

Η ΑΡΧΑΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΣ ΚΑΙ Η ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ

Βασίλης Καρασμάνης

Αναπληρωτής Καθηγητής Φιλοσοφίας Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου
Διευθυντής Ευρωπαϊκού Πολιτιστικού Κέντρου Δελφών (1994-2004)

Τον Αύγουστο του 1992, ο αρχαιολόγος και καθηγητής του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης Δημήτριος Παντερμαλής και οι συνεργάτες του ανακάλυψαν στις ανασκαφές του αρχαίου Δίου το πάνω τμήμα μουσικού οργάνου αποτελούμενου από μια συστοιχία μπρούτζινων αυλών και οριζόντια μεταλλική πλάκα στήριξης τους, που έφερε ένα διακοσμητικό στοιχείο. Σύμφωνα με τον ανασκαφέα, το εύρημα ανάγεται στον 1ο αιώνα π.Χ. και επομένως είναι το αρχαιότερο εύρημα οργάνου που έχουμε. Ακριβώς λόγω της πρώιμης χρονολόγησης του ευρήματος αλλά και του μεγάλου μεγέθους του, είναι σχεδόν βέβαιο ότι ήταν τμήμα υδραυλίας, του φημισμένου αρχαίου μουσικού οργάνου. Το αρχαιολογικό εύρημα εκτέθηκε, μετά την πρώτη συντήρησή του, στο Μέγαρο Μουσικής Αθηνών την άνοιξη του 1994. Στις αρχές του 1995, το Ευρωπαϊκό Πολιτιστικό Κέντρο Δελφών (ΕΠΚεΔ), υπό τη διεύθυνσή μου και με την υποστήριξη του τότε Υπουργού Πολιτισμού κ. Θ. Μικρούτσικου, ξεκίνησε ερευνητικό πρόγραμμα ανακατασκευής της υδραυλίας του Δίου σε συνεργασία με τον καθηγητή κ. Παντερμαλή. Εκτός του Υπουργείου Πολιτισμού το πρόγραμμα ενισχύθηκε οικονομικά και από χορηγίες του Ιδρύματος Λεβέντη και της Γενικής Γραμματείας Νέας Γενιάς.

Η υδραυλίη ή υδραυλικό όργανο είναι το πρώτο στην ιστορία ηλεκτροφόρο μουσικό όργανο και πρόδρομος του μετέπειτα εκκλησιαστικού οργάνου της δυτικής Ευρώπης. Αποτελείται από μια ή περισσότερες συστοιχίες μεταλλικών αυλών, διαφόρων μεγεθών, οι οποίοι τροφοδοτούνται με αέρα υψηλής και σταθερής πίεσης μέσω μηχανικής-υδραυλικής διάταξης και ενεργοποιούνται για να ηχήσουν με τη βοήθεια ειδικών μοχλών-πληκτρών. Η υδραυλίη είναι μια απλή και ιδιόφυη κατασκευή, η οποία αποδεικνύει τον υψηλό βαθμό τεχνολογικής σκέψης και εφευρετικότητας που είχε αναπτυχθεί στον αρχαίο ελληνικό κόσμο.

Αντίθετα με πολλές μεγάλες εφευρέσεις στο απώτερο παρελθόν, η υδραυλίη δεν ήταν προϊόν σταδιακής διαδικασίας: τυχαίνει να γνωρίζουμε το όνομα του εφευρέτη της. Σύμφωνα με τις μαρτυρίες του Αθίναιου¹, του Φίλωνος του Βυζαντινού² και έμμεσα του Βιτρούβιου³, ο εφευρέτης

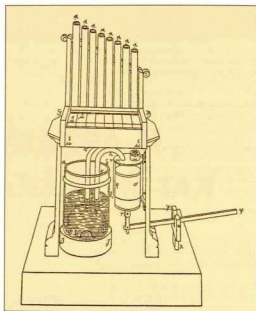
της υδραυλίας ήταν ο φημισμένος Έλληνας μηχανικός Κτησίβιος που έζησε στην Αλεξάνδρεια τον 3ο αιώνα π.Χ.⁴.

Ο Κτησίβιος, γιος κουρέα, ήταν ο σημαντικότερος μηχανικός και εφευρέτης της εποχής. Πολλές από τις εφευρέσεις του αξιοποιούν την πίεση του αέρα και του νερού. Μια σημαντική εφεύρεσή του ήταν και το μουσικό όργανο –η υδραυλίη–, της οποίας ο υδραυλικός μηχανισμός προκάλεσε τεράστια εντύπωση στην αρχαία κοινωνία. Απ' ό,τι μας λέει ο Αθίναιος στο παραπάνω χωρίο, η γυναίκα του Κτησίβιου, η Θάϊς, έμαθε να παίζει το όργανο και έτσι υπήρξε η πρώτη οργανοπαίκτρια.

Φαίνεται ότι το νέο όργανο προκάλεσε το θαυμασμό και γρήγορα έγινε αποδεκτό από τον ελληνικό κόσμο. Μια επιγραφή από τους Δελφούς⁵, η οποία ανάγεται στο 90 π.Χ., μας αναφέρει τα επιτεύγματα ενός δεξιότατης χειριστή της υδραυλίας. Ο Αντίπατρος, γιος του Βρεύκου, από την Κρήτη, έφθασε στους Δελφούς για να δια-

γνωστεί στους περίφημους μουσικούς αγώνες. Αφού έπαιξε επί δύο ολόκληρες ημέρες, νίκησε στους αγώνες και η μουσική του προκάλεσε τέτοιο ενθουσιασμό στους πολίτες των Δελφών, ώστε αποφάσισαν να του φτιάξουν μπρούντζινο άγαλμα και να αποδώσουν σ' αυτόν και τους απογόνους του μεγάλες τιμές και προνομία. Από την παραπάνω επιγραφή φαίνεται ότι 150 χρόνια μετά την εφεύρεση του Κτησίβιου υπήρχαν στη Ελλάδα δεξιοτέχνες παίκτες της υδραυλής, με μεγάλη φήμη, που λάμβαναν μέρος στους μεγάλους μουσικούς αγώνες.

Το υδραυλικό όργανο φαίνεται ότι γίνεται γνωστό στη Ρώμη γύρω στα τέλη του 1ου αιώνα π.Χ., όπως δείχνουν οι αναφορές σ' αυτό από τον Κικέρωνα, τον Πλίνιο τον Πρεσβύτερο, τον Λουκρήτιο, τον Βιργίλιο και άλλους. Στη Ρώμη, η υδραυλή παίζετο είτε μόνη της είτε μαζί με άλλα όργανα (τρομπέτες, κέρατα) σε επαυλίες, θέατρα, ακόμη και σε συναυλίες σε πλοία και συνοδεύει μουσικά τις μονομαχίες στα αμφιθέατρα. Γίνεται το αγαπημένο μουσικό όργανο της



άρχουσας τάξης, αλλά και αυτοκρατόρων όπως ο Νέρων, ο Καρακάλλος, ο Ηλιογάβαλος και ο Αλέξανδρος Σεβήτρος. Ειδικά ο Νέρων, ο οποίος φέρνει και υδραυλικά όργανα από την Ελλάδα, δείχνει μεγάλη προτίμηση για την υδραυλή, την οποία και παίζει ο ίδιος⁶. Ο λόγιος αυτοκράτορας Ιουλιανός τον 4ο αιώνα μ.Χ. γράφει ποίημα για το όργανο⁷.

Από τις αρχαίες αναφορές αλλά και από τις πολυάριθμες αναπαραστάσεις της σε νομίσματα, κεραμικά, ψηφιδωτά και πέτρινες στήλες, που έχουν διασωθεί βλέπουμε ότι υπήρξε μεγάλη ποικιλία οργάνων σε σχέση με το μέγεθος, τον ήχο και τον αριθμό των αυλών. Υπήρξαν όργανα με μία ή πολλές σειρές αυλών, με δυνατό ήχο για αμφιθέατρα ή για απαλή μουσική, μικρά φορητά όργανα ή τεράστια σταθερά· με μία ή δύο αντλίες αέρα που τις χειρίζονταν είτε βοηθοί είτε ο ίδιος ο οργανοπαίκτης με τα πόδια· με τα μπάσα είτε δεξιά είτε αριστερά· οι αυλοί μπορούσαν να είναι ανοικτοί ή κλειστοί, με γλωσσιδί ή χωρίς γλωσσιδί. Το πιο συνηθισμένο είδος υδραυλής πρέπει να ήταν 1,5- 2 μ. ψηλό, με δύο αντλίες αέρα και 15-25 αυλούς. Ο οργανοπαίκτης το έπαιζε όρθιος πάνω σ' ένα χαμηλό σκαμνί, ενώ δύο βοηθοί χειρίζονταν τις αντλίες. Το ξύλινο έπιπλο του οργάνου ήταν διακοσμημένο και οι αυλοί ήταν πάντοτε από μπρούντζο.

Σταδιακά και ίσως από τις αρχές του 2ου αιώνα μ.Χ., αρχίζουν να εμφανίζονται όργανα που ο υδραυλικός μηχανισμός αντικαθίσταται από φυσερά, και έτσι το όργανο μετατρέπεται από υδραυλικό σε καθαρά πνευματικό. Ήδη στις αρχές του 3ου αιώνα μ.Χ. πρέπει να χρησιμοποιούνται σχεδόν εξίσου και οι δύο τύποι οργάνων. Φαίνεται ότι την εποχή αυτή τα μικρά φορητά όργανα ήταν πνευματικά, ενώ τα μεγάλα υδραυλικά⁸. Τα πλέονεκμήματα των πνευματικών οργάνων ήταν το λίγο βάρος και ο απλός μηχανισμός που εύκολα επισκευάζεται. Το μεγάλο τους μειονέκτημα ήταν ότι δεν πετύχαιναν ικανοποιητική σταθεροποίηση της πίεσης του αέρα.

1. Η υδραυλής του Δίου.

2. Αναπαράσταση υδραυλής και του μηχανισμού της.



Από τα τέλη του 5ου αιώνα μ.Χ. και μετά την πτώση της δυτικής Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας λόγω των βαρβαρικών επιδρομών, το όργανο εξαφανίζεται από τη δυτική Ευρώπη, αλλά συνεχίζει να επιζεί στην ανατολική αυτοκρατορία, το Βυζάντιο. Σταδιακά όμως επικρατεί το όργανο στην πνευματική του μορφή, αφού έχουν βρεθεί τρόποι τροφοδοσίας με αέρα υπό σταθερή πίεση, ώστε να είναι δυνατόν να έχουν και μεγάλα όργανα χωρίς υδραυλικό μηχανισμό. Μαρτυρίες για την ύπαρξη υδραυλικών οργάνων στο Βυζάντιο από τον 7ο αιώνα και μετά δεν υπάρχουν. Στην αυτοκρατορική αυλή της Κωνσταντινούπολης το όργανο θεωρούνταν ως σύμβολο κύρους και έπαιξε μουσική σε δημόσιες εορτές αλλά και κατά τις επισκέψεις ξένων καλεσμένων προς εντυπωσιασμό. Ο αυτοκράτωρ Κωνσταντίνος ο Πορφυρογέννητος (912-959 μ.Χ.) ενέταξε και τυπικά στο πρωτόκολλο της αυλής το όργανο, το οποίο έπρεπε να παίζει σε παρελάσεις, σε συγκεκριμένες τελετές στο παλάτι και τον ιππόδρομο⁹. Το 757 μ.Χ. ο αυτοκράτωρ Κωνσταντίνος Γ' ο Κοπρύνιμος έστειλε ένα όργανο δωρό στον βασιλιά των Φράγκων Πεπίνου τον Βραχύ, πατέρα του Καρλομάγνου. Από τα χρονικά της εποχής βλέπουμε την τεράστια εντυπωσία που προκάλεσε το όργανο αυτό και ο ήχος του στη γαλλική κοινωνία¹⁰. Σταδιακά το όργανο εντάχθηκε στη μουσική παράδοση της Δύσης, έγινε αποδεκτό από την καθολική εκκλησία και εξελίχθηκε στο γνωστό εκκλησιαστικό όργανο. Στο Βυζάντιο, το όργανο παραμένει σε χρήση αλλά περιορίζεται στο παλάτι και εξαφανίζεται μετά την Άλωση της Κωνσταντινούπολης από τους Τούρκους το 1453¹¹.

Πέρα από τις πολλές ενδιαφέρουσες αρχαίες αναφορές στην ύδραυλη, έχουν διασωθεί και δύο αναλυτικές περιγραφές της από τον Βιτρούβιο (10.8) και τον Ήρωνα τον Αλεξανδρέα (*Πνευματικά* 1.42) και κυρίως του μηχανισμού τροφοδοσίας αέρα και του μηχανισμού των πλήκτρων. Η σημασία του υδραυλικού μηχανισμού είναι ότι επιτυγχάνει τροφοδοσία αέρα στους αυλούς υπό σταθερή πίεση και αυτό φαίνεται ότι ήταν το βασικό πρόβλημα του Κτησίου όταν κατασκεύασε το όργανο.

Ο μηχανισμός¹² αποτελείται από ένα μικρότερο κυλινδρικό δοχείο (βιολισκό) γεμάτο με νερό, στον πυθμένα του οποίου τοποθετείται ένα μεταλλικό ημισφαίριο που καλείται πνιγέας. Ο πνιγέας είναι στραμμένος με τη βάση του προς τα κάτω, η οποία είναι ακανόνιστη και επιτρέπει τη ροή του νερού εντός του. Από την κορυφή του ημισφαιρίου βγαίνουν δύο σωλήνες. Ο πρώτος οδηγείται σε μια κυλινδρική αντλία αέρα και ο άλλος προς τους αυλούς (εικ. 5).

Στην κορυφή της αντλίας υπάρχει μια βαλβίδα που επιτρέπει στον αέρα να εισέρχεται, αλλά όχι να εξέρχεται από την αντλία. Η βαλβίδα (πυξιδιον) είναι ένας μικρός κώνος κολημένος στην πάνω έδρα της κυλινδρικής αντλίας που έχει μια οπή στην άνω επιφάνειά του. Μέσα στη βαλβίδα και κάτω από την οπή υπάρχει μια μικρή στρογγυλή πλάκα που κλείνει το άνοιγμα καθώς ανεβαίνει, με οδηγούς μερικά καρφιά, όταν η αντλία πιέζει τον αέρα. Όταν το έμβολο της αντλίας πιέζεται, η βαλβίδα κλείνει και ο αέρας

οδηγείται μέσω του σωλήνα στο ημισφαίριο (πνιγέα). Η πίεση τώρα του νερού σπρώχνει τον άερα προς τον άλλο σωλήνα και τροφοδοτεί με αέρα τους αυλούς.

Διάφοροι μελετητές ισχυρίζονται ότι ο παραπάνω μηχανισμός που περιγράφει ο Ήρων δεν θα πρέπει να λειτουργεί ικανοποιητικά, γιατί ο αέρας από τον πνιγέα είναι δυνατόν να επιστρέφει πίσω στον ίδιο σωλήνα προς την αντλία και όχι μόνο στο σωλήνα που οδηγεί στους αυλούς. Για να αποφευχθεί αυτό θα πρέπει να υπάρχει μια δεύτερη βαλβίδα που να μην επιτρέπει αυτή την επιστροφή του αέρα. Όταν κάναμε την ανακατασκευή του οργάνου προβληματίστηκε πολύ σ' αυτό το θέμα. Πράγματι, υπήρχε μια επιστροφή αέρα, όχι όμως τόσο, ώστε να επηρεάζει σημαντικά τη λειτουργία και την ηχητική του οργάνου. Αλλά και αυτό το μικρό πρόβλημα το λύσαμε με έναν πολύ απλό τρόπο χωρίς τη χρήση δεύτερης βαλβίδας. Προεκτινάμε το σωλήνα που τροφοδοτεί με αέρα τον πνιγέα μέσα στον ημισφαιρικό πνιγέα, περίπου κατά τα

3. Μουσικό από το Νέωνγκ της Γερμανίας, Εποχή Αδριανού.



δύο τρίτα της ακτίνας της σφαιράς. Έτσι το ελεύθερο άκρο του σωλήνα βρίσκεται μέσα στο νερό και ο εγκλωβισμένος αέρας στο πάνω μέρος του πνιγέα αναγκαστικά θα φύγει από τον άλλο σωλήνα προς τους αυλούς. Δείξαμε έτσι στην πράξη, ότι η περιγραφή του Ήρωνα είναι ακριβής και όχι ελλιπής.

Τώρα, επειδή η πίεση του νερού είναι σταθερή, είναι επίσης σταθερή και η πίεση του αέρα στα σωλήνα που οδηγεί στους αυλούς. Έτσι κάθε αυλός βγάζει έναν συγκεκριμένο ήχο, πάντα τον ίδιο. Βάζοντας περισσότερο ή λιγότερο νερό στο μεγάλο κυλινδρικό δοχείο (βωμίσκος) μπορούμε να αυξομειώσουμε την πίεση του αέρα προς τους αυλούς, ώστε να πετύχουμε καλύτερα ακουστικά αποτελέσματα.

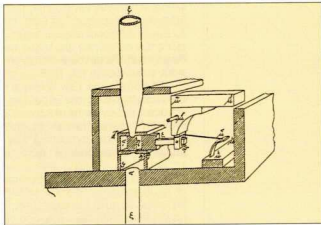
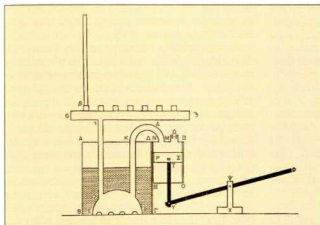
Ο δεύτερος σωλήνας οδηγεί τον αέρα σ' έναν οριζόντιο επιμήκη αεροθάλαμο στην κορυφή του οποίου προσαρμόζονται στη σειρά οι αυλοί. Τα πλήκτρα είναι συνήθως ξύλινα και όταν πιέζονται προωθούν ένα μεταλλικό έλασμα το οποίο κινείται οριζόντιως ανάμεσα στο άκρο του αυλού και τον αεροθάλαμο. Το έλασμα φέρει μια οπή, έτσι ώστε, όταν πιέζουμε το πλήκτρο, αυτό μετακινείται και η οπή του συμπίπτει με την οπή στην άκρη του αυλού και κάνει ώστε να περνά ο αέρας από τον αεροθάλαμο στον αυλό. Ένα έλασμα -ξύλινο, μεταλλικό ή κοκάλινο- συνδέεται με το πλήκτρο και το επαναφέρει στη θέση του.

Οι δύο αρχαίες περιγραφές της υδραυλής παρουσιάζουν μικρές διαφορές μεταξύ τους, οι οποίες όμως γίνονται σημαντικές όταν θελήσουμε, όχι απλώς να κατανοήσουμε τις γενικές αρχές λειτουργίας του μηχανισμού, αλλά να ανακατασκευάσουμε επακριβώς το όργανο. Επιπλέον, οι πληροφορίες που δίνουν οι παραπάνω συγγραφείς δεν περιγράφουν την υδραυλή με τις λεπτομέρειες εκείνες που θα επέτρεπαν την ασφαλή ανακατασκευή της. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι μολοντί η υδραυλή ανέκαθεν κινούσε το ενδιαφέρον των μελετητών της αρχαίας ελληνικής μουσικής, ελάχιστες συστηματικές απόπειρες λεπτομερούς μελέτης της λειτουργίας της και ανακατασκευές έχουν γίνει. Στην ανακατασκευή που κάναμε στηριχθήκαμε κυρίως στην περιγραφή του Ήρωνα για δύο λόγους: πρώτον, γιατί ο Ήρων περιγράφει υδραυλή με μια σειρά αυλών και μία αντλία, άρα αντίστοιχη της πρώτης που κατασκεύασε ο Κτησίβιος (και πιο κοντινή σ' αυτήν του Δίου, η οποία έχει επίσης μία σειρά αυλών), και δεύτερον, γιατί ο Ήρων είναι πολύ πιο σαφής. Θυμίζει μηχανικό που ο ίδιος έχει κατασκευάσει το όργανο και δίνει οδηγίες κατασκευής για άλλους μηχανικούς.

Το εύρημα του Δίου δεν είναι το μοναδικό αρχαιολογικό εύρημα μουσικού οργάνου. Στα τέλη του περασμένου αιώνα βρέθηκαν στην Πομπηία δύο μπρονζένινα αντικείμενα, τα οποία πιθανόν να ήταν μέρη μουσικών οργάνων. Πολύ

4. Μουσικό από το Μιραμίν της Συρίας (4ος αιώνας μ.Μ.). Απεικονίζει ορχήστρα γυναικών και πνευματικό όργανο.





πιο σημαντικό όμως ήταν το μπρούντζινο όργανο που βρέθηκε το 1931 στο Aquincum στην Ουγγαρία και που βάσει μιας επιγραφής του χρονολογείται στο 228 μ.Χ. ή λίγο νωρίτερα. Είναι ένα πνευματικό όργανο με τέσσερις σειρές 13 αυλών το μήκος των οποίων κυμαίνεται από 36 έως 13,7 εκ. Οι αυλοί των τριών πρώτων σειρών είναι κλειστοί χωρίς γλωσσίδι, ενώ της τέταρτης σειράς είναι ανοικτοί χωρίς γλωσσίδι. Μαζί με τους αυλούς βρέθηκαν στοιχεία από το μηχανισμό τροφοδοσίας αέρα και των πλήκτρων. Το εύρημα του Aquincum μας βοήθησε πολύ να κατανοήσουμε το αρχαίο όργανο¹³. Πρόσφατα (το 1996) πιστοποιήθηκε ότι μεταλλικά εξαρτήματα που βρέθηκαν στην Avenches (Aventicum) της Ελβετίας είναι τμήματα ρωμαϊκού μουσικού οργάνου. Το εύρημα βρίσκεται στο Ρωμαϊκό Μουσείο της Avenches.

Το πρόγραμμα ανακατασκευής της ύδραυλης του Δίου ξεκίνησε το 1995. Υπό την καθοδήγηση μου δημιουργήθηκε ερευνητική ομάδα επικεφαλής της οποίας για μουσικολογικά θέματα και τη γενικότερη έρευνα στις πηγές και την ανακατασκευή ήταν ο καθ. Μάριος Μαυροειδής. Τα άλλα βασικά μέλη της ομάδας ήταν ο κ. Γ. Παράσχος –ο κατασκευαστής του οργάνου– και ο μουσικολόγος κ. Πάνος Βλαγκόπουλος ο οποίος στην αρχή επικεντρώθηκε στην έρευνα των αρχαίων ελληνικών, λατινικών και αραβικών πηγών. Ο Μάριος Μαυροειδής σχεδίασε και σειρά λεπτομερειών του οργάνου με βάση τα οποία εργάστηκε ο κατασκευαστής. Η ομάδα του ανασκαφέα καθηγητή κ. Παντερμαλή μας έδωσε λεπτομερή σχέδια του ευρήματος και λεπτομερειών του. Μετά τον πρόωγο θάνατο του καθ. Μ. Μαυροειδή, τη θέση του στο δεύτερο στάδιο της ανακατασκευής πήρε ο μουσικολόγος και διευθυντής της βιβλιοθήκης του Μεγάρου Μουσικής κ. Christoph Stroux, ο οποίος στο παρελθόν συμμετείχε στην ομάδα έρευνας του οργάνου του Aquincum.

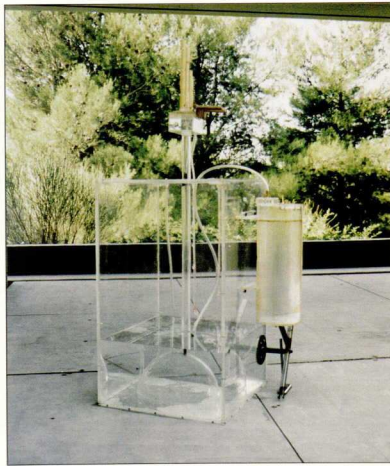
Για την ανακατασκευή της ύδραυλης χρειάστηκε να γίνει εμπειριστατική μελέτη όλων των αρχαίων πηγών που αναφέρουν το όργανο, έρευνα σχετική με τις αρχαιοελληνικές μουσικές κλίμακες, καθώς και έρευνα πάνω στη χρήση και την επεξεργασία των διαφόρων υλικών από τους αρχαίους (κατεργασία μετάλλων, ξύλου, δέρματος, κολλήσεις, καρφιά, βίδες κ.λπ.)¹⁴.

Τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν κατά την ανακατασκευή ήταν τριών ειδών σε σχέση α) με τον υδραυλικό μηχανισμό, β) με το μηχανισμό των πλήκτρων, και γ) με τους αυλούς. Για τα δύο πρώτα βασιστήκαμε κυρίως στο κείμενο του Ήρωνα και βάσει της ερμηνείας μας του κειμένου κατασκευάστηκε πλαστικό μοντέλο το οποίο λειτουργήσε κανονικά. Πάνω στο μοντέλο αυτό έγιναν και οι μετρήσεις πίεσης ύδατος-αέρος. Κατόπιν τούτου κατασκευάστηκε δεύτερο μοντέλο με τα υλικά των αρχαίων οργάνων –το μέ-

5. Ο μηχανισμός της ύδραυλης και η λειτουργία του.

6. Ο μηχανισμός των πλήκτρων.

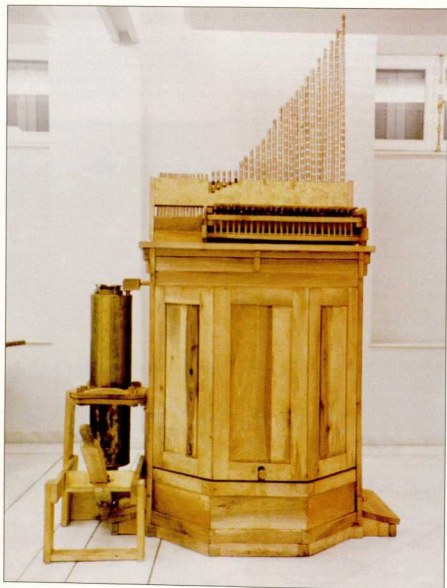
7. Το πρώτο μοντέλο της ανακατασκευής.



γεθος, ο αριθμός και τα μήκη των αυλών έγιναν βάσει του ευρήματος του Δίου. Στο μοντέλο αυτό έγιναν διάφοροι πειραματισμοί σχετικοί με το είδος των αυλών, τις απολήξεις τους και το χρονοδιάγραμμα τους. Το μοντέλο επιδείχθηκε στους Δελφούς το καλοκαίρι του 1996 και έπαιξε μουσική.

Στις αρχές του 1997 ξεκίνησε η δεύτερη φάση ανακατασκευής της ύδραυλης, όπου όλες οι εργασίες έγιναν με τα υλικά που χρησιμοποιούνταν στην αρχαιότητα με τις αρχαίες τεχνικές και με εργαλεία αντίστοιχα των αρχαίων, τα οποία κατασκευάσαμε γι' αυτό το σκοπό. Όλα τα μεταλλικά στοιχεία κατασκευάστηκαν από μπρούντζο περιεκτικότητας 86% σε χαλκό, 13,5% σε ψευδάργυρο και 0,5% σε μόλυβδο, ίδιο δηλαδή κράμα με αυτό του ευρήματος του Δίου. Στην πράξη αντιμετωπίσαμε διάφορα προβλήματα. Ο μηχανισμός των πληκτρων είναι αρκετά πολύπλοκος και χρειάστηκαν πολλές δοκιμές για να φθάσουμε σε ικανοποιητικό αποτέλεσμα, ώστε να ταιριάζει ακριβώς η σπή του ελάσματος με

αυτήν του κάθε αυλού, αλλά και όταν πατιέται το πληκτρο να μη διανύει μεγάλη απόσταση, ώστε να διευκολύνεται το παίξιμο. Για τα ελατήρια που επαναφέρουν τα πληκτρα στη θέση τους δοκιμάσαμε κόκαλο από κέρατα τα οποία όμως με την πάροδο του χρόνου έχαναν την ελαστικότητα τους. Τελικά καταλήξαμε σε σκληρό ξύλο από δρυ και μετά και από λεμονιά με σαφώς καλύτερα αποτελέσματα. Το έπιπλο που καλύπτει τα όργανα κατασκευάστηκε από ξύλο ελληνικής καρυδιάς, που χρησιμοποιούνταν και στην αρχαιότητα για έπιπλα. Το μεγαλύτερο όμως πρόβλημά μας αφορούσε τους αυλούς και τη μουσική κλίμακα. Το τύλιγμα του μπρούντζου για να κατασκευαστούν οι αυλοί, αλλά και η κατασκευή των απολήξεών τους, ώστε να παράγεται καθαρός ήχος, μας δυσκόλεψε εξαιρετικά. Όλα έγιναν με βάση τα σχέδια των αρχαιολόγων του Δίου. Οι αυλοί στερεώθηκαν εξωτερικά με ασημένιους δακτυλίους, κάτι που υπήρχε και στους αυλούς του Δίου. Ομοίως και σε σχέση με τα μή-



8. Η ανακατασκευασθείσα από το ΕΠΚΔ ύδραυλη. Τελικό μοντέλο.

κη των αυλών που καθορίζουν και τη μουσική κλίμακα, ακολούθησαμε πιστά το εύρημα του Δίου, το οποίο αποτελείται από μία οριζόντια πλάκα που στηρίζει μία σειρά 24 κυλινδρικών αυλών, στη συνέχεια των οποίων υπάρχουν 16 μικροί αυλοί ίδιων διαστάσεων. Οι 24 αυλοί είναι ανοικτοί, χωρίς γλωσσίδι, με κωνική απόληξη. Από αυτούς οι 19 πρώτοι έχουν άνω μήκος, που κυμαίνεται από 89,8 εκ. ο 1ος έως 22,8 εκ. ο 19ος. Η δε εσωτερική τους διάμετρος μειώνεται σταδιακά από 2 εκ. έως 1,5 εκ. Οι αυλοί 1 έως 19 αντιπροσωπεύουν το λεγόμενο «τέλειο σύστημα» της αρχαίας ελληνικής μουσικής, που αποτελείται από μία χρωματική κλίμακα (μία οκτάβα με 12 ημιτόνια) και μία διατονική (αυλοί 13-19, μία μεγάλη εβδόμη). Οι μικροί, σχεδόν ίσοι, αυλοί 20-24 φαίνεται να αποτελούν συνέχεια της διατονικής κλίμακας, και η διαφορά στον τόνο δημιουργείται με μικρές τρύπες που υπάρχουν στην πίσω πλευρά τους.

Η σειρά των 16 ίσων μικρών αυλών αποτελεί για μας ένα αίνιγμα. Οι απόληξεις τους είναι διαφορετικές από των άλλων αυλών και δεν έχουν χείλη (lips). Η διάμετρος τους είναι πολύ μικρή (0,9 εκ.) και δεν είναι δυνατόν να αντιστοιχεί πλήκτρο σε καθεμία από αυτές. Οι υποθέσεις που κάναμε είναι ότι τοποθετήθηκαν είτε για αισθητικούς λόγους είτε για να παράγουν διάφορους οξείς ήχους – εφέ, όπως ήχους πουλιών κ.λπ. Στην ανακατασκευασμένη από εμάς υδραυλή δεν αντιστοιχίσαμε πλήκτρα σ' αυτούς τους αυλούς.

Το πρόγραμμα ανακατασκευής ολοκληρώθηκε τον Ιούλιο του 1999. Εκτοτε η υδραυλή που κατασκευάσαμε απέκτησε μία δική της δυναμική. Έγινε αντικείμενο περιέργειας και θαυμασμού. Έχει προσκληθεί και έχει πάει σε πολλές χώρες του κόσμου. Περιοδεύει παίζοντας μουσική, εκτλήσει και μαγεία. Μέχρι τώρα έχουν δημοσιευθεί πάνω από εξήντα ανταποκρίσεις και άρθρα σε ξένες εφημερίδες, περιοδικά ή ιστοσελίδες και μας έχει ζητήσει η άδεια για τη συμμετοχή της σε τέσσερα ντοκιμαντέρ. Όλα αυτά τα χρόνια έχουμε διαπιστώσει στην πράξη διάφορες ατέλειες, κυρίως στο μηχανισμό των πλήκτρων και τους αυλούς. Σκοπεύουμε, εντός του 2005, να προχωρήσουμε σε μια νέα ανακατασκευή αυτών μόνο των τμημάτων.

Σημειώσεις

1. Δειννοσοφιστάι, 6.75.
2. B. R. Schone, *Philonis Mechanicae Syntaxis*, Berlin 1893, 4.77, 61, 41.
3. *De Architectura* 10.7.
4. Για το όργανο και την ιστορία του, κλασικό και πολύ λεπτομερειακό είναι το βιβλίο του Lean Perrot, *The Organ: from its Invention in the Hellenistic Period to the End of the Thirteenth Century*, Oxford University Press 1971 (μετάφραση από τα γαλλικά από N. Despain). Άρθρο δημοσίευση Παρίσι 1965). Πολύ πρόσφατα κυκλοφόρησε στα γερμανικά ένα νέο βιβλίο: Michael Markovits, *Die Orgel im Altertum*, Brill, Leiden 2003. Πρόκειται για ένα σγκυδύο βιβλίο 800 σελίδων, δομημένο σε 25 κεφάλαια, που εστιάζει την ιστορία του οργάνου από την εφεύρεσή του έως και τον 7ο αιώνα μ.Χ. Έχει σκευάσει και εδράσει όλες τις ελληνικές, λατινικές, και αραβικές πηγές καθώς και όλα τα έως σήμερα αρχαιολογικά ευρήματα, συμπεριλαμβανομένων και αυτών του Δίου καθώς και της πρόσφατου που βρέθηκε στο Avenches (Avenches) της Ελβετίας. Επίσης για τον Κτηβίο, βλ. εδώ το άρθρο του Δ.

- Καλλυγερόπουλου, «Οι αλεξανδρινοί μηχανικοί και αυτοματοποιοί: Κτηβίος – Φύλιος – Ήρων».
5. W. Dittenberger, *Sylloge Inscriptionum Graecarum*, 3η εκδ., Leipzig 1917, 2, σ. 737-8.
6. Σουετώνιος, *Νέρων* 20.
7. Julianus Emperor, *Poemata et Fragmenta*, εκδ. Bidez, Paris 1960, fr. 166.
8. Ιούλιος Πολυδεύκης, *Όνομαστικόν* 4.70, εκδ. E. Bethé, Leipzig 1900.
9. Constantini Porphyrogeneti, *De Ceremoniis aulae Byzantinae*, εκδ. J.J. Reiske, Bonn 1829, σ. 506-516.
10. Για τις αναφορές των διαφόρων χρονικών της εποχής, βλ. Perrot, *ό.π.*, σ. 206-210.
11. Για το ότι το όργανο υπήρξε στο Βυζάντιο λίγο καιρό πριν από την Άλωση, βλ. Γεωργίου Σπριαντζή, *Χρονικό*, 30.1.
12. Η περιγραφή του μηχανισμού ακολουθεί κυρίως το κείμενο του Ήωνα του Αλεξανδρείας.
13. Για το όργανο του Aquincum, βλ. Werner Walcker-Mayer, *The Roman Organ of Aquincum*, Ludwigsburg 1972.
14. Στα θέματα αυτά βοηθήθηκαν πολύ από το ενδιάμεσο έργο του R.J. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, Brill, Leiden 1964-1972.

The Ancient Hydraulis and Its Reconstruction

Vasilis Karasmanis

Hydraulis or hydraulic organ is the first musical key-bearing instrument in the world history and the predecessor of the later ecclesiastical organ. It consists of one or more sets of metallic pipes of various sizes. They are supplied with air of high and steady pressure through a hydraulic mechanism and they sound by means of special lever-keys. Hydraulis is a simple as well as a genius construction, which proves the high level of technological thought in antiquity.

The inventor of hydraulis is the renowned engineer Ctesibius, an inhabitant of the third-century BC Alexandria. After its invention hydraulis is quickly disseminated in the Hellenistic world and later in the Roman Empire and becomes the favorite musical instrument of emperors, such as Nero. Blow devices replace progressively the hydraulic mechanism and thus the hydraulic instrument is transformed into a wind one. Hydraulis disappears from the west part of the old Roman Empire after the barbaric raids in Europe during the first Christian centuries, but it continues to survive in Byzantium as a wind musical instrument. The well-known ecclesiastical organ of the West is the evolution of the wind instrument, which was presented in 757 by the Byzantine Emperor Constantine the Copronymus to Pepine the Short, king of France and father of Charlemagne.

In August 1992 the archaeologist and Professor at the University of Thessaloniki D. Pantermalis and his team discovered the upper part of a first-century BC hydraulis during the excavations at ancient Dion. In the beginning of 1995 the European Cultural Center of Delphi, at which the author of this article presided, started a research project for the reconstruction of the Dion hydraulis with the support of the Greek Ministry of Culture and the scientific contribution of Professor Pantermalis. Head of the entire project was appointed the late Professor Marios Mavroidis and after his death the musicologist C. Stroux. Important participants in the project were P. Viagopoulos and G. Paraschos, the latter as builder of the reconstruction. The project was completed in June 1999 and the final result was an exact, as possible, replica of the ancient hydraulis of Dion. The reconstruction problems had to do with the hydraulic mechanism, the keys mechanism and the pipes. The solution of the first two was based on the author's interpretation of the text of Heron of Alexandria, which enabled the building of a plastically rendered model that served for the measuring of water and air pressure. Then two more models were built: the materials of the Dion hydraulis were used for the first one as well as the size, number and length of pipes of the find, while all the relevant ancient techniques were employed for making the second and final reconstruction of the ancient hydraulis.