



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

## ŘEZACÍ ZAŘÍZENÍ NA ZPRACOVÁNÍ PALIVOVÉHO DŘÍVÍ

CUTTING EQUIPMENT FOR A FIREWOOD PROCESSOR

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Augustin

### VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

BRNO 2021



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ústav:	Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student:	<b>Jakub Augustin</b>
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce:	<b>Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Řezací zařízení na zpracování palivového dříví**

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Návrh přídatného zařízení pro řezání palivového dříví na skládce dřeva. Řezací zařízení koncipováno jako přídatné zařízení na nakladač. Pohon zařízení pomocí přídatných hydrostatických okruhů nakladače.

Technické parametry:

Nakladač zvolené značky a typové řady.

Maximální průměr řezaného sortimentu dle volby délky řezací lišty.

Tlak v hydraulické soustavě dle zvoleného stroje.

#### **Cíle bakalářské práce:**

Stručná rešerše obdobných používaných přídatných zařízení na zpracování palivového dřeva.

Stručná rešerše nakladačů potřebné výkonové řady.

Koncepční návrh přídatného zařízení pro řezání palivového dříví.

Výpočet základních funkčních parametrů.

Analytické výpočty silových parametrů a pevnostní výpočet vybraných konstrukčních částí.

Volba souvisejících komponent pro konstrukční návrh.

Návrh hydraulického okruhu přídatného zařízení.

Výkres celkové sestavy řezacího zařízení.

Výkres podsestavy rámu.

Výkresy vybraných součástí.

**Seznam doporučené literatury:**

VANĚK, Antonín. Strojní zařízení pro stavební práce. 2., přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 1999. ISBN 8085920611.

JEŘÁBEK, Karel. Stroje pro zemní práce: Silniční stroje. 1. vyd. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. ISBN 8070783893.

NERUDA, Jindřich. Harvesterové technologie lesní těžby. 1. vyd. V Brně: Mendelova univerzita, 2013. ISBN 9788073758424.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 1. vyd. Úvaly: Albra, 2003. ISBN 8086490742.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá koncepčním návrhem štípacího automatu, jako přídavného zařízení pro čelní nakladač. Hlavním cílem práce je navrhnout celý štípač na nakladač, který by ho využíval.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

štípací stroj, nakladač, zpracování dřeva

## **ABSTRACT**

This bachelor's thesis deals with the conceptual design of a wood-splitting machine as additional device for a front loader. The main aim of this thesis is to design the whole wood-splitter of a front loader which it would use.

## **KEYWORDS**

wood-splitting machine, loader, wood processing

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

AUGUSTIN, J. *Řezací zařízení na zpracování palivového dříví*. Brno, 2021. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 37 s. Vedoucí diplomové práce Jaroslav Kašpárek.



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D. a s použitím informačních zdrojů uvedených v seznamu.

V Brně dne 21. května 2021

.....

Jakub Augustin

## PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D. za odbornou pomoc při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mě podporovali ve studiu.



# OBSAH

Úvod .....	11
<b>1 Základní informace a rozdělení štípačů .....</b>	<b>12</b>
1.1 Rozdělení podle konstrukce .....	12
1.1.1 Vertikální .....	12
1.1.2 HORIZONTÁLNÍ .....	13
1.2 Rozdělení podle způsobu dělení kulatiny .....	13
<b>2 Automaty na palivové dřevo .....</b>	<b>14</b>
2.1 Automat za traktor .....	14
2.2 Štípací kužel .....	15
2.3 Automat na čelní nakladač .....	15
<b>3 Nakladače .....</b>	<b>16</b>
3.1 LIBHERR L508 .....	16
3.2 JLG 3614RS .....	17
3.3 Gehl RT 210 .....	17
<b>4 Koncepční návrh .....</b>	<b>18</b>
4.1 Návrh hydraulického okruhu .....	18
4.1.1 Štípací hydromotor .....	19
4.1.2 Hydromotor na pohon pily .....	20
4.1.3 Hydromotory na ovládání pily a držáku klád .....	20
4.2 Základní profil .....	21
4.3 Vidle .....	21
4.4 Nosná deska .....	21
4.5 Pojezd beranu .....	22
4.6 Pevná konzole .....	22
4.6.1 Štípač .....	23
<b>5 Výpočty svaru .....</b>	<b>24</b>
5.1 Dovolené napětí svaru .....	24
5.2 Pevná konzole .....	24
5.2.1 Napětí od posouvající síly .....	25
5.2.2 Napětí od ohybu .....	26
5.2.3 Celkové napětí .....	26
5.2.4 Bezpečnost svaru .....	26
5.3 Pohyblivá konzole .....	27
5.3.1 Napětí od posouvající síly .....	28
5.3.2 Napětí od ohybu .....	28
5.3.3 Celkové napětí .....	29
5.3.4 Bezpečnost svaru .....	29
<b>6 Zvolené komponenty .....</b>	<b>30</b>
6.1 Harvesterová lišta speedmax .....	30
6.2 Škrťící ventil - NDRB08 G3/8 .....	31

<b>Závěr .....</b>	<b>32</b>
<b>Seznam použitých zkratek a symbolů .....</b>	<b>35</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>37</b>

## ÚVOD

Ve své bakalářské práci se zabývám koncepčním návrhem štípacího stroje na čelní nakladač. V dnešní době, která je výrazně poznamenána kůrovcovou kalamitou, je zpracování napadeného dřeva nedílnou součástí našeho života. Dřevo je potřeba zpracovávat, jak na výrobu nábytku či jiných věcí pro běžnou potřebu života, tak i na palivové dřevo. Zpracování dřeva ručními nástroji je fyzicky velmi náročné, a proto každý člověk přemýšlí, jak si ulehčit práci pomocí stroje, který je schopen více činností najednou. Práci je třeba co nejvíce si zjednodušit, ať klasickými štípači, nebo poloautomaty a automaty. Na trhu je spousta různých štípačů, od jednoduchých stacionárních a mobilních, které pouze štípou předem nařezaná polena různých délek, po automatické štípače, které dokážou nakrátit kládu na požadovanou délku a zároveň ji rozštípat během jednoho cyklu. Tyto stroje člověku výrazně usnadní velikou část fyzicky namáhavé práce a zároveň zvýší produktivitu.



Obrázek 1 Štípací automat HakkiPilke [17]

# 1 ZÁKLADNÍ INFORMACE A ROZDĚLENÍ ŠTÍPAČŮ

Štípačka je stroj sloužící ke štípání špalků na palivové dřevo. Pohon bývá většinou hydraulický, přičemž hydrogenerátor bývá poháněn spalovacím nebo elektrickým pohonem.

Dělení štípačů je mnoho a mezi základní rozdělení štípačů patří:

1. Podle konstrukce
2. Způsob dělení kulatiny

## 1.1 ROZDĚLENÍ PODLE KONSTRUKCE

Mezi základní rozdělení štípačů podle konstrukce patří rozdělení na horizontální a vertikální. Horizontální bývají většinou slabší než vertikální, protože bývají zaměřeny na méně časté používání než vertikální.

### 1.1.1 VERTIKÁLNÍ

Pracovní prostor vertikální štípačky je ve svislé poloze (viz obr.1). Mezi výhody tohoto typu štípaček patří možnost štípat polena ve velkých délkách, něco přes jeden metr, a do průměru kolem 40 cm. Mezi hlavní nevýhody patří nutnost postavit špalky léty kolmo k zemi.



Obrázek 2 Vertikální štípačka PROTECO [15]

### 1.1.2 HORIZONTÁLNÍ

Pracovní prostor horizontální štípačky je vodorovný. Kulatina se většinou štípe ve zkrácené délce, ve které budou polena pálena. Mezi horizontálními štípači nejčastěji najdeme levné a málo výkonné stroje pro hobby požití. Také zde najdeme automaty a poloautomaty (viz obr.2), které jsou využívány na skládkách dřeva a jsou řazeny mezi profesionální štípače.



Obrázek 3 Štípací automat VARIMATIC 300 [16]

## 1.2 ROZDĚLENÍ PODLE ZPŮSOBU DĚLENÍ KULATINY

Štípače jsou děleny na hydraulické a rotační. Štípací stroje s hydraulickým pohonem jsou jedny z nejrozšířenějších. Štípací sílu vyvíjí přímočarý hydromotor buď na štípací klín, nebo na tlačnou desku. Konstrukce rotačních štípačů je úplně odlišná. Rotační štípačka je oproti hydraulické velmi jednoduchým strojem. Pracovní pohyb vykonává kuželový trn se závitem. Dřevo je děleno kolmo na směr vláken.

## 2 AUTOMATY NA PALIVOVÉ DŘEVO

Automaty na palivové dřevo slouží k usnadnění práce při zpracovávání klád na palivové dřevo. Většina strojů má samostatný elektrický pohon. Dále jsou vyráběny štípače s kombinovaným pohonem, kdy můžeme využít pohonu z traktoru a elektrického pohonu. Tato varianta má výhodu, že stroj můžeme použít teoreticky kdekoliv bez ohledu na vzdálenosti od elektrického vedení. Další variantou je připevnění automatu na čelní nakladač či bagr.

Automaty disponují velkou štípací silou, tím se řadí mezi profesionální stroje na štípání.

### 2.1 AUTOMAT ZA TRAKTOR

U automatů za traktor, je jedním z největších problémů, že k němu člověk potřebuje zvedací (navalovací) zařízení nebo nakladač. Tímto štípač ztrácí na své mobilitě. Díky tomuto jsem přesvědčen, že tento automat není určen pro běžné „domácí“ použití, ale hodí se spíše na skládky dřeva. Mezi automaty patří třeba automat Uniforest Titan 43/20 J (viz obr.3), který je vyráběn ve třech variantách pohonu: kardan (CD), elektromotor (E) nebo jejich kombinací (CD+E). [1]



Obr. 4 Štípací automat Uniforest Titan42/20J [1]

## 2.2 ŠTÍPACÍ KUŽEL

Mezi štípací automaty je zahrnován i štípací kužel, který lze upevnit na různé nakladače a rypadla. Kužel je převážně používán na velké a objemné stromy, u kterých by byla problémem manipulace či využití normálního štípače.



Obrázek 5 Štípací kužel [2]

## 2.3 AUTOMAT NA ČELNÍ NAKLADAČ

U štípače na čelním nakladači nepotřebujeme žádný jiný stroj pro navalování klád. S nakladačem jsme sami schopni nabrat kládu a následně ji rozřezat a rozštípat. Zde je výhodou, že s nabranou kládou lze popojet a štípat polena na hromadu o kousek dál, případně rovnou do vozu. Další výhodou je jednoduchost a způsob ovládání zařízení přímo z kabiny nakladače. Navíc ovládání přímo z kabiny nakladače snižuje nebezpečí úrazu. U štípačů je jako pohon použit hydraulický okruh nakladače



Obrázek 6 Štípací automat Halverson [7]

### 3 NAKLADAČE

Pro návrh štípače byl jako pohon vybrán nakladač LIBHERR L508. Jeho výstupní tlak je 230 barů a průtok 76,8 l/min. Štípač po úpravě upínací desky pro daný nakladač může využít jakýkoliv nakladač, který splní výstupní tlak 160 barů, aby se nesnížila štípací síla. [11]

#### 3.1 LIBHERR L508

Nakladač patří mezi kloubové nakladače. Díky svému výkyvnému kloubu je schopen zatáčet v úhlu až 40 stupňů. Protože má horní volné uložení, které umožňuje příčný výkyv přední a zadní části rámu o 10 stupňů na každou stranu, je celkem stabilní. Nakladač se štípačem určitě najde využití jak na skládce, tak i v terénu, kde podle mého názoru bude mít největší využití. V lese nabere kládu a rozštípe ji přímo do vozu. Tím se usnadní přeprava. [8]



Obrázek 7 LIBHERR L508[8]



### 3.2 JLG 3614RS

Nakladač je řazen mezi teleskopické manipulátory, i když nakladač nespĺňuje základní parametr s výstupním minimálním tlakem 160 barů. Podle mého názoru jsem přesvědčen, že při jeho výstupním tlaku 140 barů, se štípací síla nesníží natolik, aby se štípačem nenašel využití. Na druhou stranu, má velkou výhodu v teleskopickém ramenu, což umožňuje štípat polena na velké hromady. [9]



Obrázek 8 JLG 361RS[9]

### 3.3 GEHL RT 210

Gehl RT 210 je pásovým smykem ovládaný nakladač. Díky pásům nakladač zvládá i horší terén, třeba rozbahněný. Nakladač by mohl být kvůli svým schopnostem využit přímo v lese, a tudíž by se nemusela přepravovat kulatina, co by lidem značně ulehčilo práci. [10]



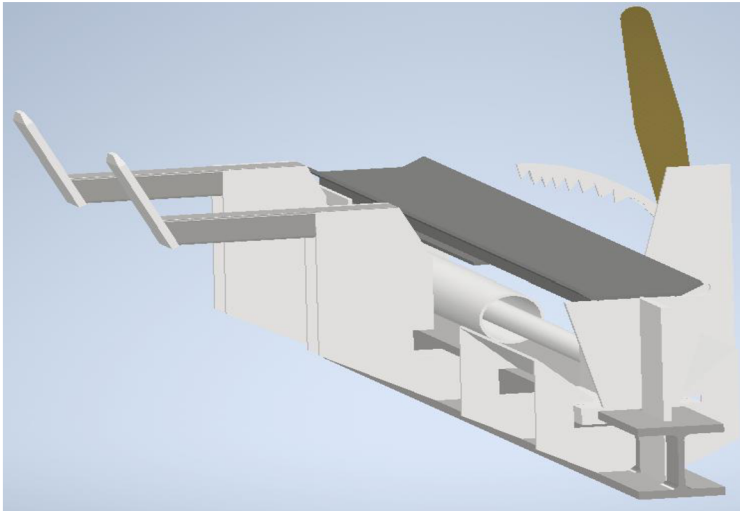
Obrázek 9 Gehl RT210 [10]

## 4 KONCEPČNÍ NÁVRH

Koncepční návrh vychází z obdobných zařízení na čelní nakladač či rypadlo.

Jako pohon byl zvolen nakladač LIBHERR L508 s výstupním tlakem 230 bar a objemovým průtokem 76,8 l/min. Nakladač je využit jako pohon pro celý štípací automat na palivové dřevo.

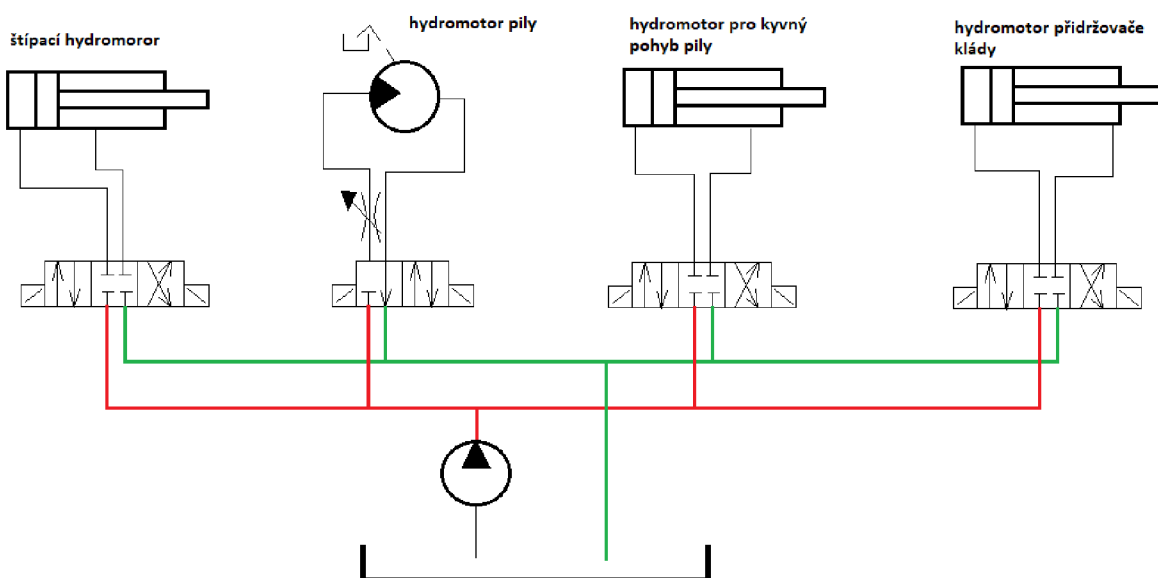
Maximální délka štípaného polena byla zvolena 600 mm.



Obrázek 10 Koncepční návrh

### 4.1 NÁVRH HYDRAULICKÉHO OKRUHU

Jak už bylo zmíněno, pro celý hydraulický okruh zařízení byl zvolen nakladač LIBHERR L508 s výstupním tlakem 230bar a objemovým průtokem 76,8 l/min.



Obrázek 11 Schéma hydraulického okruhu štípače

#### 4.1.1 ŠTÍPAČÍ HYDROMOTOR

Aby štípačka správně fungovala, je potřeba vhodně zvolit hydromotor o správné síle. Pro štípačku je zvolen přímočarý dvojčinný hydromotor, který je pro naši funkci nejlepší. Jelikož se velikost štípačí síly u poloprofesionálních a profesionálních štípačů pohybuje mezi 120 kN a 250 kN. Byla zvolena návrhová tlačná síla o velikosti 200 kN, aby štípač měl co nejhladší chod.

$$p = \frac{F_n}{S_n} = \frac{F_n}{\frac{\pi \cdot D_n^2}{4}} \Rightarrow D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot F_n}{\pi \cdot p}} \quad (1)$$

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 200000}{\pi \cdot 23}} = 105,22 \text{ mm}$$

Kde:

$p$  – Tlak v okruhu [MPa]

$F_n$  – Návrhová tlačná síla [N]

$D_n$  – Návrhový jmenovitý průměr válce [mm]

Při výběru bylo přihlíženo k tomu, že v katalogu u nakladače bývají uvedeny maximální hodnoty, které většina nakladačů nevyužívá.

Dle katalogu byl zvolen hydromotor ZH2 – 125/70x770 – K– 1 –122–222

Tabulka 1 Z katalogu pro ZH2 [3]

∅D	∅d	∅D <sub>1</sub>	∅d <sub>1</sub>	L	L <sub>0</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub> ±1	L <sub>4</sub> ±1	M	A	B	C	E	K <sub>1</sub>	R	Maximální doporučené zdvihy dle zvol. ∅ d	Hmotnost při zdvihu Z (kg)
125	70	155	60	470	260	120	90	78	75	33x2	100	60	99,5	44	50	80	770	53,44 + Z x 0,08300

Přepočet sil pro vykonání tlačné síly 200kN

$$p_p = \frac{F_n \cdot 4}{\pi \cdot D^2} \quad (2)$$

$$p_p = \frac{200000 \cdot 4}{\pi \cdot 125^2} = 16,3 \text{ MPa}$$

Kde:

$p_p$  – Potřebný tlak k vykonání síly [MPa]

$D$  – Jmenovitý průměr válce [mm]

#### 4.1.2 HYDROMOTOR NA POHON PILY

V rámci zvoleného řetězu OREGON® .404, u kterého nesmí rychlost přesáhnout 40 m/s, musíme s ohledem na bezpečnost zvolit správný hydromotor. [4]

$$n_{\dot{r}(\max)} = \frac{v_{\dot{r}(\max)}}{2 \cdot \pi \cdot R_{\dot{r}}} \cdot 60 \quad (3)$$

$$n_{\dot{r}(\max)} = \frac{40}{2 \cdot \pi \cdot 0,035} \cdot 60 = 10913,5 \text{ ot/min}$$

$$Q = \frac{D_z \cdot n_{\dot{r}(\max)}}{1000} \quad (4)$$

$$Q = \frac{4,9 \cdot 10913,5}{1000} = 53,5 \text{ l/min}$$

Kde:

$n_{\dot{r}(\max)}$  – Maximální otáčky řetězu [ot/min]

$v_{\dot{r}(\max)}$  – Maximální rychlost řetězu [m/s]

$R_{\dot{r}}$  – Poloměr řetězky [mm]

$Q$  – Objemový průtok [l/min]

$D_z$  – Objemový průtok čerpadla [cm<sup>3</sup>/ot]

Na základě výpočtů byl zvolen hydromotor od výrobce PARKER

F11-005-MB-CV-K-000-000-00

#### 4.1.3 HYDROMOTORY NA OVLÁDÁNÍ PILY A DRŽÁKU KLÁD

Pro ovládání pily a držáku klád byly zvoleny stejné přímočaré dvojčinné hydromotory. Byly vybrány z katalogu na základě krátkého zdvihu o délce 170 mm, který je pro tento úkol dostačující.

Dle katalogu byl zvolen hydromotor ZH2-32/18x170 – R-1-102-202

Tabulka 2 Z katalogu ZH2 [3]

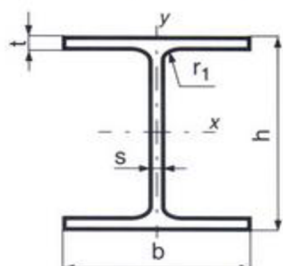
∅D	∅d	∅D <sub>1</sub>	∅d <sub>1</sub>	L	L <sub>0</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub> ±1	L <sub>4</sub> ±1	M	A	B	C	E	K <sub>1</sub>	R	Maximální doporučené zdvihy dle zvol. ∅ d	Hmotnost při zdvihu Z (kg)
32	18	42	20	175	95	45	35	30	30	12x1,5	36	18	39	16	20	27,5	170	1,80 + Z x 0,00656

## 4.2 ZÁKLADNÍ PROFIL

Jako základ celého zařízení byl zvolen profil HEM 200 o délce 2500mm. Na tento profil je vše přivařeno a namontováno.

Profil HEM válcovaný za tepla, DIN 1025-4

// **HEM 200**

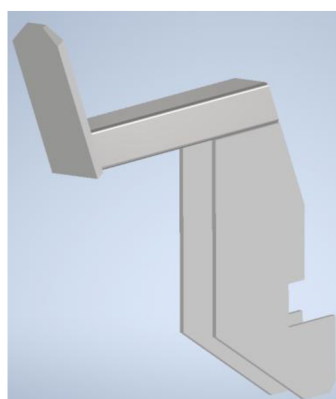


s	15 mm
b	206 mm
h	220 mm
t	25 mm

Obrázek 12 Výstřižek z ferony profilu HEM 200[6]

## 4.3 VIDLE

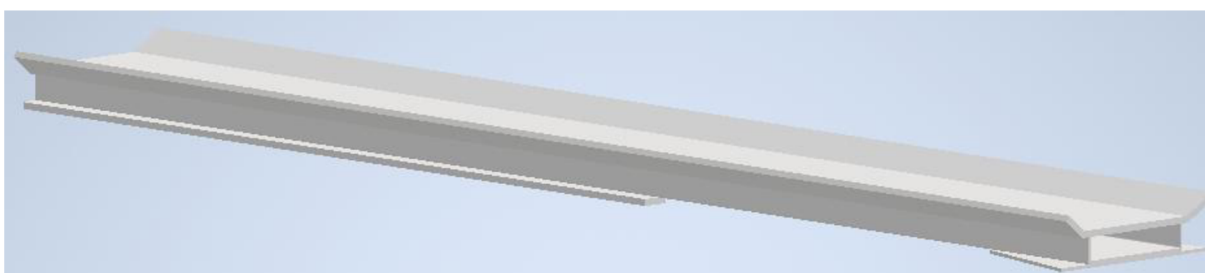
Vidle jsou svařené z plechu a čtyřhranné trubky čtvercového průřezu.



Obrázek 13 3D model vidlí

## 4.4 NOSNÁ DESKA

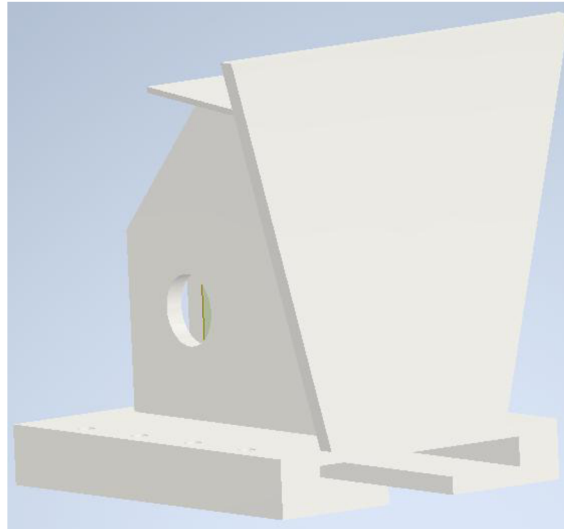
Nosná deska je svařenec, na kterém bude kláda, která se bude na zařízení zpracovávat. Nosná deska má délku 2200 mm a šířku 310 mm.



Obrázek 14 3D model nosné desky

#### 4.5 POJEZD BERANU

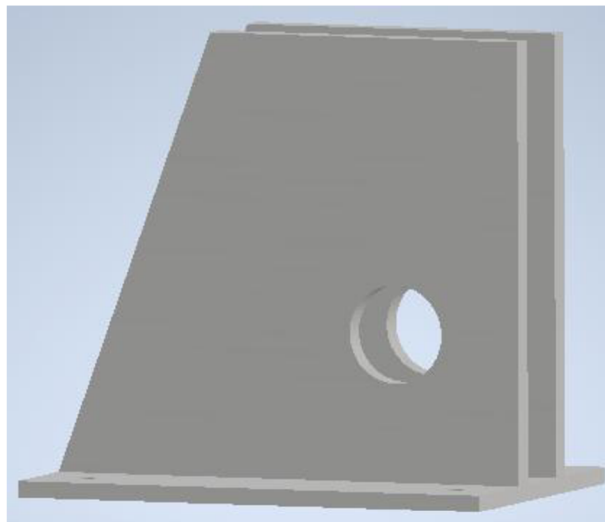
Pojezd beranu zajišťuje přímočarý pohyb po základním profilu se zabezpečením proti vybočení pro hladký chod štípače.



Obrázek 15 3D model pojezdu beranu

#### 4.6 PEVNÁ KONZOLE

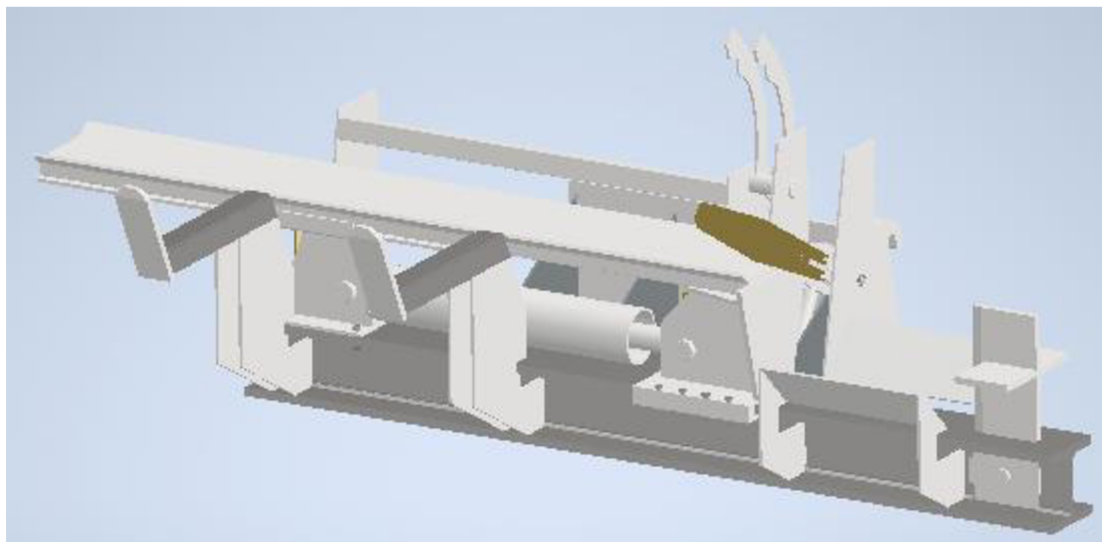
Pevná konzole je připojena k rámu čtyřmi šrouby M14. Ke konzoli je dále připojen přímočarý hydromotor, který následně pohybuje s beranem a vyvíjí štípací sílu.



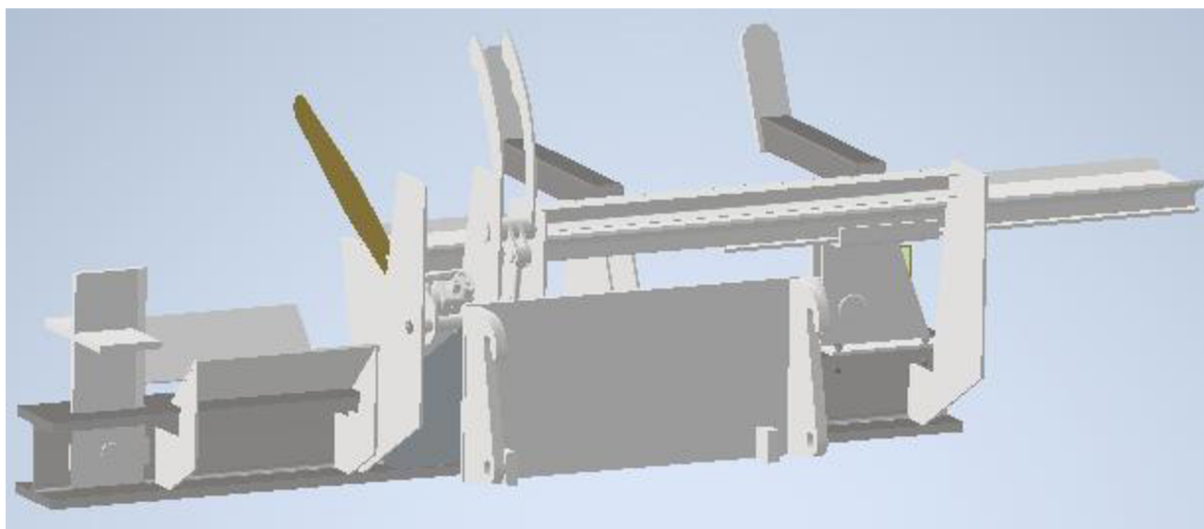
Obrázek 16 3Dmodel pevné konzole

#### 4.6.1 ŠTÍPAČ

Odhadovaná hmotnost celého štípače je okolo 330kg. Štípač se skládá z několika částí, jako např. rámu, beranu, přidržovače a pily. U štípače je nepohyblivý klín, který by měl na štípání kůrovcového dřeva stačit.



*Obrázek 17 3D model štípače zepředu*



*Obrázek 18 model štípače zezadu*

## 5 VÝPOČTY SVARU

Nejprve je potřeba si zvolit elektrodu, kterou budou jednotlivé součásti svařeny. Ta musí být zvolena s ohledem na svařovaný materiál. Elektroda musí mít větší mez kluzu než svařovaný materiál, protože svar nesmí oslabit konstrukci. Materiál svařovaných součástí má  $Re=235\text{MPa}$ , proto byla zvolena elektroda s označením E 38 3 B 4 2 – ČSN EN 499. Pro vybranou elektrodu je  $Re = 380\text{MPa}$ . [5,13,14]

### 5.1 DOVOLENÉ NAPĚTÍ SVARU

Pro celkový výpočet potřebujeme dovolené napětí ve svaru. [5,13]

$$\tau_{Dsv} = 0,75 \cdot Re \quad (5)$$

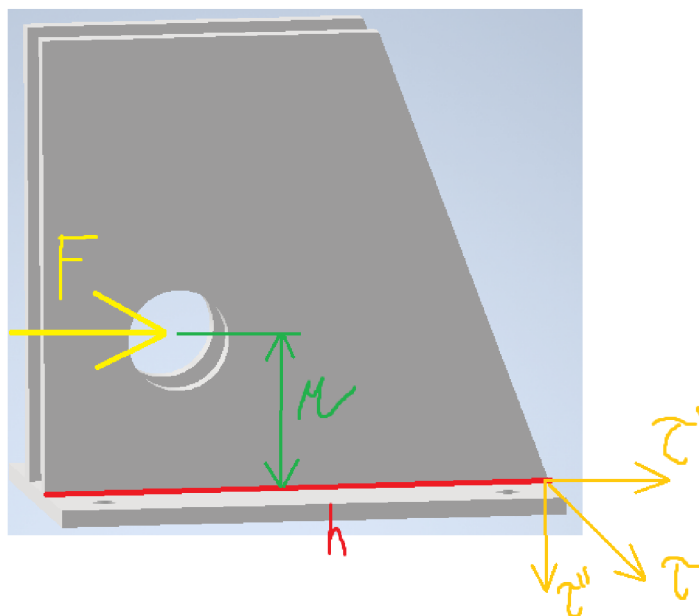
$$\tau_{Dsv} = 0,75 \cdot 380 = 285\text{MPa}$$

Kde:

$Re$  – Mez kluzu materiálu [MPa]

$\tau_{Dsv}$  – Dovolené napětí [MPa]

### 5.2 PEVNÁ KONZOLE



Obrázek 19 Pevná konzole

Pro svar byla zvolena šířka svaru  $z=5\text{ mm}$ , délka svaru  $h=300\text{mm}$ . Svar je namáhán na ohyb a dle toho musí být zvoleny správné vzorce. [5,13]



$$J_z = 0,707 \cdot z \cdot J_{zu} \quad (6)$$

$$J_z = 0,707 \cdot 5 \cdot 4500000 = 15907500 \text{mm}^4$$

$$J_{zu} = \frac{h^3}{6} \quad (7)$$

$$J_{zu} = \frac{300^3}{6} = 4500000 \text{mm}^3$$

$$\bar{y} = \frac{h}{2} \quad (8)$$

$$\bar{y} = \frac{300}{2} = 150 \text{mm}$$

$$c = h - \bar{y} \quad (9)$$

$$c = 300 - 150 = 150 \text{mm}$$

Kde:

$J_z$  – Celkový osový kvadratický moment účinných průřezů [mm<sup>4</sup>]

$J_{zu}$  – Jednotkový osový kvadratický moment účinných průřezů [mm<sup>3</sup>]

$z$  – Šířka svaru [mm]

$h$  – Délka svaru [mm]

$\bar{y}$  – Poloha těžiště [mm]

$c$  – Vzdálenost od těžiště [mm]

### 5.2.1 NAPĚTÍ OD POSOUVAJÍCÍ SÍLY

$$\tau' = \frac{F}{S} = \frac{F}{1,414 \cdot z \cdot h} \quad (10)$$

$$\tau' = \frac{F}{S} = \frac{200000}{1,414 \cdot 5 \cdot 300} = 94,3 \text{MPa}$$

Kde:

$\tau'$  – Napětí od posouvající síly [MPa]

$S$  – Účinný průřez svaru [mm<sup>2</sup>]

**5.2.2 NAPĚTÍ OD OHYBU**

$$\tau'' = \frac{F \cdot r \cdot c}{J_z} \quad (11)$$

$$\tau'' = \frac{200000 \cdot 90 \cdot 150}{15907500} = 169,73 \text{ MPa}$$

Kde:

$\tau''$  – Napětí od ohybu [MPa]

$r$  – Vzdálenost síly od svaru [mm]

**5.2.3 CELKOVÉ NAPĚTÍ**

$$\tau = \sqrt{\tau''^2 + \tau'^2} \quad (12)$$

$$\tau = \sqrt{196,73^2 + 94,3^2} = 218,16 \text{ MPa} \leq 285 \text{ MPa}$$

Kde:

$\tau$  – Celkové napětí [MPa]

**5.2.4 BEZPEČNOST SVARU**

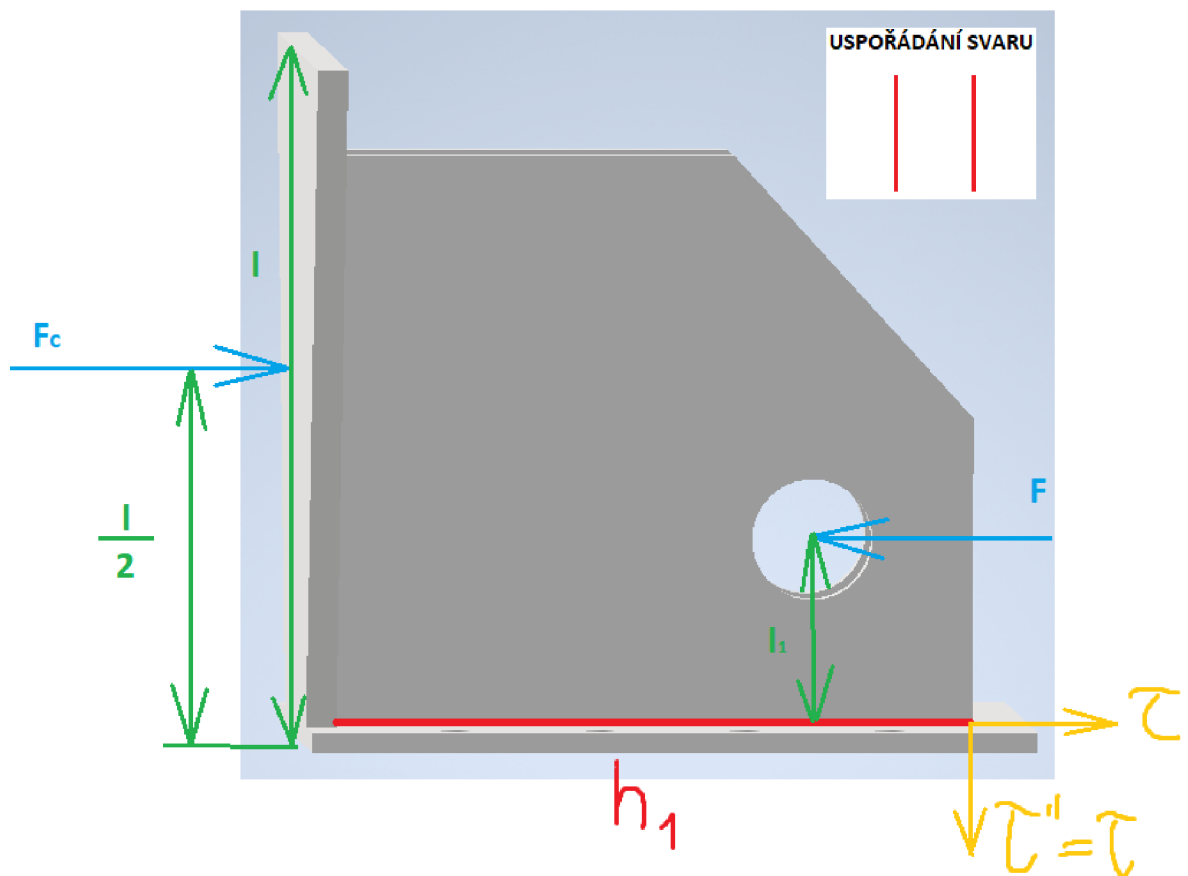
$$k = \frac{\tau_{Dsv}}{\tau} \quad (13)$$

$$k = \frac{285}{218,16} = 1,31$$

Kde:

$k$  – Bezpečnost svaru [–]

## 5.3 POHYBLIVÁ KONZOLE



Obrázek 20 Pohyblivá konzole

Pro svar byla zvolena šířka svaru  $z=5$  mm, délka svaru  $h=300$ mm. Svar je namáhán na ohyb, podle toho musí být zvoleny správné vzorce. [5,13]

$$J_{z1} = 0,707 \cdot z \cdot J_{zu1} \quad (14)$$

$$J_{z1} = 0,707 \cdot 5 \cdot 5410293 = 19125386 \text{mm}^4$$

$$J_{zu1} = \frac{h_1^3}{6} \quad (15)$$

$$J_{zu1} = \frac{319^3}{6} = 5410293 \text{mm}^3$$

$$\bar{y}_1 = \frac{h_1}{2} \quad (16)$$

$$\bar{y}_1 = \frac{319}{2} = 159,5 \text{mm}$$

$$c_1 = h_1 - \bar{y}_1 \quad (17)$$

$$c_1 = 319 - 159,5 = 159,5 \text{ mm}$$

Kde:

$J_{z1}$  – Celkový osový kvadratický moment účinných průřezů [mm<sup>4</sup>]

$J_{zu1}$  – Jednotkový osový kvadratický moment účinných průřezů [mm<sup>3</sup>]

$z$  – Šířka svaru [mm]

$h_1$  – Délka svaru [mm]

$\bar{y}_1$  – Poloha těžiště [mm]

$c_1$  – Vzdálenost od těžiště [mm]

### 5.3.1 NAPĚTÍ OD POSOUVAJÍCÍ SÍLY

$$\tau'_1 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_c - F}{1,414 \cdot z \cdot h_1} \quad (18)$$

$$\tau'_1 = \frac{200000 - 200000}{1,414 \cdot 5 \cdot 319} = 0 \text{ MPa}$$

Kde:

$\tau'_1$  – Napětí od posouvající síly [MPa]

$S_1$  – Účinný průřez svaru [mm<sup>2</sup>]

### 5.3.2 NAPĚTÍ OD OHYBU

$$\tau''_1 = \frac{(F_c \cdot \frac{l}{2} - F \cdot l_1) \cdot c_1}{J_{z1}} \quad (19)$$

$$\tau''_1 = \frac{(200000 \cdot \frac{330}{2} - 200000 \cdot 90) \cdot 159,5}{19125386} = 125,1 \text{ MPa}$$

Kde:

$\tau''_1$  – Napětí od ohybu [MPa]

$l_1$  – Vzdálenost síly v oku od svaru [mm]

$\frac{l}{2}$  – Vzdálenost síly na střed desky od svaru [mm]

**5.3.3 CELKOVÉ NAPĚTÍ**

$$\tau_1 = \sqrt{\tau''_1{}^2 + \tau'_1{}^2} \quad (20)$$

$$\tau_1 = \sqrt{125,1^2 + 0^2} = 125,1 \text{ MPa} \leq 285 \text{ MPa}$$

Kde:

$\tau_1$  – Celkové napětí [MPa]

**5.3.4 BEZPEČNOST SVARU**

$$k_1 = \frac{\tau_{Dsv}}{\tau_1} \quad (21)$$

$$k_1 = \frac{285}{125,1} = 2,28$$

Kde:

$k_1$  – Bezpečnost svaru pohyblivé konzole [–]

## 6 ZVOLENÉ KOMPONENTY

Tabulka 3 Některé zvolené komponenty

1.	Šrouby - M 14x1,5x65 – 10.8	8x
2.	Šrouby - M 14x1,5x60 – 10.8	4x
3.	Škrťící ventil - NDRB08 G3/8	1x
4.	Šoupátko – FW-02-3C2-D24	3x
5.	Šoupátko – FW-02-2B2BL-D24	1x
6.	Harvestorová řetězka B10 .404“ (QR-B10-404)	1x
7.	Harvestorová lišta SpeedMax 75cm .404" 2,0mm (752SMRQ149)	1x
8.	POJISTNÝ KROUŽEK 60 ČSN 02 2930	2x
9.	POJISTNÝ KROUŽEK 40 ČSN 02 2930	1x
10.	POJISTNÝ KROUŽEK 20 ČSN 02 2930	4x
11.	POJISTNÝ KROUŽEK 17 ČSN 02 2930	2x

### 6.1 HARVESTOROVÁ LIŠTA SPEEDMAX

Velikost lišty 75 cm byla zvolena, aby mohly být zpracovány větší průměry a nedocházelo k nedoříznutí řezu. Lišta je navržena pro vysoký výkon a díky širšímu tělu lišty nedochází k padání řetězu. [12]



Obrázek 21 Lišta SpeedMax

## 6.2 ŠKRTÍCÍ VENTIL - NDRB08 G3/8

Škrtící ventil je navržen, aby odolával tlakům do 210 barů. Ventil redukuje průtok na 50 l/min.



Obrázek 22 Ventil NDRB08 G3/8 [17]

## ZÁVĚR

Cílem této práce byl konstrukční návrh přídavného štípače na nakladač. Při konstrukčním návrhu byly použity běžně dostupné součásti a polotovary, aby byla výroba co nejjednodušší a co nejlevnější. Dalo by se říci, že štípač je jeden velký svařenec. Součástí návrhu je i hydraulické schéma a volba jednotlivých hydromotorů. U hydraulického okruhu by se daly dále volit jednotlivé bezpečnostní komponenty ohledně přetlaku a průtoku, ale to záleží na využití, s jakým nakladačem bude štípač využíván. U námi zvoleného LIBHERR L508, pro který byl štípač navržen to nebylo potřeba. Celý konstrukční návrh byl vymodelován ve 3D softwaru Autodesk Inventor Professional 2020. Štípač si poradí s kmeny i o průměru 40 cm a dokáže štípat polena o maximální délce 600 mm.

Svůj koncepční návrh bych chtěl v blízké době dovést i k realizaci a ověřit si, jak bude vše, co jsem navrhl, fungovat. Tento koncepční návrh mi dal hromadu nových a užitečných zkušeností, které určitě využiju v praxi.



## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] Štípací automaty Uniforest | PROFISTROJE.CZ. *Stroje a technika pro profesionální nasazení* | PROFISTROJE.CZ [online]. Copyright © 2006 [cit. 03.05.2021]. Dostupné z: <https://www.profistroje.cz/prectete-si/stipaci-automaty-uniforest.html><https://www.jpjforest.cz/produkty/7524-2/>
- [2] Přímočaré hydromotory - Hydraulics s.r.o.. *Hydraulické válce české výroby - Hydraulics s.r.o.* [online]. Copyright © 2017, HYDRAULICS s.r.o. [cit. 21.05.2021]. Dostupné z: [https://www.hydraulics.cz/24919-primocare-linearni-hydromotory?utm\\_source=seznam&utm\\_medium=sklik&utm\\_campaign=cpc&utm\\_content=Hydraulick%c3%a9+v%c3%a1lce](https://www.hydraulics.cz/24919-primocare-linearni-hydromotory?utm_source=seznam&utm_medium=sklik&utm_campaign=cpc&utm_content=Hydraulick%c3%a9+v%c3%a1lce).
- [3] Axial Piston Fixed Pumps - Series Small Frame F11. *Parker* [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://ph.parker.com/cz/cs/axial-piston-fixed-pumps-series-small-frame-f11>
- [4] Štípače dříví. *Zahradní traktory - sekačky, řetězové pily* | *Gluc PBS* [online]. Copyright © 2021 [cit. 03.05.2021]. Dostupné z: [http://www.zahrada-stroje.cz/Stipace-dreva-c-62\\_82/https://firewood-processor.cz/galerie/](http://www.zahrada-stroje.cz/Stipace-dreva-c-62_82/https://firewood-processor.cz/galerie/)
- [5] Feron online - Profil HEM válcovaný za tepla, DIN 1025-4,|HEM|200. *Feron online - Vítejte* [online]. Copyright © 2017 Feron a.s. [cit. 03.05.2021]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/detail/28175/profil-hem-valcovany-za-tepla-din-1025-4-hem-200>
- [6] Galerie | Firewood Processor CZ. *Firewood Processor CZ | Stroje na štípání dřeva a pařezové frézy* [online]. Copyright © Copyright 2021 [cit. 03.05.2021]. Dostupné z: <https://firewood-processor.cz/galerie/>
- [7] Skromný kompaktní nakladač Liebherr L 508 Compact kouzlí ze Z – kinematiky paralelní zdvih / Recenze / Články / bagry.cz - vše o stavebních strojích pro zemní práce. *bagry.cz - vše o stavebních strojích pro zemní práce* [online]. Dostupné z: <https://bagry.cz/clanky/recenze/skromny-kompaktni-nakladac-liebherr-l-508-compact-kouzli-ze-z-kinematiky-paralelni-zdvih>[https://bagry.cz/cze/clanky/recenze/jlg\\_3614rs\\_recenze](https://bagry.cz/cze/clanky/recenze/jlg_3614rs_recenze)
- [8] JLG 3614RS: Recenze / Recenze / Články / bagry.cz - vše o stavebních strojích pro zemní práce. *bagry.cz - vše o stavebních strojích pro zemní práce* [online]. Dostupné z: [https://bagry.cz/cze/clanky/recenze/jlg\\_3614rs\\_recenze](https://bagry.cz/cze/clanky/recenze/jlg_3614rs_recenze)
- [9] Gehl RT 210: Když jeden pracuje za tři / Recenze / Články / bagry.cz - vše o stavebních strojích pro zemní práce. *bagry.cz - vše o stavebních strojích pro zemní práce* [online]. Dostupné z: [https://bagry.cz/cze/clanky/recenze/gehl\\_rt\\_210\\_kdyz\\_jeden\\_pracuje\\_za\\_tri](https://bagry.cz/cze/clanky/recenze/gehl_rt_210_kdyz_jeden_pracuje_za_tri)
- [10] [online]. Copyright ©p [cit. 21.05.2021]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/shared/media/country-portals/country-portals/czech-republic/cze-downloads/prospekty/kolov%C3%A9-naklada%C4%8De/liebherr-cze-kompaktn%C3%AD-naklada%C4%8De-l-506-compact-l508-compact.pdf>
- [11] Harvestorová vodící lišta OREGON SPEEDMAX 75cm .404" 2,0mm 752RHFL104. *Oregon - Příslušenství nejen pro Vaši řetězovou pilu - OregonObchod* [online]. Copyright

- © 2021 [cit. 21.05.2021]. Dostupné z: <https://www.oregonobchod.cz/speedmax-system/2165-harvestorova-vodici-lista-speedmax-75cm-404-20mm-752smrq104.html>
- [12] ŘASA, Jaroslav a Josef ŠVERCL. *Strojnické tabulky: pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2007. ISBN 978-80-86960-20-3.
- [13] ŘASA, Jaroslav a Josef ŠVERCL. *Strojnické tabulky pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2004. ISBN 80-7183-312-6.
- [14] Štípačka na dřevo vertikální 4000W 12tun. *Svářečky, svářečka, svářecí technika, inventory,co2* [online]. Copyright © 2008 [cit. 21.05.2021]. Dostupné z: <https://www.svarecky-obchod.cz/zahradni-technika/stipace-na-drevo/vertikalni-stipace/18265-stipacka-na-drevo-vertikalni-4000w-12tun.htm>
- [15] VARIMATIC 300 štípací linka VARI | NAMIR. *NAMIR | Specialista na zahradní techniku, krby, kamna a elektrokola* [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena NAMIR s.r.o. [cit. 21.05.2021]. Dostupné z: <https://www.namir.cz/varimatic-300-stipaci-linka-vari-23421.html>
- [16] NDRB08 G3/8 - Škrťící ventily - do potrubí - Hydropress - prodej a servis hydrauliky. *Hydropress - prodej a servis hydrauliky* [online]. Dostupné z: <https://hydropress.cz/detail/56-300-ndrb08-g3/8>
- [17] [online]. Copyright © 2015 [cit. 21.05.2021]. Dostupné z: <https://www.zemedelske-potreby.cz/stroje-a-nahradni-dily/hakki-pilke-stipaci-automaty-na-drevo>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$p$	[MPa]	Tlak v okruhu
$\bar{y}_1$	[mm]	Poloha těžiště
$\tau'_1$	[MPa]	Napětí od posouvající síly
$\tau''_1$	[MPa]	Napětí od ohybu
$c_1$	[mm]	Vzdálenost od těžiště
$h_1$	[mm]	Délka svaru
$J_{z1}$	[mm <sup>4</sup> ]	Celkový osový kvadratický moment účinných průřezů
$J_{zu1}$	[mm <sup>3</sup> ]	Jednotkový osový kvadratický moment účinných průřezů
$l_1$	[mm]	Vzdálenost síly v oku od svaru
$\frac{l}{2}$	[mm]	Vzdálenost síly na střed desky od svaru
$S_1$	[mm <sup>2</sup> ]	Účinný průřez svaru
$\tau''$	[MPa]	Napětí od ohybu
$\tau_1$	[MPa]	Celkové napětí
$\tau_{Dsv}$	[MPa]	Dovolené napětí
$D_n$	[mm]	Vnitřní průměr pístitnice
$D_z$	[cm <sup>3</sup> /ot]	Objemový průtok čerpadla
$F_n$	[N]	Návrhová tlačná síla
$J_z$	[mm <sup>4</sup> ]	Celkový osový kvadratický moment účinných průřezů
$J_{zu}$	[mm <sup>3</sup> ]	Jednotkový osový kvadratický moment účinných průřezů
$R_{ř}$	[mm]	Poloměr řetězky
$k_1$	[–]	Bezpečnost svaru pohyblivé konzole
$n_{ř(max)}$	[ot/min]	Maximální otáčky řetězu
$p_p$	[MPa]	Potřebný tlak k vykonání síly
$v_{ř(max)}$	[m/s]	Maximální rychlost řetězu
$\bar{y}$	[mm]	Poloha těžiště
$\tau'$	[MPa]	Napětí od posouvající síly
$h$	[mm]	Délka svaru
$k$	[–]	Bezpečnost svaru
$r$	[mm]	Vzdálenost síly od svaru
$S$	[mm <sup>2</sup> ]	Účinný průřez svaru
$\tau$	[MPa]	Celkové napětí

$D$	[mm]	Jmenovitý průměr válce
$Q$	[l/min]	Objemový průtok
$Re$	[MPa]	Mez kluzu materiálu
$c$	[mm]	Vzdálenost od těžisté
$z$	[mm]	Šířka svaru

## SEZNAM PŘÍLOH

Výkres: ŠTÍPAČ	A0-BP-208404-00
Kusovník: ŠTÍPAČ	A0-BP-208404-00Ka
Kusovník: ŠTÍPAČ	A0-BP-208404-00Kb
Výkres: RÁM	A0-BP-208404-01
Kusovník: RÁM	A0-BP-208404-00K
Výkres: NOSNÁ DESKA	A3-BP-208404-03
Výkres: DRŽÁK VIDLÍ	A4-BP-208404-02