

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Zpracování dřeva



**Nástroje a stroje využívané při budování
dřevostaveb**

Bakalářská práce

Autor: Štěpán Ptáček

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

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Štěpán Ptáček

Dřevařství
Zpracování dřeva

Název práce

Dřevoobráběcí nástroje a stroje využívané při budování dřevostaveb

Název anglicky

Woodworking tools and machines used for building wooden structures

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je vypracovat ucelený přehled základních dřevoobráběcích nástrojů a strojů používaných při budování dřevěných konstrukcí, zvláště pak dřevostaveb. Uvést příklady jejich použití a zhodnotit jejich efektivitu, popřípadě podat návrhy na její zvýšení.

Metodika

Rozdělení a charakteristika dřevoobráběcích nástrojů a příslušných strojních zařízení použitých při realizaci dřevěných konstrukcí neboli dřevostaveb. Analýza konkrétních činností v praxi. Syntézou poznatků stanovit zákonitosti pro optimální práci s těmito nástroji a stroji včetně uvedení možného technologického vývoje v oblasti efektivity.

Časový harmonogram zpracování závěrečné práce bude probíhat v základních a metodologicky odlišných etapách:

- 1/ červenec – srpen 2021: literární rešerše – analýza literatury s přehledem dosavadních poznatků o řešeném problému a vymezení základních pojmů, které budou používány v práci,
- 2/ září – prosinec 2021: přiblížení praktické části problematiky,
- 3/ leden – březen 2022: sepisování výsledků a dokončení závěrečné práce,
- 4/ duben 2022: odevzdání závěrečné práce.

Doporučený rozsah práce

35 – 50 stránek

Klíčová slova

dřevoobráběcí nástroje a stroje, dřevostavby, konstrukce, výroba, technologie

Doporučené zdroje informací

- BARCÍK, Š., KVIETKOVÁ, M., BOMBA, J., SIKLIENKA, M. Dřevoobráběcí nástroje – údržba a provozování. Praha: Powerprint. 2013. 355 s., ISBN 978-80-87415-80-1.
- BEER, P. Niekonwencjonalne narzedzia do obróbki drewna. Poznań: Wydawnictwo Akademii Rolniczej. 2007. s. 58-70. ISBN 978-83-7160-445-4.
- EDWARD, A. Getting Started with CNC. O'Reilly Media, Inc, USA. 2016. 166 s., ISBN 978-14-5718-336-2.
- ENGLISH, J. Woodworker's guide to sharpening. East Petersburg: Fox Chapel Publishing. 2008. 168 s., ISBN 978-1565233096.
- FORRESTER, P. Práce se dřevem: kompletní obrazový průvodce technikami. Praha: Slovart. 2011. 256 s., ISBN 978-80-7391-475-2.
- JOSTEN, E., REICHE, T., WITTCHEN, B. Truhlářské konstrukce: spoje, povrchové úpravy dřeva, konstrukce. 1. vyd. Praha: Grada. 2011. 288 s., ISBN 978-80-247-2960-2.
- SVOREŇ, J. Drevárske stroje. Časť I. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 2002. 169 s., ISBN 80-228-1188-2.
- SZÁSZ, T. Pracujeme se dřevem jen s dobrými nástroji. Praha: SNTL. 1991. 194 s., ISBN 80-03-00237-0.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 1. 5. 2021

Ing. Radek Rinn

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 4. 2. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 05. 04. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Nástroje a stroje využívané při budování dřevostaveb" jsem vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Moniky Sarvašové Kvietkové, PhD. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.4.2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní doc. Ing. Monice Sarvašové Kvietkové, PhD. za vedení při tvorbě této práce, zapůjčení literatury a trpělivosti při konzultacích. Také bych chtěl poděkovat Ing. Tomášovi Kloubkovi za poskytnuté informace a možnost nafocení jeho nástrojů a strojů. V poslední řadě děkuji zaměstnancům firmy Mafell za ochotu při představování jejich produktů na výstavě FOR WOOD 2022 v PVA EXPO PRAHA.

Abstrakt

Tato práce se zaměřuje na přiblížení dřevoobráběcích nástrojů a strojů, se kterými se setkáváme během budování dřevostaveb. Uvádí jejich rozdělení, základní princip obrábění a konstrukci. Také dává příklady činností, které tyto stroje i nástroje umožňují, včetně uvedení zákonitostí pro optimální práci s nimi a zhodnocuje jejich efektivitu s ohledem na rychlost a kvalitu práce. Krátce je také zmíněn možný budoucí vývoj v oblasti dřevoobráběcích nástrojů a strojů. Uvedené informace byly sepsány na základě analýzy odborné literatury zabývající se daným tématem a po konzultacích se zkušeným řemeslníkem v oblasti budování dřevostaveb. Výsledkem je kompletní přehled základních dřevoobráběcích nástrojů a strojů používaných během budování dřevostaveb, včetně uvedení jejich výhod a nevýhod. Práce evokuje nutnost přemýšlet nad obráběcím nástrojem a strojem jako nad neoddělitelným celkem, který je zkonstruován pro specifické činnosti. Pokud je tento vztah správně pochopen a využit, umožní provádění požadovaných prací rychleji, přesněji a efektivněji.

Klíčová slova: nástroje, stroje, dřevoobráběcí, dřevostavby.

Abstract

This thesis focuses on woodworking tools and machines used in the construction of wooden structures and outlines their classification, basic machining principles and design. Additionally, it brings examples of operations enabled by these machines and assesses their efficiency as far as speed and quality are concerned. Furthermore, it mentions approximate future development of said woodworking tools and machines. All available information is based both on academic literature search and on the practical knowledge a questioned craftsman with many years of experience with building wooden structures. The outcome of this thesis is a complete overview of basic woodworking tools and machines used in the construction of wooden structures, including the listing of their advantages and disadvantages. The work conjures the need to think of the machine tool and the machine as an inseparable unity designed for specific activities. If this relationship is properly understood and utilized, it will allow the required work to be performed faster, more accurately and more efficiently.

Keywords: tools, machines, woodworking, wooden structures.

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl práce.....	12
3	Dřevoobráběcí nástroje a stroje	13
3.1	Listové nástroje	17
3.1.1	Oscilační pily	18
3.1.2	Přímočaré pily	20
3.2	Pásové nástroje	21
3.3	Kotoučové nástroje	23
3.3.1	Kotoučové pily	24
3.4	Nožové nástroje	29
3.4.1	Rovinné frézky	31
3.4.2	Speciální frézky.....	34
3.5	Stopkové nástroje	37
3.5.1	Vřtačky	40
3.5.2	Rázové utahováky	41
3.5.3	Horní frézky	43
3.6	Řetězové nástroje.....	44
3.6.1	Řetězové pily.....	44
3.6.2	Řetězové dlabačky	46
3.7	Brusné nástroje	47
3.7.1	Ruční pásové brusky	48
3.7.2	Kotoučové brusky	48
3.8	CNC a NC stroje.....	51
3.9	Zákonitosti pro optimální práci s uvedenými dřevoobráběcími stroji a nástroji	52
3.10	Predikce technologického vývoje dřevoobráběcích nástrojů a strojů v oblasti efektivity	55
4	Metodika.....	57
5	Diskuse	58
6	Závěr.....	59
7	Seznam použitých zdrojů	60

Seznam obrázků

Obrázek 1 Řez detailu ruční pilou	18
Obrázek 2 Nástroj pro hloubkové řezání	19
Obrázek 3 Segmentový nástroj	19
Obrázek 4 Oscilační pila s vyříznutým prostupem v podlaze	19
Obrázek 5 Schéma přímočaré pily	20
Obrázek 6 Akumulátorová přímočará pila.....	21
Obrázek 7 Řez pravým během pásu	22
Obrázek 8 Tesařská pásová pila.....	22
Obrázek 9 Tvar zubů okružních pil	23
Obrázek 10 Schéma okružní ruční pily.....	24
Obrázek 11 Ruční okružní pila s kapovací lištou	25
Obrázek 12 Pokosová pila v nastavení pro řez pod úhlem pokosu 15° a stranovým úhlem 30°	26
Obrázek 13 Pilový kotouč svislý a pod úhlem 30°	28
Obrázek 14 Formátovací pila s vozíkem	28
Obrázek 15 Schéma řezu do hranolu formátovací pilou.....	29
Obrázek 16 Ruční dočištění řezu dlátem	30
Obrázek 17 Ilustrace maximální ostrosti dvou nožových nástrojů s rozdílnou velikostí zrna ocele	30
Obrázek 18 Schéma tloušťkovací frézky	32
Obrázek 19 Schéma srovnávací frézky.....	33
Obrázek 20 Schéma elektrického hoblíku	34
Obrázek 21 Drážkovací frézka	35

Obrázek 22 Sedlová frézka	36
Obrázek 23 Zleva doprava: spirálovitý vrták pro vrtání podél vláken, spirálovitý vrták pro vrtání napříč vláken, hadovitý vrták, Forstnerův vrták.....	38
Obrázek 24 Tesařská vrtačka s hadovitým vrtákem	39
Obrázek 25 Vrtání otvoru v prahu Forstnerovým vrtákem.....	40
Obrázek 26 Vrtačka s upnutým Forstnerovým vrtákem a pomocným madlem pro zvýšení ovladatelnosti	41
Obrázek 27 Rázový utahovák se šroubovitým vrtákem pro předvrtávání.....	42
Obrázek 28 Forstnerův vrták s jediným hlavním řezným břitem	43
Obrázek 29 Hrubé krácení elektrickou řetězovou pilou	45
Obrázek 30 Tesařská řetězová pila na odkládacím vozíku.....	45
Obrázek 31 Ruční řetězová dlabačka.....	46
Obrázek 32 Schéma ruční pásové brusky	48
Obrázek 33 Úhlová bruska s brusným kotoučem	49
Obrázek 34 Brusný kotouč excentrických brusek	50
Obrázek 35 NC čepovací frézka ZAF 250.....	52
Obrázek 36 Pilový kotouč s poškozenými SK plátky.....	53

1 Úvod

Dřevostavby poskytují člověku útočiště již po tisíciletí. Civilizace vznikají a zanikají, země se mění, zvyklosti jsou zapomínány, jedno však přetrvává – potřeba složit hlavu na místě, které můžeme nazývat domovem. Přestože se trendy bydlení v různých obdobích lidstva měnily, byly dřevostavby vždy přítomny snad v každém koutě světa. Ať už se jednalo o obložení Šalomounova paláce cedrem nebo dřevěné domy Faerských ostrovů, lidé se vždy rádi obklopovali tímto jedinečným materiálem.

Během let se měnil nejen vzhled těchto staveb, nýbrž i způsob jejich budování. Jak člověk vynalézal stále nové a nové nástroje, byly rozšiřovány možnosti práce, včetně dosažitelné kvality zpracování dřeva a jeho následné úpravy. Snad největší boom toto doznalo objevením elektřiny a její implementace do známých způsobů dřevoobrábění. Tento fakt umožnil výrobu strojů menších velikostí, vyšších přesností a nižší náročnosti na obsluhu.

Zároveň však nelze zapomenout na vývoj dřevoobráběcího nástroje, vždyť nástroj a stroj jsou jedno, není možné je navzájem oddělit ani jeden z nich zanedbat. Obrovské zdokonalení v široké oblasti obrábění dřeva přináší nejen řadu možností, nýbrž i enormní množství otázek. V době volného přístupu ke všem informacím tak může snadno vzniknout překvapivý zmatek v tom, jak se v této nekonečné změti zorientovat.

Což, vážený čtenáři, je předmětem této práce. Nejedná se o vyčerpávající studii plnou nových poznatků, avšak o ucelený přehled základních dřevoobráběcích nástrojů a strojů, které řemeslník použije během všech úkonů spojených s budováním dřevostaveb. Široká nabídka umožňuje pořízení všeho možného, základem však zůstává být schopen určit, co je vskutku potřebné, popřípadě zda-li to zaručí posunutí práce v oblasti rychlosti a přesnosti, jinými slovy – efektivity.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je vypracovat ucelený přehled základních dřevoobráběcích nástrojů a strojů používaných při budování dřevěných konstrukcí, zvláště pak dřevostaveb. Uvést příklady jejich použití a zhodnotit jejich efektivitu, popřípadě podat návrhy na její zvýšení.

Rozdělení a charakteristika dřevoobráběcích nástrojů a příslušných strojních zařízení použitých při realizaci dřevěných konstrukcí neboli dřevostaveb. Analýza konkrétních činností v praxi. Syntézou poznatků stanovit zákonitosti pro optimální práci s těmito nástroji a stroji včetně uvedení možného technologického vývoje v oblasti efektivitu.

3 Dřevoobráběcí nástroje a stroje

Dřevoobráběcí nástroj je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících kvalitu produkce. Odvíjí se od něj jakost obrobku, výrobní čas a mnohdy i hospodárnost výroby. Jedná se o prostředek, díky kterému se materiál (v tomto případě dřevní hmota) zpracovává do požadovaného tvaru, rozměru a jakosti (Kvietková, 2015).

Nástroj je neoddelitelnou součástí dřevoobráběcího stroje, jak je dobře ilustrováno v Ottově slovníku naučném pod heslem „Obráběcí stroje“: „*V podstatě všechny tyto stroje mají součástky tyto: 1. nůž č. želízko č. nástroj obráběcí, jímž odlučují se z předmětu nadbytečné vrstvy materiálu;*“ (www.digitalniknihovna.cz, 26.2.2022).

Ke každému druhu obrábění je zapotřebí použít jiný druh nástroje. Dle Barcíka a kol. (2013) můžeme dřevoobráběcí nástroje dělit dle následujících hledisek.

Dělení dle technologického hlediska:

- nástroje na dělení materiálu na více částí,
- nástroje na povrchové a hloubkové obrábění.

Dělení materiálu lze chápat jako proces, při kterém se výchozímu materiálu dává požadovaný tvar, rozměry a kvalita plochy. Nástroje z této skupiny jsou například kotoučové, pilové, řetězové. Produkty dělení jsou obrobek, zbytkový kus a odpadní hmota ve formě třísek nebo pilin.

Povrchové a hloubkové obrábění dodává obrobku přesný tvar a jakost. Nástroje z této skupiny jsou například frézovací, vrtací, brusné. Zpravidla již před obráběním musí mít dané rozměry. Produktem je obrobek a odpadní hmota ve formě třísek nebo pilin.

Dělení dle technického hlediska:

- listové,
- pásové,
- kotoučové,
- nožové,
- stopkové,
- řetězové,
- brusné.

V základu se jedná o rozdělení dle druhu, tvaru, velikosti a rychlosti pohybu nástroje (Barcík a kol., 2013). V této práci budou popsány nástroje dle technického dělení, které se využívají k obrábění dřevního materiálu při budování dřevostaveb.

Kromě uvedených způsobů dělení dle způsobu a účelu obrábění rozlišujeme také dřevoobráběcí nástroje na základě materiálu, ze kterého je vyrobeno jejich ostří.

Dělení dle materiálu řezné části:

- nástrojová ocel,
- stelit,
- rychlořezná ocel (HSS),
- slinuté karbidy (SK),
- keramika,
- diamant.

Pro účely obrábění dřeva použitého na dřevostavby se povětšinou používá řezná část nástroje z rychlořezné oceli (HSS) nebo s plátky ze slinutých karbidů (SK). Nejrozšířenějším materiálem pro stavbu jsou takzvané konstrukční hranoly (KVH), které se vyrábějí z dřeva smrku, a desky z aglomerovaného materiálu. Ani jedna z těchto komodit nevyžaduje extrémní tvrdost řezné části obráběcího nástroje, kterou by poskytla keramika nebo diamant.

Ať již používáme jakýkoliv nástroj, pro ideální práci je nutné zvolit stroj nebo nářadí odpovídajících parametrů, aby bylo možné správně využít potenciál daného nástroje. Budování dřevostaveb je komplexní záležitost obsahující řadu rozličných operací, kde se na každou z nich hodí jiná kombinace nástroje, stroje (popřípadě nářadí) a postupu práce. Právě touto synergií tří uvedených kritérií se zabývají následující podkapitoly.

Dřevoobráběcí stroje

Obráběcím strojem se rozumí specializovaný stroj zkonstruovaný k obrábění určitého materiálu do požadovaných rozměrů a tvaru. Dřevoobráběcí stroje slouží k obrábění dřevní suroviny. K dosažení těchto tvarových a rozměrových změn používají

dřevoobráběcí nástroj. Ve většině případů je používán nástroj poháněn elektromotorem, který mu dodává rotační pohyb, nebo je rotační pohyb motoru přeměněn na pohyb jiného charakteru.

Nutno podotknout, že v použité literatuře nebyla jednotna v užití termínu stroj, byly použity termíny jako například nářadí, elektrické nářadí, občas i nástroj. Proto budu nadále v této práci jakékoliv dřevozpracující zařízení používající nástroj označovat jako stroj, nehledě na jeho rozměry či způsob používání.

K uvedeným pracovním procesům užívají směrové pohyby, a to buď základní nebo pomocné. Základní pohyby mají přímý dopad na obrobek. Dělí se na pohyby hlavní a posuvné. Hlavní pohyby uskutečňuje nástroj, vykonávajíc pracovní proces řezání, při kterém odděluje od obrobku jednu třísku. Posuvné pohyby zabezpečují postupné odřezávání nových třísek pomocí pohybu obrobkem. Pomocné pohyby pak slouží k nastavení rozměrů obrobku, jeho fixaci během obrábění, nakládání, přesouvání a podobně (Svoreň, 2002).

Všechny uvedené a další pohyby zajišťují různé části stroje. Dělí se na základě jejich vzájemného působení s obrobkem na následující mechanismy a uzly:

- hlavní pracovní mechanismy (HPM),
- pomocné mechanismy (PcM),
- pohonné (PoM) a převodové (PřM) mechanismy,
- nosné a operační části (NaOČ),
- ovládací a kontrolní prvky (OKP) a doplňující zařízení (DZ).

Hlavní pracovní mechanismy dále dělíme na mechanismy hlavního pracovního pohybu (MHPP) a mechanismy pracovního pohybu podávání (MPP-P). Pomocné mechanismy zabezpečují fixaci, nastavení, řízení, kontrolu a podávání obrobku. Pohonné a převodové mechanismy zajišťují pohyb hlavních a pomocných mechanismů stroje. Naopak nosné a operační části představují pevnou konstrukci stroje, ve které jsou uloženy všechny jeho mechanismy a uzly, a to buď volně nebo pevně. Poslední ovládací a kontrolní prvky, včetně doplňujících zařízení, slouží k zabezpečení plynulého a bezpečného chodu stroje (Barčík, 2001).

Pro účel budování dřevostaveb je zásadní rozměr a způsob obsluhy stroje. Tyto parametry předurčují možnosti použití stroje, což v základu znamená, zda je možné

vykonávat práci pouze ve specializovaných prostorech (hala, dílna), místech se zavedeným elektrickým proudem (stavba), nebo kdekoliv bez omezení.

V zásadě jsou stroje určené do specializovaných prostor rychlejší, přesnější a dražší. Jedná se o zařízení povětšinou imobilní, náročná na prostor a obsluhu. Svou roli sehrávají při přípravě materiálu na stavbu, kdy umožňují v krátkém časovém intervalu obrobit velké množství dřeva s vysokou přesností. Nízká flexibilita a omezenost prostorem však znemožňuje jejich plné zapojení přes rámec přípravných prací, jako je přesné zakracování hranolů na výrobu sloupků, pásnic a překladů stěn nebo formátování vaznic a dalších prvků krovu. Nižší v práci se věnují srovnávacím a tloušťkovacím frézám, a formátovacím pilám, které spadají do této kategorie.

Oproti tomu ruční stroje umožňují práci v téměř jakýchkoliv podmínkách, zvláště pokud jsou napájeny akumulátorem a ne pomocí síťového připojení. Vedle jednodušší manipulaci se strojem se touto konfigurací také dosáhne vyšší bezpečnosti při práci, a to především během vykonávání činností ve výškách a celkově špatně přístupných prostorech.

Nástroje a stroje společně tvoří jednotný celek, který je třeba správně pochopit k dosažení nejefektivnějšího obrábění. Stejně jako je špičkový stroj bez vhodného a kvalitního nástroje takřka nepoužitelný, kvalitní nástroj bez obdobně dobrého stroje nelze využít do plného potenciálu.

V této práci se nadále věnuji jednotlivým nástrojům podle uvedeného technického hlediska a příslušným strojům, které tento nástroj používají. Neopomenutelnou součástí dřevoobráběcích prací při budování dřevostaveb jsou také ruční nástroje, kterými lze přímo obrábět. Jsou také zmíněny v příslušných kapitolách.

Dřevoobráběcích nástrojů existuje nepřehledné množství. Všechny je obsáhnout a popsat by vydalo na práci nesrovnatelně většího rozsahu, budu se proto zabývat pouze vybranými, a to především těmi, se kterými se setkáme při výrobě dřevěných prvků dřevostaveb, počínaje nástroji historicky nejvýznamnějšími – listovými.

3.1 Listové nástroje

Pilový list je tenký plech vyrobený z nástrojové oceli třídy 19 s ozubením vysekaným na okraji. Ocel je následně tepelně zpracována na tvrdost HRC 46-48 u rozváděných listů, HRC 42-46 u pěchovaných listů a HRC 38-46 u stelitových listů (Barcík a kol., 2013).

V základě ubírá pilový list materiál tažením zubů skrz obrobek, vyřezávající z něj třísku a vytváří drážku. Po dokončení řezu se získají dvě oddělené části (www.engineeronadisk.com, 14.1.2022).

Ruční listové nástroje se po staletí používaly jako hlavní nástroj pro dělení dřevního materiálu pro budování dřevostaveb. Dnes je využívají spíše jen tradicionalisté, neboť byly překonány pilami elektrickými, které dokáží vytvořit řez stejné jakosti rychleji, s menší námahou a s nižšími schopnostmi řemeslníka. Přesto, jak uvádí Goring (2018), konvence, určené těmito pilami, jako jsou doporučené řezné úhly, jsou stále relevantní. Doposud najdou využití na ruční řezání detailů, které vyžadují vyšší přesnost a jakost řezu, nebo pro dokončení řezu po kotoučové pile v oblasti vnitřního rohu plošných materiálů.

Příklad dnešního využití ručních listových nástrojů je ukázán na obrázku 1, kde je do palubkového řeziva termicky upravené borovice vyřezáváno ostění. Hlavní řezy byly provedeny ruční okružní pilou s vodící lištou pro rychlejší provedení řezu a zajištění jeho rovnosti. Aby v materiálu nevznikly drážky po kotouči, nebyly řezy provedeny až do konce, nýbrž jsou dokončeny japonskou ruční listovou pilou. Vysoký počet zubů společně s jejich geometrií zajišťuje vysokou jakost řezu i napříč vláken. Jejich uspořádání pro ubírání materiálu během tahu nástroje k sobě (oproti rozšířenějšímu směru od sebe) pomáhá uživateli s kontrolou nástroje a umožňuje vyšší preciznost.



Obrázek 1 Řez detailu ruční pilou

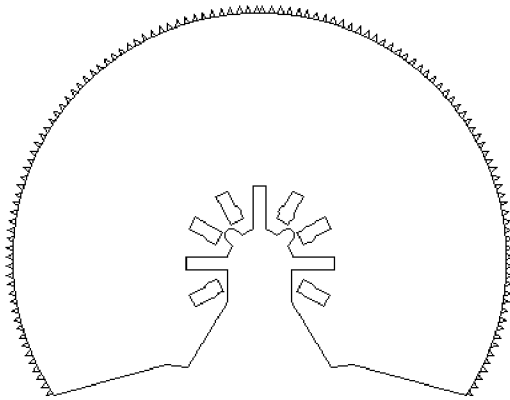
Přestože je ruční pila historicky jedním z nejstarších a nepoužívanějších ručních nástrojů, jeho mechanizací se podařilo objevit nové způsoby využití pilového listu, které jsou uvedeny v dalších dvou podkapitolách. Jak napsali Jahn a Pokorný (1870) již v 19. století: „*Velmi málo dřeva toho zpracuje se z ruky obyčejnou pilou, většina připadá pilám strojním.*“. Prvním příkladem mechanizace pilového listu jsou následující oscilační pily.

3.1.1 Oscilační pily

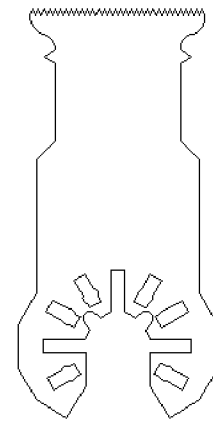
Oscilační pila (označována také jako multifunkční pila) je stroj navržený pro řezání materiálu v těžko přístupných místech. Pracuje na základě přeměny rotačního pohybu elektromotoru na pohyb kmitavý s frekvencí 11-22 tisíc kmitů za minutu. Nástroj však nevykonává pohyb přímočarý ale částečně rotační (Patričný, 2010).

Jeho výhodou je velké množství různých nástrojů, které lze snadno a rychle vyměňovat, a to včetně nástrojů na řezání materiálů na bázi kovu a broušení. V případě nástrojů na řezání dřeva se vesměs jedná o tenké listy ocele s vyraženými a zakalenými trojúhelníkovými zuby. Na obrázku 2 je ukázán segmentový pilový list pro řezání dřeva a plastů, který umožňuje vytvářet ponorné a rovinné řezy v deskovém materiálu

a zkracování trubek, na obrázku 3 pak nástroj určený k hloubkovému řezání dřevěných hranolů.



Obrázek 3 Segmentový nástroj



Obrázek 2 Nástroj pro hloubkové řezání

Pila umožňuje řezání ve stísněných a obecně špatně přístupných prostorech. Řez se nemusí začínat na okraji materiálu, je proto vhodná pro vyřezávání otvorů pro zásuvky a vypínače, a průstupů, jak jde vidět na obrázku 4. V této oblasti se jedná o nepřekonatelný stroj, co se rychlosti a kvality řezu týče.

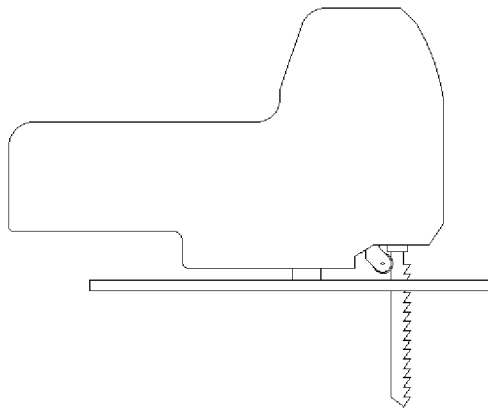


Obrázek 4 Oscilační pila s vyříznutým průstupem v podlaze

Následující podkapitola se zabývá stroji příbuznými principem obrábění. Přeměna rotačního pohybu pastorku elektromotoru na pohyb vratný je základem práce obou skupin, na rozdíl od oscilačních pil, které uvádějí nástroj do pohybu po kruhové trajektorii, přímočaré pily dávají nástroji pohyb přímočarý vratný, která je více podobný klasickému ručnímu řezání.

3.1.2 Přímočaré pily

Nástrojem přímočarých pil je pilový plátek vykonávající přímočarý vratný pohyb. Na obrázku 5 je patrný směr úběru – řez probíhá při pohybu plátku směrem nahoru. Kvalita řezu se odvíjí především od kvality a druhu plátku, není však vysoká. Pro zvýšení kvality obrábění stroj umožňuje zapnutí předkmitu, který zajistí, že zuby při pohybu směrem dolů nezavadí o obráběný materiál (Böhm, 2012).



Obrázek 5 Schéma přímočaré pily

Stroj se používá spíše pro provádění tvarových řezů, dotvarování dílců a hrubé zkracování především deskových materiálů. Miller (2016) uvádí jako další způsoby použití řezání kruhových otvorů (například v deskovém opláštění pro vypínače a zásuvky) a prostupů pro potrubí vytápění podlahy. Na obrázku 6 je vidět přímočará pila napájená akumulátorem v provedení bez horního madla, což je lepší pro vytváření kruhových řezů.



Obrázek 6 Akumulátorová přímočará pila

Druhá skupina nástrojů, která následuje, představuje důležitou součást pilařského zpracování a truhlářské výroby. V případě budování dřevostaveb je tomu však trochu jinak.

3.2 Pásové nástroje

Dřevoobráběcím nástrojem této skupiny je nekonečný pilový pás. Princip obrábění spočívá v jeho oběhu okolo dvou kotoučů (napínacího a hnacího). Samotný pilový pás je tenký plech se spojenými konci, do kterého je na jedné straně vysekané ozubení. Šířka pásu se pohybuje mezi 6 a 200 mm v závislosti na velikosti stroje (Lisičan, 1996).

Nejčastěji se s tímto nástrojem setkáme u truhlářských stojanových pil, které slouží k podélnému dělení materiálu větších průřezů, nebo u horizontálních pásových pil, které se používají k podélnému dělení kulatiny. Existuje však také ruční tesařská verze pásové pily, kterou na trh uvedla německá firma Mafell (obrázek 7).

Tento stroj je navržen pro vytváření rovných nebo oblých řezů v dřevěném materiálu tloušťky až 90 mm. Pila je do obrobku vedena ručně dvěma držadly umístěnými na horní části stroje, jak lze vidět na obrázku 8. Na rozdíl od truhlářské pily k řezu používá

jak levý, tak i pravý běh pásu. Pro možnost vedení řezu kolmo k hraně obrobku se jedním pohybem páky vyosí pravý běh pásu pod úhlem 30°, kterým se následně obrábí, aby nedošlo k zanoření obou běhů naráz. Na obrázku 8 jde také spatřit dorazové pravítko umístěné na pravém boku stolku stroje.



Obrázek 8 Tesařská pásová pila



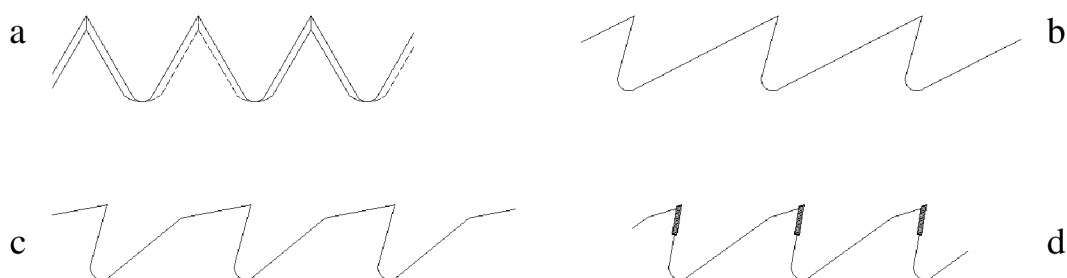
Obrázek 7 Řez pravým během pásu

V oblasti tesařství se dá tento stroj použit k téměř všem operacím při výrobě krovu (vyjma vytváření otvorů). Jeho předností je možnost vytváření obloukového řezu, je proto ideální k výrobě dekorativního zakončení krokví a vaznic. Umožňuje také rychlé vytvoření sedel krokví nebo podélného seříznutí trámu pod úhlem.

Mnohem používanější skupinou jsou kotoučové nástroje a příslušné stroje, které je používají. Budu se jim věnovat v následující kapitole.

3.3 Kotoučové nástroje

Pilové kotouče slouží k příčnému nebo podélnému dělení materiálu. Sestávají z disku, po obvodu osazeným ozubením z uhlíkové nebo legované oceli. Kotouč je upevněn na hřídel, která je převody, nebo na přímo, spojena s motorem, umožňující kotouči vykonávat rotační pohyb a tím oddělovat třísku z obrobku, přičemž do řezu se posouvá buď materiál nebo nástroj (Barčík a kol., 2013).



Obrázek 9 Tvar zubů okružních pil

a - na příčné řezání; b - na podélné řezání; c - vlčí zuby; d - ozubení SK

Pro okružní ruční pily, stolní pily a pokosové pily (tři nejčastější dřevoobráběcí stroje využívající pilový kotouč, se kterými se setkáme při budování dřevostaveb) se vyrábějí pilové kotouče s rozdílným ozubením, které závisí na tvrdosti a vlhkosti dřeva, jakosti řezu a směru řezání vzhledem k průběhu dřevních vláken. Podle tvaru zubu rozlišujeme kotouče s trojúhelníkovým ozubením souměrným k příčnému řezání (obrázek 9a), kotouče s trojúhelníkovým ozubením nesouměrným s větším rozvodem (obrázek 9b), kotouče s vlčím ozubením (obrázek 9c) a kotouče s ozubením z plátek ze slinutých karbidů (obrázek 9d) (Hájek, 1993).

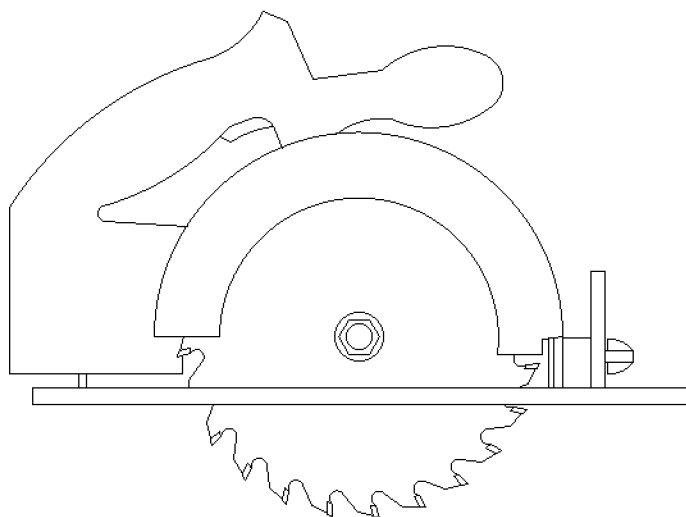
Z pohledu materiálů jsou nejčastěji používané kotouče z rychlořezné oceli a kotouče s řeznými plátky ze slinutých karbidů (SK plátek), které jsou trvanlivější vhodnější k řezání plastových laminátů a dřeva s vyšší hustotou (Miller 2016).

3.3.1 Kotoučové pily

Kotoučové pily představují základní stroje používané při budování dřevostaveb. Svoreň (2011) dokonce tvrdí, že proces dělení dřeva a materiálů na bázi dřeva kotoučovou pilou je nejčastější proces v celém dřevozpracujícím průmyslu. Jejich základní operací je dělení materiálu na dvě části (nazývané řezání), případně se mohou použít pro výrobu drážek. Během obrábění pilou vzniká tříska ve formě pilin. Z technického hlediska rozlišujeme množství kotoučových pil s různým způsobem obrábění, při budování dřevostaveb se však nejčastěji setkáme s pilami okružními ručními a formátovacími (Böhm, 2012). Právě ručními okružními pilami, které představují snad nejpoužívanější stroj při budování dřevostaveb, tato práce pokračuje.

Okružní ruční pily

Pily okružní ruční, také lidově nazývané mafl (označení vzniklo podle firmy Mafell, která jako první uvedla tento typ pil na trh), slouží k příčnému i podélnému řezání masivního dřeva i deskových materiálů. Jedná se o stroj naprosto nezbytný pro tesařské i truhlářské účely. Miller (2016) o něm mluví jako o nejvíce využívaném i zneužívaném tesařském stroji.



Obrázek 10 Schéma okružní ruční pily

Základem těchto strojů je pilový kotouč spojený hřídelí přímo s elektromotorem. Ten je roztáčen tak, že je obráběný materiál dělen nesousledně. Stroj je veden ručně za madlo se spouští, umístěným nejčastěji nad osou kotouče, a druhým madlem v přední části (zobrazeno na obrázku 10). Vyrábí se i verze těchto pil s madlem a spouští umístěnými zezadu ve výšce osy kotouče. Toto uspořádání umožňuje lepší působení sil obsluhy a především lépe pohlcuje rázy, způsobené nesousledným obráběním.

Ke stroji je možné připevnit řadu pomocných doplňků, jako jsou například paralelní vodítko (umožňující vedení pily v určité vzdálenosti od kraje obráběného deskového materiálu), vodící lišta nebo kapovací lišta. Poslední zmíněná konfigurace je vidět na obrázku 11. Hloubku řezu lze regulovat pomocí stavitelné základny, která jde zároveň přenastavit pro řezání pod úhlem, nejvíce je však dána průměrem pilového kotouče, jenž se nejčastěji pohybuje od 130 do 225 mm (Corbett, 2007).



Obrázek 11 Ruční okružní pila s kapovací lištou

Pro zlepšení manipulace a zvýšení bezpečnosti při práci s okružní pilou existuje její provedení napájené akumulátorem. Ramus (2004) uvádí, že se stroj v této konfiguraci lépe ovládá jednou rukou. Extenzivní uplatnění tímto pila nachází kupříkladu při práci na střeše dřevostavby, kde by mohlo být nebezpečné používat pilu napájenou elektrickým kabelem.

Pila umožňuje hrubé i čisté zakracování latí, hranolů, krokví, deskového řeziva i velkoformátových desek jak na bázi dřeva, tak i pojených minerálními pojivky (v takovém případě je žádoucí použít nástroj k tomu určený, aby nedocházelo k přílišnému opotřebování řezných plátků). V tomto se jedná o stroj nejvyšší efektivity. Je možné s ním také vytvářet drážky a tesařské spoje krovu, například sedlo. Z hlediska efektivity je však výhodnější použít k tomuto účelu sedlovou frézku (viz podkapitola 3.4.2), která zaručí rychlejší a přesnější řez s vyšší konečnou jakostí obrobku.

Pro specifický druh řezání je však lepší použít jiný typ kotoučové pily, který bude představen následovně.

Pokosové pily

Základem pokosových pil je pilový kotouč napojený hřídelí na elektromotor. Tato řezná hlava je upevněna ve sklopném rameni a tento celek je kloubem spojen s otočnou pracovní deskou, která umožňuje vedení řezu vždy přesně podle nastaveného úhle. Obrázek 12 zachycuje tento princip. Pila díky tomu může řezat úhel od 90° do 40° a pod pokosem v rozmezí -45° až 45° . Často je také možné nastavit doraz sklopení, čímž je umožněno řezat drážky a polodrážky.



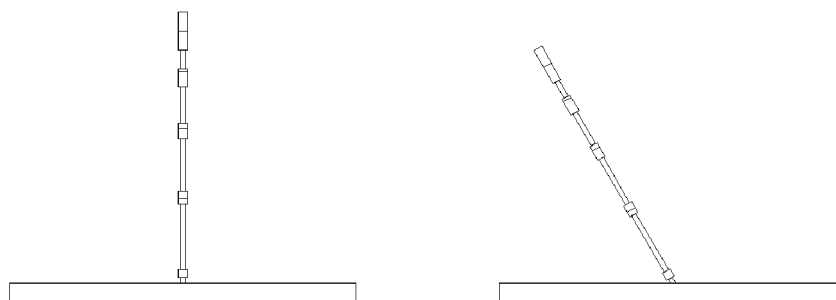
Obrázek 12 Pokosová pila v nastavení pro řez pod úhlem pokosu 15° a stranovým úhlem 30°

Pokosová pila je stroj specializovaný na délkové krácení kolmo nebo pod úhlem. Růžička (2006) ji popisuje následovně: „*pro správné provedení stavby je téměř nezbytná pokosová pila, která umožňuje hladké, kolmé a přesné řezy.*“ Používá se jak pro hrubé, tak i pro přesné krácení. Na stavbě se dá využít pro rychlé kapování konstrukčních hranolů, lišt, palubek a dalších komodit na bázi dřeva prknového formátu. Její přednost je v kolmosti a rychlosti provedení řezu s možností přenastavení úhlu řezu jak ve svislém, tak i vodorovném směru. Pokud je pila opatřena vodorovnými kolejkami pro posun řezné hlavy, je s ní možné řezat materiál do šíře až 350 mm (Corbett, 2007).

V poslední době se začala vyrábět verze pily napájená akumulátorem. V praxi se však jedná o neefektivní konfiguraci. Stroj je velký a těžký, není ho proto vhodné často přesunovat po pracovišti. V důsledku toho je rozumnější mít pilu zapojenou do sítě, čímž má stálý přísun napětí pod konstantním proudem a nemusí se vyčleňovat další prostor a čas pro obstarávání akumulátorů, jejich nabíjení a nevyhnutelně i jejich časté vyměňování. Přesto vše je stroj nepřekonatelný v provádění rychlých, kvalitních, a především kolmých řezů. Vyznačuje se také rozumnou pohyblivostí, která je nižší než u výše popsaných ručních okružních pil, ale zároveň vyšší než u pil formátovacích, které nyní následují.

Formátovací pily

Formátovací pily se využívají pro dělení řeziva a velkoplošných dílců za účelem ořezání na daný rozměr ze čtyř stran. Novák (2011) popisuje jejich konstrukci jako „*(...) litinový stůl s vrchní hladkou deskou s otvorem pro pilový kotouč. Na stojanu pod stolem je upevněna hřídele, do níž se upíná pilový kotouč.*“ Zdviháním a spouštěním hřídele s kotoučem se reguluje hloubka řezu. Pokud se provádí řez pod úhlem, naklápí se celá jednotka kotouče, hřídele a elektromotoru, přičemž průsečík kotouče s deskou stolu zůstává stejný, jak je ukázáno na obrázku 13.



Obrázek 13 Pilový kotouč svislý a pod úhlem 30°

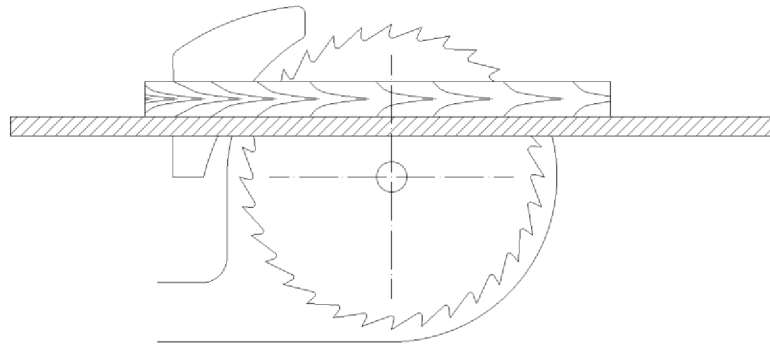
Základním rozlišovacím prvkem oproti truhlářským kotoučovým pilám je formátovací vozík, který podpírá obrobek a zajišťuje kolmost řezu (patrný na obrázku 14 v pravé části). Místo toho, aby byl obrobek ručně posouván po pracovní ploše, je položen na formátovacím vozíku, který hladce jezdí po profilované kolejnici, umožňující mnohem lehčí a plynulejší manipulaci. Díky tomu je možné přesně zakracovat hranoly délek i přes tři metry (Böhm, 2012).



Obrázek 14 Formátovací pila s vozíkem

Na obrázku 15 je vidět nesousledný princip řezání touto pilou. Za pilovým kotoučem je patrný rozvírací klín, který zabraňuje sevření obrobku v důsledku napětí ve dřevě, které je uvolněno jeho rozříznutím, což může vést k zachycení obrobku za řezné klíny kotouče a jeho vystřelení směrem zpět, představující značné bezpečnostní riziko

pro obsluhu. Na obrázku 14 je patrné, že je rozevírací klín odstraněn, díky čemuž je však možné vytvářet na pile drážky a polodrážky.



Obrázek 15 Schéma řezu do hranolu formátovací pilou

Formátovací pila je efektivní stroj pro obrábění, vyžaduje však velké prostory a značné investice kapitálu. Svě opodstatnění najde v případě, že je průběh stavby dobře naplánovaný a co nejvíce přípravných prací probíhá v dílenských prostorách. S pomocí podrobných situačních výkresů a soupisu jednotlivých stavebních prvků dřevostavby je možné všechny potřebné dílce rychle naformátovat na potřebný délkový rozměr. Toto je obzvláště efektivní, je-li potřeba vytvořit velké množství prvků stejných rozměrů díky délkovým dorazům. Oproti ruční okružní pile, se kterou lze provádět stejný druh práce, se tak jedná o značné zrychlení a zpřesnění obrábění, které je však vykoupeno nízkou flexibilitou a nutností umístění stroje ve speciálních prostorech.

Další velkou skupinu představují nožové nástroje.

3.4 Nožové nástroje

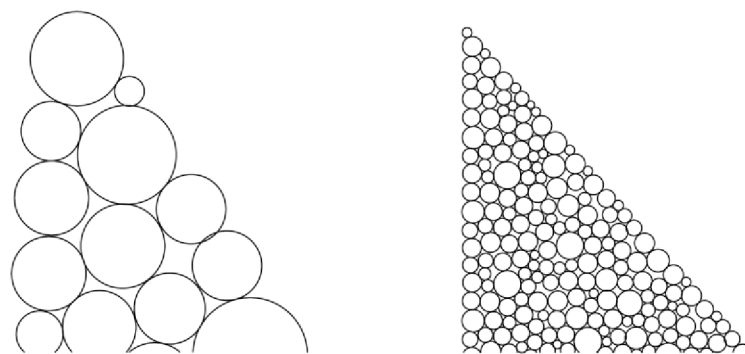
Nožové nástroje se používají pro docílení rovnosti a přesnosti opracované plochy. Mohou být osazené do hřidelí, frézovacích hlav, nebo se mohou do obrobku posouvat ručně, jak je vidět na obrázku 16 v podobě truhlářského dláta.



Obrázek 16 Ruční dočištění řezu dlátem

Tyto ruční nástroje doteď tvoří nepostradatelnou výbavu jak truhlářů tak i tesařů. Přestože se díky zdokonalení strojů podařilo minimalizovat potřebu použití ručních nástrojů obecně, dláta budou dále zastávat nenahraditelnou roli při dočišťování řezů, nebo pro rychlé a hrubé vybrání přebytečného materiálu.

Bývají vyráběny z jemnozrnné nebo kompaktní oceli. Důležitá je geometrie a materiál ostří. Pro snadné vnikání nože do materiálu je zásadní mít nástroj dobře naostřený. Hlavním determinantem ostrosti je velikost zrna oceli nástroje. Čím je zrno menší, tím ostřejší může břit být (ilustrováno na obrázku 17) (Barčík a kol., 2013).



Obrázek 17 Ilustrace maximální ostrosti dvou nožových nástrojů s rozdílnou velikostí zrna oceli

Co se skupin strojů využívajících nožové nástroje týče, jedinou podstatnou, která bude v této práci popsána, představují frézky, a to rovinné a speciální.

3.4.1 Rovinné frézky

Frézky umožňují frézování, to jest rovinné a tvarové obrábění, vnější a vnitřní. Podle různých operací, které je frézka schopná vykonat, rozlišujeme frézky univerzální, speciální a jednoúčelové. Častěji se však setkáme s rozdělením podle konkrétních operací (rovinné a tvarovací). Ty první slouží k hrubé tloušťkové egalizaci materiálu, vytvoření rovné plochy, vytvoření kolmosti mezi dvěma plochami, anebo srovnání obrobku v případě jeho tvarové deformace. Tvarovací frézky oproti tomu mají za úkol dodat obrobku požadovaný tvar (Mikulová, 2009).

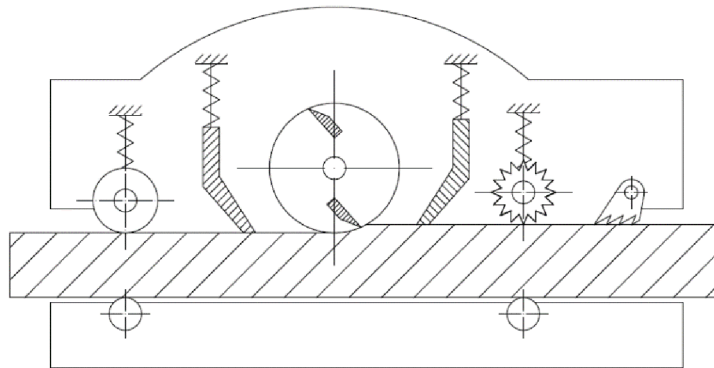
Oba druhy frézek používají k obrábění nožové nástroje různé podoby. Zatímco rovinné frézky ubírají materiál pomocí frézovací hlavy tvaru válce nejčastěji dlouhými obdélníkovými noži (existuje i verze s množstvím SK plátků připevněných spirálově na válcové hlavě), tvarovací frézky používají frézy se stopkou nebo frézy kotoučové (Barčík a kol., 2013). Z tohoto důvodu jsou v této kapitole popsány frézky rovinné, tvarovací frézky budou zmíněny v následující kapitole.

Tloušťkovací frézky

Tloušťkovací frézky slouží k tloušťkovému egalizování obrobku. V základu sestávají z frézovací hlavy s noži, podávacích válců a stolu. Vstupní podávací válec je tvořen jednotlivými odpruženými segmenty, aby bylo zajištěno bezchybné podávání obrobku. Výstupní válec podávání je oproti tomu hladký, zabraňuje tak poškození povrchu již ofrézovaného dílce. Opracovávaný materiál je veden proti směru otáčení válce s noži, jedná se tedy o nesousledné obrábění.

Obrobek je ručně vložen na stůl a vtlačen do stroje, kde ho podávací válce konstantní rychlostí posunují pod frézovací hlavu, která vykonává rotační pohyb a tím ubírá třísku z materiálu, jak lze vidět na obrázku 18. Zábrana proti zpětnému vrhu brání nožovému hřídeli vymrštít obrobek proti směru podávání, pokud by měl nestejnou

tloušťku. Velikost úběru se předem nastaví snížením nebo zvýšením stolu, během obrábění se měnit nesmí (Barcík, 2009).



Obrázek 18 Schéma tloušťkovací frézky

Rotace nožového hřídele je zajištěna elektromotorem, ke kterému je připojen klínovým řemenem. Zároveň může pohánět i podávací systém, který také ale může mít vlastní pohonný mechanismus. Rychlost podávání se zpravidla pohybuje v rozmezí 8 až 16 metrů za minutu (Josten a kol., 2010).

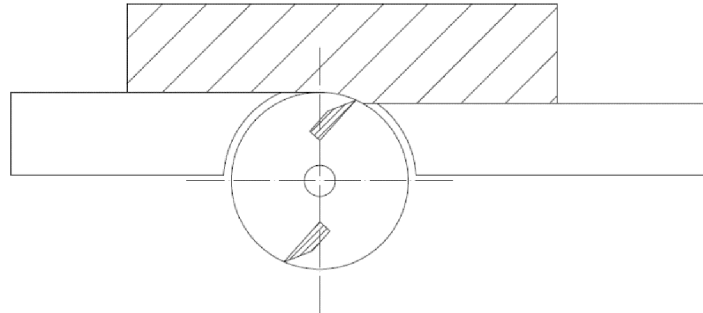
Následující podkapitola popisuje frézky velmi podobné frézám tloušťkovacím, dokonce tak příbuzné konstrukcí, že často dochází ke spojení obou typů dohromady v kombinovanou frézku umožňující jak srovnání plochy, tak tloušťkovou egalizaci obrobku.

Srovnávací frézky

Srovnávací frézky se používají k vytvoření rovné plochy a pravého úhlu na dvou přilehlých stranách obrobku. Materiál ubírá frézovací hlava s noži položená zespodu ve stolu stroje. Obráběcí plocha rovinné frézky se skládá ze dvou stolků – předního, po kterém se posouvá obrobek do nožové hřídele, a zadního, který slouží k podepření již obrobenej plochy obrobku (Barcík, 2009).

Množství ubraného materiálu se reguluje polohováním předního stolku ve vertikální rovině. Většina srovnávacích frézek má polohovatelný i zadní stolek, aby ho bylo možné zarovnat do stejné výše jako nože v hřídeli v jejich nejvyšším místě otáčky,

což je zásadní pro dosažení vysoké jakosti obrobeneé plochy. Obrobek je posouván do hlavice ručně (Feirer, 1986).



Obrázek 19 Schéma srovnávací frézky

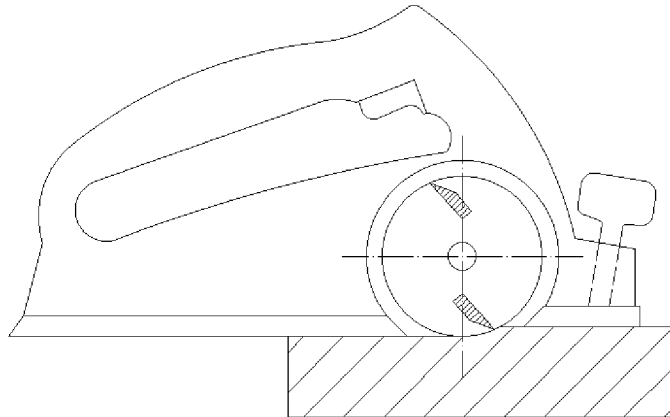
Naprostou zásadou při práci se srovnávací frézku je dodržování pravidel bezpečnosti. Jelikož je nožový hřídel shora volně přístupný a při manipulaci s obrobkem se k němu ruce dostávají do velké blízkosti, existuje tu vysoké riziko poranění. Aby se tomu předešlo, je standartním vybavením těchto strojů horní kryt nožové hlavy, který je posuvný do strany. Musí se nastavit tak, aby byla odhalena pouze ta část hlavy s noži, která se podílí na obrábění (www.pip.gov.pl, 4.4.2022).

Pro budování dřevostaveb má tento stroj malý význam. Lze ho použít při výrobě pohledových dílců z hranolů, standardně se však jako materiál pro výstavbu volí konstrukční hranolu standardních průřezů, které není nutné dále opracovávat. Přesto je vhodné mít možnost tloušťkově obrábět konstrukční hranoly přímo na stavbě, k tomu je však vhodnější následující typ stroje.

Elektrické hoblíky

Elektrické hoblíky, stejně jako strojové frézky, umožňují rovinné frézování, jsou však malé a přenosné, což v sobě skrývá řadu výhod i nevýhod. Nejsou závislé na prostoru a často ani na dodávce elektrické energie přímo ze sítě (v případě akumulátorového nářadí), najdou tedy široké uplatnění na stavbě. Nebývají však tak přesné a výkonné jako frézky strojové, což předurčuje například velikost úběru, jakost obrobeneé plochy a rychlost práce. Dalším důležitým faktorem je fakt, že slouží pouze

k tloušťkové úpravě obrobku, neumožňují srovnání povrchu do roviny ani vytvoření pravého úhle na materiálu, jako je tomu u srovnávacích frézek.



Obrázek 20 Schéma elektrického hoblíku

Nástroj má obdobnou konstrukci jako srovnávací frézka, na rozdíl od ní však vedlejší pohyb vykonává stroj a ne obrobek – elektrický hoblík je ručně přisouván seshora na obráběný dřevěný materiál. Přední plocha, po které se stroj přisouvá do obrobku, je výškově nastavitelná, což určuje množství ubraného materiálu (standardně 0,1-2 mm), což je vidět na pravé části obrázku 20 (Blanc, 2010).

Frézek ve skutečnosti existuje větší množství, než je popsáno v této práci, z nichž většina najde široké uplatnění v truhlářské výrobě. Je třeba však zmínit následující skupinu, která dokáže značně zvýšit efektivitu práce.

3.4.2 Speciální frézky

Tato skupina frézek slouží k vykonávání velmi specifických úkonů. Dokáží mistrně splnit svůj účel, vyznačují se však nízkou flexibilitou a vysokou cenou. Také jsou pro ně společné relativně vysoká hmotnost a horší manipulovatelnost. Využití tak najdou v případě sériové výroby, která však musí probíhat v jiných než dílenských podmínkách. Nemají konkurenci v kvalitě a rychlosti práce, ke které byly zkonstruovány.

Drážkovací frézky představují první popsanou skupinu strojů této kategorie. V porovnání s druhým uvedeným typem speciálních frézek jsou méně flexibilní a jednodušší.

Drážkovací frézka

Tento stroj slouží k rychlému vytvoření drážky v prazích, do kterých přesně zasednou svislé sloupky. Používá k tomu frézovací hlavu velikosti Ø 163 x 60 mm, která zajistí vytvoření drážky šířky 60 mm a maximální hloubky 50 mm s každým řezem, vytvářejíce tak drážku rozměrů nejčastěji využívaných konstrukčních hranolů. Díky kapovací liště umožňuje rychlé a přesně kolmé řezy, jak lze vidět na obrázku 21 (www.prodkte.mafell.de, 6.4.2022).



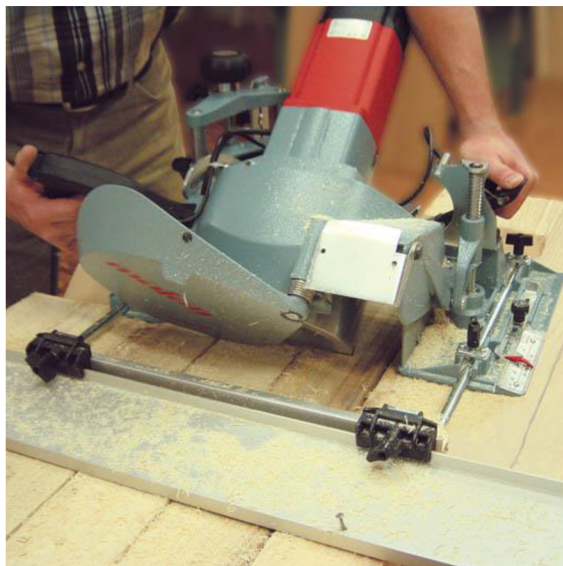
Obrázek 21 Drážkovací frézka (<https://produkte.mafell.de/trc/cz/drazovaci-frezka-nfu-50>)

Drážkovací frézka není nezbytný stroj. Při budování dřevostaveb umožní uživateli zjednodušenou přípravu montáže stěnových příček. Standartně se pozice svislých sloupků pouze vyznačují čarou, ke které se sloupek přiloží, zarovná se s hranou prahu a následně přichytí vruty či hřebíky. Díky drážkovací frézce je možné sloupky montovat rychleji a přesněji, neboť je zajištěna jejich přesná pozice.

Následující sedlové frézky sice fungují na stejném principu, mají nad výše představenými velkou výhodu – je možné naklopit frézovací hlavu na požadovaný úhel, což zvyšuje použitelnost tohoto jinak málo využitelného stroje.

Sedlová frézka

Za pomoci sedlové frézky je možné vytvářet sedla a zámky v krovkách s nesrovnatelně vyšší přesností a kratším časem, než při používání konvenčních technologií a postupů. Díky frézovací hlavě Ø 150 x 115 mm s 13 noži z tvrdokovu umožňuje stroj vysoký odběr třísek při jejich optimálním toku (www.prodkte.mafell.de, 18.12.2021). Na obrázku 22 je ilustrováno frézování více krovků naráz. Při obrábění tímto způsobem budou všechna sedla vyfrézována identicky.



Obrázek 22 Sedlová frézka (<https://produkte.mafell.de/trc/cz/sedlova-frezka-zk-115-ec>)

Jedná se o nepřekonatelný způsob ručního vytváření sedel krovků kdekoliv s přístupem k elektrické energii. Alternativou zůstává vyřiznutí řady drážek ruční okružní pilou pod úhlem sedla, zvyšující prořez s každým řezem. Následně se nahrubo odstraní zbytek dřevního materiálu a sedlo se dotvaruje načisto tesařským dlátem. Ačkoliv se jedná o standartní postup výroby sedel krovků, sedlová frézka je nesrovnatelně rychlejší a přesnější.

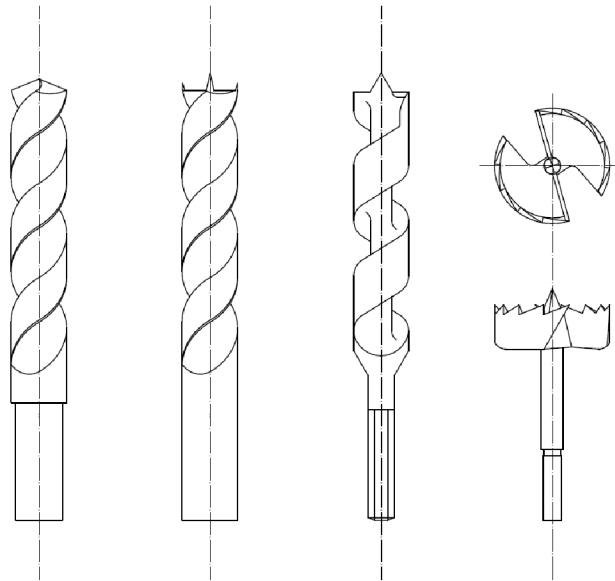
Na podobném principu obrábění, tedy vnikání ostré hrany nástroje do materiálu a oddělování třísky, funguje i další skupina nástrojů – stopkové nástroje. Právě stopka je však odlišuje, což bude nyní popsáno podrobněji.

3.5 Stopkové nástroje

Do této kategorie se řadí stopkové frézy a vrtáky. Jedná se o nástroje vykonávající rotační pohyb kolem své osy. Společným znakem obou skupin nástrojů je stopka, která slouží k připevnění nástroje ke stroji a přenosu krouticího momentu. Upevnění samotné je zajištěno pomocí sklíčidla nebo kleštiny, ve kterých se aretuje stopka nástroje. Některé vrtáky mohou místo válcové stopky mít stopku průřezu šestihranu. To umožňuje upevnit vrták v rychloupínacích sklíčidlech (což je prvkem některých vrtaček) a zároveň znemožňuje proklouznutí nástroje při vysokém zatížení.

Řeznou část tvoří řezné hrany, které mohou být na obvodu, čele nebo na obojím. Toto je zásadní rozdíl mezi vrtáky a stopkovými frézami – první uvedené mají řezné hrany pouze na čele (s výjimkou frézovacích vrtáků, které se však používají ve velmi omezené míře), nelze s nimi proto obrábět v horizontálním směru. Stopkové frézky naopak mají z pravidla řezné hrany na čele i po obvodu a v případě obrábění dřeva ubírají materiál především laterálním pohybem.

Jelikož stopkové frézy našly minimální uplatnění při výrobě dřevostaveb, nebudu se jim v této práci věnovat. Na druhou stranu, vrtáky mají v tomto poli široké uplatnění. Nejčastěji se setkáme se třemi hlavními typy vrtáků, ukázaných na obrázku 23 – spirálovitým, hadovitým a Forstnerovým.



Obrázek 23 Zleva doprava: spirálovitý vrták pro vrtání podél vláken, spirálovitý vrták pro vrtání napříč vláken, hadovitý vrták, Forstnerův vrták

Rozeznáváme dva druhy dřevoobráběcích spirálovitých vrtáků. Spirálovitý vrták pro vrtání podél vláken není nepodobný vrtáku na kov. Neobsahuje předřezávací břity a jeho čelo svírá řezný úhel 65° . Oproti tomu spirálovitý vrták pro vrtání napříč vláken má středící hrot a dva předřezávací břity, které zamezují vytrhávání vláken v místě řezu kolmém k jejich průběhu. Řezné břity na čele jsou téměř kolmé k ose vrtáku. Optimální otáčky tohoto nástroje se nachází v rozmezí 1500-3000 ot/min. (Nutsch a kol., 1999).

Hadovitý vrták se vyznačuje předřezávacím břitem a hlavním ostřím kolmým k ose nástroje, a to vždy buď jedním nebo dvěma, a buď centrovací hrot anebo závitový samocentrovací hrot. Hladká šroubovice se spojením s velkým prostorem zajišťují efektivní odběr třísek, zabraňujíc přehřívání nástroje. Častá je také šestihranná stopka, která umožňuje upnutí ve sklíčidle vrtačky bez možnosti prokluzu. Optimální otáčky se pohybují v rozmezí 50-1400 ot/min v závislosti na parametrech samotného vrtáku.



Obrázek 24 Tesařská vrtačka s hadovitým vrtákem

Na obrázku 24 je hadovitý vrták v konfiguraci takzvané tesařské vrtačky. Díky tomuto kompletu lze vrtat díry kolmo do hloubky až 475 mm, nebo pod nastaveným úhlem v rozmezí 0-45°. Při budování krovů se tohoto dobře využije pro vrtání děr spojovacích prostředků. Jedná se o stroj efektivní, především pak jeho možnost vrtání pod daným úhlem, praktické využití však nalézá až při sériové výrobě nebo při potřebě přesného obrábění.

Nejpoužívanější průměr hadovitých vrtáků se pohybuje kolem 20 mm, hodí se proto nejvíce k vrtání otvorů pro velké spojovací prostředky navržených pro značná napětí. Zároveň jsou tyto vrtáky dlouhé, jsou proto vhodné pro vytváření děr v trámech. Často se také používají pro předvrtávání děr v krokách pro fixaci klestín či hambálek, nebo ve spolupráci s Forstnerovým vrtákem, jak bude popsáno dále.

Forstnerův vrták (nebo také sukovník) slouží pro vrtání děr velkých průměrů – zpravidla 15-65 mm. Základem je jsou nejčastěji dva (může být i jeden) řezné břity kolmé na osu nástroje, středící hrot nebo závitový samocentrovací hrot a předřezávací břity na obvodu. Ty mohou být pouze dva a to hladké nebo vlnité. Pro snížení odporu a následného

přehřívání byla vyvinuta varianta s ozubeným obvodovým ostřím. Třetí variantou předřezu jsou samostatné předřezávací břity. Nástroj má ideální úběr ve velmi nízkých otáčkách.

Nejčastěji se používají, jak již bylo zmíněno, během výroby prahů příček a stěn dřevostaveb, kdy s nimi lze efektivně vyvrtat otvor velkého průměru, potřebného k upevnění prahu k základové desce pomocí závitové tyče a šroubu s podložkou, jak lze vidět na obrázku 25. Lze s ním také vrtat díry na prostupy skrze příčky a stropy, popřípadě otvory pro zásuvky a vypínače do desek z aglomerovaných materiálů (Barcík a kol., 2013).



Obrázek 25 Vrtání otvoru v prahu Forstnerovým vrtákem

Stopkové nástroje představují velmi rozsáhlou skupinu nástrojů s mnoha speciálními typy a druhy zástupců. Nyní je však na čase zaměřit se na stroje, které je používají.

3.5.1 Vrtačky

Vrtačky slouží pro výrobu válcových otvorů v materiálu. Jako nástroj využívají různé druhy vrtáků. Otvory se vytváří za účelem spojování jednotlivých dílců vruty,

šrouby nebo kolíky, montáže kování a vytváření děr pro vodovodní a elektrické prostupy (Svoreň, 2006). Dále se vrtačky používají ke šroubování spojovacích prostředků (vrutů, šroubů), popřípadě k rychlejšímu a důkladnějšímu rozmíchání nátěrových hmot.

Jedná se o jeden z nejpoužívanějších strojů na stavbě dřevěných konstrukcí, je proto žádoucí, aby byl lehký, snadno přenosný a dostatečně výkonný, aby byl schopný vykonávat více různých činností. Slabá vrtačka by neměla dostatečný výkon na vrtání děr velkých průměrů nebo k zavrtávání větších vrutů. Zároveň je důležité z hlediska bezpečnosti práce operovat spíše s bezdrátovými vrtačkami, jako je ta na obrázku 26, a to především během práce ve velkých výškách.



Obrázek 26 Vrtačka s upnutým Forstnerovým vrtákem a pomocným madlem pro zvýšení ovladatelnosti

3.5.2 Rázové utahováky

Rázové utahováky se od vrtaček liší tím, že operují ve vyšších otáčkách. Po konfrontaci s určitým odporem však přejdou z konstantního rotačního pohybu do pohybu cyklického, vypínající a zapínající elektromotor. Vytvářejí se tak rázy s frekvencí až 4300 rázů za minutu.

Ačkoliv je jejich primárním účelem šroubování spojovacích prostředků, díky rychloupínacímu systému na standardní bity je lze použít i k předvrtávání, jelikož je tento

system kompatibilní s vrtáky s 1/4 hexagonovou stopkou. To umožňuje rychlou výměnu nástroje během montáže, díky čemuž není nutné operovat s druhým strojem. Vysoké otáčky rázového utahováku jsou navíc ideální pro hrubé předvrtávání do dřeva. Využití tohoto principu v praxi je ilustrováno na obrázku 27.



Obrázek 27 Rázový utahovák se šroubovitým vrtákem pro předvrtávání

Druhým způsobem využití je vrtání otvorů většího průměru pomocí Forstnerova vrtáku. Na obrázku 28 je patrná hexagonová stopka umožňující upevnění nástroje do rychloupínacího sklíčidla utahováku, závitový samocentrovací hrot, který zaručí konstantní sílu a rychlost vnikání celého nástroje do materiálu, a jediný řezný klín. Díky tomuto uspořádání dochází k poměrně rychlému úběru třísky, dostatečný výkon je pak zajištěn právě rázy stroje, který cyklickým působením točivého momentu vrtá konstantní rychlostí i při značném odporu nástroje větších průměrů.



Obrázek 28 Forstnerův vrták s jediným hlavním řezným břitem

Poslední skupinu této podkapitoly představují stroje již dříve zmíněné, které však nedocházejí širokého využití ve zkoumané oblasti zpracování dřeva.

3.5.3 Horní frézky

Znakem horních frézek je elektromotor s hřídelí v horní části stroje. K hřídeli se pomocí upínací kleštiny připevňují stopkové frézky, které tak jsou přímo svisle a s opěrnou podložkou stroje svírají pravý úhel. Fréza rotuje kolem své osy s plynule nastavitelnou frekvencí často až 25000 otáček za minutu. Do materiálu se stroj posunuje ručně, hloubka řezu se nastavuje svislým polohováním základny, přičemž platí nepsané pravidlo, že by hloubka jednoho frézování neměla přesáhnout polovinu průměru frézy. Univerzálnost horních frézek je zajištěna především širokou nabídkou příslušenství, jako jsou různé boční dorazy, vodítka, kopírovací kroužky nebo rozličné pracovní desky (Forrester, 2011).

Při budování hrubé konstrukce dřevostavby horní frézky využití nemají, hojně se však využívají u výroby stavebně-truhlářských výrobků, kde slouží například k frézování dlabů pro dveřní zámky a závěsy, spojů laminovaných kuchyňských desek, ohraňování desek, vytváření drážek a polodrážek různých profilů nebo frézování složitých tvarů pomocí šablony (Goring, 2018).

Zatímco do této doby sestávaly popisované nástroje především z jednoduché řezné hrany, které byl udělen pohyb jistým způsobem rotace, segmentový princip konstrukce následující skupiny se od dosavadního závratně liší.

3.6 Řetězové nástroje

Barcík a kol. (2013) definuje pilové řetězy jako „soustavu článků s pracovními břity“. Jedná se o nekonečný řetěz složený z článků se sekacím nebo hoblovacím ozubením. Při budování dřevostaveb se využívají řetězové pily používající k obrábění pilový řetěz s hoblovacím ozubením, které zajišťuje vyšší oběžnou rychlost, možnost řezání ve všech směrech vzhledem ke dřevním vláknům, vyšší řezný výkon a jednoduchost ostření.

3.6.1 Řetězové pily

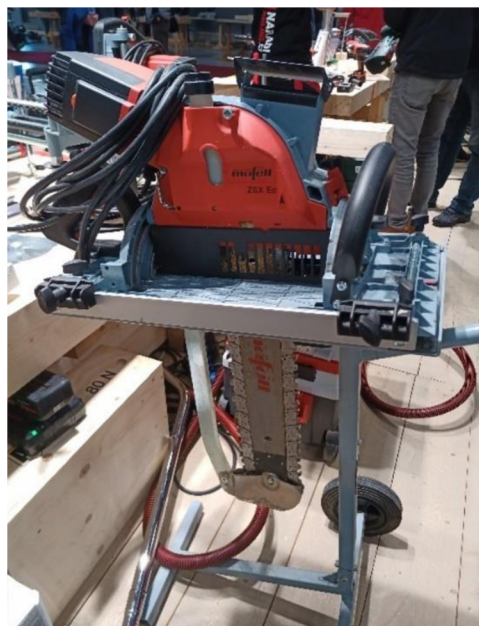
Řetězová pila je stroj sestávající z pilového řetězu, lišty, motoru, karburátoru, a převodovky. Motor se používá buď spalovací (dvoutaktní, vzduchem chlazený, jednoválcový nebo dvouválcový) nebo elektrický. Pilový řetěz poháněný motorem vykonává přímočarý pohyb ve vodící liště, která udává maximální prořez stroje. Je zásadní, aby byl řetěz správně napnut, nebo by mohlo dojít k jeho přetržení. Zároveň se tímto prodlouží jeho životnost (Carlson, 1954).

Největší předností řetězových pil při budování dřevostaveb je značná řezná kapacita, která umožňuje krácení konstrukčních hranolů i těch největších standardních průřezů (ilustrováno na obrázku 29) a vysoká portabilita, činící z nich ideální nástroj pro hrubé zakracování materiálu v zájmu zjednodušení manipulace. K tomuto přispívá i vysoká řezná rychlost, která je však vykoupená hrubostí řezu.



Obrázek 29 Hrubé krácení elektrickou řetězovou pilou

Další verzí ruční řetězové pily je takzvaná tesařská řetězová pila (obrázek 30). Od té předešlé se liší především pracovním stolem, který je součástí pily a pokládá se na opracováváný materiál. Pilový řetěz je proto vždy svisle. Princip obrábění zůstává stejný, vedlejší posuv nástroje do obrobku je však odlišný. Pila je ručně posouvána po ploše materiálu, pilový řetěz ubírá dřevní hmotu vždy ve směru pohybu nahoru. Je také možné sklopit lištu s řetězem, provádějící tak řez pod úhlem až $\pm 60^\circ$.



Obrázek 30 Tesařská řetězová pila na odkládacím vozíku

Konstrukce pily zajišťuje provedení řezu přesně pod nastaveným úhlem, což je jeho největší předností. V kombinaci s vodící lištou nebo dorazovým pravítkem tak stroj umožňuje dělit dřevo vždy kolmo (jak by byl nejčastěji nastaven) a rovným řezem, což jej odlišuje od klasických ručních řetězových pil. Na rozdíl od nich je proto tento stroj vhodný pro přesné příčné i podélné řezání trámů na dílce krovu.

Následuje typ stroje využívající stejného nástroje, avšak konstrukce a způsob obrábění s ním se od řetězových pil velice liší.

3.6.2 Řetězové dlabačky

Tyto stroje slouží k výrobě dlabů pro čepy a plátování, k čemuž používají systém ne nepodobný klasickým řetězovým pilám. Pilový řetěz je poháněn elektromotorem přes ozubené kolo (řetězku) po vodící liště, která je na konci opatřena vodícím kolem. Rozdílem je, že dlabací řetězy jsou kratší, širší a zpravidla víceřadé, jako je tomu na obrázku 31. Také používají rovné sekací ozubení. Napnutí řetězu je nastavováno posunem vodící lišty. Velikost řetězu přímo určuje rozměr výsledného dlabu. Pokud je potřeba velikost změnit, musí se spolu s řetězem vyměnit i vodící lišta (Barcík a kol., 2013).



Obrázek 31 Ruční řetězová dlabačka

Tyto stroje umožňují provádění velmi specifické činnosti, která se již v moderních dřevostavbách používá méně. Alternativní metodou výroby dlabu je použití vrtáku do dřeva, kterými se vytvoří hrubý otvor, a následně dořiznutí požadovaného tvaru dlabu ručním dlátem. Použití ruční řetězové dlabačky je nesporně rychlejší a je dostatečně přesné. V moderních krovech jednodušších dřevostaveb však mizí potřeba spojování prvků krovu čepem a dlabem.

Poslední popisovanou skupinu představují velice odlišné nástroje a stroje. Zatímco doteď probíhalo oddělování třísky vnikáním ostré hrany nástroje do obrobku, následující typ obrábění má fyzikálně mnohem blíže tření.

3.7 Brusné nástroje

Tyto nástroje pracují na principu abrazivního obrábění, kdy velké množství malých brusných zrn z obrobku vyrývají (škrábou) jeho částice. Z fyzikálního hlediska je obroušení materiálu dosaženo pomocí tření mezi zrny brusného nástroje a obrobkem. Samotný nástroj se skládá z brusiva, pojiva a podkladového materiálu. Jako podkladový materiál se používá podkladový papír, podkladová tkanina (popřípadě jejich kombinace), nebo vulkánfibr. Brusiva dělíme na přírodní nebo umělá (vyrobená syntézou) (Barčík a kol., 2013).

Brusný nástroj se vyrábí v různých podobách podle stroje, který je používá. Existují brusné kotouče, nekonečné pásy, papíry podoby deltoidu, obdélníku a dalších speciálních tvarů. Ke stroji se přichytávají buď pomocí suchého zipu na brusném papíru a pohyblivé části zařízení, nebo v případě brusného pásu napnutím nástroje mezi poháněné válce. Lze používat i samotný brusný papír pro ruční broušení, tento způsob je však značně neefektivní, nachází malé uplatnění při konstruování dřevostaveb.

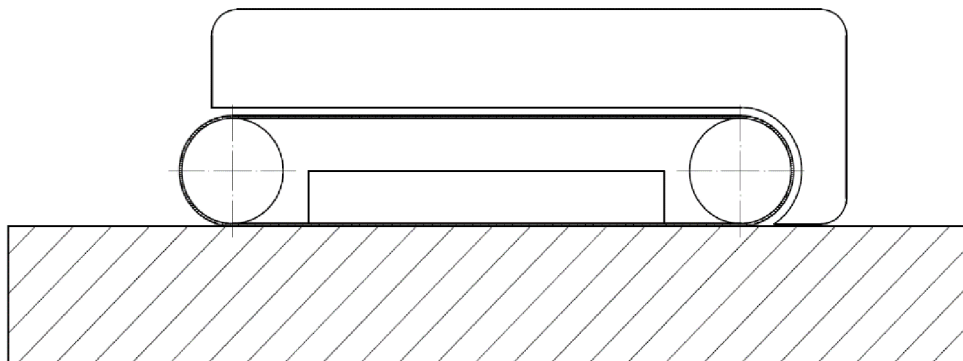
Znakem broušení je velmi malá oddělovaná tříska a vysoká řezná rychlost. Tato dvě specifika zapříčiňují vysoký měrný řezný odpor. Brusky tedy musí být zkonstruované tak, aby měly dostatečný výkon k udržování pohybu brusného papíru navzdory vysokému odporu (Klaban, 1975).

Tyto stroje jsou využitelné pro finální povrchovou úpravu pohledových dřevěných prvků dřevostavby před nanášením nátěrových hmot. Jako takové nedosahují přílišného

využití, přesto uvedu několik ručních strojů, se kterými je možné se na stavbě setkat, počínaje ručními pásovými bruskami.

3.7.1 Ruční pásové brusky

Ruční pásové brusky využívají k broušení dřeva nekonečného brusného pásu upnutého mezi dvěma pásovniciemi – hnací a napínací (obrázek 32). Hnací pásovnicice je řemenem spojena s elektromotorem, který ji pohání. Pracuje na stejném principu jako stolní pásová bruska, avšak s tím rozdílem, že se pokládá stroj na obrobek a ne naopak (Feirer, 1986).



Obrázek 32 Schéma ruční pásové brusky

Znakem tohoto stroje je vysoká rychlost úběru. Je proto nutné jím při broušení pohybovat po ploše, aby nedošlo k probroušení povrchu materiálu. Praktické využití pásové brusky není velké, slouží nejčastěji k efektivnímu srážení hran pohledových hranolů a k odbroušení většího množství materiálu. Pro vyšší jakost povrchu před natíráním je lepší použít excentrickou brusku, jejíž princip bude popsán v následující podkapitole.

3.7.2 Kotoučové brusky

Kotoučová bruska je stroj, který k úběru materiálu využívá brusného kotouče. Kvůli nerovnoměrné brusné rychlosti, zapříčiněné rozdílnou obvodovou rychlostí (mění

se od nulové na středu kotouče po maximální na obvodu kotouče), je výbrus méně kvalitní a na obroušených plochách vznikají často znatelné rýhy. Kotoučové brusky se používají na broušení ploch boků a hran menších masivních dílců (www.slideserve.com, 7.4.2022).

Úhlové brusky

Úhlové brusky pracují pouze na základě rotačního pohybu. Vyznačují se kotoučem kolmým k ose vřetena a elektromotorem. Jsou schopny vyvinutí vysokých řezných rychlostí, jsou proto lepší pro hrubý úběr materiálu. Obráběcí nástroj, brusný papír, se ke stroji připevňuje buď pomocí suchého zipu na adaptér, jak je tomu v příkladu na obrázku 33, nebo má podobu takzvaného lamelového brusného kotouče (Záhejský, 2014).

Lze je dobře využít k zbroušení čelních ploch pohledových dřevěných prvků konstrukce, jak je vidět na obrázku 33. Vysoká rychlost obrábění zajistí snadnou a rychle vykonanou práci s dostačující kvalitou výsledného povrchu. Nebezpečím při používání tohoto stroje však zůstává možnost přílišného probroušení materiálu, pokud obrábíme tangenciální nebo radiální plochu oproti tvrdší čelní ploše, a vznik viditelných kruhových vrypů na povrchu.

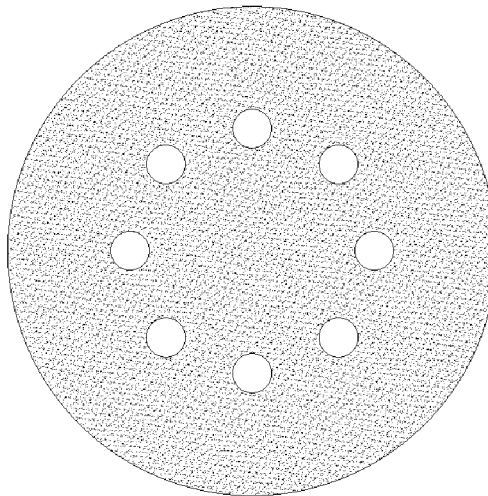


Obrázek 33 Úhlová bruska s brusným kotoučem

Excentrické brusky

Excentrické brusky pracují na principu kombinace kmitavého pohybu s kruhovým pohybem nosného talíře. Rychlost úběru je značně nižší než u úhlových brusek, díky tomu se hodí spíše pro finální broušení, neboť v materiálu nevznikají hlubší rýhy, což zajišťuje vysokou jakost povrchu.

Na obrázku 34 je patrný důležitý prvek brusných kotoučů excentrických brusek – šest, osm, deset nebo osmnáct otvorů, které slouží pro odvádění dřevního prachu během broušení. Obdobně se na excentrických bruskách nachází stejný počet otvorů v rotační části stroje, které jsou připojeny k integrovanému odsávání. Díky této konstrukci se zvyšuje efektivita broušení a jakost kvalita výsledné plochy obrobku. Je však potřeba během práce používat co nejvíce obvodovou plochu kotouče, aby nedošlo k předčasnému poškození nosného podkladu roztržením o nerovnosti povrchu obrobku. Zvláště je třeba na toto pamatovat při broušení hran.



Obrázek 34 Brusný kotouč excentrických brusek

V praxi nejsou při budování dřevostaveb potřebné. Broušení efektivnější ruční pásovou bruskou je dostačující jako koncová povrchová úprava i u pohledových prvků dřevostaveb před natíráním.

Poslední kapitola přímo popisující dřevoobráběcí stroje je věnována nejmodernější skupině obráběcích strojů. Co se efektivity a kvality obrobení týče, neexistuje lepšího strojního vybavení.

3.8 CNC a NC stroje

Alternativou k téměř všem předcházejícím strojům jsou CNC nebo NC obráběcí centra. Tyto stroje se používají pro obrábění téměř jakýchkoliv materiálů a jsou známy pro svou rychlost, přesnost a flexibilitu. Jejich nevýhodou je však enormně vysoká pořizovací cena v závislosti na požadované možnosti obrábění.

Zkratka CNC (computer numeric control) se překládá jako číslicové řízení počítačem a vyjadřuje způsob řízení automatického pracovního cyklu stroje. Všechny údaje pro řízení, jako jsou otáčky, posuv nebo dráha, jsou zadány do příslušného softwaru, který je zakóduje do podoby srozumitelné pro řídicí systém stroje. Ten je zpracuje a pošle k odpovídajícím ovládacím prvkům, které jsou přímo zapojeny do obrábění (Edward, 2016).

Na obrázku 35 lze vidět NC čepovací frézku ZAF 250 firmy Mafell. NC stroje se vyznačují nižší flexibilitou oproti CNC strojům – řídicí systém nepoužívá počítačový program, veškeré informace o obrábění musí být ručně nastaveny přímo na stroji. V tomto případě obrábění zajišťuje frézovací hlava, schopná opracovat 4 strany v jednom pracovním cyklu. Nastavuje se pouze délka, šířka a úhel čepu. Stroj tedy dokáže vytvořit čep téměř jakéhokoliv tvaru a velikosti mnohem rychleji a přesněji, než by se to podařilo ruční prací. Toto je však vykoupeno vysokými pořizovacími náklady a v podstatě neexistující pohyblivostí stroje. Je nutné s ním pracovat v dedikovaném halovém prostoru.



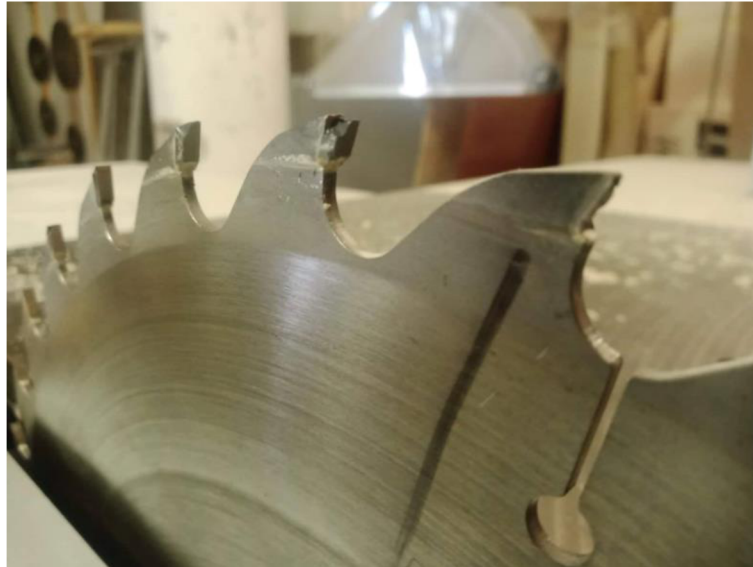
Obrázek 35 NC čepovací frézka ZAF 250

3.9 Zákonitosti pro optimální práci s uvedenými dřevoobráběcími stroji a nástroji

Přestože se od sebe jednotlivé typy dřevoobráběcích nástrojů a strojů značně liší, je zde mnoho společných zákonitostí, které je třeba dodržovat, aby se práce s nimi dala označit jako optimální, jinými slovy tak efektivní, jak je v daných podmínkách práce možné. Uvedeny budou jak tato pravidla společná, tak i specifická. Pokud zde nebude zmíněna některá skupina nástrojů a strojů, znamená to, že pro ně platí pouze uvedené společné zásady.

Základním determinantem optimálního obrábění dřeva jakýmkoliv strojem je stav nástroje. Jeho ostrost, celistvost a správný tvar jsou naprosto zásadní pro průběh i výsledek obrábění. Správně nabroušený nástroj umožňuje hladké vnikání do materiálu, snižuje namáhání působící na nástroj, stroj i obsluhu, zvyšuje rychlost obrábění a také bezpečnost při práci.

Z toho vyplývá, že před započítím obráběcí činnosti je zdravo vizuálně zkontrolovat míru opotřebení nástroje. Především u nástrojů s ozubením z SK plátek lze snadno zjistit jejich poškození (viz obrázek 36). Výměnou nevhodného nástroje za nový se dosáhne zvýšení rychlosti obrábění a snížení vibrací.



Obrázek 36 Pilový kotouč s poškozenými SK plátky

S tímto je spjatá druhá zákonitost, tedy materiál, ze kterého je dřevořezný nástroj vyráběn. Kvalitnější materiály prodlužují životnost nástroje, umožňují vytvoření ostřejší hrany řezného klínu, v mnohých případech dokonce přímo předurčují možnosti obrábění daného nástroje. Přestože jsou pro většinu operací spjatých s výrobou dřevěných prvků dřevostaveb dostačující nástroje vyrobené z méně kvalitních materiálů, použití materiálů lepších zvýší rychlost obrábění, zmenší řezný odpor, prodlužujíc tak životnost dřevoobráběcího nástroje i stroje, a znatelně zvýší kvalitu a přesnost řezu.

Třetím bodem jsou parametry stroje. Pokud máme sebelepší dřevořezný nástroj, ale stroj, který ho používá, nemá dostatečný výkon, maximální otáčky nebo kvalitu zpracování konstrukce, je práce s ním naprosto neefektivní. Mnoho operací přímo vyžaduje určité vlastnosti stroje, bez kterých by bylo mnohem náročnější je vykonat. Příkladem může být maximální prořez kotoučových pil. Během budování dřevostaveb, nejčastěji pak výroby krovu, je zapotřebí zakracovat dřevěné trámy větších průřezů. Použitím malé kotoučové pily by nebylo možné provést řez najednou.

Čtvrtým společným pravidlem je kvalifikovaná obsluha. Proškolený pracovník s delší praxí dokáže provést určitou činnost daleko rychleji a bezpečněji než pracovník nezkušený. Dovednosti obsluhy jsou pro efektivitu stejně důležité jako kvalita nástroje nebo parametry stroje. V případě obsluhy strojů složitějších, jako jsou CNC stroje, je dokonce nemožné s nimi operovat bez patřičné kvalifikace.

Základním předpokladem optimální práce s dřevoobráběcími nástroji a stroji je tedy kombinace používání nástrojů z kvalitních materiálů, jejich správná údržba, použití správného stroje pro danou operaci a kvalifikovanost jeho obsluhy.

Výše popsané sedlové frézky umožňují velmi rychlé a přesné vytvoření sedla na krokách. Pro ještě vyšší efektivitu je však příhodnější vytvořit sedla na více krocích najednou. Je k tomu zapotřebí použít dřevěné hranoly s délkovými nadměrky. Položí se vedle sebe a napříč se do nich všech vyfrézuje sedlo požadovaných rozměrů za pomoci vodící lišty, jejíž délka přímo určuje maximální počet takto zpracovaných kroků. Teprve pak se krokve na obou koncích délkově zakrátí. Toto představuje optimální způsob výroby sedel ručními stroji z hlediska efektivity.

Pro práci s vrtačkami je specifické, že se na stavbě používají velmi často, avšak nahodile, a to jak pro výrobu děr ve dřevěných i nedřevěných materiálech, tak i pro zavrtávání spojovacích prvků. Kvůli tomu má zpravidla každý pracovník svoji vrtačku neustále u sebe, jelikož se tyto činnosti objevují nahodile. Aby bylo možné použít jeden stroj s různými typy nástrojů a nestrávil se příliš mnoho času jejich upínáním do sklíčidel, je optimálnější použít vrtáky s hexagonovou stopkou, díky které je možné jejich rychloupnutí do uzamykatelného držáku bitů, který je buď přímo součástí řady prodáváných vrtaček, nebo se dá upnout do klasického sklíčidla.

Velmi častou činností při práci s ručními okružními pilami je délkové zakracování konstrukčních hranolů. Možnosti výkonu dané práce jsou vedení řezu od ruky, což však vyžaduje zkušenosti, aby byla výsledná kolmost v rámci tolerance, použití tesařského úhelníku pro vedení pily, nebo, v nejlepším případě, řezání ruční okružní pilou s kapovací lištou. Z hlediska optimalizace této operace je alternativou použít pilu pokosovou, která nejenom provede řez rychleji, ale je i přesnější a zajišťuje vytvoření skutečně pravého úhlu. Jelikož je však tento stroj velice málo mobilní a tato operace probíhá nejčastěji přímo na stavbě, je zapotřebí zajistit snadný přísun materiálu a dostatečný prostor pro manipulaci s ním. V mnohých případech, například když je potřeba zakrátit pouze malý počet hranolů nebo se pracuje v malých prostorech, je použití ruční kotoučové pily (v nejlepším případě s kapovací lištou) lepší alternativou.

V případě práce s CNC stroji vstupují do hry nové parametry. Zatímco ručně používané dřevoobráběcí stroje požadují přímé zapojení obsluhy, u CNC strojů lze

obrábět téměř bez lidského přičinění. Oproti tomu je potřeba věnovat více pozornosti přípravě obrábění v počítačovém softwaru a materiálovému toku během samotného obrábění. Pakliže se podaří dodávat materiál a odebírat výrobky dostatečně rychle, aby nedocházelo k prodlevám během práce na CNC strojích, efektivita tohoto způsobu obrábění nemůže být překonána.

Poslední část této práce je věnována možnému vývoji na poli dřevoobráběcích nástrojů a strojů z hlediska jejich efektivity.

3.10 Predikce technologického vývoje dřevoobráběcích nástrojů a strojů v oblasti efektivity

Ačkoliv se může zdát, že ve vědě došlo již k poznání většiny možných technologií a procesů, co se zpracování dřeva týče, toto zdání klame. Jak již historie mnohokrát ukázala, dochází ke stále novým a nepředvídatelným objevům, které otevírají dveře dalším a stále modernějším poznatkům. Těžko by bez objevení elektřiny došlo k vynalezení žárovky, kterou dnes již považujeme za samozřejmost.

V oblasti dřevoobráběcích nástrojů je nejpravděpodobnější vývoj materiálů, ze kterých jsou vyráběné. Dochází k vynalézání slitin, kompozitních materiálů a lepšímu využívání materiálů známých. Toto vše přináší nové možnosti pro vylepšení stávajících nástrojů, a to především materiálů jejich řezných částí, vylepšující tak jejich vlastnosti, jako jsou tepelná odolnost, houževnatost nebo schopnost uchovávat si ostrost i po intenzivním používání. Jak trefně napsal Sedlecký (2017): „... je důležité z pohledu praxe dále zkoumat nově vzniklé nástrojové materiály přímo v obráběcím procesu a porovnávat je s materiály již používanými.“

U dřevoobráběcích strojů můžeme očekávat větší vývoj. Jelikož se jedná o komplexní soustavu mechanismů, mnohé z jeho částí mohou být jednotlivě vylepšovány nebo nahrazovány lepšími technologiemi. Stále je co zdokonalovat v určitých charakteristikách strojů, jako je například jejich přesnost obrábění, definovaná chybou rozměrů a tvaru obrobku s ohledem na původní plán výroby (Kvietková a Sedlecký, 2019).

Zásadním faktorem, který ovlivňuje efektivitu a stále je možné ho zdokonalovat, je kvalita zpracování a konstrukce stroje. Kvalitně navržené a vyrobené nářadí umožní obsluze vykonat nesrovnatelně přesnější a bezpečnější práci za kratší časový úsek. Toto navíc vede k vyššímu zhodnocení práce. Především však lze na poli kvality neustále postupovat vpřed a implementací nejnovějších technologií a poznatků zlepšovat technologie stávající (Růžička, 2006).

4 Metodika

Tato bakalářská práce, zkoumající dřevoobráběcí nástroje a stroje používané během budování dřevostaveb, jejich charakteristikou a rozdělením, byla vytvořena na základě analýzy poznatků z odborné literatury zabývající se problematikou dřevořezných nástrojů, materiálů pro jejich výrobu a činnostmi, které umožňují vykonávat. Část informací byla sepsána po konzultaci s dotazovaným řemeslníkem s dlouholetou praxí v oboru budování dřevostaveb a zaměstnanci firmy Mafell, vyrábějící dřevoobráběcí nástroje a stroje. Vycházel jsem také z článků zabývajících se zkoumanou problematikou a internetových zdrojů. Přehled použité literatury, ať již v tištěné nebo elektronické verzi, je uvedena na konci práce v seznamu použitých zdrojů.

Zmíněny musí být i poznatky získané studiem na České zemědělské univerzitě v Praze. Nejvíce prospěšnými předměty pro tuto práci byly: Dřevařské a nábytkářské stroje, Obrábění dřeva a dřevořezné nástroje, Technické materiály nedřevěné a Výroba nábytku. Neopomenutelné jsou také zkušenosti získané praxí ve firmě stavějící dřevěné konstrukce.

5 Diskuse

Ačkoliv existuje řada publikací a prací na téma obrábění dřeva nebo dřevoobráběcích strojů, nemnoho z nich se úzce specializuje na stroje a nástroje využívané speciálně během budování dřevostaveb, proto nejdou přímo porovnat s touto prací. Pakliže ano, jedná se často o pouhé uvedení existence určitého stroje pro konkrétní činnost, dřevoobráběcí nástroj je však zanedbán.

V porovnání s řadou použité literatury, jako například s Ramusem (2004), Jostenem a kol. (2010) nebo Corbettem (2007), je také nutno konstatovat, že se povětšinou zabývá truhlářským zpracováním dřeva. Přestože je mnoho principů a postupů společných, budování dřevostaveb je velice komplexní záležitost, která zahrnuje jak truhlářskou činnost, tak také, a to v daleko větší míře, tesařství.

Nastává zde ovšem problém, že práce, zabývající se tesařstvím, jsou mnohem častěji zaměřeny na spojovací prvky krovů, jejich nákresy a již méně způsoby jejich výroby. Pakliže práce obsahují postupy výroby daných spojovacích prvků, zaměřují se povětšinou na jejich ruční výrobu a neberou v potaz nejefektivnější způsob jejich vytvoření, který zahrnuje nejmodernější strojní technologie, které jsou uvedeny v této práci.

6 Závěr

Po celou existenci lidstva docházelo ke zdokonalování nástrojů, které člověk používal. V současnosti toto můžeme dobře sledovat na dostupných technologiích v oblasti zpracování dřeva. Jsme schopni vyrobit téměř cokoliv, co se nám zamane, a to stále dokonalejšími nástroji, umožňujícími rychlejší a přesnější práci.

V oblasti dřevostaveb tak docházíme do bodu, kdy jsou nám k dispozici nejmodernější stroje a nejpokročilejší způsoby obrábění. Zároveň však je stále možnost používání starších technologií a postupů, které mají stále své určité místo. Otázkou zůstává: co je nejlepší použít?

Pouze znalosti v oblasti dřevoobráběcích strojů a nástrojů umožní alespoň přiblížení se k odpovědi na tuto otázku. Mít přehled o existujících technologiích a možnostech jejich využití, zároveň však brát v potaz jejich cenu a nároky na provozování. Můžeme se snažit zapojit do výroby jen ty nejpokročilejší výdobytky vědění v oblasti zpracování dřeva, bez kompletní znalosti oblasti strojů a nástrojů a optimalizace práce s nimi však není možné dosáhnout žádaného výsledku, a to co nejefektivnější výroby dřevostaveb.

Každá situace si žádá své vlastní řešení. Každá požadovaná činnost vyžaduje zapojení specifických strojů ve spojení s nejvhodnějším nástrojem. Pouze pak lze hovořit o efektivním budování dřevostaveb. Implementací těchto poznatků do praxe a především přemýšlením nad využitelností nejnovějších technologií na poli budování dřevostaveb se zvýší rychlost výroby jednotlivých prvků, bezpečnost při práci a kvalita celkové výroby. Je však třeba nespokojit se s používáním pouze zavedených strojů a nástrojů, a stále hledat nové způsoby zefektivnění práce.

7 Seznam použitých zdrojů

- BARCÍK, Š., 2001. *Stroje a zariadenia – návody na cvičenia*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 150 s. ISBN 80-228-1035-5.
- BARCÍK, Š., 2009. *Technika pre výrobu nábytku*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 263 s. IISBN 978-80-228-2055-4.
- BARCÍK, Š., KVIETKOVÁ M., BOMBA J., SIKLIENKA M., 2013. *Dřevoobráběcí nástroje – údržba a provozování: vysokoškolská učebnice*. Praha: Powerprint. 355 s. ISBN 978-80-87415-80-1.
- BLANC, G., 2010. *Dřevo od A do Z*. 3. vydání. Dobřejovice: Rebo Productions CZ. 427 s. ISBN 978-80-255-0389-8.
- BÖHM, M., REISNER J., BOMBA J., 2012. *Materiály na bázi dřeva*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. 183 s. ISBN978-80-213-2251-6.
- CARLSON, D. A., 1954. *The developement of chain saws in the Douglas-fir region*. Bakalářská práce. Oregon state college.
- CORBETT, S., 2007. *Práce se dřevem*. Čestlice: Rebo. 256 s. ISBN 80-7234-663-6.
- EDWARD, F., 2016. *Getting Started with CNC*. San Francisco: Maker Media, Inc. 166 s., ISBN 978-1-457-18336-2.
- FEIRER, L. J., HUTCHINGS, R. G., 1986. *Carpentry and Building Construction*. 3rd edition. 1120 s. ISBN 0-02-667390-8.
- FORRESTER, P., 2011. *Práce se dřevem: kompletní obrazový průvodce technikami*. Praha: Slovart. 256 s. ISBN 978-80-7391-475-2.
- GORING, L., 2018. *Manual of First and Second Fixing Carpentry*. 4th edition. New York: Routledge. 302 s. ISBN: 978-1-138-29600-8.
- HÁJEK, V., 1993. *Pracujeme se dřevem*. Praha: Svoboda-Libertas. 369 s. ISBN 80-205-0323-4.
- JAHN, V., J., POKORNÝ, M., 1870. *Kronika práce, osvěty, průmyslu a nálezův. Díl třetí: Dobývání surovin z nitra země, z povrchu a z vody*. Praha: I. L. Kober. 399 s.

- JOSTEN, E., REICHE, T., WITTCHEN, B., 2010. *Dřevo a jeho obrábění – průvodce truhláře*. Praha: Grada Publishing. 336 s. ISBN 978-80-247-2961-9.
- KLABAN, J., 1975. *Řezivost brusných kotoučů při rovinném broušení obvodem kotouče*. Diplomová práce. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní.
- KVIETKOVÁ, M., 2015. *Obrábění dřeva*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. 295 s. ISBN 978-80-213-2604-0.
- KVIETKOVÁ, M., SEDLECKÝ, M., 2019. *Stroje a zařízení pro zpracování dřeva I*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. 98 s. ISBN 978-80-213-2982-9.
- LISIČAN, J. a kol., 1996. *Teória a technika spracovania dreva*. Zvolen: Matcentrum. 625 s. ISBN 80-967315-6-4.
- MIKULOVÁ, M., 2009. *Frézovací stroje současné produkce*. Bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně.
- MILLER, R. M., MILLER, R., 2016. *Carpentry and construction*. 6th edition. New York: McGraw-Hill Education. 800 s. ISBN 978-1-259-58742-9.
- NOVÁK, P., 2011. *Encyklopedie nářadí, strojů a pomůcek*. Praha: Národní zemědělské muzeum. 208 s. ISBN 978-80-86874-38-8.
- NUTSCH, W. a kolektiv, 1999. *Příručka pro truhláře*. Praha: Sobotáles. 540 s. ISBN 80-85920-60-3.
- PATŘIČNÝ, M., 2010. *Pracujeme se dřevem – základní příručka*. 4. vydání. Praha: Grada publishing. 112 s. ISBN 978-80-247-3581-8.
- RAMUS, M., 2004. *Encyklopedie práce se dřevem*. Praha: Columbus. 512 s. ISBN 80-7249-187-3.
- RŮŽIČKA, M., 2006. *Stavíme dům ze dřeva*. Praha: Grada Publishing. 120 s. ISBN 80-247-1461-2.
- SEDLECKÝ, M., 2017. *Vliv druhu materiálu nástroje na kvalitu opracovaného povrchu při podélném frézování dřeva a materiálu na bázi dřeva*. Disertační práce. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze.
- SVOREŇ, J., 2002. *Drevárske stroje – časť I*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 169 s. ISBN 80-228-1188-2.

SVOREŇ, J., 2006. *Drevárske stroje – časť II*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 149 s. ISBN 80-228-1565-9.

SVOREŇ, J., 2011. The analysis of the effect of the number of teeth of the circular-saw blade on the critical rotation speed. *4th International conference – WOODWORKING TECHNIQUES*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. 576 s. ISBN 978-80-213-2182-3.

ZÁHEJSKÝ, P., 2014. *Inovace úhlové brusky*. Bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně.

Internetové zdroje

<https://produkte.mafell.de/trc/cz/drazovaci-frezka-nfu-50> (citováno 6.4.2022).

<https://produkte.mafell.de/trc/cz/sedlova-frezka-zk-115-ec> (citováno 18.12.2021).

<https://www.slideserve.com/goro/brusky-vod> (citováno 7.4.2022).

JACK, H., 1993. *Manufacturing Processes* (online). Dostupné z:

http://engineeronadisk.com/V2/notes_manufacturing/engineeronadisk.html.

ŁABANOWSKI, W., 2016. *Maszyny do obróbki drewna: Dostosowanie do wymagań minimalnych*. 3. vydání. Warszawa: Państwowa inspekcja pracy. Dostupné z: <https://www.pip.gov.pl/pl/f/v/156900/maly-drewno.pdf> (citováno 4.4.2022).

OTTO, J., 1902. *Ottův slovník naučný: illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí*. Praha: J. Otto. Svazek 18. Dostupné z: <http://www.digitalniknihovna.cz/nkp/uuid/uuid:6e99bf30-e6e0-11e4-a794-5ef3fc9bb22f> (citováno 26.2.2022).