

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



Dřevoobráběcí nástroj jako základ dobrého stroje

Bakalářská práce

Autor: Libor Podroužek

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

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Libor Podroužek

Dřevařství

Podnikání ve dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu

Název práce

Dřevoobráběcí nástroj jako základ dobrého stroje

Název anglicky

Woodworking tool as the basis of a good machine.

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je deskripce dřevořezného nástroje jako základu strojního zařízení. Přiblížení současného stavu a trendů ve vývoji dřevoobráběcích nástrojů a strojů.

Metodika

Rozdělení a charakteristika dřevoobráběcích nástrojů a příslušných strojních zařízení. Soupis a charakteristika materiálů, ze kterých se vybraný nástroj (skupina nástrojů) vyrábí. Cenová dostupnost a zároveň využití v pracovním procesu. Součástí práce je návrh standardizace údržby – schéma stroje s vyznačenými servisními místy, popis jednotlivých servisních úkonů, které má operátor stroje vykonat denně, týdně a pod.

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

- 1/ červenec – srpen 2020: literární rešerše – analýza literatury s přehledem dosavadních poznatků o řešeném problému a vymezení základních pojmů, které budou používány v práci,
- 2/ září – prosinec 2020: návrh standardizace údržby,
- 3/ leden – březen 2021: sepisování výsledků a dokončení závěrečné práce,
- 4/ duben 2021: odevzdání závěrečné práce.

Doporučený rozsah práce

40 – 50 stránek

Klíčová slova

nástroj, obrábění, stroj

Doporučené zdroje informací

BLAŽEK, V. Strojní obrábění dřeva. Základní poznatky pro dělníky a pracovní kolektivy v dřevařské výrobě a pomůcka ke školení a opakování. Kurs technických znalostí sv. 132. SNTL Praha. 1970. 80 s., ISBN 04-801-71.

JOSTEN, E. REICHE, T. WITTCHEN, B. Dřevo a jeho obrábění. Grada Praha. 2010. 333 s., ISBN 978-80-247-2961-9.

KVIETKOVÁ, M. Obrábění dřeva. CARTER Praha. 2015. 295 s., ISBN 978-80-213-2604-0.

PROKEŠ, S. Obrábění dřeva a nových hmot ze dřeva. SNTL Praha. 1982. 584 s., ISBN 04-833-82.

PROKEŠ, S. Údržba a ostření dřevoobráběcích nástrojů. SNTL Praha. 1975. 184 s., ISBN 04-820-78.

WALKER, J. C. F. Primary Wood Processing. Springer Dordrecht. 2006. 596 s., ISBN 13 978-1-4020-4392-5.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 8. 7. 2020

Ing. Radek Rinn

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 26. 01. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Dřevoobráběcí nástroj jako základ dobrého stroje vypracoval samostatně pod vedením paní doc. Ing. Moniky Sarvašové Kvietkové, PhD. a použil jsem jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne.....

Podpis autora

Poděkování

Chtěl bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce paní doc. Ing. Monice Sarvašové Kvietkové, PhD. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

Abstrakt:

Bakalářská práce na téma **Dřevořezný nástroj jako základ dobrého stroje** byla vypracována v rámci bakalářského studia na fakultě Lesnické a dřevařské a zabývá se problematikou řezných nástrojů na obrábění dřeva.

Práce je rozdělena do čtyř částí. První část se zaměřuje na literární rozbor problematiky, úvod, historii obrábění dřeva a materiály, ze kterých se dřevoobráběcí nástroje vyrábí. Druhá část se věnuje rozdělení dřevoobráběcích nástrojů, jejich charakteristice a geometrii. Ve třetí části je návrh standardizace údržby, popis jednotlivých úkonů, které má pracovník vykonávat denně a týdně, včetně výkresové dokumentace s vyznačenými místy, kde je zapotřebí provádět údržbu. Poslední část je zaměřená na cenovou dostupnost nejčastěji využívaných nástrojů.

Klíčová slova: nástroj, obrábění, stroj

Abstract:

This Bachelor paper named **A wood working tool as the basis for a good machine** was completed in a bachelor program of the Faculty of Forestry and Wood Sciences and deals with the topic of cutting tools for wood machining.

The paper is divided into four parts. The first part focuses on literary analysis of this topic, the introduction, the history of the wood machining and material which wood-working tools are made of. In the second part we will look at the division of wood-working tools, their characteristics and geometry. The third part consists of a concept for maintenance standardization, a description of individual tasks which a worker is supposed to do on a regular daily and weekly basis, including a drawing documentation with particularly marked spots which are necessary to be taken maintenance care of. The last part describes price availability of the most frequently used tools.

Key words: tool, wood - working, machine

Obsah

1. Úvod	11
2. Cíl práce.....	12
3. Metodika.....	13
4. Literární rozbor problematiky	14
4.1. Úvod do obrábění dřeva	14
4.1.1. Historie obrábění dřeva.....	17
4.1.2. Charakteristika dřevoobráběcích nástrojů a geometrie nástrojů.....	19
4.2. Materiály pro výrobu dřevoobráběcích nástrojů	20
4.2.1. Nástrojové ocele.....	20
4.2.2. Slinuté karbidy	21
4.2.3. Tvrdokovové návary	21
4.2.4. Stelit.....	21
4.2.5. Keramika	22
4.3. Opatření řezného klínu a údržba dřevoobráběcích nástrojů	22
4.3.1. Údržba pilových nástrojů	25
4.3.2. Údržba ostatních nástrojů.....	25
5. Rozdělení dřevoobráběcích strojů a nástrojů	27
5.1. Kotoučové pily.....	27
5.1.1. Pilové kotouče	28
5.2. Pásové pily	31
5.2.1. Pilové pásy	32
5.3. Svislé rámové pily	34
5.3.1. Pilové listy	35
5.4. Frézky.....	38
5.4.1. Kotoučové frézy	38

5.4.2. Stopkové frézy	40
5.5. Vrtačky.....	41
5.5.1.Vrtáky	41
6. Návrh standardizace údržby.....	46
6.1. Trendy.....	49
7. Cenová dostupnost nástrojů	50
8. Diskuze.....	52
9. Závěr	53
10. Seznam literatury a použitých zdrojů.....	54
11. Přílohy.....	58

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Hlavní a posuvný pohyb u vybraných metod obrábění.....	17
Obrázek 2 - geometrie nástroje	20
Obrázek 3 - Průběh opotřebení nástroje.....	24
Obrázek 4 - Stolní kotoučová pila.....	28
Obrázek 5 - Popis částí pilového kotouče	30
Obrázek 6 - Technologické schéma pásové pily.....	31
Obrázek 7 - Pilový pás	32
Obrázek 8 - Základní druhy zubů PP	33
Obrázek 9 - Schéma svislé rámové pily	35
Obrázek 10 - Trojúhelníkové nesouměrné ozubení	36
Obrázek 11 - Vlčí ozubení s lomeným hřbetem.....	37
Obrázek 12 - Pilový list.....	37
Obrázek 13 - Kotoučová fréza	39
Obrázek 14 - Geometrie ostří.....	40
Obrázek 15 - Popis stopkové frézy	41
Obrázek 16 - Části vrtáku	42
Obrázek 17 - Spirálovitý vrták.....	43
Obrázek 18 - Stupňovitý vrták	43
Obrázek 19 - Plochý vrták.....	44
Obrázek 20 - Frézový vrták.....	44
Obrázek 21 - Forstnerův vrták	45
Obrázek 22 - Zátkovník	45
Obrázek 23 - Formátovací pila.....	46
Obrázek 24 - Popis formátovací pily	47

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Základní rozdělení zpracování dřeva.....	15
Tabulka 2 - Četnost údržby	48
Tabulka 3- Cenová dostupnost pásové pily	50
Tabulka 4 - cenová dostupnost kotoučové pily.....	51
Tabulka 5 - Cenová dostupnost kmenové pásové pily.....	51

Seznam příloh

Příloha 1 - Formátovací pila – pohled shora	58
Příloha 2 - Formátovací pila – pohled z boku	59

1. Úvod

Dřevo je přírodní materiál rostlinného původu. Jeho největší výhodou je dobrá obnovitelnost, což u jiných materiálů jako jsou třeba kovy, není možné. Tento materiál má spoustu dalších kladných vlastností, jako je přirozená kresba dřeva, estetický vzhled, ale i samozřejmě mechanické a fyzikální vlastnosti. Dřevo se používá zejména k pilařskému zpracování, stavebním konstrukcím, výrobě nábytku, hudebních nástrojů, sportovního nářadí, ale i v papírenském a chemickém průmyslu.

Dřevo se vyznačuje poměrně vysokou pevností a pružností vůči nízké hmotnosti. Vyniká dobrými akustickými a tepelně izolačními vlastnostmi. Dobře se spojuje, lepí a opracovává. Také je při spalování zdrojem tepelné a světelné energie.

Samozřejmě dřevo má i své nevýhody, jako je anizotropní charakter, zvýšená hořlavost, snížená pevnost při narůstající vlhkosti a také hygroskopicitu. Známe také abiotické a biotické činitele, které značně ovlivňují degradaci dřeva.

Neodmyslitelně se dřevem jsou spojené stroje a nástroje na obrábění dřeva, o kterých budu mluvit v této práci. Takovým dřevořezným nástrojem se rozumí všechny nástroje na obrábění dřeva od odkorňovačů přes pily na nařezání surového dříví až po finální nástroje na opracování dřevěných dílců. Výrobní stroj je zařízení, které zpracovává materiál do výsledného tvaru, rozměru a jakosti povrchu funkčních ploch mechanickými, fyzikálními a chemickými pochody.

2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je seznámení se s nástroji, které se používají na zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva. Charakteristika nástrojů a činností, ke kterým jsou nástroje určeny.

Práce si klade za cíl nejenom jednotlivé nástroje rozdělit, ale i popsat charakteristika materiálů, ze kterých jsou nástroje vyrobeny.

Dalším dílčím cílem je i standardizace údržby, popis servisních úkonů, včetně četnosti kontroly funkčnosti stroje. Součástí práce je také cenová dostupnost nástrojů.

3. Metodika

Tato bakalářská práce se zabývá rozdělením a charakteristikou dřevoobráběcích nástrojů a jejich příslušných strojních zařízení. Zpracoval jsem ji na základě studia odborné literatury. Tato literatura se problematikou dřevořezných nástrojů, materiálů pro výrobu nástrojů a činnostmi nástrojů při zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva zabývá. Dále jsem čerpal z článků zabývajících se danou problematikou. Konkrétní použitá literatura v tištěné i elektronické podobě je uvedena na konci práce v seznamu literatury a použitých elektronických zdrojů.

Také jsem zde vycházel z poznatků získaných z hodin, které jsem při svém studiu na České zemědělské univerzitě v Praze navštěvoval, hlavní předměty, které tuto práci dopomohly dotvořit byly: Základy obrábění dřeva, Technologie prvostupňového zpracování dřeva a Technika a mechanizace zpracování dřeva.

4. Literární rozbor problematiky

V této kapitole si přiblížíme historii obrábění dřeva od dob pravěku do současnosti a pozastavíme se nad jeho důležitostí v dnešní době, pak pohyby při obrábění a s tím související geometrie nástroje. Část kapitoly se věnuje i základním informacím ohledně materiálů, ze kterých nástroje vyrábíme.

4.1. Úvod do obrábění dřeva

Obrábění bychom zjednodušeně mohli definovat jako technologický proces, kterým díky dřevoobráběcímu nástroji vytvoříme z polotovaru hotový výrobek předem požadovaného tvaru, rozměru a kvality. Technologie dělení a obrábění se realizuje v soustavě **stroj – přípravek – nástroj – obrobek**. Tato činnost může probíhat ručním nebo strojním způsobem.

Ručním způsobem se rozumí práce vykonávaná člověkem pomocí ručních nástrojů. Patří sem také práce vykonávané pomocí ručně ovládaných strojů, jako jsou ruční elektrické brusky, vrtačky a další. Při ručním obrábění je využívána fyzická síla a manuální zručnost pracovníka (Blažek, 1970).

V případě **strojního obrábění** je potřebná energie, která je přiváděna ve formě elektrické energie k obráběcímu stroji, kde se přeměňuje v energii mechanickou, využívanou pro uskutečnění obráběcího procesu.

Obrábění se podle břitové geometrie nástroje dělí na (Gazda, 2009):

- obrábění s definovanou geometrií břitu (soustružení, frézování, vrtání, vyhrubování, vystružování, vrtání, hoblování a další);
- obrábění s nedefinovanou geometrií (broušení, honování, lapování a další);
- nekonvenční metody obrábění (elektroerozivní, chemické, ultrazvukem, laserem, soustředěným paprskem).

Podle charakteru záběru řezání dělíme obrábění na:

- plynulé řezání, při kterém je řezný klín po celou dobu řezání stále v záběru;
- přerušované řezání, při němž řezný klín střídavě vchází a vychází ze záběru.

Postupem času dochází k tendenci co možná nejvíce činností provádět automaticky, tedy strojně. S tímto požadavkem se samozřejmě vyvíjí i dřevoobráběcí

nástroje. Strojní opracování má nesmírné výhody oproti tomu ručnímu, zejména v jeho rychlosti a přesnosti výroby.

Zpracování dřeva lze rozdělit na dělení a obrábění, a ty následně na třískové a beztřískové. Dělení je technologický proces, který na rozdíl od obrábění narušuje vzájemnou vazbu dřevních vláken a odděluje část obráběného materiálu. Při beztřískovém obrábění nám nevzniká žádná tříska, zatímco při třískovém vzniká vždy. V některých případech je tato tříska užitková jako u krájení, loupání a sekání. V jiných je pouze odpadová jako například u řezání, frézování a vrtání (Sacharov, 1983).

Pro přehlednost, následující tabulka (1) zobrazuje základní rozdělení zpracování dřeva.

Tabulka 1 - Základní rozdělení zpracování dřeva (Gazda, 2009)

Dělení	Beztřískové	Stříhání kulatiny a řeziva	
		Štipání	
		Dělení nožovými kotouči	
		Impulsové rázové řezání kotouči	
	Třískové	S velkou třískou	Krájení dých a deštiček
			Krájení dřevní slámy
			Stříhání a vystřihování
			Loupání dých
		S malou třískou	Řezání
			Sekání štěpek
Krájení a frézování malých třísek			
Drcení a egalizace třísek			
Rozvláknování	Mletí třísek a pilin		
	Hydromechanická defibrace a hydratace		
Obrábění	Třískové	Expanzní defibrace	
		Hoblování	
		Frézování	
		Soustružení a okružení	
		Vrtání	
		Dlabání	
		Škrabání	
		Rašplování a pilování	
		Broušení	
	Leštění		
	Beztřískové	Hlazení	Smykovým třením za studena
			Smykovým třením za tepla
			Valivým třením za tepla
		Koncentrovaná energie	Tepelnou (laser)
			Hydromechanickou
		Tvarování	Tvarové lisování
			Ohýbání

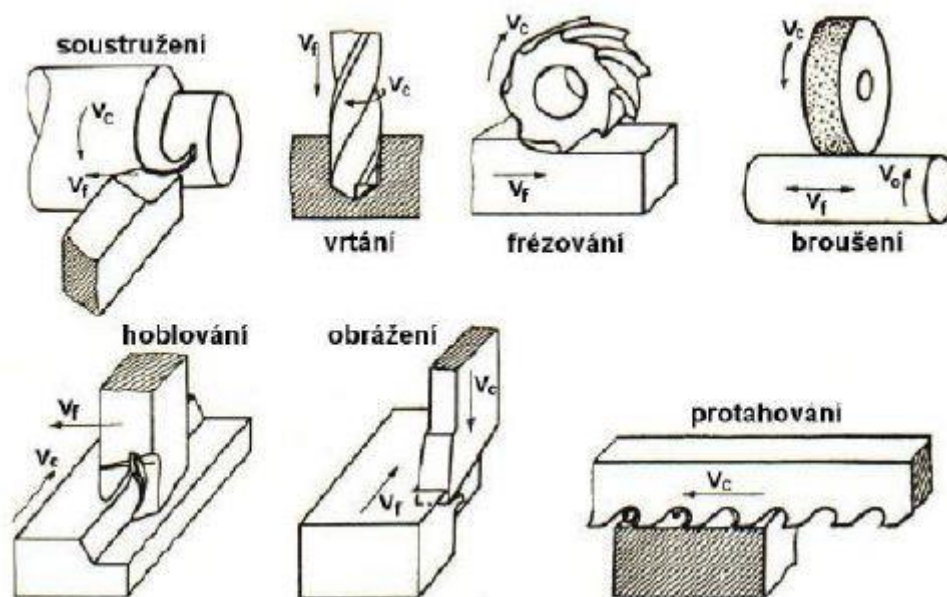
Základem procesu obrábění je řezný pohyb, který se skládá z pohybu hlavního a vedlejšího. Hlavní pohyb vykonává nástroj (frézování, vrtání, broušení atd.) nebo obrobek (soustružení, hoblování) (obr. 1).

Mezi základní pohyby při obrábění budeme pro potřeby této práce považovat:

- a. hlavní řezný pohyb – je vzájemný pohyb mezi nástrojem a obrobkem, který provádí obráběcí stroj.
- b. řezná rychlost (V_c) - je to okamžitá rychlost hlavního řezného pohybu v bodu ostří vzhledem k obrobku.
- c. posuvový pohyb (vedlejší řezný pohyb) - je to další pohyb vznikající mezi nástrojem a obrobkem. V některých případech obrábění tento pohyb chybí.
- d. posuvová rychlost (V_f) - je určena jako okamžitá rychlost posuvového pohybu v bodu ostří vzhledem k obrobku
- e. výsledný řezný pohyb. Je to vektorový součet pohybu hlavního a posuvného.
- f. rychlost výsledného řezného pohybu (V_e) - je okamžitá rychlost výsledného pohybu v bodu ostří vzhledem k obrobku.
- g. přísuv – může provádět jak nástroj, tak obrobek. Tímto pohybem se nastavuje nástroj do pracovní polohy.

Při obrábění na dřevěných materiálech rozlišujeme plochy:

- a) obráběné – část povrchu obrobku odstraňována obráběním,
- b) obrobené – část povrchu vzniklá obráběním,
- c) řezné – část povrchu obrobku vznikající těsně za nástrojem.



Obrázek 1 - Hlavní a posuvný pohyb u vybraných metod obrábění
(Gazda, 2009)

4.1.1. Historie obrábění dřeva

Historie obrábění dřeva začíná v dobách pravěku. V době asi před třemi miliony let se člověk (*Homo erectus*) začíná napřimovat. Díky tomu mohl člověk uchopit do rukou různé předměty, které našel v přírodě a začít je používat nebo opracovávat pomocí jiných předmětů. S udržením ohně před 50 000 lety (*Homo neandertalis*) přichází opalování hrotů nástrojů či používání primitivních vrtáků. Později, asi před 8000 lety, se pomalu mění způsob obživy z lovu k zemědělství. Tím vznikají nástroje pro obdělávání půdy, kácení lesů a stavbu obydlí. V době železné se učí zpracovávat rudu, objevují se hrnčířské pece, metalurgie a keramika. Objevují se nástroje jako dláto, sekera, poříz, vrtáky a také hoblík.

O strojích lze mluvit až v dobách Římské říše, asi ve 4. století našeho letopočtu, kdy byly v Galii postaveny první vodní pily. První obráběcí stroje byly vyrobeny ve středověku, když byl objeven střelný prach a bylo potřeba zužitkovat jeho utajenou energii. Obráběcí stroje (předchůdci dnešních typů) jsou až z pozdního novověku. Během průmyslové revoluce se objevuje kotoučová pila, rozmítací pilový stroj a řetězové pily. Na počátku 17. století obrábění nabralo větší rozmach. Už tehdy znali „obráběcí stroj s nepřerušovaným otáčením vřetene v jednom směru“, jak to uvádí jeho konstruktér Leonardo da Vinci. Prudké zdokonalení proběhlo v souvislosti

s nahrazením fyzické síly lidí a zvířat mechanickou silou vodních toků a větru. V roce 1712 byl zkonstruován první obráběcí stroj, kde se nástroj připevňoval k posuvné podpoře – mechanickému suportu. Mechanický suport zvýšil přesnost vedení nástroje a tím přesnost výrobků ale i produktivitu práce. V období manufaktur s využitím parního stroje vznikaly nové druhy speciálních strojů jako např. hoblovací a frézovací stroje kolem roku 1830 a později stroje brousící. Přibližně okolo roku 1850 byla vyrobena první celokovová omítací pila a rámová pila. Už tehdejší typ rámové pily se od dnešních moc nelišil. K největšímu rozvoji obráběcích strojů došlo v 19. století, jelikož byl vynalezen elektrický motor, který poháněl stroje. To zapříčinilo velký posun v oblasti pokroku obráběcích strojů. Koncem 19. století začala tovární výroba rámových pil. Začátkem 20. století se začíná objevovat rychlořezná ocel, což vede ke zvýšenému výkonu obráběcích strojů. Roku 1907 byl vynalezen stelit, což byl v tehdejších dobách velký přelom. Kolem roku 1950 dochází k velkému rozvoji štěpkování (Kvietková, 2015).

V 50. letech začínají vznikat první CNC stroje. Tyto stroje znamenaly pro dřevoobrábění velký posun. Jsou to počítačem řízené moderní stroje na obrábění dřeva, kovů a jiných materiálů. Prvotní typy se se pracovaly na systému stavění souřadnic. Největší rozmach CNC strojů nastal v 80. letech, kdy byly do strojů zakomponovány multiprocesové mikropočítačové struktury. Později se pak začínají aplikovat speciální senzory pro rozpoznání a sledování pohybu objektů. V 90. letech došlo u CNC strojů k přesnění výroby a k celkové zkvalitnění výroby. Dodnes se CNC stroje neustále zdokonalují. Zejména ke zdokonalení synchronizace mezi Hardwarem a Softwarem. Všechny stroje prošly dlouhým vývojem až po současnou podobu. Vývoj se ale nezastavil a pokračuje dál jak už při samotných nástrojích, tak i strojních zařízeních, neboli v oblasti materiálů, z kterých jsou vyráběny.

4.1.2. Charakteristika dřevoobráběcích nástrojů a geometrie nástrojů

Dřevoobráběcí nástroj je v praxi definován jako těleso různého tvaru, na kterém je realizována jedna nebo eventuálně i větší počet řezných hran (podle velikosti, tvaru a způsobu pohybu nosného korpusu nástroje a druhu technologie). Z principiálního hlediska je každý činný řezný klín řezacím nástrojem (Lisičan, 1988).

Jedná se tak o prvek, který přímo provádí opracování materiálu. Nástroj přenáší pohyb stroje na obráběný materiál a mění tak jeho tvar, rozměry a vlastnosti (Liang, 2016).

Na dřevoobráběcí nástroje je kladeno mnoho různých požadavků. Základní požadavky na nástroje jsou:

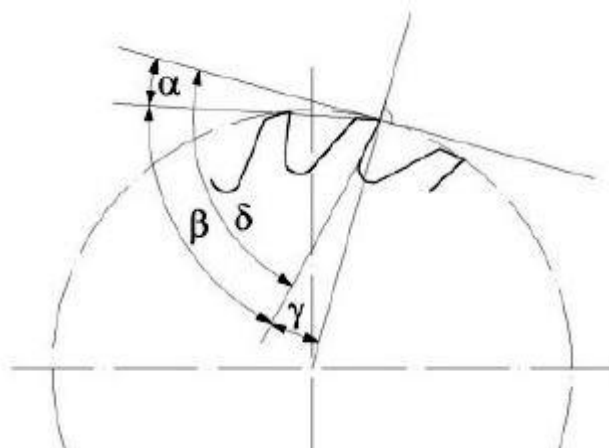
- životnost nástroje,
- přesnost obrobku, který je pomocí nástroje vyroben,
- stálost geometrie nástroje a tvaru řezné hrany,
- vysoká produktivita práce,
- přijatelná cena nástroje a jeho údržby,
- snadná údržba,
- bezpečná práce s nástrojem (Barcík et.al., 2013).

Každou řeznou hranu nástroje lze nazvat řezným klínem. Řezný klín lze definovat jako jakékoli těleso, které má klínovitý tvar, je tvrdší než dřevo a vniká do dřevěného materiálu, a při tom z něj odstraňuje určitý objem materiálu (Goglia, 1994).

Na každém řezném klínu lze charakterizovat tři základní úhly, které určují geometrii nástroje. Jsou to:

- úhel hřbetu α -úhel, který svírá hřbet nástroje s rovinou řezu,
- úhel břitu β -úhel mezi hřbetem a čelem nástroje,
- úhel čela γ -úhel mezi rovinou čela a základní rovinou.

Součet úhlu čela, úhlu břitu a úhlu hřbetu je roven 90° , součet úhlu hřbetu a úhlu břitu vytváří úhel řezu δ . Všechny tyto úhly jsou uvedené na následujícím obrázku (obr. 2).



Obrázek 2 - geometrie nástroje

α -úhel hřbetu, β -úhel břitu, γ -úhel čela, δ -úhel řezu

(Barcík et.al., 2013)

Zvolením optimální geometrie nástroje pro opracování daného materiálu lze dosáhnout správného odvodu třísky, snížit řezný odpor a tím i spotřebu energie stroje (Csanády, 2015). Nezbytné pro nástroje jsou materiály, ze kterých jsou vyrobeny a proto se následující kapitole zaměřím právě na tuto oblast.

4.2. Materiály pro výrobu dřevoobráběcích nástrojů

Materiál dřevoobráběcího nástroje se volí podle plánovaného použití nástroje ve výrobě. Použitý materiál dokáže velice výrazně ovlivnit vlastnosti nástroje. Ovlivňuje životnost, řeznou a posuvnou rychlost při obrábění, stabilitu nástroje, jeho maximální otáčky nebo i rychlost otupení ostří nástroje. Tím, že ovlivňuje všechny tyto vlastnosti nástroje, tak má tím pádem i výrazný vliv na výkonnost a kvalitu práce nástroje a tím je ovlivněna i celá výroba. Dřevoobráběcí nástroje se nejvíce vyrábí z nástrojových ocelí. Další materiály používané pro jejich výrobu mají za úkol pozitivně ovlivnit vlastnosti nástroje a tím zvýšit jeho výkonnost a kvalitu výsledného výrobku. Jako tyto vylepšující materiály se používají tvrdokovy, slinuté karbidy, stelit nebo keramické materiály (López de Lacalle, 2009).

4.2.1. Nástrojové ocele

Nástrojové ocele můžeme rozdělit na tři druhy. Prvním druhem jsou uhlíkaté nástrojové ocele, druhým jsou legované nástrojové ocele a třetím jsou rychlořezné nástrojové ocele. (Stone, 2014)

Uhlíkaté nástrojové ocele obsahují 0,5-1,5 % uhlíku v závislosti na budoucím použití nástroje. Na měkké dřevo je vhodný obsah uhlíku 0,6-0,8 %, na dřevo tvrdé pak 1-1,1 % uhlíku. Další prvky jsou křemík a mangan. Obsah obou těchto prvků je do 0,4 %. Nástrojové ocele pro výrobu nástrojů na obrábění dřeva jsou ocele třídy 19, konkrétně pak ocele 19083 a 19091 (Barcík et.al., 2013).

Legované ocele jsou nástrojové ocele obsahující jako legující prvky chrom, vanad a molybden. Tyto prvky zvyšují tvrdost materiálu a prodlužují životnost nástroje (Lisičan, 1996).

Rychlořezné nástrojové ocele, označované jako HSS ocele, mají vysoký obsah legujících prvků a jsou tepelně upravené. Obsahují 0,7-1,3 % uhlíku, 4 % chromu a příměsi wolframu, vanadu, molybdenu a kobaltu. Tyto materiály se používají k výrobě nástrojů dosahujících velkých rychlostí (Vojtěch, 2006).

4.2.2. Slinuté karbidy

Slinuté karbidy, označované SK, se vyrábí spékáním směsi prášků tvrdých karbidů, jako jsou wolfram a titan, a to v obsahu 80-94 %. Zbýlých 6-20 % tvoří pojivo, kterým je kobalt. Při spékání se nedosahuje teploty tání jednotlivých prvků. Tento materiál má velmi vysokou pevnost a tvrdost. Je však citlivý na nárazy a rychlé změny teploty. S nástroji upravenými tímto způsobem je proto potřeba zacházet velice opatrně. Svou odolností proti otěru převyšují rychlořeznou nástrojovou ocel 60krát, ale jejich cena je vyšší. SK destičky bývají nejčastěji k nástroji připevněny měděnou pájkou. Takto upravené nástroje se ostří broušením pomocí zeleného siliciumkarbidu nebo syntetického diamantu (Chýle, 1970).

4.2.3. Tvrdokovové návary

Tato úprava se používá pro zvýšení trvanlivosti a tvrdosti ostří. Používají se kovové slitiny legované chromem, borem, niklem, vanadem a wolframem. Tyto slitiny nelze tvářet za studena a většinou ani za tepla (Prokeš, 1982).

4.2.4. Stelit

Stelit je velice tvrdá ale křehká slitina neželezných kovů. Obsahuje 50-65 % kobaltu. Další obsažené prvky jsou wolfram, chrom, křemík a uhlík. Tento materiál má velmi vysokou odolnost vůči abrazivnímu a chemickému opotřebení a dvou až čtyřnásobně zvyšuje trvanlivost nástroje (Barcík et.al., 2013).

4.2.5. Keramika

Materiál neobsahující kovové pojivo, který je vyroben spékáním tvrdých sloučenin, především Al_2O_3 . Jeho nevýhodou je velká křehkost a citlivost na změny teplot. Mezi jeho hlavní výhody patří vysoká odolnost vysokým teplotám (Humár, 1995). Někdy se nástroje vyrobené z těchto materiálů ještě vylepšují úpravou jejich povrchu.

V některých případech se zlepšují vlastnosti dřevoobráběcích nástrojů ještě úpravou jejich povrchu. Hlavní důvody pro tyto úpravy jsou vylepšení řezných vlastností, zvýšení trvanlivosti ostří a prodloužení životnosti nástroje. Povrchy nástrojů se nejčastěji upravují povlakováním, nitridací a tvrdým chromováním (Barcík et.al., 2013).

Povlakování nástrojů se nejčastěji provádí sloučeninami titanu, například TiN_2 . Takto upravené nástroje mají až několikanásobně delší životnost, lze je používat při vyšších řezných rychlostech a řezné vlastnosti nástroje zlepšují snížením jeho tření, zvýšením tvrdosti a zvýšením odolnosti oděru. Tato úprava snižuje i možnost nalepování řezaného materiálu na nástroj a tím se též prodlužuje životnost nástroje (Csanády, 2013).

Úprava nitridací probíhá v podstatě difuzí dusíku do povrchových vrstev nástroje. Tím se dosahuje vysoké tvrdosti povrchu a zvyšuje se tím odolnost proti mechanickému opotřebení (Barcík et.al., 2013).

4.3. Opotřebení řezného klínu a údržba dřevoobráběcích nástrojů

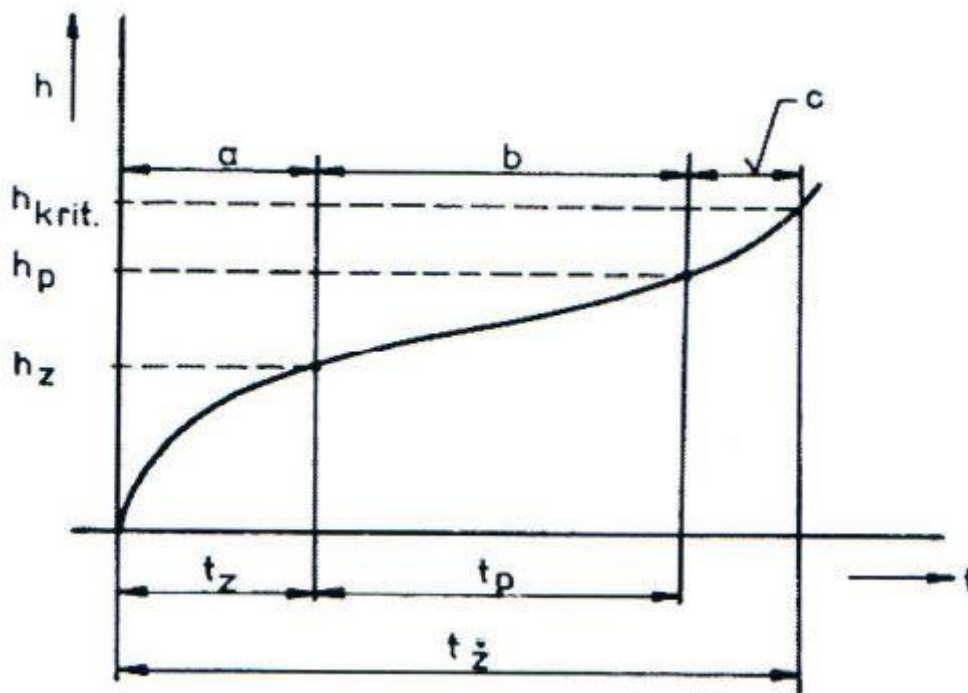
Při vzájemném působení řezného klínu na materiál nevzniká pouze výsledný produkt a tříška, ale dochází ještě k jednomu, nikoliv pozitivnímu procesu, a to je opotřebení řezného klínu nástroje. Tento fakt vzniká třením a otěrem při řezném procesu. Opotřebení je definováno jako postupná změna geometrie řezného klínu, která je způsobena postupným oddělováním kovových částí z řezného klínu nástroje. Při tomto ději nástroj postupně ztrácí schopnost řezat a produkovat kvalitní výrobky. Dalšími doprovázejícími faktory jsou zvýšení hluku a příkonu stroje. V praxi je proto důležité určit, kdy je nástroj natolik opotřebován, že neumožňuje zajistit dostatečnou kvalitu obráběné plochy. Následně je nástroj třeba přeastřit, popřípadě vyměnit. Čas,

po který je nástroj a jeho řezné hrany schopny pracovat podle technických a technologických parametrů, je ovlivňován mnoha parametry. Mezi tyto parametry patří na příklad:

- řezné podmínky;
- geometrie, tvar a rozměry nástroje;
- obráběný materiál;
- řezný materiál;
- způsob obrábění a druh operace.

Délka životnosti nástroje se skládá ze tří úseků. První částí je počáteční opotřebení, která probíhá v krátkém intervalu při prvním záběhu řezné hrany. Opotřebení je z počátku velké a poté se snižuje. Jedná se o následek odlamování jehly vzniklé při broušení nástroje, po kterém následuje ustálení tvaru řezné hrany. Druhý úsek je běžné opotřebení, kdy je míra opotřebení nízká a geometrie nástroje se nějak zvlášť nemění. Je vyžadováno tuto část procesu co možná nejvíce prodloužit a hodnoty opotřebení minimalizovat. Třetí část procesu je nazývána zrychlené opotřebení. V něm se opotřebení zvyšuje, a to je způsobeno změnou geometrie řezného klínu, která v tomto okamžiku už není ideální (Janiček, 1986).

Pro názornou interpretaci použijeme následný obrázek (obr. 3) průběhu opotřebení.



Obrázek 3 - Průběh opotřebení nástroje

Vysvětlivky: a-záběh, b-provoz, c-dozívání, h-hodnota opotřebení, $h_{krit.}$ -kritická hodnota opotřebení, h_p -provozní hodnota opotřebení, h_z -záběhová hodnota opotřebení, t_z -čas záběhu, t_p -čas provozu, t_z -celkový čas, t-čas

(Barčík et.al., 2013)

Po samotném procesu opotřebení je potřeba provést i údržbu nástroje. Údržbu dřevoobráběcích nástrojů definujeme jako soubor různých činností vykonávaných za účelem udržení nástroje v co nejlepším stavu. To znamená udržení řezných vlastností a prodloužení životnosti nástroje. Řadíme sem čišťení, ostření, broušení, vyvažování a rozvádění zubů. Při těchto procesech je nezbytné nenarušit požadované vlastnosti nástroje jako je geometrie, tvar a drsnost povrchu. V procesu údržby je mnoho činitelů, které ho ovlivňují. Patří sem zejména: strojní zařízení, brusný nástroj, typ řezného nástroje, podmínky práce a v neposlední řadě obsluha. Každý typ nástroje má samozřejmě trochu rozdílné postupy údržby, které se musí řídit jasnými pravidly, aby byly provedeny správně.

Do údržby nástroje lze zařadit také ukládání nástrojů a skladování. Při nesprávném skladování může dojít k poškození řezného klínu, ale i celkovému poškození nástroje. Naopak správné ukládání nástrojů nám zvýší přehlednost, a tím i rychlost manipulace s nimi (Horák, a další, 1980).

4.3.1. Údržba pilových nástrojů

Údržba pro tyto nástroje zahrnuje vstupní kontrolu, čištění, rovnání a úpravu pnutí v nástroji, rozšiřování a údržbu řezných hran a závěrečnou výstupní kontrolu.

Vstupní kontrola se provádí vizuálně. Velmi vážně poškozené nástroje se vyřazují.

Při čištění se z nástrojů odstraňují piliny, pryskyřice, nečistoty a prach. Čištění se provádí petrolejem, naftou nebo speciálními čističi, nikoli však kovovými kartáči (Prokeš, 1982).

Rovnání a úprava pnutí v nástroji se provádí při nerovnostech nástroje. Nejprve se provede kontrola nerovností nástroje, která se provádí nožovým pravítkem. Ta se provádí z obou stran nástroje. Následuje vyklepávání nebo válcování chybných míst nástroje. Větší nerovnosti se vyklepávají od obvodu do středu nástroje (Barčík et.al., 2013).

Následuje operace rozvádění nebo pěchování. Tato operace se provádí kvůli rozšíření řezné hrany.

Další operací je ostření nástroje. Při ostření se obnovuje geometrie řezného klínu. Provádí se pomocí brusných prostředků. Při ostření může docházet při nesprávném postupu nebo nesprávně použitém brusném prostředku k poškození nebo až znehodnocení broušeného nástroje. Nejčastější poškození bývá přehřátí nástroje při ostření, které je způsobeno nedostatečným chlazením. Toto poškození může mít za následek změnu vlastností materiálu nástroje a následné odstranění tohoto poškození je velice pracné (Barčík et.al., 2013).

Posledním krokem údržby je výstupní kontrola.

4.3.2. Údržba ostatních nástrojů

Údržba ostatních nástrojů, jako jsou frézy, vrtáky atd., se skládá pouze ze čtyř operací. První je opět vizuální kontrola nástroje. Následuje čištění nástroje od nečistot, stejně jako u pilových nástrojů. Třetím krokem je obnova řezných hran čili ostření. Posledním krokem je výstupní kontrola.

Z předcházejících kapitol tedy vyplývá, že každý dřevoobráběcí nástroj je vyroben z určitého materiálu a jeho vlastnosti mohou být ještě vylepšeny jiným druhem materiálu nebo mechanickou úpravou. Pro dosažení jeho optimálních vlastností by měl být též co nejlépe udržován, aby byly jeho vlastnosti pro zpracování dřeva nebo materiálů na bázi dřeva co nejlepší.

Následující kapitola se bude věnovat detailněji jednotlivým dřevoobráběcím strojům a jejich příslušným nástrojům pro lepší přiblížení problematiky.

5. Rozdělení dřevoobráběcích strojů a nástrojů

Tato kapitola se bude věnovat detailněji jednotlivým dřevoobráběcím strojům a jejich příslušným nástrojům.

Najdeme zde nejběžněji používané stroje na obrábění řeziva. Zaměřil jsem se na pásovou pilu, kotoučovou pilu a rámovou pilu. Rozepsal jsem jejich charakteristiku a praktické využití.

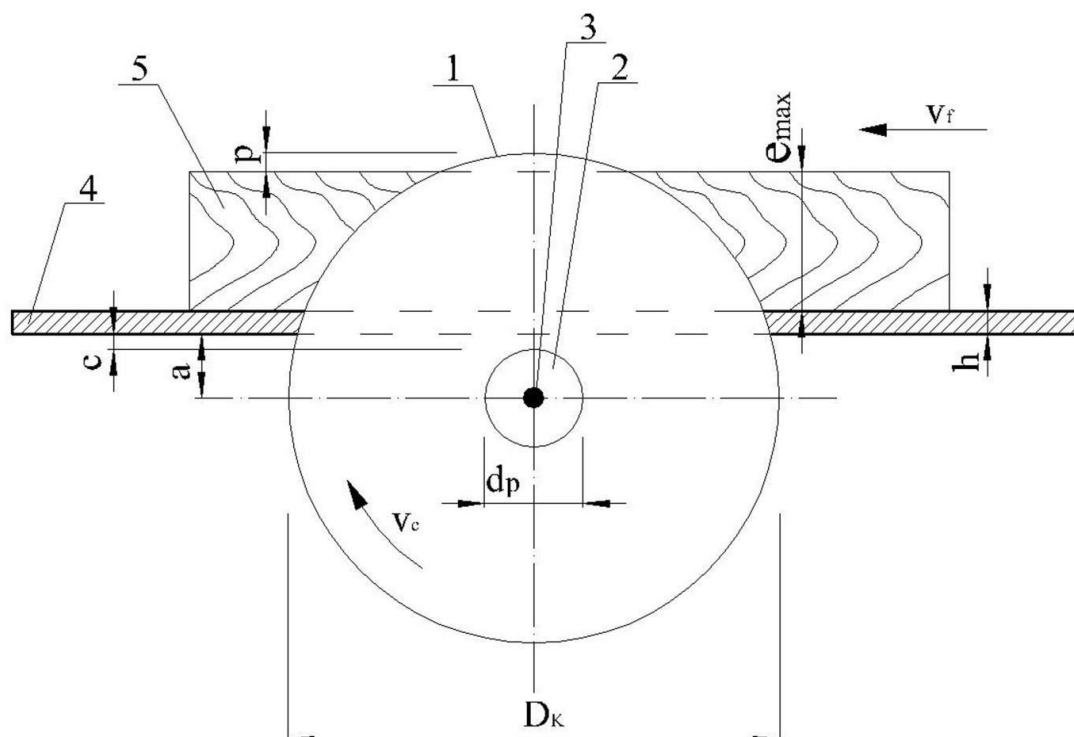
Nástroje se dají rozdělit do skupin podle různých kritérií. Lze je například rozdělit podle toho, jaký vykonávají pracovní pohyb, jestli rotační nebo přímočarý. Lze je také rozdělit podle činnosti, na kterou jsou z technologického hlediska určeny, na několik druhů. Základní rozdělení nástrojů z tohoto hlediska je na nástroje určené pro dělení materiálu na více částí. Do této skupiny můžeme zařadit především nástroje pilové (pilové kotouče, pilové listy, pilové pásy) a nože. Druhou skupinu tvoří nástroje určené na povrchové a hloubkové obrábění (frézy, vrtáky, dlabací nástroj...) (Barčík et.al., 2013).

Všechny tyto nástroje pro dělení i obrábění prodělaly od svého vynalezení až po současnost značný vývoj, při kterém se měnily a zdokonalovaly. Pily v dřevozpracovatelském průmyslu se používají nejčastěji rámové, pásové a kotoučové.

5.1. Kotoučové pily

Kotoučové pily (obr. 4) jsou dřevoobráběcí stroje, které slouží na dělení dřeva a dřevních materiálů rozdílného tvaru na menší části anebo na jejich úpravu tvaru. Jsou nejrozšířenějším strojem v dřevařském průmyslu. Jejich využití je při zpracování výřezu, řeziva, přířezů, při úpravě aglomerovaných materiálů, v nábytkářském a stavebním odvětví, dále při výrobě palet, obalů atd. Různé konstrukce kotoučových pil umožňují řezání do všech směrů. Nástrojem kotoučové pily jsou pilové kotouče.

Hlavní řezný pracovní mechanismus kotoučové pily je obyčejná hřídel, na které je upnutý jeden, anebo víc pilových kotoučů. Hřídel je uložena v ložiskách a jeho pohon je převážně zabezpečený elektromotorem, prostřednictvím řemenového převodu. V některých případech má elektromotor prodlouženou hřídel a přímým upnutím pilového kotouče.



Obrázek 4 - Stolní kotoučová pila

1 – pilový kotouč, 2 – upínací příruba, 3 – hřídel, 4 – pracovní stůl, 5 – obrobek, v_c – řezná rychlost; v_f – posuvná rychlost, e_{max} – maximální řezná výška, D_k – průměr kotouče, d_p – průměr upínací příruby, p – přesah kotouče nad obrobek, c – vzdálenost příruby od spodní hrany stolu, h – tloušťka stolu, a – vzdálenost středu hřídele od spodní hrany stolu

(Barčík et al., 2013)

5.1.1. Pilové kotouče

Řezání kotoučovými pilami (KP) je jedním z nejrozšířenějších způsobů obrábění vůbec. Pilové kotouče mají využití u formátovacích pil, omítacích pil, zkracovacích pil, rozmítacích pil, truhlářských stolových pil, CNC nářezových center. Mají tak uplatnění skoro ve všech odvětvích dřevařské výroby.

Pilové kotouče (obr. 5) jsou nástroje na dělení materiálu s ozubením po obvodě. Je to rotační nástroj, který je upnut na hřídeli kotoučové pily. Kotouč se skládá ze dvou částí, z těla a ozubení. Tělo kotouče má ve středu otvor, díky kterému se může nasadit na hřídel. Samotné ozubení může být definováno jako soustava řezných klínů po obvodu nástroje. Často bývá vyřezáno laserem nebo vysekáno.

Vyrábí se z nástrojové legované nebo uhlíkové oceli, která se tepelně upravuje na příslušnou tvrdost. Používají se na příčné (nástroj se pohybuje kolmo na vlákna) a

podélné (nástroj se pohybuje podél vláken) dělení masivního dřeva a veškerých materiálů na bázi dřeva (Barčík et.al., 2013). Řezání pilovým kotoučem se obvykle používá k rozdělení obrobku na menší části (pily omítací, rozmítací, zkracovací) (Kvietková, 2015). Pohyb řezného klínu pilového kotouče v dřevě probíhá současně po kružnici (hlavní pohyb) a po přímce (posuvný pohyb). Do řezu se posouvá nástroj nebo materiál. Pilové kotouče jsou upevněné na hřídeli za pomoci matice a přírub nebo šroubu. Příruby musí držet kotouč proti prokluzu a také omezit kmitání po axiálním směru. Pilový kotouč vykonává rotační pohyb okolo své axiální osy (obvykle se toleruje maximální házení 0,02 mm). Tloušťka kotouče je nerovnoměrná, jakož i jeho řezná síla. Hodnota úhlu hřbetu α se mění důsledkem tepelných změn na hřbetě zubů. Teplota se směrem od středu kotouče k jeho okraji zvětšuje. To má za následek negativní vliv na jeho tuhost.

Materiály, které se používají na výrobu vyměnitelných hrotů zubů, jsou rychlořezná ocel (HSS), jmenovitě SUS 420J2 a SHK 51 podle japonské průmyslové normy (Japan Industrial Standards). Výchozím produktem těchto rychlořezných ocelí jsou lisované mikrotříděné částičky buď ze slitin, jakou je na příklad nerezová ocel 316, anebo prvky jako Fe, Cr a Ni (Barčík et.al., 2013).

Rozdělení pilových kotoučů podle tvaru je na kotouče ploché, kónické, podbroušené a vyduté (Lisičan, 1988).

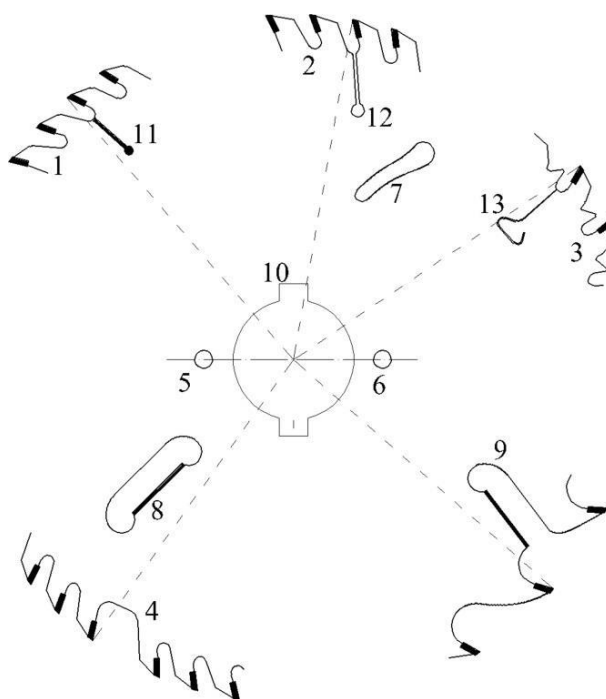
Řezný nástroj bychom mohli rozdělit na dvě části: ozubení a tělo pilového kotouče.

Tělo pilového kotouče (disk):

- nosič ozubení,
- charakteristické jsou rozměry (vnější průměr D_k , průměr upínacího otvoru d , tloušťka s) a tvar těla.

Ozubení:

- po obvodě těla kotouče jsou umístěny řezné klíny (zuby),
- charakteristický je profil zubů, typ a geometrie řezného klínu a materiál, ze kterého jsou břity vyrobeny (rychlořezná ocel, spékaný karbid, stelit, diamant).



Obrázek 5 - Popis částí pilového kotouče

1 – zaoblený tvar zubu, 2 – zalomený tvar zubu, 3 – zuby s omezovačem třísky, 4 – zubová mezera, 5,6 – boční otvory pro unášecí kolíky v přírubě, 7 – otvor pro ochlazování, 8 – čistící a stabilizační SK-plátek (vnitřní), 9 - čistící a stabilizační SK-plátek (vnější), 10 – upínací otvor s drážkami na pera, 11 – dilatační otvor s prvkem pro chlazení, 12 – dilatační otvor s odvrtáním, 13 – dilatační otvor s protihlukovou úpravou
(Barčík et.al., 2013).

Části pilových kotoučů:

Dilatační drážky – vyrovnávají pnutí po obvodě PK, které vzniká působením rezného odporu, odstředivé síly a zahříváním kotouče.

Otvory pro ochlazování – pomocí proudícího vzduchu je ochlazováno tělo PK, a také odvádí třísku, která vzniká uvnitř rezné spáry materiálu.

Stabilizační a zajišťovací prvky – slouží pro odvádění třísek z prostoru rezné spáry, aby nedocházelo k přehřívání, až pálení PK.

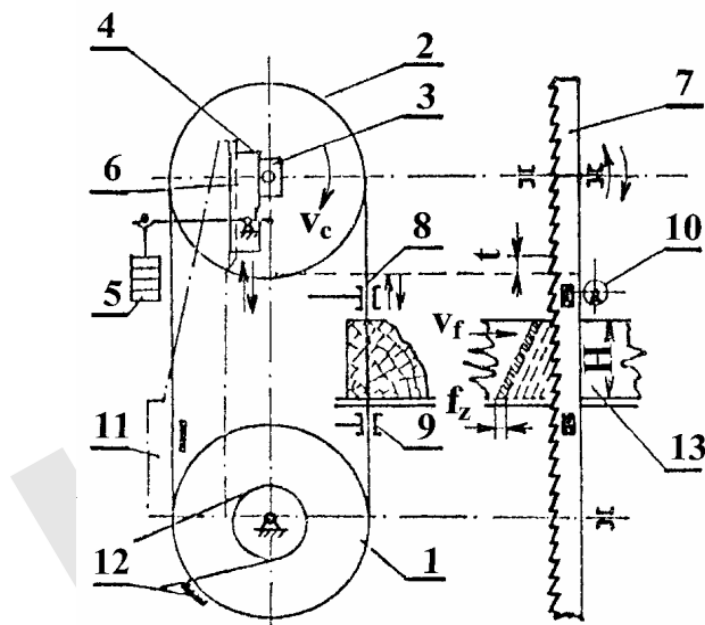
Protihlukové úpravy – snížení hladiny hluku při řezání se docílí narušením těla kotouče profilovými průřezy. Musejí být udělány tak, aby se docílilo snížení hlukového zařízení, ale zároveň byly zachovány technické parametry, které jsou potřebné pro výkon pily.

Omezovače třísky – omezovač má chránit hlavní řeznou hranu proti prudkým nárazům.

Všechna tato vylepšení mají za cíl zlepšit výkon nástroje a zvýšit přínos pro výrobu. Tyto prvky zvyšují kvalitu řezu, která má pozitivní vliv nejen na kvalitu řezané plochy ale i na samotný výrobek. Díky chladícím prvkům se nástroj nepřehřívá, a proto má vyšší výkon. Čistící prvky zlepšují kvalitu řezné spáry, a to snižuje tuto plochu později brousit. Nejen že to šetří čas, ale také životnost nástroje, což má dobrý vliv na ekonomickou situaci v podniku. Úpravy na snížení hluku ocení převážně obsluha kotoučové pily.

5.2. Pásové pily

Pásové pily (obr. 6) jsou charakterizované kvalitním nástrojem ve tvaru nekonečného tenkého pilového pásu, který je uložený na dvou rotujících kotoučích. Předností těchto strojů před jinými je vysoká konstantní řezná rychlost nástroje a velká výška řezu. Tyto stroje se používají na řezání výřezů, krajnic, hranolů, desek a jiných dřevních materiálů. Technologické schéma svislé pásové pily je znázorněno na obrázku 11. (Svoreň, 2002).



Obrázek 6 - Technologické schéma pásové pily

1 – hnací kotouč, 2 – hnaný kotouč, 3 – suport, 4 – vedení suportu, 5 – napínací mechanismus, 6 – stojan stroje, 7 – pomocný mechanismus sklonu osy hřídele hnaného kotouče, 8 – horní vodítko, 9 – dolní vodítko, 10 – zadní vodítko, 11, 12 – čistící kefy, 13 – řezaný obrobek

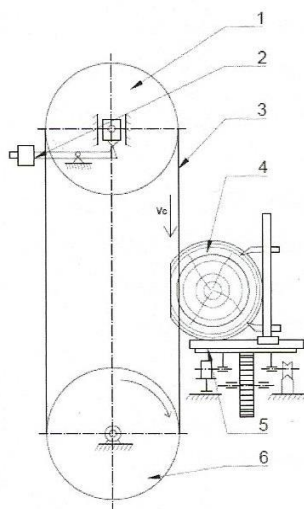
(Svoreň, 2002)

Řezaný obrobek se podává do řezu posuvem po stole anebo spolu se speciálním vozíkem, na kterém se polohuje a upíná. Materiály, které mají aspoň jednu rovnou plochu pro vedení se posouvají do řezu pomocí speciálních válcových anebo pásových podávacích mechanismů. Větší řezná rychlost je pro jehličnaté dřeviny a menší naopak pro listnaté dřeviny (Svoreň, 2002).

5.2.1. Pilové pásy

Princip procesu řezání spočívá v tom, že nekonečný nástroj se spojenými konci (pilový pás) obíhá okolo dvou kotoučů, z nichž jeden je hnací a druhý hnaný má funkci vodící a napínací (Kvietková, 2015). Materiály se do řezů vedou ručně nebo pomocí posuvných zařízení. Pásové pily se používají na řezání krajnic, prken, výřezů, hranolů a jiných dřevěných materiálů. Pilové pásy (obr. 7) se vyrábějí z materiálu dodávaného v pásech nebo ve svitkách. Pás se odvíjí, rovná přes válcovou rovnačku, stříhá se na požadovanou délku, vystřihují se zuby a pás se spojí do jednoho nekonečného pilového pásu (Barčík et.al., 2013).

Materiálem pro výrobu pilových pásů je ocel třídy 19 s tvrdostí 42-48 HRC (Siklienka a kol., 2013).



Obrázek 7 - Pilový pás

1 - horní pásovnice, 2 - napínací mechanismus, 3 - pilový pás, 4 - výřez, 5- podávací vozík, 6- dolní pásovnice

(Kvietková, 2015)

Podle polohy pilového pásu rozlišujeme pásové pily:

- vertikální truhlářské (lehké) s průměrem vodících kotoučů 400–1000 mm
- vertikální rozmítací (střední) s průměrem vodících kotoučů 1000–1400 mm
- vertikální kmenové (těžké) s průměrem vodících kotoučů 1100–3000 mm
- horizontální

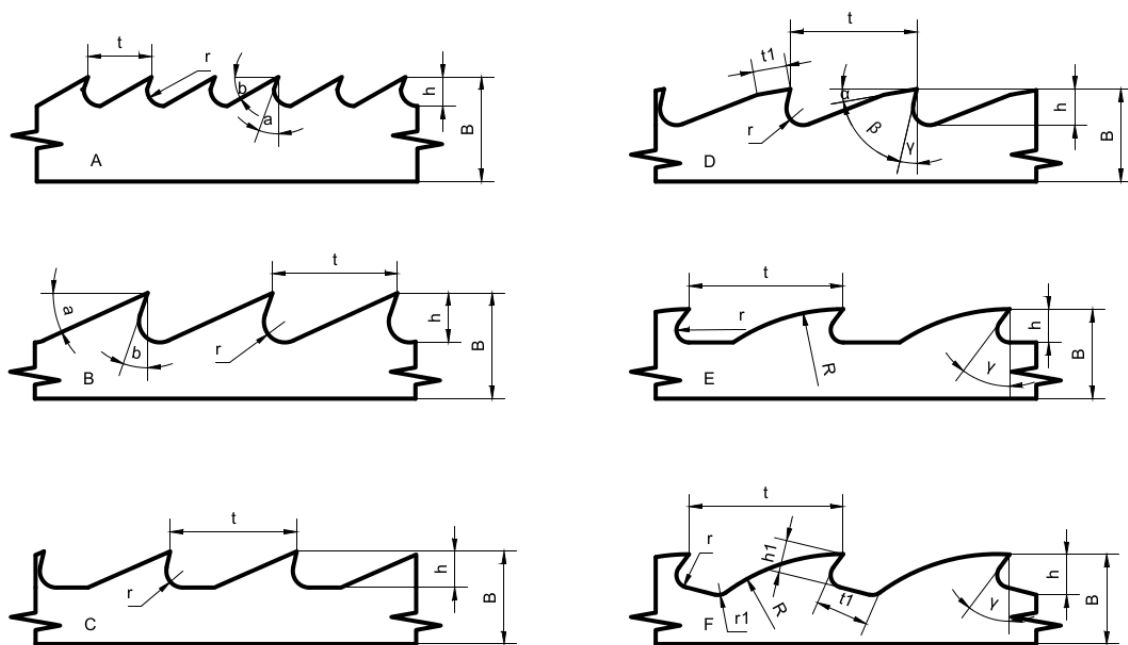
Podle použití a výkonu dělíme pásové pily na:

- Kmenové (těžké) s mechanickým podáváním (KPP)
- Rozmítací (střední) (RPP)
- Truhlářské (lehké) (TPP)

U každé z těchto pásových pil se používají odlišné rozměry pilových pásů:

- Kmenová pásová pila – šířka pásu 200 – 230 mm, tloušťka pásu 1,4 – 1,6 mm
- Rozmítací pásová pila – šířka pásu 80 – 170 mm, tloušťka pásu 1 – 1,4 mm
- Truhlářská pásová pila – šířka pásu 10 – 60 mm, tloušťka pásu 0,6 – 0,9 mm

Rozdělení pilových pásů a typy ozubení (obr: 8):



Obrázek 8 - Základní druhy zubů PP

A - zuby trojúhelníkové nesouměrné (TPP), B - zuby trojúhelníkové nesouměrné (KPP), C - zuby trojúhelníkové nesouměrné s prodlouženou zubovou mezerou (KPP, RPP), D - zuby vlčí s lomeným

hřbetem (KPP, RPP), E - zuby vlčí s oblým hřbetem a prodlouženou zubovou mezerou (KPP, RPP), F
- zuby vlčí s oblým hřbetem a prodlouženou spodní částí zubu (KPP, RPP)

(Barcík et.al., 2013)

kde: t – rozteč zubů [mm]

t_1 – délka horní části hřbetu zubu [mm]

h – výška zubu [mm]

h_1 – rozměr horní části zubu (čela) tvaru F [mm]

r – poloměr zaoblení zubové mezery [mm]

r_1 – poloměr zaoblení spodní části zubu tvaru F [mm]

R – poloměr zaoblení hřbetu zubu [mm]

B – šířka pilového pásu

Pro výpočet tloušťky pilového pásu se používá vzorec:

$$S \leq \frac{D}{1000} [\text{mm}] \quad (1)$$

Kde: D [mm] je průměr pásovnice pásové pily. Při překročení této hodnoty by docházelo k přílišnému namáhání pilového pásu při chodu po pásovnici (Prokeš, 1975).

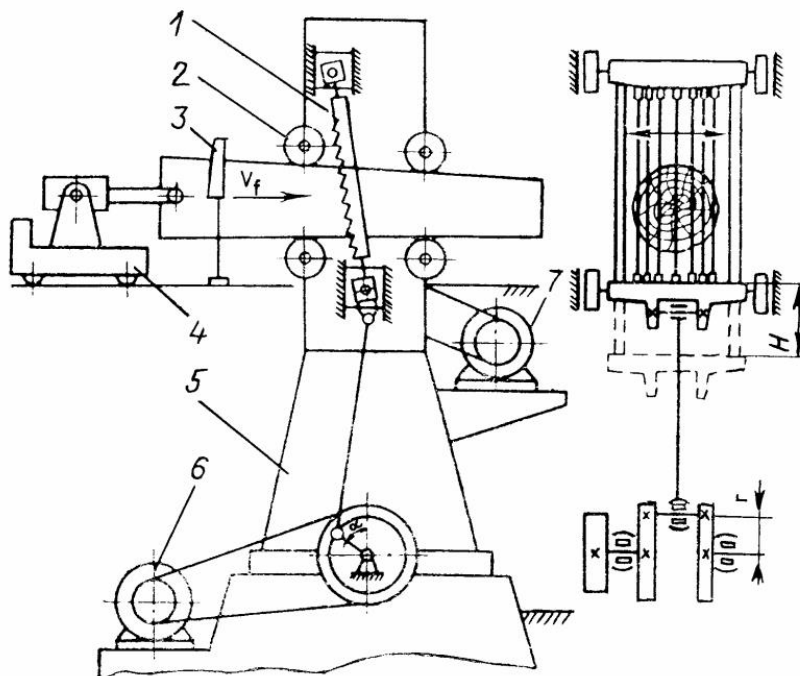
Spojení pilového pásu v jeden nekonečný se provádí svařením obou konců k sobě, a to buď odporovým svařováním natupo nebo svařováním plamenem v ochranné atmosféře. Dále se pomocí broušení upraví oba spoje tak, aby měly stejnou tloušťku (Barcík et.al., 2013).

5.3. Svislé rámové pily

Svislé rámové pily jsou nejčastěji používané stroje v pilařském průmyslu. Používají se na obrábění pilařských výřezů na řezivo, podvaly a prizmy.

Způsob práce svislé rámové pily je zřejmý na obr. 9. Pilový rám, ve kterém je upnutá sestava pilových listů se pohybuje ve směru svislým nahoru a dolů. Pohyb pilového rámu je uskutečněný pomocí klikovo – ojnicního mechanismu. Tento mechanismus může být centrický (osy klikové hřídele leží v rovině pohybu pilového rámu) anebo může být excentrický. Výřez se posouvá do řezu podávacími válci, které jsou hnané pomocí převodu od pohonu. Spodní válce jsou uloženy pevně, horní válce

se dají ve vertikálním směru zvedat a spouštět, aby sledovali změny tloušťky řezaného výřezu (Svoreň, 2002).



Obrázek 9 - Schéma svislé rámové pily

1 – řezací mechanismus, 2 – podávací mechanismus, 3 – pomocné mechanismy řízení, 4 – oporné mechanismy, 5 – stojan, 6 – pohonný mechanismus řezání, 7 – pohonný mechanismus podávání (Svoreň, 2002).

Nejnovější konstrukce rámových pil mají konstrukci o tzv. „blokovým závěsem“. Významnou vlastností tohoto systému je schopnost měnit rozestavení pilových listů v rámu (tzv. „zavěs“) po mírném snížení otáček už za volnoběhu (bez zastavení stroje). Změna rozestavení pilových listů v blocích se realizuje přiblížením bloků k sobě, anebo vzdalováním od sebe. To umožňuje přibližně za 7 sekund změnit výšku prizmy, anebo tloušťku hranolu (Svoreň, 2002).

5.3.1. Pilové listy

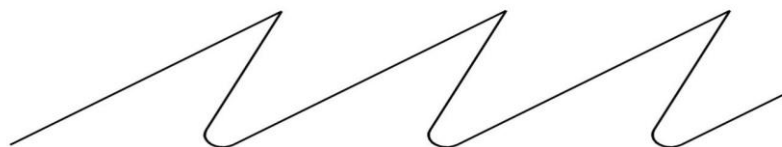
Pilové listy jsou nástroje rámové pily. V minulosti to byly nejpoužívanější stroje na pořez kulatiny, tedy na její podélné dělení. V současné době jsou rámové pily nahrazovány pilami kotoučovými.

Pilové listy spadají pod dřevoobráběcí nástroje a slouží k pořezu výřezů na rámových pilách. List se pohybuje přímočaře vratným pohybem ve svislém směru a je pevně upnutý v rámu. Rám je poháněn klikovým mechanismem a řeže jen při pohybu směrem dolů. Řezná rychlost se mění od v_0 do v_{max} . Nástroj je charakterizován materiálem, ze kterého je vyrobený, tvrdostí, způsobem úpravy, a také jeho rozměry a technickými požadavky. Ty jsou určeny normami nebo výrobcem. (Barcík et.al., 2013). Pilový list jako takový je v podstatě pás ocelového plechu nejčastěji vyrobený z nástrojové oceli třídy 19 (Siklienka a kol., 2013). Také se mohou vyrábět z ocelí, které mají podobné mechanické vlastnosti po tepelném zpracování na tvrdost HRC 38 – 44 pro pilové listy stelitované, HRC 42 – 46 pro pilové listy pěstované a HRC 46 – 48 pro pilové listy rozváděné.

Rozdělení pilových listů:

Podle typu ozubení:

- trojúhelníkové nesouměrné (obr. 10)
- vlčí s lomeným hřbetem (obr. 11)
- vlčí s oblým hřbetem

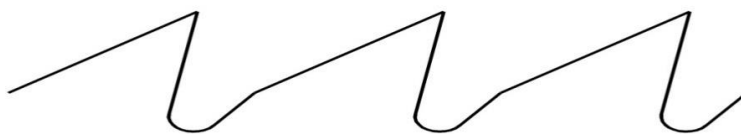


Obrázek 10 - Trojúhelníkové nesouměrné ozubení

(Kvietková, 2015)

Podle rozvodu:

- na měkké dřevo 0,5 – 0,6 mm
- na tvrdé dřevo 0,4 – 0,5 mm

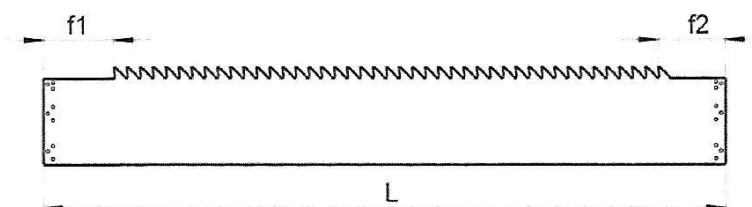


Obrázek 11 - Vlčí ozubení s lomeným hřbetem

(Kvietková, 2015)

Úprava ozubení pilových listů se provádí rozváděním, pýchováním nebo se používá ozubení se stelitovou úpravou. Hodnota rozvodu zubů je prořezání měkkého dřeva 0,5-0,6 mm a pro dřevo tvrdé 0,4-0,5 mm (Prokeš, 1975).

Tloušťka pilového listu (obr. 12) se nachází obvykle v rozmezí 1,1-2,5 mm. Jeho šířka se pohybuje do 200 mm. Jeho délka závisí na rozměrech pilového rámu rámové pily. Schéma pilového listu je zobrazeno na obrázku číslo 6. Nachází se zde v základních rozměrech.



Obrázek 12 - Pilový list

L-délka pilového listu, f1-hlava pilového listu, f2-pata pilového listu

(Kvietková, 2015)

Pilové listy mají nižší řeznou rychlost a nižší rychlost posuvu než pilové kotouče. Díky tomu nedokážou řezat stejně velký objem dřeva jako kotoučové pily. Další nevýhodou je, že neumožňují řezat příliš silnou kulatinu, tudíž se v těchto situacích musí využívat pásová pila.

5.4. Frézky

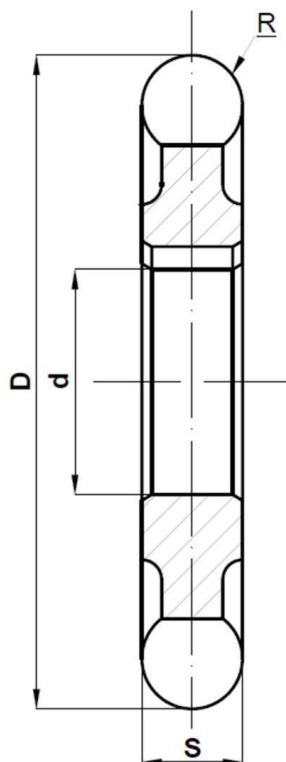
Dřevoobráběcím strojem, který se používá na frézování je frézka. Pomocí frézek se obrábí rovinné, šikmé, tvarové a při použití zvláštního příslušenství i rotační plochy a závitů.

Nástrojem frézek jsou frézy. Jedná se v podstatě o vícebřité nástroje s pravidelným uspořádáním řezných klínů a s přesně definovanou geometrií, které slouží k obrábění materiálu (Lisičan, 1988).

Frézy mají uplatnění převážně v nábytkářské výrobě a ve stavebním truhlářství. Své místo mají však i ve speciální dřevařské výrobě a ve dřevěných konstrukcích. Při použití vytvářejí různé drážky, polodrážky, profily a upravují hrany obrobku. Frézy může rozdělit na kotoučové a stopkové frézy.

5.4.1. Kotoučové frézy

Kotoučové frézy (obr. 13) se používají na frézování profilů, drážek a polodrážek. Jsou vyráběné s frézovaným hřbetem nebo podsoustruženým hřbetem. Tyto frézy jsou ostřeny pouze z čela, aby byl úhel po celou dobu životnosti nástroje konstantní. Aby kotoučová fréza dobře plnila svoji funkci, musí být kladen důraz na správnou konstrukci hřbetu a tangenciální a radiální zúžení nástroje (Lašová, 2012).



Obrázek 13 - Kotoučová fréza

D – průměr frézy, S – šířka frézy, d – průměr upínacího otvoru, R – rádius
(Kvietková, 2015)

Kotoučové frézy se v dnešní době převážně vyrábějí z nástrojové oceli 19, konkrétně 19 083, 19 733, 19 436, o tvrdosti HRC 50–60. U nástrojů z těchto ocelí se pohybuje otupení za normálních podmínek v rozmezí 29 – 35 μm (Barcík et.al., 2013). Pokud se špatně zachází s kotoučovými frézami (tepelné úpravy, nesprávné ostření), může dojít při obrobení stejného množství dřeviny až o 300%. Na výrobu fréz rozlišujeme tři skupiny materiálu:

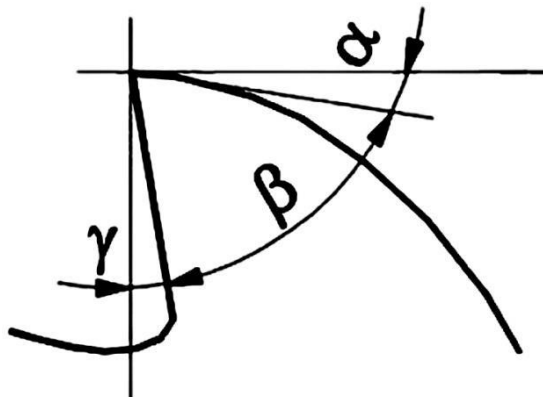
- a) uhlíkaté nástrojové oceli – ostří se zahřívá na 250 °C, označení např.: U 8 A (U - uhlík, 8% uhlíku, A – vysoko jakostní)
- b) slitinové (legované) oceli – ohřev je do 350 °C, obsahují přídavné prvky (chrom, dusík, titan, vanad)
- c) slinuté karbidy (SK) – ohřev do 900 °C, spěkaný kov wolfram + titan

Geometrie ostří (obr. 14)

α – úhel hřbetu, uzavřený řezným povrchem a hřbetovou plochou

β – úhel břitu, je uzavřený čelní plochou a plochou hřbetovou

γ – úhel čela, je uzavřený čelní plochou a rovinou π , kolmou na obrobenou plochu



Obrázek 14 - Geometrie ostří

(Barčík et.al., 2013)

úhel $\alpha = 10^\circ - 15^\circ$

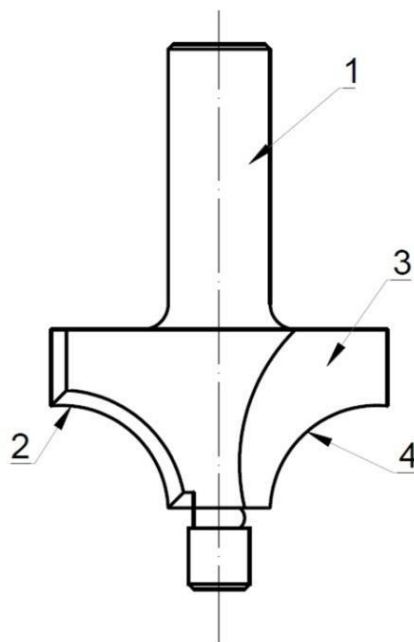
úhel $\beta = 60^\circ - 70^\circ$

úhel $\gamma = 20^\circ - 30^\circ$

Součet všech tří úhlů α , β , γ je roven 90° (Barčík et.al., 2013).

5.4.2. Stopkové frézy

Stopkové frézy (obr. 15) jsou nástroje, které se otáčejí kolem své vlastní osy. Protože nemají upevňovací otvor (jako to je u kotoučové frézy), musí se upevňovat jedním koncem (stopkou) do sklíčidla neboli kleštiny frézy. Stopkové frézy se používají na frézování drážek, polodrážek v ploše i na hranách desek, k frézování rybin, na tvarové frézování čelních a bočních hran i v plochách dílců (Barčík et.al., 2013).



Obrázek 15 - Popis stopkové frézy

1 – stopka, 2 – břit, 3 – čelo, 4 – řezná hrana
(Kvietková, 2015)

5.5. Vrtačky

Vrtačka je dřevoobráběcí stroj, pomocí kterého vyvrtáváme kruhové otvory do obrobku. Nástrojem vrtačky je vrták. Hlavními částmi tohoto stroje jsou stojan, vřeteník, a stůl. Ve vřeteníku je uloženo vřeteno a mechanismy pro hlavní pohyb a posuv. Na stůl se upínají obrobky.

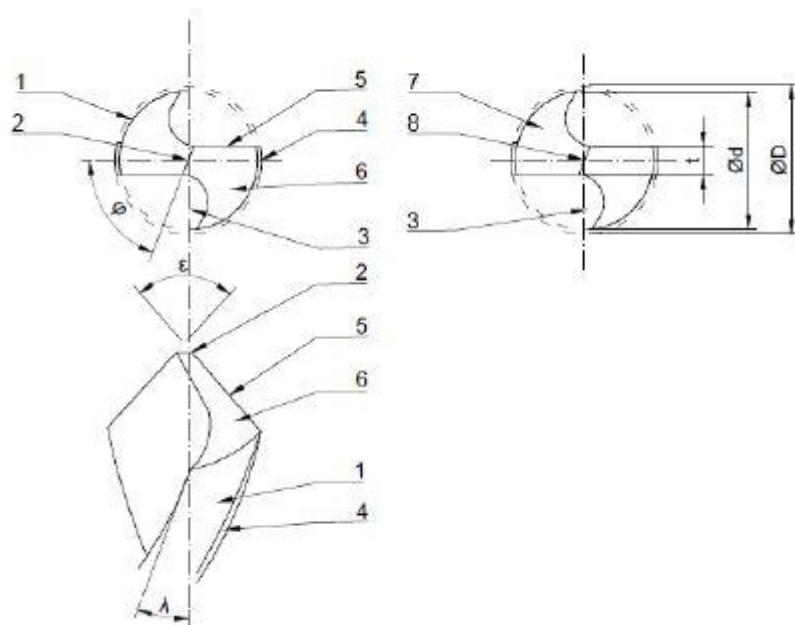
Stolové vrtačky mají nejjednodušší konstrukci. Posuv nástroje je obvykle ruční, vyrábějí se jako jednovřetenové nebo řadové s uspořádáním vřeten v jedné řadě na společném stole. Nejčastěji se používají v kusové výrobě na jednoduché operace (Kvietková, 2015).

5.5.1. Vrtáky

Vrtáky se tvoří kruhové otvory do obráběného materiálu. Jsou to řezné nástroje. Používají se při operacích vrtání a dlabání. Popisujeme přitom dva typy pohybů. A to hlavní otáčivý a vedlejší posuvný. Hlavní pohyb vykonává vrták kolem své osy. Posuvný pohyb může zajišťovat jak pohyb vrtáku, tak pohyb materiálu, přičemž záleží na použitém zařízení. Vrtáky se vyrábějí z rychlořezných ocelí HSS. Vrták se skládá z pracovní části a dřívku krku. Pracovní část válcového tvaru je šroubovitě drážkovaná.

Vedlejší řezné hrany s drážkami začišťují vrtaný otvor a odvádějí z něho třísky. Stopka je část vrtáku, která se upíná do stroje a může být různého tvaru. Fasetka je část hřbetu, která vede vrták v otvoru.

Schopnost vrtat dávají vrtákům čelní hroty. Konstrukce, tvar a rozměry vrtáku se liší a jsou ovlivněny mnoha faktory. Závisí na obráběném materiálu, pracovních podmínkách, rozměrech a kvalitě požadovaného otvoru a produkce práce. Význam vrtaných otvorů do dřeva je různý, od tvorby konstrukčních spojů až po opravy vad dřeva. Při vrtání vzniká tříska, která zanáší vrtaný otvor a způsobuje zahřívání nástroje a s tím je třeba počítat. Na dalším obrázku (obr. 16) je detailní schéma jednotlivých částí vrtáku.



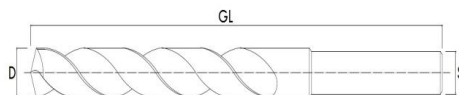
Obrázek 16 - Části vrtáku

1 - hlavní ostří; 2 - příčné ostří; 3 - hřbet břitu; 4 – fasetka; 5 - hřbet vrtáku; 6 – drážka; 7 – žebro; 8 – jádro; d – průměr těla vrtáku; D – pracovní průměr vrtáku

(Prokeš, 1982)

Vrtáky lze rozdělit podle více aspektů. Podle tvaru a materiálu, z kterých jsou vyrobeny nebo podle rozměrů. Dalším z nich je směr vrtání na příčné, tedy kolmo na směr vláken a podélné, tedy rovnoběžně na směr vláken. Vrtáky na příčné vrtání musí být vždy vybaveny břity proti vytrhávání vláken vrtaného materiálu. Nejčastěji se rozdělují tyto nástroje podle tvaru, a to na:

- a) **spirálovitý vrták** (obr. 17), který tvoří obvyčejné válcové otvory. Dělí se na dva typy, podle směru vrtání. Vrták pro podélné vrtání nemá předřezávací břity a jeho řezné břity svírají úhel od 70° do 75° . Vrták pro příčné vrtání má dva předřezávací břity a řezné břity jsou téměř kolmé ke směru vrtu.



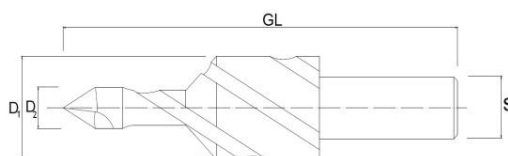
Obrázek 17 - Spirálovitý vrták

GL – délka vrtáku; D – pracovní průměr vrtáku; S – průměr stopky

(Barčík et.al., 2013)

- b) **kolíkovací vrták** je určen pro vrtání otvorů v dřevu, ale i materiálech na bázi dřeva. Je speciální typ spirálovitého vrtáku s hrotem, dvěma řezacími a předřezacími břity. Déle je vybaven válcovou stopkou s ploškou a stavěcím šroubem. Jeho hlavní břity svírají úhel od 50° do 60° , jsou zpravidla kratší než spirálovité vrtáky.

- c) **stupňovitý vrták** (obr. 18) je vrták, který je schopný vytvořit otvory různých průměrů. Tyto vrtáky mohou být jak pravořezné, tak levořezné. Nejznámější variantou je sdužený vrták jak pro vrtání, tak i zahloubení otvoru pro nábytkové šrouby.



Obrázek 18 - Stupňovitý vrták

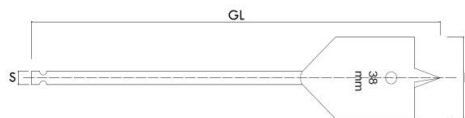
GL – délka vrtáku; D – pracovní průměr vrtáku; S – průměr stopky

(Barčík et.al., 2013)

- d) **plochý vrták** (obr. 19), jak už název napovídá, má plochou funkční část, kterou doplňuje středový hrot. Hrot je zde pro přesné vedení vrtu. Hlavní břity jsou kolmé k ose vrtáku. Je také vybaven bočními břity, které



předřezávají vlákna a začišťují otvory. Jeho využití je pro tvorbu větších otvorů zejména do měkčích materiálů.

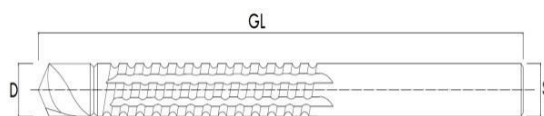


Obrázek 19 - Plochý vrták

GL – délka vrtáku; D – pracovní průměr vrtáku; S – průměr stopky

(Barčík et.al., 2013)

- e) **hadovitý vrták** existuje ve dvou provedeních. Jedním z nich je vrták se závitovým hrotem a jedním předřezávacím břitem a druhým je vrták se závitovým samocentrovacím hrotem. Dále se rozděluje na jednochodé nebo dvouchodé. Tento typ vrtáků je vybaven šestihrannou stopkou, která zabraňuje prokluzu vrtáku. Hadovité vrtáky umožňují přesné vrtání i do větších hloubek.
- f) **frézovací vrták** (obr. 20) je velice univerzální vrták, protože nám mimo běžného vyvrtání otvoru umožňuje také rozšíření otvoru ve směru kolmém na osu. Uplatňuje se nejčastěji při montážních pracích, ale v praxi se objevuje jen zřídka.



Obrázek 20 - Frézový vrták

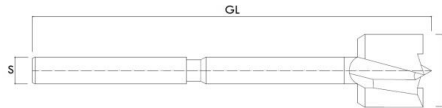
GL – délka vrtáku; D – pracovní průměr vrtáku; S – průměr stopky

(Barčík et.al., 2013)

- g) **Forstnerův vrták** (obr. 21) nám umožňuje vytvoření přesných otvorů ve dřevě, a to díky středícímu hrotu. Dále má dva předřezávací břity a dva řezací břity. Stopku mají tyto vrtáky hladkou nebo šestihrannou. Umožňuje tvorbu otvorů do všech dřevěných materiálů. Forstnerův vrták je někdy



také nazýván jako sukovník. Rozdělujeme ho podle předřezávacích břitů na vrtáky s hladkou hranou, které mají tendenci přehřívát se a na vrtáky s ozubenými hranami. Vyrábějí se z nástrojových ocelí nebo s SK plátky.

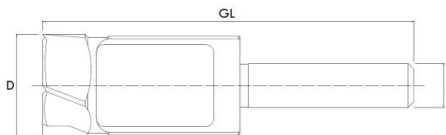


Obrázek 21 - Forstnerův vrták

GL – délka vrtáku; D – pracovní průměr vrtáku; S – průměr stopky

(Barcík et.al., 2013)

- h) **Zátkovník** (obr.22) se používá k vrtání zátek pro opravy vad dřeva. Je to dřevoobráběcí nástroj vícebřitý s čelním ostřím a stopkou. Odvrtávaná zátka prochází dutým vnitřkem nástroje a poté se odřezává.



Obrázek 22 - Zátkovník

GL – délka vrtáku; D – pracovní průměr vrtáku; S – průměr stopky

(Barcík et.al., 2013)

- i) **záhlubník** se používá už na vyvrtané otvory, kde strhává vstupní hrany otvoru. Nejčastěji kvůli zapaštění hlav vrutů a šroubů. Má až pět hlavních břitů, které spolu svírají úhel 90°. V praxi se již používají záhlubníky přímo osazené na vrtáky, které umožňují vytvoření otvorů spolu se zahloubením v jedné operaci (Prokeš, 1982) (Josten, a další, 2010) (Horák, a další, 1980) (Patričný, 2010).

6. Návrh standardizace údržby

V této kapitole se zaměříme na údržbu stroje jako takového. Každý stroj vyžaduje specifickou vlastní údržbu pro spolehlivou funkci. Je potřeba nejen kontrolovat naostření nástroje, který ovlivňuje výsledný obrobek ale i další mechanické části stroje. Zaměříme se na kotoučovou formátovací pilu (obr.23). Vybral jsem si tento stroj, jelikož s ním mám zkušenosti z praxe.



Obrázek 23 - Formátovací pila

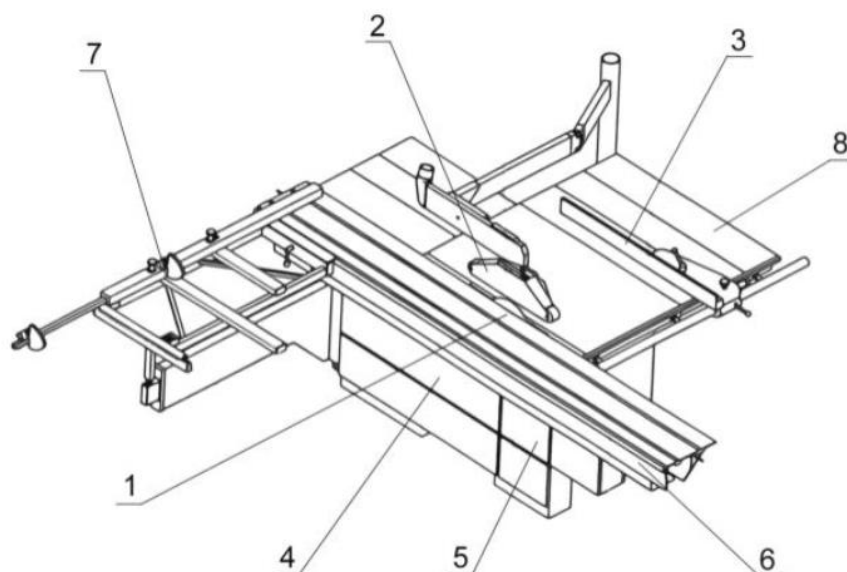
(https://guru-naradi.cz/web/naradi/_doc/znacka-proma/pks-250p.pdf, 18.4.2021)

Vzhledem k těmto zkušenostem vím, že je potřeba u kotoučové formátovací pily provádět každodenní čištění stlačeným vzduchem od třísek a prachu vznikajícího při používání stroje.

Dále je potřeba kontrolovat celistvost stroje, utažení jednotlivých spojů. Případné poruchy nebo jakékoliv nedostatky je zapotřebí okamžitě řešit s vedoucím truhlárny a následně kontaktovat odborné středisko.

Je třeba pohyblivé části promazávat a kontrolovat správné seřízení. Opravy a jakákoliv manipulace se musí provádět jen za klidu stroje a odpojené z elektrické sítě. Elektromotor bych navrhol alespoň 1x ročně překontrolovat odborníkem (elektromechanikem).

Na dalším obrázku (obr. 24) jsou detailně popsány části formátovací pily.



Obrázek 24 - Popis formátovací pily

1 – pilový kotouč s předřezávacím PK, 2 -kryt PK, 3 - vodící pravítko, 4 -stojan, 5 - ovládací panel, 6 -formátovací vozík, 7 -přídavné úhlové pravítko vozíku, 8 – stůl

(https://www.email.cz/web-office/zuihdpu2uTbu7XxjByHDmGZJirSeG8uNzuvFKPj03BUL96oD6-D0txeqmeyjtiX4HsKxBKo/3_silva.doc, 18.4.2021)

Četnost kontrol naostření zubů pilového kotouče je jedna z nejdůležitějších činností pro správnou funkci stroje a odvíjí se od použitého kotouče a řezaného materiálu.

Je otázkou, jak často pilu tedy kontrolovat, aby nedošlo k předčasnému opotřebení až zničení, než by bylo nutné. V následující tabulce (tab.2) jsem navrhnul kontroly provádět následovně:

Tabulka 2 - Četnost údržby

Typ údržby	Četnost
Kontrola stavu pily	Denně
Kontrola dotažení spojů	Denně
Kontrola točících částí	Denně
Kontrola elektromotoru	Jednou za 6 měsíců
Kontrola celistvosti stroje	Jednou týdně
Výměna řezacího nástroje	Při opotřebením nebo poškození jednotlivých zubů
Odstranění prachu, vyčištění	Denně
Promazávání	Jednou týdně

Pro správný chod stroje je nutné provádět pravidelnou údržbu, a to nejlépe vždy po skončení denní práce. Obecně se však kontroluje zpravidla jednou týdně. Týdenní kontrola celého stroje spočívá ve vizuální kontrole všech důležitých mechanických částí. Je nutné překontrolovat opotřebením řemenového pohonu, funkčnost bezpečnostních prvků jako je na příklad tlačítko nouzového vypnutí.

Další mechanické části, jako je uložení hřídele kotouče či ložiska motoru, jsou ošetřeny v pokynech výrobce, kde jsou uvedeny lhůty pro měnění jednotlivých opotřebitelných dílů.

Pokud se stane, že stroj je delší dobu nepoužívaný, navrhuji kontaktovat odborné středisko, které zajistí odbornou kontrolu stroje a případnou výměnu nefunkčních částí případně celého stroje.

V přílohách (př. 1,2) jsou rozepsané nejdůležitější části nástroje, které jsou potřeba udržovat v čistotě a celkově hlídat.

6.1. Trendy

Nejvíce je od dřevoobráběcích strojů požadována přesnost a produktivita výroby, schopnost dosáhnout patřičné jakosti povrchu dílce, vysoká spolehlivost, hospodárnost v provozu a minimální dopad na životní prostředí.

Jedním z trendů je multifunkčnost. Cílem je navrhnout stroj tak, aby dokázal realizovat požadavky různých typů výrobních technologií s potřebnou rychlostí, tuhostí a přesností vzájemného pohybu nástroje a obrobku. Za tradiční a dobře zvládnuté jsou považovány kombinace třískových technologií s nástroji s definovanou geometrií bříty (typicky soustružení a frézování).

Dalším trendem je mít v řezu více nástrojů, typicky u soustružnických center součinnost horní frézovací hlavy při soustružení s dolní hlavou. Zkracování vedlejších časů je těsně svázané s automatizací. Kromě automatické manipulace s nástroji a obrobky se integrální součástí automatizace strojů stávají průmyslové roboty pro manipulaci s dílci a realizaci pomocných operací.

Další trendy jsou na poli ecodesignu. Ty jde shrnout do tří hlavních oblastí:

- běžná instalace frekvenčně řízených spotřebičů, úsporných LED osvětlení a strategií snižování spotřeby energie v nevýrobních režimech nastavením vypínání spotřebičů.
- nástup softwarových řešení – sledování spotřeby energie a statistické vyhodnocení plně integrované do řídicích systémů a připravené na propojení do informačních sítí.
- nástup technologií pro využití odpadní energie (rekuperace), a tím zvyšování energetické efektivity na úrovni celého stroje.

Mezi důležité trendy patří také snižování hmotnosti pohyblivých struktur, zvyšování statické a dynamické tuhosti stroje, zlepšování tvarové a rozměrové přesnosti nosné struktury stroje, snižování výrobní ceny a čas výroby.

7. Cenová dostupnost nástrojů

Cenová dostupnost zmíněných strojů je na českém trhu různorodá. Cena se odvíjí od:

- Typu nástroje
- Výrobce
- Kvality jednotlivých částí
- Výkonnosti stroje
- Možnosti využití nástroje
- Dostupnost na trhu

V následujících tabulkách (tab. 3,4,5) jsem rozepsal cenovou dostupnost nejběžněji používaných nástrojů, od těch nejlevnějších až po ty nejdražší u různých výrobců na trhu.

Tabulka 3- Cenová dostupnost pásové pily

Pásová pila		
	Výrobci	Cena
Nejlevnější	HOLZMANN HBS230ECO	3 993 Kč
	JET JWBS9X	4 482 Kč
Středně drahé	JET JWBS15 230V	47 255 Kč
	HOLZKRAFT HBS533	48 990 Kč
Nejdražší	HOLZKRAFT HB800A S	154 990 Kč
	ACM B S840	173 490 Kč

Tabulka 4 - cenová dostupnost kotoučové pily

Kotoučové pily		
	Výrobci	Cena
Nejlevnější	HOLZMANN TK255	7 467 Kč
	JET JTS31LA	7 543 Kč
Středně drahé	HOLZMANN TS400Z	31 990 Kč
	HOLZSTAR FKS250	32 990 Kč
Nejdražší	HOLZSTAR FKS315-1500E	56 990 Kč
	ROJEK PK315	72 200 Kč

Tabulka 5 - Cenová dostupnost kmenové pásové pily

Kmenové pásové pily		
	Výrobci	Cena
Nejlevnější	HOLZMANN BBS350	35 590 Kč
	HOLZMANN BBS550	57 300 Kč
Středně drahé	PILOUS CTR750	106 500 Kč
	PILOUS CTR550GX	107 000 Kč
Nejdražší	PILOUS CTR710S	246 500 Kč
	HOLZMANN BBS850XL	323 768 Kč

8. Diskuze

Tato bakalářská práce je zaměřená na charakteristiku dřevoobráběcích strojů a jejich příslušných nástrojů. Narozdíl od ostatních prací jiných autorů (Tomáš Houska a Filip Hrnčíř) je výsledkem této práce popis údržby mnou vybrané formátovací pily. Svůj výsledek práce jsem tedy porovnával s oficiálním návodem k údržbě formátovací pily od firmy PROMA. Co se týče kontroly a klasické údržby stroje jsem neshledal žádné významné rozdíly mezi mnou navrhovanými typy údržby a jejich četnosti s oficiální údržbou firmy PROMA, která se zabývá výrobou právě formátovacích pil.

Jediný rozdíl mezi mým návrhem a odbornou literaturou je, že firemní údržba obsahovala i návod a detailní postup, jak si počínat se strojem, který byl už delší dobu mimo provoz a potřebuje kontrolu před uvedením do pracovního procesu. Já navrhnul se obrátit na odborníky z daného odvětví, jelikož by mohlo dojít k nehodě či zranění při výměně částí u nefunkčního stroje nekvalifikovanou osobou.

9. Závěr

Po seznámení s pracovním procesem obrábění jako takového a přiblížením jednotlivých nástrojů je naprosto vypovídající, že na výslednou kvalitu dřevoobrábění má kvalita a údržba nástroje rozhodující vliv. Na kvalitu výsledného obrobeného povrchu má kvalita nástroje přímý vliv.

Celkově lze shrnout, že moderní materiály pro výrobu nástrojů umožňují velice kvalitní opracování dřeva a s jejich vývojem se zvyšuje i úroveň výroby. Dnes nejčastěji používané materiály jsou nástrojové ocele a jako další materiály se používají již zmíněné slinuté karbidy nebo stelit, ale i tvrdokovy nebo keramika.

V dřevozpracujícím průmyslu se používají dva základní druhy zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva. Z posloupnosti technologického procesu výroby je první skupinou dělení materiálů. Mezi nástroje pro dělení materiálů patří především pilové listy, pilové pásy a pilové kotouče. Druhou skupinou jsou nástroje pro obrábění dřeva a materiálů na bázi dřeva. Do této skupiny patří především frézy a vrtáky.

Při neustálém vývoji materiálů na bázi dřeva se samozřejmě musí posouvat i dřevoobráběcí nástroje, a tak tomu bude i v budoucnosti. Ještě zásadnějším důvodem k vývoji nástrojů je zvyšující se nátlak na snižování nákladů výroby, zvyšování jakosti výrobků, zefektivnění produktivity práce a zvyšování konkurence. Na tyto podmínky musí reagovat i materiály, z kterých jsou nástroje vyrobeny.

Tato bakalářská práce se proto věnovala právě dřevoobráběcím nástrojům. Jako cíl si kladla popis jednotlivých nástrojů a popis materiálů využívaných pro jejich výrobu. Bez ohledu na konkrétní nástroj je velice důležité nezapomínat na fakt, že každé dřevo nebo materiál na bázi dřeva má své charakteristické vlastnosti, na které je potřeba nastavit konkrétní řezné podmínky pro dosažení požadované jakosti obrobené plochy.

Při psaní práce jsem se setkal s nedostatkem aktuálních odborných článků a zdrojů, obzvláště v českém jazyce. Jedná se o problematiku v neustálém vývoji, proto doufám, že tato práce pomůže svým přehledem a podnítí k nově vznikajícím aktualizovaným zdrojům či materiálům.

10. Seznam literatury a použitých zdrojů

1. **Barcík et.al. 2013.** *Dřevoobráběcí nástroje - údržba a provozování.* Praha : Powerprint, 2013. ISBN 978-80-87415-80-1.
2. **Blažek, V. 1970.** *Strojní obrábění dřeva.* Praha : SNTL, 1970. ISBN 04-801-71.
3. **Csanády, E. Magoss, E. 2013.** *Mechanics of Wood Machining.* Berlin : Springer, 2013. ISBN 978-3-642-29954-4.
4. **Csanády, E. Magoss, E. Tolvaj, L. 2015.** *Quality of Machined Wood Surface.* Bern : Springer, 2015. ISBN 978-3-319-22418-3.
5. **Gazda, J. 2009.** *Teorie obrábění - Průvodce tvorbou třísky.* Liberec : Technická univerzita Liberec, 2009. ISBN 978-80-7372-498-6.
6. **Goglia, V. 1994.** *Strojevi i alati za obradudrva, část I.* Zagreb : GRAFA, 1994. ISBN 953-6307-03-0.
7. **Horák, J. a Šimánek, J. 1980.** *Truhlář: Technologie pro 2. a 3. ročník odborných.* Praha : Nakladatelství technické literatury, 1980.
8. **Humár, A. 1995.** *Slinuté karbidy a řezná keramika pro obrábění.* Brno : CCB, 1995. ISBN 0-5825-10-4.
9. **Chýle, V. 1970.** *Ostření řezných nástrojů a jejich údržba.* Praha : SNTL, 1970.
10. **Janiček, Vozár, Zbořil. 1986.** *Výrobní zařízení pro učební obory zpracování dřeva na SOU.* Praha : Nakladatelství technické literatury, 1986.
11. **Josten, E., Reiche, T. a Wittchen, B. 2010.** *Dřevo a jeho obrábění.* Praha : Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-2961-9.
12. **Kvietková, Monika. 2015.** *Obrábění dřeva.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. ISBN: 978-80-213-2604-0.
13. **Lašová, V. 2012.** *Základy stavby obráběcích strojů.* Plzeň : 1. vyd. Vydavatelství univerzitní, 2012. ISBN 978-80-261-0126-0.
14. **Liang, S. Y., Shin A. J. 2016.** *Analysis of Machining and Machine Tools.* New York : Springer, 2016. ISBN 978-1-4899-7643-7.

15. **Liščan, J. 1996.** *Teória a technika spracovania dreva.* Zvolen : Matcentrum Zvolen, 1996. ISBN 80-967315-6-4.
16. **Liščan, Josef. 1988.** *Obrábanie a delenie drevných materiálov.* Zvolen : Vysoká škola lesnícka a drevárska vo Zvolene, 1988.
17. **López de Lacalle, L. N. Lamikiz, A. 2009.** *Machine Tools for High Performace Machining.* London : Springer, 2009. ISBN 978-1-84800-379-8.
18. **Patříčný, M. 2010.** *Pracujeme se dřevem základní příručka.* Praha : Grada publishing, 2010. ISBN 978-80-247-3581-8.
19. **Prokeš, S. 1982.** *Obrábění dřeva a nových hmot ze dřeva.* Praha : Nakladatelství státní literatury, 1982.
20. **Prokeš, Stanislav. 1975.** *Údržba a ostření dřevoobráběcích nástrojů .* Praha : SNTL, 1975.
21. **Sacharov, M. D. 1983.** *Automatizácia drevárskej výroby.* Bratislava : Vydavateľstvo Alfa, 1983.
22. **Siklienka a kol. 2013.** *Delenie a obrábanie dreva.* Zvolen : Technická univerzita, Drevarská fakulta, 2013.
23. **Stone, B. 2014.** *Chatter and Machine Tools.* Bern : Springer, 2014. ISBN 978-3-319-05235-9.
24. **Svoreň, Ján. 2002.** *Drevarské stroje.* Zvolen : technická univerzita ve Zvolene, 2002. ISBN.
25. **Vojtěch, D. 2006.** *Kovové materiály.* Praha : VŠCHT, 2006. ISBN 80-7080-600-1.

Internetové zdroje:

Vysoká škola báňská. [Online]

http://homel.vsb.cz/~cep77/PDF/skripta_Technologie_II_1dil.pdf.

https://www.tpvgroup.cz/article/detail/195/?url=tpv-group&gclid=CjwKCAjwjuqDBhAGEiwAdX2cj45N2rA2dtKNGqH8Idtz0ved1-BrWJ7r1Y9HoNuGxrpdF3KuKcncIxoC3noQAvD_BwE

<https://www.ytong.cz/cs/docs/Navod-kotoucova-pila-na-Silku.pdf>

https://www.seco-slevarna.cz/obrabeni/?gclid=CjwKCAjwjuqDBhAGEiwAdX2cj6rPVgvkDmsh_SKid5QbP34XBVbTeJHuliKPHJCzqChg7i6nmcA-gxoCtvAQAvD_BwE

https://www.ergozet.cz/?gclid=CjwKCAjwjuqDBhAGEiwAdX2cj8QsoSsmY32-8IULfwGXuGsvdYLHM8OnME72EfCuaRNs0JNacrsHphoCzrEQAvD_BwE

<https://adoc.pub/okruni-pila-fks-165-obj-islo-csm-.html>

<https://www.czso.cz/documents/10180/122733920/10000420g02.pdf/cb40a1ef-00b0-4a88-838b-d76445af474c?version=1.1>

<https://www.czso.cz/documents/10180/122733920/10000420g03.pdf/0ba5aa22-6a1d-4c81-a543-f5547dac2948?version=1.1>

<https://www.czso.cz/documents/10180/122733920/10000420g06.pdf/a48f951c-0a87-4869-a841-3a2748b74ac3?version=1.5>

https://wiki.knihovna.cz/index.php?title=Soubor:PEST_anal%C3%BDza_vlivu_prost%C5%99ed%C3%AD.jpg

[https://woodlandmills.ca/product/hm126/#gallery\[product-gallery\]-3](https://woodlandmills.ca/product/hm126/#gallery[product-gallery]-3)

<https://www.woodmizer.cz/V%C3%BDrobky/Profesion%C3%A1ln%C3%AD/Pily/LX50>

<https://www.wravor.com/about-us.html>

<https://www.wravor.com/wrc-2000-ac.html>

<http://cz.logosol.com/pasove-pily/b751-pasova-pila/>

<https://www.pilous.cz/drevo/kmenove-pasove-pily-na-drevo/manualni-1/ctr-550-1>

<https://www.neva.cz/cs/stranka/clanky/tenkorezne-pasove-pily>

[/www.dobrestroje.cz/dobrestroje/eshop/1-1-DREVOOBABECI-STROJE/179-2-PILY-DREVOOBABECI](http://www.dobrestroje.cz/dobrestroje/eshop/1-1-DREVOOBABECI-STROJE/179-2-PILY-DREVOOBABECI)

<https://www.dobrestroje.cz/dobrestroje/eshop/1-1-DREVOOBABECI-STROJE/182-3-PILY-PASOVE-A-KOLEBKOVE>

<https://www.dobrestroje.cz/dobrestroje/eshop/1-1-DREVOOBABECI-STROJE/255-3-PILY-KMENOVE/5/5495-HOLZMANN-BBS550SMART-RB-PRODLOUZENI-TRATI-PRO-PILU-HOLZMANN-BBS550SMART>

<http://drevoobrabeci-stroje.cz/formatovaci-pily>

<https://www.pilart.cz/produkty/Formatovaci-pily-16/>

<https://www.peddy.cz/data-central/files/TS315VF.pdf>

https://guru-naradi.cz/web/naradi/_doc/znacka-proma/pks-300f.pdf

<https://www.oavstroje.cz/res/archive/116/017403.pdf?seek=1614604289>

https://www.uni-max.cz/getmedia/f00ae334-1509-4184-ab31-4bacdc6e157/cz_s2500_1?ext=.pdf

<https://www.peddy.cz/data-central/files/TS315VF.pdf>

https://www.email.cz/download/k/Tbh3zQSSw7PDCQH7liS6cy_eE-804Lejpv-Yn29ornD_Hrobos0ypc49EEfayRzT11UoX8M/Drevarske%20stroje%20I.pdf

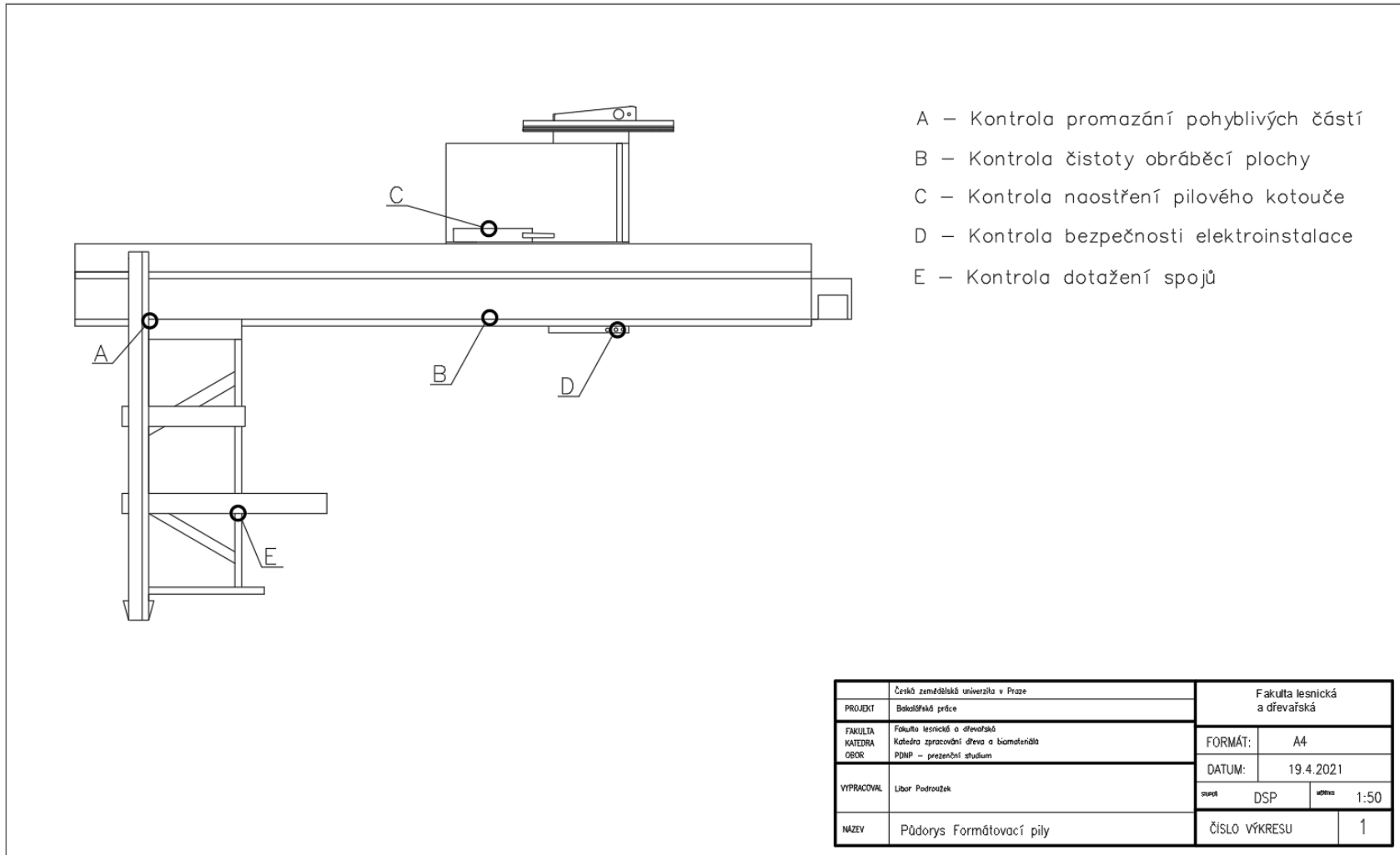
<https://www.epi.sk/zz/1982-59#cast3>

<https://www.email.cz/download/k/OIj8UeTp32QtfxIgxirG9yNSF5MwZLsnmmOcE2vssvTzkr6Hpkk9CtLBFMveTSBX29ks48c/Drevarske%20stroje%20I.pdf>

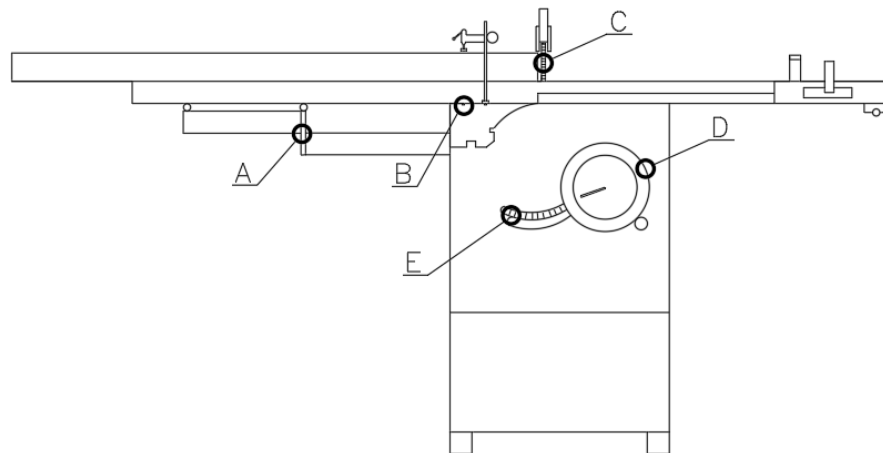
https://www.email.cz/web-office/zuihdpu2uTbu7XxjByHDmGZJirSeG8uNzuvFKPj03BUL96oD6-D0txeqmeyjtiX4HsKxBKo/3_silva.doc

11. Přílohy

Příloha 1 - Formátovací pila – pohled shora



Příloha 2 - Formátovací pila – pohled z boku



- A – Kontrola promazání pohyblivých částí
- B – Kontrola čistoty obráběcí plochy
- C – Kontrola naostření pilového kotouče
- D – Kontrola bezpečnosti elektroinstalace
- E – Kontrola funkčnosti stroje

	Česká zemědělská univerzita v Praze	Fakulta lesnická a dřevařská	
PROJEKT	Bakalářská práce	FORMÁT:	A4
FAKULTA KATEDRA OBOR	Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů POMP – prezentační studium	DATUM:	19.4.2021
VYPRACOVAL	Libor Podroužek	stavba	DSP
		úroveň	1:50
NÁZEV	Pohled Formátovací pily	ČÍSLO VÝKRESU	2