



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΞΥΛΟΥ & ΕΠΙΠΛΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΕΓΧΟΡΔΟΥ ΜΟΥΣΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ»**

**ΚΥΡΙΑΚΟΥ ΣΑΡΔΗ
ΜΑΡΙΑΣ ΠΑΠΑΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ**

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΑΝΤΑΝΗΣ
Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΕΙ Λάρισας

ΚΑΡΔΙΤΣΑ - ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2005

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι να παρουσιασθεί και να δημιουργηθεί ένας οδηγός για την κατασκευή παραδοσιακών έγχορδων μουσικών οργάνων.

Για την ολοκληρωμένη, πληρέστερη γνώση και κατανόηση της κατασκευής των οργάνων αυτών, θα χρειαστεί να παραθέσουμε και να αναλύσουμε έννοιες οι οποίες συνδέονται άμεσα με τον κόσμο των μουσικών οργάνων και της μουσικής γενικότερα.

Θα προσεγγίσουμε έννοιες όπως χρώμα, τόνος, νότα, αρμονική, διάστημα, ήχος, τον τρόπο με τον οποίο ο ήχος παράγεται, τον τρόπο που το ανθρώπινο αυτί και εγκέφαλος αντιλαμβάνονται τον ήχο καθώς και ορισμένους κανόνες που είναι στενά συνυφασμένοι με τον κόσμο της μουσικής.

Όλα αυτά θα μας βοηθήσουν ώστε να μπορέσουμε να αναπτύξουμε τις ακουστικές ιδιότητες του ξύλου σχετικά με τα μουσικά όργανα για να καταλήξουμε στον τρόπο κατασκευής αυτών και στις παραμέτρους που επηρεάζουν την κατασκευή τους.

Η κατασκευή θα είναι συγκεκριμένη και θα αφορά το παραδοσιακό έγχορδο μουσικό όργανο, τον **τζουρά**.

Η έκδοση της πτυχιακής μας εργασίας, μας δίνει την ευκαιρία να ευχαριστήσουμε όλους όσους βοήθησαν στην παραγωγή της και ιδιαίτερα τον Δρ. **Μαντάνη Γεώργιο**, που διηύθυνε τη δημιουργία της από την αρχική της σύλληψη ως την ολοκλήρωσή της και τον κ. **Τζαβέλλα Νικόλαο** για τις πολύτιμες συμβουλές και χρήσιμες πληροφορίες που μας έδωσε στην κατασκευή του μουσικού οργάνου καθώς και για την ίδια την επίβλεψή του.

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.	7
Ήχος, 8. Ηχώχρωμα και αρμονική, 10.	
2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.	18
Ονοματολογία, 33. Κατασκευή, 41. Πώς παίζεται, 55. Ο τζουράς στον ελλαδικό χώρο, 56.	
3. ΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ.	59
Το ξύλο ως πηγή ήχου, 60. Προσπίπτοντα ηχητικά κύματα, 61. Απορρόφηση ήχου, 62. Ταχύτητα διάδοσης ήχου, 64. Επίδραση ελαττωμάτων ξύλου, 72. Φυσικές ιδιότητες και δομή ξύλου, 73. Ποιοτική εκτίμηση με βάση τις φυσικές ιδιότητες, 76. Ακουστικές ιδιότητες και πώς επιδρούν στα μουσικά όργανα, 78.	
4. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΧΟΡΩΝ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ.	79
Καπάκι, 80. Σκάφος, 84. Μπράτσο, 87. Κεφαλή, 88. Κλειδιά, 88. Τάστα, 88. Ταστιέρα, 89. Χορδές, 89. Γέφυρα, 92.	
5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΟΥΣΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ.	94
Τριβείο ταινίας, 99. Μορσοτρύπανο, 102. Πλάνη, 104. Ξεχονδριστήρας, 104. Καπάκι, 106. Σκάψιμο σκάφης με σκαρπέλο, 107. Dremel, 109. Μορφοποίηση μπράτσου, 110. Μορφοποίηση σκάφους, 112. Μορφοποίηση ταστιέρας, 114. Δημιουργία σκαλοπατιού στο ηχείο για το καπάκι, 117. Τελικές διαστάσεις στο καπάκι, 119. Στάδιο συγκόλλησης, 120.	

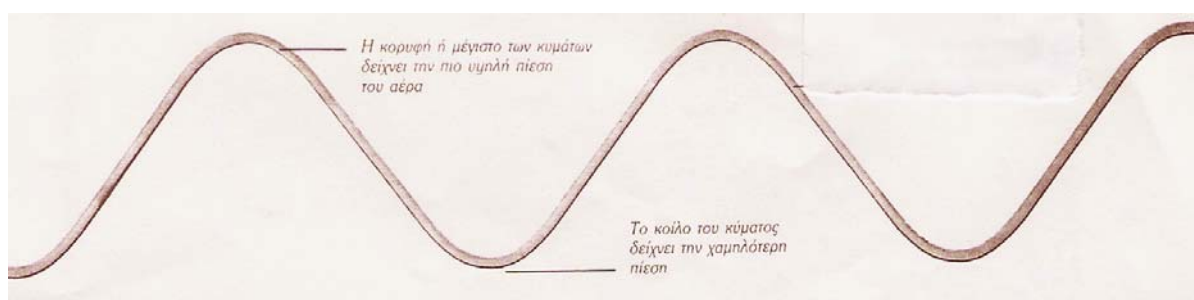
διαμόρφωση τρύπας, 122. Κόλληση διακοσμητικού φιλέτου, 124. Διαμόρφωση κόκαλου, 125. Διάνοιξη οπών στην κλειδιέρα για την τοποθέτηση κλειδιών, 126. Τελειοποίηση σχήματος κλειδιέρας, 128. Χάραξη ταστιέρας, 129. Σημαδέματα, 131. Τελικά τριψίματα, 134. Λούστρα, 134. Τοποθέτηση τάστων, 136. Τοποθέτηση κλειδιών και χορδιέρας, 138. Αρμάτωμα, 139.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.	140
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.	150

1 Εισαγωγή

ΉΧΟΣ

Όταν ένα σώμα κραδαίνεται, οι παλμικές κινήσεις στα μόριά του μεταδίδονται στον αέρα με τη μορφή κυμάτων. Τα κύματα αυτά ονομάζονται *ηχητικά*. Όταν φτάσουν στο τύμπανο του αυτιού ακολουθεί μία σειρά από βιομηχανικές και νευρικές μεταδόσεις, προκαλούν αντίστοιχους κραδασμούς, διεγείρουν το αισθητήριο όργανο της ακοής και ο ανθρώπινος εγκέφαλος το γεγονός αυτό το ερμηνεύει ως ήχο. Έτσι λοιπόν *ήχος* ονομάζεται η αιτία που διεγείρει το αισθητήριο όργανο της ακοής και προκαλεί το ακουστικό αίσθημα. Στον ήχο διακρίνουμε: την *ένταση*, που εξαρτιέται από το πλάτος που έχουν οι παλμικές κινήσεις, το *ύψος*, που εξαρτιέται από τη συχνότητα, δηλαδή τον αριθμό των παλμικών κινήσεων σε ένα δευτερόλεπτο(εικ.1), τη *χροιά* που μας επιτρέπει να ξεχωρίζουμε δύο ήχους που έχουν την ίδια ένταση και το ίδιο ύψος αλλά προέρχονται από διαφορετικές πηγές.



Εικ.1

Το *ύψος* ενός ήχου αντιστοιχεί στη συχνότητα της ηχητικής πηγής, στον αριθμό δηλαδή των κυμάνσεων των μορίων του ηχογόνου σώματος στο χρονικό διάστημα του ενός δευτερολέπτου, γι' αυτό πολλές φορές αντί για ύψος ενός ήχου μιλάμε για τη συχνότητα ενός ήχου εννοώντας το ίδιο πράγμα. Το ύψος ή

η συχνότητα ενός ήχου είναι το χαρακτηριστικό εκείνο με το οποίο κατατάσσουμε έναν ήχο στους οξείς ή υψηλούς ήχους από το ένα μέρος και κατά δεύτερο στους βαρείς ή χαμηλούς. Μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι το Hertz (Hz) και χρησιμοποιείται κοινά για να εκφράσει έναν πλήρη κύκλο σε ένα δευτερόλεπτο.

Το αισθητήριο όργανο της ακοής, δεν διεγείρεται από οποιαδήποτε συχνότητα, αλλά από συχνότητες που περιλαμβάνονται μέσα σε ορισμένα όρια. Τα όρια λοιπόν στις ακουστικές συχνότητες περιλαμβάνονται μεταξύ 16 Hz που είναι το κατώτατο όριο ακουστικής συχνότητας, έως και 20000 Hz ως 25000 Hz, που είναι τα ανώτατα όρια από ακουστικές συχνότητες. Αυτό σημαίνει, ότι ο ήχος εντός μίας ορχήστρας που παίζει ηχείται υψηλότερα σε σύγκριση με τον ήχο που μεταφέρεται σε υψηλότερες ή χαμηλότερες συχνότητες.

Η παλμική κίνηση του αέρα μπορεί να περιγραφεί πάντα από μία σειρά ημιτονικών παλμών διαφόρων συχνοτήτων. Όταν ένας ήχος περιέχει ημιτονικούς παλμούς μίας και μόνης συχνότητας λέμε ότι έχουμε καθαρό *τόνο* ή *μονοχρωματικό ήχο*. Τόνος με άλλα λόγια είναι ο τρόπος του ανθρώπινου εγκεφάλου που ερμηνεύει τη συχνότητα των ταλαντώσεων. Στη φύση όμως, όλα τα μουσικά όργανα παράγουν σύνθετους ήχους, δηλαδή ήχους που αποτελούνται από πολλές συχνότητες, κατά κανόνα όλες ακέραια πολλαπλάσια της χαμηλότερης (π.χ. 100, 200, 400, 500, 700, 900 Hz).

Η λέξη *διάστημα* αναφέρεται στην αντιληπτική απόσταση μεταξύ δύο τόνων ή στο κατά πόσο υψηλότερη είναι ή μία νότα από την άλλη. Οι άνθρωποι, στις περισσότερες μουσικές κουλτούρες, δείχνουν να αντιλαμβάνονται το ίδιο τα μουσικά διαστήματα από τόνο σε τόνο όταν η αναλογία των συχνοτήτων τους είναι η ίδια. Το μουσικό διάστημα από μία οκτάβα σε μία άλλη συσχετίζεται με μία συχνότητα αναλογίας 2:1. Εάν διπλασιάσουμε τη συχνότητα από οποιονδήποτε τόνο π.χ. της πρώτης οκτάβας θα έχουμε τον τόνο της δεύτερης οκτάβας. Αν τον διπλασιάσουμε πάλι, ο τόνος θα είναι κατά δύο

οκτάβες υψηλότερος από τον πρώτο. Έτσι κάθε μουσικό διάστημα μπορεί να οριστεί σαν μία αναλογία συχνοτήτων.

ΗΧΟΧΡΩΜΑ ΚΑΙ ΑΡΜΟΝΙΚΗ

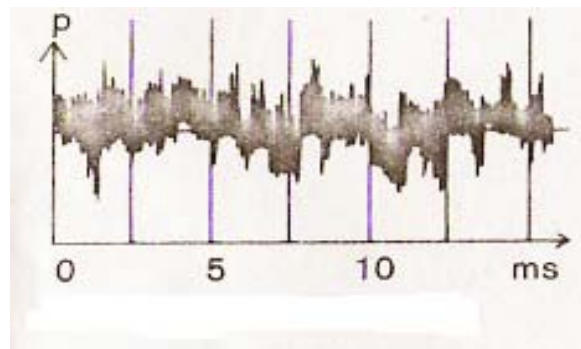
Οι περισσότεροι ήχοι στον πραγματικό κόσμο, όπως προαναφέρθηκε, είναι περίπλοκοι και περιλαμβάνουν ηχητικά κύματα πολλών συχνοτήτων οι οποίες είναι ακέραια πολλαπλάσια της χαμηλότερης. Υπάρχει λοιπόν η βασική συχνότητα δηλαδή η χαμηλότερη η οποία έχει και τη χαμηλότερη ένταση του συνόλου. Αυτή δίνει και το όνομα του ήχου: αν θα είναι π.χ. D, C, E κλπ. Οι άλλες συχνότητες που ακούγονται ταυτόχρονα ονομάζονται *αρμονικοί τόνοι* ή *υπερτόνοι*, ή απλώς *αρμονικές* και η σχέση τους με τη βασική συχνότητα εκφράζεται με ακέραιους αριθμούς. Αυτή η σχέση ονομάζεται αρμονική σειρά.

Κάθε όργανο έχει το δικό του προσωπικό και αναγνωρίσιμο ήχο γιατί ευνοεί την προβολή ορισμένων αρμονικών ενώ εμποδίζει κατά κάποιον τρόπο της υπόλοιπες να ακουστούν. Η ιδιότητα που κάνει αναγνωρίσιμο και ξεχωριστό τον ήχο κάθε οργάνου π.χ. βιολί από κιθάρα, ή κιθάρα από κιθάρα - σε μικρότερο βαθμό όμως –εξαρτάται και καθορίζεται από την ποσοστιαία αναλογία της συμμετοχής των διαφόρων αρμονικών στο συνολικό ήχο κάθε φθόγγου, και λέγεται *ηχόχρωμα* ή *χροιά*. Το ηχόχρωμα, δηλαδή το καθορίζουν οι άλλοι αρμονικοί, με τη σχετική σύνθεσή τους και τα χαρακτηριστικά κορυφώματα της περιβάλλουσας του φάσματος τα οποία ονομάζονται μορφήματα (*formants*). Ας εξετάσουμε όμως τα φαινόμενα αυτά καλύτερα ένα - ένα δίνοντας παραδείγματα για την βαθύτερη κατανόησή τους.

ΜΗ ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ:

Σε μερικούς ήχους δεν παρουσιάζεται ένας επανερχόμενος τύπος συχνότητας. Το ανθρώπινο αυτί ταρασσεται και ακούει ένα ήχο που δεν έχει

‘μορφή’ σαν ένα θόρυβο. Στο θόρυβο οι ταλαντώσεις είναι μη περιοδικές (Σχ.1), η σειρά των αρμονικών αρμονική και το φάσμα είναι συνεχώς μεταβαλλόμενο. Στους θορύβους τα μορφήματα διακρίνονται μόνο προσεγγιστικά. Στον λεγόμενο «λευκό θόρυβο» το φάσμα εκτείνεται ομοιόμορφα σε ολόκληρη την ακουστική περιοχή. Ο θόρυβος αυτός μπορεί να μοιάζει πρίμος ή μπάσος, εξαρτώμενος από την τάση των συχνοτήτων. Τα μαράκες είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας. Εάν κουνήσουμε ένα μαράκες δεν θα μπορέσουμε να φέρουμε πίσω τη νότα, γιατί στην επίδραση του κουνήματος του ήχου, δεν υπάρχει σταθερή υπερισχύουσα νότα.

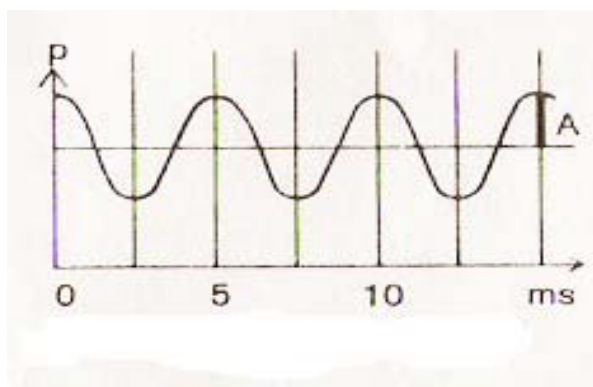


Σχ.1. Θόρυβος μη περιοδικός

ΜΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ:

Στους περισσότερους φυσικούς ήχους εμφανίζεται μία ή περισσότερες αναγνωρίσιμες σταθερές συχνότητες. Σε μία σταθερή κατάσταση δόνησης δεν χρειάζεται να διατηρηθεί η ίδια συχνότητα παραπάνω από ένα κλάσμα του δευτερολέπτου. Το αυτί είναι ικανό και γρήγορο ώστε να την αναγνωρίσει.

Όταν σε ένα ήχο παρουσιάζεται μία συχνότητα η ατμόσφαιρα ορίζει ένα τόνο (Σχ.2) ή καλύτερα έναν «καθαρό» φθόγγο, ο οποίος είναι ευχάριστος στο αυτί. Οι ήχοι που είναι πιο κοντά σε μία σταθερή συχνότητα μπορούν να παραχθούν μόνο ηλεκτρονικά. Η γραφική παράσταση ενός φθόγγου έχει τη μορφή ημιτονοειδούς.



Σχ.2 Ημιτονοειδής ήχος, 200Hz

ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ:

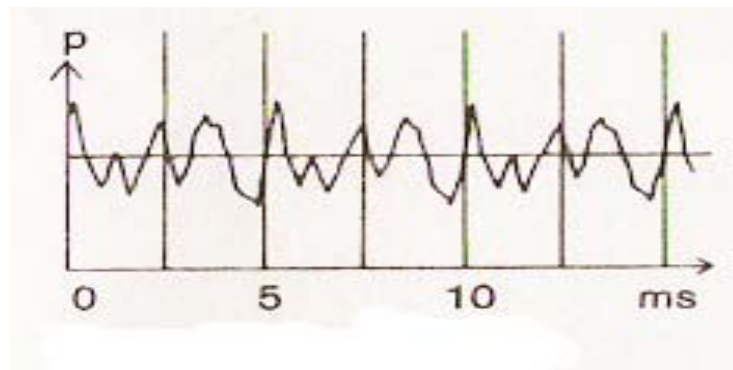
Εάν παρουσιάζονται πολλές συχνότητες σαν συστατικά ενός ήχου και από μία μοναδική πηγή ήχου, τότε ο ακροατής δεν έχει αίσθηση της πολλαπλότητας αυτής, αλλά ακούει το συνδυασμό των συχνοτήτων σαν ένα μοναδικό τόνο ο οποίος έχει μία ιδιαίτερη χροιά.

Η φυσικότητα της χροιάς αυτής εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από τη σχέση που υπάρχει μεταξύ των συχνοτήτων μέσα στον τόνο. Εδώ τα πράγματα γίνονται περισσότερο περίπλοκα, και απορρέουν κάποιες ερωτήσεις κλειδιά. Το αυτί θα ερμηνεύσει την πολυσυχνότητα αυτή σαν ένα καθορισμένο τόνο; Ποιες ιδιότητες σε αυτή την πολυχρωμία θα επιτρέψουν στο αυτί να το κάνει αυτό; Και ποιοι παράγοντες καθορίζουν ποια θα είναι η αντιληπτή νότα; Απαντώντας σε αυτά τα ερωτήματα θα χρειαστεί να δώσουμε κάποιους όρους.

Όταν σε ένα ήχο παρουσιάζεται το φαινόμενο των πολλαπλών συχνοτήτων οι χαρακτηριστικές νότες ονομάζονται μερικές. Η χαμηλότερη από αυτές ονομάζεται βασική. Οι συμπληρωματικές συχνότητες που παρατάσσονται είναι οι αρμονικές. Οι αρμονικές χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: στις *αρμονικές* και στις *αναρμονικές*. Αρμονικές ονομάζονται αυτές που οι συχνότητές τους είναι ακέραια πολλαπλάσια της βασικής συχνότητας. Αυτό ορίζει μία σειρά αρμονικών τόνων. Για μία βασική συχνότητα f οι αρμονικοί

τόνοι της έχουν συχνότητα $2f$, $3f$, $4f$, $5f$, $6f$, $7f$, κτλ. Στο ακουστικό τους αποτέλεσμα οι αρμονικοί τόνοι συμπίπτουν με τη βασική συχνότητα για να δώσουν το αίσθημα ενός μοναδικού ήχου. Τέτοια φάσματα είναι των φυσικών φθόγγων και ήχων ή και των συνδυασμών τους στις συνηχήσεις – συγχορδίες. Αρμονικά πάλλονται οι χορδές, οι αυλοί κλπ.

Αναρμονικές ονομάζονται αυτές που η συχνότητά τους δεν είναι πολλαπλάσια της βασικής. Δηλαδή η σχέση των συχνοτήτων τους εκφράζεται με δεκαδικούς αριθμούς. Το αποτέλεσμα που δίνουν είναι ενός σύνθετου τόνου ή καλύτερα μίας παραφωνίας. Τέτοια φάσματα είναι των μικτών φθόγγων και ήχων που παράγονται από καμπάνες, μεταλλικούς δίσκους, ράβδους και άλλα ηχογόνα τρισδιάστατα σώματα.



Σχ.3 Σύνθετος ήχος, 200Hz

Έτσι η ποιότητα του ήχου εξαρτάται όχι μόνο από τον αριθμό και την ένταση των αρμονικών αλλά και από τη μεταξύ τους σχέση.

Και τώρα ας επιστρέψουμε στην ερώτηση για την αντιληπτή νότα σε μία πολυσυχνότητα ήχου. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αντίληψή μας αφορούν κυρίως τον τρόπο με τον οποίο παίζεται ένα όργανο και τρεις βασικοί κανόνες.

ΚΑΝΟΝΑΣ 1: ο χαμηλότερος αρμονικός, ο θεμελιώδης φθόγγος καθορίζει τη συχνότητα του φυσικού φθόγγου.

KANONΑΣ 2: οι άλλοι αρμονικοί, με τη σχετική σύνθεση τους και τα χαρακτηριστικά κορυφώματα της περιβάλλουσας του φάσματος τα οποία ονομάζονται *μορφήματα (formants)* καθορίζουν το ηχόχρωμα. Οι απαλοί ήχοι έχουν φάσματα με λίγους αρμονικούς ενώ αντίθετα οι τραχείς πιο πλούσια. Η σύνθεση των αρμονικών στο φάσμα επηρεάζεται και από την ένταση της πηγής.

KANONΑΣ 3: σε τόνους που διακατέχονται από πολλαπλές αναρμονικές συχνότητες τα αντιληπτά αποτελέσματα είναι εξίσου πολλαπλά. Σε μερικές περιπτώσεις το αυτί επιτυγχάνει να διακρίνει τη θεμελιώδη νότα ως την βασική, αλλά να την ακούει σαν ένα μέρος ενός καθορισμένου τόνου. Κάποιες άλλες φορές το αυτί δεν εστιάζει σε καμία νότα ως τη βασική και αντιλαμβάνεται τον ήχο ως άτονο. Οι καμπάνες που ηχούν είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα από μουσικά όργανα που κατέχονται από χαρακτηριστικές μη αρμονικές συχνότητες όπου το αυτί τις αντιλαμβάνεται να έχουν μοναδική και καθορισμένη νότα. Η νότα αυτή είναι χαρακτηριστικά υψηλή, γι' αυτό μερικοί άνθρωποι τη βρίσκουν γοητευτική. Αυτό μπορεί να είναι μουσικά μπερδεμένο, γιατί το αυτί ακούει συμπτωματικά τη λάθος νότα ως την υπερισχύουσα.

Πολλά κρουστά μουσικά όργανα περιγράφονται καλύτερα ως όργανα με διαφορούμενες νότες. Τέτοια όργανα είναι τα ντραμς, τα κύμβαλα, τα τρίγωνα, μερικά κουδούνια ζώων και διάφορα άλλα. Με λίγη συγκέντρωση, ένας ακροατής συχνά δεν αντιλαμβάνεται όλες τις νότες ανάμεσα από τις πολλές που προβάλλονται τις οποίες όσο και να τις αγνοήσει έχουν σημαντικό ρόλο στο νόημα της μουσικής. Προκαλεί έκπληξη το πόσοι ήχοι έχουν αντιλαμβανόμενες νότες. Ένα καλό τεστ είναι κλωτσήσουμε, να γρατσουνίσουμε οποιοδήποτε αντικείμενο, η να φωνάξουμε και να προσπαθήσουμε να βγάλουμε ένα τόνο από όλο αυτό το θόρυβο. Εάν το προσπαθήσουμε αρκετές φορές στο κάθε αντικείμενο, ίσως κάποιες φορές η νότα να είναι ασύλληπτη, πολύ συχνά όμως αυτή θα είναι αναγνωρίσιμη.

Στο ασαφές ή καλύτερα διαφορούμενο έδαφος που υπάρχει μεταξύ μίας καθαρής νότας και ενός φυσικού ήχου, λαμβάνουν χώρα αρκετά αποπροσανατολιστικά αποτελέσματα. Μπορεί να υπάρχουν ιριδίζουσες νότες, οι οποίες μοιάζουν σαν μεταβαλλόμενες νότες που εξαρτιούνται από το μουσικό στο οποίο βρίσκονται ή να αλλάζουν σύμφωνα με την αντιληπτική προδιάθεση. Μπορεί να υπάρχουν νότες οι οποίες να μοιάζουν ότι έχουν μία νότα στο μουσικό τους πλαίσιο αλλά να εκφυλίζονται από διαφορετικούς κτύπους νότας σε άλλους. Υπάρχουν νότες για τις οποίες δύο άνθρωποι να διαφωνούν για το ποια πραγματικά είναι. Ακόμη υπάρχουν νότες που δείχνει να έχουν ένα τόνο ενώ στην πραγματικότητα έχουν τόσους θορύβους σε μίξη που το χρωματικό αποτέλεσμά τους να είναι αλλόκοτο. Τέλος, μπορεί να υπάρχουν νότες στις οποίες τα συστατικά τους να μην συνδυάζονται και νότες που σε διάφορους τόνους διατηρούν ένα βαθμό ιδιορρυθμίας ώστε να ηχούνται σαν κουδούνι ή ακόμα σαν μία συγχορδία.

Ο ρόλος της αρμονικής στην ποιότητα του μουσικού τόνου προκαλεί μία σημαντική ερώτηση: τα μουσικά όργανα παράγουν τυπικά την ίδια ομάδα αρμονικών σχέσεων σε όλους τους μουσικούς τους τόνους; Όταν ένα μουσικό όργανο κινείται από τη μία νότα στην άλλη, κινείται μαζί όλη η οικογένεια των αρμονικών διατηρώντας την ίδια σχέση; Η απάντηση είναι ναι και όχι. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι αρμονικές διατηρούν σωστά τις σχέσεις τους εξασφαλίζοντας παρόμοιο χρωματικό αποτέλεσμα από νότα σε νότα. Αλλά την ίδια στιγμή η προεξέχων αρμονική τείνει να αλλάξει. Κάθε όργανο από τη φύση του εκπέμπει αποτελεσματικά τον ήχο εντός της εμβέλειας της συχνότητας. Στοιχεία του ήχου που συμβαίνει να είναι σε αυτή την εμβέλεια ηχούν γεμάτα έως ότου αυτά παύσουν να τονίζονται. Καθώς διαφορετικές νότες ηχούνται από ένα όργανο, διαφορετικές αρμονικές φτάνουν στο αποκορύφωμα καθώς πέφτουν στην εμβέλεια των τονισμένων συχνοτήτων.

Σε αυτό το κεφάλαιο χρησιμοποιήσαμε τη λέξη θόρυβος για να περιγράψουμε ήχους που στερούνται καθορισμένο τόνο. Όλο αυτό όμως δεν πρέπει να θεωρείται υποτιμητικό. Η μουσική πάντα είναι περιπλεγμένη με πλήθος από άτονους ήχους όπως για παράδειγμα τα μαράκες και τα ντραμς. Όλες αυτές οι μελέτες μπορούν να μας ενθαρρύνουν ώστε να καλλιεργήσουμε το αυτί μας στο μέγιστο. Εάν μάθουμε να ακούμε αρκετά καλά ώστε να έχουμε αίσθηση για το τι πραγματικά ακούμε, θα ανακαλύψουμε ότι το ανθρώπινο αυτί έχει υπέροχες αναλυτικές ιδιότητες.



Πανδούρα ή τρίχορδο. Ανάγλυφο 4^ο αιώνα π.Χ. Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, Αθήνα

2 *Ιστορική Αναδρομή*

Σταυροδρόμι ανάμεσα στην Ανατολή και στη Δύση, ανάμεσα δηλαδή σε δύο τόσο διαφορετικά πολιτιστικά ρεύματα, η Ελλάδα δέχτηκε και αφομοίωσε δημιουργικά ποικιλόμορφες επιδράσεις.

Με την πτώση της Πόλης, το 1453 μ.Χ., ολοκληρώνεται η κατάρρευση της Βυζαντινής αυτοκρατορίας. Τα 400 χρόνια σκλαβιάς που ακολούθησαν ως την Επανάσταση του 1821 και τη δημιουργία του Ελληνικού κράτους, εμπόδισαν τη φυσιολογική ανάπτυξη του νεότερου Ελληνισμού και περιόρισαν, όπως ήταν φυσικό, την πνευματική του ανέλιξη.

Στη μουσική, τα χρόνια αυτά επέδρασαν ιδιαίτερα ανασταλτικά. Από το 12^ο με 13^ο αιώνα, ενώ η Δύση βρίσκεται σε μία κοινωνική και πνευματική άνοδο, το Βυζάντιο, κουρασμένο από πολύχρονους αγώνες – στασιαστικά κινήματα, θρησκευτικές έριδες, σταυροφορίες, εξωτερικές επιδρομές – και εξαντλημένο οικονομικά, βαδίζει προς το μοιραίο τέλος. Την εποχή που στη Δύση αρχίζει να αναπτύσσεται η καινούργια τεχνική της πολυφωνίας, στο Βυζάντιο η Ορθόδοξη Ανατολική Εκκλησία, αρχικά για λόγους δογματικούς και αργότερα από αντίθεση προς την εκκλησία της Ρώμης, αποκρούει με φανατισμό κάθε νεωτερισμό. Η βυζαντινή μουσική παραμένει μονόφωνη και χωρίς καμία οργανική συνοδεία. Δεν δέχεται δηλαδή τα στοιχεία εκείνα – την πολυφωνία και την ενόργανη συνοδεία – που στη Δύση συντελούν στην ελεύθερη ανάπτυξη της τέχνης και υπόσχονται το υπέροχο μουσικό οικοδόμημα των κατοπινών αιώνων, τη μουσική του Μπαχ, του Μότσαρτ και του Μπετόβεν.

Η απομόνωση αυτή του Βυζαντίου, ενώ κρατά τη μουσική μακριά από την πολυφωνία, την βοηθάει, με την αδιάκοπη καλλιέργεια τόσων αιώνων, να φτάσει, ως μονοφωνική μουσική, στα υψηλότερα επίπεδα τελειότητας. Αν το

Βυζάντιο δεν μας κληροδότησε μία ανάλογη με της Δύσης πολυφωνική μουσική, μας χάρισε, ωστόσο, το μονόφωνο βυζαντινό μέλος, ένα μελωδικό θησαυρό ανεκτίμητης αξίας για τη ρυθμική ποικιλία και την εκφραστική του ένταση.

Παράλληλα με το βυζαντινό μέλος, που αποτελεί έντεχνη μουσική δημιουργία, ο ελληνικός λαός καλλιεργεί και το δημοτικό τραγούδι, από τα βυζαντινά χρόνια έως και σήμερα.

Μαζί με το ελληνικό δημοτικό τραγούδι, ακμή γνωρίζουν και τα μουσικά όργανα του ελληνικού λαού. Η λύρα, το λαγούτο, ο ταμπουράς, η γκάιντα, ο ζουρνάς, το νταούλι κ.α. ανήκουν στην κατηγορία των δημοτικών μουσικών οργάνων. Εικονογραφίες και τοιχογραφίες, καθώς και στίχοι τραγουδιών της εποχής εκείνης, μας μαρτυρούν την ύπαρξη των οργάνων αυτών.



Φλογέρα. Ταμπουράς.



Ταμπουράς, φλογέρα, κρόταλα, άρπα.



Μικρογραφίες 14^{ου} αιώνα. Κώδιξ του μυθιστορήματος του Μεγάλου Αλεξάνδρου.

Φλογέρα, σάλπιγγα, ταμπουράς.



Ταμπουράς. Τοιχογραφία: Ιστορία της παραβολής του Ασώτου.

19^ο αιώνα, Μονή Μεγίστης Λαύρας, Άγιο Όρος.



Λαγούτο και ταμπουράς. Έλληνες τραγουδιστές.

Σχέδιο Th. Leblanc, 19^ο αιώνα, Μουσείο Μπενάκη, Αθήνα.



Έλληνας βρακοφόρος με ταμπουρά, 19^ο αιώνα, Μουσείο Μπενάκη, Αθήνα.



Ταμπουράς. Γυναίκες της Τήνου (1782)



Ταμπουράς σε κέντημα Σκύρου. Μουσείο Ελληνικής Λαϊκής Τέχνης, Αθήνα.

Τα εργαστήρια λαϊκών οργάνων δημιουργούνται κυρίως στη δεύτερη πενήνταετία του 19^{ου} αιώνα, πρώτα στην Αθήνα και μετά στον Πειραιά (ιδιαίτερα μετά το 1922, από τους μουσικούς και κατασκευαστές οργάνων που έρχονται από τη Μικρά Ασία και την Κωνσταντινούπολη). Η δημιουργία τους οφείλεται στην ανάγκη να ανταποκριθούν σε μία όλο και μεγαλύτερη ζήτηση οργάνων της οικογένειας των λαούτων όπως είναι το ούτι, το λαγούτο, ο ταμπουράς, ο τζουράς κ.α.

Στη διαφύλαξη και τη μετάδοση της παράδοσης από τη μια γενιά στη άλλη, απ' τον πατέρα στο γιο ή από το δάσκαλο στο μαθητή, σημαντικός ήταν και ο ρόλος της «διδασκαλίας». Στην περίπτωση αυτή η σχέση δάσκαλος – μαθητής, όπως και ο τρόπος και τα μέσα διδασκαλίας, αποκτούν ένα άλλο περιεχόμενο, άλλες διαστάσεις. Οι καλοί λαϊκοί μουσικοί είχαν, είχαν όπως μαθαίνουμε από τους παλιότερους, μαθητές που πλήρωναν, ανάλογα με τη φήμη του δασκάλου, ένα ποσό κάθε μήνα για το μάθημα. Σ' ορισμένες περιοχές ο μαθητής πλήρωνε και την τροφή του όταν , όπως συνηθίζοταν, έμπαινε οικότροφος στο σπίτι του δασκάλου.

Το μάθημα ενός λαϊκού παιχνιδιάτορα – δασκάλου δεν είχε καμία σχέση με τον τρόπο διδασκαλίας της έντεχνης μουσικής: ούτε βιβλίο (έντυπο ή χειρόγραφο), ούτε εξήγηση για την τεχνική ή το ύφος της μελωδίας που διδάσκεται ο μαθητής. Ο δάσκαλος δεν έχει να πει τίποτα, δεν μιλάει. Παίζει. Και ο μαθητής ακούει και προσπαθεί να τον μιμηθεί ή όπως λένε να τον «κλέψει» (= να πάρει, να μάθει). «Μάθε να κλέβεις», ακούει συχνά ο μαθητής από το δάσκαλο. Και πραγματικά, σ' αυτή του την ικανότητα – αν και ως τον βαθμό που την έχει – χρωστάει ο μαθητής ό,τι παίρνει, ό,τι κερδίζει από το δάσκαλο.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι ο δάσκαλος κρατούσε ζηλότυπα τα «μυστικά» για τον εαυτό του – συνήθεια γνωστή από παλιά σε πολλά επαγγέλματα. Ήταν φυσικό να βλέπει με κάποια ανησυχία τους νέους, άπραγους ακόμα σήμερα

μαθητές, αυριανούς ανταγωνιστές στη δουλειά του. Άλλωστε όσο καλύτερος είναι ένας παιχνιδιάτορας, τόσο περισσότερο έχει ανάγκη από το ειδικό εκείνο κλίμα που απαιτείται πάντα σε κάθε «εκτέλεση» δημοτικής μουσικής: το πανηγύρι ή το γάμο με τη γιορταστική ατμόσφαιρα, τον καλό τραγουδιστή και τον καλό χορευτή. Χωρίς αυτά όσο καλός και αν είναι, το παίξιμό του παραμένει κάτι σα σκελετός. Σάρκα και αίμα αποκτά, κάθε φορά, ανάλογα με αυτούς που παίζει. Γι' αυτό και καούμε συχνά σ' ένα γλέντι το νταουλιέρη να λέει «βαρώ όπως χορεύει». Και την ίδια στιγμή τον πρωτοχορευτή «χορεύω όπως βαράει το νταούλι. Στη διαρκή αυτή ανταπόκριση – εκφραστικό έναυσμα, κέντρισμα, του πρωτοχορευτή στους μουσικούς ή των μουσικών στον πρωτοχορευτή ή τον τραγουδιστή – οφείλεται κάθε φορά και η ανεπανάληπτη εκτέλεση μιας δημοτικής μελωδίας. Ανεπανάληπτη γιατί δε μοιάζει ποτέ με μία προηγούμενη, όχι μόνο ενός άλλου εκτελεστή ή άλλου μουσικού συγκροτήματος, αλλά και αυτού του ίδιου εκτελεστή. Απ' τη μια στην άλλη εκτέλεση υπάρχουν πάντα διαφορές: άλλοτε στην έκφραση ή στα στολίδια της μελωδίας, άλλοτε σε μικρές χαρακτηριστικές παραλλαγές στη φράση και άλλοτε πάλι στον τρόπο με το οποίο ξομπλιάζει τη μελωδία του ο λαϊκός μουσικός.

Ο μαθητής έχει πολλά να μάθει απ' τη στιγμή που ο δάσκαλός του αρχίζει να τον παίρνει μαζί του στα διάφορα γλέντια. Τον παίρνει, όχι βέβαια για να τον βοηθήσει, αλλά για να βοηθηθεί ο ίδιος στην δουλειά του. Ο μαθητής κρατά στην αρχή το ίσιο. Σιγά – σιγά όμως αρχίζει να ντουμπλάρει με το δάσκαλο τις εύκολες καταλήξεις και τις απλές μελωδίες έως ότου νιώσει τον εαυτό του ικανό να συνεχίζει μόνος του μια μελωδία, για να βρει ο δάσκαλος καιρό να ανάψει ένα τσιγάρο ή και να ξεκουραστεί λίγο. Σ' αυτό το στάδιο της επαφής με το δάσκαλο, ο μαθητής έχει να αποκομίσει ό,τι πιο σημαντικό για την τέχνη που φιλοδοξεί να μάθει, γιατί ο δάσκαλος παίζει ελεύθερα. Κι αν τύχει μάλιστα τα γλέντια να έχουν καλούς χορευτές και τραγουδιστές, ο μαθητής θα χαρεί το δάσκαλό του σ' όλη του τη δόξα, έτσι όπως τον ξέρει από τη φήμη του. Και σ'

αυτές τις περιπτώσεις έχει να πάρει πολλά, πάρα πολλά. Πάντα, βέβαια, με τον ανάλογο πόθο του να μάθει, το μεράκι και τις ικανότητές του να «κλέψει», ν' αφομοιώσει. Στα ίδια αυτά γλέντια ο μαθητής θα νιώσει για πρώτη φορά τον εαυτό του επαγγελματία την ημέρα που ο δάσκαλός του ή κάποιος από τη συντροφιά των γλεντοκόπων θ' αφήσει γι' αυτόν λίγα χρήματα.

Σήμερα, ένα συγκρότημα λαϊκών μουσικών πληρώνεται, είτε με ένα προσυμφωνημένο ποσό για ολόκληρο το γάμο, το γλέντι ή τα βαφτίσια – «πήρε το γλέντι αποκοπής» ή «κατ' αποκοπή» - είτε με τα «τυχερά», τα χρήματα που αφήνουν στους μουσικούς όσοι σηκώνονται να χορέψουν. Η παλιά συνήθεια, να κολλούν κέρματα και χαρτονομίσματα στο κούτελο των μουσικών, έχει εκλείψει τώρα και πολλά χρόνια.

Νεώτερα λαϊκά τραγούδια, που δημιουργούνται κυρίως στα αστικά κέντρα, είναι η επτανησιακή καντάδα, η αθηναϊκή καντάδα, μια σειρά δημοτικοφανείς ή ιταλιανίζουσες μελωδίες και το σύγχρονο ρεμπέτικο τραγούδι.

Το ρεμπέτικο τραγούδι, που δημιουργείται στα αστικά κέντρα και ιδιαίτερα στις πόλεις με λιμάνι, αποτελεί την τελευταία μορφή του λαϊκού αστικού τραγουδιού. Αρχικά απευθύνεται σ' έναν περιορισμένο κύκλο ανθρώπων: στους φυλακισμένους, σε ανθρώπους του λιμανιού, σ' αυτούς που έβρισκαν τη λύτρωση στο χασίς και τα άλλα ναρκωτικά, στους «κατατρεγμένους» από την κοινωνία. Είναι απαισιόδοξο και μοιρολατρικό στο περιεχόμενό του και τραγουδιέται μονόφωνα. Με τον καιρό αγκαλιάζει πλατύτερα λαϊκά στρώματα και φθάνει στην κλασική εποχή του, στη δεκαετία 1940 – 1950 περίπου, με κύρια όργανα για την εκτέλεσή του το μπουζούκι, το τζουρά, το μπαγλαμά και την κιθάρα. Την εποχή αυτή «τα τραγούδια γίνανε πλατιά, με λόγια που έθιγαν τους καιρούς και ανατάραζαν τους καημούς πάνω σε δύο θέματα πρωταρχικά, γνησίως νεοελληνικά. Το θέμα της φυγής και του έρωτα – του από τρεις χιλιάδες χρόνια ανικανοποίητου». Στις κλασικές

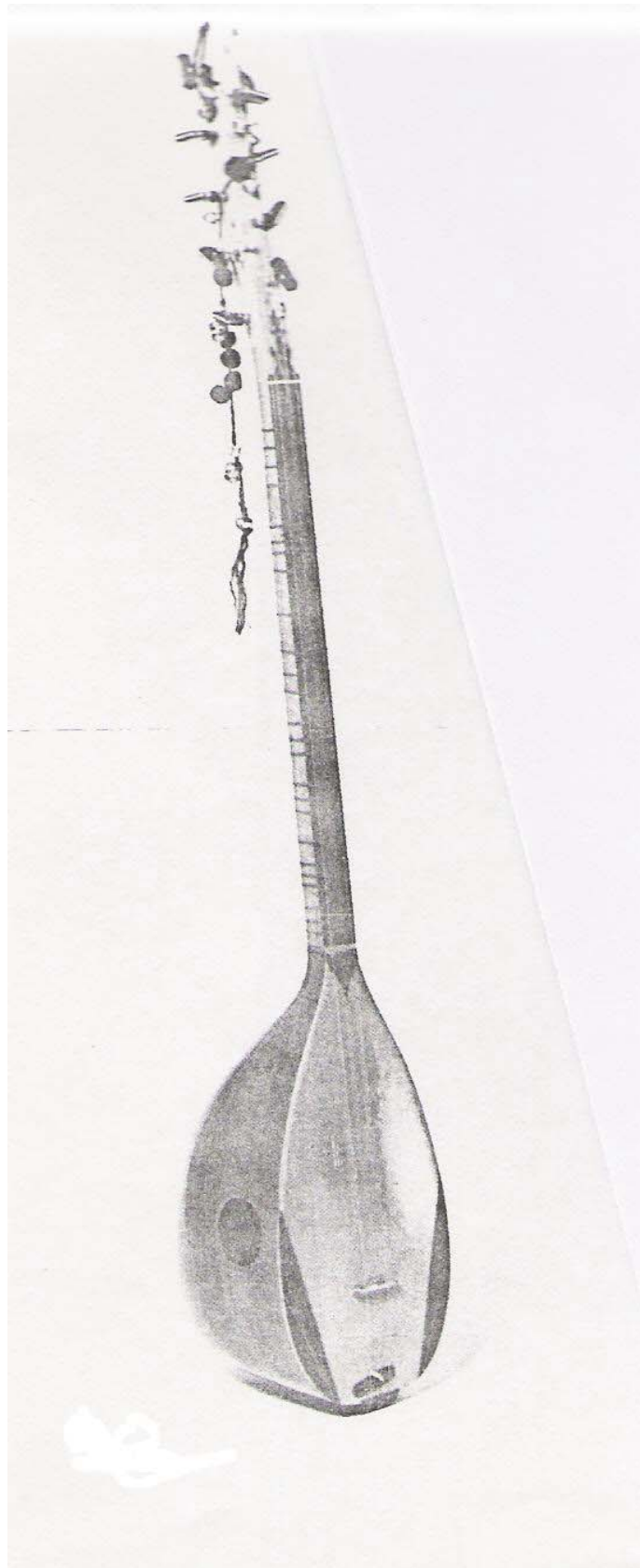
μελωδίες του ρεμπέτικου, που διακρίνονται για την ειλικρίνεια του πάθους και την εκφραστική τους δύναμη, είναι φανερή η συμβολή στοιχείων απ' το δημοτικό τραγούδι, τα βυζαντινό μέλος και τη λαϊκή μουσική της Ανατολής. Μετά την περίοδο αυτή, αν εξαιρέσουμε λίγα τραγούδια, το ρεμπέτικο χαρακτηρίζεται από μία τυποποιημένη, λαϊκίζουσα (στη μουσική και το λόγο) «βιομηχανική» υπερπαραγωγή με μελίρρυτες «πρίμο – σεκόντο» μελωδίες και μια εκκωφαντική από μεγάφωνα μετάδοση της εκτέλεσης. Η όλο και μεγαλύτερη σε αριθμό οργάνων ορχήστρα και η μετατροπή των κύριων νυκτών οργάνων σε ηλεκτρονικές συσκευές ήχου, έχουν αφαιρέσει ότι άλλοτε χαρακτήριζε, ηχητικά, την εκτέλεση του ρεμπέτικου τραγουδιού. Ο λεπτός, ασημένιος ήχος του μπουζουκιού έχε μεταμορφωθεί σ' έναν απρόσωπο, ανέκφραστο ηχητικό κραδασμό. Με τη μορφή αυτή το ρεμπέτικο έχει κατακτήσει, όχι μόνο τα αστικά κέντρα, αλλά και τους κατοίκους της υπαίθρου. Με το δίσκο και το ραδιόφωνο έχει φθάσει ως τα πιο απομακρυσμένα χωριά, εκτοπίζοντας σιγά – σιγά το παραδοσιακό δημοτικό τραγούδι.

Οι δύο αυτοί κύκλοι μελωδιών – η επτανησιακή και αθηναϊκή καντάδα, όπως και το ρεμπέτικο τραγούδι – ανήκουν ουσιαστικά στο χώρο της έντεχνης μουσικής δημιουργίας. Οι μελωδίες τους, πολλές από τις οποίες είναι δημιουργίες γνωστών συνθετών, εκδίδονται όπως τα έργα των συνθετών της έντεχνης μουσικής και εκτελούνται από όργανα της έντεχνης επίσης μουσικής (κιθάρα, μαντολίνο, πιάνο κτλ.) ή έντεχνης και λαϊκής, αναφέρονται όμως εδώ γιατί τόσο η καντάδα όσο και το ρεμπέτικο τραγούδι αγαπήθηκαν και τραγουδήθηκαν, όπως και εξακολουθούν να τραγουδιούνται απ' τον ελληνικό λαό, έγιναν λαϊκά τραγούδια.

Σήμερα, με αφετηρία τις νεώτερες αντιλήψεις και μεθόδους έρευνας, πολλοί εθνομουσικολόγοι δε διαιρούν τα τραγούδια ενός λαού σε παλιά και σε νέα, με αντίστοιχους όρους *δημοτικό τραγούδι* και *λαϊκό τραγούδι*. Θεωρούν τη λαϊκή δημιουργία ενιαία, σ' ένα διαρκές γίγνεσθαι, και χρησιμοποιούν ένα μόνο

όρο, τον όρο *λαϊκό τραγούδι* (popular song, chanson populaire). Ανάλογη είναι η θέση της εθνομουσικολογίας απέναντι στα λαϊκά μουσικά όργανα. Ο όρος όμως, που προτείνεται, εθνικά μουσικά όργανα (ethnic musical instruments, instruments de musique ethnique) είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί στα ελληνικά γιατί δημιουργεί παρεξηγήσεις: στη σημερινή του χρήση το επίθετο εθνικός σημαίνει κυρίως ό,τι και ο ξένος όρος national, και πολύ λιγότερο ή καθόλου αυτό που ειδικά σημαίνει ethnic.

Η μελέτη των μουσικών οργάνων δε φωτίζει μόνο την ιστορία της μουσικής, όπως θα νόμιζε κανείς, αλλά και πολλά προβλήματα της ακουστικής, της τεχνολογίας, της διακοσμητικής, όπως επίσης και της κοινωνιολογίας, της θρησκείας, της οικονομίας και, πλατύτερα της γενικής ιστορίας. Η παρουσία ενός μουσικού οργάνου σε ένα χώρο απομακρυσμένο από αυτόν στον οποίο ανήκει, έχει βοηθήσει αρκετές φορές στη διαπίστωση σχέσεων και πολιτιστικών επιδράσεων. Είναι άλλωστε γενικά αποδεκτό ότι το μουσικό όργανο ήταν και είναι ένα από «τα περισσότερο κυκλοφορούντα αντικείμενα», και ότι ανεξάρτητα από το επίπεδο του πολιτισμού της χώρας στην οποία ανήκει, του απέδιδαν πάντα ξεχωριστή σημασία.



ΤΖΟΥΡΑΣ

Για να πάρει ο τζουράς τη σημερινή κατασκευαστική του μορφή πέρασε από διάφορα στάδια εξέλιξης σε ότι αφορά τη μορφολογία του, τα υλικά που χρησιμοποιούσαν, και τον τρόπο κατασκευής του.

ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Ο τζουράς αποτελεί σύνθεση στοιχείων από την αρχαιοελληνική πανδούρα (μακρύ χέρι) και το αραβικό ούτι (μικρό αχλαδόσχημο ηχείο). Η λέξη πανδούρα ή τρίχορδο είναι αρχαία ελληνική σημασία. Με το πέρασμα των χρόνων η πανδούρα εξελισσόταν σε ότι αφορά τα κατασκευαστικά της στοιχεία αλλά και ως λέξη από πανδούρα μετονομάστηκε σε φανδούρα, θαμπούρα, θαμπούριν, ταμπούριν, ταμπουράν για να μείνει έως και σήμερα ταμπουράς. Μια άλλη πιθανή εκδοχή της ονομαστικής προελεύσεως του ταμπουρά, είναι από το γαλλικό tambor.

Την ονομασία ταμπουράς (Εικ.2) χρησιμοποιεί από πολύ παλιά ο ελληνικός λαός για μια σειρά νυκτά όργανα της οικογένειας του λαγούτου, ανεξάρτητα από τις διαστάσεις, τον αριθμό των χορδών και το κούρδισμά τους. Τα όργανα αυτά έχουν τα παρακάτω κοινά μορφολογικά στοιχεία: μικρό και συνήθως αχλαδόσχημο ηχείο μακρύ, λεπτό και ίσιο ως το τέλος χέρι, που συνεχίζει το ηχείο χωρίς να ξεχωρίζει καθαρά από αυτό, με κινητούς ή μόνιμους μπερντέδες και κλειδιά σε σχήμα T, απ' τα πλάγια και από μπροστά προς τα πίσω, χορδές που ακουμπούν σε κινητό καβαλάρη και δένονται σε ένα ή περισσότερα κουμπιά, στερεωμένα στο ηχείο, αμέσως μετά το καπάκι. Παίζονται με πένα και παλαιότερα, τα πιο μακριά, με τα δάκτυλα. Οι πιο καλές πένες φτιάχνονται από ξερή φλούδα κερασιάς, βυσσινιάς ή και άλλων δέντρων. Σημειώνουμε ότι σε ορισμένους ταμπουράδες τα χέρι «σπάει» προς τα πίσω στο επάνω μέρος, όπως στο λαγούτο, και ξεχωρίζει καθαρά από το ηχείο, όταν αυτό είναι φτιαγμένο από ντούγιες.

Πέρα από τη γενική ονομασία ταμπουράς, τα όργανα αυτά, ανάλογα με το μέγεθος του οργάνου, τον αριθμό των χορδών και το κούρδισμα είναι γνωστά με τις ονομασίες τζουράς, μπουζούκι, μπαγλαμάς, καραντουζένι, σάζι, μπουλγκάρι. Οι ονομασίες αυτές, ωστόσο, δεν αντιπροσωπεύουν στον ελλαδικό χώρο, ένα συγκεκριμένο τύπο οργάνου, με αυστηρά καθορισμένες διαστάσεις, αριθμό χορδών και κούρντισμα. Στο Ηράκλειο Κρήτης π.χ. ο παλαιότερος κατασκευαστής λαουτοειδών, Μανώλης Βλαχάκης (γεν. 1894), έλεγε μπουλγκάρι ή μπαγλαμά τον αχλαδόσχημο ταμπουρά (55-65 εκ. μήκος), με τρεις διπλές χορδές κουρντισμένες σε πέμπτη και τέταρτη καθαρή. Μπουλγκάρι ή μπαγλαμά έλεγαν το ίδιο όργανο και στη Μεσσηνία, ενώ στον Πύργο της Ηλείας το έλεγαν γιογκάρι ή μπαγλαμά. Σημειώνουμε επίσης ότι σε περιοχές ορεινές ή απομακρυσμένες από τα μεγάλα αστικά κέντρα όπως: Ιερισσό Χαλκιδικής, Ήπειρο, σε χωριά της επαρχίας Τίρναβου (Θεσσαλία) κ.α. λένε ταμπουρά και το λαούτο.

Ο τζουράς είναι πανελλήνια γνωστός. Παλαιότερα λεγόταν τυφλοσούρτης, γιατί με το να κρατάει το ρυθμό, βοηθούσε τα μελωδικά όργανα, βιολί, κλαρίνο, λύρα, να παίζει σωστά ρυθμικά.

Ο τζουράς στην Ελλάδα, έχει μικρό αχλαδόσχημο, επιπεδόκυρτο ηχείο, μακρύ χέρι – μπράτσο, με τάστα, «σπασμένο» προς τα πίσω. Στο επάνω μέρος έχει κλειδιά από τα πλάγια, τρεις διπλές χορδές στερεωμένες στον καβαλάρη, πάνω στο καπάκι, και παίζεται με πένα – πλήκτρο.



Fig.1



Εικ.2

Εικ.1 Ταμπουράς. Δεύτερο μισό 19^{ου} αι. Μήκ. 136, πλ. ηχείου 30, βάθος 19εκ.

Εικ. 2 Κεφαλή ταμπουρά (εικ.1)

Σελ. 37: 1. Μπαγλαμάς μήκ. 71 πλ. ηχείου 13 βάθος 11,5 2. Μπουζούκι μήκ. 93 πλ. ηχείου 17 βάθος 15. Τέλος 19^{ου} – αρχές 20^{ου} αι. **Σελ. 38:** Μπουζούκι. Αρχές 20^{ου} αι. Κατασκευή Χρ. Παρασίδης, Καισάρεια Καππαδοκίας. Μήκ. 91 πλ. ηχείου 18,5 βάθος 18

Μπαγλαμάδες: 1. Μήκ. 47,5 πλ. ηχείου 8,5 βάθος 8,5εκ. 2. Μήκ. 51 πλ. ηχείου 11 βάθος 8,5εκ.3.Μήκ.51πλ.ηχείου7,5βάθος8εκ

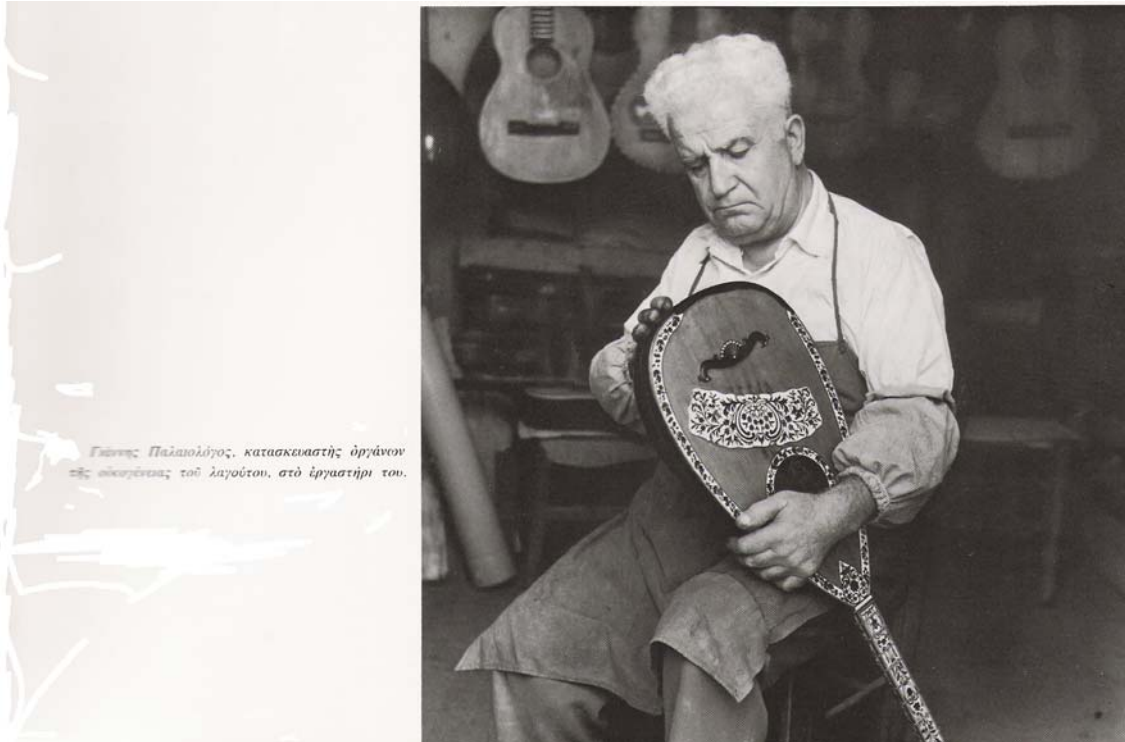








Μπαγλαμάδες: 1. μήκ. 41,5 πλ. ηχείου 7 βάθος 5εκ. 2. μήκ. 38,5 πλ. ηχείου 8,5 βάθος 6εκ. 3. μήκ. 53 πλ. ηχείου 6,5 βάθος 7εκ. Εποχή μεσοπολέμου



ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Σε πολλά μέρη της ηπειρωτικής Ελλάδας τα παιδιά έφτιαχναν ταμπουράδες. Σε μία μακρόστενη σανίδα, μήκους 40 εκατοστών περίπου και 4 – 7 εκατοστά πλάτος, κάρφωναν από τρεις ή τέσσερις πρόκες στο κάθε άκρο, στις οποίες δένουν, τεντώνοντας τες, ισάριθμες χορδές από κλωστή ή τέλι. Τον ταμπουρά τον έπαιζαν με τα δάχτυλα ή με πένα φτιαγμένη από ξεραμένο φλοιό δέντρου ή από καλάμι. Όσα από τα παιδιά επιτηδευόνταν στο πελέκημα, έδιναν στο ξύλο που χρησιμοποιούσαν για να φτιάξουν το μουσικό όργανο τους, το σχήμα του ταμπουρά. Δηλαδή αχλαδόσχημο από το ένα άκρο και ίσιο το άλλο. Ενώ διατηρεί γενικά την αχλαδόσχημη μορφή του, παρουσιάζει μία μεγάλη μορφολογική ποικιλία.

Συναντάμε δηλαδή ηχεία στενόμακρα ή κοντά και φαρδιά στη βάση τους, ηχεία με μικρό βάθος και ελαφρά κυρτή σκάφη ή με μεγάλο βάθος και ημισφαιροειδή σκάφη. Παλαιότερα χρησιμοποιούσαν για ηχείο το καύκαλο χελώνας, το μισό ξεραμένης κολοκύθας ή και άλλα αντικείμενα, όπως π.χ. το

παγούρι, με το οποίο έφτιαχναν μικρούς πρόχειρους τζουράδες στο στρατό και στις φυλακές. Οι παλαιότεροι θυμούνται επίσης είδη τζουράδων με καπάκι από κατεργασμένο δέρμα και όχι από ξύλο. Χαρακτηριστικά έλεγαν: «ήταν μονόξυλο, από καρνά ή δρυ, που το κούφαιναν μέσα. Πάνω τέντωναν τομάρι αργασμένο».



*Μπαγλαμάς με ηχείο καύκαλο χελώνας, «Αηδονοχώρι 1939, Ήπειρος, 34 Σύνταγμα Πεζικού».
Κατασκευή Γ. Παναγής, Αθήνα. Μήκ. 43 πλ. ηχείου 9 βάθος περ. 6εκ.*



Μπαγλαμάς με ηχείο καύκαλο χελώνας. Εποχή μεσοπολέμου.

μήκ. 50 πλ. ηχείου 14,5 βάθος 19εκ



Μπαγλαμής με ήχοτο (σκάφη) καύκαλο
χελώνας (1955). Μήκ. 76, πλ. ήχοτο 10,
βάθος 6 εκ.



Μπαγλαμάς με ηχείο νεροκολοκύθα. Κατασκευή Μανόλης Βλαχάκης ή Μαλιώτης, Ηράκλειο Κρήτης (1955). Μήκ. 58 πλ. ηχείου 15 βάθος 8εκ (πίσω και μπροστά)



Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα ο τζουράς κατασκευαζόταν σε τρία μεγέθη - μπόγια. Σήμερα έχει επικρατήσει το μεσαίο μέγεθος όπου και αυτό όμως διαφέρει από κατασκευαστή σε κατασκευαστή. Αν και οι διαφορές αυτές, είναι μικρές και χωρίς ιδιαίτερη σημασία για όλη την οικογένεια του οργάνου. Οι διαφορές αυτές οφείλονται στον εκτελεστή, που ανάλογα με τη σωματική του διάπλαση – ψηλός – κοντός – παχύς – αδύνατος – με μακριά δάχτυλα ή κοντά

αλλά και τις καθαρά μουσικές του προτιμήσεις ζητάει από τον κατασκευαστή το ηχείο π.χ. του οργάνου να είναι περισσότερο ή λιγότερο βαθύ, το μπράτσο μακρύτερο ή κοντύτερο κτλ.

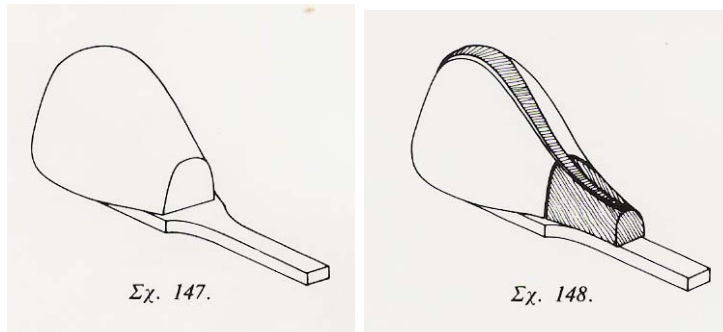
Το μάκρεμα ή κόντεμα του χεριού δεν συνεπάγεται και ανάλογη αυξομείωση στις διαστάσεις του ηχείου. Οι τζουράδες αυτοί φτιαγμένη σε διάφορες εποχές, από το 1862 έως σήμερα, αποτελούν την ζωντανή ιστορία της κατασκευής του λαγούτου στην Ελλάδα τα τελευταία εκατόν δέκα χρόνια, γιατί τα χρόνια αυτά συμπίπτουν με την ακμή αλλά και την παρακμή του τζουρά στον τόπο μας.

Ο τζουράς, όπως άλλωστε και τόσα άλλα ελληνικά λαϊκά μουσικά όργανα, αν και ακολουθεί στην κατασκευή του ότι αιώνες τώρα έχει καταξιώσει η παράδοση σε αυτόν τον τομέα, από εργαστήριο σε εργαστήριο, αλλά και στον ίδιο τον κατασκευαστή από το ένα στο άλλο όργανο που φτιάχνει, παρουσιάζει ωστόσο ένα πλήθος μικροδιαφορές στις διαστάσεις και στον τρόπο της κατασκευής. Απόδειξη ζωντανή της ερευνητικότητας και του προβληματισμού των κατασκευαστών του για ωραιότερο ή υψηλότερο ήχο, για να αντέχει το όργανο στις καιρικές μεταβολές και να μην σκεβρώνει για αυτή καθεαυτή την ομορφιά της κατασκευής. Διαφορές που όχι μόνο δεν αντιστρατεύονται την παράδοση, αλλά αντίθετα την κρατούν ζωντανή, ανανεώνοντάς την.

Ο τζουρά στις πόλεις φτιάχνεται, σε εργαστήρια με μακριά παράδοση το καθένα. Από τη υπομονετική, προσεχτική και με μεράκι κατασκευή του που ακολουθεί πάντα την ίδια σειρά – σκάφος, χέρι, καπάκι – εξαρτάται ουσιαστικά η στερεότητα, η καλή λειτουργία και η ηχητική απόδοση του οργάνου.

Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούσαν για το σκάφος ξύλα σκληρά όπως έβενο, παλίσανδρο, σφενδάμι, μουριά, μαόνι, καρυδιά κ.α. για το σκελετό του χεριού φλαμούρι ή άλλο μαλακό ξύλο, ενώ για το καπάκι λευκή ξυλεία συνήθως πεύκο ή ερυθρελάτη.

Το σκάφος όταν κατασκευάζεται με ντούγιες γίνεται με τη βοήθεια ενός ξύλινου καλουπιού (σχ.147) στο επάνω μέρος του καλουπιού βιδώνεται προσωρινά ένας ξύλινος ντάκος από φλαμούρι ή άλλο μαλακό ξύλο. Πάνω σε αυτόν τον τάκο – που θα παραμείνει στο εσωτερικό του ηχείου ως στήριγμα στο οποίο αργότερα θα δημιουργήσουν μία εσοχή για να θηλυκώσει το χέρι – στερεώνονται οι ντούγιες (σχ.148).



Στη μέση του τάκου προσαρμόζουν την ντουγομάνα και κατόπιν τις άλλες ντούγιες, μία δεξιά, μία αριστερά, κολλώντας τις πάνω στον τάκο και μεταξύ τους με ψαρόκολλα. Για να κυρτώσουν οι ντούγιες και να πάρουν το σχήμα του καλουπιού, τις «σιδερώνουν», μία – μία, την ώρα που τις κολλάνε με ένα ειδικό σίδερο, που σήμερα λειτουργεί με ηλεκτρισμό σε ορισμένα εργαστήρια. Παλιότερα το σκάφος του τζουρά είχε πολλές ντούγιες, έως 27 ή και 33. σήμερα έχει ως 23 και συχνά λιγότερες, απόρροια μίας κάποιας βιομηχανοποίησης του είδους, ιδιαίτερα για το μπουζούκι, που στέλνεται σε ποσότητες στο εξωτερικό, περισσότερο στον ελληνισμό της Αμερικής και του Καναδά. Σημειώνουμε ακόμα ότι οι καλοί κατασκευαστές του τζουρά, όταν κόβουν τις ντούγιες, δεν έχουν ανάγκη να συμβουλευτούν το μέτρο για το μήκος, το φάρδος, τη λέπτυνση προς τα δύο άκρα τις ντούγιας. Προχωρούν στη δουλειά τους με το μάτι, και δεν πέφτουν ποτέ έξω στη συμμετρία του οργάνου. Την κατασκευή της σκάφης συμπληρώνουν κολλώντας γύρω – γύρω πάνω στις ακριανές ντούγιες, τα λεγόμενα πλαϊνά και στο κάτω μέρος του σκάφους, εκεί που σμίγουν οι ντούγιες, την κολλάντζα. Από το ίδιο ξύλο με τις ντούγιες, τα πλαϊνά και η κολλάντζα βοηθούν να συγκρατιούνται γερά οι ντούγιες στα

ακριανά σημεία του σκάφους. Όταν ξεραθεί η κόλλα και κολλήσουν καλά οι ντούγιες, αφαιρούν το καλούπι, καθαρίζουν με μία ξύστρα το μέσα μέρος του σκάφους και το «κορδελιάζουν» κάθετα, κάποτε και οριζόντια, κολλάνε δηλαδή στην ένωση κάθε ντούγας μία λωρίδα πανόχαρτο. Τέλος, στη βάση της σκάφης, από μέσα στο μέρος όπου από έξω είναι η κολλάντζα, κολλάνε ένα λεπτό τάκο από οποιοδήποτε ξύλο (Σχ.3).

Το μπράτσο από μονοκόμματο φλαμούρι θηλυκώνει στο αυλάκι του τάκου που έχει ανοιχτεί σε σχήμα χελιδονοουράς ειδικά για αυτόν το σκοπό. Το χέρι πρέπει να εφαρμόσει τέλεια στον τάκο και να κολλήσει στέρεα. Όσο πιο τέλεια τάκος και χέρι αποτελούν ένα σώμα, τόσο το όργανο είναι στερεότερο και προπαντός δεν σκεβρώνει. Τα τελευταία χρόνια, το χέρι δεν γίνεται πάντα από μονοκόμματο φλαμούρι αλλά από επικολλητή ξυλεία. Στην περιπρώσει αυτή ο κατασκευαστής δεν είναι υποχρεωμένος να επενδύσει το μπράτσο με καπλαμά για να αποφύγει το σκέβρωμα, όπως κάνει όταν το μπράτσο είναι μονοκόμματο. Πως θα αποφύγει το σκέβρωμα του μπράτσου και γενικά του οργάνου, είναι η μόνιμη, βασική έννοια κάθε καλού κατασκευαστή οργάνου.

Το καπάκι ίσιο ή λίγο κυρτό, γίνεται πάντα από λευκή ξυλεία, συνήθως πεύκο ή έλατο. Μία λεπτή σανίδα πεύκο σκίζεται εγκάρσια, και τα δύο αυτά φύλλα τα προσαρμόζουν σε ένα καλούπι και τα στερεώνουν από μέσα με μία καμάρα από λευκή ξυλεία. Την ελαφρά του κύρτωση, που το κάνει πιο ανθεκτικό στην πίεση των χορδών, το καπάκι την αποκτάει εφόσον στερεώνεται πάνω σε κυρτωμένη καμάρα.

Τα ξύλα που χρησιμοποιούσαν για την κατασκευή του τζουρά και όλων των οργάνων γενικότερα, τα αφήνουν πάντα να ξεραθούν καλά, δύο και τρία χρόνια. Οι καλοί μάστορες εξακολουθούν να προτιμούν τη φυσική και όχι την τεχνητή ξήρανση. Η φυσική αφήνει πάντα κάποια υγρασία στο ξύλο, και αυτό το κρατάει ζωντανό, ενώ η τεχνητή ξήρανση πεθαίνει λένε το ξύλο. Ιδιαίτερα για τα όργανα με καμπύλες, που χρειάζονται σιδέρωμα όπως ο τζουράς, ο

ταμπουράς, το μπουζούκι, ο μπαγλαμάς, ο ξύλο τους πρέπει να έχει κάποια υγρασία για να μπορεί να δουλεύεται. Ξύλα σκληρά χρησιμοποιούν για τα όργανα που γεν χρειάζεται να τους δώσουν καμπύλες με το σίδερο, δηλαδή τα σκαφτά, όπως ο σκαφτός τζουράς, ο σκαφτός ταμπουράς κ.α.

Άλλοτε εκτός από τη φυσική ξήρανση χρησιμοποιούσαν και έναν άλλο τρόπο: έβραζαν τα ξύλα μέσα σε νερό και αλάτι, και αυτό τα «εμπόδιζε να σκάσει», υποστηρίζουν οι παλιοί κατασκευαστές οργάνων. Ορισμένοι μάλιστα αγόραζαν σε τιμές ευκαιρίας παλιά έπιπλα, καλής κατασκευής και από καλά ξύλα, τα αποσυναρμολογούσαν και χρησιμοποιούσαν το ξύλο τους για την κατασκευή οργάνων.

Αφού κολληθεί το καπάκι, το «στολίζουν», με την ένθετη τεχνική γύρω στη ροδάντζα, με φιλέτα ή με γεωμετρικά σχήματα – μικρούς ρόμβους, τρίγωνα, παραλληλόγραμμο κ.α. – παλαιότερα από φίλντισι και πολύτιμα ξύλα, σήμερα από κοινό ξύλο ή πλαστική ύλη. Στα στολίδια αυτά, όπως και στο γλυπτό αραβούργημα της ροδάντζας, είναι φανερή η επίδραση της διακοσμητικής τέχνης της Ανατολής.

Την κατασκευή του τζουρά, αφού συναρμολογηθούν τα κύρια μέρη σκάφη, μπράτσο, καπάκι την ολοκληρώνουν οι παρακάτω συμπληρωματικές εργασίες: καμπυλώνουν πρώτα το πίσω μέρος του μπράτσου, για να γλιστράει και να ανεβοκατεβαίνει εύκολα το αριστερό χέρι στο παίξιμο και κόβουν το μπράτσο στο μήκος που θέλουν. Όταν το μπράτσο είναι μονοκόμματο, ντύνουν το καμπυλωμένο του μέρος με λεπτές ντούγιες καπλαμά από το ίδιο ξύλο του σκάφους. Στο μπροστινό μέρος κολλάνε την πλάκα, μία λεπτή λωρίδα ξύλου, συνήθως από έβενο ή άλλο σκληρό ξύλο, που καλύπτει όλη την επιφάνεια του μπράτσου και έρχεται σε ευθεία με το καπάκι. Την πλάκα ή αλλιώς την ταστιέρα την στολίζουν δεξιά και αριστερά, κατά μήκος του μπράτσου, με ένθετα λεπτά ξύλινα φιλέτα ή διάφορα γεωμετρικά σχήματα. Εκτός από την

ομοιομορφία με το σκάφος, το ντύσιμο του μπράτσου έχει και ένα άλλο ουσιαστικό σκοπό: εμποδίζει το χέρι να σκεβρώσει.

Κατόπιν κολλάνε τον καράβουλα θηλυκώνοντας των στο επάνω μέρος του μπράτσου και ανοίγουν στα πλαϊνά του από τρεις τρύπες για να μπουν τα έξι κλειδιά. Τα κλειδιά παλαιότερα ήταν ξύλινα όπως του βιολιού και λεγόντουσαν στριφτάλια, στριφτάρια ή κοπίλια. Καράβουλας και χέρι σχηματίζουν αμβλεία γωνία για να βοηθάει τον οργανοπαίχτη να κουρδίζει εύκολα το όργανό του. Αφού το ξύσουν με ξύστρα και το λειάνουν, στην αρχή με χοντρό και προοδευτικά με όλο και πιο λεπτό γυαλόχαρτο, ο τζουράς είναι έτοιμος για το λουστράρισμα και τέλος για το «αρμάτωμα». Πρώτα όμως σημαδεύουν πάνω στο καπάκι το μέρος όπου θα μπει ο καβαλάρης, και στο μπράτσο τις ημιτόνιες αποστάσεις για τα τάστα .

Στη συνέχεια κολλάνε στην ταστιέρα τα λεγόμενα «διακριτικά των φωνών», λεπτά δηλαδή πλακίδια, συνήθως στρογγυλά, παλαιότερα από φίλντισι ή σεντέφι και σήμερα από πλαστική ύλη. Αυτά τα τοποθετούνε το πρώτο ανάμεσα στο δεύτερο και τρίτο τάστο, το δεύτερο ανάμεσα στο έκτο και έβδομο και το τρίτο ανάμεσα στο ένατο και δέκατο τάστο. Ανάμεσα στο τέταρτο και πέμπτο τάστο κολλάνε ένα άλλο διακριτικό το *μαστόρη*, που βοηθάει στο κούρδισμα. Πατώντας ο οργανοπαίχτης τη δεύτερη χορδή, το λα, στη θέση που είναι το μαστόρη έχει το φθόγγο ρε στο πέμπτο τάστο, το φθόγγο δηλαδή που πρέπει να έχει η πρώτη χορδή του τζουρά, μία οκτάβα όμως υψηλότερη. Χτυπώντας ελεύθερη την επάνω την επάνω συρμάτινη χορδή ρε την κουρδίζεις στον ίδιο τόνο. Ανάλογα κουρδίζεις και την μπουργάνα αλλά μία οκτάβα χαμηλότερα. Ο τρόπος αυτός του κουρδίσματος είναι για τους αρχάριους, - πάτα μαστόρη λέει ο δάσκαλος στο μαθητευόμενο – γιατί ο έμπειρος δάσκαλος κουρδίζει το όργανο με το αυτί.

Προετοιμάζουν το λουστράρισμα αλείφοντας το σκάφος και το μπράτσο με λάδι. Το λάδι, έλεγαν οι οργανοποιοί, φέρνει το ξύλο στο χρώμα του και

βοηθάει να γλιστράει η μπάλα. Μπάλα εννοούσαν μία αυτοσχέδια κατασκευή φτιαγμένη με μπαμπάκι τυλιγμένο σε τουλπάνι. Με την μπάλα λουστράρουν το όργανο. Το λούστρο που χρησιμοποιούσαν ήταν γομαλάκα (κόμμι το λάκειον) διαλυμένη σε οινόπνευμα. Το καλό λουστράρισμα γίνεται σταδιακά, ένα στρώμα κάθε μέρα «για να τραβάει το λούστρο». Κάθε στρώμα λούστρου πρέπει να γίνεται όσο το δυνατό λεπτότερο. Οι καλύτερες εποχές για το λουστράρισμα είναι η άνοιξη και το φθινόπωρο. Η ξηρασία το καλοκαίρι και η υγρασία το χειμώνα δεν βοηθούν τον τεχνίτη να δουλεύει με άνεση την μπάλα. Το καπάκι το λουστράρουν σήμερα με ευρωπαϊκό λευκό λούστρο. Τη ροδάντζα δεν τη λουστράρουν, την χρυσώνουν. Παλιότερα είχε το φυσικό χρώμα του υλικού, από το οποίο ήταν φτιαγμένη: ταρταρούγα, κόκαλο, πολύτιμο ξύλο κ.α.

Μετά το λουστράρισμα τοποθετούν στο καπάκι, στο μέρος που έχουν σημαδέψει, τον καβαλάρη και τον τερσέ στο χώρο ανάμεσα στον καβαλάρη και στην ροδάντζα. Ο τερσές προφυλάσσει το καπάκι από τη φθορά που πιθανόν να δημιουργεί η πένα όταν παίζει. Ο τερσές άλλοτε ήταν φτιαγμένος από δέρμα ταρταρούγα και άλλα υλικά ενώ σήμερα από σκληρό ξύλο ή πλαστική ύλη. Στο επάνω μέρος του μπράτσου. Στο σημείο που αρχίζει ο καράβολας, κολλάνε το «μαξιλάρι» και δημιουργούν επάνω σε αυτό έξι εγκοπές σε τρία ζεύγη για να περνούν οι χορδές. Το μαξιλάρι πρέπει να έχει τόσο ύψος ώστε όταν περαστούν οι χορδές να μην ακουμπούν στα τάστα.

Τα τάστα, όπως και σήμερα φτιάχνονται από κράμα μετάλλου, αλουμίνιο και σίδηρο. Τα τάστα τοποθετούνται κατά ημιτόνια. Σε καθορισμένα σημεία τις ταστιέρας γίνονται οι κατάλληλες εγκοπές σε ύψος και πάχος ώστε τα τάστα να εφαρμόζουν πλήρως. Το μυστικό στην τεχνική των τότε οργανοποιών ήταν να λιμάρουν τα τρία πρώτα τάστα με τέτοιο τρόπο ώστε το πρώτο τάστο να είναι λίγο πιο ψηλό από το δεύτερο και το δεύτερο λίγο πιο ψηλό από το τρίτο. Έτσι όταν πατούν το δάχτυλο στο πρώτο τάστο οι χορδές να μην «βρίσκουν» στο δεύτερο. Το ίδιο όταν πατούν στο δεύτερο οι χορδές να μην «βρίσκουν» στο

τρίτο τάστο. Για τα υπόλοιπα τάστα δεν χρειάζεται να συνεχισθεί η ίδια τακτική. Οι χορδές δεν ακουμπούν στα υπόλοιπα τάστα χάρη πια στο ύψος του καβαλάρη. Αφού τοποθετήσουν τα τάστα, «αρματώνουν», περνάνε δηλαδή τις χορδές στο όργανο.

Τέλος κολλάνε ένα λεπτό πετσάκι - σημερινή ονομασία του είναι το φιλέτο – στη βάση του οργάνου, στο σημείο που ενώνεται το καπάκι με το σκάφος. Το πετσάκι εμποδίζει τον ιδρώτα του δεξιού χεριού, που ακουμπά συνεχώς στο μέρος αυτό κατά τη διάρκεια του παιξίματος, να «ποτίσει» το καπάκι και να το ξεκολλήσει από το σκάφος.

Η πένα ή το πλήκτρο όπως συνήθιζαν να το λένε οι οργανοπαίχτες, γίνεται από φτερό αρπακτικού πουλιού, συνήθως γύπα, αετού ή γερακιού και στην ανάγκη από φτερό διάνου ή πλαστικό. Καλύτερες πένες θεωρούνται αυτές που γίνονται από φτερό όρνιου, γιατί είναι μεγαλύτερης αντοχής, μαλακότερες και δίνουν γλυκύτερο ήχο. Οι πένες από φτερό αετού είναι πιο σκληρές και σπάνε ευκολότερα. Το στέλεχος του φτερού ενός όρνιου έχει δύο πλευρές. Η μία, η από πάνω, έχει σκούρο χρώμα, σχεδόν μαύρο ενώ η κάτω πλευρά του είναι άσπρη. Αφού μαδήσουν το φτερό χωρίζουν τη μαύρη από την άσπρη πλευρά με ένα μαχαιράκι. Τα δύο αυτά κομμάτια γίνονται δύο πένες. Κάθε πένα τη διπλώνουν στα δύο έτσι ώστε ο οργανοπαίχτης παίζοντας να χτυπά τις χορδές και προς τα επάνω και προς τα κάτω πάντα με τη λεία κοκάλινη πλευρά τις πένες. Καλύτερη πένα θεωρείται η άσπρη, είναι μαλακότερη και περισσότερο ευλύγιστη και δίνει γλυκύτερο ήχο. Παλαιότερα οι καλοί οργανοπαίχτες χρησιμοποιούσαν άσπρη πένα, όταν ήθελαν μαλακό παίξιμο για λίγους με μεράκι γλεντοκόπους, και μαύρη πένα για σκληρό πολύωρο παίξιμο που απαιτούταν στα πανηγύρια. Ένας οργανοπαίχτης κρατάει πάντα μαζί του μία ή δύο εφεδρικές πένες. Εάν έχει και άλλες, που δεν πρόκειται να χρησιμοποιήσει σύντομα, τις φυλάει στο λάδι για να διατηρηθούν μαλακές και ευλύγιστες. Κάτι ανάλογο κάνει όταν έχει πολλά φτερά και θέλει να τα

διατηρήσει μαλακά για να τα κάνει αργότερα πένες. Κόβει λίγο το κάτω κούφιο μέρος του, αυτό που βρισκόταν μέσα στη σάρκα της φτερούγας, τα γεμίζει λάδι τα γυρίζει ανάποδα και τα κρεμάει. Το λάδι ποτίζει σιγά – σιγά την εντεριώνη που έχει από ένα σημείο και έπειτα το στέλεχος και κρατάει μαλακό το φτερό.

ΠΩΣ ΠΑΙΖΕΤΑΙ – ΜΟΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Ο τζουράς και όλες οι παραλλαγές του που παίζονταν παλαιότερα, ήταν ένα όργανο με λεπτό και σχετικά αδύνατο ήχο, κατάλληλο για συνοδεία τραγουδιού ή ολιγοπρόσωπων χορών, σε κλειστό χώρο. Στον τζουρά η μελωδία παιζόταν συνήθως στην πρώτη υψηλότερη χορδή, *το καντίνι*, ενώ ταυτόχρονα τη συνόδευαν οι άλλες ανοιχτές χορδές. Αυτό είναι ένα είδος ίσης τονικής ή πέμπτης ή τονικής και πέμπτης μαζί, ανάλογα πάντα με τον αριθμό των χορδών και το κούρδισμα του οργάνου. Με τον καιρό η συνοδεία αυτή εξελίσσεται σε συνηγήσεις, που τελικά παίρνουν τη μορφή της αρμονικής συνοδείας με βάση τη συγκερασμένη κλίμακα και την αρμονία της δυτικής μουσικής.

Με αυτή την εναρμόνιση συνοδεύει σήμερα ο τζουράς το ρεμπέτικο τραγούδι. Κατεξοχήν δεξιοτεχνικό όργανο, ο τζουράς δεν είναι μόνο το κύριο μελωδικό όργανο στην ορχήστρα του ρεμπέτικου τραγουδιού, αλλά ταυτόχρονα μοιράζεται και την αρμονική συνοδεία μαζί με τα άλλα μουσικά όργανα της ορχήστρας όπως την κιθάρα το πιάνο και άλλα. Τα μόνιμα τάστα και η συγκερασμένη κλίμακα απομάκρυναν οριστικά το τζουρά απ' ότι άλλοτε το χαρακτήριζε ως παραδοσιακό ταμπουρά, το μονόφωνο δηλαδή παίξιμο πάνω σε τροπικές κλίμακες. Παλαιότερα όλα τα είδη το ταμπουρά παίζονταν μαζί με άλλα όργανα κυρίως έγχορδα όπως ταμπουράς και αχλαδόσχημη λύρα, ταμπουράς και βιολί κτλ. Στο Διδυμότειχο παιζόταν, έως το Β' Παγκόσμιο πόλεμο, ταμπουράς με συνοδεία μάσας.

Ο ΤΖΟΥΡΑΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Όργανα του τύπου τζουρά, με μακρύ χέρι και μικρό ηχείο, ανιχνεύονται στον ελλαδικό χώρο ήδη από τους αρχαιοελληνικούς χρόνους, με την ονομασία πανδούρα ή τρίχορδον. Από τα αρχαιοελληνικά ευρήματα αναφέρουμε ενδεικτικά το ανάγλυφο της Μαντινείας του 4^{ου} π.Χ. αιώνα, τις τερακότες με παραστάσεις οργάνων του ίδιου τύπου, και την παράσταση σε μωσαϊκό μίας πανδούρας που παίζεται με πένα, στο παλάτι των βυζαντινών αυτοκρατόρων. Έκτοτε η πορεία του ταμπουρά και των παραλλαγών του στους Βυζαντινούς και μεταβυζαντινούς χρόνους, έως σήμερα, μαρτυρείται από πολλές φιλολογικές και εικονογραφικές πηγές. Η σημερινή του άλλωστε ονομασία του, προέρχεται από τα αρχαιοελληνικό πανδούρα: φανδούρα, θαμπούρα, θαμπούριν, ταμπούριν, ταμπουράν, ταμπουράς.

Τους πανδουριστές μετά το πάνδουρων εις το δείπνον, ο και τρυγητικών προσαγορεύεται, αναφέρει ο Κωνσταντίνος Πορφυρογέννητος στην πραιμάτεια του Έκθεσις Της Βασιλέου Τάξεως, τον 10^ο αιώνα. Πανδούρες και άλλα όργανα αναφέρει επίσης ένα χρονικό του 12^{ου} αιώνα ότι έπαιζαν σε επίσημη τελετή στον ιππόδρομο της Κωνσταντινούπολης. Ταμπουρά και βιολί χρησιμοποιούσαν και οι Χιώτες σε διασκεδάσεις τους, γράφει το 1677 ο John Covel. Όργανα του τύπου ταμπουρά – γιογκάρι, ικιτέλι, μπουλγκάρι, μπαγλαμά, τζιβούρι, μπουζούκι, τζουρά – έπαιζαν και οι αγωνιστές του '21, μας πληροφορεί ο Νικόλαος Κασομούλης. Ένα από αυτά, ο ταμπουράς του στρατηγού Μακρυγιάννη, φυλάγεται σήμερα στο εθνικό ιστορικό μουσείο της Αθήνας.

Πόσο κατάλληλος είναι ο ταμπουράς για συνοδεία τραγουδιού σε κλειστό χώρο, εικονογραφεί χαρακτηριστικά ένα χωριό της διασκευής σε πεζό λόγο του έπους του Διγενή, το 1623:

«και εις κάθε φάγιον αφόντις έτρωγαν έπαιρνεν ο Διγενής την θαμπούραν του και έκρουέν την και εσυνέκρουεν η φωνή της κόρης με την θαμπούραν και υπερέκπληττεν απαντάς. Έπειτα εχόρευεν και ετραγώδει με ήχον πολλά γλυκύν, και είχαν απλωμένα πεύκια και έπαιζεν η κόρη επάνω εις αυτά. Ποιος δε λόγος δύνεται να διηγηθή την καλλονή εκείνην και τον ορχισμόν και τα εύμορφα εκείνα τραγούδια;»

Κατάλληλος είναι επίσης ο ταμπουράς και για τη διδασκαλία των διαστημάτων της βυζαντινής μουσικής, γράφει στο θεωρητικόν του ο αρχιεπίσκοπος Δυρραχίου Χρύσανθος: «από τα μελωδικά όργανα η πανδούρις άρχεται ευκολότερα εις διδάξιν, και σαφέστερος γνωρίζονται επάνω εις αυτήν οι τόνοι, τα ημιτόνια, και απλώς κάθε διάστημα. Λέγεται δε και πανδούρα και φανδούρα, καθ' ημάς δε, ταμπούρα ή ταμπούριν».

Από τις εικονογραφικές πηγές σημειώνουμε τις μικρογραφίες με όργανα τύπου ταμπουρά, με αυγόςχημα ή στρογγυλό ηχείο και δύο ή τρεις χορδές, στο ιστορημένο χειρόγραφο του μυθιστορήματος του Μεγάλου Αλεξάνδρου (14^{ος} αιώνας). Του ίδιου τύπου όργανα με αχλαδόσχημο, αυγόςχημο ή στρογγυλό ηχείο συναντάμε και σε πολλές τοιχογραφίες εκκλησιών, όπως στον Άγιο Δημήτριο στα Χρυσάφα Λακωνίας, στην Κοίμηση της Θεοτόκου στη Ζαραφώνα Λακωνίας, στην Αγία Παρασκευή στο Σοφικό Κορινθίας και σε μονές του Αγίου Όρους.

Σημειώνουμε επίσης την εικονογράφηση στα χρονικά των ξένων ταξιδιωτών, τους πίνακες και τις τοιχογραφίες νεώτερων ζωγράφων όπως των Λεμπέση, Νικηφόρου Λύτρα, Υ. Βρυζάκη, Θεόφιλου, Th. Leleblanc κτλ, τα κεντήματα με τους «καδήδες» ή «μπαγασάκια» να παίζουν ταμπουρά. Πόσο δεμένα είναι τα όργανα τύπου ταμπουρά με την ελληνική παράδοση μαρτυράει, ανάμεσα σε άλλα, και η εικονογράφησή τους σε «υφαντό ιστορημένο τάπητα», όπως αποκαλεί το χαλί ο Γιάννης Τσαρούχης.

3 *Ακουστικές ιδιότητες του ξύλου*

Οι ακουστικές ιδιότητες του ξύλου αναφέρονται α) στην παραγωγή ήχων με άμεση κρούση και β) στη συμπεριφορά του σε ήχους που παράγονται από άλλες πηγές, μεταδίδονται με τον αέρα και προσπίπτουν στο ξύλο με μορφή ηχητικών κυμάτων.

Το ξύλο ως πηγή ήχου

Το ξύλο σπάνια χρησιμοποιείται ως πηγή ήχου. Παράδειγμα είναι το ξυλόφωνο, ένα μουσικό όργανο που αποτελείται από ξύλινα ελάσματα με διαφορετικό μέγεθος. Μουσικοί φθόγγοι παράγονται με κρούση των ελασμάτων με κρουστήρες που συνήθως είναι ξύλινοι. Επίσης, το ξύλο χρησιμοποιείται για σήμαντρα σε μοναστήρια και εκκλησίες.

Το ύψος του ήχου που παράγεται, δηλαδή αν είναι οξύς ή βαρύς, καθορίζεται από τη συχνότητα της παλμικής κινήσεως του κρουόμενου ξύλου. Η συχνότητα εξαρτάται από τις διαστάσεις, την υγρασία, την πυκνότητα και την ελαστικότητα του ξύλου. Ξυλοτεμάχια με μεγαλύτερες διαστάσεις, μικρότερη υγρασία, μεγαλύτερη πυκνότητα και ελαστικότητα παράγουν οξύτερους ήχους.

Ήχοι που παράγονται από ξύλο μπορεί να είναι ανεπιθύμητοι, όπως π.χ. ο θόρυβος από ξύλινα δάπεδα ή σκάλες.

Προσπίπτοντα ηχητικά κύματα

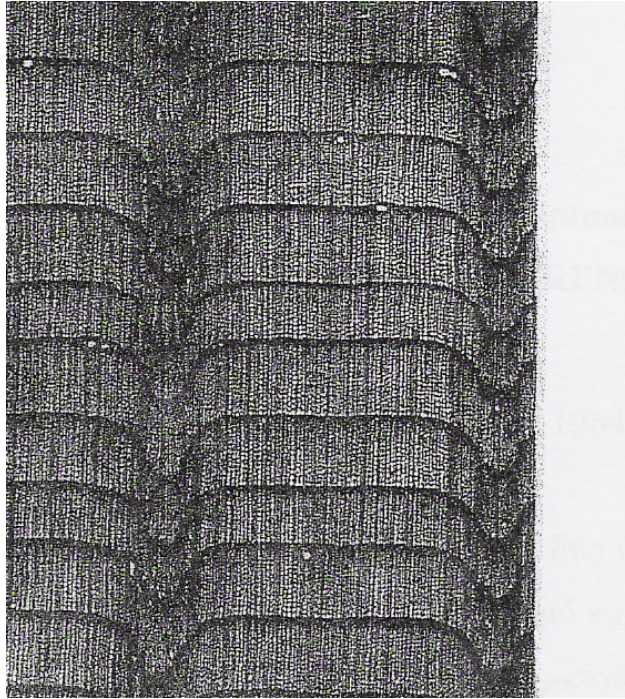
Όταν ηχητικά κύματα που παράγονται από μία άλλη πηγή προσπίπτουν σε ξύλο, μέρος της ηχητικής ενέργειας ανακλάται και μέρος εισέρχεται μέσα

στη μάζα του. Το ξύλο μπορεί να τεθεί σε παλμική κίνηση. Όταν ο αρχικός ήχος ενισχύεται έχουμε το φαινόμενο της συνήχησης ενώ όταν ο ήχος υφίσταται μερική ή ολική απορρόφηση έχουμε την απορρόφηση ήχου.

A. Συνήχηση – Αντηχεία

Το φαινόμενο της συνηχήσεως ή συντονισμού παρατηρείται π.χ. όταν το ξύλο χρησιμοποιείται ως αντηχείο. Η απόδοση του επηρεάζεται από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη συχνότητα της παλμικής κινήσεως, το σχήμα του αντηχείου και την κατάσταση της επιφάνειάς του, για παράδειγμα η στίλβωση έχει ευνοϊκή επίδραση. Το αντηχείο δεν μεταβάλλει το ύψος του ήχου που προσπίπτει, αλλά ενισχύει την ένταση και αυξάνει τη διάρκεια του.

Η χρησιμοποίηση του ξύλου ως αντηχείου σε έγχορδα μουσικά όργανα ιδίως στα βιολιά, έχει ιδιαίτερη σημασία. Υπάρχει ιδιαίτερη προτίμηση για ξύλο ερυθρελάτης λόγω του ότι έχει μεγάλη ελαστικότητα σε σχέση με την πυκνότητά του και για ξύλο ευθύινο, από ακτινική τομή, με ομοιόμορφη δομή, στενούς αυξητικούς δακτυλίους μέχρι 2mm, μικρό ποσοστό όψιμου ξύλου μέχρι 25%, και από μεγάλα δέντρα με ηλικία 130 – 150 χρόνια και διάμετρο μεγαλύτερη από 40 εκ. Ξύλο ερυθρελάτης με οδοντωτούς δακτυλίους (εικ.1) θεωρείται πολύ καλό για μουσικά όργανα. Ξύλο ερυθρελάτης χρησιμοποιούσαν οι περίφημοι Ιταλοί κατασκευαστές βιολιών όπως ο Stradivari, ο Amati, ο Guarneri κ.α. Σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι το μυστικό τους σχετίζεται επίσης με το πάχος και την καμπυλότητα του αντηχείου, και με ειδική κατεργασία του ξύλου όπως χημικό εμπότισμό, λεπτή διάτρηση κατά θέσεις. Εκτός από ερυθρελάτη, αντηχεία μουσικών οργάνων κατασκευάζονται από ελάτη και δασική πεύκη. Επίσης χρησιμοποιούνται πλατύφυλλα π.χ. σφενδάμι και τροπικά ξύλα.



Εικ.1 Οδοντωτοί ετήσιοι δακτύλιοι στην ερυθρελάτη

Απορρόφηση ήχου

Όπως προαναφέρθηκε προηγούμενος, μέρος της ηχητικής ενέργειας που προσπίπτει στο ξύλο, εισέρχεται στη μάζα του. Η ενέργεια αυτή είναι δυνατό να απορροφηθεί μερικά τουλάχιστο λόγω επανειλημμένης διαθλάσεως και ανακλάσεως των ηχητικών κυμάτων. Έτσι προκαλείται τριβή των μορίων που αποτελούν τη μάζα του ξύλου με αποτέλεσμα να μετατρέπεται η ηχητική ενέργεια σε θερμική.

Η ικανότητα απορροφήσεως ήχου μετριέται με τον συντελεστή απορροφήσεως, που εκφράζει το ποσοστό % της προσπίπτουσας ηχητικής ενέργειας που απορροφάται. Το ξύλο πλεονεκτεί από άλλα υλικά, λόγω της πορώδους δομής του, αλλά έχει σχετικά μικρό συντελεστή απορροφήσεως, μικρότερο από 10% . Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τιμές από διάφορα υλικά.

Πίν. 1. Συντελεστής απορροφήσεως ήχου (%)

<i>Υλικό</i>	<i>Συχνότητα (cps)</i>		
	<i>125</i>	<i>500</i>	<i>2000</i>
Τοίχος ξύλου	8	6	6
Τοίχος τούβλων	2	3	5
Δάπεδο ξύλου	5	3	3
Δάπεδο ξυλερίου	1	2	2
Γυαλί	3	3	2
Πλάκες ξυλερίου	13	36	70
Μονωτικές ινοπλάκες	39	52	59

Ειδικότερα, ο συντελεστής απορροφήσεως επηρεάζεται από την πυκνότητα του ξύλου και από άλλους παράγοντες, όπως ελαστικότητα, υγρασία, θερμοκρασία, ένταση και συχνότητα ήχου, και κατάσταση της επιφάνειας του ξύλου: ξύλα με μικρότερη πυκνότητα και ελαστικότητα, και μεγαλύτερη υγρασία και θερμοκρασία απορροφούν περισσότερο ήχο, και επίσης η απορρόφηση είναι μεγαλύτερη σε ήχους με μικρότερη συχνότητα και μικρότερη από στιλβωμένες επιφάνειες.

Η ηχομονωτική ικανότητα του ξύλου είναι δυνατό να βελτιωθεί σημαντικά μέχρι και 90% σε ξύλινες κατασκευές όπως σε τοίχους ή διαχωρίσματα προκατασκευασμένων σπιτιών με τη δημιουργία κενών χώρων ανάμεσα σε παράλληλες επιφάνειες. Επίσης, ορισμένα προϊόντα ξύλου με μικρή πυκνότητα, ή και με διατρήσεις έχουν αυξημένη ηχομονωτική ικανότητα π.χ. μονωτικές ινοπλάκες.

Ταχύτητα διαδόσεως του ήχου

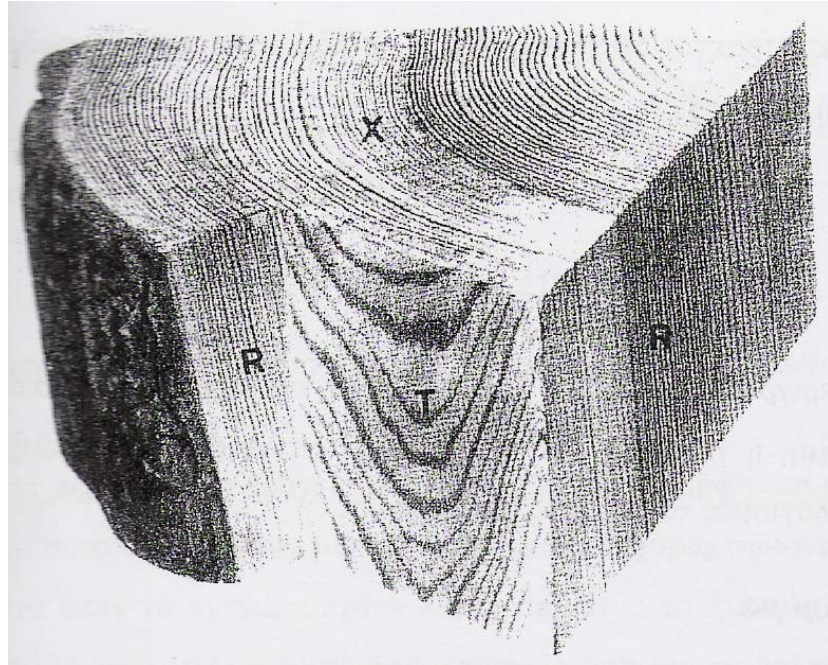
Η ταχύτητα διαδόσεως του ήχου στη μάζα του ξύλου κυμαίνεται από 3500 έως 5000 m/sec περίπου στην εγκάρσια τομή και από 700 έως 1500 m/sec περίπου στην εγκάρσια διεύθυνση προς τις ίνες. Με βάση διάφορα πειραματικά δεδομένα η ταχύτητα θεωρητικά στην εγκάρσια τομή είναι 1,3-2,2 φορές μικρότερη, αλλά αυτό αποδίδεται σε αποκλίσεις των ινών από την ευθυτένεια των ινών στα δείγματα που μελετήθηκαν. Ανομοιογενείς κατανομή των πόρων και ιδίως η αυξανόμενη υγρασία μειώνουν σημαντικά την ταχύτητα του ήχου.

Η ταχύτητα του ήχου σε άλλα υλικά σώματα είναι: αέρας 340m/sec, φελλός 430-530 m/sec, σίδηρος 5000 m/sec, γυαλί 5000-6000m/sec. Επομένως, η ταχύτητα του ήχου εντός του ξύλου κατά την αξονική κατεύθυνση είναι δεκαπλάσια και πλέον σε συγκρίσει με τον αέρα, τριπλάσια του νερού και αναλόγως του σιδήρου και του γυαλιού. Εν τούτοις, το ξύλο υπερτερεί του σιδήρου και γενικώς των μετάλλων, λόγω της μικρότερης μάζας ανά μονάδα όγκου.

Έπειτα όμως από πολλές έρευνες βρέθηκε ότι η ταχύτητα διαδόσεως του ξύλου επηρεάζεται από το είδος του ξύλου, την περιεχόμενη υγρασία, τη θερμοκρασία και από το είδος της τομής του ξύλου.

Διαφορετική διάδοση ταχύτητας είναι στην εφαπτομενική, στην εγκάρσια και στην ακτινική τομή του ξύλου (εικ.2). Η σχέση αξονικής προς εγκάρσιας

ταχύτητας διαδόσεως του ήχου κυμαίνεται μεταξύ 3,2 και 5,4. Η σχέση όμως αυτή αυξάνεται όταν η μάζα του ξύλου, είναι ξηρότερη και η δομή του περισσότερο ανομοιόμορφη.



Τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά του ξύλου όπως εμφανίζονται στις τρεις τομές: Εγκάρσια τομή: X, Εφαπτομενική τομή: T, Ακτινική τομή: R

Με την προϋπόθεση ομοιόμορφης δομής του ξύλου είναι το πλέον κατάλληλο υλικό για μουσικά όργανα.

Η πυκνότητα δεν παίζει τόσο σημαντικό ρόλο στην διάδοση της ταχύτητας, αλλά η αναλογία του μέτρου ελαστικότητας σε σχέση με την πυκνότητα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Η ταχύτητα του ήχου v μπορεί να δοθεί από τον παρακάτω τύπο:

$$V = (\varepsilon/\rho)^{1/2} \text{ όπου:}$$

v = ταχύτητα διαδόσεως του ήχου

ε = μέτρο ελαστικότητας

ρ = πυκνότητα

Επίσης η ταχύτητα μπορεί να υπολογιστεί θεωρητικά από την σχέση

$$C = e/r_0 \text{ όπου:}$$

C = ταχύτητα διαδόσεως του ήχου (10m/sec)

e = μέτρο ελαστικότητας (kp/cm^2)

R_0 = ξηρή πυκνότητα (gr/cm^3)

Επομένως η ταχύτητα εξαρτάται από την ελαστικότητα του ξύλου και την ποσότητα της ύλης που τίθεται σε παλμική κίνηση, δηλαδή από την πυκνότητα (σχ.79 Α, Β, Δ).

Η υγρασία ελαττώνει την ταχύτητα και συντελεί στην ταχύτερη απόσβεση του ήχου (σχ.79Γ).

Οι βιομηχανίες μουσικών οργάνων στην Ρωσία και στην Πολωνία ως κριτήριο για την επιλογή κατάλληλων ξύλων χρησιμοποιούσαν την ακόλουθη σχέση:

$$K = E/R_{10}^3$$

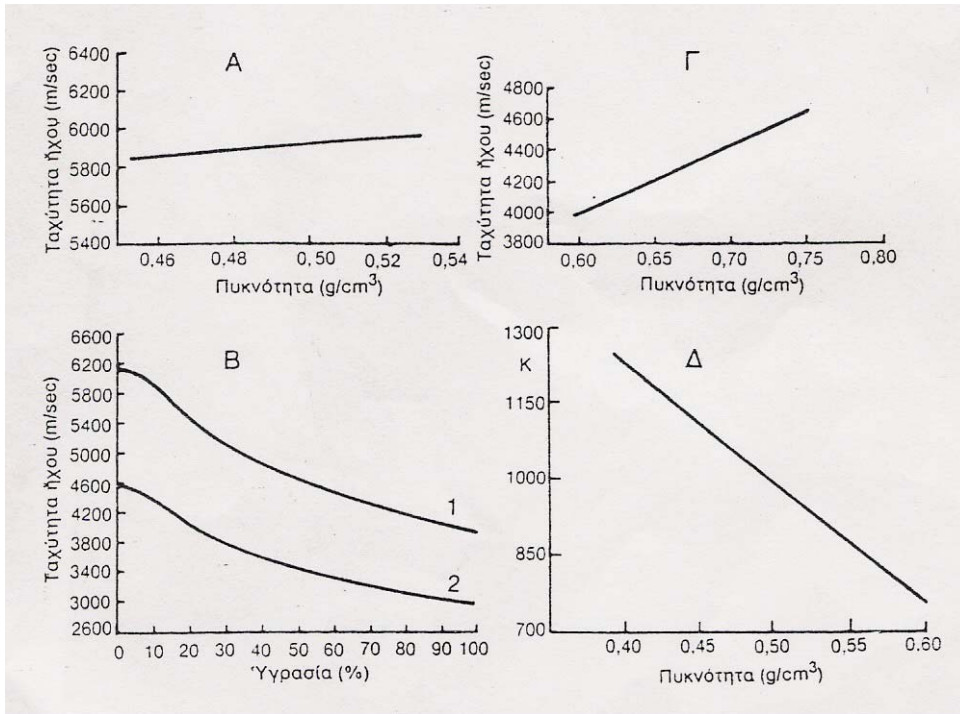
όπου:

K = ακουστικός συντελεστής

E = μέτρο ελαστικότητας

R_{10} = φαινομενική πυκνότητα σε υγρασία 10%

Το μέτρο ελαστικότητας υπολογίζεται από δοκιμές στατικής κάμψεως, και η επίδρασή του είναι τρεις περίπου φορές μεγαλύτερη από την επίδραση της πυκνότητας. Η σχέση K και R είναι ευθύγραμμη και αρνητική (το K γίνεται μικρότερο όσο αυξάνεται η πυκνότητα βλ. σχ.79Δ). Σε ξύλο ερυθρελάτης με πυκνότητα $0,45 \text{ gr/cm}^3$ που θεωρείται κατάλληλο για μουσικά όργανα, ο συντελεστής K κυμαίνεται από 1000 ως 1200 περίπου.



Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τιμές ταχύτητας διαδόσεως ήχου σε διαφορετικά δείγματα ξύλου και στις τρεις τομές του

Ταχύτητα διαδόσεως ήχου

Είδος	Πυκνότητα gr/cm ³	Ταχύτητα (m/sec)		
		Αξονική	Εγκάρσια	Αξονική προς Εγκάρσια
Ερυθρελάτη	0,47	4790	1072	4,47
Δασική πεύκη	0,52	4760	932	5,11
Ελάτη	0,45	4890	1033	4,73
Σφένδαμος	0,63	3826	1194	3,21
Οξιά	0,73	4638	1420	3,27
Δρυς	0,69	4304	1193	3,61
Φιλύρα	0,53	3700	680	5,44

Ο James το 1961 όρισε την ταχύτητα του ήχου σε δείγματα κυπαρισσιού παραθέτοντας δονήσεις στις κατά μήκος τομές, με διαφορετικές τιμές περιεχόμενης υγρασίας και θερμοκρασίας χρησιμοποιώντας τύπους ηχηρής συχνότητας. Υπολόγισε την ταχύτητα από τον τύπο $v = 2fl$ όπου:

f = ηχηρή συχνότητα

l = μήκος του δείγματος

Τιμές από την έρευνα αυτή δίνονται στον παρακάτω πίνακα

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΗΧΟΥ				
Περιεχόμενη υγρασία	-18°C	27°C	71°C	93°C
7,2	5486	5359	5207	5131
12,8	5512	5334	5182	5080
16,5	5385	5182	4978	4851
23,7	5055	4877	4623	4420
27,2	4978	4775	4496	4293

Αυτό δείχνει ότι ενώ η θερμοκρασία και η περιεχόμενη υγρασία αυξάνεται η ταχύτητα του ήχου μειώνεται. Αυτό συμβαίνει λόγω της μικρότερης ταχύτητας του ήχου στο νερό.

Ο Gerhard το 1982 υπολόγισε ότι οι μεταβλητές που επηρεάζουν την ταχύτητα ήχου καθορίζονται από ένα αριθμό ερευνών. Η ταχύτητα βρήκε ότι επηρεάζεται σημαντικά από την αυξανόμενη γωνία των ινών του ξύλου, από 0 έως 90 , σχετικά με τον κατά μήκος άξονα του ξύλου. Μία μείωση του ήχου κατά 65% βρέθηκε να οφείλεται στη γωνία των ινών που απείχε από την ευθυτένεια μόλις 20. Η ταχύτητα στους ρόζους βρέθηκε ότι είναι χαμηλότερη, οφειλόμενο στην καμπυλότητα των ινών. Παρ' όλα αυτά όταν παρουσιάζεται ευθυτένεια των ινών γύρο από τους ρόζους , τότε τα ακουστικά αποτελέσματα είναι θαυμαστά υποστήριξε ο Burmester το 1965. Ένας άλλος σημαντικός

παράγοντας είναι η προχωρημένη φθορά του ξύλου, η οποία μπορεί να προκαλέσει έως και 25% μείωση στην ταχύτητα του ήχου

Ο Mc Donald το 1978 σε μία μελέτη του χρησιμοποιώντας υπερηχητικά κύματα ώστε να εντοπίσει ελαττώματα σε πιστή ξυλεία, καθόρισε την ταχύτητα του ήχου στην ακτινική και εφαπτομενική τομή σε διάφορα κομμάτια ξύλου. Τα είδη του ξύλου και οι τιμές του δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΗΧΟΥ				
Κατεύθυνση ηχητικών κυμάτων	Κυπαρίσσι	Πεύκο	Δρυς	Οξιά
Εγκάρσια τομή	4350	4390	4110	6610
Ακτινική τομή	1980	1620	2040	1980
Εφαπτομενική τομή	1770	1460	1790	1770

Οι παραπάνω τιμές στον πίνακα αποκομίστηκαν χρησιμοποιώντας 400ν με διάρκεια 1μs σε θερμοκρασία δωματίου. Εάν πάρουμε το μέσο όρο των τιμών από τις ακτινικές και εφαπτομενικές τομές και τις συγκρίνουμε με τις τιμές των κατά μήκος τομών είναι από 2,3 έως 3,5 μεγαλύτερες από τις τιμές της εγκάρσιας τομής.

Ο Mc Donald βρήκε ότι μία πιο ακριβής ανακάλυψη θα μπορούσε να ήταν εάν τα υπερηχητικά κύματα μεταφέρονταν και λαμβάνονταν στο νερό

παρά στον αέρα. Αυτό απορρέει από την επαφή διαφορετικής επιφάνειας. Καλύτερη προσρόφηση από την προκαλούμενη ένταση των ηχητικών κυμάτων γίνεται στη σανίδα.

Ο James το 1982 εξέτασε την εφικτότητα of monitoring stages σε απόλυτη ξηρή κατάσταση ξυλείας μέσω των αλλαγών της ταχύτητας ήχου ανά μονάδα μήκους καθώς επηρεάζεται από την περιεχόμενη υγρασία. Χρησιμοποιώντας υπερηχητικούς σφυγμούς και σημειώνοντας τα αποτελέσματα της θερμοκρασίας, η ταχύτητα έδειξε ότι συσχετίζεται αρκετά με τις αλλαγές της περιεχόμενης υγρασίας. Οι κλίσεις της υγρασίας έδειξαν ότι επηρεάζουν τις ενδείξεις. Παρ' όλ' αυτά εάν και εφόσον τα ηχητικά κύματα θα μπορούσαν να ταξιδέψουν γρηγορότερα σε ξηρές περιοχές τότε θα έτειναν να σημειώνουν χαμηλότερο ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας από ότι πραγματικά υπάρχει. Βρέθηκε επίσης ότι η προσαρμογή αυτή θα μπορούσε να συγχωνευθεί με τον παράγοντα της θερμοκρασίας.

Ο Skaar το 1980 έκανε μία αρχική εξέταση χρησιμοποιώντας εκπομπές ακουστικής σε πιστή ξυλεία δρυός.

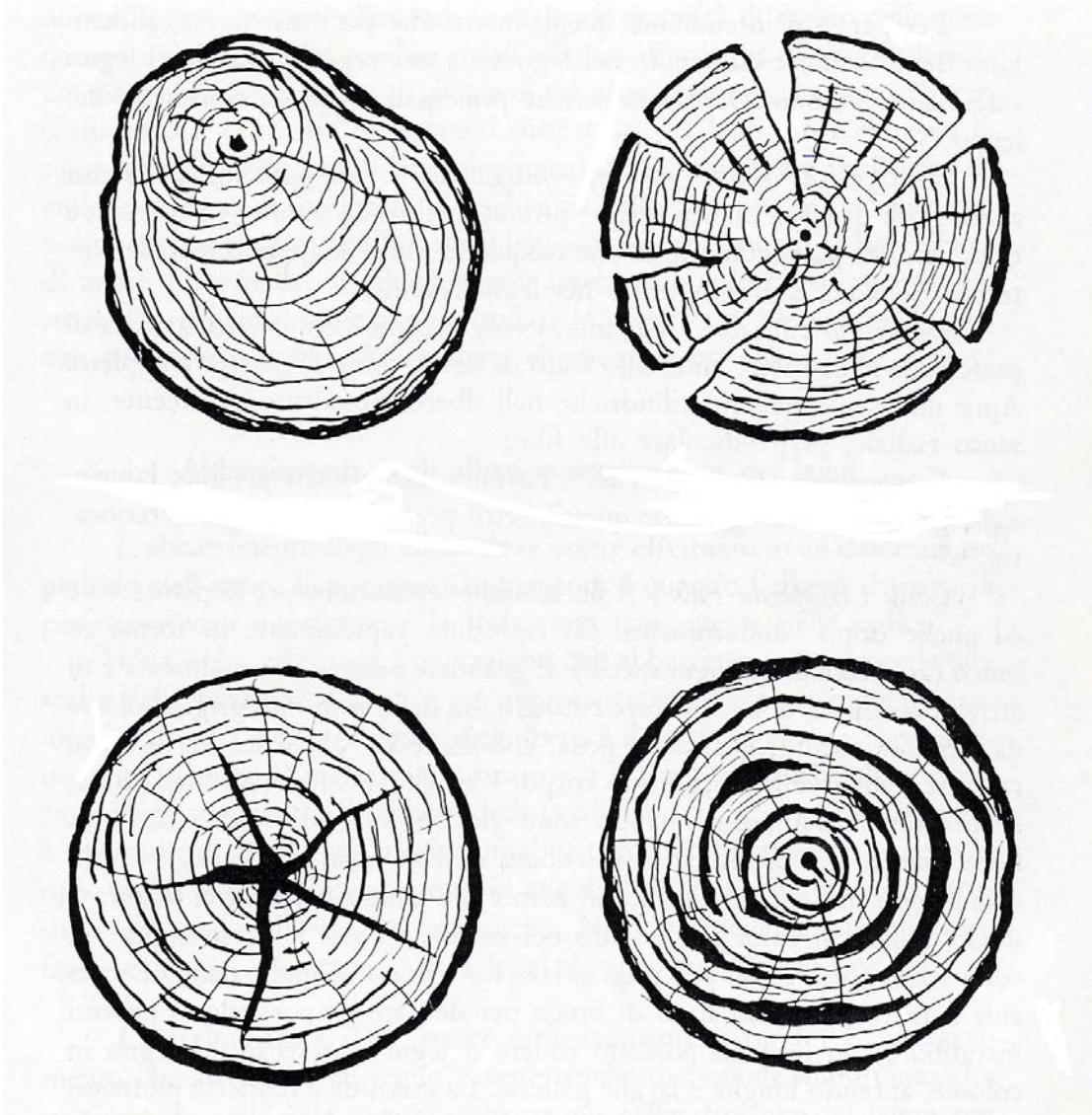
Όπως προαναφέρθηκε η ταχύτητα του ήχου έχει σχέση με την ηχηρή συχνότητα και το μέτρο ελαστικότητας. Συνεπώς, ή η ταχύτητα του ήχου όπως μετρήθηκε σε κατά μήκος τομές με πιεστικά κύματα, ή η ηχηρή συχνότητα όπως ορίστηκε από πειράματα ελευθέρων δονήσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην nondestructive για το μέτρο ελαστικότητας του ξύλου, το οποίο με τη σειρά του είναι κρίκος με άλλες μηχανικές ιδιότητες.

Δύο ακουστικές ιδιότητες συγγενεύουν με την ταχύτητα του ήχου. Η πρώτη είναι η ανθεκτικότητα των ηχητικών κυμάτων, η οποία είναι προϊόν της ταχύτητας και της πυκνότητας και η δεύτερη είναι η απορρόφηση του ήχου, η οποία ουσιαστικά ορίζεται από την αναλογία της ταχύτητας προς την πυκνότητα. Η ανθεκτικότητα των ηχητικών κυμάτων είναι σημαντική για την

παραγωγή του ήχου σε μεσαία όρια, ενώ η απορρόφηση του ήχου καθορίζει τη χαμένη ενέργεια από ένα δονούμενο σώμα.

Επίδραση ελαττωμάτων του ξύλου

Οι ακουστικές ιδιότητες επηρεάζονται από ελαττώματα του ξύλου. Η σχέση αυτή αξιοποιείται με τη χρησιμοποίηση ακουστικών μεθόδων για την ανίχνευση ελαττωμάτων, π.χ. σήψεως, ραγάδων κλπ. Αυτό γίνεται και εμπειρικά με κρούση και εκτίμηση του ύψους του ήχου που παράγεται π.χ. για ανίχνευση σήψεως σε ιστάμενα δέντρα στο δάσος.



Σφάλματα δομής του ξύλου. Από επάνω δεξιά προς τ' αριστερά: μακροσκοπική εμφάνιση θλιψιγενούς ξύλου, διαμπερείς ραγάδες, αστεροειδής ραγάδες, ρητινοθήλακες.

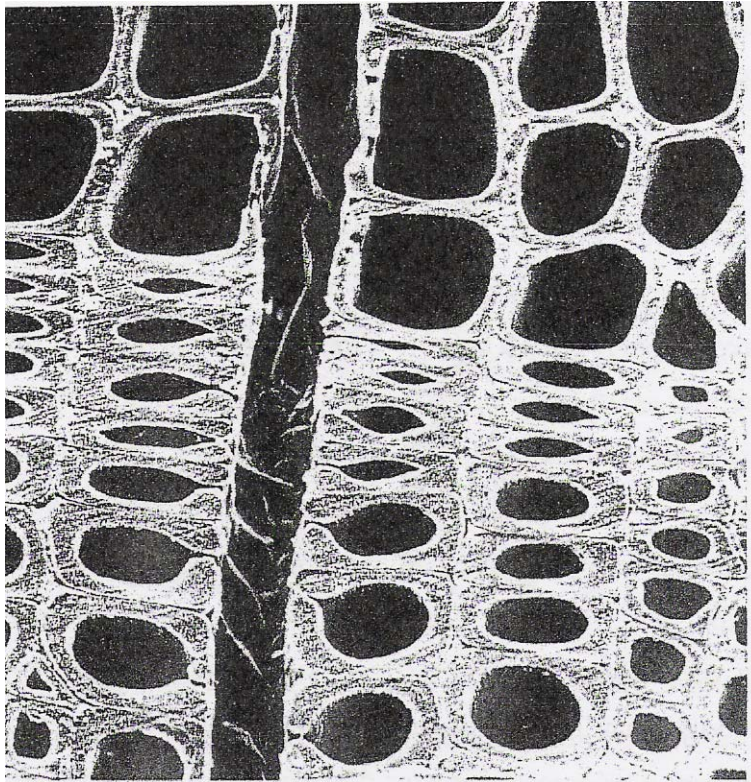
Φυσικές ιδιότητες και δομή του ξύλου

Η σχέση μεταξύ των φυσικών ιδιοτήτων και της δομής του ξύλου έχει εξεταστεί από πολλούς ερευνητές.

Στα κωνοφόρα οι τραχειίδες(σχ.4) αποτελούν την μεγαλύτερη σύσταση των κυττάρων. Από αυτό μπορεί να δειχθεί θεωρητικά ότι το E_{γ}^{-1} (δηλαδή η ελαστικότητα του ξύλου σε σχέση με το ειδικό βάρος του) στα κωνοφόρα στην

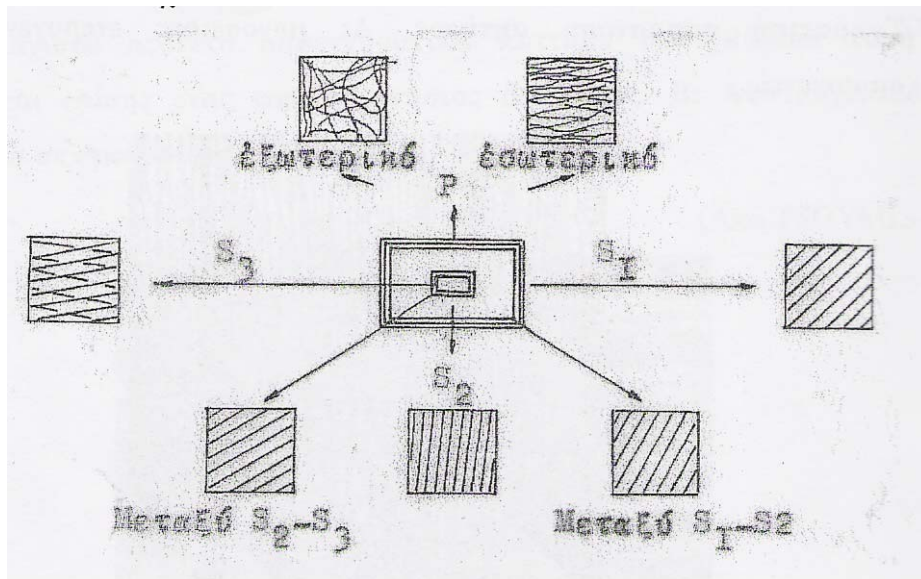
L κατεύθυνση είναι περίπου αναλογική με το μέσο όρο του μέτρου ελαστικότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων. Γι' αυτό οι διαφορές στο E_{γ}^{-1} στα κωνοφόρα ξύλα στην L κατεύθυνση μπορεί να αποδοθεί στις διαφορές των κυτταρικών τοιχωμάτων της δομής του ξύλου. Επίσης για τα κωνοφόρα έχει δειχθεί πειραματικά ότι έχουν υψηλότερο E_{γ}^{-1} μικρότερη γωνία μικροϊνιδίων το οποίο είναι μέτρο του βαθμού προσανατολισμού της άμορφης κυτταρίνης και υψηλότερο βαθμό κρυσταλλικότητας. Αυτή η σχέση μπορεί να δειχθεί με μαθηματική ακρίβεια και ανάλυση των κυτταρικών τοιχωμάτων. Για την ερυθρελάτη αποδείχθηκε πειραματικά ότι το E_{γ}^{-1} μειώνεται και το Q^{-1} (= συντελεστής εσωτερικής τριβής) μειώνεται με τη μείωση της γωνίας των μικροϊνιδίων. Αυτό εξηγεί γιατί η ερυθρελάτη έχει ίνες οι οποίες είναι ίσες και σχεδόν παράλληλες στην κατά μήκος τομή. Η ευθυτένεια αυτή της ερυθρελάτης την κάνει κατάλληλη για το καπάκι μουσικών οργάνων.

Οι οδοντωτοί δακτύλιοι που δημιουργούνται λόγω της κλίσεις που υπάρχει στο χαμηλό μέρος του κορμού έχουν χαρακτηριστικά σκουρότερο χρώμα, υψηλότερη γωνία μικροϊνιδίων στο μεσαίο επίπεδο του δευτερογενούς τοιχώματος S_2 , και περιέχει υψηλότερα ποσοστά λιγνίνης σε συγκρίσει με άλλα ξύλα. Στην L κατεύθυνση οι οδοντωτοί δακτύλιοι έχουν χαμηλότερο E_{γ}^{-1} και υψηλότερο Q^{-1} . Παρ' όλ' αυτά οι οδοντωτοί δακτύλιοι είναι αποδεκτά στα ξύλα. Καθώς οι αυξητικοί δακτύλιοι γίνονται πλατύτεροι, και η αναλογία του όψιμου ξύλου μικραίνει το E_{γ}^{-1} μειώνεται και

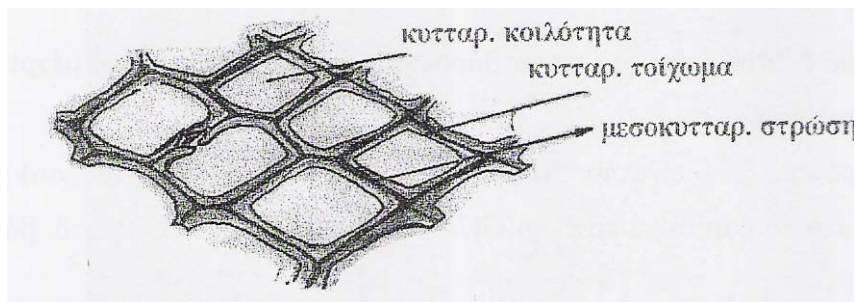


Σχ.4 Τραχειίδες ενός ετήσιου δακτυλίου Πεύκης. Στο κάτω μέρος διακρίνονται οι τραχειίδες όψιμου ξύλου με μεγαλύτερο πάχος και μικρότερο μέγεθος από τις τραχειίδες του πρώιμου ξύλου στο άνω μέρος. Διακρίνεται επίσης στο μέσο της εικόνας ακτίνα που τέμνει κάθετα την διαχωριστική γραμμή πρώιμου όψιμου ξύλου.

το Q^{-1} αυξάνεται στην κατά μήκος κατεύθυνση. Τα ξύλα που έχουν πλατύτερους αυξητικούς δακτυλίους θεωρούνται κατώτερης ποιότητας, όσον αφορά τη χρήση τους για μουσικά όργανα. Το χρώμα του ξύλου έχει αρνητική επίδραση στις φυσικές του ιδιότητες του ξύλου, γι' αυτό θεωρείται σφάλμα. Το σομόφο ξύλο είναι ακατάλληλο για κατασκευή μουσικών οργάνων, έχει υψηλό E_{γ}^{-1} και Q^{-1} . Το Q^{-1} του σομόφου ξύλου είναι υψηλό εξαιτίας της υψηλής περιεχόμενης υγρασίας. Τα ξύλα που περιέχουν ρόζους, οδοντωτούς δακτυλίους, ρητινοθύλακες είναι σχεδόν συγκρίσιμα με τα αποδεκτά ξύλα. Έτσι τα είδη του ξύλου που περιέχουν αυτά τα σφάλματα θεωρούνται κατώτερα λόγω της εμφάνισής τους και όχι λόγω των φυσικών ιδιοτήτων τους.



Γραφική παράσταση των τριών στρώσεων μικροϊνιδίων στα κυτταρικά τοιχώματα.
 Όπου P:πρωτογενές τοίχωμα, S₁, S₂, S₃:στρώσεις δευτερογενούς τοιχώματος.



Σχηματική παράσταση κυττάρων ξύλου σε εγκάρσια τομή

Ποιοτική εκτίμηση του ξύλου με βάση τις φυσικές ιδιότητες

Το ξύλο επιλέγεται με βάση τις φυσικές του ιδιότητες οι οποίες έχουν την σημαντικότερη βαρύτητα για τη χρήση αυτού. Για τη σωστή λειτουργία του καπακιού στα μουσικά όργανα οι πιο επιθυμητές φυσικές ιδιότητες είναι γενικά η ελαφρότητα, η υψηλή ελαστικότητα και η ενίσχυση στην ένταση του ήχου. Αυτές οι ιδιότητες συσχετίζονται με τις φυσικές ιδιότητες του ξύλου και με το ποσοστό αυτών. Δηλαδή με το ειδικό βάρος γ , το μέτρο ελαστικότητας ϵ , την

ταχύτητα του ήχου v η οποία είναι αναλογική με το $(E\rho^{-1})^{0.5}$ όπου ρ είναι η πυκνότητα, με την εσωτερική τριβή Q^{-1} η οποία είναι αναλογική με την απορρόφηση του ήχου και με την εκπομπή απορρόφησης του ήχου, η οποία με τη σειρά της είναι ανάλογη με το γινόμενο του τύπου $\nu\rho^{-1}$. Συνεπώς μπορεί να υπολογιστεί ότι το ξύλο που έχει χαμηλό γ , υψηλό E_γ^{-1} και χαμηλό Q^{-1} είναι ειδικό για καπάκι.

Το σκάφος συμμετέχει στους κραδασμούς του ήχου και γι' αυτό πρέπει να έχει τις κατάλληλες φυσικές ιδιότητες. Οι φυσικές τους ιδιότητες δεν είναι σημαντικές μόνο στην κατά μήκος διεύθυνση L αλλά και στην ακτινική διεύθυνση R .

Χαρακτηριστικά, το έλατο έχει υψηλότερο E_γ^{-1} χαμηλότερο Q^{-1} και υψηλότερο $\nu\rho^{-1}$ σε σχέση με άλλα είδη ξύλου στην κατά μήκος κατεύθυνση. Επιπλέον έχει βρεθεί ότι ξύλα που είναι καλύτερα για μουσικά όργανα έχουν υψηλότερο E_γ^{-1} και χαμηλότερο Q^{-1} . Γι' αυτό το λόγο το πεύκο που χρησιμοποιείται για καπάκι έχει τις καλύτερες φυσικές ιδιότητες στην κατά μήκος τομή. Καθώς η συχνότητα αυξάνεται, η αναλογία της παραμορφώσεως, προξενείτε με τη διάτμηση σε συγκρίσει με την αύξηση της κάμψης, γι' αυτό το Q^{-1} αυξάνεται στους υψηλούς κύκλους συχνοτήτων. Στην κατά μήκος κατεύθυνση, η ποιότητα του πεύκου είναι χαμηλότερη στο χαμηλό κύκλο συχνοτήτων και υψηλότερη στον υψηλό κύκλο συχνοτήτων εν συγκρίσει με τα σκληρά ξύλα. Το ξύλο του πεύκου έχει μεγαλύτερη εξάρτηση του Q^{-1} στη συχνότητα γιατί το κάθε EL GLt^{-1} (όπου GLt^{-1} είναι ο συντελεστής διατμήσεως στην Lt plane) το οποίο καθορίζει τη συνεισφορά της σχετικής διάτμησης το flexural deformation, είναι μεγαλύτερη. Στα ξύλα οι τιμές των E_γ^{-1} είναι χαμηλότερες και οι τιμές των Q^{-1} είναι υψηλότερες στην R και L κατεύθυνση για το ξύλο της ερυθρελάτης. Το σφενδάμι όπως και άλλα σκληρά ξύλα είναι κατώτερα της ερυθρελάτης όσον αφορά της φυσικές ιδιότητες στην L κατεύθυνση αλλά υπερέχουν ελαφρώς στην R κατεύθυνση. Εξ' άλλου, το

σφενδάμι δεν έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στις φυσικές του ιδιότητες σε σύγκριση με άλλα ξύλα. Συνεπώς, το σφενδάμι χρησιμοποιείται στα βιολιά λόγω της όμορφης εμφάνισης και της χαρακτηριστικής φιγούρας που έχει, παρά για τις φυσικές του ιδιότητες.

Ακουστικές ιδιότητες και πως επιδρούν στα μουσικά όργανα

Οι ακουστικές ιδιότητες του ξύλου το κάνουν ένα τέλειο υλικό για μουσικά όργανα. Η ταχύτητα του ήχου σε ξηρό ξύλο παράλληλα στις ίνες του είναι η ίδια με το ατσάλι και με πολλά άλλα υλικά. Ωστόσο εάν η πυκνότητα του ξύλου είναι αρκετά χαμηλή, θα έχει χαμηλή αντίδραση στα ηχητικά κύματα και υψηλή απορρόφηση στην ηχητική ακτινοβολία.

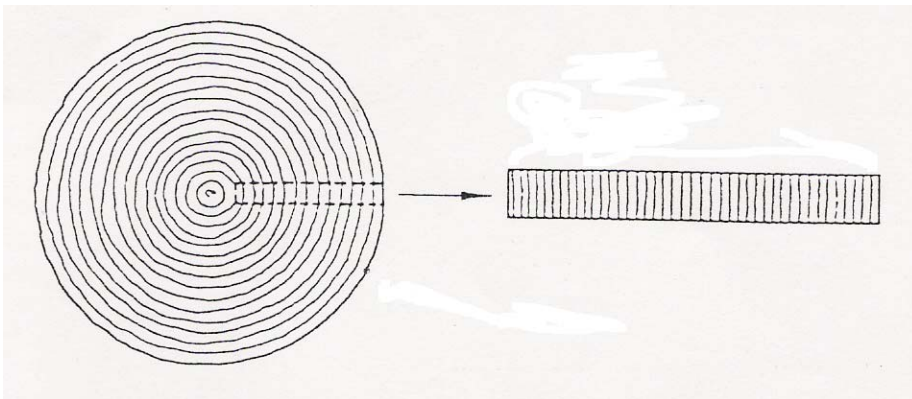
Η χαμηλά αντίδραση στα ηχητικά κύματα διευκολύνει την αντήχηση, ενώ η υψηλή απορρόφηση της εκπομπής του ήχου συνδυασμένη με τη χαμηλή ικανότητα απορρόφησης σημαίνει ότι η χαμηλότερη ενέργεια του ήχου ‘ξοδεύεται’ στην εσωτερική τριβή και η περισσότερη ενέργεια εκπέμπεται σαν ήχος στον περιβάλλον, ότι ακριβώς απαιτείται από ένα σκάφος μουσικού οργάνου.

Οι συνθήκες περιβάλλοντος, στις οποίες συνήθως τα μουσικά όργανα εκτίθενται είναι ιδανικές για τις ακουστικές ιδιότητες των μουσικών οργάνων. Κάτω από αυτές τις συνθήκες: με θερμοκρασία δωματίου, περιεχόμενη υγρασία του ξύλου 8%, η απώλεια των κυμάτων σε σχέση με την ηχητική ακτινοβολία αυξάνεται και η απορρόφηση οφειλόμενη στην εσωτερική τριβή είναι στο ελάχιστο.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΧΟΡΔΟΥ ΜΟΥΣΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ

Ένα έγχορδο μουσικό όργανο αποτελείται κυρίως από το σκάφος, το καπάκι, το μπράτσο, την κλειδιέρα, την ταστιέρα και από κάποια άλλα πρόσθετα υλικά απαραίτητα για τη σύνθεση αυτού όπως τα κλειδιά, τις χορδές, τα τάστα, την γέφυρα ή αλλιώς τον καβαλάρη.

Παρακάτω θα ερμηνεύσουμε την έννοια του κάθε στοιχείου, την σημασία και το ρόλο του καθενός στις μηχανικές και ακουστικές ιδιότητες στο μουσικό όργανο καθώς και τις προϋποθέσεις – ιδιότητες που απαιτούνται για την καλύτερη επιλογή αυτών.

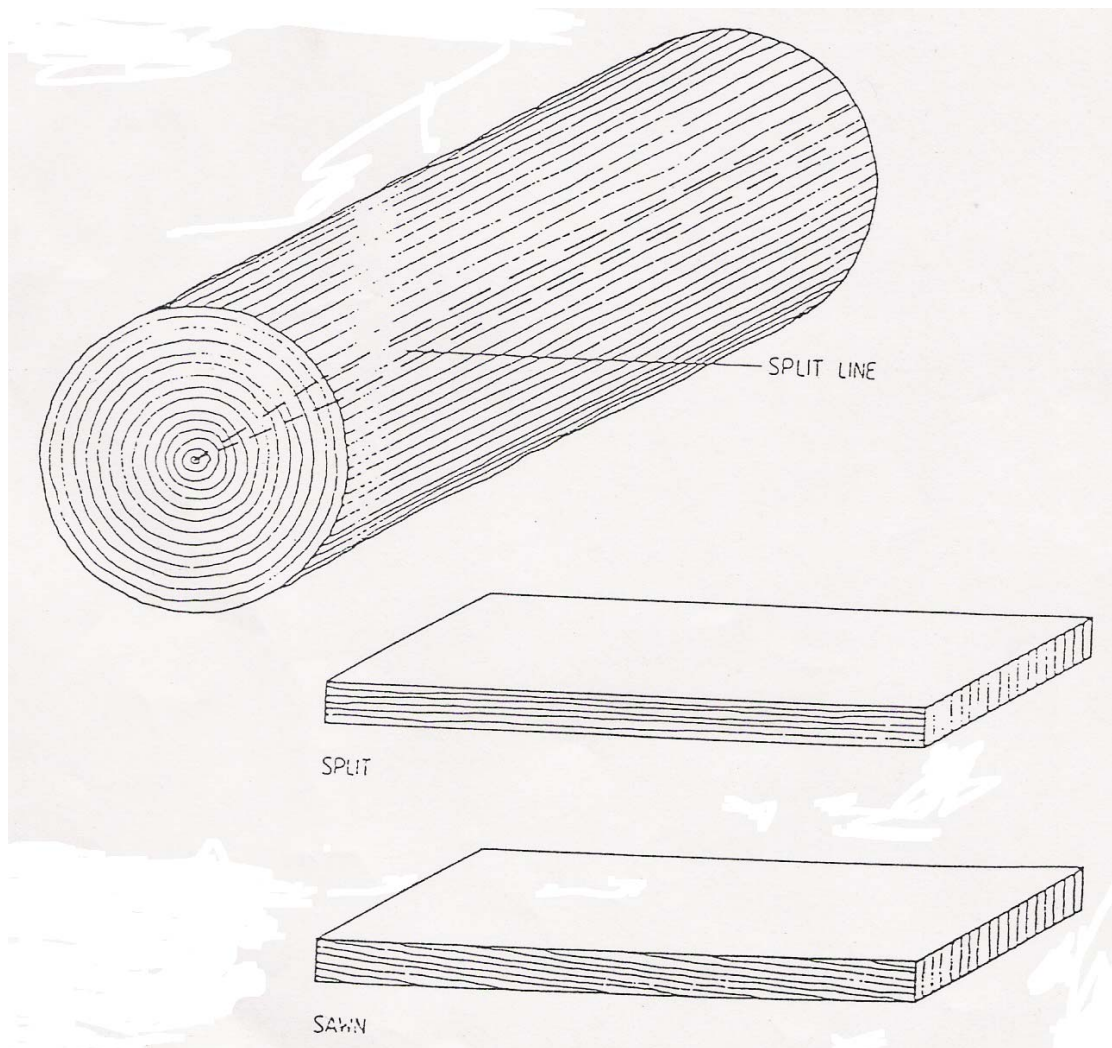


Η μέθοδος πρίσης που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ξύλου κατασκευής των κυρίων μερών ενός μουσικού οργάνου είναι τμηματική με σκοπό την παραγωγή πριστών με ακτινική σχεδίαση.

ΚΑΠΑΚΙ

Συνήθως, λέγεται ότι το καπάκι, είναι με διαφορά το πιο σημαντικό μέρος ενός μουσικού οργάνου. Ενώ οι περισσότεροι κατασκευαστές συμφωνούν με αυτή τη γενίκευση, είναι σημαντικό να θυμηθούμε ότι είναι το όργανο στην ολοκλήρωσή του, που έχει περισσότερη σημασία. Είναι πολύ πιθανόν για έναν κατασκευαστή να παρουσιάσει ένα καλύτερο μουσικό όργανο από έναν άλλο, ακόμη και αν έχει χρησιμοποιήσει υλικά κατώτερης ποιότητας.

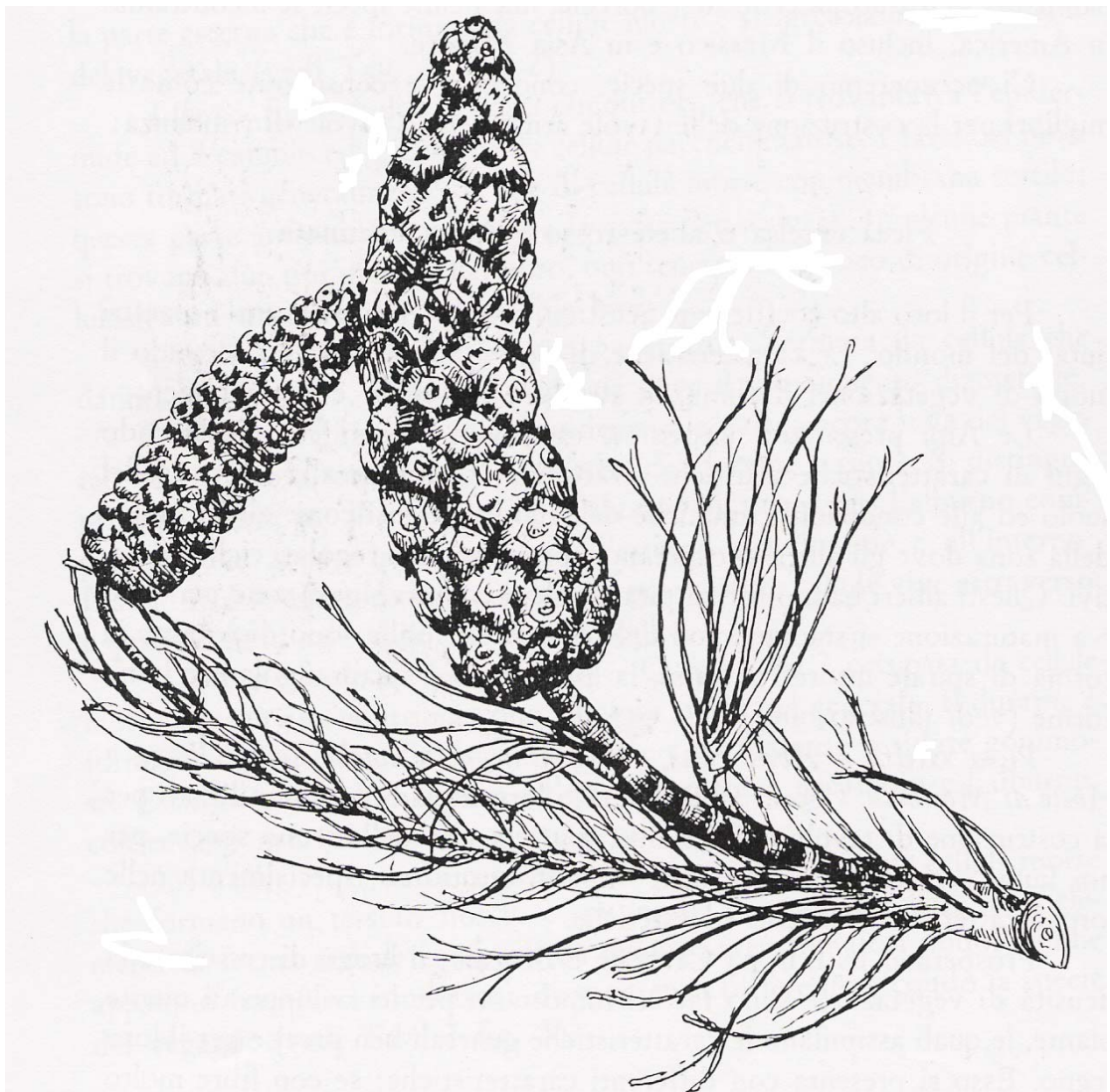
Παρ' όλα αυτά το καπάκι πρέπει να έχει κάποιες συγκεκριμένες ιδιότητες ώστε να κριθεί κατάλληλο. Η πρώτη μελέτη όταν αξιολογείται ένα καπάκι είναι να είμαστε βέβαιοι ότι έχει παραχθεί από ακτινική τομή και οι ακτίνες να είναι ευθυτενείς. Οι ετήσιοι δακτύλιοι θα πρέπει να είναι στενοί, πλάτους μικρότερο των 3 χιλιοστών, κάθετοι στο καπάκι ή με ελάχιστη γωνία. Αυτό διακρίνεται εύκολα εάν παρατηρήσουμε την τελευταία ίνα της πλάκας. Ένα χαρακτηριστικό που ευθύνεται περισσότερο για τη μεταδιδόμενη ακαμψία στο ξύλο και πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν είναι ότι το τελειωμένο καπάκι πρέπει να έχει 2χιλιοστά πάχος. Στη διαλογή ξύλου για το καπάκι σημαντικό είναι να εντοπίσεις εάν οι ίνες στο ξύλο είναι παράλληλες με την επιφάνεια της σανίδας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί εάν το δέντρο σχιστεί κατά μήκος της φυσικής ακτινικής τομής του. Εάν το δέντρο το πριονίσουμε χωρίς να αναφέρεται σε αυτό το κόψιμό του θα μοιάζει ότι δεν θα ακολουθεί την ακτινική τομή και ίνες που παρουσιάζονται θα έχουν απόκλιση από την ευθυτένεια και θα τείνουν να εξαφανίζονται στην κατά μήκος τομή το οποίο είναι αποτέλεσμα μίας αδύναμης δομής. Άλλος παράγοντας ο οποίος είναι εύκολα ορατός με γυμνό μάτι είναι η ποσότητα και η ποιότητα των ινών στην επιφάνεια της σανίδας. Οι ετήσιοι δακτύλιοι θα πρέπει να είναι ίσοι και σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους. Τα όρια είναι μεταξύ 107 και 25 ίνες σε κάθε 25χιλιοστά. Ο λόγος που απαιτούνται κάθετες, στενές και ισοπαχές ίνες είναι γιατί το ξύλο επηρεάζεται λιγότερο από την υγρασία, δεν σκεβρώνει και ο ήχος είναι πιο καθαρός και ωραίος. Επίσης το καπάκι πρέπει να είναι απαλλαγμένο από σφάλματα όπως ραγάδες σήψη και ρόζους, να έχει σχετικά χαμηλή πυκνότητα, μεγάλο μέτρο ελαστικότητας στην εφαπτομενική και ακτινική τομή και χαμηλό Q^{-1} . Τα ξύλα που χρησιμοποιούνται για μουσικά θα πρέπει να παίρνονται από δέντρο μεγάλης ηλικίας 120 με 200 ετών περίπου και συγκεκριμένα από το πρεμνό του δέντρου. Το σομφό του ξύλου θεωρείται ακατάλληλο λόγο της υψηλής περιεχόμενης υγρασίας.



Ένα καπάκι το οποίο έχει σχισθεί συνήθως επιδεικνύει μία ‘μεταξένια’ σχεδίαση κατά μήκος των ινών του. Αυτό αντιπροσωπεύει ένα σχέδιο το οποίο ήταν δομικά αδύναμο στο δέντρο και προβάλλει μία σχισμή. Ένας άλλος τρόπος για να εντοπίσουμε την ποιότητα της σανίδας είναι να την κρατήσουμε ψηλά από τη μία πλευρά της και να την χτυπήσουμε σταθερά με την κλείδωση του χεριού μας. Εάν υπάρξει ένα αόρατο ράγισμα ή κάποιος κρότος κατά μήκος της σανίδας τότε ο ήχος του οργάνου θα ακούγεται αρκετά ανιαρός. Ο παραγόμενος τόνος δείχνει ή καλύτερα δηλώνει κατά πόσο μπορεί το καπάκι να κάνει τον ήχο ζωνρό και έντονο. Πρέπει όμως να θυμηθούμε ότι το λεπτότερο καπάκι παράγει πιο πρίμο τόνο. Κάποιοι κατασκευαστές πιστεύουν ότι ακόμα και ένα λεπτό καπάκι που δεν έχει υποστεί φινίρισμα έχει ένα λογικά πρίμο τόνο, τότε θα είναι

συγγενικά ο ίδιος σε σχέση με το τελικό τους πάχος, το οποίο όμως είναι φυσικά προτιμότερο για ένα καλό παραγόμενο τόνο. Θα βοηθούσε πολύ αν το καπάκι είναι πιο λεπτό στην περιφέρειά του, στο σημείο δηλαδή που γίνεται η ένωση με το σκάφος. Αυτό θα επιτρέπει στο καπάκι να είναι πιο εύκαμπτο.

Στην επιλογή ξύλου για το καπάκι προτιμείται η λευκή ξυλεία. Στην πραγματικότητα όμως η επιλογή υπάρχει ανάμεσα σε δύο είδη: στην ερυθρελάτη και στον δυτικό κόκκινο κέδρο.



Καρπός ερυθρελάτης

ΕΡΥΘΡΕΛΑΤΗ (*Picea excelsa*)

Αυτό είναι το παραδοσιακό ξύλο για το καπάκι όλων των έγχορδων οργάνων, και για πολύ καιρό προερχόταν από την Ελβετία και τη Γερμανία. Λόγο όμως του ότι τροφοδοτήσεις έφθιναν, οι πηγές είναι πλέον από όλη την Ευρώπη.

Η εμπορική ποιότητα χειροτερεύει σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες. Πολύ καλή ποιότητα ερυθρελάτης μπορεί να βρεθεί σε παλιά πιάνο.

Από την άλλη μεριά κάποιοι σύγχρονοι κατασκευαστές χρησιμοποιούν κέδρο ή *rode wood*. Υψηλή ποιότητα αντικολλητού χρησιμοποιείται για καπάκι λόγω της διάρκειας του, της πρακτικότητας του ειδικά για την εφαρμογή του σε μεγάλες και λεπτές σανίδες.

ΑΝΤΗΧΕΙΟ Ή ΣΚΑΦΟΣ



Η δυνατότητα των χορδών να κινούν μάζες αέρα άρα να παράγουν πρωτογενώς ήχο είναι αρκετά περιορισμένη. Οι χορδές όμως όταν πάλλονται, δραστηριοποιούν ολόκληρη τη γέφυρα και αυτή με τη σειρά της ολόκληρο το καπάκι. Το καπάκι με τη σειρά του κινεί μία ποσότητα αέρος, τόσο από την εσωτερική όσο και την εξωτερική μεριά. Από μεν την εξωτερική τα ηχητικά κύματα βγαίνουν κατ' ευθείαν ενώ από την εσωτερική μετά από κάποιες ανακλάσεις είτε βρίσκουν διέξοδο είτε εξασθενούν

από την εσωτερική απορρόφηση . Δηλαδή όταν τα ηχητικά κύματα προσπίπτουν στο σκάφος, το ξύλο τίθεται σε παλμική κίνηση και ο αρχικός ήχος ενισχύεται οπότε έχουμε το φαινόμενο της συνήχησης ή υφίσταται μερική ή ολική απορρόφηση. Ο συνδυασμός των κατ' ευθείαν κυμάτων με τα ανακλώμενα δίνει την ολοκληρωμένη ηχητική αίσθηση. Τα απευθείας κύματα μεταφέρουν το μεγαλύτερο ποσοστό της έντασης του διαμορφωμένου ήχου, το οποίο εξαρτάται από την κατασκευή του καπακιού αλλά και όλου του αντηχείου. Εν τούτοις και τα κύματα που παράγονται διαμορφωμένα από το αντηχείο συντελούν αποφασιστικά στην τελική χροιά, την καθαρότητα και την διάρκεια του τελικού ήχου.

Έτσι το σκάφος πρέπει να έχει την ικανότητα να αποδίδει μεγάλο μέρος της ηχητικής ενέργειας ώστε να εξασφαλίζει ένα ηχηρό μουσικό όργανο. Το βάθος του ρυθμίζει τον όγκο αέρος του αντηχείου. Παρ' όλα αυτά δεν έχει το ρυθμιστικό ρόλο που έχει το περίγραμμα. Η προβληματική για τον καθορισμό του θα πρέπει να περιλαμβάνει και άλλους παράγοντες, όπως ο επιδιωκόμενος βαθύς ή οξύς ήχος. Το μεγάλο και βαθύ ηχείο δίνει μεγάλο δυνατό ήχο. Όχι όμως πάντα ωραίο και γλυκό ήχο. Ο ρόλος του κύρια συνίσταται στον καθορισμό των συχνοτήτων συντονισμού και αντηχείου. Πέρα από αυτά, είναι πολυάριθμοι οι παράγοντες στην κατασκευή του οργάνου που θα λειτουργήσουν μαζί με το αντηχείο για τον τελικό ήχο. Παράγοντες που επηρεάζουν την ένταση και τη διάρκεια του ήχου καθώς και την ποσοστιαία αναλογία των αρμονικών είναι: ο συντελεστής απορρόφησης του ξύλου, οι φυσικές ιδιοσυχνότητες των παλλόμενων επιφανειών, η συγκεκριμένη κατανομή των τάσεων που επιφέρουν οι χορδές στο όργανο και οι σωστά σχεδιασμένες και τοποθετημένες «τραβέρσες» και ακτίνες που βοηθούν στην διακίνηση των κινήσεων των παλλόμενων περιοχών του οργάνου. Επίσης σημαντική είναι η σφαιρική κατανόηση όλων αυτών – και πολλών άλλων λεπτομερειών – που συμπεριλαμβάνει και την συμπεριφορά του ξύλου σαν ύλη, πως συμπεριφέρεται σε καιρικές αλλαγές, ώστε οι διαστολές και συστολές να

δουλέψουν μαζί με το όργανο και όχι ενάντιά του, με ποιο τρόπο και με ποια σειρά θα κολληθούν τα διάφορα τμήματά του.

Οι φυσικές ιδιότητες του σκάφους είναι σημαντικές όχι μόνο στην ακτινική αλλά και στην εφαπτομενική τομή του. Μεγάλη πυκνότητα και σκληρότητα του ξύλου προτιμάται. Ο συντελεστής εσωτερικής τριβής απαιτείται να είναι χαμηλός ώστε να έχουμε συνήχηση του ήχου. Η καμπυλότητα του ηχείου βοηθά στην καλύτερη αντανάκλαση του ήχου. Η λεία και ισοπαχής επιφάνεια του αντηχείου βοηθά στην καλύτερη αντανάκλαση του ήχου. Οι ίνες του αντηχείου πρέπει να είναι παράλληλες στο μήκος του και το ξύλο να παίρνεται από εφαπτομενική τομή. Συνήθως το σχήμα του αντηχείου είναι περίτεχνο και με καμπύλες και παρουσιάζουν μεγάλη μορφολογική ποικιλία. Οι καμπύλες βοηθούν στην ευκαμψία των πλαϊνών του σκάφους το οποίο με τη σειρά του βοηθά στην ενίσχυση του σκάφους και στην μείωση της απορρόφησης του ήχου. Το σχήμα του αντηχείου πρέπει επίσης, να δημιουργεί ζώνες «στάσιμων κυμάτων». Αυτές οι ζώνες είναι υπεύθυνες για τη διατήρηση της ηχητικής ενέργειας ώστε να λειτουργήσει το αντηχείο σαν συντελεστής της διάρκειας του ήχου, με άμεση εξάρτηση όμως από την γεωμετρική του κατασκευή.

Κατανοώντας την λειτουργία του καμπύλου περιγράμματος του σκάφους, μπορούμε να πούμε πως αυτό στέλνει ένα μεγάλο ποσοστό της ακουστικής ενέργειας που δημιουργείται από το εσωτερικό μέρος του καπακιού προς το άνοιγμα.

Έτσι το άνοιγμα γίνεται η κύρια δευτερογενής πηγή ήχου. Όταν το άνοιγμα έχει σχεδιαστεί σωστά (για τον ιδανικό συντονισμό του σκάφους) σε συνδυασμό με τον σωστό σχεδιασμό του σκάφους, τότε ο ήχος που βγαίνει από το άνοιγμα σε επαλληλία με τον κατ' ευθείαν ήχο του καπακιού δίνουν ένα σωστό και πλούσιο άκουσμα.

Για την επιλογή ξύλου για το σκάφος οι απαιτήσεις είναι μικρότερες σε σχέση με αυτές για το καπάκι. Οποιοδήποτε σκληρό και δυνατό ξύλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Το σφενδάμι χρησιμοποιείται συχνά καθώς και διάφορες ποικιλίες τροπικής ξυλείας λόγω της μεγάλης πυκνότητας και όμορφης εμφάνισής τους.

ΜΠΡΑΤΣΟ

Το μπράτσο είναι το στοιχείο του οργάνου το οποίο ενώνει το αντηχείο του οργάνου με την κλειδιέρα. Είναι το μέρος του οργάνου όπου πατιούνται οι χορδές και ηχούνται οι νότες του οργάνου. Η μπροστινή επιφάνεια του μπράτσου πρέπει να είναι τελείως επίπεδη ώστε όταν κολλήσει η ταστιέρα πάνω σε αυτή να εφάπτεται. Το πίσω μέρος είναι κοίλο με προοδευτικό άνοιγμα προς τα κάτω, δηλαδή προς το σημείο όπου το μπράτσο ενώνεται με το αντηχείο. Το άνοιγμα της καμπύλης έχει να κάνει με τις ανθρωπομετρικές διαστάσεις και προσαρμόζεται σύμφωνα με το ανθρώπινο χέρι.

Οι τάσεις που δημιουργούνται στο μπράτσο με το κούρδισμα των χορδών είναι πολύ ισχυρές. Γι' αυτό το λόγο απαιτούνται από το ξύλο ισχυρές μηχανικές ιδιότητες. Οι ακουστικές ιδιότητες του ξύλου δεν έχουν σημασία σε αυτό το κομμάτι του οργάνου. Ανθεκτικότητα, σκληρότητα, μεγάλο ειδικό βάρος και σταθερότητα στη ρίκνωση και διόγκωση των διαστάσεων του ξύλου είναι τα βασικά χαρακτηριστικά που καθιστούν το ξύλο κατάλληλο για αυτή τη χρησιμότητα. Έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε ξύλο με τις παραπάνω ιδιότητες. Το επικολητό είναι το πιο δημοφιλές υλικό λόγω της διαστασιακής σταθερότητας και εξισορρόπησης τάσεων που παρουσιάζει.

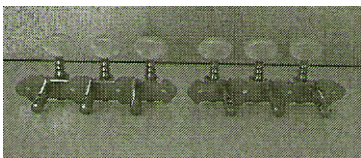
ΚΕΦΑΛΗ



Η κεφαλή φέρει οπές όπου σε αυτές προσαρμόζονται τα κλειδιά. Συνηθίζεται στα έγχορδα μουσικά όργανα η κλειδιέρα να μην είναι μονοκόμματη με την ταστιέρα, παρά αποσπώμενη και να έχει μία κλίση προς τα πίσω ώστε να βοηθά στην εξισορρόπηση των τάσεων που ασκούν οι χορδές ώστε να μην σκεβρώσει το μπράτσο.

Για το ξύλο της κλειδιέρας απαιτείται ότι και για το μπράτσο. Και εδώ πρωταρχικό σημασία έχουν οι μηχανικές και όχι οι ακουστικές ιδιότητες.

ΚΛΕΙΔΙΑ



Είναι από μεταλλικό υλικό συνήθως και φέρουν οπές όπου μπαίνουν οι χορδές. Διατίθενται έτοιμα στο εμπόριο σε διάφορα μεγέθη και σε διάφορους σχεδιασμούς.

ΤΑΣΤΑ

Τα τάστα είναι και αυτά από μεταλλικό υλικό και εφαρμόζονται στις εγκοπές που έχουν ήδη δημιουργηθεί επάνω στην ταστιέρα. Η απόσταση μεταξύ δύο τάστων δημιουργεί ένα ημιτόνιο.

Διατίθενται και αυτά στο εμπόριο σε τρεις βαθμούς σκληρότητας μικρής, μεσαίας, μεγάλης.

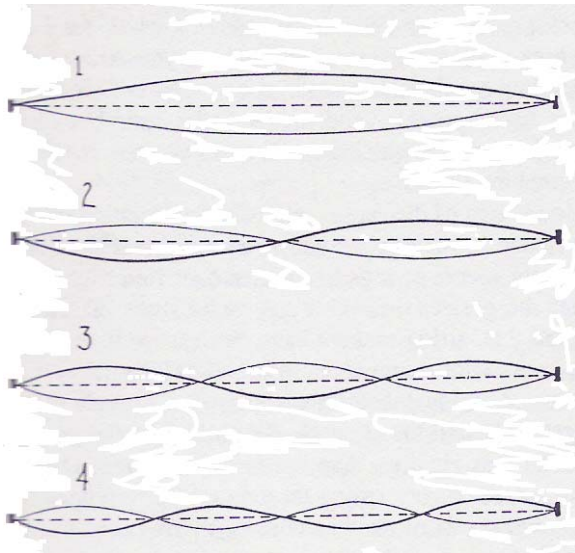
ΤΑΣΤΙΕΡΑ

Η ταστιέρα όπως προαναφέρθηκε μπαίνει επάνω στο μπράτσο. Επάνω της χαράζονται οι εγχοπές με μαθηματική ακρίβεια, όπου θα μπουν τα τάστα. Οι εγχοπές απαραίτητα πρέπει να είναι ίσες και παράλληλες μεταξύ τους. Τυχόν απόκλιση θα προκαλέσει αλλοίωση στον ήχο του οργάνου και συγκεκριμένα στην μουσική του κλίμακα και αρμονία.

Το ξύλο που χρησιμοποιούν για την κατασκευή της ταστιέρας είναι ο έβενος λόγω της ευθυΐνιας που παρουσιάζει, του εξαιρετικού του βάρους, της πολύ μικρής μεταβλητότητας διαστάσεων και του εξαιρετικού φινιρίσματος. Η ταστιέρα είναι το μοναδικό κομμάτι του μουσικού οργάνου που δεν επιδέχεται βαφή από βερνίκι ή οποιοδήποτε άλλο συντηρητικό ή χρώμα.

ΧΟΡΔΕΣ

Εδώ θα επικεντρωθούμε στα ιδιαίτερα συστατικά των έγχορδων μουσικών οργάνων, ξεκινώντας από το βασικό επίπεδο, τις χορδές. Ένας κοινός ορισμός των χορδών θα μπορούσε να είναι κάπως έτσι: μουσικές χορδές είναι μακριές και λεπτές ίνες που αποτελούνται από μεταλλικό υλικό οι οποίες απλώνονται τεντωμένες ανάμεσα σε δύο καθορισμένα σημεία. Θα πρέπει να είναι εύκαμπτες αρκετά δυνατές ώστε όταν θα τεντώνονται αρκετά να μην σπάνε και να μην δημιουργούν μόνιμη παραμόρφωση.



Οι πρώτοι τέσσερις τρόποι δόνησης μίας πατημένης χορδής. Οι συχνότητες και οι παραγόμενες νότες σε σχέση με τα θεμελιώδη νότα δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ 1 ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ 1

1	f_1	αρμονία
2	$2f_1$	1 οκτάβα
3	$3f_1$	12 νότες
4	$4f_1$	2 οκτάβες

οι αναλογίες και τα διαστήματα των συχνοτήτων που δίδονται στον πίνακα, είναι ιδεώδης, και ισχύουν μόνο για ομοιόμορφες κυλινδρικές χορδές αμελητέας ακαμψίας.

Τα έγχορδα μουσικά όργανα παρά τα πλεονεκτήματά τους, δίνουν ένα άσχημο αποτέλεσμα: το μέσο όρο των χορδών είναι πολύ ελαφρύ ώστε να κρατήσει ένα μεγάλο μέρος της ηχητικής ενέργειας. Παίζοντας μία χορδή όλο και σκληρότερα, η χορδή παίζει ‘τρέλα’ και παίζοντάς την άγρια δεν προσθέτει πολλή φωνή μεταξύ ενός καθορισμένου σημείου, ως αποτέλεσμα είναι δύσκολο να κατασκευάσουμε ένα δυνατό, ηχηρό έγχορδο μουσικό όργανο. Η εξαίρεση εδώ μας βοηθά να δημιουργήσουμε ένα κανόνα: το δυνατότερο μη ηλεκτρικό μουσικό όργανο είναι το πιάνο. Η φωνή του πιάνου πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας πιο συμπαγής χορδές σε ένα πιο μακρύ τέντωμα.

Τρεις είναι οι παράγοντες που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και είναι υπεύθυνοι για τον ορισμό της δονούμενης συχνότητας των χορδών το δονούμενο μήκος (L), η τάση (T) και η γραμμική πυκνότητα (D). Γραμμική πυκνότητα είναι η ποσοστιαία μάζα των χορδών ανά μονάδα μήκους των χορδών (M/L), όπου πιο πρακτικά μπορούμε να το σκεφτούμε σαν μία συνάρτηση της διαμέτρου των χορδών. Οι τρεις μεταβλητές συσχετίζονται με την συχνότητα f με τρεις τρόπους:

Το f είναι ανάλογο με το $1/L$

Το f είναι ανάλογο με το T

Το f είναι ανάλογο με το $1/\sqrt{D}$

Με άλλα λόγια:

Μεγαλύτερο μήκος των χορδών αποδίδει χαμηλότερο τόνο

Μεγαλύτερη γραμμική πυκνότητα αποδίδει χαμηλότερο τόνο και

Μεγαλύτερη τάση των χορδών αποδίδει υψηλότερο τόνο

Οι χορδές είναι διαθέσιμες σε διάφορα μεγέθη και με διαφορετικές ιδιότητες. Αυτό επιτρέπει στον κατασκευαστή να βρει τη σωστή διάμετρο ώστε να αποδίδεται η σωστή τάση και ο τόνος σε κάθε επιθυμητό μήκος. Αυτό που πρέπει να γνωρίζει ο αγοραστής είναι:

- Οι χορδές που είναι αρκετά μακριές και αδύναμες παράγουν αδύναμο ήχο της θεμελιώδης νότας
- Οι χορδές που είναι πολύ κοντές και χοντρές τείνουν να είναι άκαμπτες, μετατρέποντας τις νότες σε μη αρμονικές

ΓΕΦΥΡΑ



Στα περισσότερα έγχορδα μουσικά όργανα, οι χορδές χρειάζονται κάποιο στοιχείο για να μεταφέρουν τις δονήσεις τους στο καπάκι. Για να λειτουργήσει σωστά αυτό θα πρέπει, γέφυρα να μεταφέρει τη δόνηση με τέτοιο τρόπο ώστε το καπάκι να την παίρνει όλη. Οι γέφυρες έχουν και μία δεύτερη ουσιαστική σημασία. Ορίζουν το τελικό σημείο όπου θα προβάλλεται το δονούμενο μήκος των χορδών. Έτσι για τη γέφυρα θα μπορούσαμε να δώσουμε τον εξής ορισμό: η γέφυρα είναι ο ηχητικός – ενεργειακός σύνδεσμος μεταξύ των χορδών και του καπακιού. Αυτή μεταφέρει την ενέργεια από το κτύπημα των χορδών, στο καπάκι. Έτσι, το καπάκι πάλλεται και λειτουργεί ουσιαστικά σαν πρωτογενής πηγή ήχου.

Η περιοχή της γέφυρας, όπως είναι ευνόητο, είναι η περισσότερη παλλόμενη, με μειούμενη δραστηριότητα όσο απομακρυνόμαστε. Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι κάθε σημείο από το περίγραμμα της γέφυρας είναι μία μικρή πηγή ήχου.

Όταν κτυπήσουμε μία χορδή, από κάθε τέτοιο σημείο, ξεκινούν ηχητικά κύματα (σαν μία σφαίρα που συνεχώς μεγαλώνει) μέχρι να φτάσουν στο πίσω καπάκι και τα πλαϊνά του σκάφους, οπότε ανακλώνται.

Ο τύπος της κορυφής της γέφυρας από όπου οι χορδές θα έχουν επαφή είναι πολύ σημαντικός για αυτή την παράμετρο. Στενά και στρογγυλεμένα

σχήματα λειτουργούν καλά και ελαττώνουν τη φθορά των χορδών. Ενώ επίπεδα ή με γωνίες άκρα δημιουργούν προβλήματα. Μια μικροσκοπική εγκοπή μπορεί να προκαλέσει τη χορδή να κινείται πλευρικά επάνω στη γέφυρα καθώς αυτή θα δονείται.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Ύστερα από μετρήσεις υγρασίας που έγιναν στο μέσο του πριστού και όχι σε λιγότερα από 0,5 mm από το κάθε άκρο και ύστερα από 2 – 4 μετρήσεις στην κάθε πλευρά του, όπου η κάθε μέτρηση απείχε από 10 – 15 mm μία από την άλλη βρέθηκε μέσος όρος φαινομενικής υγρασίας 16,6 %.



Πρωταρχικό στάδιο είναι η σχεδίαση του πατρών στις δύο πλευρές του πριστού αμπούρας (0,80 * 0,13 * 0,085 m).



Οι διαστάσεις του πατρών είναι : μήκος = 0,76 m, μέγιστο πλάτος = 0,12 m, μέγιστο πάχος = 0,08 m.



Συγκεκριμένα το μήκος του ηχείου είναι (0,17 m), το πλάτος του (0,12 m), βάθος ηχείου (0,085 m), μήκος μπράτσου (0,47 m), πλάτος (0,032 m), πάχος μπράτσου (0,027 m), μήκος κλειδιάρας (0,12 m), πλάτος (0,05 m) κα πάχος κλειδιάρας (0,017 m).

Για να αποτυπωθεί στο πριστό το σχέδιο του πατρών, τοποθετούμε πρώτα την σχεδιασμένη κάτοψη του οργάνου και συγκρατώντας την επάνω στο ξύλο,

σχεδιάζουμε περιμετρικά του πατρών το σχήμα του με ένα μαρκαδόρο. Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία και για την πλάγια όψη.

Στη συνέχεια θα το κόψουμε στην πριονοκορδέλα των 0,80m. Για αν συμβεί όμως αυτό, είναι απαραίτητες και οι δύο όψεις του οργάνου. Ο χρόνος που χρειάστηκε για να σχεδιαστεί το πατρών του οργάνου στο ξύλο, είναι 10 min.



Πριονοκορδέλα 0,80 m

Η εργασία στην πριονοκορδέλα απαιτεί μεγάλη προσοχή και δεξιοτεχνία, λόγω της πολυπλοκότητας του σχήματος και των σύνθετων καμπύλων που έχει. Η διαδικασία κοπής ξεκινά ως εξής: ακολουθώντας την σχεδίαση του πατρών, κόβουμε πρώτα την αριστερή πλευρά του πριστού



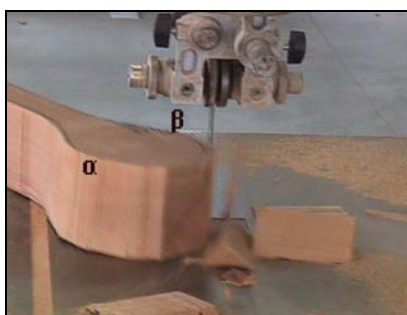
αφήνοντας «αέρα» από το σχέδιο μόλις λίγων χιλιοστών και έξω από την γραμμή. Ο χρόνος κοπής της αριστερής πλευράς του οργάνου είναι 3 min.



Ακολουθεί η αντίστοιχη διαδικασία για την δεξιά πλευρά του οργάνου, με αντίστοιχο χρόνο κατεργασίας 3 min.



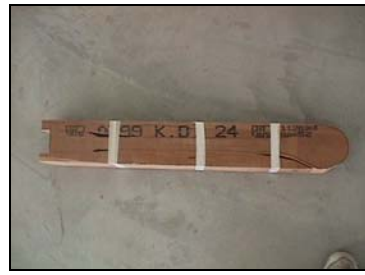
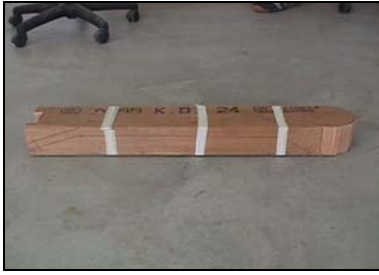
Αφού τελειώσουμε με το στάδιο κοπής των πλαϊνών πλευρών του, σειρά έχει η κοπή του ηχείου έτσι ώστε οι απέναντι καμπύλες του α και β να εμφανίζουν μεταξύ τους συμμετρία, όσο βέβαια είναι εφικτό, λόγω της ποιότητας κοπής του συγκεκριμένου μηχανήματος. Ο χρόνος που χρειάστηκε είναι 4 min.



Αφού γίνει και αυτό, η κάτοψη του οργάνου έχει αποκτήσει περίπου το σχήμα του πατρών. Βασικές εργασίες για να ολοκληρωθεί αυτό το στάδιο είναι η παρύφωση της κλειδιέρας και η κοπή της καμπύλης ανάμεσα στο μπράτσο και την κλειδιέρα, όπως φαίνεται και στα παρακάτω σχήματα. Χρόνος κατεργασίας 3 min.



Για να μπορέσει να συνεχιστεί η κατασκευή του οργάνου, θα πρέπει να γίνει συναρμολόγηση όλων των επιμέρους πριστών, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ξανά το ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο του σχήματος. Η συναρμολόγηση γίνεται με χαρτοταινία και ο χρόνος που χρειάστηκε είναι 1 min.



Αφού συναρμολογηθεί, πρέπει να κοπεί από την αριστερή πλευρά του. Ακολουθούμε την γραμμή του πατρόν, δίνοντας έτσι τα πάχη του σκάφους, του μπράτσου και της κλειδιέρας. Απαιτούμενος χρόνος για αυτή την κατεργασία είναι 6min.



Μετά το πέρας αυτής της κατεργασίας, τα παραγόμενα πριστα έχουν το εξής σχήμα.



Το όργανο έχει αποκτήσει το κάτωθι σχήμα. Ο συνολικός χρόνος κατεργασίας είναι 19 min.



ΤΡΙΒΕΙΟ ΤΑΙΝΙΑΣ

Επόμενο στάδιο του προς κατασκευή τζουρά είναι το τριβείο ταινίας.

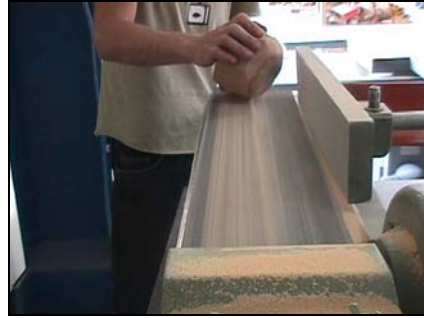


Στο μηχάνημα αυτό θα “ δώσουμε ” το σχήμα στη σκάφη (αχλαδόσχημη), το μπράτσο και την κλειδιέρα. Ενώ θεωρείται μηχάνημα όχι και τόσο μεγάλης επικινδυνότητας, ένα ατύχημα κατεργασίας, θα μπορούσε να αποβεί μοιραίο και καταστροφικό. Η ερπύστρια και ο δίσκος φέρουν γυαλόχαρτα P 80. η ταχύτητα που χρησιμοποιήσαμε από τις δυο σκάλες του μηχανήματος ήταν η δεύτερη.

Η κατεργασία σε αυτό το μηχάνημα έχει τρία στάδια (σκάφη, μπράτσο, κλειδιέρα). Ξεκινήσαμε τρίβοντας την σκάφη στα πλαϊνά της, έτσι ώστε αν κοιτάξουμε την σκάφη κατά μήκος του ορίζοντα, η όψη του αντί για ορθογώνιο, να είναι τραπέζιο.



Η κατεργασία αυτή είναι δύσκολη λόγω της συμμετρίας που πρέπει να δώσει ο χειριστής του μηχανήματος με μόνο γνώμονα το μάτι και την αφή. Ακολουθεί η εξομάλυνση των γωνιών του σκάφους με σκοπό τη δημιουργία ενός στερεού που εμφανίζει το σχήμα μισής σταγόνας.



Η τελειοποίηση του σχήματος αυτού, γίνεται με τη βοήθεια της ερπύστριας και “ παίζοντας ” τα χέρια πάνω – κάτω, κατεργάζοντας έτσι όλη την επιφάνεια του ηχείου.



Το σκάφος έχει πλέον αποκτήσει το παρακάτω σχήμα.



Ο συνολικός χρόνος κατεργασίας είναι 11 min.

Δεύτερο στάδιο είναι να δώσουμε το σχήμα στο μπράτσο. Αυτό γίνεται κρατώντας το όργανο με τα δυο μας χέρια, διαγώνια προς την ερπύστρια και στο τέλος της, αφού πρώτα έχουμε αφαιρέσει τον τερματικό οδηγό της, προωθώντας το όργανο μπρος πίσω. Διάρκεια κατεργασίας 13 λεπτά.



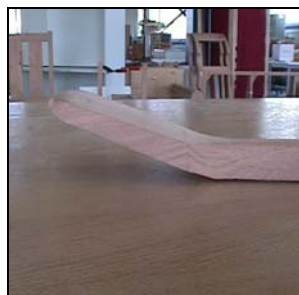
Τρίτο και τελευταίο_στάδιο είναι να δώσουμε το πάχος και το σχέδιο της κλειδιέρας. Πρώτα τρίβουμε το πάχος της κλειδιέρας το οποίο είναι 1,7 cm στη βάση και 1,2 cm στην άκρη.



Στη συνέχεια φτιάχνουμε το τελείωμα της κλειδιέρας στο τριβείο δίσκου.



Το τελικό προϊόν έχει αυτή τη μορφή.



Η κλειδιάρα έχει κλίση 30 μοιρών και η εργασία διήρκησε 4 min.

Ο συνολικός χρόνος κατεργασίας είναι 28 min. Το τελικό προϊόν είναι :



ΜΟΡΣΟΤΡΥΠΑΝΟ

Το σκάψιμο του ηχείου γίνεται κατά μεγάλο ποσοστό στο μορσοτρύπανο, γλιτώνοντας έτσι χρόνο και κόπο από τον πατροπαράδοτο τρόπο σκαλίσματος με σκαρπέλο. Αυτό δεν σημαίνει ότι καταργείται το σκαρπέλο, αφού το μορσοτρύπανο δεν μπορεί να δώσει το ακριβές σχήμα του ηχείου το οποίο είναι μισή σταγόνα “ κούφια ” με τοιχώματα πάχους 5 mm. Για το σκάψιμο του ηχείου χρησιμοποιήσαμε ξυλοτρύπανο μόρσου διαμέτρου 10 mm.



Πρώτη κίνηση είναι να σφίξουμε το όργανο στην τράπεζα εργασίας του μηχανήματος. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια των ειδικών σφικτήρων που φέρει η τράπεζα εργασίας. Διάρκεια 2 min.



Ακολουθεί η ρύθμιση του βάθους του ύψους και του πλάτους. Διάρκεια ρύθμισης 6 min, διότι μια λάθος ρύθμιση θα μπορούσε να τρυπήσει το σκάφος αχρηστεύοντάς το πλήρως.



Οι μορσότρυπες φτάνουν έως και 7 cm βάθος. Όσο προχωράμε προς τις άκρες του ηχείου ,τόσο μικραίνει το βάθος. Το τρύπημα ξεκινάει από το κέντρο του ηχείου και τρυπώντας διαδοχικά αριστερά και δεξιά με συνεχείς ρυθμίσεις βάθους.



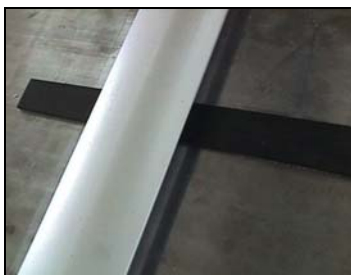
Το ίδιο επαναλαμβάνεται, με μόνη διαφορά το ύψος του τρυπανιού. Χρονοβόρα διαδικασία λόγω των συνεχών ρυθμίσεων που απαιτεί το μηχάνημα. Απαιτούμενος χρόνος 5 min. Συνολικός χρόνος κατεργασίας με μορσοτρύπανο 24 min.

ΠΛΑΝΗ

Έχουμε φτάσει πλέον στο στάδιο του πλανίσματος της ταστιέρας. Η κατεργασία που έγινε ήταν πλανιά και πλανιά γωνιά, με σκοπό τη δημιουργία δυο κάθετων επιπέδων έτσι ώστε να μπορεί να οδηγηθεί στον ξεχονδριστήρα. Το μηχάνημα φέρει κοπτικό δυο ή τριών μαχαιριών. Το βάθος πλανίσματος είναι 0,4 mm και περιστρέφεται με 2840 RPM.



Η ρύθμιση του μηχανήματος διήρκησε 40 sec. Η εβένινη ταστιέρα περάστηκε τέσσερις φορές από τη μια πλευρά της, για την οποία χρειάστηκαν 5 min.



Ακολουθεί πλανιά γωνιά, η οποία διήρκτησε 3 min και περάστηκε το ξύλο τρεις φορές. Το πάχος της ταστιέρας είναι τώρα 7 mm και φάρδος 50 mm. Οι αρχικές διαστάσεις της, ήταν 10 mm και 52 mm αντίστοιχα. Ο συνολικός χρόνος κατεργασίας είναι 8 min και 40 sec.



ΞΕΧΟΝΔΡΙΣΤΗΡΑΣ

Σε αυτό το μηχάνημα η ταστιέρα θα γίνει ένα απόλυτο ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο πάχους 5 mm πλάτους 48 mm και μήκος 600 mm. Η κατεργασία ξεκινά δίνοντας το βάθος κατεργασίας, το οποίο είναι 0,5 mm. Γυρίζουμε την ταστιέρα από την ακατέργαστη πλευρά της και τη προωθούμε προς τα μαχαίρια. Η κατεργασία χρειάστηκε 1 min, ενώ η ρύθμιση του μηχανήματος 15 sec. Χρειάστηκε να περαστεί τέσσερις φορές, με συνολικό χρόνο κατεργασίας 5 min. Ο ξεχονδριστήρας λειτουργεί με 3498 RPM.



Η ταστιέρα έχει αποκτήσει το σχήμα :

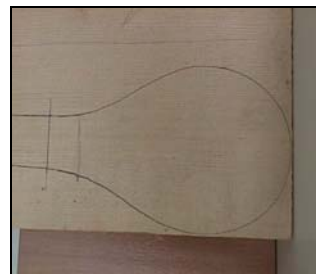


ΚΑΠΑΚΙ

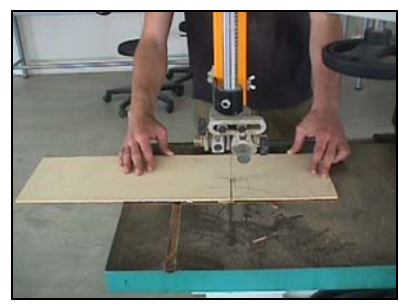
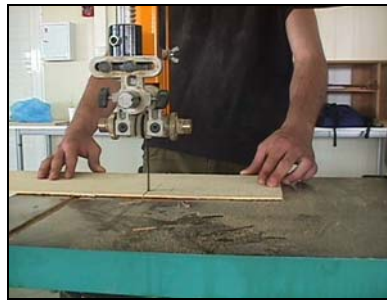
Το καπάκι έχει τρία στάδια παραγωγής. Το πρώτο είναι να γίνει η σχεδίαση του σκάφους στο πριστό ελάτης, διαστάσεων 41 cm * 16.5 cm * 0.5 cm. Μέση απόσταση αυξητικών δακτυλίων 0,15 cm.



Για να αποτυπωθεί το σχέδιο στο καπάκι, θα πρέπει να αναποδογυρίσουμε το τζουρά και να τοποθετήσουμε το σκάφος του επάνω στο καπάκι και στο ισόβενο σημείο του πριστού. Με ένα μολύβι σχεδιάζουμε περιμετρικά το σκάφος στο καπάκι και στη συνέχεια το προωθούμε στην πριονοκορδέλα (40 cm). Το στάδιο αυτό διήρκησε 2 min.

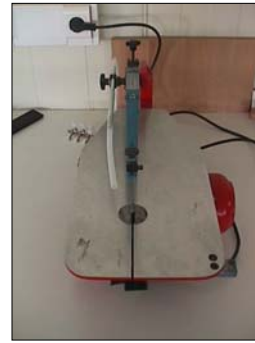


Στην πριονοκορδέλα (40 cm) θα γίνει η παρύφωση της ελάτης στο επιθυμητό μήκος.



Διάρκεια κατεργασίας 30 sec.

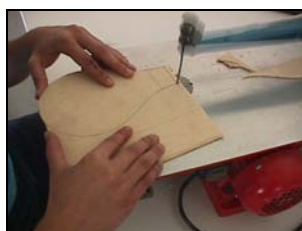
Ακολουθεί η ραπτομηχανή, μια επιτραπέζια ‘ ‘ κορδέλα ‘ ‘ με τη διαφορά ότι εκτελεί παλινδρομική κίνηση πάνω – κάτω και λόγω του μικρού πριονοελάσματος μπορείς να κόψεις σύνθετα καμπύλα μικρού πάχους με μεγάλη ακρίβεια και ευκολία.



Ξεκινάμε δίνοντας το σχήμα στην αριστερή πλευρά.



Ακολουθεί η δεξιά πλευρά.



Αφού ολοκληρωθούν και οι δύο πλευρές, γίνεται παρύφωση του καπακιού στο επιθυμητό μήκος (17,5 cm).



Ο συνολικός χρόνος για αυτό το στάδιο παραγωγής είναι 6 min και 30 sec. Το προϊόν αυτής της κατεργασίας είναι :



ΣΚΑΨΙΜΟ ΣΚΑΦΗΣ ΜΕ ΣΚΑΡΠΕΛΟ

Το όργανο σε αυτό το στάδιο έρχεται επιτέλους στα χέρια του κατασκευαστή για να αποκτήσει τον χαρακτήρα του. Διαδικασία επίπονη και χρονοβόρα, σημαντική όμως για την ποιότητα του προς παραγωγή ηχείου. Χρησιμοποιήθηκαν καμπύλα σκαρπέλα και ματσόλα. Ενώ έχει περάσει από το μορσοτρύπανο, έχει ακόμα αρκετή δουλειά. Σκοπός μας είναι το εσωτερικό του σκάφους να αποκτήσει καλή επιφάνεια και ομοιογένεια στις καμπύλες.



Διάρκεια κατεργασίας 1 hr και 30 min. Το όργανο έχει αποκτήσει τη μορφή μεγάλης κουτάλας.



DREMEL

Είναι το στάδιο στο οποίο καλούμαστε να μειώσουμε το πάχος των τοιχωμάτων του ηχείου σε 05 cm. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του DREMEL. Το μηχάνημα αυτό μοιάζει με τον τροχό του οδοντίατρου και αποτελείται από ένα μοτέρ και έναν άξονα που περιστρέφεται και φέρει κεφαλή στην οποία προσαρμόζονται τύμπανο με γυαλόχαρτο, τρυπάνι και άλλα. Εμείς επιλέξαμε το τύμπανο που φέρει γυαλόχαρτο P 80 και το μηχάνημα δουλεύτηκε στη δέκατη ταχύτητα.



Το DREMEL είναι μηχάνημα χαμηλής επικινδυνότητας, η κατεργασία είναι εύκολη και γρήγορη. Χρειάστηκαν 7 min για να πετύχουμε το σκοπό μας.





ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΜΠΡΑΤΣΟΥ

Για να αποκτήσει το μπράτσο την επιθυμητή καμπυλότητα και πάχος, εξαρτάται εξ' ολοκλήρου από τα χέρια και την αισθητική του οργανοποιού. Και καθώς το όργανο έχει αρχίσει να παίρνει τη τελική του μορφή, όλες οι κατεργασίες θα πρέπει να γίνονται με μεγάλη προσοχή, αφού η ξυλώδης μάζα που αφαιρείται δίνει τις τελικές διαστάσεις του οργάνου. Ο βαθμός δυσκολίας είναι μεγάλος διότι η τελειότητα του οργάνου εξαρτάται από τον οργανοποιό. Απαραίτητα εργαλεία για αυτό το στάδιο είναι μια σφικτήρα και ένα σκαρπέλο.



Σφίγγουμε με μια σφικτήρα το όργανο, επάνω στο πάγκο και “ ξυρίζουμε “ με το πλάι του σκαρπέλου κατά μήκος του μπράτσου.



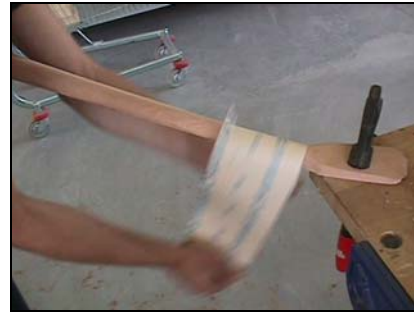
Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ξύστρα, όμως η πλάγια ακμή του σκαρπέλου είναι πιο αιχμηρή. Η ομοιομορφία του μπράτσου είναι πολύ σημαντική για την ευκολία παιξίματος του οργάνου. Το σβήσιμο της γωνίας της κλειδιέρας είναι εξίσου σημαντικό, για να είναι τα πρώτα δυο τάστα ευκολόπαιχτα.



Απαιτούμενος χρόνος είναι 25 min.



Ακολουθεί το γυαλοχαρτάρισμα του μπράτσου, μια γρήγορη και εύκολη διαδικασία με χρόνο 5,5 min. Ενώ το όργανο παραμένει σφιγμένο στον πάγκο, χρησιμοποιώντας ένα κομμάτι γυαλόχαρτο P 120 και περίπου 50 cm μήκος, τρίβουμε το μπράτσο όπως φαίνεται στις παρακάτω φωτογραφίες.



Το μπράτσο έχει πλέον αποκτήσει το τελικό του σχήμα.



ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΣΚΑΦΟΥΣ

Αφού έχει πάρει το τελικό του σχήμα το μπράτσο, σειρά έχει το τρίψιμο της σκάφης. Εξίσου σημαντικό στάδιο, διότι συμπληρώνει το όργανο. Η εξωτερική μορφή του κρίνεται μόνο από την αισθητική του οργανοποιού. Έτσι λοιπόν μπορούμε να βρούμε ηχεία μυτερά, βαθιά, λιγότερο μυτερά και άλλα. Το μόνο που

χρειαζόμαστε είναι γυαλόχαρτα P 100 , P 120 , P 150. Η διαδικασία αυτή απαιτεί συνολικά 13 min και 30 sec.



ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΤΑΣΤΙΕΡΑΣ

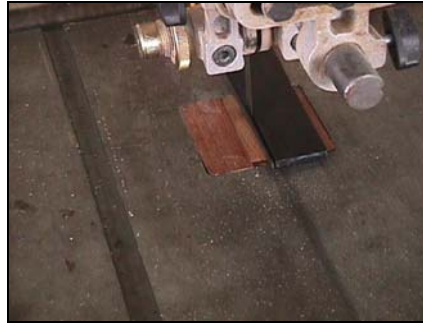
Η ταστιέρα σε αυτό το στάδιο θα πρέπει να κοπεί και λειανθεί στις επιθυμητές διαστάσεις (μήκος 51 cm, πλάτος στο ύψος της κλειδιάρας 2,7 cm, πλάτος στο ύψος του ηχείου 3,7 cm).

Στήνουμε την ταστιέρα στο πάγκο και επάνω της προσαρμόζουμε το τζουρά, με τον καταμήκος άξονά του κάθετο προς την εγκάρσια τομή της εβένινης ταστιέρας. Αποτυπώνουμε το σχέδιο του μπράτσου στον έβενο. Απαιτούμενος χρόνος 30 sec.

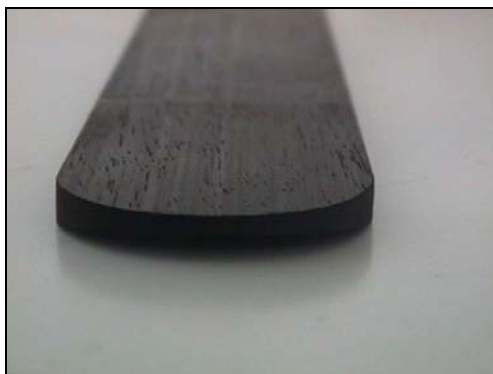


Στην συνέχεια κόβουμε την ταστιέρα στην πριονοκορδέλα των 40 cm. Απαιτούμενος χρόνος 2 min.





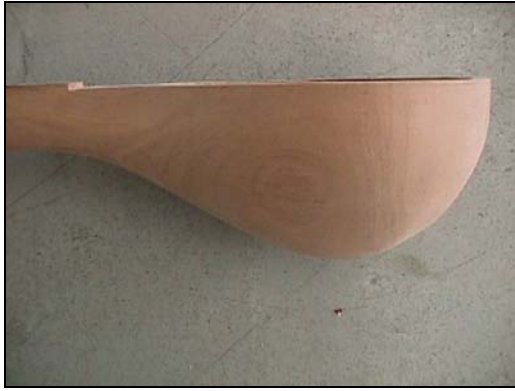
Ακολουθεί το τρίψιμο της, στο τριβείο ταινίας (ταχύτητα 1), για τη λείανση των πλαϊνών της και της ουράς της. Χρόνος 3 min. Συνολικός χρόνος κατεργασίας 5,5 min.



ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΚΑΛΟΠΑΤΙΟΥ ΣΤΟ ΗΧΕΙΟ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΠΑΚΙ

Είναι σημαντικό να κατασκευαστεί ένα σκαλοπάτι στο ηχείο, τέτοιων διαστάσεων έτσι ώστε μόλις κολληθεί το καπάκι, να έρθει στο ίδιο επίπεδο με το μπράτσο. Αυτό συμβαίνει για να πατάει η ταστιέρα σε όλο της το μήκος. Είναι απαραίτητο στο όργανο γιατί σε κάποιο επερχόμενο σκέβρωμα η ζημιά θα ήταν πολλαπλάσια εάν η ταστιέρα δεν πατούσε στο καπάκι. Επομένως αυτό το στάδιο γίνεται για καθαρά στατικούς λόγους εξαιτίας της μεγάλης τάσης των χορδών. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με μεγάλη προσοχή στο τριβείο ταινίας, συγκρατώντας το σκάφος με τα δυο μας χέρια και πατώντας το κάθετα στην ταινία.





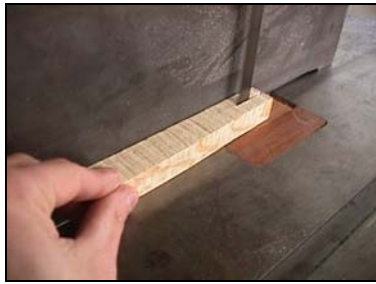
Χρόνος 10 min.

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΠΑΚΙΟΥ ΜΕ ΚΑΜΑΡΙ

Λόγο της τάσης των χορδών να σπρώχνουν το καπάκι προς τα μέσα, γεννάται η ανάγκη για εσωτερική στήριξη του καπακιού. Εάν ο κατασκευαστής δεν τοποθετήσει ένα τέτοιο καμάρι στο εσωτερικό του καπακιού, τότε η καταστροφή του οργάνου είναι σίγουρη. Το καμάρι δίνει επίσης την ταυτότητα τονικότητας του οργάνου (κούρδισμα οργανοποιού).

Εάν λοιπόν το καμάρι είναι κοντό και χοντρό, τότε το όργανο θα είναι μπάσο. Εάν το καμάρι είναι στενό και ψηλό, τότε το όργανο θα είναι πρίμο. Στο τρίχορδο όμως δεν παίζει μεγάλο ρόλο, λόγω της συμμετρίας που εμφανίζει το όργανο. Το καμάρι κατασκευάζεται πάντα από το ίδιο υλικό που είναι και το καπάκι. Πολύ σημαντικό είναι ότι ο καταμήκος άξονας του καμαριού θα πρέπει να είναι κάθετος ως προς τον άξονα του καπακιού.

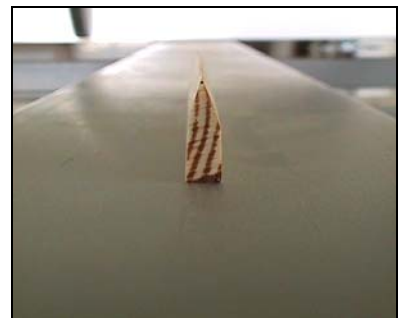
Η διαδικασία κατασκευής ξεκινά με τη κορδέλα των 40 cm. Οι αρχικές διαστάσεις του πριστού ελάτης είναι 12 cm * 2 cm * 2 cm. Ξεκινάμε δίνοντας το πάχος του, το οποίο είναι 0,7 cm. Διάρκεια κατεργασίας 30 sec.



Ακολουθεί το τριβείο ταινίας, όπου εκεί γίνεται η μορφοποίηση και παρύφωση του καμαριού.



Χρειάστηκαν 3,5 min για να αποκτήσει το επιθυμητό σχήμα και διαστάσεις.



ΤΕΛΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΑΠΑΚΙ

Για να μπορέσουμε να κολλήσουμε το καπάκι, θα πρέπει περιμετρικά να μειώσουμε κατά 0,2 cm. Αυτό γίνεται για να μπορέσει στην συνέχεια να κολληθεί το διακοσμητικό φιλέτο. Η διαδικασία αυτή γίνεται στο τριβείο ταινίας με πολύ μεγάλη προσοχή, αφού η ξυλώδης μάζα που αφαιρείται είναι ελάχιστη. Χρόνος κατεργασίας 3 min.



Η ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΤΖΟΥΡΑ ΕΩΣ ΕΔΩ ΕΙΝΑΙ





ΣΤΑΔΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

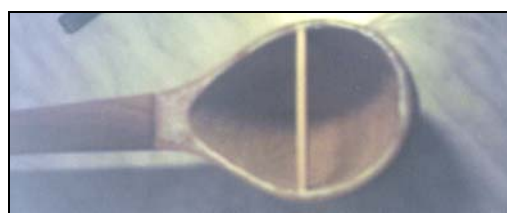
(Α). Κόλληση καμαριού.

(Β). Κόλληση καπακιού.

(Γ). Κόλληση ταστιέρα

(Α)

Το καμάρι τοποθετείται ανάμεσα στην τρύπα του καπακιού και στον καβαλάρη. Θα πρέπει να δημιουργήσουμε εγκοπές έτσι ώστε να σφηνώσει το καμάρι. Αυτό επιτυγχάνεται με σκαρπέλο. Αφού τελειώσουμε με τις εγκοπές, βάζουμε κόλλα και το σφηνώνουμε. Η διαδικασία αυτή διήρκησε 10 min.

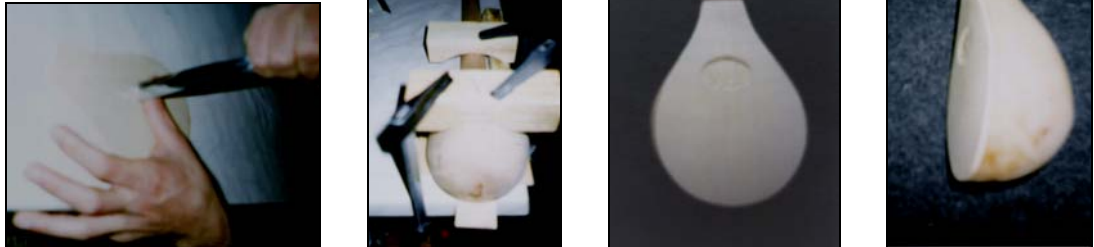


(Β)

Ακολουθεί το στάδιο κόλλησης του καπακιού. Ξεκινάμε μισοσκάβοντας την τρύπα του καπακιού με ένα σκαρπέλο. Αυτό γίνεται για να μη σκεβρώσει το καπάκι κατά την κόλληση.

Γίνεται επάλειψη του ηχείου με συγκολλητική ουσία και στη συνέχεια με την βοήθεια σφηνών και σφικτήρων “δένεται” στον πάγκο έτσι ώστε να είναι αρκετή

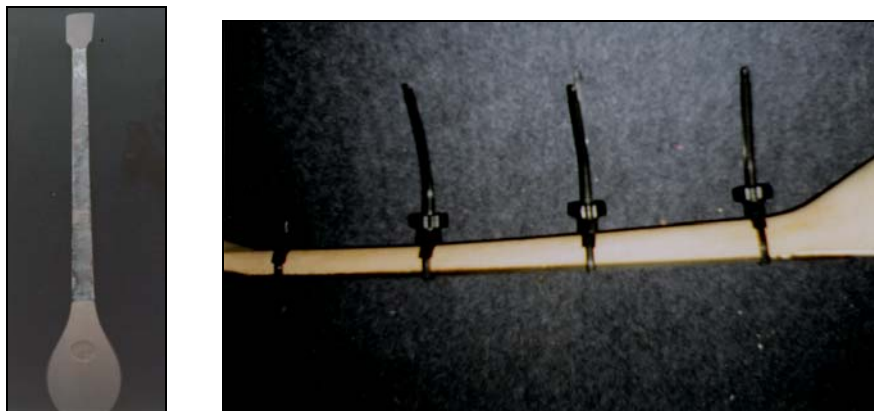
η πίεση κατά την κόλληση. Η συναρμολόγηση διήρκησε 5 min και για την πλήρη συγκόλληση 1 hr.

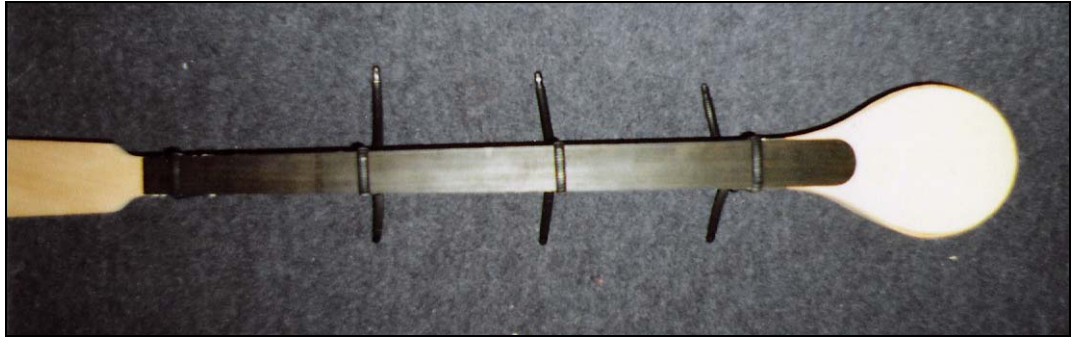


(Γ)

Γίνεται επάλειψη του μπράτσου με συγκολλητική ουσία. Προσαρμόζουμε την τασιέρα και στην συνέχεια με τη βοήθεια ειδικών σφικτήρων, σφίγγεται στο μπράτσο.

Για το στάδιο της προετοιμασίας χρειάζονται 2 min, ενώ για την πλήρη συγκόλληση αυτών, απαιτείται 1 hr.





ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΡΥΠΑΣ

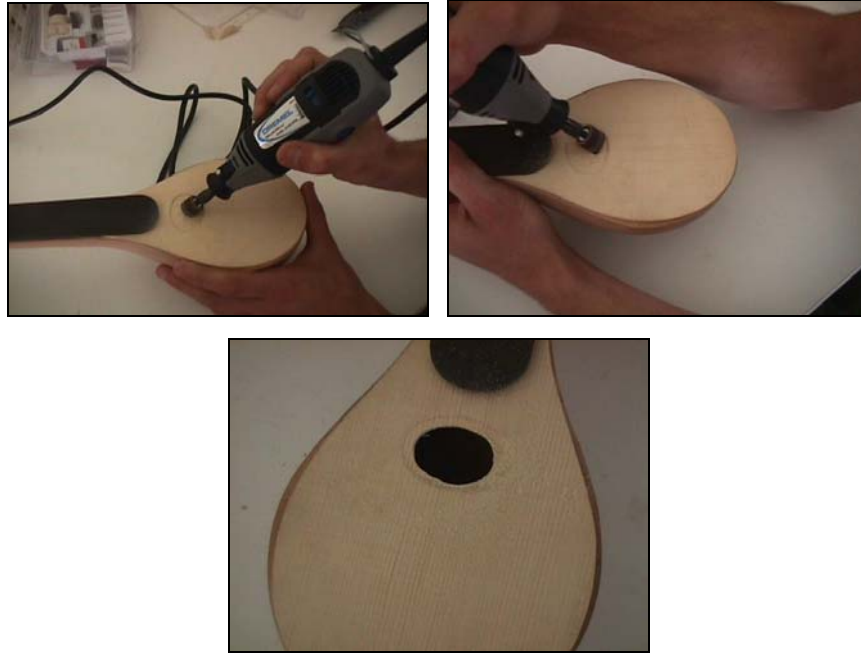
Η τρύπα ανοίγεται με τη βοήθεια του DREMEL και συγκεκριμένα με τον κύλινδρο που φέρει γυαλόχαρτο P 80.



Η τρύπα έχει τη μορφή της εικόνας



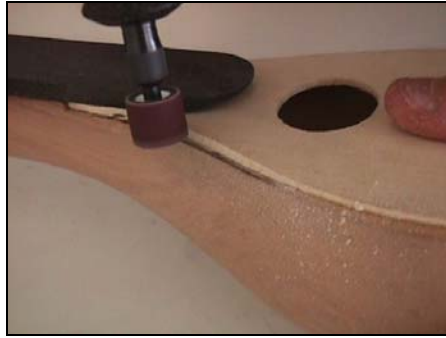
Η κατεργασία ξεκινά κρατώντας το DREMEL υπό γωνία στο καπάκι. Χρειάζονται 2 min για να διαμορφωθεί η τρύπα όπως δείχνουν οι παρακάτω φωτογραφίες.



Τώρα το DREMEL θα δουλευτεί κάθετα στον άξονα του καπακιού, ακολουθώντας την έλλειψη. Σε 1,5 min το σχήμα της τρύπας έχει τελειοποιηθεί.



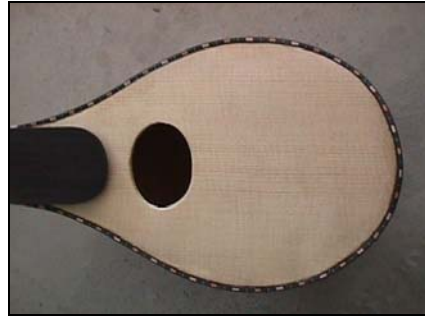
Ακολουθεί το στάδιο της περιμετρικής μορφοποίησης του καπακιού για την τοποθέτηση του διακοσμητικού φιλέτου. Η μορφή αυτή πατούρας πρέπει να έχει πλάτος 0,2 cm. Η κατεργασία απαιτεί μεγάλη προσοχή και ακρίβεια, αφού ένα λάθος θα μπορούσε να αχρηστέψει εντελώς το καπάκι. Το DREMEL δουλεύεται στην 5^η ταχύτητα. Για την κατεργασία αυτή χρειάστηκαν 3 min. Συνολικός χρόνος κατεργασίας είναι 6,5 min.



ΚΟΛΛΗΣΗ ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟΥ ΦΙΛΕΤΟΥ

Καθόλου ευχάριστο στάδιο λόγω της υψηλής τοξικότητας της κόλλας. Κατά τη συγκόλληση τα δάχτυλα κολλάνε στο όργανο. Απαιτείται μεγάλη προσοχή και να διατηρούμε τα χέρια μας όσο το δυνατόν πιο καθαρά. Απαιτούμενη μάσκα, διότι η μακρόχρονη χρήση αυτής της συγκολλητικής ουσίας δημιουργεί πολύποδα στη ρινική κοιλότητα. Χρόνος 15 min.





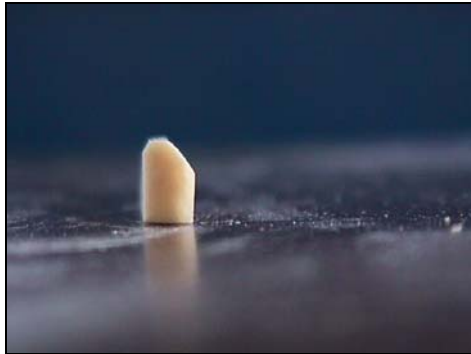
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΟΚΑΛΟΥ

Το κόκαλο πριν τη μορφοποίησή του έχει το σχήμα των παρακάτω φωτογραφιών.



Οι απαιτούμενες διαστάσεις του κόκαλου είναι $3,7 \text{ cm} * 0,7 \text{ cm} * 0,5 \text{ cm}$. Η κατεργασία γίνεται στον ταινιολειαντήρα ο οποίος δουλεύτηκε στη 1 ταχύτητα. Επικίνδυνη διαδικασία λόγω των μικρών διαστάσεων. Πρώτα ορθογωνίζεται και στη συνέχεια τρίβουμε την επάνω του πλευρά με σκοπό να γίνει ελαφρώς μυτερή. Διάρκεια 7,5 min.





ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΟΠΩΝ ΣΤΗ ΚΛΕΙΔΙΕΡΑ ΓΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΛΕΙΔΙΩΝ

Τα κλειδιά έχουν μήκος 8,3 cm και πλάτος 1.2 cm.



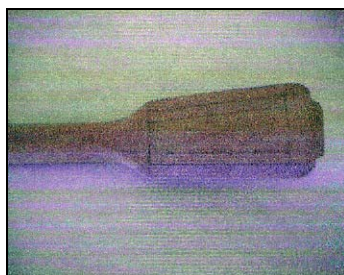
Οι αντίστοιχες αποστάσεις είναι (1.8 cm – 0.6 cm – 1.7 cm – 0.6 cm – 1.7 cm – 0.6 cm – 1.3 cm).

Πολύ σημαντικό είναι το σωστό σημάδεμα της κλειδιέρας, διότι τα κλειδιά πρέπει να θηλυκώσουν ακριβώς στις τρύπες για να μην έχει στο μέλλον πρόβλημα κουρδίσματος το όργανο. Απαιτούμενα εργαλεία για το στάδιο του σημαδέματος

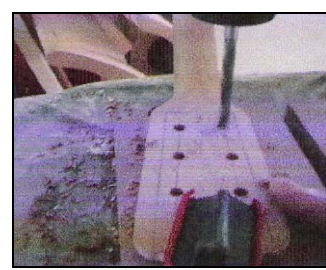
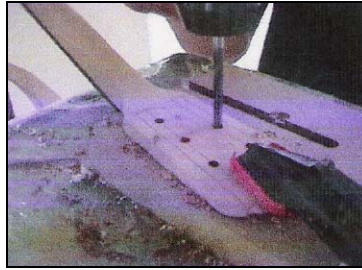
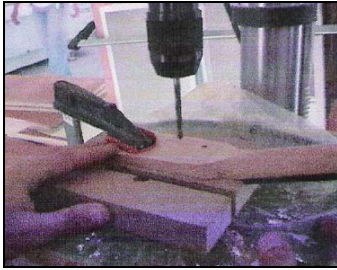
είναι η γωνιά και η ρυθμιζόμενη γωνιά. Σκοπός μας είναι να τοποθετήσουμε τα κλειδιά σε παράλληλο επίπεδο ως προς το επίπεδο των πλαϊνών της κλειδιέρας.



Αφού σημαδευτεί το ορθογώνιο βασικό σχήμα των κλειδιών, σειρά έχει το σημάδεμα των κέντρων, των πύρων, έτσι ώστε να έχουμε τα κέντρα των προς διάνοιξη οπών. Η διάμετρος του πύρου είναι 0,6



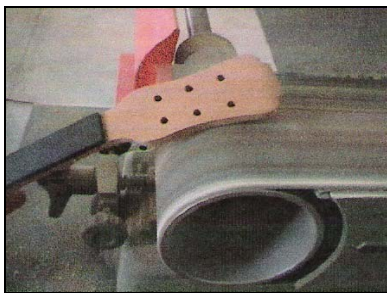
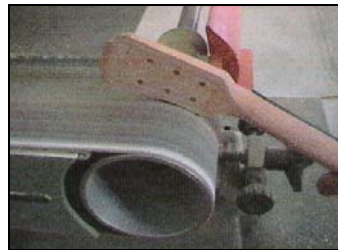
Το επόμενο στάδιο απαιτεί τη χρήση κατακόρυφου τρυπανιού με τράπεζα εργασίας, μια σφικτήρα των 50 cm και ένα τάκο έτσι ώστε να μην έρθει σε επαφή το τρυπάνι με την τράπεζα εργασίας. Με τη σφικτήρα θα συγκρατήσουμε το όργανο παράλληλα στην τράπεζα. Ανεβάζουμε την τράπεζα μέχρι να έρθει σε επαφή το τρυπάνι με την κλειδιέρα του οργάνου και στο σημείο της πρώτης τρύπας. Το βάθος διάνοιξης των οπών είναι τα 2 cm. Το πάχος της κλειδιέρας είναι 1,7 cm.



Απαιτούμενος συνολικός χρόνος 19,5 min.

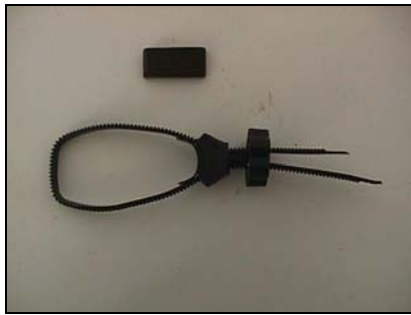
ΤΕΛΕΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΛΕΙΔΙΕΡΑΣ

Για να τελειοποιηθεί το σχήμα της κλειδιέρας θα πρέπει να επιστρέψουμε στον ταινιολειαντήρα που φέρει γυαλόχαρτο P 80. Το μηχάνημα θα δουλευτεί στην πρώτη ταχύτητα. Σκοπός μας είναι να δημιουργήσουμε μια σύνθετη καμπύλη η οποία θα συμπληρώσει αισθητικά το όργανο. Η κατεργασία αυτή χρειάστηκε 7 min.



ΧΑΡΑΞΗ ΤΑΣΤΙΕΡΑΣ

Πολύ σημαντικό στάδιο λόγω της ακρίβειας που απαιτείται, έτσι ώστε να μην φαλτσάρει το όργανο. Απαιτούμενα εργαλεία η ρυθμιζόμενη γωνιά, πριονάκι 05 mm, ένας εβένινος τάκος και η σφικτήρα της παρακάτω φωτογραφίας.



Για να βρεθούν τα διαστήματα θα πρέπει να μετρηθεί η απόσταση από τις εσωτερικές πλευρές του κόκαλου και του καβαλάρη. Η απόσταση αυτή εκφράζει την κλίμακα του οργάνου. Κλίμακα 59,5 cm.

Σχεδιάζουμε στο κέντρο της ταστιέρας τον κατά μήκος άξονα του οργάνου, έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί ως άξονας μέτρησης για τα τάστα. Χρειάστηκαν 37,5 min.

Κλίμακα οργάνου/17,817=το πρώτο διάστημα (τάστο)		
π.χ. $59,5/17,817=3,3395072$		
α/α	Μήκος τάστου(cm)	Στρογγυλοποίηση τάστου
1	3,3395072	3,35
2	3,1542908	3,15
3	2,9802997	3
4	2,8119212	2,8
5	2,6547679	2,63
6	2,5088399	2,5
7	2,368544	2,35

8	2,394342	2,2
9	2,1159567	2,1
10	1,9980917	2
11	1,8858394	1,9
12	1,7791996	1,8
13	1,6781725	1,7
14	1,582758	1,6
15	1,4929562	1,5
16	1,4087669	1,4
17	1,3301903	1,35
18	1,2572262	1,25
19	1,18988748	1,2
20	1,1225234	1,1
21	1,0607846	1
22	1,0046585	1
23	0,9429197	0,95
24	0,8867935	0,9
25	0,83628	0,8
26	0,791379	0,8

27	0,7464781	0,7
----	-----------	-----

ΣΗΜΑΔΕΜΑΤΑ

Τα σημαδέματα στην ταστιέρα είναι πολύ σημαντικά, αφού στη μεσαία χορδή που κουρδίζεται ΛΑ σηματοδοτεί τις νότες. Τα τάστα που σημαδεύονται είναι τα : 3ό, 5ό, 7ό, 10ό, 12ό, 15ό, 17ό, 19ό, 22ό, 24ό.

3°	5°	7°	10°	12°	15°	17°	19°	22°	24°
ντο	ρε	μι	σολ	λα	ντο	ρε	μι	σολ	λα

Τα φιλντισένια στολίδια θα πρέπει να χωνευθούν στην ταστιέρα έτσι ώστε όταν το δάκτυλό μας χαϊδεύει την ταστιέρα, να είναι λεία. Εάν δεν συμβαίνει αυτό τότε το όργανο φαλτσάρει.

Η διαδικασία αυτή απαιτεί μεγάλη προσοχή για να μην πληγώσουμε παραπάνω την ταστιέρα. Χρησιμοποιήσαμε ένα σκαρπέλο των 0,2cm. Ακουμπάμε το στολίδι στην ταστιέρα και αποτυπώνουμε το σχήμα του με μολύβι. Το βάθος που χρειάζεται είναι 0,2 cm. Τοποθετούμε το στολίδι και το κολλάμε με κόλλα στιγμής.

Αφού τοποθετηθούν τα στολίδια σειρά έχει το στοκάρισμα. Ο στόκος αποτελείται από εβενόσκονη και κόλλα στιγμής. Μετά τρίβουμε την ταστιέρα με γυαλόχαρτο P 150 και P 180, έτσι ώστε να γίνει τελείως λεία. Ο συνολικός χρόνος είναι 1 hr και 25 min.

ΤΕΛΙΚΑ ΤΡΙΨΙΜΑΤΑ

Χρησιμοποιείται γυαλόχαρτο P 180. Τρίβεται όλο το όργανο έτσι ώστε να γίνει εντελώς λείο. Η διαδικασία απαιτεί 22 min. Εδώ γίνεται το φινίρισμα του σχήματος του οργάνου.

ΛΟΥΣΤΡΑ

Το λουστράρισμα του οργάνου εμφανίζει εξαιρετικό ενδιαφέρον αφού την τελική ποιότητα του οργάνου την δίνουν αυτά. Αυτό συμβαίνει λόγω της εξολοκλήρου επικάλυψης με τα λούστρα, μετατρέποντας έτσι το όργανο από κομμάτια συνδεδεμένα μεταξύ τους σε **ένα σώμα**.

ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ : Προστασία από αλλαγές κλιματολογικών συνθηκών.

- Αντοχή στο χρόνο.
- Κλείσιμο τυχόν κενών ή οπών μεταξύ των φέροντων στοιχείων.
- Αποφυγή απώλειας των ηχητικών κυμάτων.

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ : Πρώτα από όλα θα πρέπει να καθαριστεί το όργανο από τη ξυλόσκονη που έχει γεμίσει τους πόρους του ξύλου. Στην συνέχεια καλύπτουμε με χαρτοταινία τα πλαϊνά της ταστιέρας.



Προτιμούμε τα λούστρα με το χέρι παρά με το πιστόλι, ακολουθώντας τον πατροπαράδοτο τρόπο και δημιουργώντας πιο χοντρά φιλμ, δίνοντας έτσι καλύτερες ιδιότητες. Κατά το λουστράρισμα ακολουθούμε πιστά την σχεδίαση του ξύλου.

Χρησιμοποιούμε βερνίκι πολυουρεθανικής βάσης ενός συστατικού, το οποίο εμφανίζει τις εξής ιδιότητες : Έχει μεγάλη ελαστικότητα, σκληρότητα και εξαιρετικό άπλωμα. Λόγω της πολυουρεθανικής ρητίνης έχει εξαιρετική αντοχή σε δύσκολες καιρικές συνθήκες (υγρασία, ήλιος), τα UV φίλτρα προστατεύουν το ξύλο από τις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου.

Αραίωση για βαφή με πινέλο : αραιώνουμε με **white spirit** κατά 10 – 15 %.



Για να μπορέσουμε να λουστράρουμε το όργανο, θα πρέπει να καθαριστεί πρώτα το μέρος όπου θα τα ‘ρίξουμε’.



Υπολογίζουμε πως το επιθυμητό φιλμ θα εμφανιστεί ύστερα από τρία χέρια. Ξεκινάμε με το **σκάφος**.



Καπάκι. Το πινέλο ακολουθεί πιστά τη σχεδίαση του ξύλου.



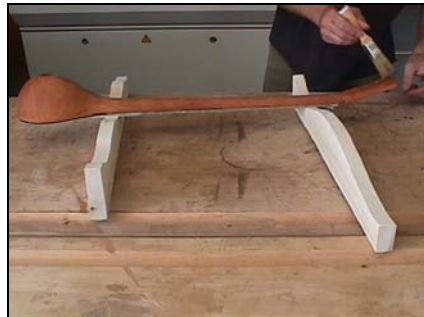
Μπράτσο – κλειδιέρα. Πάντα ακολουθώντας τη σχεδίαση του ξύλου.





Απαιτούμενος χρόνος για κάθε χέρι λούστρο 10min.

Το αφήνουμε περίπου 2,5 hr και στη συνέχεια τρίβουμε ελαφρά με τουκόχαρτο P 320. Καθαρίζουμε το όργανο από την σκόνη και ξαναλουστράρουμε.



Ύστερα από τρία χέρια το όργανο έχει αποκτήσει την τελική του μορφή.



ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΑΣΤΩΝ

Χρησιμοποιήσαμε τάστο μπαγλαμά και στις ήδη ανοικτές χαρακιές τοποθετήσαμε το αντίστοιχο μήκος τάστου. Συνολικός χρόνος 45 min.

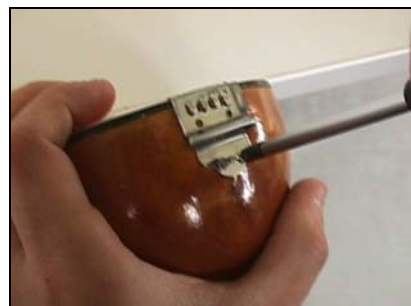


ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΛΕΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΧΟΡΔΙΕΡΑΣ

Είναι το προτελευταίο στάδιο πριν να αρματωθεί το όργανο. Τοποθετούμε το ζεύγος κλειδιών προσέχοντας το κουρδιστήρι από πάνω και τον πύρο από κάτω, αποφεύγοντας έτσι να χαλάσει το κλειδί.



Η χορδιέρα μπαίνει στο τέλος του ηχείου με κέντρο τον κατά μήκος άξονα του οργάνου.



Συνολικός χρόνος 10,5 min.

ΑΡΜΑΤΩΜΑ

Καβαλάρης : Τοποθετείται σε απόσταση 59,5 cm από το κόκαλο.



Χορδές : Κατά σειρά (ζεύγος **PE** μπουργάνα – καντίνι , ζεύγος **ΛΑ** καντίνια , ζεύγος **PE** καντίνια).



Συνολικός χρόνος 5 min.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Χρόνος κατεργασίας με μηχανήματα : 10 hr 18 min 10 sec.

Χρόνος αναμονής : 14 hr 20 min.

Συνολικός χρόνος : 24 hr 38 min 10 sec.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

- **ΠΡΙΟΝΟΚΟΡΔΕΛΑ 80 cm.**

Πριονοέλασμα φάρδους 35 mm .

Type : STAR 800.

Length : min 5630 / max 5700.

Width : 45 / 45 / 5630.

V : 400.

- **ΠΛΑΝΗ**

V : 380.

Ph : 3.

Hz : 50.

Kw : 5.

A : 9.

Rpm : 2840.

• **ΜΟΡΣΟΤΡΥΠΑΝΟ**

Kw : 1.5.

V : 400.

A : 3.4.

Rpm : 2840.

Ip : 54.

Hz :50.

I.ci. : F.

S : 1.

Cos φ : 0.82.

• **ΞΕΧΟΝΔΡΙΣΤΗΡΑΣ**

V : 380.

Hz : 50.

Ph : 3.

Kw : 6.8.

A : 12.

Rpm : 3498.

- **ΤΑΙΝΙΟΛΕΙΑΝΤΗΡΑΣ**

Type : Castor 170.

Rpm : 1400 / 280.

Hp : 2.3 / 3.4.

Hz : 50.

V : 380.

- **ΠΡΙΟΝΟΚΟΡΔΕΛΑ 40 cm.**

Πριονοέλασμα φάρδους 15 mm.

Type : STAR 440.

Length : min 3650 / max 3730.

Width : 30.

V : 400.

- **DREMEL**

K : 125 W.

K : Ισχύς κινητήρα.

L : 10.000 – 33.000.

L : Ταχύτητα χωρίς φορτίο / Rpm.

M : 0.8 – 3.2 mm.

M : Υποδοχή σφικτήρα.

N : 0.55 Kg.

N : Βάρος.

ΡΥΘΜΙΣΗ ΔΙΑΚΟΠΤΗ : 1 - 2 (10.000 - 14.000 Rpm).

3 - 4 (15.000 - 19.000 Rpm)

5 - 6 (20.000 - 24.000 Rpm)

7 - 8 (25.000 - 29.000 Rpm).

9 - 10 (30.000 - 33.000 Rpm).

- **ΥΓΡΑΣΙΟΜΕΤΡΟ**

Ένα ειδικά σχεδιασμένο σύστημα για την μέτρηση της υγρασίας στο ξύλο από 6 – 100 % της συγκεντρωμένης υγρασίας. Χρησιμοποιήσαμε το ηλεκτρόδιο HAMMER 4 * 12 mm με τις μακριές βελόνες.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΞΥΛΟΥ

ΕΙΔΟΣ ΞΥΛΟΥ

Κοινά ονόματα: ABURA, Bahia, Subaha, clolom, cilom

Βοτανική ταξινόμηση: Mitragyna ciliata

ΓΕΝΙΚΑ

Κύρια προϊόντα στην αγορά: Πριστή ξυλεία (μασίφ). Διακοσμητικός καπλαμάς.

Φυσικές ιδιότητες – δομή – προέλευση: Ξύλο μέτριο σε βάρος (0,52-0,60 gr/cm³). Χρώμα σομφού ωχρό καστανό με απόχρωση πορτοκαλί και εγκεκαρδίου γκρι - καστανό με απόχρωση κοκκινωπή. Ευθύινο, λεπτόπορο – ομοιογενές ξύλο και μερικές φορές με αντίστροφη στρεψοϊνία. Ξύλο ανθεκτικό σε οξέα. Απαντάται στην τροπική δυτική Αφρική (Νιγηρία, Ακτή Ελεφαντοστού, Κογκό).

Φυσική διάρκεια στο χρόνο: Μικρής διάρκειας.

Μηχανικές ιδιότητες: Μηχανικές αντοχές χαμηλότερες της οξυάς. Χαμηλή αντοχή σε κάμψη και δυναμική κάμψη, μέση αντοχή σε θλίψη.

Πυκνότητα: R(12-15%) = 0,56 gr/cm³

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ ΞΥΛΟΥ

Συμπεριφορά στη ξήρανση και σταθερότητα μετά την ξήρανση: Εύκολη και γρήγορη ξήρανση (60/70-70/80), με πολύ μικρή τάση ραγαδώσεων. Πολύ σταθερό μετά την ξήρανση, με μικρή κινητικότητα στις κατασκευές (1,7/1,0%).

Συμπεριφορά στον εμποτισμό: Σχετικά εύκολος εμποτισμός.

Συμπεριφορά στην κάμψη (καμπύλωση): Πολύ χαμηλός βαθμός καμπύλωσης.

Κατεργασία με μηχανήματα – βαθμός στόμωσης εργαλείων: Δύσκολη μηχανική κατεργασία - εργαλεία με βίδα. Στομώνει τα εργαλεία.

Συμπεριφορά στο κάρφωμα και στο βίδωμα: Συγκρατεί βίδες σφικτά.

Συμπεριφορά στη συγκόλληση: Καλή συγκόλληση.

Συμπεριφορά στη βαφή και το φινίρισμα: Βάφεται εύκολα και εξασφαλίζει εξαιρετικό φινίρισμα.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Εφαρμογές: Έπιπλα, ντουλάπες, εσωτερικές ξυλουργικές κατασκευές, κορνίζες, πατώματα, торνευτά, πρότυπα, αντικολλητά, κουτιά μπαταριών (αντέχει σε οξέα), εξαρτήματα εργαστηρίων, καπλαμάς.

ΕΙΔΟΣ ΞΥΛΟΥ

Κοινά ονόματα: ΕΡΥΘΡΕΛΑΤΗ, White wood - Spruce

Βοτανική ταξινόμηση: Picea abies (P. excelsa)

ΓΕΝΙΚΑ

Κύρια προϊόντα στην αγορά: Πριστή ξυλεία, επικολλητή ξυλεία, ξυλεπενδύσεις,

ταβάνια, καπλαμάδες.

Φυσικές ιδιότητες – δομή – προέλευση: Ξύλο ελαφρό έως μέτριο σε βάρος (ε.β. 0,32-0,55gr/cm³), λίγο πιο ελαφρύ από την ελάτη, μαλακό έως μέτριο σε σκληρότητα, γυαλιστερό στην ακτινική επιφάνεια. Χρώμα ξύλου ανοικτό καστανοκίτρινο. Το εγκάρδιο δεν έχει διαφορετικό χρώμα από το σομφό. Το ξύλο έχει αξονικούς ρητινοφόρους αγωγούς. Ξύλο στιλπνό με καλές ακουστικές ιδιότητες. Λεπτόπορο-ευθυϊνο, ανομοιογενές. Απαντάται στη Ροδόπη. Στη Β. Ευρώπη. Η ποιότητα βελτιώνεται με τη μείωση ετησίων δακτυλίων.

Φυσική διάρκεια στο χρόνο: Ξύλο μικρής διάρκειας στο χρόνο.

Μηχανικές ιδιότητες: Πλησιάζουν τις ιδιότητες της Δασικής πεύκης.

Πυκνότητα: r(0%) = 0,41 gr/cm³ R(12-15%) = 0,44 (0,42) gr/cm³

Ρίκνωση: Ακτινική = 3,6 Εφαπτομενική = 7,8

Μέτρο ελαστικότητας: 93.000 kp/cm²

Μέτρο θραύσεως: 610 kp/cm²

Ι Δ Ι Ο Τ Η Τ Ε Σ Κ Α Τ Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α Σ Κ Α Ι Χ Ε Ι Ρ Ι Σ Μ Ο Ι Ξ Υ Λ Ο Υ

Συμπεριφορά στη ξήρανση και σταθερότητα μετά την ξήρανση: Εύκολο και γρήγορο στη ξήρανση 60/70ο-75/85ο. Σταθερές διαστάσεις μετά την ξήρανση.

Συμπεριφορά στον εμποτισμό: Σομφό ανθεκτικό, εγκάρδιο πολύ ανθεκτικό στον εμποτισμό.

Συμπεριφορά στην κάμψη (καμπύλωση): Χαμηλός βαθμός καμπύλωσης. Λιγότερο δύσκολο από την ελάτη.

Κατεργασία με μηχανήματα – βαθμός στόμωσης εργαλείων: Καλή κατεργασία, χαμηλή στόμωση.

Συμπεριφορά στη συγκόλληση: Καλή.

Συμπεριφορά στη βαφή και το φινίρισμα: Καλή.

Ε Φ Α Ρ Μ Ο Γ Ε Σ

Εφαρμογές: Στέγες, ξυλεπενδύσεις, ταβάνια, ξυλουργικές εργασίες, ντουλάπια, μουσικά όργανα, κιβώτια, ξυλοπλάκες, εσωτερικά επίπλων, στύλοι. Χρησιμοποιείται επίσης ως δένδρο Χριστουγέννων.

ΕΙΔΟΣ ΞΥΛΟΥ

Κοινά ονόματα: Έβενος Αφρικής, Ebony african, cameroon ebony, Nigerian ebony κ.λπ.

Βοτανική ταξινόμηση: Diospyrus crassiflora, D. piscatoria Οικ. Ebenaceae

ΓΕΝΙΚΑ

Κύρια προϊόντα στην αγορά: Πριστή ξυλεία, καπλαμάς παραγόμενος με πίεση.

Φυσικές ιδιότητες – δομή – προέλευση: Πρόκειται για το πιο μαύρο ξύλο που υπάρχει (D. crassiflora). Ξύλο εξαιρετικά βαρύ (1000-1030 kg/m³) με χρώμα ανομοιόμορφο γκρι προς έντονα μαύρο με μαύρες λωρίδες. Ξύλο ευθύινο με πολύ λεπτή υφή, με ελαφρά αντίθετα νερά. Φύεται σε περιορισμένες θέσεις στη Ν. Νιγηρία, Γκάνα, Καμερούν, Ζαΐρ. Στο εμπόριο υπάρχει μόνο σε μικρά τεμάχια, λόγω της υπερεκμετάλλευσής του.

Φυσική διάρκεια στο χρόνο: Ξύλα πολύ ανθεκτικά. Το είδος D. crassiflora είναι πολύ ανθεκτικό στους τερμίτες και το D. piscatoria είναι μέτρια ανθεκτικό.

Μηχανικές ιδιότητες: Ξύλο με πολύ μεγάλη πυκνότητα, με πολύ μεγάλη αντοχή σε κάμψη και θλίψη, με υψηλό Μ.Ε. και υψηλή αντοχή σε κρούση.

Πυκνότητα: R(12-15%) = 1,03 gr/cm³

Μέτρο ελαστικότητας: 17.700 N/mm²

Μέτρο θραύσεως: 189 N/mm²

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ ΞΥΛΟΥ

Συμπεριφορά στη ξήρανση και σταθερότητα μετά την ξήρανση: Ξήρανση μικρών τεμαχίων σχεδόν γρήγορη και καλή, με λίγη υποβάθμιση. Παρατηρείται μικρή μεταβλητότητα διαστάσεων μετά την ξήρανση.

Συμπεριφορά στον εμποτισμό: Εξαιρετικά ανθεκτικά ξύλα στον εμποτισμό υπό πίεση.

Συμπεριφορά στην κάμψη (καμπύλωση): Έχει καλή συμπεριφορά στην κάμψη με

άτμιση.

Κατεργασία με μηχανήματα – βαθμός στόμωσης εργαλείων: Ξύλο πολύ σκληρό και δύσκολο στην κατεργασία με μηχανήματα και εργαλεία. Προκαλείται πολύ έντονη άμβλυνση εργαλείων. Για πλάνισμα απαιτείται μειωμένη γωνία κοπής, 20⁰ και αυξημένη πίεση στους κυλίνδρους τροφοδοσίας.

Συμπεριφορά στο κάρφωμα και στο βίδωμα: Προτρύπημα είναι απαραίτητο για κάρφωμα και βίδωμα.

Συμπεριφορά στη συγκόλληση: Καλή συγκόλληση.

Συμπεριφορά στη βαφή και το φινίρισμα: Εξαιρετικό φινίρισμα.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Εφαρμογές: Χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπου απαιτείται σκληρό ξύλο, λεπτή υφή και μαύρο χρώμα όπως: μέρη μουσικών οργάνων (πλήκτρα πιάνου, μέρη βιολιού, τμήματα πνευστών), χερούλια μαχαιριών, εργαλείων, торνευτά, σκαλιστά, τμήματα που εκθέτονται σε έργα τέχνης, πριστά ξυλόφυλλα για επιδιόρθωση αντικών, πολύτιμα σκεύη, στέκες μπιλιάρδου, λαβές όπλων.

ΕΙΔΟΣ ΞΥΛΟΥ

Κοινά ονόματα: ΈΒΕΝΟΣ ΜΑΚΑΣΣΑΡ, Ebony macassar, Indian ebony, coromandel.

Παρόμοια είδη: Diospyros ebenum, D. tomentosa, D. melanoxylon, D. marmorata.

Βοτανική ταξινόμηση: Diospyros celebica ή D. macassar Οικ. Ebenaceae

ΓΕΝΙΚΑ

Κύρια προϊόντα στην αγορά: Πριστή ξυλεία, καπλαμάς.

Φυσικές ιδιότητες – δομή – προέλευση: Ξύλο εξαιρετικά βαρύ (1090 kg/m³) με εγκάρδιο χρώματος σκούρου καφέ προς μαύρο, με λωρίδες χρώματος γκρι-καφέ, κίτρινου-καφέ, ωχρού καφέ. Ξύλο ευθύινο, αλλά μερικές φορές με ακανόνιστη και κυματοειδή σχεδίαση. Φύεται στα νησιά Celebes.

Φυσική διάρκεια στο χρόνο: Το ξύλο είναι πολύ ανθεκτικό. Οι κορμοί προσβάλλονται από το έντομο Longhorn beetle. Το ξύλο είναι μέτρια ανθεκτικό στους τερμίτες.

Μηχανικές ιδιότητες: Ξύλο εξαιρετικά βαρύ, πυκνό και σκληρό. Το μαύρο εγκάρδιο τείνει να είναι εύθραυστο και γι' αυτό χρησιμοποιείται ως διακοσμητικό.

Πυκνότητα: R(12-15%) = 1,09 gr/cm³

Ι Δ Ι Ο Τ Η Τ Ε Σ Κ Α Τ Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α Σ Κ Α Ι Χ Ε Ι Ρ Ι Σ Μ Ο Ι Ξ Υ Λ Ο Υ

Συμπεριφορά στη ξήρανση και σταθερότητα μετά την ξήρανση: Ξύλο δύσκολο στην ξήρανση. Τα δένδρα συνήθως νεκρώνονται δύο χρόνια πριν υλοτομηθούν και επί έξι μήνες ξηραίνονται στον αέρα υπό μορφή χονδρών πριστών. Πρέπει να αποφεύγεται η πολύ γρήγορη ξήρανση. Παρατηρείται πολύ μικρή μεταβλητότητα διαστάσεων μετά την ξήρανση.

Συμπεριφορά στον εμποτισμό: Ξύλο εξαιρετικά ανθεκτικό στον εμποτισμό.

Συμπεριφορά στην κάμψη (καμπύλωση): Έχει καλή συμπεριφορά στην κάμψη με άτμιση.

Κατεργασία με μηχανήματα – βαθμός στόμωσης εργαλείων: Ξύλο δύσκολο στην κατεργασία με εργαλεία και μηχανήματα γιατί είναι εύθραυστο. Προκαλείται υψηλός βαθμός στόμωσης εργαλείων.

Συμπεριφορά στο κάρφωμα και στο βίδωμα: Για βίδωμα και κάρφωμα είναι απαραίτητο προτρύπημα.

Συμπεριφορά στη συγκόλληση: Δύσκολο στη συγκόλληση.

Συμπεριφορά στη βαφή και το φινίρισμα: Εξαιρετικό φινίρισμα.

Ε Φ Α Ρ Μ Ο Γ Ε Σ

Εφαρμογές: Ντουλάπια, χερούλια εργαλείων, μπαστούνια, κουτιά καπνού, μουσικά όργανα, ενθέματα, στέκες μπιλιάρδου, торνευτά, διακοσμητικός καπλαμάς για επενδύσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Καρακάσης Στ. Ελληνικά λαϊκά μουσικά όργανα

Σαφελά Ε. Ιστορία της μουσικής

Ανωγειανάκης Φ. Ελληνικά λαϊκά μουσικά όργανα

Ulrich Michels Άτλας τη μουσικής

Daly Ross Παραδοσιακά μουσικά όργανα

Εγκυκλοπαίδεια: Τα μάτια της ανακάλυψης Μουσικά όργανα

Περιοδικό: hi – fi (Νοέμβρης '82)

Τσουμής Γ.Ρ. Δομή του ξύλου

Hoyle R.J. Physical character of wood. In wood structures

James W.L. Effect of temperature and moisture content on internal friction and speed in sound Douglas fir

Mc Donald K.A. Lumber defect detection by ultrasonics

Schultz T.J. Acoustical properties of wood: a critique of the literature and a survey of practical applications

Burmester A. Relationship between sound velocity and the morphological, physical, and mechanical properties of wood

Williams J. A guitar makers manual

Hopkin B. Musical instrument design

Κακαράς Ι. Δομή και ιδιότητες του ξύλου

