

# Konstrukce bočního krytu řetězové pily

Luděk Chvilíček

---

Bakalářská práce  
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2013/2014

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Luděk Chvilíček**  
Osobní číslo: **T13935**  
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Technologická zařízení**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Konstrukce bočního krytu řetězové pily**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracujte rešerši na dané téma**
- 2. Navrhněte boční kryt ruční řetězové pily poháněné benzinovým motorem**
- 3. Součástí sestavy krytu bude i startovací zařízení**
- 4. Kryt musí umožňovat nasávání motoru pily**
- 5. Zhodnoťte výhody a nevýhody navrženého řešení**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**Dle doporučení vedoucího práce**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. David Sámek, Ph.D.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**10. února 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**23. května 2014**

Ve Zlíně dne 10. února 2014

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: CHVILÍČEK LUDEK

Obor: PI/TZ

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/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.

Ve Zlíně 11.5.2014

Ludek Chvilíček

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Hlavním úkolem bakalářské práce je navrhnout boční kryt startovacího zařízení motorové pily. Teoretická část je v první části zaměřena na historii motorových pil, dále se pokračuje rozdělením motorových pil a popisem jednotlivých hlavních částí motorové pily. Na konci teoretické části je popsáno startovací zařízení, včetně popisu možných poruch, které mohou nastat při jeho používání. Praktická část je zaměřena na samotnou konstrukci startovacího zařízení. První fáze je zaměřena na konstrukci bočního krytu startovacího zařízení. Dále se pokračuje konstrukcí rukojeti, kde jsou na výběr dvě varianty, a konstrukcí dalších součástí, jako jsou lanová kladka, osa lanové kladky, vratná pružina a západky. V závěru praktické části jsou popsány výhody a nevýhody této konstrukce.

Klíčová slova: Motorová pila, startovací zařízení, boční kryt

## **ABSTRACT**

The main task of this bachelor thesis is to design a chain saw side cover with starter mechanism. The first section of theoretical part is about history of the chain saws, about the types of chain saws and description of the main parts of a chain saw. At the end of the theoretical part is described starter mechanism. Practical part contains the design of starter mechanism. The first part is focused on a design of chain saw side cover. Two variants of a design of a starter grip follows, and then there is presented a design of others components such as rope pulley, rope pulley axis and a return spring. Finally, the advantages and disadvantages of this design are discussed at the end of practical the part.

Keywords: Chain saw, starter mechanism, side cover

Na tomto místě chci poděkovat Ing. Davidu Sámkovi, Ph.D., za odborné vedení, poskytnuté rady a čas, který mně věnoval, při vypracování této bakalářské práce.

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

# OBSAH

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ÚVOD</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....                           | <b>10</b> |
| <b>1 HISTORIE PIL</b> .....                              | <b>11</b> |
| 1.1 ZROD MOTOROVÉ PILY .....                             | 11        |
| <b>2 ROZDĚLENÍ MOTOROVÝCH PIL</b> .....                  | <b>16</b> |
| <b>3 HLAVNÍ ČÁSTI MOTOROVÉ PILY</b> .....                | <b>18</b> |
| 3.1 MOTOROVÁ ČÁST PILY .....                             | 18        |
| 3.2 VZDUCHOVÝ FILTR.....                                 | 21        |
| 3.3 ZAPALOVACÍ SOUSTAVA .....                            | 22        |
| 3.4 SPOJKA.....  | 23        |
| 3.5 BRZDA ŘETĚZU.....                                    | 23        |
| 3.6 OLEJOVÉ ČERPADLO .....                               | 24        |
| 3.7 NÁDRŽ PALIVA .....                                   | 25        |
| 3.8 ŘEZACÍ ČÁST MOTOROVÉ PILY .....                      | 26        |
| 3.8.1 Vodící lišta .....                                 | 26        |
| 3.8.2 Pilový řetěz.....                                  | 27        |
| 3.9 NOSNÁ ČÁST MOTOROVÉ PILY .....                       | 28        |
| <b>4 STAROVACÍ ZAŘÍZENÍ</b> .....                        | <b>30</b> |
| 4.1 POPIS STARTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ .....                    | 30        |
| 4.2 PORUCHY STARTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ .....                  | 31        |
| <b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....                           | <b>34</b> |
| <b>5 KONSTRUKCE STARTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ</b> .....          | <b>35</b> |
| 5.1 KONSTRUKCE BOČNÍHO KRYTU STARTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ ..... | 36        |
| 5.2 KONSTRUKCE RUKOJETI .....                            | 43        |
| 5.3 KONSTRUKCE KRYTU PRO LOGO VÝROBCE.....               | 47        |
| 5.4 KONSTRUKCE OSY .....                                 | 48        |
| 5.5 KONSTRUKCE LANOVÉ KLADKY .....                       | 49        |
| 5.6 KONSTRUKCE VRATNÉ PRUŽINY .....                      | 51        |
| <b>ZÁVĚR</b> .....                                       | <b>52</b> |
| <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....                   | <b>54</b> |
| <b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....          | <b>55</b> |
| <b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....                              | <b>56</b> |
| <b>SEZNAM TABULEK</b> .....                              | <b>58</b> |
| <b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....                               | <b>59</b> |

## ÚVOD

V teoretické části je nejprve věnována pozornost historii motorových pil, dále jejich rozdělení pomocí hmotnostní a výkonové třídy. V kapitole číslo tři jsou postupně popsány hlavní části motorové pily. Poslední kapitola teoretické části je věnována samotnému popisu startovacího zařízení, kde jsou popsány jednotlivé části startovacího zařízení. Taktéž je zde věnována pozornost možným poruchám, které mohou nastat, při používání startovacího zařízení. Je zde rovněž vysvětleno, jak se těmto poruchám vyvarovat a jejich následná oprava.

Motorová pila se v posledních desítkách let velmi vyvíjela. Na začátku stálo zařízení, které mělo hmotnost až 45 kg a k jeho obsluze bylo za potřeby dvou osob. Postupem let klesla hmotnost motorových pil až k dnešním 5 – 7 kg, a k zajištění její obsluhy stačí jedna osoba. Taktéž její využití se rozšířilo. Původně byla pila určena výhradně pro potřeby těžby dřeva v lesnictví, což je i v dnešní době její primární funkcí, avšak můžeme se setkat s jejím využitím pro záchranné účely nebo při hobby činnostech.

Startovací zařízení patří mezi nejdůležitější části motorové pily. Pomocí startovacího zařízení dochází k roztočení klikové hřídele motoru. Boční kryty startovacích zařízení mají různé provedení jejich designu, který vychází z plynulé návaznosti na sousední části motorové pily. (palivová a olejová nádrž, horní kryt motoru pily). Avšak jejich základní části, které jsou tvořeny rukojetí, lanovou kladkou, vratnou pružinou a západkami zůstávají u většiny provedení podobné.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORIE PIL

Historie pil začíná již v době kamenné. První pily nebyly vůbec podobné tvarem ani konstrukcí dnešním pilám, ale byl to první krok na dlouhé cestě při vývoji pily do tvaru, v jakém je známe v dnešní době. Tyto pily se skládaly z malých zubů připevněných na pazourek srpkovitého tvaru. Ve starověkém Egyptě dochází k první změně konstrukce pily, kde klasickou pilu z pazourku Egypťané nahrazují bronzovým pilovým listem, který je napnutý na dřevěném oblouku. Další vývoj v staletích pokračoval na zdokonalování tvaru zubů a jejich umístění do ideální polohy. Římané přichází s úpravou polohy zubů, kde vychylují zuby střídavě proti sobě, což způsobuje, že nedochází k uvíznutí pily v řezu. Postupem staletí ještě upravuje tvar pily Leonardo da Vinci, který obrací každý zub “čelem vzad” tato úprava umožňuje, že pila zabírá v obou směrech. Další vývoj pil probíhá v různých úpravách listu pily, zvyšování jejího výkonu a zvyšování kvality řezu.

### 1.1 Zrod motorové pily

U zrodu motorových pil stála myšlenka na zkvalitnění těžby dřeva a zároveň zvýšení její produktivity. Avšak první prototypy moc práci neulehčovaly, ale spíše naopak. Práce s nimi nebyla vůbec jednoduchá, s těmito prototypy se těžce manipulovalo a taktéž se mnohdy stávalo, že byly nefunkční. S pohonem se taktéž hodně experimentovalo, nejprve se experimentovalo s myšlenkou pohánět tyto pily dřevním odpadem nebo párou.[1] Avšak tyto cesty nevedly ke zdárným výsledkům a tak se ustoupilo od těchto pohonů. U prvních prototypů byla taktéž velká nevýhoda, že tyto prototypy byly velmi těžké, vážily okolo 60 kilogramů a ve většině případů museli s těmito prototypy manipulovat dva lidé. Postup vývoje byl tedy jednoznačný a to snižovat jejich váhu a taktéž se snažit upravovat jejich tvar tak, aby manipulace s nimi byla co nejjednodušší.



Obr. 1. Pila poháněná mobilním parním strojem [1]

V Německu se kolem roku 1917 objevuje experimentálně první motorová pila typu Sector poháněná spalovacím motorem.[2] Pilový řetěz této motorové pily obíhal po trojúhelníkové dráze. V průběhu dalších let dochází k řadě technických vylepšení na tomto typu pily a v roce 1924 se tato pila začíná používat v lesním hospodářství, kde její hlavní funkcí bylo krácení kmenů.



Obr. 2. Motorová pila Sector [2]

Opravdovým průkopníkem v konstrukci motorových pil, byl německý konstruktér, Andreas Stihl.[3] V roce 1926 si tento konstruktér nechává patentovat svůj první model pod názvem „strom - kácející stroj“. Jednalo se o pilu poháněnou elektromotorem, ale již ve stejném roce uskutečňuje, Andreas Stihl první pokusy s pilami poháněnými spalovacím motorem.



Obr. 3. Andreas Stihl s motorovou pilou CONTRA [3]

V roce 1929 představuje v německém Stuttgartu, kde založil firmu na výrobu motorových pil, která existuje dodnes, přenosnou pilu s benzinovým motorem pod názvem „dvoumuž-

ný stroj na kácení stromů“.[4] Tyto pily měly výkon šest koní a vážily 46 kilogramů. Pily bylo možné použít nejen pro přezávání stromů, ale i pro jejich kácení. Bylo to umožněno tím, že šlo přestavit polohu lišty ze svislého směru do vodorovného, vůči nosné části pily.



Obr. 4. Dvoumužná pila STIHL na kácení stromů [4]

V roce 1930, Andreas Stihl, na veletrhu v Lipsku představuje první přenosnou motorovou pilu. Andreas Stihl je také vlastníkem spousty patentů, jako je patent na řezné a vymezovací zuby, které slouží k lepšímu vyhazování pilin. Dalším patentem je automatické mazání řetězu nebo automatická odstředivá spojka. Dále začíná v motoru používat hliníkové slitiny. Toto úsilí tvořené spoustou patentů vedlo k tomu, že v roce 1950 Andreas Stihl, představuje motorovou pilu, pod označením STIHL BL.[5] Tato pila byla již ovládána jedním člověkem. Pila vážila 16 kilogramů, což byl veliký technologický pokrok od doby, kdy první pila, vydaná firmou Stihl, vážila 46 kilogramů. Pila měla otočný karburátor, který se používal při řezání pokácených kmenů a při kácení.



Obr. 5. Motorová pila, STIHL BL [5]

O čtyři roky později, v roce 1954 Stihl, představuje pilu, pod označením Stihl BLK. [6] Tato zkratka pochází z německých slov benzín, malý a lehký. Tato pila již vážila 11 kilo-

gramů. V roce 1959 Stihl, přichází s benzinovou motorovou pilou, Stihl CONTRA[7], tato pila má výkon šesti koňských sil a váží 12 kilogramů. Ale nejdůležitější je, že se tato pila prosadila, při motorizaci lesních prací na celém světě.



Obr. 6. Motorová pila, STIHL BLK [6]

S motorovou pilou se taktéž objevuje jeden problém, tento problém se vyskytoval, při každodenní práci s motorovou pilou. Tímto problémem byly vibrace, které byly způsobeny motorem a řetězem pily. Výrobci začali postupně vyvíjet různé antivibrační systémy, které by usnadnily používání motorových pil.



Obr. 7. Motorová pila, STIHL CONTRA [7]

V roce 1969 představuje, jako první firma Husqvarna, motorovou pilu model 180 se zabudovaným systémem tlumení vibrací. Tento systém se skládá ze skupiny pružin a tlumičů, který se začal používat postupně ve všech pilách. V roce 1973 si firma Husqvarna připisuje další prvenství, kde představuje u svého modelu 140 automatickou brzdu řetězu.[8]

U motorových pil je nebezpečí tzv. zpětného vrhu. Nejvíce je ohrožená levá ruka obsluhy. Proto se začaly vyvíjet různé kryty, které prostřednictvím pákového mechanismu ovládaly brzdový pás, který zastaví buben spojky. Toto řešení bylo ještě doplněno tzv. setrvačností aktivovanou pákou brzdy, kdy vlivem setrvačnosti této páky, při zpětném vrhu pily, dojde k posunu směrem dopředu bez dotyku ruky obsluhy, a tím je sepnut pás brzdy a zastaven

řetěz. Tyto brzdy se vyráběly původně kovové, ale vzhledem k úsporám na hmotnosti se v dnešní době vyrábějí plastové.



Obr. 8. Husqvarna 140 [8]

V roce 1988 firma Stihl, vyvinula, jako první katalyzátor pro motorové pily. Katalyzátor minimalizuje nespálené složky ve výfukových plynech a tímto bylo docíleno snížení emisí o 60 – 80 %. Katalyzátor snižuje podíl škodlivin chemickou reakcí, takzvaným dodatečným spalováním. Toto dodatečné spalování se iniciuje nanesenou speciální vrstvou se vzácnými kovy. Přidáváním studeného vzduchu se proud výfukových zplodin ochladí. Pily s katalyzátorem u firmy Stihl, poznáme tak, že v názvu mají označení “ D “.

## 2 ROZDĚLENÍ MOTOROVÝCH PIL

Motorové pily je možné rozdělovat podle různých kritérií. Prvním z kritérií může být dělení podle druhu pohonu. Pohon motorové pily může být tvořen spalovacím motorem a to buď motorem dvoudobým, nebo motorem čtyřdobým. Většinou se u pily používají spalovací motory dvoudobé.[9] Dalším z možností může být pohon pomocí elektromotoru.[10] Elektrické pily využívají zpravidla střídavé napětí o velikosti 230 V, ale existují i pily, které jsou poháněné stejnosměrným proudem o napětí 12 nebo 14 V. Výhodou u tohoto motoru je, že můžeme s ním pracovat v uzavřené místnosti, kde není dostatečné odvětrávání. Další výhodou tohoto motoru je, že jeho hlučnost je mnohem menší, než u spalovacího motoru. Ale velkou nevýhodou je potřeba elektrického napájení a tím je i omezena jeho pohyblivost a taktéž je snížena bezpečnost práce kvůli napájecímu kabelu.



Obr. 9. Motorová pila, Stihl [9]



Obr. 10. Elektrická pila, Stihl [10]

Druhým z kritérií je dělení motorových pil podle hmotnostní a výkonové třídy. Dělení můžeme provést do pěti základních tříd. Kde v první třídě, kterou nazýváme velmi lehké, máme pily s hmotností mezi 4 - 5 kilogramy, jejich zdvihový objem se pohybuje mezi 40 - 50 cm<sup>3</sup> a výkon jejich motoru je v rozmezí od 1,1 - 1,9 kW. Další třídy jsou odstupňovány podle narůstající hmotnosti a výkonu pil. Nejvyšší třída je s označením velmi těžké motorové pily. Do této třídy patří pily s hmotností, která je vyšší než 13 kilogramů, jejich zdvihový objem se pohybuje v rozmezí od 120 - 140 cm<sup>3</sup> a výkon těchto pil je v rozmezí 5,2 - 6,6 kW.

Tab. 1. Rozdělení motorových pil podle hmotnosti, zdvihového objemu a výkonu (*Motorová řetězová pila a křovinořez, 2006*)

| Třída              | Hmotnost[kg] | Zdvihový objem[cm <sup>3</sup> ] | Výkon[kW] |
|--------------------|--------------|----------------------------------|-----------|
| I. velmi lehké     | 4 - 5        | 30 - 40                          | 1,1 - 1,9 |
| II. lehké          | 6 - 7        | 50 - 60                          | 1,9 - 2,6 |
| III. středně těžké | 8 - 10       | 60 - 80                          | 2,6 - 3,7 |
| IV. těžké          | 11 - 12      | 90 - 100                         | 3,7 - 5,2 |
| V. velmi těžké     | > 13         | 120 - 140                        | 5,2 - 6,6 |

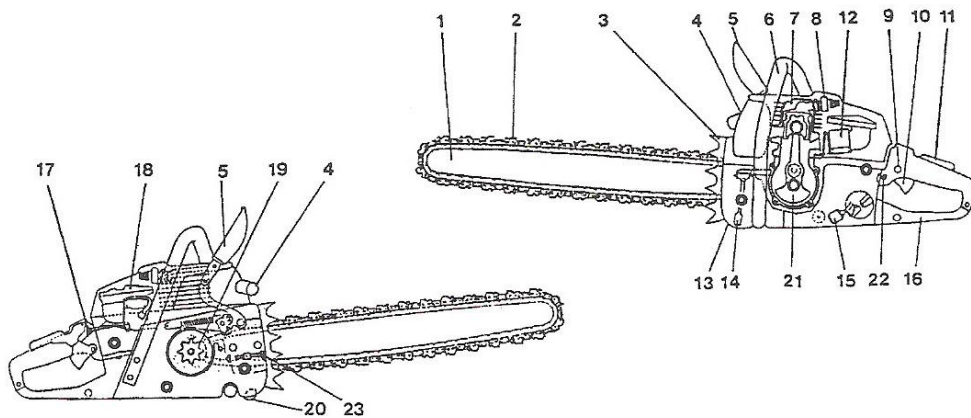
Třetím z kritérií může být dělení podle celkového charakteru konstrukce pily. Pily mohou být buď dvoumužné a nebo jednomužné. Dvoumužné pily se vyskytovaly na začátku 20. století, kdy pily vážily několik desítek kilogramů.[4] V dnešní době se vyrábí pily jednomužné. Dalším rozdílem v konstrukci pil může být v jejich rukojeti, kde mají pily standardní rukojeť, nebo vyvýšenou rukojeť.[11] Dále se může měnit konstrukce uložení válce u spalovacího motoru. Válec se může nacházet v uložení vodorovném, svislém a šikmém.



Obr. 11. Motorová pila  
s vyvýšenou rukojetí [11]

Čtvrtým kritériem je dělení podle kategorie využití. V této kategorii máme tři skupiny. První skupinou jsou pily pro hobby použití. Tyto pily jsou určeny hlavně pro nárazovou práci, jako je občasné řezání dřeva pro domácí potřebu. Tyto pily jsou nejlevnější, mají nízkou spotřebu paliva a nízký výkon. Druhou skupinou jsou pily označené jako farmářské. Tato skupina je nejčastěji používaná pro neprofesionální účely. Tyto pily mají vyrovnaný poměr mezi cenou a výkonem. Třetí skupinou jsou pily označené jako profesionální. Jelikož jsou určeny pro každodenní pracovní nasazení, je zde použito nejspolehlivějších konstrukčních prvků na jednotlivých součástech pily. Tyto pily se vyznačují vyšším výkonem motoru i vyšší komfortem obsluhy.

### 3 Hlavní části motorové pily

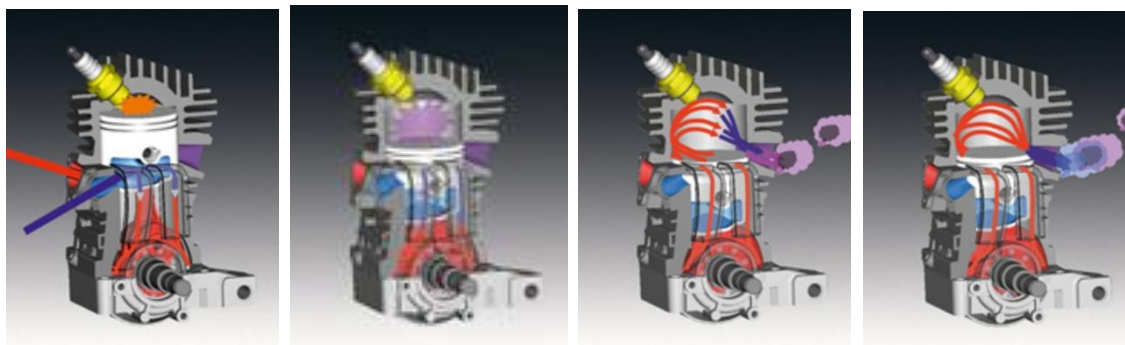


Obr. 12. Hlavní části motorové pily (*Sachs-Dolmar*)

1- vodící lišta, 2- pilový řetěz, 3 - ozubený doraz, 4 - tlumič výfuku, 5 - brzda řetězu, 6 - přední rukojeť, 7 - válec motoru, 8 - zapalovací svíčka, 9 - aretace páčky plynu, 10 - páčka plynu, 11 - pojistka páčky plynu, 12 - čistič vzduchu, 13 - olejová nádrž, 14 - sací potrubí oleje, 15 - palivová nádrž, 16 - zadní rukojeť, 17 - vzduchová klapka, 18 - tlumič sání vzduchu, 19 - hnací řetězka, 20 - zachytávač přetrženého řetězu, 21 - kliková hřídel, 22 - spínač zapalování, 23 - šroub napínání řetězu

#### 3.1 Motorová část pily

Mezi klasické řešení spalovacího motoru můžeme zařadit motor čtyřdobý a motor dvoudobý. V dnešní době se používá hlavně dvoudobý motor. Válec a píst jsou odlity z lehkých slitin hořčíku a hliníku. Píst je spojen pomocí ojnice s klikovou hřídelí. Válec může být ve třech různých polohách vzhledem ke klikové skříni a to v poloze svislé, podélné nebo šikmé. Umístění válce potom ovlivňuje celkovou konstrukci pily vzhledem k vnějšímu vzhledu. V současné době se používají výhradně motory se svislou polohou válců. Mezi progresivní konstrukce spalovacích motorů motorových pil se řadí konstrukce motoru, od firmy Stihl, nazvanou Stihl 2 – MIX.[12]



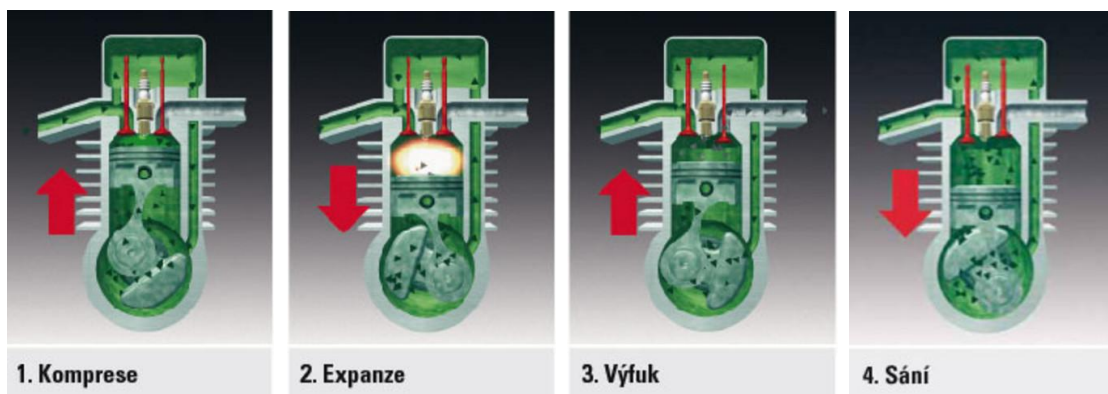
Obr. 13. Technologie 2 -MIX od firmy Stihl [12]

Tato technologie využívá předvýchplach pracovního prostoru čerstvým vzduchem. Principem technologie je, že při kompresi se píst pohybuje směrem nahoru a v klikové hřídeli tím vzniká podtlak. Ten nasává část palivové směsi ze sacího kanálu přes obtokový kanál v hlavě. Při expanzi se začne píst pohybovat směrem dolů a přetlak v klikové skříně potom vytlačuje směs obtokovým kanálem směrem zpět do sacího kanálu. Při výfuku se píst pohybuje směrem nahoru a znovu je směs nasávána ze sacího kanálu do klikové skříně. Při sání se pohybuje píst směrem dolů a stejně jako při expanzi je směs znovu vytlačována z klikové skříně zpět do sacího kanálu.

Tab. 2. Srovnání Stihl motoru 2 - MIX s konvekčními 4 - taktními motory

| Vlastnosti                                | Motor Stihl 2 - MIX  | Konveční 4 - taktní motor   |
|---|--|---|
| Hmotnost a konstrukce                     | Asi o 20% méně sestavovacích dílců. Až o 30% lehčí.                            | Dodatečné sestavovací dílce, jako např. olejová pum-pa, olejový filtr.                                      |
| Výkon motoru v kW na 1Kg hmotnosti motoru | Až o 20 procent větší výkon u motorů se srovnatelným zdvihovým objemem motoru. | Menší výkon u motorů se srovnatelným zdvihovým objemem.   |
| Servisní podmínky                         | Žádné dodatečné náklady na údržbu.   | Pravidelné nastavování vůle ventilu a zkoušení, pravidelná kontrola stavu oleje. Navýšení nákladů za údržbu |

Další technologií od firmy Stihl je koncepce čtyřdobého motoru 4 – MIX.[13] Je to ekologický spalovací motor. Palivem je směs oleje a benzínu v poměru 1:50, která se používá v dvoutaktních motorech. Motor je kompletně mazán touto směsí, proto nepotřebuje nádrž na olej a tedy je zcela nezávislý na pracovní poloze. Principem technologie 4 - MIX je, že při kompresi se píst pohybuje směrem nahoru a v klikové skříni vzniká podtlak. Ten nasává část směsi ze sacího kanálu přes obtokový kanál v hlavě válce. Při expanzi se píst pohybuje směrem nahoru a v klikové skříni vzniká podtlak. Ten nasává část palivové směsi ze sacího kanálu přes obtokový kanál v hlavě válce. U výfuku se píst pohybuje směrem nahoru a stejně jako při kompresi je směs obtokovým kanálem znovu nasávána ze sacího kanálu do klikové hřídele. Při posledním taktu se píst pohybuje směrem dolů a stejně jako při expanzi je směs obtokovým kanálem znovu vytlačována z klikové skříně zpět do sacího kanálu.



Obr. 14. Technologie 4 - MIX od firmy Stihl [13]

Tab. 3. Srovnání Stihl motoru 4-MIX s konvekčními 4 - taktními motory

| Vlastnosti                                | Motor Stihl 4 - MIX   | Konveční 4 - taktní motor   |
|---|---|---|
| Servisní podmínky a náklady na údržbu     | Jednorázové nastavení vůle ventilu a jednorázové zkoušení. Až o 85 procent nižší náklady na údržbu. | Pravidelné nastavování vůle ventilu a zkoušení, pravidelná kontrola stavu oleje, pravidelná výměna oleje. |
| Výkon motoru v kW na 1Kg hmotnosti motoru | Až o 10 procent větší výkon u motorů se srovnatelným zdvihovým objemem.                             | Menší výkon u motorů se srovnatelným zdvihovým objemem.   |
| Spotřeba paliva                           | Mají srovnatelnou spotřebu paliva.  |   |

Kliková skříň se skládá z levé a pravé části, tyto části jsou navzájem spojeny. Materiál, ze kterého je vyrobená kliková skříň, může být vysokopevnostní plast, který se používá u levnějších pil a nebo hořčíková slitina, která se používá u pil vyšší výkonnostní kategorie. Výhodou hořčíkové slitiny je, že snižuje pracovní teplotu a taky snižuje hmotnost pily. Součástí motoru je také tlumič výfuku, je vyráběn z oceli ve tvaru krabice, který se upevňuje na stěnu válce. Tlumič obsahuje labyrint, který napomáhá snižovat hluk motoru a ochlazovat výfukové plyny, které pak odkloňuje od obsluhy. Tlumiče výfuku konstruované v dnešní době dosahují akustického tlaku kolem 100dB.

### 3.2 Vzduchový filtr

Vzduchový filtr odstraňuje nečistoty ze vzduchu nasávaného do karburátoru a snižuje hluk působený vzduchem nasávaným do motoru. Vzduchový filtr má dvojí provedení. První typ provedení je dvojitý filtr v podobě ploché krabičky se dvěma stěnami opatřenými suchými kovovými nebo plastickými sítky, nebo jednoduchý plochý filtr. Dnes se používají filtry vyrobené z materiálu připomínající plst nebo velurovou tkaninu. Firma Stihl má zapracovaný ve svých pilách tzv. dlouhodobý systém filtrace vzduchu s předřazeným odlučovačem.[14] Princip tohoto zařízení je, že nasátý vzduch je setrvačnickem uveden do rotace a odstředivou silou jsou větší a těžší částičky nečistot odloučeny ke stěně skříňe a vyneseny ven ze stroje přes žebra válce. Prostřednictvím předřadného odlučovacího kanálu, je tak do vzduchového filtru přiváděn vzduch, který neobsahuje žádné částičky nečistoty.



Obr. 15. Technologie 4-MIX od firmy Stihl[14]

Tento systém filtrace vzduchu má několik výhod. První z nich je, že odlehčuje všechny následné filtrační prvky, z čehož vyplývá lepší účinnost filtrace, protože tkanivo filtru je méně zatížené. Druhou výhodou je zvýšení životnosti, kde intervaly čištění filtru se značně prodlužují. Filtr pod označením HD2[15] s filtračním materiálem z polyetylénu má až o 70% jemnější póry než dosavadní polyamidové filtry a proto dokáže zachytit velmi jemný prach. Filtrační materiál odpuzuje také vodu a olej, proto se velmi dobře čistí. Filtrační

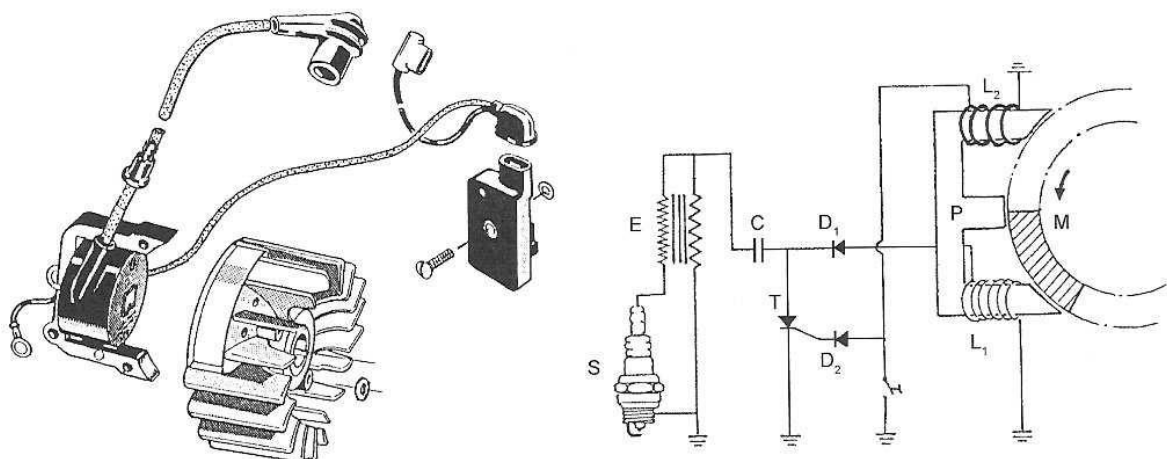
sestava je demontovatelná bez použití nářadí, pouze stačí pootočení filtru o jednu čtvrtinu otáčky ruky.



Obr. 16. Filtr HD2 [15]

### 3.3 Zapalovací soustava

Úkolem zapalovací soustavy je ve vhodném okamžiku, kdy se blíží píst k horní úvrti, zajistit přeskok jiskry na elektrodách svíčky a zažehnout tak palivovou směs ve válci motoru. V dnešní době se výhradně používá elektrická bezkontaktní soustava. Předností tohoto systému je, že je spolehlivý i při vysokých otáčkách. Je zde velmi přesný okamžik zapálení, jehož načasování zařízení samočinně optimalizuje v závislosti na otáčkách motoru. V motorových pilách se vyskytuje více druhů zapalovacích soustav. U daného typu motoru je vždy nutno použít daný typ svíčky, který předepisuje výrobce. Taktéž je nutno dodržet rozměry a tepelnou hodnotu svíčky. Pokud se použijí svíčky s vysokou tepelnou hodnotou, následkem je zhoršené samočištění elektrod svíčky od úsad. Pokud se použijí svíčky s nízkou tepelnou hodnotou, dochází k přehřívání elektrod.

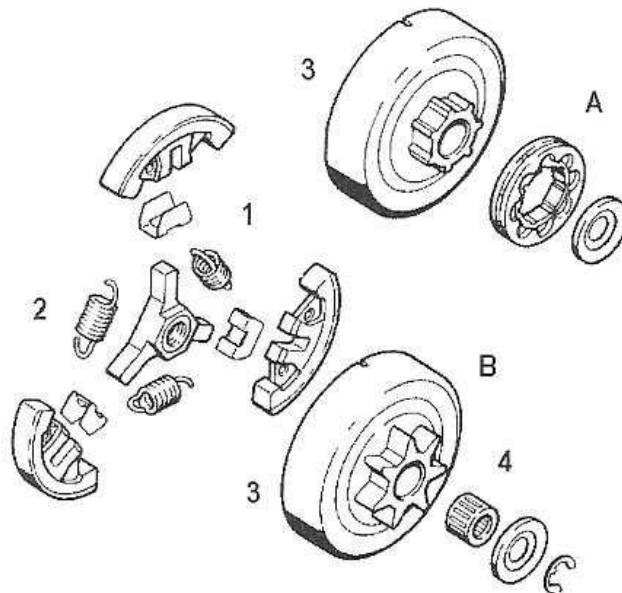


Obr. 17. Elektronická bezkontaktní zapalovací soustava motoru

Jádro (P), indukční cívka ( $L_1$ ), řídicí cívka ( $L_2$ ), diody ( $D_1$ ,  $D_2$ ), tyristor (T), kondenzátor (C), zapalovací svíčka (S), permanentní magnet (M), zapalovací cívka (E)

### 3.4 Spojka

Funkce spojky u motorových pil je taková, že přenáší točivý moment na hnací řetězku pilového řetězu. Spojka je suchá, odstředivá a je pevně upevněna na klikové hřídeli. Pokud se začnou zvyšovat otáčky k hodnotě 4000 otáček za minutu, překonají odstředivé síly segmentů sílu pružin a segmenty začnou přiléhat k hnané části spojky. Pomocí bubínku, který je spojený s hnací řetězkou, se začne přenášet točivý moment od motoru na řetěz. Pomocí spojky je zajištěno proklouznutí při přetížení. Při poklesu otáček se spojka rozpojí. Pokud se dává pila do řezu při nízkých otáčkách, spojka není schopna zajistit plný výkon a dochází k prokluzu, zahřívání a k opotřebování spojky.



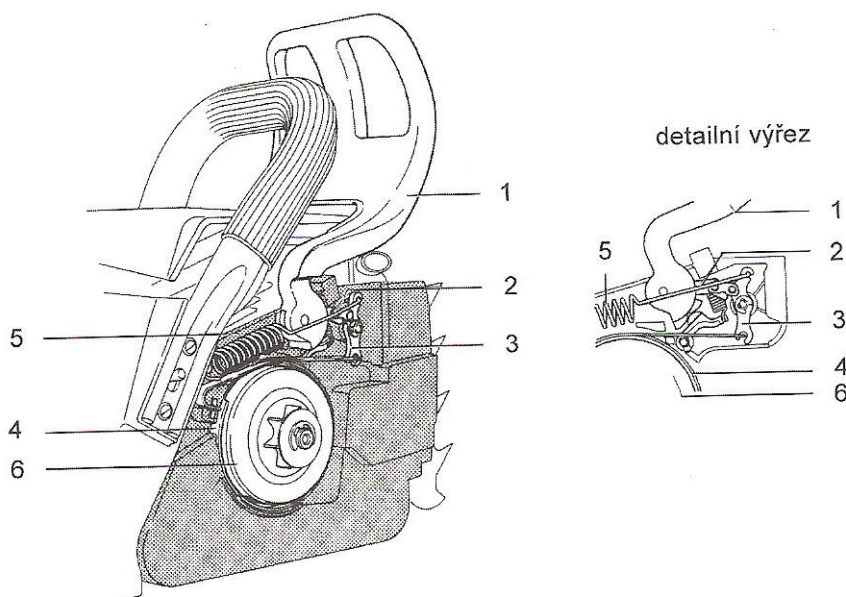
Obr. 18. Odstředivá spojka a hnací řetězové kolo

- 1- Třecí segment, 2 – pružina, 3 - bubínek spojky. 4 - jehlové ložisko, A - hnací řetězka prstencová, B – hnací řetězka hvězdicová

### 3.5 Brzda řetězu

Brzda řetězu je významný bezpečnostní prvek. Její hlavní funkcí je zastavení pilového řetězu hlavně při situaci, kdy nastává zpětný vrh pily. Tato situace může nastat, pokud se špička listu pily dostane do kontaktu s jiným předmětem, než je dřevo. Tento kontakt může vrhnout lištu motorové pily směrem k obsluze. Brzda se uvádí v činnost tlakem levé ruky na ochranný rámeček na páčce brzdy nebo automaticky při vzniku zpětného vrhu pily. Přitom dojde k uvolnění aretace silné pružiny, která utáhne pás brzdy okolo bubínku spojky a

nastane efekt brzdění. V dnešní době musí být všechny motorové pily vybaveny brzdou řetězu.

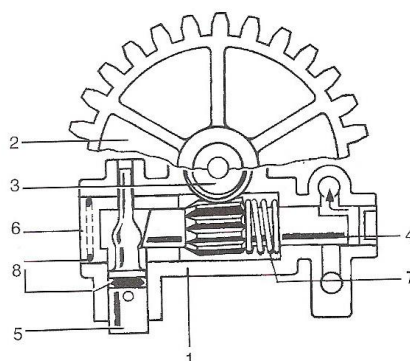


Obr. 19. Brzda řetězu

- 1- Ochranný kryt levé ruky, 2 - zapínací páka, 3 - brzdová páka, 4 - pás brzdy, 5 - vitnutá pružina brzdy, 6 - buben spojky

### 3.6 Olejové čerpadlo

Čerpadlo má za úkol dopravovat mazací olej ze zásobníku nádrže do otvorů v liště a k řetězu. Nejčastěji pracuje automaticky, ale u levných typů pil je čerpadlo ruční. Některé profesionální pily mohou mít k automatickému čerpadlu i ruční z důvodu nárazové větší potřeby oleje, při řezání velmi silných stromů. Olejová čerpadla jsou konstruována jako pístová, kdy pístek vykonává předozadní a zároveň rotační pohyb. Tímto pohybem je docíleno otevírání a zavírání sacího a výtlačného kanálu a tím je docíleno vytvoření sacího a výtlačného efektu. Ke změně dávkování oleje slouží regulační šroub. Při běžných pracovních podmínkách je dávkování oleje čerpadlem 10 mililitrů za minutu. Pokud je použita pila na práci se tvrdým dřevem nebo při používání dlouhé lišty na pile, je nutné dávkování oleje zvýšit.



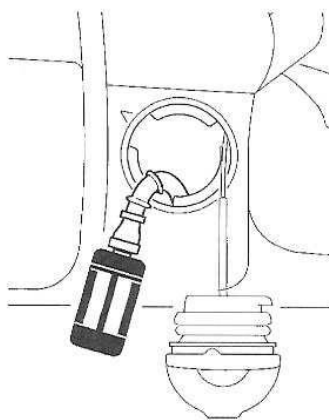
Obr. 20. Olejové čerpadlo

1 – Těleso čerpadla, 2 – ozubené kolo, 3 – šnek, 4 – píst čerpadla, 5 – regulační šroub, 6 – vodící objímka, 7 – vinutá pružina, 8 – těsnící kroužky

### 3.7 Nádrž paliva

Nádrž je tvořena plastovým výliskem, který je připevněn k nosné konstrukci zadní části pily. Součástí palivové nádrže je palivová hadička, na jejímž konci se nachází sací koš opatřený filtrem. Nádrž je uzavřena odvětrávacím šroubovým uzávěrem.

Pro bezpečnou a bezproblémovou práci motorové pily je nezbytné používat správnou palivovou směs. Většina výrobců předepisuje používat benzin s oktanovým číslem přes 90. Benzín by měl být také čistý a neměl by být skladován déle než tři měsíce. Protože většina typů pil je vybavena dvoudobým motorem, je nutné benzín míchat s olejem v předepsaném poměru. Většina výrobců dodává speciální oleje, jejichž poměr mísení je 1 : 50 popřípadě 1 : 40.



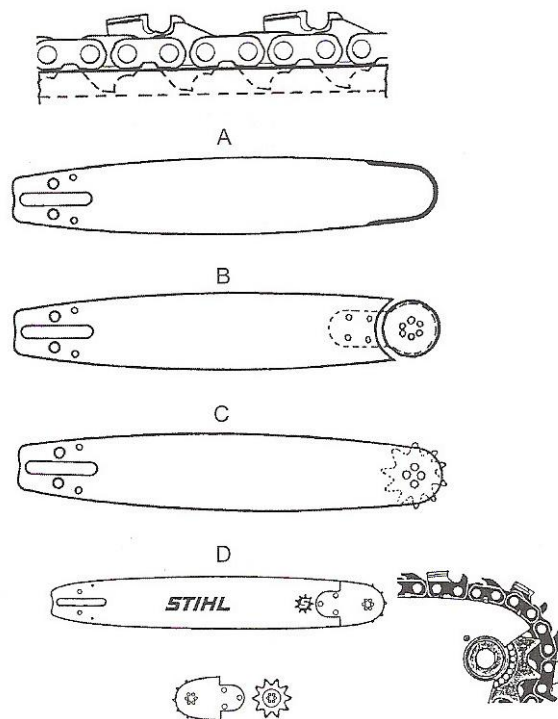
Obr. 21. Palivová nádrž  
s uzávěrem a sacím košem

### 3.8 Řezací část motorové pily

Řezací část motorové pily se skládá ze dvou částí. První část se nazývá vodící lišta a druhá část se nazývá pilový řetěz. Vodící lišta zodpovídá za přesné vedení pilového řetězu při minimálních ztrátách třením. Společně s řetězkou a pilovým řetězem se výkon motoru mění na řezný výkon téměř beze ztrát.

#### 3.8.1 Vodící lišta

Konstrukce vodící lišty může být provedena dvojím způsobem. První způsob je, že se vytvoří tři výlisky ocelových plechů, které se k sobě elektricky svaří. Často se u prostředního výlisku odebírá co největší množství materiálu, aby byla snížena hmotnost lišty. Druhý způsob je, že lišta se vytvoří z jednoho kusu plechu a drážka pro vedení pilového řetězu se vytvoří vyfrézováním. Pro zvýšení životnosti vodící lišty se nechává celá dráha řetězu zakalit. U vodící lišty je kladen důraz na její symetrii. Lištu je nutno při běžném provozu pravidelně otáčet. Je to z důvodu, že na spodní hraně lišty, která se více používá při řezání, dochází ke tvorbě otřepů. Otřepy vznikají zvýšeným tlakem řezaného materiálu na zuby řetězu a řetěz je dále přenáší na kov lišty. Pravidelným otáčením nebude docházet k jednostrannému zatížení vodící lišty. Jedním koncem je vodící lišta přichycena k motorové pile. Na tomto konci je vytvořeno několik druhů děr, kde největší díra s obdélníkovým tvarem slouží k přichycení na upevňovací šroub, který je pevně přichycen ke klikové skříně. Další dvě díry jsou na nasazení trnu napínacího ústrojí. Vodící lišty mají více druhů provedení a je možné na jednu motorovou pilu používat vodící lišty o různých délkách. Avšak je nutné zjistit pomocí tabulek od daného výrobce pily, zda je možné použít vybraný rozměr vodící lišty na danou motorovou pilu.



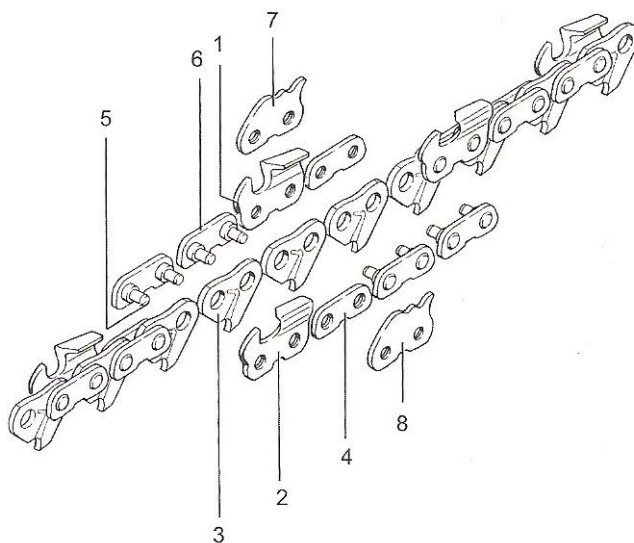
Obr. 22. Vodící lišty a jejich varianty provedení

- A- Lišta s pevnou špičkou, B - lišta s vodícím kolečkem, C - lišta s vodící řetězkou, D  
- lišta s výměnnou špičkou a vodící řetězkou

Rozlišujeme dvě základní koncepce vodících lišt. Prvním druhem jsou lišty s pevnou špičkou, nazývané taky Hard-top a druhým druhem jsou lišty s vodící řetězkou, nazývané Roll-top.

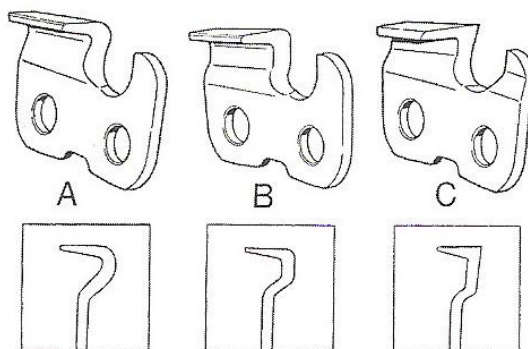
### 3.8.2 Pilový řetěz

Pilový řetěz je nekonečný pás, který se skládá z různých článků, které jsou k sobě připojeny pomocí nýtů. Řezací články rozdělujeme na levé a pravé. Hoblovací řetěz vynalezl v roce 1946 kanadský dřevorubec. Pro hoblovací zub je charakteristické, že odebírá přesně stanovenou tloušťku hobliny. Velkou výhodou hoblovacího ozubení je vysoká řeznost, schopnost řezu dřevných vláken ve všech rozměrech a snadné ostření přímo na pracovišti. Tvar hoblovací článku je poměrně složitý. Hoblovací článek je tvořen řezací částí a omezovací patkou. Existují tři základní druhy hoblovací článků a to oblý, polodlátovitý a dlátovitý.



Obr. 23. Základní části pilového řetězu

1- řezací článek pravý, 2 - řezací článek levý, 3 - vodící článek, 4 - spojovací článek, 5,6 – spojovací článek s nýty, 7,8 - spojovací článek s bezpečnostní úpravou

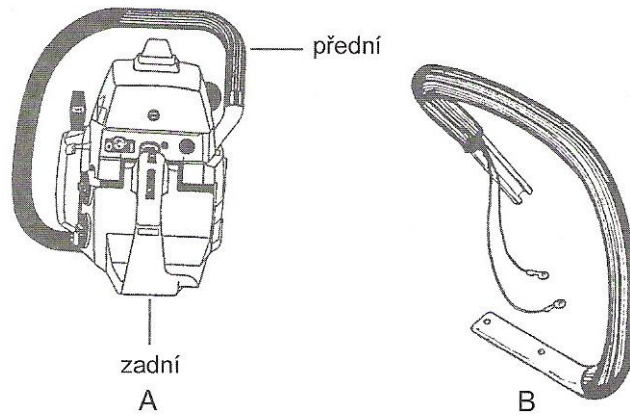


Obr. 24. Základní tvary profilů hoblovacích řetězů

### 3.9 Nosná část motorové pily

Nosná část motorové pily je tvořena přední a zadní rukojetí. Přední rukojeť je přichycena ke klikové skříni. Je vytvořena z kovového oblouku s povrchovou úpravou, který je vhodně obtočen kolem pily. V dnešní době se nachází uvnitř přední rukojeti vytápění, které ulehčuje každodenní práci s motorovou pilou. Zadní rukojeť je přichycena ke klikové skříni stejně jako přední rukojeť, avšak její součástí je ještě palivová nádrž. Spodní část zadní rukojeti je rozšířena, což umožňuje přišlápnutí pily nohou při startování motoru. Na zadní rukojeti jsou uloženy dvě páčky. První páčka slouží k ovládání plynu a druhá páčka, která

leží na horní straně rukojeti, slouží jako pojistka plynové páčky. Při práci je pila držena levou rukou za přední rukojeť a pravou rukou za zadní rukojeť.

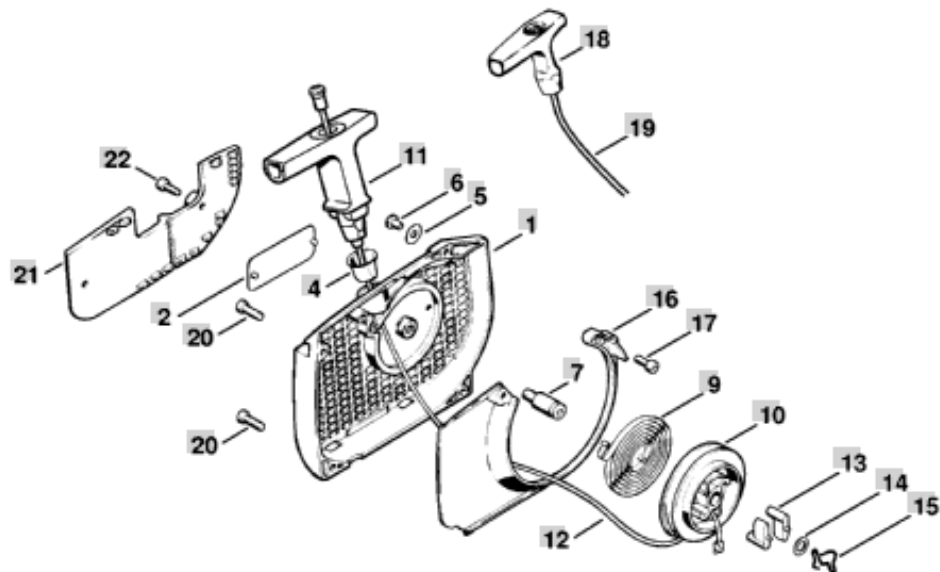


Obr. 25. A - přední a zadní rukojeti motorové pily, B - elektrické vyhřívání rukojeti

## 4 STAROVACÍ ZAŘÍZENÍ

### 4.1 Popis startovacího zařízení

Startovací zařízení slouží k roztočení klikového hřídele motoru při startování motorové pily. Součástí startovacího zařízení je boční kryt. Přes mřížky bočního krytu se nasává vzduch, jehož tok je uveden do rotace pomocí lopatek na setrvačnicku a odstředivou silou jsou větší částičky nečistot odloučeny ven přes žebra válce. Dále pak může pokračovat nasátý vzduch směrem k filtru. Rukojeť startovacího zařízení se vyrábí z plastu, její tvar je konstruován k vhodnému uchycení obsluhy při nastartování, aby nedocházelo k vyklouznutí z ruky obsluhy. Součástí rukojeti je startovací lanko. Startovací lanko prochází dírou v rukojeti a jeho konec je zde uchycen pomocí vytvořeného suku. Suk zabraňuje vyvléknutí lanka z rukojeti. Díky tomuto jednoduchému zakončení, může při poruše na lanku dojít k jeho snadné výměně. Součástí bočního krytu bývá u některých typů pil vyměnitelné pouzdro, které bývá kovové a nachází se v místě vytvořeném pro uložení rukojeti. Jeho funkce je, aby při startování lanko neodíralo stěny bočního krytu. Startovací lanko pokračuje přes boční kryt k lanové kladce, na které je lanko navinuté. Lanová kladka je uložena na ose, která je nalisovaná do bočního krytu. Mezi bočním krytem a kladkou je uložena vratná pružina, ta zajišťuje navinutí lanka zpět na lanovou kladku. Na lanové kladce, v místě navinutí startovacího lanka, je vytvořena díra, pro provlečení druhého konce startovacího lanka směrem dovnitř lanové kladky. Je to z důvodu zakončení druhého konce lanka pomocí suku. Tento suk by překážel v místě navinutí lanka, ale pokud je umístěn uvnitř lanové kladky, nedochází k žádnému omezení prostoru, určeného pro navinutí lanka. Uvnitř lanové kladky jsou uloženy dvě západky, které přidržuje uvnitř lanové kladky vodící drát, jehož tvar umožňuje při startování natáčení západek v potřebném směru.



Obr. 26. Startovací zařízení

1- boční kryt, 2 - firemní logo, 4 - pouzdro, 5 - podložka, 6 - trubkový nýt, 7 - osa, 9 - vratná pružina, 10 - lanová kladka, 11 - rukojeť, 12 – startovací lanko, 13 - západka, 14 - podložka, 15 – vodící drát, 16 - segment, 17, 18, 20 - šroub s válcovou hlavou, 19 - krycí deska

## 4.2 Poruchy startovacího zařízení

K nejčastějším poruchám u startovacího zařízení dochází na startovacím lanku. Jedním druhem poruchy na startovacím lanku může být, že se startovací lanko nenavíjí zpět. Příčinou této poruchy bývá vratná pružina, která je buď silně znečištěna, nebo je vratná pružina prasklá. V případě, že je vratná pružina znečištěná, tak se očistí. Pokud je pružina prasklá, tak se musí vyměnit.

Druhým druhem poruchy u startovacího lanka je jeho přetržení. Lanko se může přetrhnout dvěma způsoby. První způsob je, že startovací lanko je již přirozeně opotřebeno. Druhý způsobem je, že startovací lanko je velmi silně, až nadoraz nataženo, nebo je vytaženo přes hranu. V obou těchto případech se musí vyměnit celé lanko za nové.

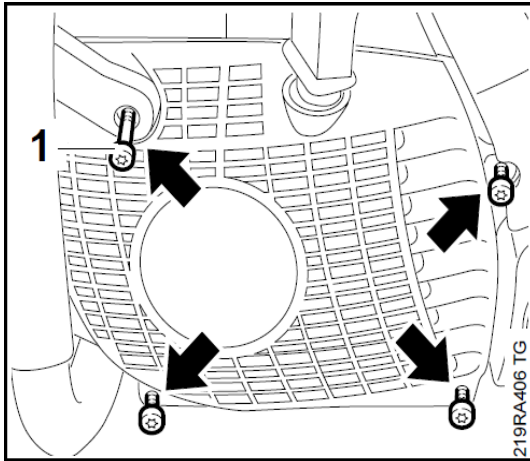
Třetím způsobem poruchy u startovacího lanka je ve spojení s vratnou pružinou. U této poruchy může nastat situace, že pružina je příliš předpjatá, což má za následek, že starto-

vací lanko nelze dostatečně vytáhnout. Tuto poruchu odstraníme snížením předpětí v pružině.

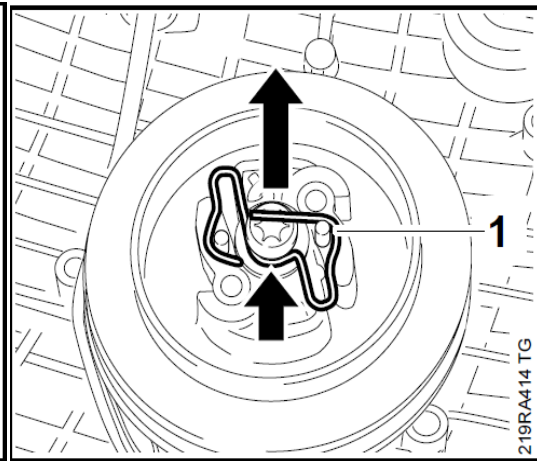
Čtvrtý způsob poruchy u lanka je, že startovací lanko lze téměř bez odporu vytáhnout, což má za následek, že se netočí kliková hřídel. Příčinou je, že vodící čep na západce nebo samotná západka jsou opotřebovány. V tomto případě se oprava provede vyměněním opotřebované západky za novou západku.

Pátým způsobem poruchy lanka je, že lanko se těžko vytahuje ven a jen velmi pomalu se vrací zpět. Příčinou této poruchy je silné znečištění startovacího zařízení. Oprava se provádí kompletním vyčištěním startovacího zařízení. Někdy může nastat situace, že při velmi nízkých venkovních teplotách mazací olej ve vratné pružině silně zhoustne a tím se slepí vinutí pružiny. Oprava se provede navlhčením několika kapkami odmašťujícího prostředku a následným vyčištěním.

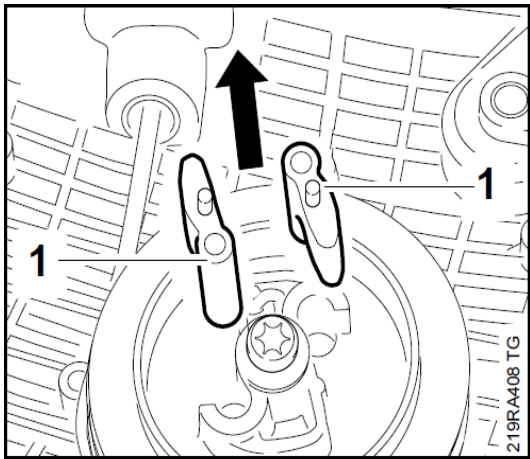
Výměna lanka se provádí následujícím postupem. Nejprve se demontuje boční kryt startovacího zařízení, který je přichycen ke klikové skříni motorové pily pomocí čtyř šroubů. Boční kryt se sejme z pily. Vodící drát, který je přichycen na ose lanové kladky se pomalu stlačí a odstraní. Společně s vodícím drátem se odstraní i západky. Opatrně se sejme lanová kladka, na které je namotané startovací lanko. Rozváže se uzel na konci lanka, pomocí kterého je lanko uchyceno na jeho konci ke kladce a lanko se sejme z kladky. Na rukojeti je vsuvka, kterou je v rukojeti uzavřena díra pro uložení zasukovaného konce lanka. Vsuvka se na konci rukojeti opatrně vypáčí a celé lanko se vytáhne ven. Následná montáž se provádí obráceným postupem demontáže.



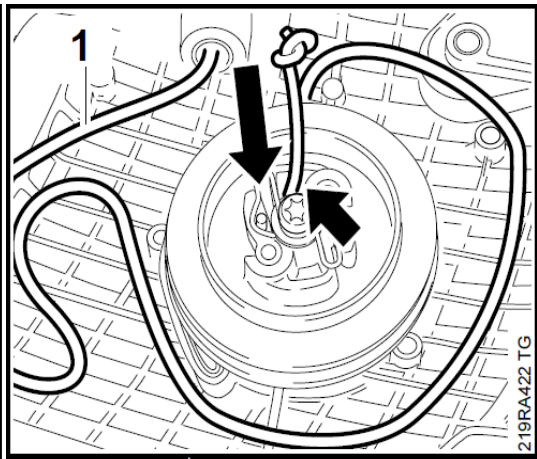
Obr. 27. Demontáž krytu



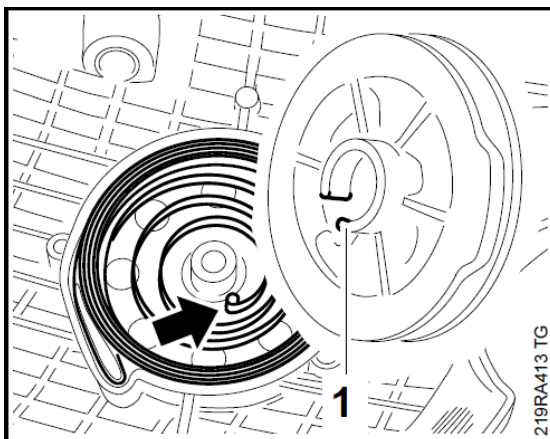
Obr. 28. Odstranění vodícího drátu



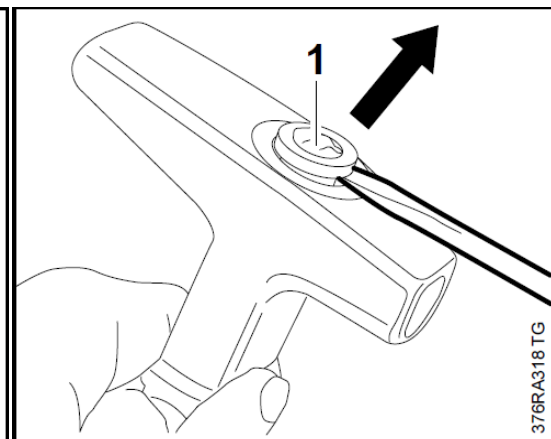
Obr. 29. Vyjmutí západek



Obr. 30. Odstranění lanka z kladky



Obr. 31. Odstranění kladky



Obr. 32. Odstranění vsuvky na rukojeti

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 KONSTRUKCE STARTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

Úkolem praktické části je konstrukce jednotlivých částí sestavy startovacího zařízení. Hlavní částí sestavy startovacího zařízení je boční kryt. Hlavním úkolem bočního krytu je umožnění nasávání, co největšího množství vzduchu přes mřížkování, které je vytvořeno na jeho ploše. Uvnitř krytu jsou uloženy další součásti sestavy, jako kladka, na které je navinuté startovací lanko a vratná pružina. Tyto součásti jsou uloženy na společné ose, která je nalisována ke krytu. Ve vnitřní části lanové kladky jsou uloženy dvě západky, jejichž směr natočení při natahování lanka je dán pomocí vodícího drátu. Na vnější straně krytu je v horní části vytvořena díra pro protáhnutí lanka, na jehož konci je rukojeť. Kryt startovacího zařízení je přichycen čtyřmi šrouby ke klikové skříni. Polohy těchto děr vychází z poloh děr, které jsou vytvořeny na klikové skříni. Tvar krytu startovacího zařízení je dán plynulou návazností na sousední díly motorové pily.[16] Pro potřeby konstrukce jednotlivých částí je potřeba znát zásady, které se využívají při modelování komponent v programu Pro/ENGINEER, jelikož pro tvorbu jednotlivých komponent a následné složení sestavy bude použit tento program.

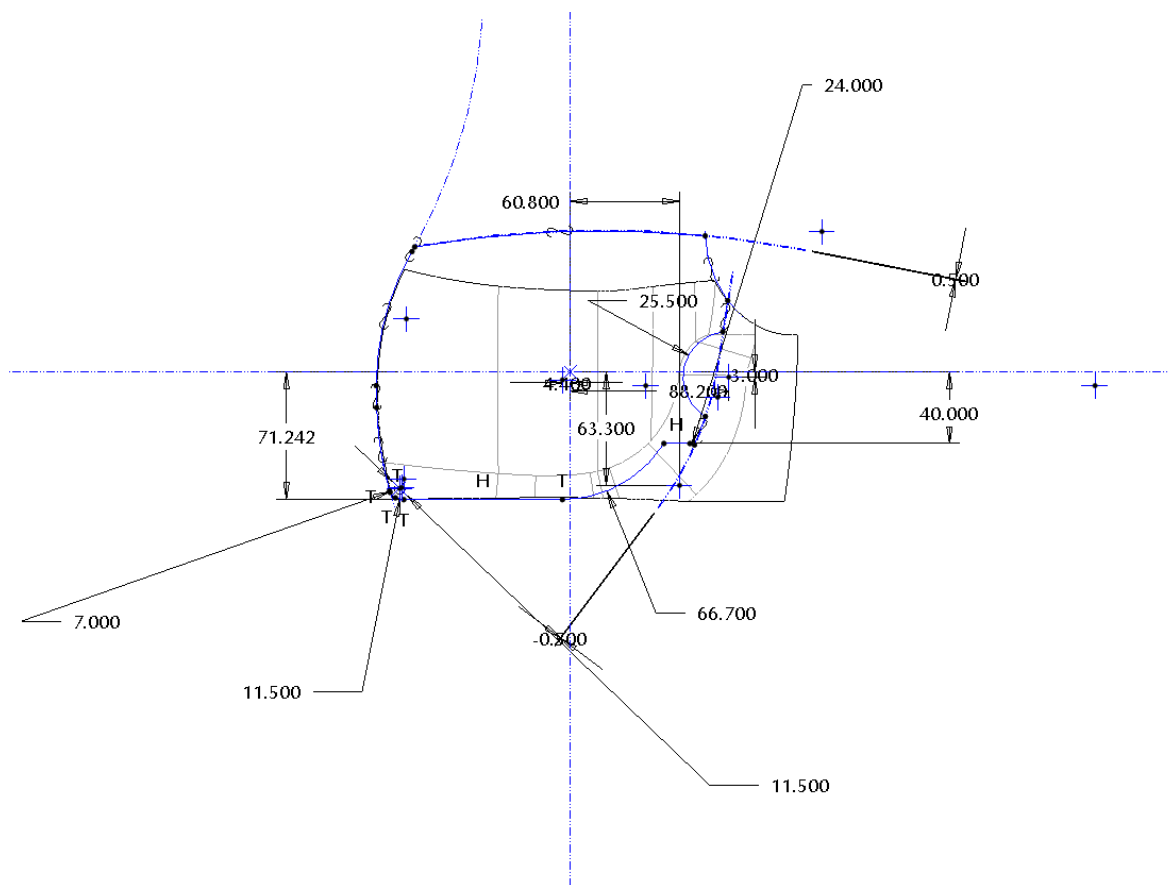


Obr. 33. Současný tvar startovacího zařízení[16]

## 5.1 Konstrukce bočního krytu startovacího zařízení

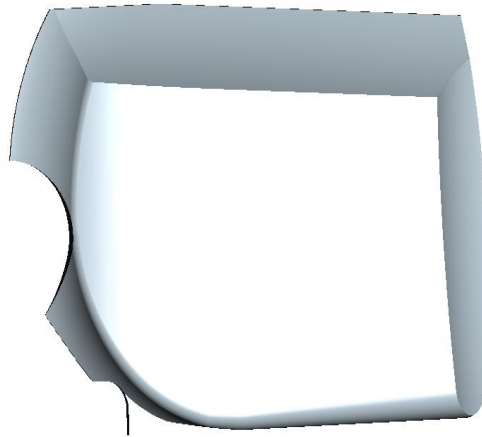
Boční kryt startovacího zařízení slouží k průchodu, co největšího množství vzduchu směrem k lopatkám setrvačnicku, který jej roztáčí a posílá dále k žebrování válce. K tomu, aby mohlo být nasáváno přes kryt velké množství vzduchu, je vytvořena na čelní stěně soustava děr, které tvoří dohromady spojitou mřížku.

Tvar bočních stěn je omezen samotnou konstrukcí motorové pily, kde je požadována plynulá návaznost jednotlivých přechodů na sousední části pily.[16] Proto stěny krytu budou modelovány dle zadaného náčrtu.[17] Pravá strana krytu je omezena palivovou nádrží, proto je zde nutné vytvořit vyříznutí části krytu. Dále je zde nutno vytvořit vyříznutí ve spodní části, jelikož zde by docházelo ke kolizi mezi krytem a přední rukojetí pily. Sousední strana je omezena olejovou nádrží, avšak zde již není nutné zasahovat do krytu, ale stěna krytu bude kopírovat stěnu nádrže. Horní část bočního krytu bude kopírovat stěnu horního krytu motorové pily. Vůle mezi bočním krytem a jednotlivými sousedními částmi na motorové pile bude 1mm.



Obr. 34. Náčrt tvaru bočního krytu startovacího zařízení [17]

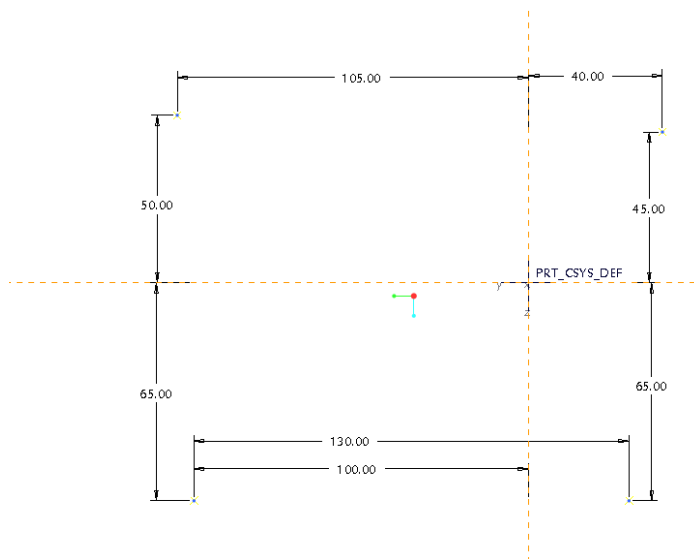
Po zanesení těchto omezujících požadavků do modelu bočního krytu startovacího zařízení dostáváme výsledný tvar krytu.



Obr. 35. Tvar bočního krytu

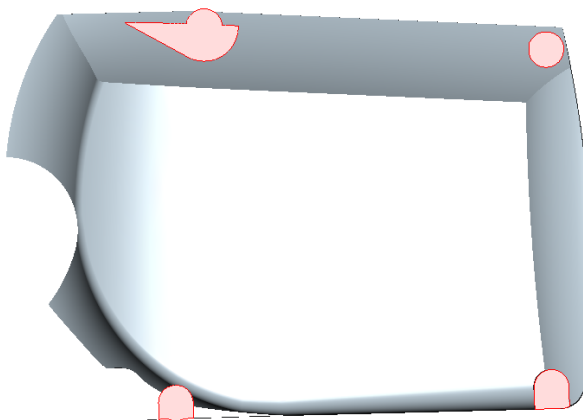
Další částí postupu při modelování bočního krytu je určení jeho tloušťky. Pro určení ideální tloušťky stěny bylo použito programu ANSYS. Nejprve byla volena tloušťka stěny 1 mm. Zatížení bylo provedeno silou  $F = 1000$  N na čelní stěnu krytu. Jako podpora byla volena dosedací plocha bočních stěn krytu. Při tomto zatížení byla maximální hodnota deformace na čelní stěně 0,62101 mm. Pro snížení deformace byla navýšena tloušťka stěny o 0,5 mm. Po novém provedení zatížení stejnou silou se maximální hodnota deformace na čelní stěně snížila na 0,37399 mm. Aby se nemusela zvyšovat hodnota tloušťky bočních stěn, bylo navrženo přidat materiál pouze na čelní stěně krytu a to na hodnotu 3,5 mm. Po provedení zatížení se snížila deformace pod požadovanou hodnotu 0,150 mm a to na hodnotu 0,12474 mm. Při každém zatížení se sledovala hodnota maximálního napětí. Tato hodnota byla vždy nejvyšší v místech spojení čelní stěny krytu s bočními stěnami krytu. Místo s nejvyšší hodnotou napětí se pravidelně vyskytovalo v přechodu mezi čelní stěnou krytu a dolní boční stěnou krytu. Z tohoto důvodu budou v modelu přimodelovány žebra na vnitřní stěně krytu, pomocí kterých se sníží hodnota napětí v těchto přechodech. Jednotlivé namodelované situace jsou uvedeny v příloze č. 1.

Kryt startovacího zařízení bude přichycen ke klikové skříni pomocí čtyř šroubů. Osy děr těchto šroubů na motorové pile budou ležet stejně, jako osy děr, které budou vytvořeny na bočním krytu startovacího zařízení. Požadovaná vzdálenost jednotlivých děr bude vmodelovaná podle zadaného náčrtu.



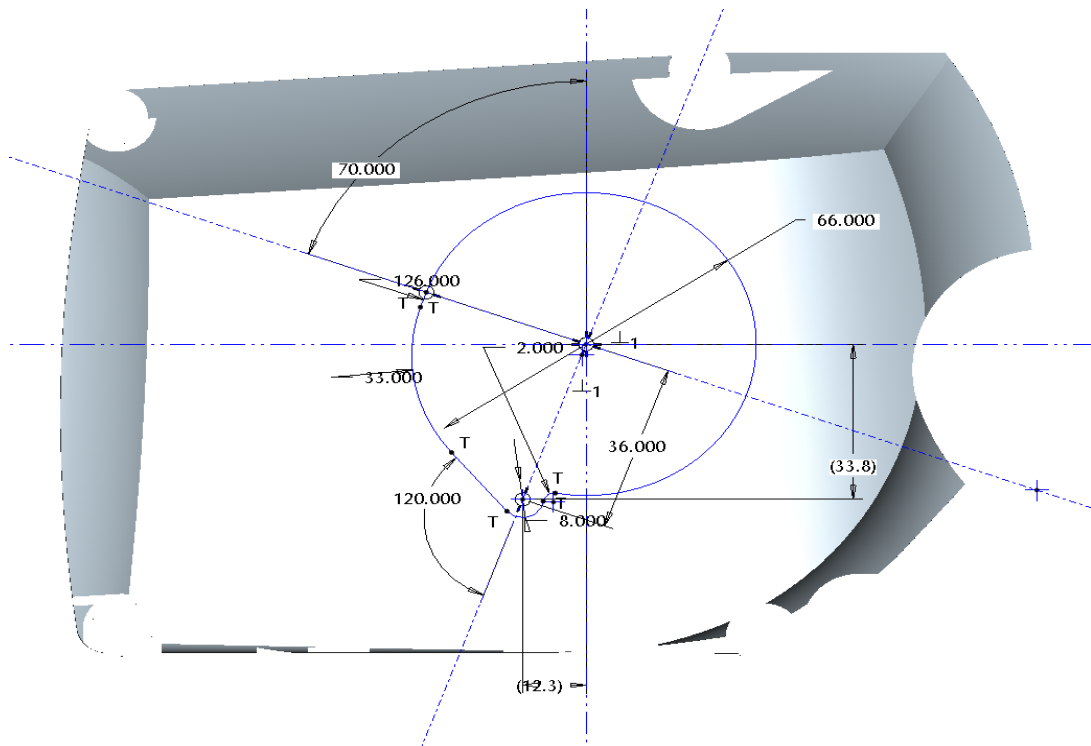
Obr. 36. Náčrt umístění středů děr pro šrouby

Podle náčrtu jsou vytvořeny díry pro šrouby. Požadovaný průměr všech děr je 5 mm. Jelikož nemá kryt vodorovné plochy, nýbrž je tvořen různými plochami o rozdílných hodnotách poloměrů, je nutné pod hlavami šroubů vytvořit rovné plochy, aby bylo docíleno bezproblémové montáže ke klikové skříni motorové pily.



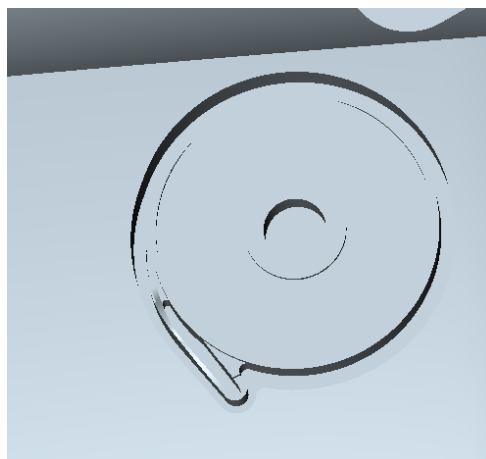
Obr. 37. Vymodelované plochy pro vytvoření děr

U levé horní díry je vybrání větší a není soustředěno jen na průměr díry pro šroub. Je to z důvodu, že pomocí šroubu je zde do jedné díry přichycena brzda řetězu. Brzda se musí pohybovat ve směru vybrání. Pokud by zde toto vybrání nebylo, tak by byla omezena schopnost pohybu brzdy motorové pily a tím by byla i omezena bezpečnost práce s motorovou pilou.



Obr. 38. Náčrt tvaru místa pro uložení dalších části sestavy[18]

Uvnitř bočního krytu budou uloženy další části sestavy startovacího zařízení. Přímo na vnitřní stěně bude uložena vratná pružina, kde jeden z jejích konců bude přichycen ke stěně krytu.[19] Tvar místa pro uložení vratné pružiny a dalších částí sestavy je dán dle náčrtu.[18] Střed pro vytvoření díry, ve které bude uložena osa, bude ležet na ose klikové hřídele, na které je umístěn setrvačnick, který se roztáčí pomocí startovacího zařízení. Z vnější strany bude na bočním krytu vytvořena plocha pro umístění krytu s logem výrobce.



Obr. 39. Místo pro umístění pružiny [19]

Z vnější strany k bočnímu krytu bude kryt s logem výrobce přichycen pomocí kolíků na zacvaknutí Tento styl přichycení je velmi výhodný z důvodu jednoduchosti montáže. Díry

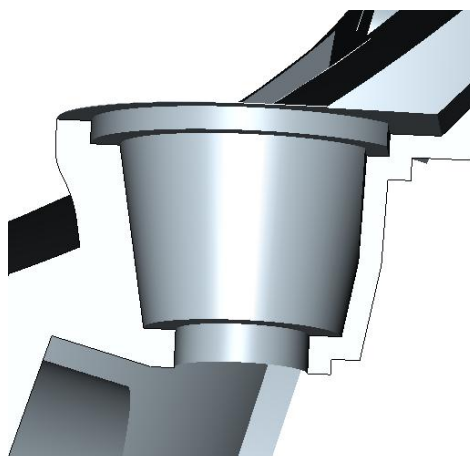
pro tyto kolíky budou vytvořeny celkem čtyři. Tyto díry budou ležet na jedné kružnici a budou od sebe odděleny pod úhlem devadesáti stupňů.



Obr. 40. Místo pro umístění krytu  
s logem výrobce [20]

Ve středu bočního krytu je nutné vytvořit díru pro umístění osy, na které je uložena kladka. Průměr této díry bude 6,5 mm. Tato osa bude k bočnímu krytu startovacího zařízení připevněna pomocí nalisovaného spojení.

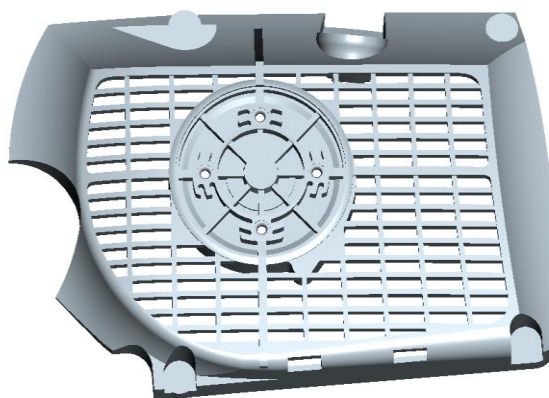
Důležitým místem na bočním krytu je umístění díry, ve které bude uložena rukojeť.[21] Místo pro tuto díru se musí nacházet v horní části bočního krytu, jelikož je důležité, aby při startování, bylo lanko natahováno svislým směrem k obsluze pily. Tento směr je nejvhodnější, jelikož při natahování rukojeti, zde nedochází ke kontaktu mezi stěnou krytu a lankem a nedochází k odírání materiálu ze stěny bočního krytu.



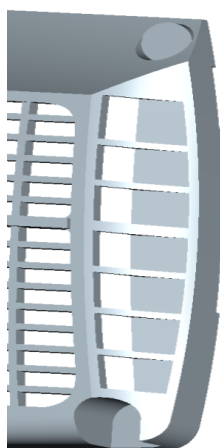
Obr. 41. Tvar díry pro rukojeť [21]

Jednou z hlavních funkcí bočního krytu startovacího zařízení je nasávání vzduchu pro motor pily. Proto je nutné vytvořit mřížku na celé ploše přední stěny bočního krytu pro průchod vzduchu.[22] Jelikož zůstávají volná místa na plochách zkosených bočních stěn, bude

přidáno mřížkování i na tyto plochy.[23] Těmito přidanými mřížkami docílíme navýšení nasávaného objemu vzduchu, k motoru pily přes mřížku bočního krytu.

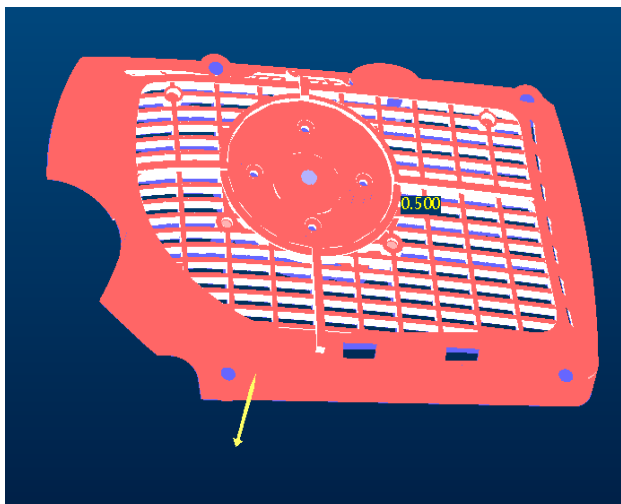


Obr. 42. Mřížka na čelní stěně [22]



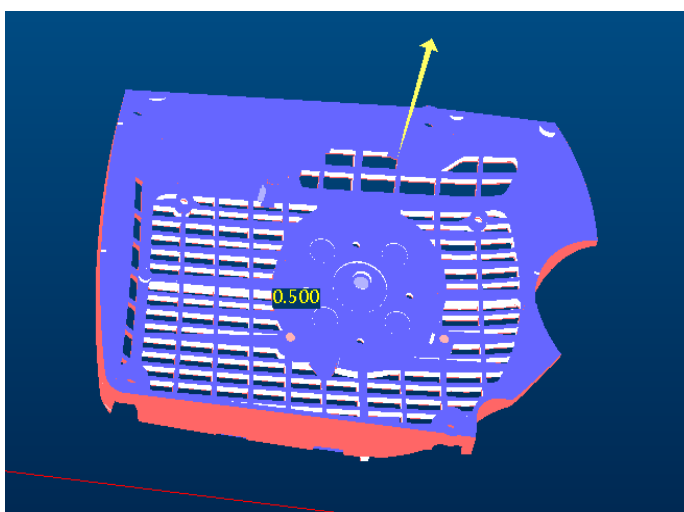
Obr. 43. Mřížka na zkosené  
boční stěně [23]

Jelikož je boční kryt vyráběn technologií odlévání, je nutné, aby na stěnách krytu byly vytvořeny úkosy. Úkosy jsou tvořeny kolmo, směrem k dělicí rovině a usnadňují vyjímání bočního krytu z formy. Na bočním krytu je tvořena většina úkosů pod úhlem 0,5 stupně. Tento úhel je dán velikostí tloušťky stěny a dle požadavků konstruktéra formy. V systému Pro-ENGINEER existuje funkce pro kontrolu ploch, na kterých jsou vytvořeny úkosy, nazývaná Draft Check.



Obr. 44. Úkosy na vnější straně mřížky [24]

Dělicí rovina leží ve vodorovném směru s bočním krytem. Kryt vytahujeme z formy ve směru žluté šipky.[24] Červená barva na vnějších stěnách krytu naznačuje, že vytvořené úkosy na stěnách krytu pod úhlem 0,5 stupně, odebírají materiál z krytu. Potom úkosy vytvořené na vnitřní stěně krytu, jsou zobrazeny modrou barvou, která nám ukazuje, že na vnitřní stěně krytu byl materiál přidán.[25]

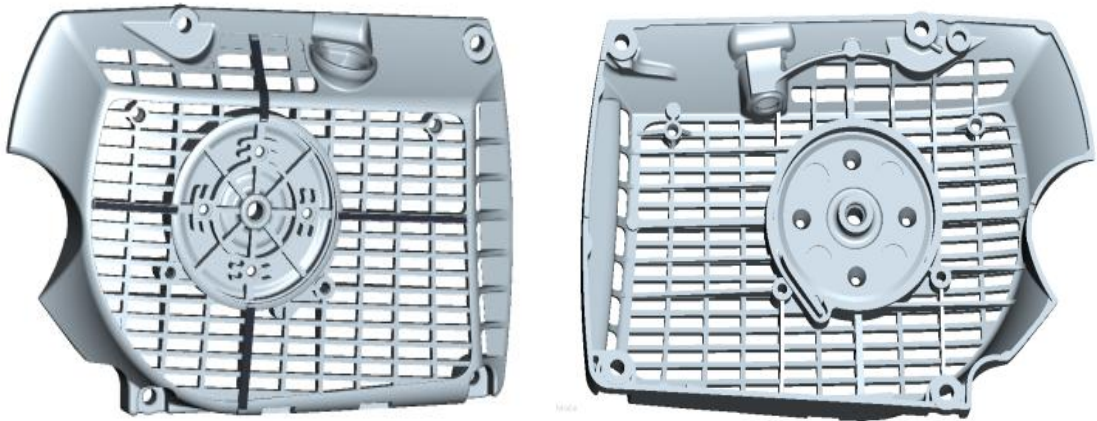


Obr. 45. Úkosy na vnitřní straně mřížky [25]

Pokud jsou na stěnách bočního krytu vytvořeny úkosy, nastává poslední část práce na krytu. V této fázi je nutné vytvořit zaoblení mezi stěnami krytu. Správný poloměr zaoblení usnadní výrobu formy ve slévárně a zamezí vzniku vnitřních vad na bočním krytu. Velikost zaoblení je závislá na tloušťce připojovaných stěn a na úhlu, který svírají. Pro vzorový výpočet volím dolní boční stěnu mřížky, která je napojena na čelní stěnu krytu. Úhel, který tyto stěny svírají je 110 stupňů. Tloušťka první stěny je 1,5 mm a tloušťka druhé stěny je 3,5mm. Pro stanovení poloměru je nutno určit střední hodnotu tloušťky stýkajících se stěn.

$$s = 0,5 \cdot (a + b) = 0,5 \cdot (1,5 + 3,5) \text{ mm} = 2,5 \text{ mm} \quad (1)$$

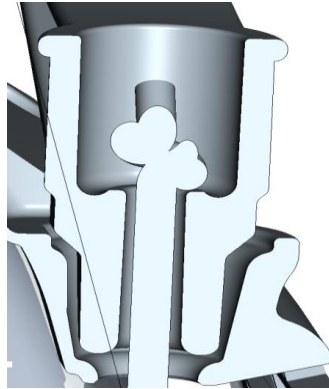
Kde  $a$ ,  $b$  jsou tloušťky stěn. Potom se stanoví poloměr zaoblení  $R$  dle hodnot ze strojnických tabulek v závislosti na úhlu, který stěny svírají. Úhel 110 stupňů patří mezi interval hodnot 90 – 120 stupňů a tabulka udává  $R = 1,0s$ . Po dosazení za střední hodnotu 2,5, dostáváme vzorec ve tvaru  $R = 1,0 \cdot 2,5 = 2,5 \text{ mm}$ . Proto velikost zaoblení mezi spodní boční stěnou s čelní stěnou mřížky je 2,5 mm.



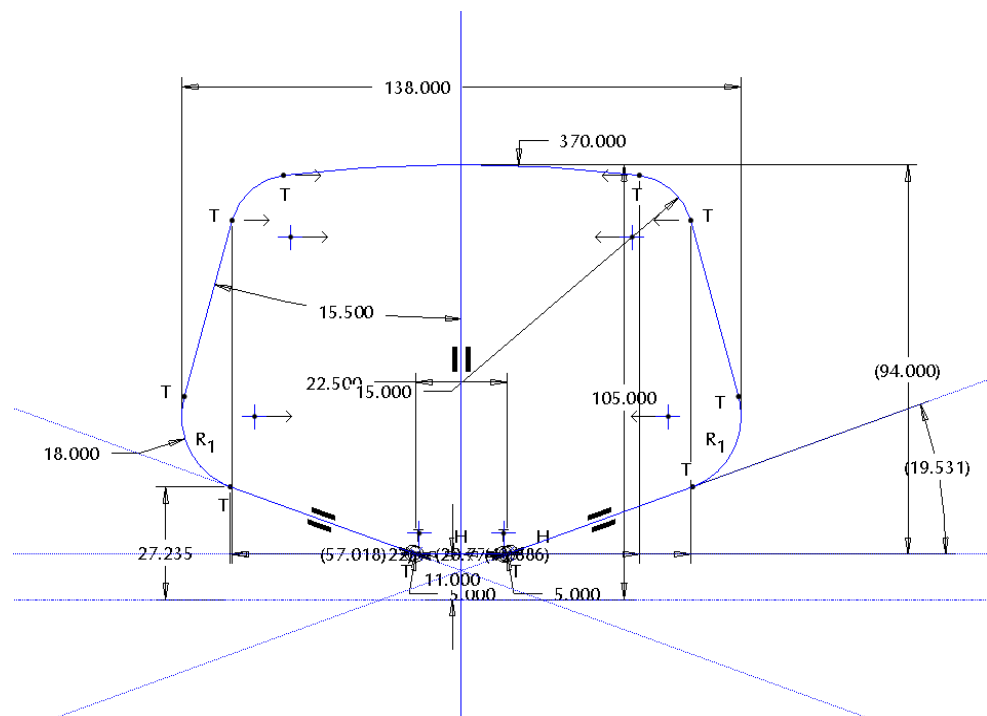
Obr. 46. Konečný tvar bočního krytu

## 5.2 Konstrukce rukojeti

Při konstrukci rukojeti je nutné dbát na vhodný tvar. Tento tvar musí být vhodný pro obsluhu motorové pily, aby při startování nedocházelo k vyklouznutí rukojeti z ruky obsluhy. K rukojeti je přichycen jeden z konců startovacího lanka. Toto přichycení je provedeno způsobem, že v prostřední části rukojeti je vytvořena díra na provlečení lanka.[26] Průměr startovacího lanka jsou 3 mm. Průměr díry na protáhnutí lanka v rukojeti musí být větší z důvodu snadné výměny startovacího lanka. Potom volím průměr díry v rukojeti na 5 mm. Konec lanka bude zakončen zauzlením, tímto zakončením lanka se docílí nevysunutí lanka ven z rukojeti a zároveň bude zajištěna jeho snadná výměna.

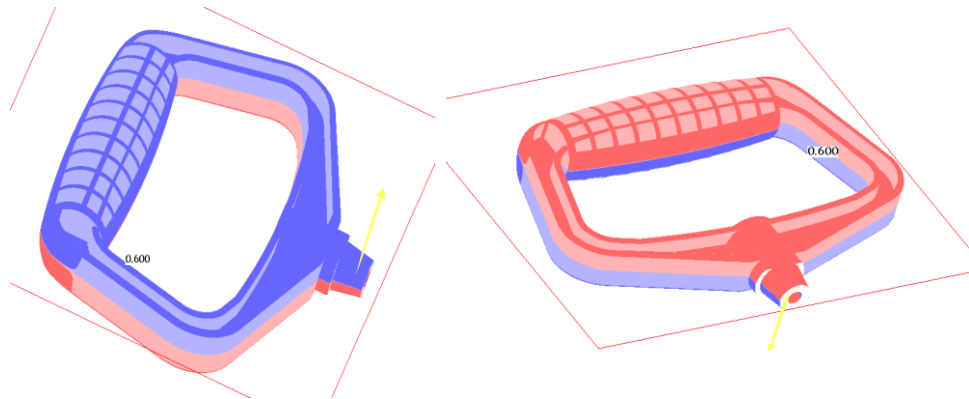


Obr. 47. Díra v rukojeti  
pro lanko [26]



Obr. 48. Náčrt rukojeti [27]

První tvar rukojeti je dán dle náčrtu.[27] Pro odlehčení rukojeti bude vybrána prostřední část rukojeti. Materiál rukojeti je LDPE. Protože je rukojeť vyráběna technologií vstřikování materiálu do formy, je nutné, aby na stěnách rukojeti byly vytvořeny úkosy.[28] Úkosy jsou tvořeny kolmo směrem k dělicí rovině a usnadňují vyjímání rukojeti z formy. Dělicí rovina leží ve vodorovném směru rukojeti ve středu bočních stěn rukojeti. Pomocí funkce Draft Check byla provedena kontrola úkosů na stěnách rukojeti.



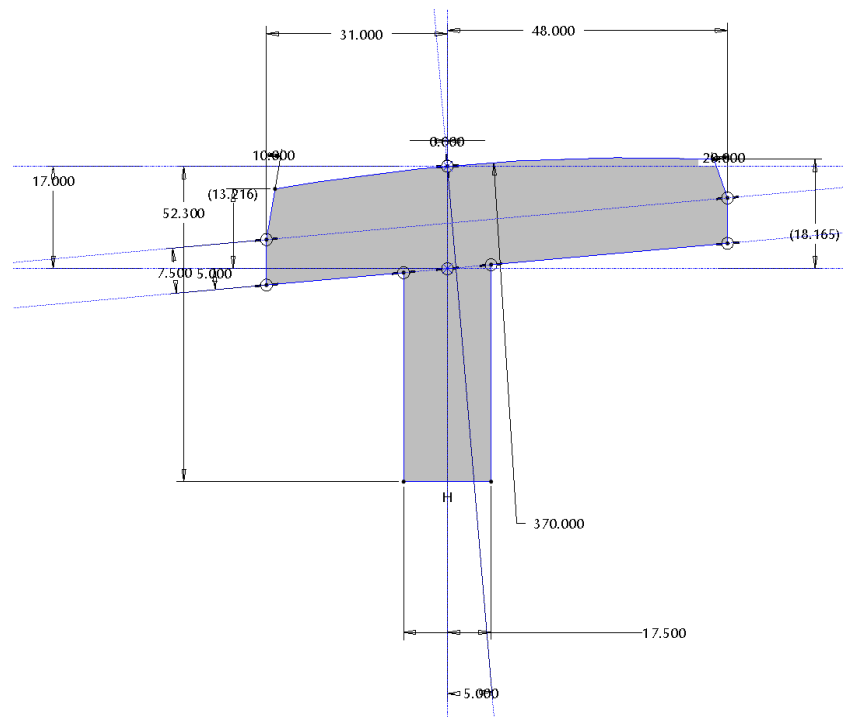
Obr. 49. Úkosy na stěnách rukojeti [28]

Pro provedení úkosů je nutné, stejně jako u konstrukce bočního krytu, provést zaoblění hran na rukojeti. Po zaoblění hran dostáváme výsledný tvar rukojeti.[29]



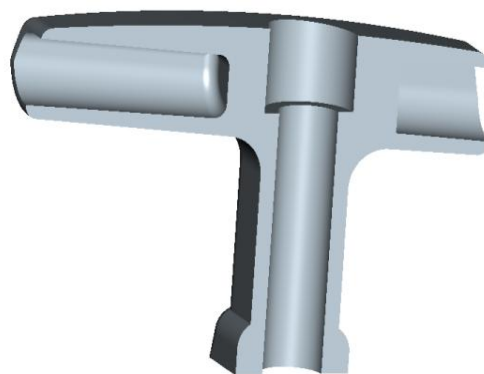
Obr. 50. Výsledný tvar rukojeti [29]

Tento tvar rukojeti se spíše používá pro záchranné pily, kde je nutné, co nejvhodnější uchycení rukojeti s minimální možností vyklouznutí. Ve většině případů se používá druhý typ rukojeti.[31]



Obr. 51. Náčrt rukojeti [30]

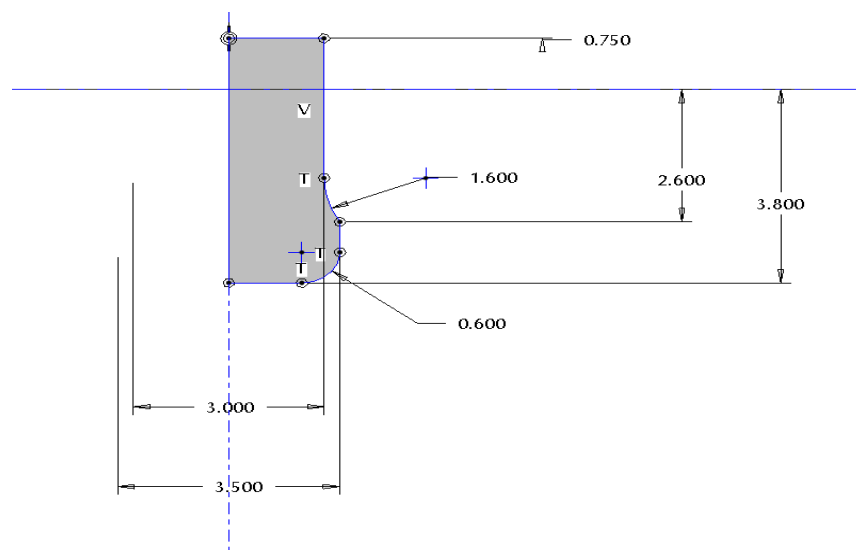
Postup konstrukce bude obdobný jako u první varianty. Tvar rukojeti je dán dle náčrtu.[30] V této variantě je opět nutné vytvoření díry pro provlečení lanka a tím docílení spojení mezi bočním krytem a rukojetí. Pro odlehčení rukojeti bude v horní části odebrán materiál z vnitřní části rukojeti. Po odebrání materiálu a zaoblení hran dostáváme výsledný tvar rukojeti.[31]



Obr. 52. Tvar rukojeti [31]

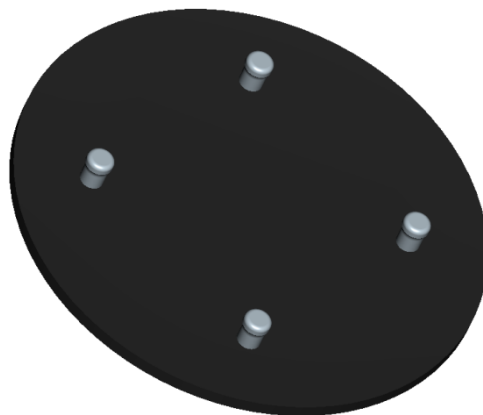
### 5.3 Konstrukce krytu pro logo výrobce

Kryt pro logo výrobce je dán kruhovým tvarem podle přední stěny bočního krytu, kde již máme vytvořeny díry pro kolíky.[20] Tyto kolíky budou sloužit k jednoduchému přichycení krytu s logem k bočnímu krytu startovacího zařízení. Tvar kolíku je dán dle náčrtu.[32] Zde je důležité, ve spodní části kolíku navýšení průměru o 0,5 mm, aby nedocházelo k vypadávání krytu s logem z bočního krytu startovacího zařízení. Aby docházelo k plynulému nacvaknutí kolíku do krytu při montáži, jsou vytvořeny zaoblení na hranách kolem zvětšeného průměru.



Obr. 53. Náčrt kolíku [32]

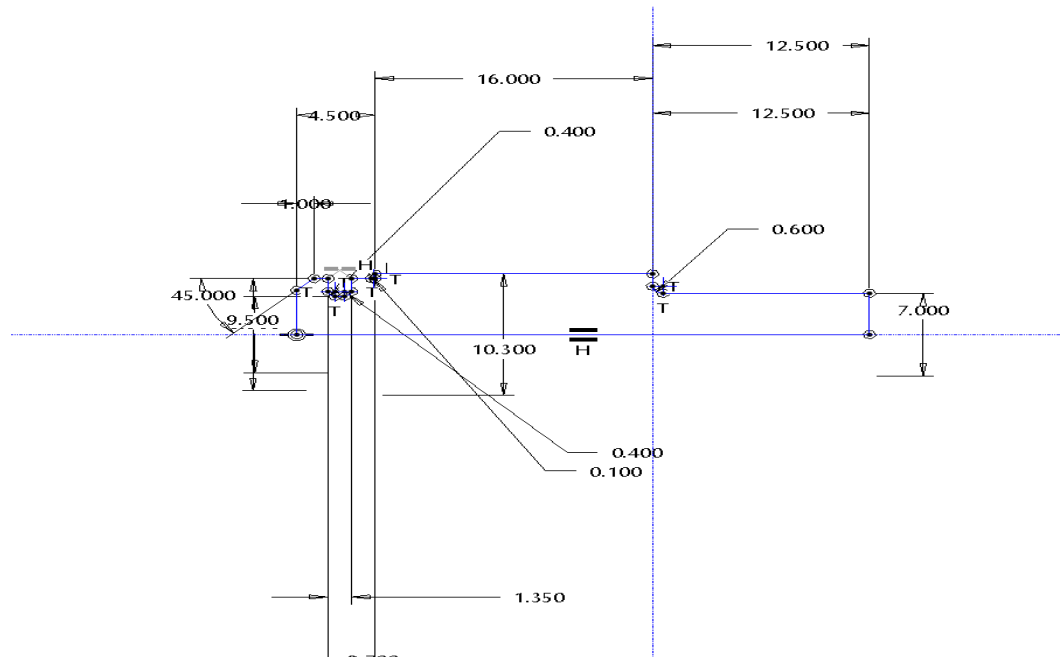
Celkem jsou na krytu vytvořeny čtyři kolíky. Jejich středy jsou umístěny na kružnici, kde vzdálenost středů mezi dvěma kolíky je pod úhlem devadesáti stupňů.



Obr. 54. Tvar krytu s kolíky

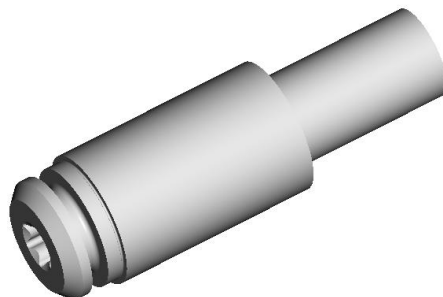
## 5.4 Konstrukce osy

Osa je pevně nalisovaná k bočnímu krytu startovacího zařízení. Při konstrukci bočního krytu již byla vytvořena díra o průměru 6,5 mm. Do této díry bude uložena osa pomocí lisovaného spojení. Tvar osy je dán dle náčrtu dle zadaného náčrtu.[33]



Obr. 55. Náčrt osy [33]

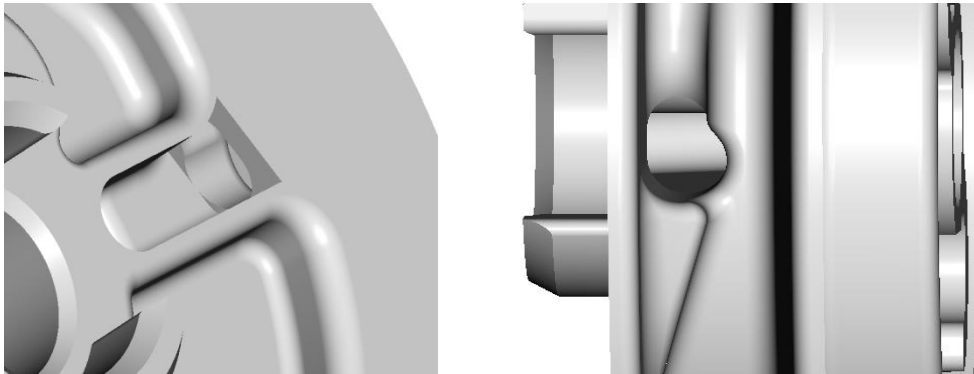
Kota se vzdáleností 16 mm, je místo, kde bude uložena lanová kladka. Průměr osy v tomto místě je 10,3 mm. Aby bylo zajištěno volné otáčení kladky a snadná její demontáž, bude průměr díry kladky 10,4 mm. Vzniklou vůlí bude zajištěno volné otáčení kladky kolem osy. V levém konci osy je vytvořeno vybrání, kde délka vybrání je 1,35 mm, a hloubka je 0,4 mm. V této drážce bude uložen vodící drát pro západky, který bude zajišťovat směr jejich natočení a jejich přidržení uvnitř lanové kladky.



Obr. 56. Osa startovacího zařízení

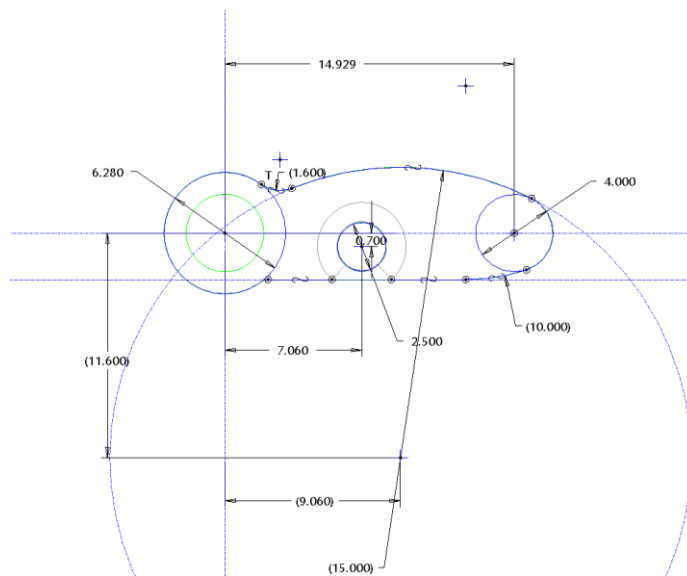
## 5.5 Konstrukce lanové kladky

Hlavní funkcí lanové kladky je uložení startovacího lanka, tak aby se při startování plynule odvíjelo. Startovací lanko má délku 1 m a průměr 3 mm, proto je důležité zajistit dostatečnou hloubku v místě uložení lanka, aby nedocházelo při navinutí k jeho přepadu přes boční stěny kladky. Největší průměr kladky je 66 mm. Tento průměr vychází z místa pro uložení lanové kladky, které bylo již vytvořeno na mřížce startovacího zařízení.[18] Aby nedocházelo k odvinutí lanka z kladky, je nutné jej zde upevnit. K upevnění lanka je nutné vytvořit ve vnitřní stěně prostoru pro navinutí lanka díru, kterou se konec lanka vyvede směrem ven. Na konci lanka se vytvoří jednoduchý suk, a tímto sukem je docíleno, že se lanko nemůže odvinout z kladky.



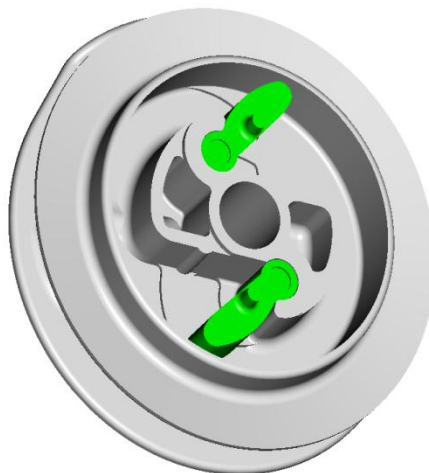
Obr. 57. Díra pro provlečení startovacího lanka

Dále je nutné vytvořit uvnitř lanové kladky místo pro umístění západky. Západky jsou uloženy v lanové kladce celkem dvě. Tvar západky je dán dle daného náčrtu.[34]



Obr. 58. Náčrt západky [34]

Výška západky je 9 mm. Tato výška vychází z hloubky prostoru ve vnitřní kladce, kde je touto výškou zabezpečeno, že západky nebudou přesahovat přes okraj lanové kladky. Na čelní stěně západky je vytvořen čep, jehož průměr jsou 2,5 mm. Pomocí tohoto čepu je kladka spojena s vodícím drátem, který určuje směr její natočení. Západky jsou uloženy na kladce proti sobě a při napínání startovacího lanka dochází k jejich natočení proti směru otáčení kladky. Vytočení západek je o 45 stupňů.



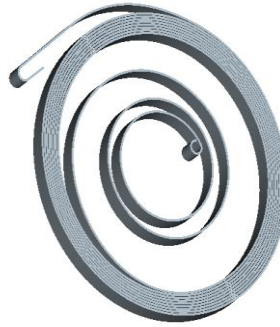
Obr. 59. Vytočení západky

K tomu, aby bylo jejich natočení přesné a plynulé, slouží vodící drát. Taktéž vodící drát zabezpečuje, aby nedocházelo k vypadnutí západek, a zadržuje je uvnitř lanové kladky. Vodící drát je přichycen k ose startovacího zařízení, kde je vytvořena drážka pro jeho uložení.[33]



Obr. 60. Kladka se západkami a vodícím drátem

## 5.6 Konstrukce vratné pružiny



Obr. 61. Vratná pružina

Pomocí vratné pružiny je zabezpečeno navíjení startovacího lanka na kladku. Vratná pružina je umístěna na vnitřní straně bočního krytu, ke kterému je rovněž umístěn jeden konec pružiny. Druhý konec pružiny je přichycen ke kladce.

Výpočet vratné pružiny byl proveden dle zvolené literatury. (*MITCalc, Výpočet pružin*)  
 Vstupní parametry pro výpočet vratné pružiny: Zatěžující síla  $F = 9 \text{ N}$ , délka ramene působící síly  $R = 30 \text{ mm}$ , vnitřní poloměr  $R_i = 5 \text{ mm}$ , tloušťka pružiny  $h = 1,1 \text{ mm}$ , délka pružiny  $l = 1500 \text{ mm}$ , šířka pružiny  $b = 7 \text{ mm}$ , modul pružnosti v ohybu  $E = 210 \text{ GPa}$ . Dovolené napětí v ohybu pro materiál 11 600 je  $\sigma_{D0} = 250 \text{ MPa}$ .

$$K_b = f\left(\frac{R_i}{h}\right) = f\left(\frac{5}{1,1}\right) = 1,17 \quad (2)$$

$$M_o = F \cdot R = 9 \cdot 30 = 270 \text{ Nmm} \quad (3)$$

$$\sigma_o = K_b \frac{6 \cdot M_o}{b \cdot h^2} = 1,17 \cdot \frac{6 \cdot 270}{7 \cdot 1,1^2} = 223,7 \text{ MPa} \quad (4)$$

$$\sigma_o \leq \sigma_{D0} \quad (5)$$

$$223,7 \text{ MPa} \leq 250 \text{ MPa}$$

Tuhost pružiny  $k$ :

$$k = \frac{\pi \cdot E \cdot b \cdot h^3}{12 \cdot 180 \cdot l} = \frac{\pi \cdot 210000 \cdot 7 \cdot 1,1^3}{12 \cdot 180 \cdot 1500} = 1,9 \text{ Nmm}^{-1} \quad (6)$$

## ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vymodelování jednotlivých komponent sestavy startovacího zařízení na motorovou pilu. V teoretické části byla nejprve popsána historie pil. S prvními pohony pil bylo různě experimentováno, avšak od 30. let 20. století se začínají vyrábět pily se spalovacím motorem, které se vyrábí do dnešní doby. V dnešní době se začíná experimentovat s elektrickým pohonem, jako náhrada spalovacího motoru, ale výroba pil s tímto pohonem je v malé míře a jednoznačně převládá výroba pil se spalovacím motorem. V druhé kapitole teoretické části bylo popsáno rozdělení motorových pil podle různých kritérií, jako jsou např.: výkon, zdvihový objem a hmotnost. Podle těchto kritérií se mohou pily rozdělit pro běžné uživatele do skupiny hobby, farmářské a pro profesionální účely. Ve třetí kapitole jsou popsány jednotlivé funkční celky motorové pily. Na závěr teoretické části je věnována kapitola startovacímu zařízení. Zde je popsána funkce jednotlivých částí startovacího zařízení. Jsou zde rovněž popsány různé druhy poruch na startovacím zařízení, které mohou nastat při běžném používání motorové pily.

Praktická část je zaměřena na samotnou konstrukci jednotlivých komponent startovacího zařízení. Prvním úkolem bylo navržení bočního krytu. Tvar bočních stěn krytu vycházel ze zadaného náčrtu a podle tohoto náčrtu se odvíjela samotná konstrukce. Dalším úkolem bylo vytvoření místa, kde budou uloženy další součásti startovacího zařízení. Střed musel ležet rovno se středem klikové hřídele. Čehož bylo docíleno odměřením ze sestavy motorové pily. Po vytvoření základního tvaru bylo nutno vytvořit na krytu úkosy, jelikož je celý kryt vyráběn technologií odlévání. Jako materiál krytu byly voleny dvě varianty buď konstrukční plast, nebo slitina hořčíku s hliníkem. Jelikož se předpokládá, že kryt se bude montovat na pily, které budou pro profesionální použití, je volena druhá kvalitnější varianta slitiny hořčíku s hliníkem. Při konstrukci rukojeti byly navrženy dvě varianty. První varianta byla rukojeť, jejíž tvar byl dán ve tvaru lichoběžníka. Výhodou této varianty je pevné uchycení obsluhou při startování, což snižuje možnost vyklouznutí rukojeti z ruky obsluhy. Tato varianta se využívá u pil, které jsou určeny hlavně pro záchranné účely. Druhá varianta byla rukojeť vytvořena ve tvaru písmene T. Nevýhodou této varianty je větší možnost vyklouznutí, při startování z ruky obsluhy, než u první varianty, avšak u většiny motorových pil se používá tato varianta. Hlavně z důvodu nižších výrobních nákladů. Proto volím i pro tuto sestavu konstrukční řešení číslo dvě. Při tvorbě lanové kladky musela být zajištěna dostatečná hloubka kladky, aby nedocházelo při namotání lanka k jeho přepadu přes boční stěny kladny. V tomto konstrukčním řešení byla tato hloubka

zajištěna vnitřním průměrem kladky 50mm. Uvnitř kladky bylo nutné vytvořit místo pro uložení dvou západek a rovněž je do tohoto prostoru ještě vyveden konec startovacího lanka, na kterém je vytvořen suk. Proto byla volena varianta umístění západek naproti sebe, kde v místě mezi západkami je vytvořena díra pro uložení kladky na osu startovacího zařízení a na bočních koncích vedle této díry vzniklo místo pro uložení zasukovaného konce startovacího lanka. U výpočtu pružiny bylo nutné zajistit, aby hodnota ohybového napětí byla menší nebo rovna hodnotě dovoleného napětí v ohybu. Hodnota dovoleného napětí v ohybu byla  $\sigma_{D0} = 250 \text{ MPa}$ . Vypočtená hodnota napětí v ohybu byla  $\sigma_0 = 223,7 \text{ MPa}$ , jelikož je tato hodnota menší jak  $250 \text{ MPa}$ , tak požadovaná podmínka byla splněna. Při této konstrukci bylo čerpáno poznatků z různých druhů startovacích zařízení od různých firem, které jsou již vyrobeny. Jednotlivé části startovacího zařízení byly zkoumány ve formě náhradních dílů, které se používají, při poruše na startovacím zařízení. Konstrukce sestavy startovacího zařízení byla provedena v programu Pro-ENGINEER.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] NERUDA J., ČERNÝ Z., Motorová řetězová pila a křovinořez, 2006 91s., ISBN 80-7271-175-X.
- [2] RADA O., Těžba dřeva v lesích zemědělských podniků, 1999 51s., ISBN 80-7101-186-1.
- [3] SVOBODA P., BRANDEJS J., DVOŘÁČEK J., PROKEŠ F., Základy konstruování, 2009 234s., ISBN 978-80-7204-633-1
- [4] Propom. *Propom* [online]. [2012] [cit. 2013-12-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.propom.cz>>.
- [5] STIHL. *Stihl* [online]. [2013] [cit. 2013-13-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.stihl.cz>>.
- [6] HUSQVARNA. *Husqvarna* [online]. [2013] [cit. 2013-12-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.husqvarna.com>>.
- [7] Nářadí na zahradu. *Nářadí na zahradu* [online]. [2013] [cit. 2014-03-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.zahrada.lyp.cz>>.
- [8] Stroje v lese vše o lesní technice. *Stroje v lese* [online]. [2011] [cit. 2014-03-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.strojevlese.cz>>.
- [9] Motorové pily. *Historie motorových pil* [online]. [2011] [cit. 2013-10-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.motorovepily24.cz>>.
- [10] Lesnická práce. *Historie a vývoj bezpečnostních prvků na motorových pilách* [online]. [2013] [cit. 2013-10-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.silvarium.cz>>.
- [11] Agrico. *Motorové pily Stihl v detailech* [online]. [2012] [cit. 2014-04-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.agricohodonin.cz>>.
- [12] Husteň vercajk. *Stihl* [online]. [2013] [cit. 2014-04-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.hustejvercajk.cz>>.
- [13] ZTgronych. *Motorové pily a jejich druhy* [online]. [2011] [cit. 2014-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.gronych.cz>>.
- [14] MITCalc. *Výpočet pružin* [online]. [2013] [cit. 2014-05-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.mitcalc.com>>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

|               |                                    |                   |
|---------------|------------------------------------|-------------------|
| $M_o$         | Ohybový moment                     | Nmm               |
| $W_o$         | Modul průřezu pružiny v ohybu      | mm <sup>3</sup>   |
| F             | Zatěžující síla                    | N                 |
| R             | Délka ramene působící síly         | mm                |
| b             | Šířka pružiny                      | mm                |
| h             | Tloušťka pružiny                   | mm                |
| $\sigma_o$    | Napětí v ohybu                     | MPa               |
| $\sigma_{Do}$ | Dovolené napětí v ohybu            | MPa               |
| l             | Délka rozvinuté pružiny            | mm                |
| k             | Tuhost pružiny                     | Nmm <sup>-1</sup> |
| $\alpha$      | Úhel pootočení                     | °                 |
| $K_b$         | Korekční součinitel napětí v ohybu | -                 |

## SEZNAM OBRÁZKŮ

|  |    |
|--|----|
| Obr. 1. Pila poháněná mobilním parním strojem [1] .....                                    | 11 |
| Obr. 2. Motorová pila Sector [2].....  | 12 |
| Obr. 3. Andreas Stihl s motorovou pilou CONTRA [3].....                                    | 12 |
| Obr. 4. Dvoumužná pila STIHL na kácení stromů [4] .....                                    | 13 |
| Obr. 5. Motorová pila, STIHL BL [5] .....  | 13 |
| Obr. 6. Motorová pila, STIHL BLK [6] .....   | 14 |
| Obr. 7. Motorová pila, STIHL CONTRA [7].....   | 14 |
| Obr. 8. Husqvarna 140 [8] .....  | 15 |
| Obr. 9. Motorová pila, Stihl [9]    Obr. 10. Elektrická pila, Stihl [10].....              | 16 |
| Obr. 11. Motorová pila s vyvýšenou rukojetí [11] .....                                     | 17 |
| Obr. 12. Hlavní části motorové pily ( <i>Sachs-Dolmar</i> ).....                           | 18 |
| Obr. 13. Technologie 2 -MIX od firmy Stihl [12] .....                                      | 19 |
| Obr. 14. Technologie 4 - MIX od firmy Stihl [13] .....                                     | 20 |
| Obr. 15. Technologie 4-MIX od firmy Stihl[14] .....  | 21 |
| Obr. 16. Filtr HD2 [15].....   | 22 |
| Obr. 17. Elektronická bezkontaktní zapalovací soustava motoru.....                         | 22 |
| Obr. 18. Odstředivá spojka a hnací řetězové kolo .....                                     | 23 |
| Obr. 19. Brzda řetězu.....   | 24 |
| Obr. 20. Olejové čerpadlo.....   | 25 |
| Obr. 21. Palivová nádrž s uzávěrem a sacím košem.....                                      | 25 |
| Obr. 22. Vodící lišty a jejich varianty provedení.....                                     | 27 |
| Obr. 23. Základní části pilového řetězu .....  | 28 |
| Obr. 24. Základní tvary profilů hoblovacích řetězů.....                                    | 28 |
| Obr. 25. A - přední a zadní rukojeti motorové pily, B - elektrické vyhřívání rukojeti..... | 29 |
| Obr. 26. Startovací zařízení .....   | 31 |
| Obr. 27. Demontáž krytu    Obr. 28. Odstranění vodícího drátu.....                         | 33 |
| Obr. 29. Vyjmutí západek    Obr. 30. Odstranění lanka z kladky .....                       | 33 |
| Obr. 31. Odstranění kladky    Obr. 32. Odstranění vsuvky na rukojeti.....                  | 33 |
| Obr. 33. Současný tvar startovacího zařízení[16].....                                      | 35 |
| Obr. 34. Náčrt tvaru bočního krytu startovacího zařízení [17].....                         | 36 |
| Obr. 35. Tvar bočního krytu .....  | 37 |
| Obr. 36. Náčrt umístění středů děr pro šrouby .....  | 38 |

|  |    |
|--|----|
| Obr. 37. Vymodelované plochy pro vytvoření děr .....                   | 38 |
| Obr. 38. Náčrt tvaru místa pro uložení dalších části sestavy[18] ..... | 39 |
| Obr. 39. Místo pro umístění pružiny [19].....                          | 39 |
| Obr. 40. Místo pro umístění krytu s logem výrobce [20] .....           | 40 |
| Obr. 41. Tvar díry pro rukojeť [21] .....                              | 40 |
| Obr. 42. Mřížka na čelní stěně [22] .....                              | 41 |
| Obr. 43. Mřížka na zkosené boční stěně [23] .....                      | 41 |
| Obr. 44. Úkoso na vnější straně mřížky [24].....                       | 42 |
| Obr. 45. Úkoso na vnitřní straně mřížky [25].....                      | 42 |
| Obr. 46. Konečný tvar bočního krytu .....                              | 43 |
| Obr. 47. Díra v rukojeti pro lanko [26].....                           | 44 |
| Obr. 48. Náčrt rukojeti [27] .....                                     | 44 |
| Obr. 49. Úkoso na stěnách rukojeti [28].....                           | 45 |
| Obr. 50. Výsledný tvar rukojeti [29].....                              | 45 |
| Obr. 51. Náčrt rukojeti [30] .....                                     | 46 |
| Obr. 52. Tvar rukojeti [31].....                                       | 46 |
| Obr. 53. Náčrt kolíku [32] .....                                       | 47 |
| Obr. 54. Tvar krytu s kolíky .....                                     | 47 |
| Obr. 55. Náčrt osy [33] .....  | 48 |
| Obr. 56. Osa startovacího zařízení.....                                | 48 |
| Obr. 57. Díra pro provlečení startovacího lanka.....                   | 49 |
| Obr. 58. Náčrt západky [34] .....                                      | 49 |
| Obr. 59. Vytočení západky .....  | 50 |
| Obr. 60. Kladka se západkami a vodícím drátem .....                    | 50 |
| Obr. 61. Vratná pružina .....  | 51 |

**SEZNAM TABULEK**

|   |    |
|---|----|
| Tab. 1. Rozdělení motorových pil podle hmotnosti, zdvihového objemu a výkonu<br>( <i>Motorová řetězová pila a křovinořez, 2006</i> )..... | 17 |
| Tab. 2. Srovnání Stihl motoru 2 - MIX s konvekčními 4 - taktními motory.....  | 19 |
| Tab. 3. Srovnání Stihl motoru 4-MIX s konvekčními 4 - taktními motory.....  | 20 |

**SEZNAM PŘÍLOH**

P I Výpočet deformace a napětí při zatížení na čelní stěnu bočního krytu

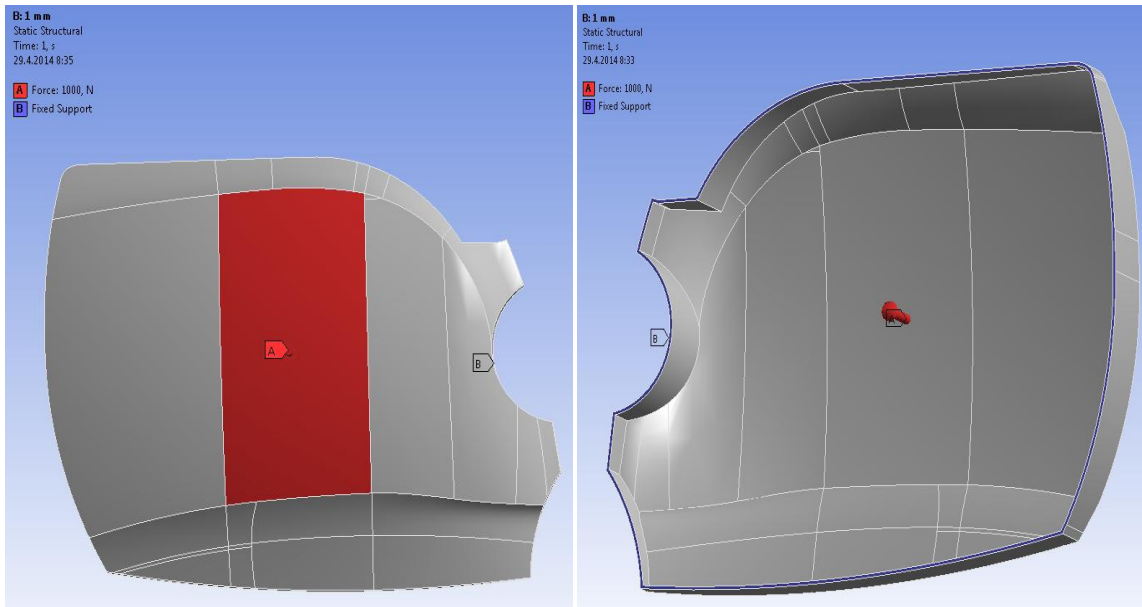
P II Výkres sestavy startovacího zařízení

P III CD-ROM obsahující:

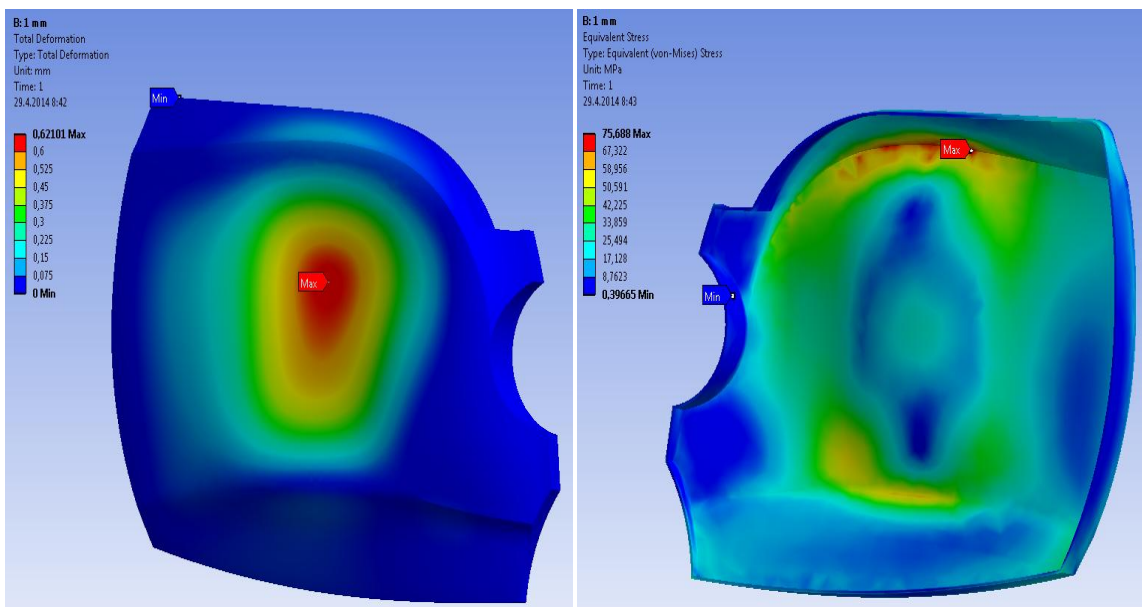
- Model startovacího zařízení vytvořený s programem Pro-ENGINEER
- Výkres sestavy startovacího zařízení

# PŘÍLOHA P I: VÝPOČET DEFORMACE A NAPĚTÍ PŘI ZATÍŽENÍ NA ČELNÍ STĚNU BOČNÍHO KRYTU

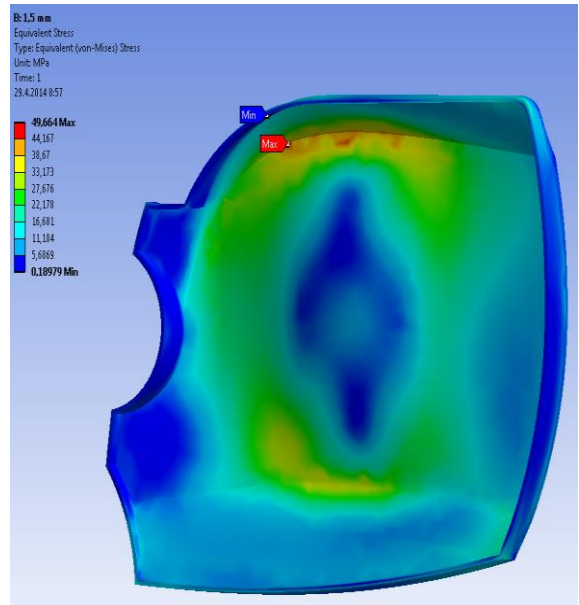
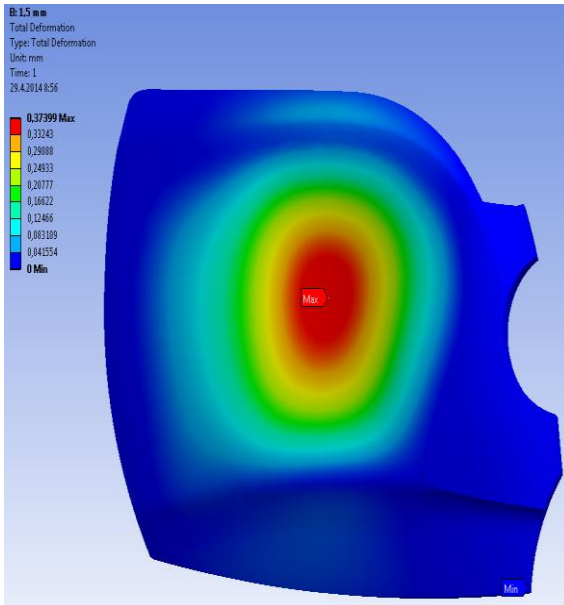
Zvolené zatížení a podpora



Deformace + napětí pro 1 mm



## Deformace + napětí pro 1,5 mm



## Deformace + napětí pro 1,5 mm s tloušťkou čelní stěny 3,5 mm

