

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra základního zpracování dřeva

Dřevořezný nástroj, jako faktor ovlivňující výrobu

Bakalářská práce

Autor: Tomáš Houska

Vedoucí práce: Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Houska

Dřevařství

Název práce

Dřevořezný nástroj, jako faktor ovlivňující výrobu

Název anglicky

Woodworking tool as a factor influencing production

Cíle práce

Cílem práce je seznámení se nástroji, které se používají při zpracování dřeva a materiálů na báze dřeva. Charakteristika nástrojů a činností, ke kterým jsou nástroje určeny a jejich vliv na výrobní proces. Charakteristika materiálů, ze kterých jsou nástroje vyrobeny a jejich vztah při zpracování dřeva a materiálů na báze dřeva. Vplyv nástrojů na efektivitu výroby.

Metodika

Charakteristika nástrojů k zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva. Vývojová geneze daných nástrojů a jejich rozdělení. Nástroje budou rozděleny do jednotlivých kategorií podle způsobu práce, ke kterému jsou určeny a jejich vlivu na výrobu. Výhody a nevýhody používání nástrojů při obrábění dřeva a materiálů na báze dřeva z pohledu ovlivnění výroby.

Doporučený rozsah práce

35 – 45 stránek

Klíčová slova

dřevořezný nástroje, výroba, obrábění, efektivita práce, povrchová úprava nástrojů, materiály na výrobu dřevoobráběcích nástroj

Doporučené zdroje informací

- AFANASIEV, P. S. Derevoobrabatyvajuščie mašiny. Spravočnik Gosudarstvenoe naučno techničeskoe izdateljstvo Moskva. 1962. s. 575.
- BARCÍK, Š., KVIETKOVÁ, M., BOMBA, J., SIKLIENKA, M. Dřevoobráběcí nástroje – údržba a provozování. Powerprint Praha. 2013. 355 s., ISBN 978-80-87415-80-1.
- BESCHORNER, V. Mechanické technologie nářadí a nástrojů k obrábění dřeva. 2. vyd. Praha: Státní nakladatelství. 1929. 102 s.
- KVIETKOVÁ, M. Obrábění dřeva. CARTER Praha. 2015. 295 s., ISBN 978-80-213-2604-0.
- LING, K., KIMURA, S., WANG, H., YOKOCHI, H. Band saw vibration V. Effect of a hydrostatic air-guide system on a band saw vibration. Mokuzai Gakkaishi Journal of the Japan Wood Research Society. 38(1). s. 29-36. 1992.
- VLÁSEK, E. Technická praktika – ruční obrábění dřeva . 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita. 1996. 120 s., ISBN 80-7082-263-5.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra základního zpracování dřeva

Elektronicky schváleno dne 20. 11. 2017

doc. Ing. Milan Gaff, PhD.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 03. 03. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Dřevořezný nástroj, jako faktor ovlivňující výrobu“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Moniky Sarvašové Kvietkové, PhD. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 20.4.2018

Tomáš Houska

Poděkování

Tímto bych rád velice poděkoval své vedoucí práce Ing. Monice Sarvašové Kviťkové, PhD. za ochotu, kterou mi věnovala při psaní této práce. Rád bych dále poděkoval všem, kteří mě během studia a psaní této práce podporovali.

Abstrakt

Tato bakalářská práce s názvem „Dřevořezný nástroj, jako faktor ovlivňující výrobu“ je zaměřena na seznámení s nástroji, které se používají při zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva. Práce je rozdělena do tří částí. V části první je definován dřevořezný nástroj, jeho geometrie a materiály, ze kterých se nástroje vyrábějí. Je sem zahrnuta i vývojová geneze nástrojů. První část popisuje i opotřebení nástrojů při jejich provozování a základní kroky údržby nástrojů. Druhá část této práce popisuje jednotlivé nástroje a činnosti při jejich provozu. Tato část je rozdělena na dělení a na obrábění dřeva a materiálů na bázi dřeva. Ve třetí části je popsán vliv nástrojů na dřevařskou výrobu, která je zde také charakterizovaná, i na výrobek samotný.

Klíčová slova: dřevořezný nástroj, výroba, obrábění, efektivita práce, povrchová úprava nástrojů, materiály na výrobu dřevoobráběcích nástrojů

Abstract

This bachelor's thesis which is titled „Woodworking tool as a factor influencing production“ is focused on familiarizing with tools used in wood processing and wood based materials. The work is divided into three parts. The first part defines the woodworking tool, its geometry and the materials from which the tools are produced. It also includes the development genesis of tools. The first part describes the wear of tools in their operation and the basic steps of tool maintenance. The second part of this work describes individual tools and activities in their operation. This section is divided into material division and machining wood and wood based materials. The last part describes the influence of tools for wood production, which is also characterized here, and on the product itself.

Keywords: woodworking tool, production, woodworking, efficiency of work, surface treatment of tools, materials for the production of woodworking tools

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl práce	12
3	Metodika	13
4	Nástroje	14
4.1	Geometrie nástrojů.....	14
4.2	Rozdělení nástrojů.....	15
4.3	Vývojová geneze.....	16
4.4	Materiály pro výrobu nástrojů.....	18
4.4.1	Nástrojové ocele.....	18
4.4.2	Slinuté karbidy.....	19
4.4.3	Tvrdokovové návary.....	19
4.4.4	Stelit.....	19
4.4.5	Keramika.....	19
4.5	Povrchová úprava nástrojů.....	20
4.6	Úpravy zubů.....	20
4.6.1	Rozvádění zubů.....	21
4.6.2	Pěchování zubů.....	21
4.7	Opotřebenění nástrojů.....	22
4.8	Údržba nástrojů.....	23
4.8.1	Údržba pilových nástrojů.....	24
4.8.2	Údržba ostatních nástrojů.....	25
5	Dělení dřeva a materiálů na bázi dřeva a nástroje pro dělení ...25	
5.1	Pilové kotouče.....	26
5.1.1	Řezání kotoučovou pilou.....	30
5.2	Pilové listy.....	31
5.2.1	Řezání rámovou pilou.....	32
5.3	Pilové pásy.....	33
5.3.1	Řezání pásovou pilou.....	35
5.4	Nože.....	36
5.4.1	Krájení.....	37
5.4.2	Loupání.....	37

6	Obrábění dřeva a materiálů na bázi dřeva a obráběcí nástroje	38
6.1	Frézy.....	38
6.1.1	Kotoučové frézy.....	40
6.1.2	Stopkové frézy.....	40
6.1.3	Frézování.....	41
6.2	Vrtáky.....	42
6.2.1	Vrtání.....	44
6.3	Dlabací vrtáky.....	45
6.3.1	Dlabání dlabacím vrtákem.....	45
6.4	Brusné pásy.....	45
6.4.1	Broušení.....	46
7	Dřevařská výroba	47
7.1	Nástroj a výroba.....	49
7.2	Efektivita výroby.....	50
7.3	Rozměrová a tvarová přesnost při výrobě.....	51
7.4	Kvalita povrchu při výrobě.....	52
8	Závěr	54
9	Použitá literatura	55

Seznam obrázků a grafů

Obr.1: Geometrie nástroje.....	15
Obr.2: Rozvedené zuby.....	21
Obr.3: Pěchované zuby.....	22
Obr.4: Pilový kotouč.....	28
Obr.5: Schéma řezání kotoučovou pilou.....	30
Obr.6: Pilový list.....	32
Obr.7: Kotoučová fréza.....	40
Obr.8: Stopková fréza.....	41
Obr.9: Nesousledné frézování.....	42
Obr.10: Spirálový vrták.....	44
Graf 1: Průběh opotřebení nástroje.....	23

1 Úvod

Dřevařská výroba a celkově zpracování dřeva je podle mého názoru velice důležitou součástí průmyslu v naší republice. Tento obor má dlouhou tradici a myslím, že i velice zajímavé a perspektivní výhledy do budoucna. Ať už se jedná o prvky vybavení interiéru, různé dřevěné konstrukce nebo dřevostavby. Výroba všech výrobků ze dřeva probíhá pomocí dřevořezných nástrojů.

Vlastnosti nástrojů, jako jsou materiály pro jejich výrobu, geometrie nebo různé prvky vylepšující jejich vlastnosti dokáží tuto výrobu velice výrazně ovlivnit kladně nebo záporně.

Z předešlého tedy vyplývá, že dřevořezné nástroje jsou velice důležitým prvkem při zpracování dřeva. Proto jsem se pokusil zpracovat tuto problematiku a vytvořit souhrnný popis jednotlivých dřevořezných nástrojů, materiálů pro jejich výrobu a základních postupů jejich údržby. Do práce jsem zahrnul i popis základních činností, ke kterým se nástroje používají, a i popis toho, jak dřevořezné nástroje ovlivňují výrobu výrobků ze dřeva i z materiálů na bázi dřeva.

Téma této práce jsem zvolil z důvodu, že jsem chtěl shrnout všechny tyto získané poznatky a znalosti do jednoho uceleného celku.

2 Cíl práce

Cílem práce je seznámení se s nástroji, které se používají při zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva. Charakteristika nástrojů a činností, ke kterým jsou nástroje určeny a jejich vliv na výrobní proces. Charakteristika materiálů, ze kterých jsou nástroje vyrobeny a vztah při zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva. Vliv nástrojů na efektivitu výroby.

Ke splnění hlavního cíle práce je zapotřebí splnit několik dílčích cílů:

- rozdělení a charakteristika nástrojů ke zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva,
- vývojová geneze nástrojů,
- popis činností, ke kterým se nástroje používají,
- popis vlivu nástrojů na výrobu.

3 Metodika

Tato práce byla zpracovaná na základě studia odborné literatury, která se problematikou dřevořezných nástrojů, materiálů pro výrobu nástrojů a činnostmi nástrojů při zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva zabývá. 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, především z předmětů Dřevořezné nástroje a Obrábění dřeva.

4 Nástroje

Dřevořezný 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, 1996).

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.

Na dřevořezné 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 a kol., 2013).

4.1 Geometrie nástrojů

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 (Gogliá, 1994).

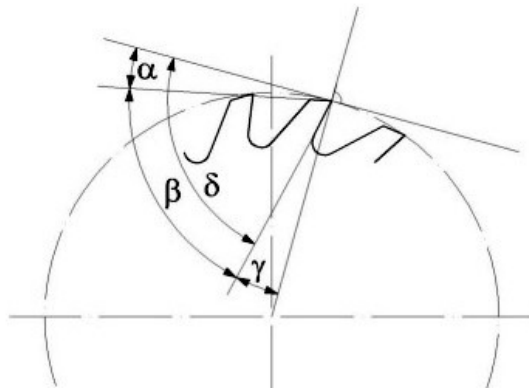
Na každém řezném klínu lze charakterizovat tři základní úhly, které určují geometrii nástroje. Jsou to:

- 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 (Wieloch, 2004). Všechny tyto úhly jsou uvedené na obrázku číslo 1.



Obr. 1: Geometrie nástroje

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

(Barcík a kol., 2013)

Zvolením optimální geometrie nástroje pro opracování daného materiálu lze dosáhnout správného odvodu třísky, snížit řezný odpor a tím i spotřebu energie stroje (Horák, Šimánek, 1980).

4.2 Rozdělení nástrojů

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 nástroje...) (Barcík a kol., 2013, Lisičan, 1988).

Všechny tyto nástroje pro dělení i obrábění prodělaly od svého vynálezení až po současnost značný vývoj, při kterém se měnily a zdokonalovaly. Ten je stručně shrnut v následující kapitole, tedy kapitole 4.3.

4.3 Vývojová geneze

Lidstvo zpracovává dřevo od nepaměti. V nejstarších dějinách lidé používali kusy dřeva a nerostů jako zbraně a první nástroje. Takovým byl třeba pěstní klín. Později pak lidé začali využívat kombinaci obou předchozích materiálů a tím vytvářeli nože, sekery nebo motyky. V tomto období se taktéž objevovaly první předchůdci dnešních vrtáků. K vytváření otvorů se využívalo dutých kostí, kterými se otáčelo pomocí luku.

V době bronzové se k výrobě nástrojů začalo využívat ohně. Tím dokázali lidé tavit bronzové slity a měnit tak jejich tvar. Díky tomu mohli vytvářet první nástroje z kovu, v tomto případě z bronzu.

Další vývoj pokračoval v době železné. Nástroje z bronzu byly vyměněny za nástroje ze železa. Železné nástroje totiž poskytovaly o mnoho lepší vlastnosti pro opracování dřeva než nástroje bronzové. Měly vyšší tvrdost a lépe tak dřevo opracovávaly. V této době se využívá seker, pil, pořízů, dlát a prvních vrtáků. Tehdy byl též vynalezen hoblík. Tento nástroj se používal k opracování a tvarování povrchu dřeva až do doby, kdy bylo zavedeno obrábění pomocí fréz.

Tento vývoj stále probíhal, jelikož lidé využívali dřevo čím dál více. Ve středověku bylo jedním z hlavních materiálů pro stavby domů, lodí a stále se používalo pro výrobu zbraní. Díky tomuto využití se tak nástroje stále více zdokonalovaly.

První strojní obrábění se datuje do čtvrtého století, kdy byly sestrojeny první pily s vodním pohonem. Kromě vodního pohonu bylo pro obrábění dřeva využíváno i pohonu zvířecí silou nebo větrem. V této době se objevují první kovové nástroje pro strojní obrábění. Těmi jsou pilové listy.

V patnáctém století se objevují návrhy soustruhů a hoblovacích strojů a spolu s nimi i první nástroje v těchto strojích používané. Tedy první nože používané ke strojnímu obrábění dřeva.

V roce 1777 byla patentována kotoučová pila, která se začala v praxi využívat okolo roku 1790 (Simonds Manufacturing co., 1918). Spolu s ní se objevily i první pilové kotouče.

S vynálezem parního stroje v roce 1778 přišlo výrazné vylepšení pohonu a díky tomu mohl nastat i rozvoj dřevořezných nástrojů.

Souběžně s tímto vývojem se objevovaly i nové materiály pro výrobu nástrojů. V roce 1740 byla objevena uhlíkatá ocel a díky tomu se mohly nástroje vylepšovat.

Na začátku devatenáctého století se objevují první frézy. V dalším průběhu tohoto století se objevují pilové pásy a loupací nože v prvních loupacích strojích. Ke konci tohoto století přichází hoblovací nože a spolu s nimi první rovinné frézky na dřevo.

Nástroje byly opět o něco vylepšeny začátkem dvacátého století. To díky novým materiálům, které poskytovaly mnohem lepší vlastnosti než materiály doposud používané. V roce 1907 byl vynalezen stelit a v roce 1914 slinuté karbidy.

Od tohoto období dochází postupně především k vylepšování všech těchto nástrojů k opracování dřeva a materiálů na bázi dřeva. Postupně se zdokonalují i materiály pro výrobu nástrojů. Je zdokonalovaná geometrie nástrojů v závislosti na nových materiálech, které je potřeba obrábět. Souběžně s vývojem nástrojů dochází samozřejmě i k vývoji dřevoobráběcích strojů. Tento vývoj je zaměřen především na řízení počítači a na CNC technologii. V posledních letech jsou jedny z nejvíce vyvíjených nástrojů laser a vodní paprsek.

Spolu s vývojem nástrojů pro obrábění dřeva probíhal i vývoj materiálů, ze kterých se nástroje vyrábějí. Během něho se tyto materiály vylepšovaly a

přidávaly se k nim materiály další. Z tohoto vývoje vzešly moderní materiály pro výrobu nástrojů používané dnes. Tyto materiály shrnuje kapitola 4.4.

4.4 Materiály pro výrobu nástrojů

Materiál dřevořezného 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.

Dřevořezné 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.

4.4.1 Nástrojové ocele

Nástrojové ocele můžeme rozdělit na tři druhy. Prvním druhem jsou uhlíkaté nástrojové ocele, druhým druhem jsou legované nástrojové ocele a třetí jsou rychlořezné nástrojové ocele.

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 (Ptáček, 1999, Barcík a kol., 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).

4.4.2 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).

4.4.3 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, 1978).

4.4.4 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 abrazivnímu a chemickému opotřebení a dvou až čtyřnásobně zvyšuje trvanlivost nástroje (Prokeš, 1978, Barcík a kol., 2013).

4.4.5 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 (Sikalidis, 2011).

Někdy se nástroje vyrobené z těchto materiálů ještě vylepšují úpravou jejich povrchu. Ta je shrnuta v kapitole 4.5.

4.5 Povrchová úprava nástrojů

V některých případech se zlepšují vlastnosti dřevořezných 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 a kol., 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.

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 a kol., 2013).

Aby bylo dosaženo co nejlepšího výsledku při provozování nástrojů, tak se v některých případech, hlavně u pilových nástrojů, jejich řezné prvky ještě dále upravují. Tyto úpravy jsou rozepsány v kapitole 4.6.

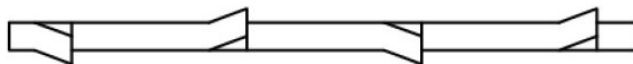
4.6 Úpravy zubů

Úprava zubů řezných nástrojů se provádí pēchováním zubů, rozváděním zubů nebo přidáním dalšího materiálu na zuby nástroje (např. úprava SK plátky). Rozvod nebo pēchování se používá k rozšíření horní části zubů řezných nástrojů. Díky tomu se rozšiřuje řezná spára a nedochází tak k přílišnému tření mezi nástrojem a řezaným materiálem v řezné spáře. Tím se snižuje i zahřívání nástroje a zvyšuje jeho stabilita, a tak nedochází

k zabíhání při řezu. Jelikož nedochází k velkému tření a zabíhání, pomáhají nám tyto úpravy zvýšit životnost nástroje a zefektivnit řezání a tím i výrobu. Velikost rozšíření nebo rozvedení zubů závisí na druhu řezaného dřeva, jeho tloušťce, vlhkosti materiálu a jeho teplotě, na průběhu letokruhů řezaného materiálu, ale i na rozměrech nástroje. U pilových kotoučů se provádí rozvod nebo rozšíření zubů v hodnotě 0,2-1,3 mm. Rozvod nebo rozšíření zubu u pilových pásů bývá v hodnotě 0,3-0,8 mm a u pilových listů bývá tato hodnota 0,5-0,7 mm (Lisičan, 1996). Příliš malý rozvod nebo rozšíření zubů nesnižuje tření, které je tak na vysoké úrovni a nástroj se tím pádem zahřívá, což snižuje jeho stabilitu i životnost a snižuje kvalitu řezu. Naopak příliš velký rozvod nebo rozšíření zubů zvyšuje prořez na příliš velké hodnoty, zhoršuje kvalitu povrchu řezné spáry a zvyšuje spotřebu energie (Prokeš, 1978). Je proto nutné zvolit podle nástroje a řezaného materiálu optimální hodnotu rozvodu nebo rozšíření zubů nástroje.

4.6.1 Rozvádění zubů

Rozvádění je v podstatě vyhýbání jednotlivých zubů do stran. Provádí se střídavě ob jeden zub na levou a pravou stranu. Rozvod se provádí do jedné třetiny, maximálně do jedné poloviny výšky zubu, aby nedošlo k jeho poškození (Josten a kol., 2013). Rozvedené zuby znázorňuje obrázek číslo 2.



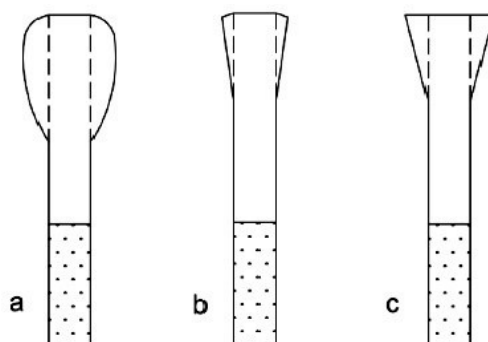
Obr. 2: Rozvedené zuby

(Kvietková, 2015)

4.6.2 Pěchování zubů

Pěchování je způsob rozšíření řezné hrany, který se provádí roztlačím zubu. Samotný průběh pěchování má tři části a je zachycen na obrázku číslo 3. V první řadě se provádí přípravné kroky, kterými jsou očištění zubů a potřetí zubů grafitem. V druhém kroku dochází k vlastnímu pěchování a ve třetím kroku se provádí egalizace zubů a ostření. Egalizace je sjednocení

šířky a všech úhlů na všech zubech nástroje. Tato úprava se provádí na pēchovacích automatech a egalizačních pŕístrojích (Barcık a kol., 2013).



Obr. 3: Pēchování zubů

a-roztlačený zub, b-egalizovaný zub, c-naostřený zub

(Barcık a kol., 2013)

Všechny nástroje, ať už jsou vyrobené z jakéhokoli materiálu a jsou jakkoli upravené jsou během provozování namáhány mnoha různými způsoby namáhání. Působením těchto namáhání dochází k jejich postupnému opotřebením. Opotřebením se zabývá kapitola 4.7.

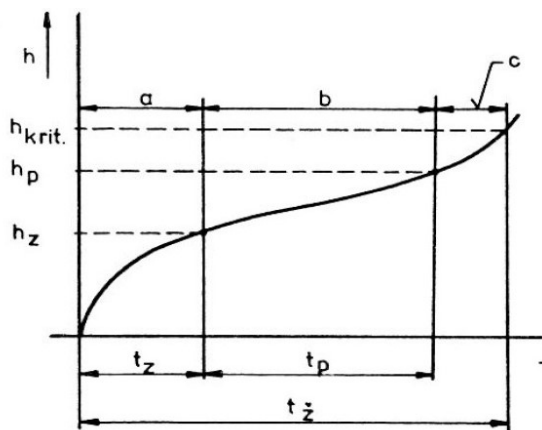
4.7 Opotřebením nástrojů

Ekonomika dřevozpracujících podniků do značné míry závisí na výkonnosti a životnosti nástrojů, u těch však dochází k opotřebením (FAO, 1983). Toto opotřebením nástrojů je následkem odporu řezaného materiálu při vnikání řezného nástroje. Tím postupně dochází ke změně mikrogeometrie nástroje a ke ztrátě schopnosti nástroje řezat. Řezná hrana se při práci postupně zaobluje a tím se její tvar čím dál více odchyluje od tvaru řezné hrany, která je naostřená a má tak optimální vlastnosti pro opracovávání materiálu. Při přílišném otupením nástroje dochází ke zhoršení kvality řezaného povrchu, nepřesnostem, zabíháním nástroje a v krajním případě i k pálení.

Ve výrobních podnicích je velice důležité správně stanovit dobu, kdy má dojít k obnově nástroje, aby nedocházelo ke snížení efektivity práce, znehodnocování materiálu, ale i ke znehodnocením samotného nástroje.

Důležité je též správně určit čas, kdy už se nevyplatí nástroj znovu ostřit, ale je lepší ho vyřadit.

Opotřebení nástroje má tři části. První částí je takzvaná doba zabíhání nástroje (a). Druhou částí je úsek normálního opotřebení (b) a poslední částí je úsek zrychleného opotřebení (c). Průběh opotřebení je uveden na grafu číslo 1.



Graf 1: Průběh opotřebení nástroje

a-záběh, b-provoz, c-dožívání, h-opotřebení, t-čas, h_p -provozní hodnota opotřebení, h_z -záběhová hodnota opotřebení, t_z -čas záběhu, t_p -čas provozu, $t_ž$ -celkový čas

(Barcík a kol., 2013)

U opotřebovaných nástrojů, které však ještě nejsou určeny k vyřazení, se provádí k obnovení jejich co nejlepších vlastností údržba. Definice a kroky údržby jsou zmapované v kapitole 4.8 a jejích podkapitolách.

4.8 Údržba nástrojů

Údržbu nástrojů provádíme především ze dvou důvodů. Prvním důvodem je zvýšení životnosti nástroje na maximální možnou dobu. Druhý důvod je zachování optimálních vlastností nástroje po celou dobu jeho životnosti a tím i vyhnutí se různým problémům při provozování nástroje, které by mohly záporně ovlivnit výrobu.

Při údržbě nástrojů je velice důležité zachování geometrie ostří nástrojů, ale i dalších vlastností nástroje, jako například zachování přesahu řezné hrany nad omezovač třísky u pilových kotoučů. Další důležitou vlastností, která přímo

ovlivňuje kvalitu řezu je drsnost řezné hrany nástroje. Drsnosti se při údržbě nástrojů snažíme dosáhnout co nejnižší, protože případné nerovnosti řezné hrany se kopírují na řezanou plochu (Kvietková, 2015).

Správná údržba nástrojů má tedy pozitivní vliv na kvalitu a efektivitu výroby a kladně se projeví i na ekonomické stránce, jelikož při správném udržování nástrojů není zapotřebí nakupovat nové tak často.

Údržbu lze rozdělit na dva druhy, podle toho, na kterých nástrojích se provádí. Rozdílná je údržba pilových nástrojů a nástrojů ostatních.

4.8.1 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 petrolejí, naftou nebo speciálními čističi, nikoli však kovovými kartáči (Prokeš, 1978).

Rovnění 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 (Prokeš 1978, Barcík a kol., 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 (Barcík a kol., 2013).

Posledním krokem údržby je výstupní kontrola.

4.8.2 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 dřevořezný 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. Zpracování těchto materiálů můžeme rozdělit na dělení, kapitola 5 a obrábění, kterým se zabývá kapitola 6.

5 Dělení dřeva a materiálů na bázi dřeva a nástroje pro dělení

Dělení lze charakterizovat jako proces rozdělování materiálu na více menších částí pomocí řezného nástroje. Při dělení materiálu vzniká tříska, která je kromě výroby dřív brána jako odpad (Lisičan, 1996).

Pro dělení dřeva a materiálů na bázi dřeva se používají pilové nástroje, tedy pilové kotouče, pilové listy a pilové pásy a nástroje nazývané nože.

Nejvíce používanými pilovými nástroji jsou pilové kotouče, ty jsou zmíněné v kapitole 5.1.

5.1 Pilové kotouče

Pilové kotouče se používají u truhlářských stolových pil, formátovacích pil, zkracovacích pil, omítacích pil, rozmítacích pil, CNC nářezových center a v agregátech používaných k pořezu kulatiny. Najdou tak uplatnění téměř ve všech odvětvích dřevařské výroby.

Jedná se o rotační nástroj určený k dělení materiálu, který je upnut na hřídeli kotoučové pily. Samotný kotouč se skládá z těla a ozubení. Tělo kotouče má ve svém středu upínací otvor umožňující jeho nasazení na hřídel. Ozubení lze definovat jako soustavu řezných klínů po obvodu nástroje. Bývá vysekáno nebo vyřezáno laserem.

Základními charakteristikami pilového kotouče jsou jeho průměr, průměr upínacího otvoru, počet zubů, tvar ozubení, maximální povolené otáčky kotouče, materiál, ze kterého je kotouč vyroben a úprava zubů. Všechny tyto údaje by měly být uvedeny na pilovém kotouči, případně na jeho obalu.

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

Průměr pilového kotouče pro řezání volíme co nejmenší. Závisí na požadovaném přesahu nad obrobek (ideálně výška 10 mm), konstrukci stroje a na řezaném materiálu. Menší průměr pilového kotouče poskytuje vyšší stabilitu kotouče, nižší hlučnost, odděluje menší třísku, čímž zvyšuje kvalitu řezaného povrchu, lépe se ostří a v neposlední řadě je nižší jeho cena i cena jeho údržby (Prokeš, 1978, Josten a kol., 2013).

Na těle i na ozubení pilového kotouče může být použito mnoho prvků, které zlepšují jeho vlastnosti, jsou schematicky vyobrazené na obrázku číslo 4. Mezi tyto prvky lze zařadit:

-dilatační drážky-při zahřívání pilového kotouče třením, řezným odporem a odstředivými silami se zvyšuje pnutí na obvodě kotouče. Tyto dilatační drážky pomáhají vyrovnávat toto pnutí na

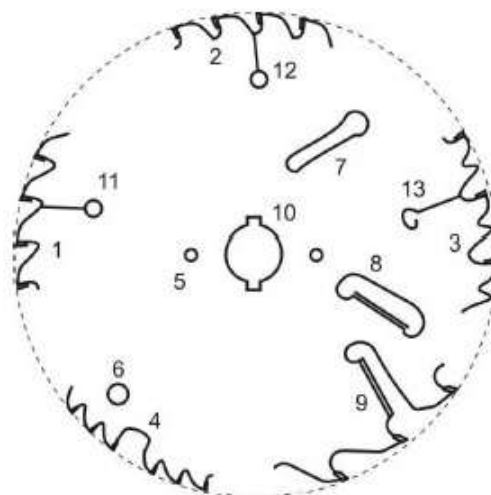
obvodu kotouče. Dilatační drážka může být v provedení pouze jako prázdná drážka s odvětráním nebo jako drážka s vloženým měděným páskem, který odvádí teplo anebo může být drážka v provedení s protihlukovou úpravou (Siklienka, Kminiak, 2013).

-otvory na ochlazování-ty mohou být v provedení otvoru v těle kotouče anebo jako otvor v mezizubové mezeře. Od pilového kotouče odvádějí teplo vzduchem, který proudí při chodu kotouče kolem něj (Siklienka, Kminiak, 2013).

-protihlukové úpravy-tyto úpravy pilového kotouče mají za úkol snižovat hlučnost kotouče při běhu na prázdno i při řezání. Nejčastěji bývají tyto prvky provedeny jako profilové průřezy v těle kotouče. Novější systém snižování hlučnosti pilového kotouče je systém SONG, který je založen na sendvičové konstrukci pilového kotouče. Jedná se v podstatě o dva pilové kotouče, mezi nimiž je vrstva folie. Tento systém výrazně snižuje hlučnost a zvyšuje stabilitu kotouče při práci (Siklienka, Kminiak, 2013).

-omezovače třísky-používají se pouze u kotoučů na podélné řezání rostlého dřeva. Omezovač omezuje nárazy na řeznou hranu zubu. Přesah řezné hrany nad omezovač třísky bývá 0,1 – 0,8 mm. Tento přesah je nutné zachovat i při broušení pilového kotouče (Barcík a kol. 2013, Siklienka, Kminiak, 2013).

-dočišťovací prvky-používají se především u podélného řezání vlhčího dřeva ke snížení zanášení mezizubových mezer a aby se kotouč v důsledku tření nezalepoval pryskyřicí a nedocházelo tak k jeho pálení a znehodnocení. Do této skupiny prvků zlepšujících vlastnosti kotouče lze zařadit skupinové ozubení, které je vhodné pro podélné řezání dřeva, dočišťovací břity na těle kotouče nebo dočišťovací břity ve spárách sloužících k chlazení pilového kotouče (Siklienka, Kminiak, 2013).



Obr. 4: Pilový kotouč

1-zaoblený tvar zubu, 2-zalomený tvar zubu, 3-zuby s omezovačem třísky, 4-zubová mezera, 5,6-otvor pro upevnění přírub, 7-otvor pro ochlazování, 8-čistící SK plátek vnitřní, 9-čistící SK plátek vnější, 10-upínací otvor, 11-dilatační otvor s prvkem pro chlazení, 12-dilatační otvor s odvětráním, 13-dilatační otvor s protihlukovou úpravou

(Siklienka, Kminiak, 2013)

Všechny tyto úpravy vylepšují vlastnosti nástroje a zvyšují jeho přínos pro výrobu jako takovou. Součinnost těchto prvků zvyšuje kvalitu řezu, což má pozitivní vliv na kvalitu řezané plochy, potažmo i samotného výrobku. Tím, že se nástroj díky chladícím prvkům nepřehřívá a nedochází k jeho zabíhání. Dočišťovací prvky zajišťují vyšší kvalitu řezné spáry, a to následně snižuje potřebu tuto plochu například hodně brousit. To šetří nejen výrobní čas, ale i snižuje výrobní náklady. Omezovače třísky prodlužují trvanlivost ostří nástroje i životnost nástroje, což má pozitivní vliv na ekonomiku podniku z hlediska nákupu nových nástrojů. Úpravu pro snížení hlučnosti ocení zejména pracovníci, kteří pracují v blízkosti stroje s pilovými kotouči.

Na pilových kotoučích se standardně používá několik druhů ozubení. Mezi ty lze zařadit:

- vlčí ozubení s pozitivním úhlem čela pro podélné i příčné řezání masivního dřeva,

-vlčí ozubení s negativním úhlem čela pro příčné řezání masivního dřeva,

-trojúhelníkové nesouměrné, které má pozitivní úhel čela pro podélné i příčné řezání tenkých sortimentů,

-trojúhelníkové souměrné, které má negativní úhel čela se používá pro příčné řezání masivního dřeva (<http://drevene-materialy.fld.czu.cz/nastroje>, 2018).

Úprava ozubení probíhá nejčastěji pomocí SK plátků (slinutý karbid). Další materiály na úpravu ozubení jsou stelit, keramické materiály nebo diamantová úprava. Ozubení pilového kotouče bez SK plátku se rozvádí nebo pěchuje. Taktéž tyto úpravy pozitivně ovlivňují vlastnosti nástroje v jeho vztahu k výrobě. Nástroje upravené SK jsou výrazně výkonnější, rozvedení a pěchování zubů prodlužuje životnost nástroje, jelikož nedochází ke tření a tím k pálení materiálu ani nástroje.

Materiály pro výrobu pilových kotoučů jsou různé druhy nástrojových ocelí (Josten a kol., 2013). Nejčastější je nástrojová rychlořezná ocel s tvrdostí 41-46 HRC (Siklienka, Kminiak, 2013). Povrchová úprava těla pilového kotouče se provádí niklováním, což snižuje nalepování nečistot a pryskyřic na kotouč. Tělo kotouče lze povlakovat titanem a jeho sloučeninami. Tato úprava výrazně zvyšuje tvrdost povrchu a snižuje nalepování nečistot čímž zvyšuje životnost nástroje (Barcík a kol., 2013).

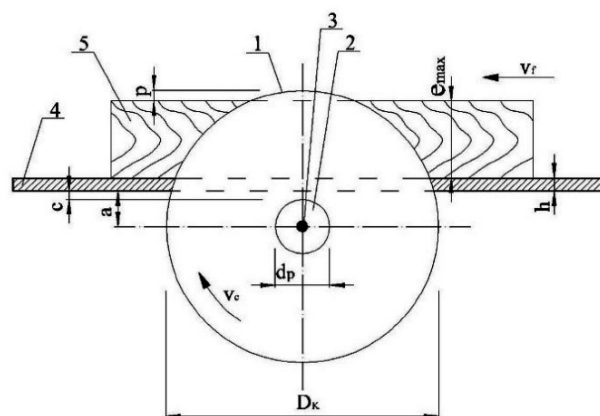
Pilové kotouče jsou velice výkonné nástroje. V porovnání s pilovými listy u rámových pil poskytují daleko vyšší posuvné rychlosti a tím i větší kapacitu. Hlavně kvůli tomuto faktoru v současné době nahrazují tyto nástroje pilové listy při pořezu kulatiny. Lze tak v podniku dosáhnout daleko vyšších objemů zpracovaného dřeva. Tyto nástroje mají své místo i v nábytkářské a stavebně truhlářské výrobě, kde jsou téměř nenahraditelné. Jejich hlavní nevýhodou jsou vyšší prořezy v porovnání například s pilovými pásy, to je dáno tloušťkou nástroje. Neumožňují též, na rozdíl od pilových pásů, řezat jiné než přímé tvary.

Jak již bylo zmíněno, pilové kotouče se používají jako nástroje kotoučových pil. Charakteristika řezání pomocí pilového kotouče, tedy řezání kotoučovou pilou, je v následující kapitole 5.1.1.

5.1.1 Řezání kotoučovou pilou

Nejprve je však potřeba definovat samotný proces řezání jako takový. Řezání je dělení materiálu probíhající v drážce, vykonávané pomocí řezných nástrojů, kterými jsou pilové kotouče, pilové pásy nebo pilové listy, případně řetězy (Lisičan, 1996). Při řezání se pomocí řezného nástroje mění rozměry a tvar materiálu jeho dělením na více menších částí (Trávník, Svoboda, 2007). Tato definice obdobně platí i pro řezání pomocí pilových listů a pilových pásů.

Řezání kotoučovou pilou je dělení materiálu pomocí rotujícího nástroje, kterým je pilový kotouč, jehož osa otáčení je umístěna pod nebo nad pracovním stolem stroje. Tento nástroj vykonává hlavní pracovní pohyb. Posuvný pohyb materiálu do řezu může být strojního nebo ručního charakteru. Při tomto řezání se používají velké řezné rychlosti (do $150 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) a velké posuvné rychlosti (až $150 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$). Zachycuje ho obrázek číslo 5. Tento způsob dělení materiálu má uplatnění v téměř všech odvětvích dřevařské výroby a je jedním z nejrozšířenějších.



Obr. 5: Schéma řezání kotoučovou pilou

1-pilový kotouč, 2-upínací příruby, 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 příruby, p -přesah kotouče nad obrobek, c -vzdálenost příruby od spodní hrany stolu, h -tloušťka stolu, a -vzdálenost středu hřídele od spodní hrany stolu

(Barcík a kol., 2013)

Naproti tomu dělení materiálu za pomoci rámové pily a jejího nástroje, pilového listu, se neuplatňuje ve více odvětvích dřevařské výroby, ale pouze ve výrobě pilařské. Nástrojem rámové pily je pilový list, který je zdokumentován v kapitole 5.2.

5.2 Pilové listy

V minulosti byla nejvíce používaným strojem na pořez kulatiny, tedy její podélné dělení, rámová pila. Pilový list je nástrojem rámové pily. V současné době je tato technologie postupně nahrazována pilami kotoučovými, ale stále má své místo v mnoha dřevozpracujících podnicích.

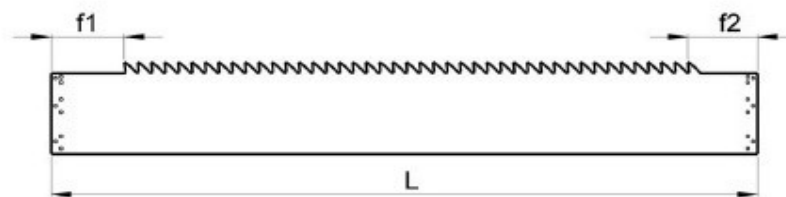
Pilový list jako takový je v podstatě pás ocelového plechu nejčastěji vyrobený z nástrojové ocele třídy 19 (Siklienka, Kminiak, 2013). Z jedné jeho strany je vysekané nebo laserem vyřezané ozubení. Na obou koncích nástroje, které se nazývají hlava a pata, je nástroj opatřen prvky, které umožňují jeho upevnění do závěsů rámové pily. V té tento nástroj vykonává přímočarý vratný pohyb.

Nejčastěji používané druhy ozubení u pilových listů jsou:

- trojúhelníkové ozubení nesouměrné s pozitivním úhlem čela,
- vlčí ozubení s lomeným hřbetem,
- vlčí ozubení se zaobleným hřbetem (Prokeš, 1978).

Úprava ozubení pilových listů se provádí rozváděním, pēchováním nebo se používá ozubení se stelitovou úpravou. Hodnota rozvodu zubů je pro řezání měkkého dřeva 0,5-0,6 mm a pro dřevo tvrdé 0,4-0,5 mm (Prokeš, 1978).

Tloušťka těla pilového listu bývá nejčastěji v rozmezí 1,1-2,5 mm. Šířka listu většinou do 200 mm. Délka listu závisí na velikosti pilového rámu rámové pily. Schéma pilového listu se základními rozměry je na obrázku číslo 6.



Obr. 6: Pilový list

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

(Kvietková, 2015)

V porovnání s pilovými kotouči mají tyto nástroje nižší řeznou rychlost i rychlost posuvu. To znamená, že neumožňují řezat tak velký objem dřeva jako pily kotoučové. Nevýhodou je též, že nedokáží řezat příliš silnou kulatinu, pro tyto účely se využívá pásových pil a pilových pásů. Nebezpečím při použití pilových listů je možnost jejich zabíhání. To může nastat při ne dobře napnutém pilovém listu a může tak vytvářet řezivo s nerovnými plochami, což snižuje jeho cenu. Výhodou oproti pilovým kotoučům jsou nižší hodnoty průřezu díky nižší tloušťce nástroje.

Použití pilových listů, potažmo rámové pily, a popis průběhu řezání pomocí tohoto nástroje zachycuje kapitola 5.2.1.

5.2.1 Řezání rámovou pilou

Tento způsob dělení materiálu se používá v pilařské výrobě. Slouží k podélnému dělení kulatiny nebo prizmy na řezivo. V minulosti se jednalo o nejrozšířenější způsob dělení dřeva v pilařské výrobě. V současné době je však vytlačován výkonnější agregátní technologií.

Samotné řezání probíhá přímočarým vratným pohybem pilového rámu, ve kterém jsou upnuté jednotlivé pilové listy. Řezná rychlost se tak mění směrem z horní úvrati, kde je nulová, přes svou maximální hodnotu při řezání, opět do nulové, kterou má ve spodní úvrati. Hlavní řezací pohyb tak vykonává pilový rám a posuv vykonává řezaný materiál za pomoci podávacích mechanismů rámové pily. Posuv materiálu může být plynulý nebo přerušovaný a pilové listy bývají v pilovém rámu uloženy s předklonem, aby při jejich

pohybu směrem nahoru, kdy nejsou v řezu, nedocházelo ke škrtní hřbetů zubů o řezaný materiál.

Dva předešlé pilové nástroje, tedy pilové kotouče a pilové listy, mají své uplatnění při dělení materiálu rovnými, přímými řezy. Jejich užití při pořezu kulatiny je omezeno určitým průměrem. Pokud tedy potřebujeme vytvářet v materiálu řezy zakřivené nebo chceme dělit kulatinu velkých průměrů provedeme to za pomoci pásové pily a jejího nástroje pilového pásu. Pilové pásy jsou rozepsané v kapitole 5.3.

5.3 Pilové pásy

Nástroje používané u pásových pil kmenových, rozmítacích i truhlářských jsou pilové pásy (Svoreň, 2002). Pilový pás je v podstatě nekonečný pás plechu, na jehož jedné straně je vyřezané ozubení, které bývá opět vysekané nebo vyřezáno laserem. Na pásové pile je pás napnut mezi dvě pásovnice, jednu hnací a jednu hnanou, a je tak nástrojem obíhajícím. Pilové pásy se používají u svislých i u horizontálních pásových pil.

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

Rozměry pilových pásů jsou odlišné podle toho, jestli se používají u truhlářské, rozmítací nebo kmenové pásové pily:

- truhlářská pásová pila-šířka pásu 10-60 mm, tloušťka pásu

- 0,6-0,9 mm,

- rozmítací pásová pila-šířka pásu 80-170 mm, tloušťka pásu

- 1-1,4 mm,

- kmenová pásová pila-šířka pásu 200-230 mm, tloušťka pásu

- 1,4-1,6 mm.

Použití ozubení taktéž závisí na použití pásové pily. Nejčastěji používané druhy ozubení jsou:

- trojúhelníkové nesouměrné ozubení,
- trojúhelníkové nesouměrné ozubení s prodlouženou mezizubovou mezerou,
- vlčí ozubení s lomeným hřbetem,
- vlčí ozubení s oblým hřbetem a prodlouženou mezizubovou mezerou,
- vlčí ozubení s oblým hřbetem a prodlouženou spodní částí zubu.

Tloušťka pilového pásu nesmí překročit hodnotu určenou vzorcem číslo 1:

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

Kde: D [mm] je průměr pásovnice pásové pily. Při překročení této hodnoty by docházelo k přílišnému namáhání pilového pásu při chodu po pásovnici (Prokeš, 1978).

Napínací síla pilového pásu se vypočítá ze vzorce číslo 2:

$$P = \sigma * s * B \text{ [N]} \quad (2)$$

Kde: σ [MPa] je napětí pásu, s [mm] je tloušťka pásu a B [mm] je šířka pásu. Napětí pro pilové pásy závisí na druhu pily. Pro truhlářské pásové pily je jeho hodnota 30-40 MPa, pro rozmítací pásové pily pro rozmítání prizmy 50-70 MPa a pro pásové pily kmenové k pořezu kulatiny je 70-100 MPa (Prokeš, 1978).

Spojení pilového pásu v nekonečný se provádí ve dvou krocích. Prvním krokem je svaření obou konců pilového pásu k sobě, a to buď odporovým svařováním natupo nebo svařováním plamenem v ochranné atmosféře. Druhým krokem je úprava spoje tak, aby byl hladký a měl stejnou tloušťku jako zbytek pilového pásu. To se provádí broušením (Barcík a kol., 2013).

Díky malé tloušťce nástroje poskytují pilové pásy výrazně nižší hodnoty prořezu než pilové kotouče. Při použití pásu s malou šířkou s ním jdou snadno

řezat rozličné tvary, což je jeho největší výhodou. Nevýhodou může být při ne zcela správném napnutí nástroje jeho náchylnost k zabíhání. Pilové pásy jsou též náchylné k přetrhávání. Oproti pilovým listům a kotoučům jsou při pořezu kulatiny pomalejší, jelikož umožňují provádět pouze jeden řez, nikoli více současně. Tato vlastnost výrobu zpomaluje. Naopak velkou výhodou pilových listů je možnost řezat téměř jakékoli průměry kulatiny, a to i kulatinu přesílenou.

Pilové pásy najdou uplatnění při zpracování kulatiny, při stavebně truhlářské výrobě a téměř nenahraditelné jsou díky možnosti řezat různě zakřivené tvary ve výrobě nábytkářské. Tento proces, tedy řezání pásovou pilou, je zachycen dále v kapitole 5.3.1.

5.3.1 Řezání pásovou pilou

Toto dělení materiálu probíhá pomocí obíhajícího nástroje. Princip tohoto procesu spočívá v tom, že nekonečný nástroj se spojenými konci obíhá okolo dvou kotoučů, z nichž jeden je hnací a druhý má funkci vodící a napínací (Carruthers, 1975). Nástrojem je v tomto případě pilový pás.

Hlavní řezný pohyb vykonává pilový pás svým oběhem. Posuvný pohyb obrobku může být ruční nebo strojní. Posouvat do řezu se může obrobek, to v případě řezání malých obrobků na truhlářské pásové pile, nebo nástroj. Tímto způsobem jsou řešeny některé druhy pásových pil určených k pořezu kulatiny. Řezání materiálu probíhá mezi oběma pásovicemi pásové pily a materiál je přitom umístěn na pracovním stole nebo upnut v upínacím vozíku.

Mimo pilové kotouče, pilové listy a pilové pásy zařazujeme do nástrojů pro dělení dřeva a materiálů na bázi dřeva ještě další druh nástrojů. Ty mají na rozdíl od nástrojů pilových pouze jednu řeznou hranu. Jsou to nože a o těch se zmiňuje kapitola 5.4.

5.4 Nože

Nože mají své uplatnění při vytváření rovinnosti a vysoké přesnosti. Používají se buď samostatně (nože krájecí a loupací) nebo v nožových hřídelích a frézovacích hlavách.

Na rozdíl od pilových nástrojů používaných pro dělení materiálu (kotouče, listy, pásy) mají nože pouze jednu řeznou hranu, nikoli větší množství.

Uplatňují se při frézování ve frézovacích hřídelích a hlavách, to jsou nože frézovací ($\alpha=15-20^\circ$, $\beta=30-40^\circ$, $\gamma=30-40^\circ$). Při výrobě loupané dýhy se využívá nožů loupacích ($\alpha=1-2^\circ$, $\beta=18-23^\circ$). Ke krájení se používají nože krájecí. Další druhy používaných nožů jsou nože sekací. Používají se i v třískovačích pro výrobu třísek. Při těchto činnostech nože nelze nahradit žádným jiným nástrojem (Lisičan, 1996).

Nože se vyrábějí z materiálů, které mají vysokou houževnatost a velkou trvanlivost ostří. Tyto materiály jsou:

- uhlíkatá nástrojová ocel,
- legované ocele,
- rychlořezné ocele.

Úprava ostří nože může být provedena pomocí slinutých karbidů, tvrdokovových návarů nebo stelitu.

Dělení nožů může být podle jejich tvaru na rovné a spirálové. Podle uložení ve stroji lze nože dělit na nože naložené, které jsou na povrchu připevněné pomocí šroubů, a na nože vložené, které jsou uloženy do drážek a upevněné mechanicky nebo hydraulicky. Rozdělit nože můžeme i podle toho, zda mají ve svém těle otvory či nikoli (Barcík a kol., 2013).

Upevnění nožů v nožových hřídelích nebo frézovacích hlavách musí být pevné a přesné, aby nemohlo dojít k jejich uvolnění. Šrouby se utahují od středu nože k jeho okrajům. Pomocné upínací prvky by měly být vyčištěné,

aby nedocházelo k uvolňování nebo nepřesnému uložení nože, což by mohlo mít za následek nerovný povrch obrobku nebo i nebezpečí pro obsluhu.

Hlavním požadavkem na nože je kromě jejich ostrosti a trvanlivosti ostří i stejná hmotnost a stejné místo těžiště párových nožů. Díky splnění těchto požadavků nedochází ke chvění a vyššímu opotřebení stroje. To pozitivní dopad na přesnost a rovinnost výsledné plochy.

Správně naostřené a udržované nože dokáží vytvářet velice přesné a rovné povrchy bez vad. To má velice kladný dopad na výrobu, jelikož už není potřeba plochu nijak speciálně dále upravovat. Postačí její obroušení. Díky tomu se snižují náklady na opracování povrchů a výroba se tím pádem zlevní. To platí především při použití frézovacích hlav a hřídelí. Při výrobě dých jsou nože nenahraditelným nástrojem. Nevýhodou je nutnost nože často brousit, a to hlavně nože krájecí a loupací.

Jak již bylo zmíněno, jedním z nejčastějších užití nožů je výroba dých. Ta probíhá při činnostech zvaných krájení a loupání. Tyto činnosti jsou popsány v kapitolách 5.4.1 a 5.4.2.

5.4.1 Krájení

Nástrojem pro tento způsob dělení materiálu je krájecí nůž. Při krájení vykonává nástroj nebo obrobek přímočaře vratný pohyb za účelem oddělení dých určené tloušťky (Prokeš 1978). Používá se k výrobě krájených dých, destiček nebo dřevní vlny (Lisičan, 1996).

5.4.2 Loupání

Proces loupání dých probíhá ve smyslu Archimédovy spirály. Loupání lze definovat jako výsledek dvou pohybů. Dýhárenský výřez se otáčí kolem své podélné osy a loupací nůž se při tom nastavuje tak, že řezná hrana je rovnoběžná s podélnou osou výřezu. Nůž svým přísuvem kolmo na rotační osu výřezu odřezává dýhu určené tloušťky ve formě nekonečného pásu (Králík, 1954).

Všechny předešlé nástroje, pilové nástroje a nože a s nimi spojené činnosti, najdou své uplatnění při zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva dělením. Druhým způsobem tohoto zpracování je povrchové a hloubkové obrábění. Obráběním se zabývá kapitola 6.

6 Obrábění dřeva a materiálů na bázi dřeva a obráběcí nástroje

Účelem obrábění a s ním spojených procesů je dát obrobku buď určený tvar nebo přesné rozměry anebo potřebnou kvalitu povrchu (Lisičan, 1988). K tomuto účelu slouží obráběcí nástroje. Těmi jsou vrtáky, dlabací vrtáky, brusné prostředky a jedny z nejrozšířenějších dřevoobráběcích nástrojů jsou frézy. Problematikou fréz se zabývá kapitola 6.1.

6.1 Frézy

Frézy jsou nástroje používané ve strojích zvaných frézky. Jedná se v podstatě o vícebřité nástroje s pravidelným uspořádáním řezných klínů a s přesně definovanou geometrií, které slouží k obrábění materiálu (Lisičan, 1988).

Uplatnění fréz je převážně ve stavebním truhlářství a v nábytkářské výrobě. Své místo si však najdou i při výrobě dřevěných konstrukcí i při speciální dřevařské výrobě. Používají se k vytváření různých profilů, polodrážek, drážek a k úpravě hran obrobků.

Při obrábění dosahují vysokých řezných rychlostí a díky tomu vytváří velice přesné povrchy, to je jejich velkou výhodou. Pro vytváření profilů, drážek, polodrážek a úpravu hran jsou naprosto nenahraditelným nástrojem. Nevýhodou je určitá nebezpečnost práce s těmito nástroji. Spodní frézka, na které se frézy používají nejčastěji, je jedním z nejnebezpečnějších dřevoobráběcích strojů a při práci na ní je potřeba chovat se velice opatrně.

Pro správné fungování fréz je důležité zvolit pro danou práci a daný materiál frézu se správnou geometrií a správnými rozměry. Důležité je též

zvolit vhodné otáčky frézy a posuvnou rychlost. Neméně důležité je sledovat stav fréz a kontrolovat jejich naostření.

Frézy můžeme dělit podle mnoha kritérií. Zde je dělení podle Barcíka a kol. (2013):

Dělení podle provedení:

- celistvé-frézy stopkové a kotoučové,
- s upnutými noži-frézovací hlavy a hřídele,
- frézy dělené-ty se skládají z více kotoučových fréz,
- frézy složené.

Podle plochy, na které mají frézy řeznou hranu je rozdělujeme na válcové, kotoučové, čelní a tvarové.

Rozdělit frézy můžeme i podle umístění břitu na frézy válcové, kuželové, čelní a tvarové.

Podle směru otáček frézy dělíme na pravotočivé, levotočivé a obousměrné.

Zuby fréz lze podle způsobu výroby rozdělit na zuby frézované a zuby podsoustružené.

Frézy můžeme rozdělit i podle tvaru jejich řezné hrany na frézy s přímou řeznou hranou a frézy s řeznou hranou ve tvaru šroubovice.

Z technologického hlediska frézy rozdělujeme na frézy určené pro rovinné frézování, frézy pro tvarové frézování a frézy kopírovací.

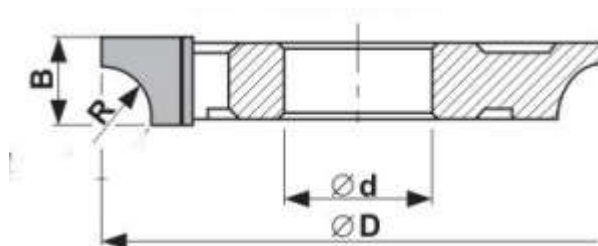
Frézy taktéž můžeme dělit na frézy s horním nebo spodním braním.

Materiály pro výrobu fréz jsou nástrojové ocele uhlíkaté i legované a taktéž rychlořezná nástrojová ocel. Řezné hrany mohou být upraveny slinutými karbidy.

Nejrozšířenějšími druhy fréz jsou frézy celistvé, které se dělí na frézy kotoučové a frézy stopkové. Kotoučovými frézami se zabývá kapitola 6.1.1 a frézami stopkovými kapitola 6.1.2.

6.1.1 Kotoučové frézy

Jedná se o frézy, které mají ve svém středu upínací otvor, kterým se nasazují na hřídel stroje. Nejčastěji se používají na frézování drážek, polodrážek nebo různých profilů. Mezi jejich nejzákladnější parametry řadíme jejich průměr, průměr upínacího otvoru, tloušťku frézy a maximální povolené otáčky. Příklad kotoučové frézy je na obrázku číslo 6.



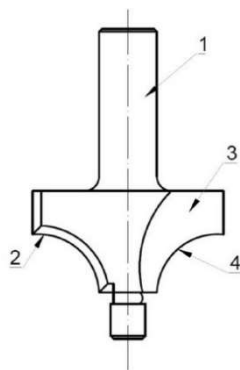
Obr.7: Kotoučová fréza

B-tloušťka frézy, R-poloměr profilu, d-průměr upínacího otvoru, D-průměr frézy

(<https://www.pilanamarket.cz/freza-radiusova-sk-r10-125x18x30-4z-5018-l-ctvrtekruhova-vyduta/>, 2018)

6.1.2 Stopkové frézy

Tyto nástroje se upínají za stopku do sklíčidla frézky. Při chodu se otáčejí kolem své podélné osy. Tento druh fréz se používá pro frézování drážek, polodrážek, rybin i pro tvarovou úpravu hran. Příklad stopkové frézy je na obrázku 7.



Obr. 8: Stopková fréza

1-stopka, 2-břit, 3-čelo, 4-řezná hrana

(Barcík a kol. 2013)

Všechny druhy fréz, ať už je rozdělíme z jakéhokoli hlediska, se používají k obrábění dřeva a materiálů na bázi dřeva. Činnost, kterou při tomto obrábění vykonávají je frézování, o kterém se zmiňuje kapitola 6.1.3.

6.1.3 Frézování

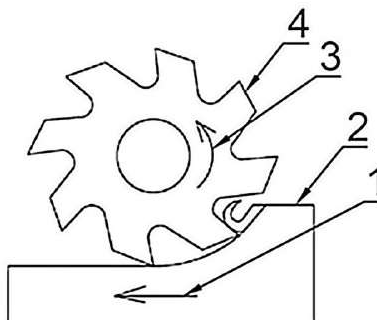
Frézování je obrábění materiálu pomocí rotujícího nástroje (frézou, frézovací hlavou). Hlavní pohyb vykonává fréza. Posuv obráběného materiálu je kolmo k ose otáčení nástroje (Trávník, 1996). Výsledkem frézování jsou velmi hladké a přesné povrchy.

Frézování můžeme rozdělit na několik metod. První metodou je frézování válcové. Při tomto způsobu frézování je osa nástroje rovnoběžná s obráběnou plochou. Nejčastěji probíhá za pomoci válcových nebo tvarových fréz. Toto frézování můžeme z pohledu úběru třísky rozdělit na frézování sousledné a frézování nesousledné. Sousledné frézování odebírá třísku od maximální tloušťky do nulové. Frézování nesousledné odebírá třísku od nulové tloušťky do maximální. Je zobrazeno na obrázku číslo 10. Posuv obrobku probíhá proti směru otáčení nástroje. Při tomto způsobu dochází k většímu opotřebení řezných hran nástroje (Kvietková, 2015).

Frézování čelní se provádí čelní frézou. Ta má řezné hrany jak na svém plášti, tak i na čele. Osa frézy je kolmá k obráběnému povrchu.

Frézování kuželové, při kterém je osa nástroje šikmo sklopená vzhledem k obráběnému povrchu a řezné hrany opisují kuželovou plochu.

Frézování čelně-kuželové, při kterém je osa nástroje kolmo k obráběnému povrchu, ale řezné hrany jsou sklopené pod úhlem (Siklienka, Kminiak, 2013).



Obr. 9: Nesousledné frézování

1-směr posuvu obrobku, 2-obrobek, 3-řezný pohyb, 4-fréza

(Kvietková, 2015)

V některých případech je při výrobě zapotřebí výrobek nejen tvarově obrobit pomocí fréz, ale může být potřeba, pokud je výrobek složen z více částí, tyto části nějakým způsobem spojit. To se provádí za pomoci spojů. Pro výrobu některých druhů spojů je potřeba do výrobku vytvořit otvory. Otvory se mohou do výrobku vytvářet i z jiných důvodů, například odstranění vad. Tato činnost se nazývá vrtání a provádí se za pomoci nástrojů zvaných vrtáky. Problematikou vrtáků se zabývá kapitola 6.2.

6.2 Vrtáky

Vrtáky jsou nástroje používané ve vrtačkách. Vrták má jedno nebo více ostří, kterými dřevo vybírá a vytváří válcový nebo kuželovitý otvor. Při vrtání koná otáčivý pohyb a zároveň se posouvá do materiálu (Pexa, 1979).

Vrtáky se používají především v nábytkářské a stavebně truhlářské výrobě. Hlavním použitím je výroba kolíkových spojů, příprava výrobku pro kování, šroubové spoje se vyrábějí pomocí vrtáků taktéž. Své uplatnění najdou i při výrobě dřevěných konstrukcí i při speciální dřevařské výrobě.

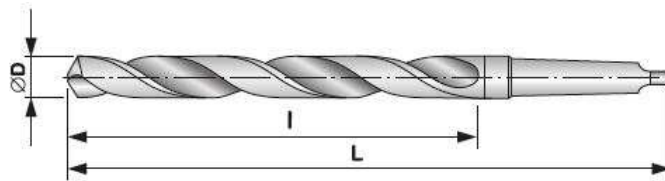
Materiály pro výrobu vrtáků jsou nástrojové ocele třídy 19 a rychlořezná ocel. Břity mohou být upraveny slinutými karbidy (Siklienka, Kminiak, 2013).

Pro vrtání rostlého materiálu jsou vhodné vrtáky s předřezávacími hroty, které přeřezou vlákna materiálu a ostří na čele nástroje následně materiál čistě odřízne. Většina vrtáků do dřeva je opatřena středícím hrotem, který zajišťuje, aby nástroj nezabíhal. Při použití vrtáku bez středového hrotu se doporučuje připravit na povrch materiálu malý otvor pro vedení vrtáku (Josten a kol., 2013).

Geometrii vrtáků rozdělujeme podle úpravy hrotu vrtáku. Vrtáky s kuželovým hrotem mají vrcholový úhel 60-120° a úhel hřbetu 15-25°. Vrtáky se středovým hrotem, které jsou vhodné pro příčné vrtání dřeva mají středový hrot vysoký 3,5-8,5 mm a jeho vrcholový úhel je 20°. Předřezávací hroty těchto vrtáků mají výšku 0,8-2 mm. Tyto hroty musí mít stejné úhly a symetrické řezné hrany.

Upnutí vrtáku za stopku do vrtačky může být realizováno několika způsoby. Základním druhem jsou vrtáky s válcovou stopkou, další jsou vrtáky s kuželovou stopkou, vrtáky s SDS upínáním a vrtáky se šestihrannou stopkou.

Nejčastěji používaný druh vrtáků jsou vrtáky spirálové. Jejich úprava hrotu může být buď s kuželovým hrotem, který je na obrázku číslo 8, nebo se středovým a předřezávacími hroty. Speciálním druhem spirálových vrtáků jsou kolíkovací vrtáky. Ty se používají v kolíkovacích strojích. Mají středový hrot, dva řezací a dva předřezávací břity. Jsou vhodné pro vrtání dřeva i aglomerovaných materiálů. Díky konstrukci kolíkovacích strojů jsou tyto vrtáky rozdělené na pravotočivé a levotočivé a ve stroji se pravidelně střídají.



Obr.10: Spirálový vrták

L – délka vrtáku, l – délka spirály, D – průměr vrtáku

(<https://www.bo-import.cz/vrtaky/vrtaky-do-kovu/vrtaky-do-kovu-hss-hss-co-s-kuzelovou-stopkou/vrtak-s-kuzelovou-stopkou-csn-221140-din-345-rn-5-3-133-52-hss-4706.html>, 2018)

Stupňovitým vrtákem se v jedné operaci vyvrtá otvor a zároveň se i zahloubí. Nejčastěji se používá pro vrtání otvorů pro confirmáty.

Ploché vrtáky se uplatňují při vrtání měkkého dřeva. Mají středový hrot a dva předřezávací hroty.

Hadovité vrtáky se používají pro vrtání hlubokých přesných otvorů. Vrtají přesně a čistě. Poskytují lepší odvod třísek. Mohou mít jednoduchý nebo dvouchodý závit. Hlavní uplatnění mají při tesařských pracích.

Sukovníky se používají k odvrtávání suků. Vytváří čisté a přesné otvory. Mají středový hrot a dva předřezávací hroty.

Zátkovníky jsou duté vícebřité vrtáky. Používají se k výrobě zátek.

Vrtáky používané k zahloubení a čištění vstupních hran otvorů jsou záhlubníky. Mívají 1-5 břitů. Nejčastější vrcholový úhel je 90°. Používají se buď jako samostatný vrták, nebo jako nástrčný nástavec na spirálový vrták.

Již bylo zmíněno, že vrtáky slouží k vytváření kruhových nebo kuželových otvorů. Tomuto způsobu obrábění dřeva a materiálů na bázi dřeva se říká vrtání. To je popsáno v kapitole 6.2.1.

6.2.1 Vrtání

Vrtání slouží k výrobě kruhových a kuželových otvorů jak průběžných, tak i neprůběžných. Tyto otvory se dále používají pro kolíkové spoje, šroubové spoje nebo pro odstraňování vad dřeva, například suků. Vrtání se provádí pomocí vrtáků, ty vykonávají rotační pohyb kolem své podélné osy a v tomto

směru jsou též posouvány. Úběr materiálu je realizován pomocí hrotů umístěných na čele nástroje.

Speciálním případem vrtání, kterým se vytváří nikoli kulaté, ale oválné otvory, je dlabání dlabacím vrtákem. Dlabací vrtáky jsou popsány v kapitole 6.3 a průběh dlabání dlabacím vrtákem zachycuje kapitola 6.3.1.

6.3 Dlabací vrtáky

Speciálním druhem vrtáků jsou vrtáky dlabací. Používají se k výrobě dlabů. Umožňují vyvrtat kulatý otvor a následně i posun vrtáku v otvoru do strany a tím vytvoření oválných otvorů. Na rozdíl od ostatních vrtáků mají naostřená i boční ostří. Ta zajišťují odebrání materiálu při posuvu dlabacího vrtáku ve dlabu do strany. Tyto vrtáky mají vodící hrot a dva předřezávací hroty. Mohou mít dvě nebo čtyři boční ostří, která mohou být opatřena lamačem třísky. Při dlabání vytváří oválné otvory s nezakulaceným dnem.

6.3.1 Dlabání dlabacím vrtákem

Dlabání se provádí pomocí dlabacího vrtáku. Vytváří se jím oválné otvory (dlaby) nebo drážky. Po vyvrtání několika kulatých otvorů vedle sebe se tyto otvory následně spojí profrézováním při bočním pohybu nástroje. Takto vytvořené otvory jsou nejčastěji používány jako konstrukční spoje různých nábytkových nebo stavebně truhlářských výrobků.

Posledními z nástrojů používaných k obrábění materiálů, který má uplatnění většinou až při závěrečných krocích výroby, jsou brusné prostředky. Následující kapitola 6.4 se zaměřuje na brusné prostředky ve výrobě nejvíce používané. Těmi jsou brusné pásy.

6.4 Brusné pásy

Nástroje používané u širokopásových a úzkopásových brusek jsou brusné pásy. Jedná se v podstatě o nekonečné pásy brusného papíru. Brusný papír se skládá z podkladového materiálu, pojiva a brusných zrn. Jako podkladový materiál bývá používán papír, bavlna nebo polyesterová tkanina. Jako pojivo, které slouží k připojení brusných zrn na podklad, se používá

syntetická pryskyřice. Brusná zrna jsou buď přírodního nebo syntetického původu. Z přírodních materiálů jsou to nejčastější smrek, korund nebo křemen. Používaná syntetická zrna jsou převážně z umělého korundu. Zrna jsou ještě fixována druhou vrstvou pojiva (Josten a kol., 2013).

Základním parametrem brusného pásu je jeho zrnitost. Ta se udává jako počet ok ve vibračním síti, přes které je brusné zrno přeseťováno na čtvereční palec (Josten a kol., 2013, Barčík a kol., 2013). Rozdělení zrnitosti brusných prostředků je následující:

- zrnitost 40 -hrubé zrno,
- zrnitost 50-80 -střední zrno,
- zrnitost 90-120 -jemné zrno,
- zrnitost 150-280 -velmi jemné zrno,
- zrnitost 320-400 -velmi jemné zrno pro leštění laků (Kvietková, 2015).

Brusné pásy se uplatňují především v nábytkářství a stavebním truhlářství. Tam se s nimi provádí příprava povrchu pro povrchovou úpravu nátěrovými látkami, eventuálně je lze použít i k tloušťkové egalizaci desek před aplikací dřív nebo fólií. Tento nástroj tak bývá používán jako poslední při výrobě před povrchovou úpravou. Může výsledný povrch velice zkvalitnit a zvýšit tak cenu výrobku nebo dokáže povrch poškodit. To se nejčastěji stává při nezkušenosti obsluhy nebo při špatném nastavení stroje, případně při zvolení brusného prostředku nevhodné zrnitosti.

Proces obrábění těmito nástroji, brusnými pásy, jeho průběh a využití, je shrnut v kapitole následující, tedy kapitole 6.4.1.

6.4.1 Broušení

Broušení je kvalitativní příprava povrchu dílce před jeho povrchovou úpravou nátěry a lakováním (Kvietková, 2015). Je to způsob úpravy povrchu materiálu v podstatě obráběním velkým počtem řezných klínů. Broušení se

provádí brusným papírem. Na úzkopásových a širokopásových bruskách, které jsou v dřevařské výrobě používány nejčastěji, se používá brusný papír ve formě brusných pásů. Při správném provedení této činnosti lze výrazně zvýšit estetickou hodnotu povrchu a tím i cenu výrobku.

Všechny v této práci zmíněné nástroje a s nimi spojené činnosti mají jediný cíl. Tím je přeměna dřeva a materiálů na bázi dřeva na výrobky, které lze následně zpeněžit. Tuto přeměnu lze souhrnně označit jako dřevařskou výrobu. Ta je rozebrána v kapitole 7 a jejích podkapitolách.

7 Dřevařská výroba

Výroba je vědomý proces přeměny výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které jsou pak spotřebovávány (Vaněček, 2010). Z dřevařského pohledu lze tedy výrobu definovat jako mechanické zpracování dřeva na polotovary nebo hotové dřevěné výrobky.

Do dřevařské výroby lze zahrnout několik oblastí (Pexa, 1979).

Prvním druhem výroby v dřevozpracujícím průmyslu je výroba pilařská neboli pilařské zpracování dřeva. Při pilařské výrobě se zpracovává kulatina nebo výřezy a z nich se vytváří především řezivo. Při tomto zpracování se uplatňují především rámové, pásové a kotoučové pily.

Druhou základní oblastí dřevařské výroby je zpracování dřeva na dýhy. To probíhá především loupáním a krájením za pomoci plochých nožů krájecích a loupacích. Lze sem zahrnout i výrobu velkoplošných desek z dýh, tedy překližek. Jejich konečné formátování se probíhá za pomoci kotoučových pil.

Třetí oblastí dřevařské výroby je výroba dřevotřískových, dřevovláknitých a dalších druhů velkoplošných desek. Pro výrobu základní suroviny pro výrobu těchto desek, štěpek nebo třísek, se používají sekací nože. Konečné úpravy desek jako je formátování, tloušťková egalizace a na některých výroba per a drážek se provádí kotoučovými pilami, bruskami a frézami.

Čtvrtým odvětvím dřevařské výroby je výroby nábytkářská. Při této výrobě se zpracovává jak řezivo, tak i velkoplošné materiály, především překližky, dřevotřísky a dřevovláknité desky. Výstupem nábytkářské výroby jsou rozličné druhy sedacího, stolového, skříňového, lehacího i jiných druhů nábytku. V nábytkářství se uplatňují kotoučové i pásové pily, frézky, brusky, vrtačky, dlabačky i další dřevoobráběcí stroje.

Jako další, v pořadí páté odvětví dřevařské výroby je stavebně truhlářská výroba. Zde se zpracovává především řezivo, částečně i aglomerované materiály. Nejčastějšími výrobky, které vznikají v tomto odvětví jsou okna a dveře. Lze sem však zařadit i schodiště, obklady nebo podlahové systémy. Uplatňují se zde totožné stroje jako v nábytkářské výrobě.

Šestá oblast je výroba dřevěných konstrukcí a dřevostaveb. Zde se zpracovává jak řezivo, tak i velkoplošné materiály. Výrobky jsou například krovy, altány, pergoly nebo i sruby, panelové a sloupkové dřevostavby a dřevostavby ostatních konstrukčních systémů.

Poslední oblastí je speciální dřevařská výroba. Ta zahrnuje výrobu hraček, sportovních potřeb, hudebních nástrojů a zdravotnických potřeb. Do této skupiny lze zahrnout i výrobu sirek a tužek.

Uvedené oblasti dřevařské výroby můžeme rozdělit do dvou skupin. První skupinu nazýváme dřevařskou prvovýrobou. Do té zařazujeme pilařskou výrobu, výrobu dýh a překližek a výrobu dřevotřískových desek, dřevovláknitých desek a jiných druhů aglomerovaných materiálů.

Do druhé skupiny řadíme nábytkářskou a stavebně truhlářskou výrobu, výrobu dřevěných konstrukcí a dřevostaveb a dřevařskou výrobu speciální. Tato skupina se nazývá dřevařská druhovýroba (<http://drevostavebniportal-popularizace.msdk.cz/zajimavosti-ze-sveta-dreva/drevarska-vyroba/>, 2018).

Z výše uvedeného lze snadno odvodit, že dřevoobráběcí stroje se uplatňují při jakémkoli zpracování dřeva. A všechny tyto stroje provádí svoji činnost prostřednictvím dřevořezných nástrojů.

7.1 Nástroj a výroba

Nástroj jako takový je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících výrobu i samotné výrobky. Vhodnost zvoleného nástroje, jeho geometrie, materiál, opotřebenění a technický stav výrazně ovlivňují efektivitu výroby. Tyto faktory mají vliv i na rozměrovou a tvarovou přesnost výrobků a jejich kvalitu.

Nevhodně zvolený nástroj může výrobu ovlivnit velice negativně. Při zvolení nástroje s nevhodnými úhly může docházet k pálení materiálu zapříčiněným velkým odporem materiálu proti vniknutí tohoto nástroje. Při zvolení nevhodného materiálu nástroje v kombinaci s nevhodnou geometrií může řezný odpor nástroj namáhat tak, že v krajním případě může dojít k jeho poškození například vylomením části řezné hrany nebo odlomení zubu nástroje a jeho nenávratnému poškození. Tyto faktory negativně ovlivní i samotnou výrobu. Při nevhodné geometrii nebo materiálu nástroje se díky většímu řeznému odporu musí například snížit rychlost posuvu a tím se celá výroba zpomalí a sníží se i její efektivita. Takto namáhané nástroje se též rychleji opotřebují a jejich častější výměna zkracuje čas určený pro práci a způsobuje prostoje ve výrobě. Navíc může dojít k znehodnocení nástroje a jeho vyřazení.

Naopak nástroj zvolený správně dokáže výrobu velice zrychlit a tím i zefektivnit. Při použití vhodného nástroje mohou být při obrábění použity vyšší řezné rychlosti i vyšší rychlosti posuvu, což výrobu zrychluje. Například nástroje upravené SK plátky lze použít při šestinásobné řezné rychlosti oproti nástrojové oceli. Jelikož mají takto upravené nástroje i výrazně vyšší trvanlivost ostří, snižuje se tím i počet výměn nástrojů, a to snižuje počet prostojů ve výrobě. Při vyšších posuvných rychlostech se zvýší počet výrobků vyrobených za stejný čas a tím se výroba zefektivní a zvýší se produktivita.

Z výše uvedeného jasně vyplývá, že volba nástroje je jedním ze zásadních kroků při dřevařské výrobě, který ji dokáže velice ovlivnit jak pozitivně, tak i negativně.

Při výrobě hraje důležitou roli i výběr vhodné technologie. Tento výběr dokáže výrazně ovlivnit jak výtěž materiálu, tak i rychlost výroby a kvalitu výsledných výrobků.

Z pohledu výtěže materiálu jsou velké rozdíly způsobené rozdílnou velikostí řezných spár u pilových nástrojů. Například při použití pilového kotouče a pilového pásu může být rozdíl v šířce řezné spáry i 4 až 5 mm a tento faktor výtěž výrazně ovlivní.

Dřevořezný nástroj samozřejmě ovlivňuje i efektivitu výroby. Této problematice je věnována kapitola 7.2.

7.2 Efektivita výroby

Efektivitu výroby můžeme definovat jako účinnost zdrojů do výroby vstupujících a užitek jimi získaný (<https://managementmania.com/cs/efektivnost>, 2018). Z pohledu výroby dřevařské se tedy jedná o to, jak efektivně dokážeme pomocí výrobní technologie, tedy i nástrojů, zpracovat vstupní materiál a jak dokážeme v podniku nainstalovanou výrobní technologii využít. V praxi to znamená, že pokud budeme mít v podniku moderní stroj, který ale bude osazen zastaralým nástrojem, nedokážeme využít jeho výrobního potenciálu a bude tedy pracovat neefektivně.

Dřevořezné nástroje dokáží efektivitu velice výrazně ovlivnit. Pokud je nástroj pro daný účel zvolen správně pracuje výrazně efektivněji než nástroj zvolený nevhodně, jelikož s ním lze dosahovat vyšších řezných i posuvných rychlostí. Pokud tedy zvolíme nástroj se správnou geometrií, a ještě jeho ozubení upravíme pomocí některého ze zlepšujících materiálů můžeme efektivitu i produktivitu naší výroby zvýšit. Efektivita práce je taktéž vyšší u nástroje správně naostřené a udržované než u nástroje otupené. To díky lepší geometrii nástroje a s tím spojeným lehčím obráběním dřeva a materiálů na jeho bázi. Z toho plyne, že díky správně zvolenému a udržovanému nástroji dokážeme pracovat efektivněji a výrobní technologie je tak využívána naplno a výroba je tak efektivnější i produktivnější.

Efektivita výroby je jedním z nejsledovanějších parametrů v každém dřevozpracujícím podniku. Vedení těchto podniků se snaží tento parametr co nejvíce optimalizovat a dosáhnout tak co nejlepší efektivity. Kvůli tomu pořizují nové strojní vybavení těchto podniků a nové, lepší nástroje. Toto je též jedním z důvodů kontinuálního vývoje nových nástrojů. U těch se výrobci snaží, aby pracovaly co možná nejefektivněji.

Nástroj má spolu se strojem samozřejmě vliv i na přesnost výroby. Ta může být ovlivněna technickým stavem stroje. U toho se mohou vyskytovat různé vûle a podobné nepřesnosti. Samotný nástroj však tuto přesnost, jak rozměrovou, tak i tvarovou, ovlivňuje taktéž. To je popsáno v kapitole 7.3.

7.3 Rozměrová a tvarová přesnost při výrobě

Rozměrovou přesností výrobku můžeme nazvat shodnost rozměrů skutečného vyhotoveného výrobku s rozměry uvedenými na výrobních výkresech pro daný výrobek.

Tvarová přesnost je shodnost tvaru hotového výrobku s tvarem určeným výrobním výkresem. Tvarová přesnost se týká především různých zaoblení, tvarově složitých dílců nebo například úpravy tvarů sražených hran. Může se týkat i přímosti hran výrobku.

Odchytky od požadovaného tvaru výrobku nebo od rozměrů mají za následek potřebu následných úprav výrobku do požadovaného stavu, což zvyšuje cenu výrobku. Tyto odchytky mohou mít vliv i na pokles pevnostních vlastností výrobku nebo snížení pevnostních vlastností různých konstrukčních spojů na výrobcích. Tyto vady pak snižují prodejní cenu výrobku nebo dokonce mohou znamenat jeho absolutní znehodnocení a vyřazení z výrobního procesu.

Tyto vady mohou být způsobeny vadami materiálu, nepřesnostmi v nastavení nebo konstrukci obráběcího stroje anebo mohou být vady způsobeny dřevořezným nástrojem (Siklienka, Kminiak, 2013, Prokeš, 1978).

Nástroj může tyto vlastnosti negativně ovlivnit. Při nesprávně zvoleném nástroji, když geometrie nástroje není zvolená s ohledem na opracovávaný materiál nebo není zvolena optimální úprava nástroje z pohledu úpravy řezných hran nebo i jeho povrchová úprava.

Může též dojít k nesprávnému upnutí nástroje do stroje a tím může dojít k rozměrovým nebo tvarovým nepřesnostem. K těmto může dojít například při špatném očištění upínacích prvků nebo i nástroje. Následkem toho může být nástroj ve stroji upnut například v nepřesné poloze a tím se může při práci chvět a díky tomu může docházet k nepřesnostem.

Výsledný výrobek může být negativně ovlivněn i otupením nástroje. Při používání nástroje dochází k zakulacování řezných hran nástroje a díky tomu ke ztrátě optimálního ostří. Toto opotřebení zvyšuje řezný odpor a může negativně ovlivňovat i kvalitu opracovaného povrchu tím, že se nástroj při řezu pálí nebo vylamuje řezaný materiál.

Při velkém zahřívání nástroje může docházet ke ztrátě jeho tuhosti a tím i k jeho zabíhání při práci. Tím může být způsobena nejen rozměrová nepřesnost, ale i tvarová nepřesnost jako například nepřímost hran.

Spolu s rozměrovou a tvarovou přesností jsou zároveň nástrojem ovlivňovány i výsledné povrchy, tímto nástrojem vytvořené. A to především z pohledu jejich přesnosti a kvality, tak jak se uvádí v kapitole 7.4.

7.4 Kvalita povrchu při výrobě

Při výrobě se snažíme dosáhnout co nejpřesnějšího a nejhladšího povrchu. Při výrobě, i když je povrchu věnována velká pozornost, nelze vytvořit naprosto rovný povrch. Povrch vždycky vykazuje nerovnost. To je dáno ať už strukturou opracovávaného materiálu nebo chybným uložením nástroje ve stroji anebo kvalitu povrchu ovlivňuje dřevořezný nástroj. Povrch může být negativně ovlivněn díky nesprávnému uložení ve stroji, otupení, nevhodně zvolené geometrií. Toto může být též ovlivněno i nevhodně zvoleným nástrojem z nevhodného materiálu nebo s nevhodnými vlastnostmi.

Povrch výrobku může být znequalitněný mnoha faktory během obrábění. Mezi nejčastější patří zabíhání nástrojů, chvění nástrojů, nevhodně zvolená rychlost posuvu nebo i lokálním poškozením nástroje například vylomením části řezné hrany (Siklienka, Kminiak, 2013, Prokeš, 1978).

8 Závěr

Závěrem lze říci, že obrábění dřeva a s tím spojené použití dřevořezných nástrojů provází lidstvo už od jeho počátků. Za tu dobu prodělaly nástroje velice výrazný vývoj. Jednak se měnila jejich podoba a zlepšovaly se i materiály pro jejich výrobu. Od prvních nástrojů z různých nerostů a dřeva až po dnešní moderní materiály, které jsou velice výkonné a poskytují velkou kvalitu řezu. Takovými jsou například stelit nebo slinuté karbidy.

Celkově lze říci, že moderní materiály pro výrobu nástrojů umožňují 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 uplatňují dva druhy zpracování dřeva a materiálů na bázi dřeva. Jedním druhem je dělení materiálů a druhým obrábění materiálů. K dělení materiálů se používají především pilové nástroje a nože, především loupací, krájecí a sekací. Obrábění materiálu se provádí frézováním, vrtáním, dlabáním a broušením. K těmto účelům se používají různé druhy fréz, vrtáků a brusných nástrojů, nejčastěji brusné pásy.

U všech těchto nástrojů hraje velice důležitou roli materiál, ze kterého jsou vyrobeny a geometrie jejich ostří. Tyto vlastnosti výrazně ovlivňují možnost použití nástroje a mají i vliv na průběh výroby. Vhodný nástroj se správnými vlastnostmi, který pracuje efektivně a bez chyb je optimální stav, kterého chtějí dosáhnou všichni zpracovatelé dřeva.

Samotná dřevařská výroba zahrnuje mnoho oblastí od pořezu kulatiny, přes výrobu aglomerovaných materiálů a dýh, až po stavební truhlářství, nábytkářství a výrobu speciálních výrobků.

Dřevořezné nástroje, jelikož je jejich pomocí realizována téměř veškerá výroba, jsou tak velice důležité a dokáží tuto výrobu ovlivnit jak kladně, tak i záporně.

9 Použitá literatura

BARCÍK, Š., KVIETKOVÁ, M., BOMBA, J., SIKLIENKA, M. *Dřevoobráběcí nástroje-údržba a provozování*, 1. vyd., Praha: Powerprint, 2013, 355 s., ISBN 978-80-87415-80-1.

CARRUTHERS, J. F. S. *Availability and consupcion of sawmilling residues*. Timber Committe 'Symposium on the Modernisation of the Sawmilling Industry', 13-17. January 1975. Geneva, Switzerland

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) *Circular saw manual*, Řím, 1983, 72 s., ISBN 92-5-101311

GOGLIA, V. *Strojevi i alati za obradudrva, část I.*, Zagreb, 1994, ISBN 953-6307-03-0, 236 s.

HORÁK, J., ŠIMÁNEK, J. *Truhlář: Technologie pro 2. a 3. ročník odborných učilišť a učňovských škol*, 3. vyd., Praha: Nakladatelství technické literatury, 1980, 256 s.

CHÝLE, V. *Ostření řezných nástrojů a jejich údržba*, 2. přepracované vyd., Praha: SNTL, 1970, 159 s.

JOSTEN, E., REICHE, T., WITTCHEN, B. *Holzfachkunde*, 5 Auflage, Weisbaden: Vieweg, Taubner, 2013, 336 s., ISBN 978-3-8085-4669-7

KRÁLÍK, J. *Dýhy v průmyslové výrobě*, Praha: SNTL, 1954, 22 s.

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

LISIČAN, J. *Obrábanie a delenie drevných materiálov*, Zvolen: Vysoká škola lesnícka a drevárskavo Zvolene, 1988, 412 s.

LISIČAN, J. a kol. *Teória a technika spracovania dreva*, Zvolen: Matcentrum, 1996, 626 s., ISBN 80-967315-6-4

PEXA, B. *Dřevo a technologie jeho zpracování*, Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979, 116 s.

PROKEŠ, S. *Obrábění dřeva a nových hmot ze dřeva*, 2. vyd., Praha: SNTL, 1978, 583 s.

PTÁČEK, L. *Nauka o materiálu II*, Brno: CERM, 1999, 359 s., ISBN 80-7204-130-4

SIKALIDIS, C. *Advances in Ceramics - Characterization, Raw Materials, Processing, Properties, Degradation and Healing*, Rijeka: InTech, 2011, 370 s., ISBN 978-953-307-504-4

SIKLIENKA, M., KMINIAK, R. *Delenie a obrábanie dreva*, Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2013, 207 s.

SIMONDS MANUFACTURING co. *The circular saw, a guide book for filers, sawyers and woodworkers*, Fitchburg Massachusetts, 1918, 112 s.

SVOREŇ, J. *Drevárske stroje, časť I*, Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2002, 169 s.

TRÁVNÍK, A., SVOBODA, J. *Technologické procesy výroby nábytku*, 1. vyd., Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 223 s., ISBN 978-80-7375-056-5

TRÁVNÍK, A. *Výroba dřevěného nábytku, část II*, 1. vyd., Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1996, 200 s., ISBN 80-7157-227-6

VANĚČEK, D. *Operační management*, České Budějovice: JČU EF, 2010, 262 s., ISBN 978-80-7394-196-1

VOJTĚCH, D. *Kovové materiály*, Praha: VŠCHT, 2006, 185 s., ISBN 80-7080-600-1

WIELOCH, G. *50 LecieWydziału Technologii Dřevna. Studia nad stanem struktury geometrycznej powierzchni drewna i tworzywdrzewnych po walcowaniuwygladzającym*, Poznań, 2004 199 s., ISSN 0208-8436

Elektronické zdroje:

BO-IMPORT.CZ *Vrták s kuželovou stopkou, pravořezný* [online], [cit. 2018-03-21]. Dostupné z WWW: <https://www.bo-import.cz/vrtaky/vrtaky-do-kovu/vrtaky-do-kovu-hss-hss-co-s-kuzelovou-stopkou/vrtak-s-kuzelovou-stopkou-csn-221140-din-345-rn-5-3-133-52-hss-4706.html>

DREVENE-MATERIALY.FLD.CZ *Pilové kotouče* [online]. [cit. 2018-03-14], Dostupné z WWW: <http://drevene-materialy.fld.czu.cz/nastroje>

DREVOSTAVEBNIPORTAL.CZ *Dřevařská výroba* [online], [cit. 2018-03-28]. Dostupné z WWW: <http://drevostavebniportal-popularizace.msdk.cz/zajimavosti-ze-sveta-dreva/drevarska-vyroba/>

MANAGEMENTMANIA.COM *Efektivnost, produktivita* [online], [cit. 2018-04-09]. Dostupné z WWW: <https://managementmania.com/cs/efektivnost>

PILANA, *Fréza zaoblovací čtvrtkruhová vydutá* [online], [cit. 2018-03-21]. Dostupné z WWW: <https://www.pilanamarket.cz/freza-radiusova-sk-r10-125x18x30-4z-5018-l-ctvrtkruhova-vydata/>