

Διπλωματική Εργασία

ΓΥΨΟΣ

Ορυκτολογία - Πετρολογία - Χρήσεις



ΤΟΥΜΑΖΗ ΤΟΥΜΑΖΗΣ (ΑΕΜ:3655)
ΧΑΪΔΕΥΤΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ (ΑΕΜ: 3645)

Επιβλέπων καθηγητής: Γ. Χριστοφίδης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ.....	2
Κρυσταλλογραφικά στοιχεία.....	2
Μορφή – έδρες - διδυμίες.....	2
Φυσικές ιδιότητες	4
Χημικές ιδιότητες	5
Εμφάνιση	5
Διαγνωστικά Χαρακτηριστικά.....	5
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΓΥΨΟΥ.....	7
ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ.....	8
Φυσικές μορφές γύψου	8
Βιομηχανικές μορφές γύψου	8
ΧΡΗΣΕΙΣ – ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΓΥΨΟΥ.....	9
ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ FGD ΓΥΨΟΣ	12
ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΕΣ ΚΑΙ ΓΥΨΟΣΟΒΑΛΕΣ	13
ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΓΥΨΟΥ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ	15
ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΓΥΨΟΥ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ	22
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	26
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	27
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	28

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών του τμήματος Γεωλογίας, στον τομέα Ορυκτολογίας - Πετρολογίας. Η ανάθεση της έγινε από τον Καθηγητή κ. Γ. Χριστοφίδη.

Στην διπλωματική αυτή εργασία αναπτύσσονται οι κυριότερες ορυκτολογικές και πετρολογικές ιδιότητες της γύψου σε συνάρτηση με τις χρήσεις της. Επίσης αναφέρονται περιληπτικά οι σημαντικότερες αποθέσεις γύψου στην Ελλάδα και στον κόσμο.

Το ορυκτό γύψος έχει χημικό τύπο $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ και είναι το ένυδρο θειικό ασβέστιο, το πιο κοινό ορυκτό της θειικής ομάδας. Ο όρος *γύψος* ήταν γνωστός από την αρχαιότητα με τον ανυδρίτη και άλλα παρόμοια δομικά υλικά και περιελάμβανε και το ορυκτό γύψος και τον ασβέστη.

Σήμαινε τη γεώδη ύλη την οποία όταν την έψηναν και ανακάτευαν με νερό γινόταν σκληρή και συμπαγής. Γι' αυτό τη χρησιμοποιούσαν στην οικοδομική, την κατασκευή εκμαγείων, στα υφάσματα, στην κατεργασία του οίνου και στη ζωγραφική. Επίσης *γύψος* σήμαινε και το *αλάβαστρο*, αν και ο *αλαβαστρίτης λίθος* ήταν μάλλον ασβεστιτικής σύστασης (*Θεόφραστος*).

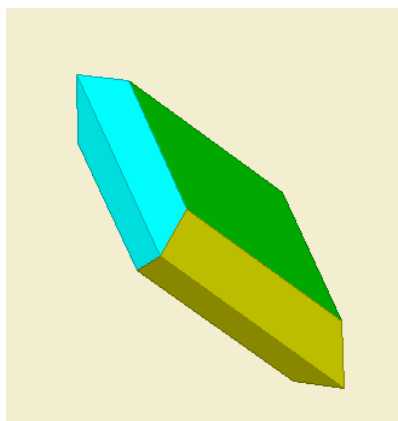
Τις ιδιόμορφες χρήσεις της γύψου τις είχαν αρχικά ανακαλύψει οι Αιγύπτιοι περίπου 5000 χρόνια πριν. Ανακάλυψαν πως το ορυκτό μπορούσε να κονιοποιηθεί σε πολύ μικρό μέγεθος, ακολούθως να αποξηραθεί με θέρμανση και τελικά με την προσθήκη νερού να στερεοποιηθεί σε πολύ μικρό χρόνο δημιουργώντας σκληρές πέτρες, τοίχους και πολύ ομαλές επιφάνειες (*WHITE, 1998*).

Σήμερα η γύψος πέραν της χρήσης για κατασκευή διακοσμητικών αντικειμένων χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών ιδιαίτερα ως δομικό υλικό.

ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ

Κρυσταλλογραφικά στοιχεία

Η γύψος ανήκει στο μονοκλινές σύστημα συμμετρίας (Σχήμα 1), δηλαδή χαρακτηρίζεται από τρεις κρυσταλλογραφικούς άξονες άνισους, από τους οποίους ο b άξονας είναι κάθετος στους a και c , οι οποίοι σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία β μεγαλύτερη της ορθής. Σαν άξονας b παίρνεται ή ο άξονας $2^{η}$ τάξης ή η κατεύθυνση ή η κάθετη στο επίπεδο συμμετρίας. Κατά τον προσανατολισμό του κρυστάλλου στρέφεται στον παρατηρητή η αμβλεία γωνία των αξόνων a και c . Οι τελευταίοι συνήθως παίρνονται παράλληλα σε άξονες ζωνών του κρυστάλλου. Προσδιοριστέες κρυσταλλογραφικές σταθερές στα σώματα που κρυσταλλώνονται στο σύστημα αυτό είναι εκτός από τη σχέση $a:b:c$ και η γωνία β (ΣΟΛΛΑΤΟΣ, 1980).



(Σχήμα 1)

Συνήθης μορφή γύψου (Berry et al 1983)
Με πράσινο η έδρα (010), με κίτρινο (120) και με μπλε (-111)

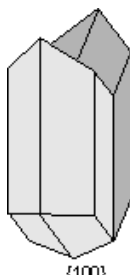
Μορφή – έδρες - διδυμίες

Οι συνηθέστερες έδρες της γύψου είναι η (111), η (110) και η (010). Χαρακτηριστική είναι η διδυμία κατά (100) επαφής ή διεισδύσεως γνωστή και ως «ουρά χελιδονιού» (Σχήμα 3 & 4) (ΘΕΟΔΩΡΙΚΑΣ, 1996).



(Σχήμα 2)

Σελενίτης με διαστάσεις 31 x 22 x 13 εκ.
Naica, Chihuahua Μεξικό



(Σχήμα 3)

Δίδυμοι κρύσταλλοι
γύψου κατά την ουρά
χελιδονιού.



(Σχήμα 4)

Κρύσταλλοι μήκους 3 εκ.
Winnipeg Καναδάς

Εκτός από την συνηθισμένη αυτή διδυμία παρατηρήθηκε επίσης διδυμία γύψου κατά (101) γνωστή ως διδυμία Montmartre.

Παρουσιάζει πλακώδη μορφή κατά (010) όπως και πρισματική. Οι κρύσταλλοι είναι απλοί στη μορφή και με συχνή κυρτότητα των επιφανειών (Σχήμα 5).



(Σχήμα 5)

Κεκαμένος κρύσταλλος γύψου. Agordo, Ιταλία.

Επίσης δημιουργούνται πολλές μορφές συσσωματωμάτων όπως σχισμογενή, ροζέτες (Σχήμα 6), ροδακοειδή (Σχήμα 7), στηλοειδή (Σχήμα 8), κοκκώδη, ινώδη, φυλλώδη, δενδριτικά, θυσανοειδή, γεηρά, και άλλα (Σχήμα 9).



(Σχήμα 6)

Ροζέτες γύψου (30 εκ.)



(Σχήμα 7)

Ροδακοειδή συσσωματώματα γύψου (17 εκ.)



(Σχήμα 8)

Στηλοειδής κρύσταλλος γύψου.



(Σχήμα 9)

'Starburst' Oklahoma, USA.

Πολλές μορφές έχουν συγκεκριμένη ονομασία ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους. Οι διάφανοι πινακοειδής κρύσταλλοι ονομάζονται σελενίτης (Σχήμα 2, 11 & 13) , η ινώδης γύψος ονομάζεται “satin spar” (Σχήμα 10) ενώ τα ακτινωτά συσσωματώματα είναι γνωστά ως “daisy gypsum”(Σχήμα 12).



(Σχήμα 10)
“Satin spar”, Brewster County, Texas



(Σχήμα 11)
Πινακοειδής σελενίτης



(Σχήμα 12)
Ακτινωτά συσσωματώματα γύψου.
Mnhattan, Nye County, Nevada, H.P.A.



(Σχήμα 13)
Πινακοειδής σελενίτης

Φυσικές ιδιότητες

Η σκληρότητα της γύψου είναι 2 στην κλίμακα Mohs (Πίνακας I) στην οποία αποτελεί χαρακτηριστικό ορυκτό. Έχει ειδικό βάρος 2,32 ενώ συνήθως παρουσιάζει υαλώδη λάμψη όπως και μαργαριτώδη και μεταξώδη (ΜΙΣΟΠΟΛΙΝΟΣ, 1990).

Έχει χρώμα από άχρωμο, λευκό, τερφό μέχρι διάφορες αποχρώσεις του κίτρινου, κόκκινου και του καστανού. Το χρώμα της εξαρτάται από τις προσμίξεις που υπάρχουν. Παρουσιάζει λευκή γραμμή σκόνης και ο σχισμός μπορεί να χαρακτηριστεί τέλειος κατά (010) και καλός κατά (100) και (011). Τα σχισμογενή επίπεδα κυρίως κατά (010) είναι εύκαμπτα αλλά όχι ελαστικά.

Η συνήθης σύσταση της είναι 32,6% σε Cao, 46,5% SO₃, 20,9% H₂O.

Πίνακας I

Σκληρότητα	Ορυκτό	Σκληρότητα	Ορυκτό
1	Τάλκης	6	Άστριοι
2	Γύψος	7	Χαλαζίας
3	Ασβεστίτης	8	Τοπάζιο
4	Φθορίτης	9	Κορούνδιο
5	Απατίτης	10	Διαμάντι

Σκληρομετρική κλίμακα κατά Mohs

Χημικές ιδιότητες

Όπως αναφέρθηκε είναι ένυδρο θειικό ασβέστιο με χημικό τύπο $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Θερμαινόμενη μεταξύ $107-160^\circ\text{C}$ χάνει $1\frac{1}{2}$ μόρια νερού, όπως και την κρυσταλλική της μορφή και μεταβάλλεται σε ημιάνυδρο ή καιόμενη γύψο ή γυψάλευρο. Αν προσθέσουμε και πάλι νερό θα μετατραπεί πάλι σε κρυσταλλική, γεγονός στο οποίο οφείλεται η ταχεία πήξη και σκλήρυνση της γυψοκονίας. Εάν η θέρμανση ξεπεράσει τους 190°C , χάνει όλο το νερό της, την ιδιότητα επαναπρόσληψης του και συνεπώς την ιδιότητα ταχείας πήξεως. Στους $500-600^\circ\text{C}$ καθίσταται πλέον «νεκρή γύψος». Στους 1000°C ανακτά την ιδιότητα της πήξεως με το νερό αλλά πήζει βραδύτερα, γίνεται σκληρότερη, πιο κρυσταλλική και ονομάζεται τσιμεντόγυψος.

Εμφάνιση

Είναι διαδεδομένο ορυκτό και βρίσκεται ως ιζηματογενές πέτρωμα συνήθως σε μεγάλου πάχους στρώματα. Στη φύση εμφανίζονται κυρίως δύο θειικά ορυκτά, η γύψος (Σχήμα 14 & 15) και ο ανυδρίτης (Σχήμα 16 & 17) με χημικούς τύπους $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ και CaSO_4 αντίστοιχα. Επίσης με μικρό ποσοστό ο βασσανίτης με τύπο $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ που στην παρουσία νερού μετατρέπεται ταχέως σε γύψο.

Η ορυκτή γύψος είναι πολύ διαδεδομένη στην επιφάνεια της Γης. Απαντάται ως το ουσιαστικότερο ορυκτό συστατικό σε όλα τα ιζηματογενή πετρώματα μαζί με την άνυδρη γύψο και το ορυκτό άλας και ως σύνηθες ορυκτό μεταλλικών φλεβών.

Εμφανίζεται με μορφή φακών ή διάσπαρτων κρυστάλλων σε αργίλους και αργιλικούς σχιστόλιθους. Βρίσκεται με πολλά ορυκτά συνήθως όμως με ανυδρίτη, αλίτη, δολομίτη, ασβεστίτη, θείο, σιδηροπυρίτη και χαλαζία. Απαντάται σε εκτεταμένα κοιτάσματα σε πολλά μέρη του κόσμου όπως θα αναφερθεί εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

Διαγνωστικά Χαρακτηριστικά

Η μικρή σκληρότητα, που επιτρέπει την χάραξη με το νύχι, οι τρεις σχισμοί της, η μορφή κρυσταλλώσεως και οι διδυμίες, όταν φαίνονται, επιτρέπουν την εύκολη αναγνώριση της. Διαλύεται επίσης σε θερμό αραιό υδροχλωρικό οξύ και τήκεται στο 3 στην κατά Kobell κλίμακα (Πίνακας II).

Πίνακας II

Αριθμός στην κλίμακα	Ορυκτό	Σημείο Τήξης	Συμπεριφορά
1	Αντιμονίτης	550°C	Τήκεται εύκολα σε φλόγα κεριού
2	Χαλκοπυρίτης	800°C	Μικρό τεμάχιο τήκεται εύκολα σε φλόγα λύχνου Bunsen.
3	Γρανάτης (αλμανδίνης)	1050°C	Άτηκτο σε φλόγα λύχνου Bunsen. Τήκεται εύκολα σε φλόγα καμινευτήρα αυλού.
4	Ακτινόλιθος	1200°C	Λεπτό σκλήθρο τήκεται με μικρή δυσκολία σε φλόγα καμινευτήρα αυλού.
5	Ορθόκλαστο	1300°C	Οι ακμές τεμαχίου αποστρογγυλοποιούνται με δυσκολία σε φλόγα καμινευτήρα αυλού.
6	Βρονζίτης	1400°C	Πρακτικά άτηκτο σε φλόγα καμινευτήρα αυλού. Τα άκρα λεπτού σκλήθρου μόλις αποστρογγυλοποιούνται.
7	Χαλαζίας	1710°C	Άτηκτο σε φλόγα καμινευτήρα αυλού.

Κλίμακα τηκτικότητας κατά Kobell

Διακρίνεται από τον ανυδρίτη γιατί διαλύεται στο θερμό υδροχλωρικό οξύ και δίνει νερό με θέρμανση στον κλειστό σωλήνα. Στη συνέχεια διακρίνεται από τον ασβεστίτη γιατί ο ασβεστίτης είναι πιο σκληρός και αναβράζει σε ψυχρό υδροχλωρικό οξύ και από το δολομίτη από την σκληρότητα.



(Σχήμα 14)
Γύψος



(Σχήμα 16)
Ανυδρίτης



(Σχήμα 15)
Γύψος



(Σχήμα 17)
Ανυδρίτης

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΓΥΨΟΥ

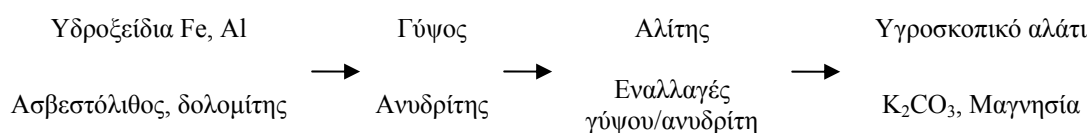
Είναι ένα ιζηματογενές πέτρωμα αποκλειστικά χημικής προέλευσης που σχηματίστηκε από καθίζηση των αλάτων του νερού μιας περιορισμένης ή κλειστής θάλασσας ή αλμυρής λίμνης. Ανήκει στην ομάδα των εβαποριτών και είναι από τους πρώτους εβαπορίτες που καθιζάνουν (ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗΣ, 2002).

Ο σχηματισμός των εβαποριτών προϋποθέτει θερμό κλίμα, δηλαδή υψηλές θερμοκρασίες και σχετικά χαμηλές βροχοπτώσεις. Όμως, η μόνη ουσιαστική προϋπόθεση είναι, η εξάτμιση να είναι ικανή να προξενήσει σημαντική συγκέντρωση και καθίζηση των ιόντων της υδάτινης λεκάνης. Ανάλογες συνθήκες επικρατούν επίσης στις αρκτικές και ανταρκτικές περιοχές, όπου έχει επισημανθεί ο σχηματισμός γύψου. Η πήξη του θαλασσινού νερού συντελεί στην αύξηση της αλμυρότητας σε τέτοιο βαθμό που είναι δυνατός ο σχηματισμός γύψου σε αυτά τα ψυχρά κλίματα.

Επίσης σχηματίζεται από ενυδάτωση του ανυδρίτη, στον οποίο μπορεί να μετατραπεί σε περίπτωση απώλειας του νερού που έχει.

Τα παραπάνω οδηγούν στην έναρξη της διαδικασίας απόθεσης στερεών υλικών σε στρώματα με την ακόλουθη σειρά:

Πίνακας III



Από τα στοιχεία του πίνακα III, είναι φανερό πως η εβαποριτική διεργασία φθάνει σπάνια μέχρι την απόθεση του K₂CO₃ (με εμπορική ονομασία: ποτάσσα) και μαγνησίας. Οι ασβεστόλιθοι και οι δολομίτες που συνοδεύουν τους εβαπορίτες είναι πρωτογενείς, ωολιθικοί ή υφαλογενείς (ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, 1984).

Φυσικές μορφές

Ορυκτή γύψος: Συναντιέται ευρέως σε όλο τον κόσμο με παγκόσμια αποθέματα 2260 εκατομμύρια τόνους, σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του έτους 1997. Χρησιμοποιείται κυρίως στην παραγωγή τσιμέντου σε παγκόσμιο ποσοστό 3 – 6 %, ως λίπασμα, στις ζωοτροφές, σε τροφές πλούσιες σε ασβέστιο, στη μαγιά για τη ζύμωση της μπίρας, στην φαρμακοβιομηχανία στην παραγωγή πλαστικών, τεχνητών ξύλων και χαρτιού.

Αποξηραμένη γύψος: Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή γύψου, αφού πάνω από 95% της γύψου αποξηραίνεται. Παράγεται σε τέσσερις διαφορετικές μορφές. Τον άλφα ημιανυδρίτη, τον βήτα ημιανυδρίτη, τον διαλυτό ανυδρίτη και τον άνυδρο ανυδρίτη. Οι τέσσερις παραπάνω μορφές είναι γνωστές με την ονομασία Stucco. Η ικανότητα της να πλάθεται εύκολα, η φτηνή παραγωγή και επεξεργασία της, την καθιστούν ένα πολύ σημαντικό βιομηχανικό υλικό. Χρησιμοποιείται για βιομηχανικά εκμαγεία, στην κεραμοποιία, στην υγιεινή, στην κατασκευή μεταλλικών καλουπιών, ως συγκολλητικό υλικό στις υδρογεωτρήσεις και στην οδοποιία.

Ανυδρίτης: Αποτελεί την άνυδρη μορφή της γύψου με χημικό τύπο CaSO_4 . Αν και υπάρχουν αρκετά περισσότερα αποθέματα από τη γύψο, η δομή του δεν του επιτρέπει την ευρεία χρήση του. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή των τσιμεντόλιθων και στην παροχή στήριξης στις ατσάλινες ασπίδες στα ανθρακωρυχεία, ως λίπασμα και στην παρασκευή εντομοκτόνων.

Βιομηχανικές μορφές

Συνθετική γύψος: Υπάρχουν πολλές και διάφορες πηγές συνθετικής γύψου:

- FGD γύψος (flue gas desulphurization): Υποπροϊόν του θειικού οξέος από αποθείωση ή εξουδετέρωση βιομηχανικών οξέων από τους ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς που λειτουργούν με την καύση του άνθρακα (θα αναλυθεί περαιτέρω σε επόμενο κεφάλαιο).
- Φωσφορο-γύψος (Phosphogypsum): Προκύπτει από την παραγωγή φωσφορικού οξέος. Είναι ένυδρο θεικό ασβέστιο το οποίο αποτίθεται σε τεχνητές λίμνες, αφυδατώνεται και συγκεντρώνεται σε σωρούς. Έχει χρησιμοποιηθεί με σχετική επιτυχία στην σταθεροποίηση της βάσης των οδοστρωμάτων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για γεωργικούς σκοπούς, εάν η περιεκτικότητα σε Ra-226 είναι μικρότερη από 10 pCi/g. Κατά την παραγωγή φωσφορικού οξέος η φωσφορογύψος, είναι ένα στερεό υποπροϊόν. Χαρακτηρίζεται ως ένα γκρι, λεπτόκοκκο υλικό το οποίο έχει το μέγεθος των κόκκων της ιλύος και έχει μικρή έως καθόλου πλαστικότητα.
- Φθοριο-γύψος (Fluorogypsum): Προκύπτει από την παραγωγή υδροφθορικού οξέος. Δεν χρησιμοποιείται για βιομηχανικούς σκοπούς, αλλά τοποθετείται στη βάση των οδοστρωμάτων. Έχει προταθεί να χρησιμοποιηθεί και στην κατασκευή γυψοσανίδων χαμηλότερης ποιότητας. Αποτίθεται σε τεχνητές λίμνες, αφυδατώνεται, κονιοποιείται και μαζεύεται σε σωρούς. Χαρακτηρίζεται ως ένα πλούσιο σε θείο αμμώδες υλικό.
- Τιτανο-γύψος (Titanogypsum): Αποτέλεσμα της παραγωγής του διοξειδίου του τιτανίου (HARBEN, 1991).

ΧΡΗΣΕΙΣ – ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΓΥΨΟΥ

Όπως αναφέρθηκε η γύψος όταν θερμανθεί και κονιοποιηθεί χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή κονιάματος των Παρισίων και υλικών οικοδομής όπως στις γυψοσανίδες, τους σοβάδες και τα γυψομπλόκ. Επίσης χρησιμοποιείται σαν υλικό πλήρωσης, στα λιπάσματα, στη βιομηχανία γυαλιού, στην οικοδομική και αλλού (*ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ, 1979*).

Μεγάλη κατανάλωση έχει η γύψος ως πρόσθετο υλικό το οποίο καθορίζει την ταχύτητα πήξης του **τσιμέντου τύπου Portland** (Σχήμα 18). Η προσθήκη λαμβάνει χώρα προς το τέλος της διαδικασίας παραγωγής του τσιμέντου.



(Σχήμα 18)
Τσιμέντο Portland

Η πολύ συμπαγής, λεπτόκοκκη και σταθερή ποικιλία γύψου είναι γνωστή ως *αλάβαστρο* (Σχήμα 19) το οποίο χρησιμοποιείται για την κατασκευή κομψοτεχνημάτων (Σχήμα 20) αφού η πολύ μικρή σκληρότητα του, του επιτρέπει να σκαλιστεί πολύ εύκολα.



(Σχήμα 19)
Αλάβαστρο



(Σχήμα 20)
Αντίγραφο αλαβάστρινων αντικείμεμων που
βρέθηκαν στον τάφο του Τουτανχαμών
Αίγυπτος, 1300π.Χ.

Η γύψος χρησιμοποιείται ήδη από πολύ παλιά, είτε για την συγκόλληση διάφορων άλλων οικοδομικών υλικών, είτε για την μερική ή ολική επικάλυψη επιφανειών μιας οικοδομής προκειμένου να επακολουθήσει ελαιοχρωματισμός, είτε για την κατασκευή γυψοσανίδων.

Τα τελευταία χρόνια η προσθήκη άλλων υλικών στον πολτό της γύψου κατά την κατασκευή γυψοσανίδων, έδωσε υλικά με διάφορες ιδιότητες. Μεταξύ αυτών σπουδαίο γεγονός είναι η εξασφάλιση προστασίας από τις πυρκαγιές δομικών υλικών όπως τοίχοι, πατώματα και κολώνες. Οι σανίδες με βάση την γύψο μπορούν να παρέχουν από 30 λεπτά έως 2 ώρες αντοχή από την φωτιά στις οικοδομές. Το μοναδικό σημαντικό χαρακτηριστικό που καθιστά τόσο σημαντική την **πυροπροστασία** είναι η υψηλή περιεκτικότητα της γύψου σε νερό (21%). Έτσι η γύψος χρησιμοποιείται συχνά για την κατασκευή αποθηκών, χώρων προστασίας

εναντίων πυρκαγιάς και άλλων παρεμφερών υλικών τα οποία απαιτείται να είναι άφλεκτα. Όταν θερμανθεί στους 120°C και πάνω, απορροφά θερμότητα χωρίς να θερμαίνεται. Επομένως όταν θερμαίνεται κατά την διάρκεια μιας πυρκαγιάς, η θερμότητα καταναλώνεται στην αποβολή του νερού όπως θα δούμε και πιο κάτω. Μελέτες στο «Εθνικό Γραφείο Ερευνών και Εφευρέσεων στο Μπελλβύ, Η.Π.Α.» βρέθηκε ότι επίστρωμα γύψου 5 εκ. μετά από 3 ώρες θέρμανσης δεν απέκτησε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 100°C. Εν τούτοις η υγρασία την οποία εγκλείει η γύψος έχει καταστρεπτικό αποτέλεσμα στα σιδερένια αντικείμενα τα οποία καλύπτει (BENBOW, 1987).

Η άνυδρη γύψος είναι αδρανής κάτω από 1200° C που προσθέτει ένα ακόμη χαρακτηριστικό στο ορυκτό. Η σταδιακή θέρμανσή της προκαλεί απώλεια νερού σε δύο φάσεις. Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης, περίπου 75% του νερού αποβάλλεται, καθιστώντας τη γύψο ημιάνυδρη ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), γνωστή ως **κονιάμα των Παρισίων** (Plaster of Paris) (Σχήμα 21). Το ποσό της θερμότητας το οποίο απορροφάται είναι σημαντικό, τόσο ώστε για να σχηματισθεί ένας τόνος ημιάνυδρου γύψου απαιτούνται 163584 θερμίδες. Το δεύτερο στάδιο είναι η ολική αφυδάτωση. Και τα δύο στάδια είναι ενδοθερμικά.



(Σχήμα 21)

Χρήσεις του «κονιάματος των Παρισίων»

Χρησιμοποιείται επίσης στην ιατρική με τη μορφή ειδικών επιδέσμων (γυψοταινίες) για ακινητοποίηση τμημάτων του σώματος (σχήμα 21). Η χρήση του είναι πιο συχνή στην τραυματολογία και λιγότερο σε περιπτώσεις παραμορφώσεων και νόσων των οστών.

Εκτός από τις διάφορες μικρότερης σημασίας χρήσεις του στην τέχνη, όπως η κατασκευή προπλασμάτων, εκμαγείων κ.ά., αποτελεί το βασικό υλικό των ανάγλυφων διακοσμήσεων των τοίχων, των γυψώσεων όπως συνήθως ονομάζονται. Οι **γυψώσεις**, αν και σήμερα χρησιμοποιούνται ελάχιστα και προσφέρονται τυποποιημένες από την οικοδομική βιομηχανία, άλλοτε ήταν ευρύτατα διαδεδομένες, κατασκευάζονταν με διάφορα υλικά και τεχνικές, έγιναν μάλιστα και χαρακτηριστικό διακριτικό στοιχείο ορισμένων ρυθμών.

Μια άλλη ιδιότητα είναι η **ηχομονωτική** και **θερμομονωτική** ικανότητα η οποία είναι τρεις φορές περισσότερη από τα απλά τούβλα. Αυτό οφείλεται στους πόρους που υπάρχουν σε αυτήν. Λόγω του μεγάλου πορώδους της γύψου και του αέρα ο οποίος εγκλείεται στους πόρους προσδίδει στην κατασκευή άριστες συνθήκες για μια υγιεινή και ήσυχη διαβίωση. Οι πόροι αυτοί σχηματίζονται λόγω της εξάτμισης της περίσσειας του νερού που χρησιμοποιείται κατά την κατασκευή του κονιάματος. Επίσης αυτές οι ιδιότητες προωθούν την μείωση χρήσης ενέργειας για τη θέρμανση και ψύξη της κατασκευής.

Η χρήση της γύψου ως **λίπασμα** και ως **μεταπλαστικό** του εδάφους ανακαλύφθηκε εντελώς τυχαία. Σε κάποιο εργαστήριο γυψοπλαστικής κοντά στο Παρίσι, κάποιος εργάτης ενώ έπλαθε με τα πόδια του τη γύψο σε ένα λάκκο, παρατήρησε κάποια στιγμή πως η χλόη γύρω από τον λάκκο ήταν περισσότερο

ανεπτυγμένη, και λογικώς συμπεράνε ότι η σκόνη της γύψου την οποία τινάζονταν από τα υποδήματα και τα ρούχα των εργατών γύρω από τον λάκκο, οφειλόταν στην γύψο.

Ο εργάτης για να ικανοποιήσει την περιέργεια του, σκόρπισε σκόνη γύψου σε ένα τμήμα του κήπου της οικίας του και πέτυχε με αυτό αύξηση της παραγωγής. Στην Αμερική πρώτος ο Βενιαμίν Φραγκλίνος χρησιμοποίησε την γύψο ως λίπασμα και ως μεταπλαστικό του εδάφους και έκτοτε η ακατέργαστη γύψος έλαβε το όνομα «Καλλιεργήσιμη γύψος του Βενιαμίν Φραγκλίνου»

Η επίδραση στο έδαφος μπορεί να συνοψισθεί στα ακόλουθα γενικά σημεία:

1. Καθιστά το έδαφος πορώδες και διευκολύνει τη διείσδυση του νερού και του αέρα στα βαθύτερα στρώματα, δημιουργώντας έτσι, ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη των ριζών.
2. Διαλυτοποιεί τις αδιάλυτες μορφές των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους και ιδίως τις ενώσεις καλίου και συντελεί έτσι στην αύξηση των επιδόσεων των καλλιεργειών. Συνεχής όμως χρήση της γύψου επιφέρει εξάντληση των θρεπτικών αποθεμάτων του εδάφους και γι' αυτό μια γαλλική παροιμία λέει «Η γύψος κάνει πλούσιο τον πατέρα, αλλά αδικεί τα παιδιά του».
3. Χρησιμεύει ως μέσο δέσμευσης του ανθρακικού αμμωνίου, το οποίο μεταβάλλεται σε θειικό αμμώνιο, δηλαδή σε αζωτούχα ένωση σταθερότερης μορφής.
4. Επιδρά ευνοϊκά στον πολλαπλασιασμό και την δραστηριότητα των ωφέλιμων μικροοργανισμών του εδάφους και προωθείται έτσι η ανάπτυξη των αζωτούχων φυτών τόσο στα αργιλώδη όσο και στα αμμώδη εδάφη.
5. Είναι το καλύτερο από όλα τα μεταπλαστικά του εδάφους και καθιστά συνεκτικότερα τα ελαφρά αμμώδη εδάφη και ελαφρότερα τα συνεκτικά αργιλώδη εδάφη.
6. Ενδείκνυται ιδιαίτερα για την εξουδετέρωση της επίδρασης του ανθρακικού νατρίου, το οποίο συχνά συγκεντρώνεται στα ξηρά εδάφη και βαθμιαίως τα καθιστά ακατάλληλα προς καλλιέργεια (ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ).

ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ FGD ΓΥΨΟΣ

Σημαντική στιγμή ήταν πριν από περίπου 20 χρόνια, όταν υπήρξε αυξητική κατασκευή ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών που λειτουργούσαν με καύση άνθρακα. Για τον καθαρισμό των σταθμών από το διοξείδιο του θείου δημιουργήθηκαν εγκαταστάσεις αποθείωσης [flue gas desulphurization (FGD)]. Ο καθαρισμός γίνεται με τοποθέτηση ασβέστη ή ασβεστόλιθου στα σημεία που χρειάζονται αποθείωση. Συγκεκριμένα η παραγωγή της FGD γύψου ήταν άμεσο αποτέλεσμα της εκστρατείας «clean air act» του 1990, η οποία είχε σκοπό τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του θείου από τους ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς που λειτουργούσαν με την καύση του άνθρακα. Η συνθετική αυτή γύψος, πετιόταν ως στείρο υλικό. Λόγω της έλλειψης θέσεων απόρριψης του στείρου αυτού υλικού, οι βιομηχανίες την εισήγαγαν ως βιομηχανικό προϊόν (HARBEN, 1991).

Αν και η συνθετική γύψος FGD έχει καλύτερη ποιότητα και δεν χρειάζεται καθόλου εξόρυξη ή κονιοποίηση, σε σχέση με τη φυσική, η αποξήρανση κοστίζει περισσότερο, γιατί οι συνθετικοί κρύσταλλοι χρειάζονται περισσότερο χρόνο να αποξηραθούν. Παρόλα αυτά η συνθετική FGD γύψος είναι πολύ πιο φθηνή γιατί δεν υπάρχουν έξοδα εκλατόμευσης και μεταφοράς (οι ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί βρίσκονται συνήθως κοντά σε πυκνοκατοικημένες περιοχές). Επιπρόσθετα, η συνθετική γύψος αν δεν χρησιμοποιηθεί στην βιομηχανία παραγωγής γυψοσανίδων και γυψοσοβάδων τότε θα πρέπει να αποτεθεί σε κάποια περιοχή ως στείρο υλικό (<http://www.tfhr.gov/hnr20/recycle/waste/sw1.htm>).

Στον Πίνακα IV παρατίθενται κάποια χαρακτηριστικά της φυσικής και της FGD γύψου.

Πίνακας IV

Παράμετροι	Μονάδα	Φυσική γύψος	FGD γύψος
Γύψος	%	95.3	98.2
Τιμή pH	%	7.0	6.5
Οσμή	%	ουδέτερη	ουδέτερη
MgO	%	0.02	0.02
Na ₂ O	%	0.01	0.02
K ₂ O	%	0.02	0.01
Χλωρίδια	ppm	20	60
Al ₂ O ₃	%	0.1	0.03
Οξειδία Fe ³⁺	%	0.1	0.03
SiO ₂	%	1.2	0.2
CaCO ₃ & MgCO ₃	%	2.7	0.3
Πυκνότητα	g/dm ³	1020	1000

Σύγκριση φυσικής και συνθετικής γύψου

ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΕΣ ΚΑΙ ΓΥΨΟΣΟΒΑΔΕΣ

Όπως προαναφέρθηκε η ξηρή (φυσική ή συνθετική) γύψος κονιοποιείται σε πολύ λεπτούς κόκκους και ψήνεται στους 120-180°C για να αφαιρεθεί το χημικώς βρισκόμενο νερό σε ποσοστό 75%. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παρασκευή ημιάνυδρου θειικού ασβεστίου ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), μιας πολύ ξηρής σκόνης. Σε αυτό το στάδιο η ξηρή σκόνη γύψου μπορεί να θεωρηθεί εμπορεύσιμη και να πουληθεί για γυψοσοβάδες. Έτσι, με την προσθήκη νερού ο γυψοσοβάς είναι κατάλληλος για χρήση.

Η ποιότητα της γύψου επηρεάζεται από στερεές και διαλυμένες προσμίξεις που περιέχονται στην καθαρή γύψο. Επιπρόσθετα, το σχήμα των κρυστάλλων, το μέγεθος των κόκκων, η κατανομή της κοκκομετρίας, η πυκνότητα των κόκκων, το pH, η παρουσία ιόντων νατρίου, μαγνησίου, σιδήρου και μαγγανίου, συμβάλλουν στον καθορισμό της ποιότητας της γύψου.

Το ποσοστό % σε CaSO_4 και το μέγεθος των κόκκων καθορίζουν τη χρήση της γύψου (Πίνακας V).

Πίνακας V

Χρήση	Μέγεθος κόκκων	% CaSO_4
Γυψοσανίδες	~ 20 μ	70 - 95% ανάλογα αν η γύψος είναι φυσική ή συνθετική FGD
Σοβάδες	~ 20 μ	70 - 95% ανάλογα αν η γύψος είναι φυσική ή συνθετική
Τσιμέντο	6 - 51 χιλιοστά	>65%
Ιατρική γύψος	~ 20 μ	>90%
Λιπάσματα	~ 150 μ (75 - 90%)	>70%

Μέγεθος κόκκων γύψων που χρησιμοποιούνται στο εμπόριο σε διάφορες εφαρμογές

Αντιθέτως η αφυδατωμένη και κονιοποιημένη γύψος αν αναμιχθεί με νερό, θα δημιουργήσει ένα υγρό μίγμα το οποίο στη συνέχεια με επεξεργασία, θα μετατραπεί σε γυψοσανίδα. Κατά μήκος της γραμμής παραγωγής, σε έναν τεράστιο ιμάντα, ο οποίος κινείται σε μια ευθεία, ξετυλίγονται δύο ρολά από χαρτί συνεχώς. Το ένα ρολό βρίσκεται κάτω από το μίγμα. Ακολουθεί καθορισμός του πάχους αμέσως μετά την τοποθέτηση του μίγματος και το άλλο ρολό χαρτιού τοποθετείται από πάνω.

Έτσι, περνά μέσα από πολλούς αποξηραντές. Η θερμοκρασία βρίσκεται λίγο πιο πάνω από τους 100° C. Κατά συνέπεια και καθώς η διαδικασία συνεχίζεται η επιφάνεια που βρίσκεται σε επαφή με τον ιμάντα διατηρείται κάτω από τους 100° C.

Μετά από 45 λεπτά και αφού στερεοποιηθεί η γυψοσανίδα ακολουθεί η κοπή της σε συγκεκριμένα μεγέθη. Αυτή η επεξεργασία επιτρέπει στη γυψοσανίδα να λειτουργήσει ως μονωτικό υλικό και να είναι έτοιμη για εμπορία και πώληση.

Οι γυψοσανίδες παράγονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές DIN 18180 σε σταθερό πλάτος 1,20 m. Το μήκος τους κυμαίνεται από 2 έως 3 μέτρα και το πάχος τους από 9,5 έως 18 χιλιοστά. Οι γυψοσανίδες έχουν μικρό βάρος, μεγάλη ελαστικότητα και αξιοσημείωτη αντοχή. Παρέχουν θερμομόνωση, υψηλή πυραντοχή και ιδανική τελική επιφάνεια έτοιμη για βάψιμο, τοποθέτηση ταπετσαρίας ή πλακιδίων. Δεν περιέχουν τοξικές ουσίες ή ίνες και έχουν την ίδια οξύτητα με το δέρμα του ανθρώπου (INDUSTRIAL MINERALS, 2003).

Η γύψος αποτελεί το κύριο συστατικό στις γυψοσανίδες και τους γυψοσοβάδες, τα οποία κατέχουν το 90% της παγκόσμιας χρήσης της γύψου. Παρά

την τόσο αυξημένη ζήτηση, η παρουσία μεγάλου αριθμού εταιρειών παραγωγής γυψοσανίδας έχει επιφέρει σημαντική μείωση στην τιμή των προϊόντων. Η παγκόσμια αγορά κυριαρχείται από πολλές βιομηχανίες παραγωγής γυψοσανίδας με κύριες αντιπροσώπους τις:

US Gypsum (USG), Η.Π.Α.
BPB, Ηνωμένο Βασίλειο
Knauf Gips (KG), Γερμανία
Lafarge SA, Γαλλία

ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΓΥΨΟΥ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

Η γύψος είναι πολύ διαδεδομένη στην Ελλάδα. Στο σχήμα 22 σημειώνονται 46 περιοχές, με κοιτάσματα γύψου, ο αριθμός όμως των επιμέρους κοιτασμάτων είναι πολλαπλάσιος. Σε όλες τις περιπτώσεις πρόκειται για ιζηματογενή γύψο, η οποία διακρίνεται από απόψεως ηλικίας σε παλαιοζωική, τριαδική και τριτογενή, και είναι είτε αυτόχθον, σχηματισμένη εντός των στρωμάτων, τα οποία την περικλείουν, είτε ετερόχθον από βαθύτερους ορίζοντες εντός του σημερινού περιβάλλοντος της διαπυρικής.

Συναντώνται επίσης μεμονωμένοι κρύσταλλοι γύψου ή συσσωματώματα κρυστάλλων της εντός της παραγενέσεως μικτών θειούχων μεταλλευμάτων (π.χ. Λαυρεωτική, Στρατώνι κ.α.) προερχόμενοι από την επίδραση θειικού οξέος ή θειικών αλάτων (κατερχόμενα διαλύματα από την εξαλλοίωση του μικτού θειούχου μεταλλεύματος επί ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου κυρίως) ευρισκομένων στο περιβάλλον των μικτών θειούχων. Στην περίπτωση αυτή η γύψος δεν είναι ιζηματογενής, αλλά ουδέποτε σχηματίζει κοιτάσματα με αυτόν τον τρόπο.

Τα πιθανά αποθέματα της Ελλάδος σε γύψο είναι της τάξεως μεγέθους δισεκατομμυρίων τόνων και η χώρα μας δεν αντιμετωπίζει πρόβλημα αποθεμάτων για αυτή τη χρήσιμη ορυκτή ύλη. Αντιθέτως, υπάρχει πρόβλημα διαθέσεως, δεδομένου ότι ο κύριος τομέας κατανάλωσης της γύψου στο εσωτερικό είναι η τσιμεντοποιία και μόνο μικρές ποσότητες απορροφώνται σε άλλες χρήσεις. Εξάλλου τα φορτία που εξάγονται στο εξωτερικό είναι ασήμαντα ποσοτικά (*ΙΓΜΕ, 1973*).

Η παραγωγή γύψου και ανυδρίτη στην Ελλάδα για την περίοδο 1995 – 2004, σύμφωνα με το τμήμα γεωλογικής επισκόπησης των Η.Π.Α. (US Geological Survey) κυμάνθηκε όπως ο πίνακας VI (*NEWMAN, 2004*).

Πίνακας VI

Προϊόντα	1995	1996	1997	1998	1999
Γύψος και ανυδρίτης	485,353	546,344	662,640 r	600,000 e	686,416

Προϊόντα	2000	2001	2002	2003	2004e
Γύψος και ανυδρίτης	801,025 r	808,890 r	850,786 r	731,785 r	735,000

e: Υπολογίζεται, Τα κατ' εκτίμηση στοιχεία στρογγυλεύονται σε λιγότερο από τρία σημαντικά ψηφία

r: αναθεωρημένο

Οι ποσότητες αναφέρονται σε χιλιάδες μετρικούς τόνους

Τα κοιτάσματα της γύψου στην Ελλάδα μπορούν να διαχωριστούν με βάση την ηλικία απόθεσής τους (σχήμα 22). Παρακάτω περιγράφονται τα κοιτάσματα αναλυτικότερα (*ΙΓΜΕ, 1973*).



Σχήμα 22 - Ο χάρτης της Ελλάδας με τις θέσεις των σημαντικότερων κοιτασμάτων γύψου

ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟΣ

Οι παλαιότερες αποθέσεις γύψου συναντώνται σε δύο αποθέσεις στη Λακωνία της Νοτιοανατολικής Πελοποννήσου. Το ορυκτό εμφανίζεται μέσα σε μεταμορφωμένα πετρώματα παλαιοζωικής ηλικίας, δηλαδή μεγαλύτερης από 235 εκατομμύρια χρόνια (Σχήμα 23).

No.1: Παρά τη θέση «Ταβλάρι», μεταξύ των χωριών Χέρσοβα και Λάγιο της περιοχής Κροκεών (Λακωνία), εμφανίζεται γύψος υπό μορφή διαστρώσεων εντός των φυλλιτών.

No.2: Στην περιοχή της Μονεμβασίας (Λακωνία) και εντός περιβάλλοντος αργιλικού σχιστόλιθου εμφανίζονται μικρά κοιτάσματα και διάσπαρτοι μεγάλοι ιδιόμορφοι κρύσταλλοι γύψου.



Σχήμα 23 - Κοιτάσματα Παλαιοζωικής γύψου στην Πελοπόννησο

Έξι κοιτάσματα ηλικίας Περμίου (235-280 εκ. χρόνια) βρέθηκαν στην περιοχή της Κρήτης (Σχήμα 24).

No.3: Παρά τη θέση «Καβοσίδερο» στην ΒΑ άκρη της Σητείας (Κρήτη) μεταξύ φυλλιτών και ωολιθικού δολομίτη συναντάται, υπό μορφή στρώματος, γύψος και ανυδρίτης με αποθέματα εκατοντάδων χιλιάδων τόνων.

No.4: Παρά το χωριό Σάρχος (Ηράκλειο Κρήτης) μεταξύ φυλλιτών και δολομιτών εμφανίζεται ιζηματογενής γύψος σε φακοειδή κοιτάσματα με αποθέματα δεκάδων χιλιάδων τόνων.

No.5: Παρά την Πλατανιά (Ρέθυμνο) σε περιβάλλον φυλλιτών και δολομιτών εμφανίζονται κοιτάσματα γύψου με αποθέματα δεκάδων χιλιάδων τόνων.

No.6: Στο χωριό Παλαιά Ρούματα Χανίων και σε περιβάλλον φυλλιτών και δολομιτών εμφανίζονται στρωματοειδή κοιτάσματα γύψου, ιζηματογενούς προέλευσης.

No.7: Στην περιοχή του χωριού Σούγια Χανίων και κοντά της ακτής του Λυβικού Πελάγους σε περιβάλλον δολομιτών και φυλλιτών βρίσκονται σημαντικά κοιτάσματα ιζηματογενούς γύψου, των οποίων τα αποθέματα εκτιμώνται σε 100.000.000 τόνους.

No.8: Παρά τα χωριά Κούνεσι και Στόμιον Χανίων, με οροφή τριαδικό δολομίτη, συναντάται γύψος, ανυδρίτης και αυτοφυές θείο. Η γύψος είναι στιφρά, λευκού χρώματος, ιζηματογενούς προέλευσης και τα αποθέματα της δε υπολογίζονται σε 100.000.000 τόνους.



Σχήμα 24 - Κοιτάσματα Παλαιοζωικής γύψου στην Κρήτη

ΤΡΙΑΔΙΚΟ*

No.9: Παρά τη θέση «Βρυσάρα» 5 χλμ. ΝΔ του χωριού Πωγώνιον (Ιωάννινα) συναντάται μικροκρυσταλλική καθαρή και τεφρόχροη γύψος. Τα αποθέματα εκτιμώνται σε 40.000 τόνους. Είναι ιζηματογενούς προέλευσης, τριαδικής ηλικίας και ανήλθε στην επιφάνεια λόγω διαπυρικών κινήσεων.

No.10: Κοντά στο χωριό Βασιλόπουλον (Ιωάννινα) και εντός των λατυποπαγών της βάσης του Τριαδικού συναντάται κοίτασμα γύψου, του οποίου τα αποθέματα υπερβαίνουν τους 100.000 τόνους. Είναι τριαδικής ηλικίας και έχει ανέλθει δια διαπυρικών κινήσεων.

No.11: Παρά την Βρυσέλα – Φιλιατών (Θεσπρωτία) συναντάται ομοίως εντός των λατυποπαγών της βάσης του Τριαδικού πελώριο κοίτασμα γύψου τριαδικής ηλικίας που καταλαμβάνει τη σειρά των λόφων. Η γύψος είναι λευκότεφρη, κρυσταλλική, αλλά παρουσιάζει προσμίξεις μαύρης αργίλου. Τα αποθέματα εκτιμώνται να υπερβαίνουν τους 200.000.000 τόνους. Επίσης στην Ήπειρο και Αιτωλοακαρνανία βρέθηκε γύψος σε μεγάλο από την επιφάνεια βάθος κατά τις γεωτρήσεις για πετρέλαιο. Ακόμη κοντά στις δυτικές ακτές της Ηπείρου (Πάργα κ.λ.π.) χαρτογραφήθηκε σειρά ολόκληρων κοιτασμάτων τριαδικής γύψου.

No.12: Στην μεταξύ των χωριών Ύψος και Γουβιά (Κέρκυρα) περιοχή και προς Δ αυτής, σε 20 διάφορες θέσεις συναντώνται κοιτάσματα γύψου, των οποίων τα αποθέματα εκτιμώνται σε εκατοντάδες χιλιάδες τόνους. Η γύψος έχει πιθανόν τριαδική ηλικία και βρίσκεται εντός τριαδικών λατυποπαγών.

No.13: Παρά το χωριό Παλαιοορόφορος (Πρέβεζα) και εντός λατυποπαγών της βάσης του Τριαδικού συναντώνται κοιτάσματα γύψου τοποθετημένα σε μια γραμμή ΒΑ – ΝΔ κατευθύνσεως, σε μήκος 100 μέτρων περίπου και με πάχος υπερβαίνον τα 10 μέτρα. Έχουν μορφή σωμάτων εκ διαπυρισμού, ηλικία τριαδική ή και παλαιότερη και περικλείουν αποθέματα της τάξεως μερικών εκατοντάδων χιλιάδων τόνων.

No.14: Όπως και προηγουμένως, κάτω από τις ίδιες συνθήκες συναντώνται κοιτάσματα γύψου παρά την Νέα Φιλιππιάδα (Πρέβεζα) με αποθέματα της τάξεως δεκάδων χιλιάδων τόνων.

No.15: Παρά το χωριό Σφάκα (Σητεία Κρήτης) και σε διάφορες θέσεις (Μόχλος Αλτσί) εμφανίζεται σειρά κοιτασμάτων γύψου και ανυδρίτη, καθώς και μικρές συγκεντρώσεις θείου, ιζηματογενούς προέλευσης και τριαδικής ηλικίας. Ένα από τα κοιτάσματα αυτά έχει μήκος 1.500μ και πάχος 200μ. Τα αποθέματα εκτιμώνται ότι είναι της τάξεως μεγέθους των 300.000.000 τόνων. Το κοίτασμα Αλτσί υφίσταται εκμετάλλευση με ετήσια παραγωγή πλέον των 30.000 τόνων. Πρόκειται για ένα από τα σημαντικότερα κοιτάσματα της χώρας.

No.16: Παρά το χωριό Ρουκάκα (ή Χρυσοπηγή) Λασηθίου Κρήτης, συναντάται τριαδικής ηλικίας γύψος μεταξύ δολομιτών και φυλλιτών υπό μορφή ιζηματογενών στρωμάτων με αποθέματα εκατοντάδων χιλιάδων τόνων.

No.17: Παρά το χωριό Ροδοβάνι Χανίων μεταξύ δολομιτών και φυλλιτών εμφανίζονται κοιτάσματα γύψου τριαδικής ηλικίας, των οποίων τα αποθέματα εκτιμώνται σε εκατοντάδες χιλιάδες τόνους.

No.18: Στην περιοχή των χωριών Συναράδες, Πέλεκας, Γιαννάδες (Κέρκυρα) και όχι μακριά της δυτικής ακτής του νησιού, συναντάται σειρά μεγάλων κοιτασμάτων γύψου, των οποίων τα αποθέματα εκτιμώνται σε εκατομμύρια τόνους

* Σχήμα 25

Στην περιοχή Γιαννάδων η γύψος είναι μειο-πλειοκαινικής ηλικίας, ενώ στις άλλες περιοχές είναι τριαδική, βρισκόμενη εντός τριαδικών λατυποπαγών.

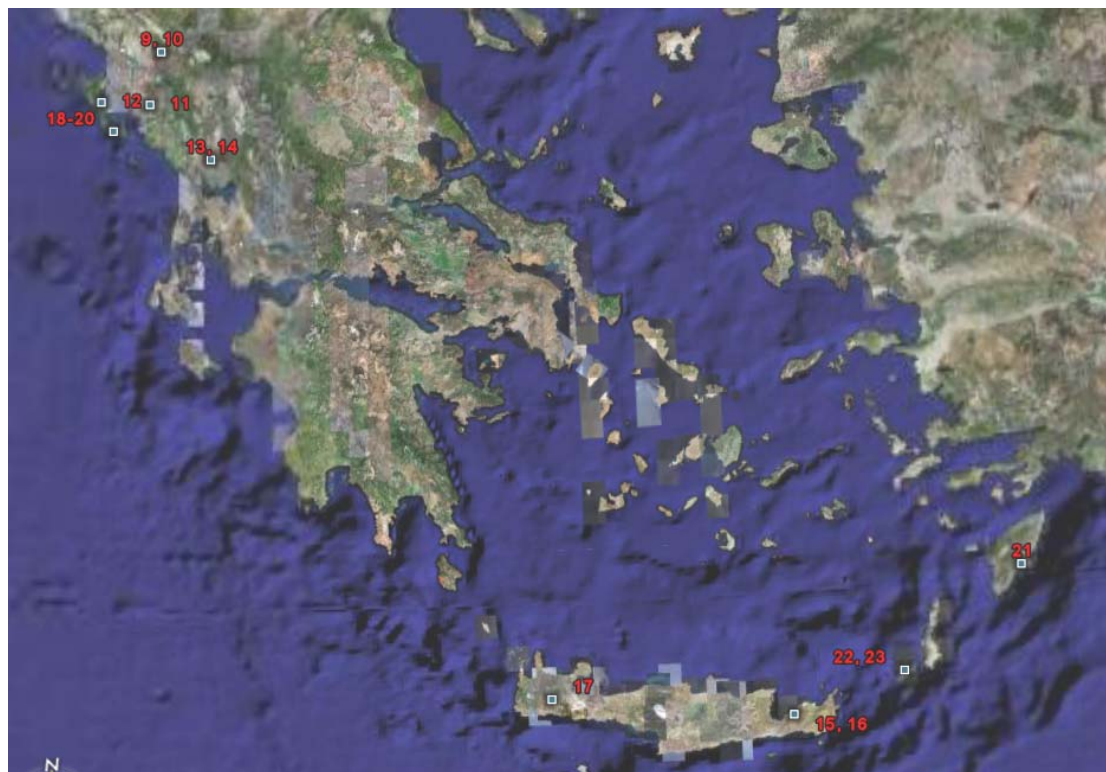
No.19: Στην περιοχή μεταξύ των χωριών Άγιοι Δέκα και Γαστούρι (Κέρκυρα) συναντάται σειρά κοιτασμάτων γύψου μειοκαινικής και τριαδικής ηλικίας, των οποίων τα αποθέματα εκτιμώνται σε δεκάδες χιλιάδες τόνους.

No.20: Στη νότια Κέρκυρα και κοντά στα χωριά Χλομοτινά, Χλομός, Επάνω Σπηλιές, Βασιλάτικα, Κουσπάδες και Αργυράδες, συναντώνται περισσότερα από 20 κοιτάσματα γύψου τριαδικής ή και νεογενούς ηλικίας, τα οποία έχουν μετακινηθεί κατά το πλείστον διαπυρρικός. Τα αποθέματα αυτών υπολογίζονται σε δύο εκατομμύρια τόνους, εκ των οποίων πλέον του 1.500.000 τόνων περικλείονται στις εμφανίσεις των χωριών Κουσπάδες και Αργυράδες.

No.21: Παρά τη θέση «Γλύστρα» δυτικά του χωριού Λάρδος της Ρόδου εντός στρωμάτων ηωκαινικού φλύσχη, συναντάται υπό ακανόνιστη μορφή (αποτέλεσμα διαπυρρικών κινήσεων) γύψος μικροκρυσταλλική – αλαβαστροειδής. Κατά καιρούς υπήρξε αντικείμενο εκμετάλλευσης. Τα αποθέματα εκτιμώνται σε εκατοντάδες χιλιάδες τόνους.

No.22: Παρά τα χωριά Αγία Μαρίνα, Φρύ και τη θέση «Γυφίές», στην Κάσο, βρίσκεται σειρά κοιτασμάτων γύψου, των οποίων τα αποθέματα εκτιμώνται σε εκατοντάδες χιλιάδες τόνους. Εμφανίζονται υπό μορφή φακοειδών στρωμάτων εντός των ανώτερων οριζόντων του φλύσχη και έχουν ηωκαινική ηλικία.

No.23: Στις θέσεις «Κοράτσια», «Βλύχαδα», «Μεγάλη Αμμούδα» και «Καραβοστάσι» επί της νησίδας της Αρμαθιάς (Κάσος) έχει εντοπισθεί εντός των ανώτερων οριζόντων του ηωκαινικού φλύσχη σειρά κοιτασμάτων γύψου. Τα αποθέματα εκτιμώνται σε εκατομμύρια τόνους.



Σχήμα 25 - Κοιτάσματα Τριαδικης γύψου

ΤΡΙΤΟΓΕΝΕΣ^{*}

No.24: Παρά το χωριό Χριστός (Ιεράπετρα Κρήτης) εμφανίζεται υπό μορφή στρωμάτων εντός του φλύσχη ολιγοκαινικής ηλικίας μικροκρυσταλλική γύψος με αποθέματα δεκάδων χιλιάδων τόνων.

No.25: Κοντά στο χωριό Βιάννος (Ηράκλειο Κρήτης) συναντώνται κοιτάσματα ολιγοκαινικής γύψου φιλοξενούμενα υπό μορφή ενστρώσεων εντός φλύσχη. Η γύψος είναι μικροκρυσταλλική, καλής ποιότητας, τα αποθέματα της δε εκτιμώνται σε εκατοντάδες χιλιάδες τόνους.

No.26: Προς Ανατολικά του χωριού Κάρυανη (Καβάλα) και στις προσβάσεις του όρους Σύμβολο εμφανίζεται σε τρεις θέσεις νεογενής μικροκρυσταλλική γύψος, η οποία απετέλεσε κατά το παρελθόν αντικείμενο εκμετάλλευσης. Τα αποθέματα υπολογίζονται σε 20.000 τόνους.

No.27: Βορείως του χωριού Μοναστηράκι (Αμφιλοχίας) και εντός νεογενών ιζημάτων συναντώνται κοιτάσματα γύψου με αποθέματα δεκάδων χιλιάδων τόνων και ηλικία νεογενή.

No.28: Βορείως του χωριού Θύρρειο (Αμφιλοχία) και εντός νεογενών ιζημάτων εμφανίζονται κοιτάσματα γύψου με αποθέματα δεκάδων χιλιάδων τόνων.

No.29: Βορείως της λίμνης Οζερού (Αγρινίου) και κάτω από τις ίδιες συνθήκες συναντώνται στρώματα νεογενούς γύψου με αποθέματα δεκάδων χιλιάδων τόνων.

No.30: Στην περιοχή του Αιτωλικού (Αιτωλοακαρνανία) εμφανίζονται 7 κοιτάσματα γύψου που παρεμβάλλονται υπό μορφή στρωμάτων μεταξύ μαργών και μαργαϊκού ασβεστόλιθου, νεογενούς ηλικίας. Οι σημαντικότερες εμφανίσεις είναι στις θέσεις «Κρυολόγος», «Άγιοι Ασώματοι», «Άγ. Ηλίας», «Βοϊδολείβαδο», κ.α. Τα αποθέματα είναι της τάξεως μεγέθους του ενός εκατομμυρίου τόνων.

No.31: Παρά την Κυλλήνη (Ηλεία) εμφανίζεται γύψος εντός νεογενών ιζημάτων.

No.32: Στην περιοχή Ανδραβίδας (Ηλεία) έχουν εντοπιστεί κοιτάσματα γύψου νεογενούς ηλικίας.

No.33: Παρά το Καταστάριον (Ζάκυνθος) υπάρχει κοίτασμα νεογενούς γύψου.

No.34: Παρά τη θέση «Πλημμύρι» της νοτίου Ρόδου εντός νεογενών στρωμάτων εμφανίζεται κοίτασμα γύψου στρωματοειδούς μορφής.

No.35: Κοντά στο χωριό Πηγάδια της Καρπάθου εντός νεογενών στρωμάτων συναντώνται στρώματα γύψου μικρής εκτάσεως.

No.36: Νοτίως της πόλεως Ζακύνθου και στην βόρεια κλιτύα του όρους Σκοπός σε ύψος 200μ υπάρχει σειρά κοιτασμάτων γύψου. Η γύψος έχει πιθανώς μειοκαινική ηλικία και παρουσιάζεται υπό μορφή ενστρώσεων εντός των νεογενών ιζημάτων. Τα αποθέματα εκτιμώνται πλέον των πέντε εκατομμυρίων τόνων.

No.37: Όπως και προηγουμένως, κάτω από τις ίδιες συνθήκες αλλά στην νότια κλιτή του όρους Σκοπός (Ζάκυνθος) έχει εντοπισθεί σειρά κοιτασμάτων γύψου, τα σημαντικότερα των οποίων βρίσκονται σε ύψος 180, 230 και 310μ και των οποίων γίνεται εκμετάλλευση. Τα αποθέματα εκτιμώνται σε πέντε εκατομμύρια τόνους.

No.38: Στην περιοχή του χωριού Μαγουλάδες (Κέρκυρα) συναντώνται στρώματα γύψου εντός μειοκαινικών - πλειοκαινικών μαργών. Τα αποθέματα εκτιμώνται σε μερικές δεκάδες χιλιάδες τόνους.

* Σχήμα 26

No.39: Εγγύς και βορείως του χωριού Πάγοι (Κέρκυρα) εντός μειο-πλειοκαινικών στρωμάτων συναντώνται μεγάλα κοιτάσματα συμπαγούς γύψου, των οποίων τα αποθέματα εκτιμώνται ότι είναι της τάξεως μεγέθους εκατομμυρίων τόνων.

No.40: Παρά τα χωριά Άγια Θέκλα, Βλυχάτα, Μαυράτα, Ασπρογέρακας και Τζανάτα (Κεφαλληνία) βρίσκονται τρεις ομάδες κοιτασμάτων πλειοκαινικής γύψου υπό μορφή στρωμάτων εντός πλειοκαινικών αργίλων και μαργών. Τα αποθέματα εκτιμώνται σε εκατοντάδες χιλιάδες τόνους. Στην περιοχή Ασπρογέρακα – Τζανάτα γίνεται και μικρή εκμετάλλευση αυτών.

No.41: Στην περιοχή του χωριού Μύρτος (Ιεράπετρα Κρήτης) εντός πλειοκαινικών μαργών εμφανίζεται γύψος εξαιρετικής ποιότητας υπό μορφή στρωμάτων. Τα αποθέματα εκτιμώνται σε δέκα εκατομμύρια τόνους.

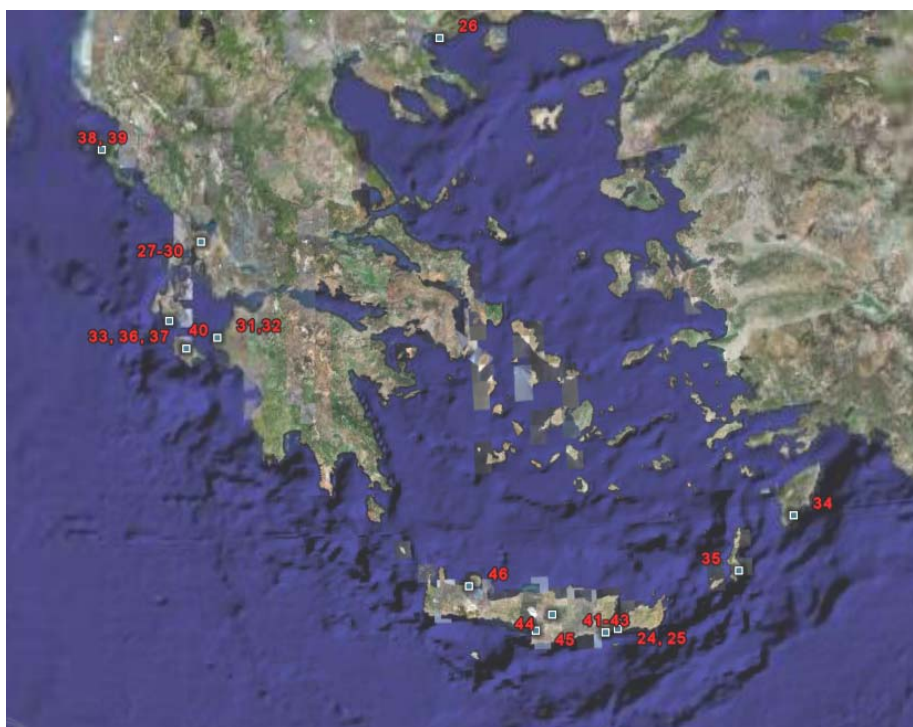
No.42: Παρά τους οικισμούς Άρβη και Τέρτσα (Βιάννος Κρήτης) συναντώνται κοιτάσματα γύψου στρωματοειδούς μορφής εντός πλειοκαινικών ιζημάτων.

No.43: Νοτιανατολικά της Βιάννου (Ηράκλειο Κρήτης) και επί της ακτής του Λιβυκού Πελάγους εμφανίζονται κοιτάσματα γύψου εξαιρετικής ποιότητας και με αποθέματα εκατοντάδων χιλιάδων τόνων, φιλοξενούμενα υπό μορφή στρωμάτων εντός πλειοκαινικών μαργών.

No.44: Παρά την Κνωσό και το χωριό Κρουσώνας (Ηράκλειο Κρήτης) εντός πλειοκαινικών ιζημάτων εμφανίζεται στιφρά αλαβαστροειδής γύψος με αυξημένη διαφάνεια υπό μορφή ιζηματογενών ενστρώσεων πλειοκαινικής ηλικίας. Τα αποθέματα εκτιμώνται σε δεκάδες χιλιάδες τόνους.

No.45: Παρά τη Φαιστό (Κρήτη) εντός πλειοκαινικών μαργών εμφανίζεται αλαβαστροειδής γύψος σε στρωματοειδή κοιτάσματα με αποθέματα δεκάδων χιλιάδων τόνων.

No.46: Παρά τον Προφήτη Ηλία ΒΑ της πόλης των Χανίων εντός πλειοκαινικών ιζημάτων συναντάται λευκή σακχαρώδης γύψος υπό μορφή ενστρώσεων.



Σχήμα 26 - Κοιτάσματα Τριτογενούς γύψου

ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΓΥΨΟΥ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης των Η.Π.Α. (U.S Geological Survey) που εκδόθηκε το Φεβρουάριο του 2006 για τα έτη 2003 έως 2005 αναφέρονται οι κυριότερες χώρες που εξορύσσουν γύψο (Πίνακας VII) (FUNIE, 2006).

Πίνακας VII

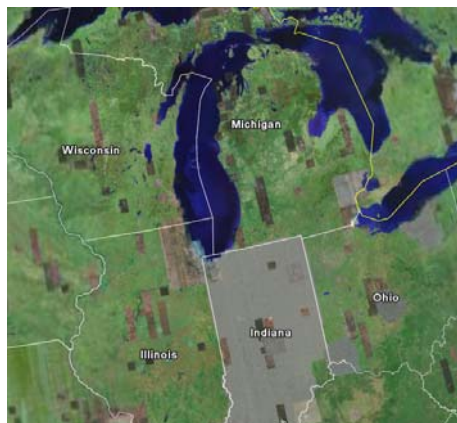
Χώρα	2003	2004	2005 ^ε
Η.Π.Α	16,700	17,200	17.500
Αυστραλία	4,000	4,000	4,000
Αυστρία	1,000	1,000	1,000
Βραζιλία	1,650	1,500	1,550
Καναδάς	9,000	9,340	9,500
Κίνα	6,900	7,000	7,500
Αίγυπτος	2,000	2,000	2,000
Γαλλία	3,500	3,500	3,500
Ινδία	2,300	2,350	2,400
Ιράν	11,500	13,000	11,000
Ιταλία	1,200	1,200	1,200
Ιαπωνία	5,700	5,800	5,800
Μεξικό	6,800	7,000	7,000
Πολωνία	1,100	1,300	1,300
Ισπανία	7,500	11,500	7,500
Ρωσία	1,000	700	800
Ταϊλάνδη	6,500	8,000	8,000
Ηνωμένο Βασίλειο	1,500	1,500	1,500
Ουρουγουάη	1,130	1,130	1,100
Άλλες χώρες	12,500	10,000	17,750
Παγκόσμια Παραγωγή (στρογγυλοποιημένη)	104,000	109,00	110,000

ε: Υπολογίζεται, Τα κατ' εκτίμηση στοιχεία στρογγυλεύονται σε λιγότερο από τρία σημαντικά ψηφία

Παρακάτω περιγράφονται δειγματοληπτικά κάποια κοιτάσματα γύψου των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και του Καναδά.

Michigan, ΗΠΑ :

Τα κοιτάσματα της γύψου βρίσκονται σε πολλά μέρη του κόσμου. Βρίσκονται τοποθετημένα σε επίπεδα στρώματα από έξι έως οχτώ πόδια πάχος και συχνά βρίσκεται σε ενστρώσεις ασβεστόλιθων και σχιστόλιθων. Η γύψος εξορύσσεται κυρίως για εμπορικούς σκοπούς από λατομεία επιφανειακής εκμετάλλευσης κοντά στην πόλη Towas. Πέρα από τη γύψο εξορύσσεται και αλάβαστρο στην πόλη Iosco με επιφανειακές διεργασίες, ενώ στην περιοχή του Grand Rapids η εκμετάλλευση γίνεται υπογείως. Τα αποθέματα της γύψου εντοπίζονται στο κέντρο της λεκάνης του Michigan (*SHAETZL*).



Iowa, ΗΠΑ:

Τα σημαντικά κοιτάσματα της γύψου της Iowa βρίσκονται στο υπόβαθρο των ιζηματογενών πετρωμάτων ηλικίας Ιουρασικού και Δεβονίου. Τα Ιουρασικά κοιτάσματα γύψου στην περιοχή του Ford Dodge εμφανίζονται κάτω από την επιφάνεια της γης. Αυτό συνέβαλε στην αρχική τους ανακάλυψη και στην περαιτέρω οικονομική τους εκμετάλλευση. Τα κοιτάσματα παράγουν γύψο για περισσότερο από έναν αιώνα και εικάζεται πως τα αποθέματα θα εξαντληθούν μέσα στα επόμενα 40 με 50 χρόνια (*McKAY, 1985*).



New Mexico, ΗΠΑ:

Η γύψος στην περιοχή του New Mexico είναι ηλικίας Περμίου ή Ιουρασικού και είναι παχυστρωματώδης και αμιγής. Εκτείνεται σε απόσταση 50 μέχρι 75 μιλίων από την κοιλάδα Rio Grande και του Rio Chama προς νότια (*WEBER, 1959*).

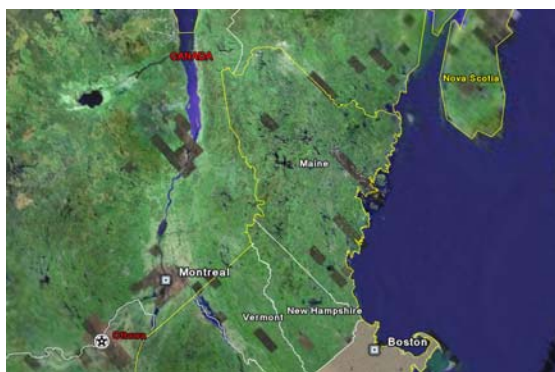


British Columbia, ΚΑΝΑΔΑΣ:

Η γύψος στο Stanford Range εμφανίζεται σε πετρώματα του Δεβονίου. Ανακαλύφθηκε στον κόλπο του Windermere το 1947. Η παραγωγή ξεκίνησε το 1950 και συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Η γύψος είναι ελασματοειδής ή λεπιδοειδής και λεπτοστρωματώδης, με έντονες πτυχώσεις. Το χρώμα της ποικίλει από άσπρο, καστανό μέχρι γκρι και μαύρο (*BUTRENUK*).



Nova Scotia, ΚΑΝΑΔΑΣ:



Τα κοιτάσματα γύψου και ανυδρίτη της Nova Scotia βρίσκεται μεταξύ το μεγαλύτερων και πιο εκμεταλλεύσιμων κοιτασμάτων στον Καναδά και η ηλικία τους τοποθετείται στο Λιθανθρακοφόρο. Η γύψος εμφανίζεται στο 50% της ηπειρωτικής επαρχίας και στο νησί Cape Breton. Σε περιοχές όπου το υπόβαθρο αποτελείται από γύψο ή ασβεστόλιθο, το ανάγλυφο είναι αρκετά τραχύ. Αυτή η καρστική μορφολογία είναι συχνή ακόμα

κι όταν τα πετρώματα από μόνα τους δεν εμφανίζονται στην επιφάνεια, αλλά αποτελεί ένδειξη παρουσίας γύψου (*ADAMS, 1993*).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται βιβλιογραφικά η ορυκτολογία, η πετρολογία και η χρήση της γύψου.

Η γύψος έχει χημικό τύπο $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, κρυσταλλώνεται στο μονοκλινές σύστημα συμμετρίας και στην κλίμακα Mohs έχει σκληρότητα 2. Επίσης έχει ειδικό βάρος 2.32, παρουσιάζει συνήθως υαλώδη λάμψη και το χρώμα της ποικίλλει. Ανήκει στην ομάδα των εβαποριτών και εμφανίζεται στη φύση κυρίως με δύο μορφές θεικών ορυκτών, τη γύψο και τον ανυδρίτη.

Η γύψος διακρίνεται σε φυσική και βιομηχανική. Φυσικές μορφές γύψου θεωρούνται η ορυκτή γύψος, η αποξηραμένη γύψος και ο ανυδρίτης. Αντιθέτως, βιομηχανική μορφή γύψου θεωρείται η συνθετική γύψος, η οποία διαχωρίζεται και αυτή σε επιμέρους κατηγορίες.

Οι χρήσεις της γύψου είναι πολύ διαδεδομένες σε πολλούς τομείς. Χρησιμοποιείται στην ιατρική, στην τέχνη, στη γεωργία ως λίπασμα, στην βιομηχανία γυαλιού και στην οικοδομική ως υλικό πληρώσεως. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται για τη χρήση της γύψου στην κατασκευή γυψοσανίδων και γυψοσοβάδων. Επιπρόσθετα αναφέρονται οι εξαιρετικές ικανότητες της γύψου ως ηχομονωτικό και θερμομονωτικό υλικό.

Τέλος, δίνεται χάρτης με κοιτάσματα γύψου στον Ελλαδικό χώρο και γίνεται σύντομη περιγραφή κάθε κοιτάσματος αφού πρώτα διαχωριστούν σε παλαιοζωικά, τριαδικά και τριτογενή. Γίνεται επίσης αναφορά στα κοιτάσματα γύψου παγκοσμίως και περιγράφονται δειγματοληπτικά μερικά κοιτάσματα από τις Η.Π.Α. και τον Καναδά.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μετά την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά όλους όσους βοήθησαν στην αποπεράτωση της.

Ιδιαίτερα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Καθηγητή και Πρόεδρο του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ. κ. Γεώργιο Χριστοφίδη, επιβλέποντα της διπλωματικής αυτής, ο οποίος μας υπέδειξε το θέμα της και είχε την επίβλεψη και την επιστημονική καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της.

Επίσης θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στον Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας κ. Κλεόπα Μιχαηλίδη για τη βοήθεια του σχετικά με την καταγραφή των κοιτασμάτων γύψου στον Ελληνικό χώρο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BENBOW, J., 1987, Minerals in Fire Protection, Industrial Minerals, Τεύχος Σεπτεμβρίου 1987, 61-73.
- HARBEN, P., 1991, FGD and Chemical Gypsum Waste Product or Commercial Resource?, Industrial Minerals, Τεύχος Ιουλίου 1991, 47-49.
- ΘΕΟΔΩΡΙΚΑΣ, Σ.Σ., 1996, Ορυκτολογία Πετρολογία, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, ISBN 960-431-387-8, 452 σελ.
- ΙΓΜΕ, 1973, Επεξηγηματικών Τεύχος του Μεταλλογενετικού Χάρτου, Εκδόσεως Ι.Γ.Ε.Υ 1965, Αθήνα, 254 σελ.
- ΜΙΣΟΠΟΛΙΝΟΣ, 1990, Δ.Ν, Γεωλογία Πετρογραφία, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, 198 σελ.
- ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, Π.Γ., Νεότερον Εγκυκλοπαιδικόν Λεξικόν Τόμος Ε' «Γύψος», Εκδόσεις Ήλιος, Αθήνα
- ΣΟΛΔΑΤΟΣ, ΤΡ.Κ., 1980, Μαθήματα Ορυκτολογίας Μέρος Ι – Εισαγωγή στην κρυσταλλογραφία, Εκδόσεις Υπηρεσίας Δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 182 σελ.
- ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ, 1979, Ο Ελληνικός Ορυκτός Πλούτος, Αθήνα, 696 σελ.
- ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΥ, 2003, Gypsum, Industrial Minerals, Τεύχος Οκτωβρίου 2003, 71.
- ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗΣ, Α.Ε, 2002, Πετρολογία Ιζηματογενών Πετρωμάτων, Εκδόσεις Υπηρεσίας Δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 272 σελ.
- WHITE, D., 1998, Gypsum Sypply Building on Firm Foundation, Industrial Minerals, Τεύχος Ιανουαρίου 1998, 27-42.
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α., 1984, Μαθήματα Ιζηματολογίας, Εκδόσεις Υπηρεσίας Δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 132σελ.

Βιβλιογραφία από Διαδίκτυο

ADAMS G.C., 1993, Gypsum and Anhydrite in Nova Scotia
<http://www.gov.ns.ca/natr/meb/ic/ic16.htm>

BUTRECHUK B.S., Gypsum In British Columbia,
<http://www.em.gov.bc.ca/DL/GSBPubs/GeoFldWk/1988/497-506-maclean.pdf>

FOUNIE A., 2006, Gypsum, U.S. Geological Survey
<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/gypsum/gypsumcs06.pdf>

McKAY, M.R., 1985, Gypsum Resources in Iowa
<http://www.igsb.uiowa.edu/Browse/gypsum/gypsum.htm>

NEWMAN H.R., 2004, The Mineral Industry of Greece, U.S. Geological Survey Minerals Yearbook
<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/2004/grmyb04.pdf>

SHAETZL R.J., Gypsum
<http://www.geo.msu.edu/geo333/gypsummining.html>

WEBER R.H., KOTTLOWSKI F.E., 1959, Gypsum Resources of New Mexico
<http://geoinfo.nmt.edu/publications/bulletins/68/home.html>

<http://www.tfhr.gov/hnr20/recycle/waste/sw1.htm>

Πηγές φωτογραφιών

- Σχ. 1 http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates_menu.htm
Σχ. 2 <http://www.tulane.edu/~sanelson/images/swallowtail.gif>
Σχ. 3 http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates/gypsum_08.jpg
Σχ. 4 <http://www.geo.oregonstate.edu/~taylore/minerals/gypsum449.jpg>
Σχ. 5 http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates/gypsum_22.jpg
Σχ. 6 http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates/gypsum_04.jpg
Σχ. 7 http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates/gypsum_03.jpg
Σχ. 8 http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates/gypsum_21.jpg
Σχ. 9 <http://www.rockhounds.com/rockshop/gypsum.jpg>
Σχ.10 http://www.utexas.edu/tmm/npl/mineralogy/Blowups/Selenite_spar_gypsum865.jpg
Σχ.11 http://www.gc.maricopa.edu/earthsci/imagearchive/GYPS_SELENITE_tn.jpg
Σχ.12 http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates/gypsum_17.jpg
Σχ.13 <http://www.mii.org/Minerals/Minpics1/Gypsum%20selenite.jpg>
Σχ.14 <http://www.mii.org/Minerals/Minpics1/Gypsum%202.jpg>
Σχ.15 <http://www.calstatela.edu/faculty/acolvil/mineral/gypsum.jpg>
Σχ.16 http://www.gc.maricopa.edu/earthsci/imagearchive/GYPS_ANHYD_1_tn.jpg
Σχ.17 <http://www.themineralgallery.com/TUC2004-173anhydrite.jpg>
Σχ.18 http://www.hardwarestore.com/media/product/221101_front200.jpg
Σχ.19 <http://www.kingtutstomb.com>
Σχ.20 http://www.westons.com/acatalog/ban294q_large.jpg
Σχ.21 <http://www.craftyarts.co.uk/acatalog/plasterlarge.jpg>

Χάρτες, λογισμικό Google Earth, σελ. 17-26