

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav nauky o dřevě

**Možnosti využití okrasných dých pro intarzované  
prefabrikované dílce**

Bakalářská práce

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : Petr Kolomazník  
Studijní program: Dřevařství  
Obor: Dřevařství  
Název tématu: **Možnosti využití okrasných dřív pro intarzované prefabrikované dílce**  
Rozsah práce: 30 až 40 stran

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Cíl a zaměření práce. Cílem práce bude posoudit možnosti využití okrasných dřív k výrobě průmyslových intarzií. Práce bude zaměřena na využití fixovaných CNC strojů pro přípravu podkladů intarzií. Součástí práce bude výroba vzorových modelů vyrobených jak na CNC strojích nebo jiným způsobem. Výborné varianty budou posouzeny z hlediska spotřeby materiálu a času. Bude provedeno srovnání kvality intarzované podlahy s klasicky provedenou podlahou.
3. Literární přehled. Zpracování literárního přehledu na danou problematiku. Charakteristika okrasných dřív a intarzií, popis výroby.
4. Materiál a metodika. Stanovení postupu výroby vybraných typů intarzií. Stanovení metodiky výpočtu spotřeby materiálu a času. Stanovení metodiky hodnocení kvality intarzií.
5. Výsledky a diskuze. Stanovení hodnot spotřeby materiálu a pracovního času. Výhodnocení získaných výsledků a diskuze.
6. Závěr.

Seznam odborné literatury:

1. ŠTOJURAČ, M. *Intarzie, její uplatnění a historie a dnešní doba*. Bakalářská práce. Brno: MZLU v Brně, 2008. 68 s.
2. ŠVEJDA, M. *Intarzie z pohledu historie a současnosti*. Bakalářská práce. Brno: MZLU v Brně, 2006.
3. ZLINSKI-STERNEGG, M. *Marqueteterie Renaissance : dans l'ancienne Hongrie*. Budapest: Editions Corvina, 1966. 68 s.
4. FAJT, P. *Možnosti aplikace intarzovaných a lepených dřív ve výrobě úpravné ze dřeva*. Bakalářská práce. Brno: MENDELU Brno, 2012. 63 s.
5. KRÁL, P. *Analýza kvality ve výrobě krajních dřív*. Diplomová práce. Brno: MZLU v Brně, 1996. 93 s.
6. KRÁL, P. *Dříví, překlíčky a lepené materiály*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. 241 s. ISBN 978-80-7375-552-2.
7. KRÁL, P. *Dříví, překlíčky a lepené materiály : cvičení*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012. 160 s. ISBN 978-80-7375-654-3.
8. HANINEC, I. *Způsobení kvality při úpravě a krajání dřív*. Bratislava: ŠDVO, 1971. 45 s. ŠDVO.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2013  
Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2015

Petr Kolomazník  
Autor práce



doc. Ing. Vladimír Gryc, Ph.D.  
Vedoucí katedry



doc. Dr. Ing. Pavel Král  
Vedoucí práce

prof. Dr. Ing. Petr Horáček  
Děkan LDF MENDELU



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: **Možnosti využití okrasných dých pro intarzované prefabrikované dílce** zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:

.....

podpis studenta

## PODĚKOVÁNÍ

*Nejvíce bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce doc. Dr. Ing. Pavlu Královi za odborné rady, konzultace a informace, které mi vždy poskytl s velkou ochotou a laskavostí. Dále bych chtěl poděkovat firmě Jan Ficek Dřevovýroba s.r.o. za výrobu intarzie, bez které by tato práce nemohla vzniknout. A v neposlední řadě své rodině za podporu ve svém studiu.*

## **ABSTRAKT**

**Autor:** Kolomazník Petr

**Název práce:** Možnosti využití okrasných dýh pro intarzované prefabrikované dílce.

Bakalářská práce je zaměřena na popis výroby okrasných dýh, které jsou určeny pro výrobu intarzovaných prefabrikovaných podlahových dílců pomocí laserového CNC stroje. V práci je popisován starý způsob a moderní způsob výroby řezané intarzie z dýh. Dále jsou zde představeny podobné již vyráběné podlahy a funkce laserového stroje. Celá práce je postavena na výrobě třech intarzovaných podlahových dílců, které byly mnou navrženy, narýsovány a v odborné firmě vyrobeny. Hotové intarzie byly nalepeny a zalisovány na tři odlišné nosné desky. U těchto intarzovaných dílců byla stanovena časová náročnost a sestavená kalkulace ruční a strojní výroby. Dále se zjišťovala odolnost povrchu proti oděru dle ČSN 910276, odolnost proti nárazům dle BS 3962, odolnost lakového povrchu proti vodě dle ČSN 492120, drsnost povrchu ČSN 490211, přídržnost povrchu ČSN EN 311, stanovení hustoty dle ČSN - EN 323 a vlhkosti ČSN EN 13183-1 a jejich následné vyhodnocení.

Klíčová slova:

CNC laserový stroj, intarzie, okrasné dýhy, prefabrikovaný podlahový dílec, zalisovat

## **ABSTRACT**

**Author:** Kolomazník Petr

**Title:** Possibilities usage of decorative veneer for inlay precast components.

Bachelor thesis is focused on description of decorative veneers manufacturing which are used for production of inlaid precast floor panels via a CNC laser machines. This work describes the old way and the modern way of production cut marquetry veneer. There are also introduced floorings similarly manufactured and the features of the laser machine. The thesis is based on the creation of the three parts of inlaid floor which were proposed and drawn by me. These parts were manufactured by a professional company. Finished intarsia were glued and pressed for three different carrier plates. Time duration for creation of these inlaid panels was measured and cost calculation for manual and machine production was determined. Furthermore the

surface resistance to abrasion was examined according to ČSN 910276, impact resistance according to BS 3962, the varnish surface resistance against water according to ČSN 492120, surface roughness ČSN 490211, surface adhesion EN 311, density determination according to ČSN - EN 323 and moisture determination ČSN - EN 13183-1 and their subsequent evaluation.

**Keywords:** CNC laser machine, inlay, decorative veneers, inlaid precast floor panels, press

## OBSAH

Obsah.....	7
1 Úvod .....	11
2 Cíl a zaměření práce .....	12
3 literární přehled .....	13
3.1 Tepelná úprava před loupáním a krájením dýh.....	13
3.1.1 Jednotlivé fáze plastifikace .....	14
3.1.2 Druhy plastifikace .....	15
3.2 Okrasné dýhy - popis výroby jednotlivých metod .....	18
3.2.1 Výroba dýhy řezáním .....	18
3.2.2 Výroba dýh krájením.....	18
3.2.3 Výroba loupaných dýh .....	20
3.3 Sušení a žehlení dýh.....	22
3.3.1 Sušení dýh .....	22
3.3.2 Žehlení dýh.....	22
3.4 Úprava hran dýh.....	23
3.5 Sesazování dýh.....	24
3.6 Charakteristika intarzie .....	24
3.6.1 Technika dřevěných intarzií .....	24
3.6.2 Intarzie z dýh .....	25
3.6.3 Postup výroby intarzií nožem.....	25
3.6.4 Postup výroby intarzií pilkou .....	25
3.7 Dřevěné podlahy .....	26
3.7.1 Prefabrikované podlahové dílce .....	27
3.8 Laserové obrábění .....	28
3.8.1 Zařízení pro laserové obrábění .....	29
3.8.2 Faktory ovlivňující řezání dřeva laserovým paprskem .....	29

4	Materiál a metodika .....	32
4.1	Specifikace použitých materiálů při výrobě prefabrikovaného podlahového dílce. ....	32
4.1.1	Polotvrdá dřevovláknitá deska MDF.....	32
4.1.2	Dřevotřísková deska .....	32
4.1.3	Konstrukční deska z masivního dřeva – spárovka .....	33
4.1.4	Použité dýhy .....	34
4.1.5	Použité lepidla .....	38
4.1.6	Použité laky .....	39
4.2	Lasarové obráběcí pracoviště (CNC lasarový stroj) .....	40
4.3	Postup výroby vzorků .....	43
4.3.1	Výroba průmyslové intarzie .....	43
4.3.2	Rýsování.....	43
4.3.3	Nastavení lasarového stroje.....	43
4.3.4	Řezání a skládání obrazce .....	44
4.3.5	Lepení intarzie na nosný podklad.....	44
4.3.6	Broušení povrchu .....	45
4.3.7	Lakování.....	45
4.4	Metodika časové náročnosti výroby vzorků v porovnání s časovou náročností výroby podle normy spotřeby práce 133 .....	45
4.5	Metodika zjišťování odolnosti povrchu proti nárazu ČSN 49 2120 .....	46
4.6	Metodika zjišťování odolnosti povrchu proti oděru podle ČSN 91 0276. ....	46
4.7	Metodika zjišťování přídržnosti povrchu podle ČSN 49 0159, EN 311... ..	47
4.8	Metodika zjištění odolnosti povrchu proti vodě podle ČSN 49 2120... ..	48
4.9	Metodika zjištění drsnosti povrchu podle ČSN 49 0211 .....	49
4.10	Metodika zjištění hustoty desek ze dřeva EN 323 .....	50



4.11	Metodika zjištění vlhkosti vzorku řeziva EN 13183 – 1 .....	50
5	Výsledky a diskuze .....	51
5.1	Prezentace a vyhodnocení jejich kvality .....	51
5.2	Výsledky měření a vyhodnocení časové náročnosti výroby vzorků prefabrikovaných intarzovaných dílců .....	54
5.2.1	Zjištěné výsledky časové náročnosti výroby vzorků prefabrikovaných intarzovaných dílců .....	54
5.2.2	Vyhodnocení výsledků časové náročnosti výroby vzorků prefabrikovaných intarzovaných dílců .....	57
5.3	Výsledky a vyhodnocení odolnosti povrchu proti nárazu ČSN 49 2120 .. .....	59
5.4	Výsledky a vyhodnocení odolnosti povrchu proti oděru podle ČSN 91 0276.....	59
5.4.1	Zjištěné výsledky odolnosti povrchu proti oděru podle ČSN 91 0276 . .....	59
5.4.2	Vyhodnocení výsledků zkoušky odolnosti povrchu proti oděru dle ČSN 91 0276 .....	60
5.5	Výsledky a vyhodnocení přídržnosti povrchu podle ČSN 49 0159, EN 311 .....	61
5.5.1	Zjištěné výsledky přídržnosti povrchu podle ČSN 49 0159, EN 311 ... .....	61
5.5.2	Vyhodnocení výsledků zkoušky přídržnosti povrchu podle ČSN 49 0159, EN 311 .....	61
5.6	Výsledky a vyhodnocení odolnosti povrchu proti vodě podle ČSN 49 2120.....	62
5.7	Výsledky a vyhodnocení drsnosti povrchu podle ČSN 49 0211.....	63
5.7.1	Vyhodnocení výsledků drsnosti povrchu podle ČSN 49 0211.....	63
5.8	Výsledky a vyhodnocení hustoty desek ze dřeva EN 323 .....	65
5.8.1	Zjištěné výsledky hustoty desek ze dřeva EN 323 .....	65

5.8.2	Vyhodnocení výsledků hustoty desek ze dřeva EN 323 .....	66
5.9	Výsledky a vyhodnocení vlhkosti vzorku řeziva EN 13183 – 1 .....	67
5.9.1	Zjištěné výsledky vlhkosti vzorku řeziva EN 13183 – 1 .....	67
5.9.2	Vyhodnocení výsledků vlhkosti vzorku řeziva EN 13183 – 1 .....	68
5.10	Diskuze .....	69
5.11	Závěr .....	71
6	Summary .....	72
7	Literatura .....	73
8	Seznam tabulek .....	74
9	Seznam obrázků .....	75
10	Seznam grafů .....	76
11	Seznam zkratk .....	77
12	Internetové zdroje .....	78
13	Normy .....	79

# 1 ÚVOD

Každý druh dřeva se vyznačuje specifickými vlastnostmi, barvou a odolností. Všechny tyto vlastnosti se podílejí na tom, k jakým účelům se jednotlivé materiály používají. (Vigué 2001)

Přirozená krása dřeva, zvláště krása dýh, spočívá v různých přirozených kresbách, obrazcích a figurách, vytvořených na plochách řezů dřeva a dýh buď z vrstev let a z plošek zrcadélek a součků, nebo barevného pruhování a žilkování, ze světel a stínů neboli z měnivých lesků, které jsou viditelné pouhým okem a vznikají v rozmanitých tvarech teprve při rozřezání a obrábění dřeva. Zavedením a rozšířením rozmanitých způsobů výroby dýh, které můžeme řezat různými směry a v různých částí kmenů, získáme rozmanité textury, zbarvení a lesk. Přirozená ornamentika materiálu umožňuje zároveň zjednodušit tvar a konstrukci předmětů podlahových a nábytkových částí s hladkými plochami, na nichž se uplatňuje přirozená krása dýh. Vady, které snižují kvalitu dřeva, se mohou při vhodném rozkrájení dřeva uplatnit svou rozmanitou texturou jako oživení a zkrásnění velkých ploch, jako jsou podlahy. Postup pro plošnou uměleckou výrobu na dřevě a pro obohacení hladkých rovných ploch se používá „vykládaná práce“ neboli intarzie. Intarzie vzniká z vybraných dýh různých barev, odstínů a textur. Tyto dýhy jsou přesně přiřazeny do potřebných tvarů, které zapadají k sobě a tímto vytvářejí potřebný obrazec či různé motivy. Intarzie mohou být vykládány nejen dýhami, ale také tenkými destičkami a pásy z perleti, z kovů, slonoviny, želvoviny a galalitu apod. (Jirout 1955)

Podlahy, ať ve formě rostlé země dávnověku, nebo dnešní složité skladby, plní stále své poslání a jsou významnou částí příbytku lidí. (Steiner 2005) Do přírodních podlah jsou především zahrnuty dřevěné podlahy, které patří k těm nejstarším používaným materiálům. Podlahy tak plní užitkovou, ale i estetickou funkci. Dřevěné podlahy se využívaly dříve i dnes a patří mezi kvalitní a trvalé.

## 2 CÍL A ZAMĚŘENÍ PRÁCE

Cílem bakalářské práce je posoudit možnosti využití okrasných dřív k výrobě průmyslových intarzií. Pozornost je zaměřena na využití řízeného CNC laserového stroje pro přípravu podkladů intarzií. Nejdůležitějším přínosem této práce bylo vyrobení třech intarzovaných prefabrikovaných dílců, u kterých jsme posoudili kvalitu vyrobených dílců, použitých materiálů a dále bylo naším cílem vypočítat dobu trvání ruční a průmyslové výroby. Práce si rovněž klade za cíl podrobit vyrobené dílce těmito zátěžovými zkouškami: odolnosti povrchu proti oděru dle ČSN 910276, odolnost proti nárazům dle BS 3962, odolnost lakového povrchu proti vodě dle ČSN 492120, drsnost povrchu ČSN 490211, přídržnost povrchu ČSN EN 311, stanovení hustoty dle ČSN EN 323 a vlhkosti ČSN EN 13183-1 a jejich následné vyhodnocení.

### 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1 Tepelná úprava před loupáním a krájením dýh

Tepelná úprava dřeva před loupáním dýh se provádí z důvodu nutnosti zvýšit plastičnost a snížit jeho tvrdost, aby list dýhy zůstal rovný a nevrátil se do původní polohy, čili tvaru kmene stromu. (Král 2011) Tvárnost dřeva nejvíce ovlivňují: pórovitost dřevních pletiv, která čím je větší, tím je dřevo tvárnější, a také věk dřeva. Mladší dřevo je tvárnější než starší, běl je tvárnější než jádro a nejvíce záleží na vlhkosti a teplotě, která zajišťuje tvárnost a plastičnost při samotné výrobě dýh. (Smirnov 1956)

Plastifikace zajišťuje:

1. Zvýšení deformovatelnosti dřeva až o 30 %.
2. Dočasné snížení tlakové pevnosti dřeva v příčném (tangenciálním a radiálním směru) o 40 %.
3. Eliminace vnitřních růstových pnutí, a tím zmenšení deformace a kroucení dýh. Růstová pnutí ovlivňují stanovení režimu hydrotermické úpravy dřeva. Na příčném řezu se okamžitě objevují čelní praskliny, které se velmi rychle šíří od středu k obvodu při manipulaci nedostatečně hydrotermicky upravené nebo čerstvé kulatiny.
4. Snížení počtu trhlin po noži a dosažení vysoké hladkosti povrchu dýh.
5. Dosažení větší pevnosti v tahu napříč vláken.
6. Odstranění průsvitu dýh.
7. Dosažení rovnoměrné tloušťky dýh.
8. Dosažení rovnoměrného zbarvení dýh.
9. Dosažení sterilizace dřeva.

Výřezy se krájí nebo loupají při teplotě:

- |                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 1. U tvrdých listnatých dřevin | 90 °C |
| 2. U jehličnatých dřevin       | 70 °C |
| 3. U některých listnáčů        | 45 °C |

Výřezy se krájí nebo loupají při teplotě, která je obvykle funkcí jejich hustoty a tvoří optimální interval teplot:

Platí pro horní hranice teplot pro loupání dých nad 1 mm, dolní hranice pro krájení tenčích dých do 1 mm.

1. Pro hustotu  $< 450 \text{ kg.m}^{-3}$  je teplota dřeva při krájení 25 až 40 °C.
2. Pro hustotu  $> 450 < 580 \text{ kg.m}^{-3}$  je teplota dřeva při krájení 40 až 60 °C.
3. Pro hustotu  $> 580 \text{ kg.m}^{-3}$  je teplota dřeva při krájení 50 až 75 °C.

Teplota páry v pařící komoře může být i nad 100 °C, dokonce až 140 °C pokud se teplota zvyšuje postupně. Je zjištěno, že mechanická pevnost pařením se sníží jen nepatrně. (Smirnov 1956)

Pro stanovení teploty (maximální) vlastní hydrotermické úpravy je rozhodující náchylnost na tvorbu čelních trhlin (poškození koncovými trhlami). Mezi tyto dřeviny patří buk, dub a jasan. U citlivých dřevin je přípustný tepelný spád mezi teplotou paření a loupání pouze v rozmezí 10 až 30 °C. U méně citlivých dřevin jako např. bříza a jehličnany to je v rozmezí 40 až 50 °C.

Aby byla udržena uvedená teplota v průběhu zpracování výřezu, je nutné vyjmout z jámy pouze tolik výřezu, kolik je nezbytné pro jejich zpracování v průběhu jeden a půl až dvou hodin. V zimě se tato doba zkracuje na polovinu. Přebytkové výřezy je potřebné uložit zpět do pářící (varné), případně temperovací jámy. (Král 2011)

### 3.1.1 Jednotlivé fáze plastifikace

Plastifikaci rozumíme jako působení látky páry nebo jiného média na dřevo v závislosti na čase a teplotě prostředí. Cílem tohoto procesu je změna mechanických, fyzikálních nebo chemických vlastností dřeva. Tyto změny mohou být přechodné nebo trvalé. Pro loupání dých se používá přechodné (dočasné změny). (Král 2011)

Hydrotermickou úpravu rozdělujeme na tři části:

1. Ohřevná fáze:  
ohřev zařízení, prostředí a odpařovací vodní náplně na danou teplotu prostředí na 80 až 95 °C.

## 2. Vlastní hydrotermická úprava:

vlastní paření je zpravidla rozděleno na dva úseky. V prvním je otevřen přívod syté páry nebo topného média, ve druhém úseku je přívod médií uzavřen a proces paření probíhá dál v důsledku energie naakumulované v systému. Čas vlastního paření závisí na dřevině, vlhkosti, teplotě a rozměrech. Prostup tepla v podélném směru je třikrát větší jak ve směru příčném. To však hraje roli pouze u velmi krátkých sortimentech.

## 3. Egalizace dopařování a ochlazení:

je velmi významná, je to prodloužený účinek teploty na dřevo při uzavřeném přívodu ohřívacího média. Cílem egalizace je postupné snižování teploty prostředí, vyrovnávání teploty v průřezu kmene a její postupné snižování až do optimálního intervalu teploty. Doba egalizace se určuje podle druhu dřeviny, optimálního intervalu teploty dřeva a účelu výroby dých. Pro výrobu tenkých dých 0,4 až 0,6 mm je doba egalizace od 12 do 16 hodin.

Celkovou plastifikaci mohou ovlivnit:

1. Počáteční teplota dřeva: pokud je kolem  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a nižší, je potřebné prodloužit dobu ohřevu o 10 až 15 % z celkové doby hydrotermické úpravy na rozmrazení kmenů.
2. Rychlost ohřevu na teplotu prostředí: čas potřebný na dosažení teploty prostředí je  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Doba ohřevu by neměla přesáhnout 24 hodin.

Průměr výřezů: se zvětšujícím průměrem se prodlužuje doba hydrotermické úpravy. (Král 2011)

### 3.1.2 Druhy plastifikace

#### 3.1.2.1 Změkčování ve vodě:

Kulatina je změkčována vodou ve vodních bazénech nebo jezerech při teplotě vody  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (Král 2011) Dřevo dodávané plavením obsahuje dostatečné množství vlhkosti. Tento způsob je využíván v zahraničí, výřezy po delším uskladnění ve vodě mají vlhkost 100 až 140 %. U čerstvě pokácené břízy nebo olše v letních měsících nemusí docházet k změkčování. Obsahují vlhkost okolo 60 – 80 %. (Smirnov 1956)

### 3.1.2.2 *Ohřívání ve vodě:*

Ohřívání (neboli vaření) výřezů se provádí za pomoci horké nebo teplé vody. Voda musí mít teplotu pod bodem varu. Ohřev ve vodě je vhodný pro dřeviny s velkým podílem tvrdého jádra a také částečně pro proschlé dřevo, které obsahují nižší vlhkost. Dřevo, které je skladováno delší dobu na suchých skládkách, nebo je delší dobu přepravováno (tropické dřeviny), musí být též upraveno ohřevem.

### 3.1.2.3 *Paření:*

Paření je způsob plastifikace, při kterém působí na výřezu fyzikální činitele - teplota, vlhkost a tlak ve stanovených časových fázích. (Kráal 2011) Pařit je možno výřezy, ale i celé kmeny. Čas paření se odvíjí od průměru výřezu, druhu dřeviny, počáteční teploty a těsnosti jámy nebo komory. Tvrdé dřeviny se paří delší dobu než dřeviny měkké. Jehličnaté dřeviny se paří delší dobu než měkké listnaté dřeviny. (Smirnov 1956)

Rozlišujeme:

Paření v pařících jámách

- a. Přímé paření:** se provádí odpadovou párou zbavenou oleje, vedenou pod slabým tlakem (asi 0,1 MPa) do pařící jámy. Pára nesmí směřovat přímo na výřezy.

Výhody: přímého paření je úspora nákladů na vyhřívací tělesa a využití odpadové nízkotlaké páry.

Nevýhody: možnost poškození pařených výřezů

není možné odvádět kondenzát

nutnost odolejování páry

- b. Nepřímé paření:** paření je prováděno nepřímo, odpařováním zahříváné vody, napuštěné na dně pařící jámy do výšky asi 50 cm. V ní je uloženo vytápěcí potrubí. Topným médiem je voda nebo pára o tlaku 0,13 až 0,14 MPa.



Výhody: ohřev kulatiny je rovnoměrnější a na kulatině vznikají menší škody  
možnost odvodu kondenzátu, a tím zvyšování tepelné hospodárnosti  
pára nemusí být zbavená oleje

Nevýhody: nutnost použití páry o vyšším tlaku  
vyšší náklady na topná tělesa

#### **3.1.2.4 Paření v autoklávech**

Paření v autoklávech patří mezi intenzivní energeticky úsporné způsoby paření dřeva. Realizují se za pomoci zvýšeného tlaku vodní páry v hermeticky uzavřených autoklávech, ve kterých je možné zvýšit teplotu pařicího média na 140 °C, tj. na hranici tepelné destrukce dřeva.

Ve srovnání s tradičním pařením v pařicích jámách má tato technologie některé přednosti:

- zkrácení doby plastifikace 4 až 7krát
- v souvislosti s tím i snížení měrné spotřeby páry 5 až 8krát
- zvýšení kvality pařeného dřeva
- zvýšení objemu pařeného dřeva na jednotku zastavěné plochy (až dvojnásobně)
- možnost plné automatizace paření
- zvýšení bezpečnosti práce

#### **3.1.2.5 Změkčování elektrickým proudem**

Výřezy jsou před loupáním zahřívány pomocí elektrického proudu o vysokém napětí (až 10000 V) a běžné frekvenci. Zahřátí nastane působením Joulova tepla následkem chemického odporu dřeva. Výhodou je rychlý ohřev. Nevýhodou je nerovnoměrné rozložení teploty. (Kráal 2011)

## **3.2 Okrasné dýhy - popis výroby jednotlivých metod**

Okrasné dýhy jsou tenké listy dřeva vyrobené krájením nebo excentrickým loupáním. Krájení dýh je takzvané oddělování listů dýh z předem připravených výřezů ve směru kolmém nebo podélném vzhledem k průběhu dřevních vláken výřezu. Při excentrickém loupání je výřez upnut mimo centrální osu a dýha je z něho oddělována v listech. Řez může být provedený ve směru tangenciálním, polotangenciálním či radiálním. (Král 2011)

### **3.2.1 Výroba dýhy řezáním**

Tato nejstarší metoda nemá již v dnešní době ekonomický význam. Kmeny nejsou předem upraveny a předpřipravovány. Neošetřené kmeny se řezou na dýhové rámové pile, přičemž vzniká dýha o tloušťce od 1 až do 4 mm. Takto vyrobené dýhy jsou bez trhlin a poškození. Ztráta dřeva při výrobě dýh řezáním činí přes 50 % a spotřeba času a materiálu způsobuje vysokou cenu takto vyrobené dýhy. Tato metoda se používá hlavně pro vysoké požadavky kvality a silně namáhané části. (Josten a kol. 2010)

### **3.2.2 Výroba dýh krájením**

Krájené dýhy se beztržskově oddělují od kmene stromu pomocí nože. Pásovou pilou upravený výřez se po paření nebo po vaření po obou stranách rovnoběžně ohobluje a poté je horizontálním nebo vertikálním strojem rozdělen na jednotlivé listy dýh. Při horizontálním krájení se nůž pohybuje horizontálně po bloku upevněném na stole a odděluje jednotlivé listy dýhy, cca 50 listů za minutu. Tato metoda se používá především pro výřezy silného průřezu a při výrobě tlustší nebo pyramidální dýhy. Častěji se používají stroje pro svislé krájení, při němž se pohybuje výřez až stokrát za minutu, a to svisle přes pevně upnutý nůž. Podle způsobu připravení kmene dostaneme fládrovou nebo páskovou kresbu dýhy. Dýhy se při krájení ohýbají do té míry, než na spodní straně vznikají vlasové trhliny. V ideálním případě se takovéto dýhy lepí spodní stranou na daný podklad. U vytvoření širších dílců se provádí sesazování dýh dekorativní plochy, na kterých se vlasové trhliny ošetří vhodnou úpravou.

Rozlišujeme 4 různé druhy krájení:

1. Plošné krájení:

Půlený blok se upne dřeňovou stranou na stůl. Z každé polohy získáme různé kresby, od živého fládrování na vnější straně bloku až po jednoduché pruhy v blízkosti dřeně.

2. Pravá čtvrtka:

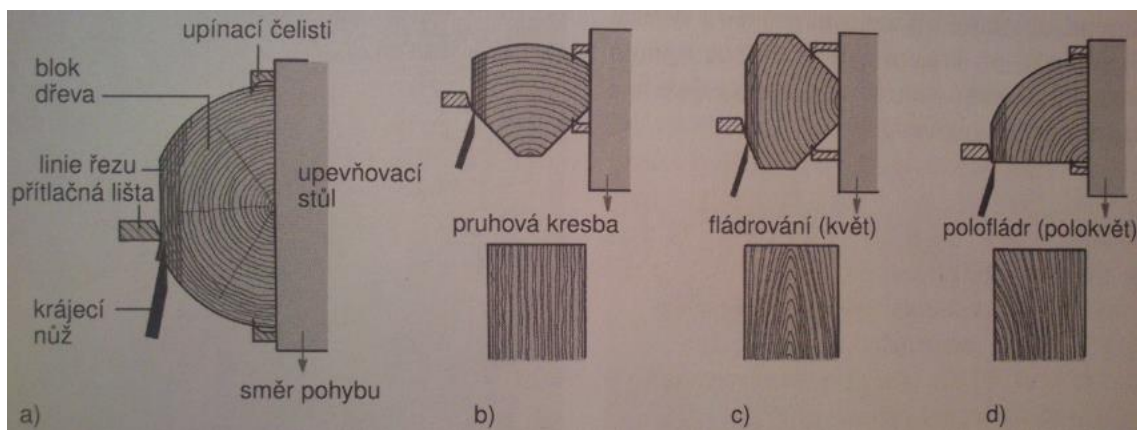
Řez prochází kolmo k letokruhům a dostáváme pruhovou kresbu. (Josten a kol. 2010) Pruhová kresba se jeví na rovném podélném řezu jako rovné a rovnoběžné pásky přeříznutých let. Páskování je tím zřetelnější, čím širší a výraznější jsou léta. Tato textura je bez zřetelných příčných plošek zrcadel. V páskách letokruhů u dřev zřetelně pórovitých jsou kratší nebo delší podélné rýžky póru, jsou to žlábkové rozříznuté cévy. (Jirout 1955)

3. Čtvrtka naplocho:

Řez prochází letokruhy tečkovitě na plocho, výsledkem je fládr. (Josten a kol. 2010) Textura fládrového řezu (tečkového, tangenciálního, krajového) se uplatňuje na plochách nábytku a jiných výrobků ze dřeva, nejčastěji přispívá k zevnějšímu vzhledu ploch. Textura fládrová u řeziva z rovného, čistého a válcovitého kmene se jeví jednak jako řada uzavřených elipsovitých obrazců, a také jako řada obloukovitých parabol na jednu stranu otevřených. Texturu vytvoříme ze středních letokruhů uprostřed fládrové plochy. (Jirout 1955)

4. Nepravá čtvrtka:

Dýha se krájí letokruhy pouze z jedné strany naplocho, dostáváme kresbu ve tvaru polovičního fládru. (Josten a kol. 2010)



Obr. 1 a) plošné krájení, b) pravá čtvrtka, c) čtvrtka na plocho, d) nepravá čtvrtka (Josten a kol. 2010)

### 3.2.3 Výroba loupaných dých

Loupané dýhy jsou z ekonomického pohledu jedním z důležitých postupů výroby. Připravený výřez pařením nebo vařením se upne do vystředěného stroje. (Josten a kol. 2010) Nůž je upevněn na suportu, který se posunuje směrem k ose otáčení výřezu odpovídající rychlostí otáčení výřezu. Nůž odděluje dýhu v souvislém pásu určité tloušťky. (Smirnov 1956) Pás dýhy se poté navíjí nebo odděluje. Rychlost loupání se pohybuje maximálně do 250 m/min. Vyrobena dýha má nepravidelně fládrouvou texturu. Tenké dýhy mají nejmenší tloušťku 0,2 mm. Silné dýhy se vyrábí pro výrobu lepených laťkových středů truhlářských desek v tloušťce do 10 mm. Při výrobě se na spodní straně, kde se dýha dotýká nože, objevují jemné trhliny. (Josten a kol. 2010)

Rozlišujeme 4 různé druhy loupání:

#### 1. Kruhové loupání v nekonečném koberci > centrické loupání

##### a. Vřetenové loupání

Při centrickém loupání je výřez vycentrován a v ideální ekonomické ose upnut mezi vřetena loupacího stroje. Otáčením výřezu podle osy přitom pevně upnutý nůž odděluje dýhu v souvislém pásu určité tloušťky. Pás dýhy je transportován buď k nůžkám, nebo do sušárny dých. Využívá se především pro výrobu velko-formátových dých na překližky. Převážně se loupou cizokrajné druhy dřevin, jakými jsou například gabon, koto, limba a z evropských zemí to jsou bříza, jasan, buk, topol, jedle, smrk a borovice.



Obr. 2 Centrické loupání dých. (Josten a kol. 2010)

#### b. Bezvřetenové loupání

Při bezvřetenovém loupání výřez není držen a otáčen mezi vřeteny, ale je držen třemi válci. Vrchní válec slouží jako tlačná vrstva a dva níže položené válce drží výřez v optimální poloze při loupání. (Kráal 2011)

### 2. Kruhové loupání po listech

Tato metoda se používá při loupání cenných dřevin (např. očkový javor, jilm, ořech a jasan). Na výřezu se provede v podélném směru zářez. Při otáčení kmene potom každou otáčkou vznikne jeden list s přibližně stejnou texturou jako jeho předchůdce. S klesajícím průměrem výřezu se zmenšuje i šířka listů dýhy. (Josten a kol. 2010)

### 3. Půlkruhové loupání excentrické

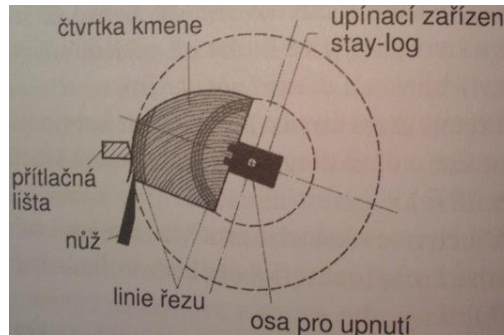
Při excentrickém loupání se výřez upíná mimo střed. Otáčením kmene proti pevnému noži se oddělují listy dýhy. Při tomto způsobu se docílí textury dýhy podobnému krájení.



Obr. 3 Excentrické neboli půlkruhové loupání. (Josten a kol. 2010)

#### 4. Stay log loupání centrické s texturou

Při stay log loupání se výřez upne do speciálního zařízení, které umožňuje větší rádius loupání a lepší využití kmene, obzvláště při menším průměru výřezu. Stejně jako při krájení dých se mohou upnout segmenty kmenů, a tím se dosáhne zajímavé textury. (Josten a kol. 2010)



Obr. 4 Výroba dýhy – stay-log. (Josten a kol. 2010)

### 3.3 Sušení a žehlení dých

#### 3.3.1 Sušení dých

Sušení dých se provádí za účelem snížení vlhkosti mokrých dých (30 až 50 %) na konečnou vlhkost 8 až 10 %. Důvodem snížení vlhkosti je snaha zamezit vzniku hub a plísní, případně následnému kroucení. (Král 2011)

Při přesušení dých pod 6 % dochází k praskání a ulamování dých. (Smirnov 1956)

Absolutní vlhkost dých se určí pomocí vzorce:

$$W_a = \frac{m - m_0}{m_0} \cdot 100 \%$$

$W_a$  vlhkost dýhy v %

$m$  počáteční hmotnost zkušebního tělesa v g

$m_0$  hmotnost absolutně suchého tělesa v g

#### 3.3.2 Žehlení dých

Žehlení dých je operace, při které se pomocí jedno a více etážových lisů rovnají zvlněné dýhy. Cílem této operace je dosažení rovného a hladkého povrchu, a tím

zlepšení kvality. Žehlení se převážně používá u okrasných (krájených nebo excentricky loupaných) dřív.

Podmínky žehlení dřív:

- Lisovací teplota 90 – 110 °C
- Lisovací tlak 0,3 – 0,5 MPa
- Lisovací doba při vlhkosti dřív do 15 % 8 – 12 min
- Lisovací doba při vlhkosti dřív nad 15 % 12 – 15 min

Skutečná lisovací doba by se měla pohybovat v uvedených mezích dle druhu dřív, její vlhkosti a velikosti zvlnění.

Sušení s žehlicím efektem

Zdaleka lepšího efektu je docíleno sušením s žehlicím efektem. V sušárně s žehlicím efektem je možné sušit jak souvislý dřívový pás, tak i dřívové listy. Tohoto efektu se dosáhne pomocí speciálních horních a spodních válečků. Horní válečky jsou seřiditelné podle digitálního ukazatele na ovládacím panelu. Při vyšší sušicí teplotě (až 170 °C pro buk), se zlepšuje hladkost povrchu. (Král 2011)

### 3.4 Úprava hran dřív

U podformátovaných dřív, které jsou dále zpracovatelné na plné formáty, musí být před sesazením provedena úprava hran. V praxi se používají zejména tyto způsoby úpravy hran:

1. Řezání kotoučovými hranovacími pilami
2. Stříhání dřívových formátů jednotlivě
3. Frézování
4. Stříhání na svazkových nůžkách jedním nebo dvěma stříhy

(Král 2011)

### **3.5 Sesazování dýh**

Po úpravách hran se listy dýh sesazují dohromady. Čím přesněji a těsněji jsou k sobě přiblíženy, tím lépe se zamezí spárám a štěrbinám na povrchu dílce. Spárovací papír nebo lepicí páska aplikovaná ručně vzájemně listy dýh spojuje. V průmyslové výrobě funkci slepování jednotlivých listů dýh přejímá stroj, který listy dýh slepuje lepidlem nebo lepicím tavným vláknem. Sesazuje se na šířku nebo na délku. (Josten a kol. 2010)

### **3.6 Charakteristika intarzie**

Intarzie jsou umělecké plošné obrazce pravidelného či nepravidelného tvaru, vytvořené z dýh různých dřevin a barev nebo jiných materiálů. Název intarzie se často označuje jako dřevěná mozaika, což je dekorativní vykládání okrasnými dýhami jiných barev, textur, kovem a jinými materiály, např. želvovinou, perletí, galalitu nebo slonovinou. Intarzii mnohokrát doplňují dodatečné zdobící techniky, podbarvování, připalování, vypalování. (Jirout 1955) Pro rozlišení se používá označení prostá intarzie (tvořená pouze z různých druhů dřev nebo kombinovaná, na kterou se používají materiály různé. (Novák 2005)

Intarzie je velmi časově náročná a k jejímu zhotovení je zapotřebí mít řemeslnou dovednost, trpělivost a výtvarný cit. S postupem času se zdokonalovaly techniky a stroje na zpracování dřeva, které dokázaly vyrobit kvalitní dýhy. Používání dýh umožnilo zpracovávat méně jakostní dřeviny. Místo tvrdého jakostního dřeva se začaly používat měkké jehličnaté. Nejjednodušší intarzie je intarzie pásková. Plocha je rozdělena pruhy dýh, každý pruh z jiného druhu dřeva nebo jiného směru let. (Novák 2005)

#### **3.6.1 Technika dřevěných intarzií**

Nejstarším způsobem je sesazování jednoduchých ornamentů a pásek z různých dřev do vydlabaného masivního dřeva. Podle překresleného vzoru se nařežou z barevných prkének 5 mm silné pásky, z nich se sesazují ornamenty. Po orýsování se ornamenty zadlabají do masivního dřeva tak, aby po zaklizení byly v rovině s ostatní plochou. Různobarevné pásky se připravují blokovým sklídiclem různých druhů dřev. Z takto sklížených desek se vyřezávají pásky. Pro lepení dřeva se používal glutinový



klih, (kožní nebo kostní) jeho nevýhodou bylo, že málo odolával vodě a změnám teplot. (Novák 2005)

### **3.6.2 Intarzie z dýh**

Dýhy jsou nejpoužívanějším materiálem pro tvoření intarzií. Pro jejich tenkost a rovnost jsou už jakýmsi polotovarem pro tuto výrobu. Dýhy mají pestrou kresbu, a to z důvodu, že pocházejí z různých částí kmene. Použití různých směrů, druhů, barev, loupané či krájené dýhy nám poskytuje velkou škálu variací výzdoby. (Novák 2005)

### **3.6.3 Postup výroby intarzií nožem**

Vyrobíme si šablonu pro výrobu intarzií, která by měla být barevná pro lepší znázornění. Jednotlivé části navrhne, překreslíme na průhledný papír, který přiložíme na dýhu a obrys obkreslíme, ten se nám přetiskne na dýhu. Řezání dýh se provádí ostrým nožem, skalpelem nebo silnější dýhy se řežou pomocí lupenkové pilky, dýhořezky či deкупírky. (Novák 2005) Ostré nože jsou broušeny jen z jedné strany, aby řez byl kolmý a dobře přiléhal k ostatním částím intarzie. Kdyby bylo ostří na noži z obou stran, při složení obrazce by byla spára ve tvaru „V“ a nebylo by to vzhledově pěkné.

Při řezání obrazců se postupuje od středu k okrajům obrazce. Dýha se řeže tak, aby textura byla v podélném směru, dýha se tolik neláme. Tenké a drobné části se mohou podlepit páskou v místě, kde se bude vyřezávat, je to z důvodu větší pevnosti. Vyřezané části dýh se poskládají do obrazce a slepí se z lící strany páskou určenou pro výrobu intarzií. Celý obrazec kolem dokola lemuje vlastní obrys, lépe vynikne a sjednotí celou plochu. (Krauss 1983)

### **3.6.4 Postup výroby intarzií pilkou**

Dýhy se řežou lupínkovou pilkou, ale spíše pomocí deкупírky nebo stolní pásové pily. Při této práci můžeme na rozdíl od řezání nožem, řezat několik dýh poskládané na sobě. Touto starou metodou se řežaly velmi složité tvary intarzie. Kombinací světlé a tmavé dýhy se dosáhne zajímavého kontrastu. Ze zbylých dílců se může složit negativ návrhu. (Novák 2005)

Intarzované podlahy nebo nábytek jsou velmi krásné jen v dokonalém stavu a v plném lesku. A proto povrchová úprava je velmi důležitá nejen pro krásný vzhled, ale především pro její ochranu. (Krauss 1983) Z důvodu změny své vlhkosti jinak pracují podkladové desky a jinak každá použitá dýha. Tenké plátky dýh se uvolňují od podkladu, boulí, praskají, krouží se a z tohoto důvodu části odpadávají od povrchu.

Opravy poškozené intarzie jsou náročné nejen časově, ale vyžadují i velkou zručnost, přesnost a trpělivost. Při opravě je potřeba znát technologii použitých materiálů. (Novák 2005)

### **3.7 Dřevěné podlahy**

Dřevěná podlaha není jen pěkná, elegantní a praktická, ale její vhodnou volbou a různými variantami kladení může ovlivnit proporce prostoru a zvýraznit jeho funkčnost. (Polášek, Coufal 1995)

Podlaha je jednou z nejdůležitějších povrchových úprav v obydlí, kromě svých významných funkčních úkolů, je vizitkou uživatele bytu a dotváří architekturu celého prostoru. Záleží nejen na dezénu, barvě nášlapné vrstvy, ale také na údržbě a její životnosti. (Hájek 2000)

#### **a. Tuhé podlahy**

Jsou to podlahy jednovrstvé, bez izolačních vložek. Tvoří je pouze nášlapná vrstva, která je nalepená obvykle na betonový podklad. Aby byla zajištěna rovnost nášlapné vrstvy, je betonový podklad opatřen jen vyrovnávací stěrkovou vrstvou. Tato podlaha nemá kročejovou neprůzvučnost. Většího kročejového útlumu lze dosáhnout pouze volbou nášlapné vrstvy.

#### **b. Plovoucí podlahy**

Plovoucí podlaha není druh podlahy, ale forma konstrukce různých druhů podlah, především na bázi dřeva nebo materiálu vyrobeného ze dřeva. Plovoucí podlaha je složena ze tří vrstev položenou na nosní stropní konstrukci nebo na podkladní beton. Smysl plovoucí podlahy je v tom, že je položena tak, aby mezi podlahou a svislými stěnami zůstala dilatační spára, v které lze vyrovnávat objemové změny podlahy,

vyvolané kolísání vlhkosti vzduchu. Proto se jednotlivé vrstvy nepřidělávají k podkladu. (Hájek 2000)

### **3.7.1 Prefabrikované podlahové dílce**

Prefabrikáty mají velký význam pro produktivitu podlahové práce, neboť kumulují řadu parametrů, což dává nové vlastnosti výrobkům, snižují počet pracovních operací na stavbě a při dodržování fyzikálních požadavků na stavbách znamenají včasné uvedení do provozu. Prefabrikované intarzované čtvercové formáty: při výrobě prefabrikovaných intarzovaných čtvercových formátů je nutná planoparalelnost všech vrstev, aby došlo k dokonalému přilepení intarzií. Hrozí zde jejich odlepování, což je skrytá výrobní vada. (Steiner 2005)

Intarzované parketové čtverce složené z masivních dílců, nalepené na slepou vrstvu nebo na vložené pero, se nazývá takzvaný sendvič. Použití různých tvarů a barev jednotlivých dřevin vzniká nekonečná varianta výsledného vzhledu podlahy. (Beránek 2007)

#### **3.7.1.1 Konstrukční systémy parketových čtverců**

Sendvičové parketové čtverce jsou složeny z několika vrstev. Nášlapné vrstvy jsou složeny z masivních náklížků o různých tloušťkách, jsou složeny do geometrických tvarů většinou řezané do různých ornamentů a lepené k nosné vrstvě tvořené obvykle spárovkou z měkkého někdy z kvalitnějšího tvrdšího dřeva nebo aglomerovaného dřeva.

Celomasivní parketové čtverce vyráběny z atypických vlysů tloušťky 22 mm s perem a drážkou po obvodě, pomocí nichž jsou sestavovány do parketových čtverců. Při tloušťce 4 – 10 mm jsou jednotlivé dílce skládány do konkrétního vzoru. Pro snadnější manipulaci těchto dílců jsou podlepeny síťovinou (jako mozaikové parkety). Čtverce mají rozměr přibližně 550 x 550 mm, v historických budovách a v zámcích se lze setkat se čtverci o rozměrech až 750 x 750 mm a více.

#### **3.7.1.2 Technický popis sendvičů parketových čtverců**

Sendvičová parketa je konstruovaná z několika vrstev. Optimální je lichý počet vrstev, obvykle se vyrábí třívrstvé parkety. Pro střední – nosnou vrstvu se používá aglomerovaný materiál (MDF, spárovka, laťovka, dřevotříska).

**Horní nášlapná vrstva:** je tvořena z dřív požadovaných dřevin, seskládaných do různých vzorů.

**Dolní protitahová vrstva:** tvoří stejně silný masiv jako vrstvu nášlapnou. Vrstva má zásadní význam pro udržení tvarové stability parket. Vzhledem k vzdušné vlhkosti okolního prostředí dochází k objemovým změnám dřeva. Nosná vrstva při sudém počtu vrstev se přetahuje s nášlapnou vrstvou a tím vzniká kroucení parket. (Beránek 2007)



Obr. 5 Intarzovaná podlaha (<http://www.palazzio.cz/drevene-podlahy/>).

### 3.7.1.3 *Technický popis celomasivních parketových čtverců*

Podle předem připravené šablony se připraví atypické palubky tl. 19 mm s drážkou a perem po obvodě a tyto palubky se sestaví do parketového čtverce. Tyto palubky se nesmějí k sobě slepit. Protože objemová změna jednotlivých prvků by způsobila nerovnosti spár v místech nejbližšího a nejslabšího spojení. Podlaha ze sendvičových parket nedilatuje rovnoměrně. Dilatují jednotlivě jako dokonale prolepené celky. Při těchto objemových změnách vznikají spáry ve spojích mezi čtverci. Spáry se zanášejí špínou. (Beránek 2007)

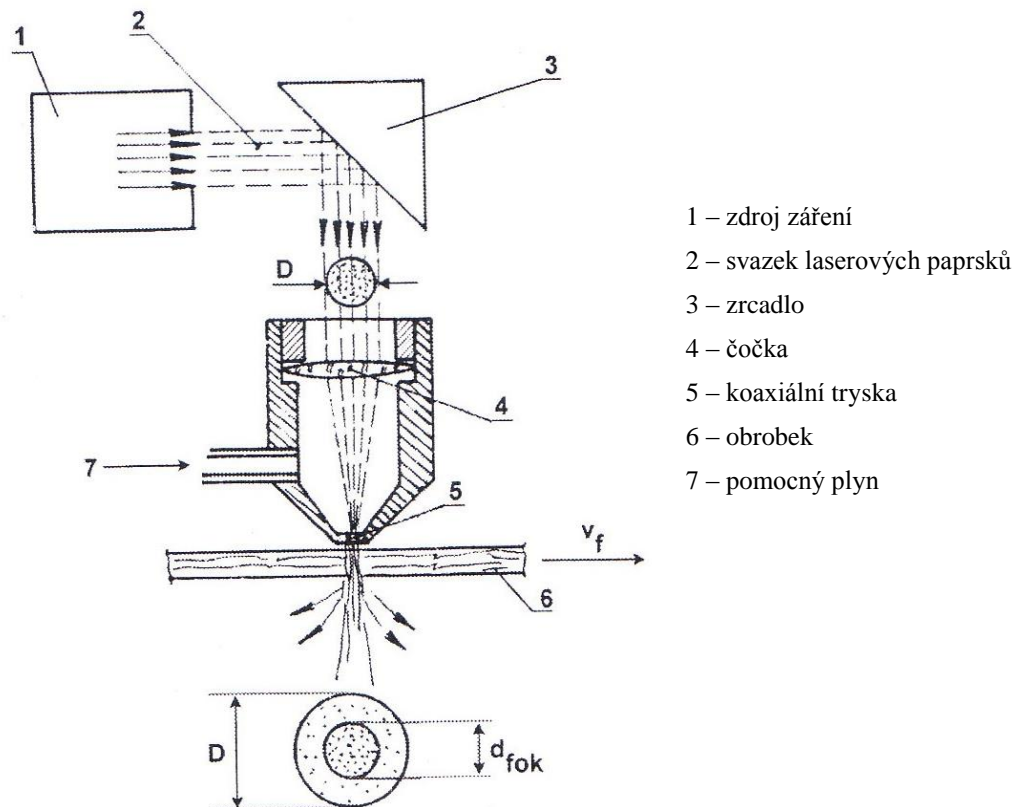
## 3.8 Laserové obrábění

V současné moderní dřevařské průmyslové praxi se víc uplatňuje zařízení pracující na principu využívání kvantové energie. Jedná se o beztržkové obrábění dřeva a dřevěných materiálů vysoko koncentrovanou tepelnou energií do tepelného laserového paprsku.

V dřevozpracujícím průmyslu, převážně v nábytkářském odvětví, se objevují zařízení pracující na uvedených principech, uplatňující se převážně při dělení tvarových rozmanitých dřevěných materiálů. Při výrobě průmyslových intarzií do nábytku a podlahovin a na povrch ploch obkladů a sportovních potřeb se používá gravírování.

### 3.8.1 Zařízení pro laserové obrábění

Laser – Light Amplifikation by Stimulated Emission of Radiation je zdrojem monochromatického záření usměrněného do svazku kohézních paprsků, které mají kruhový průřez. Svazek paprsků je optický s čočkou koncentrovanou na velmi malou kruhovou plochu o průměru několik desítek milimetrů (méně jak  $1 \text{ mm}^2$ ). Intenzita zářící energie zkoncentrované na tuto plochu je vysoká ( $10^5 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ ). Způsobuje, že se dřevo a dřevěné materiály v místě působení oddělují pálením. (Barcík 2009)



Obr. 6 Funkční princip laseru. (Barcík 2009)

### 3.8.2 Faktory ovlivňující řezání dřeva laserovým paprskem

Efektivnost procesu obrábění laserem je především závislé na jeho výstupním výkonu, kromě toho základního parametru, vstupují do procesu obrábění i řezné

podmínky a materiálové podmínky. Výkonnost laseru je vyjadřována hloubkou rozřezání materiálu (hloubkou ostrosti ohniska  $e_{fok} >$  schopnost přerezat materiál určité hloubky).

Hloubka ostrosti ohniska se vypočítá ze vztahu:

$$e_{fok} = \frac{0,64 \cdot \pi \cdot d_{fok}^2}{4 \cdot \lambda} \quad [m \cdot 10^{-3}]$$

přičem

$$d_{fok} = 4 \cdot \frac{f \cdot \lambda}{\pi \cdot D} \quad [m \cdot 10^{-3}]$$

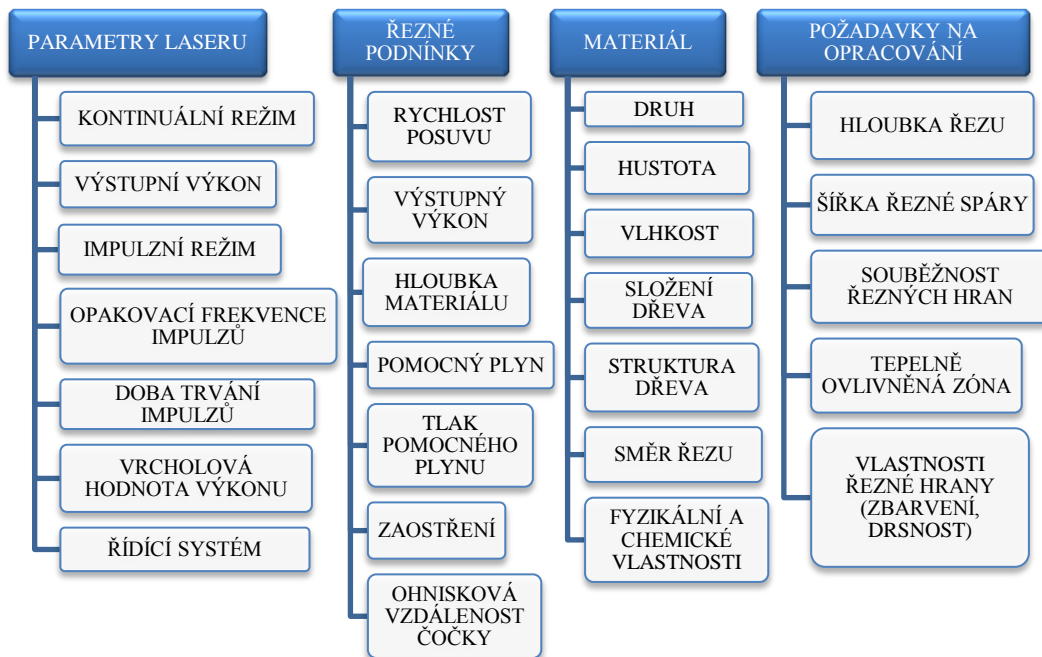
kde:  $d_{fok}$  - průměr zaostřeného svazku paprsku v ohnisku [ $m \cdot 10^{-3}$ ]

$\lambda$  - výstupná vlnová délka záření [ $m \cdot 10^{-3}$ ]

$D$  - průměr paprskového svazku dopadajícího ze zrcadla na čočku [ $m \cdot 10^{-3}$ ]

$f$  - ohnisková vzdálenost čočky [ $m \cdot 10^{-3}$ ] (Barcík 2009)

Tab. 1 Faktory ovlivňující řezání dřeva laserovým paprskem. (Barcík 2009)



Výkonnost laserového obráběcího zařízení podstatně ovlivňuje rychlost posuvu, ( $v_f$ ) řezná rychlost se mění změnou ohniskové vzdálenosti ( $f >$  čím je menší, tím se rychlost zvyšuje) ve směru výšky trysky nad materiálem (optimálně  $2 \text{ mm} \cdot 10^{-3}$ ), druhem a tlakem pomocného plynu (optimální  $0,1 \div 0,15 \text{ MPa}$ ). Významný vliv na řeznou rychlost má výška řezu, kde optimální rychlost je volena jako rychlost, při které rozdíl v šířce řezné spáry na vstupu a výstupu laserového paprsku v řezu není větší jak  $0,1 \text{ mm}$ . Za maximální se považuje rychlost, při které se materiál ještě přereže bez ohledu na koeficient řezné spáry. Čím víc se při zvyšující se rychlosti šířka řezné spáry a hloubka řezu zmenšují, tím je čas řezání kratší > zbarvení a zuhelnatění je menší. Rychlost posuvu ovlivňuje drsnost řezné plochy. Čím je  $v_f$  menší, tím víc dochází k tepelnému narušení materiálu a drsnost řezu se zvětšuje. Při výrobě nábytku se nejčastěji používají  $\text{CO}_2$  lasery o výstupním výkonu  $150 \div 1500 \text{ W}$ . (Barcík 2009)

## 4 MATERIÁL A METODIKA

### 4.1 Specifikace použitých materiálů při výrobě prefabrikovaného podlahového dílce.

#### 4.1.1 Polotvrdá dřevovláknitá deska MDF

Desky jsou zhotoveny z lisovaných dřevěných vláken spojených syntetickým lepidlem. Vláknina se získává rozvlákněním z dřevěných odřezků. Podobně jako desky vyrobené z třísek nabízí tento materiál velice všestranné použití.

Kromě běžných dřevovláknitých desek se vyrábějí i druhy splňující některé zvláštní požadavky včetně ohnivzdornosti materiálu. Při výrobě dřevovláknitých desek se používá několik typů syntetických lepidel (močovinoformaldehydová, meleminformaldehydová a fenolická). Jedním z hlavních rysů dřevovláknitých desek je jejich snadné opracování a široká použitelnost. Největší nevýhodou představuje skutečnost, že jsou zpravidla málo odolné vůči vodě. Pokud se dostanou do vlhkého prostředí, nabývají na objemu a třepí se. (Vigué 2001)



Obr. 7 MDF deska (<http://www.addicted2decorating.com/mdf-vs-plywood-differences-pros-and-cons-and-when-to-use-what.html>).

#### 4.1.2 Dřevotřísková deska

Dřevotřískové desky jsou tvořené z jemných dřevěných třísek slepených k sobě za vysokého tlaku a teploty. Přestože za surovinu slouží odpad, při zpracovávání dřeva



(odřezky, třísky, tenké části kmenů a recyklované dřevo) nabízejí tyto desky podobné využití jako masivní dřevo. Kromě běžných dřevotřísek se vyrábějí i speciální druhy, které mají vyhovět konkrétním požadavkům pro specifické použití: vyšší odolnost vůči vodě, ohnivzdornost a impregnace konzervačními látkami proti plísním a hmyzu. Vyrábějí se rovněž dřevotřísky dýhované nebo laminované papírem nasyceným melaminovou pryskyřicí, které se používají k výrobě nábytku. (Vigué 2001)



Obr. 8 Dřevotřísková deska (<http://www.jafholz.cz/produkty/konstrukcni-desky/konstrukcni-drevene-desky>).

#### 4.1.3 Konstrukční deska z masivního dřeva – spárovka

Spárovka je konstrukční deska nebo polotovar vyrobený slepováním užších přířezů z jehličnatého nebo listnatého řeziva na šířku. Jsou to nejstarší plošné nábytkové dílce. Protože jsou vyrobeny pouhým slepením rostlého dřeva, z něhož byly odstraněny nedovolené vady (suky, trhliny), mají v plném rozsahu všechny kladné vlastnosti dřeva, hlavně pevnost a pružnost. Zároveň mají i nepříznivé vlastnosti jako náchylnost k změnám rozměrů a tvarech při změnách vlhkosti. Z důvodu velké spotřeby kvalitního dřeva se používají málo. Užívají se hlavně na výrobky, které jsou náročné na pevnost v ohybu. Přířezy určené k výrobě mají být vyrobené ze středového řeziva s rovnými vlákny bez trhlín a velkých suků. Přířezy by měly být vysušeny na 7-9 % vlhkosti. Je to z důvodu, že při vyšší vlhkosti se před slepení křiví přířezy a potom i hotová spárovka.

Přířezy se spojují:

- **Na tupou spáru:** nejčastěji používané spojení, hlavně úzké přířezy (čím více jsou přířezy užší, tím je lepší tvarová stabilita spárovky).

- **Na profilovanou spáru:** pro náročnější plošné dílce, např. stolové desky a sedadla lavic ze širších přířezů, nebo při větších tloušťkách.
- **Na pero a drážku:** širší přířezy, spojení je pomocí vyfrézovaného nebo vloženého pera.

Při spojování musíme dodržovat, že k sobě mají přiléhat stejné plochy: jádro k jádru, běl k bělu a na ploše se střídá levá a pravá strana. Tímto způsobem se získá největší stabilita spárovek. (Křupalová 2004)



Obr. 9 Konstrukční desky z masivního dřeva – spárovka (<http://www.nabytek-dnes.cz/co-je-masiv-co-je-sparovka-p24>).

#### 4.1.4 Použité dýhy

Tloušťka použitých dýh byla 0,55 – 0,6 mm. Dýhy byly předem sesazeny a vylisovány za studena jen tlakem. Použité lepidlo na sesazené dýhy bylo KAURIT 106.

##### 4.1.4.1 JAVOR (*Acer L*)

Javor má vysokou hustotu, která je podobná jako u buku. Dobře se ohýbá, vzdoruje napětí a úderům, nepraská, dobře se lakuje a barví. Vlákna jsou přímá, někdy lze rozeznat různé zbarvené proužky – od krémově bílých odstínů až po hnědě růžovou. Letokruhy jsou poměrně zřetelné, dřevo je roztroušeně pórovité, lesklé a velmi dekorativní, často se na něm nacházejí očka a vlnitý průběh dřevních vláken. V interiérech je vysoce trvanlivé, pro použití venku je nutné dřevo ošetřit.

Používá se na taneční parkety, vykládané podlahy, parkety, podpatky obuvi, části klavírů a další hudební nástroje, na ohýbaný nábytek, panely, umělecké truhlářství, na rukojetě nástrojů, výrobu dých, hraček, kolíčků, soustružnictví a řezbářství. Dobře se suší.

Doporučuje se ochranné prostředky proti hmyzím škůdcům a plísním. Vykládané podlahy je nutné povrchově upravit. (Vigué 2001)

**Hustota při  $w_0\%$ :** 630 [kg. m<sup>-3</sup>]

**Tvrдост:** 75 [MPa]



Obr. 10 Dýha – javor (<http://www.dveretrnava.sk/dvere/prum/rada-stil/stil-typ-s/>).

#### 4.1.4.2 BUK (*Fagus sylvatica* L)

Buk je světlé, bělové, nahnědlé či narůžovělé dřevo, které tmavne, pokud je vystaveno působením páry. Má jemnou a stejnorodou texturu, rovné žilky, drobné paprsky. Rychle vysychá, ale má sklon k praskání. Po vyschnutí se velikost a tvar výrazně mění, je-li vystaveno působení vlhkosti. Buk je odolný vůči teplu a horku. Bukové dřevo je dobře ohebné. Se stykem s vodou tmavne a rychle hnije, proto se nehodí do exteriérů. Dobře se hobluje a má horší štípatelnost je ideální na výrobu obkladů. Při spojování hřebíků je nutné předvrtání kvůli prasknutí. Malá odolnost proti biotickým činitelům.

Používá se hojně na nábytek, zejména na ohýbaný, případně vyráběný soustružením. Z bukového dřeva se velice vyrábějí dýhy, vybavení interiérů od madel a rámců křesel až po naběračky. Používá se rovněž na hračky a krabice, překližky, parkety, železniční pražce, pro chemické a polo chemické zpracování dřeva.

Nejlepší povrchová úprava je taková, která nám nezakrývá texturu dřeva. Ideální je použít vosk či bezbarví lak. (Vigué 2001)

**Hustota při  $w_0\%$ :** 685 [kg. m<sup>-3</sup>]

**Tvrдост:** 61 [MPa]



Obr. 11 Dýha – buk (<http://ibanabytek.cz/barva-buk-prirodni-p-158963>)

#### **4.1.4.3 TŘEŠEŇ (*Cerasus avium L.*)**

Třešeň má narůžovělé hnědé jádrové dřevo, které v průběhu času tmavne. Třešeň se vyznačuje jemnou, rovnou a hustě temně hnědou kresbou. Dřevo je pevné, ohebné, dobře se klíží a lze ho rovněž i leštit. Třešeň je tvrdá a často obtížně opracovatelná. Vysychání musí probíhat s nejvyšší opatrností, neboť hrozí popraskání. Po vysušení získáme stabilní materiál, který je odolný nepřízni venkovního prostředí.

Třešeň je oblíbená a používá se v uměleckém truhlářství pro svoje dokonalé finální úpravy. Po ohřátí v kyselém roztoku po dobu 24 hodin mění barvu na temně červenou. Vyrábí se z ní strunné nástroje a pro načervenalou barvu a pěknou texturu je ceněna při výrobě nábytku, okrasných dých, lodních interiérů, židlí a drobných předmětů.

Pro konečnou úpravu je nejvhodnější použít lak, vosk nebo olej. (Vigué 2001)

**Hustota při  $w_0\%$ :** 570 [kg. m<sup>-3</sup>]

**Tvrдост:** 62 [MPa]



Obr. 12 Dýha – třešeň (<http://www.alpidyha.cz/cz/produkty-dyhy-alpi/dyha-alpi-alpilignum/dyha-alpi-klasicke/alpi-dyhy-tresen>)

#### 4.1.4.4 OŘEŠÁK (*Juglans L.*)

Ořešák je středně těžké dřevo, pomalu schne, má dobré mechanické vlastnosti, snadno se ohýbá. Vyznačuje se šedivě hnědou barvou s takřka černým žilkováním. Vlákná jsou nepravidelná, ale rovná, někdy nepatrně zvlňená. Jádrové dřevo je v mladším věku světlé, později tmavne a získává temně hnědou barvu, která ve stáří přechází až v černou barvu. Bělové dřevo mívá odstíny ve škále od hnědavě šedé po světle šedou. Dřevo dobře odolává plísním a houbám. Obtížně se štípe a nepraská.

Ořešák společně s dubem je jedním z nejvyhledávanějších dřev v Evropě. Používá se na výrobu luxusního nábytku, soustružené výrobky a řezby. Zhotovují se z něj rovněž vysoce kvalitní dýhy a obklady. Dýhy z kmene mohou být řezány příčně vůči směru cév, čímž získají nezvyklý vzor. Velmi často se používá pro intarzie.

Na konečnou úpravu se používá vosk, lak a olej, který dřevu dodá matný, případně lesklý vzhled. (Vigué 2001)

**Hustota při  $w_0\%$ :** 660 [kg. m<sup>-3</sup>]

**Tvrдость:** 72 [MPa]



Obr. 13 Dýha – americký ořešák (<http://www.spirkodvere.sk/Dvere/Dvere-dyhovane/>).

#### **4.1.5 Použité lepidla**

##### ***4.1.5.1 Lepidlo ISARIT E1***

Isarit je práškové močovino-formaldehydové lepidlo, které se používá na dýhování a lepení ve vyhřátých lisech. Isarit se mísí s vodou, přičemž vytvoří homogenní směs s vysokým obsahem sušiny. Nanáší se strojně, stěrkou nebo válečkem.



Obr. 14 Lepidlo isarit E1 (<http://www.simek.eu/isarit-e1-25kg-lepidlo/>).

##### ***4.1.5.2 Lepidlo KLEIBERIT 300.0***

Kleiberit 300 je jednokomponentní PVAC disperzní lepidlo, vhodné pro lepení za studena i za tepla. Lepidlo má velké využití pro lepení dřevěných výrobků: lepení oken

a dveří, plošné lepení HPL materiálů, plošné lepení tvrdých a exotických dřevin, např. výroba schodišť, je vhodné pro dýhování, lepení ve VF poli.



Obr. 15 Lepidlo KLEIBERIT 300.0 (<http://www.acolor.cz/x3053-w001/lepidlo-kleiberit-300.0-baleni-10kg>).

#### 4.1.6 Použité laky

##### 4.1.6.1 POLYUREX mat

POLYUREX mat je vodou ředitelný lak pro vysoce odolné nátěry dřeva. Je určený pro interiérové použití a to na dřevěné podlahy a schodišť. Obsahuje UV absorbéry.



Obr. 16 Lak POLYUREX (<http://www.barvy-nouza.cz/25150-vodou-reditelne-laky/78391-lak-polyurex-v-1605-mat-0-6-kg/>).

#### 4.1.6.2 SPORTAKRYL mat

SPORTAKRYL mat je vodou ředitelný lak pro veškeré dřevěné konstrukce nábytku v interiérech. Je odolný vůči čisticím prostředkům.

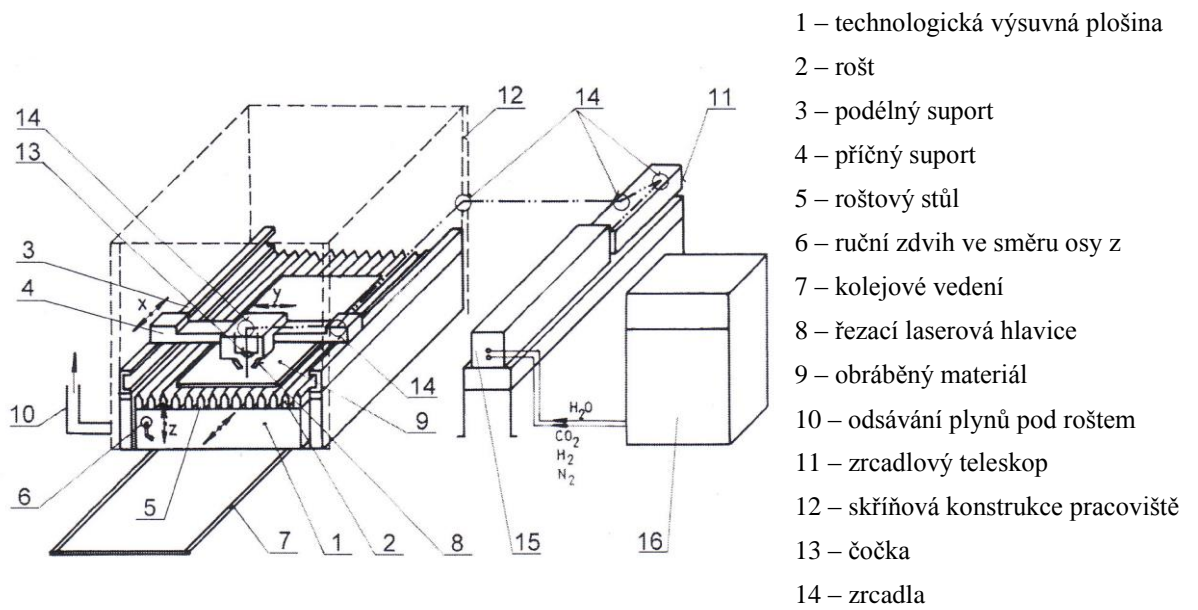


Obr. 17 Lak SPORTAKRYL (<http://www.barvy-nouza.cz/25150-vodou-reditelne-laky/78386-lak-sportakryl-v1601-mat--0-7-kg/?run=0&ftx=sportakryl>).

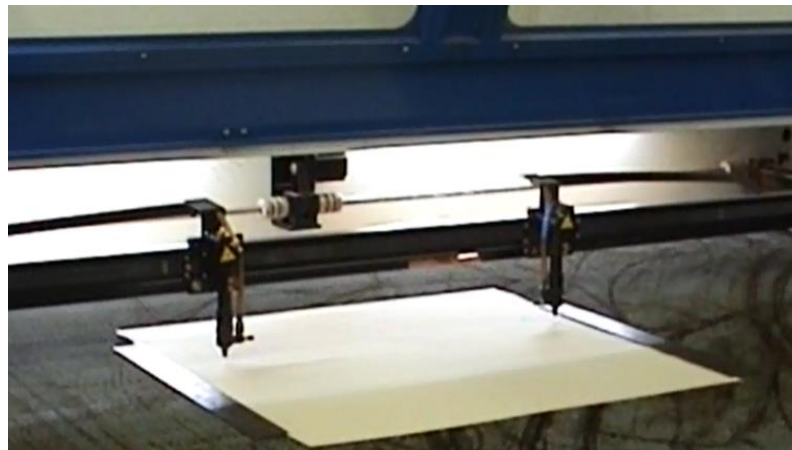
## 4.2 Laserové obráběcí pracoviště (CNC laserový stroj)

Vývoj zařízení řezání laserem CO<sub>2</sub> začal objevením stimulací emise molekul CO<sub>2</sub> v optickém rezonátoru. Laserový paprsek, který vzniká v atmosféře CO<sub>2</sub> přidáním dusíku N<sub>2</sub> a helia (He), dosáhne relativně vysoké účinnosti při přeměně elektrické energie na energii záření. Laserové obráběcí pracoviště se skládá z CO<sub>2</sub> laseru a z číslicového řízeného souřadnicového stolu.

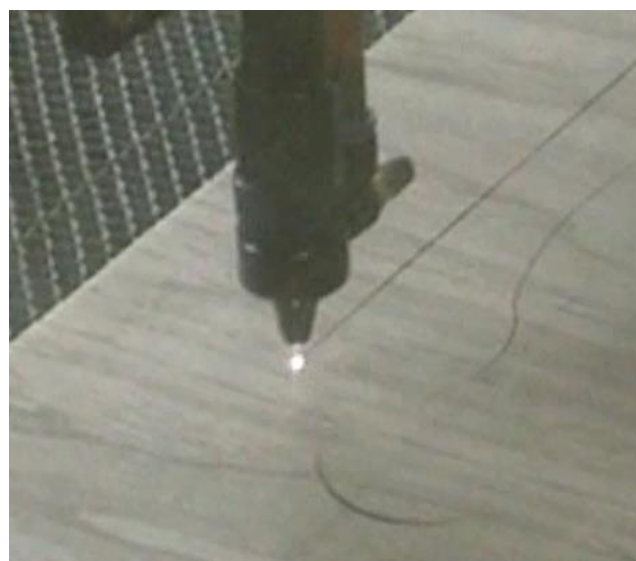




Obr. 18 Laserové obráběcí pracoviště. (Barčík 2009)



Obr. 19 Laserová hlavice. (Kolomazník – vlastní foto 2014)



Obr. 20 Laserová hlavice detail. (Kolomazník – vlastní foto 2014)

## **CO<sub>2</sub> laser**

CO<sub>2</sub> laser pracuje nízkotlakovým plynovým výbojem při pomalém podélném průtoku plynu. Používají se plyny CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> a laserový plyn prostřednictvím napěťového napájecího zařízení. Při vhodně zvoleném složení plynu se ve sloupci výboje vytvoří inverze mezi iniciovanými rezonančními úrovněmi molekul CO<sub>2</sub>. Vytvoření stimulovaných emisí umožňuje použít optického rezonátoru. Kontinuální inverze s konstantním uvolněným zářením má vlnovou délku 10,6 μm.

Laserový rezonátor tvoří stavebnicovou skupinu dílů vyznačující se vysokou tuhostí. V krajních polohách jsou umístěné prizmy (odrazové zrcadla), ty odrazí paprsek tak, aby vzniklo několikanásobné potřebné prodloužení dráhy paprsku při malé konstrukční délce rezonátoru. Výstup paprsku ze zařízení zabezpečuje germániová nebo zinkově selenitová optika. Paprsek po výstupu z rezonátoru vchází do teleskopu, kde se optimalizuje jeho průměr a vystupuje bočním otvorem do obráběcího stolu. Ve stole se soustavou zrcadel nasměruje do laserové řezné hlavy, která zabezpečuje zaostřené záření na obrobek.

Paprsek vystupuje tryskou, přes kterou přechází koaxiální stlačený vzduch jako pomocný plyn a odfukuje zplodiny obrábění. Chlazení zaostřovací techniky se provádí vodou za pomoci chladicího okruhu.

## **Souřadnicový stůl**

Laserový souřadnicový stůl je skříňové konstrukce, kde je v jeho vnitřní straně pohyblivě zabudovaný souřadnicový portál se suporty x, y, z.

### **Podélný suport x:**

Je nosičem vody chlazeného zrcadla, slouží na převod paprsku do směru y. Pomocí servomotorů a převodovek zabezpečuje přesné nastavení polohy pracovní hlavy.

### **Příčný suport y:**

Je nosičem servopohonu se snímači, vodou chlazený laserový obráběcí hlavy s příslušnou optikou, zabezpečující přesné nastavení polohy v příčném směru y.

### **Pracovní stůl**

Nachází se ve spodní části souřadnicového stolu. Slouží k fixaci obrobku pomocí zárážek, které jsou sestavené z mechanizovaného výškově (starší způsob ručně)

přestavitelného roštu, kde v jeho spodní části je umístěná vana na zachycování a shromažďování odpadu. Vana je z boční strany souřadnicového stolu vysouvateľná po kolejnicovém vedení.

K celkové sestavě laserového obráběcího pracoviště patří CNC řídicí jednotka a PC – CAD/CAM systém zpracovávající údaje a tvorby CNC programů a jejich archivaci. (Barčík 2009)

## **4.3 Postup výroby vzorků**

### **4.3.1 Výroba průmyslové intarzie**

V současné době příprava intarzií již nespočívá na papíru a pomocí ruky, ale za pomoci počítačových programů jako jsou CAD/CAM systémy. Pomocí nich si můžeme vytvořit libovolný námi vymyšlený nebo zkopírovaný obrazec, kterému dáme potřebné rozměry a konečný vzhled. V dnešní moderní době je snaha, co nejvíce ušetřit materiál, čas a zrychlit výrobu, proto se používají pro výrobu intarzií CNC stroje, a to především laserové CNC stroje. Navrhování počítačem nám umožňuje narýsovat velmi náročné obrazce v libovolném směru a úhlu, kterých bychom při ruční výrobě těžko dosahovali. Výhodou strojního opracování je opakovatelnost výroby téhož vzoru, jednoduchost, rychlost a hlavně přesnost výroby. Vyrábějí se především jednoduché tvary, které naruší a zkrášlí velké plochy, jako jsou podlahy, obklady a dnes už jen decentní motivy na nábytek. Intarzie se dále často využívá na výrobu hudebních nástrojů a uměleckých předmětů.

### **4.3.2 Rýsování**

Při rýsování obrazce je nutné narýsovat každý díl samostatně a také přesně zkonstruovat vzhled celého tvaru. Každý dílek musí mít stejné měřítko, aby po vyřezání do sebe přesně zapadaly. Po narýsování v počítači se soubory přenesou do programu pro úpravu a nastavení stroje.

### **4.3.3 Nastavení laserového stroje**

Do programu LASER WORK V5 pro úpravu a nastavení stroje vložíme soubory uložené v DXF podobě. Po načtení se celý obrazec zvětší o 2000 %, což je námi požadovaný rozměr 625 x 437 mm celé intarzie. Nastaví se síla paprsku, ideální je při

minimální rychlosti laserové hlavice síla 30 % a při maximální rychlosti posuvu je síla paprsku 35 % (posuv v oblouku je menší než v přímém směru posuvu). Toto nastavení nám umožňuje zamezit opálení krajů řezané dýhy ve spáře. Rychlost posuvu je 80 m/s. Řez je prováděn z rubové strany, ze strany nalepení na podklad. Každý řezaný tvar v intarzii se musí zvětšit o 0,16 mm, což je síla paprsku. Pokud bychom tak neučinili, vznikali by velké spáry mezi jednotlivými dílky intarzie.

#### 4.3.4 Řezání a skládání obrazce

Po nastavení stroje se vkládají jednotlivé dýhy na pracovní plochu laseru a zatěžkají se z každé strany ocelovým plátem. Přiklopí se ochranné víko a zahájí se řezání spuštěním stroje. Vše se provádí za pomoci počítače. Vyřezané části intarzie přeneseme na jinou pracovní plochu, kde se sesazují a lepí pomocí perforované pásky do plánovaného obrazce. Nový způsob lepení je založený na tom, že perforovaná páska se nalepí na spodní stranu dýhy a touto stranou se celá intarzie nalepí na podklad. Perforovaná páska zůstává a je součástí intarzie. Lepicí páska má v sobě díry, přes které se dostane lepidlo. Pásky nesmí být lepeny přes sebe a zohýbány, aby nevytvořily boule na povrchu intarzie. Výhodou tohoto způsobu je, že se nemusí lepicí páska z povrchu odbrušovat. Na podkladovou část se nanese z obou stran lepidlo a začnou se skládat soubory. Dále se to zalisuje. Vyrobené byly tři intarzie.



Obr. 21 Perforovaná páska. (Kolomazník – vlastní foto 2014)

#### 4.3.5 Lepení intarzie na nosný podklad

Intarzie lepená na dřevotřískovou desku byla provedená odborně za pomoci strojů. Lepidlo ISARIT E1 bylo nanášeno na nanášecím stroji a následně bylo zalisováno na nosném podkladu v předehřátém lisu na 100 – 105 °C.

Další dvě intarzie byly nalepeny ručně na MDF desku a jasanovou spárovku. Použité lepidlo se nazývá Kleiberit 300. Nános lepidla byl proveden ručně pomocí

štetce. Celý dílec byl následně zalisován ve vyhřívaném jednoetážovém lisu ITALPRESSE.

#### **4.3.6 Broušení povrchu**

Hotový dílec byl přebroušen:

**a. pásovým strojem**

1. zrnitost papíru 80
2. zrnitost papíru 120
3. zrnitost papíru 150

**b. ruční excentrickou bruskou**

1. zrnitost papíru 150
2. zrnitost papíru 310
3. zrnitost papíru 370
4. zrnitost papíru 400

#### **4.3.7 Lakování**

Lak POLYUREX mat byl nanesen na prefabrikovaný dílec, který má jako nosnou desku dřevotřísku. Nános byl proveden dvakrát, a to po třech hodinách. Před druhým nánosem se lakovaný povrch přebrousil.

Lak SPORTAKRYL mat byl nanesen na prefabrikovaný dílec, který má jako nosnou desku MDF desku. Nános byl proveden dvakrát, a to po třech hodinách. Před druhým nánosem se lakovaný povrch přebrousil.

Třetí dílec zůstal bez povrchové úpravy.

### **4.4 Metodika časové náročnosti výroby vzorků v porovnání s časovou náročností výroby podle normy spotřeby práce 133**

Cílem této metodiky bylo porovnání podle „Sborníku“ norem spotřeby práce a určení ceny výroby intarzie prefabrikovaného dílce ve středně velké firmě a ruční výroby v malé firmě.

#### **4.4.1.1 Popis zkušební intarzie**

Dílec: intarzovaný obrazec

Rozměry: 630 x 430 mm

Materiál: čtyři dýhy: (javor, třešeň, buk, ořešák, jasan) tl. 0,55 – 0,6 mm

## **4.5 Metodika zjišťování odolnosti povrchu proti nárazu ČSN 49 2120**

Metoda spočívá ve spuštění ocelové koule o průměru 45 mm o kinematické energii 0,05 J. Koule je držena v metrové výšce nad zkušebním prvkem a následně spuštěna pomocí trubky na testovaný vzorek. Nesmí způsobit na podlahovinovém prvku hlubší deformaci než 1 mm, ani odtržení podlahovinového prvku od podkladu. Posouzení poničení povrchu kolem dopadu kuličky je identifikováno a číselně posouzeno podle číselných kódů.

### **4.5.1.1 Popis zkušebního vzorku**

Dílec: prefabrikovaný intarzovaný dílec

Rozměry: 630 x 430 mm

Materiál: středový > MDF deska, spárovka

povrchový > čtyři dýhy: (javor, třešeň, buk, ořešák) tl. 0,55 – 0,6 mm

## **4.6 Metodika zjišťování odolnosti povrchu proti oděru podle ČSN 91 0276**

Metoda spočívá v broušení plochy povrchu dvěma válečky, na kterých jsou přidělány brusné papíry, a následném stanovení koeficientu odolnosti proti oděru. Pro stanovení oděru povrchu se mezi sebou odečte hmotnost zkušebního tělesa před zkouškou  $m_1$  a hmotnost zkušebního tělesa po zkoušce  $m_2$ , získané hodnoty nám vyjdou v gramech. U všech rozdílů hmotnosti spočítáme aritmetický průměr.

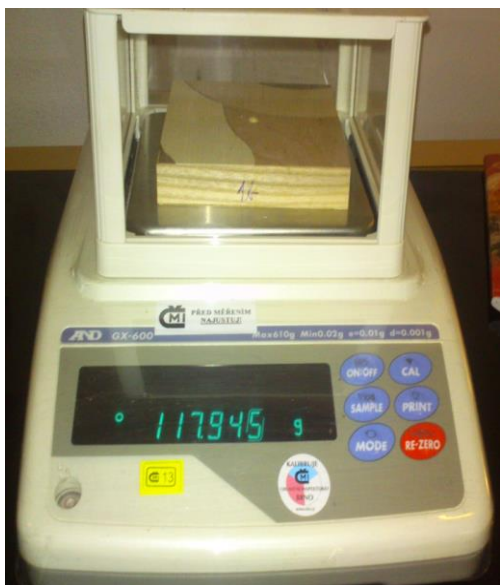
### **4.6.1.1 Popis zkušebního vzorku**

Dílec: prefabrikovaný intarzovaný dílec

Rozměry: 10 x 100 x 100 mm uprostřed je otvor o průměru 6,3 mm

Materiál: středový > MDF deska, spárovka

povrchový > čtyři dýhy: (javor, třešeň, buk, ořešák) tl. 0,55 – 0,6 mm



Obr. 22 Digitální váha GX – 600  
(Kolomazník – vlastní fotky 2015)



Obr. 23 Přístroj značky TABER ABRASE 503

## 4.7 Metodika zjišťování přídržnosti povrchu podle ČSN 49 0159, EN 311

Metoda spočívá v zjištění pevnosti nebo jakosti lepení mezi třískami nebo vlákny povrchové vrstvy desky a středovou vrstvou nebo mezi opláštěnou a podkladovou deskou. Na zkušební tělesa se nalepí epoxidovým lepidlem ocelové terčičky. Po vytvrzení lepidla se vloží zkušební těleso do tahového přípravku. K porušení musí dojít do 60 až 30 s. Zaznamená se síla při porušení a následně se posoudí, kde porušení vzniklo. Aby přídržnost povrchu odolala, musí přístroj naměřit více jak 0,75 MPa.

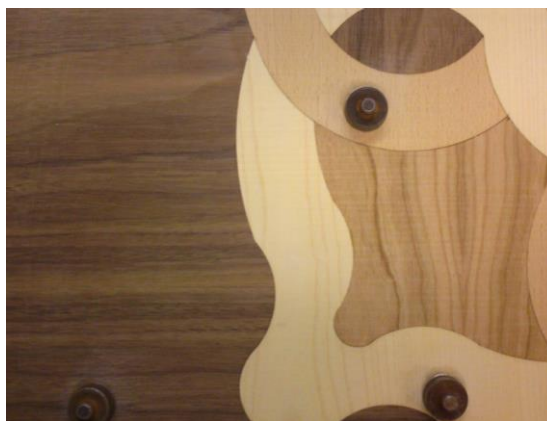
### 4.7.1.1 Popis zkušebního vzorku

Dílec: prefabrikovaný intarzovaný dílec

Rozměry: 630 x 430 mm

Materiál: středový > MDF deska, spárovka, dřevotřísková deska

povrchový > čtyři dýhy: (javor, třešeň, buk, ořešák) tl. 0,55 – 0,6 mm



Obr. 24 Nalepené terčičky. (Kolomazník – vlastní foto 2015)

## 4.8 Metodika zjištění odolnosti povrchu proti vodě podle ČSN 49 2120

Metoda spočívá v zjištění odolnosti povrchu proti působení účinků vody po dobu 48 hodin bez vizuálních změn. Na povrchu o ploše 5 cm<sup>2</sup> se vytvoří z tvárné, vodou nepropustné hmoty ohrádka. Po celou zkušební dobu se voda nesmí dostat mimo sledovanou plochu ohrádky.

### 4.8.1.1 Popis zkušebního vzorku

Dílec: prefabrikovaný intarzovaný dílec

Rozměry: 630 x 430 mm

Materiál: středový > MDF deska, spárovka

povrchový > čtyři dýhy: (javor, třešeň, buk, ořešák) tl. 0,55 – 0,6 mm



Obr. 25 Vytvořená ohrádka z tvárné nepropustné hmoty. (Kolomazník – vlastní foto 2015)



## 4.9 Metodika zjištění drsnosti povrchu podle ČSN 49 0211

Drsností povrchu se měří jakost obráběného povrchu. Určuje se podle způsobu obrábění, vzhledu a hloubky stop po nástroji. Přístroj měří takzvaný skutečný povrch, jak skutečně povrch vypadá, klikatost a také, kterým směrem vedou rýhy, jak jsou hluboké, je také charakterizována chlupatostí, vytrháním a vlnkami způsobenými nástrojem, makroskopickou stavbou dřeva. Také se měří drsnost vyštípané dekorační vrstvy, vrtaných a případně dlabaných otvorů.

Drsnost se měří přístrojem SJ – 201 MITUTOYO. Princip měření spočívá v položení přístroje na povrch. Přístroj pomocí diamantovým snímacím hrotem změří povrch materiálu. Přístroj nám vyhodnotí střední aritmetickou odchylku posuzovaného profilu **Ra**, největší výšku nerovnosti povrchu **Rz** a průměrnou kvadratickou odchylku profilu **Rq**.

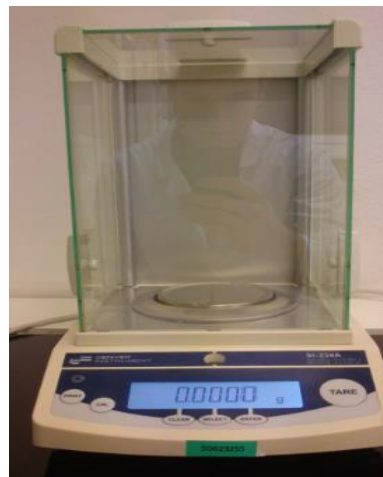
### 4.9.1.1 Popis zkušebního vzorku

Dílec: prefabrikovaný intarzovaný dílec

Rozměry: 630 x 430 mm

Materiál: středový > MDF deska, spárovka, dřevotřísková deska

povrchový > čtyři dýhy: (javor, třešeň, buk, ořešák) tl. 0,55 – 0,6 mm



Obr. 26 Přístroj na měření drsnosti SJ -201. Obr. 27 Digitální váha SI – 234A.  
(Kolomazník – vlastní foto 2015)

#### 4.10 Metodika zjištění hustoty desek ze dřeva EN 323

Metoda spočívá ve zjištění hustoty jako poměru hmotnosti zkušební tělesa k jeho objemu, obě měření se provádějí při stejné vlhkosti. Ze zkušebních vzorků, které jsou odebrány z desky, se vypočítá aritmetický průměr z hustot měřených vzorků. Hodnota je vyjádřena v  $\text{kg/m}^3$  s přesností na 3 desetinná místa.

Vzorec hustoty:

$$p = \frac{m}{b_1 \cdot b_2 \cdot t} \cdot 10^6$$

Kde:  $m$  – je hmotnost zkušební tělesa

$b_1$  a  $b_2$  – se měří ve dvou bodech rovnoběžně s hranami zkušební tělesa s přesností na 0,1 mm.

$t$  – tloušťka se měří v bodě průsečíků úhlopříček s přesností 0,05 mm.



Obr. 28 Vytápěná teplotní skříň Venticell 111. (Kolomazník – vlastní foto 2015)

#### 4.11 Metodika zjištění vlhkosti vzorku řeziva EN 13183 – 1

Metoda spočívá ve stanovení vlhkosti vzorku řeziva. Zvážené zkušební těleso se suší při teplotě ( $103 \pm 2$  °C). Sušení se provádí do té doby, dokud hmotnosti dvou po sobě následujících vážení v intervalu 2 h nejsou menší než 0,1 %.

Vlhkost se vypočítá ze vzorce:

$$w = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100$$

Kde:  $m_1$  – hmotnost zkušebního tělesa před sušením v gramech

$m_0$  – hmotnost vysušeného zkušebního tělesa v gramech

w – vlhkost v procentech

výsledek se uvádí s přesností na 0,1 %

## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Prezentace a vyhodnocení jejich kvality

Vyrobění třech prefabrikovaných podlahových dílců považuji za nejdůležitější cíle této práce. Dílce byly vyrobeny ze čtyř okrasných dřív, ze kterých byla vytvořena jednoduchá intarzie a následně testována její odolnost.



Obr. 29 Prefabrikovaný intarzovaný dílec.



Obr. 30 Detail intarzovaného dílce.



Obr. 31 Detail intarzovaného dílce.



Obr. 32 Detail intarzovaného dílce.



Obr. 33 Detail intarzovaného dílce.



Obr. 34 Detail intarzovaného dílce.



Obr. 35 Detail intarzovaného dílce.



Obr. 36 Detail intarzovaného dílce. Obr. 37 Detail intarzovaného dílce.

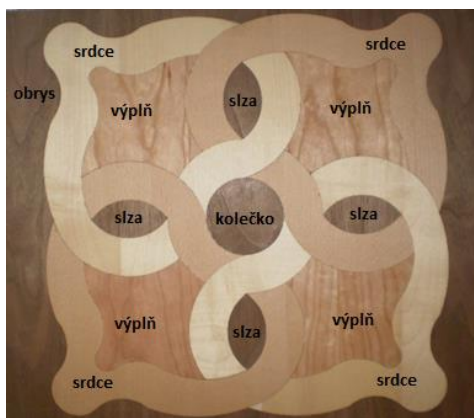
(Kolomazník – vlastní foto 2015)

Při kontrole kvality jsem zjistil tyto nepřijatelné chyby.

- Nestejné zbarvení a textura dýhy třešně na obr. 29.
- Špatně přeznaný ostrý roh > vyštípnutá dýha a zároveň viditelné opálení od laserového paprsku na obr. 30, 31, 33, 34.
- Velké mezery, které jsou nepřijatelné, mezi dýhami na obr. 32, 34, 36, 37.
- Vady dýh na obr. 35.

## 5.2 Výsledky měření a vyhodnocení časové náročnosti výroby vzorků prefabrikovaných intarzovaných dílců

### 5.2.1 Zjištěné výsledky časové náročnosti výroby vzorků prefabrikovaných intarzovaných dílců



Obr. 38 Popsané části prefabrikovaného intarzovaného dílce.

(Kolomazník – vlastní foto 2015)

Tab. 2 Výsledky měření – zjišťování časové náročnosti jednotlivých operací při ruční výrobě.

Ruční výroba podlahového dílce				
číslo	pracovní postup výroby	čas [min]	koeficient [K <sub>c</sub> ]	čas * koef. [min]
1	rýsování intarzie	240	1,134	272,160
2	výroba šablony	300	1,114	334,200
3	4 x výplň	232,318	1,131	262,752
4	4 x slza	77,439	1,131	87,584
5	1 x kolečko	38,720	1,131	43,792
6	4 x srdce	542,076	1,131	613,088
7	1 x obrys	154,879	1,131	175,168
8	celkový čas řezu bez obrysu	890,553	1,131	1007,216
9	celkový čas řezání celé intarzie	1045,432	1,131	1182,384
10	skládání a lepení jednotlivých částí	20	1,131	22,620
11	nalepení intarzie na podklad	0,65	1,298	0,844
12	zalisování	2,533	1,298	3,288
13	broušení intarzie	20	1,269	25,380
14	lakování intarzie	240	1,513	363,120
15	celkový čas v minutách	896,487	.....	4393,596
16	celkový čas v hodinách	<b>14h56s</b>	.....	<b>73h13s</b>

Tab. 3 Výsledky měření – zjišťování časové náročnosti jednotlivých operací při strojní výrobě.

Strojní výroba podlahového dílce				
číslo	pracovní postup výroby	čas [min]	koeficient [K <sub>c</sub> ]	čas * koef. [min]
1	rýsování intarzie	120	1,134	136,080
2	nastavení rozměrů řezané intarzie	2	1,17	2,340
3	nastavení parametrů stroje	5	1,17	5,850
4	řez 4 x výplň	0,733	1,17	0,858
5	řez 4 x slza	0,133	1,17	0,156
6	řez 1 x kolečko	0,033	1,17	0,039
7	řez 4 x srdce	0,800	1,17	0,936
8	řez 1 x obrys	0,883	1,17	1,033
9	celkový čas řezu bez obrysu	1,700	1,17	1,989
10	celkový čas řezání celé intarzie	2,583	1,17	3,022
11	skládání a lepení jednotlivých částí	20	1,131	22,620
12	nalepení intarzie na podklad	0,65	1,298	0,844
13	zalisování	2,533	1,298	3,288
14	broušení intarzie	20	1,269	25,380
15	lakování intarzie	240	1,513	363,120
16	celkový čas v minutách	417,048	.....	567,554
17	celkový čas v hodinách	<b>6h 57s</b>	.....	<b>9h39s</b>

Tab. 4 Výsledky měření – stanovení cen pro jednotlivé materiály.

Ceny jednotlivých materiálů			
materiál	spotřebovaný mat. [m <sup>2</sup> ]	počet kusů	cena [Kč]
dřevotřísková deska	0,271	1	41,2000
spárovka	0,271	1	110,0000
MDF deska	0,271	1	32,8300
dýha javor	0,6084	1	107,6868
dýha buk	1,1502	1	111,5694
dýha jasan	0,2709	1	23,0265
dýha amer. třešeň	0,6084	1	116,2044
dýha amer. ořech	0,8127	3	184,4829
celková cena za materiál			727
celková cena za materiál + lepidlo + lak			<b>900</b>

Tab. 5 Výsledky měření – kalkulační vzorec pro ruční výrobu.

Ruční výroba podlahového dílce		
kalkulační vzorec	minutová sazba [Kč]	cena celkem [Kč]
celková cena za materiál		900
rýsování intarzie	$2,315 \cdot 272,16 = 630,0504$	4208
výroba šablony	$1,852 \cdot 334,200 = 618,9384$	
celkový čas řezání celé intarzie	$1,852 \cdot 1182,384 = 2189,7752$	
skládání a lepení jednotlivých částí	$1,852 \cdot 22,620 = 41,8922$	
nalepení intarzie na podklad	$1,852 \cdot 0,844 = 1,5631$	
zalisování	$1,852 \cdot 3,288 = 6,0894$	
broušení intarzie	$1,852 \cdot 25,380 = 47,0038$	
lakování intarzie	$1,852 \cdot 363,120 = 672,4982$	
celková cena výroby		5108
režie 30 %		1 262
zisk 10 %		511
celková cena za tři ručně vyráběné intarzované dílce		<b>6 881</b>

Tab. 6 Výsledky měření – kalkulační vzorec pro strojní výrobu.

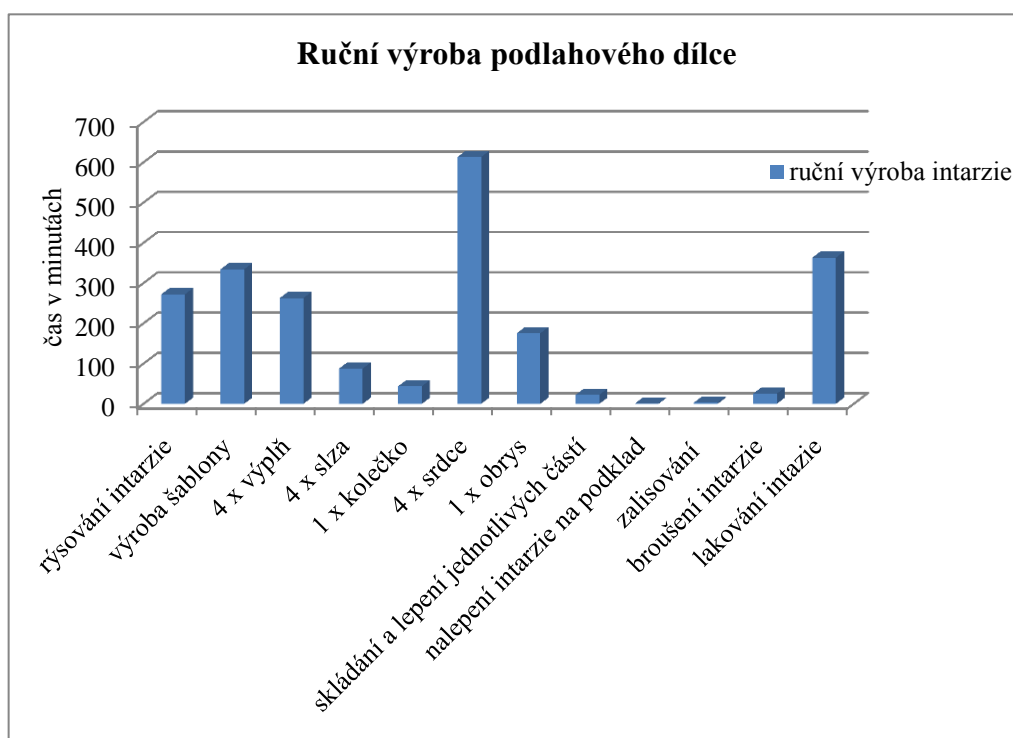
Strojní výroba podlahového dílce		
kalkulační vzorec	minutová sazba [Kč]	cena celkem [Kč]
celková cena za materiál		900
rýsování intarzie	$2,315 \cdot 136,080 = 315,0252$	(bez režie) 315
nastavení rozměrů řezané intarzie	$1,852 \cdot 2,340 = 4,3337$	ruční výroba (režie 30 %) 732
nastavení parametrů stroje	$1,852 \cdot 5,850 = 10,8342$	
celkový čas řezání celé intarzie	$1,852 \cdot 3,022 = 5,5967$	
skládání a lepení jednotlivých částí	$1,852 \cdot 22,620 = 41,8922$	strojní výroba (režie 360 %) 59
nalepení intarzie na podklad	$1,852 \cdot 0,844 = 1,5631$	
zalisování	$1,852 \cdot 3,288 = 6,0894$	
broušení intarzie	$1,852 \cdot 25,380 = 47,0038$	
lakování intarzie	$1,852 \cdot 363,120 = 672,4982$	
celková cena výroby + materiál		2006
cena materiálu		900
režie 0 % pro rýsování		315
režie 30 % pro ruční výrobu		220
režie 360 % pro strojní výrobu		212
zisk 10 %		201
celková cena za tři prefabrikované intarzované dílce		<b>3854</b>



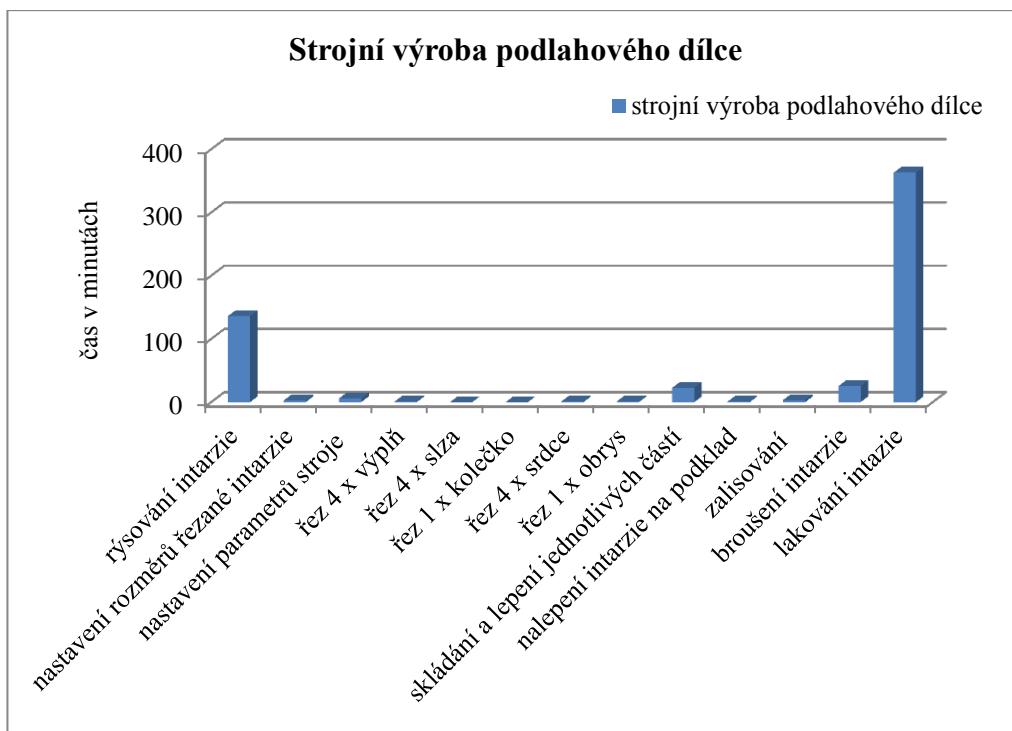
### 5.2.2 Vyhodnocení výsledků časové náročnosti výroby vzorků prefabrikovaných intarzovaných dílců

Z výsledku zkoušky je zřejmé, že ruční vyřezání intarzie je daleko náročnější na spotřebu času než strojní vyřezání pomocí CNC laserového stroje. Z důvodu kratší strojní výroby je cena o polovinu menší.

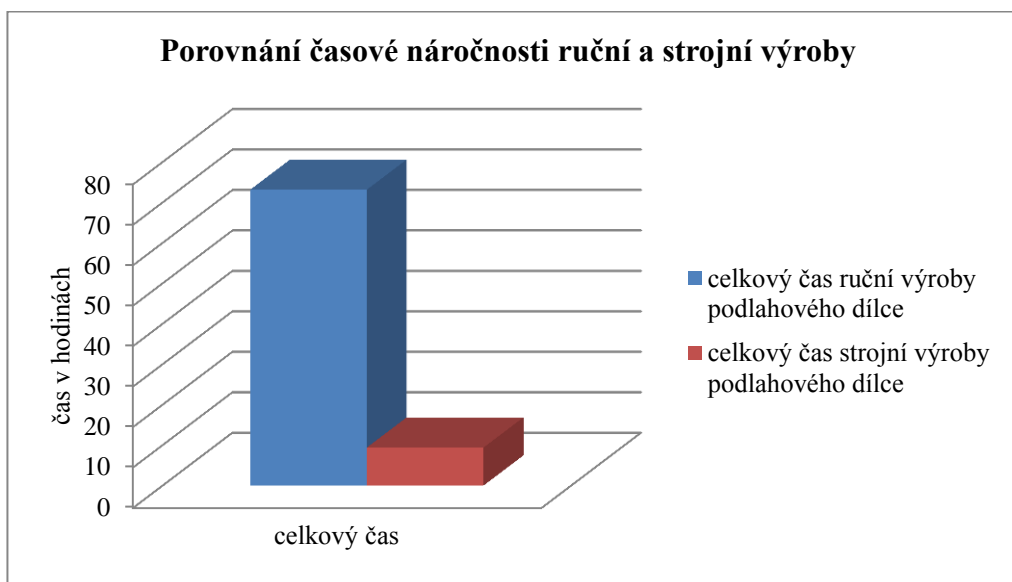
Po vyhodnocení výsledků je časově nejnáročnější při ruční výrobě vyřezat tvar srdce, jako druhý výplň a za třetí obrys celé intarzie. Ostatní časy jsou srovnatelné se strojní výrobou. U strojní výroby je nejvíce časově náročné na výrobu tvar obrysu celé intarzie, za druhé srdce a za třetí výplň. Při srovnání je strojní výroba osmkrát rychlejší než při ruční výrobě. Od toho je odvozená i nižší cena za výrobek.



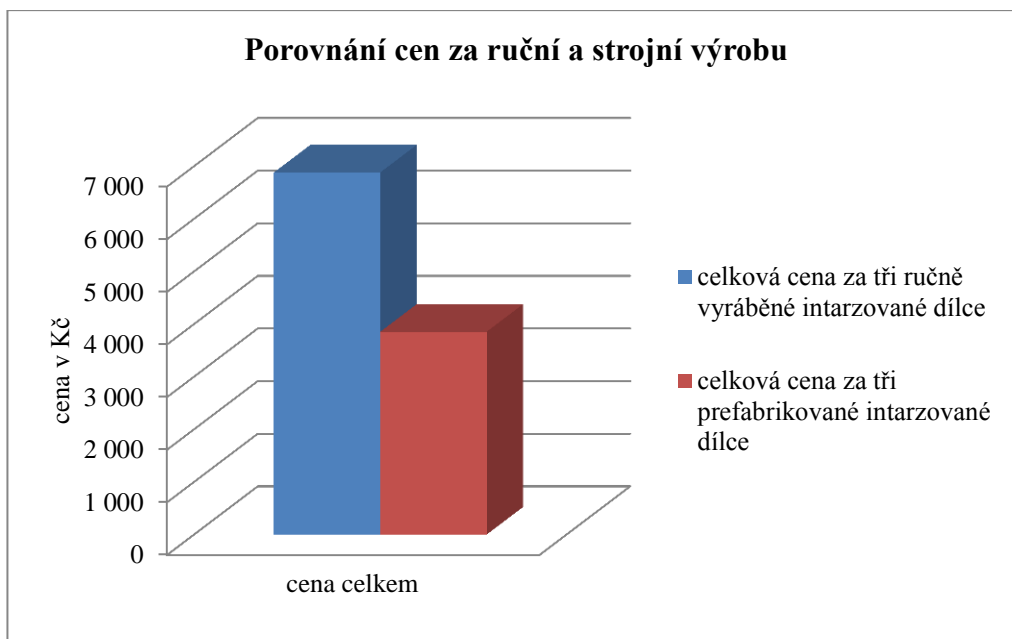
Obr. 39 Graf znázorňující vyhodnocení časové náročnosti jednotlivých operací ruční výroby podlahového dílce.



Obr. 40 Graf znázorňující vyhodnocení časové náročnosti jednotlivých operací strojní výroby podlahového dílce.



Obr. 41 Graf znázorňující porovnání časové náročnosti ruční a strojní výroby podlahového dílce.



Obr. 42 Graf znázorňující porovnání cen mezi ruční a strojní výrobou podlahového dílce.

### 5.3 Výsledky a vyhodnocení odolnosti povrchu proti nárazu ČSN 49 2120

Po důkladném zhlédnutí a vyhodnocení testovaného povrchu padající kuličky, odpovídá poškozený povrch podle ČSN tabulky pro padající kuličku. Povrch je nepopraskán a nepoškozen, tedy číslo odolnosti 5, a to jak na MDF desce tak i na spárové desce. Testovaný povrch vyhověl této zkoušce.

### 5.4 Výsledky a vyhodnocení odolnosti povrchu proti oděru podle ČSN 91 0276

#### 5.4.1 Zjištěné výsledky odolnosti povrchu proti oděru podle ČSN 91 0276

Tab. 7 Výsledky měření – zjišťování odolnosti intarzovaného lakovaného povrchu na MDF desce.

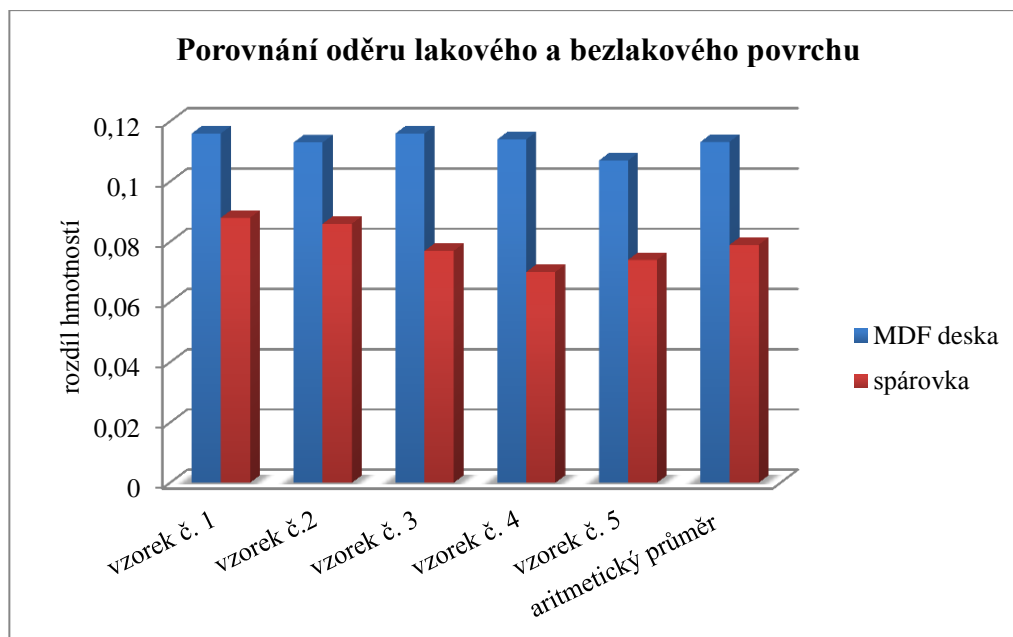
Číslo vzorku MDF deska – lakovaná	Počáteční hmotnost [g]	Konečná hmotnost [g]	Rozdíl hmotnosti s opravným koeficientem [g]
1	140,523	140,407	0,116
2	142,421	142,308	0,113
3	140,877	140,761	0,116
4	141,015	140,901	0,114
5	141,015	140,908	0,107
aritmetický průměr	141,1702	141,057	0,1132

Tab. 8 Výsledky měření – zjišťování odolnosti intarzovaného povrchu bez nánosu lakem. Spárovka jako nosná deska.

Číslo vzorku spárovka – bez laku	Počáteční hmotnost [g]	Konečná hmotnost [g]	Rozdíl hmotnosti s opravným koeficientem [g]
1	117,945	117,857	0,088
2	100,768	100,682	0,086
3	107,100	107,023	0,077
4	110,001	109,931	0,070
5	107,077	107,003	0,074
aritmetický průměr	108,5782	108,4992	0,079

#### 5.4.2 Vyhodnocení výsledků zkoušky odolnosti povrchu proti oděru dle ČSN 91 0276

Z výsledku zkoušky je zřejmé, že daleko větší odolnost oděru má nenalakovaný povrch intarzovaného dílce oproti lakovanému povrchu intarzovaného dílce. Je to z důvodu menší tvrdosti laku oproti dřevěné dýze. Lakovaný povrch chrání proti oděrům a je obnovitelný, dává podlaze hezčí vzhled a prodlužuje životnost podlahy. Nelakovaná podlaha by byla jednorázová.



Obr. 43 Graf znázorňující vyhodnocení odolnosti povrchu proti oděru na dvou odlišných materiálech s povrchovou úpravou.

## 5.5 Výsledky a vyhodnocení přídržnosti povrchu podle ČSN 49 0159, EN 311

### 5.5.1 Zjištěné výsledky přídržnosti povrchu podle ČSN 49 0159, EN 311

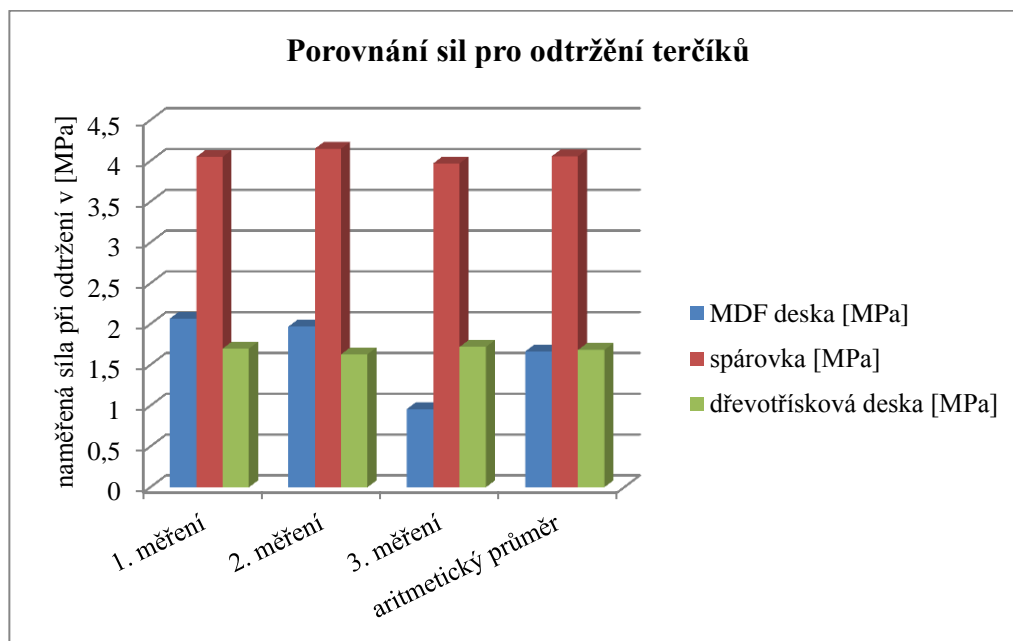
Tab. 9 Výsledky měření – naměřená síla při odtržení terčíků u třech intarzovaných dílců s odlišnými nosnými deskami.

počet měření	MDF deska [MPa]	spárovka [MPa]	dřevotřísková deska [MPa]
1	2,07	4,05	1,70
2	1,97	4,15	1,63
3	0,96	3,97	1,72
aritmetický průměr	1,67	4,06	1,68

### 5.5.2 Vyhodnocení výsledků zkoušky přídržnosti povrchu podle ČSN 49 0159, EN 311

Z výsledku zkoušky je zřejmé, že největší přídržnost povrchu má spárovka, všechny tři terčíky se přerušily v dýze, lepený spoj vydržel. Druhá nejlepší přídržnost

byla u dřevotřískové desky, kde došlo k přerušení v místě materiálu samotné desky. Lepený spoj opět vydržel. MDF deska měla nejhorší výsledky, u které došlo k poruše v místě materiálu samotné desky. Lepený spoj vydržel.



Obr. 44 Graf znázorňující vyhodnocení přídržnosti intarzovaného povrchu na třech odlišných materiálech.

## 5.6 Výsledky a vyhodnocení odolnosti povrchu proti vodě podle ČSN 49 2120

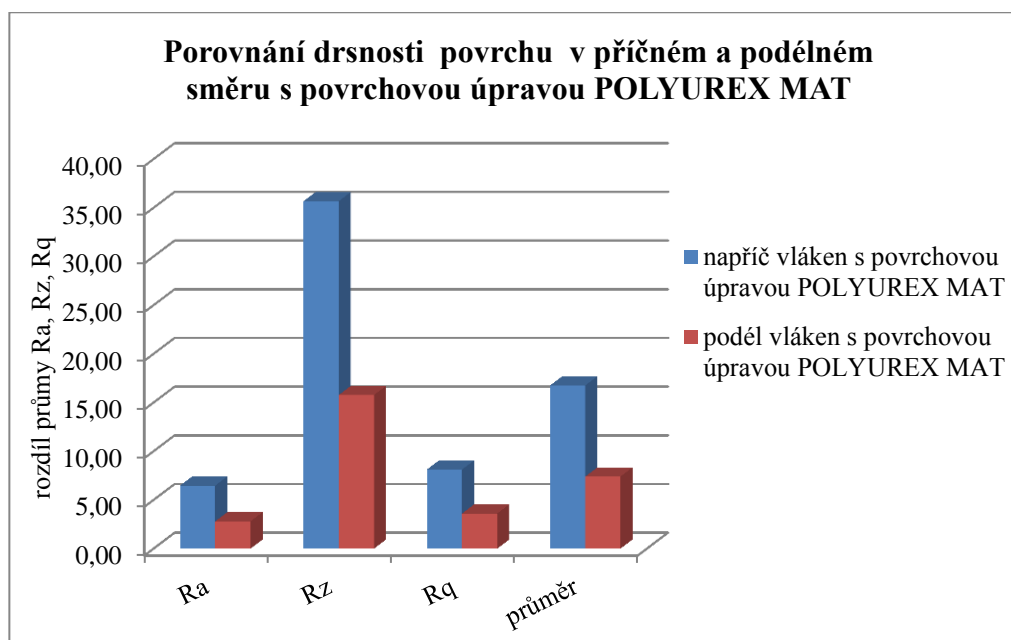
Po důkladném zhlédnutí a vyhodnocení testovaného povrchu spárovky bez lakovaného povrchu. Voda z ohraničeného prostoru (bazénku) se vsakovala do zkušebního vzorku. Na povrchu se tvořily mokré mapy, které znehodnocovaly vzhled a po 48 hodinách působení vody začala bobtnat dýha a odlepovat se od povrchu. Tento nenalakovaný dílec nevyhověl na voděodolnost.

V druhém případě byl testován intarzovaný povrch, který byl ošetřen lakovaným povrchem (SPORTAKRYL MAT), zůstal zcela nepoškozený. Voda se nedostala ani mezi spáry intarzie. Lak zcela ochránil povrch vzorku proti prosáknutí a znehodnocení. Tento dílec vyhověl na voděodolnost.

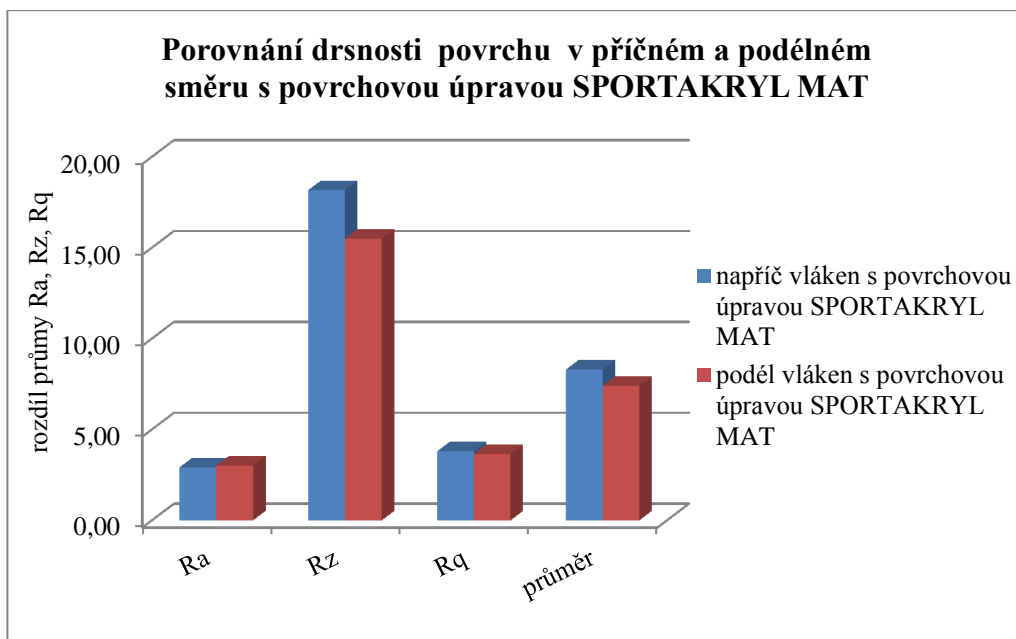
## 5.7 Výsledky a vyhodnocení drsnosti povrchu podle ČSN 49 0211

### 5.7.1 Vyhodnocení výsledků drsnosti povrchu podle ČSN 49 0211

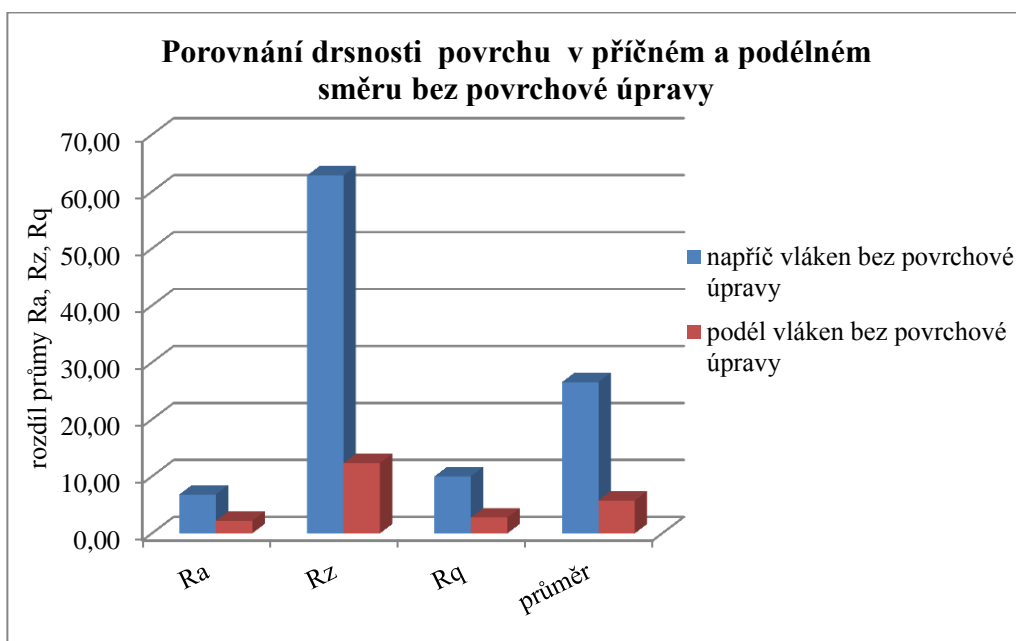
Největší nerovnost povrchu napříč vláken Rz má intarzovaný dílec bez povrchové úpravy je to z důvodu, že diamantový hrot přejíždí přes letokruhy. Druhou největší nerovnost má lak POLYUREX MAT, který je určen pro použití na dřevěné podlahy, které nesmějí klouzat, proto i přístroj naměřil velkou drsnost, však podél vláken drsnost není tak velká. Je to způsobeno tím, že lak tolik nezaplňuje póry, nerovnosti a nevyrovná letokruhy. U laku SPORTAKRYL MAT byla podélná i příčná nerovnost povrchu vláken srovnatelná, má větší krytí než POLYUREX MAT nebo způsobuje hladší povrch a na měřených místech se tolik neobjevovaly vady a nerovnosti. Střední aritmetická odchylka Ra je zhruba čtyřikrát menší než Rz. Ra je střední hodnota vzdálenosti bodu zjišťovaného profilu (x, y) od střední čáry v délce měřeného úseku, přičemž určuje reálný povrch testovaného povrchu mezi dvěma x, y body. U lakového nánosu POLYUREX MAT je povrch v příčném a v podélném směru odlišný. Za to u lakového nánosu SPORTAKRYL MAT jsou oba měřené směry dost shodné. Rq se používá pro vypočítání velikosti prohlubně na měřeném úseku, kde by opět největší prohlubeň měl povrch bez lakového nánosu, druhý by byl POLYUREX MAT a nejmenší prohlubně by měl povrch ochráněný SPORTAKRYL MAT.



Obr. 45 Graf znázorňující vyhodnocení drsnosti intarzovaného povrchu v příčném a podélném směru s povrchovou úpravou POLYUREX MAT.

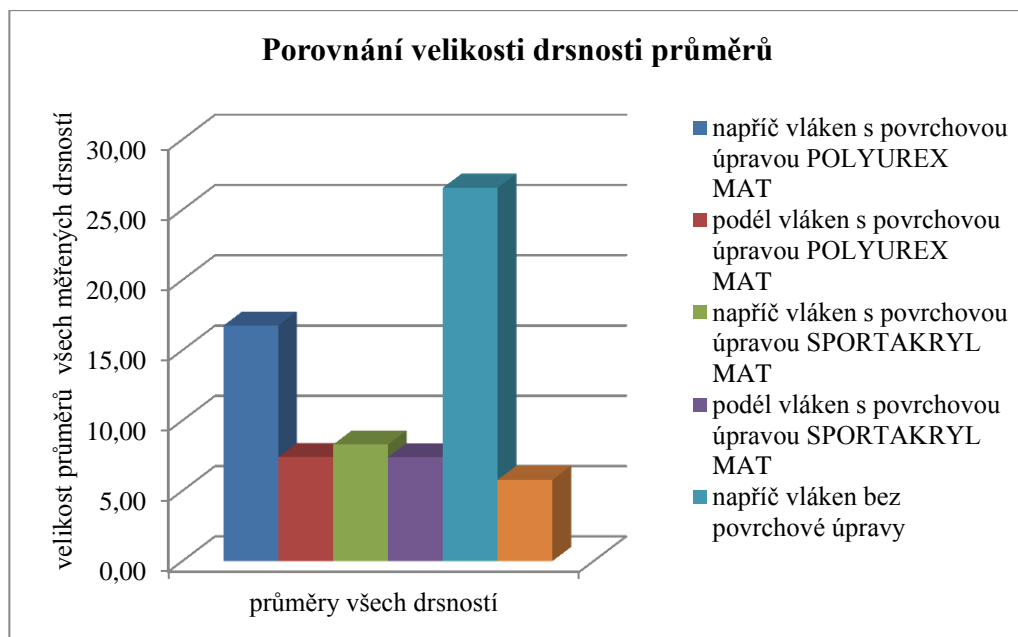


Obr. 46 Graf znázorňující vyhodnocení drsnosti intarzovaného povrchu v příčném a podélném směru s povrchovou úpravou SPORTAKRYL MAT.



Obr. 47 Graf znázorňující vyhodnocení drsnosti intarzovaného povrchu v příčném a podélném směru bez povrchové úpravy.





Obr. 48 Graf znázorňující vyhodnocení průměrů všech drsností intarzovaného povrchu.

## 5.8 Výsledky a vyhodnocení hustoty desek ze dřeva EN 323

### 5.8.1 Zjištěné výsledky hustoty desek ze dřeva EN 323

Tab. 10 Výsledky měření – naměřené hustoty s rozměry zkušebních těles před a po vysušení na MDF desce.

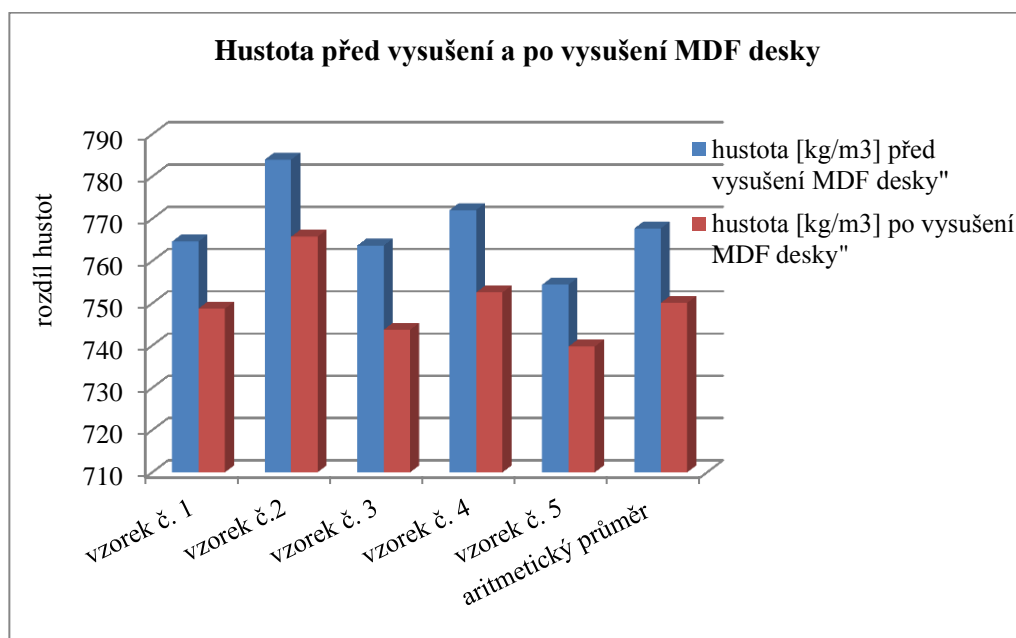
Číslo vzorku MDF deska	Hmotnost před vysušením [g]	Šířka [mm]	Tloušťka [mm]	Délka [mm]	Hustota před vysušení [kg/m <sup>3</sup> ]	Hmotnost po vysušení [g]	Šířka [mm]	Tloušťka [mm]	Délka [mm]	Hustota po vysušení [kg/m <sup>3</sup> ]
1	5,6405	19,71	19,94	18,77	765	5,3120	19,68	19,84	18,17	749
2	6,0068	20,53	19,99	18,67	784	5,6681	20,5	19,96	18,09	766
3	5,6334	19,97	19,68	18,77	764	5,3030	19,92	19,7	18,17	744
4	5,7578	19,98	19,96	18,70	772	5,4281	19,91	19,96	18,15	753
5	5,5508	19,98	19,62	18,77	754	5,2300	19,88	19,54	18,20	740
aritmetický průměr	5,7179	20,03	19,84	18,74	768	5,3882	19,98	19,80	18,15	750

Tab. 11 Výsledky měření – naměřené hustoty s rozměry zkušebních těles před a po vysušení na spárovce.

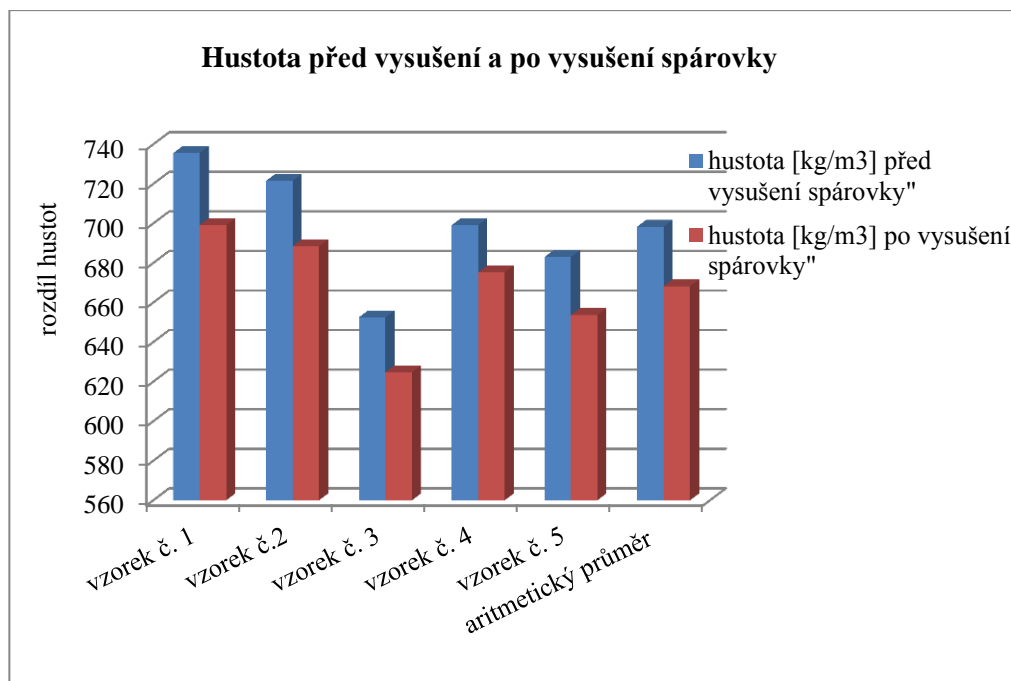
Číslo vzorku spárovka	Hmotnost před vysušením [g]	Šířka [mm]	Tloušťka [mm]	Délka [mm]	Hustota před vysušení [kg/m <sup>3</sup> ]	Hmotnost po vysušení [g]	Šířka [mm]	Tloušťka [mm]	Délka [mm]	Hustota po vysušení [kg/m <sup>3</sup> ]
1	4,8924	19,28	20,45	16,87	736	4,4388	19,23	20,01	16,50	699
2	5,0487	19,47	21,19	16,96	722	4,6118	19,43	20,67	16,68	688
3	4,6003	20,75	20,20	16,82	653	4,2126	20,36	20,17	16,42	625
4	4,8672	20,17	20,52	16,82	699	4,4942	20,12	20,11	16,45	675
5	4,7778	20,14	20,65	16,82	683	4,3987	20,12	20,27	16,50	654
aritmetický průměr	4,83728	19,96	20,60	16,86	698	4,43122	19,85	20,25	16,51	668

### 5.8.2 Vyhodnocení výsledků hustoty desek ze dřeva EN 323

Z výsledku zkoušky je zřejmé, že rozdíl hustot před vysušením a po vysušení u MDF desky jsou všude okolo 20 kg/m<sup>3</sup>. U spárovky jsou tyto hodnoty více rozdílné, je to z důvodu, že dřevo je anizotropní materiál na rozdíl od aglomerovaného materiálu a je více proměnlivé. Velikost hustoty nemůžeme porovnávat z důvodu, že nebyly všechny vzorky stejné.



Obr. 49 Graf znázorňující vyhodnocení hustoty intarzovaného povrchu na MDF desce.



Obr. 50 Graf znázorňující vyhodnocení hustoty intarzovaného povrchu na spárovce.

## 5.9 Výsledky a vyhodnocení vlhkosti vzorku řeziva EN 13183 – 1

### 5.9.1 Zjištěné výsledky vlhkosti vzorku řeziva EN 13183 – 1

Tab. 12 Výsledky měření – zjišťování vlhkosti intarzovaného dílce na nosné MDF desce.

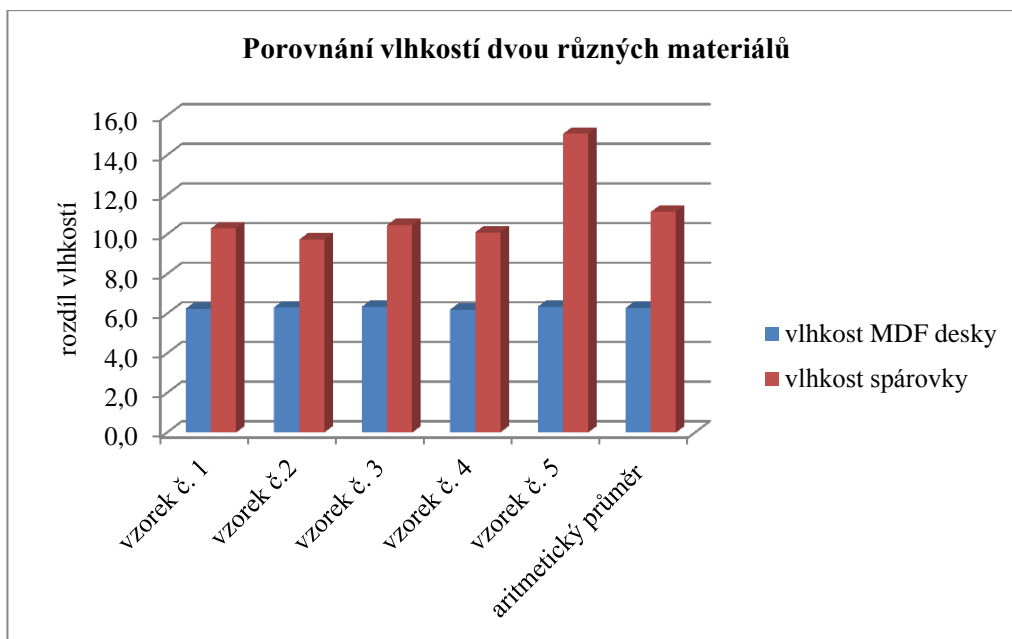
Číslo vzorku MDF deska	Hmotnost před vysušením [g]	Hmotnost po vysušení [g]	Vlhkost vzorku [%]
1	14,1696	13,3355	6,3
2	14,0803	13,2439	6,3
3	13,9754	13,1399	6,4
4	14,0158	13,197	6,2
5	15,7311	14,791	6,4
aritmetický průměr	14,3944	13,5415	6,3

Tab. 13 Výsledky měření – zjišťování vlhkosti intarzovaného dílce na nosné desce spárovce.

Číslo vzorku spárovka	Hmotnost před vysušením [g]	Hmotnost po vysušení [g]	Vlhkost vzorku [%]
1	12,3624	11,2075	10,3
2	9,8514	8,9773	9,7
3	12,0699	10,9252	10,5
4	11,5530	10,4927	10,1
5	11,5530	10,0393	15,1
aritmetický průměr	11,4779	10,3284	11,1

### 5.9.2 Vyhodnocení výsledků vlhkosti vzorku řeziva EN 13183 – 1

Z výsledku zkoušky je zřejmé, že jsou vlhkosti razantně rozdílné, a to až o polovinu, např. u vzorku čísla 5. Tato velká rozdílnost vlhkostí je způsobena rozdílnými materiály. Menší vlhkost u uměle vyrobeného aglomerovaného materiálu MDF desky je způsobena tím, že tato deska je vyrobena z vlákniny a pro její výrobu je potřeba menší vlhkost. Zato spárovka je vyrobena z masivního předsušeného dřeva, a ta jako přírodní materiál pohlcuje více vlhkosti ze vzduchu než uměle vyrobená MDF deska.



Obr. 51 Graf znázorňující vyhodnocení vlhkosti dvou odlišných materiálů s povrchovou úpravou.

## 5.10 Diskuze

Už při vyhodnocení výsledků bylo zřejmé, že laserové řezání je mnohem přínosnější jak pro firmu, tak i pro zákazníka, který zaplatí za celý výrobek méně, a to až o polovinu, což můžeme vidět ve srovnání cen u ruční výroby, která činí 6 881 Kč s cenou strojní výroby, která činí 3 854 Kč. U tohoto výrobku se ušetřilo strojní výrobou okolo 64 hodin práce, za tento čas firma může vyrobit osmkrát více výrobků než při ručně prováděné výrobě. Na druhou stranu ruční výroba je daleko více ceněná než strojní, ale to je spíše při zakázkové výrobě na míru a ne při sériové výrobě prefabrikovaných dílců. Velká spotřeba času při ruční výrobě je z důvodu častého nastavování přístroje a výměnou nástrojů, které provádí dělník obsluhující stroj. To je velmi časově náročné na spotřebu času a promítne se to do konečné ceny výrobku. Při laserovém řezání tyto úkony provádí samotný stroj. U laserového řezání je velkou výhodou opakovatelnost stejné výroby, a to i po delší době. Velkou nevýhodou laserového stroje je, že neprořizne tlustší materiál a v neposlední řadě pořizovací a režijní cena stroje.

Otázkou však zůstává, jestli bude splněna požadovaná kvalita, která je velmi důležitá při výrobě podlahovin, a to ještě více u intarzovaných podlahovin, kde se hodně

objevují spáry mezi jednotlivými dýhami. Tyto spáry jsou nutné pro použití odlišných dých, abychom vytvořili požadované obrazce.

Jelikož podlaha přichází často do styku s vodou, je nepřijatelné, aby spáry mezi dýhami byly moc velké. Při chůzi po podlaze se může gumová vzorovaná podrážka bot zarážet do velkých spár mezi špatně přiraženými dýhami a tak se mohou vytrhat a odštípat okraje dých. Do velkých spár se dostávají nečistoty, což je nepříjemné z estetických a z hygienických důvodů.

U dílců, kterými se tato práce zabývá, je velký výskyt spár. Spáry se objevují z důvodu špatného vyřezání dých, nastavení stroje nebo chybného narýsování, kterým se laserový stroj řídí. Dýhy v nějakých místech k sobě nepřiléhají, u ostrých hran se objevují odštípnuté dýhy a malé vady. Takto vyrobené podlahové dílce by byly neprodejně. Tento problém by částečně vyřešil tmel a povrchová úprava. Důkazem toho je, že test na voděodolnost vzorku, který nebyl nalakován, nevyhověl zkoušce, jelikož byl velmi porušen. Dýhy začaly do sebe vsakovat vodu, která měla za následek bobtnání dých a také nosné vrstvy. Následně se dýhy začaly odlepovat od nosné desky. Přestože tyto testované dílce měly závažné nedostatky, lakované dílce vyhověly všem zkouškám, kterým byly podrobeny. Zde hodně pomohl nalakovaný povrch.

Intarzie byla nalisovaná na tři různé materiály, jako nejlepší materiál na životnost je jednoznačně masivní spárovka. Její největší nevýhodou je, že je objemově nestálá, což má velmi negativní vliv na intarzovaný povrch. Z ekonomického hlediska je nejdražší. Nejlevnější materiál je MDF deska. MDF deska měla nejmenší přídržnost intarзованého povrchu, což je velký nedostatek. Jako nejvhodnější materiál bych volil dřevotřískovou desku, která měla druhou největší přídržnost a je cenově dostupná. Zde by byla také rozhodující mechanická odolnost materiálů, tímto problémem se však tato práce nezabývala.

Při doladění těchto nedostatků by tato podlaha mohla mít velkou životnost a stala by se estetickým doplňkem bytů nebo reprezentačních sálů a místností.

## 5.11 Závěr

Hlavním úkolem této práce bylo vyrobení intarzovaného povrchu ze čtyř odlišných druhů dřeva. Výroba byla provedena ve firmě Jan Ficek Dřevovýroba s.r.o., která má dlouholetou tradici, své vybudované místo na trhu a především dlouholeté zkušenosti se zpracováním dřeva a krátce tato firma poskytuje služby v oblasti řezání a gravírování laserovým strojem. Naším největším cílem bylo uvést už dávno známou techniku do dnešní zrychlené doby, a to pomocí laserového CNC stroje, který je nejen rychlý ale i přesný. Stroj ušetří mnoho času ale i finance na výrobu, což je v dnešní době nejvíce požadovaným kritériem. Tento požadavek se nám v této práci potvrdil, a to až o polovinu levnější a osmkrát rychlejší výrobou.

Podlahy bývají dost mechanicky namáhané a musí přenášet mnoho zatížení třeba stálého vybavení bytů, které působí na podlahu svojí vahou, zatížení nesmí porušit povrchovou úpravu podlahy. Avšak častým a největším zatížením je lidský pohyb, který při denním provozu podlahu zatěžuje třením, nárazy a působením vody. Podlaha si přitom musí zanechat své vlastnosti a svůj stálý vzhled. Z naměřených hodnot můžeme potvrdit, že tato podlaha při správné a kvalitní výrobě je dostatečně odolná a splňuje všechny tyto požadavky.

Tři vyrobené intarzované dílce byly testovány na odolnost podle vydaných norem. Až na malé nedostatky, které se dají vypilovat a odstranit při výrobě, můžeme získat moderní podlahu s kombinací dřívějšího stylu a s honosným zdobením velkých ploch. Tato intarzovaná podlaha nám rozčlení velké plochy místností a dodá přepychový vzhled. Tento typ podlahy si v dnešní době může dovolit už skoro každý a nemusí ji chodit obdivovat jen do velkých sálů a historických budov.

## 6 SUMMARY

The main objective of this work was to produce a surface inlaid from four different types of veneers. The veneers were created in the company Jan Ficek Dřevovýroba s.r.o., which has a long tradition, they have established position in the market and long experience with veneers treatment. The company newly provides laser cutting and engraving services. Our biggest goal was to introduce this long time known technique into these accelerated times using a laser CNC machine, which is not only fast but also accurate. The machine saves time but also the money, which is nowadays the most desired criterion. In this work the requirement was confirmed and the machine production is almost more than twice cheaper and eight times faster.

Floors are mechanically strained significantly and must transmit various load being it furniture acting on the floor by its weight. The load may not disrupt the floor surface treatment. However, the frequent and most stressful is the human movement, which strains floor through friction, bumps and by water in daily operation. The floor must keep its properties and its consistent appearance. From the measured values we can confirm that this floor manufactured in the right way and with the right quality is quite durable and meets all these requirements.

Three made inlaid panels were tested for resistance according to published standards. Aside from the small flaws that can be refined and eliminated during the production, we can get a modern floor with a combination of the old style with the splendid decoration of large areas. The inlaid floor will divide the large room areas and provides luxury look. This type of flooring nowadays can afford almost everyone and one does not need to come and admire it in the great halls and historic buildings.



## 7 LITERATURA

Barcík Š. 2009, Technika pre výrobu nábytku. 1. vyd. Zvolene, Technická univerzita vo Zvolene, 262 s. ISBN 978-80-228-2055-4.

Hájek V. 2000. Podlahy. Praha, Grada Publishing, 88 s. ISBN 80-7169-923-3.

Jirout F. 1955. Lepší využití textury dřív v nábytkářském průmyslu. Praha, Státní nakladatelství technické literatury, 106 s.

Josten E., Reiche T., Wittchen B. 2010. Dřevo a jeho obrábění. Praha, Grada Publishing, 336 s. ISBN 978-80-247-2961-9.

Král P. 2011. Dýhy, překližky a lepené materiály. Brno, Mendelova univerzita v Brně. 241 s. ISBN 978-80-7375-552-2.

Krauss H. 1983. Intarsien. Fachbuchverlag Leipzig, 96 s. 114 – 210/94/83.

Křupalová Z. 2004. Nauka o materiálech. Praha, Sobotáles, 241 s. ISBN 80-86817-02-4.

Polášek J. a Coufal R. 1995. Dřevěné podlahy. 1.vyd. Brno, MZLU, 123 s. ISBN 80-7157-184-9.

Steiner L. 2005. Podlahy. Praha, Grada Publishing, 135 s. ISBN 80-247-1242-3.

Smirnov, A. V. 1956. Výroba dřív a preglejok. 1. vyd. Bratislava, Slovenské vydavateľství technické literatury, 460 s.

Vigué, J., Armengol, V., Segú, J. 2001. Dřevo od A do Z, Španělsko, Gorg Blanc, Španělsko, 427 s. ISBN - 80-7234-531-1.

Výzkumný a vývojový ústav nábytkářský. 1989. Typové normy spotřeby práce – výroba nábytku. 3. vyd. Brno, Výzkumný a vývojový ústav nábytkářský, 127 s.

## 8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Faktory ovlivňující řezání dřeva laserovým paprskem.....	31
Tab. 2	Výsledky měření – zjišťování časové náročnosti jednotlivých operací při ruční výrobě.....	54
Tab. 3	Výsledky měření – zjišťování časové náročnosti jednotlivých operací při strojní výrobě.....	55
Tab. 4	Výsledky měření – stanovení cen pro jednotlivé materiály.....	55
Tab. 5	Výsledky měření – kalkulační vzorec pro ruční výrobu.....	56
Tab. 6	Výsledky měření – kalkulační vzorec pro strojní výrobu.....	56
Tab. 7	Výsledky měření – zjišťování odolnosti intarzovaného lakovaného povrchu na MDF desce.....	60
Tab. 8	Výsledky měření – zjišťování odolnosti intarzovaného povrchu bez nánosu lakem. Spárovka jako nosná deska.....	60
Tab. 9	Výsledky měření – naměřená síla při odtržení terčíků u třech intarzovaných dílců s odlišnými nosnými desky.....	61
Tab. 10	Výsledky měření – naměřené hustoty s rozměry zkušebních těles před a po vysušení na MDF desce.....	65
Tab. 11	Výsledky měření – naměřené hustoty s rozměry zkušebních těles před a po vysušení na spárovce.....	66
Tab. 12	Výsledky měření – zjišťování vlhkosti intarzovaného dílce na nosné MDF desce.....	67
Tab. 13	Výsledky měření – zjišťování vlhkosti intarzovaného dílce na nosné desce spárovce.....	68

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	a) plošné krájení, b) pravá čtvrtka, c) čtvrtka na plocho, d) nepravá čtvrtka.....	20
Obr. 2	Centrické loupání dýh.....	21
Obr. 3	Excentrické neboli půlkruhovitě loupání.....	21
Obr. 4	Výroba dýhy – stay-log.....	22
Obr. 5	Intarzovaná podlaha.....	28
Obr. 6	Funkční princip laseru.....	29
Obr. 7	MDF deska.....	32
Obr. 8	Dřevotřísková deska.....	33
Obr. 9	Konstrukční desky z masivního dřeva – spárovka .....	34
Obr. 10	Dýha – javor.....	35
Obr. 11	Dýha – buk .....	36
Obr. 12	Dýha – třešeň.....	37
Obr. 13	Dýha – americký ořešák.....	38
Obr. 14	Lepidlo isarit E1.....	38
Obr. 15	Lepidlo KLEIBERIT.....	39
Obr. 16	Lak POLYUREX.....	39
Obr. 17	Lak SPORTAKRYL .....	40
Obr. 18	Laserové obráběcí pracoviště.....	41
Obr. 19	Laserová hlavice.....	41
Obr. 20	Laserová hlavice detail.....	41
Obr. 21	Perforovaná páska.....	44
Obr. 22	Digitální váha GX – 600.....	47
Obr. 23	Přístroj značky TABER ABRASE 503.....	47
Obr. 24	Nalepené terčičky.....	48
Obr. 25	Vytvořená ohrádka z tvárné nepropustné hmoty.....	48

Obr. 26	Přístroj na měření drsnosti SJ -201.....	49
Obr. 27	Digitální váha SI – 234A.....	49
Obr. 28	Vytápěná teplotní skříň Venticell 111.....	50
Obr. 29	Prefabrikovaný intarzovaný dílec.....	51
Obr. 30	Detail intarzovaného dílce.....	52
Obr. 31	Detail intarzovaného dílce.....	52
Obr. 32	Detail intarzovaného dílce.....	52
Obr. 33	Detail intarzovaného dílce.....	52
Obr. 34	Detail intarzovaného dílce.....	52
Obr. 35	Detail intarzovaného dílce.....	52
Obr. 36	Detail intarzovaného dílce.....	53
Obr. 37	Detail intarzovaného dílce.....	53
Obr. 38	Popsané části prefabrikovaného intarzovaného dílce.....	54

## 10 SEZNAM GRAFŮ

Obr. 39	Graf znázorňující vyhodnocení časové náročnosti jednotlivých operací ruční výroby podlahového dílce.....	57
Obr. 40	Graf znázorňující vyhodnocení časové náročnosti jednotlivých operací strojní výroby podlahového dílce.....	58
Obr. 41	Graf znázorňující porovnání časové náročnosti ruční a strojní výroby podlahového dílce.....	58
Obr. 42	Graf znázorňující porovnání cen mezi ruční a strojní výrobou podlahového dílce.....	59
Obr. 43	Graf znázorňující vyhodnocení odolnosti povrchu proti oděru na dvou odlišných materiálech s povrchovou úpravou.....	61
Obr. 44	Graf znázorňující vyhodnocení přídržnosti intarzovaného povrchu na třech odlišných materiálech.....	62

Obr. 45	Graf znázorňující vyhodnocení drsnosti intarzovaného povrchu v příčném a podélném směru s povrchovou úpravou POLYUREX MAT.....	63
Obr. 46	Graf znázorňující vyhodnocení drsnosti intarzovaného povrchu v příčném a podélném směru s povrchovou úpravou SPORTAKRYL MAT.....	64
Obr. 47	Graf znázorňující vyhodnocení drsnosti intarzovaného povrchu v příčném a podélném směru bez povrchové úpravy.....	64
Obr. 48	Graf znázorňující vyhodnocení průměrů všech drsností intarzovaného povrchu.....	65
Obr. 49	Graf znázorňující vyhodnocení hustoty intarzovaného povrchu na MDF desce.....	66
Obr. 50	Graf znázorňující vyhodnocení hustoty intarzovaného povrchu na spárovce.....	67
Obr. 51	Graf znázorňující vyhodnocení vlhkosti dvou odlišných materiálů s povrchovou úpravou.....	69

## 11 SEZNAM ZKRATEK

ČSN – česká technická norma

EN – evropská technická norma

BS – British Standard > britská norma

UV – ultrafialové záření

CNC – Computer Numerical Control > počítačem číselné ovládání

apod. – a podobně

cca – zhruba

např. – například

tl. – tloušťka

PC – Personal Computer > osobní počítač

koef. – koeficient

MDF – Medium Density Fiberboard > střední hustota sololitu

VF – vysokofrekvenční

Ra – střední aritmetická odchylka

Rz – největší výška nerovnosti povrchu

Rq – průměrná kvadratická odchylka profilu

## 12 INTERNETOVÉ ZDROJE

ACOLOR, Lepidlo Kleiberit 300.0 balení 10kg, [online] citováno 27. 3. 2015. Dostupné na <http://www.acolor.cz/x3053-w001/lepidlo-kleiberit-300.0-baleni-10kg>

Addicted 2 decorating, MDF – Medium Density Fiberboard, [online] citováno 25. 3. 2015. Dostupné na <http://www.addicted2decorating.com/mdf-vs-plywood-differences-pros-and-cons-and-when-to-use-what.html>

ALPI DÝHA, Alpi Dýha Třešeň EBF-23A904/MOS-Y17, [online] citováno 27. 3. 2015. Dostupné na <http://www.alpidyha.cz/cz/produkty-dyhy-alpi/dyha-alpi-alpilignum/dyha-alpi-klasicke/alpi-dyhy-tresen>

Dvere trnava, dýha javor, [online] citováno 27. 3. 2015. Dostupné na <http://www.dveretrnava.sk/dvere/prum/rada-stil/stil-typ-s/>

I.B.A. Nábytek, Barva Buk přírodní, [online] citováno 27. 3. 2015. Dostupné na <http://ibanabytek.cz/barva-buk-prirodni-p-158963>

JAF HOLZ, Konstrukční dřevěné desky, [online] citováno 25. 3. 2015. Dostupné na <http://www.jafholz.cz/produkty/konstrukcni-desky/konstrukcni-drevene-desky>

N+N Soběslav, LAK POLYUREX V 1605 MAT 0,6 kg, [online] citováno 27. 3. 2015. Dostupné na <http://www.barvy-nouza.cz/25150-vodou-reditelne-laky/78391-lak-polyurex-v-1605-mat-0-6-kg/>

N+N Soběslav, LAK - SPORTAKRYL V1601 Mat 0,7 kg, [online] citováno 27. 3. 2015. Dostupné na <http://www.barvy-nouza.cz/25150-vodou-reditelne-laky/78386-lak-sportakryl-v1601-mat-0-7-kg/?run=0&ftx=sportakryl>

Nábytek-dnes, Masiv Co je masiv? Co je spárovka?, [online] citováno 25. 3. 2015. Dostupné na <http://www.nabytek-dnes.cz/co-je-masiv-co-je-sparovka-p24>

Šimek proficentrum, Isarit E1 25kg lepidlo, [online] citováno 27. 3. 2015. Dostupné na <http://www.simek.eu/isarit-e1-25kg-lepidlo/>

ŠPIRKO, Vzorky odtieňov - dýhované dvere – Americký orech [online] citováno 27. 3. 2015. Dostupné na <http://www.spirkodvere.sk/Dvere/Dvere-dyhovane/>

## **13 NORMY**

BS 3962: Metoda zjišťování odolnosti proti nárazům, 1980

ČSN 490211: Drsnost povrchu výrobků ze dřeva a dřevních materiálů, 1988

ČSN 492120: Metoda zjišťování odolnosti lakového povrchu proti vodě, 1976

ČSN 910276: Metoda zjišťování odolnosti povrchu proti oděru, 2003

ČSN EN 13183-1: Vlhkost vzorku řeziva – Část 1: Stanovení váhovou metodou, 2002

ČSN EN 311: Desky ze dřeva – přídržnost povrchu, 2002

ČSN - EN 323: Desky ze dřeva – zjišťování hustoty, 1994