

# Speciální dřevařská výroba



2024

Česká zemědělská univerzita v Praze



Fakulta lesnická  
a dřevařská

# Speciální dřevařská výroba

Ing. Adam Sikora, Ph.D.

2024

# OBSAH

1. Bednářské výrobky .....	5
1.1. Dřevěné sudy.....	5
1.1.1. Charakteristika .....	5
1.1.2. Rozdělení dřevěných sudů podle tvaru .....	6
1.1.3. Barikové sudy.....	6
1.1.4. Technologie výroby sudů.....	7
1.1.5. Toastování sudů .....	8
1.1.6. Nové trendy ve výrobě sudů .....	9
1.1.7. Náhrady dřevěných sudů.....	10
1.2. Výroba dřevěných van a umyvadel.....	10
1.2.1. Charakteristika.....	10
1.2.2. Používané materiály pro výrobu dřevěných van.....	11
1.2.3. Postup výroby bednářských van.....	12
1.2.4. Postup výroby van a umyvadel z lepených masivních hranolů.....	13
1.2.5. Postup výroby van a umyvadel z lisovaných dřív.....	13
2. Sportovní výrobky.....	14
2.1. Výroba lyží.....	14
2.1.1. Charakteristika.....	14
2.1.2. Jádro lyží.....	14
2.1.3. Druhy dřeva pro jádro lyží .....	14
2.1.4. Výroba jádra lyží .....	15
2.2. Výroba snowboardů.....	16
2.2.1. Konstrukce snowboardů.....	16
2.2.2. Komponenty.....	16
2.2.2.1. Jádro .....	17
2.2.2.2. Skelné vlákno .....	17
2.2.2.3. Pohledová vrstva.....	17
2.2.2.4. Skluznice.....	17
2.2.2.5. Hrany a boční plochy.....	17
2.2.3. Postup výroby.....	18
2.3. Výroba skateboardů a longboardů.....	19
2.3.1. Charakteristika skateboardů.....	19
2.3.2. Charakteristika longboardů.....	20
2.3.3. Tvary desek longboardů.....	20
2.3.4. Současná výroba skateboardů a longboardů.....	21
2.4. Výroba paddleboardů.....	21
2.4.1. Charakteristika.....	21
2.4.2. Dřevěné paddleboardy.....	21
2.5. Výroba kánoí.....	22
2.5.1. Charakteristika kánoí.....	22
2.5.2. Současné konstrukce kánoí.....	23
2.5.3. Tradiční konstrukce kánoí .....	23
2.5.3.1. Kúrové a rákosové kánoe.....	23
2.5.3.2. Kánoe z překližovaných desek .....	24
2.5.3.3. Obložené kánoe.....	24

2.6. Výroba dřevěných lodí.....	25
2.6.1. Používané dřeviny a materiály pro výrobu lodí.....	25
2.6.2. Technologie výroby konstrukčních prvků lodí.....	26
2.6.2.1. Žebrování.....	26
2.6.2.2. Obšívka.....	27
2.6.2.3. Paluba.....	28
3. Hudební nástroje.....	29
3.1. Výroba akustických kytar.....	29
3.1.1. Charakteristika akustických kytar.....	29
3.1.2. Materiál pro výrobu korpusu akustických kytar.....	29
3.1.3. Materiál pro výrobu dalších komponentů akustických kytar.....	29
3.1.4. Technologie výroby akustických kytar.....	30
3.2. Výroba elektrických kytar.....	33
3.2.1. Charakteristika elektrických kytar.....	33
3.2.2. Materiál pro výrobu elektrických kytar.....	33
3.2.3. Technologie výroby elektrických kytar.....	34
3.3. Výroba dřevěných houslí.....	35
3.3.1. Charakteristika.....	35
3.3.2. Materiál pro výrobu dřevěných houslí.....	35
3.3.3. Technologie výroby dřevěných houslí.....	35
4. Drobné výrobky ze dřeva.....	37
4.1. Výroba dřevěných šindelů.....	37
4.1.1. Charakteristika.....	37
4.1.2. Dřevo pro výrobu šindelů.....	37
4.1.3. Výroba šindelů štípáním.....	38
4.2. Výroba dřevěných tužek.....	39
4.2.1. Charakteristika.....	39
4.2.2. Materiály pro výrobu dřevěného obalu tužky.....	39
4.2.3. Technologie výroby dřevěných tužek.....	39
4.3. Výroba dřevěných zápalek.....	41
4.3.1. Charakteristika.....	41
4.3.2. Základní požadavky na vstupní surovinu.....	41
4.3.3. Výroba dřevěných zápalek.....	41
4.3.4. Kontrola kvality a zkoušky zápalek.....	43
5. Použité zdroje.....	45

# 1. BEDNÁŘSKÉ VÝROBKY

## 1.1. DŘEVĚNÉ SUDY

### 1.1.1. CHARAKTERISTIKA

Dřevo je jedním z nejstarších obalových vinařských materiálů, a to pro jeho pórovitost a dobrou tepelnou izolaci (výhodná při skladování). Dřevo je slabě pórovitý materiál a umožňuje pomalý přechod malých dávek kyslíku do vína. Oxidační děje probíhající ve víně v průběhu zrání v sudu vedou ke snížení obsahu fenolických látek. Dřevo uvolňuje elagitaniny, navíc fenolické látky extrahované ze sudu také snižují tvorbu negativních sloučenin s irné povahy. Elagitaniny se se stárnutím sudu uvolňují v menší míře, což má za následek, že sudy ztrácejí své oxidační schopnosti. Sudy podle jejich konstrukčního provedení osazení víka do pláště sudu, můžeme v zásadě rozdělovat na lehké a těžké sudy. Lehké sudy je možné vyrábět jako propustné a nepropustné, kdy obě tyto varianty konstrukcí mohou být vyhotoveny z měkkých a tvrdých dřevin. Kdežto těžké sudy se vyrábějí vždy v nepropustném provedení.

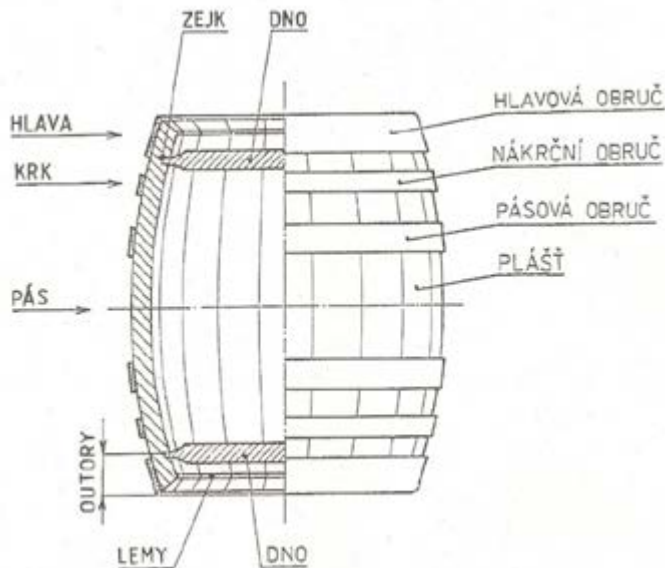


Obr. 1 – Propustné osazení víka dřevěného sudu



Obr. 2 – Nepropustné osazení víka dřevěného sudu

Základní komponenty sudů jsou dužiny, které tvoří plášť sudu. Víka se vyrábějí z dužin, které svými kvalitativními ukazateli nemohly být použity pro výrobu pláště sudu. Plášť je pevně spojen pomocí hlavových, nákrčních a pásových obručí, viz obrázek níže.



Obr. 3 – Názvosloví konstrukční částí sudu

## 1.1.2. ROZDĚLENÍ DŘEVĚNÝCH SUDŮ PODLE TVARU

### Kulaté dřevěné sudy

Vyznačují se kruhovým tvarem víka. Tyto sudy je možné rozdělit podle obsahu, a to na sudy s obsahem 10, 30, 50, 60 do 80 litrů. Tyto sudy se vyrábějí s obarvenými nebo nerezovými obručemi. Často se dodávají s dřevěným podstavcem. Další skupinou těchto sudů jsou sudy s obsahem od 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400 a 500 litrů. Tyto sudy se zpravidla vyrábějí z dubového nebo akátového dřeva. U těchto sudů je možnost aplikace nerezových dvířek do víka sudu a mohou se používat obarvené nebo nerezové obruče. Třetí skupina těchto sudů mají obsah pohybující se v rozsahu od 500 do 2000 litrů, které se vyrábějí výhradně z dubového dřeva. U těchto sudů se zpravidla také vždy používá osazení nerezových dvířek s napouštěcím a vypouštěcím ventilem. Plášť sudů je osazen obarvenými nebo nerezovými obručemi.

### Oválné dřevěné sudy

Tyto sudy jsou specifické tvarem víka, který má elipsovitý tvar. Obsahy těchto sudů se pohybují od 100 litrů výše. Podobně jako kulaté sudy s vyššími obsahy se i oválné sudy vyznačují tím, že zpravidla bývají osazeny nerezovými dvířky s napouštěcím a vypouštěcím ventilem. Oproti kulatým sudům se stejným obsahem bývají oválné sudy dražší o cca 35 %.

### Velké dřevěné sudy

Jedná se o sudy, které mohou být stojaté (vyznačující se kónickým tvarem na výšku), klasické kulaté nebo i oválné. Vyznačují se ale hlavně větším obsahem pohybujícím se v rozsahu od 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 a 5000 litrů. Nerezové dvířka s napouštěcím a vypouštěcím ventilem, mohou být v případě stojatých sudů osazena přímo do pláště sudu.

## 1.1.3. BARIKOVÉ SUDY

Pro výrobu se používá převážně dubové dřevo pro dobrou tvárnost, nízkou poréznost a ideální obsah nerušivých aromatických látek. Víno ze dřeva sudu vyluhuje aromatické látky např. vanilin, který se z dubového dřeva extrahuje oxidací spolu s různými laktony dřeva a nezkrasitelnými sacharidy dává vínu charakteristickou vanilkovou příchutí. Ze dřeva se vyluhují taniny a vína s nízkým obsahem taninu se takto obohacují. U silně taninových vín dřevo část taninů absorbuje. Aroma, které sud vínu předává, může připomínat vanilku, kávu, karamel, kakao, koření nebo oříšky. Každý druh dubu předává vínu jiné aroma:

- **Dub letní** – *Quercus robur* nebo **Dub zimní** – *Quercus petraea* – u obou převažuje vysoký obsah tříslovin,
- **Dub americký** (dub bílý – *Quercus alba*) – typický je pro něj vysoký obsah aromatických látek), sudy na whisky,
- **Kavkazský dub** - (dub zimní) z kavkazských lesů pro bílá vína (vysoký obsah tříslovin),
- **Neplnohodnotné náhražky** – např. borovice na Kanárských ostrovech nebo sekvoje v Kalifornii a Oregonu.

Velikost barikových sudů hraje velkou roli v působení dubového dřeva na víno. Toto působení je závislé na poměru styčné plochy dřeva s vínem. Čím je sud menší, tím je účinek větší. Nejběžnější barikové sudy jsou sudy typu Bordeaux, který má objem 225 litrů, a sudy typu Burgund o objemu 228 litrů. Dle vyhlášky č. 323/2004 Sb. lze víno označit za barikové, pokud:

- Víno zráló nejméně 3 měsíce v dubovém sudu o objemu větším než 210 litrů a menším než 250 litrů, a jenž nebyl používán pro výrobu vína déle než 36 měsíců.
- Toto označení lze doplnit údajem o době zrání vína v měsících anebo rocích. Jako bariková se tedy nemohou označovat vína, kde byly použity náhrady barikových sudů (dřevěné chipsy, kostky apod.).

V roce 1996 byly vyvinuty barikové sudy ve tvaru „kostky“, které se svou konstrukcí liší od standardních sudů. Obsah těchto alternativních sudů je shodný s typem barikového sudu Bordeaux. Rozdíl v konstrukčním provedení spočívá hlavně v použití rovných dužin bez jejich ohýbání a v jejich spojení, kdy místo obručí jsou použity kovové profily připojené k jednotlivým dužninám pomocí mechanických spojovacích komponentů. Takto koncipované sudy mají oproti klasickým konstrukcím jisté výhody a nevýhody. Mezi výhody můžeme zařadit náročnost na vytvoření, jejich tvar zabezpečující lepší skladovatelnost a manipulovatelnost a v neposlední řadě také osazení spodní výpustě a horního plnění. Mezi nevýhody této konstrukce patří hlavně problematika čištění sudů (usazování v rozích a místech spojení jednotlivých stran sudu).



Obr. 4 – Alternativa ke klasickým barikovým sudům – BarriCube

#### 1.1.4. TECHNOLOGIE VÝROBY SUDŮ

Dřevo na výrobu sudů se kácí výhradně v období zimy. Poté se nechá ležet venku, přičemž je vystaveno přírodním povětrnostním podmínkám. Tento proces trvá 24 měsíců, během nichž se ze dřeva vyplaví nejdrsnější taniny a dochází postupně k vysoušení dřeva. Pro výrobu dužin je možné výřezy řezat nebo štípat. Sudy se vyrábí z vysušeného dřeva, kdy se obsah vody ve dřevě sníží na 15 %. Stupeň vysoušení dřeva pak určuje jeho štípatelnost a tvrdost. Dřevo na výrobu sudů může být buď ručně štípano, kdy dochází k odštěpování podél dřeňových paprsků, a dřevo se tak stává pro vzduch méně propustné, nebo může být řezáno na pásové pile, kdy se výřezy zpracovávají na pile speciálními pořezy na dužiny sudu, což umožňuje cca o 40 % vyšší výtěžnost než tradiční postup výroby štípáním, a je proto také cenově výhodnější. Za ideální dužiny jsou považované **radiální dužiny**, protože takové dužiny mají nejvyšší pevnost, při narážení obručí se tyto dužiny rovnoměrně poddávají a při bobtnání odolávají tlaku bez tvarových deformací. U **polo-radiálních dužin** je nebezpečí smyku vláken a v důsledku toho porušení pláště a obručí. **Tangenciální dužiny** mohou způsobit zvlnění pláště, což může v extrémních situacích vést až ke zlomení obručí.



Obr. 5 – Radiální dužina



Obr. 6 – Polo-radiální dužina



Obr. 7 – Tangenciální dužina

Dužiny je nutné nejprve zakrátit na požadované délky a rovněž kvalitativně roztřídit, kdy nevyhovující dužiny mohou být použity pro výrobu víka. Délkově nakrácené dužiny je možné také tvarově upravit co se týče změny průřezu nebo zakřivení dužin. Toto tvarování se provádí frézováním. Změna průřezu po tloušťce dužin se provádí za účelem zlepšení ohýbatelnosti dužin, jedná o jednoduché zúžení dužin, kdy zužování probíhá mimo hlavovou oblast dužiny, do které je osazováno víko. Proces zakřivení dužin se provádí z důvodu rozdílných průměrů sudů v pásové a hlavové oblasti, touto úpravou se zamezí nadměrným deformacím dužin při narážení obručí. Dužiny, které jsou uprostřed nejširší, ale obvykle i nejslabší, se následně ohýbají do příslušného tvaru sudu tak, že se jedním koncem vyskládají do pracovní obruče a nahřívají se párou, aby se dosáhlo plasticity dřeva a příslušného tvaru. Pak se pomocí stahovacího lanového navijáku umístěného ve spodní části dužiny ohýbají a současně se na ně narážejí další pracovní obruče. Když dosáhnou požadovaného oblého tvaru, fixují se ještě horkým vzduchem nad otevřeným ohněm, případně se i hluboce vypalují. Do takto připraveného sudu se následně frézují drážky na osazení víka (horního a spodního), spolu s následnou úpravou čel dužin.

Souběžně s těmito operacemi se můžou vyrábět víka sudů, kdy se pro spojení jednotlivých dužin používají velmi často kolíky na sucho nebo oboustranné hřebíky. Mezi jednotlivými dužinami je možné aplikovat také dodatečnou těsnící vrstvu přírodního nebo syntetického původu. Po vyrobení dna sudu pomocí kolíků vložených na sucho se z jedné strany sudu odstraní pomocné obruče. Sud se roztáhne dostatečně pro vložení dna do připravených drážek a následně se osadí definitivními obručemi. Tento proces se opakuje i na druhé straně. Následuje finální povrchová úprava broušením.

## 1.1.5. TOASTOVÁNÍ SUDŮ

Toastování je hlavní krok ve vývoji charakteru dřeva, kdy dochází k vypalování při teplotách až 230 °C po dobu 15–60 minut. Během tohoto procesu dochází k degradaci ligninu na těkavé fenoly a aromatické aldehydy. Netoastované dřevo má méně výrazné aroma než dřevo toastované. Intenzita a doba procesu ovlivňují aroma a chuť, tedy to, co si víno později ze sudu vezme. Řízení teploty a doba procesu toastování nad ohněm, zaručí plné pronikání tohoto aromatu do dřeva, proto rozlišujeme několik typů vypálení sudů. Nejčastěji se používají 3 základní stupně: **lehké** (light), **střední** (medium) a **těžké** (heavy). Ty pak mohou mít ještě další „mezistupně“, např. **medium plus** (M+). Při středním ožehnutí se dřevo vypaluje do hloubky cca 2 mm, při těžkém až do hloubky 4 mm.

**Lehké toastování** je charakteristické tím, že má největší aromatický dopad bohatý na methyl-oktalaktony. U tohoto stupně toastování je potřebné, aby bylo dřevo dostatečně vysušeno, aby se předešlo nadměrnému obsahu elegických taninů. **Střední toastování** je charakteristické tím, že snižuje aromatický vliv, ale je lepší ve vyrovnanosti a komplexnosti. Vliv těkavých sloučenin, zejména vanilinu klesá. **Těžké toastování** je charakteristické tím, že při této úpravě se mění rovnováha mezi různými skupinami aromatu. Methyl-oktalaktony klesají a těkavé fenoly a vanilin se zvyšují.



## 1.1.6. NOVÉ TRENDY VE VÝROBĚ SUDŮ

### Aquaflex

Jedná se o postup, kdy jsou dužiny pro výrobu barikových sudů před samotným ohýbáním a toastováním ponořeny na několik minut do horké vody. Cílem tohoto procesu je zejména:

- Snížení látek rozpustných ve vodě,
- Zjemnění dopadu taninů,
- Zvýšení kvality procesu toastování díky zvýšené vlhkosti,
- Lepší průběh fyzikálních a chemických transformací než v suchém dřevě.

### U-STAVE™

Jedná se o úpravu vnitřní části dužin, za účelem zvýšení vnitřní plochy sudu, která je v kontaktu s uskladněnou kapalinou. Tato úprava spočívá ve vyfrézování dvou až čtyř drážek (v závislosti od šířky dužiny) na vnitřní stranu dužin o šířce 10 mm a hloubce 5 mm. Touto modifikací dužin je možné zvýšit vnitřní plochu sudu, která je v kontaktu s uskladněnou kapalinou až o 50 %. Sudy s touto úpravou musejí být stupňovitě toastovány. Tato úprava se provádí převážně na americkém dubu.



Obr. 8 – Modifikace dužin U-STAVE™

### Fraïcheur

Jedná se konstrukci sudu, využívající kombinování dubového dřeva pro dužiny pláště sudu a akátového dřeva pro víka sudu. Kombinací těchto dvou druhů dřeva je možné lépe uchovávat svěžest uskladněných vín. Akátové dřevo i když je obsaženo v těchto sudech v podstatně menší míře než dubové dřevo, má zásadní vliv na uchování odrůdového charakteru.



Obr. 9 – Sud typu Fraïcheur

## 1.1.7. NÁHRADY DŘEVĚNÝCH SUDŮ

Používání dřeva při výrobě vína má dlouhou tradici: od jednoduché funkce nádoby až po skutečný nástroj ke zjemňování vlastností vín. Dřevěné sudy mají své nevýhody: náklady na pořízení, náročná údržba nebo obtížná regulace teplot při kvašení. Z tohoto důvodu byly vyvinuty přípravky, které by sudy měly částečně nahrazovat. Jedním z nejpoužívanějších přípravků je pálená dubová drť neboli „chipsy“. Víno tedy nezraje ve dřevě, ale na dřevě. Používání „chipsů“ se rozšířilo v 80. letech minulého století a výrazným způsobem pozitivně ovlivnilo upravování vína. V současné době je dle nařízení Komise (ES) č. 606/2009 povoleno používat kousky dubového dřeva, avšak musí splňovat tyto parametry:

- Ponechají se buď v přirozeném stavu, nebo se zahřejí při nízké, střední nebo vysoké teplotě. Nesmí však dojít k jejich hoření, a to ani povrchovému, nesmí být zuhelnatělé či drobné při dotyku,
- Kousky dubového dřeva nesmí být podrobeny žádné chemické, enzymatické nebo fyzikální úpravě mimo ohřev,
- Nesmí být obohaceny o žádný produkt, kterým by se zvýšily jejich přirozené aromatizační schopnosti nebo obsah extrahovatelných fenolických sloučenin,
- Na štítku musí být uveden původ botanických druhů dubu a intenzita případného ohřevu, podmínky uchování a bezpečnostní pokyny,
- Rozměry dřevěných částic musí být takové, aby alespoň 95 % hmotnosti bylo zadrženo sítím, jehož oka mají rozměry 2 mm<sup>2</sup>,
- Kousky dubového dřeva nesmí uvolňovat látky v takových koncentracích, které by mohly ohrozit zdraví.

## 1.2. VÝROBA DŘEVĚNÝCH VAN A UMYVADEL

### 1.2.1. CHARAKTERISTIKA

V dnešní době existuje na našem trhu široká škála van. K dostání jsou vany různých tvarů, velikostí, pro jednoho či více uživatelů, nebo i speciální vany pro handicapované. Některé z nich mají zvláštní funkce, jako jsou například zabudované soustavy masážních trysek. Na všeobecné rozdělení van je možné pohlížet z různých úhlů, a to z hlediska jejich umístění (interiérové a exteriérové), z hlediska provozu (soukromé a veřejné) a z hlediska jejich velikosti (pro jednoho či více uživatelů).



Obr. 10 – Bednářské vany



Obr. 11 – Dřevěné vany z masivních hranolů



Obr. 12 – Dřevěné vany z lisovaných dých

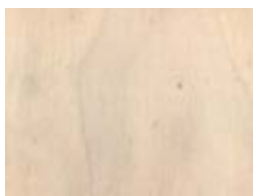
## 1.2.2. POUŽÍVANÉ MATERIÁLY PRO VÝROBU DŘEVĚNÝCH VAN

### Druhy dřeva

Každé dřevo má své specifické vlastnosti, které se odvíjejí od jeho anatomické stavby. Pro výrobu van se vybírají dřeviny s přirozeně vyšší odolností vůči vodě. Z našich dřevin je to hlavně **Dub**, **Modřín** a **Ořešák**. Dále se mohou používat dřeviny jako je **Cedr**, **Meranti**, **Mahagon**, **Iroko**, **Merbau**, **Teak**, **Jatoba**, **Padouk** nebo **Wenge**.



Cedr



Ořešák



Meranti



Mahagon



Dub



Iroko



Merbau



Teak



Modřín



Jatoba



Padouk



Wenge

Obr. 13 – Příklady používaných dřevin pro výrobu dřevěných van

## Adheziva

Požadavky na lepidla vycházejí z norem **ČSN EN 204** a **ČSN EN 205**. Adhesiva musí splňovat požadavky na: vodovzdornost, odolnost proti vodě studené i teplé, musí mít vysokou pevnost spoje, musí být zdravotně nezávadné, lepidlo nesmí zbarvovat okolí lepeného spoje a musí být bez zápachu. Pro výrobu sudů platí, že použitá adheziva mají spadat do tříd trvanlivosti D3 a D4.

- **D3** – Interiér s častým krátkodobým působením tekoucí nebo kondenzované vody a/nebo působením vysoké vlhkosti vzduchu. Případně exteriér chráněný před působením povětrnostních vlivů,
- **D4** – Interiér s častým dlouhodobým působením tekoucí nebo kondenzované vody. Případně exteriér vystavený povětrnostním vlivům, avšak opatřený přiměřenou povrchovou ochranou.

Velmi často se využívají polyuretanová lepidla (PUR), která jsou odolná vůči teplé a studené vodě a zdravotně nezávadná. Vysoká pevnost spoje. Dále se používají Polyvinylacetátová lepidla (PVAc), ty mají podobné vlastnosti, co se týče odolnosti vůči teplé a studené vodě a zdravotní nezávadnosti v porovnání s PUR lepidly, ale vyznačují se větší pružností spoje. Z hlediska nánosu lepidla je důležité dodržovat správnou teplotu. Mezi kvalitnější lepidla můžeme zařadit melamin-formaldehydová lepidla (MEF), která jsou podstatně dražší, ale odolná vůči teplé a studené vodě, bezbarvá, zdravotně nezávadná. Na rozdíl od fenol-formaldehydových lepidel nezbarvují lepenou spáru.

## Povrchová úprava

Povrchová úprava musí splňovat požadavky na: vodovzdornost – odolnost proti vodě studené i teplé, musí být zdravotně nezávadná a bez zápachu, vyšší odolnost vůči UV záření, zvýšená odolnost proti plísním, zvýšená odolnost vůči mechanickému poškození (poškrábání). Mezi běžně používané nátěrové hmoty patří **olejové nátěrové hmoty**, a to konkrétně **olej lněný** (nanášení v 10–16 vrstvách), **tunkový** (nanášení v 4–9 vrstvách), používá se na dokončení povrchu a zvýraznění kresby s nutnou aplikací v několika vrstvách. Olej se rychle vsakuje do dřeva a po vyschnutí ztvrdne. Napuštěný povrch se stává odolný proti vlhkosti. Bez ochrany vůči mechanickému poškození. Jako další vhodné nátěrové hmoty se používají **laky – na bázi polyuretanu a alkydových pryskyřic**, které jsou přílnavé na broušené dřevo i na povrchy ošetřené oleji, vyznačují se antibakteriálním účinkem. Možnost přidání nanočástic stříbra pro zvýšenou odolnost vůči UV záření, což zabraňuje rychlému tmavnutí dřeva.

## 1.2.3. POSTUP VÝROBY BEDNÁŘSKÝCH VAN

Klasické bednářské vany se nejčastěji vyrábí z **modřínu**, **dubu**, v zahraničí také z **cedru** a **tropické kambaly**. Z kulatiny se získává pouze řezivo radiální, vysoké jakosti a bez suků. Dřevo se přirozeně suší. Přirozené sušení dřeva modřínu probíhá zhruba 1 rok, u dřeva dubu se jedná o 2 roky. Po přirozeném sušení se řezivo uměle dosušuje v sušárnách na běžnou užitkovou vlhkost kolem 8 %. Vysušené řezivo je nařezáno a obrobena na potřebné dílce (dužiny) odpovídající požadovanému tvaru vany. Vany jsou nabízeny v různých tvarech, nejčastěji však **oválné**, **vejčité oválné** nebo **kulaté**.

Dílce, sloužící k výrobě boků, mají ve svých hranách vyfrézované drážky a jsou spojeny pomocí lamelového spoje a PVAc lepidla. Dno je usazeno do drážky a utěsněno silikonem. Celá vana je poté stažena ocelovými pozinkovanými obručkami s utahovacími šrouby.

Povrch vany je poté připravován na povrchovou úpravu broušením. Dřevěný povrch je ošetřen tvrdými voskovými oleji nebo vosky. Poté může být povrch hygienicky uzamčen pomocí dvousložkového epoxidového nátěru. Takto ošetřený povrch může mít podobnou kvalitu jako povrchy van ze smaltované oceli. Na povrchové úpravě samozřejmě závisí následná péče o dřevěnou vanu. Pokud je povrch dřevěné vany upraven pouze vosky a oleji, i když v několika vrstvách, je doporučeno vanu po použití vytřít do sucha a olejové nebo voskové nátěry jednou do roka obnovovat. Ke správnému používání také patří si uvědomit, v jakém prostředí je vana instalována. Nedoporučuje se použití dřevěné vany v místnosti s podlahovým vytápěním, protože dřevo neustále pracuje a vlivem náročných změn vlhkosti a teploty může dojít k jejímu poškození.

## 1.2.4. POSTUP VÝROBY VAN A UMYVADEL Z LEPENÝCH MASIVNÍCH HRANOLŮ

Dřevěné vany z masivních hranolů a dřevěné vany z dýh lze v porovnání s tradičními bednářskými vanami považovat za novinku v produkci dřevěných van. Jsou to **produkty vyráběné čistě z masivního dřeva, bez použití zpevňujících ocelových obrouč** jako vany bednářské. Vany tohoto typu jsou složené z masivních hranolů vysušených na standardní vlhkost kolem 8 %, které jsou navrstvené přes sebe podobně jako cihly a slepené vysoce účinnými lepidly. K výrobě těchto typů dřevěných van se používají především **dřeviny s přirozenou vysokou odolností proti vodě**, jakými je řada tropických dřev nebo z našich podmínek již zmíněný modřín. Díky vývoji nových materiálů a povrchových úprav je možné docílit kvalitní ochrany před působením vlhkosti, což umožňuje použití širšího okruhu dřevin. Díky moderním technologiím a počítačově řízeným dřevoobráběcím strojům, které se také neustále vyvíjejí, je možné dosáhnout rozličných tvarů van. Požadované parametry jednotlivých segmentů je možné v počítačových programech předem vypočítat. Poté, co jsou hrubé formáty dřevěných hranolů slepeny k sobě do požadovaného tvaru, přichází na řadu vyfrézování a obroušení vany do požadovaného konečného tvaru. **Odpad** ovšem při tomto způsobu výroby tvoří **50-70 % materiálu**. Obecný postup výroby lze shrnout několika body:

- Vyschlé hranoly se slepí po vrstvách,
- Obrábění CNC strojem nahrubo,
- Obrábění CNC strojem najemno,
- Broušení povrchu,
- Hlubková impregnace olejem (neprodyšně zaplňuje póry ve dřevě a voda nemá, jak proniknout),
- Povrchová vrstva (základní vrstvy a vrchní vrstvy), dokončený povrch se stává vodovzdorný.

## 1.2.5. POSTUP VÝROBY VAN A UMYVADEL Z LISOVANÝCH DÝH

Samostatnou kapitolou jsou také vany lisované ve speciálních formách z několika vrstev dřevěných dýh za použití velkého množství syntetických pryskyřic. Proces výroby takové vany je **odvozen z moderní jachtařské výroby**. Pečlivě vybrané dřevěné dýhy jsou pod vysokým tlakem lisovány do vrstev a kompletně napuštěny pryskyřicí. Tímto je docílena vodovzdornost konečného výrobku a ochrana dřeva před poškozením. Povrch takovýchto van je dokončen speciálními laky, vysoce odolnými proti mechanickému poškození a vlhkosti. Díky špičkové technologii povrchové úpravy a impregnačních pryskyřic je možné použít k výrobě těchto typů van širokou škálu dřevěných dýh a textur. Při výrobě je možné používat i méně hodnotné druhy dřeva, kdy tyto dýhy mohou být umístěny doprostřed skladby lisovaného souboru a v povrchových vrstvách bude umístěna vysoce kvalitní dýha. Obecný postup výroby lze shrnout několika body:

- Na vytvarovanou formu se pokládají dýhy požadovaného formátu,
- Jednotlivé vrstvy dýhy se napouští pryskyřicí,
- Na pohledovou vrstvu se aplikuje dřevina s požadovanou kresbou (může být i probarvena),
- Hrany a povrch se brousí,
- Aplikace povrchového laku.

## 2. SPORTOVNÍ VÝROBKY

### 2.1. VÝROBA LYŽÍ

#### 2.1.1. CHARAKTERISTIKA

V poslední době, hlavně díky nástupu speciálních lyží, se lyže vyrábějí ve větších rozměrech, což sebou přináší potencionální nárůst hmotnosti. Právě hmotnost lyží hraje velkou roli, hlavně ve vztahu k jízdním vlastnostem, ale také ve vztahu k uživateli. Konstrukce lyží tedy v dnešní době využívají důmyslnější a modernější složení, nicméně i při tomto trendu se stále využívá dřeva pro tvorbu jádra lyží.

#### 2.1.2. JÁDRO LYŽÍ

Pro jádra lyží se může využívat celá řada materiálů jako je dřevo, pěna nebo taky z kamene. Výrobou kamenných jader lyží se zabývá třeba švýcarský Zai. Když pomineme pěnová jádra, která slouží v podstatě jen jako co nejlacinější výplň mezi dvěma vrstvami laminátu. Existuje mnoho druhů dřeva, ze kterých se vyrábí jádro lyže. V případě levnějších konstrukcí (lyže vyztužené pouze skelným vláknem) se hledá vždy optimální poměr mezi houževnatostí a hmotností jádra. Často se kombinuje měkkí a lehčí dřevina s dřevinou tužší a těžší. Velmi typickou kombinací je topol a jasanové jádro. Někdy se však používá dřevina pouze lehká, případně pouze tvrdá. Mezi tvrdé druhy dřeva patří například jasan, buk nebo akát. Lehčími dřevinami jsou pak topol, osika nebo dřeva jehličnatých stromů jako je například cedr, smrk, jedle. Extrémně lehká jádra se vyrábí z paulovnie nebo z balzy. Taková jádra však vyžadují výraznější podporu od výtuzných komponentů celkově je pak konstrukce mnohem složitější a nákladnější. Jádra ovlivňují hmotnost lyže svojí hustotou a svojí hmotností, stejně tak tuhost lyže, svými mechanickými vlastnostmi i svojí tloušťkou. Jádro lyže totiž vymezuje, jak daleko jsou od sebe vrstvy jednotlivých výtuz (laminační tkaniny, karbon, titanal) pod jádrem a nad jádrem. Tato vzdálenost a náběh od nejtenčích míst (ve špičkách a patkách) po nejtlustší místo (ve středu lyže) v podstatě nejvýrazněji ovlivňuje tuhost výsledné lyže.

Dřevěné jádro lyží, je součástí konstrukce většiny lyží vyšší úrovně. Jedná se o dřevěné lamely, které jsou poskládané vedle sebe a v podstatě tvoří základ (jádro) lyže. Proces výroby lyží s dřevěným jádrem je otázkou i několika let. K výrobě se využívá různých typů dřevin, například buk, jasan, topol a pro lehčí verze dřevěného jádra balsa. Po výběru následuje dlouhé období „zrání“, které může trvat jeden až dva roky. Následuje tvarování, skládání, lepení a přidávání dalších komponentů dle potřeby a určení lyže. Dřevěná jádra se od těch kompositních nebo pěnových liší především v pevnosti či stálosti materiálu, a také v ceně a hmotnosti. Dřevěná jádra mají pro lyžování lepší vlastnosti, neboť lépe tlumí vibrace, poskytují lepší oporu při vyšších rychlostech. Naopak jsou lyže díky dřevu těžší a také těžší na ovládání. Výroba je mnohem složitější, proto bývají i dražší. Při výběru lyží je důležité myslet, k jakému stylu jízdy lyže potřebujeme.

#### 2.1.3. DRUHY DŘEVA PRO JÁDRO LYŽÍ

**Jasanové dřevo** má takřka ideální mechanické vlastnosti pro výrobu jader. Jasan je tvrdá dřevina a zároveň velmi pružná. Má také dobré tlumicí účinky. Už naši předkové věděli, že stojí, zato vyrábět lyže právě z jasanu. Byly ohýbány nad parou a zchovalé kusy dodnes drží správný tvar. Jedinou nevýhodou jasanu je jeho vyšší hmotnost (hustota vysušeného jasanu je 620–670 kg/m<sup>3</sup>).

**Topol** je dřevina měkká, ale pružná a ohebná. Výhodou topolu je hlavně jeho nižší hmotnost (hustota vysušeného topolu je 370–390 kg/m<sup>3</sup>). Topolové jádro je nutné vyztuzit větším množstvím výtuzných komponentů pro dosažení vyšší tuhosti. Protože se jedná o měkkou dřevinu, drží v něm také hůře šrouby od vázání. Proto je dobré, když má lyže s topolovým jádrem výtuz v oblasti pod vázáním. **Dřevo z osiky** je vlastnostmi velmi podobné obyčejnému topolu, pouze je o něco houževnatější a má lehce vyšší hmotnost (hustota vysušené osiky je kolem 400 kg/m<sup>3</sup>).

**Paulovnie** je rychle rostoucí lehká dřevina. Její dřevo má velmi nízkou hustotu (vysušeně 250-300 kg/m<sup>3</sup>). Jedná se o velice měkkou a křehkou dřevinu. Konstrukce lyží s takovým jádrem musí být značně vyztuzena pevnými výtuznými komponenty například karbonem. Takové spojení se používá zejména u odlehčených lyží pro skialpinismus.

**Cedr** je pomalu rostoucí jehličnatá dřevina, která se v porovnání s jinými jehličnany (smrk, borovice), vyznačuje vyšší přirozenou kvalitou dřeva. Cedrové dřevo je poměrně pevné, a přitom velmi lehké (hustota vysušeného dřeva je 300–400 kg/m<sup>3</sup>). Vzhledem k vyšší ceně řeziva bez suků a určitým komplikacím při lepení ho používají zejména výrobci lyží pro výrobu na zakázku.

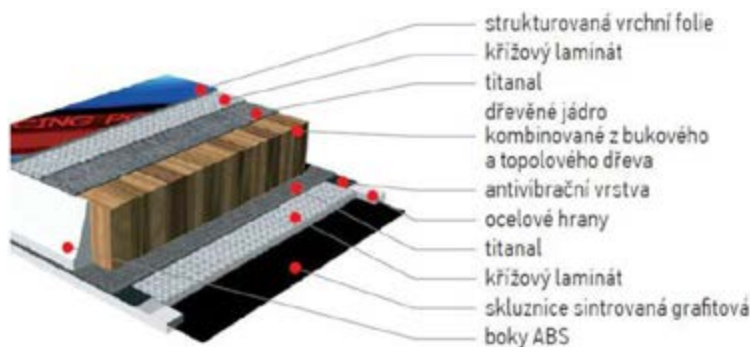
Poslední dobou je také snaha o využití nejlehčí možné dřeviny – **balsu**, jež je zajímavou alternativou pro výrobu velice lehkých jader. Tato rychle rostoucí dřevina má hustotu cca 100–180 kg/m<sup>3</sup>. Revoluci v tomto smyslu udělala švýcarská firma bComp. Protože je balsa samotná extrémně křehká, využívá dodatečného vyztužení vertikálně orientovanými vlákny flaxu, o které se pak snáz opře horizontálně orientovaná výztuha pod a nad jádrem. Takto vyztužené balsové jádro má pak hustotu 180–250 kg/m<sup>3</sup>, což je závislé od míry výztuhy flaxem a dle hustoty použité balsy na polotovar jádra. Je nutné ovšem počítat s tím, že i přes dodatečné vyztužení je samotné jádro velice křehké a má poměrně nízkou životnost a odolnost.

**Akát** je velice tvrdá, poměrně těžká (700 kg/m<sup>3</sup>) a proti vnějším vlivům odolná dřevina. Kvůli výše uvedeným vlastnostem akát používají specializovaně menší výrobci lyží, zejména na sidewally. Dřevěný sidewall dodá lyžím lepší torzní tuhost a také celkově sníží hmotnost jádra (UHMW nebo ABS plast používaný na sidewally je vždy těžší než dřevo a zároveň jádru ubírá na tuhosti).

Při výrobě lyží se často setkáváme s **jádrem kombinovaným** zpravidla ze dvou dřevin – lehké měkčí a těžší tvrdší. Lehčí dřevo se umísťuje zpravidla jako „výplňové“ do špiček a patek pro snížení celkové hmotnosti lyže a houževnatější tvrdá dřevina se dává doprostřed pod vázání pro lepší pevnost a pro zvýšení předpokladu odolnosti proti vytržení vázání. Tento postup má pro výrobce i tu výhodu, že může jednotlivé komponenty dřeva více kvalitativně třídít, neboť je jádro složené z kratších přířezů, u kterých je vyšší předpoklad, že budou bez suků. Jako měkké dřevo se zpravidla nejčastěji používá topol a jako tvrdé dřevo jasan nebo častěji levný buk. Používají se i jiné kombinace, záleží na preferencích, kreativitě a zaměření výrobce.

## 2.1.4. VÝROBA JÁDRA LYŽÍ

Základem lyže je jádro a jeho profil. Jádro je vyráběno z kvalitního dřeva. Dřevo se zpracovává na lamely, které jsou k sobě lepeny. Následuje proces frézování slepených lamel do výsledného profilu jádra podle šablony. Jádro lyží není pouze výplň mezi nosnými vrstvami konstrukce, ale má svoji důležitou roli v cíleném vytváření požadovaných kvalit lyží. Na spodní a horní stranu jádra se vrství tkanina z karbonových vláken (případně také tkanina ze skelných vláken) různými směry, podle požadovaných vlastností lyží. Každá lyže má více vrstev karbonové tkaniny. **Lyže se nejčastěji lisuje technologií sandwich-sidewall**, která se v historii výroby lyží ukázala jako zatím nejdokonalejší a která nejlépe ovlivňuje vlastnosti lyží.



Obr. 14 – Sandwich-sidewallová konstrukce lyže

Bez kompozitních výztuh v podobě různých **laminačních tkanin** by se dnes vyrábění lyží nemohlo obejít. Tyto materiály nejvíce **ovlivňují tuhost, odolnost a životnost lyží**. Vlákna zajišťují tuhost lyže v podélném směru, torzní tuhost lyže i napomáhají v příčném přenosu sil od boty na hranu lyže. Orientace vláken vzhledem k podélnému tvaru lyže napovídá, který směr tato vlákna zachytávají. Nejstandardnější tkaninou, používanou k laminaci lyží, je

**skelné vlákno.** Je levné, poměrně houževnaté a tvrdé. Jeho nevýhodou je pak vyšší hmotnost. Další stále častěji používanou tkaninou je **karbon**. Při stejné gramáži je přibližně 3 x tužší než skelné vlákno. Je možné ho tedy použít výrazně méně, ušetřit hmotnost a vyrobit tvrdší lyže. Lyže s karbonovými výztuhami jsou ale o poznání dražší, neboť karbon stojí podstatně více než skelná vlákna. V poslední době se využívá například i **lněné vlákno (Flax)**. Taková tkanina je přibližně o 30 % tužší než vlákno skelné. Jeho hlavní předností je houževnatost a tlumící účinky. Jak skelné vlákno, tak karbon nedosahují, co se tlumení vibrací týká, příliš dobrých výsledků. Cena tohoto vlákna je srovnatelná s karbonovými vlákny, ale o poznání vyšší než u běžné skelné tkaniny. U high-tech lyží se používají často kombinace výše zmíněných, ale i jiných tkanin. Podobně jako u dřevin, i zde konstruktéři hledají tu správnou kombinaci pro vhodné složení vláken. Například moderní karbon/flax poskytuje zajímavé možnosti s ohledem na tuhost, houževnatost a schopnost pohlcovat vibrace.



**Obr. 15** – Karbonová tkanina s plátovou vazbou



**Obr. 16** – Skelná tkanina s plátovou vazbou

U závodních sendvičových lyží je výztuha v podobě jednoho v ideálním případě dvou plátů titanalu nutností. U těchto lyží totiž vyšší hmotnost hraje spíše kladnou než zápornou roli. Pro freeridové nebo i pro tužší sjezdové lyže pak přináší titanál celkem významný nárůst hmotnosti. Titanál je slitina 88,6 % hliníku, 1,7 % mědi, 2,5 % hořčíku, 7 % zinku a 0,7 % zirkonia zajišťuje pružnost a torzní pevnost lyže. Dalšími komponenty ve skladbě lyže jsou ocelové hrany, skluznice, horní krycí vrstvy a vázání. Tyto komponenty jsou více popsány v následujících kapitolách

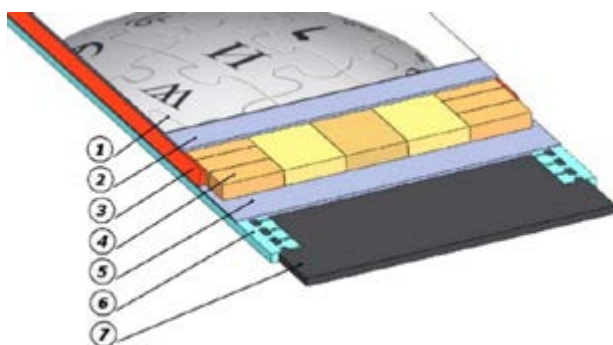
## 2.2. VÝROBA SNOWBOARDŮ

### 2.2.1. KONSTRUKCE SNOWBOARDŮ

Konstrukce snowboardů je sendvičová, tedy roli zde hrají jednotlivé vrstvy a jejich následné postupné spojování. V této fázi se již určují vlastnosti, a tedy i pozdější použití snowboardu, výrobce zohlednit několik faktorů jako například terén, na kterém se bude daný snowboard používat (upravený, neupravený), úrovně dovedností (rekreační, profesionální) a v neposlední řadě nosnost.

### 2.2.2. KOMPONENTY

Běžné snowboardy se v dnešní době skládají z několika různých komponentů, jak lze vidět na obrázku 17.



- 1) Horní pohledová vrstva
- 2) Skelné vlákno
- 3) Boční hrana
- 4) Jádro
- 5) Skelné vlákno
- 6) Ocelová hrana
- 7) Skluznice

**Obr. 17** – Jednotlivé komponenty konstrukce snowboardu



### 2.2.2.1. JÁDRO

Tento komponent určuje klíčové vlastnosti jako je tvrdost a pružnost snowboardu jako celku. Nejčastěji se vyrábí z laminovaného dřeva, které je v různých obrázcích vyskládáno napříč celým prknem. Nejčastěji užívanými dřevinami pro výrobu jádra jsou buk, bříza, topol a bambus. Mezi méně kvalitní materiály můžeme zařadit pěnu a plast. Jádra tohoto typu jsou vhodná pro snowboard sloužící začátečníkům. Jejich výhodou je především nízká cena a mezi největší nevýhody můžeme zařadit velmi krátkou životnost. V dnešní době se můžeme setkat se snahami o vylepšení dřevěného jádra pomocí modernějších materiálů jako je například uhlíkové vlákno pro současně odlehčení a zpevnění namáhaných částí, kevlar pro zvýšení odolnosti a hliníkové plástve pro zpevnění konstrukce.

### 2.2.2.2. SKELNÉ VLÁKNO

Další částí, která následuje bezprostředně po konstrukci jádra je tenká vrstva skelného vlákna. Respektive dvě vrstvy, jedna horní a spodní. Skelné vlákno propůjčuje snowboardu jako celku torní pevnost. Skelná vlákna se používají s **biaxiální** a **triaxiální** strukturou. Biaxiální struktura je taková kdy vlákna mezi sebou svírají úhel 90°. Tento typ skelného vlákna se používá na prkna pro začátečníky. Pro náročnější jezdce se tedy používá sklené vlákno s triaxiální strukturou, tedy uložením vláken ve třech úhlech a to + 45°, 0° a - 45°.

### 2.2.2.3. POHLEDOVÁ VRSTVA

Jak již napovídá název, tato vrstva je tou první, kterou vidíme. Jednou z funkcí této vrstvy je funkce estetická. Další neméně důležitou funkcí této vrstvy je také chránit vnitřní komponenty konstrukce. Z toho plynou také požadované nároky jako je trvanlivost, světlostálost, tvrdost a odolnost proti mechanickému poškození.

Mezi nejčastěji používané materiály můžeme zařadit nylon, dřevo, skelné vlákno nebo plast. Co se aplikace grafiky týče, v dnešní době se při výrobě snowboardů setkáváme se dvěma typy řešení. První se nazývá **zapouzdření**, kdy se grafika, předem natiskne na papír, látku nebo podobný materiál, umístí na horní povrch speciální konstrukce a následně se k povrchu zafixuje průhlednou fólií nebo bezbarvým lakem. Druhým způsobem je **sublimace**, kdy se potisk dostane přímo do povrchového materiálu za pomoci speciálních inkoustů a vrstvy plastu za působení tepla. Výhodou tohoto typu je přítomnost barvy v celé tloušťce svrchní vrstvy, a tedy i vyšší odolnosti grafiky proti mechanickému poškození.

### 2.2.2.4. SKLUZNICE

Další silně exponovanou vrstvou je skluznice neboli „základna“. Je to komponent, který je během jízdy vystaven největšímu namáhání, tedy přímému kontaktu s terénem. Kromě zjevné funkce ochrany jádra je její další funkcí umožnit pohyb snowboardu. Vlastnosti skluznice musí být takové, aby co nejméně brzdila jízdu.

Co se způsobu výroby týče, rozeznáváme skluznice **extrudované**, tyto skluznice jsou velmi málo porézní a absorbují méně sjezdového vosku. Mezi její výhody patří snadná udržovatelnost a cena, ale na druhou stranu nemá příliš vysokou životnost a odolnost. Dalším typem skluznic jsou skluznice **sinterované**, ty vznikají lisováním práškového polyethylenu, čímž v materiálu vzniká velká pórovitost. Tento typ skluznice je podstatně dražší než skluznice extrudované jak z hlediska výroby, tak z hlediska údržby. Mezi podstatné výhody tohoto typu skluznic je rychlost a možnost úpravy vlastností pomocí různých příměsí jako je například grafit.

### 2.2.2.5. HRANY A BOČNÍ PLOCHY

Nedílnou součástí každého snowboardu jsou hrany, respektive také tvar a úprava bočních ploch. Prvním typem tvaru bočních ploch je úprava **ABS hranou**, která chrání jádro. Její výhodou je, že přenáší tlak přímo na hranu. Druhým způsobem je takzvaná **konstrukce CAP**, kdy je vrstva skelného vlákna vedena přes jádro až do kraje. Tato verze je podstatně lehčí, ale využívala se spíše v minulosti. V dnešní době se takto upravuje pouze malý zlomek snowboardů. Posledním běžným typem je v podstatě kombinace obou předešlých, tedy **Half-Cap konstrukce**. V tomto případě skelná vlákna překrývají celé jádro a horní vrstva je pak přímo napojena na ABS hranu. Získaná konstrukce je tedy poměrně lehká a při tom vyniká dobrým rozložením tlaku.

Nedílnou součástí boční plochy snowboardu je i ocelová hrana. Je buďto z klasické nebo nerezové ocele a do konstrukce je zakotvena pomocí T tvarů na druhé straně hrany. Nejsilnější variantou je případ, kdy je hrana v jednom kuse vedena kompletně kolem celého snowboardu, přičemž nevýhodou je jen náročnost případné opravy. Takzvaná částečná hrana je odlehčenější verzí, protože je umístěná pouze v místech, kde je snowboard v kontaktu s terénem. Nevýhodou je nechráněnost čel snowboardu a tím i jejich náchylnost k mechanickému poškození.

### 2.2.3. POSTUP VÝROBY

Kvalitní snowboardy jsou, i přes dnešní tendenci mechanizace a automatizace výroby, stále vyráběny z velké části ručně. Jde v podstatě o přípravu a sestavování jednotlivých dřívě popsaných komponent dohromady. Samotná výroba by se dala rozdělit do několika stěžejních částí, a to **příprava jádra, skluznice, pohledové části a jejich následná kompletace**.

Nejdříve je potřeba sestavit dřevěné bloky do požadované skladby s následnou laminací. Dále přichází na řadu základní tvarování, které se zpravidla dělají na bočních frézkách. Strany dřevěného bloku jsou pak opatřeny zpevňujícími ABS hranami, které se aplikují pomocí lepidla. Požadovaného tvaru se dosáhne přichycením svěrkami. Celý soubor se pak podélně rozřeže na zhruba 7 vrstev, kdy každá jedna tvoří jádro samostatného snowboardu.



Obr. 18 – Sesazené dřevěné bloky pro výrobu jádra (firma Burton)

Po vytvoření jádra přichází na řadu předvrtání otvorů pro ocelové piny, vyfrézování úzké drážky pro přesné dosednutí ocelové hrany a úprava tloušťky jádra, jelikož ta není v celém průřezu stejná, ale směrem k čelům se zmenšuje. Dalším tvarováním se pak upraví tvar obou čel. Po dokončení tvarování dochází k připevnění ocelových hran (obrázek 19). Někteří výrobci je aplikují přímo na jádro, jiní k základně skluznice. T profilování hran je přitisknuto na hranu podkladového materiálu, na čele jsou oba její konce spojeny a v bodech je nanášeno lepidlo.



Obr. 19 – Připevnění ocelové hrany (firma Burton)

V průběhu výše popsané výroby je připraven design pro pohledovou část snowboardu. Grafika se vytiskne ve skutečné velikosti na speciální papír, který může mít různou strukturu, a následně se vloží do vyhřívaného lisu, kde dojde přenosu grafiky na tento papír. Nyní přichází na řadu sestavování jednotlivých komponent. Nejprve je jádro natřeno pryskyřicí a kovové piny pro uchycení vázání jsou vsazeny do předem předvrtaných otvorů. Na střední část je následně některými výrobci aplikována fólie z uhlíkových vláken pro zpevnění. Na hrany je připevněna gumová páska. Rohoze skelných vláken jsou nahrubo nařezány a impregnovány epoxidovou pryskyřicí (obrázek 20).



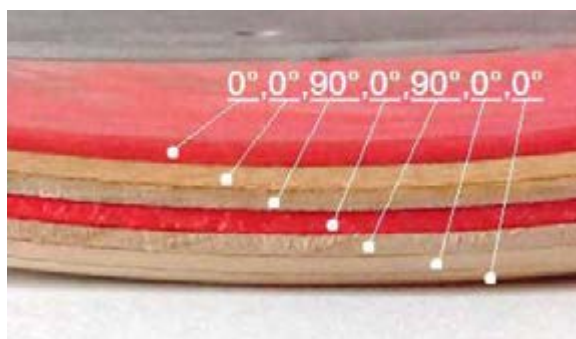
**Obr. 20** – Nanášení epoxidové pryskyřice na rohož skelného vlákna (firma Burton)

Konečnou fází je kompletace všech připravených komponent. Skluznice, skelné vlákno, jádro, druhá rohož skelného vlákna a na závěr horní pohledová vrstva celého snowboardu. Celý tento soubor je umístěn mezi dva pomocné pláty a takto sestavený soubor se vloží do tvarového lisu. Kde se při teplotě cca 100 °C lisuje 15-20 min v závislosti od tloušťky snowboardu. Po uplynutí této doby je polotovár zbaven plechů a všechny části přesahující základní tvar jsou odřezány. Následně jsou vrchní vrstvou prošroubovány otvory pro vložení pinů. Jedním z posledních kroků je dočištění hran bruskou, kdy musí být hran zbroušena pod požadovaným úhlem. Posledním krokem je nabroušení hran a konečné očištění.

## 2.3. VÝROBA SKATEBOARDŮ A LONGBOARDŮ

### 2.3.1. CHARAKTERISTIKA SKATEBOARDŮ

Jedná se o nejstarší skupinu, která dala jméno celému segmentu trhu. Je charakteristicky podle svého obdélníkového tvaru o šířce kolem 200 mm, který je z obou kratších stran zaoblen. Nejčastěji se vyrábí **vrstvením dých kanadského javoru** o tloušťce 1 mm v 7 vrstvách se specifickým křížením vláken jednotlivých dých. Skateboardy se liší převážně svými rozměry jako je šířka a délka a také velikostí zahnutí jak špičky, tak paty a velikostí podélného prohnutí desky.



**Obr. 21** – Křížení vláken dých při výrobě skateboardů

## 2.3.2. CHARAKTERISTIKA LONGBOARDŮ

Longboard se na rozdíl od klasických skateboardů předchůdce vyznačuje větší délkou (cca 1 metr). Má širší trucky a také větší kolečka, která se používají za účelem dosažení rychlejší jízdy oproti skateboardu. Jako další se také hodnotí tvrdost koleček, které ovlivňují styl a způsob jízdy. A v neposlední řadě se zabýváme tvarem. Tvar longboardu nám určuje, pro jaký druh jízdy je navržen (silnice, kopce atd.). Longboardy byly prvotně navrženy jako simulace surfingu na souši. Tedy k rychlé jízdě po asfaltových silnicích, při kterých děláme totožné pohyby jako při již zmíněném surfingu. Longboard má ale více využití mezi které patří například jízda na stezkách, v parcích anebo sjezd z prudkých kopců.

## 2.3.3. TVARY DESEK LONGBOARDŮ

Tvar desky určuje vhodnost longboardu a jeho využití. U longboardů rozlišujeme 4 základní tvary.

- **Pintail**, který svým tvarem připomíná kapku a je nevhodnější pro začátečníky.



Obr. 22 – Tvar longboardu - Pintail

- **Top-mount**, který má v desce výřezy pro kolečka, a to především z důvodu montování trucků shora desky.



Obr. 23 – Tvar longboardu - Top-mount

- **Drop-Thru**, které vynikají především v tom, že mají desku tvarovanou tak, že je její prostředek níže, oproti desce v místě uchycení ke trucku.



Obr. 24 – Tvar longboardu - Drop-Thru

- **Cruiser**, který je svým tvarem velmi podobný skateboardu, a však větší hmotnost a rozměry.



Obr. 25 – Tvar longboardu – Cruiser

## 2.3.4. SOUČASNÁ VÝROBA SKATEBOARDŮ A LONGBOARDŮ

Výroba skateboardů a longboardů je v podstatě shodná. Longboardy se vyrábí především z **kanadského javoru** nebo **bambusového dřeva**. Volba materiálů vychází z uživatelských požadavků. Kompletně javorové desky (vyšší tvrdost) se používají převážně u downhillových longboardů. Pružnější desky vyrobené kombinací javoru a bambusu se využívají převážně pro freeride. Dále se také používají kombinace těchto druhů dřeva s lamináty, ty ale nezajišťují tak dobré jízdní vlastnosti. Desky jsou vyrobeny **ze 7 až 11 křížem skládaných dých**. Pro lepení dých na výrobu longboardu je vhodné polyuretanové lepidlo. Dýhy lisují pod tlakem, v předem připravených formách. Doba lisování se vztahuje na použité lepidlo, ale většinou tento čas trvá alespoň 3 hodiny (pro dosažení manipulační pevnosti lepených spojů), po této době je možné s lepeným souborem nadále pracovat. Nejvhodnější doba je 24 hodin, kdy dochází k maximálnímu vytvrzení a je možné desku z lisu bezpečně vyjmout. Do vylisovaných desek je nutné před dalšími operacemi vyvrtat otvory pro trucky. Poté následuje vyřezávání požadovaného tvaru (závisí od požadovaného tvaru ale obecně lze uvést, že šířka v nejširší části desky se pohybuje kolem 250 mm a délka se pohybuje kolem 1000 mm) a dodatečné opracování bočních ploch a hran desky. Následující operace spočívají v aplikaci různé povrchové úpravy. Závěrečná operace spočívá v aplikování protiskuzové vrstvy (grip), která je vytvářena podle požadovaného tvaru desky.



Obr. 26 – Běžné typy desek longboardů

## 2.4. VÝROBA PADDLEBOARDŮ

### 2.4.1. CHARAKTERISTIKA

Jedná se o prkno využívající pádlo pro pádlování na vodě. Existují různé druhy paddleboardů od kterých se také odvíjí technologie výroby a volba materiálů. V dnešní době se používá velké množství konstrukcí nevyžívající dřeva například:

- **Laminátové supy s EPS jádrem**, kde je jádro tvořeno extrudovaným polystyrénem s jeho následnou laminací,
- **Lisované supy s EPS jádrem**, kde je jádro tvořeno polystyrénem, epoxidovým lepidlem, dvěma vrstvami sklolaminátu v termoplastickém polyuretanu,
- **Dvouvrstvé laminované**, kdy se používají konstrukce Drop-Stitch (paralelně lisovaná vlákna bez použití lepidla) a HeyTEX Drop-Stitch (nesystémově-šikmo křížem orientovaná vlákna).

### 2.4.2. DŘEVĚNÉ PADDLEBOARDY

Jedná se o jedinečné paddleboardy, které jsou vyráběny specializovanými výrobci nebo staviteli lodí. Kromě jejich ojedinělému vzhledu a velké tuhosti konstrukce jsou výsledné paddleboardy rychlejší než paddleboardy s nedřevěným jádrem. Proces výroby začíná výrobou kostry paddleboardu pomocí CNC stroje, kostra je vyrobena z dřevin jako je cedr, paulovnie, borovice a cypřiše. Základní komponent kostry paddleboardu jsou „nožičky“ vyráběné individuálně na CNC a slouží k jednodušší výrobě. Jednotlivé komponenty kostry jsou spojovány lepením.



Obr. 27 – Dílec kostry dřevěného paddleboardu

Po vytvoření kostry následuje postupné oblepení výsledné konstrukce po obvodu dřevěnými lamelami tak aby byla vytvořena souvislá plocha, používané adhezivum jsou nejčastěji PUR lepidla. Po procesu lepení se odstraní přebytečné lepidlo a plocha se zbrúsí a také se odřežou „nožičky“ jednotlivých dílců vnitřní konstrukce.



Obr. 28 – Tvorba konstrukce paddleboardu

Voděodolnost celé konstrukce je zabezpečena finální aplikací tkaniny ze skelných vláken proimpregnovanými epoxidovou pryskyřicí. Touto úpravou povrchů se kromě zvýšení voděodolnosti, také značně zvýší tuhost celé konstrukce. Po této úpravě povrchu se ještě celá konstrukce může osazovat různými doplňky podle konečného způsobu užívání.

## 2.5. VÝROBA KÁNOÍ

### 2.5.1. CHARAKTERISTIKA KÁNOÍ

Z historického hlediska kánoe byly původně vyráběny pouze pár typy způsobů. Rozdělovaly se podle způsobu použití samotné lodě – k přepravě osob, přepravě materiálu, jako válečné, anebo v pozdější době ke sportu a rekreaci. Od tohoto rozdělení se rozlišuje samotná konstrukce od jednoduché lehké, pro přepravu pouze jedné osoby nebo rybolovu až k těžkým. Lehká konstrukce lodi byla vyráběna pomocí stromové kůry z břízy a rámu z ohýbaného

cedru nebo natažením zvířecí kůže či plátna na dřevěný rám. Těžké konstrukce byly vyráběny převážně vydlabáním kmene stromu, ale i vypalováním děr nebo použitím samotných výřezů, a to především kvůli odolnosti a nosnosti kánoe. Kánoe se dále dělí na otevřené a zavřené, kdy otevřené jsou plně přístupné pro posádku i materiál, vhodné pro klidnější vodu. Zavřené mají konstrukci i na vrchní straně pouze s otvory pro posádku, která přes otvor používá krycí zástěru k utěsnění loď. I pro tento důvod je vhodnější pro divokou vodu, např. říční peřeje či jezy. Výše popsaným způsobem výroby vzniká pevná konstrukce lodi, která má příčné, tzv. žebra, i podélné vnitřní (především říční loď) a vnější (tzv. kýl, který udržuje směr plavby) výztuhy.

## 2.5.2. SOUČASNÉ KONSTRUKCE KÁNOÍ

V současné době se standardní kánoe vyrábí z **laminátu, plastu** nebo **gumotextilu**. Závodní kánoe jsou z hliníku nebo z uhlíkových vláken, to samé platí i pro luxusnější kánoe. Laminát je ale v posledních třiceti letech vytlačován polyetylenovými plasty (vstříkovanými do forem), protože je výroba kánoe z laminátu složitější a dražší. Laminát je materiál tvořený pryskyřicí prosycenou tkaninou, nadále se upravuje povrch takzvaným „gel coatem“, který určuje výslednou barvu a hladkost kánoe. Po vytvrzení pryskyřice se opatřuje sedačkami a příčnými výztuhami různých materiálů. Nejčastěji to bývá dřevo a plast. Kánoe z obou materiálů se používají především k rekreaci a trávení volného času. Závodní a profesionální kánoe se nyní vyrábějí ze slitiny hliníku kvůli vyšší odolnosti v závodním nasazení. Dražší, snadněji opravitelné, a hlavně lehčí jsou kánoe z uhlíkových vláken. Z tohoto materiálu se vyrábí i prémiové a luxusní kusy pro rekreační použití.

## 2.5.3. TRADIČNÍ KONSTRUKCE KÁNOÍ

### 2.5.3.1. KÚROVÉ A RÁKOSOVÉ KÁNOE

Kánoe vyráběné touto metodou vznikly na území Kanady a USA, jedná se o jeden z nejstarších způsobů výroby kánoí. Proces výroby začíná obvykle na jaře loupáním kůry z břízy papírové (*Betula papyrifera*), ta se následně máčí ve vodě z důvodu změkčení pro následné ohýbání do tvaru kánoe. Jednotlivé díly kůry se na koncích svazují pomocí smrkových kořínků nebo lýka. Do takto sešitých dílů se vkládají slabé cedrové pruty na obvodové zpevnění konstrukce. Na ně jsou upevňována napařování ohnutá žebra z cedrového dřeva. Kánoe se upravuje ořezáním kůry do požadovaného tvaru, na koncích se svazuje i ve vrchní části a ve třetinách se vsazují příčné výztuhy. Nepropustnost spojů vůči vodě je zajištěna směsí vytvořenou kombinací z pryskyřice, dřevěného popela a vepřového sádla.

Kánoe z rákosy mají podobně jako kůrové kánoe význam z historického hlediska. Takto vyráběné kánoe byly a stále jsou používány i v dnešní době. Většinu z nich však nahradily kánoe prkenné, které jsou pro použití na moři bezpečnější a odolnější. Spoje a spáry jsou utěšňovány dehtem. Nejznámější druh rákosí na výrobu se jmenuje Totoro rostoucí v Jižní Americe. Používalo se pro výrobu rybářských kánoí jak pro jednoho člověka, tak pro vícečlennou posádku o délce až 30 metrů.



Obr. 29 – Kánoe z březové kůry



Obr. 30 – Kánoe rákosové

### 2.5.3.2. KÁNOE Z PŘEKLIŽOVANÝCH DESEK

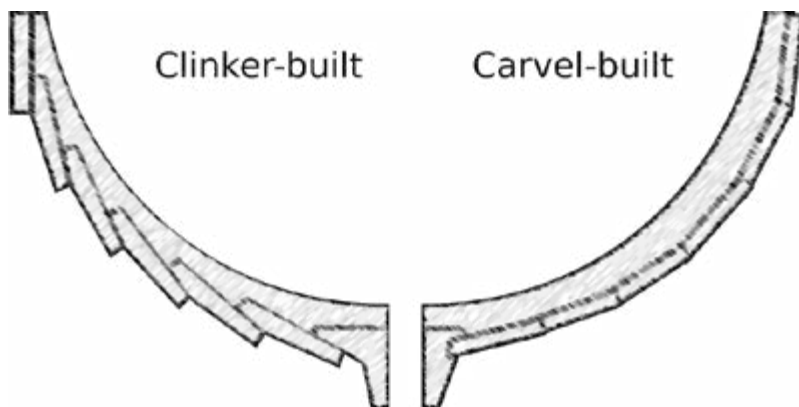
Jedná se o jednoduchou výrobu, při které dochází k vymanipulování ostrohranných tvarů jednotlivých dílců z překližované desky, následným svázáním a slepením lepidlem. Svazování probíhá pomocí „duct tapu“, stahovacími páskami nebo dráty. Nejčastěji používané dráty jsou z mědi, protože se dají utahováním libovolně upravovat velikosti spár mezi dílci. Vázání probíhá na koncích i po obvodu dílců. Vzniklé mezery a spáry se uvnitř kánoe v místě svázání překládají tkaninou ze skelného vlákna které jsou pro impregnované epoxydovou pryskyřicí. Pokud je potřeba větší pevnosti, lze je takto aplikovat i z vnější strany. Po vytvrzení epoxydové pryskyřice se dráty vytahují nebo přeštipnou a následně se zalepí spoj po zbývajícím délce dílce. Překližková výroba je nejoblíbenější mezi amatérskými staviteli lodí, protože se dá postavit i z méně dílců, tím eliminovat počet mezer a větší spotřebu lepidla. Navíc není náročná na technologický postup ani na větší počet specifického nářadí. Jako výhoda této kánoe se dá považovat i použitý materiál, který je lehce opracovatelný, odolný a finančně nenáročný.



Obr. 31 – Lepená kánoe z překližované desky

### 2.5.3.3. OBLOŽENÉ KÁNOE

Jedná se o technologii výroby kánoí, při které se jednotlivé, podélně orientované, díly překládají přes sebe. Podobná výroba, kde se nepřekrývají jednotlivé podélné části, se používá u plachetnic. Lze použít až poloviční tloušťku dílců oproti plachetnicím, protože v překrytí dochází k mnohem větší pevnosti. Používá se ohýbaný rám, paluba i žebrování, podélné dílce se napaňují a ohýbají přímo podle tvaru rámu. Jelikož mají takto vyrobené lodě mnohem větší stabilitu oproti lodím s plochým dnem, používají se hlavně na mořích a oceánech. Nejznáměji takto vyrobená loď je z dob Vikingů.



Obr. 32 – Porovnání překrývaného opláštění kánoe a opláštění bez překrytí



## 2.6. VÝROBA DŘEVĚNÝCH LODÍ

### 2.6.1. POUŽÍVANÉ DŘEVINY A MATERIÁLY PRO VÝROBU LODÍ

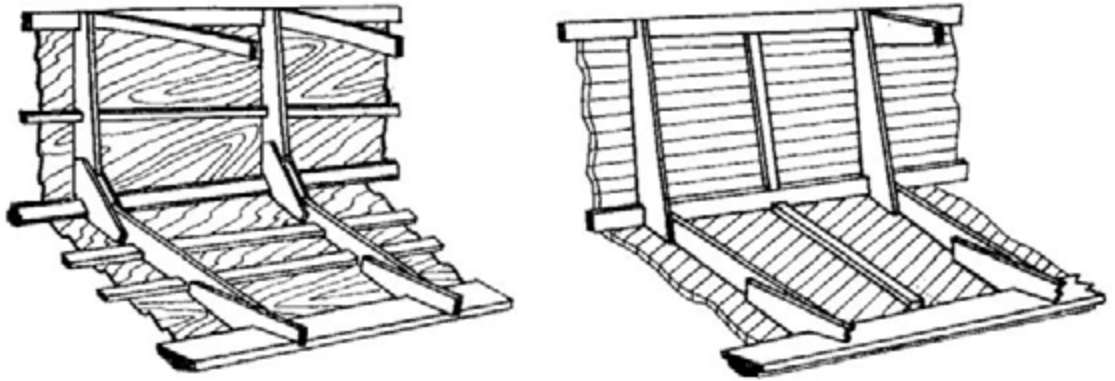
Dřevo je dobrým materiálem jednak z hlediska dostupnosti tak i kvůli jeho vlastnostem (pórovitost – nadnášeno ve vodě, ohýbatelnost, hmotnost – ve srovnání s ocelí). Odolnosti a druhy dřevin se budou lišit v závislosti na umístění v lodi. Tvrdé dřevo se používá pro tvorbu kostry a opláštění, zatím co měkké dřeviny mají své uplatnění v interiéru lodi. Tvrdé dřeviny jako je teak a mahagon se využívají zejména pro svoji vysokou tvrdost, chemické složení, které pozitivně ovlivňuje životnost při vystavení biotických škůdců. Nevýhodou je jejich vyšší cena. Další využívanou dřevinou je dub, pro jeho tvrdost. Značné uplatnění nalézá hlavně na výrobu kýlu a těch konstrukčních součástí které jsou v kontaktu s vodou, jeho výhodou je cena oproti výše zmíněným tropickým dřevinám, ale nevýhodou je odolnost proti mořským živočichům i po impregnaci. Měkké dřeviny jako je zejména borovice, je vhodná díky své nižší hmotnosti, opracovatelnosti, estetickým vlastnostem je vhodná dřevina do interiéru. Dalšími využívanými dřevinami do interiéru jsou modřín a cedr.

Jiným typem používaných materiálů je například překližovaná deska, která je dobře obrobitelná, cenově dostupnější s možností dobré tvarovatelnosti. Je vhodný i na stavbu lodí, je ovšem potřeba dbát zvýšené opatrnosti proti vnikání vody. Konstrukce se musí zcela ze všech stran utěsnit, aby nedošlo k vniku vody. Ošetření se provádí pomocí několika vrstev sklolaminátu anebo pomocí horkého oleje. Dalším možným způsobem je zde použít přímo překližovanou desku, která je voděodolná, i u té se ovšem doporučuje další povrchové úpravy. Pro tvorbu konstrukčních částí lodí je ve velké míře využívána amatérskými staviteli.



**Obr. 33** – Loď s konstrukčními prvky z překližované desky

Volba, zda bude obšívka z masivních prvků nebo z překližované desky, také ovlivňuje vnitřní konstrukci, konkrétně umístění vyztužení podélníky nebo mezi žebry, viz. obrázek níže.



Obr. 34 – Rozdíl mezi obšívkou z překližované desky a laťkovou obšívkou

## 2.6.2. TECHNOLOGIE VÝROBY KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ LODÍ

### 2.6.2.1. ŽEBROVÁNÍ

Žebrování tvořené jednotlivými žebry je základní konstrukční prvek všech lodí. Slouží jako výztuha trupu a tvoří nosnou konstrukci pro obšívku lodi. Do žeber se kotví stěžně, vanty a podkládá se na ně motor. Žebra mohou být lepená ohýbaná anebo kotvena mechanicky na hřeby, šrouby nebo svorníky.

**Lepená žebra** jsou tvořena tenkými lamelami, které se k sobě lepí pomocí epoxidu, tyto lamely se ohýbají podle požadovaného tvaru s následnou fixací. Ve fixovaném tvaru jsou po dobu vytvrzování lepidla (liší se od druhu použitého lepidla). Forma na žebra je u některých žeber individuální, protože loď se u příďe zužuje. Před usazením na místo se žebra zabrousí a upraví na požadovaný formát a tloušťku.



Obr. 35 – Lepená žebra

**Mechanicky spojovaná žebra** se využívají u větších lodí, a hlavně jejich replik (historické plachetnice). Používají se zde hranoly větších rozměrů, ze kterých se následně opracují požadované dílce, aby po spojení tvořily požadovaný komponent. Více efektivní by bylo ohýbané dřevo, ale u takto velkých a masivních dílců to není možné. Stejným způsobem se zhotovuje i kýl lodi. Dílce jsou spojovány přeplátováním. Spojení kýlu a žeber je prováděno pomocí karpování.



Obr. 36 – Mechanicky spojovaná žebra

### 2.6.2.2. OBŠÍVKA

Obšívka neboli plášť lodi slouží k zabezpečení pevnosti v podélném směru trupu, a hlavně zajišťuje loď proti vniku vody a její udržení nad hladinou. Její připevnění probíhá pomocí hřebů, vrutů nebo hmoždíků k žebrování lodi. V případě, že se obšívka tvoří z překližované desky nebo masivu, musí se pokaždé docílit úplné vodotěsnosti vůči vnitřku lodi. Druhy obšívek lodí jsou klinkerová nebo carvel obšívka.

Klinkerová obšívka se zhotovuje z prken, které jsou přes sebe překládány s přesahem. Prkna se k žebrování kotví pomocí dřevěných kolíků, hřebů nebo svorníků. Jednotlivé spojovací prvky jsou zapuštěny a následně překryty tmelem. Jednotlivá prkna se skládají tak, aby mezi nimi nevznikla žádná vůle. Kraje prken jsou mezi sebou spojovány dřevěnými kolíky, které se lepí a následně seříznou s trupem. Velkou nevýhodou u této konstrukce je její propustnost, proto se z vnitřní strany trup penetruje nebo se spáry vylévají asfaltem. Po delší době na vodě se musí nechat zatáhnout (opravit). Tento typ obšívky se používal především u starověkých lodí (drakkar, kog, karak,...), v dnešní době se, i díky sklolaminátu, používá obšívka carvelová. Obšívka carvelová se zhotovuje několika způsoby, začíná se u všech postupů stejně, a to připevněním prken pomocí hřebů nebo dřevěných kolíků k žebřům lodi, další postupy se liší. První možnost je, že do spáry, která se zhotoví za tímto účelem, mezi prkny se pomocí kladiva a speciální ploché špachtle zatluče koudel, stejný postup se provádí i z vnitřní strany trupu, spáry jsou následně zatmeleny tmelem nebo zality asfaltem (musí to být pružná látka kvůli roztažnosti dřeva). Další způsob je, že se pod tuto finální obšívku umístí ještě jedna vrstva pod jiným úhlem, dokončení je stejné pomocí koudel a asfaltu. Třetí způsob spočívá v přitlučení komponentů obšívky k žebřům bez mezer mezi nimi, tyto fošny se lepí, s následným zbrúšením do hladka, nalepí se na ně vrstva sklolaminátu a povrch se vyleští, nebo se povrch jen ošetří speciální barvou bez lepení sklolaminátu.

Desky pro výrobu obšívky musí být nařezány na požadovaný rozměr a tvar. Nejlepší volba je zde pásová vertikální stolová pila, kterou můžeme jednotlivé díly řezat do oblouku, špičky nebo jiného tvaru. Všechny díly se před kotvením egalizují frézováním na sjednocenou tloušťku. Takto vytvořené desky se připevňují k žebřům dřevěnými svorkami, následně se do nich pomocí vrtáku a sukovníku vyvrtají otvory pro hřeby. Proběhne zatlučení hřebů nebo utažení svorníku v případě clinkerové obšívky. Takto se pokračuje až k poslední desce od spodu nahoru. U předělu po přidělení dlouhých desek vznikají mezery na další desky, do mezer se následně umístí na míru zarovnané. Jelikož trup lodi není rovný, ale uprostřed je vypouklý a ke špičce se zužuje, je potřeba jednotlivé desky obšívky ohýbat, je možné ohýbat za studena nebo po plastifikaci. V případě plastifikování, se dřevo hydrotermicky upravuje obvykle ve specifických komorách přímo u lodi. Po vyjmutí z komory se jeden konec desky obšívky ukotví k žebřu lodi

a postupně se dřevo ohýbá a kotví do mezery mezi ostatními deskami. Další způsob je ohýbání za studena. Tato metoda se využívá především u obšivek carvel. Použití je spíše u menších člunů, kde obšívka nepotřebuje větší tloušťky, takže pokud se na desce nevyskytují vady, je velmi malá pravděpodobnost vzniku nežádoucích deformací dřeva při samotném ohybu. Nařezané úzké prvky ze dřeva se kotví pomocí svorek a lepidla meze sebou a k žebrům jsou montovány mechanicky s podlepením. U této metody lze použít obšívky s jednou nebo až třemi vrstvami dřeva, které po zhotovení tvoří tuhý a pevný skelet, který po vytvrzení lepidla tvoří samonosnou vrstvu, zde se nemusí používat žebra, ale jen forma na tvar. Takto vzniklý skelet se ošetří nátěrem nebo ve většině případů aplikací vrstvy sklolaminátu.

### 2.6.2.3. PALUBA

Paluba je v dnešní době nejvíce vyráběna z teaku, který se používá jednak pro svůj estetický dojem ale také z důvodu jeho vyšší odolnosti vůči slané i sladké vodě, a odolnosti vůči mechanickému opotřebení. Paluba se lepí k přikotvenému dřevěnému roštu pod ní, který je mechanicky kotven do trupu lodi nebo se lepí přímo na skelet lodi. Teak se i přes svou vyšší odolnost opatřuje nátěrem na bázi oleje. Jednotlivé části paluby se pokládají s mezerami mezi nimi, tyto úmyslně vytvořené mezery se následně zalijí asfaltem nebo těsnící hmotou na bázi polyuretanu. Zhotovení je stejné jako v případě carvelové obšívky.

## 3. HUDEBNÍ NÁSTROJE

### 3.1. VÝROBA AKUSTICKÝCH KYTAR

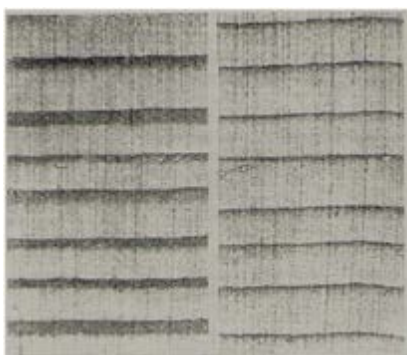
#### 3.1.1. CHARAKTERISTIKA AKUSTICKÝCH KYTAR

Kytary patří do strunných drnkacích hudebních nástrojů. Jedná se o akordické nástroje, které umožňují jednohlasnou i vícehlasnou hru. Drkáním se rozehívá struna, která je upnuta mezi dvěma pevnými body (pražec a kobylka). Na strunách je možné hrát kratší i delší tóny pomocí posouvání ruky podél celého hmatníku a pomocí prstů přitlačit jednotlivé struny na hmatník a tím případně zkracovat tóny.

#### 3.1.2. MATERIÁL PRO VÝROBU KORPUSU AKUSTICKÝCH KYTAR

Pro jednotlivé komponenty akustických kytar se používají jiné druhy dřeva. Materiál pro výrobu korpusu akustických kytar se liší podle komponentu. Horní ozvučné desky se vyrábějí z rezonančního smrku, v některých případech se může používat také cedr. V horní ozvučné desce je také vytvořen ozvučný otvor, jeho umístění, velikost a tvar má zásadní vliv na výsledný zvuk nástroje. Spodní deska se často vyrábí palisandru, mahagonu, javoru, smrku a cedru. Luby, které spojují horní ozvučnou desku se spodní deskou se vyrábějí často ze stejného materiálu jako v případě spodní desky. Luby jsou spojeny špalíčky se smrkového dřeva. Vnitřní ozvučné žebrování pod ozvučnou deskou, se vyrábí ze smrkového dřeva. Toto žebrování ovlivňuje rezonanční vlastnosti a zvyšují pevnost korpusu. Spodní deska je osazena třemi až čtyřmi výztužnými žebry pro zvýšení tuhosti korpusu.

Rezonanční dřevo se vyznačuje velmi jemnými, stejnoměrně rozloženými letokruhy, které mají šířku přibližně 1 mm. Prvotřídní rezonanční dřevo má velmi úzkou zónu letního dřeva, což způsobuje také to, že rezonanční dřevo je velmi křehké. Rezonanční dřevo se nejčastěji vyskytuje na stromech s vysokým přímým růstem, s plno dřevním kmenem a se špičatou korunou bez trhlin. Západní a jižní expozice vytvářejí příznivé podmínky pro vznik rezonančního dřeva. V dnešní době se používají dvě metody zjišťování, zda je dřevo stromu možné označit jako rezonanční. Jedná se o invazivní metodu Presslerovým nebozezem, který pomocí vyvrtaného válečku o průměru 0,5 cm, zjišťuje velikosti přírůstu dřeva a případně výskyt hniloby. Modernější a méně invazivní metoda je pomocí tomografu. Tato metoda spočívá v tom, že se po obvodu kmene uchytí 12 senzorů, tak aby byly vždy dva proti sobě, tyto senzory po úderu kladívka vykreslují průřez kmene v dané rovině.



Obr. 37 – Porovnání nerezonančního a rezonančního dřeva

#### 3.1.3. MATERIÁL PRO VÝROBU DALŠÍCH KOMPONENTŮ AKUSTICKÝCH KYTAR

Dalším komponentem je krk kytary, který slouží jako základna pro hmatník. Krk je vystaven velkému tahu strun a z tohoto důvodu se zhotovuje z jednoho kusu tvrdého rovno letého dřeva – převážně z mahagonu. Na krk kytary je upevněn hmatník, do kterého jsou po celé délce zapuštěny pražce, které jsou zhotovené z drátů kovových slitin. Hmatník se zhotovuje z jednoho kusu velmi tvrdého dřeva – nejčastěji to bývá eben, popřípadě palisandr. Nultý pražec – ořech – je nejbliže hlavici nástroje. Je vyroben z velmi tvrdého materiálu (slonovina) a určuje – spolu

s kobyolkou – výšku strun nad hmatníkem a jejich rozmístění po šířce hmatníku. Kytara je laděna v rovnoměrně temperovaném ladění. Pražce jsou proto rozmístěny tak, že každý zkracuje proti předcházejícímu délku struny ke kobyлке v poměru  $\sqrt[12]{2}:1$ . Krk kytary je zakončen hlavicí vsazenou pod mírným úhlem a tvoří s ní jeden celek.

Velmi důležitou součástí kytary je kobylka, která slouží k uvázání strun na korpus nástroje (struník) a k přenášení chvění strun na vrchní desku (vločka kobylky). Kobylka je obvykle pevně přiklášena na vrchní desku kytary a vyrábí se z jednoho kusu tvrdého dřeva jako je eben, palisandr nebo mahagon. U některých starších kytar je kobylka položena na vrchní desce a drží jen tlakem strun. Vyměnitelná vločka kobylky se zhotovuje ze slonoviny a je umístěna v drážce (vzdálenost mezi nultým pražcem a vločkou kobylky se nazývá menzura).

Kytary bývají zdobeny dřevěným vykládáním (intarzií) okolo zvukového otvoru a po celém obvodu vrchní a spodní desky v místě spojů s luby. Intarzie slouží nejen jako ozdoba, ale i jako výztuha. Zdobení bývá charakteristickým znakem jednotlivých nástrojařů (stejně jako vyřezávaná hlavice). Kromě dřeva se používá někdy i perleť.

### 3.1.4. TECHNOLOGIE VÝROBY AKUSTICKÝCH KYTAR

#### Korpus

Jako první krok ve výrobě akustických kytar je výroba přední i zadní desky, které jsou složeny ze dvou k sobě sklížených kusů. Tloušťka desek po opracování se pohybuje nejčastěji kolem 3 mm. Boční plochy desek je nutné srovnat, aby byla zabezpečena optimální přilnavost. Při lepení desek se používají fixační prvky, aby se zabránilo nechtěným deformacím. Po vytvrzení lepených spojů se přední i zadní deska ořezává podle plánovaného tvaru, ovšem s rezervou přibližně 3 cm. Ozvučný otvor se vyřezává až po aplikaci rosety.

Pro výrobu rosety se používá technika vykládání. Prvním krokem je navržení grafického vzorce, který se opakuje po obvodu celé rosety. Dnes je již možno k návrhu využít speciální software, který rovnou zobrazí vzhled výsledné rosety. Poté následuje drobná práce zahrnující řezání malých prkének z různobarevných dřevin a následně jejich mozaikovitě slepení dle navrhnutého vzorce. Výsledné sloupce s již sestaveným grafickým vzorem se pak zkosí do lichoběžníku, což umožňuje po nařezání na jednotlivé destičky poskládat rosetu do kruhového útvaru. Pomocí papíru s narýsovaným kruhem daného rozměru se mohou jednotlivé lichoběžníkové destičky se vzory k sobě lepit. Poté je ještě roseta osazena zevnitř i zvnějšku dýhovými lemy, které mají účel jak ozdobný, tak zpevňující. Do ozvučné desky se vyfrézuje široká kruhová drážka rozměrově přesně pro zasazení rosety. Ta se poté pomocí epoxidové pryskyřice do drážky vsadí. Po vsazení a obroušení povrchu rosety se frézuje ozvučný otvor.

Dalším krokem je výroba žebrování. Pro žebrování vrchní desky existuje nespočet modelů, dle kterých se žebra na přední desku umísťují. Nejpoužívanějším je žebrování ve tvaru X, doplněné příčnými žebry. Pro výrobu samotných žebor se nejprve vyrobí hranolky o zvolené šířce a tloušťce, přesahy v délce umožní lehčí i přesnější instalaci žebor. V místě, kde se žebra kříží, se používají zářezy v obou žebrech, které do sebe přesně dosedají. Spoj těchto překřížených žebor se lepí zároveň s lepením žebor na rub přední desky. Pokud je přední deska klenutá, je potřeba veškeré lepení provádět na stejně klenuté pracovní desce (taktéž i později při práci se zadní klenutou deskou). Po vytvoření základu žebrování následuje lepení doplňujících žebor a také výztuhy pod kobylku kytary. Po vytvrzení lepidla se žebra upravují tak, aby se konce zužovaly na zhruba tloušťku 2,5 mm. Pak se žebrování povrchově doupraví broušením a následně se odříznou konce tak, aby byla vytvořena mezera mezi koncem žebra a luby. Spodní deska se vyztužuje pomocí zkosených pásků s příčnými léty. Ty se lepí v místě podélného spoje případně spojů spodní desky. Po nalepení pásků se vytvoří zářezy pro usazení příčných žebor. Počet žebor bývá obvykle tři nebo čtyři. Podobně jako u žebor přední desky, i zde se žebra na jejich konci zužují. Pro dokončení korpusu je potřeba také vytvořit luby pro spojení horní a spodní desky. Luby se vyrábějí z ohýbaných dýh. Možností, jak ohnout luby do výsledného tvaru, je několik. Tradičně se používá nahřívání ocelovou rourou, přes kterou se navlhčené luby ohýbají. Přesnější a jednodušší postup je využití přesné formy ve tvaru poloviny kytary, na kterou za použití hliníkových pásů a silikonové topné příkrývky, navlhčené luby svorkami přitáhneme. Po ohnutí obou lubů do požadovaného tvaru, se připravují koncové patky, které slouží pro zpevnění spoje a vytvoření opory pro krk kytary. Koncové patky musí být na straně, která bude lepena k lubům, zaobleny tak, aby opisovaly tvar zakřivení lubů v daném místě. Po přilepení zadního koncového bloku je možné ještě v místě spoje lubů vytvořit drážku na ozdobnou výložku. Luby se nejprve

lepí na horní desku. Luby musí být upraveny tak, aby přesně opisovaly tvar vrchní desky. Pokud je přední deska mírně klenutá, musí se tomuto zakřivení přizpůsobit i tvar lubů. Po upravení tvaru lubů do tvaru klenutí přední desky je možné připravit olubení, to slouží ke zvětšení lepené plochy lubů k desce. Olubení se lepí s mírným přesahem a poté se upravuje tak, aby stejně jako luby dosedaly přesně na zakřivení přední desky. Ke kontrole zkosení lubů, koncových patek a olubení je možné používat šablony, s klenutím odpovídajícím přední desce. Po opracování zakřivení okrajů v olubení se dodatečně vytvářejí drážky, do kterých se zasazují okraje žebrování. Následně se přední deska s luby lepí za použití adekvátních fixačních komponentů. Po slepení se upravuje zadní hrana lubů podle tvaru zakřivení zadní desky tak, aby se dosáhlo i požadované šířky lubů. Při opracování zadní strany lubů se používá jako u přední strany šablona, s klenutím odpovídajícím zadní desce. Po seříznutí lubů i koncových patek se lepí zadní olubení, a to stejným postupem jako při přední desce. Na vnitřní straně lubů se také lepí mezi přední a zadní olubení výztužné pásky (ve stejných intervalech), které slouží ke zpevnění lubů. Na závěr se dolepuje výztuha mezi koncový blok krku a první příčné žebro přední desky.

### **Krk a hmatník**

Krk se lepí ze dvou polovin podle podélné osy, hlava kytary je sklížena úkosovým spojem. Před vytvořením úkosu pro přilepení materiálu hlavy je nutné vypočítat místo konce hmatníku. Po seříznutí a dorovnání úkosné plochy je možné lepit polotovar hlavy, kdy po vytvrzení lepidla se přečnivající materiál zkracuje a srovnává s povrchem krku. Poté se frézuje drážka určená pro výztuhu středem krku. Tato drážka je v místě hlavy kytary rozšířena do obdélníkového tvaru. Krk je obvykle s korpusem kytary spojen rybinovým spojem, z tohoto důvodu se na konci krku vytváří rybinový čep. Po vytvoření rybinového čepu se do korpusu kytary vytváří adekvátní drážka, která se obvykle vytváří hlubší, než je samotný rybinový čep. Krk se vytváří nejprve zužováním po stranách od hlavy, hlava samotná se tvaruje až následně. Křivku spojující krk a hlavu je nutno zarovnat. Krk se upíná tak, aby bylo možné seříznout zadní část. Krk opracujeme tak aby měl požadovanou tloušťku krku, která může být rozdílná vzhledem k typu vyráběné kytary. Následně se obrábí pata krku. Spodní strana krku se následně zaobluje.

Následuje výroba hmatníku, který se vyrábí o tloušťka kolem 5,8 mm. Po vytvoření základního tvaru hmatníku se vytváří zářezy pro pražce. K tomu se obvykle používá speciální pokosnice, kdy tloušťka řezu může odpovídat buď přesně stopce pražce, nebo stopce pražce spolu s šířkou zubů (u této varianty je nutné pro lepení pražců používat epoxidovou pryskyřici, která vyplní volné prostory). Dalším krokem je vytvoření značek, které jsou v krku vykládány. Po zasazení značek do připravených vyfrézovaných otvorů a vytvrzení lepidla se značky srovnávají s povrchem hmatníku. Na závěr se hmatník může opracovat do stejného zúžení, které odpovídá krku. Konec hmatníku se zkrátí, tak aby nezasahoval do ozvučného otvoru, ale zároveň aby zakryl mezeru ve spoji rosety a opatří se lemováním, které se lepí s mírným přesahem nad povrch hmatníku.

### **Spojení korpusu kytary a krku**

Spojení je provedeno pomocí rybinového lepeného spoje. Z důvodů častých oprav krku se lepidlo nanáší pouze na boky čepu tak, aby bylo možno při opravě krk snadněji demontovat. Po vytvrzení lepidla se zarovnávají případné nesrovnalosti v rovině přední desky a povrchu krku a srovnává se patka krku se zadní deskou, která se také opracovává do konečné podoby. Lepení hmatníku se provádí pomocí latě a podpěr ve tvaru V. Zadní strana krku se podepře podpěrami a pomocí svěrek se hmatník přitlačí k povrchu krku i části přední desky. Na hmatníku musí být vytvořena značka, podle níž určíme přesnou polohu usazení, značka může být např. vyznačena v místě spoje krku a přední desky. Je také důležité, aby se nedostalo příliš mnoho lepidla do mezery pro výztuhu. Po vytvrzení lepidla je možné přistoupit k dohlazení hran ozvučného otvoru a vykládání znaku do hlavy kytary.

### **Povrchová úprava**

Běžným přípravkem na povrchovou úpravu kytar je šelak. Vedle něj se ovšem ve významné míře využívá i nitrolak, popř. vodou ředitelné laky. Před samotným nanášením laku se povrch kytary povrchově upraví broušením. Plocha, kde bude umístěna kobyłka, se zakryje pomocí krycí lepicí pásky vyříznuté do tvaru kobyłky. Zakrýt musíme také povrch hmatníku (krycí lepicí páska) a ozvučný otvor (nafukovací balónek uvnitř těla). U dřevin s hrubou strukturou je vhodné nejdříve aplikovat plniče pórů. Po nanesení základní vrstvy šelaku můžeme přistoupit k nánosu dalších vrstev, popř. pokračovat již s nánosem vodou rozpustného laku. Ten nanese (nejlépe stříkáním) ve dvou

vrstvách, poté povrch vybrousíme do hladka. Takto postupujeme, dokud nebude aplikováno alespoň 4 až 6 vrstev. Více vrstev svou hmotností utlumují rezonanci materiálu, proto je vhodné nanášet tenčí povrchovou úpravu. Povrch kytary se po posledním nánosu vrstvy laku vybrousí a vyleští.

### **lepení kobyly a vsazování pražců**

Kobyly bývá zpravidla vyrobena ze stejného dřeva jako hmatník. Zadní strana kobyly musí opisovat klenutí vrchní desky, proto je nutné toto zakřivení vytvarovat. Pomocí přitlačných svěrek a spodní přitlačné destičky je možné kobyly lepit (pro přesnou fixaci polohy je možné také vyvrtat dvě kolíkové díry a usadit zde dřevěné kolíky, které budou vymezovat polohu kobyly). Při lepení je potřeba dbát na to, aby byla kobyly rovnoměrně přitlačena celou svou plochou k horní desce. Po vytvrzení lepidla následuje operace převrtávání otvorů pro kolíčky, které se vystruží do kónusu.

Pražce jsou zhotoveny ze speciálního drátu ve tvaru „T“. Stopka drátu, na kterém je ozubení, se zasazuje do drážek ve hmatníku. Jak již bylo zmíněno výše, jednou z možností je pražce přes ozuby do drážek naklepat, což ovšem často vede k postupnému uvolňování pražců. Další možností je do širších drážek ve hmatníku pražce zalepit epoxidovou pryskyřicí. Hmatník se připraví tak, aby byl rovný po své délce, ale klenutý v šířce. Po obroušení hmatníku se nanese na povrch směs lněného oleje a fermeže, která slouží ke snadnějšímu odstranění přebytečné epoxidové pryskyřice. Není žádoucí, aby se tato směs dostala do vytvořených drážek pro pražce. Drát, ze kterého se vyrábějí jednotlivé pražce se musí vyhnout podle zaoblení hmatníku, poté se nastříhá tak, aby vznikly mírné přesahy. Vnitřní hrany pražcových drážek je možné mírně zkosit, aby pražce při případném přepražcování v budoucnosti netrhaly vlákna. Před lepením se zakrývá vše kromě drážek pomocí krycí lepicí pásky. Poté pobíhá proces nanášení epoxidového lepidla a narážení pražců. Po vytvrzení lepidla se opracovávají pražce do finální podoby (broušení a leštění). Závěrečnou operací tohoto procesu je povrchová úprava hmatníku pomocí směsi oleje a fermeže.

### **Aplikace výztuže krku a lepení nultého pražce**

Struny vyvíjejí značný tah na krk kytary, proto se krk vyztužuje kovovým drátem. Ten se ukládá do drážky v krku pod hmatníkem. Výztuž může být buď fixní, nebo dnes již u převážné většiny nástrojů seřizovací, kdy je možné drát napnout či povolit, pomocí dotahovacího šroubu. Seřizovací výztuž může být buď jednoduchá (drát se utahuje čímž se vyrovnává krk, případně se povoluje čímž se krk srovná do původní polohy), nebo složená (drát se natahuje v obou směrech jak pro vyrovnání krku, tak pro jeho větší ohyb). Vyztužovací drát se nejprve ohýbá tak, aby oba konce vedly souběžně po své délce. Díky tomuto ohybu je jeden konec kratší zhruba o 1 cm. Toto napomáhá v dotahování. Oba konce drátu je nutno upevnit do mosazného kvádru, který slouží jako fixace na hlavě nástroje, kde se vyfrézuje dlab, do kterého se kvádr zapustí. Již ohnutý drát se k sobě fixuje omotáním sklolaminátovou fólií, zajišťující větší pevnost. Mosazný kvádr v sobě má dvě díry, kdy jedna z nich je průběžná a druhá je částečně v kvádru. Kratší konec drátu se zaklíní v „důlkové“ díře v kvádru, delší se zasune do díry, která je vedena průběžně přes kvádr. Na tomto delším konci se vytváří závit. Maticí se již protáhlý konec delšího drátu zajišťuje, a dále slouží jako seřizovací šroub. Následuje osazení nástroje nultým a sedlovým pražcem. Na ty doléhají struny na obou svých stranách, je tedy nutno zvolit materiál natolik houževnatý, aby přenesl vibrace ze strun spolehlivě na jeho tělo. Nejběžněji se používá kost a dnes se již také často používá i tvrzená umělá hmota. Mezi dýchovým pokrytím hlavy kytary a hmatníkem musí být mezera, do které se nultý pražec vlepi. Po nalepení se ještě nultý pražec tvaruje do finální podoby. Následuje operace vytvoření zářezů pro struny, které musí být rovnoměrně rozloženy po délce nultého pražce (odsazený od okraje by měly být zhruba poloviční vzdáleností, kterou jsou vzdáleny od sebe). Zářezy by měly být hluboké tak, aby zasahovaly těsně nad vyznačenou linii. Finální doladění hloubek těchto drážek se provádí až při natažení strun.



## 3.2. VÝROBA ELEKTRICKÝCH KYTAR

### 3.2.1. CHARAKTERISTIKA ELEKTRICKÝCH KYTAR

Elektrická kytara (správněji elektrofonická) je kytara osazená elektromagnetickými snímači, které převádějí chvění strun s ocelovým jádrem na elektrický signál, ten je veden z kytary do zesilovače. Tento signál (zvuk) je tvarovaný dřevem, snímači, zesilovačem, reproduktorem, kvalitou kabelů a lze jeho charakter měnit i pedály. Můžeme se setkat s kytarami nejrůznějších tvarů, nejvíce známé tvary jsou stratocaster, telecaster, les paul a superstratocaster.

Kytara se skládá ze dvou základních částí, kterými jsou tělo a krk. Tělo bývá tvořeno dvěma nebo třemi sklíženými kusy (může být sklížený i krk, pokud jde o konstrukci, kde je krk průchozí skrz tělo), ale může být zřídka i z jednoho kusu, u některých kytar se pak na svrchní část lepí ještě dýhy. Na těle se pak nachází kobylka, elektronika (snímače, potenciometry, vstup pro kabel, kabely a selektory), rolny na popruh a u některých modelů pickguard. Krk bývá většinou splený ze 3 nebo 5 kusů, z vrchní strany je přilepen hmatník, ve kterém jsou nalisované pražce (bývá jich 22 nebo 24) a u hlavy se nachází tzv. nultý pražec, ve kterém jsou drážky na struny, bývá vyroben z plastu, grafitu nebo hovězí kosti. Pod hmatníkem se ukrývá v drážce šroub, kterým se mění prohnutí krku. Na hlavě se nacházejí ladící mechaniky. K tělu může být krk přilepený, přišroubovaný nebo průchozí skrz tělo.

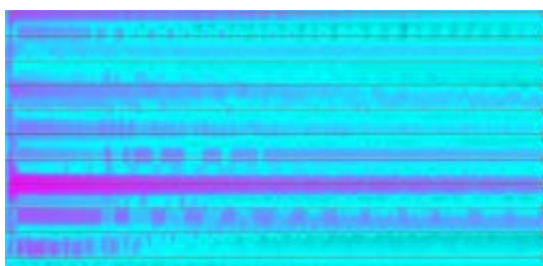
Rozlišujeme dva základní typy snímačů, a to singlecoil a humbucker. Singlecoil má pouze jednu cívku, má méně průrazný signál a kytara vydává brum, který je slyšet hlavně, když se nehraje. Humbucker už je tvořen dvěma cívkami a má mohutnější signál, který často bývá nepatrně zkreslen, tyto snímače jsou vyhledávány hlavně v rockovějších žánrech hudby. Signál tvořen těmito snímači pak lze ovládat potenciometry na hlasitost a tónovou clonu. Na kytarě bývají dva až tři snímače, jeho signál ovlivní i místo, kde je připevněn, u krku bývá zvuk kulatější a u kobylky zase ostřejší a razantnější, mezi snímači lze přepínat selektory.

### 3.2.2. MATERIÁL PRO VÝROBU ELEKTRICKÝCH KYTAR

Na tělo dřevěných elektrických kytar se využívají dřeviny jako mahagon, olše, lípa, jasan, topol, meranti, nyatoh, javor, okume ale občas je možné narazit na kytaru z dřeviny, jako je smrk nebo borovice. Každý druh dřeva, a dokonce každý jednotlivý kus stejné dřeviny má svůj specifický zvuk. Často se pak různé dřeviny kombinují. Krk je nejčastěji vyráběn z javoru a mahagonu, ale u dražších kytar se najdou krky z pěti kusů, kde jsou tři kusy javoru a mezi nimi dva kusy bubingy nebo jiné tvrdé dřeviny.

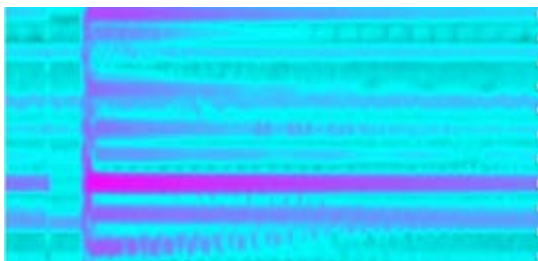
I přesto, že je zvuk generován elektromagnetickými snímači, má volba materiálu, vliv na výsledné akustické vlastnosti. Na základě výzkumu vlivu dynamického modulu pružnosti a Brinellovy pevnosti na výsledné akustické parametry, je možné uvést, že dřeviny s vyšším dynamickým modulem pružnosti obecně dosahují nižších hlasitostí než v případě dřevin s nižším dynamickým modulem pružnosti. Také dřeviny s nižší Brinellovou tvrdostí, vyšších hlasitostí než v případě dřevin s vyšší Brinellovou tvrdostí.

Při analýze zvuku elektrických kytar z jasanového dřeva bylo zjištěno, že výsledný zvuk je vybalancovaný, se silným zastoupením vyšších harmonických frekvencí různých hlasitostí. Zvuk má silný fundament, který v čase poměrně silně ztrácí na hlasitosti, zvuk je ostřejší.



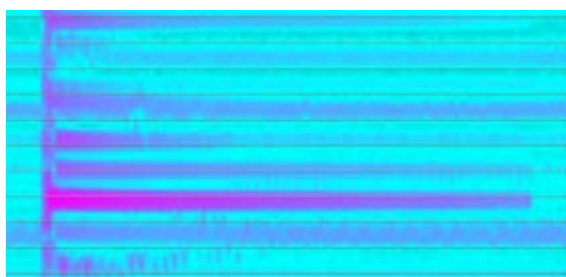
Obr. 38 – Analýza zvuku elektrických kytar z jasanového dřeva

V případě analýzy dřeva merbau se také jednalo o poměrně čistý zvuk, s nižším zastoupením vyšších harmonických frekvencí oproti jasanu, naopak se silnějším a stabilnějším a trvajícím fundamentem. U tohoto zvuku bylo významnější zastoupení sudých harmonických frekvencí, výsledný zvuk byl tedy teplejší.



Obr. 39 – Analýza zvuku elektrických kytar z dřeva merbau

Dřevo olše podobně jako u jasanu se vyznačuje vybalancovaným zvukem s větším zastoupením vyšších harmonických frekvencí než u dřeva merbau. Fundament E je u tohoto zvuku silný, ale časem znění slábne a vytrácí se. Výsledný zvuk je plnější.



Obr. 40 – Analýza zvuku elektrických kytar z dřeva olše

### 3.2.3. TECHNOLOGIE VÝROBY ELEKTRICKÝCH KYTAR

Výroba těla začíná sklížením několika kusů dřeva do desky o potřebných rozměrech odvíjejících se od výsledného tvaru těla kytary. Poté se na desku dočasně přidělá dřevěná šablona (většinou šrouby do míst, která jsou následně odebrána CNC obráběcím centrem) s tvarem výsledného tvaru těla. Pomocí této šablony se tělo vyfrézuje na spodní frézce, která má frézu v úrovni šablony bez zubů, aby nedošlo k většímu úběru, než je požadováno. Následně se na spodní frézce zkosí hrany na požadovaný rádius. Poté se na CNC obráběcím centru vyfrézují všechny otvory pro elektrické součástky a vyvrtají díry pro hardware. Na svrchní stranu je možné nalepit okrasnou dýhu s požadovanými obrázky (velmi často s fládrovou nebo kořenicovou kresbou), nebo se tělo zbrousí brusným papírem s následnou povrchovou úpravou (nitrocelulóзовými, polyuretanovými, polyesterovými, akrylátovými, lihovými nebo olejovými laky).

Krk je vyráběn podobným postupem jako tělo, také je sklížený z více kusů, tvar je získán podobně jako u těla pomocí frézování (bez rádiusů). Po dokončení základního tvaru krku se do krku vyfrézuje drážka, do které se vsadí šroub na seřizování ohybu krku a na horní plochu se nalepí hmatník. Hmatník a krk jsou poté vyfrézovány a zbroušeny do požadovaného rádiusu. Krk se následně lakuje. Do drážek v hmatníku se pak zalisují pražce a nalepí se nultý pražec.

Nejdříve se spojí krk s tělem, poté se kytara osadí veškerým hardwarem a elektronikou. Instaluje se kobylka a ladící mechaniky, následně se do vyfrézovaných otvorů vsadí potenciometry, selektor a konektor pro kabel, jako poslední se do kytary vsadí snímače, které se pak připájí k obvodu potenciometrů a konektoru. Veškeré kabely jsou zakryty pickguardem (zepředu) nebo plastovou krytkou (zezadu).

## 3.3. VÝROBA DŘEVĚNÝCH HOUSLÍ

### 3.3.1. CHARAKTERISTIKA

Jedná se o strunné smyčcové hudební nástroje se čtyřmi strunami. Kromě klasických houslí existují i jejich různé varianty, jako je například violonfon, který k houslím přidává plechovou ozvučnici, nebo pětistrunné housle, které přidávají pátou strunu a vzniklé housle tak pokrývají i rozsah violy.

### 3.3.2. MATERIÁL PRO VÝROBU DŘEVĚNÝCH HOUSLÍ

Podobně jako u akustických kytar se i pro výrobu dřevěných houslí používá pro horní ozvučnou desku rezonanční smrkové dřevo, pro spodní desku je to potom hlavně javorové dřevo. Javorové dřevo se používá, protože je tvrdší v porovnání s rezonančním smrkem a díky tomu lépe odráží vzniklý zvuk ven skrze tak zvané „Ef“ otvory. Řezivo pro výrobu horní a spodní ozvučné desky se řeže radiálním řezem za účelem vytvoření „štěpin“, které se následně skladují a suší v délce od 20 do 100 let pro výrobu prémiových hudebních nástrojů. Kvalita vysušeného dřeva je nejzákladnějším faktorem kvalitní vzhledové a akustické stránky. Po dostatečném vysušení (nejméně 12 let) se vyberou dvě smrkové a dvě javorové štěpiny a následně se slepí tlustšími stranami k sobě a ručním hoblíkem se tento slepený komponent zarovná do požadované roviny.

Pro výrobu dřevěných houslí se také používají tropické dřeviny jako je například Brazílský eben. Tato dřevina se vyznačuje velmi vysokou pevností a tvrdostí. Eben se při výrobě houslí používá zejména na hmatníky, a to z důvodu jeho tvrdosti. Eben se také používá na pražce a někdy i kolíky. Z důvodu dostupnosti této dřeviny výrobci dřevěných houslí přecházejí na jiné materiály jako je například „Richlite“, který je tvořený z větší části přírodními vlákny a fenolovou pryskyřicí. Tento materiál je extrémně odolný s konzistentní hustotou, nulovou roztažností a jeho vizuální provedení je po vyleštění téměř nerozeznatelné od běžně používaného ebenu. Mezi další exotické dřeviny se při výrobě houslí řadí i například palisandr, fernambuk a padouk.

### 3.3.3. TECHNOLOGIE VÝROBY DŘEVĚNÝCH HOUSLÍ

#### Výroba ozvučné skříně

Tradiční výroba dřevěných houslí začíná přípravou kostního nebo kožního kľihu. Po přípravě lepidla následuje příprava horní a spodní desky houslí. Vstupním tvarem těchto desek je takzvaný houslový klín. Tyto houslové klíny se lepí k sobě. Horní ozvučná deska je vždy vyrobena ze dvou částí, což není vidět kvůli struktuře dřeva. U spodní části, která je z javoru je tento spoj viditelný. Existují i konstrukce houslí které mají spodní desky pouze z jedné javorové desky, tedy celou spodní část pouze z jednoho kusu dřeva.

Na spojené desky se na každou desku podle šablony vynese požadovaný tvar. Tvar desek se obvykle vymanipuluje pomocí vertikální pásové pily. Po operacích tvarování následuje dlabání. Jedná se o ruční operace. Nejprve se tvoří, uprostřed horní ozvučné desky klenba, která má v nejvyšším bodě 16 mm na tloušťku. Povrch se následně upraví do hladka pomocí „cidliny“. Obdobný postup se aplikuje i na spodní desku houslí s tím rozdílem, že spodní deska bude v nejvyšším bodě klenby 15 mm tlustá. Takto připravené desky, je možné spojit s luby, tedy boky korpusu. Luby jsou javorové dýhové pásy, které jsou tlusté 1,2 mm a 30–32 mm široké. Luby spojují spodní desku s horní ozvučnou deskou. Obě strany lubů jsou složeny ze tří částí, a to spodního oblouku a horního oblouku, které jsou spojeny takzvaným „céčkem“. Zvlhčené luby se plastifikují při teplotě 130 °C a následně se ohýbají do požadovaného tvaru. Výsledný tvar je zajištěný fixací ve formě. Luby jsou spolu spojeny pomocí patek – horní patka, do kterého se pasuje krk, a spodní patka, do které se umísťuje žalud. Obě patky mají navíc výztužnou funkci čili chrání vzniklý korpus před tahem strun. Následuje lepení spodní desky na hotový věnec (luby spojené a fixované pomocí patek). Deska se však nelepí napevno, pouze se „nabodujeme“. Nástroj je vyjmut z formy, aby bylo možné přilepit i horní ozvučnou desku. Toto spojení není napevno. Pokud je tělo pohromadě, následuje výložka, nebo také „vykládání“. Ta plní funkci nejen dekorační, ale také funkci zpevňovací, a to zejména pro smrkové dřevo, které když je dlouhodobě vystaveno suchému okolí má tendenci praskat. Výložka je tvořena ze tří vrstev srolovaných dých, kde vnější vrstvy tvoří tmavé, například dubové dřevo a pro vnitřní vrstvu se používá světlé dřevo, například olše či bříza. Po zatlačení výložky obou desek je tělo opět rozlepeno. Nejprve se sundává spodní deska, a to z důvodu „naladění“

nástroje. Spodní deska je upravena na finální tloušťku dlátem. Dočišťuje se malým hoblíkem a na závěr „Cidlinou“ do hladka. Finální úběr nelze přesně specifikovat, protože každý kus je originální a specifický. Ve všeobecnosti ale platí, že uprostřed desky bývá největší tloušťka a postupně se ke krajům zmenšuje. Po úpravě je deska opět přilepena (na pevně) k lubům. Obdobný postup je prováděn také s horní ozvučnou deskou. Po dokončení těchto operací jsou pomocí šablony načrtnuty „Ef“ otvory, které jsou vytvořeny pomocí lupénkové pily. Nakonec se lepí trámec neboli žebro, které se umísťuje podélně pod strunu G. Trámec slouží jako výztuha kvůli tlaku, který vyvíjí strunami zatížená kobylka na horní ozvučnou desku. Po nalepení trámce je již možné celý korpus spojit lepením, poté se přidává velký pražec. Ten je nejčastěji ebenový. Následuje hlava a krk, který je z javorového dřeva.

### **Povrchová úprava dřevěných houslí**

Mezi základní druhy laku používané pro dřevěné housle se řadí laky lihové a laky olejové. V houslařském průmyslu se používají primárně laky lihové. Povrchová úprava je z velké části zodpovědná za tónovou kvalitu. Co se přípravy laků týče, jde o rozpuštění pryskyřice v lihu. Následně se do této směsi přimíchává barvivo, často jde o barvivo přírodní, například:

- Akaroid, což je červené barvivo rozpustné v lihu,
- Kořen alkany, který je také červený a má sklon k modrání. Je také rozpustný v lihu, ale také v terpentýnu a éterických olejích,
- Aloe, které barví nažluto až žlutohnědě. Je rozpustné jak v lihu, tak i ve vodě,
- A další jako je asfalt syrský, modré dřvo, katechu, košenila atd.

Lak lze připravit dvěma způsoby. Prvním způsobem je mícháním za tepla, tedy vařením. Tato metoda je však nebezpečná. Při nedodržení přesných pokynů je zde možnost vznícení, či dokonce exploze materiálu, a to zejména kvůli tomu, že líh má nižší bod varu než voda. Druhým způsobem, bezpečnějším je tedy smíchání pryskyřic a lihu za studena. V tomto případě je však nutné nechat pryskyřice louhovat v lihu delší dobu. Před lakování se odstraňuje hmatník, nástroj může být mořený a až po namoření lze lakovat. Nejprve se nanáší lak téměř bezbarvý v několika vrstvách. Poté je možné přimíchat barvivo a aplikovat krycí vrstvy laku. Takto navrstvené vrstvy laku jsou po vytvrzení broušeny brusným papírem o zrnitosti 1200. Tento postup je aplikovaný několikrát. Jednotlivé vrstvy laku jsou velmi tenké, z toho důvodu nelze přesně určit počet opakování tohoto procesu. Může se jednat až o 30 opakování. Na závěr je celý nástroj přebroušen mokrým brusným papírem, pro eliminaci nerovností. Poté je nástroj vyleštěný bavlněným plátnem, které je namočeno ve speciální směsi oleje a lihu.

### **Finální montáž**

Po celkovém vysušení nástroje se opět přidělává hmatník a zajišťují se oblé tvary. Dále je třeba pomocí výztužníku, tedy kónického ořezávátka vyřezat díry do hlavy houslí. Jako finální fáze se považuje napnutí strun. Struny prostrčíme do struníku a uvnitř vytvoříme uzel, který nese název rybářská spojka nebo se mu také lidově říká „autička“. Poutko navlečeme na žalud a potom je možné namotat struny na kolíky, spojit je se struníkem a usadit na místo i kobylku. Jako poslední se montuje podbradek a duše dovnitř ozvučné skříně. Práce na jednom nástroji trvá kolem jednoho měsíce čistého času (pokud nejsou započítány vytvrzování mokrych procesů), ale jak už bylo výše zmíněno, závisí to na mnoha aspektech a je to velice individuální. V neposlední řadě se „kvalita“ nástroje posuzuje podle subjektivního hodnocení konkrétního hráče.

## 4. DROBNÉ VÝROBKY ZE DŘEVA

### 4.1. VÝROBA DŘEVĚNÝCH ŠINDELŮ

#### 4.1.1. CHARAKTERISTIKA

Dřevěný šindel je jednou z tradičních střešních krytin, která je doposud používána nejen při opravách historických objektů, ale v omezené míře i u objektů soudobých. Pokrývání střech a dalších stavebních částí dřevěným šindelem má v českých zemích tradici především tam, kde byl k dispozici zdroj přírodního materiálu vhodného k jeho výrobě. Jedná se o podhorské a horské oblasti Šumavy, Krušných hor, Krkonoš, Jizerských hor, Českomoravské vrchoviny, Jeseníků, Beskyd a přilehlých karpatských oblastí Moravy a Slezska. Hlavním místem využití byly střechy, v místech s drsným podnebím byl šindel používán i na podbití stěn a štítů roubených domů. V minulosti se jednalo o poměrně dostupný materiál pro všechny vlastníky a typy staveb. Kromě jeho nejrozšířenějšího použití na stavbách tradičního lidového stavitelství byl používán i na stavbách kostelů, hradů, tvrzí, zámků či stavbách drobné zahradní architektury.

#### 4.1.2. DŘEVO PRO VÝROBU ŠINDELŮ

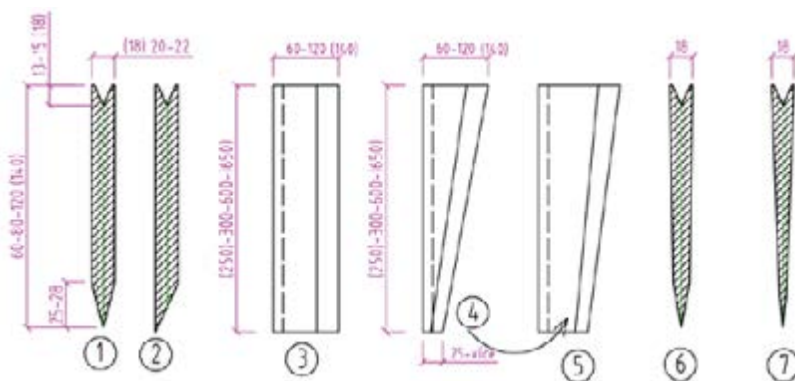
Šindele se vyrábějí z výřezů kmene dle možností rozdělených na čtyři či více výseky. Štípané šindele se oddělují z výseku pomocí nože klínového tvaru. Jejich povrch je drsný, uzavřený a odpovídá směru vláken, zároveň je rozdílný podle druhu a kvality dřeva. Velké nerovnosti se strouhají a zarovnávají pomocí stahovacího nože. Štípané šindele se vyrábějí z vybraných stromů rovného růstu, u kterých lze předpokládat dobrou štípatelnost. Dřevo je organický stavební materiál s hygroskopickými vlastnostmi. Dřevěné šindele za vlhkého počasí přijímají vodu, na navlhle straně se pak roztahují a vydouvají příčně na vlákno. Za suchého počasí se zbavují vlhkosti – sesychají na suché straně a vydouvají na opačném konci. Mezi šindeli samočinně vznikají mezery, které umožňují další vysušování. Šindele ležící těsně na sobě zůstávají déle vlhké a při přetrvávající vlhkosti nad 20 % mají ideální podmínky pro napadení hmyzem a houbami. Bělové dřevo všech dřevin je málo odolné, a proto není vhodné na výrobu šindelů. Druhy dřeva odolné vlivům počasí obsahují v jádru doprovodné látky zvyšující odolnost vůči biotickým vlivům.

- **Smrkové dřevo** je výhodné pro jeho ekonomickou dostupnost a snadnou dosažitelnost. Při výběru se upřednostňuje dřevo s rovnoměrnými letokruhy. Obsažené látky ve dřevě smrku minimálně způsobují korozi dřeva. Smrkové dřevo je často napadáno hmyzem. Vyniká dobrou zpracovatelností, dobrou štípatelností a opracovatelností. Pro svoji dostupnost je nejvíce zastoupeno jako materiál na výrobu šindelů. Jádrové dřevo bez ochrany proti houbám v nevýhodných podmínkách (dlouho přetrvávající vlhkost dřeva >20%) je málo trvanlivé, chemická ochrana včetně tlakové impregnace s málo vyluhovatelnými solemi je nutná.
- U **jedlového dřeva** je poměrně složitý výběr dřeva v terénu. Také je méně dostupné. Hojně se užívalo jedle u historických staveb a dřevostaveb, protože v minulosti byla tato dřevina v jedlo-bukových lesích hojně zastoupena. Při zjištění jedlového dřeva na historickém objektu, je tento druh dřeva zpětně vyžadován z důvodu zachování nejvyšší míry autenticity předmětné nemovitosti. Při výběru pro výrobu šindelů se upřednostňuje dřevo s rovnoměrnými letokruhy. Jádrové dřevo je často napadáno hmyzem. Dřevo je dostatečně odolné proti kyselinám a louchům, vyniká dobrou zpracovatelností a štípatelností. Jádrové dřevo bez ochrany proti houbám v nevýhodných podmínkách (dlouho přetrvávající vlhkost dřeva >20%) je málo trvanlivé, chemická ochrana včetně tlakové impregnace s málo vyluhovatelnými solemi je nutná.
- V současné době je v trendu výroba **modřínových šindelů**, protože modřínové dřevo, se vyznačuje vysokou homogenitou, pravidelností letokruhů, přímostí vláken a zvláště vyšším procentem zasmolení, které velmi zvyšuje trvanlivost produktu. Velkou nevýhodou je dostupnost. Modřínové dřevo je značně vytěženo a v některých lokalitách je modřín již vzácný. Dřevo se musí dodat bez bělové části s rovnoměrnými letokruhy, které obsahují pryskyřičné kanálky, smolníky. Látky obsažené v jádrovém dřevě způsobují slabou korozi železa, čímž se barva dřeva mění na modrošedou. Dřevo je odolné proti kyselinám a louchům, je pružné a houževnaté, s dobrou zpracovatelností, štípatelné, má omezenou možnost moření (při vysokém obsahu pryskyřice).

### 4.1.3. VÝROBA ŠINDELŮ ŠTÍPÁNÍM

U smrku a jedle lze mimo jádro využít celý profil až po lýko. Pro výrobu se zásadně vybírá dřevo ze zimní těžby, které v sobě obsahuje méně vody. Kmeny se příčně dělí po větvěných patrech, zpravidla cca po 50 cm. Zpravidla dle polohy přeslenů se nakrátí z kmene výřezy o požadovaných délkách. Dělení se pak provádí radiálně vůči letokruhům, kdy se dělí na hlavní dvě části v trhlínách, z důvodů eliminace svislého narušení dřeva v dílcích. Tyto poloviny se dále dělí na čtvrtky a tyto čtvrtky následně na pláty o tloušťce zpravidla 25 mm. Toto dělení se provádí na strojně hydraulickou štípačkou s elektrickým pohonem. Strouháním stran pořizem ručně se zajišťuje přímost a finální tvar prvku. Provádí se na zařízení lidově označovaném jako „strýček“, „děda“ nebo také „kůň“. Pořizem se pod tlakem strouhá plát po povrchu takovým způsobem, aby se finalizoval výsledný tvar a rozměry šindele. Tloušťka šindelů používaných napříč českou republikou se pohybuje v rozsahu od 20–22 mm. Takto vyrobené šindele jsou sušeny v přirozených podmínkách venku. Vyrobené šindele se ponechávají ve volném prostranství chráněném proti dešti, aby u nich docházelo k plynulému vysychání přirozenou cestou za působení okolní venkovní vlhkosti. Nesmí však dojít k přeschnutí prvků, aby se jejich povrch nezatáhl. Povrch by se uzavřel pro příjem impregnačního prostředku pro následnou povrchovou úpravu, což by mělo za následek snížení trvanlivosti materiálu.

Na obrázku níže, je možné vidět běžné typy dřevěných šindelů používaných v české republice. 1 – příčný řez šindelem s rovnostranným břitem, 2 – příčný řez šindelem s jednostranným břitem, 3 – bokorysný pohled na šindel, 4 – bokorysný pohled na zkosený šindel „kosák“ nebo taky „zkoska“, 5 – bokorysný pohled na kosý šindel, 6 – příčný řez šindelem s lichoběžníkovým profilem břitu (používaný na Slovensku), 7 – příčný řez šindelem se zblíhajícími stranami do břitu (používaný na Slovensku)



Obr. 41 – Type dřevěných šindelů

Impregnace šindelů se provádí vakuově tlakových impregnačních komorách. Je nutné, aby impregnační prostředek prostoupil do hloubky povrchu šindele. Vzhledem k tomu, že šindele jsou jako střešní krytina a obklady vystaveny expozičnímu stupni třídy 4, kde jde o dřevo v trvalém kontaktu s půdou nebo trvale vystavené silnému působení vlhkosti, je tlaková impregnace odpovídající ochranou, která zvyšuje jeho trvanlivost a odolnost. Pro vakuově tlakovou impregnaci v komorách se běžně užívá prostředek WOLMANIT CX-10. Po aplikaci tohoto přípravku získá povrch šindele mírně nazelenalý nádech. V období po montáži takto impregnovaných šindelů se provádí konzervační nátěr, který barvu povrchu mění. V případě přirozeného stárnutí dřeva povrch postupně šedne a tmavne.

Možná ochrana šindelů, ale s nižším působením, se provádí i máčením například do roztoku BOCHEMIT QB v koncentraci určené výrobcem prostředku. Jedná se o fungicidní a insekticidní chemický prostředek určený pro konzervaci dřeva a k dlouhodobé ochraně dřeva proti biotickým škůdcům. Máčení je však pouze povrchové, případně velmi mírně podpovrchové. Jeho průnik do struktury dřeva odpovídá délce máčení. Nemůže však v žádném případě nahradit vakuově tlakovou impregnaci ve speciálních komorách.

Po impregnaci se šindele uskladňují do zastřešených venkovních prostor. Materiál se pokládá na oddělenou podlahu, například rošt, který zamezuje přístupu vztlínající zemi vlhkosti. Šindel se montuje suchý.

## 4.2. VÝROBA DŘEVĚNÝCH TUŽEK

### 4.2.1. CHARAKTERISTIKA

Dřevěné tužky se vyrábějí již od 16. století. V minulosti se používala řada manuálních procesů, které byly napříč časem vyvíjeny, mechanizovány a v současné době automatizovány. Nicméně základní principy výroby zůstaly stejné. Výroba běžných dřevěných tužek případně také pastelek spočívá ve vkládání tuhy do dřevěného obalu.

### 4.2.2. MATERIÁLY PRO VÝROBU DŘEVĚNÉHO OBALU TUŽKY

Jednou z nejkvalitnějších dřevin vhodných pro výrobu dřevěného obalu tuhy je pro své vhodné vlastnosti tužkový cedr, známý také jako kalifornský cedr. Dalšími vhodnými vysoce kvalitními alternativami je červený cedr a sibiřský cedr. Jako alternativy se mohou používat také naše běžné dřeviny jako je lípa nebo topol. Vhodné vlastnosti, od kterých se odvíjí vhodnost pro tužkárenskou výrobu je hlavně ořezávatelnost, ale také jeho barva a vůně.

### 4.2.3. TECHNOLOGIE VÝROBY DŘEVĚNÝCH TUŽEK

Tužkárenské výřezy jsou při prvotním zpracování rozřezání pomocí rámové nebo kmenové pásové pily, obvyklá tloušťka vyráběných fošen se přibližně pohybuje v rozmezí od 60–80 mm (závisí od vyráběného sortimentu). Orientace vláken pro pořezu není příliš zohledňována. Vymanipulované fošny jsou sušeny nejprve přirozeným sušením a následně jsou dosušovány na užitkovou vlhkost. Běžnými postupy prvostupňového zpracování dřeva se fošny rozmítnou na hranolky se čtvercovým průřezem, velmi typický rozměr je 66x66 mm. Takto vymanipulované hranolky jsou následně kráceny na požadovanou délku, pro běžné tužky se délka pohybuje v rozmezí cca 185 mm. Takto připravené polotovary je nutné protřídit z hlediska výskytu nepřípustných vad jako jsou suky a trhliny, případně označit vady, které je možné odstranit dalším zpracováním. Z takto protříděných polotovarů se následně vyrábí takzvané „tužkárenské prkénko“. Tato operace probíhá obvykle na speciálně upravené rámové pile (obr. 42) určené pro řezání tužkárenských prkének o tloušťce kolem 5,5 mm. Nepoužívá se řezání kotoučem, z důvodu velké řezné spáry. Speciální rámová pila má velmi tenké rezy, cca 1,5 mm.



**Obr. 42** – Speciální rámová pila pro pořez tužkárenských prkének

Tužkárenská prkénka mohou mít různé rozměry podle navazující technologie a vyráběného sortimentu velmi častý rozměr je 185x66x5,5 mm. Po pořezu jsou tužkárenská prkénka opět vizuálně tříděna a následně svazkována pro impregnaci a barvení. Barvení a impregnace tužkárenských prkének se provádí v autoklávu. Úplné prosycení prkénka barvivem (parafinem) v autoklávu trvá 7 hodin při teplotě 70 °C a tlaku 5 MPa. Tímto procesem se dosáhne změkčení prkénka, což má za následek lepší ořezávatelnost a snížení křehkosti výsledné tužky, nižší navlhavost a v neposlední řadě lepší estetické vlastnosti. Pro barvení se používají nezávadné potravinářskými barvy

(různá barevnost), v poslední době se často využívá přirozená textura dřeva. Po impregnaci a barvení se zvyšuje vlhkost dřeva, proto, je nutné dosušit na užitkovou vlhkost. Po sušení jsou tužkárenská prkénka svazkována a balena.

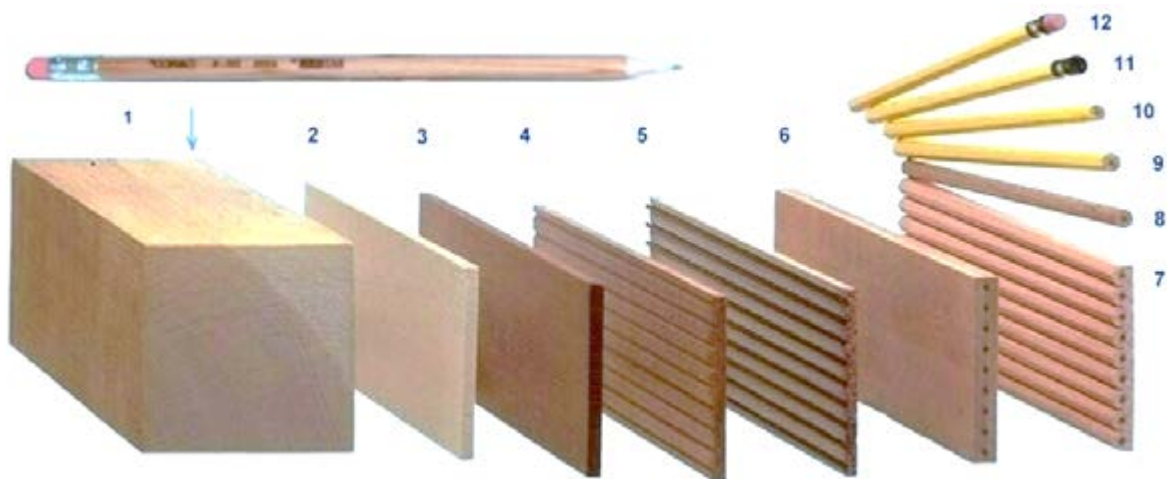


**Obr. 43** – Tužkárenská prkénka připravena na svazkování

Proces výroby dřevěných tužek spočívá v operacích, jakou je frézování drážek, aplikace lepidla a tuhy, skládání a lisování souborů, frézování výsledné tužky a povrchová úprava. Výroba surové tužky je v dnešní době kontinuální proces. Nejprve se do tužkárenského prkénka vyfrézují drážky, z vnitřní strany se frézují drážky pro tuhy a z vnější se frézuje pouze jedna drážka, která slouží pro vedení tužkárenského prkénka ve stroji. Po vyfrézování drážek se tužkárenské prkénko přesune k nanášedce lepidla, kde se lepidlo nanáší na všechna tužkárenská prkénka, nejčastěji se používá měkčené PVAc lepidlo. Po nanesení lepidla se výrobní proces rozvětví, kdy tužkárenská prkénka budou rozdělena na levé a pravé, podle aplikace tuhy. Tuhy se často aplikují pomocí válců, ve kterých jsou přesně umístěny drážky pro tuhy, kdy se rotačním pohybem válce tuhy průběžně doplňují a aplikují na tužkárenská prkénka. Po aplikaci tuhy se rozvětvený výrobní proces opět spojí a dochází ke skládání levých a pravých tužkárenských prkének k sobě, následuje lisování turniketovými lisami. Po vytvrzení jsou takto vyrobené polotovary oboustranně frézovány na jednotlivé tužky (kulaté, šestihorné, trojhorné, oválné). Z každé vyráběné série tužek se provádějí náhodné testování špičky tužky, kdy tužka musí odolávat síle odpovídající 2,4 kg, aniž by došlo k vylomení tuhy. Pokud tužka nesplňuje tyto požadavky je celá série vyřazena.

Dalším procesem výroby tužek je povrchová úprava tužek. Povrchová úprava tužky se nejčastěji provádí pomocí protlačování skrze gumovou hubici, kdy se nanáší několik vrstev (3-6). Mezi nečastější nátěrové látky patří akrylátové nátěrové hmoty. Mezi jednotlivými nátěry probíhá vytvrzování naneseného nátěrového filmu, obvykle v sušících tunelech. Součástí povrchové úpravy tužek je také potisk obrázků, označování tvrdosti tuhy, sériová čísla nebo čárové kódy. Čela tužek se mohou ponechat bez úpravy, případně se mohou zalakovat nebo osadit gumou. Zalakování se provádí pomocí máčení tužek upnutých v matici do nátěrové hmoty, kdy je možné nanášet více barev ve více vrstvách, odstupňovaných od sebe pomocí hloubky ponoru tužky do nátěrové hmoty. Při osazování gumy na čelo tužky se nejprve čelo mírně zabrousí a až poté se nasazuje guma osazená v měkké slitině, která se bodově zarazí do tužky, pro zabezpečení spojení.





Obr. 44 – Proces výroby dřevěných tužek

## 4.3. VÝROBA DŘEVĚNÝCH ZÁPÁLEK

### 4.3.1. CHARAKTERISTIKA

V dnešní době se vyrábějí dřevěné zápalky převážně třecí, jejich předchůdcem byly zápalky namáčecí. Dřevěné zápalky jsou velmi jednoduchý produkt ze dřeva, ročně se na světě vyrobí přibližně 6 trilionů zápalek. Pro výrobu zápalek se mohou používat kromě tradičních dřevin také specifické materiály jako například kartonový papír.

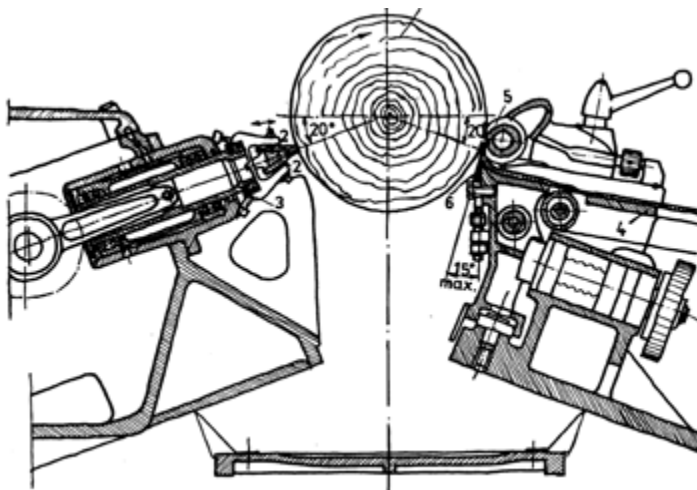
### 4.3.2. ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA VSTUPNÍ SUROVINU

Zápalky navzdory své jednoduchosti kladou na použitou dřevní surovinu řadu technických i technologických požadavků, jako je například loupateľnost a štípatelnost, kdy se klade požadavek na to, aby všechny řezané plochy byly optimálně hladké. Mezi další důležitou vlastnost při výrobě dřevěných zápalek je nasákavost vztažená na používané bělicí, impregnační látky, barviva a parafín. Velmi důležitými vlastnostmi jsou také tvarová stálost při sušení, nízký obsah pryskyřic a vysoká kvalita vzhledem ke strukturálním znakům.

Technologické požadavky nejlépe splňují měkké listnáče, především osika. Osika je nejideálnější dřevinou k výrobě zápalek. Vhodná je i na výrobu dřivek a krabiček. Z domácích dřevin je vhodná také lípa. Z jehličnatých dřevin se osvědčil i smrk, běžně se používá k výrobě dřevěných dřivek.

### 4.3.3. VÝROBA DŘEVĚNÝCH ZÁPÁLEK

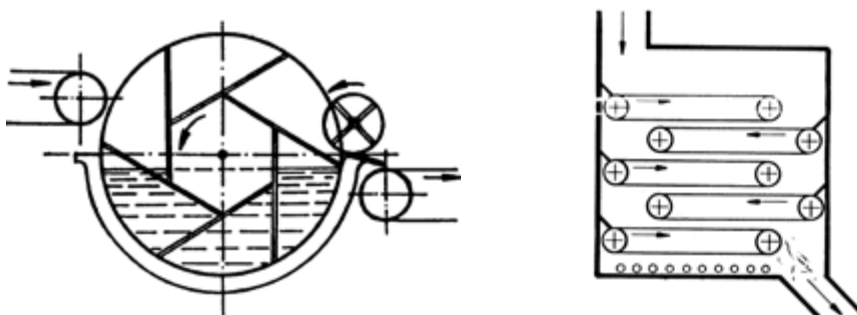
Z kulatiny určené na výrobu dřevěných zápalek je nutné vymanipulovat výřezy, které se musí odkornit před pařením případně vařením (nutná plastifikace před samotným loupáním). Samotnou výrobu dřivek je možné realizovat několika postupy. Prvním velmi běžným postupem je, že loupaná dýha je loupána ve speciálních loupacích strojích, tato dýha je poté v sekačkách dělena na délku i na šířku jednotlivých dřivek. Sekací nože jsou vertikálně a šikmo uloženy, z důvodu zabezpečení hladšího řezu a čistší plochy. Druhou variantou výroby je, že před samotným loupacím nožem jsou namontovány i nože, které výřez zařezávají v příslušných tloušťkách dřivek a další nože zařezávají výřez v požadovaných délkách dřivek. Při loupání takto vznikají již přímo dřívka a ne dýha. Dřívka jsou odsávána a odváděna na impregnaci.



**Obr. 45** – Schéma výroby dřívka z dřevěného výřezu

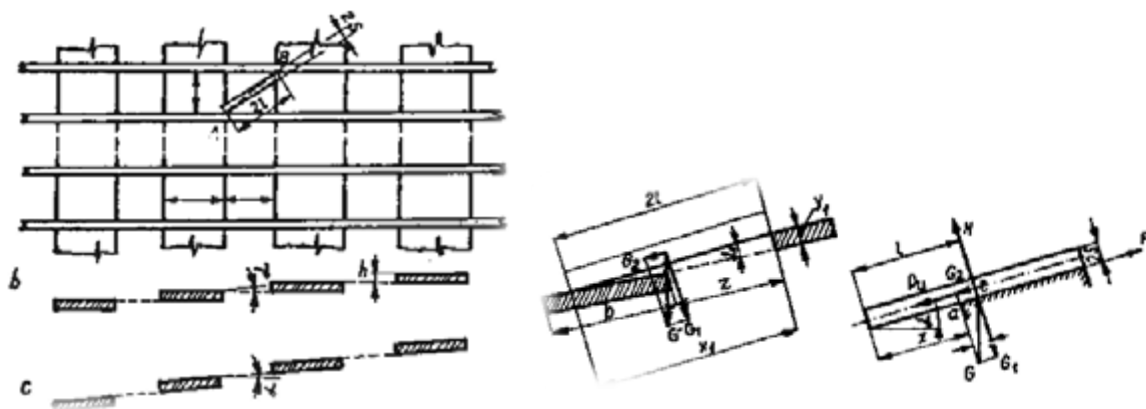
Impregnace dřeva je zapotřebí, aby zápalky po zhasnutí plamene vyhasly a nemohly se stát příčinou nechtěných požárů. Dřívka se impregnují antiglumináty (např.: fosforečnan amónny  $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ , kyselina orthofosforečná  $\text{H}_3\text{PO}_4$  a superfosfát – směs fosforečných solí  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_4$ ). Na impregnovaném dřívku uvedenými látkami se na povrchu usazují tavitelné fosfáty, soli kyseliny fosforečné, které při hoření zalijí póry dřeva, čímž zabrání vstupu kyslíku a prohoření část dřívka se bez zhavení mění na uhlí. Samotná impregnace je kontinuální proces z důvodů vysokých objemů výroby. Obvykle se používá technologie máčení, kdy jsou dřívka přiváděna k impregnační kádi pomocí pásového dopravníku, který dávkuje dřívka do speciálního rotačního válce, který průběžně máčí dané množství dřívka do impregnační látky, po průchodu dřívka impregnační látkou, jsou opět pomocí pásového dopravníku odváděny.

Dřívka po impregnaci je potřeba vysušit na 4 až 5% vlhkost. Na sušení jsou určeny sušárny různých typů. Dřívka přiváděna pneumaticky na pohyblivý měděný nebo nerezový pletivový pás – síto – jsou rozložena do vrstvy o max. tloušťce 100 mm. Tloušťka se upravuje rotačními hráběmi umístěnými nad pásem. Pod pásem jsou umístěny ventilátory.



**Obr. 46** – Schéma impregnace dřívka pomocí máčení a sušení dřívka po impregnaci

Následující operací je operace, při které se odstraňují příliš ostré hrany a trčí vlákna dřívka vzájemným třením v rotačních bubnech. Buben je většinou dřevěný a má kruhový nebo mnohoúhelníkový průřez. Na zvýšení hladkosti dřívka lze do hladítka přidat směs parafínu. Následuje třídění a čištění na čistírnách. Jsou to mírně nakloněné rošty, provádějící vratný pohyb. V současnosti se používají i kovové třídičky bez vodících lišt, jen s kruhovými otvory na rovném nerezovém plechu, vykonávajícím vratný (vibrační) pohyb.



Obr. 47 – Schéma třídičky pro dřívka

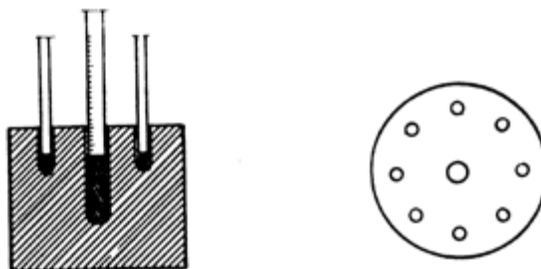
Nanášení zápalné směsi se provádí na klíčovými stroji továren na výrobu zápalky. Na nich se provádí několik operací a to parafinování, máčení – nanášení do oblastí a sušení. Vedlejšími operacemi jsou operace jako napichávání dřívek do nosných lišt a jejich zarovnání, přehřívání dřívek před parafinováním, vypichování dřívek a urovnání do zásobníků.

Napíchnutá dřívka projdou nad topnými tělesy, kde se dřívka musí zahřát, aby se parafin snadno vsákl do dřeva a nezůstal na povrchu. Dřívka se noří do 1/3 své délky do parafínu a pak následuje zahřazení a nanášení hlavičkového směsi. Na některých automatech jsou namontovány bubnové unašeče hlavičkové směsi. Surové hlavičky se musí vysušit pomalu, aby nevznikla sklovitá vrstva. Po vypíchnutí z lišt se zápalky urovňají do zásobníků, nechají se ve vytopených prostorech odležet, dokud se úplně nevysuší.

#### 4.3.4. KONTROLA KVALITY A ZKOUŠKY ZÁPALK

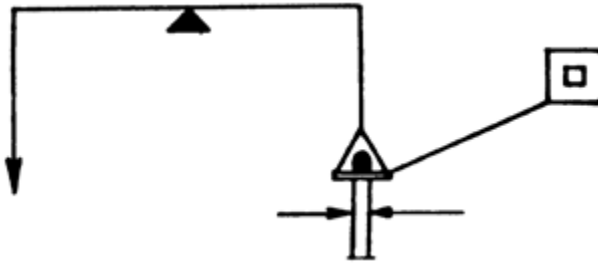
Při výrobě dýhy na dřívka je dovolená odchylka šířky loupavého dýhového pásu  $\pm 1$  mm, kvalita dýhy a čistota loupání a řezání okrajů. Při výrobě dřívek jsou povolená odchylky na délku  $\pm 0,5$  mm a na tloušťku  $\pm 0,1$  mm. Dbá se na čistotu povrchu a hladkost čel dřívek. U impregnace se vyhodnocuje účinek impregnace proti žhavení je dovolené jen 5 % nepovedených dřívek v případě vyššího procenta je nutné impregnaci zopakovat.

Jednou z běžných zkoušek je zkouška zápalnosti, kdy se testuje bod vzplanutí zápalek. Zkouška se provádí v kruhovém přípravku, do kterého jsou vloženy zápalky, v tomto přípravku se postupně zvyšuje teplota. Zkoumá se, při jaké teplotě a kolik zápalek se vznítí. Teplota vzplanutí by měla být do 200 °C (185–195 °C).



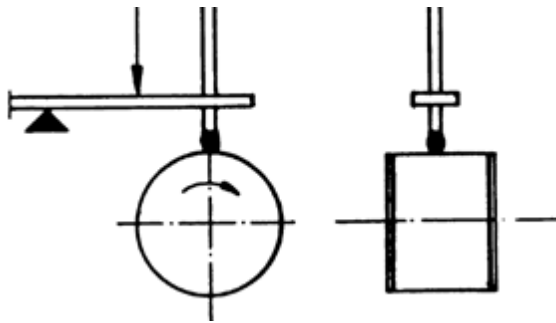
Obr. 48 – Zkouška zápalnosti

Další zkouškou je zkouška držení hlavičky zápalné směsi na dřívku. Hlavičky špatně parafinovaných dřívek odpadávají i po zapálení a mohou zapříčinit požáry. Minimální pevnost držení hlavičky zápalné směsi je 20 N. Pevnost držení hlavičky se zkouší stahovacím kalibrem.



**Obr. 49** – Zkouška držení hlavičky zápalné směsi

Další zkouškou je zkouška citlivosti hlavičky zápalné směsi. Zkouška se provádí pomocí přístroje simulující zapalování. Dřívko je konstantní silou tlačeno na obvod válce, na kterém je nanesená škrtačí směs. Zjišťuje se dráha při daném tlaku potřebná k zapálení zápalky.



**Obr. 50** – Zkouška citlivosti hlavičky zápalné směsi

## 5. POUŽITÉ ZDROJE

1. Cayard, S. 2020. Pinterest. Pinterest. [Online] 2020. [Citace: 15. březen 2020.] <https://cz.pinterest.com/pin/437834394997718645/>.
2. Coxworth, B. 2018. Monocoque paddle canoe. newatlas. [Online] 26. únor 2018. [Citace: 15. březen 2020.] <https://newatlas.com/monocoque-paddle-canoe/53570/>.
3. Gosselin, B. 1971. César's bark canoe. nfb. [Online] 1971. [Citace: 15. březen 2020.] [http://www.nfb.ca/film/cesars\\_bark\\_canoe/](http://www.nfb.ca/film/cesars_bark_canoe/).
4. Pinkerton, P. 2017. History of the Canoe. outdoor revival. [Online] 2017. [Citace: 7. březen. 2020.] <https://www.outdoorrevival.com/old-ways/not-finished-history-canoe.html>.
5. Příkryl, L. 2012. Historie kanoistiky. Kanoie. [Online] 2012. [Citace: 7. březen. 2020.] <https://www.kanoie.cz/svaz/dokumenty/historie>.
6. www.en.wikipedia.org. Wikipedia. 2020. Clinker (boat building). wiki. [Online] 2020. [Citace: 15. březen 2020.] [https://en.wikipedia.org/wiki/Clinker\\_\(boat\\_building\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Clinker_(boat_building)).
7. Winkler, S. 2020. How Canoeing Works. How stuff works. [Online] 2020. [Citace: 7. březen. 2020.] <https://adventure.howstuffworks.com/outdoor-activities/water-sports/canoeing6.htm>.
8. www.insportline.cz. insportline [Online] 2020 [Citace: 28. Únor 2020.] <https://www.insportline.cz/radce/118-skateboard-longboard-pennyboard-jake-jsou-rozdily>.
9. www.honzovy-longboardy.cz. [Online] 2020 [Citace: 28. Únor 2020.] <https://www.honzovy-longboardy.cz/t/15/jak-vybrat-longboard#mesto>.
10. www.k24.cz. [Online] 2020 [Citace: 29. Únor 2020.] [https://www.k24.cz/product/603020/Koowheel\\_D3M\\_E\\_longboard.html](https://www.k24.cz/product/603020/Koowheel_D3M_E_longboard.html).
11. www.boardcruisers.cz. [Online] 2020 [Citace: 29. Únor 2020.] <https://boardcruisers.cz/longboard/historie-longboardingu/>.
12. Šulc, R. 2012. Longboard set. Bakalářská práce. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012.
13. Gray, J. www.shockboardshop.cz. [Online] 2020 [Citace: 29. Únor 2020.] <https://www.shockboardshop.cz/recenze/vyroba-skateboardu/>.
14. www.rtucilo.mercadolibre.com. [Online] 2020 [Citace: 2. Březen 2020.] [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-592567566-truck-skate-shine-blanco-dorado-calidad-thunder-\\_JM?quantity=1](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-592567566-truck-skate-shine-blanco-dorado-calidad-thunder-_JM?quantity=1).
15. www.sk8board.estranky.cz. [Online] 2020 [Citace: 2. Březen 2020.] <https://sk8board.estranky.cz/clanky/stavba-skejtu.html>.
16. ČSN EN 13145+A1. Železniční aplikace - Kolej - Dřevěné příčné a výhybkové pražce
17. ČSN EN 599-1+A1. Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva - Preventivní účinnost ochranných prostředků na dřevo stanovená biologickými zkouškami - Část 1: Specifikace podle tříd použití
18. ČSN 49 0600-1. Ochrana dřeva - Základní ustanovení - Část 1: Chemická ochrana
19. Páteček, P. 2010. Koňajový zvršok – koňajnice, podvaly. Zeleznicne.info [online]. 2010 [Citace: 14. březen 2021]. <https://www.zeleznicne.info/rservice.php?akce=tisk&cisloclanku=2010110011>
20. Vaněček, T. 2012. Historie paddleboardingu. kanoie.cz. [Online] 2012 [14. listopad. 2012]. <https://kanoie.cz/paddleboarding/informace/historie-paddleboardingu>.
21. Rajčok, J. Fascinující paulownia. Paulownia. [Online] [12. červen. 2023] <https://paulownia.wbs.cz>.
22. Bláha, V. 2012. Dějiny kytary s přihlédnutím k literatuře nástroje. Vyd. 1. Brno: Janáčkova akademie múzických umění v Brně, 2012. ISBN 978-80-7460-020-3
23. Eberhard, U. 2007. 1000 lodí. V Praze: Knižní klub, 2007. ISBN 978-80-242-1954-7.
24. www.noesailing.com. Návosloví části plachetnice [online]. 2018 [Citováno 5. březen 2021] <https://www.noesailing.com/cs/o-nas/blog/navoslovi-casti-plachetnice-48.html>

25. www.deepsailing.com. How To Build A Wooden Boat[Step By Step] [online]. 2021 [Citováno 6. březen 2022]. <https://www.deepsailing.com/how-to-build-a-wooden-boat-step-by-step>
26. Skokan F. 1965. Svět houslí. Státní hudební vydavatelství. VT 78066.
27. Hubičková, L., Špidlen P. O., a Špidlen J. B. 2003. Špidlenové: Čeští mistři houslaři, Špidlenovi, Praha. ISBN: 80-239-1978-4.
28. Pátek, J. 2014. Z dějin houslařství na Chebsku, Integrovaná střední škola Cheb. ISBN: 978-80-260-7712-1.
29. ČSN EN 335. Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva: Třídy použití: definice, aplikace na rostlé dřevo na výrobky na bázi dřeva. 2013.
30. Cába, Jan. 2018. Mapování prvků lidové architektury ve vybrané lokalitě. České Budějovice, 2018. Diplomová práce. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích.
31. Pivoda, Vojtěch. 2017. Šindelová krytina na šikmé střeše z pohledu tradice a dneška. České Budějovice, 2017. Diplomová práce. Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích.
32. www.cedarroofcoatings.com. The Difference Between Wood Shingles and Wood Shakes. Cedar roof coatings [online]. 2018 [Citováno: 26. únor. 2022]. <https://www.cedarroofcoatings.com/post/2018/02/28/the-difference-between-wood-shingles-and-wood-shakes>
33. www.edecks.co.uk. Do You Know the Difference between Shakes and Shingles? [online]. United Kingdom, 2016 [Citováno: 26. únor. 2022]. <https://www.edecks.co.uk/blog/roofing/do-you-know-the-difference-between-shakes-and-shingles/>
34. Jiří, J., a Zeman, P. Šindelářství. www.ceskykutil.cz [online]. 2014 [Citováno: 26. únor. 2022]. <https://ceskykutil.cz/clanek-12857-sindelarstvi-a1a>
35. Kochan, Š. 2011. Dřevěné středověké artefakty z Jihlavy. Brno, 2011. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita v Brně.
36. Kolmačka, V., Novosad, J., a Polášek, J. 2016. Šindel - tradiční střešní krytina. Praha: Národní památkový ústav, 2016. Odborné a metodické publikace (Národní památkový ústav). ISBN 978-80-7480-066-5.
37. Paul, R. 2016. www.6sqft.com [Online] 2016. [Citováno: 22. březen. 2022.] <https://www.6sqft.com/beautiful-bathtub-is-made-from-woven-white-ash-and-maple-veneer/>.
38. Beneš, A. 1906. Nauka o bednářství: učebnice pro odborné a teoretické vzdělávání bednářů. Praha.
39. ČSN EN 204. Klasifikace termoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční stavební díly ke spojování dřeva a dřevitých materiálů.
40. ČSN EN 205. Zkušební postupy pro lepidla na dřevo pro nekonstrukční stavební díly. Stanovení pevnosti lepeného spojení při tahovém namáhání.
41. Janošík, J. 2016. www.lovedwood.cz [Online] 2016. [Citováno: 17. březen 2022.] <https://lovedwood.cz/drevena-vana-z-jednoho-kusu/>.
42. Fryzelka, J. 2015. Bednářství Fryzelka. [Online] 2015. [Citováno: 20. březen 2022.] <https://www.bednarstvi-jf.cz/>.
43. Tesařová, D. 2010. Povrchová úprava nábytku. Abeceda bydlení. ISSN 1213-7731.
44. www.bordstar.cz. Konstrukce snowboardu [Online] 2015. [Citováno: 20. březen 2022.] <https://www.boardstar.cz/konstrukce-snowboardu/>
45. www.snowboard-zezula. Burton [Online] 2017. [Citováno: 10. březen. 2021.] <https://www.snowboard-zezula.cz/blog/453/burton-the-art-of-making-snowboards>
46. Šimurda, P. 2011. Multimediální výukový materiál: Snowboarding. [https://is.muni.cz/th/d8ayi/Multimedialni\\_vyukovy\\_material\\_-\\_Snowboarding.pdf](https://is.muni.cz/th/d8ayi/Multimedialni_vyukovy_material_-_Snowboarding.pdf)
47. Bláha, Vladislav. 2012. Dějiny kytary s přihlédnutím k literatuře nástroje. Vyd. 1. Brno: Janáčkova akademie múzických umění v Brně, 2012. ISBN 978-80-7460-020-3.

48. Čížek, B. 2002. Hudební nástroje evropské hudební kultury. Vyd. 1. Praha: Aventinum, 2002. ISBN 80-7151-2117.
49. Zámečník, V. 2020. Kytarová škola pro začátečníky. Kladno: Tónika, 2020. ISMN 979-0-9004045-0-3.
50. Foltýnová, Z. 2015. Použití dřeva ve vinařství. Bakalářská práce, Brno, 2015. Mendelova univerzita Brno.
51. Steidl, R., a Leindl, G. 2002. Zrání vína v sudech barrique. Národní vinařské centrum. ISBN: 80-903201-1-2.
52. Pavloušek, P. 2010. Výroba vína u malovinařů. Cosmopolis. ISBN: 978-80-247-3487-3.
53. Bielková, E. 2012. Možnosti výroby dřevěných koupacích van. Diplomová práce, Brno, 2012. Mendelova univerzita Brno.
54. Trutovskij, A. 1954. Truhlář pro výrobu nábytku. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.
55. Zelig, J. 1987. Chemie v práci konzervátora a restaurátora. Druhé vydání. Academia, Praha.





**Název:** Speciální dřevařská výroba

**Autoři:** Ing. Adam Sikora, Ph.D.

**Vydavatel:** Česká zemědělská univerzita v Praze

**Schváleno ediční komisí FLD**

**Publikace prošla recenzním řízením.**

**Tisk:** Tisk Kvalitně s.r.o.

**Náklad:** 100

**Počet stran:** 49

**Vydání:** první

**Rok vydání:** 2024

**ISBN:** 978-80-213-3412-0

**Vydavatel:** Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha – Suchbát

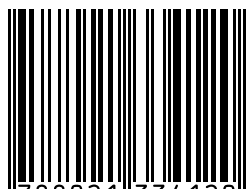
Publikace vznikla za podpory Fakulty lesnické a dřevařské.

**Tisk:** Tisk Kvalitně s.r.o., Petržilkova 13, 158 00 Praha 13

Speciální dřevařská výroba

Ing. Adam Sikora, Ph.D.

2024



9 788021 334120