



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΑΡΧΑΙΟ ΛΑΥΡΙΟ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΙΑΜΠΙΑΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ



ΓΕΩΡΓΑΝΟΥ ΕΛΕΝΗ  
ΣΑΓΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

Πρόλογος.....	5
Περίληψη.....	6

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Γενικά - Ιστορία του Λαυρίου.....	7
1.1. Η προέλευση της λέξη Λαύριο.....	7
1.2. Τοποθεσία της περιοχής.....	7
1.3. Η ιστορία του Λαυρίου.....	8
1.3.1. Ο ρόλος και η συνεισφορά του Λαυρίου από τον 15 <sup>ο</sup> έως και τον 5 <sup>ο</sup> αι. π.Χ.....	10
1.3.2. Η σύγχρονη ιστορία των μεταλλείων της Λαυρεωτικής και η αναγέννηση του Λαυρίου το 1865.....	13
1.3.3. Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου.....	15

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η Μεταλλευτική δραστηριότητα του Αρχαίου Λαυρίου.....	17
---	----

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Ο εμπλουτισμός στο Αρχαίο Λαύριο.....	24
3.1. Γενικά.....	24
3.2. Θραύση και λειοτριβήση.....	25
3.3. Σκοπός του εμπλουτισμού.....	27
3.4. Τα Αρχαία Πλυντήρια.....	27
3.4.1. Τα επίπεδα πλυντήρια.....	28
3.4.2. Τα ελικοειδή πλυντήρια.....	30
3.5. Δεξαμενές νερού.....	31
3.6. Υδραυλικά κονιάματα.....	32
3.7. Ιδιοκτησία πλυντηρίων.....	33

3.8. Σχέσεις των ιδιοκτητών των πλυντηρίων με τους μεταλλευτές και τους ιδιοκτήτες των καμίνων.....	34
---	----

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Οι δούλοι στο αρχαίο Λαύριο.....	35
4.1. Ο αριθμός των δούλων.....	36
4.2. Ορισμός του δούλου.....	41
4.3. Τιμές αγοράς των δούλων και οι δαπάνες συντηρήσεως του δούλου.....	43
4.4. Απελευθέρωση των δούλων.....	44
4.5. Σχέση ελεύθερων πολιτών και δούλων.....	47
4.6. Οι δούλοι στο «Ασκληπιακό».....	49
4.7. Η εργασία των δούλων στο «Ασκληπιακό».....	50
4.8. Τροφή και ενδυμασία.....	52

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Ανασκαφές.....	54
5.1. Οι ανασκαφές των αρχαίων εργαστηρίων του 1977-1978 στο «Ασκληπιακό» στην κοιλάδα της Σουρέζας.....	54
5.2. Η τελική όψη της ανασκαφής.....	55
5.3. Το Συγκρότημα II.....	56
5.4. Το Συγκρότημα III.....	75
5.5. Το Συγκρότημα I.....	89
5.6. Το Συγκρότημα IV.....	92
5.7. Γενικά συμπεράσματα επί της ανασκαφής.....	94
5.8. Το γεωλογικό υπόβαθρο και τα υλικά κατασκευής των συγκροτημάτων της ανασκαφής.....	95

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Τεχνητή πραγματικότητα και πολυμέσα.....	98
6.1. Εισαγωγή.....	98
6.2. Γενικές πληροφορίες για τα πολυμέσα.....	99

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Ανάπτυξη Εφαρμογής Τρισδιάστατης Απεικόνισης.....	101
7.1. Εισαγωγή.....	101
7.2. Θεωρητικό Μέρος.....	101
7.3. Πρακτικό Μέρος.....	102
7.4. Δημιουργία Εφαρμογής.....	102
7.4.1. 3d Studio Max - Κατασκευή μοντέλου (Modeling).....	103
7.4.1.1. Υφές (textures) - Adobe Photoshop.....	106
7.4.1.2. Φωτισμός (Lighting).....	107
7.4.1.3. Rendering.....	108
7.4.2. Κατασκευή και κίνηση ανθρώπινων μοντέλων.....	109
7.4.3. Ήχος.....	113
7.4.4. Video.....	115

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Συμπεράσματα.....	116
Βιβλιογραφία.....	118

## Πρόλογος

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία και τα πολυμέσα έχουν εισχωρήσει στην καθημερινότητά μας. Η συνεχής εξέλιξή τους, καθώς και τα επιτεύγματά τους, επηρεάζουν πολλούς τομείς της ζωής μας. Συνεπώς σήμερα έχουμε τη δυνατότητα να χρησιμοποιούμε την αιχμή της τεχνολογίας για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η κατασκευή ενός περιβάλλοντος εικονικής πραγματικότητας, το οποίο θα αποτελεί αναπαράσταση του εμπλουτισμού και της ζωής των δούλων στο αρχαίο Λαύριο.

Ένα μέρος της εργασίας αυτής παρουσιάστηκε στο παγκόσμιο συνέδριο *Acuus*, το οποίο έλαβε χώρα στο τεχνολογικό πάρκο Λαυρίου στις 11 Σεπτεμβρίου του 2007.

Αφορμή για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής στάθηκε το ενδιαφέρον του κ. Δημητρίου Καλιαμπάκου, Αναπληρωτή Καθηγητή ΕΜΠ, για το συγκεκριμένο θέμα. Θα θέλαμε συνεπώς να τον ευχαριστήσουμε θερμά για την ανάθεση της εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Επιπλέον θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας :

- ♣ Στον καθηγητή κ. Γεώργιο Παπαδημητρίου για τις πολύτιμες συμβουλές του όσον αφορά στη ζωή των δούλων και τον εμπλουτισμό στο αρχαίο Λαύριο.
- ♣ Στον διδάκτορα ΕΜΠ Ανδρέα Μπενάρδο για την καλή συνεργασία μας.
- ♣ Στον υποψήφιο διδάκτορα Τάσο Καλλιανιώτη για τη βοήθεια στις κινήσεις των ανθρώπων και την εκμάθηση των προγραμμάτων Poser, Carrara, Motion Builder.
- ♣ Στο Γιάννη Λούκο για την σύνθεση της μουσικής του video.
- ♣ Στον υποψήφιο διδάκτορα Νικόλαο Σοφό για τις συμβουλές του στο 3ds Max.

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία προσομοιάζει σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας τη ζωή των δούλων και τη διαδικασία εμπλουτισμού στο αρχαίο Λαύριο (4<sup>ος</sup>-5<sup>ος</sup> αιώνας π.Χ.).

Αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή τονίζοντας τη σημασία της παραγωγής αργύρου στο Λαύριο και πόσο αυτή επηρέασε σημαντικά την οικονομία της Αθήνας. Στη συνέχεια αναφέρεται η μεταλλευτική δραστηριότητα στο αρχαίο Λαύριο και περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία εμπλουτισμού, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο γινόταν η έκπλυση του μεταλλεύματος στα πλυντήρια με νερό που συλλεγόταν σε μεγάλες δεξαμενές. Επίσης, αναφέρονται εκτενώς οι συνθήκες ζωής και εργασίας των δούλων. Συγκεκριμένα δίνονται στοιχεία για τον αριθμό τους την εποχή του 4<sup>ου</sup> και 5<sup>ου</sup> αιώνα π.Χ. καθώς και για τις σχέσεις τους με τους ελεύθερους πολίτες.

Παρακάτω αναλύονται οι ανασκαφές που βρίσκονται στο Ασκληπιακό της Σουρέζας. Στις ανασκαφές βρέθηκαν τέσσερα συγκροτήματα από τα οποία, δύο είναι τα καλύτερα διατηρημένα και στη συγκεκριμένη εργασία εξετάστηκαν αναλυτικά και αναπαραστάθηκαν. Σε αυτά αποκαλύφθηκαν σχεδόν όλα τα δωμάτια καθώς επίσης τα πλυντήρια και οι δεξαμενές. Επίσης βρέθηκαν πάρα πολλά ευρήματα τα οποία μαρτυρούν τη χρήση κάθε χώρου καθώς και το επίπεδο ζωής των δούλων.

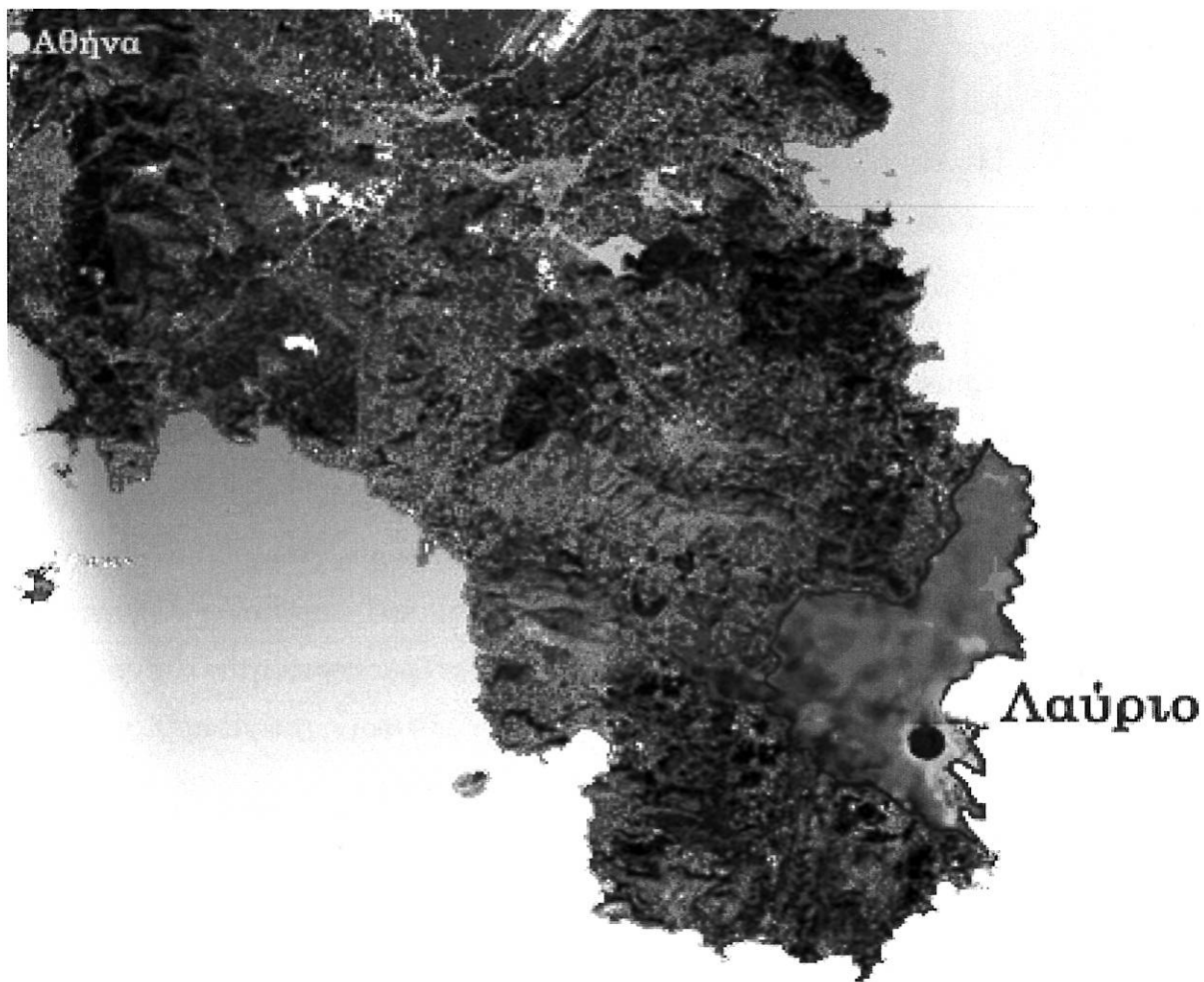
Τέλος αναφέρεται ο ρόλος της τεχνητής πραγματικότητας και των πολυμέσων στη σύγχρονη ζωή και τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεκπεραίωση αυτής της εργασίας.

## 1. Γενικά - Η ιστορία του Λαυρίου

### 1.1. Η προέλευση της λέξη Λαύριο

Η λέξη «Λαύρα» σημαίνει στοά ή μεταλλείο (υπόνομος). Το «Λαύριο» (ή Λαύρειον) όρος ή «Λαυραία χώρα» είναι τόπος με υπόγειες στοές, δηλαδή τόπος μεταλλείων. Η λέξη Λαύριο απέκτησε από την αρχαιότητα δύο σημασίες, μια γενική και μία ειδική. Η γενική αφορούσε σε ολόκληρη τη μεταλλευτική περιοχή που ονομάζεται σήμερα Λαυρεωτική. Η ειδική αφορούσε στο αρχαίο οικισμό που βρισκόταν κοντά στη σημερινή θέση της πόλεως του Λαυρίου.<sup>[12]</sup>

### 1.2. Τοποθεσία της περιοχής



Εικόνα 1.1 : χάρτης της Λαυρεωτικής (google Earth)

Η Λαυρεωτική είναι το νότιο ανατολικό άκρο της Αττικής (εικόνα 1.1) και έχει έκταση 113km<sup>2</sup>. Καταλήγει στο ακρωτήριο του Σουνίου 66km από την Αθήνα, εκεί

που τον 5ο αιώνα π.Χ. χτίστηκε ο ναός του Ποσειδώνα, θεό της θάλασσας. Η περιοχή είναι άνυδρη, δεν έχει ποτάμια ούτε πηγάδια νερού. Είναι λοφώδεις, με λόφους που οι κορυφές τους φτάνουν τα 380m (Μεγάλο Ριπάρι) και έχει διάταξη κορυφών από Βορρά προς Νότο. Οι λόφοι κατέρχονται ανατολικά ομαλά μέχρι τη θάλασσα.<sup>[1]</sup>

### 1.3 Η ιστορία του Λαυρίου

Η ιστορία του Λαυρίου είναι άμεσα συνυφασμένη με την ιστορία της Αθήνας. Αυτό γίνεται άμεσα κατανοητό εάν αναζητηθεί η χρονική περίοδος όπου η Αθήνα σημείωσε τη μέγιστη ακμή της. Η περίοδος αυτή προσδιορίζεται από τους ιστορικούς κατά τον 5ο αιώνα π.Χ., ή Χρυσό Αιώνα του Περικλή, όπως είναι ευρύτερα γνωστός.



Εικόνα 1.2: Αθηναϊκό τετράδραχμο, 450 π.Χ., άργυρος<sup>[1]</sup>

Την εποχή αυτή σημειώνεται και η μέγιστη ανάπτυξη των μεταλλείων του Λαυρίου.

Παράλληλα όμως, μπορεί να διαπιστωθεί ότι οι δυσκολότερες στιγμές της ιστορίας των μεταλλείων σημειώνονται κατά τον 1ο αιώνα π.Χ..

Την περίοδο αυτή σημειώνεται και η παρακμή της πόλης της Αθήνας με αποτέλεσμα την αδρανοποίηση των μεταλλείων (10 π.Χ.), αλλά και την υποδούλωση της Αθήνας στους Ρωμαίους (27 π.Χ.).



Εικόνα 1.3: Αθηναϊκό τετράδραχμο 450π.Χ. Άργυρος<sup>[1]</sup>

Το 3000π.Χ., στα πρωτοελλαδικά χρόνια εμφανίζονται τα πρώτα δείγματα μεταλλευτικής δραστηριότητας ενώ η παραγωγή αργύρου φαίνεται να αρχίζει στα 1500 π.Χ. στο Θορικό.

Την εποχή αυτή στον ελλαδικό χώρο κυριαρχεί ο Μυκηναϊκός πολιτισμός, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως πολιτισμός κρατερώματος (μπρούντζου), όπως επαληθεύεται από τα αρχαιολογικά ευρήματα, που περιλαμβάνουν κυρίως σπαθιά από κρατέρωμα με χρυσοποίκιλτες λαβές.



Τέτοια ήταν και τα όπλα που χρησιμοποιήθηκαν στο πόλεμο της Τροίας γύρω στα 1200 π.Χ. Λίγα χρόνια μετά, έρχεται το τέλος του Μυκηναϊκού πολιτισμού, που συνοδεύεται από την «κάθοδο των Δωριέων». Οι ιστορικοί αναφέρουν πως οι Δωριείς έφεραν μαζί τους την εποχή του σιδήρου. Συνεπώς τα μέταλλα που έπαιξαν διαδοχικά βασικό ρόλο ήταν, ο χαλκός, ο κασσίτερος (με το χαλκό έδινε το κρατέρωμα) και ο σίδηρος.

Στην αρχαιότητα επίσης υπήρξαν ο χρυσός και ο άργυρος, τα οποία παρόλο που δεν ήταν κατάλληλα για όπλα και εργαλεία, ήταν πολύτιμα μέταλλα εξαιτίας της λάμψης και της σπανιότητά τους. Τα μέταλλα αυτά χάρη στις μοναδικές φυσικές και χημικές ιδιότητές τους ήταν ιδανικά για κοσμήματα και πολυτελή αγγεία, ενώ η αγοραστική τους αξία ήταν μεγάλη διότι ήταν δυσεύρετα.



Επιπλέον, όταν κατά τον 7ο αιώνα π.Χ. επινοήθηκαν τα νομίσματα, ήταν τα μοναδικά μέταλλα που χρησιμοποιήθηκαν ως πρώτη ύλη αυτών των νομισμάτων. (εικόνες 1.2, 1.3, 1.4)

Εικόνα 1.4 :Αθηναϊκό τετράδραχμο 500-400π.Χ Άργυλος <sup>[1]</sup>

Αυτός είναι και ο λόγος που τα μέταλλα χαρακτηρίζονται ως πηγή πλούτου και δύναμης. Στον κυρίως ελλαδικό χώρο μόνο στο Λαύριο υπήρχε άργυρος, ενώ χρυσός υπήρχε στη Μακεδονία τη Θράκη και σε κάποια νησιά. Έτσι στην κυρίως Ελλάδα, η μόνη πηγή πολύτιμου μετάλλου ήταν η Λαυρεωτική με τα μεταλλεύματα αργυρούχου μόλυβδου. Την εποχή του Πεισίστρατου χρειάστηκε μεγάλη ποσότητα αργύρου για τα νομίσματα της Αθήνας, τόσο για τα «εραλδικά» όσο και για τα «αττικά» τετράδραχμα. Αυτό συνέβη διότι οι αρχαίοι χρειάζονταν περισσότερα νομίσματα από τα προηγούμενα χρόνια, εξ' αιτίας της ραγδαίας ανάπτυξης του εμπορίου.

Υπάρχουν στοιχεία που αποδεικνύουν ότι στο τέλος του 6ου αιώνα π.Χ. υπήρχε απότομη αύξηση της κυκλοφορίας των αττικών τετράδραχμων και συνεπώς απότομη αύξηση και της παραγωγής του Λαυρίου. (εικόνα 1.5)

Το αττικό τετράδραχμο είχε παράσταση και στις δύο όψεις. Στη μία είχε πάντα την Αθηνά, την οποία θεωρούσε προστάτιδά του ο Πεισίστρατος, ενώ από την άλλη είχε επί το πλείστον μία κουκουβάγια, σύμβολο της σοφίας αλλά και της Θεάς Αθηνάς.

Το αττικό τετράδραχμο είχε τεράστια επιτυχία. Έμεινε σχεδόν αμετάβλητο σε βάρος, περιεκτικότητα (περισσότερο από 98,5% άργυρος) και παραστάσεις.

Εξ αιτίας των παραστάσεων αυτών, ο Αριστοφάνης, σε κωμωδία του, χαρακτηρίζει τα τετράδραχμα ως «Λαυρεωτικές γλαύκες».



*Αγοραστική δύναμη της δραχμής:*

1 δραχμή = 4,26 γρ. αργύρου

1 οβολός = 1/6 της δραχμής

1 μνα = 100 δραχμές

1 τάλαντο = 6000 δραχμές

Εικόνα 1.5: Αθηναϊκό τετράδραχμο, 5<sup>ος</sup> αι. π.Χ., άργυρος<sup>[1]</sup>

Η αγοραστική αξία της δραχμής ήταν περίπου 6,3% μεγαλύτερη της αξίας του βάρους του αργύρου της.

Το πιο μικρό ασημένιο νόμισμα στην Αθήνα ήταν ο οβολός. Έξι οβολοί έκαναν μια δραχμή. Μια μνα είχε εκατό δραχμές. Εξήντα μνες έκαναν ένα τάλαντο, που δεν ήταν πια νόμισμα αλλά μονάδα μέτρησης και υπολογισμού. Για παράδειγμα ο έμπορος των έτοιμων ενδυμάτων πουλάει για δώδεκα δραχμές το ιμάτιο και για οκτώ δραχμές ο υποδηματοπώλης προσφέρει κάθε χρώματος σανδάλια.<sup>[1]</sup>

### 1.3.1. Ο ρόλος και η συνεισφορά του Λαυρίου από τον 15<sup>ο</sup> έως και τον 5<sup>ο</sup> αι. π.Χ.

Από την εποχή που άρχισε η ευρύτερη χρήση των νομισμάτων, υπάρχουν πολλά γεγονότα που οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η παραγωγή του Λαυρίου έδωσε τη

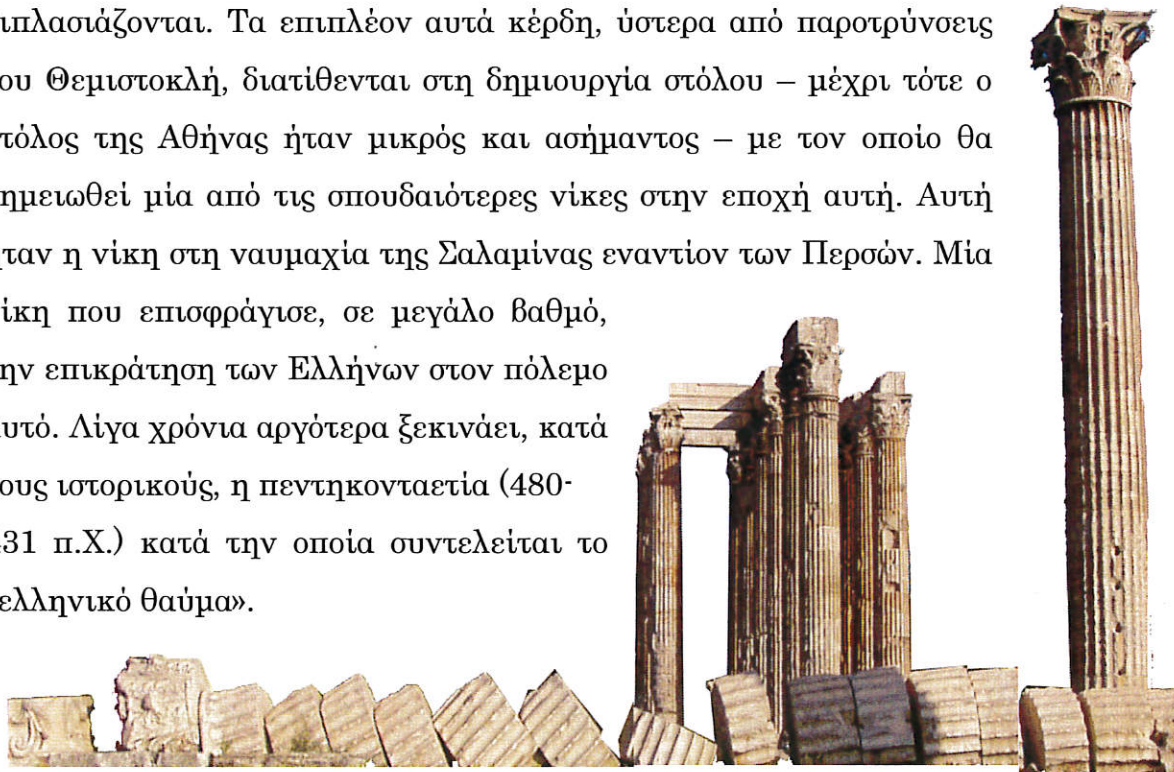


δυνατότητα στην Αθήνα να πλεονεκτεί τόσο απέναντι σε άλλες πόλεις - κράτη της περιοχής, όσο και απέναντι σε σημαντικότερους λόγους ήταν ότι παρήγαγε η ίδια τα νομίσματά της, σε αντίθεση με

Εικόνα 1.6: Αθηναϊκό «εραλδικό» διδραχμο, 5<sup>ος</sup> αιώνα π.Χ.<sup>[1]</sup>

τους Κορινθίους ή τους Αιγινήτες που αγόραζαν άργυρο από τη Θάσο ή τη Σίφνο, με αποτέλεσμα να υπερέχει οικονομικά. (εικόνα 1.6)

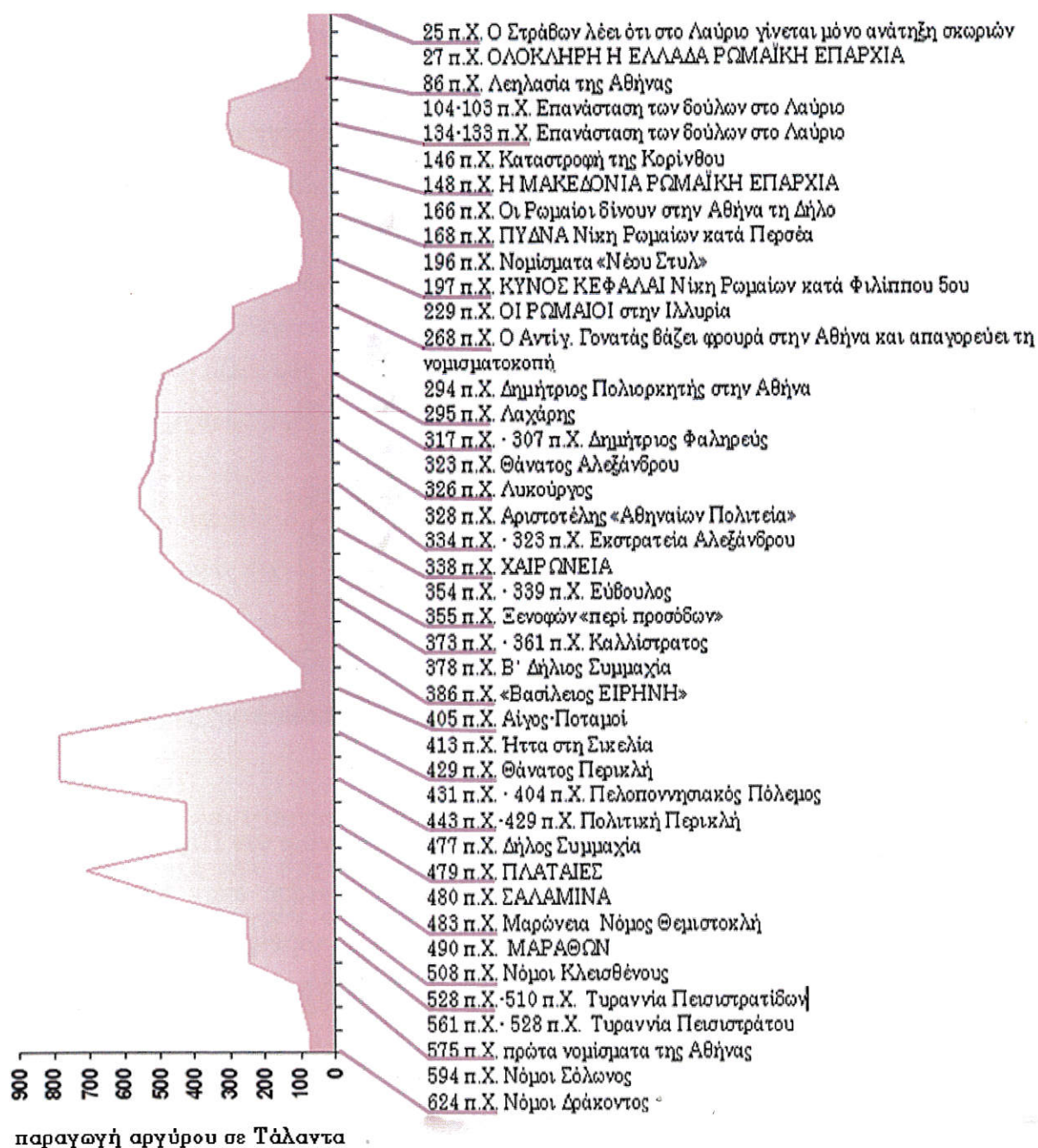
Επίσης, υπάρχει ένα ιστορικό γεγονός το οποίο ενδεχομένως να είχε διαφορετική εξέλιξη εάν δεν υπήρχε η συμβολή του Λαυρίου στην οικονομία της Αθήνας. Το 483 π.Χ., 3 χρόνια πριν τη ναυμαχία της Σαλαμίνας, γίνεται γνωστή στην Αθήνα η ανακάλυψη ενός πλούσιου κοιτάσματος στη θέση Μαρώνεια της Λαυρεωτικής, αυτή που σήμερα ονομάζουμε ως Τρίτη επαφή, διότι ήταν η Τρίτη κατά βάθος επαφή ανάμεσα σε σχιστόλιθο και μάρμαρο. Αιφνιδίως, τα έσοδα του δήμου από το Λαύριο διπλασιάζονται. Τα επιπλέον αυτά κέρδη, ύστερα από παροτρύνσεις του Θεμιστοκλή, διατίθενται στη δημιουργία στόλου – μέχρι τότε ο στόλος της Αθήνας ήταν μικρός και ασήμαντος – με τον οποίο θα σημειωθεί μία από τις σπουδαιότερες νίκες στην εποχή αυτή. Αυτή ήταν η νίκη στη ναυμαχία της Σαλαμίνας εναντίον των Περσών. Μία νίκη που επισφράγισε, σε μεγάλο βαθμό, την επικράτηση των Ελλήνων στον πόλεμο αυτό. Λίγα χρόνια αργότερα ξεκινάει, κατά τους ιστορικούς, η πεντηκονταετία (480-431 π.Χ.) κατά την οποία συντελείται το «ελληνικό θαύμα».



Εικόνα 1.7: στύλοι του Ολυμπίου Διός

Στην περίοδο αυτή συμπεριλαμβάνονται και τα χρόνια ηγεμονίας του Περικλή (443-429 π.Χ.). Μέσα σ' αυτά τα 50 χρόνια η Αθήνα έφτασε στην ακμή της. Γεννήθηκαν και έδρασαν πρόσωπα σημαντικά για όλους τους τομείς του πολιτισμού. Τέτοια ήταν ο Περικλής, ο Σωκράτης, ο Πλάτων, ο Σοφοκλής, ο Αριστοφάνης, ο Ικτίνος, ο Φειδίας και άλλες σημαντικές προσωπικότητες. Ταυτόχρονα, πραγματοποιήθηκαν αριστουργήματα αρχιτεκτονικής (Παρθενώνας, Προπύλαια) καθώς και κεραμικής και ζωγραφικής. (εικόνα 1.7) Αναπτύχθηκαν επίσης νέες τεχνικές παραγωγής του αργύρου στο Λαύριο καθώς και νέες τεχνικές νομισματοκοπίας.

Η συμβολή την μεταλλείων, την εποχή που εξετάζεται, ήταν η μέγιστη δυνατή. Η οικονομική ανεξαρτησία και ευρωστία που χαρακτήριζε την Αθήνα, σε συνδυασμό με τις στρατιωτικές νίκες που προηγήθηκαν, έδωσε στην Αθήνα θέση κυρίαρχη στο ελλαδικό χώρο, γεγονός που εκφράστηκε με την ηγεμονία της στη Δήλια Συμμαχία (478/477 π.Χ.). Κατά την περίοδο διακυβέρνησης του Περικλή, η παραγωγή του Λαυρίου έπαιξε σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της πολιτικής του.



Διάγραμμα 1.1: Ιστορία της οικονομίας της Αθήνας σε σχέση με την παραγωγή Αργύρου στο αρχαίο Λαύριο [1]

Επέτρεψε την ελεύθερη χρηματοδότηση τόσο των έργων εντός της πόλης, όσο και των εκστρατειών του. Αυτός είναι και ο κυριότερος λόγος που είχε δοθεί τόση προσοχή στην εκμετάλλευση των μεταλλείων. Μετά την ανάπτυξη των εργασιών στην Τρίτη επαφή δεν υπήρχε κανένα εμπόδιο για τη συνεχή ανάπτυξη του Λαυρίου. Αλλωστε, ο Ξενοφών αναφέρει ότι την εποχή εκείνη όσοι μεταλλευτές (εργάτες ή δούλοι) και να υπήρχαν, υπήρχαν πάντα αρκετά μεταλλεία και μεταλλεύματα για να τους απορροφήσουν. Διάφοροι υπολογισμοί και διασταυρωμένα δεδομένα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η μέγιστη ετήσια παραγωγή θα ήταν της τάξης των 20.000 kg αργύρου και τα έσοδα για το δήμο περίπου 100 τάλαντα. (διάγραμμα 1.1) Για να γίνει αντιληπτή η σημασία του ποσού αυτού αρκεί να παρατηρηθεί ότι το Ταμείο της Δήλιας Συμμαχίας είχε ως μέγιστο ποσό 6.000 τάλαντα μετά από 20 χρόνια προσφορών πολλών πόλεων.

Κατά συνέπεια το Λαύριο για μία χιλιετία καλείται να καλύψει με την παραγωγή του, το σύνολο των αναγκών της Αθήνας, η οποία ήταν η κυρίαρχη πόλη-κράτος σε όλους τους τομείς. Την κρίσιμη εκείνη περίοδο προσπαθούσε να διαδραματίσει πρωτοπόρο ρόλο όσον αφορά στη χρήση των νομισμάτων στις καθημερινές συναλλαγές, στους πολέμους, αλλά και στο εμπόριο. Κατ' επέκταση οι απαιτήσεις για τον άργυρο ήταν πολύ μεγάλες και έπρεπε να βρεθούν μέθοδοι ώστε να μπορέσει το Λαύριο να μεγιστοποιήσει την παραγωγή του. [1]

### 1.3.2. Η σύγχρονη ιστορία των μεταλλείων της Λαυρεωτικής και η αναγέννηση του Λαυρίου το 1865

Το Λαύριο ήταν ξεχασμένο σχεδόν σε όλους τους μ.Χ. αιώνες.

Το 1860 ο Ιταλός μεταλλειολόγος J.B. Serpieri, ιδρύει την εταιρεία Roux-Serpieri-Fressynet και Σία, η οποία αγοράζει τα δικαιώματα των σκουριών από τους νόμιμους κατόχους, το Δήμο Κερατέας και τη Μονή Πεντέλης.

Το 1865 ξαναξεκίνησε, επισήμως, η παραγωγή μολύβδου στο Λαύριο. Η εταιρεία του Serpieri εκμεταλλεύεται τις σκουριές και τις εκβολάδες, πάνω στις οποίες δεν είχε δικαιώματα.

Το 1873 ο Συγγρός αγοράζει τις μετοχές και η νέα εταιρεία ονομάζεται «Ελληνική Εταιρεία μεταλλουργιών» και σε αυτή παραχωρούνται από το κράτος, οι σκουριές και οι εκβολάδες. Το κράτος είχε συμμετοχή 50% επί των καθαρών κερδών.

Ο Serpieri, το 1876, ιδρύει τη «Γαλλική Εταιρεία Μεταλλείων Λαυρίου» με σκοπό την εκμετάλλευση του υπεδάφους της Λαυρεωτικής. Εν συνεχεία, η Γαλλική Εταιρεία εγκαθιστά μεταλλουργικό εργοστάσιο κοντά στο Θορικό και το 1878 αρχίζει η παραγωγή μεταλλικού αργυρούχου μολύβδου.

Στην Ελληνική Εταιρεία εργάστηκαν περίπου 2.000 – 3.000 εργάτες και παρήγαγαν συνολικά 370.000 τόνους αργυρούχου μολύβδου. Η Ελληνική Εταιρεία διέκοψε τις εργασίες της το 1917, ενώ κατά το 1930 εκποιήθηκαν οι εγκαταστάσεις της. Το 1930 η γαλλική επιχείρηση Penarroya αγόρασε τη Γαλλική Εταιρεία και εγκατέστησε, για πρώτη φορά στην Ελλάδα, εργοστάσιο διαφορικού εμπλουτισμού. Το 1942 άρχισε η παραγωγή του αργύρου ως μέταλλο. Η Γαλλική Εταιρεία παρήγαγε 490.000 τόνους μολύβδο, από λαυρεωτικά μεταλλεύματα και απασχόλησε συνολικά 3.000 – 4.000 εργάτες.

Η σύγχρονη παραγωγή ενός ολόκληρου αιώνα είναι λιγότερη από το 60% της παραγωγής των αρχαίων. Η σύγκριση αυτή δείχνει το τεράστιο μέγεθος της προσπάθειας των αρχαίων.

Οι σκουριές εκτός από μολύβδο (1 – 2%) περιείχαν σίδηρο (21 – 25%) αλλά και ψευδάργυρο (7%). Για μερικές από τις σκουριές αυτές ήταν η τέταρτη κατεργασία ανά τους αιώνες. Το Λαύριο είναι ένα πραγματικό μουσείο της εξέλιξης της μεταλλουργικής και της μεταλλευτικής τεχνικής.

1977-1978 Οι ανασκαφές αρχαίων εργαστηρίων στο «Ασκληπιακό» στην κοιλάδα της Σουρέζας. Η ανασκαφή αυτή έγινε από το εργαστήριο μεταλλογνωσίας του Ε.Μ.Π. με την επίβλεψη της εφορίας αρχαιοτήτων της Αττικής. Την ανασκαφή επέβλεψαν ο μηχανικός και καθηγητής του Ε.Μ.Π. κ. Γ. Παπαδημητρίου, ο καθηγητής κ. Κ. Κονοφάγος και η βοηθός κ. Κ. Τσαίμου, αρχαιολόγος. <sup>[1]</sup>

### 1.3.3. Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου



Εικόνα 1.8: Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου<sup>[15]</sup>

Το Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου ιδρύθηκε στη θέση της παλαιάς Γαλλικής Εταιρείας Λαυρίου (Compagnie Francaise des Mines du Laurium) το 1992, με πρωτοβουλία του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου και με τη συνεργασία και τη στήριξη των φορέων και της κοινωνίας του Λαυρίου, της Ελληνικής Πολιτείας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (εικόνα 1.8)

Το Τ.Π.Π.Λ. στοχεύει στη σύνδεση της επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας που πραγματοποιείται στο ΕΜΠ με τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα του επιχειρηματικού κόσμου, στην πραγματοποίηση πολιτιστικών εκδηλώσεων σχετικών με την προβολή της ιστορίας και του πολιτισμού της ευρύτερης περιοχής της Λαυρεωτικής και στην ανάδειξη της ιστορίας των δραστηριοτήτων που στο παρελθόν είχαν αναπτυχθεί στις διατηρητέες εγκαταστάσεις του.

Ο χώρος του Τ.Π.Π.Λ. αποτελεί μοναδικό μνημείο βιομηχανικής αρχαιολογίας και αρχιτεκτονικής, χάρη στην εκτεταμένη κλίμακά του και στο γεγονός πως διασώζει σχεδόν το σύνολο του κτιριακού δυναμικού καθώς και μεγάλο μέρος του μηχανολογικού του εξοπλισμού.



Εικόνα 1.9: Κτίριο στο Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου σήμερα<sup>[15]</sup>

Οι εγκαταστάσεις του Τ.Π.Π.Α. περιλαμβάνουν βιομηχανικούς, εργαστηριακούς και επαγγελματικούς χώρους υψηλής αισθητικής και αρχιτεκτονικής αξίας, που χτίστηκαν, στην πλειοψηφία τους, κατά τη χρονική περίοδο 1875 – 1940 και εξακολούθησαν να στεγάζουν βιομηχανική δραστηριότητα μέχρι το 1988.

Στα 120 χρόνια βιομηχανικής λειτουργίας τους, τα κτίρια του Τ.Π.Π.Α. υπέστησαν σημαντικές κτιριακές μετατροπές, συμπληρώσεις και προσθήκες, προκειμένου να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις της τεχνολογικής εξέλιξης. (εικόνα 1.9) Σήμερα το Τ.Π.Π.Α διαθέτει ενιαίο χώρο 245 στρεμμάτων, ο οποίος περιλαμβάνει 41 κτιριακές μονάδες συνολικού εμβαδού 25.000 m<sup>2</sup> που έχουν κηρυχθεί διατηρητέα μνημεία από το Υπουργείο Πολιτισμού. Τα βιομηχανικά κτίρια έχουν ανακατασκευαστεί συνδυάζοντας την καλαισθησία και τα ιστορικά στοιχεία με τη λειτουργικότητα. Κυριαρχεί η βιομηχανική αρχιτεκτονική του 19ου αι., με νεοκλασικά στοιχεία, καλαισθητες λεπτομέρειες και τη χαρακτηριστική δυναμική αισιοδοξία της βιομηχανικής επανάστασης. <sup>[15]</sup>



## 2. Η Μεταλλευτική δραστηριότητα του Αρχαίου Λαυρίου

Στην ευρύτερη περιοχή της Λαυρεωτικής δεν πραγματοποιούνταν μόνο η εκμετάλλευση των μεταλλείων αλλά όλες οι διαδικασίες παραγωγής αργύρου, έτσι ώστε αυτός να είναι έτοιμος για κοπή και δημιουργία νομισμάτων. Το Λαύριο δηλαδή, είχε εξοπλισμό για εμπλουτισμό, φούρνους και πλυντήρια καθώς και ολόκληρους οικισμούς για τη διαμονή των μεταλλευτών, των υπόλοιπων εργαζομένων αλλά και των ιδιοκτητών των μεταλλείων.



Οι αρχαίοι Έλληνες ασχολήθηκαν μόνο με το ανατολικό τμήμα (Λαυρεωτική), όπου παρουσιάζεται μεταλλοφορία διπλής διαπλάσεως. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μία μεταλλοφορία θειούχων μεταλλευμάτων, και μάλιστα μικτών θειούχου μολύβδου (γαληνίτη), ψευδαργύρου και σιδήρου και μία μεταλλοφορία σιδηρομαγγανιούχων μεταλλευμάτων.

Η δεύτερη μεταλλοφορία όμως δεν έτυχε ποτέ μεγάλης εκμετάλλευσης. Πάντως ως οξειδωμένα μεταλλεύματα έχουμε τον ανθρακικό μόλυβδο (κερουσίτη) και τον ανθρακικό ψευδάργυρο (καλαμίνα). Η καλαμίνα περιέχει πάντα προσμίξεις που διαφέρουν από θέση σε θέση. Οι αρχαίοι ενδιαφέρονταν για το γαληνίτη και τον κερουσίτη διότι αυτά είναι τα μόνα αργυρούχα.

Η βασική κοιτασματολογία, όπως πιστοποιήθηκε από σύγχρονους μεταλλευτές, ξεχωρίζει ιζηματογενείς μεταμορφωμένους σχηματισμούς μαρμάρων και σχιστόλιθων. Κατά σειρά αυξανόμενης γεωλογικής ηλικίας και από πάνω προς τα κάτω έχουμε:

- Τον ανώτερο σχιστόλιθο (Schiste superiur - Ss)
- Το ανώτερο μάρμαρο (Calcaire superiur - ms)
- Τον κατώτερο σχιστόλιθο (Schiste inferiuer - Si)
- Το κατώτερο μάρμαρο (Calcaire inferiuer - mi)

Κάθε στρώμα από τα προηγούμενα είναι σε επαφή με το κατώτερο και σχηματίζει μία επιφάνεια επαφής (contact). Εμφανίζονται λοιπόν κατά σειρά:

Η Πρώτη επαφή μεταξύ Ss και ms που συμβολίζεται ως I

Η Δεύτερη επαφή μεταξύ ms και Si που συμβολίζεται ως II

Η Τρίτη επαφή μεταξύ Si και mi που συμβολίζεται ως III

Τα πάχη των σχηματισμών αυτών ποικίλουν όπως και η γεωλογική τους εποχή. Οι επαφές αυτές είναι μεγάλης σημασίας, καθώς αποδείχθηκε ότι σχεδόν μόνο σ' αυτές μπορεί να υπάρχει μετάλλευμα. Αυτό θα βρίσκεται στην επαφή μέσα στο μάρμαρο. Κατά σειρά ποσοτήτων το μετάλλευμα βρίσκεται περισσότερο στις επαφές III και I και λιγότερο στην επαφή II.

Από τις τρεις επαφές, μόνο η πρώτη (I) φτάνει στην επιφάνεια. Αυτό συμβαίνει, κυρίως, γιατί ο ανώτερος σχιστόλιθος βρίσκεται σε πολλά σημεία διαβρωμένος, έτσι ώστε το ανώτερο μάρμαρο να προβάλλει το μετάλλευμα στην επιφάνεια, με αποτέλεσμα να γίνεται εύκολα αντιληπτό το έντονο (κόκκινο ή κίτρινο) χρώμα του οξειδίου του σιδήρου ή η μεταλλική λάμψη του γαληνίτη. Έτσι είναι λογικό να δεχτεί κανείς ότι οι αρχαίοι μεταλλευτές ανακάλυψαν το μολυβδόχο μετάλλευμα στις εμφανίσεις του στην επιφάνεια μέσω της πρώτης επαφής. Με τον τρόπο αυτό ξεκίνησαν να σκάβουν, από τα προϊστορικά χρόνια, κυρίως στην περιοχή του Θορικού. Οι εκσκαφές αυτές ήταν κάθε μορφής και έφταναν πολλές φορές σε διαστάσεις επιφάνειας 300 m<sup>2</sup> και σε αρκετά μέτρα βάθος. Με τον τρόπο αυτό οι αρχαίοι θα έπαιρναν ό,τι ήταν εξαιρετικά πλούσιο σε μόλυβδο και κατά προτίμηση το οξειδωμένο μετάλλευμα μολύβδου. Η εκμετάλλευση του μεταλλεύματος ανάγκασε τους αρχαίους μεταλλευτές, με τη βοήθεια νέων τεχνικών, να προχωρήσουν βαθύτερα μέσα στη γη, χρησιμοποιώντας στοές.

Οι στοές αυτές ήταν μικρής ορθογώνιας ή θολωτής διατομής, περίπου 0,60m<sup>2</sup> (0,70x0,85m).

Σε κάθε στοά εργαζόταν μόνο ένας εργάτης στο μέτωπο. Μόλις όμως αυτός κουραζόταν τον αντικαθιστούσαν αμέσως, ώσπου να μπορέσει να συνεχίσει με την ίδια απόδοση, ενώ ένα παιδί μετέφερε νέα ατσαλένια καλέμια και έπαιρνε τα παλιά. Γι' αυτό το σκοπό χρησιμοποιούσαν δύο ή τρεις εργάτες, έτσι ώστε η στοά να προχωράει με τη μέγιστη ταχύτητα όλο το 24ωρο. Η ταχύτητα αυτή είναι αξιόλογη και δε θα μπορούσε, προφανώς, να είναι μεγαλύτερη. Οι αρχαίοι έδιναν τεράστια σημασία στην ταχύτητα όρυξης, διότι ήταν ο κύριος παράγοντας επιτυχίας και κέρδους. Ο ορυκτής στο μέτωπο θα χρειαζόταν 10 με 14 καλέμια για κάθε 12 ώρες. Στο τέλος παιδιά μετέφεραν έξω, με κοφίνια, τα κομμάτια από τη λάξευση του μετώπου. Χρησιμοποιούσαν παιδιά για τις μεταφορές διότι ήταν μικρότερα σωματικά και έτσι μπορούσαν να κινηθούν με μεγαλύτερη άνεση και ταχύτητα μέσα στις στοές.

Η χρήση όμως των στοών για μεγαλύτερη εκμετάλλευση, προσέκρουσε στην ανάγκη αερισμού των στοών. Ως μόνη λύση φαινόταν η κατασκευή φρεάτων στην άκρη των στοών, βάθους 80 - 110 μέτρων. Έτσι πραγματοποιήθηκαν τα πρώτα μεταλλευτικά φρέατα. Αυτά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Φρέατα αερισμού
- Ερευνητικά φρέατα
- Φρέατα εξαγωγής του μεταλλεύματος

Ένα φρέαρ όμως δεν εξυπηρετεί μία μονή στοά, αλλά και ένα σύμπλεγμα στοών ή και μία ολόκληρη περιοχή εξόρυξης. Γι' αυτό το λόγο οι στοές ήταν ενωμένες μεταξύ τους με κλάδους στοών που κατασκεύαζαν οι αρχαίοι. Για να μη χάνονται σε αυτούς τους «λαβύρινθους» χρησιμοποιούσαν σήματα, για τα οποία δυστυχώς δε γνωρίζουμε ακόμα τίποτα. Υπάρχουν όμως αποδείξεις ότι χρησιμοποιούσαν και κάποιο είδος

χάρτη, όπως μας μαρτυρά ένα πολύτιμο εύρημα. Βρέθηκε σε λαξευμένο βράχο κοντά στην είσοδο μεταλλείου, λίγα μέτρα από το θέατρο του Θορικού, ένα στοιχειώδες σχέδιο μιας κύριας στοάς με τα γυρίσματά της. Το σχέδιο αυτό αποτελούσε καθοδήγηση για τον εισερχόμενο στο μεταλλείο. (Βέλγος καθηγητής Mussche)

Στα φρέατα η μεταφορά του μεταλλεύματος γινόταν είτε με σκάλες είτε με σχοινί. Επιπλέον στοιχεία φανερώνουν ότι πριν από τον 6ο αιώνα π.Χ. γινόταν χρήση της τροχαλίας ακόμα και στο θέατρο («από μηχανής Θεός»), παρά το γεγονός ότι στα πηγάδια νερού στο Λαύριο δεν εφαρμόστηκε κάτι τέτοιο.



Εκτός από το κατακόρυφο φρέαρ στο Λαύριο υπήρχαν και άλλα τέσσερα είδη φρέατος, τα οποία είναι:

*Τα δίδυμα φρέατα.* Δύο φρέατα κοντά το ένα στο άλλο, σε απόσταση λίγων μέτρων, ενώ το ένα από τα δύο έχει μικρότερη διατομή.

Εικόνα 2.1: κατακόρυφο φρέαρ<sup>[1]</sup>

*Το φρέαρ zig-zag.* Πρόκειται για κατασκευή που ξεκινά με κατακόρυφο φρέαρ, συνεχίζεται με την εναλλαγή κεκλιμένου, κατακόρυφου και κεκλιμένου και ολοκληρώνεται με το τελευταίο κατακόρυφο. Το συνολικό του βάθος είναι 90 m.

*Το κεκλιμένο φρέαρ.* Είναι κλίσεως περίπου 30° και διαθέτει σκάλα λαξευμένη στο πέτρωμα. Τα φρέαρ αυτό έχει διατομή ύψους 1,3 m, πλάτους 0,9 m, 80 σκαλιά διαστάσεων 20x45 cm και συνολικό βάθος 34 m, ενώ από τον πυθμένα του ξεκινάει στοά. Η επικρατέστερη ερμηνεία που δίνεται για τις περιπτώσεις αυτές είναι ότι πρόκειται για φρέατα όπου γίνεται χρήση της φωτιάς για την αύξηση του ελκυσμού στο κύριο φρέαρ και κατά συνέπεια του ελκυσμού σε όλο το τμήμα του μεταλλείου που εξυπηρετεί το φρέαρ.

*Το κατακόρυφο και κεκλιμένο φρέαρ.* (εικόνα 1) Υπάρχει το κλασικό κατακόρυφο φρέαρ που συνδέεται με κεκλιμένο κλίσης περίπου 30°, το οποίο ξεκινάει λίγο πιο μακριά. Το κεκλιμένο συνδέεται με το κατακόρυφο με μία στοά η οποία το συναντά περίπου στο μέσο του. Με τους μηχανισμούς που προαναφέρθηκαν (στοές και φρέατα) οι αρχαίοι μπορούσαν να εντοπίσουν κοιτάσματα αλλά και να φτάσουν στους κύριους όγκους του μεταλλεύματος όταν αυτό ήταν σε απροσπέλαστα σημεία.

Κατά την αφαίρεση του μεταλλεύματος ελλόχευε ο κίνδυνος καταπτώσεων από την οροφή. Γι' αυτόν το σκοπό σε ορισμένες αποστάσεις, αναλόγως των πετρωμάτων, κατασκεύαζαν «κολόνες» (στύλους) από το ίδιο μετάλλευμα. Στην περίπτωση κατά την οποία, το μετάλλευμα ήταν πολύ πλούσιο και ήταν ασύμφορο να το αφήσουν, κατέφευγαν στην υποστύλωση με ξερή τοιχοποιία. Η μέθοδος αυτή, η οποία εφαρμόστηκε και τα νεότερα χρόνια στο Λαύριο, ονομάζεται εξόρυξη με «αίθουσες και στύλους». Οι αρχαίοι μεταλλευτές όμως, φαίνεται να απέφευγαν την τοιχοποιία και να προτιμούσαν τη λύση των στύλων όπου μπορούσαν να τις αφήσουν. Αυτό αναφέρεται από το σύνολο των ανθρώπων που εργάστηκαν στα σύγχρονα μεταλλεία.



Εικόνα 2.2: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπόγειων στοών στο μεταλλείο του Λαυρίου. [13]

Οι στύλοι αυτοί αναφέρονται ως «όρμου» και από τους λεξικογράφους σαν «μεσοκρινείς κίονες». Αναφέρεται επίσης, ότι οι αρχαίοι δε χρησιμοποίησαν (παρά μόνο σπανιότατα) την ξύλινη υποστήριξη. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι δεν έχουν βρεθεί μέχρι και σήμερα, λαξευμένα ίχνη για μία τέτοια υποστήριξη.

Στην επιλογή τους αυτή φαίνεται να συνεπικούρησε η μεγάλη αξία της ξυλείας καθώς και η δυσκολία μεταφοράς της μέσα στο μεταλλείο συνοδευόμενη από τη σχετική ευκολία των άλλων λύσεων.

Οι αρχαίοι μεταλλευτές όμως, συνάντησαν και την περίπτωση να είναι το πάχος του στρώματος του μεταλλεύματος μεγάλο ή ακόμα και την περίπτωση κατακόρυφης, ή σχεδόν κατακόρυφης, φλέβας μικρού ή μεγάλου πάχους.

Η μέθοδος που εφαρμόστηκε ήταν τόσο φυσική, ώστε να παραμένει η ίδια. Πρόκειται για τη μέθοδο των «βαθμίδων», ή όπως αλλιώς ονομάζεται των σκαλοπατιών. Κατά τη μέθοδο αυτή το μετάλλευμα αρκετού πάχους (μερικών μέτρων) κόβεται σε σκαλοπάτια. Το γεγονός αυτό επιτρέπει στους ορυκτές να εργάζονται ακόμη και στα ψηλότερα τμήματα του κοιτάσματος και να παίρνουν έτσι το μετάλλευμα που βρίσκεται κοντά στην οροφή. Η εξόρυξη προχωράει κόβοντας το μετάλλευμα στην κατακόρυφη πλευρά του σκαλοπατιού. Με τον τρόπο αυτό, ενώ το μετάλλευμα εξάγεται, τα σκαλιά διατηρούνται σε μορφή ενώ προχωρούν σε βάθος. Μέσω της στοάς που οδηγεί στις βαθμίδες γίνεται και η εξαγωγή του αργυρίτη με κοφίνια που κουβαλούν παιδιά. Οι εργάτες αρχικά, κάνουν μία πρόχειρη χειροδιαλογή στην οποία χώριζαν τον σφαλερίτη ή την καλαμίνα διότι ο ψευδάργυρος που περιέχουν είναι πολύ επιβλαβής πρόσμιξη για την καλή τήξη. Είναι γνωστό πως σκουριά με περισσότερο από 7% ψευδάργυρο είναι πολύ δύστηκτη. Οι σοροί που σχηματίζονταν από τη διαλογή αυτή ονομάστηκαν «εσωτερικές εκβολάδες». Οι εκβολάδες αυτές χρησιμοποιούνταν πλέον μόνο για λιθογόμωση των κενών. Όταν όμως, το μετάλλευμα είχε πολύ πάχος, τα κενά που δημιουργούνταν ήταν πολύ μεγάλα και χρειαζόντουσαν υποστήλωση. Για αυτές τις περιπτώσεις οι αρχαίοι μεταλλευτές είχαν προβλέψει τη στήριξη με διπλές καθ' ύψος κολώνες.

Τις στοές όσο και τα φρέατα τα κατασκεύαζαν με σφυρί και καλέμι (βελόνι). Τα εργαλεία αυτά αποτελούνταν από σίδηρο. Υπάρχουν ευρήματα που δικαιολογούν τη χρήση μεταλλικής αξίνας (τσάπας) που αποτελούνταν από ένα κομμάτι σίδηρο με τη μορφή του κεφαλαίου γράμματος «Γ». Με την αξίνα κατάφερναν να σκάβουν σε πιο σκληρά πετρώματα γιατί ήταν ισχυρότερη από τα υπόλοιπα εργαλεία. Για τη

μεταφορά του μεταλλεύματος χρησιμοποιούσαν κοφίνια και φτυάρια. Τα φτυάρια ήταν ξύλινα και χρησίμευαν μόνο στη φόρτωση των κοφινιών ή στο συμμάζωμα των στείρων σε εκβολάδες. Τα κοφίνια κατά πάσα πιθανότητα ήταν δερμάτινα και είχαν σχοινιά τα οποία βοηθούσαν στο κουβάλημα. Ο ορυκτής στο μέτωπο κουβαλούσε λάμπα και ένα δοχείο με λάδι για να μπορεί να την ανεφοδιάζει. Η λάμπα αυτή ήταν από ψημένη άργιλο και βαθιά για να χωράει πολύ λάδι, ενώ το δοχείο ήταν μυτερό προς τα κάτω για να εισχωρεί στο έδαφος και να σταθεροποιείται. Επίσης χρησιμοποιούσαν ξύλινες κινητές πόρτες αλλά και φουσερά εφοδιασμένα με υφασμάτινους σωλήνες ως εργαλεία αερισμού.<sup>[13]</sup>

### 3. Ο Εμπλουτισμός στο Αρχαίο Λαύριο

#### 3.1. Γενικά

Εμπλουτισμός μεταλλεύματος είναι ο διαχωρισμός των πλούσιων κόκκων του μεταλλίτη" από τους φτωχούς στείρους κόκκους. Ο εμπλουτισμός στηριζόταν στη διαφορά του ειδικού βάρους του κόκκου του "μεταλλίτη" από τους κόκκους του "στείρου". Ο εμπλουτισμός στην αρχαιότητα γινόταν με νερό και ήταν "Βαρυμετρικός εμπλουτισμός", δηλαδή διαχωρισμός με βάση το διαφορετικό "ειδικό βάρος" των κόκκων του μεταλλεύματος.

Ο εμπλουτισμός του μεταλλεύματος ήταν από τις σημαντικότερες εργασίες στο αρχαίο Λαύριο. Γινόταν για τα κομμάτια του μεταλλεύματος με χαμηλή περιεκτικότητα σε μόλυβδο (7%-30%), τα οποία ήταν ασύμφορο να σταλούν κατευθείαν στην κάμινο τήξεως. Η διαδικασία του εμπλουτισμού ήταν η εξής:

Στην αρχή γινόταν η θραύση του μεταλλεύματος με τη χρήση κόπανων και στη συνέχεια η λειοτριβήσή του στα τριβεία, ώστε οι κόκκοι να φτάσουν το μέγεθος του 1mm και κάτω. Ύστερα έπλεναν το τριμμένο μετάλλευμα σε ειδικές εγκαταστάσεις εμπλουτισμού, τα πλυντήρια. Εκεί το νερό τρέχοντας σε ειδικά ξύλινα ρείθρα (λούκια) με εγκοπές, παρέσερνε τους ελαφρύτερους κόκκους, που ήταν άχρηστο υλικό, και άφηνε στις εγκοπές τους βαρύτερους οι οποίοι ήταν πλούσιοι σε μόλυβδο (40%-50%). Το στείρο υλικό το ονόμαζαν «πλυνίτες» και το μάζευαν σε σωρούς.

Τα πλυντήρια είχαν ανάγκη από πολύ νερό. Επειδή στο Λαύριο δεν υπήρχαν ποτάμια ή πηγάδια νερού, οι αρχαίοι κατασκεύασαν μεγάλες δεξαμενές όπου συγκέντρωναν το νερό της βροχής από τις πλαγιές των λόφων. Γι' αυτό και τα πλυντήρια ήταν στις κοιλάδες και στις χαράδρες.



	Βάρος τόνοι	Pb%	Ag g/t	Περιεχόμενος μόλυβδος τόνοι	Περιεχόμενος άργυρος κιλά
ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ Μετάλλευμα τριμμένο	12.000.000	17,5	350	2.100.000	4.200.000
ΠΑΡΑΓΩΓΗ Συμπύκνωμα	3.000.000	50	1000	1.500.000	3.000.000
ΑΠΟΡΡΙΜΜΑ Πλυντήρες	9.000.000	6,6	133	600.000	1.200.000
Απόδοση	Pb = 71,4%		Ag = 71,4%		

Διάγραμμα 3.1: Τυπικό μέσο ισοζύγιο εμπλουτισμού<sup>[1]</sup>

### 3.2. Θραύση και λειοτριβήση

Για να εμπλουτισθεί το μετάλλευμα πρέπει να θραυστεί και τελικά να λειοτριβηθεί σε κόκκους μικρής διαστάσεως. Στο Λαύριο έπρεπε να λειοτριβηθούν σε κόκκους κάτω του 1mm διαμέτρου. Τα μέρη που γινόταν αυτή η εργασία ονομαζόταν «κεχρεώνες», οι οποίες βρισκόταν κοντά στα πλυντήρια.

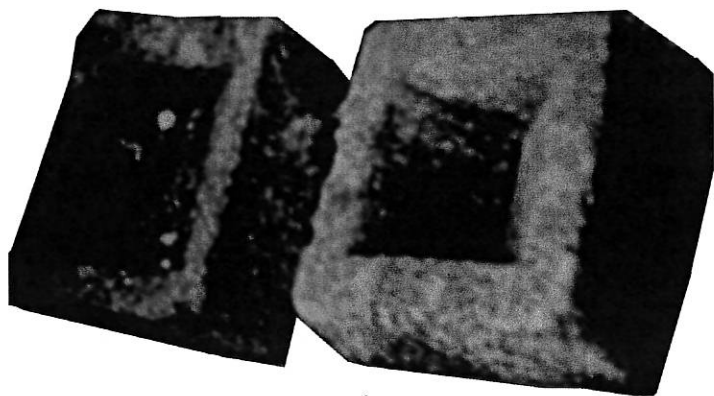
Το τρίψιμο του μεταλλεύματος αρχίζει από την θραύση του μεταλλεύματος η οποία γινόταν με σιδερένιους κοπάνους πάνω σε μεγάλες πλάκες μαρμάρινες ή ασβεστολιθικές. Κάθε μετάλλευμα αποτελείται από κάποια συστατικά διαφορετικής περιεκτικότητας. Σκοπός της θραύσης και της λειοτριβήσης είναι να «αποδεσμευτούν» αυτά τα συστατικά. Πράγματι με το τέλος της διαδικασίας αυτής τα προϊόντα που έχουμε είναι:

- Κόκκους καθαρού «συμπυκνώματος»
- Κόκκους καθαρού «στείρου»
- Κόκκους «μικτούς»

Έτσι τριμμένο το μετάλλευμα μπορεί να εμπλουτισθεί με τις αρχαίες μεθόδους στα πλυντήρια, αφού οι διάφοροι κόκκοι έχουν διαφορετικό ειδικό βάρος. Αν πέσουν κόκκοι ίσης περίπου διαστάσεως σε νερό θα καταταγούν από κάτω προς τα πάνω ανάλογα με το βάρος τους. Οι βαρύτεροι κόκκοι (συμπύκνωμα) θα πέσουν γρηγορότερα. Επίσης όταν πέσουν οι κόκκοι σε ρεύμα νερού, πάνω σε μια σανίδα με κοιλότητες, παρασύρονται κατά σειρά, οι κόκκοι του στείρου, οι μικτοί κόκκοι, και τέλος το συμπύκνωμα. Οι βαρείς κόκκοι παρασύρονται δυσκολότερα κι έτσι μένουν

στις κοιλότητες. Με αυτή την μέθοδο έκαναν οι αρχαίοι τον εμπλουτισμό του μεταλλεύματος.

Στις ανασκαφές στην Σουρέζα βρέθηκαν πολλά τεμάχια σιδερούχα ή σκωριώδη τα οποία ήταν σκωριές που προερχόταν από μια πρωτόγονη μεταλλουργία σιδηρού για την κατασκευή σιδερένιων κοπάνων, τα οποία τα χρησιμοποιούσαν για την θραύση του μεταλλεύματος. Η στοιχειώδης αυτή παραγωγή σιδήρου γινόταν ως εξής: Σε ένα μικρό λάκκο στο έδαφος έβαζαν πλούσιο μετάλλευμα σιδήρου ανακατεμένο με 50% περίπου σε βάρος ξυλοκάρβουνο. Ύστερα φυσούσαν με ένα σωλήνα πυρίμαχο στο



βάθος της κοιλότητας αέρα με ένα κατάλληλο φουσερό. Το προϊόν ύστερα από σφυρηλασία «εν θερμώ» δίνει μεταλλικό σίδηρο.

Ο τρόπος που γινόταν η αρχαία λειοτριβήση αποτελούσε για πολλά χρόνια ένα μυστήριο.

Εικόνα 3.1: Κομμάτια από τραχύτη<sup>[1]</sup>

Στο Λαύριο παρατηρήθηκαν τεμάχια κατά εκατοντάδες από ένα τεχνητό αντικείμενο από τραχύτη ορισμένου σχήματος.(εικόνα 3.1) Ανακαλύφθηκε έπειτα από έρευνες ότι αυτά τα αντικείμενα ήταν τριβεία που χρησιμοποιούνταν για τη λειοτριβήση του μεταλλεύματος.

Οι εργάτες κινούσαν το τριβείο με μια ξύλινη ράβδο παλινδρομικά και το έτριβαν πάνω σε μια επίπεδη πλάκα από τραχύτη. Μέσα στο τριβείο έριχναν το μετάλλευμα σε διάσταση που να περνάει από την εγκοπή που φέρει το τριβείο. Στη συνέχεια περνούσε ανάμεσα στο τριβείο και στην πλάκα χάρη στην ανώμαλη κάτω επιφάνεια του τριβείου. Με μια κίνηση προς τα πάνω οι εργάτες φρόντιζαν ώστε το μετάλλευμα να περνάει μεταξύ των δύο τριβόμενων επιφανειών

από τραχύτη. Έτσι το μετάλλευμα έφτανε στην επιθυμητή διάσταση κόκκου. Το τριβείο βέβαια φθειρόταν ή και έσπαζε αλλά η μορφή του ήταν τέτοια ώστε μπορούσε να λαξευτεί σχετικά εύκολα.

Εκτός από τα τριβεία στο Λαύριο βρέθηκαν δυο κωνικοί μύλοι που πιθανόν τους χρησιμοποιούσαν μόνο για άλεσμα του σιταριού.<sup>[2]</sup>

### 3.3. Σκοπός του εμπλουτισμού

Ο εμπλουτισμός είχε καθαρά οικονομικό σκοπό. Οι αρχαίοι είχαν πιστοποιήσει ότι για ένα τόνο μεταλλεύματος τα έξοδα τήξεως ήταν τα ίδια, αδιάφορο αν το μετάλλευμα ήταν πλούσιο ή πτωχό σε μόλυβδο και έτσι σε άργυρο. Το κόστος της τήξεως ήταν ιδιαίτερα υψηλό χάρης στην αξία του ξυλοκάρβουνου. Στην αρχή της εκμεταλλεύσεως του Λαυρίου εξόρυσσαν μικρές ποσότητες από μετάλλευμα πλούσιο σε μόλυβδο και άργυρο. Όταν άρχισε όμως να γίνεται εντατική η εκμετάλλευση, έπρεπε να παίρνουν και τα φτωχότερα μεταλλεύματα. Όμως για αυτά τα μεταλλεύματα τα έξοδα της τήξεως, λόγω των δυσχερειών αυτής και της αναγκαίας ποσότητας σε κάρβουνο, ήταν μεγάλα έως απαγορευτικά.

Ωστόσο οι αρχαίοι παρατήρησαν ότι για ένα μετάλλευμα με διπλάσια περιεκτικότητα σε άργυρο από ένα άλλο, τα έξοδα της τήξεως κατά kg αργύρου ήταν περίπου τα μισά. Χάρη στον εμπλουτισμό μια κατεργασία που ήταν ζημιογόνα γίνεται κερδοφόρα. Βέβαια, ο καλύτερος «βαθμός εμπλουτισμού» εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως, τιμές, περιεκτικότητες, κόστος, απόσταση της καμινείας από τον εμπλουτισμό κ.α.<sup>[2]</sup>

### 3.4. Τα Αρχαία Πλυντήρια

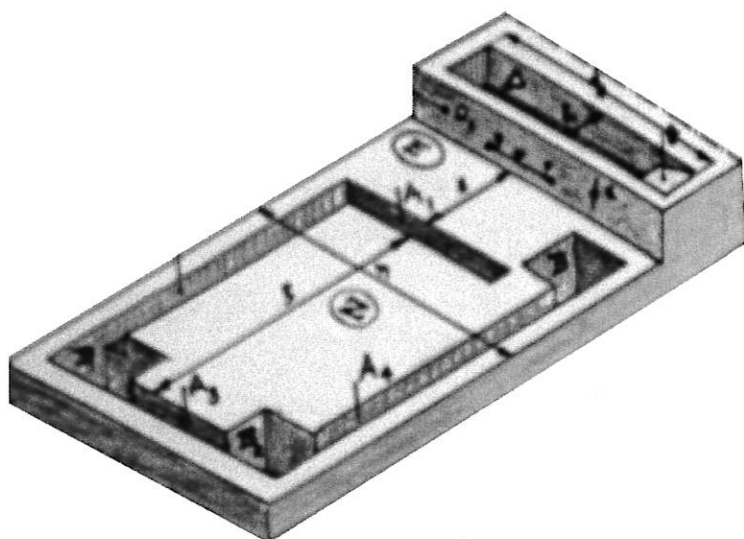
Στο Λαύριο υπάρχουν πολλές δεκάδες αρχαία πλυντήρια από τα οποία ελάχιστα έχουν καθαριστεί ή ανασκαφεί. Τα περισσότερα είναι επίπεδα πλυντήρια αλλά έχουν ανακαλυφθεί και τρία πλυντήρια τελείως διαφορετικού είδους, τα «ελικοειδή πλυντήρια». <sup>[2]</sup>

### 3.4.1. Τα επίπεδα πλυντήρια

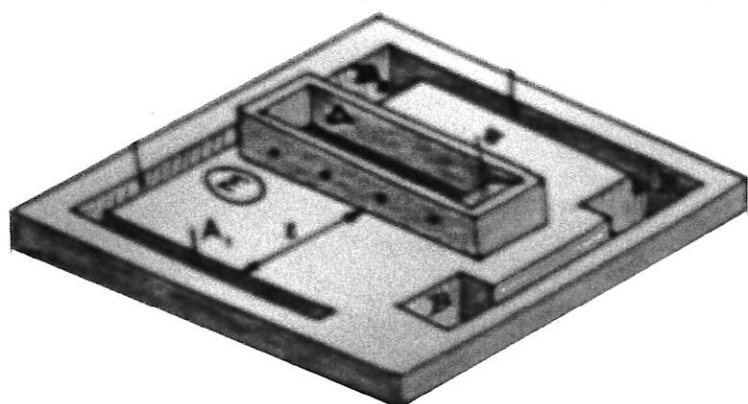
Τα επίπεδα πλυντήρια είναι δυο τύπων I και II (εικόνες 3.2, 3.3). Ο τύπος II είναι σπάνιος. Κατά την ανασκαφή στην Σουρέζα βρέθηκαν δυο επίπεδα πλυντήρια, το ένα είναι το λεγόμενο «πλυντήριο του Σίμου» και το άλλο το «πλυντήριο Μιχάλη»

(στους πρόποδες του λόφου Μιχάλη).

Στην εικόνα 3.2 φαίνεται η βασική δεξαμενή νερού Δ. Είναι δεξαμενή τροφοδοσίας σε νερό του πλυντηρίου. Χάρη στην ανακυκλοφορία του νερού από τους δούλους η δεξαμενή Δ είναι διαρκώς γεμάτη.



Εικόνα 3.2: πλυντήριο τύπου I



Εικόνα 3.3: πλυντήριο τύπου II

Η δεξαμενή Δ έχει από 2 μέχρι και 8 ακροφύσια  $\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3$  ανάλογα με το πλάτος του πλυντηρίου. Το ακροφύσι είναι γενικά κατάλληλης μορφής για μια καλή υδροδυναμική ροή του νερού χωρίς μεγάλη τριβή.

Έχει μορφή κωνικής μορφής και καταλήγει σε μια οπή διαμέτρου 20mm περίπου. Τα ακροφύσια τα βούλωναν με άργιλο με κωνικό «βύσμα» που τοποθετούσαν από το εσωτερικό της δεξαμενής. Μερικά είναι και σήμερα έτσι βουλωμένα.

Όταν τα ακροφύσια λειτουργούσαν (με γεμάτη διαρκώς την δεξαμενή Δ) έβγαине βέβαια το βούλωμα και το ακροφύσι έδινε μια ορμητική φλέβα νερού. Το νερό αυτό χρησίμευε για τον εμπλουτισμό.

Έπεφτε σε ένα ξύλινο ρείθρο με κοιλότητες που ήταν τοποθετημένο πάνω στο οριζόντιο επίπεδο Ε με μια ορισμένη κλίση. Στις κοιλότητες του ξύλινου ρείθρου έμενε το πλούσιο μέρος του μεταλλεύματος. Το φτωχό παρασυρόταν από το νερό και έπεφτε σ' έναν οχετό (κανάλι), το Α<sub>1</sub>.

Το οριζόντιο επίπεδο Ε ήταν συχνά και λίγο κεκλιμένο με κλίση 2%. Αυτό επέτρεπε να πέφτουν στο κανάλι Α<sub>1</sub> ό,τι νερά βρισκόταν πάνω σ' αυτό. Το νερό με αιωρούμενους σ' αυτό κόκκους του φτωχού μεταλλεύματος, κυκλοφορούσε από το Α<sub>1</sub> στον οχετό Α<sub>2</sub>, έπειτα στην δεξαμενή καθιζήσεως Β<sub>1</sub>, στο κανάλι Α<sub>3</sub>, στην δεξαμενή καθιζήσεως Β<sub>3</sub>, στο κανάλι Α<sub>4</sub> και τελικά στη δεξαμενή Β. από την δεξαμενή Β οι δούλοι έπαιρναν το νερό με δοχεία και το έριχναν στη δεξαμενή τροφοδοσίας νερού Δ.

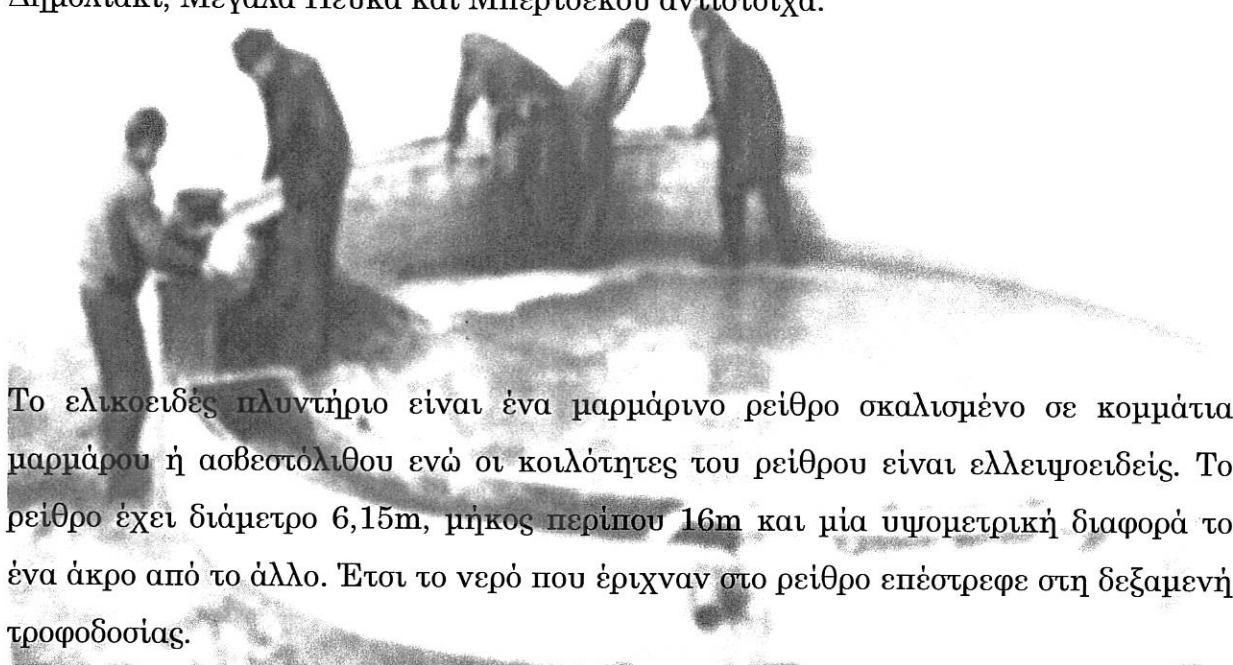


Για να μην πέφτει το νερό απότομα στη διαρκώς γεμάτη δεξαμενή Δ ακουμπούσαν τα δοχεία τους πάνω σ' ένα κεκλιμένο επίπεδο Θ, τα έγερναν ώστε να ρέει το νερό πάνω σ' αυτό ήσυχα για να πέσει τελικά στο νερό πάνω σ' αυτό ήσυχα για να πέσει τελικά στο νερό της δεξαμενής χωρίς αναταραχή. Στο πυθμένα της δεξαμενής υπήρχε πάντα λάσπη και απέφευγαν έτσι να την αναταράσσουν. Αυτό αποδεικνύει ότι οι αρχαίοι ήθελαν να έχουν πάντα καθαρό νερό για την πλύση των μεταλλευμάτων. Όταν τελείωνε ο εμπλουτισμός ο εργάτης έπαιρνε το εμπλούτισμα και το μετέφερε στην αποθήκη του εμπλουτισματος που είναι δίπλα στο πλυντήριο. Με φτυάρι ή με άλλο μέσο άδειαζαν τα, κανάλια και τις δεξαμενές καθιζήσεως από το φτωχό μέταλλευμα,

το απόρριμμα, όπως λέγεται σήμερα. Τοποθετούσαν το απόρριμμα πάνω στο επίπεδο Ζ. Εκεί στράγγιζε και το νερό έπεφτε πάλι μέσα στο κύκλωμα. Το απόρριμμα που βρίσκεται στο πρώτο κανάλι Α. ήταν καμιά φορά αρκετά πλούσιο. Τότε το ξαναπερνούσαν στα ρείθρα αφού το ξανατρίβανε.<sup>[2]</sup>

### 3.4.2. Τα ελικοειδή πλυντήρια

Στο Λαύριο εκτός από τα επίπεδα πλυντήρια βρέθηκαν άλλα τρία πλυντήρια διαφορετικής μορφής, τα ελικοειδή πλυντήρια, τα οποία βρίσκονται στις περιοχές Δημολιάκι, Μεγάλα Πεύκα και Μπερτσέκου αντίστοιχα.



Το ελικοειδές πλυντήριο είναι ένα μαρμάρινο ρείθρο σκαλισμένο σε κομμάτια μαρμάρου ή ασβεστόλιθου ενώ οι κοιλότητες του ρείθρου είναι ελλειψοειδείς. Το ρείθρο έχει διάμετρο 6,15m, μήκος περίπου 16m και μία υψομετρική διαφορά το ένα άκρο από το άλλο. Έτσι το νερό που έριχναν στο ρείθρο επέστρεφε στη δεξαμενή τροφοδοσίας.

Η τροφοδοσία του μεταλλεύματος γινόταν στην αρχή του ρείθρου. Όπως και στα επίπεδα πλυντήρια το νερό καθώς τρέχει κατά μήκος του ρείθρου παρασέρνει τους ελαφρούς κόκκους του μεταλλεύματος. Οι δούλοι ανακάτευαν με τα δάκτυλα τους συνεχώς το μετάλλευμα που ήταν μέσα στις κοιλότητες οι οποίες είναι φθαρμένες προς την εσωτερική περιφέρεια του ρείθρου.

Τα ελικοειδή πέτρινα πλυντήρια υπολογίζεται ότι εμφανίστηκαν στο τέλος του 4ου ή αρχές 3ου αιώνα π.Χ. όταν και εξαντλήθηκαν τα πλούσια σε μόλυβδο μεταλλεύματα.

Στην αρχή ήταν ένα ξύλινο ρείθρο μήκους περίπου 10m, που το τοποθετούσαν στα παλαιά επίπεδα πλυντήρια. Αλλά για να αποφύγουν την πολυδάπανη κατασκευή νέων μεγαλύτερων επιπέδων πλυντηρίων και να επιτύχουν την ανακυκλοφορία του νερού, δώσανε στο μεγάλο αυτό επίμηκες ξύλινο ρείθρο ελικοειδή μορφή. Έτσι το

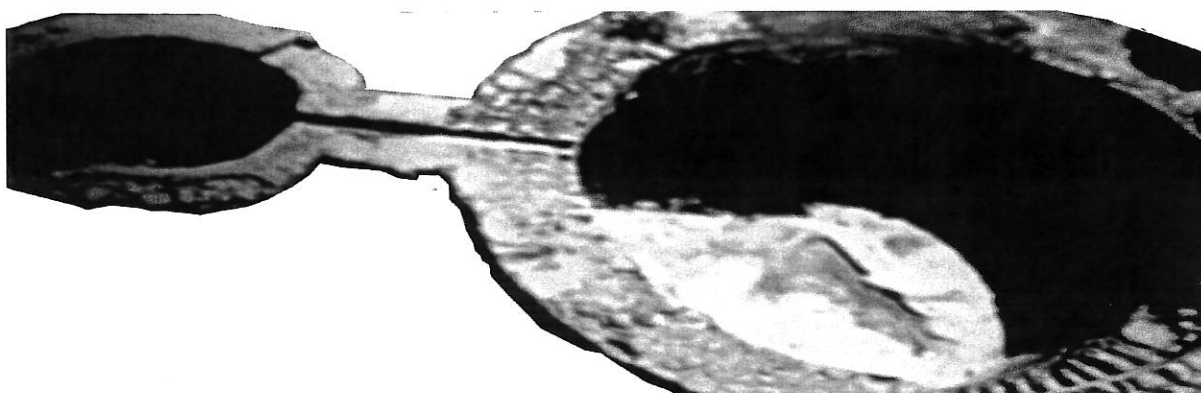
ίδιο το ρείθρο επαναφέρει το νερό στη δεξαμενή τροφοδοσίας. Αργότερα αυτά τα ξύλινα ρείθρα αντικαταστάθηκαν από μαρμάρινα.

Τα ελικοειδή πλυντήρια κατασκευάστηκαν για να εμπλουτίσουν φτωχά λεπτόκοκκα μεταλλεύματα. Η απόδοση σε μέταλλο με ανακυκλοφορία ορισμένου τμήματος απορρίμματος μπορεί να φτάσει και μέχρι 30%. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι έγινε η ανακατασκευή ενός αρχαίου ελικοειδούς πλυντηρίου καθώς και μια πειραματική εργασία, όπως αυτή γινόταν στην αρχαιότητα. [2]

### 3.5. Δεξαμενές νερού

Για να εμπλουτιστεί, το μετάλλευμα χρειάζεται πολύ νερό. Ένα πλυντήριο με 4 ακροφύσια για να λειτουργήσει χρειάζεται 1.000 κυβικά νερό το χρόνο.

Επειδή στο Λαύριο δεν υπάρχουν ποτάμια οι αρχαίοι αναγκάζονταν να συγκεντρώνουν το νερό τις βροχής σε μεγάλες δεξαμενές. Γι' αυτό το λόγο στο Λαύριο υπάρχουν πολλές μεγάλες δεξαμενές. Μάζευαν το νερό της βροχής από τις πλαγιές των λόφων και αυτός είναι ο λόγος που τα πλυντήρια και οι δεξαμενές βρίσκονται μέσα στις κοιλάδες.



Εικόνα 3.4: Δεξαμενές νερού<sup>[1]</sup>

Οι δεξαμενές είναι κτισμένες με διαφορετικούς τρόπους. Άλλες είναι λαξευμένες εν μέρει στο πέτρωμα, άλλες κτισμένες ολόκληρες με τοιχοποιία. Οι περισσότερες είναι κυκλικής διατομής. Οι δεξαμενές συνήθως έχουν εσωτερικά μια σκάλα, η οποία χρησίμευε για τον καθαρισμό της δεξαμενής. Στην ανασκαφή στη Σούρεζα η δεξαμενή Δ<sub>4</sub> έχει εξωτερικά τη σκάλα και ο λόγος είναι για εξοικονόμηση χώρου στη μικρή αυτή δεξαμενή.

Οι αρχαίοι ενδιαφέρονταν να έχουν καθαρό νερό για τον εμπλουτισμό. Έτσι η δεξαμενή κατά κανόνα συνδέεται με μια μικρότερη στην οποία οδηγούσαν με λούκια τα νερά της βροχής και με υπερχειλίση από αυτή πήγαινε στην κύρια μεγάλη δεξαμενή.



Εικόνα 3.5: Δεξαμενή νερού. Φαίνεται το υδραυλικό κονίαμα

Η μικρή δεξαμενή ήταν λοιπόν δεξαμενή καθιζήσεως. Ο εργάτης αντλούσε το νερό από τη δεξαμενή με δοχείο, πατώντας πάνω σε μια πλάκα που προεξείχε από την περιφέρεια της. Κατ' αυτό τον τρόπο το δοχείο, που ήταν κατ' αρχή πήλινο, δεν χτυπούσε στις παρειές της δεξαμενής.<sup>[3]</sup>

### 3.6. Υδραυλικά κονιάματα

Για να μην έχουν απώλεια νερού κάλυπταν τα τοιχώματα της δεξαμενής με ειδικό υδραυλικό κονίαμα. Το κονίαμα το έστρωναν σε όλες τις επιφάνειες ακόμη και σε εσοχές με τη βοήθεια πινέλου. Για να αποφύγουν την εξάτμιση του νερού το καλοκαίρι κάλυπταν τη δεξαμενή με οροφή, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τις



βάσεις των κίωνων που βρίσκονται στον πυθμένα των δεξαμενών. Οι κίονες αυτοί στήριζαν την οροφή.

Το ίδιο παρατηρείται και στα πλυντήρια. Όσα μέρη περιείχαν νερό, τα προστάτευαν με την ειδική υδραυλική επίστρωση, με καλύμματα, όπως τη δεξαμενή τροφοδοσίας Δ και με σανιδώματα τους αγωγούς  $A_1, A_2, A_3, A_4$ .

Τα κονιάματα στεγανοποίησε των δεξαμενών και των πλυντηρίων εντυπωσίαζαν ανέκαθεν τους επισκέπτες των αρχαίων δεξαμενών στο Λαύριο. Πράγματι αυτές οι δεξαμενές και σήμερα ακόμη κατακρατούν χωρίς απώλεια το βρόχινο νερό και δημιουργούσαν προπολεμικά στο Δήμο του Λαυρίου πρόβλημα ως εστία μόλυνσεως.

Έχει αποδειχτεί ότι η τέλεια αδιαπερατότητα στο νερό του αρχαίου κονιάματος, οφείλεται σε ένα ειδικό στεγανοποιητικό επίστρωμα, που έχει πάχος περί το 1 χιλιοστό. Το ειδικό αυτό επίστρωμα το χαρακτηρίζει μια περιεκτικότητα υψηλή σε οξείδιο του μολύβδου 15-20%. Ήταν άμορφο, είχε λειοτριβηθεί κάτω του 0,1mm και αναμειγνυόταν με ασβέστη. Μετά επιστρωνόταν σε τρεις διαδοχικές στρώσεις με πινέλο. [3]

### 3.7. Ιδιοκτησία πλυντηρίων

Τα επιφανειακά εδάφη όπως και οι μεταλλουργικές εγκαταστάσεις που χτιζόνταν σε αυτά (δεξαμενές, κάμινοι, πλυντήρια) ήταν ιδιωτικές ιδιοκτησίες, ενώ τα μεταλλεία («μέταλλα») ανήκαν στο κράτος και δίνονταν κατά την κλασική περίοδο και μετέπειτα σε Αθηναίους ελεύθερους πολίτες με ενοικίαση. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι συνυπάρχουν την ίδια περίοδο η ελεύθερη ιδιωτική πρωτοβουλία στις επιφανειακές εγκαταστάσεις καθώς και η κρατικοποίηση των μεταλλείων.

Σημαντικά στοιχεία που τεκμηριώνουν ότι τα πλυντήρια ήταν ιδιωτική ιδιοκτησία, είναι η ύπαρξη του ανδρώνα, των λουτρών και ο μεγάλος αριθμός δωματίων οικιακής λειτουργικότητας. Η μονιμότητα αυτή και οι επιμελημένες λεπτομέρειες της κατασκευής δείχνουν ένα ιδιαίτερο προσωπικό ενδιαφέρον. Επίσης τα αγγεία που βρέθηκαν (κάνθαροι, σκύφοι, θραύσματα από ερυθρόμορφους κρατήρες, κέρνοι)

δείχνουν ότι προέρχονται από χώρους μόνιμης κατοικίας όπου ζούσαν και ελεύθεροι πολίτες.

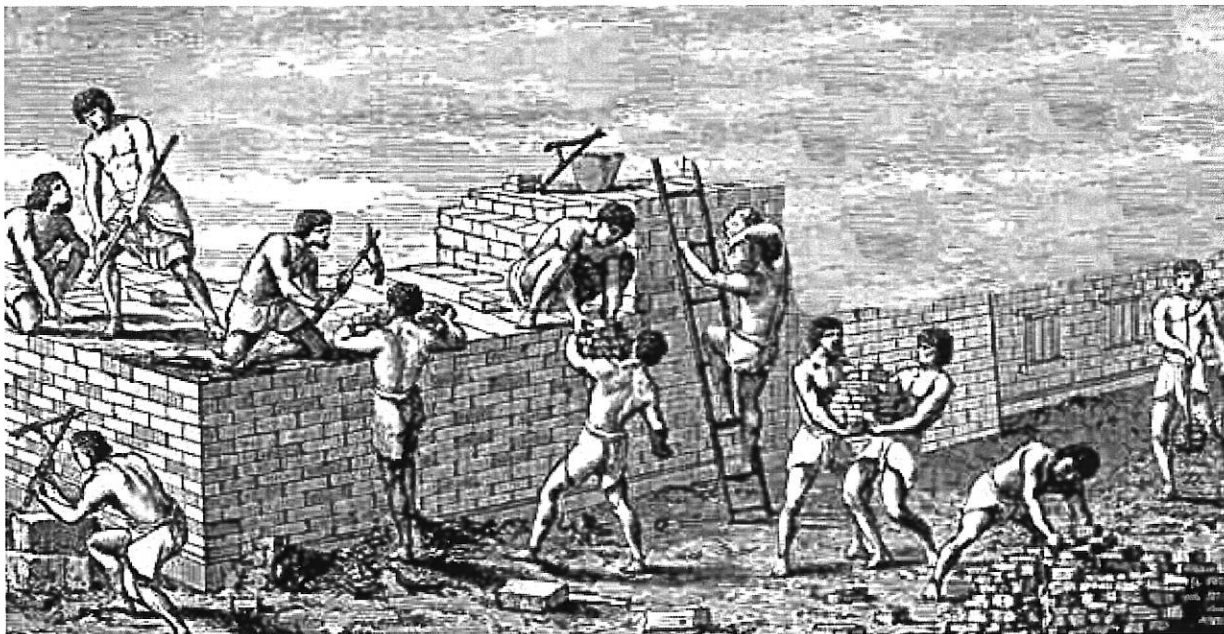
Οι ιδιοκτήτες των πλυντηρίων ήταν ελεύθεροι πολίτες. Τα πλυντήρια κατασκευάζονταν πάντα σε ένα ιδιόκτητο έδαφος του ιδιοκτήτη του πλυντηρίου. [4]

### **3.8. Σχέσεις των ιδιοκτητών των πλυντηρίων με τους μεταλλευτές και τους ιδιοκτήτες των καμίνων**

Οι ενοικιάσεις των μεταλλείων με κανονική παραγωγή γινόταν ανά δέκα χρόνια. Ο ενοικιαστής πλήρωνε στο κράτος μία ετήσια καταβολή 3.000 – 15.000 οβολούς περίπου, ανάλογα με το μεταλλείο. Το έσοδο του κράτους δεν ήταν ένα ποσοστό επί της παραγωγής του μεταλλείου, ήταν το ενοίκιο. Μετά την εξόρυξη του μεταλλεύματος και μία χειροδιαλογή το πρώτο στάδιο ήταν ο εμπλουτισμός. Εάν ο μεταλλευτής δεν είχε δική του εγκατάσταση πλυντηρίου, έπρεπε να πληρώσει στον ιδιοκτήτη του πλυντηρίου μία τιμή για την κατεργασία. Η τιμή αυτή καθοριζόταν ανά μονάδα βάρους μεταλλεύματος.

Η ποσότητα του συμπυκνώματος ελαττώνεται με την πτώση της περιεκτικότητας σε μόλυβδο του μεταλλεύματος. Έτσι λοιπόν η τιμή κατεργασίας ήταν πάντα κατά στατήρα μεταλλεύματος. Είναι φυσικό ότι όταν το μετάλλευμα ήταν πλούσιο ο ιδιοκτήτης του πλυντηρίου να ζητούσε μεγαλύτερη αμοιβή έχοντας υπ όψη ότι ο μεταλλευτής κέρδιζε πολλά. [4]

#### 4. Οι δούλοι στο αρχαίο Λαύριο



Εικόνα 4.1: Σκίτσο δούλων στην αρχαιότητα<sup>[17]</sup>

Το θέμα της δουλειάς τον 5ο και 4ο αιώνα π.Χ. είναι μεγάλης σημασίας, γιατί χάρη στους δούλους υπήρξε δυνατή η γεωργική, η βιομηχανική και μεταλλευτική ανάπτυξη της Δημοκρατίας της Αθήνας.

Ο αριθμός των δούλων στο Λαύριο στα κλασικά χρόνια ήταν μεταξύ 15.000 και 20.000 άτομα ενώ ο αριθμός των ελευθέρων πολιτών της Αθήνας κυμαινόταν μεταξύ 20.000 και 30.000 πολίτες. Συνεπώς, η παραγωγή του αργύρου στο Λαύριο θα ήταν αδύνατη αν στηριζόταν στους ελεύθερους πολίτες, οι οποίοι ασχολούνταν με την πολιτική, τον πόλεμο και την φιλοσοφία. Ο θεσμός της δουλειάς, διαδεδομένος τότε στο γνωστό κόσμο, υπήρξε πολύτιμος για την πραγματοποίηση του μεγάλου πολιτισμού που αναπτύχθηκε στην Αθήνα.

Η συμπεριφορά των ελευθέρων Αθηναίων στο Λαύριο προς τους δούλους δεν ήταν απάνθρωπη ούτε ανάλογη με τη συμπεριφορά των Αιγυπτίων ή αργότερα των Ρωμαίων. Οι Αθηναίοι είχαν από παράδοση έθιμα τα οποία σημάδεψαν τον πολιτισμό τους με ορισμένες βασικές ηθικές αρχές πέρα και από τους νόμους της πολιτείας, όπως την απαγόρευση χρήσεως βασανιστηρίων για τους ελεύθερους πολίτες ή την υποχρέωση στις μάχες της ταφής των νεκρών.<sup>[1]</sup>

#### 4.1. Ορισμός του δούλου

*“Αυτό που κάνει ο δούλος το κάνει "ακών", εκείνο που κάνει ο ελεύθερος άνθρωπος το κάνει "έκων" δηλ. σύμφωνα με τη θέληση του. Η εργασία του δούλου είναι εργασία ακούσια. Είναι αυτό που ξεχωρίζει το δούλο από τον ελεύθερο εργάτη”.*

(Westermann).

Σύμφωνα με τον Westermann η κατάσταση δουλείας ενός ατόμου περιλαμβάνει μια σειρά περιορισμών του δούλου στη δυνατότητα επιλογής εκ μέρους του ορισμένων πράξεων όπως και επί της εν γένει δραστηριότητας του. Στις επιγραφές στους Δελφούς απελευθέρωσης δούλων, αναφέρονται 4 ελευθερίες του ατόμου που δεν υπήρχαν για το δούλο και οι οποίες παραχωρούνται στον απελεύθερο. Αυτά είναι βέβαια χαρακτηριστικά δικαιώματα του ελεύθερου πολίτη.

Οι ελευθερίες αυτές είναι οι επόμενες:

1. Μπορεί ο ίδιος να εκπροσωπεί τον εαυτό του
2. Δεν μπορεί να υποστεί κατάσχεση ή αρπαγή της περιουσίας του
3. Μπορεί να κάνει αυτό που επιθυμεί να κάνει.
4. Μπορεί να πάει όπου επιθυμεί να πάει.

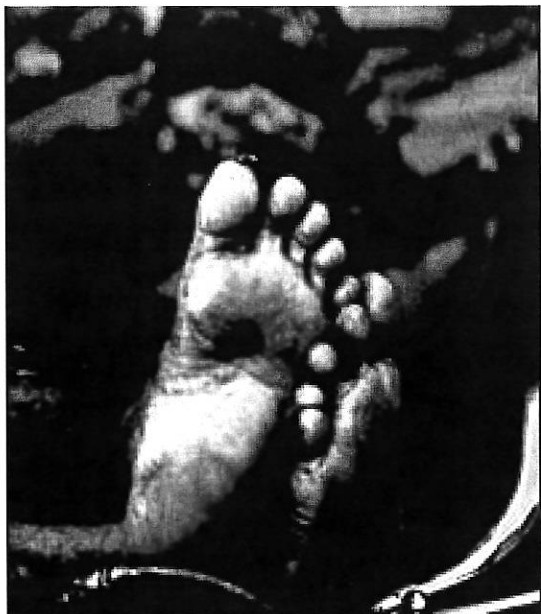
Οι κύριοι περιορισμοί για το δούλο είναι:

1. Σε όλες τις νομικές πράξεις ο δούλος αντιπροσωπεύεται από τον κύριο του ή από κάποιο άλλο πρόσωπο που εξουσιοδοτείται από τον κύριο του.
2. Οποιοσδήποτε μπορεί "να βάλει χέρι πάνω του". Δηλαδή να γίνει αντικείμενο κατασχέσεως ή και συλλήψεως. Αυτό ισχύει με ιδιαίτερη έμφαση για τους φυγάδες δούλους.
3. Δεν μπορεί να κάνει αυτό που επιθυμεί. Οφείλει να κάνει εκείνο που ο κύριος του τον διατάζει.
4. Δεν μπορεί να επισκεφθεί πρόσωπα ή τόπους όπου επιθυμεί να πάει. Να κατοικεί εκεί που επιθυμεί να κατοικεί. Ο δούλος δεν μπορεί να είναι κύριος του εαυτού του.

(Westermann)

Στην κλασική περίοδο λόγω του μεγάλου αριθμού των δούλων έχουμε ουσιαστικά ένα είδος δουλοκτητικής κοινωνίας, που διαμορφώθηκε εμμέσως και ο ορισμός του δούλου από κάθε άποψη, νομική και παραδοσιακή. Από τα Ομηρικά χρόνια μέχρι

τον 5ο αιώνα η δουλεία εξελίχθηκε και κατέληξε σε ένα χαρακτηριστικό θεσμό. Στους προηγούμενους αιώνες ο αριθμός των δούλων ήταν πολύ μικρότερος και οι περισσότεροι δούλοι εργάζονται στο σπίτι ή στους αγρούς. Ο δούλος ονομαζόταν συνήθως "οικέτης" και θεωρούταν σαν ένα κατώτερο μέλος της οικογενείας.



Η ελληνική γλώσσα απέδωσε τη λέξη δούλος με πολλές διαφορετικές λέξεις στην ιστορία, αλλά και για να αποδώσει μερικές διαφορετικές αποχρώσεις καταστάσεως της δουλείας. Έτσι στον Όμηρο και στον Ησίοδο έχουμε δύο λέξεις ισοδύναμες με την έννοια του δούλου, "ὄμως" και "δούλος", που έχουν μάλλον την ίδια έννοια. Η λέξη "ὄμως" εξαφανίστηκε ενώ η λέξη "δούλος" παρέμεινε σαν λέξη βάση, από την οποία προήλθε και η λέξη δουλεία. Ο Όμηρος αναφέρει μόνο μία

φορά και τη λέξη "ανδράποδα" στον πληθυντικό δηλαδή "με πόδια ανθρώπου", κατά ανάλογο τρόπο "τετράποδα" δηλαδή "με τέσσερα πόδια" (ζώα). Μετά ταύτα όμως εκτός από τις λέξεις δούλος και ανδράποδα συναντάμε λέξεις με ρίζα τη λέξη οίκος, οικέτης, οικέτες. Έτσι οι λέξεις αυτές χρησιμοποιούνταν συχνά με την έννοια δούλος που γεννήθηκε στο σπίτι ή εργαζόταν στο σπίτι.

Ο "δούλος" είναι κοινωνικός τύπος τελείως διαφορετικός. Στα κλασικά χρόνια υπήρχε εκ παραδόσεως μια σχετική διαφορά μεταξύ των δούλων "οικετών" και των δούλων "ανδραπόδων" που ήταν οι δούλοι που εργάζονταν στη βιομηχανία και στα μεταλλεία.

Η μεγάλη αύξηση του αριθμού των δούλων κατά τον 5ο και 4ο αιώνα προέρχεται από τη μεγάλη αύξηση της βιομηχανίας της Αθήνας και από τα μεταλλεία του Λαυρίου. Οι ελεύθεροι πολίτες, μέλη του Δήμου, με την αύξηση των δούλων μπορούσαν να ασχοληθούν την κλασική περίοδο σχεδόν αποκλειστικά με την πολιτική στο Δήμο και τον πόλεμο. Γιατί μόνο οι ελεύθεροι πολίτες πολεμούσαν και σε σπάνιες

περιπτώσεις χρησιμοποιούνταν και οι δούλοι στις μάχες. Αυτό γινόταν σε δύσκολες στιγμές και με αντάλλαγμα συνήθως την απελευθέρωση τους.

Ο δούλος στην Αθήνα ήταν ένα έμπυχο αντικείμενο ιδιοκτησίας, το οποίο μπορούσε να διαθέσει ο κύριος του όπως θέλει. Είτε ο ίδιος ή και με μια διαθήκη του ο κληρονόμος του. Στο δούλο ο κύριος έδινε ένα όνομα και δεν είχε επώνυμο. Απαγορευόταν στην Αθήνα οι δούλοι να φέρνουν τα ονόματα των τυραννοκτόνων, του Αρμοδίου και του Αριστογείτονα.' Ο κύριος του, που ονομάζεται συχνά και "δεσπότης" μπορεί να ήταν οποιοσδήποτε ελεύθερος πολίτης ή ελεύθερος κάτοικος των Αθηνών π.χ. μέτοικος. Ο δούλος όντας ένα αντικείμενο ιδιοκτησίας δεν μπορεί να έχει δική του περιουσία. Εάν είχε από τις οικονομίες του χρήματα δεν μπορεί να τα διαθέσει χωρίς τη θέληση του κυρίου του. Ο κύριος του μπορούσε να τον τιμωρήσει και να του επιβάλλει οποιαδήποτε ποινή εκτός από την ποινή του θανάτου.

Ο Δημοσθένης παρατηρεί, ότι η διαφορά μεταξύ δούλου και ελεύθερου είναι ότι ο πρώτος τιμωρείται σωματικά για όλα τα αδικήματα του. Το είδος της ζωής του δούλου εξαρτάται από την καλή θέληση του κυρίου του. Δικαίως οι Αθηναίοι μιλούσαν για κυρίους "κακόδουλους" και "ευδούλους". Πράγματι ο χαρακτήρας του κυρίου ήταν βασικός για το είδος της ζωής του δούλου. Ο δούλος δεν μπορούσε να παντρευτεί ούτε να τεκνοποιήσει χωρίς τη συγκατάθεση του κυρίου του. Στην Αθήνα πάντως η συγκατάθεση του κυρίου δινόταν μόνο εάν ο κύριος θεωρούσε ότι αυτό ήταν συμφέρον του. Τα παιδιά του δούλου ανήκαν στον ίδιο τον κύριο, υπήρχε δηλ. κληρονομική δουλεία. Αν αποκτούσαν οι δούλοι εξώγαμα παιδιά αυτά ήταν δούλοι, που ανήκαν στον ίδιο κύριο. Στην Αττική δεν συνηθίζεται "η παραγωγή δούλων" από παραγωγή οικογενειακών δούλων, θεωρούνταν ότι η απόκτηση δούλων από οικογένεια δούλων δεν ήταν οικονομική λύση. Προτιμούσαν να αποκτήσουν δούλους αγοράζοντας ενήλικες από αγορές δούλων. Ο κύριος μπορούσε να απαιτήσει να έχει σεξουαλικές σχέσεις με τη δούλη του ενώ δεν επιτρεπόταν στο δούλο να δημιουργήσει ερωτικό δεσμό με ελεύθερους. Παρόλα αυτά, θεωρητικά τουλάχιστον, υπήρχαν περιορισμοί για τον κύριο του δούλου, που προέρχονταν από την παράδοση ή από ηθικούς περιορισμούς. Από θρησκευτική παράδοση κάθε κύριος φοβόταν να

επισύρει την οργή των θεών για οποιαδήποτε υπερβολική ή αδικαιολόγητη τιμωρία του δούλου και μάλιστα με πληγές. Εάν οι δούλοι ήταν ελληνικής καταγωγής είχαν το δικαίωμα μηνύσεως στα Ελευσίνια μυστήρια.

Ο δούλος εάν δεν μπορούσε να υποφέρει τον κύριο του μπορούσε να καταφύγει σε ορισμένους ναούς κυρίως στο Θησείο ή στο ναό των Ευμενίδων και βωμούς και να ζητήσει να πουληθεί σε άλλο κύριο. Την απόφαση για το άσυλο και το δούλο την έβγαζαν οι ιερείς του ναού. Πάντως γενικά ο κύριος του δούλου χρησιμοποιούσε συχνά την απειλή να τον πουλήσει σε άλλο, σαν μέσο για τη συνεχή υπάκουη του. Και αυτό επιτύγγανε όταν βέβαια δεν ήταν "κακόδουλος".

Ο ιδιοκτήτης μπορούσε να τιμωρήσει το δούλο του αλλά απαγορευόταν στην Αθήνα κτύπημα δούλου από άλλο πρόσωπο. Ο δεσπότης δεν μπορούσε να τιμωρήσει το δούλο του με θάνατο χωρίς απόφαση του δικαστηρίου. Σε περίπτωση θανατώσεως του δούλου από τον κύριο του για να δικαστεί ο δεσπότης έπρεπε κάποιος ελεύθερος πολίτης να τον κατηγορήσει για τον φόνο. Οπότε ο δεσπότης αυτός δικαζόταν από το δικαστήριο του Παλλαδίου. Η ποινή όμως δεν μπορούσε να ήταν ποτέ θανατική ποινή. (Σε περίπτωση φόνου ελευθέρου πολίτη από δούλο η καταδίκη του δούλου ήταν σχεδόν πάντα σε θάνατο). Αν κάποιος πολίτης σκότωνε ένα δούλο έπρεπε ο δεσπότης του δούλου να ζητήσει να επέμβει η δικαιοσύνη. Δεν υπήρχε τότε όπως τώρα εισαγγελία για να ενεργήσει αυτοβούλως το κράτος. Ο κύριος ήταν υπεύθυνος για όλες τις πράξεις του δούλου του προς τρίτους.

Ο δούλος, δεν περιβαλλόταν με καμιά νομική προσωπικότητα. Έτσι δεν γραφόταν σε κανένα επίσημο έγγραφο. Γραφόταν μόνο σε ένα κατάλογο των κτημάτων του κυρίου (κατάλογος απογραφών κληρονομιών). Ο δεσπότης μπορούσε να διαλύσει και την οικογένεια του δούλου η οποία δεν είχε καμιά νομική υπόσταση. Οι δούλοι δεν μπορούσαν να κάνουν αγωγή στο δικαστήριο. Γι' αυτό ο δεσπότης εκπροσωπεί το δούλο του για παράβαση στα δικαστήρια. Ο δούλος όμως μπορεί να καταγγείλει τον κύριο του ή άλλο ελεύθερο πολίτη μόνο σε περίπτωση φόνου ή ιεροσυλίας. Αν αυτή η κατηγορία αποδεικνυόταν ψεύτικη ο δούλος θανατωνόταν και αν ήταν αληθινή ελευθερωνόταν.

Στις διάφορες δίκες μεταξύ ελευθέρων πολιτών δεν μπορούσε να καταθέσει ο δούλος χωρίς τη συγκατάθεση του κυρίου του. Σε περίπτωση καταθέσεως του δούλου η κατάθεση του γινόταν πάντοτε με βασανισμό γιατί θεωρείτο την εποχή εκείνη ότι μόνο σε αυτή την περίπτωση ο δούλος έλεγε την αλήθεια. Η κατάθεση του δούλου πάντοτε με βασανισμό δεν μπορούσε σε καμία περίπτωση να γίνει χωρίς τη συγκατάθεση του κυρίου του. Τα βασανιστήρια στο δούλο γίνονταν από τον κύριο του ή από ειδικούς βασανιστές του κράτους.

Ο κύριος μπορούσε οποτεδήποτε να απελευθερώσει το δούλο του. Η απελευθέρωση ήταν πολύ διαδεδομένο φαινόμενο στα ελληνικά κράτη. Ο δούλος για να απαλλαγεί από τον κύριο του δύο λύσεις είχε: φυγή ή το θρησκευτικό άσυλο. Εάν ο δούλος έφευγε και συλλαμβανόταν, ο κύριος του τον τιμωρούσε με σκληρή τιμωρία. Μερικές φορές τον τιμωρούσε και με στιγματισμό. Αυτό όμως αποφεύγονταν στον ελληνικό κόσμο γιατί μετά υπήρχε δυσκολία στο να τον πουλήσουν.

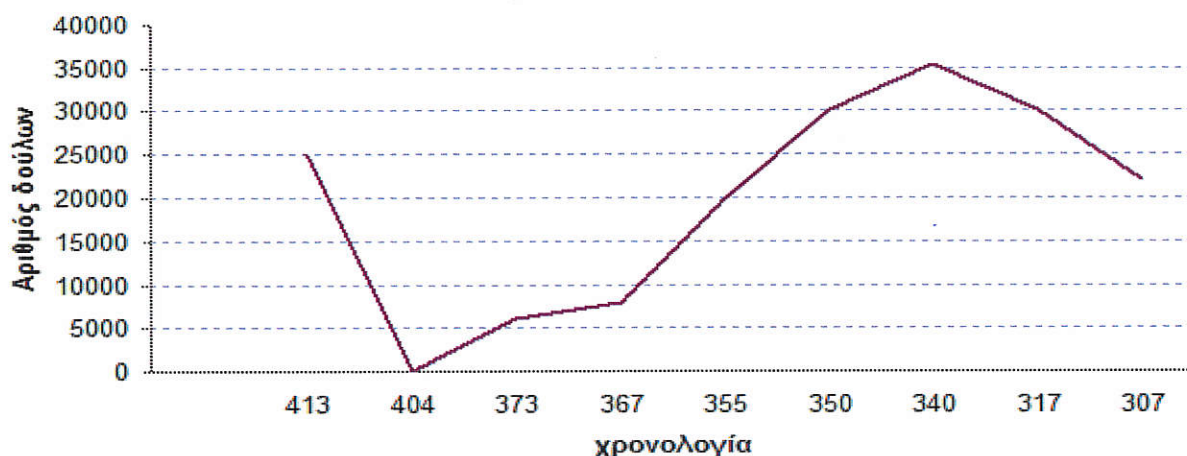
Ο δούλος δεν συμμετείχε στα γυμναστήρια, στον πόλεμο και στην πολιτική δράση, που ήταν αποκλειστικό δικαίωμα και υποχρέωση του ελεύθερου πολίτη, μέλους του Δήμου. Ο οικιακός δούλος, που συνήθως παρουσιάζεται στην αρχαία κωμωδία, είχε και σχετικά καλύτερη μεταχείριση.



Ο οικιακός δούλος κατά την παράδοση της οικογενείας θεωρείται ένα πρόσωπο, που συμμετέχει στις χαρές και λύπες της οικογένειας. Στο σπίτι ο δούλος θεωρείται ένας υπηρέτης με κάποια ανθρώπινη υπόσταση. Έτσι όταν έφερναν το δούλο για πρώτη φορά στο σπίτι του έδιναν νέο όνομα και κάνανε μια μικρή τελετή, όπου τον έραιναν με καρύδια και φρούτα ξηρά σύμβολα ευτυχίας, με την ευχή η αγορά αυτή του δούλου να συμβάλλει στην ευημερία του σπιτιού. Ο δούλος συμμετείχε σε εκδηλώσεις λατρείας της οικογενείας προς τους θεούς.<sup>[7]</sup>



## 4.2. Ο αριθμός των δούλων



Διάγραμμα 4.1: Αριθμός των δούλων<sup>[1]</sup>

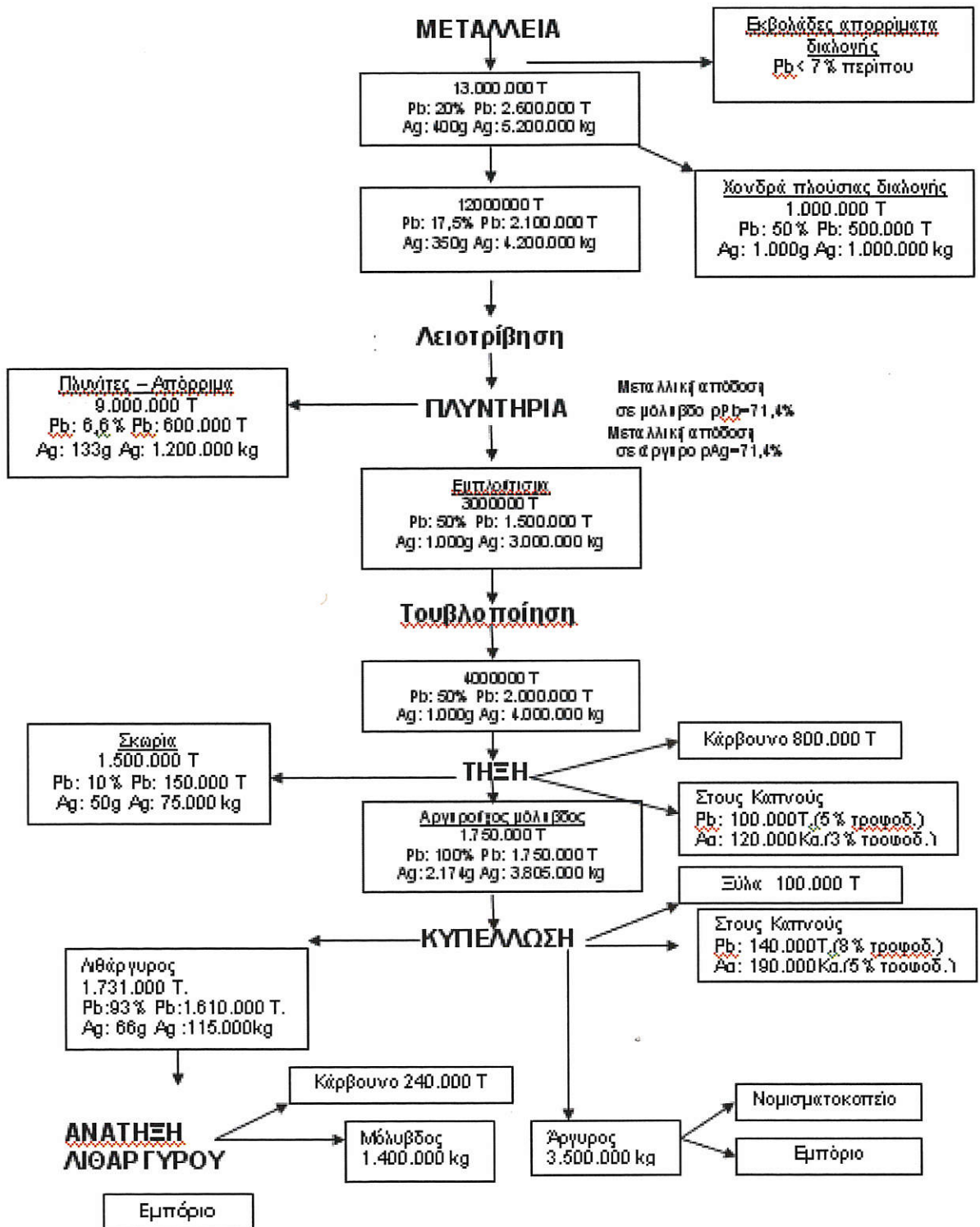
Το 1980 ο καθ. Κ. Κονοφάγος δίνει στο βιβλίο του "Το Αρχαίο Λαύριο" τα αποτελέσματα έρευνας του πάνω στον αριθμό των δούλων του Λαυρίου, υπολογίζοντας την παραγωγή σε άργυρο και μόλυβδο τους 7 π.Χ. αιώνες με βάση τα απορρίμματα που άφησαν οι αρχαίοι Έλληνες στο Λαύριο. Τα απορρίμματα στο Λαύριο ήταν 1.500.000 τόνοι σκωρίας από την καμίνευση και 9.000.000 τόνοι φτωχό μετάλλευμα από τη χειροδιαλογή και από τον εμπλουτισμό των μεταλλευμάτων. Συστηματική μελέτη των απορριμμάτων αυτών επιτρέπει να υπολογίσει κανείς με μεγάλη ακρίβεια την αρχαία παραγωγή σε μέταλλα η οποία ήταν για την άργυρο 3.500.000 Kg και το μόλυβδο 1.400.000 τόνοι.

ΕΡΓΑΣΙΑ	Είδος προϊόντος	Ετήσιο Βάρος	Αριθμός δούλων
1. Εξόρυξη	μετάλλευμα Pb=20%	74.280tn	4.000
2. Εμπλουτισμός (τροφοδοσία)	μετάλλευμα	68.500tn	1.850
3. Τήξη (τροφοδοσία)	μετάλλευμα	22.800tn	690
4. Κυπέλλωση (τροφοδοσία)	Αργυρούχος μόλυβδος	10.000tn	734
5. Ανάτηξη λιθάργυρου (τροφοδοσία)	λιθάργυρος	10.000tn	260
ΠΑΡΑΓΩΓΗ	άργυρος καθαρός	20.000Kgs	
	εμπορεύσιμος μόλυβδος	8,000tn	
		ΣΥΝΟΛΟ	7.534
Διάφοροι τεχνίτες			1.130
Διάφοροι εργαζόμενοι σε μεταφορές στα λιμάνια κ.λ.π. περίπου			2.340
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΥΛΩΝ			11.000

Δούλοι για την προμήθεια και οργάνωση της		
τροφοδοσίας των δούλων, περίπου		4.000
ΓΕΝΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ	ΔΟΥΛΩΝ	15.000

Διάγραμμα 4.2: Αναγκαίοι δούλοι για ετήσια παραγωγή 20.000 Kg Αργύρου τον 5<sup>ο</sup> αι. π.Χ.

Στον διάγραμμα 4.1 φαίνεται ότι ο αριθμός των δούλων με βάση την αρχαία παραγωγή στο Λαύριο δεν ήταν μεγαλύτερος από 15.000, από τους οποίους οι 11.000 ήταν για τα μεταλλευτικά και μεταλλουργικά έργα.



Διάγραμμα 4.3: Παραγωγή στο αρχαίο Λαύριο

Οι Αθηναίοι απέφευγαν να έχουν περισσότερους δούλους από ότι χρειαζόνταν γιατί ένας δούλος παραπάνω στοίχιζε περίπου 4 οβολούς την ημέρα. Έτσι ο αριθμός των 15.000 δούλων στο Λαύριο που έχει καθοριστεί με βάση την αρχαία παραγωγή, είναι λίγο μικρότερος των 18.000 που δίνουν οι προηγούμενες μελετητές που στηρίχτηκαν σε κείμενα και γενικούς συλλογισμούς, πράγμα που επαληθεύεται. Τέλος με βάση αρχαία κείμενα, εργασίες ειδικών και άλλες παρατηρήσεις συνάγεται το συμπέρασμα ότι ο αριθμός των δούλων στο αρχαίο Λαύριο κατά τον 5ο αιώνα ήταν 15.000 και κατά τον 4ο αιώνα μικρότερος, περίπου 10.000, ενώ ο μέγιστος αριθμός των δούλων σε όλη την Αττική ήταν πιθανότατα 100.000 δούλοι.<sup>[1]</sup>

#### 4.3. Τιμές αγοράς των δούλων και οι δαπάνες συντηρήσεως του δούλου

Η τιμή αγοράς των δούλων εξαρτιόταν από το φύλο, την ηλικία, τις ικανότητες τους και την προέλευση τους. Κατά την κλασική περίοδο η τιμή ενός δούλου ήταν περίπου το μισό της τιμής ενός αλόγου και ίσο με την τιμή ενός μουλαριού.

α/α	Χώρα	Φύλλο	Τιμή
1	Καρία	άνδρας	150
2	Καρία	αγόρι	175
3	Καρία	παιδί	72
4	Λυδία	γυναίκα	170
5	Συρία	άνδρας	240
6	Θράκη	άνδρας	165
7	Θράκη	γυναίκα	165
8	Ιλλυρία	άνδρας	121
9	Σκυθία	άνδρας	144

Το ημερομίσθιο του ελεύθερου εργάτη ήταν 1 δραχμή τον 5ο και στα τέλη του 4ου αιώνα. Έτσι, για ένα μεταλλευτή ο ελεύθερος εργάτης θα του στοίχιζε 9 οβολούς την ημέρα, ενώ για το δούλο 4 οβολούς την ημέρα, δηλ. 3 οβολούς για την τροφή του και 1 οβολό για το νοίκι. Για ένα μέσο δούλο στο Λαύριο η αγορά του ήταν περίπου 180 δραχμές και τα έξοδα διατροφής του ημερησίως μισή δραχμή.

Διάγραμμα 4.4: Τιμές αγοράς των δούλων

Αναφέρεται ότι γενικά η τιμή αγοράς ενός δούλου για τα μεταλλεία ήταν σχετικά μικρότερη από την τιμή αγοράς δούλων άλλων προορισμών.<sup>[1]</sup>

#### 4.4. Απελευθέρωση των δούλων



Ο κύριος ενός δούλου έχει το αναφαίρετο δικαίωμα όποτε θέλει να απελευθερώσει το δούλο του είτε εν ζωή είτε με διαθήκη του. Ο Δήμος επίσης μπορεί να απελευθερώσει δούλους με σχετική απόφαση του. Η απελευθέρωση γινόταν αρχικά προφορικά, αλλά από τον 5ο αιώνα, που αυξάνεται ο αριθμός των δούλων, η απελευθέρωση γινόταν με κάποια επισημότητα. Ο κύριος του δούλου συνήθως τον απελευθέρωνε χωρίς καμιά απαίτηση. Σε αρκετές όμως περιπτώσεις ο δούλος κατέβαλε ένα ποσό χρημάτων το οποίο είχε από οικονομίες του ή το δανειζόταν. Το δάνειο μπορούσε να το πάρει από διάφορες ομάδες "ερανιστών"

Ο πιο απλός τρόπος της διαδικασίας για την απελευθέρωση ήταν αρχικά μια απλή δήλωση του κυρίου μπροστά σε μάρτυρα. Αργότερα η απελευθέρωση έπαιρνε συχνά και ένα επίσημο χαρακτήρα. Ο κύριος δήλωνε την απελευθέρωση του δούλου του σε συγκεντρώσεις όπως σε ναούς, σε δικαστήρια, σε θέατρα.

Υπάρχουν γενικότερα δύο τρόποι απελευθέρωσης, ο θρησκευτικός και ο πολιτικός. Στην πρώτη περίπτωση ο κύριος έδινε το δούλο του σε ένα ναό, όπου γινόταν προσωρινά δούλος της θεότητας. Οι ιερείς έκαναν μετά την απελευθέρωση, σαν να ήταν δούλος της θεότητας, πράγμα που γινόταν με οικονομικό αντάλλαγμα. Ο πολιτικός τρόπος γινόταν με κάποια δήλωση προς το κράτος.

Η απελευθέρωση, θα περίμενε κανείς να είναι τέτοια, ώστε ο δούλος να γίνεται ελεύθερος πολίτης της Αθήνας με όλα τα δικαιώματα του ελεύθερου πολίτη δηλ. με τα ίδια πολιτικά δικαιώματα συμμετοχής του στη πολιτική ζωή του τόπου. Αυτό το συναντάμε στην απελευθέρωση των δούλων στη Ρώμη. Στην Ελλάδα η απελευθέρωση των δούλων είχε ως αποτέλεσμα να περιπίπτει ο απελευθερωθείς δούλος σε μια κατάσταση μεταξύ δουλείας και ελεύθερου πολίτη. Συγκεκριμένα δε σε ανάλογη κατάσταση με εκείνη του μετοίκου. Έτσι, όπως ο μέτοικος, ο απελευθερωθείς πλήρωνε ένα μετοίκιο ετησίως και έχει πάντοτε ένα εκπρόσωπο, ο οποίος κατ' αρχήν ήταν ο παλιός του κύριος.

Ο μεν μέτοικος είχε το δικαίωμα να εκλέγει τον προστάτη του, ενώ ο απελεύθερος δεν το είχε. Αυτή η ενδιάμεση κατάσταση του απελεύθερου δούλου εξαρτιόταν και από τις διάφορες υποχρεώσεις του απελευθερωμένου δούλου προς τον παλιό του κύριο, που αναφέρονται συχνά στο κείμενο της απελευθέρωσης (π.χ. ο απελεύθερος δούλος έπρεπε να προσφέρει ορισμένες υπηρεσίες προς τον κύριο του για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα). Αυτό είναι η λεγόμενη παραμονή με την έννοια της παραμονής ορισμένων υποχρεώσεων.

Η θέση του απελεύθερου δεν ήταν τελείως σίγουρη. Ο απελεύθερος μπορούσε εύκολα να επανέλθει στη τάξη του δούλου σε περίπτωση που δεν εκτελούσε τις υποχρεώσεις του προς τον κύριο του. Τότε ο παλιός κύριος ήγειρε δίκη (δίκη αποστασίου) και μπορούσε να επαναφέρει το δούλο σε κατάσταση δουλείας. Σε περίπτωση όμως που ο κύριος έχανε τη δίκη τότε ο απελευθερωθείς απαλλασσόταν τελείως από τον παλιό του κύριο.

Οι απελευθερώσεις των δούλων στο Λαύριο ήταν μάλλον σπάνιες σε σχέση με τις απελευθερώσεις που γίνονταν στην Αθήνα, επειδή ο κύριος του δούλου στο Λαύριο

ήταν σε μικρή επαφή από απόψεως κοινού βίου με το δούλο. Ο δούλος στο σπίτι ή και στον αγρό ήταν φυσικά πολύ κοντά στον κύριο και ψυχολογικά ο κύριος έχει τη φυσική τάση να αμείψει ένα δούλο, που τον συμπαθεί, με την απελευθέρωση.

Πρέπει να προσθέσουμε σε αυτό ότι ο δούλος στο Λαύριο ζούσε σε μια κοινωνία δούλων και με ένα κοινό επάγγελμα, την εργασία στα μεταλλεία. Πιθανότατα απελευθερωμένος να μην μπορούσε να ζήσει σε μια μεγάλη πόλη σαν την Αθήνα. Είναι γεγονός ότι δεν έχουν βρεθεί επιγραφές απελευθέρωσης των δούλων στο Λαύριο και συγκεκριμένα στους ναούς του Σουνίου.

Εν τούτοις απελευθέρωσεις γίνονταν μερικές φορές για δούλους, που οι κύριοι τους θεωρούσαν σπουδαίους επαγγελματικά και ήθελαν να χρησιμοποιήσουν τους απελεύθερους ως επιστάτες των εργαστηρίων τους.

Τέλος υπάρχει και η περίπτωση, που το κράτος κάνει μια ομαδική απελευθέρωση, όπου οι δούλοι χρησιμοποιούνται στον πόλεμο σαν πολεμιστές με την υπόσχεση της απελευθέρωσης τους. Χαρακτηριστικές τέτοιες περιπτώσεις είναι ο Μαραθώνας (490π.χ.), οι Αργινούσες (406 π.Χ.) και η Χαιρώνεια (338 π.Χ.).<sup>[1]</sup>

#### 4.5. Σχέση ελεύθερων πολιτών και δούλων

Ο κάθε δούλος στο Λαύριο ανήκε σε κάποιο κύριο ή σε ένα πρόσωπο εξουσιοδοτημένο από τον κύριο του να τον αντικαθιστά. Ο κύριος διέταζε τους δούλους χωριστά τον καθένα για το που θα μένει και ποια δουλειά θα κάνει.

Αν επιθυμούσε να κάνει ο,τιδήποτε άλλο, έπρεπε να ζητήσει πρώτα την άδεια από τον κύριο του και μόνο όταν ο κύριος συμφωνούσε, μπορούσε να το κάνει. Δεν μπορούσε να απομακρυνθεί από τον τόπο κατοικίας και τον τόπο της εργασίας του χωρίς την άδεια του κυρίου του. Η συμπεριφορά του κάθε κυρίου προς τους δούλους εξαρτιόταν τελικά από το χαρακτήρα και την ανθρωπιά του.

Η εργασία στο Λαύριο, ιδιαίτερα στα μεταλλεία, ήταν σκληρή. Οι δούλοι που διάλεγε ο κύριος να δουλεύουν σε αυτά ήταν πολύτιμοι και έπρεπε να ήταν νέοι και σωματικά ανθεκτικοί. Στη μεταλλουργία οι δούλοι έπρεπε να ήταν και κατά μεγάλο ποσοστό εξειδικευμένοι.

Υπήρχαν και παιδιά δούλοι που ήταν αναγκαία για τη μεταφορά του μεταλλεύματος από τις στενές γαλαρίες προς τα έξω. Ως εκ τούτου θα υπήρχαν και λίγες γυναίκες δούλες παντρεμένες ή μη. Έτσι οι μεταλλευτές φρόντιζαν να αγοράζουν δούλους για να αντικαθιστούν εκείνους που γερνούσαν ή για να αυξήσουν τον αριθμό τους. Πάντως προτιμούσαν τους ξένους οι οποίοι δεν μπορούσαν να αποδράσουν εύκολα.

Απόδραση δούλων από το Λαύριο δεν παρατηρήθηκε στα κλασικά χρόνια, παρά μόνο η ομαδική απόδραση προς τους Λακεδαιμόνιους κατά τον Πελοποννησιακό πόλεμο, όταν εκείνοι κατέλαβαν τη Δεκέλεια. Και αυτό έγινε γιατί οι Λακεδαιμόνιοι υποσχέθηκαν στους δούλους ότι αν αποδράσουν θα τους απελευθέρωναν. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι τους δούλους που δραπέτευσαν, οι Σπαρτιάτες τελικά δεν τους απελευθέρωσαν αλλά τους πούλησαν φτηνά στους Βοιωτούς.

Οι Αθηναίοι είχαν κάθε συμφέρον να έχουν καλή απόδοση εκ μέρους των δούλων σε μια εργασία δύσκολη, που απαιτούσε τεχνική επιδεξιότητα. Έτσι συμπεριφέρονταν όσο το δυνατόν καλύτερα στους δούλους του Λαυρίου.

Πιθανότατα οι δούλοι στο Λαύριο δούλευαν 12 ώρες την ημέρα. Η ύπαρξη θεάτρου στο Θορικό με 2.000 θέσεις σημαίνει, ότι δεν ήταν μόνο οι ελεύθεροι που πηγαίνανε στο θέατρο, που ήταν σχετικά λίγοι, αλλά και δούλοι. Οι ελεύθεροι πολίτες ή απελεύθεροι εργάζονταν ως επιστάτες και φρουροί ή θα ασχολούνταν στα θέματα εμπορίου και οργανώσεως της εν γένει ζωής των δούλων (από απόψεως τροφοδοσίας κ.ά.). Για αυτές τις υπηρεσίες, ο αναγκαίος αριθμός των ελευθέρων ήταν σχετικά μικρός.

Ποια είναι η συμπεριφορά των κυριών προς τους ηλικιωμένους δούλους; Πράγματι στα έργα του Δημοσθένη και Αριστοφάνη ενώ βρέθηκαν πολλές πληροφορίες για τη ζωή των δούλων δεν παρατηρήθηκε να αναφέρεται τίποτε για τους ηλικιωμένους. Είναι γνωστό για τους ελεύθερους ότι τα παιδιά φρόντιζαν τους ηλικιωμένους γονείς τους, καθώς και την ταφή τους. Αυτό προβλεπόταν από το νόμο και την παράδοση. Για τους δούλους τέτοια περίπτωση ήταν σπάνια, γιατί, όπως είπαμε, οι δούλοι συνήθως δεν είχαν παιδιά.

Ο γάμος του δούλου γινόταν με τη συγκατάθεση του δεσπότη και όπως γράφτηκε στην Αθήνα δεν συμβαίνει συχνά., γι' αυτό και οι δούλοι κατέφευγαν σε εταιρές.

Ο δεσπότης φρόντιζε πάντα για την ταφή του δούλου του. Μπορούμε πάντως να πούμε για τους οικιακούς δούλους ότι η συμπεριφορά των κυριών προς τους γέροντες δούλους δεν θα ήταν κακή, γιατί αν ήταν θα αναφερόταν σαν παράπονα των δούλων στα έργα του Αριστοφάνη.

Για τους δούλους του Λαυρίου πρέπει να λάβουμε υπ' όψη ότι στα χρόνια εκείνα ο μέσος όρος ζωής στα μεταλλεία του Λαυρίου θα ήταν μικρότερος από το συνηθισμένο λόγω του σκληρής και ανθυγιεινής εργασίας.

Γνωρίζουμε από τα κείμενα ότι όταν νοικιάζονταν δούλοι στους μεταλλειοκτήτες έπρεπε ο ενοικιαστής να επιστρέψει στον ιδιοκτήτη των δούλων τον ίδιο αριθμό δούλων. Οι δούλοι που νοικιάζονταν ήταν κατάλληλοι από απόψεως ηλικίας. Έτσι το πρόβλημα των γηρατειών δεν υπήρχε ουσιαστικά γι' αυτή την περίπτωση, γιατί βέβαια η ενοικίαση θα γινόταν για ορισμένα χρόνια. Τέτοιο πρόβλημα υπήρχε



αναμφισβήτητα για τους ιδιωτικούς δούλους που ανήκαν τους ιδιοκτήτες μεταλλείων ή μεταλλουργικών εγκαταστάσεων.<sup>[1]</sup>

#### 4.6. Οι δούλοι στο “Ασκληπιακό”



Ο αριθμός των δούλων που εργαζόταν σε ένα εργαστήριο εμπλουτισμού με 4 ακροφύσια πρέπει να υπολογιστεί ότι είναι περίπου 32, ενώ ακόμα χρειαζόνταν 8 δούλοι περίπου για δευτερεύουσες συμπληρωματικές εργασίες, όπως τη συντήρηση των

εγκαταστάσεων και ιδιαίτερος ό,τι είναι σχετικό με την ύδρευση. Δηλαδή συνολικά 40 δούλοι.

Θα θεωρήσουμε τώρα για το Ασκληπιακό συγκεκριμένα τα δύο συγκροτήματα II και III τα οποία κατά πάσα πιθανότητα ανήκαν στον ίδιο ιδιοκτήτη. Ο ολικός αριθμός των δούλων για τις εγκαταστάσεις αυτές θα είναι 80 δούλοι. Οι κατοικήσιμοι χώροι για τις εγκαταστάσεις Π<sub>3</sub> είναι τα δωμάτια Ζ<sub>3</sub> (27,36 m<sup>2</sup>), Κ<sub>3</sub>(9,88m<sup>2</sup>), Μ<sub>3</sub>(19,6m<sup>2</sup>), Ν<sub>3</sub>(10,3m<sup>2</sup>), Γ<sub>3</sub>(30,6m<sup>2</sup>) με ολικό εμβαδόν 97,7m<sup>2</sup>. Για τους 40 δούλους αντιστοιχεί κατά δούλο 2,44m<sup>2</sup>. Ο χώρος αυτός είναι αρκετός για κατοικία των 40 δούλων. Από αυτό συνάγεται ότι οι δούλοι κατοικούσαν στον ίδιο χώρο του συγκροτήματος. Το ίδιο ισχύει και για το συγκρότημα II.

Συμπερασματικά οι δούλοι που εργάζονταν στα εργαστήρια κατοικούσαν μαζί με τους ελεύθερους στο χώρο των πλυντηρίων. Σημειώνεται ότι οι δούλοι που εργάζονταν στο Π<sub>1</sub> είχαν δωμάτια, τα οποία δεν ανασκάφτηκαν. <sup>[1]</sup>

#### 4.7. Η εργασία των δούλων στο "Άσκληπιακό"



Εικόνα 4.2: Τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση της εργασίας των δούλων

Η εργασία στα εργαστήρια του "Άσκληπιακού" και γενικότερα στα εργαστήρια δεν μπορούσε να γίνει παρά την ημέρα δηλαδή από την αυγή μέχρι το δειλινό λόγω του είδους της εργασίας. Οι δούλοι πιάνανε δουλειά συγχρόνως στη τριβή του μεταλλεύματος και στο πλύσιμο. Έκαναν τη λειοτρίβηση και έβαζαν χωριστά κάθε είδος μεταλλεύματος, που χρειαζόταν διάφορους τρόπους πλυσίματος. Το βράδυ αφήνανε πάντοτε μια αρκετή ποσότητα μεταλλεύματος για πλύση το πρωί. Στο πλύσιμο κατεργάζονταν κάθε είδος μεταλλεύματος χωριστά με τον κατάλληλο τρόπο, που τον εξακρίβωναν με μερικές δοκιμές. Χρησιμοποιούσαν ένα ενδεδειγμένο ρείθρο από απόψεως βάθους των κοιλοτήτων και από απόψεως κλίσεως του ρείθρου. Κανόνιζαν επίσης την ορμή του νερού με τη στάθμη του νερού πάνω από τη στάθμη του ακροφυσίου. Το μέγιστο της πιέσεως του νερού δίνονταν από το μέγιστο ύψος των 40cm. Το συμπύκνωμα, που ήταν μεγάλης αξίας, (γιατί είχε περιεκτικότητα 40-50% Pb) το αποθήκευαν και αργότερα ή κατά τη διάρκεια της παραγωγής του, φρόντιζαν να το τουβλοποιούν με άργιλο. Η τουβλοποίηση αυτή γινόταν στο επίπεδο Z του πλυντηρίου ή στην αυλή του συγκροτήματος. Το τι γινόταν από άποψης διακοπής της εργασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας δεν είναι εξακριβωμένο, κυρίως λόγω έλλειψης στοιχείων. Υπήρχαν βέβαια και δούλοι, οι οποίοι ασχολούνταν με την προμήθεια και την παραγωγή των τροφών και με την παρασκευή τους, οι οποίοι

θα ήταν ίσως οργανωμένοι από πολλούς ιδιοκτήτες εγκαταστάσεων. Η ζωή των ανθρώπων που εργάζονταν εκεί γύριζε γύρω από ένα βασικό πράγμα: την παραγωγή των μετάλλων.

Έτσι δεν εφαρμόζονταν στο Λαύριο όλες οι μέρες αργίας των ελευθέρων πολιτών και των οικιακών δούλων της Αθήνας. Στο Λαύριο οι ημέρες αργίας θα ήταν μόνο για τις μεγάλες θρησκευτικές γιορτές ή για τοπικές θεότητες, δηλαδή σχετικά λίγες.

Η ανάπαυση του δούλου εργάτη στο Λαύριο στηριζόταν στον αριθμό ωρών εκτός εργασίας, δηλ. στην ημερήσια ανάπαυση, πράγμα που εξαρτόταν από το είδος της δουλειάς. Η ιδέα της ημέρας αργίας προέρχεται από τη θρησκευτική παράδοση. Έχουν διατυπωθεί διαφορετικές γνώμες από τους νεότερους μελετητές για τις ημέρες αργίας των δούλων. Υπολογίζονται γύρω στις 5 με 10 ημέρες το χρόνο. Μπορούμε να δεχτούμε ως πιθανότατο ότι ο αριθμός 360 ημέρες εργασίες το χρόνο εφαρμόζεται στο Λαύριο.

Οι 6,000 δούλοι θα φέρουν εισόδημα στην πόλη με 1 καθαρό οβολό για τον καθένα την ημέρα ένα ολικό εισόδημα 60 τάλαντα.(Ξενοφών 'Πόρους')

Άρα τα 60 τάλαντα είναι 360.000 δραχμές. Έχουμε λοιπόν κατά δούλο  $360.000:6.000=60$  δραχμές το χρόνο δηλ, 360 οβολούς το χρόνο.

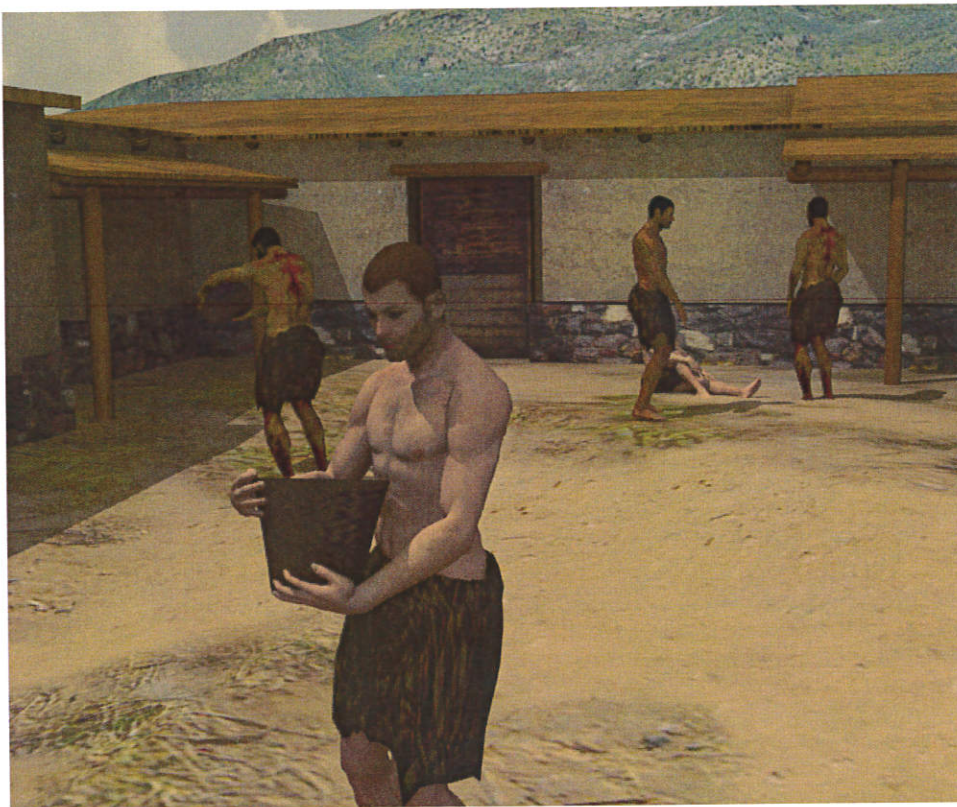
Αυτός ο αριθμός των 360 οβολών το χρόνο μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι και ο αριθμός εργασίμων ημερών του δούλου στο Λαύριο.

Για τη συμμετοχή των δούλων των πόλεων σε ορισμένες θρησκευτικές τελετές μας δίνουν πληροφορίες οι αρχαίοι συγγραφείς. Ότι ξέρουμε όμως για τη λατρεία των δούλων του Λαυρίου προέρχεται από τα ευρήματα της περιοχής και συγκεκριμένα από τις αναθηματικές επιγραφές. Τα περισσότερα από αυτά τα αναθήματα χρονολογούνται κυρίως από τον 4 αιώνα π.Χ. και ορισμένα από την Ελληνιστική και πρόιμη ρωμαϊκή εποχή. Οι ανάθετες είναι οι εραμιστές ή μεμονωμένα άτομα ή οικογένειες.

Οι θεότητες που λατρεύονταν ήταν ελληνικές, όπως η Άρτεμη. Ο θεός Μην είναι μικρασιατική θεότητα που συνδέεται με την ελληνική θεότητα Άρτεμη.

Παρατηρείται επίσης ότι η ιδιαίτερη λατρεία του θεού Μηνός στο Λαύριο ήταν πιθανόν λόγω του μεγάλου αριθμού των μικρασιατικών δούλων ή ότι ο Μην είχε κάποια σχέση με τα μεταλλεία. Ο θεός Μην είναι ακόμη γνωστός με τα επίθετα Μην τύραννος, Μην καταχθόνιος, και ως θεός του φεγγαριού. Ο Μην ακόμη ως προστάτης των πηγών, των φρεάτων και κατά της ξηρασίας μπορεί να θεωρηθεί θεός που είχε σχέση και με τα πλυντήρια. Στις ανασκαφές της Σούρεζας καθώς και σε άλλες περιοχές της Λαυρεωτικής βρέθηκαν επίσης αρκετά θραύσματα από κέρνους, αγγεία που έχουν σχέση με τη λατρεία της Δήμητρας και της Περσεφόνης. [1]

#### 4.8. Τροφή και ενδυμασία



Η διατροφή των εργαζομένων στο Λαύριο δεν αναφέρεται σε αρχαία κείμενα. Ως εκ τούτου ο μόνος τρόπος εξαγωγής συμπερασμάτων είναι όσα γράφτηκαν για τους οικιακούς δούλους.

Εικόνα 4.3: Τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση των δούλων στο ασκληπιακό.

Στον Αριστοφάνη αναφέρονται παράπονα των δούλων για την τροφή μέσα στο γενικό πνεύμα της κωμωδίας. Για το Λαύριο είναι φανερό ότι το ζήτημα της διατροφής ήταν συνδεδεμένο με το θέμα της απόδοσης τους στην εργασία, όπως και με το θέμα της εν γένει συμπεριφοράς των ιδιοκτητών των δούλων.

Τα ψάρια ήταν άφθονα και φθηνότερα και έτσι τα έτρωγαν πολύ συχνότερα από το κρέας και μαζί με το ψωμί αποτελούσαν τη βασική τροφή του αστικού πληθυσμού. Στις ανασκαφές της Σούρεζας βρέθηκαν θραυσμένα πινάκια (Fish plate) που τα χρησιμοποιούσαν για να τρώνε ψάρια, τα οποία ψαρεύονταν από τους κόλπους της Λαυρεωτικής. Οι αρχαίοι έτρωγαν επίσης όσπρια, κουκιά, φακές σαν πουρέ, ελιές

και σύκα. Ο Αριστοφάνης στο έργο του "Ειρήνη" μας πληροφορεί ότι στους δούλους που εργάζονται στους αγρούς οι δεσπότες δίνουν ως τροφή σύκα, αφού πρώτα τα ζύγισαν.

Πληροφορίες για την ενδυμασία των δούλων έχουμε από τον Ξενοφώντα και τον Αριστοφάνη καθώς και από τις παραστάσεις των αγγείων.

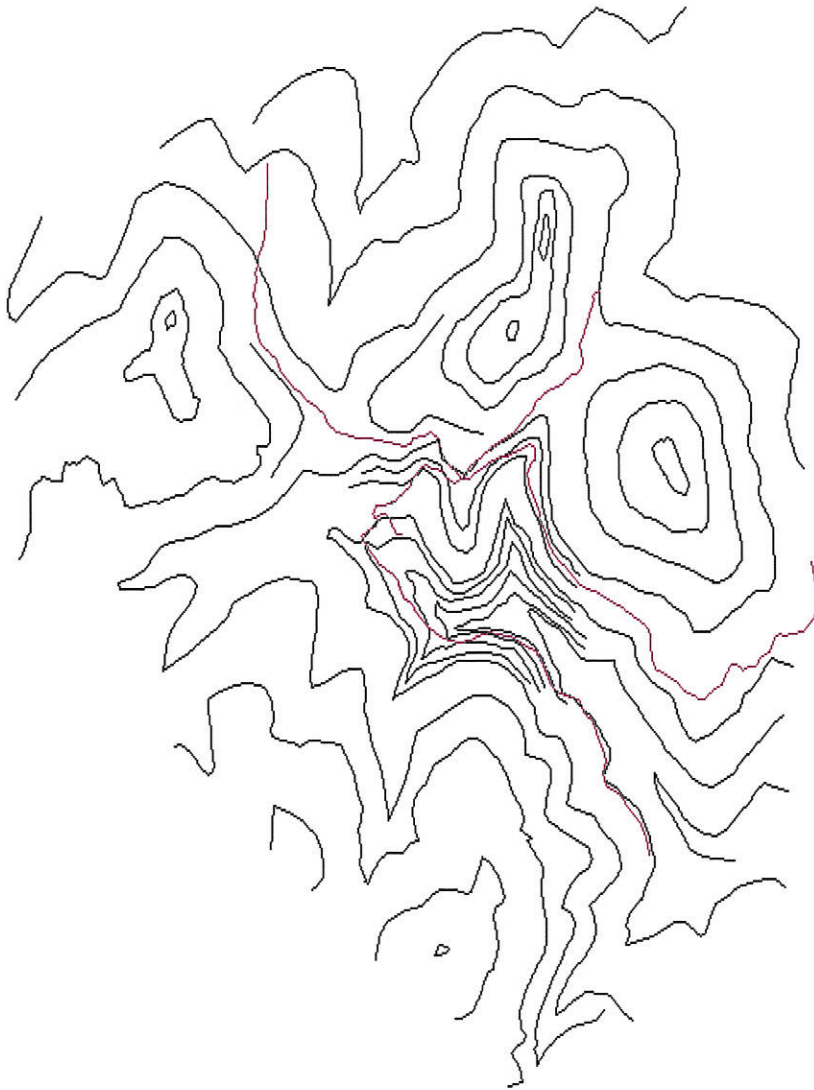
Καμιά φορά οι δούλοι διακρίνονταν από το χονδρό ιμάτιο και το ξυρισμένο κεφάλι. Η φράση "Δούλος ων κόμη έχεις" λεγόταν για τους ελεύθερους πολίτες που συμπεριφέρονταν σαν δούλοι. Το χειμώνα πιθανόν οι δεσπότες θα έδιναν στους δούλους τους και παπούτσια. ( Wallon )

Πάντως η ενδυμασία των αγροτικών δούλων δεν θα διέφερε πολύ από την ενδυμασία των φτωχών ελευθέρων πολιτών. Συγκρίνοντας τα ρούχα των φτωχών χωρικών με των δούλων, όπως εμφανίζονται στον Αριστοφάνη, παρατηρείται ότι για τα ρούχα όπως και για την τροφή, φαίνεται ότι οι δούλοι δεν είχαν παρά μόνο τα αναγκαία. Η ενδυμασία προσδιοριζόταν και από τις ανάγκες της δουλειάς.

Στις παραστάσεις αγγείων που εικονίζονται εργαστήρια, τόσο κεραμικά, όσο και μεταλλουργικά, οι εργαζόμενοι είναι γυμνοί. Ντυμένοι είναι μόνο όσοι παρακολουθούσαν την εργασία. Έτσι γενικά δεν μπορεί κανένας να διακρίνει στα αγγεία αυτά από τους εργαζόμενους ποιος είναι ο ελεύθερος και ποιος ο δούλος. Στο πλακίδιο της Κορίνθου, που παριστάνει εργασία στα μεταλλεία βλέπουμε τους δούλους να εργάζονται γυμνοί. <sup>[1]</sup>

## 5. Ανασκαφές

### 5.1. Οι ανασκαφές των αρχαίων εργαστηρίων του 1977-1978 στο «Ασκληπιακό» στην κοιλάδα της Σουρέζας.



Εικόνα 5.1: Τοπογραφικό της περιοχής

Το πλυντήριο αυτό το είχε ανασκάψει το 1943 ο Βέλγος διευθυντής της Γαλλικής Μεταλλευτικής Εταιρίας Λαυρίου, Maurice Bremer. Επίσης κοντά σε αυτό το πλυντήριο υπήρχαν εισοδοί αρχαίων μεταλλείων της δεύτερης επαφής.

Οι ανασκαφή άρχισε το 1976 διήρκησε δύο χρόνια και κόστισε πάνω από 2.200.000 δρχ. Το ποσό αυτό διέθεσε η μεταλλευτική εταιρία 'Αλουμίνιο της Ελλάδας' στο εργαστήριο μεταλλογνωσίας για έρευνα γύρο από τα μέταλλα και την ιστορία τους. Πραγματοποιήθηκε από το εργαστήριο Μεταλλογνωσίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου με την επίβλεψη της Εφορίας Αρχαιοτήτων Αττικής. Εκ μέρους του πολυτεχνείου την ανασκαφή παρακολούθησε ο καθηγητής της έδρας Κ. Κονοφάγου

Στην κοιλάδα της Σουρέζας υπάρχει μεγάλο πλήθος εγκαταστάσεων εμπλουτισμού των μεταλλευμάτων σε μήκος περίπου ενός χιλιομέτρου. Είναι ένας καταπληκτικός χώρος μιας μεγάλης αρχαίας βιομηχανίας του 4<sup>ου</sup> π.Χ. αιώνα.

Σε αυτό το χώρο καθορίστηκε σαν τόπος ανασκαφής το νότιο τμήμα της κοιλάδας προς το Σούνιο, γιατί εκεί υπήρχε καθαρισμένο ένα επίπεδο πλυντήριο.

και η βοηθός της έδρας δα Κ. Τσάιμου, αρχαιολόγος και ο δρ μηχανικός κ. Γ. Παπαδημητρίου.

Η ανασκαφή ονομάστηκε 'Ασκληπιακό της Σουρέζας' γιατί σε ένα δωμάτιο του συγκροτήματος II βρέθηκε μια επιγραφή που έγραφε 'Σίμος κατέλαβε Ασκληπιακόν', που αποδεικνύει ότι ο χώρος ονομαζόταν Ασκληπιακόν. Επίσης σύμφωνα με μια επιγραφή στην Αγορά των Αθηνών, ο Σίμος είχε παραχωρήσεις μεταλλείων και ήταν ιδιοκτήτης εργαστηρίου. Συνεπώς, και τα πλυντήρια ανήκαν στον Σίμο τον Παιανέα. [4]

## 5.2. Η τελική όψη της ανασκαφής

Το μεγαλύτερο μέρος της ανασκαφής περιφράχθηκε και είχε έκταση 30.000m<sup>2</sup>



περίπου. Κατά την ανασκαφή αποκαλύφθηκαν 4 συγκροτήματα (I, II, III, IV) εμπλουτισμού των μεταλλευμάτων, που καθένα περιείχε το δικό του ένα πλυντήριο με τις δεξαμενές του και τα διάφορα άλλα δωμάτια. Στο σχέδιο τα πλυντήρια χαρακτηρίζονται με το γράμμα Π και οι δεξαμενές με το γράμμα Δ.

Εικόνα 5.2: Κάτοψη των ανασκαφών της Σουρέζα

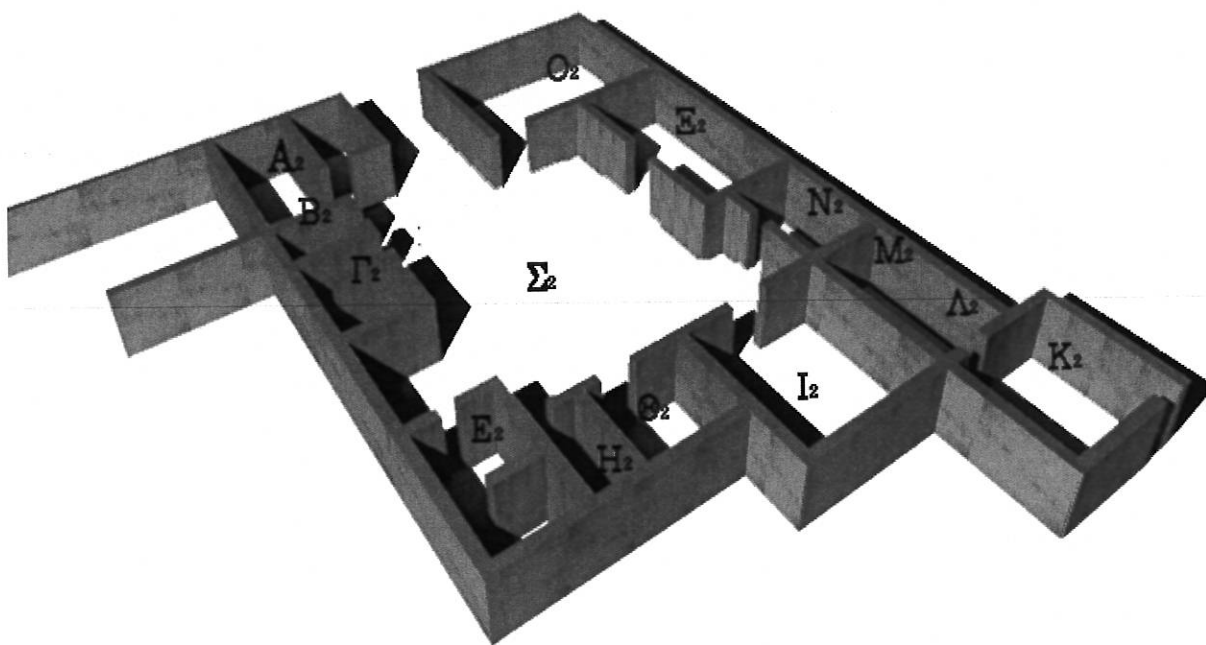
Από αυτά ανασκάφηκαν πλήρως τα συγκροτήματα II και III, ενώ τα I και IV αποκαλύφθηκαν κυρίως τα πλυντήρια.

Η ανασκαφή του 'Ασκληπιακού' είναι σημαντική τόσο από αρχαιολογικής όσο και από τεχνικής πλευράς. Επίσης αποκαλύπτεται ο τρόπος ζωής, και εργασίας των δούλων στο αρχαίου Λαυρίου.

Τα συγκροτήματα I, II, III είναι του 4<sup>ου</sup> π.Χ. αιώνα και πιθανότατα το IV είναι αρχαιότερο.

Τα συγκροτήματα περιγράφονται με την σειρά ανασκαφής τους. Δηλαδή πρώτα το II, III, I και τελευταίο το IV. [4]

### 5.3. Το Συγκρότημα II



Εικόνα 5.3: Προοπτική άποψη του συγκροτήματος II

Το συγκρότημα II έχει ένα πλυντήριο, δύο δεξαμενές και 15 δωμάτια τα οποία βρίσκονται γύρω από μία κεντρική αυλή. Το συγκρότημα II είναι το πιο διατηρημένο και το πιο ενδιαφέρον από άποψη αρχιτεκτονικής δομής και τοποθέτησης των δωματίων.



## Πλυντήριο Π<sub>2</sub>



Εικόνα 5.4: Τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση του πλυντηρίου Π<sub>2</sub>,

Το πλυντήριο Π<sub>2</sub> έχει διαστάσεις  $5,40\text{m} * 9,19\text{m} = 49,6\text{m}^2$ . Είναι ένα ιδιαίτερα καλοφτιαγμένο πλυντήριο με κυκλικές τις δεξαμενές καθιζήσεως. Στην πίσω πλευρά του ντεπόζιτου Δ σώζονται δύο εσοχές κωνικής διατομής, για την υποδοχή των δοκών που υποστήριζαν το κάλυμμα των ντεπόζιτων τροφοδοσίας σε νερό. Τα σωζόμενα θωράκια του ντεπόζιτου Δ δεν είναι από το ίδιο πέτρωμα. Το πρώτο θωράκιο είναι από σχίστη ενώ τα άλλα δύο από ασβεστόλιθο. Από τα θωράκια έχει αποκαλυφθεί το επιστρώμα στεγανότητας. Στα θωράκια υπήρχαν 4 ακροφύσια.

Στη δεξαμενή επανακυκλοφορίας Β υπάρχουν 2 εσοχές για τη θέση των σανίδων, ενώ μία τετράγωνη οπή στον ανατολικό της τοίχο δηλώνει τη θέση της απόληξης του αγωγού, ο οποίος τροφοδοτούσε το πλυντήριο με συμπληρωματικό νερό.

Ο κίονας που στήριζε την οροφή του πλυντηρίου ήταν πολύ κοντά στο κανάλι Α<sub>1</sub> όπως μαρτυρεί η σωζόμενη οπή της υποθεμελίωσής του.

Το πλυντήριο Π<sub>2</sub> ήταν ανοιχτό προς τα νότια. Ο δυτικός τοίχος, που σώζεται σε χαμηλό ύψος, προστάτευε όλη τη δυτική πλευρά του πλυντηρίου, ενώ ο ανατολικός φτάνει μέχρι το μέσο του τοιχώματος του αγωγού Α<sub>2</sub>. Επικάλυψη με υδραυλικό

κονίαμα δεν είχε γίνει μόνο στα εσωτερικά τοιχώματα των αγωγών αλλά και στα εξωτερικά για λόγους αισθητικής.

### Δεξαμενές του πλυντηρίου Π<sub>2</sub>



Εικόνα 5.5: Τριοδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση των δεξαμενών Δ<sub>2</sub> και Δ<sub>2</sub>'

### Δεξαμενή Δ<sub>2</sub>

Η δεξαμενή Δ<sub>2</sub> τροφοδοτούσε με νερό το πλυντήριο Π<sub>2</sub>. Βρίσκεται ανατολικά του πλυντηρίου Π<sub>2</sub> με μια απόσταση 3 μέτρων ανάμεσα στα τοιχώματα του πλυντηρίου και το τοίχωμα της δεξαμενής.

Είναι κυκλικής διατομής. Έχει βάθος 4,50m, και διάμετρο 7,60m, δηλαδή χωρητικότητα 204m<sup>3</sup>.

Στον πυθμένα δεν υπάρχει η βάση του κίονα που συγκρατούσε την οροφή της δεξαμενής .

Σώζεται η πέτρινη πλάκα σπασμένη πάνω στην οποία πατούσε ο δούλος για να αντλεί με δοχείο το νερό για το συμπλήρωμα της τροφοδοσίας του πλυντηρίου κατά τη λειτουργία του. Υπάρχει ακόμα ο αγωγός που μετέφερε το νερό από την

δεξαμενή στο πλυντήριο Π<sub>2</sub>. Σε καλή κατάσταση βρίσκονται οι 14 βαθμίδες της σκάλας καθόδου της δεξαμενής για τον καθαρισμό της.

#### Δεξαμενή Δ<sub>2</sub>

Είναι η δεξαμενή καθιζήσεως των ομβρίων υδάτων που συλλέγονταν από τις πλαγιές των λόφων.

Η δεξαμενή αυτή ήρθε στο φως κατά τη διάρκεια της ανασκαφής. Είναι κυκλικής διατομής, έχει βάθος 1,30m και εσωτερική διάμετρο 2,25m. Βρίσκεται βόρεια της Δ<sub>2</sub>, ανάμεσα στα δωμάτια Γ<sub>2</sub> και Ε<sub>2</sub> και συνδέεται με τη μεγάλη δεξαμενή Δ<sub>2</sub> με τον αγωγό υπερχείλισης (4,10m \* 0,60m).

Στη δεξαμενή Δ<sub>2</sub> κατέληγε ο αγωγός που συγκέντρωνε τα νερά της βροχής από την πλαγιά του λόφου, ο οποίος αποκαλύφθηκε καθ' όλο το μήκος μέσα στην αυλή. Στο στόμιο της Δ<sub>2</sub> σώζεται η εγκοπή της απόληξης του αγωγού αυτού.

Το υδραυλικό κονίαμα τόσο στη Δ<sub>2</sub> όσο και στον αγωγό υπερχείλισης διατηρείται σε καλή κατάσταση.

#### Δεξαμενές Δ<sub>6</sub> και Δ<sub>7</sub>

Οι δεξαμενές αυτές χρησιμοποιούνταν πιθανόν για την τροφοδοσία του πλυντηρίου Π<sub>2</sub>, εφόσον είναι σε ψηλότερο επίπεδο από το πλυντήριο Π<sub>2</sub> και σε χαμηλότερο του πλυντηρίου Π<sub>1</sub>. Δεν είναι αδύνατο όμως να υπήρχε και άλλο πλυντήριο νότια του Π<sub>2</sub> γιατί ο χώρος αυτός δεν αποκαλύφθηκε πλήρως, εκτός από το δωμάτιο Ω.

## Τα τριβεία του συγκροτήματος ΙΙ



Εικόνα 5.6: Τριοδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση του δωματίου  $\Psi_2$  (θραύση του μεταλλεύματος)

Νότια του πλυντηρίου  $\Pi_2$  υπάρχουν τα δωμάτια  $X_2$  και  $\Psi_2$ . Μέσα στο  $X_2$  βρέθηκαν δύο μεγάλα ασβεστολιθικά κομμάτια. Από το σχήμα τους ταυτίστηκαν με τις πλάκες πάνω στις οποίες γινόταν θραύση του μεταλλεύματος. Για το  $\Psi_2$  δεν υπάρχουν αποδείξεις ώστε να καθορισθεί ο προορισμός του. Λόγω της θέσης του κοντά στο  $X_2$  και στο πλυντήριο  $\Pi_2$  πιθανόν εκεί να γινόταν η λείανση του μεταλλεύματος με τα ειδικά τριβεία. Επομένως τα δωμάτια  $X_2$  και  $\Psi_2$  ήταν ο χώρος λειοτριβήσης του συγκροτήματος ΙΙ.

## Δωμάτιο Α<sub>2</sub>



Εικόνα 5.7: Τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση των δωματίων Α<sub>2</sub>, Β<sub>2</sub>, Γ<sub>2</sub>.

Βόρεια του πλυντηρίου Π<sub>2</sub> βρίσκεται το Δωμάτιο Α<sub>2</sub> το οποίο έχει διαστάσεις 5.75m \*3 m\*5m και καταλαμβάνει 16,68m<sup>3</sup> όγκο. Το δάπεδο του δωματίου είναι φτιαγμένο από κτυπητή γη και είναι κατεστραμμένο μόνο σε ορισμένα σημεία. Είναι σε ψηλότερο επίπεδο σε σύγκριση με τα υπόλοιπα δωμάτια διότι βρίσκεται στο ίδιο ύψος με το κάλυμμα της δεξαμενής τροφοδοσίας Δ. Αυτό το καταλαβαίνουμε από τις σωζόμενες οπές για τους δοκούς του ντεπόζιτου, οι οποίες είναι στο ίδιο ύψος με το δάπεδο του Α<sub>2</sub>. Το δωμάτιο Α<sub>2</sub> έχει δυο ανοίγματα προς βορρά, το ένα (1,95m) από τα οποία επικοινωνεί δωμάτιο Ρ<sub>2</sub>. Από τη θέση του συμπεραίνεται ότι δεν ήταν κατοικήσιμος χώρος αλλά δωμάτιο αποθήκευσης του τριμμένου μεταλλεύματος προς εμπλουτισμό. Είναι φυσικό τότε να είχε ανοίγματα προς το πλυντήριο Γ<sub>1</sub>. Τα λίγα όστρακα του δωματίου Α<sub>2</sub> είναι άβαφη από μεγάλα χονδρά αγγεία.

## Δωμάτιο Β<sub>2</sub>

Από τη θέση του δωματίου Β<sub>2</sub> που είναι πολύ κοντά στο πλυντήριο Π<sub>2</sub> αλλά και από την υδραυλική επικάλυψη του δαπέδου και των τοιχωμάτων συμπεραίνεται ότι είναι δωμάτιο αποθήκευσης του εμπλουτισμένου μεταλλεύματος. Οι διαστάσεις του είναι (3,22m X 2,92m = 9,40m). Επειδή το συμπύκνωμα ήταν πολύτιμο, λόγω μεγάλης περιεκτικότητας σε μόλυβδο και άργυρο, τοποθετείται σε κλειστό χώρο που ήταν καλυμμένος με υδραυλικό επίστρωμα.

Η επικοινωνία του δωματίου Β<sub>2</sub> με το υπόλοιπο συγκρότημα γινόταν με πόρτα (0,92m) που βρίσκεται στη βορινή πλευρά. Για να μπει κανείς στο δωμάτιο Β<sub>2</sub> κατεβαίνει δύο σκαλοπάτια σχιστολιθικά (ύψος 0,21m \* 0,15m). Το δωμάτιο Β<sub>2</sub> συνδεόταν με το πλυντήριο, με ένα διάδρομο (4,15m \* 0,70m) . Στο διάδρομο αυτό προς το μέρος του πλυντηρίου σώζεται το κατώφλι του (0,63m \* 0,50m). Από εκεί ανέβαιναν οι εργάτες για να αποθηκεύσουν τελικά το εμπλουτισμένο μετάλλευμα.

## Δωμάτιο Γ<sub>2</sub>

Η πόρτα (1m) του δωματίου Γ<sub>2</sub>, της οποίας σώζονται οι δύο σχιστολιθικές παραστάδες της, είχε έξοδο προς το διάδρομο. Η εσωτερική κατάσταση του δωματίου όπως σώθηκε και τα λίγα όστρακα από χονδρά αγγεία που βρέθηκαν δεν προσδιορίζουν τη χρησιμότητα του δωματίου (3,24m \* 2,95m \* 2 = 19,58m<sup>2</sup> ). Το δάπεδο είναι από κτυπητή γη και τα προς την αυλή αλλά προς το διάδρομο που επικοινωνούσε με το πλυντήριο πιθανότατα τοιχώματα δεν είναι καλυμμένα με υδραυλικό κονίαμα. Επειδή η πόρτα του Γ<sub>2</sub> δεν είναι αποθήκευαν εκεί πράγματα, όπως π.χ. εργαλεία και ρείθρα, που ήταν σχετικά με την εργασία στο πλυντήριο.



Εικόνα 5.8: Τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση του λουτρού H<sub>2</sub>

### Δωμάτιο E<sub>2</sub>

Το δωμάτιο E<sub>2</sub> (3,85m \* 3,80m =14,63m<sup>2</sup>) είναι καλυμμένο ολόκληρο με υδραυλικό κονίαμα και στο δάπεδο και στον τοίχο. Έχει όπως και η αίθουσα του λουτρού ένα εσωτερικό αγωγό που οδηγεί τα νερά από αυτό το δωμάτιο στο πλυντήριο. Ο αγωγός αυτός διατρέχει εξωτερικά τα τοιχώματα των δωματίων Z<sub>2</sub> και E<sub>2</sub> περνάει κάτω από τον ανοικτό αγωγό που συνδέει τις δεξαμενές Δ<sub>2</sub> και 'Δ<sub>2</sub> και καταλήγει στο πλυντήριο Π<sub>2</sub>. Ο σκοπός του δωματίου E<sub>2</sub> είναι φανερά αίθουσα λουτρού χωρίς μπανιέρα, περίπου με το σημερινό τρόπο του "ντους". Χρησιμοποιούσαν το ζεστό νερό από το διπλανό δωμάτιο με την εστία, και το χρησιμοποιούμενο νερό μετά το λουτρό έπεφτε στον αγωγό. Παρατηρήθηκε στη ΒΑ γωνία ότι το δάπεδο με το υδραυλικό κονίαμα έχει διαφορετικό χρώμα σε μια επιφάνεια τετραγωνικής μορφής, διαστάσεων 1,40m X 1,50m. Είναι πιθανό ότι πάνω στην επιφάνεια αυτή τοποθετούσαν ένα δοχείο τετράγωνο που ήταν το ντεπόζιτο για θερμό νερό που το έφερναν από το δωμάτιο της εστίας.

Το δωμάτιο E<sub>2</sub> επικοινωνούσε με το δωμάτιο της εστίας και με άλλη πόρτα προς την αυλή. Της πόρτας αυτής (1,34m) σώζονται δύο παραστάσεις και το σκαλοπάτι. Τα κινητά ευρήματα από το E<sub>2</sub> ήταν χονδρά αβαφή όστρακα, θραύσματα από κάρθαρο.

### Δωμάτιο Z<sub>2</sub>

Το Z<sub>2</sub> βρίσκεται στη ΝΑ γωνία του συγκροτήματος. Η ύπαρξη εστίας, τα καμένα χώματα και όστρακα που βρέθηκαν εκεί, βεβαιώνουν ότι είναι δωμάτιο εστίας. Η εστία αυτή είναι πρόχειρης κατασκευής και έχει διαστάσεις 1,20m\*0,70m\*0,20m. Περιορίζεται από δύο τοίχους που είναι φτιαγμένοι από ασβεστόλιθους και σχιστόλιθους. Στο δωμάτιο Z<sub>2</sub> δεν βρέθηκε επιστροφή υδραυλικού κονιάματος ούτε στο δάπεδο ούτε στους τοίχους. Είναι φανερό ότι στο δωμάτιο αυτό γινόταν η θέρμανση του νερού για τα λουτρά όπου το αδειάζανε με δοχεία στο ντεπόζιτο του λουτρού Η<sub>2</sub>. Έπρεπε να υπήρχε σχετικό άνοιγμα στον κοινό τοίχο του δωματίου με το λουτρό. Αυτό το πιθανόν άνοιγμα δεν έχει σωθεί γιατί ο τοίχος σώζεται σε μικρότερο ύψος. Άλλα αντικείμενα που βρέθηκαν είναι θραύσμα μελανού πινακίου, λαιμός αμφορέα και θραυσμένη οινοχόη. Στο ανώτερο αρχαιολογικό στρώμα βρήκαμε ρωμαϊκά όστρακα.



## Δωμάτιο Η<sub>2</sub>



Εικόνα 5.9: Εσωτερικός χώρος του Λουτρού Η<sub>2</sub> σε τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση

Το Η<sub>2</sub> είναι λουτρό γιατί περιέχει μπανιέρα καθιστού τύπου καλά διατηρημένη και το ντεπόζιτο. Το λουτρό βρίσκεται δίπλα στο δωμάτιο Ζ<sub>2</sub> όπου υπάρχει μία εστία. Το Η<sub>2</sub> (3,78m X 1,66m =6,27m ) είναι επίμηκες και διατηρεί υδραυλική επένδυση τόσο στα τοιχώματα όσο και στο δάπεδο.

Στο ανατολικό τμήμα του δωματίου υπάρχει μια μπανιέρα μαζί με το ντεπόζιτο. Η μπανιέρα αυτή έχει μήκος 0,595m, πλάτος 0,40m και ύψος 0,45m. Στο κάτω μέρος υπάρχει η συνήθης κοιλότητα και έχει διάμετρο 0,34m και βάθος 0,12m. Δίπλα στη σωζόμενη μπανιέρα υπήρχε πιθανότατα άλλη μια μπανιέρα του ίδιου τύπου. Πράγματι βρέθηκαν κατεστραμμένα κομμάτια μπανιέρας και όπως φαίνεται στη φωτογραφία, ίχνη στον τοίχο της υπάρξεως της. Οι διαστάσεις του ντεπόζιτου, που βρέθηκε έχει μήκος 0,90m και πλάτος 0,40m. Το χείλος έχει 0,20m πάχος και είναι καλυμμένο με παχύ στρώμα κονιάματος. Στη δυτική πλευρά υπήρχε πόρτα πλάτους 0,93m. Η πόρτα άνοιγε προς τα μέσα επειδή το κατώφλι της ήταν υπερυψωμένο σε σύγκριση με το δάπεδο του δωματίου. Το κατώφλι αυτό ήταν ενιαία ασβεστολιθική πλάκα . Προς το εξωτερικό της μέρος η πλάκα πατούσε σε δυο

άλλες πλάκες. Το δωμάτιο Η<sub>2</sub> συνδέεται με το πλυντήριο Π<sub>2</sub> με ένα ακάλυπτο αγωγό, ο οποίος επέτρεπε τη ροή του χρησιμοποιημένου για το λουτρό νερό προς το πλυντήριο. Έτσι δεν υπήρχε καμιά απώλεια νερού που χρησιμοποιούσαν για το λουτρό. Ο αγωγός περνάει κάτω από το κατώφλι και συνεχίζεται εκτός του δωματίου Η<sub>2</sub>. Στη φωτογραφία φαίνεται καθαρά ότι και η δοκός της πόρτας ήταν καλυμμένη με κονίαμα. Η οπή στο τοίχο χρησίμευε ασφαλώς για την υποδοχή της οριζόντιας δοκού με την οποία ασφάλιζαν από το εσωτερικό την πόρτα. Από το δωμάτιο Η<sub>2</sub> δεν έχουμε πολλά όστρακα. Βρέθηκαν πλίνθοι της ανωδομής καλυμμένες με υδραυλικό κονίαμα. Μέσα στο ντεπόζιτο βρέθηκε θραυσμένο φιαλίδιο του 4ου π.Χ. αιώνα.

### Δωμάτιο Θ<sub>2</sub>

Το δωμάτιο Θ<sub>2</sub> είναι τετράγωνο (4,60m \* 9,52m =20,79m<sup>2</sup>) χωρίς να έχει κάποιο



ιδιαιτερο αρχιτεκτονικό χαρακτηριστικό ή άλλα κινητά ευρήματα για την κατανόηση της λειτουργικότητάς του.

Το δάπεδο και τα τοιχώματα δεν έχουν υδραυλικό κονίαμα ενώ ο νότιος τοίχος παρουσιάζει μια παραλλαγή στον τρόπο κατασκευής. Η λίθινη κατασκευή του παρουσιάζει μια βαθμιδωτή διαμόρφωση που συμπληρώνεται στο επάνω μέρος με ωμές πλίνθους, υπολείμματα των οποίων έχουν διασωθεί. Το δωμάτιο επικοινωνεί με την αυλή με πόρτα (1,27m) και για κατώφλι σώζονται δύο πέτρες.

Εικόνα 5.10: Εξωτερικός χώρος του δωματίου Θ<sub>2</sub> σε τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση

Το λαξευμένο και ισοπεδωμένο σχιστολιθικό πέτρωμα του λόφου αποτελούσε και το φυσικό δάπεδο του δωματίου. Κοντά στην πόρτα του δωματίου το σχιστολιθικό δάπεδο είχε κλίση σε σύγκριση με το υπόλοιπο δάπεδο. Για να καλύψουν τη

διαφορά αυτή ισοπεδώσανε το σημεία αυτό με χώμα. Στο δωμάτιο Θ<sub>2</sub> βρέθηκε μεγάλος αριθμός θραυσμάτων αγωγού που είναι επενδυμένα με κονίαμα. Βρέθηκαν και πολλά κεραμίδια που άλλα είναι κοκκινόχρωμα και άλλα κιτρινόχρωμα. Κατασκευάστηκαν λοιπόν από διαφορετικό πηλό. Είναι όλα λακωνικού τύπου. Στο ανωτέρω τμήμα της επίχωσης, σε βάθος 0,45m, βρέθηκε νόμισμα του Κωνσταντίου Β(330-335 μ.Χ). Νομισματοκοπείου Κυζίκου). Αυτό αποδεικνύει ότι ο χώρος αυτός χρησιμοποιήθηκε και αυτή την εποχή. Τα όστρακα του δωματίου είναι κυρίως χονδρά.

### Δωμάτιο Ι<sub>2</sub>



Εικόνα 5.11: Εσωτερικός χώρος του δωματίου Ι<sub>2</sub> σε τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση

Το Ι<sub>2</sub> διακρίνεται από τα προηγούμενα δωμάτια λόγω του μεγέθους του (6,61m \* 6,53m = 43,5m<sup>2</sup>). Η πόρτα του δωματίου έχει άνοιγμα 1,36m και έχει ασβεστολιθικές παραστάδες σωζόμενου ύψους 0,40m περίπου. Κοντά στη μία παραστάδα στο εσωτερικό του δωματίου βρέθηκε μικρή κοιλότητα που περιείχε ξυλοκάρβουνο. Δεν είχε πουθενά υδραυλικό επίχρισμα. Πάνω στο δάπεδο που είναι από φυσικό σχιστή βρέθηκε σπασμένος λαιμός με τις λαβές και θραύσματα από

αμφορέα. Τα αντικείμενα που βρέθηκαν (θραυσμένο πινάκιο, κάνθαροι και θραύσματα από λεκανίδες) αποδεικνύουν ότι πιθανότατα ήταν δωμάτιο που έτρωγαν και κοιμόντουσαν οι εργαζόμενοι.

### Δωμάτιο K<sub>2</sub>

Το δωμάτιο K<sub>2</sub> είναι το μόνο δωμάτιο που προεξέχει του οικοδομικού τετραγώνου και έχει επιφάνεια 39m περίπου (6,53m X 6,10m<). Λόγω της κλίσεως του εδάφους προς τα δυτικά, το δωμάτιο K<sub>2</sub> όπως και τα προηγούμενα είναι λαξευμένο εν μέρει στην πλαγιά του λόφου. Οι ασβεστολιθικοί τοίχοι του δωματίου διατηρούνται σε καλή κατάσταση, εκτός από το νότιο, του οποίου μόνο ένα μέρος σώζεται. Ο ανατολικός τοίχος συνεχίζεται και εκτός του οικοδομικού τετραγώνου προς βορρά. Η επικοινωνία με το υπόλοιπο συγκρότημα γινόταν με πόρτα που επικοινωνεί με το δωμάτιο Λ<sub>2</sub>. Το δωμάτιο K<sub>2</sub> έχει και μια άλλη πόρτα με σκαλοπάτια προς βορρά που οδηγεί πιθανώς σε άλλο δωμάτιο εκτός της αυλής, του οποίου σώζεται ένας τοίχος. Ο χώρος αυτός δεν έχει ανασκαφεί.

Στη νότια πλευρά του δωματίου στο φυσικό σχιστή έχουν χαραχτεί αγωγό, ο οποίος θα περνούσε κάτω από το νότιο τοίχο του δωματίου και διέτρεχε τον ανατολικό τοίχο του K<sub>2</sub>. Στο δωμάτιο αυτό υπήρχε τάφος που βρέθηκε λαξευμένος, στη σχιστόλιθη πλευρά του λόφου. Η είσοδος του βρίσκεται ακριβώς κάτω του ανατολικού τοίχου. Η ανακάλυψη της ταφής έγινε τυχαία αφού είχε ανασκαφεί όλο το δωμάτιο K<sub>2</sub>.

Μετά από βροχή έφυγαν από τη θέση τους μερικές πέτρες από τον τοίχο. Αυτό ήταν η αιτία να παρατηρηθεί ότι ο φυσικός σχιστής του λόφου στο σημείο εκείνο είχε λαξευτεί σε ορθογώνια διατομή. Το άνοιγμα αυτό μεγάλωνε και σχημάτιζε ένα μικρό θάλαμο διαστάσεως 2,00m. Λαξευμένος μέσα στο φυσικό πέτρωμα του λόφου αυτός ο θάλαμος βρέθηκε γεμάτος με χρώματα που είχαν εμφανή στρωματογραφία. Αφαιρώντας τα χρώματα παρατηρήσαμε ότι στην είσοδο υπήρχαν δύο σκαλοπάτια ύψους 0,20m. Μετά ταύτα βρέθηκε ένας σκελετός και πιθανόν μέρος δευτέρου στο ύψος περίπου του δεύτερου σκαλοπατιού. Ο τάφος πιθανόν είχε συληθεί, γιατί δεν βρέθηκαν κτερίσματα και οι σκελετοί ήταν αρκετά ταραγμένοι και μερικές πέτρες πάνω από αυτούς. Εκείνοι που σύλησαν τον τάφο άφησαν ανοικτή την πόρτα και

αργότερα γέμισε με αποθέσεις χωμάτων, όπως φαίνεται από την στρωματογραφία των χωμάτων.

Η ταφή αυτή, από ότι φαίνεται, είναι της ίδιας εποχής ή μεταγενέστερη της κατασκευής (λάξευσης του δωματίου), γιατί είναι λαξευμένη στην ανατολική πλευρά του δωματίου και η είσοδος της βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το λαξευμένο δάπεδο του δωματίου.

Ένας κέρνος, βρέθηκε σε 0,30m πάνω από το φυσικό σχιστή, σκύφος και άλλα θραύσματα. Τα οποία είναι του 4ου π.Χ. αιώνα. Από το ανώτερο μέρος της επίχωσης του δωματίου προέρχεται χάλκινο νόμισμα του Κωνσταντίνου (326 μ.Χ.) νομισματοκοπείου Ρώμης.

#### Δωμάτιο Λ<sub>2</sub>

Το δωμάτιο Λ<sub>2</sub>, (3,43m \* 3,85m = 13,20m<sup>2</sup>) είναι συνεχόμενο και νότια του Κ<sub>2</sub> και έχει μία πόρτα όπου επικοινωνεί με το δωμάτιο Μ<sub>2</sub>. Για να μπει κανείς στο Λ<sub>2</sub> κατεβαίνει δύο σκαλοπάτια επειδή το δάπεδό του είναι 0,40m χαμηλότερο από το Κ<sub>2</sub>. Σε βάθος 1,20m κοντά στις παρειές των εσωτερικών τοίχων βρέθηκαν υπολείμματα λευκού ασβεστοκονιάματος. Συνεπώς οι τοίχοι του ήταν καλυμμένοι με ασβεστοκονίαμα. Στα ΒΑ γωνία κοντά στην ανατολική πόρτα υπάρχει πεσσός διαστάσεων 0,60m \* 0,50m \* 0,38m κτισμένος με ασβεστολιθικές πέτρες. Ο πεσσός αυτός εφάπτεται των γωνιακών τοίχων. Συνεπώς οι τοίχοι του δωματίου είναι από ασβεστόλιθο. Στο δυτικό τοίχο σε ύψος 0,60m σώζεται και τμήμα της πλινθοδομής κατασκευής από ωμές πλίνθους, που υπήρχε πάνω από τη λιθοδομή. Βρέθηκαν επίσης όστρακα από μεγάλα αγγεία και πάνω στο δάπεδο του δωματίου σπασμένος αμφορέας οικιακής χρήσεως.

#### Δωμάτιο Μ<sub>2</sub>

Το δωμάτιο Μ<sub>2</sub> (3,20m \* 3,60m = 11,52m<sup>2</sup>) δυτικά του Λ<sub>2</sub> έχει καλή στρωματογραφία. Διακρίνομε τρία στρώματα:

I. Το επιφανειακό με πάχος 0,40m αμμουδερό. Το στρώμα αυτό έχει όστρακα.

II. Ερυθρώπο μέγιστο πάχος 0,65m. Είναι το στρώμα που σχηματίστηκε από τους πλίνθους της ανωδομής. Σε αυτό το στρώμα υπάρχουν αρκετές πέτρες και κεραμίδια οροφής. Τα όστρακα κεραμόχρωμα προέρχονται από χονδρά αγγεία.

III. Το τρίτο στρώμα είναι πιο συμπαγές από το δεύτερο (πάχος 0,50m). Περιέχει πέτρες και κεράμους.

Το δάπεδο του δωματίου είναι από κτυπητή γη. Πάνω σε αυτό βρέθηκαν τμήμα τριβείου από τραχύτητα και κέραμοι.

#### Δωμάτιο N<sub>2</sub>

Από το δωμάτιο M<sub>2</sub> κατεβαίνοντας 4 σκαλοπάτια, τα οποία είναι μεγάλες ασβεστολιθικές πέτρες, εισέρχεται κανείς στο N<sub>2</sub> (4,75m \* 3,30m = 15,67m<sup>2</sup>). Το δωμάτιο N<sub>2</sub> έχει μία πόρτα (1,20m) προς την αυλή. Η έξοδος αυτή είναι κοντά στα φρέατα αποθηκείσεως πόσιμου νερού. Η πόρτα προς την αυλή έχει πλάτος 1,20m και σώζεται το κατώφλι που είναι πέντε ασβεστολιθικές πέτρες. Το σημαντικό εύρημα του δωματίου αυτού είναι η ημικατεστραμμένη εστία, που και πιθανόν να είναι η βάση μαγειρικού φούρνου. Η εστία αυτή έχει διαστάσεις 1,35 \* 0,92m. Στην εμπρόσθια όψη της σώζονται τρεις σχιστολιθικές πλάκες μπηγμένες κάθετα στο δάπεδο. Αρκετά υπολείμματα πηράς, μαύρα χρώματα και κάρβουνα, υπήρχαν στους χώρους γύρω από την εστία, ιδιαίτερα στο εμπρόσθιο μέρος. Από τα κινητά ευρήματα αναφέρουμε ένα σπασμένο κάρβουνο τμήμα μυλόπετρας..

## Δωμάτιο Ε<sub>2</sub>



Εικόνα 5.12: Εξωτερικός χώρος των δωματίων Ε<sub>2</sub>, Ο<sub>2</sub> και Π<sub>2</sub> σε τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση

Το Ε<sub>2</sub> με  $9,70\text{m} \times 5,00\text{m} = 48,50\text{m}^2$  είναι το μεγαλύτερο από όλα τα δωμάτια του συγκροτήματος και έχει μόνο μία πόρτα (1,43m) προς την αυλή. Οι τοίχοι είναι ασβεστολιθικοί, ο δυτικός διατηρείται μέχρι ύψος 1,10m και ο βορινός κατά ένα τμήμα έχει καταπέσει μέσα στο δωμάτιο. Στο ΝΔ τοίχο και κοντά στην πόρτα βρέθηκε ένα κατασκεύασμα ( $1,75\text{m} \times 0,40\text{m} \times 0,20\text{m}$ ) που περικλείεται από τον τοίχο του δωματίου και τρία άλλα τοιχάρια μικρού ύψους 0,20m περίπου από το φυσικό πέτρωμα του δαπέδου. Στο εσωτερικό αυτού του κατασκευάσματος στα μπάζα βρέθηκαν τα μόνα δύο γραπτά όστρακα του συγκροτήματος Π.

Ένας πεσσός διαστάσεων μήκους 0,70m πλάτους 0,65m, και ύψους 0,55m, σε απόσταση 0,20m από τον ανατολικό τοίχο του δωματίου. Κοντά σε αυτό τον πεσσό υπάρχει μικρό τοιχάριο ( $0,83\text{m} \times 0,25\text{m} \times 0,53$ ). Στο μέσο σχεδόν του δωματίου υπάρχει τετράγωνη ασβεστολιθική πέτρα ( $0,30\text{m} \times 0,22\text{m} \times 0,10$ ), που πιθανότατα θα αποτελούσε τη βάση ξύλινου στύλου για την υποστήριξη της στέγης.

### Δωμάτιο O<sub>2</sub>

Το δωμάτιο αυτό είναι δίπλα στο E<sub>2</sub> και είναι τελείως ανοικτό προς την αυλή. Το δωμάτιο αυτό ήταν στεγασμένο όπως φαίνεται από τα κεραμίδια που βρέθηκαν στα μπάζα της ανασκαφής. Η επιχωμάτωση ήταν μικρότερη από τα διπλανά δωμάτια. Αυτό το δωμάτιο πιθανόν χρησιμοποιήθηκε εντατικά στα ρωμαϊκά χρόνια διότι δάπεδο ήταν από το φυσικό πέτρωμα. Σχεδόν στο μέσο του βορινού τμήματος, βρέθηκε μια κοιλότητα η οποία περιείχε στον πυθμένα κάρβουνα. Πράγμα το οποίο αποδεικνύει ότι πρόκειται για εστία ή και φούρνο. Στα μπάζα του φούρνου βρέθηκαν θραύσματα από πήλινη κυψέλη και στον πυθμένα 5 νομίσματα χάλκινα υστερορωμαϊκά.

Ακριβώς ΒΔ υπάρχει μαγειρική εστία που σώζονται δύο πήλινες πλάκες και εκεί βρέθηκαν πολλά ψημένα κουκούτσια ελιάς.

Στο ανατολικό τμήμα του χώρου O<sub>2</sub> υπάρχει ένα περίεργο κατασκεύασμα διαστάσεων 3,50m \* 1,20m που ορίζεται από μία σειρά μπηγμένων λίθων στο έδαφος και αποτελείται από τρία συνεχόμενα τμήματα. Κοντά στο δυτικό τοίχο και προς την έξοδο του δωματίου υπάρχει κατασκεύασμα διαστάσεων 0,50m \* 1,50m που περιορίζεται από πηγμένες πέτρες. Μέσα στο κατασκεύασμα αυτό βρέθηκε τριμμένο μετάλλευμα. Συνάγεται ότι πρόκειται για χώρο τεχνικών δοκιμών. Κοντά στην είσοδο του δωματίου O<sub>2</sub> υπάρχει ένας τοίχος διαστάσεων 0,50m \* 0,50m και με αρκετή κλίση.

### Δωμάτιο P<sub>2</sub>

Βρίσκεται βόρεια και εφαπτόμενο του δωματίου με διαστάσεις 2,88m \* 3,80m = 10,94m<sup>2</sup>. Οι τοίχοι από ασβεστόλιθους δεν είναι καλυμμένοι με υδραυλικό κονίαμα. Το δωμάτιο P<sub>2</sub> έχει δύο πόρτες. Η μία πόρτα (1,00m) βρίσκεται στην ανατολική πλευρά και είναι έξοδος προς την αυλή του συγκροτήματος. Με την άλλη (0,80m) επικοινωνούσε με το δωμάτιο. Υπήρχε και άλλο άνοιγμα στο βορινό τοίχο, που είχε κλειστεί με σχιστολιθικές πέτρες. Πιθανόν λόγω της θέσεως του να ήταν δωμάτιο για τον επιστάτη του συγκροτήματος III.



## Αυλή Σ<sub>2</sub>

Η ολική επιφάνεια της αυλής είναι  $15\text{m} * 12\text{m} = 180\text{m}^2$ . Η μοναδική είσοδος της αυλής Σ<sub>2</sub> έξοδος ήταν μία πύλη στη δυτική πλευρά του συγκροτήματος ΙΙ. Υπήρχε και άλλη έξοδος και ο μικρός διάδρομος μεταξύ των δωματίων Β<sub>2</sub> και Γ<sub>2</sub>. Η πύλη της εισόδου της αυλής δεξιά εξωτερικά έχει ένα δωμάτιο που δεν καθαρίστηκε, ενώ αριστερά σώζεται τοίχος. Της πόρτας σώζεται το κατώφλι. Κάτω από το κατώφλι περνάει ένας αγωγός που φαίνεται και σε μήκος 2,30m εκτός αυτής και συνεχίζεται εντός της αυλής. Ο αγωγός αυτός με διαστάσεις πλάτος 0,40m, βάθος 0,42m, τροφοδοτούσε τη δεξαμενή Δ<sub>2</sub>. Εμφανώς δεχόταν τα νερά της πλαγιάς του λόφου από κατάλληλη διάταξη για τη συλλογή αυτών των νερών. Ο αγωγός καλυπτόταν με πλάκες οι οποίες σε ορισμένα σημεία σώζονται. Επίσης τα βρέθηκαν εκεί, κέρνος, θραύσματα από αγγείο (οινοχόη) και τα φρέατα ποσίμου ύδατος.

Στην αυλή μπροστά από το δωμάτιο Ε<sub>2</sub> και Ι<sub>2</sub> βρέθηκαν λαξεμένα μέσα στο σχιστόλιθο του πετρώματος δύο φρέατα απιδόσχημης μορφής και σε απόσταση το ένα από το άλλο 1,50m περίπου. Τα Φρέατα επικοινωνούσαν με μία οριζόντια γαλαρία. Η μορφή αυτή των κρεάτων είναι ο συνηθισμένος τρόπος (και στο Λαύριο) αποθήκευσης ποσίμου ύδατος. Ασφαλώς η τροφοδοσία σε νερό αυτών των φρεάτων θα γινόταν από τις οροφές των δωματίων. Το γεγονός ότι είναι τα μόνα φρέατα που βρέθηκαν στα συγκροτήματα και η ύπαρξη ενός τοίχου περιβόλου που περικλείει αυτά τα δύο συγκροτήματα φανερώνουν ότι πιθανότατα τα συγκροτήματα ΙΙ και ΙΙΙ ανήκαν στον ίδιο ιδιοκτήτη

## Συμπέρασμα για το συγκρότημα ΙΙ

Για τα δωμάτια Α<sub>2</sub>, Β<sub>2</sub> και Γ<sub>2</sub> είναι χώροι σχετικοί με τον εμπλουτισμό και αποθήκευση του εμπλουτισμένου μεταλλεύματος. Τα δωμάτια Ε<sub>2</sub>, Ζ<sub>2</sub> και Η<sub>2</sub> είναι λουτρά και χώροι για τη θέρμανση του νερού. Το Θ<sub>2</sub> και Ι<sub>2</sub> πιθανότατα θα ήταν πρόχειρα υπνοδωμάτια για τους εργαζόμενους δούλους. Είναι αρκετά για τον αριθμό των εργαζομένων δούλων στο συγκρότημα που ήταν της τάξεως των 40 εργατών. Οι εργάτες δούλευαν μόνο την ημέρα. Η εργασία το βράδυ στα πλυντήρια ήταν πρακτικά αδύνατη λόγω ανεπαρκείας φωτισμού. Βεβαίως οι δούλοι αυτοί

είχαν και πρόχειρες κατοικίες κοντά στο συγκρότημα για τις οικογένειες τους αν και οι δούλοι σπανίως ήταν παντρεμένοι.

Τα δωμάτια  $K_2$ ,  $\Lambda_2$ ,  $M_2$ ,  $N_2$ , τα οποία χαρακτηρίζονται από μία μόνο είσοδο από την αυλή αποτελούν τέσσερα δωμάτια χαρακτηριστικής απομονώσεως για γεύματα και κατοικία. Πράγματι στο  $N_2$  βρέθηκε εστία. Σε αυτά τα δωμάτια βρέθηκαν αγγεία οικιακής χρήσεως (αμφορείς) καθώς και αγγεία συμποσίων (κάνθαροι, κύπελλο). Αυτός ο ξεχωριστός χώρος των τεσσάρωνωματιών πρέπει να ήταν πιθανότατα χώρος καθημερινής χρήσεως για τους ελεύθερους πολίτες που απασχολούνταν στο συγκρότημα, οι οποίοι επιθυμούσαν να είναι απομονωμένοι και ασφαλείς.

Για το  $\Xi_2$  που έχει μεγάλο εμβαδόν (43,5m) πιθανότητα και αυτό το δωμάτιο το χρησιμοποιούνταν για κατοικία δούλων.



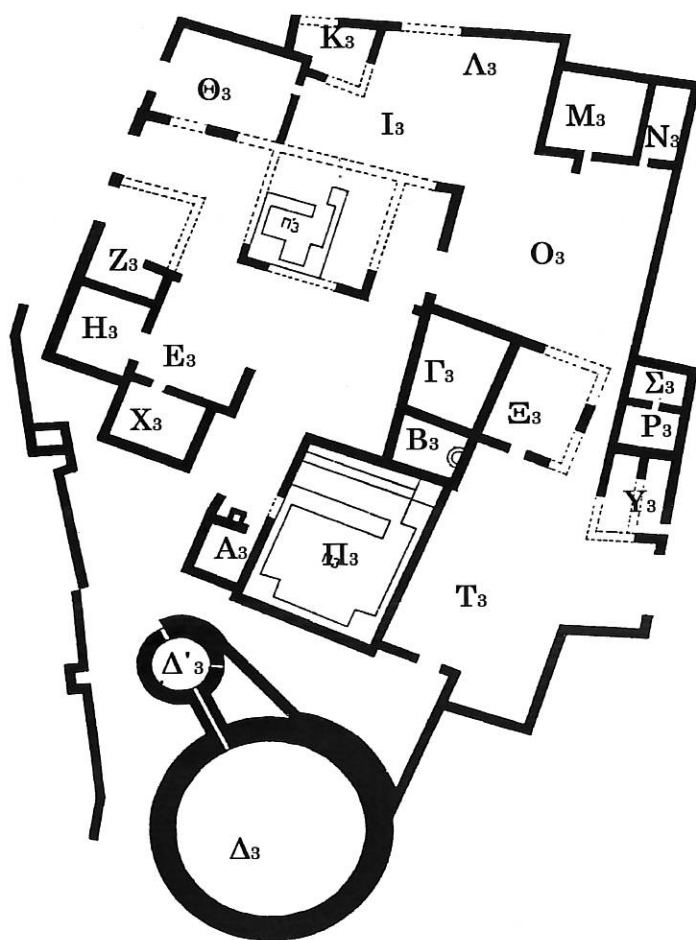
Εικόνα 5.13: Εξωτερικός χώρος του συγκροτήματος II σε τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση

Το δωμάτιο  $O_2$  ασφαλώς είχε πολλαπλή χρήση, κυρίως κατά τα υστερορωμαϊκά χρόνια. Είναι γνωστό ότι οι εγκατασταθέντες σε διάφορα μέρη του Λαυρίου κατά την εποχή εκείνη ασχολήθηκαν κυρίως με τον εμπλουτισμό των αρχαίων απορριμμάτων. Πιθανότατα τροφοδοτούσαν στα πλυντήρια λιθάργυρους διάσπαρτους σε διάφορα απορρίμματα, ώστε να παίρνουν καθαρό λιθάργυρο. Η

εύκολη τήξη του λιθάργγυρου δίνει μη αργυρούχο μολύβι το οποίο στα ρωμαϊκά χρόνια πουλιόταν εύκολα για την κατασκευή μολύβδινων σωλήνων.

Τα διάφορα όστρακα και αντικείμενα που βρέθηκαν, σε συνδυασμό με την τοιχοδομία και τη μορφή των εγκαταστάσεων, πείθουν ότι πρόκειται για συγκρότημα του 4<sup>ου</sup> αιώνα π.Χ. και μάλιστα το β' μισό του. Στον 4<sup>ο</sup> αιώνα χρονολογείται και η επιγραφή Ν<sup>ο</sup>2 της υποθήκης, με το όνομα του Σίμου από την Παιανία, του Επιτελή από τους Κεραμείς και του Νεοπτόλεμου από τη Μελίτη.

#### 5.4. Το Συγκρότημα ΙΙΙ



Το συγκρότημα ΙΙΙ είναι σε έκταση το μεγαλύτερο από τα τέσσερα συγκροτήματα με ένα πλυντήριο, τέσσερις δεξαμενές καλά διατηρημένες και τρεις αυλές. Στο συγκρότημα αυτό υπάρχει και ένας ανδρώνας καθώς και ένα μικρό πλυντήριο (Π<sub>3</sub>) που είχε εκκαφτεί αλλά εγκαταλείφθηκε χωρίς να συμπληρωθεί. Και τα δύο είναι εξαιρετικής σημασίας.

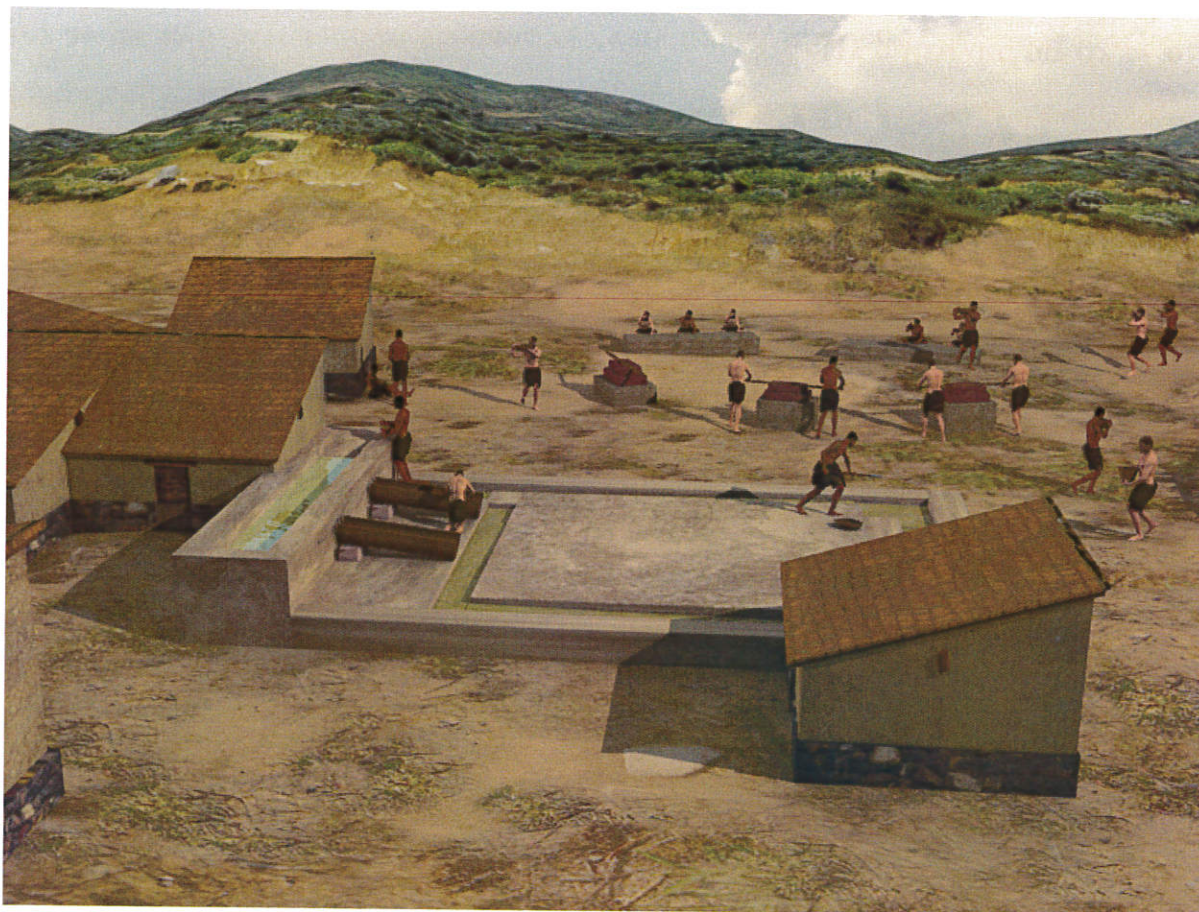
Εικόνα 5.14: Κάτοψη του Συγκροτήματος ΙΙΙ

#### Πλυντήριο Π<sub>3</sub>

Το πλυντήριο Π<sub>3</sub> έχει διαστάσεις 12,22m \* 7,33m = 89,57m<sup>2</sup>. Είναι ανοικτό προς τη νότια πλευρά όπως και το πλυντήριο Π<sub>2</sub>, ενώ ο τοίχος της δυτικής πλευράς έχει μία πόρτα (0,99 m) εξόδου προς την αυλή ΙΙ του συγκροτήματος. Το πλυντήριο Π<sub>3</sub>

είχε 5 ακροφύσια όπως βγαίνει από τους υπολογισμούς. Το μήκος του ντεπόζιτου Δ είναι 6,80m και η απόσταση μεταξύ των ακροφυσίων είναι συνήθως 1,30m. Τα θωράκια του ντεπόζιτου Δ είναι κατεστραμμένα.

Στο επίπεδο στεγνώματος Z κοντά στον αγωγό A, υπάρχει ένας μικρός αγωγός, ο οποίος έχει εμφανή σκοπό να οδηγεί τα νερά του επιπέδου Z στον αγωγό A<sub>1</sub>. Πάνω από τα κανάλια A<sub>2</sub> και A<sub>4</sub> φαίνονται καθαρά οι εσοχές για την υποδοχή σανίδων με τις οποίες κάλυπταν αυτά τα κανάλια για να προστατεύσουν το νερό από την εξάτμιση. Επίσης σώζεται η κυλινδρική ασβεστολιθική βάση για το ξύλινο κίονα που στήριζε την οροφή του πλυντηρίου Π<sub>3</sub>.



Εικόνα 5.15: Πλυντήριο Π<sub>3</sub> σε τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση

### Τα Δωμάτια A<sub>3</sub>

Το δωμάτιο A<sub>3</sub> είναι δωμάτιο αποθηκείωσης εμπλουτισμένου μεταλλεύματος. Βρίσκεται δυτικά και εφαιπτόμενο του πλυντηρίου Π<sub>3</sub>, με διαστάσεις 3,25m \* 3,20m = 10,40m<sup>2</sup>. Το δάπεδο και οι τοίχοι είναι επενδυμένα με υδραυλικό κονίαμα και η πόρτα του (0,95m) είναι δίπλα στην πόρτα του πλυντηρίου Π<sub>3</sub>. Εξωτερικά του βόρειου τοίχου υπάρχει τετράγωνος πεσσός και τμήμα, τοίχου, που ξεκινά από

την ΒΔ γωνία του δωματίου ΑΒ με κατεύθυνση προς τα ΒΑ. Στο σωζόμενο άκρο αυτού του τοίχου σώζεται πέτρινος κιονίσκος.

### Δωμάτιο Β<sub>3</sub>

Βόρεια και εφαπτόμενο του Π<sub>3</sub> είναι το Β<sub>3</sub>, με διαστάσεις 3,75m \* 3,22m = 12,07m<sup>2</sup>. Το δάπεδο και τα τοιχώματα είναι επενδυμένα με υδραυλικό κονίαμα. Μέσα στο δωμάτιο υπάρχει ένα κτισμένο ημικυλινδρικό κατασκεύασμα που διατηρείται σε καλή κατάσταση (ύψος εσωτερικό 0,75m, ύψος εξωτερικό 0,67m, και διάμετρος 0,90m). Εσωτερικά και εξωτερικά το κατασκεύασμα αυτό είναι επενδυμένο με υδραυλικό κονίαμα και έχει μια αρχή αγωγού που οδηγεί τα νερά στη δεξαμενή ανακυκλοφορίας Β του πλυντηρίου. Πιθανότατα το κατασκεύασμα αυτό γέμιζε με νερό και το χρησιμοποιούσαν για δοκιμές επί θεμάτων εμπλουτισμού. Στο δωμάτιο Β<sub>3</sub> βρέθηκε ακόμα τριμμένο μετάλλευμα και τριβείο από τραχύτη.

### Αυλή Τ<sub>3</sub>

Στην ανατολική αυλή Τ<sub>3</sub> γινόταν το σπάσιμο του μεταλλεύματος γιατί βρέθηκε η σχετική πλάκα. Επειδή στο χώρο της αυλής βρέθηκαν και αρκετά θραυσμένα τριβεία από τραχύτη ταυτίσαμε το χώρο της αυλής ως το χώρο λειοτριβήσεως του συγκροτήματος ΙΙΙ.

### Δωμάτιο Υ<sub>3</sub>

Το δωμάτιο Υ<sub>3</sub> έχει διαστάσεις 4,50m \* 3,20m = 14,4 m<sup>2</sup>. Ο δυτικός τοίχος και τμήμα του βόρειου είναι κτισμένοι με ασβεστόλιθους, οι υπόλοιποι με σχιστόλιθους. Με άνοιγμα (0,70m) που βρίσκεται στον ανατολικό τοίχο επικοινωνεί το δωμάτιο Υ<sub>3</sub> με τον εξωτερικό χώρο του συγκροτήματος. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του δωματίου είναι οι δύο τετράγωνοι χώροι που βρίσκονται (1,50m \* 1,30m και 1,65m \* 1,50m) στο βόρειο τμήμα του. Του ενός σώζεται μικρό τμήμα από το νότιο τοιχάριο. Οι δύο χώροι αυτοί είχαν επικάλυψη με υδραυλικό κονίαμα τόσο στο δάπεδο όσο και στα τοιχώματα των τοίχων τους.

Στο δωμάτιο Υ<sub>3</sub>, δεν βρέθηκαν όστρακα ούτε άλλο κινητό εύρημα. Οι δύο τετράγωνοι χώροι με το υδραυλικό κονίαμα δείχνουν ότι κάποια εργασία τεχνικής χρήσεως σχετικά με τον εμπλουτισμό γινόταν στο χώρο αυτό.

## Δεξαμενές του συγκροτήματος ΙΙΙ

### Δεξαμενή Δ<sub>3</sub>



Εικόνα 5.16: Δεξαμενή Δ<sub>3</sub> και Δ' σε τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση

Η Δ<sub>3</sub> είναι η δεξαμενή τροφοδοσίας του πλυντηρίου Π<sub>3</sub> και βρίσκεται νότια αυτού. Είναι η μεγαλύτερη από όσες καθαρίστηκαν στο χώρο της ανασκαφής. Έχει διάμετρο 11m, βάθος 5,20m και χωρητικότητα 494m<sup>3</sup> - 500m<sup>3</sup>.

Στον πυθμένα της δεξαμενής σώζονται οι δύο βάσεις κίωνων που στήριζαν την οροφή και η απόσταση της μιας από την άλλη είναι 3,50m.

Στο νότιο τμήμα της δεξαμενής σώζεται σε καλή κατάσταση η σκάλα με 17 βαθμίδες ενώ στα εσωτερικά τοιχώματα διατηρείται το υδραυλικό κονίαμα. Το στόμιο της Δ<sub>3</sub> σε πολλά σημεία είναι κατεστραμμένο.

### Δεξαμενή Δ'₃

Είναι η δεξαμενή καθιζήσεως της δεξαμενής Δ<sub>3</sub>. Έχει διάμετρο 3,50m, βάθος 3,00m και χωρητικότητα 288m<sup>3</sup>.

Σώζεται σε καλή κατάσταση ο ανοικτός αγωγός υπερχείλισης (πλάτος 0,45m, βάθος 0,25m, και μήκος 3,80m), όπως επίσης το άκρο του αγωγού που έφερνε στη Δ'₃ το νερό από την πλαγιά του λόφου. Ο αγωγός αυτός βρίσκεται απέναντι από τον αγωγό υπερχείλισης.

Στο ανατολικό μέρος του χείλους της δεξαμενής υπάρχει μία εγκοπή (πλ. 0,82m \* 0,23m \* 0,36m) που καταλήγει σε αβαθή κοιλότητα διαμέτρου 8cm. Η κοιλότητα αυτή είναι επενδεδυμένη με υδραυλικό κονίαμα,

Το υδραυλικό κονίαμα διατηρείται στα εσωτερικά τοιχώματα της δεξαμενής.

## Δεξαμενή Δ<sub>4</sub>



Εικόνα 5.17: Δεξαμενή Δ<sub>4</sub> σε τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση

Βρίσκεται ΝΑ της Δ<sub>3</sub> και έχει διάμετρο 6m. Τροφοδοτούσε όπως η Δ<sub>3</sub> το πλυντήριο Π<sub>3</sub>.

Η σκάλα της δεξαμενής με 9 βαθμίδες σε δύο τμήματα δεν είναι μέσα στη δεξαμενή. Έχει κατασκευαστεί έξω από αυτή και τερματίζεται σε ένα ορθογώνιο άνοιγμα στον τοίχο της δεξαμενής. Ο χώρος της σκάλας είναι υδατοστεγής με κονίαμα και το νερό της δεξαμενής ανέρχεται και στο χώρο αυτό.

Η δεξαμενή Δ<sub>4</sub> παρουσιάζει μια ιδιαιτερότητα, ότι κάτω από το στόμιο έχει ένα είδος βαθμίδας σε όλη την περιφέρεια της δεξαμενής.

## Δεξαμενή Δ'<sub>4</sub>

Η δεξαμενή Δ'<sub>4</sub> είναι η δεξαμενή καθιζήσεως της Δ<sub>3</sub> και έχει διάμετρο 2m. Βρίσκεται ανατολικά της Δ<sub>3</sub>. Διατηρείται επίσης ο ανοικτός αγωγός υπερχείλισης προς τη Δ<sub>4</sub>.

## Πλυντήριο Π<sub>3</sub>'

Το πλυντήριο Π<sub>3</sub>' είναι ένα μικρό πλυντήριο του οποίου είχαν εκκοκαφτεί οι αγωγοί Α<sub>1</sub>, Α<sub>2</sub>, Α<sub>3</sub> και Α<sub>4</sub>, και οι δεξαμενές του πλυντηρίου Β<sub>1</sub>, Β<sub>2</sub> και Β. Επίσης είχε

ετοιμαστεί ο χώρος του ντεπόζιτου Δ. Το πλυντήριο δεν έχει καμιά εργασία επικάλυψης των γεωδών τμημάτων του με το συνηθισμένο κονίαμα και το ειδικό επίστρωμα στεγανοποίησης. Λίθινοι τοίχοι δεν έχουν χτιστεί παρά μόνο στη γωνία της δεξαμενής καθιζήσεως B<sub>1</sub>. Μέσα στη δεξαμενή B βρέθηκαν και δύο ασβεστολιθικά θωράκια του ντεπόζιτου Δ, τα οποία φέρουν και ακροφύσιο. Το πλυντήριο Π<sub>3</sub>' έχει διαστάσεις 6m \* 4,30m = 27,0m<sup>2</sup> και το μήκος του ντεπόζιτου Δ είναι 2,50 - 3,00m. Είναι ως εκ τούτου ένα πλυντήριο δύο ακροφυσίων της ίδιας μορφής και διαστάσεων περίπου με το πλυντήριο Π<sub>4</sub> που βρίσκεται ψηλότερα και είναι λαξευμένο στο φυσικό πέτρωμα του λόφου. Η ομοιότητα αυτή χαρακτηρίζεται επίσης από το γεγονός ότι ο αγωγός A<sub>3</sub> αποτελείται ουσιαστικά από την υπερχειλίση της δεξαμενής B<sub>1</sub> προς τη B<sub>2</sub>.

Το πλυντήριο Π<sub>3</sub>' είναι φανερό ότι εγκαταλείφθηκε στο σημείο κατασκευής που βρέθηκε και καλύφθηκε με χώμα.

Η εγκατάλειψη αυτή του πλυντηρίου πρέπει να αποδοθεί σε δύο πιθανούς λόγους.

1) Το πλυντήριο Π<sub>3</sub>', το οποίο ομοιάζει πάρα πολύ με το Π<sub>4</sub> ιδιαίτερα στο ότι είναι και τα δύο με δύο ακροφύσια, είναι πιθανότατα του 5ου π.Χ. αιώνα. Απόδειξη είναι ότι όλα τα άλλα πλυντήρια των τριών συγκροτημάτων που είναι του 4ου αιώνα π.Χ. είναι πολύ μεγαλύτερα, με 4 ή 7 ακροφύσια. Δηλαδή τουλάχιστον διπλασίας παραγωγής σε σχέση με τη παραγωγή του Π<sub>3</sub>'. Πιθανότατα λοιπόν το πλυντήριο Π<sub>3</sub>' εγκαταλείφθηκε κατά τη διάρκεια του Πελοποννησιακού πολέμου και μάλιστα κατά την απόδραση των δούλων προς τους Λακεδαιμονίους το 413 π.Χ.

Το ένα από τα δυο θωράκια που βρέθηκαν στη δεξαμενή B φαίνεται σπασμένο σε δύο κομμάτια ασφαλώς από κτύπημα βαριάς. Πιθανότατα κάποιος δούλος έσπασε τα ετοιμασμένα θωράκια και τα πέταξε μέσα στη δεξαμενή B. Όταν τον 4ο αιώνα έγιναν τα άλλα πλυντήρια με νέες μεγάλες διαστάσεις θεωρήθηκε περιττό να συνεχιστεί η κατασκευή του Π<sub>3</sub>'.

2) Λιγότερο πιθανόν είναι ότι το πλυντήριο αυτό άρχισε να κατασκευάζεται τον 4ο π.Χ. αιώνα και ο ιδιοκτήτης του αποφάσισε κάποια στιγμή να το εγκαταλείψει και να φτιάξει μεγαλύτερο, το Π<sub>3</sub>.



### Δωμάτια του συγκροτήματος III

Το συγκρότημα III δεν έχει την αρχιτεκτονική δομή που έχει το συγκρότημα II. Στο συγκρότημα αυτό υπάρχουν τρεις αυλές η I<sub>3</sub>, η O<sub>3</sub> και η Ψ<sub>3</sub>. Η ανατολική αυλή έχει περίβολο με πόρτα στα νότια. Η κύρια είσοδος του συγκροτήματος πρέπει να ήταν προς τη δυτική πλευρά, ανάμεσα στα δωμάτια Z<sub>3</sub> και θ<sub>3</sub>. Έπρεπε να υπήρχε είσοδος στην ανατολική πλευρά, όπως φαίνεται στο σχέδιο A<sub>68</sub> και μία άλλη στη βόρεια.

Στην είσοδο της δυτικής πλευράς σώζεται αρχαίος δρόμος. Ο δρόμος αυτός ερχόταν από δυτικά, διέσχιζε το χώρο I, και κατέληγε στην βόρεια έξοδο. Από το δρόμο διατηρούνται ίχνη δύο αυλακών από τροχούς αμάξης. Διακρίνονται επίσης κάποια ίχνη επίστρωσης από πατημένη γη και μικρούς λίθους. Από τις ενδείξεις της ανασκαφής δεν είναι δυνατό να λεχθεί με βεβαιότητα ότι ο δρόμος προϋπήρχε του συγκροτήματος III ή διέσχιζε το συγκρότημα μετά τη δεύτερη φάση της λειτουργίας του. Το συγκρότημα III περικλείεται από τοίχο. Μέρος του τοίχου αυτού σώζεται στη δυτική και νότια πλευρά και περιλάμβανε δύο κτίσματα πυργοειδούς μορφής. Στη νότια πλευρά του από νότια προς βόρεια παρουσιάζει άλλο σχιστολιθικό τοίχο. Οι δύο αυτοί τοίχοι απέχουν μεταξύ τους προς το νότιο άκρο 0,50m και στο μέσο 0,90m. Πιθανόν ο τοίχος να ανήκει σε άλλο συγκρότημα που θα βρίσκεται δυτικά του συγκροτήματος III.

### Δωμάτιο Η<sub>3</sub>



Εικόνα 5.18: Ανδρώνας σε τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση

Το δωμάτιο Η<sub>3</sub> είναι ένας επτάκλινος ανδρώνας, με διαστάσεις  $4,30\text{m} \times 4,10\text{m} = 17,63\text{m}^2$ . Ο ανδρώνας βρίσκεται στο ΝΔ τμήμα του συγκροτήματος, δυτικά του κυρίως πλυντηρίου Π<sub>3</sub>, και σε απόσταση 15m περίπου. Οι τοίχοι του δωματίου έχουν πάχος 0,50m και διατηρούνται σε αρκετό ύψος. (ο δυτικός σε ύψος 1,40m). Η μοναδική πόρτα του δωματίου (1,10m) βρίσκεται στον ανατολικό τοίχο. Από την πόρτα εισέρχεται κανείς στο δωμάτιο, αφού κατεβεί δύο σκαλοπάτια, που είναι από σχιστόλιθο.

Στο μέσο του κεντρικού επιπέδου (β) του ανδρώνα υπάρχει ένας τετράγωνος στύλος (ε) από κτυπητή γη, καλυμμένος με κονίαμα και έχει ύψος 0,50m). Το ύψος είναι μεγάλο για να δεχτούμε ότι πρόκειται για βάση, όπου τοποθετούσαν μαγκάλι για θέρμανση. Ίσως να ήταν μία βάση, όπου τοποθετούσαν ειδικά αγγεία για να αφήνουν κομμάτια κρέατος σε οβελούς. Αυτό είναι πιθανόν, γιατί στο δωμάτιο Α, βρέθηκαν μερικά τέτοια αγγεία.

Ανατολικά του στύλου (ε) βρέθηκε ένα πέτρινο μεταγενέστερο κωνικό γουδί, που μεταφέρθηκε στον ανδρώνα. Πράγματι το γουδί ακουμπά σε στρώμα γης, με ύψος 0,10m. Κοντά στην πόρτα και νότια αυτής υπάρχουν δύο πελεκημένα ασβεστολιθικά κομμάτια, το ένα πάνω στο άλλο. Στο επάνω υπάρχει οπή από στρόφιγγα και

### Δωμάτιο Η<sub>3</sub>



Εικόνα 5.18: Ανδρώνας σε τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση

Το δωμάτιο Η<sub>3</sub> είναι ένας επτάκλινος ανδρώνας, με διαστάσεις 4,30m\*4,10m=17,63m<sup>2</sup>. Ο ανδρώνας βρίσκεται στο ΝΔ τμήμα του συγκροτήματος, δυτικά του κυρίως πλυντηρίου Π<sub>3</sub>, και σε απόσταση 15m περίπου. Οι τοίχοι του δωματίου έχουν πάχος 0,50m και διατηρούνται σε αρκετό ύψος. (ο δυτικός σε ύψος 1,40m). Η μοναδική πόρτα του δωματίου (1,10m) βρίσκεται στον ανατολικό τοίχο. Από την πόρτα εισέρχεται κανείς στο δωμάτιο, αφού κατεβεί δύο σκαλοπάτια, που είναι από οχιστόλιθο.

Στο μέσο του κεντρικού επιπέδου (β) του ανδρώνα υπάρχει ένας τετράγωνος στύλος (ε) από κτυπητή γη, καλυμμένος με κονίαμα και έχει ύψος 0,50m). Το ύψος είναι μεγάλο για να δεχτούμε ότι πρόκειται για βάση, όπου τοποθετούσαν μαγκάλι για θέρμανση. Ίσως να ήταν μία βάση, όπου τοποθετούσαν ειδικά αγγεία για να αφήνουν κομμάτια κρέατος σε οβελούς. Αυτό είναι πιθανόν, γιατί στο δωμάτιο Α, βρέθηκαν μερικά τέτοια αγγεία.

Ανατολικά του στύλου (ε) βρέθηκε ένα πέτρινο μεταγενέστερο κωνικό γουδί, που μεταφέρθηκε στον ανδρώνα. Πράγματι το γουδί ακουμπά σε στρώμα γης, με ύψος 0,10m. Κοντά στην πόρτα και νότια αυτής υπάρχουν δύο πελεκημένα ασβεστολιθικά κομμάτια, το ένα πάνω στο άλλο. Στο επάνω υπάρχει οπή από στρόφιγγα και

δείχνει ότι ήταν κατώφλι με οπές για τον άξονα της πόρτας. Το πέτρινο γουδί και τα δύο ασβεστολιθικά κομμάτια δεν ανήκουν στον ανδρώνα. Ο ανδρώνας χρησιμοποιήθηκε ασφαλώς μεταγενέστερα, στην περίοδο εγκαταλείψεως των μεταλλευτικών εργασιών για άλλους σκοπούς. Εσωτερικά ο ανδρώνας δεν φέρνει διακόσμηση εκτός από την επιμελημένη επάλειψη των τοίχων με ασβεστοκονίαμα και του δαπέδου με κονίαμα καστανού χρώματος.

Ένας ανδρώνας θα ήταν συνηθισμένο δωμάτιο αν βρισκόταν σε ιδιωτικό ή δημόσιο κτίριο ή θρησκευτικό οικοδομικό συγκρότημα. Η ύπαρξη του ανδρώνα σε συγκρότημα εμπλουτισμού μεταλλευμάτων και τόσο κοντά στο πλυντήριο είναι σπουδαίο εύρημα γιατί αποδεικνύει ότι στο χώρο των πλυντηρίων υπήρχε και ασφαλώς εργάζονταν αρκετός αριθμός ελευθέρων πολιτών. Ως γνωστό στους ανδρώνες σύχναζαν μόνο ελεύθεροι πολίτες και μόνο άνδρες.

#### Ευρήματα από το δωμάτιο Η<sub>3</sub>

- κάρθαρος
- φιαλίδιο με πόδι
- θραύσματα από αγγείο με παραστάσεις
- θραύσμα κέρνου.
- αγνυθα πυραμιδόσχημη
- θραύσματα από λεκάνες και ιγδία από το επιφανειακό στρώμα.

#### Δωμάτιο Χ<sub>3</sub>

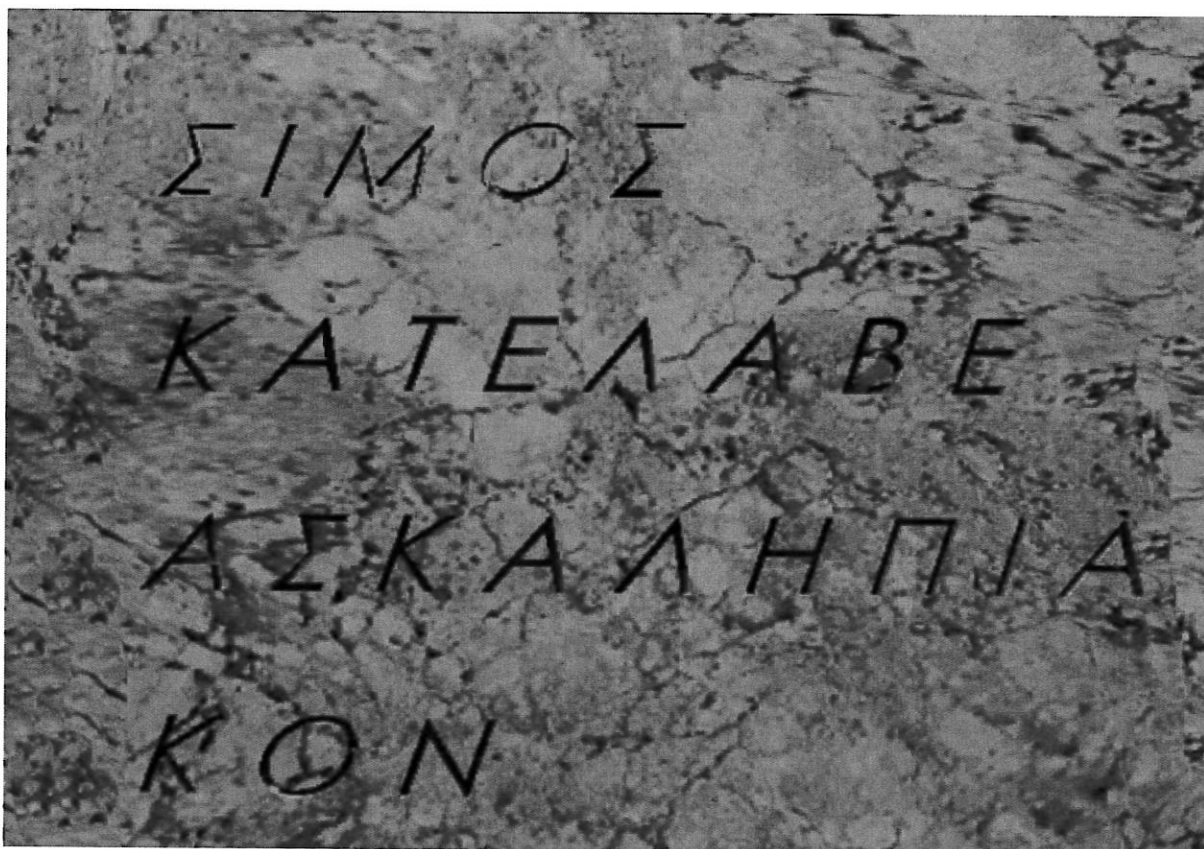
Το δωμάτιο Χ<sub>3</sub> (4,85m \* 3,25m = 15,76m<sup>2</sup>) είναι νότιο, ανατολικά του ανδρώνα. Η πόρτα του δωματίου (0,85m) βρίσκεται κοντά στην πόρτα του ανδρώνα. Κάτω από το κατώφλι της πόρτας περνάει κλειστός αγωγός, ο οποίος διασχίζει το δωμάτιο. Ο αγωγός αυτός φαίνεται ότι τροφοδοτούσε τη δεξαμενή Δ<sub>3</sub> με τα όμβρια νερά που τα συγκέντρωνε από τους βορινούς χώρους του συγκροτήματος. Οι τοίχοι του δωματίου είναι ασβεστολιθικοί χωρίς κονίαμα. Στο δωμάτιο Χ<sub>3</sub> βρέθηκε αλατιέρα,

όστρακα από μεγάλα αγγεία. Πιθανότατα ήταν η κουζίνα για την εξυπηρέτηση του ανδρώνα, λόγω της θέσης του.

### Δωμάτιο Ζ<sub>3</sub>

Το Ζ<sub>3</sub> (7,20m \* 3,80m=27,36m<sup>2</sup>) είναι εφαπτόμενο και βόρεια του ανδρώνα. Το δάπεδο του από κτυπητή γη είναι ψηλότερο κατά 0,40m από το δάπεδο του ανδρώνα. Ο βόρειος τοίχος δεν σώζεται. Μπορούμε όμως να βρούμε την έκταση του δωματίου από τη λάξευση του εδάφους. Οι τοίχοι εσωτερικά πιθανόν να ήταν καλυμμένοι με ασβεστοκονίαμα. Στο δωμάτιο Ζ<sub>3</sub> βρέθηκε ένας πεσσός και ένα μικρό λάξευμα (0,90m\*0,20m), του οποίου η μία πλευρά περιορίζεται από πλάκα κάθετα μπηγμένη στο έδαφος. Τα δύο αυτά ευρήματα εφάπτονται του ανατολικού τοίχου. Το Ζ<sub>3</sub> λόγω της θέσεως του δίπλα στον ανδρώνα πιθανόν να ήταν υπνοδωμάτιο των ελεύθερων πολιτών.

### Δωμάτιο Θ<sub>3</sub>



Εικόνα 5.19: Η επιγραφή που βρέθηκε στο δωμάτιο Θ<sub>3</sub>

Το δωμάτιο Θ<sub>3</sub> είναι το ακραίο ΒΔ δωμάτιο. Έχει διαστάσεις 5,55m \* 7,00m=38,85m<sup>2</sup>. Το δάπεδο του δωματίου βρίσκεται 0,50m ψηλότερα του αρχαίου δρόμου. Από τους ασβεστολιθικούς τοίχους μόνο ο βόρειος σώζεται σε ολόκληρο το

μήκος του. Εσωτερικά οι τοίχοι δεν είχαν επικάλυψη. Η σωζόμενη πόρτα (1,24m) δίνει έξοδο προς τον ανατολικό χώρο του συγκροτήματος. Σώζεται μία παραστάδα ασβεστολιθική και τρεις πέτρες για κατώφλι. Στο δωμάτιο Θ<sub>3</sub> βρέθηκε η επιγραφή που έγραφε "Σίμος κατέλαβε Ασκληπιακόν".(εικόνα 5.18) Εκτός από την περιγραφή το δωμάτιο Θ<sub>3</sub> περιέχει χαρακτηριστικά ευρήματα:

α) Διπλή σπασμένη τράπεζα. Η τράπεζα αυτή εφαιπτομένη του βορείου τοίχου, στηρίζεται σε τρεις πέτρες (ύψους 0,62m) κάθετα μπηγμένες στο έδαφος.

β) Τρεις πεσσοί. Οι δύο σε απόσταση 0,90m ο ένας από τον άλλο, βρίσκονται στο ΒΔ τμήμα του δωματίου, κοντά στη τράπεζα. Ο τρίτος πεσσός βρίσκεται στο ΝΔ τμήμα του δωματίου.

γ) Βάση κιονίσκων (ύψους 0,20ms διαμέτρου 0,24m) απέναντι από την πόρτα και έκκεντρα του δωματίου. Από τα κεραμικά ευρήματα αναφέρουμε χονδρά όστρακα, τμήμα μεγάλου πίθου και ορισμένα λεπτά όστρακα.

Δεν φαίνεται να είναι υπνοδωμάτιο, ούτε χώρος για δοκιμές εμπλουτισμού. Η ύπαρξη της τράπεζας αποδεικνύει ότι ίσως πρόκειται για δωμάτιο όπου γινόταν δοκιμές και συζήτηση, για την αγορά μεταλλευμάτων για κατεργασία.

#### Διαστάσεις πεσσών:

α) 0,45m \* 0,40m \* 0,24m

β) 0,48m \* 0,48m \* 0,22m

γ) 0,50m \* 0,43m \* 0,20m

#### Διαστάσεις της τράπεζας:

Σωζόμενο μήκος: 1,15m\*0,348m\*0, 12m

#### **Δωμάτιο Κ<sub>3</sub>**

Το δωμάτιο Κ<sub>3</sub>, βρίσκεται βόρεια του Θ<sub>3</sub> με διαστάσεις 4,12m \* 2,40m = 9,88m<sup>2</sup>. Από τους ασβεστολιθικούς τοίχους μόνο ο δυτικός σώζεται σε ολόκληρο το μήκος του. Στη ΝΔ γωνία του δωματίου υπάρχει ένα κατασκεύασμα μορφής ωσειδούς (1,75m\*0,70m\*0,66m). Πρέπει να είναι κατασκεύασμα μεταγενέστερης φάσης γιατί πατάει σε επίπεδο ψηλότερο (0,66m) σε σχέση προς το αρχαιότερο επίπεδο.

### Δωμάτιο Μ<sub>3</sub>

Στη ΒΑ γωνία του συγκροτήματος υπάρχουν δύο συνεχόμενα δωμάτια που δεν επικοινωνούν μεταξύ τους, αλλά έχουν έξοδο και τα δύο προς τη βόρεια αυλή Ο<sub>3</sub>. Το δωμάτιο Μ<sub>3</sub> με διαστάσεις 4,90\*4,00=10,3m<sup>2</sup>, είναι το μεγαλύτερο από τα δύο. Οι τοίχοι εσωτερικά δεν είχαν επικάλυψη. Η πόρτα του (0,80m) έχει για κατώφλι πλάκα σχιστή (0,80m χ 0,40m). Δυτικά της πόρτας σώζεται τμήμα τοίχου (1,40m X 0,43m X 0,15m) με υπόλειμμα υδραυλικού κονιάματος. Βρέθηκαν επίσης θραυσμένο πινάκιο και μερικά άβαφη όστρακα. Πρόκειται πιθανόν για κατοικήσιμο χώρο.

### Δωμάτιο Ν<sub>3</sub>

Το δωμάτιο Ν<sub>3</sub> με διαστάσεις 4,90m \* 2,10m = 10,3m<sup>2</sup> είναι το ΒΑ δωμάτιο του συγκροτήματος. Οι τοίχοι δεν έχουν επικάλυψη και η πόρτα έχει για κατώφλι μικρές πέτρες ασβεστολιθικές. Κινητά ευρήματα από το Ν<sub>3</sub> είναι χελώνα μολύβδου, φιαλίδιο. θραύσμα αγγείου με ερυθρόμορφη παράσταση. Ίσως το Ν<sub>3</sub> να ήταν υπνοδωμάτιο.

### Δωμάτιο Γ<sub>3</sub>

Το δωμάτιο Γ<sub>3</sub> με διαστάσεις 5,20m \* 5,70m = 30,6m<sup>2</sup>, είναι βόρεια και εφαιπόμενη του Β<sub>3</sub>. Η πόρτα του (1,30m) έχει έξοδο προς τη δυτική αυλή του συγκροτήματος ΙΙ όπου σώζεται το σχιστολιθικό κατώφλι. Το δάπεδο του δωματίου από κτυπητή γη σώζεται σε ορισμένα σημεία. Τετράγωνος πεσός (0,90m X 0,50m X 0,27m) βρέθηκε κοντά στο βόρειο τοίχο. Εφαιπόμενο του νοτίου τοίχου υπάρχει πρόχειρο κατασκεύασμα που από τον τρόπο κατασκευής, συμπεραίνεται ότι πρέπει να είναι μεταγενέστερης εποχής. Αρκετές πλίνθοι της ανωδομής ήταν πεσμένες μέσα στο δωμάτιο στη βόρεια πλευρά. Κάθε πλίνθος είχε πάχος 0,10m. Τα μπάζα του δωματίου περιείχαν αρκετό τριμμένο μετάλλευμα και κεράμους οροφής. Στο δωμάτιο Γ<sub>3</sub>, βρέθηκε ακέφαλο πήλινο ειδώλιο.

### Δωμάτιο Ε<sub>3</sub>

Το δωμάτιο Ε<sub>3</sub> με διαστάσεις 4,95m \* 5,80m = 28,7m<sup>2</sup> είναι συνεχόμενο και ανατολικά του Γ<sub>3</sub>. Οι τοίχοι δεν είναι καλυμμένοι με υδραυλικό κονίαμα ή άλλα

επικάλυψη ενώ σώζεται μόνο μικρό τμήμα του ανατολικού τοίχου. Η είσοδος του δωματίου γινόταν από την ανατολική αυλή Τ<sub>3</sub>. (1,30m). Σώζεται το κατώφλι της πόρτας που είναι μία ενιαία σχιστολιθική πλάκα. Επίσης βρέθηκαν τεμάχια τριβείου από τραχύτη. Πιθανότατα πρόκειται για υπνοδωμάτιο.

### Δωμάτιο Ρ<sub>3</sub>

Είναι το μεσαίο από τα τρία ανατολικά δωμάτια του συγκροτήματος ΙΙΙ. Και έχει διαστάσεις 4,50m \* 3,20m = 14,40m<sup>2</sup>. Οι τοίχοι δεν έφεραν καμία επικάλυψη. Επικοινωνεί μόνο με το δωμάτιο Σ, με μικρό άνοιγμα (0,45m). Επίσης βρέθηκαν λίγα όστρακα μελαμβαφή που το γάνωμα τους είναι πολύ στιλπνό.

### Δωμάτιο Σ<sub>3</sub>

Έχει διαστάσεις 3,00m \* 1,80m = 5,40m<sup>2</sup>. Στα δύο άκρα διατηρείται δάπεδο από κτυπητή γη. κάτω από το οποίο, στο ανατολικό τμήμα, βρέθηκε τμήμα τοίχου. Κάτω από το δυτικό τοίχο υπάρχει τοίχος με άνοιγμα προς την αυλή του συγκροτήματος. Πεσσός, που πατάει στο σχίστη, εφάπτεται του βορείου τοίχου. Οι παλαιότεροι τοίχοι υποδηλώνουν την ύπαρξη αρχαιότερος φάσης στο συγκρότημα ΙΙΙ. Ο νότιος τοίχος του δωματίου παρουσιάζει άνοιγμα 0,41m προς το δωμάτιο Ρ<sub>3</sub>.

### Δωμάτιο Ω<sub>3</sub>

Ανατολικά του Π<sub>3</sub>' του πλυντηρίου που θα περιγράψουμε πιο κάτω, υπάρχουν υπολείμματα τοίχων. Οι τοίχοι αυτοί περιέβαλαν ένα χώρο εκτάσεως 7,05m \* 3,25m = 22,91m<sup>2</sup>.

### Αυλή Τ<sub>3</sub>

Η ανατολική αυλή Τ<sub>3</sub> περικλείεται νότια και ανατολικά από τοίχο που σώζεται σε χαμηλό ύψος. Δυτικά βρίσκεται το πλυντήριο Π<sub>3</sub> και βόρεια το δωμάτιο Ε<sub>3</sub>. Επικοινωνούσε με το χώρο των δεξαμενών με πόρτα της οποίας σώζεται το σχιστολιθικό κατώφλι. Η αυλή αυτή που περιείχε τα τριβεία, θα ήταν ο φυσικός χώρος αποθήκευσης τριμμένου μεταλλεύματος.

### Αυλή Ψ<sub>3</sub>

Η αυλή αυτή περιελάμβανε το χώρο που ήταν το εγκαταλελειμμένο πλυντήριο Π<sub>3</sub>'



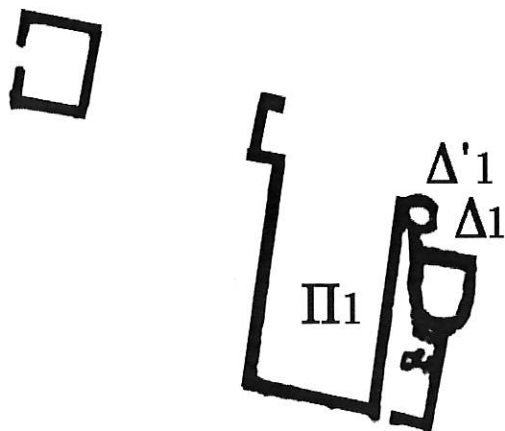
### Συμπεράσματα για το συγκρότημα III

Το συγκρότημα III είναι της ίδιας εποχής με το συγκρότημα II, όπως αποδεικνύεται από τα όστρακα και από την επιγραφή Νο 1. Τα δωμάτια κατοικίας είναι σχετικώς λιγότερα από τα δωμάτια του συγκροτήματος II αλλά αρκετά. Πάντως νομίζομε ότι το συγκρότημα III χτίστηκε πριν από το συγκρότημα II. Γιατί το συγκρότημα II υπερέχει από αρχιτεκτονικής πλευράς και τελειότητας. Ίσως να ανήκουν στον ίδιο ιδιοκτήτη γιατί έχουν κοινές δεξαμενές ποσίμου ύδατος και κοινό κατά πάσα πιθανότητα περίβολο. Όπως αναφέρθηκε, το ημιτελές μικρό πλυντήριο είναι πολύ πιθανόν να είχε κατασκευαστεί τον 5ο αιώνα και έτσι αποδεικνύεται ότι ο χώρος εκείνος ήταν χώρος πλυντηρίων τη συγκεκριμένη εποχή.



Εικόνα 5.20: Εξωτερικός χώρος του συγκροτήματος III σε τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση

## 5.5. Το Συγκρότημα I



Το συγκρότημα I βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα του περιφραγμένου χώρου της ανασκαφής, κοντά στις εισόδους των στοών μ<sub>1</sub> και μ<sub>2</sub>.

Η περιοχή αυτή όπως μαρτυρούν τα νεώτερα οικήματα, που κτίστηκαν πάνω σ' αυτό το συγκρότημα, κατοικήθηκε στα σύγχρονα χρόνια από τους εργάτες της Γαλλικής μεταλλευτικής εταιρείας.

Εικόνα 5.21: Κάτοψη του συγκροτήματος I

Για το λόγο αυτό το συγκρότημα έχει υποστεί πολλές φθορές. Από το συγκρότημα έχει καθαριστεί μόνο το πλυντήριο Π<sub>1</sub>.

### Πλυντήριο Π<sub>1</sub>

Το πλυντήριο Π<sub>1</sub> είναι το μεγαλύτερο από τα άλλα 4 πλυντήρια με διαστάσεις 19m \* 14m = 126m<sup>2</sup>. Το πλυντήριο είχε 7 ακροφύσια, γεγονός που συνάγεται από το ότι η απόσταση μεταξύ δύο ακροφύσιου είναι 1,30m.

Το Π<sub>1</sub> βρέθηκε αρκετά κατεστραμμένο. Ο ανατολικός αγωγός Α<sub>4</sub> και τμήμα του επιπέδου στεγνώματος Ζ έχουν εξαφανιστεί τελείως. Σώζονται οι τρεις άλλοι αγωγοί, διατηρώντας το υδραυλικό κονίαμα στις παρειές τους. Οι υπερχειλίσεις των αγωγών είναι κατεστραμμένες. Βίαιη καταστροφή παρουσιάζει και το επίπεδο πλυσίματος Ε ενώ από τα θωράκια της δεξαμενής τροφοδοσίας Δ σώζεται ένα τμήμα από σχιστόλιθο. Το φρέαρ καθιζήσεων Β<sub>2</sub> τετραγώνου διατομής διατηρεί στις παρειές του το κονίαμα ενώ το Β<sub>3</sub> τραπεζοειδούς σχεδόν σχήματος έχει υποστεί μεγαλύτερες φθορές.

Στο δυτικό τμήμα του επιπέδου πλυσίματος βρίσκεται μία ημικυκλική κατασκευή (1,06 \* 0,83 \* 0,34) που ακουμπά στο δυτικό τοίχο του πλυντηρίου καθώς και στο ντεπόζιτο Δ. Οι εσωτερικές παρειές του είναι καλυμμένες με υδραυλικό κονίαμα.

Στον πυθμένα του υπάρχουν μικρές σχιστολιθικές πλάκες αλλά από τα υπολείμματα κονιάματος που σώζονται σε διάφορα σημεία συνάγεται ότι ήταν και αυτό καλυμμένο με υδραυλικό κονίαμα. Τέτοια κατασκευή δεν έχει συναντηθεί σε άλλο πλυντήριο. Πιθανόν μέσα σε αυτή να γίνονταν διάφορες δοκιμές εμπλουτισμού.

Το πλυντήριο  $\Pi_1$  βρίσκεται σε κατωφέρεια εδάφους με κλίση προς τα δυτικά και γι' αυτό το λόγο ο ανατολικός τοίχος, που σώζεται σε ύψος 1,60m, σχηματίζεται μέχρι ενός σημείου από τη σχιστολιθική πλαγιά του λόφου και το υπόλοιπο ύψος συμπληρώνεται με τοίχο από πέτρες.

Στον ανατολικό τοίχο πάνω από τη δεξαμενή ανακυκλοφορίας Β, υπάρχουν δύο εσοχές τετράγωνους διατομής για την υποδοχή των σανίδων που πατούσαν οι δούλοι που αντλούσαν το νερό για να το ρίξουν στο ντεπόζιτο τροφοδοσίας Δ. Στο τοίχο του ντεπόζιτου και κοντά στο κεκλιμένο επίπεδο θ σώζονται δύο εσοχές τριγωνικής μορφής, επίσης για την υποδοχή των δοκών που στήριζαν το κάλυμμα του ντεπόζιτου Δ.

Βρέθηκαν δυο σπόνδυλοι πιθανόν από τον κίονα που στήριζε την οροφή του πλυντηρίου  $\Pi_1$ .

#### Δεξαμενές του συγκροτήματος Ι

Οι δεξαμενές του πλυντηρίου  $\Pi_1$  είναι αναμφισβήτητα οι  $\Delta_1$ ,  $\Delta_1'$  και η  $\Delta_9$ . Επειδή οι δεξαμενές αυτές είναι ανεπαρκείς σε χωρητικότητα σε σχέση με το σημαντικό μέγεθος του πλυντηρίου  $\Pi_1$ , είναι βέβαιο ότι αυτό τροφοδοτούσαν και από άλλη δεξαμενή υψηλότερα, τη  $\Delta_8$ .

Η  $\Delta_1'$  είναι κυκλική και σώζεται μαζί με το επίστρωμα σε πολύ καλή κατάσταση. Από αυτή τη δεξαμενή τροφοδοτούσαν το πλυντήριο  $\Pi_1$ .

Η  $\Delta_1$  είναι ελλειψοειδούς σχήματος και συνδέεται με τη  $\Delta_1'$  με αγωγό, ενώ ένας άλλος αγωγός φαίνεται καθαρά ότι ήταν ο αγωγός που δεχόταν τα νερά κλιτύων του λόφου. Έτσι κατά κάποιο τρόπο είναι η δεξαμενή καθιζήσεως της  $\Delta_1'$  πράγμα ασύνηθες, γιατί η δεξαμενή καθιζήσεως είναι συνήθως μικρότερη.

Η Δ<sub>9</sub> είναι τετράγωνης διατομής και επέτρεπε με άντληση του νερού από μικρό βάθος να τροφοδοτείται και πάλι η Δ<sub>1</sub>'. Φαίνεται καθαρά ο αγωγός που συνδέει τις επιφάνειες των δεξαμενών Δ<sub>9</sub> και Δ<sub>1</sub>.

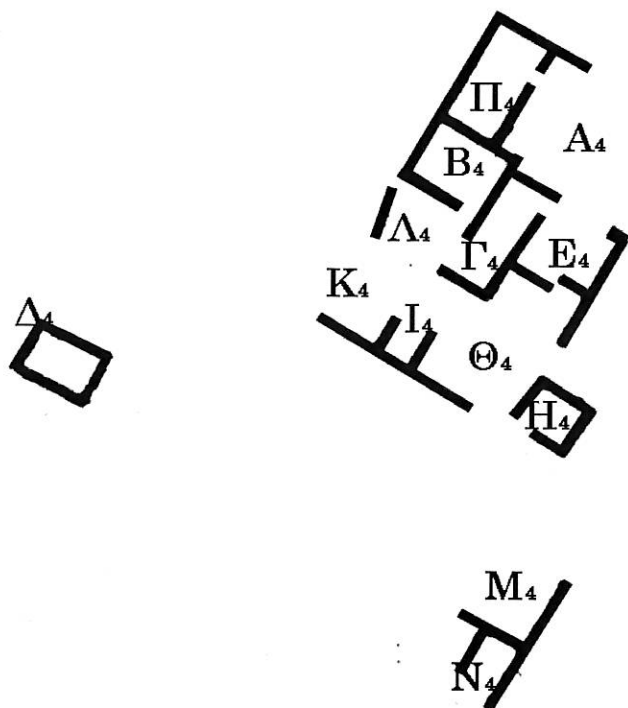
### Συμπεράσματα για το συγκρότημα I

Για τη χρονολόγηση του συγκροτήματος I δεν βρέθηκαν όστρακα, γι' αυτό και οι αρχαιολόγοι στηρίζονται στα επόμενα:

1. Μια επιγραφή που βρέθηκε μέσα στο πλυντήριο και υπολογίζεται ότι είναι του 4ου π.Χ. αιώνα.
2. Στις διαστάσεις του πλυντηρίου.

Επειδή το πλυντήριο Π<sub>1</sub> είναι μεγαλύτερο από τα άλλα πρέπει να υποθέσουμε ότι δεν είναι προγενέστερο από τα άλλα δύο συγκρότημα, το II και το III, γιατί η κατασκευή πλυντηρίων μεγαλύτερης δυναμικότητας είναι φυσική εξέλιξη της βιομηχανίας. Πρέπει να θεωρηθεί και αυτό κατά πάσα πιθανότητα του 4ου π.Χ. αιώνα και με μικρή χρονική διαφορά. Θα έγινε ασφαλώς σε μία περίοδο του 4ου αιώνα, κατά την οποία αυξήθηκε απότομα η παραγωγή μεταλλεύματος στα παρακείμενα μεταλλεία.

## 5.6. Το Συγκρότημα IV



Το συγκρότημα IV βρίσκεται εκτός του περιφραγμένου χώρου και βόρεια του σημερινού αγροτικού δρόμου που διασχίζει την περιοχή σε απόσταση 50m.

Πριν από την ανασκαφή ορατό ήταν μόνο το ντεπόζιτο τροφοδοσίας Δ του πλυντηρίου. Απομονώθηκε εν μέρει το συγκρότημα με τους 9 χώρους, ενώ ανασκάφτηκε το πλυντήριο Π4 και από τα δωμάτια μόνο το Β4.

Εικόνα 5.22: Κάτοψη του συγκροτήματος IV

### Πλυντήριο Π<sub>4</sub>

Είναι το μικρότερο από τα 4 πλυντήρια και έχει διαστάσεις  $7,30 * 3,57 = 27,13\text{m}^2$ .

Κύριο χαρακτηριστικό του Π<sub>4</sub> είναι ότι είναι λαξευμένο εξ ολοκλήρου στο ασβεστολιθικό πέτρωμα του λόφου σε καλή κατάσταση. Η δεξαμενή τροφοδοσίας Δ<sub>2</sub> του πλυντηρίου κλείνεται μπροστά με δύο σχιστολιθικά θωράκια ακροφυσίων διαστάσεων  $1,30 * 0,50 * 0,14\text{m}$  και  $1,40 * 0,45 * 0,008\text{m}$ . Το μήκος των δύο θωρακίων δεν κάλυπτε όλο το μήκος της εμπρόσθιας όψεως της δεξαμενής Δ αλλά άφηνε στη μέση ένα κενό 10 cm περίπου, το οποίο οι αρχαίοι κάλυψαν με παχύ κονίαμα.

Το πλυντήριο Π<sub>4</sub> είχε δύο ακροφύσια. Το ακροφύσιο του ανατολικού θωρακίου σώζεται σε καλή κατάσταση, ενώ διατηρείται σε αυτό το αρχαίο κωνικό πόμα από

πηλό με το οποίο οι αρχαίοι έκλειναν από μέσα τα ακροφύσια για να σταματήσει η ροή του νερού. Το άλλο ακροφύσιο δεν σώζεται ολόκληρο, γιατί στο σημείο όπου ήταν η θέση του έχει σπάσει το θωράκιο.

Η επιστροφή του υδραυλικού κονιάματος σώζεται σε άριστη κατάσταση στα εσωτερικά τοιχώματα της δεξαμενής Δ, εκτός από τα θωράκια, που δεν διατηρούν την επιστροφή ούτε εσωτερικά ούτε εξωτερικά. Στα θωράκια παρατηρούνται και οι συνηθισμένες αυλακώσεις που έγιναν με καλέμι για την καλύτερη πρόσφυση του επιστρώματος.

Το επίπεδο στεγνώματος Ξ είναι ένας ενιαίος λαξευμένος βράχος (1,85 \* 2,70m) ο οποίος δεν είχε επικαλυφτεί με υδραυλικό κονίαμα. Οι δεξαμενές καθιζήσεως B<sub>1</sub> και B<sub>2</sub> είναι τετραγωνικής διατομής και έχουν διαστάσεις 1,10m \* 1,70m \* βαθ 1,20m και 1,25m \* 1,07m \* βαθ 1,35m αντίστοιχα. Έχουν λαξευτεί σε μεγάλο βάθος 1m και χωρίζονται με τοίχο (1,30m \* 0,50m \* 1,00m). Ο αγωγός A3 δεν υπάρχει αλλά στη θέση του είναι η υπερχειλίση της B<sub>1</sub> προς τη B<sub>2</sub>.

Η δεξαμενή επανακυκλοφορίας Β (1,04m \* 0,60m \* 1,45m) διατηρεί το κονίαμα σε καλή κατάσταση ενώ υπάρχει και μία εγκοπή (0,18m \* 0,14m \* 0,23m) στη ΒΔ γωνία της πλευράς της για την υποδοχή της σανίδας.

#### Δεξαμενές τροφοδοσίας του Π<sub>4</sub>

Σε επίπεδο χαμηλότερο κατά 7m περίπου από το πλυντήριο Π<sub>4</sub> υπάρχει μία δεξαμενή, η Δ<sub>5</sub>. Είναι απίθανο η δεξαμενή αυτή να τροφοδοτούσε το πλυντήριο Π<sub>4</sub>, γιατί αυτό είναι πολύ ψηλότερα. Ίσως κάποια δεξαμενή ψηλότερη χρησίμευε για αυτό το σκοπό.

#### Δωμάτιο Β<sub>4</sub>

Το δωμάτιο Β<sub>4</sub> βρίσκεται νότια, εφαιπτόμενο του πλυντηρίου Π<sub>4</sub> και έχει διαστάσεις 5,00m \* 4,20m = 21m<sup>2</sup>. Η είσοδος του δωματίου έπρεπε να ήταν στη νότια πλευρά, όπου έχουμε ένα άνοιγμα που πιθανόν να ήταν η θέση της πόρτας.

Είναι αρκετά πολύπλοκο δωμάτιο. Το δάπεδο του είναι περίπου 2m χαμηλότερο από το δάπεδο του πλυντηρίου Π<sub>4</sub>.

Είναι και αυτό λαξευμένο στο πέτρωμα του λόφου και στο κέντρο του δίνει την εντύπωση ότι γινόταν εκεί η τριβή του μεταλλεύματος.

#### Συμπεράσματα για το Συγκρότημα IV

Δεν υπήρξαν ευρήματα για τη χρονολόγηση του συγκροτήματος. Το γεγονός όμως ότι το πλυντήριο Π<sub>4</sub> είναι μικρό, με δύο ακροφύσια και λαξευμένο καθ' ολοκληρία στο πέτρωμα του λόφου, οδηγεί στη σκέψη ότι είναι αρχαιότερο των άλλων πλυντηρίων.

Πράγματι τον 4ο αιώνα βλέπουμε ότι τα πλυντήρια είναι μεγάλα και χτισμένα. Το να κατασκευάσει κανείς ένα πλυντήριο με λάξευση στο βράχο είναι ασφαλώς μια ιδέα πρωτόγονη, γιατί το κόστος είναι μεγάλο. Κατά πάσα πιθανότητα, κατά τη γνώμη των ειδικών, η αρχική σκέψη θα ήταν να εξασφαλιστεί η στεγανότητα της κατασκευής για να μην υπάρχει απώλεια νερού. Αργότερα, επειδή πάντα υπάρχουν και ρωγμές στους βράχους, χρησιμοποιήθηκε το στεγανοποιητικό κονίαμα, που αποτελούσε πλέον μία λύση για όλες τις περιπτώσεις.

#### 5.7. Γενικά συμπεράσματα επί της ανασκαφής

Η ανασκαφή αυτή αποτελεί ένα μικρό τμήμα κατά το νότιο άκρο της μεγάλης εγκατάστασης πλυντηρίων που υπάρχει σε όλη την κοιλάδα της Σούρεζας, σε μήκος ενός χιλιομέτρου. Από το 1985 άρχισε ανασκαφή στο βορινό άκρο των εγκαταστάσεων της κοιλάδας της Σούρεζας από την Β' Εφορία Αρχαιοτήτων Αττικής. Ο υπεύθυνος αρχαιολόγος ήταν ο κ. Ε. Κακαβογιάννης. Από τα τέσσερα πλυντήρια που ανασκάφτηκαν το αρχαιότερο είναι ασφαλώς το πλυντήριο του συγκροτήματος IV. Πρέπει να τοποθετηθεί στον 5<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ., ίσως και παλαιότερα. Τα άλλα τρία τοποθετούνται στο 2<sup>ο</sup> μισό του 4<sup>ου</sup> αιώνα, όταν οι Αθηναίοι ξανάρχισαν να εργάζονται στο Λαύριο εντατικά. Στο συγκρότημα III βρέθηκε ένα ασυμπλήρωτο και καλυμμένο πλυντήριο των ίδιων διαστάσεων με το πλυντήριο IV, το Π<sub>3</sub>' που τοποθετείται τον 5<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ. και μάλιστα η κατασκευή πρέπει να διακόπηκε πιθανότατα κατά τον Πελοποννησιακό Πόλεμο. Το

συγκρότημα II και III πιθανότατα ανήκαν στον ίδιο ιδιοκτήτη, γιατί πρώτον και τα δύο πλαισιώνονται από τοίχους στη νότια και δυτική πλευρά και δεύτερον στο συγκρότημα II βρέθηκαν δύο φρέατα ποσίμου νερού. Είναι φανερό ότι από αυτά προμηθεύονταν πόσιμο νερό οι εργαζόμενοι στο συγκρότημα III. Το συγκρότημα II είναι χαρακτηριστικής τελειότητας και δίνει μία εικόνα της κορυφώσεως του Αθηναϊκού Πολιτισμού στη τεχνική αλλά και στη καλλιτεχνική ευαισθησία των Αθηναίων και την εποχή εκείνη.

Στη περιοχή της ανασκαφής και λίγο ψηλότερα από το συγκρότημα I υπάρχουν στοές εισόδων σε μεταλλεία της περιοχής που είναι στη δεύτερη γεωλογική επαφή σχιστή και ασβεστόλιθου. Συνάγεται ότι τα μεταλλεία αυτά ανοίχτηκαν μετά την κατασκευή των πλυντηρίων, τα οποία τροφοδοτούνταν από διάφορα μεταλλεία της περιοχής της Σούρεζας. Υψηλότερα από τις εισόδους των μεταλλείων υπάρχει πέτρωμα του ασβεστόλιθου και κάτω από αυτά το πέτρωμα του σχιστόλιθου. Έτσι το φυσικό έδαφος που βρίσκονται τα συγκροτήματα είναι ο σχιστόλιθος. Για το χτίσιμο των σπιτιών χρησιμοποιήθηκε ο σχιστόλιθος αλλά και ο ασβεστόλιθος.

Η προσεκτική μελέτη των δωματίων δείχνει ότι εργαζόταν και ένας αριθμός ελευθέρων πολιτών, που χρησιμοποιούσαν ένα ανδρώνα και κοιμόντουσαν σε ξεχωριστά δωμάτια. Υπήρχαν στο συγκρότημα II λουτρά τόσο για τους ελεύθερους πολίτες όσο και για τους δούλους στα πλυντήρια. Τα πλυντήρια ως γνωστόν ήταν ιδιωτικές επιχειρήσεις και φαίνεται ότι οι δούλοι που εργάζονταν σε αυτά ετύγχαναν ιδιαίτερης προσοχής.

#### **5.8. Το γεωλογικό υπόβαθρο και τα υλικά κατασκευής των συγκροτημάτων της ανασκαφής**

Το πλυντήριο Π<sub>2</sub> βρίσκεται σε υψόμετρο 136m από την επιφάνεια της θάλασσας, το Π<sub>4</sub> σε υψόμετρο 155m και η γραμμή εισόδων στα μεταλλεία είναι στα 146m. Τα μεταλλεία αυτά είναι στη δεύτερη επαφή και έτσι πάνω από αυτά τα μεταλλεία έχουμε το ανώτερο μάρμαρο Μ<sub>5</sub> και χαμηλότερα το κατώτερο σχιστή Si. Τα συγκροτήματα I, II, III είναι κατασκευασμένα πάνω στο κατώτερο σχιστή. Οι κατασκευαστές των συγκροτημάτων μπορούσαν να πάρουν ασβεστόλιθο και από



την υψηλότερη περιοχή του ανωτέρου μαρμάρου. Συνεπώς αυτό μαρτυρεί τα υλικά που κατασκευάστηκαν τα κτίρια της ανασκαφής, όπως στις δεξαμενές του συγκροτήματος III, (σχιστόλιθο Si) το υλικό που βγήκε χρησιμοποιήθηκε στην κατασκευή κτισμάτων.

Η κατασκευή ενός συγκροτήματος άρχιζε πιθανότατα από τη λάξευση της μεγάλης δεξαμενής (Δ). Έπρεπε πρώτα να εξασφαλίσουν τον κατάλληλο χώρο για συγκέντρωση και αποθήκευση των όμβριων υδάτων σε δεξαμενές και μετά να προχωρήσουν στην κατασκευή του υπόλοιπου συγκροτήματος. Κι αυτό γιατί απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία ενός πλυντηρίου είναι το νερό. Έτσι εξηγείται ότι στο συγκρότημα II η μικρή δεξαμενή καθιζήσεως (Δ<sub>2</sub>) βρίσκεται ανάμεσα στα δωμάτια του συγκροτήματος. Στο συγκρότημα IV, το οποίο βρίσκεται στο ανώτερο μάρμαρο M<sub>3</sub>, το πλυντήριο καθώς και τα υπόλοιπα δωμάτια είναι κτισμένα με ασβεστόλιθους. Το συγκρότημα III βρίσκεται στο κατώτερο σχιστή Si. Οι δεξαμενές Δ<sub>3</sub> και Δ<sub>4</sub>, είναι λαξευμένες στο σχιστή. Οι λίθοι που βγήκαν φαίνεται, χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή του πλυντηρίου Π<sub>3</sub> και των δωματίων. Κτισμένα κυρίως με σχιστή είναι οι τοίχοι του πλυντηρίου, το δωμάτιο Β<sub>3</sub>, ο ανατολικός και ο βορινός τοίχος του δωματίου Γ<sub>3</sub> και οι τοίχοι της ανατολικής αυλής Τ<sub>3</sub>. Οι υπόλοιποι χώροι έχουν κτιστεί με ασβεστολιθικές πέτρες. Στο συγκρότημα II τα δωμάτια Β<sub>2</sub>, Γ<sub>2</sub>, Ε<sub>2</sub>, Ζ<sub>2</sub>, Η<sub>2</sub>, Θ<sub>2</sub> και Α<sub>2</sub> (εκτός του δυτικού τοίχου για το Α<sub>2</sub>) είναι κατασκευασμένα με σχιστόλιθο ενώ οι υπόλοιποι χώροι του συγκροτήματος είναι κτισμένοι με ασβεστόλιθους.

Πρέπει να σημειωθεί ότι σε ορισμένα δωμάτια των συγκροτημάτων καθώς και σε τμήμα του περιβόλου του συγκροτήματος III η τοιχοδομία συνεχιζόταν από ύψος 0,35 περίπου με ωμές πλίνθους. Μάλιστα μέσα στο δωμάτιο Ε<sub>3</sub>, του συγκροτήματος III βρέθηκαν κοντά στο βορινό τοίχο, 3 τέτοιες ημικατεστραμμένες πλίνθοι που η κάθε μία είχε πάχος 0,10 cm. Αυτό αποδεικνύει ότι στην ανωδομή είχε χρησιμοποιηθεί και η ωμή πλίνθος.

Όσα δωμάτια είναι λαξευμένα σε φυσικό πέτρωμα δηλ., στον κατώτερο σχιστή Si ή στο ανώτερο μάρμαρο Ms, η τοιχοδομία τους συνεχίζεται από ένα σημείο και πάνω με ασβεστολιθικές πέτρες ακανόνιστου σχήματος ή με σχιστολιθικές πλάκες.<sup>[2]</sup>

## 6. Τεχνητή πραγματικότητα και πολυμέσα

### 6.1. Εισαγωγή

Μπορούμε να ορίσουμε τα πολυμέσα είτε ως την "συνδυασμένη εφαρμογή οπτικών και ακουστικών μέσων", είτε ως το "εκπαιδευτικό σύστημα στο οποίο χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα", είτε τέλος ως την "συγχρονισμένη χρήση πολλών διαφορετικών μέσων". Βασικά συστατικά ενός συστήματος πολυμέσων είναι:

α) ο υπολογιστής, διότι ο συντονισμός υλικού (video, CD-Player και συστήματος προβολής projector), φωνής, δεδομένων και ανταπόκρισης στην αντίδραση του χρήστη, σωστά και γρήγορα, απαιτεί την παρουσία του υπολογιστή,

β) η διαδραστικότητα (interactivity), διότι οι σύγχρονοι υπολογιστές αντιδρούν στις επιλογές του χρήστη και προσφέρουν πολλές δυνατότητες απαιτώντας την αντίδραση του. Οι σύγχρονες πολυμεσικές εφαρμογές βασίζονται στη δύναμη των πολυαισθητικών παρουσιάσεων και στην έμφυτη περιέργεια του ανθρώπου να πληροφορηθεί.



Εικόνα 6.2: Touch screen [18]



Εικόνα 6.1: iDJ-iPod-Mixing-Console [17]

Υπάρχουν πάρα πολλά πεδία εφαρμογών των πολυμέσων. Οι κυριότερες εφαρμογές είναι τα συστήματα πληροφοριών, που έχουν σαν σκοπό την πληροφόρηση των χρηστών και βρίσκονται σε

πολυσύχναστα σημεία (εισόδους πολυκαταστημάτων, σταθμούς, αεροδρόμια, τράπεζες, ξενοδοχεία, εκθέσεις και μουσεία).

Οι εφαρμογές αυτές προσφέρονται και για διαφήμιση, η οποία εμφανίζεται στις οθόνες στα διάκενα της παρουσίασης. Κλασικός τομέας εφαρμογών των πολυμέσων είναι η εκπαίδευση. Ένα πολυμεσικό σύστημα μπορεί να υποβοηθήσει τα παραδοσιακά μέσα διδασκαλίας, όπως είναι ο πίνακας, το προβολικό, οι διαφάνειες ή το video. Οι εκπαιδευόμενοι, με την χρήση των πολυμέσων έχουν στη διάθεση τους απείρως περισσότερο υλικό και πηγές και μπορούν να ρυθμίσουν μόνοι τους τον ρυθμό εκμάθησης.

## 6.2. Γενικές πληροφορίες για τα πολυμέσα

Για να δημιουργηθεί μια εφαρμογή στον κόσμο των Πολυμέσων χρειάζεται ικανότητα χειρισμού γραφικών, κίνησης, χειρισμού video και ήχου. Αυτό



βέβαια προϋποθέτει και την ύπαρξη του ανάλογου εξοπλισμού. Για την επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού πρέπει να διαχωριστούν οι λειτουργίες της συγγραφής και της παρουσίασης.

Εικόνα 6.3: I pod με ακουστικά [17]

Στην λειτουργία της συγγραφής πρωτεύοντα ρόλο παίζει η ταχύτητα, η μεγάλη μνήμη και ο μεγάλος και γρήγορος δίσκος. Αντίθετα στην λειτουργία της παρουσίασης, η ταχύτητα καθορίζεται από την ταχύτητα που τρέχει η εφαρμογή, η μνήμη πρέπει να είναι ανάλογη, ο δίσκος γρήγορος (το μέγεθος δεν είναι σημαντικό) και πρωταρχικό ρόλο παίζει η ικανότητα σωστής απεικόνισης στην οθόνη, η φιλικότητα, το κόστος και το εύρος διάθεσης της τεχνολογίας. Μετά την επιλογή του βασικού εξοπλισμού ακολουθούν τα περιφερειακά: ο ψηφιακός σαρωτής (scanner) που είναι και το μάτι του υπολογιστή, ο ψηφιοποιητής κινούμενης εικόνας (digitizer), ο ψηφιοποιητής

ήχου μαζί με τα ανάλογα ηχεία και η οθόνη. Τέλος θα πρέπει να αναφερθούμε λίγο στο λογισμικό, το οποίο έχει μεγάλο κόστος. Το λογισμικό είναι συνήθως γραμμένο μόνο για την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, ενώ για την επιλογή του πρέπει να ληφθεί υπόψη η ύπαρξή του ή μη και στις άλλες τεχνολογίες καθώς και η δυνατότητα αναβάθμισης του στο μέλλον.

Τα τελευταία χρόνια όμως, μεγάλες εταιρείες που ασχολούνται με τα πολυμέσα, και κυρίως με την Τεχνητή Πραγματικότητα (π.χ. εταιρείες κατασκευής video games), ακολουθούν την τακτική της δωρεάν παροχής software τελευταίας τεχνολογίας για εκπαιδευτικές εφαρμογές.

Αυτό γίνεται με σκοπό να δημιουργηθεί μια νέα γενιά προγραμματιστών οι οποίοι θα είναι εξοικειωμένοι με την τεχνολογία αυτή, ενώ ταυτόχρονα γίνεται, άτυπα και ανεπίσημα, έλεγχος πιθανών ατελειών κάθε προγράμματος. Η υιοθέτηση τέτοιων πρακτικών μπορεί να αποδώσει εντυπωσιακά αποτελέσματα με κόστος περίπου ισάξιο με αυτό που απαιτείται για τον εξοπλισμό των σημερινών μορφών εκπαίδευσης.



Εικόνα 6.4: Οθόνη, πληκτρολόγιο και ποντίκι <sup>1191</sup>

Τελειώνοντας μπορεί να ειπωθεί ότι τα πολυμέσα θα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στη ζωή μας για πληροφόρηση, διασκέδαση, εκπαίδευση, έρευνα κλπ. Το πεδίο εφαρμογής των πολυμέσων περιορίζεται πρακτικά μόνο από τη φαντασία των δημιουργών και αν σκεφτεί κανείς το πού μπορεί να φτάσει η

φαντασία του ανθρώπου, γίνεται αμέσως κατανοητό ποιο είναι το μέλλον των πολυμέσων.

Τα Πολυμέσα συνδυάζουν κείμενο, ήχο, εικόνα, προσομοίωση κίνησης και video σε μία διαδραστική με το χρήστη μορφή.<sup>[13]</sup>

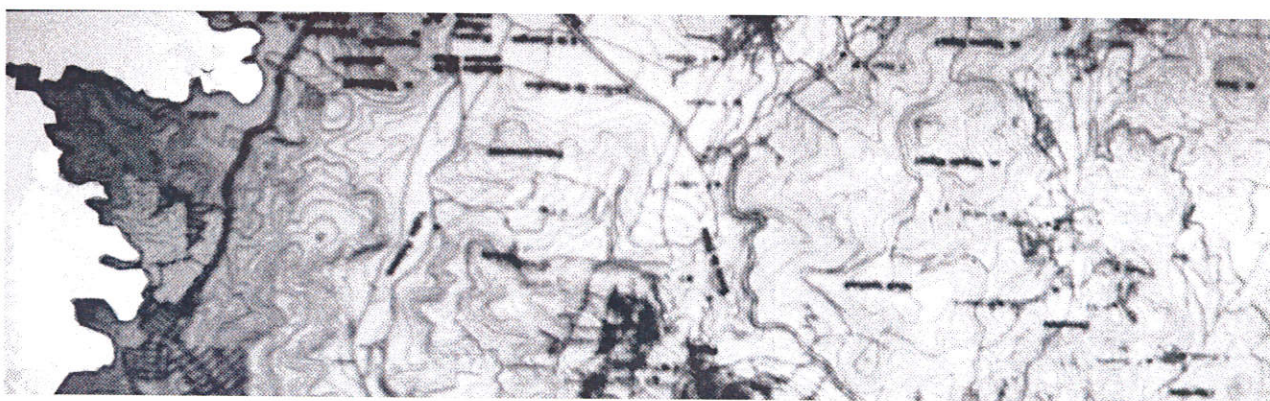
## 7. Ανάπτυξη Εφαρμογής Τρισδιάστατης Απεικόνισης

### 7.1. Εισαγωγή

Η εργασία περιλαμβάνει την ανάπτυξη εφαρμογής, η οποία αφορά στην δημιουργία περιβάλλοντος εικονικής πραγματικότητας. Για να υλοποιηθεί μία τέτοια εφαρμογή αρχικά θα πραγματοποιηθεί συλλογή πληροφοριών σχετικά με το θέμα που πρέπει να αναπαρασταθεί. Η εργασία καλύπτει μία εποχή, για την οποία είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί τέτοιος όγκος πληροφοριών ώστε να σχηματιστεί μία εικόνα για τον ακριβή τρόπο δράσης των αρχαίων.

Για να πραγματοποιηθεί η πλήρης αξιοποίηση των πληροφοριών, πρέπει να αναλυθούν σε δύο επίπεδα. Αρχικά γίνεται η καταγραφή τους, με αποτέλεσμα τη δημιουργία του θεωρητικού μέρους της εργασίας, και εν συνεχεία η απεικόνισή τους. Η τελευταία διαδικασία αποτελείται από το πρακτικό μέρος της εργασίας καθώς και την παρουσίασή της.

### 7.2. Θεωρητικό Μέρος



Εικόνα 7.1: Παλιός χάρτης της Λαυρεωτικής

Για να πραγματοποιηθεί η συλλογή πληροφοριών πρέπει, αρχικά, να αξιολογηθούν και να αξιοποιηθούν οι πηγές από τις οποίες προήλθαν αυτές. Πρόκειται, κυρίως, για βιβλιογραφία που αφορά επιστημονικά δοκίμια σχετικά με το σύνολο των δραστηριοτήτων στο Λαύριο. Πρόκειται επίσης και για μία σειρά πληροφοριών που προήλθε τόσο από εικόνες της εποχής (αγγειογραφίες, πλάκες, κ.ά.) όσο και από αναφορές που έγιναν από καθηγητές της σχολής και επισκέψεις στον αρχαίο χώρο του Λαυρίου. Το σύνολο των πληροφοριών που

συλλέχθηκαν, οργανώθηκαν και αξιοποιήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να προκύψει το θεωρητικό μέρος της διπλωματικής εργασίας. Η αξία του μέρους αυτού είναι αρκετά σημαντική αν αναλογιστεί κάποιος ότι αποτέλεσε τον οδηγό για τη δημιουργία της εφαρμογής που αποτελεί το πρακτικό μέρος και την παρουσίαση της εργασίας.

### **7.3. Πρακτικό Μέρος**

Για την ολοκλήρωση του πρακτικού μέρους της διπλωματικής εργασίας απαιτούνταν η πραγματοποίηση τόσο της εφαρμογής, που βασίζεται στα προγράμματα που προαναφέρθηκαν, όσο και της παρουσίασης της εργασίας.

### **7.4. Δημιουργία Εφαρμογής**

Η δημιουργία της εφαρμογής απαιτεί τη χρήση τριών βασικών, (3ds max, Photoshop, Poser) καθώς και κάποιων βοηθητικών, προγραμμάτων (Carrara, Motion builder, Premiere, Ableton). Χρειάστηκε αρκετός χρόνος και κόπος για να κατανοηθούν τα τρία βασικά προγράμματα έτσι ώστε να παραχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Για το λόγο αυτό, είναι λογικό να παρουσιάστηκαν ορισμένα προβλήματα κατά την κατασκευή των διαφόρων «κομματιών» της εφαρμογής. Για να κατανοηθεί η σημασία της εργασίας αυτής, αλλά και το μέγεθος της δυσκολίας που συναντήθηκε, θα πρέπει να αναλυθεί κάθε στάδιό της.

Αρχικά, μελετήθηκαν και αφομοιώθηκαν οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν με τους τρόπους που έχουν προαναφερθεί. Εν συνεχεία, αποφασίστηκε ο τρόπος με τον οποίο θα μπορούσαν οι πληροφορίες αυτές να μετατραπούν σε εικόνες, κινήσεις και ήχους μέσα σε ένα εικονικό περιβάλλον. Η προσπάθεια κατασκευής του περιβάλλοντος αυτού αποτέλεσε το ξεκίνημα της ευρύτερης προσπάθειας κατασκευής της εφαρμογής. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε στο στάδιο αυτό ήταν το 3D Studio Max. <sup>[2]</sup>

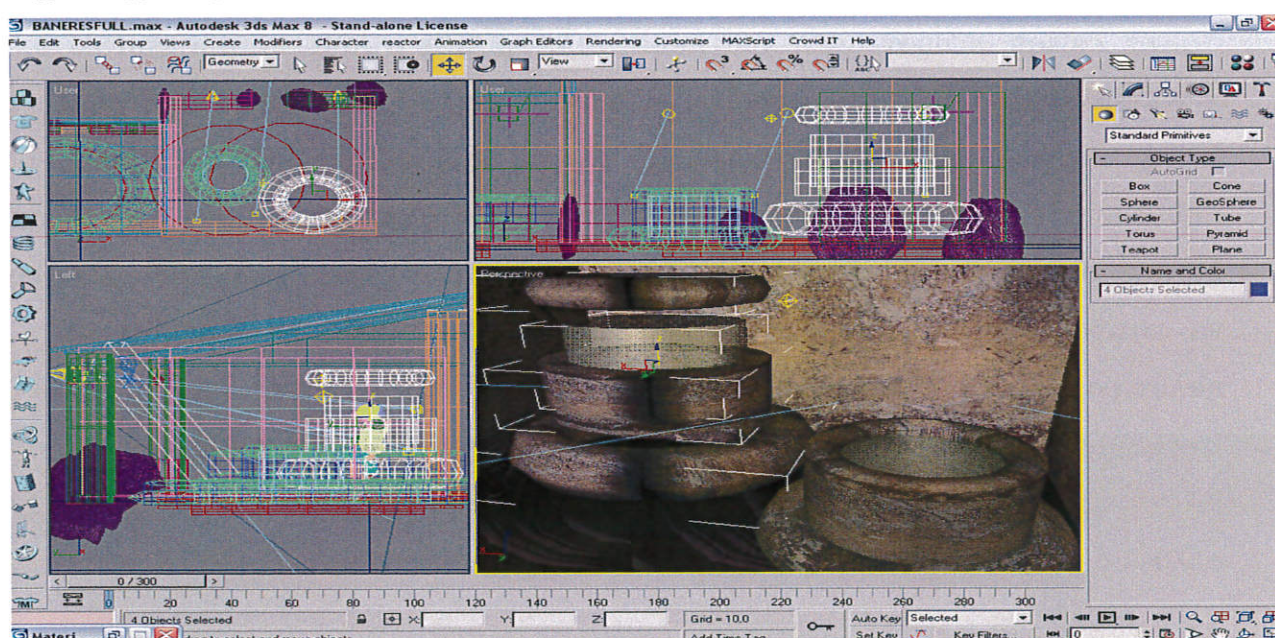




### 7.4.1. 3d Studio Max - Κατασκευή μοντέλου (Modeling)

Στο 3D Studio Max δημιουργείται η μορφή του αντικειμένου χρησιμοποιώντας τα βασικά γεωμετρικά σχήματα. Τα σχήματα αυτά επεξεργάζονται με ειδικά εργαλεία του προγράμματος, έτσι ώστε να λαμβάνουν την ακριβή μορφή που απαιτεί η εργασία.

*Κατασκευή μοντέλου (Modeling)* είναι η φάση όπου ορίζεται η δομή των αντικειμένων στο χώρο, τα σχήματα και οι διαστάσεις τους, γίνεται ο έλεγχος της θέσης τους και ο καθορισμός του τρόπου κίνησης.



Εικόνα 7.2: δημιουργία αντικειμένων στο 3ds max

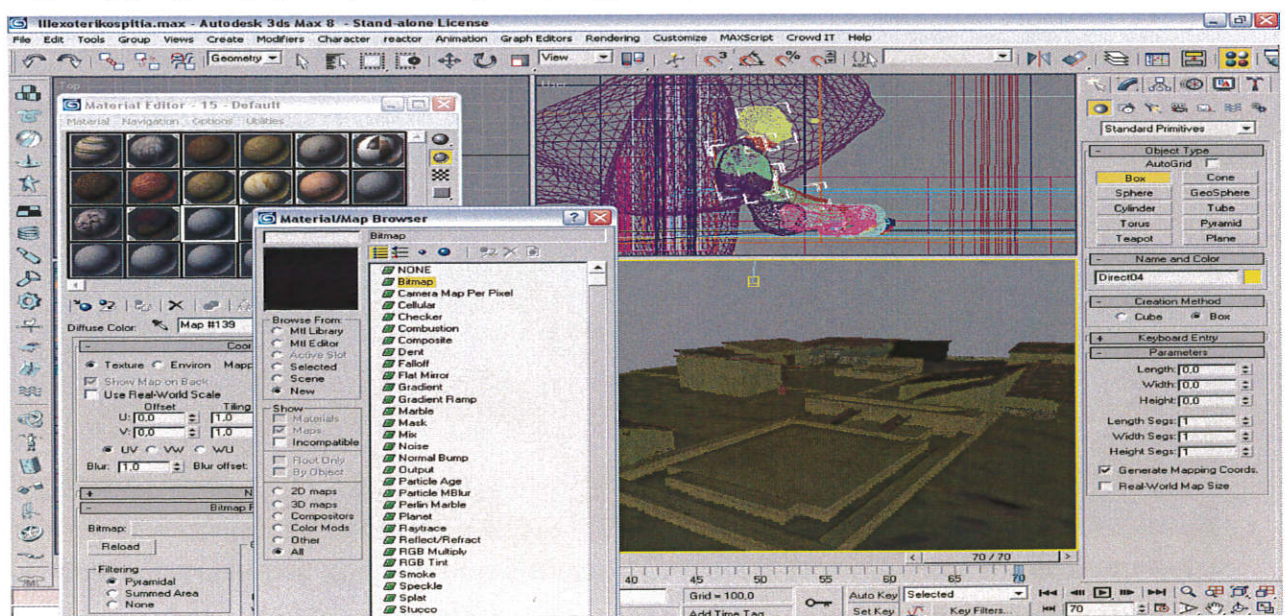
Τα μοντέλα προέρχονται από απλά αντικείμενα τριών διαστάσεων τα οποία συνδέονται μεταξύ τους για τη δημιουργία πιο πολύπλοκων αντικειμένων. Η κατασκευή μοντέλου απαιτεί την χρήση εργαλείων όπως:

"Standard Primitives" τα οποία είναι απλά γεωμετρικά σχήματα τριών διαστάσεων (κύβοι, σφαίρες, κύλινδροι, κλπ), και χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία πιο πολύπλοκων αντικειμένων. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν τα Extended primitives, compound & dynamic, objects και άλλα.

"Εργαλεία σχεδίασης και τροποποίησης προφίλ": Η κατασκευή των μοντέλων αρχίζει από τη δημιουργία προφίλ δυο διαστάσεων (2D profiles) και με εργαλεία τρισδιάστατης γεωμετρίας (3D geometry tools) μετασχηματίζονται σε τριών διαστάσεων αντικείμενα.

Τα τρισδιάστατα αντικείμενα μπορούν να αλλάξουν τη μορφή τους με τη χρήση εργαλείων τροποποίησης και παραμόρφωσης αντικειμένων (περιστροφή, λύγισμα κ.λ.π.). Επίσης, μπορούν να συνδυαστούν για τη δημιουργία πιο πολύπλοκων αντικειμένων με μία τεχνική που ονομάζεται σύνδεση ("linking").

Ακολουθεί ο τρόπος με τον οποίο θα αποκτήσουν υφή. Υπάρχουν δύο διαφορετικά είδη υφών. Το πρώτο είδος αποτελείται από φωτογραφία η οποία με την κατάλληλη διεργασία εφάπτεται στο αντικείμενο, με συνέπεια να παράγεται αρκετά ρεαλιστικό αποτέλεσμα (*Material editor* → *maps*→*diffuse color*→*NONE*→*bitmap*→*file(texture)*). Το δεύτερο είδος αποτελείται από μία εικόνα που δημιουργείται μέσω εργαλείων του προγράμματος και στη συνέχεια επισυνάπτεται στο αντικείμενο. (*Material editor* → *maps*→*Bump or reflection...*). Για περισσότερο ρεαλισμό και λεπτομέρεια στις επιλογές αυτές δημιουργούμε υφές επιφανειών με τις τεχνικές:



Εικόνα 7.3: Εισαγωγή υφών στο 3ds max

"Texture maps": τοποθετούνται εικόνες δύο διαστάσεων σε τρισδιάστατα αντικείμενα.

"Reflection maps": εφέ ανακλάσεων που προβάλλει μία εικόνα του περιβάλλοντος πάνω στο αντικείμενο.

"Bump maps": οι διάφορες ανωμαλίες των επιφανειών δίνουν την όψη της τραχιάς και ανομοιόμορφης επιφάνειας.

Η ταχύτητα των τεχνικών αυτών διαφοροποιείται ανάλογα με τη ρεαλιστικότητα που ο χρήστης επιθυμεί να προσδώσει στις επιφάνειες. Συγκεκριμένα:

"Flat Shading": ταχύτετη τεχνική για την απόδοση ρεαλιστικότητας σε επιφάνειες.

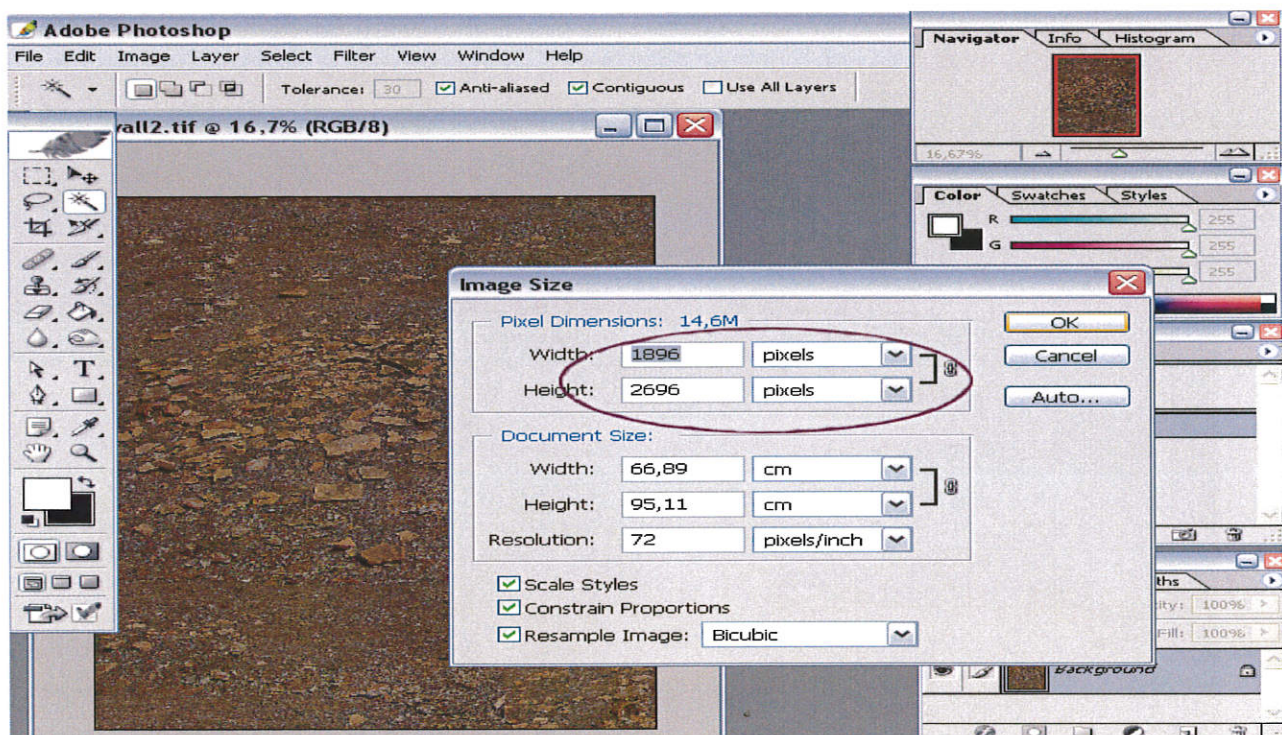
"Smooth Shading": μαθηματικά μοντέλα αποδίδουν τη ρεαλιστικότητα.

"Ray tracing" και "Radiosity": αλγόριθμοι υπολογίζουν τον φωτισμό στην εικόνα.

#### 7.4.1.1. Υφές (textures)



Adobe Photoshop



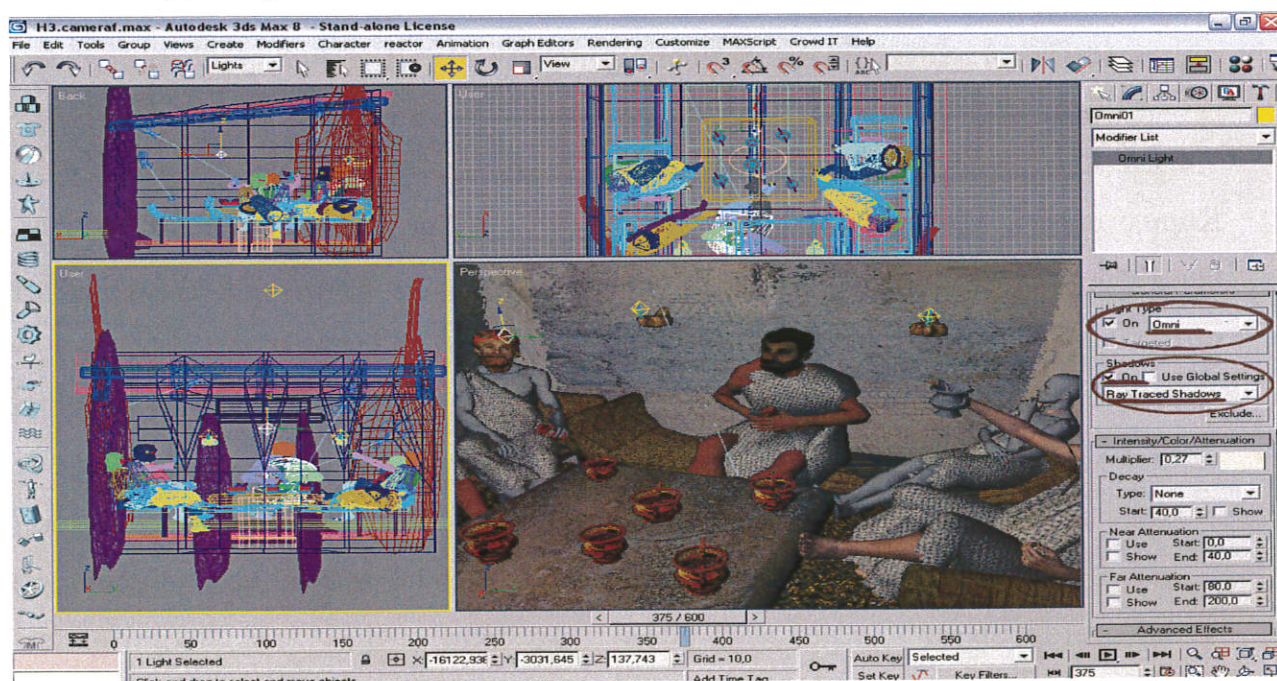
Εικόνα 7.4: Επεξεργασία υφών στο Adobe Photoshop

Η εισαγωγή των εικόνων στον υπολογιστή απαιτεί πρόσθετο εξοπλισμό (σαρωτή - scanner) και εμπειρία στο χειρισμό του, υπάρχουν όμως και έτοιμες βιβλιοθήκες με εικόνες ή φωτογραφίες σε διάφορες μορφοποιήσεις.

Το βάθος του χρώματος (ο αριθμός των χρωμάτων) χρειάζεται συνήθως επεξεργασία. Μετά την ψηφιοποίηση της εικόνας στον σαρωτή είναι απαραίτητο το Adobe Photoshop, πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας για τη βελτιστοποίηση και την προσαρμογή της στη συγκεκριμένη εφαρμογή. Για καλύτερη ανάλυση οι εικόνες επεξεργάστηκαν και αποθηκεύτηκαν σε μορφή 'tiff' και σε αρκετά μεγάλα μεγέθη (τουλάχιστον 1500\*1500 pixels).

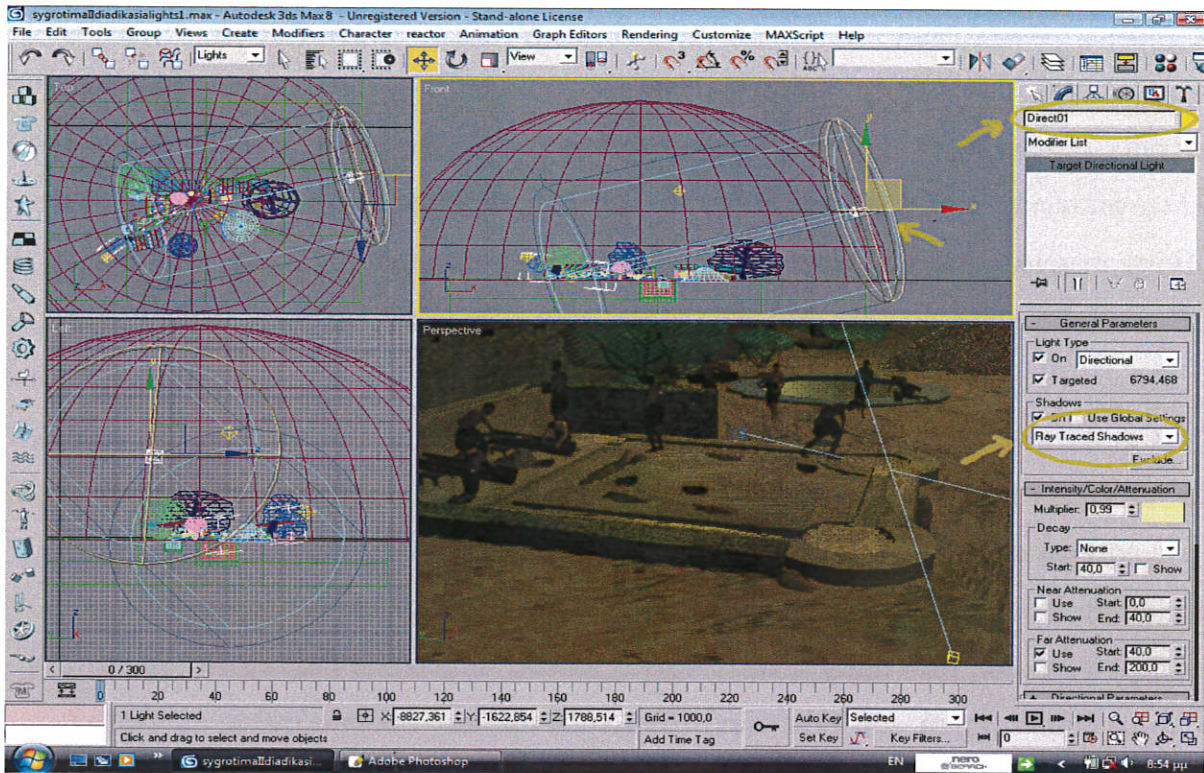
#### 7.4.1.2. Φωτισμός (Lighting)

Τα φώτα είναι αντικείμενα τα οποία προσομοιώνουν πραγματικά φώτα που προέρχονται από λάμπες, κεριά, προβολείς ή ακόμα και τον ήλιο. Διαφορετικά είδη φώτων διασπείρουν το φως σε διαφορετικές κατευθύνσεις, μιμούμενα διαφορετικά είδη από πραγματικές πηγές φωτός. Ο φωτισμός παίζει σημαντικό ρόλο σε κάθε σκηνή του 3ds max. Κατανοώντας και εφαρμόζοντας τα βασικά του φωτισμού, διαφοροποιεί σημαντικά την αισθητική και τη διάθεση των επί render σκηνών. Οι περισσότερες Max σκηνές, συνήθως χρησιμοποιούν ένα από τα δύο είδη φωτισμού: φυσικό και τεχνητό φωτισμό.



Εικόνα 7.5: Rendering εσωτερικού φωτισμού

Ο φυσικός φωτισμός χρησιμοποιείται για εξωτερικές σκηνές και έχει σαν πηγή φωτός τον ήλιο και το φεγγάρι. Τα φώτα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία για τους εξωτερικούς χώρους είναι ένα *Skylight* και ένα ή δύο *Target Spot* με *ray-traced shadows*.

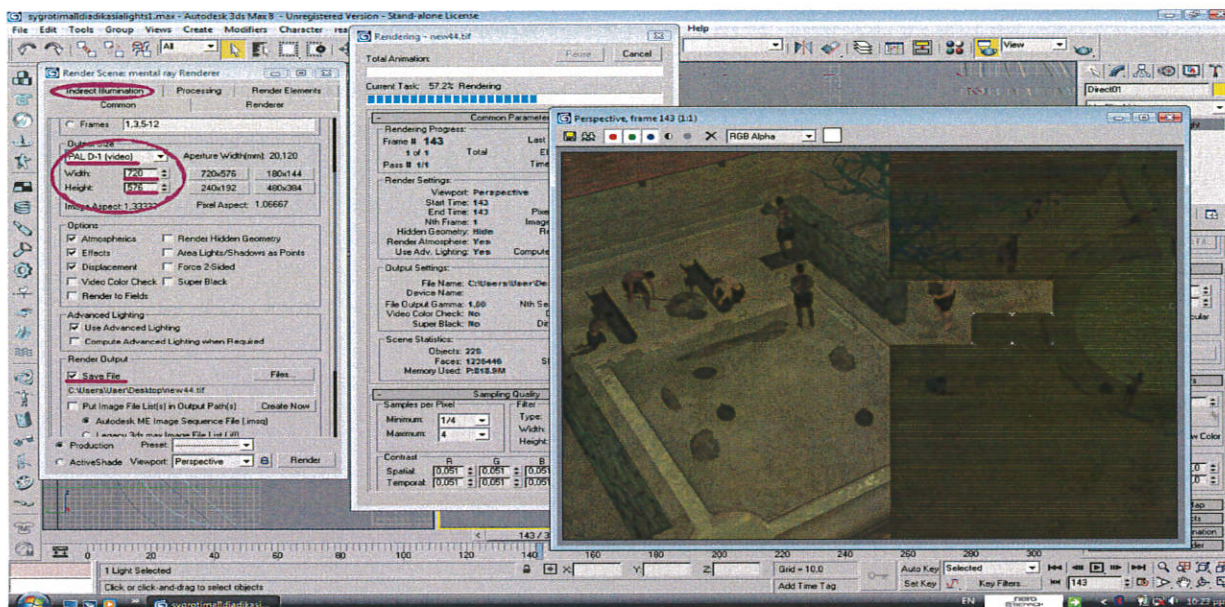


Εικόνα 7.6: Rendering εξωτερικού φωτισμού

Το τεχνητό φως συνήθως χρησιμοποιείται για εσωτερικές σκηνές, όπου οι λάμπες παρέχουν φως. Για το σκοπό της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν δύο *Omni* με *ray-traced shadows*.

#### 7.4.1.3. Rendering

Κύριος σκοπός των προγραμμάτων αυτών είναι η δημιουργία τρισδιάστατων γραφικών και η μετατροπή τους σε φωτορεαλιστικές εικόνες. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται rendering.



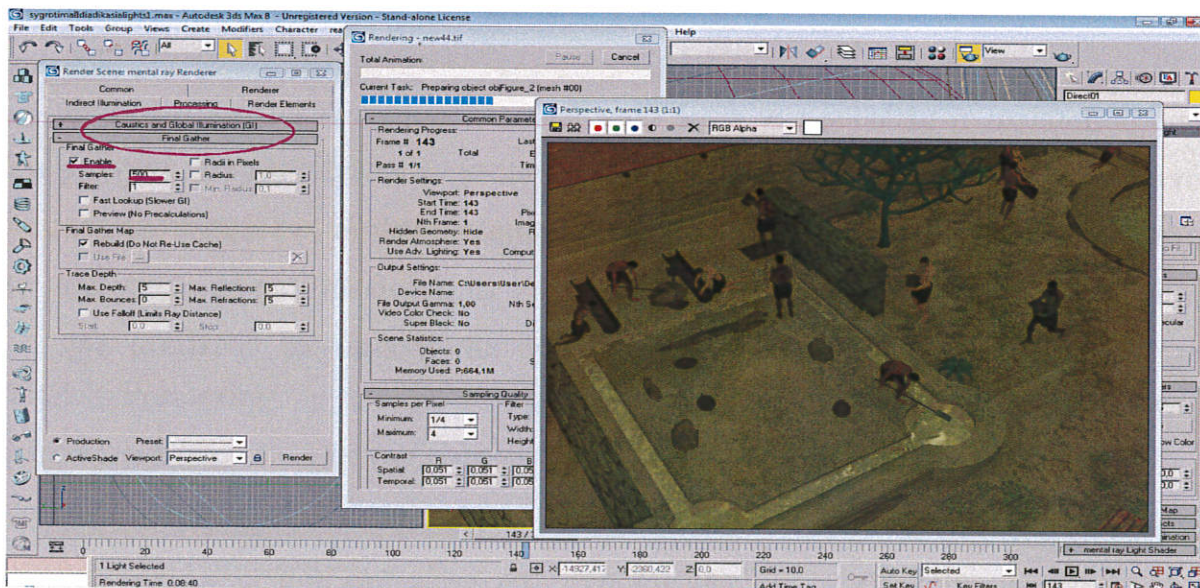
Εικόνα 7.7: Δημιουργία Rendering

Η γρήγορη εμφάνιση μιας σειράς εικόνων σε διαφορετικά σημεία μιας τροχιάς δημιουργεί την αυταπάτη της κίνησης. Για την προσομοίωση της κίνησης χρησιμοποιείται η μέθοδος των καρτέ (key frames), συμφώνα με την οποία τα μοντέλα τοποθετούνται σε σημεία της τροχιάς τους, όπου γίνεται αλλαγή της κατεύθυνσης της κίνησης και το πρόγραμμα δημιουργεί τα ενδιάμεσα στάδια (tweening). Υπάρχουν τεχνικές που επιτρέπουν τη μεταβολή της επιτάχυνσης της κίνησης, την προσομοίωση διαφόρων εφέ και γενικά τη βελτίωση της ομαλότητας της κίνησης.

Επίσης υπάρχουν τεχνικές για την αλλαγή του μεγέθους των αντικειμένων, για την στροφή των μοντέλων, για την αλλαγή της υφής και του χρώματος της επιφάνειας.

Η "κινούμενη" εικόνα είναι γραφικά δημιουργημένη στον υπολογιστή, με ένα πρόγραμμα διδιάστατης ή τρισδιάστατης μοντελοποίησης. Μετά την δημιουργία του αντικειμένου ακολουθεί η φωτορεαλιστική απεικόνιση (rendering). Με την απόδοση φωτορεαλιστικών χαρακτηριστικών ολοκληρώνονται όλες οι επιλογές που έχουν γίνει, δηλαδή ο προσδιορισμός των επιφανειών και της υφής τους, των χρωμάτων, του φωτισμού και των διαφόρων εφέ. Η φωτοσκίαση πάνω στα διάφορα αντικείμενα, είναι από τις περισσότερο απαιτητικές σε υπολογιστική ισχύ εργασίες που πρέπει να γίνουν.

Τέλος ακολουθεί η κίνηση. Ο υπολογιστής πρέπει να υπολογίσει όλες τις διαδοχικές θέσεις από τις οποίες θα περάσει το αντικείμενο. Για κάθε μία θέση υπολογίζονται όλα τα φωτορεαλιστικά χαρακτηριστικά του. Όλη αυτή η εργασία απαιτεί τουλάχιστον 15 πλαίσια το δευτερόλεπτο για να έχουμε κάποια ανεκτή ποιότητα. Δηλαδή, για μία κίνηση 3 δευτερολέπτων πρέπει να υπολογιστούν 45 διαφορετικές εικόνες, οι οποίες όταν παιχτούν στην οθόνη μας θα μας δώσουν την εικόνα του κινούμενου αντικειμένου. Είναι λοιπόν σαφές ότι χρειάζονται ισχυρός εξοπλισμός και μεγάλοι αποθηκευτικοί χώροι. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε *mental ray renderer* με ενεργοποίηση του *global illumination* και του *final gather*. Το μέγεθος της render εικόνας είναι *PAL D-1 (video) (720\*576)*.



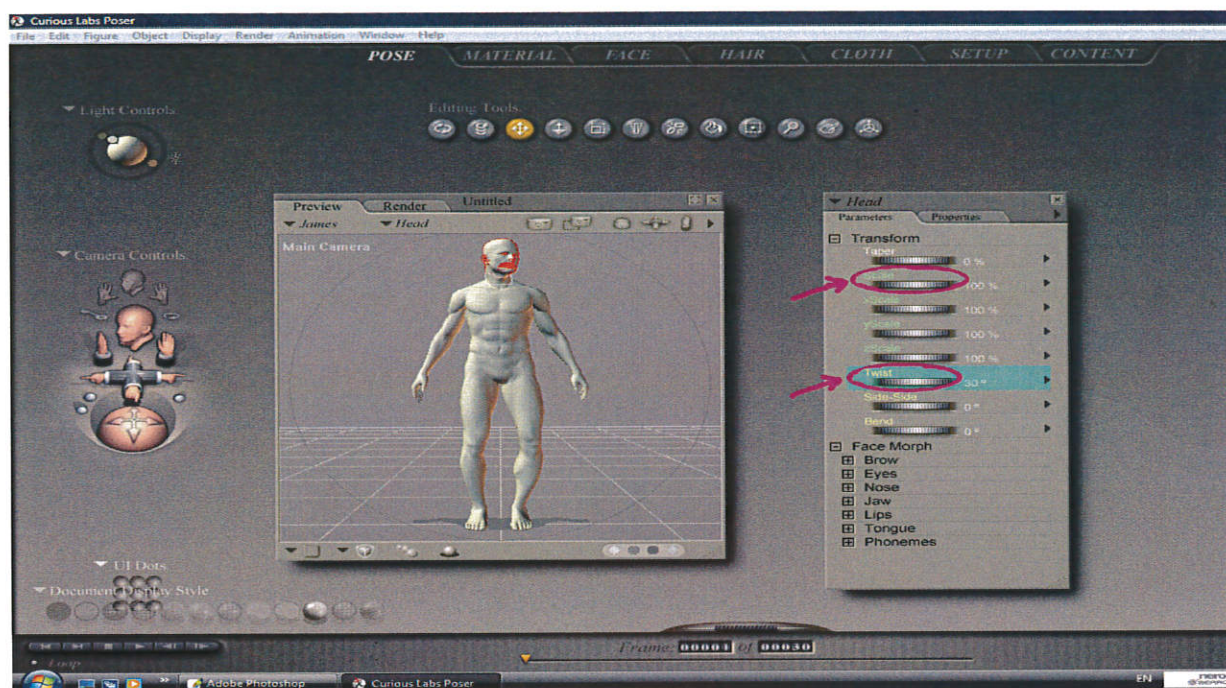
Εικόνα 7.8: Δημιουργία Rendering

#### 7.4.2. Κατασκευή και κίνηση ανθρώπινων μοντέλων

Για τη ρεαλιστική κατασκευή των ανθρώπινων μοντέλων, που συμπεριλαμβάνονται στην εργασία, χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα:

*Poser*, *Carrara*, και *Motion Builder*. Τα μοντέλα που απαιτούνται για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής αποτελούν ομοιώματα ανθρώπων από 20 έως 35 ετών που έζησαν 2.500 χρόνια πριν και εργάστηκαν σε πολύ δύσκολες συνθήκες. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε το *Poser*, διότι εξειδικεύεται στην

κατασκευή ανθρώπινων μοντέλων και περιέχει εντολές για κάθε λεπτομέρεια του ανθρώπινου σώματος.

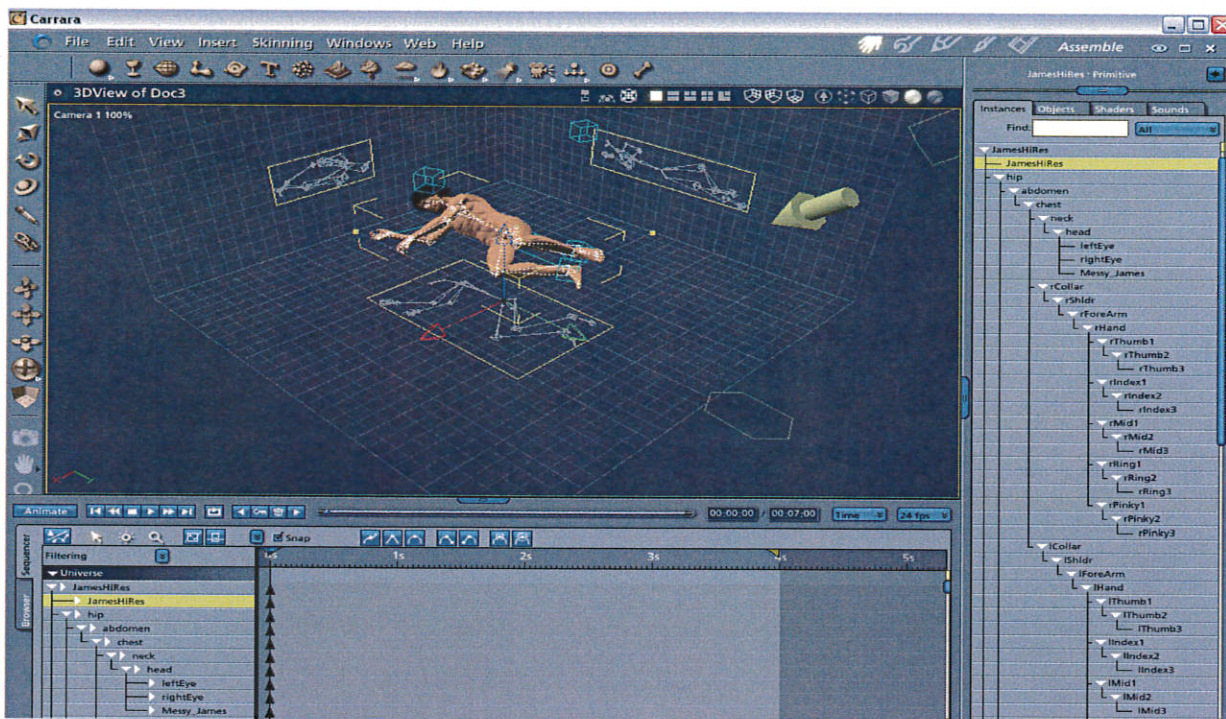


Εικόνα 7.9: Σχεδίαση ανθρώπινου μοντέλου στο Poser.

Αρχικά, γίνεται η εμφάνιση ενός γυμνού σώματος, το οποίο υπάρχει ως προεπιλογή στο πρόγραμμα. Στη συνέχεια, ακολουθεί η επεξεργασία κάθε μέρους του σώματος, έτσι ώστε να παραχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Με την επιλογή ενός μέρους του σώματος εμφανίζεται ένας πίνακας παραμέτρων που επηρεάζει τη μορφή του. Για την εργασία αυτή, χρειάστηκαν μεταβολές μόνο στις επιλογές “Scale” και “Twist”. Η πρώτη επιλογή επηρεάζει το μέγεθος (το κανονικό είναι στο 100%), ενώ η δεύτερη επιλογή επηρεάζει την κλίση του αντίστοιχου μέρους του σώματος. Το “Twist” χρησιμοποιήθηκε κυρίως για τη μέση, το λαιμό και τους μηρούς του ομοιώματος, ενώ το “Scale” χρησιμοποιήθηκε παντού.

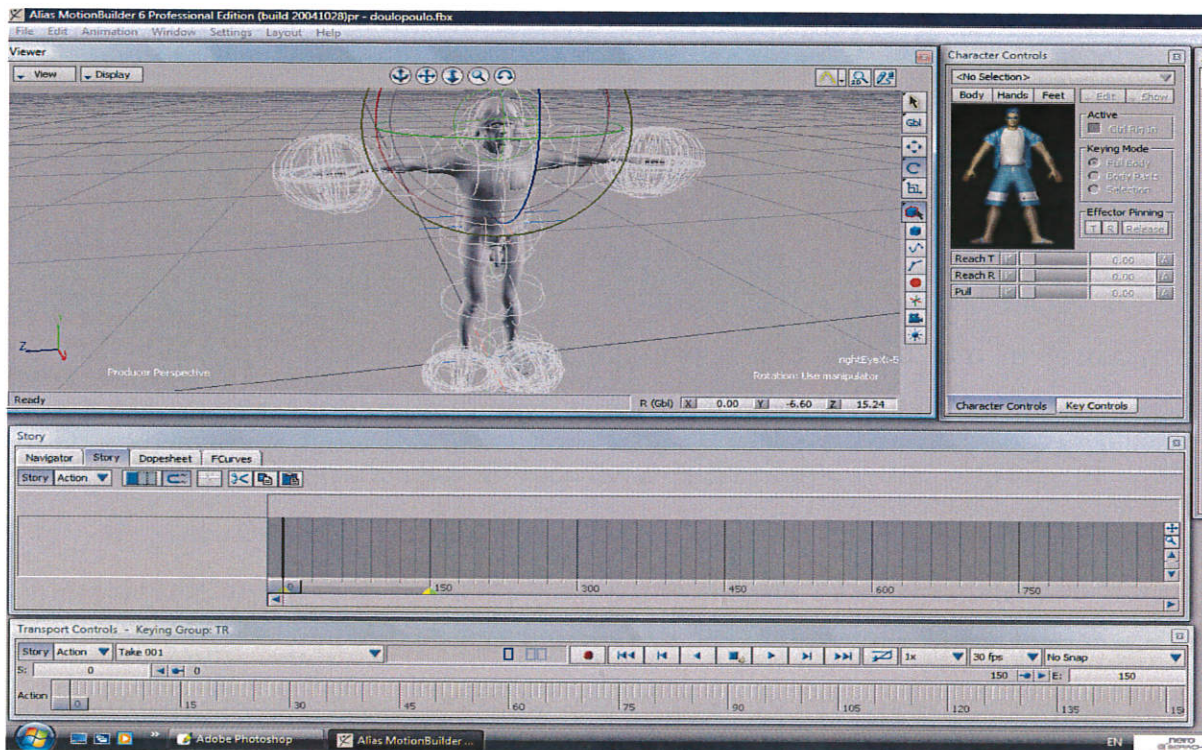
Από τη στιγμή, κατά την οποία το ομοίωμα είναι έτοιμο, πρέπει να εξαχθεί σε τέτοια μορφή ώστε να μπορεί να εισαχθεί στο Carrara.





Εικόνα 7.10: Δημιουργία σκελετού στο Carrara

Τα ανθρώπινα μοντέλα, εφόσον αναπαριστούν εργάτες, από τη στιγμή που θα εισαχθούν στον περιβάλλοντα χώρο, θα πρέπει να εκτελούν κάποιες κινήσεις. Η δυνατότητα κίνησης τους δίνεται μέσω του Motion Builder.



Εικόνα 7.11: Δημιουργία κίνησης σε σκελετό στο Motion Builder

Στο πρόγραμμα αυτό, δημιουργείται ένας αρχικός σκελετός στις διαστάσεις του μοιώματος που έχουμε δημιουργήσει στο Poser. Στο σκελετό αυτό δίνονται οι

απαραίτητες εντολές ώστε να πραγματοποιεί τις κινήσεις που απαιτούνται. Στη συνέχεια σημειώνουμε κάποια βασικά σημεία (όσο το δυνατόν περισσότερα) στα οποία πρέπει να εφάπτεται ο σκελετός με το ομοίωμα, έτσι ώστε οι κινήσεις να εκτελούνται με την ίδια ακρίβεια και από το ομοίωμα. Τα σημεία που επιλέγονται συνήθως είναι τα άκρα των δακτύλων ποδιών και χεριών, ο λαιμός, η κορυφή του κεφαλιού καθώς και οι περισσότερες κλειδώσεις του σώματος. Όταν πραγματοποιηθούν όλες αυτές οι εργασίες, το ομοίωμα είναι έτοιμο να εισαχθεί στο *3ds max* και να εκτελέσει εκεί τις κινήσεις του αλληλεπιδρώντας με το περιβάλλον.

### 7.4.3. Ήχος

Ο ήχος είναι το συστατικό στοιχείο των εφαρμογών πολυμέσων που μπορεί να



μεταδοθεί. Ακούγεται ευχάριστα ως μουσική φόρμα ή ως υπόκρουση και εντυπωσιάζει ως ηχητικό εφέ. Η προσεγμένη χρήση του ήχου μεταμορφώνει στην κυριολεξία μια εφαρμογή πολυμέσων.

Τα προγράμματα επεξεργασίας ήχου παρέχουν και υπηρεσίες για τη συρραφή ειδικών ηχητικών εφέ και για τη βελτιστοποίηση των ήχων.

Εικόνα 7.13: Audio Software

Μια τρισδιάστατη αναπαράσταση ενός εικονικού περιβάλλοντος, για να είναι ρεαλιστική θα πρέπει να περιέχει αρκετά ηχητικά ερεθίσματα. Στον περιβάλλοντα χώρο, ακούγονται διάφοροι ήχοι σχετικοί με το περιβάλλον στο οποίο αναφέρεται η εργασία. Χαρακτηριστικοί είναι οι ήχοι των μεταλλικών εργαλείων που χτυπούν μεταξύ τους, όσο τα χειρίζονται οι εργάτες, καθώς και

οι ήχοι του τρεχούμενου νερού. Ένα βασικό πρόβλημα που παρουσιάστηκε κατά την τοποθέτηση των ήχων αφορά στην δυσκολία συγχρονισμού των ήχων των εργαλείων με την κίνηση των εργατών. Το πρόβλημα αυτό λύθηκε με εντατικότερη και λεπτομερέστερη εργασία σχετικά με το ζήτημα αυτό. Οι ήχοι που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία προήλθαν από ηχογραφήσεις.

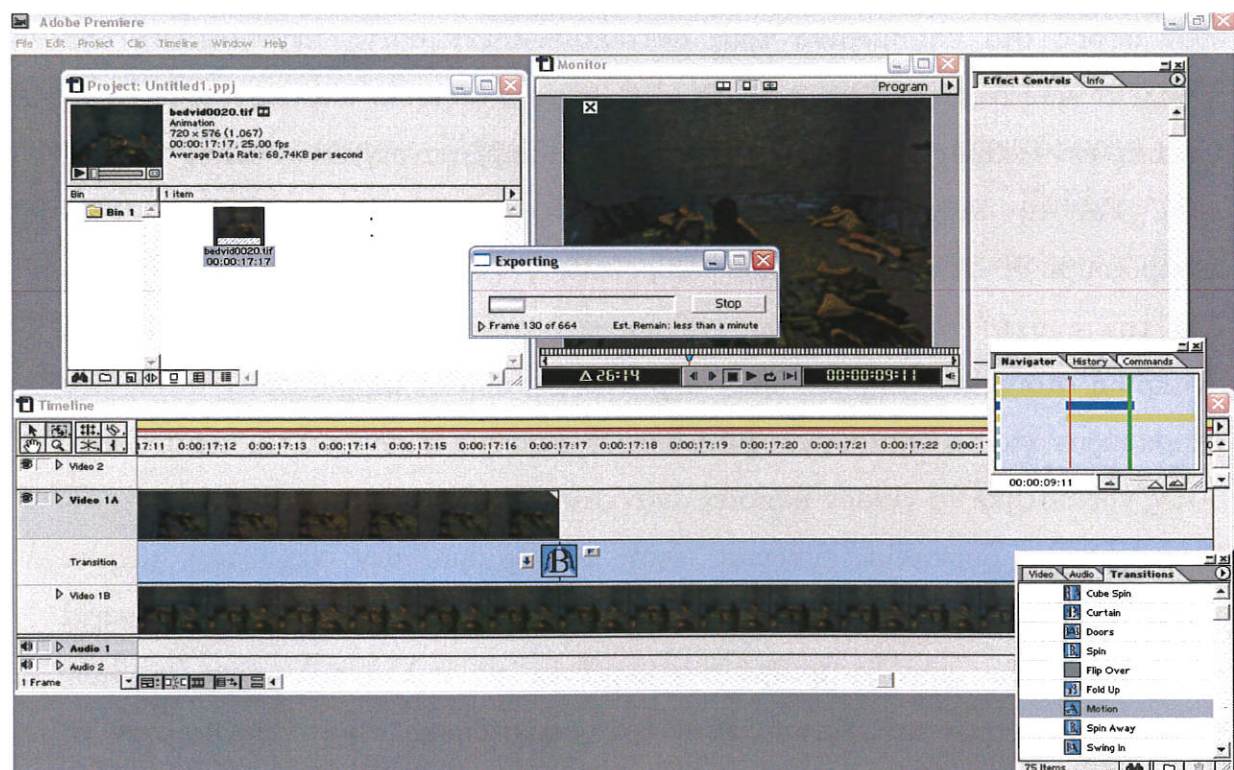
Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των ήχων και της μουσικής ήταν το “Ableton”.



Εικόνα 7.12: Επεξεργασία ήχου στο Ableton

#### 7.4.4. Video

Το video είναι το τελικό κομμάτι της εργασίας. Για ένα ποιοτικό αποτέλεσμα απαιτούνται ικανοποιητικό μέγεθος εικόνας με ικανοποιητική ευκρίνεια, αρκετά και καθαρά χρώματα, ομαλή κίνηση και μικρό μέγεθος αρχείου. Για να πραγματοποιηθούν όλα αυτά πρέπει να συμπιεστούν τα αρχεία. Στη συνέχεια τα αρχεία αυτά επεξεργάζονται με προγράμματα επεξεργασίας video για να κρατηθούν οι σκηνές που ενδιαφέρουν, να προστεθούν εφέ, να εμπλουτιστούν με ήχο και ό,τι άλλο θέλει ο δημιουργός της εφαρμογής. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία ήταν το *“Premiere”*.



Εικόνα 7.13: Δημιουργία video στο Premiere

Στο Premiere η γραμμή του χρόνου απεικονίζει το video στον άξονα του χρόνου και καθορίζεται η σειρά των σκηνών και η τοποθέτηση των εφέ. Έχει επίσης τη δυνατότητα εισαγωγής και εξαγωγής εικόνων, βιντεοεικόνων και προσομοίωσης κίνησης (animations). Κατά την εξαγωγή ενός φιλμ πρέπει να ρυθμιστούν οι ανάλογες παράμετροι ποιότητας: λόγος συμπίεσης, μέγεθος εικόνας, ταχύτητα σε πλαίσια ανά sec και βάθος χρώματος.

## 8. Συμπεράσματα

Καταρχήν για την εκπόνηση της εργασίας αντιμετωπίστηκαν τρεις μεγάλες δυσκολίες.

Η πρώτη έγκειται στο να αποδοθεί πιστά και όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά, η δημιουργία ενός περιβάλλοντος εικονικής πραγματικότητας δύο ολοκληρωμένων συγκροτημάτων. Συγκεκριμένα η δυσκολία αφορούσε στην απεικόνιση του εξωτερικού περιβάλλοντος, δηλαδή του εδάφους, του ορίζοντα, των βουνών και του ουρανού.

Η δεύτερη δυσκολία αφορούσε στην έλλειψη στοιχείων. Δηλαδή πληροφοριών όσον αφορά στα καθημερινά τους αντικείμενα (αμφορείς, κέρνοι κλπ), στα εργαλεία (κόπανοι, φτυάρια, τριβεία κλπ), στην ενδυμασία και στην κατασκευή των σπιτιών (διαμόρφωση εσωτερικών χώρων, ύπαρξη ανοιγμάτων στους τοίχους κλπ). Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων χρειάστηκε να ανατρέξουμε σε άλλες πηγές, που αφορούσαν γενικότερες πληροφορίες για τη ζωή την εποχή εκείνη, οι οποίες βοήθησαν στο να προσδιοριστούν κάποια ανακριβή στοιχεία. Υπήρξαν όμως περιπτώσεις που οι πληροφορίες αυτές δεν επαρκούσαν για τη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης εικόνας. Στις περιπτώσεις αυτές χρειάστηκε να γίνουν κάποιες αναγκαίες παραδοχές.

Η τελευταία δυσκολία έγκειται στον περιορισμό των τεχνητών μέσων. Συγκεκριμένα οι υπολογιστές που χρησιμοποιήθηκαν δεν είχαν τη δυνατότητα να υποστηρίξουν μεγάλο αριθμό αντικειμένων με πολλά πολύγωνα (αριθμός ανθρώπων, δέντρων κα). Επίσης ήταν εξαιρετικά δύσκολο να υποστηρίξουν τη χρήση διάφορων εφέ, όπως είναι η δημιουργία σκόνης και φωτιάς, τα οποία προσδίδουν ένα πιο ρεαλιστικό αποτέλεσμα.

Παρ' όλες τις δυσκολίες που αναφέρθηκαν, δημιουργήσαμε ένα video που απεικονίζει τρισδιάστατα τη ζωή των δούλων και τον εμπλουτισμό στο αρχαίο Λαύριο. Δηλαδή το συνολικό εξωτερικό χώρο των συγκροτημάτων II και III καθώς και αντιπροσωπευτικούς εσωτερικούς χώρους ορισμένων δωματίων.

Η εικονική πραγματικότητα (virtual reality) δίνει τη δυνατότητα πιστής αναπαράστασης. Η εικόνα σε συνδυασμό με τον ήχο και την κίνηση έχει μια αμεσότητα τέτοια που οδηγεί στην ευκολότερη και πιο γρήγορη κατανόηση ενός θέματος σε αντιπαράθεση με τους κλασσικούς τρόπους παρουσίασης ( ομιλία, ολαιντς).

Επιπλέον, σε αντίθεση με τους παραδοσιακούς τρόπους προβολής ιστορικών στοιχείων (μουσεία, αναπλάσεις χώρων) η εικονική πραγματικότητα μπορεί να αποδώσει πιστά, με μικρό κόστος και σχετικά γρήγορα τα πολιτισμικά στοιχεία και τις δραστηριότητες μιας εποχής.

Το 3d studio max είναι ένα πρόγραμμα με για δημιουργία ενός περιβάλλοντος εικονικής πραγματικότητας. Μπορεί και συνεργάζεται με άλλα προγράμματα για δημιουργία την κίνηση των ανθρώπων και την εισαγωγή υφών. Επίσης έχει πολλές επιλογές όσον αφορά στη φωτοσκίαση και κίνηση των αντικειμένων καθώς και στη δημιουργία εφέ, όπως φωτιά, κίνηση νερού, ομίχλη και άλλα.

## Βιβλιογραφία

1. Κονοφάγος, Κ. , «Το Αρχαίο Λαύριο». Εκδοτική Ελλάδα Α.Ε., Αθήνα Μάιος 1980
2. Κονοφάγος, Κ. , «Η Μέθοδος του Εμπλουτισμού των Μεταλλευμάτων των Αρχαίων Ελλήνων εις τα Ελικοειδή Πλυντήρια της Λαυρεωτικής». Πραγματεία της Ακαδημίας Αθηνών, Τόμος 29, Ν 1-2, 1970
3. Κονοφάγος, Κ. & Μπαντέκα Ε. , «Αι Δεξαμεναί Ύδατος της Αρχαίας Μεταλλουργίας στο Λαύριον και το ειδικό στεγανοποιητικό επίστρωμα τούτων». Πρακτικά της Ακαδημίας Αθηνών, Τόμος 49, 1974
4. Τσάιμου, Κ. , «Εργασία και ζωή στο αρχαίο Λαύριο σε εγκατάσταση εμπλουτισμού μεταλλευμάτων τον 4<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ.» , Διδακτορική Διατριβή, 1988
5. Κορδελλάς, Α. , «Le Laurium». Marseille 1869
6. Κορδελλάς, Α. , «Το Λαύριο και ο Ελληνικός Άργυρος». Περιοδικό «Παρνασσός», Τόμος 15, Αθήνα 1890
7. Westermann, William Linn. , «Athenaus and the slues of Athens». Cambridge, Harvard University Press, 1941
8. Ησίοδος , «Έργα και Ημέρα» 109-110, 127-129, 143-144, 150-151, 176. «Θεογονία» 862-864
9. Ξενοφών , «Πόρου» I.5, II.1,7, III.2,3, IV, V. «Απομνημονεύματα» II.5 (2-3). «Ανάβασις» III.3 (17). «Ελληνικά» I.2, VII.5 (27). «Αθηναίων Πολιτεία» Εκδ. Πάπυρος I.10, II.11
10. Αριστοφάνης , «Αχαρνής» 82. «Βάτραχου» 718, 720-726, 929. «Εκκλησιάζουσα» 1110. «Ιππής» 361-362. «Λυσιστράτη» 1300. «Νεφέλαι» 1065. «Όρνιθες» 490, 950, 1106. «Πλούτος» 9. «Σφήκες» 659-663
11. Πλάτων , «Κριτίας» 116 D
12. Γλώσσα «Τ» Ελληνικό λεξικό 5ος αιώνας μ.Χ. Ησύχιος
13. Καλλιανιώτης Τάσος & Ρηγόπουλος Φραγκίσκος , Διπλωματική Εργασία, 2006
14. Goggle Earth, <http://earth.google.com/>
15. Τεχνολογικό και πολιτιστικό πάρκο Λαυρίου, <http://www.lavrio-conferenceculturalpark.gr/static/index.html>
16. <http://www.gutenberg.org>
17. [http://www.travelizmo.com/archives/cat\\_ipod\\_accessories.html](http://www.travelizmo.com/archives/cat_ipod_accessories.html)
18. <http://www.vatiras.gr/>
19. [www.businessweek.com/technology/content/nov20...](http://www.businessweek.com/technology/content/nov20...)