



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ -
ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΔΑΝΙΗΛΙΔΟΥ ΟΛΓΑ
ΑΕΜ 4876

ΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΣΜΑΡΑΓΔΙΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2023





ΔΑΝΙΗΛΙΔΟΥ ΟΛΓΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΣΜΑΡΑΓΔΙΟΥ

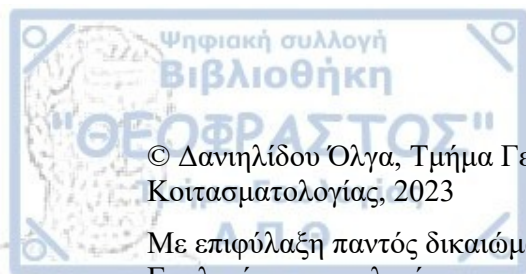
Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας
Τομέας Ορυκτολογίας - Πετρολογίας - Κοιτασματολογίας

Επιβλέπων Καθηγητής

Βασίλης Μέλφος, Καθηγητής

© Δανηλίδου Όλγα, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All right reserved.



© Δανιηλίδου Όλγα, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Ορυκτολογίας - Πετρολογίας - Κοιτασματολογίας, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Γεωλογία, ορυκτολογία και περιοχές προέλευσης του σμαραγδιού - *Διπλωματική Εργασία*

© Daniilidou Olga, School of Geology, Department of Mineralogy, Petrology, Economic Geology, 2023

All rights reserved.

Geology, mineralogy and sources of emerald – Bachelor Thesis

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

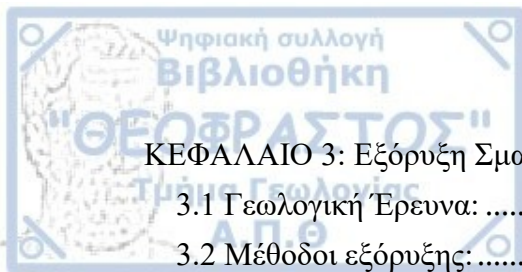
Εικόνα εξωφύλλου: <https://emeralds.com/education/raw-uncut-emerald/>





Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Γεωλογία των σμαραγδιών.....	4
1.1 Χημική σύσταση.....	4
1.2 Χαρακτηριστικά.....	5
1.2.1 Ταυτοποίηση.....	7
1.2.2 Σκληρότητα	7
1.2.3 Ειδικό βάρος.....	7
1.2.4 Δείκτης διάθλασης.....	8
1.2.5 Μικροσκοπική Εξέταση	9
1.2.6 Φθορισμός	9
1.2.7 Φάσμα Απορρόφησης.....	10
1.2.8 Διχρωισμός	11
1.3 Ταξινόμηση εμφανίσεων σμαραγδιών.....	12
1.4 Διαφοροποίηση μεταξύ φυσικών και συνθετικών σμαραγδιών: μια εξελικτική πρόκληση στη γεωλογία.....	12
1.5 Doublets: Η μίμηση των σμαραγδιών και η εξέλιξή τους στο πέρασμα του χρόνου	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Το σμαράγδι στην παγκόσμια προοπτική, μια ματιά στην ιστορική του παρουσία.....	15
2.1 Αίγυπτος	15
2.2 Αυστρία	16
2.3 Σιβηρία	18
2.4 Νότια Αφρική	19
2.4.1 Transvaal	19
2.4.2 Sandawana	20
2.5 Ινδία.....	22
2.6 Αυστραλία	23
2.7 Νορβηγία	24
2.8 Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.....	26
2.9 Βραζιλία.....	27
2.10 Κολομβία	30



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εξόρυξη Σμαραγδιών:.....	33
3.1 Γεωλογική Έρευνα:	33
3.2 Μέθοδοι εξόρυξης:	33
3.3 Αρχική επεξεργασία:	33
3.4 Αρχική ταξινόμηση:	33
3.5 Αρχική κοπή:	33
3.6 Prelapped και Lapped:	33
3.7 Γυάλισμα:	34
3.8 Τελική κοπή:.....	34
3.9 Επιθεώρηση και καθαρισμός:.....	34
3.10 Πιστοποίηση:	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η σημασία των σμαραγδιών στην παγκόσμια οικονομία και εμπόριο. 35	
4.1 Σημαντική Παραγωγή Εισοδήματος	35
4.2 Δημιουργία θέσεων εργασίας και βελτιωμένη ποιότητα ζωής.....	35
4.3 Ανάπτυξη υποδομών	35
4.4 Προώθηση του τουρισμού.....	35
4.5 Κύρια εμπορικά κέντρα	36
4.6 Αποτίμηση και Προσφορά	36
4.7 Διαδικτυακή αγορά.....	36
4.8 Κανονισμός και Δεοντολογία	36
4.9 Μόδα και τάσεις στα κοσμήματα	36
4.10 Επένδυση και ασφαλές καταφύγιο	36
4.11 Συμβολισμός και παράδοση	37
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	38



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Γεωλογία, ορυκτολογία και περιοχές προέλευσης του σμαραγδιού.

Αυτή η εργασία διερευνά τα σμαράγδια, τους πολύτιμους αυτούς λίθους στον κόσμο του κοσμήματος και της γεμολογίας. Κεντρικός σκοπός είναι η ανάλυση της γεωλογίας και της ορυκτολογίας περιοχών με κοιτάσματα σμαραγδιού, εντοπίζοντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και αξιολογώντας τη σημασία τους στην παγκόσμια οικονομία. Η μελέτη πραγματεύεται τον γεωλογικό σχηματισμό των σμαραγδιών και την ορυκτολογική τους σύσταση, τονίζοντας βασικές περιοχές εξόρυξης και την οικονομική τους συμβολή. Συμπεραίνεται ότι τα σμαράγδια, επηρεασμένα από γεωλογικούς παράγοντες, διαδραματίζουν σημαντικό οικονομικό ρόλο στην παγκόσμια αγορά πολύτιμων λίθων. Η μελέτη αυτή εμπλουτίζει την κατανόηση των σμαραγδιών από γεωλογική, ορυκτολογική και οικονομική άποψη, συμβάλλοντας στην αποτίμηση και τη διατήρησή τους.



ABSTRACT

Geology, Mineralogy, Origin Regions and economic importance of the Emerald

This thesis explores the emeralds, the precious stones of jewelry and gemology. The main purpose is to analyze the geology and mineralogy of emerald deposits, identifying their special characteristics and evaluating their importance in the global economy. The study deals with the geological formation of emeralds and their mineralogical composition, highlighting key mining areas and their economic contribution. It is concluded that emeralds, influenced by geological factors, play an important economic role in the global gemstone market. This study enriches the understanding of emeralds from a geological, mineralogical and economic point of view, contributing to their valuation and conservation.

.



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Γεωλογία ορυκτολογία περιοχές προέλευσης και οικονομική σημασία του σμαραγδιού» εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2022-23 στον τομέα Ορυκτολογίας, Πετρολογίας, Κοιτασματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Βασικό αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η γεωλογική και ορυκτολογική ανάλυση του σμαραγδιού. Επισημαίνονται επίσης οι σημαντικότερες περιοχές εμφάνισης του πολύτιμου αυτού λίθου. Τέλος γίνεται μια σύντομη αναφορά στην οικονομική σημασία του σμαραγδιού ανά τον κόσμο.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας, με τη βοήθεια και τη στήριξη τους. Τον επιβλέποντα Καθηγητή του Τομέα Ορυκτολογίας, Πετρολογίας, Κοιτασματολογίας, κ. Βασίλειο Μέλφο, ευχαριστώ τόσο για την ανάθεση του θέματος της διπλωματικής μου εργασίας όσο για το ενδιαφέρον του σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην μητέρα μου Βενετία και τον πατέρα μου Δημήτρη για την τεράστια υπομονή που έδειξαν σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου, αλλά και τον αδερφό μου Κωνσταντίνο για την στήριξή του όλο αυτό το διάστημα.

Τέλος ευχαριστώ θερμά τους φίλους μου που ήταν στο πλευρό μου σε όλη την διάρκεια του συναρπαστικού αυτού ταξιδιού των σπουδών μου, ο καθένας με τον δικό του τρόπο και ειδικότερα την Ευαγγελία που η βοήθεια της ήταν καταλυτικός παράγοντας στην αποφοίτησή μου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Γεωλογία των σμαραγδιών

Τα σμαράγδια, γνωστά για το εκθαμβωτικό πράσινο χρώμα τους, είναι μια πολύτιμη ποικιλία του ορυκτού βήρυλλος. Αυτά τα πολύτιμα πετράδια έχουν μια ενδιαφέρουσα γεωλογική ιστορία που εκτείνεται σε εκατομμύρια χρόνια φυσικών διεργασιών και αλλαγών στο περιβάλλον της Γης. Η μελέτη της γεωλογίας του δεν είναι μόνο απαραίτητη για την κατανόηση της προέλευσής του, αλλά φωτίζει επίσης την αξία και τη μοναδικότητά του στον κόσμο του κοσμήματος.

Η γεωλογία του σμαραγδιού είναι ένας διεπιστημονικός κλάδος που συνδυάζει γνώσεις στην ορυκτολογία, τη γεωχημεία και την τεκτονική των πλακών για να ρίξει φως στη διαδικασία σχηματισμού και τα μοναδικά χαρακτηριστικά αυτών των πολύτιμων λίθων. Συγκεκριμένα, η γεωγραφική προέλευση και η διαδικασία σχηματισμού των σμαραγδιών, καθώς και οι χαρακτηριστικές εγκλείσεις και φθορισμό των λίθων μπορούν να θεωρηθούν τα κύρια αντικείμενα έρευνας και μελέτης. Η ομορφιά και η σπανιότητά του, του έχουν εξασφαλίσει την εξέχουσα θέση του στον κόσμο του κοσμήματος και η γεωλογική του μελέτη συμβάλλει σημαντικά στην κατανόηση της γεωλογικής ιστορίας της Γης.

1.1 Χημική σύσταση

Χημικά, το σμαράγδι αποτελείται από τέσσερα βασικά στοιχεία: βηρύλλιο, αργίλιο, πυρίτιο και οξυγόνο. Αυτά τα στοιχεία συνδυάζονται πολύπλοκα για να δημιουργήσουν τον ορυκτό που είναι γνωστός ως βήρυλλος ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$). Το χαρακτηριστικό και εντυπωσιακό πράσινο χρώμα του σμαραγδιού, που μοιάζει με το χρώμα του υγρού χόρτου της άνοιξης, οφείλεται στην παρουσία μικρής περιεκτικότητας σε οξείδιο του χρωμίου. Το οξείδιο του χρωμίου μπορεί να παρουσιαστεί σε ποσοστά που κυμαίνονται πιθανώς τόσο χαμηλά όσο το 0,186%. Επιπλέον, στη σύνθεσή του, μπορούν να ανιχνευθούν ιχνηθέντες άλλων στοιχείων, όπως σίδηρος και βανάδιο. (Giuliani and Slack 1997)

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, ενώ το καθαρό βηρύλλιο δεν έχει χρώμα, η παρουσία διάφορων μεταλλικών οξειδίων, ειδικά το οξείδιο του χρωμίου στην περίπτωση του σμαραγδιού, προσδίδει ποικιλία χρωμάτων. Συνεπώς, η βήρυλλος λαμβάνει διάφορες ονομασίες ανάλογα με την χρωματική της παραλλαγή, όπως η ακουαμαρίνα όταν παρουσιάζει μπλε-πράσινο χρώμα, το ηλιόδωρο όταν έχει κίτρινη απόχρωση και ο μοργκανίτης όταν η απόχρωσή της είναι ροζ με ελαφρά ανοιχτή απόχρωση πορτοκαλί.

The Mohs Mineral Hardness Scale

German Geologist Friedrich Mohs introduced the Mohs hardness scale in 1812. It is based on the ability of one mineral to scratch another: a mineral that scratches another will be above that mineral in the scale. The scale is a relative ranking, with no fixed difference in hardness between each point on the scale.

The chart displays the Mohs Mineral Hardness Scale from 1 to 10. Minerals are shown in circles with their names below. Various materials and biological examples are shown in circles between the mineral points. The scale is as follows:

Hardness	Mineral	Materials/Examples
1	Talc	Lithium (Li), Sodium (Na), Potassium (K), Candle wax
2	Gypsum	Sulfur, Graphite, Calcium (Ca)
3	Calcite	Galena, Aragonite, Gold (Au), Silver (Ag), Muscovite
4	Fluorite	Copper (Cu), Malachite, Sphalerite
5	Apatite	Tooth enamel, Haematite, Window glass, Magnetite
6	Feldspar	Pyrite, Porcelain, Beryl, Chrysoberyl, Jadeite, Zircon
7	Quartz	Tourmaline, Spinel, Garnet, Olivine, Kyanite*
8	Topaz	Tungsten carbide, Titanium carbide, Silicon nitride, Boron carbide
9	Corundum	Fingernail, Siderite, Obsidian, Cubic zirconia, Boron
10	Diamond	Bauxite, Barite, Regular steel, Pyroxene, Rutile, Hardened steel

* Kyanite's hardness differs depending on the direction in which it is tested – softer when tested parallel to crystals, and harder when tested perpendicular.

www.compoundchem.com

© Andy Brunning/Compound Interest 2022 | Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.

CC BY NC ND

Σχήμα 1. Η κλίμακα σκληρότητας των ορυκτών Mohs. Παρατηρείται ότι το βηρύλλιο βρίσκεται κυμαίνεται μεταξύ 7.5 και 8 (Brunning 2022).

Name	Description or composition	Specific gravity	Mohr hardness
Amphibole	A group of minerals		
Analcime	$\text{Na}(\text{AlSi}_2\text{O}_6) \cdot \text{H}_2\text{O}$	2.27	5–5.5
Anastase	TiO_2	3.9	5.5–6
Anauxite	Silicon-rich kaolinite		
Andalusite	Al_2SiO_5	3.1–3.2	7.5
Andesine	$\text{Ab}_{70}\text{An}_{30}$ — $\text{Ab}_{50}\text{An}_{50}$	2.69	6
Andradite	$\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$	3.75	7
Anglesite	PbSO_4	6.2–6.4	3
Anhydrite	CaSO_4	2.8–3.0	3–3.5
Ankerite	$\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn})(\text{CO}_3)_2$	2.9–3.0	3.5
Annabergite	$(\text{Ni}, \text{Co})_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	3.0	3–3.5
Anorthite	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	2.76	6
Anorthoclase	$(\text{Na}, \text{K})\text{AlSi}_3\text{O}_8$	2.58	6
Antigorite	Serpentine		
Antimony	Sb	6.7	3
Anterite	$\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$	3.9	3.5–4
Apatite	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})$	3.1–3.2	5
Apophyllite	$\text{KCa}_4\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{F}, \text{OH}) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	2.3–2.4	4.5–5
Aquamarine	Green-blue beryl, gemstone		
Aragonite	CaCO_3	2.95	3.5–4
Arfvedsonite	$\text{Na}_{2-3}(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	3.45	6
Argentite	Ag_2S	7.3	2–2.5
Arsenic	As	5.7	3.5
Arsenopyrite	FeAsS	5.9–6.2	5.5–6
Asbestos	A group of minerals		
Altacamite	$\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$	3.7–3.8	3–3.5
Augite	$(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})(\text{Si}, \text{Al})_2(\text{O})_6$	3.2–3.4	5–6
Aurichalcite	$(\text{Zn}, \text{Cu})_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$	3.2–3.7	2
Autunite	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	3.1–3.2	2–2.5
Awaruite	FeNi_2	7.7–8.1	5
Axinite	$(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe})_3\text{Al}_2\text{BSi}_4\text{O}_{15}(\text{OH})$	3.2–3.4	6.5–7
Azurite	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	3.77	3.5–4
Balas ruby	Red Spinel, gemstone		
Barite	BaSO_4	4.5	3–3.5
Barytes	Barite		
Bastnaesite	$(\text{Ce}, \text{La})(\text{CO}_3)(\text{F}, \text{OH})$	4.9–5.2	4–4.5
Bauxite	Aluminum hydroxide mixture		
Beidellite	$\text{Al}_8(\text{Si}_4\text{O}_{10})_3(\text{OH})_{12} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	2.6	1.5
Bentonite	Montmorillonite clay		
Beryl	$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$	2.7–2.8	7.5–8
Biotite	$\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_{12}$	2.8–3.2	2.5–3
Bismite	Bi_2O_3	8	4.5
Bismuth	Bi	9.8	2–2.5
Black Jack	Sphalerite		
Blende	Sphalerite		
Bloodstone	Heliotrope		
Blue vitriol	Chalcanthite		
Boehmite	$\text{AlO}(\text{OH})$	3.0–3.1	
Boracite	$\text{Mg}_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{Cl}$	2.9–3.0	7

Σχήμα 2. Πίνακας ειδικού βάρους και σκληρότητας ορυκτών (Glover 2010)

Από πλευράς διαλυτότητας, το σμαράγδι χαρακτηρίζεται από το ότι είναι αδιάλυτο σε οξέα, απελευθερώνοντας μόνο ίχνη νερού μετά από έντονη θέρμανση. Ο φθορισμός και η

διαφάνειά του είναι πολύ μεταβλητές και σπάνια φτάνει στην τελειότητα, καθώς οι περισσότεροι κρύσταλλοι μπορεί να εμφανίζουν αδιαφάνεια. Αυτές οι ατέλειες δεν είναι μόνο το αποτέλεσμα ρωγμών και θραυσμάτων, αλλά και η παρουσία στερεών, υγρών και αέριων εγκλεισμάτων.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, σε αντίθεση με άλλους πολύτιμους λίθους, το σμαράγδι δεν βρίσκεται γενικά σε αποθέσεις άμμου και χαλίκι. Αντίθετα, εξάγεται κυρίως από τη μητρική πέτρα, γνωστή ως βράχος υποδοχής. Αυτή η διαδικασία σχηματισμού σχετίζεται συνήθως με υδροθερμικά περιβάλλοντα.

1.2.1 Ταυτοποίηση

Ο προσδιορισμός της γνησιότητας ενός σμαραγδιού, ενώ μπορεί να επιτευχθεί μέσω μιας προκαταρκτικής οπτικής αξιολόγησης από έμπειρο εκτιμητή, απαιτεί τελικά μια εξαντλητική σειρά εργαστηριακών αναλύσεων με στόχο την πλήρη επαλήθευση των φυσικών και οπτικών ιδιοτήτων του. Αυτές οι αναλύσεις, λόγω της επιστημονικής και τεχνικής φύσης τους, είναι επιτακτική ανάγκη να διαπιστωθεί με βεβαιότητα η νομιμότητα του εν λόγω πετραδιού.

1.2.2 Σκληρότητα

Η σκληρότητα, μια εγγενής ιδιότητα κάθε πολύτιμου λίθου, αναδεικνύεται ως κρίσιμο συστατικό στη διαδικασία αναγνώρισης του σμαραγδιού. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι ένας πολύτιμος οδηγός για να διακριθεί η αυθεντικότητα του εν λόγω πετραδιού. Κατά συνέπεια απαιτείται σχολαστική εξέταση της σκληρότητας και συγκεκριμένα σύγκριση με στοιχεία που έχουν χαμηλότερες τιμές στην κλίμακα Mohs, όπως το γυαλί. Για τη διεξαγωγή αυτής της αξιολόγησης, χρησιμοποιούνται εργαλεία μέτρησης της σκληρότητας που είναι βαθμονομημένα σύμφωνα με την προαναφερθείσα κλίμακα, και το υλικό υποβάλλεται σε δοκιμές μέχρι να προκύψουν αμυχές.

Ωστόσο, είναι απαραίτητο να ληφθεί υπόψη ότι αυτή η τεχνική, αν και αποκαλυπτική, θέτει μια σχετική πρόκληση. Το ξύσιμο της επιφάνειας του σμαραγδιού θα μπορούσε ενδεχομένως να θέσει σε κίνδυνο την αισθητική του εμφάνιση. Ως εκ τούτου, η εφαρμογή αυτής της μεθόδου στη διαδικασία αναγνώρισης κομμένων σμαραγδιών, όπου η οπτική ακεραιότητα του πολύτιμου λίθου είναι ιδιαίτερα πολύτιμη και προστατευμένη, αποθαρρύνεται έντονα.

1.2.3 Ειδικό βάρος

Το ειδικό βάρος, μια κρίσιμη παράμετρος στον χαρακτηρισμό των σμαραγδιών, εμφανίζει διακυμάνσεις που ταλαντώνονται στο εύρος μεταξύ 2,67 και 2,77. Ο ακριβής

προσδιορισμός αυτού του χαρακτηριστικού πραγματοποιείται μέσω μιας αυστηρής μεθόδου που περιλαμβάνει την εμβάπτιση του πολύτιμου λίθου σε ένα συγκεκριμένο υγρό διάλυμα, χρησιμοποιώντας ζυγό Jolly. Σε αυτή τη διαδικασία, το υγρό διάλυμα προσαρμόζεται προσεκτικά έτσι ώστε το βάρος του να είναι ελαφρώς μεγαλύτερο ή μικρότερο από αυτό του σμαραγδιού υπό αξιολόγηση.

Το αποτέλεσμα αυτής της σχολαστικής λειτουργίας αποκαλύπτει αν το σμαράγδι, με βάση το ειδικό του βάρος, θα επιπλέει ή θα βυθιστεί στο υγρό διάλυμα, σύμφωνα με την αναλογία πυκνότητας μεταξύ του πολύτιμου λίθου και του διαλύματος. Αυτή η διαδικασία αποτελεί θεμελιώδη πυλώνα για την αξιολόγηση και τον έλεγχο ταυτότητας των σμαραγδιών, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για τις φυσικές τους ιδιότητες και, ως εκ τούτου, συμβάλλοντας στη διαδικασία αναγνώρισης.

1.2.4 Δείκτης διάθλασης

Στη μελέτη και τον χαρακτηρισμό των σμαραγδιών, μια από τις κρίσιμες πτυχές που αξίζει προσοχής είναι ο δείκτης διάθλασης, μια οπτική ιδιότητα που παίζει ουσιαστικό ρόλο στην αναγνώριση και την πιστοποίηση αυτών των πολύτιμων λίθων. Αυτό το φαινόμενο εκδηλώνεται όταν μια ακτίνα φωτός διασχίζει το όριο μεταξύ αέρα και διαφανούς υλικού, παρουσιάζοντας μείωση της ταχύτητάς της στο νέο μέσο. Αυτή η σχέση, η οποία δημιουργείται μεταξύ της ταχύτητας του φωτός στον αέρα και της ταχύτητάς του στο διαφανές υλικό, ονομάζεται δείκτης διάθλασης της ουσίας και γίνεται ένα διακριτικό χαρακτηριστικό που επιτρέπει την ανάλυση και ταξινόμηση των σμαραγδιών.

Για τον ακριβή προσδιορισμό αυτού του δείκτη, χρησιμοποιείται ένα όργανο που ονομάζεται διαθλασίμετρο, ένα θεμελιώδες εργαλείο στη γεωλογία. Τα σύγχρονα μοντέλα διαθλασίμετρων είναι εξοπλισμένα με μια κλίμακα που παρέχει την τιμή του δείκτη διάθλασης τοποθετώντας απλώς το σμαράγδι σε κατάλληλη θέση στη συσκευή. Εκτός από αυτή την τεχνική, χρησιμοποιείται και η μέθοδος εμβάπτισης σε λάδια με γνωστούς δείκτες διάθλασης, μια προσέγγιση που επιτρέπει τη σύγκριση και την επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται από το διαθλασίμετρο.

Ο προσδιορισμός του δείκτη διάθλασης στα σμαράγδια αποτελεί ουσιαστική πτυχή στην ανάλυση αυτών των πολύτιμων λίθων, καθώς η αξία και η αυθεντικότητά τους μπορούν να αποδοθούν μέσω αυτής της χαρακτηριστικής οπτικής ιδιότητας. Επομένως, ο δείκτης διάθλασης γίνεται καθοριστικός παράγοντας για την αξιολόγηση των σμαραγδιών και τη διάκρισή τους από άλλα πετράδια με παρόμοιες ιδιότητες.

1.2.5 Μικροσκοπική Εξέταση

Η μικροσκοπική ανάλυση αναδεικνύεται ως ένα πολύ σχετικό στάδιο στη μελέτη των σμαραγδιών και η εφαρμογή της είναι θεμελιώδης στη γεμολογία. Αυτή η μέθοδος λεπτομερούς παρατήρησης περιλαμβάνει τη χρήση μιας σειράς οργάνων, που κυμαίνονται από μεγεθυντικούς φακούς έως πετρογραφικά μικροσκόπια υψηλής ακρίβειας.

Η ακριβής αναγνώριση των σμαραγδιών διευκολύνεται σημαντικά με την παρατήρηση των εσωτερικών τους ατελειών. Αυτές οι ατέλειες, που κυμαίνονται από την παρουσία ακόμη και κρυστάλλων έως τριφασικά χαρακτηριστικά, όπως ακανόνιστοι χώροι γεμάτοι με στερεά, υγρά και αέρια υλικά, είναι διακριτικά χαρακτηριστικά του πολύτιμου λίθου. Ειδικότερα, η εξέταση αυτών των εγκλεισμάτων μπορεί να δώσει κρίσιμες ενδείξεις για τη γεωγραφική προέλευση της πέτρας. Ως ενδεικτικό παράδειγμα, τα σμαράγδια κολομβιανής προέλευσης συχνά εμφανίζουν μικροσκοπικούς ορθογώνιους ή τετράγωνους χώρους μερικώς γεμάτους με υγρό ή αέριο, καθώς και εγκλείσματα ασβεστίτη.

Είναι επιτακτική ανάγκη να τονιστεί ότι, στην περίπτωση των σμαραγδιών, τα εγκλείσματα παίζουν έναν ιδιαίτερο ρόλο, καθώς δεν μειώνουν σημαντικά την αξία του πετραδιού, αλλά, αντίθετα, μπορούν να του προσδώσουν διακριτικό και αυθεντικό χαρακτήρα. Επομένως, η μικροσκοπική εξέταση όχι μόνο συμβάλλει στον έλεγχο της ταυτότητας των σμαραγδιών, αλλά παρέχει επίσης πολύτιμες πληροφορίες για την προέλευσή τους και τη μοναδικότητά τους στον κόσμο των πολύτιμων λίθων.

1.2.6 Φθορισμός

Ο φθορισμός, ένα οπτικό φαινόμενο μεγάλης σημασίας στον τομέα των σμαραγδιών, εκδηλώνεται σε φυσικούς πολύτιμους λίθους ως την ικανότητα να επιτρέπει τη διέλευση του υπεριώδους φωτός βραχέων κυμάτων. Αυτή η ιδιότητα, χαρακτηριστική των αυθεντικών σμαραγδιών, γίνεται πολύτιμος δείκτης για τον εντοπισμό και την αξιολόγησή τους.

Για να επιβεβαιωθεί η παρουσία φθορισμού σε ένα σμαράγδι, χρησιμοποιείται μια διαδικασία επαλήθευσης που περιλαμβάνει τη χρήση μιας άλλης ευαίσθητης πέτρας ως αναφοράς. Τοποθετώντας αυτή την πέτρα αναφοράς πίσω από το σμαράγδι υπό παρατήρηση, μπορεί να προσδιοριστεί εάν πληρείται η συνθήκη φθορισμού, επιτρέποντας να διακρίνεται η αυθεντικότητά του.

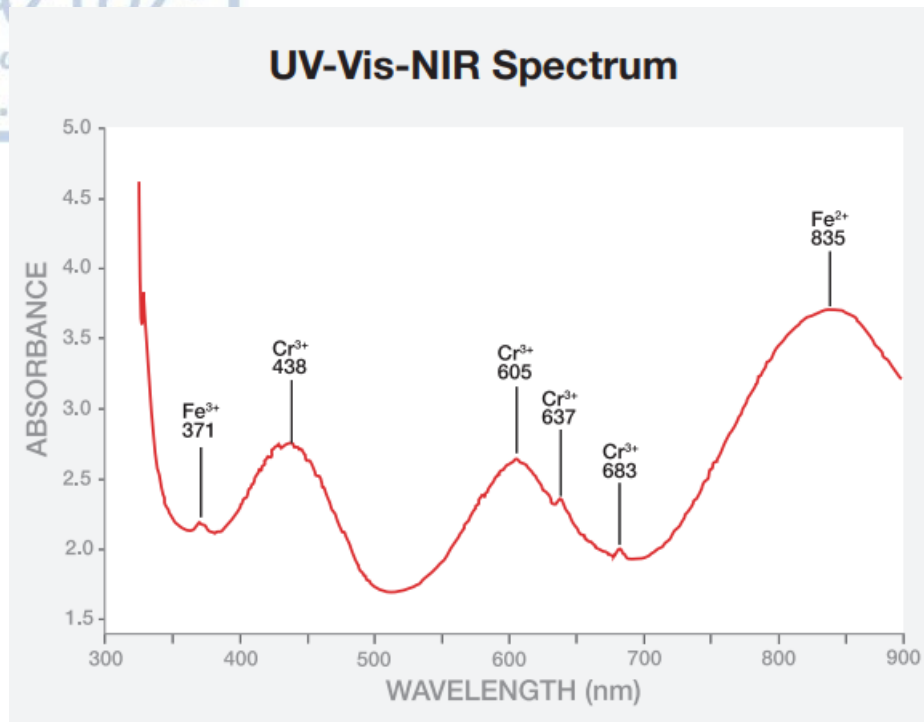
Ο φθορισμός, ως διακριτική οπτική ιδιότητα, γίνεται κρίσιμη πτυχή στην ανάλυση των σμαραγδιών και συμβάλλει στον χαρακτηρισμό τους, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για την αυθεντικότητά τους και τη συμπεριφορά τους στο φως παρουσία υπεριώδους φωτός βραχέων κυμάτων.

1.2.7 Φάσμα Απορρόφησης

Το σμαράγδι, λόγω της μοναδικής ατομικής του διαμόρφωσης, παρουσιάζει ένα φάσμα απορρόφησης που ξεχωρίζει ως διακριτικό και απaráμιλλο χαρακτηριστικό στη σφαίρα των πολύτιμων λίθων. Αυτό το οπτικό φαινόμενο, που αποκαλύπτει την ίδια την ουσία του σμαραγδιού, υπόκειται σε στενό έλεγχο μέσω της χρήσης ενός συγκεκριμένου οργάνου που είναι γνωστό ως φασματοσκόπιο. Για παράδειγμα, στο σχήμα 3, μπορεί να παρατηρηθεί το φάσμα απορρόφησης ενός σμαραγδιού από την περιοχή Fazenda Bonfim της Βραζιλίας που δείχνει την παρουσία Cr^{3+} , Fe^{2+} και Fe^{3+} .

Η φασματοσκοπική ανάλυση είναι υπεύθυνη για την αποκάλυψη της ιδιαιτερότητας του φάσματος απορρόφησης του σμαραγδιού, ένα φάσμα που διαφέρει πολύ από οποιοδήποτε άλλο πολύτιμο λίθο. Αυτή η διαδικασία ανάλυσης αποκαλύπτει ότι το σμαράγδι, παρουσία φωτός, απορροφά επιλεκτικά το τμήμα του φάσματος που εκτείνεται από το κίτρινο έως το πράσινο, ενώ εκπέμπει ακτινοβολία που εκτείνεται στην κόκκινη περιοχή. Ως αποτέλεσμα αυτής της αλληλεπίδρασης μεταξύ του προσπίπτοντος φωτός και της ατομικής δομής του σμαραγδιού, εμφανίζονται ζώνες απορρόφησης που εμφανίζονται ευδιάκριτα ως σκοτεινές περιοχές στο φάσμα, υπογραμμίζοντας έτσι τη μοναδικότητα και την αυθεντικότητα αυτού του πετραδιού (Wood and Nassau 1968).

Αυτή η διαδικασία φασματικής ανάλυσης γίνεται ένα θεμελιώδες εργαλείο στη μελέτη των σμαραγδιών, καθώς παρέχει μια βαθιά κατανόηση των οπτικών ιδιοτήτων και των εγγενών χαρακτηριστικών τους. Η εκτίμηση αυτού του χαρακτηριστικού φάσματος απορρόφησης συμβάλλει σημαντικά στην ακριβή αναγνώριση και αποτίμηση αυτών των πολύτιμων λίθων. Επιπρόσθετα, τα φυσικά σμαράγδια μπορούν να χαρακτηριστούν ότι ανήκουν σε δύο κύριους τύπους γεωλογικών εμφανίσεων. τύπου σχιστόλιθου και μη σχιστόλιθου. Αυτή η μέθοδος σε συνδυασμό με μελέτες εγκλεισμού και φασματοσκοπία απορρόφησης είναι πολύ χρήσιμη για τον προσδιορισμό της γεωγραφικής προέλευσης των σμαραγδιών (Moroz et al. 2000).



Σχήμα 3. Ένα αντιπροσωπευτικό φάσμα απορρόφησης ενός σμαραγδιού από το Fazenda Bonfim της Βραζιλίας (Zwaanetal. 2012)

1.2.8 Διχρωισμός

Ο διχρωισμός, ένα οπτικό χαρακτηριστικό που εκδηλώνεται σε ορισμένους κρυστάλλους, αναδεικνύεται ως στοιχείο σημαντικού ενδιαφέροντος στο πλαίσιο των σμαραγδιών. Για να αξιολογηθεί αυτή η ιδιαιτερότητα, χρησιμοποιείται μια συσκευή που ονομάζεται δισκοσκόπιο, η οποία επιτρέπει την παρατήρηση μιας αξιοσημείωτης διαφοράς χρωματισμού στο πετράδι σε δύο συγκεκριμένες περιοχές. Αυτή η χρωματική παραλλαγή αποκαλύπτει ότι το φως περνά μέσα από το σμαράγδι με διαφορετικές ταχύτητες ανάλογα με τον συγκεκριμένο προσανατολισμό του πολύτιμου λίθου, κάτι που γίνεται πολύτιμη ένδειξη για την εσωτερική του δομή και τα οπτικά χαρακτηριστικά του.

Το σμαράγδι, λόγω της τάσης του να αναπτύσσει ρωγμές και ρωγμές, απαιτεί εξαιρετικά προσεκτικό χειρισμό. Αυτές οι φυσικές ατέλειες μπορούν να προσφέρουν οδούς εισόδου για υγρά και άλλα ξένα σώματα, τα οποία θα μπορούσαν να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην εμφάνιση και την ποιότητά τους. Ωστόσο, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτές οι ίδιες ρωγμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της εμφάνισης της πέτρας μέσω ειδικών θεραπειών. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτές οι διαδικασίες συχνά οδηγούν σε μια προσωρινή βελτίωση στο χρώμα των σμαραγδιών.

Η κατανόηση της διχρωμίας και της αλληλεπίδρασής της με την εσωτερική δομή του σμαραγδιού γίνεται ουσιαστικό συστατικό στη γεωλογική ανάλυση. Αυτή η γνώση επιτρέπει μια βαθύτερη εκτίμηση των οπτικών ιδιοτήτων των σμαραγδιών και της ευαισθησίας τους σε ορισμένες θεραπείες. Επομένως, η μελέτη της διχρωμίας και της σχέσης της με τα σμαράγδια συμβάλλει στην ανάπτυξη μιας ακριβούς αξιολόγησης και συνολικής κατανόησης αυτών των πολύτιμων λίθων.

1.3 Ταξινόμηση εμφανίσεων σμαραγδιών

Σύμφωνα με τους Giuliani et al. (2019) οι εμφανίσεις και αποθέσεις των σμαραγδιών ταξινομούνται σε δύο βασικούς τύπους:

Τύπος I: Σχετίζονται με τεκτονικές - μαγματικές διεργασίες και χωρίζονται σε τρεις υποτύπους:

IA) Βασικά - υπερβασικά πετρώματα (Βραζιλία, Σιβηρία)

IB) Ιζηματογενή πετρώματα (Νορβηγία, Αυστραλία)

IC) Γρανιτικά πετρώματα (Αφρική)

Τύπος II: Σχετίζονται με τεκτονικές - μεταμορφικές διεργασίες και χωρίζονται σε τέσσερις υποτύπους:

IIA) Βασικά - υπερβασικά πετρώματα (Βραζιλία, Αυστρία)

IIB) Ιζηματογενή πετρώματα μαύρου σχιστολίθου (Κολομβία, ΗΠΑ)

IIC) Μεταμορφωμένα πετρώματα (ΗΠΑ)

IID) Μεταμορφωμένες και επανατοποθετημένες είτε αποθέσεις τύπου I είτε αποθέσεις που σχετίζονται με γρανιτική διείσδυση (Αυστρία, Αυστραλία, Αίγυπτος)

1.4 Διαφοροποίηση μεταξύ φυσικών και συνθετικών σμαραγδιών: μια εξελικτική πρόκληση στη γεωλογία

Το σμαράγδι, γνωστό για την φινέτσα και τη ζήτηση του στον κόσμο των πολύτιμων λίθων, αντιμετωπίζει συνεχή απομίμηση, καθώς είναι ένας από τους πιο αναπαραγόμενους λίθους. Με την πρόοδο της τεχνολογίας και την αναζήτηση της τέλει σύνθεσης, γίναμε μάρτυρες της παραγωγής συνθετικών σμαραγδιών που είναι ολοένα και πιο πειστικά για την εμφάνιση και τις ιδιότητες τους.

Γύρω στη δεκαετία του 1930, σε μια ταυτόχρονη εξέλιξη μεταξύ Γερμανίας και Ηνωμένων Πολιτειών, επιτεύχθηκε η δημιουργία συνθετικών κρυστάλλων σμαραγδιού με

μήκη έως και δύο εκατοστά. Εκείνη την εποχή, το συνθετικό στολίδι Chatham ήταν το μόνο διαθέσιμο και η διαφοροποίησή του από τα φυσικά σμαράγδια βασιζόταν στην πυκνότητα, τον δείκτη διάθλασης και τη διπλή διάθλαση. Ωστόσο, με τον πολλαπλασιασμό των διαφόρων τεχνικών σύνθεσης και την εμφάνιση πολλών ποικιλιών συνθετικών σμαραγδιών, η αξιολόγηση που βασίζεται αποκλειστικά σε φυσικές και οπτικές σταθερές έχει γίνει μερικές φορές ανεπαρκής. Έχει παρατηρηθεί ότι, για παράδειγμα, το Chatham έχει χαμηλότερη πυκνότητα από τα Linde και Lechleitner, γεγονός που προσθέτει πολυπλοκότητα στην ανάλυση.

Τα συνθετικά σμαράγδια ξεχωρίζουν για το ελκυστικό τους χρώμα και το εξαγωνικό σχήμα τους, που μιμείται πιστά αυτό των φυσικών σμαραγδιών. Επιπλέον, οι συνθετικοί πολύτιμοι λίθοι συχνά διαθέτουν χαρακτηριστικά σφαιρικά εγκλείσματα, τα οποία μπορούν να αποτελέσουν σημαντική ένδειξη για την αναγνώρισή τους. Σε γενικές γραμμές, το ειδικό βάρος και ο δείκτης διάθλασης τείνουν να είναι χαμηλότερα στα συνθετικά σμαράγδια σε σύγκριση με τα φυσικά. Οι δείκτες διάθλασης ποικίλλουν μεταξύ 1,5601 και 1,5665, με διακύμανση περίπου 0,0001 κάτω από τις ελάχιστες τιμές των σμαραγδιών της Κολομβίας. Το ειδικό βάρος κυμαίνεται από 2,65 έως 2,66. Όταν τόσο ένα συνθετικό όσο και ένα φυσικό σμαράγδι υποβάλλονται στη δράση ενός βαρύ υγρού με πυκνότητα 7,1, το συνθετικό επιπλέει, αν και σε σπάνιες περιπτώσεις και ένα φυσικό σμαράγδι μπορεί να το κάνει.

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό εκδηλώνεται στον φθορισμό των συνθετικών σμαραγδιών όταν εκτίθενται σε υπεριώδεις ακτίνες, εκπέμποντας βαθύ κόκκινο χρώμα, ενώ τα φυσικά σμαράγδια δεν παρουσιάζουν αυτό το χαρακτηριστικό. Μια άλλη διάκριση έγκειται στη διαφάνεια σε μικρά κύματα υπεριώδους φωτός, καθώς τα φυσικά σμαράγδια είναι συνήθως αδιαφανή σε μήκη κύματος μικρότερα από 3000 Å.

Με την πρόοδο των τεχνικών παραγωγής συνθετικού σμαραγδιού, γίνεται όλο και πιο δύσκολο να διακρίνουμε ανάμεσα σε ένα φυσικό και συνθετικό πετράδι. Σε γενικές γραμμές, μια πέτρα θεωρείται γνήσια εάν έχει διπλό δείκτη διάθλασης, τριφασικές εγκλείσεις, δείκτες 1.570 ή υψηλότερους, δεν επιπλέει σε υγρό με πυκνότητα 67 και δεν φθορίζει κάτω από το υπεριώδες φως, εκτός από το ότι είναι αδιαφανής στα κύματα φωτός 3000 Å. Αυτή η διαφοροποίηση έχει γίνει πιο περίπλοκο έργο καθώς οι τεχνικές σύνθεσης προχωρούν και βελτιώνουν την ποιότητα των συνθετικών σμαραγδιών.

1.5 Doublets: Η μίμηση των σμαραγδιών και η εξέλιξή τους στο πέρασμα του χρόνου

Οι λίθοι doublets, από ιστορική άποψη, έχουν χρησιμοποιηθεί ως τρόπος μίμησης πολύτιμων σμαραγδιών και η ύπαρξή τους χρονολογείται από την αρχαιότητα. Αυτοί οι

προσομοιωτές του σμαραγδιού έχουν εξελιχθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου, σε μεγάλο βαθμό λόγω της προόδου στις επιστημονικές και χημικές τεχνικές και γνώσεις.

Στην πιο βασική τους μορφή, τα doublets περιλαμβάνουν συνδυασμό ή ένωση διαφόρων μερών για να δημιουργήσουν μια εμφάνιση που μοιάζει με αυτή ενός γνήσιου σμαραγδιού. (GIA 2009) Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν συνδυασμό χρωματιστών θραυσμάτων γυαλιού, ένωση δύο τεμαχίων διαφανούς γυαλιού με σμαραγδένια πράσινη κόλλα, ένωση δύο άχρωμων συνθετικών πετρών τύπου σμαραγδιού, συνδυασμό συνθετικού σπινελίου με γυαλί και συνδυασμό άχρωμων βηρύλλων με χαλαζία. Αυτά τα doublets, σε όλη την ιστορία, έχουν χρησιμεύσει ως προσιτές εναλλακτικές λύσεις στα φυσικά σμαράγδια, τα οποία συχνά εκτιμώνται ιδιαίτερα.

Η χρήση των doublets σε κοσμήματα και στολίδια είναι μια πρακτική που έχει περάσει από την αρχαιότητα, αλλά έχει υποστεί σημαντική μεταμόρφωση στη σύγχρονη εποχή. Χάρη στην τεχνολογική πρόοδο και την χημική κατανόηση, έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνικές και υλικά για τη δημιουργία τους. Σήμερα, έχουν εισαχθεί διπλές παραλλαγές που περιλαμβάνουν συνθετικό σπινέλιο και γυαλί, καθώς και την επεξεργασία άχρωμων λίθων με βηρύλλιο στο περίπτερο και την κορώνα, που στερεώνονται με σμαραγδένια πράσινη κόλλα.

Η αναγνώριση ενός doublet έχει γίνει μια λιγότερο περίπλοκη πρόκληση στη σύγχρονη εποχή. Ένας αποτελεσματικός τρόπος διάκρισής τους είναι η βύθισή τους σε υγρό, όπως τολουόλιο, βρωμοναφθαλίνιο ή βρωμοβενζόλιο, ή ακόμα και νερό, που αυξάνει τον δείκτη διάθλασης του μέσου. Αυτή η τεχνική επιτρέπει τον καθαρό οπτικό διαχωρισμό των δύο άχρωμων τμημάτων του doublet, αποδεικνύοντας την παρουσία μιας πράσινης γραμμής ένωσης μεταξύ τους (Fritsch et al. 1998).

Η μελέτη και η κατανόηση των doublets δεν είναι μόνο σχετική από ιστορική και γεωλογική προοπτική, αλλά παίζει επίσης καθοριστικό ρόλο στην ακριβή αναγνώριση πολύτιμων λίθων και κοσμημάτων, συμβάλλοντας στη διατήρηση της ακεραιότητας της αγοράς πολύτιμων λίθων και της αυθεντικότητάς της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Το σμαράγδι στην παγκόσμια προοπτική, μια ματιά στην ιστορική του παρουσία.

2.1 Αίγυπτος

Η Αίγυπτος, ως ένας από τους παλαιότερους χώρους εξόρυξης σμαραγδιού, έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ιστορία αυτού του πολύτιμου πετραδιού. Για περισσότερα από πέντε χιλιάδες χρόνια, οι αιγυπτιακές τοποθεσίες έχουν γίνει μάρτυρες της εξόρυξης και της εκτίμησης των σμαραγδιών, αν και σήμερα αυτές οι τοποθεσίες έχουν εγκαταλειφθεί και χαθεί.

Ιστορικά αρχεία, όπως τα γραπτά του Ηροδότου, μας παρέχουν πληροφορίες για την πιθανή ύπαρξη αρχαίων τρωγλοδύτων που θα μπορούσαν να ήταν οι εργάτες αυτών των ορυχείων. Σε ορισμένα σημεία της ιστορίας, αυτά τα ορυχεία έγιναν γνωστά ακόμη και ως «τα ορυχεία της Κλεοπάτρας» (Shaw et al 1999). Επιπλέον, Άραβες ιστορικοί έχουν επίσης τεκμηριώσει την εκμετάλλευση των σμαραγδιών στην περιοχή κατά τον Μεσαίωνα, αναφέροντας τα «ορυχεία της Ερυθράς Θάλασσας». Η επιβεβαίωση της ύπαρξης αυθεντικών αιγυπτιακών σμαραγδιών έχει υποστηριχθεί από την ανακάλυψη δειγμάτων σε τάφους της εποχής. Είναι εύλογο να επιβεβαιωθεί ότι αυτά τα αιγυπτιακά σμαράγδια αντιπροσωπεύουν πιθανώς τα μόνα αυθεντικά που κυκλοφορούσαν στην αρχαιότητα. Στο σχήμα 4 μπορεί να παρατηρηθεί δείγμα σμαραγδιών από τα ορυχεία χιλιετιών της Αιγύπτου.

Ωστόσο, στο τέλος του Μεσαίωνα, οι αιγυπτιακές τοποθεσίες έπεσαν στη λήθη και χάθηκαν στην ομίχλη του χρόνου. Μόνο από το 1918 περίπου, υπό την εντολή του Αντιβασιλέα Cailland, ανακαλύφθηκαν ξανά αυτές οι τοποθεσίες. Τα ορυχεία, που βρίσκονται στους λόφους Jebel Sikait και Jebel Zabarah, αποκάλυψαν πολυάριθμες σπηλιές εκ των οποίων ξεχωρίζουν αυτές που ήταν αναμφίβολα το σκηνικό έντονης μεταλλευτικής δραστηριότητας στο παρελθόν. Βρέθηκαν μάλιστα εργαλεία που χρονολογούνται από τον 16ο αιώνα π.Χ. σε αυτές τις ανασκαφές, μαρτυρία της αρχαίας αιγυπτιακής μεταλλευτικής παράδοσης. Δυστυχώς, ωστόσο, αυτά τα ορυχεία έχουν εξαντληθεί πλήρως και τα ευρήματα αποτελούνται από μικρούς κρυστάλλους σμαραγδιού μικρής σημασίας. Οι αποθέσεις χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλία πυριγενών και μεταμορφωμένων πετρωμάτων. Ειδικότερα τα πετρώματα της βάσης αποτελούνται από μεταϊζημάτα και γρανιτικές διεισδύσεις. Τα κοιτάσματα σμαραγδιών της βόρειας Αιγύπτου εμφανίζονται μέσα σε μια ζώνη από σχιστολιθικά πετρώματα. Ο σχηματισμός του βηρυλλίου σχετίζεται με την επαφή διείσδυσης μεταξύ ενός βιοτιτικού γρανίτη σε μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους. Τα σμαράγδια και άλλοι βήρυλλοι εμφανίζονται ως κρύσταλλοι σε βιοτιτικούς σχιστόλιθους, βιοτιτικούς -

ακτινολιθικούς σχιστόλιθους και βιοτιτικούς σχιστόλιθους τουρμαλίνη κατά μήκος αυτής της επαφής, καθώς και στις φλέβες χαλαζία και σε στρώσεις πηγματίτη που συνήθως κόβουν τις ζώνες των σμαραγδιών σε αυτούς τους μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους. Τα αρχαία ορυχεία σμαραγδιών βρίσκονταν εκεί όπου η διάβρωση των ρεμάτων είχε αποκαλύψει μια συγκέντρωση σμαραγδιού κατά μήκος της ζώνης επαφής και όπου τα θραύσματα ήταν άφθονα στις αλλουβιακές αποθέσεις του προκύπτοντος ρέματος (Jennings et al. 1993).



Σχήμα 4. Θρυλικά σμαραγδένια ορυχεία χιλιετίας που βρέθηκαν στην Αίγυπτο (Mustafa, 2022).

2.2 Αυστρία

Η Αυστρία, παρά το γεγονός ότι δεν αναγνωρίζεται ότι έχει το πιο εκτεταμένο ή ενεργό κοιτάσμα σμαραγδιού σήμερα, έχει συνεισφέρει στον κόσμο των σμαραγδιών με αξιόλογα δείγματα. Αυτή η τοποθεσία, γνωστή από τη ρωμαϊκή εποχή, ξεχωρίζει ως η μόνη στην Ευρώπη που έχει προσφέρει κομμένα σμαράγδια εξαιρετικής ομορφιάς.

Η τοποθεσία, που ονομάζεται Habachthal, βρίσκεται στις Άλπεις του Σάλτσμπουργκ, σε μια ορεινή περιοχή με υψόμετρο δύο χιλιάδων εκατό μέτρων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Οι ακραίες καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή μαζί με τη σεμνότητα της τοποθεσίας, οδήγησαν την εκμετάλλευσή της να είναι σποραδική.

Η ιστορία της τοποθεσίας αποκαλύπτει ότι οι Ρωμαίοι την εκμεταλλεύτηκαν στην εποχή τους και κατά τον Μεσαίωνα, ενώ στην εξόρυξη συμμετείχαν και οι υπηρέτες του επισκόπου του Σάλτσμπουργκ. Το 1936, η ελβετική εταιρεία Schaffhausen Smaragd απέκτησε το ορυχείο, αλλά τελικά το εγκατέλειψε. Αργότερα, κατά τη διάρκεια του Β'

Παγκοσμίου Πολέμου, οι Ναζί προσπάθησαν να εκμεταλλευτούν τον ορυκτό του πλούτο και το 1945, μετά την κατάσχεση από τους Συμμάχους, το κοίτασμα έπεσε ξανά σε αχρηστία. Μόνο αργότερα, όταν ο κ. Hans Zieger τόλμησε να το δουλέψει, καταφέρνοντας να εξάγει μερικά σμαράγδια κατάλληλα για κοπή και αξιόλογα δείγματα από ορυκτολογική άποψη.

Τα σμαράγδια απαντώνται σε ένα είδος σχιστόλιθου, που είναι πλούσιο σε ακτινικούς αμφίβλους και τρεμόλιθο, καθώς και σε μαρμαρυγία, με κυρίαρχη τη μαρμαρυγία βιοτίτη (Σχ. 5). Αυτοί οι κρύσταλλοι σμαραγδιού αναπτύσσονται σε περιοχές επαφής με γνεύσιους και συνήθως έχουν λαμπερό σμαραγδένιο χρώμα. Μερικά δείγματα τείνουν σε γαλαζοπράσινους τόνους, ενώ άλλα εμφανίζουν γκριζους τόνους. Αν και ο φθορισμός αυτών των σμαραγδιών είναι αμυδρός λόγω της παρουσίας σιδήρου, έχουν βρεθεί μερικές πέτρες ιδιαίτερης ομορφιάς συγκρίσιμες με τις κολομβιανές, γεγονός που επιβεβαιώνει την πολύτιμη συμβολή αυτής της αυστριακής κατάθεσης στον κόσμο των σμαραγδιών. Η ορυκτοποίηση του σμαραγδιού στο Habachtal είναι γεωλογικά και τεκτονικά περίπλοκη, ενώ έχει παρατηρηθεί έντονη δράση ρευστών υδροθερμικής/μεταμορφικής προέλευσης. Παρατηρήθηκε ότι το μεγαλύτερο μέρος της ορυκτοποίησης του σμαραγδιού στο Habachtal προήλθε από ένα εξαιρετικά πλούσιο σε ρευστό αργιλοπυριτικό τήγμα που μοιάζει με πηγματίτη. Αυτό το συμπέρασμα βασίζεται στην παρουσία γραφίτη πολύ υψηλής τάξης και σε εγκλείσματα τήγματος εξαιρετικά πλούσια σε νερό στις εμφανίσεις των σμαραγδιών (Thomas et al. 2020)





Σχήμα 5. Κρύσταλλοι σμαραγδιού μήκους έως και 15 mm από το κοίτασμα Habachtal, σε σχιστόλιθο βιοτίτη διαστάσεων περίπου 19×6 cm, συνοδευόμενοι από γαλαζωπές γκρι ακουαμαρίνες (Schmetzer, 2022).

2.3 Σιβηρία

Το 1830, μια έντονη ανεμοθύελλα κατέστρεψε την ανατολική περιοχή των Ουραλίων Όρων, προκαλώντας την καταστροφή των πυκνών δασών της περιοχής. Μετά το πέρασμα αυτής της καταιγίδας, ένας ντόπιος που ήταν αφοσιωμένος στην παραγωγή ξυλάνθρακα εντόπισε την ύπαρξη ενός πράσινου κρυστάλλου, που έλαμπε στο φως του ήλιου, ανάμεσα στο χώμα και τις ρίζες ενός δέντρου. Με αυτόν τον τρόπο έγινε η τυχαία ανακάλυψη του κοιτάσματος σμαραγδιού των Ουραλίων, που βρίσκεται σε απόσταση 50km βορειοανατολικά του Ekaterinburg, φωλιασμένο σε ένα απέραντο δάσος (Emerald mine). Με την πάροδο του χρόνου, οι εξερευνήσεις επεκτάθηκαν στην περιοχή του ποταμού Takonaya (Malysheva mine).

Το κοίτασμα αυτό χαρακτηρίζεται από το ότι βρίσκεται σε πετρώματα σχιστολιθικού τύπου, εμπλουτισμένα με την παρουσία πηγματίτη. Συγκεκριμένα οι μεταμορφωμένοι βράχοι-ξενιστές αποτελούνται από αμφιβολίτες, χαλαζίτες, γενέσιους και πυριτικούς σχιστόλιθους. Σ' αυτό το έντονα παραμορφωμένο μεταμορφικό σύμπλεγμα, διεισδύουν γρανιτικοί πηγματίτες, διορίτες, χαλαζιακοί διορίτες και πορφυριτικοί διορίτες. Επιπλέον η διήθηση υγρών επηρεάζει όλα τα πετρώματα ξενιστές, συμπεριλαμβανομένων των σχιστόλιθων, των αμφιβολιτών και των διοριτών. Στους σχιστόλιθους που συνήθως περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις Cr_2O_3 (0,22-0,52 %), αυτή η ρευστή διήθηση παρήγαγε μεγάλες μετασωματικές φλέβες με εμφανίσεις σμαραγδιών.

Τα σμαράγδια που εξάγονται από αυτή την τοποθεσία μπορεί να ποικίλλουν σε τόνους, από γκρι έως κιτρινωπές αποχρώσεις, αν και έχουν επίσης δώσει δείγματα με αξιόλογη χρωματική ποιότητα. Ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό αυτών των λίθων είναι το μέγεθος των κρυστάλλων τους, που σε πολλές περιπτώσεις είναι αρκετά μεγάλο (Gavrilenko et al. 2001).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το σμαράγδι δεν βρίσκεται μεμονωμένα σε αυτό το κοίτασμα, αλλά συνδέεται με διάφορα ορυκτά όπως χρυσοβήρυλλο, πράσινη βήρυλλο και γρανάτες. Από ορυκτολογική άποψη, τα σμαράγδια από τα Ουράλια Όρη (Σχ. 6) είναι παρόμοια σε ορισμένες πτυχές με εκείνα από το Habachtal. Και τα δύο έχουν αξιοσημείωτη παρουσία οξειδίου του σιδήρου, παρουσιάζουν μειωμένο φθορισμό και ένα φάσμα χαρακτηριστικών τυπικών για τα σμαράγδια.



Σχήμα 6. Το κρύσταλλο είναι κυρίως διαφανές με υπέροχο ανοιχτό πράσινο χρώμα και γυάλινες επιφάνειες. Ένα όμορφο δείγμα με έντονη εσωτερική λάμψη, από το Malyshevo της Περιφέρειας των Ουραλίων (Ward, 2022).

2.4 Νότια Αφρική

2.4.1 Transvaal

Τα ευρέως γνωστά σμαράγδια του Transvaal (Σχ. 7), ανακαλύφθηκαν σε ακτινολιθικούς σχιστόλιθους και εμφανίστηκαν στη σφαίρα της γνώσης από το έτος 1927. Αυτά τα σμαράγδια, ιδιαίτερης γεωλογικής φύσης, βρίσκονται σε βράχους που παρουσιάζουν υψηλή περιεκτικότητα σε μαρμαρυγίες και συνδέονται με διάφορα ορυκτά, μεταξύ των οποίων ξεχωρίζουν ο ακτινόλιθος, ο σιδηροπυρίτης, ο τουρμαλίνης και ο άστριος. Γενικά, οι κρύσταλλοι αυτών των σμαραγδιών έχουν σχετικά χαμηλή ποιότητα, που χαρακτηρίζεται από τη σημαντική παρουσία "ακαθαρσιών", έντονες σχισμές και, σε πολλές περιπτώσεις, γαλακτώδη εμφάνιση που προκύπτει από την ενσωμάτωση ενός πετρώματος που ονομάζεται καολινίτης.

Οι πρώτες προσπάθειες για την εκμετάλλευση αυτών των κοιτασμάτων δεν απέφεραν σημαντικά αποτελέσματα. Ωστόσο, τα επόμενα χρόνια, αρκετές ανακαλύψεις σμαραγδιών έγιναν στην περιοχή Leydsdorp, που βρίσκεται στο Limpopo της Νοτίου Αφρικής. Είναι

σημαντικό να σημειωθεί ότι τα σμαράγδια που εξορύσσονται στην περιοχή αυτή παρουσιάζουν ορισμένες ελλείψεις όσον αφορά τα ποιοτικά πρότυπα. Χαρακτηρίζονται από υψηλή συγκέντρωση σιδήρου και άφθονη παρουσία εγκλεισμάτων βιοτίτη, αυτοί οι λίθοι στερούνται φθορισμού. Αν και μερικά από αυτά έχουν καλό χρώμα, τα περισσότερα επηρεάζονται από γαλακτώδη τόνο που προκαλείται από τον καολινίτη. Ως αποτέλεσμα, αυτά τα σμαράγδια κόβονται συνήθως σε σχήμα καμποσόν, προσαρμόζοντας έτσι τις ιδιαίτερες ιδιότητες και τα γεωλογικά χαρακτηριστικά τους (Cairncross and Dixon 1995).



Σχήμα 7. Σμαράγδι Transvaal (Weinrich 2021).

2.4.2 Sandawana

Στα πυκνά δάση της σημερινής Ζιμπάμπουε, τότε Νότιας Ροδεσίας, που χαρακτηρίζονται από την πυκνή τους βλάστηση και διασχίζονται από πολυάριθμα ποτάμια, οι L. Contat, C. Outhuizen ανακάλυψαν το 1954 ένα μικρό κοίτασμα σμαραγδιών εξαιρετικής ομορφιάς, πραγματοποιώντας μια εξαντλητική έρευνα μιας τεράστιας περιοχής που βρίσκεται στην κοιλάδα Sabi. Αυτή η περιοχή κάλυπτε περίπου τετρακόσια τετραγωνικά μίλια και είχε μια μοναδικά πηγματιτική γεωλογία, στην οποία υπήρχαν άφθονα ορυκτά όπως βηρύλλιο, σποδουμένη και άλλα πλούσια σε λίθιο. Το κοίτασμα σμαραγδιού βρισκόταν συγκεκριμένα στην κοιλάδα Sandawana, ένα μέρος με αντίξοες συνθήκες που

χαρακτηρίζεται από λειψυδρία κατά τη ξηρή περίοδο και άφθονο κίνδυνο λόγω της περιβάλλουσας βλάστησης.

Αρχικά, η κυβέρνηση της Ζιμπάμπουε δεν έδειξε ουσιαστικό ενδιαφέρον για αυτή την ανακάλυψη, αν και η αυθεντικότητα των σμαραγδιών μπορούσε να επιβεβαιωθεί. Ωστόσο, όταν οι πρώτες εισπράξεις σε δολάρια από τη Νέα Υόρκη άρχισαν να φτάνουν στη χώρα, θεσπίστηκαν πολυάριθμοι νόμοι και διατάγματα για να ρυθμίσουν την εκμετάλλευση αυτού του πολύτιμου λίθου.

Αυτή η τοποθεσία θεωρείται κλασική στο είδος της, καθώς μοιάζει με άλλες τοποθεσίες που έχουν μελετηθεί στο παρελθόν, όπως το Habachtal, τα Ουράλια και το Transvaal. Βρίσκεται σε μια γεωλογική περιοχή στην οποία αφθονεί ο λευκός αμφίβολος τρεμολίτης, του οποίου οι κρύσταλλοι αποτελούν χαρακτηριστικά εγκλείσματα αυτών των σμαραγδιών, (Σχ. 8).

Τα σχετικά ορυκτά που υπάρχουν σε αυτήν την περιοχή περιλαμβάνουν τον σποδοιμένη, τον ακτινόλιθο, το βηρύλλιο, τον τρεμολίτη και τον τανταλίτη. Τα σμαράγδια εμφανίζονται σε σχιστόλιθους και λόγω της φύσης αυτών των σχηματισμών, καλά καθορισμένοι κρύσταλλοι σπάνια βρίσκονται. Πρέπει να σημειωθεί ότι το φάσμα αυτών των σμαραγδιών οφείλεται στην παρουσία χρωμίου και είναι αξιοπερίεργο το γεγονός ότι αυτό το σμαράγδι, μοναδικής ομορφιάς, έχει περιεκτικότητα σε οξείδιο σιδήρου ισοδύναμη με αυτή του οξειδίου του χρωμίου (Lum 2017).



Σχήμα 8. Σμαράγδι από τη Ζιμπάμπουε (TheNaturalEmeraldCompany).

2.5 Ινδία

Αν και τα ινδικά σμαράγδια ήταν διάσημα από την αρχαιότητα, μπορεί να ειπωθεί με ασφάλεια ότι τα αρχαία ινδικά σμαράγδια δεν ήταν αυθεντικά. Το περίφημο "Oriental Emerald" αποδείχθηκε ότι ήταν, στην πραγματικότητα, ένα ζαφείρι ή κορούνδιο μιας πρασινωπής απόχρωσης. Αυτός είναι ο λόγος που τα ιστορικά αρχεία αναφέρονται συχνά στα ινδικά σμαράγδια ως πέτρες μεγάλης σκληρότητας. Επιπλέον, δεδομένου ότι η Ινδία έχει μια ισχυρή παράδοση στην κοπή πολύτιμων λίθων, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι, σε διαφορετικές περιόδους, τα σμαράγδια έχουν αποσταλεί στην Ινδία για περαιτέρω κοπή και πώληση ως προϊόντα που προέρχονται από αυτήν τη χώρα.

Ωστόσο, μια σημαντική ανατροπή σημειώθηκε το 1943, κατά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν η αναζήτηση στρατηγικών ορυκτών, όπως το βολφράμιο, ο κασσίτερος, το βηρύλλιο και το λίθιο, εντάθηκε σε όλο τον κόσμο. Σε αυτό το πλαίσιο ανακαλύφθηκαν αυθεντικά κοιτάσματα σμαραγδιού στην Ινδία. Συγκεκριμένα, κοντά στο Idalpur στην πολιτεία Rajputana, βρέθηκαν πράσινες βήρυλλοι σε αφθονία και αμέσως μετά ανακαλύφθηκαν τα πρώτα ευρήματα σμαραγδιών στην ίδια περιοχή. Αρχικά, τα αποτελέσματα δεν ήταν απολύτως ικανοποιητικά, αν και εξήχθησαν κρύσταλλοι σημαντικού

μεγέθους. Αυτές οι ανακαλύψεις οδήγησαν στο άνοιγμα άλλων ορυχείων στο Ajmere, στο Jharkhand (Σχ. 9) και στο Rasjgash, που βρίσκονται σε πετρώματα σχιστόλιθου πλούσια σε τάλκη και βιοτίτη. Ομοίως, κοιτάσματα εντοπίστηκαν στο Wilvara και στο Rekistan (Qin et al. 2022). Τα υψηλότερης ποιότητας σμαράγδια βρίσκονται στο Tajgash, αν και το Idalpur αναδείχθηκε ως το κύριο εμπορικό κέντρο για αυτά τα πετράδια στην περιοχή.

Αυτά τα σμαράγδια βρίσκονται σε ζώνες επαφής μεταξύ σχιστόλιθων και πηγματιτών, εσωτερικά του σχιστόλιθου, ο οποίος είναι πλούσιος σε μαρμαρυγία. Εμφανίζονται με τη μορφή εξαγωνικών πρισμάτων, με μεταβλητότητα στην εμφάνισή τους, αν και τις περισσότερες φορές παρουσιάζουν σχετικά χαμηλή ποιότητα χρώματος. Το φάσμα αυτών των σμαραγδιών είναι συνεπές με αυτό ενός τυπικού σμαραγδιού (Lucas et al. 2016).



Σχήμα 9. Σμαράγδια του ορυχείου Jharkhand (JharkhandMirror 2021).

2.6 Αυστραλία

Στην περιοχή της Νέας Νότιας Ουαλίας, συγκεκριμένα βορειοανατολικά του Ennerville, η ανακάλυψη σμαραγδιών έγινε τυχαία. Αυτοί οι πολύτιμοι λίθοι βρίσκονται στις περιοχές επαφής μεταξύ των πηγματιτών και άλλων ορυκτών, όπως ο φθορίτης, το τοπάζιο και ο αρσеноπυρίτης. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα υψηλότερης ποιότητας σμαράγδια έχουν βρεθεί σε βραχώδεις σχηματισμούς πλούσιους σε καολινίτη, όπως αυτοί που υπάρχουν στην περιοχή Transvaal.

Για ένα διάστημα, εταιρεία πραγματοποίησε μεταλλευτική εκμετάλλευση στην περιοχή. Ωστόσο, αυτά τα σμαράγδια που εξορύχτησαν, που μπορεί κάλλιστα να ήταν μόνο πράσινα βηρύλλια, ενώ είχαν περιορισμένη παρουσία στην αγορά. Η αναζήτηση αυτών των

πολύτιμων λίθων συνεχίστηκε, μέχρι που ανακαλύφθηκαν γνήσια σμαράγδια στην περιοχή Πούνα, που βρίσκονται σε έναν τύπο σχιστόλιθου.

Τα σμαράγδια της περιοχής αυτής συνδέονται συνήθως με ορυκτά όπως ο χαλαζίας, ο άστριος, ο αλβίτης, ο βιοτίτης, ο λεπιδόλιθος, ο ζινβαλδίτης, το τοπάζιο, ο τουρμαλίνης και ο φθορίτης. Ωστόσο, υπάρχουν περιορισμένες πληροφορίες σχετικά με αυτά τα συγκεκριμένα σμαράγδια.

Τα σμαράγδια που έφτασαν στην Ευρώπη χαρακτηρίζονται από χλωμό χρώμα, “ακαθαρσίες” και γενικά κακή εμφάνιση. Ωστόσο, αξίζει να αναφέρουμε ότι επιπλέον ευρήματα έχουν γίνει και σε άλλες τοποθεσίες, και η αναζήτηση αυτών των πολύτιμων λίθων συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Στο σχήμα 10 μπορεί να παρατηρηθεί ένα πρόσφατα εξορυγμένο σμαράγδι.



Σχήμα 10. Άκοπο σμαράγδι από την Αυστραλία (AustralianGovernment, 2023).

2.7 Νορβηγία

Στη νότια περιοχή της Νορβηγίας, σε σημαντική απόσταση βόρεια της πρωτεύουσας Όσλο, βρίσκεται η λίμνη Mjøsa. Κοντά στις ακτές της, υπάρχει ένα κοίτασμα πολύτιμων λίθων αξιόλογης αρχαιότητας, ωστόσο, ελάχιστα γνωστό στην επιστημονική κοινότητα. Το κοίτασμα αυτό αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης πριν από περισσότερο από έναν αιώνα, όταν

ο φυσικός Goldsmith έκανε μια σχετική ανακάλυψη το 1919, εντοπίζοντας την παρουσία βαναδίου στην περιοχή (Rondeau et al. 2008).

Σε γενικές γραμμές, τα πετράδια που βρίσκονται σε αυτήν την περιοχή δεν πληρούν υψηλά πρότυπα ποιότητας. Χαρακτηρίζονται από τη χαμηλή τους διαφάνεια, την ευθραυστότητα και την αξιοσημείωτη περιεκτικότητά τους σε "ακαθαρσίες". Ωστόσο, ξεχωρίζουν για το ελκυστικό τους χρώμα, που τα καθιστά κατάλληλα για τη διαδικασία κοπής cabochon. Αυτοί οι πολύτιμοι λίθοι βρίσκονται σε σχηματισμούς γρανίτη, συγκεκριμένα σε μια περιοχή επαφής με σχιστόλιθο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτοί οι πολύτιμοι λίθοι παρουσιάζουν ένα φάσμα χρωμίου και βαναδίου αξιοσημείωτης έντασης. Ωστόσο, η λεπτομερής ανάλυσή τους ήταν περιορισμένη, καθώς η χρηστική τους αξία είναι σχετικά μικρή από πρακτική άποψη. Σμαράγδια αρκετά διαφανή από τη Νορβηγία παρατηρούνται στο σχήμα 11.



Σχήμα 11. Στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ου αιώνα εξορύσσονταν σημαντικές ποσότητες σμαραγδιού από το Bygd της Νορβηγίας. Όπως υποδεικνύουν αυτοί οι δύο κρύσταλλοι (μήκους 9,6 και 5,5 mm), μέρος του υλικού ήταν αρκετά διαφανές για επικάλυψη. Ευγενική προσφορά του Βασιλικού Μουσείου Οντάριο, Τορόντο. Φωτογραφία από τον Robert Weldon.

2.8 Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, διάφορες τοποθεσίες έχουν αποκαλύψει την παρουσία βηρυλλίου, συμπεριλαμβανομένων κάποιων ευγενών ποικιλιών βηρυλλίου, όπως ο γαλαζοπράσινος μοργκανίτης, και το ηλιόδωρο. Σε όλες αυτές τις περιοχές έχουν καταγραφεί ευρήματα κρυστάλλων σημαντικού μεγέθους και εξαιρετικής ομορφιάς. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η απόκτηση αυθεντικών σμαραγδιών ήταν μια περιορισμένη επιχείρηση όσον αφορά την ποσότητα και τη γεωγραφική εμβέλεια, με τη Βόρεια Καρολίνα να είναι η μόνη πολιτεία που παρείχε σμαράγδια, αν και σε μικρές ποσότητες, (Σχ. 12).

Τέτοια αξιόλογα ευρήματα έχουν ανακαλυφθεί σε πολλές τοποθεσίες, συμπεριλαμβανομένου του Hiddenite, που βρίσκεται στην κομητεία Alexander, και του Shelvey, στην περιοχή της κομητείας Cleveland. Ομοίως, κοιτάσματα έχουν εντοπιστεί στα βουνά Bigcraabtree, στην περιοχή της κομητείας Michel. Από όλες αυτές τις τοποθεσίες, τα σμαράγδια που βρέθηκαν στο Hiddenite, συγκεκριμένα στην πόλη Salem Church, αξίζουν πιο προσεκτική ανάλυση. Αυτοί οι κρύσταλλοι ανακαλύφθηκαν από τον Stephenson το 1875, σε μια τοπική φάρμα. Ήταν ο E. Hidden, όμως, που το 1880, ανακάλυψε ξανά την τοποθεσία που είχε χαθεί, δίνοντας το όνομα της πόλης στο στολίδι που βρέθηκε. Ωστόσο, μετά από ενδελεχή ανάλυση, διαπιστώθηκε ότι αυτές οι πέτρες, κάθε άλλο παρά πρισματικές και σμαραγδένιες ήταν. Αυτό που στην πραγματικότητα ανακαλύφθηκε, ήταν πράσινοι πυρόξενοι, στα οποία δόθηκε η ονομασία Hiddenite.

Ένα χρόνο αργότερα, μια εταιρεία άρχισε να εκμεταλλεύεται το κοίτασμα και το 1882, βρέθηκε μια φλέβα από πηγματίτη που μαζί με τον Hiddenite φιλοξενούσε άλλους κρυστάλλους που μετά από ανάλυση αποδείχτηκε ότι ήταν σμαράγδια. Ωστόσο, παρά το καλό τους χρώμα και το σημαντικό τους μέγεθος, αυτά τα σμαράγδια υπέφεραν από “ακαθαρσίες” και δεν ήταν κατάλληλα για κοπή, όπως μπορεί να παρατηρηθεί στο σχήμα 12. Μόνο ένας περιορισμένος αριθμός από αυτούς θα μπορούσε να σκαλιστεί, παρόλα αυτά αυτοί οι λίθοι έχουν συμβάλει σημαντικά στις ορυκτολογικές συλλογές σε όλο τον κόσμο.



Σχήμα 12. Σμαράγδι από τη Βόρεια Καρολίνα των ΗΠΑ (Betts 2003).

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των σμαραγδιών από τη Βόρεια Καρολίνα είναι η τάση τους να εμφανίζονται ως σχεδόν άχρωμοι κρύσταλλοι στο κέντρο, ενώ περιβάλλονται από μια πράσινη εξωτερική ζώνη. Τα πρίσματα, εξαγωνικής φύσης με επίπεδο φινίρισμα, συχνά παρουσιάζουν ραβδώσεις και μερικές φορές ενσωματώνουν κρυστάλλους μαρμαρυγία στο εσωτερικό τους. Τα σχετικά ορυκτά περιλαμβάνουν ασβεστίτη, μοσχοβίτη, χλωρίτη και σιδηροπυρίτη (Wilson and McKenzie, 1980).

Αντίθετα, τα σμαράγδια που βρίσκονται σε άλλα κοιτάσματα στις Ηνωμένες Πολιτείες τείνουν να είναι κατώτερης ποιότητας, με ανοιχτόχρωμες αποχρώσεις και περιορισμένη ικανότητα κοπής, πάντα συνοδευόμενα από Hiddenite. Αν και τα ορυχεία έχουν γίνει πολλές φορές χώροι εκμετάλλευσης από το 1955, φαίνεται ότι σήμερα βρίσκονται σε κατάσταση εγκατάλειψης.

2.9 Βραζιλία

Από την εποχή της κατάκτησης, Πορτογάλοι εξερευνητές περιηγήθηκαν στο εσωτερικό της Βραζιλίας αναζητώντας πολύτιμα σμαράγδια. Οι πρώτες προσπάθειες έρευνας έγιναν το 16^ο αιώνα, αλλά κατέληξαν σε αποτυχία. Αργότερα, με τις εισβολές που έκανε ο Τουρίνιο στις περιοχές του ποταμού Doce, του El Alto Arassuany και του Jequintinhona, άρχισαν να σκιαγραφούνται πολύτιμες ενδείξεις. Αυτοί οι ποταμοί, που επί του παρόντος φημίζονται για τα κοιτάσματα τουρμαλίνη και αμέθυστου, έγιναν εστίες ενδιαφέροντος.

Στην τρίτη και τελευταία του αποστολή, ο Τουρίνιο ανακάλυψε πέτρες διαφόρων ποικιλιών και χρωμάτων που, κατά την γνώμη του, ήταν σμαράγδια. Ωστόσο, οι προσπάθειές του δεν καρποφόρησαν. Ακολούθησαν περισσότερες ανεπιτυχείς προσπάθειες έως ότου, το 1612, ο Coutinho πέτυχε την σημαντική ανακάλυψη που αναζητούσε βρίσκοντας τελικά σμαράγδια. Ωστόσο, η ακριβής τοποθεσία της ανακάλυψής του παρέμενε άγνωστη. Μόλις το 1674 ο Paes Leme αναγνώρισε τελικά την τοποθεσία και έστειλε δείγματα στην Πορτογαλία, μόνο για να ανακαλύψει ότι ήταν πράσινοι τουρμαλίνες.

Με την πάροδο του χρόνου, πραγματοποιήθηκαν πολλές αποστολές χωρίς επιτυχία, ώσπου, στην πολιτεία Bahia (Σχ.13), επιτεύχθηκε η ανακάλυψη γνήσιων σμαραγδιών, που βρίσκονται ακριβώς στις όχθες του ποταμού Doce. Επιπλέον, εντοπίστηκαν κοιτάσματα στα Itaberal, Ferros και Bon Jesus das Meiras, τα οποία παρείχαν πολλά σμαράγδια που όμως έτειναν να είναι χαμηλότερης αξίας.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα βραζιλιάνικα σμαράγδια βρίσκονται σε σχηματισμούς ασβεστόλιθου με περιεκτικότητα σε χαλαζία. Στην περίπτωση της Bahia, αυτά τα σμαράγδια βρίσκονται σε αλλοιωμένο ασβεστόλιθο στις ψηλές περιοχές των βουνών. Οι κρύσταλλοι παίρνουν τη μορφή εξαγωνικών πρισμάτων με επίπεδες βασικές απολήξεις, που μερικές φορές εμφανίζονται άχρωμοι ή πολύ ανοιχτόχρωμοι. Εξαιτίας των αμφισβητούμενων ιδιοτήτων τους, αυτές οι πέτρες πωλούνται σε σχετικά χαμηλές τιμές. Στις μέρες μας, συνηθίζεται να εφαρμόζεται μια στρώση πράσινου στο κάτω μέρος του κύριου σώματος του λίθου (pavilion) για να τονίσει την απόχρωση του. Όταν αυτές οι πέτρες έφτασαν στην Ευρώπη τη δεκαετία του 1900, αρχικά απορρίφθηκαν για την προσιτή τιμή τους και συχνά αμφισβητήθηκε η γνησιότητά τους. Ο πολλαπλασιασμός αυτών των φθηνών λίθων έχει δημιουργήσει ευρεία δυσπιστία, οδηγώντας στην ανάγκη να εξεταστεί προσεκτικά εάν έχουν βαφτεί και αν κρύβουν εγκλείσματα στο pavilion. Ωστόσο, αυτά τα εγκλείσματα είναι συνήθως γνήσια, με χαρακτηριστικά παρόμοια με άλλες ποικιλίες βηρυλλίου, όπως τα γαλαζοπράσινα και τα πράσινα βηρύλλια (Cassedanne and Cassedanne 1978).



Σχήμα 13. Σμαράγδι από την περιοχή Bahia της Βραζιλίας (Freilich, 2006).

Όσον αφορά τον σχηματισμό κοιτασμάτων σμαραγδιού, οι 8 πρώτες χώρες που αναφέρονται στην έρευνα έχουν παρόμοια προέλευση και χαρακτηριστικά. Με μικρές παραλλαγές, αυτές οι πέτρες βρίσκονται σε ζώνες διείσδυσης πετρωμάτων σχιστόλιθου, πλούσιων σε ορυκτά όπως μαρμαρυγία, βιοτίτη, χλωρίτη και μοσχοβίτη, καθώς και σε πυριγενή πετρώματα, όπως ο γρανίτης ή ο πηγματίτης. Επιπλέον, έχουν κοινά χαρακτηριστικά συγκεκριμένων εγκλεισμάτων, υψηλής πυκνότητας και παρόμοιων δεικτών διάθλασης.

Αντίθετα, η Βραζιλία και η Κολομβία αποτελούν μια δεύτερη ομάδα, στην οποία τα σμαράγδια βρίσκονται σε κοιτάσματα ασβεστόλιθου. Αυτές οι πέτρες παρουσιάζουν διακριτικά χαρακτηριστικά σε σύγκριση με την πρώτη ομάδα και μοιράζονται ομοιότητες μεταξύ τους. Τα εγκλείσματα σε αυτά τα σμαράγδια είναι συνήθως ασβεστίτης, σιδηροπυρίτης, παρισίτης και μερικές φορές τριφασικά εγκλείσματα. Σε αντίθεση με την πρώτη ομάδα, αυτά τα σμαράγδια τείνουν να φθορίζουν, μερικές φορές με αξιοσημείωτη ένταση (Grundmann and Giuliani 2002).

2.10 Κολομβία

Όταν ο Francisco Pizarro και οι συνάδελφοί του κατακτητές έφτασαν στο Περού για αναζήτηση θησαυρού, έμειναν έκπληκτοι όχι μόνο από την αφθονία του χρυσού, αλλά και από τον μεγάλο αριθμό πράσινων λίθων εξαιρετικής ομορφιάς. Η αναζήτηση για σμαράγδια οδήγησε σε αδιάστατους διωγμούς στην περιοχή. Ωστόσο, οι κατακτητές δεν μπόρεσαν να λάβουν ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τις τοποθεσίες. Τελικά, συνειδητοποίησαν ότι δεν βρίσκονταν στο Περού, αλλά βορειότερα, στο μέρος που σήμερα γνωρίζουμε ως Κολομβία. Η πρώτη σημαντική ανακάλυψη σμαραγδιών στην Κολομβία έγινε στο Chivor. Η ανακάλυψη ξεκίνησε όταν κάποιος ντόπιος ανέφερε τα βουνά του «Somondoco», που αναφέρονταν στον θεό των πράσινων λίθων.

Από τη στιγμή που οι Ισπανοί ανακάλυψαν τα ορυχεία Chivor το 1537, άρχισε η εκμετάλλευση των σμαραγδιών. Η περιοχή ευημερούσε με αποτέλεσμα να γίνουν σημαντικά έργα, όπως η κατασκευή υδραγωγείου μέσω της Mendoza για να φέρει νερό στα ορυχεία. Ωστόσο, με την πάροδο του χρόνου, το ορυχείο εγκαταλείφθηκε έως ότου, το 1896, ο Restrepo ίδρυσε μια εταιρεία και ξανάρχισε την εκμετάλλευση, η οποία έκτοτε εκτελείται εναλλάξ από Ισπανούς, Αμερικανούς και Γερμανούς.

Σε μία απόσταση 250 χλμ. από το Chivor, ο Juan de Penagos ανακάλυψε τα ορυχεία Muzo και Coscuez το 1564. Ο βασιλιάς ενημερώθηκε για την ύπαρξη μεγάλων σμαραγδιωρυχείων και δημιουργήθηκε εταιρεία για την εκμετάλλευση τους. Τους επόμενους τέσσερις αιώνες η εκμετάλλευση των ορυχείων εναλλασσόταν μεταξύ βασιλικών, ιδιωτικών και κυβερνητικών εταιριών, καθώς τα σμαράγδια άρχισαν να ρέουν προς τη Μπογκοτά και, αργότερα, στη Μαδρίτη, αν και οι αποστολές συχνά έφταναν μειωμένες λόγω προβλημάτων και καθυστερήσεων. Το 1865, ο Gustavo Lehman εξόρυξε μια σημαντική ποσότητα σμαραγδιών σε σύντομο χρονικό διάστημα. Το 1967 η κολομβιανή κυβέρνηση δημιούργησε την Colombian Mines Company, η οποία είναι υπεύθυνη για την έρευνα, την εκμετάλλευση, τη διαχείριση και την εμπορία των σμαραγδιών τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο μέχρι και σήμερα (MinisteriodeMinasyEnergíadeColombia 1988).

Τα κολομβιανά ορυχεία σμαραγδιών διακρίνονται για τη γεωλογική και ορυκτολογική τους ποικιλότητα. Στο Chivor, οι κρύσταλλοι βρίσκονται σε γεώδες βήρυλλου, παρουσιάζοντας μια πράσινη και μερικές φορές γαλαζωπή μορφολογία. Στο Muzo και το Coscuez, τα σμαράγδια συνδέονται με βηρύλλους, σιδηροπυρίτες, ασβεσίτες, χαλαζία και δολομίτες, καθώς και με το σπάνιο ορυκτό που είναι γνωστό ως παρισίτης. Ένα βασικό χαρακτηριστικό των σμαραγδιών της Κολομβίας είναι η περιεκτικότητά τους σε νερό η

οποία είναι χαμηλότερη ή ίση με φυσικά σμαράγδια άλλης προέλευσης. Χαμηλότερα είναι τα ποσοστά σε νάτριο και μαγνήσιο (0,6% και 0,7% αντίστοιχα) σε σύγκριση με πρόσφατα ευρήματα από την Αφρική, ενώ υψηλότερα είναι τα ποσοστά του βαναδίου, χρωμίου και σιδήρου. Οι κρυσταλλικές μορφές που παρατηρούνται πιο συχνά στα σμαράγδια της Κολομβίας είναι τα εξαγωνικά πρίσματα πρώτης και δεύτερης τάξης με επίπεδες ακραίες όψεις (βασικό πινακοειδές) και η τροποποίησή τους με μικρές πυραμιδικές όψεις. Είναι σίγουρα πιο σπάνιο να βρεθεί το διεξαγωνικό πρίσμα, η διεξαγωνική διπυραμίδα και συνδυασμοί κρυσταλλικών μορφών με ακόμη περισσότερες όψεις.

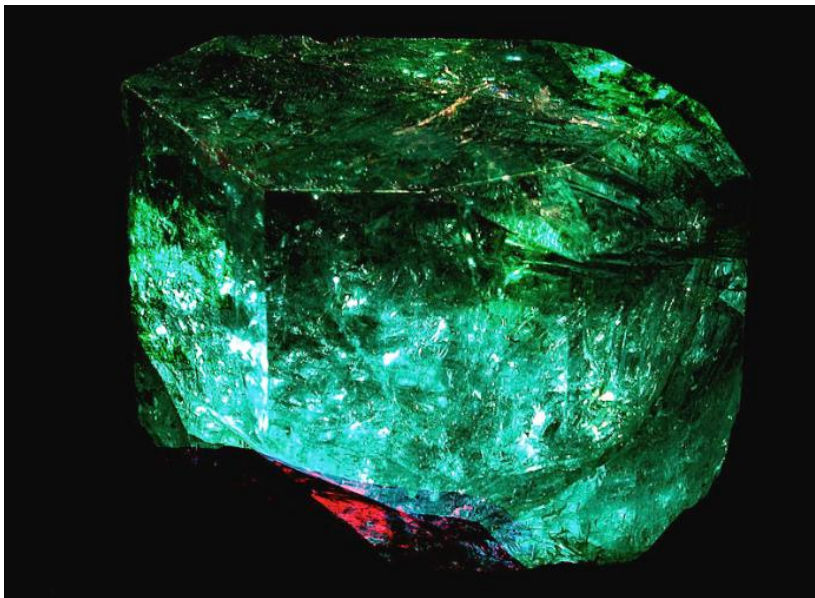
Το κοβάλτιο και ο χαλκός φαίνεται να απουσιάζουν από τα σμαράγδια της Κολομβίας, ενώ η περιεκτικότητά τους σε σίδηρο και σε ίχνη μαγγανίου και νικελίου δεν έχει χρωματική επίδραση στο φάσμα παρουσία χρωμίου και βαναδίου. Ο διχρωμισμός είναι αδύναμος στην πλειονότητα αυτών των λίθων. Επίσης, ο κορεσμός του χρώματος μπορεί να ποικίλλει σημαντικά από το ένα κολομβιανό σμαράγδι στο άλλο. Εκτός από αυτό, η κατανομή χρώματος μέσα σε έναν μόνο κρύσταλλο μπορεί να είναι ακραία σε τέτοιο βαθμό ώστε μια άχρωμη ζώνη να βρίσκεται δίπλα σε ένα κορεσμένο πράσινο.

Χρωματικά, τα σμαράγδια από τα διάφορα ορυχεία της Κολομβίας δεν μπορούν να διακριθούν (Σχ. 14), ίσως με εξαίρεση αυτά από το ορυχείο της Gachalá. Αυτά τείνουν να είναι πιο χλωμά και λίγο πιο γαλαζοπράσινα από άλλα σμαράγδια της Κολομβίας. Τα χημικά δεδομένα των σμαραγδιών Gachalá είναι σπάνια. Η πιο πρόσφατη ανάλυση, όμως, δείχνει ότι αυτό το χρώμα δεν προκαλείται από υψηλότερη περιεκτικότητα σε σίδηρο αλλά από χαμηλότερες συγκεντρώσεις χρωμίου και βαναδίου. Ο σίδηρος είναι επίσης πολύ χαμηλότερος από τον μέσο όρο της Κολομβίας, (Bosshart 1991).

Σε αυτήν την εργασία θεωρήθηκε σημαντικό να συμπεριληφθεί ένα από τα πιο πολύτιμα και διάσημα σμαράγδια στον κόσμο που βρέθηκε το 1967 στην Gachalá (Σχ.15), το οποίο σήμερα βρίσκεται στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπου δωρήθηκε στο Ίδρυμα Smithsonian από την πόλη της Νέας Υόρκης (Pollart, 2020).



Σχήμα 14. Αυτό το σμαράγδι σε απατίτη είναι από το Chivor. Φωτογραφία από τον Robert Weldon/GIA.



Σχήμα 15. Σμαράγδι Gachalá. Φωτογραφία από τον Pollart (2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εξόρυξη Σμαραγδιών:

3.1 Γεωλογική Έρευνα:

Η διαδικασία αναφέρεται στον εντοπισμό των κοιτασμάτων και ξεκινά με γεωλογική έρευνα. Γεωλόγοι και ειδικοί γεωλογίας διεξάγουν γεωφυσικές και γεωχημικές μελέτες για να εντοπίσουν πολλά υποσχόμενες περιοχές που μπορεί να φιλοξενούν κοιτάσματα σμαραγδιού. Αυτή η ερευνητική φάση είναι κρίσιμη και συχνά περιλαμβάνει τη χρήση προηγμένης τεχνολογίας, όπως η τηλεπισκόπηση και η γεωλογική χαρτογράφηση.

3.2 Μέθοδοι εξόρυξης:

Αφού εντοπιστούν πιθανές περιοχές, επιλέγεται η κατάλληλη μέθοδος εξόρυξης. Οι δύο κύριες προσεγγίσεις είναι η ανοιχτή εξόρυξη και η υπόγεια εξόρυξη. Η επιλογή εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η γεωγραφική θέση, η προσβασιμότητα και η γεωλογία της περιοχής. Η υπόγεια εξόρυξη, αν και πιο ακριβή και επικίνδυνη, είναι μερικές φορές απαραίτητη για την πρόσβαση σε βαθιά κοιτάσματα.

3.3 Αρχική επεξεργασία:

Μετά την εξαγωγή, η πρώτη ύλη υφίσταται μια αρχική διαδικασία επεξεργασίας. Αυτό περιλαμβάνει τη σύνθλιψη του μεταλλεύματος, το κοσκίνισμα και το πλύσιμο για να διαχωριστούν τα σμαράγδια από το μητρικό πέτρωμα και άλλα ορυκτά. Αυτό το βήμα είναι απαραίτητο για την προετοιμασία των λίθων για τη μετέπειτα κοπή.

3.4 Αρχική ταξινόμηση:

Τα φρεσκοκομμένα σμαράγδια υφίστανται μια αρχική ταξινόμηση σύμφωνα με κριτήρια ποιότητας, μεγέθους, σχήματος και χρώματος. Οι γεωλογικές ποιοτικές πέτρες αναγνωρίζονται και διαχωρίζονται από τις άλλες μέσω τεχνικό-επιστημονικών εργασιών. Αυτή η φάση απαιτεί έμπειρο μάτι και στέρεη γνώση της γεωλογίας, ενώ κάποιες φορές χρησιμοποιείται και η φωτογράφιση ως μέσο καταχώρησης των πετραδιών.

3.5 Αρχική κοπή:

Μετά την ταξινόμηση, τα σμαράγδια υφίστανται μια προκαταρκτική κοπή. Σε αυτό το στάδιο δίνεται στις πέτρες βασικό σχήμα και αφαιρούνται οι επιφανειακές ατέλειες. Αυτό προετοιμάζει τα σμαράγδια για την ίδια τη διαδικασία κοπής.

3.6 Prelapped και Lapped:

Το pre-lapping είναι μια φάση κατά την οποία γίνεται εξάλειψη ανεπιθύμητων μερών με τη χρήση λειαντικών, τα σμαράγδια διαμορφώνονται με ακρίβεια και βελτιώνεται η διαύγειά τους. Στη συνέχεια, οι πέτρες περνούν από τη διαδικασία περιτύλιξης, η οποία περιλαμβάνει

ακριβή διαμόρφωση πτυχών με βάση τη γεωλογική μελέτη χρησιμοποιώντας τροχούς κοπής και λειαντικά. Η κοπή είναι μία εξαιρετικά εξειδικευμένη διαδικασία που πραγματοποιείται με μεγάλη ακρίβεια για να τονίσει την ομορφιά των σμαραγδιών και να μεγιστοποιήσει τη λάμψη τους.

3.7 Γυάλισμα:

Μετά την κοπή, τα σμαράγδια υποβάλλονται σε διαδικασία γυαλίσματος για να αποκτήσουν μια λεία και γυαλιστερή επιφάνεια. Χρησιμοποιούνται εξειδικευμένα στιλβωτικά εργαλεία και τροχοί, που απαιτούν δεξιότητες και εμπειρία.

3.8 Τελική κοπή:

Σε αυτό το στάδιο γίνεται το τελικό κόψιμο των σμαραγδιών για να τους δώσει το τελικό τους σχήμα. Τα εξειδικευμένα lapidaries εργάζονται προσεκτικά για να επιτύχουν το επιθυμητό σχήμα, είτε είναι σμαραγδί, οβάλ, αχλάδι ή άλλα στυλ κοπής.

3.9 Επιθεώρηση και καθαρισμός:

Τα σμαράγδια με πέτρα υποβάλλονται σε εκτενή έλεγχο για να διασφαλιστεί ότι δεν έχουν ελαττώματα και πληρούν τα πρότυπα ποιότητας. Ταξινομούνται, κυρίως, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες, τα χαρακτηριστικά και το βάρος τους. Επιπλέον, εκτελείται σχολαστικός καθαρισμός για να αφαιρεθούν τυχόν υπολείμματα ή γυαλιστικό.

3.10 Πιστοποίηση:

Μπορεί να γίνει μία πρώτη αξιολόγηση για τον καθορισμό της τελικής τιμής του σμαραγδιού αλλά τα σμαράγδια υψηλής ποιότητας συχνά αποστέλλονται σε ανεξάρτητα γεωλογικά εργαστήρια για πιστοποίηση. Τα εργαστήρια αυτά αξιολογούν την ποιότητα, τη γνησιότητα και τα χαρακτηριστικά των λίθων, εκδίδοντας αναλυτικές αναφορές που υποστηρίζουν την ποιότητά τους.

Αυτή η ολοκληρωμένη διαδικασία εξόρυξης και κοπής σμαραγδιών αντιπροσωπεύει έναν συνδυασμό επιστημονικής γνώσης, χειροτεχνικών δεξιοτήτων και τεχνολογίας αιχμής, με αποτέλεσμα τη δημιουργία εξάισιων κοσμημάτων που γοητεύουν την ανθρωπότητα για αιώνες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η σημασία των σμαραγδιών στην παγκόσμια οικονομία και εμπόριο.

Τα σμαράγδια, με την αδιαμφισβήτητη πράσινη λάμψη τους, έχουν αιχμαλωτίσει τη φαντασία της ανθρωπότητας σε όλη την ιστορία. Αυτοί οι πολύτιμοι λίθοι δεν εκτιμώνται μόνο για την ομορφιά τους, αλλά παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια οικονομία και το εμπόριο.

Οι χώρες που φιλοξενούν σημαντικά κοιτάσματα σμαραγδιών έχουν βιώσει σημαντικό οικονομικό αντίκτυπο χάρη στην εκμετάλλευση και την εξαγωγή αυτών των πολύτιμων λίθων. Παρακάτω είναι μερικοί τρόποι με τους οποίους τα σμαράγδια συμβάλλουν στις οικονομίες τους.

4.1 Σημαντική Παραγωγή Εισοδήματος

Η εξόρυξη και το εμπόριο σμαραγδιού αντιπροσωπεύουν ζωτική πηγή εισοδήματος για τις χώρες παραγωγής. Οι εξαγωγές αυτών των πολύτιμων λίθων αποφέρουν σημαντικά κέρδη σε ξένο νόμισμα, ενισχύοντας την οικονομική ανάπτυξη.

4.2 Δημιουργία θέσεων εργασίας και βελτιωμένη ποιότητα ζωής

Η βιομηχανία σμαραγδιών απασχολεί χιλιάδες ανθρώπους σε όλο τον κόσμο, από ανθρακωρύχους και γεωλόγους μέχρι κοπτήρες και εμπόρους. Αυτό όχι μόνο παρέχει ευκαιρίες απασχόλησης αλλά συμβάλλει επίσης στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των τοπικών κοινωνιών ενισχύοντας την ανάπτυξη υποδομών και βασικών υπηρεσιών.

4.3 Ανάπτυξη υποδομών

Οι επενδύσεις στην εξόρυξη και την εξαγωγή σμαραγδιού συχνά συνεπάγονται την ανάπτυξη υποδομών σε προηγούμενως απομακρυσμένες περιοχές. Αυτό περιλαμβάνει την κατασκευή δρόμων, εγκαταστάσεων επεξεργασίας και βασικών υπηρεσιών, που βελτιώνει τη συνολική υποδομή και ωφελεί τις τοπικές κοινωνίες.

4.4 Προώθηση του τουρισμού

Οι πλούσιες σε σμαράγδια περιοχές συχνά προσελκύουν τουρίστες και αγοραστές από όλο τον κόσμο, δημιουργώντας μια πρόσθετη ροή εισοδήματος μέσω του τουρισμού που σχετίζεται με τους πολύτιμους λίθους. Αυτοί οι επισκέπτες συμβάλλουν στο τοπικό εμπόριο και στον τουριστικό τομέα.

Τα σμαράγδια είναι ένα εμπόρευμα ευρέως διαπραγματεύσιμο σε όλο τον κόσμο, το οποίο περιλαμβάνει ένα πολύπλοκο δίκτυο παραγωγών, εμπόρων, κοπτικών και λιανοπωλητών. Οι βασικές πτυχές του διεθνούς εμπορίου σμαραγδιού είναι οι εξής:

4.5 Κύρια εμπορικά κέντρα

Πόλεις όπως η Μπογκοτά, η Γενεύη και η Νέα Υόρκη έχουν καθιερωθεί ως σμαραγδένια εμπορικά κέντρα. Σε αυτά τα μέρη, έμποροι συγκεντρώνονται για να αγοράσουν, να πουλήσουν και να διαπραγματευτούν αυτά τα πετράδια.

4.6 Αποτίμηση και Προσφορά

Η αξία ενός σμαραγδιού βασίζεται σε μια σειρά χαρακτηριστικών όπως η ποιότητα, το χρώμα, το μέγεθος, το βάρος, η καθαρότητα και η προέλευσή του. Τα σμαράγδια υψηλής ποιότητας και έντονου χρώματος έχουν συχνά μεγαλύτερη αξία στην αγορά. Η αποτίμηση και η τιμολόγηση των σμαραγδιών είναι μια πολύπλοκη πρακτική που απαιτεί ενδελεχή αξιολόγηση αυτών των χαρακτηριστικών.

4.7 Διαδικτυακή αγορά

Η ψηφιακή εποχή δημιούργησε μια διαδικτυακή αγορά για σμαράγδια. Αν και αυτό έχει επεκτείνει τις επιχειρηματικές ευκαιρίες, έχει επίσης θέσει προκλήσεις όσον αφορά τον έλεγχο ταυτότητας και την αξιοπιστία.

4.8 Κανονισμός και Δεοντολογία

Δεδομένης της οικονομικής σημασίας της, η βιομηχανία σμαραγδιού έχει αποτελέσει αντικείμενο αυξανόμενης προσοχής όσον αφορά τη ρύθμιση και την ηθική. Πρωτοβουλίες όπως η διαδικασία Kimberley για τα διαμάντια επιδιώκουν να διασφαλίσουν ότι τα σμαράγδια εξορύσσονται και ανταλλάσσονται ηθικά και νόμιμα, αποφεύγοντας το παράνομο εμπόριο πολύτιμων λίθων (blood-conflict diamonds).

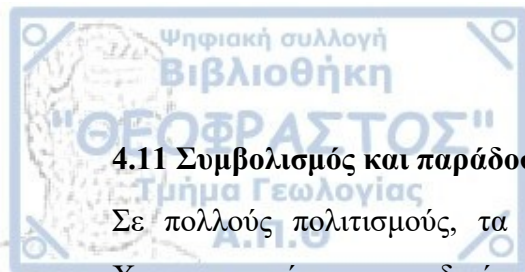
Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν τη ζήτηση για σμαράγδια στην παγκόσμια αγορά, όπως:

4.9 Μόδα και τάσεις στα κοσμήματα

Οι τάσεις στη μόδα και το σχεδιασμό κοσμημάτων μπορούν να επηρεάσουν τη ζήτηση για σμαράγδια. Όταν διάσημοι σχεδιαστές ενσωματώνουν αυτά τα πετράδια στις δημιουργίες τους, η απήχυσή τους στους αγοραστές αυξάνεται.

4.10 Επένδυση και ασφαλές καταφύγιο

Τα σμαράγδια, ειδικά εκείνα υψηλής ποιότητας και σπανιότητας, θεωρούνται συχνά ασφαλείς επενδύσεις. Οι επενδυτές αναζητούν καταφύγιο σε αυτά τα σμαράγδια σε περιόδους οικονομικής αστάθειας.

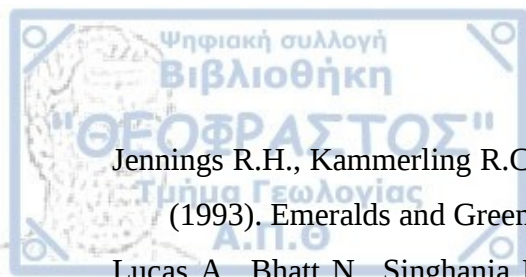


4.11 Συμβολισμός και παράδοση

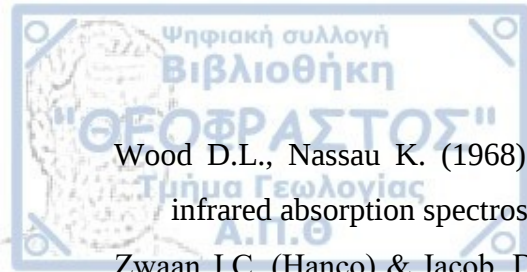
Σε πολλούς πολιτισμούς, τα σμαράγδια έχουν συμβολική και παραδοσιακή σημασία. Χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιστάσεις, όπως αρραβώνες και επετείους, γεγονός που αυξάνει τη ζήτηση λόγω της συναισθηματικής και πολιτιστικής τους φόρτισης.



- Australian mineral fact, emerald. Australian Government, Geoscience Australia, 2023.
- Betts J. (2003). Fine Minerals, New York, NY.
- Bosshart G. (1991) Emeralds from Colombia (Part 2). Journal of Gemmology, Vol. 22, No. 7, pp. 409-425.
- Brunning A. (2022). Mohs Hardness Scale. Compound Interest.
<https://www.compoundchem.com/2022/11/28/mohs-hardness-scale/>
- Cairncross B., Dixon R. (1995). Minerals of South Africa. The Geological Society of South Africa.
- Cassedanne J.P., Cassedanne J.O. (1978): Famous mineral localities: The Brumado district, Bahia, Brazil. Mineralogical Record 9: 196-205
- Freilich J. (2006). The magnificent mineral collection of Joseph Freilich, New York.
- Fritsch E., Moon M., Wu T.S.-T., Liu Y., Park J.S. (1998) New Asian synthetic emeralds: Hydrothermal synthetic emeralds from China, anhydrous dissolution synthetic emeralds from Korea and Taiwan.
- Gavrilenko E., Giuliani G., Popov M., France-Lanord C. (2001) Emeralds of the Ural Mountains (Russia) geology, fluid inclusions and oxygen isotopes. International Gemmological Conference, 28., Madrid (ESP), 2001/10/08-11
- GIA (Gemological Institute of America). (2009). Enhancing Emeralds: An Update on Composite Gems. Gems & Gemology, 45(1), 65-66.
- Giuliani G., Groat L.A., Marshall, D., Fallick A.E. (2019) Emerald Deposits: A review and enhanced classification. Minerals: 9(2): 105. <https://doi.org/10.3390/min9020105>
- Giuliani G., Slack, J. F. (1997). The composition and origin of emerald: A review. Ore Geology Reviews, 12(1), 1-16.
- Glover T. J. (2010). Pocket Ref (4th ed.). Sequoia Publishing.
- Govt. nod for auction of emerald mines in Jharkhand's Ghatshila. Jharkhand Mirror, 2021.
[https://www.jharkhandmirror.net/govt-nod-for-auction-of-emerald-mines-in-\(jharkhand-ghatshila/](https://www.jharkhandmirror.net/govt-nod-for-auction-of-emerald-mines-in-(jharkhand-ghatshila/)
- Grundmann G., Giuliani G. (2002) Emeralds of the world. In G. Giuliani et al., Eds., Emeralds of the World, extraLapis English No. 2, pp. 24-35.
- Grundmann G., Morteani G. (1989) Emerald mineralization during regional metamorphism. The Habachtal (Austria) and Leydsdorp (Transvaal, South Africa) deposits.



- Jennings R.H., Kammerling R.C., Kovaltchouk A., Calderon G.P., El Baz M.K., Koivula, J.I. (1993). Emeralds and Green Beryls of Upper Egypt. *Gems & Gemology*, 29(2), 100-115.
- Lucas A., Bhatt N., Singhania M., Sachdeva K., Hsu T., & Padua P. (2016). Jaipur, India: The Emerald Cutting and Trading Powerhouse. Gemological Institute of America Inc.
- Lum J.E. (2017) A mineralogical and geochemical characterization of beryl from Southern Africa. Ph.D. thesis. University of Johannesburg, South Africa.
- Ministerio de Minas y Energía (1988). La esmeralda. República de Colombia.
- Moroz I., Roth M., Boudeulle M., & Panczer G. (2000). Raman microspectroscopy and fluorescence of emeralds from various deposits. *Journal of Raman Spectroscopy*, 31, 485-490.
- Mustafa M. (2022). Recent study reveals remnants of emerald mines in Egypt's eastern desert. *EgyptToday*.
<https://www.egypttoday.com/Article/4/113574/Recent-study-reveals-remnants-of-emerald-mines-in-Egypt-s>
- Pollart T. (2020) Gachala emerald. Smithsonian Institution by the New York City.
<https://pixels.com/featured/gachala-emerald-thomas-pollart.html>
- Qin L-J., Yu X-Y., Guo H-S. (2022). Fluid Inclusion and Chemical Composition Characteristics of Emeralds from Rajasthan Area, India. *Minerals*, 12(5), 641.
<https://doi.org/10.3390/min12050641>
- Rondeau B., Fritsch E., Peucat J-J., Nordrum F.S., & Groat L. (2008). Characterization of Emeralds from a Historical Deposit: Byrud (Eidsvoll), Norway. *Gems & Gemology*.
- Schmetzer K. (2022). History of Emerald Mining in the Habachtal Deposit of Austria, Part II. Gemological Institute of America Inc. GIA.
- Shaw I., Bunbury J., & Jameson R. (1999). Emerald mining in Roman and Byzantine Egypt. *Journal of Roman Archaeology*, 12(1), 203-216.
- The Natural Emerald Company. Emerald Mining in Zimbabwe. Showroom and Workshop, New York.
- Thomas R., Davidson P., Rericha A. (2020): Emerald from the Habachtal: new observations. *-Mineralogy and Petrology*, 114 161-173.
- Ward K. (2022). Tucson Mineral Showroom. The Mineral Gallery, Inc.
- Weinrich D. (2021). Auction Specimens. Weinrich Minerals.
- Wilson W.F., McKenzie B.J. (1980) Mineral Collecting Sites in North Carolina



Wood D.L., Nassau K. (1968) The characterization of beryl and emerald by visible and infrared absorption spectroscopy. American Mineralogist, Vol. 53, pp. 777-800.

Zwaan J.C. (Hanco) & Jacob, Dorrit & Häger, Tobias & Neto, Mario & Kanis, Jan. (2012). Emeralds From the Fazenda Bonfim Region, Rio Grande do Norte, Brazil. Gems and Gemology. 48. 2-17. 10.5741/GEMS.48.1.2.