

ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΙΚΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΤΟΥ ΜΟΥΣΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ
“ΜΠΑΓΛΑΜΑΣ”

Θέμα πτυχιακής εργασίας

Θάνος Λαλιώτης
Νικόλας Γεωργακάκης

Εκπονητές

Δημήτρης Ζαχαριουδάκης

Επιβλέπων

Πρόλογος.....	3
Κεφάλαιο 1	
1.1 Σκάφη - Αντηχείο.....	5
1.2 Επιμήκης τομή.....	5
1.3 Εγκάρσια τομή.....	6
1.4 Μάνικο-Μπράτσο.....	8
1.5 Καπάκι-αρμονική τράπεζα.....	8
Κεφάλαιο 2	
Το Ξύλο.....	11
2.1 Τομές.....	10
2.2 Η δομή του ξύλου.....	12
2.3 Ακουστικός συντελεστής.....	14
2.4 Κοπή των δέντρων.....	15
2.5 Ξήρανση.....	15
2.5.1 Φυσική ξήρανση.....	16
2.5.2 Τεχνική ξήρανση.....	16
2.5.3 Χημική ξήρανση.....	16
Κεφάλαιο 3	
Κατασκευή.....	18
3.2 Ηχείο - σκάφη.....	18

3.2.1 Εσωτερική διαμόρφωση ηχείου.....	19
3.2.2 Διαμόρφωση εγκοπής ενθυλάκωσης του μανικού.....	22
3.2.3 Εξωτερική διαμόρφωση του ηχείου.....	24
3.3 Το μπράτσο.....	26
3.4 Μονοκόμματο.....	32
3.5 Το καπάκι-αρμονική τράπεζα.....	33
3.5.1 Ο ρόλος του καπακιού.....	35
3.6 Η ταστιέρα.....	36
3.6.1 Χάραξη της ταστιέρας και η τοποθέτηση των τάστων.....	37
3.6.2 Η διαμόρφωση των τάστων.....	39
3.7 Λούστρο.....	40
3.8 Χορδές.....	40
Κεφάλαιο 4	
Ηχώχρωμα.....	43
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	46

ΠΡΟΛΟΓΟΣ



Μέσω των πέντε αισθήσεων αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος το περιβάλλον και επικοινωνεί με αυτό . Έτσι προσδιορίζει την ύπαρξή του. Η ακοή είναι μία από αυτές. Ο ήχος είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την λειτουργία της ακοής και προσδιορίζεται με τα εξής αντικειμενικά η υποκειμενικά χαρακτηριστικά:

1. το ύψος, αν είναι οξύς (πρίμος) ή αμβλύς (μπάσσο)
2. την ένταση, πόσο έντονος (δυνατός) είναι ο ήχος
3. τη διάρκεια, πόσο χρόνο διαρκεί και
4. τη χροιά, δηλαδή αυτό που μας κάνει να ξεχωρίζουμε τον ήχο π.χ. της κιθάρας από αυτόν του κλαρίνου. Ουσιαστικά είναι το ηχόχρωμα.

Οποιαδήποτε κατασκευή, που μπορεί να ελέγξει έστω και ένα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά, μπορεί να θεωρηθεί μουσικό όργανο.

Τα μουσικά όργανα που έχουν χορδές ονομάζονται έγχορδα η χορδόφωνα και όσα από αυτά παίζονται με πένα, *νυκτά*.

Ο μπαγλαμάς είναι το μικρότερο λαουτοειδές έγχορδο - νυκτό μουσικό όργανο. Έχει τρεις διπλές χορδές κουρδισμένες σε ΡΕ-ΛΑ-ΡΕ μία οκτάβα ψηλότερα από το τρίχορδο (εξάχορδο) μπουζούκι, του οποίου είναι μικρογραφία . Η ονομασία του προήλθε πιθανότατα από την Τουρκική λέξη *baglama*, που σημαίνει

δεσμός. Στην Ελλάδα τον έφεραν οι πρόσφυγες από την Μικρά Ασία μετά την Μικρασιατική καταστροφή. Ταυτίστηκε με το περιθώριο και τον υπόκοσμο και για να καταξιωθεί στην Ελληνική κοινωνία πέρασε από διωγμούς και απαξίωση. Ονομάστηκε μπουζούκι της φυλακής, διότι λόγω του μικρού μεγέθους το κατάσκευάζαν και το έκρυβαν εύκολα μέσα στην φυλακή.

Ήταν το όργανο του τεκέ. Ο τεκές ήταν χώρος συνάντησης και χρήσης χασίς για τους χασικλήδες. Αυτοί για να μη δίνουν στόχο πηγαίνοντας στον τεκέ έκρυβαν τον μπαγλαμά κάτω από το παλτό τους. Σήμερα είναι καταξιωμένο ως λαϊκό μουσικό όργανο. Συμμετέχει στις περισσότερες λαϊκές ορχήστρες και συμπληρώνει το ηχόχρωμά τους με την οξύτητα αλλά και την γλυκύτητα του ήχου του. Υμνήθηκε από τους σύγχρονους στιχουργούς με στίχους όπως "ραγίζει απόψε η καρδιά με το μπαγλαμαδάκι" (στίχοι Τάκης Σιμώτας και μουσική Νίκος Παπάζογλου) ή "την όγδοη μέρα ο θεός έφτιαξε και τον μπαγλαμά" (στίχοι Μανώλης Ρασούλης και μουσική Μάνος Λοΐζος) ή "έχασα το μπαγλαμά μου, το μεράκι της καρδιάς μου" (στίχοι Δημήτρης Γκούτης και μουσική Βαγγέλης Περπινιάδης).

Η εργασία αυτή απευθύνεται κυρίως στους ερασιτέχνες κατασκευαστές μουσικών οργάνων. Είναι μία πρόταση προς όλους αυτούς τους φίλους της μουσικής, που τους εξιτάρει η ιδέα της κατασκευής ενός μουσικού οργάνου. Μιας διαδικασίας μαγικής με στόχο τον ιδανικό ήχο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Σκαφή - Αντηχείο

Υπάρχουν δύο τύποι ηχείου μπαγλαμά, από άποψη κατασκευής. Ο ένας είναι με ντούγκες και ο άλλος ο σκαφτός.

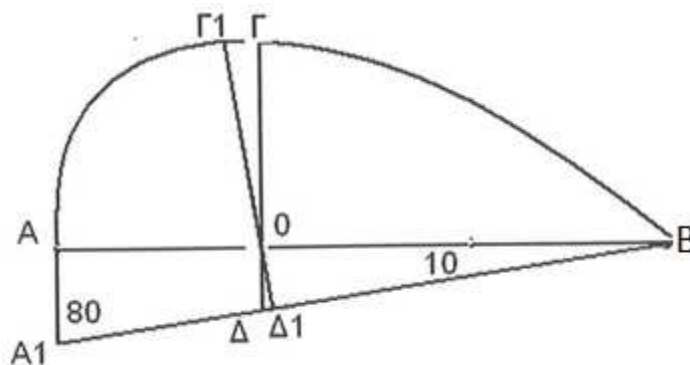
Ας πούμε λίγα για την σχεδίαση του ηχείου του σκαφτού μπαγλαμά. Το μέγεθος του ηχείου είναι καθοριστικό για τον ήχο του. Μεγαλύτερα ηχεία ενισχύουν την ανάπτυξη χαμηλότερων συχνοτήτων (μπάσα), ενώ μικρότερα ηχεία την ανάπτυξη υψηλότερων (πρίμα). Άρα ανάλογα με τον ήχο που θέλουμε σχεδιάζουμε και το μέγεθος του ηχείου.

Το σχήμα του ηχείου, εκτός των άλλων συμμετέχει και στην διαμόρφωση της αισθητικής του οργάνου. Το ηχείο το προσδιορίζουμε με την επιμήκη και την εγκάρσια τομή του.

1.2 Επιμήκης τομή

Η πρόταση που ακολουθεί είναι προσωπική προσέγγιση του θέματος, που εξασφαλίζει εκτός των άλλων και την καλύτερη αισθητική από άποψη σχήματος του οργάνου. Αυτή διαμορφώνεται ως εξής:

α. Γεωμετρικά: (Σχ. 1) το AO είναι το $1/3$ της AB . Με κέντρο το O και ακτίνα OA γράφουμε το τεταρτοκύκλιο $ΑΓ$. Με κέντρο πάνω στη προέκταση της $ΓO$ διαγράφουμε το κυκλικό τόξο $ΓB$. Την καμπύλη $ΑΓB$ ονομάζουμε βασική καμπύλη του ηχείου.



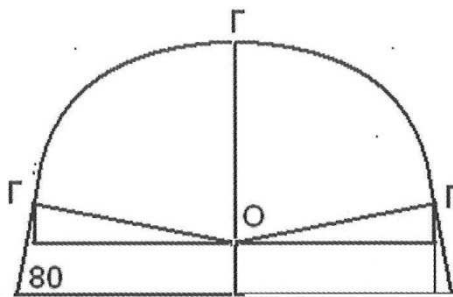
Σχήμα 1, Βασικές καμπύλες του ηχείου ΑΓB

β. Ελεύθερα: όπως και προηγούμενα, μόνο που την καμπύλη την σχεδιάζουμε ελεύθερα με το μάτι. Φροντίζουμε μόνο το βαθύτερο μέρος να αντιστοιχεί στο Ο, περίπου στο 1/3 του Α1Β από τον χορδοκράτη.

Στην συνέχεια γράφουμε το ορθογώνιο τρίγωνο ΑΒΑ1. Η γωνία ΑΒΑ1 είναι η κατά μήκος κλίση του ηχείου, που στο παράδειγμά μας είναι 10 μοίρες, η δε ΑΑ1Β η κατά μήκος γωνία ηχείου (κλίση=90° - γωνία). Το Α1Β είναι το μήκος του ηχείου. Αυτό ποικίλει ανάλογα με το γούστο του μουσικού. Προσέχουμε όμως να τοποθετήσουμε τον καβαλάρη περίπου στο 1/3 του μήκους του ηχείου από τον χορδοκράτη (αντιστοιχεί στο ύψος του μέγιστου πλάτους του ηχείου). Στο εσωτερικό του ηχείου και 1,5-2 cm από το καβαλάρη προς το μάνικο τοποθετούμε το καμάρι. Σε απόσταση από το καβαλάρη ίση με το 1/3 περίπου του μήκους του ηχείου και προς το μάνικο τοποθετούμε το κέντρο της οπής της αρμονικής πλάκας. Το σχήμα της καμπύλης μπορεί να ορισθεί και με άλλους πολλούς τρόπους, ανάλογα με την αισθητική του κατασκευαστή.

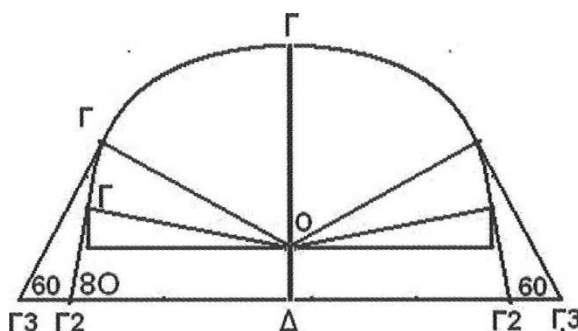
1.3 Εγκάρσια τομή

Ας περιγράψουμε τώρα την εγκάρσια τομή του ηχείου στο ύψος της ΓΟΔ (Σχ.1). Με κέντρο το Ο και ακτίνα ΟΓ γράφουμε ένα ημικύκλιο (περίπου). Την γωνία ΓΓ2Δ την ονομάζουμε πλευρική ή κατά πλάτος γωνία του ηχείου και την συμπληρωματική αυτής, πλευρική ή κατά πλάτος κλίση (κλίση=90° - γωνία). Η ευθεία Γ2Γ εφάπτεται του ημικυκλίου. Το Γ2Γ2 ονομάζουμε μέγιστο πλάτος του ηχείου.



Σχήμα 2, Εγκάρσια τομή του ηχείου κατά ύψος

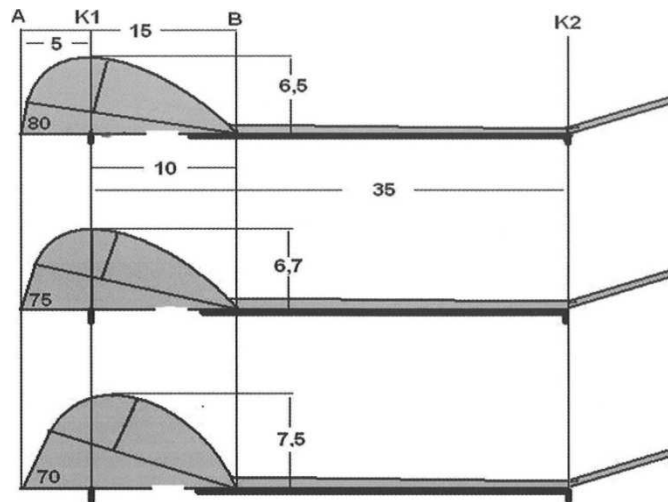
Μπορούμε να φανταστούμε την εγκάρσια τομή, όσο μικραίνει η γωνία από ΓΓ2Δ=80° σε ΓΓ3Δ=60°.



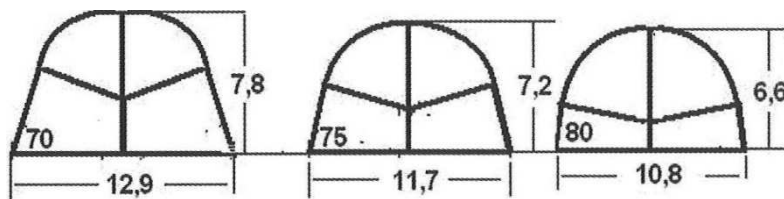
Σχήμα 3, Η εγκάρσια τομή όσο μικραίνει η γωνία

προτείνουμε μια τιμή περί τις 75° και ΟΓ ίσο με το $1/3$ του ΑΒ.

Αν επιλέξουμε μπαγλαμαδάκι με ενεργό μήκος χορδής 35cm και μήκος ηχείου 15 cm τότε, αν συνυπολογίσουμε όλα τα προηγούμενα, έχουμε τις παρακάτω εκδοχές για πλευρική και κατά μήκος κλίση 10-15-20° :

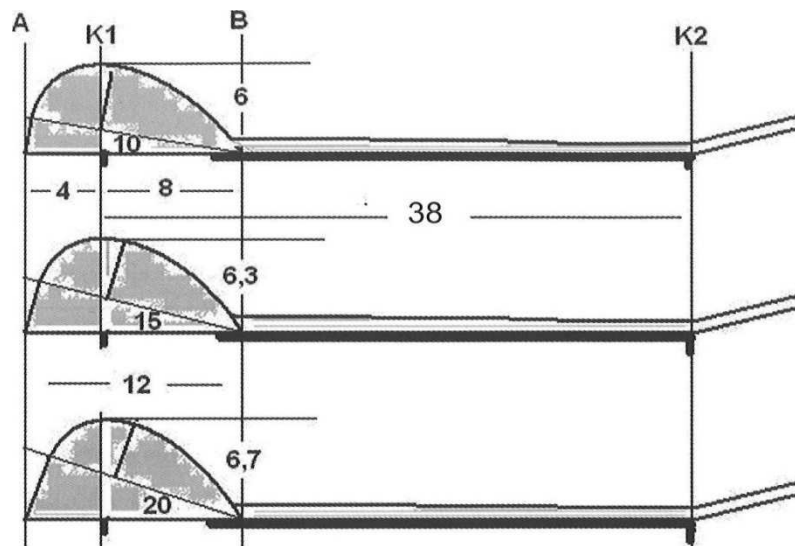


Σχήμα 4, Οι εκδοχές του οργάνου για μήκος χορδής 35cm



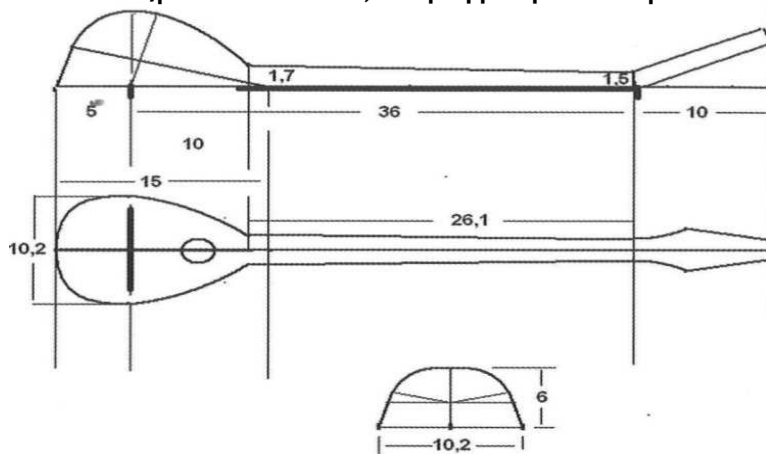
Σχήμα 5, Εκδοχές για πλευρική κατά μήκος

Ας δούμε τώρα πως διαμορφώνονται τα στοιχεία της εγκάρσιας τομής με μήκος ηχείου 12cm και ενεργό μήκος χορδής 38cm για κλίσεις 10-15-20°. Μπορούμε φυσικά αν θέλουμε να έχουμε άλλη κλίση κατά μήκος και άλλη κατά πλάτος. Έτσι θα έχουμε και άλλες εκδοχές.

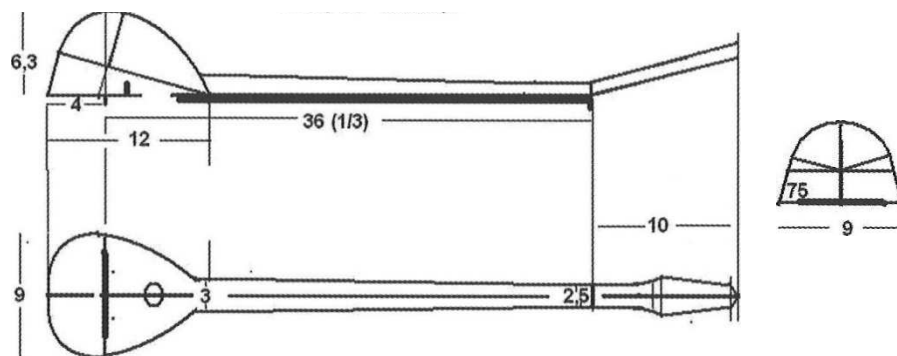


Σχήμα 6, Οι εκδοχές του οργάνου για μήκος χορδής 38cm

Παρακάτω, στα δύο σχήματα 7 και 8, περιγράφονται μοντέλα μπαγλαμά.



Σχήμα 7, Πάνω, πλάγια και πίσω διαστάσεις οργάνου, τύπος 15x10.2x6



Σχήμα 8, Πάνω, πλάγια και πίσω διαστάσεις οργάνου, τύπος 12x9x6.3

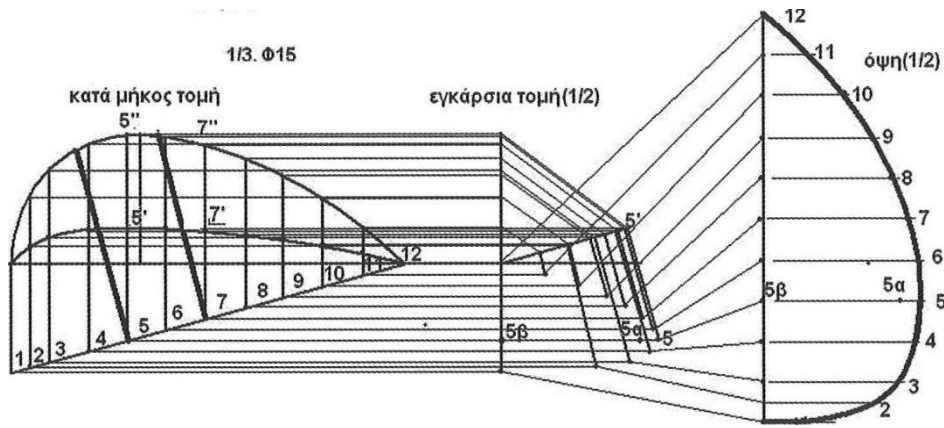
1.4 Μάνικο - μπράτσο

Το μήκος του εξαρτάται από το μήκος του ηχείου που σχεδιάσαμε και το ενεργό μήκος χορδής που επιλέγουμε (από το κάτω έως τον άνω καβαλάρη).

Το πλάτος του περί τα 2,7-3 cm στο όριο με το ηχείο και 2-2,5 cm στο ύψος του άνω καβαλάρη. Το πάχος του 2 και 1,5 cm αντίστοιχα.

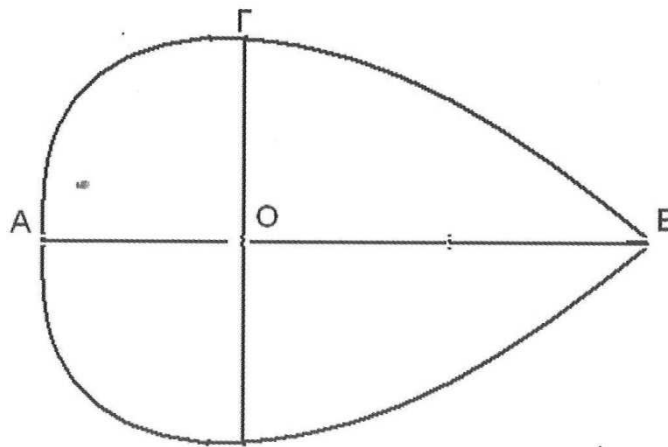
1.5 Καπάκι-αρμονική τράπεζα

Το σχήμα του διαμορφώνεται κατά πρώτο λόγο από τη βασική καμπύλη και κατά δεύτερον από τη πλευρική και κατά μήκος κλίση του ηχείου. Οι αλληλεπιδράσεις των διαφόρων στοιχείων αποτυπώνονται στο παρακάτω Σχήμα 9. Οι εγκάρσιες τομές που φαίνονται ως γραμμές στην κατά μήκος τομή απεικονίζονται πλήρως δίπλα και παραπέμπουν στη προβολή τους, στην όψη του ηχείου.



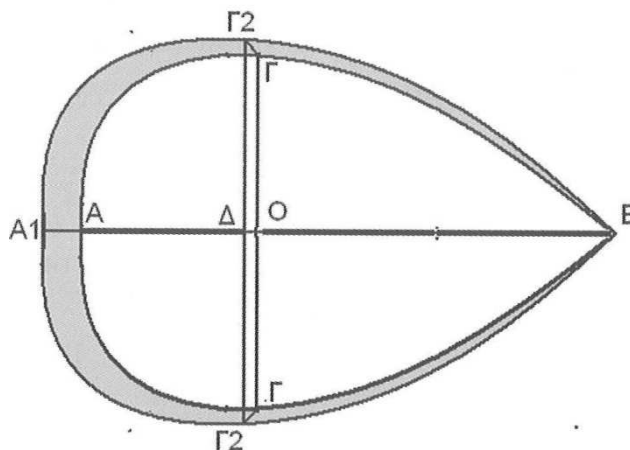
Σχήμα 9, Αλληλεπιδράσεις των στοιχείων

Για μηδενική πλευρική και κατά μήκος κλίση το άνοιγμα του ηχείου, διαγράφεται όπως στο παρακάτω σχήμα. ΑΒΓ = Βασική καμπύλη.



Σχήμα 10, Βασικές καμπύλες για άνοιγμα του ηχείου

Η πλευρική και η κατά μήκος κλίση, τροποποιούν το αρχικό σχήμα, ανάλογα με τις τιμές τους.



Σχήμα 11, Πάχος τοιχωμάτων ηχείου

Για δεδομένη επιφάνεια καπακιού όσο μεγαλώνουν οι κλίσεις (ή μικραίνουν, η πλευρική και η κατά μήκος γωνία) τόσο ελαττώνεται ο όγκος του ηχείου. Τιμές περί τις 15° μοίρες εξασφαλίζουν εκτός των άλλων και καλή αισθητική στη πλάγια όψη του ηχείου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Το Ξύλο



Ο ρόλος του ξύλου είναι διπλός σε ένα μουσικό όργανο, μηχανικός και μουσικός:

α. *Μηχανικός*, διότι δέχεται τις δυνάμεις τάνυσης των χορδών και παρέχει μηχανική προστασία από εξωτερικά ερεθίσματα (χτυπήματα).

β. *Μουσικός*, διότι ενισχύει τον ήχο λόγω μεγαλύτερης επιφάνειας συνάφειας με τον περιβάλλοντα αέρα και συμμετέχει με τους συντονισμούς του, στο ηχόχρωμα του οργάνου.

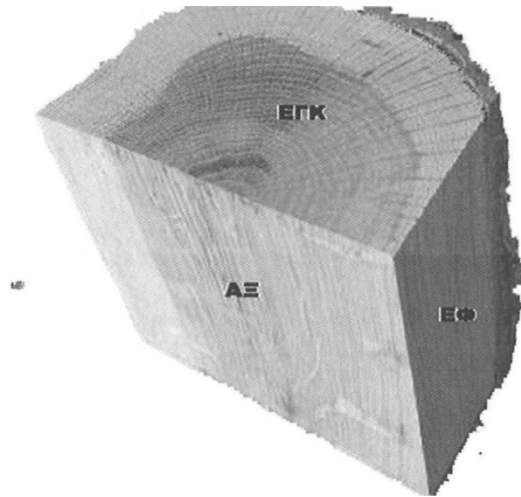
Ανάλογα με το μέρος του οργάνου και τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του, επιλέγουμε το ξύλο:

- 1) κωνοφόρα (ερυθρελάτη, πεύκο, κέδρο ή κυπαρίσσι) για το καπάκι,
- 2) πλατύφυλλα (καρυδιά, κερασιά, αμυγδαλιά, μουριά, σφεντάμι) για τη σκάφη,
- 3) φλαμούρι- σφεντάμι για το μάνικο και
- 4) τροπικά (έβενο ή παλλίσανδρο) για την ταστιέρα κ.λπ.

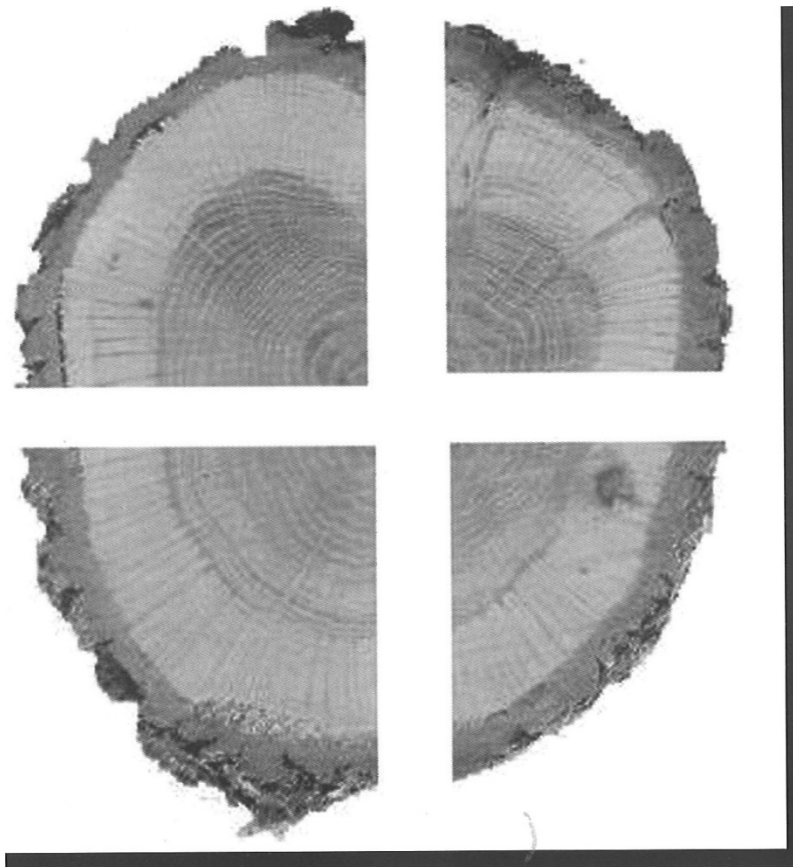
2.1 Τομές

Αν δεχθούμε την εντεριώνη ως τον άξονα του κορμού ενός δέντρου, τότε ονομάζουμε:

α. *Εγκάρσια τομή*, την τομή που είναι κάθετη στην εντεριώνη.



β. *Αξονική*, την τομή το επίπεδο της οποίας διέρχεται από την εντεριώνη και



ιάτια

γ. Εφαπτομενική, αυτήν που είναι παράλληλη με την εντεριώνη.



Εικόνα 3, Τα τέσσερα μέρη του ξύλου

2.2 Η δομή του ξύλου

Η παραπάνω εικόνα (εικόνα 3) είναι από εγκάρσια τομή δρυός. Βλέπουμε στο κέντρο την εντεριώνη (1), γύρω από αυτήν και με σκοτεινό χρώμα το εγκάρδιο ξύλο (2), γύρω από αυτό και με ανοικτό χρώμα το σομφό ξύλο (3) και τέλος το φλοιό (4).

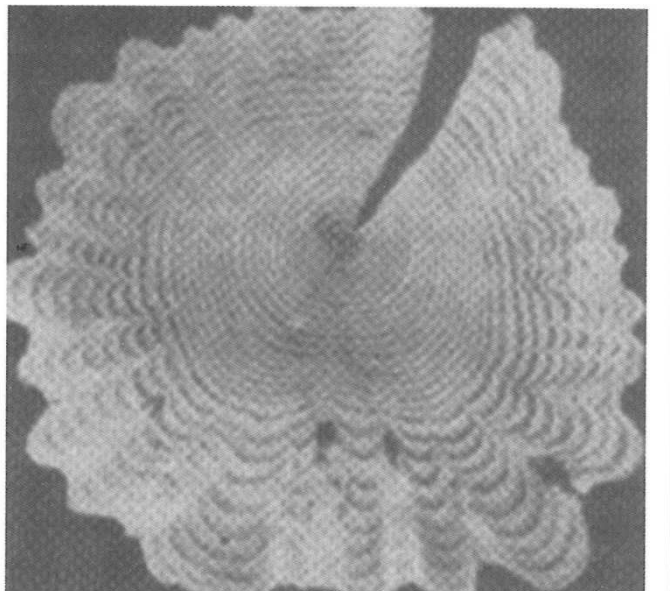
Διακρίνουμε επίσης τους αυξητικούς δακτυλίους, ως ευδιάκριτους αλλεπάλληλους κύκλους με κέντρο την εντεριώνη. Κάθε αυξητικός δακτύλιος περιλαμβάνει το πρώιμο ή εαρινό ξύλο με το ανοικτό χρώμα και το όψιμο ή θερινό, με το σκοτεινότερο και συνήθως αντιστοιχεί σε ένα ηλικιακό έτος.



Εικόνα 4, Λεποί και χοντροί ετήσιοι δακτύλιοι

Το πλάτος των αυξητικών δακτυλίων εξαρτάται από την κληρονομικότητα, τις συνθήκες ανάπτυξης (θερμοκρασία, ύψος βροχής, έδαφος, πυκνότητα δένδρων) και την ηλικία (σε δέντρα μεγάλης ηλικίας, οι εξωτερικοί δακτύλιοι είναι πολύ στενοί).

Το ποσοστό του όψιμου ξύλου, είναι μεγαλύτερο στη βάση του δένδρου και μικρότερο στα κλαδιά. Μερικές φορές και για άγνωστους λόγους στην ερυθρέ-λάτη σχηματίζονται οδοντωτοί δακτύλιοι. Ξύλο με τέτοιους δακτυλίους έχει καλές ακουστικές ιδιότητες και προτιμάται από τους κατασκευαστές μουσικών οργάνων.



Εικόνα 5, Οδοντωτοί αυξητικοί δακτύλιοι

Ως ξύλο κατάλληλο από μουσική άποψη εννοούμε αυτό που έχει επιθυμητό ακουστικό συντελεστή. Έχει επίσης ομοιόμορφη δομή, είναι ευθύινο και προέρχεται από ακτινική τομή κορμού μεγάλων δέντρων, με στενούς αυξητικούς δακτυλίους, μέχρι δύο χιλιοστά και με μικρό ποσοστό όψιμου ξύλου (μέχρι 25%).

Ειδικά για την ερυθρελάτη που χρησιμοποιείται για την ταστιέρα, προτιμώνται δένδρα με διάμετρο άνω των 40 cm και ηλικίας 130-150 ετών.

2.3 Ακουστικός συντελεστής

Ακουστικός συντελεστής είναι η τετραγωνική ρίζα του πηλίκου του μέτρου ελαστικότητας, διά την κυβική δύναμη της φαινομενικής πυκνότητας του ξύλου υγρασίας 10 βαθμών:

$$k = \sqrt{\frac{E}{R_{10}^3}}$$

Από τον τύπο προκύπτει, ότι η ελαστικότητα του ξύλου συμμετέχει τριπλάσια, από ότι η πυκνότητα του, στη διαμόρφωση του ακουστικού συντελεστή. Ας αναλύσουμε τώρα τους παράγοντες που διαμορφώνουν τον ακουστικό συντελεστή.

Το μέτρο ελαστικότητας E προσδιορίζει την ελαστικότητα του ξύλου. Ελαστικότητα είναι η ιδιότητα ενός σώματος να επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση, όταν απομακρύνεται το αίτιο, που προκαλεί την αντίστοιχη τάση και παραμόρφωση. Η σχέση μεταξύ τάσης και παραμόρφωσης καθορίζει το μέτρο ελαστικότητας. Φαινομενική πυκνότητα ξύλου σε υγρασία 10% (R_{10}^3), είναι το πηλίκο της μάζας προς όγκο του, όταν η υγρασία του είναι 10%.

Αναφέρονται ενδεικτικές τιμές στον παρακάτω πίνακα:

Είδος ξύλου	Μέτρο Ελαστικότητας	Πυκνότητα στα ποσοστά υγρασίας		Ακουστικός Συντελεστής
		0%	15%	
Ερυθρελάτη	93000	0,41	0,44	1000 - 1200
Καρυδιά	125000	0,64	0,69	1250 - 1475
φτελιά πεδινή *	110000	0,63	0,67	1243 - 1462
Σφενδάμη	113000	0,59	0,63	1205 - 1443
Ακακία	113000	0,70	0,76	1544 - 1591
Παλίσσανδρος	125000	0,80	0,87	1628 - 1697

Η εκτίμηση της καταλληλότητας του ξύλου από μουσικής άποψης γίνεται και υποκειμενικά με εκτίμηση του ήχου που παράγει κατά την κρούση του. Η καθαρότητα και η ιδιοσυχνότητα του ήχου που παράγεται, μπορούν να μας δώσουν ενδείξεις καταλληλότητας. Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά (υγρασία, ελαστικότητα) του ξύλου, επηρεάζονται εκτός των άλλων και από την εποχή κοπής του δέντρου.

2.4 Κοπή των δέντρων

Ξύλο εκτεθειμένο για αρκετό χρόνο σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, απορροφά υγρασία ανάλογη με την αρχική υγρομετρική του κατάσταση. Για αυτό, αφού επιλεγεί το δέντρο, είναι καθοριστικό να κοπεί κατά προτίμηση την εποχή που έχει τη μικρότερη υγρασία. Αυτό φαίνεται ότι συμβαίνει μάλλον προς το τέλος του φθινοπώρου, όταν πέφτουν τα φύλλα και ελαττώνεται η κυκλοφορία των χυμών. Μάλιστα ορισμένοι επιλέγουν το δένδρο από μέρος ανήλιο και το κόβουν νύχτα και χωρίς φεγγάρι. Προτιμούμε τον κορμό (περισσότερο εγκάρδιο) παρά τα κλαδιά από δένδρο "ζορισμένο" (στενοί αυξητικοί δακτύλιοι). Μετά την κοπή ακολουθεί η διαδικασία της ξήρανσης.

2.5 Ξήρανση

Το ξύλο κατά την κοπή του δέντρου και ανάλογα με το είδος, την ηλικία και τον τόπο, περιέχει νερό σε διάφορες ποσότητες. Το νερό αυτό βρίσκεται, είτε σαν "ελεύθερο νερό" στους κοίλους χώρους των κυττάρων, είτε σαν "εξαρτημένο νερό" στα τοιχώματα των κυττάρων.

Πρακτικά προσδιορίζουμε την υγρασία του ξύλου με το υγρασιόμετρο. Υπάρχει ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό υγρασιόμετρο. Μπορούμε όμως να υπολογίσουμε την υγρασία ενός ξύλου και με τον παρακάτω τρόπο. Παίρνουμε το αρχικό βάρος του ξύλου ζυγίζοντάς το σε μία ζυγαριά. Αυτό το ονομάζουμε υγρό βάρος. Ακολουθώντας το τοποθετούμε σε φούρνο έως ότου σταθεροποιηθεί το βάρος του. Αυτό συμβαίνει όταν εξατμισθεί όλο το νερό που περιέχει. Το βάρος σε 0% υγρασία το ονομάζουμε αποξηραμένο βάρος.

Την *πραγματική υγρασία* ενός ξύλου τη βρίσκουμε, αν από το υγρό βάρος αφαιρέσουμε το αποξηραμένο βάρος και διαιρέσουμε με το αποξηραμένο βάρος. $\text{Υγρασία}\% = (\text{υγρό βάρος σε gr} - \text{αποξηραμένο σε gr}) / \text{αποξηραμένο} \times 100$.

Παράδειγμα: $(450\text{gr Y.B} - 400\text{gr A.B}) / 400\text{gr} \times 100 = 11,1\%$ υγρασία.

Ως ξήρανση ονομάζουμε τη διαδικασία απομάκρυνσης του νερού από το ξύλο. Το νερό καταρχάς μετακινείται στην εξωτερική επιφάνεια του ξύλου και ακολούθως αποδίδεται στον περιβάλλοντα αέρα.

Σχετικά γρήγορα αποβάλλεται το ελεύθερο νερό. Μετά από την απομάκρυνσή του, η υγρασία του ξύλου κυμαίνεται από 22% έως 35%. Η υγρασία του ξύλου και η σχετική υγρασία του περιβάλλοντα αέρα συνδέονται ως συγκοινωνούντα δοχεία και τείνουν να ισορροπήσουν σε κάποιες τιμές. Στα δεδομένα της χώρας μας αυτό συμβαίνει σε υγρασία ξύλου 15%. Στους πολύ υγρούς μήνες του χειμώνα μπορεί να ανέλθει και στους 20%. Αν η υγρασία του περιβάλλοντα αέρα γίνει χαμηλότερη από αυτήν του ξύλου τότε δημιουργείται ρεύμα απομάκρυνσης του νερού από το εσωτερικό του ξύλου προς το περιβάλλον. Το αντίθετο συμβαίνει αν η υγρασία του αέρα γίνει υψηλότερη αυτής του ξύλου.

2.5.1 Φυσική ξήρανση

Κατά αυτήν τα ξύλα τοποθετούνται σε υπαίθριους χώρους με φυσικό αερισμό και σταθερή θερμοκρασία. Είναι σημαντικό να αερίζεται καλά ο χώρος. Τα περιβλήματα των ξύλων των φυλλοβόλων δένδρων είναι καλό να προστατεύονται από ρωγμές. Γι' αυτό πρέπει να τα σκεπάζουμε με εφημερίδες ή να τα βάφουμε με προστατευτικό χρώμα. Ο φλοιός δεν αφαιρείται αμέσως, γιατί η απότομη απώλεια νερού προκαλεί επιφανειακή ρίκνωση και ραγάδωση.

Όλοι οι κατασκευαστές προτιμούν ξύλα προερχόμενα από φυσική ξήρανση επειδή έχουν κάποια υγρασία και έτσι γίνεται πιο εύκολη η επεξεργασία τους.

Στο κλίμα της Ελλάδας, ξύλο προερχόμενο από φυσική ξήρανση (αποξηραμένο στον αέρα) έχει υγρασία γύρω στους 15-17 % το καλοκαίρι και περί τους 20% το χειμώνα. Αυτός είναι ένας στόχος που επιτυγχάνεται τουλάχιστον μετά από τρία-τέσσερα χρόνια, ανάλογα φυσικά και με τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

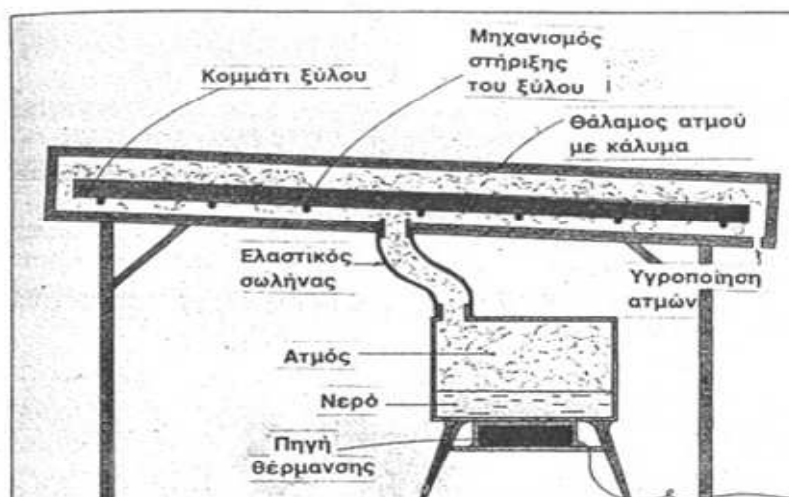
Όσο παλαιότερο είναι το ξύλο, τόσο προτιμότερο είναι για την κατασκευή μουσικών οργάνων. Ξύλο από παλιά έπιπλα ή από παλιά σπίτια είναι ιδανικό, αρκεί να μην έχει ελαττώματα.

2.5.2 Τεχνητή ξήρανση

Αυτή γίνεται σε κλειστούς χώρους, με ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και αερισμού. Οι συνθήκες που διαμορφώνονται είναι τέτοιες που προκαλούν γρήγορη μετακίνηση του νερού από το ξύλο προς το περιβάλλον.

2.5.3 Χημική ξήρανση

Το βράσιμο του ξύλου σε διάλυμα κοινού μαγειρικού άλατος ευνοεί τη μεταφορά του νερού του ξύλου προς το διάλυμα και περιορίζει την επιφανειακή ρίκνωση. Το ίδιο συμβαίνει κι αν τοποθετηθεί σε διάλυμα ή περιβάλλον ουρίας ή μέσα σε κοπριά ζώων. Αφού ολοκληρωθεί η ξήρανση, το ξύλο τεμαχίζεται και εμποτίζεται ή επαλείφεται με ουσίες που το προστατεύουν από προσβολές παρασίτων ή μυκήτων.



Ανάλογα με το ξύλο που διαθέτουμε, μπορούμε να κατασκευάσουμε το σώμα του οργάνου από δύο ή τρία κομμάτια (σκάφη-μάνικο-κλειδιά). Είναι όμως πολύ καλύτερα αν το κατασκευάσουμε από μονοκόμματο ξύλο. Έχει λιγότερο κόπο και καλύτερο ήχο. Ξοδεύουμε όμως περισσότερο ξύλο. Ας δούμε αναλυτικά τις δύο περιπτώσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Κατασκευή

Κατασκευάζουμε ξέχωρα το ηχείο και το μάνικο. Το μάνικο μπορεί να αποτελείται από ένα ή δύο κομμάτια. Με δυο το κατασκευάζουν συνήθως λόγω οικονομίας ξύλου.

3.2 Ηχείο-σκάφη

Για το σκαφτό ηχείο του μπαγλαμά χρησιμοποιούμε ξύλο από οπορωφόρα (μουριά, κερασιά, απιδιά, καρυδιά), άλλα πλατύφυλλα (σφενδάμη, φλαμούρι) ή και τροπικά (έβενος, παλλίσανδρος). Τα τροπικά είναι σκληρά ξύλα και το άδειασμα του ηχείου γίνεται πιο δύσκολα. Κατασκευάζουμε καταρχάς ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο από ένα τεμάχιο ξύλου. Μπορούμε όμως να ενώσουμε και δύο ή τρία τεμάχια ξύλου κατά πλάτος. Φροντίζουμε τα "νερά" του ξύλου να είναι κάθετα στην μεγάλη επιφάνεια του παραλληλεπίπεδου για μεγαλύτερη αντοχή στην τάση των χορδών.

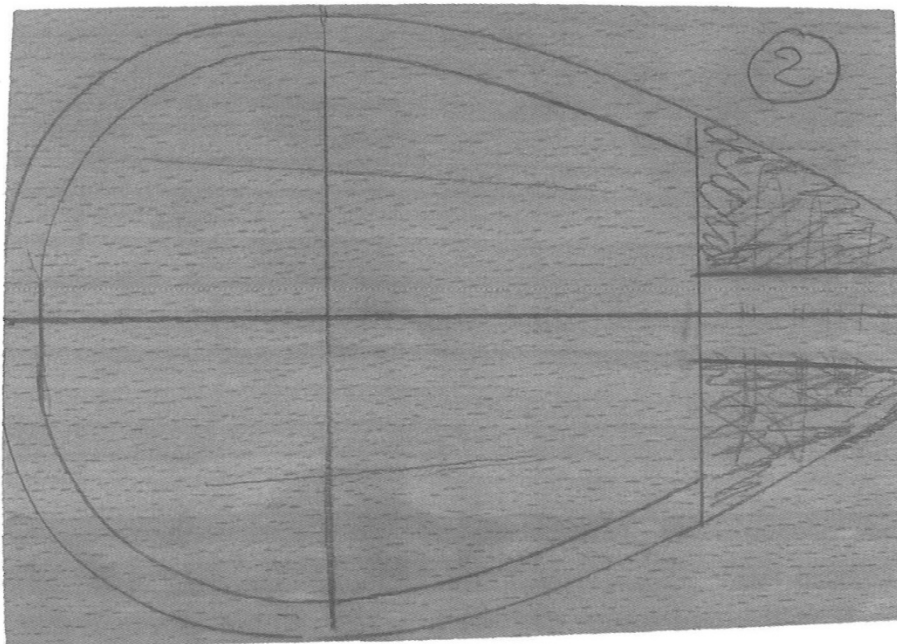
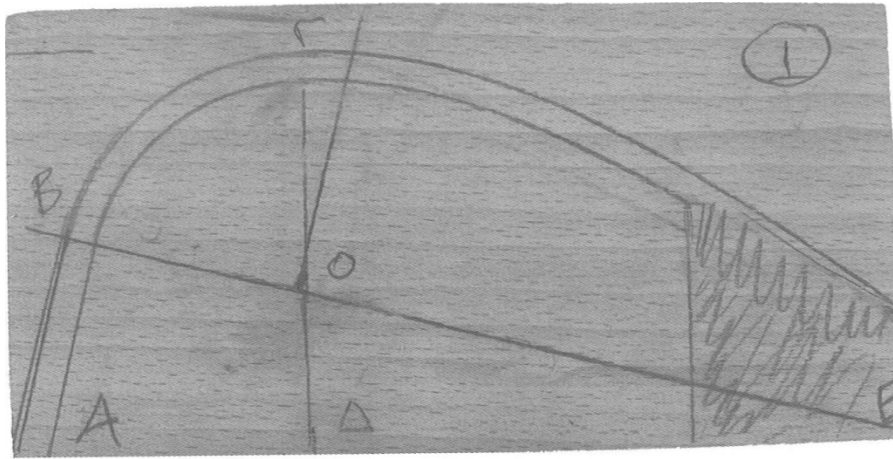
Στη πλαϊνή επιφάνεια (1) (εικόνας 7) του παραλληλεπιπέδου χαράζουμε αρχικά τη κατά μήκος κλίση του ηχείου και το ορθογώνιο τρίγωνο ABE. Με κέντρο το O και ακτίνα $OB=BE/3$ σχεδιάζουμε το τεταρτοκύκλιο BΓ και συνεχίζουμε με το κυκλικό τόξο που καταλήγει 2cm πάνω από το E, όσο το πάχος του μάνικου.



Εικόνα 7, Παραλληλεπίπεδο χαραγμένο ξύλο πλαϊνής μεριάς

Από το βαθύτερο σημείο E του ηχείου φέρουμε τη κάθετο ΓΔ πάνω στην ΑΔ, η οποία και αντιστοιχεί στο μέγιστο βάθος του ηχείου. Στη μεγάλη επιφάνεια (2) σχεδιάζουμε το σχήμα του καπακιού με το μέγιστο πλάτος να αντιστοιχεί στο μέγιστο βάθος του ηχείου.

Κατά το σχεδιασμό φροντίζουμε να υπολογίσουμε περί τα 3 cm το πλάτος του μάνικου και περί τα 2cm το πάχος του (4).



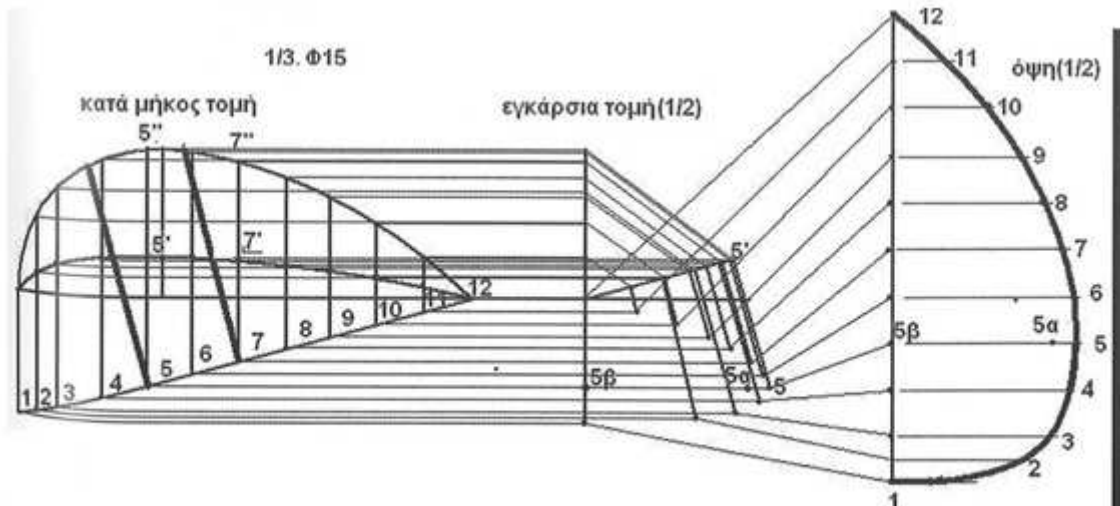
ου)

3.2.1 Εσωτερική διαμόρφωση του ηχείου

Για να αδειάσουμε το εσωτερικό του ηχείου πρέπει πρώτα να το οριοθετήσουμε. Οριοθετούμε με τρυπανισμούς εσωτερικά τη πλαϊνή καμπύλη επιφάνεια του ηχείου, καθώς και τη κεντρική εσωτερική γραμμή του πυθμένα του ηχείου.

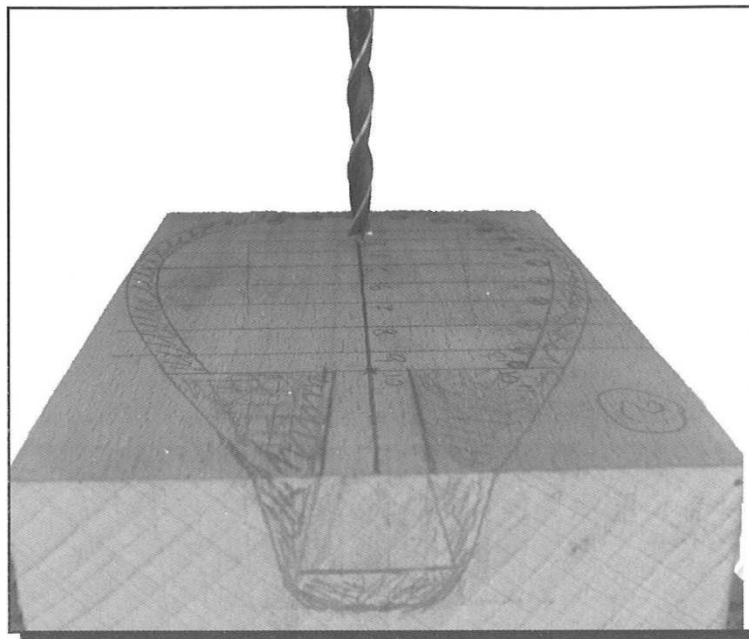
Όπως περιγράφεται στο παρακάτω σχήμα 12, με τρυπάνι τρυπάμε σε προϋπολογισμένο βάθος. Π.χ. στο σημείο 5α (δεξιά στην όψη), που απέχει από το 5 όσο το πάχος του τοιχώματος του ηχείου (π.χ. 5 mm) τρυπάμε υπό γωνία 75° κατά μήκος και 75° κατά πλάτος και σε βάθος σημείο 5 έως 5' (αριστερά στη κατά μήκος τομή) για να οριοθετήσουμε εσωτερικά τη καμπύλη επιφάνεια του ηχείου. Στο δε σημείο 5β (δές στην όψη) τρυπάμε κάθετα και σε βάθος σημείο 5 έως 5'' (δές τη κατά μήκος τομή). Κάνουμε την ίδια διαδικασία και στα υπόλοιπα σημεία και στη συνέχεια με σκαρπέλο αδειάζουμε το εσωτερι-

κό του ηχείου. Η ίδια διαδικασία με κάποιες τροποποιήσεις περιγράφεται παρακάτω και



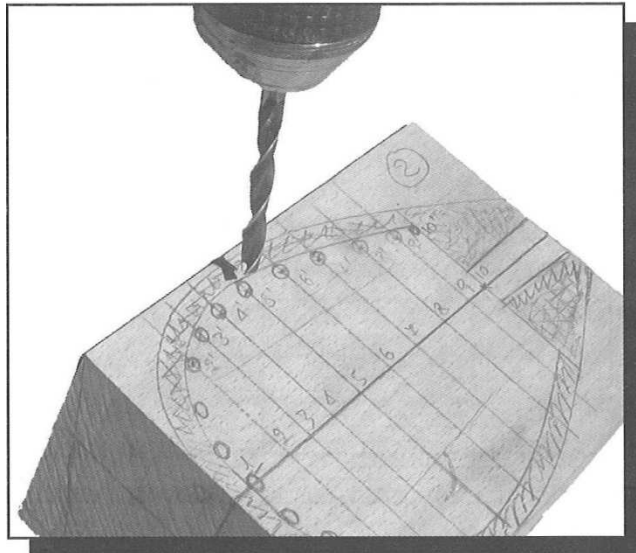
Σχήμα 12, Εικονική ένδειξη σημείων για σχεδιασμό του ηχείου

Στα σημεία 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 και 10 τρυπάμε κάθετα σε βάθος σημείο 2 έως 2", 3 έως 3", 4 έως 4" κ.λπ. (Εικόνα 9)



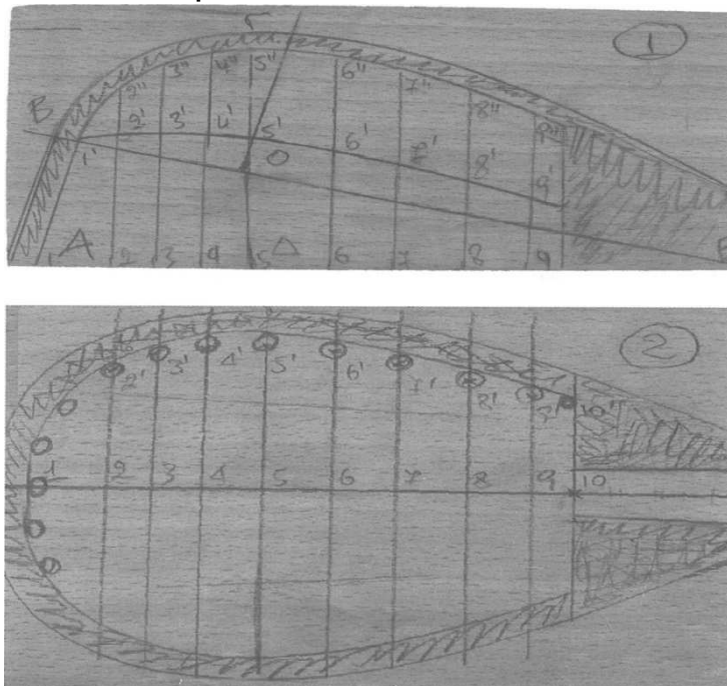
Εικόνα 9, Σχεδιασμένο διαμορφωμένο ξύλο πάνω όψη

..ενώ στα 2', 3', 4', 5' (Εικόνα 10) κ.λπ. υπό γωνία κατά πλάτος και κατά μήκος



Εικόνα 10, Σχεδιασμένο διαμορφωμένο ξύλο πάνω όψη

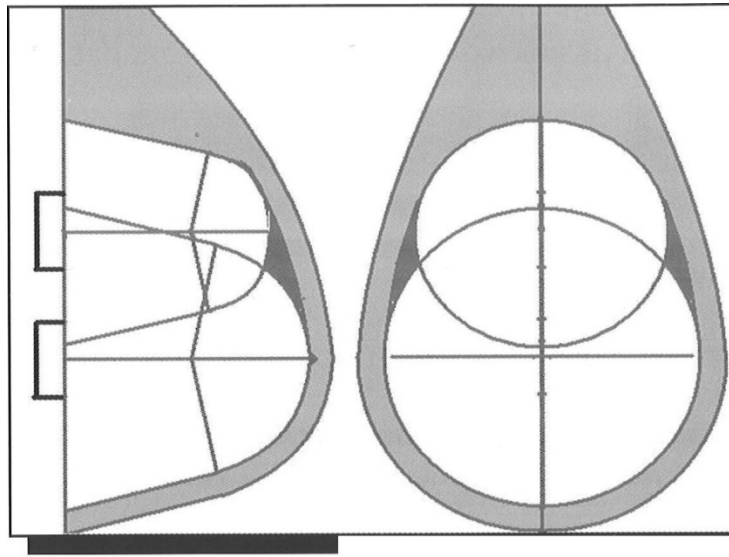
Στο σημείο 5 (όψη 2) τρυπάμε κάθετα σε βάθος 5 έως 5" (όψη 1), ενώ στο σημείο 5' (όψη 2) τρυπάμε υπό γωνία όση η πλευρική και κατά την κατά μήκος κλίση, σε βάθος σημείο 5 έως 5' (όψη 1). Το ίδιο επαναλαμβάνουμε και στα σημεία 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 και 10. Η καμπύλη που ορίζεται από τα σημεία Γ, 2', 3', 4', 5' κ.λπ. είναι το άνω όριο της πλαϊνής καμπύλης επιφάνειας του ηχείου. Ενώ αυτή από τα σημεία 1' 2', 3', 4', κ.λπ. την κεντρική εσωτερική. Με τον τρόπο αυτό οριοθετούμε το εσωτερικό του ηχείου, το οποίο στη συνέχεια αδειάζουμε με κοπτικά ειδικά κυκλικά σκαρπέλα.



Εικόνα 11, Σχεδιασμένο διαμορφωμένο ξύλο δύο όψεις

Μπορούμε επίσης να αδειάσουμε το εσωτερικό του ηχείου χρησιμοποιώντας ειδικά περιστρεφόμενα κοπτικά, διαφορετικών διαστάσεων, του εμπορίου η κοπτικά ιδιοκατασκευές. Με αυτό τον τρόπο μένει λίγη δουλειά για το σκαρπέλο

(πιο σκούρο χρώμα στο επόμενο σχέδιο). Είναι απαραίτητο όμως να σταθεροποιήσουμε καλά το ξύλο κατά την επεξεργασία με τα κοπτικά αυτά. Αυτό μπορεί να γίνει με μεγάλη ασφάλεια σε φρέζα μηχανουργείου.



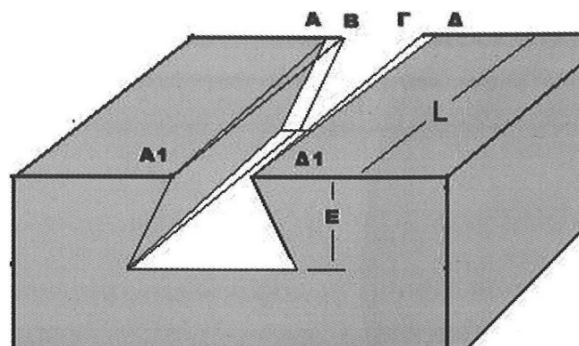
Επίσης, υπάρχει και ο τέλειος τρόπος κατασκευής που είναι ο παντογράφος. Πανάκριβο μηχάνημα που μπορεί να κατασκευάζει αντίγραφα ηχείων.

3.2.2 Διαμόρφωση εγκοπής ενθυλάκωσης του μανικού.

Στη συνέχεια διαμορφώνουμε την εγκοπή (θηλυκό μόρσο) που θα δεχθεί την άκρη (αρσενικό μόρσο) του μανικού. Αυτή κατασκευάζεται εύκολα με την χρήση ROUTER και κατάλληλων οδηγών.

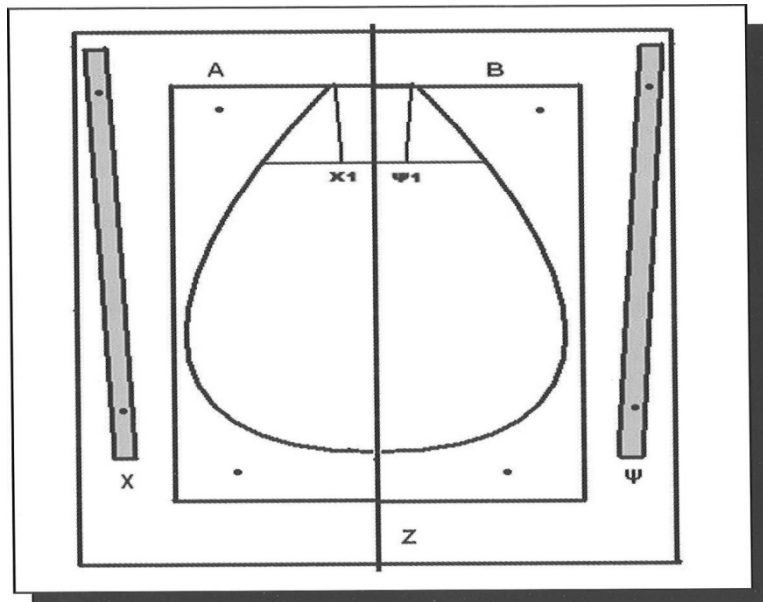
Η γωνία του κοπτικού ROUTER τύπου χελιδνοσουράς είναι συνήθως 75-80 μοίρες (κλίση 10 - 15°). Με το κοπτικό αυτό κάνουμε στο άκρο του ηχείου ένα τραπεζοειδές αυλάκι όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 14

Όπως βλέπουμε στο σχήμα, το αυλάκι ανοίγει λίγο προς τα έξω (η μεριά που εφάπτεται με το μάνικο) και παίρνει σφηνοειδές σχήμα (σχήμα 14).

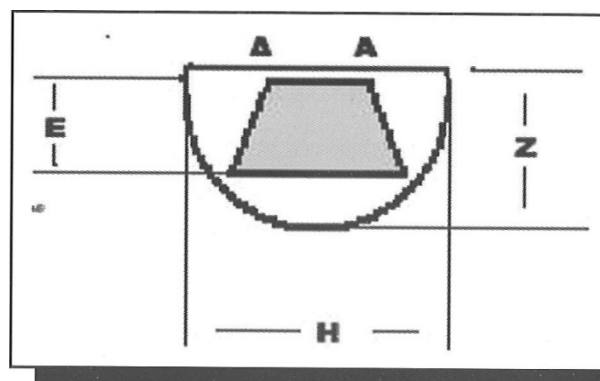


Στο παρακάτω σχήμα 15 βλέπουμε πώς σταθεροποιούμε το ηχείο πάνω σε μία διαφανή πλάκα Α. Π σταθεροποίηση γίνεται συμμετρικά εκατέρωθεν του οδηγού Ζ με ξυλόβιδες που βιδώνουν δύο μπροστά και δύο πίσω. Αν θέλουμε το μάνικο να έχει κάποια κλίση σε σχέση με το καπάκι απομακρύνουμε ελαφρά το πίσω μέρος από τη πλάκα.

Στην άλλη πλευρά της πλάκας Α κινείται το ROUTER και με την βοήθεια των οδηγών Χ και Ψ που σχηματίζουν ο καθένας μικρή γωνία (το πολύ 2°) με τον οδηγό Ζ, χαράζει εγκοπή με όριο τις γραμμές Χ1 και Ψ1 τον τάκο. (x1 με οδηγό χ και ψ1 με οδηγό ψ) (Σχήμα 15)



Όπως παρατηρούμε στο επόμενο σχήμα 16, οι διαστάσεις του αυλακιού θα πρέπει να τοποθετούνται στα όρια της ημικυκλικής τομής του μάνικου. Το Ε είναι το βάθος του αυλακιού (ή το πάχος της σφηνοειδούς απόληξη Ζ του μάνικου). Το Ζ είναι το πάχος του μάνικου και Η το πλάτος του.

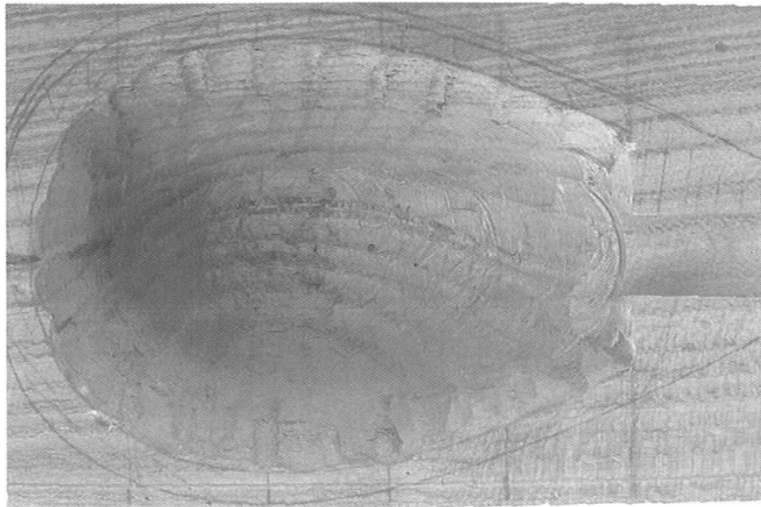


Σχήμα 16, Ημικυκλική τομή

Η διαδικασία αυτή μπορεί να γίνει και με άλλες παραλλαγές όπως αυτή παρακάτω που είναι ευκολότερη.

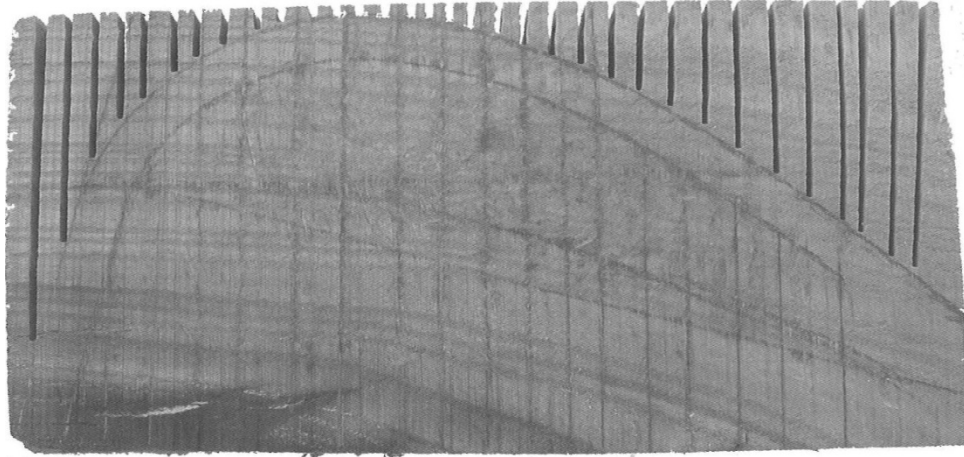
Κατ' αυτή σταθεροποιούμε το ηχείο και τους οδηγούς στη μόρσα και χειριζόμαστε το ROUTER με περισσότερη σταθερότητα και ασφάλεια.

Μετά από αυτή τη διαδικασία διαμόρφωσης του εσωτερικού του, το ηχείο παίρνει τη παρακάτω μορφή. Στην εικόνα 12, Διακρίνονται οι τρυπανισμοί, ως οδηγοί της εσωτερικής διαμόρφωσης του ηχείου.



3.2.3 Εξωτερική διαμόρφωση του ηχείου

Ας δούμε τώρα πως διαμορφώνουμε την εξωτερική επιφάνεια. Κάνουμε πυκνές τομές στη κορδέλα κάθετα στην επιφάνεια και μέχρι το όριο της εξωτερικής γραμμής (εικόνα 14)



15, Κοπή και διαμόρφωση ηχείου

Κατασκευάζουμε κεκλιμένο επίπεδο, κλίσης όση και η πλευρική κλίση του ηχείου. Ακολουθώντας στην κορδέλα κόβουμε υπό κλίση, μέχρι την εξωτερική γραμμή του σχεδίου. Είναι καλό η κεκλιμένη επιφάνεια να έχει αρκετή έκταση για να πατάει καλά το ξύλο κατά την διάρκεια των χειρισμών.

Αυτή η διαδικασία θέλει μεγάλη προσοχή και ακρίβεια. Όσο πυκνότερες είναι οι τομές, τόσο η εξωτερική επιφάνεια γίνεται πιο ομαλή και απαιτεί λιγότερη πρόσθετη επεξεργασία. Έτσι καταλήγει μετά από αυτή τη φάση της επεξεργασίας.



Στη συνέχεια αφαιρούμε τα λεπτά φύλλα που σχηματίστηκαν χτυπώντας ελαφρά με ένα σκαρπέλο. Με την ράσπα αρχικά και με ηλεκτρικά τριβεία στη συνέχεια, εξομαλύνουμε την εξωτερική επιφάνεια. Με οδηγό την έξω επιφάνεια και με τη βοήθεια ειδικού παχύμετρου, διαμορφώνουμε το πάχος του ηχείου, αφαιρώντας από την εσωτερική επιφάνεια του ηχείου με σκαρπέλα και με κυλινδρικά γυαλόχαρτα. Το πάχος πρέπει να διαμορφωθεί περί τα 5-6 mm στο άνω χείλος και περί τα 3-4 mm στο υπόλοιπο τμήμα του.

3.3 Το μπράτσο

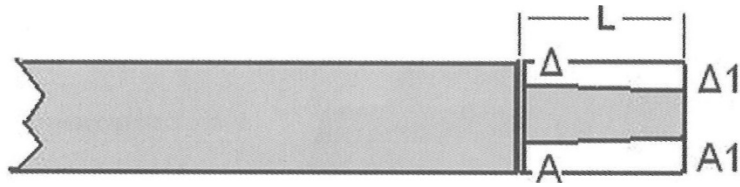
Λόγω της λεπτής κατασκευής του (για να χωράει στην χούφτα), των έντονων τάσεων που δέχεται από την τάνυση των χορδών και της ένωσης του με τον τάκο, είναι το μέρος εκείνο του οργάνου που συνήθως πάσχει (σκέβρωμα).

Επειδή και το μάνικο είναι μέρος του σώματος του οργάνου και επειδή και αυτό συμμετέχει στους συντονισμούς του (άρα και στην ποιότητα του ήχου που παράγει), πρέπει να είναι ελαφρύ και από μουσικά ξύλα.

Για την ενίσχυση του ενώνονται κατά μήκος (σαν σάντουιτς) τεμάχια ξύλου από διαφορετικά μέρη του κορμού, ή τοποθετείται κεντρικά ένα λεπτό τεμάχιο σκληρού ξύλου (έβενος, παλίσανδρος κ.λ.π.). Η ένωση του μάνικου με τον τάκο είναι ίσως το πιο ευαίσθητο σημείο του οργάνου. Το σφηνοειδές άκρο του μάνικου διαμορφώνεται ως εξής:

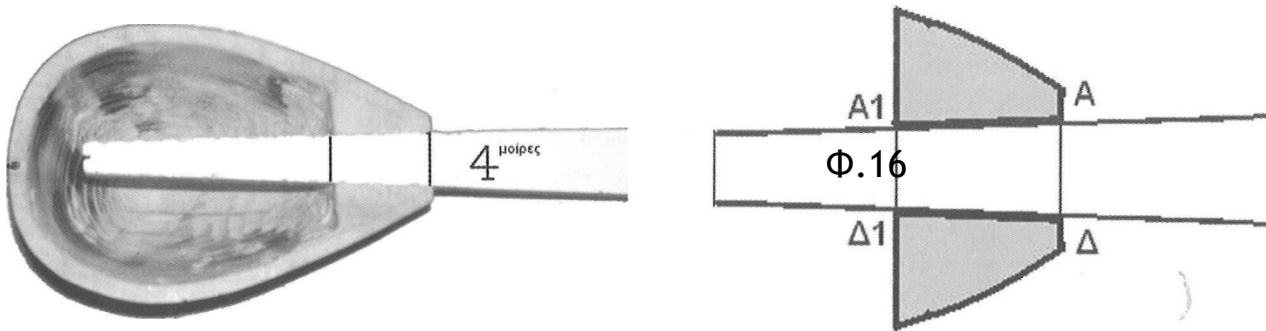
1 .Σχηματικά.

Αρχικά αποτυπώνουμε το σχήμα ΑΔΔ1 Α1 του παρακάτω σχήματος 17 στην άνω επιφάνεια του μάνικου.



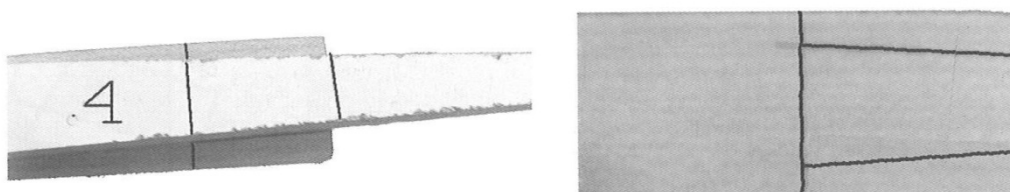
7, Μάνικο έτοιμο για σφήνωμα στο ηχείο

Για την σωστή αποτύπωση του AA1Δ1Δ εισάγουμε μία τραπεζοειδή σφήνα πάχους όσο το βάθος του αυλακιού συν 2,5-3 mm (όσο το πάχος του καπακιού) στο θηλυκό μόρσο και σημαδεύουμε πάνω της, τις διαστάσεις του άνω τμήματος του. Η σφήνα έχει την ίδια κλίση με το θηλυκό μόρσο (περί τις $2+2=4^\circ$).

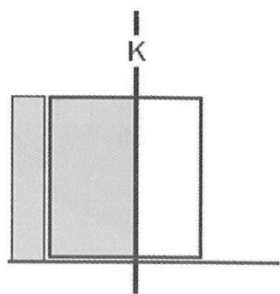


ιράσταση ένωσης (σφήνωμα) μάνικου με ηχείο

Μεταφέρουμε από τη σφήνα το σχήμα στην άκρη του υπό διαμόρφωση μάνικου.

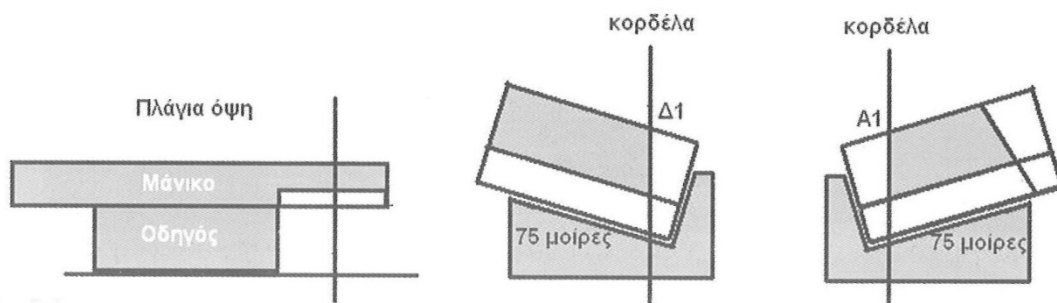


Αρχικά διαμορφώνουμε το πάχος της σφήνας (όσο το βάθος του θηλυκού μόρσου σύν το πάχος του καπακιού) αφαιρώντας φέτα από τη κάτω επιφάνεια της σφήνας (σχήμα 18) σε μήκος όσο το μήκος του θηλυκού μόρσου. Με γκρι ανοικτό χρώμα είναι ο οδηγός κοπής της κορδέλας και το άκρο του μάνικου.

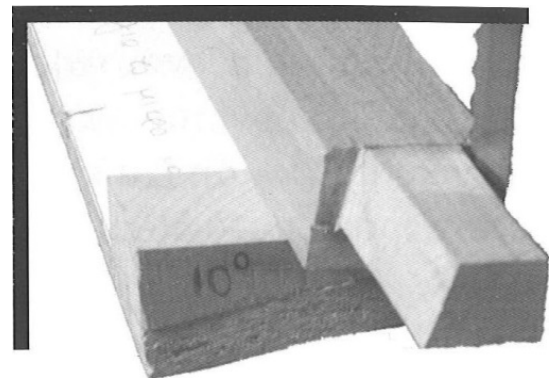
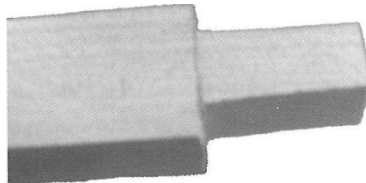
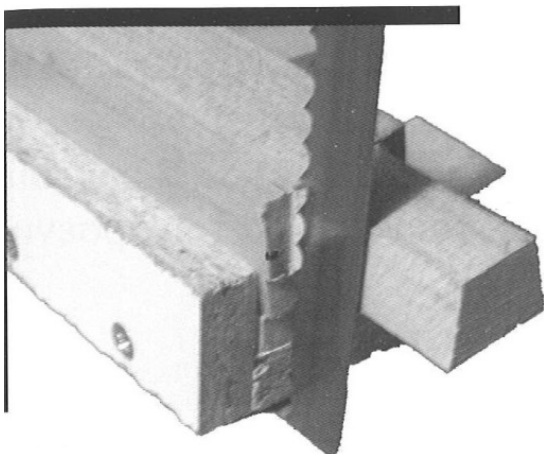


Σχήμα 18, Διαμόρφωση πάχους σφήνας

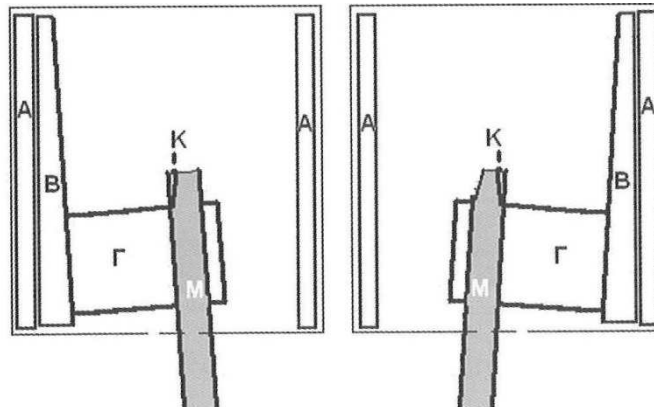
Στη συνέχεια, όπως φαίνεται στο σχήμα 19, κόβουμε την κορδέλα υπό γωνία 15° (όση η γωνία του κοπτικού) κατά τις γραμμές A1 και Δ1.



Η ίδια διαδικασία με φωτογραφίες (εικόνα 18). Τοποθετούμε το μάνικο σε κατασκευή κλίσης όση η κλίση του κοπτικού (10°). Κόβουμε πάνω στις γραμμές που σχεδιάσαμε εκατέρωθεν.



Με μία ράσπα διαμορφώνουμε το άκρο ελαφρά (αν χρειασθεί). Στο παρακάτω σχήμα 20 περιγράφω έναν διαφορετικό τρόπο διαμόρφωσης.

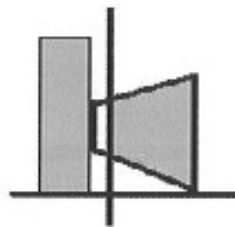


Σχήμα 20, Υπό δύο κλίσεις διαμόρφωση

Με αυτό τον τρόπο γίνεται η υπό δυο κλίσεις, 2 και 15°, διαμόρφωση με οδηγούς, του άκρου του μάνικου (αρσενικό μόρσο). Οι οδηγοί Α είναι σταθεροί, παράλληλοι μεταξύ τους και με το πλάτος της ταινίας της κορδέλας και σε ίση απόσταση από αυτούς. Ο οδηγός Β, κλίσης όση ο οδηγός για την διαμόρφωση του θηλυκού μόρσου (περί τις 2°), μετακινείται ανάμεσα στον Α και τον Γ και έτσι το άκρο του μάνικου πλησιάζει η απομακρύνεται από τη κορδέλα Κ. Ο οδηγός Γ σταθεροποιεί το μάνικο υπό κλίση και κινείται συγχρόνως με τον Β επί του Α. Με τον τρόπο αυτό διαμορφώνεται η μία πλευρά του αρσενικού μόρσου.

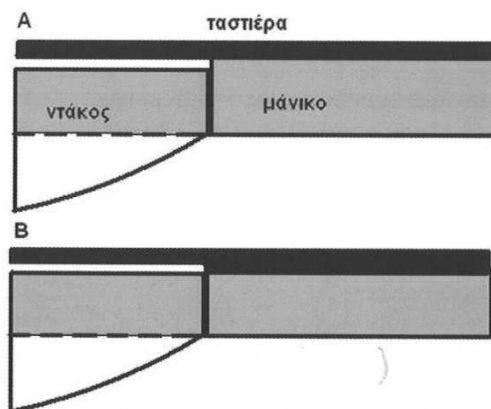
Ανάλογα διαμορφώνεται και η αντίθετη πλευρά. Αντί για κορδέλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ROUTER, αλλά χρειάζεται μεγάλη προσοχή.

Ακολούθως αφαιρούμε το πάχος του καπακιού εάν θέλουμε την εγκοπή στο μάνικο.



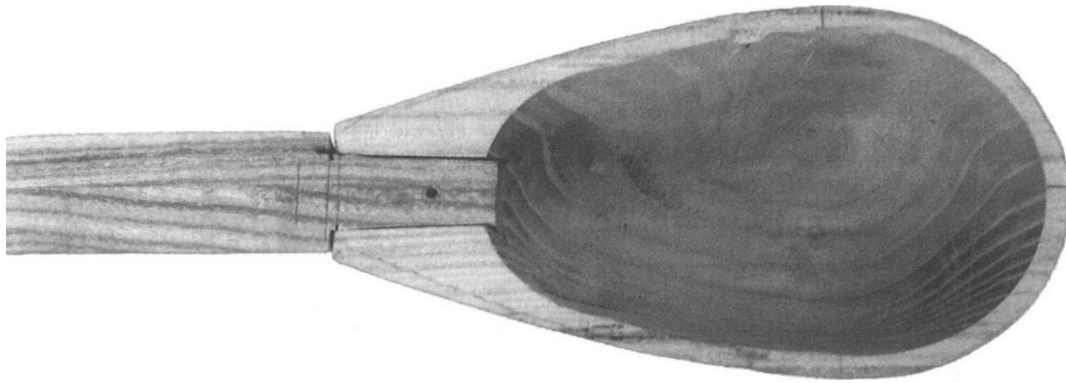
Σχήμα 21, Κοπή άκρης της σφήνας

Το πάχος του καπακιού μπορεί όμως να φιλοξενηθεί και σε εγκοπή της ταστιέρας (Σχήμα 22).



Σχήμα 22, Εγκοπή ταστιέρας

Με τον τρόπο αυτό διαμορφώνεται η σφηνοειδής απόληξη του μάνικου και έτσι θηλιάζει εφαρμοστά στην υποδοχή της σκάφης, δίνοντας μέγιστη σταθερότητα την ένωση μάνικου - σκάφης.



Φωτογραφία 19 , Ένωση μάνικου - σκάφης

Η ένωση αυτή, που είναι όπως είπαμε και αλλού το πιο ευπαθές σημείο του οργάνου, σταθεροποιείται και ενισχύεται επί πλέον με κόλλα και με μία μεταλλική ξυλόβιδα.

Στην άλλη άκρη του μάνικου σταθεροποιούνται τα κλειδιά, τα οποία τεντώνουν τις χορδές.

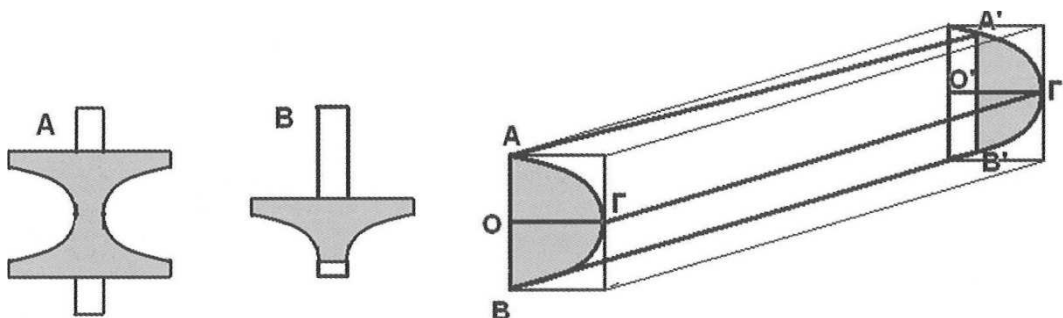
Για να γίνει αυτό πλατειάζει το μάνικο και γωνιάζει (για να αντέξει τις τάσεις των χορδών) ελαφρά περί τις $10-15^\circ$. (σχήμα 24Γ)

Μετά από αυτό μπορούμε με ROUTER, ράσπα η αλλιώς, να διαμορφώσουμε και τη καμπύλη κάτω επιφάνεια του μάνικου.

Το μάνικο μπορούμε να το διαμορφώσουμε και με τον τρόπο που περιγράφεται στο επόμενο Σχήμα 23. Με τον τρόπο αυτό η επεξεργασία γίνεται πιο εύκολα και με μεγαλύτερη ακρίβεια και συμμετρία.

Στη φρέζα (A) ή στο ROUTER (B) κατασκευάζουμε επίμηκες, τομή ABΓ με AB όσο το πλάτος του μάνικου στο όριο του ηχείου και OΓ το αντίστοιχο πάχος.

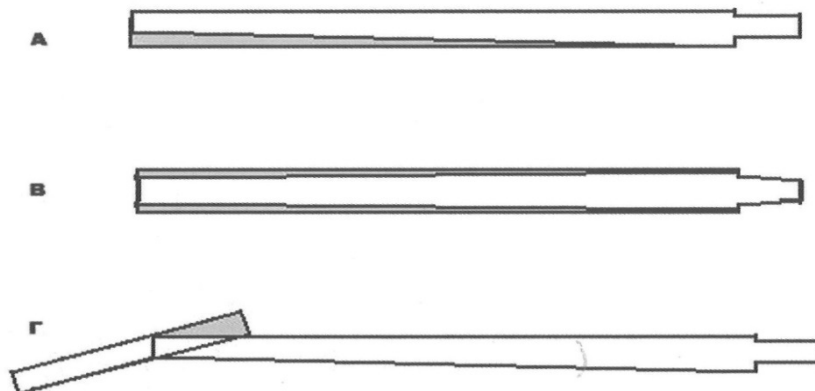
Ακολουθώντας τέμνουμε υπό γωνία κατά το ABB'A'. Το AA' είναι το μήκος του μάνικου, το A'B' το πλάτος στο ύψος του άνω καβαλάρη και το O'Γ' το αντίστοιχο πάχος.



Σχήμα 23, Διαμόρφωση πλάτος και ύψος άνω καβαλάρη

Στη συνέχεια, ανάλογα με το μήκος που θέλουμε, κολλάμε υπό κλίση το τεμάχιο του ξύλου που θα φιλοξενήσει τα κλειδιά (Γ στο σχήμα 24).

Η διαμόρφωση του μάνικου μπορεί να γίνει και όπως περιγράφεται στο επόμενο σχήμα 24. Μετά την διαμόρφωση του αρσενικού μόρσου, στη κορδέλα διαμορφώνουμε τη κάτω επιφάνεια (Α), τις πλαϊνές (Β) και μετά κολλάμε το τμήμα που θα φιλοξενήσει τα κλειδιά (Γ).



Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε ράσπες και γυαλόχαρτα για να εξομαλύνουμε την επιφάνειά του.

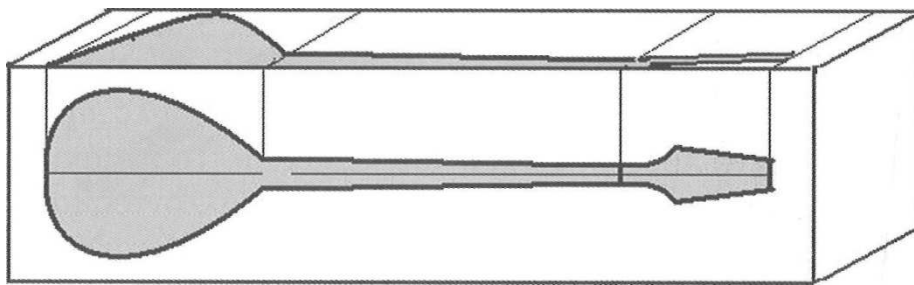
3.4 Μονοκόμματο

Μπορούμε να κατασκευάσουμε σκαφτό μπαγλαμαδάκι μονοκόμματο. Σε αυτή τη περίπτωση κάνουμε τρεις μόνο κολλήσεις: το καμάρι στο καπάκι, το καπάκι στη σκάφη (ηχείο) και την ταστιέρα στο μάνικο.

Το κομμάτι του ξύλου που διαθέτουμε θα πρέπει να "χωράει" το όργανο που θέλουμε να κατασκευάσουμε.

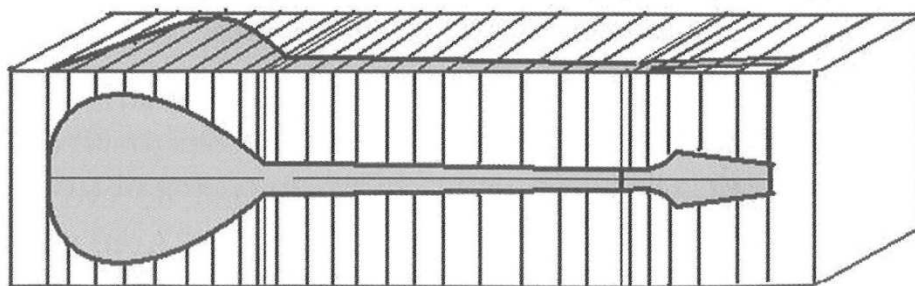
Διαμορφώνουμε κατ' αρχάς το ξύλο σε σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου, μήκους τουλάχιστον όσο το μήκος του οργάνου, πλάτους όσο το μέγιστο πλάτος του ηχείου και πάχους όσο το βάθος του ηχείου συν επιπλέον τουλάχιστον 1 cm.

Σχεδιάζουμε, με τον τρόπο που περιγράψαμε, στις δύο επιφάνειες του παραλληλεπιπέδου, την όψη και την κατά μήκος τομή του οργάνου.

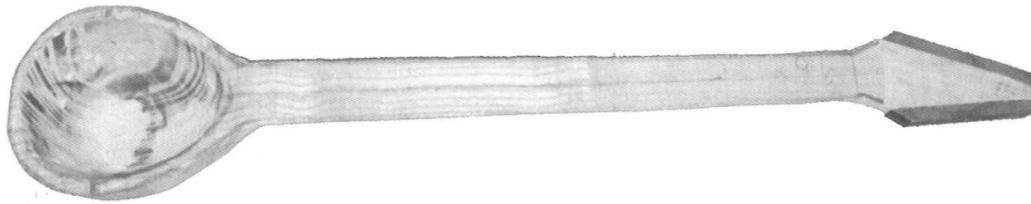


Σχήμα 25, Σχεδίαση οργάνου σε παραλληλεπίπεδη επιφάνεια

Αδειάζουμε το εσωτερικό του ηχείου, όπως περιγράψαμε σε προηγούμενα κεφάλαια. Κόβουμε κάθετα έως το όριο της κατά μήκος τομής και υπό κλίση έως το όριο της όψης και διαμορφώνουμε την εξωτερική επιφάνεια του ηχείου. Επεκτείνουμε την διαδικασία υπό διαφορετική κλίση για το μάνικο.



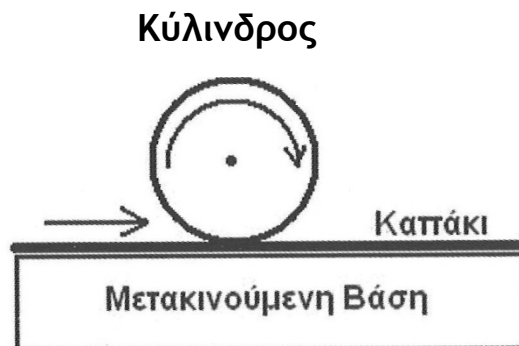
Σχήμα 26, Κάθετες γραμμές για το κόψιμο του ξύλου



3.5 Το καπάκι-αρμονική τράπεζα

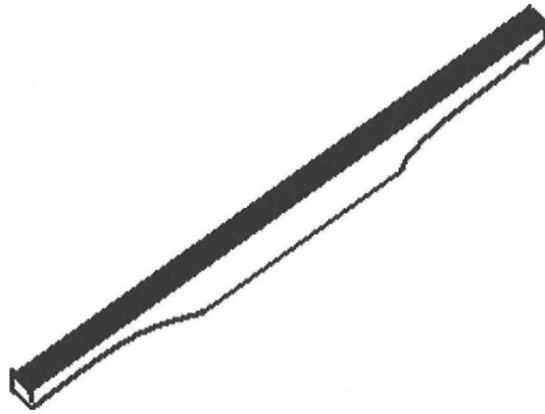
Είναι το λεπτό φύλλο (2-2,5 mm) από ερυθρελάτη, που κλείνει το άνοιγμα του αντηχείου, μεταφέρει τις παλμικές κινήσεις των χορδών στον αέρα και στο σώμα του ηχείου και ενισχύει την ένταση του παραγόμενου ήχου. Στο μπαγλαμαδάκι λόγω μεγέθους του είναι μονοκόμματο (στα άλλα όργανα αποτελείται από δύο κομμάτια ενωμένα στη μέση).

Από το κορμό κόβουμε τεμάχιο ξύλου πάχους 5 mm. από αξονική τομή. Η λέπτυνση του γίνεται όπως περιγράφεται στο παρακάτω σχήμα 27. Κύλινδρος μεταλλικός, ελικοειδώς καλυμμένος με γυαλόχαρτο, περιστρέφεται αντίθετα προς τη κίνηση του καπακιού. Το καπάκι κινείται πάνω σε μία βάση που κινείται πάνω-κάτω, μεταβάλλοντας το διάκενο (ανάμεσα σ' αυτή και τον κύλινδρο) από όπου αναγκάζεται να περάσει. Μετά από αρκετές διελεύσεις παίρνει το επιθυμητό ομοιόμορφο πάχος.



Σχήμα 27, Λέπτυνση καπακιού

Τα καμάρια είναι λεπτά τεμάχια ξύλου κολλημένα καλά αφενός μεν στο καπάκι εσωτερικά, αφ' ετέρου στα "χείλη" του ηχείου. Αυτά ενισχύουν το καπάκι το οποίο είναι πολύ λεπτό (2,5 mm) για να μην υποχωρεί στην πίεση που ασκεί ο καβαλάρης. Επηρεάζουν επίσης και τον τρόπο δόνησης του. Το καπάκι ανάλογα με τη συχνότητα του ήχου που δέχεται, δονείται και με διαφορετικό τρόπο. Τα καμάρια αποτελούνται συνήθως από το ίδιο ξύλο με το καπάκι (ερυθρελάτη). Οι διαστάσεις τους, το σχήμα τους και η θέση τους, συμμετέχουν καθοριστικά στην ισορροπία του καπακιού ανάμεσα στην αντίσταση στην πίεση του καβαλάρη και στην ελευθερία στην ταλάντωση-δόνηση. Τα καμάρια στο μπαγλαμά είναι ένα ή δύο.



ήμα 28, Καβαλάρης του μπαγλαμά

Όπως βλέπουμε και παρακάτω (σχήμα 29), όταν έχουμε δύο καμάρια, το πλησιέστερο προς τον κάτω καβαλάρη δέχεται πίεση στην κατεύθυνση της δύναμης F και ουσιαστικά λειτουργεί ως υπομόχλιο. Αυτό είναι καλό να τοποθετείται στο $1/3$ του συνολικού μήκους του ηχείου σύν $1,5-2$ cm από τον χορδοκράτη. Αν δηλαδή έχουμε 24 cm μήκος ηχείου, το καμάρι να τοποθετείται σε απόσταση $8\text{cm}+1,5-2$ cm από το πίσω άκρο του ηχείου.

Το πλησιέστερο προς την οπή της αρμονικής τράπεζας καμάρι δέχεται πίεση αντίθετη προς την δύναμη F και ουσιαστικά προβάλλει αντίσταση, κρατώντας το καπάκι σε εκείνο το σημείο ώστε να μην ανυψωθεί.



Βελάκια είναι οι πιέσεις που ασκούνται

Η αντίσταση που προβάλλουν τα καμάρια στην πίεση του καβαλάρη πρέπει να είναι τόση όση χρειάζεται, ώστε να μπορέσουν όλες οι επιθυμητές αρμονικές να μεταφερθούν από τη χορδή στο καπάκι κι από εκεί να ενισχυθούν.

Όσο πιο ενισχυμένα είναι τα καμάρια, τόσο ενισχύονται οι αρμονικές μεγαλύτερης τάξης που προσδίδουν μεταλλική χροιά στον ήχο. Το ίδιο συμβαίνει κι όταν το χείλος της σκάφης έχει αρκετό πάχος και έτσι το καπάκι ενώνεται με τη σκάφη με μεγάλη επιφάνεια. Επίσης κι όταν τα καμάρια είναι ελαφρά καμπυλωμένα προς τα πάνω, το όργανο γίνεται πιο πρίμο, όπως λένε οι οργανοπαίχτες.

Η θέση του καβαλάρη σε σχέση με τα καμάρια είναι καθοριστική για το ηχόχρωμα του οργάνου. Συνήθως στο μπαγλαμαδάκι τοποθετείται

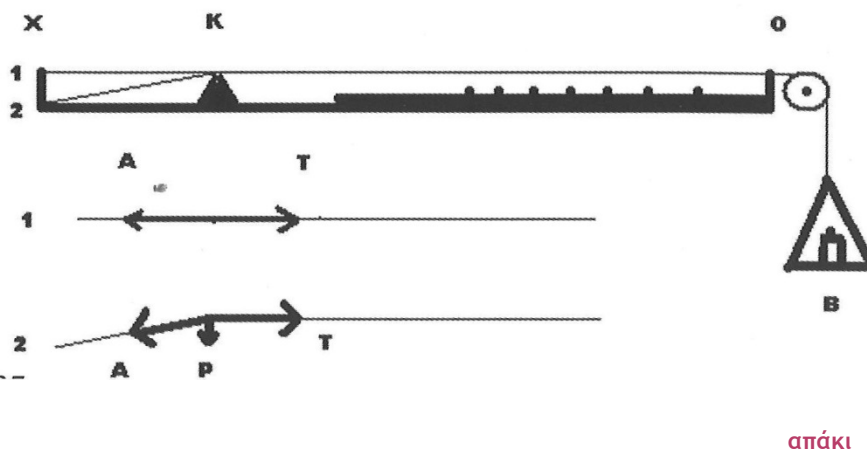
στο 1/3 του μήκους του ηχείου και περί το 1,5-2 cm πίσω από το τελευταίο καμάρι.

Πειραματικά μετά την τοποθέτηση της αρμονικής τράπεζας και με τη βοήθεια ενός παλλόμενου διαπασών, προσδιορίζουμε την επιθυμητή θέση του καβαλάρη πάνω στο καπάκι (ένταση-λαμπρότητα του ήχου).

3.5.1 Ο ρόλος του καπακιού.

Οι ταλαντώσεις των χορδών μεταφέρονται στο καπάκι μέσω του κάτω καβαλάρη. Στο παρακάτω σχήμα 30, φαίνεται πώς μεταβάλλεται η πίεση P επί της αρμονικής τράπεζας (καπάκι), σε σχέση με τη γωνία που κάνει η χορδή στο K (κάτω καβαλάρη).

Για σταθερό ύψος καβαλάρη, η εν λόγω γωνία μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με το σημείο σταθεροποίησης του χορδοκράτη (x) (θέση 1 έως 2) και την απόσταση του καβαλάρη από το χορδοκράτη. Στη θέση ένα (1), η πίεση που ασκείται στο καπάκι είναι μηδενική (μηδέν είναι και η γωνία), ενώ στη θέση δύο (2), η μέγιστη. (στο σχήμα 30, ορίζω υποτιθέμενο βέλος για την ένδειξη, της κλίσης της χορδής, A αρχή και T τέλος του βέλους)



Σε κάθε περίπτωση υπάρχει προφανώς η ιδανική τιμή για το P , ώστε αφενός να μεταφέρεται η μέγιστη ακουστική ισχύς από τη χορδή στο καπάκι και αφετέρου να μην εμποδίζεται αυτό στο να ταλαντώνεται ελεύθερα.

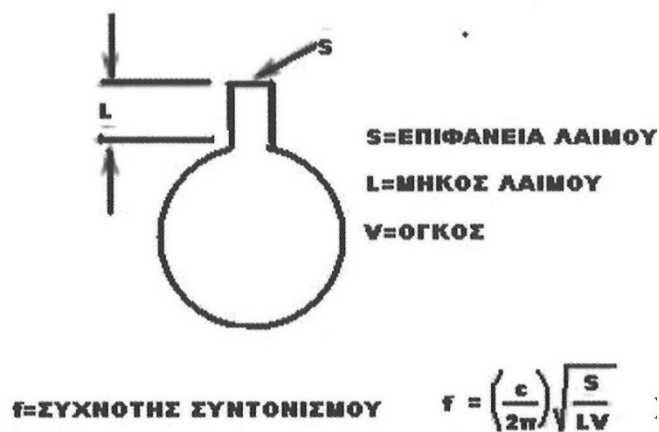
Ιδανικό θα ήταν αν ο χορδοκράτης είχε μηχανισμό που να μπορούσε να μετακινείται κατά βούληση ανάμεσα στα σημεία 1 και 2, "κουρδίζοντας" στην ιδανική πίεση P , ανάλογα με το επιθυμητό ηχόχρωμα.

Το ύψος του κάτω καβαλάρη καθορίζεται από την πιθανή γωνία του μάνικου με το καπάκι και το ταστάρισμα (τρίξιμο) των χορδών

επί των τάστων, όταν πιέζονται σε όλα τα διαστήματα (γι' αυτό τα τάστα θέλουν καλό πλανιάρισμα μετά την τοποθέτησή τους).

Ο κάτω καβαλάρης είναι ένα τεμάχιο μαλακού συνήθως ξύλου, στην άνω επιφάνεια του οποίου ακουμπούν οι χορδές. Σε αυτήν υπάρχει ένα λεπτό κομμάτι από κόκαλο, πάνω στο οποίο με ειδικές λίμες χαράσσονται τα αυλάκια από τα οποία διέρχονται οι χορδές.

Τον όγκο του εσωτερικού του ηχείου πρακτικά τον υπολογίζουμε ως εξής: γεμίζουμε το ηχείο με κάποιο κοκκώδες υλικό (λεπτές χάνδρες, ρύζι κ.λπ.) και στη συνέχεια το ογκομετρούμε σε ογκομετρικό δοχείο. S , είναι το εμβαδόν της τρύπας του καπακιού σε τετραγωνικά μέτρα, L , το πάχος του καπακιού σε μέτρα, στην περιφέρεια της τρύπας, V , ο όγκος του αέρα που περιέχεται στο ηχείο, σε κυβικά μέτρα, c η ταχύτης του ήχου και $\pi=3,14$.



Ως συχνότητα συντονισμού f επιλέγουμε μία από τις χαμηλότερες του οργάνου.

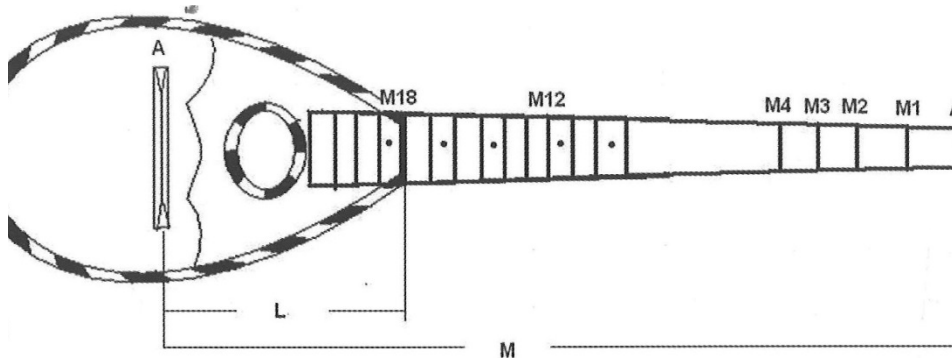
Το εμβαδόν της τρύπας που έχει το καπάκι, καθώς και το πάχος της "κουρδίζουν" την συχνότητα συντονισμού του αέρα, που περιέχεται στο ηχείο, σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο του σχήματος 31.

3.6 Η ταστιέρα

Είναι το μέρος εκείνο του οργάνου που φέρει το μεταλλικά ελάσματα (τάστα), στα οποία πιεζόμενες οι χορδές αλλάζουν μήκος και παράγουν με την νύξη τις διάφορες συχνότητες (νότες). Λόγω της συνεχούς τριβής που δέχεται από τα δάχτυλα κατά το παίξιμο του οργάνου κατασκευάζεται από σκληρό ξύλο (έβενος, παλλίσανδρος).

Η ταστιέρα, εκτός των άλλων, ενισχύει και την αντίσταση του μάνικου στην κάμψη που ασκούν οι χορδές. Το πάχος της ποικίλει από 3 έως 6 mm.

3.6.1 Χάραξη της ταστιέρας και η τοποθέτηση των τάστων



Οι αποστάσεις για την τοποθέτηση των τάστων

Αφού σημειώσουμε τη θέση του κάτω καβαλάρη (A), μετράμε την απόσταση μέχρι εκεί που αρχίζει το μάνικο (L).

Η χάραξη της ταστιέρας ήταν για τους παραδοσιακούς κατασκευαστές επτασφράγιστο μυστικό. Ο υπολογισμός των θέσεων των τάστων είναι ίσως το πιο εύκολο σημείο στην κατασκευή ενός μπαγλαμά.

Στο μπουζούκι, οι μουσικοί, θέλουν το τελευταίο τάστο, μέσα στο σκάφος, να είναι το 18ο (πρώτο διάστημα στο σκάφος το 2ο λα). Άρα, όπως θα δούμε παρακάτω, το ενεργό μήκος της χορδής (από καβαλάρη σε καβαλάρη) είναι $M=L \times 1,05945^{18}$.

Δηλαδή, αν η απόσταση του κάτω καβαλάρη από το M18 (18 τάστο) είναι L, τότε το ενεργό μήκος της χορδής θα είναι $M=L \times 1,8280$.

Στο μπαγλαμαδάκι για να ισχύσει αυτό θα πρέπει να έχουμε μικρό ενεργό μήκος χορδής και μεγάλο μήκος ηχείου. Π.χ. 34 cm χορδή και 18 cm ηχείο, αν ο καβαλάρης τοποθετηθεί στο 1/3 του μήκους του ηχείου.

Ανάλογα υπολογίζουμε και όποιο τάστο επιθυμούμε να είναι στο όριο σκάφης μάνικου. Φυσικά αν αγνοήσουμε αυτόν τον περιορισμό, μπορούμε να ορίσουμε το μέγεθος του ηχείου και το ενεργό μήκος της χορδής όπως θέλουμε. Αν M, είναι το ενεργό μήκος της χορδής (από κάτω καβαλάρη A σε άνω καβαλάρη Δ), τότε οι αποστάσεις των τάστων από το A, υπολογίζονται διαιρώντας συνεχώς με τον αριθμό 1,05945 ως εξής:

1ο τάστο $M1 = M: 1,059465$ ή $M1=MX0,9439$
2ο τάστο $M2=M1:1,05945$ ή $M2=MX0,8909$
3ο τάστο $M3= M2:1,05945$ ή $M3=MX0,8409$
4ο τάστο $M4= M3:1,05945$ κ.ο.κ.
12ο τάστο $M12=M11:1,05945$ ή $M12=MX0,5$

Το 12ο τάστο, όπως προκύπτει από τα παραπάνω, τοποθετείται στη μέση της απόστασης ($M/2$) κάτω καβαλάρη-άνω καβαλάρη και χρησιμεύει ως οδηγός για την επανατοποθέτηση του κάτω καβαλάρη, όταν μετακινείται από την θέση του. Το 12ο τάστο δηλαδή, απέχει εξ ίσου από τον κάτω και από τον άνω καβαλάρη. Αν τοποθετηθεί ο κάτω καβαλάρης σε άλλη θέση, το όργανο φαλτσάρει.

Την χάραξη της ταστιέρας την κάνουμε είτε πριν, είτε μετά, αφού κολλήσουμε την ταστιέρα στο μάνικο. Είναι ευκολότερη όταν γίνεται πριν.

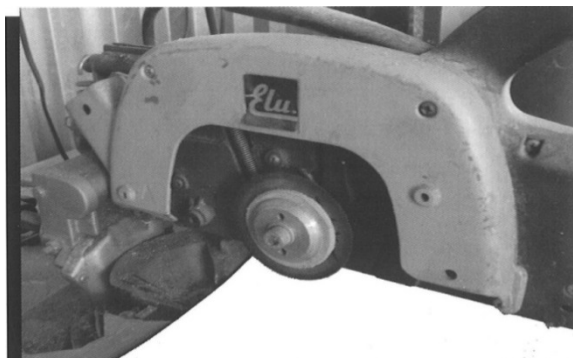
Αυτή γίνεται είτε με ευθύ, είτε με κυκλικό πριόνι τοποθετημένο στην ηλεκτρική συσκευή της εικόνας 22. Οι χαράξεις πρέπει να είναι παράλληλες μεταξύ τους και κάθετες στον κεντρικό άξονα της ταστιέρας.

Χρησιμοποιούμε πριόνι πάχους όσο το πάχος της σφήνας του τάστου, μείον $0,1 \text{ mm}$. Με τον τρόπο αυτό ενισχύουμε τόσο την σταθεροποίηση των τάστων πάνω στην ταστιέρα, όσο και την αντίσταση του μάνικου στην κάμψη.

Μία καλή πρόταση στη χάραξη της ταστιέρας είναι και αυτή της παρακάτω εικόνας 22. Το κυκλικό πριόνι της φωτογραφίας, με το μηχανισμό που διαθέτει η συσκευή, μπορεί να μετακινηθεί κάθετα στην ταστιέρα και έτσι οι χαράξεις να γίνουν παράλληλες μεταξύ τους, όπως απαιτείται.

Σε ένα δισκοπρίονο τοποθετούμε έναν μικρό δίσκο πάχους όσο το πάχος της σφήνας του τάστου, μείον $1/10$ του πάχους του. Την ταστιέρα την σημαδεύουμε, την τοποθετούμε σε μία υποδοχή και την χαράζουμε μετακινώντας την κάθετα στη γραμμή χάραξης. Το βάθος της χάραξης ρυθμίζεται τοποθετώντας λεπτά φύλλα κάτω από την ταστιέρα.

Την γραμμή χάραξης την ορίζει ο δίσκος ο οποίος με τον μηχανισμό που διαθέτει κινείται μπρός πίσω, κάθετα στη ταστιέρα.



Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται στην ταστιέρα και οφείλονται στη διαφορά πάχους μεταξύ της σφήνας, του τάστου και της εγκοπής στην ταστιέρα, είναι αντίθετες στη δύναμη καμπύλωσης του μάνικου, που οφείλεται στην τάση των χορδών.



Σχήμα 33, Εικονική αναπαράσταση δυνάμεων που ασκούνται στην ταστιέρα κατά την τοποθέτηση τάστων

Πριν τοποθετήσουμε τα τάστα, σημαδεύουμε πάνω στη ταστιέρα τους οδηγούς στο τρίτο, πέμπτο, έβδομο, δέκατο, δωδέκατο κ.λπ. διάστημα. Οι οδηγοί αυτοί είναι συνήθως λευκού χρώματος και ποικίλου σχήματος.

Η τοποθέτηση του τάστου στην εγκοπή γίνεται, είτε χτυπώντας με ένα μικρό σφυράκι, είτε πιέζοντάς τα μηχανικά.

3.6.2 Η διαμόρφωση των τάστων

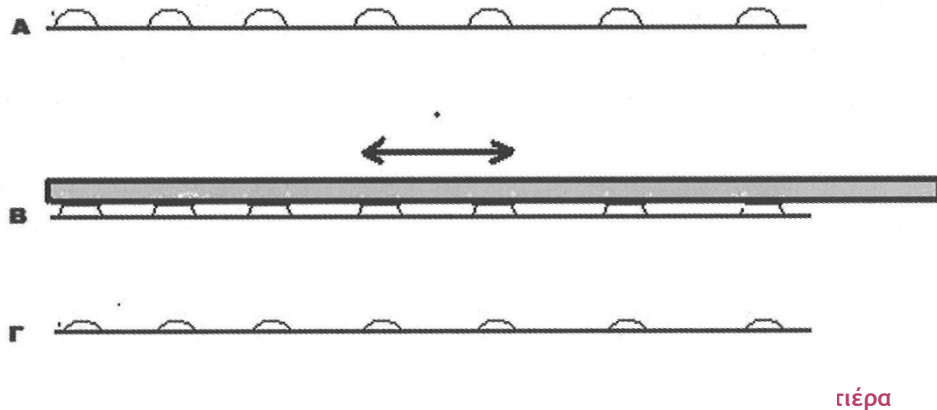
Μετά την τοποθέτηση των τάστων (Α του επόμενου σχήματος), η ελεύθερη επιφάνεια της ταστιέρας πλανιάρεται (Β).

Αυτό επιτυγχάνεται λιμάροντας συγχρόνως ή κατά ομάδες όλα τα τάστα με λίμα μεγάλης επιφάνειας. Αυτό μπορεί επίσης να γίνει και με ένα τεμάχιο πλανιαρισμένου ξύλου, στην επιφάνεια του οποίου έχουμε σταθεροποιήσει (κολλήσει), γυαλόχαρτο.



Εικόνα 23, Μονοκόμματο τάστο μπαγλαμά πριν την τεμάχισή του

Με την επεξεργασία αυτή, όλες οι επιφάνειες των τάστων ευθυγραμμίζονται και εξομαλύνονται οι μικρές διαφορές ύψους που ενδεχόμενα προκύπτουν κατά την τοποθέτησή τους.



3.7 Λούστρο

Είναι σημαντική διαδικασία διότι, αφενός μεν, προστατεύει το όργανο από την υγρασία, αφετέρου δε, συμμετέχει καθοριστικά στη διαμόρφωση του ηχοχρώματος. Αυτή γίνεται σε ξηρό περιβάλλον, χωρίς υγρασία και σκόνες.

Πριν περάσουμε το λούστρο, λειαίνουμε την επιφάνειά του οργάνου διαδοχικά με λεπτότερα γυαλόχαρτα, έως ότου γίνει η επιφάνειά του εντελώς λεία.

Παλαιότερα το λουστράρισμα γινόταν με γομαλάκα. Αυτή υπάρχει στο εμπόριο σε μορφή λεπτών φύλλων, που διαλύονται εύκολα σε οινόπνευμα. Με τη βοήθεια υφασμάτινης μπάλας απλώνεται πάνω στην επιφάνεια του οργάνου. Αφού στεγνώσει τρίβεται με πολύ λεπτό γυαλόχαρτο.

Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται τρεις ως τέσσερις φορές με παρεμβολή δύο-τριών ημερών για το στέγνωμα.

Σήμερα, ο κατασκευαστής μουσικών οργάνων έχει να διαλέξει από μία μεγάλη ποικιλία λούστρων που υπάρχουν στην αγορά.

Μετά το λουστράρισμα ακολουθεί η στίλβωση (γυάλισμα) του οργάνου. Αυτή γίνεται με ειδικό ύφασμα μετά την επάλειψη του οργάνου με ειδικό κερί.

3.8 Χορδές

Αυτές αποτελούν το μέσον που ταλαντώνεται και παράγει ηχητικά κύματα (ήχο). Αυτό γίνεται μετατρέποντας την ενέργεια που παίρνει από το χέρι μας, μέσω της πέννας, σε ηχητικά κύματα..

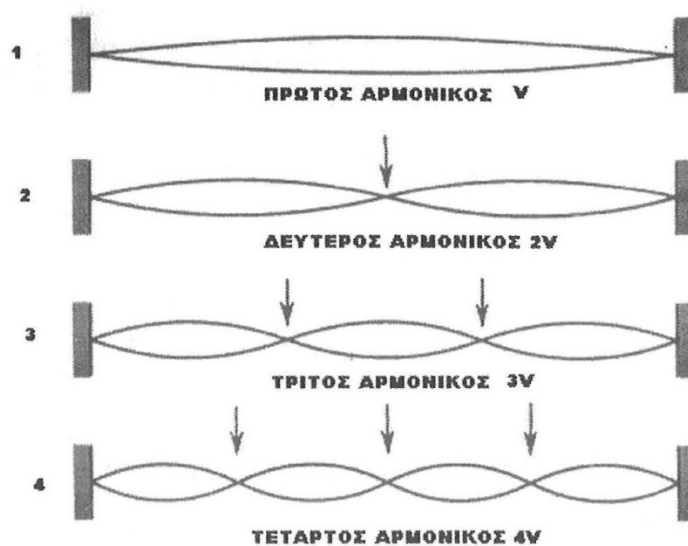
Κατασκευάζονται από μέταλλο και από συνθετικές ύλες (πλαστικό). Στο μπαλαμαδάκι χρησιμοποιούμε τις χορδές του μπουζουκιού ή του μαντολίνου.

Το ένα άκρο της χορδής σταθεροποιείται στον χορδοκράτη και το άλλο σε κλειδί που περιστρεφόμενο κατάλληλα αυξομειώνει τη δύναμη τάνυσης της χορδής. Αν τώρα διεγείρουμε τη χορδή αυτή, θα πάλλεται συγχρόνως με όλους τους εξής τρόπους:



ς

Αναλυτικά όμως έχουμε τους εξής τρόπους:



ρδής

Με την ίδια διαδικασία παράγονται και οι επόμενοι αρμονικοί. Το σημείο διέγερσης της χορδής είναι καθοριστικό για τις αρμονικές που θα παραχθούν. Διέγερση κοντά στο καβαλάρη δίνει μεταλλικό ήχο (περισσότερες αρμονικές περιττής τάξεως), ενώ προς το της χορδής δίνει πλουσιότερο ηχόχρωμα.

Αν η θεμελιώδης η βασική συχνότητα είναι ν , αυτή προσδιορίζεται από τον παρακάτω τύπο όπου L το μήκος της χορδής που πάλλεται, F η τάση της χορδής, ρ η πυκνότητα της και δ η διάμετρος της.

$$\nu = \frac{1}{\delta \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot \rho}}$$

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τον προηγούμενο τύπο είναι:

1. Η θεμελιώδης συχνότητα ν είναι αντιστρόφως ανάλογη του μήκους L της χορδής. Αυτό σημαίνει ότι αν όλα τα άλλα μεγέθη είναι σταθερά, κοντύτερες χορδές παράγουν οξύτερους ήχους.
2. Η θεμελιώδης συχνότητα είναι ανάλογη της τάσεως F της.
Για σταθερά τα υπόλοιπα μεγέθη όσο τεντώνουμε τη χορδή οξύνεται ο ήχος.
3. Η θεμελιώδης συχνότητα είναι αντιστρόφως ανάλογη της διαμέτρου δ της χορδής. Λεπτότερες χορδές παράγουν οξύτερους ήχους.
4. Η θεμελιώδης συχνότητα είναι αντιστρόφως ανάλογη της πυκνότητας ρ της χορδής. Ελαφρύτερες χορδές παράγουν οξύτερους ήχους.

Στο μπαγλαμαδάκι το ενεργό μήκος της χορδής ξεκινά από τα 33 cm (το μισό του μπουζουκιού) και φθάνει έως 39,5 cm. Μήκος 33 cm θα δημιουργούσε προβλήματα σε μουσικό με χοντρά δάχτυλα, λόγω των στενών διαστημάτων που προκύπτουν. Όμως με αυτό το ενεργό μήκος, η τάση που ασκείται στο όργανο λόγω χορδών, είναι σχετικά χαμηλή.

Αν όμως θέλουμε πιο ευρύχωρα διαστήματα, αυξάνουμε το ενεργό μήκος οριακά έως τα 39-39,5 cm. Τότε όμως η τάση αυξάνεται όπως και η πιθανότητα να σκεβρώσει το όργανο. Αν παραδείγματος χάριν θέλουμε δύναμη τάνυσης F για ενεργό μήκος 33 cm, θέλουμε 1,26 F για τα 37 cm. Προσθέτουμε δηλαδή ακόμη

περίπου της δύναμης τάνυσης (τεντώματος) από τα 33 cm στα 37 cm.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΗΧΟΧΡΩΜΑ

Όταν χτυπήσουμε με την πένα τη χορδή ενός μουσικού οργάνου, αυτή πάλλεται κατά τους τρόπους που περιγράψαμε στο κεφάλαιο περί χορδών και παράγει τη θεμελιώδη συχνότητα συν τις αρμονικές της.

Το σημείο που χτυπάει η πένα τη χορδή (κοντά στον καβαλάρη-μακριά από τον καβαλάρη) προσδιορίζει επίσης και ποιες αρμονικές παράγονται.

Όλες οι αρμονικές συχνότητες που παράγονται κατά το κτύπημα της χορδής μεταφέρονται μέσω του καβαλάρη στο καπάκι και από εκεί στο σώμα του οργάνου, στον περιβάλλοντα αέρα και στον αέρα που υπάρχει εντός του ηχείου.

Τόσο ο αέρας που περικλείεται στο ηχείο, όσο και το σώμα του οργάνου, ενισχύουν την ένταση κάποιων συχνοτήτων που είναι και οι συχνότητες συντονισμού των. Εκτός αυτού όμως το καπάκι και το σώμα του οργάνου ενισχύουν, σε μικρότερο βαθμό, όλες τις παραγόμενες συχνότητες από τις χορδές. Αυτό οφείλεται στην μεταφορά των ταλαντώσεων των χορδών σε αυτά λόγω συνάφειας των με τις χορδές. Με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η ένταση τους λόγω μεγαλύτερης επιφάνειας συνάφειας με τον περιβάλλοντα αέρα.

Το σώμα του οργάνου δέχεται τις ταλαντώσεις τόσο μέσω της συνέχειάς του με το καπάκι, όσο και μέσω του άνω καβαλάρη (ανοικτές χορδές) ή των τάστων που πιέζονται οι χορδές κατά το παίξιμο του.

Στις χαμηλές και μεσαίες συχνότητες αφορά κυρίως το φάσμα συχνοτήτων ενός μουσικού οργάνου. Οι χαμηλές ενισχύονται κυρίως από τους συντονισμούς κατά Helmholtz του αέρα του ηχείου και οι μεσαίες από τους συντονισμούς του σώματος του οργάνου.

Πρακτικά συμμετέχουν στο ηχόχρωμα ενός μουσικού οργάνου οι αρμονικές εκείνες που έχουν ένταση πάνω από 40 dB (στάθμη θορύβου). Αυτό σημαίνει πως το ηχόχρωμα εξαρτάται και από το χώρο. Δηλαδή χαμηλή στάθμη θορύβου συνεπάγεται περισσότερες αντιληπτές αρμονικές και άρα πλουσιότερο ηχόχρωμα.

Ως ποιότητα στο ηχόχρωμα ενός μουσικού οργάνου εννοούμε την ικανότητα του μουσικού οργάνου να ενισχύει την ένταση όλων των αρμονικών (περιγράφεται παρακάτω) που είναι σύμφωνες (2η, 3η, 4η, 5η, 6η και όλες τις άρτιες πάνω από την 6η).

Το σχήμα του ηχείου, το πάχος, η ποιότητα του ξύλου και η επεξεργασία της επιφάνειάς του (π.χ. γυάλισμα ή επικάλυψη με λεπτό μεταλλικό φύλλο εσωτερικά), επηρεάζουν την απόδοση του ηχείου.

Άλλοι παράγοντες είναι η καμπυλότητα του ηχείου και ο χημικός εμποτισμός του ξύλου με διάφορες ουσίες.

Το συνολικό βάρος ενός μπαγλαμά συμμετέχει καθοριστικά στη διαμόρφωση της ιδιοσυχνότητας συντονισμού του σώματος του.

Το ηχείο του οργάνου λειτουργεί ως συνηχητής Helmholtz.

Μία χορδή που πάλεται, παράγει τη θεμελιώδη συχνότητα καθώς και πολλαπλάσια της θεμελιώδους, τις αρμονικές της. Έτσι ακούμε συγχρόνως τη θεμελιώδη συχνότητα ν ή πρώτο αρμονικό, το δεύτερο αρμονικό 2ν , τον τρίτο 3ν , κ.λπ.

Είναι προφανές ότι ένταση της θεμελιώδους συχνότητας είναι μεγαλύτερη (όχι πάντα), από τις επόμενες αρμονικές των οποίων η ένταση ακολουθεί φθίνουσα πορεία. Η παρουσία των αρμονικών είναι αυτή που διαμορφώνει τη χροιά ή το ηχόχρωμα.

Ηχόχρωμα ή φάσμα συχνοτήτων ή αρμονικό φάσμα ενός ήχου είναι η ιδιαίτερη χροιά αυτού που τον κάνει να ξεχωρίζει από έναν άλλο ήχο ίδιας έντασης και συχνότητας (το ΝΤΟ της κιθάρας ξεχωρίζει από το ΝΤΟ του πιάνου ίδιας συχνότητας).

Ας δούμε παρακάτω πώς συμμετέχουν οι αρμονικές στη διαμόρφωση της χροιάς του ήχου.

Έστω μία χορδή κουρδίζεται στο ΝΤΟ των 130,8 Hz (είναι το ΝΤΟ της τρίτης οκτάβας του πιάνου).

Η πρώτη αρμονική είναι το ΝΤΟ = 130,8 Hz. Αυτή προσδιορίζει το ύψος του ήχου και συνήθως είναι πιο ισχυρή (μεγαλύτερης έντασης) από τις άλλες.

Η δεύτερη αρμονική είναι πάλι ΝΤΟ αλλά μία οκτάβα οξύτερη (261,6 Hz). Αυτή προσθέτει λαμπρότητα και καθαρότητα στη θεμελιώδη. Όταν δε έχει και την ίδια ένταση με τη θεμελιώδη προσδίδει κάτι σαν εφφέ στην οκτάβα.

Η τρίτη αρμονική έχει συχνότητα 392,4 Hz αντιστοιχεί στη νότα ΣΟΛ και απέχει μία οκτάβα συν ένα διάστημα πέμπτης καθαρό από τη θεμελιώδη.

Ως γνωστό πέμπτη καθαρή απέχουν οι εξωτερικές φωνές κάθε σύμφωνης τρίφωνης συχορδίας. Η αρμονική αυτή προσδίδει βάθος, λαμπρότητα και "γεμίζει" τον ήχο.

Η τέταρτη αρμονική έχει συχνότητα 523,2 Hz, αντιστοιχεί στη νότα ΝΤΟ δύο οκτάβες πάνω από τη θεμελιώδη, προσδίδει ακόμη περισσότερη διαύγεια και λαμπρότητα και προσθέτει και κάποια οξύτητα στον ήχο.

Η πέμπτη αρμονική έχει συχνότητα 654 Hz και είναι πολύ κοντά

στο ΜΙ των 659 Hz που απέχει δύο οκτάβες συν ένα διάστημα τρίτης μεγάλο. ΝΤΟ-ΜΙ-ΣΟΛ είναι οι νότες που αποτελούν την σύμφωνη-τρίφωνη συγχορδία ΝΤΟ μείζων. Όπως και η τρίτη αρμονική, προσθέτει πλούτο και λαμπρότητα στο ηχόχρωμα.

Η έκτη αρμονική έχει συχνότητα 784,8 Hz, αντιστοιχεί στο ΣΟΛ και απέχει δύο οκτάβες συν μία πέμπτη καθαρή από τη θεμελιώδη. Προσθέτει δε οξύτητα και ένρινη χροιά.

Η έβδομη αρμονική έχει συχνότητα 951,6 Hz αντιστοιχεί στο ΣΙ ύφεση που απέχει από την θεμελιώδη δύο οκτάβες συν μία έβδομη μικρή που είναι διάστημα διάφωνο.

Η έβδομη καθώς και όλες οι επόμενες αρμονικές περιττής τάξης (9η, 11η, 13η, 15η, κ.λπ.) ηχούν παράφωνα με τη θεμελιώδη και προσδίδουν έντονα μεταλλική χροιά, τραχύτητα, οξύτητα και σκληρότητα.

Αντίθετα οι αρμονικές άρτιας τάξης (8η, 10η, 12η, 14η, 16η κ.λπ.) είναι όλες σύμφωνες με τη θεμελιώδη και συμμετέχουν θετικά στη διαμόρφωση του ηχοχρώματος.

Το επιδιωκόμενο είναι η ένταση όλων των σύμφωνων αρμονικών να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα σε όλη την έκταση του ακουστικού φάσματος του οργάνου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Χαράλαμπος Χ. Σπυρίδης (1986), Μία εισαγωγή στη Φυσική της Μουσικής, πανεπιστημιακές εκδόσεις, Θεσσαλονίκη.
- John M. Eagle (1999), Μουσική Ακουστική Τεχνολογία, δεύτερη έκδοση, εκδόσεις ΙΩΝ.
- Wolfrang Nutsch (2003), Τεχνολογία Ξυλουργικών Υλικών, δεύτερη ελληνική έκδοση, εκδόσεις Όμιλος Ίων.
- Λουκάς Χαδέλλης (1992), Ήχος - Μουσική & Τεχνολογία, τόμος α, εκδόσεις Σύγχρονη Μουσική.
- Γεώργιος Θ. Τσουμής (2000), Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου, τόμοι α & β, πανεπιστημιακές εκδόσεις.
- Σταύρος Καρακάσης (1970), Ελληνικά Μουσικά Όργανα, εκδόσεις Δίφρος.
- Φοίβος Ανωγειανάκης (1991), Ελληνικά Λαϊκά Μουσικά Όργανα, εκδόσεις Μέλισσα.