



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ (ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ,  
ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ, ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ)

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χαρακτηριστικές μεταλλευτικές και μεταλλουργικές  
καινοτομίες κατά την Αναγέννηση, με έμφαση στην  
συμβολή του Agricola

Παπαδόπουλος Κωνσταντίνος



## ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Μανούτσογλου Εμμανουήλ, Καθηγητής (Επιβλέπων)  
Κομνίτσας Κωνσταντίνος, Καθηγητής  
Λάζος Ηλίας, Διδάκτορας Γεωλόγος (Επιστημονικός Συνεργάτης)

Χανιά, Φεβρουάριος 2023

Η έγκριση της παρούσας διπλωματικής εργασίας από το Πολυτεχνείο Κρήτης, δεν  
σημαίνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Νόμος 5343/1932, άρθρο 202)

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ολοκληρώνοντας τον κύκλο των προπτυχιακών μου σπουδών καθώς και της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με στήριξαν και με καθοδήγησαν στα φοιτητικά μου χρόνια.

Θα ήθελα να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στον καθηγητή της Σχολής Μηχανικών Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης κύριο Μανούτσογλου Εμμανουήλ, ο οποίος ως επιβλέπων καθηγητής με την πολύτιμη καθοδήγηση, την βοήθειά του αλλά και την υπομονή του, συνέβαλε τα μέγιστα από την αρχή της συνεργασίας μας έως και την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Επιπλέον, οφείλω να ευχαριστήσω τον Δρ. Λάζο Ηλία επιστημονικό συνεργάτη στη Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων για τη πολύτιμη συνεργασία στην επίβλεψη, την διόρθωση, την μορφοποίηση όσο και για τη συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή.

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή της Σχολής Μηχανικών Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης κύριο Κομνίτσα Κωνσταντίνο για τα εποικοδομητικά του σχόλια και την συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή.

Τέλος, στις ευχαριστίες μου θα πρέπει φυσικά να συμπεριλάβω την οικογένειά μου για την συμπαράσταση και την στήριξη τους, όχι μόνο οικονομικά αλλά και ηθικά καθ' όλη τη διάρκεια των ακαδημαϊκών σπουδών μου.

# **Χαρακτηριστικές μεταλλευτικές και μεταλλουργικές καινοτομίες κατά την Αναγέννηση, με έμφαση στην συμβολή του Agricola**

## **Περίληψη**

Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει την εξελικτική πορεία της μεταλλευτικής και της μεταλλουργίας κατά τη διάρκεια της Αναγέννησης, με ιδιαίτερη έμφαση στον «Πατέρα της μεταλλευτικής και της ορυκτολογίας» Georgius Agricola και στον καθοριστικό ρόλο του στην ανάδειξη και καθιέρωσή τους σε επιστημονικό επίπεδο. Όσες αναφορές υπάρχουν στην ελληνική βιβλιογραφία έως σήμερα στο έργο και στη συμβολή του, είναι αποσπασματικές και σχετικά επιφανειακές. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει κάποιες από τις πιο σημαντικές πτυχές του έργου του, οι οποίες θεωρούνται καινοτόμες για την εποχή τους.

Μέχρι την εποχή του Agricola, το έργο του Πλίνιου του Πρεσβύτερου «*Historia Naturalis*» ήταν η κύρια πηγή πληροφοριών για τα μέταλλα και τις τεχνικές εξόρυξής τους. Ο Agricola αναγνώρισε το χρέος που όφειλε σε αρχαίους συγγραφείς, όπως ο Πλίνιος και ο Θεόφραστος και έκανε πολλές αναφορές στα έργα αυτά. Ο ίδιος όμως ήταν επίσης αυτός που επεξήγησε πώς εμφανίζονται οι φλέβες μεταλλευμάτων μέσα και πάνω στο έδαφος. Περιέγραψε την αναζήτηση των μεταλλοφόρων φλεβών και την λεπτομερή αποτύπωση, καθώς και την έκπλυση των μεταλλευμάτων για τη συλλογή των βαρύτερων πολύτιμων μεταλλικών στοιχείων, όπως ο χρυσός και ο κασσίτερος.

Το έργο του είναι μια συστηματική, εικονογραφημένη πραγματεία για την μεταλλευτική και την μεταλλουργία. Περιγράφει διαδικασίες εξόρυξης μεταλλευμάτων και διαχωρισμού των μετάλλων από το μετάλλευμα. Ήταν πράγματι από τους πρώτους που χρησιμοποίησε τον παραγωγικό συλλογισμό σε αντιδιαστολή με την αυθεντία ορισμένων μελετητών, και την παρατήρηση σε αντίθεση με την εικασία, θέτοντας με τον τρόπο αυτό τις βάσεις για τη Γεωλογία και την Μεταλλευτική ως επιστήμες.

Το «De Re Metallica» (Περί της φύσης των μετάλλων) - 1556 είναι το πιο γνωστό έργο του Agricola και αποτελεί ορόσημο καθώς θεωρείται θεμελιώδες για την Μεταλλευτική και τις Γεωεπιστήμες. Το έργο δημιουργήθηκε σε μια εποχή η οποία χαρακτηρίστηκε από ιστορικές αλλαγές στη θρησκευτική σκέψη, καθώς και στο κοινωνικό και οικονομικό περιβάλλον.

Για περίπου δύο αιώνες το έργο του αποτέλεσε το βασικό εγχειρίδιο και οδηγό για τους μεταλλωρύχους και τους μεταλλουργούς. Αξίζει, επίσης να σημειωθεί ότι το «De Re Metallica» εκδόθηκε δέκα φορές σε τρεις γλώσσες, σε μια εποχή όπου η εκτύπωση τέτοιου όγκου δεν ήταν συνηθισμένο εγχείρημα.

# **Typical mining and metallurgical innovations during the Renaissance with an emphasis on the contribution of Agricola**

## **Abstract**

This dissertation presents the evolution of metallurgy and mining during the Renaissance with special emphasis on the 'Father of mineralogy' Georgius Agricola, and his decisive role in their emergence and establishment at a scientific level. What references there are to date to Agricola's work and contribution are fragmentary and relatively superficial. This paper aims to highlight some of the most critical aspects of Agricola's work, considered innovative for their time.

By the time of Agricola, Pliny the Elder's work "Historia Naturalis" was the primary source of information on metals and mining techniques. Agricola acknowledged his gratitude to ancient authors, such as Pliny and Theophrastus, and made numerous references to their works. Agricola described and illustrated how ore veins occur in and on the ground. He described prospecting for ore veins, surveying in detail, and washing the ores to collect the heavier valuable minerals, such as gold and tin.

His work is a systematic, illustrated treatise on mining and metallurgy. It shows processes to extract ores from the ground and metals from ore. He was one of the first to use reasoning over authority and observation over speculation, thus laying the foundations for Geology as a science.

'De Re Metallica' (On the Nature of Metals) - 1556 is Agricola's best-known work and a milestone as it is considered fundamental to the Geosciences. The work was created in an era of momentous changes in religious thinking and the social and economic environment.

For almost two centuries, Agricola's work served as a text-book and guide to miners and metallurgists. It is also worth noting that it was published ten times in three languages at a period when printing in such volumes was very unusual.

## Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη .....	i
Abstract .....	iii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	viii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	5
1.1 Georgius Agricola – Σύντομη βιογραφική επισκόπηση.....	5
1.2 «De Re Metallica» - Ένα πρωτοποριακό έργο, αυθεντία για περίπου δύο αιώνες.....	8
1.3 Παρατήρηση ως πηγή γνώσης - Εικονογράφηση και τεχνικό λεξιλόγιο .....	11
1.4 Αναγεννησιακός ανθρωπισμός (Ουμανισμός) - Εξερεύνηση των ανθρωπιστικών τάσεων του Agricola .....	14
1.5 Αριστοτέλης, Αλβέρτος ο Μέγας και Παράκελσος - Η πνευματική κληρονομία του Agricola.....	15
1.5.1 Η συμβολή του Αλβέρτου Μέγα στην μεταλλευτική και την μεταλλουργία .....	15
1.5.2 Η επιρροή του Παράκελσου στον Agricola.....	18
1.5.3 Η αφοσίωση στον Αριστοτέλη.....	20
1.5.4 Η εσκεμμένη αναφορά στον Οράτιο.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	24
2.1 Τεχνικές εξόρυξης στην πρώιμη εποχή.....	24
2.1.1 Αρχαίοι χρόνοι .....	24
2.1.2 Ελληνιστική περίοδος.....	24
2.1.3 Ρωμαϊκή περίοδος - Εξορυκτική δραστηριότητα .....	25
2.2 Επεξεργασία και εξευγενισμός.....	30
2.2.1 Μεταλλουργία.....	30
2.2.2 Προκαταρκτική επεξεργασία .....	30
2.2.3 Εξευγενισμός .....	31



2.2.4	Κλιβανισμός.....	31
2.3	Μεσαιωνική περίοδος .....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....		37
3.1	Η θεωρία των ορυκτών εκλύσεων για τη μεταλλογένεση στην πρώιμη επιστήμη των ορυκτών.....	37
3.1.1	Η θεωρία του Αριστοτέλη.....	37
3.2	Η θεωρία της έκλυσης ορυκτών .....	39
3.3	Ατμοί ορυκτών και ορυκτή μορφή.....	42
3.4	Η μεταγενέστερη ιστορία της μεταλλογένεσης.....	43
3.4.1	Πρώιμες θεωρίες γένεσης ορυκτών από υδάτινο περιβάλλον .....	47
3.5	Ταξινόμηση των ορυκτών .....	51
3.5.1	Ορυκτολογική ταξινόμηση με βάση τις φυσικές ιδιότητες .....	52
3.5.2	Ορυκτολογική ταξινόμηση με βάση τις φυσικές και χημικές ιδιότητες .....	52
3.6	Μετάβαση στην εποχή της σύγχρονης ορυκτολογικής χαρτογράφησης .....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....		57
4.1	Εισαγωγή στην Αναγέννηση .....	57
4.2	Η κληρονομία του «De Re Metallica» .....	58
4.3	Η περιγραφή του Agricola για τη διαδικασία τήξης και προσδιορισμού .....	61
4.4	Το έργο του Vannoccio Biringuccio «Pirotechnia» .....	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....		65
5.1	Μεταλλευτική.....	65
5.2	Η ξεχωριστή σημασία των μετάλλων .....	70
5.3	Τεχνολογία και μηχανήματα εξόρυξης .....	73
5.3.1	Αντλία αλυσίδας κάδων .....	73
5.3.2	Αντλία νερού μέσω σφαιρών .....	74
5.3.3	Εμβολοφόρες Αντλίες.....	75
5.3.4	Ένα νέο μηχάνημα αποστράγγισης νερού .....	77

5.4	Η ιεραρχική οργάνωση του μεταλλείου .....	79
5.5	Τεχνίτες, Αριστοτέλης και σαφήνεια: Μια αξιολόγηση της σχέσης του Agricola με τους μεταλλωρύχους .....	83
5.5.1	Η μεταλλευτική τέχνη ως συνδυασμός χειρωνακτικής εργασίας και ευφυΐας	83
5.5.2	Οι Μεταλλωρύχοι ως σχολαστικοί τεχνίτες με ευρύ πεδίο γνώσεων....	84
5.5.3	Οι Μεταλλωρύχοι ως καινοτόμοι εφευρέτες .....	85
5.6	Οι Μεταλλωρύχοι ως συμμετέχοντες στη ζώνη συναλλαγών .....	89
5.7	Ο Agricola για το εργασιακό καθεστώς, την ασφάλεια και τις σχετιζόμενες ασθένειες .....	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 .....		95
6.1	Μεταλλωρύχοι, μυστικότητα και προστασία: Η ιεραρχία της γνώσης του Agricola.....	95
6.2	Ο Agricola προσάρμοσε το κείμενό του στο κοινό του .....	98
6.3	Δύναμη, πρόνοια και ευημερία: Μια ανάλυση των θρησκευτικών πεποιθήσεων του Agricola .....	102
6.4	Αντιτιθέμενοι σχολαστικοί θεολόγοι και ανθρωπιστές διανοούμενοι.....	105
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....		110
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....		111

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1-1:</b> Προτομή Georgius Agricola, η οποία βρίσκεται στο ομώνυμο ινστιτούτο ερευνών στο Chemnitz.....	14
<b>Εικόνα 2-1:</b> Τοποθεσίες των Ρωμαϊκών Ορυχείων στην Ευρώπη.....	26
<b>Εικόνα 4-1:</b> Ταξινόμηση των ορυκτών κατά Georg Agricola. ....	56
<b>Εικόνα 5-5:</b> Αντλία αλυσίδας κάδων, που λειτουργεί χειροκίνητα μέσω ενός περίτεχνου συρμού γραναζιών που λειτουργεί ως μειωτήρας, λεπτομερείς απεικόνιση των επιμέρους κομματιών και της συναρμολόγησης.....	74
<b>Εικόνα 5-6:</b> Αντλία Pater noster (ή κουρελάκι και αλυσίδα), η οποία τροφοδοτείται από έναν μεγάλο υδροκίνητο τροχό. Η αλυσίδα εφαρμόζει με σφαίρες από δέρμα γεμισμένες με τρίχες αλόγου, που έχουν την ίδια διάμετρο με το εσωτερικό του σωλήνα.....	75
<b>Εικόνα 5-7:</b> Εμβολοφόρα αντλία η οποία κινείται από έναν οριζόντιο στροφαλοφόρο άξονα, ο οποίος λειτουργεί χειροκίνητα με παλινδρομική κίνηση των στροφαλοφόρων αξόνων και των ράβδων σύνδεσης.....	76
<b>Εικόνα 5-8:</b> Τρεις εμβολοφόρες αντλίες οι οποίες κινούνται ταυτόχρονα από έναν τροχό νερού. Ο μηχανισμός μετάδοσης ο οποίος αποτελείται από διαμορφωμένες ράβδους και μικρούς μοχλούς σύνδεσης, είναι κινηματικά περιττός, επομένως η απόδοσή του, τουλάχιστον στις αρχικές εκδόσεις, πρέπει να ήταν χαμηλή.....	78
<b>Εικόνα 5-9:</b> Διάφορα εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνταν ανάλογα με την υπό εκτέλεση εργασία.....	86
<b>Εικόνα 5-10:</b> Εργαλεία.....	87
<b>Εικόνα 5-11:</b> Εργαλεία εκσκαφής.....	87

---

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έργο του Agricola είναι άξιο μελέτης γιατί ξεπερνά τα επιστημονικά όρια της εποχής του. Έγραψε το κείμενό του για τη μεταλλευτική σε μια εποχή που συμπίπτει με την ονομαζόμενη Μεταρρύθμιση, η οποία χαρακτηρίστηκε από μνημειώδη αλλαγή στη θρησκευτική σκέψη, σε συνδυασμό με την μείωση της παραγωγής χρυσού και αργύρου που οδήγησε σε ελλείψεις. Οι μεταβολές στο θρησκευτικό και οικονομικό κλίμα επηρέασαν τον ίδιο και τον τρόπο με τον οποίο δημιούργησε το «De Re Metallica». Το κοινωνικό του περιβάλλον διαμόρφωσε τις αλληλεπιδράσεις του με τους μεταλλωρύχους και την κατανόησή του για τη θεωρία, ώστε να ερμηνεύσει τις πρακτικές.

Η εκπαίδευσή του στην καταγραφή και επιμέλεια κλασικών πηγών είναι εμφανής στο «De Re Metallica». Ο Agricola σκόπιμα συμπεριέλαβε και ερμήνευσε εκ νέου τα κλασικά κείμενα. Οι διάχυτες αναφορές στην αρχαιότητα στόχευαν στο να θεωρηθεί ως λόγιος άνθρωπος. Πράγματι, επέλεξε να αποκαλύψει τις ιατρικές του γνώσεις, τις ανθρωπιστικές του τάσεις και τα θρησκευτικά του αισθήματα. Οι τρόποι με τους οποίους απέκτησε τις γνώσεις του, διαμόρφωσαν τις θεωρίες του και κοινοποιώντας τα ευρήματά του αποκάλυψε την προσωπικότητα, το υπόβαθρο και τις αρετές του. Αυτό το οποίο αναδύθηκε, ήταν μια φυσική φιλοσοφία που ήταν αποκλειστικά δική του. Αυτή η άποψη υποστηρίζει ότι ο Agricola παρουσίαζε τον εαυτό του ως έναν συγγραφέα ο οποίος εκτιμούσε την ακρίβεια, την αφοσίωση και την τεκμηριωμένη άποψη. Αυτές οι τρεις προσεγγίσεις με τη σειρά τους, τον εφοδίασαν με μια αυθεντική αξίωση για γνώση και έκαναν τη φυσική του φιλοσοφία πιο αξιόπιστη. Ενώ οι ιστορικοί έχουν χρησιμοποιήσει το «De Re Metallica» για να κατανοήσουν τα κίνητρα του Agricola, όπως η άντληση κεφαλαίων για τις σαξονικές μεταλλουργικές επιχειρήσεις, δεν έχουν ακόμη εξετάσει την προσέγγισή του στη φυσική φιλοσοφία.

Το «De Re Metallica» γράφτηκε σε μια εποχή όπου η δυτική Ευρώπη υπέφερε από μείωση της παραγωγής χρυσού και αργύρου. Στη Γερμανία, οι μεταλλωρύχοι, οι μεταλλουργοί και οι ιδιοκτήτες έψαχναν για πιο αποτελεσματικές μεθόδους προσδιορισμού και ανάκτησης, επειδή τα μεταλλεία της Σαξωνίας και της Βοημίας ήταν λιγότερο παραγωγικά και ακριβότερα. Ταυτόχρονα, η εξόρυξη και ο καθαρισμός των μεταλλευμάτων έγινε δυσχερέστερος, καθώς οι μεταλλοφόρες φλέβες δεν ήταν πλέον σε αφθονία και μειωνόταν συνεχώς. Οι μεταλλωρύχοι έπρεπε να εργαστούν σκληρότερα για να χειριστούν

---

και να εξορύξουν τα μεταλλεύματα και οι ιδιοκτήτες αναγκάστηκαν, κατά συνέπεια, να πληρώσουν υψηλότερους μισθούς στους εργάτες. Τα μεταλλεία εξάντλησαν οικονομικά και σωματικά τα γερμανικά κρατίδια της εποχής.

Η κρίση επιδεινώθηκε από την εισροή πολύτιμων μετάλλων από τις ισπανικές αποικίες στην Αμερική. Η αυξανόμενη προσφορά, μείωσε την αξία του χρυσού και πυροδότησε έναν οικονομικό μετασχηματισμό που οι ιστορικοί εκείνης της εποχής ονόμασαν «επανάσταση των τιμών». Παρά τη διαφωνία σχετικά με το εάν τα είδη από τον Νέο Κόσμο (κυρίως το ασήμι) προκάλεσαν πληθωρισμό στην Ευρώπη, οι μελετητές γενικά συμφωνούν ότι υπήρξε αύξηση της προσφοράς. Στη μία πλευρά της ακαδημαϊκής συζήτησης βρίσκονται εκείνοι που πιστεύουν ότι (η ράβδος χρυσού/ασημιού) τα πολύτιμα μέταλλα οδήγησαν σε αύξηση των τιμών σε ολόκληρη την Ευρώπη και προκάλεσαν έλλειμμα στο ισοζύγιο πληρωμών. Στην άλλη πλευρά, βρίσκονται οι ιστορικοί που υποστηρίζουν ότι δεν ανέβασε το αγαθό (ο χρυσός/ασήμι) τις τιμές, αλλά οι κυβερνήσεις. Όλοι οι μελετητές συμφωνούν ότι οι τιμές σε όλη την Ευρώπη άλλαξαν. Ωστόσο, όλοι χρησιμοποιούν διαφορετικές πρωτογενείς πηγές για να καταλήξουν στα διαφορετικά συμπεράσματά τους.

Η παραπάνω διαμάχη όμως κατέληξε στο ίδιο λογικό συμπέρασμα ότι η παραγωγή των μεταλλείων ήταν ασταθής. Ο Agricola έγραψε την πραγματεία του σε μια μεταβατική περίοδο, κατά την οποία οι Γερμανοί ευγενείς, προσπάθησαν να κάνουν την μεταλλουργία πιο κερδοφόρα. Πριν μετακομίσει στη Σαξονία, ο ίδιος εργάστηκε στην πόλη Joachimsthal (τώρα Jáchymov, Δημοκρατία της Τσεχίας), η οποία σημείωσε μια σταθερή αύξηση στις μεταλλευτικές δραστηριότητες στις αρχές του δέκατου έκτου αιώνα. Συγκεκριμένα, αρχεία από το νομισματοκοπείο της δείχνουν μια σταδιακή αύξηση της προσφοράς αργύρου από το 1529 έως το 1533. Οι υπάλληλοι του νομισματοκοπείου κατέγραψαν προμήθεια αξίας «29.709 Μάρκων το 1529, 34.495 Μάρκων το 1531, 46.697 Μάρκων το 1532 και [...] 56.379 Μάρκων το 1533.» Τα τεκμήρια από το νομισματοκοπείο επιβεβαιώνουν ότι τα ορυχεία του Joachimsthal άκμαζαν. Τα νέα για τις μεταλλοφόρες φλέβες της περιοχής κυκλοφόρησαν, προσελκύοντας τυχοδιώκτες και επιχειρηματίες. Στα έτη μεταξύ του 1518 και 1529, το Μεταλλευτικό Γραφείο εξέδωσε πάνω από 800 μεταλλευτικές άδειες. Με τον αριθμό των μεταλλευτικών επιχειρήσεων να αυξάνονται, ο έλεγχος της περιφερειακής κυβέρνησης αυξήθηκε παράλληλα με αυτές τις επιχειρήσεις.

Η άνοδος της μεταλλευτικής χαρακτηρίστηκε από μια παράλληλη επέκταση των κανονισμών σε ολόκληρη τη Γερμανία. Η μεταλλευτική και το εμπόριο μετάλλων, ήταν στα χέρια της περιφερειακής ή της τοπικής δουκικής διοίκησης. Οι αξιωματούχοι υπηρετούσαν

---

τον δούκα, διαχειριζόμενοι τα οικονομικά και νομικά ζητήματα. Ο δούκας είχε όλα τα προνόμια εξόρυξης στην περιοχή. Ο Agricola στο έργο του ήταν απρόθυμος να χαρακτηρίσει τον δούκα, τον προστάτη του, ως κάτοχο της απόλυτης εξουσίας. Αντί να απεικονίζει τις επιχειρήσεις ως ελεγχόμενες, ο ίδιος τις παρουσίασε ως «τακτοποιημένες».

Οι μεταλλευτικές εργασίες, περιλάμβαναν δεξιότητες μιας σειράς εκπαιδευμένων τεχνιτών: μεταλλωρύχων, χυτών, αναλυτών μετάλλων, σιδηρουργών και εκσκαφέων. Κάθε άτομο είχε έναν ιδιαίτερο ρόλο. Ο Agricola σημείωσε όχι μόνο τις δραστηριότητες των τεχνιτών, αλλά και τις λειτουργίες των αξιωματούχων. Εξέχον ρόλο στην εξήγηση του, έπαιξε ο «magister metallicorum», γνωστός ως «Bergmeister» στα γερμανικά. Ο «Bergmeister» (επόπτης μεταλλείου) ήταν ο επίλεκτος αξιωματούχος του δούκα επιφορτισμένος με την επίβλεψη επιχειρήσεων μεταλλουργίας. Στα ορυχεία που επισκέφτηκε ήταν ο «Bergmeister» που έλυνε τις διαφορές, διαχειριζόταν την ξυλεία και παρακολουθούσε τα μηχανήματα. Όπως διατύπωσε, ο «Bergmeister» ήταν ο διαχειριστής του ορυχείου.

Ο συγγραφέας εξέθεσε τις αρετές της μεταλλευτικής, αρχικά μέσω εστίασης στους ίδιους τους μεταλλωρύχους. Στο δεύτερο, τρίτο, τέταρτο και πέμπτο βιβλίο, τόνισε τις δεξιότητες που απαιτούσε η μεταλλευτική. Επισήμανε λεπτομερώς τις τεχνικές που ανέπτυξαν οι μεταλλωρύχοι για να εντοπίσουν φλέβες και να διερευνήσουν βουνοπλαγιές. Πίστευε ότι οι μεταλλωρύχοι είχαν μοναδικά ταλέντα τα οποία οδήγησαν στη βελτίωση του πολιτισμού, συμπεριλαμβανομένης της απλής εξόρυξης μεταλλεύματος και των τελικών χρήσεων στις οποίες θα έβρισκαν πρακτικότητα τα μέταλλα.

Η μεγαλύτερη πρόκληση είναι η ανάλυση των χαρακτηριστικών της φυσικής φιλοσοφίας που βρίσκονται σε ένα μεταλλευτικό κείμενο. Το «De Re Metallica» είναι διαφορετικό από τις επιστημονικές πραγματείες που παραδοσιακά εξέταζαν οι ιστορικοί της πρώιμης σύγχρονης εποχής. Το «De Re Metallica» δεν περιέχει μεθόδους για πειράματα, ούτε περιλαμβάνει αλληλογραφίες με άλλους, δήθεν, φυσικούς φιλοσόφους όπως αυτές που περιλαμβάνονται στο θεμελιώδες κείμενο των Steven Shapin και Simon Schaffer *Leviathan and the Air- Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life* (1985). Σίγουρα δεν είναι η ιδανική πρωταρχική πηγή του πρώιμου μοντερνιστή γιατί δεν αποτελεί μια σαφή παρουσίαση μιας φυσικής φιλοσοφίας. Δεν ταιριάζει στο καλούπι των ιστορικών. Ωστόσο, με λίγη προσπάθεια, το «De Re Metallica» προσφέρει μια ματιά στη μοναδική και χρηστική φιλοσοφία του Agricola για τον φυσικό κόσμο, ο οποίος θεώρησε ότι η μεταλλευτική, και επομένως η φύση, θα μπορούσαν να υπηρετήσουν την ανθρωπότητα.

---

Η ωφελιμιστική διάσταση της φυσικής φιλοσοφίας συχνά εξετάζεται μέσα από μια «Βακόνια οπτική». Θεωρείται ότι ο Βάκωνας, ανέτρεψε το Αριστοτελικό ιδεώδες που εστιάζεται κυρίως στη θεωρία, προωθώντας τη συγχώνευση θεωρίας και πρακτικής. Αυτή η συγχώνευση άλλαξε το περιεχόμενο της φυσικής φιλοσοφίας και αυτό το οποίο προέκυψε ήταν μια έμφαση στον ωφελιμισμό. Ο Agricola, ωστόσο, διαψεύδει αυτή την αλληλουχία γεγονότων. Έναν αιώνα πριν ο Βάκωνας εγκαινιάσει τη «νέα» εποχή της φυσικής φιλοσοφίας, ο συγγραφέας του «De Re Metallica» συνδύαζε ήδη τη θεωρία και την πρακτική για να κατανοήσει καλύτερα πώς η φύση θα μπορούσε να βοηθήσει την ανθρωπότητα. Πίστευε ότι η εξόρυξη ορυκτών και μετάλλων απαιτούσε τόσο θεωρητικά όσο και πρακτικά συστατικά.

Επειδή συσώρευσε και κατέταξε πληροφορίες για τον φυσικό κόσμο, μπορεί να ανήκει στην σφαίρα της φυσικής ιστορίας. Οι πρώτοι σύγχρονοι φυσικοί ιστορικοί ακολούθησαν τα βήματα του Πλίνιου, με στόχο να παράξουν πρακτικά αποτελέσματα και επιλέγοντας να ασχοληθούν με τα στοιχεία. Οι προσπάθειες των φυσικών ιστορικών ήταν ποιοτικές και ταξινομικές. Η πρώτη σύγχρονη ετικέτα της φυσικής φιλοσοφίας κληρονόμησε τα χαρακτηριστικά της από τον Αριστοτέλη. Η φυσική φιλοσοφία ήταν καθαρά κερδοσκοπική.

Ωστόσο, σε αντίθεση με τους Ιταλούς πρωταγωνιστές της Αναγέννησης, ο Agricola δεν αυτοπροσδιορίστηκε ποτέ ως φυσικός ιστορικός ή φυσικός φιλόσοφος. Κι όμως άσκησε μια φυσική φιλοσοφία που είχε στοιχεία φυσικής ιστορίας. Παρατηρούσε και κατηγοριοποιούσε φυσικά φαινόμενα όπως οι φυσικοί ιστορικοί, ενώ παράλληλα διατύπωνε θεωρίες για το περιβάλλον του (με το οποίο ερχόταν σε επαφή). Οι μέθοδοί του μπορεί να θύμιζαν μια φυσική ιστορική προσέγγιση, αλλά στην ουσία υπηρετούσαν το θεωρητικό πλαίσιο της φυσικής φιλοσοφίας.

Ο Agricola δεν ταιριάζει απόλυτα στις κατηγορίες που καθιέρωσαν οι ιστορικοί της επιστήμης. Στη δυσκολία τοποθέτησής του σε κάποια κατηγορία συμβάλλει το γεγονός ότι οι ιστορικοί της επιστήμης εστιάζουν είτε στη σταθερή ανάπτυξη είτε στην κατακλυσμιαία αλλαγή. Δηλαδή, η ιστοριογραφική παράδοση ευνοεί «ομοιόμορφους και καταστροφικούς όρους». Η μελέτη με τους δικούς του όρους οδηγεί σε μια πιο προσεκτική, λιγότερο τελεολογική θεώρηση των αποχρώσεων των γνωστικών ισχυρισμών στον πρώιμο σύγχρονο κόσμο.

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1 Georgius Agricola – Σύντομη βιογραφική επισκόπηση

Ο Georgius Agricola, που το πραγματικό του όνομα είναι Georg Pawer, γεννήθηκε στις 24 Μαρτίου του 1494, στην μικρή πόλη Glauchau που βρίσκεται στο γερμανικό ομοσπονδιακό κρατίδιο της Σαξονίας. Σε ηλικία είκοσι ετών άρχισε να σπουδάζει στο Πανεπιστήμιο της Λειψίας. Συνέχισε την εκπαίδευσή του στα ελληνικά υπό τη διδασκαλία του καθηγητή Richard Crocus και στην συνέχεια με τον καθηγητή Petrus Mosellanus.

Την ίδια περίοδο δέχτηκε να καλύψει τη θέση του γιατρού της πόλης και του φαρμακοποιού στο St. Joachimsthal (τώρα Jachymov), μιας πόλης που βρίσκεται σε μια από τις πλουσιότερες μεταλλευτικές περιοχές της Κεντρικής Ευρώπης. Σε αυτή την πόλη ξεκίνησε να μελετά τις τεχνικές εξόρυξης και τήξης, ενώ στη συνέχεια θεωρώντας την εξόρυξη ως μια τέχνη (επάγγελμα) ήρθε σε επαφή και συνομίλησε με μεταλλωρύχους από τις ήδη εξορυκτικά ανεπτυγμένες πόλεις του Χαρτς, της Βοημίας, του Τιρόλου (Harz, Bohemia, Tyrol), της Σαξονίας και περιοχών της σημερινής Σλοβακίας. Ως γιατρός της πόλης έμαθε τις τεχνικές της εξόρυξης από τους επόπτες των ορυχείων, ακολουθώντας τους μέσα σε ορύγματα, φρεάτια και στοές (γαλαρίες). Διαπίστωσε ότι οι μεταλλωρύχοι που βρίσκονταν στα ορυχεία, γνώριζαν περισσότερα για τα ορυκτά, τα πετρώματα, τα μηχανήματα και τις πρακτικές εξόρυξης σε σχέση με όλους όσους μέχρι τότε είχαν συγγράψει κάτι σχετικό με αυτά τα μεταλλευτικά θέματα. Το 1531 μετακόμισε στο Chemnitz της Σαξονίας, περίπου 30 μίλια βόρεια του St. Joachimsthal, και έζησε εκεί για το υπόλοιπο της ζωής του. Κατά την διάρκεια της ζωής του έγραψε τουλάχιστον 15 ακόμη, σημαντικά έργα καλύπτοντας εκτός από την ορυκτολογία, τη μεταλλουργία και τη νομολογία των μεταλλείων, θέματα όπως η θρησκεία, η πολιτική, η ιστορία, η πανώλη, η σήψη του ανθρώπινου σώματος, οι ιαματικές πηγές και οι σεισμοί.

Ο Agricola ήταν ένας διανοούμενος που ανέδειξε την εκπαίδευσή του στις ανθρωπιστικές επιστήμες (*studia humanitatis*) προκειμένου να οικοδομήσει μια αξιόπιστη, επαγγελματική ταυτότητα. Ήταν ανθρωπιστής δεδομένου ότι, όπως σημειώνει ο Celenza, το *studia humanitatis* έγινε «αναγνωρισμένος δείκτης της νέας κουλτούρας του ανθρωπισμού». Αφού έλαβε εκπαίδευση στη γραμματική, την ποίηση, τη ρητορική, την ιστορία και την



---

ηθική φιλοσοφία, εφάρμοσε τις δεξιότητες που απέκτησε στην κατασκευή των επιχειρημάτων του. Προκειμένου να υποστηρίξει τα οφέλη της μεταλλευτικής και να περιγράψει τις ιδιαιτερότητες του επαγγέλματος, αντιμετώπισε την Αριστοτελική κοσμοθεωρία του, αναφέρθηκε σε κλασσικά κείμενα, πρόβαλλε την ελληνική του γνώση και υπέδειξε την κατάλληλη συμπεριφορά. Για τον ίδιο, ο ανθρωπισμός ήταν ένα παιδαγωγικό πρόγραμμα, που μπορούσε να διευκολύνει και να εξυψώσει την τέχνη της μεταλλείας.

Το 1527, παντρεύτηκε τη χήρα ενός αξιωματούχου μεταλλείου, και έγινε έτσι συνιδιοκτήτης του μεταλλείου, γεγονός το οποίο είχε μια βαθιά επίδραση στην περαιτέρω ζωή του: αφιέρωνε το λίγο χρόνο που εξοικονομούσε από το σφιχτό πρόγραμμά του ως γιατρός της πόλης, σε θέματα ορυκτολογίας. Τα θέματα αυτά συνδυάζονταν πολύ καλά με το ενδιαφέρον του για φυσικές θεραπείες με βάση τα ορυκτά. Με βάση τις παρατηρήσεις και τις εμπειρίες που συγκέντρωσε από τους μεταλλωρύχους έγραψε ένα μικρό έργο με τίτλο "Bermannus sive de re metallica", το οποίο ήταν ένας διάλογος για την εξόρυξη. Αυτό το έργο το αφιέρωσε στον Lorenz Wermann, υπάλληλο του ορυχείου. Σε αυτό δημιούργησε τη δική του μέθοδο παρουσίασης η οποία ήταν διαφορετική από την παραδοσιακή. Ονόμασε τα υλικά ως μεταλλεύματα, γαίες και 'calces' (το υπόλειμμα από την πλήρη καύση ή τήξη ενός μετάλλου ή μεταλλεύματος) δίνοντας επίσης ονόματα σε περισσότερα από τριάντα ορυκτά και δύο πετρώματα. Κάνοντας αναφορά σε επτά κλασσικές περιοχές εξόρυξης και σαράντα μία άλλες περιοχές αναζήτησης ορυκτών, συνέβαλε σε μια από τις πρώτες συλλογές γενικής ορυκτολογίας.

**Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου της ζωής του, άρχισε να συγκεντρώνει όλα τα γνωστά γραπτά των κλασσικών συγγραφέων Θεόφραστου, Πλίνιου και Αριστοτέλη, προσθέτοντας τις δικές του εμπειρίες και παρατηρήσεις.**

Το 1546, ο Maurice, εκλέκτορας της Σαξονίας, ανακήρυξε τον Agricola Δήμαρχο του Chemnitz, μια θητεία ενός έτους που επαναλήφθηκε ξανά το 1547, το 1551 και το 1553. Αυτό φαίνεται εκπληκτικό, αφού ο ίδιος ήταν Καθολικός, ενώ ο Εκλέκτορας (που είχε καθοριστικό ρόλο στην προώθηση της Μεταρρύθμισης του Λούθηρου) και ο λαός της Σαξονίας ήταν κατά κύριο λόγο προτεστάντες.

Πέθανε το 1555, σύμφωνα με το μύθο, από εγκεφαλικό που υπέστη κατά τη διάρκεια μιας έντονης θρησκευτικής συζήτησης (von Randow, 1994). Η γενέτειρά του δεν τον αντάμειψε ανάλογα με τα οικονομικά και πολιτικά του επιτεύγματα: αρνήθηκε την ταφή στον άνθρωπο που υπήρξε όλα του τα χρόνια καθολικός και έτσι βρίσκεται θαμμένος στον

---

καθεδρικό ναό του Zeitz της Σαξονίας. Αυτή η άρνηση είχε θλιβερές συνέπειες, καθώς οι κληρονόμοι του αρνήθηκαν στη συνέχεια να παραδώσουν το αδημοσίευτο έργο του και τουλάχιστον οκτώ από τα σημαντικότερα έργα του χάθηκαν στην αιωνιότητα. Ο ίδιος δεν είδε ποτέ την έκδοση του «De Re Metallica» το 1556, που είχε στείλει για εκτύπωση στην Ελβετία το 1553.

Τι είναι αυτό που κάνει τον Agricola να ξεχωρίζει από τους ομόλογούς του; Σίγουρα είναι η ικανότητά του να χρησιμοποιεί αυστηρά τον παραγωγικό συλλογισμό σε αντίθεση με την αρχαία παράδοση και το δόγμα. Για να κατανοήσουμε την προσέγγισή του στη φυσική φιλοσοφία, είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε την εκπαίδευσή, τις εμπειρίες και τα επαγγέλματα που την ενέπνευσαν. Οι εμπειρίες του ως γιατρός παρείχαν μια υποκειμενική ματιά για τη μελέτη πρακτικών και θεωριών μεταλλευτικής. Η εκπαίδευσή του, στην ιατρική καθώς και η απασχόλησή του ως συντάκτης στην Ιταλία, τον εξόπλισε με μοναδικά προσόντα ώστε να γράψει για τις μεταλλευτικές πρακτικές στο «De Re Metallica». Η έκθεσή του στα αρχαία κείμενα κατεύθυνε τα χειρόγραφα αντίγραφα του ως διερμηνέα, επηρέασε το έργο του ως ιατρού και επέδρασε στα γραπτά του ως λόγιου.

Στο «De Re Metallica», αποκαλύπτεται η εκπαίδευσή του στη Γαληνική ιατρική καθώς επικεντρώθηκε στις συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες εργάζονταν οι μεταλλωρύχοι. Ο Γαληνός, θεωρούσε ότι η καλή υγεία του ανθρώπου επιτυγχάνεται όταν συνυπάρχουν σε ισορροπία τέσσερα ρευστά - μαύρη χολή, κίτρινη (ή κόκκινη) χολή, αίμα και φλέγμα. Σε περίπτωση ανισορροπίας, τότε η ασθένεια θα καταστρέψει το σώμα. Το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται κάποιος, επηρεάζει την κατάσταση ανισορροπίας. Έτσι, ο Agricola θέλησε να εξηγήσει τις συνθήκες εργασίας των μεταλλωρύχων. Έδωσε σημασία στην ποιότητα του αέρα και στη θερμοκρασία του μεταλλείου. Ο ίδιος γνώριζε ότι κάθε μεταλλείο είχε διαφορετικές συνθήκες που με τη σειρά τους επηρέαζαν με μοναδικό τρόπο κάθε μεταλλωρύχο. Προκειμένου να αποκαταστήσει την υγεία ενός μεταλλωρύχου, θα έπρεπε να κατανοήσει τις δραστηριότητες του μεταλλωρύχου και τις ιδιοσυγκρασίες του. Ο ίδιος ασκούσε τη Γαληνική ιατρική κατά περίπτωση.

Στο «De Re Metallica», η ανθρωπιστική εκπαίδευσή του ως γιατρός είναι εμφανής μέσα από την προσοχή του στην υγεία των μεταλλωρύχων και τις γαληνικές αναφορές του. Ως γιατρός και χρησιμοποιώντας συνεχώς την μέθοδο της παρατήρησης, γνώριζε τις επιπτώσεις που είχε η μεταλλευτική δραστηριότητα στο σώμα. Είχε δει ξεκάθαρα τα δεινά των μεταλλωρύχων. Οι απεικονίσεις του για τα βάσανα των μεταλλωρύχων υποδηλώνουν ότι τους περιέθαλπε ως γιατρός. Θα μπορούσε εύλογα να ήταν ο γιατρός ορισμένων από τους

---

μεταλλωρύχους. Ο ίδιος θα μπορούσε εύκολα να είχε συγκεντρώσει τις πληροφορίες από τις συζητήσεις του με τους μεταλλωρύχους. Αυτές οι συνομιλίες θα μπορούσαν να είχαν γίνει είτε στα μεταλλεία είτε στην κλινική του. Σε κάθε περίπτωση, παρουσιάζεται ως καλά ενημερωμένος. Κατάλαβε και ανέφερε τις συσσωρευτικές, θανατηφόρες συνέπειες που θα μπορούσε να έχει η μεταλλευτική στο σώμα. Η εκπαίδευσή του σίγουρα τον έκανε να συνειδητοποιήσει τις παθήσεις.

Αποκάλυψε επίσης την εκπαίδευσή του ως γιατρός όταν χρησιμοποίησε ακριβές ιατρικό λεξιλόγιο. Η ακρίβειά του μεταφέρει στον αναγνώστη ένα συγκεκριμένο σύνολο γνώσεων. Χρησιμοποιώντας τον όρο «*perni*», θεωρεί τον εαυτό του ως μέλος της ιατρικής κοινότητας.<sup>12</sup>

## **1.2 «De Re Metallica» - Ένα πρωτοποριακό έργο, αυθεντία για περίπου δύο αιώνες**

Τα έργα του, για τις μεταλλευτικές εργασίες και τις σχετικές επιστήμες δεν ήταν τα μόνα διαθέσιμα στην εποχή του. Ωστόσο, όλα τα άλλα έργα ήταν εμποτισμένα από τις ιδέες των αλχημιστών, για τους οποίους είχε χαμηλή εκτίμηση. Λογική, ορθολογική ή επιστημονική σκέψη ήταν σπάνια στον κόσμο του. Παρά την Αναγέννηση και τον Ανθρωπισμό, η δεισιδαιμονία ήταν ακόμα αχαλίνωτη στην εποχή του Agricola, αλλά ο ίδιος απελευθερώθηκε από τους θρησκευτικούς περιορισμούς.

Η συγγραφή και δημοσίευση ενός τέτοιου κειμένου «μαμούθ» δεν θα ήταν εφικτή χωρίς έναν ευεργέτη. Το «De Re Metallica» ξεκινά με τον ίδιο να δηλώνει τη σχέση με τους προστάτες του. Προσδιορίζοντας τους Σάξωνες Εκλέκτορες Maurice και Augustus ως «τους πιο επιφανείς και ισχυρούς δούκες της Σαξονίας (*Illustriss et potentiss saxoniae du cibus langraviis Toringiae*). Πολύ πιθανό, το προσωπικό συμφέρον και η επιθυμία του να εξασφαλίσει χρηματοδότηση να τον ώθησαν να δημιουργήσει μια εξεζητημένη αφοσίωση στη δουλειά του. Ή, αντίθετα, η δήλωση «αγάπης» να εξυπηρετούσε έναν ρεαλιστικό σκοπό, ευχαριστώντας τους άνδρες που είχαν παράσχει οικονομική υποστήριξη. Σε κάθε περίπτωση, οι δουλοπρεπείς αναφορές του στους προστάτες του παρέχουν στοιχεία για τα τελετουργικά της κηδεμονίας στην πρόωμη σύγχρονη Ευρώπη.

---

<sup>1</sup> Berkeley University Georgius Agricola (1494-1555). Page available at: <https://ucmp.berkeley.edu/history/agricola.html>

<sup>2</sup> Weber W.L. (2002) *Profiles in toxicology Georgius Agricola (1494–1555): Scholar, Physician, Scientist, Entrepreneur, Diplomat*. Institute of Toxicology, GSF – National Research Center for Environment and Health Munich. Neuherberg, Germany, p.292-294

---

Με ελάχιστες εξαιρέσεις, οι γεωλογικές και ορυκτολογικές ιδέες που αναπτύσσονται στο «De Re Metallica» δεν είναι πολύ μακριά από τη σκέψη του δέκατου έκτου αιώνα για τη γη, αν και περιείχαν κάποιες καινοτομίες. Ακόμη πιο καινοτόμος ήταν η ενσωμάτωση της βιοτεχνικής γνώσης και της προσωπικής παρατήρησης για τη γη από τον Agricola σε ένα βιβλίο που διατήρησε προσεκτική επιστημονική μορφή. Επιδιώκοντας να επεκτείνει τις σύγχρονες τάσεις της ιατρικής στη μελέτη της γης, ο ίδιος διατήρησε και ενσωμάτωσε τις μορφές της παραδοσιακής επιστήμης, ενώ στηριζόταν και στη βιοτεχνική γνώση που προέκυπτε, εκτός από την ανθρωπιστική παράδοση, από την παρατήρηση. Αυτό βοήθησε ώστε η βιοτεχνική γνώση να αποκτήσει εγκυρότητα στην επιστημονική βιβλιογραφία και να γίνει αποδεκτή στους πνευματικούς κύκλους, προωθώντας την τάση προς την κατανόηση μέσω της εμπειρίας και όχι της αυθεντίας.

Κανονικά, η εξόρυξη και άλλα βιοτεχνικά θέματα είχαν αφεθεί στην εμπορική βιβλιογραφία και όχι στους μελετητές. Τα βιβλία για την εξόρυξη στις αρχές του δέκατου έκτου αιώνα, ήταν όλα στη δημοτική γλώσσα, ακόμη και όταν οι συγγραφείς τους ήταν αναγνωρισμένοι μελετητές.

Επιπλέον, ο **Agricola απαιτούσε από τον μεταλλωρύχο να είναι εξουκειωμένος με την Ιατρική, την Αστρονομία, την Τοπογραφία, τα Μαθηματικά, την Αρχιτεκτονική, το Σχέδιο και τη Νομική.** Με το μισό του κλασικού “*Trivium & Quadrivium*” να συμπεριλαμβάνεται στα προαπαιτούμενα για τους μεταλλωρύχους, μπορούσε να ισχυριστεί ότι η πραγματική εξόρυξη ήταν ένα διανοητικά απαιτητικό επάγγελμα και ότι η μελέτη της εξόρυξης δεν ήταν υποδεέστερη της αξιοπρέπειας ενός μελετητή. Αυτό του έδωσε τη δυνατότητα να γράψει ένα έγκυρο, γραμμένο στα λατινικά, επιστημονικό βιβλίο για το θέμα.

Η Σαξονία παρήγαγε το μεγαλύτερο μέρος του ασημιού της Ευρώπης από τα μέσα του δέκατου πέμπτου αιώνα και η παραγωγή αργύρου έφτασε στο μέγιστο, όταν έγραφε ο Agricola (Nef 1941, σελ. 577–579). Η πόλη του Chemnitz απείχε μόνο λίγα μίλια από κέντρα εξόρυξης όπως το Schneeberg, το Annaberg και το Marienberg, τα οποία αποτελούσαν πρόσφατα ιδρυθείσες πόλεις, με αλματώδη ανάπτυξη. Η οικονομία της Σαξονίας, καθώς και μεγάλο μέρος της κοινωνικής και πολιτιστικής της ζωής, περιστράφηκε γύρω από την εξόρυξη. Ο τοπικός πληθυσμός, η οικονομική ζωή, οι τέχνες και οι βιοτεχνίες αυξομειώνονταν σύμφωνα με τις διακυμάνσεις στην παραγωγή των ορυχείων. Το τοπικό κοινό, καθώς και οι απομακρυσμένοι επενδυτές, είχαν ήδη καταλάβει ότι η εξόρυξη ήταν σημαντική.

---

Ωστόσο, η εξόρυξη αντιμετώπισε μια επίθεση, αντίστοιχη της οποίας δεν αντιμετώπισε η γεωργία. Σε αντίθεση με τη γεωργία, η εξόρυξη ήταν κοινωνικά στιγματισμένη σε όλη την αρχαιότητα, καθιστώντας την, ίσως, την πιο απεχθή από όλες τις επαγγελματικές τέχνες για τους μελετητές που ήταν βαθιά επηρεασμένοι από την κλασική παράδοση.

Πολλές κλασικές αυθεντίες μαρτυρούσαν την εγγενή ανηθικότητα της μεταλλευτικής δραστηριότητας, καθώς και την αθλιότητα και την απάνθρωπη φύση της. Παρά τη σειρά Bergbüchlein, τη σειρά Probierbüchlein και άλλες δημόδεις πραγματείες με ουδέτερη ή θετική άποψη για την μεταλλευτική, η εχθρότητα προς την μεταλλευτική φαίνεται να παρέμεινε στην επιστημονική βιβλιογραφία επί των ημερών του Agricola. Στις αρχές της δεκαετίας του 1490, με την παραγωγή αργύρου στο Schneeberg στο ζενίθ της, ο Paulus Niavis (Paul Schneevogel) δημοσίευσε το “Jovis Judicium”. Αυτήν η δημοσίευση αποτελείται από έναν διάλογο για την μεταλλευτική, με τη μία πλευρά να υποστηρίζει ότι η μεταλλευτική είναι ο βιασμός της γης. Η δημοσίευση του “Niavis” είχε ευρεία κυκλοφορία και επιρροή στη Σαξονία. Το μεγαλύτερο μέρος του «Βιβλίου 1» του “De Re Metallica” αφιερώθηκε για να αντικρούσει το επιχείρημα, το οποίο συμμερίζονταν οι “Metamorphoses” του Οβίδιου, η “Aetna” και πολλά άλλα κλασικά έργα. Το επιχείρημά του επικεντρώνεται στα κοινωνικά, οικονομικά και τεχνολογικά οφέλη που προσφέρουν τα μέταλλα, τα οποία, κατά την άποψή του, υπερτερούν του κακού που διαπράττουν οι άνθρωποι με τη βοήθεια των μετάλλων.

**Έχοντας απορρίψει την αντίληψη ότι η μεταλλευτική ήταν ένα θέμα υποδεέστερο της αξιοπρέπειας ενός επιστημονικού έργου, πλέον ήταν έτοιμος να γράψει για την μεταλλευτική στα λατινικά.**

Αρκετά συχνά συνδύαζε ομαλά τα δύο δυνητικά αντικρουόμενα στοιχεία του έργου του κάνοντας διάκριση μεταξύ ελέγχου της θεωρίας και της βάσης για δράση. Αντιμετωπίζει την εύρεση και την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων, όπως ένας γιατρός της εποχής του θεραπεύει τους ασθενείς. Συνέστησε την παρατήρηση ως υποκατάστατο της ραβδοσκοπίας για την εύρεση κοιτασμάτων: ο μεταλλοδότης, είπε, θα πρέπει να αναζητήσει θέσεις με εμφανίσεις μεταλλευμάτων, αποσαθρωμένα μέταλλα σε ρέματα και αλλαγές στο μοτίβο της βλάστησης και του πάγου. Χρησιμοποίησε παρατηρήσεις για να ανασκευάσει τις περισσότερες από τις παραδοσιακές απόψεις της δημιουργίας ορυκτών. Οι μεταλλωρύχοι και

---

οι μελετητές, κατά τον δέκατο έκτο αιώνα και πριν από αυτόν, πίστευαν ότι τα κινούμενα ουράνια σώματα έλεγχαν την ανάπτυξη των μετάλλων.<sup>3</sup>

Η συμβουλή του συγγραφέα του «De Re Metallica» για τις κατάλληλες προσεγγίσεις και συμπεριφορές, οι οποίες σχετίζονται με τις μεταλλευτικές εργασίες ήταν μια προσπάθεια να καθοδηγήσει τον αναγνώστη. Προσδιόρισε και κατέγραψε τα προβληματικά χαρακτηριστικά που έβρισκε μη ελκυστικά στους ανθρώπους. Η ίδια η συμπερίληψη αυτών των συμπεριφορών σε ένα κείμενο για την μεταλλευτική τοποθετεί με ωραίο τρόπο τον Agricola στην ξεπερασμένη κατηγορία ανθρωπιστών του Kristeller.

Οι αντιλήψεις του για τις ηθικές αλήθειες της μεταλλευτικής φωτίστηκαν στο «De Re Metallica». Κατά καιρούς, θέλησε να συμπεριλάβει έξυπνες, στοχαστικές δηλώσεις, όπως «τρελός είναι αυτός ο οποίος εκτιμά τον πλούτο έναντι της αρετής. Τρελός είναι επίσης αυτός που τα απορρίπτει και δεν κάνει τίποτα, αντί να τα αξιοποιεί (insanit enim qui pluris facit divitias, quam virtutes. Insanit etiam qui easdem respuit, ac pro nihilo ducit, cum liceat ipsis bene uti). Η παρατήρηση του χρησιμεύει, ως απόδειξη για την πεποίθηση του Kristeller, ότι οι ανθρωπιστές, «στολίζουν τις συνθέσεις [τους] με εύστοχες δηλώσεις που παρατίθενται από τους ποιητές ή επινοούνται [από τους ίδιους]».<sup>4</sup>

### 1.3 Παρατήρηση ως πηγή γνώσης - Εικονογράφηση και τεχνικό λεξιλόγιο

Οι πολυάριθμες ξυλογραφίες του “De Re Metallica” υποδεικνύουν την πρόθεση του, να καταστήσει το βιβλίο του ως μέσο για την διάχυση βιωματικών γνώσεων. Αν και ήταν κοινό στα ιατρικά και βοτανολογικά κείμενα της εποχής, οι εικονογραφήσεις ήταν ακόμα σπάνιες στα υπάρχοντα βιβλία σχετικά με την Γη, το μόνο προηγούμενο προερχόταν από το “Bergbüchlein” του Freibergius. Ο ίδιος μπορεί να πήρε την ιδέα της τεχνικής εικονογράφησης από το “Bergbüchlein” αλλά σχεδίασε τις ξυλογραφίες στο “De Re Metallica” ώστε να είναι πολύ πιο ρεαλιστικές και χρήσιμες. Κάθε αντικείμενο επισημαίνεται με ένα γράμμα, που αντιστοιχεί στην περιγραφή του στις εκτενείς λεζάντες και συνδέεται με τη συζήτηση στο κείμενο. Αυτό του έδωσε τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει την

---

<sup>3</sup> Barton I.F. (2016) *De Re Metallica* (ed.). *Georgius Agricola's De Re Metallica in early modern scholarship. Article in Earth sciences history: journal of the History of the Earth Sciences Society. University of Arizona, p.270-273.*

<sup>4</sup> Taylor H. (2021) *All about Agricola: A Biographical Sketch* (ed.). *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556). Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.42-45.*

---

εικονογράφηση ως εμπειρία «μέσω αντιπροσώπου», όπως έκαναν οι φυσικοί ιστορικοί της εποχής δηλαδή σωστές και λεπτομερείς εικόνες, σε συνδυασμό με περιγραφές της χρήσης και του σκοπού κάθε οργάνου ή των χαρακτηριστικών κάθε φλέβας, οι οποίες θα επέτρεπαν στους αρχάριους που δεν είχαν δει ποτέ έναν μύλο να συνθλίβει μέταλλευμα ή δεν είχαν εξετάσει μια φλέβα, να μοιραστούν τη διαθέσιμη γνώση με τους ανθρώπους που την είχαν.

Μία από τις σημαντικότερες συνεισφορές του στις Γεωεπιστήμες ήταν η ανανέωση της ονοματολογίας και της ταξινόμησης ορυκτών. Η ορολογία των ορυκτών και μεταλλευμάτων ήταν παραστατική, αλλά ασυνεπής και ανακριβής. Η ονοματολογία κατά Agricola, η οποία αντικατέστησε αυτούς τους αλχημικούς όρους βασίστηκε στις φυσικές ιδιότητες των ορυκτών και στην περιεκτικότητα σε μέταλλο, δίνοντας τη δυνατότητα σε οποιονδήποτε εύλογα εξοικειωμένο με μεταλλεύματα, να προσδιορίσει αυτό στο οποίο αναφερόταν.

Οι ακριβείς τεχνικές απεικονίσεις, οι οποίες αφαίρεσαν την εγγενή ασάφεια που υπάρχει στις καθαρά λεκτικές περιγραφές των αντικειμένων, επιτάχυναν την επίτευξη του στόχου, ο οποίος ήταν να γίνει η ονοματολογία αυστηρή, συγκεκριμένη και συστηματική.

Σκοπίμως αντιπαραβάλλει τις δικές του προσπάθειες για σαφήνεια με την ασάφεια των αλχημιστών, για την οποία πίστευε ότι ήταν σκόπιμη και χρησίμευε μόνο για να αποκρύψει τη γνώση από τους ερασιτέχνες και να προσδώσει ευρυμάθεια στους αλχημιστές.

Στην πλειοψηφία τους οι πολλές πηγές που απαρίθμησε αναφέρθηκαν μόνο για εντυπωσιασμό. Στην πραγματικότητα, ένα μικρό, επιλεγμένο υποσύνολο ήταν αυτό στο οποίο βασίστηκε για πληροφορίες. Τα βιβλία που ανέφερε πιο συχνά ήταν κλασικά. Ωστόσο, οι περισσότερες πληροφορίες του προέρχονταν από σύγχρονους του. Ειδικότερα, συμπεριλήφθηκαν βιβλία, όπως η Πυροτεχνία, αλλά και αντίστοιχα από μεταλλωρύχους και υπαλλήλους ορυχείων που γνώριζε. Αυτές οι τεχνικές πηγές που προτιμήθηκαν έμοιαζαν με το “De Re Metallica” – βασισμένες στην παρατήρηση, αποφεύγοντας το μυστικισμό και συνεχίζοντας να δείχνουν σεβασμό στους κλασικούς. Είναι σαφές από τα προηγούμενα έργα του, ότι ο Αριστοτέλης είχε μεγάλη επιρροή σε αυτόν, καθώς και στους περισσότερους άλλους μελετητές της εποχής του, ιδιαίτερα σε σχέση με τις έννοιες της σύνθεσης και του μετασχηματισμού των ουσιών. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχουν πολλά τμήματα του “De Re Metallica”, στα οποία ο ίδιος να χρησιμοποιεί πραγματικά κάποιο έργο του Αριστοτέλη, ενώ όταν το κάνει αποσκοπεί κυρίως στη διόρθωση και τη συμπλήρωσή του.

---

Ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος, ο Στράβων, ο Διόδωρος ο Σικελιώτης και ο Σενέκας αποτελούσαν την υπόλοιπη ομάδα των μεγάλων κλασικών συγγραφέων στη γεωλογία. Οι άλλοι συγγραφείς του κλασικού κανόνα συνήθως αγνοούσαν τη γη. Χρησιμοποίησε το λεξιλόγιο του Πλίνιου, ενισχύοντας ορισμένους από τους λατινικούς μεταλλευτικούς όρους του, στο ανανεωμένο πλέον σύστημα ονοματολογίας ορυκτών. Ο Πλίνιος περιέλαβε επίσης έναν τεράστιο αριθμό περιγραφών ορυκτών στη “*Φυσική Ιστορία*” (Pliny, XXXIII-XXXV), μαζί με μια σύντομη περιγραφή των εργασιών-ορυχείου. Επιπλέον, χρησιμοποίησε τα δεδομένα του Πλίνιου με φειδώ, αποτελώντας ωστόσο ένα μόνο μικρό μέρος των περιγραφών του.

Η γραφή στα λατινικά, όπως και η αναφορά στον Αριστοτέλη, ήταν ένας τρόπος για να δοθεί αποδεκτή επιστημονική μορφή στις βιοτεχνικές πληροφορίες. Στην πραγματικότητα, η στάση του απέναντι στους μελετητές ήταν κάθε άλλο παρά συντηρητική. Σεβόταν τους κλασικούς, αλλά δε δίστασε να τους διορθώσει όταν έβρισκε αντιφάσεις. Ομοίως, σεβόταν τη λατινική γλώσσα, αλλά εισήγαγε νεολογισμούς, όπου νόμιζε ότι θα έκαναν το νόημά του πιο σαφές από τους υπάρχοντες κλασικούς όρους. **Ο ίδιος κράτησε την ίδια στάση στα Λατινικά που είχε ήδη γράφοντας για τη γη: σεβαστείτε τους κλασικούς, αλλά εκσυγχρονίστε όπου χρειάζεται.**

Οι πολυάριθμες ευλαβικές αναφορές στο “*De Re Metallica*”, οι οποίες αφορούσαν Έλληνες, Ρωμαίους και Πέρσες που ήταν αυθεντίες, καθιστούν σαφές ότι διατηρούσε μεγάλο σεβασμό γι' αυτούς. Σε αντίθεση με τον Paracelsus, ο Agricola δεν έδειξε περιφρόνηση για τους κλασικούς και ποτέ δεν είπε ρητά ότι θα μπορούσε να τα πάει καλύτερα. Αντίθετα, απέδωσε την ανάγκη για προσωπική παρατήρηση στη φύση του θέματος για το οποίο έγραψε. Οι κλασικές πηγές ήταν απλώς πολύ λίγες και πολύ γενικές για να είναι επαρκείς για το έργο της εκπαίδευσης του επενδυτή ή του διαχειριστή ορυχείου του δέκατου έκτου αιώνα.

Αν είχε αρκετές κλασικές πηγές για ένα βιβλίο με θέμα την εξόρυξη, πιθανότατα θα τις είχε χρησιμοποιήσει στο «*De Re Metallica*», με αντίστοιχο τρόπο με αυτόν που είχε εφαρμόσει στα προηγούμενα βιβλία του για τη γεωλογία, καθώς είχε βασιστεί σε αυτές.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Barton I.F. (2016) *De Re Metallica* (ed.) Georgius Agricola's *De Re Metallica* in early modern scholarship. *Article in Earth sciences history: journal of the History of the Earth Sciences Society*. University of Arizona, p.273-276





*Εικόνα 1-1: Προτομή Georgius Agricola, η οποία βρίσκεται στο ομώνυμο ινστιτούτο ερευνών στο Chemnitz.<sup>6</sup>*

#### **1.4 Αναγεννησιακός ανθρωπισμός (Ουμανισμός) - Εξερεύνηση των ανθρωπιστικών τάσεων του Agricola**

Ο Agricola στρέφονταν στα αρχαία κείμενα αναζητώντας εξήγηση όταν δεν μπορούσε να κατανοήσει ένα φαινόμενο που είδε στα μεταλλεία. Κάποια στιγμή, κατέγραψε τον τρόπο με τον οποίο οι μεταλλωρύχοι κατασκεύαζαν σκαλωσιές για να εξορύξουν ορυκτά από τις φλέβες, αλλά παραδέχτηκε ότι δεν γνώριζε πώς οι μεταλλωρύχοι εντόπισαν τις κρυφές φλέβες εξ' αρχής. Οι μεταλλωρύχοι πίστευαν, όπως είπαν στον ίδιο, ότι η κίνηση ενός κλαδιού τους οδηγούσε στη φλέβα. Συνέχισαν να διηγούνται ότι μια μυστηριώδης δύναμη έλεγχε την κίνηση του κλαδιού καθοδηγώντας τους με τον τρόπο αυτό στην ανακάλυψη της φλέβας. Συνέχισε να παραμένει δύσπιστος, μέχρι που βρήκε στοιχεία από αρχαίους συγγραφείς, που έκαναν αναφορά στο υπερφυσικό στις δικές τους αφηγήσεις. Στράφηκε στην Οδύσσεια του Ομήρου και ανακάλυψε ιστορίες όπως η Αθηνά (Μινέρβα) που μετέτρεψε τον ηλικιωμένο πρωταγωνιστή Οδυσσέα «ξαφνικά σε νεαρή ηλικία και μετά τον επανέφερε στα βαθιά γεράματα με μια μαντική ράβδο (Homerum Minerva senem Ulysssem virgula divina repente in iuvenem convertit, ac rursus restituit in senium).» Μόνο αφού συγκέντρωσε παρόμοιες αναφορές μαγείας από την αρχαία ελληνική λογοτεχνία, ένοιωσε άνετα να αποδεχτεί και να υποστηρίξει την παρουσία του υπερφυσικού στον κόσμο. Ο Όμηρος έδωσε ρόλο στο υπερφυσικό στην αφήγησή του, το ίδιο έκανε και εκείνος.

---

<sup>6</sup> <https://www.georgius-agricola.de.html>

---

Λόγω των αντικρουόμενων απόψεων και των ορισμών των ουμανιστών, είναι δύσκολο να τοποθετηθεί ο Agricola σε αυτήν την κατηγορία. Χρησιμοποίησε σαφή και ακριβή γλώσσα, και ανέφερε αρχαία ποιήματα ως απόδειξη για τους ισχυρισμούς του. Με άλλα λόγια, μπορούμε να πούμε με μεγάλη βεβαιότητα ότι δεν εμπίπτει στη κατηγορία των ουμανιστών. Δεν χρησιμοποίησε διαλεκτική μορφή στη γραφή του. Το πιο σημαντικό, το «De Re Metallica» δεν ήταν λογοτεχνική κριτική. Ήταν ένα κείμενο για την μεταλλευτική, ένα θέμα ανέγγιχτο από άλλους ουμανιστές συγγραφείς.

Επιπροσθέτως παρέχει μια επιπλέον προοπτική στον ανθρωπισμό. Οι ιστορικοί δικαίως έχουν επικεντρώσει τις προσπάθειές τους σε εκείνους τους διανοούμενους, όπως ο Λεονάρντο Μπρούνι και ο Λορέντζο Βάγια, που είχαν να επιδείξουν τεράστιο συγγραφικό έργο. Όσο μεγαλύτερο το συγγραφικό έργο ενός διανοούμενου, τόσο περισσότερα τα στοιχεία που έχει ο ιστορικός στη διάθεσή του για να αξιολογήσει τα ουμανιστικά εγχειρήματα. Με αυτή την πρακτική ωστόσο, οι σύγχρονοι μελετητές έχουν περιορίσει την οπτική τους. Έχουν παραμελήσει διανοούμενους όπως ο Agricola, που δεν ήταν ούτε Ιταλοί, ούτε κριτικοί λογοτεχνίας, ο οποίος παρέχει μια μοναδική ευκαιρία μελέτης του ανθρωπισμού σε ένα κοινωνικό πλαίσιο έξω από τα όρια της ιταλικής λογοτεχνικής κοινωνίας.<sup>7</sup>

## **1.5 Αριστοτέλης, Αλβέρτος ο Μέγας και Παράκελσος - Η πνευματική κληρονομία του Agricola**

### **1.5.1 Η συμβολή του Αλβέρτου Μέγα στην μεταλλευτική και την metallurgy**

Ο Agricola, ωστόσο, δεν ήταν ο πρώτος που έγραψε ένα (αλ)χημικό και metallurgical κείμενο με την ελπίδα να άρει το πέπλο της μυστικότητας από το πεδίο. Ο Albertus Magnus (Αλβέρτος ο Μέγας 1193/1200 – 1280) κυκλοφόρησε τη δική του εντυπωσιακή πραγματεία, «De Mineralibus» (1260), τρεις αιώνες πριν από τη δημοσίευση του «De Re Metallica» του Agricola. Ένας Δομινικανός θεολόγος, ο Μάγνους ενδιαφέρθηκε να ανιχνεύσει τις μεθόδους μεταστοιχείωσης μετάλλων. Στην προσπάθειά του να μάθει για τις αλλαγές που μπορούσαν να επιφέρουν οι άνθρωποι στα φυσικά στοιχεία, ο Μάγνους

---

<sup>7</sup> Taylor H. (2021) *Reevaluating, Reassessing, and Reconsidering Humanism: An Exploration of Agricola's Humanist Proclivities* (ed.). *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556)*. Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.46-49.

---

βρέθηκε να διαβάζει τα μεταφρασμένα στα λατινικά έργα του Αβικένα (970 – 1037), Αβερρόη (1126 – 1198), και άλλων μουσουλμάνων συγγραφέων. Επισκέφτηκε τους αλχημιστές στους χώρους εργασίας τους στην Κολωνία και το Παρίσι, καθώς και τους μεταλλωρύχους στα φρεατιά τους, στο Goslar και στο Freiberg. Η παρατήρηση των πρακτικών τους θεμελίωσε και ενσωμάτωσε τις θεωρίες που είχε αντιληφθεί. Η ανάγνωση των πραγματειών και η επίσκεψη στους αλχημιστές παρείχαν μια πιο ισχυρή κατανόηση των αλχημικών πρακτικών. Δεν ήταν αρκετό για τον Μάγνους να μελετήσει τις μεθόδους, ήθελε να υπάρξει μάρτυράς τους. Ο Agricola, αναγνώρισε τη συμβολή του Μάγνους στη βιβλιογραφία για την μεταλλευτική και τη μεταλλουργία. Επιπλέον εκτίμησε την προσέγγιση του Μάγνους, ακόμα και όταν αντέκρουε τα ευρήματά του. Και οι δύο παρατήρησαν, συνέλεξαν και κατέγραψαν τις εξειδικευμένες εργασίες και τις επικοινωνίες των μεταλλωρύχων και των αλχημιστών.

Πολλοί ιστορικοί και αρχαιομεταλλουργοί είχαν επικεντρωθεί σε αυτή την περίοδο η οποία χαρακτηρίζεται ως πρώιμη μεταλλουργία, ενώ οι ιστορικοί της αλχημείας και της χημείας, είχαν την τάση να επικεντρώνονται σε πρώιμα αλχημικά κείμενα τα οποία αφορούσαν κυρίως την πρακτική της μεθόδου fire-assay. Για τους πρώτους, η αλχημεία θεωρούνταν ως μια αρκετά θεωρητική προσέγγιση η οποία απείχε αρκετά από την πρακτική άσκηση. Για τους ιστορικούς της αλχημείας, οι μεταλλουργοί θεωρούνταν ως απλοί τεχνίτες, οι οποίοι πραγματοποιούσαν χημικές αντιδράσεις αλλά δεν ενδιαφέρονταν για τις επιστημονικές αρχές και λειτουργίες. Κατά συνέπεια και οι δυο ομάδες μελετητών είχαν ορίσει διαφορετικούς ερευνητικούς στόχους και πολύ συχνά δεν αναγνώριζαν την συμβολή ο ένας του άλλου. Παρόλο που αρκετοί μελετητές όπως οι Hebert και Lou Hoover (1950) στην μετάφραση του «De Re Metallica» και ο Cyril Stanley Smith σε αρκετές μεταφράσεις και δημοσιεύσεις (Smith and Forbes 1969, Hawthorne and Smith 1979), τόνιζαν από την αρχή την σημασία των διεπιστημονικών μελετητών, περιλαμβάνοντας τόσο την χημεία όσο και την μεταλλουργία στις επιστήμες, ελάχιστα από αυτά αντικατοπτρίζονται σε πιο πρόσφατες αρχαιολογικές περιγραφές. Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι:

A) Κατά την περίοδο της Αναγέννησης, η αλχημεία και η χημεία δεν ήταν ξεχωριστές επιστήμες. Η περιεκτική αυτή επιστήμη, δεν συμπεριελάμβανε θρησκευτικές, ψυχολογικές ή μαγικές συνδηλώσεις που εκείνη την εποχή ήταν ένα πολύ συχνό φαινόμενο.

B) Η μέθοδος της fire-assay, ανήκε τόσο στην μεταλλουργία όσο και στην αλχημεία. Όσον αφορά στις χημικές αναλύσεις ήταν συχνά αδύνατον ή και ανάρμοστο να

---

διαχωριστεί μια σφαίρα δραστηριότητας (αλχημεία/χημεία) από την μεταλλουργία, δεδομένης της ισχυρής σύνδεσης που είχαν μεταξύ τους.

Η σύνδεση της αλχημείας με την παραγωγή χρυσού δεν εμφανίστηκε νωρίτερα από τον 18ο αιώνα και δεν ‘αποκρυσταλλώθηκε’ μέχρι να συμπεριληφθεί στην Εγκυκλοπαίδεια του Ντιντερό, η οποία δημοσιεύτηκε το 1753. Συμπερασματικά, πριν γίνει ο παραπάνω διαχωρισμός η αλχημεία και η χημεία ήταν συνώνυμες. Όταν πραγματοποιούνταν τέτοιες διακρίσεις, οι συγγραφείς οι οποίοι τις χρησιμοποιούσαν, είχαν άλλο στόχο και διαφορετική ερμηνεία, από αυτή της σύγχρονης εποχής. Ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα, είναι ο τόμος του Adreas Libanius (1597), ο οποίος αναφέρει τον τίτλο Alchemia, σήμερα αναγνωρίζεται ευρέως ως το πρώτο σύγχρονο εγχειρίδιο για την χημεία και δεν αναφέρει καθόλου την μετατροπή των μετάλλων. Επίσης, το 1556 στο βιβλίο “De Re Metallica” χρησιμοποιήθηκε ο όρος chymistas/chymistae, τόσο για να περιγράψει τους «κακούς» αλχημιστές οι οποίοι εξαπατούν τους ανθρώπους, όσο και για τους «καλούς» οι οποίοι ανέπτυξαν τις πρώιμες μεθόδους assaying.

Η ταυτότητα της Αναγεννησιακής αλχημείας και χημείας έχει επισημανθεί από αρκετούς ιστορικούς της επιστήμης (Goltz 1968, Weyer 1978, Halleux 1979, Rocke 1985, Newman and Principe 1998). Ωστόσο, πολλές ιστορικές και αρχαιομεταλλουργικές μελέτες εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν ως δεδομένες τις διαφορές μεταξύ αλχημείας και χημείας. Ορισμένοι μελετητές παραδέχονται τον χαρακτήρα της αλχημείας ως «πρωτόγονο» ή «ψευδο» επιστημονικό, ο οποίος παρά την ασάφεια και την αφαιρετική προσέγγιση εννοιών, συνέβαλε ως κάποιο βαθμό στην ανάπτυξη της σύγχρονης χημείας. Άλλοι μειώνουν την πρακτική πλευρά της αλχημείας και τονίζουν τις σχέσεις της με τη μαγεία, την αστρολογία, τη θρησκεία ή την ψυχολογία, αντιπαραβάλλοντάς την με τη εκείνης της εποχής της χημεία, η οποία θεωρείται η ρίζα της σύγχρονης επιστήμης. Ανεξάρτητα από τα αποτελέσματά τους, όλες αυτές οι μελέτες χαρακτηρίζονται από μια έντονη προκατάληψη. Στην πραγματικότητα, η αλχημεία και η «χημεία» δεν υπήρχαν στην Αναγέννηση ως τόσο διαφορετικοί κλάδοι, συνεπώς η δοκιμαστική διαφοροποίησή τους είναι αναχρονιστική και μπερδεμένη. «Αν κάποιος ορίσει την αλχημεία ως μια μη ποσοτική, ζωτική ή αόριστα «μη επιστημονική» προσπάθεια, και στη συνέχεια προσπαθήσει να κατηγοριοποιήσει τα στοιχεία της προέλευσής της σε αλχημεία και χημεία χρησιμοποιώντας αυτά τα κριτήρια, τα συμπεράσματα θα επιβεβαιώσουν φυσικά τον ορισμό και όλα όσα τον συνοδεύουν» (Newman και Principe 1998, 36). Αυτή η διάκριση τίθεται *a priori* και βασίζεται σε σύγχρονες αντιλήψεις, καθώς

---

αυτές οι παράμετροι είναι εντελώς ξένες για τους (αλ)χημιστές του 16ου αιώνα και επομένως δεν μπορούν να θεωρηθούν ως σημεία υπεροχής για μια επιστημονική μελέτη .

Δεδομένου ότι αυτή η λανθασμένη διάκριση μεταξύ «αλχημείας» και «χημείας» είναι τόσο βαθιά ριζωμένη στην ιστοριογραφία, η χρήση του αρχαϊκού όρου χημεία έχει προταθεί πρόσφατα ως μια ουδέτερη, περιεκτική ονομασία τόσο για την «αλχημεία» όσο και για τη «χημεία», της χρονικής περιόδου από τη Μεταρρύθμιση μέχρι το τέλος του 17ου αιώνα. Για παλαιότερες περιόδους, η λέξη «αλχημεία» θα παρέμενε έγκυρη, καθώς η λατινική *chymia* σπάνια εμφανίζεται πριν από εκείνη την εποχή. Προκειμένου να δηλωθεί συγκεκριμένα, η μετατροπή των βασικών μετάλλων σε χρυσό και ασήμι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι όροι χρυσοποιία και αργυροποιία (Newman and Principe 1998, 41-42). Αυτή η ορολογία αποφεύγει την σύγχυση και αβάσιμες εικασίες, ενώ αναγνωρίζει την ύπαρξη μιας ενιαίας σφαίρας δραστηριότητας.

### 1.5.2 Η επιρροή του Παράκελσου στον Agricola

Ο Agricola διαμόρφωσε επίσης τις ιδέες του μετά από εκείνες ενός άλλου σημαντικού μελετητή στην ιστορία της αλχημείας, του Παράκελσου. Γεννημένος ως Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim στις 17 Δεκεμβρίου 1493 στο Maria-Einsiedeln, ένα χωριό κοντά στη Ζυρίχη, ο Παράκελσος έγραψε κείμενα για την αλχημική σκέψη, όπως ο Θησαυρός των Θησαυρών για τους Αλχημιστές (The Treasure of Treasures for Alchemists). Απέρριψε την ιδέα ότι το κύρος της αλχημείας, προήλθε από τις προσπάθειες δημιουργίας χρυσού και αργύρου. Για τον ίδιο, αυτός δεν ήταν ο πρωταρχικός στόχος. Ισχυρίστηκε ότι ο πραγματικός σκοπός της αλχημείας ήταν η παρασκευή φαρμάκων. Ο Παράκελσος λοιπόν, υποστήριξε τη χρησιμότητα των αλχημικών πρακτικών. Οι αλχημιστές μπορούσαν να δημιουργήσουν θεραπευτικές ουσίες. Πίστευε ότι η φύση παρήγαγε τόσο δυσμενή όσο και επωφελή στοιχεία. Όσο για το πρώτο, υποστήριξε ότι οι αλχημιστές μπορούσαν να απομονώσουν αυτές τις προσμίξεις, να τις εξάγουν και να δημιουργήσουν ορυκτά και μέταλλα. Για τον Παράκελσο, η αλχημεία ήταν η μετατροπή των ουσιών σε ένα σταθερό, τελικό προϊόν. Όταν οι θρήσκοι συντηρητικοί κατήγγειλαν τη μεταστοιχείωση του φυσικού περιβάλλοντος του Θεού, ο Παράκελσος συμφιλίωσε τις θεολογικές του πεποιθήσεις με αυτές της αλχημείας. Δήλωσε, «ο Θεός προίκισε τον άνθρωπο με λογική, ώστε να μάθει δυνητικά τι σημαίνει η επιθυμία». Αλλά ο ίδιος πρέπει να αποφασίσει αν θα υποκύψει σε αυτό ή όχι, αν θα ακολουθήσει τη λογική του ή όχι. Ο Θεός έχει τοποθετήσει

---

τον σπόρο στην ανθρώπινη εικασία, στην οποία βρίσκεται η λογική του, και στο αντικείμενο που πυροδοτεί την εικασία». Ο Παράκελσος υποστήριξε την δέσμευση, οι άνθρωποι δεν έπρεπε να παρακολουθούν αδρανείς. Αντίθετα, θα μπορούσαν να εμπλακούν στο φυσικό τους περιβάλλον και να αναπτύξουν ένα προϊόν που θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει η κοινωνία.

Οι σκέψεις του Παράκελσου, ευθυγραμμίστηκαν με αυτές του Agricola, ο οποίος πίστευε ακράδαντα ότι οι άνθρωποι πρέπει να αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον τους και ενθάρρυνε την ενασχόληση με τη φύση. Παρατηρώντας τις μεταλλευτικές και μεταλλουργικές πρακτικές των εργατών, έμαθε ότι η φύση σπάνια παρήγαγε ένα καθαρό μέταλλο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι εργάτες έπρεπε να αναπτύξουν τα μέσα με τα οποία να τα αποστραγγίζουν και να τα διαχωρίζουν. Επιπλέον τόνισε ότι, «συχνά δύο μέταλλα, σπάνια περισσότερα από δύο, εξάγονταν μέσω τήξης από ένα μέταλλευμα, γιατί κανονικά υπήρχε κάποια ποσότητα χρυσού στο ασήμι και στο χαλκό, και λίγο ασήμι στο χρυσό, στο χαλκό, στο μόλυβδο και στο σίδηρο... » Σύμφωνα με τον Παράκελσο, η φύση παρήγαγε μια ποικιλία στοιχείων τα οποία αλληλοεπιδρούσαν για να παράγουν μεταλλεύματα που περιέχουν ένα μείγμα μετάλλων.

Πίστευε ότι οι άνθρωποι μπορούσαν να βρουν αλάτι, θείο και υδράργυρο στη φύση, απομονώνοντας τα στο χώρο εργασίας ενός αλχημιστή, μπορούν στη συνέχεια να τα χρησιμοποιήσουν για την τελειοποίηση των ανισορροπιών του ανθρώπινου σώματος. Για τον Παράκελσο, το αλάτι, το θείο και ο υδράργυρος ήταν ισχυρά δηλητήρια τα οποία θα μπορούσαν να αναπτύξουν οι αλχημιστές για να χρησιμοποιηθούν από τους γιατρούς στη θεραπεία των ανθρώπινων παθήσεων.

Η εξειδίκευση με την οποία περιέγραψε τις διαδικασίες εξαγωγής θείου και απόσταξης αλατιού, υποδηλώνει ότι ήταν εξοικειωμένος με τη θεωρία του Παράκελσου. Το θείο ήταν διαβρωτικό για τα μέταλλα και μπορούσε «να τα διαλύσει σε στάχτη (*in cinerem resoluit metallum*).» Το θείο ήταν πιο επιβλαβές, πάνω απ' όλα, για τον σίδηρο. Όλοι οι μεταλλουργοί συμφώνησαν ότι έπρεπε να το αφαιρέσουν από τα μεταλλεύματα. Ο Agricola συμφώνησε με τον Παράκελσο, ότι οι άνθρωποι πρέπει να αναλάβουν να χειραγωγήσουν τη φύση για τις δικές τους χρήσεις. Η εκμάθηση και η εξερεύνηση των τρόπων αφαίρεσης στοιχείων από τη φύση, δεν ήταν ούτε παραπλανητική ούτε άθρησκη.

---

### 1.5.3 Η αφοσίωση στον Αριστοτέλη

Ο Kristeller, ο Witt και ο Celenza συμφωνούν ότι το καθοριστικό χαρακτηριστικό ενός ουμανιστή, ήταν η αφοσίωσή του στους κλασικούς Έλληνες και Ρωμαίους συγγραφείς. Μερικοί ανθρωπιστές μιμήθηκαν το ύφος ή το περιεχόμενο των αρχαίων κειμένων, άλλοι επέλεξαν να συγχωνεύσουν τις δικές τους θεωρίες, με αυτές των αρχαίων. Ο Kristeller βρήκε αποδείξεις ανθρωπιστών που αμφισβητούσαν τακτικά την αυθεντία των αρχαίων συγγραφέων. Ισχυρίστηκε ότι ο Αριστοτέλης ήταν ένας τέτοιος αρχαίος συγγραφέας, του οποίου τα κείμενα αναλύθηκαν εκτενώς, έγιναν αντικείμενο απομίμησης και ερμηνεύτηκαν από ανθρωπιστές. Ο ιστορικός δήλωσε ότι «με διαφορετικούς τρόπους και για διαφορετικούς λόγους», οι πρώτοι σύγχρονοι διανοούμενοι προώθησαν την αριστοτελική τους κληρονομιά. Το βασικό ερώτημα είναι αν ο Agricola ήταν ανθρωπιστής και, αν ναι, μέχρι ποιο βαθμό; Γιατί να το επιδιώξε; Επιφανειακά, έμοιαζε με ανθρωπιστή. Όπως και άλλοι ανθρωπιστές, θεμελίωσε τις θεωρίες του για τα φυσικά φαινόμενα μέσα σε ένα αριστοτελικό πλαίσιο. Κατά τη διάρκεια της ιταλικής «Αναγέννησης» (1300 έως 1600), τα κλασικά κείμενα αποτέλεσαν για τους διανοούμενους σημείο αναφοράς για την αξιολόγηση της επιστημονικής προόδου. Εδώ το αρχαίο σώμα της φιλοσοφίας, το οποίο ανακτήθηκε από τους λόγιους του μεσαίωνα, έγινε πρότυπο ύφους. Οι ανθρωπιστές προσπάθησαν να αποκαταστήσουν αυτήν την αρχαία ρητορική κληρονομιά και θεώρησαν το έργο του Αριστοτέλη ως την επιτομή της λογικής. Οι καλύτερες μεταφράσεις των αρχαίων κειμένων διευκόλυναν την ανάπτυξη ενός φάσματος ερμηνευτικών τεχνικών.

Όταν ο Agricola άρχισε να τεκμηριώνει τις τεχνικές των μεταλλωρύχων, τα Αριστοτελικά κείμενα είχαν μεταφραστεί και σχολιαστεί εκτενώς. Προέκυψαν, αντικρουόμενες ερμηνείες του δόγματος/θεωρίας και αντικρουόμενες αντιλήψεις του φυσικού κόσμου. Οι μελετητές δεν χρησιμοποίησαν το «corpus aristotelicum» με καθολικό τρόπο. Ένας «μεταμορφωμένος» Αριστοτέλης εμφανίστηκε, όταν πτυχές από τη μεσαιωνική παράδοση ενώθηκαν με τους καρπούς του ουμανισμού.

Η εξήγηση του, για τις αποθέσεις μετάλλων στα ποτάμια καταδεικνύει την εξάρτησή του από την διερεύνηση των θεωριών του Αριστοτέλη. Συνάντησε μεταλλωρύχους, οι οποίοι πίστευαν ότι ο ήλιος αποσπούσε τα μέταλλα από φλέβες και ποτάμια. Πίστευαν ότι η θερμότητα του ήλιου μπορούσε να αναμοχλεύσει τα μέταλλα από το σημείο που ήταν ενσωματωμένα. Ο τόπος ή η φυσική θέση σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, δεν έχει «ούτε αίτιο ούτε μορφή... ούτε ως τέλος, ούτε προκαλεί τα όντα να κινηθούν», δεν διαθέτει τα τέσσερα στοιχεία: γη, νερό, αέρα και φωτιά. Έτσι, οποιοδήποτε από τα στοιχεία θα μπορούσε να

---

αποσπάσει μια ουσία, όπως ένα μέταλλο, από τη φυσική της θέση. Ο Agricola ίσως αναγνώρισε ότι οι μεταλλωρύχοι χρησιμοποίησαν τη θεωρία των στοιχείων του Αριστοτέλη, για να εξηγήσουν την κίνηση των μετάλλων. Παράλληλα, επεσήμανε ότι, παρόλο που «οι ακτίνες του ήλιου αντλούν ατμούς από την επιφάνεια του εδάφους, οι ακτίνες δεν διαπερνούν την επιφάνεια, αφού ο αέρας μιας σήραγγας είναι κρύος παρά το γεγονός ότι καλύπτεται από συμπαγή γη, μόνο δύο - οργιές βαθιά. Είχε παρατηρήσει ένα αντίθετο παράδειγμα. Υπενθύμισε στον αναγνώστη ότι ακόμη και με την «υπερβολική ζέστη» του (*nimio solis ardore*) ο ήλιος δεν μπορούσε να αποσπάσει μεταλλικά υλικά από ορισμένα σημεία όπου τα δέντρα έριχναν τη σκιά τους (*vestiti arboribus sint et umbrosi*). Ο ίδιος δεν αφοσιώθηκε τυφλά στις ιδέες του Αριστοτέλη. Δοκίμασε τις θεωρίες του Αριστοτέλη με τις δικές του παρατηρήσεις.

Η κατανόηση του, για τις έννοιες της «ξηρότητας» και της «υγρασίας» αντικατοπτρίζει την προσήλωσή του στις Αριστοτελικές απόψεις. Ο Αριστοτέλης, υπέθεσε ότι τα τέσσερα μεταβλητά στοιχεία, είχαν ορισμένες θεμελιώδεις ιδιότητες οι οποίες δρούσαν ως «αποτελεσματική» δύναμη στα στοιχεία. Αυτές οι ιδιότητες ήταν η ξηρότητα, η υγρασία, η ζέστη και το κρύο. Η ξηρότητα και η υγρασία ήταν παθητικές ενώ, η ζέστη και το κρύο ήταν ενεργητικές. Οι ιδιότητες λειτουργούσαν σε ζεύγη. Για παράδειγμα, η «γη» θεωρούνταν ξηρή και κρύα. Ο Agricola λειτούργησε στα πλαίσια του Αριστοτέλη, αναγνωρίζοντας μάλιστα πώς ο ήλιος μπορούσε να επηρεάσει την ξηρότητα και την ψυχρότητα της γης. Ωστόσο, υπήρχαν όρια. Ο ήλιος δεν μπορούσε να επηρεάσει την κίνηση της γης. Δηλαδή, ο ήλιος δεν μπορούσε να αποσπάσει μέταλλα, ή υλικά από τη γη. Οι παρατηρήσεις και οι εμπειρίες του, παράλληλα, τον οδήγησαν να αναγνωρίσει τα όρια της δύναμης του ήλιου και μαζί με αυτά τα όρια των θεωριών του Αριστοτέλη.

Προλόγιζε επανειλημμένα τις θέσεις του, οι οποίες αντέκρουαν τις θεωρίες του Αριστοτέλη, με τη φράση «εμπειρία μη ανθεκτική (πείραμα όχι αποδεκτό)». Η δήλωση αποτελεί σύνοψη του αποστάγματος της πεποίθησης του για την κατανόηση του φυσικού κόσμου: δεν αρκεί η χρήση επαγωγικού συλλογισμού. Τόνισε, ότι για να κατανοήσει κανείς ένα φαινόμενο πρέπει να το παρατηρήσει και να το ταξινομήσει. Παρουσιάζοντας και υποστηρίζοντας, μια προσέγγιση η οποία συνδύαζε την αυστηρή παρατήρηση με το αριστοτελικό σώμα/έργο.

Αιώνες αφότου ο Αριστοτέλης διατύπωσε τις θεωρίες του για τις αναθυμιάσεις, οι αναλυτές μέτρησαν, ανέπτυξαν και δοκίμασαν τις μεθόδους με τις οποίες μπορούσαν να προσδιορίσουν, και να εξάγουν συγκεκριμένα μέταλλα από τα μεταλλεύματα. Οι αναλυτές,



---

σε αντίθεση με τους περισσότερους αλχημιστές, κατέγραψαν και μετέδωσαν τις ιδέες τους σε άλλους εκτός του συγκεκριμένου πεδίου. Όπου οι ιστορικοί είχαν διαχωρίσει με ακρίβεια την αλχημεία και την ανάλυση σε διακριτά πεδία πρακτικής, ο Agricola θέλησε να τα συνδυάσει. Για τον ίδιο, και οι δύο υπάγονταν στην κατηγορία της μεταλλουργίας, καθώς και τα δύο αφορούσαν σε τεχνικές ανακάλυψης συνθέσεων κραμάτων.

#### 1.5.4 Η εσκεμμένη αναφορά στον Οράτιο

Για να ισχυροποιήσει την άποψή του, ότι η ενασχόληση με την απληστία έγκειται στην αξία την οποία έχουν προσδώσει οι άνθρωποι στα χρήματα, ο Agricola στράφηκε στα έργα του Οράτιου. Ανέφερε, ότι ο Οράτιος (65 π.Χ. – 8 π.Χ.) είπε «πολύ σωστά (rectissime)» στις Σάτιρες (35 π.Χ. – 33 π.Χ.), «δεν γνωρίζετε την αξία του χρήματος; και ποιες χρήσεις εξυπηρετεί; Αγοράζει ψωμί, λαχανικά και μια πίντα κρασί (Nescis quid valeat nummus, quem praebeat usum/Panis ematur, olus, vini sextarius)». Χρησιμοποίησε τον αρχαίο Ρωμαίο ποιητή, για να ενισχύσει την πίστη του ότι το χρήμα και η ανταλλαγή χρημάτων δεν ήταν απαραίτητα η ρίζα όλου του κακού στον κόσμο. Χρησιμοποίησε τα λόγια του Οράτιου, για να καταστήσει σαφές ότι τα χρήματα εξυπηρετούσαν έναν κοινωνικό σκοπό. Τόνισε ότι ο Οράτιος περιέγραψε τον τρόπο με τον οποίο «ο πλούτος εξουσίαζε τον κάτοχό του όπως τον σκλάβο (imperat aut servit collecta pecunia)», μάλλον θα έπρεπε «να ακολουθεί αντί να οδηγεί το στριμμένο σχοινί (tortum digna sequi potius quam ducere funem).» Επιπλέον, αναγνώρισε ότι το να δηλώσει απλώς με δικά του λόγια ότι τα μέταλλα και τα ορυκτά δεν επιδείνωσαν από μόνα τους την ανθρώπινη κατάσταση θα αποδεικνυόταν ανεπαρκές. Χρειαζόταν τα λόγια μιας ηγεμονικής φιγούρας για να προωθήσει την επιχειρηματολογία του. Αναπτύσσοντας το κείμενο του Οράτιου, υπέθεσε ότι το κοινό του θα είχε αναγνωρίσει όχι μόνο τη φιγούρα του Οράτιου, αλλά και την αυθεντία του αρχαίου ποιητή.

Δεν ήταν παράλογο να υποθέσουμε ότι ένα κοινό που διαβάζει Λατινικά θα ήταν εξοικειωμένο με τις Σάτιρες του Οράτιου. Μεταξύ των πρώτων σύγχρονων Λατινιστών, ο Οράτιος έλαβε επαίνους για τη ρητορική του φινέτσα. Οι δεξιότητές του θεωρούνταν ακόμη και θρυλικές μεταξύ των Ρωμαίων συγχρόνων του, οι οποίοι τον χειροκρότησαν για τη συντομία και την ακρίβειά του. Στα ευρωπαϊκά πανεπιστήμια του 16ου και του 17ου αιώνα, η μελέτη του Οράτιου έπαιξε σημαντικό ρόλο στο πρόγραμμα σπουδών των Λατινικών σπουδών.

Με το νεύμα του στον Οράτιο, αποκάλυψε την ανθρωπιστική του μόρφωση. Η παρουσία αυτών των Ορατιανών κειμένων στο «De Re Metallica» δείχνει ότι ο ανθρωπισμός

---

ήταν «μόνιμος συνοδός του κινήματος γνωστού με τον όρο Αναγέννηση». Συνθέτοντας αυτό το κείμενο σε μια στιγμή που «η πράξη της εκ νέου ανακάλυψης βασίστηκε στη συνειδητή απόφαση να ανακτήσει και να καλλιεργήσει όλη τη σωζόμενη λογοτεχνία της αρχαιότητας». Η ενσωμάτωση των κειμένων του Οράτιου, όχι μόνο θα είχε απήχηση στον αναγνώστη, αλλά επίσης θα προσέδιδε κύρος στον συγγραφέα και νομιμότητα στην μεταλλευτική.<sup>8,9</sup>

---

<sup>8</sup> Martínón-Torres M. and Rehren T. (2005) *Renaissance alchemy and chemistry* (ed.). *Alchemy, chemistry and metallurgy in Renaissance Europe: a wider context for fire-assay remains*. Institute of Archaeology, University College London, p.16-17

<sup>9</sup> Taylor H. (2021) *Alloys, Alchemy, and Agricola: An Examination of Agricola's Quest to Make Metallurgy Less Secretive* (ed.). *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556)*. Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.52-56, 70-76

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Τεχνικές εξόρυξης στην πρόιμη εποχή

#### 2.1.1 Αρχαίοι χρόνοι

Οι υπαίθριες και υπόγειες τεχνικές εξόρυξης είναι γνωστό ότι χρησιμοποιούνταν από την Παλαιολιθική εποχή, με τη μορφή απλής επιφανειακής αποκάλυψης ή μέσω ρηχών λάκκων. Μέχρι την εποχή του Χαλκού, αυτές οι απλές τεχνικές αντικαταστάθηκαν από πιο φιλόδοξες μεθόδους διάνοιξης και απλών διεργασιών σε στοές και φρεάτια. Ως στοά (adit) ορίζεται μια επικλινής σήραγγα διανοιγμένη από την επιφάνεια, συνήθως σε πλαγιά λόφου. Η διάνοιξη μιας στοάς γίνεται με ανόρυξη ρηχών εκσκαφών στο κατώτερο τμήμα της σήραγγας, με σκοπό την απομάκρυνση του μεταλλεύματος. Το φρεάτιο είναι μια κατακόρυφη εκσκαφή, η οποία παρέχει πρόσβαση στο μετάλλευμα, το οποίο βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια. Ως στοές (γαλαρίες) ορίζονται οι οριζόντιες σήραγγες ενός φρεατίου, οι οποίες παρέχουν πρόσβαση στο μετάλλευμα μέσω υποκειμένων ή υπερκειμένων σταθμών. Η αφαίρεση του μεταλλεύματος γίνεται από το ανώτερο ή το κατώτερο τμήμα, αντίστοιχα.

#### 2.1.2 Ελληνιστική περίοδος

Οι αρχαίοι Έλληνες δεν είχαν ιδιαίτερες γνώσεις πάνω στην γεωλογία, ενώ θεωρείται ότι βασίζονταν σε μεγάλο βαθμό σε εμφανείς ενδείξεις μεταλλεύματος, οι οποίες εντοπίζονταν στην επιφάνεια. Η αποκάλυψη ενός μεταλλεύματος στην επιφάνεια ή θραυσμάτων/τμημάτων του, αποτελεί πρωταρχική ένδειξη της ύπαρξής του, καθώς τα μεταλλεύματα που αναζητούσαν οι αρχαίοι είχαν συνήθως πιο φωτεινό χρώμα από τον περιβάλλοντα βράχο. Επιπλέον, οι συνθήκες βλάστησης πάνω από ένα κοίτασμα αποτελεί επίσης ένδειξη της ύπαρξής του. Πολλά φυτά δεν μπορούν να συνυπάρξουν με ορισμένα ορυκτά (π.χ. χαλκός), γεγονός το οποίο επηρεάζει την ποσότητα και την φυσική κατάστασή τους πάνω από ένα τέτοιο κοίτασμα. Αντιθέτως, τα φυτά που είναι ανεκτικά και μπορούν να επιβιώσουν με την ύπαρξη του ορυκτού θα ευδοκιμούσαν.

Τα πρώτα κοιτάσματα που εκμεταλλεύτηκαν οι Έλληνες ήταν αλλουβιακές αποθέσεις ή προσχωματικά κοιτάσματα, που δημιουργήθηκαν κατά μήκος της διαδρομής του νερού, το οποίο κουβαλούσε θραύσματα του μεταλλεύματος και ειδικότερα στα κυρτά τμήματα των ποταμών. Τα μέταλλα των προσχωματικών αποθέσεων, μπορούσαν να συγκεντρωθούν είτε

---

μέσω κοσκινίσματος, βάσει του οποίου πραγματοποιείται η εκμετάλλευση της υψηλότερης πυκνότητας του κοιτάσματος, είτε με απλή συλλογή, αν τα θραύσματα ήταν αρκετά μεγάλα.

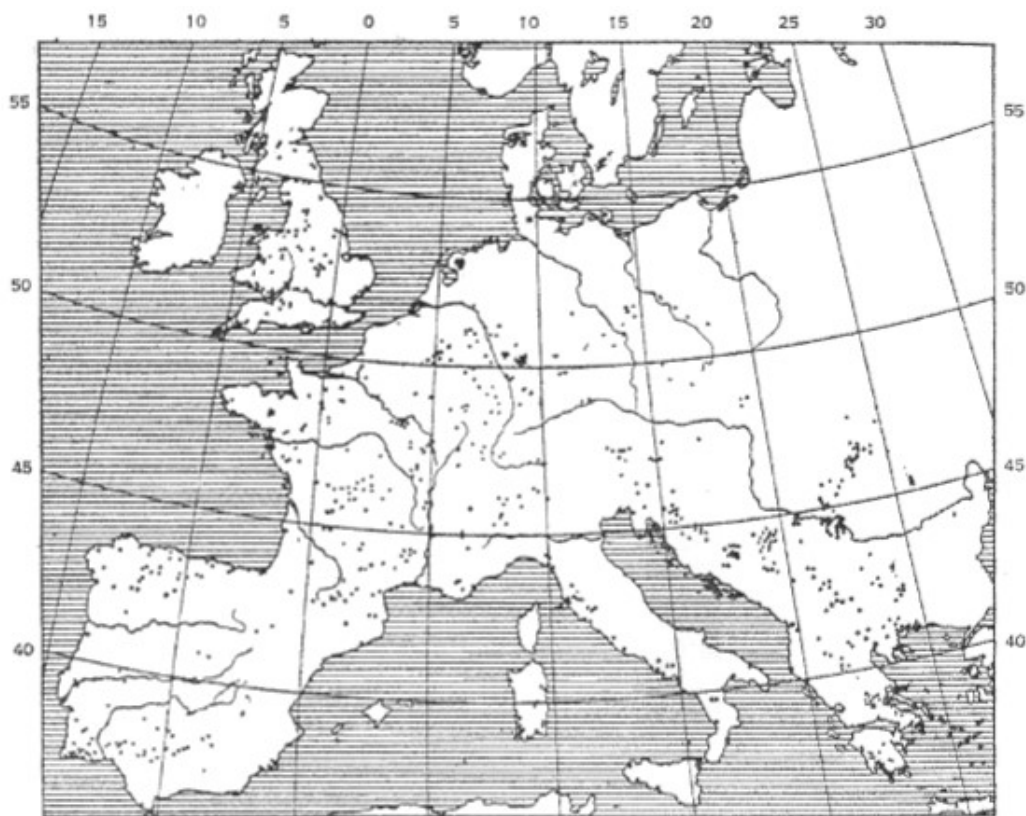
Η πιο γνωστή περιοχή της ελληνικής εξορυκτικής δραστηριότητας, ήταν τα ορυχεία αργύρου που βρίσκονταν στην Αττική. Το πιο γνωστό από αυτά τα ορυχεία, ήταν του Λαυρίου. Το πορώδες των πετρωμάτων που βρίσκονται στο Λαύριο, εξάλειψε την ανάγκη για συστήματα αποστράγγισης του νερού, αλλά εμπόδισε ταυτόχρονα και οποιαδήποτε εξόρυξη κάτω από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα. Ο άργυρος που εξορύχθηκε από αυτό το ορυχείο αποτέλεσε βασικό παράγοντα στην πρόιμη ευημερία της Αθήνας.

### **2.1.3 Ρωμαϊκή περίοδος - Εξορυκτική δραστηριότητα**

Για τους Ρωμαίους, η εξόρυξη ήταν ένα χαμηλής αξίας, ταπεινό έργο που δεν ήταν κατάλληλο για επιστημονική έρευνα. Ως εκ τούτου, οι μεταλλωρύχοι και οι μεταλλουργοί έπρεπε να βασίζονται στη συσσωρευμένη εργασιακή εμπειρία για να αυξήσουν την παραγωγικότητα των εργασιών τους.

Οι Ρωμαίοι υιοθέτησαν πολλές από τις βασικές τεχνικές εξόρυξης από τους Έλληνες και τους Αιγύπτιους, προσθέτοντας ωστόσο, και νέες τεχνικές καθώς και γενικές βελτιώσεις στις ήδη υπάρχουσες.

Στους Ρωμαίους αναγνωρίζεται το γεγονός ότι κατείχαν μεγαλύτερη γνώση στη γενική γεωλογία, αν και πιστεύεται ότι εξακολουθούσαν να βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε εμφανείς επιφανειακές ενδείξεις. Το βασικό ορυχείο μόλυβδου στην περιοχή Μποτίνο (Bottino) είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του γεγονότος ότι οι Ρωμαίοι είχαν αρκετή κατανόηση των χαρακτηριστικών των ρηγμάτων του βράχου, ώστε να αντιληφθούν πότε πρέπει να ακολουθήσουν μια φλέβα μεταλλεύματος πίσω από ένα από αυτά.



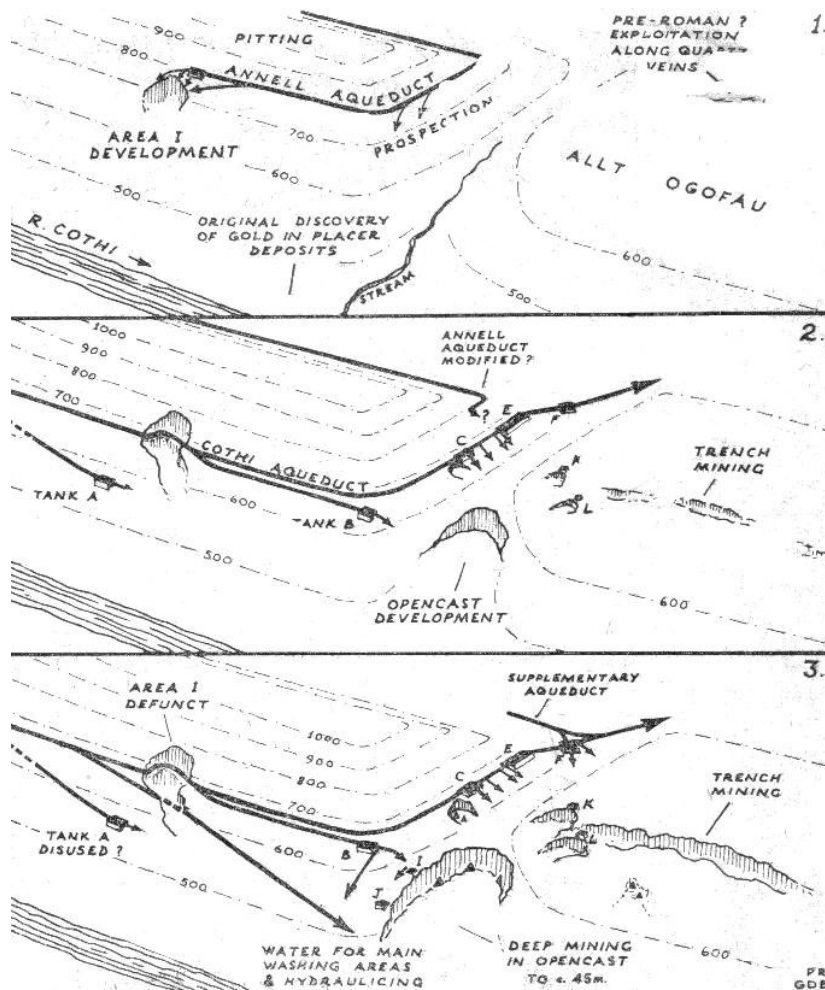
**Εικόνα 2-1:** Τοποθεσίες των Ρωμαϊκών Ορυχείων στην Ευρώπη.<sup>10</sup>

#### Υπαίθρια Εξόρυξη

Οι Ρωμαίοι συνέβαλαν σημαντικά στην εξόρυξη με την εισαγωγή της μεθόδου του «hushing» η οποία χρησιμοποιείται κυρίως για την εξόρυξη χρυσού. Είναι μια τεχνική, κατά την οποία μεγάλος όγκος νερού απελευθερώνεται ξαφνικά από δεξαμενές στην περιοχή εργασιών, με σκοπό την αφαίρεση του υπερκείμενου φορτίου, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο στους μεταλλωρύχους να συγκεντρώσουν τα σχετικά κομμάτια μεταλλεύματος και να διαλέξουν τα μεγαλύτερα τμήματα των πετρωμάτων, τα οποία θα ελεγχθούν για μετάλλευμα. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι να εξαντληθεί το κοίτασμα.

---

<sup>10</sup> Skinner M., Lenny F. and Galvin M. (1999) *Mining and Metallurgy to the Renaissance*. Worcester Polytechnic Institute.



Εικόνα 3-1: Μέθοδος hushing<sup>11</sup>

### Υπόγεια Εξόρυξη

Η ρωμαϊκή υπόγεια εξόρυξη εξακολουθούσε να περιλαμβάνει ένα σύστημα φρεατίων και στοών, αλλά οι Ρωμαίοι συχνά ενσωμάτωναν πολλαπλά φρεάτια στις εργασίες τους και γενικά είχαν πιο σύνθετες διεργασίες σε σύγκριση με αυτές που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα. Αν και συνέχισαν να ακολουθούν πιστά τα ίχνη του μεταλλεύματος, είναι προφανής ο καλύτερος και αποδοτικότερος σχεδιασμός καθώς και το γεγονός ότι ξεπεράστηκαν προηγούμενοι περιορισμοί στον εξαερισμό και στην αποστράγγιση. Οι βασικές μέθοδοι της φωτιάς, σφυριού και σμίλης παρέμειναν σε χρήση. Ωστόσο, τα σιδερένια εργαλεία επικράτησαν έναντι των χάλκινων.

Τα φρεάτια των ρωμαϊκών ορυχείων παρουσίαζαν συνήθως κανονικό σχήμα. Στις περιπτώσεις, που ήταν επενδυμένα με ξύλο ή πέτρα, παρουσίαζαν τετράγωνο ή κυκλικό

<sup>11</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Hushing.html>

---

σχήμα, αντίστοιχα. Οι εσοχές που υπήρχαν μερικές φορές στις πλευρές των φρεατίων μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν, είτε ως σκαλοπάτια για τους μεταλλωρύχους, είτε ως στηρίγματα για σκάλα. Είχαν κρατηθεί στη μια πλευρά της στοάς, έτσι ώστε να υπάρχει αρκετός χώρος για τη μεταφορά των δοχείων με το μέταλλευμα στην επιφάνεια.

Οι στοές (γαλαρίες) των ρωμαϊκών ορυχείων διακλαδώνονταν από ένα ή περισσότερα κεντρικά φρεάτια, ακολουθώντας πιστά τα ίχνη του μεταλλεύματος, παρουσιάζοντας ταυτόχρονα αλληλοσύνδεση. Τα ρωμαϊκά ορυχεία σε σύγκριση με τα ελληνικά ήταν γενικά πιο επίδοξα, με πολλαπλά επίπεδα στοών. Παρά το γεγονός ότι η πολυπλοκότητα και η καινοτομία των ρωμαϊκών ορυχείων έδειχνε να βασίζεται σε κάποιο σχεδιασμό, λίγα ήταν εκτενώς σχεδιασμένα σε σύγκριση με τις σύγχρονες δομές. Επιπλέον, μερικά από αυτά είχαν τη μορφή χαοτικών λαβύρινθων, οι οποίοι αποκλείεται να είχαν σχεδιαστεί σκόπιμα. Παρόμοια με τους Έλληνες, οι στοές των Ρωμαίων είχαν σχετικά μικρές διατομές και συνήθως τετράγωνο ή ορθογώνιο σχήμα, ενώ είναι γνωστό ότι οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν και το τραπεζοειδές σχήμα, που ήταν στενότερο στην κορυφή, προκειμένου να επιτευχθεί η μείωση της οριζόντιας συμπίεσης στο σημείο των εργασιών από το βάρος του γύρω πετρώματος.

### Εξαερισμός

Οι Ρωμαίοι βελτίωσαν σημαντικά την κατανόηση τους στον εξαερισμό της υπόγειας εξόρυξης, αν και εξακολούθησαν να αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες στα μεγαλύτερα βάθη. Όλες οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν από τους Ρωμαίους βασίστηκαν στην κατανόηση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα και της μεταφοράς του.

Τα επιβλαβή αέρια που δημιουργούνταν από τις φωτιές, ελέγχονταν μέσω στρατηγικά τοποθετημένων φραγμάτων από αδρανή υλικά, θυρών και παραθύρων πάνω σε παλιές εγκαταστάσεις, έτσι ώστε ο αέρας να κατευθύνεται στον χώρο εργασίας.

Οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν επίσης την τεχνική των συνδεδεμένων φρεατίων για την κυκλοφορία του αέρα. Στην περίπτωση κατά την οποία υπήρχε υψομετρική διαφορά μεταξύ των κατασκευασμένων φρεατίων, η διαφορά πίεσης μετακινούσε τον αέρα μεταξύ τους κατά τις περιόδους του καλοκαιριού και του χειμώνα. Επίσης, χρησιμοποίησαν τη μεταφορά θερμού αέρα από την φωτιά που άναβαν στο κατώτερο τμήμα του ενός φρεατίου, προκειμένου να παρασύρουν τον αέρα προς τα κάτω. Αυτή η μέθοδος μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί με ένα μόνο φρεάτιο, διαιρώντας κάθετα το φρεάτιο μέχρι κάτω, με ξύλινες

---

σανίδες για διαχωριστικό. Πιο συγκεκριμένα, το μισό μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για το ανοδικό ρεύμα και το άλλο μισό για καθοδικό ρεύμα.

### Σύστημα Αποστράγγισης

Οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν τρεις βασικές τεχνικές συστημάτων αποστράγγισης. Οι εγκάρσιες τομές είναι κανάλια εκτροπής της ροής του νερού σε εναλλακτική διαδρομή, το οποίο ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο όταν συναντούσαν υπόγεια ρέματα. Επιπλέον, το χειροκίνητο άδειασμα του νερού με δερμάτινους σάκους το οποίο συνεχίστηκε, παραμένοντας ωστόσο, μια αργή και αναποτελεσματική μέθοδος.

Οι Ρωμαίοι εισήγαγαν δύο μηχανικές συσκευές που σχεδιάστηκαν για να την διεκπεραίωση της αποστράγγισης. Ο Αρχιμήδης (ή Αιγυπτιακός) κοχλίας, που χρησιμοποιήθηκε αρχικά για άρδευση στην Αίγυπτο, ήταν μια κυλινδρική διάταξη που περιείχε έναν κεντρικό άξονα με σπείρωμα που προσαρμοζόταν μέσα σε έναν κενό σωλήνα. Μια λαβή στην κορυφή επέτρεπε στον άξονα να περιστρέφεται και να μετακινεί το νερό με πολύ λιγότερη προσπάθεια σε σύγκριση με αυτήν που απαιτούνταν για την αντίστοιχη χειροκίνητη. Η άλλη συσκευή για την απομάκρυνση του νερού ήταν ο Ρωμαϊκός τροχός, ο οποίος ήταν κατά βάση μια ξύλινη κατασκευή, αποτελούμενη από έναν κύκλο από θαλάμους που έμοιαζαν με κάδους και σχημάτιζαν έναν τροχό αρκετά μεγάλο για να ανυψώσει το νερό 2 ή 3 μέτρα. Ο χειρισμός του γινόταν από ένα άτομο που περπατούσε κατά μήκος του τροχού και αφαιρούσε το νερό από το χαμηλότερο ταμιευτήρα και το εναπόθετε κοντά στην κορυφή του, σε ένα κανάλι που θα το οδηγούσε στον επόμενο ταμιευτήρα.<sup>12</sup>

Η πρώιμη μεσαιωνική περίοδος χαρακτηρίστηκε από μια περαιτέρω υποχώρηση της κλασικής προσέγγισης, ενώ οι ιδιότητες των μεταλλευμάτων και των μετάλλων απέκτησαν έναν σχεδόν μυστικιστικό χαρακτήρα μέσω της αλχημείας. Στο τέλος της μεσαιωνικής περιόδου η μεταλλευτική αναζωπυρώθηκε, ακολουθώντας μια ανανεωμένη κατανόηση των μεταλλευτικών και μεταλλουργικών πρακτικών, παρόλο που αυτές οι πληροφορίες δεν διαδόθηκαν ευρέως, λόγω της πολιτικής του «κλειστού στόματος» στις συντεχνίες εκείνης της εποχής. Στην Αναγέννηση παρατηρήθηκε η εισαγωγή της αναλυτικής σκέψης και η κατηγοριοποίηση και καταγραφή της γνώσης που βασίζεται στην εμπειρία, στις απαρχές μιας επιστήμης της μεταλλουργίας. Ωστόσο, οι αρχαίοι μελετητές εξακολουθούσαν να τυγχάνουν μεγάλης εκτίμησης και το μοντέλο των τεσσάρων στοιχείων εξακολουθούσε να είναι η επικρατούσα άποψη για τη σύνθεση του υλικού .

---

<sup>12</sup> Skinner M., Lenny F. and Galvin M. (1999) *Ancient and Roman Mining Technique (ed.). Mining and Metallurgy to the Renaissance. Worcester Polytechnic Institute, p.4-13, 22*



---

## 2.2 Επεξεργασία και εξευγενισμός

### 2.2.1 Μεταλλουργία

Η κατεργασία μετάλλων ξεκίνησε με τη συλλογή φυσικών μετάλλων από επιφανειακές εναποθέσεις, και αυτή η συλλογή προϋπήρχε της εξόρυξης. Ο ορισμός της μεταλλουργίας περιλαμβάνει τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση του μετάλλου από το μέταλλευμα μέσω διεργασιών εμπλουτισμού και εξευγενισμού (*refining*) όπως η τήξη, η μελέτη των σχετικών αρχών και των ιδιοτήτων των εν λόγω μετάλλων και η εφαρμογή της γνώσης που αποκτήθηκε μέσω της εμπειρίας ή της έρευνας.

### 2.2.2 Προκαταρκτική επεξεργασία

Η επεξεργασία του ακατέργαστου μεταλλεύματος, γνωστή ως επεξεργασία μεταλλεύματος, είναι το προπαρασκευαστικό στάδιο, κατά το οποίο το μέταλλευμα που φέρει το μεταλλικό στοιχείο διαχωρίζεται από το απόβλητο υλικό ή το συνοδό πέτρωμα (*gangue*). Αυτό το βήμα μειώνει σημαντικά τον όγκο του υπό επεξεργασία υλικού, αφήνοντας συγκεντρωμένο το χρήσιμο υλικό. Οι διεργασίες συγκέντρωσης που χρησιμοποίησαν τόσο οι Έλληνες όσο οι Ρωμαίοι, ήταν εξ' ολοκλήρου μηχανικές και δεν περιλάμβαναν καμία χημική διεργασία.

Το μέταλλευμα που δεν ήταν άμεσα κατάλληλο για τήξη, αρχικά κονιορτοποιείται σε γουδιά και στη συνέχεια τρίβεται (αλέθεται) ώστε να γίνει λεπτότερο. Κατά το τελικό στάδιο, κοσκινίζεται για να εξασφαλιστούν ομοιόμορφοι κοκκομετρικά κόκκοι. Τα γουδιά που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούνταν από μια μεγάλη κοιλότητα σε μορφή δακτυλήθρας, κατασκευασμένη από υψηλής σκληρότητας ηφαιστειακό πέτρωμα, ένα πέτρινο κάλυμμα από το ίδιο υλικό και ένα σιδερένιο γουδοχέρι που χωρούσε μέσα από ένα κενό στο κάλυμμα. Τα τριβεία (μύλοι) που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κατασκευασμένα από μια κεντρική πέτρα σε σχήμα κώνου και έναν περιβάλλοντα δακτύλιο από πέτρες με τρύπες, πιθανώς για να χρησιμοποιηθούν ως λαβές, σε περίπτωση που χρειαζόταν να κινηθεί χειροκίνητα.

Μια επιπλέον τεχνική που χρησιμοποιήθηκε ήταν η έκπλυση που εφαρμόστηκε κυρίως στην επεξεργασία του χρυσού και του αργύρου. Μια μέθοδος έκπλυσης είναι η υποβρύχια λειτουργία του κόσκινου. Ο χρυσός ή το ασήμι θα καθιζάνει λόγω βαρύτητας, ενώ το ελαφρότερο στείρο υλικό θα παρασυρθεί από το νερό.

---

### 2.2.3 Εξευγενισμός

Ο εξευγενισμός είναι η διαδικασία καθαρισμού του μεταλλεύματος, η οποία είναι τυπικά μια χημική αντίδραση με βάση τη θερμότητα που εξαλείφει τα υλικά που είναι ενσωματωμένα - ή χημικώς ενωμένα - στο μέταλλο. Η διύλιση απαιτεί ένα επεξεργασμένο μετάλλευμα, έναν κλίβανο που χρησιμοποιεί φυσικό ρεύμα ή ριπή αέρα (εξαναγκασμένος αέρας) για την παροχή του απαιτούμενου οξυγόνου ώστε να επιτευχθούν επαρκώς υψηλές θερμοκρασίες, καύσιμη ύλη για την λειτουργία του κλίβανου, μια κάμινο (πυρίμαχο δοχείο) και διάφορα εργαλεία και βοηθητικό εξοπλισμό.

### 2.2.4 Κλιβανισμός

Οι μέθοδοι κλιβανισμού βασίζονται σε χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα σε υψηλές θερμοκρασίες. Ο σκοπός της τήξης είναι η αφαίρεση των προσμίξεων που δεν μπορούν να απομακρυνθούν με την μηχανική επεξεργασία ή το πλύσιμο.<sup>13</sup>

## 2.3 Μεσαιωνική περίοδος

Η πρώιμη μεσαιωνική περίοδος, δηλαδή η εποχή μετά την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, χαρακτηριζόταν από την έλλειψη πληροφοριών και γνώσεων σχετικά με την εξόρυξη. Υπάρχουν ελάχιστα γραπτά για τις μεθόδους και γενικότερα για οτιδήποτε αφορούσε την εξόρυξη κατά τη συγκεκριμένη περίοδο. Λόγω της έλλειψης πληροφοριών ήταν ιδιαίτερο δύσκολο να γνωρίζουμε ποιες ακριβώς ήταν οι πρακτικές και οι διαδικασίες που χρησιμοποιήθηκαν, και αυτό διότι δεν υπήρχαν μελετητές που θα έγραφαν για τις εξορύξεις όπως γινόταν στα προηγούμενα αλλά και στα μετέπειτα χρόνια. Το μεγαλύτερο μέρος της γνώσης που αποκτήθηκε σχετικά με το θέμα της εξόρυξης και της μεταλλουργίας έχει προέλθει από αρχαιολογικές ανασκαφές σε ορυχεία και σε διυλιστήρια.

Κατά την μεσαιωνική περίοδο, διατηρήθηκε ένας αυστηρός διαχωρισμός μεταξύ της πρακτικής γνώσης την οποία κατείχαν οι τεχνίτες και της θεωρητικής γνώσης των λογίων. Η Τέχνη («Technē») αφορούσε στους τεχνίτες και ήταν συγκεκριμένη, εξειδικευμένη και όχι γενικευμένη, γεγονός το οποίο την καθιστούσε κοινωνικά κατώτερη από την επιστημονική, θεωρητική, νομοτελειακή και επομένως καθολική επιστήμη. Οι φιλόσοφοι του μεσαίωνα δεν

---

<sup>13</sup> Skinner M., Lenny F. and Galvin M. (1999) *Ancient and Roman Mining Technique* (ed.). *Mining and Metallurgy to the Renaissance*. Worcester Polytechnic Institute, p.13-17.

---

πίστευαν ότι η «technē» ανήκε σε μια φιλελεύθερη εκπαίδευση ή σε ένα επιστημονικό μέσο. Ο διαχωρισμός ήταν διανοητικός, τυπικός, κοινωνικός και ολοκληρωτικός (Zilsel 1942).

Μέχρι το τέλος του δέκατου έβδομου αιώνα, αυτή η άποψη για τη γνώση είχε απορριφθεί. Οι τεχνίτες διατύπωσαν θεωρητικούς ισχυρισμούς, και οι φιλόσοφοι παρατηρούσαν και ασχολούνταν με τη φύση αντί να στοχάζονται σε αιθέρια απομόνωση. Ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος συνέβαλε σε αυτή την αλλαγή της κοσμοθεωρίας, ήταν η **ανάδειξη της παρατήρησης ως μέσου απόκτησης γνώσης και η αποδοχή της από την ακαδημαϊκή τάξη** (Zilsel 1942). Οι μεσαιωνικοί φιλόσοφοι θεωρούσαν την παρατήρηση ως μια δευτερεύουσα πηγή δεδομένων, κατάλληλη για να κάνει τους τεχνίτες πιο ικανούς, αλλά όχι έναν αξιόπιστο οδηγό για το είδος της γνώσης το οποίο αναζητούσαν. Μέχρι τα μέσα του δέκατου έκτου αιώνα, η γνώση η οποία προερχόταν από την παρατήρηση, όχι μόνο ήταν ευρέως διαδεδομένη, αλλά και ευρέως αποδεκτή ως βιώσιμη βάση για τους λόγιους και την επιστήμη.

Παρακολουθώντας την ανάπτυξη των ιατρικών τεχνών σε αυτή τη χρονική περίοδο, γίνεται εμφανής η πορεία και η έκταση αυτής της αλλαγής. Το 1370, ο Νικόλαος Ορέσμιος είχε κάνει μια σαφή διάκριση μεταξύ της καθολικής, νομοτελειακής γνώσης του ιατρικού θεωρητικού ή μελετητή και αυτής της προερχόμενης από την παρατήρηση γνώσης, του ασκούμενου ιατρού, και φυσικά τοποθέτησε τη θεωρία πάνω από την πράξη σε αυθεντία και κύρος (Park 1999, pp. 347–354). Οι ιατρικές και άλλες επιστήμες της εποχής του Ορέσμιου, σπάνια ασχολούνταν με την παρατήρηση ιδιαιτεροτήτων, παρά μόνο ως πτυχές καθολικών και αφηρημένων ερωτημάτων. Επιπλέον, στις αρχές του 1400, οι γιατροί άρχισαν να συλλέγουν παρατηρήσεις σχετικά με θεραπευτικές πηγές, βότανα και φυτά, ακόμα και ιστορικά περιστατικών τα οποία τα χρησιμοποίησαν μαζί με την ιατρική θεωρία για να καθοδηγήσουν και να θέσουν κανόνες για την πρακτική (Park 1999, σελ. 351–355; Kaufmann 1999, σσ. 405–408· Pomata 2011, σσ. 49–50). Στην αρχή ήταν οι γιατροί της πόλης, όχι οι θεωρητικοί της ιατρικής ή οι ανθρωπιστές, οι οποίοι συνέλλεξαν, μοιράστηκαν και εκτίμησαν τις παρατηρήσεις. Ωστόσο, οι μελετητές της ιατρικής βρήκαν αυτή την προσέγγιση χρήσιμη, και αργότερα τον ίδιο αιώνα, η συλλογιστική τους βασίζονταν τόσο στην παρατήρηση όσο και στον Ιπποκράτη. Επανεξετάζοντας τον Ιπποκράτη, ανακάλυψαν ότι και αυτός είχε βασιστεί στις λεπτομέρειες μεμονωμένων ασθενειών για να εξακριβώσει τα αίτια των παθήσεων (Cook 2007, σελ. 24–37). Η παρατηρητική προσέγγιση άρχισε να εξαπλώνεται, με νομικούς μελετητές να συσσωρεύουν και να μελετούν το ιστορικό συγκριμένων περιπτώσεων, και αστρονόμους να καταγράφουν και να μοιράζονται τις

---

λεπτομέρειες του νυχτερινού ουρανού (Pomata 2011, σελ. 49–50). Ακόμη και η ανθρωπιστική λογοτεχνία της Αναγέννησης, έκλινε προς τη μελέτη των ιδιαιτεροτήτων: ο Λεον Μπατίστα Αλμπέρτι, συνιστούσε σε έναν επίδοξο αρχιτέκτονα να εξετάσει όλα τα κτίρια ανεξαρτήτου φήμης (Brown 1993, σ. 4). Στα τέλη του δέκατου πέμπτου αιώνα, η ανακάλυψη νέων κόσμων, άγνωστων στους αρχαίους, ενίσχυσε την τάση να βασίζεται κανείς στην μέθοδο της παρατήρησης, παρέχοντας ένα σαφές παράδειγμα στο οποίο οι ανθρώπινες αισθήσεις είχαν επεκτείνει τη γνώση η οποία περιέχεται στην κλασική αυθεντία (Cook 2007, σελ. 39–49; Osler 2010, σελ. 40–42). Η μέθοδος πραγματοποίησης και σύγκρισης των παρατηρήσεων, εφαρμόστηκε πιο εύκολα σε θέματα των οποίων το εύρος και η πολυπλοκότητα καθιστούσαν δύσκολη την εύρεση αρκετών ομοιοτήτων μεταξύ των μεμονωμένων περιπτώσεων ώστε όλα τα στοιχεία τους να προκύψουν εκ των προτέρων από τη θεωρία: για παράδειγμα, μερικές από τις πρώτες ιατρικές παρατηρήσεις ήταν οι ιαματικές πηγές, καθεμία από τις οποίες διέφερε από όλες τις άλλες. Η κατανόηση τέτοιων θεμάτων προήλθε λιγότερο από τη θεωρία και περισσότερο από τη μακρά εμπειρία, τις οξυδερκείς αισθήσεις και την καλή μνήμη.

Καθώς όλο και περισσότεροι φιλόσοφοι και θεωρητικοί ξεκίνησαν να ασχολούνται με την παρατήρηση, εξαπλώθηκε το **εμπόριο επιστημονικών συγγραμμάτων**. Συλλογές του ιστορικού συγκεκριμένων περιπτώσεων ή παρατηρήσεων για διαφορετικά θέματα, έκαναν την εμφάνισή τους ως διακριτό είδος στις αρχές του 1500 (Cook 2007, σελ. 23–24· Pomata 2011, σελ. 47). Οι μελέτες αυτών των παρατηρήσεων άρχισαν να κυριαρχούν στην εκπαίδευση σε διάφορους κλάδους: στις αρχές του 1500, η επάρκεια στη φυσική ιστορία, τη νομική και την ιατρική είχε εξισωθεί με την εξοικείωση με τις σχετικές παρατηρήσεις (Pomata 2011, σελ. 49–52). Στα μέσα του 1500, οι ιατροί και άλλοι μελετητές χρησιμοποιούσαν ήδη παρατηρήσεις φυσικών φαινομένων, όχι μόνο για να καθοδηγήσουν την πρακτική, αλλά και για να ελέγξουν τη θεωρία.

Αυτή η εξάρτηση από την παρατήρηση, οδήγησε τους ιατρούς, σταδιακά, να θεωρούν **τη φύση καθώς και την ουμανιστική παράδοση ως πηγή γνώσης** (Smith 2004, σ. 14). Οι ιατροί του Μεσαίωνα και αργότερα της πόλης είχαν θεραπεύσει ασθενείς με πειράματα ή φυσικές θεραπείες οι οποίες είχαν αποτέλεσμα αλλά για αβέβαιους λόγους, και είχαν καταγράψει τις συνταγογραφήσεις τους για αυτούς (Pomata 2011, σελ. 55). Στα τέλη του δέκατου πέμπτου αιώνα, αυτή η παράδοση σε συνδυασμό με τη νέα έμφαση στην παρατήρηση συγκεκριμένων περιπτώσεων και στην παρατήρηση των αποτελεσμάτων των θεραπειών, οδήγησε σε ανανέωση του ενδιαφέροντος για τα βότανα και τα ορυκτά ως

---

θεραπευτικά μέσα, και από εκεί σε ένα ενδιαφέρον για τον φυσικό κόσμο γενικότερα. Νέα είδη φυσικής ιστορίας άκμασαν από τα τέλη του δέκατου πέμπτου αιώνα και έπειτα, συνήθως σε σχέση με ιατρικές εφαρμογές (Findlen 1999, σελ. 370). Στις αρχές του 1500, τα Ιταλικά πανεπιστήμια άρχισαν να διορίζουν καθηγητές «*materia medica*» και να δημιουργούν ιδρυματικούς βοτανικούς κήπους (Cook 2007, σελ. 26). Αυτή η στροφή προς τις τεχνικές προσεγγίσεις στην ιατρική, κορυφώθηκε μερικές δεκαετίες αργότερα στο κίνημα των Παρακελσίων, το οποίο χρησιμοποίησε φυσικές θεραπείες, αποκλείοντας, σχεδόν τον ουμανιστικό ιατρικό κανόνα (Smith 2004, σελ. 82–93· Osler 2010, σελ. 118–126). Μέχρι εκείνη την εποχή, επίσης, οι ιατροί ξεχώριζαν τους εαυτούς τους από τους ταπεινούς βοτανολόγους, όχι περιφρονώντας τη δουλειά τους, αλλά ξεπερνώντας τους σε αυτήν, όπως ακριβώς ξεχώριζαν τους εαυτούς τους από τους χειρουργούς με την ανώτερη δεξιότητά τους στην ανατομία των πτωμάτων - αντίθετη άποψη από αυτήν την οποία είχαν υιοθετήσει οι μελετητές κατά τη μεσαιωνική εποχή.

Η έμφαση στην παρατήρηση τόνωσε την ανάπτυξη της τεχνικής απεικόνισης. Διαβάζοντας ο ένας τα βιβλία του άλλου, ήταν ένας αποτελεσματικός τρόπος για τους μελετητές να εμπλουτίσουν τα προσωπικά τους αποθέματα παρατηρητικής γνώσης. Ο χρόνος που απαιτείται για τη διεξαγωγή μιας ανατομής/ανάλυσης και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της, είναι περισσότερος από το χρόνο που απαιτείται για την ανάγνωση της περίληψης του πειράματος κάποιου άλλου και μέσω της περιγραφής και της ανάλυσής του, να απορροφήσει την εμπειρία την οποία είχε αποκτήσει εκείνος. Μια εικόνα αξίζει όσο χίλιες λέξεις: οι εικονογραφήσεις θα μπορούσαν να μεταδώσουν αυτή τη γνώση πιο αποτελεσματικά. Το παραπάνω, έδωσε στην τεχνική εικονογράφηση τη λαβή ώστε να συμπεριληφθεί για πρώτη φορά στην επιστημονική βιβλιογραφία μετά από μια αποτυχημένη απόπειρα έγχρωμης εικονογράφησης κατά τη ρωμαϊκή εποχή (Hall 1996, σ. 5). Στους μεσαιωνικούς χρόνους, τα περισσότερα βιβλία με βότανα απεικονίζουν φυτά τα οποία έχουν αντιγραφεί από προϋπάρχοντες ιδανικούς «τύπους» οι οποίοι βρίσκονται σε ακόμη παλαιότερα βιβλία. Αντίθετα, από τις αρχές του δέκατου έκτου αιώνα στα βιβλία με βότανα απεικονίζονταν τα φυτά όπως «σχεδιάστηκαν» φυσικά (Kaufmann 1999, σ. 406· Osler 2010, σελ. 132–133). Ενώ προηγούμενα είδη φυσικής ιστορίας στηρίχθηκαν κατά βάση σε προφορικές περιγραφές προερχόμενες από τη Φυσική Ιστορία του Πλίνιου, τα είδη της φυσικής ιστορίας τα οποία δημιουργήθηκαν κατά τον δέκατο πέμπτο και τον δέκατο έκτο αιώνα, έφεραν άφθονες και ακριβείς απεικονίσεις, δίνοντας τη δυνατότητα στους αναγνώστες, οι οποίοι δεν είχαν δει ποτέ τα φυτά ή τα ζώα που απεικονίζονταν στα βιβλία,

---

να τα αναγνωρίσουν και να τα συνδέσουν αμέσως με τις ιδιότητες και τις χρήσεις τους (Ogilvie 2003, σελ. 149· Osler 2010, σελ. 24–25). Οι εικονογραφήσεις συμπλήρωναν επίσης ορισμένα από τα κενά τα οποία άφηνε το τεχνικό λεξιλόγιο, το οποίο δεν είχε ακόμη αναπτύξει επαρκώς την ακρίβεια ή την ομοιομορφία για να αποδώσει το νόημα, με το επίπεδο λεπτομέρειας που απαιτείται (Ogilvie 2003, σ. 155). Επιπλέον, η τεχνολογία είχε κάνει πιο εύκολη από ποτέ την απεικόνιση και την ταυτόχρονη επεξήγηση. Χρησιμοποιώντας ξυλογραφίες, οι εκτυπωτές μπορούσαν να αναμειγνύουν εικόνες και κείμενο, επιτρέποντας στους συγγραφείς να βάζουν τίτλους σε κάποια από τα σχήματα/εικόνες και να τα συνδέουν με τις εξηγήσεις μοιραζόμενοι έτσι τις εμπειρίες τους με τους αναγνώστες, όπως για παράδειγμα με τα υποτιτλισμένα σχέδια στο «De corpori humanis fabrica» του Ανδρέα Βεσάλιου (1534) και του Βανότσιο Μπρινγκκούτσιο στο «De la pirotechnia» (1540) (Ogilvie 2003, σελ. 141). Μέχρι το τέλος του δέκατου έκτου αιώνα, η επιστημονική βιβλιογραφία ήταν γεμάτη με εικονογραφήσεις βασισμένες στην παρατήρηση, γνώση του είδους εκείνου που είχε προηγουμένως αφιεθεί στους τεχνίτες.

Τα τεχνικά κείμενα άρχισαν επίσης να ανακαλύπτουν τα επιστημονικά. Από το 1400, οι τεχνίτες στη Γερμανία και την Ιταλία είχαν γράψει τεχνικές πραγματείες οι οποίες εξέθεταν την τεχνική την οποία γνώριζαν, προς όφελος των μαθητευόμενων (Smith 2004, σελ. 31–37). Όπως τα βιβλία των μελετητών, οι πραγματείες των τεχνιτών ήταν συχνά εικονογραφημένες για τον ίδιο λόγο. Ωστόσο, τα τεχνικά βιβλία του εμπορίου, γραμμένα στη δημοτική γλώσσα και χωρίς πολλές κλασικές αναφορές, παρέμειναν ένα ξεχωριστό είδος από τα επιστημονικά συγγράμματα, μέχρι και τον δέκατο έκτο αιώνα.

Η εξόρυξη κατά την πρώιμη μεσαιωνική περίοδο, ήταν μια συνέχεια των πρακτικών και των μεθόδων που είχαν χρησιμοποιήσει οι Ρωμαίοι. Ωστόσο, μαζί με την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, εγκαταλείφθηκαν και οι τεχνολογίες εξόρυξης που είχαν ανακαλυφθεί μέχρι εκείνη την εποχή. Οι μεταλλωρύχοι, λόγω της έλλειψης γνώσης, έσκαβαν πιο ρηχά ορυχεία, ενώ άρχισαν να χρησιμοποιούνται πιο πρωτόγονες μέθοδοι εργασιών στα ορυχεία. Κατά τη διάρκεια των επτά αιώνων, από το 300 μ.Χ. έως το 1000 μ.Χ., οι ρωμαϊκές μέθοδοι εξόρυξης χάθηκαν καθώς ο πληθυσμός στην Ευρώπη μειώθηκε και οι πόλεις και τα ορυχεία εγκαταλείφθηκαν. Η παραγωγή μετάλλων μειώθηκε σε μεγάλο βαθμό, καθώς σταμάτησε το εμπόριο. Οι Γερμανοί εισβολείς που εγκαταστάθηκαν στις περιοχές της παλαιάς πλέον Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, προτίμησαν μεταλλεύματα που ήταν εύκολα προσβάσιμα και βρίσκονταν κοντά στην επιφάνεια των παλαιών ορυχείων, ενώ δεν

---

ασχολήθηκαν ιδιαίτερα με την διάνοιξη νέων φρεατίων ή την εύρεση νέων φλεβών μεταλλεύματος.

Παρά το γεγονός ότι η παραγωγή μετάλλων μειώνονταν κατά τη συγκεκριμένη περίοδο, η παραγωγή σίδηρου μειώθηκε λιγότερο σε σχέση με τα άλλα μέταλλα. Ως κύριος λόγος θεωρείται το γεγονός ότι χρησιμοποιούνταν ως βασικό μέταλλο για εργαλεία όπως τσεκούρια, μπαστούνια, μαχαίρια, άροτρα και φυσικά όπλα. Ο σίδηρος μπορούσε να εξορυχθεί ευκολότερα σε σχέση με άλλα μέταλλα λόγω της αφθονίας του, και αποτελούσε το πιο συνηθισμένο μέταλλο που παράγονταν εκείνη την εποχή.

Η παραγωγή των υπόλοιπων μετάλλων καθώς και των κραμάτων όπως ο μπρούντζος (κρατέρωμα) φαίνεται ανύπαρκτη μέχρι το 1400, ενώ η παραγωγή χαλκού, κασσίτερου, μόλυβδου, αργύρου και χρυσού σχεδόν σταμάτησε. Στις αρχές του 900 όμως, ξεκίνησε ξανά η εξόρυξη αυτών των μετάλλων και παράγονταν πλέον σε σημαντικές ποσότητες. Μέχρι τα μέσα του 1100, η εξόρυξη άρχισε να εξαπλώνεται σε όλη την Ευρώπη για μια ακόμη φορά, και μέχρι το 1400 η παραγωγή μετάλλων αυξανόταν σημαντικά ανά δεκαετία. Αυτή η αύξηση σταμάτησε κατά την περίοδο της πανώλης του 1350. Με περισσότερο από το ένα τρίτο του εργατικού δυναμικού να έχει πεθάνει, η εξόρυξη μετάλλων, εκτός του σιδήρου, μειώθηκε σημαντικά στις περισσότερες περιοχές και σχεδόν σταμάτησε στις περιοχές που επλήγησαν περισσότερο από την πανώλη.

Λόγω της πανώλης και των επιπτώσεών της, όπως η μείωση του εργατικού δυναμικού, ήταν απαραίτητο να βρεθούν άλλα μέσα εξόρυξης, δηλαδή τεχνικές που ήταν πιο αποτελεσματικές και λιγότερο εξαρτημένες από την ανθρώπινη εργασία. Ειδικότερα, επανήλθε η χρήση υδάτινων τροχών και μηχανημάτων εξόρυξης, τα οποία είχαν να εμφανιστούν από την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, ενώ ταυτόχρονα αυξήθηκε το κόστος της εξόρυξης με τις συγκεκριμένες καινοτομίες. Οι μεταλλωρύχοι άρχισαν να πωλούν μερίδια της δουλειάς τους και να εξαρτώνται πλέον από τις τράπεζες, τους εμπόρους ή τη χρηματοδότηση της πόλης. Αυτό ήταν το έναυσμα για την άνοδο της καπιταλιστικής εξόρυξης που κυριάρχησε κυρίως στην Αναγέννηση.<sup>1415</sup>

---

<sup>14</sup> Skinner M., Lenny F. and Galvin M. (1999) *Medieval Mining (ed.). Mining and Metallurgy to the Renaissance. Worcester Polytechnic Institute, p.34-35.*

<sup>15</sup> Barton I.F. (2016) *Background: Scholars, Observations, and nature in early modern Europe (ed.) Georgius Agricola's De Re Metallica in early modern scholarship. Article in Earth sciences history: journal of the History of the Earth Sciences Society. University of Arizona, p.265-267.*

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Η θεωρία των ορυκτών εκλύσεων για τη μεταλλογένεση στην πρόωμη επιστήμη των ορυκτών

Η γένεση των ορυκτών αναγνωρίζεται ως ένα από τα σημαντικότερα θέματα της πρόωμης περιόδου της επιστήμης. Παρόλο που τα πετρογενετικά ορυκτά και οι πολύτιμοι λίθοι θεωρείται ότι έχουν προέλευση από το νερό τουλάχιστον από τους αρχαιοελληνικούς χρόνους, η δημιουργία των μετάλλων συνδέθηκε με την θεωρία των «αναθυμιάσεων» που προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Αριστοτέλη. Η θεωρία των αναθυμιάσεων συνδυάστηκε με την θεωρία της σχέσης της σύνθεσης των μετάλλων με το θείο και τον υδράργυρο, μια προσέγγιση που υποστηρίχτηκε από Άραβες συγγραφείς του μεσαίωνα, η οποία αργότερα αποτέλεσε με ποικίλες μορφές, τη βασική θεωρία της μεταλλογένεσης που ίσχυσε μέχρι τον 17ο αιώνα. Αυτές οι θεωρίες αποτέλεσαν μία διαφορετική προσέγγιση, συγκριτικά με τις παραδοσιακές θεωρίες αναθυμιάσεων, αντικατοπτρίζοντας την επίδραση των παρατηρήσεων, οι οποίες προκύπτουν από την εξοικείωση με τις μεταλλευτικές εργασίες. Ωστόσο, ο ρόλος της δημιουργίας ορυκτών από ατμούς, διατηρήθηκε και επεκτάθηκε από τους επόμενους συγγραφείς που υιοθέτησαν την ιδέα της ορυκτογένεσης μέσω υδατικών διεργασιών.

#### 3.1.1 Η θεωρία του Αριστοτέλη

Στη θεωρία του Αριστοτέλη, το στάδιο των ατμών ήταν ιδιαίτερα σημαντικό, διότι επέτρεπε την ανάμειξη των στοιχείων η οποία απαιτείται για τη δημιουργία σύνθετης, αλλά και ομοιογενούς μεταλλικής ύλης. Τα κύρια πλεονεκτήματα της θεωρίας των ορυκτών εκλύσεων, ήταν η ευελιξία σύνθεσης και η ανοδική κινητικότητα: η ανάμειξη πρωτομεταλλικών ατμών, η οποία μπορεί να ποικίλει σε σύσταση, και η αντίδρασή της με άλλη ορυκτή ύλη κατά τη διέλευσή της μέσα από τις υπόγειες περιοχές, φαινόταν επαρκής για την παραγωγή ποικίλων μετάλλων και μεταλλευμάτων. Η σημαντική ποικιλομορφία στη σκέψη σχετικά με αυτές τις διεργασίες συνεχίστηκε καθώς η ιδέα των ορυκτών σπόρων και της υδατικής ορυκτογένεσης απέκτησε επιρροή κατά τον 16ο και τον 17ο αιώνα. Η σύνθετη έμφαση που έδινε η θεωρία των εκλύσεων δεν ταίριαζε σε έναν επιτακτικό μηχανισμό συγκεκριμένης μορφοποίησης, όπως οι ορυκτοί σπόροι, ενώ τα τεκμήρια για την ύπαρξη ορυκτών ατμών συνέχισαν να αυξάνονται καθ' όλη τη διάρκεια του δέκατου όγδοου αιώνα.



---

Κατά την πρώιμη περίοδο η άποψη για τα μέταλλα ως σύνθετες ουσίες, προήλθε από την ευτηκτότητά τους: αν και ήταν στερεά υπό κανονικές συνθήκες, θεωρήθηκε ότι πρέπει να έχουν τόσο στερεά όσο και υγρά συστατικά. Οι περισσότερες από τις πρώιμες μεταλλογενετικές θεωρίες, ξεκινώντας με αυτή του Αριστοτέλη και συνεχίζοντας μέχρι αυτές του δέκατου όγδοου αιώνα, προσπάθησαν να εξηγήσουν αυτή τη μικτή σύνθεση μέσα από ατμούς ή αναθυμιάσεις που παράγονται από ορυκτά. Αυτές οι αναθυμιάσεις θεωρήθηκαν ως ένα πρώιμο στάδιο εξάτμισης, κατά το οποίο συνδυάστηκαν τα γήινα και τα υγρά συστατικά ενός αναπτυσσόμενου μετάλλου. Έχει παρατηρηθεί ότι η άποψη για τη γένεση των ορυκτών υπέστη ελάχιστη ή σχεδόν καμία αλλαγή κατά τη διάρκεια της ιστορίας της, παραμένοντας για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα, ώστε να αξίζει μια πιο προσεκτική μελέτη. Επιπλέον, μια συγκριτική ανάλυση αυτών των θεωριών, αποκαλύπτει πράγματι μια δυναμική άποψη για την προέλευση των μετάλλων. Αυτό το σύνολο ιδεών περιλάμβανε πολλές πρωτότυπες σκέψεις σχετικά με την ταυτότητα, τους ρόλους των ατμών καθώς και την επίδρασή τους στη σύνθεση των τελικών μετάλλων και μεταλλευμάτων.

Το φυσικό σύστημα του Αριστοτέλη θεωρούσε ότι οι ουσίες που μπορούν να υπάρχουν τόσο σε υγρή όσο και σε στερεή κατάσταση, αποτελούνται από μετεωρικό νερό ή ένα μείγμα των στοιχείων γης και νερού, με την αύξηση και μείωση της θερμοκρασίας να χρησιμεύουν ως παράγοντες στερεοποίησης. Ο Αριστοτέλης είδε την ευτηκτότητα των μετάλλων ως ενδεικτική ενός υγρού συστατικού, ενώ η προγενέστερη στερεή κατάστασή τους έδειξε ότι περιέχουν επίσης ένα σημαντικό ποσοστό στοιχειώδους γαίας. Έτσι, τα μέταλλα θεωρήθηκαν ως σύνθετες ουσίες, αποτελούμενες γενικά από «υδάτινο» και «γήινο» υλικό.

Οι αναθυμιάσεις του Αριστοτέλη μπορούν να θεωρηθούν ως μια προσπάθεια να ληφθούν υπόψη οι ιδιότητες των γνωστών μετάλλων κατά το στάδιο της δημιουργίας τους, μέσω μιας γενικής διαδικασίας που λειτουργεί υπό διαφορετικές συνθήκες θερμότητας και ατμών. Παρά την παράλειψη τυπικών αιτιών, υπονοήθηκε ένα πρώιμο στάδιο ενδεδειγμένης ανάμειξης.

Από τον Θεόφραστο, έχουμε το αρχαιότερο σωζόμενο έργο που ασχολείται άμεσα με ορυκτές ουσίες. Αν και τα άλλα σχετικά με ορυκτά έργα του έχουν χαθεί, το τύπου σημειωματάριο κείμενό του «Περί λίθων», μας επιτρέπει να εξετάσουμε μερικές από τις ιδέες του για τα ορυκτά. Οι απόψεις του για τις στοιχειώδεις συνθέσεις μετάλλων και λίθων φαίνεται να αντιστοιχούν γενικά με αυτές του Αριστοτέλη και του Πλάτωνα ακόμη. Δυστυχώς, υπάρχουν ελάχιστες λεπτομέρειες σχετικά με την προέλευση αυτών των ουσιών

---

στο κείμενο του Θεόφραστου. Η μόνη σωζόμενη αναφορά σε ορυκτές εκλύσεις αφορούν σε γαίες που σχηματίζονται από «ξηρές και καπνώδεις αναθυμιάσεις». Οι υπόλοιπες δηλώσεις του για την προέλευση των ορυκτών ασχολούνται μόνο με τα μεταγενέστερα στάδια της διαδικασίας, και δεν είναι δυνατό να υποθέσουμε τον τρόπο με τον οποίο είχε αντιληφθεί τη λειτουργία των ορυκτών εκλύσεων γενικά.<sup>1617</sup>

### 3.2 Η θεωρία της έκλυσης ορυκτών

Οι Άραβες συγγραφείς θεωρούσαν κι αυτοί, ότι τα μέταλλα χαρακτηρίζονται από σύνθετη σύσταση. Μεταξύ των σημαντικότερων εννοιολογικών προόδων τους σε αυτόν τον τομέα, είναι η ιδέα ότι η δημιουργία των μετάλλων και πολλών ορυκτών βασίζεται σε αρχές σύνθεσης που προσομοιάζουν με αυτές του θείου και του υδράργυρου. Σε αυτή τη θεωρία, το θείο αντιστοιχεί γενικά στις ξηρές και στερεές ιδιότητες ενός μετάλλου, ενώ ο υδράργυρος παρέχει την υγρασία και το μεταλλικό χαρακτήρα. Φαίνεται επιπλέον, ότι ο υδράργυρος, ή κάτι παρόμοιο με αυτόν, είναι το βασικό συστατικό στοιχείο όλων των μετάλλων, διότι το σύνολό τους μετατρέπεται σε υδράργυρο κατά τη σύντηξη. Είναι πιθανό ότι αυτή η θεωρία εμπνεύστηκε από έναν συνδυασμό τέτοιων θεωρήσεων, οι οποίες είναι όλες συνεπείς με την αντίληψη ότι τα μέταλλα αποτελούν σύνθετες ουσίες.

Η λειτουργία των ατμών των ορυκτών στη θεωρία θείου-υδράργυρου του Jabirian corpus αναφέρεται στο «Book of Explanation», όπου αναφέρεται ότι όλα τα μέταλλα στην ουσία αποτελούνται από υδράργυρο, συνδυαζόμενο και στερεοποιούμενο με θείο, το οποίο έχει αναδυθεί από το έδαφος σαν αναθυμίαση που μοιάζει με καπνό. Διαφέρουν μεταξύ τους μόνο λόγω της διαφοράς των τυχαίων ιδιοτήτων τους, η οποία οφείλεται στην περιεκτικότητα σε θείο και η οποία με τη σειρά της οφείλεται στις εδαφικές παραλλαγές και στις θέσεις τους σε σχέση με την ηλιακή θερμότητα.

Αυτό το απόσπασμα είναι ενδιαφέρον για το γεγονός ότι ο συγγραφέας θεωρεί το θείο ως την αρχική εξάτμιση, που αντιδρά με τον προϋπάρχοντα υγρό υδράργυρο για να σχηματίσει μέταλλα. Αυτή είναι **μια πρόιμη θεωρία της μεταλλογένεσης** ως διαδικασία που περιλαμβάνει αλλαγές στη σύνθεση του υλικού με την πάροδο του χρόνου, υπό συνθήκες παρατεταμένης θερμότητας.

---

<sup>16</sup> Norris A.J (2007) *Early Theories of Aqueous Mineral Genesis in the Sixteenth Century*. Alzingen, Luxembourg, p.70

<sup>17</sup> Norris A.J (2006) *The Mineral Exhalation Theory of Metallogenesis in Pre-Modern Mineral Science* Czech Geological Survey. Prague, p.43-45.

---

Η εμπειριστατωμένη θεωρία των ορυκτών που καταγράφηκε από τους Brethren of Sincerity, χρησιμοποιεί επίσης τους υπεδαιφικούς ατμούς με μοναδικό τρόπο. Κατά την άποψή τους, οι υγροί ατμοί παρήχθησαν σε υπόγειες περιοχές, όπως ακριβώς στην περιγραφή του Αριστοτέλη, αλλά με την πρόσθετη υπόθεση μιας πηγής θερμότητας σε υπόγειο βάθος. Οι Brethren of Sincerity θεωρούν ότι η παραγωγή υγρών ατμών με την επίδραση της θερμότητας, είναι η αρχική φάση της μεταλλογενετικής διαδικασίας.

Είναι γνωστό ότι ο Albertus Magnus (1200-1280) ήταν μεγάλος υποστηρικτής του φυσικού συστήματος του Αριστοτέλη, το οποίο του παρείχε μια γερή βάση για την περαιτέρω εξέλιξη της μελέτης της ορυκτολογικής επιστήμης στη Λατινική Δύση. Ίσως δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός, ότι χρησιμοποίησε εκλύσεις ορυκτών στην άποψή του για τη δημιουργία των μετάλλων.

Ο Albertus είχε την ίδια άποψη για τα μέταλλα, δηλαδή ότι είναι σύνθετες ουσίες, οι οποίες χαρακτηρίζονται από το ίδιο υδάτινο και γήινο στοιχειακό υλικό που προτείνει κι ο Αριστοτέλης. Επιπλέον, θεωρούσε ότι καθένα από τα γνωστά μέταλλα έχει τη δική του συγκεκριμένη μορφή, η οποία αντιπροσωπεύει μια σταθερή μεταλλική ταυτότητα. Υποστήριξε ότι η συγκεκριμένη μορφή διαμορφώθηκε εν μέρει από τη διαδικασία σύνθεσης της πρωτομεταλλικής ύλης κι εν μέρει από τις αστρικές επιρροές. Αναγνώρισε επίσης, ότι το ίδιο σώμα μεταλλεύματος περιέχει συχνά περισσότερα από ένα μέταλλο.

Μέχρι εκείνη την περίοδο, η θεωρία της μεταλλογένεσης από μια κατάσταση ατμού που περιελάμβανε θείο και υδράργυρο ήταν σχεδόν παγκόσμια. Ωστόσο οι λεπτομέρειες συνέχισαν να διαφέρουν μεταξύ των συγγραφέων. Το ανώνυμο γραμμένο “De Lapide Philosophico Tractatus Eximus”, που προφανώς γράφτηκε τον δέκατο πέμπτο αιώνα, και το “Novum lumen chymicum” (1604) του Michael Sendivogius (1556–1636), είναι ιδιαίτερα λεπτομερή, όσον αφορά στο ρόλο του θείου και του υδράργυρου στην δημιουργία των μετάλλων από ατμούς.

Ο Michael Sendivogius διατυπώνει μια ορυκτολογική θεωρία στο “Novum lumen chymicum”, η οποία είναι πιο λεπτομερής από αυτή του “Tract”. Ο Sendivogius υποστηρίζει την ύπαρξη μιας κεντρικής φωτιάς μέσα στη γη, στην οποία εισέρχονται τα τέσσερα στοιχεία και υποβάλλονται σε μια επεξεργασία μετατροπής, σε έναν πρώτο-ορυκτολογικό ατμό ομοιόμορφης σύνθεσης. Η δύναμη η οποία είναι υπεύθυνη για την επεξεργασία και διανομή αυτού του υλικού, αναφέρεται ως «Αρχή της Φύσης». Παρόλο που η χρήση της έννοιας «Αρχή της Φύσης» υποδηλώνει Παρακελσιακή επιρροή, η ορυκτολογική θεωρία του

---

Sendivogius είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξάρτητη από το Παρακελσιανό σύστημα. Αυτός ο ομοιογενής ατμός ο οποίος προκύπτει μέσω της «απόσταξης και εξάχνωσης στην οποία υπόκειται, εξαιτίας της θερμότητας που αναπτύσσεται κατά την αέναη κίνησή του προς την επιφάνεια της γης», θεωρείται από τον Sendivogius ως ο ορυκτός σπόρος, δηλαδή η πρώτη ύλη των ορυκτών (συμπεριλαμβανομένων των μετάλλων) και ο «Υδράργυρος των Σοφών».

Στην γένεση των μετάλλων, η έμφαση δίνεται στις αλλαγές της σύνθεσης του αρχικά ομοιόμορφου ατμού-σπόρου, οι οποίες προκαλούνται από τα συστατικά στοιχεία των σημείων εισόδου. Ωστόσο ο αρχικός ατμός, ο οποίος προσομοιάζει με τον υδράργυρο, είναι μόνο η πρώτη ουσία των μετάλλων και των άλλων ορυκτών. Όπως και με τις περισσότερες θεωρίες που συζητήθηκαν, η δημιουργία μιας μεταλλικής ουσίας απαιτεί επίσης την ξηρότητα και τη θερμότητα της Αρχής του Θείου, η οποία κατά την άποψη του Sendivogius φαίνεται να είναι μια ανεξάρτητη στερεά ουσία που υπάρχει μέσα στη γη.

Οι συγγραφείς που συζητήθηκαν μέχρι στιγμής, έδωσαν έμφαση, με μεγάλο βαθμό ελευθερίας, σε διάφορες πτυχές της θεωρίας των ατμών και της σχέσης της με το σύστημα Θείου-Υδράργυρου στη σύνθεση των μετάλλων. Παρά τις διαφορές στις λεπτομέρειες που υπήρχαν μεταξύ αυτών των μεμονωμένων απόψεων, τα γενικά πλεονεκτήματα της θεωρίας του ατμού ήταν κοινά. Καθώς τα μέταλλα θεωρούνταν σύνθετες ουσίες, η πρώτη φάση εξάτμισης παρείχε έναν μηχανισμό για την ανάμειξη και την ομογενοποίηση των γήινων και υγρών συστατικών τους. Θεωρήθηκε ότι η ατμώδης πρωτομεταλλική ύλη δημιουργήθηκε στα υπόγεια έγκατα, και κατ' επέκταση η κινητικότητα της εξηγούσε την παρουσία φλεβών μεταλλεύματος κοντά στην επιφάνεια, επιτρέποντας περαιτέρω διακυμάνσεις της σύνθεσης στο προϋπάρχον κοίτασμα, ενώ είχε ως αποτέλεσμα την συνεχή ανάμειξη με το υλικό των υπόγειων περιοχών μέσω των οποίων αναδύονταν. Ιδιαίτερης σημασίας ήταν και η συμβατότητα του ανωτέρω μηχανισμού με τη θεωρία του Θείου-Υδράργυρου, για τη σύνθεση των μετάλλων, η οποία ήταν τόσο πειστική που οι δύο θεωρίες έγιναν σχεδόν ταυτόσημες. Τα ανωτέρω, καθιστούν εμφανές ότι η θεωρία των ατμών τόνισε έντονα την ποικιλομορφία στη σύνθεση.<sup>1819</sup>

---

<sup>18</sup> Norris A.J (2007) *Early Theories of Aqueous Mineral Genesis in the Sixteenth Century*. Alzingen, Luxembourg, p.72-76.

<sup>19</sup> Coll R. (2015) *Ex libris RCPE, Agricola's De Re Metallica, 1556. Part I. Royal College of Physicians of Edinburgh*, p.52-58.

---

### 3.3 Ατμοί ορυκτών και ορυκτή μορφή

Παρά τη θεωρητική αποτελεσματικότητα των αστρικών επιρροών, τα αποτελέσματα των παραγωγικών διεργασιών καθορίζονται ξεκάθαρα από τη σύνθεση των ατμών, τα συστατικά του τόπου στον οποίο εισχώρησαν οι ατμοί και υπέστησαν περαιτέρω διεργασίες, τη θερμοκρασία και τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας σύνθεσης. Όσο αναπόσπαστες και αν ήταν στην πρώιμη άποψη για τη φύση, οι αστρικές επιρροές βρίσκονται αμυδρά ανάμεσα στις φυσικές περιγραφές αυτών των μεταλλογενετικών διεργασιών. Αυτό ισχύει ακόμη και για τον Albertus Magnus, ο οποίος μπορεί να ήταν ο πρώτος και μοναδικός συγγραφέας που «απαιτούσε» ειδική ορυκτή μορφή πριν από τον δέκατο έβδομο αιώνα.

Σε πολλές από τις πρώτες ορυκτολογικές θεωρίες έχει παρατηρηθεί η απουσία μιας ξεκάθαρα τυπικής αιτίας. Υπάρχουν, ωστόσο, λόγοι για αυτό. Με ελάχιστες εξαιρέσεις, η θεωρία του ατμού αντιμετώπιζε συγκεκριμένα τη δημιουργία μετάλλων, και όχι ολόκληρο το ορυκτό βασίλειο. Τα μεταλλικά μεταλλεύματα φαινόταν να είναι μίγματα με ακανόνιστη σύνθεση, στα οποία δεν ήταν πάντα διακριτά τα μεμονωμένα μέταλλα. Επιπλέον, η ανάκτηση μετάλλου από μια τέτοια μάζα συνεπαγόταν περίπλοκη επεξεργασία που περιελάμβανε σύνθλιψη, διαχωρισμό και τήξη. Κατά συνέπεια, η θεωρία της δημιουργίας ορυκτών από ατμούς, ως «συνθετικών μαζών» αντιπροσώπευε αρκετά καλά την ορυκτολογική πραγματικότητα. Ήταν ευρέως αποδεκτό, ότι τα γνωστά μέταλλα αντιπροσώπευαν απλώς μια σειρά σχετικών καθαροτήτων, στην οποία ο χρυσός είχε την υψηλότερη θέση. Σύμφωνα με αυτήν την άποψη, τα μεμονωμένα μέταλλα θεωρήθηκαν περισσότερο ως βαθμοί σύνθεσης παρά ως ξεχωριστά είδη.

Όταν η ειδική ορυκτή μορφή αναγνωρίστηκε ως μια σημαντική έννοια, κατά τον δέκατο έβδομο αιώνα, η ιδέα των ορυκτών σπόρων απέκτησε σημασία και θωρήθηκε ως το πραγματικό αίτιο. Όταν διατυπώθηκαν μορφοποιητικά αίτια που μπορούσαν να εμπλέξουν άμεσα την πρωτομεταλλική ύλη, συχνά ισοδυναμούσαν με την υπόθεση της παρουσίας μιας σπερματικής αρχής μέσα στους ατμούς. Η εισαγωγή τέτοιων «ορυκτών αποσταγμάτων» ως σπόροι μέσω των οποίων προσδίδεται συγκεκριμένη μορφή και κατ' επέκταση συνδέεται η ύλη με τη μορφή των ορυκτών, έχει συζητηθεί από τον Norma Emerton. Ειδικότερα, περιγράφει τους τρόπους με τους οποίους συγκεκριμένη μορφή συνδέθηκε με τους ατμούς, στις ορυκτολογικές θεωρίες των συγγραφέων του 17ου αιώνα όπως ο Anselm Boetius de Boot (1550–1632), ο Etienne de Clave και ο Nicholas Le Févre (1615–1669). Ο J. J. Becher (1635–1682), ο οποίος επίσης, πίστευε στη σημασία ενός αίτιου διαμόρφωσης για

---

συγκεκριμένα ορυκτά, και έτσι προσπάθησε να συμπεριλάβει το πραγματικό αίτιο στη θεωρία της δημιουργίας ορυκτών. Παρόλο που οι απόψεις του σχετικά με τη δημιουργία μετάλλων επικεντρώνονται στα μεταγενέστερα στάδια ανάπτυξης, τα οποία περιλαμβάνουν το σύστημα των τριών «γαιών» του, η διαδικασία του ξεκινά επίσης με εκλύσεις που ενσωματώνουν τις «ιδέες» των μεταλλουργικών γαιών. Σε τέτοια σχήματα, οι ατμοί είναι μια υποτιθέμενη υλική προέλευση και εξυπηρετούν τους παραδοσιακούς σκοπούς τους για κινητοποίηση και συνθετική ανάμειξη, αλλά συνδυάζονται και με ένα αίτιο διαμόρφωσης που αναφέρεται ως πνευματικός σπόρος, σπερματικός λόγος ή ορυκτή ιδέα ουράνιας προέλευσης. Ωστόσο, τα συστατικά των ατμών εξακολουθούν να συνδυάζονται σε μια μορφή μείγματος, στο οποίο η σχετική καθαρότητα ήταν κύριος παράγοντας, ενώ τα προϊόντα πιστεύεται ότι επηρεάζονται από τη σύσταση του τόπου ή/και από αστρικές δυνάμεις.<sup>20</sup>

### 3.4 Η μεταγενέστερη ιστορία της μεταλλογένεσης

Κατά τη διάρκεια του 16ου αιώνα, η μεταλλογένεση από υδατικά μέσα προωθήθηκε από τους Georgius Agricola (1494–1555), Paracelsus (1493–1541) και Bernard Palissy (περίπου 1510–1590). Όσον αφορά στις θεωρίες του ατμού, οι λεπτομέρειες των υδατικών θεωριών ήταν εντυπωσιακά διαφορετικές. Παρά τις προσπάθειες να συνδεθεί ο διαμορφωτικός ρόλος της συλλογιστικής των ορυκτών σπόρων με τους αρχικούς ατμούς, η θεωρία των σπόρων αποδείχθηκε πιο συμβατή με τις υδατικές θεωρίες δημιουργίας των ορυκτών.

Οι υδατικές θεωρίες της μεταλλογένεσης φαίνεται ότι είχαν ένα πλεονέκτημα, καθώς συνδυάστηκαν πιο εύλογα με τη θεωρία των ορυκτών σπόρων, αλλά και από την εμφανή παρουσία άφθονου νερού στις μεταλλευτικές εργασίες. Ο σχηματισμός μετάλλων και μεταλλικών ορυκτών από υδατικά μέσα υιοθετήθηκε στη συνέχεια από πολλούς συγγραφείς. Το ανωτέρω ενισχύθηκε από μια μακρόχρονη παράδοση απόδοσης του σχηματισμού μιας ποικιλίας ορυκτών, όπως οι σταγόνες ασβεστίτη, το βιτριόλι και οι κρύσταλλοι χαλαζία, στην υδατική δημιουργία. Ενώ ορισμένοι συγγραφείς υποστήριξαν μια εντελώς υδατική άποψη της ορυκτογένεσης (συμπεριλαμβανομένων των μεταλλικών ορυκτών), άλλοι είδαν έναν

---

<sup>20</sup> Norris A.J (2007) *Early Theories of Aqueous Mineral Genesis in the Sixteenth Century*. Alzingen, Luxembourg, p.57-58.

---

βαθμό διασύνδεσης μεταξύ των δύο τύπων της μορφοποιητικής διαδικασίας. Το 1651, ο Johann Glauber (1604–1670) δημοσίευσε ένα έργο στο οποίο η προέλευση των μετάλλων αποδόθηκε με όρους θειούχου ατμού, που διεγείρεται και «φυτεύεται» από αστρικά πνεύματα που επικεντρώνονταν στο εσωτερικό της γης. Αυτοί οι ατμοί συνδυάστηκαν με το υπόγειο νερό και το μείγμα στη συνέχεια εξελίχθηκε σε πρωτομεταλλική ύλη.

Αν και οι υδατικές θεωρίες άρχισαν να κερδίζουν έδαφος κατά τον 17ο αιώνα, η μεταλλογένεση από ατμούς συνέχισε να υιοθετείται από διάφορους συγγραφείς όπως ο Johannes Kepler (1571–1630), Rene Descartes (1596–1650), Jacques Rohault (1620–1672), Lister (1639–1712), και Becher.

Παρότι δεν μπορεί να ειπωθεί ότι υπήρχε μια ξεκάθαρη αμφισβήτηση μεταξύ ορυκτών ατμών και υδατικής μεταλλογένεσης, οι θεωρίες καθαρών ατμών συνέχισαν να προωθούν τον αποκλεισμό των υδατικών διεργασιών. Στο “A Discovery of Subterraneall Treasure” (1639), ο Plattes, ο οποίος ήταν εξοικειωμένος με την ανάλυση και τις τεχνικές εργαστηρίου της εποχής του, υποστήριξε την άποψή του με πειραματικά στοιχεία και αποδείξεις. Προσομοίωσε την ανάπτυξη φλεβών μεταλλεύματος, σφραγίζοντας χαλαρές ασφατούχες και θειούχες ουσίες σε ένα μεγάλο γυάλινο θάλαμο και υποβάλλοντας το σύνολο αυτό σε παρατεταμένη και ήπια θερμότητα. Διαπιστώνοντας ότι το υλικό απολιθώθηκε σε μια ενιαία μάζα κατά την ψύξη, με ορυκτές φλέβες που αναπαρήχθησαν από υλικό εξατμισμένο και επανα-συμπυκνωμένο μέσα στα διάκενα, δε βρήκε κανένα λόγο να αμφισβητήσει τη δημιουργία και την κινητοποίηση των ορυκτών ατμών ως αποτέλεσμα της θέρμανσης και τη στερεοποίησή τους ως αποτέλεσμα της ψύξης. Η θεώρηση των ορυκτών κατά τον Plattes, ως μικτές συνθέσεις που προέρχονται από πρόδρομες ύλες, περιλαμβάνει μια βαθμιαία άποψη της μεταλλικής σύνθεσης με την οποία τα πολύτιμα μέταλλα σχηματίζονται από παρατεταμένη εκχύλιση, η οποία απομακρύνει τις προσμίξεις που σχετίζονται με τα βασικά μέταλλα, ενώ δε γίνεται αναφορά στην ειδική ορυκτή μορφή.

Η άνοδος των υδατικών μεταλλογενετικών θεωριών συνδέθηκε με τις παχύρρευστες, θειούχες, ορυκτές ιλύες που απαντώνται συνήθως μέσα στα μεταλλεία. Αυτή η ουσία, η οποία έγινε γνωστή στη βιβλιογραφία ως «gur» (ο όρος “gur” αναφέρεται σε μια υγρή μάζα ορυκτών ουσιών, που σχετίζεται με τη διάσπαση μεταλλικών θειούχων ορυκτών σε θειικά, που συνεπάγεται την απελευθέρωση θειικού οξέος), θεωρήθηκε ως μια πιθανή πρωτομεταλλική ουσία, η οποία βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο σχηματισμού. Άμεση αναφορά στο «gur», γίνεται από τον Joan Baptista van Helmont (1579 - 1644), στην θεωρία του για τα

---

ορυκτά, μετά από την οποία, το «gur» έγινε ευρέως γνωστό ως ένδειξη συνδυασμού υδατικών διεργασιών και ατμικών διεργασιών.

Ο Johann Heckel (1678–1744), Γερμανός γιατρός και αξιωματούχος μεταλλείων, ήταν ιδιαίτερα εξοικειωμένος με τη σχέση μεταξύ πυριτών και ορυκτών ατμών, καθώς και με το «gur» και τον υποτιθέμενο ρόλο του στην δημιουργία ορυκτών. Η «Pyritologia» (1721) του Heckel ασχολείται εκτενώς με τις συνθέσεις των πυριτών, αποκαλύπτοντας την επίπονη εργασία ενός πρώιμου χημικού ορυκτών. Ο Heckel συζητά επίσης τη διαδικασία σχηματισμού πυρίτη, την οποία θεωρεί γενικά εφαρμόσιμη σε όλα τα «θειωμένα μεταλλικά μεταλλεύματα». Η περιεκτικότητα σε σίδηρο και χαλκό στους πυρίτες ήταν ιδιαίτερα γνωστή σε αυτόν, σε μια εποχή που τα μέταλλα θεωρούνταν ακόμη ως σύνθετες ουσίες, αποτελούμενες από φλογιστόν και μια ειδική μεταλλική γαία για το καθένα.

Με βάση το παράδειγμα των πυριτών, διαψεύδεται επιμελώς η προέλευσή τους από κάθε είδους υδατικό μέσο. Αρχικά ο σίδηρος δεν ήταν γνωστό ότι ήταν διαλυτός σε επαρκείς ποσότητες, ώστε να ανακτηθεί το συστατικό του σιδήρου από αυτό το εν αφθονία ορυκτό. Σε δεύτερη φάση, αναγνωρίζει το «gur» ως προϊόν της αποσύνθεσης των μεταλλευμάτων. Σημειώνει επιπλέον μία μολυβδόχα άργιλο, η οποία φαίνεται σχεδόν τόσο πλούσια όσο τα μεταλλικά μεταλλεύματα, αλλά καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η φλέβα στην οποία υπάρχει αυτή η άργιλος «ήταν παλαιότερα μια ανοιχτή σχισμή και αυτός ο μολυβδόχης πηλός, ως ρευστό «gur», προήλθε από ένα μέταλλευμα μολυβδου, που αποσαθρώθηκε και ανάχθηκε σε γαία». Αν και τα ορυκτά προϊόντα των μεταλλικών «gur» είναι πράγματι μεταλλικά, στην πιο στερεή μορφή τους γίνονται μεταλλοφόροι άργιλοι ή κρούστες, οι οποίες διαφέρουν εντελώς από τους πυρίτες και άλλα γνήσια ορυκτά μεταλλεύματα.

Αντίθετα, ο Henckel προσκομίζει επιπλέον τεκμήρια για την προέλευση των μεταλλικών μεταλλευμάτων από ατμούς, εξετάζοντας τις αποθέσεις ορυκτών. Οι υφές και οι συμπεριφορές των επιτόπιων εμφανίσεων πυρίτη, φαινόταν ασυμβίβαστες με τους γνωστούς τρόπους στερεοποίησης ορυκτών από διαλύματα. Κατά την άποψη του Henckel, η ομοιόμορφη κρυσταλλική επικάλυψη μιας κοιλότητας ορυκτών συσσωματωμάτων (druse) και οι ακανόνιστα διατεταγμένοι πυρίτες, αντιπροσωπεύουν δύο ξεχωριστά γεγονότα ορυκτοποίησης: το πρώτο κρυσταλλώθηκε από ορυκτοφόρα διαλύματα και το δεύτερο σχηματίστηκε από ατμούς ορυκτών.

Η αναφορά του Heckel στην υφή και τη συμπεριφορά των ορυκτών μέσα σε μια απόθεση, πρόσφερε ένα ακόμα υποστηρικτικό στοιχείο για το σχηματισμό ορυκτών από



---

ατμούς. Τέτοιοι συλλογισμοί καταδεικνύουν την αυξημένη εξοικείωση με τα ορυκτά και τις φυσικές τους ιδιότητες, οι οποίες ήταν το χαρακτηριστικό των θεωρητικών της ορυκτολογίας του 18ου αιώνα, πολλοί από τους οποίους σχετίζονταν με τη μεταλλευτική βιομηχανία.

Ο Henckel εξηγεί ότι όλα τα οργανικά και ανόργανα υλικά παράγουν αναθυμιάσεις, αν και ο βαθμός στον οποίο συμβαίνει αυτό, ποικίλλει ανάλογα με τη φύση του αντικειμένου. Ειδικότερα, συνοψίζει ότι η απελευθέρωση τέτοιων αναθυμιάσεων ονομάζεται ζύμωση όταν είναι φυτικής προέλευσης, αλλοίωση όταν είναι ζωικής προέλευσης και διάβρωση όταν προέρχονται από ορυκτά σώματα.

Ο Henckel, όπως ο Lister πριν από αυτόν, θεωρούσε τους ίδιους τους πυρίτες ως πλούσιες πηγές ορυκτών ατμών: «Οι πυρίτες είναι, περισσότερο από όλα τα άλλα είδη, ικανοί να εκδηλώνουν την υπόγεια διάβρωση των μεταλλευμάτων». Αυτή η απόδοση βασίζεται κατά βάση στην τάση των πυριτών να απελευθερώνουν θερμότητα και θειούχους ατμούς όταν διαβρώνονται σε «gur», όπως παρατηρείται στη διαδικασία με την οποία παράγουν βιτριόλι. Το «gur», αν και δεν παράγει μεταλλεύματα, προέρχεται από τη αποσάθρωση τέτοιου υλικού και συνεχίζει να εκπέμπει ατμούς: «Στα έγκατα της γης έχουμε συγκεντρώσεις γλοιωδών, θειούχων και αλμυρών νερών, από τις οποίες μπορεί να προκύψουν υγρασία, ατμοί και αναθυμιάσεις. Η εξώθερμη φύση αυτής της αποσύνθεσης των θειούχων ορυκτών, σημειώθηκε καθώς το «gur» λέγεται ότι παράγει τις εξατμίσεις του με «εσωτερική πυροδότηση και ζύμωση». Τέτοιοι ατμοί μπορούν να συνδυαστούν με άλλους και «σχεδόν να προσαρμοστούν για την παραγωγή όλων των ειδών των ορυκτών».

Τα μεταλλικά ορυκτά δεν δημιουργήθηκαν μόνο από την εκχύλιση και τη στερεοποίηση μεταφερόμενων ατμών από μακρινές πηγές. Ο τόπος, όπου συνέβη η δημιουργία ορυκτών (ορυκτοποίηση), η οποία αποτελεί την πρωτογενή κύρια μάζα, συνέβαλε απαραίτητα και στην αναπτυσσόμενη σύνθεση: Η πρωτογενής κύρια μάζα δεν πρέπει να θεωρείται ως κενός υποδοχέας, αλλά ως υποδοχέας κατάλληλων υλικών. Πιο συγκεκριμένα, οι εισπνοές ή οι εμποτισμοί, που ονομάζονται εσωτερικές αποσαθρώσεις (inweatherings), δεν μπορούν να δράσουν από μόνες τους, ούτε η παροχή των υλικών τους παράγει ένα μετάλλευμα, εκτός εάν η πρωτογενής κύρια μάζα συγκρατεί, και παρέχει ανταποδοτικά, μέσω μιας έκλυσης που ονομάζεται εξωτερική αποσάθρωση (outweathering), την κατάλληλη ύλη της. Για να συμβεί ένα γεγονός δημιουργίας ορυκτών, οι εισερχόμενοι ατμοί των ορυκτών πρέπει να αντιδράσουν με αυτούς που απελευθερώνονται από το περιβάλλον υλικό. Έτσι ο τόπος ή η πρωτογενής κύρια μάζα, συμβάλλει επίσης στη σύνθεση των ορυκτών που παράγονται εκεί. Τα προβλήματα που αντιμετώπισε ο Henckel στην

---

εξήγηση της δημιουργίας κάθε αρχής σύνθεσης των πυριτών αμβλύθηκαν σε κάποιο βαθμό με την υπόθεση αυτού του συστήματος ανάμειξης ατμών.

### **3.4.1 Πρώιμες θεωρίες γένεσης ορυκτών από υδάτινο περιβάλλον**

Οι ιδέες των Agricola, Paracelsus και Palissy για την ορυκτογένεση είναι ολοκληρωμένες και με ισχυρότερες γενικεύσεις από ό,τι βλέπουμε στα ίχνη προηγούμενων, ανάλογων ιδεών. Ειδικότερα, παρουσιάζεται η αντίθεσή τους με τη συμβατική θεωρία θειούχου-υδράργυρου, παρουσιάζοντας το νερό στη θέση των αναθυμιάσεων ως παράγοντα κινητοποίησης για την εναπόθεση όλων των ορυκτών και ως απαραίτητο συστατικό για τη δημιουργία της σύστασής τους. Επιπλέον, οι ιδέες τους βασίζονται στη συνύπαρξη νερού και ορυκτών, όπως παρατηρείται στις μεταλλευτικές περιοχές.

Οι τρεις βασικές πτυχές των παρατηρήσεων του Agricola, περιλαμβάνουν την παρουσία υπόγειων ρωγμών, το άφθονο νερό που συναντάται στις μεταλλευτικές εργασίες και τις εναποθέσεις ορυκτών, όπως οι επιφλοιώσεις και οι σταλαγμίτες. Ο ίδιος οργάνωσε αυτές τις παρατηρήσεις σε ένα αυτόνομο σύστημα υπόγειων διεργασιών, στο οποίο συνέδεσε τις εναποθέσεις ορυκτών με τη δημιουργία και τους τύπους των ρωγμών που καταλαμβάνουν, και οι δύο αυτές λειτουργίες να εξαρτώνται από τη δράση του υπόγειου νερού.

Τήρησε μια τροποποιημένη ελληνική άποψη για την προέλευση. Πίστευε ακράδαντα στην ύπαρξη των τεσσάρων βασικών στοιχείων (γη, αέρας, νερό και φωτιά) και των τεσσάρων ιδιοτήτων μετάλλαξης (ζεστό, κρύο, υγρό και ξηρό). Ωστόσο, έθεσε πολλά επιχειρήματα κατά της εγκυρότητας της άποψης του Αριστοτέλη, όσον αφορά στις «αναθυμιάσεις» ως αίτιο δημιουργίας μετάλλων.

Στις θεωρίες αναθυμιάσεων (exhalation) για την προέλευση των ορυκτών που ανέπτυξαν οι προκάτοχοι του, οι υπόγειες ρωγμές, οι οποίες χρησιμεύουν ως διάλυτοι για την κίνηση και την εναπόθεση προ-μεταλλευτικού υλικού, θεωρούνταν συνήθως φυσικές και τυχαία τοποθετημένες, χωρίς άμεση σχέση με τη διαδικασία σχηματισμού ορυκτών. Αντίθετα, ο Agricola έγραψε ότι τέτοιες ρωγμές σχηματίζονται με δύο γενικούς τρόπους: i) μέσω της αποξήρανσης σε εύθρυπτη κατάσταση του πετρώδους υλικού κατά το σχηματισμό του και ii) μέσω της δράσης των υπόγειων νερών. Με το σκεπτικό ότι το νερό διαβρώνει τις ορυκτές ουσίες κάτω από τη γη, ακριβώς όπως κάνει και στην επιφάνεια, θεώρησε ότι οι ρωγμές (που ονομάζονται κανάλια) σχηματίστηκαν κυρίως από τη ροή των υπόγειων νερών. Αυτό θα μπορούσε να συμβεί σταδιακά ή βίαια, και φαντάστηκε την πιθανότητα μεγάλη

---

ποσότητα νερού να βρίσκει το δρόμο της προς την επιφάνεια, σπάζοντας τους βράχους. Παρατήρησε επίσης, στοιχεία αυτής της υπόγειας διαδικασίας διάβρωσης, στις ρωγμές που αποκαλύφθηκαν κατά τις μεταλλευτικές εκσκαφές, καθώς κάποιες ήταν κενές, ενώ άλλες περιείχαν νερό και/ή διάφορες ορυκτές ουσίες. Η ποσότητα του νερού που εμπλέκεται και η σχετική σκληρότητα του γύρω βράχου ήταν οι καθοριστικοί παράγοντες για το μέγεθος, την ποσότητα και την ευθύτητα των ρωγμών που σχηματίστηκαν.

Επιπλέον υποστήριξε, ότι για μεγάλα χρονικά διαστήματα τα υπόγεια νερά θα απορροφούσαν μέρος της ορυκτής ύλης μέσα από την οποία έρεαν, δημιουργώντας κατά αυτό τον τρόπο ορυκτά «υγρά». Η εγκλωβισμένη ορυκτή ύλη τελικά θα συνδυαζόταν ποικιλοτρόπως σχηματίζοντας διάφορες ενώσεις. και στην συνέχεια θα εναποθέτονταν εκ νέου μέσα στο σύστημα των καναλιών. Ανάλογα με τη φύση και τη συγκέντρωση της ορυκτής ύλης τους, τα υγρά μπορεί να κυμαίνονταν από σχεδόν όμοια με καθαρό νερό έως παχύρρευστα και με μεγάλο ιξώδες, με τα μεν πρώτα να νοούνται ως τα καθαρά μεταλλικά νερά και τα αντίστοιχα πιο συμπυκνωμένα, ως αυτά που αργότερα έγιναν γνωστά με τον όρο «guir». Ο σχηματισμός ρωγμών και η επακόλουθη μεταφορά της απορροφούμενης ορυκτής ύλης θεωρήθηκαν από τον ίδιο ως διαδικασίες καθοδικής ροής. Το σύστημά του περιλάμβανε κάτι σαν υπόγειους κολπίσκους ή ρυάκια, μέσω των οποίων τα υγρά έρεαν από μικρότερα σε μεγαλύτερα κανάλια (όπως ακριβώς στην επιφάνεια της γης), σε αντίθεση με την ανοδική κίνηση του προ-μεταλλευτικού υλικού στις θεωρίες αναθυμιάσεων των συγχρόνων του.

Ο ίδιος δεν πίστευε ότι υπήρχε μια κεντρική φωτιά μέσα στη γη, αλλά αναγνώρισε τη διαφορά στην κατανομή της υπόγειας θερμότητας και τη λειτουργικότητά της στο σχηματισμό των ορυκτών υγρών, με το να διευκολύνει την αρχική απορρόφηση των ορυκτών υλών και ενθαρρύνοντας την πλήρη ανάμειξη τους στο μείγμα (ένωση). Όπως και στην θεωρία των αναθυμιάσεων για την μεταλλογένεση, υποστήριξε μια διαδικασία, η οποία καθοδηγείται από τη θερμότητα, σύμφωνα με την οποία οι προ-μεταλλικές ουσίες υφίστανται πύκνωση και τελειοποίηση της ένωσης, με το σύνθετο μεταλλικό ρευστό ορυκτό να αντικαθιστά το ποικιλοτρόπως εξευγενισμένο μείγμα θείου και υδράργυρου. Επίσης, σχετικά με την δημιουργία μεταλλικών ορυκτών, γράφει ότι «η θερμότητα είναι η αναγκαία συνθήκη για ένα καλό μείγμα στοιχείων, και επιπλέον μετασχηματίζει το ίδιο το μείγμα σε ρευστό, αλλά μέχρι αυτό να στερεοποιηθεί από το κρύο, δεν είναι μέταλλο». Με αυτόν τον τρόπο, η θεωρία του για τα ορυκτά υγρά με τις διαδικασίες της απορρόφησης, μεταφοράς και ανάμειξης, φαινόταν ικανή να δημιουργήσει μια τεράστια ποικιλία ορυκτών ενώσεων,

---

παρόμοια με τις διεργασίες ανάμειξης και βρασμού της θεωρίας αναθυμιάσεων για την δημιουργία ορυκτών. Σε αντίθεση με την τελευταία, τα ορυκτά υγρά του Agricola αιτιολογούσαν τα άφθονα νερά και τα γεμάτα ορυκτές ουσίες υγρά που συναντώνται στις μεταλλευτικές εργασίες, καθώς και την ύπαρξη τόσο κενών όσο και γεμάτων υπόγειων ρωγμών.

Η βασική δύναμη του συστήματος του, είναι το γεγονός ότι διατυπώνει μια γενική διαδικασία, μέσω της οποίας παράγονται όλες οι ορυκτές ουσίες, οι λεπτομέρειες της οποίας φαινόταν εσωτερικά συνεπείς και τα στάδιά της επιδέχονταν παρατήρησης. Αναγνώρισε όχι μόνο την εξάπλωση των διαλυτών ορυκτών στο διάλυμα, αλλά και την υποκινούμενη από το νερό, παραγωγή ορισμένων ορυκτών από άλλα. Ακόμη, επέκτεινε τη θεωρία της δημιουργίας ορυκτών και σε εκείνες τις διαδικασίες, οι οποίες δεν μπορούσαν να παρατηρηθούν άμεσα, όπως η εναπόθεση μεταλλευτικών κοιτασμάτων. Όπως και με τους κλασικούς και μεσαιωνικούς συγγραφείς, η ευτηκτότητα των μετάλλων αναφέρθηκε από τον Agricola ως απόδειξη ότι η σύστασή τους σχετίζεται με το νερό. Σε αντίθεση με τους προηγούμενους συγγραφείς, ο ίδιος θεωρούσε ότι η υγρασία στη σύσταση των μετάλλων ήταν ενδεικτική ενός υδατικού τρόπου σχηματισμού. Επιπλέον, παρόλο που δεν έκανε εικασίες ως προς την τελική δημιουργία ορυκτού υλικού, οι διαδικασίες του ήταν κυκλικές και αέναες. Καθώς ήταν ένας μεγάλης εκτίμησης συγγραφέας, η θεωρία του πρέπει να έστρεψε περαιτέρω το ενδιαφέρον στις υδατικές διεργασίες για τη δημιουργία ορυκτών.

Ο Παράκελσος (Paracelsus) θεώρησε την ευτηκτότητα των μετάλλων ως ενδεικτική της σχέσης τους με το νερό. Όπως ο Agricola, θεώρησε ότι το νερό συμμετέχει στη δημιουργία όλων των ορυκτών ουσιών.

Ωστόσο, οι θεμελιώδεις διαφορές μεταξύ της υδατικής ορυκτογένεσής του και αυτής του Agricola δεν πρέπει να παραβλεφθούν. Αντίθετα, η θεωρία του Agricola ήταν εντελώς φυσική, αν και έπρεπε να παραδεχτεί ότι η κανονικότητα, με την οποία οι ενώσεις συνδυάστηκαν για να σχηματίσουν συγκεκριμένα ορυκτά, ήταν πιθανό να μη γινόταν ποτέ κατανοητή.

Η εμφάνιση των υδατικών ορυκτογενετικών θεωριών στα μέσα του δέκατου έκτου αιώνα, ανάμεσα στις πολυάριθμες εκδοχές της θεωρίας των αναθυμιάσεων φαίνεται να είναι αρκετά ξαφνική από την οπτική γωνία των ιστορικών, αν και υπήρχαν ίχνη τους σε προηγούμενες θεωρίες. Έχει αποδειχθεί παραπάνω ότι οι πρώιμες, πλήρως ανεπτυγμένες θεωρίες υδατικών ορυκτών των Agricola, Paracelsus και Palissy ήταν καινοτόμες

---

εναλλακτικές των αναθυμιάσεων, για την παραγωγή των ορυκτών, και χαρακτηρίζονται από σημαντικό βαθμό ποικιλομορφίας, καθεμία από τις οποίες είναι τόσο ξεχωριστή όσο και ο συγγραφέας της. Σε αντίθεση με εκείνα των Agricola και Palissy, τα ορυκτά του Paracelsus δημιουργήθηκαν από στοιχειακό νερό και όχι από κοινό νερό που περιέχει ορυκτό υλικό. Μόνο στη θεωρία του Paracelsus τα ορυκτά παράγονταν από το ίδιο το νερό, μέσω της «βλάστησης» των σπόρων «tria prima». Οι σπόροι του Palissy ήταν στην πραγματικότητα μικρά σωματίδια αλατούχου ορυκτού υλικού που είχαν την τάση να συσσωρεύονται σε ορυκτές μορφές στο νερό. Σύμφωνα με τις απόψεις των Palissy και Agricola, το νερό κινητοποιήσε και ανακάτεψε την προϋπάρχουσα ορυκτή ύλη, αν και φαίνεται ότι και οι δύο συγγραφείς υποστήριζαν ότι το νερό παρέμεινε συνδεδεμένο με τη γήινη ύλη του στερεοποιημένου προϊόντος.

Παρά το γεγονός ότι οι συγκεκριμένες διαφορές είναι εξαιρετικά κατατοπιστικές για τις διάφορες πιθανές ερμηνείες των φαινομένων σχηματισμού ορυκτών, οι συγγραφείς τους πίστευαν στην οικονομία της φύσης ως προς την παραγωγή ολόκληρου του φάσματος των ορυκτών ουσιών, μέσω μιας μικρής και κατανοητής σειράς αιτιών, οι οποίες περικλείονται σε μια γενική διαδικασία. Κατά κύριο λόγο, έβλεπαν τα πετρώματα ως ανακατεμένες μάζες από σκληρό γήινο υλικό, μεταξύ των οποίων υπάρχουν ορισμένα αναγνωρίσιμα ορυκτά. Καθώς ήταν αδύνατο εκείνη την εποχή να συσχετιστεί η υποκείμενη κρυσταλλική μορφή και η ποικιλομορφία στις εξωτερικές εμφανίσεις των ορυκτών στη φύση, ο Biringuccio, ο Agricola και ο Paracelsus δε θεώρησαν τις κρυσταλλικές μορφές ως γενικά διαγνωστικές. Αντίθετα ο Palissy πίστευε ότι τα σχήματα των κρυστάλλων ήταν, εν μέρει εγγενή στη στερεοποίηση της ύλης και εν μέρει οφείλονταν στο σχηματισμό τους μέσω της επαφής τους με άλλους κρυστάλλους ή τα γύρω πετρώματα. Η άποψή τους για την ταυτότητα των ορυκτών βασιζόταν σε μεγάλο βαθμό στη σύσταση και τις φυσικές ιδιότητες και κατά συνέπεια οι ορυκτολογικές θεωρίες τους επικεντρώθηκαν σε διεργασίες που θα μπορούσαν να σχηματίσουν μάζες συνδυαζόμενων ορυκτών, μέσω της διαδικασίας σύνθεσης πρόδρομων υλικών. Αυτά τα υλικά ήταν πνευματογενή (spiritual) στο σύστημα του Paracelsus και φυσικά στο σύστημα του Agricola και του Palissy. Ωστόσο, ενώ ο Agricola θεώρησε ιδιαίτερα σημαντική την θερμότητα και την ψύξη κατά την ανάμειξη και την επακόλουθη στερεοποίηση των ορυκτών υγρών, όπως έκαναν και οι θεωρίες των αναθυμιάσεων, η ορυκτογένεση του Palissy ήταν ψυχρή και συνέβη μέσω μιας στερεοποιητικής έλξης μεταξύ σωματιδίων αλατούχου ορού με παρόμοια τάση.

---

Ενδιαφέρουσα, από χημική άποψη, είναι η απουσία αστρικών επιρροών από αυτές τις θεωρίες και το γεγονός ότι κάθε διαδικασία παρήγαγε ορυκτά, συμπεριλαμβανομένων και των μετάλλων, ως διακριτές συνθέσεις, ακυρώνοντας έτσι κάθε ρόλο φυσικής μεταστοιχείωσης ή «ωρίμανσης» των μετάλλων σε χρυσό. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί το γεγονός ότι ενώ ο Agricola αντιτάχθηκε στη θεωρία θειούχου-υδράργυρου στη σύνθεση μετάλλων, τόσο ο Paracelsus όσο και ο Palissy διατήρησαν αυτές τις αρχές σύνθεσης, αν και με πολύ διαφορετικούς τρόπους από εκείνους των θεωριών αναθυμιάσεων.

Ο Agricola άσκησε κριτική στη σύνδεση της θεωρίας των αναθυμιάσεων με αυτή του θειούχου-υδραργύρου. Τόσο αυτός όσο και ο Palissy έμειναν σταθεροί στη θέση τους ότι οι υπόγειες εκλύσεις αποτελούνται κυρίως από νερό, ως μέρος του κύκλου κίνησής του μέσα στη γη. Για τον Agricola, το θειώδες συστατικό που αφαιρέθηκε από τα περισσότερα κοιτάσματα κατά τη διάρκεια της μεταλλουργικής επεξεργασίας, ήταν μόνο ενδεικτικό του γεγονότος ότι τα κοιτάσματα ήταν σύνθετα ορυκτά, αποτελούμενα από μεταλλική και πετρώδη ύλη σε συνδυασμό με θείο. Ακόμη και στην περίπτωση των ορυκτών υγρών τύπου «gur», ο Agricola (όπως ο Biringuccio) δε μπόρεσε να βρει καμία ομοιότητα (αναλογία) με τον υδράργυρο, τον οποίο θεωρούσε ως ένα μέταλλο από μόνο του, με μία ασυνήθιστα υψηλή περιεκτικότητα σε νερό. Για τους περισσότερους συγγραφείς, ωστόσο, η παρουσία και η δραστηριότητα των ορυκτών αναθυμιάσεων συνέχισε να αναγνωρίζεται, παρά το μεγάλο επεξηγηματικό δυναμικό των νέων υδατικών θεωριών. Πολλοί μεταγενέστεροι συγγραφείς συνέχισαν να συνδυάζουν υδατικές και ατμικές αιτίες, σε μια προσπάθεια να προσδιορίσουν τη φύση των διεργασιών μέσω των οποίων δημιουργούνται τα ορυκτά. Το έργο του Palissy σε συνδυασμό με τις σημαντικές δημοσιεύσεις του Agricola και την περαιτέρω διάχυση της Παρακελσιανής σκέψης, δημιούργησαν μια σταθερή αλλά ποικιλόμορφη βάση για τις υδατικές θεωρίες δημιουργίας ορυκτών.<sup>21,22</sup>

### 3.5 Ταξινόμηση των ορυκτών

**Στα τέλη του δέκατου έβδομου αιώνα, η μελέτη των ορυκτών ήταν εμπειρική και μη συστηματική.** Το ορυκτό βασίλειο θεωρούνταν ότι περιλάμβανε οτιδήποτε είχε ανασκαφεί ή βρεθεί υπόγεια, και η γνώση για τα «ανασκαφέντα» αντικείμενα περιοριζόταν σε μια ποικιλία πραγματειών/μελετών που ήταν κάτι περισσότερο από περιγραφικές

---

<sup>21</sup> Norris A.J (2007) *Early Theories of Aqueous Mineral Genesis in the Sixteenth Century*. Alzingen, Luxembourg, p.58-62.

<sup>22</sup> Norris A.J (2006) *The Mineral Exhalation Theory of Metallogenesis in Pre-Modern Mineral Science* Czech Geological Survey. Prague, p.50-58.

---

απαριθμήσεις αντικειμένων. Ωστόσο, οι ορυκτές ουσίες έμπαιναν όλο και περισσότερο στο μικροσκόπιο του επιστημονικού ελέγχου και εγείρονταν επανειλημμένα ερωτήματα, σχετικά με τη φύση και την προέλευσή τους, και συζητούνταν στην ακμάζουσα επιστημονική μονογραφική και περιοδική βιβλιογραφία.

### **3.5.1 Ορυκτολογική ταξινόμηση με βάση τις φυσικές ιδιότητες**

Στις πραγματείες του Agricola και του Anselmus De Boodt, η θεωρητική συζήτηση της ταξινόμησης και οι περιγραφές των ορυκτών ήταν χωριστές, και στις πραγματείες του Aldrovandi δεν υπήρχε γενική συζήτηση για την ταξινόμηση. Επιπλέον, ο Aldrovandi δεν υιοθέτησε κανένα αιτιολογημένο σύστημα οργάνωσης για τις περιγραφές των ορυκτών ενώ ο Agricola και ο De Boodt χρησιμοποίησαν μια οργάνωση διαφορετική από το ταξινομικό πλαίσιο που σκιαγράφησαν στις θεωρητικές συζητήσεις τους.

Ο Agricola ανέλυσε τις χαρακτηριστικές φυσικές ιδιότητες των ορυκτών ουσιών, αλλά οργάνωσε τις περιγραφές του με βάση άλλα χαρακτηριστικά, όπως η χρήση.

Ο John Hill καθοδηγήθηκε πρακτικά από ένα ασαφές ταξινομικό ένστικτο που του επέτρεψε να κατασκευάσει ένα σύστημα, το οποίο είχε κάποιες ομοιότητες τόσο με τα συστήματα του Agricola όσο και του Woodward. Ο Agricola είχε προτείνει τη διαίρεση των ορυκτών ουσιών σε αυτές που ήταν σύνθετες και σε αυτές που ήταν μη σύνθετες. Ο παραλληλισμός είναι προφανής. Η δεύτερη διαφοροποίηση του John Hill, των απλών και των σύνθετων απολιθωμάτων, έγινε με βάση τη διαλυτότητα στο νερό και την ευφλεκτότητα.

### **3.5.2 Ορυκτολογική ταξινόμηση με βάση τις φυσικές και χημικές ιδιότητες**

Νωρίτερα ο συγγραφέας του «De Re Metallica» είχε προτείνει μια διαφοροποίηση των ορυκτών ουσιών που κατέληγε σε τριάδες, αλλά, σε αντίθεση με τον Becher, δεν έδωσε στοιχεία ύπαρξης κάποιας μεταφυσικής σημασίας σε μια τέτοια διάταξη.

Ο Bromell ταξινόμησε τα ορυκτά σε γαίες, άλατα, θείο και θειούχα πετρώματα, λίθους, ορυκτά και ημιμέταλλα, και μεταλλεύματα και μέταλλα. Η υποδιαίρεση της κατηγορίας γαιών από τον Bromell σε φαρμακευτικές ουσίες (φάρμακα), γαίες που χρησιμοποιούνται από ζωγράφους και βαφείς, για καθαρισμό και στίλβωση σε κεραμικά,

---

λιπάσματα, όπως επίσης γήινα μεταλλεύματα και καύσιμα, μοιάζει με τη διάταξη των γαιών του Agricola με βάση τη χρήση τους.<sup>23</sup>

### 3.6 Μετάβαση στην εποχή της σύγχρονης ορυκτολογικής χαρτογράφησης

Για περισσότερο από τους δύο αιώνες, που μεσολάβησαν μεταξύ του «De Natura Fossilium» (1546) του Georg Agricola και του «von den ausserlichen Kennzeichen der Fossilien» (1774) του Abraham Gottlob Werner, η μελέτη των ορυκτών εξελίχθηκε από μια εξαιρετικά πρακτική επιδίωξη σε μια θεωρητικο-επιστημονική δραστηριότητα.

Οι καλύτερες προσπάθειες των φυσιολόγων του δέκατου έκτου και του δέκατου έβδομου αιώνα να οργανώσουν την ταχέως συσσωρευόμενη γνώση των ορυκτών ουσιών και να ενσωματώσουν αυτή τη γνώση σε κάποιο σύστημα ταξινόμησης, αντιπροσωπεύονται από τα έργα του Agricola και του Anselm de Boodt. Η ρεαλιστική, φυσική προσέγγιση του Agricola στη μελέτη των ορυκτών ουσιών έγινε πρότυπο για τους μεταγενέστερους συγγραφείς. Παρόλο που δεν κατασκεύασε ένα σύστημα στο οποίο η ταξινόμηση και η περιγραφή να είναι αλληλένδετες, οι «ορισμοί» τους οποίους χρησιμοποίησε ως βάση για τη μελέτη των ορυκτών, καθώς οι πολύπλευρες περιγραφές του για τα ορυκτά, βοήθησαν στην κωδικοποίηση μεγάλου μέρους της παλιάς γνώσης και υπέδειξαν νέες προσεγγίσεις στη μελέτη των αντικειμένων του ορυκτού βασιλείου.

Ο ίδιος θεώρησε τις ορυκτές ουσίες είτε ως σύνθετες είτε ως μη σύνθετες. Οι μη σύνθετες ήταν είτε απλές είτε μικτές. Υπήρχαν τέσσερα είδη απλών ουσιών, γη/χώμα (terra), στερεοποιημένα υγρά (succus concretus), λίθος (lapis) και μέταλλο (metallum). Από αυτούς τους ορισμούς είναι προφανές ότι ο Agricola επέλεξε τη συμπεριφορά στο νερό και στη φωτιά ως κύρια χαρακτηριστικά διαχωρισμού για μια θεωρητική ταξινόμηση. Η ιδέα της χρήσης της συμπεριφοράς στη φωτιά ως διαγνωστικού δείκτη βρίσκεται σε υποτυπώδη μορφή στον Θεόφραστο και τον Αβικέννα.

Η μακροσκελής επαναλαμβανόμενη απαρίθμησή του δεν άφησε καμία αμφιβολία στο μυαλό του αναγνώστη ως προς το νόημα. Αφού υπαινίχθηκε ότι οι μεταλλευτικές ουσίες μπορούσαν να ταξινομηθούν σύμφωνα με αυτή την ποικιλία φυσικών χαρακτηριστικών, δεν παρουσίασε κανένα τέτοιο σύστημα ταξινόμησης. Απλώς περιέγραψε πολλά είδη γαιών και διαμόρφωσε τις περιγραφές του ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονταν. Κατά

---

<sup>23</sup> Spencer C. St.Clair (1965) *Mineral Classification on the basis of physical properties (ed.). The classification of minerals: some representative mineral systems from Agricola to Werner. Dissertation to the University of Oklahoma, p.46, 63-73, 92-107.*



---

αυτό τον τρόπο, μίλησε για τις γαίες που χρησιμοποιούσαν οι αγρότες, εκείνες που χρησιμοποιούσαν οι αγγειοπλάστες και οι γλύπτες, οι καλλιτέχνες, οι ζωγράφοι και οι γιατροί. Ολοκλήρωσε την αναφορά, με μια συζήτηση για τις γαίες που ονομάστηκαν με βάση το χρώμα τους ή το μέρος στο οποίο βρέθηκαν.

Υποθέτοντας αυθαίρετα ότι ορισμένες ορυκτές ουσίες σχετίζονταν μεταξύ τους, συχνά δεν έδινε καμία εξήγηση γιατί θεωρούσε ορισμένες ουσίες συσχετιζόμενες. Ωστόσο έκανε μια προσπάθεια να περιγράψει κάθε ορυκτό με βάση τα φυσικά χαρακτηριστικά του, όπως το χρώμα, τη γεύση, την οσμή, τη διαφάνεια, τη λάμψη, την υφή ή την αίσθηση, τη διαλυτότητα στο νερό και την ευθρυπτότητα. Αυτές τις ιδιότητες καθώς και μερικές άλλες, είχε εξετάσει με γενικό τρόπο στο πρώτο βιβλίο της πραγματείας του.

Επιπλέον ονόμασε όλους τους λίθους που μπορούσαν να στιλβωθούν και να αποκτήσουν στιλπνότητα, μάρμαρο (marmor). Σε αυτή την ομάδα περιλαμβάνονταν ο βασάλτης (basaltes), πορφυρίτης (porphyrites), οφίτης (orphites), σηνίτης (seyenites), πυριτιόλιθος (silex), τόφος (tufus) και άλλοι σχηματισμοί. Αφού τους ανέλυσε, ολοκλήρωσε την αναφορά του στις τέσσερις υποομάδες των λίθων, περιγράφοντας αυτό που ονόμασε σκληρά πετρώματα (saxa). Αυτά διακρίνονταν από τα άλλα πετρώματα διότι προέρχονταν από λατομεία. Τα σκληρά πετρώματα είπε, χρησιμοποιούνταν σε κτίρια, τη γλυπτική και τις μυλόπετρες. Ο Agricola συμπεριέλαβε τρία είδη άμμου μεταξύ των σαζών: "fossicia quae ex arenarijs", "fluuiatilis, quae reperitur ad amnes & riuos, και «marina, quae in littore maris".

Ολοκληρώνοντας τη πραγματεία του στις απλές φυσικές ουσίες, περιγράφοντας εν συντομία το χρυσό, το ασήμι, τον υδράργυρο, το χαλκό, το μόλυβδο, τον σίδηρο και τα φυσικά κράματα μετάλλων. Το τελευταίο βιβλίο του «De Natura Fossilium» είναι αφιερωμένο στην ανάλυση εκείνων των φυσικών ουσιών που ο Agricola ονόμασε μείγματα (mista) και σύνθετης σύστασης (copositas).

Παρόλο που αναγνώρισε έξι είδη μειγμάτων, ο Agricola τόνισε ότι η φύση παρήγαγε και άλλα με διάφορους συνδυασμούς λίθων, μετάλλων και στερεοποιημένων υγρών. Ενδιαφέρθηκε ιδιαίτερα για τους πιθανούς συνδυασμούς απλούστερων ουσιών, οι οποίοι θα μπορούσαν να σχηματίσουν μια σύνθετη ουσία. Στη συνέχεια ανέφερε σύνθετες ουσίες, οι οποίες αποτελούνταν από δύο απλές ουσίες (δηλαδή, δύο από τις ακόλουθες τέσσερις: γη, στερεοποιημένα υγρά, λίθους και μέταλλα). Στη συνέχεια, ανέφερε ότι οι σύνθετες ουσίες αποτελούνται από δύο μίκτες ουσίες, και αφού έδωσε μερικά παραδείγματα τέτοιων ορυκτών

---

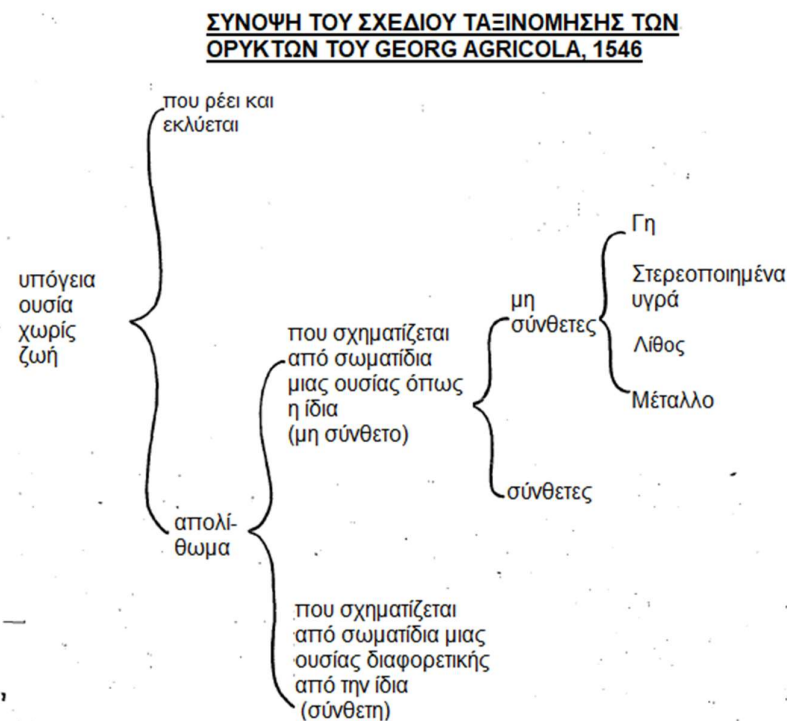
ουσιών, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι θα μπορούσαν να δημιουργηθούν πολλοί συνδυασμοί. Τέλος, εξέτασε εκείνες τις σύνθετες ουσίες που σχηματίζονταν από συνδυασμό απλής ουσίας και μικτής ουσίας. Για ακόμα μια φορά, συζήτησε θεωρητικά για τον αριθμό των πιθανών συνδυασμών αντί να παρουσιάσει συγκεκριμένα παραδείγματα.

**Η κατανομή των περισσότερων ορυκτών ουσιών από τον Agricola σε μία από τις τέσσερις ομάδες, γαίες, στερεοποιημένα υγρά, λίθοι και μέταλλα, φαίνεται να συμβαδίζει με την κατάταξη που προκύπτει από το έργο του Θεόφραστου και του Αβικέννα.** Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο Agricola ήταν εξοικειωμένος με το έργο τους, γιατί περιλαμβάνονται στις εκατό αυθεντίες που ανέφερε. Επιπλέον, εκτός από την εξοικείωση με τη βιβλιογραφία των ορυκτών ουσιών, η πραγματεία του ίδιου καταδεικνύει ότι είχε επίγνωση ορισμένων από τα προβλήματα που σχετίζονται με την ταξινόμηση αυτών των ουσιών. **Ωστόσο, δεν δόμησε ένα σύστημα ορυκτών. Η ειδικότητα του Agricola ήταν η περιγραφή των ορυκτών και όχι η ταξινόμηση.** Ειδικότερα, κωδικοποίησε μεγάλο μέρος της παλιάς γνώσης, αλλά δεν προκύπτει να έχει αναπτύξει νέες ιδέες. Επιπλέον η ανάγνωση σύγχρονων βιβλίων δείχνει ότι αμέσως μετά τη δημοσίευσή τους, τα έργα του Agricola θεωρήθηκαν έγκυρες πηγές πληροφοριών για ορυκτές ουσίες και μεταλλευτικά θέματα. Ωστόσο τα δημοφιλή, λαϊκού τύπου εγχειρίδια και «βιβλία οδηγιών» για ορυκτά, συνέχισαν να δημοσιεύονται μέχρι τον δέκατο έβδομο αιώνα.

Μεταξύ των πρώτων που δημιούργησαν ένα ολοκληρωμένο, προσεκτικά αιτιολογημένο, σύστημα ορυκτών ήταν ο John Woodward (1665-1728). Ο Woodward κατέταξε τα γηγενή απολιθώματα σε έξι κατηγορίες: γαίες, λίθους, άλατα, βιτουμένια, ορυκτά και μέταλλα. Κάθε κατηγορία χαρακτηριζόταν από την κατοχή ή μη, λίγων (κυρίως φυσικών) ιδιοτήτων, όπως η διαφάνεια, η γεύση, η ευθρυπτότητα, η σκληρότητα, η ολκιμότητα και η διαλυτότητα στο νερό. Ο Woodward προσπάθησε συνειδητά να βασίσει την ταξινόμησή του στις εγγενείς ιδιότητες των ορυκτών, οι οποίες μπορούσαν εύκολα να παρατηρηθούν ή να προσδιοριστούν. Αυτή ήταν μια σημαντική απόκλιση από πολλούς από τους προκατόχους του, όπως ο Agricola και ο De Boodt, οι οποίοι αποδέχτηκαν με την ίδια βαρύτητα τις εξωγενείς και τις εγγενείς ιδιότητες των ορυκτών στις ταξινομήσεις τους. Ο Woodward, σε αντίθεση με τους Agricola, De Boodt, Aldrovandi και άλλους, συνδύασε τις θεωρητικές-ταξινομικές και τις πρακτικές-περιγραφικές πτυχές της μελέτης των ορυκτών σε ένα συνεκτικό σύνολο.

Ο Woodward απομακρύνθηκε, επίσης, από την πρακτική του διαχωρισμού των θεωρητικών και περιγραφικών πτυχών της μελέτης των ορυκτών. Άφησε τη θεωρητική του

ταξινόμηση να καθοδηγήσει την κατάταξη συγκεκριμένων ορυκτών, συνδυάζοντας έτσι τη θεωρητική ταξινόμηση με τις πρακτικές-περιγραφικές πτυχές της μελέτης των ορυκτών σε ένα συνεκτικό σύνολο, το οποίο ήταν ένα ορυκτολογικό σύστημα. Παρά τις ελλείψεις λεπτομέρειες, το ορυκτολογικό σύστημα του Woodward παρείχε μια γενικευμένη περιγραφή του ορυκτού βασιλείου που χρησιμοποιήθηκε ευρέως ως μοντέλο κατά τον δέκατο όγδοο αιώνα, όπως ακριβώς το έργο του Agricola αντιγράφηκε ευρέως κατά τον δέκατο έκτο και δέκατο έβδομο αιώνα.<sup>2425</sup>



**Εικόνα 3-1:** Ταξινόμηση των ορυκτών (κατά Georg Agricola).

<sup>24</sup> Spencer C. St.Clair (1965) *Transition to the era of modern mineral classification (ed.). The classification of minerals: some representative mineral systems from Agricola to Werner. Dissertation to the University of Oklahoma*, p.173-175.

<sup>25</sup> Norris A.J (2006) *The Mineral Exhalation Theory of Metallogenesis in Pre-Modern Mineral Science Czech Geological Survey. Prague*, p.58-63.

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 Εισαγωγή στην Αναγέννηση

Η πρώτη Αναγέννηση ήταν το χρονικό διάστημα με την μεγαλύτερη ανάπτυξη, κυρίως στην εξόρυξη και στη μεταλλουργία. Η παραγωγή μετάλλων εκείνη την εποχή ήταν η μεγαλύτερη που είχε δει ποτέ ο κόσμος, και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνταν εξελίσσονταν συνεχώς. Μεγάλη διαφορά διαπιστώθηκε στα ορυχεία που ανήκαν και λειτουργούσαν από τους ίδιους τους μεταλλωρύχους και στα ορυχεία που ανήκαν σε εμπόρους, μοναστήρια και δημοτικά συμβούλια ή σε οποιονδήποτε μπορούσε να διαθέσει σημαντικό κεφάλαιο για τη χρηματοδότηση των νέων, ακριβότερων τεχνολογιών εξόρυξης. Με την στροφή προς τον καπιταλισμό, έγινε ιδιαίτερα αναγκαία η πληροφόρηση σχετικά με την εξόρυξη και τη μεταλλουργία, γνώση την οποία τα προηγούμενα χρόνια κατείχαν μόνο οι εργάτες και οι τεχνίτες. Η κερδοφορία των ορυχείων ήταν το κύριο μέλημα, ενώ στην περίπτωση που τα κέρδη ήταν χαμηλά, επιστρατεύονταν ειδικοί στην εξόρυξη για να βελτιώσουν την κερδοφορία. Η εξόρυξη θεωρήθηκε ως μια κερδοφόρα επιχείρηση που θα μπορούσε να κάνει πλούσιους όσους μπορούσαν να αντέξουν το κόστος έναρξης ενός ορυχείου.

Συνεπώς, δημιουργήθηκε μία τάση για συλλογή πληροφοριών σχετικά με την εξόρυξη και τη μεταλλουργία, και αυτή την ανάγκη ήρθαν να καλύψουν συγγραφείς όπως ο Vannoccio Biringuccio και ο Georgius Agricola. Με τα δυο βασικά έργα τους, “Pirotechnia” και “De Re Metallica”, καλύπτουν σε μεγάλο εύρος ό,τι σχετίζεται με την εξόρυξη και τη μεταλλουργία. Τα έργα αυτά θεωρήθηκαν καθοριστικά στο είδος τους για τους επόμενους δυο αιώνες και αντιπροσωπεύουν την πρόοδο των τεχνολογιών εξόρυξης και της μεταλλουργίας κατά την περίοδο της Αναγέννησης.

Το έργο “De Re Metallica” εστιάζει κυρίως στην εξόρυξη μετάλλων, ενώ το έργο του Biringuccio, που ονομάστηκε “Pirotechnia” είχε ως αντικείμενο τον προσδιορισμό και τον εξευγενισμό των μεταλλευμάτων.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> Skinner M., Lenny F. and Galvin M. (1999) *Introduction to the Renaissance (ed.). Mining and Metallurgy to the Renaissance. Worcester Polytechnic Institute, p.36.*

---

## 4.2 Η κληρονομία του «De Re Metallica»

Το «De Re Metallica» ολοκληρώθηκε το 1553 και εκδόθηκε από τον Froben ένα έτος μετά το θάνατο του Agricola. Χρειάστηκαν 20 χρόνια για να γράψει ένα έργο που πραγματεύεται την αναζήτηση, την ανάλυση, τη μεταλλουργία, τη διαχείριση, την κατασκευή μεταλλείων και μεταλλουργείων, τα εργαλεία και τα μηχανήματα εξόρυξης και τα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με τη μεταλλεία. Περιλαμβάνει 12 βιβλία (κεφάλαια), συμπεριλαμβανομένων εκατοντάδων εικονογραφημένων ξυλογραφιών, μερικές από τις οποίες απεικονίζουν τίποτα λιγότερο από την πρώιμη βιομηχανική επανάσταση! Έφερε στην επιφάνεια ένα επίτευγμα που ήταν πέρα από καθετί σύγχρονο και παρέμεινε το εγχειρίδιο του μεταλλωρύχου για σχεδόν 200 χρόνια.

Ως τεχνική εισαγωγή σε όλα τα σχετικά που αφορούν στην εξόρυξη, η αξία του «De Re Metallica» αναγνωρίστηκε αμέσως. Παρέμεινε επίκαιρο για σχεδόν δύο αιώνες, ώσπου η αντλία ατμού και άλλες τεχνολογικές εξελίξεις υπερτέρησαν με αποτέλεσμα να ξεπεραστεί σταδιακά.

Παρά την ευρεία αποδοχή του σε πρακτικά ζητήματα, οι περισσότερες από τις θεωρητικές συνεισφορές του Agricola, συμπεριλαμβανομένων των πλέον περίφημων θεωριών του για το σχηματισμό υδροθερμικών κοιτασμάτων μεταλλικών στοιχείων και της υδατικής προέλευσης ορυκτών, απορρίφθηκαν από τους σύγχρονούς του και αμφισβητήθηκαν ή αγνοήθηκαν από τους άμεσους απογόνους του (Halleux 1974, σελ. 214). Στη συνέχεια, το «De Re Metallica» και το υπόλοιπο έργο του βυθίστηκαν στην αφάνεια.

Η πίστη του στην εγκυρότητα της παρατήρησης και στην επιστημονική βιβλιογραφία είχε καλύτερη μοίρα. Βοήθησε να φέρει την προσέγγιση της παρατήρησης, η οποία αναπτύχθηκε στη συνέχεια σε άλλα επιστημονικά πεδία στη μελέτη της γης. Εκεί που ο ίδιος είχε προσδώσει επιστημονικό επίπεδο στο έργο των τεχνιτών, βάζοντάς το στα λατινικά και στολίζοντάς το με κλασικές στιλπνότητες, οι συγγραφείς που ακολούθησαν τα βήματά του, εγκατέλειψαν το πρότυπό του. Υιοθέτησαν απλή δημοτική γραφή και μερικές φορές περηφανεύονταν, όπως έκανε ο Palissy, για την άγνοιά τους για τους κλασικούς. Όμως, παρά τη διαφορά της μορφής του έργου τους με την αντίστοιχη του Agricola, όλοι μοιράζονταν τον ίδιο βασικό στόχο, ο οποίος ήταν να ενώσουν τις γνώσεις των μορφωμένων λόγιων και των έμπειρων τεχνιτών. Μετά το «De Re Metallica», οι μορφωμένοι δεν θεωρούσαν περιφρονητικό να κατέβουν στα ορυχεία και να μιλήσουν με έμπειρους μεταλλωρύχους, όταν δημοσίευαν βιβλία για τα μέταλλα και τη γη. Αυτές οι πηγές γνώσης, τις οποίες ο Agricola

---

βοήθησε να γίνουν αξιοσέβαστες, παραμένουν ο βασικός πυλώνας της σύγχρονης γεωλογίας σχεδόν τεσσεράμισι αιώνες αργότερα.

### Η Ακρίβεια της Ορολογίας

Εκτός από τη χρήση ελληνικών όρων, χρησιμοποίησε επίσης ακριβείς όρους κατά την ταξινόμηση των μεταλλοφόρων φλεβών στις μεταλλευτικές εργασίες. Ενώ συζητούσε για τις φλέβες και τα εγκλείσματα σε μορφή συνεχούς γραμμής, στο τρίτο βιβλίο του «De Re Metallica», ανέλυσε τις ομοιότητες τριών τύπων φλεβών: *venae profundae*, *venae dilatatae* και *venae cumulatae*. Αποκαλούσε *venae profundae* εκείνες τις φλέβες που «κατεβαίνουν από την επιφάνεια της γης στα χαμηλότερα βάθη της (*summon terrae corio descendit in imam eius sedem*).» Ενώ οι φλέβες οι οποίες «ούτε ανεβαίνουν προς τη γη ούτε κατεβαίνουν στα βάθη της (*neque profundae instar ascendit versus terrae superficiem, nec descendit versus eius profundum*)» ήταν οι *venae dilatatae*. Όπως υποδηλώνει το όνομα, αυτές οι φλέβες εκτείνονταν σε μεγάλη περιοχή. Τέλος, οι «*venae cumulatae*» ήταν ο πιο σπάνιος τύπος. Οι φλέβες αυτές σχηματίστηκαν όταν άρχισαν να συσσωρεύονται θύλακες ορυκτών. Επιπλέον, απέδωσε ακριβείς όρους στις φλέβες, επειδή η καθεμία απαιτούσε μοναδικές μεθόδους εντοπισμού και εξόρυξης. Η αυστηρότητα της γλωσσικής ακρίβειας έδειξε στον αναγνώστη ότι ο Agricola είχε κάνει επισταμένη έρευνα. Είχε αφιερώσει χρόνο για να παρατηρήσει τα χαρακτηριστικά των φλεβών και στη συνέχεια τις ταξινόμησε.

Η ακρίβεια των όρων του συνέβαλε στην κομψότητα του γραπτού λόγου του. Σύμφωνα με τον Christopher Celenza, μελετητή της ιστορίας της Αναγέννησης, οι ανθρωπιστές ήταν διανοούμενοι, αλλά «πάνω από όλα ήταν αναγνώστες και συγγραφείς». Οι ανθρωπιστές, άλλωστε, ήταν επαγγελματίες ρήτορες. Για τον ίδιο, η μετάδοση των λεπτομερειών των μεταλλευτικών εργασιών σήμαινε αποφυγή της σύγχυσης της μεταλλευτικής ορολογίας. Χρησιμοποιώντας ακριβείς, διακριτές λέξεις, προσπάθησε να προσφέρει σαφήνεια στον αναγνώστη. Η ακρίβεια των όρων του παρέχει ένα άλλο παράδειγμα συμμόρφωσης με την εκδοχή του Kristeller για τον ανθρωπιστή. Κατά αυτό τον τρόπο έκανε τις μεταλλευτικές τεχνικές πιο κατανοητές και χρήσιμες. Στο «De Re Metallica» βλέπουμε την προσέγγισή του στην ευγλωττία, γραφή που δεν εξαπατά τον αναγνώστη.

### Μεταλλευτική, Νομισματοκοπία και Τήξη:

Το «De Re Metallica» μπορεί επίσης να χρησιμεύσει ως πηγή για την κατανόηση της οικονομίας της δυτικής Ευρώπης. Παρά το γεγονός ότι δεν έκανε καμία αναφορά στον πληθωρισμό, η συγγραφή του κειμένου έγινε στην υποτιθέμενη κορύφωση των αυξήσεων

---

στις τιμές των ευρωπαϊκών αγορών. Η μεταλλουργία εξελισσόταν σε ένα ακριβό εγχείρημα. Σύμφωνα με τον οικονομικό ιστορικό John Nef (Journal of Political Economy Aug., 1941) η ετήσια παραγωγή αργύρου στην κεντρική Ευρώπη ήταν σχεδόν τρία εκατομμύρια ουγκιές μεταξύ 1460 και 1530. Στη Σαξονία, όπου ο Agricola εστίασε τα ενδιαφέροντά του, η μέση ετήσια παραγωγή αργύρου κατά την περίοδο 1521 έως 1544 ήταν 304.320 ουγκιές και κατά την περίοδο 1545 έως 1560 ήταν 420.800 ουγκιές. Οι ιδιοκτήτες γίνονταν ολοένα και περισσότερο ανήσυχοι με το αυξανόμενο κόστος κατασκευής νομισμάτων και επιχειρήσεων ανάλυσης. Ήταν ακριβώς αυτή τη στιγμή όπου ο ίδιος προσπάθησε να καταγράψει τις πρακτικές της μεταλλουργίας.

Η νομισματοκοπεία, ενθάρρυνε το πεδίο της ανάλυσης επειδή βασιζόταν στην αναγνώριση των συνθέσεων κραμάτων. Στην πρώιμη σύγχρονη εποχή, προέκυψε μια περίπλοκη σχέση μεταξύ αναλυτών, μεταλλουργών και κυβερνήσεων. Τα πολύτιμα μέταλλα, όπως ο χρυσός, το ασήμι και ενίοτε ο χαλκός, ήταν η βάση της νομισματοκοπίας. Ωστόσο, καμία αρχή δεν σφράγισε τα μέταλλα στα νομίσματα. Η νομισματοκοπία έπρεπε να εξυπηρετεί δύο σκοπούς: να κάνει τα νομίσματα αναγνωρίσιμα και ομοιόμορφα. Το τελευταίο αποδείχθηκε πρόκληση λόγω της επικράτησης της απάτης. Δηλαδή η ποσότητα μετάλλου σε ένα νόμισμα δεν ήταν ποτέ σταθερή, παρουσίαζε διακυμάνσεις. Πολλές αρχές σφράγισαν χωρίς διακρίσεις ποσότητες μετάλλων στα νομίσματα. Αξιολογώντας αυτές τις αποκλίσεις, οι κυβερνήσεις προσπάθησαν να τυποποιήσουν τις διαδικασίες δημιουργίας κράματος. Διαπίστωσαν ότι η μετατροπή των μετάλλων των κοσμημάτων ή ξένων νομισμάτων σε ένα ενιαίο κράμα επέτρεπε μια πιο προβλέψιμη μέτρηση. Η τήξη και η διύλιση έγιναν επιτακτική ανάγκη για τις εργασίες νομισματοκοπίας.

Ο Agricola βρήκε τη τήξη, τη διαδικασία δηλαδή εξαγωγής μετάλλων από τα μεταλλεύματα μέσω θέρμανσης και τήξης, συναρπαστική. Μάλιστα, αφιέρωσε ολόκληρο το ένατο βιβλίο σε αυτό. Η τήξη βοήθησε να πλαισιωθούν τα μεταλλεύματα που αργότερα «θα αποκτούσαν το κατάλληλο χρώμα και θα γίνονταν καθαρά και μπορεί να αποδεικνύονταν πολύ χρήσιμα για την ανθρωπότητα με πολλούς τρόπους (*ut suus cuique color insideat, ut purum fiat, ut multis in rebus homini magno usui sit*)». Επιπλέον, κατανόησε ότι οι μεταλλουργοί έκαιγαν ή έλιωναν τα μεταλλεύματα γιατί ήταν πολύ σκληρά. Οι φλόγες δημιούργησαν ένα πιο εύπλαστο υλικό. Ίσως πίστευε ότι η μετάδοση των διαδικασιών τήξης

---

θα έκανε τα ορυχεία της δυτικής Ευρώπης πιο αποτελεσματικά και επομένως πιο κερδοφόρα.<sup>27,28,29</sup>

#### 4.3 Η περιγραφή του Agricola για τη διαδικασία τήξης και προσδιορισμού

Απαραίτητος στη διαδικασία της τήξης, ήταν ο κλίβανος. Ο Agricola παρατήρησε πως οι μεταλλουργοί κατασκεύασαν έναν κλίβανο που έμοιαζε με φούρνο και δέσμευε τα απόβλητα. Μέσω δοκιμής και σφάλματος, οι μεταλλουργοί είχαν μάθει να κατασκευάζουν έναν κλίβανο ο οποίος θα παγίδευε τα ελαφρά σωματίδια. Για παράδειγμα, ο τρούλος εμπόδιζε οποιοδήποτε περιεχόμενο να πετάξει μακριά με τον καπνό. Αντί να ξεφύγουν, τα θραύσματα θα είχαν προσκολληθεί στην οροφή. Το είδος του μεταλλεύματος υπαγόρευε και την τοποθέτησή του στον κλίβανο. Κάτω από αυτές τις πλάκες οι μεταλλουργοί τοποθέτησαν κουβάδες με νερό για να παγιδεύσουν τον «θειούχο ή ασφαλτούχο ατμό» που κυλάει «(ατμός sulfurous vel bituminosus).» Οι κλίβανοι έλιωναν το μετάλλευμα για να εξάγουν το θείο και την άσφαλτο, και τα δύο θεωρούνταν ολέθρια από τους μεταλλουργούς.

Τα σχέδια για αυτούς τους, τήξης-τύπου κλιβάνους διέφεραν σε μέγεθος και κατασκευή. Ο ίδιος αφιέρωσε πολύ χρόνο στην εξήγηση των διαδικασιών κατασκευής και σχεδιασμού. Θαύμαζε τα κολοσσιαία μεγέθη των κλιβάνων, μερικά από τα οποία είχαν ύψος 5 μέτρα. Οι κλίβανοι ήταν ογκώδεις και λόγω του μεγέθους τους κυριαρχούσαν στους χώρους εργασίας των μεταλλουργείων. Περιέργως, ο ίδιος δεν είδε ποτέ έναν χώρο εργασίας με έναν μόνο κλίβανο. Οι πολλαπλοί κλίβανοι ήταν ο κανόνας, καταγράφοντας πως κατά μέσο όρο, είδε δύο έως έξι κλιβάνους σε κάθε τοποθεσία. Παρόλο που δεν είχε γνωρίσει ποτέ τους κατασκευαστές των κλιβάνων, άφησε να εννοηθεί ότι οι μεταλλουργοί έπαιξαν, τουλάχιστον, κάποιο ρόλο. Έμαθε, για παράδειγμα, ότι οι οικοδόμοι συναρμολόγησαν τους τοίχους των κλιβάνων με «μερικές φυσικές πέτρες (nativi quidam lapides),» όπως τούβλα, επειδή τυπικά «αντέχουν στα πλήγματα...και διαρκούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, ειδικά αυτό που είναι μαλακό και χωρίς ρωγμές (initiuriis ignium resistunt, et ad longum tempus durant: maxime vero hi ipsi qui molles sunt et fibrarum expertes)». Αυτό που υπέθεσε, ήταν ότι ο αναγνώστης θα ήξερε ότι η κατασκευή του «τέλειου» κλιβάνου για την τήξη δεν έγινε

---

<sup>27</sup> Barton I.F. (2016) *The legacy of De Re Metallica Georgius Agricola's De Re Metallica in early modern scholarship. Article in Earth sciences history: journal of the History of the Earth Sciences Society. University of Arizona*, p.279-280.

<sup>28</sup> Norris A.J (2007) *Early Theories of Aqueous Mineral Genesis in the Sixteenth Century. Alzingen, Luxembourg*, p.83-86.

<sup>29</sup> Taylor H. (2021) *Alloys, Alchemy, and Agricola: An Examination of Agricola's Quest to Make Metallurgy Less Secretive (ed.). Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556). Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee*, p.88-92.



---

από θαύμα ή στιγμιαία. Δοκιμές και λάθη οδήγησαν σε έναν αποτελεσματικά σχεδιασμένο φούρνο. Οι μεταλλουργοί συμμετείχαν, τουλάχιστον, στο χτίσιμο των κλιβάνων. Ο σχεδιασμός του κλιβάνου ανταποκρίθηκε στις ανάγκες των μεταλλουργών, οδηγώντας τον να πιστέψει, ότι οι μεταλλουργοί κατασκεύασαν έναν κλίβανο, που εξυπηρετούσε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις διαδικασίες αφαίρεσης των προσμίξεων από τα μεταλλεύματα.

Η παρουσία προσμίξεων ταλαιπώρησε επίσης και τη διαδικασία τήξης. Όπως οι αναλυτές, έτσι και οι μεταλλουργοί, έψαχναν τρόπους για να αποτρέψουν ή να αφαιρέσουν τις προσμίξεις, πριν καβουρδίσουν τα μεταλλεύματα.

Ο πολυχρησιμοποιημένος κλίβανος των μεταλλουργείων, θα μπορούσε επίσης να προκαλέσει προσμίξεις. Ένα επιπλέον θέμα, ήταν η δυσκολία εργασίας με βισμούθιο, ένα μέταλλο παρόμοιο με τον μόλυβδο ή τον κασσίτερο. Ορισμένοι μεταλλουργοί είχαν σχεδιάσει τεχνολογίες εντός των κλιβάνων, για να αποτρέπουν κομμάτια απανθρακωμένου ξύλου ή ξυλάνθρακα να πέφτουν μέσα στο βισμούθιο. Επιπλέον παρατήρησε, πώς κάποιιοι έσκαψαν «έναν λάκκο σε ένα επικλινές μέρος και από κάτω [τοποθετούσαν] μια εστία, μέσα στην οποία το βισμούθιο έρεε συνεχώς και παρέμενε καθαρό (*foveam in declivi loco fodiunt, et sub eo catinum, in quem plumbum ex fovea statim effluens manet purum*)». Σε κάθε στάδιο της διαδικασίας τήξης, οι εργάτες ανέλυναν τα μεταλλεύματα και τα μέταλλα.

Η ποιοτική ανάλυση περιελάμβανε την διαλογή και τον διαχωρισμό των μεταλλευμάτων. Ακόμα περιέγραψε, πώς οι τυχαίοι διαλογείς παρέλαβαν τα μεταλλεύματά τους από «έμπειρους (*imperitus non fecerit*)» μεταλλωρύχους, οι οποίοι διαχώρισαν το μεταλλοφόρο υλικό από τη γη, την λίθο και τα στερεοποιημένα υγρά πριν μεταφέρουν τα φορτία στα φρεάτια. Οι περισσότεροι, ωστόσο, δεν ήταν τόσο τυχεροί. Έπρεπε, να αφαιρέσουν τα μεταφερμένα υπολείμματα για να ανακτήσουν τα πολύτιμα μέταλλα. Για να ολοκληρώσουν αυτό το έργο, έσπαγαν τα μεταλλεύματα με σφυριά, τα έκαιγαν σε κλίβανους, τα θρυμμάτιζαν με γουδοχέρια (στάμπες) και τα κονιορτοποιούσαν σε σκόνες. Η απομόνωση και η εξαγωγή των προσμίξεων από τα μεταλλεύματα ήταν επίπονη. Είναι σαφές ότι οι διαλογείς και οι μεταλλουργοί εξοικειώθηκαν με την ταχύτητα της εργασίας τους, επειδή ο Agricola παρατήρησε μάλλον ανέμελα, ότι «η φύση συνήθως δημιουργεί μέταλλα σε ακάθαρτη κατάσταση (*natura metalla plerunque procreare soleat impura*). Η αφαίρεση των προσμίξεων πριν από τη διαδικασία τήξης ήταν απαραίτητη.

Ο Agricola κατέληξε στο συμπέρασμα, ότι «η συνεχής πρακτική (*assiduous rerum usus docuit*)» δίδασκε στους μεταλλουργούς τις μεθόδους, οι οποίες θα μπορούσαν να τους

---

βοηθήσουν να αποκτήσουν «το μεγαλύτερο μέρος του μετάλλου από οποιοδήποτε μετάλλευμα (maiori sumptu opus est ad unam quam ad aliam).» Στη τήξη, η θεωρία και η πράξη χρησιμοποιήθηκαν παράλληλα. Η διαδικασία της τήξης ήταν σωματικά εξαντλητική και χρονοβόρα, απαιτώντας από τους συμμετέχοντες να μαθαίνουν και να παρατηρούν τακτικά. Οι νεότεροι, λιγότερο έμπειροι μεταλλουργοί, θα είχαν μάθει από τους παλαιότερους, τους πιο έμπειρους μεταλλουργούς. Φυσικά, δημιουργήθηκε μια ιεραρχία μεταξύ των μεταλλουργών.<sup>30</sup>

#### 4.4 Το έργο του Vannoccio Biringuccio «Pirotechnia»

Το έργο του Vannoccio Biringuccio «Pirotechnia» έχει μεγάλη σημασία για την ιστορική γνώση των πρακτικών εξόρυξης, προσδιορισμού και τήξης, επειδή είναι η πρώτη συλλογή πρακτικών μεταλλουργικών γνώσεων που τυπώθηκε και ως εκ τούτου πέτυχε ευρεία διάδοση.

##### Διαδικασία προσδιορισμού

Η διαδικασία προσδιορισμού χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των υλικών που υπάρχουν στο μετάλλευμα που έχει αποληφθεί από τη γη. Αυτό ήταν ένα σημαντικό βήμα στη βιομηχανία εξόρυξης, διότι σε αυτό το σημείο θα αποφαιζόταν εάν η ποσότητα του μετάλλου μετά την ανάκτησή του από το αρχικό μετάλλευμα ήταν ικανή να εξισορροπήσει το κόστος της εξόρυξής του από τη γη και εάν το ορυχείο θα ήταν τελικά κερδοφόρο ή όχι. Η μέθοδος προσδιορισμού που περιγράφεται στο «Pirotechnia» είναι αυτή που θα χρησιμοποιηθεί για το ασήμι.

Αρχικά, αφού συλλεχθεί ένα μικρό δείγμα του μεταλλεύματος, πρέπει να προσδιοριστούν τα ορυκτά που υπάρχουν σε αυτό. Για να επιτευχθεί αυτό, το μετάλλευμα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από όσο το δυνατόν περισσότερο πέτρωμα και στη συνέχεια να τοποθετηθεί σε φωτιά για να καθοριστεί εάν το μετάλλευμα θα λιώσει μόνο του ή θα χρειαστεί κάποιο άλλο εύτηκτο υλικό, προκειμένου να ανακτηθεί ένα συγκεκριμένο μεταλλικό στοιχείο.

Εάν αυτό δεν λειτουργήσει, το μετάλλευμα τοποθετείται σε υψηλές θερμοκρασίες και σβήνεται δύο ή τρεις φορές, ενώ στη συνέχεια αλέθεται και πλένεται για να αφαιρεθεί όσο το

---

<sup>30</sup> Taylor H. (2021) *Alloys, Alchemy, and Agricola: An Examination of Agricola's Quest to Make Metallurgy Less Secretive* (ed.). *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556)*. Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.92-95, 99.

---

δυνατόν μεγαλύτερο μέρος του στείρου τμήματος. Τα μεταλλεύματα τοποθετούνται και πάλι στη φωτιά και ο προσδιορισμός επιχειρείται με την προσθήκη υδραργύρου για να λιώσει το μέταλλευμα.

Εάν και αυτό δεν λειτουργήσει, ο προσδιορισμός μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση κυπέλλωσης. Η κυπέλλωση, είναι ένα μικρό κοίλο δοχείο ικανό να δεχθεί μια προκαθορισμένη ποσότητα μόλυβδου ή άλλου προ-λιωμένου υλικού για τη διαδικασία ανάκτησης.

### Τήξη

Χωρίς τήξη, γράφει ο Biringuccio, όλα τα μεταλλεύματα που εξορύσσονταν θα ήταν απλές άχρηστες πέτρες. Ειδικότερα, έχει γράψει, ως επί το πλείστον για την τήξη χρυσού, αργύρου και χαλκού, λόγω της υψηλής αξίας του χρυσού και του αργύρου και της τάσης να τα βρίσκει στο χαλκό.

Αν και άλλοι την εποχή του Biringuccio πίστευαν ότι ο χάλυβας προέρχονταν από διαφορετικό μέταλλευμα από το σίδηρο και διαφοροποιούνταν μόνο από τις ιδιότητές του μετά την τήξη, ο Biringuccio δεν το πίστευε αυτό.

Η τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε στην εξόρυξη και τη μεταλλουργία βελτιώθηκε επίσης σημαντικά στο διάστημα μεταξύ των Αρχαίων και Αναγεννησιακών χρόνων. Κατά τη διάρκεια των σκοτεινών χρόνων (Μεσαίωνας) παρατηρήθηκε μια υποχώρηση στην εκμετάλλευση ορυχείων και των κατά τα άλλα φιλότιμων προσπάθειών της μεταλλευτικής. Όταν η μεταλλευτική και η μεταλλουργία εντάθηκαν στην πράξη, οδηγώντας στην Αναγέννηση, η τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε ξανά προσομοίωσε και ξεπέρασε αυτήν που χρησιμοποιούσαν οι Ρωμαίοι.

Η «Pirotechnia» του Biringuccio είναι επίσης καλή πηγή για την ίδια χρονική περίοδο, και καλύπτει το σχετικό μεταλλουργικό υλικό που δεν συμπεριέλαβε ο Agricola.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> Skinner M., Lenny F. and Galvin M. (1999) *The Renaissance (ed.). Mining and Metallurgy to the Renaissance. Worcester Polytechnic Institute, p.77, 82-83, 85-90.*

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 Μεταλλευτική

Ο Georgius Agricola εξύψωσε τις τέχνες της μεταλλευτικής και της μεταλλουργίας στο «De Re Metallica» (1556). Εξήγησε στο μορφωμένο χριστιανικό ακροατήριό του, ότι έγραψε το περιεκτικό εγχειρίδιο επειδή ήθελε να τεκμηριώσει τις δεξιότητες και την ακρίβεια που απαιτούνται για την εξόρυξη από την Γη και την εκτέλεση σχετικών μεταλλευτικών πρακτικών. Συχνά παραλείπονται οι τέχνες της μεταλλευτικής και της μεταλλουργίας, καθώς δεν είχαν ακόμη τραβήξει την προσοχή των συγγραφέων της πρώιμης σύγχρονης Ευρώπης. Ωστόσο, ήθελε να κατανοήσει και να μοιραστεί τις καθημερινές μεθόδους και τις θεωρίες των μεταλλωρύχων και των μεταλλουργών, ακριβώς τη στιγμή που η δυτική Ευρώπη, προσπάθησε να αυξήσει την προσφορά χρήματος. Παρουσίασε και καθιέρωσε, πως οι τέχνες ήταν μια αξιόλογη πηγή μελέτης. Εσκεμμένα ή άθελά του επαναστάτησε ενάντια στη σκοτεινή σκιά που είχε τυλίξει τις μηχανικές τέχνες και απέρριψε την αρνητική σημασία της χειρωνακτικής εργασίας και της παραγωγής νομισμάτων.

#### Τεχνολογική Καινοτομία και το Απόρρητο της Τέχνης

Αναφέροντας λεπτομερώς τις διαδικασίες assaying, τήξης, και καύσης κατέστρεψε το απόρρητο της τέχνης. Ως «αουτσάιντερ», δεν είχε κίνητρα για να κρύψει τις χειροτεχνικές πρακτικές. Επιπλέον, δεν είχε την επιθυμία να προστατεύσει, μέσω της απόκρυψης, τα τεχνικά μυστικά της μεταλλευτικής και της μεταλλουργίας. Ίσως ο ίδιος πίστευε ότι με τη δημοσίευση αυτών των «μυστικών» τα προστάτευε. Η πραγματεία του θα μπορούσε να ήταν ένα μέσο για τη διατήρησή τους. Σε κάθε περίπτωση, αναμφισβήτητα εμπίπτει στην κατηγορία των διανοουμένων, ανδρών κυρίως, που μεταδίδουν βιοτεχνικές παραγωγές μέσω γραπτών αρχείων. Στα χρόνια πριν από το έργο του, οι πρακτικές παρέμεναν καλά φυλαγμένες μέσα στη συγκεκριμένη κοινότητα των μεταλλουργών, οι οποίοι φαινομενικά επικοινωνούσαν προφορικά τις καινοτόμες τεχνικές μεταξύ τους.

Οι περιγραφές του, για τις αληθινές πρακτικές δημοσιοποίησαν ένα κατά τα άλλα μυστικό σύνολο γνώσεων. Η πρακτική να κάνει την αλημεία ένα λιγότερο μυστικό εγχείρημα φωτίζει τις αρετές της πίστης και της ακρίβειας του Agricola. Ήθελε να περιγράψει τις μεταλλουργικές τεχνικές πιστά και με ακρίβεια. Ο ίδιος κατάλαβε ότι οι αναγνώστες του είχαν μια αποδοκιμαστική γνώμη για τους αλχημιστές, και ήλπιζε να διορθώσει και να δώσει ένα εναλλακτικό παράδειγμα. Φαίνεται να αντιλαμβάνεται ότι το

---

κοινό του, δεν εκτιμούσε ιδιαίτερα τους αλχημιστές, θεωρώντας ότι ήταν μυστικοπαθείς και αμφιλεγόμενοι. Ο μη κολακευτικός λόγος φαινόταν να λειτουργεί προς όφελος του Agricola, καθώς περιέγραψε τις συγκεκριμένες τεχνικές και την εμπειρία που απαιτείται για την ολοκλήρωση των αλχημικών πρακτικών. Οι αλχημιστές που συνάντησε δεν ήταν μυστικοπαθείς. Στην πραγματικότητα, μοιράστηκαν ανοιχτά τις γνώσεις τους.

**Αμφισβητώντας τον τελεολογικό στόχο της ανίχνευσης της προέλευσης της σύγχρονης επιστήμης, εξετάζει την εκπροσώπηση των αλχημιστών. Η καινοτομία του, είναι η ένταξη των μεταλλουργών στην κατηγορία των αλχημιστών.** Έβλεπε τους μεταλλουργούς ως αλχημιστές. Οι ιστορικοί της αλχημείας έχουν παραβλέψει τους μεταλλουργούς, απλώς και μόνο επειδή δεν ενδιαφέρονται αποκλειστικά για τη χρυσοποιία ή τη μεταστοιχείωση του χρυσού. Ο ίδιος υπέδειξε ότι και οι μεταλλουργοί ασχολούνταν με τις εκτεταμένες εργασίες μεταστοιχείωσης χρυσού ή αργύρου. Ενώ η δημιουργία χρυσού ή ασημιού, απορροφούσε αρκετό από το συνολικό χρόνο εργασίας, και άλλα μέταλλα και ορυκτά εξάγονταν από τα μεταλλεύματα. Οι μέθοδοι των μεταλλουργών για την αφαίρεση υλικών, ήταν παρόμοιες με τα πειράματα των αλχημιστών. Επίσης, συγκέντρωσε αλχημιστές και μεταλλουργούς και τεκμηρίωσε ότι οι ιστορικοί έπρεπε να εξετάσουν τη μεταλλουργία παράλληλα με την αλχημεία. Οι μελετητές δεν πρέπει να τις διαχωρίζουν σε δύο διακριτές σφαίρες δραστηριότητας.

Επιπλέον, το μυστικό ύφος και η μυστικότητα που κυριάρχησαν στις περισσότερες πρώιμες χημικές γραφές, οδήγησαν στην ιστορική ταύτιση της χρυσοποιίας με τύπους μυστικής γνώσης, όπως είναι η μαγεία ή η αστρολογία. Ο λόγος ο οποίος οδήγησε σε αυτό το συμπέρασμα, είναι ότι αυτό το οποίο φαινόταν μυστικό και σκοτεινό στην εποχή εκείνη, έγινε αργότερα ακατανόητο ή ακόμα και χωρίς νόημα και οδήγησε σε πολλές ασάφειες οι οποίες υπάρχουν ακόμα και σήμερα. Πρέπει να τονιστεί ότι το χρυσοποιητικό εγχείρημα δεν συνεπάγεται απαραίτητα μαγικές ή αστρολογικές πρακτικές – εκτός από μεμονωμένες περιπτώσεις, όπως θα συνέβαινε με άλλους μελετητές από άλλους κλάδους. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να επισημανθεί ότι τα όρια μεταξύ «επιστήμης» και «μαγείας» στην περίοδο της Αναγέννησης ήταν ασαφή, επομένως ορισμένες πρακτικές οι οποίες σήμερα θεωρούνται «μαγεία» δεν εξέπλητταν κανέναν επιστήμονα του 16<sup>ου</sup> αιώνα. Υπό αυτή την έννοια, η μεταβολή όπως φαίνεται στη χημεία εκείνης της περιόδου δεν είναι πιο «μαγική» από ανάλογα φαινόμενα άλλων επιστημονικών πεδίων, απλά είναι διαφορετική από τη σημερινή επιστημονική απεικόνιση.

---

Τέλος, οι εικόνες των αλχημιστών δεν είναι εξάρσεις του συλλογικού υποσυνείδητου, αλλά ουσιαστικές μεταφορές που προέρχονται από πραγματικές παρατηρήσεις και κωδικοποιούνται απλώς λόγω της ανάγκης για μυστικότητα. Οι εικονικές οικονομικές επιπτώσεις της αναζήτησης, μερικές φορές σε συνδυασμό με τα προβλήματα με τις θρησκευτικές αρχές, απαιτούσαν διακριτικότητα και απόκρυψη. Εδώ και όχι στο υποσυνείδητο του ανθρώπου είναι ο λόγος της μεταφορικής γλώσσας.

#### Η ευελιξία των τεχνικών fire assay

Με την πρώτη ματιά, θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι η μεταλλουργία και η χημεία είχαν λίγα κοινά. Η μεταλλουργία ήταν βιομηχανία και οι μεταλλουργοί απλοί τεχνίτες, ενώ ο χημικός θεωρούνταν επιστήμονας ή φιλόσοφος που εμπλέκεται σε μια εντελώς διαφορετική ενασχόληση. Επιπλέον, η μεταλλουργία και η χημεία είχαν πολύ διαφορετικούς στόχους. Για τον χημικό η βασική επιδίωξη ήταν η εξέταση και η κατανόηση του φυσικού κόσμου, και πιθανώς η μεταστοιχείωση των μετάλλων, ενώ ο μεταλλουργός επιδίωκε μόνο την πρακτική εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου. Αυτό σε συνδυασμό με τον σημερινό διαχωρισμό των δύο επιστημών, μπορεί να είναι ο λόγος για τον οποίο η πρόωγη σύγχρονη χημεία και μεταλλουργία συνήθως μελετώνται από διαφορετικούς μελετητές χρησιμοποιώντας διαφορετικές στρατηγικές.

Πρώιμα και πολύ σημαντικά εργαστήρια τα οποία συνδύαζαν χημική και μεταλλουργική τεχνογνωσία, βρίσκονταν πάντα στα επίσημα νομισματοκοπεία, όπου πραγματοποιούνταν τόσο χημική ανάλυση όσο και μεταλλουργικές εργασίες μεγάλης κλίμακας. Ξεκίνησε με το πρώτο νομισματοκοπείο που εμφανίστηκε τον 7ο αιώνα π.Χ. στις Σάρδεις και μέσα σε λίγες δεκαετίες οδήγησε στην ανάπτυξη του πρώτου διαχωρισμού χρυσού από ασήμι (Ramage and Craddock 2000), μια άγνωστη τεχνολογία και σίγουρα δεν σταμάτησε στα μέσα του 19ου αιώνα μ.Χ. του Βασιλικού Νομισματοκοπείου στη Αγία Πετρούπολη, όπου η διύλυση και η επεξεργασία του μετάλλου πλατίνας αναπτύχθηκε σε βιομηχανική κλίμακα (Auer et al 1998).

Επιπλέον, η μέθοδος assay ήταν μια ευρύτερη έννοια και περιείχε αρκετές εξαιρέσεις. Ακόμα τα όρια μεταξύ των πυροτεχνολογικών ειδικοτήτων μικρής κλίμακας δεν ήταν ξεκάθαρα. Στα τέλη του 17<sup>ου</sup> αιώνα, ο Sir John Pettus (1685), παρουσιάζει στα δοκίμια με τίτλο Explaining the Metallic Words, ότι το ίδιο άτομο «ονομάζεται συνήθως αλχημιστής ή χημικός ή δοκιμαστής ή εξαγωγέας πεμπτουσιών ή smelter ή assayer. Η μέθοδος fire assay, ήταν χρήσιμη με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, γινόταν χρήση της παραπάνω μεθόδου

---

για τον προσδιορισμό της καθαρότητας των μετάλλων σε νομίσματα ή κοσμήματα. Επίσης, δεδομένου ότι το ευγενές μέρος του δείγματος εξήχθη, η παραπάνω διαδικασία έβρισκε πρακτική χρήση για τον περαιτέρω καθαρισμό του δείγματος. Ήταν ένα αναλυτικό και αξιόπιστο εργαλείο, ακόμα και αν χρησιμοποιούταν μόνο για την γνώση της σύνθεσης των φυσικών ορυκτών που αποτελούταν το πέτρωμα. Για τον χημικό, η μέθοδος assay, έδινε την δυνατότητα για έναν πρώτο διαχωρισμό (εξαγωγή) των καθαρών ουσιών (στοιχείων), καθώς και για έναν έλεγχο της ποιότητας του «αλχημικού χρυσού».

Η εξάπλωση της εκτυπωτικής τεχνολογίας κατά τον 16<sup>ο</sup> αιώνα, η οποία συνέπεσε με πολλά τεχνολογικά και επιστημονικά επιτεύγματα, καθώς και το έντονα, συχνά θεσμικά καθοδηγούμενο, ουμανιστικό ενδιαφέρον για καταγραφή της γνώσης, αποτελούσαν την απαρχή της σημερινής ακαδημαϊκής επιθυμίας για δημοσίευση. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός σημαντικού όγκου βιβλιογραφίας, τόσο για τη χημεία όσο και για τη metallurgy, διευκολύνοντας την ανταλλαγή γνώσεων με άλλους επιστήμονες από διαφορετικούς κλάδους. Ξεκινώντας από τη ροή της metallurgy προς την χημεία, όπως έχει υποστηρίξει ο Long (1991), οι περισσότερες μεταλλουργικές πραγματείες του 16<sup>ου</sup> αιώνα απευθύνονταν σε λαϊκούς, προκειμένου να υπερασπιστούν το καθεστώς του επαγγέλματος των ορυχείων και να ενθαρρύνουν τους πιθανούς επενδυτές. Υπό αυτή την έννοια, συνέβαλαν σημαντικά στο «άνοιγμα της γνώσης». Επομένως δεν υπάρχει λόγος να πιστεύουμε ότι οι assayers της Αναγέννησης δεν διάβασαν και δεν έμαθαν από μεταλλουργικά εγχειρίδια, τα οποία ήταν συνήθως πολύ πιο ξεκάθαρα από τα σκοτεινά γραπτά των αναζητητών μεταστοιχείωσης. Συνεισέφερε ιδιαίτερα ο Georgius Agricola, καθώς απεικονίζει την περίπτωση ενός πραγματικού ανθρωπιστή, οποίος ενδιαφερόταν βαθιά για την metallurgy και τη metallurgy και έγραψε στα Λατινικά για να εξασφαλίσει ένα ευρύ και μορφωμένο κοινό (Hannaway 1992, Beretta 1997). Μεγάλο μέρος της εμπειριστικής συζήτησής του, θα γινόταν πιο εύκολα κατανοητή για έναν μορφωμένο ανθρωπιστή παρά για έναν αγράμματο τεχνίτη. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι κατά τη διάρκεια της Αναγέννησης ο ανθρωπισμός και η επιστήμη δεν μπορούσαν να διαχωριστούν (Blair and Grafton 1992), τότε μπορούμε να οδηγηθούμε στο λογικό συμπέρασμα ότι οι παρατηρήσεις του ήταν γενικά αποδεκτές. Πράγματι, τα έργα του βρίσκονταν στις βιβλιοθήκες των πιο διακεκριμένων χημικών (Beretta 1997). Επιπλέον, σχεδόν εκατό χρόνια αργότερα, όταν θα περίμενε κανείς ότι όλοι αυτοί οι κλάδοι θα ήταν πιο ξεκάθαροι και οργανωμένοι, βρίσκεται ο George Starkey (Ereaneus Philalethes, ψευδώνυμο) ο οποίος έγινε ένας από τους πιο γνωστούς μεταστοιχειωτικούς χημικούς της εποχής του, δαπανώντας τα χρήματα τα οποία

---

κέρδισε ως ιατρός, για να πληρώσει γενναιόδωρα έναν εξειδικευμένο τεχνίτη και ως αντάλλαγμα να του φανερώσει τα μυστικά της μεταλλουργίας (Newman and Principe 2002, 160).

Αυτή η ροή από τη μεταλλουργία στη χημεία, η οποία ενισχύεται από την κοινωνικο-οικονομική ατμόσφαιρα της Αναγέννησης πρέπει να συνέβη επίσης και προς την αντίθετη κατεύθυνση. Παρόλο που ο Agricola ασχολείται κυρίως με τις μεταλλουργικές πρακτικές, μπορούμε να συμπεράνουμε από τα σχόλιά του (Hoover and Hoover 1950, xviiff) ότι ο ίδιος διάβαζε λογοτεχνία κάθε είδους, συμπεριλαμβανομένης της χημείας. Μάλιστα με βάση την αναφορά ενός οπαδού του έργου του που έπασχε από επιπεφυκίτιδα λόγω της «ακούραστης μελέτης και το ακόρεστο διάβασμα» (Rocke 1985, 40). Η ενασχόλησή του με τη χρυσοποιία δείχνει ότι γνώριζε τις πρακτικές εκείνων που επεξεργάζονταν ορυκτά και μέταλλα για να επιδιώξουν στόχους διαφορετικούς από τους δικούς του. Είναι αξιοσημείωτο ότι η αποδοκιμασία του για τους κατασκευαστές χρυσού δεν στόχευε στο ανέφικτο των ισχυρισμών τους, αλλά μάλλον στη σκοτεινή και μη ετυμολογική γλώσσα τους, μαζί με τις απάτες όσων σκόπιμα, «επί ποινή θανάτου», προσπάθησαν να εξαπατήσουν (Hoover and Hoover 1950, xxix). Όσον αφορά τις ίδιες τις προσπάθειες κατασκευής χρυσού, ο ίδιος εμφανίζεται μάλλον αβέβαιος: «Αν μπορούν να κάνουν αυτά τα πράγματα ή όχι, δεν μπορώ να αποφασίσω» (Hoover and Hoover 1950, xxviii). Πιθανώς πιο συνηθισμένος σε πρακτικές επιδείξεις, φαίνεται απρόθυμος να πιστέψει κάτι που δεν μπορεί να αποδείξει, αλλά η ίδια η ιδέα δεν φαίνεται ξένη προς το εννοιολογικό του πλαίσιο. Ας αναφέρουμε, σαν ενδεικτική σημείωση, ότι το εξώφυλλο του «De Re Metallica» είναι διακοσμημένο με ένα κηρύκειο, το οποίο σχετίζεται με τη μαντική ράβδο και άλλες ισχυρές ράβδους που παραδοσιακά αποδίδονται στους χημικούς.

Αυτή η σύνδεση μεταξύ χημείας και μεταλλουργίας μπορεί να προχωρήσει περαιτέρω. Αν υποθέσουμε ότι ένας μεταλλουργός και ένας assayer, ήταν ιδιαίτερα εξοικειωμένοι με τις περισσότερες από τις χημικές αντιδράσεις, οι οποίες διεξάγονται συνήθως κατά την αναζήτηση της «φιλοσοφικής πέτρας» και ότι οι ιδέες τους σχετικά με την προέλευση και τη συμπεριφορά των μετάλλων ήταν παρόμοιες, τότε μπορεί να αναρωτηθούμε: γιατί δεν προσπαθούν μόνοι τους; Η απάντηση δίνεται από τον Vannoccio Biringuccio, ενός άλλου διάσημου συγγραφέα της μεταλλουργίας του 16ου αιώνα. Ο Biringuccio άρχισε να επικρίνει τη χρυσοποιία μόνο μετά την επανειλημμένη αποτυχία των δικών του προσπαθειών για κατασκευή χρυσού (Smith και Gnudi 1990, 37) η οποία τονίζει τόσο την αλληλεπίδραση γονιμοποίηση στη γνώση και στις τεχνικές όσο και το γεγονός ότι τα πειράματα



---

μεταστοιχείωσης δεν ήταν απαραίτητα μια περίεργη αναζήτηση ενός επαγγελματία της μεταλλουργίας. Παρόλο που είναι μεταλλουργός, ο Biringuccio συζήτησε εκτενώς τις ανησυχίες του με άλλους επαγγελματίες της χρυσοποιίας και παραδέχεται ότι «δεν απέφυγα να κάνω κάποια πειράματα ο ίδιος για να το καταλάβω καλύτερα» (Smith and Gnudi 1990, 37). Επιπλέον, ο ίδιος καθιστά αδύνατη τη μεταστοιχείωση καθώς απαιτούσε συγκεκριμένες συνθήκες, όπως τέλεια χωνευτήρια και φούρνους και μια εξαιρετικά σταθερή φωτιά (φλόγα) (Smith και Gnudi 1990, 41), αδύνατη για ένα εργαστήριο του 16ου αιώνα. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι οι μεταλλουργοί όχι μόνο διάβαζαν χημικά βιβλία ή και ασκούσαν ακόμα κάποιες φορές τη χρυσοποιία, αλλά μάθαιναν και από πειράματα χημικών. Τουλάχιστον, αυτό μπορούμε να συμπεράνουμε από τις ευχαριστίες τους.<sup>3233</sup>

## 5.2 Η ξεχωριστή σημασία των μετάλλων

Ο Agricola προσπάθησε να πείσει τους αναγνώστες του ότι η μεταλλευτική δεν ήταν μια ανήθικη δραστηριότητα, αναφέροντας όλα τα επαγγέλματα που απαιτούσαν μεταλλικά υλικά. Δηλώνοντας τη σημασία της μεταλλευτικής και της χρησιμότητας των μετάλλων, κατάφερε να προσδιορίσει πολλά επαγγέλματα στις καλές τέχνες και στο εμπόριο, τα οποία απαιτούσαν μέταλλα. Στην πρώτη περίπτωση, οι καλλιτέχνες χρησιμοποιούσαν μέταλλα, όπως «σίδηρο και ορείχαλκο για να κατασκευάσουν τα απαραίτητα εργαλεία (*utitur instrumentis ex ferro vel ex aere factis*)» ώστε να δημιουργήσουν «κομψά και τέλεια (*elegans et perfectum*)» διακοσμητικά έργα. Ανέφερε επίσης, ότι οι ζωγράφοι χρησιμοποιούσαν μέταλλα για να πάρουν ορισμένες χρωστικές ουσίες, οι οποίες ήταν «λιγότερο επιβλαβείς (*caeteris nocet*)» από άλλες. Αν κάποιος ταξινομούσε την μεταλλευτική ως κακόβουλη, άλλες τέχνες, όπως η κεραμική, ήταν επίσης κακόβουλες.

Ο Agricola, ίσως αναγνώρισε ότι το κοινό του, θα εκτιμούσε ότι εξίσου αξιόλογα επαγγέλματα, όπως η γεωργία, δεν μπορούσαν να θεωρηθούν κακόβουλα. Αφιέρωσε λοιπόν χρόνο, για να περιγράψει τους τρόπους με τους οποίους η γεωργία, το κυνήγι και το ψάρεμα απαιτούσαν μεταλλικά εργαλεία. Οι κυνηγοί χρειάζονταν μέταλλα για να πιάσουν το θήραμα. Ομοίως οι ψαράδες χρειάζονταν μέταλλα για να φτιάξουν τα αγκίστρια τους. Τόνισε τη σημασία των μετάλλων σε μια σειρά από επαγγέλματα. Επέλεξε σοφά τα επαγγέλματα.

---

<sup>32</sup> Martínón-Torres M. and Rehren T. (2005) *Fire assays and transmutations: the overlap between chymistry and metallurgy* (ed.). *Alchemy, chemistry and metallurgy in Renaissance Europe: a wider context for fire-assay remains*. Institute of Archaeology, University College London, p.19-25.

<sup>33</sup> Taylor H. (2021) *Alloys, Alchemy, and Agricola: An Examination of Agricola's Quest to Make Metallurgy Less Secretive* (ed.). *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556)*. Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.77-81.

---

Δεν ήταν τυχαία. Επέλεξε εκείνες τις τέχνες που συντηρούσαν την ανθρώπινη κοινωνία. Ένας κριτικός θα δυσκολευόταν να μειώσει τη σημασία της γεωργίας, του κυνηγιού και της αλιείας. Τέλος, συνέδεσε τα φαινομενικά αμαρτωλά μέταλλα με την ανθρώπινη επιβίωση.

Με τον καιρό τα μέταλλα απέκτησαν αξία καθώς οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν λίθους και ορυκτά ως μέσο ανταλλαγής αγαθών και υπηρεσιών. Σύμφωνα με τον ίδιο, η ταύτιση των μετάλλων με τον πλούτο, είχε ενθαρρύνει την απρεπή συμπεριφορά. Για τον παραπάνω λόγο, εκείνα τα άτομα που είχαν χαρακτηρίσει την μεταλλευτική ως ανέντιμη μορφή εργασίας, είχαν λανθασμένα συσχετίσει την μεταλλευτική με την κατάφωρη «κατάχρηση χρυσού και αργύρου (*maledicunt auro et argento*).» Αυτοί οι επικριτές της μεταλλευτικής καταδίκασαν τα μέταλλα, αποκαλώντας τα «θανατηφόρα (*funestas*)» και κατηγορώντας τα για την «καταστροφή (*interitus et exiti*)» της ανθρώπινης φυλής «γιατί αυτοί που κατέχουν [μέταλλα] είναι σε μεγαλύτερο κίνδυνο (*nam ea qui possident maximo in periculo sunt*).» Δεν διαφώνησε ότι η λαχτάρα για μέταλλα θα μπορούσε να καταστρέψει ζωές, αλλά αμφισβήτησε την πεποίθηση ότι τα ίδια τα μέταλλα και οι εργάτες που τα εξόρυξαν ήταν υπεύθυνοι για τις ενέργειες λίγων άπληστων ανθρώπων.

Η θέση του στο θέμα του πλούτου, βρίσκει απήχηση σε μια ευρύτερη βιβλιογραφία για την Προτεσταντική μεταρρύθμιση στην πρώιμη σύγχρονη Ευρώπη.

#### Τα Θαυμαστά Προσόντα των Μεταλλωρύχων

Ο Agricola νομιμοποίησε, επίσης, τις μεταλλευτικές επιχειρήσεις παρατηρώντας και καταγράφοντας τις δεξιότητες και την τεχνογνωσία που απαιτείτο για τη σωστή μεταλλευτική. Απέρριψε την επικρατούσα άποψη ότι οι μεταλλωρύχοι ήταν ανειδίκευτοι, τεμπέληδες εργάτες.

Κατά την διαδικασία επιλογής του κατάλληλου μέρους για μεταλλευτική, ο μεταλλωρύχος έπρεπε να λάβει υπόψη επτά στοιχεία: την κατάσταση, τις συνθήκες, το νερό, τους δρόμους, το κλίμα, τα δικαιώματα ιδιοκτησίας και τους γείτονες. Ο Agricola αναγνώρισε ότι η μεταλλευτική απαιτεί διεξοδικό απόθεμα πόρων. Προκειμένου να αποφευχθεί η σπατάλη χρόνου και χρημάτων, ο σοφός μεταλλωρύχος, έπρεπε να αξιολογήσει γρήγορα ποιο έδαφος θα αποδεικνυόταν το πιο παραγωγικό.

Σε κάθε περίπτωση, οι κίνδυνοι που αντιμετώπιζε ένας εργάτης δεν θα εμπόδιζαν τους συναδέλφους αυτού του εργάτη, από την επιδίωξη της μεταλλευτικής. Πράγματι, ο ίδιος συνέκρινε τα επαγγέλματα των μεταλλωρύχων και των ξυλουργών για να αποδείξει περαιτέρω τον παραλογισμό των απόψεων των επικριτών του. Έγραψε ότι αν και

---

«ατυχήματα συνέβαιναν σπάνια (*raro eiusmodi acidant*),» θα μπορούσαν να συμβούν όταν οι εργάτες ήταν αμελείς. Αλλά ακόμη και τότε, ένα ατύχημα δεν θα εμπόδιζε τη ροή εργασίας. Έδειξε τους ξυλουργούς, οι οποίοι δεν σταματούσαν να εργάζονται ακόμη και όταν ένας εργάτης ενεργούσε «απρόσεκτα (*incavte*), έπεσε από ένα ψηλό κτίριο [και] έχασε τη ζωή του (*ab alto aedificio delapsus animam efflavit*).» Ο ίδιος δήλωσε ότι όταν συμβαίνουν αυτά τα ζοφερά γεγονότα, η ευθύνη βαρύνει τους αμελείς εργάτες.

Ωστόσο δεν ήταν μόνο οι τοπογραφικές συνθήκες τις οποίες έπρεπε να αξιολογήσουν οι μεταλλωρύχοι, έπρεπε επίσης να δοκιμάσουν τις συνθήκες στο υπόγειο επίπεδο. Επίσης, σημείωσε ότι αν ένας μεταλλωρύχος ανακάλυπτε άλλα «ξηρά εδάφη (*terra sicca*)» τα οποία περιείχαν «καθαρό μέταλλο ή μέταλλο *rudis* (*metallum purum vel rusem*),» τότε είχε συναντήσει ένα «καλό σημάδι (*bonum signum*).» Δεν ήταν επίσης «κακό σημάδι αν έβλεπε κίτρινη, κόκκινη, μαύρη ή κάποια άλλη ιδιαίτερη γη (*si lutea, vel rubra, vel nigra, vel alia quaedam insignia, quae caret metallo, non malum*).» Σύμφωνα με τον αυτόν, τα πετρώματα και οι φλέβες, παρείχαν ενδείξεις στους μεταλλωρύχους για το εάν μια περιοχή θα απέδιδε άφθονα μέταλλα.

Ταυτόχρονα, δεν ήταν δουλειά του κάθε μεταλλωρύχου να εντοπίζει τοποθεσίες κατάλληλες για μεταλλευτική, υπήρχε κατάλληλος καταμερισμός εργασίας εντός της μεταλλευτικής λειτουργίας, η οποία αντιστοιχούσε στην τεχνική εξειδίκευση. Πρότεινε, ότι η πλειονότητα των εργατών θα μπορούσε να κατηγοριοποιηθεί ως εξής: μεταλλωρύχοι, σκαφείς, εργάτες που χειριζόταν το βαρούλκο, μεταφορείς, διαλογείς, πλυντήρια και χυτήρια. Υπήρχαν επίσης επικεφαλής, οι οποίοι ήταν υπεύθυνοι για την κατασκευή και τη χαρτογράφηση των αποστραγγίσεων στις σήραγγες (τούνελ). Η συλλογή και διανομή νερού από τις «φλέβες, τις γραμμές εγκλεισμάτων και τις ραφές (χαράκια) στους συλλεγμένους λίθους (*venis, fibris, commissuris saxorum collecta*)» απαιτούσε ο επικεφαλής να έχει ένα συγκεκριμένο ταλέντο το οποίο εντυπωσίασε τον Agricola. Ο επικεφαλής έπρεπε να έχει γνώσεις ξυλουργικής για να σχεδιάσει τους ξύλινους «άξονες (στήλες)» των φρεατίων που υποστήριζαν τις μεταλλευτικές εργασίες και εμπόδιζαν την αποκόλληση των βράχων, «απειλώντας έτσι τους εργάτες με καταστροφή (*ruinis quae opprimant operarios*). Ο ίδιος δεν κατάφερε να διευκρινίσει που και από ποιον λάμβαναν οδηγίες αυτοί οι εργάτες και οι επικεφαλής. Απέκτησαν τις δεξιότητες στη δουλειά; Το μεταλλείο λειτουργούσε σαν να ήταν συντεχνία με ιεραρχία μαθητευομένων και αρχιμαστόρων. Φαινόταν πρόθυμος να κάνει, αν

---

και ποτέ ρητά, παραλληλισμούς μεταξύ των εμπορικών συντεχνιών και των μεταλλευτικών εργασιών στη Σαξονία του δέκατου έκτου αιώνα.<sup>34</sup>

### 5.3 Τεχνολογία και μηχανήματα εξόρυξης

Ο Agricola διαχωρίζει τις μηχανές εξόρυξης σε τρεις κατηγορίες, ως εξής: 1) οι μηχανές έλξης, οι οποίες μεταφέρουν τα φορτία από τα φρεάτια, 2) οι μηχανές εξαερισμού, οι οποίες προσροφούν αέρα και τον διοχετεύουν σε φρεάτια ή σήραγγες (τούνελ), διότι εάν δε γινόταν αυτό, οι εκσκαφείς δεν θα μπορούσαν να συνεχίσουν την εργασία τους λόγω δυσκολιών στην αναπνοή και 3) οι σκάλες, οι οποίες είναι το μέσο με το οποίο ένας μεταλλωρύχος μπορεί να εισέλθει σε ένα φρεάτιο ή να εξέλθει από αυτό.

Για περισσότερο από μια χιλιετία, οι τεχνικές εξόρυξης και τα συστήματα αποστράγγισης του νερού δεν άλλαξαν ριζικά, τουλάχιστον όσον αφορά στον εξοπλισμό και τις μεθόδους. Τα μόνα συστήματα που συνέχισαν να είναι σε χρήση είναι οι χειροκίνητες αντλίες, η *norias* (ή αιγυπτιακή ρόδα), οι αρχιμήδειοι κοχλίες, η αλυσίδα από κάδους και οι βασικές αντλίες εμβόλου. Ωστόσο, σημειώθηκε σημαντική πρόοδος στην έρευνα για πιο ισχυρά συστήματα οδήγησης που δεν απαιτούσαν ανθρώπινη εργασία. Μεγάλης σημασίας ήταν επίσης οι ανεμόμυλοι, που χρονολογούνται από την ύστερη Μεσαιωνική περίοδο. Εξίσου σημαντική ήταν η διάδοση και η βελτίωση τόσο του υδροτροχού, όσο και του συστήματος κίνησης του στρόφαλου, ένα μηχανικό στοιχείο που ήταν άγνωστο στην κλασική εποχή, καθώς οι μηχανικοί δεν είχαν προσθέσει ποτέ σφόνδυλο για να ξεπεράσουν τα νεκρά σημεία.

Στο 6ο Βιβλίο *De Re Metallica*, αναφέρει τις μεταλλικές μηχανές, δηλαδή τις μηχανές που χρησιμοποιούνται στην υπόγεια εξόρυξη. Ιδιαίτερα, επισημαίνει μια νέα τεχνική ανακάλυψη και περιγράφει ένα νέο είδος αντλίας που έφερε επανάσταση στις τεχνικές εξόρυξης.

#### 5.3.1 Αντλία αλυσίδας κάδων

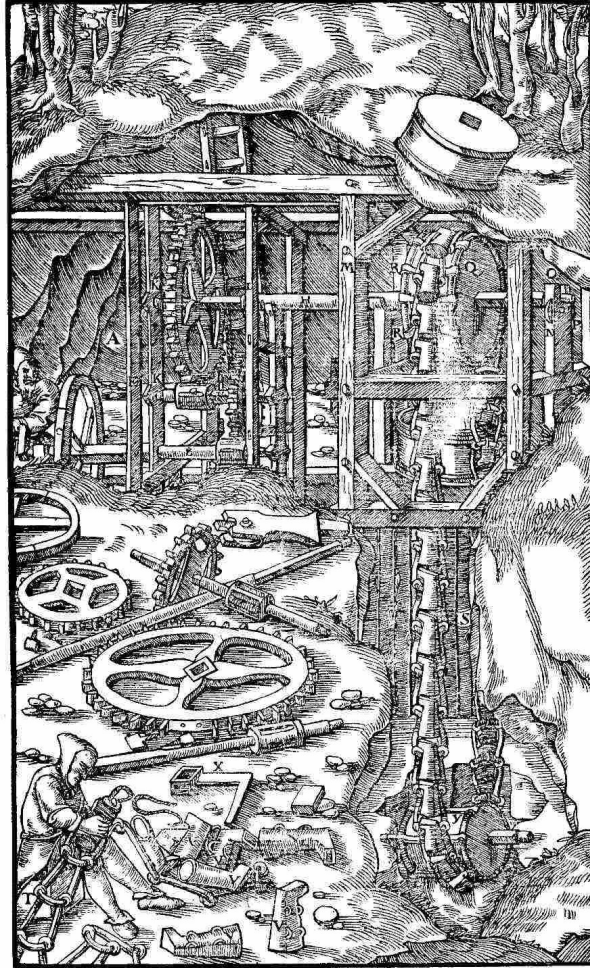
Η αντλία αυτή, ήδη γνωστή και τεκμηριωμένη στην ελληνική και ρωμαϊκή αρχαιότητα, χρησιμοποιήθηκε επίσης σε όλο τον Μεσαίωνα. Γενικά, οι αντλίες τροχών είναι γνωστές σε δύο μορφές, η *norias* (ή αιγυπτιακή ρόδα) και η αλυσίδα των κάδων, η οποία

---

<sup>34</sup> Taylor H. (2021) *Readers, Reactions, and Rehabilitations: A Study of How Agricola Tailored His Text to His Audience* (ed.). *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556)*. Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.149-152.

---

συχνά συγγέεται με τη noria. Η noria (ή αιγυπτιακή ρόδα) αποτελείται από έναν μεγάλο τροχό που έχει μια σειρά από δοχεία στερεωμένα μέσα στην περιφέρεια.



**Εικόνα 5-4:** Αντλία αλυσίδας κάδων, που λειτουργεί χειροκίνητα μέσω ενός περίτεχνου συρμού γραναζιών που λειτουργεί ως μειωτήρας, λεπτομερής απεικόνιση των επιμέρους κομματιών και της συναρμολόγησης<sup>35</sup>

### 5.3.2 Αντλία νερού μέσω σφαιρών

Πρόκειται για μια «μηχανή που αντλεί νερό μέσω σφαιρών». Η συσκευή είναι σχεδόν πανομοιότυπη με την αντλία Κορνουάλης ("rag and chain") της ίδιας περιόδου. Αποτελείται από μια αλυσίδα κλειστού βρόχου που ολισθαίνει μέσα σε έναν κοίλο σωλήνα (το σώμα της

---

<sup>35</sup> Macini P. and Mesini E. (2004) Hydraulic pumps of Agricola's *De Re Metallica*, (1556). *Journal of Hydraulic Engineering ASCE*, 11, 1051-1054.

αντλίας), κατασκευασμένο από διάτρητο κορμό. Η αλυσίδα ολισθαίνει κατά μήκος στο εσωτερικό του σώματος της αντλίας, μέσω μιας τροχαλίας τριβής, που είναι προσαρμοσμένη στον άξονα ενός τροχού νερού.



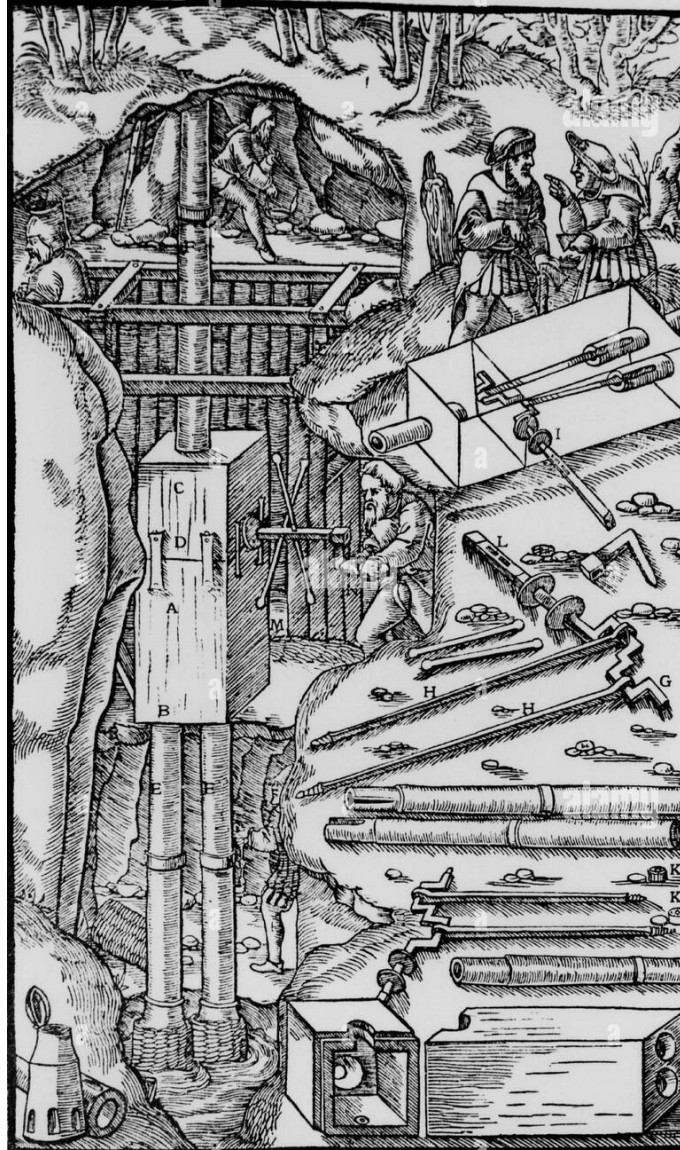
**Εικόνα 5-5:** Αντλία *Pater noster* (ή κουρελάκι και αλυσίδα), η οποία τροφοδοτείται από έναν μεγάλο υδροκίνητο τροχό. Η αλυσίδα εφαρμόζει με σφαίρες από δέρμα γεμισμένες με τρίχες αλόγου, που έχουν την ίδια διάμετρο με το εσωτερικό του σωλήνα<sup>36</sup>

### 5.3.3 Εμβολοφόρες Αντλίες

Ο Agricola ανέλυσε αρκετές παραλλαγές εμβολοφόρων αντλιών που βελτιώθηκαν στο σχεδιασμό σε σύγκριση με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στον Μεσαίωνα και χαρακτηρίζονται από μια πιο εξειδικευμένη κατασκευή των βαλβίδων και της στεγανοποίησης μεταξύ του σωλήνα και του εμβόλου. Η αντλία λειτουργεί χειροκίνητα, παλινδρομώντας τη ράβδο κίνησης χωρίς τη βοήθεια μοχλών. Για τη συγκεκριμένη διάταξη,

<sup>36</sup> Macini P. and Mesini E. (2004) Hydraulic pumps of Agricola's *De Re Metallica*, (1556). *Journal of Hydraulic Engineering ASCE*, 11, 1051-1054.

ο μηχανισμός μετατροπής της περιστροφικής κίνησης σε παλινδρομική κίνηση, είναι ένας περιστρεφόμενος άξονας με τετράγωνα έκκεντρα, ο οποίος ήταν ακόμα πιο συνηθισμένος εκείνα τα χρόνια από τον κινητήρα με στρόφαλο.



**Εικόνα 5-6:** Εμβολοφόρα αντλία η οποία κινείται από έναν οριζόντιο στροφαλοφόρο άξονα, ο οποίος λειτουργεί χειροκίνητα με παλινδρομική κίνηση των στροφαλοφόρων αξόνων και των ράβδων σύνδεσης<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Macini P. and Mesini E. (2004) Hydraulic pumps of Agricola's De Re Metallica, (1556). Journal of Hydraulic Engineering ASCE, 11, 1051-1054.

---

### 5.3.4 Ένα νέο μηχανήμα αποστράγγισης νερού

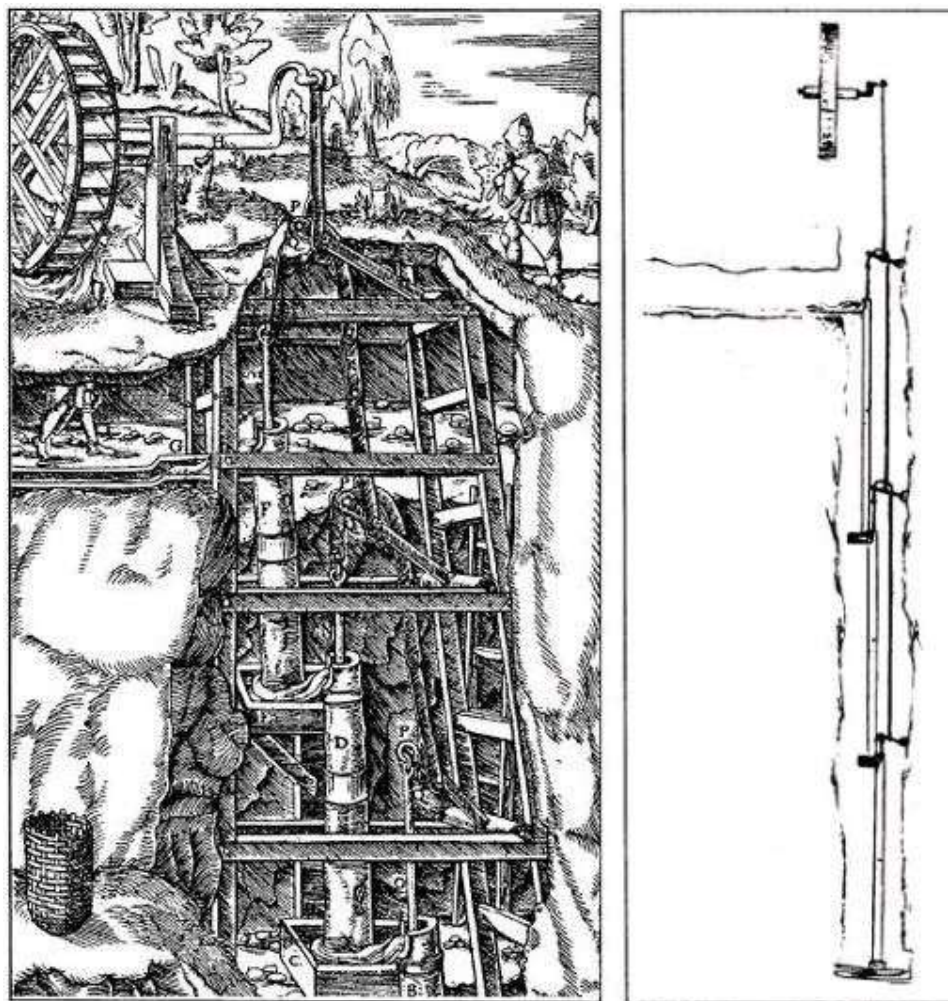
Η προοπτική να κλείσουν ορυχεία σε μεγάλη κλίμακα ήταν πολύ πιθανή, καθώς οι υπόγειες εργασίες πήγαιναν όλο και πιο βαθιά. Αυτή η κρίσιμη κατάσταση καθώς και η έλλειψη καινοτόμου τεχνολογίας ήταν η ώθηση η οποία οδήγησε στην εφεύρεση μιας νέας μηχανής, η οποία θα μπορούσε να λύσει το πρόβλημα του περιορισμένου βάθους αποστράγγισης που παρείχαν οι μηχανές μέχρι τις αρχές του 16ου αιώνα. Ο τελευταίος τύπος εμβολοφόρου αντλίας που περιγράφεται στο «De Re Metallica» είναι τεράστιας σημασίας στην ιστορία της εξόρυξης και της τεχνολογίας άντλησης. Πιο συγκεκριμένα, ξεπερνά τους εγγενείς περιορισμούς όλων των προηγούμενων μηχανημάτων, στα οποία το βάθος άντλησης και η χωρητικότητα περιορίζονταν από τις βαλβίδες πτερυγίων και το μήκος των σωλήνων που θα ήταν εφικτό και συμβατό με την τάση που επιβάλλει η υδραυλική κεφαλή. Η βασική ιδέα ήταν αρκετά απλή. Οι αντλίες εμβόλου απλής δράσης ήταν διατεταγμένες στη σειρά, η μία πάνω από την άλλη και κινούνταν από έναν κοινό άξονα. Δεδομένης αυτής της διάταξης, το βάθος άντλησης αυξήθηκε όπως απαιτούνταν, καθώς το νερό εκτρέπεται σε μια μικρή λεκάνη σε κάθε στάδιο, ενώ και το νερό στη λεκάνη του μεταφέρεται στη συνέχεια στο επόμενο στάδιο. Δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην καινοτομία αυτής της αντλίας που εισήχθη γύρω στο 1540 στο Erzgebirge, αναγνώρισε τις δυνατότητες εφαρμογής της. Μάλιστα τη χαρακτήρισε ευρηματική, ανθεκτική, χρήσιμη και ούτε ιδιαίτερα δαπανηρή. Οι διαδοχικές εφαρμογές αυτού του είδους μηχανών οδήγησαν σε πρόσθετες μηχανικές βελτιώσεις. Το μηχανήμα είχε τεράστια επιτυχία στην Ευρώπη, δείχνοντας τόσο ευρεία γεωγραφική διάδοση όσο και μακροχρόνια επιτυχία στις εφαρμογές του. Αυτές οι μηχανές βελτιώθηκαν περαιτέρω και τελειοποιήθηκαν και κατά συνέπεια συνδέθηκαν με την κινητήρια δύναμη ή τους μεγάλους υδροφόρους τροχούς και, από τον 18ο αιώνα και μετά, με τη δύναμη των νέων ατμομηχανών. Αυτές οι αντλίες παρέμειναν σε ευρεία χρήση μέχρι το 1870 περίπου και συνέχισαν να αναφέρονται σε κλασικά εγχειρίδια για την αποστράγγιση ορυχείων μέχρι το πρώτο μισό του 20ού αιώνα.<sup>3839</sup>

---

<sup>38</sup>Macini P. and Mesini E. (2004) *Hydraulic pumps of Agricola's De Re Metallica, (1556). Journal of Hydraulic Engineering ASCE, 11, p.1051-1054.*

<sup>39</sup> Skinner M., Lenny F. and Galvin M. (1999) *De Re Metallica (ed.). Mining and Metallurgy to the Renaissance. Worcester Polytechnic Institute, p.69-76.*





**Εικόνα 5-7:** Τρεις εμβολοφόρες αντλίες οι οποίες κινούνται ταυτόχρονα από έναν τροχό νερού.

Ο μηχανισμός μετάδοσης ο οποίος αποτελείται από διαμορφωμένες ράβδους και μικρούς μοχλούς σύνδεσης, είναι κινηματικά περιττός, επομένως η απόδοσή του, τουλάχιστον στις αρχικές εκδόσεις, πρέπει να ήταν χαμηλή<sup>40</sup>

<sup>40</sup> <https://www.gettyimages.com/photos/hydraulic-pump>

---

## 5.4 Η ιεραρχική οργάνωση του μεταλλείου

Επιπλέον, ο Agricola καθιέρωσε τη νομιμότητα της μεταλλευτικής, προσδιορίζοντας λεπτομερώς την ιεραρχία εντός της επιχείρησης. Αφιέρωσε έξι σελίδες σε περιγραφές των καθηκόντων του Νομάρχη Μεταλλείων (*praefectus metallorum*), του Bergmeister (*magister metallicorum*), των κριτών (*iurati*), του υπαλλήλου του μεταλλείου (*scriba fodinarum*), του υπαλλήλου των μετοχών (*scriba partium*), του διευθυντή του μεταλλείου ή της σήραγγας (*praefectus fodinae vel cuniculi*), τον επικεφαλής του μεταλλείου ή της σήραγγας (*praeses fodinae vel cuniculi*), και των εργατών (*operariorum*). Υπεύθυνος για όλη τη διαδικασία Μεταλλευτικής ήταν ο Νομάρχης Μεταλλείων, τον οποίο ο βασιλιάς ή ο πρίγκιπας διόριζε ως «αναπληρωτή (*vicarium*) του. Ο Νομάρχης Μεταλλείων ενεργούσε ως «υπολοχαγός» του βασιλιά και ρύθμιζε όλες τις λειτουργίες. Ο άμεσος υφιστάμενος του Νομάρχη ήταν ο Bergmeister (*magister metallicorum*), του οποίου η ευθύνη ήταν να αποφασίζει για τις τιμωρίες των «δόλιων, αμελών ή ανήθικων ανδρών (*homines fraudulentos vel negligentes et dissolutos*). Ο Bergmeister επέβαλε την τάξη σε όλο το Πρίγκιπάτο, με τις απειλές του για φυλάκιση και πρόστιμα. Ενώ κάθε μεταλλείο θα είχε τουλάχιστον έναν κριτή, υπήρχε ένας μόνο Bergmeister (*magister metallicorum*) στον οποίο αναφέρονταν όλοι οι κριτές. Σε τοπικό επίπεδο, υπήρχαν δύο κριτές στους οποίους ο Bergmeister (*magister metallicorum*) είχε αναθέσει να διαβουλεύονται ζητήματα σχετικά με τις «υπόγειες εργασίες, μηχανήματα [και] ξυλεία (*consultant de fossionibus, de machinis, de substructionibus*)» του μεταλλείου. Αυτοί οι άνδρες «καλή τη πίστη (*bonae fidei*)» αναφέρονταν στον Bergmeister (*magister metallicorum*), ο οποίος δεν μπορούσε να λάβει καμία απόφαση σχετικά με δικαιώματα ή όρια μεταλλείων χωρίς προηγουμένως να συμβουλευτεί τους κριτές. Συνεχίζοντας στο τοπικό επίπεδο εξουσίας, ήταν ο Share Clerk (*scribae partium*), ο οποίος κατέγραφε τα ονόματα τόσο των πωλητών όσο και των αγοραστών των μετοχών μεταλλείων. Πολύ κοντά στον Υπάλληλο Μετοχών (*scribae partium*) εργαζόταν ο διευθυντής του μεταλλείου (*praefecti fodinae*), ο οποίος ανακοίνωνε «στους ιδιοκτήτες τις εισφορές τους, με ένα έγγραφο που [είχε] επικολληθεί στις πόρτες (*symbola dominis scheda in foribus publici aedificii fixa indicit magna vel parua*)» του δημαρχείου. Ωστόσο, δεν αποφάσιζε το ύψος αυτών των εισφορών, καθώς, αυτό το καθήκον είχε ανατεθεί στον Bergmeister (*magister metallicorum*) και στους δύο κριτές. Ο διευθυντής του μεταλλείου, απλώς ανακοίνωνε την πληροφορία. Λάμβανε τον εβδομαδιαίο μισθό του, καθώς, και τους μισθούς των μεταλλωρύχων από την συγκέντρωση των εισφορών. Η καθημερινή επίβλεψη των πραγματικών μεταλλευτικών διαδικασιών ανήκε στον επιχειρησιακό διευθυντή του

---

μεταλλείου, ο οποίος επέβλεπε τον τρόπο με τον οποίο, οι επικεφαλής έσκαβαν το μετάλλευμα.

Σε όλη την κεντρική Ευρώπη, ο Bergmeister (magister metallicorum) ήταν ο ανώτατος αξιωματικός του λόρδου στον οποίο θα απευθύνονταν οι ανιχνευτές μεταλλεύματος για να διεκπεραιώσουν μια απαίτηση. Ο Bergmeister (magister metallicorum) ή ο αντιπρόσωπός του παραχωρούσε στον μεταλλωρύχο, το δικαίωμα στην εκμετάλλευση ενός τμήματος γης. Συνήθως το γραφείο του Bergmeister (officio magistri metallicorum) είχε χωρίσει τη φλέβα σε μικρότερα τμήματα τα οποία ονομάζονταν «meers». Το μέγεθος ενός δεδομένου «meer» διέφερε από περιοχή σε περιοχή, αλλά ο Bergmeister (magister metallicorum) θα κρατούσε πάντα ένα τμήμα για τον άρχοντα. Ο λόρδος πάντα είχε τουλάχιστον ένα «meer». Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο λόρδος γινόταν τότε ο εργοδότης των μεταλλωρύχων που δούλευαν απευθείας για αυτόν. Όσοι μεταλλωρύχοι δεν δούλευαν για τον άρχοντα, λάμβαναν τους μισθούς τους από πλούσιους επενδυτές ή Gewerken. Οι Gewerkschaften ήταν «μεγάλες, απρόσωπες εταιρείες μεταλλευτικής, οι οποίες άρχισαν να αντικαθιστούν τις μικρές ιδιολειτουργούμενες επιχειρήσεις του Μεσαίωνα». Οι Gewerkschaften επέτρεψαν σε επενδυτές, όπως ξένους ευγενείς και Σάξονες εκκλησιαστικούς, να επωφεληθούν από το αγαθό της μεταλλευτικής χωρίς να επισκεφθούν ποτέ ούτε ένα μεταλλείο. Οι επενδυτές αγόρασαν μετοχές, ή Kuxen, στα μεταλλεία. Η μεταλλευτική ήταν μια δαπανηρή επιχείρηση και η πρακτική της αγοράς Kuxe εξασφάλιζε την εισροή κεφαλαίων.

Η απόκτηση ενός Kuxen ήταν πάντοτε ένα στοίχημα. Η τιμή μιας μετοχής, ενός Kux, δεν εξαρτιόταν από τις αποδόσεις του μεταλλείου. Η ζήτηση καθόριζε την τιμή ενός Kux. Μόλις η περιφέρεια δημοσίευε τις αποδόσεις του μεταλλείου, τότε γινόταν γνωστό στον επενδυτή εάν είχε βγάλει κέρδος. Ο επενδυτής έπρεπε να αναλάβει όλο το οικονομικό βάρος. Ως εκ τούτου, το απρόβλεπτο των αποδόσεων μεταλλευτικής ενθάρρυνε τους επενδυτές να αγοράζουν Kuxen σε πολλά μεταλλεία. Οι επενδυτές έγιναν απαραίτητοι για τις μεταλλευτικές δραστηριότητες.

Ο Agricola ίσως αναγνώρισε τον βασικό ρόλο τον οποίο έπαιξαν οι επενδυτές και ήθελε να συμμετάσχει στο «παιχνίδι» των επενδυτών. Κατάλαβε ότι κάποιοι άνθρωποι αποσκοπούσαν στη συσσώρευση πλούτου και αγόραζαν βιαστικά μετοχές οι οποίες ήταν πολύ ακριβές. Για τον ίδιο, ο αγώνας για πλούτη ήταν μια καταστροφή, αφήνοντάς τους πιο φτωχούς από πριν. Πίστευε ότι ο λόρδος, θα έπρεπε να είχε εφαρμόσει ένα «όριο δαπανών (emptio partium impendendi)» που υποστήριξε ότι θα χαλιναγωγούσε τους «τυφλωμένους

---

από την επιθυμία για υπερβολικό πλούτο (*divitiarum con gerendarum libidine obcaecati*).» Ένας «συνετός ιδιοκτήτης (*prudentes domini*),» σύμφωνα με τον ίδιο, θα εξέταζε προσεκτικά τα μεταλλεία πριν αγοράσει τις μετοχές. Τόνισε ότι, οι μέτοχοι θα πρέπει να αξιολογούν μόνοι τους τα μεταλλεία. Η τεκμηρίωσή του για τα ορυχεία της Σαξονίας, λοιπόν, θα μπορούσε εύκολα να χρησιμεύσει ως προσπάθεια προώθησης. Στο «*De Re Metallica*» προσκάλεσε τον αναγνώστη να παρακολουθήσει την επιτυχία των μεταλλείων της Σαξονίας. Οι ευνοϊκές περιγραφές των μεταλλείων ήταν πιθανώς η συμβολή του στην οικονομική εξασφάλιση των μεταλλείων της Σαξονίας.

Απέδωσε την επιτυχία των μεταλλείων στη διαχείριση των χορηγών του, των «πιο επιφανών δουκών (*illustriss...saxoniae ducibus*).» Επιπροσθέτως, περιέγραψε πως οι δούκες συνέχισαν την παράδοση των προγόνων τους, δημιουργώντας έσοδα από τα μεταλλεία μέσω της φορολογίας. Ωστόσο, υποστήριξε επίσης, ότι οι δούκες άνοιγαν έναν νέο δρόμο. Δήλωσε ότι άλλες πόλεις, όπως «*Freiberg, Annaberg, Marienberg, Schneeberg, Geyer, and Altenberg (Fribergum..., Annebergum, Mariebergum, Snebergum, Gairum, Aldebergum)*» είχαν «ανελιχθεί (*orta sunt*)» λόγω της ηγεσίας των Σαξόνων. Τα μεταλλεία της Σαξονίας είχαν δημιουργήσει πλούτο για τους μεταλλωρύχους, τους επενδυτές, τους δούκες και τις γύρω πόλεις. Κατά την άποψή του, τα μεταλλεία της Σαξονίας στήριζαν την οικονομία ολόκληρης της περιοχής.

Εξόδεψε χρόνο περιγράφοντας τις λεπτομέρειες της καθημερινής ζωής στα μεταλλεία, επειδή ήθελε να εδραιώσει τη συλλογικότητα και την επεκτατική φύση της επιχείρησης. Η διαδικασία δεν περιελάμβανε μερικούς ασελγείς άνδρες οι οποίοι έσκαβαν για χρυσό. Αντίθετα, παρουσίασε την μεταλλευτική ως μια ευρεία, πολυμελή, εξελιγμένη επιχείρηση. Με την απλή αναφορά του μονάρχη, έδωσε ακόμη μεγαλύτερη νομιμότητα στην μεταλλευτική. Εάν οι κριτικοί αμφισβητούσαν τις ηθικές συνέπειες της μεταλλευτικής, αμφισβητούσαν επίσης τον χαρακτήρα του βασιλιά τους που την είχε υποστηρίξει.

Πράγματι, ο ίδιος ενθάρρυνε τους εργάτες να αποκομίσουν όλα τα οφέλη της γης. Τους προέτρεψε μάλιστα, να εξετάσουν το ενδεχόμενο μεταλλευτικής σε ήδη αποψιλωμένες εκτάσεις γης, επειδή οι εργάτες μπορούσαν να ζήσουν και να συντηρηθούν από τα αγροτικά προϊόντα της περιοχής, σε αντίθεση με την εισαγωγή των απαραίτητων αγαθών. Μια τέτοια εισαγωγή θα είχε προκαλέσει προβλήματα με τους μεταφορείς και θα προκαλούσε «άνοδο των τιμών (*auget impensas rerum invectarum*).» Έχοντας επίγνωση των πόρων που εξαντλήθηκαν λόγω της μεταλλευτικής, προσπάθησε να ενημερώσει τους αναγνώστες του ότι οι μεταλλωρύχοι προσπάθησαν να μην βλάψουν το φυσικό περιβάλλον.

---

Για να υποστηρίξει το επιχείρημά του ότι οι μεταλλωρύχοι, ήταν συνετοί διαχειριστές της γης, έδωσε ανθρώπινη μορφή στη φύση παρουσιάζοντάς τη ως μια φροντισμένη, πειθαρχημένη γυναίκα. Αυτή η εικόνα της φύσης δεν ήταν κάτι καινούργιο για το ευρωπαϊκό κοινό. Τέτοιες μεταφορές και συνειρμοί υπήρχαν τόσο στην αρχαία ελληνική όσο και στην σύγχρονη Χριστιανική σκέψη. Αυτό που ήταν ξεχωριστό για την παρουσίαση του Agricola, ήταν ότι η φύση δεν ήταν ούτε παθητική ούτε υποδεέστερη. Για παράδειγμα, κατέγραψε πως οι μεταλλωρύχοι έπρεπε να δημιουργήσουν τεχνητά μια «σταθερή παροχή νερού (*aquae iugiter fluentes*)» θεωρώντας ότι «η φύση είχε αρνηθεί την πρόσβαση σε αυτό (*ad natura denegatae augent impensas*).» Με αυτή τη διατύπωση, δήλωσε ξεκάθαρα ότι η επιτυχία μιας μεταλλευτικής επιχείρησης ήταν πλήρως εξαρτημένη από τις επιθυμίες της φύσης. Η φύση, λοιπόν, δεν ήταν ανίσχυρη. Σε ένα άλλο παράδειγμα, περιέγραψε πως η φύση έκρυβε μέταλλα βαθιά «στα έγκατα της γης (*in profundo terra*).» Απέδωσε ικανότητα αυτενέργειας στον φυσικό κόσμο. Για εκείνον η γη δεν ήταν αδιάφορη. Το περιβάλλον χειραγωγούσε τα σχέδια των μεταλλωρύχων.

Η αναφορά του στο «φύλο» της Γης, διαψεύδει το επιχείρημα της Κάρολιν Μερτσαντ, ότι η Επιστημονική Επανάσταση (1500 – 1700) δημιούργησε μια εικόνα της φύσης ως παθητική γυναίκα η οποία έπρεπε να υπερνικηθεί και να αντικατασταθεί από την απεικόνιση της φύσης ως μητέρα που ανατρέφει η οποία, πρέπει να γίνει σεβαστεί. Για την Μέρτσαντ, η επιστήμη ήταν ένα ανδρικό εγχείρημα. Οι συμμετέχοντες ήταν κυρίως άνδρες οι οποίοι αναζητούσαν τρόπους εκμετάλλευσης της φύσης. Η προσωποποίηση της φύσης ως γυναίκα και τα φύλα των συμμετεχόντων χρησίμευσαν μόνο για την ανάδειξη του μισογυνισμού οι οποίος ήταν εγγενής στους επιστημονικούς κύκλους και στις πρακτικές. Αντίθετα, το «*De Re Metallica*» περιέχει στοιχεία για μια εικόνα της φύσης ως δραστήρια γυναίκα με εξουσία.

Ωστόσο, η περιγραφή του, για το φυσικό κόσμο ως ενεργητικό και δεκτικό δεν σήμαινε ότι οι επιθυμίες του ανθρώπου έμεναν ανικανοποίητες. Ο φυσικός κόσμος επιλέχθηκε για να «κρύψει» μέταλλα μέσα στα βάθη όχι επειδή επιθυμούσε να μην τα ξεθάψουν οι άνθρωποι, αλλά επειδή «η φύση με τις δεξιότητες που παρέχει (*provida solers que natura*)» έχει δώσει σε κάθε πράγμα «τη δική του θέση (*in vasis propriis*). Αυτό σημαίνει ότι παρά τις προσπάθειές της να κρύψει τους πόρους, η φύση υποκύπτει στη θέληση του

---

ανθρώπου. Οι μεταλλωρύχοι έπρεπε να εργαστούν έξυπνα για να αποκομίσουν το όφελος, αλλά τελικά κατάφεραν να ελέγξουν τον ανεξέλεγκτο, φυσικό κόσμο.<sup>41</sup>

## 5.5 Τεχνίτες, Αριστοτέλης και σαφήνεια: Μια αξιολόγηση της σχέσης του Agricola με τους μεταλλωρύχους

Το «De Re Metallica», παρουσιάστηκε σε μια στιγμή αλλαγής, όταν η μελέτη της φύσης διασπάστηκε σε δύο ξεχωριστά εγχειρήματα. Από τη μια πλευρά υπήρχε η φυσική φιλοσοφία, ένα στοχαστικό εγχείρημα. Ενώ το άλλο αφορούσε τη δημιουργία γνώσεων με στόχο πρακτικά αποτελέσματα, όπως η βελτίωση των γεωργικών τεχνικών.

### 5.5.1 Η μεταλλευτική τέχνη ως συνδυασμός χειρωνακτικής εργασίας και ευφυΐας

Ο Αριστοτέλης πυροδότησε μια συζήτηση μεταξύ θεωρίας και πράξης η οποία ήταν ακόμη σε εξέλιξη, μέχρι την εποχή που ο Agricola έγραψε το «De Re Metallica». Η αποφασιστικότητα του, να εξυψώσει την τέχνη της μεταλλευτικής έρχεται σε αντίθεση με το Αριστοτελικό σχήμα γνώσης. Οι ιστορικοί μελέτησαν τα στοιχεία μέσω της εμπειρίας. Δεν χρησιμοποίησαν επαγωγικό συλλογισμό, που έγινε το σήμα κατατεθέν της κατηγορίας των θεωρητικών τεχνών του Αριστοτέλη. Οι μεταλλωρύχοι θα ανήκαν στον τομέα "πράγματα που κατασκευάστηκαν". Αυτοί οι τεχνίτες ασκούσαν την χειρωνακτική εργασία η οποία δεν απαιτούσε κάποιο διανοητικό συστατικό. Ήταν ακριβώς αυτή η ετικέτα την οποία ο Agricola ήθελε να απορρίψει. Το επάγγελμα της μεταλλευτικής, δεν περιλάμβανε μόνο χειρωνακτική εργασία, αλλά απαιτούσε επίσης σημαντική ευφυΐα.

Οι τεχνικές έρευνας και οι μέθοδοι παρατήρησης των πρώιμων σύγχρονων τεχνιτών έχουν περάσει απαρατήρητες από τους ιστορικούς λόγω της διάκρισης μεταξύ του θεωρητικού και του πρακτικού. Οι λόγιοι άνδρες συμμετείχαν στη θεωρητική παραγωγή γνώσης, όπου τεχνίτες και χειροτέχνες ανήκαν στην ομάδα παραγωγής πρακτικής γνώσης. Αυτή η διάκριση μεταξύ των δύο συνόλων γνώσης ήταν, και παραμένει σε ισχύ. Η απόκτηση γνώσης λάμβανε χώρα σε κάποιο πανεπιστήμιο με τη συνδρομή των βιβλίων. Οι χειροτεχνικές γνώσεις, ούτε διδάσκονταν στα πανεπιστήμια, ούτε γράφονταν σε κείμενα. Ωστόσο, και οι δύο ομάδες συμμετείχαν σε μια διερεύνηση του φυσικού κόσμου.

---

<sup>41</sup> Taylor H. (2021) *Readers, Reactions, and Rehabilitations: A Study of How Agricola Tailored His Text to His Audience* (ed.). *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556)*. Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.153-159.

---

### 5.5.2 Οι Μεταλλωρύχοι ως σχολαστικοί τεχνίτες με ευρύ πεδίο γνώσεων

Με την ελπίδα να αποδείξει στο μορφωμένο κοινό του ότι οι τεχνίτες και οι μορφωμένοι άνδρες είχαν παρόμοιες αναζητήσεις για γνώση, αφιέρωσε τμήματα του «De Re Metallica» για να εξηγήσει την σχολαστικότητα με την οποία οι μεταλλωρύχοι ερευνούν τον φυσικό κόσμο. Το σκάψιμο του φρεατίου χρησίμευσε ως αντιπροσωπευτικό παράδειγμα αυτής της πνευματικής αυστηρότητας. Περιέγραψε πώς οι μεταλλωρύχοι προσπάθησαν να σκάσουν, με ακρίβεια, φρεάτια για να διευκολύνουν τις εργασίες μεταλλευτικής. Αυτά τα φρεάτια κατέβαιναν κάθετα στο έδαφος και συνέδεαν τις σήραγγες τις οποίες οι μεταλλωρύχοι είχαν ήδη υποσκάψει σε έναν λόφο. Οι μεταλλωρύχοι κατασκεύαζαν επίσης φρεάτια για να τέμνονται κάθετα με τις κύριες φλέβες. Τα φρεάτια, λοιπόν, αύξησαν τα σημεία πρόσβασης στις φλέβες. Τα περισσότερα σημεία πρόσβασης σε μια φλέβα συσχετίστηκαν με μεγαλύτερο αριθμό ανδρών που μπορούσαν να εργαστούν, έτσι ώστε να επιταχυνθεί η εκσκαφή ορυκτών και μετάλλων. Η κατασκευή ενός φρεατίου αποδείχθηκε απαραίτητο συστατικό για την τέχνη της μεταλλευτικής. Ο ίδιος είχε παρατηρήσει τόσες πολλές εκσκαφές φρεατίων που μέχρι να γράψει το De Re Metallica, ένιωθε αρκετά άνετα, ώστε να κάνει εικασίες για τις μετρήσεις. Τέλος, κατέληξε στο συμπέρασμα, ότι τα φρεάτια ήταν συνήθως «μήκους δύο οργιών (longa duos passus),» «πλάτους των δύο τρίτων της οργιάς (lata duas tertias passus partes),» και «βάθους δεκατριών οργιών (alta tredecim passus) (1 οργιά είναι 6 πόδια, περίπου 1.8 μέτρα ή περίπου το άνοιγμα των χεριών του ανθρώπου). Παρατήρησε πως οι μεταλλωρύχοι πραγματοποιούσαν σχολαστικές μετρήσεις, επειδή ένα και μόνο λάθος στον υπολογισμό θα μπορούσε να οδηγήσει στην κατάρρευση ολόκληρης της δομής της σήραγγας και να θέσει σε κίνδυνο τους εργάτες.

Η προσαρμογή στις αλλαγές του περιβάλλοντος παρείχε στον Agricola ένα μέτρο αξιολόγησης της εμπειρίας ενός μεταλλωρύχου. Οι έμπειροι μεταλλωρύχοι γνώριζαν πώς να εκτελούν τα επαγγελματικά τους καθήκοντα, ενώ μάχονται το απρόβλεπτο του φυσικού κόσμου. Οι μεταλλωρύχοι έπρεπε, για παράδειγμα, να είναι γνώστες της βροχής. Όσοι είχαν εμπειρία καταλάβαιναν ότι η βροχόπτωση και η συγκέντρωση νερού σε ένα φρεάτιο θα μπορούσαν ενδεχομένως να διαταράξουν τη διαδικασία εκσκαφής. Ως εκ τούτου, οι μεταλλωρύχοι θα έχτιζαν ένα υπόστεγο ή ένα κάλυμμα πάνω από το φρεάτιο για να αποτρέψουν τη εισροή νερού σε αυτό. Οι βροχοπτώσεις θα μπορούσαν να κάνουν τους μεταλλωρύχους να χάσουν τις αισθήσεις τους και να μουδιάσουν από τις ψυχρότερες θερμοκρασίες, ενώ η πολύ λίγη βροχή θα μπορούσε να αυξήσει τη συσσώρευση σκόνης. Οι μεταλλωρύχοι έπρεπε να εξετάσουν προσεκτικά τις φυσικές συνθήκες μιας τοποθεσίας πριν

---

κατασκευάσουν ένα φρεάτιο. Η ανακάλυψη μιας «profunda» φλέβας δεν απαιτούσε απαραίτητα τη δημιουργία ενός φρεατίου. Οι έμπειροι μεταλλωρύχοι γνώριζαν σε ποιες περιπτώσεις πρέπει να χτίζουν και σε ποιες πρέπει να εκκενώνουν ένα μεταλλείο.

Παρατηρούσε τους μεταλλωρύχους καθ' όλη τη διάρκεια των εποχών και επομένως διέκρινε πώς οι μεταβαλλόμενες συνθήκες επέβαλαν διαφορετική τακτική από τους μεταλλωρύχους. Τους θερμότερους μήνες οι μεταλλωρύχοι, έπρεπε να σύρουν ή να κυλήσουν το μέταλλευμα από τα βουνά. Ωστόσο τους χειμερινούς μήνες, οι μεταλλωρύχοι μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν έλκηθρα και σκύλους για να μεταφέρουν τα υλικά τους. Το χιόνι λοιπόν, δεν εμπόδιζε τους μεταλλωρύχους. Αντίθετα οι χειμερινές συνθήκες διευκόλυναν τη δουλειά τους.

Οι παρατηρήσεις του σχετικά με την ικανότητα των μεταλλωρύχων να αλλάζουν τις τακτικές τους με βάση τις καιρικές συνθήκες, υποστηρίζουν τον ισχυρισμό της Πάμελα Σμίθ, ότι η τεχνική γνώση ήταν εγγενώς ιδιαίτερη. Οι τεχνίτες στην πρώιμη σύγχρονη Ευρώπη έπρεπε να λαμβάνουν υπόψη τους τον καιρό, χρησιμοποιώντας «τις ιδιαιτερότητες των υλικών» στις χειροτεχνίες τους. Οι μελετητές θα πρέπει να αναιρέσουν την υπόθεση ότι οι μάστορες και οι τεχνίτες δεν ανέπτυξαν δεξιότητες αφαίρεσης και γενίκευσης. Για την Σμίθ, η χειροτεχνική γνώση ήταν εγγενώς πειραματική, αλλά αυτό δεν σήμαινε ότι δεν ήταν και εγκεφαλική.

### **5.5.3 Οι Μεταλλωρύχοι ως καινοτόμοι εφευρέτες**

Στην πραγματικότητα, μια εξέταση των εργαλείων τα οποία χρησιμοποιούσαν οι μεταλλωρύχοι, αποκαλύπτει ορισμένες από τις διανοητικές πτυχές της τεχνικής γνώσης. Αφιερώνοντας σελίδες σε περιγραφές των εργαλείων που χρησιμοποιούσαν οι ερευνητές και οι μεταλλωρύχοι, πιθανώς ήθελε να μεταδώσει τη σχολαστική φύση της τέχνης. Παρατήρησε ότι όλοι οι μεταλλωρύχοι χρησιμοποιούσαν συγκεκριμένα εργαλεία για να ολοκληρώσουν «πολλά και διαφορετικά (varia et multiplex)» καθήκοντα της μεταλλευτικής. Η ποικιλία των οργάνων τα οποία χρησιμοποιούσαν οι μεταλλωρύχοι και οι μεταλλουργοί τον εντυπωσίασε τόσο πολύ, που συμπεριέλαβε μια εικόνα όλου του εξοπλισμού.



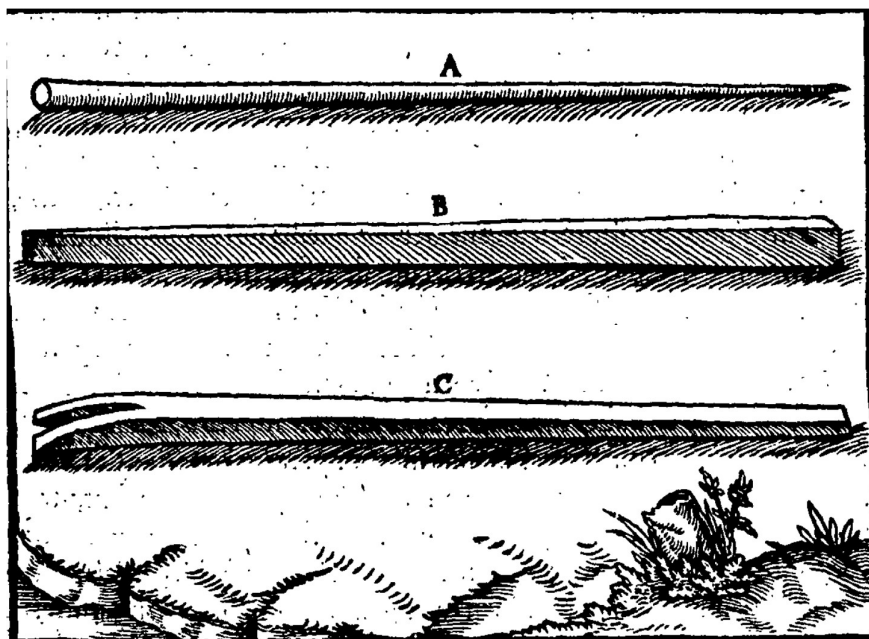


*Εικόνα 5-8: Διάφορα εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνταν ανάλογα με την υπό εκτέλεση εργασία<sup>42</sup>*

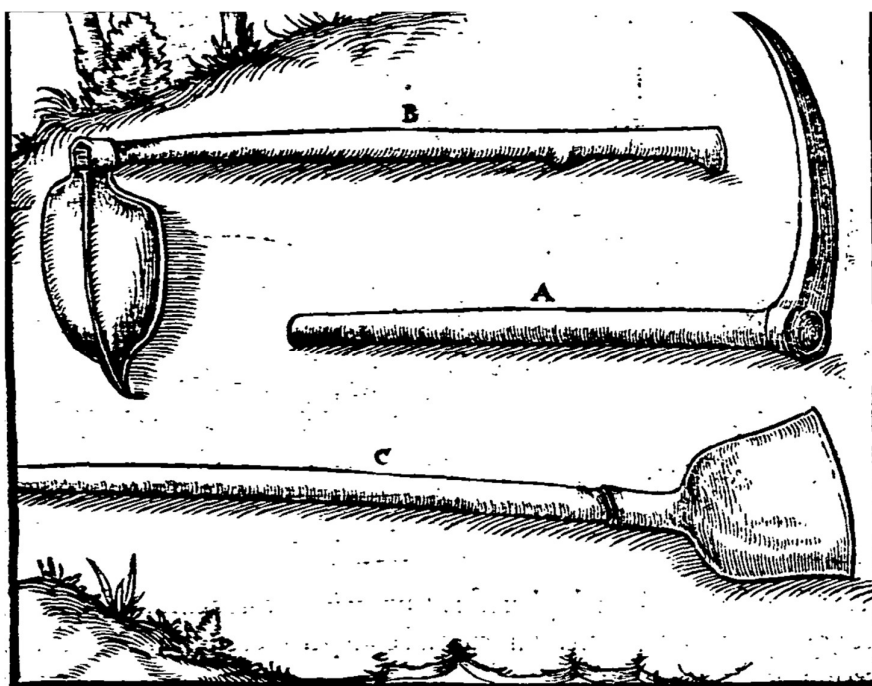
Όλα τα όργανα είχαν συγκεκριμένους σκοπούς. Παρατήρησε ότι οι μεταλλωρύχοι χρησιμοποιούσαν τα ίδια εργαλεία για να εκτελέσουν τα ίδια καθήκοντα. Η γνώση του περιβάλλοντος συμβάδιζε με τη γνώση του εργαλείου. Ο ίδιος εντυπωσιάστηκε από τη γνώση και την εμπειρία των μεταλλωρύχων.

---

<sup>42</sup> Taylor H. (2021) *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556)*. Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee



*Εικόνα 5-9: Εργαλεία<sup>43</sup>*



*Εικόνα 5-10: Εργαλεία εκσκαφής<sup>44</sup>*

<sup>43</sup> Skinner M., Lenny F. and Galvin M. (1999) *Mining and Metallurgy to the Renaissance*. Worcester Polytechnic Institute

<sup>44</sup> Skinner M., Lenny F. and Galvin M. (1999) *Mining and Metallurgy to the Renaissance*. Worcester Polytechnic Institute

---

Οι ιστορικοί έχουν λάβει υπόψη τις τεχνολογίες τις οποίες περιγράφει ο Agricola, αλλά φαίνεται να αγνοούν τους μεταλλωρύχους στις μελέτες τους. Η ιστορικός Πάμελα Λονκ, για παράδειγμα, περιέγραψε πώς ο Agricola, πάλευε να εξηγήσει την πολυπλοκότητα των τεχνολογιών τις οποίες έβλεπε, επειδή δεν είχε το κατάλληλο τεχνικό λεξιλόγιο στα Λατινικά. Το κομμάτι το οποίο χάνεται στην ανάλυση της Λονκ, είναι ότι ο Agricola κατάφερε να μεταδώσει την καινοτομία των μεταλλωρύχων. Ίσως λόγω των γλωσσικών προκλήσεων, βασίστηκε τόσο σε περιγραφές όσο και σε εικονογραφήσεις για να επιδείξει την εφευρετικότητα των μεταλλωρύχων. Εκτίμησε την ικανότητα των μεταλλωρύχων να προσαρμόζονται και να τελειοποιούν την τέχνη τους μέσω της τεχνολογίας. Ως εκ τούτου, ήθελε να κατανοήσει και να μεταδώσει τους σκοπούς πίσω από κάθε τεχνολογικό στοιχείο. Οι μεταλλωρύχοι δεν ήταν αόρατοι για εκείνον. Τους είδε και θαύμασε τις πνευματικές και σωματικές τους δυνάμεις. Επιδίωξε να καταγράψει και να ανακατασκευάσει το έργο των τεχνιτών.

Η μεταλλευτική δεν γινόταν τυχαία. Κάθε μεταλλωρύχος ακολούθησε μια μέθοδο ανακάλυψης. Πρώτα, οι ερευνητές ερευνούσαν τα βουνά για φλέβες. Μόλις οι ερευνητές συμφωνούσαν για την πιθανή αφθονία της φλέβας, οι εργάτες άρχιζαν να σκάβουν τη σήραγγα. Ωστόσο οι σήραγγες δεν κατέβαιναν πάντα κατακόρυφα ή κάθετα προς το υπέδαφος. Οι φλέβες υπαγόρευαν την κατεύθυνση της σήραγγας και οι ερευνητές έπρεπε να υπολογίσουν τις προσαρμογές. Για να τους βοηθήσουν στην κατασκευή τους, οι ερευνητές βασίστηκαν σε νήματα και σφαίρες. Μερικοί ερευνητές χρησιμοποίησαν ένα όργανο παρόμοιο με την πυξίδα για να καθορίσουν την κατεύθυνση των φλεβών. Ο ίδιος φρόντισε να διευκρινίσει ότι οι Ελβετοί ερευνητές τους οποίους παρατήρησε δεν χρησιμοποιούσαν τους ίδιους κερωμένους κύκλους με τους Γερμανούς. Αντίθετα, χρησιμοποίησαν «ένα όργανο παράξενο για αυτούς (*utuntur instrumento, cui index est, ipsis peculiari enim ceratis caret*)», το οποίο έδειχνε την κατεύθυνση. Αυτοί οι ερευνητές, έπρεπε να είναι ακριβείς στους υπολογισμούς τους.

Αποσαφηνίζοντας την έρευνα, τόνισε την ακρίβεια στη μέτρηση των τριγώνων. Είδε πώς οι ερευνητές μπήκαν σε μια κατασκευή μεταλλείου όταν οι «ιδιοκτήτες (*domini fodinarum*)» του μεταλλείου θέλησαν «να μάθουν πόσες οργιές από το ενδιάμεσο έδαφος έπρεπε να σκαφτεί (*cupiunt quot passuum intervallum effodiendum restet*)». Οι ερευνητές, βασίστηκαν στον τριγωνισμό για να εξασφαλίσουν σωστές μετρήσεις. Αν και οι ερευνητές συμφώνησαν για τη σημασία της ακρίβειας, διαφώνησαν σε άλλα θέματα. Δεν είχαν

---

---

συναίνεση σχετικά με τον πιο αποτελεσματικό και ακριβή τρόπο προσδιορισμού του μήκους μιας σήραγγας, για παράδειγμα. Μερικοί πίστευαν ότι το βάθος ενός φρεατίου μπορούσε να είναι τρία «cords», ενώ άλλοι ισχυρίστηκαν ότι αυτή η βαθμονόμηση δεν ήταν επαρκής. Αφού προσδιόρισαν το μήκος του μεταλλείου στα τρία cords, αυτοί οι ερευνητές θεώρησαν επίσης απαραίτητο να επαναξιολογηθούν τα «cords» σε επίπεδο «βουνού ή κοιλάδας, ή σε επίπεδα χωράφια (montis, vel vallis, vel campi planicie).» Η διαμάχη επικεντρώθηκε στην αναγκαιότητα μέτρησης των cords για δεύτερη φορά. Ο ίδιος δεν απέφυγε να συζητήσει τις διαμάχες μεταξύ ερευνητών, επειδή ήθελε να τονίσει στον αναγνώστη πόσο ενσωματωμένος ήταν στην μεταλλευτική κοινότητα. Είχε γνωρίσει τόσο καλά τα μεταλλεία και τους ερευνητές ώστε εκείνοι ένιωθαν άνετα να μοιράζονται τις συζητήσεις τους μαζί του. Η έρευνα δεν ήταν απαλλαγμένη από διαφωνίες.

Οι διαμάχες απηχούν τη σημασία της κοινότητας για τους μεταλλωρύχους και τους ερευνητές. Οι εργάτες βασίζονταν στις γνώμες των εξειδικευμένων μελών της κοινότητάς τους για να καταλήξουν σε νέες τεχνικές. Άσκησαν τη χειροτεχνική γνώση όπως ορίζεται από την Πάμελα Σμιθ. Η τέχνη τους «ήταν εμπειρική, χρησιμοποιούσε παρατήρηση, ακρίβεια και ερευνητικό πειραματισμό». Βασιζόταν στην ομαδικότητα καθώς όλες αυτές οι τεχνικές απαιτούσαν απόδοση.<sup>4546</sup>

## 5.6 Οι Μεταλλωρύχοι ως συμμετέχοντες στη ζώνη συναλλαγών

Το «De Re Metallica» παρέχει στοιχεία ότι ο συγγραφέας του συμμετείχε σε μια εμπορική ζώνη μέσω της χρήσης του λεξιλογίου μεταλλευτικής. Τελικά, σύμφωνα με την Λονκ, αυτοί οι τεχνίτες, όπως οι μεταλλωρύχοι τους οποίους περιγράφει ο Agricola, μοιράστηκαν τους όρους τους με ξένους, όπως ο ίδιος, ο οποίος τους ενσωμάτωσε στη δική του λατινική ή δημοτική γλώσσα. Οι ιστορικοί δεν πρέπει να παραβλέπουν το γεγονός ότι οι όροι των τεχνιτών αντιπροσώπευαν ένα συγκεκριμένο σύνολο τεχνικών γνώσεων. Μέσα σε μια ζώνη συναλλαγών, η ανταλλαγή γλώσσας σηματοδότησε τόσο μια μεταφορά όσο και μια μετάφραση ιδεών.

---

<sup>45</sup> Taylor H. (2021) *Artisans, Aristotle, and Accuracy: An Evaluation of Agricola's Relationship with the Miners* (ed.). *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556)*. Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.163-179.

<sup>46</sup> Hoover and Hoover (1950) Book VI (ed.). *De Re Metallica* translated from the first Latin edition of 1556. Available at: <https://www.gutenberg.org/files/38015/38015-h/38015-h.htm> (Accessed: 14 November 2011), p.150-153.

---

Στο «De Re Metallica», αυτή η πτυχή της ζώνης συναλλαγών εμφανίζεται με τη συζήτησή του για την ονοματολογία. Συνδυάζοντας αυτούς τους λόγιους, νέους όρους όπως η «vena profunda» και η «vena dilatata» με εκείνες τις έννοιες τις οποίες προσδιόρισε ο Πλίνιος. Ο Ρωμαίος συγγραφέας είχε γράψει σχετικά με τη δημιουργία πηγαδιών και ατμούς αλουμινίου. Έχοντας εξοικειωθεί με το έργο του Πλίνιου στο πανεπιστήμιο, χρησιμοποίησε τους όρους του Πλίνιου για να αυξήσει τη δική του τεχνική ονοματολογία. Στην περίπτωση της έρευνάς του για τις ροές, ο ίδιος συγκέντρωσε τους όρους του από τον Πλίνιο και το λεξιλόγιό του από τους μεταλλωρύχους στη σύνθεσή του για τις ροές.

Οι έμπειροι μεταλλωρύχοι θα μπορούσαν να περιγράψουν το μονοπάτι για τις «συμπαγείς φλέβες (solidas venas)» όταν έδειχναν «σαφή ένδειξη ότι είναι καλής ποιότητας (clara bonitatis indicia).» Έκοψαν “νωθρές” φλέβες όταν οι μεταλλωρύχοι είδαν ότι υπήρχαν λίγες κοιλότητες. Οι ικανοί μεταλλωρύχοι κατανοούσαν τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους εκσκαφής. Επιπλέον, σημείωσε ότι οι έμπειροι μεταλλωρύχοι ήξεραν να μην σκάβουν άγονες φλέβες μέσα από τα ρεύματα του νερού, εάν δεν εντόπιζαν μεταλλικά σωματίδια. Η εμπειρία εξύψωσε τις δεξιότητες ενός μεταλλωρύχου, αλλά δεν τον έκανε αλάθητο ή παντογνώστη. Ο ίδιος προειδοποίησε τους αναγνώστες καταλήγοντας ότι οι έμπειροι μεταλλωρύχοι είχαν πάντα δίκιο. Για να αποδείξει το σφάλμα κάποιων μεταλλωρύχων, απαριθμούσε μερικά εγκλείσματα τα οποία ορισμένοι μεταλλωρύχοι είχαν απορρίψει αλλά αργότερα «αποδείχθηκαν καλά (bonitatem probarem)» μετά από περαιτέρω έρευνα. Απέτυχε να αποκαλύψει την ταυτότητα του μεταλλωρύχου ο οποίος αποφάσισε ότι το εγκλείσμα ήταν «αποδεδειγμένα καλό (bonitatem probarem).» Δεν πρέπει να περάσει απαρατήρητο, ότι ο Agricola δεν προσδιόρισε ονομαστικά τα υποκείμενα της παρατήρησής του.

Πράγματι, κατάφερε να καταστήσει σαφές ότι η μεταλλευτική δεν ήταν μια τέχνη απαλλαγμένη από διαφωνίες. Ένα σημείο διαμάχης ήταν το «διχαλωτό κλαδί». Μερικοί μεταλλωρύχοι πίστευαν ότι ήταν απολύτως απαραίτητο για να ανακαλύψουν φλέβες, ενώ άλλοι το απέρριψαν ως απλή δεισιδαιμονία. Η κατασκευή του κλαδιού απαιτούσε από τους μεταλλωρύχους να κόψουν ένα κλαδί από έναν θάμνο φουντουκιάς με ένα μαχαίρι, αν και ακόμη και ο τύπος του θάμνου ήταν αντικείμενο διαμάχης. Κάποιοι υποστήριζαν ότι οι μεταλλωρύχοι πρέπει να χρησιμοποιούν κλαδιά φουντουκιάς για «φλέβες ασημιού, κλαδιά φράξινου (πολύ συχνά ονομάζεται και τέφρας) για χαλκό, pitch pine (είδος πεύκου μικρού-μεσαίου μεγέθους) για μόλυβδο και ιδιαίτερα κασσίτερο (venas argenti, fraxini, ad aeris, piceastri, ad plumbi maxime candidi).» Παρά τις διαμάχες σχετικά με την αποτελεσματικότητα του κλαδιού, οι μεταλλωρύχοι έπιασαν όλοι «τις διχάλες του κλαδιού

---

με τα χέρια τους, κάνοντας χτυπήματα (*virgulae cornua minibus prehredientes pugnos faciunt*). Με βάση την μέθοδο της παρατήρησης, οι περισσότεροι μεταλλωρύχοι πίστευαν ότι τα κλαδιά μπορούσαν να μεταδώσουν τη δύναμη των φλεβών ή την ικανότητα των μεταλλωρύχων. Κάποιοι πίστευαν ότι οι φλέβες αποφεύγουν όλα τα κλαδιά των δέντρων κοντά τους, ενώ άλλοι υποστήριζαν ότι οι φλέβες κινήθηκαν λόγω της ικανότητας των μεταλλωρύχων. Οι μεταλλωρύχοι, βασίστηκαν στην ύπαρξη μιας κοινότητας ειδικών για να συζητήσουν και να λογομαχήσουν επί των τεχνικών τους.

Η μεταλλευτική, όπως όλες οι χειροτεχνικές πρακτικές, είχε μια σημαντική δημόσια συνιστώσα η οποία αναδείκνυε τόσο τη συνεργατική όσο και την επιδεικτική φύση της. Οι μεταλλωρύχοι παρουσίαζαν τις γνώσεις τους δημόσια. Έπρεπε να αποδείξουν ο ένας στον άλλον ότι γνώριζαν αρκετά καλά την τέχνη τους. Η κοινότητα, λοιπόν, θα συζητούσε για την ακρίβεια και τη βιωσιμότητα των τεχνικών και των προσεγγίσεών τους. Οι κρίσεις της μεταλλευτικής κοινότητας εξέλιξαν τη μεταλλευτική. Οι απόψεις της κοινότητας επέτρεψαν στη μεταλλευτική να αντέξει.

Η μετάβασή του Agricola σε αυτή την κοινότητα των μεταλλωρύχων επεκτάθηκε και στην περιγραφή της έρευνας. Όταν διατύπωσε τη σημασία των σωστών μετρήσεων, σημείωσε πως «κάθε σύστημα εξαρτάται από τη μέτρηση των τριγώνων (*utraque ratio versatur in dimensione trianguli*).» Σχεδιάστηκε ένα μικρό τρίγωνο και από αυτούς τους υπολογισμούς, σχεδιάστηκε ένα μεγαλύτερο τρίγωνο. Έγινε με μεγάλη προσοχή ώστε «να μην κάνουμε λάθος (*maxime vero cavendum ne ad vera mensura quicquam aberremus*).» Σχεδόν αναμφίβολα, ο ίδιος δεν εκτελούσε αυτές τις μετρήσεις αλλά επέμενε να παρουσιάζεται ως κάποιος που ολοκλήρωσε αυτές τις μεταλλευτικές εργασίες. Ίσως ήθελε να τονίσει στον αναγνώστη ότι όχι μόνο παρακολούθησε αλλά και δούλεψε και ο ίδιος στην τέχνη. Το πιο σημαντικό, η χρήση του πρώτου πληθυντικού προσώπου καταδεικνύει τις συνεργατικές πτυχές της μεταλλευτικής. Η μεταλλευτική είχε ένα δημόσιο στοιχείο, ένα στοιχείο που ενθάρρυνε την ανταλλαγή τεχνικών. Οι μεταλλωρύχοι αντάλλαξαν τις γνώσεις τους με τον Agricola και γράφοντας το «*De Re Metallica*», ο Agricola μετέδωσε αυτή τη γνώση στο μορφωμένο, εκλεκτό κοινό του.

Οι έμπειροι μεταλλωρύχοι δίδαξαν τον ανειδίκευτο Agricola, και ως εκ τούτου, συμμετείχαν σε ένα «δίκτυο» συναλλαγών. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτό το «δίκτυο» συναλλαγών διέφερε από μια ανταλλαγή δώρων. Όπως υποστηρίζει ο ανθρωπολόγος Marcel Mauss, μια ανταλλαγή δώρων ήταν μια οικονομία χρέους (υποχρέωσης). Ο ένας έδωσε ένα δώρο, και στη συνέχεια δέχτηκε ένα δώρο σε αντάλλαγμα.

---

Αυτό το δίκτυο της προσφοράς δώρων εμφανίστηκε στις προ-καπιταλιστικές κοινωνίες ως ο ιστός της κοινωνικής ζωής. Ωστόσο, αυτό το «δίκτυο» συναλλαγών δεν απαιτούσε από τον παραλήπτη του δώρου να ανταποδώσει. Κατά συνέπεια, οι μεταλλωρύχοι του έδωσαν το δώρο της γνώσης τους, αλλά ο ίδιος δεν ένιωθε υποχρεωμένος να δώσει κάτι σε αντάλλαγμα.

Αποστασιοποιήθηκε ακόμη και από τους μεταλλωρύχους και τις αλληλεπιδράσεις τους, μέσω της χρήσης ρημάτων. Η χρήση του πρώτου προσώπου στον ενικό βρίσκεται σε αντίθεση με αυτή του πρώτου προσώπου στον πληθυντικό. Στην περιγραφή καθηκόντων, παραχωρεί το "εμείς". Όταν αναφέρεται στη διαδικασία γραφής, χρησιμοποιεί το «εγώ».

Η χρήση του ενικού στα ρήματα, είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακή επειδή κατάφερε να περιγράψει την μεταλλευτική ως μια τέχνη καταμερισμένη σε ομάδες. Είχε περιγράψει πώς οι μεταλλωρύχοι, ως ομάδα, κατέληξαν σε συναίνεση για τη βέλτιστη θέση ενός μεταλλείου, έσκαψαν τις σήραγγες και βασίστηκαν στη δύναμη της ομάδας για να εξάγουν τους λίθους από τη γη. Οι μεταλλωρύχοι κατέκτησαν και μετέφεραν τη γνώση μέσω της παρατήρησης και της πρακτικής. Παρουσίασαν τις δεξιότητές τους και επέδειξαν τις ικανότητές τους σε ένα κοινό μεταλλωρύχων. Η χρήση του πρώτου προσώπου στον ενικό, υπογραμμίζει τον ερμητικό χαρακτήρα της γραφής. Υπήρχε η πράξη της γνώσης, και μετά υπήρχε η εξήγηση αυτής της γνώσης. Για τον ίδιο, οι δύο ασκήσεις ήταν διακριτές.

Οι ιστορικοί, οι οποίοι έχουν μελετήσει το κείμενο του Agricola, έχουν επικεντρωθεί στα καινοτόμα χαρακτηριστικά του. Για χρόνια, πολλοί μελετητές παρουσιάζουν το έργο του ως το εξέχον κείμενο της μεταλλευτικής της πρώιμης σύγχρονης περιόδου. Εστιάζοντας στη μοναδικότητα του κειμένου, οι μελετητές «έχασαν» την ευκαιρία να αξιολογήσουν πόσο αντιπροσωπευτικό των περιστάσεων είναι στην πραγματικότητα το κείμενο. Η συγγραφή του «De Re Metallica» έγινε σε μια στιγμή θρησκευτικής και οικονομικής αναταραχής και κατά συνέπεια, το κείμενο είναι αντιπροσωπευτικό αυτής της δεδομένης ιστορικής στιγμής.

Επίσης μετέφερε τις αρετές της μεταλλευτικής εστιάζοντας στις δεξιότητες των μεταλλωρύχων. Οι εργατικοί, και ανεπαρκώς μορφωμένοι, μεταλλωρύχοι ήταν το «*dramatis personae*» του κειμένου, και ο ίδιος τους έβλεπε με ιδιαίτερη εκτίμηση. Επικοινωνούσε στο επίλεκτο, μορφωμένο κοινό του, πώς η μεταλλευτική κοινότητα της Σαξονίας του δέκατου έκτου αιώνα ερεύνησε τον φυσικό κόσμο μέσω πρακτικής εμπειρίας, σχολαστικών μετρήσεων και εμπειρικών τεχνικών. Οι μεταλλωρύχοι του δίδαξαν πώς να μετράει και να λιώνει το μέταλλο. Μοιράστηκαν τις γνώσεις τους μαζί του. Το δικό τους ήταν ένα

---

τεχνικό κομμάτι και ο ίδιος εκτιμούσε την ακρίβεια των μεταλλωρύχων. Από σεβασμό για αυτή την ακρίβεια, έφτασε στο σημείο να είναι αυστηρός με τη δική του επιλογή λέξεων.<sup>47</sup>

## 5.7 Ο Agricola για το εργασιακό καθεστώς, την ασφάλεια και τις σχετιζόμενες ασθένειες

Πρέπει να προστεθεί ότι ο Agricola απέρριπτε κατηγορηματικά τη δουλεία, ενέκρινε τα κοινωνικά σχέδια για τους φτωχούς και δήλωσε ότι τα ορυχεία θα έπρεπε να λειτουργούν σε πενθήμερη βάση, με 3 βάρδιες των 8 ωρών ημερησίως. Συμπεριέλαβε επίσης, μια σύσταση να μην ενεργοποιηθεί η 3η βάρδια. Επιπλέον, υποστήριξε ότι οι μεταλλωρύχοι δεν πρέπει να εργάζονται δύο βάρδιες την ημέρα λόγω του αυξημένου κινδύνου επαγγελματικού τραυματισμού.

Οι άνδρες ήταν περισσότεροι από τις γυναίκες στα μεταλλεία και στους χώρους εργασίας, αλλά υπήρχε γυναικεία παρουσία. Οι γυναίκες έπαιζαν επίσης ρόλο. Ανέφερε, πράγματι, ότι οι γυναίκες, μαζί με τα αγόρια, εμφανίζονταν κατά καιρούς για να αντιμετωπίσουν τα λάθη των διαλογέων. «Είτε από άγνοια είτε από απροσεξία (vel ignari, vel incauti),» εκείνοι οι άνδρες ανακάτευαν το μετάλλευμα με χώμα ή σπασμένα πετρώματα, γεγονός το οποίο απαιτούσε την άφιξη «αγοριών και γυναικών (pueri vel mulieres)» για τη διαλογή του ακατέργαστου μετάλλου. Με αυτή την αναφορά, ο Agricola άφησε να εννοηθεί ότι οι γυναίκες ήταν δευτερεύον – αλλά μερικές φορές ζωτικής σημασίας εργατικό δυναμικό. Αναγνώρισε την παρουσία τους, αλλά ήταν ακόμα μάλλον αόρατες.

Όσον αφορά στην επιστήμη της απασχόλησης, πρέπει να επικεντρωθεί κανείς στο Βιβλίο VI του «De Re Metallica», διότι είναι αυτό που ασχολείται με τις ασθένειες των μεταλλωρύχων, αφού περιέγραψε τα εργαλεία και τα μηχανήματα λειτουργίας του μεταλλείου, συμπεριλαμβανομένου και ενός αρκετά σύγχρονου εξοπλισμού εξαερισμού.

Γνωρίζοντας για τα ατομικά προστατευτικά ρούχα, συνέστησε δερμάτινα γάντια μέχρι τον αγκώνα για εργασία με «επιθετικά» ορυκτά και ένα πέπλο που φοριέται μπροστά από το πρόσωπο για προστασία από τη σκόνη. Σκέφτηκε πολύ τις μπότες από ακατέργαστο δέρμα για εργάτες που στέκονταν σε κρύο νερό, προφανώς έχοντας επίγνωση της ουρικής αρθρίτιδας (ποδάγρα) και της αρθρίτιδας.

---

<sup>47</sup> Taylor H. (2021) *Artisans, Aristotle, and Accuracy: An Evaluation of Agricola's Relationship with the Miners* (ed.). *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556). Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.181-183, 188-192.*



---

Έχει ειπωθεί ότι ο Agricola αναγνώρισε τον καρκίνο που προκαλείται από το ραδόνιο, το οποίο βρισκόταν συχνά στα ορυχεία του Erzgebirge. Όπως έγραψε, πρόκειται για «έναν άγγελο που πνίγει παλιούς μεταλλωρύχους μέχρι θανάτου». Είναι πολύ απίθανο όμως, να είχε τις διαγνωστικές ικανότητες να διαφοροποιήσει τις διάφορες παθήσεις του αναπνευστικού λόγω της απασχόλησης στα μεταλλεία. Παρόλα αυτά, ήξερε για το αέριο που βυθίζεται στον πυθμένα των μεταλλείων, σβήνει τα κεριά και κόβει την αναπνοή των μεταλλωρύχων (διοξείδιο του άνθρακα) καθώς και ένα δύσοσμο αέριο που σκοτώνει ανθρώπους (υδρόθειο). Ανέφερε επίσης, για ένα αέριο που μυρίζει σκόρδο (αρσίνη). Σχετικά με τη μεταλλουργία υδραργύρου, έγραψε ότι η εισπνοή των αναθυμιάσεων που έχουν μια γλυκιά μυρωδιά, κάνει τα δόντια να πέσουν (δηλητηρίαση από διφιλμινικό υδράργυρο).

Επιπλέον, παρείχε μια έντονη περιγραφή δύο ειδών δηλητηρίασης από αρσενικό. Το ένα γνωστό ως ασθένεια του μαύρου ποδιού που προκαλεί γάγγραινα, ενώ το άλλο οξεία δηλητηρίαση, κάνει τα άκρα να πρήζονται χωρίς να προκαλεί πόνο. Συμβουλεύει ότι οι μεταλλωρύχοι πρέπει να εγκαταλείψουν το μεταλλείο αμέσως μόλις αναγνωριστεί μια τέτοια κατάσταση.

Πίστευε ότι οι εργοδηγοί του μεταλλείου έφεραν το μεγαλύτερο μέρος της ευθύνης για την ασφάλεια των εργαζομένων τους. Έπρεπε να βεβαιωθούν ότι οι σκάλες και οι τοίχοι του φρεατίου διατηρούνταν σε άριστη κατάσταση και ότι όλα τα μηχανήματα ήταν πάντα πλήρως λειτουργικά.<sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> Weber W.L. (2002) *Profiles in toxicology Georgius Agricola (1494–1555): Scholar, Physician, Scientist, Entrepreneur, Diplomat*. Institute of Toxicology, GSF – National Research Center for Environment and Health Munich. Neuherberg, Germany, p.292-294.

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6.1 Μεταλλωρύχοι, μυστικότητα και προστασία: Η ιεραρχία της γνώσης του Agricola

Η ιεραρχία μέσα στα μεταλλεία ήταν ξεκάθαρη στον ίδιο. Στη διαδικασία της τήξης, υπήρχαν μάστορες (έμπειροι εργαζόμενοι) και βοηθοί. Παρατήρησε τους διαφορετικούς ρόλους, οι οποίοι είχαν ανατεθεί στους ανθρώπους και απέδωσε τη διαφοροποίηση στην εμπειρία, δηλαδή ότι με βάση την εμπειρία τους διαφοροποιούνται. Στις εργασίες τήξης για παράδειγμα, οι μάστορες επέβλεπαν τη φωτιά. Οι μάστορες έπαιρναν τις αποφάσεις σχετικά με το μέγεθος της φωτιάς, δεδομένων των δεξιοτήτων και της εμπειρίας που απαιτείτο. Οι μάστορες θα είχαν αποκτήσει εμπειρία δουλεύοντας με τα μεταλλεύματα, καθώς επίσης και στη διαλογή τους. Οι μάστορες ήταν εκείνοι που αφαιρούσαν τα μέταλλα από τον κλίβανο, αφού είχαν λιώσει αρκετά. Το να γνωρίζεις πότε να τα ανακτήσεις απαιτούσε υπομονή, δεξιότητα και εμπειρία. Οι βοηθοί, από την άλλη, ήταν υπεύθυνοι για την παγίδευση της φλόγας και των αναθυμιάσεων μέσα στον κλίβανο, σφραγίζοντας με πηλό τις μπροστινές εστίες. Οι βοηθοί συνόδευαν τους μάστορες, βοηθώντας σε μικροεργασίες όταν χρειαζόταν. Εκπαιδευοντας τους νεότερους, λιγότερο έμπειρους μεταλλουργούς, οι μάστορες εξασφάλιζαν ότι η τεχνογνωσία τους θα διαιωνιζόταν και θα διαδίδονταν. Οι παραδόσεις της τήξης θα άντεχαν στο χρόνο.

Ο Agricola σήκωσε το πέπλο της μυστικότητας το οποίο σχετίζεται με τις αλχημικές πρακτικές και διεκδίκησε τη δική του αυθεντία. Στο «De Re Metallica», είχε 270 χαρακτηριστικά (γκραβούρες) που συνοδεύουν τις γραπτές περιγραφές των μεταλλευτικών και μεταλλουργικών δραστηριοτήτων. Αυτές οι οπτικές αναπαραστάσεις συμπλήρωναν τα λόγια του. Ήταν μιμητικές τεχνικές. Είναι πιθανό ότι ήθελε να ενθαρρύνει τον αναγνώστη να ασχοληθεί ο ίδιος με αυτές τις διαδικασίες, και οι εικόνες χρησίμευαν ως επιβεβαίωση ότι τα περιγραφόμενα καθήκοντα, μπορούσαν να εκτελεστούν. Αυτές οι εικονογραφικές αναπαραστάσεις, έδωσαν στον αναγνώστη μια ζωντανή εικόνα των χώρων εργασίας των μεταλλωρύχων, των μεταλλουργών και των αναλυτών. Οι μεταλλωρύχοι και οι αναλυτές (assayers), εκτελούσαν πραγματικά αυτά τα καθήκοντα.

Επίσης, συμπεριέλαβε εικόνες από τους χώρους εργασίας των αναλυτών για να διασφαλίσει πολλαπλάσιο αριθμό μαρτύρων. Τοποθετώντας τις εικονογραφικές παραστάσεις δίπλα στις γραπτές περιγραφές, ενθάρρυνε τους αναγνώστες του να μιμηθούν τις διαδικασίες.

---

Οι εικόνες ήταν εξίσου σημαντικές με τη συγγραφή των πειραματικών πρακτικών. Επέτρεψαν στον συγγραφέα να επιβεβαιωθεί ως «αξιόπιστος πάροχος πειραματικών τεκμηρίων». Τόνισε την «ιδίους όμμασι» παρατήρηση. Ήθελε να μεταφέρει την εξειδικευμένη γνώση του, προκειμένου το κοινό του να μην αμφισβητήσει όσα ισχυρίζεται ότι πραγματικά έχει δει καθώς και την ακρίβεια των εικόνων του. Τέλος, θεώρησε ότι οι εικόνες θα εξασφάλιζαν την εμπιστοσύνη του κοινού του.

Δεν έκρυψε την πειραματική σκηνή από τον αναγνώστη, αλλά η ίδια η επικοινωνία μεταξύ των μεταλλουργών περιελάμβανε ένα είδος μυστικότητας. Επιπλέον, το λεξιλόγιο το οποίο χρησιμοποιούσαν οι μεταλλουργοί για να περιγράψουν τα καθήκοντά τους ήταν συγκεκριμένο. Για παράδειγμα, χρησιμοποιούσαν τον όρο πυρίτες για να προσδιορίσουν οποιοδήποτε μέταλλευμα περιείχε υπολείμματα χρυσού. Δεδομένου ότι ο χρυσός ήταν το πιο πολύτιμο μέταλλο, είναι λογικό ότι θα χρησιμοποιούσαν έναν όρο για να ορίσουν τα μεταλλεύματα εκείνα τα οποία περιείχαν θραύσματα χρυσού. Η χρήση του όρου πυρίτες θα έδινε αμέσως σήμα στους μεταλλουργούς ότι εργάζονταν με ένα πολύτιμο υλικό. Μια απλή λέξη θα έδινε βαρύτητα στο εγχείρημα. Αυτή η τεχνική γλώσσα χρησίμευε για να συμπεριλάβει ορισμένους εργάτες και να αποκλείσει άλλους. Δεν μπορούσαν όλοι να συμμετέχουν, ορισμένοι δεν είχαν τις εξειδικευμένες λεξιλογικές δεξιότητες (ορολογία) για να επικοινωνήσουν. Η τεχνική γλώσσα αποτελούσε έναν μηχανισμό προστασίας, μυστικότητας και αποκλεισμού. Ο ίδιος είχε την τύχη, να του δοθεί η ευκαιρία να εκπαιδευτεί στο λεξιλόγιο.

Σε αντίθεση με τους σύγχρονους του όπως ο Μπρούνι, δεν χρησιμοποίησε τη διαλεκτική για να παρουσιάσει τις ιδέες του. Βασίστηκε στην απλή, άμεση έκθεση. Ωστόσο έδωσε φωνή στους επικριτές της μεταλλευτικής. Επέλεξε να συμπεριλάβει τις απόψεις των επικριτών του. Αναγνώρισε τις ιδέες εκείνων που πίστευαν ότι η μεταλλευτική δεν ήταν ούτε χρήσιμη, ούτε ασφαλής. Πράγματι, δήλωσε ότι «υπήρχαν ορισμένοι που πίστευαν ότι η μεταλλευτική εργασία ήταν επικίνδυνη λόγω του βλαβερού αέρα που κατέστρεφε τους πνεύμονες των μεταλλωρύχων (*tum dicunt periculosum esse metallicae operam dare, quod metallorum fossores interimantur modo ad aere pestifero, quem spiritu ducunt, modo haurientes pulverem pulmones ex ulcerantur macie extabescant*). Παρουσίαζε με οργανωμένο και μάλλον γραφικό τρόπο τα θετικά στοιχεία των απόψεων των κριτικών του. Μπορεί να εφηύρε αυτούς τους κριτικούς, αλλά σίγουρα τους έδωσε χώρο. Δεν απέρριψε τις ανησυχίες τους. Οι μεταλλωρύχοι δεν ήταν απαλλαγμένοι από τον κίνδυνο, παραδέχτηκε. Ο ίδιος ήταν μάρτυρας της φρικαλεότητας των ατυχημάτων στα μεταλλεία. Ήταν όμως

---

πεπεισμένος ότι οι μεταλλωρύχοι θα μπορούσαν να είχαν αποτρέψει τα ατυχήματα με τις κατάλληλες οδηγίες και εκπαίδευση, καθώς ήταν ένθερμος υποστηρικτής της εκπαίδευσης στη μεταλλευτική. Όρισε τους κινδύνους και ζήτησε λύσεις. Η ενασχόλησή του με τους επικριτές του, δεν έγινε με τη μορφή διαλόγου, ωστόσο ήταν πειστικός.

Τα επιχειρήματά του γίνονταν πιο πειστικά με τη διατύπωση ερωτήσεων. Θέτοντας ερωτήσεις προς τον αναγνώστη, έκανε πιο ενδιαφέρουσα την ανάλυσή του. Ρώτησε, σε μια περίπτωση, «ποιος δεν θα προτιμούσε να έχει έναν καλύτερο τρόπο ζωής από το να κατέχει τα πάντα, πόσο δε μάλλον τα μέταλλα (*Qui enim non potior esset vivendi ratio, quam vel universa possidendi, nedum metalla*)». Με την αναφορά αυτή τοποθέτησε τον εαυτό του σε έναν ηθικό διάλογο. Η ρητορική του ερώτηση ήταν μια προσπάθεια να εμπλακεί ξανά με εκείνους τους επικριτές που υποστήριζαν ότι η μεταλλευτική δημιουργεί φιλαργυρία. Ερωτήσεις όπως αυτή άνοιξαν μεταφορικά τις πόρτες σε μια συζήτηση. Κατά αυτό τον τρόπο, έθετε ερωτήσεις στον αναγνώστη και στη συνέχεια έδινε τις απαντήσεις. Κάλεσε τον αναγνώστη στη συλλογιστική του διαδικασία. Άρθρωσε έναν εσωτερικό διάλογο μέσα από ερωτήσεις και απαντήσεις.

Η έλλειψη διαλεκτικής μορφής του, τον τοποθετεί έξω από τα όρια των παραδειγμάτων των ιστορικών. Έδειξε ότι διέθετε τις επίκτητες λογοτεχνικές δεξιότητες ενός ανθρωπιστή. Ωστόσο μας έδειξε αυτές τις δεξιότητες, με έναν μη παραδοσιακό τρόπο. Εφάρμοσε την εκπαίδευσή του για να συζητήσει και να τεκμηριώσει την εμπειρία της μεταλλευτικής. Δεν συνέθετε τις σκέψεις του με τη συμμετοχή των πολιτών όπως ο Λεονάρντο Μπρούνι. Η πνευματική του προσφορά, ήταν η τεκμηρίωση εμπειριών δικών του και των μεταλλωρύχων. Θα μπορούσαμε να τον χαρακτηρίσουμε ως ανθρωπιστή, μόνο αν επεκτείναμε τον ορισμό του ανθρωπιστή.

Χρησιμοποιώντας κλασικούς υπαινιγμούς και ακριβή ορολογία, καλλιέργησε φιλολογικές δεξιότητες και καθόρισε τη σωστή συμπεριφορά. Παρόλα αυτά, αρνήθηκε να επιδοθεί στο σαφώς ουμανιστικό είδος διαλόγου. Σε αυτή την περίπτωση, ο Agricola δεν εμπίπτει στην ταξινόμηση του Κράιστελλερ. Ίσως, ωστόσο, δεν είναι καν ιστορικά ορθό να κατηγοριοποιήσουμε τις στιλιστικές επιλογές του καθώς ο ίδιος δεν ταυτίστηκε ποτέ με τους ανθρωπιστές. Μάλιστα, ο όρος ουμανισμός επινοήθηκε το 1808 από έναν Γερμανό παιδαγωγό. Ωστόσο, ο ανθρωπισμός παραμένει πανταχού παρών στις πρώιμες σύγχρονες ιστορίες, εν μέρει λόγω της προσκόλλησής του στις ανθρωπιστικές επιστήμες (*studia humanitatis*).

---

Παρόλο που η δημοσίευση του κειμένου του έρχεται σε αντίθεση με τη γενικά αποδεκτή ιστορική άποψη για την αλχημεία ως μυστική, ο Agricola διατύπωσε μια ιεραρχία στην κατοχή γνώσης. Δεν μπορούσαν όλοι να συμμετέχουν ή να κατέχουν αλχημικές γνώσεις. Αναμφίβολα, με την δημοσιοποίηση της γνώσης των μεταλλουργών, αυξήθηκε ο αριθμός των ανθρώπων που έμαθαν για τη μεταλλουργική και αλχημική θεωρία. Η αλχημεία όμως, παρέμενε μια τέχνη της οποίας οι τεχνικές και οι πρακτικές χρειαζόνταν προστασία. Στην παρουσίαση της μεταλλουργικής και αλχημικής θεωρίας και πρακτικής, εκτιμούσε την ακρίβεια. Κατέγραψε προσεκτικά την ανάγκη ύπαρξης μετρήσεων για την εκτέλεση των εργασιών. Σημειώνοντας τις τεχνικές τους και παραθέτοντας το δικό του σχόλιο, επαναπροσδιόρισε την αλχημεία. Για τον ίδιο, η αλχημεία ήταν μια αξιόλογη πνευματική επιδίωξη. Απαιτούσε ακρίβεια. Με αυτόν τον τρόπο παρουσίασε μια μελέτη για τη φύση που περιλάμβανε την αλχημεία.<sup>49</sup>

## 6.2 Ο Agricola προσάρμοσε το κείμενό του στο κοινό του

Με την επικοινωνία της πρακτικής, εμπειρικής και θεωρητικής γνώσης της μεταλλευτικής, το βιβλίο «De Re Metallica» ταιριάζει καλά στην κατηγορία των εγχειριδίων και μυστικών βιβλίων. Η δημοσίευση της πραγματείας του, εξέθεσε τις τεχνικές και θεωρίες της μεταλλευτικής σε ένα κοινό μη ειδικών στο είδος. Δημοσιοποίησε τα καθήκοντα που παραδοσιακά θα ανήκαν σε ειδικούς τεχνίτες, οι οποίοι προφανώς θα μοιράζονταν τις δεξιότητές τους προφορικά. Παρείχε πρόσβαση στα μυστικά της φύσης. Η φύση, σύμφωνα με τον Γίλλιαμ Ιαμον, θα μπορούσε τώρα να γίνει μια «αποθήκη απόκρυφων δυνάμεων που θα μπορούσαν να χειραγωγηθούν με τη χρήση των σωστών τεχνικών». Η επίγνωση των μυστικών της φύσης δεν ανήκει στους λίγους και εκλεκτούς. Βεβαίως οι αναφορές του στην Αριστοτελική λογική και τη Χριστιανική ηθική καθιστούν σαφές ότι το κοινό το οποίο στόχευε ήταν μορφωμένο, Ευρωπαϊκό και Χριστιανικό. Το κείμενό του δεν θα άρεσε, για παράδειγμα, σε μια αγράμματη γυναίκα από τη Βενετία. Παρόλο που απευθύνεται σε ένα καλλιεργημένο αναγνωστικό κοινό, το κείμενο του δημοσιοποίησε ένα σύνολο γνώσεων, το οποίο δεν είχε αποκαλυφθεί στο παρελθόν. Στην πραγματικότητα, η εκτίμησή του για τις ευαισθησίες των αναγνωστών του, ταιριάζει σε μια ευρύτερη ιστοριογραφία σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο το κοινό διαμόρφωσε και συμμετείχε στη εκτενή παραγωγή γνώσης.

---

<sup>49</sup> Taylor H. (2021) *Reevaluating, Reassessing, and Reconsidering Humanism: An Exploration of Agricola's Humanist Proclivities* (ed.). *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556)*. Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee p.62-68.

---

Το κείμενο του, για την μεταλλευτική εμπίπτει στην κατηγορία των «βιβλίων των μυστικών», επειδή εξερεύνησε τη θέση του ανθρώπου στον φυσικό κόσμο με προσιτό τρόπο. Ο ίδιος, είναι πολύ πιθανόν να υπέθεσε ότι το κοινό του ήταν μορφωμένο, αλλά ήξερε ότι μια άμεση προσέγγιση θα συνέβαλλε δυναμικά στον στόχο του. Δηλαδή, δεν θα μπορούσε να επιχειρηματολογήσει για τις αρετές της μεταλλευτικής αν προκαλούσε σύγχυση στον αναγνώστη του. Οι ρητορικές του στρατηγικές ήταν εσκεμμένες.

Ο Agricola, δεν ήταν ο πρώτος που έγραψε για την τέχνη της μεταλλευτικής, αλλά ανέδειξε το θέμα, έτσι ώστε οι αναγνώστες να μπορούν να το καταλάβουν. Τα προηγούμενα κείμενα δεν ήταν ικανοποιητικά. Ως απάντηση, προσπάθησε να δημιουργήσει ένα κείμενο που ούτε απέκρυπτε ούτε δημιουργούσε σύγχυση στο κοινό του χρησιμοποιώντας σαφή και περιεκτική ορολογία. Ήθελε να αποστασιοποιηθεί από εκείνους τους συγγραφείς, τους οποίους θεώρησε αλχημιστές. Ισχυρίστηκε ότι οι αλχημιστές έγραψαν αυτές τις πραγματείες για να συσκοτίσουν τα πράγματα με τη σκοτεινή γλώσσα τους. Αναμφίβολα, η άμεση, ξεκάθαρη πεζογραφία του, αντανάκλασε την επιθυμία του να κάνει την μεταλλευτική, και ένα κείμενο για αυτήν, πιο προσιτό. Για να εξαλείψει τις ασάφειες, τις οποίες είχαν δημιουργήσει τα ασαφή αλχημικά κείμενα, τυποποίησε το δικό του λεξιλόγιο. Δεν επιδίωξε ποτέ να εφεύρει έναν όρο και προτίμησε τη χρήση της ορολογίας, την οποία χρησιμοποίησαν οι αρχαίοι συγγραφείς, όπως ο Αριστοτέλης. Αυτή η απόφαση έδωσε στο «De Re Metallica» συνοχή και κύρος, δύο ιδιότητες που έκρινε ότι έλειπαν στην αλχημεία. Η ρητορική του ήταν ακριβής και αυστηρή.

Θεώρησε περίεργο ότι αυτοί οι συγγραφείς δεν έδιναν «τα ονόματα των κορυφαίων - αλχημιστών - (*nomina magistrorum*)», οι οποίοι είχαν αποκτήσει «μεγάλο πλούτο από την ενασχόληση (*opificio magnam pecuniam consecuti sunt*)» με την αλχημεία. Σύμφωνα με τον ίδιο, η αναφορά των ονομάτων των κορυφαίων αλχημιστών θα προσέδιδε ένα βαθμό επαγγελματισμού και ως εκ τούτου θα αντικρούονταν οι κατηγορίες για απάτη. Η αντίληψη ότι οι αλχημιστές δεν διδάσκονταν από μέντορες υπονοούσε ότι δεν είχαν παράδοση στην σχολαστική ενασχόληση. Ως εκ τούτου, θεώρησε ότι οι αλχημιστές εξαπατούσαν τους ανθρώπους, επειδή οι άνθρωποι δεν «διάβασαν ποτέ για κανέναν [αλχημιστή] που να έγινε πλούσιος από αυτή την τέχνη (*quia nullos ex ha carte quondam divites esse factos scriptum legimus*)», ούτε τους είδαν να πλουτίζουν όπως έχουν κάνει άλλες επαγγελματικές ομάδες (*tot ubivis gentium fuerint*). Υποστήριξε ότι η επιλογή των αλχημιστών να παραμείνουν σιωπηλοί για τις πηγές της γνώσης των μεντόρων τους, τους καθιστούσε απατεώνες. Ήθελε

---

να εντοπίσει τις θεωρίες πίσω από τις αλχημικές πρακτικές, αλλά η απουσία ονομάτων μετέτρεψε την έρευνά του σε παιχνίδι εικασίας και υποβάθμιζε το κύρος της μεταλλευτικής.

Το έργο του, επιπλέον, αποτελούσε μια απάντηση σε εκείνους τους Χριστιανούς κριτικούς, οι οποίοι πίστευαν ότι η αναζήτηση πλούτου μέσω της εμπορικής δραστηριότητας, ήταν μια ηθικά αμφιλεγόμενη θέση. Στο δυτικό Χριστιανικό πλαίσιο, πολλοί πίστευαν ότι η αύξηση του πλούτου θα διαφθείρει την ψυχή. Η αποκήρυξη μιας τέτοιας πεποίθησης θα έθετε τον συγγραφέα σε άμεση αντίθεση με τις Γραφές.

Φαίνεται, να αντιλήφθηκε την ευνοϊκή παρουσίαση της γεωργίας στις Γραφές. Ήξερε να συγκρίνει την εργασία των μεταλλωρύχων με αυτή των αγροτών, στην προσπάθειά του να αναδείξει την τέχνη. Κάνοντας αναφορά στη γεωργία, λειτουργούσε με την υπόθεση ότι το κοινό του θα είχε αναγνωρίσει επίσης και τις λεπτές διαφορές στη σύγκρισή του. Υπέθεσε ότι το ακροατήριό του θα είχε ερμηνεύσει τις Γραφές με τον ίδιο τρόπο που το είχε κάνει και εκείνος. Ασχολήθηκε με τις ομοιότητες μεταξύ της γεωργίας και της μεταλλευτικής και αντέκρουσε τις σκληρές αποδοκimasίες του πλούτου και των πλουσίων, στη Βίβλο.

Για τον ίδιο, η μεταλλευτική ήταν σίγουρα εξίσου ευγενής ενασχόληση με τη γεωργία, επειδή και οι δύο «θέριζαν» τη γενναιοδωρία της Γης. Όπως ένας αγρότης σπέρνει «το σπόρο του στα χωράφια του (in agris suis sementem facit)» και «χωρίς να πληγώνει κανέναν (nemini tamen facit iniuriam), όσο κερδοφόρος κι αν είχε αποδειχθεί, έτσι και ο μεταλλωρύχος «σκάβει για τα μέταλλά του (ille cum suum fodit metallum)» και βγάζει «μεγάλους σωρούς από χρυσό ή ασήμι, χωρίς να βλάπτει κανέναν θνητό άνθρωπο (etiamsi magnos acervos auri argenti ne eruat, nulli tamen mortalium dat damnum).» Για τον ίδιο, οι δύο προσπάθειες ήταν αρκετά παρόμοιες, ώστε αν οι κριτικοί θεωρούσαν τη γεωργία ως κοινωνικά αποδεκτή, θα έπρεπε να αντιμετωπίσουν και τη μεταλλευτική με τον ίδιο τρόπο. Η εξόρυξη μετάλλων από το έδαφος δεν ήταν πιο κακόβουλη από την αλιεία ψαριών από τις θάλασσες. Παρά τα κέρδη που αποκόμιζαν οι μεταλλευτικές επιχειρήσεις, ο ίδιος θεωρούσε ότι υπήρχε αξιοπρέπεια στο εμπόριο. Επαίνεσε την «μοναδική ειλικρίνεια, την αθωότητα και την καλοσύνη (singularem illorum integritatem et innocentiam bonitatem)» των μεταλλωρύχων και προσπάθησε «να αφαιρέσει εντελώς (ac funditus tollatur)» από το μυαλό των κριτικών ότι τα μέταλλα ήταν τα «πιο κερδοφόρα για την ανθρωπότητα (humano generi perutilis)». Για να μπορέσει να αντικρούσει τους ισχυρισμών περί απρέπειας, ακολούθησε τον εξής συλλογισμό:

<p><i>Τα μέταλλα είναι σατανικά =&gt; Τα μέταλλα προέρχονται από τη Γη =&gt; Ο Δημιουργός δημιούργησε τη Γη =&gt; Τότε ο Δημιουργός ήταν κακόβουλος</i></p>
---

---

(άτοπο συμπέρασμα, άρα και το αρχικό άτοπο)

Η συλλογιστική του βοήθησε στην αναγνώριση της ανοησίας που εμπεριείχε η κριτική. Κανένας ηθικά, φιλότιμος Χριστιανός αναγνώστης δεν θα τολμούσε να δεχθεί ένα επιχείρημα με βάση το οποίο ο Δημιουργός θεωρείται κακόβουλος. Με αυτόν τον τρόπο, χρησιμοποίησε τη λογική για να υποστηρίξει τα επιχειρήματά του.

Ωστόσο δεν αγνόησε το συσχετισμό των μετάλλων με το νόμισμα. Αναγνώρισε ότι το Χριστιανικό κοινό του θα είχε βρει προβληματική την μεταλλευτική. Δεν ήταν πρωτότυπο να θεωρείται η μεταλλευτική παράνομο επάγγελμα. Η μεσαιωνική Εκκλησία ήταν υπεύθυνη για τη δημιουργία εχθρικότητας προς τη χειρωνακτική εργασία όπως η μεταλλευτική, σύμφωνα με τον ιστορικό Jacques Le Goff. Η μεταλλευτική, άλλωστε, δημιούργησε νομίσματα που έγιναν όργανα αμαρτίας όπως η φιλαργυρία. Ο ίδιος προσπάθησε να εξαλείψει αυτή την αντίληψη.<sup>50</sup>

Παρόμοια ήταν και η πεποίθηση του σύγχρονου του, Gonzalo Fernández de Oviedo Valdés, Ισπανός ιστορικός και συγγραφέας, ο οποίος επιβεβαίωσε ότι η έννοια της αξίας, ήταν μια πνευματική δήλωση για την κατάσταση του ανθρώπου και την υποχρέωσή του να χρησιμοποιεί τα πράγματα της γης του Θεού με τρόπο που ήταν σωστός και δίκαιος. Στην περιγραφή των τεχνικών που χρησιμοποιούνται για τη εξόρυξη χρυσού, στο σύγγραμμά του *La Española*, ο Oviedo απαντά σε αυθεντίες όπως ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος, ο οποίος για την εξόρυξη στην αρχαιότητα, αναφέρεται στην ίδια «καθολική μητέρα», τη γη και «τα πράγματα που έχει κρύψει στα υπόγεια βάθη. Τα πράγματα αυτά που δεν γεννιούνται γρήγορα, είναι τα πράγματα που μας καταστρέφουν και μας οδηγούν στα έγκατα». Ο Oviedo, είχε μια διαφορετική προσέγγιση όταν υποστήριξε ότι αυτός ο καθαρός, ευγενής χρυσός ήταν εφάμιλλος της ευσέβειας και της θρησκευτικότητας.<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> Bigelow A.M (2020) *Gathering Indigenous Knowledges (ed.). Mining language. Published by the Omohundro Institute of early American history and culture and the university of North Carolina Press, p.51-55.*

<sup>51</sup> Taylor H. (2021) *Readers, Reactions, and Rehabilitations: A Study of How Agricola Tailored His Text to His Audience (ed.). Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556). Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.135, 140-144.*



---

### 6.3 Δύναμη, πρόνοια και ευημερία: Μια ανάλυση των θρησκευτικών πεποιθήσεων του Agricola

Στο βιβλίο «De Re Metallica», είναι φανερό ότι υιοθέτησε μια πιο διακριτική προσέγγιση για τη συμφιλίωση της θρησκείας και της φυσικής φιλοσοφίας. Δεν ανέτρεψε τις ιδέες του Αριστοτέλη. Αντιλαμβανόταν τη φύση ως ορθολογική και «νομοταγή». Αυτά τα δύο χαρακτηριστικά επιβεβαίωσαν την πεποίθηση του, ότι η φύση ήταν απόδειξη μιας θεϊκής δημιουργίας. Με ορθολογικό και δίκαιο τρόπο, ο Θεός δημιούργησε τη φύση.

Αφιέρωσε σελίδες του «De Re Metallica» για να αποσαφηνίσει πώς ο Θεός, εφάρμοσε το σχέδιό Του και μετέδωσε τους σκοπούς Του στη δημιουργία Του. Η θρησκευτική του αφοσίωση, διαρρέει τις σελίδες του «De Re Metallica». Δεν διαχώρισε τον εαυτό του από τον Θεό. Η επιθυμία του να εξερευνήσει και να κατανοήσει το δημιούργημα του Θεού αποτέλεσε τη βάση της προσέγγισής του στη φυσική φιλοσοφία. Στη φυσική φιλοσοφία του, δεν υπήρχε διαχωρισμός μεταξύ Θεού, μεταλλωρύχου και δημιουργήματος. Δεν προσπαθούσε να χωρέσει τη μεταλλευτική μέσα στη θεολογική του προσέγγιση. Η μεταλλευτική ανήκε ήδη στη θεολογία δεδομένου ότι αυτή αποτελούσε μέρος του δημιουργήματος του Θεού. Οι πεποιθήσεις είναι εμφανείς στις συζητήσεις για το πώς τα μέταλλα θα μπορούσαν να επιφέρουν κοινωνική πρόοδο. Αυτές οι ευαισθησίες τον ώθησαν να βρει τα κατάλληλα επιχειρήματα για να υπερασπιστεί τη μεταλλευτική. Επέλεξε να χρησιμοποιήσει θρησκευτικούς ισχυρισμούς για να δικαιώσει τη μεταλλευτική. Η προσέγγισή του ήταν υποκειμενική. Εμφύσησε στη φιλοσοφία του, τις δικές του θρησκευτικές πεποιθήσεις. Δεν προσπάθησε να κρύψει τα πιστεύω του. Μάλιστα, η υποκειμενική του προσέγγιση τον έκανε να φαίνεται πιο διαφανής, ενισχύοντας σίγουρα την εμπιστοσύνη του αναγνωστικού του κοινού.

#### Συμφιλίωση της Μεταλλευτικής Καταστροφής με το Δημιούργημα του Θεού

Ο Θεός δεν δημιούργησε τον κόσμο για να είναι οι άνθρωποι φτωχοί θεματοφύλακες. Η άρνηση της ανθρωπότητας να χρησιμοποιήσει δεξιότητες για να βελτιώσει το δημιούργημα του Θεού θα προκαλούσε θλίψη στον Θεό, σύμφωνα με τον ίδιο. Πίστευε ότι αν οι άνθρωποι μιλούσαν άσχημα για τα μέταλλα, «κατηγορούσαν και καταδίκάζαν τον Θεό ως κακόβουλο (βλέπε Deum ipsum accusare et scelerum damnare). Με βάση τα παραπάνω, δήλωσε ότι αν ο Θεός δημιούργησε τα μέταλλα, δεν θα μπορούσαν να είναι κακά γιατί ο Θεός δεν θα είχε δημιουργήσει και προάγει το κακό.

---

Παρόλο που ο ίδιος πίστευε ότι η μεταλλευτική δεν ήταν εγγενώς κακή, αναγνώρισε ότι η μεταλλευτική είχε τη δυνατότητα να προκαλέσει καταστροφή στο δημιούργημα του Θεού. Οι πρακτικές μεταλλευτικής, για παράδειγμα, θα μπορούσαν να καταστρέψουν τη φύση. Για να συλλέξουν τα μέταλλα από τις φλέβες στη γη, οι μεταλλωρύχοι έπρεπε να προετοιμάσουν ένα άνοιγμα στο πεδίο. Οι μεταλλωρύχοι υλοτομούσαν για να καθαρίσουν το χώρο και μάζευαν ξυλεία για να χρησιμοποιηθεί στις μηχανές τήξης. Σημείωσε ότι οι Ιταλοί απεχθάνονταν τόσο πολύ αυτές τις μεταλλευτικές πρακτικές, ώστε εισήγαγαν έναν νόμο σύμφωνα με τον οποίο «κανείς δεν πρέπει να δημιουργεί διαρροές στη γη (*ne quis metallorum causa terram foderent*)» κατά την αναζήτησή του για μέταλλα, επειδή τραυματίζει και τα δύο, «τα γόνιμα χωράφια (*agros uberrimos*)» και “τους ελαιώνες (*vineta oliveta*)” Η διαδικασία καθαρισμού του χώρου ήταν απαραίτητη για την προμήθεια ξύλου και κατέστρεφε το φυσικό περιβάλλον.

Επιπλέον, αναγνώρισε ότι η μεταλλευτική συνέβαλε στην καταστροφή των φυσικών βιότοπων πολλών πλασμάτων. Γνώριζε ότι τέτοιες προσπάθειες άφησαν ορισμένα «πουλιά και άγρια ζώα (*volucres et bestiae*)» που έδιναν «τροφή στον άνθρωπο (*homini cibus*)» χωρίς βιότοπους. Εκτός από τα πουλιά, επηρεάστηκε και η υδρόβια ζωή. Σύμφωνα με τον ίδιο, οι μεταλλωρύχοι κατάλαβαν ότι το πλύσιμο των μεταλλευμάτων είχε ως αποτέλεσμα την εναπόθεση δηλητηρίων σε ρυάκια τα οποία σκότωναν τα ψάρια. Αντίθετα, πίστευε ότι ο Θεός προίκισε τους ανθρώπους με ελεύθερη βούληση, καθιστώντας τους ικανούς να κάνουν το καλό ή το κακό. Ο Θεός παρείχε στους ανθρώπους το θαυματουργό δώρο της φύσης και άφησε τους ανθρώπους να αποφασίσουν πώς θα πράξουν — με κατάλληλο ή ακατάλληλο τρόπο. Έδωσε έμφαση στους ανθρώπους.

Η μεταλλευτική ως επάγγελμα, δεν ήταν από μόνη της κακόβουλη. Οι μεταλλωρύχοι με εγωιστικές τάσεις, έκαναν το επάγγελμα να φαίνεται κακόβουλο σε κάποιους. Για τον ίδιο, οι μεταλλωρύχοι είχαν τη δύναμη να σβήσουν τον «λεκέ» της κακοβουλίας από την κοινή γνώμη. Είχαν την δυνατότητα να κάνουν τη μεταλλευτική ένα αξιοσέβαστο επάγγελμα. Υπονόησε λοιπόν, ότι η πρόνοια αντάμειψε τους λογικούς ανθρώπους, οι οποίοι εργάζονταν σκληρά για να παράγουν καλό από την ευημερία της φύσης.

Τόνισε ότι το ορθολογικό άτομο θα ευημερούσε στα μεταλλεία. Συγκεκριμένα, ένας μεταλλωρύχος θα πρέπει να χρησιμοποιήσει τη νοημοσύνη του για να κρίνει πού θα σκάψει τις φλέβες. Γνωρίζοντας ότι οι πόροι ήταν σπάνιοι, ένας ορθολογικός μεταλλωρύχος δεν θα ήθελε να τους εξαντλήσει σκάβοντας όλες τις φλέβες. Ο ορθολογικός μεταλλωρύχος δεν θα έσκαβε για μέταλλα σε φλέβες που έτρεχαν «ανατολικά μέσα από την πλαγιά ενός βουνού

---

(orientis per deuexum montis)» ή εκείνο το οποίο «κλίνει προς το νότο (meridie est)» και του οποίου «οι κορυφές (τα κεφάλια) υψώνονται προς τον βορρά (caput profert σε septentriones).» Ο ορθολογικός, έμπειρος ανθρακωρύχος, δεν θα έσκαβε απλώς επειδή παρατήρησε «φωτεινές κηλίδες από καθαρό μέταλλο να προσκολλώνται στους λίθους (luceant scintillae metallic puri adhaerescantis ad lapides).» Αυτά ήταν παραπλανητικά στοιχεία. Η εμπειρία έκανε τους ανθρακωρύχους πιο ορθολογικούς. Ήξεραν τις φλέβες που θα έδιναν τα μεταλλεύματα. Το «τρεμόπαιγμα» των μετάλλων στο νερό δεν καθόριζε την ευημερία της φλέβας. Η εμπειρία και η κρίση λειτουργούσαν παράλληλα για να ευημερήσει ένας μεταλλωρύχος. Εμπιστεύτηκε στην ανθρώπινη λογική την ανακάλυψη μια ηθικής τάξης.

Επίσης, είναι αξιοσημείωτοι οι τρόποι με τους οποίους δημιούργησε χώρο για το τυχαίο, στο θρησκευτικό του σχήμα. Χρησιμοποίησε το τυχαίο για να περιγράψει τα τυχαία, απροσδόκητα περιστατικά του φυσικού περιβάλλοντος. Αντίθετα, ήθελε να τονίσει την τύχη η οποία απαιτείται για την εξασφάλιση μιας τοποθεσίας. Περιέργως, δεν όρισε τον Θεό ως αρχιτέκτονα αυτής της τύχης. Ίσως να ήθελε να κάνει αισθητή την απόσταση μεταξύ του Θεού και του μεταλλωρύχου, όπου ο Θεός παρεμβαίνει μέσω της θέλησης της θείας πρόνοιας, αλλά μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις.

Μόνο όταν τυχαία έρχονταν αντιμέτωποι με την καλοτυχία, οι μεταλλωρύχοι αντιλαμβάνονταν την παρουσία του Θεού στην επαγγελματική τους ζωή. Ανέθεσε, στην μοίρα και στο τυχαίο να ενεργούν ως θεόσταλτα σημάδια του θελήματος του Θεού. Η μοίρα αντάμειψε τον καλό, τον έξυπνο και επιμελή άνθρωπο. Πίστευε ότι η μοίρα ανταποκρίνεται στις ελπίδες του ανθρώπου που έχει δώσει τα χρήματά του σε πολλά μεταλλεία σε μια περιοχή που φημίζεται για τον πλούτο της και τα «άφθονα μέταλλά (abundantem metallis)» της. Ο σοφός άνθρωπος θα διέσπειρε τους πόρους του σε πολλά μεταλλεία. Δεν θα εστίαζε όλη του την ενέργεια, την προσοχή και τα μέσα, στα κέρδη ενός μόνο ευημερούντος μεταλλείου. Μόνο ο Θεός θα μπορούσε να καθορίσει την επιτυχία ενός δεδομένου μεταλλείου και μπορούσε να επιλέξει να μην ανταμείψει το μεταλλωρύχο.

Παρατήρησε πως ήταν πιο συνετό να διασπείρει κανείς τα περιουσιακά του στοιχεία για την αναζήτηση πλούτου, επειδή δεν υπήρχε καμία εγγύηση ότι η μοίρα, δηλαδή ο Θεός, θα ανταμείψει έναν ιδιοκτήτη. Κανείς δεν κατάλαβε πότε και πώς θα επιλέξει ο Θεός να απονείμει επιτυχία σε έναν μεταλλωρύχο ή έναν ιδιοκτήτη. Η μοίρα ήταν τόσο απρόβλεπτη όσο η φύση.

---

Αρκετά συχνά αναφερόταν στο απρόβλεπτο της φύσης όταν περιέγραφε πώς οι μεταλλωρύχοι έρχονταν αντιμέτωποι με δαίμονες και παράσιτα. Για αυτόν, οι «δαίμονες (daemones)» ήταν «θηριώδεις (truci)» και «ολέθρια παράσιτα (pestis et perniciis)» που παρέμβαιναν στις καθημερινές εργασίες των μεταλλωρύχων. Επιπλέον, περιέγραψε πώς αυτά τα παράσιτα έκαναν τους μεταλλωρύχους να εγκαταλείψουν μερικούς από τους λάκκους και υπονόησε ότι εξαφανίστηκαν μόνο λόγω «προσευχής και νηστείας (precibus et ieiuniis).» Αυτά τα πλάσματα προκάλεσαν τον όλεθρο στους μεταλλωρύχους, διακόπτοντας την παροχή νερού και αέρα. Αυτά τα παράσιτα ήταν αποφασισμένα να τραυματίσουν τους μεταλλωρύχους. Ανάφερε σημαντικές λεπτομέρειες σχετικά με τις επιπτώσεις των ενοχλητικών παρασίτων στους μεταλλωρύχους. Ωστόσο δεν έδωσε λεπτομέρειες για τη μορφή ή την εμφάνιση των δαιμόνων. Δεν έκανε καμία προσπάθεια για να διευκρινίσει τι ήταν αυτά τα πλάσματα. Διευκρίνισε όμως ότι αυτά τα παράσιτα δεν ήταν τα δηλητηριώδη μυρμήγκια «όπως οι αράχνες (simile que araneis)» της Σαρδηνίας. Οι «σκληροί και δολοφονικοί δαίμονές του (daemon truculentus et homicida)» παραμένουν σε μεγάλο βαθμό απροσδιόριστοι. Πιθανότατα, ο ίδιος ανέφερε ότι ήρθε αντιμέτωπος με τους μη περιγραφόμενους δαίμονες για να δηλώσει στον αναγνώστη ότι αυτός και οι μεταλλωρύχοι αντιμετώπιζαν το υπερφυσικό στο επάγγελμά τους, ή για να δείξει πως η μεταλλευτική έφερνε τους επαγγελματίες πιο κοντά στον Θεό.

Στην περιγραφή του, τα παράσιτα δεν ανέτρεψαν τη φυσική τάξη. Οι μεταλλωρύχοι θα μπορούσαν να συνεχίσουν τις εργασίες τους. Περιέγραψε τα πλάσματα ως ενοχλητικά για τους εργάτες, αλλά αδύναμα για τον Θεό. Για αυτόν, μόνο ο Θεός μπορούσε να κατευθύνει τη φύση. Τα παράσιτα ωστόσο, διατήρησαν και τίμησαν την ιεραρχία της φύσης, όπου οι άνθρωποι ήταν κατώτεροι από τον Θεό.<sup>52</sup>

#### **6.4 Αντιτιθέμενοι σχολαστικοί θεολόγοι και ανθρωπιστές διανοούμενοι**

Η ανθρωπιστική εκπαίδευση του Agricola σε πανεπιστήμια σε όλη την Ευρώπη, συντέλεσε στην πνευματική του συνεκτικότητα. Στην προσπάθειά του να συμφιλιώσει την παρέμβαση στον φυσικό κόσμο και τα δόγματα της ευημερίας του Θεού, βρήκε αιτιολόγηση σε πολλά κείμενα αρχαίων συγγραφέων. Ένα τέτοιο κείμενο ήταν το Natural History του

---

<sup>52</sup> Taylor H. (2021) *Power, Providence, and Prosperity: An Analysis of Agricola's Religious Convictions (ed.). Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556). Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.115-120.*

---

Πλίνιου (77 μ.Χ.). Εκτίμησε τους τρόπους με τους οποίους ο Πλίνιος αντιμετώπισε ευθέως τη σύγκρουση μεταξύ της ανθρώπινης παρέμβασης και των θρησκευτικών πεποιθήσεων. Ο Πλίνιος έθεσε τον προβληματισμό, αν οι θεοί ασχολούνταν καθόλου με τις ανθρώπινες υποθέσεις. Και αν αυτό συνέβαινε, τότε ίσως οι θεοί ήταν πολύ απασχολημένοι «για να τιμωρήσουν όλα τα εγκλήματα αμέσως». Με αυτό το απόσπασμα ο Πλίνιος αναγνώρισε τις αρνητικές συνέπειες που προέκυψαν από την ανθρώπινη παρέμβαση στον φυσικό κόσμο. Ωστόσο ήταν απαραίτητο να επιτραπεί στους ανθρώπους να ευημερήσουν. Σε κάθε περίπτωση, ο ίδιος στράφηκε σε έναν αρχαίο συγγραφέα για να δικαιολογήσει την παρεμπόδιση της μεταλλευτικής στον φυσικό κόσμο. Δήλωσε ότι ο άνθρωπος ήταν «παράφρων (insanit)» γιατί λατρεύει τα πλούτη των μεταλλείων και θεωρεί τα μέταλλα άχρηστα. Πίστευε ότι ο Πλίνιος είχε την αναγνωρισμένη αυθεντία να επιλύει δύο φαινομενικά ασύμβατα ζητήματα: τις ανθρώπινες υποθέσεις και τη θεϊκή ευπρέπεια. Για τον Agricola, η ανθρωπιστική μελέτη και η θρησκευτική αφοσίωση δεν ήταν ασυμβίβαστα.

Η χρήση του Πλίνιου από τον Agricola, για την παροχή αιτιολόγησης εντός του δικού του θρησκευτικού σχήματος συνεισφέρει με ενδιαφέροντα τρόπο στη συζήτηση μεταξύ ουμανιστών και σχολαστικιστών. Οι ιστορικοί παραδοσιακά βλέπουν τον σχολαστικισμό και τον ανθρωπισμό ως ανταγωνιστικούς τρόπους σκέψης και διδασκαλίας. Ο σχολαστικισμός ήταν η μελέτη των κλασικών με χριστιανική κλίση. Οι σχολαστικοί χρησιμοποίησαν τα έργα του Αριστοτέλη για να κατανοήσουν τη δική τους πίστη. Ο ανθρωπισμός ήταν ο τύπος μάθησης που οργανώθηκε γύρω από τις ανθρωπιστικές επιστήμες «studia humanitatis», μια ομάδα επιστημονικών κλάδων που περιλαμβάνει γραμματική, ρητορική, ιστορία, ποίηση και ηθική φιλοσοφία. Οι ανθρωπιστές της Αναγέννησης αντικατέστησαν τους σχολαστικούς του Μεσαίωνα, ή έτσι πίστευαν ορισμένοι μελετητές.

Ωστόσο, ο Agricola σημείωσε τη διαφορά μεταξύ των θαυμάτων του Θεού και των σημαδιών της φύσης. Πίστευε ότι αν ένας ικανός μεταλλωρύχος παρατηρούσε με μεγάλη προσοχή το περιβάλλον του, η φύση θα «αποκάλυπτε (patefecit)» σημάδια που θα μπορούσαν να επιτρέψουν στον μεταλλωρύχο να ευημερήσει. Αυτά τα σημάδια περιελάμβαναν εντοπισμό φλεβών και σκάψιμο τάφρων. Σε αντίθεση με τα θαύματα του Θεού, τα σημάδια της φύσης έμοιαζαν να είναι καθημερινές, συνηθισμένες αποκαλύψεις. Υπήρχε μια προβλεψιμότητα. Η φύση δεν σκόπευε να συγκαλύψει τα σημάδια, και οι δεξιότητες οι οποίες είχαν αποκτηθεί θα μπορούσαν εύκολα να επιτρέψουν σε έναν μεταλλωρύχο να αποκαλύψει τι είχε επιλέξει να κρύψει η φύση. Κάποιος θα μπορούσε ακόμη και να γίνει «υπεύθυνος» και δεξιότηχης στα «φυσικά σημάδια (naturalia venarum

---

signa).» Η μυστηριώδης πτυχή της φύσης διαβρώθηκε με την εμπειρία στα μεταλλεία και την έκθεση σε λίθους. Όπου τα θαύματα ήταν μυστηριώδη, τα «σημάδια» ήταν ευδιάκριτα. Η εκπαίδευση και η μελέτη θα μπορούσαν να βοηθήσουν τους μεταλλωρύχους να επικεντρωθούν σε αυτά τα σημάδια. Σε μια περίπτωση, περιέγραψε πώς είδε έμπειρους μεταλλωρύχους να αναζητούν έναν συγκεκριμένο τύπο πετρώματος, ο οποίος ήταν κατάλληλος για την τήξη κασσίτερου. Σε αντίθεση με τα θαύματα, τα σημάδια δεν ήταν μυστηριώδη αλλά προβλέψιμα. Επιπλέον, οι μεταλλωρύχοι μπορούσαν να διδάξουν σε άλλους μεταλλωρύχους αυτά τα σημάδια.

Διδάσκοντας τα σημάδια σε άλλους, οι μεταλλωρύχοι ανέπτυξαν ένα σύστημα κατάταξης. Ο Agricola παρατήρησε πώς οι μεταλλωρύχοι αναγνώριζαν ορισμένες ενδείξεις της φύσης ως «καλές (bonum)» και άλλες ως «ιδιαίτερες (singulare)». Για παράδειγμα, εξήγησε πώς ποικιλίες λίθων λιώνουν εύκολα όταν εισάγονται στη φωτιά, και μια εξαιρετική δοκιμή για την ικανότητα τήξης τους ήταν η ημιδιαφάνεια των λίθων. Η ημιδιαφάνεια θα μπορούσε να θεωρηθεί ως «μέτρια ένδειξη (mediis signis)» εάν υπήρχαν άλλες «καλές ενδείξεις (signa bona)». Ωστόσο, εάν δεν υπήρχαν άλλες «καλές ενδείξεις (signa bona),» τότε η ημιδιαφάνεια δεν είχε καμία σημασία. Μεταξύ των συστατικών των λίθων, το χρώμα βοήθησε τους μεταλλωρύχους να καθορίσουν την ποιότητα των υλικών. Το χρώμα ήταν μια «ειδική (singular)» ένδειξη όταν επρόκειτο για πολύτιμα μέταλλα. Δηλαδή, σημείωσε πώς «η ειδική ένδειξη του χρυσού είναι το «orpiment», του ασημιού είναι το «bismuth» και το «stibium», του χαλκού είναι το «verdigris», melanteria (auri singulare indicium est auri pigment, argenti, plumbum cinereum et stibium, aeris, aerugo, melanteria)». Οι ενδείξεις και τα σημάδια ήταν φαινόμενα στο φυσικό περιβάλλον τα οποία μπορούσαν να εντοπίσουν και να αναγνωρίσουν οι μεταλλωρύχοι. Αυτά τα χαρακτηριστικά του δημιουργήματος του Θεού θα μπορούσαν να αποκαλυφθούν μέσω της εμπειρίας. Οι μεταλλωρύχοι βασίστηκαν στην τεχνογνωσία των συναδέλφων τους για να αποκαλύψουν τη γενναιοδωρία του δημιουργήματος του Θεού. Με αυτόν τον τρόπο, θεώρησε ότι οι μεταλλωρύχοι είχαν έναν βαθμό κυριαρχίας στο δημιούργημα του Θεού. Αυτός και οι μεταλλωρύχοι μπορούσαν να νιώσουν την παρουσία του Θεού, όχι μόνο στον προνοητικό σχεδιασμό Του για τη φύση, αλλά και στον τρόπο που διατήρησε τη φύση. Μπορούσαν να κατανοήσουν, να αναγνωρίσουν και να διατυπώσουν τη κανονική πορεία της φύσης.

Υποστήριξε τη θρησκευτική σημασία των δραστηριοτήτων των μεταλλωρύχων. Εκτελούσαν κρίσιμες λειτουργίες που οδηγούσαν στην καλύτερη κατανόηση του δημιουργήματος του Θεού. Καταγράφοντας τις περιπτώσεις στις οποίες ο ίδιος είδε

---

μεταλλωρύχους να διδάσκουν τους συναδέλφους τους για τις χρωστικές ουσίες σε λίθους και βράχους, δείχνει ότι λειτουργούσε με την υπόθεση ότι η φύση υπήρχε σε ένα συνηθισμένο έθιμο. Η φύση ήταν προβλέψιμη. Αν και προκαλούσε δέος, η φύση δεν ήταν τόσο μυστηριώδης ώστε η κατανόησή της να ξεπερνά τις ανθρώπινες δυνατότητες. Έδειξε την ικανότητα του μεταλλωρύχου να κατανοεί τη φύση.

Η απεικόνιση της τάξης μέσα στη φύση από τον Agricola υποστηρίζει την πεποίθηση του Peter Harrison ότι η πρώτη σύγχρονη περίοδος είδε μια αλλαγή στη σχέση μεταξύ επιστήμης και θρησκείας. Ο Harrison υποστήριξε ότι οι φυσικοί φιλόσοφοι συνέβαλαν στον επαναπροσανατολισμό των μελών της Εκκλησίας. Η θρησκεία είχε «λιγότερο να κάνει με την ιδιότητα του μέλους της Εκκλησίας, με την εσωτερική αρετή ή με συγκεκριμένες τελετουργικές πρακτικές, και περισσότερο με την συνδρομή σε ένα σύνολο λογικά τεκμηριωμένων προτάσεων». Ο Harrison υποστήριξε περαιτέρω, ότι ο ισχυρισμός των φυσικών φιλοσόφων ότι γνώριζαν την τάξη της φύσης κατέστρεψε την πρότερη επικρατούσα πεποίθηση ότι η φύση, και επομένως ο Θεός, ήταν μυστηριώδης. Ο Agricola τίμησε την ιεραρχία της φύσης, υποβιβάζοντας τον άνθρωπο στο κάτω μέρος αυτής της ιεραρχίας.

Η εξονυχιστική έρευνά του για τους μεταλλωρύχους και τις τεχνικές τους, παρέχει μια εικόνα για το πώς ο ίδιος εσωτερίκευσε και άσκησε τις θρησκευτικές του πεποιθήσεις. Το έργο του περιέχει μόνο λίγες αναφορές στον Θεό. Ωστόσο, σημείωσε την παρουσία της πρόνοιας, του τυχαίου, της μοίρας και των δαιμόνων, που όλα υποδηλώνουν μια χριστιανική ροπή. Με διακριτικό και δεξιολογικό τρόπο, υποστήριξε τις απόψεις του. Γι' αυτόν, ο Θεός παρέμεινε ο Δημιουργός του φυσικού κόσμου και ο άνθρωπος όφειλε να διατηρεί τη φύση ως ένδειξη σεβασμού προς Αυτόν.

Δεν συμφωνούσε με εκείνους τους επικριτές που υποστήριζαν ότι η μεταλλευτική ήταν εγγενώς ανταγωνιστική με τη θρησκεία. Η μεταλλευτική είχε τη δυνατότητα να καταστρέψει την άγρια ζωή και να γεννήσει τη φιλαργυρία, αλλά θα μπορούσε επίσης να φέρει τους μετέχοντες πιο κοντά στον Θεό. Υποστήριξε ότι οι μεταλλωρύχοι έπρεπε να αντιμετωπίσουν το υπερφυσικό στοιχείο, ενώ αναγνώριζαν τη δική τους θνησιμότητα και τον χρονισμό του Θεού.

Αναζήτησε τεκμηρίωση για τις θρησκευτικές του ευαισθησίες στα κείμενα του Πλίνιου και εναρμόνισε τις απόψεις του με τα έργα του Ακινάτη και του Αυγουστίνου. Τελικά, ωστόσο, τα πιο πειστικά επιχειρήματα προήλθαν από τις παρατηρήσεις του για τους ίδιους τους μεταλλωρύχους. Επιπλέον, έγραψε ένα φαινομενικά άθρησκο κείμενο για την

---

μεταλλευτική στην καρδιά της Μεταρρύθμισης της Γερμανίας. Στην πραγματικότητα, ωστόσο, η αφοσίωση και η σχέση του ανθρώπου με τον Θεό αναδύονται ξεκάθαρα από τις σελίδες του έργου του.<sup>53</sup>

Ο Georgius Agricola, μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα από τα πιο αξιόλογα πρόσωπα του 15<sup>ου</sup> αιώνα, καθώς η συμβολή του στην εξέλιξη της μεταλλείας και της ορυκτολογίας έπαιξε καθοριστικό ρόλο για τα επόμενα χρόνια και τις επόμενες καινοτομίες. Επιπλέον, πρέπει να τονιστεί η θαυμαστή προσπάθειά του, με την οποία και κατάφερε να κατοχυρώσει και να αποδείξει ότι η μεταλλεία και όλοι οι κλάδοι γύρω από αυτή, είναι επιστήμες, οι οποίες ανέτρεψαν πολλά δεδομένα για εκείνη την εποχή. Στις μέρες μας, το θεωρούμε αυτονόητο και σίγουρο, στην εποχή του όμως ήταν ακριβώς το αντίθετο και χάρις τον αγώνα του, όχι μόνο επηρέασε αλλά κατάφερε να αλλάξει τον τρόπο σκέψης πολλών ανθρώπων. Επίσης, ο τρόπος λειτουργίας και καταγραφής των μεθόδων, τις οποίες χρησιμοποιούσαν οι τεχνίτες, έφεραν τον ίδιο πιο κοντά σε αυτούς, με αποτέλεσμα να μπορέσει να κατανοήσει πολλά προβλήματα τα οποία αντιμετώπιζαν, όπως η κόπωση, οι αρρώστιες κλπ, και με βάση αυτά να μπορέσει να βρει λύσεις όπως η καθιέρωση της δωρης εργασίας στα ορυχεία, ο απαραίτητος εξοπλισμός και η αντιμετώπιση διάφορων παθήσεων. Τέλος, με βάση αυτή την προσέγγιση, στοχεύουμε στην ανάδειξη των πολλαπλών τομέων τόσο θεωρητικών όσο και πρακτικών, τους οποίους ο Agricola με μεγάλη επιτυχία κατάφερε να αναδιαμορφώσει.

---

<sup>53</sup> Taylor H. (2021) *Power, Providence, and Prosperity: An Analysis of Agricola's Religious Convictions* (ed.). *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556)*. Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, p.121-122, 129-134.



---

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Ο ίδιος ο Georgius Agricola, μπορεί να χαρακτηριστεί ως μία από τις πιο σημαντικές προσωπικότητες του 15ου αιώνα και το έργο του ως ορόσημο για την μεταλλεία και την ορυκτολογία. Η συμβολή του στην ανάδειξη της ορυκτολογίας σε επιστήμη, καθώς και στην εξέλιξη της μεταλλείας και όλων των συναφών κλάδων είναι αδιαμφισβήτητη και καθοριστική. Σε ένα περιβάλλον όπου κυριαρχούσαν ο μυστικισμός των αλχημιστών, οι θρησκευτικές και λόγιες αυθεντίες, εκείνος κατάφερε να άρει το πέπλο της μυστικότητας, να αντικρούσει το θρησκευτικό δογματισμό και τις απαρχαιωμένες αντιλήψεις και να προσδώσει επιστημονική υπόσταση και εντέλει να καθιερώσει τη μεταλλεία. Με υπομονή, επιμονή και ένα άρτιο γνωστικό, επιστημονικό και συγγραφικό υπόβαθρο, κατάφερε να αλλάξει τον τρόπο σκέψης της εποχής του.

Εισήγαγε την παρατήρηση και την εμπειρία ως βασικό παράγοντα κατανόησης, ανέλυσε και κατέγραψε τον τρόπο λειτουργίας των μεταλλείων και των μεθόδων ανίχνευσης φλεβών και εξόρυξης μεταλλευμάτων, προσεγγίζοντας τους ίδιους τους μεταλλωρύχους. Ήρθε κοντά τους, είδε μέσα από τα μάτια τους, κατέβηκε σε στοές μαζί τους, κατανόησε τα προβλήματα τα οποία αντιμετώπιζαν όπως η κόπωση, οι αρρώστιες, τα ατυχήματα. Ως γιατρός μελέτησε και αντιμετώπισε τις ιδιαίτερες παθήσεις των εργαζόμενων στα μεταλλεία. Ως ανθρωπιστής πρότεινε λύσεις για τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας, την πρόληψη των ατυχημάτων και των συνεπειών στην υγεία, όπως η καθιέρωση της δωρης εργασίας στα ορυχεία, ο απαραίτητος εξοπλισμός, ένδυση και υπόδηση.

Στις μέρες μας, όλα τα ανωτέρω θεωρούνται αυτονόητα, για την εποχή του όμως ήταν «επανάσταση», για την οποία ο ίδιος αγωνίστηκε αφήνοντας το προσωπικό του στίγμα σε πολλούς τομείς τόσο θεωρητικούς όσο και πρακτικούς.

*«Έχω παραλείψει όλα εκείνα που εγώ ο ίδιος δεν έχω δει, ή δεν έχω διαβάσει, ή ακούσει από άτομα στα οποία μπορώ να βασιστώ. Αυτό για το οποίο, ούτε έχω δει, ούτε προσεκτικά σκεφτεί αφού διάβασα ή άκουσα, δεν έγραψα. Ο ίδιος κανόνας πρέπει να γίνει αντιληπτός σε σχέση με όλες τις οδηγίες μου, είτε διατάζω πράγματα που πρέπει να γίνουν, είτε περιγράψω πράγματα που είναι συνηθισμένα, είτε καταδικάζω πράγματα που γίνονται».*

(Πρόλογος στο «De Re Metallica», 1556)<sup>54</sup>

---

<sup>54</sup> Barton I.F. (2016) Georgius Agricola's De Re Metallica in early modern scholarship. Article in Earth sciences history: journal of the History of the Earth Sciences Society. University of Arizona, p.293.

---

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία:

- Barton I.F. (2016) *Georgius Agricola's De Re Metallica in early modern scholarship*. Journal of the History of the Earth Sciences Society.35(2), pp. 265+.
- Bigelow A.M (2020) *Mining language: Racial Thinking, Indigenous Knowledge, and Colonial Metallurgy in the Early Modern Iberian World* Omohundro Institute and the University of North Carolina Press, ISBN : 1469654385.
- Donaldson IM. (2015) *Ex libris RCPE, Agricola's De Re Metallica, 1556*. Part I., J R Coll Physicians Edinb, 45, pp. 180–2.
- Macini P. and Mesini E. (2004) *Hydraulic pumps of Agricola's De Re Metallica, (1556)*. Journal of Hydraulic Engineering ASCE, 11, pp. 1051-1054.
- Martínón-Torres M. and Rehren T. (2005) *Alchemy, chemistry and metallurgy in Renaissance Europe: a wider context for fire-assay remains*. Institute of Archaeology, University College London, Historical Metallurgy 39 (1), pp. 14-28.
- Norris A.J (2006) *The Mineral Exhalation Theory of Metallogenesis in Pre-Modern Mineral Science Czech Geological Survey*. Prague, Ambix, Vol. 53, No. 1, pp. 43–65.
- Norris A.J (2007) *Early Theories of Aqueous Mineral Genesis in the Sixteenth Century*. Alzingen, Luxembourg, Ambix, Vol. 54, No. 1, pp. 69–86.
- Skinner M., Lenny F. and Galvin M. (1999) *Mining and Metallurgy to the Renaissance*. Worcester Polytechnic Institute.
- Spencer C. St.Clair (1965) *The classification of minerals: some representative mineral systems from Agricola to Werner*. Dissertation to the University of Oklahoma.
- Taylor H. (2021) *Mining Metals, Mining Minds: An Exploration of Georgius Agricola's Natural Philosophy in De Re Metallica (1556)*. Dissertation of the Vanderbilt University, Nashville, Tennessee.
- Weber W.L. (2002) *Profiles in toxicology Georgius Agricola (1494–1555): Scholar, Physician, Scientist, Entrepreneur, Diplomat*. Institute of Toxicology, GSF – National Research Center for Environment and Health Munich. Neuherberg, Germany, Toxicological Sciences 69, pp. 292–294.

---

Ηλεκτρονικές Σελίδες:

1. Berkeley University *Georgius Agricola (1494-1555)*. Page available at: <https://ucmp.berkeley.edu/history/agricola.html>
2. Hoover and Hoover (1950) *De Re Metallica translated from the first Latin edition of 1556*. Available at: <https://www.gutenberg.org/files/38015/38015-h/38015-h.htm> (Release Date: 14 November 2011)
3. <https://www.gettyimages.com/photos/hydraulic-pump>
4. <https://www.georgius-agricola.de.html>
5. <https://en.wikipedia.org/wiki/Hushing.html> (Release Date: March 2011)