

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Výroba vnitřního dveřního křídla rámového za
pomocí dřevoobráběcích strojů a nástrojů

Bakalářská práce

Autor: Jaroslav Beneš

Vedoucí práce: doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jaroslav Beneš

Dřevařství

Dřevařství

Název práce

Výroba vnitřního dveřního křídla rámového za pomoci dřevoobráběcích strojů a nástrojů

Název anglicky

Production of inner door leaf frame using woodworking machines and tools

Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je výroba vnitřního dveřního křídla rámového za pomoci dřevoobráběcích strojů a nástrojů. Dveřní křídlo bude navrženo tak, aby bylo osazeno do ocelové zárubně. Dalším cílem je konstrukční řešení, charakteristika materiálu, charakteristika použitých strojů a nástrojů k výrobě dveřního křídla.

Metodika

Technologický postup výroby vnitřního dveřního křídla. Popis jednotlivých pracovních operací a použití dřevoobráběcích strojů a nástrojů.

Doporučený rozsah práce

35 – 45 strán

Klíčová slova

dřevořezné nástroje, obráběcí stroje, vnitřní dveřní křídlo, obrábění

Doporučené zdroje informací

- BLAŽEK, V. Ruční obrábění dřeva. 2., nezm. vyd. SNTL Praha. 1971. 74 s.
- FRONIUS, K. Spaner, Kreissägen, Bandsägen: Arbeiten und Anlagen im Sägewerk. Band 2. Stuttgart: DRW-Verlag Stuttgart. 1989. 300 s., ISBN 3-87181-332-X.
- JOSTEN, E., REICHE, T., WITTCHEN, B. Dřevo a jeho obrábění. 1. vyd. Grada Praha. 2010. 333 s. Průvodce truhláře. ISBN 978-80-247-2961-9.
- JOSTEN, E., REICHE, T., WITTCHEN, B. Truhlářské konstrukce: spoje, povrchové úpravy dřeva, konstrukce. 1. vyd. Grada Praha. 2011. 286 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2960-2.
- KOUŘIL, J., BUBEN, F. Truhlářství: tradice z pohledu dneška. 1. vyd. V Gradě. Grada Praha. 2003. 250 s. Stavitel. ISBN 80-247-9056-4.
- KVIETKOVÁ, M. Obrábění dřeva. CARTER Praha. 2015. 295 s., ISBN 978-80-213-2604-0.
- NUTSCH, W. a kol. Odborné kreslení a základy konstrukce pro truhláře. 2., přeprac. vyd. Europa-Sobotáles Praha. 2007. 315 s. ISBN 978-80-86706-20-7.
- SZÁSZ, T. Pracujeme se dřevem jen s dobrými nástroji. Překlad Elemír Šulán. 1.vyd. SNTL Praha. 1991. 194 s., ISBN 80-03-00237-0.
- VINTER, J. Co a jak se dřevem. 2. vyd. SNTL Praha. 1984. 251 s.
-

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 18. 2. 2020

Ing. Radek Rinn

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 03. 03. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Výroba vnitřního dveřního křídla rámového za pomoci dřevoobráběcích strojů a nástrojů“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Moniky Sarvašové Kvietkové, PhD. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne

Jaroslav Beneš

Poděkování

Moc rád bych poděkoval především doc. Ing. Monice Sarvašové Kvietkové, PhD. za ochotu a pomoc při psaní mé bakalářské práce. Moje poděkování patří taktéž rodičům, sestře, příbuzným a kamarádům za jejich trpělivost, shovívavost a podporu.

Abstrakt

Tato práce „Výroba vnitřního dveřního křídla rámového za pomoci dřevoobráběcích strojů a nástrojů“ se skládá z teoretické části a praktické části. Teoretická část pojednává v první řadě o dřevu jako přírodním materiálu. Charakterizuje význam lesa, procentuální zastoupení na zemském povrchu, části stromu a jeho funkce, které jsou důležité pro život na planetě Zemi, základní rozdělení dřevin, makroskopické i mikroskopické znaky dřeva, chemické složení dřeva, fyzikální vlastnosti a jeho využití. Dále se teoretická část zabývá dveřmi, jejich významem, typologií z hlediska otevírání a z hlediska tvaru, použitým materiálem a jejich umístěním. Také je zaměřena na typy zárubní, do kterých se vsazují dveřní křídla, na dřevoobráběcí nástroje, které byly použity ve výrobě, dále na dřevoobráběcí stroje, na kterých byly prováděny operace pro výrobu dveřního křídla, také na pomocné materiály a nástroje, použité při výrobě, a nakonec na konstrukční řešení výrobku. Praktická část je pojata jako konkrétní postup práce při výrobě vnitřního dveřního křídla rámového. V této části jsou popsány jednotlivé operace a použité nástroje a stroje při daných operacích i s konkrétními hodnotami, které jsou ve výkresové dokumentaci. Výsledkem je vnitřní dveřní křídlo rámové, které je vsazeno do ocelové zárubně.

Klíčová slova: dřevořezné nástroje, obráběcí stroje, vnitřní dveřní křídlo, obrábění

Abstract

This thesis „Production of inner door leaf frame using woodworking machines and tools“ consists of theoretical part and practical part. The theoretical part deals primarily with wood as a natural material. It characterizes the importance of forest, the percentage of the Earth's surface, parts of tree and its functions, which are important for life on the planet Earth, basic tree species distribution, macroscopic and microscopic features of wood, chemical composition of wood, physical properties and its use. Furthermore, the theoretical part deals with doors, their meaning, typology in terms of opening and in terms of shape, material used and their location. It also focuses on types of door leaf frames, woodworking tools used in production, woodworking machines where door wing manufacturing operations have been carried out, as well as auxiliary materials and tools used in production and finally the design of the product. The practical part is conceived as a concrete procedure of work in the production of the inner door leaf frame. This section described the individual operations and tools and machines used in the operations, with specific values that are in the drawings. The result is an inner frame door that is fitted into a steel frame.

Keywords: woodcutting tools, machine tools, inner door leaf, machining

Obsah

1 Úvod.....	12
2 Cíl práce	13
3 Rozbor problematiky	14
3.1 Smrk ztepilý (Picea abies)	18
3.2 Dveře.....	19
3.2.1 Vnitřní dveře	19
3.2.2 Venkovní dveře.....	22
3.2.3 Zárubně	22
3.3 Použité dřevoobráběcí nástroje při výrobě	24
3.3.1 Pilové nástroje.....	24
3.3.2 Hoblíky a frézy	25
3.3.3 Vrtáky	28
3.3.4 Rašple a pilník	29
3.3.5 Brusný papír.....	30
3.4 Použité dřevoobráběcí stroje při výrobě.....	31
3.4.1 Strojní pily	31
3.4.2 Frézky	34
3.4.3 Vrtačky a dlabačky	38
3.4.4 Brusky	40
3.5 Použité pomocné nástroje a materiály při výrobě	42
3.5.1 Hoblice.....	42
3.5.2 Měřidla.....	43
3.5.3 Stahováky.....	43
3.5.4 Kladivo a gumová palička	44
3.5.5 Štětce.....	44
3.5.6 Škrabka	45
3.5.7 Klínky	45
3.5.8 Vruty a hřebíky	46
3.5.9 Aku šroubovák.....	46

3.5.10 Zámek a klika.....	47
3.5.11 Závěsy.....	48
3.5.12 Dřevěné zátky.....	48
3.5.13 Pneu nářadí.....	48
3.5.14 Sklo.....	49
3.5.15 Lepidlo.....	49
3.5.16 Tmely.....	50
3.5.17 Povrchová úprava.....	51
3.6 Konstrukční spoje.....	52
3.6.1 Čep a dlab s perem.....	52
3.6.2 Čep a dlab.....	52
3.6.3 Spárovka.....	53
4 Metodika.....	54
4.1 Postup práce.....	54
4.1.1 Výroba rámu.....	55
4.1.2 Výroba dřevěné výplně.....	64
4.1.3 Výroba lišt.....	65
4.1.4 Tmelení a broušení.....	67
4.1.5 Lakování.....	67
4.1.6 Kompletace.....	68
5 Výsledek.....	69
6 Diskuze.....	70
7 Závěr.....	71
8 Použité zdroje.....	72
9 Seznam příloh.....	74

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Smrk ztepilý (strom).....	18
Obrázek 2 - Způsoby otevírání.....	19
Obrázek 3 - Čepovka.....	24
Obrázek 4 - Pilový kotouč a pás	25
Obrázek 5 - Macek a hladík	26
Obrázek 6 - Nožová hřídel	26
Obrázek 7 - Stopkové frézy.....	27
Obrázek 8 - Sdružená fréza	28
Obrázek 9 - Sukovník a šroubovitý vrták	28
Obrázek 10 - Dlabací vrták	29
Obrázek 11 - Rašple a pilník.....	29
Obrázek 12 - Brusný papír	30
Obrázek 13 - Pásová pila.....	32
Obrázek 14 - Stolní kotoučová pila.....	33
Obrázek 15 - Formátovací pila.....	33
Obrázek 16 - Ramenová pila.....	34
Obrázek 17 - Srovnávací frézka	35
Obrázek 18 - Tloušťkovací frézka	36
Obrázek 19 - Spodní frézka.....	37
Obrázek 20 - Ruční horní frézka	38
Obrázek 21 - Vrtací dlabačka.....	39
Obrázek 22 - Ruční vrtačka.....	39
Obrázek 23 - Pásová bruska	40
Obrázek 24 - Širokopásová bruska	41
Obrázek 25 - Ruční pásová bruska.....	41
Obrázek 26 - Excentrická bruska	42
Obrázek 27 - Úhelník, svinovací a skládací metr	43
Obrázek 28 - Stahovák	44
Obrázek 29 - Kladivo a gumová palička.....	44
Obrázek 30 - Štětec	45
Obrázek 31 - Škrabka.....	45

Obrázek 32 - Akušroubovák	46
Obrázek 33 - Zámek a klika	47
Obrázek 34 - Závěsy	48
Obrázek 35 - Stříkací pistole.....	49
Obrázek 36 - Spárovací tmel se stěrkou.....	51
Obrázek 37 - Čep a dlab s perem	52
Obrázek 38 - Čep a dlab (neprůběžný)	53
Obrázek 39 - Složení spárovky	53
Obrázek 40 - Smrková fošna a prkna	54
Obrázek 41 - Řezání na hrubou šířku.....	55
Obrázek 42 - Srovnávání přířezů	56
Obrázek 43 - Průběžné dlaby	57
Obrázek 44 - Neprůběžné dlaby.....	58
Obrázek 45 - Frézování čepů	58
Obrázek 46 - Příčné dořezání čepů	59
Obrázek 47 - Podélné řezání čepů na pásové pile.....	59
Obrázek 48 - Zaoblení čepů	60
Obrázek 49 - Lisování rámu.....	61
Obrázek 50 - Formátovaný rám	61
Obrázek 51 - Polodrážka na svislém bočním vlysu	62
Obrázek 52 - Šablona pro vedení vrtáku.....	63
Obrázek 53 - Sražení hran lišt.....	65
Obrázek 54 - Frézování polodrážky na lištách.....	66
Obrázek 55 - Krácení lišt na pokosové pile	66
Obrázek 56 - Broušení lišt	66
Obrázek 57 - Lakování výplně.....	67
Obrázek 58 - Dveřní křídlo v ocelové zárubni.....	69

1 Úvod

Dřevo je přírodní, ekologický, hygroskopický, anizotropní a hořlavý materiál, který lidstvo získává ze stromů. Lesy, jakožto skupina stromů, tvoří největší seskupení organismů na světě. Stromy jsou buď jehličnaté, nebo listnaté. Díky fotosyntéze spotřebovávají stromy z ovzduší oxid uhličitý a produkují kyslík. Abychom my lidé získali tak jedinečný přírodní materiál, musíme v podstatě zabít tyto dělníky přírody. Tato oběť přináší lidstvu po staletí materiál, který vykazuje velmi široké využití, ať už v oblasti výroby nábytku, hudebních nástrojů, papíru či dekorací, tak i ve stavebně truhlářském průmyslu, do kterého spadají dřevostavby nebo výrobky jako okna a dveře.

Dveře, jako konstrukční prvek staveb, jsou považovány za symbol ochrany před okolním světem. Nápad ochránit sebe a svůj majetek před nechtěnými návštěvníky se zrodil už ve starověkém Egyptě. Výhoda po tisíciletí tkví i v udržování tepla nebo chladu, což velmi zpříjemňuje pobyt v místnostech. Aby dveře plnily spolehlivě své funkce, musely mít zámek pro své zajištění v zavřeném stavu. Po nějaké době se dveře vyvinuly i v okrasné prvky a umělecká díla. Dveře jsou tedy velmi důležité a neměly by být opomíjeny.

Toto téma jsem si vybral, protože jsem nebyl spokojen s estetickými vlastnostmi dosavadního hladkého dveřního křídla, osazeného v ocelové zárubni uvnitř našeho rodinného domu. Nové dveřní křídlo jsem navrhl tak, aby bylo co nejlevnější, ale aby bylo zároveň esteticky zajímavé a ne moc složité na výrobu. Smrkové dřevo, ze kterého jsem vyrobil rám, spodní výplň a lišty, jsem si vybral pro jeho dostupnost, cenu a dobrou obrobiteľnosť. Jako materiál pro čtyři horní výplně jsem si vybral sklo v dekoru s názvem kůra čirá. Sklo jsem si vybral z důvodu propustnosti světla a estetiky celého výrobku. Dekor kůru čirou jsem vybral proto, že se světlo díky nerovnému povrchu skla láme a nabízí tak uživateli větší soukromí.

Moje práce tedy pojednává o výrobě vnitřního dveřního křídla rámového pro osazení do ocelové zárubně.

2 Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je výroba vnitřního dveřního křídla rámového za pomoci dřevoobráběcích strojů a nástrojů. Dveřní křídlo bude navrženo tak, aby bylo osazeno do ocelové zárubně. Dalším cílem je konstrukční řešení, charakteristika materiálu, charakteristika použitých strojů a nástrojů k výrobě dveřního křídla.

3 Rozbor problematiky

Rostlé dřevo neboli masiv je přírodní, ekologický materiál, produkovaný jak stromy, tak i dalšími dřevnatými rostlinami, jako je bambus, rákos a jiné. Lesy jsou hromadným uskupením stromů a také jsou největším živým uskupením organismů na planetě. Jehličnaté lesy tvořící pás pod Arktidou zabírají celkově jednu třetinu všech lesů. Ostatní dvě třetiny jsou tvořeny lesy listnatými, které mají největší zastoupení v oblasti tropického pásu a dále v mírném pásu, kde jsou listnaté stromy smíšeny s jehličnatými. Lesnatost je plocha pevniny zabraná lesy a určuje se v procentech. Největší lesnatostí se vyznačují státy jako Guayana nebo Surinam, kde lesy mají 90% zastoupení plochy. Velmi malou nebo nulovou lesnatostí se vyznačují státy jako Afghánistán (2%), Írán (7%) nebo Island (0%). Česká republika svou lesnatostí (34%) spadá do středně zalesněných států. Ekonomické záležitosti v minulosti způsobily, že majitelé i přes negativní dopady začali pěstovat monokultury, což jsou lesy o jednom druhu dřeviny. Onou dřevinou je smrk ztepilý. Tato dřevina zajišťuje jak univerzálnost využití, tak i největší finanční zisk (Friess, Reisner a Zeidler, 2008). Základem všech lesů jsou stromy, a proto se dále zabýváme stromem jako takovým.

Strom

Strom se skládá z kořenů, kmene a koruny. Kořeny mají úkol mechanického zakotvení stromu v půdě a vedení živin z půdy. Kmen má funkci vynášet korunu do prostor osvětlených slunečním zářením. V koruně probíhá fotosyntéza, která je velmi důležitá pro vývoj. Vývoj a růst stromu mají na starost dělivá pletiva vyskytující se blízko povrchu stromu. Toto pletivo má název kambium. Dělením vytváří lýko a dřevo v poměru 1:10. Činnost dělení trvá celý život stromu, ale aktivita a produkce pletiva se liší podnebím. V mírném pásu je aktivita největší v období jara a léta. Jarní dřevo je tvořeno velkými a světlými buňkami. Letní dřevo je tmavší a buňky jsou menší. Spojení jarního a letního dřeva na řezech vytváří letokruhy. Letokruhy jako soustředné kružnice rostou od středu směrem ven. Nejstarším dřevem je tedy část středová. Podle šířky letokruhů se dělí dřeviny na jemnoleté a řídkoleté. Úzké letokruhy u jehličnanů jsou pevnější a tvrdší než úzké letokruhy u listnatých dřevin. Dřeviny mohou být v celém průřezu jednobarevné,

pak se jedná o bělové dřeviny, nebo s odlišností barev, což jsou jádrové dřeviny (Friess, Reisner a Zeidler, 2008). V další části navazují na základní rozdělení stromů.

Rozdělení

Hlavním rozdělení dřevin je na jehličnaté (nahosemenné), nebo listnaté (krytosemenné). Jehličnaté dřeviny jsou starší a jednodušší než listnaté. Mezi jehličnaté patří například borovice lesní (BO, *Pinus silvestris*), modřín opadavý (MD, *Larix, decidua*), smrk ztepilý (SM, *Picea abies*), jedle bělokorá (JD, *Abies alba*) nebo douglaska tisolistá (DG, *Pseudotsuga douglasii*). Zástupci listnatých jsou například dub letní (DB, *Quercus robur*), buk lesní (BK, *Fagus silvatica*), lípa malolistá (LP, *Tilia cordata*), jasan ztepilý (JS, *Fraxinus excelsior*), javor klen (JV, *Acer pseudoplatanus*) nebo ořešák královský (OR, *Juglans regia*) (Friess, Reisner a Zeidler, 2008). Jedním ze způsobů poznávání dřev je pomocí jejich makroskopických znaků.

Makroskopické znaky

Každá dřevina, ať už je jehličnatá nebo listnatá, má své charakteristické makroskopické znaky, které jsou viditelné pouhým okem a kterými lze určit o jakou dřevinu se jedná. Listnaté dřeviny se dělí na kruhovitě pórovité, roztroušeně pórovité a polokruhovitě pórovité. Letokruhy jsou makroskopickým znakem, který je vidět na všech řezech. Třemi základními řezy jsou řez příčný, který je vedený kolmo na průběh vláken, řez radiální, který je veden po vláknech a prochází středem (dření), a řez tangenciální, který je veden po vláknech a neprochází středem. Dalšími znaky jako například přítomnost jádra, dřevných paprsků, dřevných skvrn, uspořádání cév (u listnáčů) nebo pryskyřičné kanálky (u jehličnanů) jsou rozhodujícími znaky pro určování dřevin (Friess, Reisner a Zeidler, 2008). Druhým způsobem určování dřev je pomocí jejich mikroskopických znaků.

Mikroskopické znaky

Dřeviny lze také určovat pomocí mikroskopu. Kambium produkuje dva druhy buněk. Prvním typem je parenchymatická buňka, která plní funkci vodivou,

zásobní i vylučovací (pryskyřičné kanálky). Druhým typem je buňka prosenchymatická a sklerenchymatická. Obě plní funkci vodivou a mechanickou.

Jehličnany jsou tvořeny tracheidami (90% hmoty), které vytváří poměrně pravidelné uspořádání. Tyto tracheidy jsou buď jarní, nebo letní. Jarní mají tenkou stěnu a široký lumen. Jsou tedy vodivými prvky. Letní tracheidy mají tlusté stěny a tenký lumen a jím zajišťují mechanickou pevnost. Mezi tracheidami dochází k přenosu látek skrz dvůrkaté ztenčeniny (dvojtečky). Dřeňové paprsky a pryskyřičné kanálky jsou složeny z parenchymatických buněk.

Listnáče tvoří cévy (tracheje), cévice, libriformní vlákna a parenchymatické buňky. Cévy jsou hlavním rozvaděčem vody. Jsou tvořeny články nad sebou a v jejich kontaktu jsou perforace (otvory) pro průchod vody. Cévice mají malé zastoupení, ale i přesto plní vodivou a zásobní funkci. Libriformní vlákna jsou sklerenchymatické buňky, které mají pouze mechanickou funkci. Parenchymatické buňky, zastupující až 35% dřevěné hmoty, tvoří velké dřeňové paprsky nebo axiální parenchym (Friess, Reisner a Zeidler, 2008). Níže je další část o chemickém složení.

Chemické složení

Dřevo je z většiny složeno z uhlíku (49,5 %), kyslíku (44,2 %), vodíku (6,3 %) a dusíku (0,2 %). Tyto prvky tvoří polymery, jako je celulóza, lignin a hemicelulózy. Celulóza, která je složena z glukózy, se ve dřevě vyskytuje jako převládající složka s obsažením až 56 % u jehličnanů a až 48 % u listnáčů. Lignin vyskytující se mezi vlákny celulózy a hemicelulóz je termoplastický a zabezpečuje pevnost. Jeho zastoupení u jehličnanů je až 35 % a u listnáčů až 28 %. Hemicelulózy mají kratší řetězce než celulóza a jsou i tvořeny více monosacharidy. Procentuální výskyt u jehličnanů je až 25 % a u listnáčů až 35 %. Zbytek zabírají doprovodné složky v zastoupení až 10 % (Friess, Reisner a Zeidler, 2008). Důležitými informacemi jsou také fyzikální vlastnosti.

Fyzikální vlastnosti

Fyzikálními vlastnostmi jsou například vlhkost, tepelná a elektrická izolace, akustika nebo mechanické a optické vlastnosti.

Vlhkost je množství vody ve dřevě, které se uvádí procentuálně jako absolutní nebo relativní. Ve dřevě se vyskytuje voda ve třech podobách, jako voda volná, vázaná a chemicky vázaná. Voda vázaná (hygroskopická) je vázána v buněčných stěnách a způsobuje změnu rozměrů (bobtnání) a ostatních vlastností. Voda volná, která je v kapalném stavu, se objevuje v lumenech až po nasycení vláken vodou vázanou. Přijímáním vody volné se mění pouze hustota. Voda chemicky vázaná nelze odstranit sušením jako je to u předešlých dvou typů.

Tepelné vlastnosti závisí na hustotě a vlhkosti. Tepelná roztažnost se zanedbává v porovnání s bobtnáním či sesycháním. Dřevo má dobré termoizolační vlastnosti. Elektrickým izolantem se stává při nulové vlhkosti, ale s rostoucí vlhkostí odpor klesá.

Akustické vlastnosti se využívají u hudebních nástrojů. Dřevo pracuje jako zesilovač a vodič zvuku.

Optické vlastnosti jsou chápány jako barevný odstín dřevin. A tyto odstíny jsou následkem chemického složení dřeva.

Mechanické vlastnosti jsou pevnost, pružnost a tvrdost. Protože je dřevo materiálem anizotropním a heterogenním, tak vykazuje odlišné fyzikální vlastnosti v odlišných směrech při různé vlhkosti. Tři základní směry jsou axiální, radiální a tangenciální (Friess, Reisner a Zeidler, 2008). Produktem této práce je výrobek. Proto se dále zabývám charakterem výrobku.

Výrobek

Za výrobek je považován každý předmět, který je z určitého materiálu a k jeho zhotovení musí být vynaložena lidská práce. Tato práce se vykonává pomocí nástrojů a strojů určených pro dané technologické operace. Vlastnosti výrobku určuje použitý materiál. Vlastnosti materiálu neboli obrobku určují technologii obrábění, respektive vhodné použití nástrojů nebo vhodně zvolený pracovní postup. Chybný výběr materiálu může mít vliv i na bezpečnost práce při obrábění. Proto je důležité znát vlastnosti materiálů (Friess, Reisner a Zeidler, 2008). Pro svůj výrobek jsem vybral jako materiál jehličnatou dřevinu s názvem smrk ztepilý.

3.1 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Smrk je nejvíce se vyskytující strom v České republice. Tento strom má na našem území více než padesáti procentní zastoupení. Smrkové monokultury jsou rozlehlé smrkové lesy tvořené pouze tímto stromem. (Obr. 1) Tyto prosté lesy mají bohužel špatné vlastnosti, a proto se od nich v dnešní době ustupuje. Barva dřeva přechází z bílé do hnědé, což poukazuje na to, že smrk má jasné a výrazné letokruhy. Jedná se o bělovou dřevinu. Mezi fyzikální vlastnosti smrku patří například jeho houževnatost v poměru s měkkostí a hustotou. Jako nejpoužívanější a nejnámější jehličnan má široké využití, ať už se jedná o nábytek, hudební nástroje nebo i o konstrukční prvky dřevostaveb (Patříčny, 2019).



Obrázek 1 - Smrk ztepilý (strom)

Tato práce je o výrobě dveřního křídla. V další části se zabývá charakteristikou a typologií dveří.

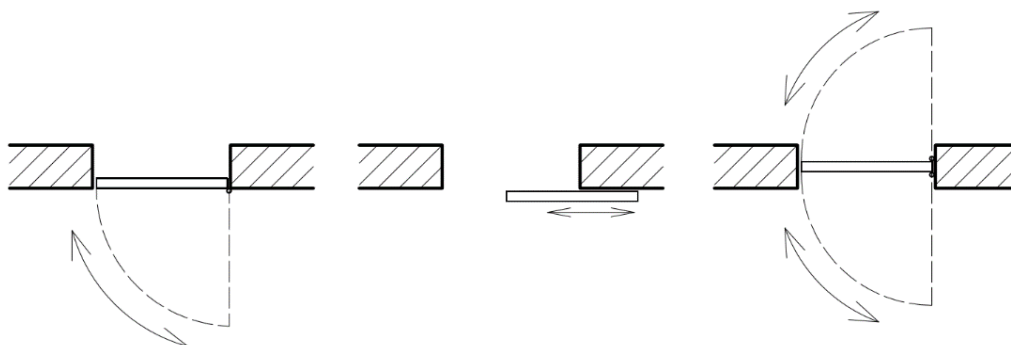
3.2 Dveře

Účel dveří je v opětovném otevírání a uzavírání prostorů, budov a místností. Hlavní rozdělení druhů dveří je podle jejich umístění. Rozdělují se na vnější a vnitřní. Dveře se skládají ze dvou částí, a to ze zárubně a jednoho či více křídel. Zárubeň je pevně ukotvena do zdi. Křídlo, jakožto pohyblivá součást dveří, je osazeno v zárubni (Kouřil a Buben, 2003).

Dveře jsou velmi důležitý stavební prvek, a proto musí splňovat požadavky na akustické vlastnosti, odolnost proti zatížení cizím tělesem, klimatickým vlivům nebo protipožární vlastnosti (Barták, 2004). Nejprve se budu zabývat vnitřními dveřmi.

3.2.1 Vnitřní dveře

Vnitřní dveře se dělí podle způsobu otevírání na otočné, kývavé a posuvné (Obr. 2) (Nutsch, 2007).



Obrázek 2 - Způsoby otevírání

Interiérové dveře se nevyrobí jako voděodolné. Jejich konstrukce je proto jednodušší než u vchodových dveří. Nejčastější rozměry světlosti na šířku jsou 60, 70, 80, a 90 centimetrů. Na výšku je to 197 centimetrů. Materiál určuje výsledný dojem z místnosti. Dveře mají být obecně také ohnivzdorné, zvukotěsné a fungovat jako ochrana před zářením (Josten, Reiche a Wittchen, 2011). V další části se zaměřím na jednotlivé typy otočných dveřních křídel.

Otočné dveřní křídla

Konstrukce dveřního křídla závisí na vstupním materiálu. Vstupním materiálem mohou být latě, prkna nebo fošny. Křídla z latí nebo prken se používají pro uzavírání komor, sklepů a jako součást ohraničení pozemku (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Lat'kové křídlo

U lat'kových jsou jednotlivé svislé latě provázány s příčnými, horizontálními latěmi a diagonální latí pro větší celistvou tuhost a zabránění proklesnutí dveří (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Prkenné křídlo

Křídla z prken jsou konstrukčně stejné jako lat'kové. Vzájemné spojení prken je buď natupo nebo na pero a drážku (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Hladké křídlo

Hladké dveřní křídlo je tvořeno třemi částmi. První část tohoto průmyslově vyráběného výrobku je rám. Rám má nosnou a krycí funkci pro zbývající dvě části. Další částí je vložená výplň, která může být z materiálů na bázi dřeva, jako jsou například papírové voštiny, třískové desky, dýhové pásy a plasty zastupující tvrdou pěnu. Výplňová část má funkci stabilizační a akustickou. Třetí a poslední částí vnitřního hladkého křídla jsou krycí pláty, které jsou lepením spojeny s ostatními součástmi. Jako materiál pro krycí pláty se používá dřevovláknitá deska tvrdá nebo lze použít dýhy a dřevotřískové desky. Tyto tři části jsou společně zalisovány a dále se povrchově upravují krycí pláty. Hladké dveře jsou lehké a cenově přijatelné. Prodávají se buď jako polotovary, nebo jako konečný výrobek i s ozdobným vzorováním (Josten, Reiche a Wittchen, 2011). Dalším typem je rámové křídlo, které je produktem této práce.

Rámové křídlo

Rámové dveřní křídlo tvoří rám a výplně. Vzájemné spojení horizontálních a vertikálních vlysů je označení pro rám (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Spodní vlys je pro zvýšení estetiky a je přibližně o 30 % širší než ostatní obvodové vlysy rámu (Nutsch, 2006).

Výroba je velmi pracná, ale tento typ dveřního křídla má větší možnosti k vytvoření kvalitního a komplexnějšího konstrukčního řešení. Rám se může členit pomocí přidavných vlysů, které vymezují prostor pro výplně, a tím se zvyšuje i výtvarný dojem. K vytvoření výplně se používá masivního dřeva, aglomerovaných materiálů nebo skla (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Masivní výplně potřebují větší prostor pro bobtnání a sesychání než materiály na bázi dřeva, a proto je potřeba vytvořit hlubší drážky v rámu ať už vyfrézováním, nebo oboustranným zališťováním výplně. Sklo se pro případné poničení nevkládá do drážky (Nutsch, 2006).

Tloušťka vnitřního křídla se pohybuje v rozmezí 40 až 60 milimetrů (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Kývavá a posuvná křídla

Kývavé dveře vykonávají kmitavý vratný pohyb. Používají se speciální závěsy, které zajistí, že jedno nebo dvě křídla se sama vracejí do své původní polohy. Umísťují se do často využívaných prostor. Kvůli bezpečnosti musí mít křídla výplň ze skla. Mezera mezi křídly je do 5 milimetrů (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Posuvné dveře se hodí tam, kde není dostatečný prostor pro normální otočné dveře. Tento typ dveří není dostatečně izolován a není vhodný tam, kde je častý pohyb osob. Jedno či vícekřídle dveře mají rámovou konstrukci a tato konstrukce s dřevěnou nebo skleněnou výplní je zavěšena na posuvném, kovovém mechanismu skládajícího se z kuličkových ložisek a vodících lišt. Požadavky typu tichosti chodu a snadné pohyblivosti jsou nutné. Vedení dveří na úrovni podlahy je zabezpečeno vačkou nebo kolejkou (Josten, Reiche a Wittchen, 2011). Prvním typem byly vnitřní dveře. Nyní se práce okrajově zabývá i venkovními dveřmi.

3.2.2 Venkovní dveře

Venkovní dveře nemají pouze funkci hlavního vchodu a uzavírání celého objektu, ale i zabezpečení objektu před vloupáním. Dále musí splňovat požadavky odolnosti proti povětrnostním vlivům a vlhkosti a také akustické a tepelně-izolační vlastnosti. Exteriérové dveře mohou být kovové, plastové nebo dřevěné. Pro tento typ dveří se nejvíce hodí dřeviny s vysokou pevností a odolností proti abiotickým i biotickým škůdcům. Mezi ně patří například borovice, modřín nebo dub. Dvojitá polodrážka není nutností. Tloušťka křídla se pohybuje v rozmezí 55 až 80 milimetrů. Dřevěným výplním musí být umožněna částečná volnost, aby mohlo dřevo pracovat a reagovat na okolní povětrnostní vlivy (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Dveře by měly splňovat také protipožární požadavky. Toho lze docílit vložением výplňových skel a zabudovanou vypěňovací páskou po obvodu křídla. Toto opatření nesmí zabraňovat průchodu a evakuaci (Barták, 2004). Každé dveřní křídlo musí být osazeno do zárubně, a proto níže uvádím charakteristiku a základní typy zárubní.

3.2.3 Zárubně

Zárubně se dělí se na blokové (hrubé tesařské, fošnové hoblované truhlářské), slepé rámování, ocelové zárubně a rámové s obložením (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Tesařská zárubeň

Tesařská zárubeň se skládá ze čtyř dílců o obdélníkovém průřezu. Spodní se nazývá práh, vertikální dílce jsou ostění a nad ostěním je nadpraží. Spojení dílců je na čep a dlab. Kotvení se provádí zazděním ostění, ke kterému jsou přibity lišty o trojúhelníkovém průřezu (Kouřil a Buben, 2003).

Truhlářská zárubeň

Truhlářská zárubeň je podobná té tesařské. Na rozdíl od tesařské má truhlářská spojení ostění s nadpražím a prahem na rybinu. Hoblovaný povrch je pouze ten viditelný. Kotví se do zdi pomocí vlnitých plechů (Kouřil a Buben, 2003).

Slepé rámování

Skládá se ze dvou stojek a nadpraží. Tloušťka zárubně je totožná s tloušťkou křídla. Nejvíce je slepé rámování používáno pro venkovní dveře (Josten, Reiche a Wittchen, 2011). Dalším typem je ocelová zárubeň, která je podstatná pro tuto práci.

Ocelová zárubeň

Ocelová zárubeň má pokaždé světlou výšku 1970 milimetrů. Jsou zhotovovány v šířkách 600, 700, 800, 900, 1100, 1250, 1450, 1600 milimetrů (Barták, 2004).

Existují tři typy. Je to buď rohová, bloková, nebo objímající ostění. Pro velmi široké zdi je vhodná rohová zárubeň. Ocelová zárubeň objímající ostění je zárubeň, která zakrývá celou šířku zdi i s omítkami. Na jedné straně má zárubeň otvory pro střelku a závoru zámku a na druhé straně závěsy. Práh zárubně se zabetonovává přibližně 30 milimetrů pod podlahu (Nutsch, 2006).

Rámová zárubeň s obložením

Tento typ se nejčastěji používá v interiéru. Obložkové zárubně, jak se jim také říká, objímají již hotové stěny i s omítkami o různých tloušťkách (Barták, 2004).

Podle šířky zdi se také volí materiál zárubně. Pokud šířka zdi nepřesahuje 150 milimetrů lze zárubeň vyrobit z masivu, ale při větších šířkách je vhodnější z důvodu rozměrové stability použít materiály na bázi dřeva, jako je například překližka, dřevotříska nebo dřevovláknitá deska. V dnešní době se obložkové zárubně nejčastěji vyrábějí v továrnách, odkud jsou v rozloženém stavu dopravovány na stavby, kde probíhá jejich složení a následná montáž do dveřních otvorů (Josten, Reiche a Wittchen, 2011). K výrobě dveřního křídla jsou potřebné nástroje, a proto je další kapitola o dřevoobráběcích nástrojích.

3.3 Použité dřevoobráběcí nástroje při výrobě

Naprosto zásadní věcí při obrábění dřeva je použití správného nářadí a jeho údržba. Nejvhodnějším nástrojem je ten, který je vyroben z kvalitního materiálu a jeho ostření je snadné. Do skupiny řezných nástrojů patří například vrtáky, pily, dláta nebo hoblíky (Blažek, 1971). Jedny z nejdůležitějších nástrojů jsou pilové nástroje.

3.3.1 Pilové nástroje

Největším pomocníkem truhláře je pila. Řezání pomocí pily sahá do doby kamenné, kdy člověk usazoval úlomky kamene do kosti. V polovině 20. století se už ve světě vyrábělo přes 40 druhů ozubení. Ale namísto ručních pil se větší oblibě těšily strojní pily (Szász, 1991). Nejprve se zaměřuji na ruční pilové nástroje.

Ruční

Nástrojem u ruční rámové pily je přibližně 75 centimetrů dlouhý pilový list, který je napínán pomocí kolíku a šňůry umístěných po délce pily (Hájek, 1997).

Podle velikosti pilového listu a zubů můžeme pily rozdělit na rozsečku (hrubé řezání), osazovačku (čisté řezání) a vykružovačku (řezání křivek) (Szász, 1991).

Dalšími zástupci ručních pil jsou ocaska (tesařské spoje), děrovka (malé otvory), svlakovka, čepovka (čisté řezání) (Obr. 3), dýhovka a lupénková pila (řezání křivek) (Hájek, 1997).

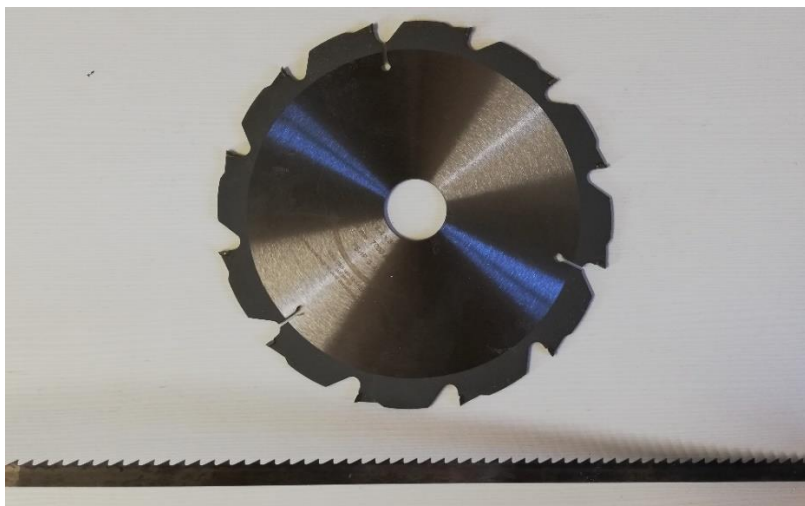


Obrázek 3 - Čepovka

Strojní

Pilové kotouče a pásy (Obr. 4) jsou nástroje určené pro strojní obrábění dřeva (Fronius, 1989).

Pro řezání hraněného řeziva jsou vhodné kotouče o průměru do 500 milimetrů. Menší kotouče o průměru přibližně 250 milimetrů se využívají při řezání lišt a konstrukčních desek. Trojúhelníkového nesouměrného nebo vlčího ozubení se používá při podélném řezání masivu. U příčného řezání je to pak trojúhelníkové souměrné ozubení. Pro aglomerované materiály jsou pilové kotouče opatřeny plátky ze slinutých karbidů. Konce pilových pásů jsou k sobě spájeny. Důležité je správné rozvedení zubů pro čistý řez. Pásy, vyrobené z kalené oceli jsou široké od 8 až do 30 milimetrů (Vinter, 1984).



Obrázek 4 - Pilový kotouč a pás

Kromě pilových nástrojů se ke zpracování dřeva používají i další nástroje, a to například hoblíky, frézy, vrtáky, rašple, pilníky a brusné papíry.

3.3.2 Hoblíky a frézy

Dalším nepostradatelným nástrojem pro každého truhláře je hoblík, který se skládá z lůžka, do kterého je vsazeno želízko zajištěné klínem. Základními typy hoblíků jsou například macek, klopač, hladík nebo uběrák (Blažek, 1971).

Macek je rozměrově největší (Obr. 5). Hoblíjí se jím jak plochy, tak i boční plochy prken a fošen. Menší klopač má, stejně jako macek, rovné želízko

s klopnu, aby se zabránilo vytrhávání vláken dřeva. Hladík má užší želízko než macek a nemá klopnu (Obr. 5). Uběrák má zakřivené želízko. Je určen pro hrubší práci a velký úběr zajišťuje želízko široké 30 milimetrů (Hájek, 1997).



Obrázek 5 - Macek a hladík

Frézy

Frézy jsou nástroje pro strojní obrábění dřeva. Rozeznáváme frézování rovinné a tvarové. Pro rovinné frézování je nejčastější nožová hřídel (Obr. 6), která má v sobě lůžka pro upnutí dvou nebo čtyř nožů pomocí šroubů (Szász, 1991).



Obrázek 6 - Nožová hřídel

Tvarové frézy, na rozdíl od rovinných fréz, opracovávají i boční plochu nebo vytvářejí drážky a podobné profilování. Tyto nástroje se vyrábí z kalené oceli, což zajišťuje dlouhodobou ostrost břitů. Pokud se fréza otupí, tak je lepší si koupit novou, protože je potřeba speciálních ostříček. Zástupci tvarových fréz jsou například stopkové frézy (Szász, 1991).

Stopkové frézy jsou většinou z rychlořezné oceli. Kvůli namáhání nástroje je fréza opatřena valivým ložiskem, které slouží jako opora i jako vedení při kopírování křivek. Příkladem může být zaoblovací fréza s ložiskem nebo fazetová fréza s ložiskem (Obr. 7) (Tůma, 1999). Existují také frézy do spodní frézky.



Obrázek 7 - Stopkové frézy

Frézy do spodní frézky se dělí na jednoduché, sestavované, sdružené a nástrojové sestavy. Pro vytvoření drážek nebo polodrážek se používá jednoduchá fréza (Obr. 8). Sestavované frézy jsou sestaveny z řezných destiček uložených v nosné části nástroje. Sdružené frézy vytváří pouze jeden profil. Tvrzené břity jsou neoddělitelnou součástí netvrzeného těla (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).



Obrázek 8 – Sdružená fréza

3.3.3 Vrtáky

Vrtáky jsou nástroje nástroje s jedním nebo více břity, které vytvářejí díry o kruhovém průřezu. Odvod třísek je buď samočinný, nebo se vrták občas vyjme z otvoru, aby se mohly třísky odstranit. Mezi zástupci je například špulíř, hadovitý vrták, šroubovitý vrták (Obr. 9), sukovník (Obr. 9), svidřík nebo hvězdicovitý záhlubník (Hájek, 1997).



Obrázek 9 - Sukovník a šroubovitý vrták

Pro zhotovení konstrukčních spojů (dlabů) dveřního rámu byl použit dlabací vrták (Obr. 10).

Tímto nástrojem, který je osazen v dlabací vrtačce, se vrtají dlabky a podélné otvory. Přímé drážky na dlabacím vrtáku hůře odvádí třísku než drážky u

spirálových vrtáků, a proto je potřeba vrtat do hloubky přerušovaně (Nutsch a kol., 2006).



Obrázek 10 - Dlabací vrták

3.3.4 Rašple a pilník

Rašple je dalším užitečným nástrojem pro tvarování dřeva (Obr. 11). Pilníky jsou především určeny k ostření kovových nástrojů jako je pilový list (Obr. 11). Povrch rašple a pilníku je tvořen řadami záseků (zoubků) (Szász, 1991).

Rašple může mít obdélníkový, půlkruhový nebo kruhový průřez. Slouží k hrubému úběru dřeva. Drsnost kalených pilníků z nástrojové oceli je od hrubých až po velmi jemné (Hájek, 1997).



Obrázek 11 - Rašple a pilník

3.3.5 Brusný papír

Broušení je třískové obrábění dřeva (Stellman, 1998).

K této operaci se používá brusný papír (Obr. 12), ke kterému můžeme použít špalík pro snadnější práci (Szász, 1991).

Brusný papír se skládá z brusných zrn, které jsou pomocí pojiva přilepena na podkladový materiál. Brusná zrna, která mají řezný úhel větší než 90°, škrábou dřevní vlákna. Brusivo (zrna) je přírodní nebo syntetické. Přírodním brusivem je pazourek, korund nebo křemen. Umělým brusivem je elektrokorund, karbid křemíku, sklo nebo syntetický diamant. Zrnitost je hodnota jemnosti. Čím větší číslo, tím je jemnější (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).

Pro odstranění nátěrů se používá zrnitost 40 a 60. Pro hrubé broušení dřeva je ideální zrnitost 80, 100 a 120. Před nátěrem se brousí brusným papírem o zrnitosti 120 a 150. Zrnitost od 180 do 320 má brusný papír pro jemné přebroušení laku (Tůma, 2003).



Obrázek 12 - Brusný papír

Jako podklad se používá papír nebo plátno, které lépe snáší namáhání. Broušením jsou na povrchu obrobku viditelné jemné rýhy. Proto se vždy po broušení napříč vláken přebrousí plocha podél vláken (Josten, Reiche a Wittchen, 2010). Z brusného papíru lze vytvořit brusný pás, a proto je dobré ho zmínit.

Brusný pás

Brusný pás je nástroj pro strojní broušení dřeva principem stejný jako u pásové pily. Brusné pásy, které jsou už slepené, jsou poměrně drahé (Szász, 1991). Kromě nástrojů je také nezbytné použít strojní zařízení při výrobě dveřního křídla.

3.4 Použité dřevoobráběcí stroje při výrobě

Pro bezpečnost práce na dřevoobráběcích strojích je potřeba znát jejich mechanismus a správně je udržovat a seřizovat. Pohon je realizován elektromotorem připojeným do sítě střídavého proudu. Ruční obráběcí strojky mají jednofázové elektromotory. Elektrický proud o napětí 220 voltů protéká mezi dvěma vodiči. Velké dřevoobráběcí stroje mají asynchronní elektromotor. Mezi čtyřmi vodiči teče proud o napětí 380 voltů (Vinter, 1984). Mezi základní dřevoobráběcí stroje patří strojní pily, frézky, vrtačky, dlabačky a brusky.

3.4.1 Strojní pily

Mezi základní vybavení patří pásová pila, stolní kotoučová pila, formátovací pila a zkracovací pila (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).

3.4.1.1 Pásová pila

Pásová pila (Obr. 13) je poměrně cenově i rozměrově náročný stroj (Overby, 2010).

Je vhodná pro práce, které nejdu provést kotoučovými pilami (Szász, 1991).

Pila se skládá ze dvou pásnic, které mají průměr do 1 metru, po obvodu mají gumu nebo korek. Dále její součástí je svařený pilový pás, který obíhá okolo pásnic. V oblasti úhlově nastavitelného stolu se nachází horní a spodní vedení pilového pásu. Pásnice a pás jsou zakrytovány. Elektromotor předává točivý moment pomocí klínového řemene spodní pásnici. Horní pásnice je výškově nastavitelná. Tím se docílí napnutí pásu a přenos točivého momentu z dolní na horní pásnici. Pilový pás, který se pohybuje rychlostí až $29 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, je vyráběn z nelegované nástrojové oceli (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).

Před sváření se konce musí odmastit pro lepší vodivost. Mezi plynule zešikmenými konci pásu je vložen mosazný plíšek společně s boraxem. Poté, co se spustí elektrický proud a mosaz se roztaví, následuje vypnutí proudu a zalisování. Proces pájení končí opětovným zahřátím a popuštěním svaru (Szász, 1991).

Rozvod zubů je 1,5krát větší než tloušťka pilového pásu. Větší rozvedení zubů je při řezání vlhkého a měkkého dřeva (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).



Obrázek 13 - Pásová pila

3.4.1.2 Stolní kotoučová pila

U stolní kotoučové pily (Obr. 14) je točivý moment převáděn z řemenu na hřídel a z hřídele na řezný kotouč. Může se stát, že obrobek sevře kotouč, což je nebezpečné. Proto se za kotouč přidává rozvírací klín, který zabraňuje sevření. Tento stroj se používá pro příčné a podélné dělení materiálu (Hájek, 1997).

K příčnému řezání se užívá kotoučů s trojúhelníkovým souměrným ozubením. U podélného řezání je to trojúhelníkové nesouměrné nebo vlčí ozubení (Szász, 1991).

Rychlost kotouče je až $60 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$. Maximální průměr kotouče je 500 milimetrů (Blažek, 1965).



Obrázek 14 - Stolní kotoučová pila

3.4.1.3 Formátovací pila

Tento stroj má posuvný stůl, na který se pokládá obrobek. Je vybaven vodíci pravítka a mechanikou pro nastavení kotouče, jak výškově, tak i úhlově. Moderní stroje mají elektronické nastavení pravítek i kotouče. Na formátovací pile (Obr. 15) se nejčastěji opracovávají velkoformátové desky. Pro tyto případy má pila předřezávací kotouč (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).



Obrázek 15 - Formátovací pila

3.4.1.4 Zkracovací pila

Zkracovací pily se používají pro krácení řeziva (Ling, Kimura, Wang a Yokochi, 1992).

Materiál se ručně posouvá po dlouhém stole s válci a je zkracován kyvadlovou zkracovací pilou nebo ramenovou pilou (Obr. 16) (Blažek, 1965).



Obrázek 16 - Ramenová pila

Za zkracovací pilu považujeme také přenosnou kotoučovou pilu. Někdy též nazývaná jako pokosová pila slouží pro řezání masivu příčně i pod úhlem. Kryt kotouče se otvírá při sklopení ramena shora dolů (Nutsch a kol., 2006).

3.4.2 Frézky

Frézky jsou dřevoobráběcí stroje. Frézy jsou vícebřitým nástrojem frézek. Nejčastěji používanými frézky jsou srovnávací, tloušťkovací, spodní a ruční horní (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).

3.4.2.1 Srovnávací frézka

Stroj (Obr. 17) se skládá ze dvou výškově nastavitelných stolů. Mezi stoly se nachází nožová hřídel, která je poháněna elektromotorem přes klínové řemeny. Zadní stůl se jemně nastavuje podle rozměrů hřídele. Tloušťka a úběr třísky se nastavuje výškovým rozdílem předního stolu vůči zadnímu (Blažek, 1965).

Stojan stroje je ocelolitinový, nese oba stoly a hřídel, která má bezpečnostní kryt. Vodící pravitko ležící na stolech je úhlově nastavitelné (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).



Obrázek 17 - Srovnávací frézka

3.4.2.2 Tloušťkovací frézka

Dalším strojem pro rovinné frézování je tloušťkovací frézka (Obr. 18). Ta po délce opracovává řezivo na přesnou tloušťku a šířku, u spárovky upravuje pouze tloušťku. Nožový hřídel leží nad výškově nastavitelným stolem. Mechanizovaný posuv zajišťuje dvojice horních podávacích válců. U vstupu materiálu je rýhovaný válec a u výstupu je hladký válec (Blažek, 1965).

Směr otáčení hřídele je proti posuvu materiálu. Rychlost posuvu obrobku je až $16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a počet otáček hřídele se uvádí do 5000 za minutu. Klínová lišta, která upíná nože v hřídeli, má i funkci lámání třísky jako klopna u ručního hoblíku. Drážky pro osazení nožů jsou rovné, spirálové nebo pro oboustranné nože (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).



Obrázek 18 - Tloušťkovací frézka

3.4.2.3 Spodní frézka

Tento stroj (Obr. 19) se využívá při frézování konstrukčních spojů, polodrážek, drážek a profilů. Elektromotor společně s převodem a vřetenem je zasazen do masivní ocelové konstrukce (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).

Převod se skládá z řemenic a klínových řemenů. Lichoběžníkový profil řemene zajistí, že po napnutí dosedá řemen do drážek řemenic a tím se vyvine dostatečné tření pro přenos síly. Rychlost řemene by neměla převyšovat $25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Řemen se skládá z tkaniny a pryže. Řemenice jsou odlity z litiny nebo hliníku. Výhoda tohoto převodu je v jednoduchosti, tichosti, vysoké účinnosti a ceně. Nevýhoda je v trvanlivosti řemenů a v rychlém opotřebení ložisek (Bartoš, Kašák a Novák, 1963).

Otáčky vřetene jsou od 3000 do 9000 za minutu díky stupňovým řemenicím. Do úhlově nastavitelného vřetena je napojen upínací trn systémem Morse-kužel, který je zajištěn upínací maticí. Frézy jsou polohovány na trnu vymezovacími kroužky a zajištěny maticí. Vodící pravítko s krytem je spojeno se stolem a určuje hloubku opracování (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).



Obrázek 19 - Spodní frézka

3.4.2.4 Ruční horní frézka

Horní frézka (Obr. 20) je stroj do kterého se upínají stopkové frézy (Krner, Wiedermeier a Louis, 1982).

Je to také stroj, který se pohybuje vůči obrobku, protože je většinou lehčí manipulace s frézku než s obrobkem. Tvarem stopkových fréz lze opracovávat plochy, boční plochy a hrany dílců. Otáčky vřetena připojeného přímo na elektromotor jsou v rozmezí 12 000 až 30 000 otáček za minutu. Existují dva typy. Prvním typem je dvoudílná frézka, u které je hnací jednotka připojena k frézovacímu koši. Koš lze odstranit a použít samostatně hnací jednotku. Vyšší výkon má druhý typ s názvem kompaktní frézka (Obr. 20), kde je hnací jednotka a koš spojen v jeden celek. Stroj se také dá připnout do stojanu a posouvat ručně obrobek vůči frézce (Tůma, 2003).



Obrázek 21 - Vrtací dlabačka

3.4.3.2 Stojanová vrtačka

Nad výškově nastavitelným stolem je svislé vřeteno, které je ovládáno pákou nebo kolečkem pro pohyb dolů a nahoru (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).

3.4.3.3 Ruční vrtačka

Vrtačky určené k vrtání nebo šroubování se dělí na bezpříklepové (Obr. 22), příklepové, univerzální, akumulátorové, speciální, vrtací šroubováky a kladiva. Jsou vybaveny přepínačem rychlosti a směru otáček (Tůma, 2003).



Obrázek 22 - Ruční vrtačka

3.4.4 Brusky

Pro vyrovnání plochy materiálu, dosažení stejné tloušťky nebo kvality ploch před úpravou povrchu se používá technologie zvaná broušení. K tomuto procesu se vyvinuly stacionární i ruční stroje. Mezi stacionární brusky patří pásová bruska, širokopásová bruska, dále válcová, hranová nebo kotoučová. Ruční pásová bruska nebo excentrická bruska jsou zástupci ručních brusek (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).

3.4.4.1 Pásová bruska

Dva válce, mezi nimiž je napnutý brusný pás, jsou v horizontální hladině. Pohon je řešen obdobně jako u pásové pily, kdy jeden válec je hnací a druhý hnaný. Pod dvojicí válců je pohyblivý stůl. Stůl má výškovou regulaci pro přiblížení obrobku k pásu a směr vodorovného pohybu stolu, ovládaného ručně, je kolmý k pohybu pásu (Obr. 23). Rychlost obráběcího nástroje je do $22 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a kontakt s obrobkem je řešen ruční pákou s přítlačnou patkou. Brusné pásy se prodávají v šířce do 200 milimetrů a délce 50 metrů (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).

Spojení konců je provedeno natupo nebo na rybiny, které se vysekávají. Nalepené plátno z rubu pásu vyztužuje místo spoje (Blažek, 1965).



Obrázek 23 - Pásová bruska

3.4.4.2 Širokopásová bruska

Šířka pásu, který se pohybuje proti materiálu, je až 1300 milimetrů. Pneumatická patka přitlačuje pás k obrobku. Výškově nastavitelný stůl má zařízení

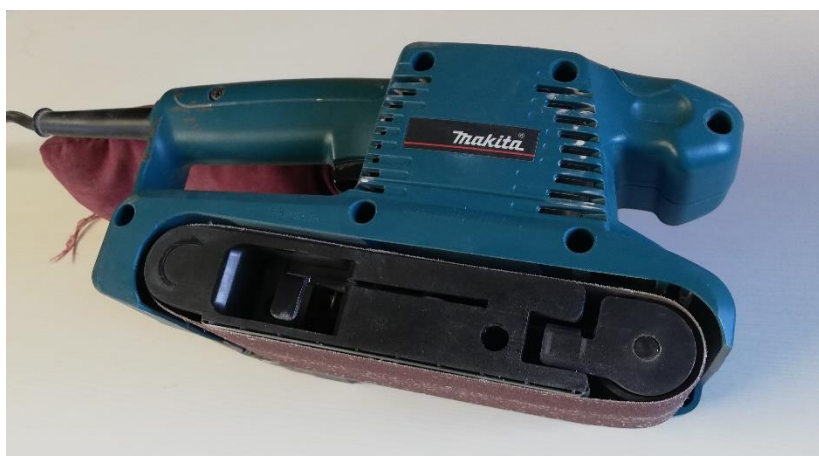
pro mechanizovaný posuv. Tento posuv je realizován pryžovým pásem nebo válci (Obr. 24) (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).



Obrázek 24 - Širokopásová bruska

3.4.4.3 Ruční pásová bruska

Tento strojek (Obr. 25), kde brusný pás o šířce až 105 milimetrů obíhá okolo dvou válců, má mezi ručními bruskami největší úběr třísky (Tůma, 2003).



Obrázek 25 - Ruční pásová bruska

3.4.4 Excentrická bruska

Nejlepší kvalitu povrchu je možno získat použitím excentrické brusky (Obr. 26), která byla vyvinuta v roce 1990. Kruhový brusný papír je suchým zipem přichycen ke kovovému talíři o stejném tvaru. Talíř poháněn elektromotorem je vystředěn až o 7 milimetrů. Princip pohybu spočívá v kombinaci rotačního a excentrického kmitání (Tůma, 1999).



Obrázek 26 - Excentrická bruska

Dále přejdu na charakteristiku pomocných nástrojů a materiálů, které jsem použil při výrobě.

3.5 Použité pomocné nástroje a materiály při výrobě

Mezi pomocné nástroje patří hoblice, měřidla, stahováky, kladivo a gumová palička, štetec, škrabka, akušroubovák a pneunáradí. Mezi pomocné materiály patří klínky, vruty a hřebíky, zámek a klika, závěsy, dřevěné zátky, sklo, lepidlo, tmely a materiál k povrchové úpravě.

3.5.1 Hoblice

Hoblice je pro truhláře věrným pomocníkem. Na masivním stojanu je tlustý stůl, který má dva posuvné vozíky a hranaté díry pro poděráky, které nám přidržují obrobek při opracování (Vinter, 1984).

3.5.2 Měřidla

V dřevoprůmyslu se pro měření vzdáleností používá nejčastěji skládací metr, který je dřevěný (Obr. 27) nebo plastový. Články s milimetrovou stupnicí jsou propojeny klouby se zarážkami a celkově se dají rozložit do 2 metrů. Svinovací metr je jednodílný pásek z oceli (Obr. 27). Dá se rozložit až do 5 metrů a opět má milimetrovou stupnici (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).

Úhelník je úhlové měřidlo (Obr. 27), podle kterého se kontroluje a rýsuje pravý úhel (Vinter, 1984).



Obrázek 27 - Úhelník, svinovací a skládací metr

3.5.3 Stahováky

Stahováky (Obr. 28) nebo ztužidla jsou ze dřeva nebo oceli. Lze je použít pro držení materiálu při obrábění nebo i pro lisování lepených spojů (Vinter, 1984).

Šroubový stahovák je dlouhý až 3,5 metru. Na kolejnici je dvojice opěrek. Šroubem v opěrce se vytváří tlak (Pavas, 2004).



Obrázek 28 – Stahovák

3.5.4 Kladivo a gumová palička

Na konci dřevěné rukojeti kladiva je kovový hranolek (Obr. 29). Hmotnost nástroje je až 600 gramů (Szász, 1991).



Obrázek 29 - Kladivo a gumová palička

3.5.5 Štětce

Štětce (Obr. 30) skládající se z držadla a volných štetin je nástroj pro nanášení jak nátěrových hmot, tak i lepidel (Vinter, 1984).



Obrázek 30 – Štětec

3.5.6 Škrabka

Jedná se o nástroj z nástrojové oceli (Obr. 31), kterým se začišťují nerovnosti ploch dřeva. Po začištění se dřevo musí přebrousit (Nutsch a kol., 2006).



Obrázek 31 – Škrabka

3.5.7 Klínky

Klínová vazba se používá pro spojení příčného a podélného dřeva. Zaražením klínků do čela materiálu se materiál rozšíří a tím se docílí stability a pevnosti spojení (Kouřil a Buben, 2003).

3.5.8 Vrutky a hřebíky

Jeden z nejstarších spojovacích prostředků je hřebík. Každý uhlíkoocelový hřebík má hrot, dřík a hlavu. Jednotlivé typy se liší rozměry a tvarem hlavy. Existují hřebíky kolářské, strojní, čalounické, hvězdicové, se širokou hlavou, kované anebo speciální typy jako je šroubový hřebík nebo drážkovaný. Vytváří nerozebíratelný spoj (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Ještě pevnější spoj než hřebíkový je ten realizován vruty. Tento kovový prostředek vytváří rozebíratelný spoj. Závit, dřík a hlava jsou části všech vrutů. Tvar hlavy je buď půlkulatý, zápusťný nebo čockovitý. Vrut se nezaráží jako hřebík, nýbrž zašroubovává (Blažek, 1971).

3.5.9 Aku šroubovák

Akumulátorový šroubovák (Obr. 32) ulehčuje zašroubování vrutů do dřeva (Pavas, 2004).

Je vybaven přepínačem rychlosti otáčení, směrem otáčení, spouštěčem, sklícidlem pro dřívky nebo vrtáky a stavěcím kroužkem, kterým se ovládá spojovací pružina (Tůma, 2003).



Obrázek 32 – Akušroubovák

3.5.10 Zámek a klika

Kovové nebo plastové dveřní zámky se do dveří vsazují pro dovržení dveří a ochranu prostorů před vloupáním nebo nechtěným vstupem cizích osob (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Proto se rozlišují zámky jako domovní, bytové, pokojové (Obr. 33) nebo koupelnové. Dále můžeme zámky rozdělit podle četnosti užívání a hmotnosti křídla do čtyř tříd. První třída je pro malé zatížení, kdy hmotnost křídla je menší než 20 kg/m². Druhá třída má větší požadavky než první třída, ale stále jde o vnitřní dveře. Třetí třída je pro bytové dveře, kde je větší zatížení a častější užívání. Čtvrtá třída je pro dveřní křídla, které jsou často využívána, mají velké zatížení a větší odolnost proti vstupu cizích osob (Nutsch, 2006).

Pro vnitřní i venkovní dveře se uzamykatelný zámek zadlabává do křídla a protiplech s otvory pro západku a závoru zámku je usazen v zárubni. Pro uzamykání zámků existují klíče jako je obyčejný (Obr. 33), dózický, jednostranný nebo oboustranný k cylindrického zámku a důlkový klíč. Pojmem klika se myslí dvojice krytek a klik, které propojuje kovový hranatý kolík (Obr. 33) (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

A tento kolík se vsazuje do otáčivého ořechu, který pohybuje střelkou pro otvírání dveří. Rozteč mezi tímto ořechem a klíčovou dírkou je u interiérových dveří 72 milimetrů a u vchodových 92 milimetrů (Nutsch, 2006).



Obrázek 33 - Zámek a klika

3.5.11 Závěsy

Závěsy (Obr. 34) jsou důležitou součástí dveří. Tato součást má na starost otáčení dveřního křídla vůči zárubni, ve které je křídlo osazeno. Podle umístění viditelných závěsů se určuje pravé nebo levé křídlo. Tři závěsy dostačují k nesení a otvírání křídla o větší výšce než 2,2 metru. Závrtné válečkové závěsy mají dvě i více částí, které jsou opatřeny čepy. Do předvrtaných děr v křídle a zárubni se čepy zavrtají, zatlučou nebo vyztuží (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).



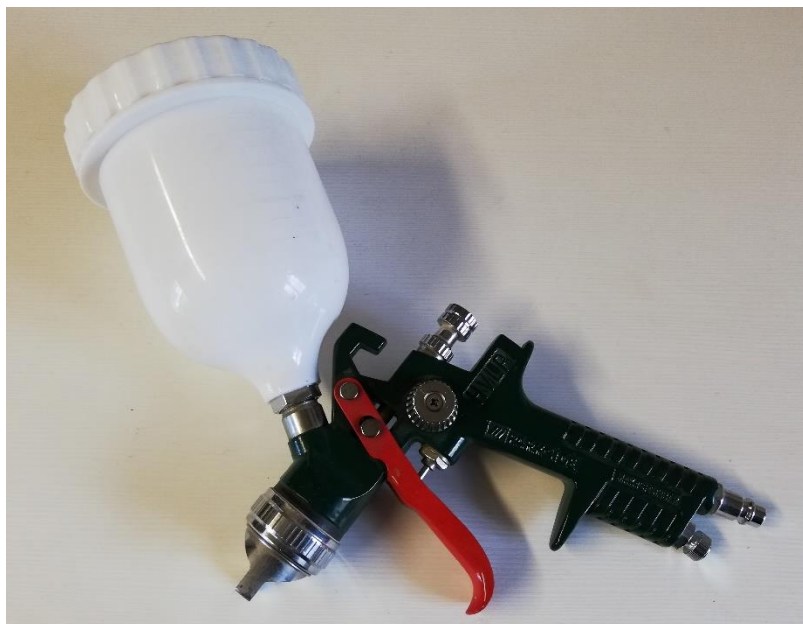
Obrázek 34 – Závěsy

3.5.12 Dřevěné zátky

Dřevěné zátky se používají pro vyspravení vad, které se nemohou pouze přetmelit. Kruhové zátky ze stejného materiálu se vsazují a lepí do vyvrtaných otvorů (Vinter, 1984).

3.5.13 Pneu nářadí

Pohonem pneumatického nářadí je stlačený vzduch v kompresoru, který expanduje. Výhodou je stlačitelnost vzduchu, uchování energie nebo doprava vzduchu. Nevýhodou je hluk. Nářadím využívající pneumatický pohon je například stříkácí pistole (Obr. 35) (Josten, Reiche a Wittchen, 2010).



Obrázek 35 - Stříkací pistole

Nanášení povrchové úpravy stříkáním je výkonné, ale náročné na prostor. Je potřeba, aby byl povrch hladce vybroušen. Kapičky nátěrové hmoty, které jsou unášeny proudem vzduchu, se na povrchu dílce musí slít v rovnoměrný film. To si žádá zručnost pracovníka. Tato technologie je poměrně nákladná (Kunc, 2004).

Pro zatlučení hřebíků se využívá kromě kladiva pneumatická hřebíkovačka. Do zásobníku hřebíkovačky se vkládají hřebíkové pásky (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

3.5.14 Sklo

Sklo se může použít jako výplň rámových konstrukcí. Tento proces se nazývá zasklívání. Zasklívá se do polodrážky a vzniklé spáry se utěsňují tmelem (Josten, Reiche a Wittchen, 2011).

Slabá vrstva tmele se nanese na polodrážku rámu, do které je vsazeno sklo. Skleněná tabule je menší a vytváří se tím vůle pro přirozenou práci dřeva. Pro fixaci skla se poté přibijí nebo přivrutují dřevěné krycí lišty (Kouřil a Buben, 2003).

3.5.15 Lepidlo

Lepení je technologickou operací spojování materiálů (Pokorný, 2000).

Lepením lze získat spoje o vlastnostech, které nejdou nahradit jinými metodami. Nerozebíratelné spoje jsou pevné a pružné, což umožňuje lepit k sobě i odlišné materiály. Neexistuje univerzální lepidlo (Osten, 1996).

Lepidla se rozdělují na živočišná, rostlinná a syntetická. Objevují se ve formě kapaliny, prášku nebo lepicí folie. Kvalita lepení závisí na druhu lepidla, nánosu, vlhkosti dřeva nebo na parametrech lisování (Blažek, 1971).

Dalším rozdělením lepidel je podle jejich způsobu vytvrzování. Jsou to například roztoková, které tuhnou při odpaření vody nebo rozpouštědla. Dále disperzní lepidla, reaktivní, která tuhnou při zvýšení teploty, vlhkosti, kontaktem s kovy nebo přidáním tvrdidla. Tavná, citlivá na tlak a stále lepidla uzavírají toto rozdělení. Polyvinylacetátová disperze je lepidlo, které se vytvrzuje odpařením vody a je určeno pro interiér (Osten, 1996).

Disperzní lepidla jsou náchylná na creep, což znamená tečení, a tento fakt způsobuje deformaci spoje. Vhodné konstrukční spoje zamezí tomuto tečení (Pokorný, 2000).

3.5.16 Tmely

Tmely jsou plastické hmoty, které vyplňují nerovnosti nebo vady dřeva. Na rozdíl od lepidel vytvářejí mnohem tlustší vrstvu. Rozdělují se na lepidlo, vyrovnávací a spárovací (Obr. 36), antikorozi a izolační a teplosměnné. Jako příklad lepidlo je silikon vytlačovaný ruční pistolí. Vytvrzuje kontaktem s okolní vlhkostí. Používá se pro lepení skla, zrcadel, neboť vykazuje výbornou adhezi i u keramiky nebo smaltu. Zástupcem vyrovnávacích a spárovacích tmelů je nitrocelulósový tmel, který se nanáší stěrkou (Obr. 36). Plnivem je dřevní moučka. Po zaschnutí se smrštěný tmel přebrousí (Osten, 1996).



Obrázek 36 - Spárovací tmel se stěrkou

3.5.17 Povrchová úprava

Pro odolnost dřeva proti působení vlhkosti nebo prachu se na výrobek nanáší nátěrová hmota (Blažek, 1971).

Před nánosem nátěrové hmoty se musí dřevo očistit od prachu nebo jiných nečistot. Povrchy se mohou ošetřit mořením, bezbarvým lakem, nanesením matné nebo lesklé krycí barvy nebo nanesením přírodních vosků. Výběr záleží na funkci výrobku a materiálu výrobku. U laků je možnost uzavření nebo otevření pórů. Otevřené póry jsou zevnitř vylakované. Po nanesení a zaschnutí každé vrstvy se dveře přebrousí jemným brusným papírem o zrnitosti až 320. Uzavřené póry jsou nejdříve vyplněny plničem pórů, který se přebrousí, a následně se dokončí nanesením dvousložkového laku (Ambrožová, 2000).

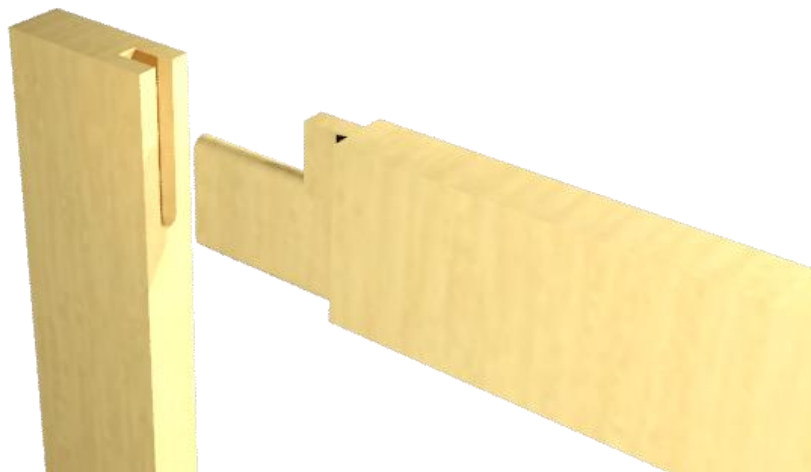
Nanášení nátěrových hmot je realizováno pomocí štětce, pneumatickou stříkací pistolí, válcováním, navalováním, máčením, poléváním nebo také pomocí elektrostatického stříkání. Každý z těchto způsobů vyžaduje určitou viskozitu hmoty. Pro změnu viskozity se přidávají do nátěrových hmot ředidla nebo rozpouštědla, která unikají při vytvrzování (Josten, Reiche a Wittchen, 2011). V další části se zaměřuji na konstrukční řešení výrobku.

3.6 Konstrukční spoje

Použitými konstrukčními spoji u dveřního křídla jsou čep a dlab s perem, čep a dlab a jako třetí je konstrukční provedení spárovky.

3.6.1 Čep a dlab s perem

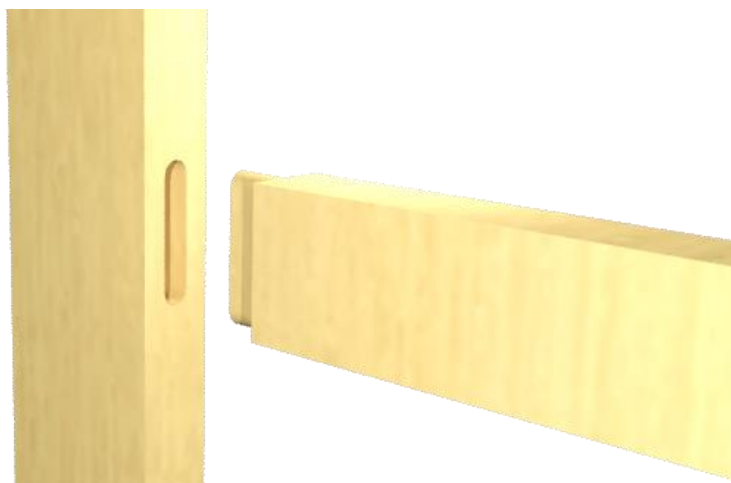
Tento spoj (Obr. 37) se nejčastěji používá pro rámovou konstrukci dveřních křídel. Čep je široký jako dvě třetiny vlysu, zbytek zabírá pero. Na druhém vlysu je dlab průběžný a drážka pro pero. Při spojení vlyků se čep nařízne a zatlučou se do něj klínky. Jsou to naprosto vhodné spoje pro rámovou konstrukci se skleněnými výplněmi, které se vsazují do polodrážky vytvořené z krycích lišt seříznutých na pokos (Vinter, 1984).



Obrázek 37 - Čep a dlab s perem

3.6.2 Čep a dlab

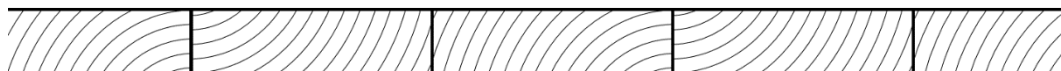
U tohoto středového rámového spoje (Obr. 38) nemusí být dlab průběžný. Neprůběžné dlabky mohou mít obvykle hloubku $2/3$ nebo $3/4$ šířky vlysu. U neprůběžných dlabů je důležitá vůle přibližně 2 milimetry mezi dnem dlabu a čelem čepu, aby vlyky správně lícovaly. Dlab se vrtá a tím se vytvoří oblé kraje otvoru. Snadněji se mohou zaoblit čepy tak, aby pasovaly přesně do dlabů (Pavas, 2004).



Obrázek 38 - Čep a dlab (neprůběžný)

3.6.3 Spárovka

Spárovka (Obr. 39) je plošný materiál poskládaný z bočně přilepených masivních přířezů. Před spárováním se musí boční plochy ohoblovat tak, aby svíraly s plochou pravý úhel. Pravidlo skládání bočních ploch souboru je běl k běli a jádro k jádru (Obr. 39). Plochy se skládají buď střídavě pravá a levá, nebo všechny pravé (Hájek, 1997).



Obrázek 39 - Složení spárovky

Celý soubor se značí nakresleným trojúhelníkem tak, aby nedošlo k výměně jednotlivých přířezů v souboru. Přířezy se spojují tupou spárou což je nejjednodušší systém, kdy boční plochy svírají s plochou pravý úhel. Dalším způsobem je natupo s kolíky, spára na vložené pero anebo vlnitá spára, která se vyfrézuje pro dosažení větší styčné plochy. Po slisování se spárovka může dále opracovat a použít jako výplň dveřního křídla, která musí mít dostatečnou volnost pro pracování dřeva (Josten, Reiche a Wittchen, 2011). V další části se zabývám metodikou a pracovním postupem výroby dveřního křídla.

4 Metodika

Pro výrobu vnitřního rámového křídla jsem využil prostor soukromé truhlářské dílny.

Dílna je samostatně dělena na lakovnu, klížírnu, strojovnu a na rukodílno, kde jsou hoblice, ruční nářadí a nástroje. Ve strojovně se nachází celá řada dřevoobráběcích strojů jako je například stolní kotoučová pila, pásová pila, dvě formátovací pily, ramenová zkracovací pila, tloušťkovací frézka, dvě srovnávací frézky, dvě spodní frézky, z nichž jedna slouží také jako čepovací frézka, stojanová vrtačka, dlabací vrtačka, pásová bruska, širokopásová bruska, stolní válečková bruska a kotoučová bruska. Odsávání strojů je řešeno z většiny centrálním odsáváním a částečně mobilními odsávači.

4.1 Postup práce

Prvním bodem výroby dveřního křídla je výběr a nákup materiálu. Materiálem se rozumí řezivo s garantovanou vlhkostí 11% (Obr. 40). Pro toto konkrétní křídlo jsem zakoupil smrkovou fošnu o rozměrech 50 x 400 x 4000 milimetrů pro rám a smrkové prkno o rozměrech 32 x 250 x 4000 milimetrů pro výplň a lišty.



Obrázek 40 - Smrková fošna a prkna

Následuje výroba rámu.

4.1.1 Výroba rámu

Hrubé řezání

Pro tento rám bylo potřeba vyrobit 8 vlysů.

Hrubé krácení fošny jsem prováděl na ramenové zkracovací pile. Fošnu jsem rozdělil na 3 části. Část pro svislé vlysy měla hrubou délku 2100 milimetrů. Zbývající dvě části pro vodorovné vlysy měly hrubou délku 900 milimetrů. Následovalo oříznutí oblin na stolní kotoučové pile. Oříznuté boční plochy jsem orovnal na srovnávací frézce pro lepší a přesnější vedení přířezů při rozmítání na stolní kotoučové pile.

Bočně ohoblovanou fošnu jsem rozřezal na přířezy s hrubou šířkou (Obr. 41). Všechny přířezy měli 1 centimetr nadmíru. Konkrétně přířezy určené pro boční svislé vlysy měly hrubou šířku 130 milimetrů. Přířez pro středový svislý vlys měl hrubou šířku 70 milimetrů. Hrubé šířky přířezů pro vodorovné vlysy byly 130, 70 a 90 milimetrů. K tomu jsem ještě nařezal přířezy pro spodní vlys.



Obrázek 41 - Řezání na hrubou šířku

V tu chvíli jsem měl připravené hrubé přířezy pro rovinné frézování až na spodní vlys.

Spodní vlys

Spodní vlys je širší než ostatní vlysy rámu, a proto je vhodné, aby byl ze spárovky, konkrétně o šířce větší než 190 milimetrů. Dva hrubé přířezy jsem

nejprve orovnal, respektive jejich plochu a boční plochy, na srovnávací frézce tak, aby svíraly pravý úhel.

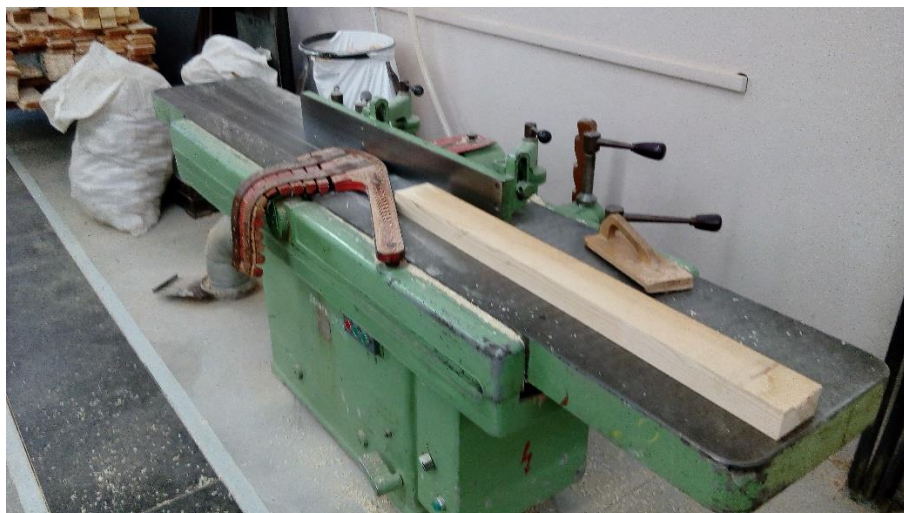
Po složení a označení spárovky jsem na boční plochy pomocí štětce nanesl PVAc – D3 lepidlo.

Soubor jsem zalisoval stahováky.

Po vytvrzení lepidla jsem seškrabal přebytek lepidla škrabkou a na stolní kotoučové pile řezal spárovku na hrubou šířku, tedy 190 milimetrů. Nyní jsem měl připraven i spodní vlys pro další rovinné frézování.

Rovinné frézování všech přířezů rámu

Společnou operací bylo orovnění ploch a bočních ploch všech přířezů do pravého úhlu na srovnávací frézce (Obr. 42).



Obrázek 42 - Srovnávání přířezů

Poté na řadu přišel další stroj s názvem tloušťkovací frézka. Tloušťkovací frézku jsem ofrézoval přířezy na přesnou šířku (120, 80, 60 a 180 milimetrů) a hrubou tloušťku, která byla u všech přířezů 46 milimetrů. Některé přířezy měly vady, které bylo potřeba vyspravit.

Vyspravení vad

Na přířezech se vyskytovaly vady ve formě částečně nesrostlých suků. Vyspravení vad probíhalo následovně. Do stojanové vrtačky jsem osadil sukovník o průměru 35 milimetrů, pak jsem vyvrtal díry do těchto nesrostlých suků o hloubce

menší, než je tloušťka dřevěné zátky. Do otvorů jsem nanesl PVAc – D3 lepidlo a vsadil zátky, které jsem kladivem doklepal až na dno otvorů. Po zatvrdnutí lepidla jsem zbrousil vystupující zátky ruční pásovou bruskou tak, aby lícovaly s plochou přířezů. Následovalo přesné krácení.

Přesné krácení

Krácení na přesnou délku jsem provedl u všech vodorovných přířezů a u středového svislého přířezu na formátovací pile. Čistá délka spodního a horního vodorovného vlysu byla 850 milimetrů. Středový vlys o čisté šířce 80 milimetrů jsem zkrátil na přesných 670 milimetrů a dva středové vlysy o šířce 60 milimetrů na 334 milimetrů. Svislý středový vlys jsem zkrátil na délku 1136 milimetrů. Krácení svislých bočních vlyсів proběhlo v operaci formátování celého již spleného rámu, viz níže. Následně jsem provedl sérii operací pro zhotovení konstrukčních spojů.

Konstrukční spoje

Rozkreslil jsem si umístění konstrukčních spojů na svislých bočních vlysech pomocí úhelníku a skládacího metru (viz výkres). Na dlabací vrtačce jsem vyvrtal dlaby upnutým dlabacím vrtákem o průměru 16 milimetrů. Pro spojení svislých bočních vlyсів a vodorovných vlyсів (spodní a horní) jsem vyvrtal průběžné dlaby (Obr. 43) a dlab pro osazení pera do hloubky 32 milimetrů.



Obrázek 43 - Průběžné dlaby

U ostatních vlysů jsem zvolil spojení čep a neprůběžný dlab (Obr. 44). Čepy byly dlouhé 30 milimetrů a dlaby 32 milimetrů hluboké pro vytvoření vůle.



Obrázek 44 - Neprůběžné dlaby

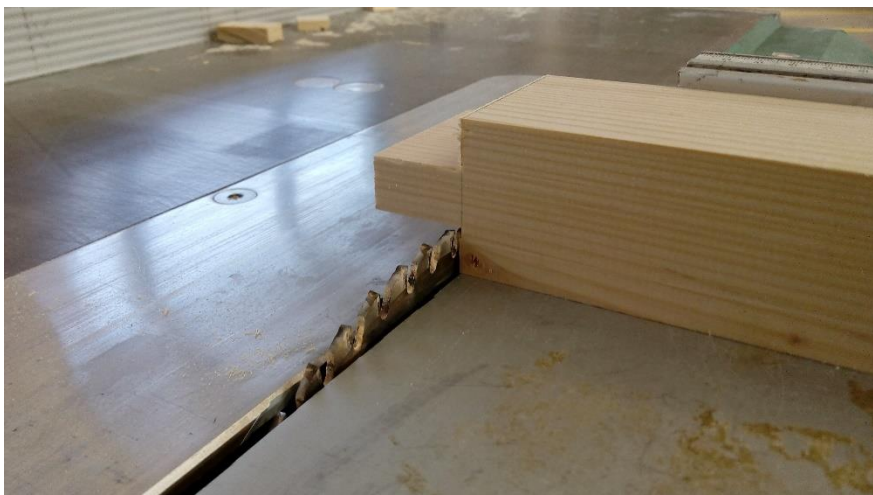
Výjimka byla u spojení středových vlysů tvořících kříž. Na svislém vlysu jsem vyvrtal průběžný dlab. Vodorovné vlysy měly v této oblasti délku čepů 29 milimetrů také z důvodu vytvoření vůle. Při dlabání jsem nejprve vrtal otvory ve směru osy vrtáku po celé šířce každého dlabu. Poté jsem začistil každý dlab posuvem stolu, tedy kolmým směrem k ose vrtáku.

Pro zhotovení čepů jsem použil spodní frézku s posuvným stolem (Obr. 45). Ve vřetenu byl osazený pilový kotouč.



Obrázek 45 - Frézování čepů

Dále jsem provedl příčné dořezání čepů na formátovací pile (Obr. 46).



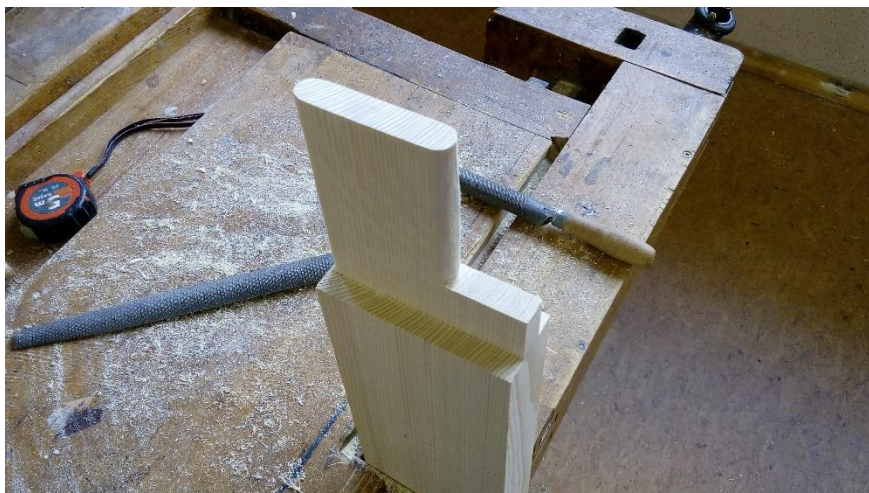
Obrázek 46 - Příčné dořezání čepů

Ještě bylo potřeba u vlysů určených pro spodní a horní dílec vyříznout pera na čepech. Čepy jsem nejprve příčně nařízl 30 milimetrů od paty čepu. Naříznutí, které bylo uskutečněno na formátovací pile, bylo hluboké 40 milimetrů a pouze z jedné strany. Následovalo podélné doříznutí na pásové pile (Obr. 47).



Obrázek 47 - Podélné řezání čepů na pásové pile

Protože byly dlaby oblé a čepy hranaté, bylo nutno také zaoblit hrany všech čepů na radius 8 milimetrů. Tato operace se jmenuje rašplování (Obr. 48).



Obrázek 48 - Zaoblení čepů

Po zaoblení hran čepů jsem na pásové pile podélně nařízl horní a dolní vlys pro zatlučení klínek a roztažení čepů při lisování. Naříznutí byla provedena 20 milimetrů od krajů čepů. Pro kontrolu spojů jsem celý rám složil nasucho bez lepidla a gumovou paličkou srazil vlysy k sobě, aby těsně doléhaly. Vše bylo v pořádku, a tak jsem rám rozložil. Na řadu přišlo lisování.

Lisování

Štětcem jsem nanesl (PVAc – D3) lepidlo na všechny čepy a do všech dlabů. Následně jsem celý rám opět složil, doklepal gumovou paličkou a zalisoval kovovými stahováky (Obr. 49). Přeměřil jsem úhlopříčky rámu kvůli pravoúhlosti. Po kontrole pravoúhlosti jsem do čel čepů u horního a spodního vlysu zatloukl kladivem předem připravené klínky s lepidlem, které měli stejnou tloušťku jako tloušťka čepů.



Obrázek 49 - Lisování rámu

Lepidlo zatvrdlo a mohl jsem se pustit do další operace. Tou operací bylo odstranění přesahů klínek. Toho jsem dosáhl pomocí ruční pily čepovky. Pak jsem ještě tyto místa začistil hoblíkem klopkařem. Rám dosáhl čisté šířky 850 milimetrů. Dalšími operacemi bylo formátování, broušení a frézování.

Formátování, broušení, frézování

Celý rám jsem položil na posuvný stůl formátovací pily a odřízl přesahy svislých bočních vlysů na přesnou délku 1986 milimetrů. V ten moment rám dostal formát pravoúhlého obdélníku (Obr. 50).



Obrázek 50 - Formátovaný rám

Celý rám jsem potřeboval tloušťkově kalibrovat na přesnou tloušťku 44 milimetrů. K tomu jsem využil širokopásovou brusku. Průchodem tímto strojem se dosáhlo nejen vyššího stupně opracování, ale i vyrovnání a lícování ploch vlysů.

Poté už bylo možné přejít k operaci frézování polodrážky, kterou jsem vykonával na spodní frézce s upnutou falcovací sdruženou frézou. Polodrážku o rozměrech 27 x 15 milimetrů jsem nejprve frézoval u horního vlysu a čel bočních vlysů. Důvodem byl příčný průběh vláken bočních vlysů a riziko jejich vyštípnutí. Následně jsem frézoval polodrážku (Obr. 51) po výšce rámu, tedy na bočních vlysech. Na spodním vlysu jsem polodrážku nefrézoval.



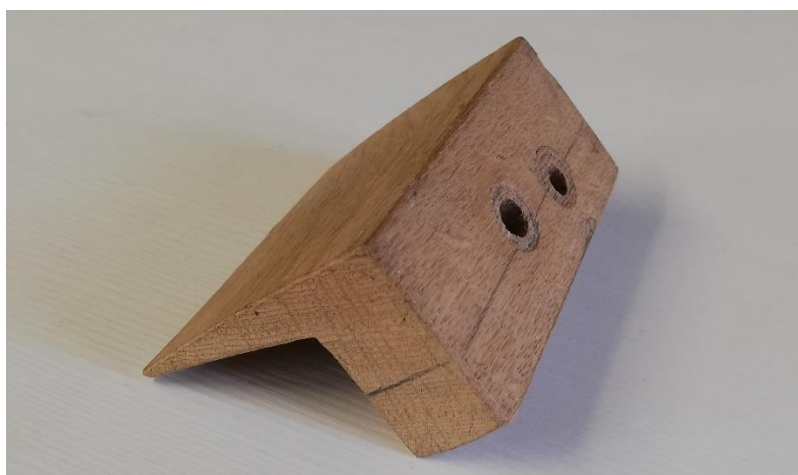
Obrázek 51 - Polodrážka na svislém bočním vlysu

Hrany na protější straně, než byla polodrážka, jsem zaoblil horní ruční frézou, do které jsem upnul stopkovou zaoblovací frézu s ložiskem. Radius profilu frézy byl 10 milimetrů. Opět jsem nejprve začal frézovat u horního vlysu a čel bočních vlysů. Teprve pak jsem zaoblil hrany i podélně u bočních vlysů.

Pro sražení hran spodního vlysu a čela bočních vlysů pod úhlem 45° jsem z horní ruční frézky vyjmul zaoblovací frézu a nahradil jí fazetovou frézou s ložiskem. Nastavil jsem úběr 2 milimetry od hrany. Následovalo dlabání a vrtání otvorů pro kování.

Dlabání a vrtání otvorů pro kování

Po frézování přišlo na řadu dlabání a vrtání. Ale ještě před samotnými operacemi bylo nutné rozkreslit umístění zámku a závěsů. Zámek jsem umístil tak, aby vzdálenost mezi horní hranou rámu a středem střelky zámku byla 910 milimetrů. Rozteče závěsů jsem odměřil též od horní hrany rámu (viz výkres). Tímto rozkreslením jsem budoucímu dveřnímu křídlu dal další vlastnost. A to, že bude levé. Rám jsem položil na stůl stojanové vrtačky s upnutým sukovníkem o průměru 20 milimetrů a v oblasti zámku jsem do plochy vyvrtal průběžné otvory pro ořech a klíčovou díрку. Tyto otvory byly vzdáleny 70 milimetrů od hrany svislého bočního vlysu. Potom jsem rám uložil na posuvný stůl vrtací dlabáčky polodrážkou vzhůru. Osadil jsem do dlabací vrtačky dlabací vrták o průměru 16 milimetrů. Výškově jsem nastavil posuvný stůl (viz výkres) a přerušovaně vyvrtal kruhové neprůběžné díry vedle sebe. Potom jsem opatrně vrtákem příčně začistil celý dlab o šířce 165 milimetrů a hloubce 80 milimetrů. Za dlabací vrták jsem zaměnil sukovník o průměru 20 milimetrů, kterým jsem dovrtil mělkou drážku o hloubce 3 milimetry a délce 235 milimetrů, aby byl zámek zcela zapuštěn. Otvory pro závěsy jsem vyvrtal spirálovitým vrtákem o průměru 7 milimetrů a upnutým v ruční elektrické vrtačce. Vrtal jsem do hloubky 50 milimetrů. Pro správné vedení pod úhlem 5° jsem použil šablonu (Obr. 52).



Obrázek 52 - Šablona pro vedení vrtáku

Dokončení rámu před povrchovou úpravou (tmelení, broušení) je níže. Po výrobě rámu jsem se zaměřil na výrobu dřevěné výplně.

4.1.2 Výroba dřevěné výplně

Řezání, rovinné frézování

Nejprve jsem smrkové prkno hrubě zkrátil na ramenové zkracovací pile. Hrubá délka činila 600 milimetrů. Ořízl jsem obliny na stolní kotoučové pile, orovnal boční plochy na srovnávací frézce, poté na stolní kotoučové pile rozřezal na přířezy s hrubou šířkou, tedy 70 milimetrů. Těmto přířezům jsem orovnal plochu a boční plochy do pravého úhlu.

Před lepením jsem složil soubor podle pravidla jádro k jádru a běl k běli. Narýsoval jsem přes soubor, který měl šířku 700 milimetrů, trojúhelník pro jednoznačnost umístění přířezů v souboru.

Lepení spárovky a rovinné frézování

PVAc – D3 lepidlo jsem nanesl štětcem na všechny boční ohoblované plochy, kromě krajních bočních ploch, které doléhaly na patky stahováků. Podle naznačeného trojúhelníku jsem opět složil soubor mezi ocelové stahováky a zalisoval. Po zatvrdnutí lepidla jsem škrabkou odstranil přebytky lepidla z ploch spárovky, kterou jsem v dalším kroku ofrézoval tloušťkovací frézku na přesnou tloušťku 24 milimetrů. Následovalo formátování, profilování a broušení.

Formátování, profilování a broušení

Formátování výplně na přesnou šířku (604 milimetrů) a délku (526 milimetrů) bylo provedeno na formátovací pile. Nejprve jsem ořízl z jedné strany čela slepených přířezů. Na podélném pravítku jsem nastavil přesnou délku spárovky a podle něho jsem odřízl přesahy přířezů na opačné straně. Po příčném řezání jsem spárovku přitlačil k příčnému pravítku a podélně ořízl jeden kraj, abych zajistil pravoúhlost spárovky. Po podélném oříznutí jsem přenastavil podélné pravítko na přesnou šířku spárovky a podle něj odřízl druhý kraj.

V tento moment jsem měl přesnou šířku, délku a tloušťku. Následovalo profilování na spodní frézce. Do vřetena jsem osadil frézu pro vytvoření profilu (viz výkres) a nastavil stroj. Frézování z obou stran probíhalo nejprve příčně a pak podélně. Pro plynulost podávání jsem využil mechanického posuvu. Výplň byla po obvodu zúžena z původních 24 na 14 milimetrů.

Broušení ploch výplně probíhalo na pásové brusce. Zrnitost pásu byla hodnoty 100. Profily jsem vybrušoval ručně brusným papírem o zrnitosti 100. Po výrobě výplně jsem se zaměřil na výrobu lišt.

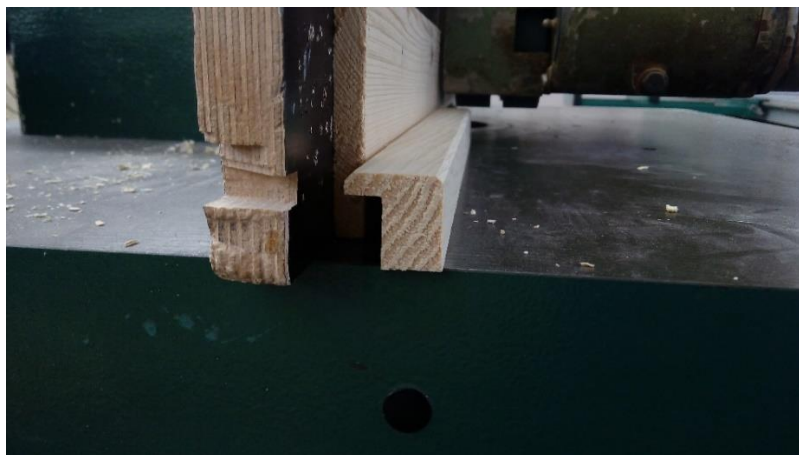
4.1.3 Výroba lišt

Vyrobil jsem dva typy lišt s odlišnými průřezy. První typ pro zališťování skel (25 x 25 milimetrů) a druhý pro dřevěnou výplň (25 x 20 milimetrů). Řadou operací jsem z prkna získal hrubé přířezy, u kterých jsem orovnal plochu a boční plochu do pravého úhlu. Pak proběhlo tloušťkování na přesnou šířku a tloušťku. Následně jsem pod úhlem 45° a vzdáleností 2 milimetry od hran srazil dvě podélné hrany na každé liště pomocí stopkové fazetové frézy (Obr. 53) upnuté do horní ruční frézky, která byla připevněna zespoda do stojanu.



Obrázek 53 - Sražení hran lišt

Polodrážky (Obr. 54) jsem frézoval na spodní frézce. Do vřetena jsem osadil falcovací sdruženou frézu. Rozměry polodrážky pro zališťování skel byly 20 x 10 milimetrů a pro zališťování dřevěné výplně 15 x 10 milimetrů. Opět jsem pro plynulé podávání použil mechanický posuv.



Obrázek 54 - Frézování polodrážky na lištách

Přesné krácení lišt (viz výkres) pod úhlem 45° jsem prováděl na pokosové pile (Obr. 55).



Obrázek 55 - Krácení lišt na pokosové pile

Další operací bylo ruční broušení (Obr. 56) brusným papírem o zrnitosti 100.



Obrázek 56 - Broušení lišt

Následně u rámu, výplně a lišt jsem provedl tmelení a broušení.

4.1.4 Tmelení a broušení

Před samotným tmelením jsem navlhčenou textilií přešel přes plochy rámu a výplně. Tím stlačená povrchová vlákna lehce nabobtnala. Toto jsem provedl z důvodu rizika nabobtnání vláken po lakování. Tmel jsem rozmíchal s trochou vody pro větší plastičnost a adhezi. Vyplnil jsem jím mezery a povrchové nerovnosti. Nechal jsem tmel zatvrdnout a potom zbývalo přebrousit plochy, zaoblení a polodrážku u rámu, výplň a lišty excentrickou bruskou nebo samotným brusným papírem o zrnitosti 150. Papírem jsem také srazil všechny ostré hrany a rohy, především u rámu z důvodu celistvosti nánosu nátěrové hmoty i z bezpečnostních důvodů. Po broušení přišlo na řadu lakování.

4.1.5 Lakování

Touto operací jsem rám, výplň a lišty konzervoval před vnějšími vlivy. Jako nátěrovou hmotu jsem použil bezbarvý dvousložkový polyuretan-akrylátový lak ACOCRYL pro zachování přírodní barvy dřeva. Předem smíchanou směs laku a tvrdidla v poměru 10:1 jsem postupně přefiltroval do zásobníku stříkací pistole. Nános nátěrové hmoty stříkáním jsem si vybral kvůli kvalitě a estetice výsledného filmu.

Před prvním nánosem nátěrové hmoty jsem odstranil brusný prach pneumatickou pistolí. Provedl jsem tedy první nános na rámu, výplni (Obr. 57) a lištách.



Obrázek 57 - Lakování výplně

Po zaschnutí první vrstvy jsem jí brusným papírem o zrnitosti 280 lehce přebrousil. Ofoukl jsem brusný prach pneumatickou pistolí a nanesl druhou vrstvu laku. Další operací byla kompletace.

4.1.6 Kompletace

Kompletace je finálním procesem výroby dveřního křídla, kdy se všechny dílčí části spojí v jeden celek. Začal jsem tedy nejprve přibitím lišt z jedné strany kolářskými hřebíky Prebena J35. K tomu jsem potřeboval pneumatickou hřebíkovačku, ve které byly hřebíkové pásy. Z druhé strany rámu jsem nanesl vrstvu silikonu do polodrážek vytvořených z lišt a rámu (pouze u skleněných výplní). Vložil jsem výplně (dřevěnou a čtyři skleněné o rozměrech 4 x 270 x 504 milimetrů). Opět jsem nanesl vrstvu silikonu mezi skleněnými výplněmi a lištami. Následovalo vložení lišt a jejich přibití. Celkově jsem spotřeboval 108 hřebíků.

Pomocí akušroubováku a vrtů o rozměrech 3 x 20 a 4 x 35 milimetrů jsem připojil nejprve zámek a pak štítky a kliky značky Rostex k rámu. Poslední operací bylo zavrtání závěsů do otvorů o průměru 7 milimetrů. Čepy závěsů měli průměr 8 milimetrů a délku 45 milimetrů. Otvory jsem vyvrtal menší z důvodu těsnosti závěsů. V tu chvíli byl výrobek hotov.

5 Výsledek

Výsledkem je vnitřní dveřní křídlo rámové (Obr. 58) levé osazeno v ocelové zárubni.



Obrázek 58 - Dveřní křídlo v ocelové zárubni

Transparentní lak účelně nechává vyniknout přírodní barvu smrku ztepilého.

6 Diskuze

Už v rámci navrhování dveřního křídla jsem si pohrával s myšlenkami a představoval si co by bylo esteticky zajímavé, ale přitom finančně přijatelné. Například jsem přemýšlel nad finální barvou výrobku. Uvažoval jsem o moření. Od moření jsem ustoupil poté, co jsem si uvědomil, že chci spíše prosvětlit místnost, než aby výsledný dojem působil trochu pochmurně. Dále jsem uvažoval o dubových a složitěji profilovaných krycích lištách. Rozdílem dřevin by se vytvořil barevný kontrast a složitějším profilováním lišt by se také zvýšila estetika výrobku. Obě varianty jsem také zvrhl z praktického hlediska. V jednoduchosti je krása. U poslední myšlenky jsem se dlouho rozmýšlel. Tou myšlenkou bylo vsazení skleněných vitráží místo obyčejných skleněných tabulí. Cena takové vitráže je ale nesrovnatelně vyšší.

Myslím si, že i přes upuštění od některých mých nápadů dopadl výsledek velmi dobře.

Moji práci s názvem „Výroba vnitřního dveřního křídla rámového za pomoci dřevoobráběcích strojů a nástrojů“ lze stěží jako celek porovnat s ostatními pracemi, přesto jsem našel dvě práce, ve kterých jsou části zabývající se podobným problémem jako práce moje. Konkrétně je to práce od Formánka z roku 2019. Jeho práce „Využití strojního a technologického zařízení pro renovaci hladkých dveří“ je zaměřena na způsoby renovace hladkých dveří a na charakteristiku použitých nástrojů, která je podobná jako v mé práci. Jinak se práce věnuje jinému typu dveří, kde jsou použité jiné konstrukční spoje než u mého výrobku. Tady podobnost mé práce s touto končí. Druhá práce je od Kytky z roku 2016. Tato práce s názvem „Interiérové dveře současnosti – konstrukce a design“ je zaměřena pouze teoreticky na problematiku interiérových dveří. Má práce zahrnuje i praktickou část, ve které popisují konkrétní pracovní postup výroby originálního rámového dveřního křídla.

Porovnání mého výrobku s ostatními je tedy obtížné z důvodu originality ve formě ruční práce. Každý výrobek je jiný, a to v důsledku použité dřeviny.

7 Závěr

Dřevo je přírodní a obnovitelný zdroj, který získáváme především ze stromů. Zatímco zdravý strom je symbolem života, mrtvý a padlý strom symbolizuje zánik, hnije a tím dává podmínky pro nové zrození života. Proto je dřevo tak krásné a nenahraditelné. Není to jen materiál minulosti, ale i budoucnosti. Dřevo je produktem „matky přírody“ a tu není dobré podceňovat. Dřevo je mi blízké, a proto jsem se rozhodl tento materiál použít i pro můj výrobek.

Oproti hladkému dveřnímu křídlu mi přijde rámová konstrukce dveřního křídla mnohem estetičtější, bytelnější a výjimečnější.

Mnou vyrobené dveřní křídlo má čtyři skleněné výplně a pod nimi je jedna dřevěná výplň ze spárovky. Dřevěný rám je dohromady tvořen z osmi vlysů, které jsou spojeny tradičními spoji jako je čep a dlab s perem a čep a neprůběžný dlab. Oboustranné zalištování jsem vybral z důvodu větší estetiky výrobku. Na všechny dřevěné části jsem nanesl transparentní lak, abych zachoval přirozenou barvu dřeva. Mohl jsem si zakoupit již hotové dveřní křídlo, což by mi ušetřilo čas i práci. Proto jsem to bral jako výzvu a rozhodl se si vyrobit dveřní křídlo podle vlastního návrhu. To mi dodalo pocit naplnění a spokojenosti. Pro rám, spodní výplň a lišty jsem si zvolil smrkové dřevo pro jeho dostupnost, snadné opracování a cenu.

Během výroby jsem společně s přířezy určenými pro výrobek opracovával i testovací přířezy, podle kterých jsem nastavoval stroje pro další operace. V truhlářské dílně jsem zásadně dodržoval předpisy bezpečnosti práce. Používal jsem především ochranné brýle a chrániče sluchu. Kontrolu strojů jsem prováděl současně s jejich nastavováním. Problematice ve výrobě konstrukčních prvků staveb, jako jsou právě dveře, bych se chtěl věnovat i v budoucnu.

8 Použité zdroje

1. AMBROŽOVÁ, E. *Nátěry dřeva*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000. 65 s. ISBN 80-7169-924-1.
2. BARTÁK, K. *Dveře: opravy, výměny, výběr*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. 107 s. ISBN 80-247-9026-2.
3. BARTOŠ, J., NOVÁK, V. a KAŠÁK, E. *Strojní součásti: (Strojnictví)*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1963. 92 s.
4. BLAŽEK, V. *Ruční obrábění dřeva*. 2., nezm. vyd. Praha: SNTL, 1971. 74 s.
5. BLAŽEK, V. *Strojní obrábění dřeva*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1965. 76 s.
6. FRIESS, F., REISNER, J. a ZEIDLER, A. *Materiály I: pro UO Truhlář*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2008. 120 s. ISBN 978-80-7333-070-5.
7. FRONIUS, K. *Spaner, Kreissägen, Bandsägen: Arbeiten und Anlagen im Sägewerk*. Band 2. Stuttgart: DRW-Verlag Stuttgart, 1992. 300 s. ISBN 3-87181-332-X.
8. HÁJEK, V. *Truhlářské práce*. 1.vyd. Praha: Grada, 1997. 127 s. ISBN 80-7169-418-5.
9. JOSTEN, E., REICHE, T. a WITTCHEN, B. *Dřevo a jeho obrábění*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. 333 s. Průvodce truhláře. ISBN 978-80-247-2961-9.
10. JOSTEN, E., REICHE, T. a WITTCHEN, B. *Truhlářské konstrukce: spoje, povrchové úpravy dřeva, konstrukce*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. 286 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2960-2.
11. KOUŘIL, J. a BUBEN, F. *Truhlářství: tradice z pohledu dneška*. 1. vyd. v Gradě. Praha: Grada, 2003. 250 s. Stavitel. ISBN 80-247-9056-4.
12. KRNER, D., WIEDERMEIER, J., LOUIS, H. *Safety aspects of jet cutting. Symy. On Jet Cutting Technology*. Bedford, 1982. VINTER, J. *Co a jak se dřevem*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1984. 251 s.
13. KUNC, Z. *Dřevopříručka*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2004. 95 s. ISBN 80-7300-126-8.
14. LING, K., KIMURA, S., WANG, H., YOKOCHI, H. *Band saw vibration V. Effect of a hydrostatic air-guide systém on a band saw vibration*.

- Mokuzai Gakkaishi Journal of the Japan Wood Research Society, 1992. 38 s. ISSN 0021-4795.
15. NUTSCH, W. *Konstrukce v interiéru: vnitřní dveře, dřevěná obložení, vestavěné skříně*. V Gradě 1. vyd. Praha: Grada, 2006. 446 s. Stavitel. ISBN 80-247-1276-8.
 16. NUTSCH, W. a kol. *Odborné kreslení a základy konstrukce pro truhláře*. 2., přeprac. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. 315 s. ISBN 978-80-86706-20-7.
 17. NUTSCH, W. a kol. *Příručka pro truhláře*. 2., přeprac. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2006. 615 s. ISBN 80-86706-14-1.
 18. OSTEN, M. a MLEZIVA, J., ed. *Práce s lepidly a tmely*. Vyd. 3., přeprac. a zkrác., v Gradě vyd. 1. Praha: Grada, 1996. 129 s. ISBN 80-7169-338-3.
 19. OVERBY, A. *CNC Machining. Building, Programming, and Implementation*. 1st. ed. New York: McGraw-Hill Professional Publishing, 2010. 272 s. ISBN 0071623019.
 20. PATŘIČNÝ, M. *Velká kniha o dřevě*. 2. vyd. Praha: Euromedia Group, 2019. 264 s. Universum. ISBN 978-80-7617-829-8.
 21. PAVAS, K. *Truhlářské práce II*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. 175 s. ISBN 80-247-0309-2.
 22. POKORNÝ, J. *Lepení a tmelení v dílně i domácnosti*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000. 104 s. ISBN 80-7169-857-1.
 23. STELLMAN, D. S. a kol. *Cancer Mortality and Wood Dust Exposure Among Participants in the American Cancer Society Cancer Prevention Study-II*. American Journal of Industrial Medicine, 1998. 34 s. ISSN 1097-0274.
 24. SZÁSZ, T. *Pracujeme se dřevem jen s dobrými nástroji*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1991. 194 s. ISBN 80-03-00237-0.
 25. TŮMA, J. *Elektro nářadí: konstrukce a užití elektrického ručního nářadí*. Vyd. 1. Praha: Columbus, 2003. 235 s. ISBN 80-7249-148-2.
 26. TŮMA, J. *Pracujeme s elektrickým ručním nářadím: obrábění dřeva a dalších materiálů*. 1. vyd. Praha: Grada, 1999. 123 s. ISBN 80-7169-723-0.
 27. VINTER, J. *Co a jak se dřevem*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1984. 251 s.

9 Seznam příloh

Příloha 1: Kusovník

Příloha 2: Výkresová dokumentace 1.1

Příloha 3: Výkresová dokumentace 1.2