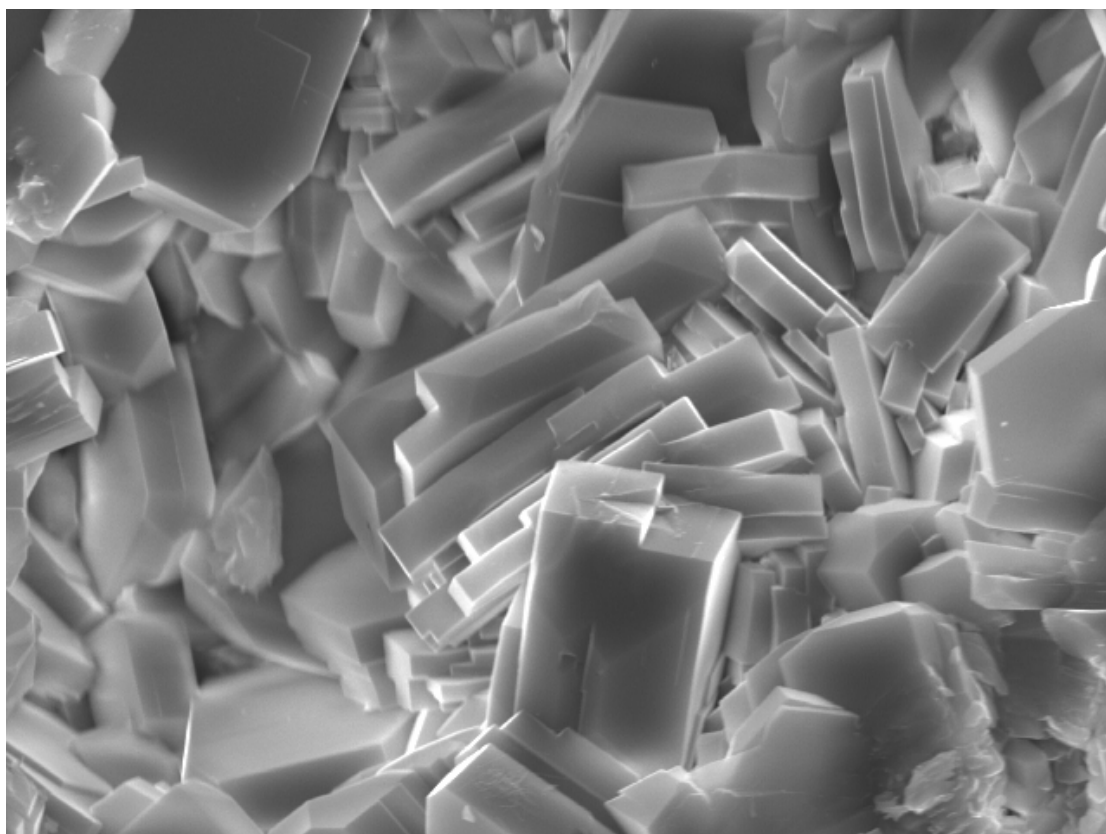


**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ**

**Δρ. Μιχαήλ Σταματάκη
Καθηγητή Βιομηχανικών Ορυκτών**



Αθήνα, 1/3/2006

Περιεχόμενα

ΑΣΚΗΣΗ 1. Λευκά ανθρακικά πετρώματα περιοχής Υμηττού. σελ. 3-5

ΑΣΚΗΣΗ 2. Αμύαντος, τάλκης, όνυχας, σχιστόλιθοι-μάρμαρα Υμηττού σελ. 6-8

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 3 & 4. Μελέτη γεωλογικών χαρτών 1:50.000 του ΙΓΜΕ . σελ. 9-15

ΑΣΚΗΣΗ 5. Νεογενή πετρώματα της νήσου Αίγινας σελ.16-18

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 6 & 7. Κατασκευή ελαφροβαρών αδρανών (Lightweight Aggregates LWA) για χρήση στο ελαφρομετόν (Lightweight Concrete LWC), εδαφοτεχνικά έργα και γεωπονικές εφαρμογές. Εμπλουτισμός πτωχών καολινιτικών αποθέσεων. Διόγκωση περλίτη-βερμικουλίτη. σελ. 19-26

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 8 & 9. Μακροσκοπικός προσδιορισμός & περιγραφή βιομηχανικών ορυκτών & πετρωμάτων σελ. 27

1η Άσκηση

Έκθεση κοιτασματολογικής έρευνας εντοπισμού και αξιολόγησης βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων (ΒΟΠ). Υπολογισμός των αποθεμάτων τους. Λευκά ανθρακικά πετρώματα περιοχής Υμηττού.

Προσδιορισμός της καταλληλότητάς και των αποθεμάτων τους για βιομηχανικές εφαρμογές όπως:

- α) πρώτη ύλη στην παραγωγή κλίνκερ λευκού τσιμέντου,
- β) ασβεστολιθικών αδρανών σκυροδέματος
- γ) λευκού πληρωτικού (white filler)
- δ) μαγνησιούχου πρόσθετου στις ζωοτροφές
- ε) δομικών – διακοσμητικών λίθων

Εκπόνηση έκθεσης

1. Εισαγωγή: α) Σκοπός έρευνας: Αξιοποίηση απορριπτόμενων υλικών, β) Περιγραφή του έργου: Κατά την διάνοιξη δρόμου εντοπίσθηκε πρόσφατα λευκό ανθρακικό πέτρωμα στις υπόγειες του Υμηττού και η τεχνική εταιρεία που έχει αναλάβει το έργο ενδιαφέρεται για την αξιοποίηση των απορριπτόμενων υλικών και πιθανά επέκταση των εκσκαφών, μέγεθος του έργου, οικονομικά στοιχεία, κλπ.
2. Βιβλιογραφικά δεδομένα: α) **Είδος πετρωμάτων που συναντώνται στην περιοχή. Προσοχή** τα βιβλιογραφικά δεδομένα τα λαμβάνουμε υπ όψιν κατά την συγγραφή της έκθεσης π.χ. αν οι ασβεστόλιθοι στην υπό μελέτη περιοχή είναι π.χ. πυριτικοί ή δολομιτικοί αλλά **δεν τα θεωρούμε δεδομένα στην υπό μελέτη περιοχή. Θα πρέπει να κάνουμε δικές μας μετρήσεις και τα τις περιλάβουμε στην τελική έκθεση αξιολόγησης του υλικού**, β) χρήσεις των λευκών ανθρακικών γενικά (σύντομη περιγραφή)
3. Ιδιοκτησιακό καθεστώς, νομικοί περιορισμοί
4. Γεωλογικά-Κοιτασματολογικά στοιχεία

Πραγματοποιείται γεωλογική-κοιτασματολογική χαρτογράφηση του **λευκού πετρώματος** της περιοχής σε κλίμακα 1:5.000. Καταγραφή των χρωματικών διαφοροποιήσεων του, της ομοιογένειας, τεκτονικής κατάστασης-καταπόνησης, πάχος υπερκειμένων, αργιλικές ενστρώσεις, έκτασή του στον χώρο, κλπ.

5. Δειγματοληψία

Από ένα μέτωπο μήκους 50 μέτρων παίρνω 3-5 αντιπροσωπευτικά δείγματα, τα οποία πιθανόν εμφανίζουν λιθο-οψικές διαφορές, π.χ. αλλαγή του χρώματος του πετρώματος, της κρυσταλλικότητάς του, του πορώδους του, κλπ. Σημειώνω το πάχος των τυχόν διαφορετικών στρωμάτων και την θέση τους στην στρωματογραφική κολώνα. Πιθανόν να μην υπάρχουν μακροσκοπικές διαφοροποιήσεις, στοιχείο που επίσης περιγράφεται.

6. Εργαστηριακές αναλύσεις: Υπάρχουν προκαθορισμένες δοκιμές που πρέπει να πραγματοποιηθούν για την καταλληλότητα του υλικού ως αδρανές σκυροδέματος. Αυτές είναι:

- a. Μακροσκοπική περιγραφή (πολλές φορές με την χρήση στερεοσκοπίου. Περιγράφονται όλες οι λεπτομέρειες της εξωτερικής εμφάνισης του υλικού, ρωγμές, ασυνέχειες, μέγεθος κρυστάλλων κλπ.
- b. Κατασκευή λεπτών τομών και τομών κατάλληλων για μικροανάλυση στο Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο αν απαιτείται.
- c. Ορυκτολογική ανάλυση ολική. Χρησιμοποιείται πολωτικό μικροσκόπιο, ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και περιθλασιμετρία ακτίνων X. Είναι σημαντικός ο προσδιορισμός του ασβεστίτη και δολομίτη και η αναλογία των ποσοστών τους (ημι-ποσοτική ανάλυση).
- d. Ορυκτολογικά ανάλυση αδιάλυτου υπολείμματος. Χρησιμοποιούνται κυρίως οι ακτίνες X για τον προσδιορισμό των αδιάλυτων στο υδροχλώριο 1N ορυκτών, π.χ. χαλαζία, αστρίων αργίλων, σιδηροξειδίων.
- e. Περιγραφή των συμφύσεων των κρυστάλλων ή των απολιθωμάτων στο μικροσκόπιο. Περιγραφή-φωτογράφιση των δομών και ιστών. Βιομικρίτης, σπαρίτης, ψαμμιτικός ασβεστόλιθος, απουσία απολιθωμάτων, ανακρυσταλλωμένο υλικό, προσμίξεις, διαλυσιγενείς μορφές, σιδηροξείδια, κλπ.

- f. Χημική ανάλυση του υλικού για τον ακριβή προσδιορισμό του ποσοστού του μαγνησίου στα δείγματα.
- g. Κοκκομετρία. Κατανομή των κόκκων του υλικού. Σε περίπτωση χονδροκόκκου υλικού απαιτείται περισσότερος χρόνος λειοτρίβησης και έτσι αυξάνεται το κόστος κατεργασίας.
- h. Λευκότητα. Όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για λευκό filler ή σε λευκό τσιμέντο.

Η ακριβής χημική σύσταση (κύρια στοιχεία & ιχνοστοιχεία) η κοκκομετρία και η λευκότητα είναι απαραίτητες παράμετροι για χρήσεις στις ζωοτροφές και στα πληρωτικά. Η παρουσία MgO σε ποσοστά 4-5% που αντιστοιχεί σε περιεκτικότητα σε δολομίτη >7% δεν είναι επιθυμητή για χρήσεις στην παραγωγή κλίνκερ τσιμέντου. Για χρήσεις του υλικού ως λευκού πληρωτικού καθοριστική παράμετρος είναι η **λευκότητα του υλικού**, η οποία μετρείται με ειδικά λευκόμετρα. Οι τιμές λευκότητας του λευκού ασβεστόλιθου που χρησιμοποιείται στα λευκά τσιμέντα κυμαίνονται από 85-95% , ενώ οι ασβεστόλιθοι-δολομίτες που προορίζονται για πληρωτικά έχουν λευκότητα ~90-95%.

- 7. Μέθοδοι εξόρυξης-κατεργασίας-ανάκτησης του υλικού (συνεργασία με μηχανικούς).
- 8. Συμβατότητα του έργου με του νόμους προστασίας και την αποκατάσταση του περιβάλλοντος.
- 9. Μελέτη σκοπιμότητας της αξιοποίησης του υλικού: Περιγραφή των οικονομικά αξιοποιήσιμων ή πιθανά αξιοποιήσιμων υλικών που εντοπίστηκαν στην μελέτη, περιλαμβανομένης και της καταλληλότητας του υλικού για διάθεσή του στην αγορά.
- 10. Συμπεράσματα (επιγραμματικά)

Αττική, 11/11/2005

Ο συντάξας γεωλόγος,

.....

2η Άσκηση

Γεωλογική αναγνώριση για τον εντοπισμό Βιομηχανικών Ορυκτών που συνδέονται με την εξαλλοίωση υπερβασικών πετρωμάτων στην περιοχή Καισαριανής-Καρέα Υμηττού Αττικής [τάλκης $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$, αμιάντος $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ χρυσοτιλικός ή $Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}$ τρεμολιτικός], καθώς και δομικά υλικά όπως μάρμαρα & σχιστόλιθοι.

Εκπόνηση έκθεσης

1. Εισαγωγή: ανάθεση του έργου από την ενδιαφερόμενη εταιρεία ή οργανισμό, σκοπός έρευνας.
2. Βιβλιογραφικά στοιχεία
 - 2.1. όσον αφορά την ανάπτυξη υπερβασικών πετρωμάτων στην ανωτέρω περιοχή: Μεσοζωϊκά **εξαλλοιωμένα υπερβασικά** πετρώματα εγκλωβισμένα τόσο στο αλλόχθονο, όσο και στο αυτόχθονο σύστημα της ως άνω περιοχής.
 - 2.2. όσον αφορά την παρουσία **μαρμάρων & γραφιτικών-μαρμαρυγιακών σχιστόλιθων** στην περιοχή. Ανάπτυξη λατομείων μαρμάρου και αδρανών κατά το πρόσφατο παρελθόν.
3. Προκαταρκτική Εργασία υπαίθρου (1^η φάση): προσδιορισμός και περιγραφή των διαφόρων πετρολογικών τύπων στην περιοχή έρευνας. Αθηναϊκός σχιστόλιθος, ταλκικός-χλωριτικός σχιστόλιθος, ημι-μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, οφιόλιθοι, ισχυρές εξαλλοιώσεις, ποτάμιες αναβαθμίδες. Τεκτονική σχέση τους. Προσδιορισμός των ζωνών εξαλλοίωσης των υπερβασικών πετρωμάτων. Κατασκευή Γεωλογικής Τομής, λήψη φωτογραφιών ή slides. Επιλογή σημείων δειγματοληψίας αναγνωριστικής φάσης. Λήψη σειράς δειγμάτων τάλκη-αμιάντου 1-2 κιλών έκαστο, ανάλογα με το υλικό και την ομοιογένειά του. Λήψη δείγματος μαρμάρου και σχιστόλιθου για τεχνικές δοκιμές, μέτρηση αντοχής στην θλίψη, κλπ.

4. Ορυκτολογικές αναλύσεις με XRD για τον εντοπισμό και τον ημι-ποσοτικό προσδιορισμό των ορυκτών τάλκη-αμιάντου στα δείγματα που συλλέχθηκαν. (Έχει προηγηθεί ξήρανση στους 60°C και κονιοποίηση του υλικού). Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. (Όπως προκύπτει από την ορυκτολογική ανάλυση με ακτίνες X, στην περίπτωση της Καισαριανής οι συγκεντρώσεις τάλκη είναι ασήμαντες, ενώ του αμιάντου μέτριες-μικρές. Στην περίπτωση των δειγμάτων Καρέα, οι συγκεντρώσεις αμιάντου και τάλκη ή των συμφύσεων τους είναι σημαντικές κατά θέσεις με ποσοστά >70%, αλλά οι συγκεντρώσεις εντοπίζονται σε μικρή έκταση).

Επεξεργασία των αποτελεσμάτων υπαίθρου-εργαστηρίου για την συνέχιση της αξιολόγησης των ορυκτών τάλκη-αμιάντου

5. Λεπτομερής Εργασία υπαίθρου (2^η φάση): Λεπτομερέστερη περιγραφή των περιοχών με αυξημένο ενδιαφέρον. Παρατήρηση, περιγραφή των μικροδομών, συμφύσεων ορυκτών, επέκτασης της εμφάνισης τάλκη προς κάποια διεύθυνση, συσχέτιση με τεκτονικά στοιχεία (ζώνες ρηγμάτωσης κλπ). Λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων (**bulk samples, channel samples**) βάρους 25-100 κιλών, ανάλογα με την ομοιογένεια του υλικού. Ξήρανση, κονιοποίηση, σχηματισμός κώνου άμμου για ομοιογένεια και ισοπέδωσή του. Δημιουργία 4 τεταρτημορίων άμμου και παραλαβή των δύο αντιδιαμετρικών ως αντιπροσωπευτικού δείγματος για ορυκτολογικές-χημικές αναλύσεις.
6. Εκτίμηση αποθεμάτων. Πρόταση για την διενέργεια ή μη γεωτρητικού προγράμματος (σε περίπτωση γεωτρητικών εργασιών, υπολογισμός των αποθεμάτων – θεωρητικά)
7. Συμπληρωματικές ορυκτολογικές και χημικές αναλύσεις για τον χαρακτηρισμό του υλικού. Οι ορυκτολογικές αναλύσεις αφορούν τον προσδιορισμό ανεπιθύμητων προσμίξεων στον τάλκη, όπως: χαλαζίας και αμιάντος. Οι χημικές αναλύσεις αφορούν κυρίως τον προσδιορισμό επιπέδου του σιδήρου, ο

οποίος είναι ανεπιθύμητο συστατικό στον τάλκη (επιθυμητό ποσοστό $Fe_2O_3 < 0.20\%$).

δ. Τεχνικο-οικονομική μελέτη, που περιλαμβάνει:

- α. Υπολογισμός εξόδων αγοράς βασικού εξορυκτικού εξοπλισμού, συστημάτων λειοτριβήσεως και εμπλουτισμού, πρόσληψης εξειδικευμένου και εργατικού προσωπικού, αγοράς οχημάτων, εξοπλισμού γραφείων κλπ (100 εκ. € – **θεωρητικά**),
- β. Έρευνα αγοράς (που θα διοχετευθεί το υλικό, ποια πρώτη ύλη ή ποιο ήδη εκμεταλλεύσιμο κοιτάσμα τάλκη θα υποκαταστήσει, εμφάνιση ανοδικών ή εξισοροποιητικών τάσεων στην αγορά),
- γ) Αναμενόμενη ετήσια εμπορία του τάλκη (20.000 τόνοι – πραγματική τιμή). Η εξορυξη μπορεί να είναι αρκετά μεγαλύτερη στα αρχικά στάδια. Το υλικό θα αποθηκεύεται (**stockpiling**) για πιθανούς νέους και βιαστικούς πελάτες,
- δ) Τρέχουσες τιμές τάλκη: χονδρόκοκκος (200-400 mesh) 100 €/τόνος, λειοτριβημένος 360 €/τόνος, υπέρλεπτος/υπερλειοτριβημένος (**micronised**) 500€/τόνος. Πηγή το περιοδικό **Industrial Minerals**, issue Sept. 2000.
- ε) Αναμενόμενα έσοδα με τις τρέχουσες τιμές του υλικού κατ' έτος (πωλήσεις των δύο λειοτριβημένων τύπων υλικού): 450 €/τόνος X 20.000 τόνοι = 9.000.000 €.
- ζ) Αναμενόμενα κέρδη μετά τον ισολογισμό Εσόδων-Εξόδων,
- η) Λήψη απόφασης λειτουργίας του ορυχείου

Αθήνα, 11/11/2005

Ο συντάξας γεωλόγος,

.....

3η & 4η Άσκηση

Μελέτη των Γεωλογικών χαρτών του ΙΓΜΕ και εντοπισμός περιοχών με κατάλληλες γεωλογικές συνθήκες για την ανάπτυξη λατομείων Βιομηχανικών Ορυκτών & Πετρωμάτων (ΒΟΠ)

Μελέτη των γεωλογικών χαρτών του ΙΓΜΕ κλίμακας 1:50.000 με στόχο την αξιολόγηση διαφόρων βιομηχανικών ορυκτών & πετρωμάτων (βλ. κατωτέρω).

Σημειώνεται ότι:

- Δεν μπορεί να ανοιχθεί λατομείο σε απόσταση μικρότερη των 500 μέτρων από κύριο δρόμο
- Το λατομείο δεν πρέπει να είναι ορατό από εθνικούς δρόμους και μεγάλες πόλεις, συνήθως να αποκρύβεται σε χαραδρώσεις ή εσωτερικές κοιλάδες
- Οι διαστάσεις του λατομείου συνήθως καταλαμβάνουν μια έκταση 500μΧ200μ και μεταβλητού ύψους
- Αποφεύγονται παχιές σειρές υπερκειμένων που πρέπει να μετακινηθούν προκειμένου να εξορυχτεί στην συνέχεια ένα ΒΟΠ
- Για ορισμένα υλικά είναι δυνατή η παραλαβή τους και με υπόγεια έργα (π.χ. μαγνησίτης, βωξίτης, διατομίτης)
- Πολλά ΒΟΠ εξορύσσονται μαζί με μεγάλο όγκο στείρων υλικών (π.χ. μαγνησίτης) μια και αυτά τα ορυκτά συναντώνται με μορφή πλήρωσης ρωγμών του πετρώματος. Έτσι θα πρέπει να υπολογισθεί ένα ποσοστό πάνω από 50% αντίστοιχα στείρων υλικών που θα πρέπει να συν-εξορυχτούν
- Πολλά ΒΟΠ υφίστανται κατεργασία & εμπλουτισμό πριν την προώθησή τους στην αγορά. Έτσι ο χουντίτης-υδρομαγνησίτης αφήνει υποπροϊόντα σε ποσοστό 20%, ο βολλαστονίτης παραπροϊόντα (γρανάτες, ασβεστίτης)-

υποπροϊόντα σε ποσοστό 40%(30-10%) και τα χαλαζιο-αστρίακά σε ποσοστό 25%

- Τα επαρκή αποθέματα κάθε πρώτης ύλης για να αρχίσει η λειτουργία ενός λατομείου κυμαίνονται, π.χ.
 - Ποζζολανικοί τόφφοι: ετήσια κατανάλωση 700.000 τόνοι (300.000m³ περίπου). Ένα ορυχείο υπολογίζεται για περίοδο λειτουργίας τουλάχιστον 20 χρόνων, επομένως τα ελάχιστα αξιοποιήσιμα αποθέματα πρέπει να είναι 6.000.000m³ για το συγκεκριμένο υλικό.
 - Λατομεία αδρανών (αμμοχάλικο). Ως ανωτέρω 6.000.000 m³
 - Λατομεία εξειδικευμένων βιομηχανικών ορυκτών (γρανάτες, βολλαστονίτης, βερμικουλίτης, χουντίτης-υδρομαγνησίτης, κλπ) Ετήσια κατανάλωση ~20.000 – 50.000 τόνοι. 20 χρόνια λειτουργίας κατ' ελάχιστο. Επομένως, τα ελάχιστα αποθέματα είναι περίπου 1.000.000 τόνοι ή 400.000 m³
 - Λατομεία γύψου για την παρασκευή τσιμέντου 300.000 τόνοι ετησίως. 20 χρόνια λειτουργίας. Ελάχιστα αποθέματα γύψου 6.000.000 τόνοι ή 2.800.000m³
 - Λατομεία Κ- ή Να-αστρίων. Ετήσια κατανάλωση ~100.000 τόνοι. 20 χρόνια λειτουργίας του ορυχείου. Ελάχιστα αποθέματα 2.000.000 τόνοι το καθένα, ή 800.000 m³.
 - Λατομεία χαλαζία. Ετήσια κατανάλωση ~100.000 τόνοι. 20 χρόνια λειτουργίας του ορυχείου. Ελάχιστα αποθέματα 2.000.000 τόνοι, ή 800.000 m³.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1. Αναζήτηση ασβεστόλιθων κατάλληλων για την παρασκευή τσιμέντου Portland και Ελληνικού Τύπου

Όπως είναι γνωστό για την παρασκευή του τσιμέντου, κύριο συστατικό είναι ο ασβεστόλιθος με όσο το δυνατόν λιγότερες προσμίξεις. Έτσι,

1^α. Αποφεύγονται ασβεστόλιθοι που περιέχουν μέτριες-υψηλές τιμές μαγνησίου που οφείλεται στην ύπαρξη δολομίτη ή και μαγνησίτη. Κατά την φρύξη του δολομιτικού

ασβεστόλιθου παράγεται περικόλαστο (MgO) που διογκώνεται και είναι επιβλαβές για το σκυρόδεμα. Το MgO πρέπει γενικά να περιέχεται σε ποσοστό έως 2% στην ασβεστολιθική πρώτη ύλη. Ο δολομίτης πρέπει να είναι σε ποσοστό <7% στον ασβεστόλιθο.

1^β Αποφεύγονται ασβεστόλιθοι με πυριτικές ενστρώσεις & πυριτικούς κονδύλους γιατί δημιουργούν πρόβλημα στους σπαστήρες & τους μύλους άλεσης του ασβεστόλιθου.

1^γ Αποφεύγονται βιτουμενιούχοι ορίζοντες γιατί περιέχουν υδρόθειο (έντονη οσμή σάπιου αβγού) το οποίο κατά την έγνηση του ασβεστόλιθου μετατρέπεται σε άλλες ανεπιθύμητες θειο-ενώσεις.

1^δ Αποφεύγονται αγκεριτικές ενστρώσεις ή μικροφακοί σιδηροξειδίων γιατί η παρουσία τους δημιουργεί συχνά ανομοιογένεια στην περιεκτικότητα σε CaO και Fe₂O₃ της πρώτης ύλης, με αποτέλεσμα η τροφοδοσία του κλιβάνου παρασκευής κλίνκερ να μην έχει σταθερή χημική σύσταση.

1^ε Προτιμώνται ασβεστόλιθοι με μικριτικό ιστό, μια και η μικροκρυσταλλική δομή του υλικού θα του προσδώσει καλύτερη αλεσιμότητα και καλύτερη κοκκομετρική διαβάθμιση στα λεπτά κλάσματα, στοιχεία που είναι άκρως επιθυμητά στην παραγωγή τσιμέντου.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2. Αναζήτηση ασβεστόλιθων κατάλληλων για την παραγωγή αδρανών (αμμογάλικου)

Όπως ανωτέρω, συνήθως προτιμάται ο ασβεστόλιθος με όσο το δυνατόν λιγότερες προσμίξεις. Έτσι,

- ♦ Αποφεύγονται για τον ίδιο ως άνω λόγο, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι ή δολομίτες.
- ♦ Αποφεύγονται αγκεριτικές ενστρώσεις ή μικροφακοί σιδηροξειδίων και αργιλικών ορυκτών γιατί η παρουσία τους δημιουργεί συχνά προβλήματα αντοχής του παραγόμενου με αυτά στα υλικά σκυροδέματος.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3. Αναζήτηση βιομηχανικών ορυκτών που σχετίζονται με την εξαλλοίωση υπερβασικών πετρωμάτων

Συνήθη βιομηχανικά ορυκτά δευτερογενούς προέλευσης που σχετίζονται με την εξαλλοίωση υπερβασικών πετρωμάτων είναι ο μαγνησίτης, ο τάλκης και ο αμίαντος (βωξίτης και σιδηρομετάλλευμα σχηματίζονται επίσης από την ίδια κατηγορία μητρικών πετρωμάτων). Εντοπίζουμε περιοχές όπου υπάρχει αναφορά στον χάρτη ή την βιβλιογραφία για την ύπαρξη αυτών των ορυκτών, ή απλώς ελέγχουμε σερπεντινωμένες ζώνες στο ύπαιθρο για τον εντοπισμό νέων εμφανίσεων ή/και κοιτασμάτων.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 4. Αναζήτηση βιομηχανικών ορυκτών που σχετίζονται με την διείδυση γρανιτικών σωμάτων σε υπερβασικά πετρώματα

Μια ιδιαίτερη και ταυτόχρονα σημαντική διαδικασία εξαλλοίωσης υπερβασικών πετρωμάτων είναι όταν αυτά δεχθούν την επίδραση διαλυμάτων προερχομένων από την επαφή ή διείδυση γρανιτικών ή άλλων όξινων σωμάτων (π.χ απλιτοπηγματιτών).. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε τον σχηματισμό βερμικουλίτη ο οποίος έχει σημαντική οικονομική αξία μια και χρησιμοποιείται μετά από διόγκωσή του σε φούρνους (~850°C) σε ένα πλήθος εφαρμογών, κυρίως στα δομικά και πυρίμαχα υλικά. Ο εντοπισμός αυτού του ορυκτού στην Ελλάδα θα δώσει νέα πνοή στα Βιομηχανικά Ορυκτά.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 5. Αναζήτηση φωσφορικών ορυκτών που σχετίζονται με την απόθεση θαλάσσιων ανθρακικών ιζημάτων

Αν και αναφέρονται σποραδικά εμφανίσεις φωσφοριτών σε διάφορους σχηματισμούς, οι κύριες αποθέσεις εντοπίζονται σε Μεσοζωϊκούς ασβεστόλιθους της Ιονίου Ζώνης. Υπάρχει περιγραφή των φωσφορούχων ασβεστολιθικών σχηματισμών σε στους γεωλογικούς χάρτες που περιέχουν σχηματισμούς της ανωτέρω ζώνης.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 6. Αναζήτηση βιομηχανικών ορυκτών που σχετίζονται με την διείδυση γρανιτικών σωμάτων σε ανθρακικά πετρώματα

Στην παραπάνω περίπτωση έχουμε μεταμόρφωση επαφής και τον σχηματισμό ζωνών skarn που φιλοξενούν μεταξύ άλλων τα αξιοποιήσιμα βιομηχανικά ορυκτά βολλαστονίτης και γρανάτες. Ζώνες skarn αναπτύσσονται σε πολλά μέρη της Ελλάδος και μεταξύ αυτών στις περιοχές του Λαυρίου και άλλες περιοχές της Αττικο-Κυκλαδικής Μάζας, στην Χαλκιδική, στη Δράμα και στην Ξάνθη. Η τυχόν αξιοποίηση των παρα-

πάνω εμφανίσεων θα προσδώσει νέα ώθηση στην ανάπτυξη των εγχώριων βιομηχανικών ορυκτών.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 7. Αναζήτηση υπέρλευκων ασβεστόλιθων για την παραγωγή λειοτριβημένου ανθρακικού ασβεστίου υψηλής καθαρότητας και στόκων

Όπως είναι γνωστό, σε τμήματα των νησιών του Ιονίου που ανήκουν στην γεωτεκτονική ζώνη των Παξών, συναντώνται λευκοί πορώδεις ή συμπαγείς ασβεστόλιθοι, μεσοζωικής ηλικίας, με υψηλή λευκότητα. Σε περιοχές της Κεφαλονιάς και της Ζακύνθου λειτουργούν ήδη ορυχείο εξόρυξης του λευκού αυτού υλικού και η ζήτησή του παρουσιάζει αυξητική τάση με το χρόνο.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 8. Αναζήτηση υελωδών ηφαιστειακών πετρωμάτων για τον εντοπισμό περλιτικών μαζών με κατάλληλη σύσταση για διόγκωση

Η έρευνα αφορά τον εντοπισμό ηφαιστειακών υλικών που έχουν λιπαρή - ζαχαρώδη εμφάνιση λόγω του ότι είναι πλούσιοι σε νερό. Συνήθως είναι πολύ πτωχοί σε κρυστάλλους ορυκτών όπως βιοτίτης, άστριοι, χαλαζίας. Συναντώνται είτε σε συμπαγείς μάζες (υελώδεις λάβες) είτε σε χαλαρά άστρωτα έως χαοτικά πυροκλαστικά υλικά ποικίλης κοκκομετρίας (επανεπεξεργασμένα τοφφικά υλικά). Η εξόρυξη των τελευταίων είναι πλέον συμφέρουσα, λόγω του ότι η παραλαβή τους δεν απαιτεί εκρηκτικά και κατασκευή βαθμίδων, ενώ έχει επίσης υψηλότερο βαθμό ενυδάτωσης και άρα διόγκωσης. Η διόγκωση φθάνει έως το 20-πλάσιο του αρχικού όγκου του περλίτη και πραγματοποιείται στο εργαστήριο η σε βιομηχανική κλίμακα στους 850-1100°C.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 9. Αναζήτηση κισσηρωδών και υελωδών τόφφων, πτωγών σε ηφαιστειακές βολίδες και άλλα κλαστικά υλικά για την αξιοποίησή τους σαν ποζζολανικό πρόσθετο στο τσιμέντο

Συνήθως αναζητούνται χαλαρά τοφφικά υλικά Πλειο-Πλειστοκαινικής ηλικίας, τα οποία εξορύσσονται χωρίς την χρήση εκρηκτικών σε μεγάλη κλίμακα. Η ανομοιογένεια του υλικού είναι δεδομένη, λόγω γενετικών δεδομένων, με αποτέλεσμα να ομογενοποιείται το υλικό πριν την χρήση του ως ποζζολανικό πρόσθετο στο τσιμέντο.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 10. Αναζήτηση εξαλλοιωμένων τόφφων-τοφφιδίων πτωχών σε ηφαιστειακές βολίδες και άλλα κλαστικά υλικά καθώς και λαβών για τον εντοπισμό μπεντονιτιωμένων και καολινιωμένων μαζών.

Όπως είναι γνωστό, τόσο οι άστριοι, όσο και η ηφαιστειακή ύελος εξαλλοιώνονται σε όξινες συνθήκες αποσάθρωσης ή υδροθερμικής δράσης δημιουργώντας αποθέσεις καολίνη με μορφή φλεβών, ασύμμετρων μαζών και φακών. Η παρουσία πυριγενών πετρωμάτων, αποσάθρωσης σε κατάλληλο κλίμα, ή μετα-ηφαιστειακής δράσης είναι καθοριστική για τον σχηματισμό του καολινίτη.

Αντίθετα, ο σμεκτίτης (μοντμοριλλονίτης) σχηματίζει κοιτάσματα σε παχιές σειρές τόφφων που έχουν υποστεί διαγένεση σε αλκαλικές συνθήκες (θαλάσσιες αποθέσεις ή αποθέσεις αλμυρής αλκαλικής λίμνης), με αποτέλεσμα το ηφαιστειακό γυαλί αλλά και μέρος οι το σύνολο των αστρίων να έχουν μετατραπεί σε σμεκτίτη.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 11. Αναζήτηση δολομιτικών μαζών υψηλής καθαρότητας για χρήση τους ως πρόσθετα στις ζωοτροφές και άλλες χρήσεις

Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες συναντώνται σε πολλές περιοχές της Ελλάδος, κυρίως σαν συστατικό Μεσοζωικών ανθρακικών πετρωμάτων. Εν τούτοις, η κατανάλωση εγχώριου δολομίτη είναι προς το παρόν ασήμαντη. Ο εντοπισμός δολομιτικών μαζών με μικρή περιεκτικότητα ανεπιθύμητων στοιχείων και σταθερή ποιότητα θα βοηθήσει σε σημαντικό βαθμό την ανάπτυξη των Βιομηχανικών Ορυκτών.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 12. Αναζήτηση Τριαδικής και Νεογενούς γύψου για χρήσεις στο τσιμέντο, στην παρασκευή γυψοσανίδων, καλουπιών, γύψου οικοδομών και ειδικών φύλλερς.

Εμφανίσεις Τριαδικής γύψου αναφέρονται σε διάφορες περιοχές της Κρήτης, της δυτικής Πελοποννήσου της Δ. Στερεάς-Ηπείρου και Ιονίων νήσων, μαζί με δολομιτικούς ασβεστόλιθους. Οι γύψοι αυτοί έχουν σημαντικό πάχος, είναι μικροκρυσταλλικοί, λευκοί-υπόλευκοι και γκρίζοι και συνήθως μεταπίπτουν στο βάθος σε ανυδρίτη. Σε μερικές από τις προαναφερόμενες περιοχές λειτουργούν ήδη λατομεία εξόρυξης γύψου αυτού του τύπου. Ο γύψος μεταπίπτει σε ανυδρίτη σε χαμηλότερα στρώματα

και γι' αυτό τον λόγο εξορύσσεται μίγμα γύψου/ανυδρίτη 90/10-80/20 για χρήσεις στο τσιμέντο, όπου μπαίνει σε ποσοστό 5% για την επιβράδυνση πήξης του.

Ο Νεογενής γύψος είναι σελενιτικού τύπου, διαυγής, σε μεγάλους κρυστάλλους και έχει περισσότερες εφαρμογές σαν λευκό φίλλερ, με υψηλότερη τιμή. Συνήθως όμως σχηματίζει μικρότερα κοιτάσματα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 13. Αναζήτηση πηγματιτών για τον εντοπισμό αστριο-χαλαζιακών κοιτασμάτων.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 14. Αναζήτηση χαλαζιτών σε ακολουθίες σχιστολιθικών πετρωμάτων.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 15. Αναζήτηση χαλαζιακής άμμου & χαλαζιακών κροκαλοπαγών μέτριας-υψηλής καθαρότητας για χρήσεις στην παραγωγή μονωτικών, ορισμένων πυριμάχων, γυαλιού και ρύθμιση του λόγου $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ του κλίνκερ τσιμέντου.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 16. Αναζήτηση ασβεστόλιθων χωρίς προσμίξεις πυριτικών ή άλλων ορυκτών και απουσία δολομίτη (μπορεί να είναι έως 2-3%) για την παραγωγή ασβέστου ή υδρασβέστου.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 17. Αναζήτηση κατάλληλων αργιλωδών στρωμάτων ικανού πάχους για την ανάπτυξη κεραμευτικών βιομηχανιών και βιομηχανιών παραγωγής μονωτικών, προσροφητικών και ελαφροβαρών υλικών..

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 18. Αντιολισθηρά αδρανή (σκληρά ηφαιστειακά πετρώματα ανδεσίτες, διαβάσες σε καλή κατάσταση-μη εξαλλοιωμένοι).

5η Άσκηση

Γεωλογική & κοιτασματολογική αναγνώριση για τον εντοπισμό Βιομηχανικών Ορυκτών & Πετρωμάτων (διατομίτες, άργιλοι κεραμευτικής, ποζζολανικοί τόφφοι) στα Νεογενή πετρώματα της νήσου Αίγινας

1. Εισαγωγή-σκοπός έρευνας

Στο Γεωλογικό τμήμα του ΠΑ ανατέθηκε από μεταλλευτική εταιρεία η γεωλογική και κοιτασματολογική αναγνώριση περιοχών του βόρειο-κεντρικού τμήματος της νήσου Αίγινας για τον εντοπισμό και ποιοτική-ποσοτική αξιολόγηση πετρωμάτων όπως διατομίτες, άργιλοι κεραμευτικής και ποζζολανικοί τόφφοι-σκληρές λάβες για την παραλαβή αντιολισθηρών αδρανών.

2. Μορφολογία-προσπέλαση

Ανάγλυφο, δασοκάλυψη, φυτοκάλυψη, δίκτυο δρόμων, λιμάνια κλπ.

3. Βιβλιογραφικά στοιχεία

Στην νήσο Αίγινα αναπτύσσονται Μεσοζωϊκά και Νεογενή-Τεταρτογενή πετρώματα (Διδακτορικό Λειβαδίτη, χάρτης του ΙΓΜΕ που περιέχει το βόρειο τμήμα του νησιού, εργασίες Σταματάκη, οδηγός εκδρομής του Τομέα Στρωματογραφίας-Παλιοντολογίας Γεωργιάδου-Δικαιούλια κ.ά., άλλες εργασίες).

Αναφέρεται η ύπαρξη ηφαιστειακών τόφφων και διατομιτών-αργίλλων στην περιοχή Μεσαγρού-Αγ. Θωμά-Αλωνες (βλ. χάρτη).

Οι ηφαιστειακοί τόφφοι έχουν καλύψει τα ιζήματα στην κορυφή του λόφου Αγ. Θωμά. Οι άργιλλοι εναλλάσσονται με τους διατομίτες σε παχιές σειρές. Εμφάνιση λαβών στα περιθώρια. Έντονα φαινόμενα εξαλλοιώσεων.

Ηλικία: Πλειόκαινο

Φάση απόθεσης λιμναία-αβαθούς θάλασσας για τα ιζήματα, αβαθής θάλασσα & χερσαία για τους τόφφους (ψαμμιτικοί-λεπτόκοκκοι, λαπιλιτικοί-χονδρόκοκκοι έως ηφαιστειακά λατυπο-κροκαλοπαγή).

4. Γεωλογική-Κοιτασματολογική αναγνώριση

Περιγραφή των σχηματισμών που συναντάμε, πάχη, τεκτονική κατάσταση, στρωματογραφική τοποθέτηση των διαφόρων σχηματισμών, ανάπτυξη στο χώρο, **χαρτογράφηση 1:5.000 (δεν θα γίνει σε αυτή την άσκηση)**, υπολογισμός πιθανών αποθεμάτων, επιλογή θέσης ανάπτυξης λατομείου/ορυχείου. Απόσταση αποθέσεων από λιμάνι με λιμενικές εγκαταστάσεις, σε αντίθετη περίπτωση πιθανή νέα θέση λιμενικών έργων.

5. Εργαστηριακές αναλύσεις#

Για την διαπίστωση της ποιότητας των διατομιτών, είναι απαραίτητη η μέτρηση της περιεκτικότητας σε SiO₂ κυρίως, αλλά με την μορφή του οπαλίου

(SiO₂·ηH₂O). Έτσι οι καλής ποιότητας διατομίτες έχουν περιεκτικότητα σε SiO₂ >90%, αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από κελύφη διατόμων και περιέχουν πολύ λίγες προσμίξεις. Τα υλικά αυτά βρίσκουν εφαρμογή στα φυσικά φίλτρα και δεν έχουν ανταγωνιστή.

Μέτριας-κακής ποιότητας διατομίτες βρίσκουν άλλες εφαρμογές, π.χ. οι αργιλώδεις διατομίτες χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ελαφροβαρών αδρανών και τούβλων καθώς και απορροφητικών κόκκων (βλ. επόμενες ασκήσεις).

Για τις αργίλους κεραμευτικής είναι απαραίτητη η συμμετοχή χλωρίτη-ιλλίτη και η απουσία ανθρακικών ορυκτών σε μεγάλη αναλογία.

Για τους τόφφους, η χρήση τους εξαρτάται από την περιεκτικότητά τους σε άμορφα συστατικά, όπως η ηφαιστειακή ύελος που συνήθως παρέχει αρκετό δραστικό πυρίτιο που σχετίζεται με τις υψηλές αντοχές του τσιμέντου.

6. Συμπεράσματα-Προτάσεις#

Που μπορεί να διατεθεί ο ποζολανικός τόφφος (κοντά), τι **ποιότητα#** είναι ο διατομίτης πως μπορεί να αξιοποιηθεί και που μπορεί να γίνει εργοστάσιο επεξεργασίας του για την παραγωγή δομικών, ελαφροβαρών στοιχείων, φίλτρων, πληρωτικών, κλπ.). Πού και πως μπορούν να αναπτυχθούν οι άργιλοι κεραμουργίας για την παραγωγή κεραμευτικών προϊόντων.

Είναι δυνατός ο προσδιορισμός των αποθεμάτων? Χρειάζονται εκσκαφές με προωθητήρα. Χρειάζεται γεωτρητικό πρόγραμμα και πού?

Η έκθεση θα λάβει υπ όψιν εργαστηριακά στοιχεία που θα πρέπει να γίνουν πριν την συγγραφή της τελικής μορφής της έκθεσης, βλ. παράγραφο 5. (π.χ. ορυκτολογικές, χημικές αναλύσεις στα δείγματα αναγνωριστικής φάσης). Για τεχνικούς λόγους, τα αποτελέσματα των ανωτέρω αναλύσεων θα γίνουν γνωστά στο ύπαιθρο.

(Ο γεωλογικός χάρτης θα δοθεί κατά τη διάρκεια της άσκησης)

6η & 7η Άσκηση

1. Κατασκευή ελαφροβαρών αδρανών (Lightweight Aggregates LWA) για χρήση στο ελαφρομετόν (Lightweight Concrete LWC), εδαφοτεχνικά έργα και γεωπονικές εφαρμογές

Τα ελαφροβαρή αδρανή που κυκλοφορούν στο εμπόριο, τόσο στην Ελλάδα, όσο και στο εξωτερικό έχουν καφέ-κόκκινο χρώμα, σφαιρικό σχήμα και διάμετρο έως 2 εκατοστά. Χρησιμοποιούνται για αισθητικούς σκοπούς σε παρτέρια και γλάστρες, στην ανθοκομία, αλλά κυρίως για την κατασκευή ελαφροβαρών αδρανών που βρίσκουν εφαρμογή σε εδαφοτεχνικά έργα και την κατασκευή μονωτικών δομικών αλλά και ελαφρομετόν για γέφυρες και άλλες κατασκευές που απαιτούν μικρό βάρος φέροντος οργανισμού (ταράτσες, διάδρομοι αεροδρομίων, πατώματα).

Για την κατασκευή τους χρησιμοποιείται μπεντονιτική άργιλος 90-92%, ιπτάμενη τέφρα 5% και πριονίδι ή μαζούτ 3-5%. Τόσο η άργιλος όσο και το πριονίδι εισάγονται βρεγμένα για ανάμειξη και στην συνέχεια μέσω συσκευής εξώθησης με πίεση (extruder) δημιουργείται εύπλαστο πρισματικό μόρφωμα (σαν μακαρόνι) που εισάγεται σε περιστρεφόμενο κλίβανο θερμοκρασίας 1100°C. Εκεί το μακαρόνι τεμαχίζεται σε μικρά κομμάτια. Αυτά με την περιστροφή παίρνουν σφαιρικό σχήμα και το πριονίδι/μαζούτ που περιέχουν καίγεται δημιουργώντας κενούς χώρους στα σφαιρίδια. Μετά πάροδο μερικών λεπτών, το υλικό διοχετεύεται στην έξοδο του κλιβάνου όπου ψύχεται και αποτίθεται σε σωρούς. Το φαινόμενο ειδικό βάρος του υλικού είναι 0.80-0.55 gr/cm³ και η αντοχή του κατάλληλη για τις συγκεκριμένες χρήσεις.

Για τις ανάγκες του πειράματος σε εργαστηριακή κλίμακα, χρησιμοποιούμε:

- α) **μπεντονιτική άργιλο 90-95%** προέλευσης Πτολεμαΐδας-Φλώρινας που περιέχει και **κελύφη διατόμων** (άμορφο πυρίτιο που λειώνει στις ανωτέρω θερμοκρασίες),
- β) **ιπτάμενη τέφρα 0-10%** προέλευσης Μεγαλόπολης.

Στο μίγμα προσθέτουμε γ1) **μαζούτ**, γ2) **λειοτριβημένο λιγνίτη**, ή γ3) **πριονίδι** 5-15%.

Με την προσθήκη νερού και την ανάμειξή του υλικού, κατασκευάζουμε σφαιρίδια διαμέτρου 1-2 εκατοστών. Στην συνέχεια τα τοποθετούμε σε **κλίβανο** θερμοκρασίας **1100°C** για μερικά λεπτά. Κατόπιν εξάγουμε τα σφαιρίδια από τον κλίβανο και τα τοποθετούμε σε ειδικά πορσελάνινα πιάτα να ψυχθούν.

Περιγράφουμε το **χρώμα και την υφή** τους. Καφε-κόκκινο χρώμα και η σχεδόν λεία εξωτερική επιφάνεια, χωρίς μικρο-ρωγματώσεις. Πολλές εταιρείες χρωματίζουν το υλικό πράσινο, λευκό για αισθητικούς λόγους και σε εφαρμογές κηπουρικής μόνον.

Για την μέτρηση της **θλιπτικής αντοχής** (compressive strength) απαιτείται η χρήση ειδικού οργάνου.

Μετρούμε το **φαινόμενο ειδικό βάρος** (apparent density) ως εξής. Ζυγίζουμε μια ομάδα σφαιριδίων και στην συνέχεια τα τοποθετούμε σε γυάλινο κύλινδρο 1 λίτρου. Υπολογίζουμε τον φαινόμενο όγκο τους και στην συνέχεια από τον τύπο $d=m/V$ το φαινόμενο ειδικό βάρος τους.

2. Εμπλουτισμός πτωγών καολινιτικών κοιτασμάτων με έκπλυση

Όπως είναι γνωστό, το κοίτασμα καολίνη εξαιρετικής ποιότητας της περιοχής Κορνουάλλης νότιας Αγγλίας (Cornwall China Clay) που είναι ένα από τα καλύτερα κοιτάσματα καολινίτη στον κόσμο, εκμεταλλεύεται μετά από έκπλυση (διοχέτευση νερού υπό πίεση) των γρανιτικών μαζών που φιλοξενούν το ορυκτό στις μικρο-ρωγμές τους.

Ο καολίνης με μορφή λευκού γαλακτώματος αιωρείται στο νερό που κυκλοφορεί με μορφή μικρών χειμάρρων στο πάτωμα του ορυχείου, συλλέγεται και καθιζάνει σε ειδικές δεξαμενές και στην συνέχεια υφίσταται εμπλουτισμό σε καολινίτη με αεροδιαχωρισμό.

Στην παρούσα άσκηση, σε αντιστοιχία με το κοίτασμα Cornwall, γίνεται προσπάθεια εμπλουτισμού του γνωστού καολινιτικού κοιτάσματος των Λευκογείων Δράμας. Ο καολίνης αυτός έχει σχηματισθεί κατά ανάλογο τρόπο, από **χημική αποσάθρωση γρανιτο-γενεσιακών** πετρωμάτων και δεν σχετίζεται με την δράση ηφαιστειακών ατμίδων, όπως στην περίπτωση της Μήλου-Κιμώλου και Μυτιλήνης. Στην τελευταία περίπτωση, λόγω της ύπαρξης λεπτόκοκκου θείου, αλουνίτη, οξειδίων-υδροξειδίων του σιδήρου και χριστοβαλίτη, είναι αδύνατος ο υδρομηχανικός εμπλουτισμός του καολίνης.

Χρησιμοποιούμε υδροβολέα για εκτόξευση νερού υπό πίεση πάνω σε κομμάτια από το καολινιτικό-γενεσιακό υλικό της Δράμας. Σαν αποτέλεσμα λαμβάνεται ένα **λευκό γαλακτόχρωμο αιώρημα** το οποίο αποχωρίζεται από τα βαρύτερα υλικά της παραγένεσης (άστριοι, χαλαζίας).

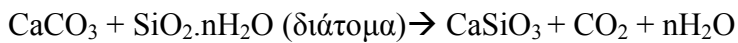
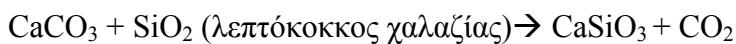
Στην συνέχεια τοποθετούμε το αιώρημα σε ξηραντήριο σε θερμοκρασία $<70^{\circ}\text{C}$ για μερικές ώρες. Αν το υλικό έχει καθιζήσει το διαχωρίζουμε, αλλιώς το αφήνουμε να εξατμισθεί η υδάτινη φάση εντελώς.

Για τον **έλεγχο της ποιότητας** του εμπλουτίσματος χρησιμοποιούμε αχάτινο γουδί για κονιοποίηση και στην συνέχεια τοποθέτηση μέρους της παραγόμενης πούδρας (1γραμμάριο) στην συσκευή περίθλασης **ακτίνων-X** για τον ορυκτολογικούς προσδιορισμούς.

Το υλικό που προκύπτει είναι **ανάμεικτο**, δηλαδή περιέχει καολινίτη, αλλά και ιλλίτη, σμεκτίτη, κλπ, επομένως μπορεί να αξιοποιηθεί ως **ball clays** και όχι ως china clays.

3. Παραγωγή συνθετικού βολλαστονίτη CaSiO₃ με την χρήση φυσικού μίγματος ορυκτών (ασβεστίτη και διατομίτη)

Είναι γνωστό από την βιβλιογραφία ότι συνθετικός βολλαστονίτης μπορεί να παραχθεί αν φρύξουμε ασβεστίτη και χαλαζιακά υλικά σε ορισμένη θερμοκρασία. Υπάρχουν πειραματικά στοιχεία για την παραγωγή αυτού του ορυκτού σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, υποκαθιστώντας τον χαλαζία με **άμορφο πυρίτιο** (διατομίτη).



Ο παραγόμενος με αυτή τη μέθοδο βολλαστονίτης δεν σχηματίζει μακριές ίνες και έτσι χρησιμοποιείται κυρίως στην μεταλλουργία.

Στην περιοχή της κεντρικής Ζακύνθου έχει εντοπισθεί παχύ στρώμα **«ακάθαρτου» διατομίτη** που είναι **πλούσιος σε μικρο-κοκκώδες ανθρακικό ασβέστιο (κελύφη τρηματοφόρων και κόκκοι ασβεστίτη)** και έχει λευκό χρώμα (απουσία σιδήρου). Το υλικό αυτό κρίνεται **κατάλληλο** για την συνθετική παραγωγή CaSiO₃

Για τον σκοπό αυτό, τοποθετείται λεπτο-αλεσμένο διατομιτικό υλικό σε μικρά κάψες πορσελάνης και στην συνέχεια σε κλίβανο θερμοκρασίας 1100°C για 15 λεπτά. Έχει προηγηθεί χημική ανάλυση για την διαπίστωση της αρχικής αναλογίας ασβεστίου πυριτίου στο δείγμα. Σε περίπτωση που το δείγμα είναι πτωχότερο σε ασβέστιο ή πυρίτιο, προσθέτουμε την ανάλογη ποσότητα ασβεστίτη ή χαλαζία αντίστοιχα. Η ιδανική αναλογία όπως προκύπτει από τον τύπο του CaSiO₃ είναι: **42,5% CaO και 57,5% SiO₂**

Τα μοριακά βάρη των πρώτων υλών είναι: **CaO = 40, SiO₂ = 76, CO₂ = 44, CaCO₃ = 100, CaSiO₃ = 132**

Όπως προκύπτει από την ορυκτολογική ανάλυση του παραγόμενου συνθετικού υλικού, αυτό αποτελείται κυρίως από βολλαστονίτη, αλλά και λίγο χριστοβαλίτη, ένδειξη περίσσειας πυριτίου. Για την αποφυγή σχηματισμών ανεπιθύμητων ορυ-

κτών όπως χριστοβαλίτη, τριδυμίτη (πολύμορφα του SiO_2) ή ελευθέρας άσβεστου (CaO), θα πρέπει με έχει προηγηθεί χημική ανάλυση και ρύθμιση του εισαγόμενου στον φούρνο μίγματος.

4. Θραύση, ξήρανση & κονιοποίηση δειγμάτων. Εξαγωγή αντιπροσωπευτικού δείγματος για αναλύσεις και έλεγχο ποιότητας

Δείγματα που έχουν συλλεχθεί σε προηγούμενες ασκήσεις υφίστανται την ως άνω κατεργασία. Η θραύση πραγματοποιείται σε αχάτινο γουδί, αν είναι μικρής ποσότητας, ή σε σπαστήρα με στελέχη βολφραμίου για μεγαλύτερα δείγματα. Η ξήρανση πραγματοποιείται σε ξηραντήρα σε θερμοκρασίες <80 °C. Το αντιπροσωπευτικό δείγμα εξάγεται με την μέθοδο των αντίθετων τεταρτημορίων από ένα κωνικό σωρό κονιοποιημένου υλικού που έχει ισοπεδωθεί σε μορφή πίττας. Τα δύο αντίθετα τεταρτημόρια θεωρούνται ως αντιπροσωπευτικά του όλου δείγματος.

5. Διόγκωση τεμαχιδίων περλίτη και φυλλαρίων βερμικουλίτη

Όπως είναι γνωστό ο περλίτης (μια μορφή ενυδατωμένης ηφαιστειακής υέλου) και ο βερμικουλίτης (τύπος μαρμαρυγία) επιδέχονται διόγκωση μετά από απότομη πύρωση για λίγα δευτερόλεπτα ή λεπτά σε θερμοκρασίες 850-1150 °C.

Αν ή διαδικασία πραγματοποιηθεί με αργή αύξηση της θερμοκρασίας παραλαμβάνεται στην πρώτη περίπτωση πυριτικό τήγμα, ενώ στην δεύτερη δεν έχουμε φαινόμενα διόγκωσης. Επομένως καθοριστικός παράγοντας για την διόγκωση είναι η **απότομη αύξηση της θερμοκρασίας επίδρασης**.

Για τους σκοπούς της άσκησης, εισάγεται σε κλίβανο με τις ως άνω θερμοκρασίες σειρά από κάψες που περιέχουν τεμαχίδια περλίτη από την Μήλο και φυλλάρια βερμικουλίτη προέλευσης Αυστραλίας.

Με αργή πύρωση τα υλικά δεν αντιδρούν, ενώ τοποθετούμενα απότομα στις ως άνω θερμοκρασίες έχουμε εντυπωσιακά αποτελέσματα διόγκωσης.

Ειδικά ο περλίτης Μήλου απαιτεί θερμοκρασία περί τους 1150 °C και κατεργασία για 5-10 δευτερόλεπτα. Τα τεμαχίδια του γκρι φυσικού περλίτη της Μήλου μετατρέπονται σε λευκές ασύμμετρες μάζες μεγαλύτερου όγκου. Διογκώνονται μεγάλα & μικρά θραύσματα περλίτη, ανάλογα με την επιθυμητή κοκκομετρία του προϊόντος.

Ο συγκεκριμένος βερμικουλίτης της Νότιας Αφρικής (χονδρόκοκκος) και της Αυστραλίας (λεπτόκοκκος) διογκώνονται καλύτερα σε θερμοκρασίες >850 και 1030 °C αντίστοιχα και πύρωση για 1-2λεπτά. Ο βερμικουλίτης από σκούρος καστανός και λεπτο-φυλλώδης μετατρέπεται σε υποκίτρινο-ανοικτό καφέ συσσωμάτωμα διογκωμένων κρυσταλλιδίων με μορφή ανοιγμένου ακορντεόν ή σκουληκιού.

8^η & 9^η Άσκηση

Μακροσκοπικός προσδιορισμός και περιγραφή βιομηχανικών ορυκτών & πετρωμάτων.

Κατανόηση της χρήσης αναλυτικών εργαστηριακών μεθόδων για τον ακριβή χαρακτηρισμό των βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων.

Περιπτώσεις μελέτης (study cases):

- Ζεόλιθοι
- Διατομίτες
- Βιομηχανικές Άργιλοι (καολίνης-china clay, μπεντονίτης, ball clays, σηπιόλιθος, άργιλοι κεραμευτικής, διογκούμενες άργιλοι)
- Περλίτης
- Μαγνησίτης
- Χουντίτης-Υδρομαγνησίτης
- Λευκά πληρωτικά (φίλλερ)
- Βωξίτης για την παραγωγή πυριμάχων
- Ποζολάνες τσιμέντου
- Βερμικουλίτης
- Βορικά άλατα
- Τρόνα-σελεστίνης
- Γύψος-ανυδρίτης
- Βολλαστονίτης - Γρανάτες