



Design konferenčního stolku z ohýbaného dřeva pomocí napařování

Bakalářská práce

Studijní program:

B8208 Design

Studijní obor:

Design prostředí

Autor práce:

Ondřej Kantorík

Vedoucí práce:

Ing. arch. Mag. arch. Saman Saffarian
Katedra architektury





Zadání bakalářské práce

Design konferenčního stolku z ohýbaného dřeva pomocí napařování

Jméno a příjmení: Ondřej Kantorík
Osobní číslo: A15000006
Studijní program: B8208 Design
Studijní obor: Design prostředí
Zadávací katedra: Katedra umění
Akademický rok: 2019/2020

Zásady pro vypracování:

Tento projekt se zakládá na historicky známé metodě formování a ohýbání dřeva pomocí napařování. I když je tato metoda známá z historie, v dnešní době je používána velice zřídka. Jedním z důvodů je, že se na trhu z největší části používá pro výrobu nábytku dřevotřískový materiál ve formě Lamino desek. Hlavní důvodem je nízká cena. Přičemž rozdíl mezi dřevotřískovým materiálem a masivním dřevem je obrovský. Dřevo je přírodní obnovitelný materiál, jehož závěrečná likvidace je šetrná pro přírodní prostředí. Na druhé straně dřevotřískový materiál se skládá z části z močovinoformaldehydového lepidla, které prokazatelně uvolňuje zdraví škodlivou látku. Toto je problematika, kterou se chci své práci více zabývat. Následně s důrazem na metodu formování a ohýbání dřeva pomocí napařování, vytvořit a realizovat designový návrh konferenčního stolku, na kterém se bude dát demonstrovat fakt, že lze vyrobit produkt z masivního dřeva, který nebude finančně nákladný, ale zároveň bude splňovat požadavky z hlediska designu a funkčnosti.

1. Koncept
2. Vizualizace, fotodokumentace, videodokumentace
3. Průvodní teoretická zpráva ve formátu A3 nebo A4 (minimum 30 normostran A4) v pevné vazbě, včetně zadání práce a prohlášení o autorském právu. Zpráva obsahuje mezi jinými úvod, přehled literatury a zdrojů, výsledky a diskuzi a řídí se specifikacemi v dokumentu „Požadavky na vypracování bakalářské práce – KED“. Zdroje musí být citované dle Harvard systému. Dále dle Směrnice rektora TUL č. 5/2018.
4. Elektronická podoba všech částí bakalářské práce (akceptovatelné formáty pdf, pdf/A).
5. V systému STAG (Moje studium-Kvalifikační práce-Doplnit údaje o práci) vložit veškerá data o práci a soubor obsahující kompletní výkresovou i textovou dokumentaci, průvodní zprávu, technickou zprávu a doplnit související textová pole.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

.

Vedoucí práce:

Ing. arch. Mag. arch. Saman Saffarian
Katedra architektury

Datum zadání práce:

30. září 2019

Předpokládaný termín odevzdání:

17. ledna 2020

Ing. arch. MgA. Osamu Okamura
děkan

L.S.

doc. MgA. Jan Stolin
vedoucí katedry

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS/STAG se shodují.

10. ledna 2020

Ondřej Kantorík

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Arch. MgA. Samanu Saffarianovi za jeho vedení, rady, vstřícnost a trpělivost při psaní mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval celé své rodině, která pro mě byla velikou oporou po celou dobu mého studia. Taktéž bych rád poděkoval Ing. Nikole Kvapilové za korekturu rešerše.

Abstrakt

Bakalářská práce se zaměřuje na výrobu nábytku pomocí metody formování a ohýbání dřeva založené na napařování. I když je tato metoda známá po řadu let, v dnešní době se využívá jen zřídka. Jedním z důvodů je fakt, že mezi nejpoužívanější materiály pro výrobu nábytku jsou dřevotřískové desky Lamino. To především pro nízkou cenu zmíněného materiálu, cenový rozdíl mezi dřevotřískovým materiálem a masivním dřevem je totiž veliký. Dalším aspektem je obnovitelnost materiálu – dřevo je přírodní materiál, jehož závěrečná likvidace je šetrná k životnímu prostředí. Na rozdíl od dřevotřískového materiálu, který obsahuje močovino-formaldehydové lepidlo uvolňující zdraví škodlivou látku. V praktické části práce je na základě uvedených metody vytvořen a realizován designový návrh konferenčního stolku. Na tomto projektu je demonstrován fakt, že lze vyrobit produkt z masivního dřeva, který nebude finančně nákladný, ale zároveň bude splňovat současné požadavky designu a funkčnosti.

Abstract

The bachelor thesis focuses on furniture production using the method of forming and bending wood based on steaming. Although this method has been known for many years, it is rarely used these days. One of the reasons for this is the fact that Lamino chipboard is one of the most widely used materials for furniture production. This is mainly due to the low price of the mentioned material, because the price difference between the chipboard and solid wood is huge. Another aspect is the material's renewability – wood is a natural material whose final disposal is environmentally friendly. In the contrary a chipboard contains urea-formaldehyde adhesive releasing harmful substances. Based on the mentioned method is created and realized design proposal of the coffee table in the practical part of the thesis. This project demonstrates the fact that it is possible to produce a solid wood product that is not expensive and at the same time meets current design and functionality requirements.

Klíčová slova

metoda formování

metoda ohýbání

dřevo

dřevotříska

lamino

design

nábytek

Keywords

formation method

bending method

wood

chipboard

lamino

design

furniture

Obsah

Obsah	8
Seznam obrázků	10
Seznam použitých zkratk	12
Úvod	13
1 Dřevo a jeho zpracování	15
1.1 Dřevo jako materiál	15
1.2 Zpracování dřeva, jeho využití a recyklace	16
1.2.1 Dřevařská prvovýroba.....	16
1.2.2 Dřevařská druhovýroba.....	17
1.2.3 Využití dřevěného nábytku	17
1.2.4 Recyklace dřeva	18
1.3 Dřevotřískové desky	18
1.3.1 Výroba dřevotřískových desek	19
1.3.2 Lamino desky	19
1.3.3 Nábytek z lamino desek	20
2 Vliv chemických látek použitých při výrobě DTD a LTD na životní prostředí.	22
2.1 Emise formaldehydu	23
3 Vliv globalizace 21. století na nábytkářský průmysl	26
4 Teorie metody napařování a následného ohýbání dřeva	27
4.1 Výběr dřevin	27
4.2 Metoda měkčení.....	28
4.3 Metoda ohýbání	28
4.3.1 Historie metody ohýbání nábytku.....	29
5 Praktická část.....	30
5.1 Napařovací tunel	30
5.1.1 Výběr materiálu pro tvorbu napařovacího tunelu	31
5.1.2 Výroba napařovacího tunelu	31
5.2 Fyzické testy kroucení a ohýbání dřeva.....	35
5.2.1 Fyzický test kroucení dřeva	35
5.2.2 Fyzický test ohýbání dřeva	36
5.3 Koncept	37

5.4	Referenční projekty	37
5.4.1	Bar Gantz – Wood bending	38
5.4.2	Minimální židle Thomase Feichtnera	38
5.4.3	Kouzelný svět Josepha Walshe	39
5.5	Návrhy	40
5.5.1	Prvotní návrhy	40
5.5.2	Výsledný návrh	47
5.6	Model návrhu	50
5.7	Výroba výsledného návrhu	51
	Závěr	58
	Seznam citované literatury a zdrojů	60
	Seznam zdrojů obrázků a fotografií	62

Seznam obrázků

Obrázek 1: Opracované dřevo	16
Obrázek 2: Dřevěný nábytek před renovací a po renovaci	17
Obrázek 3: Dřevotřísky v surové podobě	19
Obrázek 4: Lamino desky s různými motivy dřeva	20
Obrázek 5: Židle Thonetka	29
Obrázek 6: Purenit (materiál pro výrobu napařovacího tunelu)	32
Obrázek 7: Kompletace napařovacího tunelu	33
Obrázek 8: Instalace těsnění na napařovací tunel	33
Obrázek 9: Zkompletovaný napařovací tunel	34
Obrázek 10: Uzavíratelný otvor napařovacího tunelu	34
Obrázek 11: Fyzický test kroucení dřeva	36
Obrázek 12: Fyzický test ohýbání dřeva	37
Obrázek 13: Wood Bending – autorka Bar Gantz	38
Obrázek 14: Minimální židle Thomase Feichtnera	39
Obrázek 15: Kouzelný svět Josepha Walshe Zdroj	40
Obrázek 16: Koncept stolku s ohýbanými rohy	41
Obrázek 17: Testovací vzorek při ohýbání rohů	41
Obrázek 18: Ukázka rozdělení krutu na dvě části	42
Obrázek 19: Fyzický test krutu rozděleného na dvě části	43
Obrázek 20: Zamýšlené využití rozdělených kroucených částí	43
Obrázek 21: Simulace krutu	44
Obrázek 22: Oblé výřezy v dílci	44
Obrázek 23: Krut střední části dílce	44
Obrázek 24: Fyzický test krutu střední části dílce ze dřeva	45
Obrázek 25: Koncept konferenčního stolku	45
Obrázek 26: Upevnění dílce do formy ve tvaru „U“ pomocí kovového plátu a ztužidel	46
Obrázek 27: Forma pro krut	46
Obrázek 28: Ukázka popraskání dřeva při krutu střední části	47
Obrázek 29: Výsledek fyzického testu	47
Obrázek 30: Simulace ohýbaného segmentu o poloměr válce	48

Obrázek 31: Možnost propojení ohýbaných segmentů č.1	49
Obrázek 32: Možnost propojení ohýbaných segmentů č.2.....	50
Obrázek 33: Možnost propojení ohýbaných segmentů č.3	50
Obrázek 34: Fyzický model návrhu.....	51
Obrázek 35: Dílce upevněné na formě (směr zleva doprava).....	52
Obrázek 36: Dílce upevněné ve formě (směr zprava doleva).....	52
Obrázek 37: Zařezávání konců podél rysek.....	53
Obrázek 38: Spojení spodních konců pomocí spojovacích šroubu a plechové podložky	53
Obrázek 39: Spojení dvou segmentů do tvaru "O".....	54
Obrázek 40: Spojení jednotlivých segmentů pomocí ztužidel.....	54
Obrázek 41: Spojení jednotlivých spojů pomocí šroubů	55
Obrázek 42: Možnost využití stolku - varianta 1	56
Obrázek 43: Možnost využití stolku - varianta 2.....	56
Obrázek 44: Použití stolku v interiéru.....	57

Seznam použitých zkratek

DTD	Dřevotřískové desky
LTD	Lamino desky, dřevotřískové desky lamino

Úvod

Nábytek a jeho využití vnímáme již od útlého věku. Slouží především pro ukojení lidských potřeb. Například šatní skříň lidé potřebují pro uložení oblečení, stoly pro odložení věcí, židle k sezení atd. Nábytek je tak nedílnou součástí každodenních lidských životů. Lidé ale nábytek nepovažují za důležitý jen pro jeho využití, je pro ně důležitý také z vizuálního hlediska. Nábytek tedy neslouží pouze jako funkční prostředek s různými vlastnostmi, ale také jako designový doplněk bytů a obydlí.

Nejen s ohledem na důležitou roli nábytku v životě lidí jsem si téma vybral pro svou bakalářskou práci. Obor nábytkářství je mi velice blízký, zajímám se o něj od dospívání a také se stal součástí mého života. Studoval jsem tento obor na střední škole a po dokončení studia jsem se mu věnoval i v praxi. Nábytkářský obor mě zaujal z důvodu využití přírodních materiálů, a to konkrétně dřeva, jehož zpracování, opracování, využití a závěrečná likvidace je šetrná vůči přírodě a životnímu prostředí.

Po dokončení střední školy jsem nastoupil na vysokou školu a začal studovat obor zvaný Environmental Design. Tento obor se zaměřuje na tvorbu designu založeném na postupech a technologiích, které umožňují navrhovat, vyvíjet a vyrábět produkty s minimálním dopadem na životní prostředí. Jelikož je lidstvo závislé na životním prostředí, je v mém zájmu navrhnout výrobek šetrný k přírodě. V této práci je tak mým cílem vymyslet osobitý design výrobku, konkrétně konferenčního stolku, a jeho následnou realizaci. Hlavním materiálem použitým pro výrobu produktu je dřevo, které je nejvíce šetrné k přírodě.

Při tvorbě návrhu produktu kladu důraz na použití malého množství materiálu, aby výrobek nebyl finančně nákladný, ale zároveň splňoval svou funkci. Důvodem je také fakt, že v nábytkářském průmyslu dominují jiné materiály pro tvorbu výrobků, jejichž aspekty mají bohužel negativní dopad na životní prostředí. Na trhu s nábytkem tyto materiály zaujmou dominantní pozici zejména pro jejich nízkou cenu, např. oproti nákladnějšímu masivnímu dřevěnému materiálu.

V práci poukazuji na to, že je potřeba materiály nešetrné k životnímu prostředí přinejmenším redukovat, jelikož jejich rostoucí produkce má vliv i na stále zvyšující se množství z nich vzniklého odpadu. Navíc je jejich výroba energeticky nákladným procesem, který má také negativní dopad na životní prostředí. Na tuto problematiku

bude můj návrh dřevěného konferenčního stolku jakousi reflexí, která může být jednou z mnoha cest, jež by mohla pomoci vrátit dřevo zpět do popředí žádaných materiálů pro výrobu nábytku.

1 Dřevo a jeho zpracování

Jak už jsem zmínil v úvodu, dřevo mě zaujalo již během studia na střední škole, a to především díky jeho vlastnostem. Každý kus dřeva je jiný a má jinou kresbu, i když pochází třeba ze stejného stromu. Dřeviny obecně se dělí na více druhů a každý má své specifické vlastnosti. Kromě zmíněné kresby je to dále barva, tvrdost, a dokonce i vůně.

Vzhledem k tomu, že ve své práci kladu velký důraz na šetrnost k životnímu prostředí, bylo důležité zvolit takový materiál, ze kterého vznikne ekologicky šetrný výrobek. Takový výrobek musí splňovat určité požadavky, kterým nejvíce vyhovuje právě materiál dřeva. V první kapitole se tedy věnuji podrobnějšímu popisu dřeva, jeho zpracování, využití a recyklaci.

1.1 Dřevo jako materiál

Dřevo je přírodní materiál a patří mezi nejčastěji používané pro výrobu nábytku a bytových doplňků. Jeho prvořadou vlastností je bezpečnost a lehkost. Možná z toho důvodu ho lidstvo využívá již od svých počátku. Výhodu dřeva lze spatřit především v tom, že pokud se pro něj nenajde další využití, je schopno se přirozeně rozložit. Na rozdíl od jiných materiálů je tak šetrné vůči životnímu prostředí.

Charakteristickou vlastností dřeva je jeho vůně, která poukazuje na jeho šetrnost a nezávadnost. Další specifickou vlastností je snadná opracovatelnost. S ohledem na jeho biologickou rozložitelnost můžeme říct, že neohrožuje přírodu a lidské zdraví, ať už se jedná o jeho výrobní procesy, používání nebo závěrečnou likvidaci. Díky rozmanitosti dřevin a jejich vlastnostem se se dřevem a jeho využitím setkáváme téměř kdekoliv (Muzikář 2008).

Dřevo se obecně dělí dle několika kritérií. Podle základních kritérií je rozdělení na dřevo jehličnaté (smrk, jedle, borovice, douglaska, vejmutovka, modřín) a listnaté (lípa, topol, olše, bříza, dub, buk, javor, jasan, jilm, ořešák, akát, habr). Další dělení je např. podle hustoty, tam dělíme dřevo na měkké (smrk, jedle, borovice atd.), polotvrdé (modřín, bříza) a tvrdé (dub, buk, javor atd.). Za zmínku také stojí další dělení podle pórovitosti (kruhovitě pórovité – např. dub, polokruhovitě pórovité – např. třešeň,

roztroušeně pórovité – např. buk). Dřevo se dále dělí podle vlastností nebo jednotlivých sortimentů (Svoboda 2013).



Obrázek 1: Opracované dřevo

Zdroj: <https://www.srubyservis.cz/aktuality-drevo>

1.2 Zpracování dřeva, jeho využití a recyklace

Jak už bylo řečeno, dřevo je čistě přírodní materiál, jeho začátky nastávají při těžbě dřevin. Proces jeho zpracování pak začíná ve chvíli, kdy jsou stromy vyhodnocené jako zralé ke kácení. Takové stromy jsou káceny v lese pomocí motorových pil. Jakmile je strom pokácen na zem, je potřeba jej odvětvit, tedy odřezat větve z kmene stromů. Tento proces probíhá přímo v lese. Větve z hlediska dřevovýroby bohužel nemají své uplatnění. Větší větve se běžně využívají jako palivové dříví, menší větve pak nachází uplatnění ve formě štěpek. Ty se využívají jako kompostovací prvek, který slouží ke zlepšení vlastností půdy, v níž jsou organickou cestou rozloženy. Také se z nich vyrábí biopaliva ve formě briket nebo pelet. V neposlední řadě stojí za zmínku využití štěpek pro tvorbu velkoplošných dřevotřískových materiálů.

Jakmile jsou kmeny stromů, také jinak nazývané kulatiny, odvětveny a připraveny na odvoz, odvázejí se do tzv. pilařských a dřevařských závodů. Tam prochází procesem zvaným dřevařská prvovýroba.

1.2.1 Dřevařská prvovýroba

Pojem dřevařská prvovýroba představuje tzv. prvostupňové zpracování dřeva. Jakmile se kulatina doveze z lesa do pilařského nebo dřevařského závodu, prochází procesem

zpracování kulatiny na řezivo a dýhy. Během procesu řezání kulatiny také vzniká produkce odpadu (kůra a odřezky), který nenachází využití v nábytkářském oboru. Tento odpad se stejně jako větve štěpkuje, a posléze se z těchto štěpek vyrábí pelety, brikety nebo velkoplošný materiál, nejčastěji v podobě dřevotřísky nebo OSB desky.

1.2.2 Dřevařská druhovýroba

Pod pojmem dřevařská druhovýroba se ukrývá tzv. druhostupňové zpracování dřeva. V této fázi se z řeziva vytvořeného v procesu prvovýroby začíná vyrábět nábytek. Řezivo tedy nachází uplatnění ve tvorbě nábytku určeného pro prodej a stává se z něj produkt pro nábytkářský průmysl. Během procesu dřevařské druhovýroby vzniká nejméně přebytkového odpadu, nejčastěji v podobě hoblin, malých odřezků anebo brusného prachu.

1.2.3 Využití dřevěného nábytku

Nábytek je nejčastěji využíván pro vlastní potřebu domácností a jeho prodej v nábytkářském průmyslu. Lidé se však dřevěného nábytku dost často zbavují, a to zejména kvůli jeho stáří nebo špatnému stavu. Ne každý si je ale vědom toho, že dřevěný nábytek může po opracování a renovaci posloužit jako nový produkt. Je tedy



Obrázek 2: Dřevěný nábytek před renovací a po renovaci
Zdroj: http://renovacestarozitnehonabytku.cz/restaurovani-nabytku/restaurovani-nabytku_satni-skrin/

žádoucí se nábytku ze dřeva ihned nezbavovat, např. ho spálit, ale nabídnout ho k dalšímu využití či provést jeho renovaci. Pokud je nábytek v tak desolátním stavu, že ho nelze dále využít, a to ani po opravě, nábytek by měl být šetrně recyklován.

1.2.4 Recyklace dřeva

Jak už bylo řečeno, dřevo, které nemá další využití, je nutné recyklovat. Takové dřevo je označováno pojmem *odpadní dřevo* a člení se dále do dvou skupin. První skupinou je tzv. *mrtvé dřevo*, pod kterým si lze představit např. starý nábytek, okna, dveře, různé doplňky, dřevo ze staveb apod. Druhá skupina je označována jako tzv. *nové dřevo*, tam patří např. dřevní štěpky, větve a jiné stromové části, které nejsou vhodné pro další zpracování v nábytkářském průmyslu (Marius Pedersen 2019).

Ve zkratce můžeme uvést i průběh recyklace dřevního odpadu. V prvním kroku recyklace se demontovaný dřevní odpad ručně třídí a odděluje se od něj všechny nedřevěné složky, které se recyklují jiným způsobem, např. papír, plast, sklo atd. V dalším kroku se odpadní dřevo drtí pomocí drtičů nebo mlýnů a rozdrcené dřevo probíhá další ruční kontrolou, kde se odstraňují zbytky nečistot. V závěru prochází rozdrcený odpad sítí, kde jsou zachyceny poslední drobné nečistoty. Takovýto odpad se poté dostává do kontejnerů nebo na hromady určené pro dřevní odpad. Dále se odváží k výrobcům dřevotřískových desek a jiných výrobků, případně je využito jinak (Ecoservis 2019).

1.3 Dřevotřískové desky

Dřevotříska je materiál, který se vyrábí z dřevních třísek, jeho závěrečnou podobu nacházíme nejčastěji v podobě desek. Dřevotřískové desky se označují zkratkou DTD, kterou v práci nadále používám. DTD jsou nejčastěji využívány k výrobě nábytku. Takové DTD jsou ale v tzv. surovém stavu, viz obrázek č. 3. Desky v tomto stavu nejsou esteticky přitažlivé a navíc špatně odolávají tekutinám, záleží samozřejmě na způsobu a množství použitých aditiv. Styk DTD s tekutinami může zapříčinit nabobtnání DTD, což má za následek jejich trvalé a nevratné poškození.

DTD se většinou se dále zpracovávají a slouží jako materiál pro výrobu tzv. *lamino desek*, které se často označují pod zkratkou LTD. Tuto zkratku používám v práci i nadále. Vlastnosti LTD popisují podrobněji v dalších kapitolách práce.



Obrázek 3: Dřevotřísková deska v surové podobě

Zdroj: <http://www.stolarskepotreby.cz/dtd-surova-tl-4.18mm280x207-ak-40018>

1.3.1 Výroba dřevotřískových desek

Výrobu dřevotřískových desek můžeme popsat v několika krocích. V prvním kroku dochází k roztřískování dřeva na štěrky. Taková dřevní štěrka představuje mj., jak už jsem zmínil v jedné z předchozích podkapitol, výsledný produkt recyklace dřeva. Dřevní štěrka dále prochází procesem roztřískování. Procesy roztřískování dřeva se provádějí na speciálních strojích zvaných roztřískovače.

Na vzniklé třísky se dále pomocí bubnových přístrojů nanáší močovino-formaldehydové lepidlo. Třísky po tomto procesu mohou být skladovány i po delší dobu, jelikož se močovino-formaldehydové lepidlo aktivuje až při dosažení teploty na úrovni 200°C. Lepidlem ošetřené třísky se poté pomocí speciálních vrstvicích stanic skládají do tzv. třískových koberců. Ten se nejprve lisuje za studena a poté při teplotě 200°C.

Po skončení celého procesu lisování se desky podélně a příčně formátují. Dřevotřísková deska je nakonec chlazena ve vertikální poloze, aby se během ochlazování neprohnula či jinak nezdeformovala (Reisner, Böhm 2010).

1.3.2 Lamino desky

Vzhledem k tomu, že se v projektu bakalářské práce zabývám tvorbou nábytku, popisují v této kapitole dřevotřískový materiál primárně z tohoto hlediska.

DTD je sama o sobě neestetická, aby našla v nábytkářském průmyslu své využití, zpracovává se dále. Nejvíce využívaným materiálem z dřevotřísky je lamino deska (dále označována jako LTD). LTD se vyrábí tak, že se plochy dřevotřísky polepí dekoračním lamino papírem, na kterém jsou natištěny kresby různých druhů dřevin

nebo jiné vzory či barvy, viz obrázek č. 4. LTD se poté zalévají melaminovou pryskyřicí a jsou následně lisovány. Tato vrstva se na LTD neaplikuje jen z důvodu vylepšení její vizuální stránky, nýbrž také jako ochrana před vlhkostí a chemikáliemi (Reisner, Böhm 2010).



Obrázek 4: Lamino desky s různými motivy dřeva. Zdroj: <https://www.kaplanpraha.cz/lamino>

1.3.3 Nábytek z lamino desek

LTD vizuálně imitují i drahé druhy dřevin, na jednu stranu tak mohou konkurovat masivnímu dřevu, jehož kupní cena je vysoká. Na druhou stranu se ale svou funkcí takovým materiálům nepodobají. LTD patří mezi nejlevnější a také nejpoužívanější materiály v nábytkářství.

Rozhoduje-li se člověk, jakožto zákazník, jestli si při výběru nového nábytku vybere z materiálu dřevo nebo dřevotřísku, není žádoucí, aby se řídil jen cenou produktu. Dle mého názoru je potřeba vyhledat informace o tom, z jakého materiálu je nábytek vyroben a případně se zamyslet, jaký dopad má výroba daného nábytku na naše životní prostředí.

Dřevěný masivní nábytek vydrží mnohem déle než jiné materiály, zejména LTD. Navíc, v případě poškození, je možné ho opravovat, restaurovat nebo inovovat. Po opravě se dá znovu využít jako nový kus nábytku a může tak sloužit řadu dalších let.

V dnešní době je bohužel tlak především na výrobu spotřebního zboží, které nemá dlouhou životnost. To je strategie i mnoha firem, které už neusilují o výrobu kvalitních produktů s dlouholetou životností, ale jde jim zejména o co nejvyšší zisk. V minulosti byla situace jiná, vyrábělo se s co nejvyšší kvalitou, aby produkty sloužily co nejdéle. Postupně se doba měnila a s ní i cíle vyrábějících firem. Kvantita začala převládat nad kvalitou a hlavním cílem se stal prodej co nejvyššího počtu výrobků. Dnes řadíme nejen nábytek z LTD mezi spotřební zboží.

Pojem *spotřební zboží* označuje takové výrobky, u kterých se předem ví, že budou sloužit po omezenou dobu a poté budou určeny k likvidaci (např. spotřebiče, domácí potřeby, sportovní potřeby, ale právě třeba i nábytek atd.). Zákazník tedy bude nucen koupit si nový výrobek, a to několikrát za určitý časový úsek. Firmám tímto sice rostou zisky, ale masová a spotřební výroba se podepisuje mj. na stavu životního prostředí kolem nás, které kvůli nadměrné produkci mnohonásobně rychleji znečišťujeme. To úzce souvisí s problematikou, kterou se ve své práci zabývám.

Ze zbytků dřeva, které vznikají při jeho zpracování, se posléze vyrábí dřevotřískový materiál. Ten se bohužel stal dominantním materiálem pro výrobu spotřebního zboží v nábytkářském oboru. Jelikož se vyrábí ze zbytků dřeva, jeho cena je nižší než samotné dřevo. Cena a vzhled výrobku se staly pro spotřebitele nejpodstatnějšími faktory při výběru nábytku. A jelikož jsou dřevotřísky ve formě lamina na pohled velice podobné dřevu, nábytek je pro spotřebitele v závěru vizuálně přitažlivý. Mnoho lidí dokonce ani neví, že dřevotříska není dřevo.

Je však potřeba si uvědomit, že nábytek z dřevotřískového materiálu má mnohem kratší životnost nežli nábytek vyrobený ze dřeva. Je to způsobené samotnou strukturou materiálu. Jelikož dřevo pochází z kmene stromu, jde o celistvý materiál, který lze v případě poškození upravit. U dřevotřísky zajišťuje celistvost spojení dřevních třísek zmíněné formaldehydové lepidlo a následné slisování. Tento materiál je tak velice náchylný na bobtnání v případě, že je vystaven vysoké vlhkosti. Je-li tímto způsobem zničen, není možné ho opravit a je tak určen přímo k likvidaci. Výrobky z dřevotřískového materiálu nelze znovu žádným způsobem recyklovat a musí se spálit. Ovšem na rozdíl od dřeva se nedá říci, že by jejich spalování bylo ekologické.

2 Vliv chemických látek použitých při výrobě DTD a LTD na životní prostředí

Při výrobě již zmíněných dřevotřískových plošných materiálů se používají různé chemické látky. Mezi nejrizikovější látky ohrožující životní prostředí patří látka zvaná formaldehyd. Ve své práci tak považuji za důležité věnovat se alespoň okrajově problematice spojené s látkou formaldehyd, a to zejména z důvodu jejího negativního dopadu na lidské zdraví a životní prostředí.

Problematika formaldehydu je s mou prací spojena především proto, že se hojně používá jako základní pojivo pro výrobu dřevotřískového materiálu, zejména LTD. Tento materiál je, jak už jsem uvedl dříve, nejvíce používaným materiálem v oblasti nábytkářského průmyslu. Dle mého názoru je tedy potřeba poukázat na to, jak velký dopad může mít využívání nábytku zhotoveného právě z LTD na lidské zdraví.

Formaldehyd je organická látka, která se vyskytuje přirozeně a slouží jako základní surovina pro výrobu různých chemických látek, např. barviv, laků, lepidel, pesticidů apod. Při jeho výrobě, manipulaci a likvidaci se dostává do prostředí kolem nás. Největší problémy působí odpařování formaldehydu ze stavebního materiálu, dřevotřískového nábytku nebo koberců a hraček, kde se používá jako lepidlo (Fries, Reisner a Zeidler 2008).

Nebezpečnost formaldehydu spočívá ve vysoké toxicitě. Tuto karcinogenní látku může člověk vdechnout, požit, nebo s ní přijít do kontaktu svou kůží. Pokud nejde o vysokou koncentraci, dojde pouze k podráždění sliznic horních cest dýchacích, v opačném případě se dostávají i silné otoky, záněty plic, případně může nastat i smrt. Způsobuje také atopické ekzémy a různé alergické stavy (Motyka, Mikuška 2005).

Formaldehyd se vyskytuje jak ve vnitřním prostředí, tak i ve venkovním prostředí. Ve vnitřním prostředí se vyskytuje ve vyšších koncentracích, hodnoty dosahují až 370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (např. v domě s novým nábytkem). Ve venkovním prostředí (např. ve znečištěném městském vzduchu) se koncentrace pohybuje v rozmezí 10-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Motyka, Mikuška 2005).

Na hodnoty koncentrace formaldehydu ve vnitřním prostředí mají vliv produkty, které se v tomto prostředí využívají. Největší vliv mají produkty ve formě nábytku zhotoveného z dřevotřískového materiálu. Množství koncentrace formaldehydu ve vnitřním prostředí se tak odvíjí od počtu produktů s obsahem formaldehydu a samozřejmě také od množství použitého formaldehydu v dřevotřískovém materiálu. Nejvyšší hodnoty lze naměřit v bytech či domech, které jsou z valné většiny vybavené novým nábytkem z dřevotřískového materiálu a příp. v kombinaci s jinými materiály, ve kterých je taktéž obsažen formaldehyd.

Formaldehyd je typickým zástupcem tzv. *problematiky uzavřených prostor*. Hlavním zdrojem formaldehydu v bytech bývá jeho vybavení, tj. nábytek z dřevotřískového materiálu, podlahoviny, koberce či tapety. Dále je obsažen v syntetických pryskyřicích, lepidlech a v některých mořidlech na dřevo. Přítomnost formaldehydu můžeme najít ale i třeba v oblečení, čisticích prostředcích, kosmetice, a dokonce i v některých nekvalitních plyšových hračkách (Petrlík, Válek 2013).

Uvedené zdroje formaldehydu mají vliv na koncentraci této látky ve vnitřním prostředí. Nachází-li se v jedné uzavřené místnosti více kusů nábytku a jiných zdrojů s obsahem formaldehydu, mohou mít okolní podmínky pro uvolňování formaldehydu velký vliv na množství koncentrace formaldehydu. Mezi tyto podmínky patří teplota v místnosti a nedostatečné odvětrávání. Čím vyšší teplota v místnosti je, tím více se formaldehyd odpařuje. Není-li místnost pravidelně odvětrávána, hodnota koncentrace formaldehydu pak stále roste. Používání nábytku z materiálů obsahujících vysokou koncentraci formaldehydu může tedy vyvolat zdravotní potíže, které byly popsány výše.

2.1 Emise formaldehydu

Technické normy ČSN 91 0100 a ČSN 91 0001 udávají obecné požadavky pro výrobu nábytku, použití látek a materiálů. Specializovaná norma pro výrobu desek na bázi dřeva ČSN EN 13986 obsahuje mj. i definici formaldehydu a definuje formaldehydové třídy následovně:

„Přidávají-li se do výrobku během výrobního procesu materiály obsahující formaldehyd, zvláště aminové pryskyřice, musí být výrobek zkoušen a klasifikován do jedné ze dvou tříd E1 nebo E2.“

Podle emisní třídy lze poznat, jaké množství koncentrace formaldehydu se v daném materiálu vyskytuje. U třídy E1 je množství uvolněného formaldehydu nanejvýš 9,0 mg/100 g. U třídy E2 je pak množství nanejvýš 30,0 mg/100 g. Třída E1 je považována za třídu s nejnižšími emisemi škodlivin (Toroyal skupina 2018).

Emise formaldehydu se podle různých norem vyjadřují nejčastěji v mg/m³ jako rovnovážná koncentrace formaldehydu při komorové zkoušce (dle normy ČSN EN 717-1). Dále také v mg formaldehydu na 100 g úplně suché desky (dle normy ČSN EN 120) nebo v % hmotnostních k danému materiálu (pro pomocné materiály jako je např. lepidlo, lak apod.) a další (NIS 2013).

Pro účely této práce se nadále budu zabývat únikem formaldehydu pouze ve vnitřních prostorech, neboť se zde využívá nábytek, který tuto látku obsahuje.

Hygienické limity škodlivých látek včetně formaldehydu ve vnitřním prostředí v České republice udává Ministerstvo zdravotnictví ČR svou vyhláškou č. 6/2003 ze dne 16. prosince 2002. Stanovený způsob měření koncentrace nebezpečných látek vychází z doporučení Světové organizace zdraví (označované také jako WHO). Měřit lze:

1. obsah formaldehydu v interiéru,
2. únik formaldehydu z desek na bázi dřeva a nábytku,
3. obsah formaldehydu v pracovním prostředí.

V prvním případě se měří obsah formaldehydu v interiéru, kde by neměl v delším časovém úseku převyšovat střední hodinovou koncentraci v hodnotě 60 µg/m³ (0,06 mg/m³). Metoda měření vychází z normy ČSN EN ISO 16017-1. Tímto způsobem se měří i jiné nebezpečné látky, které vychází z nábytku, koberců, čalounění, záclon apod. Měření probíhá v konkrétní místnosti pomocí odběrové sondy, která nejčastěji po dobu 24 hodin snímá těkavé látky a následně je vyhodnocuje. I přesto, že bude dané vnitřní prostředí (místnost) plně nevhodného nábytku, může limitu koncentrace formaldehydu vyhovět na základě její objemnosti a naopak. Zmíněná vyhláška č. 6/2003 není v tomto případě ale závazná pro dřevařský průmysl, výrobce a distributory nábytku, je určena pro provozovatele staveb.

Ve druhém případě se únik formaldehydu z desek na bázi dřeva a nábytku měří nejčastěji pomocí simulačních komorových zkoušek s tím, že se výsledky porovnávají s evropskými normami. Dalšími způsoby měření je pak metoda plynové analýzy,

lahvová metoda apod. Např. norma pro laminované desky (ČSN EN 14322), třískové desky (ČSN EN 312) a jiné vláknité desky stanovuje emisní hodnotu pro třídu desek E1 nanejvýš 0,124 mg formaldehydu/m³ (NIS 2013).

Nejvíce diskutovaným materiálem z hlediska uvolňování formaldehydu je dřevotříska. Největší rozvoj výroby dřevotřískového materiálu se odehrával během 70. let. Tehdy byla výroba dřevotřískového materiálu ve svých počátcích a obsah formaldehydu dosahoval hodnoty až 100 mg/100 g absolutně suché hmoty. Dnes je však situace jiná, a i vzhledem k současným regulacím se výrobci tohoto materiálu snaží o uvolňování formaldehydu zredukovat. Aktuálně se tak obsah formaldehydu v dřevotřísce pohybuje do 8 mg/100 g absolutně suché hmoty a řadí se tak do emisní třídy E1. Snížení obsahu formaldehydu bylo nařízeno na základě zjištění toxických a karcinogenních účinků této látky. Dle mého názoru to však neřeší problematiku formaldehydu jako takovou, ale pouze ji omezuje.

3 Vliv globalizace 21. století na nábytkářský průmysl

Globalizace představuje dlouhodobý ekonomický, kulturní a politický proces, který prohlubuje a urychluje pohyb zboží, lidí i myšlenek přes hranice států a kontinentů. Globalizaci způsobily velké pokroky v informačních, komunikačních a počítačových technologiích (Kopp 2019). Díky globalizaci se svět sice stává vzájemně více propojeným celkem, ale nese s sebou i některé zápory.

V nábytkářském průmyslu můžeme jako výhodu globalizace vnímat fakt, že mají lidé na výběr větší škálu produktů nábytku. Nebýt globalizace, nabídka nábytku by dle mého názoru nebyla tak široká. Lidé mohou nakupovat nábytek nejen od místních dodavatelů, ale i od těch zahraničních. Jako příklad můžeme uvést nakupování nábytku od firmy IKEA, která dodává nábytek ze Švédska na několik poboček po celém světě. Po její expanzi do různých zemí mohou lidé nábytek objednat online a dojet si pro něj na nejbližší pobočku ve své zemi.

Výhoda možnosti většího výběru produktů má však i některé negativní důsledky. Nábytkářské produkty, které splní svůj účel, jsou určeny k likvidaci a tvoří tak odpad. Platí, že čím větší množství produktu, tím větší množství odpadu. Bohužel velké množství produktů je vyrobeno z materiálu, jejichž likvidace velmi zatěžuje životní prostředí. Z nábytkářského hlediska jde především o dřevotřískové materiály, z nichž jsou vyráběné levné nábytkářské produkty. S ohledem na krátkou životnost těchto materiálů je nutné zdůraznit, že je potřeba takový nábytek často obměňovat. To má dopad na vysokou produkci odpadu, která je mnohdy opomíjená.

Na závěr této kapitoly považuji za vhodné upozornit, že jakýkoliv negativní dopad činností lidí na životního prostředí je nevratný proces a je potřeba životní prostředí udržovat a rozvíjet, nikoliv ničit.

4 Teorie metody napařování a následného ohýbání dřeva

Tato kapitola se zabývá teorií metody napařování a následného ohýbání, kterou jsem si pro svůj projekt zvolil. Rozhodl jsem se pro ni zejména kvůli tomu, že díky ní lze dřevo formovat a ohýbat do různých tvarů. Taktéž mohu s touto metodou vyhovět kritériu použití malého množství materiálu (plošný dílec dřeva lze různě formovat, a tak dosáhnout lepšího prostorového rozhraní). Další předností metody je, že její technologie nepatří mezi zvláště nákladné procesy, které by mohly mít negativní dopad na životní prostředí, což úzce souvisí s cílem práce.

I když se jedná o metodu, která je známá po řadu let, v současné době nepatří mezi hojně využívané metody. Postupně však vzbuzuje zájem v odvětví designu nábytku, a dokonce i v oblasti architektury.

Pro práci bylo klíčové zjistit podrobné informace ohledně správných postupů této metody, díky čemuž jsem si metodu osvojil a využil ji i pro samotnou realizaci závěrečného návrhu vybraného nábytku.

4.1 Výběr dřevin

Klíčovým krokem pro realizaci výše uvedených metod je výběr dřeviny. Teoreticky vzato, ohýbat se dají všechny druhy dřevin, lepší vlastnosti však mají dřeviny listnaté. Jehličnaté dřeviny obsahují krátká vlákna, jsou měkké a také více rozvětvené. Každá větev má tvrdý dřevný základ, který se v závěru na opracovaném dílci projeví ve formě tzv. *suku*. Suk je přirozená vada dřeva, která má dopad na jeho vlastnosti. Suk totiž narušuje přímý chod vláken, a tím pádem se oblast okolo suku stává náchylnou k prasknutí. Z tohoto důvodu se ideální vlastnosti pro metodu napařování a ohýbání přisuzují listnatým stromům. Ty mají oproti jehličnatým stromům delší vlákna, jsou tvrdší a také obsahují více ligninu.

Lignin je důležitou stavební složkou dřeva. Mezi nejideálnější listnaté dřeviny určené k ohýbání patří buk, dub, jasan a jilm. Avšak je potřeba i mezi těmito dřevinami vybrat vhodné kusy dřeva, ty by měly obsahovat rovná vlákna bez suků.

Další podmínkou pro výběr dřevin je fakt, že dřevo nesmí hnít anebo obsahovat plíseň. V neposlední řadě je důležitá i vlhkost dílce dřeva, která by se měla pohybovat okolo 28 % (Vaněk 1952).

4.2 Metoda měkčení

Ve chvíli, kdy máme vybrané správné dřevo bez výše zmíněných vad, je na řadě nejdůležitější část této metody zvaná *plastifikace*. Metoda měkčení neboli proces plastifikace představuje dočasnou změnu fyzikálně mechanických vlastností dřeva. Této změny lze dosáhnout správnou vlhkostí a teplotou, která má v důsledku vliv na ohýbání dřeva. Tímto procesem se tedy docílí toho, že lze dřevo ohnout, aniž by popraskalo.

Dřevo v syrovém stavu nelze ohýbat, jelikož by masivně praskalo. Z toho důvodu je dřevo potřeba plastifikovat pomocí páry. Proces plastifikace probíhá ve speciálních tlakových kotlích nebo napařovacích tunelech, do kterých je zapojen přívod nasycené páry. Pro správný výsledek by v napařovacím tunelu měla být nastavena teplota cca 100 °C a tlak cca 0,03MPa. V tomto prostředí by měl dílec setrvat v závislosti na jeho tloušťce několik desítek minut až několik hodin. Správně napařené dřevo by mělo mít ve svém středu teplotu okolo 70 °C.

4.3 Metoda ohýbání

Po vyjmutí dřeva z tlakového kotle můžeme dřevo začít ohýbat. Správného ohybu dosáhneme pomocí tzv. *kopyta*. Pod pojmem kopyto si lze představit formu z kovu nebo dřeva, kterou máme předem připravenou před procesem napařování. Tato forma slouží ke vzniku co nejvíce přesného ohybu, který je potřeba. Důležitá funkce formy spočívá v upevnění hranolu dřeva a zabránění praskání při postupném ohýbání. Po ohybu hranolu okolo formy se hranol ve formě upevní a nechá se v ní postupně vyschnout. Pro zrychlení procesu vysychání lze formu s hranolem vložit do speciální sušičky dřeva, ve kterém hranol uschne na požadovanou vlhkost během několika hodin. Další možností, jak lze nechat dřevo vyschnout, je přirozené usychání. Tímto způsobem dřevo schne přibližně týden (podle tloušťky hranolu), což může působit časové problémy.

4.3.1 Historie metody ohýbání nábytku

Ohýbání dřeva je známé po mnoho let. Jedná se o metodu, která nám dává možnost dřevo ohýbat, a tak měnit jeho tvar. Tato metoda tak nabízí neobvyklé a nevšední využití dřeva. Ohýbané dřevo pak převážně nachází své uplatnění při tvorbě v nábytkářském a dřevařském průmyslu.

Vznik této metody se traduje do 19. století. Objevení metody ohýbání dřeva se přisuzuje truhláři Michaelu Thonetovi. Ten se v průběhu svého života touto metodou zabýval. Fascinovalo ho, že lze během procesu ohýbání trvale změnit původní tvar dřevěného dílce. Řídil se heslem „ohnout nebo zlomit“. Zlomit toho tehdy musel hodně, než přišel na způsob, jak dřevo ohnout a nezlomit ho. Po letech bádání na to však přišel a založil firmu s názvem TON (zkratka slov „*Továrna na ohýbaný nábytek*“), která existuje až dodnes (TON 2019).

Jeden z jeho nejznámějších výrobků, který se s firmou TON váže, je produkt židle č.14, která je známá především díky svému ikonickému designu. Této židli se také přezdívá „thonetka“. Židle č. 14 byla velice žádaná od svého zrodu a v letech 1860 až 1930 jich bylo prodáno po celém světě více jak 50 milionů kusů (Hrdinová 2011). Ikonická „Thonetka“ se vyrábí i v současnosti.



Obrázek 5: Židle Thonetka

Zdroj: <http://www.vltavadesign.cz/tcz/zidel-legendac-14-ihonet-ton/>

5 Praktická část

Praktická část této práce spočívá v návrhu a realizaci produktu – konferenčního stolku. Úvodem této kapitoly popisuji výrobu napařovacího tunelu, který je zapotřebí pro napařování dřeva a jeho následné formování a ohýbání. Dále popisuji jednotlivé fyzické testy, při nichž získávám různé poznatky, které využívám pro tvorbu návrhů produktu.

Důležitou částí je propojení fyzických testů a návrhů. Jedná se totiž o cyklický způsob práce, kde přenáším poznatky z fyzických testů do digitální formy. V digitální formě pracuji s jednotlivými prvky a pomocí nich tvořím staticky funkční konstrukci pro tvorbu produktu, tj. zmíněného konferenčního stolku. Poté tyto konstrukce přenáším do fyzických testů, kde ověřuji statickou funkčnost produktu. Cílem celého pracovního procesu je najít vhodnou konstrukci, která bude splňovat statickou a vizuální funkčnost.

Jedná z podkapitol praktické části obsahuje i popis referenčních projektů, které se od sebe svým způsobem liší. Jde o projekt autorky Bar Gantz s názvem „Wood Bending“, dále projekt „Minimálně židle“ od Thomase Feichtnera a v neposlední řadě designový projekt Josepha Walshe pod názvem „Kouzelný svět“.

Na závěr praktické části je popsán celý proces výroby a realizace konečného produktu, který jsem sestavil na základě závěrečného návrhu produktu.

5.1 Napařovací tunel

Po zjištění správných postupů a náležitostí, které souvisí s metodou napařování a následného ohýbání, jsem se rozhodl pro ověření těchto postupů ve fyzické formě. Abych dosáhnul cíle své práce, musel jsem od teoretické části přejít k reálným testům, při kterých jsem zjistil, jak obtížné je dřevo ohýbat, a jak se při samotném ohýbání dřevo chová a co od něj reálně očekávat.

Dřevo má své specifické vlastnosti a pouze teorií nelze zjistit, jaké jsou jeho hranice. Mým dílčím cílem tedy bylo zjistit, zdali jsem schopný metodu napařování reálně aplikovat a díky ní poté zkoumat a fyzicky testovat vlastní návrh produktu. Provedl jsem průzkum a zjistil, že je možné si napařovací tunel vyrobit i svépomocí. Při výrobě tunelu jsem však musel zohlednit veškeré náležitosti napařovacího tunelu a ohýbání dřeva.

5.1.1 Výběr materiálu pro tvorbu napařovacího tunelu

Pro tvorbu napařovacího tunelu je důležité pečlivě vybrat správný materiál. Je potřeba zohlednit, že v této nádobě je nutné udržet požadovanou teplotu a taktéž tlak, to zaručí správné změkčení dřeva.

Další průzkum tedy spočíval v hledání nejideálnějšího materiálu vhodného pro napařovací tunel. Z různých zdrojů jsem došel k závěru, že nejčastěji používaným materiálem je vodovodní plastová trubka. U takové plastové trubky je potřeba zaslepit jeden konec a vytvořit tzv. zátku, která uzavře druhý konec trubky a pomocí níž se bude poté vkládat a vykládat dřevěný hranol. Úskalím však bylo ochlazování vnější teplotou, čili je dále nutné zajistit izolaci trubky z vnější strany. Tento způsob mi přišel komplikovaný.

Dále jsem zjistil, že se napařovací tunel vyrábí ze samotného masivního dřeva. Takováto výroba je však finančně náročná, což však nebyl hlavní důvod toho, proč jsem tento materiál pro výrobu tunelu nakonec nezvolil. Vícekrát opakovaný napařovací proces se na dřevěném materiálu totiž významně ukáže. Dřevo v tomto případě opakovaně podstupuje cyklus napaření a vysychání, což v důsledku může způsobit popraskání samotného dřeva nebo jeho spojů. To by znamenalo únik páry a nedostatek tlaku v komoře. Materiál masivního dřeva jsem tak zavrhnul.

Věděl jsem, že je potřeba najít materiál, který má dobré tepelné a izolační vlastnosti. Nakonec jsem výrobu napařovacího tunelu konzultoval s nejmenovaným výrobcem nábytku. Získal jsem informace o materiálu fungujícím na polyuretanové bázi tvrdé pěny zvaném *Purenit*. Jde o pevný a poměrně lehký materiál, který se dobře obrábí stroji podobně jako dřevo. Nejdůležitější vlastností materiálu Purenit pro mé využití byla odolnost vůči vysokým teplotám a vlhkosti, a to bez tloušťkového bobtnání a praskání, s vysokou pevností v tlaku a výbornými tepelně izolačními vlastnostmi. Rozhodl jsem se tedy o výrobu napařovacího tunelu pomocí Purenitu.

5.1.2 Výroba napařovacího tunelu

Pro samotnou výrobu napařovacího tunelu jsem si zakoupil čtyři desky Purenitu o rozměrech 1200x210x20 cm a dvě desky o rozměrech 250x210x20 mm. Čtyři dlouhé desky jsem k sobě postupně připevňoval pomocí kovových vrtů pro co nejefektivnější spoj, který by těsnil co nejlépe. Správné utěsnění má hlavní vliv na udržení správné teploty a tlaku, které jsou nejpodstatnějšími faktory pro správné napaření dřeva.



Obrázek 6: Purenit (materiál pro výrobu napařovacího tunelu). Zdroj: vlastní fotografie

Z desek jsem vyrobil hranatý tunel, u kterého bylo potřeba vyřešit zakončení z obou stran. Jeden konec jsem zaslepil stejným postupem, jako při stavbě samotného tunelu. Druhý konec však bylo potřeba vyřešit tak, aby se dal otevírat a zavírat, kvůli možnosti vkládání a vykládání hranolů dřeva. Použil jsem tedy dva malé kovové panty. Na protější stranu jsem umístil kovový bednový uzávěr. Zjistil jsem však, že tento otvor by mohl být kritickým místem pro únik páry. Problém jsem vyřešil instalací gumového těsnění, které se používá jako izolační prvek do dveřních zárubní. Těsnění jsem nařezal na rozměry hrany konce tunelu a připevnil jsem jej kovovými sponkami. Kovový bednový uzávěr jsem poté připevnil tak, aby v uzamknuté poloze víko co nejvíce fixovalo skrze gumové těsnění a nevznikala tak žádná mezera, kterou by mohla pára unikat. Tímto byl uzavíratelný otvor hotový.



Obrázek 7: Kompletace napařovacího tunelu.

Zdroj: vlastní fotografie



Obrázek 8: Instalace těsnění na napařovací

Zdroj: vlastní fotografie

Dalším krokem bylo vykroužení otvoru na spodní straně tunelu. Tento otvor slouží k vpouštění páry, proto bylo potřeba otvor vyvrtat uprostřed, aby byl zajištěn rovnoměrný přísun páry na obou stranách tunelu. Průměr otvoru by měl být stejný jako průměr trubky, která bude přivádět do tunelu páru, a to z důvodu těsnění otvoru.

Po dokončení otvoru jsem připevnil trubku k výstupnímu hrdlu plechové konvice. Ta v tomto případě slouží k tomu, aby se v ní vařila voda, jakmile se totiž voda dostane na bod varu ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$), začne se přeměňovat v potřebnou páru. Pára se z konvice bude přesouvat pomocí trubky do napařovacího tunelu. Jako zdroj tepla pro var vody v konvici jsem použil elektrický plotýnkový vaříč.

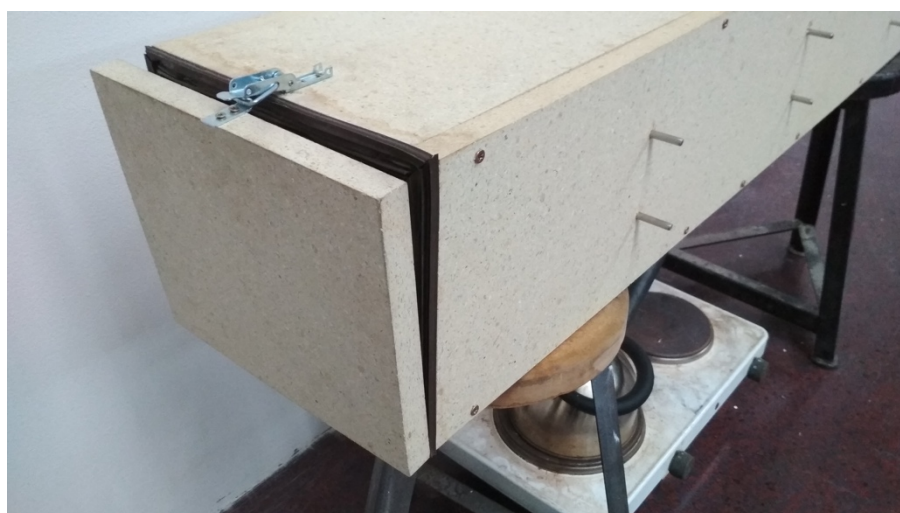
Dřevěné hranoly nelze položit na dno napařovacího tunelu, protože by pára neměla přístup ke všem stranám hranolů a nedocházelo by tak k rovnoměrnému napaření. Tento problém jsem tedy vyřešil pomocí osmi kovových tyčí (tzv. *hlazenek*). Do napařovacího tunelu jsem z obou stran vyvrtal díry o stejném průměru jako kovové tyče. Ty jsem poté vsunul do vyvrtaných děr a tím vytvořil dvě patra pro vkládání dřevěných hranolů.

Poslední potřebnou úpravou bylo vyvrtání otvoru na vrchní straně tunelu. Tento otvor slouží k vložení teploměru, na kterém lze kontrolovat dosaženou teplotu v napařovacím tunelu.

Tímto byl napařovací tunel hotov, bylo ale nutné vyzkoušet jeho funkčnost. Naplnil jsem konvici vodou, zapnul jsem plotýnkový vaříč a vyčkával jsem, jak se bude zhotovený tunel chovat. Jakmile se začala voda v konvici vařit, teplota v napařovacím tunelu rychle vzrůstala, až dosáhla teploty 98 °C. Tento výsledek poukázal na správné fungování napařovacího tunelu, který jsem tak mohl využít pro reálné testy ohýbání dřeva.



Obrázek 9: Zkompleťovaný napařovací tunel. Zdroj: vlastní fotografie



Obrázek 10: Uzavíratelný otvor napařovacího tunelu. Zdroj: vlastní fotografie

5.2 Fyzické testy kroucení a ohýbání dřeva

Vzhledem k tomu, že jsem doposud neměl zkušenost s metodou formování dřeva pomocí napařovacího tunelu, zajímalo mě, jak napaření ovlivní mechanické vlastnosti dřeva. Vytvořil jsem si tak testy na vzorcích dubového dřeva, přičemž jsem vycházel z toho, že dub patří mezi dřeviny, které by měly mít ideální mechanické vlastnosti pro formování a ohýbání touto metodou (viz kapitola 4.1). Kus dubového dřeva jsem nařezal na pruhy o rozměrech 150x20x5 mm a vložil je do napařovacího tunelu, ve kterém byla teplota 95 °C. S ohledem na rozměr testovacích vzorků jsem je v napařovacím tunelu ponechal po dobu 20 minut.

Cílem testu bylo vyzkoušet, jak se materiál po tomto procesu bude chovat, a jak změni své vlastnosti. Doposud jsem totiž pracoval pouze se dřevem v surovém stavu. Po uplynutí 20 minut jsem z tunelu vyjmul první z testovaných vzorků a provedl na něm zkoušku pružnosti. Dřevo se dalo v ruce formovat mnohem lépe nežli v surovém stavu. V ohybu, ve kterém by dřevo v surovém stavu začalo prskat, testovací vzorek vykazoval už na první pohled o mnoho lepší tvárné vlastnosti. Po uplynutí zhruba 5 minut se tvárnost začala zhoršovat a při následném ohybu testovací vzorek dřeva prasknul.

Výše uvedený test poukazuje na to, že jakmile teplota v daném dílci klesne, ztrácí možnost tvarování a jeho vlastnosti se blíží vlastnostem surového dílce. Z tohoto testu plyne důležitý poznatek, který jsem si díky testu uvědomil – napařený dílec dřeva lze formovat jen po určitou dobu.

Začal jsem zjišťovat, jak dlouho je možné dřevo po vyjmutí z napařovacího tunelu formovat a ohýbat. Zjistil jsem, že správně napařené dřevo, které se nachází v napařovacím tunelu při teplotě cca 100 °C, má ve svém středu teplotu pohybující se okolo 70 °C. Po vyjmutí dílce z tunelu tato teplota začne ihned klesat a provedení ohybu by mělo proběhnout nejdéle do 5 minut. Po uplynutí této doby ztrácí dřevo tvárné vlastnosti a zvyšuje se tak pravděpodobnost vzniku prasklin či dokonce zlomení.

5.2.1 Fyzický test kroucení dřeva

Během fyzických testů jsem si při formaci dílce do krutu všimnul, že zde vzniká zajímavý přechod plochy dílce na jeho hranu. Je obecně známo, že když je vyvíjen tlak na plochu dílce, prohýbá se mnohonásobně více, než když je stejný tlak vyvíjen na jeho

hranu. Tímto způsobem se tedy mohou ovlivňovat statické funkce dílců, což může i napomáhat či dokonce být hlavním aspektem při tvorbě designu. Při fyzickém testu ohýbání dřeva do krutu jsem se na dubovém dřevě pokoušel o co nejkratší krut tak, aby dílec nezačal praskat. Dílec má rozměry 800x450x6 mm a délka krutu je 500 mm. Viz obrázek č. 11 níže.



Obrázek 11: Fyzický test kroucení dřeva. Zdroj: vlastní fotografie

5.2.2 Fyzický test ohýbání dřeva

Ohyb patří mezi nejvíce používaný druh při metodě formování a ohýbání dřeva pomocí napařování. Za předpokladu všeobecného pravidla platí poměr 1:10. Například, máme-li dílec o tloušťce 1 cm, je možné ho ohnout o poloměr 10 cm. Chtěl jsem si však teoretické poznatky ozkoušet i prakticky, pro můj závěrečný návrh jsem to považoval za podstatné. Na obrázku č. 12 níže lze vidět bukové dřevo o rozměrech 250x20x7 mm, které bylo ohnuto o formu s poloměrem 100 mm. Dílec dřeva při ohýbání nepraskl a ani nevykazoval známky štěpení. Bylo tedy zřejmé, že poznatky z všeobecné teorie se potvrdily.

Fyzických testů jsem provedl několik, v této kapitole však zmiňuji jen ty nejpodstatnější testy a jejich výsledky důležité pro návrh a realizaci produktu. Během testování jsem také dubové dřevo vyměnil za dřevo bukové, ačkoliv se dubové dřevo jevílo jako nejvhodnější pro metodu ohýbání a formování. V mém případě jsem si byl vědom toho, že při výrobě produktu budu pro spojování dřevěných dílců používat kovové spojovací prvky. Jejich styk s dubovým dřevem vytváří v daném místě dřeva černé skvrny, které považuji za neestetické a v mé práci nežádoucí.



Obrázek 12: Fyzický test ohýbání dřeva. Zdroj: vlastní fotografie

5.3 Koncept

Veškeré své znalosti a poznatky získané v průběhu studia, počínaje ekologickým myšlením, digitálním navrhováním a pokračujícím novými poznatky ohledně metody formování a ohýbání dřeva pomocí napařování, jsem se rozhodl uplatnit pro tvorbu designového návrhu konferenčního stolku. Hlavním kritériem tvorby výrobku je přitom šetrnost vůči životnímu prostředí.

V teoretické části práce poukazuji na problematiku náhrady materiálu dřeva jinými materiály, jejichž vlastnosti mají negativní dopad na životní prostředí. Na základě toho jsem se rozhodl pro tvorbu návrhu za předpokladu použití malého množství dřeva. Za důležité považuji především to, že vyrobený konferenční stůl poukazuje na možnost vyrobit takový dřevěný produkt, který není finančně nákladný. Tato konceptuální cesta by mohla pomoci dřevu stát se opět hlavním materiálem pro výrobu nábytku, jako tomu bylo dříve. Jde o vizi, která však dle mého názoru může za podpory více lidí vést ke zpomalení a redukci negativních dopadů nábytkářské průmyslové výroby na životní prostředí.

5.4 Referenční projekty

Při zkoumání metody formování a ohýbání dřeva pomocí napařování jsem se zaměřil i na referenční projekty. V této podkapitole zmíním tři referenční projekty, které se od sebe vzájemně liší, lze v nich ale najít podobné myšlenky nebo technologie, jež také používám ve své práci.

První projekt souvisí s metodou formování a ohýbání dřeva pomocí napaření. Druhý s touto metodou sice nesouvisí, ale poukazuje na myšlenku malého množství využití materiálu pro tvorbu produktu. Třetí souvisí s metodou formování a ohýbání dřeva, navíc ale poukazuje na autorovu schopnost nejen produkt navrhovat, ale také vlastnoručně realizovat.

5.4.1 Bar Gantz – Wood bending

Designérka Bar Gantz se ve svém projektu zabývala metodou formování a ohýbání dřeva pomocí napařování. Vytvořila kolekci nábytku, která byla součástí její bakalářské práce. Zmíněnou metodu si zvolila pro její vizuální přitažlivost, ta se při tvorbě designu nábytku a architektury stává čím dál tím více oblíbenější. Design nábytku Bar Gantz je podle mého názoru příkladnou ukázkou toho, že metoda ohýbání dává dřevu jakousi vizuální jiskru. Dalším důvodem, proč mě její projekt zaujal, je způsob práce. Designový návrh nábytku nezůstal pouze u konceptu, Bar Gantz se rozhodla jej realizovat a tím mj. prokázala své manuální dovednosti. Především si však realizací návrhu ověřila jeho praktickou funkčnost (HOMECRUX 2017).



Obrázek 13: Wood Bending – autorka Bar Gantz

Zdroj: <https://www.homecrux.com/steam-bending-furniture-will-make-drop-jaws/60704/>

5.4.2 Minimální židle Thomase Feichtnera

Projekt Thomase Feichtnera sice nesouvisí s metodou formování a ohýbání dřeva pomocí napařování, ale zaujal mě zejména pro hlavní myšlenky autora. Při tvorbě návrhu výrobku ve formě židle se autor zaměřil na použití co nejmenšího množství materiálu. Thomas Feichtner spolupracoval se skupinou řemeslníků, kteří měli

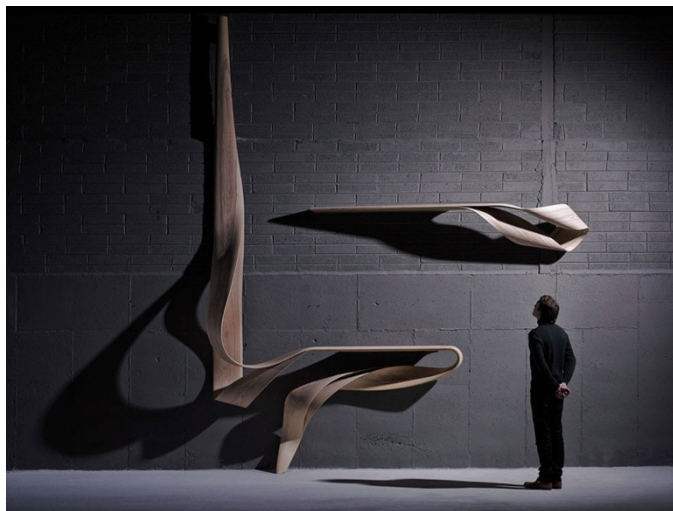
vymyslet jednotlivé spoje nábytku vycházející z tradičních truhlářských technik. Společně se jim povedlo vyrobit židli, k jejíž výrobě bylo použito co nejméně materiálu a zároveň splňovala svoji funkčnost. V tomto ohledu spatřuji podobnost i ve svém projektu (Dezeen 2016).



Obrázek 14: Minimální židle Thomase Feichtnera Zdroj: <https://www.dezeen.com/2016/04/09/thomas-feichtner-minimal-a-chair-traditional-carpentry-milan-design-week-2016/>

5.4.3 Kouzelný svět Josepha Walshe

Tento referenční projekt je ukázkou vynikajícího designu a ručně vyráběných produktů, u kterých můžeme vidět ohýbání, tvarování a řezbářství dřeva v jedinečné kvalitě a stylu. Veškerá tvorba Josepha Walshe začíná u návrhů, ať už v podobě skic, náčrtů nebo vývoje pomocí 3D modelovacích nástrojů. Jeho návrhy poté procházejí různými fázemi, např. fáze výběru druhu dřeva, řezání, řezbářství, ohýbání, montáž, až do konečného procesu zhotovení produktu. Tvorbou Walsh poukazuje na to, že kromě navrhovací schopnosti by měl současný designer také rozumět metodám a materiálům proto, aby mohl svůj návrh nakonec i realizovat (Bianchini 2018).



Obrázek 15: Kouzelný svět Josepha Walshe

Zdroj: <https://www.inexhibit.com/case-studies/magic-world-joseph-walsh/>

5.5 Návrhy

Metodika

Pro tvorbu návrhů vybraného konferenčního stolku jsem se rozhodl využít digitální 3D modelovací program, konkrétně program zvaný Rhinoceros 6. V tomto programu jsem začal pracovat během studia a znalosti pro ovládání tohoto programu jsem se rozhodl využít i pro tvorbu návrhu. 3D prostředí tohoto programu mi dává možnost přenést poznatky z fyzické formy do digitálního prostředí, kde mohu návrhy dále rozvíjet.

Program Rhinoceros 6

Rhinoceros 6 se řadí mezi nejvíce používané konstrukční 3D programy. Jeho rozmanitost modelovacích nástrojů je založena na bázi NURBS křivek, které umožňují přesně modelovat tvarově komplikované a náročné předměty. Tyto vlastnosti lze uplatnit v mnoha směrech jako například v průmyslovém a automobilovém designu, architektuře apod. (Rhinocad 2019).

5.5.1 Prvotní návrhy

Návrh č. 1

Prvním nápadem byla práce s jedním kusem dřeva. Přemýšlel jsem, jak by toho bylo možné dosáhnout. Připravil jsem si dílec dřeva o rozměrech 100x60x10 mm a zkusil nařezat rohy v polovině tloušťky. Dílec jsem poté napařil ve vyrobeném napařovacím tunelu a rohy ohýbal, podobně jako když se např. ohýbají rohy papíru při listování

stránkami v knize. Vytvořené rohy (viz obrázek č. 16) by mohly tvořit nohy konferenčního stolku. Bohužel se při ohýbání dílce začaly kraje zářezů dále rozštěpovat, což mi zabránilo v maximálním ohnutí rohů (viz obrázek č. 17).



Obrázek 16: Koncept stolku s ohýbanými rohy. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros6



Obrázek 17: Testovací vzorek při ohýbání rohů. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros6

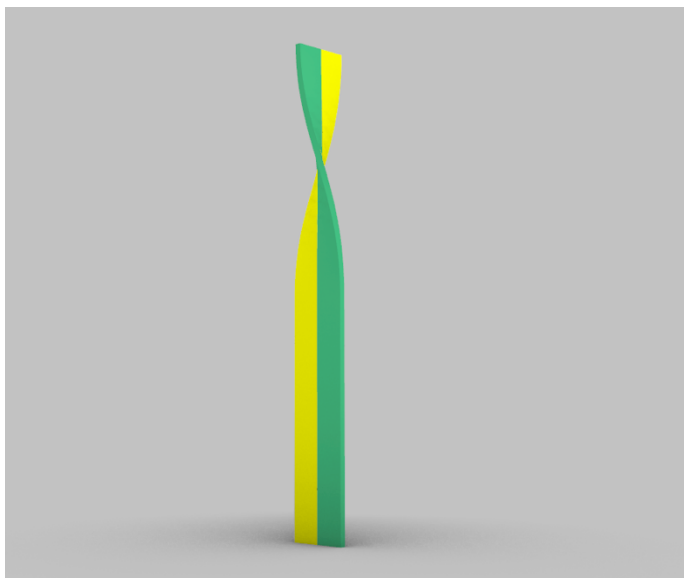
Dále jsem si uvědomil, že pracovat s tímto návrhem v reálném měřítku by nebylo ideální. Materiál by byl velký a masivní, v případě jednoho kusu dřeva by byl také těžký a zároveň finančně nákladný. Po této úvaze jsem se rozhodl pro další návrh.

Návrh č. 2

Svůj druhý návrh jsem založil na poznatcích z předešlých fyzických testů. Tam mě nejvíce zaujalo formování dřevěného dílce do krutu, konkrétně přechod z plochy na hranu a zpět. Jelikož jsem pracoval s plošnými dílci, rozhodl jsem se návrh pomoci této

metody vyzkoušet a nasimuloval jsem krut použitelný pro tvorbu designu konstrukce stolku z fyzického testu ve 3D programu.

Následně jsem si vytvořil kopie krutu a přemýšlel na jejich propojení. Zpočátku se mi tento nápad jevil jako nezajímavý, nakonec jsem však zkusil rozdělit zkroucený dílec na dvě části přesně v jeho polovině. Tyto dvě poloviny jsem od sebe oddělil a vznikly dva dílce se zajímavou geometrií (viz obrázek č. 18).



Obrázek 18: Ukázka rozdělení krutu na dvě části. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6

Když jsem se zaměřil na reálný fyzický test, přišel jsem na to, že řezat již zkroucený dílec v jeho středu je velice obtížné. Bylo by spíše vhodné dílec rozříznout ještě před procesem plastifikace a po ní tyto dva segmenty jednoho dílce spojit a ohýbat je zároveň. Vyzkoušel jsem uvedený postup, ale jednotlivé segmenty měly tendenci se od sebe vzdalovat a nenásledovaly tak souměrně křivku ohybu, viz obrázek č. 19 níže.



Obrázek 19: Fyzický test krutu rozděleného na dvě části. Zdroj: vlastní fotografie

Uvedená zkouška mě bohužel přesvědčila o tom, že je tento postup pro můj výsledný návrh projektu nevhodný. Návrh, který jsem vytvořil v 3D programu, lze vidět na obrázku č. 20. Zamýšlené segmenty by v tomto případě využívaly pouze okraje krutu, přičemž středová část by nenašla v návrhu uplatnění, čímž by vznikla produkce nevyužitého materiálu. Cílem mé práce je při výrobě nábytku mj. použití co nejmenšího množství materiálu. Tomuto kritériu by návrh č. 2 nevyhověl.



Obrázek 20: Zamýšlené využití rozdělených kroucených částí. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6

Návrh č. 3

U třetího návrhu jsem se stále zabýval ideou krutu. Byl jsem si vědom toho, že aby bylo možné krut provést, musí mít dílec dřeva určitou vzdálenost závislou na jeho

rozměrech. Plocha hrany dílce ale ve formě obyčejného krutu nemá takovou ideální vzdálenost, aby bylo možné na ni něco připevnit (viz obrázek č. 21).



Obrázek 21: Simulace krutu. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6

Zjišťoval jsem tedy, jak minimalizovat rozsah krutu a mít tak možnost pracovat s větší vzdáleností plochy hrany dílce. První myšlenkou bylo ztenčení šířky dílce na místech, kde bych dále dílec kroutil, což představovalo ideální řešení. Abych však co nejméně zasáhl do vizuální stránky dílce, rozhodl jsem se to vyzkoušet pomocí oblých výřezů, viz obrázek č. 22. Kdybych pak vykroutil jen prostřední část dílce, vznikl by tak elegantní přechod z plochy na hranu, viz obrázek č. 23.



Obrázek 22: Oblé výřezy v dílci. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6



Obrázek 23: Krut střední části dílce. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6

Taková forma krutu dle mého názoru nabízí širokou škálu využití. Samozřejmě jsem se zamýšlel nad využitím této formy krutu pro tvorbu svého konferenčního stolu. Důležité pro mě bylo nejprve fyzicky ověřit, zda by takový krut fungoval. Vyřezal jsem tedy do dvou vzorků dřeva o šířce 50 mm jakési zúžení o šířce 10 mm. Dílce jsem napařil a ohýbal je v předem připravené formě, viz obrázek č. 23.



Obrázek 24: Fyzický test krutu střední části dílce ze dřeva. Zdroj: vlastní fotografie

V takto malém měřítku se zdálo, že se fyzické testy povedly a nápad potvrdily. Dílce byly po vytažení v použitelném stavu pro účel sestavení konferenčního stolku. Kdybych dále konce těchto dílců ohýbal do tvaru „U“, vytvořily by základní konstrukční prvek konferenčního stolku, viz obrázek č. 25.

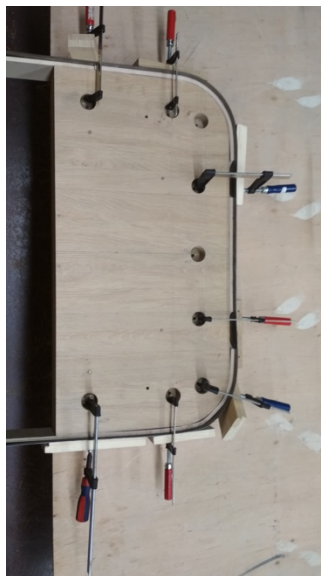


Obrázek 25: Koncept konferenčního stolku. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6

Hrany kroucených ploch bych dále použil pro připevnění dvou ploch, přičemž ta horní by sloužila jako hlavní odkládací plocha a ta spodní jako vedlejší odkládací plocha (např. pro časopisy).

Tento návrh jsem se rozhodl ověřit ještě v reálném měřítku. Byl jsem si však vědom toho, že není možné ohnout dílec do tvaru „U“ a zároveň provést krut střední

části. Rozhodl jsem tedy o postup, kdy nejprve ohnu dílec o rozměrech 1800x100x10 mm do tvaru „U“ o předem připravenou formu, viz obrázek č. 26.



Obrázek 26: Upevnění dílce do formy ve tvaru „U“ pomocí kovového plátu a ztužidel. Zdroj: vlastní fotografie

Po vyjmutí dílce z formy jsem jej připevnil do další formy. Tu jsem si připravil pro napaření středu dílce, který bylo potřeba primárně ohnout.



Obrázek 27: Forma pro krut. Zdroj: vlastní fotografie

I přesto, že jsem tento proces napaření provedl správně, dřevo na krajích zúžení masivně popraskalo. Dřevo se totiž potrhlo v místech, kde vedou jeho vlákna. Na fyzických testech v malém měřítku se tento problém neprojevil, na rozdíl od testů v reálném měřítku za použití silnějšího materiálu.



Obrázek 28: Ukázka popraskání dřeva při krutu střední části. Zdroj: vlastní fotografie

Ačkoliv se tento návrh nepodařil dle představ, získal jsem díky němu cenné zkušenosti a informace, které jsem mohl dále využít. V první řadě jsem zjistil, jak pracné a náročné je dřevo ohýbat v takto velkém měřítku. Dále jsem přišel na to, že za předpokladu dosažení vytyčených cílů a kritérií je tento postup časově náročný a pracný, je tedy potřeba ho pro výsledek co nejvíce ulehčit. Tedy vyhnout se komplikované výrobě forem a přípravků, bez kterých by se výroba produktu mohla obejít.



Obrázek 29: Výsledek fyzického testu. Zdroj: vlastní fotografie

5.5.2 Výsledný návrh

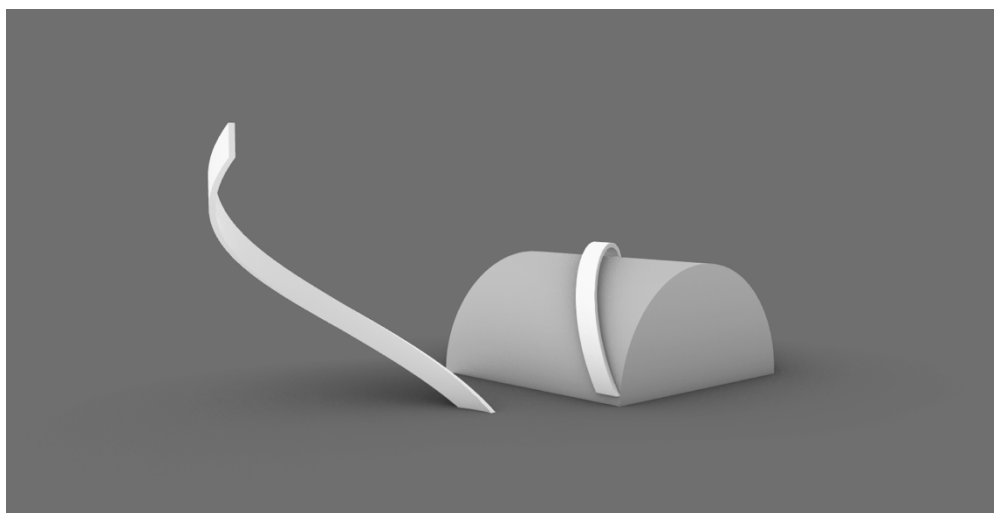
S ohledem na poznatky nabyté při tvorbě předchozích návrhů bylo mým cílem vyvarovat se chybám, které během testování prvních návrhů vyvstaly. Vyplývá z toho, že je nutné ulehčit způsob formování a ohýbání dřeva pomocí napařování. Proces

plastifikace zůstává stejný i v případě výsledného návrhu, jen proces samotného ohýbání je potřeba zjednodušit.

Dále jsem v předchozích testech zjistil, že formování dřeva do krutu není nejlepší možná cesta k sestavení návrhu zamýšleného stolku. Pro tuto metodu je zapotřebí výroba specifické formy, na které lze dílec ohýbat pomocí kovového pásu a velkého počtu ztužidel. Rozhodl jsem se k tomuto účelu najít předmět, který je určen k likvidaci, a kterému bych tímto mohl dát prostor pro nové využití.

S ohledem na své znalosti metody formování a ohýbá dřeva jsem si byl jistý, že je potřeba dřevo ohýbat o oblé tvary, neboť hrany představují kritické body, ve kterých se dřevo během ohýbání láme. Avizovaný předmět k ohýbání dřeva jsem se rozhodl hledat v oblasti geometrických těles a díky tomuto faktu jsem ho našel ihned. Ohneme-li dřevo okolo válce, vzniká nám tvar spirály připomínající pružinu. Je evidentní, že tvar spirály je využíván jako pružina, která má pružné vlastnosti při svislém zatížení. Pokud ale využijeme jen její malou část, nebylo jasné, jaké budou její vlastnosti.

Vycházel jsem dále z poznatku, že hrana dílce dřeva ohnutá o plochu válce je mnohem lépe staticky funkční. Vytvořil jsem si v programu Rhinoceros 3D válec o průměru 300 mm a výšce 600 mm, která by odpovídala výšce navrhovaného konferenčního stolku. Válec jsem rozdělil na dvě poloviny a propojil sem linkou protichůdné rohy, přičemž linka následovala oblý tvar plochy. Linku jsem vytáhl na plochu o šířce pouhých 400 mm. Poté jsem jí nadefinoval tloušťku 10 mm a vznikl tak dílec, který simuloval jeho reálné provedení, viz obrázek č. 30.



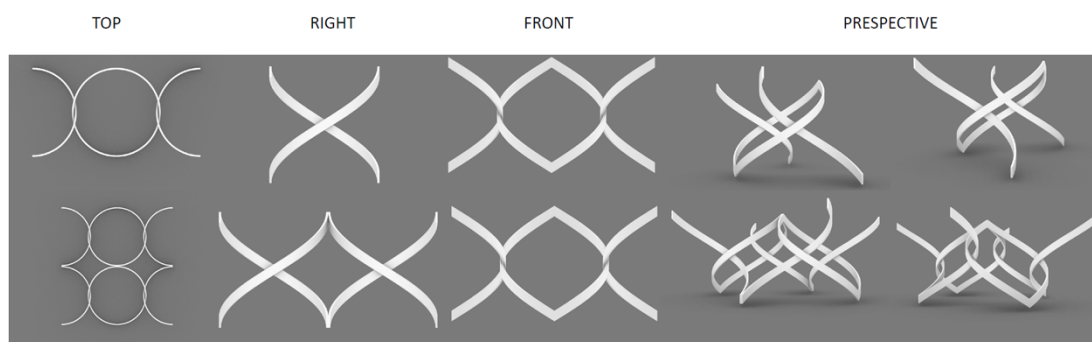
Obrázek 30: Simulace ohýbaného segmentu o poloměr válce. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6

Tento postup se zdál vhodný, a to hned z několika důvodů. Zaprvé bych při výrobě stolku pomocí oblého tvaru eliminoval zmíněné pomůcky, např. by nebylo potřeba využívat ztužidla, neboť dílec lze na jednom konci přichytit k válci pomocí jednoho vrutu, ohnout ho o válec, o jehož plochu se rovnoměrně rozprostírá síla napětí dílce, a poté druhý konec opět přichytit pomocí vrutu. Došlo by tedy k výrazného ulehčení metody ohýbání dřeva.

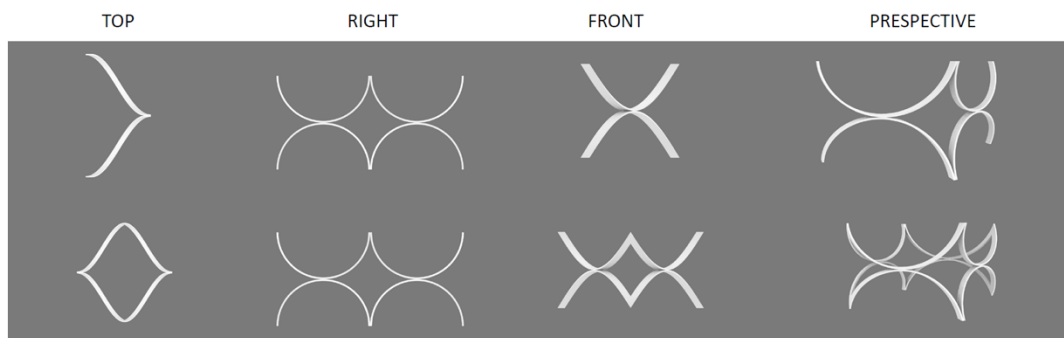
Dalším důvodem toho, že jsem postup vyhodnotil jako vhodný, je využití válce např. ze zbytku vodovodní trubky, která by byla jinak zlikvidována. Jak už bylo zmíněno, ve své práci kladu důraz na šetrnost k životnímu prostředí, další využití vodovodní trubky by splňovalo mé cíle.

V tomto návrhu bylo potřeba soustředit se na jeden segment, ze kterého ale nebylo možné vyrobit konstrukční prvek jako základnu konferenčního stolku. Jelikož jsem si byl vědom odlehčení náročnosti metody tímto způsobem, rozhodl jsem se pracovat pouze s tímto segmentem. Ve 3D programu jsem vytvořil více kopií tohoto segmentu a zkoušel najít možnou návaznost. Zpočátku to nebylo jednoduché, neboť neexistuje mnoho způsobů, jak tento segment propojit. Nakonec jsem přišel na postup, kdy lze o stejný válec ohnout dílec obráceně a získat tak protějšší kus.

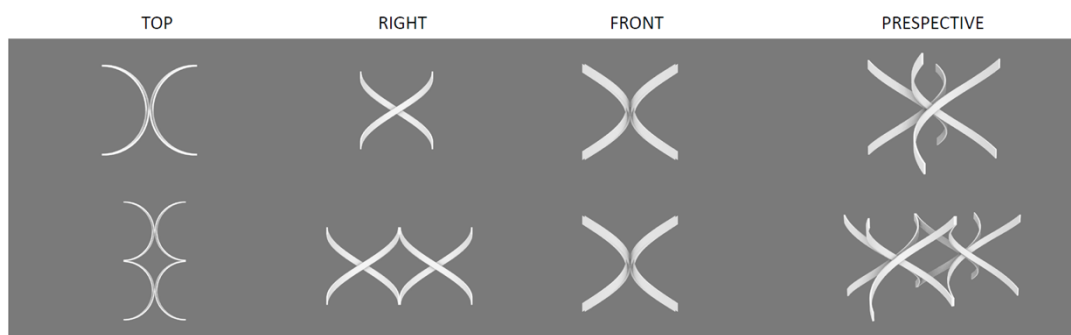
Dále jsem tedy vytvářel návrhy a možnosti, jak dospět k požadovanému konstrukčnímu prvku. Snažil jsem se využít co nejméně segmentů, nakonec jsem považoval za esteticky zajímavé a staticky funkční tvary počet osmi segmentů, viz obrázky níže.



Obrázek 31: Možnost propojení ohýbaných segmentů č.1. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6



Obrázek 32: Možnost propojení ohýbaných segmentů č.2. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6



Obrázek 33: Možnost propojení ohýbaných segmentů č.3. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6

Možnosti z uvedených obrázků jsem pečlivě zvažoval a snažil se vybrat tu nejefektivnější. Esteticky nejlepší se mi jevila první možnost z obrázku č. 31. Ta navíc poukazovala na ideální rozměry a fungování. Zde je totiž jasně vidět, že podporu horní desky by zajišťovaly čtyři konce, ale zároveň by deska byla podepřena i na středu. V případě druhé možnosti z obrázku č. 32 by podpora ve středu nebyla. U třetí možnosti z obrázku č. 33 by podpora sice na středu byla taktéž, ale tato možnost bohužel nevykazovala ideální rozměry pro tvorbu konferenčního stolku.

První možnost mě zaujala nejen esteticky nejvíce, ale také vykazovala i na pohled správnou statickou funkčnost, rozhodl jsem se, že tuto možnost vyrobím v menším měřítku, abych zjistil, zda se její statická funkčnost potvrdí i reálně.

5.6 Model návrhu

Pro ověření předpokladů modelu bylo nutné model vyrobit za použití materiálu dřeva. Dřevo má své specifické vlastnosti, a to i po jeho ohnutí. Nebylo tedy vhodné model návrhu vyrábět z jiného materiálu, jinak by nebylo možné posoudit funkčnost modelu.

Pro výrobu modelu jsem využil dílce z bukového dřeva o rozměrech 600x25x5 mm. Tyto dílce jsem plastifikoval v napařovacím tunelu po dobu přibližně 30 minut. Poté jsem dílce ohýbal o staré plechovky od barvy o průměru 300 mm, přičemž jsem každý jejich konec zajistil pomocí kovových vrtů. Dílce bylo nutné nechat vyschnout.

Jakmile byly dílce dostatečně suché, započal jsem výrobu modulu dle svého závěrečného návrhu. Konce jednotlivých prvků jsem k sobě připevnil pomocí šroubů, maticí a kovových plátů. Místa, kde se potkávaly tvary „O“ a „V“ stačilo zajistit pouze pomocí šroubů a matic, viz. obrázek č. 34.



Obrázek 34: Fyzický model návrhu. Zdroj: vlastní fotografie

Hotový model vykazoval pozitivní výsledky zkoušky zatížení a poukazoval tak na správnou statickou funkčnost. Po výrobě modelu jsem se rozhodl tento návrh vyrobít v reálném měřítku a prezentovat jej jako závěrečný designový návrh konferenčního stolku.

5.7 Výroba výsledného návrhu

Výroba výsledného návrhu probíhala podobně jako výroba modelu. Nejprve jsem si připravil materiál, konkrétně celkem o osm nařezaných dílců bukového dřeva o rozměrech 900x40x4 mm. Čtyři z těchto dílců jsem vložil do napařovacího tunelu, ve kterém teplota dosahovala 96 °C. V tomto prostředí jsem dílce nechal napařovat po dobu celkem 150 minut. Po uplynutí stanovené doby jsem dílce vytahoval jeden po jednom a vždy jsem jeden konec dílce přivrtal pomocí vrutu, poté s pomocí dvou osob

jsem dílec ohýbal o formu. V tomto případě jsem pro tento účel použil PVC rouru, na které byla předem připravená vodící lišta.

Jakmile se dílec obmotal kolem průměru válce, na druhém konci jsem ho taktéž přivrtal jedním vrutem. Tento proces jsem opakoval celkem čtyřikrát pro každý napařený dílec. Dílce jsem pak nechal dostatečně vysychat zhruba po dobu jednoho týdne, viz obrázek č. 35. Po uplynutí této doby jsem proces opakoval pro zbylé čtyři dílce, které jsem však ohýbal v obráceném směru, viz obrázek č. 36.



Obrázek 35: Dílce upevněné na formě (směr zleva doprava). Zdroj: vlastní fotografie



Obrázek 36: Dílce upevněné ve formě (směr zprava doleva). Zdroj: vlastní fotografie

Než jsem dílce po vyschnutí sundal z formy, orýsoval jsem jejich linky, které se nachází na průměru válce. Ty značily, kde je potřeba dílce následně zaříznout, viz obrázek č. 37.



Obrázek 37: Zařezávání konců podél rysek. Zdroj: vlastní fotografie

Jakmile byly všechny konce zařezané, bylo potřeba je spojit. Do vnitřní strany dílce jsem vložil ručně vyráběné plechové čtverce, do kterých jsem navrtal celkem čtyři otvory. Podle nich jsem vyvrtal také otvory do dřevěných dílců, které jsem poté spojil pomocí spojovacích šroubů, viz obrázek č. 38.



Obrázek 38: Spojení spodních konců pomocí spojovacích šroubů a plechové podložky. Zdroj: vlastní fotografie

Horní čtyři konce dílců jsem spojil pomocí dvou plechů – každý na jedné straně, a to pomocí čtyř spojovacích šroubů. Tímto způsobem jsem zkompletoval celou středovou část, z čehož mi vznikly dva segmenty ve tvaru „O“ spojené k sobě, viz obrázek č. 39.



Obrázek 39: Spojení dvou segmentů do tvaru "O". Zdroj: vlastní fotografie

Dále bylo potřeba spojit dvakrát segment ve tvaru „V“. K tomu jsem opět použil spojovací šrouby. Do předem vyvrtaných děr jsem vložil šrouby a spojil segmenty do tvaru „V“.

V tuto chvíli již přicházely na řadu závěrečné kroky. Bylo potřeba zkompletovat celou konstrukční základnu konferenčního stolku. To jsem si zkusil nejdříve nanečisto pomocí ztužidel, abych si mohl být jistý, že všechny rozměry, výšky a rovina odpovídají a nevykazují chyby, viz obrázek č. 40.



Obrázek 40: Spojení jednotlivých segmentů pomocí ztužidel. Zdroj: vlastní fotografie

Jakmile jsem si ověřil, že vše odpovídá, připevnil jsem segmenty už reálně pomocí spojovacích šroubů. Na každý spoj jsem předvrtal dvě díry a spojil jsem je spojovacími šrouby, viz obrázek č. 41.



Obrázek 41: Spojení jednotlivých spojů pomocí šroubů. Zdroj: vlastní fotografie

Dále bylo potřeba zaříznout všechny konce tak, aby se dole i nahoře vytvořily plochy. V tuto chvíli totiž konstrukce stolku stála na špičkách, což by samozřejmě nebylo pro používání ideální. Nahoře bylo zase potřeba plochy zaříznout pro tvorbu ploch, na které bude položena skleněná deska (na těchto koncích se nacházejí gumové protiskluzové podložky). Tu jsem nechal vyříznout přímo od sklenáře a zvolil jsem kulatý tvar o průměru 950 mm, který dle mého názoru lépe ladí s konstrukcí nežli tvar hranatý.

Závěrečné úpravy stolku zahrnovaly ruční broušení jemnou brusnou houbičkou a povrchovou úpravu pomocí přírodního oleje na dřevo. Stolek byl v tuto chvíli hotov a připraven k používání, viz obrázek č. 42.



Obrázek 42: Možnost využití stolku – varianta 1. Zdroj: vlastní fotografie



Obrázek 43: Možnost využití stolku – varianta 2. Zdroj: vlastní fotografie



Obrázek 44: Použití stolku v interiéru. Zdroj: vlastní fotografie

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo vytvořit osobitý designový návrh konferenčního stolku. Při tvorbě produktu jsem dbal na zásady spojené s myšlenkami environmentálního designu. Dílčím cílem práce bylo zaměřit se na postupy a metody, které mi umožní vyrobit produkt s minimálním dopadem na životní prostředí. Pro svou práci jsem si zvolil metodu formování a ohýbání dřeva pomocí napaření vodní párou. Při použití této metody nevznikají žádné škodlivé látky ani odpady, které by mohly mít negativní dopad na lidské zdraví nebo životní prostředí, a taktéž se jedná o metodu, která není vysoce energeticky náročná.

Díky zmíněné metodě se mi podařilo splnit statickou funkčnost konstrukce konferenčního stolku, a tak jsem dosáhl vizuálně atraktivního designu. To navíc s minimálním dopadem na životní prostředí. Výslednému návrhu konferenčního stolku předcházelo několik různých návrhů, které nebyly dle mých představ, a dále fyzické testy, při nichž jsem přišel na chyby a mohl tak výsledný návrh vylepšit.

V průběhu celé práce jsem se nevěnoval metodě ohýbání dřeva pouze teoreticky, ale i prakticky. Vyrobil jsem pro účely své práce napařovací tunel, ve kterém jsem dřevo ohýbal, a přitom jsem získal mnoho znalostí, které rozšířily mé dosavadní zkušenosti práce se dřevem.

Také jsem během práce dospěl ke zjednodušení metody ohýbání dřeva, jelikož jsem pro ohýbání dílců o formu nevyužil vodící kovový pás a truhlářská ztužidla. Jako formu jsem využil starou PVC rouru určenou k likvidaci, protože ji nebylo možné využít pro účely, ke kterým byla vyrobena. Dal jsem ji tak novou funkci a zabránil její likvidaci.

V práci se mi podařilo splnit předem stanovená kritéria pro tvorbu konferenčního stolku. Taktéž jsem poukázal na problematiku spojenou s nevhodnými materiály, které se využívají v nábytkářském oboru. Věřím, že má práce rozšíří mezi čtenáři myšlenku výroby ekologicky šetrných produktů a budou ji šířit dále.

Na závěr bych rád zmínil, že během práce na tomto projektu jsem si povšiml dalších možných konceptů, které by mohly za pomoci stejné metody a ideologie dále vznikat. Hlavním cílem této práce byl designový návrh konferenčního stolku, kterému jsem věnoval maximální úsilí a čas. Věřím, že širší zkoumání této cesty mi bude

nápomocné při tvorbě dalších návrhů a projektů. To je důvod, proč se tomuto směru hodlám i nadále věnovat.

Seznam citované literatury a zdrojů

- [1] Bianchini, Riccardo, 2018. The magic world of Joseph Walsh. In: *Inexhibit.com* [online]. 9. 8. 2018. [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: <https://www.inexhibit.com/case-studies/magic-world-joseph-walsh/>
- [2] Dezeen, 2016. Thomas Feichtner minimal A-chair is made using traditional carpentry techniques. In: *Dezeen.com* [online]. 9. 4. 2016. [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: <https://www.dezeen.com/2016/04/09/thomas-feichtner-minimal-a-chair-traditional-carpentry-milan-design-week-2016/>
- [3] Ecoservis, 2019. Recyklace dřeva. In: *Ecoservis.cz* [online]. OLTEA.cz [cit. 20.11.2019]. Dostupné z: <http://www.ecoservis.eu/recyklace-dreva>
- [4] FRIESS, František, Jan REISNER a Aleš ZEIDLER, 2008. *Materiály I: pro UO Truhlář*. Praha: Informatorium. ISBN 978-80-7333-070-5.
- [5] HOMECRUX, 2017. Steam bending furniture that will make you drop down your jaws. In: *Homecrux.com* [online]. 19. 1. 2017. [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: <https://www.homecrux.com/steam-bending-furniture-will-make-drop-jaws/60704/>
- [6] HRDINOVÁ, Radka 2011. Thonetka č.14: První židle navržená pro tovární linku. In: *Ego.ihned.cz* [online]. Magazín hospodářských novin. 23.3.2011 [cit. 12.12.2019]. Dostupné z: <https://ego.ihned.cz/c1-51325130-prvni-zidle-navrzena-pro-tovarni-linku>
- [7] KOPP, Carol M., 2019. Globalization. In: *Investopedia.com* [online]. 9.5.2019 [cit. 2.12.2019]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/g/globalization.asp>
- [8] Marius Pedersen, 2019. Dřevěný odpad – recyklace. In: *MariusPedersen.cz* [online]. [cit. 20.11.2019]. Dostupné z: <https://www.mariuspedersen.cz/cs/o-marius-pedersen/sluzby/17.shtml>
- [9] MOTYKA, Kamil a MIKUŠKA, Pavel, 2005. Přehled stanovení formaldehydu a dalších karbonylových sloučenin v ovzduší. *Chemické listy* [online]. Ústav analytické chemie, Akademie věd České republiky. Ročník 99, č. 1. [cit.

- 29.11.2019]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: http://chemicke-listy.vscht.cz/docs/full/2005_01_13-20.pdf
- [10] MUZIKÁŘ, Zdeněk, 2008. *Materiály II: pro UO Truhlář*. Praha: Informatorium. ISBN 978-80-7333-061-3.
- [11] NIS, 2013. Hygienické limity škodlivých látek. In: *NIS – Nábytkářský informační systém* [online]. [cit. 1.12.2019]. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/cz/hygienicke-limity-skodlivych-latek/page/491/>
- [12] NIS, 2013. Materiál. In: *NIS – Nábytkářský informační systém* [online]. [cit. 30.11.2019]. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/cz/material/page/26/>
- [13] PETRLÍK, RNDr. Jindřich a VÁLEK, Ing. Petr, 2013. Formaldehyd. In: *Arnika.cz* [online]. [cit. 30.11.2019]. Dostupné z: <https://arnika.org/formaldehyd>
- [14] REISNER, Ing. Jan Ph.D. a BÖHM, Ing. Martin Ph.D., 2010. Dřevotřískové desky. *Lesnická práce* [online]. Ročník 89, č. 5/10. [cit. 26.11.2019]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-89-2010/lesnicka-prace-c-5-10/drevotriskove-desky>
- [15] RhinoCAD, 2019. Rhinoceros – univerzální modelovací 3D program. In: *Rhinocad.cz* [online]. [cit. 3.1.2020]. Dostupné z: <http://www.rhinocad.cz/produkty/mcneel/rhino/popis.aspx>
- [16] SVOBODA, Ing. Jaroslav Ph.D., 2013. Dřevo. In: *NIS – nábytkářský informační systém* [online]. [cit. 9.11.2019]. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/cz/drevo/page/78/#>
- [17] TON, 2019. *O společnosti*. In: *Ton.eu* [online]. [cit. 12.12.2019]. Dostupné z: <https://www.ton.eu/cz/o-spolecnosti/>
- [18] TOROYAL SKUPINA, 2018. Jaký je rozdíl mezi standardní E0, E1 a E2 rady Mdf? In: *Toroyal Skupina* [online]. 2. 6. 2018 [cit. 30.11.2019]. Dostupné z: <http://cz.cnmdfboard.com/news/what-is-the-difference-between-the-standard-e0-23185195.html>
- [19] VANĚK, Jaroslav. Ohýbaný nábytek. Praha: *Průmyslové vydavatelství*, 1952. 112 s.

Seznam zdrojů obrázků a fotografií

Internetové zdroje:

- [1] Obrázek 1: *Opracované dřevo*. [online]. [cit. 30.11.2019]. Dostupné z: <https://www.srubyservis.cz/aktuality-drevo>
- [2] Obrázek 2: *Dřevěný nábytek před renovací a po renovaci*. [online]. [cit. 30.11.2019]. Dostupné z: http://renovacestarozitnehonabytku.cz/restaurovani-nabytku/restaurovani-nabytku_satni-skrin/
- [3] Obrázek 3: *Dřevotříska v surové podobě*. [online]. [cit. 30.11.2019]. Dostupné z: <http://www.stolarskepotreby.cz/dtd-surova-tl-4.18mm280x207-ak-40018>
- [4] Obrázek 4: *Lamino desky s různými motivy dřeva*. [online]. [cit. 30.11.2019]. Dostupné z: <https://www.kaplanpraha.cz/lamino>
- [5] Obrázek 5: *Židle Thonetka*. [online]. [cit. 12.12.2019]. Dostupné z: <http://www.vltavadesign.cz/tcz/zidel-legenda-c-14-thonet-ton/>
- [6] Obrázek 12: *Wood Bending – autorka Bar Gantz*. [online]. [cit. 12.12.2019]. Dostupné z: <https://www.homecrux.com/steam-bending-furniture-will-make-drop-jaws/60704/>
- [7] Obrázek 13: *Minimální židle Thomase Feichtnera*. [online]. [cit. 12.12.2019]. Dostupné z: <https://www.dezeen.com/2016/04/09/thomas-feichtner-minimal-a-chair-traditional-carpentry-milan-design-week-2016/>
- [8] Obrázek 14: *Kouzelný svět Josepha Walshe*. [online]. [cit. 12.12.2019]. Dostupné z: <https://www.inexhibit.com/case-studies/magic-world-joseph-walsh/>

Vlastní zdroje:

- [9] Obrázek 6: *Purenit (materiál pro výrobu napařovacího tunelu)*. Zdroj: vlastní fotografie
- [10] Obrázek 7: *Kompletace napařovacího tunelu*. Zdroj: vlastní fotografie
- [11] Obrázek 8: *Instalace těsnění na napařovací tunel*. Zdroj: vlastní fotografie
- [12] Obrázek 9: *Zkompletovaný napařovací tunel*. Zdroj: vlastní fotografie
- [13] Obrázek 10: *Uzavíratelný otvor napařovacího tunelu*. Zdroj: vlastní fotografie
- [14] Obrázek 11: *Fyzický test kroucení dřeva*. Zdroj: vlastní fotografie
- [15] Obrázek 12: *Fyzický test ohýbání dřeva*. Zdroj: vlastní fotografie

- [16] Obrázek 15: *Koncept stolku s ohýbanými rohy*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros6
- [17] Obrázek 16: *Testovací vzorek při ohýbání rohů*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros6
- [18] Obrázek 17: *Ukázka rozdělení krutu na dvě části*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6
- [19] Obrázek 18: *Fyzický test krutu rozděleného na dvě části*. Zdroj: vlastní fotografie
- [20] Obrázek 19: *Zamýšlené využití rozdělených kroucených částí*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6
- [21] Obrázek 20: *Simulace krutu*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6
- [22] Obrázek 21: *Oblé výřezy v dílci*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6
- [23] Obrázek 22: *Krut střední části dílce*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6
- [24] Obrázek 23: *Fyzický test krutu střední části dílce ze dřeva*. Zdroj: vlastní fotografie
- [25] Obrázek 24: *Koncept konferenčního stolku*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6
- [26] Obrázek 25: *Upevnění dílce do formy ve tvaru „U“ pomocí kovového plátu a ztužidel*. Zdroj: vlastní fotografie
- [27] Obrázek 26: *Forma pro krut*. Zdroj: vlastní fotografie
- [28] Obrázek 27: *Ukázka popraskání dřeva při krutu střední části*. Zdroj: vlastní fotografie
- [29] Obrázek 28: *Výsledek fyzického testu*. Zdroj: vlastní fotografie
- [30] Obrázek 29: *Simulace ohýbaného segmentu o poloměr válce*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6
- [31] Obrázek 30: *Možnost propojení ohýbaných segmentů č.1*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6
- [32] Obrázek 31: *Možnost propojení ohýbaných segmentů č.2*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6
- [33] Obrázek 32: *Možnost propojení ohýbaných segmentů č.3*. Zdroj: vlastní zpracování v programu Rhinoceros 6
- [34] Obrázek 33: *Fyzický model návrhu*. Zdroj: vlastní fotografie

- [35] Obrázek 34: *Dílce upevněné na formě (směr zleva doprava)*. Zdroj: vlastní fotografie
- [36] Obrázek 35: *Dílce upevněné ve formě (směr zprava doleva)*. Zdroj: vlastní fotografie
- [37] Obrázek 36: *Zařezávání konců podél rysek*. Zdroj: vlastní fotografie
- [38] Obrázek 37: *Spojení spodních konců pomocí spojovacích šroubu a plechové podložky*. Zdroj: vlastní fotografie
- [39] Obrázek 38: *Spojení dvou segmentů do tvaru "O"*. Zdroj: vlastní fotografie
- [40] Obrázek 39: *Spojení jednotlivých segmentů pomocí ztužidel*. Zdroj: vlastní fotografie
- [41] Obrázek 40: *Spojení jednotlivých spojů pomocí šroubů*. Zdroj: vlastní fotografie
- [42] Obrázek 41: *Možnost využití stolku – varianta 1*. Zdroj: vlastní fotografie
- [43] Obrázek 42: *Možnost využití stolku – varianta 2*. Zdroj: vlastní fotografie
- [44] Obrázek 43: *Použití stolku v interiéru*. Zdroj: vlastní fotografie