

# Návrh mobilní pásové pily pro zpracování dřeva

Tomáš Belant

---

Bakalářská práce  
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Tomáš Belant
Osobní číslo:	T210025
Studijní program:	B3909 Procesní inženýrství
Studijní obor:	Technologická zařízení
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Návrh mobilní pásové pily pro zpracování dřeva

## Zásady pro vypracování

- Vypracujte literární rešerši na zadané téma.
- Návrh modelu konstrukce mobilní pásové pily.
- Základní výkresová dokumentace navrhnutého zařízení.
- Ekonomické zhodnocení návrhu.
- Vyhodnocení a stanovení závěrů výsledků bakalářské práce.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

1. SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš, ed., 2010. *Konstruování strojních součástí*. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTIUM. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.
2. LUKOVICS, Imrich, Libuše SÝKOROVÁ a František VOLEK, 2000. *Části a mechanismy strojů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta technologická ve Zlíně. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-1566-5
3. VOLEK, František, 2003. *Základy konstruování a části strojů II: mechanismy strojů*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická. ISBN 80-7318-111-8.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Mañas, Ph.D.**  
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2024**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2024**

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.**  
děkan

L.S.

**doc. Ing. Martin Bednařík, Ph.D. v.r.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 4. března 2024

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis student

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá komplexním tématem zpracování dřeva, od jeho základních vlastností až po technologie a stroje určené pro jeho úpravu. Hlavní část práce se věnuje návrhu mobilní pásové pily na dřevo. Podrobný návrh zahrnuje nezbytné výpočty a 3D modelování v programu. V závěrečné části práce je provedeno ekonomické zhodnocení navrženého řešení a v přílohách naleznete základní výkresovou dokumentaci.

Klíčová slova: pila, pásová pila, dřevo, řezání, konstrukce, cena

## **ABSTRACT**

Bachelor's thesis deals with the comprehensive topic of wood processing, from its basic properties to technologies and machines designed for its modification. The main part of the thesis is dedicated to the design of a mobile band saw for wood. The detailed design includes the necessary calculations and 3D modeling in program. The final part of the thesis evaluates the proposed solution economically and the appendices contain basic drawing documentation.

Keywords: saw, band saw, wood, cutting, construction, price

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych vyjádřil své poděkování vedoucímu práce Ing. Lukáši Maňasovi, Ph.D. za jeho cenné rady a podporu při tvorbě této práce. Nesmírně si vážím také podpory své rodiny, která mi umožnila studium a bez níž by tato práce nemohla vzniknout.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 DĚLENÍ DŘEVA ŘEZÁNÍM</b> .....	<b>12</b>
1.2    TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ DŘEVA .....	13
1.3    PRINCIP ŘEZÁNÍ DŘEVA .....	14
<b>2 ROZDĚLENÍ STROJOVÝCH PIL DLE STANOVIŠTĚ</b> .....	<b>15</b>
2.1    STABILNÍ PILY .....	15
2.2    MOBILNÍ PILY.....	16
<b>3 ROZDĚLENÍ STROJOLVÝCH PIL DLE NÁSTROJE</b> .....	<b>17</b>
3.1    PÁSOVÉ PILY .....	17
3.2    KOTOUČOVÉ PILY.....	18
3.3    RÁMOVÉ PILY.....	19
3.4    ŘETĚZOVÉ PILY .....	20
<b>4 ROZDĚLENÍ PÁSOVÝCH PIL</b> .....	<b>21</b>
4.1    OBECNÉ ROZDĚLENÍ PÁSOVÝCH PIL.....	21
4.2    ROZDĚLENÍ PIL DLE POHONU.....	22
4.2.1    Elektrické pásové pily.....	22
4.2.2    Benzínové pásové pily.....	22
4.2.3    Hybridní pásové pily.....	22
4.3    ROZDĚLENÍ PIL DLE POSUVU .....	23
4.3.1    Manuální posuv .....	23
4.3.2    Elektrický posuv.....	24
4.3.3    Kombinace hydraulického posuvu s elektrickým .....	25
<b>5 ZÁKLADNÍ SOUČÁSTI HORIZONTÁLNÍ PÁSOVÉ PILY</b> .....	<b>26</b>
5.1    SVISLÝ RÁM.....	26
5.2    HLAVA PÁSOVÉ PILY .....	27
5.2.1    Řemenice s oběžnými koly .....	28
5.2.2    Vodítka.....	29
5.2.3    Pilový pás.....	30
5.2.4    Bezpečnostní kryty .....	32
<b>6 KONSTRUKCE PÁSOVÉ PILY</b> .....	<b>35</b>
6.1    NÁSTROJ.....	35
6.1.2    Napínací síla pilového pásu .....	36
6.1.3    Řezná síla .....	36
6.1.4    Kritická posuvná síla .....	37

6.2	ŘEZNÉ PODMÍNKY .....	38
6.2.1	Řezná rychlost .....	38
6.2.2	Posuv na zub .....	38
6.3	ŘEMENOVÝ PŘEVOD .....	39
6.3.2	Základní velikostní parametry řemenového převodu .....	40
6.3.3	Počet řemenů .....	42
6.4	NAPĚTÍ V PILOVÉM PÁSU .....	43
6.4.1	Napětí z napínací síly .....	43
6.4.2	Ohybové napětí .....	43
6.4.3	Příčné ohybové napětí .....	44
6.4.4	Napětí od vyosení kol .....	45
6.4.5	Napětí řezné síly .....	46
6.5	CYKICKÉ NAMÁHANÍ PILOVÉHO PÁSU .....	47
6.5.1	Koeficient nesouměrnosti kmitu .....	48
6.5.2	Vliv vrubu .....	49
6.5.3	Předběžná únava v tahu pro střídavý cyklus .....	50
6.5.4	Mez únavy reálné součásti namáhané tahem .....	50
6.5.5	Mez únavy pilového pásu .....	50
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....</b>	<b>52</b>
<b>8</b>	<b>NÁVRH MODELU KONSTRUKCE MOBILNÍ PÁSOVÉ PILY PRO ZPRACOVÁNÍ DŘEVA .....</b>	<b>53</b>
8.1	VÝPOČET ŘEZNÝCH PODMÍNEK A ROZMĚRŮ ŘEMENOVÉHO PŘEVODU .....	54
8.2	VÝPOČET NAPĚTÍ V PILOVÉM PÁSU .....	58
8.3	CYKICKÉ NAMÁHANÍ PILOVÉHO PÁSU .....	60
8.4	HLAVNÍ ČÁSTI MOBILNÍ PÁSOVÉ PILY PRO ZPRACOVÁNÍ DŘEVA NAVRŽENÉ KONSTRUKCE .....	62
8.4.1	Svislý rám pily .....	63
8.4.2	Hlava pily .....	65
8.4.3	Řemenice s oběžnými koly .....	65
8.4.4	Vodítka .....	67
8.4.5	Pojezdová sekce .....	68
8.4.6	Vedení pily .....	69
8.4.7	Vozík .....	70
<b>9</b>	<b>EKONOMICKÁ ČÁST .....</b>	<b>72</b>
9.1	STANOVENÍ CENY HOTOVÝCH SOUČÁSTEK .....	72
9.2	STANOVENÍ CEN KONSTRUKČNÍHO MATERIÁLU .....	73
9.3	VÝSLEDNÁ CENA .....	74
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>81</b>



<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>83</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>85</b>

## ÚVOD

Mobilní pásová pila na dřevo je zařízení určené pro řezání dřevěných kmenů do menších kusů nebo prken. S narůstajícím důrazem na udržitelnost a flexibilitu v dřevařském průmyslu se tento typ pil stává stále populárnějším. Jejich mobilita, efektivita a snadné ovládání jsou hlavními vlastnostmi, které je odlišují od tradičních stacionárních pil.

Tato bakalářská práce má za cíl prozkoumat konstrukční a technologické aspekty pásových pil pro zpracování dřeva, s důrazem na identifikaci jejich výhod a nevýhod oproti mobilním pásovým pilám pro zpracování dřeva. Na základě shromážděných informací se práce zaměří na návrh vlastního modelu mobilní pásové pily pro zpracování dřeva, který bude optimalizován pro efektivitu, snadné ovládání a nákladovou efektivitu.

V rámci tohoto návrhu bude vytvořena základní výkresová dokumentace a provedeno ekonomické zhodnocení navrženého modelu, aby se zhodnotila jeho proveditelnost a potenciální náklady na výrobu. Tento přístup umožní nejen teoreticky zkoumat mobilní pásové pily, ale také nabídne praktické řešení pro jejich návrh a potenciální komerční využití.

Tento úvod poskytuje základní rámec pro zbytek práce, který bude rozvíjen v následujících kapitolách. Doufám, že tato práce přispěje k lepšímu pochopení mobilních pásových pil na dřevo a poskytne hodnotné informace pro další vývoj a inovace v této oblasti.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 DĚLENÍ DŘEVA ŘEZÁNÍM

Dřevo, pokud jde o technický materiál, je ve své podstatě fascinující. Technicky ho lze charakterizovat jako hygroskopický, ortotropní, biologický a propustný materiál. Jeho chemická rozmanitost a fyzikální složitost jsou vskutku mimořádné, přičemž jeho struktury se výrazně liší ve tvarech, velikosti, vlastnostech a funkcích. [1]

### 1.1 Dělení dřeva dle pevnosti

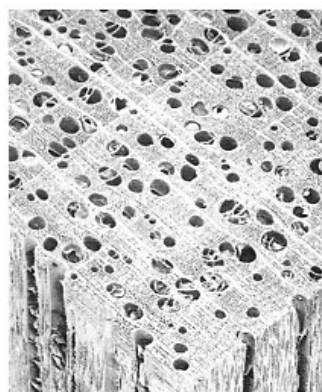
Komerční dřevo se dělí na měkké (např. borovice, smrky) a tvrdé (např. duby, jasany). Termíny měkké a tvrdé dřevo jsou někdy matoucí, protože tvrdost dřeva není jednoznačně spojena s těmito kategoriemi. Například některé jehličnany jsou měkké, ale tis červený z nahosemenných je tvrdý. Stejně tak některé krytosemenné nebo kvetoucí rostliny produkují tvrdé dřevo, zatímco jiné mají měkké dřevo. Proto se pro přesnější rozdělení uvádí 3 skupiny tvrdostí dle tabulky 1. [1,2]

Tabulka 1 Tvrdost dřeva [1]

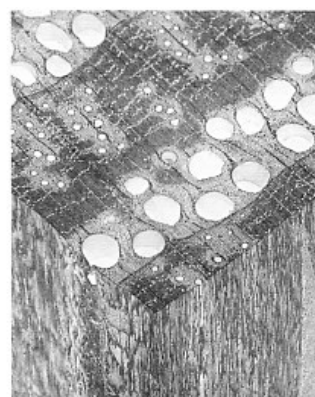
Měkké dřevo	Středně tvrdé dřevo	Tvrdé dřevo
Do 40MPa	Nad 40 MPa	Nad 80 MPa



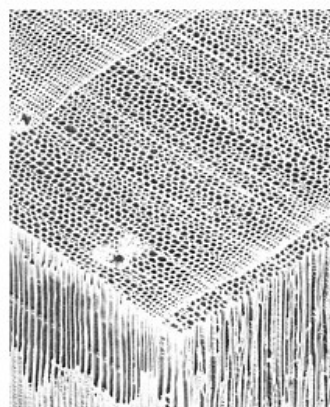
TŘEŠEŇ ČERNÁ [80 MPa]



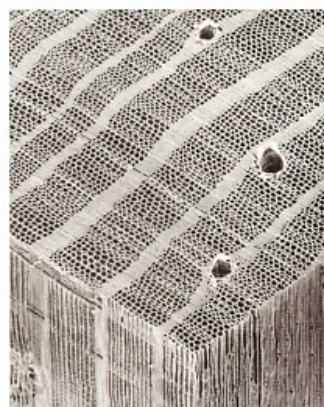
OŘECH ČERNÝ [72 MPa]



DUB ČERNÝ [46,7 MPa]



BOROVICE VEJMUTOVKA [38 MPa]



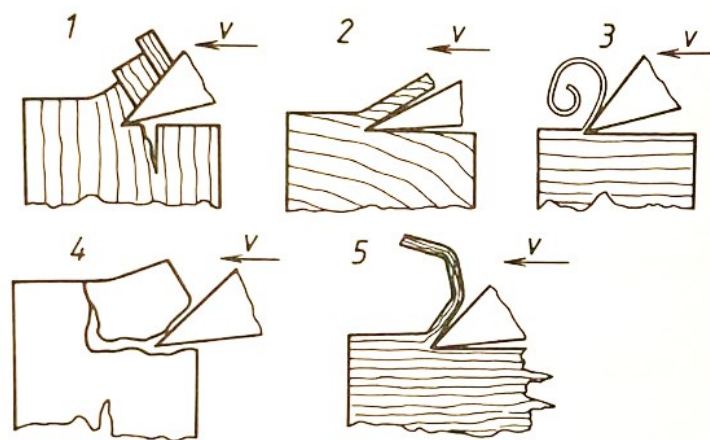
BOROVICE TĚŽKÁ [36,7 MPa]

Obrázek 1 Rozdílné struktury tvrdého a měkkého dřeva pod mikroskopem [1]

## 1.2 Technologie zpracování dřeva

Obrábění dřeva zaujímá klíčovou pozici v rámci většiny procesů transformace tohoto materiálu. Tento postup typicky zahrnuje změnu tvaru, velikosti a kvality povrchu dřeva. Při specifickém obrábění, které narušuje vazby mezi dřevěnými vlákny, nástroj proniká do dřeva, odděluje jeho části, nebo rozděluje dřevní hmotu na drobné částičky, známé jako tříska. Výsledná tříska má různá využití – některá slouží k výrobě dřevotřískových produktů, zatímco jiné se využívají jako zdroj energie. Celkově můžeme tyto technologie zpracování dřeva rozdělit do dvou hlavních skupin: [2]

- **Třískové obrábění** – Vytváření třísek (piliny, hobliny, brusný prach) pomocí metod jako řezání pilou, hoblování, frézování, vrtání, dlabání, soustružení, pilování, škrabání nebo broušení. [3]
- **Beztrískové obrábění** – Bez vzniku dřevního odpadu, například stříhání, vysekávání, dělení laserem. Výsledkem je oddělená dřevní hmota, jako například při krájení a loupání dýh. [3]



Obrázek 2 Typy třísek vzniklých třískovým obráběním dřeva [3]

1- dělená, 2,3 – plynulá, 4 – trhaná, 5 – lomená

### 1.3 Princip řezání dřeva

Dělení dřeva řezáním je nejčastěji využívaným postupem. Pro tuto operaci jsou běžně využívány pily pásové, rámové, kotoučové nebo řetězové. Při řezání dochází k odebrání materiálu pomocí ostří nástroje, a odebraný materiál odchází ve formě třísky. Tato definice platí obecně pro všechny metody obrábění pomocí řezných nástrojů.

Základní princip řezání materiálu spočívá v tom, že břít nástroje, v tomto případě pily, proniká do materiálu obrobku. Pila pak vykonává přímočarý, plynulý nebo otáčivý pohyb zpět, což se nazývá přísuv. [3]



Obrázek 3 Řezání dřeva ruční motorovou pilou [4]

## 2 ROZDĚLENÍ STROJOVÝCH PIL DLE STANOVIŠTĚ

U strojových pil není důležité pouze, jakým typem nástroje se materiál zpracovává, ale i na jakém místě se daný materiál zpracovává. Tento faktor má vliv na konstrukci pily, tak i na její výslednou efektivitu.

### 2.1 Stabilní pily

Pod pojmem stabilní pila se často představuje malá pila, například přenosný mlýn, který je umístěn v dřevařské dílně, stodole, garáži. To však není vždy tento případ. Stabilní pily bývají průmyslové stroje velkých rozměrů, které jsou neustále v provozu. To bývá doprovázeno plnou automatizací stroje, a to od podávání materiálu až k jeho uskladnění, což umožňuje obsluhu pouze jedním pracovníkem.

Prostor k umístění stabilní pily musí být dostatečně velký, aby pojal nejdelší řezaný materiál i samotnou pilu. Při instalaci stabilní pily je klíčové pečlivě vybrat vhodné místo a typ pily, aby byla optimálně využita v daném prostředí. Uložení pily musí být provedeno s precizností na stabilním podkladu, například na betonových deskách. Důležité je rovněž zajistit dostatečný prostor pro manipulaci a skladování dřevěného materiálu, který má být zpracován. [5]



Obrázek 4 Stabilní pila dvoukotoučová úhlová [5]

## 2.2 Mobilní pily

Primárním úkolem mobilních pil je provádět řezy kulatiny buď na odvozním místě, kde je koncentrováno potřebné množství dřeva k řezu, nebo přímo v oblasti těžby. Tímto způsobem lze redukovat náklady spojené s transportem kulatiny na místo zpracování. Mobilní pily, zejména pásové a kotoučové, se v tomto kontextu nejčastěji využívají, dále pak řetězové a ojediněle rámové pily. Výrazným benefitem při použití pásových nebo kotoučových pil je jejich variabilita ve schématech řezu, což umožňuje vytvoření řeziva s různými rozměry v souladu s kvalitou daného sortimentu a požadavky zákazníka.

Při nasazení mobilních pil přímo na odvozním místě, kde vzniká řezivo, je následný odvoz sortimentu zjednodušen, přičemž může dojít k efektivnější manipulaci s daným materiálem. Klíčovým rozdílem mezi těmito pilami je jejich hmotnost a velikost. Hmotnost je redukována o množství vzniklých pilin, což znamená, že z lesa se odváží pouze to, co je cílem pro pilařský průmysl a má následnou ekonomickou hodnotu. Odvozové sortimenty jsou menších rozměrů, a tedy i nižší hmotnosti. Díky tomu nemusí odvozní souprava disponovat tak náročným technickým vybavením a lze využít dostupné místní prostředky, jako jsou traktory s valníkem, nákladní automobily bez hydraulického jeřábu a jiné. [5, [6]



Obrázek 5 Mobilní horizontální pásová pila [7]



### 3 ROZDĚLENÍ STROJOLVÝCH PIL DLE NÁSTROJE

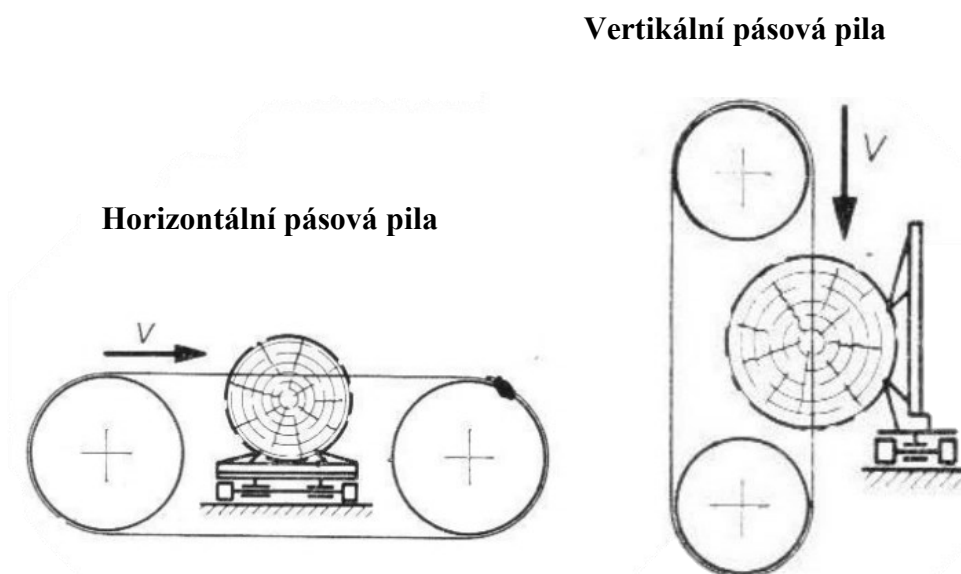
Jak už bylo v předchozím odstavci 1.3 zmíněno, máme čtyři typy řezných nástrojů. Následující odstavec se bude věnovat rozdílným vlastnostem daných strojů dle typu nástroje a shrne jejich využití.

#### 3.1 Pásové pily

Pásové pily dominují v současném pilařském průmyslu. Jejich významnou výhodou je extrémně dlouhá životnost, často přesahující několik desetiletí. Jsou navrženy pro specializovaný řez podle konkrétních požadavků firem a podniků.

Struktura pásové pily zahrnuje dva kotouče – jeden kotouč slouží jako hnací, zatímco druhý kotouč je hnaný. Mezi nimi je napnut nekonečný pilový pás. Průměr kotoučů u pásových pil bývá v rozmezí od 600 do 1200 mm, což umožňuje přizpůsobení zařízení různým potřebám zpracování materiálu. Poblíž místa řezání je pilový pás usměrňován kladkami, což zajišťuje stabilní a přesné provedení řezu.

Vertikální pásové pily jsou ideální pro tvarové vyřezávání součástí z plechů nebo desek. Kotouče jsou umístěny nad sebou, což umožňuje precizní úpravy materiálu. Naopak, horizontální pásové pily mají kotouče umístěny za sebou a jsou skloněny k vodorovné rovině. Tato konstrukce je vhodná pro účinné a rychlé dělení materiálu, zejména při práci v automatickém cyklu. [3]



Obrázek 6 Schéma horizontální a vertikální pásové pily [8]

### 3.2 Kotoučové pily

Kotoučová pila je zařízení využívající otáčivý pohyb pilového kotouče, který je pevně upnut na vřetenu. Provedení tohoto nástroje umožňuje efektivní a precizní řezání materiálu. Posun materiálu do řezu je často zajišťován hydraulickým mechanismem, což přináší výhodu automatického přizpůsobení posuvu podle aktuálního průřezu materiálu.

Rozměry kotoučové pily jsou determinovány minimálním a maximálním průměrem pilového kotouče, který lze na stroji použít. Tato flexibilita umožňuje přizpůsobení nástroje různým pracovním potřebám. Moderní pily mohou být vybaveny automatickým podáváním materiálu, což zvyšuje efektivitu procesu. Kromě toho může být celý pracovní cyklus řízen automaticky, což usnadňuje obsluhu a zvyšuje produktivitu. [3]



Obrázek 7 Kotouče oběžné pily na dřevo [5]

### 3.3 Rámové pily

Rámová pila, nazývaná také lidově "katr", disponuje pilovým listem, který je umístěn v rámu pily. Tento list je řízen pomocí ramene pily a provádí přímý zpětný pohyb díky klikovému mechanismu. V rámci jednoho rámu lze upevnit až 18 pilových listů vedle sebe. Při návratu rámu pily se rameno zvedá za pomoci vačky nebo hydrauliky, což brání zubům pilového listu v otírání o materiál obrobku.

Velikost rámových pil je stanovena maximálním rozměrem obrobku, který lze na pile řezat. Zdvih rámu lze nastavit v rozmezí od 140 do 300 mm, a počet zdvihů ramene se pohybuje od 60 do 100 za minutu. Posuv pily během řezání je následně ovlivněn hmotností ramene, což zajišťuje plynulý průběh celého procesu.

Rámové pily se využívají především pro svou tuhost pilového listu, kterou získávají buď válcováním nebo vyklepáváním, což do listu vnáší vnitřní napětí. Tato tuhost následně zaručuje přesný řez bez nerovnoměrného a zvlněného povrchu materiálu. [3]



Obrázek 8 Vertikální rámová pila [9]

### 3.4 Řetězové pily

Tyto pily jsou v podstatě nejjednodušším provedením pil. Nástroj, v tomto případě vodící lišta s obíhajícím nekonečným ozubeným řetězem, koná ve většině případů hlavní i vedlejší řezný pohyb. Hloubka řezu se nastavuje buď úpravou polohy řezaného materiálu, nebo nastavením konstrukce. K pohonu je možné použít buď klasickou motorovou či elektrickou řetězovou pilu upevněnou na jednoduché konstrukci. Konstrukce s nástrojem je do řezu většinou posouván ručně po přesném vedení nebo je pila ukotvena na místě a pohybuje se materiál. Maximální šířka či průměr řezaného sortimentu závisí na délce řetězové lišty a pohybuje se cca mezi 50-70 cm.

Hlavní nevýhodou těchto pil je velký průřez a tím zbytečné ztráty dřevní hmoty v podobě velkého množství pilin, vyšší spotřeba energie a maziva a v případě použití motorové řetězové pily. Rovněž kvalita řezaných ploch není příliš dobrá. Výhodou tohoto řešení jsou zejména nižší pořizovací náklady, velmi jednoduchá konstrukce, snadná obsluha a manipulace. Celková produktivita je oproti jiným druhům pil nižší. Z tohoto důvodu se používá zejména mezi drobnými soukromníky, většinou v provedení jako mobilní pila nebo levná verze kmenové pily.[1,4]



Obrázek 9 Řetězová pila – neukotvena [1]

## 4 ROZDĚLENÍ PÁSOVÝCH PIL

Pásové pily existují ve velkém množství provedení a je tedy nutné si popsat základní rozdělení dle skupin.

### 4.1 Obecné rozdělení pásových pil

- **Kmenové pásové pily**

Kmenová pásová pila slouží k individuálnímu řezání kulatin. Na první pohled je lze rozeznat díky horizontálně uchycenému pilovému pásu. [10]

- **Rozmítací pásové pily**

Rozmítací pásová pila je využívána k rozdělování prizmatu na jednotlivá prkna pomocí individuálního řezu, stejně jako k dělení fošen a hranolů. Dále je také využívána k rozdělování slepených bloků při výrobě lišt. Pokud dojde k odřezání kulatiny při zpracování dřeva, označujeme tento technologický proces jako trhání. Konstrukčně odpovídají kmenovým pásovým pilám a často jsou instalovány dvojice pil vedle sebe. [10]

- **Truhlářské pásové pily**

Truhlářské pásové pily, také označované jako stolní pily jsou používány v truhlářských dílnách a dřevařském průmyslu k přesnému a efektivnímu řezání dřeva pomocí pohyblivého pilového pásu, který mají uchycený ve vertikálním směru. [10]

- **Ruční pásové pily**

Nejstarší a dodnes používané pásové pily. Hodí se každému kutilovi jak k řezání dřevin, tak kovů. [10]

## 4.2 Rozdělení pil dle pohonu

Jakožto každý pohonný stroj, tak i pásové pily jsou vyráběny s různým typem pohonu. Každý z těchto typů disponuje výhodami, které jsou využívány k nejvyšší efektivitě stroje.

### 4.2.1 Elektrické pásové pily

Elektrické pásové pily jsou vhodné pro řezání středního objemu řeziva. Posuv pilového pásu do řezu a zpět zajišťuje elektromotor řízený frekvenčním měničem přes řetězový převod. Obecně mají elektrické motory menší obvodovou rychlost, což jim dává výhodu v použití pilových pásů, které se využívají u pásových pil na kov. Tyto pásy z bimetalu mají tu výhodu, že dokážou přerýznout i materiály, které se v dřevě normálně nenacházejí jako jsou například hřebíky, broky, atd... Dominují tedy svou tvrdostí nástroje. [11]

### 4.2.2 Benzínové pásové pily

Tato varianta je ideální pro vzdálená místa, kde není možné připojit se k elektrické síti. Potenciální výzvou může být pohon hydraulického čerpadla a posuvu, což často znamená použití pil s ručním posuvem a manuální manipulací s materiálem. Alternativně lze pro pohon pily a posuvů využít samostatné hydromotory. Spalovací motor v tomto scénáři pohání jedno hydraulické čerpadlo, a hydraulická kapalina se přepravuje na místo určení prostřednictvím tlakových hadic. Je nezbytné zajistit dokonalé utěsnění celého systému, což však není vždy jednoduché dosáhnout. [6, 10]

### 4.2.3 Hybridní pásové pily

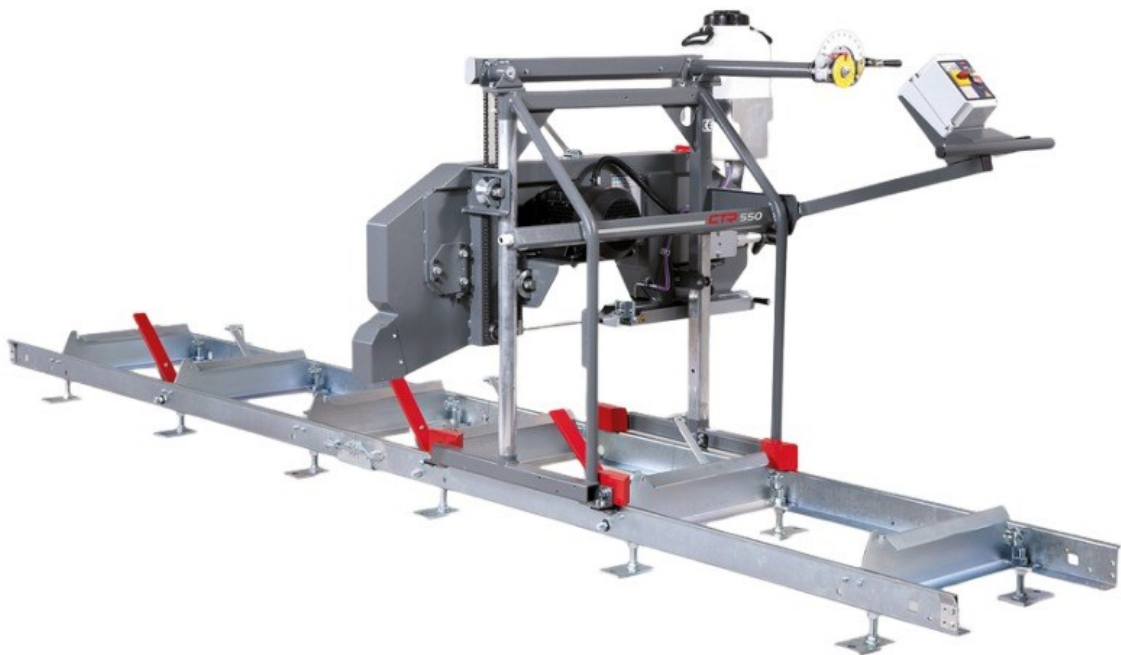
V případech, kdy není dostupné elektrické připojení, se k zajištění elektrické energie pro pilu, vybavenou pouze elektromotory, často využívá diesellový nebo benzinový generátor. Toto dočasné opatření, spojené s vysokými náklady na pořízení, může představovat výzvu pro efektivitu a ekonomičnost provozu. V situacích, kdy není k dispozici trvalé elektrické připojení, je tedy vhodné zvážit možnosti optimalizace nákladů a hledat alternativní řešení pro udržení stabilního provozu pily. [6,9]

### 4.3 Rozdělení pil dle posuvu

Posuv jakožto funkční prvek, by se dal označit jakožto indikátor cenové kategorie pily. Posuv sám o sobě nemá vliv na samotné zpracování materiálu, ale pouze zrychluje a automatizuje proces řezání.

#### 4.3.1 Manuální posuv

Manuální posuv pily znamená, že obsluha přímo řídí posun pilového mostu do řezu a také ovlivňuje rychlost posuvu. Nastavení hloubky řezu se provádí ručně. Vertikální pohyb ramene je obvykle řízen posuvovým šroubem nebo řetězovým převodem, oba s možností zajištění polohy. Měření hloubky řezu lze provádět pomocí jednoduchého pravítka nebo nonia. Tento typ pily se často vyskytuje v nižší cenové kategorii a samotná manipulace s řezaným materiálem probíhá převážně ručně nebo za použití jednoduché mechanizace, například navijecího zařízení, které však není součástí samotné pily. [11]



Obrázek 10 Horizontální pásová pila s manuálním posuvem [11]

### 4.3.2 Elektrický posuv

Pohyb mostu je zabezpečen pomocí řetězového převodu poháněného elektromotorem se šnekovou převodovkou s plynulou regulací rychlosti do řezu a zpět pomocí frekvenčního měniče. Velmi jednoduchá a rychlá obsluha z ergonomicky umístěného centrálního ovládacího panelu se zobrazením pojzdové rychlosti na digitálním displeji. Manipulace s řezaným materiálem probíhá stejně jako v předcházejícím bodě. Díky těmto vlastnostem se tento typ posuvu vyskytuje u pilových strojů střední cenové kategorie v mnoha variantách.

[11]



Obrázek 11 Horizontální pásová pila s elektrickým posuvem [11]



### 4.3.3 Kombinace hydraulického posuvu s elektrickým

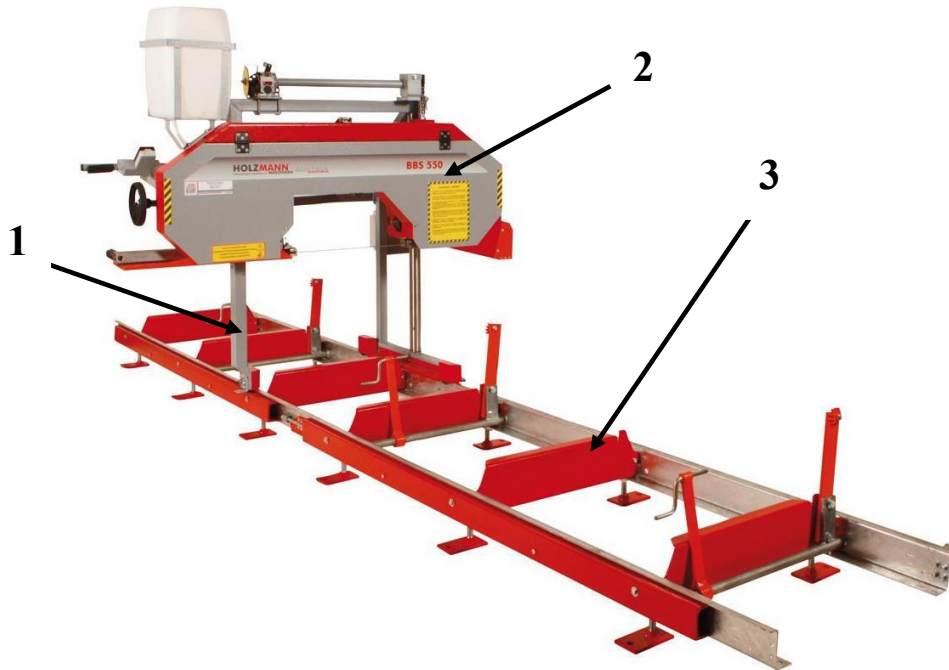
Jedná se o obzvláště robustní konstrukce pilových strojů s výkonným hydraulickým příslušenstvím, které umožňuje nasazení i v těch nejtěžších provozních podmínkách, včetně nepřetržitých provozů. Hydraulické příslušenství snadno zvládá manipulaci s velmi silnými kmeny a výrazně zvyšuje produktivitu stroje a šetří náklady na pracovní provoz. Nejčastěji se tedy s tímto typem posuvu můžeme setkat ve stabilním provedení. Jedná se o pásové pily ve vyšší cenové kategorii. [11]



Obrázek 12 Horizontální pásová pila s hydraulickým a elektrickým posuvem [11]

## 5 ZÁKLADNÍ SOUČÁSTI HORIZONTÁLNÍ PÁSOVÉ PILY

V následující části se zaměříme na jednotlivé funkční součásti horizontálních pásových pil a jejich klíčovou roli při zajišťování přesného a efektivního řezání materiálu pro následnou výrobu dřevěných produktů.



Obrázek 13 Horizontální pásová pila [12]

1 – Svislý rám, 2 – Hlava pily, 3- Pojezdová sekce

### 5.1 Svislý rám

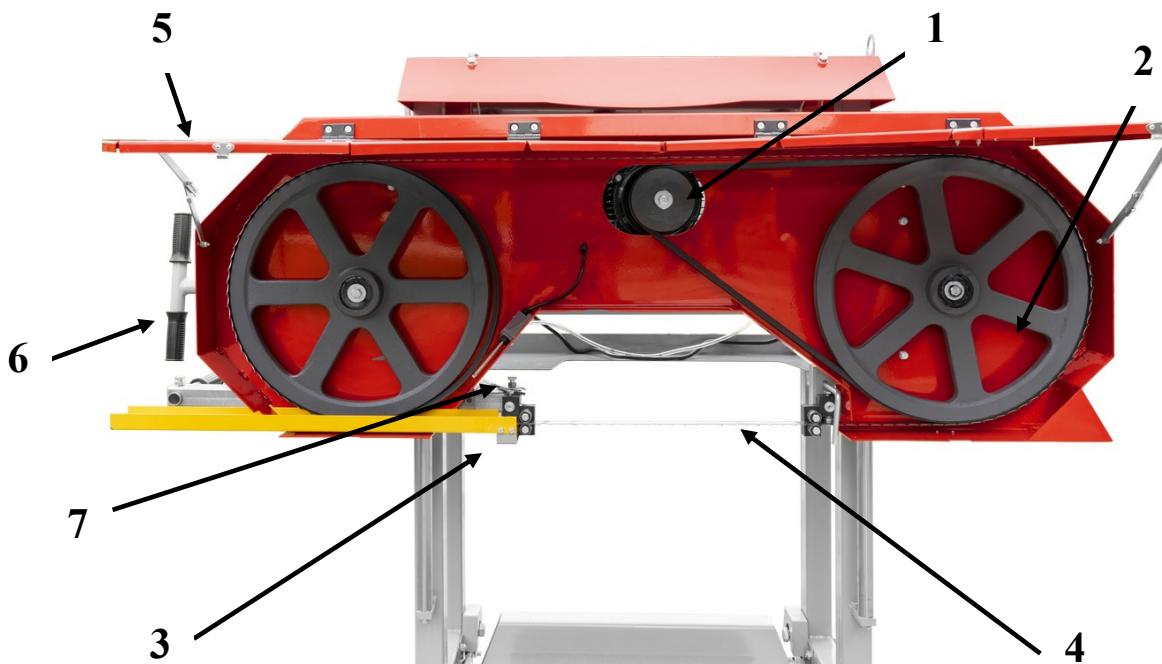
Svislý rám, jakožto klíčový komponent každého stroje, má za úkol kombinovat optimální tuhost pro dosažení požadované přesnosti řezu a zároveň minimalizovat váhu, což usnadňuje manipulaci se strojem. Svislý může plnit multifunkční roli, například sloužit jako vedení pohyblivého mostu nebo ramena, či být platformou pro pohyblivé elementy nezbytné k posuvu řezaného materiálu.

V případě mobilních pásových pil se rám stává klíčovým prvkem adaptace na nerovnosti terénu, umožňujícím překonávat nepravidelnosti s pomocí ustavovacích prvků. Při nesprávném nastavení může být rám vystaven nejen ohybu a tlaku, ale i krutu. Často je vyroben ze svařovaných ocelových profilů nebo profilů z hliníkových slitin, což nejen snižuje celkovou hmotnost, ale přispívá k efektivitě provozu stroje. [13]

## 5.2 Hlava pásové pily

Řezná hlava mobilní pásové pily představuje kritický prvek v procesu řezání materiálu. Centrálním prvkem je pilový pás, odolný a pečlivě navržený pro odolání tlaku a vibracím během řezání. Pohonný mechanismus vybavený motorem, pohání pohyb pilového pásu, který je uchycený na zadní straně hlavy, kde jsou všechny konstrukční prvky přichytnuty k rámu pily.

Moderní konstrukce umožňují nastavení úhlu a hloubky řezu, přizpůsobitelné podle specifických potřeb. Ovládací a monitorovací systémy přidávají uživatelskou přívětivost a sledování parametrů řezu. Ochranné prvky jsou integrovány k zajištění bezpečného provozu. Celkově je řezná hlava koncipována pro efektivní zvládnutí různých typů řezů a materiálů v rozličných pracovních podmínkách, což ji činí klíčovým prvkem pásové pily. [6, 10]



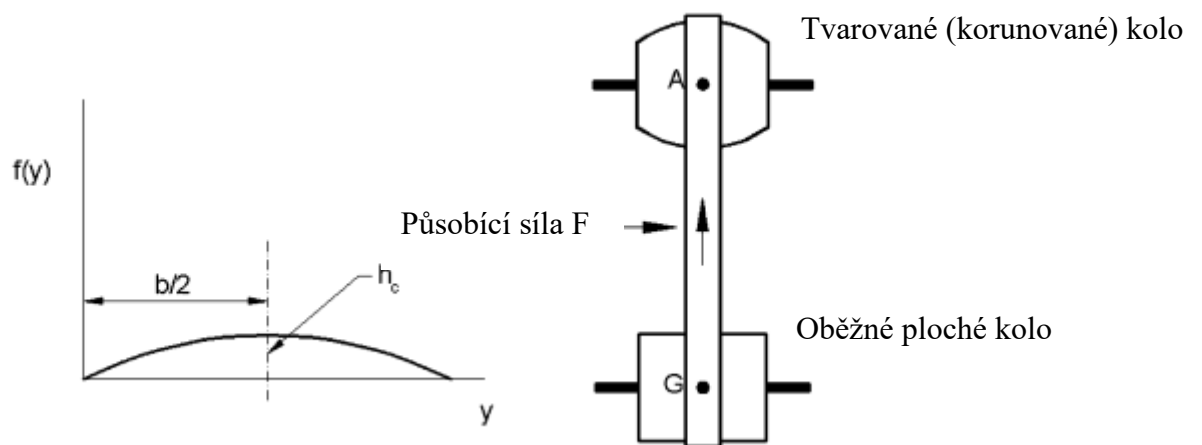
Obrázek 14 Hlava horizontální pásové pily [12]

1 - Bezpečnostní kryty, 2 – Řemenice, 3 – Oběžné kolo, 4 – Vodící kladka, 5 – Pilový pás,  
6 – Posuv (ruční), 7 – Hadička chlazení

### 5.2.1 Řemenice s oběžnými koly

Jedná se o klasický řemenový převod, který obecně slouží k přenosu kroutícího momentu z jedné součásti na druhou a také ke zvýšení nebo snížení tohoto momentu.

U pásových pil musíme počítat s tím, že oběžné kolo pro vedení pásu slouží i jako vodící řemenice. Tento fakt ovlivňuje rozměry převodu i samotnou tvarovou konstrukci oběžných kol. Tvarování oběžného kola, nazývané korunování, je nutné, aby pilový pás nespádl z oběžných kol (viz kapitola 7.4.3). Stačí, aby bylo korunováno pouze jedno kolo, jak můžeme vidět na obrázku 15. Obvykle se však korunují obě oběžná kola, protože to přináší řadu výhod, jako jsou zvýšená stabilita pásu, vyšší kvalita řezu a delší životnost pásu. Vzhledem k tomu, že výška koruny je poměrně malá, v praxi se korunování často provádí ručním broušením. [3]



Obrázek 15 Tvarování oběžného kola [2]

$b$  – šířka koruny [mm]

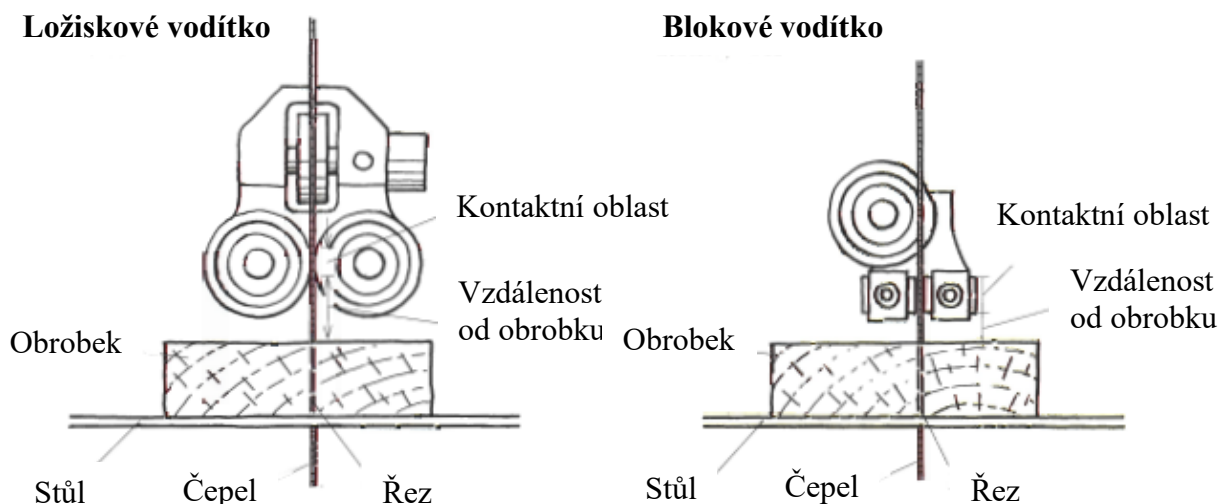
$h_c$  – výška koruny [mm]

### 5.2.2 Vodítka

Existují dva hlavní druhy vodítek pro pásové pily: bloková a ložisková. Někteří lidé, kteří upřednostňují ložiska, často považují bloky za méně účinné, ale to nemusí být vždy pravda. Blokovaná vodítka excelují v podpoře čepele a v některých ohledech dokonce poskytují lepší stabilitu než ložiska. Jedinou nevýhodou bloků je, že se postupně opotřebovávají a občas je třeba je upravit. Původně byly všechny vodící bloky vyrobeny z oceli, ale dnes jsou k dispozici i bloky z měkčích kompozitních materiálů. Nicméně ocel zůstává stále nejlepší volbou, protože novější materiály mají tendenci se rychleji opotřebovat a vyžadují častější výměnu.

Při používání vodících bloků se může vlivem tření uvolnit malé množství tepla, což může způsobit drobné roztáhnutí čepele. V takovém případě je nutné opětovně nastavit pilový pás. Naopak, při řezání tlustého nebo hustého dřeva, či při příliš pomalém podávání materiálu se na špičkách zubů vytváří nadměrné teplo, což platí bez ohledu na typ použitého vodítka.

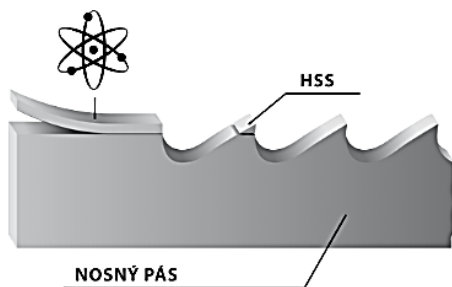
Ložiska fungují chladněji než ocelová bloková vodítka, což je výhoda zejména v průmyslovém prostředí, kde pásové pily běží nepřetržitě pod velkým zatížením. Nevýhodou však může být skutečnost, že ložiska čepele nepodpírají tak blízko k pažbě, jako to dělají bloky. To může způsobit menší přesnost, zejména při řezání křivek, když se čepel více ohýbá. [14]



Obrázek 16 Schéma ložiskového a blokového vodítka [14]

### 5.2.3 Pilový pás

Pilové pásy jsou klíčovými nástroji pásových pil, jelikož vykonávají hlavní řezný pohyb a zaručují efektivitu a přesné řezy při zpracování dřeva. Materiály používané při výrobě pilových pásů zahrnují vysoce odolné ocelové slitiny (např. 80NiCr11), uhlíkovou ocel (např. C75), bimetaly (např. Bohler Strip) a tvrzené materiály. Tyto materiály jsou vybírány s ohledem na požadovanou odolnost, trvanlivost a schopnost odolávat tlaku a teplotním změnám v průběhu řezání.



#### BiMetal

Pilový pás se špičkami zubů z nástrojové oceli, tato technologie umožňuje podstatně delší dobu řezání bez broušení a výměny pilového pásu. Použití: měkké, tvrdé až extrémně tvrdé dřevo.



#### Stelit

Pilový pás se špičkami zubů z materiálu Stelit. Zcela odpadá rozvádění zubů. Použití: měkké, tvrdé až extrémně tvrdé dřevo.



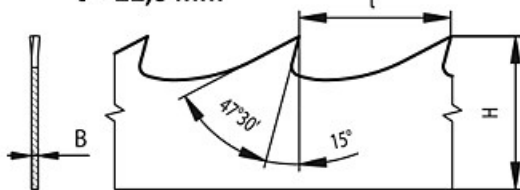
#### Uhlíková pružinová ocel

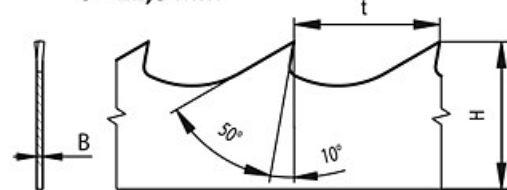
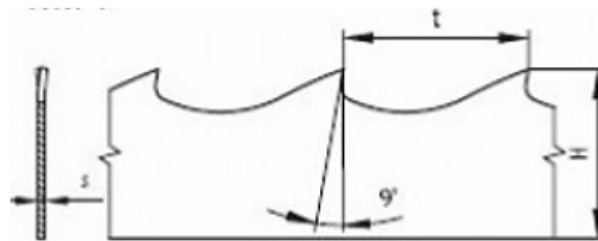
Nejrozšířenější pilový pás z důvodu optimálního poměru cena/výkon. Použití: měkké i tvrdé dřevo.

Obrázek 17 Materiály pilových pásů [15]

Co se týče tvarového provedení, existují různé typy pilových pásů s různými zuby a drážkami. Hladké pilové pásy jsou ideální pro přesné a hladké řezy, zatímco pilové pásy s hrubším zubem jsou určeny pro hrubší řezy a odstranění většího množství materiálu. Dále se rozlišují pásové listy s proměnným sklonem zubu, které optimalizují řezání v závislosti na typu dřeva. Příklad tohoto rozdílu jsou zobrazeny viz obr. 19. [15]

**WM 1** - určen pro řezání měkkého dřeva

 $t = 22,0 \text{ mm}$ 

**WM 2** - určen pro řezání tvrdého i měkkého dřeva

 $t = 22,0 \text{ mm}$ 

**WM 4** - určen pro řezání tvrdého dřeva


Obrázek 18 Pilové pásy typu 5340 WM 1,2,4 [16], [17]

Tabulka 2 Rozměry pilových pásů na dřevo dle typu WM do 50 mm [15, 16]

Provedení	Typ pilového pásu	Tahové napětí	Napínací síla
HxSxT [mm]	WM	$\sigma$ [MPa]	$F_n$ [N]
32x0,9x22	WM1, WM2	40	1840
32x1,0 x22	WM1, WM2	40	2040
32x1,1 x22	WM1, WM2	40	2240
35x0,9 x22	WM1, WM2	40	2050
35x1,0 x22	WM1, WM2	40	2280
35x1,1 x22	WM1, WM2	40	2510
40x0,9 x22	WM1, WM2	45	2700
40x1,1 x22	WM1, WM2	40	29300
50x1,1 x22,2	WM1, WM2	50	4760
32x0,9 x22,2	WM4		
32x1,0x22	WM4		
32x1,1 x22,2	WM4		
35x0,9 x22,2	WM4		
35x1,0 x22,2	WM4		
35x1,1 x22,2	WM4		
40x0,9 x22,2	WM4		
40x1,0 x22,2	WM4		
40x1,1 x22,2	WM4		
50x1,1 x22,2	WM4		

#### 5.2.4 Bezpečnostní kryty

Bezpečnostní kryty mají obecně dvojitý účel. Hlavně slouží k ochraně obsluhy a jako vedlejší účel mají zachycení zbytkového materiálu v podobě třísky.

Hlavní kryty pásové pily jsou u hnacího a napínacího kola a statické části pilového pásu. Jejich hlavní funkcí je zabránit obsluze v dotyku s pásy či koly a také zachytávat létající třísky. V těchto krytech je často integrován speciální sběrač pilin, který shromažďuje piliny vytvořené během řezání na jednom místě, nebo jsou odsávány odsávacím zařízením. Nasbírané piliny mohou být dále využity například pro energetické účely, nebo ve výrobě dřevotřísky.

Bezpečnostní kryty by měly být navrženy tak, aby je bylo možné rychle odstranit nebo sklopit, aby obsluha mohla snadno kontrolovat kola nebo vyměnit pilový pás. [10, 13]



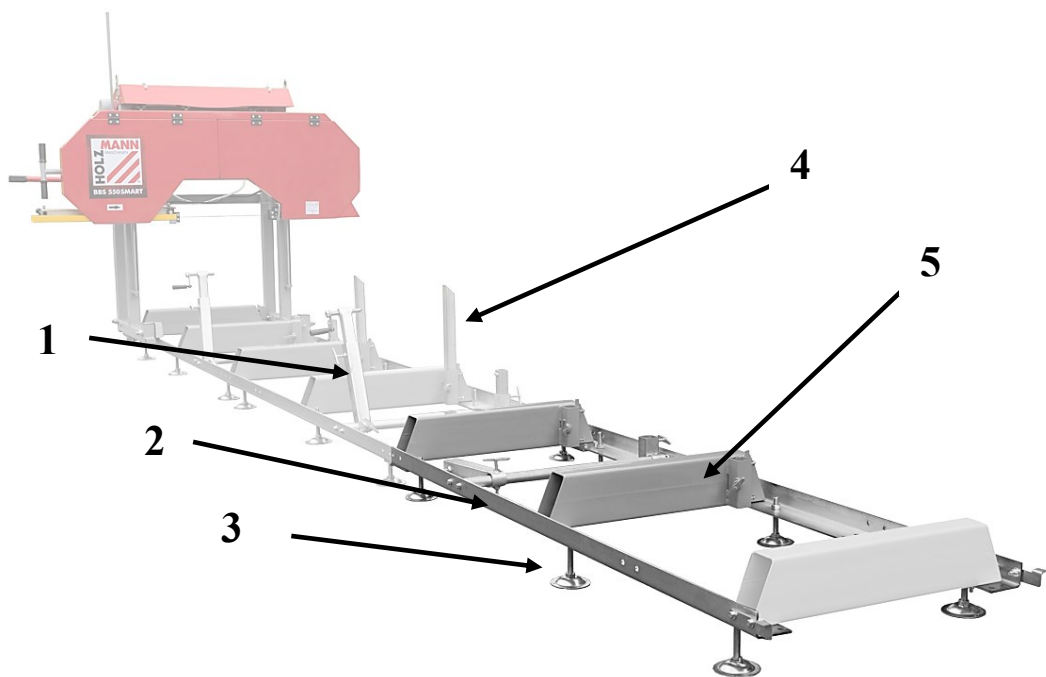
Obrázek 19 Odsávací zařízení pilin k automatickým pilám [18]



### 5.3 Pojezdová sekce

Pojezdová sekce pásové pily, skládající se z řady součástí (viz Obr. 20), je klíčovým prvkem, který zaručuje precizní a efektivní zpracování materiálu. Kromě technických parametrů je však nesmírně důležitá i pevnost konstrukce samotné, která poskytuje stabilitu celému procesu zpracování materiálu. Využívá se jak pohybu samotné pily, tak pohybu materiálu.

Předtím než lze materiál zpracovat, je nutné správně materiál uchytit na pojezdové sekci. Jak už bylo zmíněno v odstavci 2.1, stabilní pily by měli být umístěny na stabilním podkladu a vyrovnány pomocí podpěrných noh 3. Poté může být materiál navalen na vedení 2 spojené podstavci 5. Materiál se nejprve zachytí o dorazy 4 a následně je ukotven vysunovacími upínači 1. Poté je již materiál připraven na zpracování. [19]



Obrázek 20 Pojezdová sekce horizontální pásové pily [19]

1 – Upínač, 2 – Vedení, 3 – Podpěrné nohy, 4 – Doraz, 5 – Podstavec

## 5.4 Vozík

Vozík představuje neodmyslitelnou součást mobilní pásové pily. Na rozdíl od klasických přívěsných vozíků disponuje součástmi, které dopomáhají ke zpracování materiálu viz obrázek 21.

Vozík pásové pily by měl být vybaven ovládacími prvky, které jsou ergonomicky přizpůsobeny výšce přepravního vozíku a zajišťují pohodlné ovládání. Na přepravním vozíku by měla být přišroubována pojezdové sekce 2 s upínači materiálu, konstrukčně shodné se stacionárními verzemi, a výklopné dorazy pro stabilní podporu materiálu během řezání. Nastavitelné podpěrné nohy 4 zajistí stabilitu při nakládání, manipulaci a samotném řezání kmenů. Pro jednoduché nakládání kmene na podstavce stroje může sloužit navíjecí zařízení 1 a dráha 3 pro navalení kmene. Přepravní vozík by měl být homologován včetně pily, což zajišťuje schválení konstrukce a součinnosti s pilou. [7]



Obrázek 21 Schéma vozíku horizontální mobilní kmenové pásové pily [20]

1 – Navíjecí zařízení, 2- Pojezdová sekce, 3 – Dráha pro navalení kmene, 4 – Podpěrné nohy

## 6 KONSTRUKCE PÁSOVÉ PILY

Jelikož hlavní náplní praktické části je návrh mobilní pásové pily, je nutné provést patřičné výpočty, které budou probrány v následující kapitole.

### 6.1 Nástroj

Geometrie pilových pásů je úzce spjata se samotným účelem pily. Tyto geometrie pilových pásů dělíme na truhlářské, rozmítací a kmenové. Jejich rozměry a využití jsou popsány v Tab. 2, kde můžeme vidět normalizované rozsahy rozměrů. [3]

Tabulka 3 Rozměry a geometrie pilových pásů dle typu pily [3]

Typ pásové pily	Pásové pily					
	Truhlářské		Rozmítací		Kmenové	
Šířka pásu (mm)	6 — 60		50 — 175		150 — 300	
Tloušťka pilového pásu (mm)	0,40 — 1,00		0,9 — 1,2		1,2 — 1,9	
Rozvod na jednu stranu (mm)						
Dřevo tvrdé	0,15 — 0,25		0,3 — 0,5		0,4 — 0,6	
Dřevo měkké	0,30 — 0,40					
Rozpěchování na jednu stranu (mm)	—		0,3 — 0,5		0,3 — 0,7	
Výška zubu b (mm)	2,00 — 6,60		7,5 — 15		15 — 24	
Rozteč t (mm)	3,00 — 12,00		30 — 50		40 — 100	
Typ dřeva	Měkké	Tvrdé	Měkké	Tvrdé	Měkké	Tvrdé
Úhel těla (°)	5	0	25	30	30	20
Úhel břitu (°)	55	55	45	45	45	55
Úhel hřbetu (°)	85	35	20	15	15	15
Úhel řezu (°)	35	90	65	60	60	70
Poloměr zaoblení paty zubu (mm)	1,00 — 2,50		3,00 — 5,00		4,00 — 8,00	

#### 6.1.1 Tloušťka pilového pásu

Výpočet tloušťky pásu je nezbytně důležitý, protože pokud pilový pás překročí tuto hodnotu, materiál nástroje by byl příliš namáhán v ohybu a došlo by k jeho poškození. Aby se tomuto jevu vyvarovalo, využívá se pro výpočet následující vztah. [21]

$$s = \frac{D}{1000} - 0,1 \quad (7.1)$$

s – tloušťka pilového pásu [mm]

D – průměr oběžného kola [mm]

### 6.1.2 Napínací síla pilového pásu

Upnutý pás mezi oběžnými kotouči musí být upnut dostatečnou silou, aby nedocházelo k jeho prokluzu. To zaručí čistý chod pásu, a tedy i řezu. [21]

$$P_n = 2 \cdot \sigma_1 \cdot \check{s} \cdot s \quad (7.2)$$

$P_n$  – napínací síla [N]

$\sigma_1$  – napětí v pilovém pásu od napnutí [Pa]

$\check{s}$  – šířka pilového pásu [mm]

$s$  – tloušťka pilového pásu [mm]

### 6.1.3 Řezná síla

Řezná síla pásové pily je definována maximálním výkonem hnacího motoru a řeznou rychlostí. [21]

$$P = \frac{N \cdot 1020}{v} \quad (7.3)$$

$P$  – řezná síla [N]

$N$  – přenášený výkon [kW]

$v$  – řezná rychlost [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]

### 6.1.4 Kritická posuvná síla

Zabíhavost je jev, který vyjadřuje nestabilitu pilového pásu. Jeho výsledkem je šikmý řez, který ničí přesnost pásové pily .

Aby se tomuto jevu předešlo, je nutné spočítat kritickou posuvnou sílu. Ta je označována jako hlavní faktor ve výpočtu výkonu pásové pily. Díky ní lze určit maximální řeznou rychlost pásové pily.

Je-li dosaženo kritické posuvné síly, nelze již více zvyšovat řeznou rychlost pásové pily. Pokud by byla potřeba zvýšit řeznou rychlost, bylo by to možné pouze se změnou pilového pásu. Hlavní parametry, které mají na kritickou posuvnou sílu vliv jsou tloušťka a šířka pilového pásu. [21]

$$P_{kr} = 16,4 \cdot \frac{\check{s} \cdot s^2 \sqrt{G \cdot \sigma_1}}{L} \quad (7.4)$$

$P_{kr}$  – kritická posuvná síla [N]

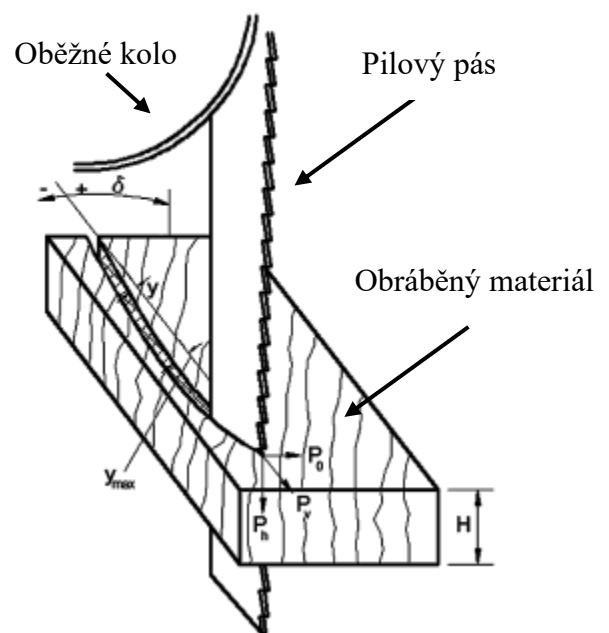
$\check{s}$  – šířka pilového pásu [m]

$s$  – tloušťka pilového pásu [m]

$G$  – modul pružnosti ve smyku [MPa]

$\sigma_1$  – napětí v pilovém pásu od napnutí [MPa]

$L$  – vzdálenost os oběžných kol [m]



Obrázek 22 Zobrazení zabíhavosti pilového pásu [2]

## 6.2 Řezné podmínky

Řezné podmínky zahrnují všechny sledované faktory při strojním obrábění. Mezi ně patří: rychlost řezání, posuv, hloubka řezu, mazání, chlazení, materiál nástroje, jeho povrch a materiálové vlastnosti obrobku. Tyto podmínky mají vliv na kvalitu výsledné práce a je klíčové je dodržovat a porozumět jim. Obecně lze upustit od ideálních řezných podmínek, avšak vždy to bude na úkor kvality zpracování. [13]

V následujících pododstavcích budou probrány parametry, které mají zásadní vliv na chod a efektivitu pásové pily.

### 6.2.1 Řezná rychlost

Řezná rychlost je velice důležitá hodnota, která udává efektivitu zpracování materiálu a samotný typ materiálu, který bude schopen stroj zpracovat (viz tab. 2).[19]

Řezná rychlost se spočítá vztahem, závislosti průměru hnacího kotouče na počtu otáček hnacího kola. [21]

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \quad (7.5)$$

$v$  – řezná rychlost [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]

$n$  – počet otáček kol [ $\text{s}^{-1}$ ]

$D$  – průměr oběžného kola [mm]

### 6.2.2 Posuv na zub

Další důležitou hodnotou je posuv na zub. Tato hodnota určuje dráhu, kterou obrobek vykoná za pohybu do záběru. Z předchozího vztahu je posuv na zub definován závislostí řezné rychlosti s rychlostí posuvu kmene do řezu. [21]

$$u_z = \frac{u \cdot t \cdot 1000}{\pi \cdot D \cdot v} = \frac{u \cdot t}{60 \cdot v} = \frac{u \cdot 1000}{z \cdot n} \quad (7.6)$$

$u_z$  – posuv na jeden zub [mm]

$n$  – počet otáček kol [ $\text{s}^{-1}$ ]

$z$  – počet zubů na jednu otáčku [-]

$u$  – posuvová rychlost [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]

$D$  – průměr oběžného kola [mm]

$v$  – řezná rychlost [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]

$t$  – rozteč zubu [mm]

## 6.3 Řemenový převod

Jedná se o výpočetní vztahy klasického řemenového převodu, na rozdíl od předchozích vztahů, které jsou určeny pro výpočet konstrukce pásových pil. Postup těchto výpočtů je zapsán v každých strojnických tabulkách viz zdroj [22].

### 6.3.1 Otáčky

#### Otáčky oběžného kola

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \rightarrow n_2 = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (7.7)$$

$n_2$  – počet otáček hnacího kola [ $s^{-1}$ ]

$D$  – průměr oběžného kola [mm]

$v$  – řezná rychlost [ $m \cdot s^{-1}$ ]

#### Otáčky řemenice

Otáčky  $n_1$  jsou počítány ze vztahu (7.7) pouze se změnou parametru  $D$  za průměr hnacího kola  $d$ .

#### Převodový poměr

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (7.8)$$

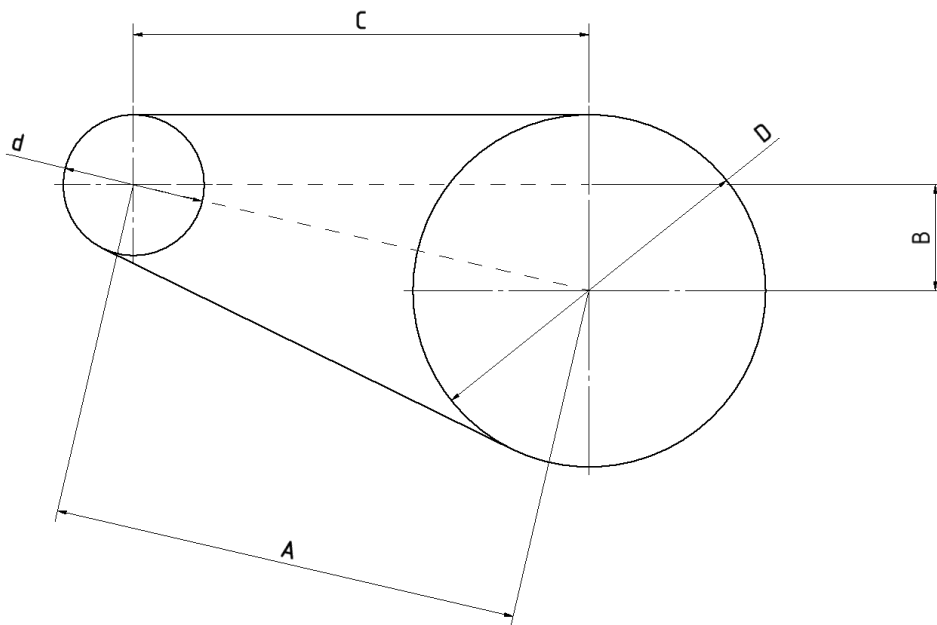
$i$  – převodový poměr [–]

$n_1$  – počet otáček hnacího kola [ $s^{-1}$ ]

$n_2$  – počet otáček oběžného kola [ $s^{-1}$ ]

### 6.3.2 Základní velikostní parametry řemenového převodu

Jedná se o jednoduché matematické vztahy na výpočet rozměrů řemenového převodu znázorněných na obrázku 20.



Obrázek 23 Schéma řemenového převodu [22]

#### Průměr hnacího kola

$$d = \frac{D}{i} \quad (7.9)$$

$d$  – průměr hnacího kola [mm]

$D$  – průměr oběžného kola [mm]

$i$  – převodový poměr [–]

#### Osová vzdálenost kol

$$C = (0,7 \div 2) \cdot (D + d) \quad (7.10)$$

$C$  – osová vzdálenost kol [mm]

$d$  – průměr hnacího kola [mm]

$D$  – průměr oběžného kola [mm]



**Rozdíl vzdálenosti os**

$$B = \frac{D - d}{2} \quad (7.11)$$

B – rozdíl vzdálenosti os [mm]

d – průměr hnacího kola [mm]

D – průměr oběžného kola [mm]

**Příčná vzdálenost os**

$$A = \sqrt{D^2 + d^2} \quad (7.12)$$

A – příčná vzdálenosti os [mm]

d – průměr hnacího kola [mm]

D – průměr oběžného kola [mm]

**Úhel opásání hnacího kola**

$$\beta_u = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{D - d}{A} \quad (7.13)$$

$\beta_u$  - úhel opásání hnacího kola [°]

d – průměr hnacího kola [mm]

D – průměr oběžného kola [mm]

A – příčná vzdálenosti os [mm]

### 6.3.3 Počet řemenů

$$z = \frac{P \cdot c_1 \cdot c_2}{P_r \cdot c_3} \quad (7.14)$$

$z$  – počet řemenů [-]

$P$  – přenášený výkon [kW]

$P_r$  – přenášený výkon jedním řemenem v provozních podmínkách [kW]

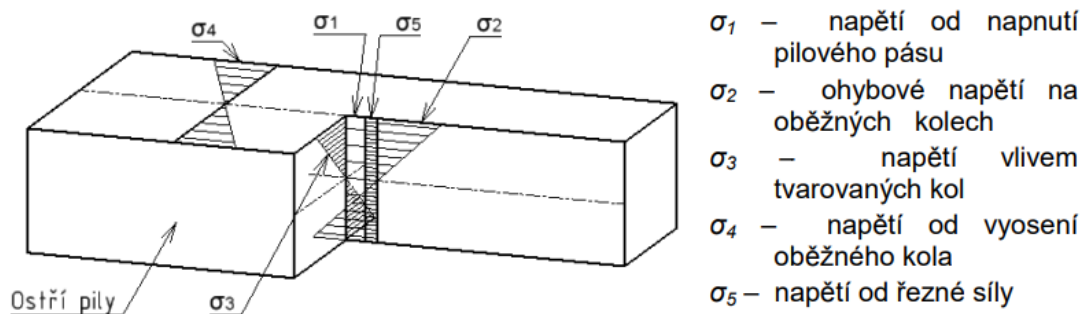
$c_1$  – přenášený výkon jedním řemenem v provozních podmínkách [kW]

$c_2$  – součinitel počtu řemenů v převodu [-]

$c_3$  – součinitel počtu řemenů v převodu [-]

## 6.4 Napětí v pilovém pásu

Pilový pás je vystaven napětí po celém svém obvodu, a to v různých částech a v různých stavech pásu o různé velikosti, jak je znázorněno na obrázku 23. Z konstrukčního hlediska je proto nezbytné provést patřičné výpočty, aby byl zajištěn bezproblémový a přesný chod pilového pásu. V opačném případě, pokud výpočty nebudou provedeny správně, hrozí jeho přetržení. [21]



Obrázek 24 Rozložení napětí v pilovém pásu [2]

### 6.4.1 Napětí z napínací síly

Napětí  $\sigma_1$ , které vzniká napnutím pásu se vyjadřuje ze vztahu (7.2). [21]

### 6.4.2 Ohybové napětí

Napětí s největším namáháním nazýváme ohybové napětí  $\sigma_2$  a vyskytuje se na oběžných kolech v pásu. Jelikož je toto napětí značně vyšší než napětí vzniklé napínací silou, je o to důležitější ve výpočtech pevnosti pásu. [21]

$$\sigma_2 = \frac{E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{s}{D} \quad (7.15)$$

$\sigma_2$  – ohybové napětí [Pa]

E – modul pružnosti oceli v tahu [Pa]

$\nu$  – Poissonovo číslo [-]

s – tloušťka pilového pásu [m]

D – průměr oběžného kola [m]

### 6.4.3 Příčné ohybové napětí

Pokud chceme, aby pilový pás správně fungoval, je nutné, aby byla oběžné kolo bylo správně tvarováno. Pokud by bylo kolo rovné, pilový pás by se po chvíli chodu posunul ke kraji a spadl by z oběžných kol.

Kvůli tomuto tvarování na oběžním kolech vzniká příčné ohybové napětí, které spočítáme z tohoto vztahu. [21]

$$\sigma_3 = \frac{E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{s}{D_z} \quad (7.16)$$

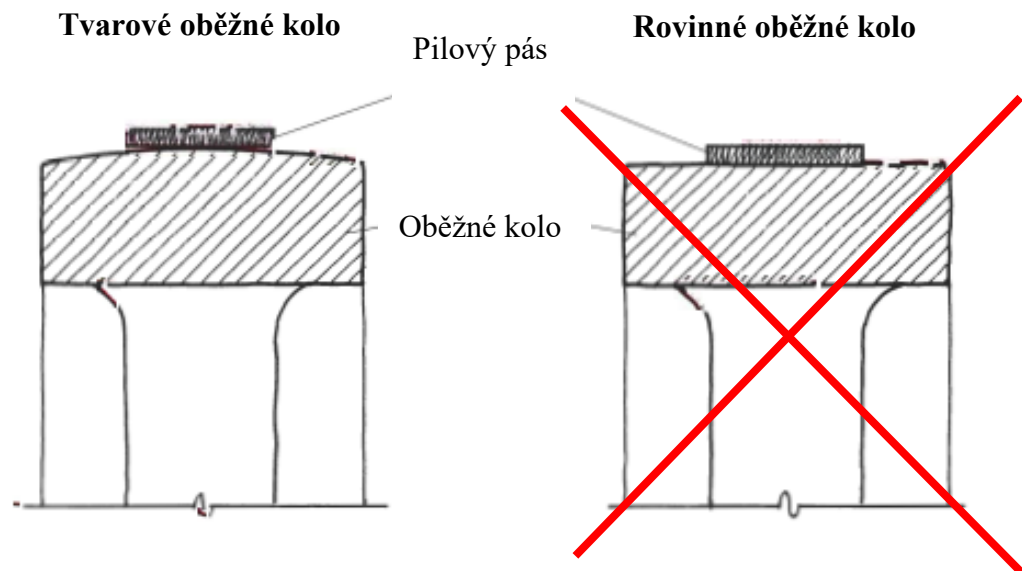
$\sigma_3$  – příčné ohybové napětí [Pa]

$E$  – modul pružnosti oceli v tahu [Pa]

$\nu$  – Poissonovo číslo [-]

$s$  – tloušťka pilového pásu [m]

$D_z$  – průměr příčného zakřivení oběžných kol [m]



Obrázek 25 Schéma tvarového a rovinného oběžného kola [14]

#### 6.4.4 Napětí od vyosení kol

Napětí o od vyosení kol slouží k vyrovnání sil posuvu zmíněném u ohybového napětí, díky kterému pilový pás nespadne.

Toto napětí vznikne pouze tehdy, pokud jsou kola vyosena nebo speciálně tvarována. [21]

$$\sigma_4 = \frac{\Psi \cdot E}{180} \cdot \frac{\check{s}}{L} \quad (7.17)$$

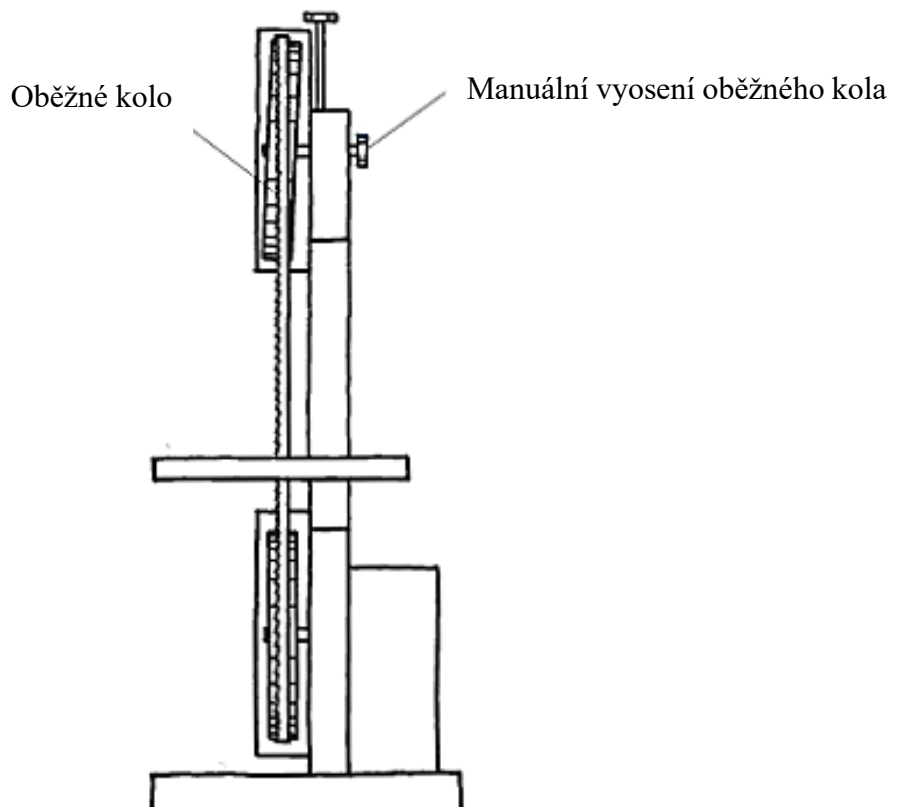
$\sigma_4$  – napětí od vyosení kola [Pa]

$\Psi$  – úhel vyosení kola [°]

$\check{s}$  – šířka pilového pásu [m]

$L$  – vzdálenost os oběžných kol [m]

$E$  – modul pružnosti [Pa]



Obrázek 26 Schéma vyosení kol u pásové horizontální pily [14]

#### 6.4.5 Napětí řezné síly

Napětí vzniklé řeznou silou, které je vyvoláno při vniknutí obráběného materiálu proti pásu pily. Jedná se tedy ve výsledku o jednoosé tlakové napětí. [21]

$$\sigma_5 = \frac{P}{\delta \cdot s} \quad (7.18)$$

$\sigma_5$  – Napětí řezné síly [Pa]

P – řezná síla [N]

$\delta$  – šířka pilového pásu [m]

$s_1$  – tloušťka pilového pásu [m]

#### 6.4.6 Maximální napětí v pilovém pásu

Maximální napětí pilového pásu je počítáno jako redukované napětí rovinou napjatostí. [21]

$$\sigma_{red} = \sqrt{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_4 + \sigma_5)^2 + \sigma_3^2 - (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_4 + \sigma_5) \cdot \sigma_3} \quad (7.19)$$

$\sigma_{red}$  – maximální napětí v pilovém pásu [Pa]

$\sigma_1$  – napětí v pilovém pásu od napnutí [Pa]

$\sigma_2$  – ohybové napětí [Pa]

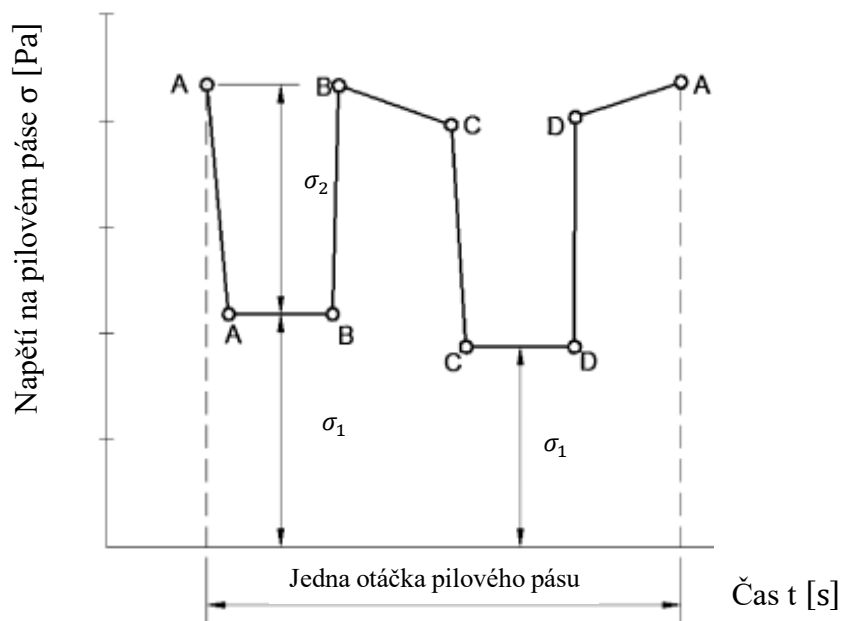
$\sigma_3$  – příčné ohybové napětí [Pa]

$\sigma_4$  – napětí od vyosení kola [Pa]

$\sigma_5$  – Napětí řezné síly [Pa]

## 6.5 Cyklické namáhání pilového pásu

Pilový pás je namáhán cyklicky jako součást s vrubem s následujícím průběhem napětí vyobrazeným v grafu 1. Zobrazený průběh napětí je na vnějším obvodu pilového pásu. Cyklické namáhání lze zjednodušeně považovat za namáhání pulzující v tahu, kde dolní napětí je  $\sigma_1$  a horní napětí je součtem napětí  $\sigma_1$  a  $\sigma_2$ . [23]



Graf 1 Průběh cyklického namáhání na pilovém pásu [2]

### 6.5.1 Koeficient nesouměrnosti kmitu

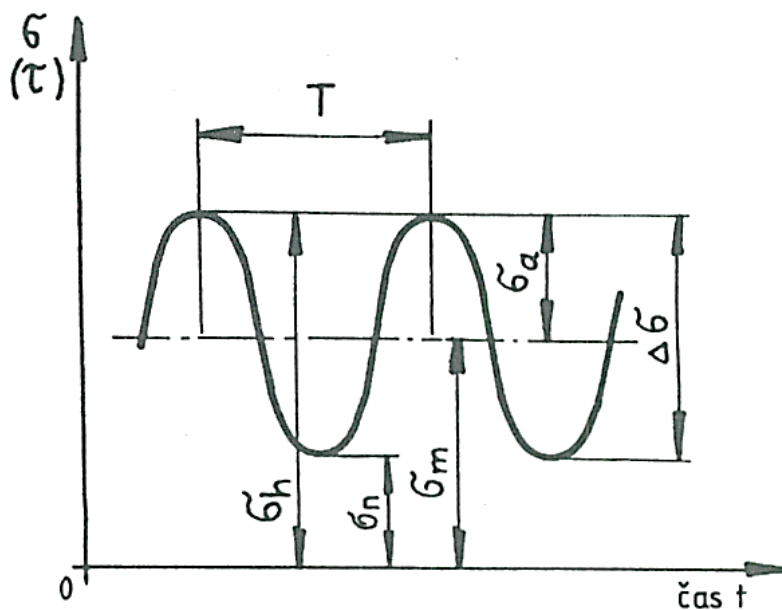
Pilový pás je harmonicky zatěžován, zatížení je znázorněno v grafu 2. Toto chování lze popsat dvěma dvojicemi hodnot a to  $\sigma_a$  a  $\sigma_m$  nebo hodnotami  $\sigma_n$  a  $\sigma_h$ . Z těchto hodnot byl zaveden koeficient nesouměrnosti kmitu, který je definován následujícím vztahem. [23]

$$R = \frac{\sigma_n}{\sigma_h} \quad (7.20)$$

R – koeficient nesouměrnosti kmitu [-]

$\sigma_n$  – dolní napětí kmitu [MPa]

$\sigma_h$  – horní napětí kmitu [MPa]



Graf 2 Smithův diagram [23]

$\sigma_\Delta$  – rozkmit [MPa]

$\sigma_a$  – amplituda napětí [MPa]

$\sigma_m$  – střední napětí kmitu [MPa]

$\sigma_n$  – dolní napětí kmitu [MPa]

$\sigma_h$  – horní napětí kmitu [MPa]

T – Perioda kmitu [s]



**Amplituda napětí**

$$\sigma_a = \frac{\sigma_h - \sigma_n}{2} \quad (7.21)$$

$\sigma_a$  – amplituda napětí [MPa]

$\sigma_h$  – horní napětí kmitu [MPa]

$\sigma_n$  – dolní napětí kmitu [MPa]

**Středná napětí kmitu**

$$\sigma_m = \frac{\sigma_h + \sigma_n}{2} \quad (7.22)$$

$\sigma_m$  – střední napětí kmitu [MPa]

$\sigma_h$  – horní napětí kmitu [MPa]

$\sigma_n$  – dolní napětí kmitu [MPa]

**6.5.2 Vliv vrubu**

Součinitel vrubu je závislý na mnoha parametrech jako je například typ materiálu, kvalita povrchu, velikost součástí, a mnoha dalších. Jelikož je tento součinitel závislý na mnoha proměnných bývá zjišťován experimentálně. Tento výzkum však bývá velice nákladný, a proto se při běžných výpočtech využívá následující vztah, který je složen z tabulkových hodnot vrubové citlivosti  $q$  a součinitele tvaru  $\alpha$ . [23]

$$\beta = 1 - q \cdot (\alpha - 1) \quad (7.23)$$

$\beta$  – vliv vrubu [-]

$q$  – vrubová citlivost [-]

$\alpha$  – součinitel tvaru [-]

### 6.5.3 Předběžná únava v tahu pro střídavý cyklus

Jedná se pouze o předběžný výpočet únavy reálné součásti, který vychází z daného materiálu součásti. [23]

$$\sigma_{pc} = 0,35 \cdot \sigma_{pt} \quad (7.24)$$

$\sigma_{pc}$  – předběžná únava v tahu pro střídavý cyklus [MPa]

$\sigma_{pt}$  – mez pevnosti materiálu [MPa]

### 6.5.4 Mez únavy reálné součásti namáhané tahem

$$\sigma_c^x = \frac{\sigma_{pc} \cdot \epsilon_v \cdot \eta_p}{\beta} \quad (7.25)$$

$\sigma_c^x$  – mez únavy reálné součásti namáhané tahem [MPa]

$\sigma_{pc}$  – předběžná únava v tahu pro střídavý cyklus [MPa]

$\beta$  – vliv vrubu [-]

$\epsilon_v$  – součinitel velikosti [-]

$\eta_p$  – součinitel vlivu povrchu [-]

### 6.5.5 Mez únavy pilového pásu

Mez únavy je hodnota, která při porovnání s redukovaným napětí řekne, zda pilový pás při cyklickém namáhání vydrží, nebo bude nutná rekalkulace a změna základních parametrů. [23]

$$\sigma_c = \sigma_c^x + (1 - \Psi_\sigma) \cdot \sigma_M \quad (7.26)$$

$\sigma_c$  – mez únavy pilového pásu [MPa]

$\sigma_c^x$  – mez únavy střídavého cyklu [MPa]

$\Psi_\sigma$  – součinitel sbíhavosti [-]

$\sigma_M$  – střední hodnota napětí pilového pásu [MPa]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 7 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout model konstrukce mobilní pásové pily na dřevo. Konstrukce modelu se bude odvíjet od zvolených vlastností a parametrů, které budou následně ověřeny výpočty. Tyto výpočty budou zaměřeny na pilu samotnou, jelikož toto je nejdůležitější prvek celého stroje. Následně bude provedena základní výkresová dokumentace, která bude odpovídat výkresové dokumentaci v praxi. Dalším bodem bude ekonomické zhodnocení návrhu. Zhodnocení bude provedeno z několika kroků, aby výsledné zhodnocení bylo co nejpřesnější.

### Hlavní body bakalářské práce:

- návrh modelu konstrukce mobilní pásové pily,
- základní výkresová dokumentace navrhnutého zařízení,
- ekonomické zhodnocení návrhu.

## 8 NÁVRH MODELU KONSTRUKCE MOBILNÍ PÁSOVÉ PILY PRO ZPRACOVÁNÍ DŘEVA

Před samotným navrhováním konstrukce kmenové pásové pily na dřevo je nutné stanovit její základní vlastnosti a parametry. Tyto parametry budou sloužit jako podklad pro veškeré konstrukční výpočty a ovlivní výslednou funkčnost a konstrukci pily.

### Typ pily:

- Mobilní kmenová (horizontální) pásová pila pro zpracování dřeva.

### Maximální kapacita:

- Maximální průměr obráběného materiálu:  $\varnothing 500$  mm,
- Maximální délka obráběného materiálu: 4 m.

### Vstupní parametry:

#### Motor

Zvolen byl benzínový motor Loncin G390-F. Volba benzínového motoru je dána mobilním charakterem pily, která tak není závislá na vnějším napájení.

#### Pilový pás

- Typ: WM II 32x0,9x22,
- Materiál: 80NiCr11.

Podrobné parametry pilového pásu, motoru a obecně zvolených parametrů jsou shrnuty v tabulce 4, 5 a 6.

Tabulka 4 Parametry zvoleného motoru [24]

Motor	Loncin G390-F		
Parametr	Značka	Hodnota	Jednotka
Výkon	P	8,2	kW
Otáčky	$n_1$	2500	$s^{-1}$

Tabulka 5 Parametry pilového pásu [15, 16]

Pilový pás		WM II 32x0,9x22	
Parametr	Značka	Hodnota	Jednotka
Šířka pásu	š	32	mm
Tloušťka pásu	s	0,9	mm
Rozteč zubu	t	22	mm
Tahové napětí	$\sigma_1$	40	Mpa
Napínací síla	Fn	1840	N
Posuv na zub	$u_z$	0,03	mm
Modul pevnosti pásu	$\sigma_{pt}$	1430	MPa
Modul pružnosti v tahu	E	$2,1 \cdot 10^{11}$	Pa
Poisono číslo	$\nu$	0,3	-

Tabulka 6 Obecně zvolených parametrů

Obecně zvolené parametry			
Parametr	Značka	Hodnota	Jednotka
Vzdálenost os oběžných kol	L	1200	mm
Úhel vyosení kol	$\Psi$	0,5	°
Průměr příčného zakřivení kol	Dz	10 000	mm
Provozní součinitel provoz	Cp	1,2	-
Řezná rychlost	v	25	m·s <sup>-1</sup>

## 8.1 Výpočet řezných podmínek a rozměrů řemenového převodu

Výpočet průměru oběžných kol dle vztahu (7.1)

Vztah výpočtu průměru oběžných kol vychází ze vztahu na výpočet šířky pilového pásu, jelikož šířka pilového pásu je dána výrobcem. Výsledná hodnota je volena, jelikož se nepočítá s tím, že by mobilní pila fungovala v nepřetržitém provozu.

$$s \leq \frac{D}{1000} - 0,1$$

$$D \leq 0,9 \cdot 1000 + 0,1$$

$$D \leq 900,1$$

**Zvolená hodnota průměru oběžných kol: D = 550 mm**

**Výpočet posuvové rychlosti** dle vztahu (7.6)

$$u = u_z \cdot \frac{v}{t} = 0,0003 \cdot \frac{25}{0,022} = 0,34 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = \mathbf{20,5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}}$$

**Řezná síla při použití plného řezného výkonu** vypočtena dle vztahu (7.4)

$$P = \frac{N \cdot 1020}{v} = \frac{8,2 \cdot 1020}{25} = \mathbf{335 \text{ N}}$$

**Kritická řezná síla** vypočtena dle vztahu (7.4)

$$P_{kr} = 16,4 \cdot \frac{\check{s} \cdot s^2 \sqrt{G \cdot \sigma_1}}{600}$$

$$P_{kr} = 16,4 \cdot \frac{32 \cdot 0,9^2 \sqrt{8100 \cdot 40}}{600} = \mathbf{1275 \text{ N}}$$

Při plném výkonu kmenové pásové pily na dřevo je kritická síla, která brání sklouznutí pilového pásu, výrazně vyšší než řezná síla potřebná k prořezání materiálu. Díky tomuto konstrukčnímu řešení je zabíhavost pilového pásu vlivem řezné síly vyloučena. Výsledkem je čistý a hladký řez bez nežádoucích stop po pilovém pásu.

Tento efekt byl dosažen záměrným zvolením malého průměru oběžných kol. Menší průměr kol snižuje řeznou sílu, zatímco kritická síla zůstává na nezbytně vysoké úrovni. Díky tomuto poměru sil je zajištěna optimální funkčnost pily a dosažení kvalitního řezu.

**Výpočet otáček oběžných kol** dle vztahu (7.7)

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n_2}{60} \rightarrow n_2 = \frac{v_f \cdot 60}{D \cdot \pi} = \frac{25 \cdot 60}{0,55 \cdot \pi} = \mathbf{868 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

Není nutné počítat otáčky hnacího kola. Tato hodnota je známa ze zvoleného motoru.

**Výpočet převodového poměru** dle vztahu (7.8)

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2500}{868} = \mathbf{2,9}$$

Výpočet průměru hnacího kola dle vztahu (7.9)

$$d = \frac{D}{i} = \frac{550}{2,9} = 190,98 \rightarrow \text{zvolená hodnota: } d = 190 \text{ mm}$$

Osová vzdálenost kol vypočtena dle vztahu (7.10)

$$C = (0,7 \div 2) \cdot (D + d)$$

$$C_{min} = 0,7 \cdot (550 + 190) = 483 \text{ mm}$$

$$C_{max} = 2 \cdot (550 + 190) = 1480 \text{ mm}$$

V běžných případech se skutečná vzdálenost os kol u strojů a mechanismů určuje pomocí výpočtů. V našem případě byla zvolena jednodušší cesta za využití moderní technologie. Vzdálenost os kol kmenové pásové pily na dřevo byla jednoduše změřena přímo na 3D modelu vytvořeném v programu Autodesk Inventor Professional 2024.

Osová vzdálenost kol (skutečná)

$$C_{skut} = 624,582 \text{ mm}$$

Rozdíl vzdáleností os vypočtených dle vztahu (7.11)

$$B = \frac{D - d}{2} = \frac{500 - 190}{2} = 180 \text{ mm}$$

Rozdíl vzdáleností os (skutečný)

$$B_{skut} = 180 \text{ mm}$$

Příčná vzdálenost os vypočtena dle vztahu (7.12)

$$A = \sqrt{b^2 + c^2} = \sqrt{180^2 + 600^2} = 626 \text{ mm}$$

Příčná vzdálenost os (skutečná)

$$A_{skut} = 650 \text{ mm}$$

Úhel opásání hnacího kola vypočten dle vztahu (7.13)

$$\beta_u = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{D - d}{A} = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{550 - 190}{650} = 146,77^\circ$$



Úhel opásání hnacího kola (skutečný)

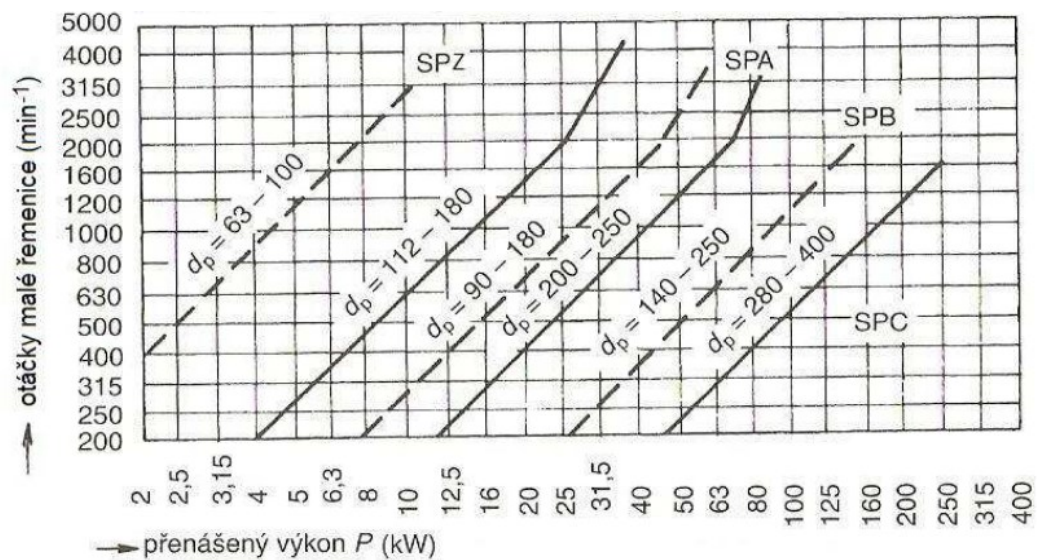
$$\beta_{uskut} = 147,85^\circ$$

Počet klínových řemenů vypočten dle vztahu (7.14)

$$z = \frac{P \cdot c_1 \cdot c_2}{P_r \cdot c_3}$$

Aby bylo možné určit součinitele ve vztahu je nejprve nutné určit typ průřezu řemene. Dle grafu 3 byl zvolen řemen typu SPZ.

Graf 3 K určení typu průřezu klínového řemenu [22]



Následně ze zdroje [18] byly zjištěny, příčné koeficienty:

- $c_1 = 0,92$ ,
- $c_2 = 1,2$ ,
- $c_3 = 1,07$ ,
- $P_r = 7,74$ .

$$z = \frac{8,2 \cdot 1,2 \cdot 0,93}{7,74 \cdot 1,07} = 1,2 \rightarrow 2 \text{ řemeny}$$

Výsledný řemenový převod bude vybaven 2 řemeny typu SPZ 9,5x8 o délce 2500 mm.

## 8.2 Výpočet napětí v pilovém pásu

Napínací síla vypočtena dle vztahu (7.2)

$$P_n = 2 \cdot \sigma_1 \cdot \check{s} \cdot s$$

$$P_n = 2 \cdot 40 \cdot 10^6 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9 \cdot 10^{-3} = \mathbf{2304\ N}$$

Napětí od ohybu na oběžném kole vypočteno dle vztahu (7.15)

$$\sigma_2 = \frac{E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{s}{D}$$

$$\sigma_2 = \frac{2,1 \cdot 10^{11}}{1 - 0,3^2} \cdot \frac{0,9 \cdot 10^{-3}}{0,55} = \mathbf{377\ 622\ 377\ Pa = 377,6\ MPa}$$

Napětí vlivem tvarovaných kol vypočteno dle vztahu (7.16)

$$\sigma_3 = \frac{E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{s}{D_z}$$

$$\sigma_3 = \frac{2,1 \cdot 10^{11}}{1 - 0,3^2} \cdot \frac{0,9 \cdot 10^{-3}}{10} = \mathbf{20\ 769\ 230\ Pa = 20,1\ MPa}$$

Napětí od vyosení kol vypočteno dle vztahu (7.17)

$$\sigma_4 = \frac{\psi \cdot E}{180} \cdot \frac{\check{s}}{L}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,5 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}}{180} \cdot \frac{32 \cdot 10^{-3}}{1,1} = \mathbf{9\ 333\ 333\ Pa = 9,3\ MPa}$$

Napětí od řezné síly vypočteno dle vztahu (7.18)

$$\sigma_5 = \frac{P}{\check{s} \cdot s}$$

$$\sigma_5 = \frac{335}{32 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = \mathbf{11\ 616\ 666\ Pa = 11,6\ MPa}$$

Výsledné redukované napětí vypočteno dle vztahu (7.19)

$$\sigma_{red} = \sqrt{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_4 + \sigma_5)^2 + \sigma_3^2 - (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_4 + \sigma_5) \cdot \sigma_3}$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{(40 + 377,6 + 9,3 + 11,6)^2 + 20,1^2 - (40 + 377,6 + 9,3 + 11,6) \cdot 20,1}$$

$$\sigma_{red} = 428,6 \text{ MPa}$$

### 8.3 Cyklické namáhání pilového pásu

**Koeficient nesouměrnosti kmitu** vypočten dle vztahu (7.20)

Harmonické zatížení pilového pásu je z největší části tvořeno napětím pilového pásu a napětím v ohybu. Tento poměr napětí byl zobrazen v grafu 1, a dle něj byly dosazeny hodnoty dolního a horního napětí do vztahu nesouměrnosti kmitu.

$$R = \frac{\sigma_n}{\sigma_h} = \frac{\sigma_1}{\sigma_1 + \sigma_2} = \frac{40}{40 + 377,6} = \mathbf{0,1}$$

**Střední napětí kmitu** vypočteno dle vztahu (7.21)

$$\sigma_m = \frac{\sigma_h + \sigma_n}{2} = \frac{40 + 377,6 + 40}{2} = \mathbf{228,8 \text{ MPa}}$$

**Předběžná únava v tahu pro střídavý cyklus** vypočtena dle vztahu (7.24)

$$\sigma_{pc} = 0,35 \cdot \sigma_{pt} = 0,35 \cdot 1430 = \mathbf{500,5 \text{ MPa}}$$

**Vliv vrubu** vypočten dle vztahu (7.23)

Koeficienty určené ze zdroje [23]:

- $q = 0,8$ ,
- $\alpha = 1,6$ ,
- $\epsilon_v = 1$ ,
- $\eta_p = 0,78$ .

$$\beta = 1 - q \cdot (\alpha - 1) = 1 - 0,8 \cdot (1,6 - 1) = \mathbf{1,48}$$

**Mez únavy reálné součásti namáhané tahem** vypočtena dle vztahu (7.25)

$$\sigma_c^x = \frac{\sigma_{pc} \cdot \epsilon_v \cdot \eta_p}{\beta} = \frac{500,5 \cdot 1 \cdot 0,78}{1,48} = \mathbf{263,8 \text{ MPa}}$$

**Mez únavy pilového pásu** vypočtena dle vztahu (7.26)

$$\sigma_c = \sigma_c^x + (1 - \Psi_\sigma) \cdot \sigma_m = 263,8 + (1 - 0,25) \cdot 228,8 = \mathbf{435,4 \text{ MPa}}$$

**Porovnání výsledků napětí**

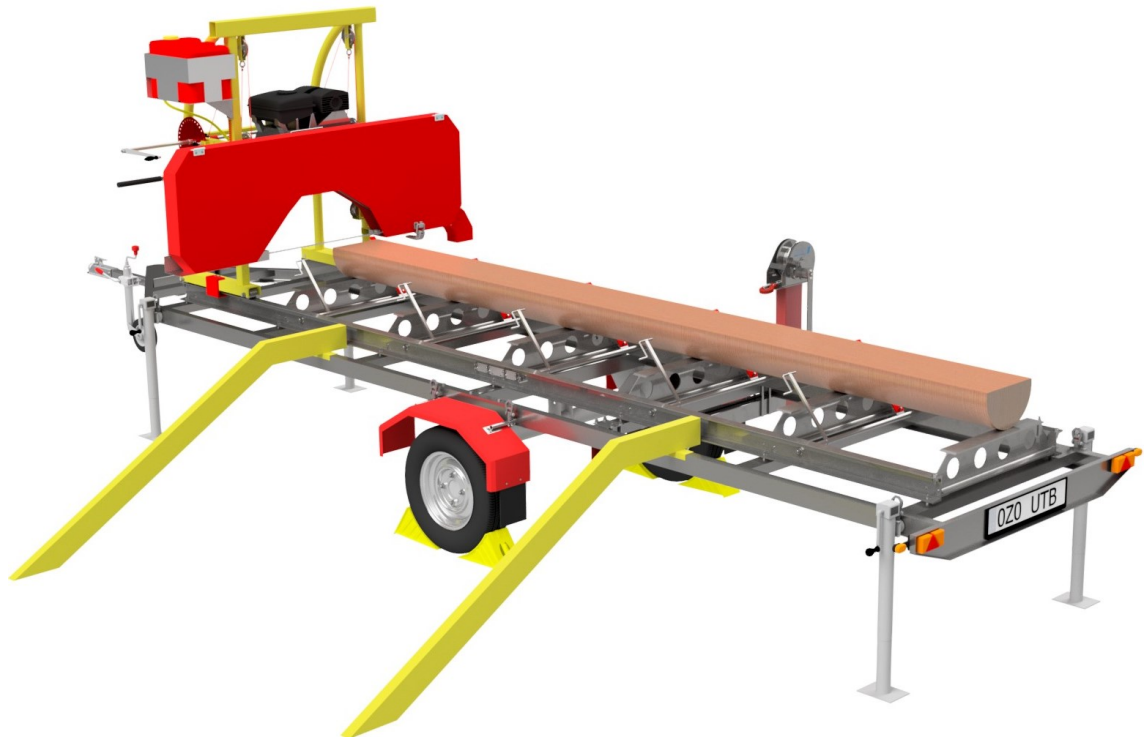
$$\sigma_{red} = 428,6 \text{ MPa} < \sigma_c = 435,4 \text{ MPa}$$

Z analýzy vyplývá, že maximální napětí pásu je nižší než jeho mez únavy. I když je to pozitivní zjištění, rozdíl mezi těmito hodnotami je poměrně malý. Důvodem toho je, že při volbě průměru oběžných kol, byl zvolen menší průměr než ten, který by odpovídal optimálnímu výpočtu.

V praxi by se proto postupovalo tak, že by se průměr oběžných kol zvětšil a výpočty by se provedly znovu. V tomto případě to ale není nutné, jelikož se nejedná o stacionární pilu a nepočítá se s nepřetržitým provozem. Na základě těchto poznatků lze prohlásit, že navržený model je funkční a nedojde k přetržení pilového pásu.

## 8.4 Hlavní části mobilní pásové pily pro zpracování dřeva navržené konstrukce

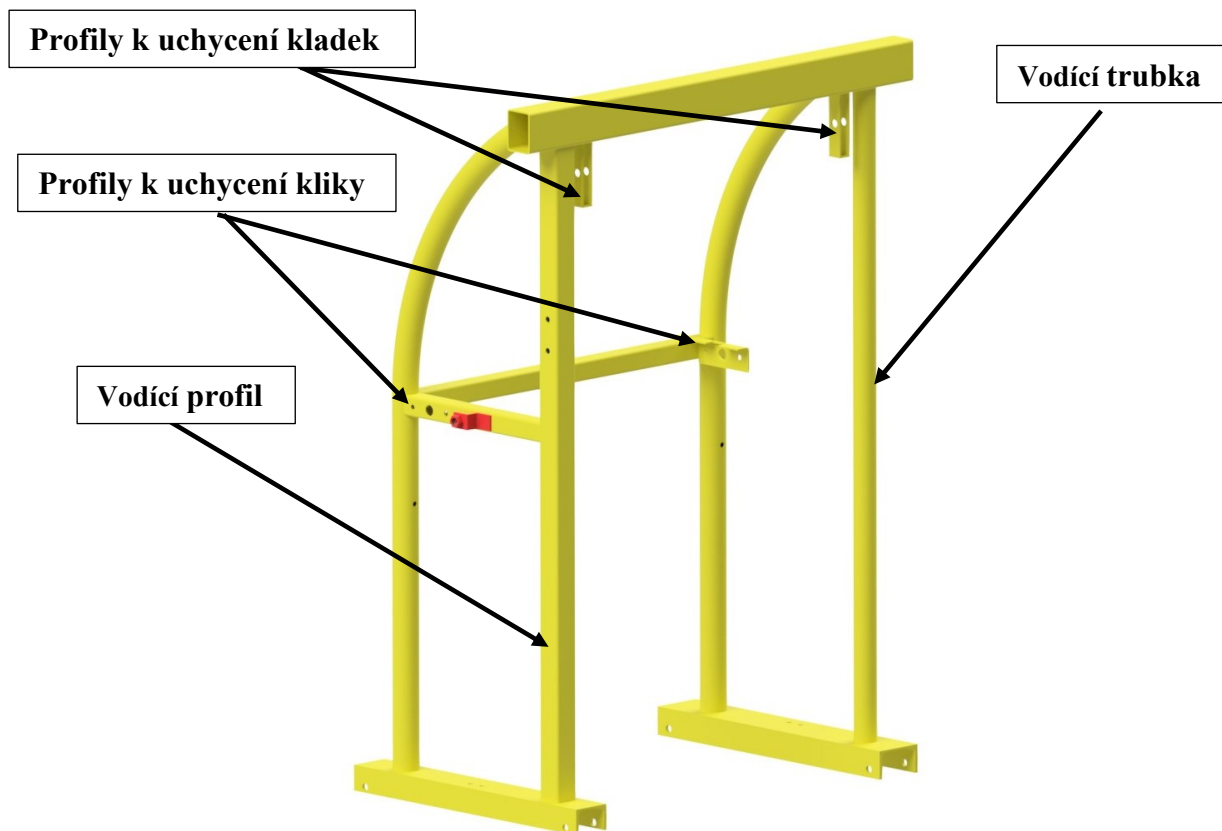
Následující část bude zaměřena na hlavní zvolené konstrukční části pily, které byly zmíněny v teoretické části práce.



Obrázek 27 Navrhnutý model mobilní pásové pily pro zpracování dřeva

### 8.4.1 Svislý rám pily

Svislý rám pily se skládá ze svařených robustních trubek, obdélníkových a čtvercových profilů. Pro dosažení požadované výšky řezu 500 mm je rám konstruován s celkovou výškou 1380 mm. Hlavní čtvercový profil s trubkou v přední části slouží jako nosné prvky a zároveň jako vodící lišty pro pohyb hlavy pily. Tyto profily jsou následně navařeny ze spodní strany k vrchnímu obdélníkovému profilu. Na vrchním profilu jsou navařeny 2 profily typu U k uchycení kladkového mechanismu. Z boční části jsou navařeny zahnuté trubky k propojení a zajištění stability rámu.

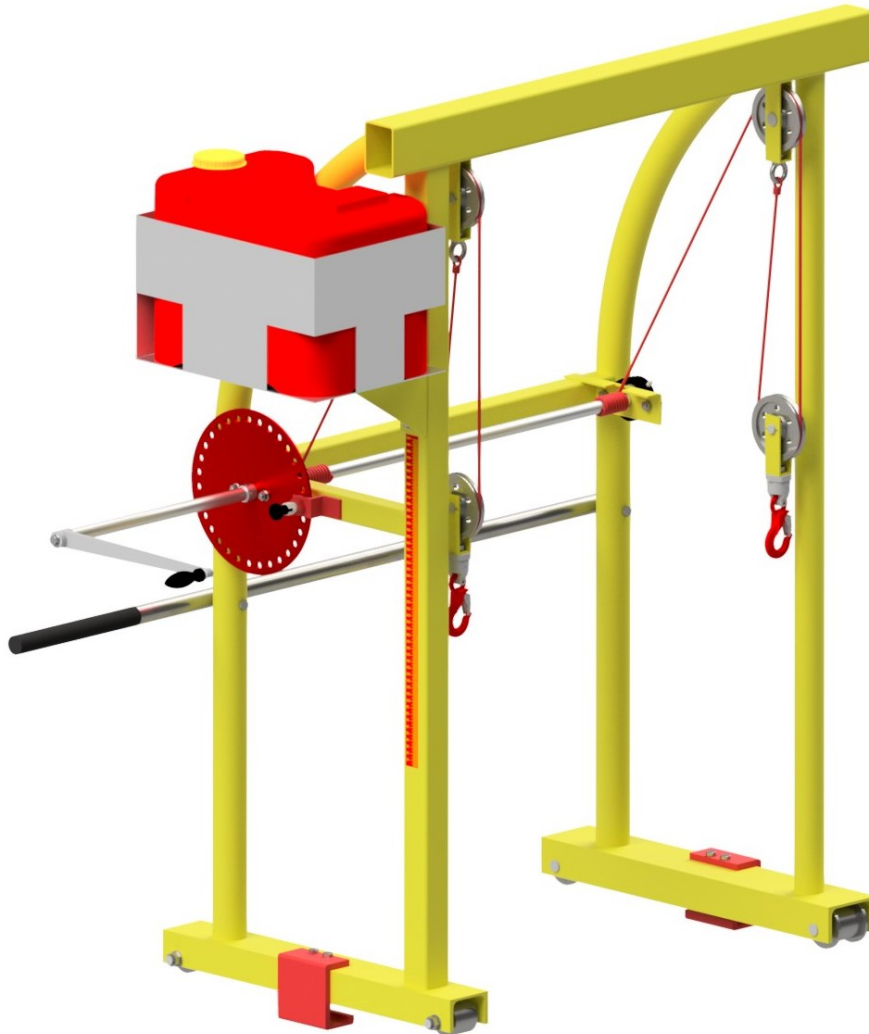


Obrázek 28 Svařenec svislého rámu

Na horní části rámu se nachází uchycený kladkový mechanismus složený ze 4 kladek a na boční části je připevněn hliníkový box pro uchycení nádrže na chlazení pilového pásu. Z nádrže vede hadice, která dopraví chladicí kapalinu k nástroji. Pod již zmíněným hliníkovým boxem lze vidět stupnici díky níž má obsluha přehled o výšce řezu.

V centrální vyztužené části rámu je uchycena navíjecí hřídel, nazývaná také "buben", která je uložena v ložiskových domcích TUCFL 204. Pro usnadnění zvedání pily je klika bubnu dlouhá 300 mm s dostatečným prostorem pro manipulaci.

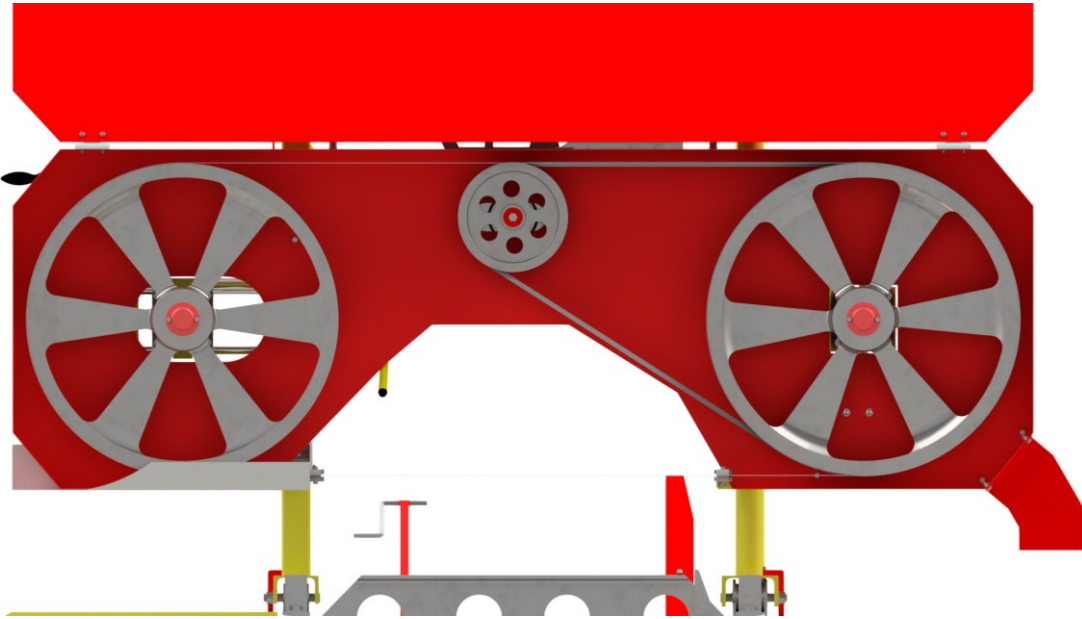
V dolní části rámu je přišroubovaná tyč sloužící k ručnímu posunu celé pily, tedy obsluha musí regulovat rychlost posuvu pily dle potřeby. Do U profilů ve spodní části jsou vloženy čepy s koly, které umožňují pohyb rámu po pojezdové sekci.



Obrázek 29 Svislý rám navrhnutého modelu



### 8.4.2 Hlava pily

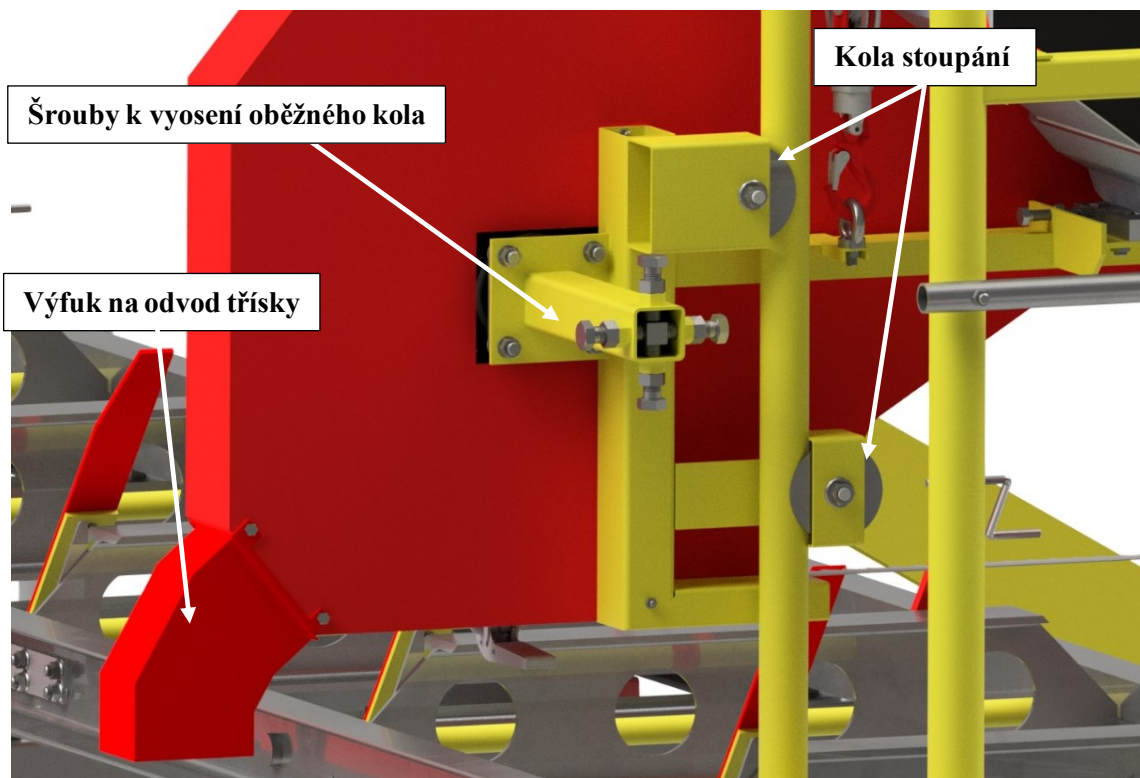


Obrázek 30 Hlava pily navrhnutého modelu

### 8.4.3 Řemenice s oběžnými koly

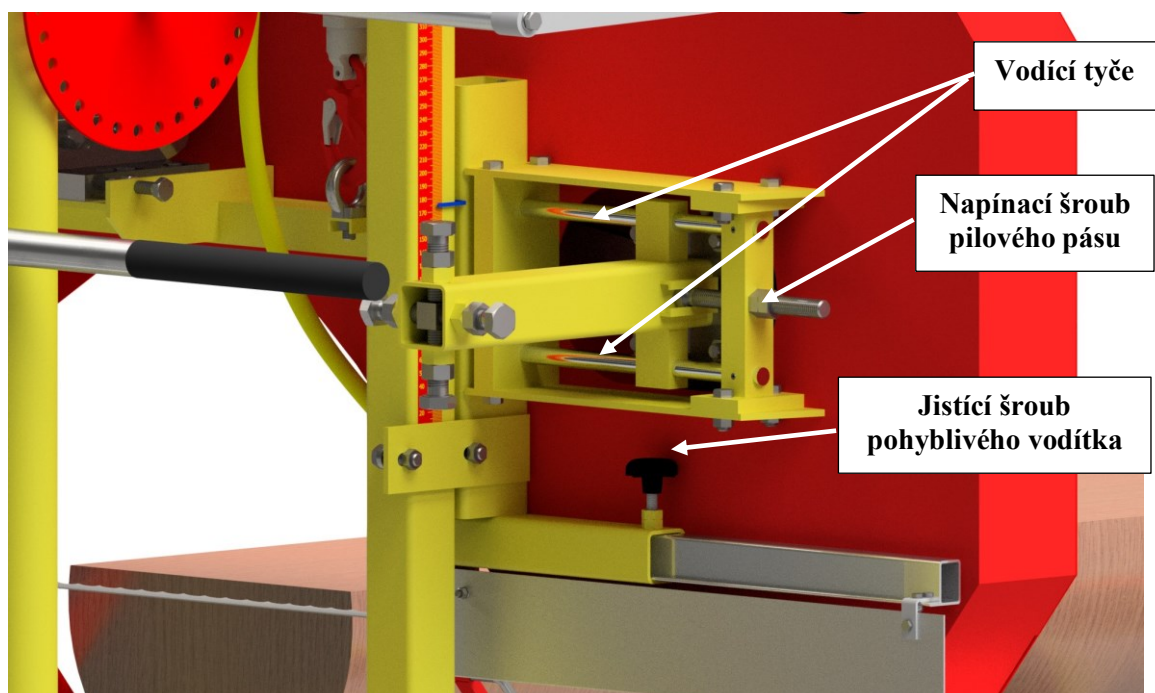
Hlava pily se skládá z mnoha komponent, jak bylo uvedeno v kapitole 5.2. Nejdůležitějším prvkem je řemenice s oběžnými koly. Na hlavním oběžném kole se nachází pilový pás a 2 klínové řemeny. Kolo je proto tvarováno tak, aby nedocházelo ke kontaktu mezi těmito pohyblivými prvky. Druhé oběžné kolo slouží výhradně pro vedení pilového pásu a zabraňuje jeho spadnutí.

K docílení kvalitního řezu je nutné, aby se obě hnací kola dala naklápět dle potřeby. Toto umožňuje upnutí hřídelí v ložiskových domcích UCF 206, která umožňují naklápění hřídelí a jejich míru naklápění je možné regulovat pomocí 4 šroubů na čtyřhranném konci hřídele.



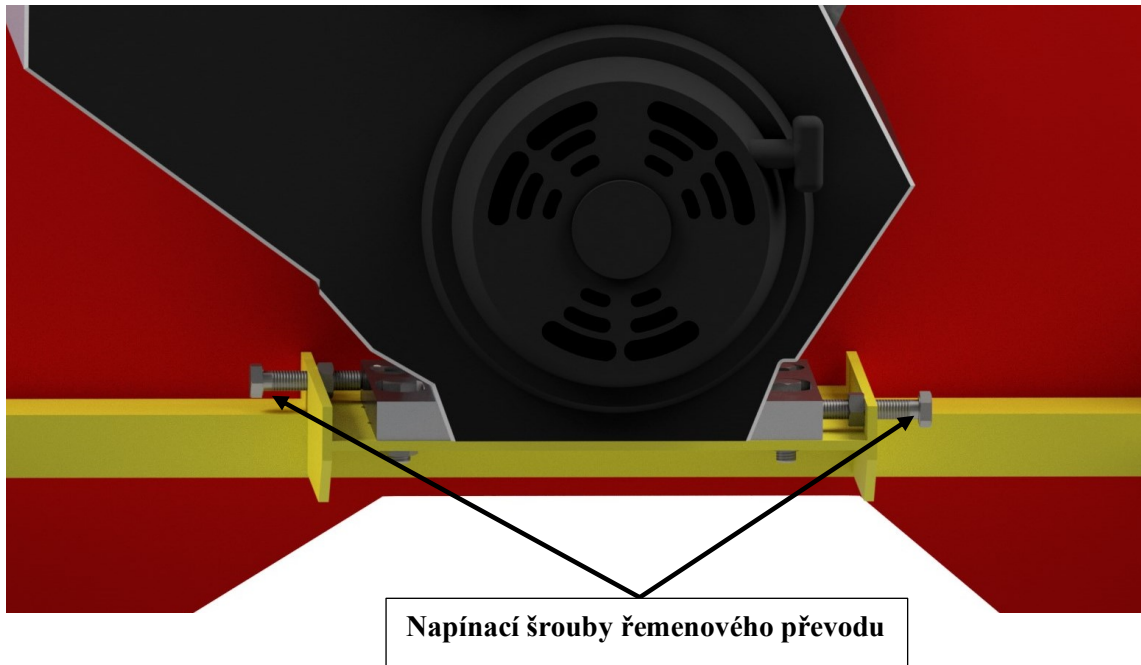
Obrázek 31 Naklápění stacionárního oběžného kola

Jako další důležitá funkce je správné napnutí pilového pásu a klínového řemenu. Pilový pás se napíná pomocí středícího oběžného kola, které je uchyceno na vodících tyčích. Posuv po těchto tyčích je zajištěn šroubem, kterým obsluha může regulovat napínací sílu pásu.



Obrázek 32 Napínání pilového pásu

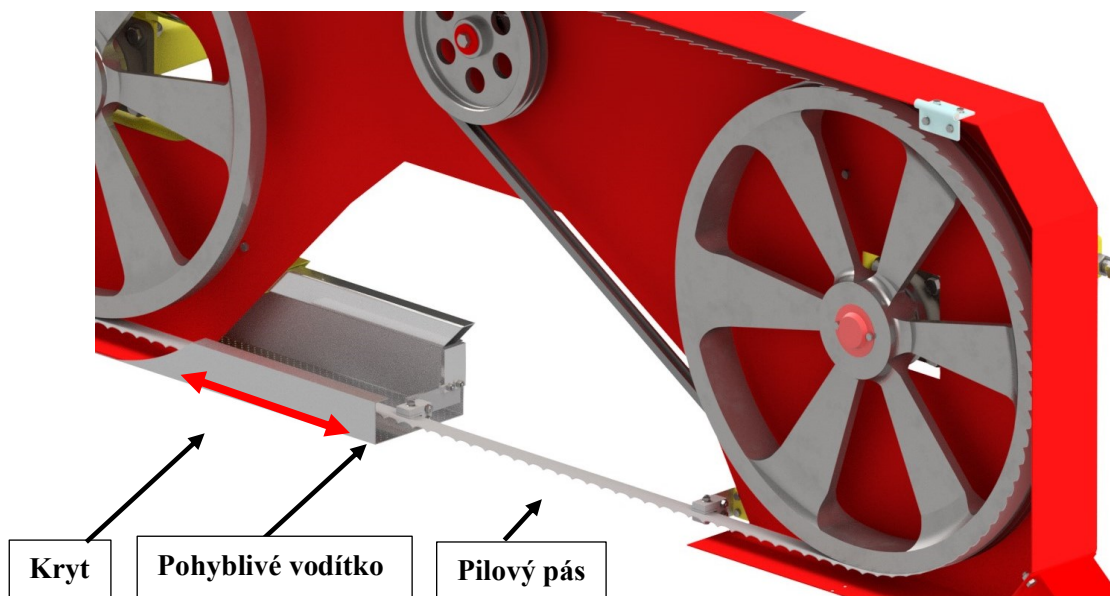
Napínání klínového řemene je prováděno pomocí 2 šroubů, které se vyskytují u spodní části motoru. Díky tomuto jednoduchému konstrukčnímu řešení nebylo nutné zavádět napínací kolo.



Obrázek 33 Napínání řemenového převodu

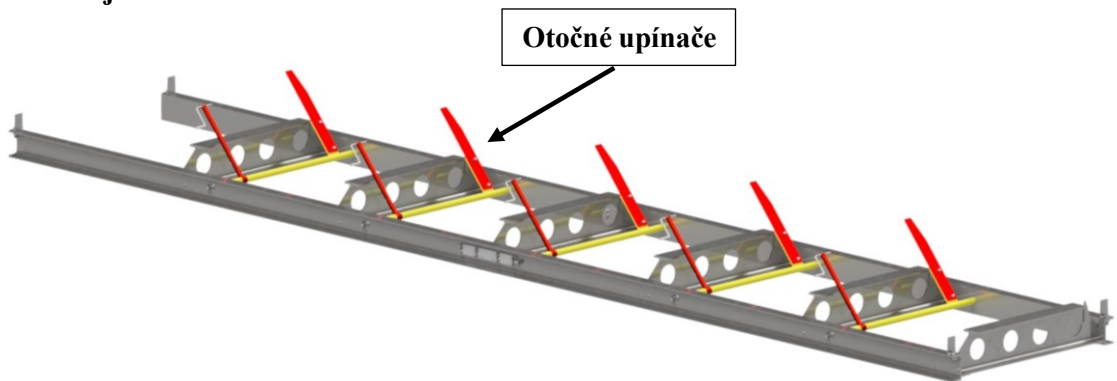
#### 8.4.4 Vodítka

V návrhu byla zvolena bloková vodítka z důvodu jejich nižší ceny a vhodné aplikace pro méně zatížené pily. Na obrázku 34 je patrné, že levé vodítko je pohyblivé. To umožňuje zachovat kvalitní řez i při zpracování materiálů menších průměrů. S pohyblivým vodítkem se synchronně pohybuje i kryt, který chrání obsluhu před kontaktem s pilovým pásem.



Obrázek 34 Hlava pily – Vodítka

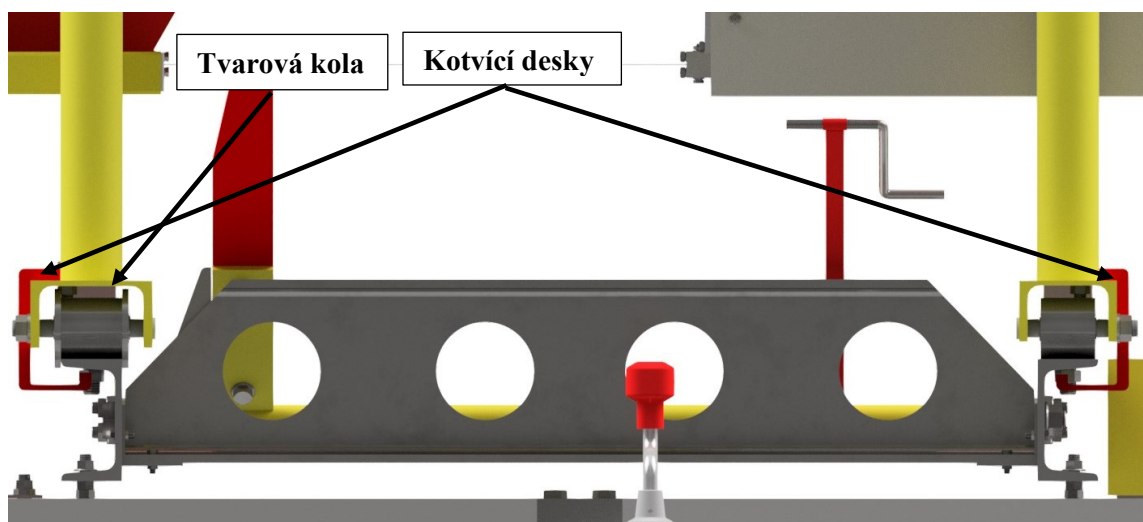
#### 8.4.5 Pojezdová sekce



Obrázek 35 Pojezdová sekce navrhnutého modelu

Pojezdová sekce pily, s délkou až 4880 mm, je robustní konstrukce tvořená 4 nosnými profily typu U. Díky této délce je schopna pila řezat kmeny o délce až 4000 mm. Konce profilů jsou opatřeny dorazy tvaru L, které zabraňují sjetí pily z pojezdové sekce.

Stabilitu a pevnost zajišťuje 6 nosných profilů tvaru I o délce 745 mm. Tyto profily zároveň slouží jako pracovní plocha pro uchycení materiálu. Jejich tvar je navržen tak, aby se zabránilo kolizi se svislým rámem pily. Dále jsou profily tvaru I opatřeny klínovými zuby, které umožňují řez kmenů až do minimální výšky 25 mm. Celý kmen je během řezání pevně fixován pomocí 5 otočných upínačů. Pohyb po pojezdové sekci zajišťují 4 kola o průměru 50 mm. Z nich 2 kola jsou tvarována tak, aby se přizpůsobila tvaru nosníku a zabránila sjetí pily. Aby nedocházelo k vymrštění pily z pojezdové sekce při práci na nerovném terénu, nebo při přepravě, jsou obě nohy vybaveny kotvící deskou. Rychlost pojezdu není regulována, jelikož se jedná o ruční posun, kdy obsluha tlačí pilu pomocí táhla s madlem.

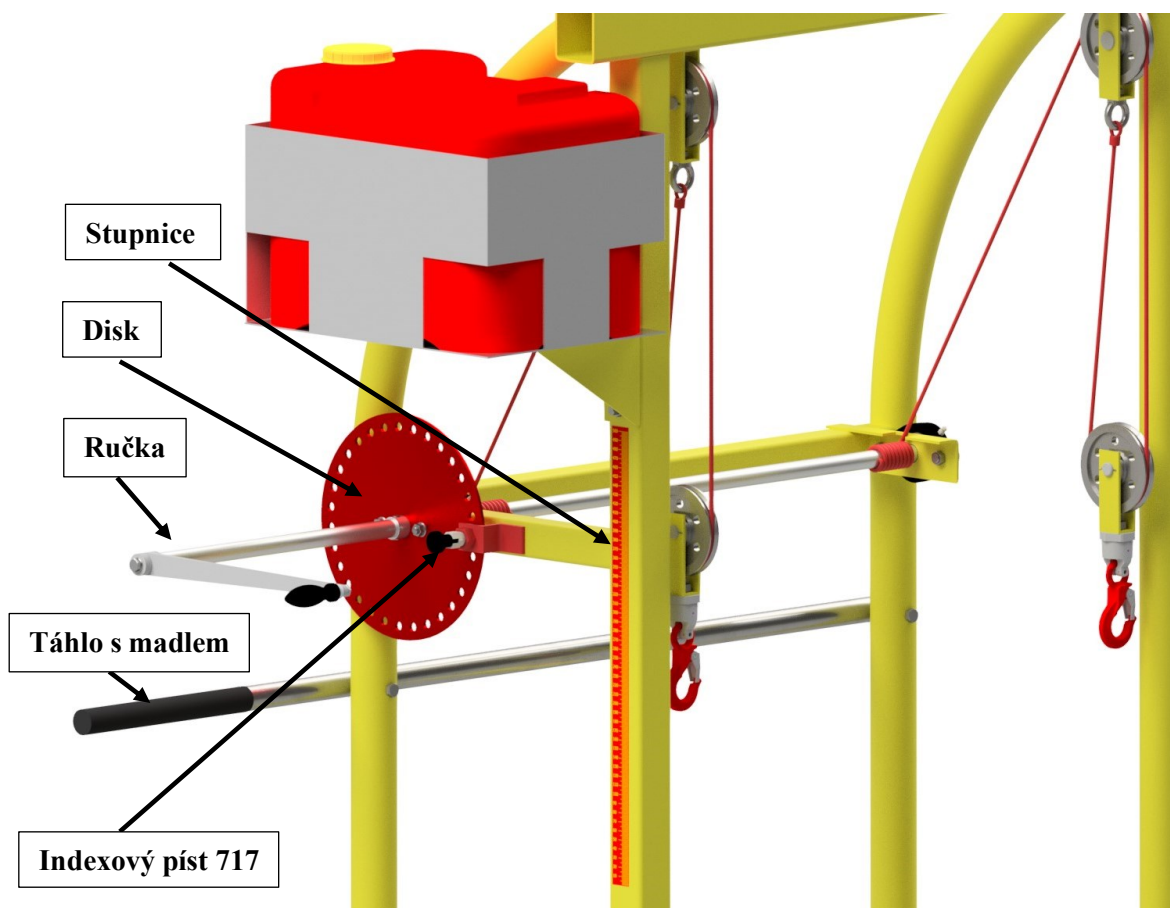


Obrázek 36 Pojištění pojezdu pily

#### 8.4.6 Vedení pily

Hlava pily se v axiálním směru pohybuje díky kladkám instalovaným na svislém rámu pily. Posuv zajišťuje dvoukladkový mechanismus, zvolený s ohledem na značnou hmotnost hlavy pily, která dosahuje 134 kg. Pro zamezení protáčení hřídele, na kterou se navíjí lano, je hřídel vybavena kruhovým diskem s indexovým pístem. Indexový píst 717 o  $\varnothing 8$  mm zabraňuje pootočení hřídele, zatímco disk umožňuje plynulé ovládání stoupání a klesání hlavy pily.

Konstrukce umožňuje měnit výšku hlavy pily s krokem 2,5 mm, kde otočení o  $360^\circ$  zajistí posuv 78,5 mm. Tato hodnota stoupání je dostačující pro řezání hrubého materiálu, pro který je pila primárně určena, a není nutné ji snižovat. Aby obsluha měla neustále přehled o výšce řezu je na vodící tyči svislého rámu přilepena stupnice a na pilové hlavě je ukazatel informující o nastavené výšce.



Obrázek 37 Vedení pily

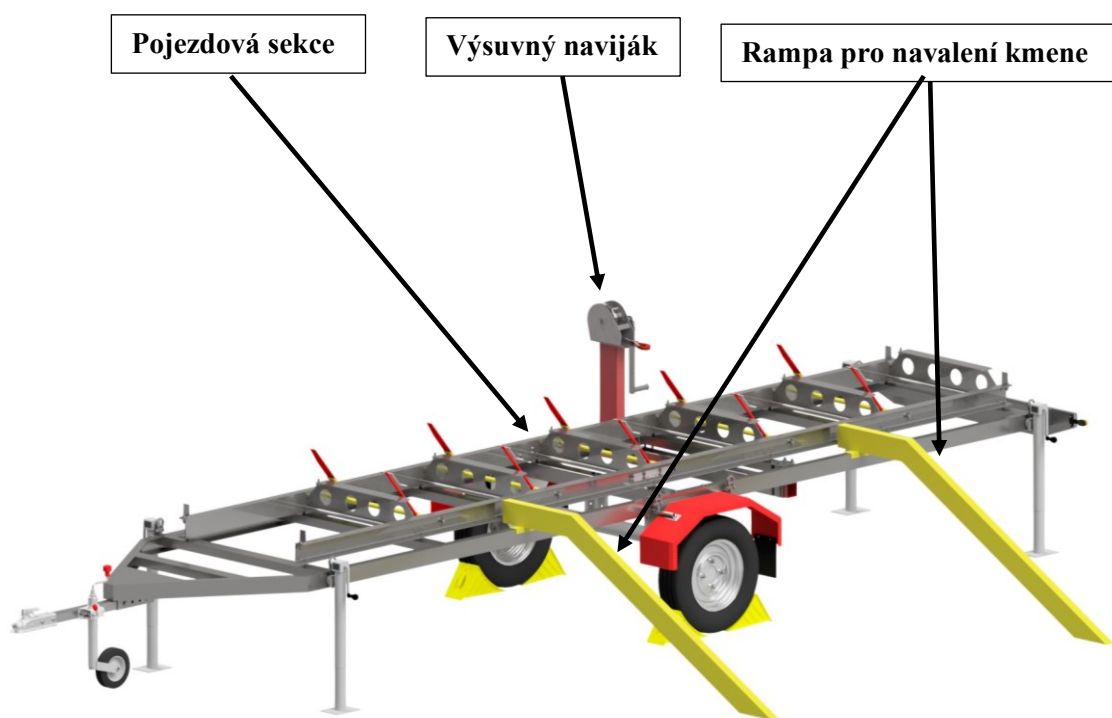
#### 8.4.7 Vozík

Nebržděný vozík mobilní pásové pily je tvořen jednou nápravou připojenou šroubovými spoji ke svařenému rámu. Rám je opatřen vysunovacími blatníky, které jsou pojištěné samojistícími kolíky, aby při práci nepřekáželi obsluze. Stejně jako blatníky, podpěrné nohy jsou připevněny pomocí kolíků, které při jízdě dají otočit o 90°, čímž je docíleno bezproblémové jízdy.

Z boční strany vozíku je připevněn šroubovými spoji výsuvný naviják, který pomáhá obsluze s těžkými kmeny. Součástí vozíku je i rampa pro navalení kmene, která se skládá ze 2 samostatných tvarovaných tyčí. Další součásti jsou zakládací klíny, které zajistí vozík proti pohybu při řezání materiálu.



Obrázek 38 Vozík pily navrhnutého modelu



Obrázek 39 Vozík pily se všemi součástmi

## 9 EKONOMICKÁ ČÁST

Tato část se zaměří na kalkulaci celkové ceny navržené mobilní pásové pily na dřevo. Celková cena návrhu se seskládá z několika částí, a to z ceny hotových součástek, ceny konstrukčního materiálu a výrobních nákladů.

### 9.1 Stanovení ceny hotových součástek

Ceny součástek byly zjištěny z patřičných zdrojů a sepsány do tabulky 7. Z tabulky vyplývá že hotové součástky budou nákladem ve výši 86 586,14 Kč.

Tabulka 7 Ceny hotových součástek

Součást	Cena 1 kusu [Kč]	Ks [-]	Cena [Kč]
Náprava KNOTT G 13 (1350kg)	9688,00	1	9688,00
Kolo pneu 185/80 R14C 104/102N	3029,00	2	6058,00
Podpěrná noha KNOTT 1300KG PR. 57 MM	2468,00	4	14808,00
Kulová spojka WINTERHOFF WW 8-H	439,00	1	439,00
Jezdecké kolo 48 AL-KO	428,00	1	428,00
Svorka jezdeckého kola 48 AL-KO	630,00	1	630,00
Motor Loncin G390-F	16990,00	1	16990,00
Klínový řemen SPZ 9,5x8 -2500	612,59	1	612,59
Samojistící kolík 5-25 66691025	233,16	4	932,64
Samojistící kolík 16-50 66691650	205,40	4	821,60
Ložiskový dům UCF 206	494,90	2	989,80
Ložiskový dům TUCFL 204	629,39	2	1258,78
Konzolový naviják LB 900 VZ	7756,00	1	7756,00
Lana + Háky	1435,00	3	4305,00
Zadní světla + blinkry	839,00	2	1678,00
Blatník 14 Unitrailer	569,00	2	1138,00
Kanystř 20l	199,00	1	199,00
Zakládací klín AL-KO H: 161 MM UK36	281,00	2	562,00
Ložisko DIN 720 32905 25x42x12	568,00	4	2272,00
Pojistní kroužek CSN 022930 2	2,53	1	2,53
Pojistní kroužek CNS 9074 25 x 1,2	4,00	1	4,00
Gufero CSN 02401 25x42x7	12,30	2	24,60
Ložisko CSN 02 4630 61802	277,56	20	5551,20
Podložka CNS 9074 15x1	1,24	20	24,8
Ložisko CSN 02 4630 61800	35,50	2	71,00
Závlačka ČSN 02 1781	0,16	2	0,32
Kolík CSN EN ISO 2338 8 h8 x 26	4,90	1	4,90
PILOUS deska tvrdokovu ARG	532,00	4	2128,00
Plechová deska 2x1500x3000	2498,18	2	4996,36
Šrouby + matice +podložky		543	2212,02
<b>Cena hotových součástek</b>		<b>C<sub>s</sub></b>	<b>86586,14</b>



## 9.2 Stanovení cen konstrukčního materiálu

Stanovení cen za materiál bude nutné rozložit do 2 tabulek. Tabulka 8 bude sloužit ke stanovení ceny materiálu dle délky materiálu a tabulka 9 stanoví ceny dle hmotnosti součástek jako jsou například odlitky.

Tabulka 8 Ceny součástek dle délky

Hlavní část mobilní pásové pily	Délka [m]	Cena 1 m [Kč]	Cena[Kč]
<b>Rám vozíku</b>			
ISO 657/11 - 80x45	17,55	275,88	4842,86
ISO 1799-2 80x80x4	2,40	298,49	716,38
CNSN 425720 - 50x50x4	0,85	192,02	163,22
CSN 426711-45x3	0,15	101,38	15,21
<b>Pojezdová sekce</b>			
ČSN 42 5570 U-100	9,76	310,68	3032,24
CNS 1490 I-150x75x5	4,47	583	2606,01
<b>Svislý rám</b>			
ČSN 425715 - 44,5x4	1,25	243,43	304,29
ČSN 425715 - 51x4	28,66	243,43	697,78
ČSN 426935 - 50x50x3	1,50	137,80	206,70
CSN EN 10305-5 -80x60x3	1,25	198,48	248,10
CNS 425720 - 40x40x3	1,50	107,02	160,53
DIN 1026-2-UPE 100	0,80	311,88	249,50
DIN 1026-2-UPE 80	0,80	280,60	224,48
CSN 425715 - 28x2,6	1,30	97,82	127,17
<b>Hlava pily</b>			
Pilový pás WM II 32x0,9x22	3,00	125,80	377,40
ČSN 42720- 50x50x3	0,30	137,80	41,34
CSN 426936 - 70x50x3	0,90	184,57	166,11
CSN 426936 - 100x60x2,5	0,20	228,95	45,79
CSN 426935 - 40x40x3	0,30	107,02	32,16
CSN 426936 70x35x2	0,25	124,41	31,11
bs 4848 - 60X30X5	0,18	115,50	20,79
CSN 42 5571 - UE 5	0,90	1,53	1,377
<b>Navíjecí zařízení</b>			
CSN EN 10305-5 -80x80x2,5	1,10	298,00	327,80
CSN 426936 - 120x60x3	0,55	256,16	140,89
CSN EN 10219-2 - 70x70x2,5	1,35	139,00	187,65
<b>Cena součástek dle délky</b>		<b>C<sub>D</sub></b>	<b>14 966,81</b>

Tabulka 9 Cena součástí dle hmotnosti

Součástky	Hmot [kg]	Cena 1 kg[Kč]	Cena[Kč]
Oběžné kolo stacionární	29,50	40,00	1180,00
Oběžné kolo posuvné	17,80	40,00	712,00
Řemenice	2,60	40,00	104,00
Hřídel stacionární	1,85	48,6	89,91
Hřídel posuvná	1,95	48,6	94,77
Kladky	2,40	40,0	96,00
Vodící kola hlavy pily	0,85	40,0	34,00
Tvarové kola rámu	1,92	40,00	76,80
Kola rámu	1,16	40,00	46,40
<b>Cena součástí dle hmotnosti</b>		<b>C<sub>H</sub></b>	<b>2467,88</b>

### 9.3 Výsledná cena

Výslednou cenu získáme sečtením tabulkových hodnot. Jelikož v těchto tabulkách není započítána cena obsluhy, energie, pracovníků ani cena výrobních technologií, bude nutné výslednou hodnotu vynásobit procentuální přírůžkou. Ta v našem případě činí 100 %. Bylo nutné zavést tak vysoké procento vzhledem k různorodosti výrobních procesů a zdlouhavosti výroby stroje.

Vztah pro výpočet výsledné ceny návrhu byl sestaven následovně:

$$C_V = (C_S + C_D + C_H) \cdot 100\%$$

$$C_V = (86\,586,14 + 14\,966,81 + 2\,467,88) \cdot 2 = \mathbf{208\,041,7\,Kč}$$

Dle našich výpočtů by výsledná výrobní cena stroje činila přibližně 208 041,7 Kč. Pokud by tato cena byla srovnána s podobnými mobilními pilami pro zpracování dřeva na trhu, bylo by zjištěno (viz zdroj [11]), že jejich ceny se pohybují kolem 220 000 Kč. Z výsledku lze usoudit, že výsledná cena návrhu se přiblížila ceně reálného stroje. Bohužel není možné s jistotou říci, že se jedná o skutečnou cenu návrhu. Aby bylo docíleno reálné ceny návrhu, bylo by nutné provést podrobnější cenové ohodnocení jednotlivých součástí, typu výroby, pracovníků a náklady na výrobu, což u zkonstruovaného návrhu není možné.

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byl návrh mobilní pásové pily pro zpracování dřeva. Práce vycházela z rešerše konstrukce jednoúčelových strojů a zaměřila se na teoretické studium zpracovávaného materiálu, typů jeho zpracování a principů řezání dřeva. Následně byly analyzovány rozdíly mezi mobilním a stacionárním zpracováním dřeva a provedena rešerše na principy fungování strojů s podobným principem. Důraz byl kladen na pochopení rozdílů mezi typy pásových pil a jejich konstrukčním řešením.

V teoretické části práce byly dále popsány základní konstrukční části pásové pily a detailněji rozebrány ty nejdůležitější komponenty.

Praktická část se zaměřila na problematiku napětí v pilovém pásu a popsala vztahy pro řešení těchto problémů. Součástí práce byly i výpočty základních parametrů pily.

Na základě zvolených parametrů a typu zvolené pásové pily byly v praktické části práce stanoveny výchozí parametry v podobě zvolené motoru a pilového pásu. Dále byly provedeny výpočty teoretické části a na jejich základě byl vytvořen 3D model mobilní kmenové (horizontální) pásové pily pro zpracování dřeva. Následně byly popsány zvolené konstrukční prvky a provedeno zhodnocení návrhu z hlediska ceny součástí a materiálu. Součástí práce je i základní výkresová dokumentace celkové sestavy pily s hlavními podsestavami.

Bakalářská práce byla psána tak, aby i osoba bez hlubších znalostí problematiky dokázal pochopit principy a problematiku pásových pil pro zpracování dřeva, včetně rozdílů v konstrukci mobilních verzí těchto strojů.

Závěrem lze konstatovat, že cíle bakalářské práce byly splněny.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURA

- [1] HOADLEY, R.Bruce. *Understanding wood a craftsman s guide to wood technology*. 1. Newtown: The Taunton Press, Inc., 2001. ISBN 1-56158-358-8.
- [2] CSANÁDY, Etele a Endre MAGOSS. *Mechanics of Wood Machining*. 2. Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG, 2013. ISBN 978-3-642-29954-4.
- [3] ŘASA, Jaroslav a Vladimír GABRIEL. *Strojírenská technologie 3*. 2. Scientia, spol. s r.o, pedagogické nakladatelství, 2005. ISBN 80-7183-337-1.
- [4] Rankito. In: *Www.rankito.cz* [online]. 2017, 17.08.2017 [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.rankito.cz/nejlepsi-kozy-na-rezani-dreva/>
- [5] SIXNET S.R.O. *Strojcad.cz* [online]. 2012 [cit. 2024-03-18]. Dostupné z: <https://www.strojcad.cz/>
- [6] Yorksaw. In: *Www.yorksaw.com* [online]. 1996, 31.07.2023 [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.yorksaw.com/guide-to-sawmills/portable-vs-stationary-sawmills/>
- [7] *Fipas* [online]. 2005, 5.12.2016 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.fipas.cz/pilous-ctr-550mobil>
- [8] STŘEDNÍ ŠKOLA STAVEBNÍCH ŘEMESEL BRNO-BOSONOHY. Soubosonohy. In: JAŠEK, Jan. STŘEDNÍ ŠKOLA STAVEBNÍCH ŘEMESEL BRNO-BOSONOHY. *Www.soubosonohy.cz/* [online]. 2004, 6.5.2019 [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: [https://www.soubosonohy.cz/files/sou\\_files/nespor/Sablony/JA%C5%A0EK/002%20Psov%20pila%20kmenov.pdf](https://www.soubosonohy.cz/files/sou_files/nespor/Sablony/JA%C5%A0EK/002%20Psov%20pila%20kmenov.pdf)
- [9] Stroje.megainzerce. In: *Stroje.megainzerce.cz* [online]. 2000 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://stroje.megainzerce.cz/drevoobrabeci-stroje/ramova-pila-katrbz-podpili-84153.htm>
- [10] OL\_KRAJ. Eluc.ikap. In: OL\_KRAJ. *Www.eluc.ikap.cz* [online]. 2004, 15.5.2018 [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1954>
- [11] FRANC, Josef. *Pilous* [online]. 2001, 2004 [cit. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://www.pilous.cz>
- [12] Holzmann. In: HORNER, Roland. *Holzmann-maschinen.at* [online]. 2013, 2017 [cit. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://www.holzmann-maschinen.at/CZ/Kmenov%C3%A1-p%C3%A1sov%C3%A1-pila-10705>
- [13] OL\_KRAJ. Eluc.ikap. In: OL\_KRAJ. *Www.eluc.ikap.cz* [online]. 2004, 15.5.2018 [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1202>
- [14] BIRD, Lonnie. *The Bandsaw book*. 1. Taunton Press, Inc., 2000. ISBN 1-56158-289-1.
- [15] FIPAS - PILY NA KOV S.R.O. Pasove-pily. In: FIPAS - PILY NA KOV S.R.O. *Www.pasove-pily.cz* [online]. 2013, 05.12.2016 [cit. 2024-03-22]. Dostupné z: <https://www.pasove-pily.cz/pilove-pasy-na-drevo>
- [16] *Pilanawood* [online]. 2016 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.pilanawood.cz/>
- [17] Fenoza. In: *Www.fenoza.cz* [online]. 2013 [cit. 2024-02-18]. Dostupné z: <https://www.fenoza.cz/Pilove-pasy-a-listy-na-drevo/Pasy-PILANA/Kmenove-pilove-pasy/>

- [18] EPAG DOMAINSERVICES GMBH. Posch. In: EPAG DOMAINSERVICES GMBH. *Www.posch.com* [online]. 1998, 10.3.2024 [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: <https://www.posch.com/cs/vyrobky/manipulace-s-poleny/spaeneabsaugung-zyklon/>
- [19] *Svarecky-obchod* [online]. In: . [cit. 2024-02-29].
- [20] PROFESIONÁLNÍ PÁSOVÉ PILY NA KOV A DŘEVO. In: *Pilous.cz* [online]. 2016 [cit. 2024-01-14]. Dostupné z: <https://www.pilous.cz/drevo/pasove-pily-na-drevo/mobilni-pasove-pily/ctr-750-e-mobil>
- [21] NOVÁK, Ing. Vladimír. *Dřevařská technická příručka*. 1. Praha: SNTL, 1970. ISBN 04-821-70. 674.
- [22] LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: učebnice pro školy technického zaměření*. Šesté vydání. Úvaly: Albra, 2017. ISBN isbn978-80-7361-111-8.
- [23] MICHAEL, Jiří. *PRUŽNOST A PEVNOST II*. 2. ČVUT, 2006. ISBN 80-01-02375-3.
- [24] Legnex. In: *Www.legnex.cz* [online]. 2001 [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.legnex.cz/kmenova-pasova-pila-holzmann-bbs550smart-g>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Veličina	Jednotka	Popis
$A$	[mm]	příčná vzdálenost os
$A_{skut}$	[mm]	příčná vzdálenost os (skutečná)
$B$	[mm]	rozdíl vzdáleností os
$B_{skut}$	[mm]	rozdíl vzdáleností os (skutečný)
$b$	[mm]	šířka koruny
$C$	[mm]	osová vzdálenost kol
$C_{max}$	[mm]	maximální osová vzdálenost kol
$C_{min}$	[mm]	minimální osová vzdálenost kol
$C_{skut}$	[mm]	osová vzdálenost kol (skutečná)
$C_D$	[Kč]	cena součástek dle délky
$C_H$	[Kč]	cena součástek dle hmotnosti
$C_S$	[Kč]	cena hotových součástí
$C_V$	[Kč]	výsledná cena návrhu
$c_1$	[kW]	přenášený výkon jedním řemenem v provozních podmínkách
$c_2$	[-]	součinitel počtu řemenů v převodu
$c_3$	[-]	součinitel počtu řemenů v převodu
$D$	[mm]	průměr oběžného kola
$D_z$	[mm]	průměr příčného zakřivení oběžných kol
$d$	[mm]	průměr hnacího kola
$E$	[Pa]	modul pružnosti oceli v tahu
$G$	[MPa]	modul pružnosti ve smyku
$i$	[-]	převodový poměr
$L$	[mm]	vzdálenost os oběžných kol
$n$	[s <sup>-1</sup> ]	počet otáček kol

$n_1$	[s <sup>-1</sup> ]	počet otáček hnacího kola
$n_2$	[s <sup>-1</sup> ]	počet otáček oběžného kola
P	[N]	řezná síla
$P_{kr}$	[N]	kritická posuvná síla
$P_n$	[N]	napínací síla
$P_r$	[kW]	přenášený výkon jedním řemenem v provozních podmínkách
q	[-]	vrubová citlivost
R	[-]	koefficient nesouměrnosti kmitu
s	[mm]	tloušťka pilového pásu
š	[mm]	šířka pilového pásu
T	[s]	perioda kmitu
t	[mm]	rozteč zubu
v	[m · s <sup>-1</sup> ]	řezná rychlost
z	[-]	počet řemenů
$\alpha$	[-]	součinitel tvaru
$\beta$	[-]	vliv vrubu
$\beta_u$	[°]	úhel opásání hnacího kola
$\beta_{uskut}$	[°]	úhel opásání hnacího kola (skutečný)
$\nu$	[-]	Poissonovo číslo
$\eta_p$	[-]	součinitel vlivu povrchu
$\sigma_a$	[MPa]	amplituda napětí
$\sigma_c$	[MPa]	mez únavy pilového pásu
$\sigma_M$	[MPa]	střední hodnota napětí pilového pásu
$\sigma_h$	[MPa]	horní napětí kmitu
$\sigma_m$	[MPa]	střední napětí kmitu
$\sigma_n$	[MPa]	dolní napětí kmitu

---

$\sigma_c^x$	[MPa]	mez únavy reálné součásti namáhané tahem
$\sigma_{pc}$	[MPa]	předběžná únava v tahu pro střídavý cyklus
$\sigma_{pt}$	[MPa]	mez pevnosti materiálu
$\sigma_{red}$	[MPa]	maximální napětí v pilovém pásu
$\sigma_1$	[MPa]	napětí v pilovém pásu od napnutí
$\sigma_2$	[MPa]	ohybové napětí
$\sigma_3$	[MPa]	příčné ohybové napětí
$\sigma_4$	[MPa]	napětí od vyosení kola
$\sigma_5$	[MPa]	napětí řezné síly
$\epsilon_v$	[-]	součinitel velikosti
$\Psi$	[°]	úhel vyosení kola
$\Psi_\sigma$	[-]	součinitel sbíhavosti



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Rozdílné struktury tvrdého a měkkého dřeva pod mikroskopem .....	12
Obrázek 2 Typy třísek vzniklých třískovým obráběním dřeva.....	13
Obrázek 3 Řezání dřeva ruční motorovou pilou .....	14
Obrázek 4 Stabilní pila dvoukotoučová úhlová .....	15
Obrázek 5 Mobilní horizontální pásová pila.....	16
Obrázek 6 Schéma horizontální a vertikální pásové pily .....	17
Obrázek 7 Kotouče oběžné pily na dřevo.....	18
Obrázek 8 Vertikální rámová pila.....	19
Obrázek 9 Řetězová pila – neukotvena .....	20
Obrázek 10 Horizontální pásová pila s manuálním posuvem .....	23
Obrázek 11 Horizontální pásová pila s elektrickým posuvem .....	24
Obrázek 12 Horizontální pásová pila s hydraulickým a elektrickým posuvem .....	25
Obrázek 13 Horizontální pásová pila .....	26
Obrázek 14 Hlava horizontální pásové pily.....	27
Obrázek 15 Tvarování oběžného kola.....	28
Obrázek 16 Schéma ložiskového a blokového vodítka.....	29
Obrázek 17 Materiály pilových pásů.....	30
Obrázek 18 Pilové pásy typu 5340 WM 1,2,4.....	31
Obrázek 19 Odsávací zařízení pilin k automatickým pilám.....	32
Obrázek 20 Pojezdová sekce horizontální pásové pily .....	33
Obrázek 21 Schéma vozíku horizontální mobilní kmenové pásové pily .....	34
Obrázek 22 Zobrazení zabíhavosti pilového pásu .....	37
Obrázek 23 Schéma řemenového převodu .....	40
Obrázek 24 Rozložení napětí v pilovém páse.....	43
Obrázek 25 Schéma tvarového a rovinného oběžného kola.....	44
Obrázek 26 Schéma vyosení kol u pásové horizontální pily .....	45
Obrázek 27 Navrhnutý model mobilní pásové pily pro zpracování dřeva.....	62
Obrázek 28 Svařenec svislého rámu .....	63
Obrázek 29 Svislý rám navrhnutého modelu.....	64
Obrázek 30 Hlava pily navrhnutého modelu .....	65
Obrázek 31 Naklápění stacionárního oběžného kola .....	66
Obrázek 32 Napínání pilového pásu .....	66
Obrázek 33 Napínání řemenového převodu .....	67
Obrázek 34 Hlava pily – Vodítka.....	67

---

Obrázek 35 Pojezdová sekce navrhnutého modelu.....	68
Obrázek 36 Pojištění pojezdu pily .....	68
Obrázek 37 Vedení pily.....	69
Obrázek 38 Vozík pily navrhnutého modelu.....	70
Obrázek 39 Vozík pily se všemi součástmi .....	71

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Tvrdost dřeva.....	12
Tabulka 2 Rozměry pilových pásů na dřevo dle typu WM do 50 mm .....	31
Tabulka 3 Rozměry a geometrie pilových pásů dle typu pily .....	35
Tabulka 4 Parametry zvoleného motoru.....	53
Tabulka 5 Parametry pilového pásu .....	54
Tabulka 6 Obecně zvolených parametrů .....	54
Tabulka 7 Ceny hotových součástek .....	72
Tabulka 8 Ceny součástek dle délky .....	73
Tabulka 9 Cena součástek dle hmotnosti .....	74

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1 Průběh cyklického namáhání na pilovém páse .....	47
Graf 2 Smithův diagram .....	48
Graf 3 K určení typu průřezu klínového řemenu .....	57

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Výkres mobilní pásové pily pro zpracování dřeva

Příloha P II: Výkres hlavy pily

Příloha P III: Kusovník hlavy pily

Příloha P IV: Výkres vozíku

Příloha P V: Kusovník vozíku

Příloha P VI: Výkres svislého rámu

Příloha P VII: Výkres pojezdové sekce