

Υπό

Κ.Ι. ΣΑΚΠΑΖΗΣ \* - Γ.Ε. ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ \*

ΕΥΡΩΠΗ

Μελετήθηκαν οι γεωλογικές συνθήκες στην ευρεία περιοχή των λατομείων αβράων υλικών της Κολοράδας και έγινε αντιπροσωπευτική δειγματοληψία από τα τέσσερα ενεργά λατομεία.

Στα δειγματοληφθέντα δειγμάτια προσδιορίσθηκε η ορυκτολογική σύσταση, του σχήματος ψφιδίων, των φυσικών, μηχανικών και χημικών ιδιοτήτων, καθώς και της αντοχολογικότητας.

Με τη βοήθεια της ορυκτολογικής και χημικής ανάλυσης μελετήθηκε η χημική συμβατότητα μεταξύ των μελετηθέντων αβράων και του σιμάντου με υψηλή πρακτικότητα σε αβράκια τύπου Portland.

Η έρευνα αποκάλυψε τον υψηλό βαθμό καταλληλότητας του υλικού των τεσσάρων ενεργών λατομείων της περιοχής.

Από την ανάλυση των διαφορών φυσικο-μηχανικο-αντοχολογικών ιδιοτήτων τους, προέκυψαν αξιολογικές σχέσεις και συμπεράσματα.

#### SUMMARY

The engineering geological conditions were studied and representative sampling was carried out in the four active aggregates quarries which exist in the wider area of Kalamata. The samples were subjected in various tests and examinations in order to investigate their geotechnical properties, with respect to their suitability as Portland cement concrete aggregates. The determinations mainly consist of their geological, petrographical and technological characteristics.

Among the tests performed, were physical properties tests, shape indices tests, mechanical and chemical properties tests, as well as weathering simulation tests. In addition, the mineralogical analysis predicts the chemical compatibility between the studied aggregates and Portland cement.

Finally the research reveals, the degree of suitability of each quarry rock, as well as their expected behaviour. Furthermore, some correlations among their physical, mechanical and soundness properties are included.

#### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κατασκευαστικοί σκοποί της Κολοράδας, τον Σεπτέμβριο του 1986, δημιούργησαν την ανάγκη της ανακοδόμησης της πόλης. Όλα τα νέα κτίρια και τα διάφορα τεχνικά έργα, θα πρέπει να ανθίσκονται την υψηλή δυναμική καταπόνηση λόγω της έντονης σεισμικότητας της περιοχής. Συνεπώς, οι απαιτήσεις για την παραγωγή υψηλής ποιότητας αντοχολογικά κλιβιστών, με τη χρήση τους, την χρήση αβράων υλικών υψηλής σχετικά ποιότητας πρωτογενούς σημασίας, επιβάλλονται την ανάγκη της πλήρους διερεύνησης των ιδιοτήτων των επί χημιζοποιημένων αβράων υλικών, καθώς και τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς και καταλληλότητας τους.

Οι ανάγκες σε αβράων υλικών για ανακοδόμηση της πόλης, καλύπτονται σχεδόν αποκλειστικά από 4 λατομεία που λειτουργούν στην ευρεία περιοχή: δύο στην περιοχή Χαϊτίνα βόρεια της Κολοράδας (λατομεία "Παλαμάρα" και "Κόρτουνα"), ένα Β.ΒΑ. της πόλης σε απόσταση περίπου 4 χμ. (λατομείο "Μπάνα") και ένα στην περιοχή Κασταρού, 30 περίπου χμ. βόρεια της πόλης (λατομείο "Ντερού").

Σε καθ' ένα από τα λατομεία αυτά έγινε δειγματοληψία που περιέλαβε δύο δείγματα του παραγόμενου υλικού: α) το μετρίκινο (μικρός ομαρός) διαμέτρου  $\phi < 5$  mm, και β) το χονδρόκομο (χελιδνί) διαμέτρου  $\phi > 10$  mm. Ειδικότερα επίσης ληφθήκατε πεδύματα μεγέθους περίπου 15 x 20 x 20 cm.

Σε όλα τα υλικά αυτά έγινε προσδιορισμός χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων με σκοπό να διερευνηθεί ο βαθμός καταλληλότητας τους.

#### 2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η ευρύτερη περιοχή των μελετηθέντων λατομείων, ανήκει στην γεωτεκτονική ζώνη Τριπόλεως. Στο γεωλογικό γόφυρο, οι εφάρμοσις των πετρωμάτων, καθώς και οι όψεις των λατομείων.

Το βασικό χαρακτηριστικό της περιοχής, είναι ότι από το Τριπόλεως μέχρι και το Νότιο ηπειρωτικό συνεχές ηπειρωτικό, εξημετάχωση με ασβεστολίθους και δολομίτες. Η περιοχή διολισθαίνει από αυτό το δόλωμα αποτελείται από ριχά βόρεια βάθους της τάξης των 10 - 200 μ., όπου ανατολιζονται ανθεκτικά κλιμακωτά, συνολικού πάχους μέχρι 1500 μ., της οποίας ο πυθμένας βαθιάζει συνεχώς με την εξημετάχωση, ώστε να διατεθεί το σταθερό βάθος της ριχάς δολομάτας.

Το προσεχικό υπόβαθρο αποτελεί η φυλλοκλιμακωτή - χαλαστική σειρά που συνίσταται από κλιθόβροχοπέτριμα κρυσταλλοποιημένα πετρώματα σχιστολίθων, μοριόρων και φυλλικών, καθώς και από μη μεταμορφωμένα πετρώματα Τυρού, Ανθρακινών εντρώσεων και χαλαστών.

Βόρεια και ανατολικά της περιοχής ενδιαφέροντος και εκτός αυτής, εμφανίζονται τα πετρώματα της επιπέδου σειράς της ζώνης της Πίνδου. Η απόδοση αυτή έλαβε χώρα κατά το Νότιο ηπειρωτικό.

Τα κυριότερα πετρώματα της ζώνης Τριπόλεως που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος, από τα παλαιότερα προς τα νεότερα είναι τα ακόλουθα:

α) Ανακλιότερα, ή ραβδόμορα, κρυσταλλικά, μεσαίο έως παχυτροματώδη, βολαικινικά ασβεστολίθου του Ιουρατικού. Στα ανώτερα στρώματα παρουσιάζονται ενδοκλιμακωτά λατομοποιήσιμα ασβεστολίθου πάχους 250 μ. περίπου.

β) Ανακλιότερα, μεσαίο έως παχυτροματώδη ασβεστολίθου και δολομιτικό ασβεστολίθου, με μέγιστη ανθεκτικότητα και ενδοκλιμακωτά λατομοποιήσιμα στους κατώτερους ορίζοντες, ηλικίας Κρητικού και παγκόσμιου 700 μ. περίπου.

γ) Τεταρτ. ελαιοειδών, μεσοτροματώδη, μερικά φορές βολαικινικά ασβεστολίθου του Εοκαίου - ανώτερου Νότιου, πάχους 80 - 150 μ..

δ) Φλύκας αποτελούμενες από ανακλιμακωτά μαργίλ, γλιμπίτων με ενδοκλιμακωτά ή κοιλιά ανάστροφα βελ και ηχοκαλοκτόν, ηλικίας ανώτερου Νότιου - Ολυγαίου, πάχους περίπου 450 μ., και

ε) Νεογενείς και τεταρτογενείς αποδόσεις.

Τα τρία από τα τέσσερα λατομεία βρίσκονται στους κρητιδικούς ασβεστολίθους και το λατομείο Ντερού σε ηχοκαλοκτόν.

#### 3. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΑΦΟΝΤΑΞΕΩΣ

Λεπτομερής εξέταση των μετρήσιμων των λατομικών χώρων, σύμφωνα με το σχέδιο περιγραφής της Επιστημονικής Χαρτογράφησης της Διαβόνης Ένωσης Τεχνικής Γεωλογίας (Γ.Α.Ε.Ε., Αθην. 1972), και την ταξινόμηση των ενδοκλιμακωτών πετρωμάτων των Κ.Σακπαζή - Ι.Κουμαντάκη, 1996, σύμφωνα στις ακόλουθες τεχνικογεωλογικές περιγραφές των εραφοντάξεων:

##### Α. Λατομείο "Παλαμάρα"

Το λατομείο αυτό εκμεταλλεύεται τον Κρητιδικό Ασβεστολίθου (β), ο οποίος εμφανίζεται με το εδάφους χαρακτηριστικά: "Ανακλιμακωτά, μεσαίο έως παχυτροματώδη, βολαικινικά, μεσαίο έως παχυτροματώδη, με μέγιστη ανθεκτικότητα, τριών κυρίων ομάδων, προσανατολιζόμενα: α) Β70 - 850/75 - 85 ΝΑ, β) Β84 - 89 Α/0 - 15 ΝΑ και γ) Β40 - 60Α/79 - 85 ΝΑ, μέτρου έως μεγάλου μήκους (χόνους, συντελεστού τραχύτητας διακλάσεων 2 - 4) μέτρου ανοίγματος, μη πληρωμένες ή κατά θέσεις πληρωμένες με ασβεστολιτικό υλικό πλήρους διακλάσεις, Υγιείς, ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ, Ισχυρής έως πολύ ισχυρής αντοχής".

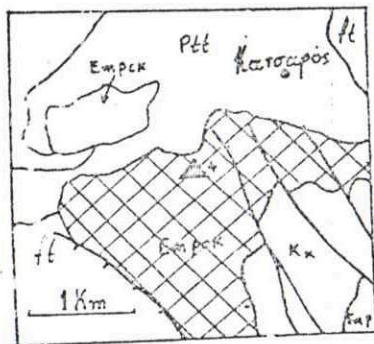
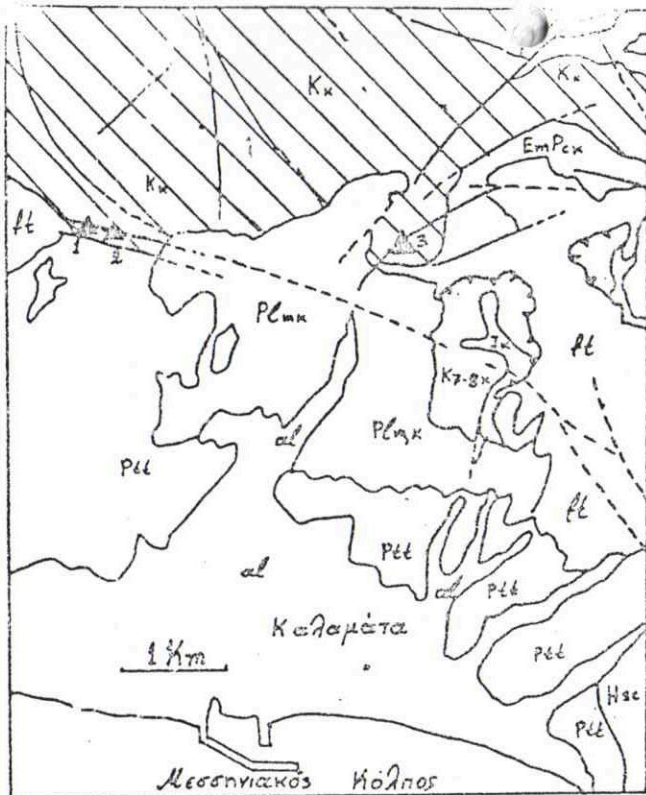
##### Β. Λατομείο "Κόρτουνα"



Το λατομείο αυτό εκμεταλλεύεται τον ίδιο γεωλογικό σχηματισμό όπως το προηγούμενο, και εμφανίζεται με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: "Γκρί έως κατά θέσεις κατασπινδύριζες, μεσοκλιμακωτό έως μεσοκλιμακωτό, μεσαίο έως παχυτροματώδη, με μέγιστη ανθεκτικότητα, τριών κυρίων ομάδων, προσανατολιζόμενα: α) Β40 - 55Α/75 - 85 ΝΑ, β) Β55 - 70Α/58 - 78 ΝΟ και γ) Β60 - 89Α/5 - 15 ΝΑ, μεγάλου μήκους (χόνους, συντελεστού τραχύτητας διακλάσεων 2 - 4) μέτρου ανοίγματος, μη πληρωμένες ή κατά θέσεις πληρωμένες με ασβεστολιτικό υλικό διακλάσεις, Υγιείς, ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ, Ισχυρής έως πολύ ισχυρής αντοχής".

##### Γ. Λατομείο "Μπάνα"

Το λατομείο "Μπάνα" εκμεταλλεύεται επίσης τον Κρητιδικό Ασβεστολίθου (β), ο οποίος εμφανίζεται με το εδάφους χαρακτηριστικά: "Γκρί έως κατά θέσεις κατασπινδύριζες, μεσοκλιμακωτό έως μεσοκλιμακωτό, μεσαίο έως παχυτροματώδη, με μέγιστη ανθεκτικότητα, τριών κυρίων ομάδων, προσανατολιζόμενα: α) Β77-82Α/7-12ΝΑ, β) Β5-15Α/77-82ΝΑ και γ) Β51-89Α/70-80ΝΑ, μεγάλου μήκους (χόνους, συντελεστού τραχύτητας διακλάσεων 2-4) μέτρου ανοίγματος, μη πληρωμένες ή κατά θέσεις πληρωμένες με ασβεστολιτικό υλικό διακλάσεις, Υγιείς, ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ, Ισχυρής αντοχής".

\* Τμήμα Γεωλογικών Επιστημών, Σ.Π.Π.Π.Π.Π., Τμήμα 40, Αθήνα.



 Εκμεταλλεύμενος Ασβεστόλιθος (β).
  Εκμεταλλεύμενος Ασβεστόλιθος (γ).

1 = Σέλι, 2 = Παλαιόσα, 3 = Μάρκο, 4 = Ντέρου.

Σημειώσεις: Γεωγραφικός χάρτης της Επαρχίας Καλαμάτας, από τον Γεωγνώστη Λέοντα Τσιλιπιδάκη, 1957.

#### δ. Λατομείο "Ντέρου"

Το λατομείο αυτό εκμεταλλεύεται τον ανυ - Ηικαινικό Ασβεστόλιθο (γ), ο οποίος εμφανίζει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

"Ανοικτός γκρι έως γκριζόλευκος, λεπτόκοκκος, λεπτο- έως κυρίως Μεσοστρωματώδης, με μέγιστο έως κατά θέσεις πυκνής πυκνότητας διακλάσεις, τριών κυρίως ομάδων: α) B21 - 30A/76 - 87 ΝΑ, β) B73-86A/79 - 88ΝΔ, και γ) B39 - 56A/46 - 55 ΝΑ, μεγάλου έως πολύ μεγάλου μήκους ίχνους, συντελεστή τραχύτητας διακλάσεων: 0 - 4, μέτριο ανοίγματος, κατά θέσεις πληρωμένες με ασβεστίτη διακλάσεις, Υγιείς, Δολομιτιζωμένοι ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ, Ισχυρής αντοχής.

#### 4. ΕΓΓΡΑΦΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ

Το χονδρόκοκκο δείγμα από κάθε λατομείο κοκκινίστηκε, (χρησιμοποιώντας πρώτα κόκκινα Α.Σ.Τ.Μ. με τετράγωνα βρόγχους μεγέθους 10 mm έως 14 mm) και επί των κλασμάτων που προέκυψαν εκτελέστηκαν οι παρακάτω εγγραφήριες δοκιμές.

1. Το λεπτόκοκκο κλάσμα χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση των δοκιμών της χημικής σύνθεσης μεταξύ αυτού και του σιμέντου τύπου Portland.
2. Στα χονδρόκοκκα αδρανή υλικά έγιναν διάφορες δοκιμές για τον προσδιορισμό: ορυκτολογικής σύστασης, ιστού, υψός, φυσικών μηχανικών και χημικών ιδιοτήτων, επιφανειακής καθαρότητας, δεικτών μαρμής, και απεσβεστωσιμότητας. Κάθε δοκιμή εκτελέστηκε τρεις φορές και υπολογίστηκε η μέση τιμή τους.

#### 4.1. ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ - ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ

##### Α. Λατομείο "Παλαιόσα"

Το πέτρωμα αποτελείται κυρίως από ασβεστίτη (99%) και πολύ λίγο χαλαζίτη (1%). Αναγνωρίστηκαν επίσης στο πολιτικό μικροκόσμο ελαχιστάτα κρύσταλλοι θειοσίδηρου, θωλοστονίτη (CaSiO<sub>3</sub>) και οξειδίου του σιδήρου. Οι ασβεστίτικοί κόκκοι είναι γωνιώδεις και έχουν λεπτόκοκκο έως μεσοκόκκο μέγεθος, 40 έως 200 μικρά. (εικ. 1,2). Παρατηρούνται επίσης πολλές φορές μεταξύ των μεγαλύτερων ορυκτών κόκκων, πολύ λεπτόκοκκοι μικροκρικοί ορυκτοί κόκκοι, μεγέθους έως 5 μικρά, που δρούν σαν συνδετικό υλικό.

Ο ιστός του πετρώματος είναι κοκκώδης, η υφή του συμπυκνής και χαρακτηρίζεται ως "ΔΙΑΜΙΚΡΙΤΗΣ" (κατά R.L.Folk).

##### Β. Λατομείο "Κάρτουνα"

Ο ασβεστίτης είναι οχεδόν το αποκλειστικό ορυκτό που συνιστά το πέτρωμα (περιεκτικότητα μεγαλύτερη του 99,5 %). Παρατηρήθηκαν επίσης ελάχιστα πολύ μικροί κρύσταλλοι χαλαζίτη (περιεκτικότητα περίπου 0,25 %) και πολύ σπάνια ελάχιστα κρύσταλλοι θειοσίδηρου, θωλοστονίτη (CaSiO<sub>3</sub>) και οξειδίου του σιδήρου.

Οι ασβεστίτικοι ορυκτοί κόκκοι έχουν γωνιώδες σχήμα και κυμαίνονται σε μέγεθος από 60 έως 500 μικρά (εικ. 1,2). Επίσης παρατηρούνται σε μικρή αναλογία, 5 έως 8 %, πολύ μικροκρυσταλλικοί μικροκρικοί κόκκοι ασβεστίτη μεγέθους έως 4 μικρά, οι οποίοι παρεμβάλλονται μεταξύ των αδρών κόκκων και δρούν σαν συνδετικό υλικό.

Ο ιστός του πετρώματος είναι μεσοκοκκώδης, η υφή συμπυκνής, και χαρακτηρίζεται ως "ΔΙΑΜΙΚΡΙΤΗΣ" (κατά R.L.Folk).

##### Γ. Λατομείο "Μάρκο"

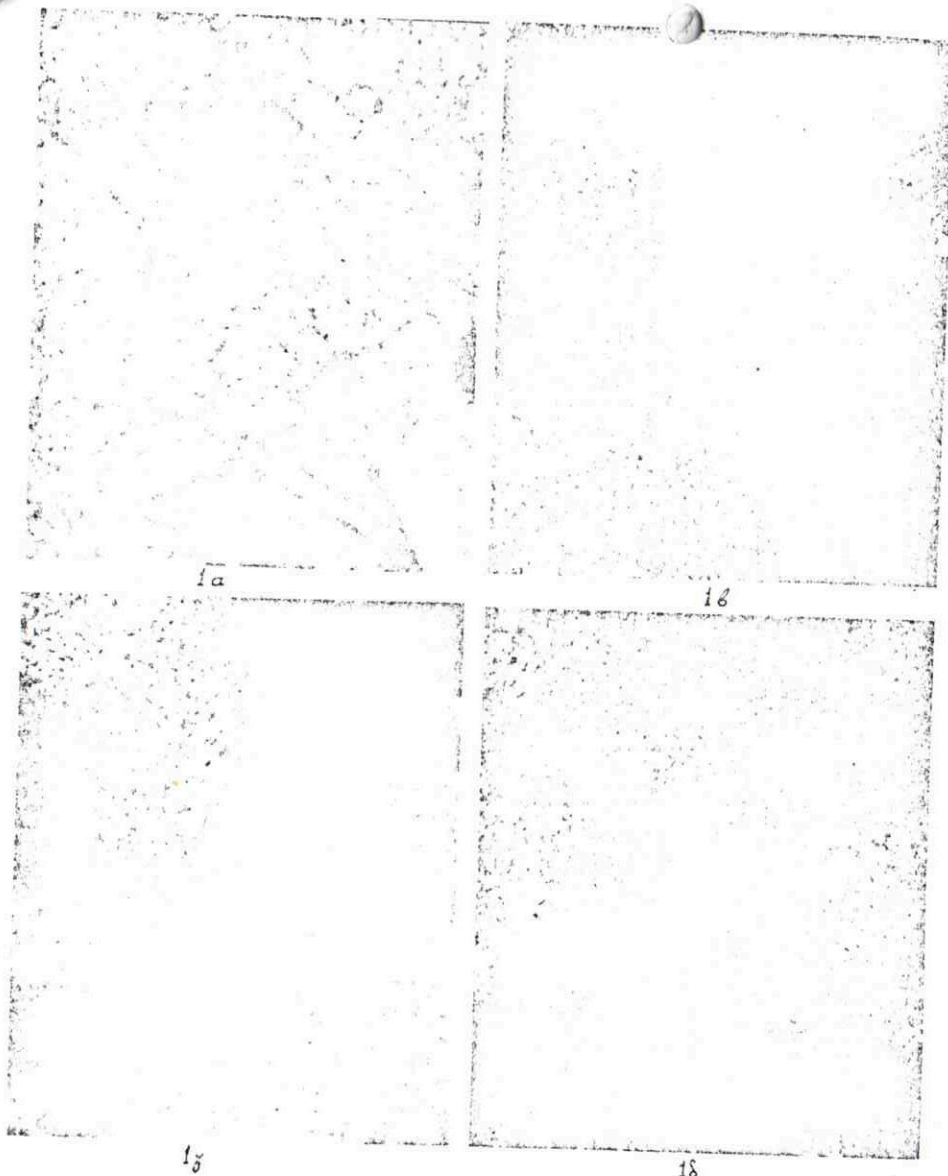
Ο ασβεστίτης είναι το κύριο ορυκτό του πετρώματος (98%), ενώ ο χαλαζίτης σπάνια σε περιεκτικότητα (ση με 2 %). Οι ασβεστίτικοι ορυκτοί κόκκοι έχουν υπογωνιώδες έως γωνιώδες σχήμα και το μέγεθός τους κυμαίνεται από 50 έως 400 μικρά περίπου. Μεταξύ των ορυκτών αυτών κόκκων πολλές φορές παρεμβάλλεται πολύ λεπτόκοκκοι σπαρτικό συνδετικό υλικό, μεγέθους κόκκων από 5 έως 20 περίπου μικρά (εικ. 1,γ).

Επίσης παρατηρούνται σπαιρά καταμετρήσιμα λεπτά φλεβίδια πληρωμένα με ασβεστίτικο υλικό με πάχος που δεν ξεπερνά το 50 μικρά. Η απόθεση του ασβεστίτη σε αυτά τα φλεβίδια έγινε δευτερογενώς με εναποθετική βρόση του σκληρού νερού.

Ο ιστός του πετρώματος είναι κοκκώδης (λεπτο- έως μεσοκρυσταλλικός), η υφή του συμπυκνής, και χαρακτηρίζεται ως ΔΙΑΣΠΗΡΙΤΗΣ (ΚΑΤΑ R.L.FOLK).

##### δ. Λατομείο "Ντέρου"

Ο ασβεστίτης σπάνια σε περιεκτικότητα 94%. Ο δολομίτης παρουσιάζεται με μορφή ολαεβρίκων έως υποεβρίκων κρυστάλλων, σε περιεκτικότητα 5 - 6 %. Χαλαζίτης εμφανίζεται σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση, περίπου 0,5 %. Επίσης παρατηρούνται αλλοχηρικά βρωσμάτια σπαιρών (μεγέθους 30 έως 300 μικρά), που σχηματίζουν τον σκελετό του πετρώματος, τα οποία συνδέονται, ή τις περισσότερες φορές "πλέουν", μέσα σε μικροκρικό, ορθοχημικό, συνδετικό υλικό.



Εικ. (1). Φωτομικρογράφημα των Ασβεστολιθών, στα λατομεία: 1α Παλαμάρα, 1β Κάρτουνα, 1γ Μπάκα και 1δ Ντέρου. Μεγέθυνση x 160. (με Crossed Nicols).  
 Plate (1). Photomicrograph of Limestones, in Palanaras (1a), Kartsonas (1b), Mpakas (1γ) and Nteros (1δ). Quarry Magnification x 160. (w Nicols).

Το ποσοστό των ελασματοειδών θραυσμάτων ανέρχεται περίπου σε 20 %. Παρατηρήθηκαν επίσης φλεβίδια που διατρέχουν, με διάμετρο περίπου την μισή του πετρώματος πληρωμένα με ασβεστίτικο υλικό.  
 Ο υαλός του πετρώματος είναι λευτοκόκκωδης, η υφή του συμπαγής, και χαρακτηρίζεται ως "ΔΙΑΣΚΟΡΩΣΙΜΕΝΟΣ ΕΠΙΧΩΡΙΣΜΟΣ", κατά R.L. Folk.

4.2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι φυσικές ιδιότητες των δειγμάτων αβράνων υλικών των 4 λατομείων, που προσδιορίστηκαν σύμφωνα με τις διεθνώς αποδεκτές προδιαγραφές είναι οι εξής:

- 1. Επρή φαινόμενη πυκνότητα,  $\rho_a$  (gr/cm<sup>3</sup>)
- 2. Κορεσμένη φαινόμενη πυκνότητα,  $\rho_{sat}$  (gr/cm<sup>3</sup>)
- 3. Απορροφητικότητα Νερού κατά Δόρος, A.N.B. (%)
- 4. Απορροφητικότητα Νερού κατ' Όγκο, A.N.O. (%)
- 5. Πυκνότητα Ορυκτών Κόκκων,  $\rho_o$  (gr/cm<sup>3</sup>)
- 6. Ολική πορώδης,  $n$  (%)
- 7. Ανακτό πορώδης,  $n_{acc}$  (%)
- 8. Λόγος κενών,  $e$  (%)
- 9. Βαθμός Κορεσμού, Sr (%)
- 10. Δείκτης Ταχείας Απορρόφησης Νερού ή Δείκτης Ηαζορί,  $I_{ca}$  (%)

Προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες τιμές:

Ιδιότητα	Λατομείο				Ιδιότητα	Λατομείο			
	Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μπάκα	Ντέρου		Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μπάκα	Ντέρου
$\rho_a$ (gr/cm <sup>3</sup> )	2.674	2.648	2.688	2.768	$n$ (%)	1.630	2.328	0.006	1.104
$\rho_{sat}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	2.689	2.670	2.695	2.778	$n_{acc}$ (%)	1.507	2.200	0.728	1.003
A.N.B. (%)	0.564	0.830	0.269	0.362	$e$ (%)	1.657	2.383	0.813	1.115
A.N.O. (%)	1.533	2.250	0.729	1.013	Sr (%)	92.46	94.50	90.3	96.83
$\rho_o$ (gr/cm <sup>3</sup> )	2.7183	2.7108	2.7098	2.7585	$I_{ca}$ (%)	0.472	0.621	0.188	0.229

4.3. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι ιδιότητες αυτές καθορίζουν τη μηχανική συμπεριφορά των αβράνων υλικών, κάτω από συνθήκες στατικής ή δυναμικής καταπόνησής τους. Εγιναν δοκιμές για τον προσδιορισμό:

- α) του Δείκτη Συντριβής Αβράνων (Δ.Σ.Α.), που δίνει την εικόνα της συμπεριφοράς σε συνθήκες στατικής καταπόνησης.
- β) του Δείκτη Αντοχής σε Πρόσκρουση Αβράνων (Δ.Α.Π.Α.) ο οποίος απεικονίζει τη συμπεριφορά των Α.Υ. σε συνθήκες δυναμικής καταπόνησης.
- γ) του Δείκτη Συντριβής Λεπτοκόκκου 10% Αβράνων (Δ.Σ.Λ.10% Α.) (Ειδική Δοκιμή για χαμηλή ποιότητας και αντοχής Α.Υ.).
- δ) της αντοχής των αβράνων σε τριβή και κρούση κατά Los Angeles (L.A.).
- ε) της Αντοχής του αέρασιου πετρώματος σε Ανεμώδιστη Βλυσή, σε Επρή (ep) και κορεσμένη (osat) κατάσταση, στ) του Δείκτη Φθοράς σε Απότριψη Αβράνων (Δ.Φ.Α.Α.), ο οποίος εΐδει την εικόνα της αντοχής των ψηφίδων στην φθοροποιό δράση της απότριψης.

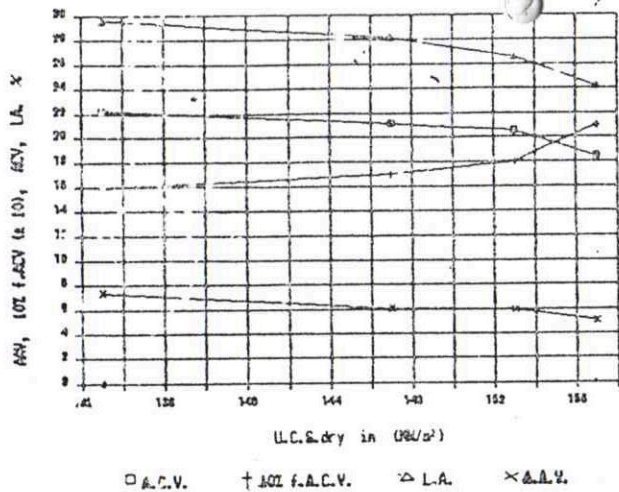
Οι δοκιμές α, β και γ εκτελέστηκαν σε Α.Υ. μεγέθους 10 - 14 mm, η δοκιμή στ σε Α.Υ. μεγέθους 14 - 20 mm, η δοκιμή δ σε Α.Υ. διαβάθμισης C, και η δοκιμή ε σε κυλίνδρους διαμέτρου 52 mm και μήκους 104 mm, σύμφωνα με τις προδιαγραφές: B.S.:812:Part 3:1975, A.S.T.M.: Designation: C 131, και I.S.R.M. (1981), αντίστοιχα. Προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες τιμές:

Ιδιότητα	Λατομείο				Ιδιότητα	Λατομείο			
	Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μπάκα	Ντέρου		Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μπάκα	Ντέρου
Δ.Σ.Α. (%)	18.4	21.2	22.3	20.6	$\sigma_c$ (MN/m <sup>2</sup> )	157	147	133	153
Δ.Α.Π.Α. (%)	18.9	23.6	24.2	25.1	$\sigma_{sat}$ (MN/m <sup>2</sup> )	143	129	127	144
Δ.Σ.Λ.10% Α. (%)	210	170	160	180	Δ.Φ.Α.Α. (%)	5.1	6.1	7.4	6.0
L.A. (%)	24.2	28.2	29.6	26.6					

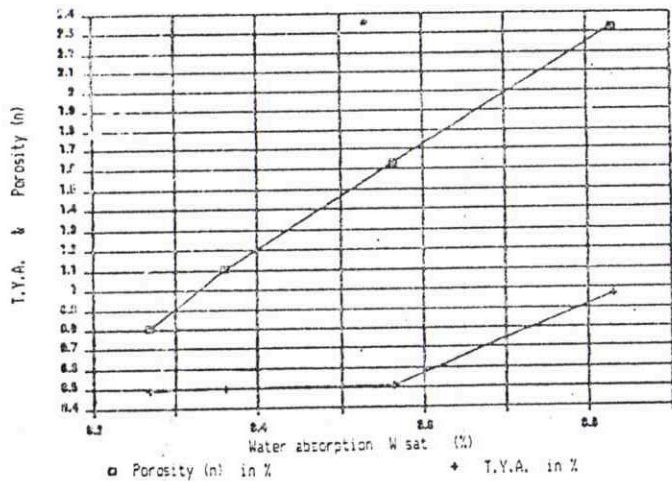
Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, καθώς και από το σχήμα (2), οι μηχανικές ιδιότητες, Δ.Σ.Α. και Δ.Σ.Λ.10% Α., όλων των μελετηθέντων αβράνων των 4 λατομείων, δείχνουν μία συνεπή συμφώνη με την αντοχή του υλικού του πετρώματος. Παρατηρείται ότι όσο αυξάνει η αντοχή U.C.S. των πετρωμάτων, τόσο καλύτερες είναι και οι μηχανικές ιδιότητες των αβράνων τους, αλλά και τόσο χαμηλότερη καθίσταται η επιδεκτικότητά τους στη φθορά, όπως προκύπτει από τους δείκτες L.A. και Δ.Φ.Α.Α..

4.4. ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΜΟΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΣΑΦΩΣΗΣ

Η δοκιμή εκτελέστηκε σε αβράνα υλικά μεγέθους 10 - 14 mm, χρησιμοποιώντας διάλυμα θειικού νατρίου (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10



Σχήμα (2). Συσχέτιση μηχανικών ιδιοτήτων λατομείων Κολαμάτας.  
Fig. (2). Correlation of Mechanical Properties of Kalamata Quarries.



Σχήμα (3). Συσχέτιση μεταξύ φυσικών ιδιοτήτων και αποσφραδισιμότητας.  
Fig. (3). Correlation between physical properties and weatherability.

H<sub>2</sub>O), σύμφωνα με την προδιαγραφή: A.S.T.M.: Designation: C 88 - 83. Προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες Τιμές Υγείας Αβρανών T.Y.A. (%): Λατομείο Παλαμάρα 0.51, Κάρτουνα 0.97, Μπάκα 0.49, Ντέρου 0.50.  
Απο την σύγκριση της τιμής της υδατοαπορροφητικότητας κατά βάρος και του πορώδους των τετραγώνων, με τις τιμές υγείας αβρανών τους, φαίνεται καθαρά (σχ. 3), η τάση που υφίσταται στα ορθοελαστικά αυτά τετράγωνα να παραρτίζονται υψηλότερη αντοχή στους αποσφραδιστικούς παράγοντες, όσο μειώνεται η υδατοαπορροφητικότητα και τα πορώδεις τους.

#### 4.5. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΚΑΘΑΡΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΩΝ

Ως γνωστόν ως επιφανειακή καθαρότητα (F.I.) ορίζεται ο λόγος της μάζας Mf των λεπτομερών υλικών (μέγεθος κόκκων d < 75 μm) που βρίσκονται προσκολλημένα στις επιφάνειες των τεμαχίων ενός αβρανούς υλικού, προς την μάζα αυτού M<sub>a</sub>, επί τούς εκατό. Η δοκιμητέλεσθηκε σύμφωνα με την μέθοδο διούγασης, της Αμερικάνικης προδιαγραφής A.S.T.M.: Designation: C 117 - 84, και προσδιορίστηκαν οι εξής τιμές:

1. Παλαμάρα: Π.Α. = 0.31%    2. Κάρτουνα: Π.Α. = 0.46%    3. Μπάκα: Π.Α. = 0.38%    4. Ντέρου: Π.Α. = 0.31%

#### 4.6. ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΟΡΦΗΣ ΑΒΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πρόκειται για τους δείκτες Πλάτυσης, Επιμήκυνσης και Γωνιάδους που εκφράζουν τη μέση γενική μορφή των ψηφιδών, η οποία ως γνωστόν επηρεάζει τόσο την ευκολία επεξεργασίας του μίγματος και την κραυκτικότητα σταθερότητα και αντοχή του, όσο και την αναλογία των αβρανών υλικών σε σχέση με το συνθετικό υλικό, σιμέντο. Οι προσδιορισμοί αυτοί εκτελέστηκαν σύμφωνα με τα B.S.:812:Part 1:1975 σε ψηφίδες μεγέθους 10 - 14 mm. Προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες τιμές:

Ιδιότητα	Λατομείο			
	Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μπάκα	Ντέρου
Δείκτης Πλάτυσης, F.I. (%)	15.9	14.7	13.6	16.9
Δείκτης Επιμήκυνσης, E.I. (%)	27.3	24.9	23.2	25.8
Δείκτης Γωνιάδους, A.N.	11.01	10.87	10.32	11.81

#### 4.7. ΔΟΚΙΜΕΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΑΒΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ - ΣΙΜΕΝΤΟΥ Portland

Στα μελετηθέντα δείγματα των αβρανών υλικών εκτελέστηκαν ορισμένες δοκιμές για να διερευνηθεί η χημική τους καταλληλότητα για την παρασκευή σκυροδέματος με σιμέντο τύπου Portland. Οι δοκιμές αυτές περιέλαβαν τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε θειικό (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), χλωριόντα (Cl<sup>-</sup>), διοξειδίου του πυριτίου (SiO<sub>2</sub>), μονοξειδίου του ασβεστίου (CaO), ώστε να διαπιστωθεί η καθαρότητα του ασβεστολιθού του λατομείου "Μπάκα", των οργανικών προσμίξεων, και της αντιδραστικότητας αβρανών υλικών - αλκαλίων σιμέντου.

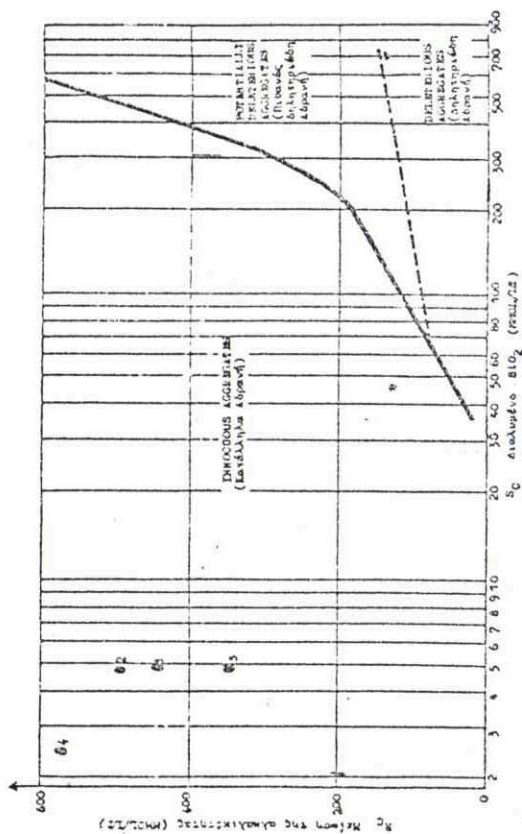
Όλες οι δοκιμές εκτελέστηκαν στα χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα κλάσματα των αβρανών υλικών, ενώ ο προσδιορισμός των οργανικών, μόνο στο λεπτόκοκκο, σύμφωνα με τις προδιαγραφές B.S.:3681:Part 2:1973, B.S.:812: Part 4:1975, Y.O.E. "Κανονισμός Σιμέντων": Δ. 29-2-80, A.S.T.M.: C 40 - 84, και A.S.T.M.: C 289 - 81, αντίστοιχα. Προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες τιμές:

Ιδιότητα	Λατομείο			
	Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μπάκα	Ντέρου
1. SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (%)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
2. Cl <sup>-</sup> (%)	0.035	0.045	0.05	0.07
3. Rc (mmol/lit)	440	490	350	540
4. Sc (mmol/lit)	4.9	4.7	4.9	2.6
5. SiO <sub>2</sub> (%)	0.95	0.24	1.9	0.65
6. MgO (%)	χρη	χρη	χρη	χρη
7. CaO (%)	55.00	55.40	54.90	51.65
8. Οργανικές προσμίξεις	0	0	0	0

9. Όπως προκύπτει από τις παραπάνω τιμές Rc και Sc και τα σχ. 4 και 5, τα χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα κλάσματα όλων των μελετηθέντων αβρανών υλικών, βρίσκονται στην περιοχή των αβλαβών υλικών, (innocuous substance).

#### 5. ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ

Διάφορα διεθνή πρότυπα και προδιαγραφές καθώς και άλλοι ερευνητικοί φορείς, οργανισμοί και ερευνητές, έχουν κάνει μέσο στο έρευνα και συνεχή παρακολούθηση της συμπεριφοράς διαφόρων τύπων και ποιοτήτων αβρανών υλικών στο σκυροδέμα, ορισμένες τιμές - οδηγούς των οριακών τιμών καταλληλότητας με σκοπό την αξιολόγηση και προσδιορισμό της καταλληλότητας των αβρανών υλικών για την παραγωγή σκυροδέματος. Τέτοιες προδιαγραφές, φορείς και ερευνητές είναι: 1.



Σχήμα (4). Αντιδραστικότητα αδρανών υλικών - αλκαλίων σιμέντου.  
Fig. (4). Potential alkali - aggregate reactivity.

1 = Πολυμεία, 2 = Ήλιτρονα, 3 = Μαδρα, 4 = Κτήρονα.

Higgins I.E. (1976), Reynolds C.E. (1950), 3. Hosking J.R. and Tubey I.W. (1969), 4. Anon. (1969), 5. Hosking J.R. (1970), 6. British Standards, 7. American Society for Testing and Materials, 8. DIN, 9. A.A.S.H.T.O. και 10. Szatowski W.S. and Salt G.F.

Στον πίνακα (1) συνοψίζονται όλες τις οριακές τιμές καταλληλότητας των αδρανών υλικών στη χρήση τους για παραγωγή σκυροδέματος.

Πίνακας (1). Οριακές Τιμές Καταλληλότητας αδρανών.

Ιδιότητα	Ο.Τ.Κ.	Βιβλιογραφική πηγή
Πυκνότητα (Σηρή φαινόμενη)	$\geq 2.6 \text{ gr/cm}^3$	1
Υδατοαπορροφητικότητα	$\leq 3 \%$	1
Προσκολλημένα λεπτομερή $< 75 \mu\text{m}$ (Επιφανειακή Καθαρότητα Ψηφιδών)	$\leq 1 \%$	B.S.:882:1973
Δείκτης Πλάτυσης (F.I.)	$\leq 30 \%$	B.S.:1964:1967
Δείκτης Επιμήκυνσης (E.I.)	$\leq 45 \%$	B.S.:1984:1967
Αντοχή σε Μονοαξονική Βλψη ( $\sigma$ )	$> 34.5 \text{ MN/m}^2$	2
Δείκτης Αντοχής σε Πρόσκρουση Αδρανών (Δ.Α.Π.Α.)	$\leq 45 \%$	B.S.:882:1973
Δείκτης Συντριβής Αδρανών (Δ.Σ.Α.)	$\leq 40 \%$	5
Δείκτης Συντριβής Λεπτοκόκκων 10% Αδρανών (Δ.Σ.Λ.10%)	$\geq 50 \text{ KN}$	3
Συντελεστής Los Angeles (L.A.)	$\leq 40 \%$	A.A.S.H.T.O.:M78-64:1974
Δείκτης Φθοράς σε Αστρίψη Αδρανών (Δ.Φ.Α.Α.)	$\leq 10 \%$	10
Τιμή Υγείας Αδρανών (T.Y.A.) (με Βελικό Νάτριο)	$\leq 12 \%$	A.A.S.H.T.O.:M30-70:1974
Περικτικότητα Βελικών (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	$\leq 1.2 \%$	B.S.:882:1983 & DIN 4226
Περικτικότητα Χλωριόντων (Cl <sup>-</sup> )	$\leq 0.08 \%$	B.S.:882:1983
Alkali Reactivity	Ορίζοντας περιοχές σε διάγραμμα Χρωμασύγκριση διαλύματος	A.S.T.M.:C 289 - B1 A.S.T.M.:C 40 - B4
Οργανικές Προσμίξεις		

Στο σχήμα (5) παρουσιάζεται το διάγραμμα σύγκρισης των ιδιοτήτων και της προκύπτουσας ποιότητας των αδρανών υλικών των 4 μελετηθέντων λατομείων της Καλαμάτας, σε σχέση με την οριακή ποιότητα καταλληλότητας ενός πετρώματος στην χρήση του για παραγωγή σκυροδέματος, απεικονίζοντας εκκρινώς την αρτιότητα των υλικών αυτών.

#### 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΗΘΕΝΤΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

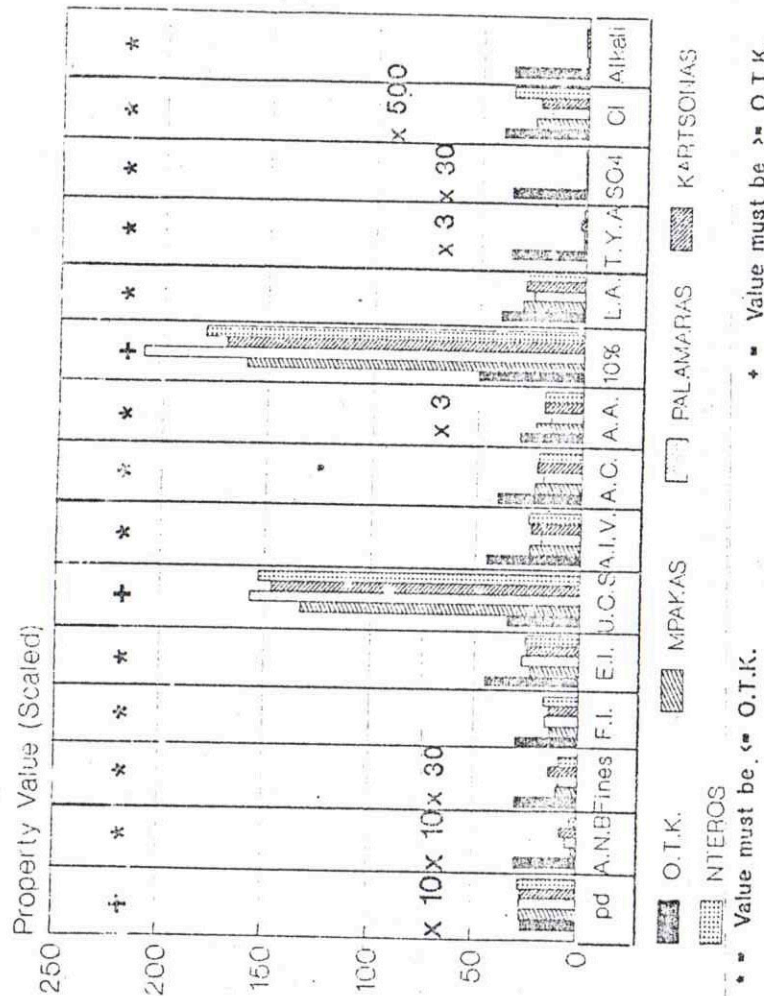
Από την παράθεση και σύγκριση των πιο πάνω αναφερομένων αποτελεσμάτων των εργαστηριακών δοκιμών, που εκτελέστηκαν σε δείγματα των αδρανών υλικών των 4 λατομείων της περιοχής Καλαμάτας, και των αντίστοιχων για κάθε προσδιορισθείσα ιδιότητα διεθνών απαιτήσεων και οριακών τιμών καταλληλότητας ενός πετρώματος για παραγωγή αδρανών υλικών σκυροδέματος, συμπεραίνονται τα εξής:

Όλες οι προσδιορισθείσες τιμές των ιδιοτήτων των μελετηθέντων δειγμάτων των πετρωμάτων και των 4 λατομείων, ικανοποιούν τις απαιτήσεις των διεθνών προδιαγραφών, καθιστώντας τα αδρανή αυτά υλικά απόλυτα κατάλληλα για παραγωγή σκυροδέματος με σιμέντο τύπου Portland.  
Συγκεκριμένα:

- 1) Οι φυσικές ιδιότητες των υλικών είναι πολύ ικανοποιητικές και ιδίως οι χαμηλές τιμές του πορώδους και της υδατοαπορροφητικότητάς τους ευνοούν:
  - α) τη μείωση της απαιτούμενης ποσότητας σε σιμέντο και νερό, και
  - β) την αύξηση της αντίστασής του στην αποσάθρωση.
- 2) Τα πολύ χαμηλά ποσοστά των προσκολλημένων στην επιφάνεια των ψηφιδών λεπτομερών υλικών (αργίλου, ιλύος και κόνις) σε συνδυασμό με την καταλληλότητα ορυκτολογική σύνθεση, ευνοούν τόσο τη στερεότερη σύνδεση των ψηφιδών με τη μείωση του σκυροδέματος υψηλότερης αντοχής.
  - α) γενικές μορφές των ψηφιδών, όπως προσδιορίστηκαν στο τους δείκτες πλάτυσης, επιμήκυνσης και γυνιώδους, και της εναντίως, συμβάλλοντας στην αυξημένη ευκαμία της αναμίξης και ετερογενείας, καθώς και στη μεγαλύτερη αντοχή και επιβίωση του σκυροδέματος.

Σχήμα (5). Ομάγριο σύγκρισης της ποιότητας των μελετηθέντων αδρανών υλικών, με την οριστική ποιότητα καταλληλότητας για αδρανά σκυροδέματος.

Fig(5). Quality Comparison Bar Diagram, between Limit Acceptance Values and Used Aggregates Property Values.



Οι τιμές των φυσικών ιδιοτήτων των πετρωμάτων, όπως προκύπτουν από τις εργαστηριακές δοκιμές, τόσο επί του πετρώματος, όσο και κυλινδρικών πυρήνων είναι γενικά πολύ υψηλές, εξασφαλίζοντας έτσι την υψηλή αντοχή του σκυροδέματος, σε συνθήκες στατικής και δυναμικής καταπόνησης.

Οι αντοχές των ψηφίδων στους αποσπασματικούς παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως προσδιορίστηκαν από τις πολύ μεγάλες τιμές υγείας αδρανών, είναι εξαιρετικά υψηλές. Οι τιμές υγείας Αδρανών κυμαίνονται μεταξύ 0.47% και 0.97%.

Επίσης προκύπτει από τον προσδιορισμό των χημικών ενώσεων και των οργανικών προσμίξεων, τόσο στα λεπτόκοκκα όσο και στα χονδρόκοκκα κλάσματα, δεν περιέχονται ανεπιθύμητα συστατικά και ουσίες που θα μπορούσαν να αντιδράσουν βλαβερά με συστατικά του σιμέντου τύπου Portland. Συνεπώς, επιβεβαιώνεται και η χημική καταλληλότητα και συμβατότητα των αδρανών υλικών των πετρωμάτων αυτών, με σιμέντο Portland για την παραγωγή σκυροδέματος. Συγκεκριμένα για τα λατομεία της πόλης της Καλαμάτας, προσδιορίστηκαν:  $SO_2 < 0.01\%$ ,  $Cl^- = 0.025 - 0.05\%$ ,  $SiO_2 = 0.24 - 1.9\%$ ,  $MgO = 1\%$ ,  $CaO = 54.90 - 55.4\%$ , Alkali reactivity = αρνητικά, και Οργανικές Προσμίξεις = αρνητικές. Στο λατομείο περιοχής Καταράου, διαπιστώθηκαν:  $SO_2 < 0.01\%$ ,  $Cl^- = 0.07\%$ ,  $SiO_2 = 0.65\%$ ,  $MgO = 3.2\%$ ,  $CaO = 51.65\%$ , Alkali reactivity = αρνητικά, και Οργανικές Προσμίξεις = αρνητικές.

7) Οι ορυκτολογικές και πετρογραφικές εξετάσεις έδειξαν ότι τα μελετηθέντα πετρώματα είναι υψηλής καθαρότητας ασβεστολίθου και επιβεβαίωσαν την ορυκτολογική και χημική καταλληλότητά τους για παραγωγή αδρανών υλικών σκυροδέματος. Επίσης, απέδειξαν ότι οι πολύ ικανοποιητικές φυσικές και μηχανικές ιδιότητες των υλικών αυτών, οφείλονται στην καλή σύνδεση και συμπαγή αλληλοεμπλοκή των ορυκτών κόκκων τους. Τα πέτρωμα του λατομείου "Κιτρίου" της περιοχής Καταράου, είναι ένας ελαφρά δολομιτωμένος ασβεστολίθος, και θεωρείται και αυτός, λόγω της μικρής περιεκτικότητάς του σε δολομίτη, ένα κατάλληλο πέτρωμα για παραγωγή αδρανών υλικών σκυροδέματος.

8) Από την σύγκριση των μηχανικών ιδιοτήτων των μελετηθέντων πετρωμάτων, προέκυψε ότι όσο η αντοχή του υλικού του ασβεστολιθικού πετρώματος αυξάνει, τόσο αυξάνει και οι μηχανικές ιδιότητες των αδρανών υλικών του, και τόσο μειώνεται η πρακτικότητα στην υψηλότερη αποσπασματικότητα τους.

9) Σαν θετικό στοιχείο θεωρούνται οι πολύ μεγάλες ποσότητες αποβλήτων των πετρωμάτων, τα οποία πρακτικά μπορούν να εκμηδυνών ως ανεξάντητα.

Συμπερασματικά λοιπόν προκύπτει ότι όλα τα μελετηθέντα πετρώματα των 4 λατομείων της Καλαμάτας, είναι γενικά καλής ποιότητας δομικοί λίθοι, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς στην παραγωγή σκυροδέματος με σιμέντο τύπου Portland, ακόμη και για τα υψηλές καταπόνησης δομικά έργα της περιοχής της Καλαμάτας.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. A.C.I. Committee 221, (1961) "Selection and Use of Aggregates for Concrete" American Concrete Institute, Detroit, Michigan, 1961, pp. 22.
2. Anon., (1967) "Specification for road and bridge works", U.K. Department of the Environment, H.M.S.O., London.
3. Anon., (1972) "The preparation of maps and plans in terms of Engineering Geology", Q.Jl. Eng. Geol. Vol. 5, 293 - 381.
4. Anon., (1979) "International Society for Rock Mechanics. Commission on standardization of laboratory and field tests. Suggested Methods for determining water content, porosity, density, absorption and related properties. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. and Geomech. Abstr. Vol.16, pp. 141 - 156.
5. Aubouin J., (1959) "Contribution a l'etude geologique de la Grece septentrionale: Les confins de l' Eoire et de la Thessalie" Ann. Geol. Pays Hellen., 10, 1 - 463.
6. B.S.:882, 1201, (1973) "Aggregates from Natural Sources for Concrete (including granolithic).", British Standards Institution, London.
7. B.S.:1984, (1967) "Specification for gravel aggregates for surface treatment (including surface dressings) on roads.", B.S.I., London.
8. Brunn J.H.D (1960) "Les zones helleniques internes et leur extension. Reflexions sur l' orogenese alpine". Bull. Soc. Geol. France, (7), 11, 470 - 486.
9. Folk R.L., (1959) "Practical petrographic classification of limestones". Bull. Am. Ass. Pet. Geol. j. 43, pp.1 - 36.
10. Higginbottom I.E., (1976) "Section 11.1. General requirements for rocks and aggregates.", In Anon. 1976. Applied Geology for Engineers. H.M.S.O, 378.
11. Hosking J.R., (1970) "Road aggregates and their testing.", One day Symposium on Quarrying, Bristol University.
12. Hosking J.R. and Tubey L.W., (1969) "Research on low-grade and unsound aggregates.", R.R.L. Report LR 293.
13. Philippson A., (1898) "La tectonique de l' Egeide". Ann. de Geographie, 112 - 141.
14. Renz C., (1940) "Die Tektonik der Griechische Gebirge". Praga. Akad. Athinon, 8.
15. Reynolds C.E., (1950) "Concrete Construction.", (2nd Edition), Concrete Publications Ltd. London.
16. Σαχινίσης Κ.Ι., Κουμαντάκης Ι.Ε. (1984) "Τεχνική Περιγραφή Ταξινόμηση και Ιδιότητες της Ανθρακικής και Αιθανοειγούς Βραχώδους. Τρόπος Καταγραφής". Μεταλλ. - Μεταλλ. Χρονικό, Νο 61/86, pp 43 - 64.
17. Σαχινίσης Κ.Ι. (1988) "Τεχνικογεωλογική έρευνα για Αδρανά Υλικά Αντιολισθηρών Οδοστρωμάτων". Διδακτορική Διατριβή, Γ.Σ. Πολυτεχνείο, σελ. 570.

Υπο

Κ.Ι. ΣΑΧΠΑΖΗΣ \* - Ι.Ε. ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ \*

ΣΥΝΟΨΗ

Μελετήθηκαν οι γεωλογικές συνθήκες στην ευρεία περιοχή των λατομείων αθράνων ολικών της Κολομάτας και έγινε αντιπροσωπευτικά δείγματοληψία στα τέσσερα ενεργά λατομεία.

Στα βιώσιμα εκτελέστηκαν δοκιμές προσδιορισμού της ορυκτολογικής σύστασης, του σχήματος/ψηφιδίου, των φυσικών, μηχανικών και χημικών ιδιοτήτων, καθώς και της αποσβεστικότητας.

Με τη βοήθεια της ορυκτολογικής και χημικής ανάλυσης μελετήθηκε η χημική συμβατότητα μεταξύ των μελετηθέντων αθράνων και του σιμέντου με υψηλή περιεκτικότητα σε οξείδιο τύπου Portland.

Η έρευνα αποκάλυψε τον υψηλό βαθμό καταλληλότητας του ολικού των τεσσάρων ενεργών λατομείων της περιοχής.

Από την συσχέτιση των διάφορων φυσικο-μηχανικο-αποσβεστικών ιδιοτήτων τους, προέκυψαν αξιολογές σχέσεις και συμπεράσματα.

SUMMARY

The engineering geological conditions were studied and representative sampling was carried out in the four active aggregates quarries which exist in the wider area of Kalamata. The samples were subjected in various tests and examinations in order to investigate their geotechnical properties, with respect to their suitability as Portland cement concrete aggregates. The determinations mainly consist of their geological, petrographical and technological characteristics.

Among the tests performed, were physical properties tests, shape indices tests, mechanical and chemical properties tests, as well as weathering simulation tests. In addition, the mineralogical analysis predicts the chemical compatibility between the studied aggregates and Portland cement.

Finally the research reveals, the degree of suitability of each quarry rock, as well as their expected behaviour. Furthermore, some correlations among their physical, mechanical and soundness properties are included.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κατασκευαστικές μετρήσεις της Κολομάτας, τον Σεπτέμβριο του 1986, δημιούργησαν την ανάγκη της αναδιοργάνωσης της πόλης. Όλα τα νέα κτίρια και τα διάφορα τεχνικά έργα, θα πρέπει να ανθίστανται την υψηλή δυναμική καταπόνηση λόγω της έντονης σεισμικότητας της περιοχής. Συνεπώς οι απαιτήσεις για την παραγωγή υψηλής ποιότητας ανυποβέματος καθιστούν, με τη σειρά τους, την χρήση αθράνων ολικών υψηλής σχετική ποιότητας πρωτορχικής σημασίας, επιβάλλοντας την ανάγκη της πλήρους διερεύνησης των ιδιοτήτων των ήδη χρησιμοποιούμενων αθράνων ολικών, καθώς και τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς και καταλληλότητάς τους.

Οι ανάγκες σε αθράνη ολικά για αναδιοργάνωση της πόλης καλύπτονται σχεδόν αποκλειστικά από 4 λατομεία που λειτουργούν στην ευρεία περιοχή: δύο στην περιοχή Λαλίκια βόρεια της Κολομάτας (λατομεία "Παλαιάρα" και "Κάρτουνα"), ένα Β.ΒΑ. της πόλης σε απόσταση περίπου 4 χλμ. (λατομείο "Μαύρα") και ένα στην περιοχή Καταρού, 30 περίπου χλμ. βόρεια της πόλης (λατομείο "Ντέρου").

Σε καθ' ένα από τα λατομεία αυτά έγινε δείγματοληψία που περιελάβε δύο κλάσματα του παραγόμενου ολικού: α) το λεπτόκοκκο (κυρίως άμμος) διαμέτρου  $d < 5 \text{ mm}$ , και β) το χονδρόκοκκο (χαλίκι) διαμέτρου  $d > 10 \text{ mm}$ . Ελήφθησαν επίσης τεμάχια πετρώματος μεγέθους περίπου  $15 \times 20 \times 20 \text{ cm}$ .

Σε όλα τα ολικά αυτά έγινε προσδιορισμός χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων με σκοπό να διερευνηθεί ο βαθμός καταλληλότητάς τους.

\* Τεχνικές Γεωλογικών Επιστημών, Ε.Μ.Πολυτεχνείο, Γεωτμήνιο 42, Αθήνα.

Η ευρύτερη περιοχή των μελετηθέντων λατομείων ανήκει στην γεωτεκτονική ζώνη Τριπόλεως. Στο γεωλογικό χάρτη, (σχ. 1), φαίνονται οι εμφανίσεις των πετρωμάτων, καθώς και οι θέσεις των λατομείων.

Το βασικό χαρακτηριστικό της περιοχής, είναι ότι στο Τριποδείο μέχρι και το Ηράκλειο υπάρχει συνεχής ηφαιστειακή εξημετώγηση με ασβεστολίθους και δολομίτες. Η περιοχή δολομή α' όλο αυτό το διάστημα αποτελούσε μια ρηχή βάλαντα βάθους της τάξης των 10 - 200 μ., όπου εναποτίθεντο ανθρακικά εξήματα, συνακτικού πάχους μέχρι 1500 μ., της σταλαί: ο τυφνός βυθίζονταν συνεχώς με την εξημετώγηση, ώστε να διατηρεί το σταθερό βάθος της ρηχής βάλαντας.

Το προκείμενο υπόβαθρο αποτελεί η φυλλιτινά - χαλσιτιτική σειρά που συνίσταται από λιθονοσβεστολίθια ημιμεταμορφωμένα πετρώματα σχιστολίθων, μαρμάρων και φυλλιτών, καθώς και από μη μεταμορφωμένα στρωμάτα τρυφών, Ανθρακικών εντρώσεων και χαλσιτών.

Βόρεια και ανατολικά της περιοχής ενδογενώντος και εκτός αυτής, εμφανίζονται τα πετρώματα της επιζημένης σειράς της ζώνης της Πενόου. Η απόθεση αυτή έλαβε χώρα κατά το Ηράκλειο.

Τα κυριότερα πετρώματα της ζώνης Τριπόλεως που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή ενδογενώντος, στα ταλαιότερα προς τα νεότερα είναι τα ακόλουθα:

- α) Ανοικτότεφροι ή ροδόχρωμοι, κρυσταλλικοί, μέσο- έως παχύστρωματώδεις δολομιτικοί ασβεστολίθοι του Ιουραϊκού. Στα ανώτερα στρώματα παρουσιάζονται εντρώσεις λιθιπολογίου ασβεστολίθων πάχους 250 μ. περίπου.
- β) Ανοικτότεφροι, μέσο- έως παχύστρωματώδεις ασβεστολίθοι και δολομιτικοί ασβεστολίθοι, με μέγιστη ασβεστότητα και εντρώσεις λιθιπολογίου στους κατώτερους ορίζοντες, ηλικίας Κρητιδικού και πάχους 700 μ. περίπου.
- γ) Τρυφά ελιτωματώδεις, μεσοστρωματώδεις, μερίκιες, χωρίς δολομιτικά κρυσταλλίδια του Πρακινικού - ανώτερου Ηρακείου, πάχους 80 - 150 μ..
- δ) Φλώχης αποτελούμενος από εναλλαγές τρυφών μαργών, ψαμμιτών με εντρώσεις ή φώχης ασβεστολίθων κρυσταλλικών, ηλικίας ανώτερου Ηρακείου - Ελληνικού, πάχους περίπου 450 μ., και
- ε) Μεσογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις.

Τα τρία από τα τέσσερα λατομεία βρίσκονται στους κρητιδικούς ασβεστολίθους και το λατομείο Ντέρου σε αναηρακινικούς.

3. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

Λεπτομερής εξέταση των μετύπων των λατομείων χώρων, σύμφωνα με το σχέδιο περιγραφής της Επιτροπής Χαρτογράφησης της Διεθνούς Ένωσης Τεχνικής Γεωλογίας (I.A.E.G., Αποσ. 1972), και την ταξινόμηση των ανθρακικών πετρωμάτων του Κ.Σαχπαζή - Ι.Κουμαντάκη, 1986, αδόχησε στις ακόλουθες τεχνικογεωλογικές περιγραφές των βραχομαζών:

A. Λατομείο "Παλαιάρα"

Το λατομείο αυτό εκμεταλλεύεται τον Κρητιδικό Ασβεστολίθο (β), ο οποίος εμφανίζεται με τα εξής χαρακτηριστικά: "Ανοικτός μέχρι έως ημιζωζακίαντος, λεπτόκοκκος έως μεσοκόκκος, μέσο- έως παχύστρωματώδης, με μέση πυκνότητας, έως αραιές διακλάσεις, τριών κυρίων ομάδων, προανατολισμού: α) Β70 - 850/78 - 88 ΝΔ, β) 884 - 89 Α/Ο - 15 ΝΑ και γ) 840 - 60Α/79 - 85 ΝΑ, μέτρου έως μεγάλου μήκους (χόνος, συντελεστού Τραχύτητας Διακλάσεων: 2 - 6, αρκετά μικρού έως μέτρου ανοίγματος, μη πληρωμένες ή κατά θέσεις πληρωμένες με ασβεστιτικό υλικό πλήρους διακλάσεις, Υγιείς, ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ, ισχυρές έως πολύ ισχυρές αντοχής".

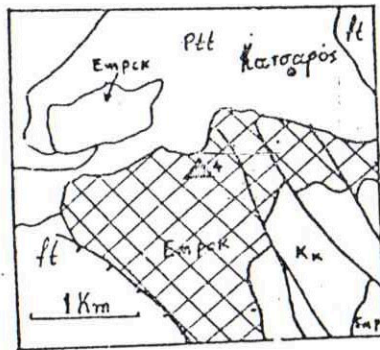
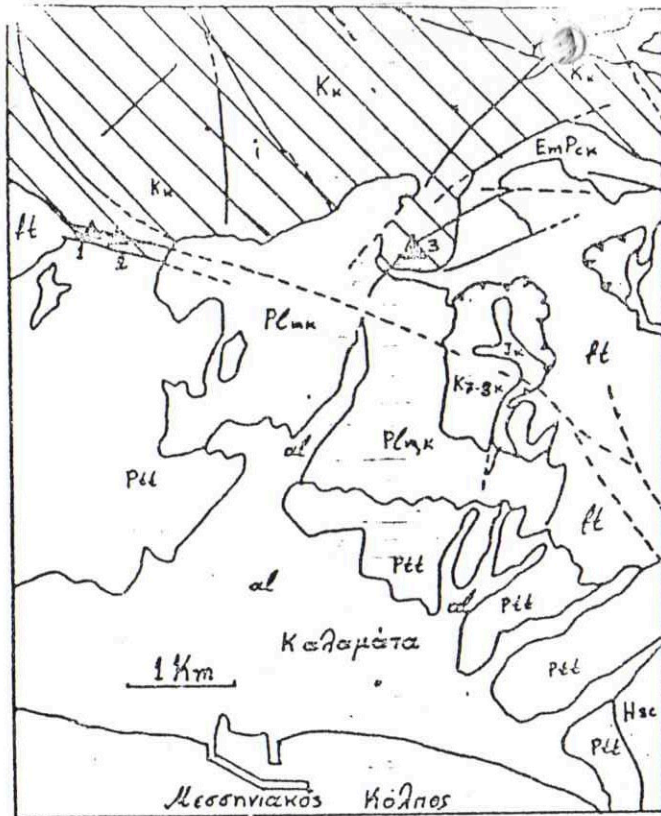
B. Λατομείο "Κάρτουνα"

Το λατομείο αυτό εκμεταλλεύεται τον ίδιο γεωλογικό σχηματισμό όπως το προηγούμενο, και εμφανίζεται με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: "Κρύ έως κατά θέσεις κοκτανόχρηστος, μεσοκόκκος, Παχύστρωματώδης, με αραιές πυκνότητας, τριών κυρίων ομάδων, 5 κλάσεις, προανατολισμού: α) 840 - 55Α/75 - 85 ΝΑ, β) 855 - 700/68 - 78 ΝΔ και γ) 880 - 890/5 - 15 ΝΔ, μεγάλου μήκους (χόνος, συντελεστού Τραχύτητας Διακλάσεων: 2 - 4) μέτρου ανοίγματος, μη πληρωμένες ή κατά θέσεις πληρωμένες με ασβεστιτικό υλικό διακλάσεις, Υγιείς, ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ, ισχυρές έως πολύ ισχυρές αντοχής".

Γ. Λατομείο "Μαύρα"

Το λατομείο "Μαύρα" εκμεταλλεύεται επίσης τον Κρητιδικό Ασβεστολίθο (β), ο οποίος εμφανίζεται με τα εξής χαρακτηριστικά:

"Κρύ έως κατά θέσεις ελαφρά κοκτανόχρηστος, μεσοκόκκος έως μεσοκόκκος, μέσο- έως παχύστρωματώδης, με μέση πυκνότητας, τριών κυρίων ομάδων, προανατολισμού: α) 877-880/4-12 ΝΑ, β) 85-15Α/77-8820 και γ) 881-890/70-80 ΝΔ, μεγάλου μήκους (χόνος, συντελεστού Τραχύτητας Διακλάσεων: 6-8, αρκετά μικρού έως ανοικτού ανοίγματος, μη πληρωμένες ή κατά θέσεις πληρωμένες με ασβεστιτικό υλικό διακλάσεις, Υγιείς, ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ, ισχυρές αντοχής".



Εκμεταλλεύμενος Ασβεστόλιθος (B).



Εκμεταλλεύμενος Ασβεστόλιθος (Γ).

▲ Έξω λατομεία: 1 = Παλιούρα, 2 = Κάρταυνα, 3 & 4 = Μήκον, 4 = Ντέρου.

Σημείωση: Έκαστος από βόρεια της ενότητας περιγράφεται χωριστά ως και άλλος μέρος της ενότητας που περιγράφεται χωριστά. Ο ασβεστόλιθος (B) περιγράφεται στο κεφάλαιο 3 της μελέτης, ενώ ο ασβεστόλιθος (Γ) περιγράφεται στο κεφάλαιο 4 της μελέτης.

#### Δ. Λατομείο "Ντέρου"

Το λατομείο αυτό εκμεταλλεύεται τον ανώ - Ηλικαικό Ασβεστόλιθο (γ), ο οποίος εμφανίζει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

"Ανοικτός γκρι έως γκριζόλευκος, λεπτόκοκκος, λεπτο- έως κυρίως Μεσοστρωματώδης, με μέση έως κατά θέσεις πυκνής πυκνότατης διακλάσει, τριών κυρίως ομάδων: α) B21 - 30A/76 - 87 NA, β) B73-B6D/79 - B8N0, και γ) B39 - 56A/46 - 55 NA, μεγάλου έως πολύ μεγάλου μήκους (χρυσ, συντελεστή τραχύτητας διακλάσεων: 0 - 4, μέτριοι ανοίγματα, κατά θέσεις πληρωμένες με ασβεστίτη διακλάσεις, Υγείας, οολιτιμωμένοι ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ, Ισχυρής αντοχής. "

#### 4. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ

Το χονδρόκοκκο δείγμα από κάθε λατομείο κοκκινόστη, (χρησιμοποιώντας πρότυπα κόκκινα Α.Σ.Τ.Μ. με τετράγωνους βρόγχους μεγέθους 10 mm έως 14 mm) και επί των κλασμάτων που προέκυψαν εκτελέστηκαν οι παρακάτω εργαστηριακές δοκιμές.

1. Το λεπτόκοκκο κλάσμα χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση των δοκιμών της χημικής σύνδεσης μεταξύ αυτού και του σιμέντου τύπου Portland.

2. Στα χονδρόκοκκα αδρανή υλικά έγιναν διάφορες δοκιμές για τον προσδιορισμό: ορυκτολογικής σύστασης, ιστού, υψής, φυσικών μηχανικών και χημικών ιδιοτήτων, επιφανειακής καθαρότητας, βελκτών μορφής, και αποσβεστικότητα. Κάθε δοκιμή εκτελέστηκε τρεις φορές και υπολογίστηκε η μέση τιμή τους.

#### 4.1. ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ - ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ

##### Α. Λατομείο "Παλιούρα"

Το πέτρωμα αποτελείται κυρίως από ασβεστίτη (99%) και πολύ λίγο χαλαζία (1%). Αναγνωρίστηκαν επίσης στο πολυτικό μικροσκοπείο ελαχιστοί κρύσταλλοι Διασιδίου, Ουλοστονίτη (CaSiO<sub>3</sub>) και οξειδία του σιδήρου. Οι ασβεστίτικοι κόκκοι είναι γωνιώδεις και έχουν λεπτόκοκκο έως μεσοκόκκο μέγεθος, 40 έως 200 μικρά. (εικ. 1,α) Παρατηρούνται επίσης πολλές φορές μεταξύ των μεγαλύτερων ορυκτών κόκκων, πολύ λεπτόκοκκοι μικριτικοί ορυκτοί κόκκοι, μεγέθους έως 5 μικρά, που δρούν σαν συνδετικό υλικό.

Ο ιστός του πετρώματος είναι κοκκώδης, η υφή συμπαγής και χαρακτηρίζεται ως "ΟΙΑΜΙΚΡΙΤΗΣ" (κατά R.L.Folk).

##### Β. Λατομείο "Κάρταυνα"

Ο ασβεστίτης είναι σχεδόν το αποκλειστικό ορυκτό που συνιστά το πέτρωμα (περιεκτικότητα μεγαλύτερη του 99.5 %). Παρατηρήθηκαν επίσης ελάχιστοι πολύ μικροί κρύσταλλοι χαλαζία (περιεκτικότητα περίπου 0.25 %) και πολύ σπάνια ελάχιστοι κρύσταλλοι Διασιδίου, Ουλοστονίτη (CaSiO<sub>3</sub>) και οξειδία του σιδήρου.

Οι ασβεστίτικοι ορυκτοί κόκκοι έχουν γωνιώδες σχήμα και κυμαινόμενο μέγεθος από 80 έως 500 μικρά (εικ. 1,β). Επίσης παρατηρούνται σε μικρή αναλογία, 5 έως 8 %, πολύ μικροκρυσταλλικοί μικριτικοί κόκκοι ασβεστίτη μεγέθους έως 4 μικρά, οι οποίοι παρεμβάλλονται μεταξύ των αδρών κόκκων και δρούν σαν συνδετικό υλικό.

Ο ιστός του πετρώματος είναι μεσοκοκκώδης, η υφή συμπαγής, και χαρακτηρίζεται ως "ΟΙΑΜΙΚΡΙΤΗΣ" (κατά R.L. Folk).

##### Γ. Λατομείο "Μήκον"

Ο ασβεστίτης είναι το κύριο ορυκτό του πετρώματος (98%), ενώ ο χαλαζίας σπανιά σε περιεκτικότητα ίση με 2 %. Οι ασβεστίτικοι ορυκτοί κόκκοι έχουν υπογωνιώδες έως γωνιώδες σχήμα και το μέγεθός τους κυμαίνεται από 50 έως 400 μικρά περίπου. Μεταξύ των ορυκτών αυτών κόκκων πολλές φορές παρεμβάλλεται πολύ λεπτόκοκκο σπαρτικό συνδετικό υλικό, μεγέθους κόκκων από 5 έως 20 περίπου μικρά (εικ. 1,γ).

Επίσης παρατηρούνται σπαιρά καταναμωμένα λεπτά φλεβίδια πληρωμένα με ασβεστίτικο υλικό με πάχος που δεν ξεπερνά τα 50 μικρά. Η απόθεση του ασβεστίτη σε αυτά τα φλεβίδια έγινε δευτερογενώς με ενδοσθενική δράση του ακηρού νερού.

Ο ιστός του πετρώματος είναι κοκκώδης (λεπτο- έως μεσοκρυσταλλικός), η υφή του συμπαγής, και χαρακτηρίζεται ως ΟΙΑΣΠΑΡΙΤΗΣ (ΚΑΤΑ R.L.FOLK).

##### Δ. Λατομείο "Ντέρου"

Ο ασβεστίτης σπανιά σε περιεκτικότητα 94%. Ο οολιτιμωμένος παρουσιάζεται με μορφή οιοεβρίκων έως υιοεβρίκων, σε περιεκτικότητα 5 - 6 %. Χαλαζίας εμφανίζεται σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση, περίπου 0.5 %. Επίσης παρατηρούνται αλλοχημικά βρώσματα οοστρώκων (μεγέθους 30 έως 300 μικρά), που σχηματίζουν τον σκελετό του πετρώματος. Τα οποία συνδέονται, ή τις περισσότερες φορές "πλέουν", μέσα σε μικριτικό, ορθοχημικό, συνδετικό υλικό



Το ποσοστό των οργανικών βρωμαστών ανέρχεται περίπου σε 20%. Παρατηρήθηκαν επίσης φλεβίδια που διατρέχουν, με ελαστικότητα, την μέση του πετρώματος πληρωμένα με ασβεστίτικο υλικό. Ο τύπος του πετρώματος είναι λεπτοκοκκώδης, η υφή του συμπαγής, και χαρακτηρίζεται ως "ΔΙΑΣΚΟΡΠΙΣΜΕΝΟΣ ΕΠΙΧΡΥΣΙΤΗΣ", (κατά R.L. Folk).

#### 4.2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι φυσικές ιδιότητες των δειγμάτων αβρανών υλικών των 4 λατομείων, που προσδιορίστηκαν σύμφωνα με τις διεθνώς αποδεκτές προδιαγραφές είναι οι εξής:

1. Επρή φαινόμενη πυκνότητα,  $\rho_a$  (gr/cm<sup>3</sup>)
2. Κορεσμένη φαινόμενη πυκνότητα,  $\rho_{sat}$  (gr/cm<sup>3</sup>)
3. Απορροφητικότητα Νερού κατά Βάρος, A.N.B. (%)
4. Απορροφητικότητα Νερού κατ' Όγκο, A.N.O. (%)
5. Πυκνότητα Ορυκτών Κόκκων,  $\rho_o$  (gr/cm<sup>3</sup>)
6. Ολικό πορώδες,  $n$  (%)
7. Ανοικτό πορώδες,  $n_{open}$  (%)
8. Λόγος κενών,  $e$  (%)
9. Βαθμός Κορεσμού, Sr (%)
10. Δείκτης Ταχείας Απορρόφησης Νερού ή Δείκτης Ηααοι,  $I_{oa}$  (%)

Προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες τιμές:

Ιδιότητα	Λατομείο				Ιδιότητα	Λατομείο			
	Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μπάκα	Ντέρου		Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μπάκα	Ντέρου
$\rho_a$ (gr/cm <sup>3</sup> )	2.674	2.648	2.698	2.768	$n$ (%)	1.630	2.328	0.806	1.104
$\rho_{sat}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	2.689	2.670	2.695	2.778	$n_{open}$ (%)	1.507	2.200	0.728	1.003
A.N.B. (%)	0.564	0.830	0.269	0.362	$e$ (%)	1.657	2.383	0.813	1.116
A.N.O. (%)	1.533	2.250	0.729	1.013	Sr (%)	92.46	94.50	90.3	90.83
$\rho_o$ (gr/cm <sup>3</sup> )	2.7183	2.7108	2.7098	2.7985	$I_{oa}$ (%)	0.432	0.621	0.188	0.279

#### 4.3. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι ιδιότητες αυτές καθορίζουν τη μηχανική συμπεριφορά των αβρανών υλικών, κάτω από συνθήκες στατικής ή δυναμικής καταπόνησής τους. Εγιναν δοκιμές για τον προσδιορισμό:

- α) του Δείκτη Συντριβής Αβρανών (Δ.Σ.Α.), που δίδει την εικόνα της συμπεριφοράς σε συνθήκες στατικής καταπόνησης.
- β) του Δείκτη Αντοχής σε Πρόσκρουση Αβρανών (Δ.Α.Π.Α.) ο οποίος απεικονίζει τη συμπεριφορά των Α.Υ. σε συνθήκες δυναμικής καταπόνησης.
- γ) του Δείκτη Συντριβής Λεπτοκόκκου 10% Αβρανών (Δ.Σ.Λ.10% Α.) (Ειδική δοκιμή για χαμηλής ποιότητας και αντοχής Α.Υ.).
- δ) της αντοχής των αβρανών σε τριβή και κρούση κατά Los Angeles (L.A.).
- ε) της Αντοχής του αέριου πετρώματος σε Ανεμοδύστη Βλίνη, σε Επρή (od) και κορεσμένη (osat) κατάσταση.
- στ) του Δείκτη Φθοράς σε Ασύτριψη Αβρανών (Δ.Φ.Α.Α.), ο οποίος δίδει την εικόνα της αντοχής των ψηφιδών στην φθοραποϊό δράση της ασύτριψης.

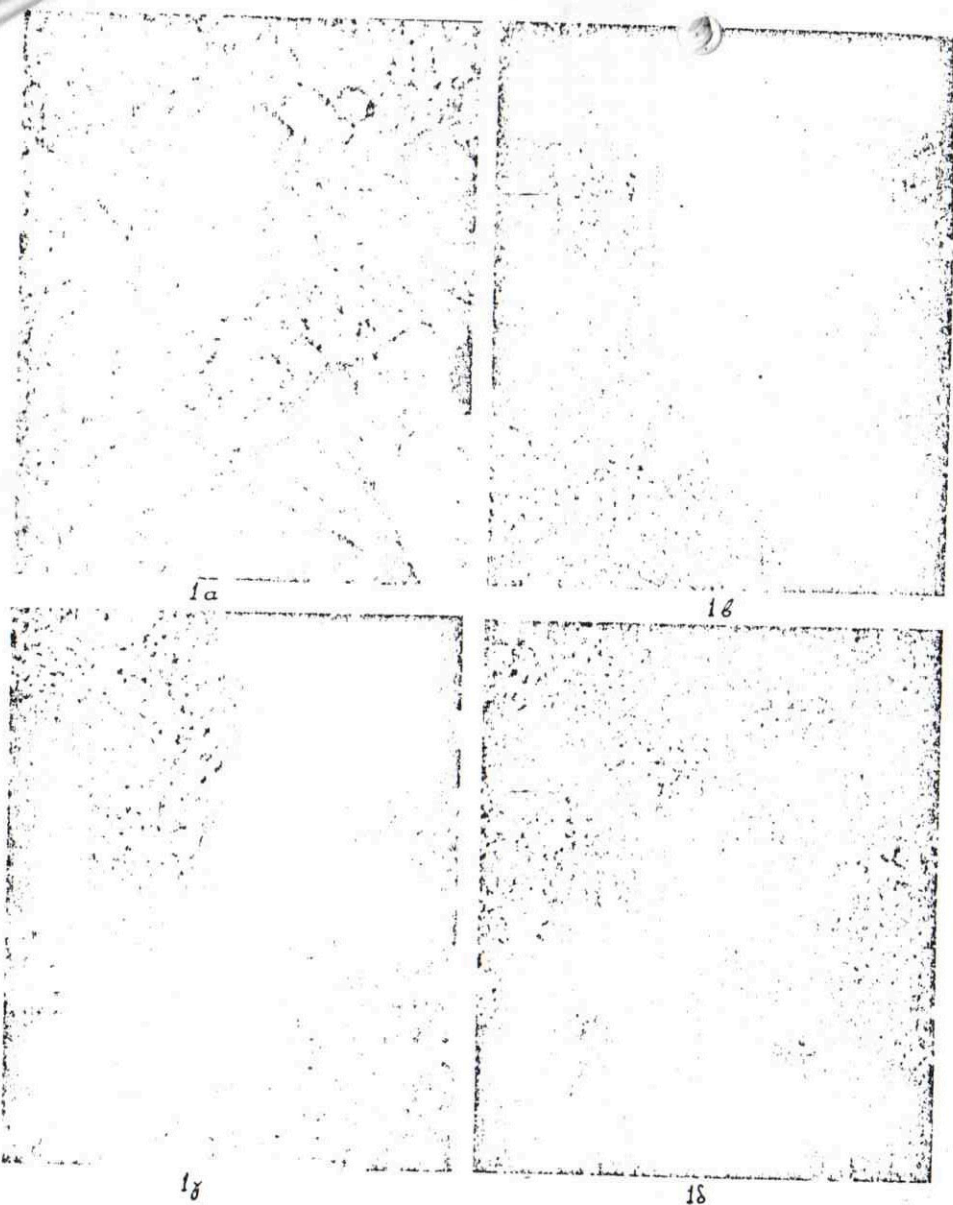
Οι δοκιμές α, β και γ εκτελέστηκαν σε Α.Υ. μεγέθους 10 - 14 mm, η δοκιμή στ σε Α.Υ. μεγέθους 14 - 20 mm, η δοκιμή δ σε Α.Υ. διαβάθμισης C, και η δοκιμή ε σε τυρηνές διαμέτρου 52 mm και μήκους 104 mm, σύμφωνα με τις προδιαγραφές: B.S.:812:Part 3:1975, A.S.T.M. : Designation: C 131, και I.S.R.M. (1981), αντίστοιχα. Προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες τιμές:

Ιδιότητα	Λατομείο				Ιδιότητα	Λατομείο			
	Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μπάκα	Ντέρου		Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μπάκα	Ντέρου
Δ.Σ.Α. (%)	18.4	21.2	22.3	20.6	$\sigma_a$ (MN/m <sup>2</sup> )	157	147	133	153
Δ.Α.Π.Α. (%)	18.9	23.6	24.2	25.1	$\sigma_{sat}$ (MN/m <sup>2</sup> )	143	129	127	144
Δ.Σ.Λ.10% Α. (%)	210	170	160	180	Δ.Φ.Α.Α. (%)	5.1	6.1	7.4	6.0
L.A. (%)	24.2	28.2	29.6	26.6					

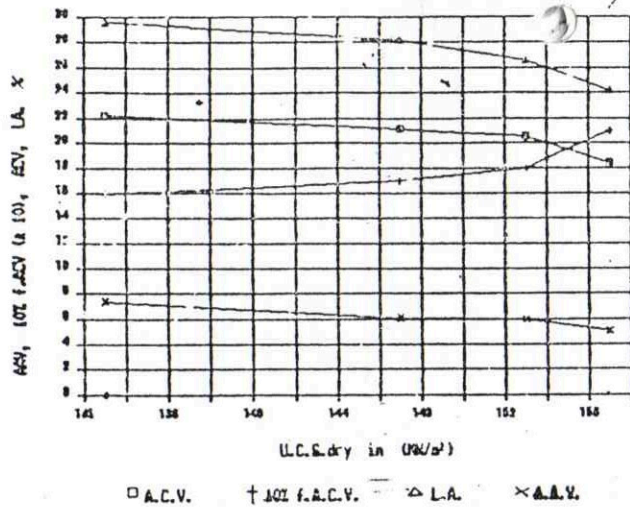
Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, καθώς και από το σχήμα (2), οι μηχανικές ιδιότητες, Δ.Σ.Α. και Δ.Σ.Λ.10%Α., όλων των μελετηθέντων αβρανών των 4 λατομείων, δείχνουν μία συνεπή συμπεριφορά με την αντοχή του υλικού του πετρώματος. Παρατηρείται ότι όσο αυξάνει η αντοχή U.C.S. των πετρωμάτων, τόσο καλύτερες είναι και οι μηχανικές ιδιότητες των αβρανών τους, αλλά και τόσο χαμηλότερη καθίσταται η επιδεκτικότητά τους στη φθορά, όπως προκύπτει από τους δείκτες L.A. και Δ.Φ.Α.Α..

#### 4.4. ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΩΝΟΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΣ

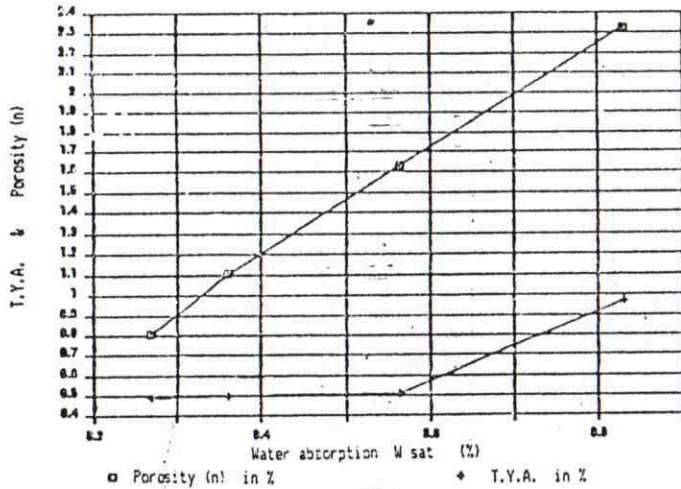
Η δοκιμή εκτελέστηκε σε αβρανή υλικά μεγέθους 10 - 14 mm, χρησιμοποιώντας διάλυμα θειικό νάτριο (Na2SO4·10



Εικ. (1). Φωτομικρογράφημα των Ασβεστολιθών, στα λατομεία: 1α Παλαμάρα, 1β Κάρτουνα, 1γ Μπάκα και 1δ Ντέρου. Μεγέθυνση x 160. (με Crossed Nicols).  
 Plate (1). Photomicrograph of Limestones, in Palamara (1a), Kartsonas (1b), Mpakas (1γ) and Nteros (1δ). Quarry Magnification x 160. (in Nicols).



Σχήμα (2). Συσχέτιση μηχανικών ιδιοτήτων λατομίων Καλαμάτας.  
Fig. (2). Correlation of Mechanical Properties of Kalanata Quarries.



Σχήμα (3). Συσχέτιση μεταξύ φυσικών ιδιοτήτων και αποσβρωσιμότητας.  
Fig. (3). Correlation between physical properties and weatherability.

H<sub>2</sub>O), σύμφωνα με την προδιαγραφή: A.S.T.M.: Designation: C 68 - 83. Προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες Τιμές Υγείας Αβράνων T.Y.A. (X): Λατομείο Παλαμάρα 0.51, Κάρτουνα 0.97, Μάκα 0.49, Ντέρου 0.50.  
Απο την σύγκριση της τιμής της υδατοαπορροφητικότητας κατά βάρος και του πορώδους των πετρωμάτων, με τις τιμές υγείας αβράνων τους, φαίνεται καθαρά (σχ. 3), η τάση που υφίσταται στο ασβεστολιθικά αυτά πετρώματα να παρουσιάζουν υψηλότερη αντοχή στους αποσβρωτικούς παράγοντες, όσο μειώνεται η υδατοαπορροφητικότητα και το πορώδες τους.

#### 4.5. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΚΑΘΑΡΟΤΗΤΑ ΨΗΙΔΩΝ

Ως γνωστόν ως επιφανειακή καθαρότητα (H.N) ορίζεται ο λόγος της μάζας Mf των λεπτομερών υλικών (μέγεθος κόκκων d < 75 μm) που βρίσκονται προσκολλημένα στις επιφάνειες των τετραγώνων ενός αβράνου υλικού, προς την μάζα αυτού M<sub>a</sub>, επί τριών εκατό. Η δοκιμή εκτελέστηκε σύμφωνα με την μέθοδο διαύγασης, της Αμερικάνικης προδιαγραφή A.S.T.M.: Designation: C 117 - 84, και προσδιορίστηκαν οι εξής τιμές:

1. Παλαμάρα: Π.Λ. = 0.31%    2. Κάρτουνα: Π.Λ. = 0.46%    3. Μάκα: Π.Λ. = 0.38%    4. Ντέρου: Π.Λ. = 0.31%

#### 4.6. ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΟΡΦΗΣ ΑΒΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πρόκειται για τους δείκτες Πλάτυσης, Επιμήκυνσης και Γυνιάδους που εκφράζουν τη μέση γενική μορφή των ψηφιδών, η οποία ως γνωστόν εκπροσωπεί τόσο την ευκολία εσεξεργασίας του μίγματος και την πρακτικότερα σταθερότητα και αντοχή του, όσο και την αναλογία των αβράνων υλικών σε σχέση με το συνδετικό υλικό, σιμέντο. Οι προσδιορισμοί αυτοί εκτελέστηκαν σύμφωνα με τα B.S.:B12:Part 1:1975 σε ψηφίδες μεγέθους 10 - 14 mm. Προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες τιμές:

Ιδιότητα	Λατομείο			
	Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μάκα	Ντέρου
Δείκτης Πλάτυσης, F.I. (Z)	15.9	14.7	13.6	16.9
Δείκτης Επιμήκυνσης, E.I. (Z)	27.3	24.9	23.2	25.8
Δείκτης Γυνιάδους, A.N.	11.01	10.87	10.32	11.81

#### 4.7. ΔΟΚΙΜΕΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΕΙΑΣ ΑΒΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ - ΣΙΜΕΝΤΟΥ Portland

Στα μελετηθέντα δείγματα των αβράνων υλικών εκτελέστηκαν ορισμένες δοκιμές για να διερευνηθεί η χημική τους καταλληλότητα για την παρασκευή σκυροδέματος με σιμέντο τύπου Portland. Οι δοκιμές αυτές περιελάβαν τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε θειικά (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), χλωρίδια (Cl<sup>-</sup>), διοξειδίου του πυριτίου (SiO<sub>2</sub>), μονοξειδίου του μαγνησίου (MgO), μονοξειδίου του ασβεστίου (CaO), ώστε να διαπιστωθεί η καθαρότητα του ασβεστολιθού του λατομείου "Μάκα", των οργανικών προσμίξεων, και της αντιδραστικότητας αβράνων υλικών - αλκαλίων σιμέντου.

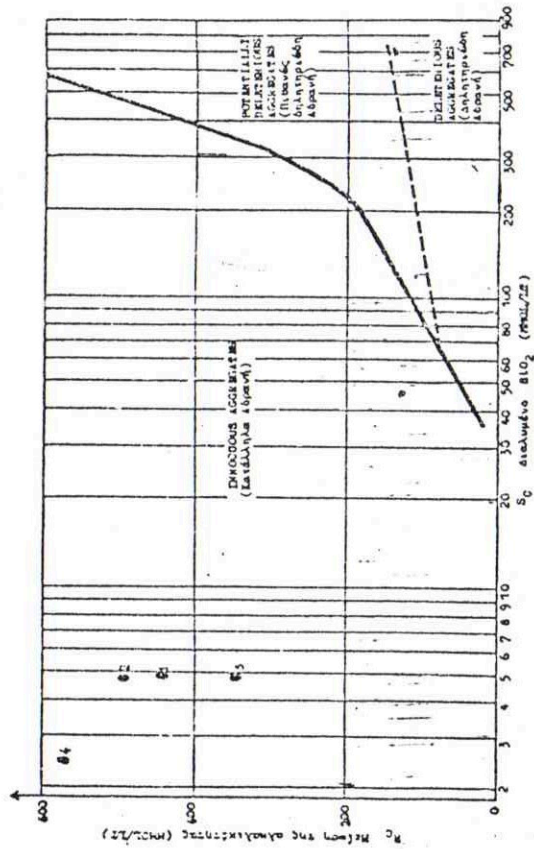
Όλες οι δοκιμές εκτελέστηκαν στο χονδρόκοκκο και λεπτόκοκκο κλάσμα των αβράνων υλικών, ενώ ο προσδιορισμός των οργανικών, μόνο στο λεπτόκοκκο, σύμφωνα με τις προδιαγραφές B.S.:3691:Part 2:1973, B.S.:B12: Part 4:1975, Υ.Δ.Ε. "Κανονισμός Σιμέντων": Δ. 29-2-80, A.S.T.M.: C 40 - 84, και A.S.T.M.: C 289 - 81, αντίστοιχα. Προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες τιμές:

Ιδιότητα	Λατομείο			
	Παλαμάρα	Κάρτουνα	Μάκα	Ντέρου
1. SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (Z)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
2. Cl <sup>-</sup> (Z)	0.035	0.045	0.05	0.07
3. R <sub>c</sub> (mmol/lit)	440	480	350	540
4. S <sub>c</sub> (mmol/lit)	4.9	4.7	4.9	2.6
5. SiO <sub>2</sub> (Z)	0.95	0.24	1.9	0.65
6. MgO (Z)	γλην	γλην	γλην	γλην
7. CaO (Z)	55.00	55.40	54.90	51.65
8. Οργανικές προσμίξεις	0	0	0	0

9. Όπως προκύπτει από τις παραπάνω τιμές R<sub>c</sub> και S<sub>c</sub> και τα σχ. 4 και 5, τα χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα κλάσματα όλων των μελετηθέντων αβράνων υλικών, βρίσκονται στην περιοχή των αβλαβών υλικών, (innocuous substance).

#### 5. ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ

Διάφορα διεθνή πρότυπα και προδιαγραφές καθώς και άλλοι ερευνητικοί φορείς, οργανισμοί και ερευνητές, έχουν μέσα στα έρευνα και συνεχή παρακολούθηση της συμπεριφοράς διαφόρων τύπων και ποιοτήτων αβράνων υλικών στο σκυροδέματός τους, ορισμένες τιμές - ορίσματα των ορίσμων καταλληλότητας με σκοπό την αξιολόγηση και προσδιορισμό της καταλληλότητας των αβράνων υλικών για την παραγωγή σκυροδέματος. Τέτοιες προδιαγραφές, φορείς και ερευνητές είναι: I.



Σχήμα (4). Αντιδραστικότητα αδρανών υλικών - αλκαλίων σιμέντου.  
Fig. (4). Potential alkali - aggregate reactivity.

1 = Πολυμερία, 2 = Κάρβουνα, 3 = Μαδία, 4 = Νιέφρου.

Καζιμπίτσα Ι.Ε. (1976), 2. Σκορνόλντς C.E. (1950), 3. Χόσκιγκ J.R. and Τούβυ L.W. (1969), 4. Άνσον (1969), 5. Χόσκιγκ J.R. (1970), 6. British Standard, 7. American Society for Testing and Materials, 8. DIN, 9. A.A.S.H.T.O. και 10. Στατ-  
κωσκι W.S. and Σάλτ G.F.

Στον πίνακα (1) συνοψίζονται όλες τις οριακές τιμές καταλληλότητας των αδρανών υλικών στη χρήση τους για παραγωγή ακυροδέματος.

Πίνακας (1). Οριακές Τιμές Καταλληλότητας αδρανών.

Ιδιότητα	Ο.Τ.Κ.	Βιβλιογραφική πηγή
Πυκνότητα (Επρή Φαινόμενη)	$\geq 2.6 \text{ gr/cm}^3$	1
Υδατοαπορροφητικότητα	$\leq 3 \%$	1
Προσκολλημένα Λεπτομερή $< 75 \mu\text{m}$ (Ειφρανεϊακή Καθιρότητα Ψηφίδων)	$\leq 1 \%$	B.S.:882:1973
Δείκτης Πλάτυσης (F.I.)	$\leq 30 \%$	B.S.:1964:1967
Δείκτης Επιμήκυνσης (E.I.)	$\leq 45 \%$	B.S.:1984:1967
Αντοχή σε Μονοαξονική Βλῆση ( $\sigma$ )	$> 34.5 \text{ MN/m}^2$	2
Δείκτης Αντοχής σε Πρόσκρουση Αδρανών (Δ.Α.Π.Α.)	$\leq 45 \%$	B.S.:882:1973
Δείκτης Συντριβής Αδρανών (Δ.Σ.Α.)	$\leq 40 \%$	5
Δείκτης Συντριβής Λεπτοκόκκων 10% Αδρανών (Δ.Σ.Α. 10%)	$\geq 50 \text{ KN}$	3
Συντελεστής Los Angeles (L.A.)	$\leq 40 \%$	A.A.S.H.T.O.:M78-64:1974
Δείκτης Φθοράς σε Απώριση Αδρανών (Δ.Φ.Α.Α.)	$\leq 10\%$	10
Τιμή Υγείας Αδρανών (T.Y.A.) (με Βελικό Νάτριο)	$\leq 12 \%$	A.A.S.H.T.O.:M30-70:1974
Περιεκτικότητα Βελικών ( $SO_3^{2-}$ )	$\leq 1.2\%$	B.S.:832:1983 & DIN 4226
Περιεκτικότητα Χλωριδίων ( $Cl^-$ )	$\leq 0.08 \%$	B.S.:882:1983
Alkali Reactivity	Ορίζεται περιο- χές σε διάγραμμα Χρωμασύκρηση διαλύματος	A.S.T.M.:C 289 - 81 A.S.T.M.:C 40 - 84
Οργανικές Προσμίξεις		

Στο σχήμα (5) παρουσιάζεται το διάγραμμα σύγκρισης των ιδιοτήτων και της προκύπτουσας ποιότητας των αδρανών υλικών των 4 μελετηθέντων λατομείων της Καλαμάτας, σε σχέση με την οριακή ποιότητα καταλληλότητας ενός τετρώματος στην χρήση του για παραγωγή ακυροδέματος, απεικονίζοντας ευκρινώς την αρτιότητα των υλικών αυτών.

#### 6. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΗΘΕΝΤΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

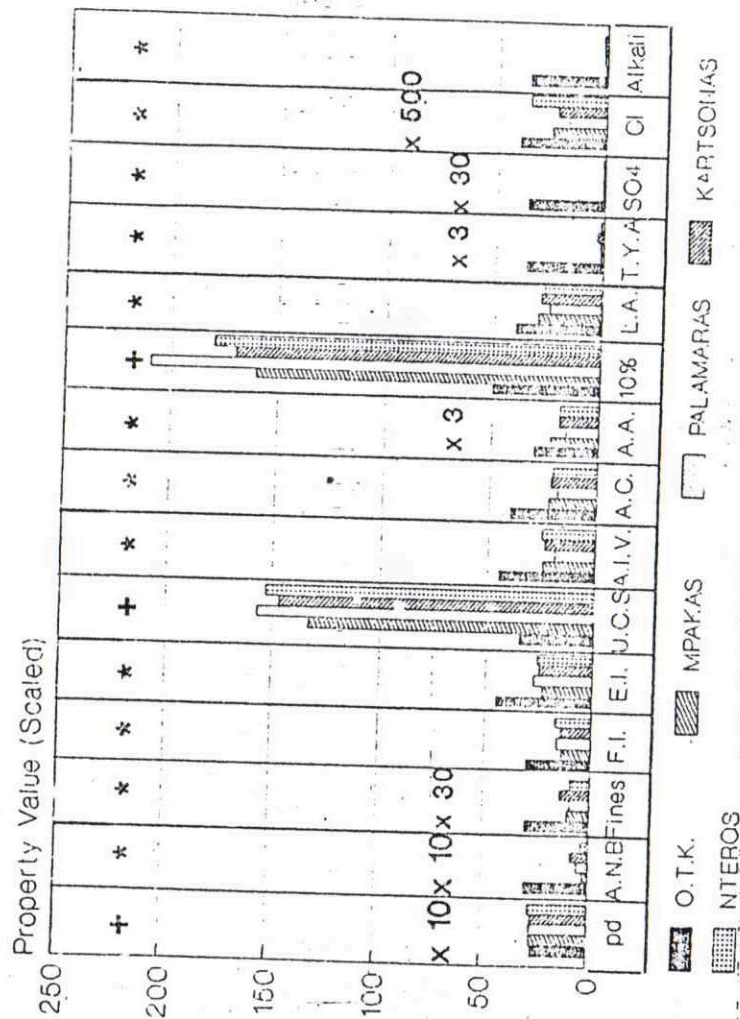
Απο την παράθεση και σύγκριση των πιο πάνω αναφερομένων αποτελεσμάτων των εργαστηριακών δοκιμών, που εκτελέσθηκαν σε δείγματα των αδρανών υλικών των 4 λατομείων της περιοχής Καλαμάτας, και των αντίστοιχων για κάθε προσδιορισθείσα ιδιότητα διεθνών απαιτήσεων και οριακών τιμών καταλληλότητας ενός τετρώματος για παραγωγή αδρανών υλικών ακυροδέματος, συμπεραίνονται τα εξής:

Όλες οι προσδιορισθείσες τιμές των ιδιοτήτων των μελετηθέντων δειγμάτων των τετρώματων και των 4 λατομείων, ικανοποιούν τις απαιτήσεις των διεθνών προδιαγραφών, καθιστώντας τα αδρανή αυτά υλικά σκόλυτα κατάλληλα για παραγωγή ακυροδέματος με σιμέντο τύπου Portland.  
Συγκεκριμένα:

- 1) Οι φυσικές ιδιότητες των υλικών είναι καλύ ικανοποιητικές και ιδίως οι χαμηλές τιμές του ποσού και της υδατοαπορροφητικότητάς τους ευνοούν:
  - α) τη μείωση της απαιτούμενης ποσότητας σε σιμέντο και νερό, και
  - β) την αύξηση της αντίστασης του στην αποσάθρωση.
- 2) Τα πολύ χαμηλά ποσοστά των προσκολλημένων στην επιφάνεια των ψηφιδών λεπτομερών υλικών (αργίλου, ιλύος και άμμου) σε συνδυασμό με την καταλληλότητα ορυκτολογική σύνθεση, ευνοούν τόσο τη στερεότερη σύνδεση των ψηφιδών με τη μετρίως συνδετική πάστα, όσο και τη μείωση της απαιτούμενης ποσότητας νερού, χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στη παραγωγή ακυροδέματος υψηλότερης αντοχής.
- 3) Οι μεινιές μαρμαί των ψηφιδών, όπως προσδιορίσθηκαν στο τους δείκτες πλάτυσης, επιμήκυνσης και γυμνιούσης, και η πολύ μικρή περιεκτικότητα σε βελόνες, συμβάλλοντας στην αυξημένη ευκαλία της ανάμιξης και επεξεργασίας, καθώς και στη μεγαλύτερη αντοχή του ακυροδέματος.

Σχήμα (5). Διάγραμμα σύγκρισης της ποιότητας των μελετηθέντων αδρανών υλικών, με την οριακή ποιότητα καταλληλότητας για αδρανά σκυροδέματος.

Fig(5). Quality Comparison Bar Diagram, between Limit Acceptance Values and Used Aggregates Property Values.



Value must be < O.T.K.

Value must be > O.T.K.

5) Οι τιμές των ιδιοτήτων των πετρωμάτων, όπως προκύπτουν από τις εργαστηριακές δοκιμές, τόσο επί πετρωμάτων σφαιρικών όσο και κυλινδρικών πυρήνων είναι γενικά πολύ υψηλές, εξασφαλίζοντας έτσι την υψηλή αντοχή του σκυροδέματος, σε συνθήκες στατικής και δυναμικής καταπόνησης.

6) Οι αντοχές των ψηφίδων στους αποσπαστικούς παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως προσδιορίστηκαν από τις πολύ μικρές τιμές υγείας αδρανών, είναι εξαιρετικά υψηλές. Οι Τιμές Υγείας Αδρανών κυμαίνονται μεταξύ 0.49% και 0.57%.

6) Όπως προκύπτει από τον προσδιορισμό των χημικών ενώσεων και των οργανικών προσμίξεων με το λατομείο, όσο και στα χονδρόκοκκα κλάσματα, δεν περιέχονται ανεπιθύμητα συστατικά και ουσίες που θα μπορούσαν να αντιδράσουν βλαβερά με συστατικά του σιμέντου τύπου Portland. Συνεπώς, επιβεβαιώνεται και η χημική καταλληλότητα και συμβατότητα των αδρανών υλικών των πετρωμάτων αυτών, με σιμέντο Portland για την παραγωγή σκυροδέματος. Συγκεκριμένα για το λατομείο της πόλης της Καλαμάτας, προσδιορίστηκαν:  $SO_4^{2-} < 0.01\%$ ,  $Cl^- = 0.025 - 0.05\%$ ,  $SiO_2 = 0.24 - 1.9\%$ ,  $MgO = 1\%$ ,  $CaO = 54.90 - 55.4\%$ , Alkali reactivity = αρνητικά, και Οργανικές Προσμίξεις = αρνητικές. Στο λατομείο περιοχής Καταρού, διαπιστώθηκαν:  $SO_4^{2-} < 0.01\%$ ,  $Cl^- = 0.07\%$ ,  $SiO_2 = 0.65\%$ ,  $MgO = 3.2\%$ ,  $CaO = 51.65\%$ , Alkali reactivity = αρνητικά, και Οργανικές Προσμίξεις = αρνητικές.

7) Οι ορυκτολογικές και πετρογραφικές εξετάσεις έδειξαν ότι τα μελετηθέντα πετρώματα είναι υψηλής ναφθογένειας ασβεστολίθου και επιβεβαίωσαν την ορυκτολογική και χημική καταλληλότητά τους για παραγωγή αδρανών υλικών σκυροδέματος. Επίσης, απεδείχθη ότι οι πολύ ικανοποιητικές φυσικές και μηχανικές ιδιότητες των υλικών αυτών, οφείλονται στην καλή σύνθεση και συμπαγή αλληλοεμπλοκή των ορυκτών κρυστών τους. Το πέτρωμα του λατομείου "Ντέρου" της περιοχής Καταρού, είναι ένας ελαφρύ δολομιτιμένος ασβεστολίθος, και θεωρείται και αυτός, λόγω της μικρής περιεκτικότητάς του σε δολομίτη, ένα κατάλληλο πέτρωμα για παραγωγή αδρανών υλικών σκυροδέματος.

8) Από την συσχέτιση των μηχανικών ιδιοτήτων των μελετηθέντων πετρωμάτων, προκύπτει ότι όσο η αντοχή του υλικού του ασβεστολιθικού πετρώματος αυξάνει, τόσο αυξάνει και οι μηχανικές ιδιότητες των αδρανών υλικών του, και τόσο μειώνεται η συμβολή του στην υψηλότερη αποσπαστικότητα τους.

9) Σαν θετικό στοιχείο θεωρούνται οι πολύ μεγάλες ποσότητες αποσπασμάτων των πετρωμάτων, τα οποία πρακτικά μετρούν να εκτιμηθούν ως ανεξάντητα.

Συμπερασματικά λοιπόν προκύπτει ότι όλα τα μελετηθέντα πετρώματα των 4 λατομείων της Καλαμάτας, είναι γενικά καλής ποιότητας δομικοί λίθοι, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς στην παραγωγή σκυροδέματος με σιμέντο τύπου Portland, ακόμη και για τα υψηλές καταπόνησης δομικά έργα της περιοχής της Καλαμάτας.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A.C.I. Committee 221, (1961) "Selection and Use of Aggregates for Concrete" American Concrete Institute, Detroit, Michigan, 1961, pp. 22.
- Anon., (1969) "Specification for road and bridge works", U.K. Department of the Environment, H.M.S.O., London.
- Anon., (1972) "The preparation of maps and plans in terms of Engineering Geology", O.Jl. Eng. Geol. Vol. 5, 293 - 381.
- Anon., (1979) "International Society for Rock Mechanics. Commission on standardization of laboratory and field tests. Suggested Methods for determining water content, porosity, density, absorption and related properties. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. and Geomech. Abstr. Vol. 16, pp. 141 - 156.
- Aubouin J., (1959) "Contribution a l' etude geologique de la Grece septentrionale: Les confins de l' Epire et de la Thessalie" Ann. Geol. Pays Hellen., 10, 1 - 483.
- B.S.:882, 1261, (1973) "Aggregates from Natural Sources for Concrete (including granolithic).", British Standards Institution, London.
- B.S.:1984, (1967) "Specification for gravel aggregates for surface treatment (including surface dressings) on roads.", B.S.I., London.
- Brunn J.H., (1960) "Les zones helleniques internes et leur extension. Reflexions sur l' orogenese alpine". Bull. Soc. Geol. France, (7), 11, 470 - 486.
- Folk R.L., (1959) "Practical petrographic classification of limestones". Bull. Am. Ass. Pet. Geol. j. 43, pp.1 - 38.
- Higginbottom I.E., (1976) "Section 11.1. General requirements for rocks and aggregates.", In Anon. 1976. Applied Geology for Engineers. H.M.S.O. 378.
- Hosking J.R., (1970) "Road aggregates and their testing.", One day Symposium on Quarrying, Bristol University.
- Hosking J.R. and Tubey L.W., (1969) "Research on low-grade and unsound aggregates.", R.R.L. Report LR 293.
- Philippson A., (1898) "La tectonique de l' Egeide". Ann. de Geographie, 112 - 141.
- Renz C., (1940) "Die Tektonik der Grienhische Gebirge". Praga. Akad. Athinon, 8.
- Raynolds C.E., (1950) "Concrete Construction.", (2nd Edition), Concrete Publications Ltd. London.
- Σαχινίδης Κ.Ι., Κουμαντάκης Ι.Ε. (1986) "Γεωτεχνική Περιγραφή Ταξινόμηση και Ιδιότητες της Ανθρακίτης και Στεφανίτης Βραχομάζας. Τρόπος Καταγραφής", Μεταλλ. - Μεταλλ. Χρονικά, Νο 61/86, pp 43 - 64.
- Σαχινίδης Κ.Ι. (1988) "Τεχνικογεωλογικά έρευνά για Αδρανά Υλικά Αντιλιοθρών Οδοστρωμάτων". Διδακτορική Διατριβή, Γ. Π. Σαλάνης, σελ. 570.