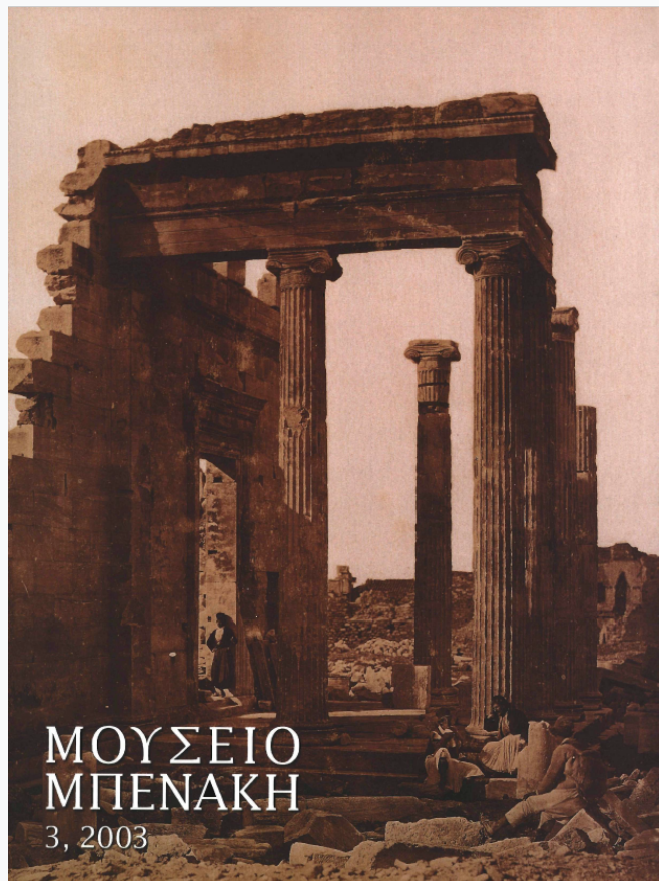


## Μουσείο Μπενάκη

Τόμ. 3 (2003)



### Ο νέος θησαυρός των βυζαντινών ασημένιων δίσκων: τεχνική ανάλυση

Δέσποινα Κοτζαμάνη

doi: [10.12681/benaki.18213](https://doi.org/10.12681/benaki.18213)

Copyright © 2018, Δέσποινα Κοτζαμάνη



Άδεια χρήσης [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

### Βιβλιογραφική αναφορά:

Κοτζαμάνη Δ. (2018). Ο νέος θησαυρός των βυζαντινών ασημένιων δίσκων: τεχνική ανάλυση. *Μουσείο Μπενάκη*, 3, 81–92. <https://doi.org/10.12681/benaki.18213>

## Ο νέος θησαυρός των βυζαντινών ασημένιων δίσκων: τεχνική ανάλυση

ΠΕΝΤΕ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΕΝΝΕΑ ασημένιους δίσκους που ανήκουν στον μοναδικό βυζαντινό θησαυρό του 12ου αιώνα, ο οποίος εκτίθεται στο Μουσείο Μπενάκη και πρόσφατα εκτέθηκε και στο Μουσείο Βυζαντινού Πολιτισμού της Θεσσαλονίκης (εικ. 1, 4-6, appendix αρ. 7 στο κείμενο Ballian, Drandaki), επιλέχθηκαν ως τα πιο αντιπροσωπευτικά για τη διερεύνηση της τεχνικής κατασκευής και διακόσμησής τους, καθώς και της σύστασής τους. Στόχος της μελέτης αυτής ήταν αφενός η συσχέτιση των αποτελεσμάτων και η δυνατότητα κατάταξης των δίσκων σε ένα ενιαίο σύνολο με κοινά τεχνικά χαρακτηριστικά, και αφετέρου ο κατά το δυνατόν έλεγχος της αυθεντικότητάς τους, της κοινής προέλευσης του υλικού κατασκευής και της περιοχής παραγωγής.

Δεδομένης της ιδιαιτερότητας των αντικειμένων αυτών<sup>1</sup> και της μη δυνατής χρήσης μεθόδων ίσως πιο διαφωτιστικών αλλά και πιο καταστροφικών,<sup>2</sup> αποφασίστηκε η εφαρμογή αποκλειστικά μη καταστροφικών μεθόδων. Έτσι, τα τελικά συμπεράσματα βασίστηκαν στις μετρήσεις των διαστάσεων των πέντε σκευών, στα δεδομένα από την οπτική και μικροσκοπική παρατήρηση καθώς και στη χημική ανάλυση με φθορισμό ακτίνων Χ που εφαρμόστηκε στην επιφάνειά τους.

### Τεχνική κατασκευής

Αρχικά, μελετήθηκε το σχήμα τους, υπολογίστηκαν οι διαστάσεις τους και στη συνέχεια εξετάστηκαν οπτικά κάτω από το στερεοσκόπιο OLYMPUS SZX9, με μεγεθύνσεις από 6 έως 50x όπου διερευνήθηκαν διάφορες λεπτομέρειες οι οποίες χαρακτηρίζουν τον τρόπο και τα στάδια κατασκευής ή διακόσμησής τους.

Στον πίνακα 1 έχουν καταγραφεί οι συνολικές διαστάσεις των πιάτων. Συγκρίνοντας τη διάμετρό τους με το χαμηλό τους ύψος και κυρίως με το μικρό πάχος του μετάλλου κατασκευής –της τάξης των 2 χιλ. (με εξαίρεση το χεῖλος)– μπορεί να εκτιμηθεί ότι τα αντικείμενα μορφοποιήθηκαν με σφυρηλάτηση και όχι με χύτευση. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που επιβεβαιώνουν μια τέτοια επεξεργασία αντί της χύτευσης, είναι η ανυπαρξία μικρών πόρων στην επιφάνεια των αντικειμένων,<sup>3</sup> η πολύ διακριτική παρουσία καμπυλώσεων και ανωμαλιών που οφείλονται στο πλάσιμο του μετάλλου καθώς και η παρουσία ανεπαίσθητων ρωγμών που οφείλονται στην ψυχρή κατεργασία του μετάλλου, παρ' ότι το αντικείμενο είχε υποβληθεί σε ανόπτηση.<sup>4</sup>

Για κάθε δίσκο θα πρέπει να χρησιμοποιήθηκε αρχικά ένας ρευστοπαγής δίσκος ή όγκος μετάλλου, ο οποίος υποβλήθηκε σε μία σειρά από διαδοχικές ψυχρές κατεργασίες σφυρηλάτησης και επαναληπτικά στάδια ανόπτησης.<sup>5</sup> Τα αντικείμενα έχουν μορφοποιηθεί εσωτερικά και εξωτερικά, και μάλιστα υπήρξε η δυνατότητα αξιολόγησης κατά ένα 95% ότι η εξωτερική μορφοποίηση με στόχο την υπερύψωση των τοιχωμάτων είχε πραγματοποιηθεί στον τόρνο.

Εξετάζοντας μακροσκοπικά τα αντικείμενα, αυτά αποτελούν απλές ανοιχτές φόρμες οι οποίες κάλλιστα μπορούσαν να παραχθούν με μηχανικό τρόπο.<sup>6</sup> Επίσης, οι περισσότεροι από τους δίσκους (αρ. 4, 5, 6, 7) παρουσιάζουν ένα ελαφρύ “πλισοάρισμα” (ελαφριά παραμόρφωση),<sup>7</sup> που συνήθως δημιουργείται κατά τη συμπίεση του μεταλλικού φύλλου στο μηχάνημα<sup>8</sup> ή στη μη σταθερή προσαρμογή του επάνω σε αυτό.<sup>9</sup> Παρόλο που συ-

νήθως τοποθετούσαν ένα δεύτερο εργαλείο (στηρικτικό κομμάτι ξύλου) για να σταθεροποιήσουν το μεταλλικό φύλλο στο αρχικό στάδιο χρήσης του τόννου, το “πλισσάρισμα” ήταν αναπόφευκτο ιδίως κοντά στο χείλος, φαινόμενο που παρατηρείται και στα υπό μελέτη αντικείμενα. Επιπρόσθετα, η ομοιόμορφη κατανομή του πάχους τους από το κέντρο έως το χείλος κατά μήκος της ακτίνας του, παράλληλα με τις κλιμακωτές κυματώσεις που διακρίνονται στην επιφάνεια –στα πιάτα αρ. 5, 6 και 7 είναι πιο έντονες–, υποδηλώνουν χαρακτηριστικά που οφείλονται σε περιστροφική κίνηση.<sup>10</sup>

Οι παραπάνω παρατηρήσεις δεν είναι πάντα ενδεικτικές της τεχνικής κατασκευής. Αν όμως συνδυαστούν και με άλλα στοιχεία, μπορούν να αποτελέσουν σημαντικότερα τεκμήρια αξιολόγησης.

Πιο συγκεκριμένα, το αποτύπωμα εφαρμογής του μηχανήματος (εικ. 1) που διακρίνεται στο κέντρο της βάσης των δίσκων,<sup>11</sup> αλλά κυρίως οι πολύ αχνές επάλληλες κυκλικές γραμμώσεις που αναγνωρίζονται στην εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια (εικ. 2), προκύπτουν συνήθως από τη μορφοποίηση στον τόννο. Βέβαια, η παρουσία των ιχνών αυτών σε συνδυασμό με το κεντρικό αποτύπωμα που διακρίνεται και στο εσωτερικό,<sup>12</sup> αποδυνάμωσε για λίγο το ενδεχόμενο κατασκευής στον τόννο και ενίσχυσε περισσότερο την περίπτωση της χρήσης του για το στίλβωμα, ίσως και στο τελικό φινιρίσμα της μεταλλικής επιφάνειας.

Στο ερώτημα ποια μέθοδος (ελεύθερη σφυρηλάτηση ή εφαρμογή του περιστροφικού μέσου) επιλέχθηκε τελικά για την κατασκευή των δίσκων, η μικροσκοπική παρατήρηση απάντησε, αποκαλύπτοντας σε ορισμένα από τα αντικείμενα ένα δεύτερο αποτύπωμα εφαρμογής του μηχανήματος, πολύ κοντά στο πρώτο (λίγο έκκεντρο), στη βάση των δίσκων (εικ. 3).

Η παραπάνω ένδειξη επιβεβαιώνει τη διπλή χρήση του τόννου. Το κεντρικό αποτύπωμα στη βάση οφείλεται στην περιστροφή για λόγους μορφοποίησης, ενώ το δεύτερο, σε λόγους φινιρίσματος κατά την επανατοποθέτηση του δίσκου στο μηχανήμα. Η συμπίεση-εφαρμογή του δίσκου δεν πραγματοποιήθηκε στο ίδιο σημείο της βάσης για τις ανάγκες του στίλβωματος που ακολούθησε τη μορφοποίηση, εφόσον –όπως διακρίνεται στην εικ. 4–, το ένα από τα δύο ίχνη είναι μικρότερο και το σχήμα του έχει αλλοιωθεί. Η διαφοροποίηση αυτή μεταξύ των δύο αποτυπωμάτων, πιθανολογεί ότι το αλλοιωμένο ίχνος είναι το πρώτο αποτύπωμα, το οποίο κατά τη διαδι-

κασία του στίλβωματος έτεινε να εξαφανιστεί (εικ. 4).

Σύμφωνα με την τελευταία παρατήρηση, οι δίσκοι που δεν εμφανίζουν δεύτερο ίχνος είτε στην εσωτερική είτε στην εξωτερική επιφάνεια, έχουν υποστεί πολύ καλή στίλβωση, διαδικασία κατά την οποία εξομαλύνθηκαν ανεπιθύμητα εξογκώματα ή άλλα επιφανειακά υπολείμματα από τις τεχνικές που εφαρμόστηκαν σε προηγούμενο στάδιο.

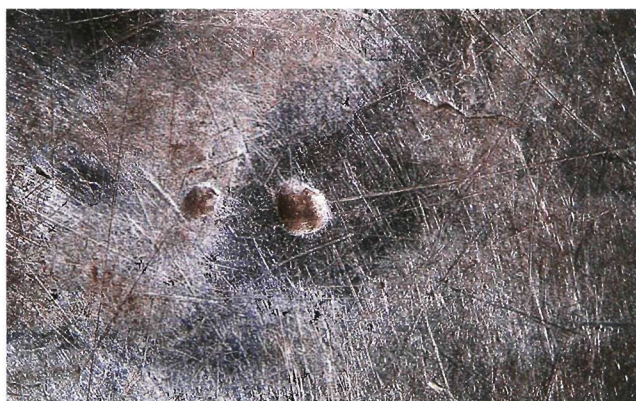
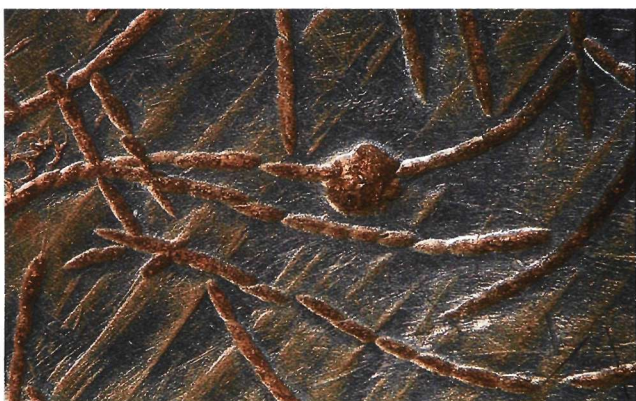
Όσον αναφορά το πιάτο με πόδι (αρ. 1, εικ. 1 στο κείμενο Ballian, Drandaki) από την επιλεγμένη ομάδα, και πιο συγκεκριμένα το σώμα του, είναι και αυτό μηχανικά επεξεργασμένο και στίλβωμένο, ενώ το πόδι έχει διαμορφωθεί ανεξάρτητα από ένα φύλλο μετάλλου, το οποίο διπλώθηκε, κολλήθηκε και προσαρμόστηκε με κόλληση στη βάση του αντικειμένου. Ίχνη που να προσδιορίζουν τη ραφή της ένωσης κατά τη κατασκευή του κυλίνδρου δεν παρατηρήθηκαν. Αντίθετα, επισημάνθηκαν υπολείμματα (εικ. 5) της σκληρής κόλλησης στην επιφάνεια επαφής μεταξύ του σώματος και της βάσης.<sup>13</sup>

Ιδιαιτερότητα κατασκευαστική του πιάτου αυτού αποτελεί το χείλος. Θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι η κατασκευή της στεφάνης πραγματοποιήθηκε ξεχωριστά από το υπόλοιπο σώμα του πιάτου και στη συνέχεια προσαρμόστηκε σε αυτό με κόλληση, όπως διαπιστώθηκε για το πόδι, με τη διαφορά ότι ως αρχική μέθοδος μορφοποίησης του χείλους θα έπρεπε λογικά να έχει επιλεγεί η χύτευση.<sup>14</sup>

Όμως η ανομοιομορφία των επαναλαμβανόμενων διακοσμητικών λεπτομερειών του μοτίβου,<sup>15</sup> ο μη εντοπισμός ιχνών κόλλησης μεταξύ στεφάνης και σώματος, το ιδίομορφο τραπεζοειδές σχήμα και το αυξημένο αναλογικά με το σώμα πάχος του χείλους, δεν πιστοποιήσαν ένα τέτοιο τρόπο κατασκευής. Επίσης, δεν πιστοποιήθηκε η ύπαρξη διπλωμένων άκρων τα οποία στη συνέχεια συγκολλήθηκαν με θέρμανση και πίεση.<sup>16</sup> Εδώ το χείλος αποτελεί οργανικό μέρος του σώματος του δίσκου που διαμορφώθηκε κατά την επεξεργασία του<sup>17</sup> επάνω στον τόννο.<sup>18</sup> Επιτεύχθηκε πάχυνση των άκρων του –ακολουθώντας τα διαδοχικά στάδια της υπερύψωσης– και η ανώτερη επιφάνεια της στεφάνης επιπεδοποιήθηκε, πριν ο μεταλλοτεχνίτης προχωρήσει στο επόμενο στάδιο της διακόσμησής της.

Στους υπόλοιπους δίσκους δεν πραγματοποιήθηκε σταδιακή πάχυνση του χείλους, όπως φαίνεται από τις μετρήσεις που αναγράφονται στον πίνακα 1, όμως εφαρμόστηκε η τελική διαδικασία μορφοποίησης-επιπεδοποίησής του σε όλη τους την έκταση. Για τον λόγο





Εικ. 1. Αποτύπωμα εφαρμογής του μηχανήματος στο κέντρο της βάσης των δίσκων (στο εσωτερικό 40x).

Εικ. 2. Οι πολύ αχνές παράλληλες κυκλικές γραμμώσεις από τη χρήση του τόνου (εξωτερική επιφάνεια 25x).

Εικ. 3. Εξωτερική επιφάνεια: τα δύο κεντρικά αποτυπώματα εφαρμογής του μηχανήματος, το ένα πολύ κοντά στο άλλο (το ένα λίγο έκκεντρο, 40x).

Εικ. 4. Εξωτερική επιφάνεια: Το πρώτο αποτύπωμα εφαρμογής το οποίο κατά την διαδικασία στιλβώματος είχε την τάση να εξαφανιστεί, 40x.

αυτό, το πάχος στο χείλος δείχνει ελαφρώς αυξημένο περίπου κατά 1 χιλ.

### Διακόσμηση

Για την ποίκιλη της επιφάνειας των δίσκων χρησιμοποιήθηκαν δύο ομάδες τεχνικών διακόσμησης. Οι τεχνικές αυτές εφαρμόστηκαν σε ορισμένους δίσκους μόνο στην εσωτερική τους επιφάνεια, ενώ σε κάποιους άλλους –όπως στους δίσκους αρ. 6 και αρ. 7– και στην εξωτερική, αναδεικνύοντας είτε την εικονογραφία είτε τα μοτίβα που είχαν επιλεχθεί.

Αυτής της διαδικασίας προηγήθηκε βέβαια η οριοθέτηση του σχεδίου και η σημείωση του ίδιου του σχεδίου επάνω στην επιφάνεια του μετάλλου,<sup>19</sup> διαδικασίες που

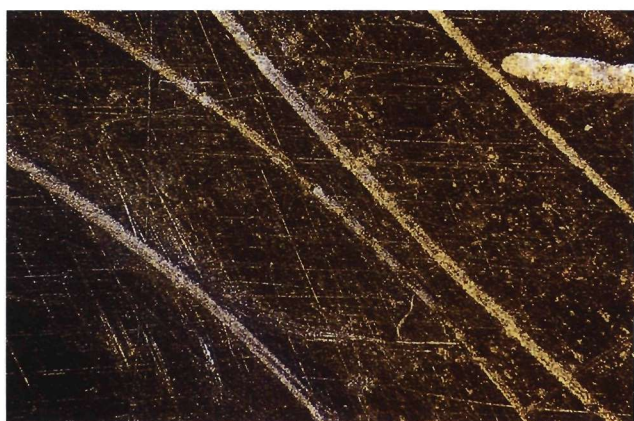
χρησιμοποιήθηκαν ως στοιχεία αναφοράς, και ακολούθησε η πολύ διακριτική χάραξή τους με το εργαλείο μαρκαρίσματος<sup>20</sup> (εικ. 6).

Η πρώτη ομάδα τεχνικών διακόσμησης περιλαμβάνει την εφαρμογή μηχανικών μέσων επεξεργασίας της μεταλλικής επιφάνειας. Στους περισσότερους δίσκους εφαρμόστηκαν μόνο εργαλεία κρούσης, με αποτέλεσμα η μεταλλική επιφάνεια στις αντίστοιχες περιοχές να έχει υποχωρήσει. Το σχέδιο ή οι γραμμές ανάπτυξής του προέκυψαν από μία απλή μονάδα, που εντυπώνεται άλλοτε μόνο μία φορά και άλλοτε πολλές, η μία δίπλα στην άλλη (εικ. 7-9). Η μορφή του αποτυπώματος οφείλεται στο σχήμα της απόληξης του συγκεκριμένου εργαλείου, και μάλιστα, –λόγω των διαφορετικών ιχνών που αποκαλύ-





Εικ. 5. Πιάτο αρ. 1: Υπολείμματα από την σκληρή κόλληση μεταξύ ποδιού και πιάτου, 40x.



Εικ. 6. Οριοθέτηση του σχεδίου με πολύ διακριτική χάραξη με το εργαλείο μαρκαρίσματος, 30x.

φθηκαν—πιθανολογείται η χρήση και άλλων εργαλείων<sup>21</sup> ή του ίδιου με διαφορετική κλίση<sup>22</sup>.

Διαφοροποίηση στον τρόπο διακόσμησής τους παρουσιάζουν ο δίσκος αρ. 5 και το πιάτο με πόδι αρ. 1. Στον πρώτο ορισμένα μοτίβα έχουν διαμορφωθεί με την εφαρμογή κάποιου εργαλείου, πιθανόν καλεμιού, το οποίο λειτούργησε περισσότερο ως ιχνογράφος παρά ως εργαλείο διακόσμησης, αφήνοντας ένα συνεχές κοίλο ίχνος στο πέρασμά του (εικ. 10), ενώ άλλα μοτίβα έχουν αποδοθεί με στικτό τρόπο (εικ. 11).

Στο υψίποδο πιάτο αρ. 1, η μικροσκοπική παρατήρηση αποκάλυψε δύο είδη διακόσμησης που συνθέτουν την εικονογράφηση. Συνυπάρχει η στικτή διακόσμηση και η διακόσμηση με εγχάραξη (εικ. 12). Στις περιοχές που επιβεβαιώνεται η εγχάραξη, μπορούν

να παρατηρηθούν οι πολύ αχνές παράλληλες γραμμές που οφείλονται στο εργαλείο εφαρμογής (εικ. 13), καθώς και η βάθυνση-υποχώρηση του μετάλλου σε σχήμα V και όχι με καμπυλωτές άκρες<sup>23</sup> σε σχήμα U. Ως προς τον τρόπο διακόσμησης της στεφάνης που κοσμεί το χείλος του πιάτου με πόδι, πιθανολογείται η μορφοποίηση με κοπή<sup>24</sup> και στη συνέχεια η ομογενοποίηση της επιφάνειας με λειάνση των διακοσμητικών στοιχείων. Τα ίχνη από τα εργαλεία κοπής διακρίνονται ξεκάθαρα, όπως και κάποια υπολείμματα από τις λίμες που χρησιμοποιήθηκαν πριν από το τελικό φινίρισμα της μεταλλικής επιφάνειας (εικ. 14).

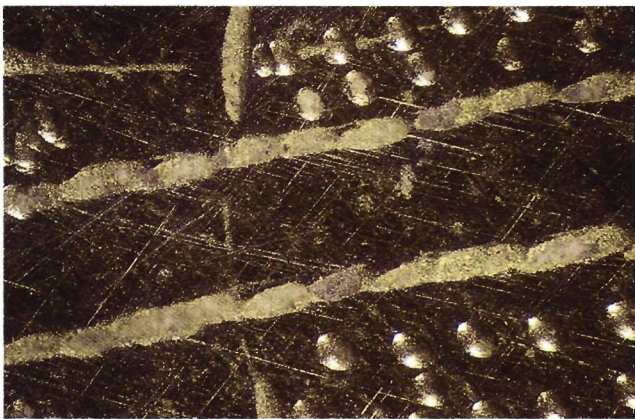
Η δεύτερη ομάδα διακόσμησης αφορά την επικάλυψη των επιλεγμένων περιοχών με χρυσό. Ο χρυσός πολύ συχνά κοσμούσε τον άργυρο καθαρά για αισθητικούς λόγους, και συγκεκριμένα για λόγους έντονης χρωματικής αντίθεσης.<sup>25</sup> Βιβλιογραφικά,<sup>26</sup> έχουν αναφερθεί πολλές διαφορετικές τεχνικές πρόσφυσης του χρυσού στη μεταλλική επιφάνεια, όπως η επιχρύσωση με διάχυση, με αμάλγαμα, με ηλεκτροχημικό τρόπο, με φύλλο χρυσού. Στην περίπτωση του θησαυρού, η μικροσκοπική παρατήρηση αποκάλυψε τεχνική επιχρύσωσης με αμάλγαμα.

Οι επιλεκτικές περιοχές εφαρμογής,<sup>27</sup> ο πολύ καλός μεταλλικός δεσμός μεταξύ αργύρου και χρυσού (πολύ καλή διατήρηση του χρυσού),<sup>28</sup> η συγκέντρωση του χρυσού με μορφή πάστας στις κοιλότητες που άφησαν τα εργαλεία διακόσμησης,<sup>29</sup> αποτελούν στοιχεία που χαρακτηρίζουν τη συγκεκριμένη μέθοδο διακόσμησης.

Η πιο ισχυρή όμως οπτική απόδειξη της χρήσης αμαλγάματος, είναι η διάχυση του χρυσού έξω από τα όρια που περικλείουν τις διακοσμημένες περιοχές (εικ. 15). Το φαινόμενο αυτό προήλθε από τη ρευστοποίηση της πάστας χρυσού-υδραργύρου κατά το στάδιο της θέρμανσής της για την πλήρη εξάτμιση του υδραργύρου, ο οποίος χρησιμοποιείται ως μέσο για την εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνικής επιχρύσωσης.<sup>30</sup>

Με τη χημική μέθοδο ανάλυσης φθορισμού των ακτίνων X (πίν. 2), πιστοποιήθηκε η χρήση του αμαλγάματος που είχε εντοπιστεί οπτικά, καθώς ίχνη υδραργύρου παραμένουν συνήθως και μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας επιχρύσωσης. Θα μπορούσε βέβαια ο υδράργυρος ως στοιχείο να προέρχεται από τον άργυρο ή τον χαλκό και όχι από την επιχρύσωση στην οποία χρησιμοποιήθηκε ως μέσο,<sup>31</sup> όμως μια τέτοια εκδοχή απορρίφθηκε, εφόσον δεν εντοπίστηκε πουθενά ως στοιχείο στο βασικό κράμα κατασκευής των δίσκων.





Εικ. 7-9. Αποτυπώματα των εργαλείων κρούσης για τη διακόσμηση των δίσκων, 40x.

### Χημική ανάλυση – Αποτελέσματα

Για τη διερεύνηση του είδους της επιχρύσωσης, όπως προαναφέρθηκε, και ιδίως της σύστασης του μετάλλου κατασκευής των δίσκων, εφαρμόστηκε ο φθορισμός ακτίνων Χ, με φορητή διάταξη μέσα στον χώρο του Μουσείου Μπενάκη.

Τα αποτελέσματα της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης, παρουσιάζονται στον πίνακα 3.

Από τα δεδομένα, φαίνεται ότι το βασικό μέταλλο κατασκευής είναι ο άργυρος σε ποσοστά που κυμαίνονται μεταξύ 93,8% και 95%, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι δίσκοι είναι κατασκευασμένοι από αρκετά καθαρό άργυρο.

Από τα δευτερεύοντα στοιχεία του πίνακα, ο χαλκός είναι εκείνος που μεταβάλλει την ισορροπία στη σύσταση του μετάλλου, καθώς τα υπόλοιπα στοιχεία παρουσιάζουν πολύ πιο μικρές συγκεντρώσεις. Τα ποσοστά του χαλκού που ανιχνεύτηκαν κυμαίνονται μεταξύ 3% και 5%, συγκεντρώσεις που προσεγγίζουν αντίστοιχες που έχουν ανιχνευτεί και σε αντικείμενα των ρωμαϊκών και των παλαιοχριστιανικών χρόνων.<sup>32</sup>

Επίσης σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα, το μέταλλο κατασκευής αποτελεί προϊόν κραμάτωσης με εσκεμμένη προσθήκη χαλκού και όχι προϊόν άμεσο,<sup>33</sup> απευθείας από το επεξεργασμένο αργυρούχο μέταλλευμα όπου τα τελικά ποσοστά του χαλκού δεν θα ξεπερνούσαν το 0,5%.<sup>34</sup> Αυτή η συνειδητή πρακτική ήταν πολύ συνηθισμένη όχι μόνο σε νεότερες περιόδους αλλά και στην αρχαιότητα,<sup>35</sup> κυρίως για την αύξηση της σκληρότητας του βασικού μετάλλου κατασκευής<sup>36</sup> και την καλύτερη επεξεργασία του.<sup>37</sup> Ένα τέτοιο ποσοστό χαλκού θα μπορούσε βέβαια να εισαγόταν συνειδητά και για οικονομικούς λόγους ή λόγους νομισματικής πολιτικής, αλλά οι συγκεντρώσεις που θα αναμένονταν σε μια τέτοια περίπτωση, θα ήταν αρκετά υψηλότερες.<sup>38</sup>

Η παρουσία του χρυσού στο κράμα αργύρου καθορίζει σημαντικά την αυθεντικότητά του. Μάλιστα, σύμφωνα με τους S. Craddock και P. T. Bowman,<sup>39</sup> η πλήρης απουσία του χρυσού θα αποκάλυπτε έναν αρκετά μεταγενέστερο εξευγενισμένο άργυρο, που χρονολογικά δεν θα ήταν συμβατός με τις υπόλοιπες τεχνολογικές και αρχαιολογικές εκτιμήσεις. Εξάλλου, η παρουσία του μολύβδου μπορεί να αποτελέσει επιπρόσθετο στοιχείο επιβεβαίωσης της αυθεντικότητας του μετάλλου κατασκευής αλλά πιο έμμεσο, καθώς δικαιολογεί νεότερες διεργασίες εξαγωγής του αργύρου με τήξη και κυπέλλωση.<sup>40</sup>





Εικ. 10. Δίσκος αρ. 5: Χρήση εργαλείου, πιθανόν καλεμιού, το οποίο λειτουργεί περισσότερο ως ιχνογράφος αφήνοντας ένα συνεχές κοίλο ίχνος στο πέρασμά του, 25x.

Εικ. 11. Δίσκος αρ. 5: Συνύπαρξη στικτής διακόσμησης και “ιχνογράφου”, 40x.

Από τη ρωμαϊκή περίοδο και μετά οι διεργασίες καθαρισμού των αργυρούχων μεταλλευμάτων από τον περιεχόμενο μόλυβδο είναι τόσο αποτελεσματικές ώστε να τον μειώνουν σε ποσοστά μικρότερα από 0,5%.<sup>41</sup>

Άλλη, επίσης ένδειξη ένδειξη της αυθεντικότητας του αργύρου αποτελεί και το βισμούθιο,<sup>42</sup> το οποίο δυστυχώς δεν ανιχνεύτηκε ώστε να συμβάλει επιπρόσθετα στην καλύτερη συσχέτιση των αποτελεσμάτων της σύστασης.

#### Προέλευση

Σχετικά με την προέλευση του μετάλλου κατασκευής των δίσκων είτε από ορυκτό γονέα, κράμα ή ανακυκλωμένο προϊόν είτε ακόμα και από ένα ορυχείο ή μια ευρύτερη περιοχή γεωλογικών κοιτασμάτων, τα παραπάνω

στοιχεία μπόρεσαν να μας οδηγήσουν σε κάποιες πιθανές εκτιμήσεις.

Το ποσοστό του χρυσού κυμαίνεται μεταξύ 1,26% και 1,49%. Ένα τέτοιο ποσοστό μπορεί να χαρακτηρίσει τον άργυρο που έχει προέλθει ύστερα από κατεργασία οξειδωμένων θειικών στρωμάτων (ιαροσύτη), δίνοντας ποσοστό μεγαλύτερο από 0,5%,<sup>43</sup> ή αργυρούχων μεταλλευμάτων πλούσιων σε χρυσό,<sup>44</sup> παρόλο που έχει αναφερθεί βιβλιογραφικά ότι το τελικό ποσοστό του χρυσού σύμφωνα με τη δεύτερη υπόθεση είναι συνήθως αρκετά υψηλότερο.<sup>45</sup>

Η συνύπαρξη όμως του μολύβδου σε περιεκτικότητες αρκετά μεγαλύτερες από 0,051%, σε συνδυασμό με τις προαναφερόμενες τιμές συγκέντρωσης του χρυσού, αποκλείει τη χρήση αργυρούχων μεταλλευμάτων πλούσιων σε χρυσό<sup>46</sup> και υποδεικνύει περισσότερο τη χρήση αργυρούχου μεταλλεύματος πλούσιου σε μόλυβδο και μάλιστα γαληνίτη.

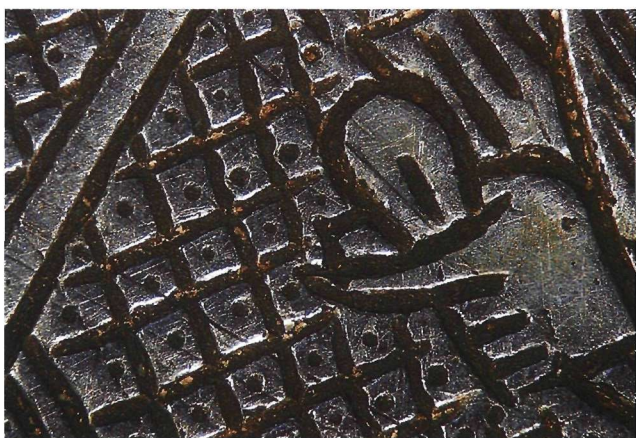
Ανεξάρτητα πάντως από την ταυτόχρονη παρουσία του χρυσού και του μολύβδου με τα αντίστοιχα ποσοστά, οι συγκεντρώσεις του μολύβδου που εντοπίστηκαν στους τέσσερις από τους πέντε δίσκους από μόνες τους (< του 0,5%), σύμφωνα πάντα με βιβλιογραφικές αναφορές, αντιπροσωπεύουν ένα επεξεργασμένο ιαροσύτη ή κάποιο αργυρούχο κοίτασμα πλούσιο σε μόλυβδο.<sup>47</sup>

Η διαφορετική περιεκτικότητα του μολύβδου που ανιχνεύτηκε στον δίσκο αρ. 5 ίσως να δικαιολογεί την τυχαία εισαγωγή του ως ακαθαρσία μέσα στο κράμα αργύρου κατά το στάδιο της συνειδητής προσθήκης του χαλκού (απευθείας από το πρωτογενές μέταλλευμα) όπως έχει προαναφερθεί.<sup>48</sup>

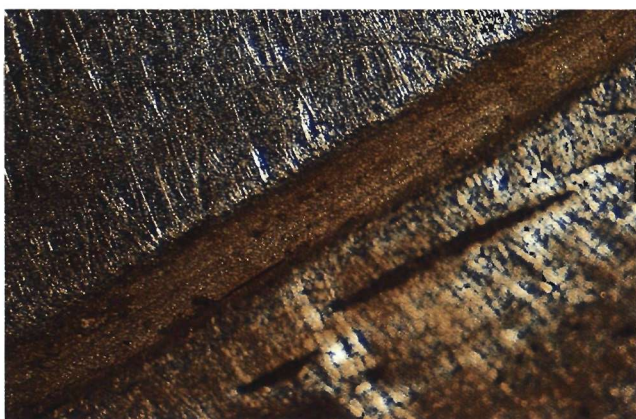
Υπάρχει όμως και η άλλη εκδοχή κατά την οποία ένα τέτοιο ποσοστό είναι πολύ πιθανόν να οφείλεται στο αρχικό αργυρούχο μέταλλευμα. Εφόσον το ποσοστό του μολύβδου που ανιχνεύτηκε ήταν 1,15%, θα μπορούσε το αργυρούχο μέταλλευμα να ανήκει στην κατηγορία των αργυρούχων κοιτασμάτων πλούσιων σε μόλυβδο<sup>49</sup> ή των κοιτασμάτων χλωριούχου αργύρου<sup>50</sup> ή ακόμα και του ιαροσύτη με εσκεμμένη προσθήκη μολύβδου για την περισυλλογή του αργύρου, ο οποίος αργότερα έχει υποστεί διεργασία εξευγενισμού.<sup>51</sup>

Η συχνή αναφορά σε αργυρούχα μεταλλεύματα πλούσια σε μόλυβδο είναι δικαιολογημένη καθώς αυτά αποτελούσαν στην αρχαιότητα μία από τις βασικότερες πηγές προμήθειας αργύρου.<sup>52</sup> Ιδιαίτερα αναφέρονται ο γαληνίτης και ο κερουσίτης από τις τρεις κατηγορίες





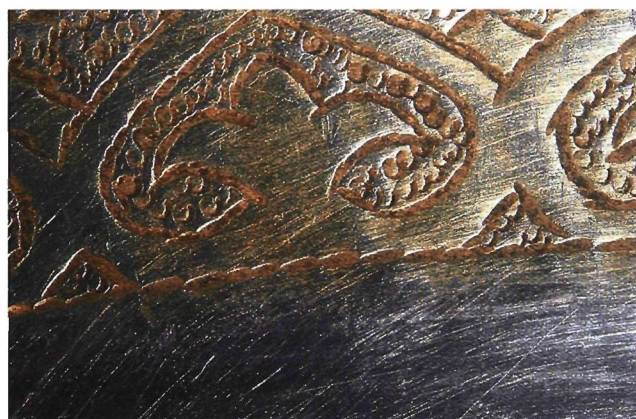
Εικ. 12. Υψίποδο πιάτο αρ. 1: Συμμετοχή σικτικής και ενχάρκτης διακόσμησης, 20x.



Εικ. 13. Υψίποδο πιάτο αρ. 1, περιοχή εγχάραξης, λεπτομέρεια: Διακρίνονται οι αχνές παράλληλες γραμμώσεις και η υποχώρηση του μετάλλου αφήνοντας ένα βάθος σε σχήμα V, 40x.



Εικ. 14. Υψίποδο πιάτο αρ. 1 (στεφάνη): Ίχνη από τα εργαλεία κοπής και λιμαρίσματος που έχουν παραμείνει και μετά το στίλβωμα της μεταλλικής επιφάνειας 40x.



Εικ. 15. Διάχυση του χρυσού έξω από τα όρια που περικλείουν τις διακοσμημένες περιοχές 10x.

κοιτασμάτων των αργυρούχων μεταλλευμάτων πλούσιων σε μόλυβδο.<sup>53</sup> Τέτοια κοιτάσματα ήταν εκμεταλλεύσιμα τη χρονική περίοδο κατά τη διάρκεια της οποίας πιθανολογείται η κατασκευή των δίσκων και λίγο παλαιότερα, και συσχετίζονται με μια ευρύτερη γεωλογική αλυσίδα προέλευσης στην οποία ανήκουν η Ισπανία, η Ελλάδα, η Μικρά Ασία και άλλες ανατολικές περιοχές.<sup>54</sup> Περιοχές όπως το Ομάν, η Μικρά Ασία, η Κύπρος έχουν αναφερθεί επίσης ως περιοχές προέλευσης του ορυκτού γονέα του χαλκού που έχει χρησιμοποιηθεί για την κραμάτωση του αργύρου που προορίζονταν για την κατασκευή των δίσκων, αν και θεωρείται πολύ πιο πιθανή η χρήση του σε μορφή δευτερεύοντος προϊόντος.<sup>55</sup>

Ο ίδιος ισχυρισμός βέβαια μπορεί να ευσταθεί και για τον άργυρο, ο οποίος ίσως προέρχεται από συνθλιμμένα παλαιότερα αντικείμενα που πέρασαν με το ζύγι ως μέσο ανταλλαγής και πληρωμής.<sup>56</sup>

Η υποψία ότι το μέταλλο των δίσκων προέρχεται από ανακυκλωμένο προϊόν είναι λογικό να εκδηλώνεται, εφόσον οι αναμίξεις και προσμίξεις χαρακτηρίζουν την παρασκευή ενός μετάλλου, και παλαιότερα χαλασμένα αντικείμενα ή υπολείμματά τους ήταν πολύ συχνά διαθέσιμα κατά τη διαδικασία αυτή.

Για παράδειγμα, το ποσοστό του χαλκού που ανιχνεύτηκε, μπορεί να υποδηλώσει επαναλαμβανόμενες διεργασίες τήξης<sup>57</sup> κατά τις οποίες ο χαλκός μεταφε-



ρόταν ως ακαθαρσία. Το ποσοστό επίσης του χρυσού μπορεί να οφείλεται στην ανακύκλωση υπολειμμάτων στερεοποιημένου αργύρου που τέθηκαν ξανά σε τήξη.<sup>58</sup> Αντίθετα, η παρουσία του μολύβδου στον άργυρο με τη συγκεκριμένη συγκέντρωση δεν συμφωνεί με τη χρήση ανακυκλωμένου υλικού.<sup>59</sup>

Ως προς την προέλευση του χρυσού που χρησιμοποιήθηκε για τη διακόσμηση των δίσκων υπάρχουν διάφορες αναφορές για τα προς εκμετάλλευση κοιτάσματα χρυσού<sup>60</sup> αλλά κυρίως για τον 7ο αι. μ.Χ. Η επαναχρησιμοποίηση παλαιότερων προϊόντων χρυσού θεωρείται τακτική περισσότερο συνήθης στον βυζαντινό κόσμο.<sup>61</sup>

#### Συμπεράσματα

Από τη μελέτη των πέντε δίσκων θα μπορούσαμε να καταλήξουμε ότι και τα υπόλοιπα σκεύη με παρόμοια κατασκευαστικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά μπορούν να καταταχθούν στην ίδια ομάδα των αντικειμένων του ασημένιου θησαυρού του 12ου αιώνα.

Όλοι οι δίσκοι έχουν μορφοποιηθεί με σφυρηλάτηση εσωτερικά και εξωτερικά. Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στην ανάπτυξη του σχήματος και στην υπερύψωση των τοιχωμάτων τους. Και για τις δύο διεργασίες επιτεύχθηκε συνδυασμός ψυχρών σφυρηλατήσεων και επαναλαμβανόμενων σταδίων ανόπτησης. Μάλιστα, πρέπει να επισημανθεί ότι η δεύτερη διεργασία μορφοποίησης πραγματοποιήθηκε στον τόρνο.

Η περιστροφική μονάδα χρησιμοποιήθηκε τόσο στο φινίρισμα της επιφάνειας των δίσκων όσο και στην οριζόντια των μοτίβων ή /και της εικονογράφησης που είχε επιλεχθεί.

Ο δίσκος αρ. 5 και το πιάτο με πόδι αρ. 1 δείχνουν να διαφέρουν από τα υπόλοιπα ως προς την τεχνική διακόσμησής τους, αλλά μόνο κατά το ήμισυ. Όλα τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της τεχνικής κατασκευής τους και κυρίως τα στοιχεία που αφορούν τη σύστασή τους φαίνεται να συμφωνούν με τους υπόλοιπους δίσκους της επιλεγμένης ομάδας.

Πράγματι, η χημική ανάλυση αποκάλυψε ένα κράμα υψηλής περιεκτικότητας σε άργυρο. Το ποσοστό του χαλκού είναι σχετικά μικρό, ικανό όμως να επιβεβαιώσει την ηθελημένη ενσωμάτωσή του στον άργυρο με σκοπό την αύξηση της σκληρότητας και καλύτερη επεξεργασία του.

Ιδιαίτερα ο χρυσός αλλά και τα υπόλοιπα στοιχεία

που ανιχνεύθηκαν στον άργυρο καθώς και η αντίστοιχη περιεκτικότητά του, μπόρεσαν όχι μόνο να ενθαρρύνουν την υπόθεση της αυθεντικότητάς των δίσκων, αλλά και να τα κατατάξουν σε ένα ενιαίο σύνολο που προέρχεται από μια κοινή φουρνιά μετάλλου –υπάρχει κάποια επιφύλαξη για τον δίσκο αρ. 5 ως προς το ποσοστό του μολύβδου.

Η πιο πιθανή γεωλογική πηγή προέλευσης του είναι τα αργυρούχα μεταλλεύματα πλούσια σε μολύβδο. Ακολουθεί με κάποια επιφύλαξη ο ιαροσύτης, παρόλο που ο μη εντοπισμός άλλων ιχνοστοιχείων όπως του αντιμονίου, αρσενικού<sup>62</sup> ή/και του σιδήρου<sup>63</sup> τον αποκλείει ως τον ορυκτό γονέα.

Η απομόνωση του αργύρου που υπήρχε ως ακαθαρσία στα αργυρούχα μεταλλεύματα πραγματοποιήθηκε με τήξη και κυπέλλωση. Η χρήση της κυπέλλωσης πιστοποιείται και από την παντελή απουσία ψευδαργύρου.<sup>64</sup> Ο χρυσός και ο μολύβδος ως δευτερεύοντα στοιχεία συνυπήρχαν με τον άργυρο σε όλη την πορεία εξόρυξής του από το μεταλλευμα και το στάδιο καθαρισμού του, αλλά με διαφορετική περιεκτικότητα.

Τα παραπάνω στοιχεία μπορούν να υποδείξουν μία πρωτογενή προέλευση των δύο βασικών μετάλλων που συνθέτουν το κράμα ή μία πρωτογενή κατασκευή, όχι όμως με βεβαιότητα και χωρίς να απορριφθεί και η εκδοχή της χρήσης ενός δευτερογενούς προϊόντος από ανακύκλωση ή εμπόριο. Η σύγκυση αυτή υφίσταται και για το ποια είναι η ακριβής περιοχή προέλευσης του μετάλλου κατασκευής των πιάτων.

Η δυνατότητα διερεύνησης των δίσκων και με άλλες μεθόδους ανάλυσης, όπως με τη μέθοδο της νετρονικής ενεργοποίησης ή των ισότοπων του μολύβδου, οι οποίες θα μπορούσαν να εντοπίσουν περισσότερα ιχνοστοιχεία και να δώσουν πιο ακριβείς πληροφορίες για το μεταλλουργικό κέντρο παραγωγής του αργύρου, δεν ήταν εφικτή διότι δυστυχώς απαιτούν την εξαγωγή δείγματος. Ίσως στο μέλλον οι μέθοδοι αυτές να εφαρμοστούν, και έτσι ορισμένα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα δεδομένα της χημικής ανάλυσης να μπορέσουν κάποια στιγμή να επιβεβαιωθούν ή/και να εμπλουτιστούν.

Δέσποινα Κοτζαμάνη

*Συντηρήτρια του Τμήματος Μετάλλων και Γυαλιού*  
e-mail: kotzamani@benaki.gr

ΔΙΣΚΟΙ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΥΨΟΣ	ΠΑΧΟΣ				
			κέντρο	Ενδιάμεσοι σταθμοί			Χείλος
αρ. 1	29 εκ.	5,5 εκ.	2,1 χιλ.	2,1 χιλ.	2,1 χιλ.	3 χιλ.	2,15 χιλ.
αρ. 4	29,2 εκ.	4,6 εκ.	2,1 χιλ.	2,1 χιλ.	2,1 χιλ.	2,1 χιλ.	3 χιλ.
αρ. 5	32,6 εκ.	5 εκ.	2,15 χιλ.	2,15 χιλ.	2,2 χιλ.	2,2 χιλ.	3 χιλ.
αρ. 6	28 εκ.	4,7 εκ.	2,1 χιλ.	2,1 χιλ.	2,1 χιλ.	2,1 χιλ.	3 χιλ.
αρ. 7	27,5 εκ.	4,7 εκ.	2 χιλ.	2 χιλ.	2 χιλ.	2 χιλ.	2,8 χιλ.

Πίνακας 1. Μετρήσεις των διαστάσεων των πέντε επιλεγμένων ασημένιων δίσκων.

ΔΙΣΚΟΙ	ΑΜΑΓΑΛΜΑ %	
	χρυσός	υδράργυρος
αρ. 1α	63,2	36,8
αρ. 1β	61	39
αρ. 5	72,3	27,7
αρ. 6	56,9	43,1
αρ. 7	77,6	22,4

Πίνακας 2. Χημική ανάλυση της επιχρύσωσης που διακοσμεί τους τέσσερις επιλεγμένους δίσκους.

ΔΙΣΚΟΙ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ %			
		άργυρος	χαλκός	χρυσός
αρ. 1 σώμα	94,9	3,40	1,28	0,40
αρ. 4 σώμα	94	4,32	1,38	0,37
αρ. 5 σώμα	93,8	3,80	1,27	1,15
αρ. 6 σώμα	93,6	4,72	1,26	0,43
αρ. 7 σώμα	95,0	4,32	1,38	0,37

Πίνακας 3. Χημική ανάλυση των πέντε επιλεγμένων ασημένιων δίσκων με την μέθοδο φθορισμού ακτίνων Χ.

## ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

\*Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Α. Καρύδα και Μ. Ζαρκάδα του Ινστιτούτου Πυρηνικής Φυσικής ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», που εφάρμοσαν τη μέθοδο φθορισμού ακτίνων Χ στον χώρο του Μουσείου Μπενάκη. Επίσης τους συναδέλφους συντηρητές Ν. Μυλωνά και Γ. Κορκόβελο από το Βυζαντινό και Χριστιανικό Μουσείο της Αθήνας και τον συντηρητή του Πολεμικού Μουσείου Θ. Μαρτιολόπουλο για την εξυπηρέτηση και τη διάθεση των οργάνων μέτρησης πάχους.

1. Τα αντικείμενα ανήκουν σε ιδιωτική συλλογή και η επιλογή μεθόδων ανάλυσης έπρεπε να είναι πολύ προσεκτική.

2. Υπάρχουν άλλες μέθοδοι ανάλυσης που ανιχνεύουν περισσότερα ιχνοστοιχεία ή/και στοιχεία πιο αντιπροσωπευτικά για τη χρονική περίοδο χρήσης τους καθώς και για την προέλευσή τους από ορυκτό γονέα, κράμα ή ανακυκλωμένο

προϊόν, οι οποίες όμως απαιτούν την εξαγωγή δείγματος.

3. Που οφείλεται στην έκλυση αερίων μέσα στη μάζα του μετάλλου κατά τη διάρκεια της στερεοποίησης και συστολής του, D. A. Scott, *Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals* (Malibu 1991).

4. D. Sherlock, Silver and Silversmithing, στο: D. Strong, D. Brown (eds), *Roman Crafts* (London 1976).

5. Καλό θα ήταν να είχε πραγματοποιηθεί μεταλλογραφική εξέταση για την πιστοποίηση της διαδικασίας μορφοποίησης.

6. H. Hodges, *Artifacts: An Introduction to early materials and technology* (London 1976).

7. Το πιάτο με πόδι δεν παρουσιάζει κάποιο “πλισσάρισμα” και αυτό δικαιολογείται εφόσον είναι πιο ρηχό.

8. Hodges (σημ. 6)



9. O. Untracht, *Metal techniques for craftsmen* (New York 1975).
10. P. O. Harper, P. Meyers, *Silver vessels of the Sassanian Period* (New York 1981).
11. Το κεντρικό αυτό ίχνος, μπορεί πολύ απλά να αποτελεί αποτύπωμα της εφαρμογής ενός εργαλείου κρούσης για να λειτουργήσει ως οδηγός πριν από την ελεύθερη σφυρηλάτηση ή την περιστροφική μορφοποίηση, P. Meyers, Elemental compositions of the Sion treasure and other Byzantine silver objects, στο: S. A. Boyd, M. M. Mango (eds), *Ecclesiastical Silver plate in the Sixth century Byzantium* (Washington 1992) 169-89.
12. Hodges (σημ. 6).
13. Παρατηρήθηκαν μικροσκοπικές στερεοποιημένες εξανθήσεις γύρω από τις θέσεις προσαρμογής, που οφείλονται στη σκληρή κόλληση που έχει χρησιμοποιηθεί κατά το στάδιο της τήξης της, D. Schorch, The Gold and Silver Necklaces of Who: a Technical Study of an Unusual Metallurgical Joining Method, στο: B. Brown, F. Macalister, M. Wright (eds), *Conservation in Ancient Egyptian Collections* (London 1995).
14. J. Lang κ.ά., The Scientific Examination of the Great dish, in: K. S. Painter (ed.), *The Mildenhall Treasure* (London 1977) 35-40.
15. *Ibid.*
16. J. Lang, Metals, στο: J. Lang, A. Middleton (eds), *Radiography of Cultural Material* (Oxford 1997) 33-59.
17. Untracht (σημ. 9).
18. R. Ward, *Islamic Metalwork* (London 1993).
19. Η διαδικασία αυτή το πιο πιθανόν είναι να πραγματοποιήθηκε στον τόρνο.
20. Για τη εξάλειψη των εγχαραξέων ή δεν ολοκληρώθηκε η διαδικασία γυαλίσματος ή οι εγχαραξίς ήταν πολύ βαθιές με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εξαλειφθούν.
21. Untracht (σημ. 9).
22. Harper, Meyers (σημ. 10).
23. J. Ogden, *Jewelry of the Ancient world* (New York 1982).
24. Θα πρέπει να χρησιμοποιήθηκε κάποιο πριόνι της εποχής με αντίστοιχη λάμα σύμφωνα με το πάχος του μετάλλου.
25. M. M. Mango, *Silver from Early Byzantium, the Kaper Koraon and Related Treasures* (Baltimore 1986).
26. D. Kotzamani, *Is it Gold or it looks like Gold?* (unpublished MSc essay, University College London 1999).
27. W. A. Oddy, The production of Gold wires in Antiquity, *Gold Bulletin* 10.3 (1977) 129-34.
28. W. A. Oddy, M. Bimson, S. La Niece, Gilding Hima-layan images; History and Modern Techniques, στο: W. A. Oddy, W. Zwalf (eds), *Aspects of Tibetan Metallurgy* (London 1981) 87-101.
29. P. Jett, A Study of the Gilding of Chinese Buddhist Bronzes, στο: S. La Niece, P. Craddock (eds), *Metal Plating and Patination* (London 1993) 193-200.
30. M. Cowell, S. La Niece, Metalwork: Artifice and Artistry, στο: S. Bowman, *Science and the past* (London 1991) 74-98.
31. P. R. Fields κ.ά., Trace Impurity Patterns in Copper Ores and Artifacts, στο: R. H. Brill (ed.), *Science and Archaeology* (London 1971) 131-44.
32. P. A. Schubiger, O. Huller, W. Gentner, Chemical Studies of Greek Coins from the Asyut Hoard, στο: E. A. Slater, J. O. Tate, *Proceedings 16th International Symposium on Archaeology and Archaeological Prospection* (Edinburgh 1976) 177-88.
33. Σύμφωνα με τον Ogden η περιεκτικότητα του χαλκού στον αυτοφυή χαλκό μπορεί να φτάσει το 1% ίσως και το 2%, J. Ogden, *Ancient Jewelry* (London 1992).
34. Αντίθετα, οι Gale, Stos Gale και Craddock, υποστηρίζουν ότι η περιεκτικότητα του χαλκού στον αυτοφυή άργυρο δεν ξεπερνά το 0,5%, N. H. Gale, Z. A. Stos Gale, Cycladic Lead and Silver Metallurgy, *BSA* 76 (1981) 169-224. P. T. Craddock, *Early Metal Mining and metallurgy* (Edinburgh 1995).
35. Ogden (σημ. 33).
36. P. Meyers, Elemental compositions of the Sion Treasure and other Byzantine silver objects, στο: Boyd, Mango (σημ. 11) 169-89.
37. D. A. Scott, *Metallography of Ancient and Historic Metals* (Malibu 1991).
38. P. R. S. Moorey, *Materials manufacture in Ancient Mesopotamia: The Evidence of Archaeology and Art materials and Met-Mesopotamia in the Evidence of Archaeology and Art materials and metalwork, Glazed materials and Glass* (BAR International Series 237, Oxford 1985) 107-21.
39. P. T. Craddock, S. Bowman, Spotting the Fakes, στο: S. Bowman (ed.), *Science and the Past* (London 1991) 141-57.
40. Με την κυπέλλωση εννοούμε τη διαδικασία εξόρυξης του αργύρου από τον μόλυβδο με οξείδωση του μολύβδου σε οξείδιο του μολύβδου (λιθάργυρο), όπου ο ρευστοποιημένος άργυρος διαχωρίζεται από τον μόλυβδο πλούσιο σε άργυρο κατά το στάδιο της τήξης. Ο μόλυβδος δεν είναι μόνος του αλλά συνυπάρχει με άλλα δευτερεύοντα στοιχεία, όπως ο χρυσός, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος, το αρσενικό, το αντιμόνιο και το βισμούθιο, S. Conrad, Th. Rehren, The Silver Mummy mask from Hildesheim: Restoration and Conservation, *Proceedings of the First International Conference on Ancient Egyptian Mining and Metallurgy and Conservation of metallic Artifacts* (Cairo 1995) 235-49. Τα δευτερεύοντα αυτά στοιχεία ακολουθούν τον μόλυβδο από την πρώτη φάση αναγωγής των κοιτασμάτων πλούσιων σε μόλυβδο με φρύξη κάτω από αναγωγικές συνθήκες σε μόλυβδο και στην τελική φάση εξαγωγής είτε διαλύονται είτε αφομοιώνονται από το οξείδιο του μολύβδου κατά τον σχηματισμό του λιθάργυρου, Moorey

(σημ. 38). Εφόσον συνεχίζουν να υπάρχουν, η κυπέλλωση μπορεί να επαναληφθεί για λόγους σχολαστικότερου καθαρισμού τους, όμως και πάλι πολλά θα παραμείνουν και στο τελικό προϊόν του αργύρου και έτσι καθίσταται δυνατή η ανίχνευσή τους.

41. H. Mc Kerrel, R. B. K. Stevenson, Some Analysis of Anglo-Saxon and Associated Oriental Silver Coinage, στο: E. T. Hall, D. M. Metcalf (eds), *Methods of Chemical and metallurgical Investigation of Ancient Coinage* (London 1972) 195-210.

42. *Ibid.*

43. Craddock (σημ. 34).

44. Όπως π.χ. στην Αίγυπτο, C. C. Patterson, Native Copper, Silver and Gold accessible to Early Metallurgists, *American Antiquity* 36 (1971) 286-321.

45. J. Mishara, P. Meyers, Ancient Egyptian Silver, *Recent Advances in Science and Technology of Materials* 3 (1974) 29-45.

46. Schubiger, Huller, Gentner (σημ. 32).

47. Δηλαδή γαληνίτης, κερουσίτης ή αγκλεσίτης, Moorey (σημ. 38).

48. W. A. Oddy, S. La Niece, N. Stratford, *Romanesque Metalwork* (London 1986).

49. Το τελικό ποσοστό μολύβδου σε αυτή την περίπτωση θα κυμαινόταν μεταξύ 0,01% και 1% και ακόμα περισσότερα, Moorey (σημ. 38).

50. Το τελικό ποσοστό θα πλησίαζε τιμές μέχρι και 2,5%: Stos Gale (σημ. 34).

51. Παρόμοια ποσοστά με αυτά των αργυρούχων κοιτασμάτων πλούσιων σε μόλυβδο, P. T. Craddock κ.ά., The Investigation of a Small Heap of Silver Smelting Debris from Rio Tinto, Huelva, Spain, στο: P. T. Craddock, M. J. Hughes

(eds), *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity* (British Museum Occasional Paper 48, London 1996) 199-218.

52. Μία από τις βασικότερες πηγές προμήθειας του αργύρου είναι και το ήλεκτρο, το οποίο όμως σύμφωνα με τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης, δεν φαίνεται να είναι το ορυκτό γονέας του μετάλλου κατασκευής των δίσκων που εξετάζουμε, T. P. Mohide, Silver, *Mineral Policy Background Paper* 20 (Ontario 1985).

53. *Ibid.*

54. *Ibid.*

55. Ανακυκλωμένο, P. T. Craddock, Metalworking in techniques, στο: S. Youngs (ed.), *"The work of Angels" Masterpieces of Celtic Metalwork, 6th-9th centuries AD* (London 1989) 170-73.

56. T. Drayman-Weisser, Altered States: Changes in Silver Due to Burial and Post Excavation Treatment, στο: Boyd, Mango (σημ. 11) 191-96.

57. Moorey (σημ. 38).

58. Conrad (σημ. 40).

59. Craddock (σημ. 34).

60. C. Meyers, A Byzantine Gold-Mining Town in the Eastern Desert of Egypt: Bir Umm Fawakhir 1992-1993, *JRA* 8 (1995) 192-224.

61. R. H. Brill, W. R. Shields, Lead Isotope in Ancient Coins, στο: E. T. Hall, D. M. Metcalf (σημ. 41) 279-304.

62. Craddock (σημ. 39).

63. J. R. Weinstein, Preliminary Analyses of Copper, Bronze and Silver Artifacts from Lapithos, *Journal of Cyprus* 1(4) (1980) 106-09.

64. Πιστοποιεί τη σχεδόν πλήρη αφαίρεσή του με τη διεργασία της κυπέλλωσης, Craddock (σημ. 34).

## DESPINA KOTZAMANI

### The new treasure of Byzantine dishes: technical analysis

Five of the nine silver dishes belonging to the unique 12th-century Byzantine treasure on view at the Benaki Museum and recently exhibited in the Museum of Byzantine Culture in Thessaloniki were chosen as the most representative examples for an examination of their composition and of the techniques involved in their manufacture and decoration. The purpose of this study was to correlate the results with a view to classifying them as a single group with common technical features and also, as far

as possible, to establish their authenticity, the common provenance of the material and the area of manufacture.

The fact that the objects belong to a private collection limited the methods available for examining the dishes to those which could cause no damage.

The study demonstrated that the other four dishes bear similar characteristics in their manufacture and can be included in the same group of objects as those analysed.

All the dishes were made by hammering on the exte-



rior and the interior. Special attention was given to form their shape and raise their side. Both procedures involved a combination of cold hammering and successive annealing cycles. It should be noted that the second process of shaping was produced on a lathe. The rotating wheel was also used to finish the surface of the dishes and to define the chosen motifs and iconography.

Dish no. 5 and footed plate no. 1 seem to differ from the rest in the techniques of ornamentation but only to a limited degree. All other features of their manufacture, and in particular the details of their metal composition, conform to the remaining dishes of the group.

The chemical analysis revealed an alloy with a high silver content. The amount of copper is relatively small but sufficient to confirm its deliberate incorporation in the silver to increase its strength and improve its working properties.

Gold in particular, but also other elements identified in the silver and their respective quantities were able not only to confirm the dishes' authenticity, but also to classify them as belonging to a single group from one batch of metal (except probably for no. 5 with its higher lead content).

The most probable geological source is silver-bearing ores rich in lead. The jarosite follows with some reservations.

The extraction of the silver which was present as an impurity in the silver-bearing ore was made by melting and cupelation. Gold and lead which were identified as secondary elements were present with it at all stages of its extraction from the ore and during the clearing process but in a different quantity.

The above data could indicate a primary source of the two basic metals which compose the alloy or a primary manufacture, but this is not certain and the possibility of the use of a secondary product, recycled or bought on the market, cannot be ruled out.

Examining the dishes by other methods such as neutron activation or lead isotopes, which might identify further trace elements and give more accurate information about the silver mines, was not possible as they would have required the extraction of a sample. Perhaps at some point in the future these methods will be applied and as a result some of the technical features and data of the chemical analysis may be confirmed or expanded.