



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## OBRÁBĚCÍ PROCESY V NÁBYTKÁŘSKÉM PRŮMYSLU

MACHINING PROCESSES IN FURNITURE INDUSTRY

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marek Černý

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Josef Chladil, CSc.

BRNO 2022

## Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	<b>Bc. Marek Černý</b>
Studijní program:	Strojírenská technologie
Studijní obor:	Strojírenská technologie
Vedoucí práce:	<b>doc. Ing. Josef Chladil, CSc.</b>
Akademický rok:	2021/22

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### Obráběcí procesy v nábytkářském průmyslu

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Ve výrobě nábytku se využívají různé materiály, nejenom dřevo. Materiály vstupují do výrobního procesu v podobě konkrétních polotovarů. Firmy zpravidla vlastní potřebné strojové vybavení včetně zvláštního příslušenství.

#### Cíle diplomové práce:

- Charakteristika polotovarů pro výrobu nábytku.
- Vlastnosti materiálů.
- Používané výrobní popř. montážní procesy.
- Strojové a nástrojové vybavení pro vytipovaný vzorový výrobek.
- Návrh a odladění výrobního procesu.
- Zhodnocení včetně vazby na zákazníky.

#### Seznam doporučené literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

FREIBAUER, Martin, Hana VLÁČILOVÁ a Milena VILÍMKOVÁ. Základy práce v CAD systému SolidWorks. 2. vyd. Brno: Computer Press, a. s., 2010. 326 s. ISBN 978-80-251-2504-5.

FREMUNT, Přemysl a Tomáš PODRÁBSKÝ. Konstrukční oceli. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 1996. 262 s. ISBN 80-85867-95-8.

GIBSON, Ian, David W. ROSEN and Brent STUCKER. Additive manufacturing technologies: rapid prototyping to direct digital manufacturing. New York: Springer, 2010. P. 459. ISBN 14-419-1120-0.

IMAI, Masaaki. Kaizen. 1. vyd. Brno: Computer Press, a. s., 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.

KARPÍŠEK, Zdeněk. Matematika IV: Statistika a pravděpodobnost. 3. vyd. Olomučany: CERM, s. r. o., 2007. 170 s. ISBN 978-80-241-3380-9.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.

MAŇKOVÁ, Ildikó. Progresívne technológie (Advanced methods of material removal). 1. vyd. Košice: Viena, 2000. 276 s. ISBN 80-7099-430-4.

MÁDL, Jan et al. Jakost obráběných povrchů. 1. vyd. Ústí nad Labem: UJEP, 2003. 180 s. ISBN 80-7044-639-4.

MICHNA, Štefan et al. Encyklopedie hliníku. 1. vyd. Prešov: Adin, 2005. 700 s. ISBN 80-89041-88-4.

PATŘIČNÝ, Martin. Dřevo krásných stromů. 3. vyd. Praha: Grada, 2005. 144 s. ISBN 978-80-247-1193-5.

PERNIKÁŘ, Jiří a Miroslav TYKAL. Strojírenská metrologie II. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-8.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu I. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-720-4283-1.

SUCHY, Ivana. Handbook of die design. 2nd edition. New York: McGRAW-HILL, 2006. P. 730. ISBN 0-07-146271-6.

ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

---

Ing. Jan Zouhar, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá obráběcími procesy v nábytkářském průmyslu. V práci jsou popsány různé skupiny materiálů, které jsou využívány v nábytkářském průmyslu. Dále jsou zde uvedeny používané montážní a obráběcí procesy, a to jak strojní, tak i ruční. V praktické části byl navržen výrobní proces pro vytipovaný vzorový výrobek. Výroba probíhala v konkrétní firmě, která disponuje vhodným strojovým a nástrojovým vybavením. Vzorový výrobek byl zhotoven z oboustranně laminované polotvrdé dřevovláknité desky, která patří do skupiny materiálů na bázi dřeva. V rámci odladění výrobního procesu byla experimentálně zjištěna závislost trvanlivosti nástroje na řezné rychlosti. Experiment byl proveden na CNC frézce s řeznými rychlostmi v rozmezí od 453 do 905 m.min<sup>-1</sup>, šířkou záběru ostří 9,5 mm a posuvem na zub 0,05 mm. Pro měření opotřebenosti ostří nástroje byl použit analogový pasametr Somet s přesností 0,001 mm. Naměřená data byla zaznamenána a vyhodnocena v programu Excel. Výsledná závislost trvanlivosti nástroje na řezné rychlosti může být využita při dalších obráběcích operacích. Po provedení experimentu byly vyrobeny jednotlivé dílce výrobku a byla provedena montáž. Závěr práce obsahuje zhodnocení navrženého výrobního procesu.

### Klíčová slova

obráběcí procesy, nábytkářský průmysl, trvanlivost nástroje, opotřebenost nástroje, řezné podmínky, laminovaná polotvrdá dřevovláknitá deska

## ABSTRACT

This master thesis deals with machining processes in the furniture industry. Various group of materials, which are used in furniture industry are described there. Then there are described assembly and machining processes, such as manual and machine. In practical part, the production process for the selected sample product was proposed. The production was performed in a specific company, which has suitable machinery and tools. Sample product was made from double-sided laminated medium density fibreboard, which belongs to the group of wood-based materials. As a part of the debugging production process, the dependence tool life at cutting speed was experimentally found. The experiment was performed on CNC milling machine with cutting speeds in the range 453 to 905 m.min<sup>-1</sup>, width draft of cutting edge 9,5 mm and feed per tooth 0,05 mm. Analog passametr Somet with an accuracy 0,001 mm was used to measure tool wear. The measured data were recorded and evaluated in program Excel. The resulting dependency tool life at cutting speed can be used in other machining operations. After performing the experiment, each parts of the product were produced and mounting was performed. The conclusion of the thesis contains an evaluation of the proposed production process.

### Key words

machining processes, furniture industry, tool life, tool wear, cutting conditions, laminated medium density fibreboard

---

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

ČERNÝ, Marek. *Obráběcí procesy v nábytkářském průmyslu* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/136919>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Josef Chladil.

---

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Obráběcí procesy v nábytkářském průmyslu vypracoval samostatně s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího práce.

Jabloňany, 19.5.2022

místo, datum

Bc.Marek Černý

---

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto panu doc. Ing. Josefu Chladilovi, CSc., za cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat mojí rodině, která mě podporovala během celého mého studia.

---

**OBSAH**

ÚVOD .....	9
1 MATERIÁLY .....	10
1.1 Dřevo .....	10
1.1.1 Vlastnosti dřeva .....	10
1.1.2 Řezivo .....	13
1.1.3 Spárovky .....	15
1.1.4 Dýhy .....	15
1.2 Materiály na bázi dřeva .....	16
1.2.1 Překližované materiály .....	16
1.2.2 Aglomerované materiály .....	19
1.2.3 Speciální materiály na bázi dřeva .....	25
1.3 Ostatní materiály .....	26
1.3.1 Plasty .....	26
1.3.2 Kovy .....	28
1.3.3 Sklo .....	29
2 VÝROBNÍ PROCES .....	30
2.1 Obráběcí procesy .....	30
2.1.1 Ruční obrábění .....	30
2.1.2 Obrábění elektrickým náradím .....	34
2.1.3 Strojní obrábění .....	39
2.2 Povrchové úpravy .....	45
2.2.1 Funkce výtvarně estetická .....	45
2.2.2 Funkce ochranná .....	45
2.3 Montáž nábytku .....	47
2.3.1 Druhy montáže nábytku .....	47
2.3.2 Spojovací prostředky .....	48
3 VÝROBA VZOROVÉHO VÝROBKU .....	50
3.1 Strojové a nástrojové vybavení .....	50
3.1.1 Formátovací pila Robland Z3200 .....	50
3.1.2 CNC frézka Cybertronic .....	51
3.1.3 Olepovací stroj Brandt KDF 440 .....	52
3.2 Návrh výrobního procesu .....	52
3.3 Odladění výrobního procesu .....	53
3.3.1 Opatření nástrojů .....	53
3.3.2 Experiment .....	54
3.4 Povrchová úprava a montáž .....	61
ZÁVĚR .....	63
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	64
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	67
SEZNAM PŘÍLOH .....	69



---

## ÚVOD

Dřevo je z historického hlediska nejvíce používaný materiál pro výrobu nábytku. S vývojem nových technologií výroby materiálů, došlo i v nábytkářském průmyslu k inovaci používaných materiálů. Z dřevěného odpadu se pomocí lisu za působení tepla, tlaku a pojiva vytvořily materiály na bázi dřeva. Tyto materiály mají lepší mechanické a fyzikální vlastnosti než dřevo, které má díky své anizotropii rozdílné vlastnosti v různých směrech. Proto jsou tyto materiály v dnešní době nejvíce využívány pro výrobu nábytku, a to hlavně skupina překližovaných a aglomerovaných materiálů. Další výhodou je aplikace velkého množství povrchových úprav oproti surovému dřevu. Skupina materiálů na bázi dřeva obsahuje velké množství různých materiálů, v práci jsou uvedeny pouze ty materiály, které se přímo využívají při výrobě nábytku. Jako další materiály pro výrobu nábytku se používají kovy, plasty a sklo. Všechny materiály používané v nábytkářském průmyslu lze použít samostatně nebo jako kombinaci s jiným materiálem.

S obráběním dřeva pro účel vytvoření primitivního, ale funkční plnicího nábytku se setkáváme už v době pravěké, kdy lidé používaly jako materiál dřevo, větve, kosti a kameny, které opracovávaly pomocí pazourků. Postupem času, kdy se oheň začal využívat pro výrobu kovů, došlo ke zdokonalení používaných nástrojů pro ruční opracování dřeva, a to nejprve používáním bronzových nástrojů, v pozdější době používáním železných nástrojů. Tyto nástroje jsou předchůdci moderních nástrojů pro ruční opracování dřeva. Jako první obráběcí stroj na dřevo je uváděna pila poháněna mlýnským kolem pomocí vodní energie. Tyto pily v různých modifikacích byly používány až do 18. století. Následně došlo k obratu ve vývoji technologie obrábění, kdy nastal celkový rozvoj techniky a byly stanoveny větší nároky na přesnost výrobních strojů. Další posun při výrobě nábytku přišel s elektrickým ručním nářadím, které velkou mírou přispělo ke zkrácení výrobního času. Díky široké nabídce strojů a nástrojů na trhu, disponuje většina firem zabývajících se výrobou nábytku vhodnými stroji a nástroji pro výrobu rozdílných typů nábytku. Pro výrobu dílců v požadované přesnosti se v dnešní době využívá hlavně strojů s číslicovým řízením.

Praktická část práce obsahuje návrh výrobního procesu pro vzorovou součást s ohledem na strojové a nástrojové vybavení konkrétní firmy. Součástí bude vyráběna z oboustranně laminované dřevovláknité desky, která patří do skupiny materiálů na bázi dřeva. V rámci odladění procesu bude stanovena závislost trvanlivosti nástroje na řezné rychlosti. Pro stanovení vztahu  $T = f(v_c)$  je nutné provést experiment, ve kterém se bude v určitých časových intervalech obráběcího procesu měřit opotřebení ostří vyměnitelné břitové destičky. Experiment bude probíhat při rozdílných řezných rychlostech. Z naměřených hodnot budou vytvořeny časové rozvoje velikosti opotřebení, z kterých se stanoví trvanlivost nástroje pro jednotlivé řezné rychlosti. Tyto hodnoty budou následně převedeny na logaritmickou závislost. Průběh logaritmické závislosti bude vyřešen pomocí lineární regrese, z jejíž rovnice se stanoví výsledný vztah. Po obrobení všech dílců dojde k povrchové úpravě pohledových ploch součástí na olepovacím stroji. Následně budou zhotoveny montážní drážky u spojovaných dílců a bude provedena montáž na sucho, která slouží ke kontrole správné polohy montážních drážek mezi spojovanými dílci.

## 1 MATERIÁLY

Při výrobě nábytku se používají různé druhy materiálů, a to dřevo, materiály na bázi dřeva a ostatní materiály jako jsou kovy, plasty, sklo. V následujících kapitolách a podkapitolách budou popsány jejich vlastnosti a způsoby použití v nábytkářském průmyslu.

### 1.1 Dřevo

Dřevo je tvrdé a pórovité rostlinné pletivo (tkáň), jež tvoří kmeny, kořeny, větve stromů, keřů a dalších dřevin. Skládá se z celulózových vláken s vysokou pevností v tahu a ligninové výplně, která odolává tlaku. Na základě výborných vlastností dřeva a jeho rozmanitého způsobu použití se dřevem se můžeme setkat takřka kdekoli, a to buď v přírodní podobě nebo s různými způsoby modifikovaného dřeva [1; 2].

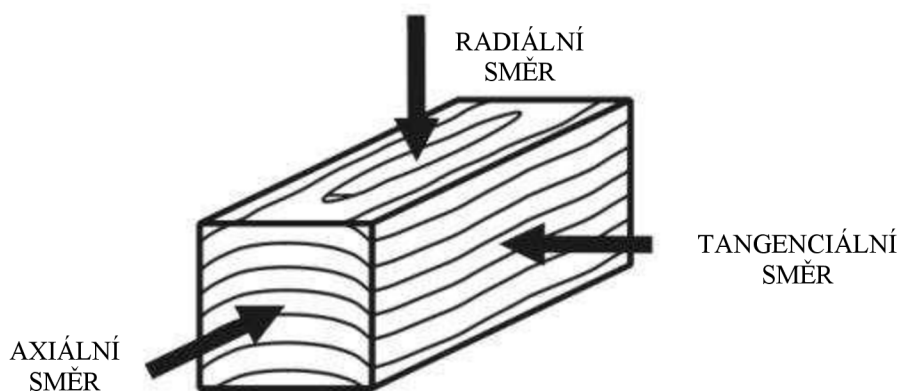
Základní rozdělení dřeva [1]:

- *dřevo jehličnatých stromů* – smrk, jedle, borovice, modřín, douglaska, jalovec, tis,
- *dřevo listnatých stromů*:
  - *s kruhovitě pórovitou stavbou* – dub, jasan, akát, morušovník, kaštanovník, jilm,
  - *s polokruhovitě pórovitou stavbou* – ořešák, třešeň, švestka,
  - *s roztroušeně pórovitou stavbou dřeva* – buk, platan, habr, olše, lípa, javor, topol, bříza, vrba, hrušeň.

#### 1.1.1 Vlastnosti dřeva

Dřevo je výrazně anizotropní materiál, což znamená, že má v různých směrech odlišné vlastnosti. Rozlišujeme tři základní anatomické směry ve dřevě, viz. obr. 1 [3]:

- *axiální směr* – je rovnoběžný s podélnou osou kmene,
- *radiální směr* – je vedený ve směru dřevných paprsků a je kolmý na plochu tangenciálního řezu,
- *tangenciální směr* – má směr tečny k letokruhům a je kolmý na plochu radiálního řezu.



Obr. 1 Základní anatomické směry ve dřevě [3].

## FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI DŘEVA

Fyzikální vlastnosti dřeva můžeme rozdělit na vnější vlastnosti (textura, barva, lesk, vůně), vnitřní vlastnosti (hustota dřevní substance, objemová hmotnost) a na způsoby, jakými reaguje na fyzikální jevy (vlhkost, tepelná, elektrická a akustická vodivost).

**Vnitřní vlastnosti [4; 5]:**

- *Textura* – celkový optický výraz dřeva patrný na jednotlivých řezech. Je podmíněna anatomickou stavbou, barvou, leskem a druhem řezu.

- *Barva* – barva dřeva pochází především z barevných látek obsažených ve dřevě. Barva často určuje jeho hodnotu a použití dřeva. Změny zbarvení jsou možné např. působením slunečního světla a kyslíku ze vzduchu. Barva dřeva se může měnit i po napadení škůdci.
- *Lesk* – je optická vlastnost, která se stěží napodobuje. Je to způsobeno nejednotným průběhem vláken, která odrážejí sluneční paprsky tak, že někdy je dřevo pruhované lesklé, jindy vidíme lesklé plošky.
- *Vůně* – pochází ze snadno těkavých látek, především z éterických olejů. Mnoho dřevin má typickou vůni, která je patrná především během opracování.

#### Vnější vlastnosti [5]:

- *Hustota dřevní substance* – je to poměr hmotnosti dřeva k objemu dřeva bez buněčných dutin. Buněčné stěny se skládají u všech druhů dřeva ze stejných látek, proto mají všechny dřeviny stejnou hodnotu hustoty dřevní substance  $\rho_s = 1,56 \text{ g.cm}^{-3}$ .
- *Objemová hmotnost (hustota)* – je to poměr hmotnosti dřeva k objemu dřeva s buněčnými dutinami. Vlastnosti dřeva významně závisí na jeho hustotě. Hustota ovlivňuje především pevnost, tvrdost a obrobiteľnosť.

Objemová hmotnost se vypočítá podle vztahu:

$$\rho_w = \frac{m}{V}, \quad (1.1)$$

- kde:  $\rho_w$  - objemová hmotnost dřeva [ $\text{kg.m}^{-3}$ ],  
 $m$  - hmotnost dřeva [kg],  
 $V$  - objem dřeva [ $\text{m}^3$ ].

#### Ostatní [3; 4; 5]:

- *Vlhkost* – ovlivňuje všechny vlastnosti dřeva. Vlhčí dřevo je těžší, ale také méně pevné, pružné a tvrdé. Se změnou obsahu vody mění dřevo tepelné, elektrické, akustické i optické vlastnosti. Nejdůležitější je však její vliv na rozměry dřeva. Vlhkost se udává jako poměr vody k množství sušiny dřevní hmoty.

Vlhkost se vypočítá podle vztahu [5]:

$$\omega = \frac{m_w - m_o}{m_o} \cdot 100, \quad (1.2)$$

- kde:  $\omega$  - vlhkost vzorku [%],  
 $m_w$  - hmotnost vzorku ve vlhkém stavu [kg],  
 $m_o$  - hmotnost vzorku ve vysušeném stavu [kg].

- *Bobtnání dřeva* – schopnost dřeva zvětšovat svoje lineární rozměry, plochu nebo objem při přijímání vody. Bobtnání se vyjadřuje podílem změny rozměru k původní hodnotě. Bobtnání dřeva se vypočítá podle vztahu [3]:

$$\alpha_i = \frac{\alpha_{iw2} - \alpha_{iw1}}{\alpha_{iw1}} \cdot 100, \quad (1.3)$$

- kde:  $\alpha_i$  - bobtnání vzorku [%],  
 $\alpha_{iw1}$  - lineární rozměr, plocha nebo objem před bobtnáním [cm;  $\text{cm}^2$ ;  $\text{cm}^3$ ],  
 $\alpha_{iw2}$  - lineární rozměr, plocha nebo objem po ukončení bobtnání [cm;  $\text{cm}^2$ ;  $\text{cm}^3$ ].

- *Sesýchání dřeva* – proces, při kterém se zmenšují lineární rozměry, plochy nebo objem tělesa v důsledku ztráty vody. Sesýchání dřeva se vypočítá podle vztahu [3]:

$$\beta_i = \frac{\beta_{iw1} - \beta_{iw2}}{\beta_{iw1}} \cdot 100, \quad (1.4)$$

- kde:  $\beta_i$  - sesýchání vzorku [%],  
 $\beta_{iw1}$  - lineární rozměr, plocha nebo objem před sesýcháním [cm;  $\text{cm}^2$ ;  $\text{cm}^3$ ],  
 $\beta_{iw2}$  - lineární rozměr, plocha nebo objem po ukončení sesýchání [cm;  $\text{cm}^2$ ;  $\text{cm}^3$ ].

- *Tepelná vodivost* – závisí na hustotě a vlhkosti. Vzhledem ke své pórovité struktuře propouští dřevo v suchém stavu v porovnání s ostatními materiály teplo z jedné strany povrchu ke druhé špatně. Díky tomu může dřevo fungovat jako tepelně izolační materiál.
- *Akustická vodivost* – rychlost šíření zvukových vln činí ve směru vláken dřeva podle druhu dřeva mezi 2 500 m.s<sup>-1</sup> a 6 000 m.s<sup>-2</sup>. Je asi dvakrát vyšší než napříč k vláknu. Tato vlastnost je u zvukově izolačních konstrukcí nepříznivá, při použití dřeva jako materiálu pro výrobu hudebních nástrojů je však výhodou.
- *Elektrická vodivost* – závisí převážně na vlhkosti dřeva. Jen absolutně suché dřevo tvoří tak velký odpor, že jím nemůže protékat žádný proud. Se zvyšujícím obsahem vody se zvyšuje elektrická vodivost dřeva rovnoměrně až k nasycení vláken. Při příjmu vody nad nasycení vláken se elektrická vodivost ještě pomalu zvyšuje.

## MECHANICKÉ VLASTNOSTI DŘEVA

Mechanické vlastnosti dřeva charakterizují schopnost dřeva odolávat účinkům vnějších sil. Mechanické vlastnosti dělíme do tří skupin – základní, odvozené, technologické. [6]

### Základní [4; 5; 6]:

- *Pružnost* – schopnost dřeva dosahovat původní tvar a rozměry po uvolnění vnějších sil. Průměrná hodnota modulu pružnosti pro dřevo v tahu a tlaku ve směru vláken se pro domácí dřeviny udává v rozpětí 10 000–15 000 MPa. Napříč vláken je tato hodnota až 25krát menší.
- *Pevnost* – je to způsobilost materiálu vzdorovat vnějším silám. Na rozdíl od jiných materiálů jsou všechny mechanické vlastnosti dřeva, tedy i pevnost, ovlivňovány směrovou nestejnorodostí (anizotropií) a četnými odchylkami od normální anatomické stavby. Dřevo ve směru vláken má výrazně větší pevnost než ve směru příčném.
  - *Pevnost v tahu* – u dřeva se vyznačuje především velkými rozdíly ve směru podélném a příčném. Vysoká tahová pevnost ve směru podélném nebývá dostatečně využívána pro výrazně nižší pevnosti ostatní. Proto se dřevo tam, kde je to třeba, vrství křížově.
  - *Pevnost v tlaku* – ve směru vláken je oproti pevnosti v tahu asi 2,5krát menší, zatímco v příčném směru je tlaková pevnost srovnatelná s pevností v tahu. Na tlak je dřevo namáháno často, mez jeho pevnosti v tlaku se však překračuje většinou pouze při jeho zpracování, zvláště při lepení a upínání.
  - *Pevnost v ohybu* – u nábytku jsou namáhány luby stolů (spojnice noh), židlí, police. Ohybová pevnost materiálů se z konstrukčního hlediska považuje za nejdůležitější. Dřevo vykazuje ve směru vláken velmi vysokou pevnost, ve směru příčném nízkou.
  - *Pevnost ve smyku* – tuto pevnost silně ovlivňuje směrová nestejnorodost dřeva. Největší smykovou pevnost vykazuje dřevo ve směru příčném (kolmém) na vlákna. Vlákna dřeva se totiž snadněji smyknou po sobě než příčně.
  - *Pevnost v krutu* – je to odpor dřeva proti krutu nebo ukroucení okolo podélné osy vláken. Pevnost dřeva v krutu závisí na druhu dřeva, jeho hustotě a vlhkosti. Kroucením jsou namáhány dřevěné díly při opracování nebo nohy židle (otáčením těla při sezení).
  - *Pevnost ve vzpěru* – je zvláštní případ pevnosti v tlaku. Jsou-li namáhány stavební díly a nohy nábytku příliš silně podélným tlakem, vybočí na nejslabší straně. Pevnost ve vzpěru závisí na délce a tloušťce stavebního dílu, přičemž poměr délky k nejmenší tloušťce se označuje jako štíhlostní poměr.
- *Plastičnost* – je schopnost dřeva měnit svůj tvar bez zjevného porušení vlivem působení vnějších sil, tzn. plasticky se deformovat před zlomem. Změna tvaru je po ukončení silového působení trvalá. Dřevo bude mít tím větší plastičnost, čím větší bude plastická deformace bez vzniku makroskopického zlomu.

- *Houževnatost* – je mechanickou prací, která je spotřebována na vytvoření plastické deformace. Má velmi úzký vztah k plastičnosti dřeva. Podle druhu zatížení se rozlišuje statická a dynamická houževnatost.

#### Odvozené [6]:

- *Tvrдость* – schopnost dřeva klást odpor proti vnikání jiného těles do jeho struktury. Tvrдость dřeva má význam při opracování reznými nástroji a v případech, kdy se dřevo odírá. Podle druhu zatížení se rozlišuje statická a dynamická tvrдость.

#### Technologické [4; 6]:

- *Obrobitelnost* – souborné označení pro vlastnosti, které umožňují obrábění dřeva. Snazší obrábění je ve směru vláken. Vliv na obrobitelnost dřeva má jeho vlhkost. Vlhké dřevo se obtížně obrábí.
- *Štípatelnost* – je charakterizována jako odolnost proti štípání, tj. odporem, který dřevo klade proti rozdělení na dvě části. Odolnost proti štípání se udává pouze ve směru vláken, a to v radiální a tangenciální rovině.
- *Ohýbatelnost* – je založena na schopnosti dřeva poměrně lehce se deformovat při působení ohybového momentu. Mírou ohýbatelnosti je velikost poloměru oblouku, do kterého je ještě možné dané těleso ohnout bez porušení. Ohýbatelnost se zvyšuje plastifikací dřeva – pařením nebo vařením dřeva.
- *Opotřebovatelnost* – schopnost dřeva, respektivě jeho povrchových vrstev, odolávat postupnému rozrušování vlivem mechanických faktorů při tření. V praxi se setkáme se dvěma případy opotřebování dřeva:
  - opotřebování (odírání) dřeva působením tvrdých částic – např. pískem na podlahách a schodech,
  - opotřebování (odírání) dřeva vlivem nerovnosti kovových součástí v třecích částech strojů – např. osy, ložisková pouzdra.
- *Způsobilst spojování* – této vlastnosti se využívá ke spojování dřeva ve stolařství, nábytkářství, stavebnictví a dřevěných konstrukcích. Rozlišuje se statická a dynamická únosnost spojů. Schopnost dřeva držet mechanické spojovací prostředky závisí na druhu, hustotě a vlhkosti dřeva. Se zvýšením hustoty se odpor dřeva k vniknutí nebo vytažení hřebíku či vrutu zvyšuje.
- *Způsobilst úspěšného dokončení povrchu* – rostlé dřevo se při úpravě chová různě. U některých druhů snadno dosáhneme hladkého, rovného povrchu, jiné při sebevětší snaze vykazují povrch málo hladký a chlupatý. Nejvíce tuto vlastnost ovlivňuje hustota dřeva a průběh vláken.

### 1.1.2 Řezivo

Základním produktem pilařské výroby, který se dál zpracovává v truhlářské výrobě, je řezivo. Vyrábí se podélným řezáním kulatiny. Kromě řeziva patří k pilařským výrobkům přířezy, což jsou polotovary vyrobené z řeziva v určitých rozměrech. [7]

Podle tvaru a velikosti příčného průřezu řezivo dělíme na [7]:

- *Deskové* – ( $b \geq 2,5$ h), šířka je větší nebo rovná dvojnásobku tloušťky. Řezivo se vyrábí omítané a neomítané. Neomítané řezivo má boky zaoblené, případně i s kůrou. Omítané řezivo je většinou pravoúhlé, zaoblené boky jsou odstraněny řezáním nebo frézováním. Rozlišujeme:
  - *prkna* (obr. 2) – tloušťka do 40 mm,
  - *fošny* – tloušťka od 40 mm do 100 mm.



Obr. 2 Prkna [7].

- *Hraněné* – ( $b < 2 \cdot h$ ), šířka je menší než dvojnásobek tloušťky. Rozlišujeme:
  - *hranolky* – tloušťka menší než 100 mm a plocha příčného řezu 25-100 cm<sup>2</sup>,
  - *hranoly* (obr. 3) – tloušťka je větší než 100 mm, plocha příčného průřezu je větší než 100 cm<sup>2</sup>.



Obr. 3 Hranoly [7].

- *Polohraněné* – mají dvě protilehlé strany rovnoběžné, další dvě oblé (obr. 4). Rovné plochy mohou být stejně široké nebo může být jedna plocha užší. Rozlišujeme:
  - *polštáře* – tloušťka do 100 mm,
  - *trámy* – tloušťka nad 100 mm.



Obr. 4 Polohraněné řezivo [7].

- *Drobné* – mají malou plochu příčného řezu. Rozlišujeme:
  - *latě* (obr. 5) – plocha příčného řezu je 10–25 cm<sup>2</sup>,
  - *lišty* – plocha příčného řezu je do 10 cm<sup>2</sup>.



Obr. 5 Latě [7].

### 1.1.3 Spárovky

Spárovky se vyrábějí z užších přířezů, které jsou slepeny na délku. Spoje jsou většinou provedeny klínovými ozuby, které do sebe zapadají (obr. 6). Takto spojené přířezy se lepí do velkých ploch. Přednost této technologie je to, že mohou být ze dřeva vyřezány vady a suky. Na výrobu se používá zejména smrk, borovice, buk, dub, olše, javor [2; 5].



Obr. 6 Spojení přířezů klínovými ozuby [8].

#### Vlastnosti a použití

Předností spárovek je zachování vzhledu rostlého dřeva, možnost výroby větších formátů a dále velmi dobré mechanické vlastnosti. Velkým nedostatkem spárovky je její anizotropní charakter, který se projevuje rozdílnými vlastnostmi v různých směrech. Nedostatkem je také poměrně velké sesychání a bobtnání při změně vlhkosti dřeva. Trvalou tvarovou stálost volných spárovkových dílců je možno zajistit pouze pomocí speciálních konstrukčních řešení jako například užití svlaku – příčného zpevnění dalším přířezem. Spárovka se používá při výrobě nábytku např. na desky stolů, postelí, skříní, truhel apod. Vedle nábytku je další použití spárovek např. na pevné obaly, jako police s vysokou nosností, pro výrobu dřevěných schodů a dveří. [11]

### 1.1.4 Dýhy

Dýha je tenký list ze dřeva (obr. 7), vyrobený z výřezů jehličnatých a listnatých domácích dřevin. Slouží k výrobě překližovaných desek, dýhových vrstvených materiálů a povrchové vrstvy konstrukčních desek. Dýhy se vyrábí ve speciálních provozech – dýhárnách [3; 7].



Obr. 7 Dýha [2].

Způsoby výroby dýh [9]:

- *Řezání* – je nejstarší způsob výroby dýh. Dřevo se řeže rámovou nebo pásovou pilou. Tímto způsobem lze vyrábět dýhy i z velmi tvrdého dřeva, nebo ze dřeva s jinými vlastnostmi, nevhodnými pro loupání či krájení. Nevýhodou této metody je až 50% odpad ve formě pilin.
- *Loupání* – na speciální loupací stroj je upnut špalek, který se předem zahřeje a zvlhčí horkou párou. Ve stroji se špalek otáčí proti posouvajícímu se noži. Nůž se posunuje ke středu posuvovou rychlostí odpovídající tloušťce dýhy. Tím vzniká dlouhý pás, který se pak stříhá na rozměry překližky.
- *Krájení* – dýha se vyrábí okrajováním jednotlivých listů z hranolů, podvalů nebo jinak nařezaných dílců. Pro výrobu se používají vodorovné, nebo svislé krájecí stroje. Tímto způsobem se vyrábějí okrasné svrchní dýhy.

## 1.2 Materiály na bázi dřeva

Moderní materiály na bázi dřeva (obr. 8) jsou vyráběny převážně ze sortimentů nízké kvality z rychle rostoucích druhů dřevin. Hlavní výhodou je, že díky různým technologickým postupům mohou být z několika málo druhů dřevin vyráběny materiály se širokou škálou vlastností pro odlišné aplikace. [10]



Obr. 8 Materiály na bázi dřeva [10].

Zleva: spárovka, překližka, OSB, DTD, DVD, MDF, WPC, sendvičový panel.

### 1.2.1 Překližované materiály

#### PŘEKLIŽKY TRUHLÁŘSKÉ

Truhlářské překližky jsou velkoplošný materiál, který je tvořen z několika vrstev loupáných dýh položených křížově na sebe. Překližky se skládají z lichého počtu vrstev dýh. Překližky s více než pěti vrstvami a tloušťkou min. 12 mm mají obchodní název Multiplex (obr. 9). Pro výrobu překližek se obvykle užívá smrk, borovice, topol, buk, olše. Standartní rozměry překližek jsou uvedeny v tab. 1 [2; 5; 10].



Obr. 9 Multiplex [7].



### Vlastnosti a použití

Pro svoje vynikající vlastnosti (vysoká pevnost, houževnatost, pružnost při nízké objemové hmotnosti) jsou překližky důležitým materiálem v nábytkářské a truhlářské výrobě. Truhlářské překližky se vzhledem k malé míře opracování používají pro velkoplošné dílce při výrobě nábytku a vnitřních zařízení, jako jsou zadní stěny, výplně a dna zásuvek. Ze silnějších překližek lze vyrábět i zásuvky a menší dílce nábytku [5; 14].

Tab. 1 Rozměry truhlářských překližek [5].

Tloušťka	[mm]	3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 18; 22; 25; 30; 40; 50
Délka	[mm]	1 220; 1 250; 1 830; 2 440; 2 500
Šířka	[mm]	1 220; 1 250; 2 200; 2 500

### LAŤOVKY

Laťovky se skládají ze středu tvořeného 24 mm až 30 mm širokými laťkami ležícími vedle sebe, které kryjí z obou stran křížem nalepené dýhy (obr. 10). Na střední laťky se užívá nejčastěji smrk a borovice, na dýhy se používá topol, buk, olše. Standartní rozměry laťovek jsou uvedeny v tab. 2 [5; 10].



Obr. 10 Laťovka [7].

### Vlastnosti a použití

Mezi velmi příznivé vlastnosti se u laťovek řadí poměrně vysoká pevnost v ohybu ve směru orientace vláken. Další předností je také nižší hmotnost ve srovnání s aglomerovanými materiály. Mezi nedostatky patří nutnost zohledňovat směr středových látek při rozřezávání desek na dílce a potřeba olepování bočních ploch masivem nebo dýhou. Laťovky se používají v nábytkářském průmyslu pro velkoplošné samonosné díly jako korpusy, police, dveře a zásuvky. Hodí se i pro obklady, vestavěný nábytek a dveře. [5; 11]

Tab. 2 Rozměry laťovek [5].

Tloušťka	[mm]	13; 16; 19; 22; 25; 28; 30; 38
Délka	[mm]	1 220; 1 830; 2 200; 2 440
Šířka	[mm]	1 220; 1 830; 2 200; 2 440

## TŘÍVRSTVÉ MASIVNÍ DŘEVO (BIODESKY)

Vícevrstvé masivní dřevo (obr. 11) se neskládá z dýh, ale ze tří, řidčeji z pěti vrstev masivních lamel. Dřevěné lamely o tloušťce 5 až 10 mm a šířce asi 100 mm se slepí podobně jako překližky. Tak vznikne dřevěný materiál, jehož plochy vypadají jako plocha z masivního dřeva. Standartní rozměry biodesek jsou uvedeny v tab. 3. [5]



Obr. 11 Třívrstvé masivní dřevo [11].

### Vlastnosti a použití

Biodesky mají vysokou pevnost v ohybu a tím dobrou tvarovou stabilitu. Mají dobré zvukové a tepelné izolační vlastnosti. Lze na ně aplikovat velké množství povrchových úprav. Nejčastější použití tohoto materiálu je ve stolařství a truhlářství například na stolové desky, kuchyňská dvířka, na celé výrobky jako jsou postele a skřínky, ale také pro obklady stěn a podlahy [11; 12].

Tab. 3 Rozměry biodesek [5].

Tloušťka	[mm]	16; 19; 22; 27; 30; 40
Délka	[mm]	1 900–5 950
Šířka	[mm]	1 830

## ZHUŠTĚNÉ DŘEVO SE SYNTETICKOU PRYSKYŘICÍ

Zhuštěné dřevo se syntetickou pryskyřicí je vrstvené dřevo s vynikající pevností a tvrdostí. Vyrábí se z loupaných dýh z bukového dřeva. [5]

### Vlastnosti a použití

Zhuštěné dřevo se syntetickou pryskyřicí má v porovnání s kovy i přes svou nízkou objemovou hmotnost vynikající vlastnosti. Je tvrdé, vysoce odolné vůči tlaku, otěru, vodě, olejům, louchům a slabým kyselinám. Používá se v dřevozpracujících provozech jako šablony při frézování, vrtání a zpracovává se na neprůstředná zařízení, např. bankovní přepážky. Lisují se z něj také skořepiny křesel, židlí a podnosy. [5]

## DÝHOVKY (TYČINKOVÉ LAŤOVKY)

Dýhovky mají stejnou strukturu jako laťovky. Střed se však skládá ze vzájemně slepených pásek dýh, vyrobených loupáním o tloušťce až 8 mm. Protože se při výrobě loupaných dýh dřevo odděluje ve směru letokruhů, mají pásy dýh převážně stojaté letokruhy. Díky tomu si zachovávají rovný povrch. Pro výrobu se používají převážně smrkové dýhy. Pro vrchní vrstvy se používají zejména dřeviny topol, bříza, buk [2; 5].

### Vlastnosti a použití

Mezi velmi příznivé vlastnosti se u laťovek řadí poměrně vysoká pevnost v ohybu ve směru orientace látek. Další předností je také nižší hmotnost ve srovnání s aglomerovanými materiály. U těchto desek je také velmi dobrá pevnost vrutových spojů a upevnění kování. Mezi nedostatky patří nutnost zohledňovat směr středových látek při rozřezávání desek na dílce a potřeba olepování bočních ploch masivem nebo dýhou. Výrobek je určený pro použití ve vnitřním prostředí. Je vhodný pro výrobu nábytku, dveřních zárubní, stavebně truhlářskou výrobu apod. Laťovky je možno dále upravovat dýhováním, lakováním, nátěry. [2; 11]

### VOŠŤINOVÉ DESKY

Tyto desky představují oboustranný deskový plášť nalepený na obvodový rám (obr. 12). Pro vrchní vrstvy se nejčastěji používá tenkých vláknitých desek. Vnitřní vzduchová dutina je z důvodů zpevnění desky vyplněna papírovou voštinou. Pro obvodový rám se používají masivní vlysy nebo hranolky z polotvrdé dřevovláknité desky. [11]



Obr. 12 Voštinová deska [7].

### Vlastnosti a použití

Voštinové desky jsou charakteristické především nízkou hmotností a vysokou pevností v tlaku. Vyrábí se z nich výplně nábytku, výplně dveří, stolové desky (konferenční stolky), papírové palety, ochranné obaly, ochranné rohy a proložky. [8]

#### 1.2.2 Aglomerované materiály

Aglomerované materiály jsou deskové materiály, vyrobené z dřevních částic (třísky, vlákna, piliny, dřevní moučka, dýhy, štěpky) (obr. 13) a jiných lignocelulózových materiálů (pazdeří, bagasa, sláma atd.), které jsou mezi sebou spojeny buď vlastní lepivostí, nebo organickým pojivem – lepidlem, popřípadě pojivem minerálním, za pomoci tepla a tlaku. [2]

Rozdělení aglomerovaných materiálů:

- *dřevotřískové materiály* – DTD, DTD-L, OSB, MFP,
- *dřevovláknité materiály* – MDF, MDF-L, HDF.



Obr. 13 Dřevní elementy nejčastěji používané pro výrobu aglomerovaných materiálů [10].

Zleva shora: dýhy, velké ploché třísky pro výrobu OSB, bílá (papírenská) štěpka, štěpka pro výrobu třísek a vláken, vlákna.

## DŘEVOTŘÍSKOVÉ MATERIÁLY

Dřevotřískové materiály se vyrábějí z dřevních třísek a lepidel ze syntetických pryskyřic za působení tepla a tlaku. Kromě dřevních třísek se používají další lignocelulózové suroviny, hlavně lněné a konopné pazdeří. [5]

### PLOŠNĚ LISOVANÉ TŘÍSKOVÉ DESKY (DTD)

Plošně lisované třískové desky (obr. 14) pro běžné účely jsou dřevotřískové desky, u kterých leží třísky převážně paralelně k ploše desky. Desky mohou mít v průřezu rozdílnou strukturu vrstev. Třískové desky se vyrábějí ze smrku, borovice, jedle, topolu, buku nebo břízy. Standartní rozměry plošně lisovaných třískových desek jsou uvedeny v tab. 4. [5]

Rozdělení plošně lisovaných třískových desek [5]:

- *jednovrstvé desky* – skládají se z rovnoměrné vrstvy třísek, při výrobě nábytku a interiérových zařízení se používají jen zřídka,
- *třívrstvé a vícevrstvé třískové desky* – mají středové vrstvy z hrubých třísek a povrch z jemných krycích třísek, tím vzniká vyšší pevnost v ohybu a hladký povrch vhodný k dýhování a laminování.



Obr. 14 Plošně lisovaná třísková deska [11].

### Vlastnosti a použití

Třískové desky mají hustotu  $660 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Mají jemné, husté povrchové vrstvy a hrubší středové vrstvy. Tak vzniká vyšší pevnost v ohybu než u homogenních desek. Tyto desky jsou velmi rozměrově, tvarově stálé a vhodné pro samonosné deskové konstrukce. Vzhledem k příčné orientované struktuře třísek mají malou pevnost v tahu kolmo k ploše. Plošně lisované dřevotřískové desky se používají surové, dýhované nebo laminované pro plošné dílce při výrobě nábytku nebo uvnitř budov. Ze surových desek se vyrábějí některé neviditelné dílce čalouněného nábytku. [5]

Tab. 4 Rozměry plošně lisovaných třískových desek [5].

Tloušťka	[mm]	8; 10; 13; 16; 19; 22; 25; 28; 35; 40
Délka	[mm]	2 750; 3 600; 5 500
Šířka	[mm]	1 830; 2 135

### LAMINOVANÉ PLOŠNĚ LISOVANÉ TŘÍSKOVÉ DESKY (DTD-L)

Laminované plošně lisované třískové desky (obr. 15) jsou vyrobeny přímým aplikováním papírů impregnovaných vytvrzovatelnou amino-plastickou melaminovou pryskyřicí na jednu nebo obě strany středové desky. Ke slepení s nosnou deskou a vytvrzení dochází v jednom procesu použitím tepla a tlaku bez přídavku lepidla mezi vrstvy. Povrchy desky mohou být strukturované nebo hladké na jedné nebo obou stranách, vnější povrchy mají dekorativní barvu nebo texturu. Standartní rozměry laminovaných plošně lisovaných třískových desek jsou totožné s rozměry plošně lisovaných desek, které jsou uvedeny v tab. 4. [2]



Obr. 15 Laminované plošně lisované třískové desky [16].

### Vlastnosti a použití

Desky mají objemovou hmotnost okolo  $710 \text{ kg}/\text{m}^3$ , vyznačují se vysokou pevností v ohybu a dobře zachovávají rovinnost. Jejich povrchy jsou bez pórů, velmi odolné proti oteru, odolné vůči vroucí vodě, vůči slabým zásadám, kyselinám a alkoholům běžným v domácnostech. Povrch laminovaných desek se již nemusí upravovat. Po rozřezání je potřeba olepit pouze viditelné boky desek. Laminované desky se používají ve všech oblastech výroby nábytku a interiéru, především tehdy, jsou-li požadovány odolné povrchy, např. koupelnový, kuchyňský a kancelářský nábytek. [5]

## DESKY Z PLOŠNĚ ORIENTOVANÝCH TŘÍSEK (OSB)

Jedná se o velkoplošný materiál vyráběný z dlouhých, štíhlých a tenkých třísek (obr. 16). Třísky ve vnějších vrstvách jsou orientovány rovnoběžně s délkou nebo šířkou. Vliv orientace třísek na pevnostní vlastnosti desek, zejména na pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu se významně projevuje s růstem štíhlostního stupně, tj. s růstem rozměrů třísek. Standardní rozměry desek z plochých třísek jsou uvedeny v tab. 5. [2]

Rozlišujeme následující typy těchto desek [5]:

- *OSB/1* – desky pro běžné účely v suchém prostředí, jako jsou vnitřní stěny a nábytek,
- *OSB/2* – desky pro nosné účely v suchém prostředí,
- *OSB/3* – desky pro nosné účely ve vlhkém prostředí,
- *OSB/4* – desky pro vysoké zatížení pro nosné účely ve vlhkém prostředí v montovaných stavbách.



Obr. 16 Deska z plošně orientovaných třísek [11].

### Vlastnosti a použití

V podélném směru má deska největší pevnost v ohybu. Lepení a struktura třísek propůjčují OSB-desce charakteristický vzhled. Pevnost v ohybu je kvůli dlouhým tenkým třískám ve vnějších vrstvách u tohoto typu desek větší než u normálních plošně lisovaných desek. Při řezání je třeba brát ohled na podélný směr desky. Desky OSB se používají převážně jako stavební desky nebo dýhované jako náhrada za překližky. Lze z nich vyrábět skříně, stolky, konstrukce postelí, ale také dveře či příčky v bytě. Doporučuje se používat již broušené OSB desky. Výhodou takto vyrobeného kusu nábytku je nízká cena a také možnost kdykoli nábytek rozebrat [5; 17].

Tab. 5 Rozměry desek z plochých třísek [5].

Tloušťka	[mm]	6; 8; 9; 10; 11; 12; 15; 18; 22; 25; 28; 30; 34; 38; 40
Délka	[mm]	2 600; 2 650; 2 800
Šířka	[mm]	675; 1 230; 1 250

## DŘEVOTŘÍSKOVÉ MULTIFUNKČNÍ DESKY (MFP)

K výrobě dřevotřískových multifunkčních desek se používají dlouhé, štíhlé třísky o běžné tloušťce. Ve vrchních vrstvách a vrstvě středové jsou třísky uspořádány náhodně. Díky této struktuře vzniká deska s rovnoměrnou strukturou v průřezu a se stabilními mechanickými vlastnostmi. Dřevotřísková deska MFP je zobrazena na obr. 17. [7]



Obr. 17 Dřevotřísková multifunkční deska [11].

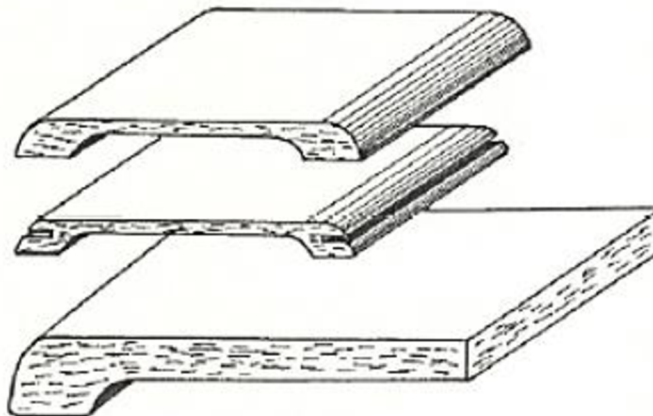
### Vlastnosti a použití

Desky se vyznačují dobrou odolností vůči vlhkosti, kvalitním, stejnoměrným a broušeným povrchem, dobrou obrobiteľnosťou a snadným spojováním běžnými prostředky. Pro obrábění se doporučují nástroje s destičkami ze slinutých karbidů. Dřevotřískové multifunkční desky jsou nejvíce využívány ve stavebnictví, nábytkářství, obalovém průmyslu, vybavení obchodů a veletrhů. [7]

### DŘEVOTŘÍSKOVÉ TVAROVÉ DÍLCE

Z dřevěných třísek se mohou vyrábět i dvojrozměrné nebo trojrozměrné tvarované výrobky (obr. 18). Při použití dílců v suchých prostorech se třísky lepí močovinnými pryskyřicemi. Při používání dílců ve vlhkých prostorách a venku se lepí melaminovými pryskyřicemi. [5]

Povrchy mohou být potaženy dýhami, laminovacími papíry, textiliemi nebo kovovými fóliemi. Pro interiér se z třískové hmoty tvarově lisují desky stolů, dřevěné obložení nebo okenní parapety. [5]



Obr. 18 Dřevotřískové tvarové dílce [13].

### DŘEVOVLÁKNITÉ MATERIÁLY

Dřevovláknité materiály se vyrábějí z dřevních vláken nebo jiných lignocelulózových surovin, jako je pazdeří nebo řepková sláma. Svou soudržnost získávají zplstnatěním rozvlákněných surovin a pojící schopností látek obsažených ve vláknech nebo speciálně přidaných lepidel. Vhodnou surovinou je jehličnaté dřevo s dlouhými vlákny, které se dobře zplstí. Jejich vlastnosti lze upravit pro budoucí účel použití rozdílnými lisovacími tlaky a teplotami, přidáním speciálních látek nebo následným ošetřením povrchu. Všeobecně se rozlišují měkké, polotvrdé a tvrdé dřevovláknité desky. [5]

## POLOTVRDÉ DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY (MDF)

Polotvrdé dřevovláknité desky (obr. 19) se vyrábí z bílé štěpky odkorněného, většinou jehličnatého stromu (nejčastěji smrku). Standartní rozměry polotvrdých dřevovláknitých desek jsou uvedeny v tab. 6. [10]



Obr. 19 Polotvrdá dřevovláknitá deska [11].

### Vlastnosti a použití

Desky mají objemovou hmotnost 600 až 900 kg.m<sup>-3</sup>. Nejdůležitější vlastností polotvrdé dřevovláknité desky je homogenita v celém průřezu desky, která umožňuje čisté kvalitní opracování frézováním reliéfů do ploch desek a profilování boků desek. U tohoto typu desek je také pozitivně hodnocena poměrně vysoká hodnota pevnosti v tahu kolmo na plochu. Polotvrdé desky se používají místo běžných třískových desek tehdy, pokud záleží na jemném povrchu dílců, které mají být dokončeny pigmentovým nátěrem nebo kaširovány fóliemi. Velmi časté použití je na kuchyňská dvířka a čela zásuvek [5; 10].

Tab. 6 Rozměry polotvrdých dřevovláknitých desek [5].

Tloušťka	[mm]	6; 8; 10; 12; 16; 19; 22; 25; 28; 30; 32; 35; 40; 45; 50
Délka	[mm]	2 200; 2 620; 2 800; 4 100; 5 240; 5 600
Šířka	[mm]	1 830; 2 070; 2 200

## LAMINOVANÉ DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY (MDF-L)

Laminované dřevovláknité desky jsou pryskyřicí pojené tvrdé dřevovláknité desky, které jsou na viditelné straně polepené laminovacím papírem s melaminovou pryskyřicí (obr. 20). Vyrábějí se jednobarevné, v mnoha dezénech a s hladkým, matným nebo strukturovaným povrchem. Standartní rozměry laminovaných dřevovláknitých desek jsou totožné s rozměry polotvrdých dřevovláknitých desek, které jsou uvedeny v tab. 6. [5]



Obr. 20 Laminovaná dřevovláknitá deska [11].



## Vlastnosti a použití

Laminované dekorativní dřevovláknité desky mají vzhledem ke své dekorační vrstvě napuštěné melaminem uzavřený, neporézní povrch. Lze je opracovávat na dřevoobráběcích strojích s nástroji opatřenými slinutými karbidy. Vlastnosti povrchu odpovídají vlastnostem laminovaných plošně lisovaných dřevotřískových desek. Laminované desky se používají v nábytkářském průmyslu (např. stolní desky) ale i při stavbě karoserií a autobusů [5; 10].

## TVRDÉ DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY (HDF)

Tvrdé dřevovláknité desky jsou lisované vláknité desky (obr. 21). Podle stupně stlačení rozlišujeme středně tvrdé dřevovláknité desky, tvrdé dřevovláknité desky a extra tvrdé dřevovláknité desky. Kromě zkratky HDF se používá i název Sololit. Standartní rozměry tvrdých dřevovláknitých desek jsou uvedeny v tab. 7. [5]



Obr. 21 Tvrdá dřevovláknitá deska [7].

## Vlastnosti a použití

Desky mají hladký, stabilní povrch a homogennost v průřezu vytváří předpoklady pro třírozměrné opracování. Jemná struktura vláken dává deskám vysokou rozměrovou stabilitu a vysokou mechanickou pevnost. Přibližně stejná míra sesychání ve všech směrech roviny desky znamená, že na směr opracování nezáleží. Objemová hmotnost je 800 až 1000 kg.m<sup>-3</sup>. Tvrdé dřevovláknité desky se hodí jako náhrada překližky pro velkoplošné nenosné dílce a případně v jednom směru zakřivené dílce. Používají se uvnitř budov pro pláště dělicích příček, dveří a při výrobě nábytku pro záda skříní a dna zásuvek. [2; 5]

Tab. 7 Rozměry tvrdých dřevovláknitých desek [5].

Tloušťka	[mm]	1,6; 2; 2,5; 3; 3,2; 3,5; 4; 5; 6; 8
Délka	[mm]	1 300; 1 730; 2 600; 5 200
Šířka	[mm]	1 850; 2 050

### 1.2.3 Speciální materiály na bázi dřeva

Výroba nábytku je historicky spojena se zpracováním přírodního materiálu – dřeva. Kromě dřeva se při výrobě nábytku setkáváme i s dalšími přírodními materiály, které mají své vlastnosti velice podobné dřevu (vrba, rattang, bambus, korek). [2]

Podle materiálové kombinace dělíme nábytek na [2]:

- celoproutěný (obr. 22),
- kombinace proutí – dřevo,
- kombinace proutí – kov,
- kombinace proutí – sklo,
- kombinace proutí – čalounění.



Obr. 22 Celoproutěný nábytek [2].

### 1.3 Ostatní materiály

Kromě materiálů na bázi dřeva se ve výrobě nábytku setkáváme i s nedřevěnými materiály. A to buď samostatně použitými materiály, nebo v kombinaci vzájemně mezi sebou. Používají se v kombinaci se dřevem a materiály na bázi dřeva, což je nejčastější použití. [2]

#### 1.3.1 Plasty

Plasty v nábytkářské výrobě se uplatňují v různých formách, a to jako nátěrové hmoty, lepidla, dekorační, čalounické a konstrukční materiály. Nejvíce se při výrobě plastového nábytku (obr. 23) zpracovávají termoplasty, následovány termosety a elastomery. [2]



Obr. 23 Ukázka plastového nábytku [2].

Plasty se uplatňují ve výrobě nábytku ve dvou základních oblastech jako [2]:

- *základní konstrukční materiál* – v daném případě plasty tvoří některé konstrukční prvky, dílce, nebo celý výrobek,
- *pomocný konstrukční materiál* – do této skupiny patří různé druhy funkčního a ozdobného kování, zásuvky, vodící a krajové lišty.

S plastovým nábytkem se setkáváme ve třech základních prostředích [2]:

- *nábytek určený pro použití v exteriéru* – zahradní nábytek, nábytek pro balkony, terasy,
- *nábytek pro veřejná zařízení* – sedací nábytek, stoly, odkladné zařízení a skříňový nábytek používaný zejména v rychloobslužných restauračních zařízeních, sportovních a školních zařízeních,
- *nábytek určený do privátního interiéru* – zde se s plastovým nábytkem můžeme setkat ve všech základních nábytkových kategoriích (nábytek sedací, stolový, úložný).

## VYSOKOTLAKÝ LAMINÁT (HPL)

Vysokotlaký laminát je vysokotlaký, konstrukčně plošný materiál na odolné, dekoračně výrazné povrchy. Barvy jsou v široké škále od dřevodekorů a dekorů kamenů (obr. 24). Povrchy mohou být lesklé, matné i v mnoha dalších strukturách. Jedná se o materiál s jedním z nejlepších poměrů kvalita/cena pro výrobu nábytku a stavební realizace. [18]

### Vlastnosti a použití

Vysokotlaký laminát má vysokou oděruvzdornost, vysokou odolnost proti proražení, vysokou odolnost vůči teplotě (do 180 °C), vysokou odolnost proti průniku vody. Má garantovanou rozměrovou stálost a vysokou odolnost proti oxidaci povrchu. V interiéru se používá na kuchyňské desky, desky stolů, skříňový nábytek, na výrobu dvířek, jako obkladový materiál na obložení stěn, dělicí příčky, odolné kancelářské podlahy, montážní stoly v průmyslu, izolační a nosné desky pro elektroprůmysl. [18]



Obr. 24 Vysokotlaký laminát [19].

Mezi základní aplikační vlastnosti patří [2]:

- *mechanické vlastnosti* – projevují se při jejich mechanickém namáhání a jsou charakterizovány vlastnostmi: modul pružnosti v tahu a tlaku, modul pružnosti ve smyku, hranice pevnosti v tlaku, tahu, smyku a ohybu,
- *termické vlastnosti* – charakterizují chování plastů a jsou charakterizovány uvedenými vlastnostmi – tepelná vodivost, roztažnost a tepelná odolnost,
- *elektrické vlastnosti* – plasty svojí vnitřní strukturou patří mezi izolanty, tzn. patří mezi materiály s nízkou vodivostí,
- *optické vlastnosti plastů* – jsou dány propustností světla, spektrem zabarvením a indexem lomu,
- *chemické vlastnosti plastů* – jsou to především vlastnosti týkající se chemické odolnosti a odolnosti proti stárnutí.

### 1.3.2 Kovy

Kovové prvky nacházejí široké uplatnění v nábytkářské výrobě jak u nábytku určeného do interiéru, tak exteriéru. Proto bývají tyto materiály použity ve výrobě dřevěného a čalouněného nábytku, ale i nábytku vyrobeného z nedřevěných materiálů a ostatních přírodních materiálů. Kovové prvky se používají i k výrobě viditelných částí koster židlí a křesel, ale i k výrobě různých podnoží stolů a skříní. [2]

Kovové prvky mohou též ve výrobku plnit funkci spojovacího materiálu – vruty, hřebíky, sponky, šrouby. Dále se s nimi můžeme setkat ve formě ozdobných prvků jako jsou ozdobné lišty, úchytky, zámky, závěsy. [2]

Kovový nábytek podle materiálové kombinace dělíme do následujících skupin [2]:

- celokovový,
- kov – dřevo (obr. 25),
- kov – čalounění,
- kov – plast,
- kov – sklo,
- nebo vzájemná kombinace kovu, skla, plastů, dřeva a čalounění.



Obr. 25 Kombinace kovu a dřeva – psací stůl [2].

Slitiny na bázi železa ve formě plechů, trubek, profilů, odlitků se používají na [2]:

- *kovový nábytek* (podnože, trubkové konstrukce židlí a křesel, skříňový nábytek),
- *spojovací prvky* (vruty, hřebíky, sponky, spojovací kování atd.),
- *montážní kování* (závěsy, kování pro posuvné dveře, korpusy zásuvek a výsuvy, zámky a uzavírací systémy, kování pro rozkládací stoly a jiné),
- *doplňkový sortiment* (drátěný program, vybavení do kuchyní, ložnic a koupelen).

Základní aplikační vlastnosti kovů [2]:

- *chemické vlastnosti* – nejdůležitější chemická vlastnost kovů je koroze – při ní dochází k porušování celistvosti kovových předmětů,
- *fyzikální vlastnosti* – jsou takové vlastnosti, které se zabývají povahou, pevností a charakterem kovové vazby a podmiňují řadu fyzikálních vlastností (hustota, tepelné vlastnosti, délkové a objemové vlastnosti, elektrické vlastnosti atd.),
- *fyzikálně-mechanické vlastnosti* – se projevují působením vnějších sil na kov (pevností, tvrdostí, houževnatostí atd.),

- *mechanicko-technické vlastnosti* – se projevují souhrnem všech vlastností týkajících se namáháním materiálu na tah, tlak, krut, stříh, a ohyb. Tato jednotlivá namáhání obvykle nepůsobí samostatně, ale v různých kombinacích. Materiál je tedy vystaven složenému namáhání.

### 1.3.3 Sklo

Sklo patří k velmi významným materiálům s širokým uplatněním v průmyslu, stavebnictví, architektuře a umění. Významně se uplatňuje jako architektonický prvek, kdy hraje výraznou úlohu při výrobě nábytku, tvorbě interiérů a exteriérů. [2]

#### **Vlastnosti:**

Sklo se vyznačuje relativně velkou propustností světla v části viditelného spektra, tuhostí a tvrdostí při běžných teplotách, homogenitou, odolností vůči povětrnostním a chemickým vlivům, vysokou pevností v tlaku, relativně nízkou měrnou tepelnou a elektrickou vodivostí, vysokou nepropustností a odolností vůči vodě, vzduchu a jiným běžným látkám. [2]

Podle materiálové kombinace lze sklo v nábytku rozdělit do následujících skupin [2]:

- celoskleněný nábytek,
- sklo – kov (obr. 26),
- sklo – dřevo,
- sklo – kámen (mramor),
- sklo – plast.



Obr. 26 Kombinace skla a kovu – počítačový stůl [2].

## 2 VÝROBNÍ PROCES

Proces výroby nábytku se skládá z jednotlivých částí, které na sebe technologicky navazují. Označují se jako výrobní úseky [20]:

- *předzhotovující* – výroba polotovarů,
- *zhotovující* – zabývající se výrobou součástí a dílců,
- *dohotovující* – zahrnuje povrchovou úpravu a montáž výrobku.

### 2.1 Obráběcí procesy

Výroba nábytku je stále se rozvíjející a měnící se proces, při kterém jsou uplatňovány nové progresivnější poznatky o materiálech, o strojně technologickém zařízení pracujícím na bázi CNC ovládání a o podmínkách obrábění. Používání nových materiálů samostatně nebo v kombinaci s tradičními přináší nutnost zavádění nových technologií. Jsou kladeny vyšší nároky na technologickou přípravu výroby, na technicko-organizační uspořádání výrobního procesu, na obsluhu, ale i na řídicí pracovníky. [20]

#### 2.1.1 Ruční obrábění

První známky použití ručního nářadí přišel v době kamenné. Dále existují důkazy, že Římané vytvářeli a používali nástroje, kdy některé se používají dodnes. Speciální řemesla a ruční nástroje byly vyvinuty období po období, na zpracování dřeva a kovu. Řezbáři, truhláři a všichni používají různé druhy ručního nářadí. Během posledních 100 let došlo u nářadí a nástrojů k vývoji. [21]

### ŘEZÁNÍ

Řezání je jedním ze způsobů třískového oddělování materiálu. Nástroje pro řezání se nazývají pily. Pila se skládá z rukojeti a pilového listu. Zuby listu mají trojúhelníkový tvar a pracují jako řada klínů za sebou, které vnikají postupně do dřeva a vytvářejí pilový řez. Kvalita obrobené plochy závisí na velikosti a počtu zubů. Velké zuby řežou rychleji, ale řez je hrubý. Malé zuby řežou jemně a čistě [7; 22].

Podle způsobu upevnění pilového listu se ruční pily dělí na [7]:

- *Rámové* – jsou v truhlářství nejvíce používané pily (obr. 27),
  - *Rozsečky* – jsou delší než 700 mm. Mají poměrně velké, často přímé pilové zuby a slouží k hrubšímu dělení materiálu.
  - *Osazovačky* – mají délku 600–700 mm. Jsou vybavené pilovým listem s jemnějšími zuby než rozsečky. Využívají se pro přesné a čisté řezy,
  - *Vykružovačky* – používají se k řezání zakřivených tvarů. Pilový list má jemné zuby podobně jako osazovačka.



Obr. 27 Rámová pila [7].

- *Vsazené* – používají se tam, kde nelze použít rámové pily (obr. 28),
  - *Čepovky* – mají velmi jemné ozubení. Používají se k osazování čepů a výrobě ozubů.
  - *Ocasky* – mají přímé zuby a používají se k dělení velkých dílců. Pilový list má poměrně značnou tloušťku. Vyrábí se v délkách 300–800 mm.
  - *Děrovky* – slouží především k rozšíření otvorů uprostřed plochy dílců.
  - *Svlakovky* – řezou pouze při tažení k sobě a slouží k řezání svlakových drážek.
  - *Lupénkové pily* – jsou speciální pily, které slouží k vyřezávání drobných, často tvarově náročných částí ze dřeva, plastických hmot a kovů. Používají se při restaurování historického nábytku.
  - *Pilka na dýhu (dýhořezka)* – slouží k řezání dých.



Obr. 28 Vsazené pily [7].

Zleva shora: čepovka, ocaska, lupénková pila, svlakovka, děrovka, dýhořezka.

## VRTÁNÍ

Vrtání je jedním ze způsobů třískového oddělování materiálu. Je to velmi stará pracovní operace. Při vrtání je využit rotační pohyb, kterým za pomoci posuvného pohybu směrem do materiálu vrtákem odebíráme třísku a vytváříme tak v materiálu díry válcového či v některých případech kuželového průřezu. Vrtáním vznikají válcové díry určité hloubky a průřezu nebo díry průchozí. Jako ruční vrtací stroj se používá kolovrátek. [22]

Pro ruční vrtání se používají tyto nástroje (obr. 29) [5]:

- *Šídla* – slouží k obrýsování a k napíchnutí otvorů pro malé šrouby do dřeva.
- *Nebozez* – má šroubovitě stočené ostří a je vhodný pro tvrdé a měkké dřevo. Nebozezy se stopkou se používají pro hrubé vrtací práce.
- *Špulíř* – má šroubovitý hrot, předřezávač a lopatkové ostří. Umožňuje vrtat otvory o průměru od 15 mm do 40 mm.
- *Plochy vrták* – mají hrot bez šroubovice, dva předřezávače a ostří. Vrtáky se zhotovují jako univerzální a s vyměnitelnými vrtacími elementy. Používají se převážně k vrtání větších otvorů.
- *Šroubovitě vrtáky* – velmi se podobají vrtákům do železa, mají však kuželový vodící hrot a dva předřezávací hroty.
- *Hadovitý vrták* – má šroubovitý hrot, jeden nebo dva předřezávače, jedno nebo dvě lopatkovitá ostří. Používá se k vrtání do tvrdého a měkkého dřeva.
- *Forstnerův vrták* – je moderní typ vrtáku, určený k vrtání otvorů o větším průměru. Vzhledem ke svému průměru jsou převážně používané ve stojanových vrtačkách.

- *Záhlučník* – používají se k zahloubení otvorů pro zápusťné hlavy vrutů, k zahloubení otvorů pro zápusťné spojovací kolíky. Záhlučníky se upevňují do kolovrátku nebo do akumulátorových vrtaček.



Obr. 29 Nástroje pro ruční vrtání [7].

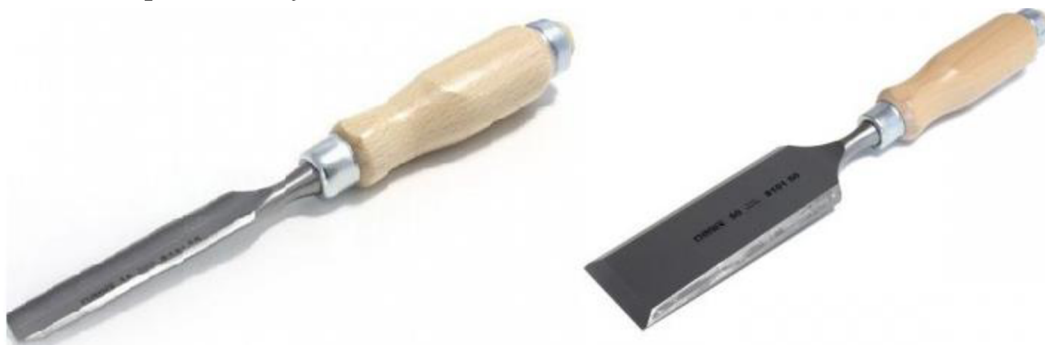
Zleva shora: kolovrátek, hadovitý vrták, truhlářské šídlo, nebozez.

## DLABÁNÍ

Pod pojmem dlabání se rozumí oddělování a vybírání jednotlivých, hrubých třísek ze dřeva a dřevěných materiálů. Při dlabání je nutné dbát na směr vláken, dřevo po vláknech je snadno štípatelné, napříč vláken se neštípe. [5]

K dlabání se využívají tyto nástroje (obr. 30) [7]:

- *Plochá dláta* – slouží především k vydlabávání ozubů, dlabů a drážek. Skládají se z fazety, čepele z nástrojové oceli, krku, korunky a rukojeti.
- *Dutá dláta* – slouží k dlabání oblých tvarů a zapouštění oblých částí kování.
- *Čepovací dláto* – slouží pouze k výrobě dlabů. Dláta jsou hodně namáhána, a proto je jejich tloušťka několikanásobně větší než u běžných dlát. Nejčastěji se využívají v tesařství.
- *Truhlářská palička* – vyrábí se většinou z bukového dřeva.



Obr. 30 Duté a ploché dláto [23].

## RAŠPLOVÁNÍ A PILOVÁNÍ

Rašple a pilníky jsou nástroje určené k oddělování třísek. Skládají se z tvrzeného těla rašple nebo pilníku a z netvrzené stopky. Stopka je zúžený nástavec, na který je nasazena násada. Rašple a pilníky se rozdělují podle délky, podle počtu a velikosti seků, podle průřezu a podle způsobu výroby zubů. Rašple se od pilníků podstatně liší ve způsobu výroby zubů a v jejich tvaru. [5]



## Pilníky

Pilníky jsou nástroje určené k opracování kovů, dřeva a plastů (obr. 31). Vyrábějí se ponejvíce strojně, ale existuje i ruční výroba. Na povrchu pilníku se nachází řady seků, které se zhotovují buď sekáním nebo frézováním. Rozeznáváme pilníky s jednoduchým a křížovým sekem. Pilníky se nepoužívají pro opracování rovných ploch. [7]



Obr. 31 Pilníky [7].

## Rašple

Rašple jsou nástroje podobné pilníkům, mají však hrubší sek a slouží výhradně k opracování dřeva, popřípadě plastických hmot (obr. 32). Seky jsou vyráběny strojně, ale nezřídka i ručně, hlavně u menších speciálních struháků. [7]



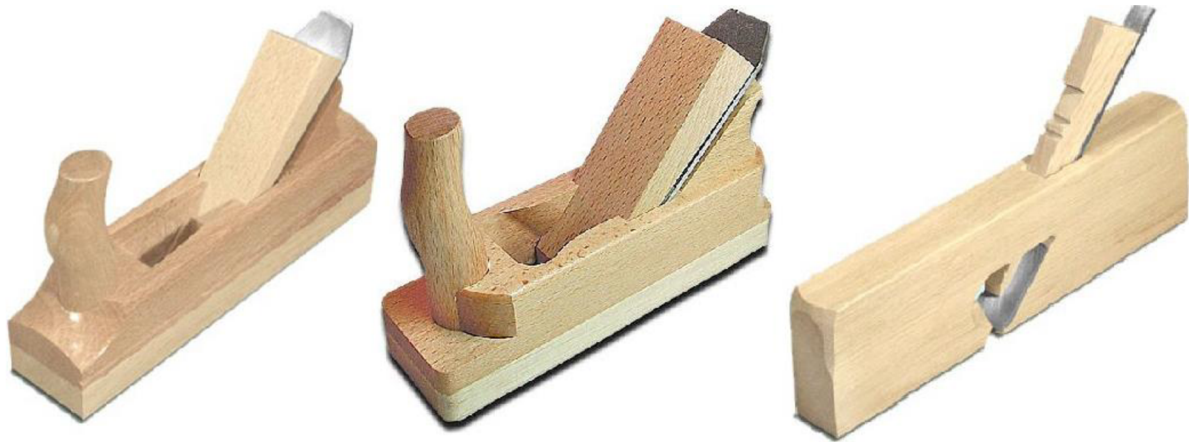
Obr. 32 Rašple [7].

## HOBLOVÁNÍ

Hoblování je proces, při kterém obrábíme dřevo do roviny ve směru vláken za použití ručních hoblíků. Při hoblování chceme dosáhnout rovného a hladkého povrchu. [7]

Nástroje se nazývají hoblíky a pro truhláře jsou nejdůležitější tyto (obr. 33) [5]:

- *Macek* – používá se k vytváření dřevěných ploch, drážek a rovných hran. je vhodný pro opracování dlouhých dílců.
- *Klopkař* – používá se místo macka u menších dílců.
- *Cídič* – používá se k začišťování masivního dřeva odýhovaných ploch i pro jemné práce.
- *Hladík* – používá se k hoblování hrubých, nerovných ploch a hran.
- *Římsovník* – slouží k vyhoblování a přehoblování drážek, profilů a profilových hran.



Obr. 33 Hladík, klopkař a římsovník [7].

## BROUŠENÍ

Broušení je dokončující operace při obrábění. Broušením rozumíme odebrání drobných částecek z povrchu materiálu po předchozím opracování. K broušení dřeva a dalších materiálů se používají brusné papíry, brusná plátna a další speciální brusné materiály, jako třeba pemza, brusné houbičky, brusné vlny (obr. 34). Podle druhu dělíme brusivo na přírodní a umělé. Pro broušení dřeva a plastů se používají hlavně přírodní brusiva z křemičitého písku nebo přírodního korundu a jako umělé brusivo se používá oxid hlinitý a karbid křemíku. [7; 22]



Obr. 34 Brusné materiály [7].

Zleva shora: brusné mřížky, brusná vlna, brusná houbička, brusný špalík.

### 2.1.2 Obrábění elektrickým náradím

Ručně-strojní náradí se využívá místo ručního náradí nebo klasických strojů. Má větší výkon než ruční náradí a pro svoji nízkou váhu a snadnou obsluhu se využívá především při dokončování výrobků a na montáž. [24]

Podle pohonu je dělíme na elektrické nebo pneumatické. Pro mobilitu a snadnou obsluhu je ručně-strojní náradí vybaveno akumulátory. [24]

## ŘEZÁNÍ

### Kotoučové pily

Ruční kotoučové pily slouží především ke zkracování prken, fošen a velkoplošných dílců na místech, kde není možné použít velký stroj (obr. 35). Řezání materiálu je prováděno pilovým kotoučem, který je pevně připojený na motor a je nad rovinnou řezu zakrytý. Na spodní straně je výkyvný kryt, který se odsouvá při najetí na obrobek a po ukončení se vrací. Pila se pokládá na vodící sáně, které se dají naklánět do různých úhlů a výšek. Při řezání vodorovných řezů se využívá pomocné pravítko. [24]



Obr. 35 Kotoučová pila [24].

### Vyřezávací kotoučové pily

Používají se pro vyřezávání, tzn. pro řezání výřezů uvnitř obrobku. Pilový list lze po uvolnění zablokování spustit proti obrobku, přičemž hloubka řezu je pevně nastavena. [5]

### Přímočaré pily – kmitavé

Přímočaré pily se používají pro přímé a zakřivené řezy masivního dřeva, dřevěných materiálů, plastů a neželezných kovů (obr. 336). Otáčivý pohyb motoru je převáděn na přímočarý pohyb pilového listu nahoru a dolů. Pilový list je vychylován částečně vpřed i vzad a zabezpečuje se tak lehčí řezání v silnějších materiálech. Při řezání se pila opírá o podložku pomocí saní. Přímočaré pily se používají pro vyřezávání vnitřních otvorů pro dřezy kuchyňských desek apod. Při práci s pilou je nutné pilu pevně svírat a tlačít na saně, aby nedošlo k poskakování pily a poškození materiálu [5; 24].



Obr. 36 Přímočará pila [24].

## VRTÁNÍ

S ručními vrtačkami se vytvářejí montážní otvory hlavně do masivního dřeva, dřevěných materiálů, plastů a kovů. Ruční vrtačky mohou měnit směr otáček, mají regulaci otáček, a to buď mechanickou převodovkou, nebo pomocí elektroniky. Pracovní nástroj se upíná do sklíčidla nebo do rychloupínače. Používané nástroje jsou uvedeny v kapitole 2.1.1. V dnešní době jsou nejvíce rozšířené akumulátorové ruční vrtačky, které mají mnoho funkcí jako vrtání, šroubování nebo vrtání s příklepem (obr. 37) [5; 24].



Obr. 37 Akumulátorová ruční vrtačka [24].

## HOBLOVÁNÍ

Hoblíky se používají především pro rovné plochy nebo hrany masivního dřeva. Ruční hoblíky se používají převážně k přesnému lícování dílců (obr. 38). Při obrábění se materiál odebrává pomocí nožů na nožové hřídeli, podobně jako u srovnávacích frézek. Nože se se nebrousí, ale vyměňují. Vzniká velké množství třísek, které je nutné odsávat [5; 24].



Obr. 38 Ruční elektrický hoblík [24].

## BROUŠENÍ

S ručními bruskami se brousí masivní dřevo, dřevěné materiály, plasty a kovy. Rozlišujeme ruční pásové brusky, vibrační brusky, brusky s rotačním kotoučem a univerzální brusky. [5]

### Pásové brusky

S ruční pásovou bruskou se brousí větší plochy s větším úběrem materiálu (obr. 39). Přes dva napínací válce je veden brusný pás o různé zrnitosti. Pohon je zajištěn elektromotorem, vznikající prach se odvádí hadicí do vysavače nebo do sáčku. Při práci s bruskou je vyžadována určitá zručnost. Není snadné stroj udržet na povrchu bez občasného poskočení, při němž dochází ke vzniku nerovností na obráběném povrchu. [24]



Obr. 39 Ruční pásová bruska [24].

### Vibrační brusky

S vibračními bruskami se provádí jemné broušení dřeva broušení laků (obr. 40). Bruska neumožňuje velké odběry materiálu. Hnací motor je s brusným stolem spojen excentrickou spojkou. Tak vzniká brusný pohyb, při kterém se spojuje přímočarý a rotační pohyb [5; 24].



Obr. 40 Ruční vibrační bruska [24].

### Brusky s rotačním kotoučem

Brusky s rotačním kotoučem se také nazývají excentrické brusky (obr. 41). Hnací motor je spojen s brusným kotoučem, na který je připevněn brusný papír. Rotační pohyb kotouče je spojen s excentrickým pohybem. Tak lze dosáhnout vysoké jakosti povrchu při dobrém otěru. U excentrických brusek je nutnost odvádět vznikající prach. [24]



Obr. 41 Excentrická bruska [24].

## Univerzální brusky

Univerzální brusky využívají excentrický pohyb a mohou být vybavené brusnou ploškou, škrabkou a pilkou. Slouží k provádění drobnějších prací. Někdy se nazývají delta brusky. [24]

## FRÉZOVÁNÍ

S ručními frézami se provádějí následující práce [5]:

- frézování žlábků, svlaků a drážek,
- frézování profilů na rovných, vypouklých nebo vydutých obrobcích,
- zadlabání kování,
- zarovnávací frézování náklížků, krycích a hranových dých,
- kopírovací frézování za pomoci šablony.

Ruční frézy jsou vyráběny v mnoha provedeních. Rozlišujeme univerzální ruční horní frézy, frézy pro obrábění hran a lamelové drážkovací frézy. Profesionální ruční frézy se vyrábějí s různými výkony motorů a lze u nich regulovat otáčky. Dále mohou být na spodní straně stroje umístěny libovolně nastavitelné dorazy a pravítka, takže lze obrábět rovné obrobky rovnoběžně s hranami. [5]

### Nástroje

Nástroje se do frézy upevní stopkou. K tomuto účelu je k dispozici množství různě tvarovaných fréz, většinou s břity ze slinutých karbidů. Pro obrábění zakřivených obrobků mohou být použity nástroje, na kterých je buď upevněn kopírovací kroužek nebo čep (obr. 42). Třísky jsou odsávány pomocí vhodného zachycovacího zařízení rovnou na místě vzniku. [5]



Obr. 42 Nástroje pro ruční frézku [24].

### Lamelové drážkovací frézy

Od standartních frézek jsou lamelové frézy konstrukčně odlišné. Jsou určeny k výrobě lamelových spojů a spojů na vložné pero (obr. 43). [24]



Obr. 43 Lamelová drážkovací fréza [24].

### 2.1.3 Strojní obrábění

Stroje a zařízení nahrazují ruční opracování dřeva. Jsou rychlejší, přesnější a opracují stejným způsobem více materiálu než člověk ručně. [24]

## ŘEZÁNÍ PILAMI

Řeže se hlavně masivní materiál, konstrukční materiály a polotovary. Řezání masivu ve směru dřevních vláken a řezání konstrukčních materiálů se nazývá podélné, řezání napříč dřevních vláken se nazývá příčné. [24]

Podle použitého nástroje lze pily rozdělit na [24]:

- *pily rámové* – nástrojem jsou pilové listy,
- *pily pásové* – nástrojem jsou pilové listy,
- *pily kotoučové* – nástrojem jsou pilové kotouče,
- *pily řetězové* – nástrojem jsou pilové řetězy.

V nábytkářském průmyslu se nejvíce pracuje s pilami pásovými a kotoučovými.

### Pásové pily

Pásová pila (obr. 44) řeže dřevo jedním nekonečně dlouhým pilovým listem, který obíhá okolo dvou kotoučů vertikálním nebo horizontálním směrem. Při řezání se dřevěný materiál ručně posouvá proti běžícímu pilovému listu. [25]

Pohyb pilového listu vzniklý otáčením kotoučů je jednosměrný a rovnoměrný. Vzhledem k tomu je tloušťka pilin rovnoměrná, za předpokladu, že i posuv je rovnoměrný. Řezné rychlosti se doporučují v rozmezí 2–25 m.s<sup>-1</sup>, posuv na zub v rozmezí 0,02–0,10 mm podle druhu dřeva a řezné výšky. [25]



Obr. 44 Pásová pila [24].

### Nástroje pásových pil

Pilový pás je z nelegované nástrojové oceli. Délka, průměr, šířka a tloušťka se řídí příslušným průměrem pásovců pásové pily. Podle druhu požadovaného řezání se používají na pásové pile různé pilové pásy s rozdílnými rozměry a tvary zubů. [5]

## Kotoučové pily

Kotoučové pily můžeme dále dělit na [24]:

- *Zkracovací* – jsou určeny pro příčné řezání dřeva. Materiál je uložen na stole stroje nebo válečkovém dopravníku a do řezu se pohybuje nástroj.
- *Rozřezávací (rozmitací)* – používají se k podélnému řezání řeziva na přířezy. Materiál se posouvá do řezu pomocí podávacího pásu nebo válečků.
- *Univerzální* – lze je použít pro řezání podélné, pod úhlem, pro drážkování, polodrážkování a čepování. Materiál se do řezu vede ručně.
- *Formátovací* – podle konstrukce dělíme na vertikální a horizontální (obr. 45). Hlavní kotouč se otáčí proti směru posuvu materiálu do řezu, předřezový kotouč se naopak otáčí ve směru posuvového materiálu.



Obr. 45 Horizontální formátovací kotoučová pila [24].

### Nástroje kotoučových pil

Jednodílné ocelové pilové kotouče jsou vylisovány z jednoho kusu oceli a opatřeny požadovaným ozubením. Pájené pilové kotouče mají na kovový kotouč připájeny destičky ze slinutých karbidů nebo polykrystalického diamantu. Vysoká výkonnost destiček z SK může být však využita pouze tehdy, je-li pro konkrétní řezání zvolen správný kotouč. [5]

## ŘEZÁNÍ LASEREM

Laser je optický zdroj vysoce monochromatického svazku zářivé energie, kterou je možno soustředit na velmi malou plochu, a tak dosáhnout vysokých hustot energie. Při dopadu svazku se materiál zahřeje na teplotu dostatečnou k tomu, aby se odpařil nebo narušil do té míry, že ho lze z místa řezu odstranit. Ukázka laserového řezání je zobrazena na obr. 46. [26]

Využívá se omezeně při výrobě průmyslových intarzií, dělení a vyřezávání dých a dalších tenkých materiálů. Hlavní překážkou využití je velmi malý posuv, který se pohybuje v rozmezí  $0,3\text{--}1,5\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ . [25]

Vlastnosti řezání laserem [26]:

- na příčný řez je potřeba více energie než na podélný,
- kvalita řezu u překližek a dřevovláknitých materiálů je velmi dobrá, u rostlého dřeva je srovnatelná s frézovaným povrchem,
- se zvyšujícím se posuvem se drsnost podstatně snižuje,
- dochází k zabarvení plochy řezu,
- nemá podstatný vliv na změnu vlastností dřeva.





Obr. 46 Ukázka řezání laserem [26].

## ŘEZÁNÍ VODNÍM PAPRSKEM

Řezání vodním paprskem patří mezi nejmodernější, nejšetrnější a nejuniverzálnější technologické procesy řezání za studena při obrábění nejrůznějších materiálů. Princip řezání vodním paprskem spočívá v mechanickém odebrání materiálu, jako reakce na dopad úzkého proudu vody s vysokou dopadovou rychlostí a vysokou měrnou kinetickou energií. [26]

Vlastnosti řezání vodním paprskem [26]:

- dochází ke zvlhčení obrobku,
- není vhodné pro přímé řezy dřeva velkých výšek (nad 30 mm),
- u rostlého dřeva není tak výkonný jako konvenční metody,
- nejlépe se řeže v podélném směru vláken,
- hustota dřeva ovlivňuje hloubku řezu.

## VRTÁNÍ

Vrtání je operace, při které v obrobku vznikají otvory kruhového nebo oválného průřezu pomocí různých druhů vrtáků. Základní směry vrtání používané v nábytkářském průmyslu jsou rovnoběžně s dřevními vlákny, napříč dřevními vlákny a vrtání do skosené dřevní plochy. Stroje se nazývají vrtačky a mohou být jednovřetenové nebo vícevřetenové [24; 25].

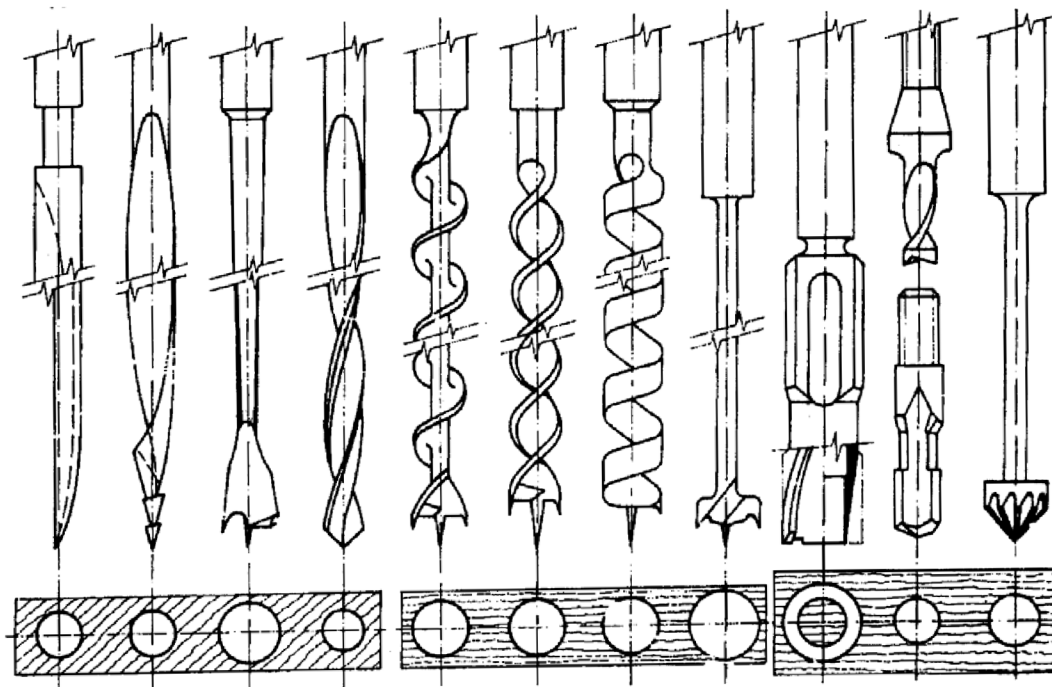
Ve výrobě nábytku se operace vrtání vyskytuje [24; 25]:

- při vyspravování nedovolených vad dřeva (vyvrtávání vadných a nedovolených suků),
- při vrtání otvorů pro spojovací kolíky, kování, vruty a šrouby.

Při nezměněných otáčkách a stejném posuvu opisují jednotlivé body břitu šroubovici o stejném stoupání, ale o různém úhlu stoupání. [25]

### Nástroje pro vrtání

Nejběžnějšími jsou vrtáky šroubovitě, které jsou univerzální, dále hadovitě vrtáky jedno nebo dvouchodé (pro dobrý odvod třísky) (obr. 47). Pro vrtání v podélném směru vláken se používají jednoduché lžícovité vrtáky. [24]



Obr. 47 Nástroje pro vrtání [24].

Zleva: vrták lžicovitý, lžicovitě závitový, středový, šroubovitý, hadovitý, spirálový, svitkový, sukovník, zátkovník, kolíkovací, záhlubník.

## DLABÁNÍ

Dlabáním vytváříme otvory – dlab. Používají se pro spoj na čep a dlab. Některé dlabané otvory jsou určeny pro osazení kování. [24]

Dlaby mohou mít různý tvar [24]:

- zaoblené oky a rovné dno – jsou vyrobeny dlabacími vrtáky.
- rovné boky a zaoblené dno – jsou vyrobeny dlabacím řetězem,
- rovni boky, úzký dlab, mírně zaoblené dno – jsou vyrobeny dlabací pilkou,
- rovné boky, rovné dno, čtvercový průřez – vyrobené dutým dlátem s vrtákem.

Při výrobě nábytku se nejčastěji používají vrtací dlabáčky. Dlab se vymezí krajními otvory a pak se postupně odvrtávají další vrstvy dřeva, na konci se začistí vodorovným pohybem v dlabu. Tento způsob je vhodný pro tvrdé dřevo. [24]

### Nástroje pro dlabání

Nejčastěji používaný nástroj je dlabací vrták (obr. 48). Skládá se z válcové upínací stopky a místo spirály po obvodu vrtáku má pouze dvě přímé drážky pro odvod třísek. Při vrtání hlubších dlabů je nutné vrtat hloubku postupně a vyjíždět s vrtákem úplně z otvoru, aby byl zabezpečen odvod třísek. [24]



Obr. 48 Dlabací vrták [24].

## SOUSTRUŽENÍ

Soustružení je třískové obrábění, při kterém se odebráním třísky kolem obvodu vytváří kruhový průřez. Takto vyrobené dílce se využívají pro výrobu sedacího nábytku, schodišťového zábradlí, bytových doplňků apod. Podle konstrukce dělíme soustruhy na čelní a hrotové. Pro soustružení nejlépe hodí buk, javor, dub, ořešák a ovocné dřeviny. [24]

### Nástroje pro soustružení

Nástrojem jsou soustružnická dláta (struhy) (obr. 49) pro ruční vedení nástroje a soustružnické nože pro strojní. Při ručním soustružení používáme hrubovací struhy, hladící struhy, upichovací a tvarové struhy. [24]



Obr. 49 Soustružnická dláta – struhy [24].

## FRÉZOVÁNÍ

Frézování patří do skupiny třískového obrábění dřeva, sloužící například k vytváření drážek, polodrážek nebo profilů do dřeva. To, co lze nyní jednou frézku vyrobít jednoduchým postupem, na to bylo nutné dříve velmi pracně používat hoblíky s různými profilovými noži. [24]

Při frézování nožovou hlavou se posunuje obráběcí nástroj nebo obráběný dílec do řezu, přičemž břity nožů opisují cykloidní trajektorie a z obráběného materiálu postupně odebírají třísky. [25]

Rozdělení frézování [24]:

- *Rovinné frézování* – zahrnuje srovnávání a tloušťkování. Nástroje těchto strojů jsou nožové hřídele osazené většinou čtyřmi noži.
  - *Srovnávací frézka* – je to stroj, který má dva stoly výškově nastavitelné. Tloušťka odebírané třísky se nastavuje výškou předního stolu. Frézka je určena ke srovnávání levé plochy a boku do pravého úhlu.
  - *Tloušťkovací frézka* – vytváří přesnou tloušťku materiálů z masivu. Frézka má nožovou hřídel s čtyřmi noži umístěnou nad výškově nastavitelným stolem.
- *Tvarové frézování* – používá se při výrobě konstrukčních spojů, tvarových bočních ploch dílců apod.
  - *Spodní svislá frézka* – používá se především k tvarování bočních plochy dílců, popřípadě k čepování. Při frézování můžeme pracovat podle pravítka, podle vodícího kroužku (ložiska) a podle šablony.
  - *Horní svislá frézka* – používá se méně často. V malých provozech ji nahradily ruční frézky nebo obráběcí centra, případně CNC frézky. Používá se při obrábění bočních ploch dílců, tvarování do plochy, výrobu drážek, polodrážek a ozubů.

## Nástroje pro frézování

Nástroje frézek se nazývají frézy. Rozdělení podle konstrukce [24]:

- *Celistvé kotoučové frézy (kružce)* – těleso nástroje a břit jsou z jednoho materiálu. Podle použití máme kružce úhlové, zaoblovací, drážkovací a profilové.
- *Frézy se vsazenými zuby* – těleso nástroje je tvořeno rychlořeznou ocelí a vložené břity jsou obvykle tvořeny slinutými karbidy. V současné době jsou to jedny z nejobvyklejších nástrojů.
- *Složené frézy* – jsou zhotovené z několika rozebíratelných částí s výměnnými břity. Výhodou složených nástrojů je flexibilita a hospodárnost. Opatřené břity se mohou dokupovat.
- *Sady fréz (frézovací soupravy)* – využívají se pro náročnější operace, například výrobu tvarových profilů pro okna. Jsou složeny z několika nástrojů, které frézují daný profil najednou.
- *Stopkové frézy* – mohou být celistvé nebo s vyměnitelnými břity.

## BROUŠENÍ

Broušením odstraňujeme rozměrové a tvarové odchylky obrobku (tloušťková egalizace konstrukčních materiálů) a zvyšujeme kvalitu obrobku (broušení před povrchovou úpravou). Pro broušení se používají brusky kotoučové, pásové, válcové a speciální [24; 25].

### Kotoučové brusky

Vyrábí se jedno nebo dvoukotoučové. Používají se na broušení masivu, menších čelních ploch a oblých tvarů. Při broušení se musí s dílcem pohybovat po pracovním stole, aby nedošlo k místnímu opotřebení brusného kotouče a spálení dílce. Brusky nejsou vhodné k broušení rovných čelních ploch, protože jsou na nich vidět stopy po brusných zrnech. [24]

### Pásové brusky

Jedná se o největší skupinu brusek. Rozděluje je na [24]:

- *Úzkopásové brusky* – šířka brusného pásu je do 300 mm. Používá se pro broušení plochých dílců. Zejména u dýhovaných dílců se musí brousit opatrně, s rovnoměrným přitlakem, aby nedošlo k probroušení dýhy.
- *Širokopásové brusky* – používají se pro egalizační broušení i k jemnému broušení. Dělí se na spodní, horní a oboustranné. Spodní brusky jsou určeny pro hrubé broušení. Horní brusky se používají pro jemnější práci.
- *Hranové brusky* – jsou určeny pro broušení hran a boků dílů a desek, které pokládáme na pracovní stůl. Velikost úběru při broušení se řídí velikostí přitlačné síly, kterou vyvíjí pracovník obsluhující stroj.

### Speciální brusky

Pro broušení tvarových dílců se používají rotující lamelové válce (Quick Wood systém). Bubnová bruska je určena pro broušení drobných předmětů. [24]

## Nástroje pro broušení

Nástrojem brusek je brousící zrno. Používá se brusivo volné (brusné prášky), v mazivu (brusné a leštící pasty a vosky) a na podkladu (brusné pásy, kartáče, PUR pěny). Zrna jsou nejčastěji z karbidu křemíku nebo korundu, vyrobena synteticky. Velikost zrn souvisí s číslem zrnění, které je na brusných pásách uvedeno. Pro ruční broušení se používá hodnota zrnění 80–120, kolem 180 se začíná brousit nátěrová hmota, nejjemnější broušení má hodnotu 400–600. [24]

## 2.2 Povrchové úpravy

Povrchová úprava plní v zásadě dvě funkce, a to ochrannou funkci a funkci výtvarně estetickou.

### 2.2.1 Funkce výtvarně estetická

Účelem je zvýšit účinnost makroskopických vlastností dřeva, tj. barvy, struktury a textury dřeva. Dále přispívá výrazným způsobem k uspokojování psychických potřeb a požadavků uživatelů nábytku. [25]

Zároveň vytváří předpoklady pro plnění ekonomické funkce povrchové úpravy, kterou je [25]:

- ochrana a uchování hodnoty vyrobeného nábytku,
- možnost zušlechtění méně kvalitních druhů masivního dřeva, dýh a ostatních materiálů,
- zvýšení odbytu nábytku využitím účinku barvy a celkového působení povrchové úpravy nábytku na uživatele.

Operace směřující ke zvýšení výtvarně estetických vlastností [25]:

- *Bělení dřeva* – dřevo se bělí peroxidem vodíku a dalšími chemickými materiály (hydroxidem amonným, vodním sklem, kyselinou šťavelovou).
- *Lazurování* – používají se transparentní látky, do nichž se přidává nepatrné množství bílých pigmentových barviv. Lazurování nahrazuje bělení a moření, avšak nedosahuje kvalitativně srovnatelného účinku s klasickými způsoby bělení.
- *Moření dřeva* – je zušlechťovací proces směřující ke zvýraznění krásy textury dřeva a k dosažení požadovaného barevného účinku dřeva. Moření probíhá mořením, máčením a navalováním.
- *Barvení dřeva* – spočívá v nanášení barviv na povrch dřeva, aniž dochází k chemické reakci s dřevní substancí.
- *Zvláštní úpravy dřeva* – patří sem amoniakování, opalování, pískování, kartáčování, ražení a patinování.

### 2.2.2 Funkce ochranná

Účelem ochranné funkce povrchové úpravy je uchovat užité vlastnosti výrobku v procesu užívání. Na poškození konečného výrobku mají vliv zejména [25]:

- mechanické oděry,
- chemické činitele (voda, chemikálie),
- vlhkost,
- působení světla a tepla.

V současné době se v průmyslové výrobě nábytku používají dva základní způsoby povrchové úpravy, které se od sebe výrazně liší použitými materiály a technologiemi [25]:

- *mokrý způsob* – provádí se nátěrovými hmotami,
- *suchý způsob* – používají se fólie s různým stupněm dokončení povrchu a lamináty.

#### Mokrý způsob

U mokrého způsobu rozlišujeme dvě základní stádia [25]:

- vytváření nátěrového filmu,
- úprava (zušlechťování) nátěrového filmu.

## Používané materiály

Druhy nátěrových hmot [25]:

- polyuretanové hmoty (PUR),
- polyesterové (UP),
- kyselinou tvrdnoucí (KT),
- syntetické (ST),
- vodou ředitelné (V).

Materiály pro zušlechťování [25]:

- brusné pasty,
- brusné vosky,
- leštící pasty,
- leštící vosky.

**Způsoby nanášení nátěrových hmot [25]:**

- *Stříkání* – patří mezi nejrozšířenější techniky nanášení. Při tomto způsobu nanášení se nátěrové hmoty rozprašují tlakem ze stříkacího zařízení ve formě drobných kapiček. Tlak uděluje kapičkám laku rychlost a směr k povrchu předmětu.
- *Polévání* – patří k nejpoužívanějším způsobům nanášení v průmyslové výrobě nábytku. Nátěrová hmota protéká v podobě clony úzkou štěrbinou v polévací hlavě a dopadá na povrch dílců plynule unášených pásovými dopravníky pod clonou.
- *Navalování* – tento způsob se používá především při nanášení laků, barev a tmelů pro ultrafialové vytvrzování na plošné nábytkové dílce.
- *Máčení* – tento způsob je vhodný pro povrchovou úpravu drobných výrobků, dílců a součástí. Rychlost ponořování a vynořování máčených předmětů závisí na tvaru výrobku, konzistenci a použití nátěrové hmoty.
- *Elektrostatické nanášení* – je založeno na fyzikálním jevu, který spočívá ve vzájemném přitahování nesouhlasných elektrických nábojů.

## Suchý způsob

Do této skupiny zahrnujeme takové technologie, které umožňují dosažení povrchové úpravy jinými materiály než tekutými nátěrovými hmotami. Patří sem [25]:

- laminace (vysokotlaká a nízkotlaká),
- dekorační fólie (reaktoplastické a termoplastické),
- dekorační lamináty (pro plošné lisování, dodatečně tvarovatelné),
- pásy a plastové profily k olepování bočních ploch,
- tapety.

## Technologie laminace

Podkladové materiály (DTD, MDF, HDF) se opatří oboustranně soubory papírů, impregnovaných vhodnými typy pryskyřic. Podkladové papíry jsou impregnovány močovinoformaldehydovými pryskyřicemi. Vrchní dekorační papíry se impregnují melaminovou pryskyřicí. [25]

Druhy laminace [25]:

- *Vysokotlaká laminace* – probíhá při teplotách 135–150 °C a tlaku 1,8–2,0 MPa. Při laminaci dochází k dokonalému rozlevu pryskyřice na povrchu desky a vytvoří se dokonalý, hladký a uzavřený povrch.
- *Nízkotlaká laminace* – probíhá při tlacích 1,0–1,5 MPa. Nízkotlaká laminace vyžaduje použití speciálně modifikovaných melaminových pryskyřic a katalyzátorů. Povrch laminované desky vykazuje nižší hodnoty kvality.

**Lepení dekoračních povrchově upravených fólií na rovinné plochy [25]:**

- *Reaktoplastické fólie na rovinné plochy* – nejčastěji se používají fólie polyesterové a fólie na bázi močovinoformaldehydu. Při lepení v lisech jsou fólie vystaveny delší dobu působení vysoké teploty, která se pohybuje v rozmezí 100–120 °C. Lisovací tlak je 0,4–0,6 MPa.
- *Termoplastické fólie na rovinné plochy* – vyrábějí se v různých druzích, převážně na bázi PVC, PS, ABS a PE. Nejčastěji se používají PVC fólie bez podložky.

**Lepení dekoračních laminátů na rovinné plochy [25]:**

Dekorační lamináty jsou vyráběny ze syntetických pryskyřic na bázi močovinoformaldehydové, melaminové, polyesterové a fenolové v tloušťkách 0,8–0,9 nebo 1,3 mm (Umacart). Vyrábějí se v podobě desek nebo jako svinovatelné v rolích.

Vysokotlaké lamináty (Umacart) se lepí za tepla. Při lepení za tepla se používají močovinoformaldehydová lepidla. Teplota lisování je do 80 °C.

**Technologie navalování (kašírování) [25]:**

Navalování je metoda povrchové úpravy materiálů, dílců a výrobků na bázi dřeva nebo jiných vhodných materiálů. V praxi znamená kašírování pokrývání konstrukčních materiálů různými typy fólií a laminátů. Navalování fólie probíhá pod tlakem a za horka s použitím vyhřívaných lisovacích válců nebo za studena.

**2.3 Montáž nábytku**

Cílem montáže je vytvořit z jednotlivých součástí a dílců finální výrobek, který je schopen plnit své funkční a výtvarné poslání. Montáží nábytku se uzavírá celý výrobní proces. V průmyslové výrobě je montáž nábytku velmi náročný výrobní úsek jak po stránce organizace výroby, tak i po stránce vybavení technickým zařízením, které je ve většině případů jednocelové a atypické. Při montáži nábytku se využívá elektrické nářadí, které je uvedeno v kapitole 2.1.2. [20]

**2.3.1 Druhy montáže nábytku**

Podle uspořádání a organizace se montáž člení na dva základní způsoby [20]:

- *Stacionární montáž* – je charakterizována soustředěním všech operací na jednom místě. Výrobek se nemusí přesouvat z jednoho pracoviště na druhé. Tento druh montáže se používá v kusové výrobě. Použité stroje a zařízení jsou univerzální.
- *Proudová montáž* – je charakterizována specializací a dělbou montážních operací. Výrobek se v průběhu montáže přesouvá k jednotlivým specializovaným pracovištím. Proudová montáž se dále dělí na:
  - *řadovou montáž* – výrobek je montován několika pracovníky postupně a je předáván z jednoho pracoviště na druhé ve směru pracovního postupu,
  - *pásovou montáž* – výrobek je přesouván na poháněném dopravníku mezi jednotlivými pracovišti plynule nebo v taktu.

**Členění výrobního úseku montáže**

Výrobní úsek montáže se člení na tyto dílčí úseky a pracoviště [20]:

- *mezisklad dílců* – obsahuje konstrukčně opracované a povrchově dokončené dílce,
- *předmontáž dílců* – pracoviště, kde se na dílce připevňují součástky (kování, spojovací materiál) nebo další dílce a to šroubováním, přibíjením a lepením,

- *montáž korpusů* – spojují se korpusové dílce do sestavy, která tvoří nosnou konstrukci skříňového nábytku, korpus tvoří půda, boky, dno, mezistěna svíslá, vodorovná a záda,
- *konečná montáž* – připevňují se pohyblivé dílce na korpus (osazení a seřízení dveří, zásuvek, výsuvných polic apod.),
- *kompletace elementů* – zahrnuje vkládání ostatních volných dílců nebo součástek do korpusu, jsou to dílce, které se na korpus nepřipevňují (skla, police, sáček s kováním),
- *čištění, kontrola a opravy* – po kompletaci elementů se čistí vnitřní a venkovní plochy a probíhá vizuální kontrola výrobku,
- *balení nábytku* – v průběhu montáže se někdy na jednotlivé části připevňují různé ochranné a fixační prvky, které tvoří součást obalu,
- *kompletace souprav (sestav)* – provádí se na konci montážní linky, kdy se jednotlivé elementy soupravy ukládají na skladovou paletu.

### 2.3.2 Spojovací prostředky

## KOVOVÉ SPOJOVACÍ PROSTŘEDKY

### Hřebíky

Hřebíky jsou spojovací prostředky, které v nábytkářství slouží jako spoje pomocné, např. pro připevnění zad skříně nebo k zajištění drobných lišt okolo výplně skříní. Hřebíky lze zatlučet ručně, ale existují i pneumatické nastřelovače hřebíků. [7]

### Sponky

Sponky jsou spojovací prostředky, které nahrazují hřebíky. Podle tvaru je dělíme na úzké, normální a široké sponky. Jsou nastřelované mechanickými, elektrickými nebo pneumatickými sponkovačkami. [7]

### Vruty

Vruty jsou spojovací prostředky, které slouží ke spojování dřevěných dílců, aglomerovaných materiálů a upevnování kování. Otvory nad 3 mm se předvrtávají do tří čtvrtin délky vrutu a vrtákem o průměru dřívku vrutu. Malé vruty se předvrtávají truhlářským šídlem. [7]

### Šrouby

- *Spojování na šroub a váleček* (obr. 50) – využívá se nejen k spojování skříňového nábytku, ale například i zahradního sedacího nábytku. Skládá se z dlouhého šroubu a válečku opatřeného závitem. Jedná se o velmi pevné spojení. [7]
- *Excentrické skříňové spojky* – skládají se z excentrického pouzdra, spojovacího čepu a zdičky. [7]



Obr. 50 Spojení na šroub a váleček [7].



## DŘEVĚNÉ SPOJOVACÍ PROSTŘEDKY

### Kolíky

Kolíky jsou bukové spojovací prostředky, které se zajišťují lepením. Vyrábí se jako tyče o různém průměru a délce. Kolíky se používají jako rohový a středový spoj u konstrukčních desek. Výhodou kolíkového spoje je poměrně snadná výroba a dobrá pevnost spoje. [7]

### Pera

Pera jsou vložena nebo vlepena do drážek dvou dílců. Užívají se pro výrobu rohových a středových spojů konstrukčních desek. [7]

### Tvarová pera (lamely)

Tvarové pera jsou v současnosti velmi využívaný druh pera (obr. 51). Pera jsou zhotovená z masivního dřeva, dřevovláknitých desek, plastů a překližek. Použitím pera se plocha spoje zvětší a spoj je pevnější. Používají se pro krabicové spoje, středové spoje a spoje na pokos. [7]



Obr. 51 Lamely různých velikostí [27].

## PLASTOVÉ SPOJOVACÍ PROSTŘEDKY

### Spojovací úhelníky

Jsou nejjednodušší spojovací prvky, dříve se zhotovovaly z plechu, nyní se zhotovují z plastů a spojovací vruty jsou zakryté krytkou. [7]

### Lichoběžníkové spojky

Lichoběžníkové spojky se vtačují do připraveného otvoru. Spojka se používá k připevnění stolových desek k lubům, spojení dna s bokem atd. [7]

## LEPIDLA

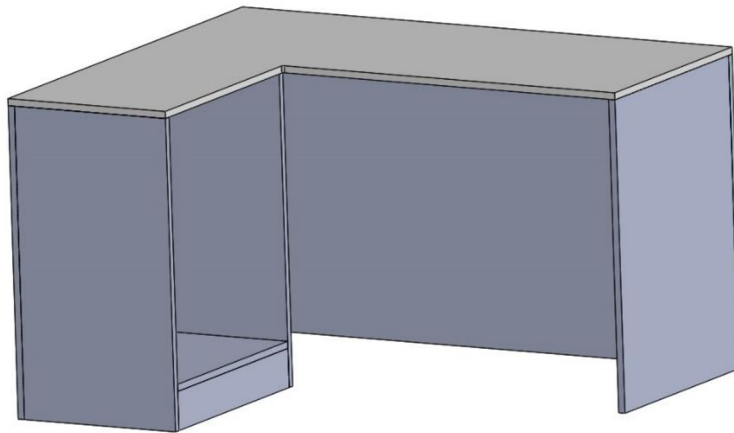
Lepidlo může být jako samostatný spojovací prostředek – lepený spoj na tupo. Častěji doplňuje spojovací součásti – např. čep a rozpor, čep a dlab, ozuby nebo vložené spojovací prostředky – kolíky, pera a lamely. [7]

K lepení konstrukčních spojů se používají montážní lepidla, nejrozšířenější je disperzní PVAc – polyvinylacetátové, případně močovinoformaldehydové – UF a klasické glutinové lepidlo. Montážní lepidla se nanáší pomocí štětce, nádobkou s aplikátorem nebo stříkací pistolí. Lepené spoje se stahují ve stahovacích prostředcích. Tlak musí působit tak dlouho, až lepidlo dostatečně vytvrdne a po uvolnění přípravku se nepoškodí. [7]

### 3 VÝROBA VZOROVÉHO VÝROBKU

Výroba vzorového výrobku probíhala ve firmě MistryMont s.r.o. Tato firma se primárně zabývá realizací expozic na výstavách, kongresech a veletrzích po celé Evropě. Firma zajišťuje kompletní realizaci expozic, což zahrnuje prvotní návrh designu expozice, schválení stánku s pořadatelem výstavy, výrobu, montáž, servis a demontáž stánku. Dále se firma zabývá výrobou interiérů, jako jsou kuchyňské sestavy, skříňový a stolový nábytek atd. Firma disponuje stolařskou, zámečnickou a grafickou dílnou.

Jako vzorový výrobek byl vybrán rohový stůl (obr. 52), který bude použit primárně pro potřeby výstavních expozic jako součást nábytkového vybavení stánku. Jde o základní konstrukci, která bude dále modifikována v závislosti na požadavcích klientů, tzn. výrobek může být dodatečně vybaven dvířky a policí pro uskladnění zboží a jiných věcí, dále může být použit jako součást do kuchyňského zázemí stánku atd. Výrobek bude zhotoven z bílé oboustranně laminované polotvrdé dřevovláknité desky, která patří do skupiny materiálů na bázi dřeva. Díky tomu, že je deska oboustranně laminovaná může být součástí při montáži zrcadlena. Výkres výrobku je v Příloze 6.



Obr. 52 Vzorový výrobek.

#### 3.1 Strojové a nástrojové vybavení

Firma disponuje dvěma formátovacími pilami, spodní frézku na dřevo, vícevřetenovou vrtačkou, CNC frézku, olepovačkou hran a ručním elektrickým nářadím uvedeným v kapitole 2.1.2. V následujících podkapitolách budou stroje, které byly při výrobě použity stručně popsány.

##### 3.1.1 Formátovací pila Robland Z3200

Stroj je určený pro přesné řezání plošného materiálu i masivu (obr. 53). Kromě přímého řezání lze řezat materiál i pod úhlem. Zvedání a naklápění pilového agregátu je mechanické pomocí trapézových šroubovic, naklápění agregátu má na čelní straně stroje přesný ukazatel se stupnicí 0° až 45°. [28]

Na hlavním pilovém hřídeli lze pomocí přesazení klínového řemenu na jinou drážku nastavit troje otáčky. Pily jsou vybaveny předřezovým agregátem s vlastní motorem. Hlavní podélné pravítko lze vysouvat až na 2,7 m a je určeno pouze pro pravouhlé řezy. Příčné pravítko se skládá z litinového suportu s mikroseřizemím a hliníkového profilu. Technické parametry stroje jsou uvedeny v Příloze 2. [28]



Obr. 53 Formátovací pila Robland Z 3200.

### 3.1.2 CNC frézka Cybertronic

CNC frézka s pracovní plochou 2 100 x 3 000 mm a dmychadlem je navržena na frézování měkkých materiálů (dřevo, materiály na bázi dřeva, plasty, hliník, polystyrén, pěny) (obr. 54). Rychlost frézování určuje typ použitého vřetena a použitý frézovací nástroj. Stroj je plně v ložiskách, osazený přesným lineárním vedením a speciálně navrženém převodovém ústrojí, pro eliminaci vůlí v ozubení. Posuv jednotky je zajištěný přes pevně usazený hřeben. [29]

Jako podklad je použita MDF deska, která je fixovaná tmely a šrouby na hlavní ocelovou konstrukci s komorami pro vytvoření přísavací síly. Vzniklý podtlak prochází skrze MDF desku. Jako další podklad se používá MDF deska nebo podkladová guma. Frézka je programována pomocí programu SHEETCAM 2,5D. Technické parametry stroje jsou uvedeny v Příloze 3. [29]



Obr. 54 CNC frézka. [30]

### 3.1.3 Olepovací stroj Brandt KDF 440

Olepování bočních ploch dílců lze zařadit mezi nejnáročnější operace nejen z hlediska technologie a techniky, ale i z hlediska obsluhy. Velké rychlosti posuvu, vysoké teploty lepidla a složitost jednotlivých funkčních agregátů i celého zařízení vyžadují dodržování všech technologických podmínek materiálů. Rychlost podávání hrany a posuvu dopravníku je až  $11 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ . Na stroji lze olepovat dílce o tloušťce 8–60 mm. Použitý olepovací stroj je zobrazen na obr. 55. [25]



Obr. 55 Olepovací stroj Brandt KDF 440.

## 3.2 Návrh výrobního procesu

Na stolařskou dílnu budou dopraveny polotovary ve formě velkoplošného formátu o rozměru  $2\,800 \times 2\,070 \times 18 \text{ mm}$ . Výrobek se skládá z jednoduchých dílců a z jednoho tvarového dílce (deska stolu). Tuto desku nelze vyrábět na formátovacích pilách, protože by došlo k podřezání dílce, proto je nutné tento dílec obrábět na CNC frézce. Nářezový plán dílce 1G (desky stolu) se nachází v Příloze 5. Jednodušší dílce (1A–1F) budou vyráběny na formátovací pile. Je důležité, aby daná formátovací pila obsahovala kromě hlavního řezného kotouče taky předřezávací řezný kotouč, který eliminuje vylamování laminované vrstvy. Nářezový plán jednoduchých dílců (1A–1F) se nachází v Příloze 4.

Pohledové hrany jednotlivých dílců budou olepeny na olepovacím stroji ABS hranou bílé barvy, tloušťky 1 mm. V případě desky stolu, kdy daný olepovací stroj neumožňuje olepování vnitřních hran bude nutné použít jinou technologii. V tomto případě bude použit stolařský kontaktní sprej na bázi polychloroprénu, který se nanese na čelní plochu součásti, dále na plochu hrany a ručním přitlačením dojde k olepení.

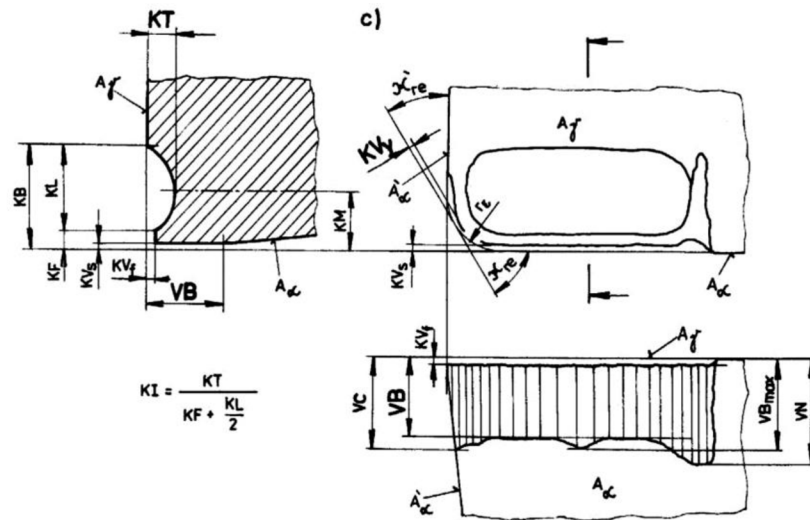
Spojení jednotlivých dílců bude zajištěno pomocí dřevěných lamel. Montážní drážky pro lamely budou vyráběny pomocí ruční lamelové frézky. Po vytvoření montážních drážek bude provedena suchá montáž, tzn. spojení dílců pomocí lamel, ale bez použití lepidla. Tato forma montáže slouží ke kontrole správnosti polohy montážních drážek jednotlivých dílců vůči sobě.

### 3.3 Odladění výrobního procesu

V rámci odladění výrobního procesu bude experimentálně stanovena závislost trvanlivosti nástroje na řezné rychlosti (Taylorův vztah) při frézování na CNC frézce.

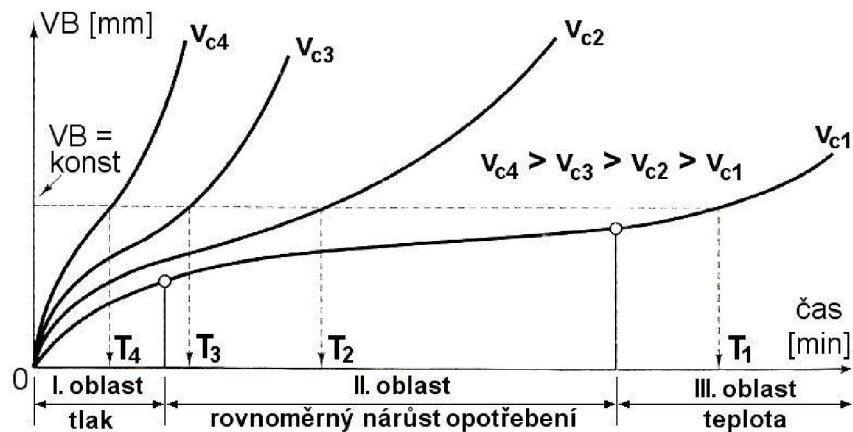
#### 3.3.1 Opotřebení nástrojů

Opotřebení nástroje se obvykle projevuje ztrátou materiálu nástroje na čele, hřbetě nebo v radiálním směru. Tato opotřebení lze hodnotit přímou nebo nepřímou metodou. Formy opotřebení nástroje jsou na obr. 56. [31]



Obr. 56 Formy opotřebení nástroje [32].

Nejjednodušší metodou je analýza pomocí rozboru křivek opotřebení (obr. 57), pomocí které je možné zpravidla najít u hřbetního opotřebení pásmo záběru, pásmo normálního opotřebení a pásmo zrychleného opotřebení. Tyto křivky opotřebení se pak využívají pro stanovení dílčích účinků kvality bříty, řezných podmínek, řezného prostředí atd. na trvanlivost bříty. [31]



Obr. 57 Časový rozvoj velikosti hřbetního opotřebení v závislosti na řezné rychlosti [32].

### TRVANLIVOST ŘEZNÉHO NÁSTROJE

Trvanlivost lze definovat jako součet všech čistých časů řezání, od začátku obrábění, až po opotřebení bříty nástroje na předem stanovenou hodnotu vybraného kritéria. Trvanlivost nástroje, podobně jako opotřebení nástroje, závisí zejména na metodě obrábění, řezných podmínkách, vlastnostech obráběného a nástrojového materiálu. [32]

### 3.3.2 Experiment

#### OBRÁBĚNÝ MATERIÁL

Obráběna byla bílá oboustranně laminovaná polotvrdá dřevovláknitá deska, která má objemovou hmotností v rozmezí 600–900 kg.m<sup>-3</sup>. Rozměry polotovaru byly 2 800 x 2 070 x 18 mm. Charakteristika a použití materiálu jsou uvedeny v kapitole 1.2.2. Ostatní materiálové vlastnosti jsou uvedeny v Příloze 1.

#### OBRÁBĚCÍ NÁSTROJ

Pro obrábění materiálu byla použita stopková drážkovací fréza 16 x 28,3 x 12 z2 s řezným průměrem 16 mm (obr. 58). Vyměnitelné břitové destičky vyrobené ze slinutého karbidu K10, s rozměry 28,3 x 12 x 1,5 mm byly použity v obráběcím nástroji. Nástrojové úhly destičky: úhel hřbetu  $\alpha = 35^\circ$ , úhel čela  $\gamma = 10^\circ$ .



Obr. 58 Drážkovací fréza s VBD [33].

Vyměnitelné břitové destičky byly upnuty do nástroje pomocí šroubů M3,5 x 3,5 TX 15 s půlkulatou hlavou. Každá vyměnitelná břitová destička má 2 ostří a pro daný experiment byly použity 4 destičky. Aby nedocházelo k záměně ostří destiček při opakovaném měření opotřebení, byly jednotlivé destičky označeny písmeny a čísly (obr. 59). Pro zjednodušení a přehlednost v dalších částech experimentu byly vytvořeny nástroje T1–T4, ve kterých jsou upnuty konkrétní destičky a jejich ostří. Tyto nástroje jsou uvedeny v tabulce 8.



Obr. 59 Vyměnitelné břitové destičky ze slinutého karbidu.

Tab. 8 Nástroje pro experiment.

Nástroj	VBD 1	VBD 2
T1	B1 a	B2 a
T2	B1 b	B2 b
T3	B3 a	B4 a
T4	B3 b	B4 b

#### OBRÁBĚCÍ STROJ

Experiment byl proveden na tříosé CNC frézce. Popis stroje je v kapitole 3.1.2. Technické parametry stroje jsou uvedeny v Příloze 3. Nástroj byl do stroje upnut pomocí kleštiny.

**METODIKA EXPERIMENTU***Řezné podmínky*

Obráběcí proces probíhal při konstantní šířce záběru hlavního ostří  $a_p = 9,5$  mm, posuvu na zub  $f_z = 0,05$  mm a při různých otáčkách, které byly v rozmezí 9 000–18 000  $\text{min}^{-1}$ . Pro experiment byly zvoleny 4 hodnoty otáček nástrojů, pro které bylo nutné dopočítat hodnoty řezné a posuvové rychlosti podle vztahu (3.1) a (3.2). Řezné podmínky pro nástroje T1–T4 jsou uvedeny v tab. 9.

Řezná rychlost se vypočítá podle vztahu [31]:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1\,000}, \quad (3.1)$$

kde:  $v_c$  - řezná rychlost [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ],  
 $D$  - průměr nástroje [mm],  
 $n$  - otáčky nástroje [ $\text{min}^{-1}$ ].

Posuvová rychlost se vypočítá podle vztahu [31]:

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n, \quad (3.2)$$

kde:  $v_f$  - posuvová rychlost [ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ],  
 $f_z$  - posuv na zub [mm],  
 $z$  - počet zubů [-],  
 $n$  - otáčky nástroje [ $\text{min}^{-1}$ ].

Tab. 9 Řezné podmínky nástrojů T1–T4.

Nástroj		T1	T2	T3	T4
Průměr nástroje D	mm	16	16	16	16
Posuv na zub $f_z$	mm	0,05	0,05	0,05	0,05
Počet zubů $z$	-	2	2	2	2
Šířka záběru ostří $a_p$	mm	9,5	9,5	9,5	9,5
Otáčky $n$	$\text{min}^{-1}$	9 000	13 000	16 000	18 000
Posuvová rychlost $v_f$	$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$	900	1 300	1 600	1 800
Řezná rychlost $v_c$	$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	453	654	805	905
Dráha nástroje $L$	mm	2 700	2 700	2 700	2 700
Strojní čas $t_{AS}$	min	3,00	2,08	1,69	1,50

*Opotřebení nástroje*

Opotřebení nástroje je nejvíce ovlivňováno řeznou rychlostí, dále šířkou záběru ostří a posuvem. Změnou otáček nástrojů se měnily řezné rychlosti, hodnoty posuvu a šířky záběru ostří zůstaly konstantní. Jako forma opotřebení ostří nástroje byla vybrána KVy (radiální opotřebení). Kritérium opotřebení bylo stanovena na KVy = 0,005 mm.

Pro vyhodnocení naměřených dat bylo nutné spočítat strojní čas podle vztahu [31]:

$$t = \frac{L}{v_f}, \quad (3.3)$$

kde:  $t$  - čas obrábění [min],  
 $L$  - dráha nástroje [mm],  
 $v_f$  - posuvová rychlost [ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ].

*Měřicí zařízení*

Pro měření opotřebení ostří nástroje byl použit analogový passametr Somet s přesností 0,001 mm (obr. 60). Měřidlo má měřící rozsah  $\pm 0,025$  mm.



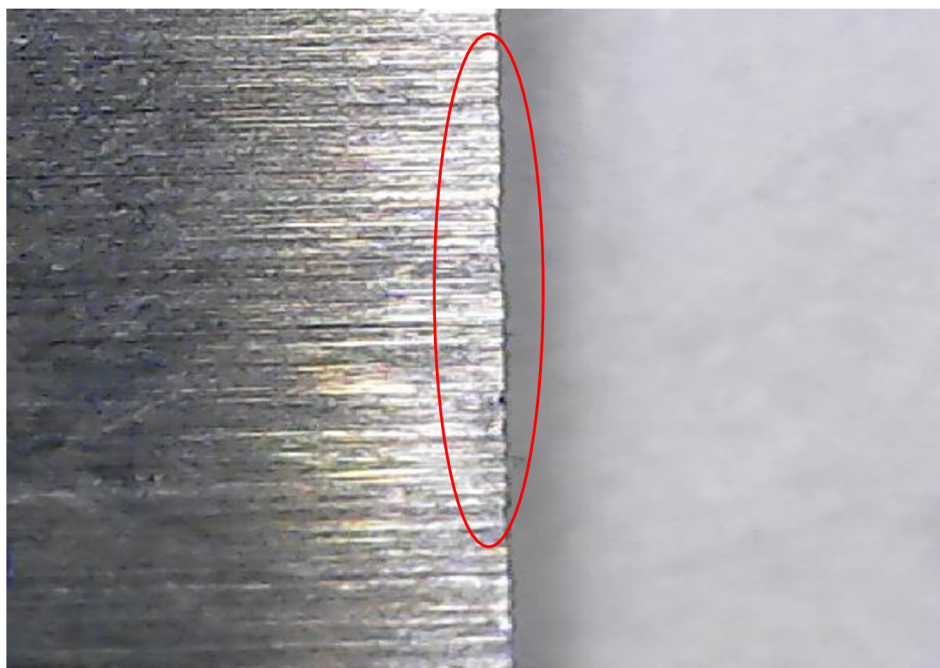
Obr. 60 Analogový passamter Somet.

*Zpracování naměřených dat*

Pro vyhodnocení naměřených dat byl použit program MS Excel 2016.

**VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ**

V daných časových intervalech bylo změřeno opotřebení KVy. Naměřené hodnoty opotřebení nástrojů T1–T4 jsou uvedeny v tab. 10–13. Z naměřených hodnot opotřebení v jednotlivých časových úsecích byly spočítány jejich průměrné hodnoty. Výsledné časové rozvoje velikosti radiálního opotřebení  $KVy = f(t)$  byly vytvořeny z hodnot, které se nachází v pásmu normálního opotřebení a jsou v tab. 10–13 zvýrazněny. Tyto časové rozvoje velikosti radiálního opotřebení jsou zobrazeny na obr. 62–65. Výsledné radiální opotřebení ostří nástroje je na obr. 61.

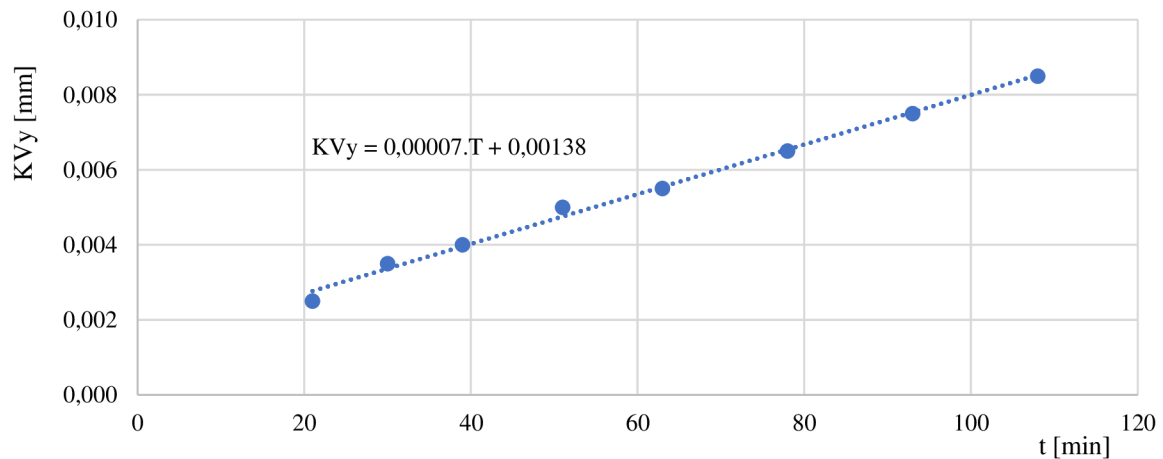


Obr. 61 Výsledné opotřebení nástroje (červeně označeno).



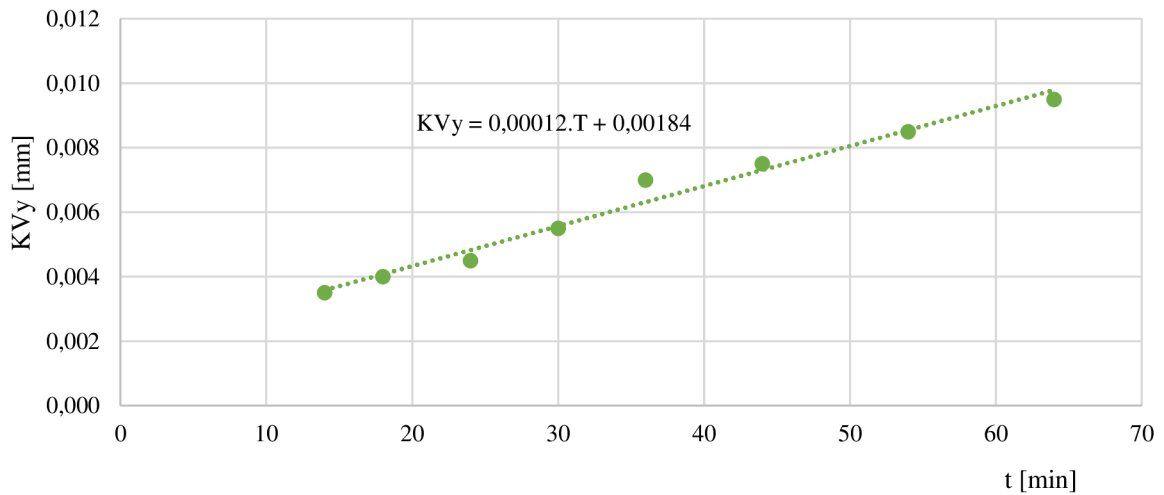
Tab. 10 Naměřené hodnoty opotřebení nástroje T1.

Měření číslo	Čas t [min]	Dráha nástroje L [mm]	Opotřebení B1a [mm]	Opotřebení B2a [mm]	Průměr [mm]
1	0,00	0	0,000	0,000	0,0000
2	3,00	2 700	0,000	0,001	0,0005
3	6,00	2 700	0,001	0,001	0,0010
4	9,00	2 700	0,001	0,002	0,0015
5	15,00	5 400	0,002	0,002	0,0020
6	21,00	5 400	0,002	0,003	0,0025
7	30,00	8 100	0,003	0,004	0,0035
8	39,00	8 100	0,004	0,004	0,0040
9	51,00	10 800	0,005	0,005	0,0050
10	63,00	10 800	0,006	0,005	0,0055
11	78,00	13 500	0,007	0,006	0,0065
12	93,00	13 500	0,008	0,007	0,0080
13	108,00	13 500	0,009	0,008	0,0085


 Obr. 62 Časový rozvoj velikosti opotřebení ostří nástroje T1,  $v_c = 453 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ .

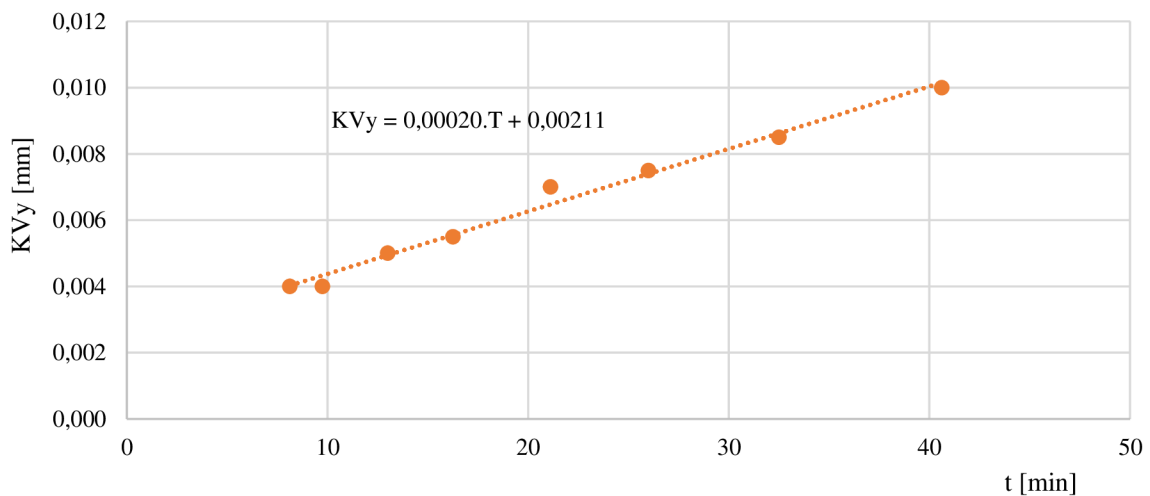
Tab. 11 Naměřené hodnoty opotřebení nástroje T2.

Měření číslo	Čas t [min]	Dráha nástroje L [mm]	Opotřebení B1b [mm]	Opotřebení B2b [mm]	Průměr [mm]
1	0,0	0	0,000	0,000	0,0000
2	2,08	2 700	0,001	0,001	0,0010
3	4,15	2 700	0,001	0,002	0,0015
4	6,23	2 700	0,001	0,002	0,0015
5	10,38	5 200	0,002	0,003	0,0025
6	14,54	5 200	0,003	0,004	0,0035
7	18,69	5 200	0,004	0,004	0,0040
8	24,92	7 800	0,004	0,005	0,0045
9	31,15	7 800	0,005	0,006	0,0055
10	37,38	7 800	0,007	0,007	0,0070
11	45,69	10 400	0,008	0,007	0,0075
12	56,08	13 000	0,008	0,009	0,0085
13	66,46	13 000	0,009	0,010	0,0095


 Obr. 63 Časový rozvoj velikosti opotřebení ostří nástroje T2,  $v_c = 654 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ .

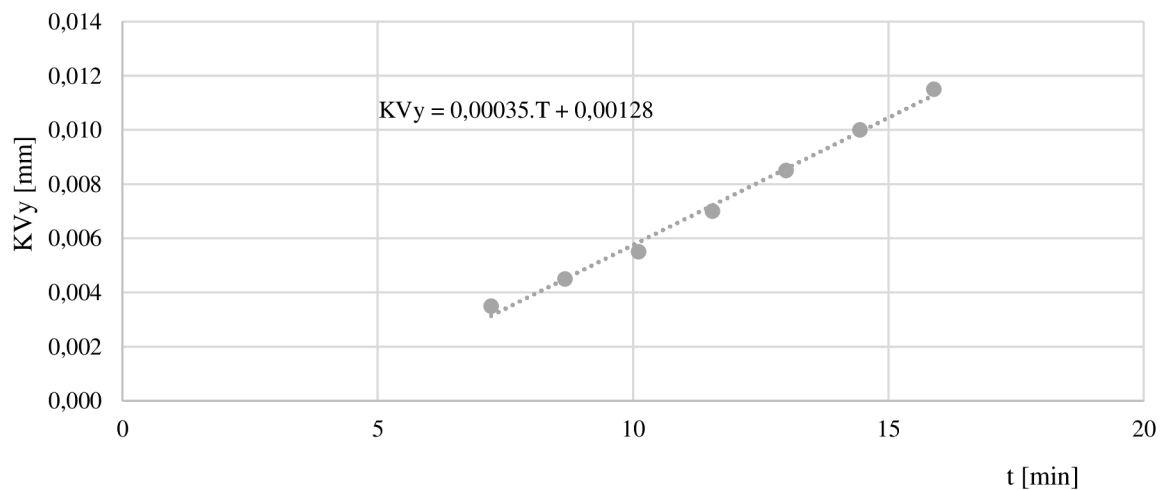
Tab. 12 Naměřené hodnoty opotřebení nástroje T3.

Měření číslo	Čas t [min]	Dráha nástroje L [mm]	Opotřebení B3a [mm]	Opotřebení B4a [mm]	Průměr [mm]
1	0,00	0	0,000	0,000	0,0000
2	1,69	2 700	0,002	0,001	0,0015
3	3,38	2 700	0,002	0,002	0,0020
4	5,06	2 700	0,003	0,002	0,0025
5	6,75	2 700	0,003	0,003	0,0030
6	8,44	2 700	0,004	0,004	0,0040
7	10,13	2 700	0,004	0,004	0,0040
8	13,50	5 200	0,005	0,005	0,0050
9	16,88	5 200	0,005	0,006	0,0055
10	21,94	7 800	0,007	0,007	0,0070
11	27,00	7 800	0,008	0,007	0,0075
12	33,75	10 400	0,009	0,008	0,0085


 Obr. 64 Časový rozvoj velikosti opotřebení ostří nástroje T3,  $v_c = 805 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Tab. 13 Naměřené hodnoty opotřebení nástroje T4.

Měření číslo	Čas t [min]	Dráha nástroje L [mm]	Opotřebení B3b [mm]	Opotřebení B4b [mm]	Průměr [mm]
1	0,00	0	0,000	0,000	0,0000
2	1,50	2 700	0,001	0,002	0,0005
3	3,00	2 700	0,002	0,002	0,0010
4	4,50	2 700	0,002	0,003	0,0015
5	6,00	2 700	0,003	0,003	0,0020
6	7,50	2 700	0,003	0,004	0,0025
7	9,00	2 700	0,004	0,005	0,0035
8	12,00	5 400	0,005	0,006	0,0040
9	15,00	5 400	0,007	0,007	0,0050
10	19,50	7 800	0,009	0,008	0,0055
11	24,00	7 800	0,010	0,010	0,0065
12	30,00	10 400	0,012	0,011	0,0080


 Obr. 65 Časový rozvoj velikosti opotřebení ostří nástroje T4,  $v_c = 905 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Výsledný vztah mezi trvanlivostí nástroje a řeznou rychlostí je popsán Taylorovým vztahem [31]:

První vyjádření:

$$T \cdot v_c^m = C_T, \quad (3.4)$$

kde:  $T$  - trvanlivost [min],  
 $v_c$  - řezná rychlost [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ],  
 $m$  - exponent [-].  
 $C_T$  - konstanta [-]

Druhé vyjádření:

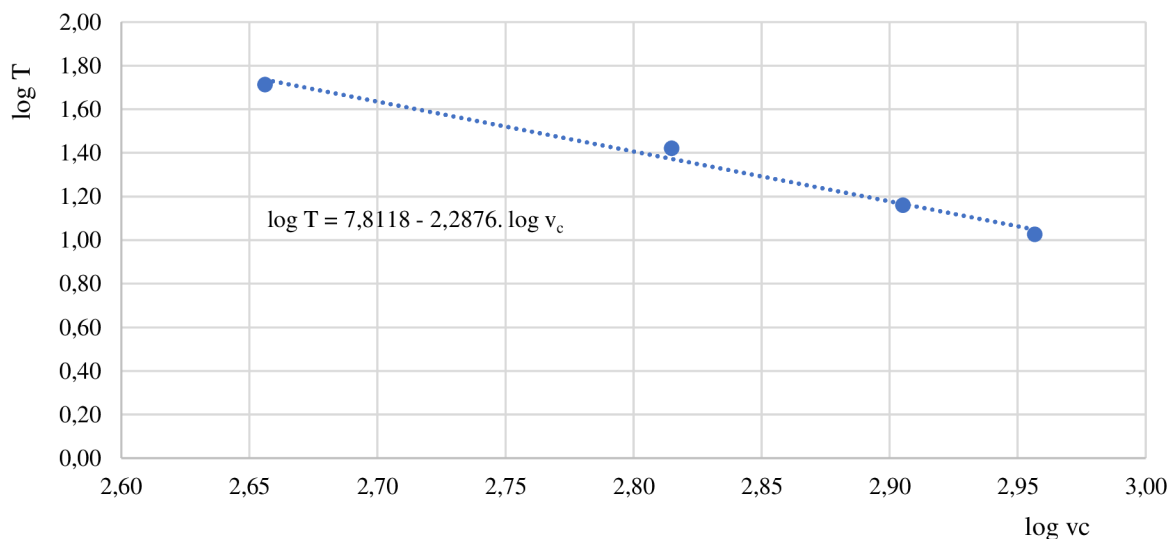
$$v_c \cdot T^{\frac{1}{m}} = C_V, \quad (3.5)$$

kde:  $T$  - trvanlivost [min],  
 $v_c$  - řezná rychlost [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ],  
 $m$  - exponent [-].  
 $C_V$  - konstanta [-]

Pomocí rovnic z časových rozvoju velikosti opotřebení nástrojů T<sub>1</sub>–T<sub>4</sub> ve tvaru  $KV_y = a \cdot T + b$  a zvoleného kritéria opotřebení  $KV_y = 0,005$  mm byly dopočítány hodnoty trvanlivosti T<sub>1</sub>–T<sub>4</sub> pro řezné rychlosti  $v_{c1}$ – $v_{c4}$ . Tyto vypočítané hodnoty jsou uvedeny v tab. 14. Následně byly hodnoty trvanlivosti T<sub>1</sub>–T<sub>4</sub> a řezné rychlosti  $v_{c1}$ – $v_{c4}$  zlogaritmovány. Z těchto hodnot byl sestrojen logaritmický průběh trvanlivosti nástroje na řezné rychlosti. Tento průběh je znázorněn na obr. 66. Pro řešení průběhu byla použita statistická metoda lineární regrese.

Tab. 14 Hodnoty řezné rychlosti a k nim odpovídající trvanlivost nástrojů T<sub>1</sub>–T<sub>4</sub> pro  $KV_y = 0,005$  mm.

$v_{c1} = 453 \text{ m.min}^{-1}$	$v_{c2} = 653 \text{ m.min}^{-1}$	$v_{c3} = 804 \text{ m.min}^{-1}$	$v_{c4} = 905 \text{ m.min}^{-1}$
$KV_y = 0,00007 \cdot T + 0,00138$	$KV_y = 0,00012 \cdot T + 0,00184$	$KV_y = 0,00020 \cdot T + 0,00211$	$KV_y = 0,00035 \cdot T + 0,00128$
T <sub>1</sub> = 51,71 min	T <sub>2</sub> = 26,33 min	T <sub>3</sub> = 14,45 min	T <sub>4</sub> = 10,63 min
log $v_{c1} = 2,656$	log $v_{c2} = 2,815$	log $v_{c3} = 2,905$	log $v_{c4} = 2,957$
log T <sub>1</sub> = 1,714	log T <sub>2</sub> = 1,421	log T <sub>3</sub> = 1,160	log T <sub>4</sub> = 1,027



Obr. 66 Logaritmický závislost trvanlivosti nástroje na řezné rychlosti.

Pro stanovení konečného Taylorova vztahu bylo nutné dopočítat hodnoty konstant  $C_V$  a  $C_T$  pomocí vztahu z obr. 66:

$$\log T = 7,8118 - 2,2876 \cdot \log v_c \quad (3.6)$$

Dosazením za  $v_c = 1 \text{ m.min}^{-1}$  do vztahu (3.6) dostaneme hodnotu konstanty  $C_T$ :

$$\log T = 7,8118 - 2,2876 \cdot \log 1 \Rightarrow T = 10^{7,8118} = 648,34 \cdot 10^5 = C_T$$

Dosazením za  $T = 1$  min do vztahu (3.6) dostaneme hodnotu konstanty  $C_V$ :

$$\log 1 = 7,8118 - 2,2876 \cdot \log v_c \Rightarrow v_c = 10^{\frac{7,8118}{2,2876}} = 2\,599,23 = C_V$$

Finální Taylorův vztah je ve tvaru:

- První vyjádření:  $T \cdot v_c^{2,2876} = 648,34 \cdot 10^5$
- Druhé vyjádření:  $v_c \cdot T^{\frac{1}{2,2876}} = 2\,599,23$

Řezné podmínky pro obrábění dílce 1G (deska stolu) na CNC frézce jsou uvedeny v tab.15.

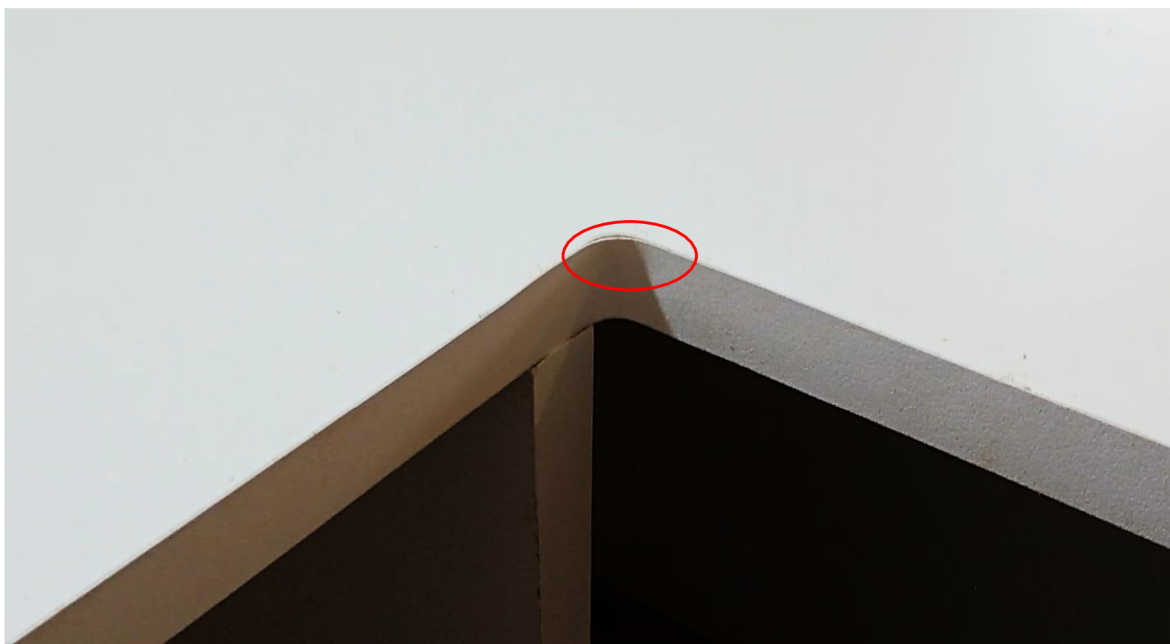
Tab. 15 Řezné podmínky obrábění dílce 1G.

Průměr nástroje D	mm	16
Posuv na zub $f_z$	mm	0,05
Počet zubů z	-	2
Šířka záběru ostří $a_p$	mm	9,5
Otáčky n	$\text{min}^{-1}$	10 146
Posuvová rychlost $v_f$	$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$	1 014
Řezná rychlost $v_c$	$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	510
Dráha nástroje L	mm	41 600
Čas obrábění t	min	41,00
Trvanlivost nástroje T	min	41,49

Dráha nástroje 41 600 mm odpovídá obrábění 4ks dílce 1G na CNC stroji (viz. Příloha 5). Hodnota řezné rychlosti byla zvolena tak, aby čas obrábění byl menší než trvanlivost nástroje, tzn. výměna VBD proběhne po skončení celého obráběcího cyklu.

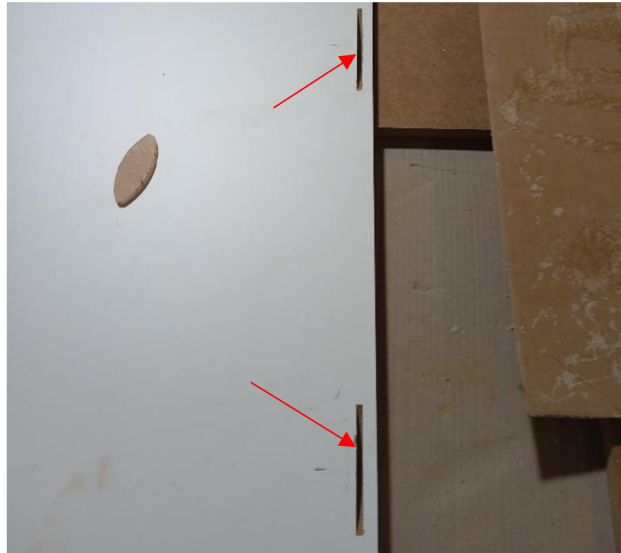
### 3.4 Povrchová úprava a montáž

Po nařezání jednotlivých dílců byla provedena povrchová úprava pohledových hran na stroji Brandt KDF 440. Byla použita bílá ABS hrana tloušťky 1 mm. Rychlost podávání hrany a dopravníku byla  $8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Při olepování je na hranu nejprve nanášena rovnoměrná vrstva lepícího agregátu, dále dopravena a přitlačena hrana pomocí válečků, v poslední fázi dochází k odstranění přebytečné hrany. Jelikož stroj neumožňuje olepování vnitřních hran, bylo potřeba zvolit jinou technologii pro olepení dílce 1G z vnitřní strany. Hrana byla nalepena pomocí kontaktního truhlářského spreje na bázi polychloroprénu. Sprej byl nanášen na pohledovou hranu dílce a na plochu hrany. Poté byla hrana ručně přitlačena, čímž došlo ke spojení. Při olepování dílce došlo k nedokonalému přilehnutí hrany a vzniku spáry. Tato nedokonalost je zobrazena na obr. 67.



Obr. 67 Vada vzniklá při olepování dílce (červeně označena).

Spojení dílců bylo provedeno pomocí dřevěných lamel o rozměrech 53 x 19 x 4 mm. Doporučená hloubka pro dané lamely je 10 mm. Montážní drážky pro lamely byly vytvořeny pomocí lamelové drážkovací frézy. Frézka byla pomocí dorazu nastavena na hloubku 10 mm. Při frézování drážek bylo nutné dodržovat správnou polohu lamelové frézy, protože poloha drážky není v ose hrany. V případě nedodržení stejné polohy frézování dojde k vytvoření spoje, u kterého nebudou lícovat hrany. Montážní drážky jsou zobrazeny na obr. 68.



Obr. 68 Montážní drážky.

Po vyfrézování montážních drážek byla provedena montáž na sucho, tzn. montáž dílců bez použití lepidla. Tato forma montáže slouží ke kontrole správné polohy montážních drážek spojovaných dílců vůči sobě. U součásti neproběhla finální montáž, protože pro přepravu na výstaviště by zabírala velkou část nákladového prostoru. Výrobek po montáži na sucho je zobrazen na obr. 69.



Obr. 69 Výrobek po montáži na sucho.

---

## ZÁVĚR

Cílem diplomové práce byl návrh a odladění výrobního procesu pro vytípaný vzorový výrobek. Výroba probíhala v konkrétní firmě, která disponuje vhodným strojovým a nástrojovým vybavením. V rámci odladění výrobního procesu byla experimentálně stanovena závislost trvanlivosti nástroje na řezné rychlosti (Taylorův vztah). Jako kritérium opotřebení ostří destičky bylo zvoleno  $K_{Vy}$  (radiální opotřebení). Experiment probíhal při konstantní šířce záběru ostří, posuvu na zub a při různých otáčkách nástroje. Pro měření byl použit analogový passametr Somet s přesností 0,001 mm. Naměřená data byla vyhodnocena pomocí programu Excel. Závěrem byla provedena montáž na sucho.

Parametry experimentu:

- obráběný materiál: oboustranně laminovaná polotvrdá dřevovláknitá deska o rozměrech 2 800 x 2 070 x 18 mm,
- obráběcí stroj: tříosá CNC frézka od (Cybertronic) s řídicím systémem SheetCAM 2,5D,
- obráběcí nástroj: dvoubřitá stopková drážkovací fréza 16 x 28,3 x 12 z2 s VBD.

Z experimentální části a z navrženého výrobního procesu lze vyvodit následující:

- velikost opotřebení nástroje se zvyšuje s rostoucí řeznou rychlostí, což odpovídá teoretickému předpokladu,
- křivky opotřebení nástroje při obrábění oboustranně laminované polotvrdé dřevovláknité desky mají podobný tvar jako křivky opotřebení při obrábění kovových materiálů
- pro přesnější stanovení hodnoty trvanlivosti nástroje odpovídající jednotlivým řezným rychlostem je nutné vyřešit hodnoty z lineárního pásma opotřebení pomocí lineární regrese,
- finální závislost  $T = f(v_c)$  může být použita při dalších obráběcích operacích,
- řezná rychlost byla zvolena tak, aby obráběcí čas 4 ks dílců 1G (Příloha 5) nepřesahoval trvanlivost nástroje,
- při olepování pohledových vnitřních hran je nutné použít jinou technologii, dostupný olepovací stroj tento způsob neumožňuje,
- při frézování montážních drážek pro dřevěné lamely je nutné dodržovat správnou polohu lamelové frézky,
- díky tomu, že je materiál oboustranně laminovaný, lze výrobek při montáži zrcadlit.

---

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Dřevo. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%99evo>
  2. NIS. *Nábytkářský informační systém* [online]. 2013 [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/>
  3. HEŘMÁNKOVÁ, Věra. *Bi01 Stavební látky: Dřevo, dřevěné výrobky a konstrukce* [online]. Brno: Fakulta stavební, [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/10792425-Bi01-stavebni-latky-drevo-drevene-vyroby-a-konstrukce.html>
  4. Dřevo centrum. *Funkční vlastnosti dřeva* [online]. 2007 [cit. 2022-04-02]. Dostupné z: <http://drevo.celyden.cz/funkn-vlastnosti-deva/>
  5. NUTSCH, Wolfgang. *Průručka pro truhláře. 2., přeprac. vyd.* Praha: Europa-Sobotáles, 2006. ISBN 80-86706-14-1.
  6. GANDELOVÁ, Libuše, Jarmila ŠLEZINGEROVÁ a Petr HORÁČEK. *Nauka o dřevě. 2. vyd.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. ISBN 80-7157-577-1.
  7. SVOBODA, Libor. *Truhlář 1.ročník: Elektronická učebnice* [online]. Brno: Střední škola stavebních řemesel Brno-Bosonohy, 2015 [cit. 2022-04-03]. ISBN 978-80-88105-04-6. Dostupné z: <https://ejmskoly.publi.cz/book/936-truhlar-1-rocnik>
  8. Schéma zhotovení spárovek cinkovaných a průběžných. *Worktops – Výroba a prodej dřevěných desek* [online]. 2017 [cit. 2022-04-03]. Dostupné z: <http://www.colombo-worktops.com/cs/schema-zhotoveni-sparovky/>
  9. Dýha. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2022-04-03]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C3%BDha>
  10. *Materiály na bázi dřeva* [online]. Copyright © 2022 [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: <http://drevene-materialy.fld.czu.cz/uvod/>
  11. BÖHM, Martin, Jan REISNER a Jan BOMBA. *Materiály na bázi dřeva*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012. ISBN 978-80-213-2251-6.
  12. Biodeska. *Matili - Výroba a prodej biodesek* [online]. [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://biodeska.cz/>
  13. Překližované materiály. *ASPARA – Poradenství, služby a vzdělávání pro dřevařský a nábytkářský průmysl* [online]. [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: <http://www.elearning.aspara.cz/subdom/elearning/index.php?page=aglomerovane-materialy>
  14. Překližky truhlářské. *Kaplan – Desky, překližky, palubky* [online]. [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: <https://www.kaplanpraha.cz/truhlarske>
  15. Voštinová deska. *Bevedo* [online]. [cit. 2022-03-29] Dostupné z: <https://www.bevedo.cz/napoveda/clanky/vostinova-deska/>
  16. Laminátové desky. *Dřevocentrum - obchod pro truhláře* [online]. [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: <https://www.drevocentrum.cz/plosne-materialy/lamino-desky>
-



17. Použití OSB desek v interiéru. *Bydlení pro každého – Stavba a rekonstrukce* [online]. [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://stavba-a-rekonstrukce.bydleniprokazdeho.cz/stavebni-material/pouziti-osb-desek-v-interieru-steny-podlahy-nabytek.php>
18. Vysokotlaký laminát. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Vysokotlak%C3%BD\\_lamin%C3%A1t](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vysokotlak%C3%BD_lamin%C3%A1t)
19. Duropal HPL/ Vysokotlaké lamináty. *Pfleiederer* [online]. [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <https://www.pfleiederer.com/cz-cs/produkty/dekorativni-desky/vysokotlake-laminaty-hpl>
20. KRÁL, Pavel, Jiří VLASÁK a Alois UHLÍŘ. *Technologie III: pro studijní obor Nábytkářství*. Praha: Informatorium, 2003. ISBN 80-7333-016-4.
21. ZBYNĚK, Lukáš. *Nástroje a nářadí určené pro ruční zpracování dřeva* [online]. Olomouc, 2010 [cit. 2022-04-05]. Bakalářská práce. Palackého univerzita. Dostupné z: <https://theses.cz/id/jxq282/80385-921636235.pdf>
22. Ruční obrábění dřeva. *Stolaři – truhláři – Internetový portál pro profesionály* [online]. [cit. 2022-04-05]. Dostupné z: <https://www.stolari-truhlari.cz/vyhledavani/?hledat=ru%C4%8Dn%C3%AD%20obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD%20d%C5%99eva>
23. Truhlářská dláta. *Pilana Market – Pilové kotouče a listy, vrtáky a frézy* [online]. 2010 [cit. 2022-05-04]. Dostupné z: [https://www.pilanamarket.cz/rucni-naradi-2/dlata/?\\_gl=1\\*1yhz4o2\\*\\_up\\*MQ..&gclid=EAIAIQobChMImavnqOJ9wIVCIKDBx0GOWn6EAQYBCA BEgKRp\\_D\\_BwE](https://www.pilanamarket.cz/rucni-naradi-2/dlata/?_gl=1*1yhz4o2*_up*MQ..&gclid=EAIAIQobChMImavnqOJ9wIVCIKDBx0GOWn6EAQYBCA BEgKRp_D_BwE)
24. BRÜCKNEROVÁ, Zdeňka a Libor SVOBODA. *Truhlář 2.ročník: Elektronická učebnice* [online]. Brno: Střední škola stavebních řemesel Brno-Bosonohy, 2015 [cit. 2022-04-05]. ISBN 978-80-88105-28-2. Dostupné z: <https://ejmskoly.publi.cz/book/937-truhlar-2-rocnik>
25. UHLÍŘ, Alois. *Technologie II: pro studijní obor Nábytkářství*. 3., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 2003. ISBN 80-7333-008-3.
26. NOVÁK, Vít. *Nekonvenční metody obrábění dřeva* [online]. Brno: Mendelova univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, 2010 [cit. 2022-04-05]. Dostupné z: [https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD\\_BC/Povinne\\_predmety/Teorie\\_obrazeni\\_materialu/Teorie\\_obrazeni\\_materialu.zip](https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Teorie_obrazeni_materialu/Teorie_obrazeni_materialu.zip)
27. Dřevěná lamela 53x19x4 mm. *Stopkové frézy* [online]. [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: [https://www.stopkovefrezy.cz/Drevena-lamela-53x19x4mm-hloubka-10mm-Virutex-d1983.htm?gclid=EAIAIQobChMI8IW5p\\_-09wIVYoODBx0QeQijEAQYByABEgIxY PD\\_BwE](https://www.stopkovefrezy.cz/Drevena-lamela-53x19x4mm-hloubka-10mm-Virutex-d1983.htm?gclid=EAIAIQobChMI8IW5p_-09wIVYoODBx0QeQijEAQYByABEgIxY PD_BwE)
28. Formátovací pila Robland Z 3200. *Robland servis* [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <http://www.roblandservis.cz/index.php?display=pRobland-fp-Z3200>
29. Technický list MDF. *Demos trade – Vše pro výrobu nábytku* [online]. [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://www.demos-trade.cz/file/33275/>
30. CNC fréza 3 000x 2 000 mm. *Cybertronic* [online]. 2013 [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <http://www.cybertronic-robotics.com/produkty/cnc-frezky/cnc-frezka-3000-2000mm-s-dmychadlem.html>
31. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 225 s. : il. ISBN 8021423749.

32. FIALA, Zdeněk. *Mikroskopie, Experimentální metody* [prezentace]. Strojírenská technologie, Fakulta strojního inženýrství, Brno [cit. 2022-05-15].
33. Drážkovací fréza s VBD 16x28,3 d=12 mm. *Pilana Market – Pilové kotouče a listy, vrtáky a frézy* [online]. 2010 [cit. 2022-05-04]. Dostupné z:  
[https://www.pilanamarket.cz/drazkovaci-freza-s-vbd-16x28-3-d-12mm/?\\_gl=1\\*1emqfuq\\*\\_up\\*MQ..&gclid=EAiaIQobChMlr4\\_6tZOg9wIV-AIGAB36PQ3qEAQYAiABEgIInfD\\_BwE](https://www.pilanamarket.cz/drazkovaci-freza-s-vbd-16x28-3-d-12mm/?_gl=1*1emqfuq*_up*MQ..&gclid=EAiaIQobChMlr4_6tZOg9wIV-AIGAB36PQ3qEAQYAiABEgIInfD_BwE)

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

## Symbols

Označení	Legenda	Jednotka
$a_p$	šířka záběru ostří	[mm]
$C_T$	konstanta související s obráběným materiálem	[-]
$C_V$	konstanta související s obráběným materiálem	[-]
$D$	průměr nástroje	[mm]
$f_z$	posuv na zub	[mm]
$KB$	šířka žlábků	[mm]
$KF$	vzdálenost žlábků od čela	[mm]
$KL$	poloha středu žlábků opotřebení čela	[mm]
$KM$	střední vzdálenost žlábků	[mm]
$KT$	hloubka žlábků	[mm]
$KV_f$	opotřebení čela nástroje	[mm]
$KV_s$	radiální opotřebení	[mm]
$KV_y$	radiální opotřebení špičky	[mm]
$L$	dráha nástroje	[mm]
$m$	hmotnost dřeva	[kg]
$m$	exponent související s materiálem řezného nástroje	[-]
$m_o$	hmotnost vzorku ve vysušeném stavu	[kg]
$m_w$	hmotnost vzorku ve vlhkém stavu	[kg]
$n$	otáčky	[min <sup>-1</sup> ]
$r_\epsilon$	poloměr špičky	[mm]
$T$	trvanlivost nástroje	[min]
$t_{AS}$	strojní čas	[min]
$V$	objem dřeva	[m <sup>3</sup> ]
$VB$	opotřebení na hřbetě	[mm]
$v_c$	řezná rychlost	[m.min <sup>-1</sup> ]
$VC$	opotřebení hřbetu v oblasti špičky	[mm]
$v_f$	posuvová rychlost	[mm.min <sup>-1</sup> ]
$VN$	opotřebení hřbetu vrubové	[mm]
$Z$	počet zubů	[-]
$\alpha_i$	bobtnání vzorku	[%]
$\alpha_{iw1}$	lineární rozměr, plocha nebo objem před bobtnáním	[cm;cm <sup>2</sup> ;cm <sup>3</sup> ]
$\alpha_{iw2}$	lineární rozměr, plocha nebo objem po ukončení bobtnání	[cm;cm <sup>2</sup> ;cm <sup>3</sup> ]
$\beta_i$	sesychání vzorku	[%]
$\beta_{iw1}$	lineární rozměr, plocha nebo objem před sesycháním	[cm;cm <sup>2</sup> ;cm <sup>3</sup> ]
$\beta_{iw2}$	lineární rozměr, plocha nebo objem po ukončení sesychání	[cm;cm <sup>2</sup> ;cm <sup>3</sup> ]
$\kappa'_{re}$	úhel nastavení vedlejšího ostří	[°]
$\kappa_{re}$	úhel nastavení hlavního ostří	[°]
$\rho_s$	hustota dřevní substance	[g.cm <sup>-3</sup> ]
$\rho_w$	objemová hmotnost dřeva	[kg.m <sup>-3</sup> ]
$\omega$	vlhkost vzorku	[%]

**Zkratky**

---

Označení	Legenda
ABS	akrylonitril butadien styren
CNC	computer numeric control
DTD	dřevotřísková deska
DTD-L	laminovaná dřevotřísková deska
DVD	měkká dřevovláknitá deska
HDF	tvrdá dřevovláknitá deska
HPL	vysokotlaký laminát
KT	tvrzená kyselina
MDF	polotvrdá dřevovláknitá deska
MDF-L	laminovaná polotvrdá dřevovláknitá deska
MFP	multifunkční panel
OSB	oriented strand boards
PE	polyethylen
PES	polyester
PS	polystyren
PUR	polyuretan
PVAc	polyvinylacetát
PVC	polyvinylchlorid
SK	slinutý karbid
ST	syntetická hmota
UF	močovinoformaldehyd
VBD	vyměnitelná břitová destička
WPC	wood plastic composit

---

## **SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1 Materiálový list materiálu MDF
- Příloha 2 Technické parametry formátovací pily Robland Z 3200
- Příloha 3 Technické parametry CNC frézky
- Příloha 4 Nářezový plán pro formátovací pilu
- Příloha 5 Nářezový plán pro CNC frézku
- Příloha 6 Výkres vzorového výrobku

### **Seznam výkresů**

ROHOVÝ STŮL, 2022-DP-183902-01

Mechanické vlastnosti Střední hodnoty	Jednotka	Tloušťka desky				
		›6 - 9	›9 - 12	›12 - 19	›19 - 30	›30 - 40
	[mm]	›6 - 9	›9 - 12	›12 - 19	›19 - 30	›30 - 40
Hustota	[kg/m <sup>3</sup> ]	Specifická podle výrobního závodu				
Příčná pevnost v tahu EN 319	[N/mm <sup>2</sup> ]	›0,65	›0,60	›0,55	›0,55	›0,50
Pevnost v ohybu EN 310	[N/mm <sup>2</sup> ]	›23	›22	›20	›18	›17
Modul pružnosti v ohybu 310	[N/mm <sup>2</sup> ]	›2700	›2500	›2200	›2100	›1900
Tloušťková bobtnavost 24h EN 317	[%]	‹17	‹15	‹12	‹10	‹8
Rozlupčivost EN 311	[N/mm <sup>2</sup> ]	›1,0				
Vytržení šroubu povrchová plocha	[N]			›1080	›1080	›1080
Vytržení šroubu hrana	[N]			›900	›810	›750
Obsah písku	[%]	‹0,02				
Vlhkost*1 EN 322	[%]	6±2				
Absorbce povrchové plochy	[mm]	›210				
Obsah formaldehydu*2 EN 120	[mg/100g]	E1				

Všeobecné tolerance	Jednotka	Tloušťka desky				
		›6 - 9	›9 - 12	›12 - 19	›19 - 30	›30 - 40
	[mm]	›6 - 9	›9 - 12	›12 - 19	›19 - 30	›30 - 40
Délková tolerance EN 324	[mm]	±2,0mm/m, nejvýše ±5,0				
Šířková tolerance EN 324	[mm]	±2,0mm/m, nejvýše ±5,0				
Pravoúhlost EN 324	[mm/m]	≤2,0				
Tolerance rovnosti hran EN 324	[mm/m]	≤1,5				
Tloušťková tolerance EN 324	[mm]	±0,2	±0,2	±0,2	±0,3	±0,3
Standardní brus		K150				

## Technické parametry formátovací pily Robland Z 3200 [28]

Rozměr pilového kotouče	mm	400 x 30
Maximální výška řezu	mm	125
Naklápění pilového agregátu	°	0–45
Max. výška řezu při naklopení 45°	mm	100
Otáčky pilového kotouče	min <sup>-1</sup>	3 000, 4 000, 5 000
Rozměr předřezového kotouče	mm	100–120 x 20
Výškové nastavení předřez. kotouče	mm	0-4,5
Otáčky předřezového kotouče	min <sup>-1</sup>	7 000
Rozměr pevného stolu	mm	1 530 x 700
Pracovní výška	mm	840
Rozměr posuvného vozíku	mm	3 200
Délka řezu	mm	3 200
Šířka řezu vpravo od kotouče	mm	1 380
Průměr odsávacích hubic	mm	120 + 60
Příkon hlavního motoru	kW	5,5
Příkon předřezového motoru	kW	0,55
Váha stroje	kg	1 200

Příloha 3  
Technické parametry CNC frézky [30]

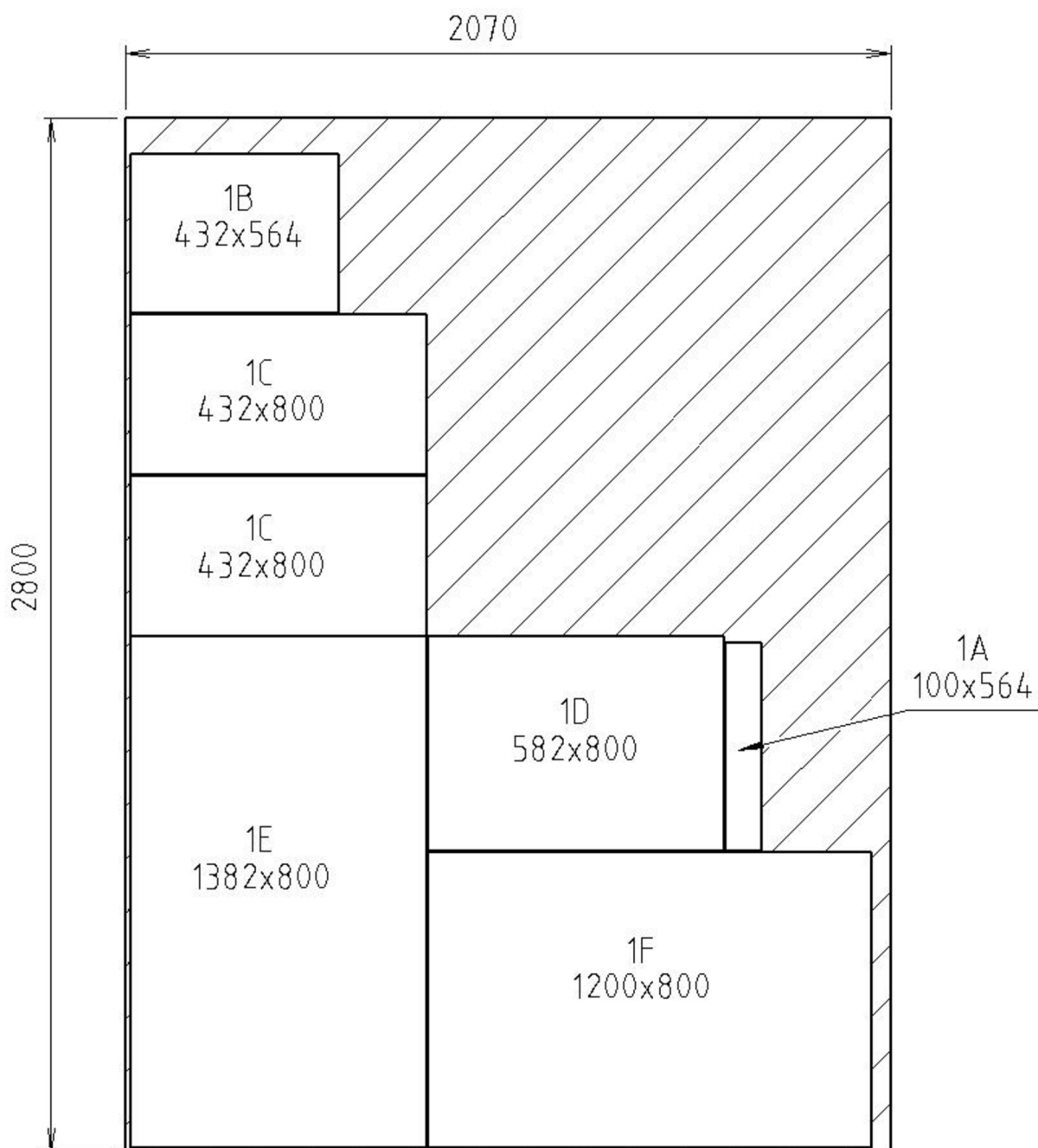
1/1

Rozměry pracovní plochy	mm	2 100 x 3 000
Pracovní napětí	V	400
Pracovní výkon	W	5 500
Výška osy „Z“	mm	290
Výkon vřetene	kW	2
Maximální otáčky vřetene	min <sup>-1</sup>	18 000
Připojovací rozhraní	-	LAN, RJ45
Maximální rychlost řezu	mm.min <sup>-1</sup>	10 000

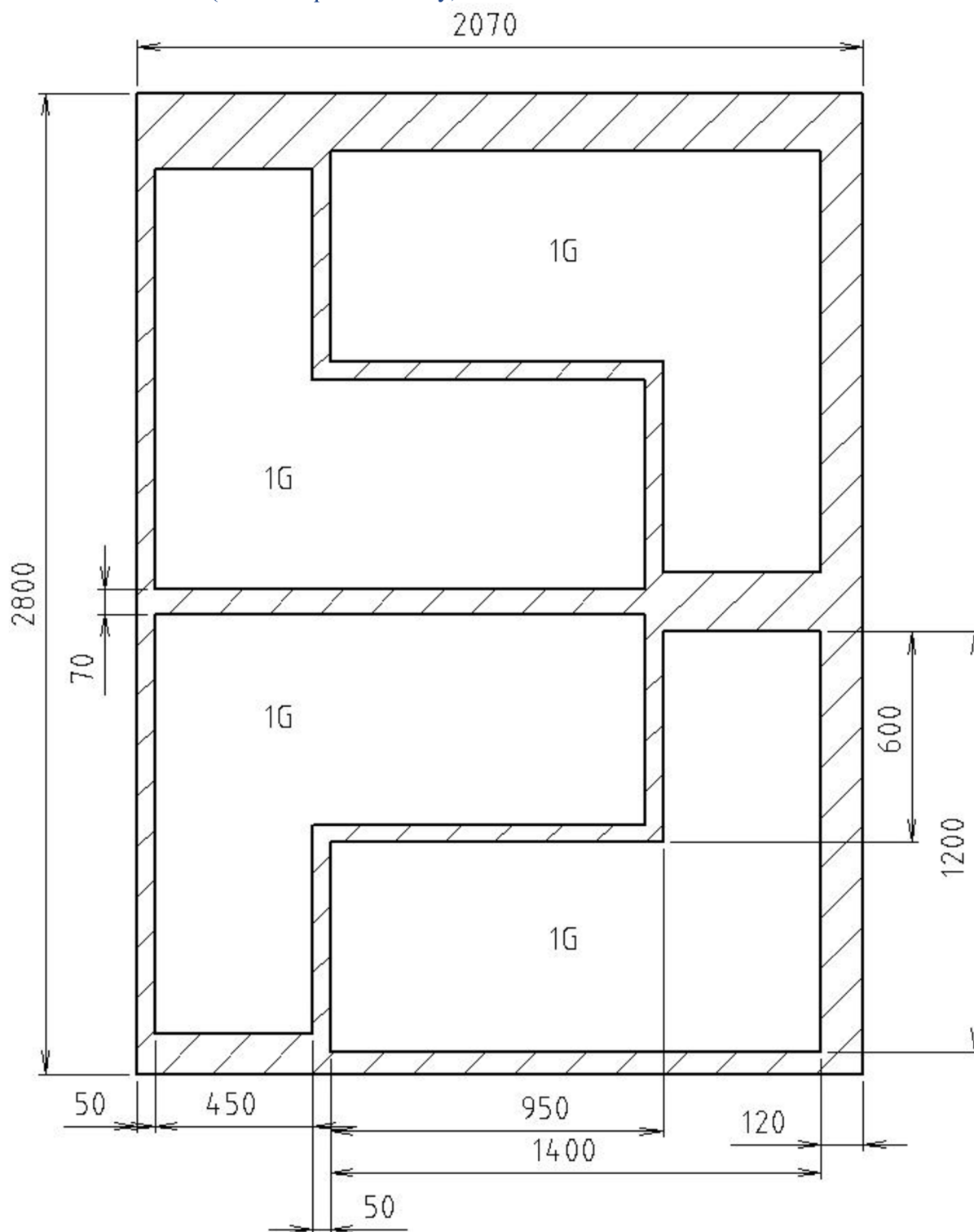


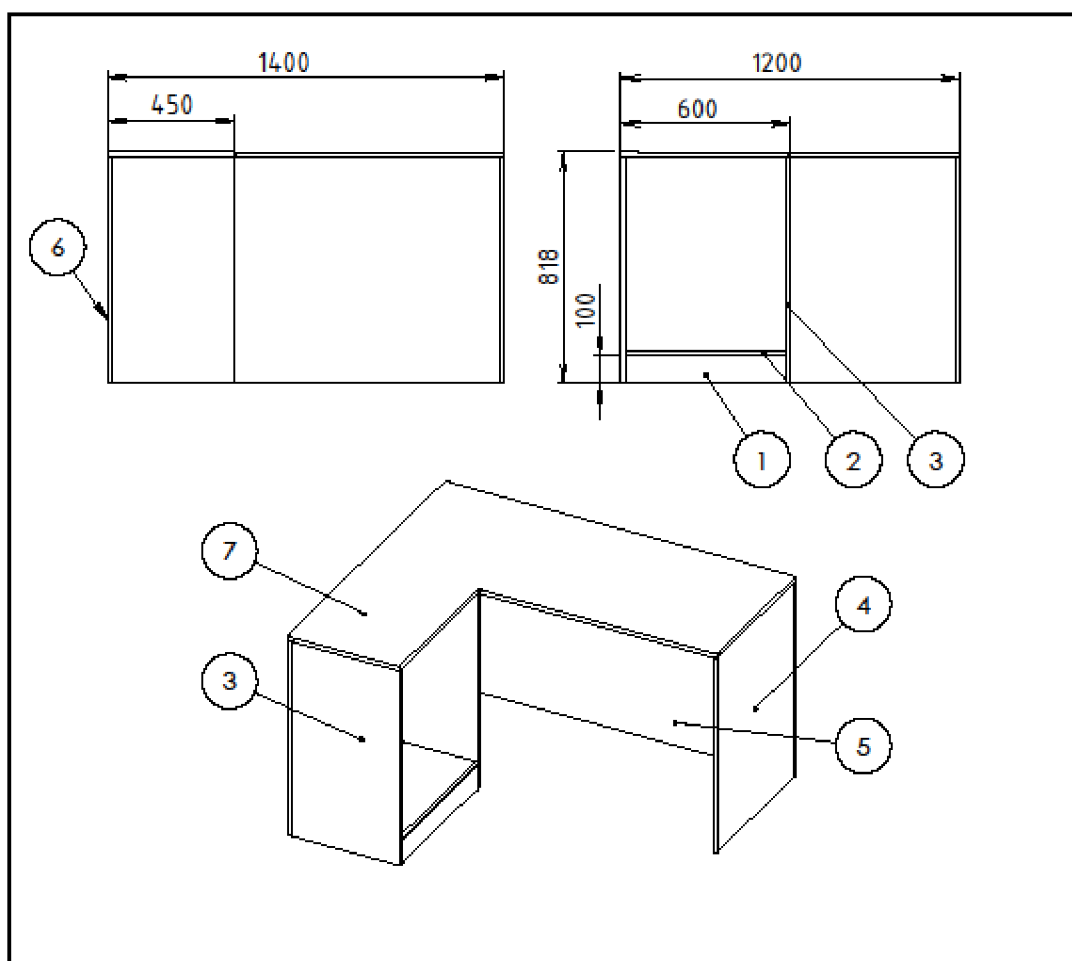
Příloha 4  
Nářezový plán pro formátovací pilu  
ROHOVÝ STŮL (dílec 1A–1F pro 1 sestavu)

1/1



Příloha 5  
Nářezový plán pro CNC frézku  
ROHOVÝ STŮL (dílec 1G pro 4 sestavy)





Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	ROZMĚR	MATERIÁL	Množství
1	1A	100 x 564 mm	MDF-L	1
2	1B	432 x 564 mm	MDF-L	1
3	1C	432 x 800 mm	MDF-L	2
4	1D	582 x 800 mm	MDF-L	1
5	1E	1382 x 800 mm	MDF-L	1
6	1F	1200 x 800 mm	MDF-L	1
7	1G	o = 5197 mm	MDF-L	1
Struktura povrchu:		hrany:	Měřítko 1:20	Přesnost ISO 2700-mk Tolerování ISO 6015 Promítání
Materiál MDF-L		Polotovár	Hmotnost 52,33 kg/kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 10010
<b>ÚSTAV STROJIRENSKÉ TECHNOLOGIE</b>	Druh dokumentu VÝKRES SESTAVY		Název <b>ROHOVÝ STŮL</b>	
	Kreslil Bc. Marek Černý			
	Schválil		Číslo dokumentu	
	Datum vydání 11.4.2022		2022-DP-183902-01 <sub>List /</sub>	