



**Lesnická  
a dřevařská  
fakulta**

**Připravila: Lud'ka Hlásková  
Tvarování materiálů na bázi dřeva**

# **Ohýbání a lamelování masivního dřeva**

**Mendelova  
univerzita  
v Brně**



# Účel a způsoby tváření dřeva

- Ve výrobě nábytku se dřevo a materiály na bázi dřeva tvarují za účelem získání dílců i celých výrobků požadované konstrukce, tvaru, funkce a vlastností.
- Tohoto se dosahuje těmito technologiemi:
  - ohýbáním,
  - lamelováním.
  - lisováním.

# Výběr a příprava materiálu

- Pro ohýbání jsou doporučována dřeva, která mají dlouhá vlákna, rovnoměrnou šířku letokruhu a malé rozdíly ve vlastnostech jarního a letního dřeva, popř. dominantní výskyt jarního nebo letního dřeva v rámci letokruhu.
- Dalším důležitým požadavkem je malá rozdílnost jednotlivých mechanických vlastností důležitých pro ohýbání
- Nejméně vhodná jsou pro ohýbání dřeva jehličnatá a dřeva dřevin rostoucích v extrémních vegetačních podmínkách.
- Za nejvhodnější se považují tvrdé listnaté dřeviny



# Požadavky na ohýbaný materiál

- odklon dřevních vláken, v rovině ohybu je to max. do 4 %, v boční rovině je max. do 10 %
- kolmost řezů u čel
- hladkost opracování dílce
- bez plísně, hniloby, nepravé jádro je možno akceptovat jen tehdy, nezasahuje-li do 1/3 povrchu
- zahnědlý a zapařený materiál je možné použít za předpokladu, že bude použita barevná povrchová úprava, či moření
- bez dřeně, trhlin

## Požadavky na ohýbaný materiál

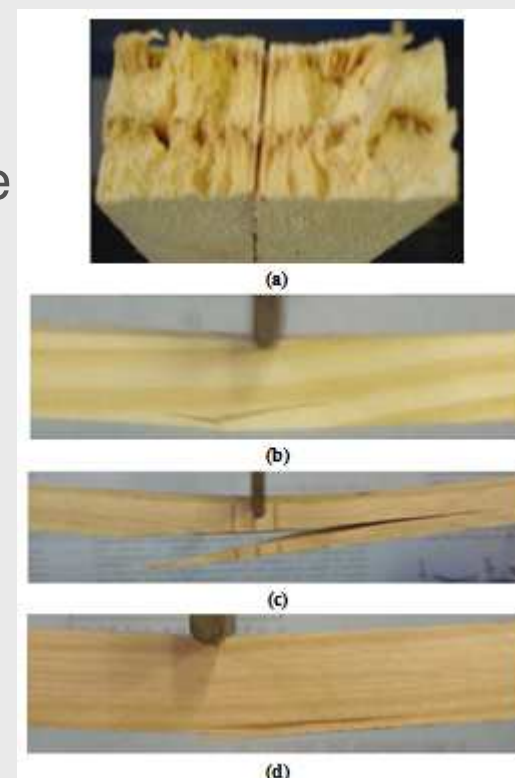
- Svalovitost
- suky zarostlé do průměru 5 mm
- nemělo být použito dřevo z blízkosti dřeně, ani rychle či pomalu rostoucí dřevo
- vlhkost v rozsahu 28 – 32 %, do bodu nasycení dřev. vláken, bez vody volné, která je jako kapalina nestlačitelná a zvyšovalo by se riziko tvorby trhlin

# Ohýbání

- je technologická metoda založená na plastifikaci dřeva a schopnosti udržet získaný tvar po vysušení. Využívá se především při výrobě sedacího nábytku.
- Účelem ohýbání je dát rovnému dílci požadovaný zakřivený tvar a zajistit jeho tvarovou stabilitu.
- Z technologického pohledu je ohýbání definován jako postup, při němž dochází k vytvoření ohybu.
- Ohýbáním se nejčastěji tvarují hranolovité dílce, zřídka také dílce plošného charakteru.

# Teorie ohybu – volný ohyb neplastifikovaného dřeva

- Při ohýbání jsou nuceny vlákna nacházející se na vnější straně ohybu prodlužovat a vlákna na vnitřní straně ohybu stlačovat, avšak pouze do určité meze
- Neplastifikované dřevo není schopno prodlužování či zkracování vláken v dostatečné míře, příp. odpovídajícího posunu elementu po sobě bez porušení celistvosti hranolku.
- Dřevo je typické při zatížení dlouho neznatelným deformačním projevem, až dojde náhle k porušení celistvosti.



## Volný ohyb plastifikovaného dřeva

- Plastifikací se neutrální osa částečně posune z poloviny asi do dvou třetin tloušťky hranolku ve prospěch tlakové strany
- Modul pružnosti v tlaku podél vláken je více snížen než modul pružnosti v tahu podél vláken, čímž je dosaženo posunu neutrální osy k vnější straně ohybu
- Důvod posunu neutrální osy spočívá v rozdílném působení vlhkosti na snížení pevnosti a pružnosti dřeva při jednotlivých způsobech namáhání.

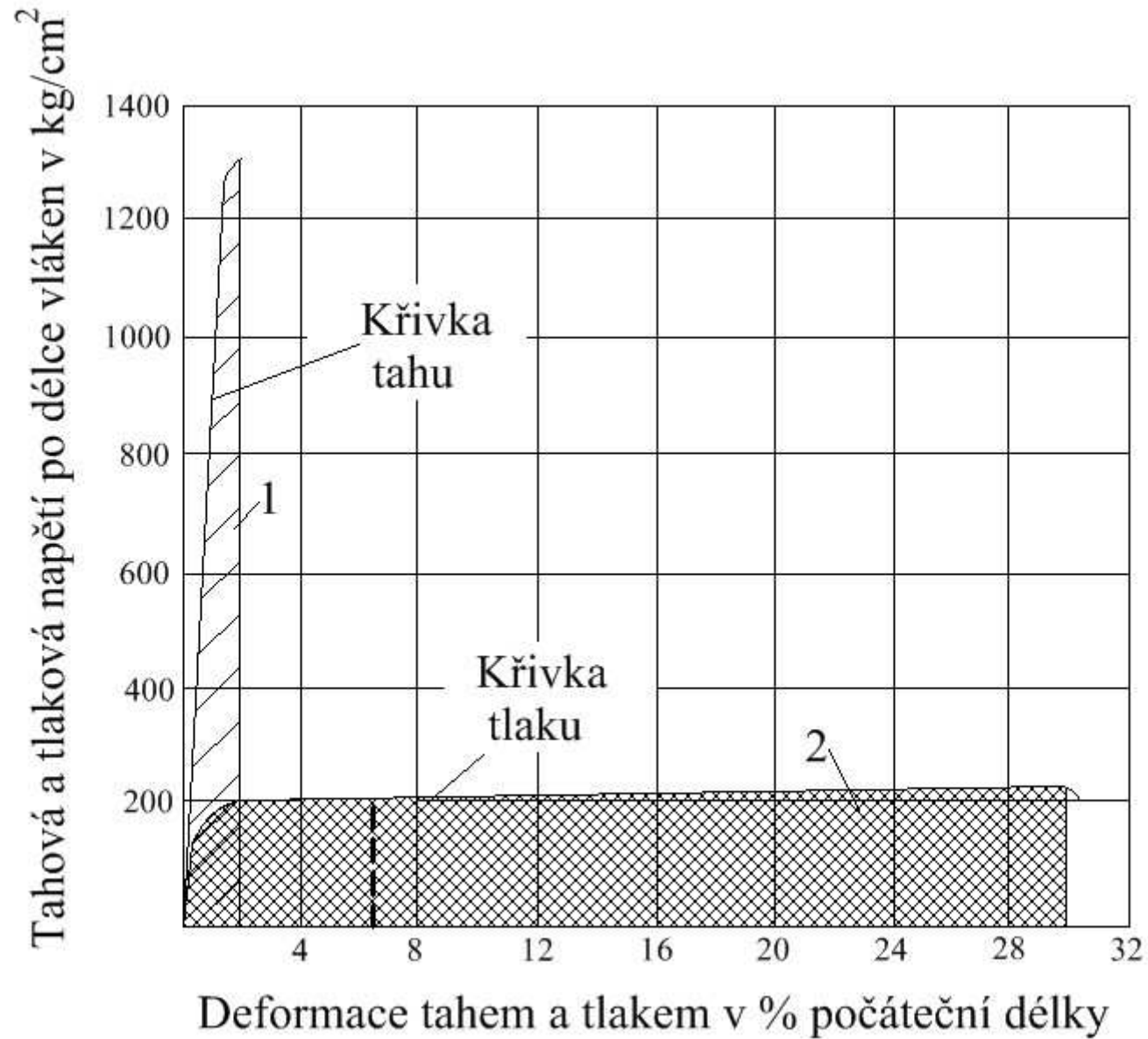


# Ohyb s pásnicí

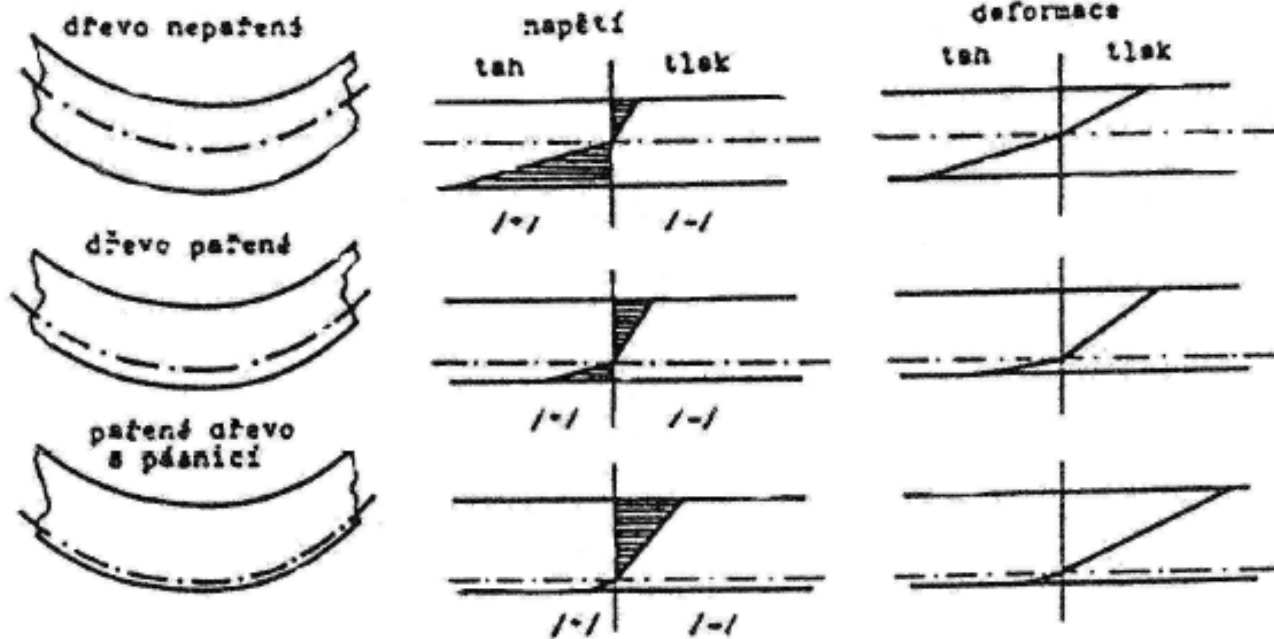
- Pásnice je ocelový pás opatřený na konci pevnými zarážkami, které nedovolí prodlužování vrstev a následné praskání hranolku.
- Modul pružnosti u oceli je asi 20x vyšší než u dřeva. Klíčovým prvkem jsou koncové zarážky, které vytváří čelní tlak a nedovolí prodloužení dřevních vláken.
- Tlakové straně se může odlehčit posunem zarážky o max. 2 %, tj. o mez tahové deformace dřeva podél vláken v plastifikovaném stavu

# Podstata ohýbání

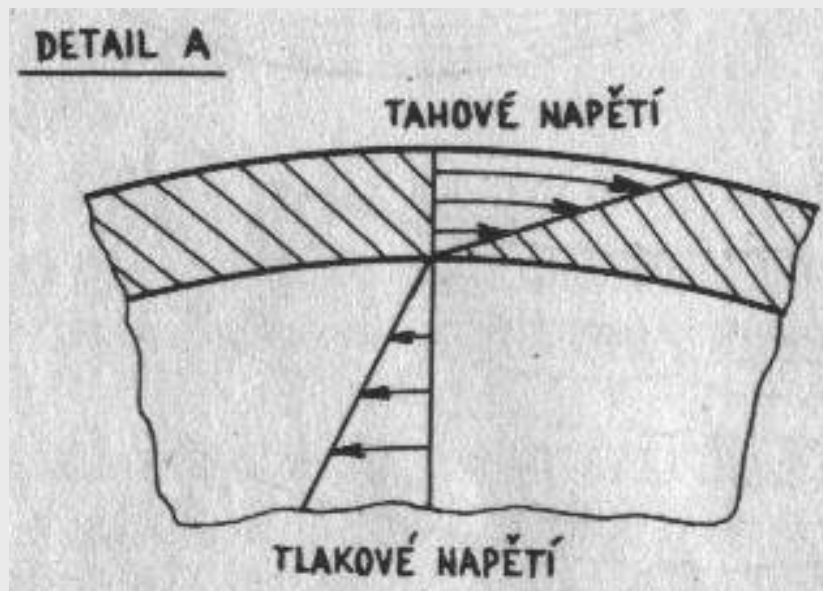
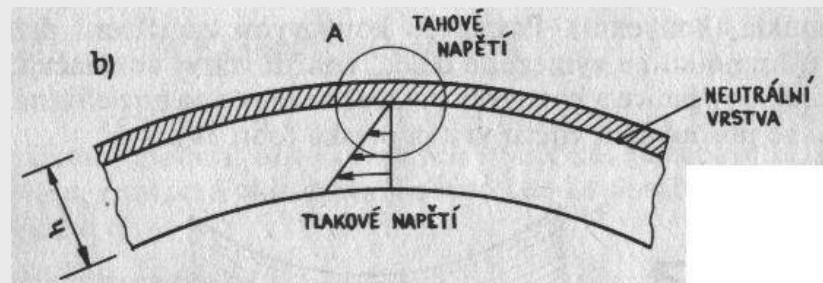
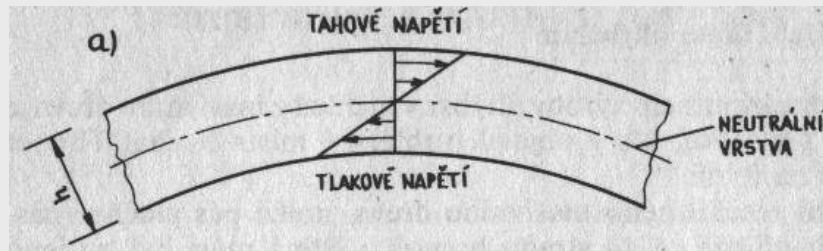
- Prodloužení materiálu je pouze 1,5 – 2 % v plastikovaném stavu. Deformace v tlaku, tzn. zkrácení dřevních vláken může být až 30 % v plastikovaném stavu.
- Z toho plyne že dřevo musí zákonitě prasknou nejdříve v tahové zóně, protože v této části je menší prostor pro deformaci. Použitím pásnice a tím posunutím neutrální osy přinutíme těleso aby se celé deformovalo v tlaku, tahovou část přebírá ocelový plech
- Změkčením (plastifikací) se stane dřevo tvárnějším, tzn. že se mírně zvětší jeho protažitelnost a zvětší se i jeho stlačitelnost na tlakové straně.



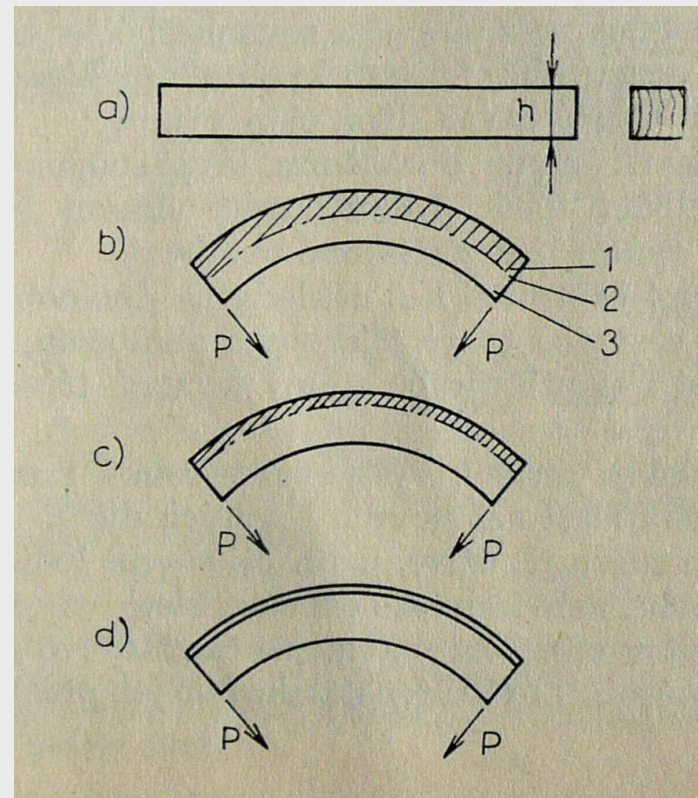
*Diagram napětí a deformací tahem a tlakem u pařeného buku*



*Napětí a deformace při ohýbání dřeva*



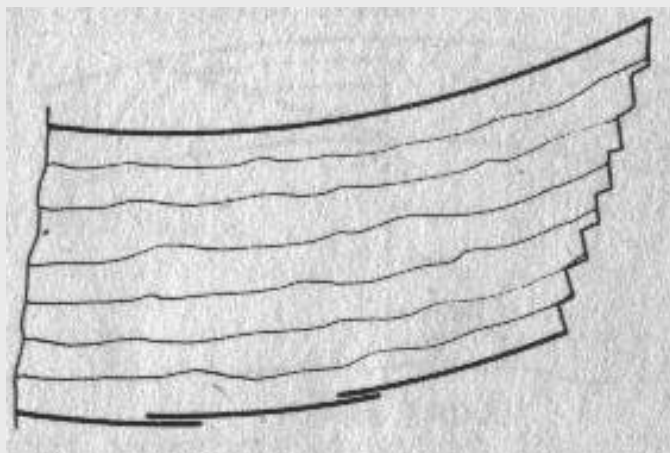
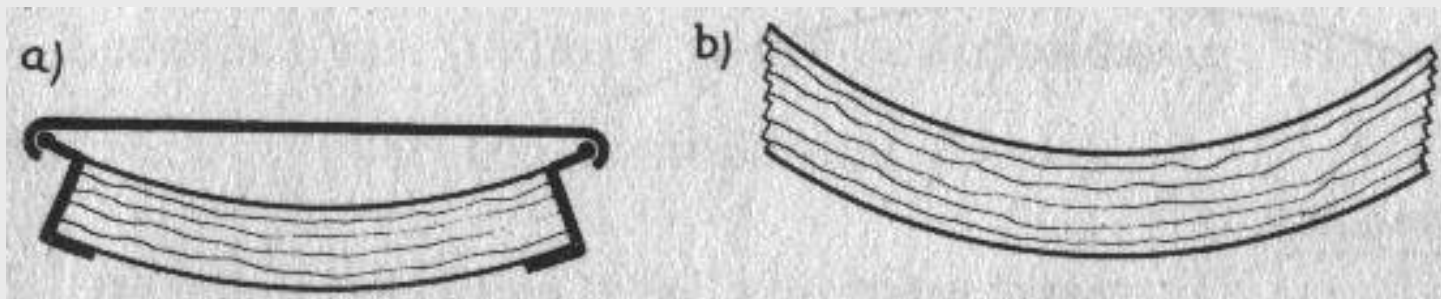
- Namáhání dřeva při ohýbání
  - a – bez použití pásnice
  - b – s použitím pásnice



Posuv neutrální vrstvy při ohýbání  
 a) hranolek, b) nepařený hranolek, c) pařený hranolek, d) pařený hranolek s pásnicí.

- **Ohýbání dřeva s pásnicí a bez pásnice**

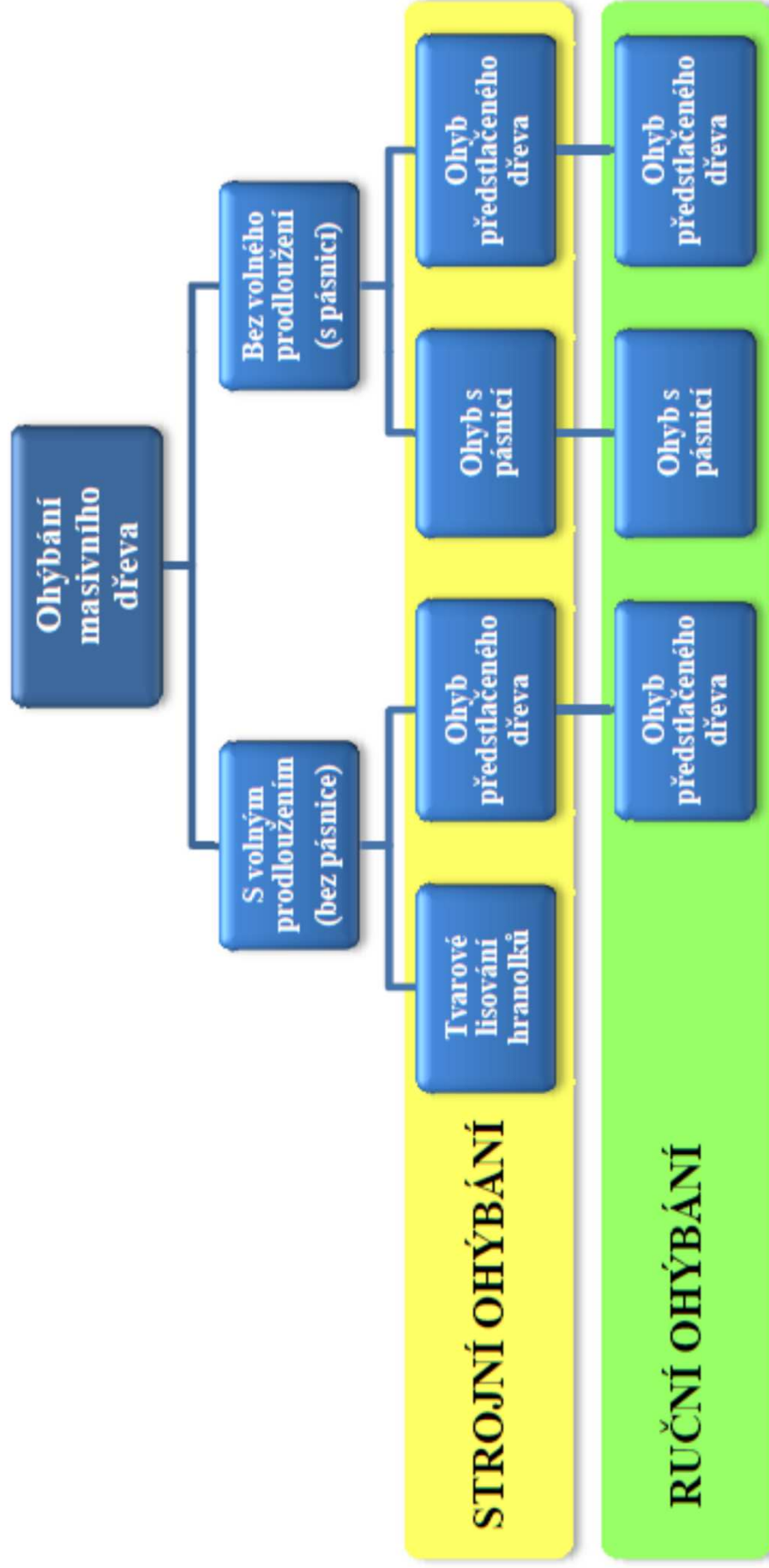
a – pásnice s koncovými zarážkami drží vnější vrstvy hranolku ve vymezené délce, vnitřní vrstvy jsou stlačeny



b – výsledek ohýbání hranolku bez pásnice a koncových zarážek, dřevo se trhá a vnější vrstvy se otvírají

# Metody ohýbání

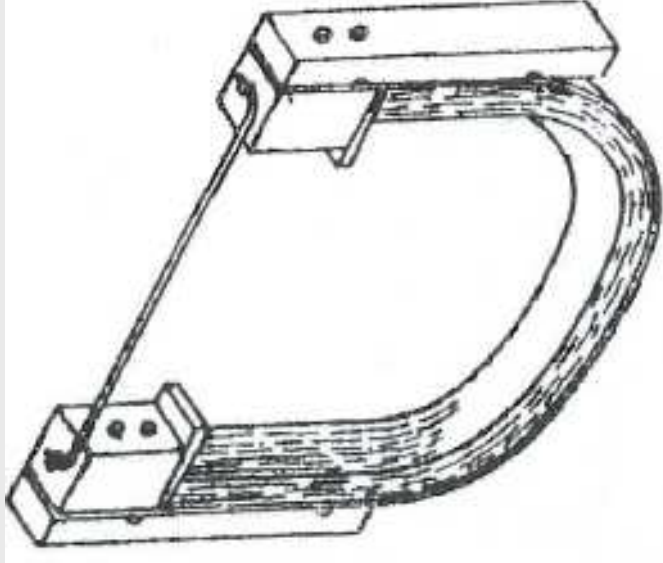
- Metoda ohýbání se volí podle požadovaného tvaru ohybu, kvality ohýbání a druhu plastifikace. Metody ohýbání lze zařadit do následujících skupin.
- **a) Ohýbání podle formy – ruční nebo strojní podle přesně daného tvaru, přičemž volné prodloužení vrstev namáhaných na tah je možné.**
- **b) Ohýbání podle formy s pásnicí – ruční nebo strojní, přičemž volné prodloužení vrstev namáhaných na tah není možné.**



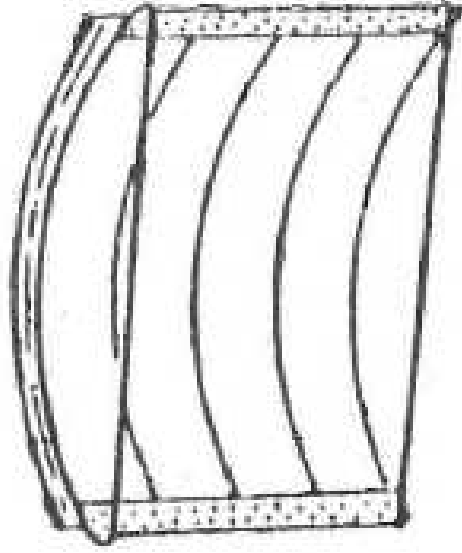


# Pomůcky k ohýbání

- **Formy (šablony) – při ohýbání dřeva se nazývají tvárnice.**
- **Tvárnice může být** konstruována jako tvarový prvek, na který se hranolek přitlačí, popř. se na něj navíjí nebo jako lisovací desky (matrice a patrice) obvykle s vysokofrekvenčním ohřevem.
- Jsou to formy, na které se navíjí nebo přes které se ohýbá napařený hranolek.
- Po ukončení ohýbacího cyklu se poloha tvaru musí zajistit zajišťovací tyčí.



*Ohnutý dílec uzavřený zajišťovací tyčí*



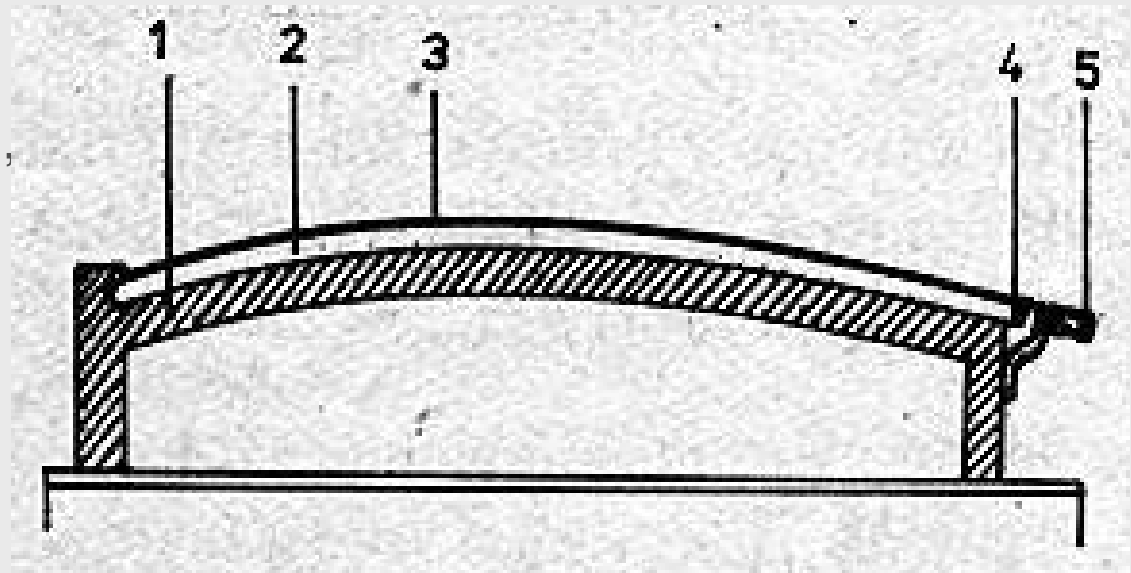
*Široké pásnice k ohýbání několika kusů najednou*

# Pomůcky k ohýbání

- **Pásnice** – jedná se o ocelový pás, který se napíná na vnější stranu ohybu.
- nejčastěji o tl. 0,75 – 0,8 mm
- Pro výrobu pásnic jsou nejvýhodnější mosazné plochy. Nejčastěji se používají plechy ocelové
- Jestliže nejsou pásnice vyrobeny z nekorozivního materiálu, vkládá se mezi pásnici a hranolek vložka
- Při ohýbání s použitím pásnice se nejprve plastifikovaný hranolek vloží do pásnice a poté je natvarován podle tvaru tvárnice

## Přípravek na ohýbání

- 1 – tvarovaný stůl přípravku,
- 2 – ohýbaný dílec,
- 3 – pásnice,
- 4 - zarážka,
- 5 – mechanické upínání



# Pomůcky k ohýbání

- **Svorky a spony** – používají se k dočasné fixaci vytvořeného ohybu
- **Spony** – vyrobené jsou buď z ocelové kulatiny nebo pásoviny, zaklesne se za konce pásnic, takže podrží ohnutý tvar
- **Ztužidla – svěrky** – přidrží konce hranolků k tvárnici
- Stabilizace hranolku se provádí v zafixovaném stavu. Při ohýbání v tvarovém lisu s vysokofrekvenčním ohřevem probíhá stabilizace po vytvoření ohybu v uzavřeném lisu, dočasnou fixaci zajišťují lisovací desky.
- Při ohýbání dřeva předlisovaného rovnoběžně s vlákny není nutná dočasná ale trvalá fixace. Trvalá fixace se provádí připevněním na stabilní podklad



# Způsoby ohýbání – ruční ohýbání

- tato práce je fyzicky velmi náročná, což je způsobeno jednak charakterem materiálu a jednak podmínkami
- Kromě fyzické zdatnosti vyžaduje ruční ohýbání značnou zručnost a zkušenost, bez které se pracovník neobejde
- V ruce se dají ohnout lišty do tloušťky cca. 2 cm, silnější pak se ohýbají pomocí truhlářských svěrek, popruhů atp., nebo pomocí válcové strojní ohýbačky. Strojem se nejlépe dosáhne pravidelné kružnice.



# Ruční ohýbaní

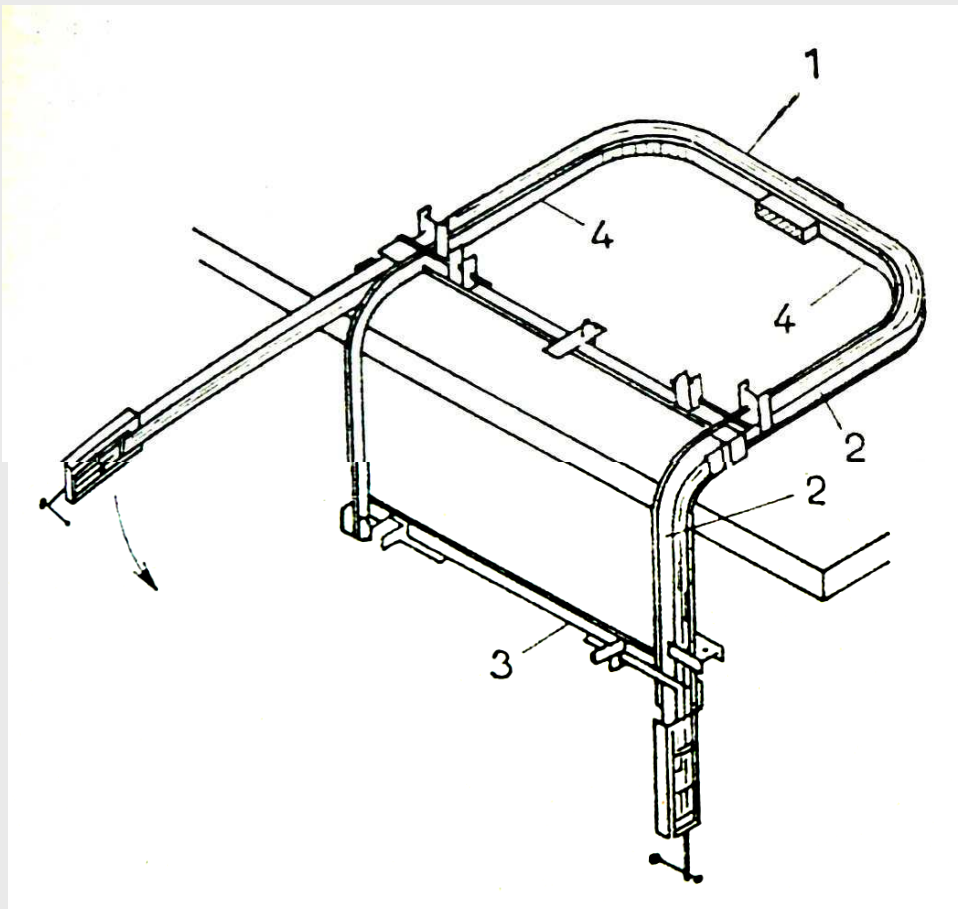




## Tvárnice s pásnicí při výrobě židle č.14



# Přípravek pro vícenásobné ruční ohyby



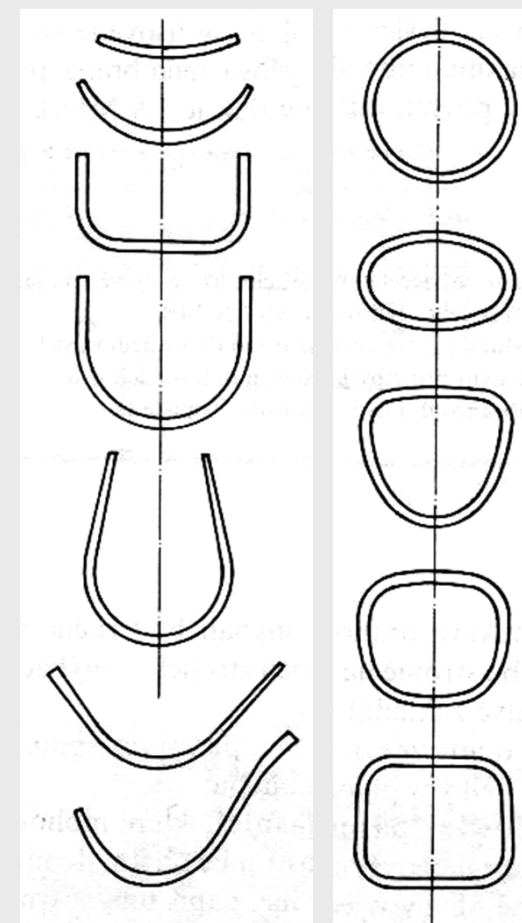
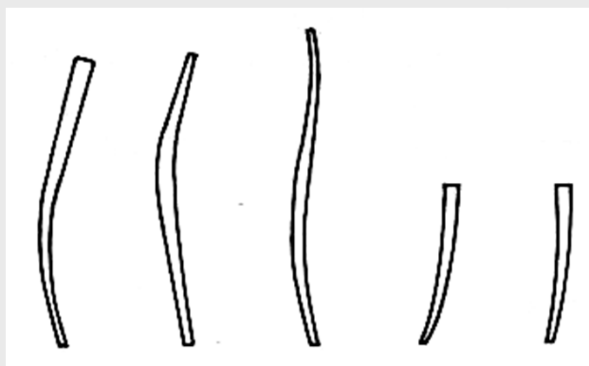
- 1- pařený hranolek,
- 2- pásnice,
- 3- nastavitelný šířkový příčník,
- 4- ocelová tvárnice

## Způsoby ohýbání – strojní ohýbání

- odstraňuje namáhavou práci, zvyšuje produktivitu práce a snižuje zmetkovitost.
- Nevyžaduje tak značné zkušenosti a vědomosti jako ohýbání ruční.
- Na strojích je možno ohýbat hranolky s pásnicí nebo bez pásnice.
- Otevřené ohyby (různé tvary i excentrické) se vyrábí na ramenových ohýbačkách či v tvarových lisech, uzavřené ohyby na navíjecích ohýbačkách.
- Strojní ohýbání se provádí na tzv. zakružovačkách, které slouží k předtvarování, konečné dotvarování se provede ručně připevněním k pevnému podkladu

# Strojní ohýbání - přehled

- Ohýbačky bez pásnice (velké poloměry ohybu)
- Ohýbačky s pásnicí
  - **Ramenové:** saně, hokejky, luby a trnože židlí, loketníky křesel
  - **Pákové:** nohy židlí
  - **Kolenové:** násady lopat, dužniny sudů
  - **Navíjecí:** držadla holi, sedadlové rámy, kruhové výztuže, trnože židlí.



# Strojní ohýbání



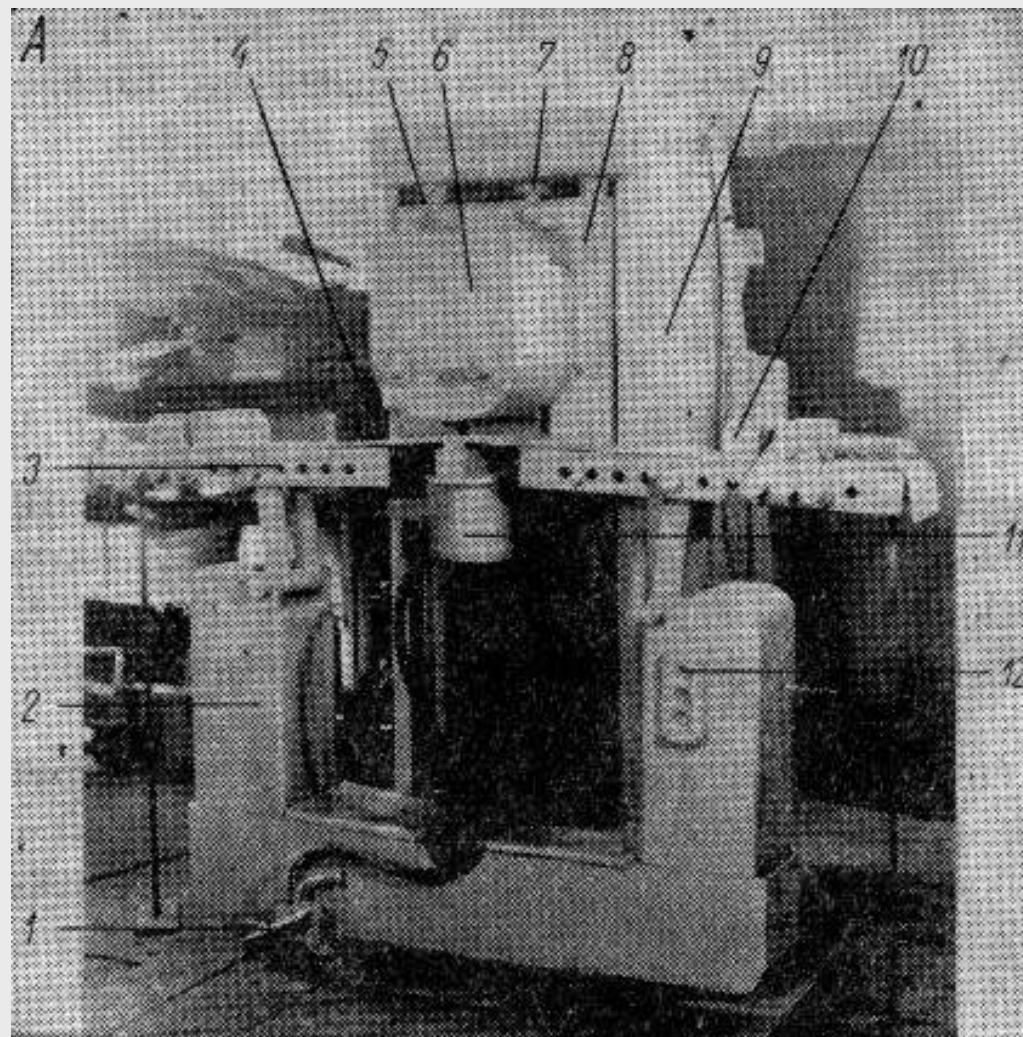
## Ramenová ohýbačka s pásnicí

- Přitlačení plastifikovaného dílce s pásnicí na tvarovanou tvárnici
- Provádění otevřených asymetrických ohybů, zpravidla na otevřené sedadlové rámy, výztuhy a trnože.
- Na stroji lze ohýbat několik hranolků najednou, aby byla využita pracovní šířka stroje.
- Zajištění pásnice sponami
- Vyjmutí dílce s pásnicí

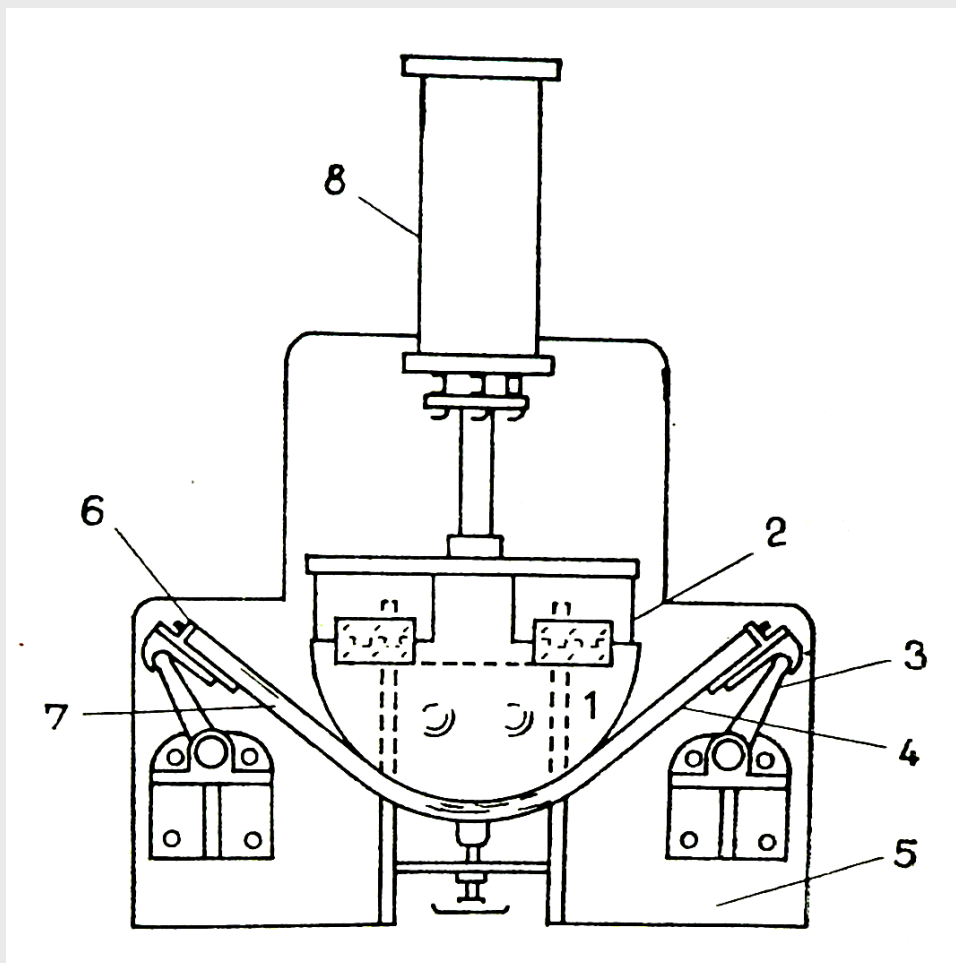


# Ohýbačka ramenová s pásnicí

- 1 – nožní ovládací šoupátko
- 2 – nosníky
- 3 – ohýbací ramena
- 4 – pásnice
- 5 – vodící sloupy
- 6 – ohýbací tvárnice
- 7 – poháněcí šroub
- 8 – upínací deska
- 9 – stojan
- 10 – opěrka
- 11 – vzduchový válec
- 12 – tlačítko



# Ramenová ohýbačka

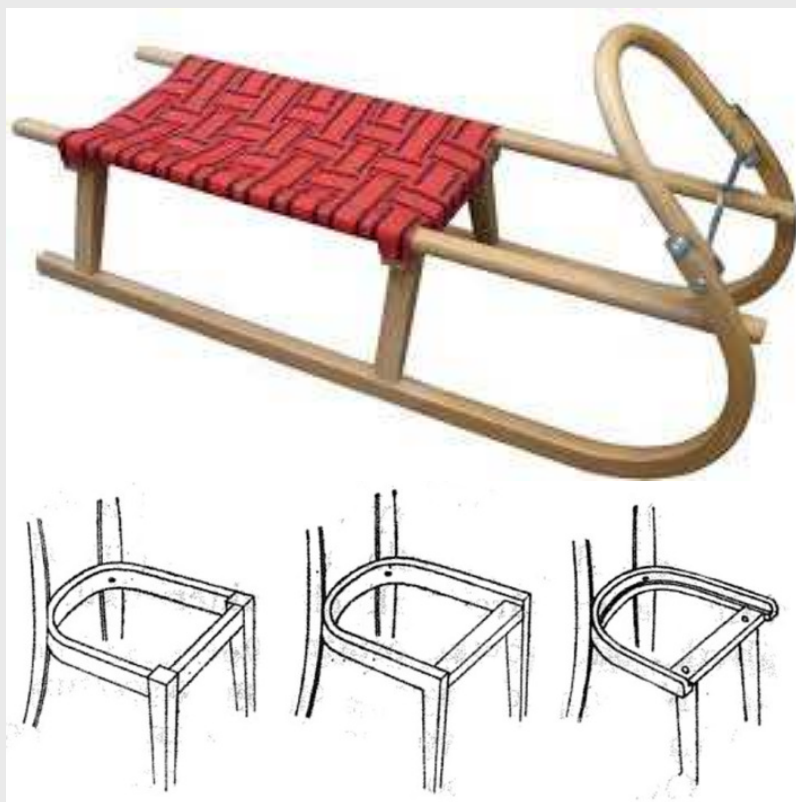


- 1 - tvárnice
- 2 - závěs tvárnice
- 3 - kovové rameno
- 4 - pásnice
- 5 - stacionární lože stroje
- 6 - koncová zarážka
- 7 - ohýbaný hranolek
- 8 - hydraulický válec



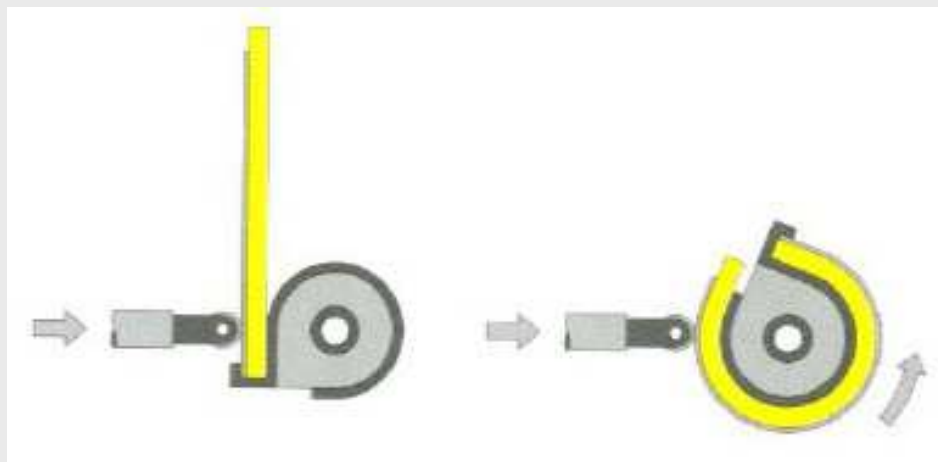
# Ramenová ohýbačka - použití

- Otevřené ohyby sedáků, opěráků a nožních spojů
- Lze ohýbat více dílců najednou v široké pásnici



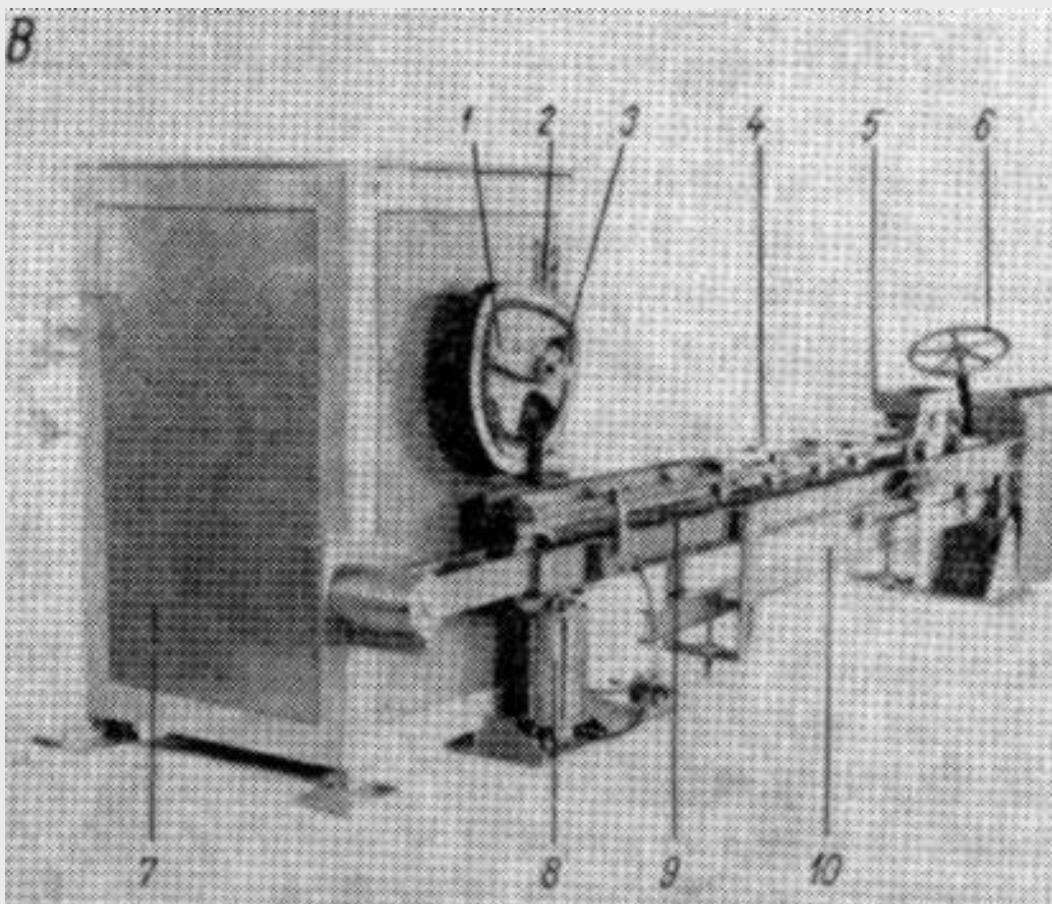
# Navíjecí stroj

- Stroj je určen pro provádění uzavřených ohybů, zpravidla sedadlových rámců, výztuží a trnoží různých tvarů.
- Upnutí tvárnice s pásnicí na poháněné vřeteno
- Vložení konce plastifikovaného dílce mezi tvárnici a pásnici
- Druhý konec je dotlačen zarážkou
- Ohýbání probíhá otáčením tvárnice – navíjení dílce
- Při překrytí konců o 20-40° je dílce vyjmut i s tvárnicí

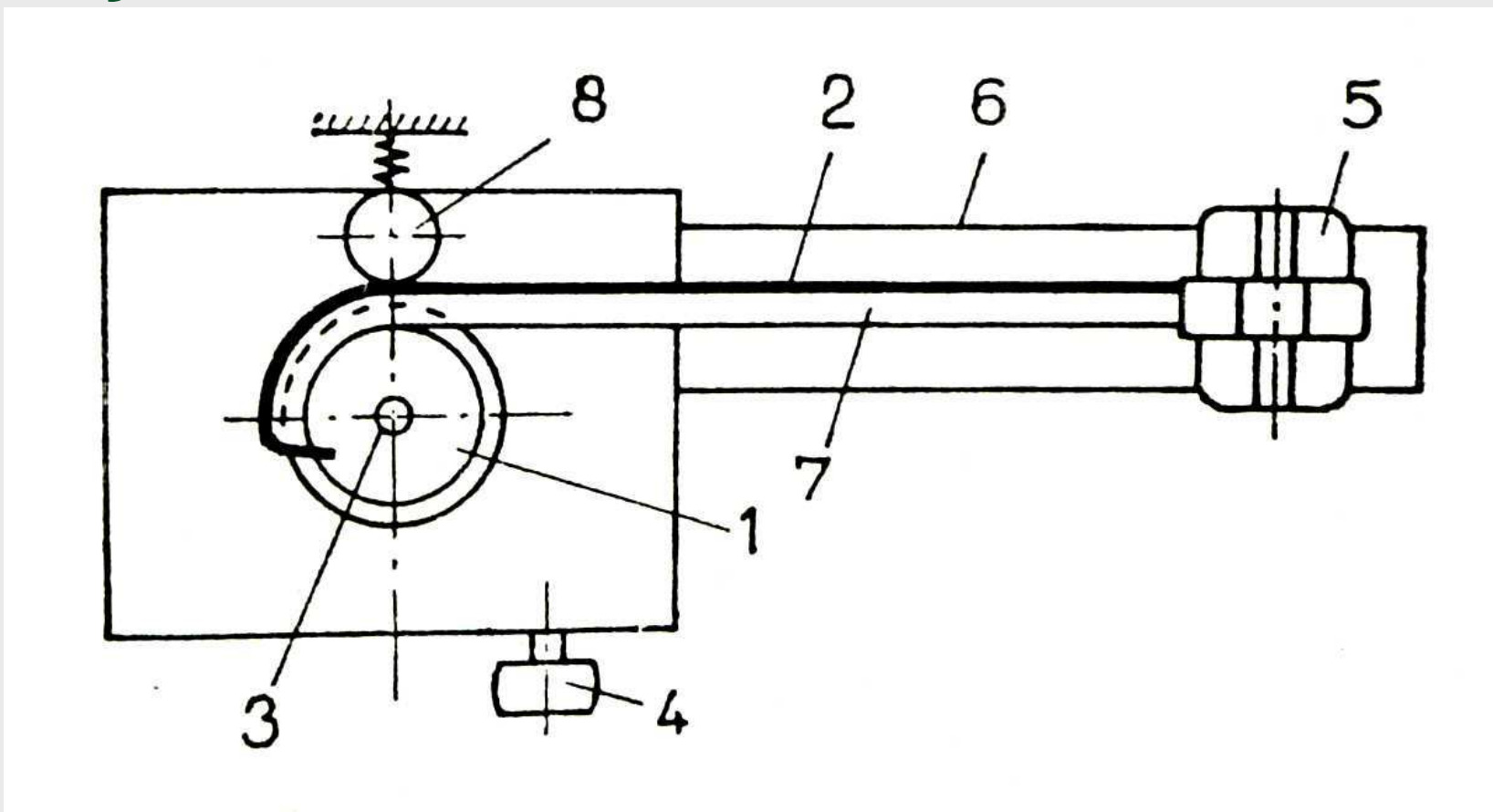


# Ohýbačka s otočnou tvárnicí

- 1 – tvárnice
- 2 – tlačítka
- 3 – upínka
- 4 – upínací otočné patky
- 5 – posouvací vozík
- 6 – upínací šroub
- 7 – stojan
- 8 – vzduchový válec přitlačného zařízení
- 9 – ohýbací vozík
- 10 – šikmá skluznice



# Ohýbací stroj k vytvoření uzavřených ohybů



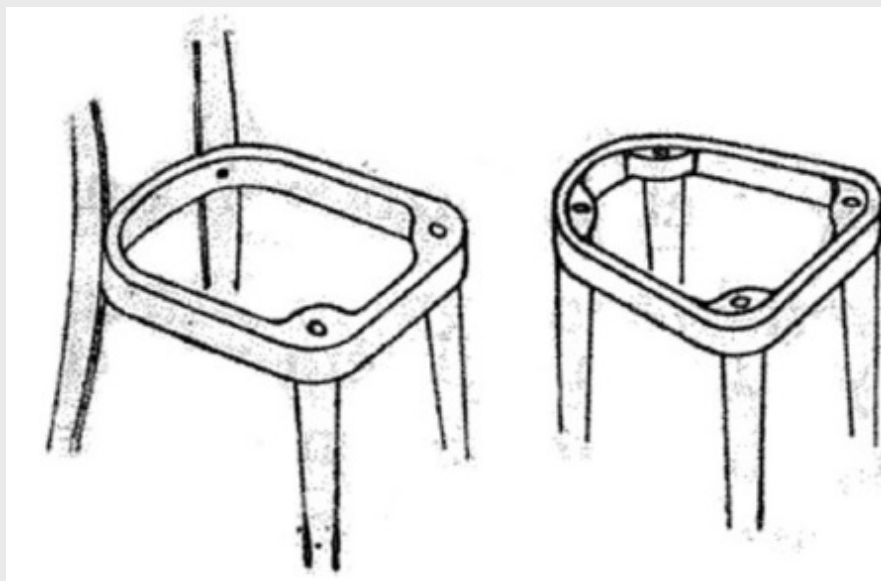
1- tvárnice, 2- pásnice, 3- hřídel, 4- redukční soukolí,  
5 - vozík, 6- saně vozíku, 7- ohýbaný hranolek, 8- přítlačný váleček.

# Ohýbačka s otočnou tvárnici

- Po skončení ohýbání se stroj zastaví
- Ohnuté sedadlo i s pásnicí se svěrkou připevní k tvárnici, která se po vypuštění vzduchu z přítlačného zařízení i s ohybem ze stroje vyjme.
- Tlačítkem pro chod zpět se unášecí kotouč otočí do základní polohy a pracovní cyklus se může opakovat.
- Pro ohýbání překližkových lamel a skořepin se současně době používají zpravidla lisy s různě tvarovanými deskami.

## Navíjecí stroj - použití

- Uzavřené ohyby sedáků, kruhových trnoží
- Potřeba velkého počtu tvárnic



## Sušení ohybů (tvarová stabilizace)

- Sušení ohybů na tvárnících se provádí za účelem odstranění přebytečné vlhkosti a tvarové stabilizace ohybů.
- Časy pro stabilizaci ohybů nemohou být stanoveny jednoznačně, protože stabilizace závisí na řadě činitelů
- Proto je nejvhodnější stanovit dobu sušení pro každou součástku zvlášť po provedení zkoušky

# Klimatizace ohybů

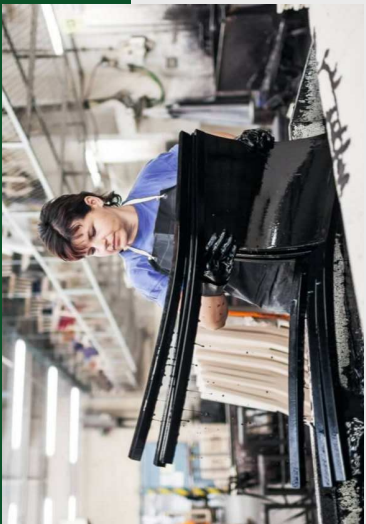
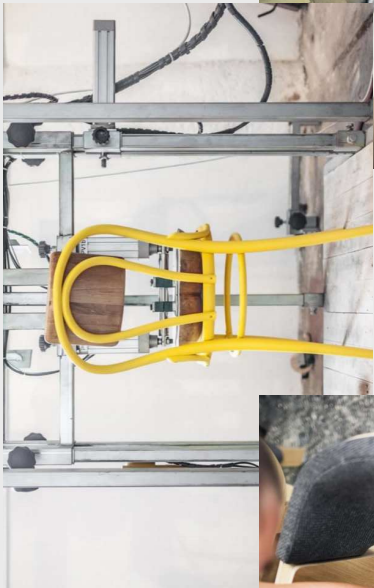
- Ohyby se klimatizují v dílenských podmínkách, tj. při teplotě 18 až 25 °C, relativní vlhkosti 43 až 46 ° a po dobu 14 až 28 dnů.
- Složité ohyby se při dosoušení a při klimatizaci zabezpečují proti deformacím. Přeložené konce součástí se upnou do železných spon a vkládají do dosušovacích prostorů.
- Jednoduché ohyby (nohy) se proti deformacím nezabezpečují. Ukládají se a dosoušejí v proloženém stavu a zpracovávají se po uplynutí 30 dnů.
- Operace ohýbání dílců, stabilizace ohybů, vysušení a klimatizace ohybů vytvářejí základní předpoklad pro kvalitu dalších operací a kvalitu hotových výrobků.



# Opracování ohnutých dílců

- Po sušení a následné klimatizaci je potřeba jednotlivé dílce opracovat, čímž dostanou požadovaný rozměr a tvar, vytvoří se konstrukční spoje a připraví se povrch pro aplikaci nátěrové hmoty.
- Nejrozšířenějším způsobem opracování je frézování
- Poté následuje krácení na přesnou délku
- Při dalším opracování se vytváří konstrukční spoje, frézováním pro dlaby, vrtáním pro kolíky a otvory pro výplet, také se vytváří čepy
- Po získání základního tvaru se musí dílec brousit na pásových bruskách brusným papírem zrnitostí 150.





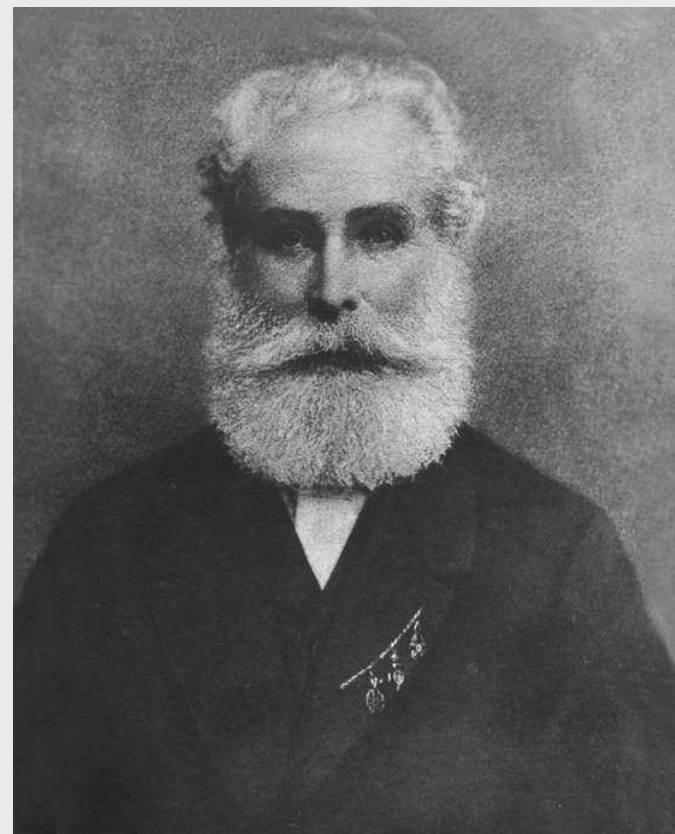
## Ohýbání – výhody / nevýhody

- + Široká škála funkčních dřevěných ohýbaných dílců
- + Beztrísková technologie s minimálním odpadem
- + Zachování příznivých mechanických vlastností
- + Rozvoj průmyslové výroby sedacího nábytku
- Energetická náročnost plastifikace
- Náročnost na technické vybavení
- Nehomogenost dřeva - zmetkovitost

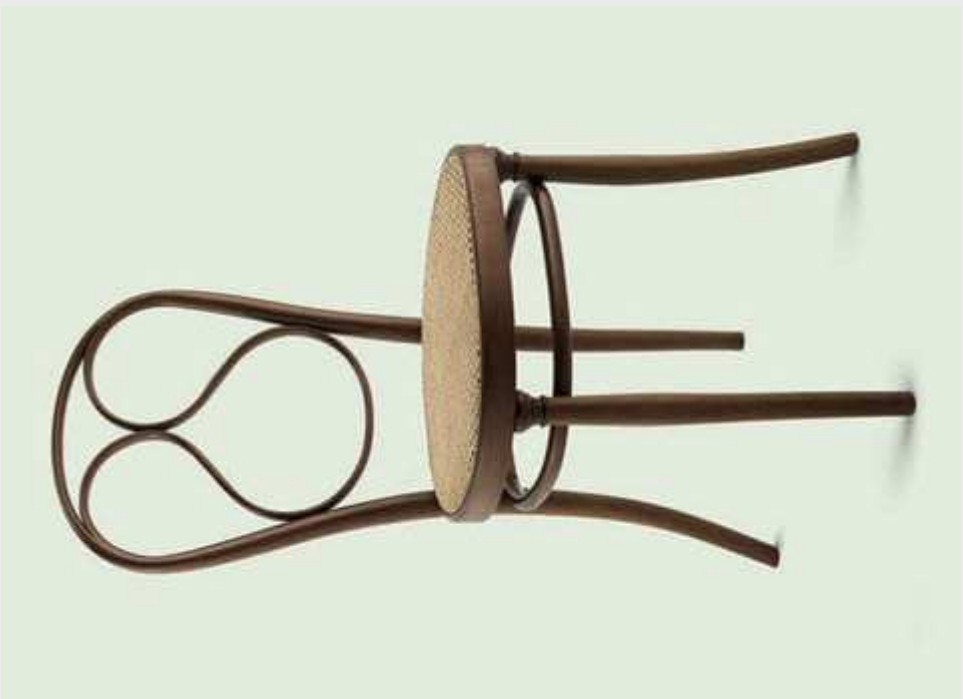


# Michael Thonet

- Německý rodák M. Thonet založil svou firmu ve Vídni v roce 1849.
- Brzký úspěch mu umožnily jeho stále dokonalejší židle – vyráběl je totiž odlišným způsobem než jeho konkurenti.
- Inspiroval se umem starověkých Egyptanů a začal s **ohýbáním dřeva** – svazky dřeva povařil v tekutém lihu a poté je ohnul podle předem připravené formy.
- I přes opakované dohady o patentování se Michael Thonet stal velmi úspěšným obchodníkem.
- Jedním z jeho výhodných rozhodnutí bylo přestěhování výroby na Moravu – roku 1856 do Koryčan a následně do Bystřice pod Hostýnem, kde měl k dispozici dostatek bukového dřeva.



*Michael Thonet.*  
geb. 2. Juli 1796 – gest. 3. März 1871



## Výroba sedacího nábytku z ohýbaných dílců

- Nejprodávanější židle světa se vyrábí stejně jako před 150 lety. Těžce. Přesně podle hesla jejího tvůrce Michaela Thoneta: ohnout, nebo zlomit!
- Výsledkem dřiny ohýbačů je thonetka č. 14 (dle pořadí v katalogu), nadčasová, elegantní židle, která se řadí mezi ikony designu.
- Je poskládaná z šesti dílů, je lehká, pevná, nadčasová a cenově dostupná. Oblíbil si ji například Charles Chaplin nebo Laurel a Hardy.







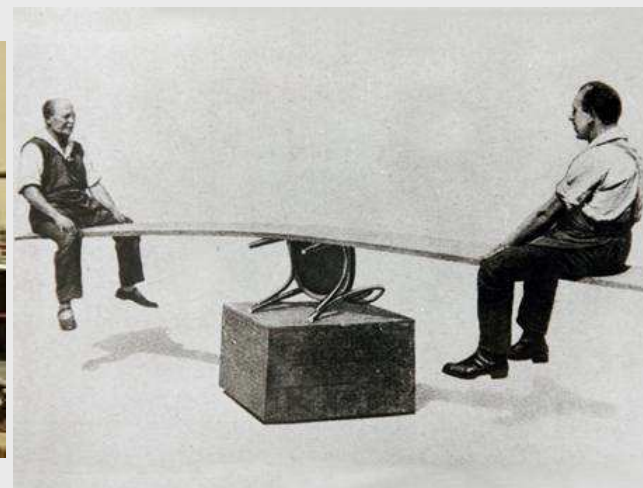




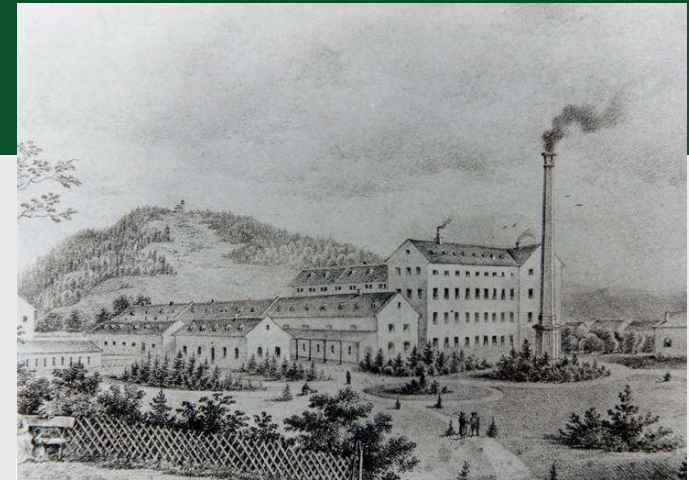


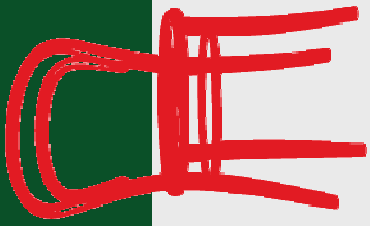
# Výrobní proces

- Židle značky TON se stále vyrábí ručně – jinak to prostě nejde, žádný stroj nemůže zaručit dokonalé ohýbání, jednotlivé typy dřeva vyžadují různé zacházení.
- Dřevo se napařuje v peci, v níž je teplota vyšší než 100°C, po dobu 1-4h
- Masivní dřevo se připevní k formě svěrkami, ohýbat jej zvládnou dva ohýbači – dokážou ho ohnout až o 180°, prasknutí brání ocelové pásnice.
- Výsledky však za to stojí – díky tomu, že dřevo nemá přeřezaná vlákna je židle TON je v podstatě nerozbitná.



- Nejenže patří továrna v Bystřici pod Hostýnem k největším svého druhu v Evropě, pyšní se také nepřetržitou výrobou – nikde jinde na světě se nevyrábí ohýbaný nábytek tak dlouho, jako právě zde.
- Ale silný úpadek zdejší továrna zažila – za komunistické éry došlo k výraznému zhoršení kvality, z inovativní výroby se stala manufaktura.
- Dnes je ovšem firma Ton opět na vzestupu. V areálu firmy byla dokončena rekonstrukce Thonetovy vily z roku 1873
- Vila poslouží jako showroom a podniková prodejna, veřejnost si tu může prohlédnout úplný sortiment výrobků.





# A-TON



# Problémy současného trhu

- Zástupci firmy TON přiznávají, že prodej v zahraničí omezuje levný dovoz z Asie a také spořivost některých restaurací, kaváren, hotelů apod.
- Koupě levnějšího nábytku z měkčích dřevin se jim ale samozřejmě nakonec nevyplatí. Naštěstí stále existuje dostatek zákazníků, kteří sází na kvalitu.
- Firmě také velmi pomohl vstup do EU – svůj nábytek začali představovat na mezinárodních výstavách, kde získali nové kontakty.
- Nábytek firmy TON dnes můžeme najít ve čtyřiceti zemích světa, otevírají se nové podnikové prodejny v cizině (Maďarsko, Bulharsko).



# Spolupráce s architekty a designéry

- Firemní stálicí je sice „stará dobrá Thonetka“, firma TON si je však vědoma, že právě výjimečný design je v dnešní době velmi podstatný. Navazuje proto kontakty s mladými architekty a designéry ze středních a vysokých škol, vyhledává zajímavé tvůrce.
- Nynějším předním designérem je pro ně Němec žijící v Benátkách Tom Kelley, který navrhl kolekci s názvem Tonster.
- Dalšími designéry, s nimiž firma spolupracuje, jsou třeba Mojmír Ranný či designové studio Olgoj Chorchoj a dále pak celá řada mladých designérů, Alexander Gufler, René Šulc, Eugenia Minerva, Mads. K. Johanson, Michal Riabič či Jaroslav Juřica.



# Adolf Loos





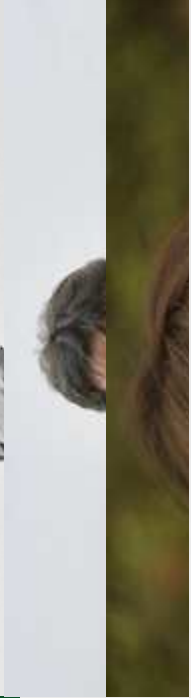
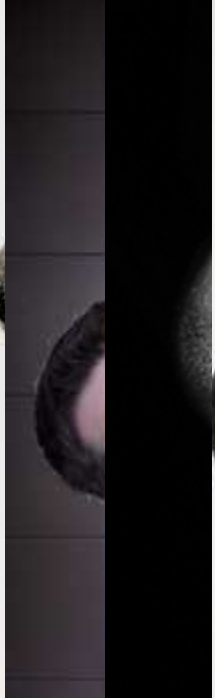
# Gustav Siegel





# Josef Hoffmann



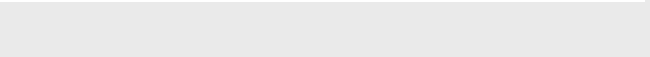




## Andy Martin



Andy Martin – Thonet 2012  
Rám – dva díly parou ohýbaného dřeva  
Následné ruční úpravy a za pomoci CNC stroje



NOVI DECOR

## Široký sortiment

- Velikým plusem je také to, že firma nabízí široké spektrum variant, vzorů čalounění aj.
- Vyrábí nejen židle, ale i barové židle, křesla, zahradní nábytek, věšáky, jídelní a konferenční stoly.
- Je možné si vybrat z různých odstínů moření dřeva, které může být dle libosti zákazníka kombinováno s látkami, kůží a ekokůží.
- Hlavní předností je ale stále ruční výroba, při níž může být nábytek propracováván do detailů, každý výrobek je proto jedinečný.



# Tváření dřeva lamelováním

- Lamelové konstrukce = výlisky z vrstveného dřeva vznikají vzájemným slepením dýh (lamel) ve formách za působení tlaku a teploty.
- Při lisování se dýhy ohýbají působením tlaku matrice a patrice.
- Rozeznáváme rovinné a tvarové lamelování
- Tvarové lamelování je kombinací lisování s následným ohýbáním
- Uplatnění u dynamicky namáhaných dílců



# Výhody

- Umožňuje výrobu dílců ve tvarech, kterých není možné dosáhnout jinými technologiemi
- Umožňuje využít sortiment dřevin, které nelze použít pro výrobu hranolků, možnost zpracovávat i méně kvalitní surovinu
- Při použití loupaných a krájených dýh dochází ve srovnání s ohýbáním masivního dřeva ke značným úsporám dřevní hmoty
- Nastavováním dýh lze vyrobit dlouhé dílce, aniž by se snížila jejich pevnost
- vrstvené ohyby se dají lépe stabilizovat než ohyby z masivního dřeva;
- Tenké lamely není nutné plastifikovat vůbec, tlustší (přes 3 mm) jen v malé míře.
- tvarově i konstrukčně v dané době byly tyto výrobky nejpevnější, přičemž však lehkostí a tvarem vynikali nad tehdejší typy, právě díky nové konstrukci vycházející z použití technologie



# Nevýhody

- Výroba je náročnější z hlediska zařízení (lisy, formy, spotřeba lepidel a energie, VF generátory),
- dochází k rychlejšímu otupování nástrojů

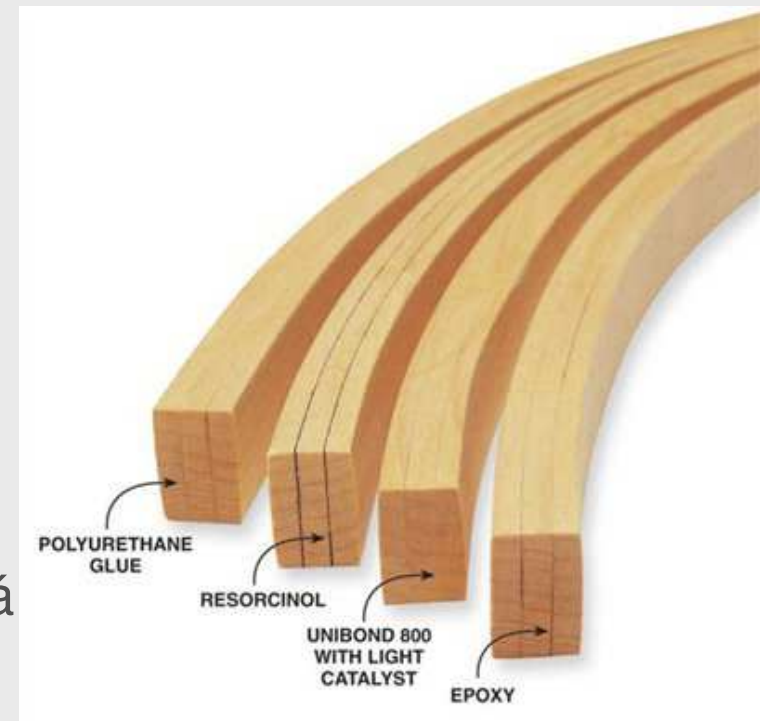
## Lamely

- Nejpoužívanější dřeviny jsou buk, bříza nebo kombinace materiálů včetně kombinace lamela a masivní dřevo.
- z jehličnatých pak borovice, jedle, smrk
- pro vnější vrstvy se používají lamely vyšší kvality
- vysprávkování lamel má negativní vliv, obzvláště v místě ohybů
- se zvýšenou vlhkostí se dosahuje větších ohybů (vlhkost v rozmezí 6 až 10 %)
- tloušťka lamel od 0,7 do 2,5 mm



# Lepidla

- kvalita lepeného spoje se výrazně podílí na kvalitě celého výrobku
- jednotlivé druhy se používají v závislosti na jejich pevnostních vlastnostech
- nánosy od 120 do 330 g/m<sup>3</sup>
- Pro lepení se používají močovinoformaldehydová, disperzní PVAC a polyuretanová lepidla
- Při použití UR lepidla se přidává technická mouka v poměru 1:4. Jako tvrdidlo se používá chlorid amonný.

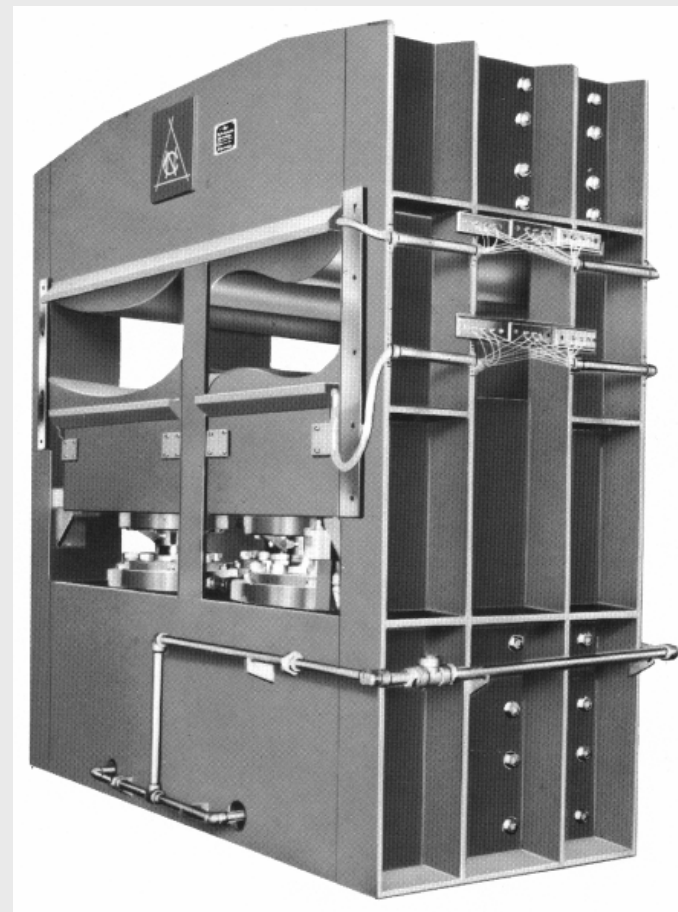


# Tvarové lisování

- Lisování probíhá v hydraulických lisech (formách) za tlaku 1 až 1,5 MPa.cm<sup>-2</sup> a teplotě 100 až 140 °C.
- lisovací desky jsou v tomto případě tvarované
- tvarové lisování je proces tváření, ve kterém je umístěn materiál přímo do vytápěné kovové formy, pak je změkčen teplem a nucen, aby odpovídal tvaru formy
- lisy s tvarovanými lisovacími deskami se používají pro výrobu lamel z tvarovaných překližek a tvarovaných výlisků z vrstveného dřeva
- Výlisky se po vyjmutí z lisu klimatizují nejméně po dobu 48 hodin, v běžných dílenských podmínkách uložené na paletách.

# Tvarové lisování

- spodní deska je pohyblivá a poháněná hydraulickými válci
- tvarové výhřevné desky jsou ocelové a mají kanálky pro průchod ohřívacího média nebo topné elektrická tělesa
- pohon je zabezpečen hydraulickým agregátem s nízko a vysokotlakým stupněm
- pro toto lisování se využívají také víceetážní lisy o 2 až 4 etážích



*Jednoetážový lis s tvarovanými deskami*

# Tváření dřeva lamelováním

- Směrné technologické údaje pro výrobu tvarovaných výlisků z vrstveného dřeva:

tloušťka dýh (mm)	0,7 až 3 nejčastěji 1,2 až 1,5
vlhkost dýh (%)	6 až 10
nános lepicí směsi ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )	250 až 300
rychlost uzavírání lisu (s)	10
dosažení maximálního tlaku (s)	90 až 120
lisovací tlak (MPa)	1 až 1,5
doba lisování:	
- VF (s)	30 až 180
- kontaktní ohřev (s/1 mm tloušťky)	60

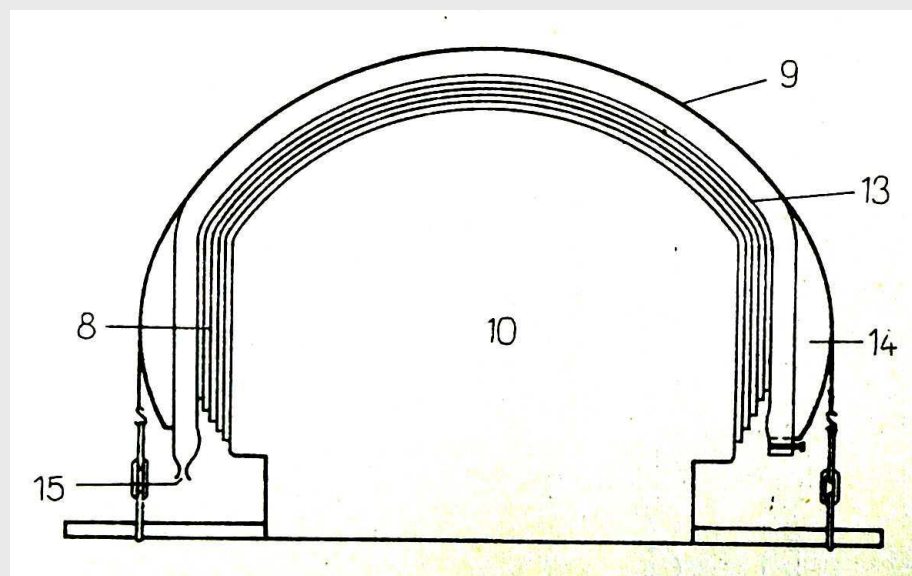
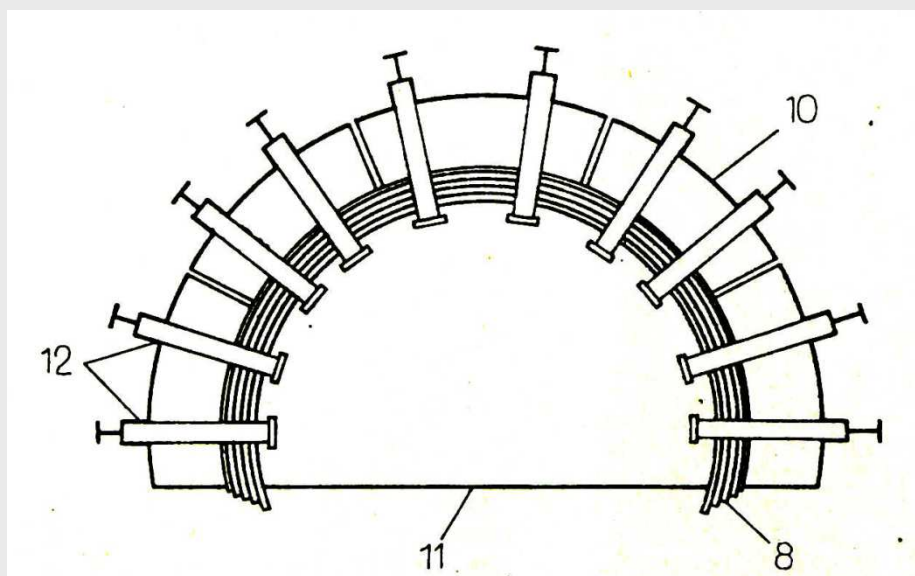
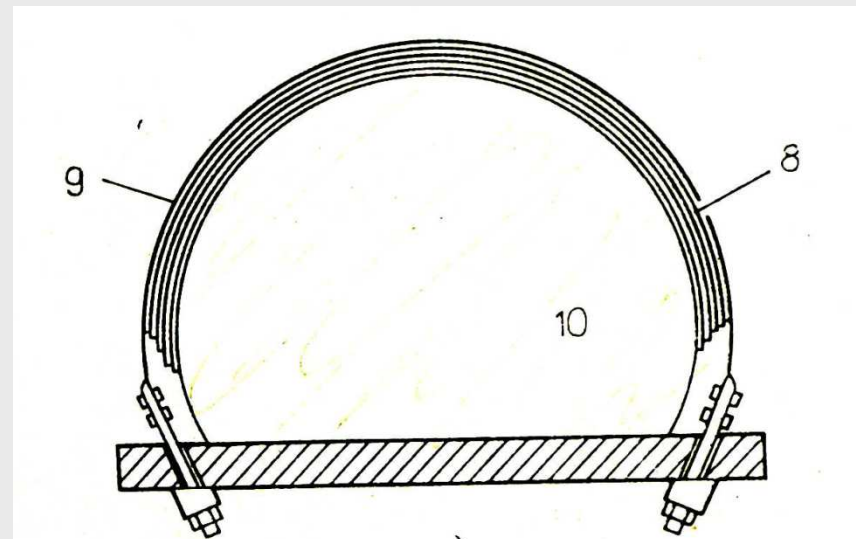
# Tváření dřeva lamelováním

Lisování vrstvených dých

A – kovovým tažným pásem (pásnicí),

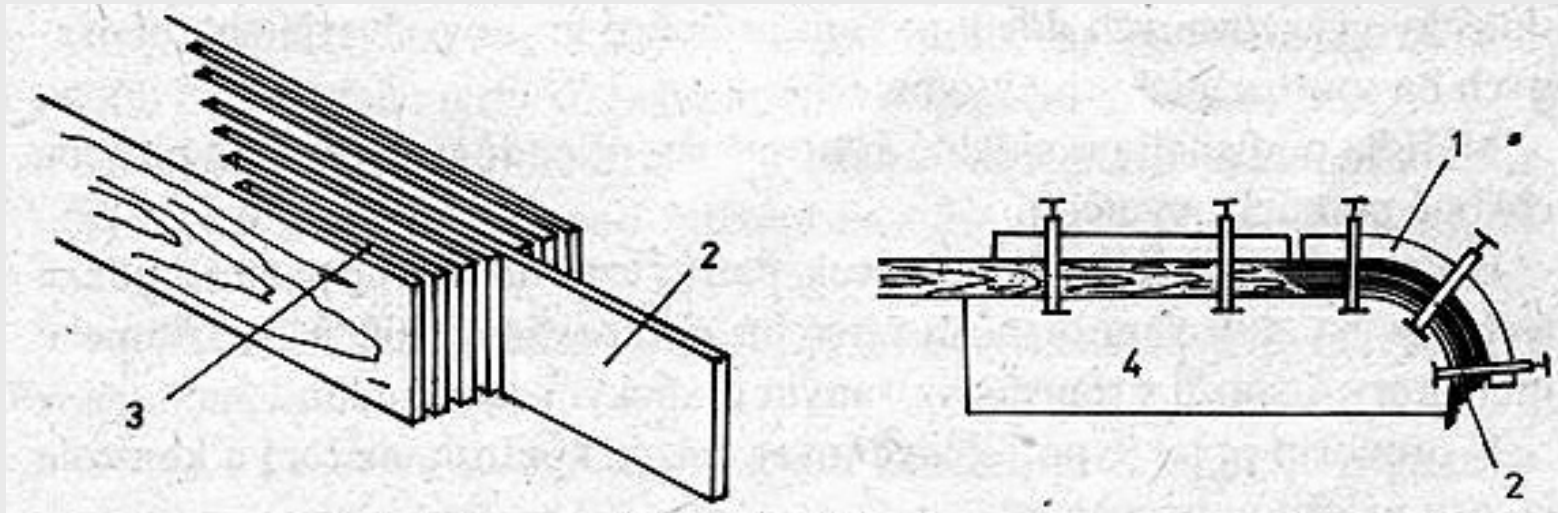
B – dělenými matricemi

C – vloženou hadicí a kovovým pásem



# Tváření dřeva lamelováním

- Vrstvený ohyb zhotovený vloženými dýhami
  - 1 – matrice,
  - 2 – vložené dýhy,
  - 3 – zářezy,
  - 4 - tvárnice





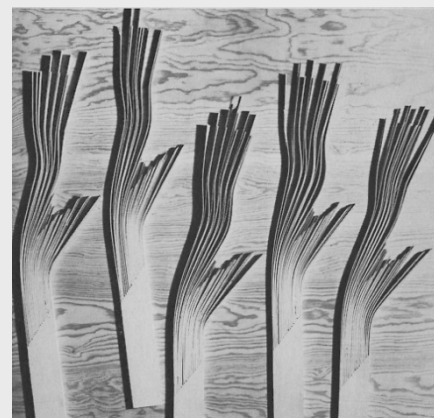
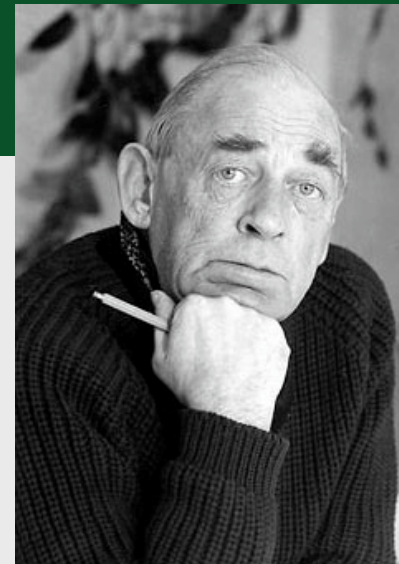
# Tváření dřeva lamelováním

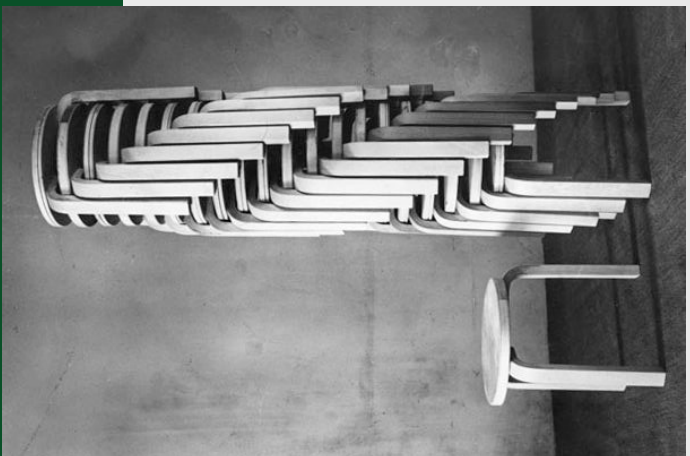
Směrný postup pro výrobu tvarovaných výlisků  
Při výrobě tvarovaných výlisků postupujeme takto:

1. příprava souboru dých,
2. nános lepicí směsi,
3. sestavení souboru k lisování,
4. vložení souboru do formy (lisu),
5. uzavření lisu,
6. vytvrzování lepidla pod tlakem,
7. ukončení lisování (stabilizace bez ohřevu),
8. otevření lisu,
9. vyjmutí výlisku,
10. klimatizace.

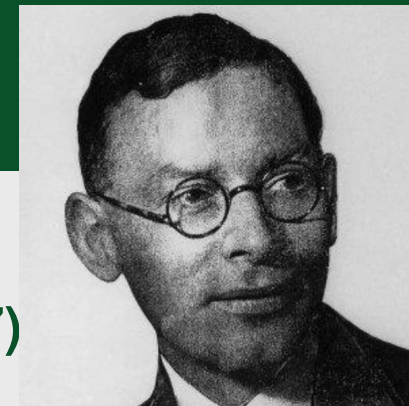


# Alvar Aalto (Finsko, 1898 – 1976)





# Gerald Summers (Velká Británie, 1899 – 1967)





# Marcel Breuer (Velká Británie, 1902 – 1981)





# Tom Raffield





# Kim DoHoon



# Marc Newson



# Joseph Walsh



# Joseph Walsh

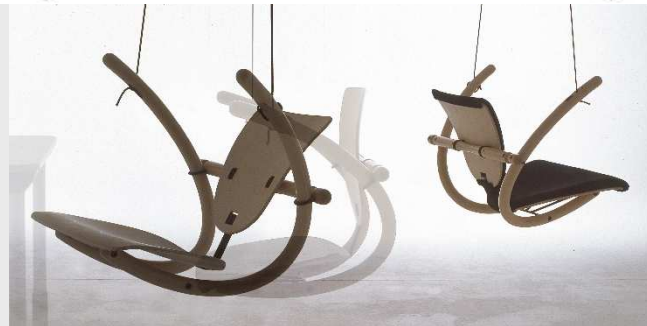


# Jack Rogers Hopkins USA (1920-2006)

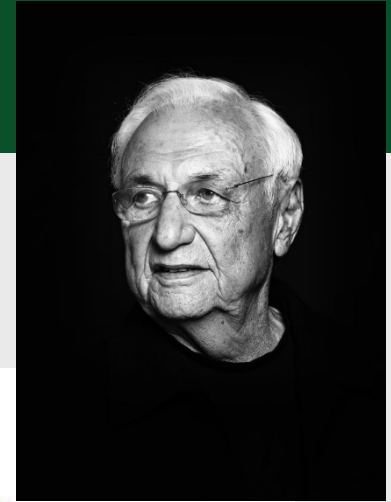




# Peter Opsvik Norsko (1939)



# Frank Gehry Kanada (1929)





# Jan Waterston

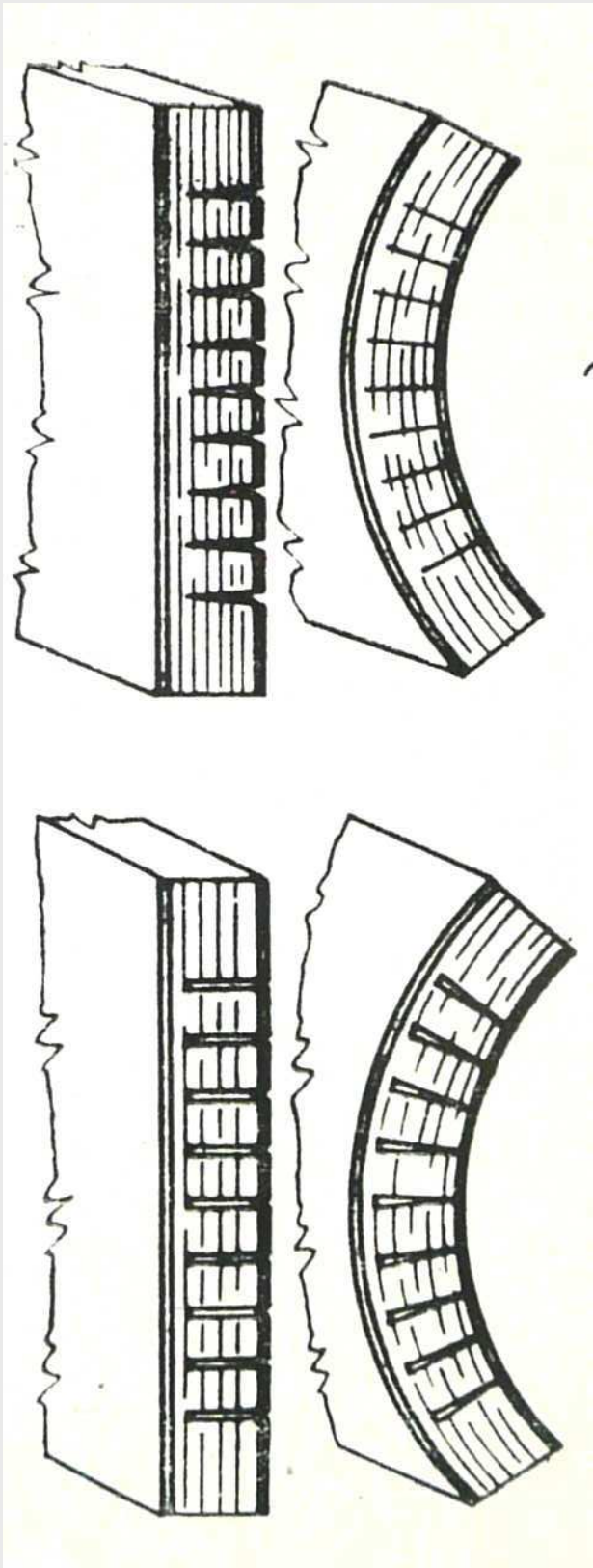


# Prořezávané materiály



- Tvarové dílce lze vyrábět i jinými technologiemi, ale tento materiál určený k vytvoření ohybu prořezat příčně vzhledem k jeho myšlené rovině ohybu.
- Pro výrobu ohybů touto technologií se dříve používala zejména laťovka, překližka, ale také spárovka.
- Drážky se vytvářely buď jen z jedné nebo z obou stran na kotoučových pilách
- Takto prořezané materiály se skládaly k sobě drážkami, kdy se běžně mezi ně vkládal dýhový list, také vnější strany se při tvarovém lisování současně předýhovaly. K lepení se používaly klijy (kaseinové, glutinové, aj), kdy k vytvrzení docházelo za studena.

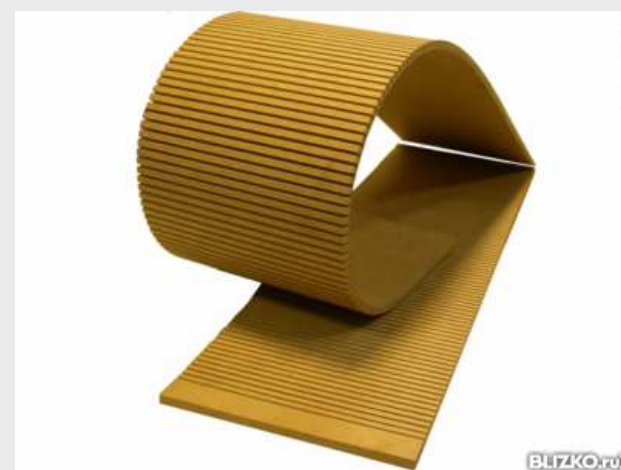
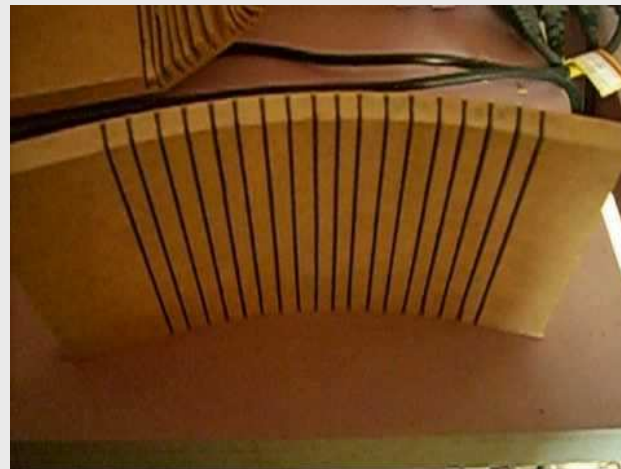
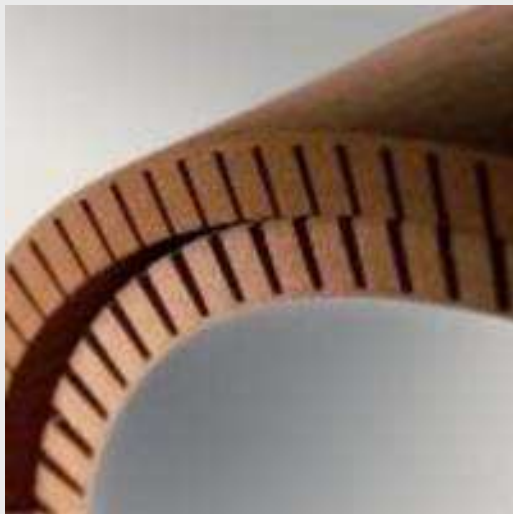
- Dnes se prořezávané překližované materiály nepoužívají, nahradila je prořezávaná MDF deska TOPANFORM.
- Tato vláknitá deska je prořezaná již od výrobce a vyrábí se v několika tloušťkách. Pro stabilizaci se používají syntetická lepidla.
- Prořezávané materiály jsou vhodné pro výrobu ohybů o větším poloměru zaoblení, ale je možné vytvořit i menší poloměry zaoblení
- Je-li potřeba vytvořit ohyb jen na části dílce, tak postačí prořezat jen potřebnou šířku pro vytvoření ohybu
- Drážky je možné vytvořit běžnými kotouči nebo konickými, což se projeví na uzavření drážky po vytvoření ohybu.



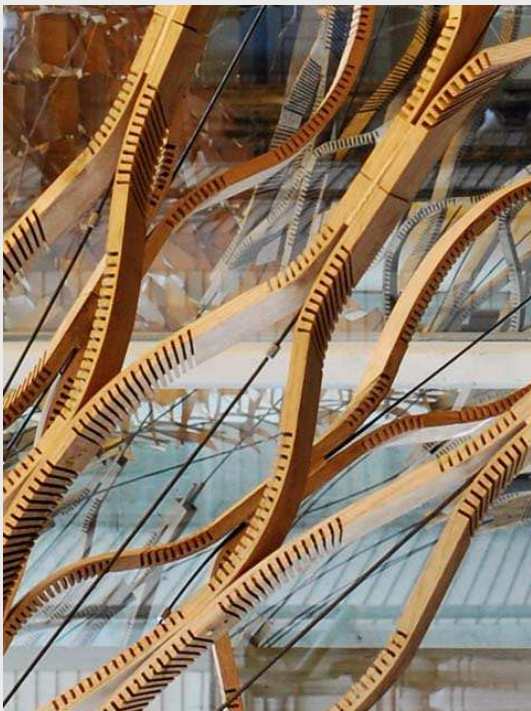
# Prořezávaná MDF (TOPANFORM)

- **Příprava materiálu, formátování** vláknité desky s potřebnou nadmírou
- **Příprava lepicí směsi**, kdy dojde ke smíchání jednotlivých složek v potřebném poměru
- **Nanášení lepicí směsi**, je možné použít válcovou nanášečku tak jako u vrstvených materiálů.
- **Skládání souborů**, vláknité prořezávané desky se skládají drážkami k sobě, pokud tvarové výlisky mají být dýchované či opatřeny jinými krycími materiály, tak je nutné nanést lepicí směs na obě plochy a soubor složit i s nimi.
- **Tvarové lisování** probíhá v lisovacích formách, kde za působení tlaku, teploty a času dojde k vytvrzení lepicí směsi, která stabilizuje nový tvar udaný lisovacími formami.
- Při použití ohřevu je nutné dílec nechat jeden den **klimatizovat**

# Topanform

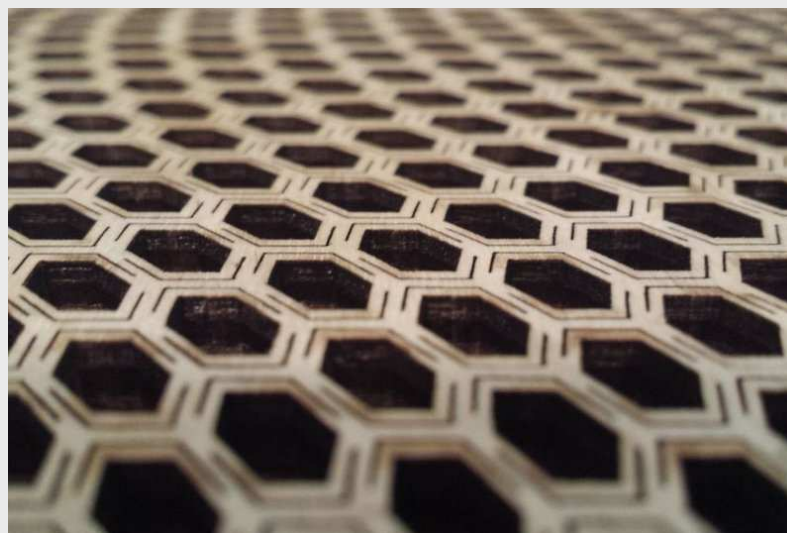
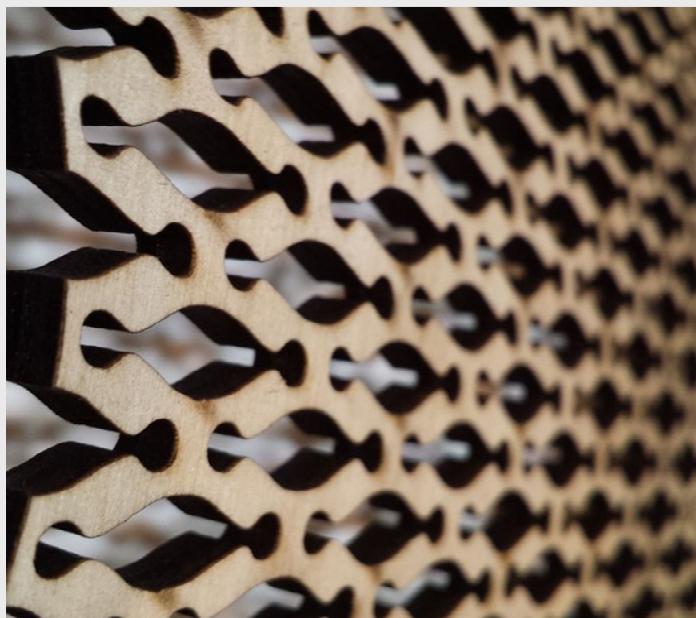
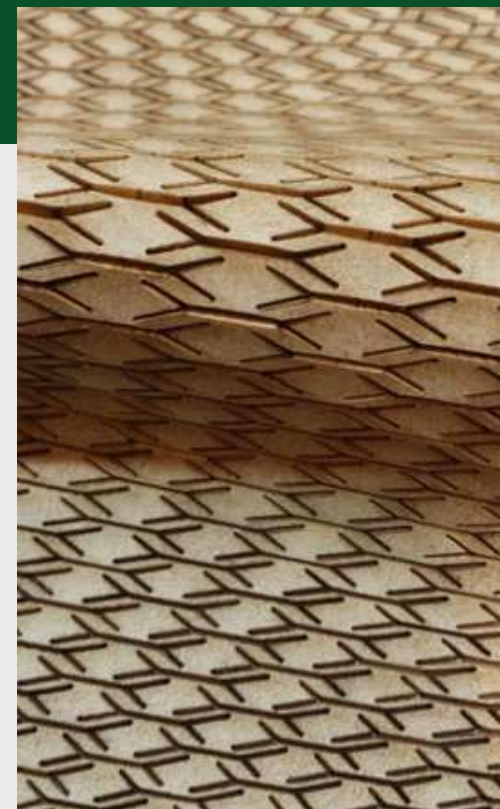


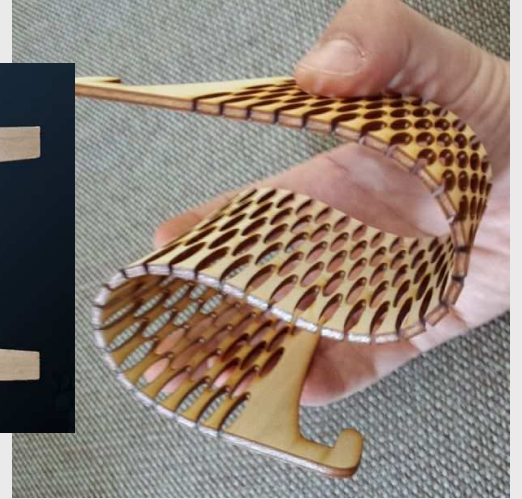
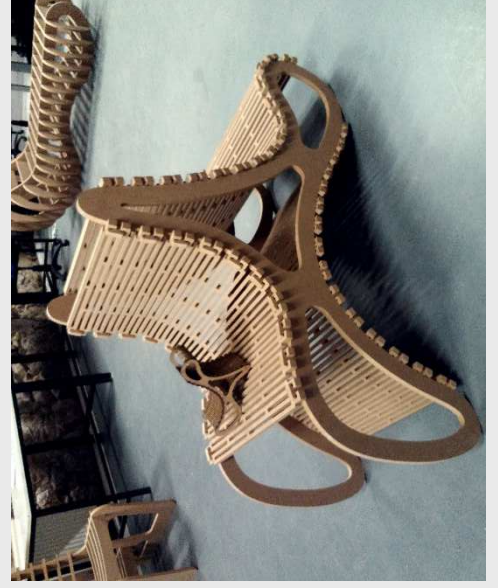
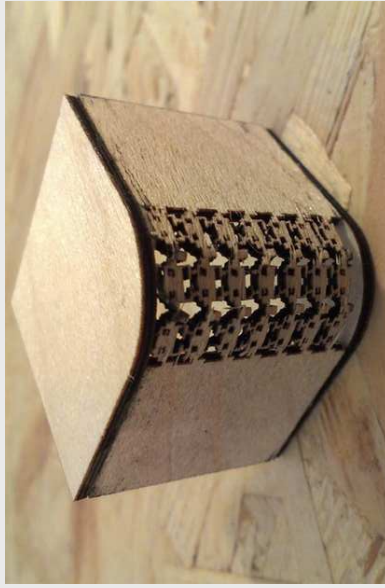






# CNC ohýbání





**Děkuji za pozornost**