



2. Δοχείο ανακύκλωσης γυαλιού.

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΓΥΑΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΡΟΔΟ

Δρ Παύλος Τριανταφυλλίδης

Αρχαιολόγος, ΚΒ¹ Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων¹

Στο εμβριθές εγχειρίδιο του περιβαλλοντολόγου Manfred Gerstenfeld², *Περιβάλλον και Σύγχυση*, επισημαίνεται η συμβολή και η επίδραση του πολιτισμού στη στάση και τη συμπεριφορά προς το περιβάλλον, διευκρινίζοντας ότι ανάμεσα στους πολλούς επιστημονικούς κοινωνικούς λειτουργούς υπάρχουν ακόμα αρχαιολόγοι και ανθρωπολόγοι που ειδικεύονται στο να μελετούν ό,τι περιέχουν παλιές χωματερές³.

Αναμφίβολα τα υλικά κατάλοιπα μιας κοινωνίας βοηθούν τον αρχαιολόγο να προσδιορίσει το επίπεδο ανάπτυξης του υλικού πολιτισμού και να διατυπώσει, πολλές φορές με θαυμασμό, συμπεράσματα για το σύστημα υγιεινής προστασίας του αστικού περιβάλλοντος. Αν και η εξιδανίκευση του περιβαλλοντικού παρελθόντος είναι κατά πολλούς τεχνοκράτες μια σύγχρονη έκφραση ρομαντισμού, ο σημερινός ανύπαρκτος περιβαλλοντολογικός αλφαριθμητισμός, που οφείλεται στην αλόγιστη επιθυμία του ανθρώπου για δραστηκές αναπτυξιακές αλλαγές, και το κατακερματισμένο συνονθύλευμα προβλημάτων ποικίλης εμπειρογνωμοσύνης για το περιβάλλον δημιουργούν στη σημερινή καταναλωτική κοινωνία μας σύγχυση.

Στην Αρχαιότητα η βασική αρετή της μετριοπάθειας και η ισορροπία των δραστηριοτήτων του *εν ζην* δεν ήταν ανέφικτες. Η σχέση του ανθρώπου με τη ζώσα φύση, η κατανομή του χώρου και ο σχεδιασμός της χρήσης των προϊόντων με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και την εύκολη διανομή και διάθεση τους στην αγορά ήταν πρώτη ανάγκη.

Στην ιεραρχία των μεθόδων διάθεσης ατομικών και συλλογικών στερεών αποβλήτων το παράδειγμα της αρχαίας Ρόδου (εικ. 1) είναι διαφωτιστικό: στην Πανός ακρα, μία από τις δημοσιονομικές προτεραιότητες ήταν και η ελαχιστοποίηση των απορριμμάτων⁴ με την επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων ή την μεταποίηση τους⁵, καθώς και η ανακύκλωση υλικών σε πρωτογενή μορφή με σκοπό την παραγωγή ανακυκλωμένων προϊόντων. Τελευταίο στάδιο διάθεσης των αποβλήτων, η απόρριψη, αμιγής ή με αποτέφρωση, γινόταν ευρέως σε μεμονωμένους ή οργανωμένους χώρους υγειονομικής ταφής, ενώ πολλές φορές χρησιμοποιήθηκε ως υποκειμενο εξισωτικό γέμισμα για την αναδιοργάνωση ανοιχτών χώρων ή για την κατασκευή δημοσίων κτηρίων, ιδιωτικών οικιών, εργαστηρίων ή δημοσίων έργων, όπως της οχύρωσης, των οδών, του υδρευτικού και αποχετευτικού συστήματος, καθώς και των αρδευτικών έργων.

Από τις παραπάνω μεθόδους διάθεσης αποβλήτων, η ανακύκλωση αποσκοπούσε, αλλά και αποσκοπεί, στην εκμετάλλευση της ενεργειακής αξίας, καθώς και στη φυσική επαναχρησιμοποίηση υλικών που ανακτήθηκαν από ένα συγκεκρι-



1. Ρυμοτομικό σχέδιο αρχαίας πόλης Ρόδου.

μένο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας ή από προϊόντα στο τέλος της χρήσιμης ζωής τους. Στα δευτερεύοντα ανακυκλώσιμα υλικά, στα λεγόμενα *parbèna* ομοιογενή απορριμμάτα, ανήκει και το γυαλί, το οποίο μπορεί να εισαχθεί στη διαδικασία της παραγωγής με κοκκοποίηση και λειοτριβή, μειώνοντας την επιβάρυνση της διάθεσης των απορριμμάτων και υποκαθιστώντας ικανοποιητικά ορισμένες πρώτες ύλες. Η χημική σύστασή⁶, αλλά και οι ιδιότητες του δίνουν τη δυνατότητα της ολοκληρωτικής ανακύκλωσής του, προσφέροντας σημαντικό βαθμό ενέργειας σε μορφή ρευστότητας, ποιότητα παραγωγής γυαλιού, καθώς και μείωση της θερμοκρασίας τήξης, κυρίως της υαλοουργικής άμμου, με αντίστοιχη επιτάχυνση τήξης των πρώτων υλών.

Εν αντιθέσει με την Αρχαιότητα, η ανακύκλωση του γυαλιού άρχισε να πραγματοποιείται εκτεταμένα στο τέλος του 20ού αι. από βιομηχανικές μονάδες κυρίως στις δυτικές ευρωπαϊκές χώρες, με περισυλλογή σε κατάλληλα δοχεία (εικ. 2) ή σε κάδους απορριμμάτων θραυσμένου γυαλιού, το οποίο εν συνεχεία διαχωρίζεται ειδολογικά με βάση τον χρωματισμό του, κυρίως σε αδιαφανές λευκό, καστανό και πρασινωπό. Μετά την λειοτριβή, η περαιτέρω διεργασία που ακολουθείται για το γυαλί είναι ο καθαρισμός του από ξένα υλικά, χρησιμοποιώντας κατά περίπτωση μαγνήτες ή φυσερά, ή κατάλληλα ευθηκτικά φυτά. Μια συγγενής, αλλά πρωτόγονη διεργασία ανακυκλώσιμων γυαλιών, που φαίνεται να συσχετίζεται περισσότερο με την ανακύκλωση γυαλιού στην Αρχαιότητα, ακολουθείται για αιώνες έως σήμερα, στα περίφημα για την τέχνη τους πατριπαράδοξα υαλοποιεία και υαλοουργεία της Ανατολής, όπως τα εργαστήρια στο Jalesar και στο Puraldirpur της βόρειας Ινδίας⁷, αλλά και στη Σμύρνη της Τουρκίας⁸. Ικανοί πραγματευτάδες εμπορεύονται άδεια γυάλινα φλασκία και μπουκάλια, καθώς και υαλοπερισυέματα⁹, όπως θραύσματα, τρίμματα και τμήματα γυαλιών, τα οποία συλλέγονται σε εγγύς εξωτερικούς χώρους των υαλοουργείων ως πρώτη ύλη, διαλέγονται με βάση τον χρωματισμό και εν συνεχεία πλένονται προτού τηχθούν στο υπό κατασκευή υαλότηγμα.

Η εμπορία των απορριμμάτων-προϊόντων γυαλιού για ανακύκλωση δεν είναι ωστόσο ένα φαινόμενο τόσο διαδεδομένο σήμερα όσο ήταν στον Μεσαίωνα και στην Αρχαιότητα. Στις οργανωμένες από τον 12ο μ.Χ. αι. συντεχνίες των δυτικών υαλοουργείων, κυρίως της Βενετίας με έδρα τη νήσο Μυρανό, κατά τη διάρκεια της ενομαζόμενης περιόδου ανάπαυσης των υαλοποιών *canava*, οι πωλητές γυαλιών συνέλεγαν υαλοθραύσματα (εικ. 3) και πούλαγαν σε χαμηλή ανταλλακτική αξία τα νέα τους προϊόντα. Η σημαντικότητα της εμπορίας γυαλιού για ανακύκλωση έγινε αμέσως κατανοητή από τις Βενετικές αρχές. Ήδη από το 1285 μ.Χ. απαγόρευαν οποιοδήποτε εξαγωγή θραυσμένου γυαλιού και των σχετιζόμενων πρώτων υλών, θέλοντας κατ' αυτόν τον τρόπο να διαφυλάξουν την ποιότητα παραγωγής των υαλοουργικών βιοτεχνικών μονάδων και τα μυστικά της τέχνης των υαλοποιών και διατηρώντας ταυτοχρόνα το μονοπώλιο¹⁰.



*Nel porto di Murano, e presso gli
Horti, si vendono e si vendono
E sono ancora in vendita i vetri rotti.*

3. Υαλοπώλης
από τη νήσο Μυρανό.
Έγχρωμη γκραβούρα.
Ιταλία, 1808 αι.
The Corning Museum
of Glass, N.Y.

Στην Αρχαιότητα, το θραυσμένο γυαλί ως σκέυος πολυτελείας ή καταναλωτικό προϊόν δεν είχε σημαντική καλλιτεχνική αξία. Η εμπορική του όμως αναζήτηση για ανακύκλωση ήταν ευρύτατη κατά τους πρώιμους ρωμαϊκούς χρόνους, εποχή διάδοσης και ακμής της φυσητής υαλοουργίας, σύμφωνα με τα σχόλια του Μαρτιάλη στο επίγραμμα του για τον Κεκλιό¹¹, τον οποίο παρομοιάζει «σαν τους πλανόδιους βαραιοστημένους πωλητές από την περιοχή του Τίβερη που ανταλλάσσουν δεσμούς [χρούφτες] από θεϊφά με σπασμένο γυαλί», καθώς και στην γλαφυρή περιγραφή του Στάτιου¹² για το επίσηο κωνοβάλι προς τιμήν του αυτοκράτορα, στο οποίο «έμποροι ανταλλάσσουν φτηνό θεϊφά με αποδέσματα γυαλιού».

Η εμμονή στην αναζήτηση ανακυκλωμένων υλικών για την κατασκευή νέου γυαλιού δεν είναι ωστόσο τυχαία, αν αναλογισθεί κανείς ότι η διαδικασία της υαλοποίησης ήταν μακρά, τις περισσότερες φορές επίπονη ή ανεπιτυχής, όπως το παράδειγμα της αποτυχημένης γυάλινης πλάκας του υστερορωμαϊκού υαλοποιείου από το Bet She 'arim της Γαλλίας, καθώς και των νεότερων ανασκαφικών ευρημάτων από το Bet Eliezer και την Απολλωνία του βόρειου Ισραήλ¹³. Η επιτυχής υαλοποιία απαιτούσε άλλωστε δεξιοτεχνία, ιδιαίτερες ικανότητες και τεχνολογική εμπειρία από πλεωρής υαλοτεχνιών-υαλοποιών για να επιτευχθεί πλήρης ανάμιξη και σύντηξη των πρώτων υλών σε υάλωμα και εν συνεχεία σε γυαλί. Στις παραπάνω παραμέτρους θα πρέπει να συμπεριληφθεί και η εμπορία των πρώτων υλών των οποίων το κόστος ήταν αρκετά υψηλό

4. Φυσικές αποθέσεις ορυκτής σόδας natron. Κοιλίδα του Νατριου (Wadi Natrun), Αιγύπτου.

στην Αρχαιότητα, όπως της υαλουργικής άμμου, αλλά και της ορυκτής σόδας natron (εικ. 4), η διακίνηση της οποίας γινόταν ήδη από τους κλασικούς χρόνους, σύμφωνα με πάπυρο της Ελεφαντίνης¹⁴, από το αιγυπτιακό μονοπώλιο με φοινικικά και ιωνικά πλοία.

Η παραπάνω αναφερθείσα σύνθετη διαδικασία παραγωγής ασφαλώς δεν ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί στα περισσότερα υαλοποιεία της περιφέρειας ή των αστικών κέντρων, αν δεν προϋπήρχε μια βαθιά υαλουργική παράδοση και γνώση του υλικού, αλλά και των τεχνιτών. Για τον λόγο αυτό είναι πιθανόν οι περισσότεροι υαλοουργοί-υαλοποιοί να κατέφευγαν σε αναζήτηση έτοιμου, αλλά παλαιού γυαλιού προς ανακύκλωση και επανάληψη της τήξης. Στην εναλλακτική αυτή μέθοδο κατασκευής γυαλιού με ανακύκλωση αναφέρεται και ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος¹⁵ στο 36ο βιβλίο της *Φυσικής Ιστορίας* του, κυρίως για την κατασκευή γυάλινων ψηφιδών, όπου γράφει: «Όταν το γυαλί σπάσει, μπορεί να συνδεθεί και πάλι με τη βοήθεια της πυράκτωσης, δεν μπορεί όμως να τηχθεί πλήρως χωρίς να κοινοτροποιηθεί σε μικρά θραύσματα, τα οποία μπορούμε να δούμε στη διαδικασία κατασκευής των μικρών ψηφιδών, γνωστών ως αβακίσκων για τα ψηφιδωτά καλλιτεχνήματα».

Η Ρόδος, ως σταυροδρόμι και χωνευτήρι καλλιτεχνικών ρεζιμάτων σε όλη της την ιστορική πορεία, αποτέλεσε κατά την Αρχαιότητα σημαντικό διαμετακομιστικό κέντρο, αλλά και πυρήνα υαλουργικών και υαλοποιητικών δραστηριοτήτων στον ευραλγικό γεωγραφικό χώρο της ΝΑ. Μεσογείου¹⁶. Υιοθέτησε τις νέες τεχνικές μεθόδους κατασκευής γυαλιού και καταργασίας γυάλινων αντικειμένων κατά τους προρωμαϊκούς και ρωμαϊκούς χρόνους, με εγκαθιδρυμένα εργαστήρια πιθανώς από την Ύστερη Εποχή του Χαλκού. Οι έμπειροι υαλοτεχνίτες των ροδιακών υαλουργείων και υαλοποιείων για να εξοικονομήσουν ενέργεια χρησιμοποίησαν ευρέως ανακυκλώσιμο αδιαφανές μονόχρωμο γυαλί ήδη από τους ύστερους αρχαϊκούς χρόνους, για την κατασκευή αγγείων τεχνικής του πυρήνα και κοσμημάτων (ψήφιν ή περιάπτων) αποδοσμένων σε μεταλλική ράβδο, καθώς και διαφανών ή διαγών αντικειμένων, όπως αγγείων και υαλολίων.

Από τις σωστικές ανασκαφές της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας στον Πόλη, αλλά και στη νεκρόπολη της αρχαίας Ρόδου, διαπιστώθηκε η παρουσία μιας σειράς ποικίλων ομάδων ανακυκλώσιμου γυαλιού, το οποίο μπορεί να διακριθεί με βάση το στάδιο εργαστηριακής κατασκευής του σε δύο βασικές κατηγορίες: αμνή εργαστηριακά απορρίμματα υαλοποιίας και υαλουργίας, καθώς και απορρίμματα της οικιακής οικονομίας σε μορφή θραυσμένων γυαλιών από διαμορφωμένα εμπορεύσιμα προϊόντα.

Στα εργαστηριακά ανακυκλώσιμα απορρίμματα υαλολίου η Ρόδος κατέχει έναν απροσδιόριστο μεγάλο αριθμό υαλουργικών και υαλοποιητικών καταλοίπων των προρωμαϊκών και ρωμαϊκών χρόνων. Στα σημαντικότερα από αυτά ανήκουν τα πρόσφατα κινητά ευρήματα μιας σωστικής ανασκαφής στο ανατολικό τμήμα της αρχαίας πόλης της Ρόδου, όπου διερευνήθηκε ανατο-



λικά της αρχαίας οδού P 32β τμήμα πιθανώς υαλοποιείου¹⁷ των ύστερων κλασικών χρόνων, μοναδικό έως σήμερα παράδειγμα για την ιστορία και την τεχνολογία του γυαλιού των προρωμαϊκών χρόνων στον ελλαδικό χώρο. Στα ανασκαφικά ευρήματα, τα οποία μελετώνται σε συνεργασία με το Εργαστήριο Χημείας του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου Αθηνών και το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, συμπεριλαμβάνονται ολίγα, αλλά σημαντικά υαλώματα γυαλιού (εικ. 5α), αποτυχημένα κατά τη διαδικασία της τήξης του μίγματος των πρώτων υλών ώστε να παραχθεί υαλότηγμα. Στα εξισωτικά γεμίσιμα του εργαστηρίου βρέθηκαν επίσης πρωτογενή τεμάχια πρσιανωπής υαλου με εγγλωβισμένες αεραβητικές και πυριτικές στρώσεις στο εσωτερικό τους, αποτέλεσμα της ανεπαρκούς τήξης, αφού πιθανώς βρισκόνταν στο κατώτερο τμήμα των υαλοκλιβάνων. Η ανακύκλωση των αποτυχημένων αυτών προϊόντων, καθώς και των μικρών διαβρωμένων βόλων υαλού (εικ. 5β) που βρέθηκαν στα απορρίμματα του εργαστηρίου, επέδωσαν επιτυχώς γυαλί, άχρωμο ή χρωματισμένο, σε μια επαναλαμβανόμενη τήξη στον υαλοκλιβάνο μαζί με την υαλουργική άμμο και την άσβεστο, που βρέθηκαν σε μεγάλες ποσότητες στον χώρο του υαλοποιείου. Η περαιτέρω διεργασία που ελάμβανε χώρα ήταν η κοπή και θραύση του πρωτογενούς γυαλιού σε μορφή εμπορεύσιμων βόλων ή υαλοπλινθωμάτων για κατεργασία στα υαλουργεία, όπως των 175 υαλοπλινθωμάτων που

5. Περιεσώματα γυαλιού προς ανακύκλωση. Ροδιακό υαλοποιείο. 4ος π. Χ. αι.
α. Υαλώματα και βόλοι γυαλιού.
β. Βόλοι γυαλιού.





έχουν βρεθεί στο ναυάγιο του Ulun Burun της Ύστερης Εποχής του Χαλκού¹⁸, στα ελληνιστικά ναυάγια του 3ου π. Χ. αι. Sanguinaire A κοντά στη νήσο Ajaccio και Lequin 2¹⁹ κοντά στις νήσους Porquerolles της νοτιού Γαλλίας, καθώς και στο βυζαντινό ναυάγιο του Serce Limani²⁰ κοντά στα παράλια της Τουρκίας.

Μια περαιτέρω συγκριτική εξέταση, που πραγματοποιήθηκε βάσει των αποτελεσμάτων της χημικής ανάλυσης των υαλοουργικών άμμων της Ρόδου, των ανακυκλώσιμων βάλων και περισευμάτων υάλου με τα παραγόμενα προϊόντα, όπως των ροδιακών, εν θερμώ διαμορφωμένων διαφανών αγγείων πολυτελείας των ύστερων κλασικών και πρώιμων ελληνιστικών χρόνων²¹ υπέδειξε, σύμφωνα με τις προκαταρκτικές παρατηρήσεις, τον συσχετισμό των ανακυκλώσιμων διαφανών προϊόντων υάλου και των παραγόμενων προϊόντων.

Μεγαλύτερη και συνεχής, ωστόσο, φαίνεται ότι ήταν η ανακύκλιση του γυαλιού στα υαλοουργεία, στα εργαστήρια κατασκευής αγγείων και αντικειμένων, στα οποία τα αποτυχημένα προϊόντα-περισεύματα, όπως υπερχειλιόματα, πλεονάσματα, παραμορφωμένα υαλοθραύσματα από την αποτυχημένη διαδικασία της κάμψης ή της εμπέσης με μήτρα, ανακυκλώνονταν με τους άχρμους ή χρωματισμένους βάλους υάλου, προσδίδοντας ευκαμψία και πλαστικότητα στο υπό κατασκευή μίγμα.

Η απόθεση του ροδιακού υαλοουργείου²², η οποία είχε ανασκαφεί παλαιότερα από τις αρ-

χαιολόγους Dr. Gladys Davidson-Weinberg και Όλγα Κακαβογιάννη, βρίσκεται κοντά στο ροδιακό υαλοποιείο στο ανατολικό τμήμα της αρχαίας πόλης της Ρόδου, και φαίνεται ότι χρησιμοποιήθηκε ως εξισωτικό γέμισμα για την ανακατασκευή ελληνιστικής ροδιακής οικίας του τέλους του 3ου και των αρχών του 2ου π.Χ. αι. Στα απορρίμματα βρέθηκε ένας μεγάλος αριθμός, άνω των 12.000 διαμορφωμένων προϊόντων, ψήφων κυρίως, αλλά και σκευών πολυτελείας, όπως αγγείων με ένθετα φύλλα χρυσού, καθώς και ημιτελώς διαμορφωμένων αντικειμένων, κυρίως ψήφων και υαλολιθών. Το ιδιαίτερο τεχνολογικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει η ομοιογενής απόθεση του υαλοουργείου είναι ο μεγάλος αριθμός εργαστηριακών κινητών καταλοίπων, όπως πήλινων ή μεταλλικών εργαλείων, βάλων, περισσευμάτων γυαλιού προς ανακύκλιση ή κατεργασία, πήλινων δοχείων χρωματισμού, πήλινου φλογίστρου για ελεγχόμενη αναρρίπση, και κεραμικών τροχών για την κατασκευή γυάλινων αγγείων, που προσφέρουν στοιχεία ανασύστασης των διαφόρων σταδίων της ελληνιστικής τεχνολογίας του γυαλιού, άγνωστη στο μεγαλύτερο της μέρος. Η μελέτη και δημοσίευση των παραπάνω εργαστηριακών καταλοίπων βρίσκεται σε εξέλιξη με την επιχορήγηση του ερευνητικού προγράμματος που έχει συσταθεί από το Ίδρυμα Shelby White-Leon Levy του Πανεπιστημίου Harvard, και με τη συνεργασία πολλών επιστημονικών φορέων, όπως του Εργαστηρίου Χημείας του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου Αθηνών, του Ι.Γ.Μ.Ε., του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. Δημόκριτος, του Εργαστηρίου Fitch της Βρετανικής Αρχαιολογικής Σχολής και του Τμήματος Αρχαιολογικών Υλικών και Τεχνολογιών του Ινστιτούτου Αρχαιολογίας του UCL του Λονδίνου. Ιδιαίτερα ενδιαφέροντα και νέα στοιχεία έχουν προκύψει από τη μελέτη των διαφανών πρωτογενών μικρών κυανόχρωμων ή καστανόχρωμων βάλων γυαλιού, των περισσευμάτων (εικ. 6) από την κατεργασία αγγείων ή την λήψη τεμαχίων με απόκρουση και ίχνη κοπής, των παραμορφωμένων ανακυκλώσιμων θραυσμάτων και ψηγμάτων (εικ. 7), αλλά και των υαλωμάτων γυαλιού, που χρησιμοποιήθηκαν ευρέως ανάμικτα προς ανακύκλιση, σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες περίπου 800 °C σύμφωνα με τα αποτελέσματα της θερμικής και θερμοβαρυσμετρικής ανάλυσης. Για τη λήψη του χρωματισμένου γυαλιού πιθανώς χρησιμοποιήθηκαν σε τακτά χρονικά διαστήματα κατάλληλα βαθιά ή ρηχά πήλινα πυρίμαχα δοχεία τήξης, τα οποία έχουν πολλαπλές



6. Περισεύματα γυαλιού προς ανακύκλιση. Ροδιακό υαλοουργείο. Τέλος 3ου - πρώιμος 2ος π. Χ. αι.

7. Ψήγματα γυαλιού προς ανακύκλιση. Ροδιακό υαλοουργείο. Τέλος 3ου - πρώιμος 2ος π. Χ. αι.

στρώσεις χρωματισμένου υαλιού, σχεδόν όμοια με τα αιγυπτιακά πλίνθα των φαρανικών εργαστηρίων της Tel el-Amarna και του Οίκου Ραμσή (Pirameses/Quantif)²³, καθώς και των σημερινών παραδοσιακών εργαστηρίων στην Ινδία και στην Τουρκία. Με βάση τα προκαταρκτικά συμπεράσματα φαίνεται ότι ένας μεγάλος αριθμός πλίνθων χρωματισμένων λεκανιδιών ποικίλων μεγεθών, με ίχνη μεμονωμένων ή ανάμικτων χρωμάτων στο εσωτερικό, είχε χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή των χρωματιστών ουσιών και του χρωματισμού του υαλιού ή για την προσομοίωση των χρωματισμένων ανακυκλωμένων βιβλών προς καταγραφή σε εν θερμό παράκτωσι για την κατασκευή ψήφων ή αγγείων σε κεραμικό τρώχο.

Σε αντίδιαστολή με την λογική διαχείριση των φυσικών πρώτων υλών και την εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης του υαλιού στην Αρχαία, η σημερινή ανάπτυξη της βιομηχανικής και μαζικής καταναλωτικής επέφερε σύγκληση για την εύρεση επιστημονικών λύσεων στην βιωσιμότητα του φυσικού περιβάλλοντος, αλλά και την τάση ενός αυξανόμενου ορθολογισμού για τη διαμόρφωση πολιτικής για το περιβάλλον. Σ' ένα συγκεχυμένο, ετεροκλήτο, πολυσχέδιο πεδίο που έχει θεμελιωθεί σπουδαιότητα για όλους μας, θεωρώ ότι η τάση αυτή είναι ένα έντονο σημάδι ελπίδας.

Σημειώσεις

1. Το κείμενο διαβάστηκε στο διεθνές Συνέδριο Αρχαιολογία και Περιβάλλον στα Δελφία (Έργα και Πολιτισμός Τουρισμού, Ρόδος, 1-4 Νοεμβρίου 2000, που διοργανώθηκε από το Τμήμα Μεσογειακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αιγίου.
2. Gerstenfeld, M., *Environment and Confusion. An Introduction to a Messy Subject*, Interleaf, 1994. Και στην ελληνική γλώσσα: *Περιβάλλον και Σύγχυση: Εισαγωγή ή Ανάκλιση* Θέμα, εκδ. Λήβηθ ΑΒΕ-Νέα Σύνορα, Αθήνα, 1999.
3. Ο.π., σ. 56.
4. Ιδιαίτερα διστακτικό είναι το παράδειγμα των καπνικών-βόθρων που έχουν ενταχισθεί κυρίως σε αρχαίες οδοούς της Ρόδου με επαναχρησιμοποίηση του υλικού ως λιπασμάτων στην αγροτική παραγωγή. Βλ. Μ. Φιλίμοβ, *Αστικά Απορρίματα στην Αγροτική Παραγωγή: το Παράδειγμα της Αρχαίας Ρόδου*, Διεθνές Συνέδριο Αρχαιολογία και Περιβάλλον στα Δελφία 2000, Έργα και Πολιτισμικός Τουρισμός, Ρόδος, 1-4 Νοεμβρίου 2000, Περίληψη Ανακοινώσεων.
5. Εποχιακά η διαφορετική εννοιολογική σημασία των λέξεων: επαναχρησιμοποίηση (δευτερογενής όμοια χρήση υλικού χωρίς τεχνική επίμβαση), μεταποίηση (μετασκευή πρωτογενούς υλικού σε όμοια ή διαφορετική χρήση με τεχνητή επίμβαση) και ανακύκλιση (φυσική επαναχρησιμοποίηση υλικού με τεχνητή επίμβαση).
6. Για τη χημική σύσταση του υαλιού και τις ιδιότητές του, βλ. Ε. Κοντού, Δ. Κοτσαμάνη, Β. Λαμπροπούλου, Γ. Χαλ. Τεχνολογία, *Διαβρωχή & Σύντηξη*, Αθήνα, 1995, σσ. 71-126, και H.G. Pfander, *Schott Guide to Glass*, Cambridge, 1996, σσ. 16-49.
7. Kock, J., Sode, T., *Glass, Glassbeads and Glassmakers in Northern India*, Vanløse, Denmark, 1994, σσ. 7, κ.ε.ξ.
8. Sode, T., *Anatolske Glasperler, Kontyngent*, 1996, σσ. 38 κ.ε.ξ.
9. Για την ορολογία, βλ. Π. Τριανταφυλλίδη, *Το Γυάλινο Αντικείμενο από την Μινωία Αγορά*, Συμβολή στη μελέτη της υαλοργίας στις Κυκλάδες κατά την Ελληνιστική και Ρωμαϊκή περίοδο, Ιωάννινα, 1998 (δ.δ. διατριβή), Επίμνηρο 1, σσ. 232-257, και του ίδιου, *Μικρό Λεϊκό Όμοιο Γυάλινο* (υπό εκτύπωση).
10. Lefkos, R., *Glass*, London, 1997, σσ. 42-43.
11. Leon, H. J., «Sulphur for Broken Glass», *Transactions and Proceedings of the American Philological Association*, 72, 1941, σσ. 233-236, κυρίως σ. 236. Αντιθέτως, ο Smyth (βλ. W.R. Smyth, «Status, Silvae I.6.73-74 and Martial, I.4.1-5», *The Classical Review*, 61, 1947, σσ. 46-47), υποστηρίζει τη χρήση των υαλοπερσιστευμάτων για την κατασκευή ψηφιδωτών δαπέδων, ενώ αντίθετα προς αυτόν υποστηρίζει ο P. Howell, *A Commentary on Book One of the Epigrams of Martial*, London, 1980, 194, και G.W.M. Harrison, *Martial*, 1.41: *Sulphur and Glass*, *Classical Quarterly*, 37, 1987, 203-207, κυρίως 204. Βλ. επίσης M. McClellan, *To Play Properly with a Glass Ball*, *Excipit*, 27, αρ. 2, 1985, 41-43, και D. Whitehouse, «Glass in the

- Epigrams of Martial», *JGS* 41, 1999, 73-81, κυρίως 78.
12. Βλ. Leon, ο.π., Smyth, ο.π., McClellan, ο.π., σ. 42, και Whitehouse, ο.π., σμ. 45.
13. Brill, R., «A Great Glass Slab from Ancient Galilee», *Archaeology* 20, 1967, σσ. 88-95, Freestone, I., Goin-Rosen, Y., «The Great Glass Slab at Bet She 'Anat, Israel: An Early Islamic Glassmaking Experiment?», *JGS* 41, 1999, σσ. 105-116, Goin-Rosen, Y., *The Ancient Glass Industry in Israel: Summary of the Finds and New Discoveries, Les Ateliers de Verres: Découverts Récents* (ed. M.-D. Nenna), Lyon, 1999 (υπό εκτύπωση).
14. Yardeni, A., «Maritime Trade and Royal Accountancy in an Erased Customs Account from 475 BC on the Ahiqar Scroll from Elephantine», *BASOR* 293, 1994, σσ. 67-68, κυρίως, 72 σμ. 24.
15. Fin, *Nat. Hist. XXXI*, 199, και πρβλ. Townbridge, M.L., *Philological Studies in Ancient Glass*, Illinois, 1952 (δ.δ. διατριβή), σσ. 106-107, 135 σμ. 18.
16. Τριανταφυλλίδη, Π., *Γυάλινα ακεία πολιτείας*, εκδ. η Ρόδος, Ρόδος 2.400 χρόνια. Η πόλη της Ρόδου από την ίδρυση της μέχρι την κατάληξη από τους Τούρκους (1522), τ. Α', Αθήνα, 1999, 219-227, κυρίως 219 σμ. 2, 226 σμ. 60.
17. Τριανταφυλλίδη, Π., «New Evidence of the Glass Manufacture in Classical and Hellenistic Rhodes», *ArchAIH* 14, 1998, 32, και *ArchAIH* 14, *Τέχνες*, τεύχ. 74, 2000, 104.
18. Bass, G. F., Pulak, C., Colton, D. and Weinstein, J., «The Bronze Age Shipwreck at Ulu Burun: 1986 Campaign», *AJA* 93, 1989, σσ. 1-29, και Bass, J. F., «Prolegomena to a Study of Maritime Traffic in Raw Materials to the Aegean During the 14th and 13th Centuries BC», *Proceedings of the 6th International Aegean Conference, Philadelphia 1996*, *Aegeum* 16, Liège 1997, σσ. 153-170.
19. Fry, D., Jezequel, M. P., «L'ins Eglise Chargée de Lingots et de Verres de Verre: Un Témoignage Exceptionnel du Commerce et de la Technologie du Verre en Méditerranée Antique», *Verre*, 3.3, 1997, σ. 66 σμ. 4, Nenna, M.-D., *Les Verres, Dèlos*, Fascicule XXXVII, Paris, 1999 (δ.δ. διατριβή), σ. 696.
20. Bass, G. F., «The Nature of Serce Limani Glass», *JGS* 26, 1984, σσ. 64-69, και van Doorninck, F. H., «The Serce Limani Shipwreck: An 11th Century Cargo of Fatimid Glassware Cullet for Byzantine Glass», *First International Anatolian Glass Symposium*, Istanbul 1998 (1999), σσ. 58-63.
21. Τριανταφυλλίδη, Π., *Ροδική Υαλοργία I. Τα εν Θερμά Διαμορφωμένα Διαφανή Αγεία Πολυτελείας. Οι Κλασικοί οι Πρώιμοι Ελληνιστικοί Χρόνοι*, Αθήνα 2000 (έκδοση Υπουργείου Αιγίου).
22. Davidson-Wernberg, G.I., «Λείψανα Υαλοργίας Ελληνιστικής Εποχής», *Ad* 23, 1968, 82, Χρόνια, σσ. 441-442, Davidson-Wernberg, G.I., «Glass Manufacture in Hellenistic Rhodes», *Ad* 24, *Mélanges*, 143-151, και της ίδιας, *Cold-Glass Manufacture in Hellenistic Rhodes*, *Résumés du 12e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre*, Vienne 1991.
23. Nicholson, P., «Glassmaking and Glassworking at Amarna: Some New Work», *JGS* 37, 1995, σ. 18. Rehren, Th., Pusch, E. B., «Glass-Melting Crucibles from Quantir», *JEA* 83, 1997, σσ. 132, 134, Rehren, Th., «Rammed-Glass-Colouring Crucible», *Archaeometry*, 39, 2, 1997, σσ. 355-368, Pusch, E. B., «Glassproduktion in Quantir, Aegyptus and Levant», *IK*, 1999, σσ. 111-120.

Glass Recycling in Ancient Rhodes

P. Triantafyllidis

Martial's epigrams refer to the trading of fragments or failed glass products which were intended to be recycled in the glass workshops.

The archaeological finds from the salvage excavations of the last decades in Rhodes confirm the extensive glass recycling in antiquity, known until today only from written sources. The recent finds, located in the town and in the necropolis of ancient Rhodes, prove that glass recycling – of glass remnants and failed products of glassworking – was known not only in the Roman period, but also in the Hellenistic era. Besides the workshop remnants and the failed products of glassworking in the form of cullet, fragments, scraps or deformed objects, there are also recyclable glass products of glassmaking, mainly pieces of semi-melted or glass-transformed raw glass and coloured or colourless chunks, which would give a good quality of well-melted and flexible glass.

In the present study, the role and contribution of the recycled products of glassworking and glassmaking is stressed as regards the saving of energy and raw materials, which were used in the making, colouring and working of glass; thus, it is emphasized the multi-lateral technological knowledge of the ancient glass craftsmen, which has more or less remained unknown until today.

P.T.