

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ



Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου

**ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΠΙΠΛΩΝ
ΚΑΙ ΞΥΛΟΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ Ι Ι Ι**



**Θανάσης Μπάμπαλης
Βιομηχανικός Σχεδιαστής**

ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2008

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή - Ιστορία – Γενική Μεθοδολογία	4
1.1 Εισαγωγή.....	4
1.2 Συνοπτική Ιστορία της Ξύλινης Καρέκλας.....	4
1.3 Μεθοδολογία Παραγωγής Νέας Καρέκλας.....	6
2. Βασικές Αρχές Σχεδιασμού και Παραγωγής Καρέκλας.....	8
2.1 Εργονομία.....	8
2.1.1 Καρέκλες.....	10
2.1.2 Πολυθρόνες.....	13
2.1.3 Ανάκλινδρα.....	15
2.2 Δυναμικές Καταπονήσεις καρέκλας – Συνδέσεις.....	17
2.3. Ανάλυση/Σχεδιασμός Συνδέσεων Καρέκλας.....	21
2.3.1. Βασικές συνδέσεις καρέκλας.....	21
2.3.2. Ισοροπίες μεγεθών στις συνδέσεις – Μεγιστοποίηση της επιφάνειας συγκόλλησης – Οικονομία Υλικών.....	23
2.3.3. Επιφάνεια Συγκόλλησης και κατεύθυνση ινών ξύλου.....	24
2.3.4 Παράδειγμα Σχεδιασμού Συνδέσεων Καρέκλας.....	28
3. Δημιουργία καμπύλων στοιχείων.....	32
3.1 Δημιουργία καμπύλου στοιχείου από μασίφ φέτες ξύλου.....	33
3.2 Δημιουργία καμπύλου στοιχείου με Ξυλόφυλλα.....	34
3.3 Δημιουργία καμπύλου στοιχείου με Άτμιση μασίφ ξυλείας.....	40
4. Υπολογισμός Κόστους Υλικών.....	43
4.1 Υπολογισμός Όγκου και Ποσοτική Απόδοση.....	43
4.2 Πίνακας Υλικών.....	45
4.3 Γεωμετρία και υπολογισμός Όγκου.....	46
Βιβλιογραφία.....	50

1. Ιστορία – Γενική Μεθοδολογία Παραγωγής Καρέκλας

1.1 Εισαγωγή

Η “Καρέκλα” σαν αντικείμενο είναι τόσο πολύπλοκο αλλά και γοητευτικό όσο και η ιστορία του ανθρώπου. Μελετώντας τις καρέκλες κάθε εποχής μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για την πολιτιστική αλλά και τεχνολογική εξέλιξή μας.

“Οι καρέκλες είναι αντικείμενα με ψυχή, όχι μόνο επειδή έχουν μία φυσιολογία – με τα πόδια τους, το κάθισμα και την πλάτη τους - που αντιστοιχεί στην ανθρώπινη φυσιολογία, ή γιατί μας φροντίζουν με την φόρμα και την άνεσή τους, αλλά επίσης γιατί έχουν μία εσωτερική, υπέροχη τεχνολογία!”

Alegander Von Vegesack

Διευθυντής, Vitra Design Museum

Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα μελετήσουμε την ξύλινη καρέκλα απο τεχνολογική άποψη, εστιάζοντας στις αρχές και διαδικασίες που αφορούν στο/στη σχεδιαστή/τρια επίπλου.

Λόγω της πολυπλοκότητας και ευρύτητας του θέματος δέν αναφέρονται όλες οι πιθανές διαδικασίες και τεχνολογίες αλλά οι πιο συνήθεις στον παραγωγικό κλάδο, με σκοπό να προετοιμάσουν τον/την σπουδαστή/στρια που θα ασχοληθεί με το θέμα αυτό επαγγελματικά. Οι γνώσεις που περιέχονται εδώ είναι άμεσα συνδεδεμένες με το εργαστηριακό κομμάτι του μαθήματος στο οποίο αυτές εφαρμόζονται και γίνεται η μελέτη/κατασκευή ενός ξύλινου καθίσματος από τους σπουδαστές.

Ορισμένες από τις διαδικασίες μελέτης και κατασκευής ξύλινης καρέκλας που αναλύονται καλύτερα σε άλλα μαθήματα απλώς θα αναφερθούν.

1.2 (πολύ) Συνοπτική Ιστορία της Ξύλινης Καρέκλας

Η ιστορία της καρέκλας ξεκινάει με την ιστορία των πρώτων επίπλων που κατασκεύασε ο άνθρωπος. Οι πρώτες καρέκλες ήταν για βασιλείς και άρχοντες που είχαν την οικονομική δυνατότητα να πληρώσουν τον τεχνίτη για την κατασκευή της.

Βλέποντας πτιό κάτω μιά πλάγια όψη της περίφημης ελληνικής καρέκλας “Κλισμός” που τελειοποιήθηκε τον 5ο αιώνα π.χ. και έχει αναπαραχθεί πολλές φορές στην σύγχρονη εποχή, αναγνωρίζουμε αμέσως τα βασικά μέρη της καρέκλας όπως, λίγο πολύ, τα βρίσκουμε και σε μιά σύγχρονη ξύλινη καρέκλα. Δηλαδή τα εμπρός πόδια, τα πίσω πόδια, τις τραβέρσες του καθίσματος και την καμπυλόγραμμη πλάτη. Τα μέρη αυτά ήταν κατασκευασμένα από μασίφ ξυλεία. Το μασίφ ξύλο ήταν και είναι από τα πτιό σημαντικά υλικά κατασκευής καρέκλας στον κόσμο.



Σχήμα 1. Καρέκλα “Κλισμός”, Αρχαία Ελλάδα, 5ος αι. π.χ.

Η κατασκευή αυτών των καρεκλών γινόταν με εργαλεία χειρός τα οποία είχαν κατασκευαστεί επίσης με τα χέρια και με πολύ απλές μεθόδους, και συνεπώς η ακρίβεια κατασκευής ήταν χαμηλή. Μέχρι τον 18ο αιώνα μ.χ. ο τρόπος κατασκευής της ξύλινης καρέκλας δεν άλλαξε πολύ μιά και η κατασκευή της στηριζόταν ακόμα στη χρήση εργαλείων χειρός. Ήταν μιά “ακριβή” οικονομικά και χρονοβόρα διαδικασία και οι καρέκλες παρέμειναν προϊόντα για τους λίγους και προνομιούχους.

Η εξέλιξη της μηχανής και συνεπώς της “βιομηχανοποιημένης παραγωγής”, όπως τη γνωρίζουμε σήμερα, ξεκίνησε με την βιομηχανική επανάσταση τον 19ο αιώνα, αρχικά στην Αγγλία και μετά στις υπόλοιπες δυτικές χώρες. Η αιτία της βιομηχανικής επανάστασης ήταν η ανακάλυψη του καυσίμου (αρχικά λιγνίτης) που θα τροφοδοτούσε σύντομα με ενέργεια (ατμό) τις μηχανές παραγωγής.



Παρόλο που ο χυτοσίδηρος (σαν υλικό) ήταν ο βασιλιάς της περιόδου, μια γερμανική εταιρεία η **Thonet**, έφερε τη “βιομηχανική επανάσταση” στην κατασκευή επίπλου (από ξύλο) και ιδιαίτερα της καρέκλας. Χρησιμοποιώντας την ενέργεια του λιγνίτη για τη δημιουργία ατμού, κατασκεύαζε καρέκλες που στηρίζονταν στην **άτμιση** και στην **πλαστική παραμόρφωση ξύλινων μερών**. Η συγκεκριμένη εταιρεία, έχοντας μια παρόμοια φιλοσοφία με τη σημερινή εταιρία ΙΚΕΑ, στηρίζονταν στην παραγωγή καρεκλών που πωλούνταν ασυναρμολόγητες και συνεπώς το κόστος μεταφοράς ήταν πολύ μικρό. Χαρακτηριστικά η καρέκλα no.14 σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε το 1859 με τη λογική να χωράνε 36 τέτοιες καρέκλες σε ένα κουτί ενός κυβικού μέτρου.

Αριστερά- επάνω : Παραλλαγή της καρέκλας no.14, Michael Thonet 1859.

Η ίδια εταιρία συνέχισε να υποστηρίζει την ιδέα της απλότητας στη διαδικασία παραγωγής επίπλων με σύγχρονα υλικά (κόντρα πλακέ και μεταλλική σωλήνα) και στον 20ο αιώνα, υποστηρίζοντας τους σχεδιαστές του κινήματος BauHaus το 1920-30 αλλά και μετέπειτα.

Το επόμενο τεχνολογικό βήμα στην ιστορία της καρέκλας ήρθε τον 20ο αιώνα με την εξέλιξη της διαδικασίας - δημιουργίας του **κόντρα - πλακέ** με χαρακτηριστικό παράδειγμα τις δημιουργίες των Charles και Ray Eames στις Ηνωμένες Πολιτείες του Alvar Aalto στην Ευρώπη, κ.α.

Αριστερά επάνω - Καρέκλα από 100% διαμορφωμένο κόντρα- πλακέ, σχεδιαστές Charles και Ray Eames



Δεξιά - Σκαμπώ και Καρέκλα από κόντρα-πλακέ, σχεδιαστής Alvar Aalto. Artek, Finland.

Παράλληλα με το κόντρα - πλακέ μια ανάλογη τεχνική είναι αυτή της συγκόλλησης χοντρότερων (αλλά πάλι σχετικά λεπτών) κομματιών μασίφ ξύλου σε καλούπι για την παραγωγή καμπύλων ξύλινων τμημάτων.



Παρακολουθώντας την εξέλιξη της παραγωγικής διαδικασίας στην σύγχρονη πια εποχή, παρατηρούμε μερικές γενικές τάσεις όπως:

- α. Χρήση λιγότερης πρώτης ύλης ανά καρέκλα, και συνεπώς
- β. Μείωση βάρους και κόστους,
- γ. Αύξηση της ποσοτικής απόδοσης της πρώτης ύλης (μείωση κόστους)
- δ. Μείωση της *διαφορετικότητας* των συνδέσμων στα μέρη της καρέκλας (όσο λιγότερους και παρόμοιους τρόπους σύνδεσης έχουμε σε μία καρέκλα τόσο πιά απλή και γρήγορη η παραγωγή) και
- ε. Μείωση των μερών της καρέκλας (απλοποίηση- δες εικόνα παρακάτω)



Αριστερά. VUW καρέκλα, Peter Karpf , 2001,

Καρέκλα κατασκευασμένη εξ-ολοκλήρου από κόντρα πλακέ και χωρίς συνδέσεις.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις που ακολούθησαν στο δεύτερο μισό του 20ου αιώνα και μέχρι σήμερα (όσον αφορά διαδικασίες, μηχανήματα και εξέλιξη υλικών) έχουν συμβάλει πολύ στην βελτίωση της παραγωγής και συνεπώς στην μείωση του κόστους παραγωγής. Οι κοπές και οι συνδέσεις μεταξύ των ξύλινων μερών γίνονται σχεδόν εξ'ολοκλήρου σε αυτόματα μηχανήματα με ελάχιστο περιθώριο λάθους. Η κατασκευή καρέκλας από ξύλο παραμένει όμως μία πολύπλοκη διαδικασία την οποία πρέπει πάντα να αντιμετωπίζουμε με τον σεβασμό και προσοχή που της αξίζει.

1.3 Μεθοδολογία Παραγωγής Νέας Καρέκλας

Κάθε κατασκευαστής μιάς ξύλινης καρέκλας ακολουθεί λίγο πολύ τα ίδια βήματα κατα την εξέλιξη ενός **καινούργιου μοντέλου καρέκλας** και παραγωγής αυτού. Οι διαφορές που πιθανότατα θα παρατηρήσουμε από εργοστάσιο σε εργοστάσιο βασίζονται στην τεχνογνωσία του κάθε κατασκευαστή, στο μέγεθος επένδυσης σε νέες τεχνολογίες παραγωγής, στην εξειδίκευσή του και στην κλίμακα παραγωγής του εργοστασίου (πόσες δηλαδή καρέκλες παράγει σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα).

Η μεθοδολογία είναι η εξής:

α. Ορισμός του τύπου καρέκλας που θα κατασκευαστεί.

Σε αυτό το σημείο γίνεται ανάλυση αγοράς και των αναγκών/δυνατοτήτων του κατασκευαστή και ορίζονται αναλυτικά τα γενικά χαρακτηριστικά της καρέκλας που θα κατασκευαστεί: π.χ.(πολυ περιληπτικά):

“Μιά καρέκλα από μασίφ ξυλεία που να χρησιμοποιηθεί σε τραπεζαρία και ειδικότερα σε καταστήματα εστίασης Α' κατηγορίας.”

Εδώ ορίσαμε τον πελάτη (καταστ. εστίασης Α' κατηγορίας) και τον χρήστη (ο πελάτης των καταστημάτων αυτών) και **καταγράφουμε τις ανάγκες τους** ξεχωριστά (π.χ.):

καταστήματα εστίασης Α' κατηγορίας:

- Μέτριο προς υψηλό κόστος για την αγορά σαν σύνολο.
- Διαφοροποίηση σε στυλ και σχεδιασμό.
- Υψηλή ποιότητα κατασκευής.
- Πιθανή ανάγκη για να στοιβάζονται οι καρέκλες για αποθήκευση.
- Μικρή ανάγκη συντήρησης.
- Πολυ καλό και ανθεκτικό φινίρισμα.

ο πελάτης των καταστημάτων αυτών:

- Υψηλή ποιότητα και σχεδιασμός(αναγνώριση της προστιθέμενης αξίας).
- Έξοχη εργονομικά στη χρήση.

Στόχος του κατασκευαστή είναι η ικανοποίηση των ανωτέρω αναγκών με το μικρότερο δυνατό κόστος παραγωγής, δηλαδή:

- Μικρός όγκος πρώτης ύλης ανά τεμάχιο.
- Βέλτιστη χρήση πρώτης ύλης – Αύξηση ποσοτικής απόδοσης (δηλαδή: όσο το δυνατόν λιγότερη “φύρα” κατα την παραγωγική διαδικασία).
- Λιγότερα μέρη ή/και χρήση απολύτως ομοίων μερών σε περισσότερα σημεία στην καρέκλα (μικρότερος πίνακας υλικών), το οποίο συνεπάγεται χρήση μικρότερου αριθμού μηχανημάτων – μεγαλύτερη τυποποίηση – μείωση πολυπλοκότητας
- Λιγότερες και δυνατότερες συνδέσεις μεταξύ των μερών.
- Απλοποίηση Λείανσης και Φινιρίσματος των μερών και της καρέκλας σαν σύνολο.

β. Σχεδιασμός καρέκλας (το στάδιο αυτό περιγράφεται αναλυτικά στο μάθημα του Βιομηχανικού Σχεδιασμού, εδώ θα δούμε τα στάδια περιληπτικά).

- Σκίτσα – ιδέες
- Επιλογή ιδέας-ων
- Εργονομική ανάλυση
- Ανάλυση συνδέσεων μεταξύ των μερών
- Κατασκευή σχεδίου σε κλίμακα 1:1

- Προσαρμογή σχεδίου με κατασκευαστικές λεπτομέρειες ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής.
- Κατασκευή πρωτότυπου μοντέλου (1:1)
- Έλεγχος πρωτότυπου (σχεδιαστικά, κατασκ/στικά, στατικά και εργονομικά)
- Βελτίωση σχεδίου σύμφωνα με τα συμπεράσματα του ελέγχου
- Κατασκευή τελικού πρωτότυπου και τελικός έλεγχος.
- Σχεδιασμός τελικών σχεδίων παραγωγής

γ. Δοκιμαστική παραγωγή. Στο στάδιο αυτό ελέγχεται η δυνατότητα παραγωγής της καρέκλας στην πράξη σε συνθήκες πλήρους παραγωγής. Για το σκοπό αυτό πρέπει να προετοιμαστεί το εργοστάσιο με τα κατάλληλα καλούπια και μηχανήματα για την παραγωγή ενός αριθμού καρεκλών. Η παραγωγική διαδικασία ελέγχεται στενά και τα συμπεράσματα του ελέγχου χρησιμοποιούνται για την βελτίωση της παραγωγής της καρέκλας.

- Δημιουργία Πίνακα Υλικών
- Δημιουργία Σχεδιαγράμματος Παραγωγής (αναλυτικά τα στάδια)
- Δημιουργία καλουπιών ή/και Προγραμματισμός Ψηφιακών Εργαλειομηχανών (όταν προκύψει η ανάγκη)
- Παραγγελία πρώτων υλών (ξυλείας)
- Επεξεργασία πρώτων υλών (π.χ. ξήρανση, επιλογή και προετοιμασία)
- Μηχανική επεξεργασία ξυλείας (κοπή)
- Λείανση
- Συναρμολόγηση – Συγκόλληση
- Λείανση, Βαφή – Φινίρισμα
- Συσκευασία
- Καταγραφή συμπερασμάτων και βελτίωση παραγωγής

δ. Συμμετοχή σε Εκθέσεις και λήψη παραγγελιών.

ε. Τελική παραγωγή. Αυτό είναι το τελικό στάδιο όπου ο παραγωγός έχει επιλύσει τα περισσότερα προβλήματα παραγωγής. Έχει παραγγελίες για την κατασκευή της και προχωράει στην κανονική παραγωγή στους αριθμούς που χρειάζεται. Ακόμα και τώρα η παραγωγική διαδικασία ελεγχεται συνεχώς για να βελτιωθεί στο μέγιστο.

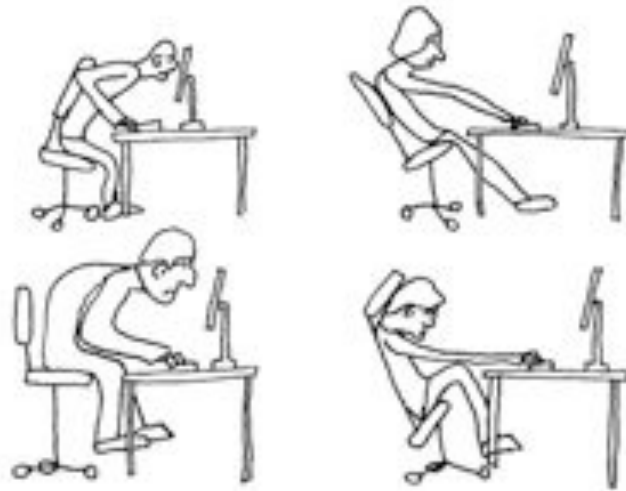
Ένας σχεδιαστής επίπλου, παρόλο που θα πρέπει να έχει αρκετές βασικές γνώσεις για όλα τα στάδια αυτής της μεθοδολογίας, σε ορισμένα από αυτά (π.χ. στάδια β και γ παραπάνω) οι γνώσεις του θα πρέπει να είναι άριστες.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα γίνει μιά ανάλυση των σημαντικότερων πρακτικών γνώσεων που αφορούν το μάθημα αυτό.

2. Βασικές Αρχές Σχεδιασμού και Παραγωγής Καρέκλας

2.1 ΕΡΓΟΝΟΜΙΑ

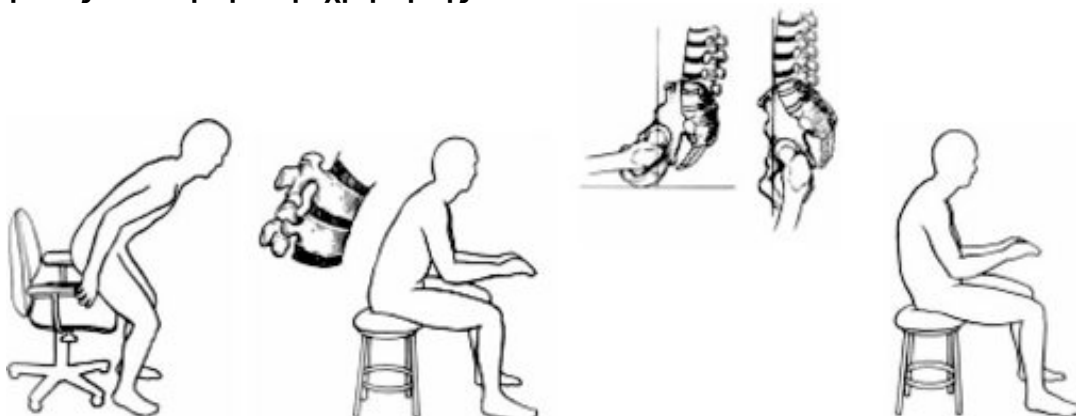
Εργονομία (απο τις λέξεις: έργο + νόμος) είναι η εφαρμογή των επιστημονικών πληροφοριών που αφορούν στον άνθρωπο για το σχεδιασμό αντικειμένων, συστημάτων και χώρων για ανθρώπινη χρήση¹. Η εργονομία θα πρέπει να εφαρμόζεται σε οτιδήποτε αφορά στον άνθρωπο, π.χ. συστήματα εργασίας, ξεκούρασης, διασκέδασης, άθλησης κτλ. και κάθε αντικείμενο στο ανθρώπινο περιβάλλον θα πρέπει να σχεδιάζεται σύμφωνα με τις αρχές της εργονομίας.



Αλλά τί ακριβώς είναι μια καλή – εργονομικά – καρέκλα? Οι ερευνητές, οι κατασκευαστές αλλά και οι σχεδιαστές εδώ και πάνω από 100 χρόνια προσπαθούν να βρουν μία απάντηση σε αυτή την ερώτηση. Σήμερα είναι ακόμα πιο επιτακτικό από πριν για τους σχεδιαστές να σχεδιάζουν καρέκλες που να είναι αναπαυτικές και να μην κουράζουν τον χρήστη, μια και ο άνθρωπος κάθεται περισσότερο από πριν στην εργασία αλλά και στο σπίτι του.

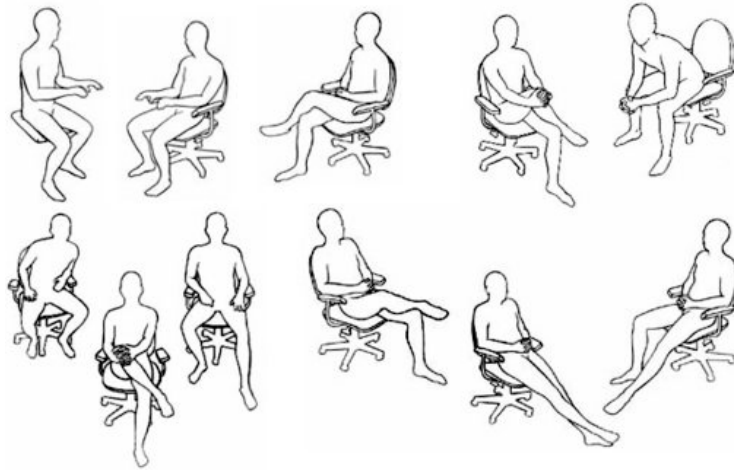
Οι έρευνες έδειξαν ότι :

- 1. οι σχεδιαστές πρέπει να σχεδιάζουν κάθε καρέκλα ανάλογα με την συγκεκριμένη χρήση για την οποία προορίζεται η καρέκλα** (π.χ. καρέκλα εργασίας σε Η/Υ, καρέκλα εργασίας σε γραφείο χωρίς Η/Υ, καρέκλα αναμονής, καρέκλα τραπεζαρίας, καρέκλα ανάπαυσης κτλ.)
- 2. Οι καρέκλες πρέπει να υποστηρίζουν τον χρήστη στα σωστά σημεία του σώματος ανάλογα με την χρήση της.**



¹ International Ergonomics Association, 2007, www.iea.cc

3. Οι καρέκλες πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να ενθαρρύνουν τους χρήστες τους να αλλάζουν στάση συχνά.



4. Μία καρέκλα σχεδιασμένη για τον μέσο άνθρωπο του πληθυσμού στον οποίο απευθύνεται δεν είναι, πλέον, ικανοποιητική. Μία καρέκλα πρέπει να βγαίνει σε διαφορετικά μοντέλα που διαφοροποιούνται στις διαστάσεις τους ανάλογα με τον χρήστη ή να έχουν την δυνατότητα να προσαρμόζονται στις διαστάσεις του χρήστη.

Παρακάτω θα δούμε μερικές γενικές οδηγίες και αρχές που χρησιμοποιούνται από τους σχεδιαστές κατά την έναρξη της μελέτης και σχεδιασμού μίας καρέκλας. Σε καμμία περίπτωση αυτές δεν πρέπει να θεωρηθούν απόλυτα σωστές. Η κάθε καρέκλα πρέπει να ελέγχεται στην πράξη (εργονομικά) πριν παραχθεί μαζικά.



Εικόνα Επάνω:

Ρυθμιζόμενη κατασκευή για την εύρεση των σωστών, εργονομικά, διαστάσεων καρέκλας από τους John και Caroline Grew-Sheridan.²

² ChairMaking and Design, Jeff Miller, Taunton Press

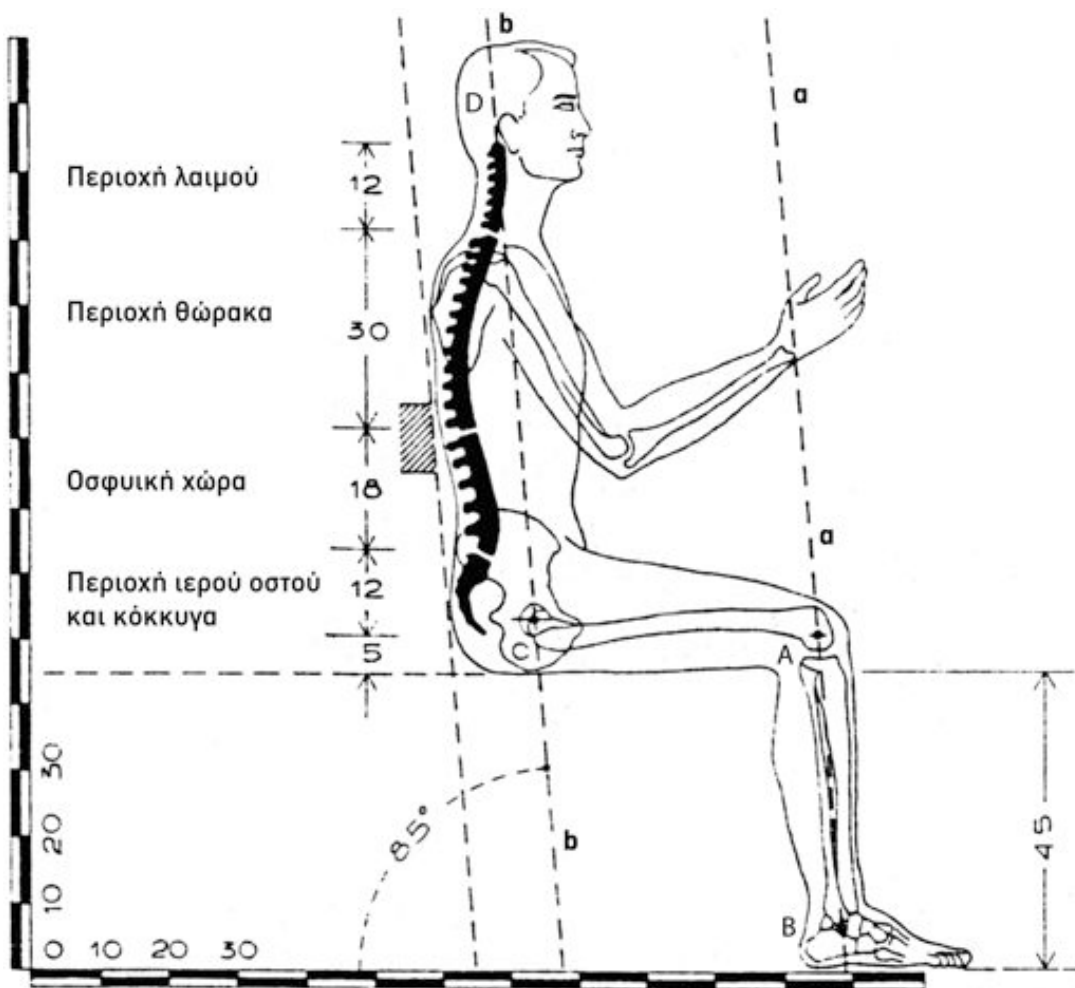
2.1.1 Καρέκλες / Chairs

Η ευθεία **a** (δες σχήμα 1) ενώνει το κέντρο περιστροφής του κνημιαίου οστού (καλάμι) (**A**) με τον σύνδεσμο μεταξύ κνημιαίου οστού (καλάμι) και αστραγάλου(**B**). Η ευθεία **b** ενώνει την άρθρωση του γοφού (**C**) με τον σύνδεσμο μεταξύ άτλαντα και ινίου (**D**) (σημείο ένωσης σπονδυλικής στήλης με κρανίο).

Στις καρέκλες, για $h = 45$ cm (ύψος καθίσματος) έχουμε την **b** παράλληλη με την **a**. Αυτές οι ευθείες δημιουργούν μια γωνία 85° επί της οριζόντιας. Μια τέτοια γωνία (85°) μπορεί να υιοθετηθεί ως κλίση της πλάτης της καρέκλας.

Γιά καλή στήριξη της πλάτης, μία επιφάνεια ύψους τουλάχιστον δέκα εκατοστών τοποθετείται σε απόσταση 35 εκατοστών (κέντρο) από την θέση (περιοχή ανάμεσα στην οσφυϊκή και θωρακική χώρα).

Σχήμα 1. Εργονομικό σχεδιάγραμμα για καρέκλα με διαστάσεις και γωνίες.

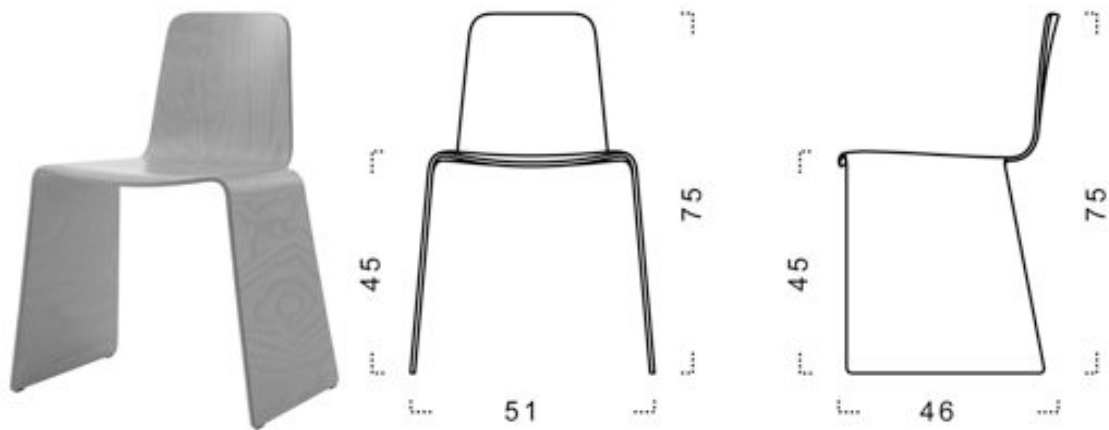


Σε πολλές καρέκλες η επιφάνεια της θέσης έχει κλίση προς τα πίσω από 1 έως 5 μοίρες. Το φάρδος της θέσης συνήθως κυμαίνεται από 40 - 55 εκατοστά. Το βάθος της θέσης από 37 - 45 εκατοστά. Η απόσταση μεταξύ των μπράτσων της καρέκλας είναι συνήθως τουλάχιστον 46-50 εκατοστά. Σε καρέκλες που η θέση τους μικραίνει προς τα πίσω αυτό πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα. Το ύψος των μπράτσων είναι 16-20 εκατοστά από την θέση.³

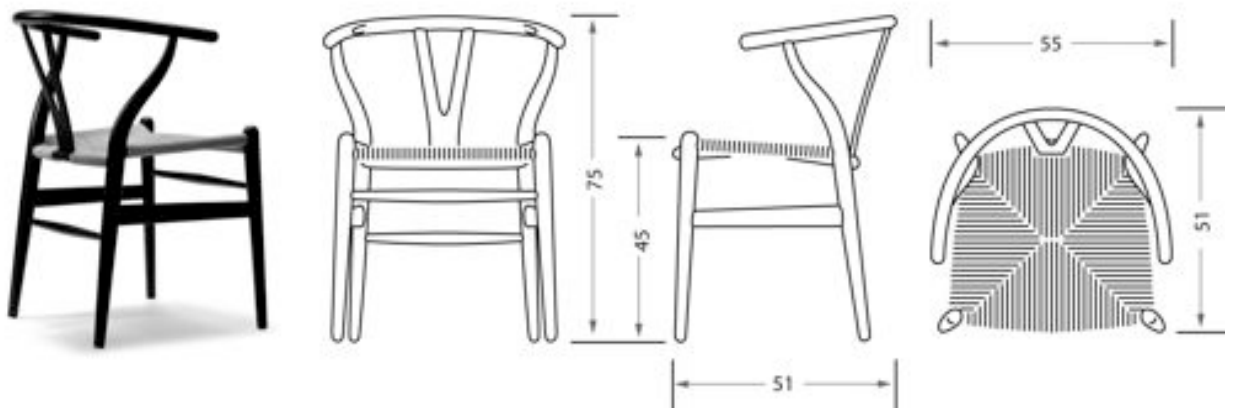
³ Για περισσότερες πληροφορίες βλ.

The measure of Man, H. Dreyfuss, Whitney Library of Design, 1967.

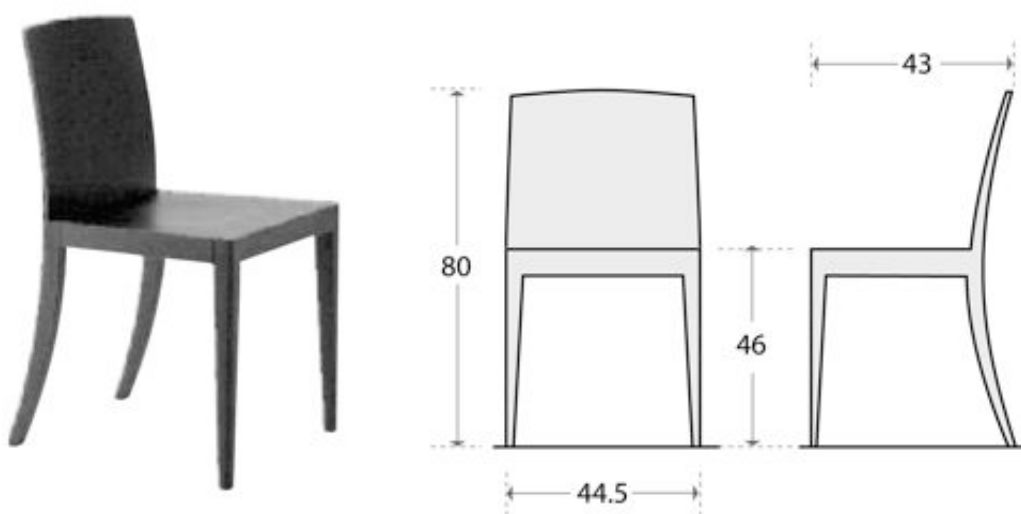
Ακολουθούν παραδείγματα καρεκλών του εμπορίου:



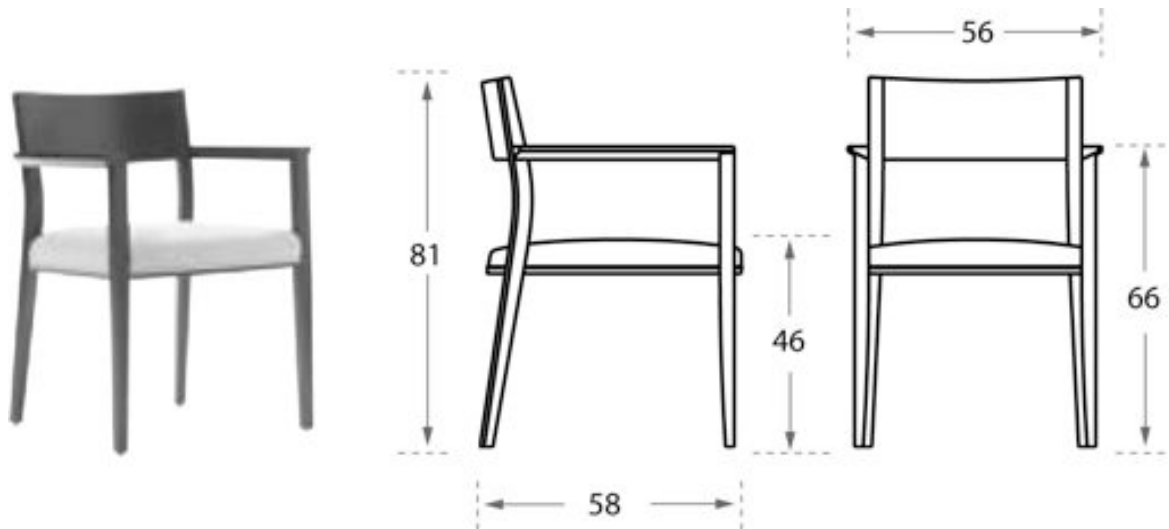
Καρέκλα **NXT**, **Peter Karpf** για την εταιρεία **Iform**



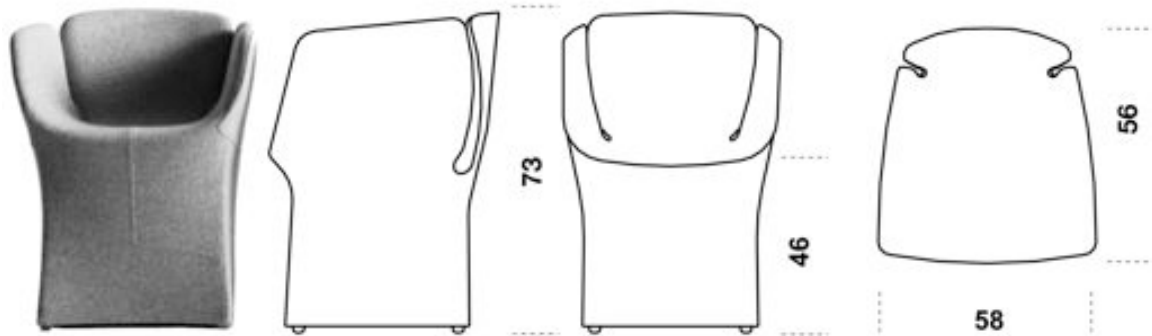
Καρέκλα **CH24** ή "Wishbone chair", **Hans J Wegner** 1949



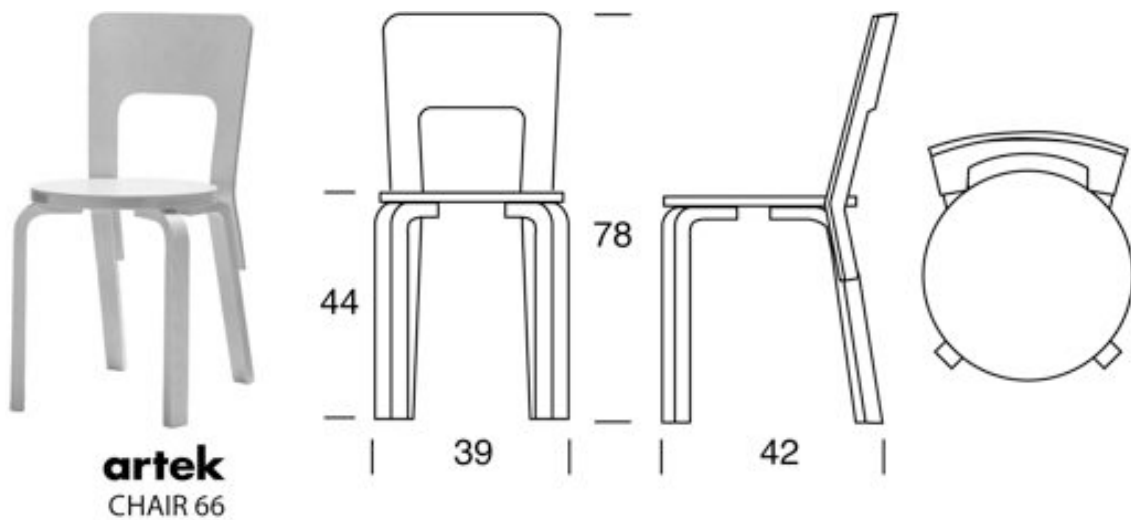
Καρέκλα **Lina**, **Studio B** για την εταιρεία **Brayton International USA**



Καρέκλα **Kathryn Guest**, σχεδιασμός **Studio B** για την εταιρεία **Brayton International USA**



Καρέκλα **Bloomy**, σχεδιασμός **Patricia Urquiola** για την εταιρεία **Moroso**, 2004



Καρέκλα **66**, **Alvar Aalto** για την εταιρεία **Artek**, 1933

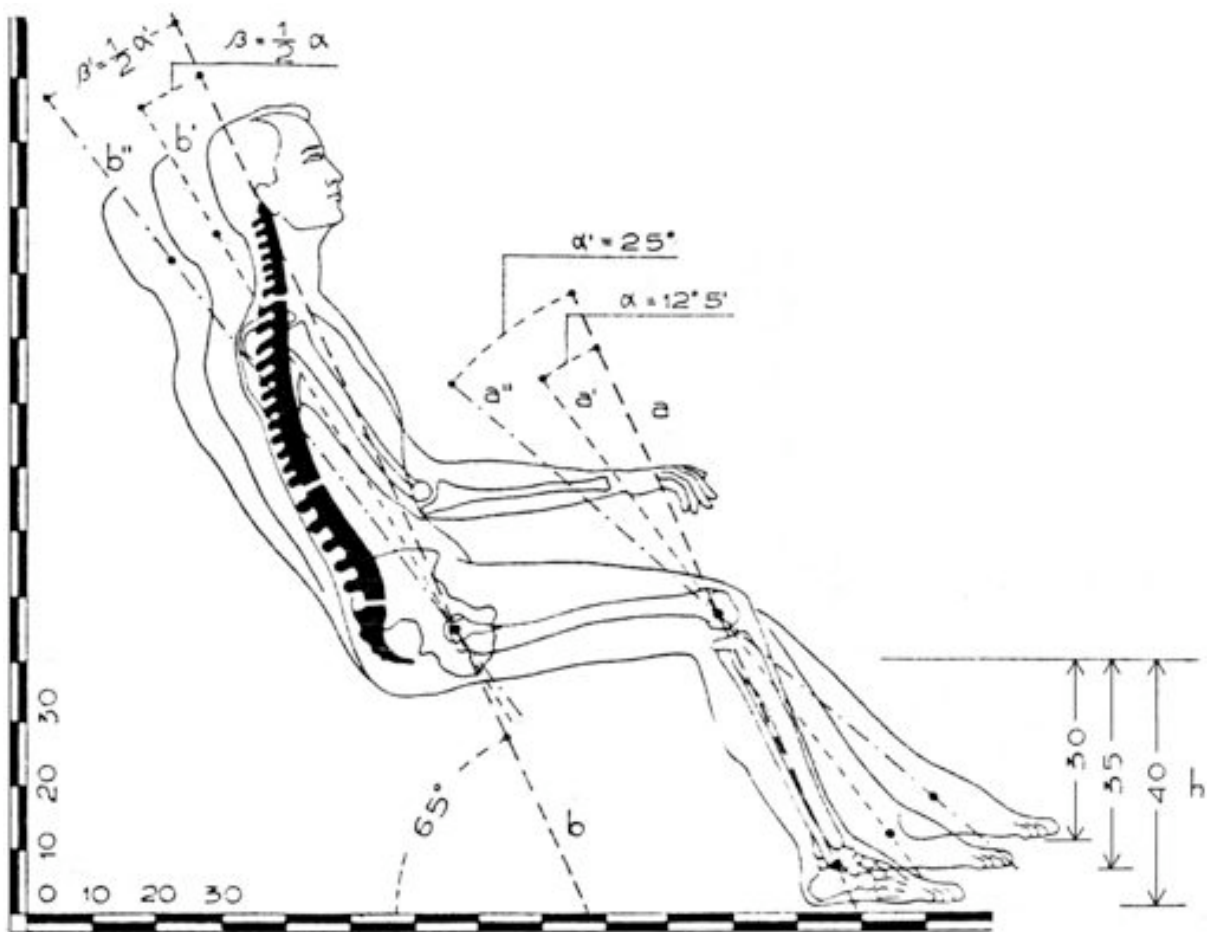
2.1.2 Πολυθρόνες / Armchairs

Ακολουθώντας τη λογική του προηγούμενου σχήματος για τις καρέκλες (Σχήμα 1):

Στις πολυθρόνες το **ύψος καθίσματος (h)** είναι μεταξύ **30 και 40 εκατοστά**.
Για ύψος $h = 40$, οι ευθείες **a** και **b** είναι παράλληλες και σε γωνία 65° (μοιρών) επί της οριζόντιας.

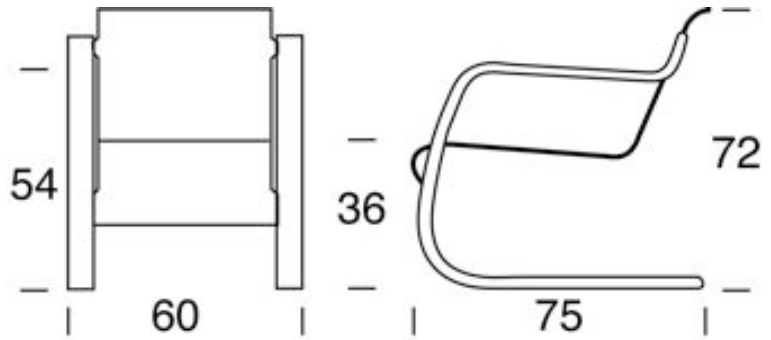
Για μη συγκεκριμένο ύψος h (ανάμεσα στα 30 και 40 εκατοστά) η ευθεία **a** περιγράφει μία γωνία α και αντίστοιχα η ευθεία **b** περιγράφει μια γωνία $\beta = \alpha / 2$ που αφαιρείται από τις αντίστοιχες γωνίες των **a** και **b** (65°).

Η ευθεία στις -κατά αυτό τον τρόπο καθορισμένες- θέσεις δημιουργούν την κλίση του ποδιού και του σώματος.

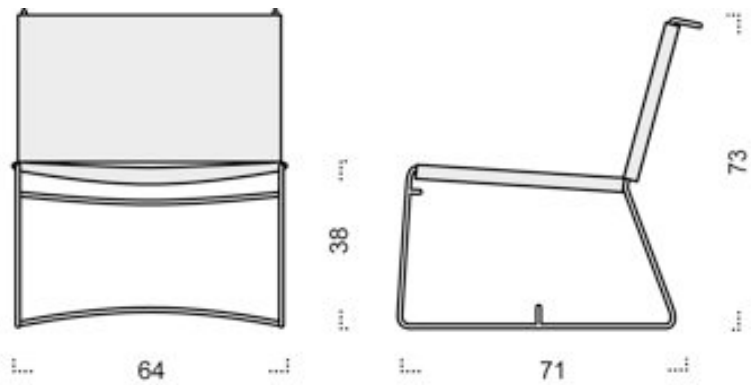


Σχήμα 2. Εργονομικό σχεδιάγραμμα για άνθρωπο που κάθεται σε πολυθρόνα και τις ανάλογες προτεινόμενες γωνίες.

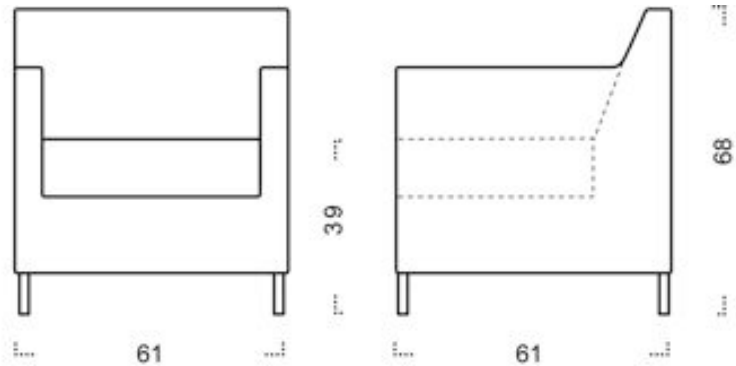
Ακολουθούν παραδείγματα πολυθρόνων του εμπορίου:



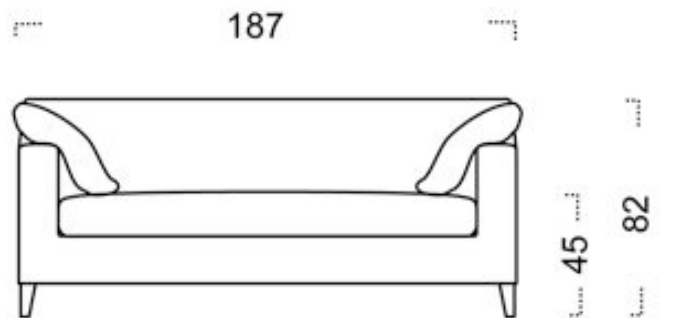
Πολυθρόνα 42, **Alvar Aalto** for **Artek** 1932



Πολυθρόνα FIL, **Patrick Mourgue** for **Lignet Roset**



Πολυθρόνα Luca, **Lignet Roset**

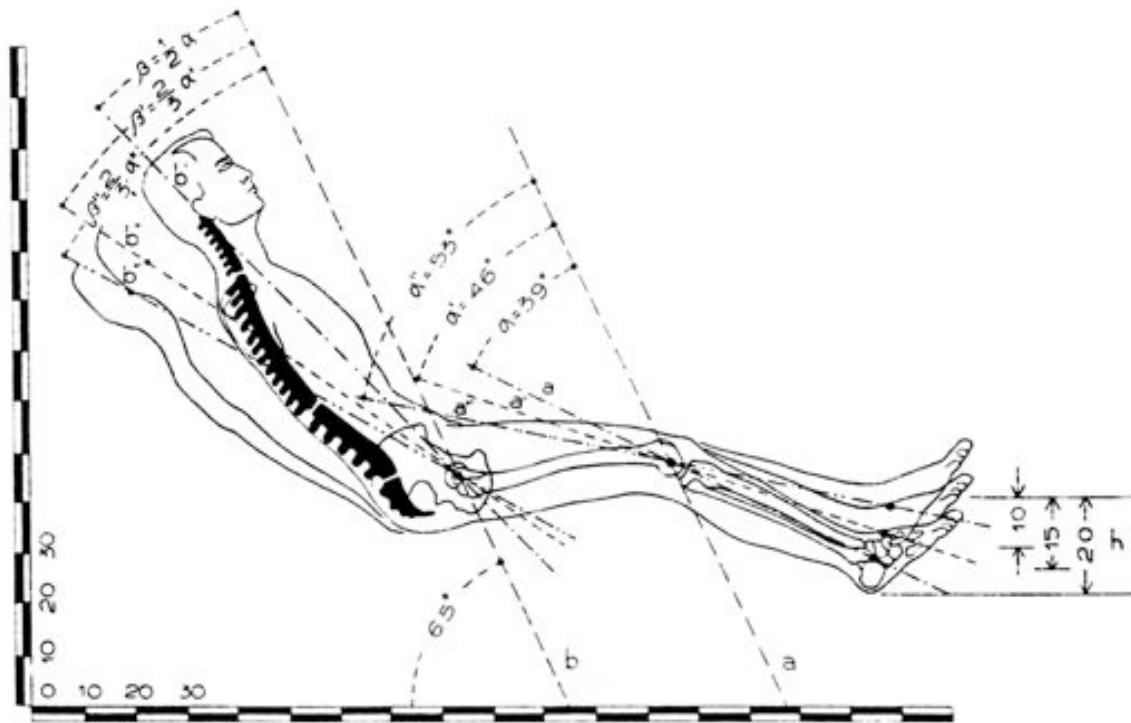


Καναπές της εταιρείας **Lignet Roset**

2.1.3 Ανάκλιτρα / Chaise-longue

Στα ανάκλιτρα (chaise-longue) το ύψος είναι $10 < h < 20$. (Σημείωση: το ύψος εδώ είναι η απόσταση ανάμεσα στο κατώτερο σημείο του ποδιού και το πίσω (εσωτερικό) σημείο του γόνατου, και όχι το ύψος του καθίσματος από το έδαφος)

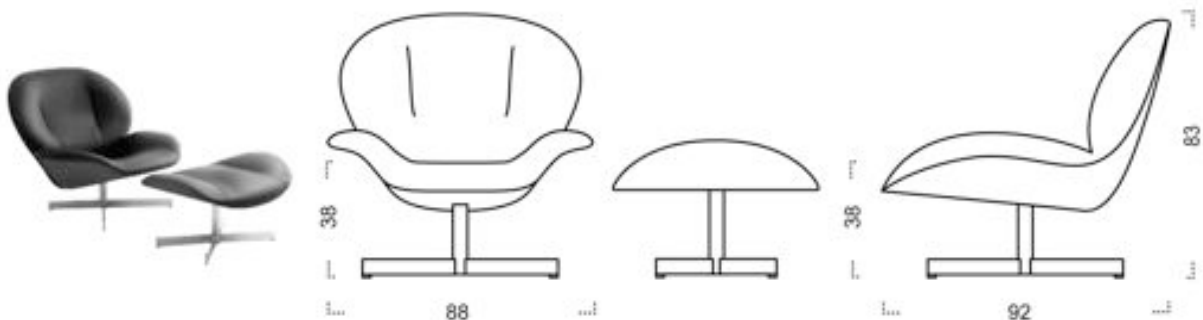
Χρησιμοποιώντας τις ευθείες a και b από το σχήμα της πολυθρόνας (δες σχήμα 2, σελ. 13), και αλλάζοντας τις γωνίες των ποδιών και της πλάτης (του ανθρώπου) καταλήγουμε σε διαφορετικούς συσχετισμούς γωνιών:



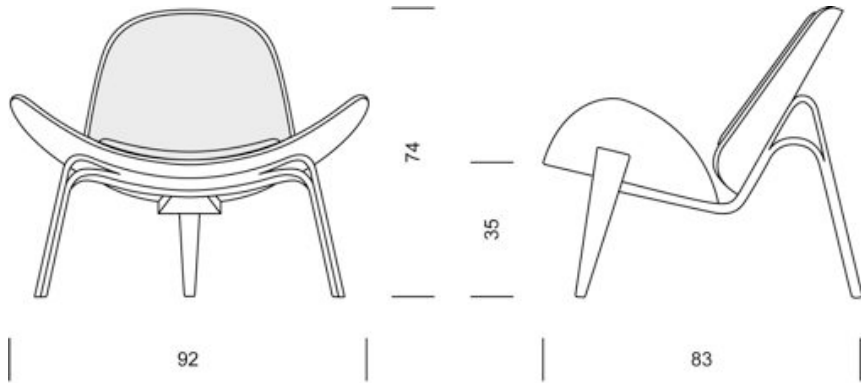
Σχήμα 3. Εργονομικό σχεδιάγραμμα για άνθρωπο που κάθεται σε ανάκλιτρο και τις ανάλογες προτεινόμενες γωνίες.

Όλα τα σχήματα και οι διαστάσεις που περιγράφονται σε αυτό το κεφάλαιο (περι εργονομίας) πρέπει να εκλαμβάνονται σαν σημείο εκκίνησης μιας εργονομικής μελέτης (αφού βασίζονται σε διαστάσεις μέσου όρου) μια και δεν είναι οριστικές και συνεπώς απόλυτα σωστές για κάθε χρήση. Κάθε καρέκλα πρέπει να μελετηθεί και να σχεδιαστεί κατάλληλα σε σχέση με το εύρος διαστάσεων των χρηστών για τους οποίους απευθύνεται.

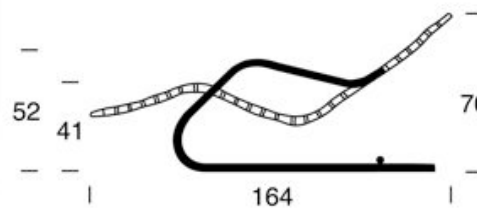
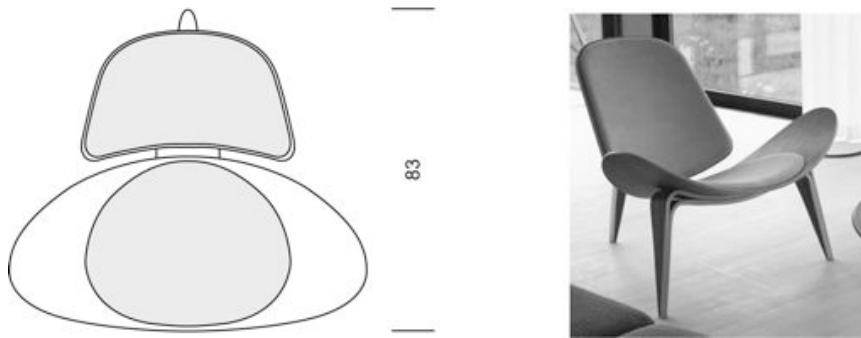
Ακολουθούν παραδείγματα ανάκλιτρων του εμπορίου:



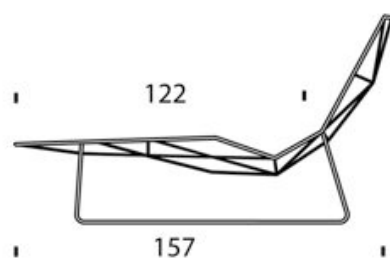
Ανάκλιτρο **MYO**, **Patrick Mourgue** για την εταιρεία **Lignet Roset**



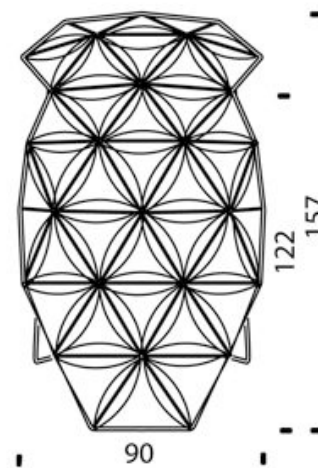
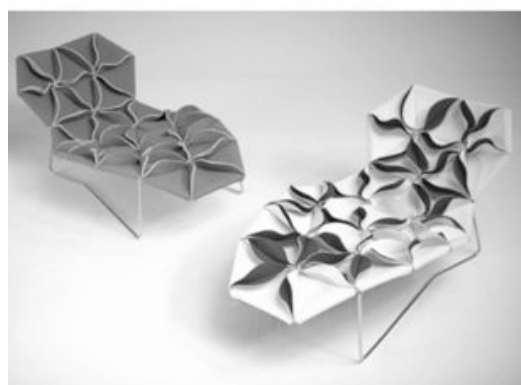
Πολυθρόνα-Ανάκλινδρo
07, **Hans J Wegner**,
1963



Ανάκλινδρo 43, **Alvar Aalto** για την εταιρεία **Artek**, 1937

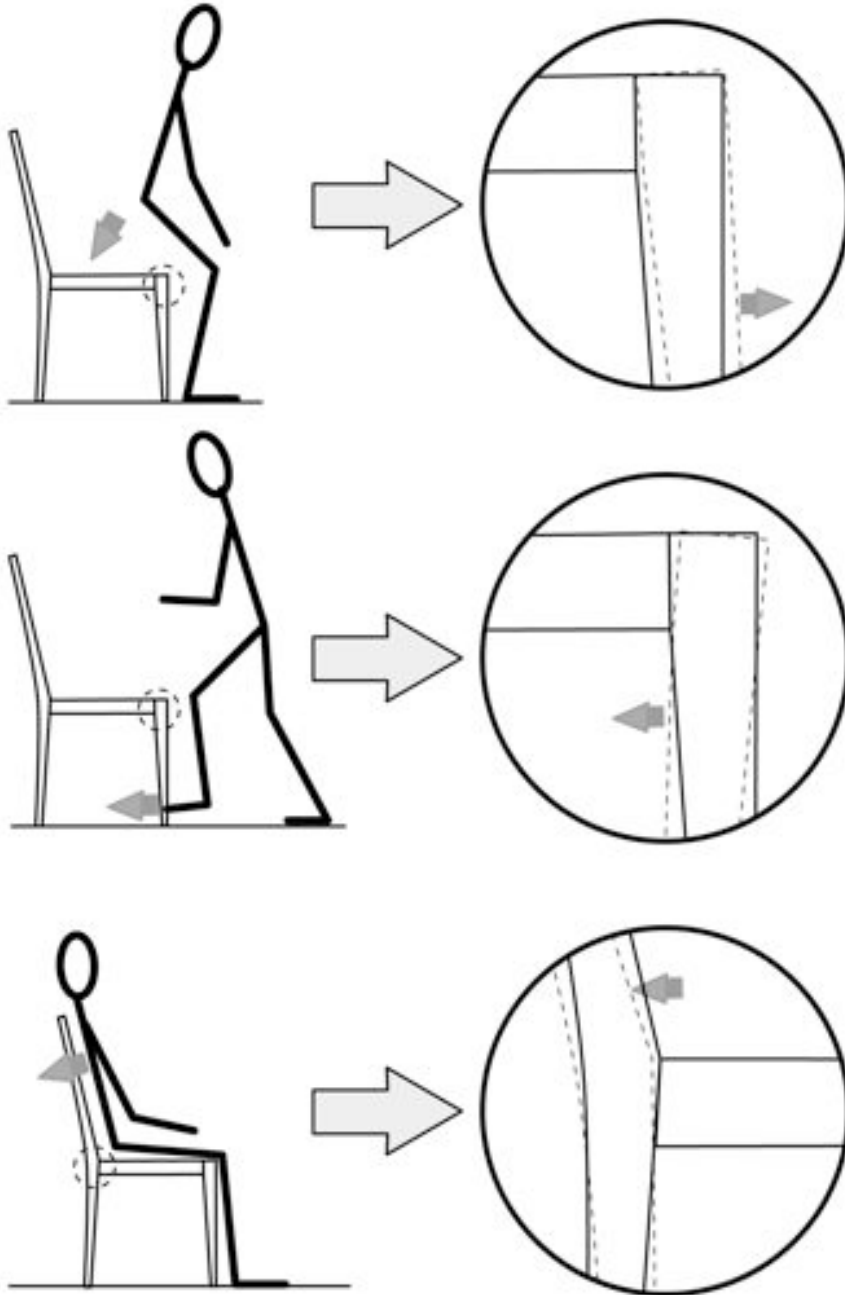


(κάτω) Ανάκλινδρo
Antibodi, design **Patricia Urquiola** για την εταιρεία **Moroso** 2006



2.2 Δυναμικές Καταπονήσεις καρέκλας – Συνδέσεις.

Στο σχήμα παρακάτω βλέπουμε τις ποιό συνήθεις καταπονήσεις μιάς καρέκλας. Όπως παρατηρούμε οι τέσσερις συνδέσεις ανάμεσα στις πλαινές τραβέρσες (*side rails*) της θέσης/καθίσματος (*seat*) και τα τέσσερα πόδια (*legs ή posts*) είναι οι πιό ευαίσθητες. Συχνά η σύνδεση ανάμεσα στα πίσω πόδια και τις πλαινές τραβέρσες είναι αυτή που καταστρέφεται πρώτη.



Είναι σαφές ότι για να αντέξει σε όλες αυτές τις καταπονήσεις η καρέκλα πρέπει να συνδεθούν τα μέρη της με τον καλύτερο τρόπο.

Πρίν μιλήσουμε για τις συνδέσεις όμως ας δούμε τι ενισχύσεις βάζουμε σε μια καρέκλα:

α. Γωνιακοί Τάκοι (*Corner Blocks ή Angle Blocks*).

Ο πρωταρχικός ρόλος των γωνιακών τάκων είναι να ενισχύσουν την σύνδεση ανάμεσα στις τραβέρσες (*rails ή rungs*) και τα πόδια, έτσι ώστε **1.** να μην καταστραφεί η σύνδεση εύκολα αλλά και **2.** να συγγρατήσει τα μέρη όταν η σύνδεση καταστραφεί. Στην περίπτωση που η σύνδεση καταστραφεί η καρέκλα κουνιέται αλλά μπορεί ακόμα κάποιος να καθίσει σε αυτήν. Σε αυτούς τους τάκους επίσης συνδέεται το τελάρο της θέσης με την καρέκλα.

Οι τάκοι αυτοί συνδέονται με τις τραβέρσες (ή και τα πόδια) με διάφορους τρόπους όπως με κόλλα, με βίδες, με καρφιά, με συνδέσεις τύπου “finger-join” κτλ.



*Στην φωτογραφία αριστερά βλέπουμε ότι οι γωνιακοί τάκοι χρησιμοποιούνται **ακόμα και σε καρέκλες με μεγάλες διατομές ποδιών και τραβερσών.***

β. Μπράτσα (Arms)

Εκτός από την προφανή λειτουργία τους, τα μπράτσα μίας καρέκλας ενισχύουν τις συνδέσεις και τις σταθεροποιούν όπως και οι Γωνιακοί Τάκοι πιο πάνω εμποδίζοντας την κίνηση των μερών μεταξύ τους τη στιγμή της δυναμικής καταπόνησης.

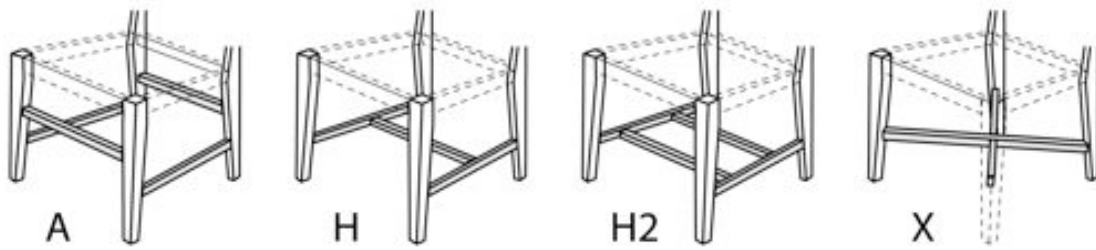


Στην φωτογραφία αριστερά βλέπουμε την ίδια καρέκλα με μπράτσα. Η επιπλέον σύνδεση μεταξύ πλευρικής τραβέρσας (side rail) και πίσω ποδιού (back leg) μέσω του μπράτσου (arm), ενισχύει την σταθερότητα και αντοχή των συνδέσεων της καρέκλας.

Στην φωτογραφία δεξιά βλέπουμε ένα άλλο παράδειγμα καθίσματος (πολυθρόνας) με γωνιακούς τάκους και μπράτσα (από μασίφ, κουρμπανιστό, μέσω άτμισης, ξύλο κερασιάς).



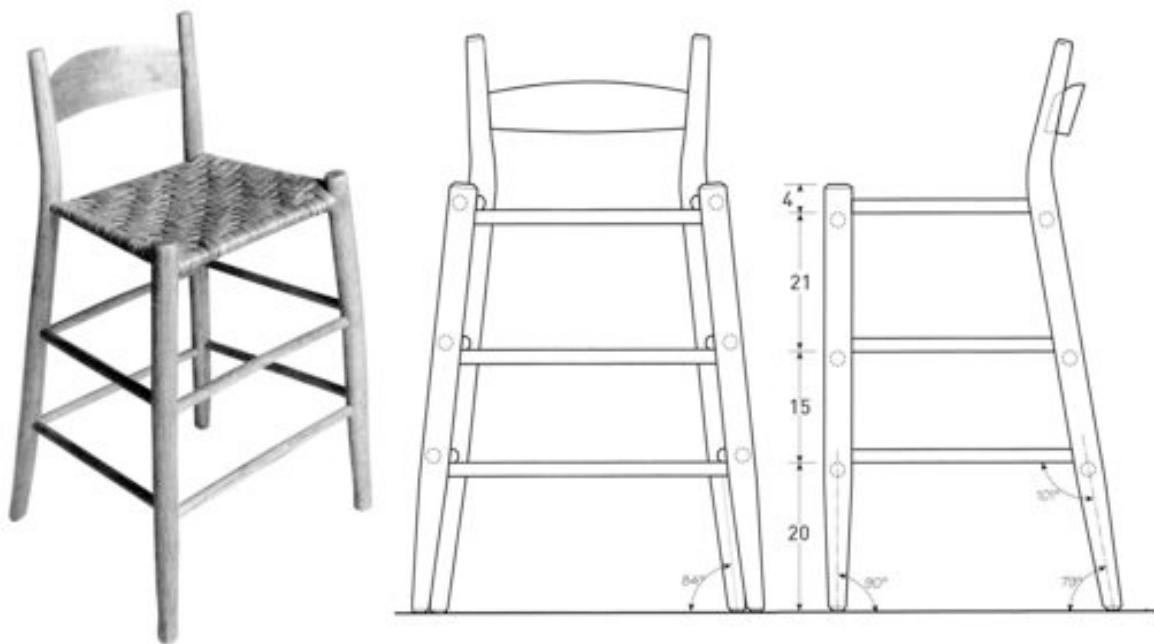
γ. Βοηθητικές (ενισχυτικές) Τραβέρσες ή Καΐτια (*Stretchers ή rungs*)



Σχέδιο με μερικούς συχνοί σχηματισμούς από Βοηθητικές Τραβέρσες

Αυτές οι τραβέρσες τοποθετούνται ανάμεσα στα πόδια και κάτω από το επίπεδο της θέσης σε διάφορους σχηματισμούς απλά και μόνο για να ενισχύσουν τις συνδέσεις και να εμποδίσουν την πλάγια και/ή εμπρός-πίσω κίνηση των μερών. Κατά την καταπόνηση ενός μέρους (π.χ. πίσω πόδι), η δύναμη καταπόνησης μοιράζεται με τα υπόλοιπα μέρη στα οποία είναι αυτό συνδεδεμένο. Έτσι, **η κατασκευή σαν σύνολο αντέχει μεγαλύτερες δυνάμεις καταπόνησης απ'ότι τα μέρη της**. Ειδικά όταν οι διατομές των μερών (πόδια – τραβέρσες) είναι μικρές τότε οι Βοηθητικές Τραβέρσες είναι απαραίτητες.

Οι Βοηθητικές Τραβέρσες δεν παρέχουν την ασφάλεια των γωνιακών τάκων, κυρίως επειδή οι ενώσεις ανάμεσα στα πόδια και τις Βοηθητικές Τραβέρσες είναι πολύ απλές και μικρές, με αποτέλεσμα να “χαλαρώνουν” σχετικά γρήγορα.



Εικόνα και σχέδιο επάνω : Ψηλό κάθισμα (*Bar stool*) με πολλές Βοηθητικές Τραβέρσες (*stretchers ή rungs*) και ψάθινο κάθισμα, χωρίς γωνιακούς τάκους (*corner blocks ή angle blocks*). Οι συνδέσεις είναι με στρόγγυλα Μόρσα και Εγκοπές (*Tenon and Mortise*).⁴

⁴ The chairmakers Workshop, Drew Langsner, Lark Books, Syerling Publishing Inc.

Εικόνα κάτω: Σχέδιο “έκρηξη” (exploded drawing) μιας καρέκλας στυλ Queen Anne⁵ (Αγγλία 1702 - 1714) με λεπτομέρειες όλων των κομματιών της καρέκλας και των συνδέσεων τους (χωρίς Μπράτσα). Παρατηρήστε την χρήση Γωνιακών Τάκων (Angle blocks) και Βοηθητικών Τραβερσών (stretchers), και επίσης την ποικιλία των τρόπων σύνδεσης. Είναι αξιοσημείωτη η χρήση καβίλιας για την ενίσχυση (κλείδωμα) των συνδέσεων Μόρσου-Εγκοπής (Tenon-Mortise). Είναι μία ένδειξη της έλλειψης εμπιστοσύνης που είχαν οι κατασκευαστές για τις κόλλες της εποχής.

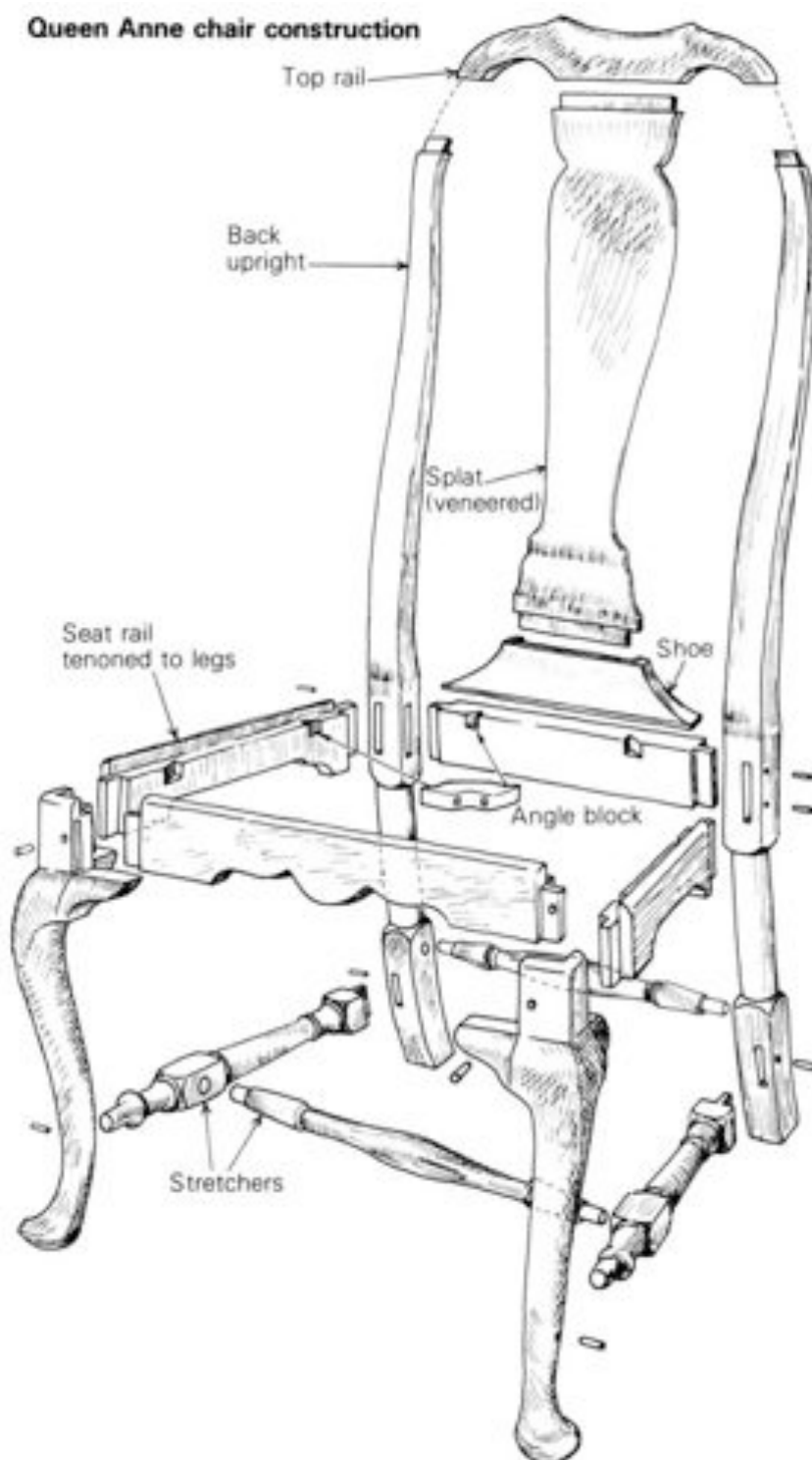


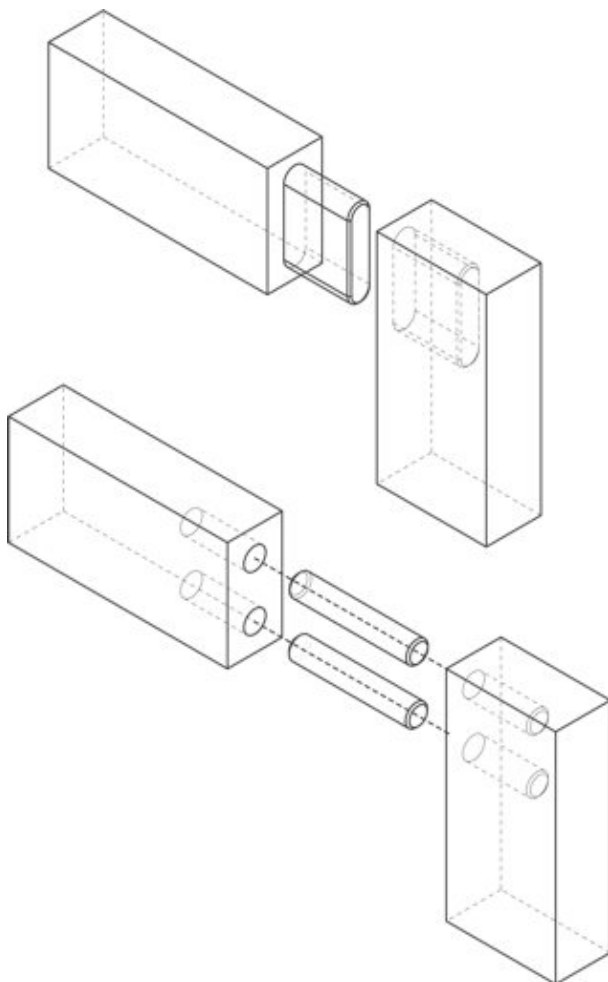
Illustration: Christopher Clapp. Adapted from *The Shorter Dictionary of English Furniture*.

⁵ Fine Woodworking on Chairs and Beds, Taunton Press

2.3. Ανάλυση/Σχεδιασμός Συνδέσεων μεταξύ των μερών της Καρέκλας.

Η ανάλυση συνδέσεων είναι κάτι που θα πρέπει να το σκεφτούμε από την αρχή και παράλληλα με τον σχεδιασμό αλλά και κάτι που πιθανώς να αναθεωρήσουμε κατά την διάρκεια του σχεδιασμού ή αργότερα κατά την κατασκευή του πρωτότυπου. Είναι πολύ δύσκολο να σχεδιάσουμε “με την πρώτη” την καλύτερη σύνδεση σε ένα εντελώς καινούργιο σχέδιο καρέκλας. Χρειάζεται μεγάλη εμπειρία και πειραματισμός.

2.3.1. Βασικές συνδέσεις καρέκλας:



Οι πιο συχνές συνδέσεις μερών ξύλινης καρέκλας (και γενικώς μερών ξύλου) είναι:

A. Μόρσο – Εγκοπή (Tenon - Mortise) όπως βλέπουμε στο σχήμα αριστερά – επάνω, είναι ο πιο συνηθής και αρκετά δυνατός τρόπος σύνδεσης μεταξύ μερών καρέκλας. Η χρήση Μόρσου – Εγκοπής απαιτεί πολύ καλό προγραμματισμό και ακρίβεια στην κατασκευή.

Γενικοί κανόνες χρήσης Μόρσου – Εγκοπής:

1. Το πάχος του Μόρσου ή της Εγκοπής πρέπει να είναι, περίπου το ένα τρίτο (1/3) με ένα δεύτερο (1/2) του πάχους του ξύλου στο οποίο θα γίνει.

2. Το ύψος και το βάθος του εξαρτώνται από τις διαστάσεις των ξύλων. Συνήθως είναι καλό να είναι όσο πιο πολύ μεγάλα γίνεται αλλά χωρίς να αποδυναμώνουν το υπόλοιπο ξύλο (δες σελ. 23).

3. Σε ένα καινούργιο σχέδιο πετυχαίνουμε μεγαλύτερη ακρίβεια όταν κατά το στάδιο της πειραματικής κατασκευής της σύνδεσης κάνουμε τις Εγκοπές πρώτα

και τα Μόρσα αργότερα.

4. Το βάθος της Εγκοπής όπου θα μπει το Μόρσο πρέπει να είναι ένα με τρία χιλιοστά πιο βαθύ από το μήκος του Μόρσου για να αποφύγουμε τις υδραυλικές πιέσεις που ασκούνται λόγω της κόλλας όταν συναρμολογούμε τα μέρη.

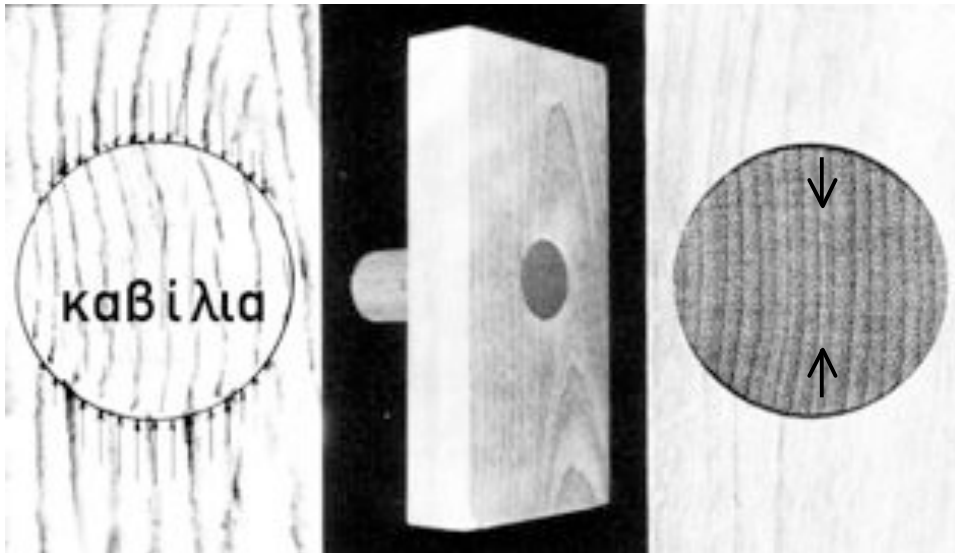
B. Καβίλιες (dowels)

Οι καβίλιες, στο πρόσφατο παρελθόν, ήταν πολύ διαδεδομένες στην κατασκευή καρεκλών, ιδιαίτερα σε μεγάλα εργοστάσια παραγωγής λόγω της αυξημένης ταχύτητας στη κατασκευή και συναρμολόγηση. Με τα σωστά μηχανήματα η παραγωγή με καβίλιες είναι **πολύ γρήγορη, ακριβής και εύκολα επαναλήψιμη.**

Ένα από τα βασικότερα και μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της καβίλιας είναι ότι επιτρέπει την σύνδεση δύο κομματιών ξύλου με οποιοδήποτε σχήμα, όποια και αν είναι η γωνία σύνδεσης τους. Το μόνο που χρειάζεται είναι οι δύο επιφάνειες στις οποίες θα εφαρμοστεί ο σύνδεσμος να ταιριάζουν και να υπάρχει αρκετό ξύλο από την πίσω πλευρά ώστε να δημιουργηθούν οι σπές μέσα στις οποίες θα εισχωρήσουν οι καβίλιες.

Παρόλα αυτά η σύνδεση με καβίλιες έχει αποδειχθεί ότι τελικά **δεν** είναι μια σύνδεση που αντέχει τόσο καλά στις καταπονήσεις που δέχεται μιά καρέκλα κατά την χρήση της!

Το πίο σημαντικό μειονέκτημα της σύνδεσης με καβίλια είναι η παραμόρφωση της καβίλιας μετά από την φυσιολογική **ρίκνωση-διόγκωσή** της, λόγω της μεταβολής περιεκτικότητας σε υγρασία. Αυτή η ρίκνωση-διόγκωση είναι διαφορετικής έντασης προς διαφορετικές κατευθύνσεις. Στη σύνδεση Μόρσου – Εγκοπής αυτό το φαινόμενο συμβαίνει επίσης αλλά με μικρότερες επιπτώσεις στη σύνδεση λόγω της γεωμετρίας του. Στο σχήμα παρακάτω βλέπουμε την παραμόρφωση σύνδεσης με καβίλια μετά από αλλαγές στην υγρασία.



Εικόνα επάνω: Ρίκνωση-διόγκωση καβίλιας μετά από αλλαγές σε περιεκτικότητα σε υγρασία⁶. Στα δεξιά βλέπουμε ότι η καβίλια αποκολλήθηκε από το ξύλο στην επάνω και κάτω επιφάνεια.

Η παραμόρφωση αυτή έχει σαν συνέπεια την μείωση της επιφάνειας κόλλησης μεταξύ της καβίλιας και του άλλου ξύλινου κομματιού. Το αποτέλεσμα είναι η σύνδεση να αποδυναμώνεται αμέσως μετά την παραμόρφωση (η οποία συμβαίνει σε ένα διάστημα λίγων ημερών/εβδομάδων μετά την συγκόλληση). Η σύνδεση με Μόρσο – Εγκοπή, παρόλο που και αυτή υποφέρει από τη συστολή διαστολή των μερών, αντέχει περισσότερο στις πιέσεις και δεν αποδυναμώνεται με τον ίδιο τρόπο.

Γενικοί κανόνες χρήσης καβίλιας:

- **Η διάμετρος της καβίλιας δεν πρέπει να είναι πολύ μεγαλύτερη από το μισό του πάχους του κομματιού που θέλουμε να συνδέσουμε.** Σε αντίθετη περίπτωση υπάρχει κίνδυνος να σχιστεί το κομμάτι στο οποίο θα εισάγουμε την καβίλια.
- **Το βάθος το οποίο εισέρχεται η καβίλια μέσα σε κάθε κομμάτι ξύλου δεν πρέπει να είναι μικρότερο από το διπλάσιο της διαμέτρου της.** Εάν το μήκος αυτό είναι μεγαλύτερο τότε η σύνδεση θα είναι δυνατότερη. (υπάρχει μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής/κόλλας).
- Στις περισσότερες περιπτώσεις τοποθετούμε **τουλάχιστον δύο καβίλιες σε κάθε σύνδεση.**
- **Το βάθος της τρύπας όπου θα μπει η καβίλια πρέπει να είναι ένα με τρία χιλιοστά πιο βαθύ** από το μήκος της καβίλιας για να αποφύγουμε τις υδραυλικές πιέσεις που ασκούνται λόγω της κόλλας όταν συναρμολογούμε τα μέρη.

⁶ Fine Woodworking – on Chairs and Beds, Taunton Press, Άρθρο του Bruce Hoadley

2.3.2. Ισοροπίες μεγεθών στις συνδέσεις - Μεγιστοποίηση της επιφάνειας συγκόλλησης – Οικονομία Υλικών.

Κάθε Σχεδιαστής ή Κατασκευαστής καρεκλών, κατα το στάδιο δημιουργίας ενός νέου σχεδίου καρέκλας προσπαθεί να κρατήσει μιά ισοροπία ανάμεσα σε τρεις σημαντικούς παράγοντες:

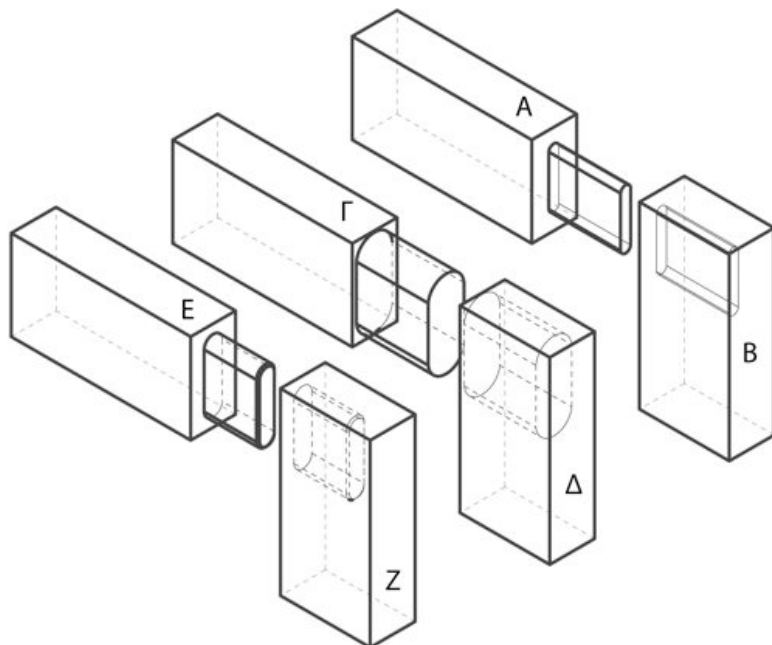
- α. Την **δύναμη της καρέκλας** (που εξαρτάται από την δύναμη των συνδέσεων ανάμεσα στα μέρη της καρέκλας) να αντέχει σε καταπονήσεις κατα την χρήση της,
- β. Την **οικονομία στη χρήση πρώτης ύλης** (ξύλο), και
- γ. Την **απλοποίηση της κατασκευής και συναρμολόγησης** των μερών της.

Έτσι, οι διατομές των μερών (πχ. τραβέρσες, πόδια, κτλ.) μελετούνται προσεκτικά, σε συνδυασμό με την μετρήσιμη δύναμη των συνδέσεων και μετά από διάφορα πειράματα καταλήγουμε στην πιό ισοροπημένη λύση.

Η **δύναμη μιάς σύνδεσης** ανάμεσα σε δύο – τρία ή και τέσσερα μέρη (συχνά πολύ κοντά μεταξύ τους) μιάς καρέκλας **εξαρτάται από τρεις παράγοντες:**

- A. Το μέγεθος της επιφάνειας συγκόλλησης ανάμεσα στα μέρη,**
- B. Τον όγκο (άρα και την δύναμη) των κομματιών ξύλου που υποστηρίζουν την σύνδεση, και**
- Γ. Την μηχανική δύναμη της σύνδεσης** (δηλαδή την γεωμετρία της) και κατα πόσο η σύνδεση “κλειδώνει” τα μέρη (δες σελ 20, Queen Ann chair) και αντιστέκεται στις δυνάμεις αποσύνδεσης.

Ένα παράδειγμα για την σχέση επιφάνειας συγκόλλησης και υπολοιπόμενου όγκου βλέπουμε στο σχήμα παρακάτω, όπου έχουμε τρία ζεύγη με ακριβώς τις ίδιες διαστάσεις (διατομές) κομματιών αλλά διαλέγουμε τρία διαφορετικά μεγέθη Μόρσου – Εγκοπής (*Tenon – Mortise*), με διαφορετικές δυναμικές και αντοχές.



- τα κομμάτια **A και B** συνδέονται με ένα **λεπτό (1/5) και βαθύ (4/5) Μόρσο**,
- τα κομμάτια **Γ και Δ** συνδέονται με ένα **φαρδύ (9/10) και βαθύ (4/5) Μόρσο** και
- τα κομμάτια **E και Z** συνδέονται με ένα **μέτριου φάρδους (1/3) και μέτριου βάθους (2/3) Μόρσο**.

Αν σύνδέσουμε τα τρία ζεύγη (με κόλλα ή χωρίς) και ασκήσουμε δυνάμεις

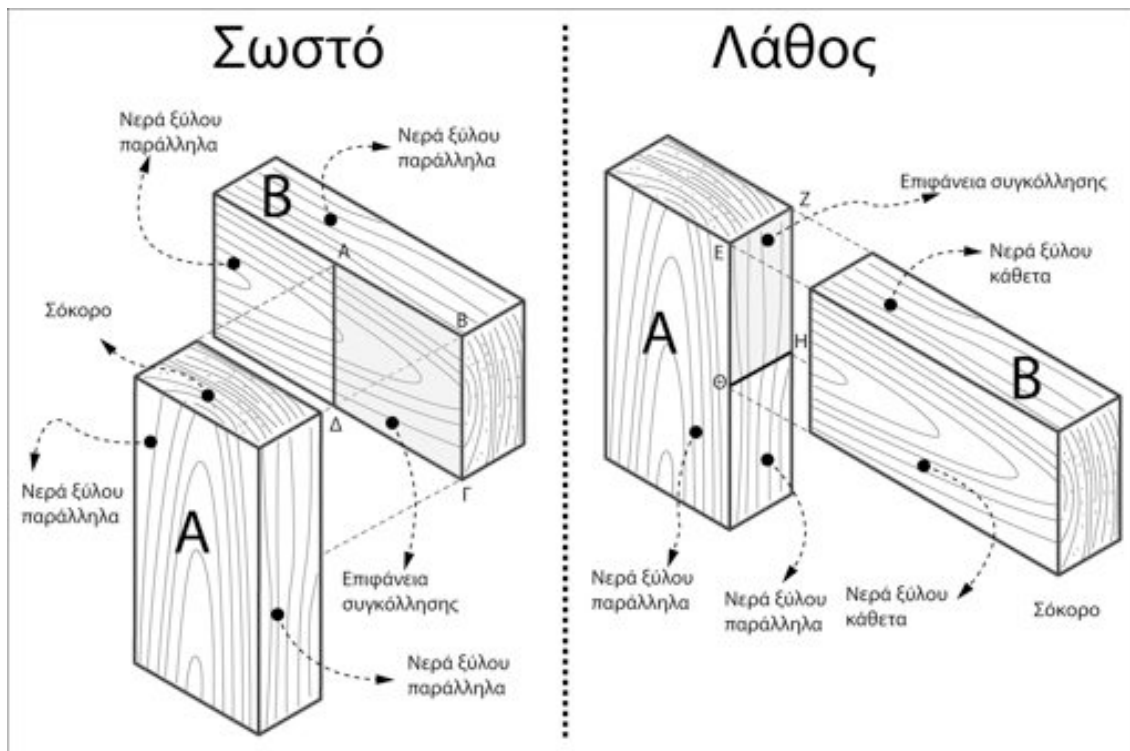
επάνω τους θα παρατηρήσουμε ότι:

- Το μόρσο του A είναι το πιό αδύνατο και θα σπάσει εκεί που συνδέεται με το A, και μένοντας στο κομμάτι B,
- Το μόρσο του Γ είναι το πιό δυνατό από τα τρία αλλά η εγκοπή στο Δ είναι τόσο μεγάλη που το κομμάτι Δ θα σπάσει το ίδιο ή πιό εύκολα.
- Η σύνδεση E-Z είναι η πιό ανθεκτική (και ισοροπημένη) και θα σπάσει πολύ αργότερα από τα άλλα δύο.

2.3.3. Επιφάνεια Συγκόλλησης και κατεύθυνση ινών ξύλου

(short grain – long grain)

Γενικά η δύναμη μιάς σύνδεσης εξαρτάται αναλογικά από το μέγεθος της επιφάνειας συγκόλλησης. Όσο μεγαλύτερη η επιφάνεια συγκόλλησης τόσο πιο δυνατή η σύνδεση. Στις συνδέσεις ξύλου, η χρήσιμη επιφάνεια συγκόλλησης είναι αυτή που επιτυγχάνεται ανάμεσα σε δύο επιφάνειες ξύλου όπου οι ίνες (τα “νερά”) του ξύλου είναι παράλληλες με την επιφάνεια συγκόλλησης.



Σχήμα επάνω: Δύο διαφορετικοί τρόποι σύνδεσης των δύο ομοίων κομματιών ξύλου A και B.

Στο σχήμα επάνω, τα κομμάτια A και B είναι ακριβώς όμοια και συνδέθηκαν με δύο διαφορετικούς τρόπους:

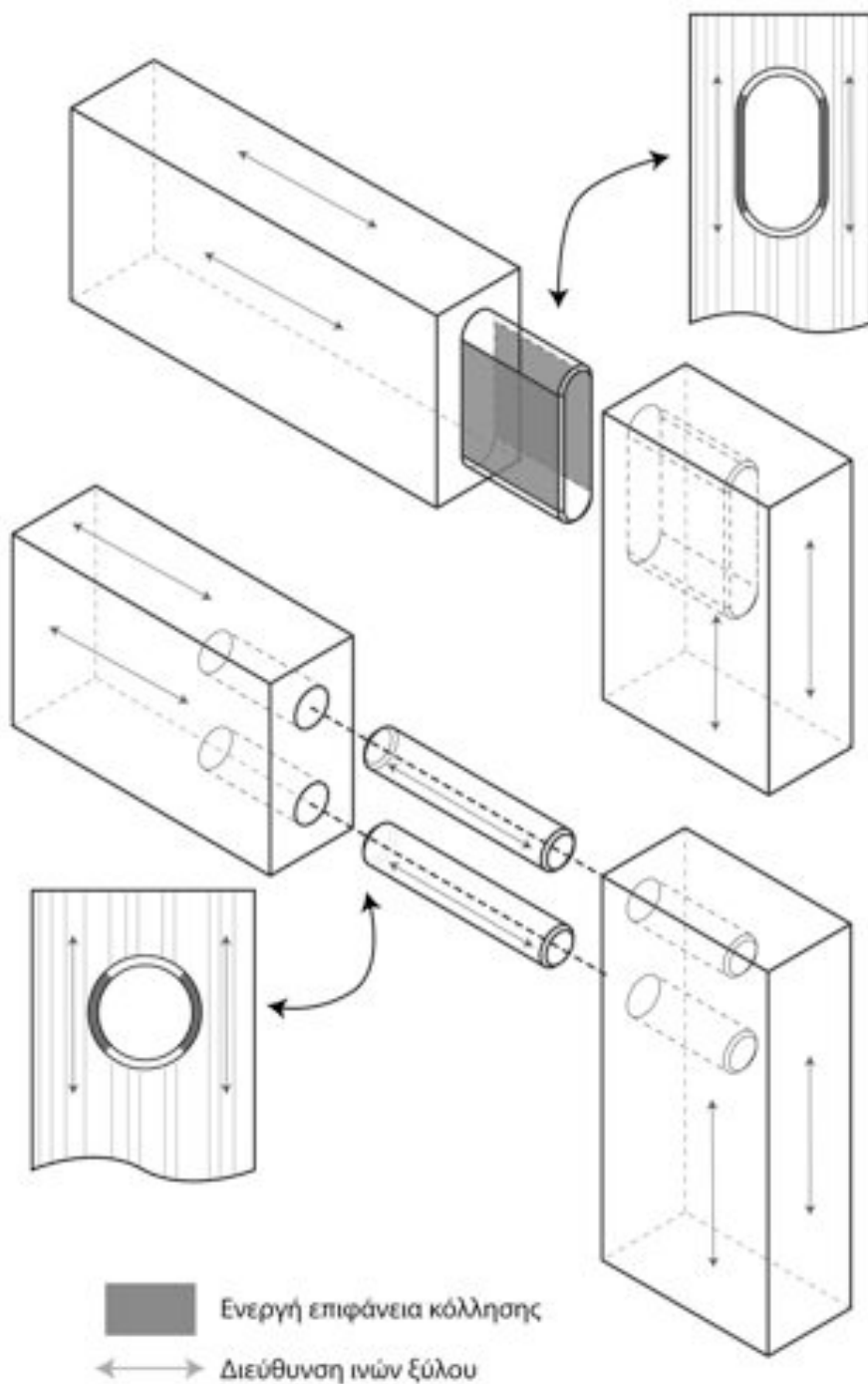
- Αριστερά οι ίνες στις πλευρικές επιφάνειες και των δύο κομματιών - κατά το μήκος του ξύλου (long grain ή along the grain) - είναι παράλληλες με την επιφάνεια κόλλησης ABΓΔ.
- Δεξιά, η επιφάνεια κόλλησης EZHΘ που επιλέχθηκε είναι κάθετη σε σχέση με την κατεύθυνση των ινών στο κομμάτι B. Η επιφάνεια κόλλησης του B είναι το σόκορό του (short grain ή across the grain).

Σε συνήθεις συνθήκες με χρήση κοινής κόλλας η **σύνδεση στα αριστερά είναι πάρα πολύ πιο δυνατή από αυτήν στα δεξιά**, χωρίς να λαμβάνεται υπ'όψη η διαφορά στο μέγεθος της επιφάνειας.

Ο λόγος είναι το ότι η κόλλα λειτουργεί σχεδόν πάντα καλύτερα όταν οι ίνες του ξύλου είναι παράλληλες με την επιφάνεια συγκόλλησης. Η κόλλα, (συνήθως με μεγάλο ποσοστό περιεκτικότητας σε υγρά συστατικά), που επικαλύπτει το “σόκορο” του ξύλου (short grain), συνήθως αποροφάται από το ξύλο, σε τέτοιο βαθμό που δεν μένει σχεδόν καθόλου κόλλα στην επιφάνεια αυτή.

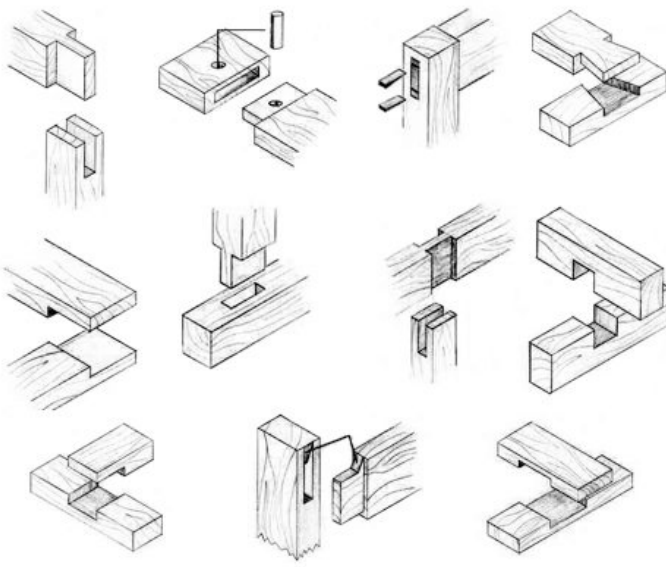
Το γεγονός αυτό είναι πολύ βασικό για την κατανόηση της δύναμης των συνδέσεων διαφόρων τύπων. Σαν συνέπεια αυτού, όταν υπολογίζουμε την επιφάνεια συγκόλλησης σε κάποια μορφή σύνδεσης πρέπει να αγνοούμε τις επιφάνειες που δεν είναι χρήσιμες επιφάνειες συγκόλλησης (όπως η περίπτωση στο σχήμα επάνω δεξιά).

Αναλύοντας τις δύο συνδέσεις στο επόμενο σχήμα (Σύνδεση με Μόρσο – Εγκοπή και Σύνδεση με Καβίλιες) βρήκαμε την ενεργή ή “χρήσιμη” επιφάνεια συγκόλλησης και την σημειώσαμε με γκριζο χρώμα:



*Σχήμα αριστερά:
Ενεργή (χρήσιμη)
επιφάνεια
συγκόλλησης σε δύο
διαφορετικές
συνδέσεις (Μόρσο –
Εγκοπή και Καβίλιες)*

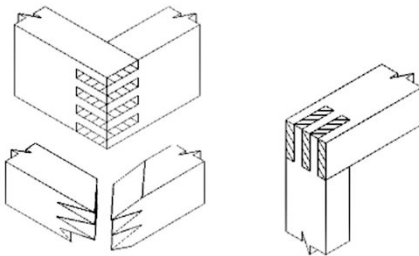
*Η υπόλοιπη επιφάνεια
των συνδέσεων
αυτών δεν είναι
“ενεργή” κατά τη
χρήση (σχετικά με την
κόλλα) για τους
λόγους που
εξηγήσαμε πιο πάνω
άρα δεν είναι καλό να
υπολογίζεται.*



Στα παρακάτω σχήματα βλέπουμε διάφορες άλλες ενώσεις που πολλές φορές χρησιμοποιούνται σε καθίσματα. Κάθε μία έχει πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα ανάλογα με τον τρόπο χρήσης.

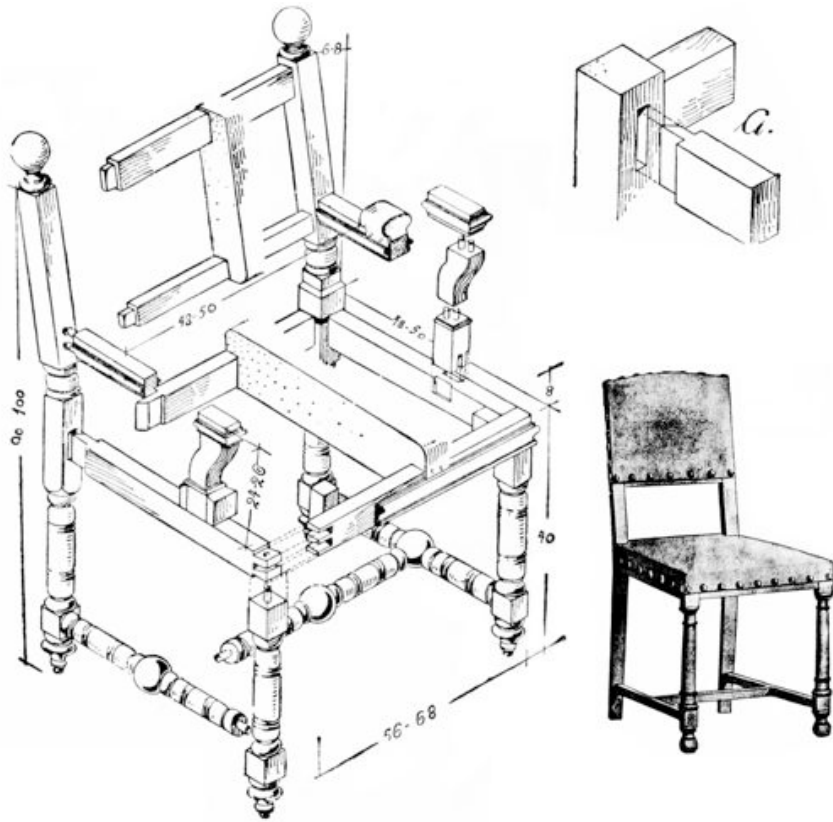
Σχήμα αριστερά: διάφορες συνδέσεις ξύλου

Σχήμα δεξιά:
Δακτυλοειδείς συνδέσεις (fingerjoint)



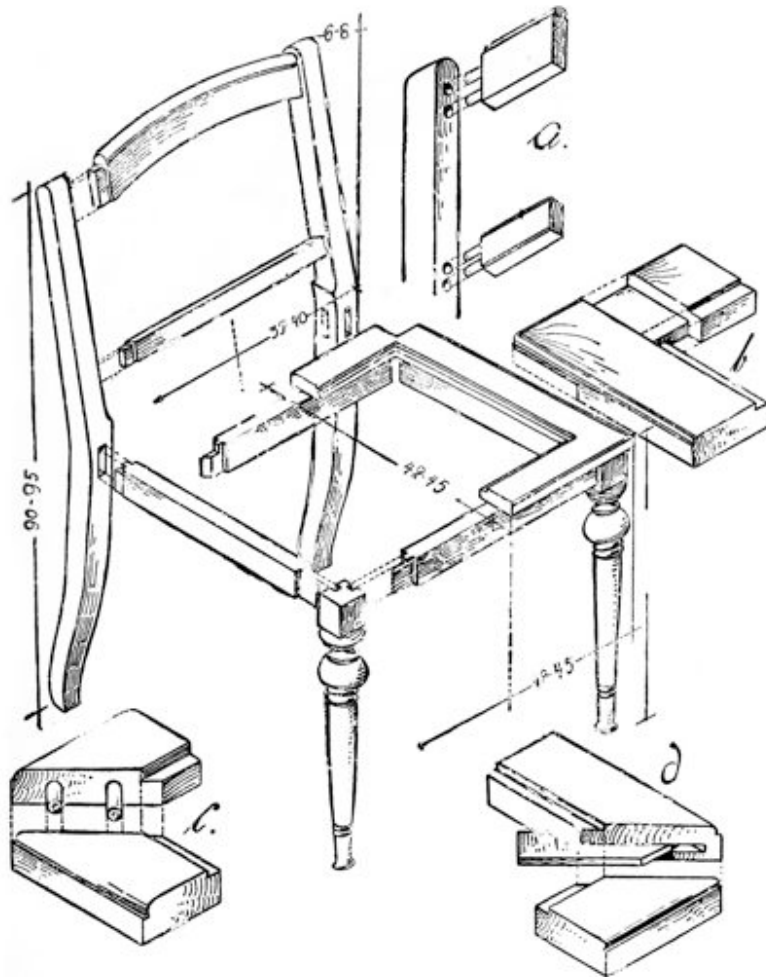
Εικόνα επάνω: Καρέκλα Round Chair του Hans Wegner, εταιρεία κατασκευής PP Mobler, σύνδεση πλάτης και μπράτσου με δακτυλοειδή σύνδεση (fingerjoint)



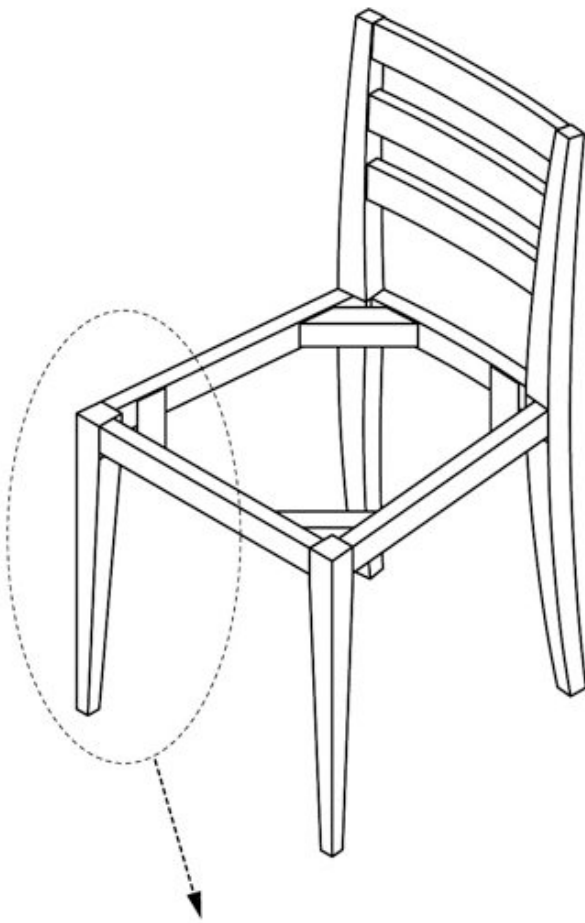


Σχήμα επάνω και κάτω:
Σχέδια Έκρηξης
παραδοσιακών
Γερμανικών καρεκλών,

όπου περιγράφονται διάφορες συνδέσεις.



2.3.4 Παράδειγμα Σχεδιασμού Συνδέσεων Καρέκλας

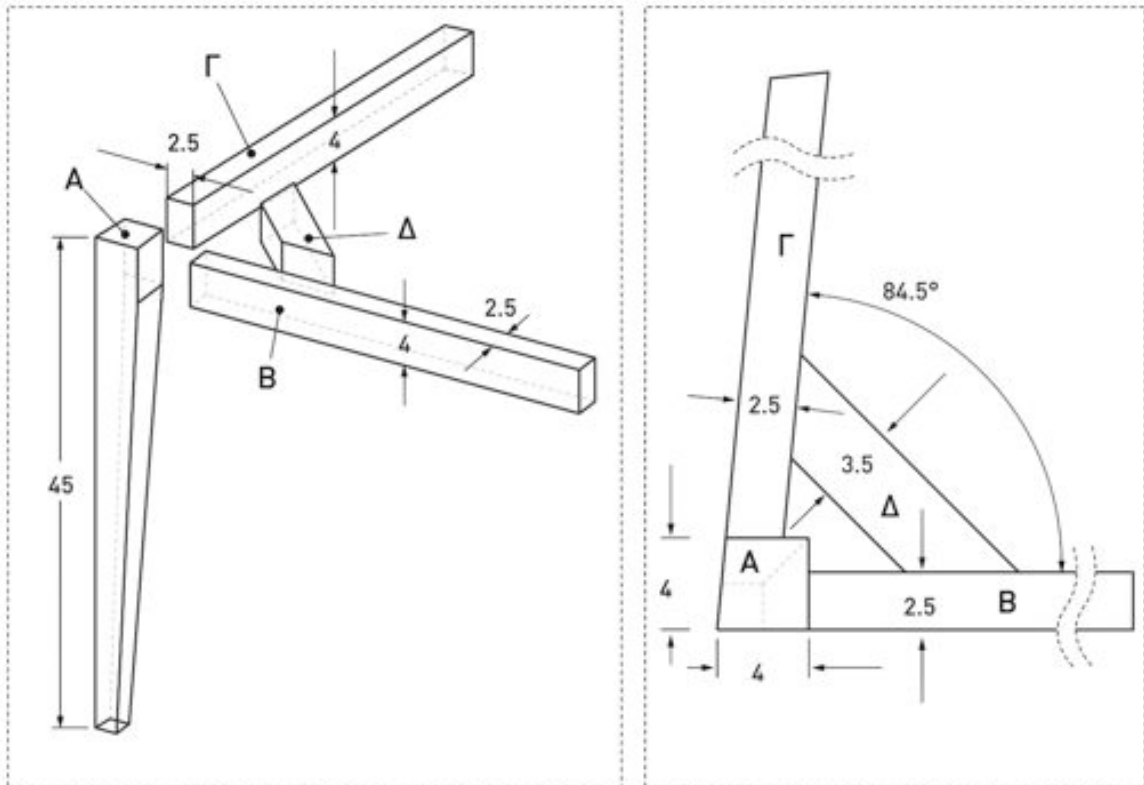


Στο σχήμα αριστερά βλέπουμε το σκελετό μιάς καρέκλας στο οποίο θέλουμε να υπολογίσουμε τις συνδέσεις ανάμεσα στα μέρη του. Μια δύσκολη σύνδεση είναι αυτή ανάμεσα στο μπροστινό πόδι και την εμπρός και πλάγια τραβέρσα της θέσης.

Στο σχήμα κάτω βλέπουμε σχέδια έκρηξης και κάτοψη της περιοχής που μας ενδιαφέρει: Το πόδι **A**, η εμπρός τραβέρσα **B**, η πλάγια τραβέρσα **Γ**, και ο γωνιακός τάκος **Δ**. Επίσης βλέπουμε μερικές βασικές διαστάσεις που θα χρειαστούμε για τους υπολογισμούς μας αργότερα. Περισσότερες διαστάσεις θα δούμε αργότερα ανάλογα με την μέθοδο σύνδεσης κτλ. Σημείωση: στα σχέδια δεν περιέχονται ακόμα τα μόρσα ή οι καβίλιες που πιθανόν να χρησιμοποιήσουμε. Αυτά θα προστεθούν αργότερα.

Σχήμα Αριστερά: Σχέδιο Καρέκλας με τα βασικά μέρη της.

Σχήμα κάτω: Σχέδιο Έκρηξης και Κάτοψη (δεξιά) του μπροστινού ποδιού και των τραβερσών της θέσης.



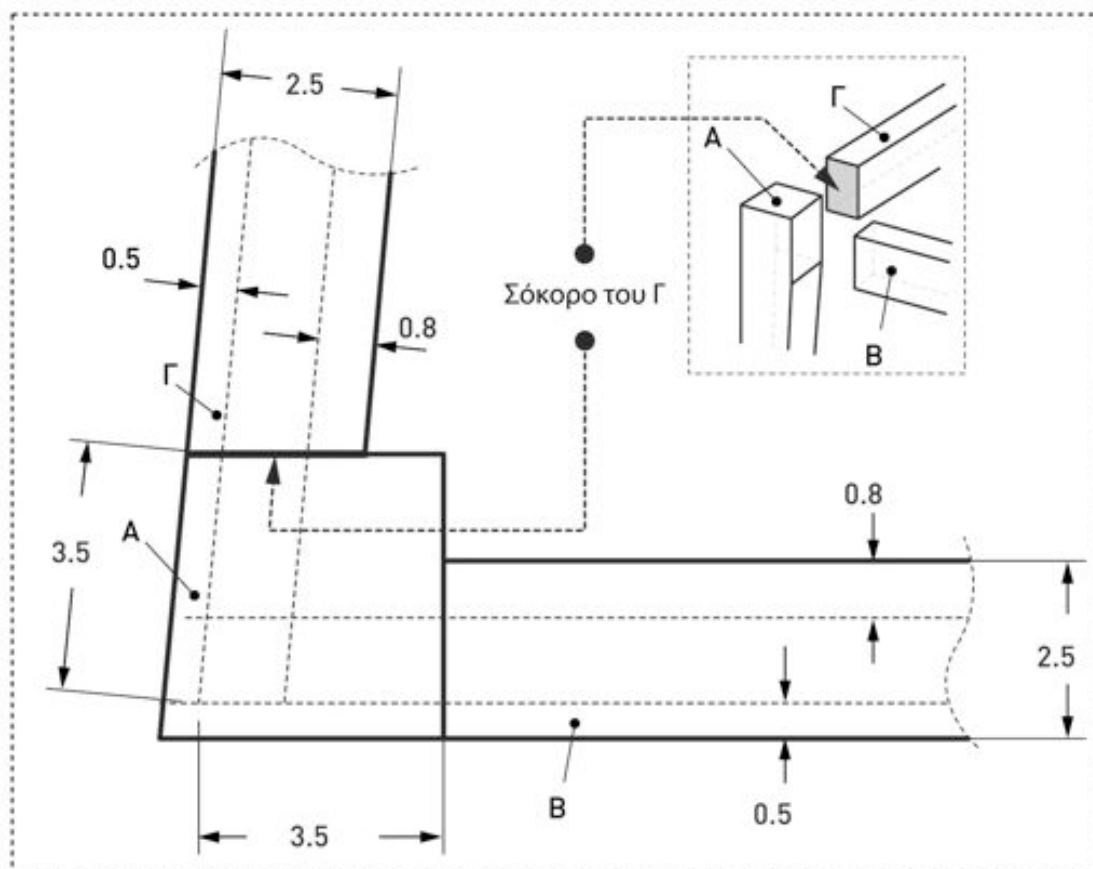
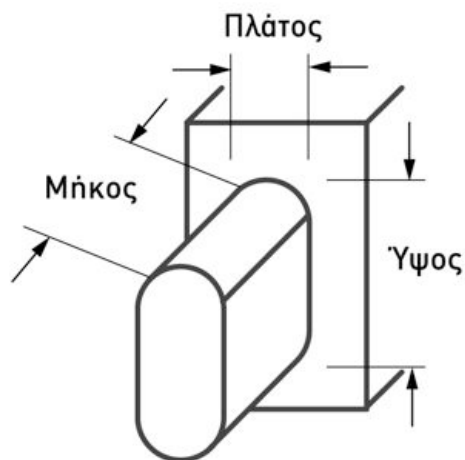
Παράδειγμα Α. Μόρσο – Εγκοπή (*Tenon and Mortise*).

Για να συνδέσουμε τα τρία μέρη (Α-Β-Γ) με Μόρσο – Εγκοπή η διαδικασία έχει ως εξής:

Α. Θεωρούμε δεδομένο ότι τα Μόρσα θα είναι στις τραβέρσες και οι Εγκοπές στο πόδι.

Β. Τα σημαντικά στοιχεία κάθε Μόρσου είναι **α.** η θέση του στο Σόκορο της Τραβέρσας, **β.** το πλάτος του, **γ.** το ύψος του και **δ.** το μήκος του.

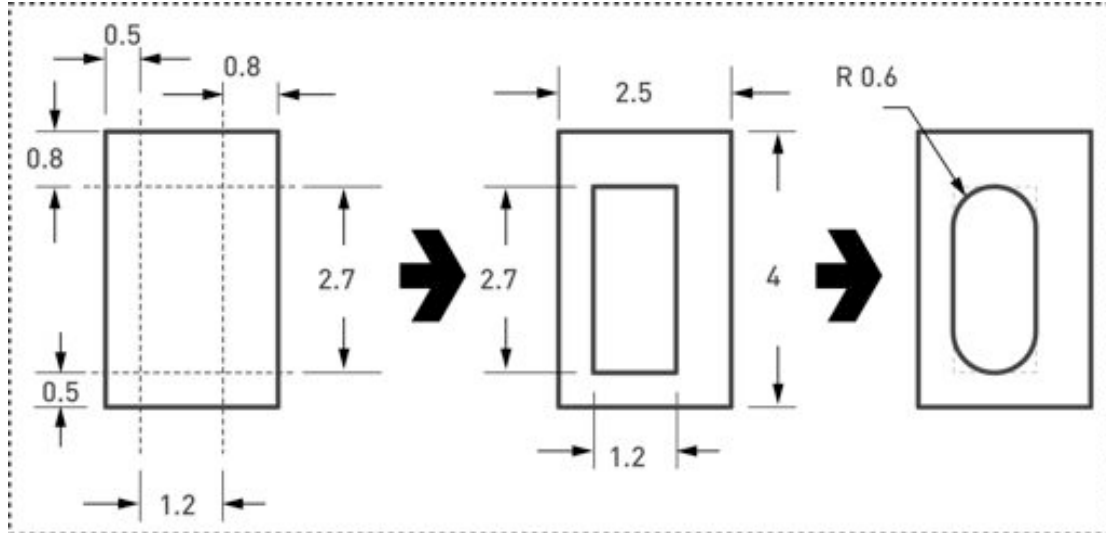
Γ. Με δεδομένο ότι **α.** όσο πιάο μεγάλο είναι το μήκος και το ύψος του Μόρσου τόσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια συγκόλλησης και **β.** ότι το Μόρσο είναι συνήθως περίπου το μισό του πλάτους της τραβέρσας, υπολογίζουμε την θέση του και το πλάτος του στην Κάτοψη φέρνοντας παράλληλες (διακεκομμένες) από τις εξωτερικές γραμμές της Τραβέρσας. Σε αυτό το παράδειγμα (Σόκορο τραβέρσας Γ – αλλά και Β) η απόσταση από την εξωτερική πλευρά είναι 0,5 εκατοστά και η απόσταση από την εσωτερική πλευρά είναι 0.8 εκατοστά. Το κάνουμε αυτό για να αυξήσουμε (έστω και ελάχιστα) το συνολικό μήκος του Μόρσου. Το συνολικό πάχος του Μόρσου είναι 1.2 εκατοστά (περίπου το μισό του πάχους της τραβέρσας). Η απόσταση 0.5 εκατοστών είναι οριακή. Αν ήταν μικρότερη θα κινδύνευε να σπάσει η εξωτερική πλευρά του ποδιού. Θα μπορούσαμε, επίσης, να βάλουμε το Μόρσο στο κέντρο της τραβέρσας (0.65-1.2-0.65 εκ) αλλά έτσι θα χάναμε λίγο από το μήκος του.



Σχήμα επάνω: Κάτοψη – λεπτομέρεια Ποδιού και Τραβερσών και υπολογισμός Θέσης και Πάχους Μόρσου.

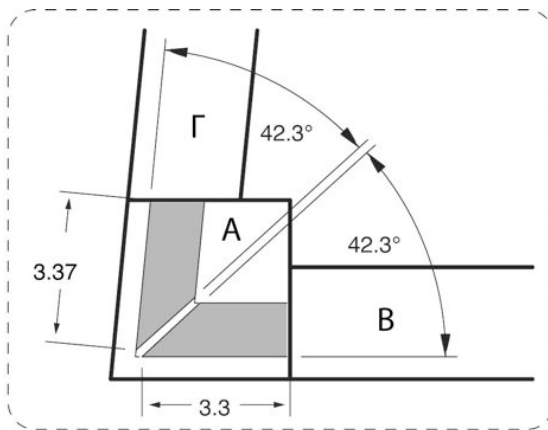
Δ. Στο επόμενο σχήμα μεταφέρουμε τους ίδιους υπολογισμούς στο σόκορο της Τραβέρσας Γ όπου συνεχίζουμε υπολογίζοντας το ύψος του Μόρσου. Εδώ αφήνουμε 0.8 εκατοστά (ίσως και περισσότερο σε άλλες εφαρμογές) από το επάνω μέρος για να διασφαλίσουμε την δύναμη του επάνω μέρους του ποδιού και αφήνουμε 0.5 εκατοστά από το κάτω μέρος. Στο τέλος υπολογίζουμε την καμπυλότητα του επάνω και κάτω πλάτους του Μόρσου (ακτίνα $R = \text{πλάτος} / 2$).

Μέχρι στιγμής έχουμε υπολογίσει την Θέση, το Πλάτος και το Ύψος του Μόρσου.

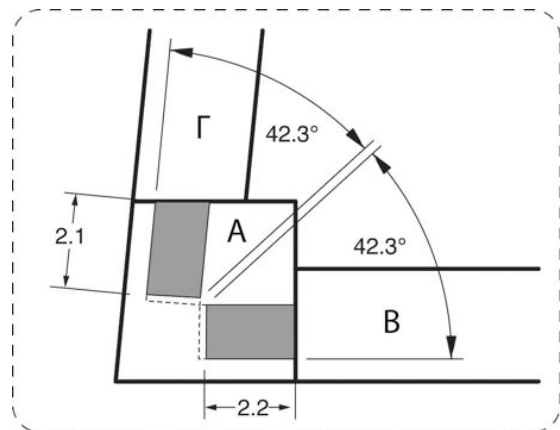


Σχήμα επάνω: Υπολογισμός διαστάσεων στο Σόκορο της Τραβέρσας (Γ – πλαινή), η Τραβέρσα Β είναι ο καθρέπτης του επάνω σε οριζόντια διεύθυνση.

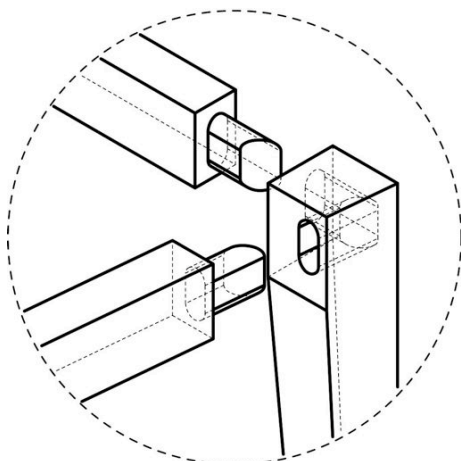
Ε. Τελικά, για τον υπολογισμό του μήκους επιστρέφουμε στην κάτοψη και μετράμε το μήκος της Εγκοπής που έχουμε, αφαιρώντας ένα με δύο χιλιοστά από το τέλος. Αυτό είναι και το μήκος του Μόρσου. Το κενό των ένα-δύο χιλιοστών είναι για να αποθηκευτεί εκεί η κόλλα (κατα την συναρμολόγηση) και να αποφύγουμε δυνάμεις συμπίεσης που θα πιέσουν τις τραβέρσες έξω από το πόδι. Στα δύο σχήματα κάτω βλέπουμε δύο



Σχήμα 1.



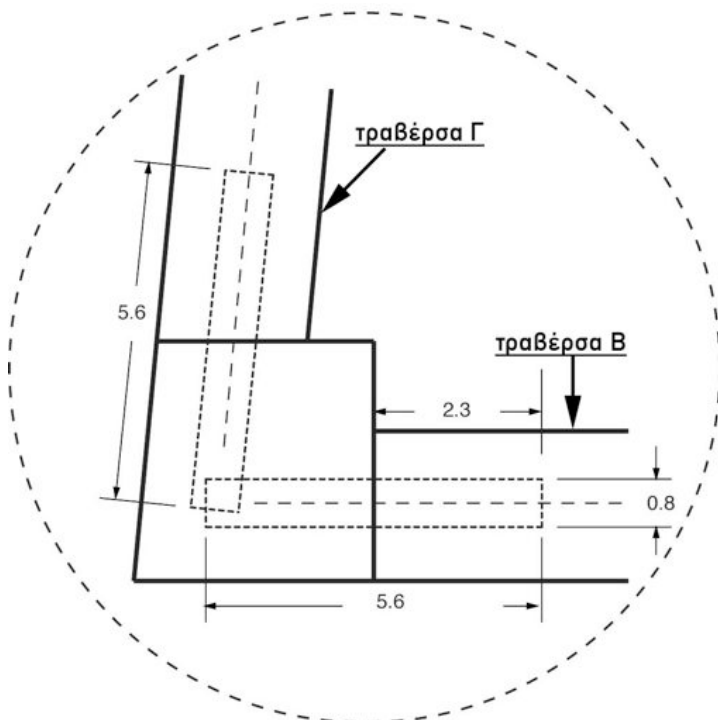
Σχήμα 2.



διαφορετικές προσεγγίσεις στον υπολογισμό του μήκους του Μόρσου. Στο Σχήμα 1 τα Μόρσα και οι Εγκοπές είναι μεγαλύτερες από αυτά στο Σχήμα 2 (άρα και μεγαλύτερη επιφάνεια συγκόλλησης) αλλά το επάνω μέρος του ποδιού στο οποίο γίνονται οι Εγκοπές για τα Μόρσα είναι πιο αδύνατο λόγω της μεγάλης αφαίρεσης υλικού. Το πιο σωστό είναι αυτό που θα αντέξει καλύτερα στον Ποιοτικό Έλεγχο της καρέκλας.

Σχήμα αριστερά: Τρισδιάστατη απεικόνιση της ένωσης σύμφωνα με το σχήμα 1 πιο πάνω.

Παράδειγμα Β. Καβίλιες (Dowels).



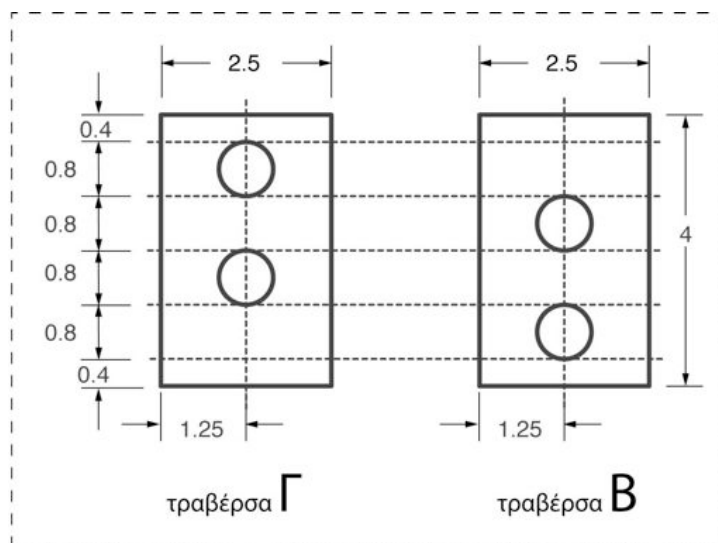
Για να συνδέσουμε τα τρία μέρη (Α-Β-Γ) με Καβίλιες η διαδικασία έχει ως εξής:

Α. Τα σημαντικά στοιχεία κάθε Καβίλιας είναι **α.** η θέση της στο Σόκορο της Τραβέρσας, **β.** η διάμετρός της, και **γ.** το μήκος της. Θεωρούμε δεδομένο ότι θα βάλουμε δύο καβίλιες σε κάθε μαριά του ποδιού.

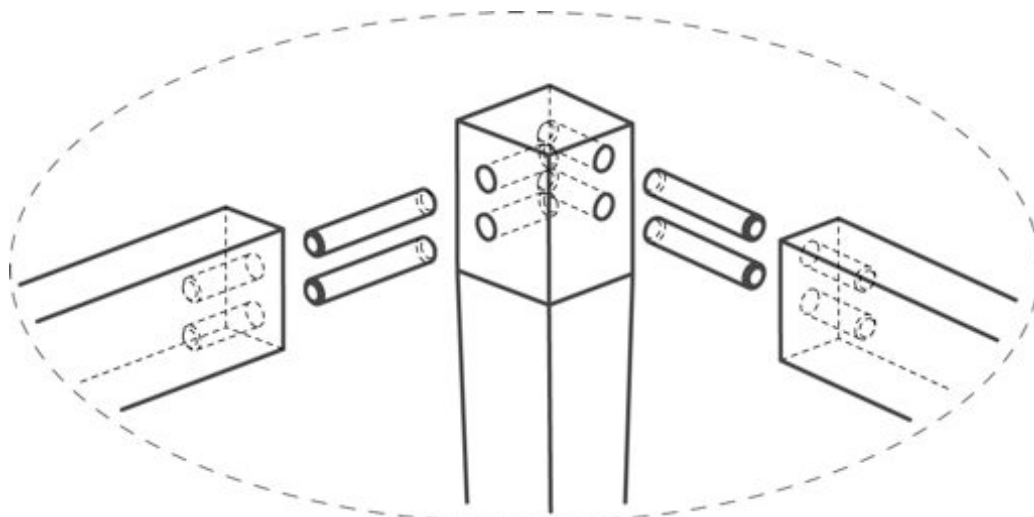
Β. Υπολογίζουμε το πάχος των καβιλιών σύμφωνα με το δεδομένο πάχος των μερών (εδώ ένα πάχος 8 χιλιοστών είναι καλό).

Γ. Σύμφωνα με τις διαστάσεις των μερών στην Κάτοψη (δές σχήμα αριστερά) υπολογίζουμε ότι με **καβίλιες περίπου πέντε εκατοστών μήκος** θα πρέπει να ανοίξουμε τρύπες με μήκος 5.6 εκ. συνολικά (άρα 2.8 εκ. σε κάθε μέρος). Επίσης η θέση τους είναι στο κέντρο του Σόκορου κάθε τραβέρσας (για ευκολία).

Δ. Επειδή θέλουμε να αποφύγουμε οι τρύπες και οι καβίλιες των δύο τραβερσών να πέσουν η μία στην άλλη **τις τοποθετούμε εναλλάξ** (όπως στο σχήμα αριστερά).



Στο σχήμα κάτω βλέπουμε την τελική διάταξη της σύνδεσης με καβίλιες για την συγκεκριμένη καρέκλα.



3. Δημιουργία καμπύλων στοιχείων.

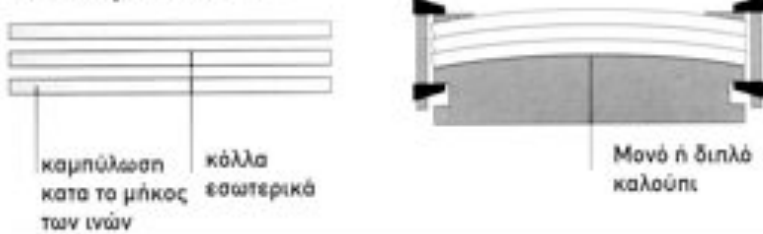
Σε πολλές περιπτώσεις χρειάζεται να δημιουργήσουμε ένα καμπύλο κομμάτι σε μία καρέκλα – κάθισμα ή σε κάποιο άλλο έπιπλο. Εκτός από την πρίση της μασίφ ξυλείας (που είναι μια συχνή μέθοδος αλλά έχει περιορισμούς) υπάρχουν και οι εξής τρόποι:

Τρόποι Δημιουργίας Καμπύλων Στοιχείων

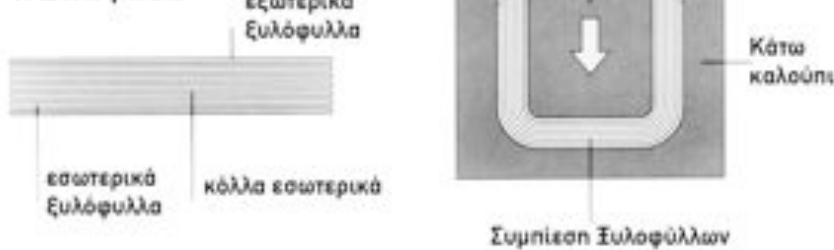
1. Μασίφ και πάνελς



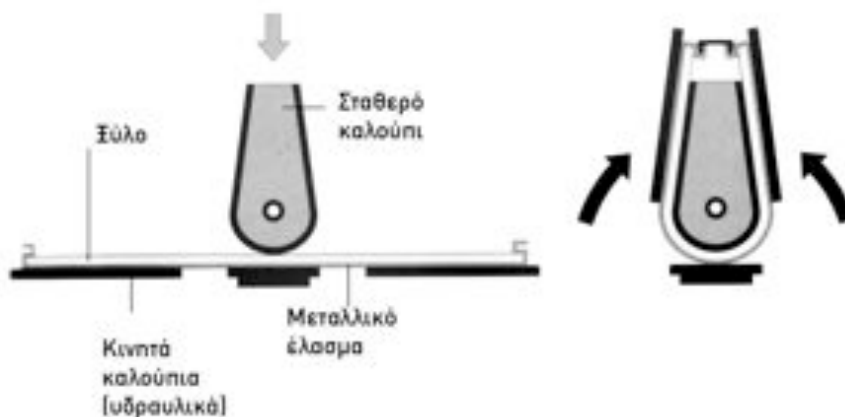
2. Μασίφ σε καλούπι



3. Ξυλόφυλλα



4. Άτμιση Μασίφ Ξύλου



Σχήμα αριστερά:
Τρόποι δημιουργίας καμπύλων ξύλων⁷

Στην κατασκευή καρέκλας είναι πολύ σύνηθες να κατασκευάζουμε επιφάνειες καθίσματος, πλάτες ή και ολόκληρες καρέκλες πλέον με την χρήση ξυλόφυλλων (3), Μπράτσα ή και ολόκληρες καρέκλες με Άτμιση (4), και σε πιά σπάνιες περιπτώσεις την μέθοδο δύο (2) όπου

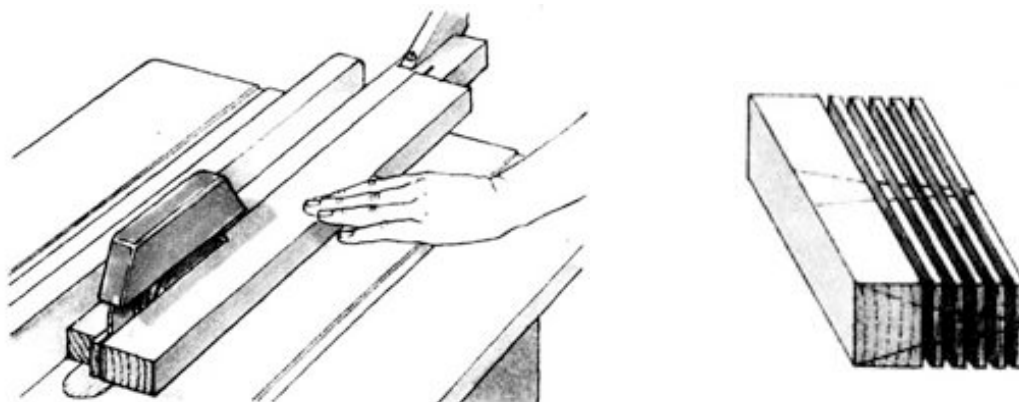
⁷ Σχήματα από το βιβλίο: Manufacturing Processes for Design Professionals, Rob Thomson, Thames and Hudson, 2007

κολλάμε μασίφ φέτες ξύλου σε καλούπι. Η πρώτη (1) μέθοδος δεν χρησιμοποιείται σχεδόν καθόλου στην κατασκευή καθισμάτων.

3.1 Δημιουργία καμπύλου στοιχείου από μασίφ φέτες ξύλου (σε καλούπι).

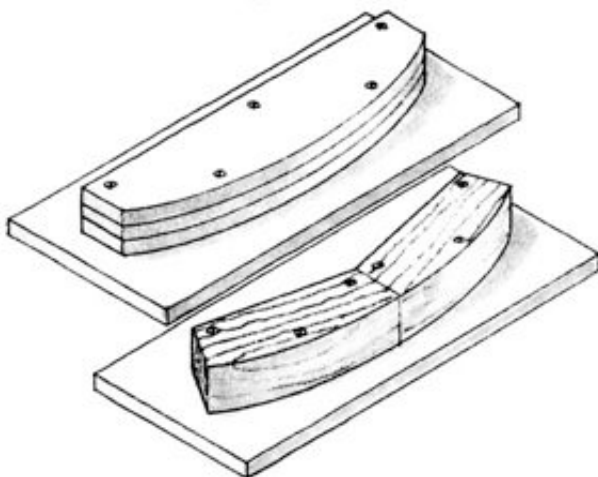
Η διαδικασία είναι η εξής:

1. Κοπή του ξύλου σε φέτες στο δίσκο.



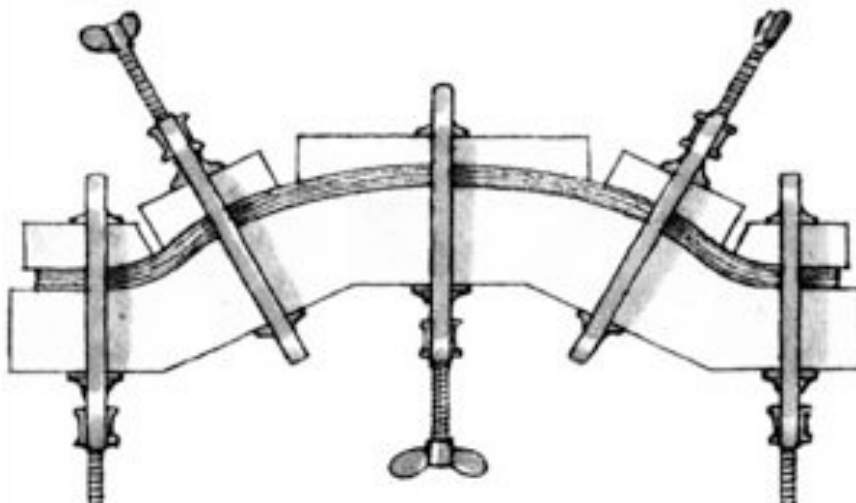
Κατα την κοπή χάνουμε αρκετό ξύλο (πάχος του δίσκου σε κάθε κοπή).

2. Δημιουργία καλουπιού από μασίφ ξύλο ή MDF ή άλλο υλικό με την καμπύλη που θέλουμε:

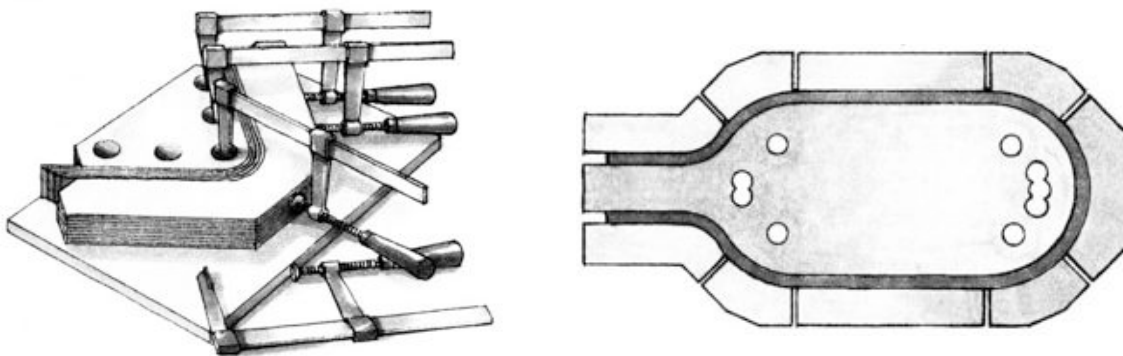


Τα κομμάτια MDF ενώνονται μεταξύ τους με βίδες και συγκολλούνται μεταξύ τους. Η χρήση μασίφ ξυλείας για καλούπι είναι πολύ σπάνια.

3. Προσθήκη κόλλας ανάμεσα στις φέτες ξύλου και συμπίεση με σφικτήρες:



Σχήμα αριστερά:
Συμπίεση με ένα κάτω καλούπι και πολλά επάνω.



Σχήμα επάνω: Συμπίεση με διπλό καλούπι (αριστερά), και συμπίεση με ένα κεντρικό καλούπι και πολλά εξωτερικά (δεξιά). Παρατηρήστε την προσεκτική χρήση οπών στο κεντρικό καλούπι, για την τοποθέτηση των σφικτήρων.

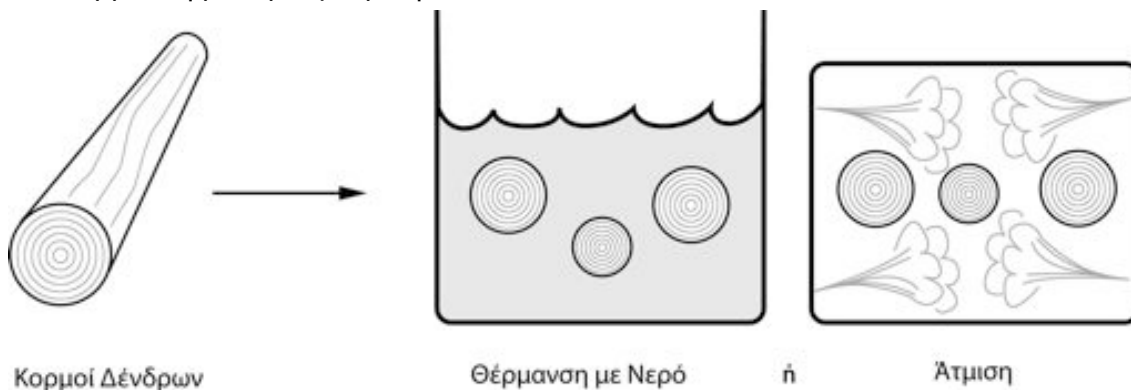
Τα μέρη της καρέκλας δεξιά κατασκευάστηκαν με χρήση αυτής της διαδικασίας.⁸



3.2 Δημιουργία καμπύλου στοιχείου με Ξυλόφυλλα (*veneer*) (Κόντρα – Πλακέ)

Ας δούμε λίγο την διαδικασία από την αρχή – πώς δηλαδή δημιουργούμε τα ξυλόφυλλα:

1. Κορμοί δένδρων
2. Θέρμανση με νερό ή Άτμιση

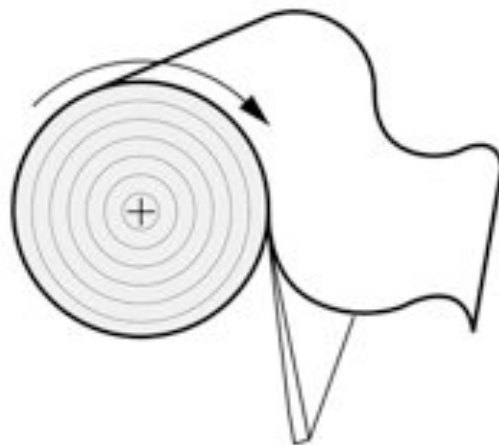


⁸ Fine Woodworking on Bending Wood, Taunt1.on Press, 1989

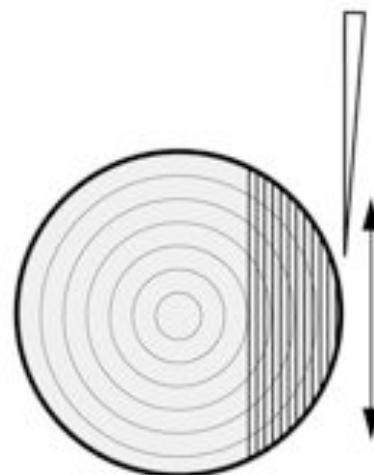
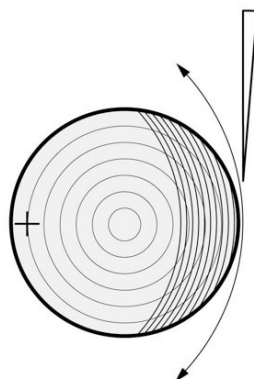
3. Παραγωγή με

A. Περιστροφική Εκτύλιξη

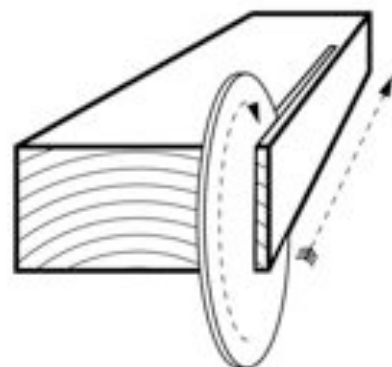
Το 90% της παραγωγής ξυλοφύλλων γίνεται με αυτή την διαδικασία και προορίζεται για χρήση στην παραγωγή επικολλητού ή αντικολλητού ξύλου (κόντρα πλακέ- στις εσωτερικές στρώσεις)



B. Παλινδρομική και έκκεντρη περιστροφική τομή (διακοσμητικά ξυλόφυλλα) και



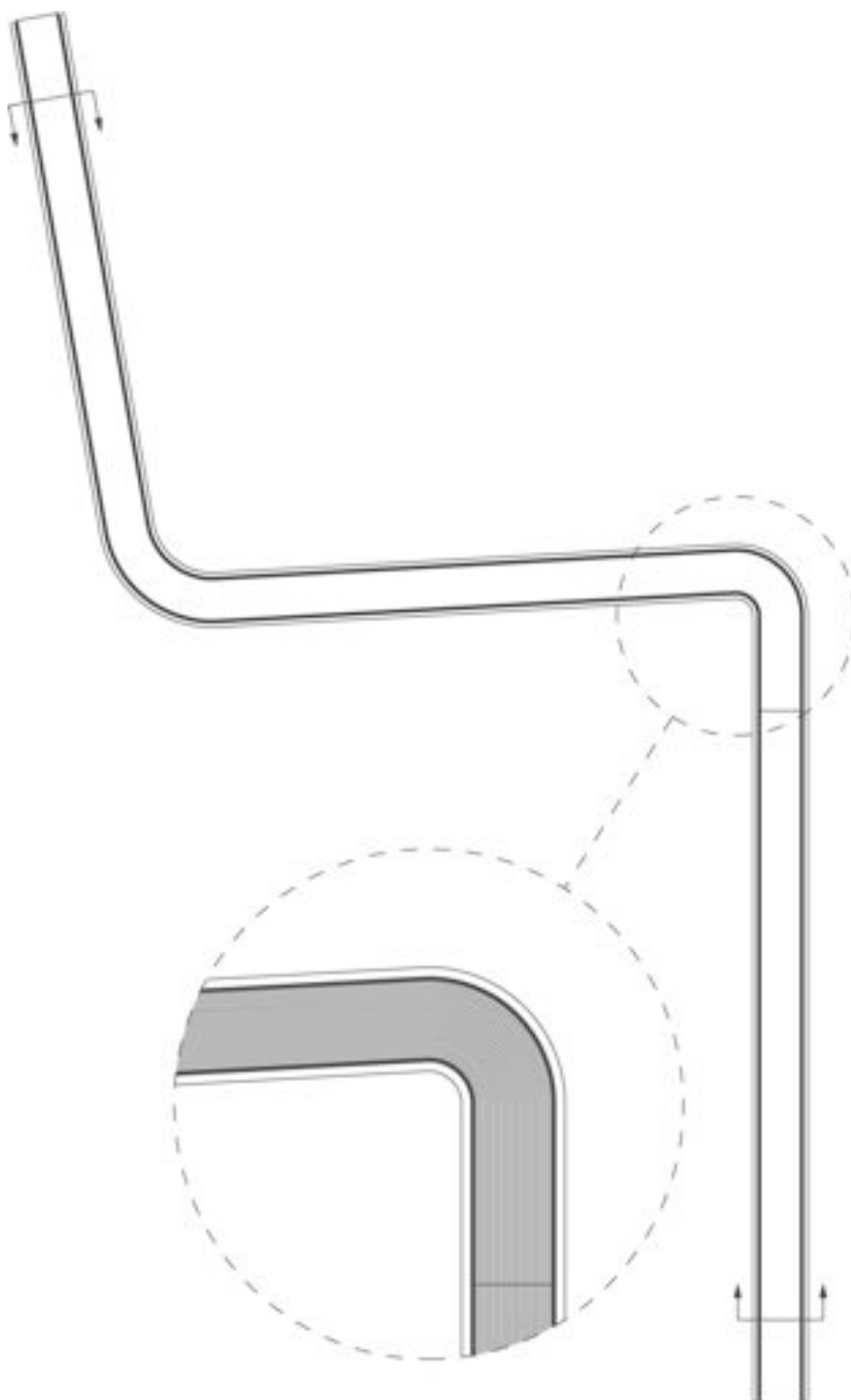
Γ. Πρίση (καλής ποιότητας φύλλα για ειδικές χρήσεις, μουσ. όργανα, πιάνο κτλ.)



4. Τεμαχισμός σε ιδανικά μεγέθη
5. Επιλογή και διαχωρισμός Ποιότητας
6. Ξήρανση (Τεχνητή)
7. Αποθήκευση
8. Αποστολή στον Παραγωγό Καμπυλωτού ή Επίπεδου Κόντρα – Πλακέ.

Παραγωγή Καμπυλωτού Κόντρα-πλακέ

1. Σχεδιασμός καλούπιού σύμφωνα με διαστάσεις και σχήμα προϊόντος
 - a. Πάχος προϊόντος – Αριθμός εσωτ. ξυλοφύλλων + εξωτερικά (διακοσμητικά) + πάχος αλουμινίου X 2
 - b. Συνολικές διαστάσεις μήκος – πλάτος (κάνουμε το καλούπι μεγαλύτερο κατά 2-5 εκ. περιφερειακά)
 - c. Σχεδιασμός καμπύλης με offset.

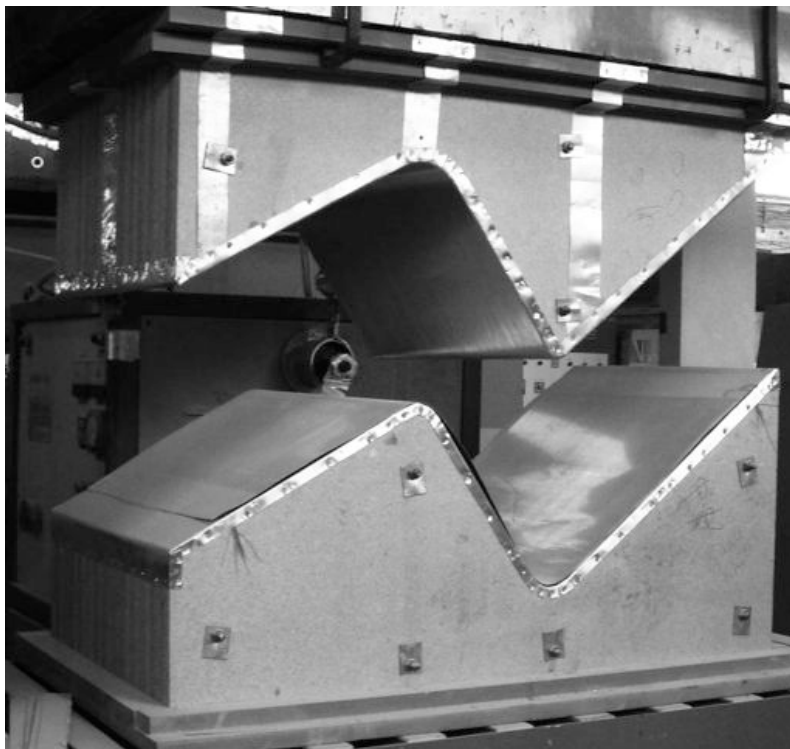


Εικόνα επάνω: Σχέδιο για καλούπι καρέκλας όπου τα εμπρός πόδια η θέση και η πλάτη είναι ένα κομμάτι κόντρα – πλακέ. Σχεδιασμός Θ. Μπάμπαλης και Ben Ligne! © 2007.

2. Κατασκευή κομματιών καλουπιού (2 μερών, αρσ. - θηλυκού) από MDF σε Κέντρο Εργασίας (στην εικόνα κάτω βλέπουμε κομμάτια καλουπιού για καμπυλωτή επιφάνεια γραφείου⁹)



3. Συναρμολόγηση κομματιών και επικάλυψη εσωτερικής επιφάνειας με φύλλο αλουμινίου. (εικόνα κάτω: καλούπι ολοκληρωμένο και έτοιμο για χρήση)



⁹ Bent Ply, Dung Ngo and Eric Pfeiffer, Princeton Arch. Press, New York, 2003

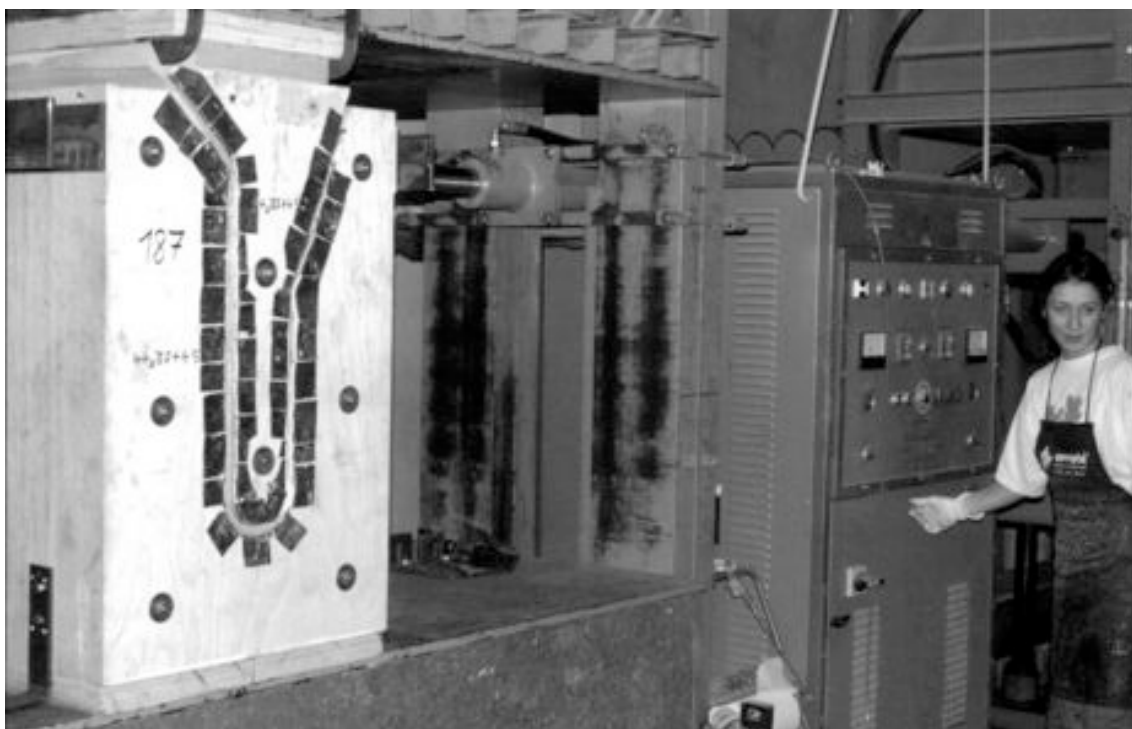
4. Προετοιμασία ξυλοφύλλων –

- Α. Κοπή-κόλληση στις σωστές διαστάσεις –
- Β. Επίστρωση με υγρή ή ξηρή κόλλα (φύλλα κόλλας)



5. Τοποθέτηση δέσμης ξυλοφύλλων στο καλούπι

6. Κλείσιμο καλούπιου (μηχανική πίεση με πρέσσα)



Εικόνα επάνω: Πρέσσα με Υψίσυχη Θέρμανση¹⁰

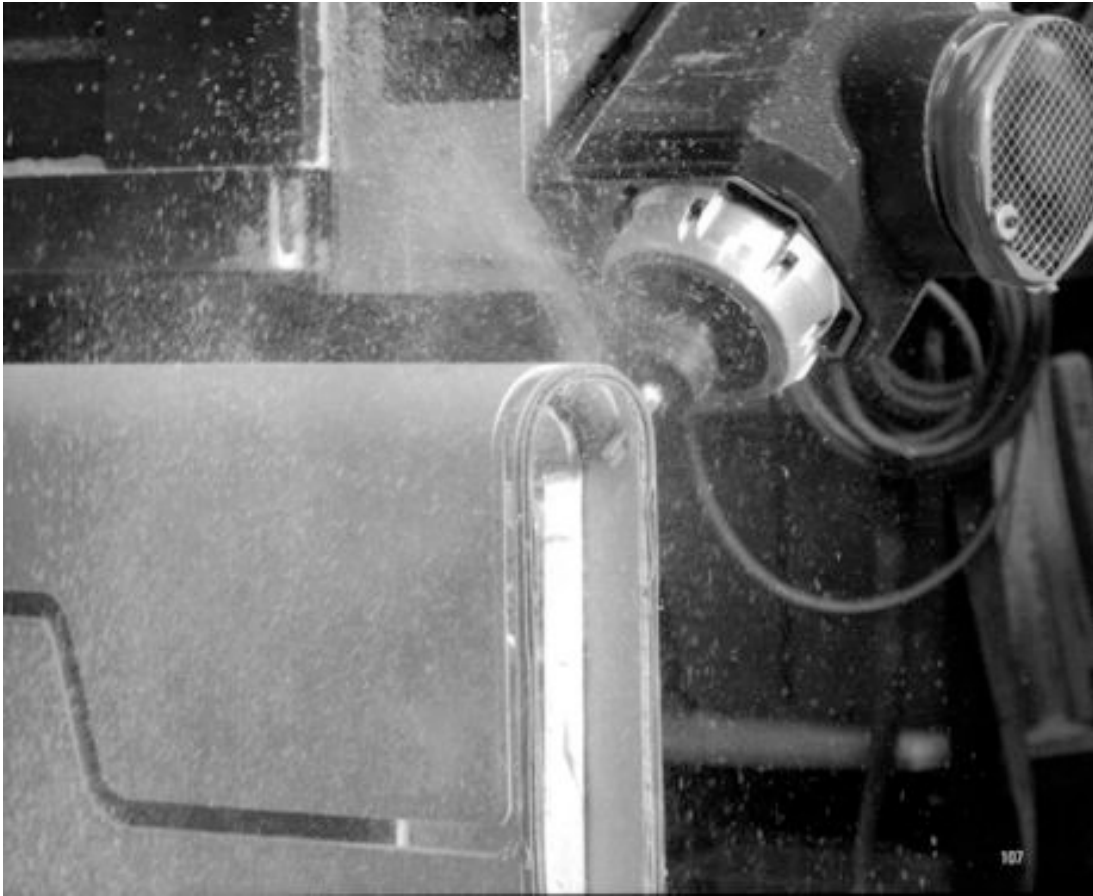
7. Θέρμανση δέσμης ξυλοφύλλων με

- **Επαγωγική Θέρμανση** (induction heating) που χρειάζεται περισσότερη ώρα αλλά προτιμάται για πολύπλοκα σχήματα, ή με
- **Θέρμανση με Υψίσυχη** (Radio-frequency Curing – δηλαδή σαν φούρνος μικροκυμάτων) που είναι μία πολύ πιο γρήγορη μέθοδος.

8. Εξαγωγή προϊόντος από καλούπι – φυσική ψύξη

9. Κοπή προϊόντος στο τελικό σχήμα – διαστάσεις

¹⁰ Bent Ply, Dung Ngo and Eric Pfeiffer, Princeton Arch. Press, New York, 2003



10. Λείανση - Φινίρισμα



Εικόνες επάνω: Κοπή και Λείανση επιφάνειας τραπεζιού¹¹

¹¹ Bent Ply, Dung Ngo and Eric Pfeiffer, Princeton Arch. Press, New York, 2003

Στις δύο εικόνες παρακάτω βλέπουμε τα τελικά προϊόντα:



Εικόνα αριστερά: Wave desk του Eric Pfeiffer, 2002. Υλικά: Καμπυλωτό κόντρα-πλακέ και ανοξείδωτη σωλήνα.

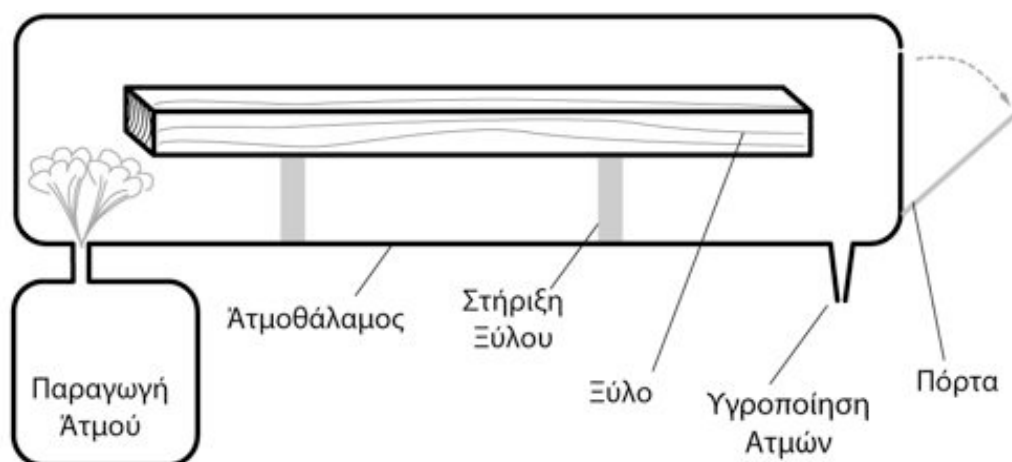


Εικόνα δεξιά: Καρέκλα “Ταξιδιώτης” των Θανάση Μπάμπαλη και Ben Lignei, 2007. Υλικά: Καμπυλωτό κόντρα-πλακέ και Σιδερένιο πλαίσιο βαμμένο με ηλεκτροστατική βαφή.

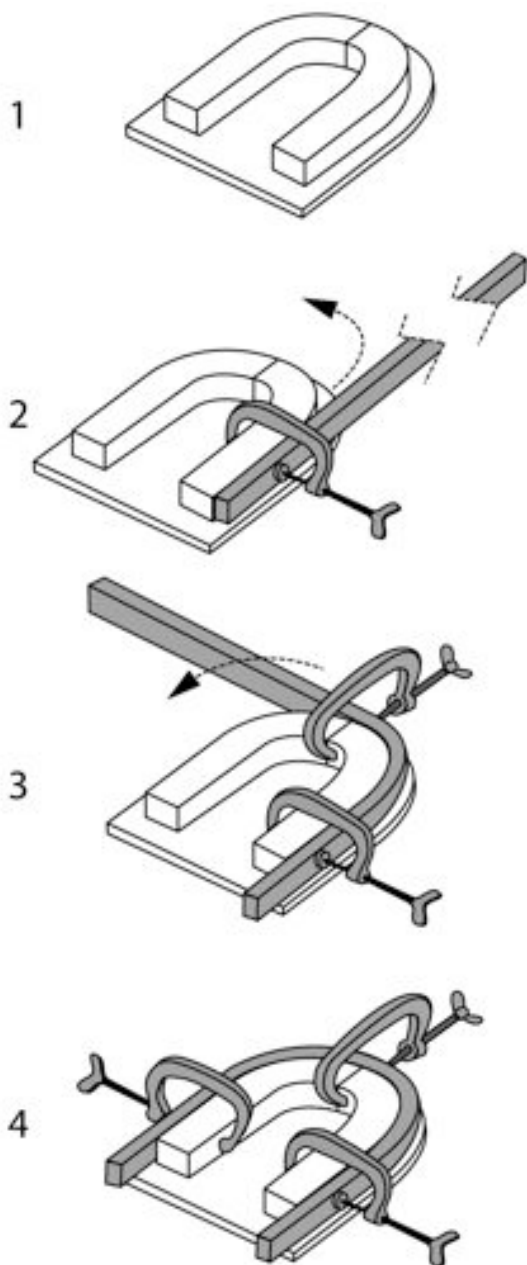
3.3 Δημιουργία καμπύλου στοιχείου με Άτμιση μασίφ ξυλείας. (Steam-bending)

Αυτή η διαδικασία ουσιαστικά πλαστικοποιεί το μασίφ ξύλο σε σημείο που να μπορεί να καμπυλώσει υπο πίεση πάνω σε ένα καλούπι. Η πιό απλή μεθοδολογία παραγωγής είναι η ακόλουθη:

Σχήμα κάτω: Βασική διάταξη διαδικασίας άτμισης ξύλου.



Αρχικά τοποθετούμε το ξύλο (υγρασίας 20-25%) που θέλουμε να καμπυλώσουμε σε ένα ατμοθάλαμο (σχήμα επάνω) όπου το “πλαστικοποιούμε” θερμαίνοντας το με παροχή ατμού σε θερμοκρασία περίπου 95-100°C για ένα χρονικό διάστημα που εξαρτάται από το είδος και την διατομή του ξύλου. Είναι σημαντικό να θερμανθεί όλο το πάχος του ξύλου, και για αυτό το λόγο το ο ατμός πρέπει να κυκλοφορεί καλά γύρω από το ξύλο!



απο το καλούπι.

Σχήμα επάνω: Καμπύλωση σε απλό καλούπι με σφικτήρες

Σχήμα δεξιά: Οι δυνατότητες για καμπύλωση με Άτμιση είναι απεριόριστες. Βλέπουμε διάφορες καμπυλώσεις σε πολλαπλούς άξονες για συνδυασμούς Μπράτσα-Πλάτη, τμήμα Σκάλας κτλ.

Σημείωση: Στην εξωτερική μεριά του ξύλου που κάμπτεται τοποθετείται μεταλλική λάμα η οποία αποτρέπει την θραύση των ινών του ξύλου.

Αφού λοιπόν πλαστικοποιήσουμε το ξύλινο κομμάτι το τοποθετούμε στο καλούπι που έχουμε φτιάξει (δες σχήμα αριστερά) και το πιέζουμε γύρω από την καμπύλη του καλούπιού, χρησιμοποιώντας σφικτήρες για την συγκράτηση του κομματιού.

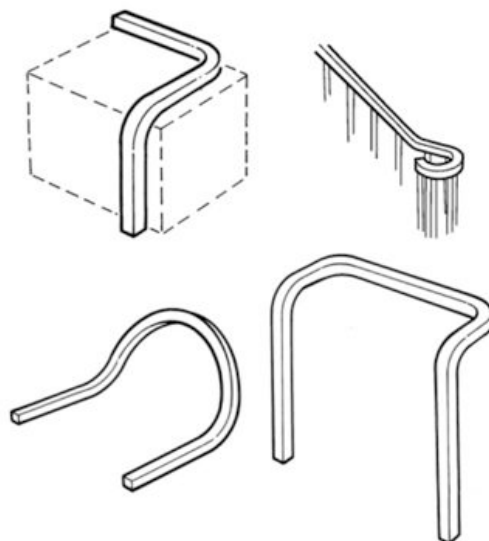
Τέλος, αφήνουμε το ξύλινο κομμάτι στο καλούπι μέχρι να ξαναγυρίσει σε φυσιολογικά επίπεδα υγρασίας (Σταθεροποίηση - ξήρανση – πιά συχνά το τοποθετούμε σε θάλαμο ξήρανσης). Το αφαιρούμε απο το καλούπι, και το κατεργαζόμαστε (κοπή λεπτομερειών, λείανση κτλ.) για να δημιουργήσουμε το τελικό σχήμα που χρειαζόμαστε.

Γενικές οδηγίες για καλά αποτελέσματα:

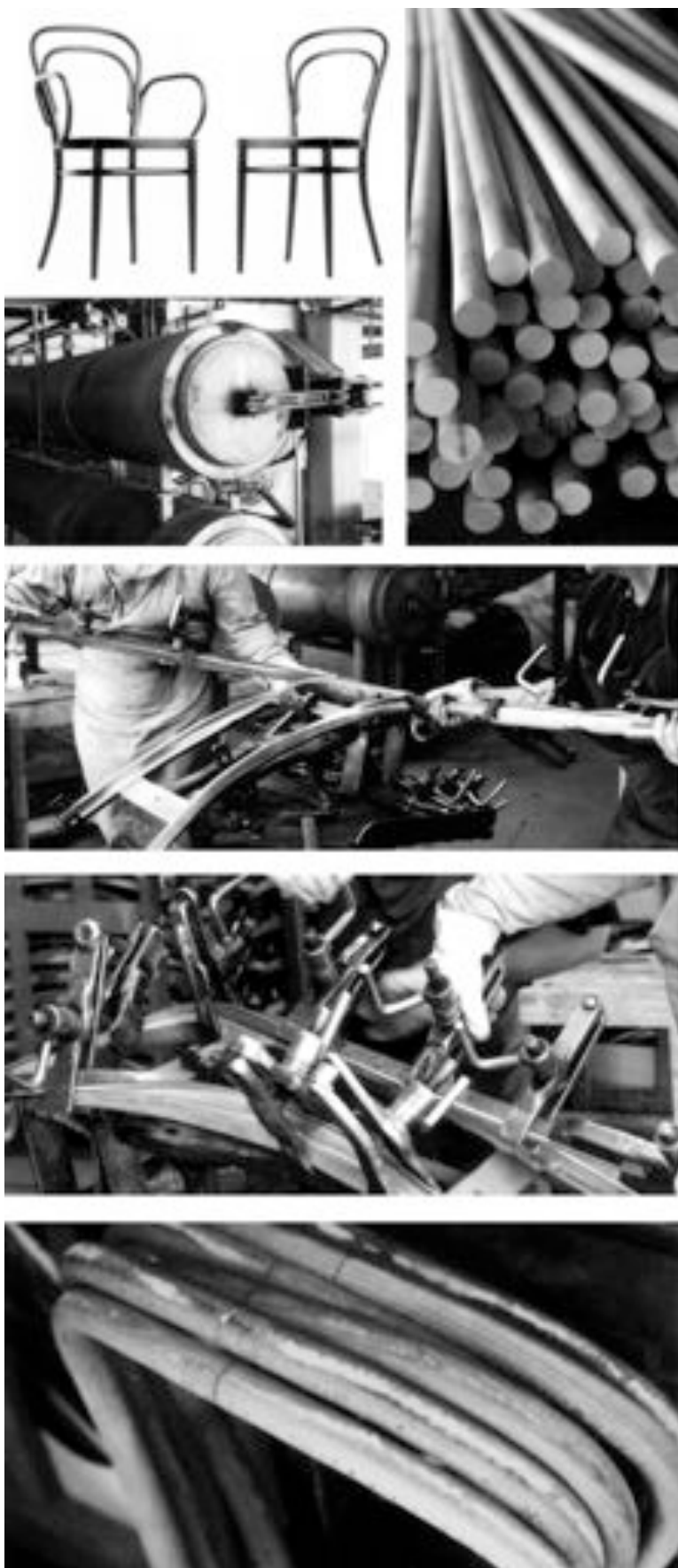
A. Το ξύλο πρέπει να είναι καθαρό από ελατώματα και ισόβενο (ίνες παράλληλες προς μήκος κομματιού) αλλιώς σπάζει ή ανοίγει στις περιοχές που δέχεται τάσεις (εξωτερική πλευρά καμπύλης) ή διαλύεται στην εσωτερική μεριά της καμπύλης (συμπίεση).

B. Η ακτίνα καμπύλωσης πρέπει να είναι μεγάλη σχετικά. Για παράδειγμα, η μικρότερη ακτίνα καμπύλωσης για Δρύ (Oak) είναι 5 εκατοστά, για Οξυά (Beech) είναι 20 εκ., για Φλαμουριά (Ash) είναι 12 εκ. και για Καρυδιά (Walnut) είναι 8 εκ..

Γ. Η ακτίνα καμπύλωσης στο καλούπι πρέπει να είναι λίγο μικρότερη απο αυτήν που χρειαζόμαστε μια και το ξύλο θα ανοίξει λίγο (springback) μετα την απελευθέρωση



Φωτογραφίες Κάτω: Στάδια παραγωγής της καρέκλας Thonet No. 14



Σε αυτή την παραγωγική διαδικασία χρησιμοποιείται Οξυά που κόβεται απο δάση σε ακτίνα 110 χλμ. από τον παραγωγό. Η Οξυά ξηραίνεται μέχρι μία περιεκτικότητα υγρασίας 25% ("πράσινο" ξύλο ακόμα). Μετά μορφοποιείται σε κυλινδρικά κομμάτια και εισάγεται σε "Μπάνιο" νερού θερμοκρασίας 60°C για 24 ώρες και μετά ατμίζεται σε Ατμοθαλάμους σε θερμοκρασίες 104°C για 1-3 ώρες (εξαρτάται απο το μέγεθος του ξύλου).

Χρησιμοποιούνται μεταλλικά καλούπια και μεταλλικά ελάσματα γύρω απο το ξύλο κατα την διαδικασία εφαρμογής σε καλούπτι. Με σφικτήρες "δένεται" το ξύλο στο καλούπτι.

Το ξύλο με το καλούπτι του μπαίνει σε θάλαμο ξήρανσης 80°C (μέχρι 2 ημέρες) μέχρι να επιτευχθεί περιεκτικότητα υγρασίας 8%. Τελικά το ξύλο αφαιρείται απο το καλούπτι και το καλούπτι ξαναχρησιμοποιείται για το επόμενο κομμάτι ξύλο.¹²

¹² Εικόνες από το βιβλίο: Manufacturing Processes for Design Professionals, Rob Thomson, Thames and Hudson, 2007

4. Υπολογισμός Κόστους Υλικών

Κατα την κατασκευή ενός νέου επίπλου (ή οποιουδήποτε αντικειμένου) χρειάζεται να υπολογίσουμε το κόστος κατασκευής του, έτσι ώστε να μπορέσουμε μετά να υπολογίσουμε την τελική τιμή στην οποία θα το διαθέσουμε στην αγορά.

Το κόστος ενός επίπλου εξαρτάται από το σύνολο πολλών παραμέτρων όπως **κόστος υλικών**, **κόστος εργασίας κατασκευής**, κόστος χώρου (ενοίκιο – συντήρηση), κόστος αγοράς και συντήρησης μηχανημάτων κατασκευής, κόστος συσκευασίας κτλ..

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε μόνο με τον υπολογισμό του κόστους υλικών, και ειδικότερα τον υπολογισμό του κόστους των πρώτων υλών (ξυλεία) που χρησιμοποιούμε κατα την κατασκευή μιάς ξύλινης καρέκλας κτλ.

4.1 Υπολογισμός Όγκου και Ποσοτική Απόδοση

Για να υπολογίσουμε το κόστος της ξυλείας μιάς καρέκλας, πρέπει να υπολογίσουμε τον **όγκο της αρχικής ξυλείας** ($V_{\text{αρχικό}}$) που χρησιμοποιήσαμε κατα την παραγωγή της. Αυτός ο όγκος ξυλείας είναι αυτό που πληρώσαμε στον προμηθευτή μας, άρα είναι το συνολικό κόστος ξυλείας της καρέκλας. Ο όγκος του ξύλου που έμεινε στα μέρη που αποτελούν την τελική καρέκλα λέγεται **Τελικός Όγκος** ($V_{\text{τελικό}}$).

Για να υπολογίσουμε την αποδοτικότητα της παραγωγικής διαδικασίας που ακολουθούμε (σχετικά μόνο με την χρήση υλικού) χρησιμοποιούμε την έννοια της Ποσοτικής Απόδοσης. Η **Ποσοτική Απόδοση** είναι ένα απλό ποσοστό (π.χ. 75%) που προκύπτει από τον λόγο $V_{\text{τελικό}} / V_{\text{αρχικό}}$, δηλαδή διαιρούμε τον τελικό όγκο υλικού που υπάρχει στο προϊόν (καρέκλα) με τον αρχικό όγκο υλικού που βγάλαμε από την αποθήκη. Αν η **Ποσοτική Απόδοση** είναι π.χ. 75%, αυτό σημαίνει ότι ένα ποσοστό 25% του αρχικού υλικού *αχρηστεύτηκε* κατα την διαδικασία παραγωγής.

Σκοπός μιας καλής διαχείρισης της παραγωγικής διαδικασίας είναι η μέγιστη απόδοση της χρήσης των πρώτων υλών, και συνεπώς η αύξηση του ποσοστού της **Ποσοτικής Απόδοσης**. Αυτό μπορεί να ελεγχθεί και να βελτιωθεί σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας (π.χ. από το στάδιο της παραγγελίας πρώτων υλών μέχρι το στάδιο της συναρμολόγησης) με σωστό προγραμματισμό και διάφορους ελέγχους.

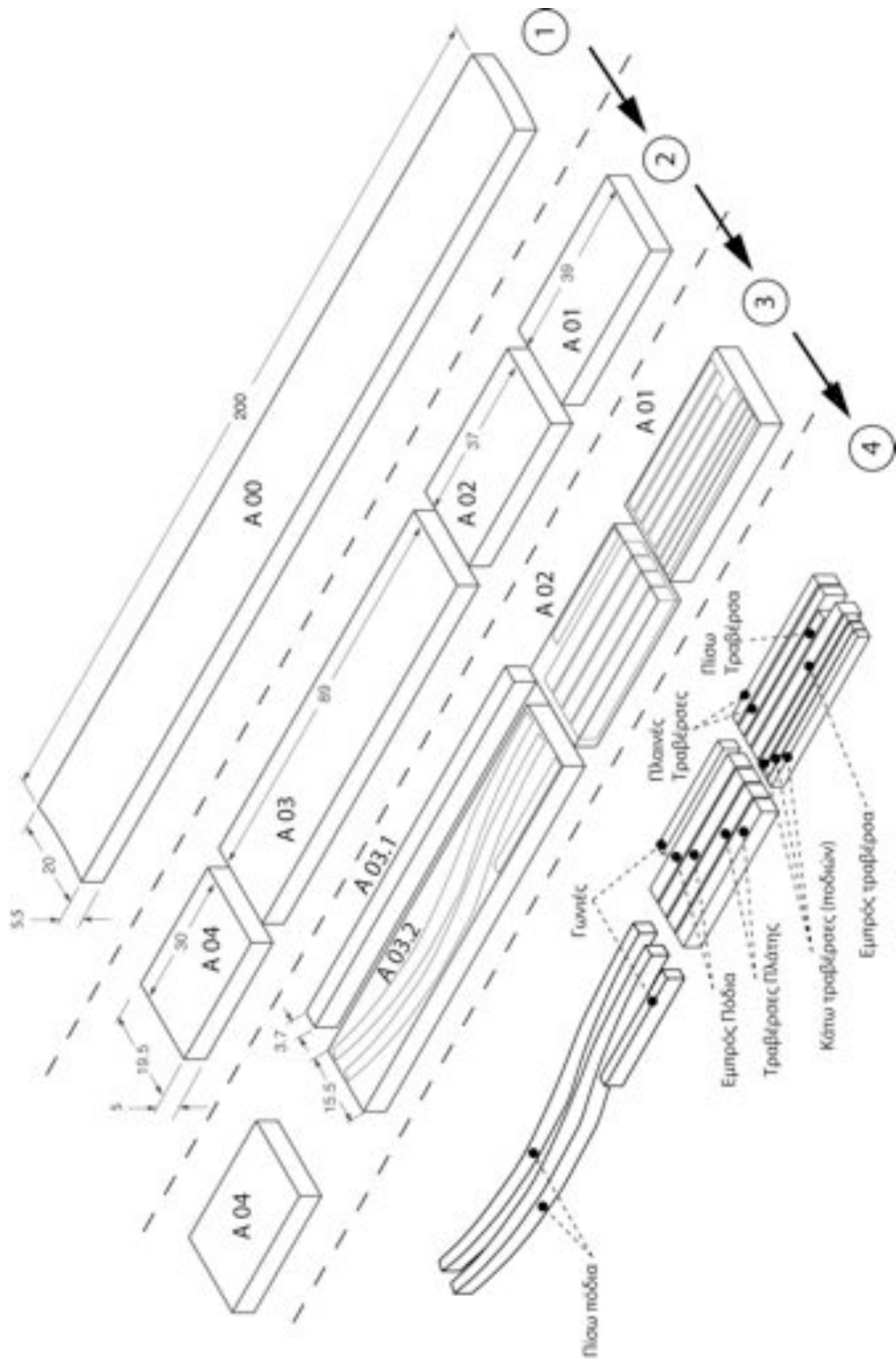
Το πρώτο σημαντικό στάδιο προγραμματισμού είναι η σύνταξη ενός καλού **Πίνακα Υλικών** ο οποίος περιέχει ποσότητες και διαστάσεις από όλα τα κομμάτια που χρειαζόμαστε για την υλοποίηση της καρέκλας.

Στην επόμενη σελίδα (Σχήμα 1) βλέπουμε ένα παράδειγμα διαχείρισης ξυλείας¹³ για την κατασκευή μιάς καρέκλας.

Το αρχικό υλικό είναι μιά πλάκα ξύλου **A00** (στάδιο 1) η οποία κόβεται ανάλογα με μιά ομαδοποίηση των κομματιών της καρέκλας που χρειαζόμαστε (από τον Πίνακα Υλικών) και μετά στα στάδια 2 και 3 φαίνεται παραστατικά ο τρόπος κοπής (χωρίς τις λεπτομέρειες όλων των διαδικασιών) και στο στάδιο 4 τα σχεδόν τελικά κομμάτια της καρέκλας (πρίν την τελική μορφοποίηση και δημιουργία συνδέσεων) τα οποία ανταποκρίνονται στον Πίνακα Υλικών.

¹³ Σημείωση : Αυτό το παράδειγμα δεν ανταποκρίνεται σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής αφού σε ένα εργοστάσιο παραγωγής καρεκλών ποτέ δεν κόβουμε όλα τα κομμάτια της καρέκλας από ένα κομμάτι ξυλείας αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί από εσάς για την εργασία σας στο εργαστήριο.

Σχήμα Κάτω. Παράδειγμα διαχείρισης ξυλείας για την κατασκευή μιάς καρέκλας

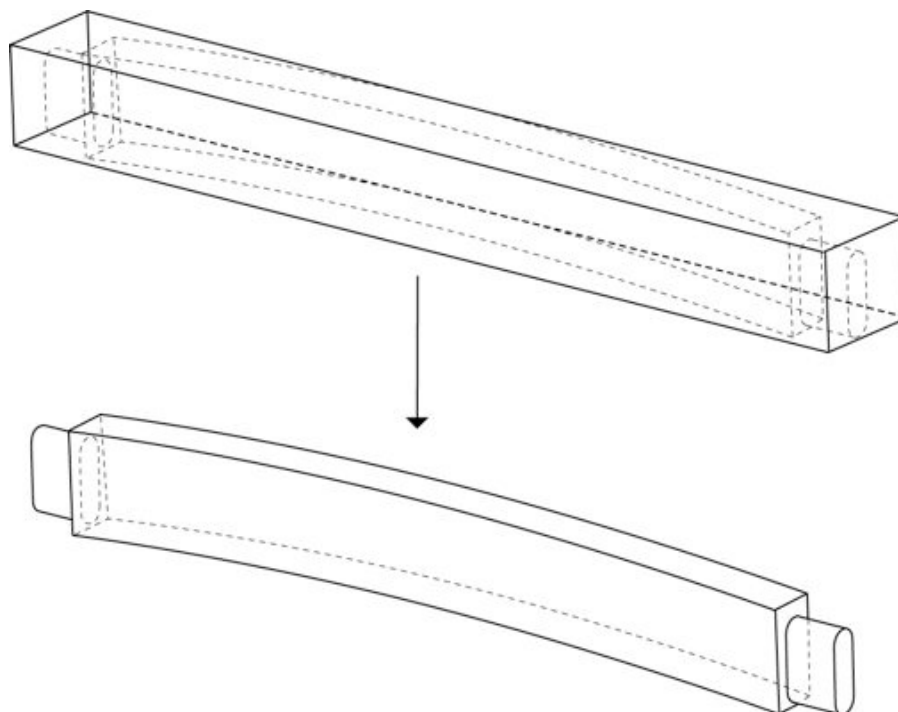


4.2 Πίνακας Υλικών

Ενδεικτικός Πίνακας Υλικών:

Α/Α	Περιγραφή	Είδος Ξύλου	Διαστάσεις	Ποσότητα
1	Πίσω Πόδια	Οξυά	87x10x4.5 εκ.	2
2	Εμπρός Πόδια	Οξυά	37x 4 x 4 εκ.	2
3	Πλαινές Τραβέρσες Καθίσματος	Οξυά	38 x 2 x 4 εκ.	2
4	Εμπρός Τραβέρσα Καθίσματος	Οξυά	37 x 2.5 x 4 εκ.	1
5	Πίσω Τραβέρσα Καθίσματος	Οξυά	34 x 2.5 x 4 εκ.	1
6	Γωνίες Καθίσματος	Οξυά	15 x 2.5 4 εκ.	4
7	Τραβέρσες Πλάτης	Οξυά	37 x 4 x 4 εκ.	2
8	Κάτω Τραβέρσες Ποδιών	Οξυά	37 x 2 x 2 εκ.	3

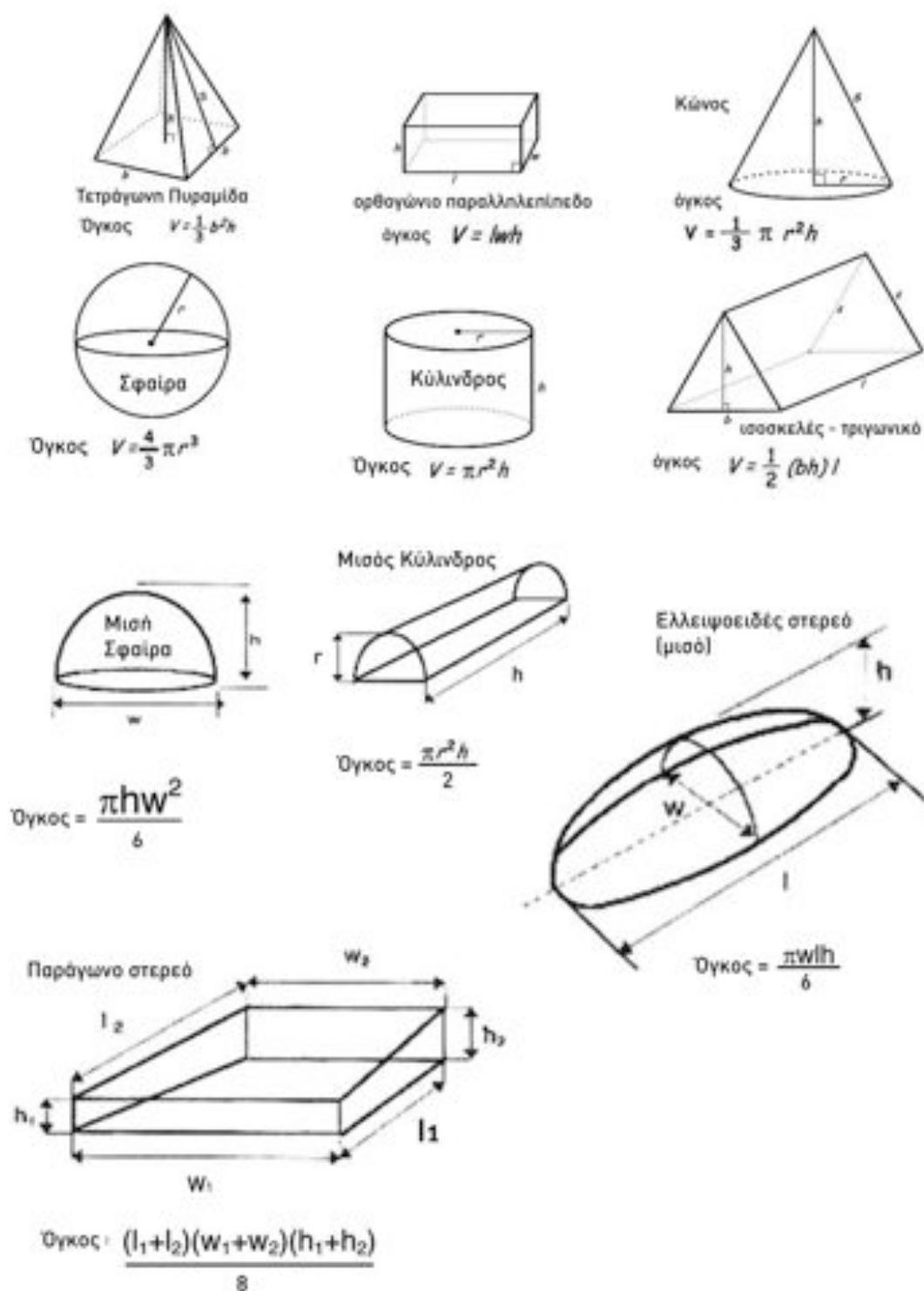
Στον Πίνακα Υλικών αναγράφονται οι διαστάσεις των κομματιών ξύλου που θα χρειαστούμε πριν δώσουμε σε αυτό την τελική μορφή τους και επίσης εμπεριέχονται στις διαστάσεις αυτές οι συνδέσεις τους . Για παράδειγμα, το νούμερο επτά (7) στη λίστα επάνω έχει μόρσα στις άκρες και είναι καμπύλο κατα μήκος (δες σχήμα 2 παρακάτω). Ο Πίνακας Υλικών δίνει διάσταση κομματιού 37 x 4 x 4 εκ. το οποίο περιέχει την καμπυλότητα και τα μόρσα στις άκρες του κομματιού.



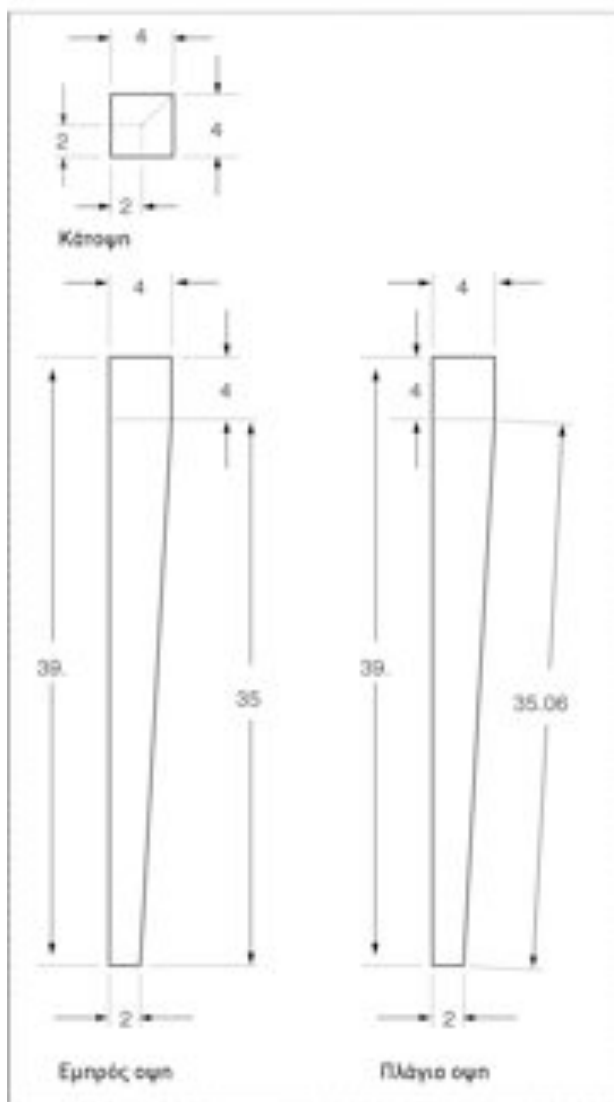
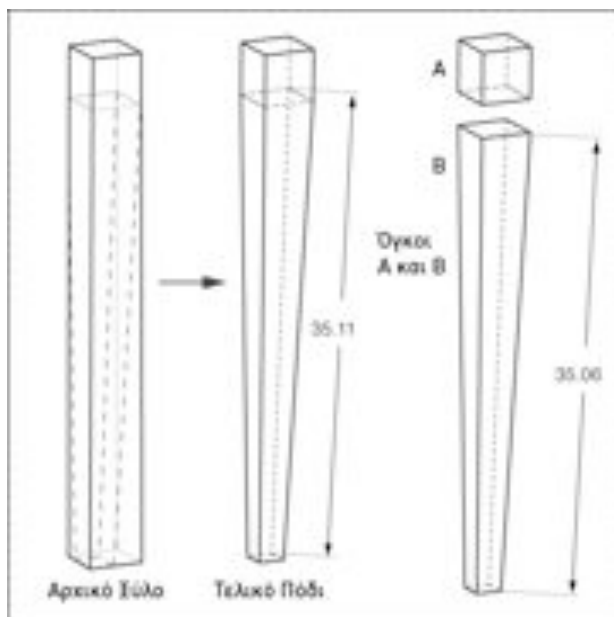
Σχήμα 2. Τραβέρσα Πλάτης πριν και μετά την κατεργασία.

4.3 Γεωμετρία και υπολογισμός Όγκου:

Υπολογισμός Όγκου για ορισμένα στερεά



Σχήμα 3. Πίνακας με τους τους γεωμετρικούς τύπους μέτρησης όγκου μερικών βασικών στερεών.



θεωρήσουμε (δες σημείωση πιο κάτω) ότι είναι κυβ.εκ.

Για παράδειγμα ας υπολογίσουμε τον όγκο του εμπρός ποδιού μιάς καρέκλας όπως το βλέπουμε στο διπλανό σχήμα.

Το **αρχικό ξύλο** που έχουμε στην προδιαγραφή του Πίνακα Υλικών είναι 39 x 4 x 4 εκατοστά. Αυτό το κόβουμε στα μηχανήματα και πέρνουμε το **Τελικό Πόδι**, όπως το βλέπουμε δίπλα.

Για να υπολογίσουμε τον όγκο του Τελικού Ποδιού χωρίζουμε το Πόδι σε δύο κομμάτια για να διευκολύνουμε την διαδικασία.

Ο όγκος Α είναι ένας κύβος 4x4x4 εκ. Ο όγκος Β είναι ένα παράγωνο στερεό.

Ο όγκος του κύβου βρίσκεται αν εφαρμόσουμε τον τύπο για ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο (είναι μήκος x πλάτος x ύψος):

Όγκος Α = 4x4x4 = 64 κυβικά εκατοστά

Ο **όγκος του Β** βρίσκεται αν εφαρμόσουμε τον τύπο για ένα παράγωνο στερεό (εδώ για απλοποίηση θα θεωρήσουμε ότι τα δύο διαφορετικά μήκη είναι 35 και 35.11, δηλαδή το μικρότερο και μεγαλύτερο μήκος).

Όγκος Β = $[(35+35.11) \cdot (2+4) \cdot (4+2)] / 8 =$

$$(70.11 \cdot 6 \cdot 6) / 8 =$$

=315.5 κυβικά εκατοστά

Ο Συνολικός Όγκος του Ποδιού είναι:

Υ_{Τελικό} = Όγκος Α + Όγκος Β =
 $64 + 315.5 = 379.5 \text{ κυβ.εκ.}$

Αν θελήσουμε να μετρήσουμε την ποσοτική απόδοση αυτής της κατεργασίας (από το αρχικό Ξύλο στο τελικό Πόδι όπως βλέπουμε επάνω αριστερά τότε πρέπει να υπολογίσουμε το **Υ_{αρχικό}** που στην περίπτωση μας, ας 4 x 4 x 39 δηλαδή: **Υ_{αρχικό} = 624**

Σημείωση: Στην πραγματικότητα το **Υ_{αρχικό}** είναι μεγαλύτερο από αυτή τη τιμή μιά και το **αρχικό ξύλο** που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι μεγαλύτερο σε διατομή και μήκος (πιθανότατα γύρω στο 4.5 x 4.5 x 40-41 εκατοστά) – συνεπώς το πιά σωστό **Υ_{αρχικό}** θα ήταν 4.5 x 4.5 x 41 = 830.25 τετρ. εκατοστά. Αυτό το **αρχικό ξύλο** θα το

επεξεργαστούμε σε μηχανήματα για να φτάσουμε στο μέγεθος 4 x 4 x 39 εκατοστά και μετά θα κόψουμε τις γωνίες του ποδιού.

Τότε εφαρμόζοντας την μέθοδο των τριών:

$$\begin{array}{rcl} \mathbf{V}_{\text{αρχικό}} & = & 100\% \\ \mathbf{V}_{\text{τελικό}} & = & \mathbf{x} \end{array}$$

$$\mathbf{x} = (100 \times \mathbf{V}_{\text{τελικό}}) / \mathbf{V}_{\text{αρχικό}} = (100 \times 379.5) / 624 = 37950 / 624 = \mathbf{60.817 \%}$$

Άρα η Ποσοτική Απόδοση εδώ είναι **60.817 %**

Παράδειγμα υπολογισμού κόστους:

Αν κατασκευάσαμε 100 τέτοια πόδια (όπως στο προηγούμενο παράδειγμα) και θέλουμε να υπολογίσουμε το κόστος της πρώτης ύλης που χρησιμοποιήσαμε (του ξύλου – ας θεωρήσουμε ότι είναι Οξιιά) τότε πρέπει να βρούμε το **V_{αρχικό}** των 100 ποδιών:

$$\mathbf{V}_{\text{αρχικό των 100 ποδιών}} = 624 \text{ κ.ε.} \times 100 \text{ πόδια} = \mathbf{62400 \text{ κυβ. εκατοστά}}$$

Ξέρουμε ότι ο προμηθευτής μας μας πούλησε την οξιιά προς **600 ευρώ** το κυβικό μέτρο. Ένα κυβικό μέτρο είναι ένας κύβος που η κάθε πλευρά του είναι 100 εκατοστά, άρα ο όγκος ενός κυβ. μέτρου σε εκατοστά είναι $100 \times 100 \times 100 = 1000000$ κυβ. εκατοστά.

εφαρμόζοντας την μέθοδο των τριών:

$$\begin{array}{rcl} 1000000 \text{ κυβ.εκ.} & = & 600 \text{ ευρώ} \\ 62400 \text{ κυβ.εκ.} & = & \mathbf{X \text{ ευρώ}} \end{array}$$

$$\mathbf{X} = (62400 * 600) / 1000000 = \mathbf{37.44 \text{ ευρώ}}$$

Άρα το κόστος της Οξιιάς για την παραγωγή 100 τέτοιων ποδιών είναι 37.44 ευρώ.

Μετατροπές μονάδων όγκου και εμβαδού:

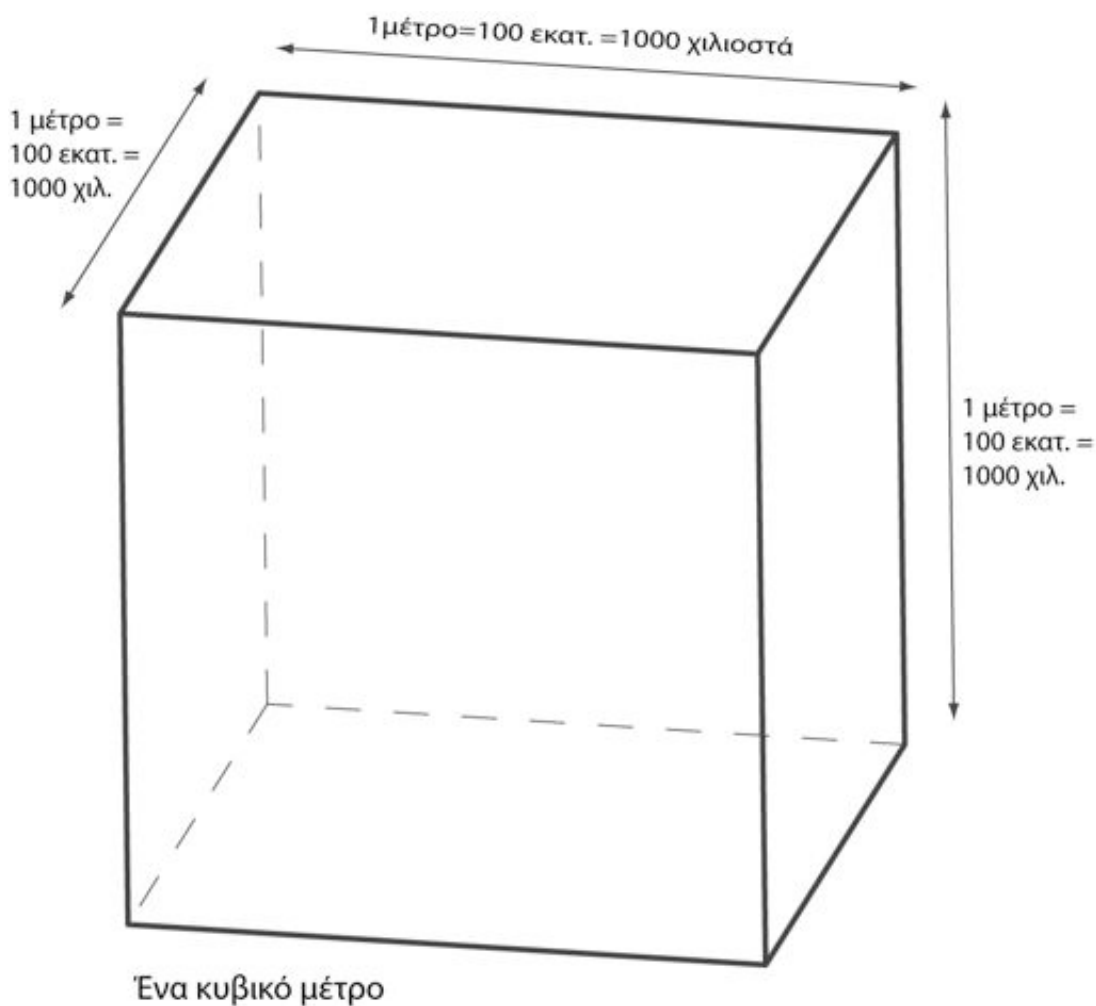
$$\underline{1 \text{ μέτρο} = 100 \text{ εκατοστά} = 1000 \text{ χιλιοστά}}$$

$$1 \text{ τετραγωνικό μέτρο} = 100 \times 100 \text{ εκατοστά} = 10.000 \text{ τετρ. εκατοστά}$$

$$1 \text{ τετραγωνικό μέτρο} = 1000 \times 1000 \text{ χιλιοστά} = 1.000.000 \text{ τετρ. χιλιοστά}$$

$$1 \text{ κυβικό μέτρο} = 100 \times 100 \times 100 \text{ εκατοστά} = 1.000.000 \text{ κυβ. εκατοστά}$$

$$1 \text{ κυβικό μέτρο} = 1000 \times 1000 \times 1000 \text{ χιλιοστά} = 1.000.000.000 \text{ κυβ. χιλιοστά}$$



Βιβλιογραφία:

Dreyfuss H. 1967. The measure of Man, Whitney Library of Design

Langsner D. 1997. The chairmakers Workshop, Lark Press, Syerling Publishing Inc.

Miller, Jeff 2006. Chairmaking and Design, Linden Publishing

Ngo D. and Pfeiffer E. 2003. Bent Ply – The Art of Plywood Furniture, Princeton Architectural Press

Νταλός Γ. 2001. Σημειώσεις Τεχνολογίας Παραγωγής Επίπλου και Ξυλοκατασκευών III

Schleining, L. 2002. The Complete Manual of Wood Bending, Linden Publishing

The Editors of Fine Woodworking 2006. Designing and Building Chairs, The New Best of Fine Woodworking, The Taunton Press

The Editors of Fine Woodworking 1989. Fine Woodworking on Bending Wood, Taunton Press

The Editors of Fine Woodworking 1986. Fine Woodworking on Chairs and Beds, Taunton Press

Thomson R. 2007. Manufacturing Processes for Design Professionals, Thames and Hudson