

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA**



Diplomová práce

**Vliv hlavního stroje na kvalitativní parametry řezu
v pilařské výrobě**

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. František Friess, CSc.

Vypracoval: Křivanec Václav

2011

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra zpracování dřeva

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Křivanec Václav

Dřevařské inženýrství

Název práce

Vliv hlavního stroje na kvalitativní parametry řezu v pilařské výrobě

Anglický název

Influence of the main tools for the qualitative parameters of cut in the sawmilling

Cíle práce

Definovat vztah rozměrů a geometrické přesnosti řeziva ke kvalitě obecně.

Zjistit rozměrové parametry bočního a středového řeziva vyrobeného na dvou typech hlavních strojů (svislá kmenová pásová pila, rámová pila) měřením tloušťky, rovinnosti řeziva a povrchových vlastností řeziva.

Porovnat naměřené hodnoty a určit který z hlavních strojů na výrobu řeziva vyrábí rozměrově přesnější řezivo

Metodika

Měření tloušťky na obou hranách řeziva, rovinnosti a vlnitosti plochy uprostřed plochy řeziva.

Harmonogram zpracování

Termín odevzdání duben 2011.

Rozsah textové části

max. 80 stran včetně příloh

Klíčová slova

Rámová pila, kmenová pásová pila, kvalita řezu

Doporučené zdroje informací

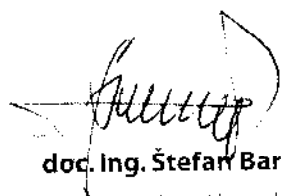
LISIČAN, Jozef. Teória a technika spracovania dreva. 1. vydání. Zvolen: MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80 – 967315 – 6 – 4
DETVAJ, Juraj. Technológia pilarskej výroby. 2. přepracované vydání. Zvolen: Technická univerzita, 2003. 233 s. ISBN 80 – 228 – 1248 – X
ILLE, R; DOBRÝ, O; KOZÁK, J; TOMÁŠEK, L. Rámová pila a technika řezání. 1. vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1954. 376 s.

Vedoucí práce

Friess František, doc. Ing., CSc.

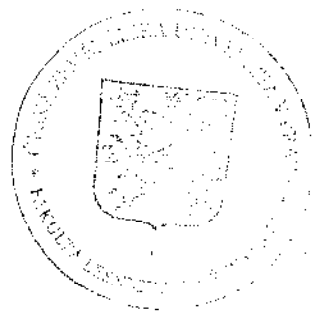
Termín odevzdání

duben 2011



doc. Ing. Štefan Barčík, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Děkan fakulty

szc 13. 11

Prohlášení:

Tímto prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně za použití pouze té literatury, která je uvedena v seznamu použité literatury.

V Praze dne:

Křivanec Václav

.....

Poděkování:

Děkuji panu doc. Ing. Františku Friessovi, CSc. za cenné připomínky a čas, který mi věnoval při vedení diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat mému bratrovi, který mi velmi ochotně pomohl uskutečnit potřebná měření.

Souhrn

Cílem této práce bylo posoudit vliv hlavního stroje na kvalitativní parametry řezu.

Pro zjištění vlivu hlavního stroje na kvalitativní parametry řezu v pilařské výrobě byly v konkrétním provozu měřeny rozměry dvou skupin prken po 30 kusech vyrobených na dvou typech hlavních strojů. Konkrétně na svislé kmenové pásové pile Primultiny a svislé rámové pile Západočeských dřevařských závodů. Z obou skupin měřených prken byli vytvořeni dva reprezentanti zastupující oba typy hlavních strojů. U reprezentantů byla mezi sebou porovnávána jejich rozměrová přesnost a tvarová přesnost. Porovnávání rozměrové přesnosti zahrnovalo porovnání průměrných tloušťek obou reprezentantů na horní a spodní straně. Tvarová přesnost zahrnovala měření rovinnosti (podélného plošného zakřivení měřeného po celé délce reprezentanta) a vlnitosti (podélného plošného zakřivení měřeného na třech krátkých úsecích po délce reprezentanta).

Klíčová slova

Rámová pila, kmenová pásová pila, kvalita řezu.

Summary

The aim of this study was to evaluate the influence of the main tools for the qualitative parameters of cut.

To determine the effect of the main tools for the qualitative parameters of cut sawmill production in a particular plant, measured the dimensions of two groups of boards of 30 pieces, made of two main types of machines. Specifically, the vertical band saw PRIMULTINI and the vertical frame saw Západočeské dřevařské závody. The boards of both groups measured were created by two representatives representing the two main types of machines. The representatives were compared between the dimensional accuracy and shape accuracy. Comparison of dimensional accuracy includes comparison of the average thicknesses top and bottom side both of representatives. Shape accuracy includes measuring the flatness (longitudinal surface curvature measured along the entire length of representative) and waviness (longitudinal surface curvature measured in three short sections along the length of the representative).

Key words

Frame saw, log band saw, cutting quality.

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce	7
3 Přehled řešené problematiky	8
3.1 Problematika obrábění dřeva	8
3.1.1 Historie obrábění dřeva	8
3.1.2 Druhy používaných materiálů v dřevařském průmyslu a jejich vlastnosti důležité pro jeho obrábění	10
3.1.3 Proces řezání, řezný nástroj	14
3.1.4 Jevy procesu řezání	16
3.2 Hlavní stroje v pilařské výrobě	24
3.2.1 Rámové pily	24
3.2.2 Kmenové pásové pily	40
4 Materiál a metodika	48
4.1 Materiál	48
4.1.1 Výrobní proces	48
4.1.2 Parametry obou hlavních strojů	49
4.1.3 Rozměry a vlhkost zkoumaných vzorků prken	49
4.2. Metodika	49
4.2.1 Rozměrová přesnost	50
4.2.2 Tvarová přesnost	50
4.2.3 Měřicí pomůcky	53
5 Výsledky měření a diskuse	56
5.1 Výsledky měření	56
5.1.1 Rozměrová přesnost	56
5.1.2 Tvarová přesnost	60
5.2 Diskuse	65
6 Závěr	67
7 Seznam obrázků	68
8 Seznam tabulek	69
9 Seznam použité literatury	70
10 Přílohy	72

1 Úvod

Pilařské zpracování dřeva je obor, který pro svou činnost využívá obnovitelnou surovinu. Tato skutečnost znamená, že daný obor má z dnešního pohledu ochrany životního prostředí dobré předpoklady pro perspektivní uplatnění v budoucnosti. Tento předpoklad je zároveň motivací pro zabývání se tímto oborem a pokoušení se o jeho zdokonalování a zkvalitňování jeho produktů.

Pilařské zpracování dřeva je jedním z možných způsobů prvostupňového zpracování dřeva, které ze sortimentů surového dříví, případně z využitelného dřevního odpadu, vyrábí suroviny pro výrobu předmětů ze dřeva nebo předmětů, které jsou zčásti složené ze dřeva. Z toho vyplývá, že po skácení a manipulaci je pilařské zpracování dřeva prvním procesem obrábění, který má zásadní vliv na kvalitu a výtěž vyrobeného materiálu.

Tato práce se zabývá pilařským zpracováním dřeva, konkrétně kvalitou opracování dřeva pomocí tzv. hlavních strojů. Takto se nazývají stroje primárně určené k podélnému rozřezávání pilařských výřezů, tedy k opracování dřeva řezáním na strojích k tomu určených. Tyto stroje určené k řezání se v pilařské výrobě nazývají hlavní stroje.

Řezivo vznikající na hlavních pilařských strojích nachází využití v nejrůznějších odvětvích a profesích. Stejně jako se různí odvětví a profese, které využívají řezivo, tak se různí i nároky na kvalitu řeziva samotného. Protože se nároky takto liší, je dobré vědět, jestli má typ hlavního stroje vyrábějící tuto surovinu velký vliv na kvalitu vyrobeného řeziva a také jaký hlavní stroj obecně vyrábí řezivo kvalitnější.

2 Cíl práce

Cílem této práce je definovat vztah rozměrů a geometrické přesnosti kvality řeziva ke kvalitě obecně a následně ve vybraném provozu provést měření ke zjištění rozměrových parametrů bočního a středového řeziva vyrobeného na rámové pile a kmenové pásové pile. Toto měření bylo plánované provést metodou přímého měření tloušťky, rovinnosti (zakřivení) a vlnitosti a naměřené hodnoty mezi sebou porovnat a určit, který z těchto hlavních strojů ve sledovaném provozu vyrábí rozměrově a tvarově přesnější řezivo.

3 Přehled řešené problematiky

3.1 Problematika obrábění dřeva

3.1.1 Historie obrábění dřeva

Využívání dřeva člověkem je staré stejně jako lidstvo samo. Než člověk začal využívat oheň, byly plody stromů důležitou součástí jeho potravy. Kousky dřeva různých tvarů používal buď jako lovné zbraně nebo jako tyče, ke kterým pomocí lýka přivazoval ostré kameny na způsob sekery, motyky, kopí apod., případně zubovité úlomky kamene používal jako pilku. Kameny si potřebné kousky dřeva příslušně oškrábal a obrousil.

V mladší době kamenné, v tzv. neolitu (5000 až 2000 let před n.l.), se stává člověk vůči dřevu nemilosrdný. S objevením ohně a možností pěstování obilí a postupně i chovu dobytka začíná velmi intenzivně ničit lesy, které buď kácí, nebo je vypaluje. V naší oblasti středních Čech toto využívání lesa přetrvávalo až do období tzv. "německé kolonizace", tedy i v době bronzové až do doby železné.

V zásadě je možné tvrdit, že až do 14. století n.l. byl vývoj nástrojů a strojů velmi pomalý, každý krok vpřed trval století až tisíciletí.

Intenzivnější rozvoj zařízení na opracování dřeva začíná v 15. a 16. století n.l. – fakticky objevením Ameriky (1492) a prvním obeplutím zeměkoule (loď Viktoria 1522). Největší vliv měla v tomto směru enormní snaha Evropy zajistit si trhy v Indii, Číně, Indonésii a obchodovat s čínským hedvábím, porcelánem a moluckým kořením.

Prudkým rozvojem lodní dopravy a na druhé straně dovozem cenných dřevin z objevených zemí mnohonásobně vzrostla potřeba nástrojů a jednoduchých strojů na obrábění dřeva.

Projektováním vrtacích strojů, rámové pily a hoblovacího stroje se zabýval například už Leonardo da Vinci (1452 – 1519). Z této doby pochází i dřevěný soustruh na řezání závitů. Tempo rozvoje strojů a nástrojů bylo však závislé na rozvoji výroby ocele a energie. Zpočátku sloužil pro pohon strojů vítr (Holandsko, Anglie) nebo voda.

Průmyslový charakter výroby strojů a nástrojů začíná až vynálezem parního stroje (1778), ale hlavně elektromotoru a výrobou speciálních kovových materiálů. Tím je charakteristické až 18., 19. a 20. století.

Koncem 19. a začátkem 20. století se začíná používat elektrický "sólo" pohon strojů a ustupuje se od transmisních pohonů. Jeho o mnoho vyšší otáčky oproti parnímu stroji si vyžádaly i nové materiály na nástroje:

- rychlořezná ocel,

- stelit (Haynes v USA v roce 1907),
- spěkaný karbid – patent spečení práškových karbidů wolframu a molybdenu (1914), jeho průmyslová výroba začala v Německu ve firmě Krupp v roce 1923 – 1926 pod názvem WIDIA ("wie Diamant" = "jako diamant").

Chronologie vynálezů dřevoobráběcích strojů

- 1777 – patent kotoučové pily (Samuel Miller, Anglie)
- 1793 – patent kolísavé kotoučové pily
- 1806 – první frézka na dřevo, horizontální ruční kráječka na dýhy (Brunel, Anglie)
- 1808 – patent pásové pily (W. Newberry, Anglie)
- 1810 – postavena první 4 až 5 – listová rámová pila s parním pohonem
- 1834 – patent rotační kráječky (K. Picot, Francie)
- 1837 – patent loupacího stroje na dýhy (M. Pape)
- 1850 – první celokovová rámová pila
- 1852 – postavena první pásová pila
- 1860 – patent rovinné frézky
- 1880 – patent kráječky na dřevitou vlnu

Dvacáté století, zejména od třicátých let, je charakteristické zdokonalováním známých principů hlavně v oblasti výkonu a automatizovaného obrábění, numerického řízení strojů a v poslední době také dělení a obrábění dřeva kvantovou energií (laserem a vodním paprskem). (Lisičan, 1996, s. 35-37)

3.1.2 Druhy používaných materiálů v dřevařském průmyslu a jejich vlastnosti důležité pro jeho obrábění

Nejčastěji používanými materiály v dřevařském průmyslu jsou rostlé dřevo, lisované dřevo, aglomerované materiály a vrstvené dřevo. Podmínky pro obrábění výše uvedených materiálů jsou silně ovlivněné jejich fyzikálními, mechanickými a technologickými vlastnostmi.

Vlastnosti:

Fyzikální	- hustota a nasákavost (schopnost přijímat vodu u rostlého dřeva a aglomerovaných materiálů) - tepelná a elektrická vodivost, vodivost zvuku a tekutin
Mechanické	- tvrdost - pevnost - pružnost
Technologické	- štípatelnost - tvárnost - obrobitelnost

Velký význam a vliv na tvrdost a pevnost – na nejdůležitější vlastnosti pro dynamiku řezání – má přítomnost vody a teplota materiálu, u rostlého dřeva i jeho heterogenní stavba a anizotropní charakter. (Lisičan, 1996, s. 17)

Tvrdost rostlého dřeva

Tvrdostí je obecně označována velikost odporu kladeného materiálem proti vnikání cizího tělesa. Měří se různými způsoby. U rostlého dřeva se používá většinou Brinellova zkouška (vtlačování ocelové kuličky), podle které se tvrdost určí jako poměr zatížení kuličky k ploše vytlačené jamky ve dřevě.

$$H_B = \frac{2 \times Q}{\pi \times D \times (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ [MPa]}$$

kde: Q – tlak na kuličku [N]
 D – průměr kuličky [mm]
 d – průměr vytlačené jamky [mm]

Anizotropie a stavba dřeva se na jeho tvrdosti podílí různě. Poměr tvrdosti ve směru vláken (\parallel) k tvrdosti ve směru kolmo na vlákna (\perp) je v nepřímé závislosti s hustotou dřeva.

Přítomnost vody ve dřevě se projevuje poklesem jeho tvrdosti, a to v průměru na každé 1 % zvýšení vlhkosti cca 4 % poklesu ve směru vláken a cca 2,5 % poklesu tvrdosti ve směru kolmo na vlákna.

Pro proces řezání má tvrdost význam takový, že ovlivňuje průběh oděru nástroje (tj. otupování) a tím vyvolává postupné změny hodnoty řezné síly a potřebného příkonu na řezání. Toto tvrzení je pravdivé jen do jisté míry, protože proces řezání je dynamickým procesem, zatímco Brinellova zkouška probíhá v podmínkách statického charakteru. (Lisičan, 1996, s. 18)

Navlhavost a schopnost dřeva přijímat vodu volnou

Vnikáním molekul vody mezi micelly v buněčných stěnách mění buněčné stěny svůj rozměr a tím i dřevo své vnější rozměry. Tento jev probíhá s nárůstem vlhkosti dřeva až do cca 30 % (tzv. bodu nasycení vláken). Další zvyšování vlhkosti dřeva vnikáním vody do kapilár a mezibuněčných prostor (tzv. volná voda) už na změnu objemu dřeva podstatnější vliv nemá.

V procesu řezání má navlhavost určitý význam při řezání v drážce, kde se projevuje vlivem na tření, uvolňování a vyhazování odřezaných třísek z drážky ven, takže je potřebné tuto vlastnost zohledňovat při úpravě nástroje (např. u pilových listů zvětšení rozvodu pilových zubů) (Lisičan, 1996, s. 19)

Tepelná a elektrická vodivost

Dřevo je špatným vodičem tepla. Teplo vznikající v řezném procesu třením se odvádí z největší části tělem zubu, který se přitom zahřívá, a při vyšších teplotách může dojít až k jeho "spálení" (zmodránění) a zničení se současným "spálením" řezné plochy dřeva do hnědočerné barvy.

Kromě těchto jevů vznikají v procesu řezání jevy elektrické a za přítomnosti vody i jevy elektrochemické, které urychlují otupování nástroje. (Lisičan, 1996, s. 19)

Pevnost

Pevností se všeobecně rozumí schopnost materiálu odolávat působení vnějších sil až po mez porušení soudržnosti jeho částic.

V procesu řezání dochází v zásadě k porušování dřeva v tlaku (tlakem čelní plochy nástroje na třísku, zatačením povrchové vrstvy obrobené plochy hřbetní plochou ostří) a ve stříhu (oddělením dřevních částic ostřím nástroje – tj. přestřihnutím). Ohyb přichází v úvahu jako jedna složka procesu deformace třísky čelní plochou nástroje. (Lisičan, 1996, s. 20)

Pevnost dřeva v tlaku

V důsledku vláknité stavby dřeva představuje její hodnota pouze asi 40 % pevnosti tahové. Se stoupající vlhkostí až po hranici hygroskopicity (tj. až po bod nasycení dřevních vláken) prudce klesá až o 230 %. S dalším zvýšením vlhkosti už je změna tlakové pevnosti bezvýznamná.

Hodnoty tlakové pevnosti dřeva se při různých vlhkostech mění i se změnou jeho teploty. Se zvýšením teploty pevnost dřeva v tlaku při stejné vlhkosti klesá, s poklesem teploty zase vzrůstá, ve zmrzlém dřevě velmi citelně (např. odskakování sekery při štípání zmrzlého dřeva mimo buku a jiných tvrdých dřevin, zabíhání pilových listů při řezání zmrzlé kulatiny apod.). (Lisičan, 1996, s. 21)

Pevnost dřeva ve smyku

Ve směru kolmém na vlákna je přibližně 3,5 až 5-krát větší než ve směru rovnoběžně s vlákny. Rozdíl hodnot spočívá v anizotropii dřeva. Se stoupající vlhkostí také klesá, ale ne tak prudce jako tlaková pevnost (jen o cca 35 – 50 %). Tento údaj se vztahuje k pevnosti ve smyku představující prostý smyk, zatímco proces tvorby třísky při řezání není s prostým smykem úplně totožný.

Na hodnotu pevnosti rostlého dřeva ve smyku má vliv kromě druhu dřeviny, její vlhkosti a teploty i poloha řezné hrany nástroje k dřevním vláknům, směr jejího pohybu vzhledem k dřevním vláknům, technologické prvky řezání a sklon řezného klínu k vytvářené rovině smyku. (Lisičan, 1996, s. 22)

Pevnost dřeva v ohybu

Charakterizuje schopnost odporu proti deformování ohybem. V procesu řezání dřeva se tato vlastnost dřeva projevuje hlavně při ohýbání odřezávané třísky ve formě tlakové deformace částí dřeva na vnitřní straně neutrální osy ohybu třísky a tlaku na čelní plochu a ostří řezného nástroje, které se v důsledku tohoto tlaku a z něho vyplývajícího tření v různé formě odírá.

Dřevo je možné ohýbat, ale jen ve směru kolmo na vlákna. Tého vlastnosti se využívá při výrobě ohýbaného nábytku, sportovních potřeb apod. (Lisičan, 1996, s. 23)

Pružnost

U některých sortimentů výrobků je tato vlastnost užitečná (např. lyže, sánky, bradla apod.). V procesu řezání, hlavně při řezání ve spáře, způsobuje pružnost dřeva zvýšení tření na řezné části nástroje, proti kterému je nutné různými způsoby nástroj podle jeho typu chránit (např. rozvedem zubů pilových nástrojů apod.). (Lisičan, 1996, s. 25)

Štípatelnost

Je projevem malé pevnosti v tahu kolmo na vlákna (uvolnění dřevních částic od sebe při vnikání klínovitého nástroje mezi vlákna) se vznikem trhliny před nástrojem. Tato vlastnost dřeva je někdy vítaná (při výrobě palivového dřeva, v kolářství apod.), v jiných případech je naopak nežádoucí (např. při krájení a loupání dýh, při povrchovém opracování frézováním, hoblováním apod.). U listnatých dřevin štípatelnost roste s vlhkostí a s přítomností dřeňových paprsků. Nízkou teplotou, zvyšující se hustotou, sukatostí, smolnatostí a u jehličnatých dřevin i zvyšováním vlhkosti se štípatelnost zhoršuje.

Souhrn uvedených vlastností ve vztahu obrobek – nástroj nazýváme obrobitelnost, kterou můžeme posuzovat podle různých kritérií:

- podle velikosti obrobené plochy za časovou jednotku,
- podle kvality obrobené plochy,
- podle množství výrobků za časovou jednotku,
- podle řezné síly,
- podle intenzity otupení ostří apod.

Výsledky získané podle různých kritérií mohou být i protichůdné (např. tvrdá dřeva potřebují více energie na řezání, ale povrchové opracování bývá za stejných podmínek lepší). (Lisičan, 1996, s. 25-26)

3.1.3 Proces řezání, řezný nástroj

Řezání

Řezáním je definován proces porušování dřevních částic ostrou hranou řezného klínu vnikajícího do dřeva. Současným procesem je odstranění určitého množství dřevní hmoty z jejího základního objemu za účelem jeho rozdělení na menší kusy, získání požadovaného tvaru nebo hladkosti jeho povrchu. Specifikem řezného procesu je nehomogenost dřevní hmoty uspořádáním vláken, letokruhů a dřeňových paprsků, čímž je ovlivněn výsledek procesu nejen technicky a kvalitativně, ale i esteticky (textura obrobenej plochy).

Strojní obrábění dřeva je složitý proces, ve kterém se projevuje celá řada činitelů technických i technologických vztahujících se na:

- obráběný materiál (druh a vlastnosti dřeva),
- obráběný nástroj (materiál, tvar, otáčky, otupení),
- nástroj i obrobek současně (posuv obrobku, tloušťka třísky a její průřez, řezná a posuvná síla, úhel φ_2).

(Lisičan, 1996, s. 39-40)

Řezný klín

Řezným klínem je každé cizí těleso klínovitého tvaru tvrdší než dřevo vnikající do dřevního materiálu a odstraňující z něho určitý objem ("třísku"), t.j. samostatným řezným klínem je každá řezná hrana pilových či frézovacích zubů, ostří vrtáků apod.

(Lisičan, 1996, s. 40)

Řezný nástroj

Řezným nástrojem je v praxi definované těleso různého tvaru, na kterém je realizovaný buď jeden, nebo větší počet řezných hran (podle velikosti, tvaru a způsobu pohybu nosného korpusu nástroje a druhu technologie). Z principiálního hlediska je každý činný řezný klín řezným nástrojem.

Podle poměru délky ostří a šířky řezu mohou vzniknout různé varianty řezání:

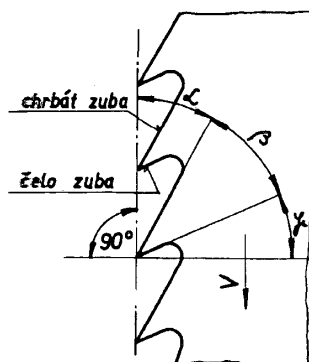
- řezání volné (otevřené) – délka ostří je větší než šířka řezu,
- řezání polouzavřené (řezání polodrážky),
- řezání uzavřené (řezání drážky) – délka ostří je menší než šířka řezu.

Při řezání v drážce anebo v polodrážce je nutné chránit nástroj před důsledky tření (zahřívání) na bočních plochách nástroje. Tato ochrana se realizuje třemi způsoby:

- zúžením těla zubu nástroje směrem do středu rotace (u rotačních nástrojů),
- zúžením těla zubu nástroje směrem dozadu ve směru řezu,
- u tenkých nástrojů (pilových) se ozubení buď rozvede anebo se hroty zubů rozpěchují, tím se dosáhne, že tloušťka pilového listu je menší než šířka řezné spáry, takže tělo pilového listu (pásu) se neodírá o dřevo.

Úhlové prvky

- úhel hřbetu α je úhel uzavřený řezným povrchem a hřbetní plochou řezného klínu. Zvětšováním tohoto úhlu se zmenšuje kontaktní plocha hřbetu zubu s materiálem a snižuje se tření.
- úhel ostří β je úhel uzavřený čelní plochou a plochou hřbetní. Tento úhel by měl být co největší, aby se ostří odporem dřeva neodlamovalo, resp. aby se méně otupovalo.
- úhel čela γ je úhel uzavřený čelní plochou a rovinou π , kolmou na obrobenou plochu. Zvětšováním tohoto úhlu klesá odpor dřeva proti vnikání zubu, tj. snižuje se potřebná řezná síla.



Obr. č. 1 – Měření úhlů na zubech pilových listů a pilových pásů

(Zdroj: LISIČAN, Jozef. *Teória a technika spracovania dreva*. 1. vydání. Zvolen:

MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80 – 967315 – 6 – 4)

Součet úhlu hřbetu s úhlem ostří a úhlem čela je roven 90° , to znamená, že hodnoty výše zmíněných úhlů se volí v takové kombinaci, která je vhodná pro danou technologii a je ověřená praxí.

Součet úhlu hřbetu s úhlem ostří tvoří tzv. úhel řezu, symbolizovaný písmenem delta δ .

(Lisičan, 1996, s. 41-49)

3.1.4 Jevy procesu řezání

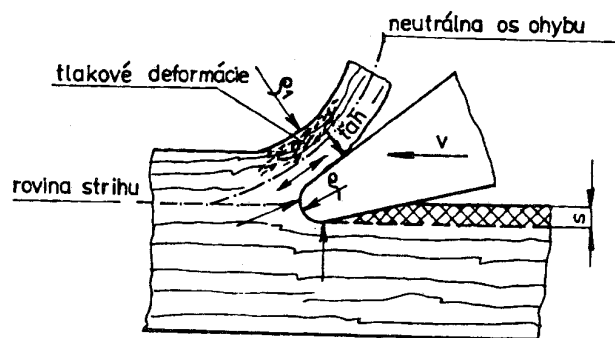
Řezání dřeva a materiálů z něj vyrobených je složitý proces, jehož komplikovanost způsobují následující skutečnosti:

- dřevo má složitou buněčnou strukturu s různými vlastnostmi, které se při procesu řezání mění,
- změna mikrogeometrie řezné hrany při řezání způsobuje změnu podmínek tvorby řezné plochy,
- deformace dřevních částic v oblasti řezné hrany se změnou hustoty dřeva způsobuje napětí uvnitř a na povrchu řezného klínu,
- působením tlaku mezi dřevem a řezným klínem za pohybu vzniká tření a teplota, se kterou se mění vlastnosti dřeva i řezného klínu (pokles tvrdosti),
- působením teploty, tlaku, vlhkosti a pohybu vznikají v místě kontaktu řezného klínu a dřeva elektrické, chemické a elektrochemické jevy s nežádoucími vlivy na povrch řezného klínu,
- modelem řezání a rozdílnou pevností dřeva vlivem anizotropie materiálu vznikají různé druhy třísek s různou pevností ovlivňující energii i kvalitu řezného procesu.

(Lisičan, 1996, s. 93)

Mechanické jevy procesu řezání

Průběh procesu řezání materiálu s buněčnou strukturou, který opracovává řezná hrana o poloměru křivosti ρ ($\rho \approx 6 - 8 \mu\text{m}$), je možné charakterizovat následujícími stádii. Prvním je počáteční ohybová deformace buněčné stěny v mezích pružnosti, druhým stádiem se stává zborcení buněk a přisunutí (nakupení) buněčných stěn k sobě, posledním stádiem je tlaková postupná deformace (pružná \rightarrow plastická) přisunutých buněčných stěn s konečným přestřihnutím buněčných stěn.



Obr. č. 2 – Druhy deformáci dreva v procese rezání

(Zdroj: LISIČAN, Jozef. *Teória a technika spracovania dreva*. 1. vydání. Zvolen: MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80 – 967315 – 6 – 4)

Protože porušení buněčných stěn řeznou hranou s vytvořením nového povrchu nevyžaduje větší množství energie ($30 \cdot 10^{-5} \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2}$), je možné ji v praxi zanedbat. Naopak daleko větší část energie řezného procesu se spotřebuje na tlakové deformace dřevní hmoty, která je při řezání v kontaktu s řezným klínem, a na jejich fyzikální důsledky (tření, teplo).

Proti vnikání řezného klínu klade dřevo odpor pevností svých částic, tj. vzniká vzájemné silové napětí a z něho vyplývající napětí na plochách řezného klínu a ve dřevě. Nejvíce patrným přímým projevem mechanických jevů při řezání je deformace odřezávané hmoty (třísky) a kvalita řezné plochy (drsňá, otlacňá, vláknitá, vytrhaná a vyštípaná).

Protože řezná hrana je ve skutečnosti křivou plochou a dřevo má buněčnou strukturu, dochází pod tlakem řezné hrany nejdříve k ohybové deformaci buněčných stěn a až nakonec k jejich destrukci a porušení soudržnosti. Největší tlaková deformace je v nejbližších vrstvách částic k plochám řezného klínu, postupně ve vzdálenějších vrstvách tato deformace klesá.

Při řezání a následné tvorbě třísek dochází před oddělením třísky ke složitým napěťovým vztahům:

- k tlakové destrukci (na vnější straně ohybu) závislé na poloměru ohýbání třísky (ρ_n),
- k tlaku a tahu současně (na straně třísky obrácené k čelu a ostří řezného klínu),
- k namáhání na tah kolmo k vláknům před řeznou hranou (v případě řezání rovnoběžně s vlákny) se vznikem vyštípaných vláken, resp. k namáhání na smyk podél vláken v případě řezání kolmo k dřevním vláknům,
- k namáhání na tlak a smyk na části ostří pod rovinou stříhu a na hřbetě řezného klínu.

Výslednicový protitlak třísky, kolmý na čelo řezného klínu, ohýbá řezný klín a sekundárně pomáhá k tlakové deformaci řezného povrchu a při nedostatečně velkém úhlu β může způsobit i odlomení mikroostří (např. při řezání suků, velmi tvrdého dřeva apod.). Míra

tlakové deformace dřeva na hřbetní straně řezné hrany závisí na poloměru otupení ostří a tloušťce odebírané třísky. (Lisičan, 1996, s. 93-95)

Fyzikální jevy procesu řezání

Tlakem (odporem) dřeva na aktivní plochy kontaktu řezného klínu vzniká při řezání tření. V případech přímočarého pohybu řezného klínu je tření na hřbetní části řezného klínu stálou složkou závislou na poloměru zaoblení otupení řezné hrany, úhlu hřbetu, drsnosti plochy řezného klínu a druhu dřeva. Při transformaci úhlu α z $+\alpha$ na $\alpha = 0^\circ$ nebo až na $-\alpha$ tření na hřbetě silně narůstá.

Na čelní ploše řezného klínu je tření proměnlivé, závislé na tloušťce třísky, druhu dřeva a jeho vlhkosti, modelu řezání a řezném úhlu δ (respektive úhlu čela γ).

Negativní důsledky tření jsou přímý mechanický oděr aktivních ploch řezného klínu a vznik teploty (fyzikální důsledek tření), která má nežádoucí vliv na činnost nástroje. (Lisičan, 1996, s. 97)

Teplotní jevy procesu řezání

Z fyzikálních zákonů je odvozeno, že třením dvou těles při současném tlaku vzniká teplo, jehož množství závisí na tlaku, druhu materiálu a drsnosti třecích ploch, rychlosti a doby tření. V procesech řezání dřevních materiálů na sebe působí dva materiály s velmi rozdílnou vodivostí tepla (dřevo – kov). Dřevo je špatným vodičem tepla, které se z tohoto důvodu koncentruje v kontaktní části řezného klínu s vysokou teplotou (do hloubky povrchu 5 μm dosahuje teplota až 800 $^\circ\text{C}$ v hloubce kontaktních ploch 5 mm dosahuje teplota hodnot 200 – 240 $^\circ\text{C}$). Teplota, i když nižší, však nerovnoměrně ovlivňuje i korpus celého nástroje. Nepříznivé důsledky uvedených teplot nástrojů se projevují ve více směrech:

- V povrchové mikrovrstvě aktivní části ostří (s teplotou okolo 750 $^\circ\text{C}$, nebo i více) dochází v nástrojové oceli k strukturální změně materiálu, k poklesu její tvrdosti a oděruvzdornosti, to se projevuje rychlým otupováním (sekundární příčina otupování). Evidentní pokles tvrdosti některých druhů nástrojových ocelí se pozoruje už při teplotách:

uhlíkové nástrojové ocele	150 – 300 $^\circ\text{C}$
nízko a středně legované ocele	350 – 500 $^\circ\text{C}$
rychlořezné ocele (vysokolegované)	500 – 700 $^\circ\text{C}$
stellit	950 $^\circ\text{C}$
SK	900 – 950 $^\circ\text{C}$

Při tak vysokých teplotách povrchové mikrovrstvy vznikají podmínky pro oxysličování ocele a zhoršení jejích vlastností.

- Rozšířením teploty do korpusu nástroje dochází k teplotní dilataci nástroje a k poklesu potřebné tuhosti až po znemožnění práce s ním (běžně se tento jev projevuje při práci pilových pásů a kotoučů, vrtáků, dlabacích fréz).

Z uvedených důvodů je potřeba se teplotě nástroje maximálně věnovat a všemi dostupnými prostředky se ji snažit omezit. (Lisičan, 1996, s. 97-99)

Elektrické jevy procesu řezání

Z nauky o dřevě je známé, že elektrická vodivost dřeva je závislá na jeho vlhkosti. Absolutně suché dřevo je velmi dobrý izolant se specifickým odporem 1016 až 1017 Ωm , zvyšováním vlhkosti však jeho odpor prudce klesá (při vlhkosti BNV až na 105 – 106 Ωm), při vlhkosti nad bod nasycení dřevních vláken je pokles odporu jen mírný (o 1 až 2 řády).

Elektrický odpor dřeva také klesá při zvyšování teploty dřeva, přičemž účinek teploty klesá s nárůstem vlhkosti, stejně tak i s hustotou. Anizotropie dřeva se v elektrickém odporu dřeva projevuje tak, že odpor ve směru vláken v porovnání s odporem kolmo na dřevní vlákna je zhruba poloviční, v tangenciální rovině je obvykle o 10 % vyšší než v radiální. Přítomnost celulózy a určitých krystalických minerálů činí dřevo piezoelektrickým (= vznik napětí při deformaci molekulových řetězců celulózy vnější silou) s maximem piezoelektrického modulu při působení vnější síly pod úhlem 45° anebo 135° k dřevním vláknům. Při působení podélné anebo kolmé síly k dřevním vláknům piezoelektrický jev nevzniká.

V řezném procesu se při vytváření nového řezného povrchu přeřezáním dřevních buněk porušují vazby celulózových řetězců molekul a obnažují se jejich konce, které uvolňují elektrony. Pod tlakem se kontaktní povrchy řezného klínu a dřeva přiblíží do velmi těsné blízkosti (řádově 10-10 m) s možností přenosu elektronů mezi oběma povrchy, přičemž se na jejich površích hromadí a tvoří tak hraniční dvojvrstvu s elektrickým napětím několika voltů.

Při řezání se kontaktní povrch řezného klínu smykovým třením o dřevo odírá a mikročástečky kovu se zachytávají na povrchu dřeva. Vzniká tzv. tribopotenciál, kterým se proces elektrizace kontaktujících se povrchů zintenzivňuje a při vzdalování povrchů (tj. třísky od řezného klínu) se zvyšuje napětí až do možnosti jiskření. Velikost tribopotenciálu se zvyšuje s délkou dráhy smykového tření a s přítlakem ploch k sobě.

Oba druhy elektropotenciálů se sumarizují a vytváří složitý systém elektrického jevu řezného procesu, protože teplotní rozdíl mezi třískou a kovovým povrchem způsobuje polarizaci (pyroelektrický jev), která také vytváří elektromotorické napětí.

Postupným zánikem tlaku mezi zelektrizovanými povrchy při odsunu třísky z plochy řezného klínu se část nábojů zneutralizuje jiskřením (hlavně při řezání suchého dřeva), část se odvádí zachycená na povrchu třísek (způsobuje výbušnost prachu při broušení dřeva a potřebu používání tzv. antistatických brusných pásů, výbušnost nahromaděných suchých pilin apod.) a část se odvádí uzemněním elektroinstalace stroje.

Praktický význam působení elektrického napětí na povrchu aktivních ploch řezného klínu se přisuzuje hlavně průběhu otupování řezné hrany.

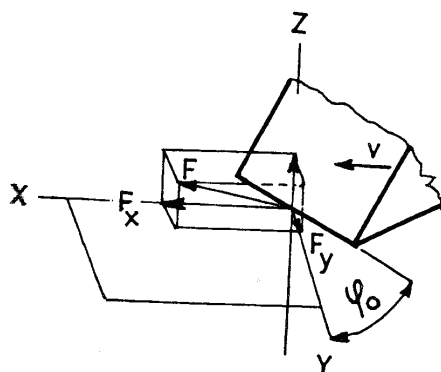
Z uvedených jevů vyplývá, že v důsledku současného působení tlaku, rychlého pohybu (= tření) a teploty je nutné elektrický jev posuzovat jako součet modifikací elektropotenciálů (piezo + tribo + pyropotenciál). (Lisičan, 1996, s 99-100)

Chemické jevy procesu řezání

Experimenty zabývající se vlivem extraktů z různých dřevin (DB, BK, AK, JS, SM, BO) na ocel ČSN 16 270 se potvrdil významný podíl samotného chemického složení dřeva na otupování řezného klínu ve formě rychlosti chemického úbytku jeho hmoty rozpouštěním v kyselém prostředí organických kyselin dřeva. Nejagresivnější rozpouštění ocele 16 270 způsobily extrakty dřeva v pořadí – dub, akát, jasan a buk. (Lisičan, 1996, s 101)

Silové jevy při řezných procesech

Vnikáním řezného klínu do dřevního materiálu dochází k vzájemnému působení sil mezi dřevem a řezným klínem. Řezný klín tlačí na dřevní hmotu, která klade odpor. Výsledkem je zatížení činných ploch řezného klínu (čelní a hřbetní plochy i oblouku ostří), složené z kolmých tlakových sil a tangenciálních třecích sil. Při praktických výpočtech se zatížení ploch řezného klínu nahrazuje koncentrovanou řeznou silou F_r jejíž složky leží na osách X, Y, a Z, kde osa X je rovnoběžná s vektorem řezné rychlosti v_r (tj. s průsečnicí ke zkoumané dráze pohybu ostří), osa Y je kolmá na vektor v_r a leží v řezné ploše, osa Z je kolmá na řeznou plochu. (Lisičan, 1996, s 109)



Obr. č. 3 – Působení sil při řezání s úhlem $\varphi_0 \neq 0^\circ$

(Zdroj: LISIČAN, Jozef. *Teória a technika spracovania dreva*. 1. vydání. Zvolen: MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80 – 967315 – 6 – 4)

Kvalitativní jevy řezného procesu, kvalita řezného povrchu

Kvalitou řezného procesu se rozumí výsledek činnosti nástroje jako celku (ten může mít jen jednu nebo i více řezných hran) na celkové kvalitě produktu podmíněné třemi druhy přesností: tvarové, rozměrové a povrchové (= míře drsnosti). (Lisičan, 1996, s. 117)

Přesnost řezání je možné definovat dvěma kritérii, kterými jsou rozměrová a tvarová přesnost řeziva.

Rozměrová přesnost je určena třemi základními rozměry řeziva, kterými jsou tloušťka, šířka a délka. Ty by se v nejlepším případě měly rovnat rozměrům požadovaným, a to v celé délce měřeného vzorku řeziva v každém příčném i podélném průřezu.

Tvarová přesnost řeziva je posuzována tím, do jaké míry jsou řezné hrany a plochy rovné, do jaké míry jsou řezné plochy spolu rovnoběžné a do jaké míry mezi sebou sousední řezné plochy svírají pravý úhel. (Fronius, 1984, s 54-56)

Tvarová a rozměrová přesnost je podmíněna především tuhostí nástroje, přesností celého řezacího a podávacího mechanismu stroje, přesností nastavení nožů ve vícenožovém nástroji. Netýká se tedy jen samotné činnosti řezné hrany.

Kvalitativní výsledek řezné činnosti samotné řezné hrany na řezném klíně se projevuje mírou drsnosti povrchu vzniklého buď opakovanou činností řezné hrany (pilové nástroje, nožové hlavy apod.), anebo jednorázovým souvislým řezem (loupání a krájení dýh).

Z hlediska technologického významu si největší pozornost zaslouží povrchová drsnost dýh, řezaných, frézovaných a hoblovaných dílců, které se dále povrchově upravují (lakováním, leštěním, natíráním).

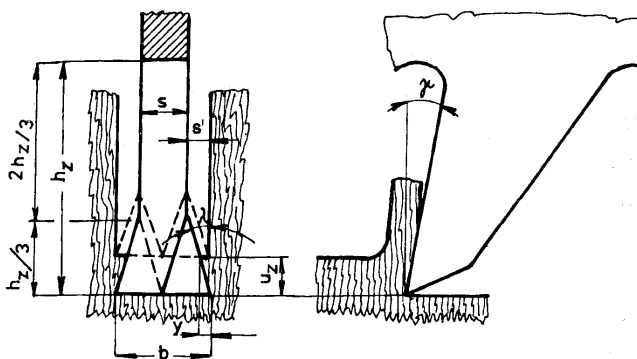
Drsnost povrchu při řezání pilovými nástroji v drážce je ovlivněna velkým počtem řezných klínů (tj. pilových zubů) na tělese nástroje. Z důvodu prevence proti rychlému a nadměrnému zahřívání pilového nástroje se zuby upravují rozváděním nebo pěchováním zubů, aby šířka řezné spáry byla větší než tloušťka tělesa nástroje. V důsledku bočního sklonu čelních ostří zubů vzniká při řezání pilovými nástroji s přímočarým řezným pohybem (pilové pásy, pilové listy rámových pil) na obou stranách nástroje řezný povrch zákonitě rýhovaný s hloubkou rýh:

- při pěchování zubů
$$y_{\psi} = \frac{3s' \times u_z}{h_z} \quad [\text{mm}]$$
- při rozváděných zubech
$$y_{\gamma} = \frac{2 \times 3s' \times u_z}{h_z} \quad [\text{mm}]$$

kde: s' – roztažení nebo rozvedení pilových zubů na jednu stranu [mm]

u_z – posuv dílce na jeden zub [mm]

h_z – výška zubu [mm]



Obr. č. 4 – Vliv rozvodu pilových zubů na hloubku rýh řezaného povrchu

(Zdroj: LISIČAN, Jozef. *Teória a technika spracovania dreva*. 1. vydání. Zvolen:

MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80 – 967315 – 6 – 4)

Orientačně se $s' = 0,4 - 0,8$ mm podle druhu a vlhkosti dřeva. Praktická nepřesnost rozvodu (hodnoty s') kolísá při ručním rozvádění do $\pm 0,2$ mm, při strojním rozvádění je to řádově pětikrát až desítkrát méně. Z důvodu nepřesnosti rozvedení zubů, ale hlavně chvěním pilového nástroje, je skutečná hloubka rýh podstatně větší než vypočítaná (řádově 4 až 5 – krát).

Při řezání nástrojem s rotačním pohybem (pilové kotouče) je hloubka rýhování proměnlivá podle polohy pilového kotouče (nad stolem – pod stolem) a polohy zubu na tloušťce dílce:

– při řezání zdola (pilový kotouč je pod stolem) $y_{\psi} = m \sqrt{1 - \left(\frac{a+x}{R}\right)^2}$ [mm]

– při řezání shora (pilový kotouč je nad stolem) $y_{\psi} = m \sqrt{1 - \left(\frac{a-x}{R}\right)^2}$ [mm]

– $m = \frac{3s' \times U}{n \times z \times e}$ [mm]

– $y_Y = 2y_{\psi}$ [mm]

–

kde: a – vzdálenost osy pilového hřídele od roviny stolu [mm]

x – poloha ostří zubu nad rovinou stolu [mm]

R – poloměr řezné kružnice [mm]

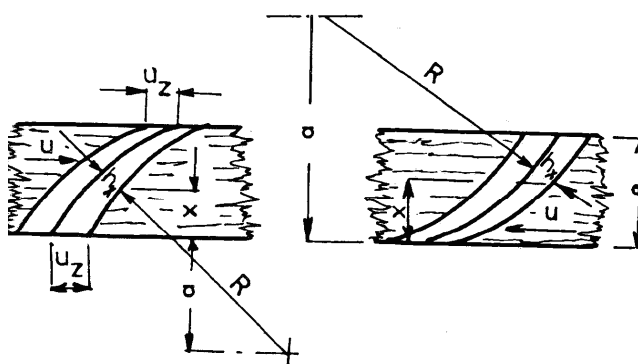
s' – roztažení nebo rozvedení pilových zubů na jednu stranu [mm]

U – posuvná rychlost obrobku [$\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$]

n – frekvence otáčení [$1 \cdot \text{min}^{-1}$]

z – počet zubů na kotouči [ks]

e – tloušťka řezaného materiálu [mm]



Obr. č. 5 – Indikace tloušťky třísky odřezávané pilovým kotoučem

(Zdroj: LISIČAN, Jozef. *Teória a technika spracovania dreva*. 1. vydání. Zvolen:

MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80 – 967315 – 6 – 4)

Při řezání pomocí pilových nástrojů vzniká nejdrsnější řezný povrch.
(Lisičan, 1996, s 117-123)

3.2 Hlavní stroje v pilařské výrobě

Hlavní je nazýváme proto, že tyto stroje určují zpracovatelskou technologii v pilnici, kapacitu pilnice a podmínky organizace práce v pilnici. Za předpokladu, že pilnice je nejdůležitější technologický celek, pak na typu hlavního stroje závisí zpracovatelská technologie před pilnicí – ve skladu suroviny, i za pilnicí v adjustaci řeziva a v přířezovně. Hlavními pilařskými stroji v pilnici mohou být:

- rámové pily,
- kmenové pásové pily,
- kmenové kotoučové pily,
- pilařské agregáty.

Rozhodnutí o tom, jaký hlavní stroj zvolíme pro pilařské zpracování suroviny ovlivňují tři skupiny podmínek, kterými jsou surovinové podmínky, kde zahrnujeme množství a druh zpracovávané suroviny, její tloušťkové zastoupení a kvalitu, dalšími jsou ekonomické podmínky, u kterých musíme zohlednit cenové relace suroviny a výrobků, podíl živé práce a mzdových nákladů, dosažený stupeň koncentrace výroby apod., posledními podmínkami rozhodující pro výběr hlavního stroje jsou technické požadavky na konečný výrobek, kde musíme zohlednit jakost opracování řeziva, dovolené rozměrové tolerance, rozměrovou a jakostní sortimentaci apod.

Pouze komplexní a citlivé zvážení všech podmínek je zárukou optimální volby hlavního pilařského stroje a optimálního doplnění návazné technologie a techniky v pilnici, ale i v ostatních technologických celcích. (Detvaj, 2003, s 101-102)

3.2.1 Rámové pily

Druhy rámových pil podle normy ČSN ISO 7984:

- Vodorovná rámová pila
- Svislá rámová pila
 - stabilní
 - mobilní

(ČSN ISO 7984, 1994)

Charakteristika rámové pily

Rámové pily pravděpodobně patří mezi nejstarší a zároveň mezi nejsložitější strojní zařízení na řezání dřeva. Dá se to vysvětlit historickými technickými možnostmi a snahou napodobit pohyb nástroje při ručním dělení materiálů. (Banský, 2005, s. 5)

Rámová pila je hlavní pilařský stroj určený pro skupinový způsob pořezu a vyprofilovaný především pro pilařské zpracování jehličnaté kulatiny. Je to stroj, který řeže dřevní materiál v řezné spáře, přičemž řezná hrana nástroje musí být širší než je tělo pilového listu. Jeho zuby musí být pružně ohýbané, kované anebo jsou zuby osazené destičkami z SK plátků případně s navařeným stelitem. Řezání na rámové pile je vlastně složený proces řezání a stříhání, při kterém se odebírání třísek uskutečňuje působením vnějších řezných sil překonávajících pevnost dřeva v tlaku a stříhu. (Banský, 2005, s. 6)

Princip skupinového pořezu pomocí více nástrojů (pilových listů) je zdůvodněný ve vztahu k jehličnatým výřezům poměrně jednoduše dosažitelnými kvalitativními vlastnostmi a nekomplikovanými rozměrovými a tvarovými vlastnostmi výřezů, na základě kterých je možné použít skupinový pořez prizmováním, respektive na ostro.

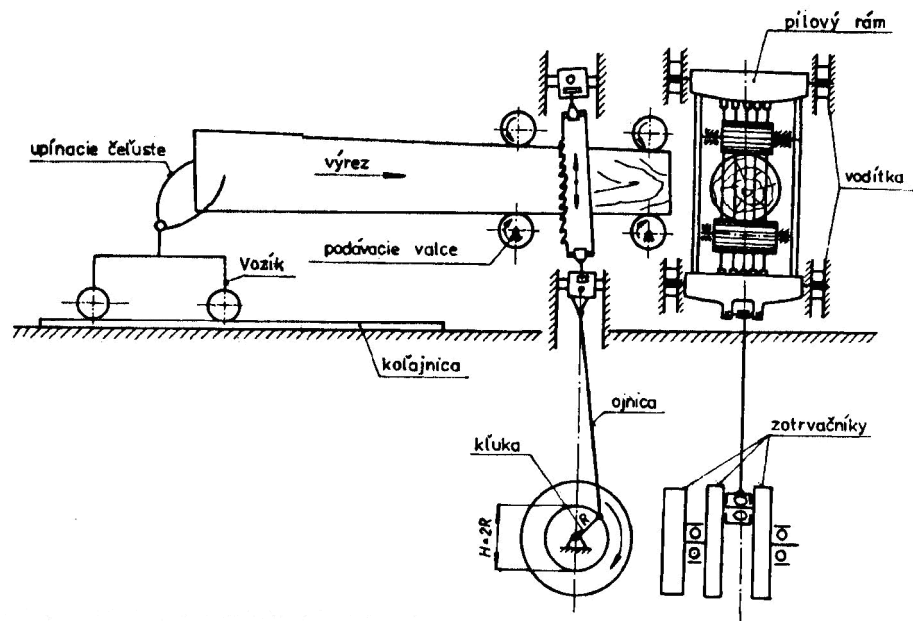
Nástroji rámových pil jsou pilové listy fixně (dnes už i stavitelně) upevněné v závěsech rámu pily pomocí olištování na pilových listech. K jejich napínání slouží napínací část horních závěsů. Závěs se zachytí o příčníky rámu pomocí opěrky položené na vrchní příčník rámu. Otáčením excentru anebo šroubu (resp. zatloukáním klínu a dnes už také pomocí lineárních hydromotorů) se poté zdvihá táhlo závěsu a napíná se pilový list spojený s táhlem závěsu pomocí skříňe. Skříňová část závěsu, spojená s táhlem závěsu pomocí čepu, umožňuje pilový list předklánět, tj. v rovině posuvu naklonit list proti směru posuvu o úhel χ . Tloušťka vložek, které se vkládají mezi pilové listy se volí tak, aby zahrnovala tloušťku prkna plus přídavek na tloušťkové sesychání prkna a plus hodnota rozvodu zubů, který bývá 0,5 až 0,7 mm.

Pilové listy řezou přímočarým anebo kyvným přerušovaným pohybem po dráze zdvihu rámu pily. Tento pohyb je odvozený od rotačního pohybu klikového mechanismu pohonu rámové pily. Zdvih rámu (H) je vzdálenost krajních bodů, ve kterých se mění smysl pohybu pilového rámu (tj. vzdálenost horní a spodní úvratě). Velikost zdvihu odpovídá dvěma délkám kliky tj. průměru kružnice, po které se pohybuje střed klikového čepu. Ztráta zdvihu (H') je dráha od horní úvratě směrem dolů, během které se rám s pilovými listy pohybuje naprázdno bez toho, aby řezal. Pracovním zdvihem je pohyb rámu směrem dolů, při kterém pilové listy vykonávají řezný proces. Řezná rychlost pilových listů je největší ve středu dráhy pohybu pilového rámu, nulová v horní a dolní úvratě pohybu rámu.

Světlost rámu pily určuje maximální průměr výřezů, který je tímto strojem zpracovatelný. Podle tohoto parametru lze rámové pily rozdělit do tří rozměrových řad:

- malé (světlost rámu do 450 mm),
- střední (světlost rámu do 710 mm),
- velké (světlost rámu nad 710 mm).

(Detvaj, 2003, s. 108)



Obr. č. 6 – Schéma svislé rámové pily

(Zdroj: LISIČAN, Jozef. *Teória a technika spracovania dreva*. 1. vydání. Zvolen: MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80 – 967315 – 6 – 4)

Další možností rozdělení rámových pil je rozdělení podle kinematického hlediska:

a) s přerušovaným podávacím mechanismem:

- s velkým předstihem posuvu výřezu (za volného zdvihu),
- s malým předstihem posuvu výřezu (za volného zdvihu),
- dvojitě přerušovaná podávání.

Přerušovaným posuvem se rozumí posuv výřezu v převážné míře během jednoho zdvihu, buď pracovního (pohyb pilových listů směrem dolů), anebo volného zdvihu (pohyb pilových listů směrem nahoru). (Lisičan, 1996, s. 177)

Předstihem posuvu je skutečnost, že posuv výřezu začne už během volného zdvihu pilových listů, tj. ještě předtím, než pilové listy dosáhly horní úvratě. Předstih udává úhel, který svírá hlavní ojnicní klika se svislým směrem v okamžiku, kdy začne posuv materiálu do stroje. (Ile, 1954, s. 187)

Hlavním účelem předstihu je ochrana zubů proti odírání zubů o dřevo na začátku volného zdvihu. (Lisičan, 1996, s. 182)

b) s plynulým podávacím mechanismem:

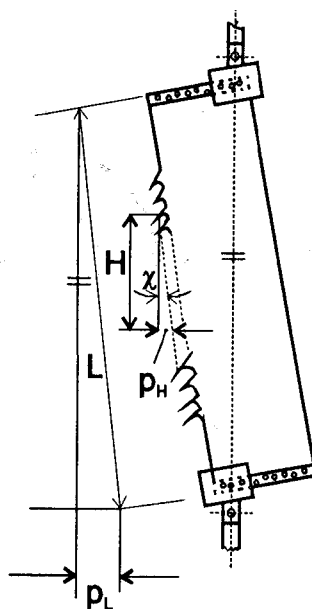
- s plynulým posuvem rovnoměrným a s konstantním předklonem pilových listů,
- s plynulým posuvem nerovnoměrným a konstantním předklonem pilových listů,

- s plynulým posuvem rovnoměrným a proměnlivým předklonem pilových listů (tzv. kyvné rámy).

(Lisičan, 1996, s 177-178)

Předklonem pilových listů se rozumí naklonění pilových listů směrem dopředu, tj. proti smyslu posuvu výřezu, měřené ve vodorovném směru v milimetrech, a to buď vzhledem k délce listu (zřídkaější), anebo vzhledem k velikosti zdvihu H rámu (nejčastěji s označením pH). Správná hodnota pH je závislá na správné montáži pilových listů a na ní také závisí úspěšnost řezání. (Lisičan, 1996, s. 174)

Předklon pilového listu má za účel vyrovnat řezné poměry a nestejně zatížení pilového listu během řezu. (Ille, 1954, s. 187)



Obr. č. 7 – Schéma nastavení pilového listu s předklonem

(Zdroj: LISIČAN, Jozef. *Teória a technika spracovania dreva*. 1. vydání. Zvolen:

MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80 – 967315 – 6 – 4)

Modernizované rámové pily jsou vybavené tzv. kyvným pilovým rámem, u kterého je tlak dřeva na hřbety zubů vyloučen a pilové listy je možné v do rámu upevnit bez předklonu. (Lisičan, 1996, s. 194)

Kinematická analýza řezání s přerušovaným posuvem

Princip tohoto způsobu podávání spočívá v tom, že podávací táhlo poháněné klikou kývá s pákou nesoucí západku, která pohání západkové kolo chráněné proti zpětnému pootočení protizápadkou. Nastavením polohy podávací kliky vzhledem k ojnicí klice se načasuje začátek a konec posuvu na zdvih.

Při řezání s velkým předstihem posuv výřezu nesmí začít hned od spodní úvratě, ale zuby pilového listu se musí zdvihnout ve zpátečním zdvihu alespoň o jednu rozteč (zuby pěchované) anebo o dvě rozteče (u zubů rozváděných) bez posuvu výřezu.

Při řezání s malým předstihem musí zuby odškrábnout výstupky normálním řezáním ještě při pracovním zdvihu. Musí projít dráhu t_{p} anebo $2t_{\text{Y}}$ směrem dolů bez posuvu výřezu a zarovnat tak čelo řezné spáry do přímky, aby měli zpáteční cestu volnou (volný zdvih).

Při posuvu za volného zdvihu je předstih posuvu větší, naopak při posuvu za pracovního zdvihu je předstih posuvu menší. Více využívaná je druhá varianta s menším předstihem, protože nevyžaduje tak velký předklon pilových listů jako při velkém předstihu. Menší předklon umožňuje výhodnější režim napínání pilových listů v rámu a lepší kvalitu vyrobeného řeziva. (Lisičan, 1996, s. 178-182)

Další variantou je podávání dvojitě. U tohoto způsobu je dán stejný předklon, vlastní posuv je rozdělený na dvě části, a to na posuv vyrovnávající předklon a na posuv do řezu. Oba posuvy jsou buď odvozeny od dvou samostatných excentrů, nebo od jednoho zvlášť přizpůsobeného. Všeobecně lze říci, že tento způsob posuvu pracuje se dvěma samostatnými podávacími zařízeními:

- posuv, který vyrovnává předklon, je na celkové velikosti posuvu zcela nezávislý a vždy stejný,
- vlastní posuv do řezu, jehož rychlost se mění podle potřeby a stavu výřezů,
- dvojitě podávání je výhodnější než podávání jednoduché, je však pro běžnou pilařskou praxi příliš choulostivé, jelikož má velmi mnoho čepů a táhel, které jsou stálým zdrojem chyb.

(Ille, 1954, s. 201)

Aby se výřez mohl při volném zdvihu posouvat, nemůžou být pilové listy v rámu ve vertikální poloze, ale musí mít předklon, jehož účelem je:

- prevence proti zaškrabávání zubů do dřeva během volného zdvihu při předstihu posuvu. Je třeba zdůraznit, že jde skutečně o tlak dřeva na hřbety zubů způsobený jeho posuvem a ne jen o odškrábnutí stupňovitého profilu čela řezné spáry, které je možné řešit pouze předstihem posuvu (při daném podávacím systému),

- umožnění pilovému rámu rozběh do řezu z horní úvratě směrem dolů bez řezání, aby pilové listy měly už v momentě zařiznutí do dřeva rychlost cca 4,5 až 5,0 m · s⁻¹. Účelem tohoto opatření je jednak v nižší spotřebě energie při řezání (rozběhem totiž pilový rám získá poměrně velkou kinetickou energii) a také ve větší kvalitě řezání (rovnoměrnější tloušťka pilin),
- prevence proti transformaci řezného úhlu. Nejúčinnější projev předklonu proti transformaci řezného úhlu je sice u podávání plynulého, ale do jisté míry se projevuje i u podávání přerušovaného.

(Lisičan, 1996, s. 182)

Kinematická analýza řezání s plynulým posuvem výřezu

Princip tohoto způsobu podávání spočívá v tom, že rychlost podávání je stále stejná, zatímco rychlost pilových listů se během své dráhy mění. Při malé rychlosti pilových listů v horní a dolní úvratě a proti tomu při poměrně velkém posuvu dřeva nastávají nepříznivé poměry. Zuby pilového listu na začátku chodu nahoru (na prázdno) drhnou o dřevo po určitou dráhu podle velikosti předklonu a při chodu dolů v blízkosti horní a spodní úvratě mohou být přetíženy poměrně velkým podáváním při malé rychlosti pilových listů. Tyto nedostatky lze značně omezit správným předklonem pilových listů, ale není snadné je zcela vyloučit, jelikož předklon, který by úplně zamezil zadírání zubů, způsobuje velkou ztrátu zdvihu. To znamená, že při něm pracuje pouze malá část zubů, která je při vyšších rychlostech podáváním značně přetížena. Z toho je patrné, že plynulý posuv je choulostivý na správné nastavení předklonu. (Ille, 1954, s. 202-203)

Plynulý posuv výřezu do řezu je tedy charakterizován tím, že tloušťka pilin je nerovnoměrná (na začátku řezu je větší než v polovině zdvihu a největší ve spodní úvratě) a tím, že na začátku volného zdvihu zuby pilového listu enormně třou o dřevo a musí se do něho zatlačit hřbetem zubu. Při velké hloubce zadírání zuby přibrzdí posuv dřeva v podávacím mechanismu a na povrchu podávacích válců dochází k prokluzu až o 3%. (Lisičan, 1996, s 189)

Se světlostí rámu souvisí i ostatní technicko-technologické parametry stroje, především ale výška zdvihu rámu. Nedílnými součástmi rámových pil jsou přídatná zařízení před nimi, kterými jsou centrovací, upínací a podávací vozík pro manipulaci s výřezem, centrovací a manipulační mechanismus pro manipulaci s prizmou, a přídatná zařízení za rámovými pilami, kterými jsou vodící a odlučovací nože pro pořez výřezů a odlučovací disky pro pořez prizem.

Vozíky současných rámových pil zabezpečují jednotkové úkony spojené s manipulací výřezů, resp. prizem, pomocí mechanických, hydraulických a pneumatických zařízení, které

ovládá operátor rámové pily. Účinnost těchto prvků spojená se zručností operátora umožňuje pořez výřezů a prizem čelo na čelo, tedy bez mezer mezi obráběnými výřezy, což významně ovlivňuje kapacitu rámové pily. (Detvaj, 2003, s. 108-112)

Kontrola správného řezání na rámové pile

Při správném chodu stroje se pilové listy opotřebovávají stejnoměrně, takže ostří zubů vydrží delší dobu a opotřebení pil broušením je malé. V opačném případě, pracuje-li místo celého ozubení jen několik zubů, je namáhání velké a spolu s ním je velké i otupení a pilový list může v řezu zabíhat, není možný větší posuv výřezů a řez je i při malé rychlosti podávání poměrně hrubý. Podle otupených zubů pilových listů po vykonané práci můžeme posoudit správné nastavení parametrů stroje. Pilový list, který může řezat pouze při chodu rámu dolů, při pohybu nahoru jde naprázdno – volně. Na hřbetní straně by měly tedy být patrné stopy broušení, případně zde mohou být usazeny jemné piliny nebo zbytky pryskyřice. Čelní strana zubů – ostří by naopak měla být řezání již značně dotčena, otupené plošky by měly být lesklé a boky zubů by měly být třením ohlazeny. V případě, že je ohlazená hřbetní část zubů, je buď předklon malý, nebo podávání dřeva pracuje nesprávně. Při malém předklonu jsou zuby v dolní části pilového listu na hřbetě uhlazeny, protože pilový list neuvolnil dostatek místa pro nastavenou velikost posuvu, takže zachytí dřevo před nejhořejší polohou pilového rámu. Jsou-li však na hřbetě uhlazeny zuby v horní části pilového listu, znamená to, že posuv výřezu je špatně nastaven a již na začátku zdvihu je příliš velký. První případ tření zubů nahoru odstraníme větším předklonem, druhý případ vyžaduje bedlivější kontrolu podávacího zařízení pomocí indikce rámové pily a jiných měření.

Při vlastním řezání (při chodu rámu dolů) by měly pro dosažení optimálního výsledku pracovat všechny zuby pilového listu. V případě, že stejnou práci vykonává namísto všech zubů pilového listu jen jejich malé množství, dochází k rychlému zahřívání pilového listu a k jeho zabíhání, dále je vytvořená řezná plocha hrubá a spotřeba síly potřebné k řezání je velká.

Při řezání na rámové pile mohou přijít do styku se dřevem zuby pilového listu nejvýše na délce, která se rovná zdvihu dotyčného stroje, a výšce právě řezaného výřezu. Nejnižší část pilového listu, která přijde do styku se dřevem, je dána polohou podávacích válců a na pilovém listu se snadno pozná podle lesku. Dřevo tedy sahá až tam, kde je pilový list lesklý, a i sem by mělo sahat ozubení pilového listu. K tomuto místu spodní polohy dřeva přičteme výšku řezu právě řezaného dřeva a k tomu přičteme ještě zdvih stroje. Tato vzdálenost nám vyznačí, které zuby ještě mohou přijít do styku se dřevem. Dalším krokem kontroly je prohlídka otupení pilových zubů z čelní strany. Začíná-li otupení (i jen sotva zřetelně) blízko nejdolejších zubů a končí-li zase blízko nejhořejších zubů (na změřené délce) a nejnápadnější otupení je zhruba

uprostřed této délky, je řezání správné. Zjistí-li se však, že největší otupení není uprostřed naměřené délky, ale nápadně níže nebo výše, je to způsobené špatným předklonem nebo posuvem. (Ille, 1954, s. 215-217)

Podmínky úspěšnosti řezání a kvalita řezu na rámové pile

Na kvalitu řezného procesu má největší vliv dráha pohybu zubu v materiálu z pohledu vstupu řezné hrany do materiálu, průběhu pohybu řezné hrany v materiálu a výstupu zubu z materiálu. Základními údaji, které tento pohyb charakterizují, jsou směr pohybu, rychlost pohybu a velikost úběru.

Celkový odebraný materiál jedním zubem závisí na dráze zubu v materiálu. Každý zub má z tohoto důvodu jiný celkový úběr a tvar odebrané třísky. Základní podmínka je, aby objem (plocha) odebraného materiálu byl menší než mezera mezi zuby, aby nedocházelo k přechování materiálu v zubové mezeře. (Banský, 2005, s. 23-24)

Ukazateli úspěšnosti procesu řezání na rámové pile jsou následující parametry:

- tvarová přesnost řeziva (rovné, křivé) závislá na tuhosti pilových listů a správné úpravě jejich ozubení, a na technickém stavu stroje,
- rozměrová přesnost řeziva,
- povrchová kvalita řeziva,
- průměrná výkonnost (kapacita) a spotřeba energie.

Tuhost pilových listů se vyjadřuje jako poměr boční síly k velikosti průhybu pilového listu:

$$K_j = \frac{Q}{J} \quad [\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}]$$

Působíště boční síly Q je v prostředku volné délky listu pod ozubením. Minimální tuhost vyžadovaná v praxi je $60 \text{ [N} \cdot \text{mm}^{-1}]$. Tato tuhost je docílena napnutím listu pomocí vnější síly F_n , která je vytvořena pomocí napínacího mechanismu pilového rámu a určí se ze vztahu:

$$F_n = \sigma_n \times s \times B \quad [\text{N}]$$

kde:

σ_n – tahové napětí [MPa], jeho doporučené hodnoty jsou různé (od 60 do 240 MPa)

s – tloušťka pilového listu [mm]

B – šířka pilového listu bez ozubení [mm]

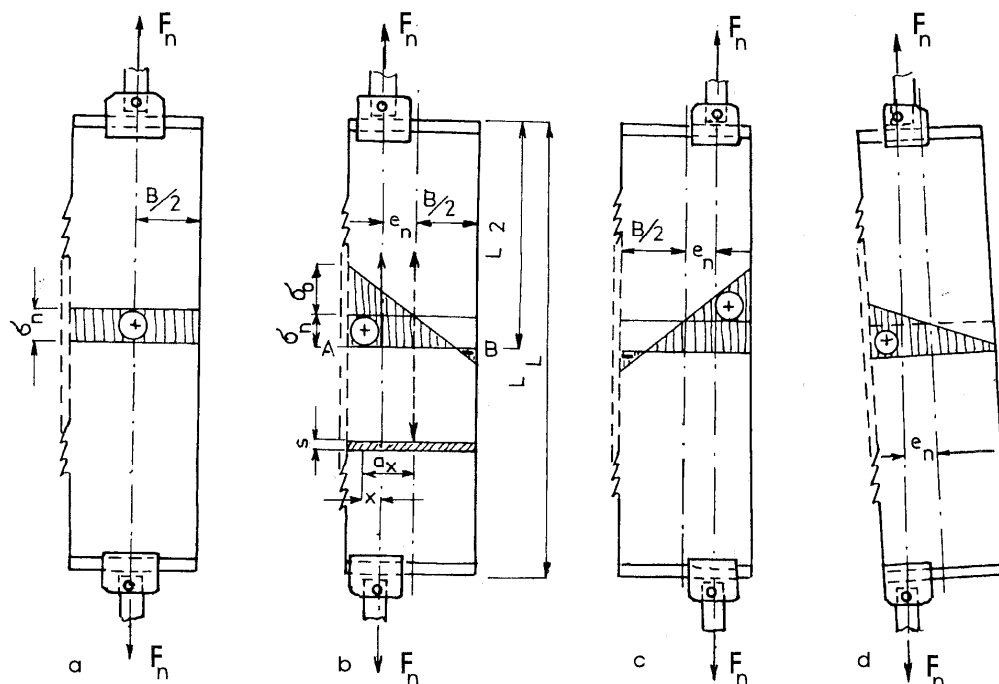
Tuhost pilového listu je s tloušťkou listu a s velikostí napínací síly F_n v přímé závislosti. Naopak volné délce pilového listu je tuhost nepřímo úměrná. Pozornost si zasluhuje vliv šířky pilového listu, jejíž zvyšování způsobuje při konstantním tahovém napětí snížení tuhosti pilového listu. (Lisičan, 1996, s. 196-197)

Napětí v pilovém listu vyvolané napínací silou není v průřezu listu rozloženo rovnoměrně. Největší napětí je v oblasti hřbetu a ozubení, nejmenší je v oblasti středu pilového listu, tím se dosahuje stability pilového listu při řezání.

Při menších napínacích silách je možné použít lehčí pilový rám a vyšší otáčky a tím i větší řeznou rychlost a posuv. (Banský, 2005, s. 36)

Velmi důležitými faktory tuhosti pilových listů je jejich teplota, způsob nastavení předklonu a předpětí listu válcováním. Teplota listu je v jeho ploše rozložena nerovnoměrně. Na hřbetu je teplota vlivem příčného kmitání větší než v ozubení, ve středu délky je teplota vyšší než na koncích listu. Rozdíl teplot mezi uvedenými polohami je podle podmínek 9 až 20 °C, ve hřbetu dosahuje teplota středových pilových listů až 90 °C, u krajových listů 60 až 70 °C. Zvětšováním rozvodu pilových listů tyto teploty klesají. Negativní vliv teploty spočívá v teplotní dilataci listu a následným poklesem tahového napětí listu. Dilatace nastává tehdy, pokud rám není vybaven systémem dopínání pilových listů pomocí hydraulických napínacích systémů, pružných napínacích klínů anebo pružných táhel pilových závěsů. Při zvýšení teploty listu o 1 °C poklesne napětí v listu o 2,5 MPa. Z uvedeného důvodu je třeba teplotě pilových listů při jejich provozu věnovat velkou pozornost.

Vliv na tuhost pilových listů má i samotná montáž pilových listů do pilového rámu, která je v rukou obsluhy a která představuje kombinaci účinků napínací síly F_n a způsob realizace předklonu pilových listů. Rozklad napětí v pilovém listě podle polohy osy napínání vzhledem k ose listu představuje následující obrázek.



Obr. č. 8 – Vliv polohy linie napínání a předklon listu na rozložení napětí po šířce listu:
 a) linie napínání leží v ose šířky pilového listu; b) linie napínání je blíže k ozubení; c) linie napínání leží blíže ke hřbetu pilového listu; d) pilový list předkloněný s linií napínání blíže k ozubení

(Zdroj: LISIČAN, Jozef. *Teória a technika spracovania dreva*. 1. vydání. Zvolen: MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80 – 967315 – 6 – 4)

Na tuhost pilových listů má také vliv jejich předpětí. Předpětím se rozumí vnesení tahového napětí do pilového listu bez toho, aby byl napínaný vnější silou. Uskutečňuje se válcováním pilového listu v jednom nebo více pásmech mezi dvěma kotouči. Důsledek válcování je možné přirovnat ke stlačeným pružinám vloženým do vyřezaných spár v listu. Ve vyválcovaných stopách vzniká (v důsledku plastické deformace) napětí tlakové, v nevyválcovaných stopách napětí tahové.

Vliv přesnosti úpravy ozubení pilových listů (rozvod, pěchování) na tvarovou a rozměrovou přesnost řeziva spočívá v tom, že pilové listy zabíhají do té strany, na které jsou zuby buď víc rozvedené anebo vyšší. Prevence proti výškovému rozdílu zubů spočívá v tom, aby osa rotace brusného kotouče ležela v jedné svislé rovině s tloušťkovou osou pilového listu. (Lisičan, 1996, s. 197-198)

Rozměry pilového listu [mm]		Napínací síla F_n [kN]							
		5,5	11	22	37,5	5,5	11	22	37,5
		Výstřednost napínání [$m = e / B$]							
		0				0,15			
		Kritické posuvy na otáčku [mm]							
Pilové listy neválcované	B = 90								
	s = 2								
	$L_v = 1250$	13,1	18,2	26,1	34,2				
	B = 130								
	s = 2								
	$L_v = 1250$	15	22	31,1	35	17	25	28	32
	B = 180								
	s = 2								
	$L_v = 1250$	19	23	28	34,2	17	25	33	37 $F_n = 45kW$
Pilové listy válcované	B = 180								
	s = 2								
	$L_v = 1250$	22	27	31	37	18	26	29	32 $F_n = 45kW$

Tab. č. 1 – Vliv napínací síly a výstřednosti napínání na kritické posuvy na otáčku v mm

(Zdroj: LISIČAN, Jozef. *Teória a technika spracovania dreva*. 1. vydání. Zvolen: MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80 – 967315 – 6 – 4)

Druhy chyb řeziva vyrobeného na rámových pilách

Ve smyslu kvalitativních norem by řezivo mělo být z hlediska činnosti stroje:

- rovné s rovnoměrnou tloušťkou,
- na povrchu co nejhladší (alespoň v normě rýhování),
- nevláknité a bez nánosu pilin na povrchu bez třásní.

V provozu se však tyto nároky nedaří vždy plnit. Vznikají zmetky nevyhovující tvarem, jsou nerovnoměrně tlusté a mají špatnou kvalitu povrchu.

Druhy zmetkového řeziva:

- řezivo ve tvaru vrtule,
- řezivo s křivou plochou,
- řezivo s křivou hranou,
- řezivo tvaru „S“,
- řezivo s nerovnoměrnou tloušťkou v příčném průřezu,
- řezivo s třásněmi na jedné hraně,
- řezivo s vlnitou plochou,
- řezivo s příliš hlubokým rýhováním anebo s příliš zvlákněným povrchem.

(Lisičan, 1996, s. 205-206)

Příčiny výroby zmetkového řeziva na rámových pilách

Příčiny výroby řeziva ve tvaru vrtule

Řezivo ve tvaru vrtule je nejzávažnější chybou při výrobě řeziva. Srovnání vrtulového tvaru na srovnávací frézce je velmi obtížné.

Vlivy rámovkáře na výrobu řeziva ve tvaru vrtule jsou nesprávné natočení výřezu před vsunutím mezi příčné podávací válce. Dotykové body výřezu s válci jsou oproti sobě předsazené. Tlakovou silou vrchního válce vzniká kroutící moment, kterým spolu s nesymetrickým rozdělením tlaků pilových zubů uvnitř výřezu, tímto kroutícím momentem je výřez mezi válci soustavně pootáčen, čímž vzniká řezivo ve tvaru vrtule. Dalším vlivem rámovkáře na výrobu řeziva ve tvaru vrtule je nesymetrická sestava pilových listů v rámu použitím různé tloušťky vložek mezi pilové listy a nesymetrií sestavy závěsů (asymetrický závěs). Posledním vlivem ze strany rámovkáře je předčasné uvolňování výřezu z upínacího vozíku u výřezů s nepravidelným (oválným) průřezem.

Vlivy stroje na výrobu řeziva ve tvaru vrtule je nadměrné vydření střední části spodních podávacích válců. Tlakovou silou horního podávacího válce se výřez odvaluje postupně do prohlubně ve středu spodního podávacího válce dokud se výřez neustálí v této prohlubni. Tento nedostatek stroje lze vyřešit výměnou vydřeného válce nebo jen jeho poškozených středních kroužků, pokud je válec dělený. Dalším vlivem stroj způsobujícím výrobu řeziva ve tvaru vrtule je nadměrné opotřebení (vůle) v otočné hlavě upínacích čelistí vozíku (starší systémy) anebo v mechanismech otáčení výřezu na vozících. Velká vůle v natáčecím mechanismu umožňuje pootočit výřezem při nesymetricky působící řezné síle.

Chyba nezapříčiněná ani strojem ani rámovkářem je taková, kdy jeden konec jedné kolejnice pod vozíkem si sedl a není ve vodováze s druhou kolejnicí. (Lisičan, 1996, s 206-208)

Příčiny výroby řeziva křivého v ploše:

- osy kolejnic nejsou kolmé na přední, zadní nebo oboje podávací válce,
- nerovnoběžnost osy spodních podávacích válců,
- vodorovná nerovnoběžnost osy podávacích válců umístěných nad sebou,
- nadměrné opotřebení ložisek podávacích válců, které způsobuje pohyb v jejich uložení,
- vydření střední části spodních podávacích válců způsobuje při rozmítání prizem, odtlačování prizmy do strany a tím i křivost řeziva v ploše,
- nerovnoběžnost ploch vodících nožů (pokud jsou na rámové pile) s osou kolejnic předního vozíku,

- zapomenutí rámovkáře utáhnout stranové aretační zařízení vozíku (při centrování výřezu do rámu) po upnutí výřezu v čelistích vozíku. Spolu s nevhodným (na jednu stranu větším) rozvodem zubů na listech anebo špatným broušením (na jednu stranu větší zuby).

(Lisičan, 1996, s. 208-210)

Příčiny výroby řeziva s křivou boční hranou:

- rozmítnutí prizmy křivé v ploše,
- křivostí výřezu při pořezu na ostro (výřez se musí upínat prohnutou částí dolů). V případě upnutí křivého výřezu prohnutou částí do boku, by vzniklo řezivo s nestejnou pevností po délce (kvůli přeřezání vláken pod různým úhlem).

(Lisičan, 1996, s. 210)

Příčiny výroby řeziva ve tvaru „S“

Řezivo vyrobené ve tvaru „S“ je téměř stejně velká chyba jako řezivo vrtulovitého tvaru. Takto vyrobené řezivo způsobuje velký odpad při frézování šířky prken, změnu tloušťkových rozměrů na koncích prkna při frézování a toto řezivo se nedá použít na výrobu palubek.

Příčinami výroby tohoto řeziva jsou:

- vyšší zuby na jedné straně pilového listu, které způsobují že pilový list zabíhá do té strany, na které jsou zuby vyšší. Příčinou této chyby je nesymetrické nastavení osy brusného kotouče s osou tloušťky pilového listu,
- jednostranně větší rozvod zubů. Stejně jako předchozí příčina i tato způsobuje zabíhání listů do té strany s větším rozvodem,
- plocha zavěšených pilových listů v rámu není rovnoběžná s osou kolejnic. Důsledkem toho pilové listy řežou až do uchopení výřezu zadním vozíkem (nebo vodícími noži) šikmo, po uchopení zadním vozíkem řežou víceméně rovně (jsou nakroucené) a po uvolnění výřezu z předního vozíku řežou zase šikmo a odtlačují výřez do strany,
- osy předních i zadních kolejnic vozíků jsou odkloněné od os podávacích válců, respektive od kolmice na osy podávacích válců. Důsledkem toho se pilové listy zařeznou do výřezu šikmo, po uvolnění výřezu z předního vozíku řežou (na krátké délce výřezu) rovně a nakonec šikmé zadní vedení výřezu vozíkem způsobí šikmé doříznutí konce výřezu,
- vykonání stranové aretace výřezu před upevněním výřezu v čelistech podávacího vozíku,

- nestejná obvodová rychlost podávacích válců, způsobená nerovnoměrným vydřením podávacích válců. Tato chyba se projevuje nejvíce při znečištění rýhování válců pilinami, které způsobují prokluz mezi obvodem spodního válce a výřezu a také odtlačování výřezu do strany (podle tvaru příčného průřezu výřezu), hlavně při vlhkém povrchu výřezu. Těmto chybám lze předejít včasnou výměnou opotřebovaných podávacích válců a v průběhu provozu očišťováním válců od pilin,
- nerovnoběžnost osy předních podávacích válců ve svislé nebo vodorovné rovině, která má za následek odtlačování výřezu do strany při zařezávání pilových listů do výřezu a i při dořezávání, když je výřez vedený jen na jednom konci.

(Lisičan, 1996, s. 210-212)

Příčiny výroby řeziva s nerovnoměrnou tloušťkou v příčném průřezu:

- jednostranně vydřené prizmatické vodítko pilového rámu,
- šikmé zavěšení jednoho nebo více pilových listů v důsledku použití různě tlustých vložek na spodním a horním registru pilového rámu, nebo použitím znečištěných vložek. Řezivo s nerovnoměrnou tloušťkou vznikne mezi svisle a šikmo zavěšeným pilovým listem.

(Lisičan, 1996, s. 212)

Příčiny výroby řeziva s třásněmi na jedné hraně

Třásně vznikají na spodní hraně řeziva při vybíhání zubů ze dřeva ve spodní úvrati rámu. Úplně se odstranit nedají, protože spodní vlákna dřeva nemají proti tlaku zubů žádnou podporu. Nelze však tvrdit, že jde o vážnou chybu řeziva, spíše jen o estetickou chybu. Příčinou třásní velkých rozměrů jsou:

- u rámevek s přerušovaným posuvem je to především velký předklon pilových listů a malý předstih podávání (u rámevek s jednoduchým přerušovaným podáváním během pracovního zdvihu). Při velkém předklonu a malém předstihu spodní část zubů na pilovém listu neřeže, vrchní část je přetížena velkým posuvem na zub a tudíž i velkým tlakem zubu na vlákna ve spodní úvrati a způsobuje tím vytrhávání dřevních vláken,
- u rámevek s plynulým posuvem bývají třásně častější. Způsobuje to nárůst tloušťky třísky ve spodní úvrati pilových listů,
- velké otupení zubů, které způsobuje, že vlákna nejsou odřezaná ale vytrhaná a vyštípaná,
- příliš velký posuv na zub – velká podávací rychlost,

- velký rozestup zubů (způsobuje velkou tloušťku třísky),
- příliš velký rozvod zubů zvětšuje šířku třísky a tím i tlak zubů na dřevo (obzvláště u plynulého posuvu).

(Lisičan, 1996, s. 213-214)

Příčiny výroby řeziva s vlnitou plochou

Různá tloušťka řeziva po jeho délce, na některých místech příliš malá, má za následek, že je nemůžeme ofrézovat dočista v celé délce. Příčinami vlnitého řezu jsou:

- tenké pilové listy, které nemají dostatečnou tuhost ani po napnutí a které v řezu zabíhají na obě strany, zejména při zvyšování posuvu,
- nedostatečně napnuté pilové listy,
- cizí tělesa ve dřevě,
- otupené zuby a malý rozvod, které způsobují zahřívání pilových listů.

(Lisičan, 1996, s. 214)

Příčiny výroby řeziva s příliš hlubokým rýhováním anebo s příliš zvlákněným povrchem

Jelikož je účelem rozvádění (pěchování) zubů pilových listů prevence proti zahřívání pil a tudíž proti jejich zabíhání je třeba v každém případě počítat s rýhovaným povrchem řeziva. Hladkého povrchu řeziva pilovými zuby dosáhnout nelze. Příčinami velkého rýhování jsou:

- nepřesný rozvod zubů v brusírnách,
- ztráta rozvodu zubů při řezání (nekvalitní ocel),
- odlomení špičky zubů,
- neodstranění jehly po nabroušení zubů, která se ulomí na začátku řezání.

(Lisičan, 1996, s. 215)

Souhrn pravidel pro řezání na rámové pile

Z celkového výčtu výše uvedených problémů práce rámové pily je jasné, že řezání tímto zařízením je technicky složitý proces. Ze známých teoretických a experimentálních výsledků je možné pro jeho provoz uvést následující doporučení.

Důležitými poznatky pro obsluhu rámové pily jsou, že šířka listu nemá zásadní vliv na vzrůst teploty a z hlediska působení posuvné síly na průhyb listu jsou výhodnější širší listy, dále že pilové listy se zahřejí na pracovní teplotu už po nařezání 30 bm výřezů, dále se teplota při stejných podmínkách podstatně nemění. Jestliže se podmínky řezání mění, mění se i teplota pilových listů a to tak, že narůstá se zvětšováním řezné výšky a se zrychlováním posuvu, přičemž vliv posuvu na zdvih má na teplotu intenzivnější vliv než řezná výška. Teplota také

roste se zmenšováním rozvodu a se zmenšováním tloušťky pilového listu. Středové listy jsou teplejší o 40 % než krajní, hřbet je o 7 – 10 °C teplejší než ozubení, a ve středu délky je o 3 – 7 °C teplejší než na koncích pilových listů. (Lisičan, 1996, s. 215-216)

Poznatky důležitými pro provoz rámové pily jsou skutečnosti týkající se napínání pilových listů. Pokud není rámová pila vybavena pružným napínacím systémem, je třeba pilové listy po nařezání 30 bm výřezů dopnout na napětí $\sigma_n = 120 \text{ MPa}$ a před další přestávkou opět uvolnit. Zabránit prudkému ochlazování studenou vodou při řezání. Při dopínání pilových listů je třeba brát v úvahu, že se vrchní i spodní příčka pilového rámu, stejně jako jeho stojky, vlivem napínacích sil listů prohnu, a to celkově o cca 4 mm. Zpětným pružením příček se do jisté míry nepříznivý účinek teplotní dilatace pilových listů (tj. pokles tahového napětí σ_n) zmírňuje, takže v běžných podmínkách prakticky postačí pilové listy napnout o cca 30 % větší napínací silou F_n a po zahřátí se už nemusí dopínat.

V případě používání pružných mechanických deformačních prvků v napínacích závěsech (pružných podložek, pružných klínů, pružinového táhla závěsu apod.) mají mít tyto prvky pružnou deformovatelnost cca 5 mm. Jejich používáním se zmírní pokles napínací síly teplotní dilatací listů cca o 15 %. Používáním pružných deformačních prvků závěsu se práce obsluhy rámové pily nezjednoduší ani nezrychlí, umožňuje však napínat každý pilový list v pilovém rámu individuálně bez většího vlivu na deformaci pilového rámu. (Lisičan, 1996, s. 216)

Vlastnosti rámových pil ve srovnání s vlastnostmi ostatních typů hlavních strojů v pilnici lze zjednodušeně uvést jako jejich přednosti a nedostatky.

Přednosti rámových pil:

- jednoduchá technologie pořezu,
- kvalitativně-kvantitativní stejnorodost středového řeziva,
- dobrá produktivita práce,
- velmi dobrá pilařská výtěžnost,
- malý podíl pilin,
- dobrá kvalita řezné plochy,
- dobrá úroveň rozměrů a tolerancí,
- jednoduchá příprava nástrojů,
- možnost optimální úrovně mechanizace,
- optimální cena stroje s příslušenstvím,
- optimální úroveň hlučnosti.

Nedostatky rámových pil:

- limitovaný průměr výřezů,
- potřeba detailního třídění výřezů,
- limitované otáčky a s tím i ostatní související parametry,
- vysoká spotřeba elektrické energie,
- náročná stavební příprava pro instalaci stroje.

(Detvaj, 2003, s. 108-112)

3.2.2 Kmenové pásové pily

Druhy kmenových pásových pil podle normy ČSN ISO 7984:

- Vodorovná kmenová pásová pila stabilní
 - s posuvným vozíkem
 - s posuvným rámem
- Vodorovná kmenová pásová pila mobilní
 - s posuvným vozíkem
- Svislá kmenová pásová pila stabilní
 - s ručním posuvem vozíku
 - s automatickým posuvem vozíku
 - s jedním pilovým pásem
 - s několika pilovými pásy
- Svislá kmenová pásová pila mobilní
 - s ručním posuvem vozíku
 - s automatickým posuvem vozíku

(ČSN ISO 7984, 1994)

Charakteristika kmenových pásových pil

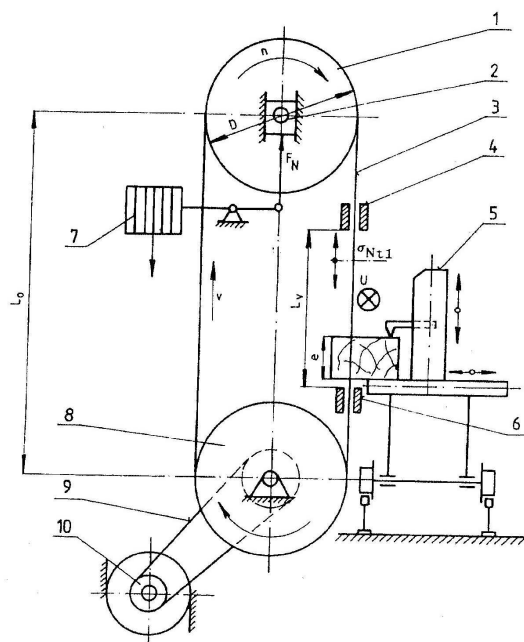
Pásové pily jsou zařízením s tzv. obíhavým pohybem nástroje. Nástroj představuje ozubený ocelový pás, jehož konce jsou k sobě svařené. Pás obíhá okolo dvou kotoučů (pásnic), ze kterých jeden slouží k pohonu a druhý k napínání pilového pásu. Polohové uspořádání pásnic je buď nad sebou (svislé pásové pily) nebo vedle sebe (vodorovné pásové pily). Pohon pilového pásu je prováděn pomocí kruhového pohybu hnací pásnice, pracovní část pilového přitom vykonává řeznou činnost přímočarým rovnoměrným pohybem. Posuv dřeva do řezu a rychlost pilového pásu jsou rovnoměrné, tudíž i tloušťka třísky (piliny) odříznuté pilovým zubem je také rovnoměrná. Toto je zásadní a významná odlišnost pásových pil od rámových a kotoučových pil.

Rotační pohyb hnací a napínací pásnice nevyvolává nebezpečné setrvačné síly, může se tedy pilový pás pohybovat rychlostí až 50 m/s. (Lisičan, Banský, 2000, s. 66-67)

Kmenové pásové pily jsou hlavními pilařskými stroji určené pro individuální způsob pořezu a jsou vyprofilované především pro pilařské zpracování listnaté kulatiny.

Princip individuálního způsobu pořezu jedním nástrojem – pilovým pásem je odůvodněn kvalitativní a tvarovou rozmanitostí listnatých výřezů, které vyžadují při pořezu individuální, často specifické pořezové schéma.

Důležitou vlastností kmenových pásových pil je, že dokážou pilařským způsobem zpracovat jakýkoli průměr výřezu, který vyroste v lesech této planety, tedy i v lesech v České republice. Tuto vlastnost má jedině tento hlavní stroj určený pro pilařské zpracování dřeva. (Detvaj, 2003, s 115)



Obr. č. 9 – Principiální schéma kmenové pásové pily: 1 – napínací-nakláněcí mechanismus, 2 – napínací mechanismus, 3 – pilový pás, 4 – vrchní přestavitelná vodítka, 5 – vozík kmenové pásové pily, 6 – spodní pevná vodítka, 7 – závažově-pákový dopínací mechanismus, 8 – spodní hnací setrvačník, 9 – řemenový převod, 10 – pohon elektromotorem

(Zdroj: BARCÍK, Štefan et. al. *Vliv technicko-technologických faktorů na stabilitu pilového pásu kmeňovej pásovej pily*. 1. vydání. Zvolen: Technická univerzita, 1998. 75 s.

ISBN 80 – 228 – 0737 – 0)

Vlastnosti kmenových pásových pil ve srovnání s vlastnostmi ostatních typů hlavních strojů v pilnici lze zjednodušeně uvést jako jejich přednosti a nedostatky.

Přednosti kmenových pásových pil:

- možnost pořezu netříděných výřezů,
- možnost tvorby pořezového schématu za chodu stroje,
- výborná pilařská výtěžnost,
- velmi malý podíl pilin,
- velmi dobrá kvalita řezné plochy,
- optimální úroveň hlučnosti.

Nedostatky kmenových pásových pil:

- nízká produktivita práce,
- problémová úroveň rozměrů a tolerancí,
- náročná příprava nástrojů,
- kvalitativně-quantitativní různorodost řeziva,
- vysoká cena stroje s příslušenstvím,
- vysoké požadavky na obsluhu,
- náročná údržba stroje a příslušenství.

(Detvaj, 2003, s 115)

Nástroj kmenových pásových pil

Nástrojem pásových pil je pilový pás. Je to nekonečný pás plechu, na jehož jedné straně je vysekané ozubení. Šířka pásu bývá (podle typu a velikosti stroje) od 6 do 200 mm (u velkých pásových pil až 250 mm).

Pilové pásy se dělí na:

- úzké pásy B = 6 – 60 mm
- široké pásy B = 80 – 200 mm (250 mm)

Tloušťka pilového pásu se volí podle vztahu:

$$s_{\max} = \frac{D}{1000} - 0,1 \text{ [mm]}$$

(Lisičan, 1996, s 262)

Řezná rychlost pilového pásu:

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{60} \text{ [m/s]}$$

kde:

D – průměr pásnice [m]

n – otáčky pásnice [min⁻¹]

(Lisičan, 1996, s 265)

Posuvná rychlost materiálu:

$$U = u_z \times z \times n = (0,1 \div 0,4) \times n \times \frac{\pi \times D}{t} \text{ [m/min]}$$

kde:

u_z – posuv na zub [m]

z – počet zubů

n – otáčky [min⁻¹]

D – průměr pásnice [m]

t – zubová rozteč [m]

(Lisičan, Banský, 2000, str. 67)

V porovnání s rámovými a kotoučovými pilami kmenové pásové pily používají pilový nástroj s nejmenší tloušťkou, i když je stroj určený k řezání nejtlustších výřezů. Volba tloušťky pilového pásu není závislá na tloušťce výřezu, ale na průměru pásnic, jak již bylo uvedeno výše. A to z důvodu omezení ohybového napětí v pásu při jeho ohýbání okolo pásnice. Pilový pás je střídavým ohýbáním okolo pásnice (4 – krát ohnut a narovnan během jednoho oběhnutí pásnic) a dvojnásobným ohnutím a narovnaním za jeden oběh v rovině pásu v důsledku nutného předklonění vrchního kotouče velmi namáhaný na únavu. (Lisičan, Banský, 2000, str.68)

Efektivní způsob zvyšování stability pilového pásu v procesu řezání je jeho vedení. Vedení pilového pásu slouží jednak na jeho stranové vedení zmenšováním amplitudy příčného kmitání a na zmenšování volné délky pracovní větve pásu a tím úměrně i na zvýšení jeho tuhosti, proto je nutné mu ze strany praxe věnovat pozornost. Vedení se skládá ze dvou částí, jejichž základními prvky jsou vodítka. V procesu řezání jsou vodítka v bezprostřední blízkosti na vstupní a výstupní straně pásu do řezu a z řezu. V rámci konstrukce vertikálních kmenových pásových pil rozlišujeme dva principy vedení:

- volné a výtlačné, výtlačné vedení symetrické a nesymetrické,

- z pohledu kontaktu pilového pásu s vodítky existují vedení kluzné, valivé a aerostatické, kde spodní vodítka jsou většinou pevná a horní přestavitelná.

Přestavitelná vodítka se nastavují do vzdálenosti 50 – 60 mm od vstupu pilového pásu do řezu, vzdálenost obou vodítek je tedy dána výškou řezu. Přestavitelná vodítka se instalují na volný konec konzolovité traverzy pohybující se ve vedení stojanu stroje v závislosti na průměru řezaného materiálu. Na svislých kmenových pásových pilách se používají převážně oboustranná volná vodítka.

Správné nastavení vodítek je jedním z rozhodujících technických parametrů, které mají vliv na klidný chod pilového pásu a při tlakovém vedení mají vliv i na jeho tuhost v pracovní větvi během řezání a v návaznosti i na jeho teplotu. Proto je nutná pravidelná kontrola a korigování vůle mezi pilovým pásem a vodítky, ale i velikost vytlačení, obzvlášť při vysokých podávacích rychlostech. (Barcík, 2000, str.31-32)

Volné vedení pilového pásu patří ke klasickým způsobům. Je realizováno dvěma páry kluzných (případně valivých) vodítek tak, aby mezi vodítky a pilovým pásem byla vůle 0,15 – 0,40 mm podle typu kmenové pásové pily.

Výtlačné vedení pilového pásu je perspektivní způsob vedení, zvyšující tuhost a tím i pracovní schopnost pilového pásu. Princip spočívá ve vytlačení řezné části pracovní větve pilového pásu z dotyčnicové roviny k největšímu průměru pásnic. Velikost vytlačení se pohybuje v rozmezí 2 – 9 mm.

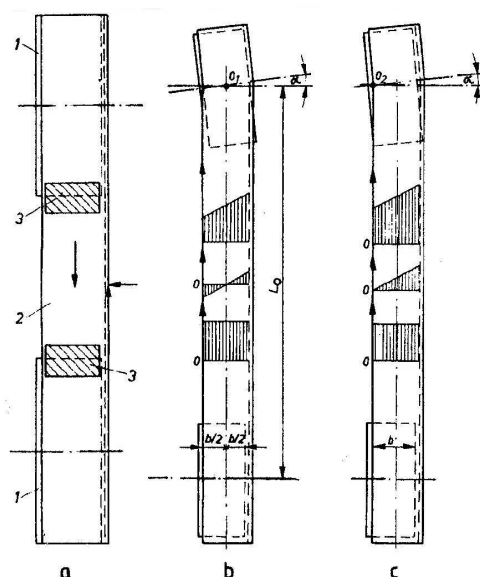
Aerostatické vedení pilového pásu je vedení složené z dvou párů vzduchových trysek instalovaných po obou stranách pracovní větve pilového pásu. Prostřednictvím otvorů v čelní ploše trysek se vhání vzduch na povrch pilového pásu, čímž vznikají oboustranné vzduchové polštáře. Tuhost těchto polštářů a jejich nosná schopnost se reguluje automatickou změnou tlaku vzduchu. Výhodou tohoto bezkontaktního vedení je, že při malém tlaku vzduchu a malé vůli mezi pilovým pásem a plochami vodítek se zvyšuje stabilita pásu, která je současně spojená s chladícím efektem. (Barcík, 1998, s. 38, 45-46)

Aby měl pilový pás potřebnou stabilitu a přitom byl správně vedený na pásnicích, musí se správně napnout. Napínání je zabezpečeno napínacím mechanismem vrchní pásnice. Přitom je nutné brát v úvahu, že při velkém tahovém napětí dochází k únavě až k trhlinám pilového pásu a k nadměrnému opotřebování napínacích mechanismů. Při malém napětí pilového pásu může dojít k jeho extrémnímu zabíhání nebo dokonce k jeho shození z pásnic. V klidovém stavu je tahové napětí – napínací napětí v obou větvích pilového pásu stejné, doporučuje se volit pro vertikální kmenové pásové pily v závislosti na šířce pilového pásu $b < 200$ mm, 70 – 140 MPa; $b > 200$ mm, 120 – 180 MPa. (Barcík, 2000, s.33)

Povrch pásnic vertikální kmenové pásové pily

Obě pásnice mají jednak stejný průměr, ale také šířkový průběh povrchového tvaru – příčné zakřivení, tj. vypuklost (bombír) z důvodu rovnoměrnosti rozložení napětí po šířce a délce pásu při jeho pracovním pohybu. Toto opatření v konečném důsledku zajišťuje lepší podmínky řezání. Na příčném zakřivení pásnice závisí jednak velikost úhlu naklonění vrchního kotouče, ale i způsob úpravy vnitřního pnutí pilového pásu. Profil je daný výrobcem kmenové pásové pily a závisí na šířce a průměru pásnice. Vlivem provozu se povrch pásnic opotřebovává a mění. Proto je nutné během provozu zjišťovat měnící se profil zakřivení a podle jeho stavu řešit úpravu vnitřního pnutí pilového pásu (způsob a intenzitu) případně upravovat profil pásnic. V případě, že se průběh příčného zakřivení pásnice a příčná vypuklost pilového pásu neshodují, vznikne nerovnoměrné rozložení napětí po šířce pásu, jehož projevem je buď zabíhání pásu v řezu (křivý řez) nebo jeho mechanická destrukce (praskání, trhání). Na stabilitu pilového pásu při pořezu má kromě jiného vliv i velikost úhlu naklonění pásnic, kterým se nastavuje rovina řezu, tj. dosedání pilového pásu na pásnice. Využívají se dva principy naklánění pásnic. Prvním principem je naklánění kde střed naklonění leží na šířkové ose pilového pásu. Druhým principem je naklánění, kdy jeho střed leží na hřbetní hraně pilového pásu.

Při naklánění se v pásu zvyšuje napětí jehož velikost se po šířce pásu lineárně mění, přičemž maximálních hodnot dosahuje napětí v patové čáře zubové mezery. (Barcík, 2000, s. 26-30)



Obr. č. 10 – Pilový pás a jeho uložení na kotoučích: a) bez naklánění, b) střed naklánění O_1 na $b/2$, c) střed naklánění O_2 na hřbetní hraně pilového pásu;

1 – kotouče, 2 – pilový pás, 3 – vodítka

(Zdroj: BARCÍK, Štefan. *Analýza faktorov pri pílení na vertikálnej kmeňovej pásovej píle*. 1. vydání. Zvolen: Technická univerzita, 2000. 75 s. ISBN 80 – 228 – 0909 – 8)

Při provozu kmenové pásové pily je důležité zabezpečit tuhost pilového pásu a také zamezit styku pilového pásu s povrchem pásnice. Tyto zásady se dodržují následujícími způsoby:

a) Zabezpečení tuhosti pilového pásu:

- dostatečným napnutím pilového pásu (oddálením os pásnic),
- důsledným zkracováním volné délky pásu, tj. vzdálenosti mezi vrchním (posuvným) a spodním (pevným) vodítkem pilového pásu,
- u širokých pásů optimalizovaným poměrem mezi šířkou pásu, jeho předpětím a tvarem, a také vypuklostí obvodových ploch pásnic,
- dopínáním pásu na potřebné napětí (tj. amortizováním teplotní dilatace pilového pásu) pomocí různých technických prvků (např. tlakovou pružinou, závažím s pákou, pneumaticky a pod.),
- správnou údržbou a přípravou pásu k práci.

b) Prevence proti styku pilového pásu s povrchem pásnice:

- pásnice velkých pásových pil (kmenových a rozmítacích) mají kovový povrch, tj. ozubení pásu nesmí zaběhnout na povrch kotouče, ale musí přecházet výškou zubu za okraj kotouče. Tento požadavek se zabezpečuje nakláněním vrchního kotouče ze základní polohy vrchním okrajem dopředu, tj. proti směru posuvu výřezu.

(Lisičan, 1996, s. 264)

Vozík kmenové pásové pily

Nedílnou součástí klasické vertikální kmenové pásové pily je vozík, který plní tři důležité funkce – polohovací, upínací a podávací.

Na technické úrovni vozíku kmenové pásové pily závisí délka času potřebného pro manipulaci s výřezem a tudíž i kapacita pořezu. Vozíky současných kmenových pásových pil zabezpečují tyto operace pomocí mechanických prvků, které ovládá operátor kmenové pásové pily na dálku ze svého stanoviště. (Detvaj, 2003, s. 112)

Otáčením výřezu na vozíku kolem podélné osy je možné realizovat i čtvercový pořez a vyrábět i hraněné řezivo, avšak za cenu nižší výrobní kapacity stroje, případně i tzv. poloradiální a radiální řezivo. Mechanizovaný vozík kmenových pásových pil také umožňuje vést rovinu řezu rovnoběžně s povrchem výřezu a nepřecházet tak dřevní vlákna (řezivo k ohýbání). (Lisičan, Banský, 2000, s. 66-68)

Požez na vertikální kmenové pásové pile lze provádět dvěma způsoby podle vzájemné polohy roviny řezu a osy výřezu. Prvním způsobem je požez, kdy rovina řezu je rovnoběžná s osou výřezu. Druhým způsobem je požez, kdy rovina řezu je rovnoběžná s povrchem výřezu.

Z důvodu zabezpečení obou způsobů musí mít fixačně-nastavovací bloky vozíku společný posuv pro nastavení tloušťky řeziva a také samostatný příčný posuv.

Vozíky kmenových pásových pil se pohybují po dopravní dráze složené ze dvou kolejnic, z nichž jedna je vodící a druhá opěrná. Při montáži uzlů a mechanismů vertikálních kmenových pásových pil není možné se vyhnout některým nepřesnostem nastavení osy řezného mechanismu ve vztahu k ose dopravní dráhy. V důsledku této nepřesnosti vzniká úhel odklonění mezi řeznou rovinou pilového pásu a osou dráhy posuvného mechanismu. Kromě této nepřesnosti při mohou při realizaci vznikat také chyby, při kterých dochází k vychýlení opěrné a vodící kolejnice od přímosti, rovinnosti a kolmosti mezi sebou a také vzniká vůle v mechanismech upnutí a přemísťování výřezu. Vzhledem k tomu, že se chybám z vyhotovení a montáže uzlů stroje nedá zabránit, je potřebné zjistit jejich hodnotu, při které vliv sil vyvolávajících tyto chyby nebude velký a rozměrové odchylky tloušťky řeziva nepřevýší dovolené normativní hodnoty. (Barcík, 2000, str.35-36)

4 Materiál a metodika

4.1 Materiál

Pro měření byly použity vzorky řeziva vyrobené ve společnosti Matrix a. s. v pobočce v Třebechovicích pod Orebem. Zdejší pilnice zpracovává dubovou kulatinu v množství cca 12 000 m³ kulatiny za rok. V současné době z většiny nakupované kulatiny společnost vyrábí prkna pro zahraničního odběratele, který z nich následně vyrábí podlahová prkna. Protože odběratel podle vlastních potřeb požaduje dodávat prkna o tloušťce 26 a 27 mm, řeže pilnice v Třebechovicích prkna s tloušťkovým přídatkem na sesychání tj. 29 – 30 mm. Technologický postup výroby těchto prken je založen na výrobě prizem pomocí vertikální kmenové pásové pily Primultiny, tyto prizmy následně zpracovává rámová pila vyrobená Západočeskými dřevařskými závody.

4.1.1 Výrobní proces

Vstupní surovinou jsou neodkorněné dubové výřezy nakupované v požadovaných délkách. Tyto výřezy jsou ze skládek přepravovány na přísunový dopravník kmenové pásové pily. Pásová pila z výřezu vyrobí prizmu a neomítaná prkna, která jsou dále omítána na kotoučové omítací pile, čímž vzniká finální výrobek – omítané prkno tloušťky cca 30 mm. Prizmy jsou dále přepravovány na přísunový dopravník rámové pily. Rámová pila z prizmy jedním průchodem vyrobí jednak omítaná prkna a také prkna krajínová, které se omítají na kotoučové omítací pile a stávají se tím také finálním výrobkem.

Z tohoto popisu výrobního postupu je zřejmé, že vzorky prken vyrobené kmenovou pásovou pilou, které byly použity pro měření, byla prkna boční s tangenciálním průběhem vláken na ploše a s velkým sklonem průběhu letokruhů na čele prkna. Naproti tomu vzorky prken vyrobené rámovou pilou byly zastoupené ve větší míře prkny středovými s radiálním průběhem vláken na jejich ploše.

4.1.2 Parametry obou hlavních strojů

Vertikální kmenová pásová pila Primultini

- kotoučový předřez
- naměřená posuvná rychlost = 10 m/min
- max. možný zpracovatelný průměr výřezu = 1200 mm
- max. možná zpracovatelná délka výřezu = 6000 mm
- rok instalace do pilnice 2004

Rámová pila Západočeské dřevařské závody

- světlost rámu 710 mm
- rok výroby 1983
- naměřená posuvná rychlost = 1,1 m/min

4.1.3 Rozměry a vlhkost zkoumaných vzorků prken

Pro účely porovnání kvalitativních parametrů řezu bylo změřeno 30 ks prken od obou typů hlavních strojů. Rozměry měřených prken byly zvoleny na místě měření podle aktuálních zásob nevytříděného řeziva, resp. byly měřeny prkna o rozměrech 30 × 220 × 2000 mm vyrobené rámovou pilou a prkna o rozměrech 30 × 190 × 2000 mm vyrobené kmenovou pásovou pilou. Průměrná vlhkost měřených vzorků byla 47,3 % u vzorků vyrobených na rámové pile a 56,9 % u vzorků vyrobených kmenovou pásovou pilou.

4.2. Metodika

Zkušební vzorky – prkna byla podrobena měření, které sloužilo k zjištění kvalitativních parametrů řezu:

- rozměrové přesnosti prken,
- tvarové přesnosti prken.

Pro celkové vyhodnocení bylo třeba zjistit také průměrnou vlhkost obou skupin měřených vzorků. Vlhkost byla měřena hrotovým vlhkoměrem Elbez WHT 860, na každém vzorku bylo provedeno jedno měření. Z naměřených hodnot byla poté vypočítána průměrná vlhkost obou skupin vzorků.

Všechny zkoumané hodnoty rozměrů byly určované s přesností na 0,1 mm. Z hodnot naměřených na stejné měřicí pozici byla vypočítána průměrná hodnota zaokrouhlená na tři

desetinná místa. Z těchto průměrných hodnot byly stanovené rozměry reprezentantů pro porovnání rozměrové a tvarové přesnosti řeziva vyrobeného na rámové a kmenové pásové pile.

4.2.1 Rozměrová přesnost

Tento kvalitativní parametr řeziva byl zjišťován měřením tloušťky jednotlivých prken. Měření jak již bylo uvedeno bylo prováděno na prknech o tloušťce 30 mm, šířce 190 a 220 mm a délce 2000 mm.

Měření se částečně řídilo normou ČSN EN 1309-1. Ta udává, že se tloušťka měří pomocí měřidla s přesností nejméně 0,1 mm, a to kolmo k ploše. Norma udává měření nejméně na třech místech, kdy místo měření musí být čisté a bez vad. Dvě měření se mají provádět blízko konců, nejméně však 150 mm od nich, ostatní měření se provedou náhodně mezi nimi. Zaznamenává se jen nejmenší naměřená tloušťka v milimetrech na jedno desetinné místo. Zaznamenává se také skutečná vlhkost řeziva. (ČSN EN 1309-1, 1998)

Pro výsledné porovnání kvalitativních parametrů řezu (rozměrové přesnosti řeziva) se měřila tloušťka prken ve vzdálenosti 150 mm od kraje a dále tloušťky po obou stranách průřezu prkna ve vzdálenostech 100 mm po délce prkna. Pro odlišení byla jedna strana nazývána jako spodní a druhá jako horní strana. Poslední měřená tloušťka byla opět ve vzdálenosti 150 mm od kraje prkna. Na každém měřeném vzorku (prknu) o délce 2000 mm bylo tedy měřeno na úseku 1700 mm celkem 18 hodnot tloušťky na každé straně prkna tj. 36 hodnot tloušťky z jednoho vzorku měřeného prkna. Při měření 30 vzorků prken vyrobených na jednom typu hlavního stroje bylo tedy získáno 1080 hodnot tloušťek pro výsledné porovnávání (540 hodnot tloušťky horní strany a 540 hodnot tloušťky spodní strany).

Měření tloušťky bylo prováděno pomocí posuvného měřidla Absolute Digimatic, model CD-15CPX. Rozměřování měřících míst pro zjišťování tloušťky bylo prováděno pomocí ocelového měřítka Kinex 2000 ČSN 251113 2008.

4.2.2 Tvarová přesnost

Podstatou určení tohoto parametru bylo zjišťování:

- rovinnosti (podélného plošného zakřivení měřeného na celé délce prkna) vzorků zkoumaných po určitých vzdálenostech po celé délce prken,
- vlnitosti (podélného plošného zakřivení jako kvality povrchu) vzorků zkoumaných v krátkých úsecích na třech místech po délce každého prkna.

Rovinnost

Měření rovinnosti se částečně řídilo ČSN EN 1310. Tato norma stanovuje měření zakřivení jako měření maximální odchylky od přímky. U kusů do 2 m délky se má měřit po celé délce kusu a výsledek se vyjadřuje v milimetrech. (ČSN EN 1310, 1999)

Zjišťování tohoto parametru bylo prováděno pomocí pravítka, které bylo položeno na podložkách na ploše prkna a určovalo absolutní rovinu, pomocí posuvného měřidla byla zjišťována odchylka v polovině šířky zkoumaného vzorku od této absolutní roviny.

Při měření byla nejdříve na ploše prkna naznačena polovina šířky a poté polohy umístění broušených ocelových podložek, které se pokládaly na plochu prken ve vzdálenostech 125 mm od jejich okrajů. Na tyto podložky bylo na výšku přiloženo ocelové ploché měřítko, jehož horní plocha určovala absolutní rovinu. Od této horní hrany se měřila vzdálenost (hloubka) k ploše zkoumaného vzorku. Tyto vzdálenosti (hloubky) se měřily pomocí posuvného měřidla (jeho hloubkoměru). První hloubka byla zjišťována ve vzdálenosti 150 mm od kraje prkna, další hloubky byly měřeny po 100 mm vzdálenostech. Poslední hloubka byla zjišťována 150 mm od druhého konce zkoumaného vzorku. Broušené podložky byly použity z důvodu, aby se zamezilo změně polohy a případnému kopírování konvexního zakřivení měřeného prkna ocelovým měřítkem, vyvolané tlakem na různá místa ocelového měřítka po jeho délce při zjišťování odchylek rovinnosti. Z naměřených hodnot hloubky byly stanovené záporné a kladné odchylky od absolutní roviny odečtením naměřené hloubky od součtu tloušťky používaných podložek a výšky ocelového měřítka. Pro statistické porovnání byly používány absolutní hodnoty těchto odchylek od roviny, aby se zamezilo zkreslení zprůměrováním záporných a kladných hodnot odchylek rovinnosti.

Na jednom zkoumaném vzorku bylo naměřeno na vzdálenosti 1700 mm celkem 18 hodnot odchylek od absolutní roviny, tj. 540 hodnot odchylky od rovinnosti u jedné skupiny zkoumaných prken.

Měření odchylky od rovinnosti bylo prováděno pomocí posuvného měřidla Absolute Digimatic, model CD-15CPX. Rozměřování míst pro určení polohy broušených podložek Somet a určování absolutní roviny bylo prováděno pomocí ocelového měřítka Kinex 2000 ČSN 251113 2008.

Vlnitost

Tento parametr je ukazatelem tvarové přesnosti a také kvality povrchu řeziva. Zjišťování tohoto parametru bylo prováděno pomocí zámečnického příložného úhelníku, jehož delší rameno bylo položeno na podložkách na prostředku šířky měřeného prkna postupně na třech místech po délce prkna. Delší rameno úhelníku, respektive jeho horní hrana, určovalo absolutní rovinu, od této roviny byla pomocí posuvného měřidla zjišťována odchylka, která určovala míru vlnitosti.

Při měření každého vzorku byla nejdříve naznačena polovina šířky prkna, poté polohy umístění broušených podložek. Ty se umísťovaly ve vzdálenosti 230 mm od sebe, na nich byl položený delším ramenem zámečnický příložný úhelník. Na rameni úhelníku probíhalo na vyznačeném úseku 100 mm měření hloubky po 10 mm vzdálenostech od jeho horní hrany k povrchu měřeného prkna. Měření této hloubky bylo prováděno pomocí posuvného měřítka (jeho hloubkoměrem) na třech úsecích po délce měřeného prkna. A to ve vzdálenosti 150 – 160 mm od obou krajů měřeného prkna a v polovině měřeného prkna ve vzdálenosti 950 – 1050 mm od jeho kraje. Broušené podložky byly použity z důvodu, aby se zamezilo změně polohy a kopírování konvexního zakřivení měřeného prkna delším ramenem úhelníku vyvolané tlakem na různá místa ramene úhelníku po jeho délce při zjišťování vlnitosti. Z naměřených hodnot hloubky byly stanovené záporné a kladné odchylky od přiložené roviny odečtením naměřené hloubky od součtu tloušťky používaných podložek a výšky ocelového měřítka. Pro statistické porovnání byly používány absolutní hodnoty těchto odchylek od roviny, aby se zamezilo zkreslení zprůměrováním záporných a kladných hodnot odchylek rovinnosti.

Na jednom zkoumaném vzorku bylo na každém ze tří zkoumaných úseků naměřeno 11 hodnot odchylek od přiložené roviny určujících vlnitost, tj. 330 hodnot určujících míru vlnitosti pro jeden úsek jedné skupiny zkoumaných prken.

Měření vlnitosti bylo prováděno pomocí posuvného měřidla Absolute Digimatic, model CD-15CPX. Rozměřování míst pro určení polohy broušených podložek Somet bylo prováděno pomocí ocelového měřítka Kinex 2000 ČSN 251113 2008. Absolutní rovinu určovala horní hrana zámečnického příložného úhelníku Kinex 400 ČSN 255124 2004.

4.2.3 Měřicí pomůcky

Vlhkoměr hrotový Elbez WHT 860

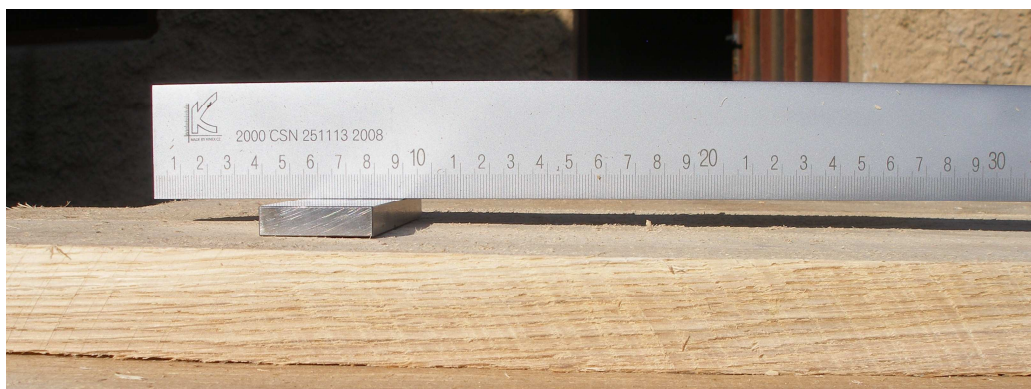
- rozsah měření vlhkosti 8 – 60 %
- chyba měření cca 3 %
- rozsah teplotní kompenzace 0 – 90 °C
- rok výroby 1994



Obr. č. 11 – Vlhkoměr Elbez WHT 860
(zdroj: vlastní tvorba)

Ocelové ploché měřítko Kinex 2000 ČSN 251113 2008

- rozměry 2000×40×8 mm
- třída přesnosti 2 (0,022 / 2000 mm)



Obr. č. 12 – Ocelové ploché měřítko Kinex 2000 ČSN 251113 2008
(zdroj: vlastní tvorba)

Zámečnický příložný úhelník Kinex 400 ČSN 255124 2004

- rozměry 400×250×6 mm
- max. odchylka rovinnosti delšího ramena 0,08 / 400 mm



Obr. č. 13 – Zámečnický příložný úhelník Kinex 400 ČSN 255124 2004
(zdroj: vlastní tvorba)

Posuvné měřítko Absolute Digimatic

- model CD – 15CPX



Obr. č. 14 – Posuvné měřítko Absolute Digimatic
(zdroj: vlastní tvorba)

Broušené ocelové podložky Somet

– rozměry 9×35×75 mm



Obr. č. 15 – Broušená ocelová podložka Somet 75

(zdroj: vlastní tvorba)

5 Výsledky měření a diskuse

5.1 Výsledky měření

Obě skupiny měřených vzorků měly průměrnou vlhkost vyšší než je bod nasycení dřevních vláken, neměly by se na nich tudíž ještě projevovat rozměrové a tvarové změny vyvolané sesycháním. Tvarovou přesnost prken mohla tedy kromě kvality opracování ovlivnit pouze přítomnost reakčního – tahového dřeva.

5.1.1 Rozměrová přesnost

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.1, závod v Třebechovicích pod Orebem vyrábí prkna pro zahraničního odběratele. Ten podle potřeby požaduje prkna o tloušťce 26 případně 27 mm. V Třebechovickém závodě vyrábějí tyto prkna s přídatkem na sesychání. Aby přídatky vyhověli oběma požadovaným tloušťkám po seschnutí, vyrábějí zde prkna o tloušťce 29 – 30 mm.

Podle ČSN 49 1209 by měl být přídatkem na sesychání u dubového řeziva při sušení na 14 – 16% o vlhkosti větší než 35% činit 5% v tangenciálním směru a 2,6% ve směru radiálním. Obě skupiny zkoumaných prken měly průměrnou vlhkost vyšší než 35%. Středová prkna by tedy měla podle normy obsahovat tangenciální přídatkem na tloušťkové sesychání (5%) a boční prkna radiální přídatkem na tloušťkové sesychání (2,6%). Čerstvě nařezaná středová prkna by v praxi měla mít tloušťku 27,3 mm (28,3 mm) při požadavku odběratele dodat dubová prkna tloušťky 26 mm (27 mm) a vlhkosti 14 – 16%. Čerstvě nařezaná boční prkna by měla v praxi mít tloušťku 26,67 mm (26,7 mm) při požadavku odběratele dodat dubová prkna tloušťky 26 mm (27 mm) a vlhkosti 14 – 16%. Z těchto výpočtů vyplývá, že pila v Třebechovicích vyrábí prkna s větším tloušťkovým přídatkem na sesychání než stanovuje norma. (ČSN 49 1209, 1981)

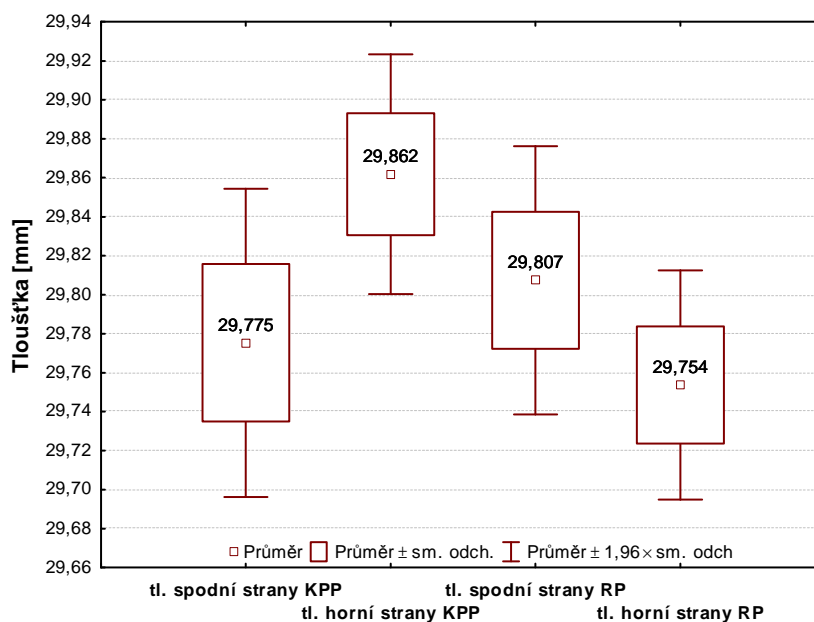
Poz. č.	Tloušťka spodní strany [mm]	Tloušťka horní strany [mm]	Rozdíl tloušťek [mm]
1	29,700	29,823	0,123
2	29,717	29,823	0,107
3	29,740	29,857	0,117
4	29,733	29,853	0,120
5	29,767	29,893	0,127
6	29,803	29,893	0,090
7	29,783	29,880	0,097
8	29,800	29,897	0,097
9	29,803	29,857	0,053
10	29,790	29,850	0,060
11	29,777	29,863	0,087
12	29,750	29,863	0,113
13	29,850	29,880	0,030
14	29,827	29,913	0,087
15	29,827	29,893	0,067
16	29,773	29,840	0,067
17	29,737	29,843	0,107
18	29,780	29,790	0,010
Průměr	29,775	29,862	0,087
Směrodatná odchylka	0,040	0,031	0,033
Max. rozdíl tloušťky	0,150	0,123	

Tab. č. 2 – Reprezentant pro srovnání tloušťky vyrobený na kmenové pásové pile

(Zdroj: vlastní tvorba)

Poz. č.	Tloušťka spodní strany [mm]	Tloušťka horní strany [mm]	Rozdíl tloušťek [mm]
1	29,827	29,780	0,047
2	29,813	29,727	0,087
3	29,763	29,687	0,077
4	29,753	29,717	0,037
5	29,730	29,733	0,003
6	29,780	29,770	0,010
7	29,823	29,777	0,047
8	29,800	29,733	0,067
9	29,860	29,763	0,097
10	29,850	29,740	0,110
11	29,820	29,767	0,053
12	29,833	29,757	0,077
13	29,810	29,783	0,027
14	29,807	29,770	0,037
15	29,840	29,780	0,060
16	29,830	29,790	0,040
17	29,823	29,783	0,040
18	29,770	29,710	0,060
Průměr	29,807	29,754	0,054
Směrodatná odchylka	0,035	0,030	0,028
Max. rozdíl tloušťky	0,130	0,103	

Tab. č. 3 – Reprezentant pro srovnání tloušťky vyrobený na rámové pile
(Zdroj: vlastní tvorba)



Obr. č. 16 – Krabicový graf srovnání průměrných tloušťek horních a spodní stran obou reprezentantů
(Zdroj: vlastní tvorba)

Srovnání průměrných tloušťek ukazuje, že větší rozdíl mezi průměrnými hodnotami horní a spodní strany vykazuje ve sledovaném provozu kmenová pásová pila s průměrným rozdílem tloušťky 0,087 mm oproti 0,054 mm naměřených na rámové pile. Tento rozdíl také udává odchylku od rovnoběžnosti obou ploch, která je parametrem tvarové přesnosti řeziva. Z naměřených hodnot vyplývá, že řezivo vyrobené na kmenové pásové pile má větší odchylku od rovnoběžnosti obou ploch.

Dalším porovnávaným parametrem byl maximální rozdíl mezi naměřenými tloušťkami. Vyšší hodnoty maximálních rozdílů mezi tloušťkami vykazuje reprezentant vyrobený na kmenové pásové pile. Z měření tloušťky vychází jako rozměrově přesnější řezivo vyrobené na rámové pile, tj. ve sledovaném provozu vyrábí rozměrově přesnější řezivo rámová pila.

5.1.2 Tvarová přesnost

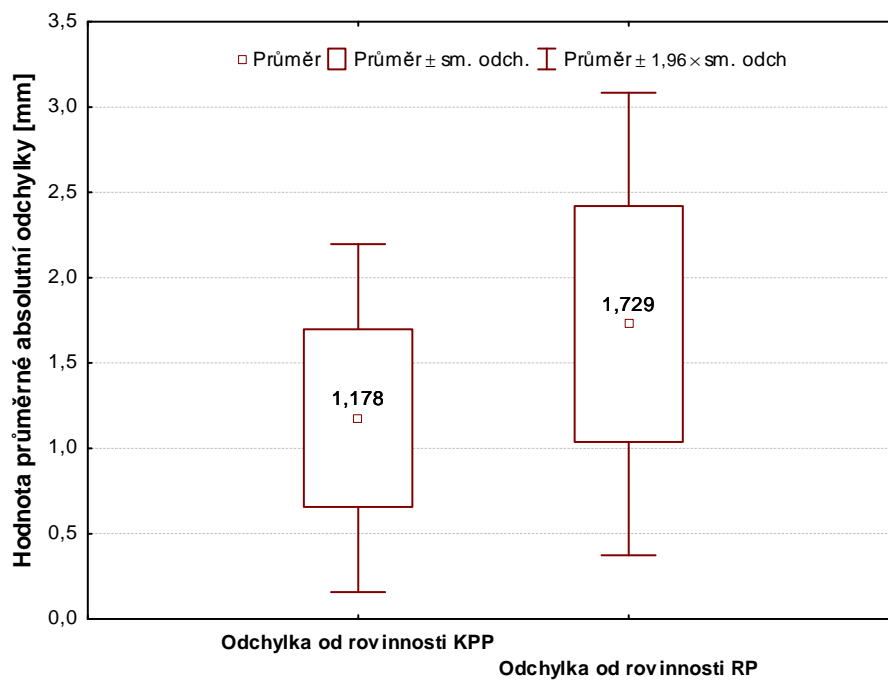
Rovinnost

V tabulce jsou znázorněné průměrné odchylky rovinnosti obou reprezentantů.

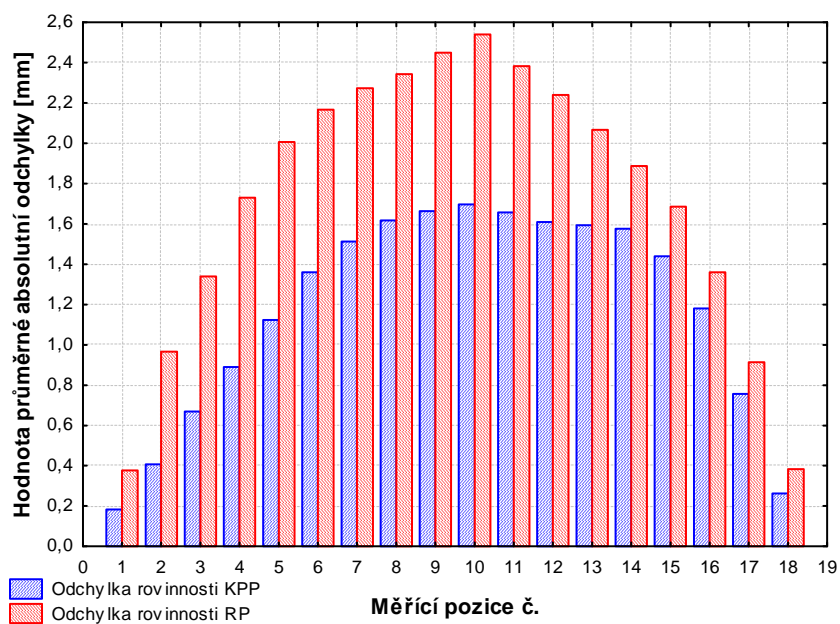
Měřicí pozice č.	Odchylky od rovinnosti reprezentanta vyrobeného na kmenové pásové pile [mm]	Odchylky od rovinnosti reprezentanta vyrobeného na rámové pile [mm]
1	0,183	0,377
2	0,407	0,967
3	0,670	1,340
4	0,890	1,730
5	1,123	2,007
6	1,360	2,167
7	1,513	2,273
8	1,617	2,343
9	1,663	2,450
10	1,697	2,540
11	1,657	2,383
12	1,610	2,240
13	1,593	2,067
14	1,577	1,887
15	1,440	1,687
16	1,180	1,360
17	0,757	0,913
18	0,263	0,383
Průměr	1,178	1,729
Sm. odchylka	0,520	0,691

Tab. č. 4 – Srovnání odchylek od rovinnosti obou reprezentantů

(Zdroj: vlastní tvorba)



Obr. č. 17 – Krabicový graf srovnání průměrných absolutních odchylek od rovinnosti obou reprezentantů
(Zdroj: vlastní tvorba)



Obr. č. 18 – Srovnání průběhu průměrných absolutních odchylek od rovinnosti obou reprezentantů
(Zdroj: vlastní tvorba)

Průběh rovinnosti obou reprezentantů znázorňuje výše zobrazený sloupcový graf, ze kterého je patrné, že vyšších odchylek od rovinnosti dosahuje po celé své délce reprezentant vyrobený na rámové pile.

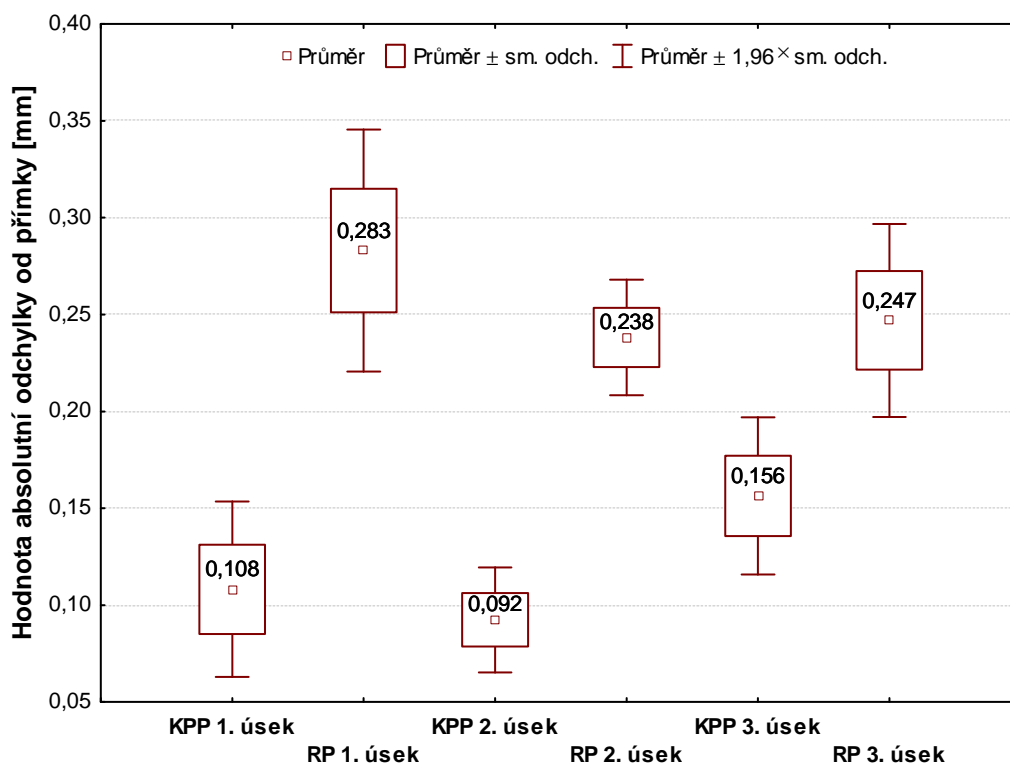
Vlnitost

V následujících tabulkách jsou znázorněny absolutní hodnoty odchylek od přímek určujících absolutní rovinu. Z těchto hodnot je patrný průběh vlnitosti jednotlivých reprezentantů na zkoumaných úsecích, jejich průměrné hodnoty a směrodatné odchylky.

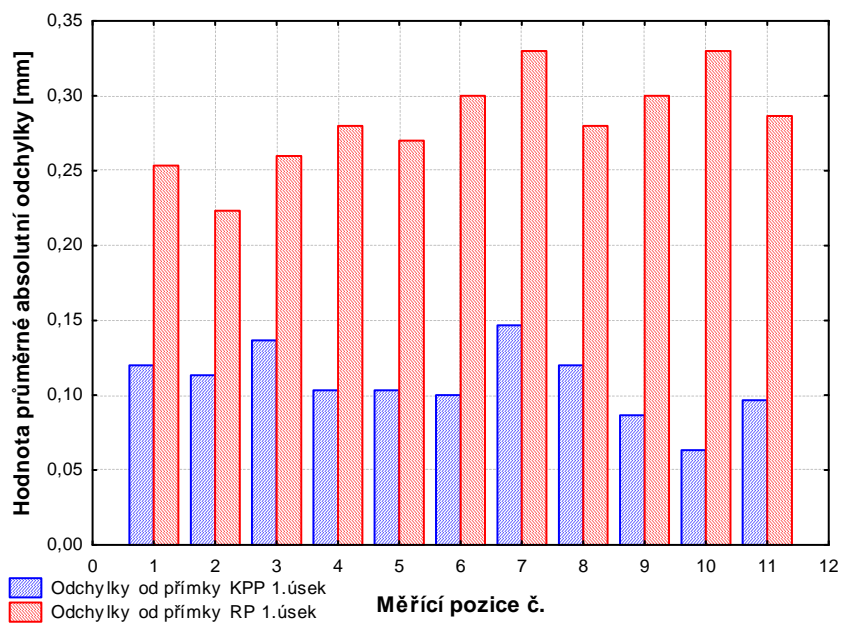
Pozice č.	Odchylky KPP [mm]			Odchylky RP [mm]		
	1. úsek	2. úsek	3. úsek	1. úsek	2. úsek	3. úsek
1	0,120	0,127	0,193	0,253	0,247	0,290
2	0,113	0,097	0,173	0,223	0,223	0,283
3	0,137	0,090	0,160	0,260	0,223	0,257
4	0,103	0,097	0,173	0,280	0,223	0,227
5	0,103	0,083	0,167	0,270	0,243	0,227
6	0,100	0,103	0,163	0,300	0,263	0,253
7	0,147	0,090	0,140	0,330	0,253	0,260
8	0,120	0,090	0,153	0,280	0,237	0,233
9	0,087	0,083	0,140	0,300	0,257	0,210
10	0,063	0,080	0,133	0,330	0,227	0,253
11	0,097	0,077	0,123	0,287	0,223	0,223
Průměr	0,108	0,092	0,156	0,283	0,238	0,247
Sm. odchylka	0,023	0,014	0,021	0,032	0,015	0,025

Tab. č. 5 – Průběh vlnitosti obou reprezentantů

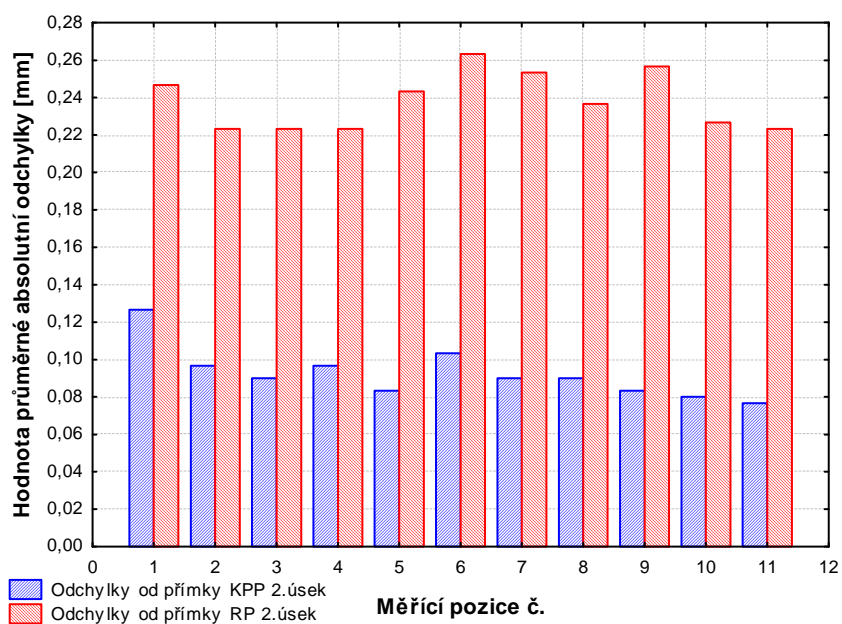
(Zdroj: vlastní tvorba)



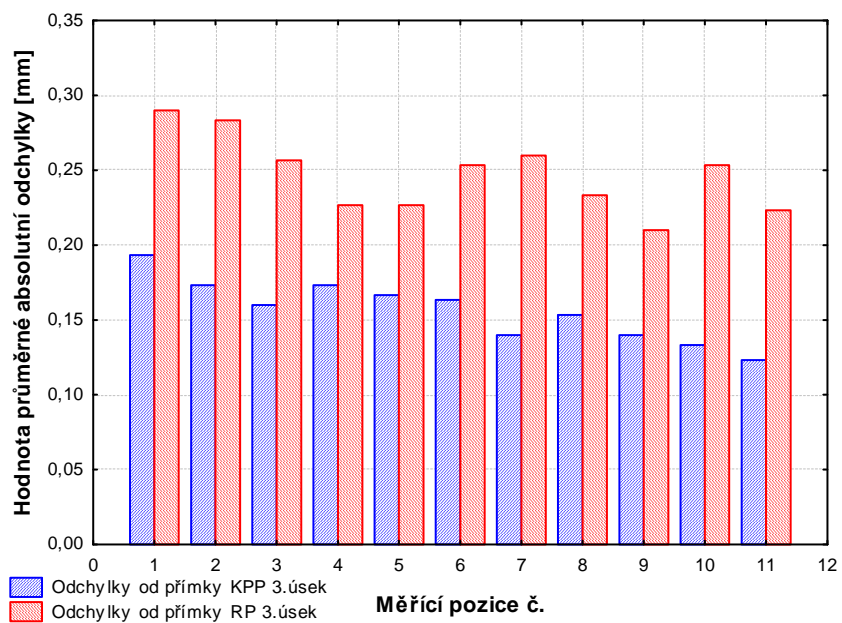
Obr. č. 19 – Krabicový graf porovnání průměrných absolutních odchylek od přímky (vlnitosti) obou reprezentantů
(Zdroj: vlastní tvorba)



Obr. č. 20 – Sloupcový graf porovnání průběhu vlnitosti obou reprezentantů měřené na prvním úseku
(Zdroj: vlastní tvorba)



Obr. č. 21 – Sloupcový graf porovnání průběhu vlnitosti obou reprezentantů měřené na druhém úseku
(Zdroj: vlastní tvorba)



Obr. č. 22 – Sloupcový graf porovnání průběhu vlnitosti obou reprezentantů měřené na třetím úseku
(Zdroj: vlastní tvorba)

Z předchozích grafických porovnání vlnitosti je patrné, že kmenová pásová pila vyrábí řezivo s menší vlnitostí (menšími odchylkami od roviny). Tato menší vlnitost byla naměřena na všech třech měřených úsecích. Průměrné hodnoty odchylek od přímek se pohybovaly u reprezentanta vyrobeného na rámové pile v řádu desetin milimetrů ($0,238 \div 0,283$ mm), u reprezentanta vyrobeného na kmenové pásové pile se jednalo o odchylky menší ($0,092 \div 0,156$).

5.2 Diskuse

Protože ve sledovaném provozu po čas měření byla vyráběné pouze prkna o tloušťce cca 30 mm, tato prkna sice procházela tříděním, ale kvůli tomu, abychom při měření nerozebírali vytříděná proložená prkna ve svázaném balíku a nepřidělávali tak zdejšími pracovníky práci navíc, jsme měřili prkna netříděná, která byla v balíku proložená jen na třech místech. Z tohoto důvodu a z důvodu menšího množství prken vyrobených na kmenové pásové pile jsme prkna před měřením nerozdělovali na boční a středová. Nebylo tedy srovnáváno řezivo středové s bočním ani řezivo jiné tloušťky. Zůstává otázkou, zda by se měřením tříděného řeziva, případně měřením další skupiny prken nebo fošen s jinou tloušťkou, dosáhlo odlišných výsledků od těch námi naměřených.

Dalším faktorem, který mohl ovlivnit výsledky měření, byl vliv obsluhy rámové pily a technického stavu stroje a řezného nástroje.

Z výsledků měření je zřejmé, že v dané provozu vyrábí rozměrově přesnější řezivo rámová pila, řezivo s menším plošným zakřivením a s menší vlnitostí naopak kmenová pásová pila. V tomto ohledu se výsledky shodují s obecnými vlastnostmi těchto strojů podle Detvaje (Detvaj, 2003, s 108-112). Budeme-li chtít zjistit, kde jsou příčiny těchto rozdílů, měli bychom se zaměřit na horší naměřené parametry kvality řezu a zjistit proč k nim na daném hlavním stroji dochází. Pro toto zjišťování pomineme vliv obsluhy a zaměříme se jen na technický stav stroje nástroje.

Řezivo s podélným plošným zakřivením na rámové pile

Příčinou výroby křivého řeziva v ploše na rámové pile je nejčastěji špatný technický stav stroje. Tím může být odchylka osy kolejnic vozíků od kolmosti k podávacím válcům, odchylka podélných os podávacích válců od rovnoběžnosti, opotřebení ložisek podávacích válců způsobující pohyb podávacích válců v jejich uložení, vyždření střední části spodních podávacích válců, případně nerovnoběžnost ploch vodících nožů. (Lisičan, 1996, s. 208-210)

Řezivo s velkou vlnitostí vyrobené na rámové pile

Příčinou výroby řeziva s vyšší vlnitostí na rámové pile je nejčastěji pilový list. Vlnitost povrchu způsobují tenké pilové listy, které nemají dostatečnou tuhost ani po napnutí a které v řezu zabíhají na obě strany, zejména při zvyšování posuvu, dále vlnitost způsobují nedostatečně napnuté pilové listy, jejich otupení s malým rozvodem, které způsobují zahřívání pilových listů. Posledním možným faktorem způsobujícím vlnitost mohou být cizí tělesa ve dřevě. (Lisičan, 1996, s 214)

Řezivo s velkými rozdíly tloušťky spodní a horní strany vyrobené na kmenové pásové pile

Příčinou výroby řeziva s velkými odchylkami tloušťky může být nesprávné nastavení vodítek pilového pásu a jejich vůle mezi pilovým pásem a vodítkem. (Barcík, 2000, str.31-32). Dalšími příčinami mohou být nepřesnosti nastavení osy řezného mechanismu ve vztahu k ose dopravní dráhy, vychýlení opěrné a vodící kolejnice od přímosti, rovinnosti a kolmosti mezi sebou a také vůle v mechanismech upnutí a přemísťování výřezu. (Barcík, 2000, str.35-36)

Pro to, abychom mohli s jistotou říci, že daný hlavní stroj vyrábí řezivo s lepšími kvalitativními parametry řezu, by bylo potřeba zkontrolovat technický stav těchto strojů. V případě, že by byl zjištěn dobrý technický stav u obou strojů, bylo by možné tvrdit, že v případě správné obsluhy vyrábí jeden stroj řezivo s lepšími parametry než stroj druhý.

6 Závěr

Cílem práce bylo zjistit vliv hlavního stroje na kvalitativní parametry řezu v pilařské výrobě. Pro toto porovnání bylo ve zvoleném provozu, který používá kmenovou pásovou pilu a rámovou pilu, provedeno měření řeziva vyrobeného na těchto hlavních strojích.

Sledovanými parametry kvality řezu byla tloušťka řeziva, rovinnost a vlnitost jeho plochy. V daném provozu podle naměřených výsledků vyrábí rozměrově přesnější řezivo rámová pila, avšak tvarově přesnější řezivo a řezivo s lepší kvalitou povrchu vyrábí kmenová pásová pila. Z těchto výsledků je možné tvrdit, že řezivo vyrobené ve sledovaném provozu na kmenové pásové pile je kvalitativně lepší a umožňuje jednodušší opracování v následných provozech zpracovávajících řezivo. Pro potvrzení či vyvrácení těchto výsledků by bylo ještě vhodné zjistit technický stav obou strojů a způsob přípravy řezných nástrojů případně způsob obsluhy, které mají vliv na kvalitu vyrobeného řeziva. Případný závažný nedostatek technického stavu nebo chyba v přípravě řezného nástroje a obsluze by totiž mohl zásadně ovlivnit zjišťované kvalitativní parametry řezu. Na základě naměřených výsledků kvalitativních parametrů řezu lze souhlasit s obecně udávanou předností kmenové pásové pily, kterou je velmi dobrá kvalita povrchu a nedostatky v podobě problémové úrovně rozměrů a tolerancí (Detvaj, 2003, s 115). Také lze souhlasit s předností rámové pily, kterou je dobrá úroveň rozměrů a tolerancí a také s nedostatkem, kterým je jen dobrá kvalita řezné plochy (Detvaj, 2003, s 108-112).

Z rozdílů mezi kvalitativními parametry řezu obou strojů vyplývá, že typ hlavního stroje má vliv na výslednou kvalitu řezu vyráběného řeziva.

7 Seznam obrázků

Obr. č. 1 – Měření úhlů na zubech pilových listů a pilových pásů	15
Obr. č. 2 – Druhy deformací dřeva v procesu řezání	17
Obr. č. 3 – Působení sil při řezání s úhlem $\varphi_0 \neq 0^\circ$	21
Obr. č. 4 – Vliv rozvodu pilových zubů na hloubku rýh řezaného povrchu	22
Obr. č. 5 – Indikace tloušťky třísky odřezávané pilovým kotoučem	23
Obr. č. 6 – Schéma svislé rámové pily	26
Obr. č. 7 – Schéma nastavení pilového listu s předklonem.....	27
Obr. č. 8 – Vliv polohy linie napínání a předklon listu na rozložení napětí po šířce listu.....	33
Obr. č. 9 – Principiální schéma kmenové pásové pily	41
Obr. č. 10 – Pilový pás a jeho uložení na kotoučích	45
Obr. č. 11 – Vlhkoměr Elbez WHT 860	53
Obr. č. 12 – Ocelové ploché měřítko Kinex 2000 ČSN 251113 2008.....	53
Obr. č. 13 – Zámečnický příložný úhelník Kinex 400 ČSN 255124 2004	54
Obr. č. 14 – Posuvné měřítko Absolute Digimatic	54
Obr. č. 15 – Broušená ocelová podložka Somet 75	55
Obr. č. 16 – Krabicový graf srovnání průměrných tloušťek horních a spodní stran obou reprezentantů	59
Obr. č. 17 – Krabicový graf srovnání průměrných absolutních odchylek od rovinnosti obou reprezentantů	61
Obr. č. 18 – Srovnání průběhu průměrných absolutních odchylek od rovinnosti obou reprezentantů	61
Obr. č. 19 – Krabicový graf porovnání průměrných absolutních odchylek od přímky (vlnitosti) obou reprezentantů	63
Obr. č. 20 – Sloupcový graf porovnání průběhu vlnitosti obou reprezentantů měřené na prvním úseku.....	63
Obr. č. 21 – Sloupcový graf porovnání průběhu vlnitosti obou reprezentantů měřené na druhém úseku.....	64
Obr. č. 22 – Sloupcový graf porovnání průběhu vlnitosti obou reprezentantů měřené na třetím úseku.....	64

8 Seznam tabulek

Tab. č. 1 – Vliv napínací síly a výstřednosti napínání na kritické posuvy na otáčku v mm	34
Tab. č. 2 – Reprezentant pro srovnání tloušťky vyrobený na kmenové pásové pile.....	57
Tab. č. 3 – Reprezentant pro srovnání tloušťky vyrobený na rámové pile	58
Tab. č. 4 – Srovnání odchylek od rovinnosti obou reprezentantů.....	60
Tab. č. 5 – Průběh vlnitosti obou reprezentantů.....	62

9 Seznam použité literatury

BANSKÝ, Milan – KURILA, Jozef – MALIŠ, Michal. *Optimalizácia rezného procesu rámových píl*. 1. vydání. Zvolen: Technická univerzita, 2005. 60 s. ISBN 80 – 228 – 1508 – X

BARCÍK, Štefan. *Analýza faktorov pri pílení na vertikálnej kmeňovej pásovej píle*. 1. vydání. Zvolen: Technická univerzita, 2000. 75 s. ISBN 80 – 228 – 0909 – 8

BARCÍK, Štefan et. al. *Vliv technicko-technologických faktorov na stabilitu pílového pásu kmeňovej pásovej píly*. 1. vydání. Zvolen: Technická univerzita, 1998. 75 s. ISBN 80 – 228 – 0737 – 0

ČSN EN 1310; *Kulatina a řezivo: metody měření vad*. Český normalizační institut, 1999. 28 s.

ČSN EN 1309-1; *Kulatina a řezivo: metody měření rozměrů*. Český normalizační institut, 1998. 7 s.

ČSN ISO 7984; *Dřezozpracující zařízení: technická klasifikace strojů a zařízení na zpracování dřeva a pomocných zařízení na zpracování dřeva*. Český normalizační institut, 1994. 80 s.

ČSN 49 1209; *Listnaté řezivo: přídatky na zosichanie*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1981. 8 s.

DETVAJ, Juraj. *Technológia pilarskej výroby*. 2. přepracované vydání. Zvolen: Technická univerzita, 2003. 233 s. ISBN 80 – 228 – 1248 – X

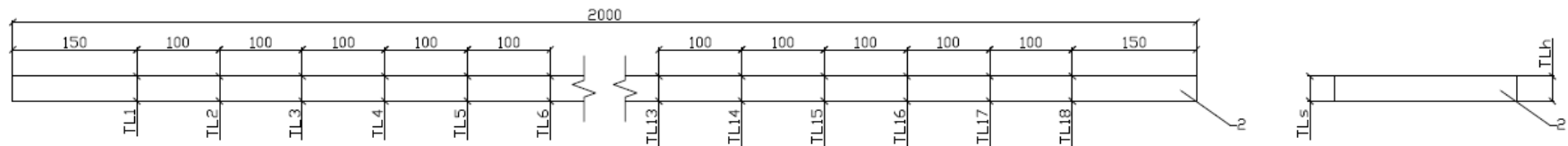
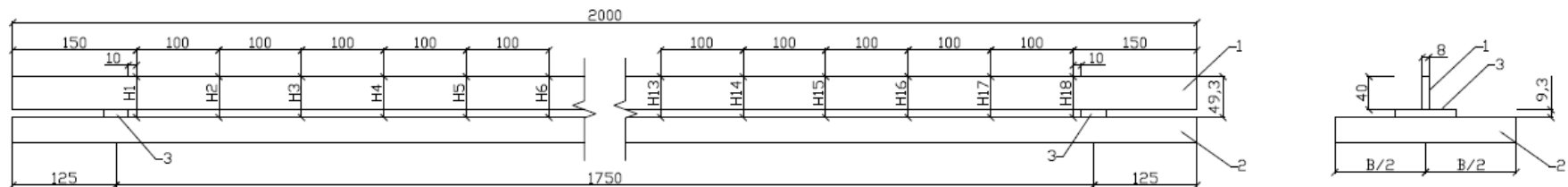
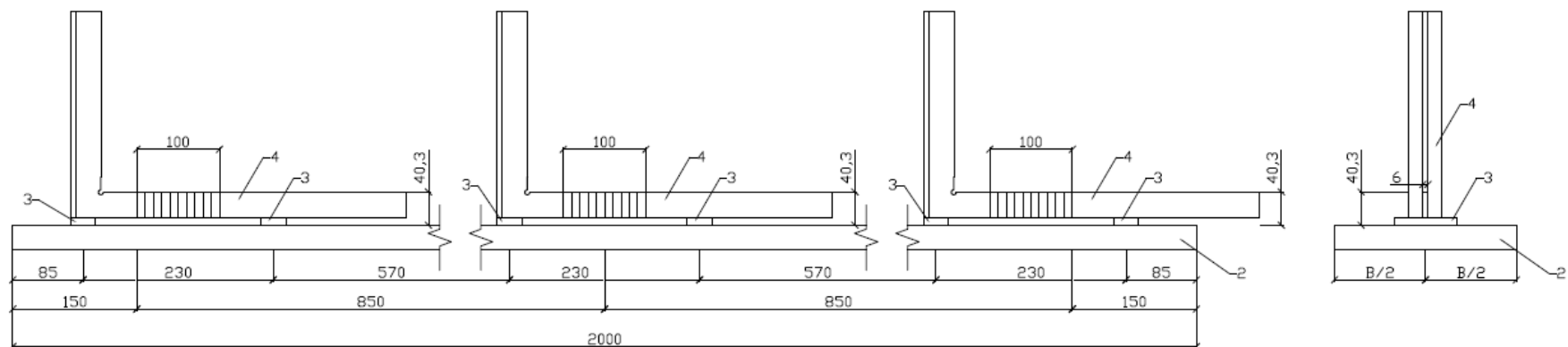
FRONIUS, Karl. *Arbeiten und anlagen in sägwer band 2*. Stuttgart: DRW – Verlag, 1984. 332 s. ISBN 3 – 87181 – 332 – X

ILLE, Rudolf et. al. *L. Rámová pila a technika řezání*. 1. vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1954. 376 s.

LISIČAN, Jozef – BANSKÝ, Milan. *Špecifické problémy spracovania drevnej suroviny na rezivo*. 1. vydání. Zvolen: Technická univerzita, 2000. 76 s. ISBN 80 – 228 – 0954 – 3

LISIČAN, Jozef. *Teória a technika spracovania dreva*. 1. vydání. Zvolen: MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80 – 967315 – 6 – 4

10 Přílohy

A**B****C**

Příloha č. 1 – Schéma všech měření: A-měření tloušťky, B-měření rovinnosti, C-měření vlnitosti; 1-kontrolní měřítko, 2-měřené prkno, 3-broušené podložky, 4-dílný příložný úhelník (Zdroj: vlastní tvorba)



Příloha č. 2 – Foto měření tloušťky (Zdroj: vlastní tvorba)



Příloha č. 3 – Foto měření rovinnosti (Zdroj: vlastní tvorba)



Příloha č. 4 – Foto měření vlnitosti (Zdroj: vlastní tvorba)

Měřicí list č.:		30							
Prkno č.	Délka [mm]	Šířka [mm]	Tloušťka [mm]	Vlhkost [%]	Hl. stroj	Datum	Teplota [°C]		
30	2000	220	30	48	RP	24.3.2011	15°C		
Měření tloušťky po 10 cm [mm]				Rovinnost	49,3		Vlnitost	40,3	
Pozice č.	Horní strana	Spodní strana	Pozice č.	Hloubka [mm]	Odchylka [mm]	Pozice č.	Hloubka [mm]	Odchylka [mm]	
1	29,7	30	1	50,0	-0,7	1	40,4	-0,1	1. úsek
2	29,4	29,6	2	51,6	-2,3	2	40,4	-0,1	
3	29,6	29,7	3	52,1	-2,8	3	40,3	0,0	
4	29,5	29,6	4	53,3	-4,0	4	40,4	-0,1	
5	29,7	30,2	5	53,0	-3,7	5	40,4	-0,1	
6	29,7	30,1	6	52,5	-3,2	6	40,6	-0,3	
7	29,5	30,0	7	52,5	-3,2	7	40,6	-0,3	
8	29,4	29,9	8	51,9	-2,6	8	40,6	-0,3	
9	29,6	29,9	9	51,8	-2,5	9	40,8	-0,5	
10	29,5	29,7	10	52,8	-3,5	10	40,8	-0,5	
11	29,3	29,8	11	52,4	-3,1	11	40,6	-0,3	
12	30,0	30,3	12	52,1	-2,8	Průměr:	40,5	-0,2	-0,5
13	29,9	30,3	13	52,2	-2,9	1	40,2	0,1	2. úsek
14	29,4	29,7	14	52,0	-2,7	2	40,2	0,1	
15	30,0	30,3	15	51,4	-2,1	3	40,3	0,0	
16	29,7	29,8	16	51,0	-1,7	4	40,4	-0,1	
17	29,6	29,8	17	50,4	-1,1	5	40,4	-0,1	
18	29,1	29,8	18	49,7	-0,4	6	40,4	-0,1	
	Abs. rozdíl (1-18)	Abs. rozdíl (1-18)		Max. odchylka	-4,0	7	40,5	-0,2	
	0,6	0,2				8	40,7	-0,4	
	Max. rozdíl	Max. rozdíl				9	40,7	-0,4	
	0,9	0,7				10	40,7	-0,4	
						11	40,8	-0,5	Max. odchylka
						Průměr:	40,5	-0,2	-0,5
						1	40,2	0,1	3. úsek
						2	40,2	0,1	
						3	40,3	0,0	
						4	40,3	0,0	
						5	40,3	0,0	
						6	40,3	0,0	
						7	40,4	-0,1	
						8	40,4	-0,1	
						9	40,4	-0,1	
						10	40,3	0,0	
						11	40,3	0,0	Max. odchylka
Průměr	29,6	29,9	Průměr:	51,8	-2,5	Průměr:	40,3	0,0	-0,1

Příloha č. 5 – Tabulka pro zapisování naměřených hodnot jednoho prkna (Zdroj: vlastní tvorba)