσης, παρουσιάζει πυριμαχότητα (σημείο τήξης 1470°C) και χρησιμοποιείται ως άμμος χυτηρίων. Στον πίνακα 3

παρουσιάζονται οι σημαντικές ποιοτικές απαιτήσεις για χρήση της χαλαζιακής άμμου σε διάφορες εφαρμογές.

8.6. Χαλίκια

Τα χαλίκια ανήκουν στα κλαστικά ιζήματα με συστατικά γωνιώδη μεγέθους >2 mm. Όταν είναι συγκολλημένα χαρακτηρίζονται ως λατυποπαγή πετρώματα. Θραύσματα πετρωμάτων >2 cm ονομάζονται φερτοί λίθοι. Στα λατυποπαγή τα κλαστικά συστατικά είναι τεμάχια πετρωμάτων, ενώ το υλικό πλήρωσης είναι συνήθως ψαμμιτικό. Όταν τα κλαστικά τεμάχια εφάπτονται μεταξύ τους το υλικό πλήρωσης απλά γεμίζει τα διάκενα που μένουν ή όταν το υλικό πλήρωσης υπερτερεί, τότε περιβάλλει κάθε κλαστικό κόκκο με αποτέλεσμα αυτός να μην εφάπτεται με τους γειτονικούς του. Το συγκολλητικό υλικό, άμορφο ή μικροκρυσταλλικό, μπορεί να είναι πυριτικό, ασβεστίτικο ή αιματιτικό.

8.7. Ψαμμίτες και κερατόλιθοι

Οι ψαμμίτες είναι συμπαγή ιζηματογενή πετρώματα με μέγεθος κλαστικών συστατικών 2-1/16 mm. Ανάλογα με το επικρατέστερο ορυκτό συστατικό τους ή το είδος της συγκολλητικής ύλης ή το είδος του υλικού πλήρωσης χαρακτηρίζονται ως χαλαζιακοί, ασβεστίτικοί, ιλυώδεις ή αργιλώδεις. Μακροσκοπικά οι αποθέσεις ψαμμιτών παρουσιάζουν κατά κανόνα χαρακτηριστική στρωμάτωση. Το χρώμα τους είναι συνήθως ανοικτό τεφρό, κίτρινο ή ερυθροκαστανό. Η υφή τους είναι κοκκώδης και τραχιά. Ο συνεκτικοποιημένος ψαμμίτης μπορεί να θρυμματοποιηθεί για παραγωγή αδρανών υλικών και αν αισθητικά είναι ελκυστικός μπορεί να κοπεί και χρησιμοποιηθεί ως διακοσμητικό πέτρωμα.

Τα κύρια συστατικά των ψαμμιτών είναι: κόκκοι χαλαζία, κόκκοι αστρίων, θραύσματα πετρωμάτων, υλικό πλήρωσης και συγκολλητικό υλικό. Επίσης, περιέχουν μοσχοβίτη, γλαυκονίτη, απατίτη και βαριά ορυκτά. Η ορυκτολογική σύσταση των ψαμμιτών αντικατοπτρίζει σε μεγάλο βαθμό την πετρολογική σύσταση και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής προέλευσης των κλαστικών υλικών. Σε πολλές παλιές και ώριμες άμμους που έχουν ανακατεργαστεί πολλές φορές, οι χαλαζιακοί κόκκοι αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των συστατικών τους.

Οι κερατόλιθοι είναι σκληρά, εξαιρετικά συμπαγή, ημι-υαλώδη πετρώματα που αποτελούνται από κρυπτοκρυσταλλικό SiO₂ (κυρίως ινώδη χαλκηδόνιο) με μικρότερα ποσά μικρο- ή κρυπτοκρυσταλλικού χαλαζία και άμορφου SiO₂ (οπάλιος). Μερικές φορές περιέχουν ξένες προσμίξεις όπως ασβεστίτη, αιματίτη, αργιλικά ορυκτά και λείψανα πυριτικών οργανισμών. Έχουν τραχύ και κογχοειδή θραυσμό και ποικίλα χρώματα. Βρίσκονται κυρίως με μορφή κονδυλωδών μαζών μέσα σε ασβεστόλιθους ή δολομίτες και σε μικρότερο ποσοστό με μορφή εκτεταμένων στρωματωμένων αποθέσεων. Το υλικό τους μπορεί να είναι οργανικής ή ανόργα-νης προέλευσης ή προϊόν μερικής αντικατάστασης.

Ο σχηματισμός των περισσότερων κερατόλιθων οφείλεται στη χημική ενέργεια των οργανισμών, οι σπουδαιότεροι των οποίων είναι τα διάτομα, οι ραδιολάρια και οι σπόγγοι. Ακόμη, υπαίθριες παρατηρήσεις έδειξαν ότι ορισμένες αποθέσεις κερατόλιθων δημιουργήθηκαν από άμεση καθίζηση άμορφου SiO_2 των θαλάσσιων ή λιμναίων νερών. Επίσης, η παρουσία κονδύλων κερατόλιθου μέσα σε ασβεστολιθικά πετρώματα αποδεικνύει αντικατάσταση του CaCO_3 από SiO_2 κατά τη διάρκεια της διαγένεσης. Τέλος, το αναγκαίο SiO_2 για το σχηματισμό πυριτικών ιζημάτων μπορεί να προέρθει άμεσα ή έμμεσα από ηφαιστειακή ενέργεια.

8.8. Χαλαζίτες

Είναι μονόμετα μεταμορφωμένα πετρώματα με χρώμα συνήθως τεφρόλευκο και κύριο συστατικό το χαλαζία. Σε μικρές ποσότητες μπορεί να περιέχουν μαρμαρυγίες, χλωρίτη, αστρίους, κυανίτη, γρανάτες, επίδοτο κ.ά. Οι χαλαζίτες είναι προϊόντα περιοχικής μεταμόρφωσης που προέρχονται από αρχικά ψαμμιτικά πετρώματα, χαλαζιούχους φλεβικούς σχηματισμούς ή σχηματισμούς πυριτόλιθων.

9. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗΣ ΑΜΜΟΥ

Τα περισσότερα πυριγενή, ιζηματογενή και μεταμορφωμένα πετρώματα περιέχουν χαλαζία και πολλά από αυτά χρησιμοποιούνται ως εμπορικές πηγές της πυριτίας (SiO_2). Ιδιαίτερα, η χαλαζιακή άμμος και ο ψαμμίτης είναι πολύ συνηθισμένες πηγές, με καθαρότητα που ποικίλλει από τον αρκόζη (>60% χαλαζίας) μέχρι τον ορθοχαλαζίτη (>95% χαλαζίας). Άμμος και σκύρα σχηματίζονται σε ποτάμια και ρεύματα.

Ο χαλαζίας είναι το πιο διαδομένο ορυκτό μετά τους αστρίους. Κρυσταλλικός και μαζοειδής χαλαζίας είναι συνηθισμένος σε πηγματίτες και υδροθερμικές φλέβες, καθώς και σε προσχωσιγενείς αποθέσεις. Ωραίοι κρύσταλλοι χαλαζία συνοδεύουν πολλές φορές τα κοιτάσματα μικτών θειούχων, οπότε είναι δυνατό να έχουν μεγαλύτερη οικονομική αξία. Οι έγχρωμες ποικιλίες του χαλαζία θεωρούνται συνήθως πολύτιμοι λίθοι όπως ο κιτρίνης (κίτρινος μέχρι πορτοκαλί), ο αμέθυστος (ιώδης), ο κρυσταλλικός (διαυγής), ο γαλακτώδης (λευκός), ο ροδόχροος (ρόδινες χροιές) και ο καπνίας (τεφρόμαυρος).

Οι χαλαζιακές φλέβες είναι φλέβες καθαρότατου γαλακτώδους χαλαζία με 99,9% SiO_2 . Αν και η κονιοποίηση χαλαζία είναι εξαιρετικά δαπανηρή, εξαιτίας της μεγάλης σκληρότητάς του, η εκμετάλλευσή του είναι ευρεία, γιατί αποτελεί βασικό συστατικό των ειδών πορσελάνης και αναγκαίο υλικό στη χαλυβουργία και υαλουργία.

Η χαλαζιακή άμμος θεωρείται προϊόν αποσάθρωσης και επεξεργασίας όλων των κατηγοριών των πετρωμάτων κυρίως από το νερό και τον άνεμο. Ο βαθμός εμπλουτισμού της σε χαλαζία και η καλή ταξινόμηση αυτής εξαρτάται από τη

διάρκεια και την ένταση των παραγόντων αποσάθρωσης και μεταφοράς των θραυσμάτων ή κόκκων, καθώς και από την παρουσία πλούσιων σε χαλαζία μητρικών πετρωμάτων. Οι κύριες πηγές προέλευσης της χαλαζιακής άμμου είναι τα πλούσια σε χαλαζία πυριγενή ή μεταμορφωμένα πετρώματα. Ακολουθούν σε αναλογία οι ψαμμίτες και οι κερατόλιθοι με τις διάφορες ποικιλίες τους. Χαλαζιακή άμμος με άλλες προσμίξεις (κυρίως αργίλου) χρησιμοποιείται στην οικοδομική.

10. ΧΑΛΑΖΙΟΥΧΕΣ ΕΜΦΑΝΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΕΛΛΑΔΟΣ

10.1. Χαλαζιακή άμμος

Στην Ελλάδα, ενώ υπάρχουν πολλές περιοχές με στρώματα χαλαζιακής άμμου καλής ποιότητας, δεν αξιοποιούνται, αλλά εισάγεται από το εξωτερικό.

Χαλαζιακές άμμοι χερσαίας ή ποτάμιας προέλευσης για οικοδομική χρήση, του Νεογενούς και Τεταρτογενούς, υπάρχουν άφθονες σε πολλές περιοχές της χώρας. Πολλές εταιρίες απόληψης και επεξεργασίας άμμου είναι εγκαταστημένες σε παρόχθιες περιοχές μεγάλων και μικρών ποταμών της χώρας. Έρευνες του ΙΓΜΕ (Περιφερειακή Μονάδα Δυτ. Μακεδονίας) έχουν διαπιστώσει την παρουσία 1,2 εκατ. τόνων χαλαζιακής άμμου στο Σκαλοχώρι Βοΐου Κοζάνης, καθώς και 400.000 τόνων χαλαζιακών κροκαλών στην περιοχή Μελίτης-Αγλάδας Φλώρινας. Οι αποθέσεις χαλαζιακών κροκαλών και άμμων στη μολασσική λεκάνη των Γρεβενών είναι τεράστιες. Όλα τα έργα για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004 στην Αθήνα έγιναν με άμμο του ποταμού Αξιού που θεωρείται ποιοτικά η καλύτερη χαλαζιακή άμμος της Ελλάδος. Η εταιρία Thrakon πραγματοποιεί απόληψη χαλαζιακής άμμου από τον ποταμό Άρδα που χρησιμοποιείται στην παραγωγή των μονωτικών λίθων Ytong.

Χαλαζιακή άμμος χερσαίας ή ποτάμιας προέλευσης υψηλών προδιαγραφών δεν έχει βρεθεί μέχρι σήμερα στην Ελλάδα. Ακόμη και οι σχετικά άφθονοι ψαμμίτες της κρίνονται ανώριμοι και φτωχοί σε περιεχόμενο χαλαζία, γιατί δεν έχουν ολοκληρώσει, κατά κανόνα, ένα κύκλο ιζηματογένεσης.

10.2. Χαλαζίας

Κρυσταλλικές μορφές χαλαζία (ορεία κρύσταλλος, αμέθυστος κ.ά.) έχουν βρεθεί κατά το παρελθόν στα δύο σπουδαιότερα κοιτάσματα μικτών θειούχων της Ολυμπιάδος-Στρατωνίου Χαλκιδικής και Λαυρίου Αττικής. Μικρές εμφανίσεις αμέθυστου και οπάλιου έχουν εντοπιστεί και στα ηφαιστειακά πετρώματα του Έβρου (Αισύμη, Λευκίμμη, Δαδιά κ.ά.).

Μεγάλος αριθμός φλεβών χαλαζία, συνήθως μικρών διαστάσεων, διατέμνει τα κρυσταλλοσχιτώδη πετρώματα της Ροδοπικής, Σερβομακεδονικής, Πελαγονικής και Αττικοκυκλαδικής Ζώνης. Σήμερα, ο γαλακτώδης και φλεβικής προέλευσης

χαλαζίας, καλύπτει μερικώς τις ανάγκες των ελληνικών κεραμικών βιομηχανιών.

Τα κοιτάσματα που εκμεταλλεύονται βρίσκονται στους νομούς Θεσσαλονίκης (Εξαμίλι Λαγκαδά), Κιλκίς, Χαλκιδικής και Λάρισας, ενώ έχουν ήδη δρομολογηθεί οι απαιτούμενες διαδικασίες για την εκμετάλλευση νέων αξιόλογων κοιτασμάτων στους νομούς Τρικάλων, Κοζάνης και Ημαθίας. Η ετήσια παραγωγή χαλαζία στην Ελλάδα είναι τα τελευταία χρόνια περίπου 15.000 τόνοι.

10.3. Κερατόλιθοι

Πυριτιόλιθος έχει εντοπιστεί μέσα σε Ολιγοκαινικούς σχηματισμούς στο Δορίσκο Έβρου. Αποτελείται από άμορφο SiO_2 έως μεσοκρυσταλλικό χαλαζία (>94%) και <1% Fe_2O_3 .

Πορσελανίτες του Τριτογενούς έχουν εντοπιστεί στην Αριδαία, Κοζάνη, Λευκάδα, Ζάκυνθο, Σουσάκι, Αίγινα, Ερμιόνη Αργολίδος, Μήλο, Σάμο και Λήμνο. Περιέχουν πολύμορφους κρυστάλλους SiO_2 , βιογενούς και μη βιογενούς προέλευσης.

10.4. Πυριτία

Άμορφη πυριτία με τη μορφή του οπάλιου-Α και οπάλιου-CT βρίσκεται στη Μήλο, σχηματίζοντας σημαντικές αποθέσεις σε δύο θέσεις. Είναι προϊόν υδροθερμικής εξαλλοίωσης των όξινων ηφαιστειακών πετρωμάτων. Οι αποθέσεις περιέχουν >92% SiO_2 , που σχεδόν όλο είναι άμορφο, με μεγάλη δραστηριότητα και μεγάλη ειδική επιφάνεια (25-30 m^2/g για μεγέθη κόκκων <65 μm). Τα πιθανά αποθέματα είναι περίπου 1 εκατ. τόνοι.

Μικροκρυσταλλικός α-χαλαζίας (κρύσταλλοι <10 μm) υδροθερμικής προέλευσης βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα της Μήλου. Το λατομείο βρίσκεται 12 km ΝΑ του χωριού Αδάμας και έχει ετήσια ικανότητα παραγωγής 120.000 τόνους. Παράγονται δύο κύριοι βαθμοί: ένα λευκό (SSL10) και ένα τεφρό προϊόν (SSL20). Χρησιμοποιείται ως ακατέργαστο υλικό στην παραγωγή τσιμέντου και κεραμικών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δασκαλάκης Κ. 2002. Επιπτώσεις των μεταλλείων στις τοπικές κοινωνίες. Πρακτ. Ημερίδας Σ.Μ.Ε. και Σ.Ε.Μ.Μ.Θ., Καβάλα, Β63-74.
- Ε.Σ.Υ.Ε. 2005. Μεταλλεία, Λατομεία, Αλυκές. Στοιχεία 2001. Πειραιάς, 46σ.
- Friedman G.M. 1961. Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. J. Sedim. Petrol., 31, 514-529.
- Harben P. W. 2002. The Industrial Minerals HandyBook. Ind. Miner., London, 148p.
- Herrick D. H. 1994. Stone, crushed. In: Carr D.D. (Ed.), Industrial Minerals and Rocks, 6th edn. Soc. Min. Metall. Explor. Ann Arbor, Michigan, 975-986.

- Pettijohn F.J., Potter P.E. & Siever R. 1973. Sand and sandstone. Springer-Verlag, N. York, 618p.
- Τσιραμπίδης Α. 1993. Πετρολογία Ιζηματογενών Πετρωμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης, 236σ.
- Τσιραμπίδης Α. 2005. Ο Ορυκτός Πλούτος της Ελλάδος. Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, 391σ.

ΗΜΕΡΙΔΑ

«ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΕΒΡΟ: ΠΕΤΡΩΤΑ ΕΒΡΟΥ ΣΕΛ
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ, ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ» ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007 89-107

ΖΕΟΛΙΘΟΙ ΔΗΜΟΥ ΤΡΙΓΩΝΟΥ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΕΒΡΟΥ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ, ΑΓΡΟΤΙΚΗ, ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Ανέστης Φιλιππίδης

Καθηγητής Οικονομικής Γεωλογίας και Γεωχημείας

Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Σχολή Θετικών

Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης 541 24 Θεσσαλονίκη, anestis@geo.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά ζεόλιθων του Δήμου Τριγώνου (5 περιοχές στο χωριό Πετρωτά και 3 στο χωριό Πεντάλοφος), παρουσιάζουν έντονες διαφοροποιήσεις από περιοχή σε περιοχή. Η περιεκτικότητα του ζεόλιθου κυμαίνεται από 35 έως 89% για τις περιοχές των Πετρωτών και 42 έως 85% για τις περιοχές του Πενταλόφου. Η ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα (CEC) κυμαίνεται από 80 έως 229 meq/100g για τις περιοχές των Πετρωτών και από 82 έως 208 meq/100g για τις περιοχές του Πενταλόφου. Σήμερα, διεθνώς χρησιμοποιούνται ευρέως φυσικοί ζεόλιθοι τύπου-HEU με περιεκτικότητα >70% και ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα >140 meq/100g. Τα καλύτερα ορυκτολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν οι φυσικοί ζεόλιθοι της περιοχής (E) των Πετρωτών.

Ο φυσικός ζεόλιθος της περιοχής (E) των Πετρωτών περιέχει, 89% ζεόλιθο τύπου-HEU (Ca,K,Mg,Na -κλινοπτιλόλιθο) και παρουσιάζει 226 meq/100g ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα. Η ορυκτολογική σύσταση και οι φυσικοχημικές ιδιότητες, καθιστούν τον φυσικό ζεόλιθο της περιοχής (E) των Πετρωτών, από τα καταλληλότερα υλικά παγκοσμίως για πολυάριθμες βιομηχανικές, αγροτικές, κτηνοτροφικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές, όπως: καθαρισμό αστικών (λυμάτων) και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων, κατεργασία λυματολάσπης, βελτίωση ποιότητας πόσιμου νερού, αποσμητικό υλικό, ιχθυοκαλλιέργειες, ζωοτροφές, βελτιωτικό αγροτικών καλλιεργειών, βελτιωτικό όξινων και αλκαλικών εδαφών, υποστρώματα θερμοκηπίων, υποστρώματα ανθοκομικής, καθαρισμός και ξήρανση αερίων, οξυγόνωση υδάτινων οικοσυστημάτων, τεχνητούς υγροβιότοπους και λοιπές μονάδες διαχείρισης υδάτων.

Η χρήση του στη κατεργασία αστικών λυμάτων, έδωσε άοσμη και συνεκτική λυματολάσπη, η οποία μπορεί να αποτεθεί με ασφάλεια ή να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα στις αγροτικές καλλιέργειες, συμβάλλοντας θετικά στη μείωση του προβλήματος του ευτροφισμού, στην προστασία του υπόγειου ύδατος, καθώς επίσης στην εξοικονόμηση μέχρι και 50%, του ύδατος άρδευσης. Η ανάμειξή της στα αγροτικά εδάφη, βελτιώνει τις φυσικοχημικές και θρεπτικές ικανότητες του εδάφους, μειώνει τις ασθένειες στο ριζικό

σύστημα των φυτών, αυξάνοντας την παραγωγή και ποιότητα των αγροτικών προϊόντων. Η κατεργασία των λυμάτων, έδωσε διαυγές νερό με ουδέτερο pH και πλούσιο σε οξυγόνο, απαλλαγμένο από οσμές και επιβλαβείς ουσίες, κατάλληλο για διάθεση σε φυσικό αποδέκτη.

Η χρήση του στη κατεργασία βιομηχανικών υγρών αποβλήτων (βυρσοδεμείο και βαφείο) έδωσε διαυγές νερό, κατάλληλο για διάθεση σε φυσικό αποδέκτη. Επίσης, η κατεργασία έδωσε άοσμη και συνεκτική λάσπη με ουδέτερο pH, έτοιμη για ασφαλή απόθεση.

Η χρήση του στις αγροτικές καλλιέργειες, εκτός της ποιοτικής βελτίωσης των καρπών, έδωσε αύξηση παραγωγής κατά: 30-57% στο σιτάρι, 34% στο ρύζι, 50% στο καλαμπόκι, 17% στο βαμβάκι, 73% στο σταφύλι, 48-52% στη ντομάτα και 45% στο ακτινίδιο, καθώς και 25% αύξηση ανθοφορίας στα γαρύφαλλα. Η χρήση του στην κτηνοτροφία, εκτός της ποιοτικής βελτίωσης των προϊόντων ζωικής προέλευσης, έδωσε 7% αύξηση βάρους σε κοτόπουλα και 17% αύξηση γαλακτοπαραγωγής σε αγελάδες.

1. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το ΙΓΜΕ μετά από έρευνα και λαμβάνοντας υπόψη τη βιβλιογραφία και όλες τις μέχρι τότε μελέτες, εντόπισε τέσσερα (4) είδη βιομηχανικών ορυκτών σε περιοχές του Δήμου Τριγώνου: α) Ηφαιστειακό λατυποπαγές με ενστρώσεις γνιμπρίτη, στην περιοχή (B) του Πενταλόφου (Βουγιούκας 1979). β) Άμμο στα χωριά Δίκαια, Πτελέα, Σπήλαιον και Κροιάς, γ) Πηγματίτες με μαρμαρυγία στο χωριό Μηλέα και δ) Αργιλικά πετρώματα με αργιλικά ορυκτά, χαλαζία, αστρίους και δολομίτη στο χωριό Κόμαρα (Κοσιάρης & Βουγιούκας 1980).

Από τότε (1980), το βιομηχανικό ορυκτό <ζεόλιθος> αναφέρεται στις παρακάτω μελέτες που αφορούν τον Δήμο Τριγώνου, ανά ίδρυμα και περιοχές των Πετρωτών (Πίνακας 1.1) και του Πενταλόφου (Πίνακας 1.2), στους οποίους πίνακες αναφέρονται η ιοντο-ανταλλακτική ικανότητά (CEC), ο τύπος και το ποσοστό του ζεόλιθου. Σήμερα στη διεθνή αγορά, χρησιμο-ποιούνται φυσικοί ζεόλιθοι τύπου-HEU με CEC >140 meq/100g και ποσοστό ζεόλιθου >70%.

Η ορυκτολογική σύσταση διαφέρει έντονα από περιοχή σε περιοχή, η περιεκτικότητα του ζεόλιθου κυμαίνεται από 35 έως 89% για τις περιοχές των Πετρωτών (Πίνακας 1.1) και 42 έως 85% για τις περιοχές του Πενταλόφου (Πίνακας 1.2). Έντονη επίσης διαφοροποίηση παρατηρείται και στα υπόλοιπα ορυκτά. Η περιεκτικότητα του μαρμαρυγία + αργιλικά ορυκτά κυμαίνεται από 1 έως 18%. Το ποσοστό των μικροπορωδών ορυκτών (ζεόλιθος + μαρμαρυγίας + αργιλικά ορυκτά) κυμαίνεται από 44 έως 92%. Σε ορισμένες περιοχές υπάρχει και η παρουσία άμορφου υλικού, σε ποσοστά από 5 έως 14%. Η τιμή της δεσμευτικής ικανότητας (ιοντο-ανταλλακτικής ικανότητας - CEC) κυμαίνεται από 80 έως 229 meq/100g για τις περιοχές των Πετρωτών και από 82 έως 208 meq/100g για τις περιοχές του Πενταλόφου.

Πίνακας 1.1. Ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα (CEC, meq/100g), Ορυκτολογία (%κ.β.) και Ιστορικό των ζεόλιθων του χωριού Πετρωτά του Δήμου Τριγώνου.

Περιοχή	CEC	HEU	Mi+Cl	ΣΜΟ	Α	Βιβλιογραφία
Α	101	35	18	53	-	ΑΠΘ 14, 15, 16 (2002, 2002, 2006)
	101	43	18	61	-	ΑΠΘ 27 (2007)
Β	80	42	2	44	10	ΙΓΜΕ 1 (1994)
	95	40	?	?	?	ΙΓΜΕ 3 (2002)
	132	54	1	55	-	ΑΠΘ 14, 15, 16 (2002, 2002, 2006)
	132	63	3	66	-	ΑΠΘ 27 (2007)
	?	67	1	68	-	ΕΚΠΑ 1, 2 (1998, 2000)
Γ	?	54	1	55	8	ΙΓΜΕ 1 (1994)
	95	40	?	?	?	ΙΓΜΕ 3 (2002)
	?	76	1	77	-	ΑΠΘ 1-7 (1989-2001)
	185	79	6	85	-	ΑΠΘ 14, 15, 16 (2002, 2002, 2006)
	186	83	5	88	-	ΑΠΘ 27 (2007)
	?	67	1	68	-	ΕΚΠΑ 1, 2 (1998, 2000)
Δ	?	43	2	45	11	ΙΓΜΕ 1 (1994)
	95	40	?	?	?	ΙΓΜΕ 3 (2002)
	?	54	3	57	-	ΑΠΘ 1-7 (1989-2001)
	167	69	6	75	-	ΑΠΘ 14, 15, 16 (2002, 2002, 2006)
	167	75	6	81	-	ΑΠΘ 27 (2007)
	?	67	1	68	-	ΕΚΠΑ 1, 2 (1998, 2000)
Ε	226	89	3	92	-	ΑΠΘ 17-20 (2002, 2005, 2005, 2006)
	229	89	3	92	-	ΑΠΘ 25, 26 (2005, 2007)
	?	88	4	92	-	ΑΠΘ 28 (2005)

CEC: Ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα, HEU: Ζεόλιθος, Mi+Cl: Μαρμαρυγίας + αργιλικά ορυκτά, ΣΜΟ: Σύνολο μικροπορωδών ορυκτών (ζεόλιθος + μαρμαρυγίας + αργιλικά ορυκτά), Α: Άμορφα.

ΙΓΜΕ: Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (1: Μάραντος & Περδικάτσης 1994, 3: Koshariis et al. 2002). ΑΠΘ: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (1: Kiron et al. 1989, 2: Kiron et al. 1990, 3: Filippidis et al. 1995, 4: Φιλιππίδης κ.α. 1997, 5: Φιλιππίδης & Κασώλη-Φουρναράκη 2000, 6: Filippidis & Kassoli-Fournaraki 2000, 7: Barbieri et al. 2001, 14: Φιλιππίδης & Κασώλη-Φουρναράκη 2002, 15: Kantiraniis et al. 2002, 16: Kantiraniis et al. 2006, 17: Φιλιππίδης & Καντηράνης 2002, 18: Φιλιππίδης 2005α, 19: Φιλιππίδης 2005β, 20: Φιλιππίδης κ.α. 2006, 25: Filippidis & Kantiraniis 2005, 26: Filippidis & Kantiraniis 2007, 27: Filippidis et al. 2007, 28: Deligiannis et al. 2005). ΕΚΠΑ: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (1: Stamatakis et al. 1998, 2: Hall et al. 2000).

Πίνακας 1.2. Ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα (CEC, meq/100g), Ορυκτολογία (%κ.β.) και Ιστορικό των ζεόλιθων του χωριού Πεντάλοφος του Δήμου Τριγώνου.

Περιοχή	CEC	HEU	Mi+Cl	ΣΜΟ	A	Βιβλιογραφία
Α	82	47	2	49	14	ΙΓΜΕ 1 (1994)
	100	67	1	68	-	ΕΚΠΑ 1,2,3,4 (1998,2000,2001,2002)
Β	208	77	13	90	6	ΑΠΘ 24 (2005)
	202	74	14	88	7	ΑΠΘ 27 (2007)
	126	77	8	85	-	ΠΙ 1, 2, 3, 4 (1997, 2001, 2002, 2003)
	115	67	1	68	-	ΕΚΠΑ 1,2,3,4 (1998,2000,2001,2002)
Γ	88	42	3	45	5	ΙΓΜΕ 1 (1994)
	180	?	?	?	?	ΙΓΜΕ 2 (1998)
	133	70	12	82	-	ΑΠΘ 8, 9, 10 (1997, 2000, 2006)
	150	77	8	85	-	ΑΠΘ 11, 12, 13 (1997, 2000, 2002)
	124	63	18	81	-	ΑΠΘ 14, 15, 16 (2002, 2002, 2006)
	140	85	?	?	?	ΑΠΘ 21, 22, 23 (2002, 2002, 2002)
	184	73	12	85	-	ΑΠΘ 24 (2005)
	150	69	17	86	-	ΑΠΘ 27 (2007)
	170	?	?	?	?	ΕΜΠ 1, 2 (2000, 2000)
	116	85	6	91	-	ΕΜΠ 3 (2001)
	133	?	?	?	?	ΕΜΠ 4, 5, 6 (2002, 2003, 2004)
	150	85	4	89	-	ΕΜΠ 7 (2003)
	167	77	?	?	?	ΕΜΠ 8, 9, 10 (2004, 2004, 2005)
	?	67	1	68	-	ΕΚΠΑ 1, 2 (1998, 2000)
	?	85	?	?	?	ΓΠΑ 1 (2004)
145	85	?	?	?	ΠΚ 1 (2003)	
130	78	4	82	-	ΕΘΙΑΓΕ 1 (1997)	

CEC: Ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα, HEU: Ζεόλιθος, Mi+Cl: Μαρμαρυγίας + αργιλικά ορυκτά, ΣΜΟ: Σύνολο μικροπορώδων ορυκτών (ζεόλιθος + μαρμαρυγίας + αργιλικά ορυκτά), A: Άμορφα.

ΙΓΜΕ: Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (1: Μάραντος & Περδικάτης 1994, 2: Arvanitidis 1998). ΑΠΘ: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (8: Kassoli-Fournaraki et al. 1997, 9: Kassoli-Fournaraki et al. 2000, 10: Warchol et al. 2006, 11: Yannakopoulos et al. 1997, 12: Yannakopoulos et al. 2000, 13: Kyriakis et al. 2002, 14: Φιλίππιδης & Κασώλη-Φουρναράκη 2002, 15: Kantiranis et al. 2002, 16: Kantiranis et al.

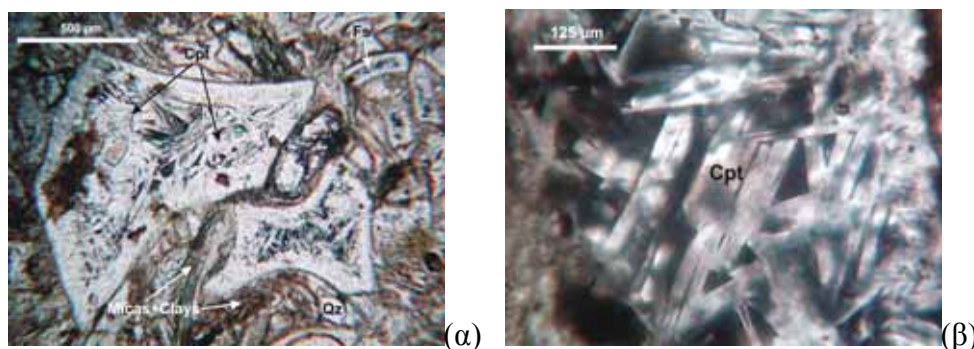
2006, 21: Παπαϊωάννου 2002, 22: Papaioannou et al. 2002a, 23: Papaioannou et al. 2002b, 24: Φιλίππιδης & Καντηράνης 2005, 27: Filippidis et al. 2007). Π.Ι.: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων (1: Vlessidis & Evmiridis 1997, 2: Vlessidis et al. 2001, 3: Katranas et al. 2002, 4: Katranas et al. 2003). ΕΜΠ: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (1: Zorpas et al. 2000a, 2: Zorpas et al. 2000b, 3: Moirou et al. 2001, 4: Perraki et al. 2002, 5: Perraki et al. 2003, 6: Perraki & Orfanoudaki 2004, 7: Krestou et al. 2003, 8: Inglezakis et al. 2004, 9: Inglezakis & Grigoropoulou 2004, 10: Inglezakis et al. 2005). ΕΚΠΑ: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (1: Stamatakis et al. 1998, 2: Hall et al. 2000, 3: Stamatakis et al. 2001, 4: Savvas et al. 2002). ΓΠΑ: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (1: Fokas et al. 2004). ΠΚ: Πολυτεχνείο Κρήτης (1: Christidis et al. 2003). ΕΘΙΑΓΕ: Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (1: Tsadilas et al. 1997).

Ορισμένοι φυσικοί ζεόλιθοι παρουσιάζουν μοναδικές φυσικοχημικές ιδιότητες και εμφανίζουν ευρεία πεδία εφαρμογής στη βιομηχανική, αγροτική, κτηνοτροφική και περιβαλλοντική τεχνολογία (Tsitsishvili et al. 1992, Carr 1994, Ming and Mumpton 1995, Φιλίππιδης κ.α. 1997, Colella and Mumpton 2000, Filippidis and Kassoli-Fournaraki 2000, Bish and Ming 2001, Φιλίππιδης 2001, 2005β, Harben 2002, Φιλίππιδης & Κασώλη-Φουρναράκη 2002, Φιλίππιδης & Καντηράνης 2005, Φιλίππιδης κ.α. 2006, Filippidis and Kantiranis 2007). Για τον Δήμο Τριγώνου, τα καλύτερα ορυκτολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν οι φυσικοί ζεόλιθοι της περιοχής (Ε) του χωριού Πετρωτά.

2. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΖΕΟΛΙΘΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (Ε) ΤΩΝ ΠΕΤΡΩΤΩΝ

2.1. Πετρογραφία

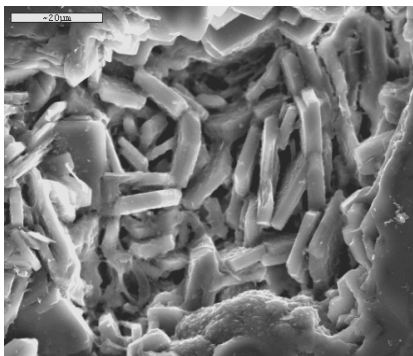
Τα ορυκτά που αναγνωρίστηκαν στο πολωτικό μικροσκόπιο διερχομένου φωτός είναι: Κλινοπτιλόλιθος(σε shards), άστριοι, μαρμαρυγίας, αργιλικά ορυκτά και χαλαζίας (Φωτ. 2.1.1).



Φωτ. 2.1.1. Φωτογραφίες Πολωτικού Μικροσκοπίου. (α) Cpt: Κλινοπτιλόλιθος, Fs: Άστροις, Qz: Χαλαζίας, Micas+Clays: Αργιλικά ορυκτά. (β) Cpt: Κρύσταλλοι κλινοπτιλόλιθου.

2.2. Μορφολογία

Τυπικοί πλακώδεις κρύσταλλοι κλινοπιλόλιθου μεγέθους ~5-25 μm , παρουσιάζονται στις μικροφωτογραφίες του Σαρωτικού Ηλεκτρονικού Μικροσκοπίου - SEM (Φωτ. 2.2.1).



Φωτ. 2.2.1. SEM: Κρύσταλλοι Κλινοπιλόλιθου.

2.3. Πορώδες

Το πορώδες που μετρήθηκε με συσκευή υπερήχων και κυμαίνεται από 4,8 έως 5,9%κ.ο., με μέση τιμή 5,4%κ.ο. (Πίνακα 2.3.1).

Πίνακας 2.3.1. Πορώδες (%κ.ο.)

Δείγμα	A1	A2	A3	A4	A5	Μέση Τιμή
Πορώδες	4,8	5,3	5,9	5,2	5,6	5,4

2.4. Φαινόμενο Ειδικό Βάρος

Το φαινόμενο ειδικό βάρος, που μετρήθηκε σε τρία κυβικά δοκίμια (10 cm) από κάθε δείγμα, κυμαίνεται από 2040–2060 Kg/m^3 , με μέση τιμή 2050 Kg/m^3 (Πίνακας 2.4.1).

Πίνακας 2.4.1. Φαινόμενο ειδικό βάρος (Kg/m^3)

Δείγμα	A1	A2	A3	A4	A5	Μέση Τιμή
Φαινόμενο ειδικό βάρος	2051	2048	2040	2051	2060	2050

2.5. Ορυκτολογία

Η ορυκτολογική σύσταση προσδιορίστηκε με τη μέθοδο XRPD. Η περιεκτικότητα σε κλινοπιλόλιθο, κυμαίνεται από 87 έως 93%, με μέση τιμή 89%. Το σύνολο των μικροπορωδών ορυκτών (ζεόλιθος+μαρμαρυγίας+αργιλικά ορυκτά) είναι κατά μέσο όρο 92% (Πίνακας 2.5.1).

Πίνακας 2.5.1. Ημιποσοτική ορυκτολογική σύσταση (%κ.β.)

Ορυκτά / Δείγματα	A1	A2	A3	A4	A5	Μέση Τιμή
Ζεόλιθος (Κλινοπτιλόλιθος)	89	88	93	90	87	89
Μαρμαρυγίες + αργιλικά ορυκτά	3	4	2	2	3	3
Άστριοι	6	5	3	6	8	6
Χαλαζίας	2	3	2	2	2	2
ΣΥΝΟΛΟ	100	100	100	100	100	100
Σύν. μικροπορωδών ορυκτών	92	92	95	92	90	92
Σύν. Μη-μικροπορωδών ορυκτών	8	8	5	8	10	8

2.6. Θραύση - Κοκκομετρία

Με τη θραύση του υλικού σε κοκκομετρία <1,5 mm, παρατηρείται ισοκατανομή μεταξύ των κλασμάτων (εκτός του 1,5-1,0), με υψηλότερη τιμή στο κλάσμα <0,063 mm (Πίνακας 2.6.1).

Πίνακας 2.6.1. Κοκκομετρική ανάλυση (%κ.β.)

Μέγεθος κόκκων (mm)	A1	A2	A3	A4	A5	Μέση Τιμή
1,5 - 1,0	4	2	3	5	6	4
1,0 - 0,5	18	18	20	18	19	19
0,5 - 0,25	19	20	19	21	19	20
0,25 - 0,125	19	19	19	17	16	18
0,125 - 0,063	19	19	17	18	19	18
< 0,063	21	22	22	21	21	21
Σύνολο	100	100	100	100	100	100

2.7. Χημική Σύσταση Κύριων Στοιχείων

Τα κύρια στοιχεία αναλύθηκαν με τη μέθοδο ICP-OES και οι περιεκτικότητές τους είναι χαμηλότερες (εκτός SiO₂) από αυτές του μέσου όρου του φλοιού της γης (Πίνακας 2.7.1).

Πίνακας 2.7.1. Χημική σύσταση (% κ.β.)

	Μ.Ο. φλοιού γης	A1	A2	A3	A4	A5	Μέση τιμή
SiO ₂	59,29	67,29	67,55	67,76	70,22	70,26	68,62
TiO ₂	0,73	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
Al ₂ O ₃	15,36	11,82	11,90	12,00	11,61	11,65	11,80
Fe ₂ O _{3,tot}	7,15	0,11	0,07	0,12	0,04	0,03	0,07
MnO	0,12	0,03	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02
MgO	3,47	1,02	1,13	0,98	0,30	0,30	0,75
CaO	5,08	3,08	3,37	2,95	0,64	0,64	2,14
Na ₂ O	3,81	0,71	0,66	0,80	1,74	1,76	1,13
K ₂ O	3,12	1,64	1,55	1,94	4,74	4,75	2,92
P ₂ O ₅	0,24	0,02	0,02	0,03	0,07	0,07	0,04
L.O.I.	-	13,82	13,61	13,05	10,60	10,60	12,34
Σύνολο	-	99,58	99,91	99,68	99,98	100,08	99,85

2.8. Χημική Σύσταση Ιχνοστοιχείων

Τα ιχνοστοιχεία αναλύθηκαν με τη μέθοδο ICP-MS και οι περιεκτικότητές τους είναι χαμηλότερες από αυτές του μέσου όρου του φλοιού της γης (Πίνακας 2.8.1).

Πίνακας 2.8.1. Περιεκτικότητα ιχνοστοιχείων (ppm)

	M.O. φλοιού γης	A1	A2	A3	A4	A5	Μέση Τιμή
Ba	425	53,05	54,52	50,06	46,93	44,18	49,75
Co	25	0,95	0,79	0,68	0,57	0,46	0,69
Cr	100	10,14	9,95	8,94	7,73	6,22	8,60
Cu	55	6,00	8,00	6,58	5,37	4,12	6,01
Gd	5,4	1,41	1,53	0,53	0,77	0,71	0,99
Ge	1,5	0,33	0,29	0,10	0,16	0,14	0,20
Ho	1,2	0,33	0,39	0,16	0,09	0,19	0,23
La	30	13,26	15,79	5,52	6,63	7,90	9,82
Li	20	3,31	3,36	1,65	1,68	1,12	2,22
Mo	1,5	0,15	0,17	0,04	0,08	0,07	0,10
Nb	20	2,05	1,48	0,52	0,73	1,02	1,16
Ni	75	12,00	11,00	8,22	4,04	3,93	7,84
Sc	22	2,80	3,50	4,83	5,20	1,86	3,64
Sm	6,0	1,33	1,53	0,64	0,52	0,75	0,95
Sn	2,0	1,62	0,57	0,79	0,28	0,16	0,68
Sr	375	230,23	238,32	98,34	115,10	119,11	160,22
Ta	2	0,29	0,23	0,14	0,11	0,07	0,17
V	135	1,52	0,54	0,74	0,16	0,25	0,64
Y	33	10,89	10,66	5,13	4,24	5,40	7,26
Yb	3,4	1,29	1,36	0,65	0,42	0,60	0,86
Zr	165	85,51	81,38	42,67	34,12	40,08	56,75

2.9. Ορυκτοχημεία

Οι μικροαναλύσεις του κλινοπιλόλιθου, που πραγματοποιήθηκαν με SEM-EDS, έδειξαν ότι πρόκειται για ασβεστούχο-καλιούχο κλινοπιλόλιθο, με βασικά ανταλλάξιμα κατιόντα το Ca, K, Mg και Na (Πίνακα 2.9.1).

Πίνακας 2.9.1. Μικροαναλύσεις του Κλινοπιλόλιθου (% κ.β.)

	A1	A2	A3	A4	A5	Μέση Τιμή
SiO ₂	67,18	67,54	67,46	68,58	68,59	67,87
TiO ₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Al ₂ O ₃	11,88	11,92	11,84	12,23	12,28	12,03
Fe ₂ O _{3 tot}	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
MnO	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
MgO	0,91	0,90	0,99	0,82	0,83	0,89
CaO	3,16	3,52	3,34	2,74	2,74	3,10
Na ₂ O	0,61	0,50	0,33	0,55	0,56	0,51
K ₂ O	2,49	1,87	2,18	2,91	2,95	2,48
H ₂ O _{by dif.}	13,77	13,75	13,86	12,17	12,05	13,12
Σύνολο	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Αριθμός κατιόντων με βάση τα 72 οξυγόνα						
Si	29,81	29,84	29,87	29,87	29,84	29,85
Ti	-	-	-	-	-	-
Al	6,21	6,21	6,18	6,28	6,30	6,24
Fe ³⁺	-	-	-	-	-	-
Mn	-	-	-	-	-	-
Mg	0,60	0,59	0,65	0,53	0,54	0,58
Ca	1,50	1,67	1,58	1,28	1,28	1,46
Na	0,52	0,43	0,28	0,46	0,47	0,43
K	1,41	1,05	1,23	1,62	1,64	1,39
H ₂ O	20,38	20,26	20,47	17,68	17,49	19,26
Χημικός τύπος Κλινοπιλόλιθου: Ca_{1,5}K_{1,4}Mg_{0,6}Na_{0,5}Al_{6,2}Si_{29,8}O₇₂·20H₂O						

2.10. Ιοντο-Ανταλλακτική Ικανότητα

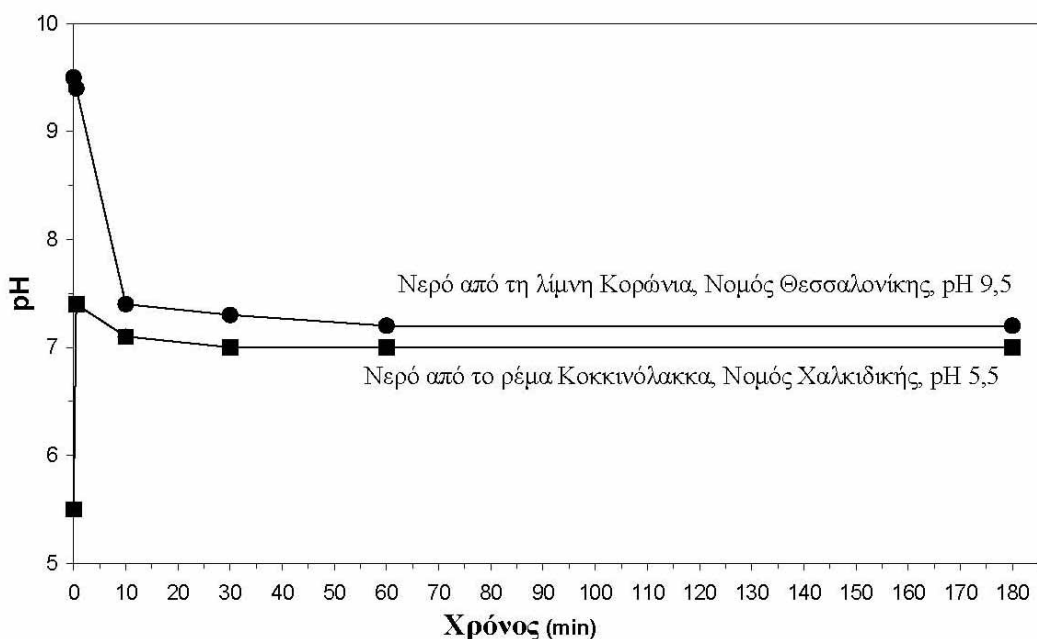
Ο προσδιορισμός της ιοντο-ανταλλακτικής ικανότητας των δειγμάτων έγινε με τη μέθοδο του κορεσμού σε οξικό αμμώνιο (AMAS). Η Ιοντο-Ανταλλακτική Ικανότητα κυμαίνεται από 218–234 meq/100g, με μέση τιμή 226 meq/100g, από την υψηλότερη που παρατηρήθηκε σε φυσικούς ζεόλιθους στον Κόσμο (Πίνακας 2.10.1).

Πίνακας 2.10.1. Ιοντο-Ανταλλακτική Ικανότητα (meq/100g)

Δείγμα	A1	A2	A3	A4	A5	Μέση Τιμή
Ιοντο-ανταλλακτική Ικανότητα	229	223	234	227	218	226

2.11.1. Πειράματα Εξουδετέρωσης pH

Πειράματα εξουδετέρωσης σε έξι διαφορετικούς χρόνους (0,5, 10, 30, 60 και 180 min) πραγματοποιήθηκαν με το νερό της λίμνης Κορώνειας (pH 9,5) και με το νερό του ρέματος Κοκκινόλακκα (pH 5,5). Ο φυσικός ζεόλιθος της περιοχής (A) των Πετρωτών, παρουσιάζει εξαιρετική ικανότητα να ρυθμίζει προς το ουδέτερο το pH των όξινων (σε χρόνο < 1 min) και αλκαλικών (σε χρόνο < 10 min) υδάτων (Σχήμα 2.11.1.)



Σχήμα 2.11.1. Ρύθμιση του pH με φυσικό ζεόλιθο της περιοχής (A) των Πετρωτών

2.12. Πειράματα Δέσμευσης

Ποσότητα φυσικού ζεόλιθου του δείγματος A1 και διάλυμα 10 ml ανακινήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου. Η αρχική συγκέντρωση των διαλυμάτων για Ag, Pb και NO₃, ήταν 100 mg/l. Το υπερκείμενο καθαρό διάλυμα, μετρήθηκε με τη μέθοδο ICP-MS για Ag και Pb, ενώ τα NO₃ μετρήθηκαν με τη χρήση φασματοφωτομέτρου τύπου Hach DR2000. Ο φυσικός ζεόλιθος της περιοχής (A) των Πετρωτών έχει την ικανότητα να απομακρύνει ανιόντα και κατιόντα, σε ποσοστό από 57 - 79% (Πίνακας 2.12.1).

Πίνακας 2.12.1. Πειράματα δέσμευσης με φυσικό ζεόλιθο (δείγμα A1)

	Αρχική συγκέντρωση διαλύματος (mg/l)	Τελική συγκέντρωση διαλύματος (mg/l)	Ποσοστό απομάκρυνσης (%)
Ag	100	21	79
Pb	100	26	74
NO ₃ ⁻	100	43	57

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ζεόλιθων του Δήμου Τριγώνου (πέντε περιοχών των Πετρωτών και τριών του Πενταλόφου) του Νομού Έβρου, παρουσιάζουν έντονες διαφοροποιήσεις από περιοχή σε περιοχή. Η περιεκτικότητα του ζεόλιθου κυμαίνεται από 35 έως 89% για τις περιοχές των Πετρωτών και 42 έως 85% για τις περιοχές του Πενταλόφου. Έντονη επίσης διαφοροποίηση παρατηρείται και στα υπόλοιπα ορυκτά. Η περιεκτικότητα του μαρμαρυγία + αργιλικά ορυκτά κυμαίνεται από 1 έως 18%. Το ποσοστό των μικροπορωδών ορυκτών (ζεόλιθος + μαρμαρυγίας + αργιλικά ορυκτά) κυμαίνεται από 44 έως 92%. Σε ορισμένες περιοχές υπάρχει και η παρουσία άμορφου υλικού, σε ποσοστά από 5 έως 14%. Η τιμή της ιοντο-ανταλλακτικής ικανότητας κυμαίνεται από 80 έως 229 meq/100g για τις περιοχές των Πετρωτών και από 82 έως 208 meq/100g για τις περιοχές του Πενταλόφου.

Ο φυσικός ζεόλιθος τύπου-HEU, δεσμεύει ανόργανα, οργανικά, οργανομεταλλικά, αέρια συστατικά, μέταλλα και ραδιονουκλίδια από τα υδατικά τους διαλύματα. Η ρόφιση των ουσιών στους μικρο- μέσο- και μάκρο πόρους του φυσικού ζεόλιθου, οφείλονται σε διεργασίες απορρόφησης, προσρόφησης και επιφανειακής επικάλυψης (Misaelides et al. 1993, 1995, Godelitsas et al. 1996a&b, 1999, 2001, 2003). Δεσμεύοντας αέριες φάσεις, εμπλουτίζει την ατμόσφαιρα με οξυγόνο και μειώνει έντονα τη δυσοσμία. Επίσης, ρυθμίζει το pH των υδάτων προς το ουδέτερο, αυξάνοντας ή μειώνοντας αυτό, ανάλογα με την οξύτητα ή αλκαλικότητα των υδάτων (Carr 1994, Ming and Mumpton 1995, Filippidis et al. 1996, Charistos et al. 1997, Colella and Mumpton 2000, Φιλιππίδης 2001, Φιλιππίδης κ.α. 2006).

Σήμερα, διεθνώς για τις διάφορες εφαρμογές, χρησιμοποιούνται ευρέως φυσικοί ζεόλιθοι τύπου-HEU, όπου το ποσοστό του ζεόλιθου τύπου-HEU είναι >70%, ενώ η ιοντο-ανταλλακτική ικανότητά τους (CEC) είναι >140 meq/100g. Τα καλύτερα ορυκτολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν οι φυσικοί ζεόλιθοι της περιοχής (E) των Πετρωτών.

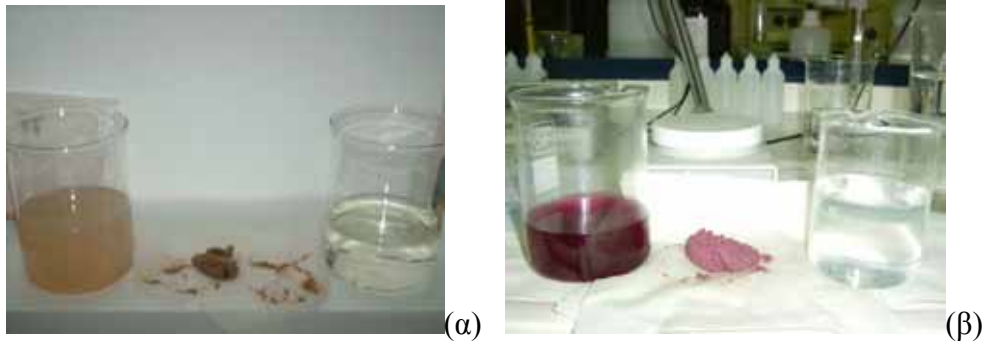
Ο φυσικός ζεόλιθος της περιοχής (E) των Πετρωτών περιέχει, 89% ζεόλιθο τύπου-HEU κυρίως εντός shards, κρυστάλλους μεγέθους 5-25 μm ασβεστούχου-

καλιούχου κλινοπτιλόλιθου με Ca, K, Mg και Na ως ανταλλάξιμα κατιόντα, χαμηλότερες περιεκτικότητες ιχνοστοιχείων και κύριων στοιχείων (εκτός SiO₂) από το μέσο όρο του φλοιού της γης, ενώ παρουσιάζει 5,4% πορώδες, 2050 Kg/m³ φαινόμενο ειδικό βάρος, 226 meq/100g ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα, 57-79% ικανότητα απομάκρυνσης ανιόντων-κατιόντων και ρυθμίζει προς το ουδέτερο το pH των υδάτων. Η ορυκτολογική του σύσταση και οι φυσικοχημικές του ιδιότητες, καθιστούν τον φυσικό ζεόλιθο της περιοχής (E) των Πετρωτών, από τα καταλληλότερα υλικά παγκοσμίως, για βελτίωση της παραγωγής και της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων σε πολυάριθμες βιομηχανικές, αγροτικές, κτηνοτροφικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές, όπως: καθαρισμό αστικών (λυμάτων) και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων, κατεργασία λυματολάσπης, βελτίωση ποιότητας πόσιμου νερού, αποσμητικό υλικό, ιχθυοκαλλιέργειες, ζωοτροφές, βελτιωτικό αγροτικών καλλιεργειών, βελτιωτικό όξινων και αλκαλικών εδαφών, υποστρώματα θερμοκηπίων, υποστρώματα ανθοκομικής, καθαρισμός και ξήρανση αερίων, οξυγόνωση υδάτινων οικοσυστημάτων, τεχνητούς υγροβιότοπους και λοιπές μονάδες διαχείρισης υδάτων.

Η χρήση του στη κατεργασία αστικών λυμάτων, έδωσε ως κατακάθι άοσμη, συνεκτική και χρήσιμη λυματολάσπη, φιλική προς τα φυτά, το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Το υλικό αυτό μπορεί με τη σειρά του να αποτεθεί με ασφάλεια ή να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα στις αγροτικές καλλιέργειες (Φωτ. 3.1α). Η χρήση του υλικού αυτού στα αγροτικά εδάφη, αποτρέπει την έκπλυση και μετακίνηση ιχνοστοιχείων και επιβλαβών ουσιών (τοξικά εδάφη εξαιτίας της αλόγιστης χρήσης φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων) από το χερσαίο στο υδάτινο περιβάλλον, συμβάλλοντας θετικά στη μείωση του προβλήματος του ευτροφισμού των υδάτων, στην προστασία του υπόγειου ύδατος, καθώς επίσης στην εξοικονόμηση μέχρι και 50% του ύδατος άρδευσης στις αγροτικές καλλιέργειες. Ταυτόχρονα η ανάμειξη του υλικού αυτού στα εδάφη των αγροτικών καλλιεργειών, βελτιώνει έντονα τις φυσικοχημικές και θρεπτικές ικανότητες του εδάφους, ρυθμίζει το pH των εδαφών προς το ουδέτερο, αυξάνοντας ή μειώνοντας αυτό, ανάλογα με την οξύτητα ή αλκαλικότητα των εδαφών, μειώνει τις ασθένειες στο ριζικό σύστημα των φυτών (Φωτ. 3.2), αυξάνοντας έτσι την παραγωγή και ποιότητα των αγροτικών προϊόντων. Επίσης, η κατεργασία των λυμάτων έδωσε διαυγές νερό (Φωτ. 3.1α), με ουδέτερο pH, πλούσιο σε οξυγόνο, απαλλαγμένο από οσμές καθώς και πολλαπλώς μειωμένες περιεκτικότητες σε ανόργανα, οργανικά, οργανομεταλλικά, αέρια συστατικά και μέταλλα, με τελικές περιεκτικότητες κάτω από το ανώτατο επιτρεπτό όριο των εθνικών και ευρωπαϊκών προδιαγραφών, για διάθεση σε φυσικό αποδέκτη.

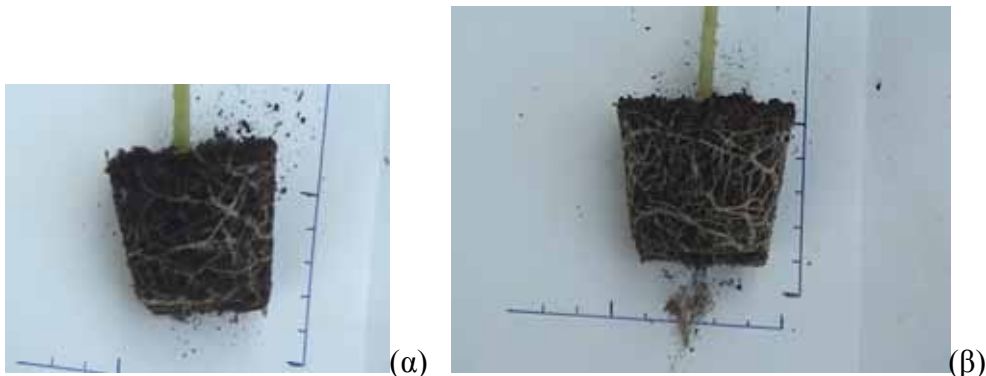
Η χρήση του στη κατεργασία βιομηχανικών υγρών αποβλήτων (βυρσοδεψείο και βαφείο) έδωσε διαυγές νερό (Φωτ. 3.1β), με ουδέτερο pH, πλούσιο σε οξυγόνο, απαλλαγμένο από οσμές καθώς και πολλαπλώς μειωμένες περιεκτικότητες σε ανόργανα, οργανικά, οργανομεταλλικά, αέρια συστατικά και

μέταλλα, με τελικές περιεκτικότητες κάτω από το ανώτατο επιτρεπτό όριο των εθνικών και ευρωπαϊκών προδιαγραφών, για διάθεση σε φυσικό αποδέκτη. Επίσης, η κατεργασία έδωσε ως κατακάθι άοσμη και συνεκτική λάσπη (Φωτ. 3.1β) με ουδέτερο pH, έτοιμη για ασφαλή απόθεση.



Φωτ. 3.1. Λύματα (αριστερά), άοσμη και συνεκτική λυματολάσπη (κέντρο), καθαρό νερό (δεξιά)

(α) αστικά λύματα βιολογικής μονάδας και (β) βιομηχανικά υγρά απόβλητα βαφείου.



Φωτ. 3.2. Ριζικό σύστημα αγγουριάς (α): έδαφος, (β): 15% φυσικός ζεόλιθος + 85% έδαφος.

Η χρήση του σε μονάδες διαχείρισης υδάτων, σε λίμνες και λοιπά κλειστά υδάτινα συστήματα εμπλουτίζει σε οξυγόνο το νερό (οξυγονούχα ρεύματα), μειώνει την ανάπτυξη φυτοπλαγκτού και φυκιών, συμβάλλοντας στη μείωση του προβλήματος του ευτροφισμού των υδάτων.

Η χρήση του στις αγροτικές καλλιέργειες, εκτός της ποιοτικής βελτίωσης των καρπών, έδωσε αύξηση παραγωγής κατά: 30-57% στο σιτάρι, 34% στο ρύζι, 50% στο καλαμπόκι, 17% στο βαμβάκι, 73% στο σταφύλι, 48-52% στη ντομάτα και 45% στο ακτινίδιο, καθώς και 25 % αύξηση ανθοφορίας

στα γαρύφαλλα.

Η χρήση του στην κτηνοτροφία, εκτός της ποιοτικής βελτίωσης των προϊόντων ζωικής προέλευσης, έδωσε 7% αύξηση βάρους σε κοτόπουλα και 17% αύξηση γαλακτοπαραγωγής σε αγελάδες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

- Βουγιούκας, Δ. (1979): Εξέταση καταλληλότητας του υλικού λατομείου στην περιοχή Πενταλόφου Ορεστιάδος για έργα οδοποιΐας. Έκθεση ΙΓΜΕ, Ξάνθη, 5 σελ.
- Κοσιάρης, Γ. & Βουγιούκας, Δ. (1980): Αναζήτηση βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων στο Νομό Έβρου. Πρόδρομος Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήναι, 27 σελ.
- Μάραντος, Ι. & Περδικάτσης, Β. (1994): Μελέτη ορυκτολογικής σύστασης, αφυδάτωσης / προσρόφησης νερού και ιοντοανταλλακτικής ικανότητας ζεολιθικών τόφων, από την περιοχή Πετρωτών - Πενταλόφου (Λεκάνη Ορεστιάδας), Ν. Έβρου. *Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας*, 30, 311-321.
- Παπαϊωάννου, Δ.Σ. (2002): Μελέτη των επιπτώσεων στην υγεία των χοίρων από την ενσωμάτωση του ζεόλιθου στην τροφή τους. *Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ., Κτηνιατρική Σχολή, Θεσσαλονίκη.*
- Φιλιππίδης, Α. (2001): Ορυκτοί πόροι και περιβάλλον. *Διεθνές Συν. Προστατευόμενες Φυσικές Περιοχές και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Λέσβος 1999), Πρακτ., 449-459.*
- Φιλιππίδης, Α. (2005α): Μελέτη: Ορυκτολογία και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πέντε δειγμάτων φυσικού ζεόλιθου για λογαριασμό της Ν. Αλεξανδρίδης Ο.Ε., Θεσσαλονίκη, 10 σελ.
- Φιλιππίδης, Α. (2005β): Εξυγίανση και προστασία των υδάτων της λίμνης Κορώνειας με φυσικό ζεόλιθο. *13^ο Σεμ. Για την Προστασία του Περιβάλλοντος (Θεσσαλονίκη), Πρακτ., 73-84.*
- Φιλιππίδης, Α. & Κασώλη-Φουρναράκη, Α. (2000): Δυνατότητα χρήσης Ελληνικών φυσικών ζεολιθών στην ανάπλαση λιγνιτωρυχείων του Λιγνιτικού Κέντρου Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου. *1^ο Συν. Επιτροπής Οικονομικής Γεωλογίας, Ορυκτολογίας & Γεωχημείας της Ε.Γ.Ε. (Κοζάνη), Πρακτ., 506-515.*
- Φιλιππίδης, Α. & Κασώλη-Φουρναράκη, Α. (2002): Διαχείριση υδάτινων οικοσυστημάτων με τη χρήση Ελληνικών φυσικών ζεολιθών. *12^ο Σεμ. για την Προστασία του Περιβάλλοντος (Θεσσαλονίκη), Πρακτ., 75-82.*
- Φιλιππίδης, Α. & Καντηράνης, Ν. (2002): Μελέτη: Μορφολογία, ορυκτολογία, χημεία, ορυκτοχημεία και ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα πέντε δειγμάτων φυσικού ζεόλιθου για λογαριασμό της Ν. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε., Θεσσαλονίκη, 5 σελ.

- Φιλιππίδης, Α. & Καντηράνης, Ν. (2005): Βιομηχανικές, αγροτικές, κτηνοτροφικές και περιβαλλοντικές χρήσεις των φυσικών ζεόλιθων της Θράκης. *Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, 37, 90-101.
- Φιλιππίδης, Α., Κασώλη-Φουρναράκη, Α., Χαριστός, Δ. & Τσιραμπίδης, Α. (1997): Οι Ελληνικοί ζεόλιθοι ως μέσο απομάκρυνσης από το νερό ιχθυοστοιχείων και ρύθμισης του pH. *4^ο Υδρογεωλογικό Συνέδριο (Θεσσαλονίκη), Πρακτ.*, 539-546.
- Φιλιππίδης, Α., Καντηράνης, Ν., Δρακούλης, Α. & Βογιατζής, Δ. (2006): Εξυγίανση και προστασία της λίμνης Κορώνειας με φυσικό ζεόλιθο. *2^ο Συν. Συμβουλίου Περιβάλλοντος του ΑΠΘ (Θεσσαλονίκη), Πρακτ.*, 273-279.

Ξενόγλωσση

- Arvanitidis, N. (1998): Northern Greece's industrial minerals: production and environmental technology developments. *Journal of Geochemical Exploration*, 62, 217-227.
- Barbieri, M., Castorina, F., Masi, U., Garbarino, C., Nicoletti, M., Kassoli-Fournaraki, A., Filippidis, A. and Mignardi, S. (2001): Geochemical and isotopic evidence for the origin of rhyolites from Petrota (Northern Thrace, Greece) and geodynamic significance. *Chemie der Erde*, 61, 13-29.
- Bish D.L. and Ming D.W. (2001): Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications. *Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, vol. 45, Mineralogical Society of America, Washington DC.
- Carr, D.D. (1994): Industrial Minerals and Rocks. Braun-Brumfield Inc., Michigan.
- Charistos, D., Godelitsas, A., Tshipis, C., Sofoniou, M., Dwyer, J., Manos, G., Filippidis, A. and Triantafyllidis, C. (1997): Interaction of natrolite and thomsonite intergrowths with aqueous solutions of different initial pH values at 25° C in the presence of KCl: Reaction mechanisms. *Applied Geochemistry*, 12, 693-703.
- Colella, C. and Mumpton, F.A. (2000): Natural Zeolites for the Third Millennium, De Frede Editore, Napoli, Italy.
- Christidis, G.E., Moraetis, D., Keheyanyan, E., Akhalbedashvili, L., Kekelidze, N., Gevorkyan, R., Yeritsyan, H. and Sargsyan, H. (2003): Chemical and thermal modification of natural HEU-type zeolitic materials from Armenia, Georgia and Greece. *Applied Clay Science*, 24, 79-91.
- Deligiannis, K., Lainas, Th., Arsenos, G., Papadopoulos, E., Fortomaris, P., Kufidis, D., Stamataris, C. and Zygoiannis, D. (2005): The effect of feeding clinoptilolite on food intake and performance of growing lambs infected or not with gastrointestinal nematodes. *Livestock Production Science*, 96, 195-203.
- Filippidis, A. and Kassoli-Fournaraki, A. (2000): Environmental uses of natural zeolites from Evros district, Thrace, Greece. *5th Int. Conf. On Environmental Pollution (Thessaloniki), Proc.*, 149-155.

- Filippidis, A. and Kantiranis, N. (2005): Quality, pollution and irrigation control, sustainable use, treatment and management of drinking, waste, underground and surface waters, using Greek natural zeolite. *AQUA 2005: Int. Conf. (Athens), Abs*, p.66.
- Filippidis, A. and Kantiranis, N. (2007): Experimental neutralization of lake and stream waters from N. Greece using domestic HEU-type rich natural zeolitic material. *Desalination*, 213, 47-55.
- Filippidis, A., Kassoli-Fournaraki, A. and Tsirambides, A. (1995): The zeolites of Petrotta and Metaxades (Thrace) and the kaolins of Leucogia (Macedonia), Greece. *Int. Symp. Nat. Zeolites (Sofia), Field Tripe Guide (B. Aleksiev, ed.)*, 49-62.
- Filippidis, A., Godelitsas, A., Charistos, D., Misaelides, P. and Kassoli-Fournaraki, A. (1996): The chemical behavior of natural zeolites in aqueous environments: Interactions between low-silica zeolites and 1M NaCl solutions of different initial pH-values. *Applied Clay Science*, 11, 199-209.
- Filippidis, A., Kantiranis, N., Stamatakis, M., Drakoulis, A. and Tzamos, E. (2007): The cation exchange capacity of the Greek zeolitic rocks. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 40, 723-735.
- Fokas, P., Zervas, G., Fegeros, K. and Zoiopoulos, P. (2004): Assessment of Pb retention coefficient and nutrient utilization in growing pigs fed diets with added clinoptilolite. *Animal Feed Science and Technology*, 117, 121-129.
- Godelitsas, A., Misaelides, P., Charistos, D., Philippidis, A. and Anousis, I. (1996a): Interaction of HEU-type zeolite crystals with thorium aqueous solutions. *Chemie der Erde*, 56, 143-156.
- Godelitsas, A., Misaelides, P., Philippidis, A., Charistos, D. and Anousis, I. (1996b): Uranium sorption from aqueous solutions on sodium-form of HEU-type zeolite crystals. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Articles*, 208, 393-402.
- Godelitsas, A., Charistos, D., Dwyer, J., Tsipis, C., Philippidis, A., Hatzidimitriou, A. and Pavlidou, E. (1999): Copper (II)-loaded HEU-type zeolite crystals: characterization and evidence of surface complexation with N,N-diethyldithiocarbamate anions. *Microporous and Mesoporous Materials*, 33, 77-87.
- Godelitsas, A., Charistos, D., Tsipis, A., Tsipis, C., Philippidis, A., Triantafyllidis, C., Manos, G. and Siapkias, D. (2001): Characterisation of zeolitic materials with a HEU-type structure modified by transition metal elements: Definition of acid sites in Nickel-loaded crystals in the light of experimental and quantum-chemical results. *Chemistry European Journal*, 7, 3705-3721.
- Godelitsas, A., Charistos, D., Tsipis, C., Misaelides, P., Philippidis, A. and Schindler, M. (2003): Heterostructures patterned on aluminosilicate microporous substrates: Crystallisation of cobalt (III) tris(N,N-diethyl-

- dithiocarbamate) on the surface of HEU-type zeolite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 61, 69-77.
- Hall, A., Stamatakis, M. and Walsh, J.N. (2000): The Pentalofos zeolitic tuff formation: A giant ion-exchange column. *Annales Geologiques des Pays Helleniques*, 38, 175-192.
- Harben, P.W. (2002): The Industrial Minerals HandyBook: A Guide to Markets, Specifications and Prices, Pensord, Blackwood, UK.
- Inglezakis, V.J. and Grigoropoulou, H. (2004): Effects of operating conditions on the removal of heavy metals by zeolite in fixed bed reactors. *Journal of Hazardous Materials*, B112, 37-43.
- Inglezakis, V.J., Loizidou, M.M. and Grigoropoulou, H.P. (2004): Ion exchange studies on natural and modified zeolites and the concept of exchange site accessibility. *Journal of Colloid and Interface Science*, 275, 570-576.
- Inglezakis, V.J., Zorpas, A.A., Loizidou, M.D. and Grigoropoulou, H.P. (2005): The effect of competitive cations and anions on ion exchange of heavy metals. *Separation and Purification Technology*, 46, 202-207.
- Kantiranis, N., Filippidis, A., Mouhtaridis, Th., Charistos, D., Kassoli-Fournaraki, A. and Tsirambidis, A. (2002): The uptake ability of the Greek natural zeolites. *6th Int. Conf. Nat. Zeolites (Thessaloniki), Ext. Abs*, 155-156.
- Kantiranis, N., Chrissafis, C., Filippidis, A. and Paraskevopoulos, K. (2006): Thermal distinction of HEU-type mineral phases contained in Greek zeolite-rich volcanoclastic tuffs. *European Journal of Mineralogy*, 18, 509-516.
- Kassoli-Fournaraki, A., Stamatakis, M., Hall, A., Filippidis, A., Michailidis, K., Tsirambides, A. and Koutles, Th. (1997): The Ca-rich clinoptilolite deposit of Pentalofos, Thrace, Greece. *5th Int. Conf. Nat. Zeolites (Ischia, Italy), Ext. Abs*, 178-180.
- Kassoli-Fournaraki, A., Stamatakis, M., Hall, A., Filippidis, A., Michailidis, K., Tsirambides, A. and Koutles, Th. (2000): The Ca-rich clinoptilolite deposit of Pentalofos, Thrace, Greece. *In: Natural Zeolites for the Third Millennium (Colella & Mumpton, Eds), De Frede, Napoli*, 193-202.
- Katranas, T.K., Vlessidis, A.G., Tsiatouras, V.A., Triantafyllidis, K.S. and Evmiridis, N.P. (2002): Dehydrogenation of propane over natural clinoptilolite zeolites. *6th Int. Conf. Nat. Zeolites (Thessaloniki), Ext. Abs*, 160-161.
- Katranas, Th., Vlessidis, A., Tsiatouras, V., Triantafyllidis, K. & Evmiridis, N. (2003): Dehydrogenation of propane over natural clinoptilolite zeolites. *Microporous and Mesoporous Materials*, 61, 189-198.
- Kirov, G.N., Filippidis, A., Tsirambidis, A., Tzvetanov, R.G. and Kassoli-Fournaraki, A. (1989): Zeolite-bearing rocks in Petrota area (Eastern Rhodope Massif, Greece). *2nd Hellenic-Bulgarian Symposium (Thessaloniki), Abs*, p.100.
- Kirov, G.N., Filippidis, A., Tsirambidis, A., Tzvetanov, R.G. & Kassoli-Fournaraki, A. (1990): Zeolite-bearing rocks in Petrota area (Eastern Rhodope

- Massif, Greece). *Geologica Rhodopica*, 2, 500-511.
- Koshiaris, G., Marantos, I., Tsirambides, A., Stamatakis, M.G., Kassoli-Fournaraki, A. And Filippidis, A. (2002): The zeolite deposits of Thrace (North-Eastern Greece). *6th Int. Conf. Nat. Zeolites (Thessaloniki), Post-Conf. Field Trip Guide*, 23p.
- Krestou, A., Xenidis, A. and Panias, D. (2003): Mechanism of aqueous uranium (VI) uptake by natural zeolitic tuff. *Minerals Engineering*, 16, 1363-1370.
- Kyriakis, S.C., Papaioannou, D.S., Alexopoulos, C., Polizopoulou, Z., Tzika, E.D. and Kyriakis, C.S. (2002): Experimental studies on safety and efficacy of the dietary use of a clinoptilolite-rich tuff in sows: a review of recent research in Greece. *Microporous and Mesoporous Materials*, 51, 65-74.
- Ming, D.W. and Mumpton, F.A. (1995): Natural Zeolites'93, Occurrence, Properties, Use. I.C.N.Z., Brockport, N.Y.
- Misaelides, P., Godelitsas, A., Haristos, D., Noli, F., Filippidis, A. and Sikalidis, C. (1993): Determination of heavy metal uptake by the sodium form of heulandite using radiochemical techniques. *Geologica Carpathica-Series Clays*, 44, 115-119.
- Misaelides, P., Godelitsas, A., Filippidis, A., Charistos, D. and Anousis, I. (1995): Thorium and uranium uptake by natural zeolitic materials. *The Science of the Total Environment*, 173/174, 237-246.
- Moirou, A., Xenidis, A. and Paspaliaris, I. (2001): Stabilization Pb, Zn, and Cd-contaminated soil by means of natural zeolites. *Soil and Sediment Contamination*, 10(3), 251-267.
- Papaioannou, D.S., Kyriakis, S.C., Papasteriadis, A., Roubies, N., Yannakopoulos, A. and Alexopoulos, C. (2002a): A field study on the effect of in-feed inclusion of a natural zeolite (clinoptilolite) on health status and performance of sows/gilts and their litters. *Research in Veterinary Science*, 72, 51-59.
- Papaioannou, D., Kyriakis, S., Papasteriadis, A., Roubies, N., Yannakopoulos, A. and Alexopoulos, C. (2002b): Effect of in-feed inclusion of a natural zeolite (clinoptilolite) on certain vitamin, macro and trace element concentrations in the blood, liver and kidney tissues of sows. *Research in Veterinary Science*, 72, 61-68.
- Perraki, Th. and Orfanoudaki, A. (2004): Mineralogical study of zeolites from Pentalofofos area, Thrace, Greece. *Applied Clay Science*, 25, 9-16.
- Perraki, Th., Kakali, G. and Kontoleon, F. (2002): The effect of natural zeolites on the early hydration of Portland cement. *6th Int. Conf. Nat. Zeolites (Thessaloniki), Ext. Abs*, 283-284.
- Perraki, Th., Kakali, G. and Kontoleon, F. (2003): The effect of natural zeolites on the early hydration of Portland cement. *Microporous and Mesoporous Materials*, 61, 205-212.

- Savvas, D., Samantouros, K., Paralemos, D., Vlachakos, G., Stamatakis, M. and Vassilatos, C. (2002): Yield and nutrient status in the root environment of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) grown on chemically active and inactive inorganic substrates. *Acta Horticulturae*, 644, 377-383.
- Stamatakis, M., Hall, A., Lutat, U. and Walsh, J.N. (1998): Mineralogy, origin and commercial value of the zeolite-rich tuffs in the Petrotta-Pentalofos area, Evros county, Greece. *Estudios Geologicos*, 54, 3-15.
- Stamatakis, M., Koukouzas, N., Vassilatos, Ch., Kamenou, E. and Samantouros, K. (2001): The zeolites from Evros region, Northern Greece: A potential use as cultivation substrate in hydroponics. *Acta Horticulturae*, 548, 93-103.
- Tsadilas, C., Voulgarakis, N. and Theophilou, N. (1997): Zeolite influence on nitrogen uptake by wheat. *5th Int. Conf. of Natural Zeolites (Ischia)*, Ext. Abs, 301-303.
- Tsitsishvili, G.V., Andronikashvili, T.G., Kirov, G.N. and Filizova, L.D. (1992): Natural Zeolites. Ellis Horwood, N.Y.
- Warchol, J., Misaelides, P., Petrus, R. and Zamboulis, D. (2006): Preparation and application of organo-modified zeolitic material in the removal of chromates and iodides. *Journal of Hazardous Materials*, B137, 1410-1416.
- Vlessidis, A. and Evmiridis, N. (1997): Removal and recovery of p-phenylenediamines from wastewater using natural clinoptilolite from Greece. *5th Int. Conf. of Natural Zeolites (Ischia)*, Ext. Abs, 321-323.
- Vlessidis, A.G., Triantafillidis, C.S. and Evmiridis, N.P. (2001): Removal and recovery of p-phenylenediamines developing compounds from photofinishing lab washwater using clinoptilolite tuffs from Greece. *Water Research*, 35, 1603-1608.
- Yannakopoulos, A., Tserveni-Gousi, A., Kassoli-Fournaraki, A., Lutat, U., Michailidis, K., Filippidis, A. and Tsirambides, A. (1997): Some results in swines performance after adding natural Greek zeolite in their diets. *5th Int. Conf. Nat. Zeolites (Ischia, Italy)*, Ext. Abs, 329-332.
- Yannakopoulos, A., Tserveni-Gousi, A., Kassoli-Fournaraki, A., Tsirambides, A., Michailidis, K., Filippidis, A. and Lutat, U. (2000): Effects of dietary clinoptilolite-rich tuff on the performance of growing-finishing pigs. In: *Natural Zeolites for the Third Millennium (Colella & Mumpton, Eds)*, De Frede, Napoli, 471-481.
- Zorpas, A.A., Constantinides, T., Vlyssides, A.G., Haralambous, I. and Loizidou, M. (2000a): Heavy metal uptake by natural zeolite and metals partitioning in sewage sludge compost. *Bioresource Technology*, 72, 113-119.
- Zorpas, A.A., Kapetanios, E., Zorpas, G.A., Karlis, P., Vlyssides, A., Haralambous, I. and Loizidou, M. (2000b): Compost produced from organic fraction of municipal solid waste, primary stabilized sewage sludge and natural zeolite. *Journal of Hazardous Materials*, B77, 149-159.

ΗΜΕΡΙΔΑ

«ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΕΒΡΟ: ΠΙΕΤΡΩΤΑ ΕΒΡΟΥ ΣΕΛ
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ, ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ» ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007 108-113

ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΟΡΥΚΤΟΥ (ΖΕΟΛΙΘΟΥ) ΣΤΟ ΧΩΡΙΟ ΠΕΤΡΩΤΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΡΙΓΩΝΟΥ ΤΟΥ Ν. ΕΒΡΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ GEO-VET Ν. ΑΛΕΞΑΝΔΡΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.

Ιωάννης Βορδογιάννης & Σάββας Φιλίππιδης

GEO-VET, Ν. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε., Γέφυρα, 570 11 Θεσσαλονίκη.

1. ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Αρχάς του έτους 1995, ξεκίνησε η συλλογή δειγμάτων σε δύο νέες περιοχές του χωριού Πετρωτά, μια που οι μέχρι τότε μελέτες (Kiron et al. 1989, 1990, Μάραντος & Περδικάτσης 1994, Filippidis et al. 1995) παρουσίαζαν άνευ οικονομικής σημασίας εμφανίσεις ζεόλιθων σε τρεις περιοχές, με ποιοτικά χαρακτηριστικά 42-54% ζεόλιθο και ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα 80 meq/100g. Στη διεθνή αγορά, η διακίνηση ζεόλιθου για διάφορες χρήσεις απαιτούσαν περιεκτικότητα σε ζεόλιθο >70% και ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα >140 meq/100g,

Το έτος 1996, μετά από αναλύσεις στο Α.Π.Θ. και στην Ισπανία, προέκυψαν τα πρώτα θετικά αποτελέσματα. Ακολούθησε δειγματοληψία συγκεκριμένης περιοχής και το 2002 τα δείγματα αναλύθηκαν για πέντε (5) ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυσικού ζεόλιθου στο Α.Π.Θ. (Φιλίππιδης & Καντηράνης 2002). Τα αποτελέσματα ήταν πολύ θετικά και το ίδιο έτος ιδρύεται η εταιρεία GEO-VET Ν. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε., με σκοπό την εκμετάλλευση του φυσικού ζεόλιθου. Ταυτόχρονα, η εταιρία ξεκίνησε την έρευνα εφαρμογών και αγοράς και δημιούργησε το πρώτο της ενημερωτικό φυλλάδιο και στο οποίο πρότεινε 11 χρήσεις του υλικού (Σχήμα 1).

Αρχάς του έτους 2004 έγινε η δέσμευση της συγκεκριμένης περιοχής (Ε) στην Διεύθυνση Σχεδιασμού & Ανάπτυξης της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας-Θράκης. Μέχρι το έτος 2004, όπου η GEO-VET Ν. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε. δέσμευσε την περιοχή (Ε), ουδείς είχε μελετήσει την περιοχή (Ε), όπως αποδεικνύεται από τον παρακάτω πίνακα 1, όπου τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μεταξύ των περιοχών παρουσιάζουν πολύ μεγάλες διαφορές.



Σχήμα 1. Πρώτο ενημερωτικό φυλλάδιο της GEO-VET N. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε., (2002).

Πίνακας 1. Μελέτες για ζεόλιθους στο χωριό Πετρωτά έως το 2004.

Περιοχή	Ιοντο-Ανταλλακτική Ικανότητα (ΙΑΙ) meq/100g	(%) Ζεόλιθος τύπου-HEU	Μελέτες Ίδρυμα (έτος)
A	101	35	ΑΠΘ (2002)
B	80	42	ΓΓΜΕ (1994)
	95	40	ΓΓΜΕ (2002)
	132	54	ΑΠΘ (2002)
	?	67	ΕΚΠΑ (1998, 2000)
Γ	?	54	ΓΓΜΕ (1994)
	95	40	ΓΓΜΕ (2002)
	?	76	ΑΠΘ (1989-2001)
	185	79	ΑΠΘ (2002)
	?	67	ΕΚΠΑ (1998, 2000)
Δ	?	43	ΓΓΜΕ (1994)
	95	40	ΓΓΜΕ (2002)
	?	54	ΑΠΘ (1989-2001)
	167	69	ΑΠΘ (2002)
	?	67	ΕΚΠΑ (1998, 2000)
E	226	89	ΑΠΘ (2002)

ΑΠΘ: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Kiron et al. 1989, 1990, Filippidis et al. 1995, Φιλιππίδης κ.α. 1997, Φιλιππίδης & Κασώλη-Φουρναράκη 2000, 2002 Filippidis & Kassoli-Fournaraki 2000, Barbieri et al. 2001, Kantiranis et al. 2002, Φιλιππίδης & Καντηράνης 2002).

ΓΓΜΕ: Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Μάραντος & Περγικιάτσης 1994, Koshiaris et al. 2002).

ΕΚΠΑ: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (1: Stamatakis et al. 1998, 2: Hall et al. 2000).

Τα πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα της έρευνας, ιδιαίτερα στα σιτηρά και ρύζια λόγω υψηλής περιεκτικότητας καλίου στον κλινιπιλόλιθο, οδήγησαν την εταιρία στη δημιουργία του δεύτερου ενημερωτικού φυλλαδίου (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Δεύτερο ενημερωτικό φυλλάδιο της GEO-VET N. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε., (2004).

Αρχάς του έτους 2005 ελήφθησαν όλες οι απαραίτητες συναινέσεις ερευνητικών εργασιών από όλες της εμπλεκόμενες υπηρεσίες όπως, Διεύθυνση Τουρισμού, Εφορία Κλασικών Αρχαιοτήτων, Δ.Ε.Η., Γ.Ε.Σ., Πολεοδομία, Διεύθυνση Τοπογραφικής, Εφορία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων, Τ.Υ.Δ.Κ., Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών, Δασική Υπηρεσία και Επιθεώρηση Μεταλλείων.

Η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) εγκρίνεται από τη Νομαρχία Έβρου και Περιφέρεια το έτος 2005. Ταυτόχρονα υποβλήθηκε η αίτηση χορήγησης άδειας εκμετάλλευσης για λατομείο βιομηχανικού ορυκτού (ζεολίθου) στην περιοχή (Ε) του Δ.Δ. Πετρωτών, Δήμου Τριγώνου, Νομού Έβρου.

Ταυτόχρονα, έγινε ανάλυση δώδεκα (12) ποιοτικών χαρακτηριστικών του φυσικού ζεολίθου (Φιλιππίδης 2005). Τα αποτελέσματα των αναλύσεων και των δοκιμών που έγιναν για πολυάριθμες βιομηχανικές, αγροτικές, κτηνοτροφικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές, έδειξαν ότι το υλικό έχει εξαιρετικές ορυκτολογικές και φυσικοχημικές ιδιότητες, με πολύπλευρες και πολυμορφικές δράσεις, που το καθιστούν ένα από τα καταλληλότερα παγκοσμίως υλικά για πολυάριθμες εφαρμογές. Έτσι στο τρίτο ενημερωτικό φυλλάδιο της εταιρίας, το υλικό ονομάστηκε Πολυμορφική Δύναμη <Polymorphic Power> και για την οποία προτείνονται 13 χρήσεις (Σχήμα 3).

POLYMORPHIC POWER
ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΖΕΟΛΙΘΟΣ

Ο Ελληνικός Φυσικός Ζεολίθος είναι υλικό που παράγεται φυσικά στη γη από τον Ζεόλιθο. Οι Ζεολίθοι αποτελούν μια ιδιαίτερα πλούσια ομάδα κρυσταλλικών υδροφιλών οξείων. Η κρυσταλλική δομή και δομή του Ca,Al-ζεολιθικού είναι ιδιαιτέρως σπαστή με πόρους στην ποσότητα περί και το 30% του συνολικού μάζας. Είναι της ίδιας κλάσης με τον γνήσιο κίον σιλικόνης. Η φυσική δομή αποτελεί μονάδα φυσικής δομής και αποτελεί μέρος της κρυσταλλικής δομής του ζεολιθικού υλικού που παράγεται στη φύση.

Χρήσεις

1. Στερεοποίηση
2. Βελτιστοποίηση αερίων
3. Βελτιστοποίηση αερίων και βελτιστοποίηση
4. Υποκατάσταση βελτιστοποίηση
5. Υποκατάσταση αερίων
6. Καθαρισμός αερίων (αερίων) και βελτιστοποίηση αερίων
7. Βελτιστοποίηση αερίων
8. Καθαρισμός αερίων
9. Αποκατάσταση αερίων
10. Υποκατάσταση αερίων
11. Καθαρισμός αερίων
12. Οξυγόνο αερίων
13. Καθαρισμός αερίων

Οργανολογική Σύνθεση αερίων

CaO (Ca, K, αλυσίδα)	85%	Μαγνήσιο αερίων	92%
Μαγνήσιο αερίων	1%	Ca,Al-ζεολιθικός υλικός	1%
Μαγνήσιο αερίων + Κρυσταλλικός υλικός	86%	Σύνολο	100%

Ιονοαλλακτική Ικανότητα (C.E.C.): 226 ιον/100g υλικού

Χημική Σύνθεση

Σύνθεση Ζεολιθικού υλικού				Ca,Al-ζεολιθικός υλικός (100g)			
SiO ₂ %	60.42	CaO	1.14	SiO ₂ %	67.27	CaO	1.14
SiO ₂	6.02	SiO ₂	1.13	SiO ₂	6.02	SiO ₂	1.13
Al ₂ O ₃	11.30	Al ₂ O ₃	2.92	Al ₂ O ₃	12.39	Al ₂ O ₃	2.46
Fe ₂ O ₃	0.07	Fe ₂ O ₃	0.04	Fe ₂ O ₃	0.01	Fe ₂ O ₃	0.02
MgO	0.02	Li ₂ O	0.04	MgO	0.01	H ₂ O	11.11
MgO	0.73	Σύνολο	99.81	MgO	0.89	Σύνολο	100.00

Χημικός τύπος Ca,K-αλυσίδα/αλυσίδα
Ca₂Si₂Al₂O₁₀(OH)₂·nH₂O

* Τμήμα Βιομηχανίας, Αρτοποιίας, Ανοξείδια, Φασφάτου (1998)
* Διεύθυνση Βιομηχανίας, Αρτοποιίας, Ανοξείδια, Φασφάτου (1998)

GEO-VET N. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε. 079 90071
Τελέφωνο: 079 910479 079 910479

Σχήμα 3. Τρίτο ενημερωτικό φυλλάδιο της GEO-VET N. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε., (2005).

Η εταιρεία ήδη από το έτος 2002, σε συνεργασία με επιστήμονες του Α.Π.Θ., μελέτησε και συνεχίζει να μελετά τη χρήση του υλικού σε διάφορες βιομηχανικές, αγροτικές, κτηνοτροφικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές. Η συνεργασία με τις εκάστοτε αρχές της Περιφέρειας, της Νομαρχίας και του Δήμου, ήταν και είναι πολύ καλή. Βεβαίως μέχρι σήμερα πολλά έχουν γίνει, ταυτόχρονα όμως δεν τηρήθηκε το χρονοδιάγραμμα της επένδυσης, όχι με υπαιτιότητα της εταιρείας.

2. ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Το επενδυτικό πρόγραμμα της εταιρείας περιλαμβάνει τρία στάδια, την εξόρυξη - λατομείο, την επεξεργασία - διακίνηση του φυσικού ζεολιθού και την δημιουργία ερευνητικού κέντρου.

2.1. Εξόρυξη - Λατομείο

Σύμφωνα με την τεχνική μελέτη, η εκμετάλλευση θα είναι υπαίθρια, με τη μέθοδο των ορθών διαδοχικών βαθμίδων, με διαμόρφωση της κεντρικής πλατείας εργασιών στο επίπεδο της κατώτερης βαθμίδας. Οι βαθμίδες θα αναπτύσσονται από τα υψομετρικά υψηλότερα στα χαμηλότερα σημεία. Το ύψος κάθε βαθμίδας δεν θα υπερβαίνει τα 8 μέτρα. Εκεί που εξαντλείται το κοίτασμα ξεκινά η

αποκατάσταση του περιβάλλοντος σύμφωνα με τη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

2.2. Επεξεργασία-Διακίνηση φυσικού ζεόλιθου

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας θα γίνουν κοντά στο λατομείο, στο οποίο θα υπάρχουν γραφεία, χώροι απόθεσης του ζεόλιθου, σπαστήρες, κόσκινα, αποθηκευτικοί χώροι και χώροι ενσάκισης. Η συνολικοί έκταση των εγκαταστάσεων θα ξεπερνά τα 20.000 τ.μ. Οι απαιτούμενες θέσεις εργασίας εκτιμήθηκαν περίπου στις τριάντα (30). Επίσης, αποθηκευτικοί χώροι διακίνησης του υλικού θα δημιουργηθούν και στον Νομό Θεσσαλονίκης.

2.3 Δημιουργία ερευνητικού κέντρου

Μεγάλη έμφαση δίδεται στην έρευνα. Έτσι στον σχεδιασμό της εταιρίας είναι και η δημιουργία ερευνητικού κέντρου στον Δήμο Τριγώνου, με βασικό στόχο την έρευνα για χρήσεις του ζεόλιθου, που μέχρι σήμερα δεν έχουν ερευνηθεί. Ευελπιστούμε στη συνεχή καλή συνεργασία με τους επιστήμονες του Α.Π.Θ., καθώς και με επιστήμονες άλλων ερευνητικών κέντρων και ινστιτούτων, με στόχο την διεύρυνση των χρήσεων του Ελληνικού Φυσικού Ζεόλιθου Πετρωτών.

3. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Barbieri, M., Castorina, F., Masi, U., Garbarino, C., Nicoletti, M., Kassoli-Fournaraki, A., Filippidis, A. and Mignardi, S. (2001): Geochemical and isotopic evidence for the origin of rhyolites from Petrota (Northern Thrace, Greece) and geodynamic significance. *Chemie der Erde*, 61, 13-29.
- Filippidis, A., Kassoli-Fournaraki, A. and Tsirambides, A. (1995): The zeolites of Petrota and Metaxades (Thrace) and the kaolins of Leucogia (Macedonia), Greece. *Int. Symp. Nat. Zeolites (Sofia), Field Tripe Guide (B. Aleksiev, ed.)*, 49-62.
- Φιλιππίδης, Α., Κασώλη-Φουρναράκη, Α., Χαριστός, Δ. & Τσιραμπίδης, Α. (1997): Οι Ελληνικοί ζεόλιθοι ως μέσο απομάκρυνσης από το νερό ιχνοστοιχείων και ρύθμισης του pH. *4^ο Υδρογεωλογικό Συνέδριο (Θεσσαλονίκη), Πρακτ.*, 539-546.
- Filippidis, A. and Kassoli-Fournaraki, A. (2000): Environmental uses of natural zeolites from Evros district, Thrace, Greece. *5th Int. Conf. On Environmental Pollution (Thessaloniki), Proc.*, 149-155.
- Φιλιππίδης, Α. & Κασώλη-Φουρναράκη, Α. (2000): Δυνατότητα χρήσης Ελληνικών φυσικών ζεολίθων στην ανάπλαση λιγνιτωρυχείων του Λιγνιτικού Κέντρου Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου. *1^ο Συν. Επιτροπής Οικονομικής Γεωλογίας*,

- Ορυκτολογίας & Γεωχημείας της Ε.Γ.Ε. (Κοζάνη), Πρακτ., 506-515.*
- Φιλιππίδης, Α. & Καντηράνης, Ν. (2002): Μελέτη: Μορφολογία, ορυκτολογία, χημεία, ορυκτοχημεία και ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα πέντε δειγμάτων φυσικού ζεόλιθου για λογαριασμό της Ν. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε., Θεσσαλονίκη, 5 σελ.
- Φιλιππίδης, Α. & Κασώλη-Φουρναράκη, Α. (2002): Διαχείριση υδάτινων οικοσυστημάτων με τη χρήση Ελληνικών φυσικών ζεολίθων. *12^ο Σεμ. για την Προστασία του Περιβάλλοντος (Θεσσαλονίκη), Πρακτ., 75-82.*
- Φιλιππίδης, Α. (2005): Μελέτη: Ορυκτολογία και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πέντε δειγμάτων φυσικού ζεόλιθου για λογαριασμό της Ν. Αλεξανδρίδης Ο.Ε., Θεσσαλονίκη, 10 σελ.
- Hall, A., Stamatakis, M. and Walsh, J.N. (2000): The Pentalofos zeolitic tuff formation: A giant ion-exchange column. *Annales Geologiques des Pays Helleniques*, 38, 175-192.
- Kantiranis, N., Filippidis, A., Mouhtaris, Th., Charistos, D., Kassoli-Fournaraki, A. and Tsirambidis, A. (2002): The uptake ability of the Greek natural zeolites. *6th Int. Conf. Nat. Zeolites (Thessaloniki), Ext. Abs*, 155-156.
- Kirov, G.N., Filippidis, A., Tsirambidis, A., Tzvetanov, R.G. and Kassoli-Fournaraki, A. (1989): Zeolite-bearing rocks in Petrota area (Eastern Rhodope Massif, Greece). *2nd Hellenic-Bulgarian Symposium (Thessaloniki), Abs*, p.100.
- Kirov, G.N., Filippidis, A., Tsirambidis, A., Tzvetanov, R.G. and Kassoli-Fournaraki, A. (1990): Zeolite-bearing rocks in Petrota area (Eastern Rhodope Massif, Greece). *Geologica Rhodopica*, 2, 500-511.
- Koshiaris, G., Marantos, I., Tsirambides, A., Stamatakis, M.G., Kassoli-Fournaraki, A. And Filippidis, A. (2002): The zeolite deposits of Thrace (North-Eastern Greece). *6th Int. Conf. Nat. Zeolites (Thessaloniki), Post-Conf. Field Trip Guide*, 23p.
- Μάραντος, Ι. & Πεردικάτσης, Β. (1994): Μελέτη ορυκτολογικής σύστασης, αφυδάτωσης / προσρόφησης νερού και ιοντοανταλλακτικής ικανότητας ζεολιθικών τόφφων, από την περιοχή Πετρωτών – Πενταλόφου (Λεκάνη Ορεστιάδας), Ν. Έβρου. *Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, 30(3), 311-321.
- Stamatakis, M., Hall, A., Lutat, U. and Walsh, J.N. (1998): Mineralogy, origin and commercial value of the zeolite-rich tuffs in the Petrota-Pentalofos area, Evros county, Greece. *Estudios Geologicos*, 54, 3-15.

Φωτογραφίες εξωφύλλου (από Μ. Βαβελίδη)

1. Ο Λιθοξόος, έργο του Δημοσθένη Σωτηρούδη, Πετρωτά Έβρου, 2001
2. Αρχαία θέση εξόρυξης πέτρας στην περιοχή Μαύρη Πέτρα