

Konstrukce mobilní hydraulické štípačky

Tomáš Berčík

Bakalářská práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Berčík**
Osobní číslo: **T14080**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Konstrukce mobilní hydraulické štípačky**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracujte literární studii na dané téma.**
- 2. Navrhněte konstrukční řešení mobilní hydraulické štípačky.**
- 3. Zhotovte výrobní dokumentaci.**
- 4. Provedte ekonomické zhodnocení.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího BP.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. František Volek, CSc.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

2. ledna 2017

Termín odevzdání bakalářské práce:

19. května 2017

Ve Zlíně dne 31. ledna 2017

doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



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

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 ¹⁾;
- 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ 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 5.5.2017



.....

¹⁾ 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.

²⁾ 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).

³⁾ 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). Odpirá-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 užit 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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem této práce je navrhnout konstrukci mobilní hydraulické štípačky pro zpracování dřevěné kulatiny v délkách do jednoho metru deseti centimetrů. Štípačka jako mobilní stroj, bude nesena v třibodovém závěsu za traktorem. Štípačka bude poháněna hydraulickým okruhem traktoru. Teoretická část je zaměřena na rozdělení štípaček dle umístění hydraulického válce, pracovních mechanismů, pohonu, konstrukce a základní přehled strojů na trhu. V praktické části je řešena konstrukce hydraulické štípačky a ekonomické zhodnocení.

Klíčová slova: Štípačka, hydraulická, traktor, mobilní

ABSTRACT

The aim of this work is to propose the construction of mobile hydraulic splitter for processing of wooden logs in lengths up to one meter ten centimeters. Splitter as a mobile machine will be carried in three-point hitch of the tractor. The splitter will be driven by the hydraulic circuit of the tractor. The theoretical part is focused on distribution of splitters according to the location of hydraulic cylinder, operating mechanisms, actuator, construction, and the basic list of machines on the market. The practical part is solved by construction of splitters and economic evaluation.

Keywords: splitter, hydraulic, tractor, mobile

Chtěl bych tímto poděkovat panu Ing. Františku Volkovi CSc. za jeho pomoc, rady a připomínky při zpracování této bakalářské práce.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 HYDRAULICKÉ ŠTÍPAČKY	12
1.1 ROZDĚLENÍ PODLE UMÍSTĚNÍ HYDRAULICKÉHO VÁLCE	12
1.1.1 Vertikální.....	12
1.1.2 Horizontální.....	13
1.1.3 Štípací automat.....	13
1.2 PRACOVNÍ MECHANIZMUS	14
1.2.1 Jednobřítý štípací klín	14
1.2.2 Vícebřítý štípací klín	15
1.2.3 Štípací mříž	16
1.3 POHONNÉ JEDNOTKY	16
1.3.1 Pohon elektromotorem	16
1.3.2 Pohon spalovacím motorem.....	17
1.3.3 Pohon z vývodového hřídele traktoru	18
1.3.4 Pohon z hydraulického okruhu traktoru	18
1.3.5 Kombinace výše zmíněných pohonů	19
1.4 KONSTRUKCE HYDRAULICKÉ ŠTÍPAČKY	20
1.4.1 Konstrukce do trojbody traktoru	20
1.4.2 Konstrukce s vlastním podvozkem	22
1.4.3 Konstrukce pevná nepohyblivá	22
1.5 ŘÍZENÍ TOKU KAPALINY	23
2 V PRAXI POUŽÍVANÉ ŠTÍPAČKY	25
2.1 VERTIKÁLNÍ ŠTÍPAČKY	25
2.1.1 Hobby vertikální štípačka	25
2.1.2 Profesionální vertikální štípačka	26
2.2 HORIZONTÁLNÍ ŠTÍPAČKY	27
2.2.1 Hobby horizontální štípačka	27
2.2.2 Profi horizontální štípačka	28
2.3 ŠTÍPACÍ AUTOMATY.....	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
3 CÍLE PRÁCE	32
3.1 HYDRAULICKÝ VÁLEC	32
3.2 RÁM STROJE	33
3.3 ŠTÍPACÍ KLÍN	35
3.4 UCHYCENÍ LINEÁRNÍHO HYDROMOTORU	36
4 ČÁSTI STROJE	39

4.1	RÁM STROJE	39
4.2	ŠTÍPACÍ KLÍN	40
4.3	UCHYCENÍ LINEÁRNÍHO HYDROMOTORU	40
4.4	LINEÁRNÍ HYDROMOTOR	41
4.5	SESTAVA ŠTÍPAČKY	42
4.6	OVLÁDÁNÍ STROJE.....	43
5	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	44
	ZÁVĚR	45
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	46
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	47
	SEZNAM OBRÁZKŮ	49
	SEZNAM TABULEK.....	50
	SEZNAM PŘÍLOH.....	51

ÚVOD

Dřevo se stále využívá jako nejstarší palivo. Jeho zpracování se postupem času zjednodušuje a těžká manuální práce je nahrazována stroji. Díky nim můžeme tuto činnost zjednodušit, urychlit a provádět bezpečněji.

Obecně je mnoho způsobů jak rozštípnout dřevo, jeden z nejzákladnějších je pomocí sekery případně pomocí štípacích klínů. Štípání větších polen je obtížnější a zabere mnoho času a práce. Proto můžeme tuto práci usnadnit a urychlit pomocí hydraulické štípačky. Funkcí a provedení hydraulických štípaček je stále víc, stejně jako uživatelských nároků. Uživatel, který má zájem o štípačku, by měl mít alespoň základní představu o jejím fungování kvůli správnému zvolení koncepce pro svoje využití.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HYDRAULICKÉ ŠTÍPAČKY

1.1 Rozdělení podle umístění hydraulického válce

Hydraulické štípačky můžeme rozdělit na tři skupiny a to na vertikální, horizontální a štípací automaty. Každé provedení má nějaké výhody, nevýhody a uplatnění. Jsou dva způsoby štípání a to, že se pohybuje klín proti nepohyblivé desce nebo deska proti nepohyblivému klínu.

1.1.1 Vertikální

Hydraulická štípačka ve vertikálním stavu je nejpoužívanějším provedením. Vyrábí se s velkým rozsahem štípacích sil. Její princip spočívá v tom, že hydraulický válec je umístěn ve vertikální poloze a pohybuje se klín proti pevně ukotvené desce. Touto konstrukcí stroj nezabírá prostor a je lépe skladovatelný. Maximální délka polen bývá kolem jednoho metru. Rychlost štípání závisí na výkonu hydraulického čerpadla, které může být umístěno buď na rámu štípačky, nebo přímo v traktoru. Podávání polen může být buď manuální, mechanické nebo hydraulické. Na obrázku (Obr. 1) můžeme vidět mechanické podávání, kdy dojde po rozštípnutí dřeva ke sjetí podávacího ramene dolů, kde na něj umístíme další kus a při zpětném chodu se rameno zvedne i s tím kusem a nemusíme ho pracně zvedat.



Obr. 1: Hydraulická štípačka ve vertikálním provedení

1.1.2 Horizontální

Hydraulická štípačka má hydraulický válec uložen v horizontální poloze. Princip spočívá v tom, že položíme dřevo mezi pohyblivou desku a pevně uchycený klín, poté rozštípeme poleno a tím ho vytlačíme z pracovního. Toto provedení zabírá mnoho prostoru než u vertikální štípačky. Nevýhodou je špatné skladování, pomalejší chod, špatná manipulace se štípačkou v terénu. Na obrázku (Obr. 2) můžeme vidět toto provedení s hydraulickým podáváním dřeva, kdy se na rameno podavače umístí dřevní kulatina a pomocí hydrauliky ji zvedneme a překulíme do pracovního prostoru štípačky, kde dojde k rozštípnutí. U takto zvolené konstrukce je výhodou odebírání dřeva, kdy se po rozštípnutí kus dostane mimo pracovní prostor štípačky a obsluha může hned štípat další kus.



Obr. 2: Hydraulická štípačka v horizontálním provedení

1.1.3 Štípací automat

Štípací automat je kombinací pily, hydraulické štípačky a dopravníkového pásu. Využívá se hlavně v závodech, které prodávají štípanou dřevěnou kulatinu. Může mít dvojí provedení, buď je napevno nainstalován na jednom místě, nebo může být mobilní. Pohon je nejčastěji zajištěn elektromotorem, ale může být použitý i spalovací motor nebo připojení přímo na hydraulický okruh stroje. Používá se zde vícebřitá štípací mříž kvůli efektivnosti výroby, přes kterou uřezaný kus protlačí na dopravní pás. Na obsluhu stačí jeden člověk,

vše je řízeno z ovládacího panelu nebo může být i zcela automatizovaný, stačí jen umístit polena na podavač a automat si je sám zpracuje.



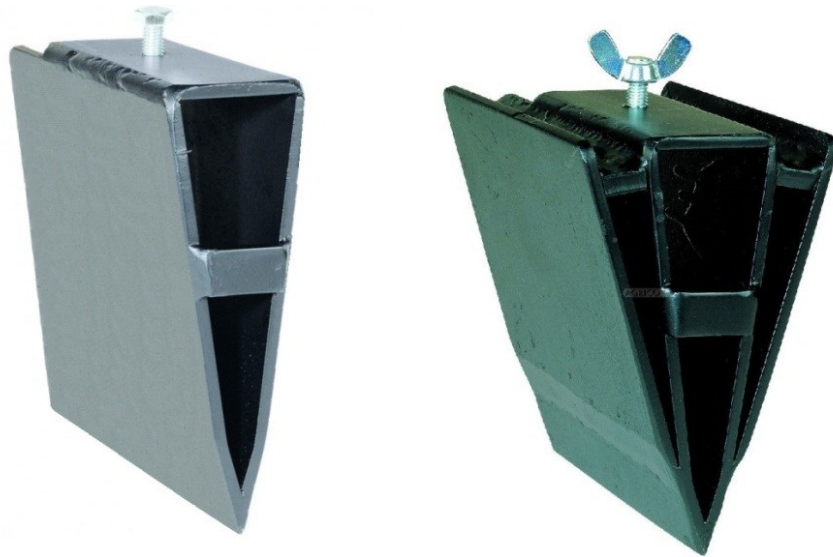
Obr. 3: Štípací automat [1]

1.2 Pracovní mechanismus

Důležitou součástí celé štípačky je štípací klín. Klín by měl svojí velikostí odpovídat síle lineárního hydromotoru. Klíny mohou být buď duté, které jsou svařené z několika kusů, odlévané, kované nebo frézované. Klín může být s hydromotorem spojen pomocí čepu, pevně navařený nebo přišroubovaný.

1.2.1 Jednobřítý štípací klín

Využívá se pro menší průměry dřevěných kulatin a především u štípaček s malou štípací silou kvůli menšímu odporu, ale můžeme ho použít i u silnějších štípaček. U vertikálních štípaček je vhodnější kvůli snadnějšímu odebírání zpracované dřevní kulatiny. Geometrie klínu můžeme zvolit podle druhu štípané dřevní kulatiny. U měkkého dřeva je vhodnější používat klín s větším úhlem (rozšířený) a u tvrdého dřeva naopak s menším úhlem (úzký).



Obr. 4: Jednobřítý štípací klín úzký a rozšířený [2]

1.2.2 Vícebřítý štípací klín

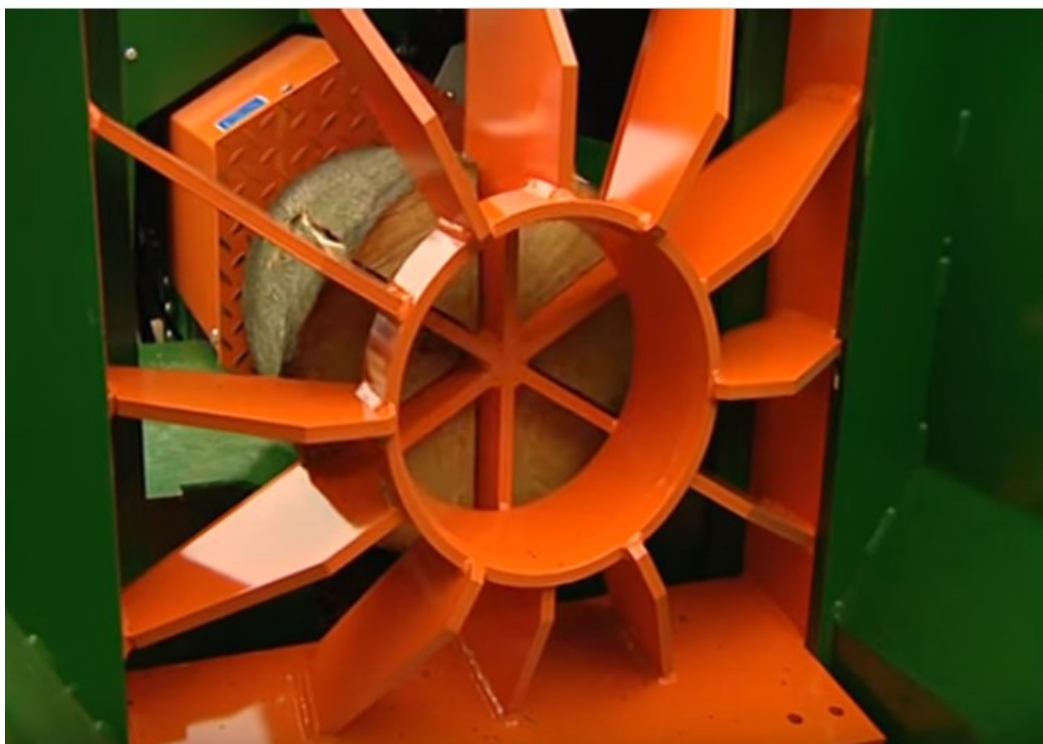
Používá se zejména u štípaček s větší štípací silou. Nejčastěji se setkáme s křížovým štípacím klínem u horizontálních štípaček a štípacích automatů. Tato konstrukce umožňuje dřevo rozštípnout na čtyři části, takže je to efektivnější než u jednobřitého klínu.



Obr. 5: Vícebřítý štípací klín [3]

1.2.3 Štípací mříž

Používá se hlavně na štípacích automatech, kde síla hydraulického válce je hodně velká asi 12 – 40 tun. Je konstruována tak, aby se skrz ni protlačily polena určité velikosti za co nejkratší čas a v co největším množství. Musí být zkonstruována z masivních částí oceli, aby nedošlo vlivem velkého tlaku působícího na mříž k její deformaci.



Obr. 6: Štípací mříž

1.3 Pohonné jednotky

Hydraulické štípačky mohou být poháněny různými pohony. Nejčastěji se používá kombinace elektromotoru a pohon vývodovou hřídelí. Různým provedením odpovídá také cena.

1.3.1 Pohon elektromotorem

Pohon elektromotorem patří k nejrozšířenějším pohonům. Většinou se používá třífázový asynchronní elektromotor. Je používán jak u štípaček vertikálních, tak i horizontálních a u štípacích automatů. Výhodou pohonu elektromotorem oproti spalovacím je malá hlučnost a cena. Nevýhodou je dostupnost elektrické sítě. Proto je vhodný pro použití u domu nebo na chatě. Pokud chceme pohánět štípačku někde v lese, tak musíme volit jiný druh pohonu. Pro tento typ pohonu musí být na rámu nainstalované hydraulické čerpadlo a olejová nádrž, čímž se zvyšuje váha stroje.



Obr. 7: Pohon elektromotorem

1.3.2 Pohon spalovacím motorem

Pro pohon spalovacím motorem může být použit jak zážehový, tak vznětový motor. Se zážehovými motory se setkáme u menších štípaček pro běžné použití. Tento pohon je vhodný především do míst, kde není možný žádný jiný, například elektromotor nebo pomocí traktoru. Vznětové motory se využívají u větších štípaček, které dosahují velkých štípacích sil. Nevýhody těchto pohonů jsou velká hluchnost, rozměry a hmotnost.



Obr. 8: Pohon spalovacím motorem [4]

1.3.3 Pohon z vývodového hřídele traktoru

Pohon je používán u štípaček, které jsou konstruovány do třibodového závěsu traktoru. Štípačka je poháněna přes vývodovou hřídel, která má buď 540 ot/min nebo 1000 ot/min. Přes vývodový hřídel je napojena na hydraulické čerpadlo, které je pevně uchyceno na rám štípačky. Rychlost a sílu štípačky můžeme ovlivnit správnou volbou čerpadla. Takto provedená konstrukce je stabilnější a můžou zde být větší štípací tlaky, protože výkon traktoru je proti elektromotoru nebo spalovacímu motoru vyšší.



Obr. 9: Pohon z vývodového hřídele traktoru

1.3.4 Pohon z hydraulického okruhu traktoru

Je to nejjednodušší a nejlevnější konstrukce štípačky, kdy nemusíme používat žádný elektromotor nebo spalovací motor a ani čerpadlo. Štípačka se hydraulickými hadicemi napojí přímo na hydraulický okruh traktoru pomocí rychlospojek nebo ji můžeme připojit k mobilní hydraulické stanici. Rám je díky absenci prvku jako jsou elektromotor, hydraulické čerpadlo a olejová nádrž lehčí a díky tomu se s ním lépe manipuluje.



Obr. 10: Pohon z hydraulického okruhu traktoru.

1.3.5 Kombinace výše zmíněných pohonů

Nejčastější kombinací pohonu štípačky je pohon pomocí elektromotoru a vývodového hřídele traktoru. U tohoto provedení jsou použity dvě hydraulická čerpadla, jedno je přimontováno k elektromotoru a druhé je zvlášť umístěno, aby jej bylo možné spojit s traktorem vývodovým hřídelem. Toto provedení je drahé, ale má i svoje výhody a to například, že když není v dosahu elektrická síť, tak můžeme použít vývodový hřídel připojený k traktoru a naopak.



Obr. 11: Pohon elektromotorem a vývodovým hřídelem traktoru.

1.4 Konstrukce hydraulické štípačky

Podle použití je potřeba zvolit správný typ konstrukce. Rám štípačky musí být konstruován tak, aby nedošlo při štípání k jeho ohnutí nebo zlomení. Konstrukce mohou být buď nesené, na podvozku nebo pevně stojící.

1.4.1 Konstrukce do trojbodů traktoru

Tento typ konstrukce je nejčastějším provedením rámu štípačky za traktor. Díky jejímu provedení s ní můžeme lehce manipulovat a je při převozu stabilnější. Manipulace s touto konstrukcí je snadná, díky hydraulice traktoru si ji můžeme přizvednout a dopravit na obtížně dostupná místa. Může být provedena vertikálně (obr. 12) nebo horizontálně (obr. 13).



Obr. 12: Vertikální konstrukce.



Obr. 13: Horizontální konstrukce.

1.4.2 Konstrukce s vlastním podvozkem

Tuto konstrukci používáme jak pro hobby, tak i pro profi štípačky. Můžeme je přemísťovat buď ručně, nebo pomocí jiného zařízení např. automobilu. U hobby štípaček je tato konstrukce řešena pomocí malých koleček umístěných na rámu štípačky. Se štípačkou můžeme snadno manipulovat především kvůli menší hmotnosti. U profi štípaček, které jsou těžší než hobby je konstrukce řešena vlastním podvozkem na který umístěná konstrukce štípačky. Nevýhody jsou cena a velikost stroje.



Obr. 14: Konstrukce s vlastním podvozkem. [5]

1.4.3 Konstrukce pevná nepohyblivá

Tento typ konstrukce je vhodný tam, kde se stroj denně používá. Většinou je instalovaný na jednom místě, protože se nepředpokládá, že by se přemísťoval, příkladem jsou štípací automaty v závodech pro zpracování dřeva. Kvůli velkým rozměrům a hmotnosti je to nejvhodnější typ konstrukce. Rám je svařen ze silných profilů a může být pevně přišroubován k zemi pomocí šroubů.



Obr. 15: Pevná konstrukce. [6]

1.5 Řízení toku kapaliny

Nedílnou součástí každé štípačky je hydraulický rozvaděč, který slouží k řízení a usměrnění toku kapaliny v obvodu, tak aby hydraulický válec konal příslušný pohyb. U hydraulických štípaček se používají hydraulické rozvaděče šoupátkové. Můžeme je rozdělit podle počtu poloh na dvoupolohové, třípolohové nebo vícepolohové. Rozvaděče mají integrovaný pojistný ventil, který při překročení tlaku nad dovolenou mez přepustí kapalinu z tlakové větve do nádrže, aby nedošlo k poškození stroje.

Šoupátkové rozvaděče se uvádějí do činnosti změnou polohy šoupátka, které se pohybuje ve směru své podélné osy v těle, a tak odděluje nebo propojuje kanálky. Šoupátko se přesouvá pomocí ruční páky nebo pomocí elektromagnetů. Šoupátkové rozvaděče se vyrábějí v následujících variantách a to buď třípolohové s vratnou pružinou a s aretací nebo dvoupolohové s vratnou pružinou nebo aretací. U štípaček se nejčastěji setkáme s třípolohovým rozvaděčem. Polohy rozvaděče jsou označeny jako 1-0-2, to znamená, že v poloze 1 a 2 šoupátko přepouští kapalinu z čerpadla do hydraulického válce a ten koná pohyb v před nebo zpět a v poloze 0 kapalina volně proudí z čerpadla do nádrže s kapalinou. Při zpětném

chodu hydraulického válce je možnost aretace šoupátka rozvaděče v této poloze, kdy dojde po dojetí na koncový bod válce nebo dorazu ke zvýšení tlaku v okruhu a k přeskočení do polohy 0. [7]



Obr. 16: Hydraulický rozvaděč. [7]

2 V PRAXI POUŽÍVANÉ ŠTÍPAČKY

2.1 Vertikální štípačky

2.1.1 Hobby vertikální štípačka

Tyto štípače dřeva jsou vhodné pro krátkou, středně velkou i velkou kulatinu. Štípou dřevo o délce do 57, 82 a až 105 cm. Můžete zvolit vhodnou délku posunutím stolu do odpovídající pozice. Díky výkonnému motoru jsou různé druhy dřeva snadno rozštípany. Pevná ocelová konstrukce odolná proti kroucení a hydraulický systém vyhovují nejpřísnějším technickým normám. Vysoce kvalitní lak zaručuje dlouhou životnost. Standardním vybavením štípače je pojezd s kolečky, který umožňuje jeho mobilitu. [8]

Tab. 1: Technické parametry Scheppach HL 800. [8]

Technické parametry:	
Typ štípače	vertikální
Napětí	400 V
Výkon	3500 W
Max štípací tlak	8 t
Max délka polena	104 cm
Otáčky	1420 ot/min
Max průměr polena	32 cm
Hmotnost	115 kg



Obr. 17: Vertikální štípačka Scheppach HL 800. [8]

2.1.2 Profesionální vertikální štípačka

Hydraulická štípačka palivového dřeva KR PAN CV 14 je vyrobena v souladu s normami pro bezpečnost práce EU – ovládání oběma rukama, držadla pro bezpečnou manipulaci s poleny, hydraulické hadice kryté ochrannou vrstvou. Štípačka dřeva KR PAN CV 14 je vybavena čtyřdílnou čepelí ve tvaru kříže, širokým přídatným pracovním stolem a mechanickým zdvihem polen. Štípačka má výměnné mosazné vodiče štípacího klínu a umožňuje snížení pístnice pro snadnější přepravu. Vysoce výkonná hydraulika má zásobník oleje v rámu štípačky, obsah oleje 30 l zabraňuje přehřátí v horkém počasí i při plné zátěži. [9]

Tab. 2: Technické parametry Karpan CV 14. [9]

Technické parametry:	
Motor:	400 V
Výkon:	5,5 Kw
Rozměr pístnice:	1050 mm
Štípací délka:	640 - 1140 mm
Štípací síla:	13 t
Hmotnost:	417 kg



Obr. 18: Vertikální štípačka Karpan CV 14. [9]

2.2 Horizontální štípačky

2.2.1 Hobby horizontální štípačka

Pokud rádi používáte krb nebo používáte dřevo na vytápění své chalupy nebo domku, horizontální štípač na dřevo Scheppach HL 650 se Vám stane neocenitelným pomocníkem. S lehkostí naštípe i čerstvé dřevo rychlostí až 100 polen za hodinu. Pracuje tiše a na rozdíl od klasické sekery i naprosto bezpečně, protože obouruční ovládání stroje vylučuje jakoukoliv možnost úrazu. [1]

Stroj vyžaduje pouze minimální údržbu, má kompaktní rozměry a díky zesíleným komponentům zubového čerpadla vyvine velmi vysoký tlak až 6,5 tuny, což je velmi výhodné při štípání tvrdších druhů dřeva. Má pojistku uvolnění polena při výpadku proudu a díky držadlům a kolům je také plně mobilní. Unikátní v této cenové kategorii je rovněž vysoce kvalitní štípací klín z kované oceli a velmi stabilní konstrukce, která zabraňuje kroucení stroje i při využití maximálního provozního tlaku. Štípač je vybaven systémem VARIO, což v praxi znamená, že si můžete nastavit dráhu pístu podle délky polena a nemusíte tak pokaždé čekat, až se píst vrátí do nejzazší polohy. Dají se tak ušetřit až desítky procent času. Stroj se dodává s velmi praktickým podstavcem, který umožňuje práci i v pohodlnější vzpřímené poloze. [1]

Tab. 3: Technické parametry Scheppach HL 650. [1]

Technické parametry:	
Délka polena:	52 cm
Objem olejové náplně:	2.4 l
Otáčky:	2800 ot/min
Průměr polena:	25 cm
Příkon:	2200 W
Rychlost štípání:	3 cm/s
Rychlost zpět:	8 cm/s
Štípací tlak:	6.5 t
Typ motoru:	230V, 50Hz



Obr. 19: Horizontální štípačka Scheppach HL 650. [1]

2.2.2 Profi horizontální štípačka

Štípací tlak 32 t pro profesionální štípání kmenů, do 1,2 m délky, sériově s hydraulickým zvedákem polen a hydraulické přestavení štípacího kříže, s vlastní hydraulikou, pohon traktory již od 40 HP. Sériově dodáváno vč. podvozku pro provoz do 25 km/h. Unikátní posuv rozštípnutých velkých kusů zpět do štípacího žlabu. [1]

Tab. 4: Technické parametry RHS 32 Z. [1]

Technické parametry:	
Max. štípaná délka:	1200 mm
Štípací síla:	32 tun
Pohon:	Traktor o výkonu min 40 HP
Přepravní rozměry (DxVxŠ):	4400 x 1700 x 1950 mm
Hmotnost:	cca 1450kg



Obr. 20: Horizontální štípačka RHS 32 Z. [1]

2.3 Štípací automaty

Řezací a štípací automat BGU 385 EZ je strojem pro náročné zatížení v každodenním provozu výroby palivového dřeva. Stroj je z výroby standardně vybaven čtyřmi hydraulickými vývody pro napojení zásobníkového stolu (ideálně HZB 7500). Tento stůl je spřažen s vstupním dopravníkem automatu, tzn. kláda je posouvána směrem k liště dopravníkovým pásem automatu i ozubeným válcem zásobníkového stolu, proto i zakřivené klády mohou být podávány bezobslužně 1 osobou z centrálního ovládacího pultu automatu. Výhodou je možnost ovládní oboustranného posunu v ose Y, tzn. směrem k ozubeným válcům. Stroj KSA 385 je vybaven plynule nastavitelným délkovým dorazem (200 – 550 mm) po jehož dosažení je automaticky vypnut posun klády do stroje. Uříznutý kus dřeva spadne do štípacího žlabu, kde vyjíždí beran, který dřevo protlačí přes robustní štípací mříž, která je oboustranně uchycena v celkové konstrukci stroje. Rozštípnutý kus dřeva je transportován výstupním výškově i stranově nastavitelným dopravníkem délky 4200 mm. [1]

Tab. 5: Technické parametry BGU 385 EZ. [1]

Technické parametry:	
elektromotor:	7,5kW / 9,5kW
napětí:	400 V, 32 A
max. řezaný průměr:	37 cm
délka polen:	20 - 55 cm
zásoba oleje:	50l
štípací síla:	9t
předpokládaný výkon:	4 – 6 prost.m / hod
délka výstupního dopravníku:	420 cm
šířka výstupního dopravníkového pásu:	30 cm
hmotnost:	875 kg



Obr. 21: Štípací automat BGU 385 EZ. [1]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je navrhnout konstrukci mobilní hydraulické štípačky pro štípací sílu 20 tun a délku štípaného dřeva 1100 mm. Štípačka bude nesena v třibodovém závěsu traktoru. Pro pohon bude použit hydraulický okruh traktoru. Řízení toku kapaliny bude pomocí hydraulického rozvaděče P81-A2-G.

Parametry:

Průtok oleje z okruhu traktoru

$$Q = 32 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} = 0,533 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Tlak $p_h = 15 \text{ MPa}$

Štípací síla

$$F = 20 \text{ t} = 200\,000 \text{ N}$$

Maximální rozměr štípaného dřeva

$$l_{\max} = 1100 \text{ mm}$$

3.1 Hydraulický válec

Výpočet průměru pístu:

$$p_h = \frac{F}{S} = \frac{F \cdot 4}{\pi \cdot D^2} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{\pi \cdot p_h}} = \sqrt{\frac{200000 \cdot 4}{\pi \cdot 15}} = 130 \text{ mm}$$

Volím průměr pístní tyče $d = 50 \text{ mm}$ a délku $l = 800 \text{ mm}$, materiál ČSN 41 2050

Kontrola pístní tyče na vzpěr:

Jedná se o třetí případ vzpěru, kdy je jeden konec vetknutý a druhý uložen v kloubu a volně posuvný ve směru osy tyče.

$\lambda_m = 105$ (pro nelegované oceli) [12]

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{l}{\sqrt{\frac{I_{\min}}{S}}} = \frac{l}{\sqrt{\frac{\frac{\pi \cdot d^4}{64}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}}} = \frac{l}{\frac{d}{2}} = \frac{4 \cdot l}{d} = \frac{4 \cdot 800}{50} = 64$$

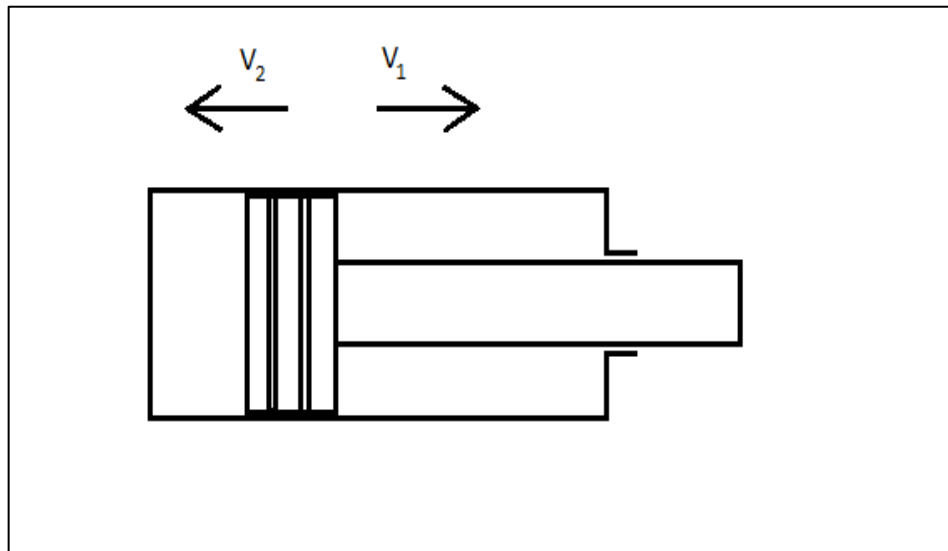
$\lambda < \lambda_m \Rightarrow$ Výpočet podle Tetmajerovy rovnice

$$\sigma_{krit} = 355 - 0,62 \cdot \lambda = 355 - 0,62 \cdot 64 = 315 \text{ MPa}$$

$$F_{krit} = S \cdot \sigma_{krit} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sigma_{krit} = \frac{\pi \cdot 50^2}{4} \cdot 315,3 = 619\,090 \text{ N}$$

$F < F_{krit} \Rightarrow$ tyč vyhovuje

Rychlosti vysunutí a zasunutí pístu:



Obr. 22: Schéma hydraulického válce

$$Q = S \cdot v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{Q}{S} = \frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{0,533 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{\pi \cdot 0,130^2} = 0,040 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_2 = \frac{Q}{S_2} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{0,533 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi \cdot 0,130^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0,065^2}{4}} = 0,054 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

3.2 Rám stroje

Na rám působí síla vyvíjená lineárním hydromotorem. Tato síla působí mimo osu profilu, takže profil je zatěžován kombinací ohybu a tahu. Pro rameno ohybového momentu je zvolena vzdálenost (l_r) mezi osou profilu a osou hydromotoru. Profil bude řešen jako vetknutý nosník.

Použitý materiál: IPE profil 200 z oceli S235JR (obdobná: 11 375).

Plocha průřezu $S = 47,8 \text{ cm}^2 = 0,00478 \text{ m}^2$

Mez kluzu $Re = 235 \text{ MPa}$

Štípací síla $F = 200\,000 \text{ N}$

$$\sigma_{\text{dovolené}} = 0,8 \cdot Re = 0,8 \cdot 235 = 188 \text{ MPa}$$

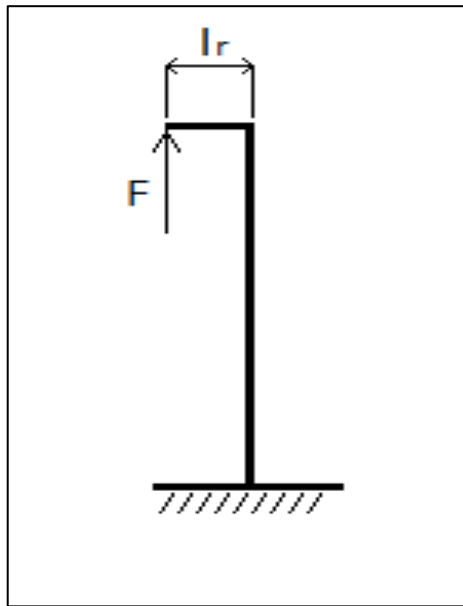
Délka ramene $l_r = 210 \text{ mm}$

$$a = 100 \text{ mm}$$

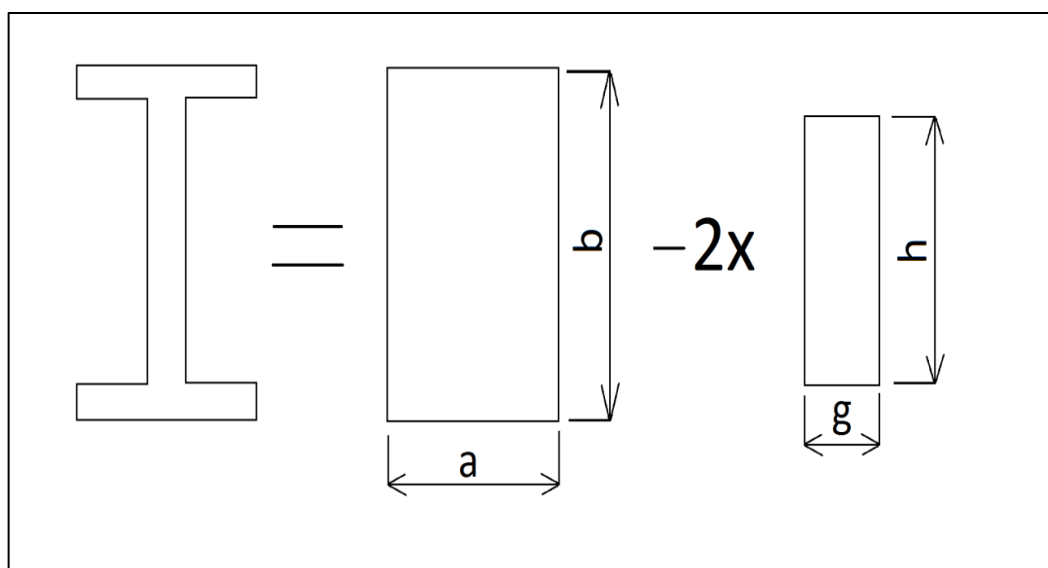
$$b = 208 \text{ mm}$$

$$g = 45 \text{ mm}$$

$$h = 178 \text{ mm}$$



Obr. 23: Schéma rámu



Obr. 24: Schéma průřezu profilu

Namáhání rámu na tah:

$$\sigma_T = \frac{F}{S} = \frac{200000}{0,00478} = 42 \text{ MPa}$$

Namáhání ohybem

$$M_o = F \cdot l = 200000 \cdot 210 = 42 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$W_o = \frac{1}{6} \cdot a \cdot b^2 - 2 \cdot \left(\frac{1}{6} \cdot g \cdot h^2 \right) = \frac{1}{6} \cdot 100 \cdot 208^2 - 2 \cdot \left(\frac{1}{6} \cdot 45 \cdot 178^2 \right) = 391140 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{42 \cdot 10^6}{391140} = 107 \text{ MPa}$$

Redukované napětí

$$\sigma_{red} = \sigma_T + \sigma_o = 42 + 107 = 149 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{red} < \sigma_{dovolené}$$

Koeficient bezpečnosti

$$k = \frac{R_e}{\sigma_{red}} = \frac{235}{149,22} = 1,6$$

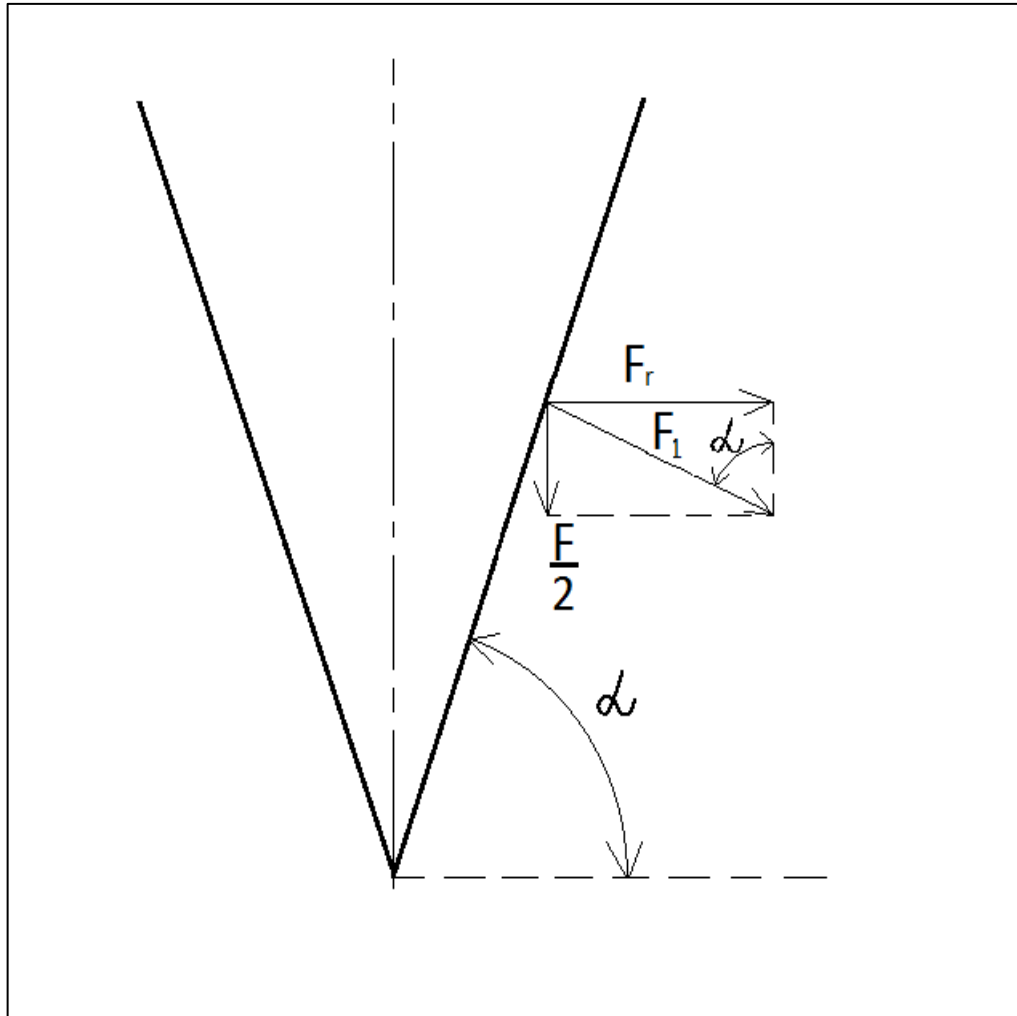
3.3 Štípací klín

Klín je složen ze dvou pásem, první pásmo slouží k rozštípnutí dřeva a druhé pásmo k celkovému rozštípnutí v případě, kdy první pásmo nebude dostačující. Ten případ může nastat u sukatého dřeva, které táhne vlákna při štípání např. u borovice. Tvar klínu v prvním pásmu musí odpovídat štípací síle, kdybychom zvolili malý úhel klínu, štípací síla bude velká, ale nemusí dojít k rozdělení dřeva a naopak při velkém úhlu nebude štípací síla dostačující. Pro výpočet budeme uvažovat jen polovinu klínu a zanedbáme tření.

Návrh klínu

$$F = 200\,000 \text{ N}$$

$$\alpha = 71^\circ \text{ (používáno v praxi)}$$



Obr. 25: Schéma štípacího klínu

Rozdělovací síla

$$F_r = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{F}{2} = \operatorname{tg} 71^\circ \cdot \frac{200000}{2} = 303854 \text{ N}$$

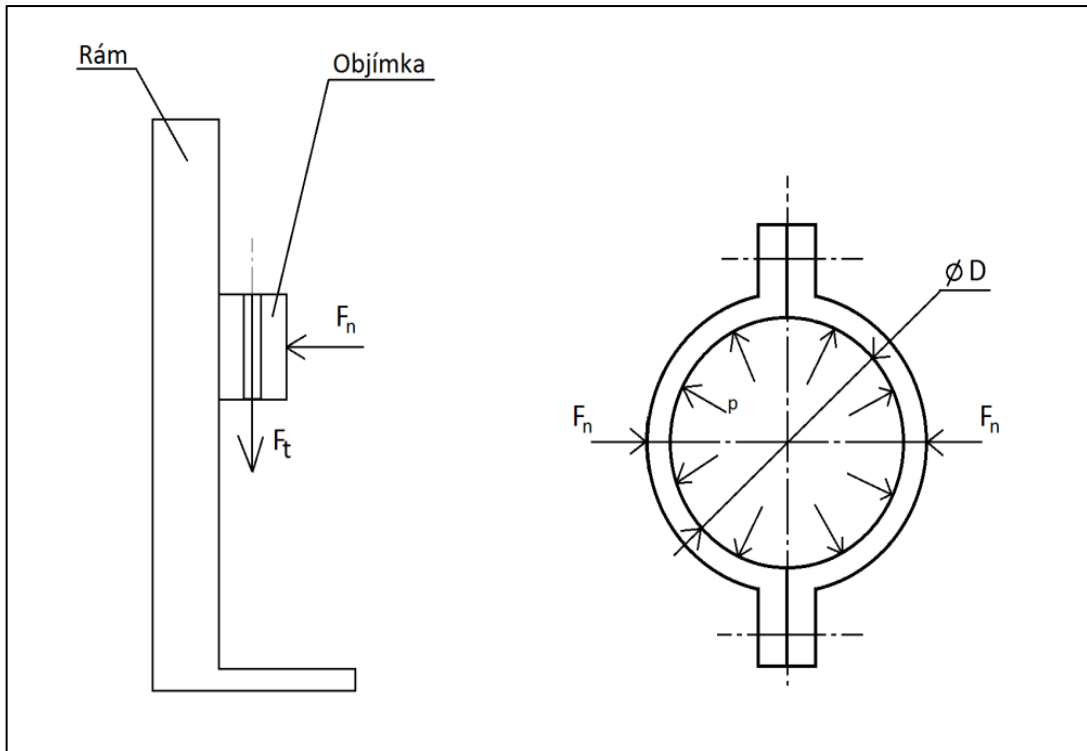
Síla působící na štípané dřevo – prostřednictvím tření se mění na teplo

$$F_1 = \frac{F_r}{\sin \alpha} = \frac{303854}{\sin 71^\circ} = 319886 \text{ N}$$

3.4 Uchycení lineárního hydromotoru

Uchycení je provedeno pomocí dvojdílné objímky. Jedna část objímky je přivařena k posuvné části a druhá je k ní přišroubována šrouby. Objímka je vyrobena z trubky rozřezáním na dvě stejné části. Dále je k jednotlivým částem navařena pásová ocel s vyvrtanými otvory pro šrouby.

Výpočet šroubů



Obr. 26: Schéma uchycení hydromotoru

Koeficient tření (ocel - ocel), $f = 0,2$ [12]

Štípací síla $F = 200\,000\text{ N}$

$Re = 800\text{ MPa}$ - pro třídu pevnosti šroubu dle ČSN 8G

$\sigma_{\text{dovolené}} = 0,8 \cdot Re = 0,8 \cdot 800 = 640\text{ MPa}$

Volím 6 x ŠROUB M12 x 30 ČSN 02 1103, MATICI M12 ČSN 02 1492 a PODLOŽKU 12 ČSN 02 1703

$d = 12\text{ mm}$

$n = 6$

$D = 146\text{ mm}$

Síla šroubů působící na objímku

$\sigma_T \leq \sigma_{DT}$

$$\sigma_T = \frac{F_s}{S} \Rightarrow \sigma_{DT} = \frac{F_s}{S} \Rightarrow F_s = n \cdot S \cdot \sigma_{DT} = 6 \cdot \frac{\pi \cdot 12^2}{4} \cdot 640 = 434294\text{ N}$$

Měrný tlak v objímce vytvořený šrouby

$$p = \frac{F_s}{S} = \frac{F_s \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{434294 \cdot 4}{\pi \cdot 146^2} = 26 \text{ MPa}$$

Třecí síla

$$F_t \geq F$$

$$F_t = F_n \cdot f = \pi \cdot D \cdot l \cdot p \cdot f$$

$$F = \pi \cdot D \cdot l \cdot p \cdot f \Rightarrow l = \frac{F}{\pi \cdot D \cdot p \cdot f} = \frac{200000}{\pi \cdot 146 \cdot 26 \cdot 0,2} = 84 \text{ mm}$$

Volím délku objímky 150 mm

$$F_t = \pi \cdot D \cdot l \cdot p \cdot f = \pi \cdot 146 \cdot 150 \cdot 26 \cdot 0,2 = 357765 \text{ N}$$

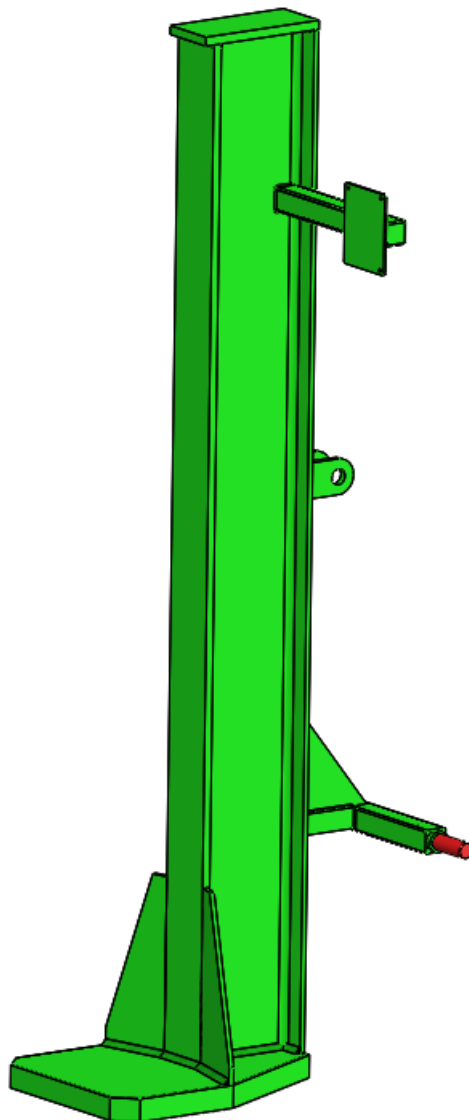
$F_t > F \Rightarrow$ lineární hydromotor bude pevně uchycen a nedojde k pohybu

4 ČÁSTI STROJE

Návrh stroje a výkresová dokumentace jsou provedeny v softwaru solidworks dle výpočtu.

4.1 Rám stroje

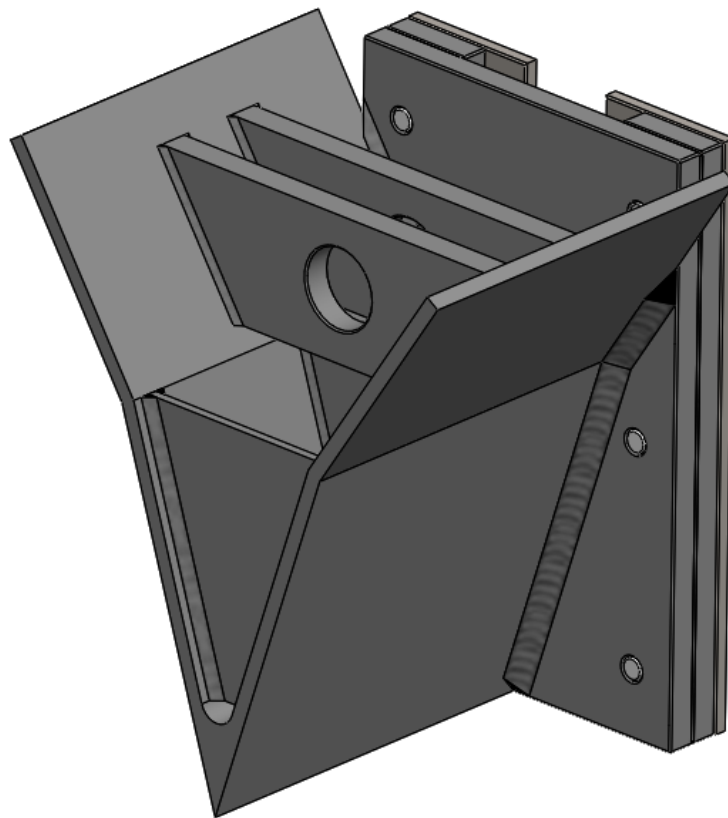
Rám stroje je řešen jako svařenec z patnácti kusů. Hlavní část tvoří IPE profil přivařený k podstavě koutovým svarem. Profil je vyztužen dvojicí plechů, které slouží i jako opěrná část štípacího klínu, když je štípačka složená. Seshora na profil je přivařený doraz, který slouží k zajištění polohy posuvný části s hydromotorem. Ze zadní strany je na profil přivařen tříbodový závěs pro připojení k traktoru.



Obr. 27: Rám štípačky

4.2 Štípací klín

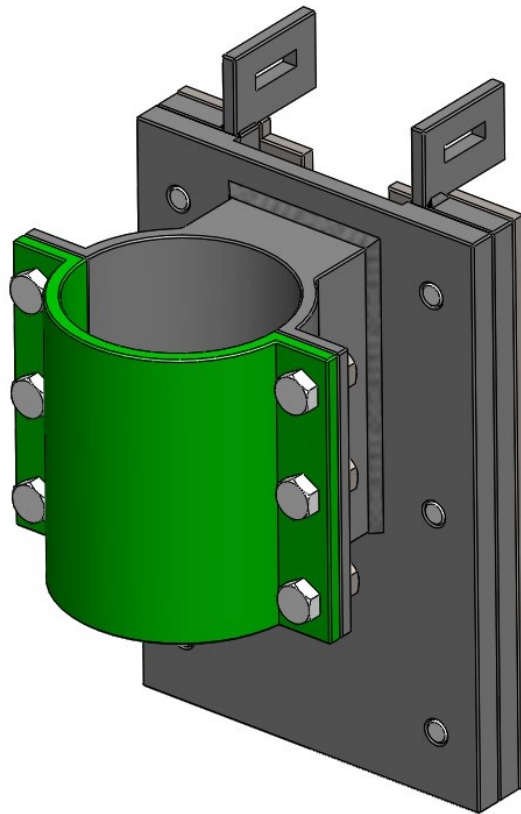
Klín je tvořen jako dvoupásmový z plechu, vyztužený vnitřními plechy a úchyty pro oko pístní tyče. Celý klín je přivařen koutovým svarem k vodící desce, ta je opatřena středícími deskami a přišroubována k rámu pomocí přitlačných desek. Vodící deska slouží k přesnému vedení klínu, aby nedošlo k ohnutí pístní tyče vlivem zkroucení nebo vyosení štípaného dřeva.



Obr. 28: Štípací klín

4.3 Uchycení lineárního hydromotoru

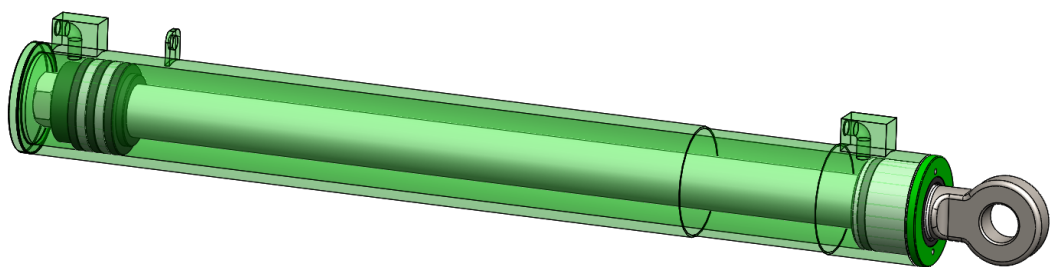
Uchycení je provedeno pomocí objímky přivařené k vodící desce. Objímka je sešroubována na šesti šrouby, které zamezují pohyb hydromotoru. Vodící deska slouží k přichycení hydromotoru k rámu a následnému posuvu ze složené polohy do rozložené polohy.



Obr. 29: Pojezd hydraulického válce

4.4 Lineární hydromotor

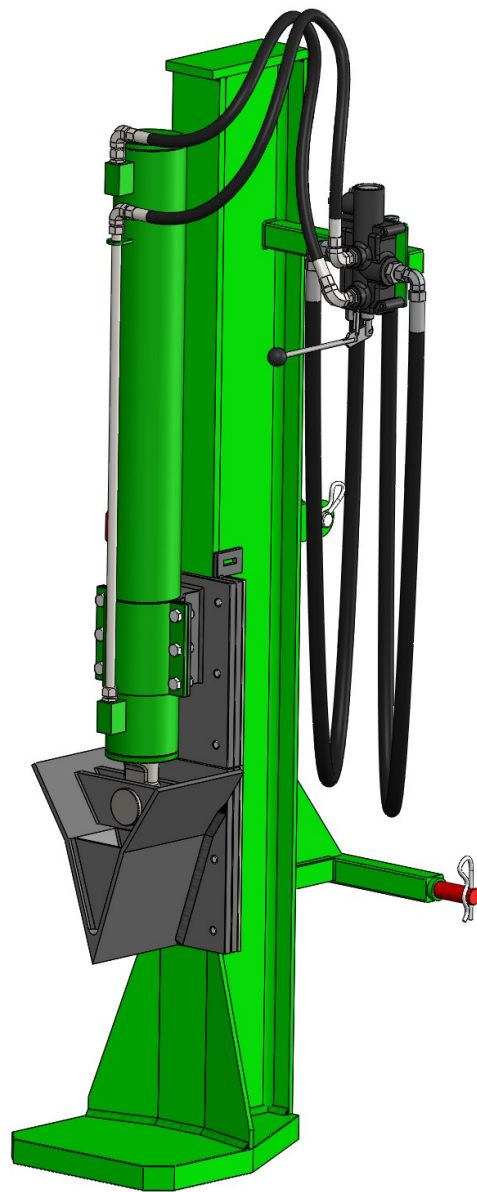
Na štípačku je použit lineární dvojčinný hydromotor. Základ tvoří přesná honovaná trubka opatřena zadním navařeným víkem a předním šroubovacím. Přední víko obsahuje vnitřní a vnější těsnící manžety a vnitřní stírací kroužek. Dále je použita povrchově kalená a broušená pístní tyč opatřená pístem, který je nasunutý na konci a zajištěný maticí s pružnou podložkou. V pístní tyči je vytvořen vnitřní závit pro našroubování oka.



Obr. 30: Lineární dvojčinný hydromotor

4.5 Sestava štípačky

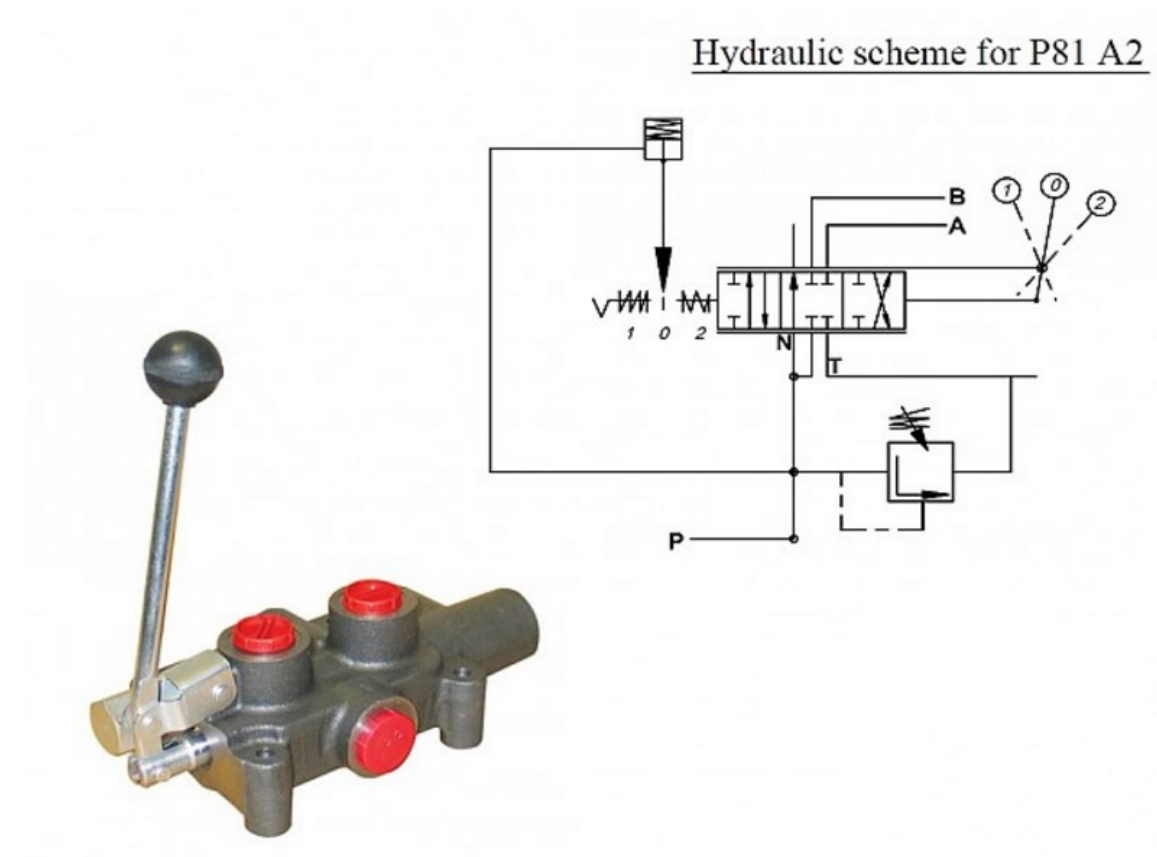
Štípačka se skládá z pěti hlavních částí: rámu, klínu, úchytu hydraulického válce, ze samostatného hydraulického válce a hydraulického rozvaděče. Štípačka se nachází ve výchozí poloze, viz (obr. 31), z této polohy se po připojení k hydraulickému okruhu, pomocí páky hydraulického rozvaděče přesune část s hydromotorem do polohy pracovní, tam se zajistí zarážkou a zvedne se část s klínem vzhůru. Takto je stroj připraven ke štípání. Po ukončení práce se sjede se štípacím klínem do výchozí polohy, vytáhne se závlačka a sjede se s hydromotorem dolů.



Obr. 31: Sestava štípačky

4.6 Ovládání stroje

Pro ovládání je zvolen dvojčinný jednosekční hydraulický rozvaděč P81-A2-G s možností aretace páky při zpětném chodu pístu s automatickým vypínáním. Rozvaděč je vybaven pojistným ventilem sloužícím k ochraně stroje při překročení stanoveného tlaku.



Obr. 32: Schéma hydraulického rozvaděče [11]

5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Náklady na výrobu zařízení od dodavatele:

Tab. 6: Náklady 1

Položka	Název	Cena [Kč]
1	IPE profil	700
2	Trubka válce	4286
3	Tyč d = 50 mm	1180
4	Plech 8 mm	400
5	Plech 15 mm	800
6	Plech 40 mm	1000
7	Další materiál	1200
Celkem náklady		9566

Náklady na výrobu zařízení od subdodavatele:

Tab. 7: Náklady 2

Položka	Název	Cena [Kč]
1	manžety, těsnící kroužky	300
2	šrouby, matice, podložky	150
3	hydraulické hadice	1652
4	hydraulické šroubení, rychlospojky	1750
5	hydraulický rozvaděč	2195
6	závlačky	40
Celkem náklady		6087

Výrobní náklady:

Tab. 8: Náklady 3

Položka	Název	Cena [Kč]
1	soustružení	3500
2	frézování	2800
3	vrtání	500
4	řezání, pálení	800
5	svařování	1200
6	natírání	400
Celkem náklady		9200

Celkové pořizovací náklady..... 24 853 Kč

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo, navrhnout konstrukci mobilní hydraulické štípačky. Štípačka je navržena a výpočet proveden pro zadané hodnoty. Pro štípací sílu 20 t byl navržen dvojčinný lineární hydromotor, který je uchycen pomocí objímky k posuvné části a ta je přišroubována k vedení rámu přítlačnými deskami. K hydromotoru je připojen pomocí čepu štípací klín, který je s celou posuvnou částí přišroubován k vedení rámu přítlačnými deskami. Rám tvoří IPE profil z oceli, výpočtem bylo ověřeno, že daný profil splňuje požadavky na konstrukci. Štípačka je konstruována pro maximální délku štípaného dřeva 1100 mm. Dále bylo provedeno ekonomické zhodnocení stroje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Šimek proficentrum. . [online]. 4.11.2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: <http://www.simek.eu/stipaci-automat-ssa-310/>
- [2] GARTEKO zahradní technika. . [online]. 4.11.2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: <http://www.garteko.cz/stipaci-klin-rozsirovaci-hl-1200-hl-1000-hl-1500/>
- [3] K-DOMU.cz. . [online]. 4.11.2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: <http://www.k-domu.cz/news/co-je-stipac-dreva/krizovy-stipaci-klin-do-stipacky-ceska-zahrada/>
- [4] Ivo GRANDIČ. . [online]. 4.11.2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: <http://www.grandic.cz/stipace-dreva-agama-ls7t-benzinovy-stipac-polen-stipaci-klin-agama>
- [5] Mikeš-zahradní a komunální technika. . [online]. 4.11.2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: <http://www.mikes-cz.eu/amr/mobilni-stipac-vmr16.php>
- [6] Dřevoobráběcí stroje-Dřevozpracující stroje. . [online]. 4.11.2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: <http://www.drevoobrabeci-stroje.eu/products/stipaci-automaty-na-vyrobu-palivoveho-dreva-apd-450/>
- [7] Q-HYDRAULIKA. . [online]. 7.11.2016 [cit. 2016-11-07]. Dostupné z: <http://www.q-hydraulika.cz/cz/30/WMM6.pdf>
- [8] Heureka. . [online]. 7.11.2016 [cit. 2016-11-07]. Dostupné z: <http://stipace-drivi.heureka.cz/scheppach-hl-800/specifikace/#section>
- [9] Inter forst. . [online]. 7.11.2016 [cit. 2016-11-07]. Dostupné z: <http://www.interforst.cz/cz/eshop/k/stipacky-dreva/stipacka-dreva-krpan-cv-14/2284/>
- [10] *VOLEK, František. Základy konstruování a části strojů I. 1. vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 167 s. ISBN 978-80-7318-654-8*
- [11] *Bolha.com* [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.bolha.com/kmetijstvo-gozdarstvo/gozdarstvo/gozdarski-stroji/cepilci-za-drva/rocní-hidravlicní-ventil-z-avtomatským-izklopom-model-p81-301427801.html>
- [12] LEINVEBER Jan, ŘASA Jaroslav a VÁVRA Pavel. *Strojírenské tabulky*. Třetí. PRAHA: Scientia, spol. s. r. o. pedagogické nakladatelství, 1999. ISBN 80-7183-164-6.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

V	objem	litr
p	tlak	t
U	napětí	V
m	hmotnost	kg
P	výkon	W
Q	průtok	$l \cdot \text{min}^{-1}$
p_h	hydrostatický tlak	MPa
F	štípací síla	N
l_{\max}	maximální délka	mm
D	průměr pístu	mm
λ_m	mezní štíhlostní poměr	
λ	štíhlostní poměr	
σ_{krit}	kritické napětí	MPa
F_{krit}	kritická síla	N
S	plocha	mm^2
v_1	rychlost vysunutí pístu	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
v_2	rychlost zasunutí pístu	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
l_r	vzdálenost od osy	mm
Re	mez kluzu	MPa
a, b, g, h	rozměr	mm
σ_T	tahové napětí	MPa
M_o	ohybový moment	N.mm
W_o	ohybový modul	mm^3
σ_o	ohybové napětí	MPa
σ_{red}	redukované napětí	MPa

k	koeficient bezpečnosti	
α	úhel klínu	°
F_r	rozdělovací síla	N
F_1	síla působící na dřevo	N
f	koeficient tření	
$\sigma_{\text{dovolené}}$	dovolené napětí	MPa
d	průměr šroubu	mm
n	počet šroubů	
D	vnitřní průměr objímky	mm
σ_T	napětí v tahu	MPa
σ_{DT}	dovolené napětí v tahu	MPa
P	měrný tlak	MPa
F_t	třecí síla	N
F_n	normálová síla	N
l	délka	mm
F_s	síla šroubu	N

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Hydraulická štípačka ve vertikálním provedení</i>	12
<i>Obr. 2: Hydraulická štípačka v horizontálním provedení</i>	13
<i>Obr. 3: Štípací automat [1]</i>	14
<i>Obr. 4: Jednobřítý štípací klín úzký a rozšířený [2]</i>	15
<i>Obr. 5: Vícebřítý štípací klín [3]</i>	15
<i>Obr. 6: Štípací mříž</i>	16
<i>Obr. 7: Pohon elektromotorem</i>	17
<i>Obr. 8: Pohon spalovacím motorem [4]</i>	17
<i>Obr. 9: Pohon z vývodového hřídele traktoru</i>	18
<i>Obr. 10: Pohon z hydraulického okruhu traktoru.</i>	19
<i>Obr. 11: Pohon elektromotorem a vývodovým hřídelem traktoru.</i>	20
<i>Obr. 12: Vertikální konstrukce.</i>	21
<i>Obr. 13: Horizontální konstrukce.</i>	21
<i>Obr. 14: Konstrukce s vlastním podvozkem. [5]</i>	22
<i>Obr. 15: Pevná konstrukce. [6]</i>	23
<i>Obr. 16: Hydraulický rozvaděč. [7]</i>	24
<i>Obr. 17: Vertikální štípačka Scheppach HL 800. [8]</i>	25
<i>Obr. 18: Vertikální štípačka Karpan CV 14. [9]</i>	26
<i>Obr. 19: Horizontální štípačka Scheppach HL 650. [1]</i>	28
<i>Obr. 20: Horizontální štípačka RHS 32 Z. [1]</i>	28
<i>Obr. 21: Štípací automat BGU 385 EZ. [1]</i>	30
<i>Obr. 22: Schéma hydraulického válce</i>	33
<i>Obr. 23: Schéma rámu</i>	34
<i>Obr. 24: Schéma průřezu profilu</i>	34
<i>Obr. 25: Schéma štípacího klínu</i>	36
<i>Obr. 26: Schéma uchycení hydromotoru</i>	37
<i>Obr. 27: Rám štípačky</i>	39
<i>Obr. 28: Štípací klín</i>	40
<i>Obr. 29: Pojezd hydraulického válce</i>	41
<i>Obr. 30: Lineární dvojčinný hydromotor</i>	41
<i>Obr. 31: Sestava štípačky</i>	42
<i>Obr. 32: Schéma hydraulického rozvaděče [11]</i>	43

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Technické parametry Scheppach HL 800. [8]</i>	25
<i>Tab. 2: Technické parametry Karpan CV 14. [9]</i>	26
<i>Tab. 3: Technické parametry Scheppach HL 650. [1]</i>	27
<i>Tab. 4: Technické parametry RHS 32 Z. [1]</i>	28
<i>Tab. 5: Technické parametry BGU 385 EZ. [1]</i>	29
<i>Tab. 6: Náklady 1</i>	44
<i>Tab. 7: Náklady 2</i>	44
<i>Tab. 8: Náklady 3</i>	44

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Výkresová dokumentace