



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ



ΑΡΓΥΡΗΣ ΑΓΑΠΙΟΥ

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΕΝΕΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗ ΤΗΣ
ΚΥΠΡΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2023



ΑΡΓΥΡΗΣ ΑΓΑΠΙΟΥ
Φοιτητής Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5894

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΕΝΕΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

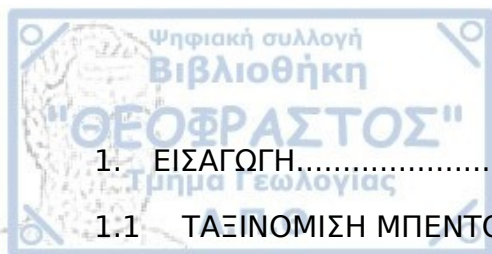
Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας
Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας

Επιβλέπων

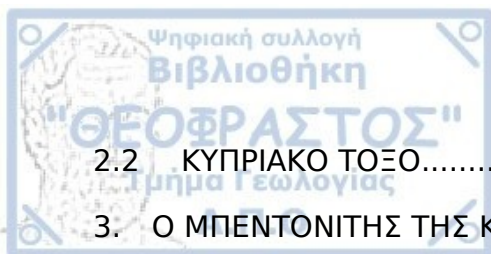
Καντηράνης Νικόλαος

Περιεχόμενα

Περίληψη..... 4



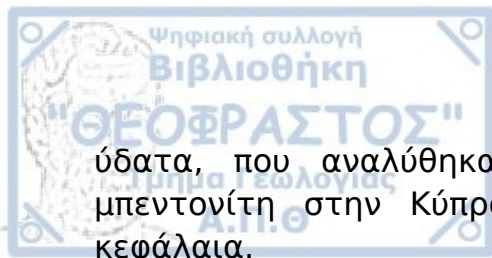
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1 ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΩΝ.....	7
1.1.1 ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ.....	8
1.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΩΝ.....	9
1.2.1 ΦΟΡΤΙΟ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ.....	9
1.2.2 ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ.....	10
1.2.3 ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ.....	11
1.2.4 ΚΟΛΛΟΕΙΔΕΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	11
1.2.5 ΥΨΗΛΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΚΑΙ ΑΙΩΡΗΣΗΣ.....	12
1.2.6 ΣΥΝΔΕΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....	12
1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗ.....	13
1.3.1 ΣΦΑΙΡΟΠΟΙΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ.....	14
1.3.2 ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΗ ΑΜΜΟΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΔΙΩΝ.....	14
1.3.3 ΠΟΛΦΟΙ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.....	15
1.3.4 ΧΥΤΗΡΙΑ ΜΕΤΑΛΛΩΝ.....	15
1.3.5 ΧΑΡΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....	16
1.3.6 ΑΠΟΞΗΡΑΝΤΙΚΑ ΜΕΣΑ.....	17
1.3.7 ΛΕΥΚΑΝΣΗ ΚΑΙ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΡΥΠΩΝ.....	17
1.4 ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ.....	18
2. Γεωλογία της Κύπρου.....	20
2.1 ΛΙΘΟΛΟΓΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΖΩΝΩΝ.....	22
2.1.1 Οφιόλιθος Τροόδους.....	22
2.1.2 ΤΑ ΑΥΤΟΧΘΟΝΑ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ.....	23
2.1.3 Η ΖΩΝΗ ΜΑΜΩΝΙΩΝ.....	24
2.1.4 Η ΖΩΝΗ ΠΕΝΤΑΔΑΚΤΥΛΟΥ.....	25
2.1.5 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ.....	25



2.2	ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΤΟΞΟ.....	27
3.	Ο ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ.....	28
3.1	ΕΜΦΑΝΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΘΕΣΕΙΣ.....	28
3.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	29
3.2.1	ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΣΑΤΑ.....	30
3.3	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ.....	31
3.3.1	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	31
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	32
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	33

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως σκοπό την επεξήγηση του ρόλου του μπεντονίτη στην Κύπρο από την γένεση του μέχρι την παραγωγή του. Θα παρουσιαστούν οι ταξινομήσεις του μπεντονίτη στο τρόπο δημιουργίας του, τις ιδιότητες που περιλαμβάνει και τις χρήσεις του. Ακόμη, θα γίνει μια αναφορά για συγκεκριμένα δείγματα στα υπόγεια



ύδατα, που αναλύθηκαν για να βρεθεί ο τρόπος γένεσης του μπεντονίτη στην Κύπρο. Η εργασία αυτή αποτελείται από τρία κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο, θα αναφερθούμε σε κάποια γενικά στοιχεία του μπεντονίτη και θα γίνει αναφορά στις κύριες ιδιότητες του, καθώς και στις κύριες χρήσεις του. Τέλος, του κεφαλαίου θα γίνει αναφορά για τα κοιτάσματα μπεντονίτη που εμφανίζονται στον κόσμο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, θα γίνει αναφορά στην Γεωλογία της Κύπρου με τους σχηματισμούς που το αποτελούν, καθώς και τα λιθολογικά χαρακτηριστικά τους. Περιληπτικά θα αναφερθούμε για την γεωτεκτονική εξέλιξη της Κύπρου και συγκεκριμένα για το ηφαιστειακό Τόξο της.

Στο τρίτο κεφάλαιο, θα βρούμε τα στοιχεία από τις ανάλυσης που έγιναν στο κάθε εργαστήριο για τα υπόγεια ύδατα για να βρεθεί η γένεση του μπεντονίτη. Το κεφάλαιο θα τελειώσει με την παραγωγή του μπεντονίτη της Κύπρου με ένα χρονοδιάγραμμα παραγωγής.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ : Κύπρος, μπεντονίτης, υπόγεια ύδατα, παραγωγή.

ABSTRACT

The purpose of this diploma thesis is to explain the role of bentonite in Cyprus from its genesis to its production. The classifications of bentonite in how it is created, the properties it includes, and its uses will be presented. Also, a reference will be made for specific samples in the groundwater, which were analyzed to find the way of genesis of bentonite in Cyprus. This work consists of three chapters.

In the first chapter, we will refer to some general elements of bentonite and mention its main properties, as well as its main uses. Finally, the chapter will report on the bentonite deposits that appear in the world.

In the second chapter, reference will be made to the Geology of Cyprus with the formations that make it up, as well as their lithological characteristics. In summary we will refer to the geotectonic evolution of Cyprus and specifically to its Arc.

In the third chapter, we will find the data from the analyzes done in each laboratory for the groundwater to find the genesis of the

bentonite. The chapter will end with Cyprus bentonite production with a production schedule.

KEYWORDS: Cyprus, bentonite, groundwater, production.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο μπεντονίτης είναι φυσική κολλοειδής άργιλος που το 1888 στην πολιτεία Γουαϊόμινγκ των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά. Στην συνέχεια ανακαλυφθήκαν κοιτάσματα μπεντονίτη σε όλο τον κόσμο. Έχει την ικανότητα να διογκώνεται με την προθήκη νερού σε σύγκριση με άλλους αργίλους που δεν έχουν αυτή την ικανότητα, ενώ η ποσότητα του νερού που μπορεί να απορροφήσει είναι 5 φορές το βάρος του και ακόμη μπορεί να συνδεθεί με την αύξηση του όγκου του μέχρι 15 φορές. Αυτή η κύρια ιδιότητα μπορεί να επαναληφθεί πολλές φορές. Ο μπεντονίτης αποτελείται κυρίως (>80%) από το αργιλικό ορυκτό μοντμοριλλονίτη. Όταν η περιεκτικότητα του σε μοντμοριλλονίτη είναι περίπου 60%-80% το υλικό ονομάζεται «μπεντονιτική άργιλος». Μερικές άλλες ιδιότητες του είναι ότι παρουσιάζει υψηλή πλαστικότητα, έχει υψηλό βαθμό ιοντοαντάκλασης, η θιξοτροπική συμπεριφορά του κ.α. Επίσης, ο μπεντονίτης έχει πολλές χρήσεις οι οποίες τον καθιστούν ενεργό στις μέρες μας. Μερικές από αυτές είναι για πολφούς γεωτρήσεων, άμμος υγιεινής για κατοικίδια, σφαιροποίηση σιδηρομεταλλεύματος κ.α. Ποιο κάτω θα αναφερθούν όλα αυτά.

1.1 ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΩΝ

Η κύρια ταξινόμηση των μπεντονιτών βασίζεται στον τρόπο γένεσης τους καθώς και με την κύρια ικανότητα διόγκωσής τους, όταν αυτοί ενυδατώνονται ή όταν έρθουν σε επαφή με το νερό.

Σύμφωνα με τους Christidis & Huff (1996) ως προς την πρώτη κατηγοριοποίηση οι μπεντονίτες, διακρίνονται στα παρακάτω κοιτάσματα:

- Προερχόμενα κοιτάσματα μπεντονίτη από την διαγενετική μετατροπή του ηφαιστειακού γυαλιού.
- Προερχόμενα κοιτάσματα μπεντονίτη από την υδροθερμική εξαλλοίωση του ηφαιστειακού γυαλιού.
- Σχηματισμό πλούσιων σε σμεκτίτες ιζημάτων σε περιβάλλοντα sabkha και σε αλμυρές λίμνες, κυρίως με την διάλυση των κλαστικών κόκκων αργιλοπυριτικών ορυκτών. Αυτή η διαδικασία δεν θέλει υποχρεωτικά την ύπαρξη πυροκλαστικών ή ηφαιστειοκλασικών υλικών και παρατηρείται κυρίως σε κλίματα που απουσιάζει το νερό. Η ύπαρξη μικρών ποσοτήτων τριοκταεδρικών σμεκτίτων στα ιζηματογενή κοιτάσματα έχει αποτέλεσμα η ποιότητά τους να είναι συνήθως χαμηλής και συνοδεύονται από σεπιόλιθο και/ή παλυγορσκήτη.

Όσον αφορά τη διαδικασία αλλοίωσης υπάρχουν διαφορετικές απόψεις. Ορισμένοι ερευνητές πιστεύουν ότι η αλλοίωση ξεκινά όταν το ηφαιστειακό υλικό έρθει αμέσως σε επαφή με το νερό, άλλοι πιστεύουν ότι ξεκινάει όταν αμέσως μετά την εναπόθεση του ηφαιστειακού υλικού φτάσει στο πυθμένα της θάλασσας ή της λίμνης και άλλοι ότι η αλλαγή γίνεται με την ταφή και τη δράση διαγενετικών παραγόντων. Στο Wyoming οι μπεντονίτες έχει αποδειχθεί ότι σχηματίστηκαν μετά την ταφή του ηφαιστειακού υλικού σε βάθος αρκετών εκατοντάδων μέτρων και η εξαλλοίωση λαμβάνει χώρα με τη συνδρομή των διαγενετικών ρευστών που κυκλοφορούν μεταξύ των κλαστικών υλικών που είναι κυρίως θαλάσσιας προέλευσης (Elzea, 1990).

1.1.1 ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ

Η έρευνα και ο εντοπισμός των κοιτασμάτων μπεντονίτη αποτελείται από διάφορα στάδια. Το πρώτο και κυριότερο βήμα είναι να γνωρίζει κάποιος τον τρόπο γένεσης των μπεντονιτών όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω και τους τύπους του γεωλογικού περιβάλλοντος που ευνοούν στον σχηματισμό των κοιτασμάτων. Ένα απλό παράδειγμα είναι ότι ο μπεντονίτης δημιουργείται από την αλλοίωση ηφαιστειοκλαστικού υλικού και ότι τα κοιτάσματα μπεντονίτη συνδέονται με θαλάσσια περιβάλλοντα του Κρητιδικού και του Τριτογενούς. Ως εκ τούτου, μια περιοχή που θα περιέχει κοιτάσματα μπεντονίτη θα έλαβε χώρα ηφαιστειακή δραστηριότητα σε αυτήν και ήταν διαθέσιμο νερό, είτε ωκεανού είτε θάλασσας, την στιγμή του σχηματισμού. Αυτό είναι ένα παράδειγμα το πώς με εμπειρία και γνώση μπορεί κάποιος να έχει μία απλή εικόνα για ένα επιτυχημένο πρόγραμμα εξερεύνησης κοιτάσματος μπεντονίτη.

Με τον εντοπισμό των περιοχών για την ύπαρξη πιθανών κοιτασμάτων, διεξάγεται μια επιτόπια αναγνώριση για να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν τα κοιτάσματα ή όχι. Με τον εντοπισμό του κοιτάσματος το επόμενο βήμα θα είναι να χαρτογραφηθεί η έκταση του. Σε μερικές περιπτώσεις οι αποθέσεις μπορεί να βρίσκονται στην επιφάνεια και να είναι εύκολος ο αναγνωρίσιμος του μπεντονίτη. Σε άλλες περιπτώσεις θα χρειαστεί η χρήση δικτύου γεωτρήσεων για τον εντοπισμό και χαρτογράφηση της έκτασης του κοιτάσματος μπεντονίτη. Με τον εντοπισμό και την χαρτογράφηση της έκτασης του αποθέματος πρέπει να ληφθούν υπόψη μερικοί παράγοντες όπως, η θέση που βρίσκετε το κοίτασμα, η απόσταση από τις αγορές, ο τρόπος μεταφοράς και η ποσότητα των αποθεμάτων αυτών.

1.2.ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΩΝ

Οι μπεντονίτες έχουν μεγάλο εύρος σε χρήσεις εξαιτίας των σημαντικών ιδιοτήτων τους, οι οποίες λαμβάνονται με βάση τα χαρακτηριστικά του σμεκτίτη, το μικρό μέγεθος που έχουν οι κρυστάλλοι, το φορτίο κρυσταλλικής δομής, η αφθονία αρνητικών φορτίων, η ποικιλία τους σε χημική σύσταση, η μεγάλη χημικά ενεργή ειδική επιφάνεια, η μεγάλη ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, η επιδράσεις με οργανικές και ανόργανες ενώσεις, καθώς και η ποικιλία των ανταλλάξιμων κατιόντων («Harben, 1997, Murray, 2000»). Θα περιγράψουν ποιο κάτω οι σημαντικότερες ιδιότητες του οι οποίες παίζουν κύριο ρόλο στις εφαρμογές τους στην βιομηχανία.

1.2.1 ΦΟΡΤΙΟ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ

Λόγω των υπό-καταστάσεων στην τετραεδρική και την οκταεδρική στιβάδα του πλέγματος των σμεκτιτών εμφανίζεται το αρνητικό φορτίο το οποίο είναι από της πιο σπουδαιότερες ιδιότητές τους (Christidis & Eberl, 2003). Η κατανομή του φορτίου έχει επιρροή στις εφαρμογές των μπεντονιτών, έτσι οι τεχνολογικές εφαρμογές του πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από τον προσδιορισμό του. Επίσης, συσχετίζεται και με τον τρόπο που δημιουργούνται κοιτάσματα μπεντονίτη και τον σχηματισμό των μοντμοριλλονιτών («Lagaly, 1969»).

Ο μοντμοριλλονίτης σύμφωνα με τον Guven (1998) βρίσκεται στους διοκταεδρικούς σμεκτίτες με χημικό τύπο: $(Al_xFe_y^{2+} + Mg_z)_{2,00}(Si_{4,00-(u+v)}Fe_y^{3+} + Al_uO_{10}(OH)_2M^{+}_{u+v+z})$ όπου τα ανταλλάξιμα κατιόντα αντιπροσωπεύονται από το στοιχείο M^{+} (κυρίως Mg, Ca, Na και K). Όσον αφορά την κρυσταλλική δομή του μπορεί να υπάρξουν αντικαταστάσεις στις τετραεδρικές θέσεις του Si^{4+} από Al^{3+} και στις οκταεδρικές θέσεις του Al^{3+} από Mg^{2+} , Fe^{2+} και Fe^{3+} . Το έλλειμα του φορτίου που πιθανόν προκύπτει εξισορροπείται από κατιόντα που μπαίνουν στις ενδοστρωματικές θέσεις και επηρεάζουν την δυνατή

συνοχή μεταξύ των στρωμάτων.

Στους σμεκτίτες παρουσιάζεται ανομοιογένεια στο χημισμό και τη δομή τους, η οποία δημιουργεί ανομοιογένεια στο μέγεθος του φορτίου κρυσταλλικής δομής και στην κατανομή του στο κρυσταλλικό πλέγμα του σμεκτίτη. Η τάξη ή αταξία των κατιόντων του οκταεδρικού στρώματος και η ύπαρξη οκταεδρικών θέσεων τύπου *cis* συνεισφέρουν στην ανομοιογένεια αυτή.

1.2.2 ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ

Η ιοντοεναλλακτική ικανότητα «Cation Exchange Capacity – CEC» των αργιλικών ορυκτών είναι η ποσότητα των κατιόντων που βρίσκεται διαθέσιμη για ανταλλαγή σε δεδομένο pH (κατά Bergaya, 2006) και εκφράζεται σε χιλιοστοϊσοδύναμα (meq) ανά 100 g ξηρής αργίλου (κατά Bergaya, 1997). Το άθροισμα των δύο τύπων φορτίων που προκύπτουν από τη «Cation Exchange Capacity» (CEC) είναι: 1) Η αντικατάσταση στην δομή στην οκταεδρική ή/και τετραεδρική στιβάδα και β) τους σπασμένους δεσμούς στα όρια των κρυστάλλων αυτών. Το φορτίο που βρίσκεται στα άκρα των κρυστάλλων ονομάζεται ως μεταβλητό και έχει μεταβαλλόμενη τιμή ανάλογα με βάση τη προέλευση του διαλύματος (pH και ιοντική ισχύ). Με την συνεισφορά του μεταβλητού φορτίου θα πρέπει να εξαρτηθεί από τη μορφολογία των αργιλικών σωματιδίων και το λόγο της πλευρικής ή και της βασικής επιφάνειας. Σύμφωνα με τον Anderson (1991) το μεταβλητό φορτίο στους σμεκτίτες ποικίλλει μεταξύ 10-20% επί του συνολικού φορτίου.

Οι σμεκτίτες έχουν κύριο ανταλλάξιμο ιόν το Na και παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό διασποράς και μέγιστη ικανότητα ανάπτυξης κολλοειδών ιδιοτήτων, γιατί το Na επιτρέπει στην εξάπλωση πολλών προσανατολισμένων στρωμάτων νερού στις ενδιάμεσες στρωματικές επιφάνειες. Σε αντίθεση οι σμεκτίτες οι οποίοι έχουν κυρίαρχο ιόν το Ca ή το Mg όταν έρθουν σε πλήρη

ενυδάτωση παρουσιάζουν πολύ μικρό βαθμό διόγκωσης. Το είδος των ανταλλάξιμων ιόντων καθορίζεται κυρίως σε μητρικό πέτρωμα που με την εξαλλοίωση του προκύπτουν αργιλικά ορυκτά ή τη συγκέντρωση των ιόντων στα διαλύματα που κυκλοφορούν όταν ο σχηματισμός οφείλεται στη διαδικασία της διαγένεσης.

1.2.3 ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ

Ο βαθμός της ενυδάτωσης μπορεί να επηρεαστεί από τα εξής : α) Με το μέγεθος και την κατανομή του φορτίου κρυσταλλικής δομής β) το φορτίο και το μέγεθος των κατιόντων και γ) το είδος του ανταλλάξιμου κατιόντος. Η ενυδάτωση έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιείται σε διάφορα στάδια. Όταν για παράδειγμα η υγρασία βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα, έτσι ανάλογα με το ανταλλάξιμο κατιόν, μπορεί να πραγματοποιείται και η προσρόφηση 1 ως 4 στρωμάτων νερού. Στις αργίλους με ανταλλάξιμο κατιόν Ca ή/και Mg παρατηρείται γρήγορη απορρόφηση του νερού, ακόμη και λίγο περισσότερο από το όριο υδαρότητας. Αλλά στους νατριούχους σμεκτίτες ή λιθιούχους σμεκτίτες το νερό που προσροφάται είναι αρκετά περισσότερο από το όριο υδαρότητας (White & Pichler, 1959.) Όσο αφορά το τύπο του σμεκτίτη και το είδος του ανταλλάξιμου κατιόντος έχει την ανάλογη ικανότητα διόγκωσης. Οι Na μπεντονίτες και λιθιούχοι μπεντονίτες έχουν την δυνατότητα στο να διογκώνονται εύκολα σε περιβάλλον με πολύ νερό και ιδιαίτερα σε υδατικά διαλύματα με ελάχιστη ποσότητα ηλεκτρολυτών. Τέλος, οι σμεκτίτες (ασβεστούχοι) που δεν έχουν δυνατότητα διόγκωσης με αλκαλική επεξεργασία έχουν την δυνατότητα να μετατραπούν σε διογκούμενους σύμφωνα με την αντίδραση: $\text{Ca-μπεντονίτης} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na-μπεντονίτης} + \text{CaCO}_3$. Στην Ευρώπη χρησιμοποιείται η διαδικασία αυτή γιατί τα κοιτάσματα από νατριούχους μπεντονίτες είναι πολύ σπάνια και δίνει την δυνατότητα να επιτυγχάνεται η

άνοδος της ενυδάτωσης, η άνοδος της διόγκωσης, καθώς και την αντοχή σε εφελκυσμό και θερμικής αντοχής

1.2.4 ΚΟΛΛΟΕΙΔΕΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Η επαφή με το νερό σε μερικούς σμεκτιτικούς άργιλλους, λόγω της ενυδάτωσης και των χημικών τους ιδιοτήτων, προκαλείται ο διασκορπισμός καθώς και ο διαχωρισμός των κρυστάλλων. Το ηλεκτρικό δυναμικό των κρυστάλλων λόγω του μικρού τους μεγέθους και της ανάπτυξης τους, απωθούνται μεταξύ τους τους οδηγεί στο να αιωρούνται δημιουργώντας ένα κολλοειδές σύστημα.

Οι Na-μπεντονίτες αναπτύσσουν ιξώδες που: α) οφείλεται στο μέγεθος των κρυστάλλων, β) στη πολύ μεγάλη ειδική τους επιφάνεια, γ) την πολύ υψηλή τους ικανότητα να βρίσκονται σε διάφορα μέρη και δ) σε μικρό βαθμό στις ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ των κρυστάλλων. Όσον αφορά τους φυσικούς Na-μπεντονίτες, τους επεξεργασμένους σε νάτριο μπεντονίτες, καθώς και ο εκτορίτης και ο σαπωνίτης επιδεικνύουν υψηλό ιξώδες και θιξοτροπική συμπεριφορά (μετατροπή από gel σε αιώρησης εξαιτίας των μεγάλων ποσοτήτων σε ανταλλάξιμο νάτριο (Christidis, 1996). Αντιθέτως, οι Ca-μπεντονίτες δεν προάγουν υψηλό ιξώδες και θιξοτροπική συμπεριφορά.

1.2.5 ΥΨΗΛΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΚΑΙ ΑΙΩΡΗΣΗΣ

Οι μπεντονίτες έχουν την ικανότητα διασκορπισμού μέσα σε ρευστά καθώς και τη σχηματισμό αιώρησης και γαλακτώματος. Οι ιδιότητες αυτές συνδέονται με την κολλοειδή συμπεριφορά που αναπτύσσει ο μπεντονίτης, η οποία μπορεί να ωφεληθεί στο μικρό σχήμα των τεμαχίων. Τα τεμάχια αυτά δεν βυθίζονται αλλά αιωρούνται στο μέσο διασποράς γιατί έχουν ταυτόνημα ηλεκτρικά φορτία με αποτέλεσμα να απωθούνται και να μην γεννιούνται μεγαλύτερα τεμάχια.

1.2.6 ΣΥΝΔΕΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Λόγω της συνδετικής ικανότητας που έχουν οι μπεντονίτες χρησιμοποιούνται σε σημαντικές ποσότητες στη βιομηχανία χύτευσης μετάλλων για την δημιουργία καλουπιών και στην δημιουργία σφαιροποιημένων προϊόντων. Οι Na-μπεντονίτες έχουν σημαντική αντοχή σε συμπίεσεις κατά τη διάρκεια της ενυδάτωσης του υλικού, ενώ έχουν ελάχιστη αντοχή κατά την ξήρανση τους. Ενώ οι Ca-μπεντονίτες έχουν κανονική αντοχή σε συμπίεσεις κατά την ενυδάτωση και αρκετά μεγάλη αντοχή σε συμπίεσεις κατά την ξήρανση.

1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗ

Ο μπεντονίτης χρησιμοποιείται με πολλούς τρόπους γιατί είναι το πιο φθηνό από όλα τα υλικά ξήρανσης ο οποίος είναι αποτελεσματικός σε μεγάλες θερμοκρασίες $<50^{\circ}\text{C}$, απορροφώντας υδρατμούς ως 40% του βάρους του σε υγρασία 100%, για πολφούς γεωτρήσεων στην έρευνα και παραγωγή φυσικού αερίου και πετρελαίου, στην παρασκευή αντί όξινων δισκίων ή και φαρμακευτικών προϊόντων, καθαριστικών, στην χαρτοβιομηχανία, ως υλικά ξήρανσης ή πάκτωσης και προϊόντων σωματικής περιποίησης, χρησιμοποιείται επίσης και ως άμμος υγιεινής κατοικίδιων, συμπληρώματα για τις ζωοτροφές, για κατασκευή μεγάλης ποικιλίας υλικών για οικοδομικά υλικών και άλλα έργο-τεχνικά έργα (δεξαμενές, φράγματα, αγωγοί κ.ά.), καθώς και για στρώσεις χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων , αποθετικών λεκανών βιομηχανικών κατάλοιπων και για αποθήκευση πυρηνικών αποβλήτων κάτω από την Γη (υπόγεια). Όσο αφορά τους Na-μπεντονίτες και τους Ca-μπεντονίτες χρησιμοποιούνται ως εξής: Οι Na- μπεντονίτες χρησιμοποιούνται στη σφαιριδιοποίηση μεταλλευμάτων σιδήρου (με αναλογία 6-8kg Na-μπεντονίτη ανά τόνο ξηρού σιδηρομεταλλεύματος), στον εξευγενισμό ζωικών ή φυτικών ελαίων,

λιπών, ορυκτελαίων, οίνων και άλλων ποτών. Τέλος, όσο αφορά τους Ca-μπεντονίτες που είναι πλούσιοι σε μοντοριλλονίτη (90%-95%), είναι εξαιρετικά λευκοί και χρησιμοποιούνται στην παρασκευή καλλυντικών, απορρυπαντικών, άλλων οικιακών προϊόντων, συγκολλητικών, πολυμερών, χρωμάτων, ηλεκτρικών κεραμικών, φωτοτυπικού χαρτιού, πηκτών, μελανών και διαλυτικών υγρών.

Πριν την εφαρμογή του μπεντονίτη στην αγορά, περνάει από πολλές διεργασίες με στόχο την κατάλληλη επεξεργασία μετά την εξόρυξη του, για να είναι κατάλληλος για τις χρήσεις του. Όταν ο μπεντονίτης εξορύσσεται μεταφέρεται σε μονάδες επεξεργασίας εξαρτώμενο από την ποιότητα του. Μίγματα μπεντονιτών ενώνονται για να δημιουργηθεί μια πιο ομοιογενής ποιότητα στο τελικό προϊόν. Τα πιο σύνηθες στάδια επεξεργασίας είναι , φυγοκέντριση εξώθηση, αεροταξινόμηση, ξήρανση, άλεση, διαχωρισμός του μπεντονίτη, συσσωμάτωση και ανταλλαγή κατιόντων. Η φύση του ακατέργαστος μπεντονίτη έχει μεγάλη σημασία για την μέθοδο επεξεργασίας του καθώς και για την τελική του χρήση.

1.3.1 ΣΦΑΙΡΟΠΟΙΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ

Η μέθοδος αυτή είχε μεγάλη ανάπτυξη την δεκαετία του 1950 και προώθησε σε παγκόσμια κλίμακα την σχετική μεταχείριση κοκκώδους εμπλουτισμένου σιδηρομεταλλεύματος από φτωχά κοιτάσματα για την δημιουργία χάλυβα. Στη διαδικασία αυτή το πτωχό σιδηρομετάλλευμα συνθλίβεται σε λεπτόκοκκους για να απελευθερωθεί το οξείδιο που περιέχει ο σιδήρος από το μητρικό πέτρωμα. Μετά τη λειοτρίβηση το συμπύκνωμα του σιδηρομεταλλεύματος κατά την μετακίνηση και κατά την κατεργασία στην υψικάμινο δημιουργεί πρόβλημα διαχείρισης. Το πρόβλημα αυτό λύνετε με την ανάμειξη με μια μικρή ποσότητα (0,5% κ.β.) μπεντονίτη (Marry, 2007) και νερού με το λειοτριβημένο σιδηρομετάλλευμα και μετά το μίγμα περνά από τη σφαιροποιητή, ώστε να δημιουργηθούν σφαιρικά συσσωματώματα με διαμέτρο 1cm.

Στην συνέχεια τα συσσωματώματα στεγνώνουν και μετά τήκονται. Σε μερικές περιπτώσεις συμπυκνώματα σιδηρομεταλλεύματος που περιέχουν μπεντονίτη συμπιέζονται κάτω από υψηλές πιέσεις για να παραχθούν μπρικέτες. Από την παγκόσμια παραγωγή μπεντονίτη χρησιμοποιείτε περίπου 20% στη σφαιροποίηση σιδηρομεταλλεύματος (Eisenhour, 2009).

1.3.2 ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΗ ΑΜΜΟΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΔΙΩΝ

Στα τέλη του όγδοου αιώνα ανακαλύφτηκε ότι ο νατριούχος μπεντονίτης ήταν ο ιδανικότερος στο να δημιουργεί σβόλους στα περιττώματα των γατών. Η ιδιότητα του Na-μπεντονίτη να «μαζεύει» τα περιττώματα με την απορρόφηση που έχει και έτσι είναι ευκολότερο να απομακρυνθούν, διατηρώντας το δοχείο υγιεινής καθαρό και χωρίς οσμές μειώνοντας την άμμο που χρησιμοποιείται. Από την περασμένη δεκαετία οι χρονιές κατανάλωσής της άμμου υγιεινής έχει υπερδιπλασιαστεί. Η παραγωγή της απορροφητικής υγιεινής άμμου για τα κατοικίδια απορροφά πλέον το 25% στην παραγωγή σε ΗΠΑ και Ευρώπη. Έτσι, η απορροφητική άμμος αποτελεί ίσως την πιο διαδεδομένη εφαρμογή του μπεντονίτη εξαιτίας της χρήσης του από τους περισσότερους πολίτες (κατά Eisenhour, 2009) .

1.3.3 ΠΟΛΦΟΙ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Από την δεκαετία του 1920 ο Na-μπεντονίτης χρησιμοποιείται σε υγρά γεωτρήσεων για την μελέτη πετρελαίου και φυσικού αερίου. Επίσης είναι κύριο συστατικό υγρών για τις γεωτρήσεις ελάχιστης διαμέτρου για νερό, εξόρυξη ορυκτών και περιβαλλοντικών φρεατίων για παρακολούθηση. Σύμφωνα με το άρθρο του Eisenhour 2009 ο μπεντονίτης χρησιμοποιείται στην νέα τεχνική για την τοποθέτηση καλωδίων για χρήσεις δημόσιων υπηρεσιών, για υπόγειους αγωγούς που βρίσκονται κάτω από κτήρια και για οδούς/δρόμους ταχείας κυκλοφορίας . Στις γεωτρήσεις έχει χρήση κυρίως ως λάσπη(πολφός

που είναι αραιός) όπου σχετίζεται από το διασκορπισμό υλικών αργιλικής κυρίως σύστασης μέσα σε νερό. Η χρήση αυτού του αραιού πόλφου μπεντονίτη σε αντιπαράθεση με τη χρήση καθαρού νερού έχει τα επόμενα πλεονεκτήματα (κατά Murray, 2007): α) δημιουργεί στα τοιχώματα της γεώτρησης λιανό προστατευτικό επίστρωμα το οποίο κλείνει τις ρωγμές των πετρωμάτων και δυναμώνει την συνοχή για να αποφύγουν οι καταπτώσεις, β) Η άσκηση της υδροστατικής πίεσης στα τοιχώματα των γεωτρήσεων είναι πολύ μεγάλη με αποτέλεσμα τα τοιχώματα να είναι πιο στερεά και να εμποδίζουν την ροή προς τα μέσα του νερού από τα υδροφόρα στρώματα της γεώτρησης, γ) λόγω του μεγάλου ιξώδους, μπορεί με την δυνατότητα που έχει να ανεβάσει στην επιφάνεια της γεώτρησης βαριά και μεγάλα τρίμματα από ότι άλλες φορές και τέλος δ) δημιουργεί στην διατρητική στήλη καλύτερη και επιτυχημένη λίπανση. Τα πλεονεκτήματα αυτά παρουσιάζουν μικρότερη ανάγκη σωλήνωσης της γεώτρησης. Στα μειονεκτήματα του μπορούν τα καταχωρηθούν α) το κόστος της διαδικασίας, β) η περιβαλλοντική ρύπανση που θα δημιουργήσει στη γύρο περιοχή, καθώς και γ) ο αναμικτήρας(εξοπλισμός) που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάγκη της ανάμιξης του με το νερό.

1.3.4 ΧΥΤΗΡΙΑ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Η εφαρμογή του μπεντονίτη στα χυτήρια μετάλλων είναι και αυτή από τις σημαντικότερες εφαρμογές. Από τα καλούπια χυτηρίων που περιέχουν μπεντονίτη παράγονται μηχανές, τύμπανα φρένων, σωλήνες αποχετεύσεων οδών, ορείχαλκοι σύνδεσμοι σωλήνων νερού, οικιακά σκεύη από χυτοσίδηρο και πολλά άλλα. Σε ολόκληρο το κόσμο ο μπεντονίτης χρησιμοποιείται ως σύνθετο υλικό σε χυτήρια σιδηρούχων και όχι σιδηρούχων μετάλλων σε μία διαδικασία που ονομάζεται ως χύτευση με τη μέθοδο της υγρής άμμου. Αναμειγνύεται ένα μίγμα από μπεντονίτη, άμμο ολιβίνη, κάρβουνο, και μικρή ποσότητα νερού, τοποθετείτε σε μια μήτρα που δημιουργεί δύο μισά.

Με τον σχηματισμό αυτού του σχήματος, τα μοντέλα διαγράφουν, τα 2 μισά της μήτρας σμίγουν και το λιωμένο μέταλλο χυτεύεται στην εσοχή του ανοικτού καλουπιού. Όταν το μέταλλο πήξει και παγώσει, η άμμος χωρίζει και το μεταλλικό καλούπι καθαρίζεται επιπλέον και δέχεται κατεργασία (κατά Eisenhour, 2009). Το καλούπι που αφαιρείται ανακυκλώνεται και χρησιμοποιείται σε καινούργιο καλούπι. Καινούργια άμμος, κάρβουνο και καθαρό νερό προστίθεται στο νέο μίγμα που ανακυκλώνεται γιατί κομμάτι από τα χρησιμοποιημένα τα υλικά καταστρέφονται και αφαιρούνται. Με αυτή την διαδικασία χρησιμοποιούνται οι Na-μπεντονίτες είτε αυτοτελή είτε ως μίγμα με επιπλέον πρόσθετα. Η ποσότητα και ο τύπος μπεντονίτη που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάτε από το μέταλλο που θα χυτευτεί, το μέγεθος και την δυσκολία της χύτευσης, καθώς και από το είδος του εξοπλισμού της χύτευσης. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιπλέον υλικά (άμυλο ή ξυλάλευρο), αλλά ο μπεντονίτης με τα συνδεδετικά του χαρακτηριστικά παρέχει βελτιωμένη σύνδεση των κόκκων της άμμου στο καλούπι πριν και μετά τη χύτευση του λιωμένου μετάλλου, έτσι η χύτευση μετάλλου είναι ταχέα, πολύ ευκίνητη και προσιτή στην τιμή. Οι Na-μπεντονίτες της ΗΠΑ αποδίνουν καλύτερα σε εκτελέσεις χυτηρίου και για αυτό μπορούν να τους χρησιμοποιήσουν για το σκοπό της χύτευσης. Η βιομηχανία χύτευσης μετάλλου καταναλώνει περίπου το 25% της συνολικής παραγωγής μπεντονίτη παγκοσμίως (Eisenhour, 2009).

1.3.5 ΧΑΡΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Στην χαρτοβιομηχανία ο μπεντονίτης μαζί με τον συνδιασμό των κατιονικά πολυμερών χρησιμοποιείται για την καθίζηση ινών κυτταρίνης κατά την διάρκεια που κατασκευάζεται το χαρτί (Murray, 2007). Με την χρήση του μπεντονίτη με βάση την διαδικασία στην υγρή ζώνη των μηχανών χαρτιού βελτιώνει την κατάσταση της διαδικασίας, μαζί με την κατακράτηση στερεών, το ρυθμό

αποστράγγισης και τον σχηματισμό των ομοιόμορφων φύλλων. Με την προστεθεί. 0.2% σε μπεντονίτη υπάρχει αύξηση στην παραγωγή χαρτιού κατά 30% . Οι μπεντονίτες όπου είναι με οξύ ενεργοποιημένοι χρησιμοποιούνται για την κατασκευή αντιγραφικού χαρτιού χωρίς το καρπόν, το οποίο περιλαμβάνει τρία φύλλα. Οι πάνω επιφάνειες των μεσαίων και κάτω φύλλων εμφανίζονται με άργιλο και η άργιλος λειτουργεί ως στερεό οξύ και αντιδρά με μικρό ενσωματωμένες βαφές, οι οποίες εμφανίζονται στις κάτω πλευρές των άνω δύο φύλλων. Με την πίεση στο πάνω φύλλο, οι μικρό κάψουλες της βαφής χωρίς να περιέχουν χρώμα καταστρέφονται και αντιδρούν με την όξινη άργιλο για να δημιουργήσουν μια μόνιμη χρωματισμένη βαφή (κατά Eisenhower, 2009).

1.3.6 ΑΠΟΞΗΡΑΝΤΙΚΑ ΜΕΣΑ

Οι Ca/Mg-μπεντονίτες έχουν υψηλό επιφανειακό φορτίο και μεγάλη ειδική επιφάνεια με τον τρόπο αυτόν χρησιμοποιείται ως αποξηραντικές (αναφορά Murray, 2007). Εφόσον οι Ca/Mg-μπεντονίτες μπορούν να έχουν την λιγότερη ικανότητα διόγκωσης στο νερό από τον Na-μπεντονίτες, λειτουργούν καλύτερα ως αφυγραντές εξαιτίας της μεγαλύτερης ενέργειας ενυδάτωσης (Güven, 1992, Eisenhower, 2009).

1.3.7 ΛΕΥΚΑΝΣΗ ΚΑΙ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΡΥΠΩΝ

Οι Ca-μπεντονίτες άρχισαν κατά την διάρκεια του περασμένου αιώνα να έχουν χρήση ολοένα και παραπάνω για τον αποχρωματισμό ή αλλιώς λεύκανση και την αφαίρεση των ζωικών και φυτικών ορυκτελαίων και ελαίων. Τα φυτικά και ζωικά έλαια εμφανίζουν αρνητικές προσμίξεις, για παράδειγμα φωσφορικές ενώσεις, ελευθέρα λιπαρά οξέα και ιχνοστοιχεία που δημιουργούν προϊόντα οξειδωσης τα οποία είναι ανεπιθύμητα και έτσι μειώνουν την διάρκεια ζωής των προϊόντων. Πολλές από αυτές τις ουσίες, καθώς και ενώσεις που

δίνουν χρώμα (ξανθοφύλλη, χλωροφύλλη, καροτίνη) μπορούν να αφαιρεθούν από τις λευκαντικές αργίλους. Οι πιο αποτελεσματικές λευκαντικές αργίλοι είναι οι Ca-μπεντονίτες αφού έχουν υποστεί κατεργασία για την αναβάθμιση του πορώδους τους. Λόγο αυτών των ιδιοτήτων, η παγκόσμια παραγωγή ενεργοποιούμενου με οξύ μπεντονίτη, ξεπερνά κατά δεκάδες χιλιάδες τόνους τον χρόνο (κατά Eisenhour, 2009). Ενώ, όσον αφορά το νατριούχο μπεντονίτη χρησιμοποιείται περισσότερο ως διαυγαστικό μέσο για την απομάκρυνση ρύπων από το κρασί και τους χυμούς. Όσο αφορά την διαύγαση, είναι μια κατεργασία κατά την οποία ένα προσροφητικό μέσο μπαίνει μέσα σε υγρό για να αφαιρέσει τις αιωρούμενες πρωτεΐνες και άλλα οργανικά κολλοειδή τα οποία καταβυθίζονται ή δημιουργούν γέλη όταν το υγρό ψύχεται. Η διαλυτότητα τους και το μικρό τους μέγεθος δυσκολεύουν την αφαίρεσή τους με συμβατική διήθηση, ενώ ο σμεκτίτης λόγω του υψηλού αρνητικού του φορτίου και της μεγάλης ειδικής του επιφάνειας είναι ιδανικός για την προσρόφηση θετικά φορτισμένων ενώσεων, όπως οι πρωτεΐνες και την αφαίρεσή τους μέσω της καταβύθισης.

1.4 ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα η κατανάλωση του μπεντονίτη έχει μια αυξητική πορεία σε παγκόσμια κλίμακα, με εύρεση κι άλλων περιοχών που τυγχάνουν εκμετάλλευση και παραγωγή μπεντονίτη. Σημαντικές ποσότητες μπεντονίτη παράγονται σε περισσότερες από 23 χώρες παγκοσμίως.

ΗΠΑ: Οι ΗΠΑ κατέχουν την μεγαλύτερη παραγωγή σε μπεντονίτη στον κόσμο. Τα μεγάλα κοιτάσματα μπεντονίτη βρίσκονται στην περιοχή Black Hills ανάμεσα των Πολιτειών Γουαϊόμινγκ, Μοντάνας και Ντακότας. Ο μπεντονίτης που παράγεται είναι υψηλής ποιότητας νατριούχος, ο οποίος προορίζεται για χυτήρια μετάλλου και πολφούς γεωτρήσεων. Στο Τέξας, Μισισιπή και Αλαμπάμα βρίσκει χρήση σε

άμμους χύτευσης χυτηρίου, ως παράγοντας διάλυσης σε έλαια και λίπη και σε μια ποικιλία άλλων ειδικών εφαρμογών.

Ευρώπη: Τα πιο κύρια κοιτάσματα σε εκμετάλλευση και παραγωγή μπεντονίτη στην Ευρώπη βρίσκονται στην Ελλάδα, Κύπρο, Αγγλία, Γερμανία, Σουηδία, Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία και Τουρκία.

Ελλάδα: Η Ελλάδα βρίσκεται δεύτερη σε παραγωγή μπεντονίτη παγκοσμίως, μετά από τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Σε περιοχές της νήσου Μήλος εμφανίζονται κοιτάσματα πλούσια και μεγάλου πάχους σε ασβεστούχο μπεντονίτη που φτάνουν σε βάθος ως και τα 30,5m. Οι αποθέσεις αυτές σχηματίστηκαν κατά τον Πλειόκαινο από την αλλοίωση της ηφαιστειακής τέφρας (Wetzenstein, 1972), αλλά μπορεί να σχηματίστηκαν και από τις υδροθερμικές αλλοιώσεις των δακτιτικών τοφών (Grim and Guven, 1978).

Κύπρος: Κοντά στην Λεμεσό, εξορύσσεται Ca-μπεντονίτης. Ο μπεντονίτης της Κύπρου εξάγεται κυρίως στην Ευρώπη και τη Μέση Ανατολή και βρίσκει πολλές εφαρμογές.

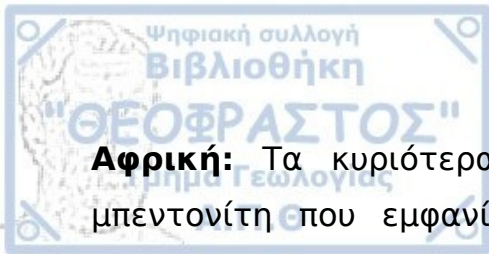
Γαλλία: Διαθέτει ένα μόνο ορυχείο μπεντονίτη στο La Buisson στην περιοχή Dordogne. Παράγει μικρή ποσότητα μπεντονίτη για ζωοτροφές.

Ιταλία: Εκτεταμένα κοιτάσματα Ca-μπεντονίτη εξορύσσονται από το νησί της Σαρδηνίας. Οι κύριες χρήσεις του είναι για πολφούς γεωτρήσεων, σε χυτήρια, σε έργα για πολιτικούς μηχανικούς και για σφαιροποίηση ζωοτροφών.

Ισπανία: Κοιτάσματα Ca-μπεντονίτη εξορύσσονται στην Μαδρίτη και την Αλμερία.

Τουρκία: Τα κοιτάσματα Na-μπεντονίτη και μικτού Na-Ca-μπεντονίτη αναγνωρίζονται σε αρκετά μέρη στη Τουρκία, αλλά μόνο μερικά είναι σε παραγωγή.

Ασία: Τα κυριότερα κοιτάσματα Ca-Na-μπεντονίτη εντοπίζονται σε Ινδία, Ιαπωνία και Κίνα.

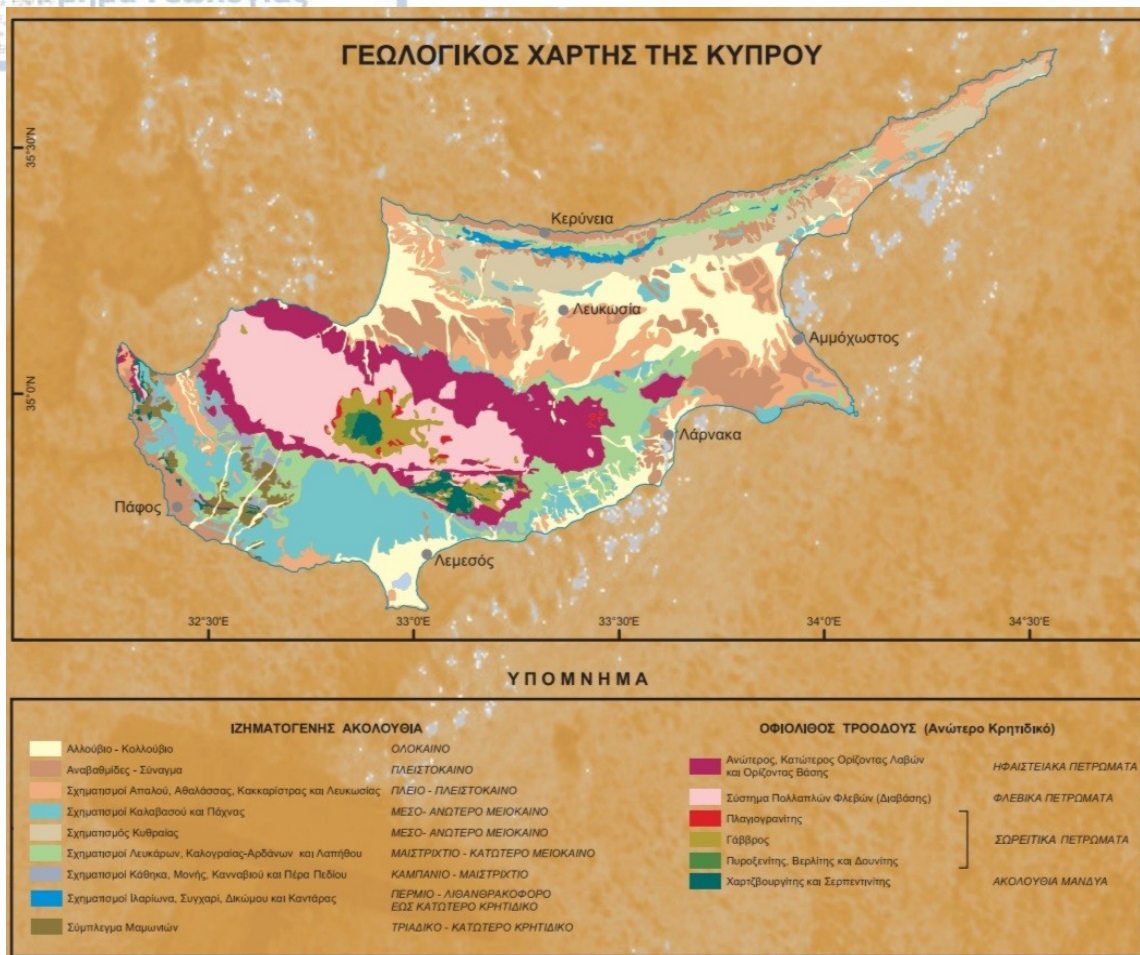


Αφρική: Τα κυριότερα και μεγάλα αποθέματα διαφόρων τύπων μπεντονίτη που εμφανίζονται μέσα στα Κρητιδικά και Τριτογενή ιζηματογενή πετρώματα είναι στο Μαρόκο. Εξορύσσεται Ca-μπεντονίτης πλούσιος σε μαγνήσιο.

Νότια Αμερική: Τα κυριότερα κοιτάσματα εντοπίζονται σε Βραζιλία, Περού και Χιλή.

2. Γεωλογία της Κύπρου

Η Κύπρος διαχωρίζεται στις εξής γεωλογικές ζώνες: (α) **Ζώνη Πενταδακτύλου** (Κερύνειας), (β) **Ζώνη Τροόδους** , (γ) **Ζώνη Μαμωνιών** και (δ) **Ζώνη των αυτόχθονων ιζηματογενών πετρωμάτων.**



Σχήμα 2.1: Ο γεωλογικός χάρτης της Κύπρου με τις ιζηματογενής ακολουθίες του σε κάθε περιοχή (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2017).

Η **Ζώνη Πενταδακτύλου** (Κερύνειας) είναι στην Βόρεια μεριά της Κύπρου και την αναγνωρίζουμε ως η νοτιότερη εμφάνιση της ΤαυροΔειναρικής Αλπικής Ζώνης. Έχει μια τοξοειδή διάταξη με διεύθυνση από Ανατολικά προς Δυτικά με το κύριο χαρακτηριστικό της ζώνης τις επωθήσεις τεκτονικών τεμαχίων προς τον Νότο. Στη βάση της ζώνης κυρίως αποτελείται από μια σειρά αλλόχθονων συμπαγών και ανακρυσταλλωμένων ασβεστόλιθων, μαρμάρων και δολομιτών, ηλικίας ~350 εκ. μέχρι ~135 εκ. χρόνων. Στην συνέχεια ακολουθούν νεότερα αυτόχθονα θαλάσσια ιζήματα, 67 μέχρι 15 εκ.

χρόνων. Στα οποία έχουν αποτεθεί οι παλαιότεροι αλλόχθονοι σχηματισμοί. Η απόθεση αυτή έγινε προς την Νότια μεριά της Ζώνης

Η Ζώνη Τροόδους ή ο Οφιόλιθος Τροόδους είναι το επίκεντρο του νησιού, είναι ο γεωλογικός πυρήνας της Κύπρου, έχει εμφάνιση κυρίως σε 2 περιοχές (Η πρώτη εμφάνιση βρίσκεται στην κύρια μάζα της οροσειράς Τροόδους και η δεύτερη στο τμήμα του Δάσους Λεμεσού και Ακαπνούς στην Νότια πλευρά της οροσειράς) και εμφανίζεται με ένα χαρακτηριστικό επίμηκες θολωτό σχήμα, το οποίο έχει ηλικία περίπου 90 εκ. χρόνια στον βυθό της Νεοτηθύος θάλασσας όπου δημιουργήθηκε, όπου τότε επεκτάθηκε από τα σημερινά Πυρηναία διαμέσου των Άλπεων ακόμη μέχρι και τα Ιμαλάια. Ο περισσότερος κόσμος τον θεωρεί ως ο πιο πλήρης οφειόλιθος στον κόσμο, ο οποίος έχει μελετηθεί και μελετιέται μέχρι σήμερα. Ο οφειόλιθος είναι ένα μέρος ωκεάνιου φλοιού, αναπτυγμένου πλήρως ο οποίος αποτελείται κυρίως από «πλουτώνια, φλεβικά και ηφαιστειακά πετρώματα και χημικά ιζήματα», γεγονός στο οποίο οι γεωλόγοι αναγνωρίζουν τη μοναδικότητά του. Γεννήθηκε κατά την πολύπλοκη διαδικασία της επέκτασης των ωκεανών και της γένεσης του ωκεάνιου φλοιού, και βρίσκεται στην σημερινή θέση που το βλέπουμε μετά από την ανάδυση και την τοποθέτηση του μέσα από τις πολυμερείς τεκτονικές διεργασίες που δημιούργησαν οι δύο συγκλίνουσες λιθοσφαιρικές πλάκες, της Ευρασιατικής στο Βορρά και της Αφρικανικής στο Νότο. Η στρωματογραφία του επιδεικνύει μια τοπογραφική αναστροφή, με τα κατώτερα πετρώματα να παρουσιάζονται στην κορυφή του, ενώ τα στρωματογραφικά ανώτερα στις παρυφές του. Η αναστροφή αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την ανύψωση και την διαφορική του διάβρωση. Η ανύψωση της οροσειράς του Τροόδους έγινε μετά από πολλές διεργασίες (επεισόδια), όπου στην τελευταία και μεγαλύτερη ανύψωση που έγινε να χρονολογείτε πριν 2.6 εκ. χρόνια

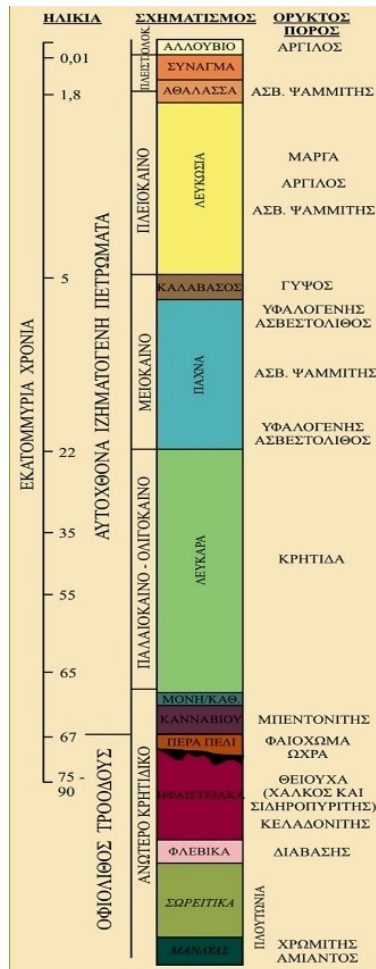
Η **Ζώνη Μαμωνιών** ή αλλιώς **Σύμπλεγμα Μαμωνιών** έχει κύρια εμφάνιση στην περιοχή της επαρχίας Πάφου. Αποτελείται από μια σειρά εκρηξιγενών, ιζηματογενών και μεταμορφωμένων πετρωμάτων, ηλικίας 230 - 75 εκ. χρονών. Τα πετρώματα αυτά, απωθήθηκαν το Μαιστρίχτιο πάνω στον οφιόλειθο του Τρόδους το οποία θεωρούνται αλλόχθονα πετρώματα σε σχέση με τα υπερκείμενα αυτόχθονα ανθρακικά πετρώματα και τα οφιολιθικά πετρώματα του Τρόδους.

Η **Ζώνη των αυτόχθονων ιζηματογενών πετρωμάτων**, έχει ηλικία 67 εκ. χρονών, καλύπτει τον χώρο μεταξύ των Ζωνών Πενταδακτύλου και Τρόδους («Μεσαορία»), καθώς και ένα μέρος από το Νότιο κομμάτι του νησιού. Αποτελείται κυρίως από Μπεντονίτες, Ηφαιστειοκλαστικά, Μάργες, Κρητίδες, Κερατόλιθους, Ασβεστόλιθους, Ασβεστολιθικούς Ψαμμίτες, εβαπορίτες και κλαστικά ιζήματα.

2.1 ΛΙΘΟΛΟΓΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΖΩΝΩΝ

2.1.1 Οφιόλιθος Τροόδους

Η στρωματογραφική σειρά του οφιολίθου έχει μια κατανωμή από τα κατώτερα πετρώματα προς τα ανώτερα ως εξής : Πλουτώνια (Μανδύα, Σωρειτικά), φλεβικά, ηφαιστειακά πετρώματα και χημικά ιζήματα.



Σχήμα 2.2: Λιθοστρωματογραφική στήλη των ζώνων της Κύπρου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2017).

Η **ακολουθία του Μανδύα** πήρε την ονομασία αυτή γιατί αποτελείτε και θεωρείτε το υλικό όπου παραμένει όταν ο άνω μανδύα έρθει σε τήξη και το σχηματισμό του με βασαλτική σύσταση. Κυρίως αποτελείτε από χαρτζβουργίτη και δουνίτη που είναι εξαλλοιωμένα σε

ορυκτά του σερπεντινίτη (με την ύπαρξη ή όχι την ύπαρξη αμίαντου) όπου η αλλοίωση των πετρωμάτων είναι πλήρης.

Τα **σωρευτικά πετρώματα**. Πετρώματα τα οποία είναι προϊόντα κρυστάλλωσης στον κατώτερο μέρος των μαγματικών θαλάμων, που βρίσκονται κάτω από τις ζώνες πλάτυνσης των λιθοσφαιρικών πλακών. Αποτελούνται από δουνίτη (με ύπαρξη ή χωρίς ύπαρξη συγκέντρωση χρωμίτη), πυροξενίτη, βερλίτη, γάββρο και πλαγιογρανίτη.

Τα **φλεβικά πετρώματα** αποτελούνται από ένα σύστημα πολλαπλών φλεβών με βασαλτική ως δολεριτική σύσταση και ο σχηματισμός τους έγινε με τη στερεοποίηση του μάγματος στις εισόδους διείσδυσης και μεταφοράς του από τους θαλάμους μάγματος στη βάση του ωκεάνιου φλοιού, συμπαρασύροντας την ίδια ώρα τις υποθαλάσσιες εκχύσεις λαβών στον πυθμένα του ωκεανού.

Ακολουθούν τα **ηφαιστειακά πετρώματα** και αποτελούνται από 2 ορίζοντες μαξιλαροειδών/προσκεφαλοειδών φλεβών και ροές φλεβών, βασαλτικής κυρίως σύστασης. Μετά από τους ορίζοντες αυτούς ακολουθεί μια μεταβατική ζώνη γνωστή με την ονομασία «Ορίζοντας Βάσης».

Τέλος, ο σχηματισμός **Πέρα Πεδί** που αποτελείτε από φαιόχρωμα αλλιώς την λεγόμενη «ούμπρα», τους ραδιολαρίτες και τους ραδιολαριτικούς πηλίτες. Αποτελούν τα χημικά και πελαγικά ιζήματα που έχουν τοποθετηθεί πάνω στον οφειόλιθο του Τροόδους και ως διαδικασία αποτελέσματος μιας υδροθερμικής δραστηριότητας (τα θερμικά διαλύματα σε Mg & Fe) και ιζηματογένεσης που έλαβε χώρο στον θαλάσσιο πυθμένα.

2.1.2 ΤΑ ΑΥΤΟΧΘΟΝΑ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Στην νήσο Κύπρο η ιστορία της ιζηματογένεσης ξεκίνησε σε μια βαθιά θάλασσα πριν από 80 εκ. χρόνια με την πορεία ξεκίνησε να εξελίσσεται σε αβαθή θάλασσα. Αυτή η ιζηματογένεση αυτή αρχικά

ξεκίνησε με τον σχηματισμό της Κανναβιού με μπεντονίτες και ηφαιστειακά που καλύφθηκαν από τους σχηματισμούς Κάθηκα και Μονής. Στα 65 εκ. χρόνια περίπου ξεκίνησε η ανθρακική ιζηματογενής με τον σχηματισμό των Λευκάρων ο οποίος περιέχει πελαγικές μάργες και κρητίδες με το χαρακτηριστικό λευκό χρώμα και με την παρουσία ή μη κερατόλιθων. Στην συνέχεια είναι ο σχηματισμός της Πάχνας (~22 εκ χρόνια) που αποτελείται κυρίως με υποκίτρινες μάργες και κρητίδες. Τα χαρακτηριστικά που διαχωρίζουν τους σχηματισμούς Πάχνας και Λευκάρων είναι το έντονο κίτρινο χρώμα των πετρωμάτων, την εμφάνιση στρώσεων ασβεστιτικού ψαμμίτη και η ανάπτυξη κροκαλοπαγών σε μερικούς τόπους. Ο σχηματισμός Πάχνας έχει αρχή και τέλος με ιζηματογένεση σε αβαθή θαλάσσιο περιβάλλον με την ανάπτυξη υφαλογενών ασβεστολίθων (με το Μέλος Τέρρα να βρίσκεται στην βάση και το Μέλος Κορωνία στην κορυφή).

Ο σχηματισμός Καλαβασού με την απόθεση των εβαποριτών (πριν 6 εκ. χρόνια) απεικονίζει την αποκοπή της Μεσογείου Θάλασσας από τον Ατλαντικό Ωκεανό και την σταδιακή εξάτμιση του νερού στην περιοχή. Ο σχηματισμός αποτελείται κυρίως από γύψους και γυψούχες μάργες που καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος περιοχών.

Με την Μεσόγειο θάλασσα τον Ατλαντικό ωκεανό να ξανά συναντιούνται και να ενώνονται ένας νέος κύκλος ιζηματογένεσης άρχισε (περίπου 5-2 εκ. χρόνια) και άρχισε με την απόθεση του σχηματισμού Λευκωσίας που περιλαμβάνει ιλυόλιθους και εν-στρώσεις ασβεστιτικών ψαμμιτών και μαργών. Το προς τα πάνω μέρος αποτελείται από στρώσεις ασβεστιτικού ψαμμίτη με ενδιάμεσες στρώσεις αμμούχων μαργών που αποτελούν το Μέλος Αθαλάσσας. Τέλος, εμφανίζονται οι σχηματισμοί Απαλού και Συνάγματος οι οποίοι περιλαμβάνουν κλαστικές ποταμό-χειμάρειες αποθέσεις.

2.1.3 Η ΖΩΝΗ ΜΑΜΩΝΙΩΝ

Η ζώνη πήρε το όνομα «Ζώνη Μαμωνιών» από το όνομα του χωριού Μαμώνια που βρίσκεται στην επαρχία Πάφου όπου υπάρχουν τοπικές εμφανίσεις τις ζώνης. Η Ζώνη Μαμωνιών αποτελείται κυρίως από την σειρά αλλόχθονων εκρηξιγενών, ιζηματογενών και μικρή ποσότητα μεταμορφωμένων πετρωμάτων (230 ως 75 εκ χρόνια) και περιλαμβάνουν:

1. Μια σειρά από εκρηξιγενή (λάβες) και ιζηματογενή πετρώματα (κυρίως ανακρυσταλλομένων ασβεστόλιθων) της Διαρίζου Ομάδας.
2. Μια σειρά από πελαγικά ιζηματογενή πετρώματα (που περιλαμβάνει ασβεστόλιθοι, χαλαζιακοί ψαμμίτες, πηλίτες) της Ομάδας Αγίου Φωτίου.
3. Μια σειρά από μεταμορφωμένα πετρώματα (μάρμαρα και σχιστόλιθους) του Σχηματισμού Αγίας Βαρβάρας. Προέλευση των μεταμορφωμένων πετρωμάτων είναι από την Ομάδα Διαρίζου.

Στη Ζώνη Μαμωνιών τα πετρώματα παραμορφώθηκαν έντονα και αναμείχθηκαν με κομμάτια οφειολιθικών πετρωμάτων της Ζώνης Τροόδους, έτσι με αυτό τον τρόπο δημιούργησαν ζώνες από συνονθύλευμα.

2.1.4 Η ΖΩΝΗ ΠΕΝΤΑΔΑΚΤΥΛΟΥ

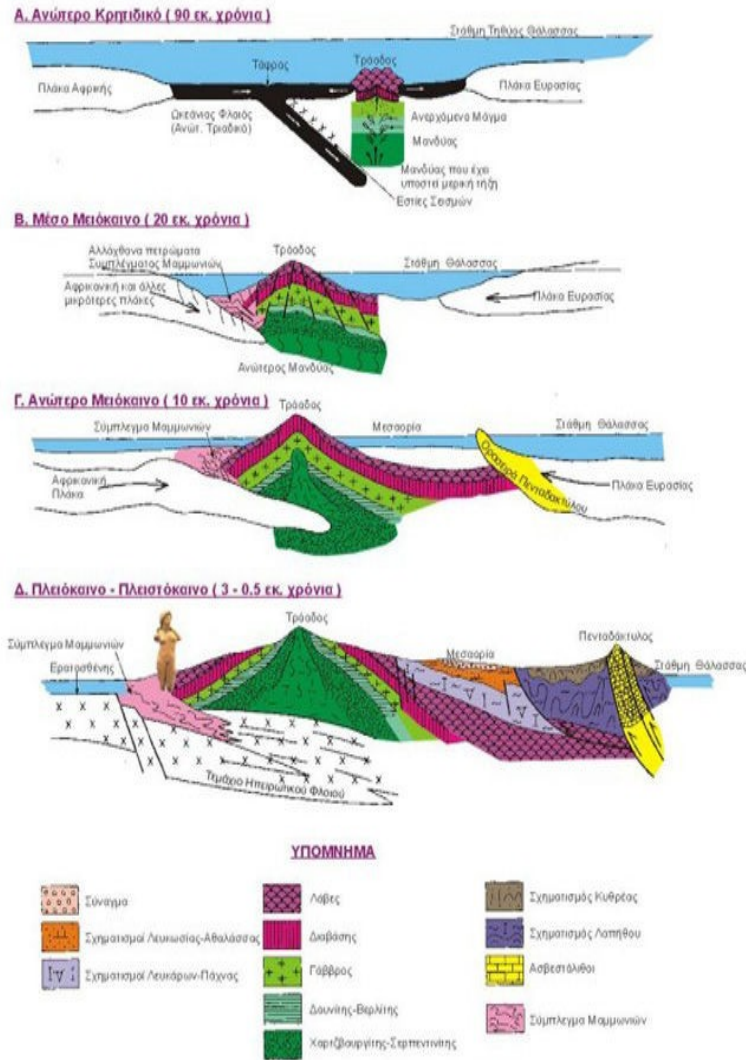
Στην Ζώνη Πενταδακτύλου (ηλικίας 250 - 135 εκ χρόνων), οι σχηματισμοί που συναντώνται είναι ο Σχηματισμός Δικώμου, ο Σχηματισμός Συγχαρίου και ο Σχηματισμός Αγίου Ιλαρίωνα που περιλαμβάνουν και τις 3 κύριες ασβεστολιθικές μάζες της ζώνης . Όσο αφορά την λιθολογία του κάθε σχηματισμού, ο Σχηματισμός Δικώμου περιλαμβάνει μεταμορφωμένους λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθους με ενστρώσεις πράσινων και γκρίζων φυλλιτών. Ο Σχηματισμός Συγχαρίου περιλαμβάνει συμπαγή παχυστρωματώδεις δολομιτικούς ασβεστόλιθους. Ο Σχηματισμός Αγίου Ιλαρίωνα

περιλαμβάνει μεσοστρωματώδεις ως συμπαγή ασβεστόλιθους χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση. Αυτοί οι σχηματισμοί επωθήθηκαν νοτιότερα πάνω στους Σχηματισμούς Λαπήθου που αποτελούνται από αυτόχθονα νεότερα θαλάσσια ιζήματα, Καλογραΐας-Αρδάνων (Μπέλαπαϊς) και ο Σχηματισμός Κυθραΐας. Στο κεντρικό τμήμα της οροσειράς εμφανίζονται εντυπωσιακά οι συνεχείς ασβεστόλιθοι, αλλά στο ανατολικό τμήμα βρίσκονται πάνω στα νεότερα ιζήματα με την μορφή ολισθόλιθων, οι οποίοι αναφέρονται και ως ασβεστόλιθοι Καντάρας ηλικίας 350 -250 εκ χρόνων.

2.1.5 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

Πριν από 90 εκ. χρόνια με την δημιουργία του νέου ωκεάνιου φλοιού που δημιουργήθηκε από τη βύθιση της Αφρικάνικης πλάκας κάτω από την Ευρασία συντέλεσε στις πιο πολύπλοκες γεωλογικές διεργασίες. Το αποτέλεσμα των διεργασιών αυτών είχε ως αποτέλεσμα ένα μέρος του νέου ωκεάνιου φλοιού να αποκοπή και να αποτελέσει τον οφειόλιθο του Τροόδους. Πάνω στον οφειόλιθο πριν από 75 εκ χρόνια προσκολλήθηκαν παλαιότερα πετρώματα από την Αφρικάνικη πλάκα ηλικίας 230 – 75 εκ χρόνια. Τα πετρώματα αυτά σήμερα βρίσκονται στο νοτιοδυτικό μέρος του νησιού. Τα επόμενα χρόνια μια αλληλουχία που αποτελείται από ανθρακικά ιζήματα αποτέθηκε με σχετική τεκτονική ηρεμία με αποτέλεσμα την ανύψωση της περιοχής. Στα 6 εκ χρόνια πριν είχαμε την επώθηση ασβεστολιθικών πετρωμάτων ηλικίας 350-135 εκ χρόνια πάνω στον οφειόλιθο του Τροόδους. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί σήμερα αποτελούν την οροσειρά του Πενταδακτύλου. Επίσης, την ίδια περίοδο (6 εκ

χρόνια) όταν διακόπηκε η επικοινωνία του Ατλαντικού ωκεανού με της Μεσογείου και με την εξάτμιση του νερού που έλαβε χώρα την περίοδο αυτή αποτέθηκαν ιζήματα γύψου και αλατιού που σήμερα βρίσκονται στην Σχηματισμό Καλαβασού με μεγάλο πάχος (ως 3km). Ακόμη σήμερα κάτω από αυτό το στρώμα ιζημάτων γύψου και αλατιού βρίσκονται τα κοιτάσματα υδρογονανθράκων της Ανατολικής Μεσογείου. Αργότερα είχαμε την επανένωση της Μεσογείου θάλασσας με τον Ατλαντικό ηλικία περίπου πριν 5,3 εκ. χρόνια. Το αποτέλεσμα της επανένωσης ήταν να ανυψωθεί γρήγορα η στάθμη της θάλασσας και να αποτεθεί μάργα και ασβεστιτικοί ψαμμίτες. Τα τελευταία 2,6 εκ. χρόνια ο χώρος της Κύπρου άρχισε να ανυψώνεται σταδιακά και δημιουργήθηκαν οι οροσειρές του Τροόδους καθώς και του Πενταδακτύλου που εμφανίζονται και ανυψώνονται μέχρι και σήμερα. Με αυτή την ανύψωση είχε δημιουργηθεί διάβρωση του μεγάλου μέρους των οροσειρών, με την μεγαλύτερη διάβρωση στο Τρόδος, και την μεταφορά και απόθεση τεράστιων σε ποσότητα κλαστικών ιζημάτων, στις κοιλάδες των ποταμών με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν οι υπόγειοι υδροφόροι της Κύπρου.



Σχήμα 2.3: Γεωλογική εξέλιξη της Κύπρου από το Ανώ Κρητιδικό έως το Πλειόκαινο με τη χαρακτηριστική ανύψωση του οφειολίθου του Τροόδους.

2.2 ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΤΟΞΟ

Στο Κυπριακό χώρο υπάρχει ένα ηφαιστειακό τόξο με το όνομα «Το Κυπριακό Τόξο» το οποίο έχει διάταξη Α-Δ με φορά βύθισης από Νότο προς Βορρά. Παλαιότερα η σύγκλιση της Αφρικάνικης πλάκας κάτω από την Ευρασιατική πλάκα γινόταν Νότια του όρους Πενταδακτύλου, που εμφάνιζε και τότε αυτή την επιμήκη Α-Δ ελαφρά τοξοειδή μορφή εξαιτίας της παλιότερης σύγκλισης. Ακόμη και σήμερα η σύγκλιση της Αφρικάνικης πλάκας κάτω από την

Ευρασιατική υπάρχει αλλά βρίσκεται Νότια της Κύπρου, αφού η σύγκλιση μετανάστευσε προς τα Εξωτερικά του τόξου. Επίσης, εμφανίζει κάποια ενεργό σεισμικότητα η οποία είναι ένδειξη ότι η σύγκλιση των πλακών είναι ακόμα ενεργή. Υπάρχει και μια ζώνη Benioff συνεχόμενη του Ελληνικού τόξου (Parazachos & Kominakis 1971) με γωνία κλίσης 25-30°. Με την ενεργό υποβύθιση δεν έχει διαπιστωθεί κάποια ηφαιστειότητα. Με τα σημερινά σεισμικά δεδομένα υποδεικνύεται ότι η συνέχεια του Κυπριακού τόξου, ως ενεργό τεκτονικής γραμμής, με αριστερόστροφο ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης της Ανατολικής Ανατολίας και τη συνέχεια του τεκτονικού ορίου σύγκρουσής της Αραβικής πλάκας με την Ευρασιατική στην περιοχή των Τούρκο-Ιρανικών συνόρων. Έτσι, αποτελεί και το Κυπριακό Τόξο μέρος της μεγάλης τεκτονικής γραμμής σύγκλισης των πλακών από τη Μεσόγειο μέχρι την Ασία.

3. Ο ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

3.1 ΕΜΦΑΝΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΘΕΣΕΙΣ

Στην Κύπρο ο μπεντονίτης εμφανίζεται περισσότερο στο Νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού. Συγκεκριμένα, ο μπεντονίτης εμφανίζεται στον Σχηματισμό Κανναβιού που είναι μια ακολουθία μπεντονιτικών αργίλων με ενστρώσεις ηφαιστειοκλαστικών ιλυολίθων, μαγγανιούχων πηλιτών και ραδιολαριτών. Στα υπέρτερα στρωματογραφικά τμήματα της ακολουθίας παρουσιάζονται παχυστρωματώδεις ανοιχτόχρωμοι ηφαιστειοκλαστικοί ψαμμίτες. Ο σχηματισμός της Κανναβιού, που βρίσκεται στη Νοτιοδυτική Κύπρο έχει εμφάνιση μέσα από τα τεκτονικά παράθυρα των υπερκειμένων πετρωμάτων του Συμπλέγματος των Μαμωνιών, ενώ από άποψη στη ΝΑ περίμετρο του Τροόδους τα πετρώματα του σχηματισμού Κανναβιού επικαλύπτονται από νεότερα ιζήματα, έχουν όμως

διατηρηθεί, όπως έδειξαν μετά από 2 γεωτρήσεις που έλαβαν χώρα στις περιοχές Κάτω Λακατάμιας και Λευκονοίκου. Επίσης στην Περιοχή του Παραλιμνίου συναντιόνται οι εμφανίσεις του σχηματισμού αυτού . Οι μπεντονίτες του σχηματισμού της Κανναβιού στην ΝΔ πλευρά της Κύπρου, είναι έντονα τεκτονισμένοι και έκρυθμοι στις περιοχές που βρίσκονται με ασυμφωνία με τα νεότερα ιζήματα της περιοχής.

Επιπρόσθετα, τα κοιτάσματα μπεντονίτη στην ευρύτερη περιοχή του Τροόδους βρίσκονται στην επαφή μεταξύ των pillow lavas και των υπερκείμενων ανθρακικών ιζηματογενών πετρωμάτων, γύρο από τα περιθώρια του οφειολιθικού συμπλέγματος Τροόδους. Με ιδιαίτερες εμφανίσεις στους σχηματισμούς Κανναβιού (αναφορά πιο πάνω), σχηματισμό Μονής και σχηματισμό των Λευκάρων, τα οποία είναι περιοχές Νότια-Νοτιοδυτικά του νησιού. Διάσπαρτες εμφανίσεις υπάρχουν και στο σχηματισμό Πέρα Πεδί, πάχους σε μόνο λίγων μέτρων (ως 35m) γεμίζοντας τις κοιλότητες των pillow lavas της περιοχής. Στο σχηματισμό Πέρα Πεδί (και στα υπόγεια αλκαλικά ύδατα) μελετήθηκαν δείγματα από μπεντονίτη στο χωρίο Παρσάτα, ένα απομονωμένο χωρίο μέσα στο δάσος της Λεμεσού. Συλλέχθηκαν 4 δείγματα από ρηχές γεωτρήσεις ΝΔΝ της Παρσάτας.

3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

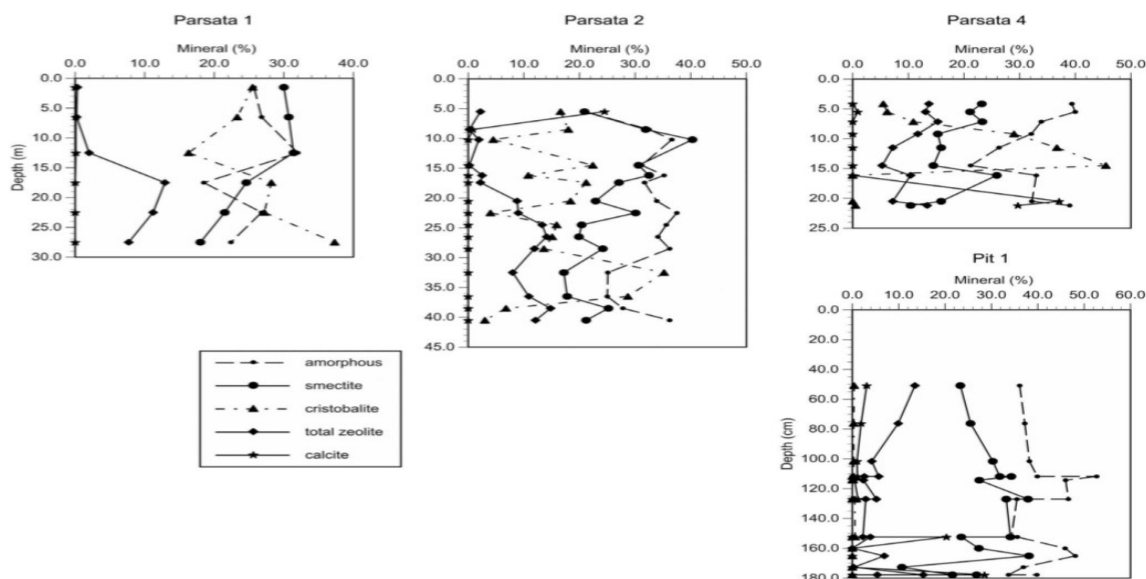
Οι Alexander & Milodowski (2011, 2013) από δειγματοληπτικές γεωτρήσεις πήραν ένα σύνολο 90 δειγμάτων που επιλέχθηκαν με κριτήριο να αντιπροσωπεύουν το προφίλ του μπεντονίτη της περιοχής και διενεργήθηκαν μεταξύ άλλων, διάφορες αναλύσεις, όπως:

- Ορυκτολογική ανάλυση με περιθλασιμετρία ακτίνων-X (XRD)
- Κύρια γεωχημικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία με φθορισιμετρία ακτινών-X (XRF)
- Λεπτομερή περιγραφική ανάλυση με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM)

- Προσδιορισμός των φυσικών ιδιοτήτων του μπεντονίτη.

3.2.1 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΣΑΤΑ

Στο σχήμα 3.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ορυκτολογικής ανάλυσης με XRD ολόκληρου του πετρώματος, με τη μορφή κατανομής της άμορφης και κύριας κρυσταλλικής φάσης με το βάθος. Τα δείγματα που πάρθηκαν αποτελούνται κυρίως από σμεκτίτη (έως 40%), χριστοβαλίτη (έως 45,5%), χαλαζία (έως 16%), ζεόλιθους (έως 15%), πλαγιόκλαστα (έως 12%) και μαρμαρυγία (μοσχοβίτης ή/και βιοτίτης ή/και ιλλίτης ή/και ιλλίτης/σμεκτίτης, έως 6%), καθώς και ασβεστίτη, πυρόξενο, μαγγανίτη, σιδηροπυρίτη, πυρολουσίτη, χλωρίτη, αιματίτη και αμφιβόλους. Η ανάλυση SEM έδειξε ότι τα δείγματα περιέχουν άμορφο πλούσιο σε πυρίτιο.



Σχήμα 3.1: Ορυκτολογική σύσταση δειγμάτων αργίλων από γεωτρήσεις της περιοχής Παρσάτας (Alexander et al., 2011).

3.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Η παραγωγή μπεντονίτη στην Κύπρο άρχισε το 1974 παρόλο που υπάρχουν εκτεταμένα κοιτάσματα μπεντονίτη. Λατομεία στην Κύπρο υπάρχουν Τρούλλων, Πεντακώμου-Μοναγρουλλιού, Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου, Νατάς, Αρμενοχωρίου-Φοινικαριών, Παρσάτα (Καλαβασού) και Κανναβιού. Το εργοστάσιο που λειτουργεί αυτή την στιγμή είναι στην περιοχή Πεντακώμου. Τα συνολικά αποθέματα ανέρχονται σε 2 δις τόνους. Ο μπεντονίτης στην Κύπρο είναι ασβεστιτικού τύπου και έτσι δεν χρησιμοποιείται στη φυσική του κατάσταση σε ορισμένες εφαρμογές (έργα πολιτικού μηχανικού, μεταλλουργία κ.τ.λ.). Γι' αυτό και πωλείται κυρίως για την χρήση υλικού υγιεινής κατοικίδιων με τις κατάλληλες επεξεργασίες που γίνονται για να βελτιωθεί η ιδιότητα του, με την απαραίτητη επεξεργασία και ενεργοποίησης του με νάτριο. Στην Κύπρο την εμπορική διαχείριση του μπεντονίτη έχει ο Όμιλος «ΠΕΛΕΤΙΚΟ» που λειτουργεί για την παραγωγή και εξόρυξη μπεντονίτη εδώ και 46 χρόνια μέχρι σήμερα.

3.3.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Τα τελευταία χρόνια η παραγωγή του μπεντονίτη στην Κύπρο μειώνεται ολοένα και περισσότερο (Σχ. 3.2). Από το 2005 με την υψηλότερη τιμή σε ποσότητα μπεντονίτη (172,366 τόνους) και έπειτα η παραγωγή σημειώνει μείωση όπου το 2019 έφτασε στα 83,113 τόνους. Μια διαφορά που φτάνει στην διπλάσια μείωση παραγωγής. Από το 1999 μέχρι και το 2005 η πορεία της παραγωγής του μπεντονίτη έχει μια πορεία ανεβοκατεβάσματος, αυτό θα οφείλετε στην μη μελέτη της περιοχής και της ποσότητας μπεντονίτη που βρίσκεται σε αυτή όπου το 2005 έγινε και η μεγαλύτερη εξόρυξη με ~180.000 τόνους. Από το 2005 μέχρι και το 2012 η εξόρυξη του μπεντονίτη είναι σε σταθερά επίπεδα ~120.000 τόνους. Το 2012 μέχρι και σήμερα όπου η προοπτική έχει σταθερά πτωτική τάση. Έτσι ο η προοπτική είναι αρνητική όπως δείχνει και ο κυλιόμενος μέσος όρος.

Αυτό οφείλεται στην κρίση που μάστιξε το 2012-2013 την Κύπρο με την οικονομία και την τραπεζική κρίση του νησιού. Το 2017 αυξήθηκαν τα τέλη φόρτωσης για τις φορτοεκφορτώσεις εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι της Λεμεσού με αποτέλεσμα την μη ικανότητα εξαγωγής προϊόντων χαμηλής αξίας όπως είναι ο μπετονίτης. Στο διάγραμμα φαίνεται η απότομη αυτή κατάσταση. Το 2016 να έχει παραγωγή σε μπεντονίτη 117,184 τόνους μπεντονίτη και το 2017 απότομη μείωση σε 95,593 τόνους. Επομένως, η επόμενη πενταετία στην παραγωγή μπεντονίτη στο νησί βρίσκεται σε κρίσιμο στάδιο, με την παραγωγή να μένει σε στάσιμα επίπεδα όπως το 2005-2012 ή στην αναστολή του μεταλλείου. Ο Μάριος Πελετιές (Διευθύνων Σύμβουλος του Όμιλου ΠΕΛΕΤΙΚΟ) ανέφερε «Η νέα και μοναδική ταρίφα θα οδηγήσει με μαθηματική ακρίβεια στον τερματισμό λειτουργίας της μονάδας και το κόστος φόρτωσης στην τιμή πώλησης για τον μπεντονίτη ανέρχεται σε 21% σε σύγκριση με άλλα εξαγόμενα προϊόντα».



Σχήμα 3.2 Ετήσια παραγωγή μπεντονίτη στην Κύπρο την εικοσαετία 1999-2019 και κυλιόμενος μέσος όρος (στοιχεία από το www.USGS.gov)

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που πάρθηκαν από τα ποιο πάνω αναφερόμενα είναι τα ακόλουθα:

- Ο μπεντονίτης αποτελεί ένα ιδιαίτερο πέτρωμα της αργίλου με μεγάλο εύρος εφαρμογών στη βιομηχανία, αλλά και στην απλή καθημερινότητα του ανθρώπου.
- Η ζήτηση του μπεντονίτη είναι μεγάλη σε πολλές χώρες, αλλά στην Κύπρο με τα σημερινά δεδομένα δεν είναι εφικτή η εντατικότερη καλύτερη εκμετάλλευση του μπεντονίτη και η εξαγωγή του στο εξωτερικό λόγω των μεγάλων παραγωγών χωρών που βρίσκονται ανταγωνιστικά στο εμπόριο.
- Το κόστος του μπεντονίτη είναι πολύ μικρό σε σχέση με άλλα βιομηχανικά ορυκτά. Σε τοπικό επίπεδο, η αύξηση των τελών των φορτώσεων για τις φορτοεκφορτώσεις εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι της Λεμεσού καθιστά την εξόρυξη και εκμετάλλευση του μπεντονίτη πολύ δύσκολη.
- Με τον ρυθμό μείωσης που καταγράφεται τα τελευταία χρόνια στην Κύπρο η παραγωγή του μπεντονίτη κινδυνεύει την επόμενη πενταετία να περιοριστεί στο ελάχιστο ή να τεθεί σε αναστολή.

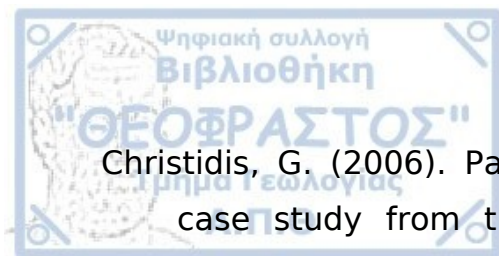
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αγγλική Βιβλιογραφία

Bergaya, F. A. (1997). CEC of clays: measurement by adsorption of a copper ethylene-diamine complex. F, a. Bergaya, *Applied Clay Science* Vol.12 (σσ. 275-280)

Bergaya, F. L. (2006). *Cation and Anion Exchange*. F. L. Bergaya, *Handbook of Clay Science* (σσ. 979-1001)

Brown, G. (1955). *Report of the clay minerals group subcommittee on nomenclature of clay minerals*. G. Brown, *Clay Minerals Bulletin*, Vol.2 (σσ. 294-301)



- Christidis, G. (2006). Part III: alteration of basic pyroclastic rocks. A case study from the Troodos ophiolite complex, Cyprus. *Am. Mineral*, Vol. 91. *Genesis and compositional heterogeneity of smectites* (σσ.658 -701)
- Christidis, Blum A. E. & Eberl D. D (2006). Influence of layer charge distribution of smectites on the flow and swelling of bentonite. *Christidis, Applied Clay Science* Vol.34 (σσ. 125-138)
- Christidis, G. (1996). *Geological Aspects and Genesis of bentonites*. G. a. Christidis, *Elements* Vol. 5(σσ. 93-98)
- Christidis, G. E. (2003). Determination of layer charge characteristics of smectites. G. E. Christidis, *Clays and Clay Minerals*, Vol.51 (σσ. 644-655)
- Güven N. (1988). Smectite. In. Baley S.W. (Editor). *Hydrous Phyllosilicates. Reviews in Mineralogy*. Στο Güven N., *Mineralogical Society of America*, Vol.19(σσ. 497-559)
- Güven N. (1992). Molecular aspects of clay-water interaction
- Grim, R. a. (1978). *Bentonites- geology, mineralogy, properties, and uses*. P256. NY: Elsevier.
- Langley, J. H. (1990). Production of paper and paper board. US Patent 4.
- Bergaya, F. L. (2006). Cation and Anion Exchange. F. L. Bergaya, *Handbook of Clay Science* (σσ. 979-1001)
- Murray, H. (2000). Traditional and new applications for kaolin, smectites, and palygorskite: *a general overview*. H. Murray, *Applied Clay Science*, Vol. 17 (σσ. 207-221)
- Eisenhour, D. a. (2009). *Bentonite and its impact on Modern life*.
- W.R. Alexander et al. (2013). *Bentonite reactivity in alkaline solutions*. *Clay Minerals*, Vol.48 (σσ. 235-249)
- W.R. Alexander et al. (2012). Reaction of Bentonite in low-alkali cement leachates. *Mineralogical Magazine*, December 2012, Vol. 76(8) (σσ. 3019-3022)



Murray H., H. (2007). Applied clay mineralogy “*Occurrence, Processing and Application of Kaolins, Bentonite, Palygorskite – Sepiolite and common clays*. H. Murray, *Developments in clay science 2*”.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Τσιραμπίδης Α. (2005). Ο Ορυκτός Πλούτος Της Ελλάδος. (σσ. 168-172)

Μουτράκης Δ. (2020). Γεωλογία και Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Ελλάδας. (σσ. 215-220 και 310-311)

Διαδικτυακές πηγές

<https://en.wikipedia.org/wiki/Bentonite>

https://www.moa.gov.cy/moa/gsd/gsd.nsf/page52_gr/page52_gr?OpenDocument

<https://www.orykta.gr/oryktes-protos-yles-tis-ellados/latomika-orykta/biomihanika-orykta/56-mpedonitis>

https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/europe-and-central-eurasia?fbclid=IwAR2iS_2buFYVP-IWEOQPwPatjU76t28Rt9BMpp2EBJQDZwZ2RKkvhZYIR0#cy

<https://eurokerdos.cyprustimes.com/oikonomia/peletiko-oi-afxiseis-sto-limani-lemesou-skotonoun-tis-exagoges-bentoniti/> (αναρτήθηκε το 2017)

[https://www.moa.gov.cy/moa/gsd/gsd.nsf/All/1C604EE1D4C5580FC225839400340049/\\$file/%CE%97%20%CE%93%CE%95%CE%A9%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%91%20%CE%A4%CE%97%CE%A3%20%CE%9A%CE%A5%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%A5%20%20WEB.pdf?OpenElement](https://www.moa.gov.cy/moa/gsd/gsd.nsf/All/1C604EE1D4C5580FC225839400340049/$file/%CE%97%20%CE%93%CE%95%CE%A9%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%91%20%CE%A4%CE%97%CE%A3%20%CE%9A%CE%A5%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%A5%20%20WEB.pdf?OpenElement)

(ανακτήθηκε το 2017)

<http://www.polignosi.com/cgibin/hweb?-A=6605&-V=limmata>

<http://www.polignosi.com/cgibin/hweb?-A=12633&-V=limmata> (σχήμα 2.3)

