

Hydraulický štípač dřeva

Bc. Václav Javora

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav Javora**
Osobní číslo: **T16589**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce technologických zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Konstrukce hydraulického štípače**

Zásady pro vypracování:

- 1. Provedte literární studii**
- 2. Navrhněte konstrukční řešení**
- 3. Vypracujte technickou dokumentaci**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **Kemka, V, Barták, J, Milčák P, Žitek, P. : Stavba a provoz strojů, stroje a zařízení, Informatorium, Praha, 2009, ISBN 978-80-7333-075-0**
2. **Lukovics, I, Sýkorová, L, Volek, F : Části a mechanismy strojů, Skripta, ES VUT Brno, 2000, ISBN 80 - 214 - 1566 - 5,**
3. **Volek, F, : Základy konstruování a části strojů - mechanismy strojů, Skripta, UTB ve Zlíně, 2003, ISBN 80-7318 - 111 - 8,**
4. **Bolek, A, Kochman, J. a kol. : Části strojů, 2. svazek. SNTL Praha, 1990**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. František Volek, CSc.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

2. ledna 2019

Termín odevzdání diplomové práce:

17. května 2019

Ve Zlíně dne 1. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, 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 užit 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 10.5.2019

.....

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 vzdělávacího 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). 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 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 hydraulického štípače, horizontální konstrukce s tlačnou deskou do třibodového závěsu traktoru, pro zpracování palivového dřeva. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

Teoretická část práce tvoří přehled nejrůznějších strojních, ale i ručních typů, způsobů a koncepcí mechanismů štípání palivového dřeva. Zejména jsou popsány hydraulické štípače, jejich pohony, typy nosných konstrukcí, štípací klíny, příslušenství, apod.

Praktická část je věnována samotnému návrhu, výpočtům a popisu jednotlivých komponent hydraulického štípače. Práce je doplněna mnoha snímky z 3D modelu, vytvořeného v programu Catia V5R19, jež dodávají celé práci podobu mé konstrukce hydraulického štípače.

Klíčová slova: Traktor, štípač, hydraulika, rám, zvedací stůl

ABSTRACT

The aim of this work is to propose the construction of a hydraulic splitter of a horizontal construction with a pressure plate into a three-point hitch of a tractor for the processing of firewood. The thesis is divided into theoretical and practical part.

The theoretical part of the thesis, is an overview of various mechanical, manual, types, methods and concepts of firewood splitting mechanisms. The thesis describes hydraulic splitters, their drives, types of supporting structures, splitting wedges, accessories, etc.

The practical part includes the design, calculation and description of individual components of the hydraulic splitter. The work is complemented by many images from a 3D model created in the Catia V5R19, which gives the whole work the form of my hydraulic splitter construction.

Keywords: Tractor, splitter, hydraulics, frame, lift table

Velmi rád bych poděkoval mému vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Františku Volkovi, CSc., za jeho pomoc, cenné rady a připomínky při zpracování této diplomové práce. Dále bych také rád poděkoval celému Ústavu výrobního inženýrství, za umožněné vzdělání, které mi pomohlo při tvorbě celé práce.

Mé poděkování patří také celé mé rodině, za všestrannou pomoc a trpělivost při mém studiu na této fakultě.

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

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 PŘÍPRAVA DŘEVA.....	13
1.1 LES A JEHO FUNKCE.....	13
1.2 PĚSTOVÁNÍ A ÚDRŽBA LESA	14
1.3 LESNÍ TĚŽBA	15
1.4 V PRAXI POUŽÍVANÉ JEDNOTKY PRO VYJÁDŘENÍ OBJEMU DŘEVA.....	18
2 DŘEVO A JEHO VLASTNOSTI.....	20
2.1 STAVBA DŘEVA	20
2.2 MECHANICKÉ VLASTNOSTI DŘEVA	21
2.3 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI DŘEVA	24
3 ZPŮSOBY A KONCEPCE MECHANISMŮ ŠTÍPÁNÍ PALIVOVÉHO DŘEVA.....	27
3.1 RUČNÍ ŠTÍPÁNÍ.....	27
3.1.1 Štípací sekera	27
3.1.2 Štípací kladivo.....	28
3.1.3 Štípací klíny	28
3.1.4 Ruční mechanický štípač dřeva.....	29
3.1.5 Ruční hydraulický štípač.....	30
3.2 STROJNÍ ŠTÍPÁNÍ.....	30
3.2.1 Kuželový štípač	30
3.2.2 Štípač s ozubenou hřebenovou tyčí.....	32
3.2.3 Štípač s klikovým mechanismem.....	33
3.2.4 Hydraulický štípač	34
4 HYDRAULICKÉ ŠTÍPAČE	35
4.1 KONSTRUKCE ŠTÍPAČŮ DLE SMĚRU PŮSOBÍCÍ SÍLY	35
4.1.1 Horizontální štípače	35
4.1.2 Vertikální štípače	36
4.1.3 Univerzální štípače.....	38
4.1.4 Ruční	39
4.2 TYPY POHONNÝCH JEDNOTEK	40
4.2.1 Pohon asynchronním elektromotorem	40
4.2.2 Pohon spalovacím motorem.....	41
4.2.3 Pohon vývodovou hřídelí traktoru	42
4.2.4 Pohon z vnějšího hydraulického okruhu traktoru	43
4.2.5 Kombinace pohonu elektromotorem s pohonem traktoru.....	44
4.3 TYPY NOSNÝCH KONSTRUKCÍ.....	45
4.3.1 Nesené za traktorem.....	45
4.3.2 Ručně přemístitelné.....	46
4.3.3 Na vlastním podvozku.....	46

4.4	TYPY ŠTÍPACÍCH KLÍNŮ	47
4.4.1	Jednobřítý úzký štípací klín	47
4.4.2	Jednobřítý široký štípací klín	48
4.4.3	Vícebřítý štípací klín	49
4.4.4	Štípací mříž	50
4.5	TYPY PODÁVACÍCH ZAŘÍZENÍ	51
4.5.1	Bez podávacího zařízení – ruční podávání.....	51
4.5.2	Sklopný zvedací stůl	51
4.5.3	Naviják	52
4.5.4	Hydraulická ruka s kleštěmi.....	53
4.6	PRVKY HYDRAULICKÝCH OBVODŮ	54
4.6.1	Zdroje (generátory) hydraulické energie.....	54
4.6.2	Lineární přímočaré hydraulické motory.....	57
4.6.3	Hydraulické rozvaděče.....	59
4.6.4	Čističe.....	61
4.6.5	Vedení hydraulického systému	62
4.6.6	Zásobníky hydraulických kapalin	64
II PRAKTICKÁ ČÁST		66
5	ZADÁNÍ	67
5.1	NÁVRH PRVKŮ HYDRAULICKÉHO OBVODU	68
5.1.1	Hlavní pracovní lineární přímočarý hydromotor	68
5.1.2	Lineární přímočarý hydromotor zvedacího stolu	70
5.1.3	Lineární přímočarý hydromotor štípací mříže	74
5.1.4	Hydrogenerátor	77
5.1.5	Rychlosti vysouvání a zasouvání lineárních přímočarých hydromotorů	79
5.1.6	Návrh sacího potrubí	81
5.1.7	Návrh tlakového vedení	83
5.1.8	Návrh zpětného vedení.....	84
5.1.9	Rozvaděče	85
5.1.10	Hydraulický zámek	87
5.1.11	Hydraulická nádrž	88
5.1.12	Komponenty nádrže:	90
5.1.13	Schéma zapojení hydraulického obvodu štípače.....	91
5.2	OSTATNÍ PRVKY HYDRAULICKÉHO ŠTÍPAČE:	93
5.2.1	Rám	93
5.2.2	Štípací mříž	98
5.2.3	Tlačná deska.....	102
5.2.4	Zvedací stůl	105
5.2.5	Trubková spojka.....	106
5.2.6	Ochranná mříž	108
5.2.7	Kryty stroje.....	109
5.2.8	Ovládání stroje	111
5.3	PRACOVNÍ POLOHA.....	112
5.4	TRANSPORTNÍ POLOHA	114
ZÁVĚR		117
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		118

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	124
SEZNAM OBRÁZKŮ	126
SEZNAM TABULEK.....	130
SEZNAM PŘÍLOH.....	131

ÚVOD

Dřevo patří stále i v dnešní době mezi jedny z nejlevnějších surovin pro vytápění rodinných domů. Mnozí z vás, kteří vlastní les a chystají dříví na zimu, tak jistě ví, kolik práce, dřiny a námahy dá tento proces. Příprava, která začíná kácením v lese, odvětvením, naložením, odvozem přes pořezání, dále následným štípáním až po konečné uložení. Zejména bych chtěl vytknout zmíněné štípání, kde u větších klátů, v případě štípání pomocí klasické sekery a štípacích klínů bez strojní pomoci, jde o neefektivní časově zdlouhavý a fyzicky náročný proces.

V dnešní době se trh s lesní technikou velmi rozšířil a existuje mnoho výrobců, jak profesionálních výrobků, tak i zejména hobby výrobků, které jsou dostupné ve všech prodejnách s hobby nářadím za dobré peníze, splňující účel, a díky tomu se stává zpracování palivového dřeva jednodušší, rychlejší a efektivnější. S rostoucí velikostí trhu také roste počet koncepcí a způsobů zpracování, které dávají uživateli větší možnosti při výběru a použití pro jeho účel.

Uživateli, který má zájem o štípací techniku a věci okolo ní, může tato práce poskytnout mnoho informací nejen o štípačích, způsobech štípání, apod., ale i o samotných mechanických a fyzikálních charakteristických vlastnostech dřeva, které hrají při konečném zpracování velkou roli. Též je zde vysvětlena spousta užitečných pojmů, z oblasti prodeje hotového štípaného dřeva, s nimiž se může uživatel při výběru a nákupu tohoto produktu setkat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘÍPRAVA DŘEVA

1.1 Les a jeho funkce

Se dřevem se lidé setkávají v každodenním životě již několik tisíc let. Dřevo je snadno dostupný materiál, který roste hojně téměř všude a je také zařazeno mezi obnovitelné zdroje energie. [1]

Les v přírodním prostředí plní mnoho nezastupitelných funkcí. Jednou z nich je, že kromě specifického prostředí pro rostliny i živočichy, slouží jako materiální základna dřeva jako technického materiálu. [1]

Dřevo pro technické účely se pěstuje v tzv. hospodářském lese. V tomto lese člověk ovlivňuje skladbu dřevin tak, aby získal co nejvíce dřeva jako suroviny a pečováním o růst stromů kvalitní dřevo z technického pohledu. Při výsadbě lesa musí vlastník kromě klimatických a půdních podmínek brát také ohled na rostlinné i živočišné organismy, které se v dané oblasti nachází. [1]



Obr. 1. Hospodářský les [2]

1.2 Pěstování a údržba lesa

Pěstování lesů lze definovat jako cílevědomou činnost člověka zaměřenou na obnovu a výchovu hospodářského lesa, který při zachování základních životních zákonitostí lesa dává nejvyšší možné množství jakostního dřeva. Les má také pozitivní vliv na klima, plní funkci zadržování vody a také zlepšuje úrodnost půdy. V hospodářském lese se pěstují tzv. produkční dřeviny: smrk, borovice, jedle, modřín, buk, dub, javor, jasan, jilm, habr, topol, lípa. Během růstu lesa se musí provádět prořezávky, probírky a oklest. [1]

Prořezávky se provádí asi v období 10-20 let od vysazení stromu. V tomto období stromy bojují o okolní prostor. Ty stromy, které přerostou ostatní, zvítězí. Ty, které zaostávají v růstu, mají často vady nebo mnohdy odumírají. Tyto stromy nejsou kvalitní, a proto se odstraňují.[1]

Probírky se provádí od 21 až po 80 let věku stromu. Provádí se nejčastěji ve dvacetiletých intervalech, kdy jejich cílem je vytvoření optimálních podmínek růstu kvalitních stromů. [1]

Oklest spočívá v odřezávání spodních větví na rostoucích stromech. Tím se zajistí růst hladkých bezsukých a zdravých kmenů s rovnovlákným dřevem. Provádí se ručně na stromech, které dosáhly průměru 10-15 cm. [1]

Mýtní zralost je období od 80 do 120 let, ve kterém již vrcholí přírůst hmoty stromu.



Obr. 2. Prořezávka mladého lesa [3]

1.3 Lesní těžba

Úmyslná:

- řádná mýtní – těžba porostů nad 80 let
- předmýtní – těžba porostů od 21 do 80 let
- mimořádná – provádí se na zvláštní povolení

Nahodilá – Provádí se při vývratech či polomech s ohledem na čistotu lesa.

Postup při těžbě dřeva:

- **Vyznačení těžby** – Hajný vyznačí hranici těžby celé plochy nebo označí jednotlivé stromy na kmenech barevnými terčíky.



Obr. 3. Označení stromu červeným terčíkem ke kácení [4]

- **Kácení stromů** – Nejprve se zvolí místo dopadu stromu. Poté se upraví okolí stromu tak aby mohl bezpečně spadnout na místo určení. Na straně pádu se vyřízne klín asi do jedné pětiny průměru kmene. Z druhé strany se pak vede řez asi 2 cm nad základnou klínu.



Obr. 4. Kácení stromu [5]

- **Odvětfování** – Ořez větví. Po odřezání vrcholu vznikne surový kmen.



Obr. 5. Ořez větví [6]

- **Měření vytěžené hmoty** – provedení měření délky kmene a středního průměru bez kůry. Naměřené hodnoty se vyrazí na čelo kmene, ze kterých lesník zjistí, pomocí tabulek objem kmene a zapíše ho do výkazu těžby.



Obr. 6. Značení kmenů [7]

- **Přibližování dřeva** – Doprava surových kmenů z místa těžby na skládku. Provádí se většinou pomocí traktorů nebo lanovek. V některých případech se i dnes ještě zejména v nepřístupných terénech stále používají koně.



Obr. 7. Přibližování dřeva [8]

- **Odvoz dřeva** – Dřevo dopravují speciálně upravené nákladní automobily vybavené navijáky a hydraulickou rukou s kleštěmi. Odvoz dřeva je třeba provést co nejdříve od těžby, aby nedošlo k napadení vytěžených stromů škůdci (houbami či hmyzem).



Obr. 8. Nakládání dřeva [9]

- **Třídění dřeva** – Rozumíme tím výběr jednotlivých kusů dřeva do jakostních a cenových tříd. [1]

Tab. 1. Jakostní třídění listnatého dřeva [10]

Jakostní třída	Účel použití	Kvalita
I.	Jakostní výřezy pro výrobu hudebních nástrojů	Dřevo se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele
II.	Jakostní výřezy pro výrobu dých, překližek a jiné speciální výřezy	Dřevo se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele
III.	Kulatina pro pilařské zpracování	A
		B
		C
		D
IV.	Tyčovina	Dřevo se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele
V.	Dřevo určené k chemickému a mechanickému zpracování, zejména pro výrobu buničiny a desek aglomerovaného dřeva	Dřevo se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele
VI.	Palivové dřevo	Dřevo se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele

Palivové dřevo – Řada firem nabízí palivové nebo krbové dřevo. České normy stanovují, že dřevo musí splňovat především požadavek na procentuální podíl hniloby maximálně 70 %. Dřevo nese známky poškození jako např. sukovatosti, pokřivení, točivosti apod. Palivové dřevo pro vytápění domácností má většinou podíl hniloby menší, zejména pokud jde o dřevo určené ke spalování v krbech. Zde bývá podíl hniloby 5 až 20 %. [11]

1.4 V praxi používané jednotky pro vyjádření objemu dřeva

plm – plný metr [m^3] – základní měrná jednotka. Pro představu se jedná o krychli plnou dřeva bez mezer o rozměru 1x1x1 m [11]

prmr – prostorový metr rovnaný [m^3r] – je dřevo skládané v požadované úpravě do krychle 1x1x1 m. Nejčastěji se tato jednotka používá pro prodej na kamionech nebo v hraních dřeva dlouhého okolo 100 cm. Obsahuje přibližně 70 – 80 % dřeva. [11]



Obr. 9. Prostorový metr rovnáný [12]

prms – sypný metr [m^3s] – Dřevo je házeno nebo sypáno do krychle $1 \times 1 \times 1$ m. Nejčastěji používaná jednotka pro prodej krátkého štípaného dřeva. Obsahuje přibližně 50 % dřeva. U toho typu měření je problém s nestálostí množství. Pokud jsou skupiny větší a dřevo mohutnější (nejčastěji kotlové), výsledkem je méně dřeva ve stejném objemu. Pokud je dřevo subtilnější (krbové), ve stejném objemu se nachází více dřeva. [11]



Obr. 10. Nасыпанé štípané palivové dřevo [13]

2 DŘEVO A JEHO VLASTNOSTI

Obecně je nauka o dřevě vědním oborem, který se zabývá vlastnostmi a zkoušením dřeva. Z těchto zkoušek zjistíme vlastnosti, které jsou žádoucí a zůstávají ponechány a i ty nežádoucí, které musí být před použitím změněny (tzv. umělý zásah do přirozených vlastností dřeva. [1]

2.1 Stavba dřeva

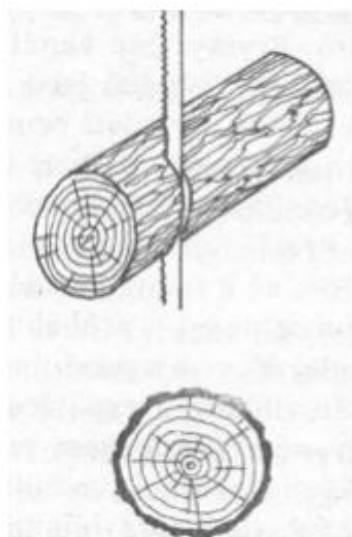
Dřevo vzniká činností kambia, což jsou vrstvičky živých buněk, které jsou uloženy mezi dřevem a kůrou. V procesu růstu se kambiární buňky dělí a vytvářejí na vnitřní straně kambia buňky dřeva a na vnější straně kambia vytvářejí kůru. Ve směru dřeva se dělí buňky mnohem rychleji, a proto přirůstá dřevo mnohem rychleji než kůra. V našem podnebném pásu pracuje kambium tak, že se jeho činnost zastaví před zimním obdobím a začne pracovat opět na jaře. Důsledkem této činnosti je tvorba letokruhů. Na jaře většinou vzniká světleji zbarvená část letokruhů – jarní dřevo a v létě vnější tvrdší a tmavší část – letní dřevo. [1]



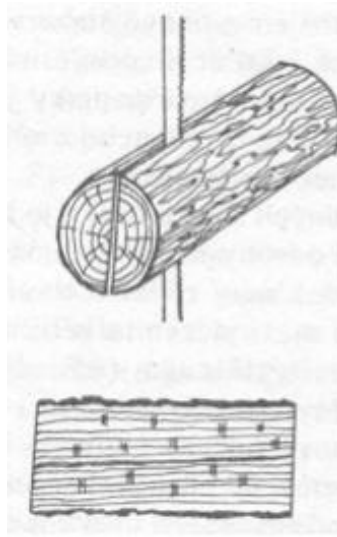
obr. 11. Letokruhy dřeva [14]

Ke zhodnocení anatomické stavby dřeva pomocí makroskopických znaků se užívají tři základní řezy dřevem, tj. řez příčný (transverzální), řez podélný poloměrový (radiální), řez podélný tečný (tangenciální). [1]

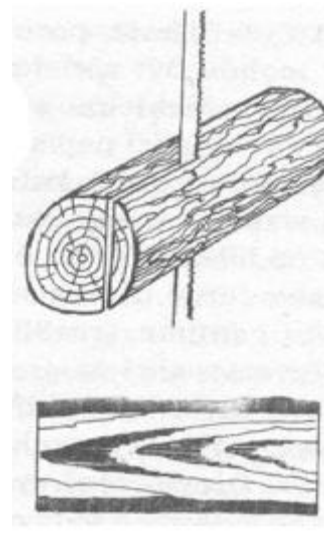
- **Řez příčný (transverzální)** – je veden kolmo k podélné ose kmene. V ideálním případě je jeho řez kruhový (obr. 2)
- **Řez podélný poloměrový (radiální)** – je veden podélnou osou kmene a je tedy kolmý k příčnému řezu (obr. 3)
- **Řez tečný (tangenciální)** – je veden rovnoběžně s podélnou osou kmene ve směru tečny k některému letokruhu. Je kolmý na radiální řez, procházející tečným bodem na tomto letokruhu (obr. 4)



obr. 14. Příčný řez [1]



obr. 12. Podélný řez [1]



obr. 13. Tečný řez [1]

2.2 Mechanické vlastnosti dřeva

Jsou dány jeho schopností odporovat působení vnějších mechanických sil. Mezi tyto vlastnosti patří pružnost, pevnost, tvrdost a houževnatost dřeva.[1]

Pružnost dřeva

Při působení vnějšími mechanickými silami dřevo klade odpor, vzniká v něm napětí a deformace. Pokud působící síla nepřesáhne určitou mez, po jejím odstranění deformace vymizí. Taková deformace se označuje jako pružná (dočasná). Mezi velikostí síly a deformace platí do určité míry přímá úměrnost. Tuto mez nazýváme mez úměrnosti. U dřeva je mez úměrnosti velmi nízká a nelze přesně stanovit její hodnotu ani hodnotu meze pružnos-

ti. I přes tyto úskalí se hypoteticky zavádí veličina modulu pružnosti v ohybu. Největší se uvádí u smrkového dřeva, dále borové, modřínové, jasanové a bukové. [1]

Pevnost dřeva

Rozumíme tím schopnost dřeva odporovat porušení celistvosti dřeva při působení mechanických sil. Velikost zatížení, při kterém došlo k porušení celistvosti dřeva, se označuje jako mez pevnosti. Pevnost dřeva se liší podle směru působící síly vzhledem ke směru vláken, druhu a jakosti dřeva. Vlhkost má na pevnost dřeva nepatrný vliv. [1]

Tvrдость dřeva

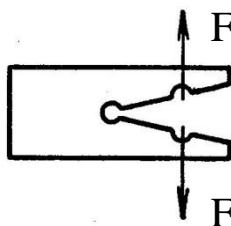
Je to schopnost materiálu klást odpor proti vnikání jiných těles, aniž by došlo k trvalé deformaci materiálu. Z hlediska použitelnosti dřeva je jeho rozhodující vlastností, která úzce souvisí s hustotou dřeva. Tvrdé dřeviny mají větší hustotu a jsou tedy těžší. Tvrдость se experimentálně zjišťuje zatlačováním ocelové kuličky do dřeva (dle Brinella) nebo zatlačováním speciálního razidla s polokulovitou plochou (dle Janky). Vzhledem k tomu, že dřevo je nehomogenní materiál, jsou tyto získané hodnoty pouze orientační. Podle tvrdosti se dřeva dělí na měkká (smrk, jedle, borovice, lípa, topol), tvrdá (modřín, dub, buk, jilm, javor) a velmi tvrdá (habr, jasan). [1]

Houževnatost dřeva

Schopnost dřeva odolávat silám působícím na něj v jakémkoliv směru. Jejím protikladem je křehkost. Mírou houževnatosti je práce spotřebovaná na rozlomení zkoušeného vzorku (tzv. přerážecí práce), která se zjišťuje pomocí Charpyho kladiva. Z výsledků zkoušek plyne, že houževnatější jsou dřeva listnatých dřevin než jehličnanů. Nejhouževnatější je jasan, následuje javor, habr, dub, modřín, smrk a jedle. [1]

Štípatelnost dřeva

Štípatelnost charakterizuje schopnost dřeva dělit se ve směru vláken pomocí sekery nebo klínu. Popisuje ji norma ČSN 49 0119 jako odolnost dřeva proti štípání. Zkoušky jsou prováděny na bezvadných vzorcích dřeva příčného řezu 20x20 až 50x50 mm, prostých všech vad, jako suků, odkloněných vláken, trhlin apod. Při zkoušce se zjišťuje odpor, který klade zkušební těleso ve tvaru U proti rozštěpení. Vzhledem k anizotropii dřeva jsou všechny hodnoty udávány v tangenciální nebo radiální rovině a pouze ve směru vláken. [18]



Obr. 15. Tvar vzorku pro zkoušku štípatelnosti [18]

Tab. 2. Odolnost vybraných druhů dřev proti štípání [19]

Druh dřeva	Odpor proti štípání [MPa]			
	V radiální rovině při vlhkosti		V tangenciální rovině při vlhkosti	
	12 %	> 30 %	12 %	> 30 %
jasan	0,43	0,27	0,45	0,27
habr	0,41	0,25	0,25	0,16
akát	0,40	0,25	0,53	0,32
buk	0,33	0,20	0,50	0,30
dub	0,32	0,20	0,44	0,27
modřín	0,26	0,16	0,26	0,16
borovice	0,22	0,14	0,22	0,14
topol	0,19	0,12	0,25	0,16
smrk	0,18	0,11	0,18	0,11

Z tabulky vyplývá, že obecně dřeva listnatých dřevin kladou větší odpor při štípání než dřeva jehličnatých dřevin. Nejlépe se štípe smrkové dřevo a k nejhůře štípatelným dřevům patří např. jasan, habr nebo akát. Dobře štípatelná jsou taková dřeva, která mají přímá, nepřilíš jemná vlákna, velké a rovné dřeňové paprsky, dostatečný stupeň pružnosti a nepřilíš velkou příčnou pevnost. Čerstvě poražené dřevo listnatých dřevin se štípe lehčeji než, proslé, protože pak křehne, láme se a klín z něj vyskakuje. Čím je dřevo pružnější, tím lépe se štípe. [19]

2.3 Fyzikální vlastnosti dřeva

Mezi fyzikální vlastnosti patří ty vlastnosti, které lze zkoumat bez narušení chemického složení a celistvosti materiálu. [1]

Hustota dřeva

Hustota dřeva je široký pojem a má velký praktický význam. Konkrétní hodnota nezáleží pouze na druhu dřeviny, ale i na růstových podmínkách v daném místě a zejména na vlhkosti. Podle hustoty dělíme dřeva na:

- **Lehká dřeva** – lípa, topol, jedle, smrk, borovice
- **Středně těžká dřeva** – modřín, javor, jasan, jilm, buk, dub
- **Těžká dřeva** – habr

V exotických krajích bychom se setkali se dřevinami, které mají velmi malou nebo naopak velmi velkou hustotu. Např. balza, která pochází z tropického pásma jižní Ameriky, má hustotu pouze 100-130 kg.m⁻³. Naopak např. guajak má hustotu 1350 kg.m⁻³. [1]

Tab. 3. Hustoty vybraných dřev [16]

Dřevina	Hustota surového dřeva [kg.m ⁻³]	Hustota suchého dřeva [kg.m ⁻³]
habr	1080	820
dub letní	1000	760
buk	990	720
jasan	920	720
javor	980	660
modřín	760	600
smrk	740	470
jedle	1000	460
topol	840	450

Pozn.: Hodnoty pro suché dřevo jsou při 20 % vlhkosti dřeva.

Výhřevnost dřeva

Výhřevnost je vlastnost paliva, která určuje, kolik energie se uvolní úplným spálením daného množství suroviny. Základní jednotkou, která se nejčastěji používá u paliv je MJ.m^{-3} nebo MJ.kg^{-1} . Získané teplo se odvíjí především od druhu dřeva, jeho jakosti a hlavně vlhkosti. Pro porovnání dřevin se musí porovnávat dle objemové výhřevnosti (MJ.m^{-3}). Pokud bychom výhřevnost porovnávali dle hmotnosti, příliš mnoho bychom nezjistili, protože na hmotnost, je výhřevnost dřeva přibližně stejná. Proto, když si představíme hromadu dubového a smrkového dřeva, tak při stejné hmotnosti, tudíž i stejné výhřevnosti obou hromad, bude smrku na objem daleko víc, protože má menší hustotu dřeva. [16]

Tab. 4. Výhřevnost vybraných paliv [16]

Druh paliva	Výhřevnost [MJ.kg^{-1}]
benzín	43,6
koks	28 - 37
černé uhlí	21 - 31
hnědé uhlí	10 - 17
papír	14
palivové dřevo	13

Tab. 5. Výhřevnost vybraných dřevin [17]

Dřevina	Výhřevnost při vlhkosti 25 %		
	MJ.kg^{-1}	MJ.pm^{-1}	MJ.rm^{-1}
akát	12,7	11850	8030
dub	13,2	11050	7450
jasan	12,7	11010	7430
habr	12,1	10970	7400
buk	12,5	10830	7320
bříza	13,5	10550	7100
modřín	13,4	9720	7040
borovice	13,6	9250	6730
vrba	12,8	8490	5740
olše	12,9	8260	5550
topol	12,3	8040	4440

V Tab. 4., je uvedena výhřevnost palivového dřeva obecně jako 13 MJ.kg^{-1} , kdežto v druhé tabulce je u každého druhu dřeva udána objemová výhřevnost při vlhkosti 25 %.

Pokud se podíváme ještě výše, zjistíme, že objemová výhřevnost stoupá přímo úměrně zároveň s hustotou dřeva. Z toho tedy vyplývá, že při stejné hmotnosti mají všechny druhy dřeva velmi podobnou výhřevnost, ale různý objem díky různé hustotě a naopak při stejném objemu mají různou hmotnost a výhřevnost. [16]

Vliv vlhkosti na výhřevnost dřeva

Vlhkost dřeva udává množství vody ve dřevě vyjádřené v procentech. V praxi se rozlišuje tzv. relativní vlhkost a absolutní vlhkost dřeva. Relativní vlhkost vyjadřuje podíl vody v procentech z celkové hmotnosti vzorku v okamžiku měření. Nemůže nikdy dosáhnout 100 %. Absolutní vlhkost vyjadřuje procentuální podíl vody z hmotnosti absolutně suchého dřeva. Tento parametr může nabývat i hodnoty přes 100 %. Podle vlhkosti lze dřevo rozdělit do několika skupin. V praxi se rozlišují tyto stupně dřeva [1]:

1. Mokré dřevo (více než 100 %) – dřevo uložené dlouhodobě ve vodě
2. Syrové dřevo čerstvě poraženého stromu (50–100 %)
3. Dřevo sušené dlouhodobě vzduchem v obyčejných podmínkách (15-20 %)
4. Dřevo sušené ve vytápěných místnostech (8-10 %)
5. Absolutně suché dřevo, sušené v sušárnách (0 %)

Vlhkost výrazně ovlivňuje výhřevnost nezávisle na druhu dřeva. Se stoupající vlhkostí klesá výhřevnost. Je to způsobeno tím, že část uvolněné energie je spotřebována na odpařování vody ze dřeva. Topit syrovým dřevem se nevyplatí, nehledě na další faktory jako je např. kondenzování vodní páry na stěnách kotle i v komíně a tím i velké zanášení celého systému. [16]

Tab. 6. Vliv vlhkosti na výhřevnost a hmotnost měkkého dřeva [16]

Vlhkost [%]	Výhřevnost [MJ.kg ⁻¹]	Hmotnost [kg]
1	18,6	355
10	16,4	375
20	14,3	400
30	12,2	425
40	10,1	450
50	8,1	530

3 ZPŮSOBY A KONCEPCE MECHANISMŮ ŠTÍPÁNÍ PALIVOVÉHO DŘEVA

Štípáním nazýváme způsob obrábění, při němž se dřevo rozděljuje nástrojem klínovitého tvaru na objemově nedeformované části. Vlastní dělení předbíhá před břitem ve směru dřevních vláken. Břit nástroje se účastní dělení dřeva pouze velmi krátce. Vlivem tuhosti a malé ohybnosti hmoty přechází dělení břitem ve vlastní štípání, kde funkčně působí již jen boky nástroje. Nástroj nemusí projít celou délkou klátu. Použitá síla závisí na druhu a stavbě dřeva, jeho vlastnostech, rozměrech klátu, konstrukci a hmotnosti nástroje, stavu břitu a na rezné rychlosti. [17, 19]

3.1 Ruční štípání

3.1.1 Štípací sekera

Nejstarší a nejrozšířenější nástroj na štípání dřeva. Tento způsob štípání je vhodný pro kratší kláty menších průměrů. Komfort při práci ovlivňuje především šířka hlavy sekery. Širší sekera vyžaduje silnější úder, ale lépe si zas poradí se sukovitým dřevem. Naopak lehčí sekery s užší hlavou proniknou snadněji do dřeva i při menší síle úderu. U sekery je důležitý i tvar štípacího klínu. Vhodný je parabolický tvar klínu, který zajišťuje rychlé a efektivní rozštípnutí.



Obr. 16. Štípací sekera Fiskars s parabolickým klínem [20]

3.1.2 Štípací kladivo

Lidově se mu říká „kaláč“. Jde o sekeru větší hmotnosti, obvykle do 5 kg. Díky vyšší energii úderu je vhodný pro štípání jak krátkých klátů, tak velkých až např. metrových polen. Tímto typem sekery dochází k rozštípnutí krátkých klátů zpravidla po prvním úderu. Při používání sekery se vyžaduje jistá zručnost, aby se člověk trefil do správného místa napoprvé.



Obr. 17. Štípací kladivo [20]

3.1.3 Štípací klíny

Slouží pro štípání zvláště velkých a hodně sukovatých špalků, kde je zbytečné používat štípací sekeru a snažit se je rozdělit na dva a více kusů jednou ranou. Jsou dobrým pomocníkem pro elegantnější a méně namáhavý styl práce. Pro snadnější štípání jsou některé klíny stočeny do spirály. Tenké ostří zajede do klátu, a jak se postupně klín zaráží hlouběji a hlouběji do materiálu, začíná se stáčet, čímž pomáhá k rozervání špalku. Dalším užitečným detailem jsou zpětné zuby po stranách klínu, které zabraňují zpětnému vyskočení a vodící zářezy po stranách, které napomáhají k plynulému a pohodlnému zajetí do dřeva. Na trhu jsou rovněž klíny, jež mají jednu stranu zcela hladkou. To je pro případ kdy je potřeba štěrbinu ještě více rozšířit přidáním dalšího klínu. Klíny mohou být ocelové, z legovaného hliníku nebo z odolného plastu. Z hlediska bezpečnosti je praktické, má-li ocelový štípací klín vršek hlavy, na který dopadá palice, krytý odolným plastem zabraňující nejenom rychlému roztřepení kovu, ale především eventuálním odletům kovových špon a střepin. [21]



Obr. 18. Štípací klíny [21]

3.1.4 Ruční mechanický štípač dřeva

Slouží pro štípání krátkých klátů. Relativně jednoduchý stroj, pracující na podobném principu jako štípací kladivo kaláč, tj. na principu velké hmotnosti štípacího klínu a tím pádem i velké energii úderu, která se použije na rozštípnutí klátu. Zařízení se skládá z výkyvného ramene, opatřeného štípacím klínem o hmotnosti až 40 kg, vratné pružiny a pracovního stolu. Do místa úderu klínu se postaví klát a ručně se s ramenem udeří do klátu. Klín díky vysoké energii úderu lehce rozštípně klát a vratná pružina vrací rameno do původní polohy. Při práci na tomto zařízení je nutno dbát zvýšené opatrnosti, z důvodu např. poranění prstů. Proto se tyto štípače továrně nevyrobí.



Obr. 19. Ruční mechanický štípač dřeva [22]

3.1.5 Ruční hydraulický štípač

Je určen pro štípání krátkých klátů a poradí si i s velmi sukatými kusy, které předešlými ručními způsoby lze rozštípnout velmi špatně nebo vůbec. Konstrukci tvoří rám, stacionární štípací klín a pro pohyb klátu bývá použit jednočinný lineární hydromotor – nejčastěji automobilový zvedák. I přes použití hydromotoru se dvěma pumpami, které zvýší dvojnásobně rychlost pohybu pístu, je stále výkon štípače malý a proto se tyto štípačky konstruují s malým zdvihem a širokým štípacím klínem, který díky velkému rozevření rozštípe klát na malé vzdálenosti. Zpětný pohyb pístu do základní polohy bývá řešen pružinou, gravitací nebo ručně. Štípací síla dosahuje obvykle do 12 tun.



Obr. 20. Ruční hydraulický štípač [23]

3.2 Strojní štípání

3.2.1 Kuželový štípač

U tohoto typu štípače vykonává hlavní pracovní pohyb trn kuželového tvaru, který při postupném vnikání do dřeva způsobí rozštípnutí polena. Na trnu je vysoustružen speciální závit s velkým stoupáním, podobný lichoběžníkovému nerovnoramennému závitu, který se postupně šroubuje do štípaného polena. Pro správnou funkci štípačky musí mít závit a hlavně špička kužele správnou geometrii, aby došlo bez námahy k rychlému najetí závitů i samotnému rozštípnutí. Špička závitů se nekálí z důvodu křehkosti a následného snadného ulomení. Tímto způsobem štípání se dají dělit jak krátké kláty, tak i velká a dlouhá polena o délce jednoho metru. Při štípání má snahu se vlivem třecí síly mezi závitěm a dřevem, klát otáčet. Tuto třecí sílu je nutno vždy zachytit a nikdy nesmí dojít k protočení klátu a

případnému zranění obsluhy. U štípaček pro krátké kláty bývá zachycení této síly vyřešeno pracovním stolem s navařeným žebrem, kopírujícím tvar kuželu, o které se štípaný klát opře. Pro dlouhá polena, bývá použito záchytné rameno.



Obr. 21. Štípací kužel [24]

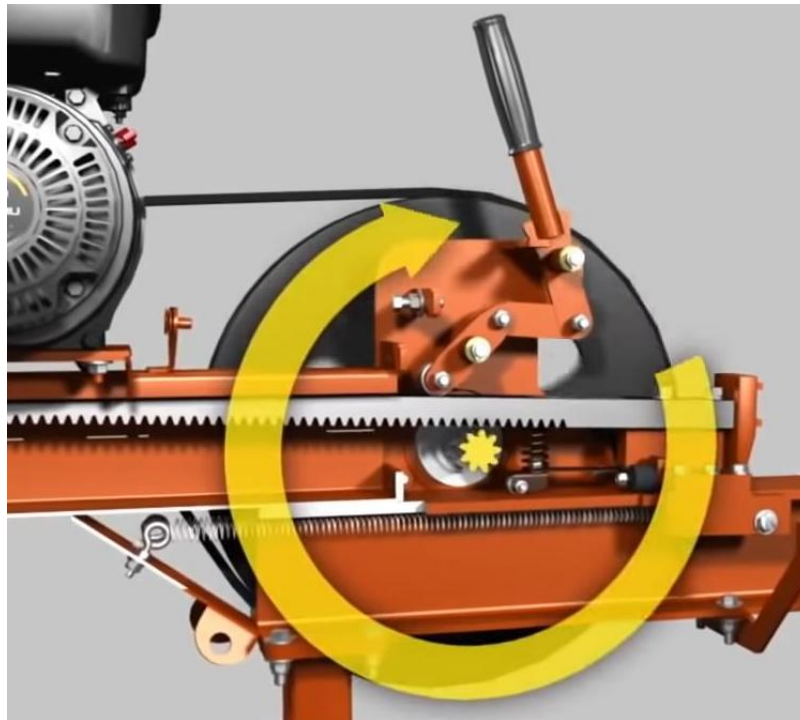


Obr. 22. Kuželový štípač za traktor [25]

Mobilní kuželové štípače bývají nejčastěji poháněny vývodovou hřídelí traktoru. Výhodou této konstrukce je jednoduchost, bezúdržbový provoz, nízká pořizovací cena a díky nízké hmotnosti i snadná manipulace. Stacionární kuželové štípače mívají pohon řešen buď jenom samostatným elektromotorem, nebo elektromotorem s převodovkou. U těchto pohonů je velkou výhodou, v případě neúspěšného rozštípnutí, použití reverzace otáček. Pro krátké kláty do 40 cm je vhodný napřímo elektromotor se štípacím kuželem s průměrem do 60 mm. Výkon motoru bývá okolo 2 kW a více s otáčkami okolo 1400 min⁻¹. Pro dlouhá polena délky 1 m se používají elektromotory s převodovkou a štípacím kuželem velkého průměru, Průměr kužele bývá často do 150 mm. Výkon motoru se volí standardně 5 kW a více s otáčkami na výstupní hřídeli z převodovky okolo 300 min⁻¹.

3.2.2 Štípač s ozubenou hřebenovou tyčí

Jedná se o štípač s mechanickým pohonem nejčastěji horizontální konstrukce. O posuvný pohyb klátu se stará výkyvně uložená ozubená hřebenová tyč, která při samotném štípání zapadne do stále se otáčejícího pastorku. Tyč je uchycena pomocí čepu, na kterém může konat výkyvný pohyb, do tlačné desky uchycené k rámu stroje, která zajišťuje lineární vedení. Mechanismus ovládní posuvné tyče, je řešen pákou s přítlačným ložiskem. Páka se po přesunutí do pracovní polohy „zamkne“ a nedovolí hřebenové tyči vyskočit ze záběru. Po přejetí celé pracovní délky se automaticky uvolní ovládací páka. Ozubená hřebenová tyč již není tlačena do zubů pastorku a spolu s tlačnou deskou se pomocí vratné pružiny vrátí do své původní polohy. Pro lepší zapadnutí zubů do záběru je vhodný krátký chod naprázdno, tj. krátká mezera mezi štípaným klátem a tlačnou deskou. Na štípači bývá zpravidla použit co nejužší klín z důvodu minimalizace odporu při štípání, neboť ozubená tyč s tlačnou deskou vždy vykoná celou dráhu. Úzký klín sníží celkové namáhání mechanismu a tím pádem se zvýší celková životnost stroje. Pro plynulejší chod celého ústrojí se na hřídel pastorku montuje setrvačnick, tlumící rázy, které jsou největší v začátku štípání při najetí do materiálu. Výhodou této konstrukce je poměrně snadná údržba, tichý chod a oproti hydraulickým štípačům tento štípač pracuje v širokém pracovních teplot. Nevýhodou konstrukce je nižší bezpečnost při práci a štípačky též nejsou jištěny proti přetížení.



Obr. 23. Schéma štípače s ozubenou hřebenovou tyčí [26]

3.2.3 Štípač s klikovým mechanismem

Jde o štípač, nejčastěji horizontální konstrukce, který u nás není moc rozšířen. Jeho konstrukce je podobná štípači s ozubenou hřebenovou tyčí, jehož štípací klín koná přímočarý vratný pohyb s tím rozdílem, že tento pohyb je zpravidla kontinuální a ne cyklický, jak je tomu u štípačů s ozubenou hřebenovou tyčí. Základ štípače tvoří elektromotor s převodovkou, na jejíž výstupní hřídel je namontována klika, která určuje zdvih tj. délku štípacího kroku. Ojnice, spojená s klikou a štípacím klínem, je velmi namáhaná na vzpěr. Obecně má tento druh mechanismu nižší účinnost oproti štípači s hřebenovou tyčí, protože působící síla nepůsobí v ose pohybu klínu, ale mění svůj úhel působišť v závislosti na natočení kliky a je nutné zachytit tyto vzniklé reakce do lineárního vedení. Z tohoto důvodu se s tímto druhem štípače štípou pouze krátké kláty cca. do 40 cm.



Obr. 24. Štípač s klikovým mechanismem [27]

3.2.4 Hydraulický štípač

Nejrozšířenější typ štípače v oblasti strojního štípání. Továrně se vyrábí od malých štípačů pro hobby použití až po velké profesionální štípací stroje. Štípače mohou být jak horizontální, tak i vertikální konstrukce. Hydraulický štípač tvoří vždy opěrná deska a štípací klín. V závislosti na provedení bývá vždy jedna část pevná a druhá pohyblivá, která koná přímočarý vratný pohyb. Základ konstrukce tvoří rám, jež slouží zároveň i jako lineární vedení pohyblivé části, tj. buď klínu nebo tlačné desky dle provedení. Srdcem celého štípače bývá nejčastěji zubový hydrogenerátor, který dopravuje tlakový olej do lineárního dvoučinného hydromotoru. Ten v závislosti na velikosti vytváří potřebnou štípací sílu. Hydraulický pohon je velmi variabilní s velkým rozsahem dosažitelných sil lineárních hydromotorů. Je výhodné ho použít jak z hlediska celkové bezpečnosti stroje, tak i již zmíněného rozsahu požadovaných štípacích sil a snadné regulaci. U toho typu pohonu pracovního mechanismu se nic neotáčí, jako např. u kuželového štípače a s výhodou je možné u ručního ovládání kontrolovat průběh štípání a v případě problému štípač okamžitě zastavit. Další nespornou výhodou je bezpečnost proti přetížení stroje, protože hydraulický obvod obsahuje pojistný ventil, který nedovolí překročení pracovního tlaku v hydraulickém obvodu. Nevýhodou použití hydrauliky je vyšší pořizovací cena, protože hydraulické prvky musí být vyrobeny s velkou přesností a pečlivostí, vzhledem k tlakovým a objemovým ztrátám, což ovlivňuje účinnost hydraulického zařízení. Obecně má celé hydraulické zařízení oproti předešlým typům menší účinnost i z důvodu značného oteplování celého obvodu. [28]



Obr. 25. Horizontální štípač dřeva určený pro hobby použití [28]

4 HYDRAULICKÉ ŠTÍPAČE

4.1 Konstrukce štípačů dle směru působící síly

Palivové dřevo se štípe a dělí na menší díly zpravidla ve směru kolmém na rovinu řezu klátu, tj. v ose kmene. Z umístění štípaného klátu ve štípači vyplývá i směr působící síly. Hydraulické štípače jsou navrhovány ve dvou základních polohách, tj. horizontální a vertikální. Každá pracovní poloha má své pro i proti, a proto při stavbě či koupi štípače je nutno zvážit tyto aspekty.

4.1.1 Horizontální štípače

Základním poznávacím prvkem je posazení rámu štípače do horizontální roviny. Lineární hydromotor, nejčastěji s opěrnou deskou, kopíruje osu rámu štípače. Tento rám zároveň slouží jako vedení opěrné desky. Štípané kláty po ustavení do vodorovné polohy, jsou tlačeny proti štípacímu klínu, který jako pevná nepohyblivá část, uchycená k rámu, zajišťuje dělení klátu. Pro lepší vystředění klátu vůči štípacímu klínu, mívají štípače postranní opěrné plechy, které tvoří koryto. Tyto plechy též plní funkci zamezení vypadnutí klátu z pracovního prostoru. Malé štípače s nízkým výkonem, určené pro hobby použití mívají pouze štípací klín, který dělí klát na dvě poloviny. Větší stroje s vyšším výkonem bývají často vybaveny štípacím křížem, který dělí klát na čtyři či více dílů na jeden pracovní cyklus. Použití horizontálního štípače má výhodu oproti vertikálním štípačům v lepší manipulaci s kláty díky nízké pracovní výšce, kde je možnost s vynaložením výrazně menšího úsilí štípaný klát „navalit“ do pracovního prostoru. Díky své nízké pracovní výšce je položeno i nízko těžiště, které dělá štípač při práci velmi stabilním. To má své výhody i z hlediska přepravy, zejména u štípačů vybavených vlastním samonosným podvozkem. Pokud je štípač konstruován do tříbodového závěsu traktoru, tak je tento způsob přepravy vhodný spíše pro větší a těžší traktory, protože vzhledem k délce a hmotnosti celého zařízení na velké páce, jsou dosti zatěžována ramena tříbodového závěsu a u malých traktorů menší hmotnosti by mohlo docházet k nadlehčování či dokonce zvedání přední nápravy. Další výhodou, v případě konstrukce s tlačnou deskou, je v urychlení štípacího cyklu. V první fázi se „protlačí“ štípaný klát přes štípací kříž a při zpětném pohybu pístu hydromotoru je již volný pracovní prostor a nachystán na další cyklus. Nevýhodou horizontálního štípače je v porovnání s vertikálními štípači v malé skladnosti, kde štípač zaujímá velkou plochu a z provozních i konstrukčních důvodů, jako např. úniku oleje, ho není možné „postavit“.



Obr. 26. Profesionální horizontální hydraulický štípač se štípacím křížem [29]

4.1.2 Vertikální štípače

Jsou to jedny z nejpoužívanějších hydraulických štípačů, které pomáhají při přípravě dřeva v domácnostech. Jejich konstrukce je dosti podobná horizontálním štípačům. Základním poznávacím prvkem je posazení rámu štípače do svislé roviny. Osa lineárního hydromotoru kopíruje rovnoběžně osu rámu štípače. U vertikálních štípačů tvoří nejčastěji pohyblivou část štípací klín. V praxi se používá dvojí uložení klínu. V prvním případě bývá štípací klín přímo spojen s pístní tyčí. Klín musí být zvlášť uložen v lineárním vedení na rámu štípače, do kterého jsou zachycovány i vzniklé reakce při štípání. V druhém případě je štípací klín napevno spojen s profilem, přes který se přenáší síla vyvinutá lineárním přímočarým hydromotorem. Jako celek tvoří štípací klín s profilem tzv. štípací věž. Tato věž zajišťuje též lineární přímočaré vedení štípacího klínu a zachycuje reakce od štípacího klínu vzniklé při štípání. S první variantou se lze setkat spíše u profesionálních štípačů, s požadavkem na vyvinutí větší štípací síly. Štípací síla, vyvinutá lineárním přímočarým hydromotorem, s výhodou působí v ose štípaného klátu a štípací klín je v tomto případě tlačěn do materiálu. Jako další výhodu lze uvést i maximální využití síly lineárního přímočarého hydromotoru, u kterého působí při pracovním pohybu hydraulický olej na celou plochu pístu. Jelikož je při tomto způsobu uložení pístní tyč namáhána na vzpěr, musí být daleko více dimenzována ve srovnání s namáháním na tah. S druhou variantou, tj. se štípací věží, se lze setkat u hobby štípačů. Zásadní rozdíl oproti první variantě je v pracovním pohybu lineárního přímočarého hydromotoru. Pístní tyč lineárního přímočarého hydromo-

toru se v tomto případě pohybuje z roztažené polohy do zatažené. Spolu s pístní tyčí se zasouvá i štípací věž, která je vedena v lineárním vedení rámu štípače a vtahuje štípací klín do materiálu. Toto řešení je díky podstatně menším rozměrům výhodné z hlediska daleko lepší skladnosti a manipulace. Výrazně níž položené těžiště oproti profesionálnímu štípači, dělá štípač daleko stabilnějším při práci i manipulaci při převozu. Konstrukční nevýhodou je nevyužití celého potenciálu síly lineárního přímočarého hydromotoru. Tlakový olej působí pouze na plochu mezikruží mezi pístní tyčí a hydraulickým válcem a proto je nutné použít pro požadovanou štípací sílu většího lineárního přímočarého motoru než v prvním případě. Další problém vzniká při zpětném pohybu. Pokud by byl lineární přímočarý hydromotor zapojen klasicky, tj. s tlakem na vstupu a téměř s nulovým tlakem na výstupu, tak by byl pracovní pohyb dolů rychlejší než zpětný pohyb do vysunuté polohy. To by způsobovalo velké prostoje a tím i snížení výkonnosti celého zařízení. Tento problém lze eliminovat tzv. diferenciálním zapojením. Použitím speciálního rozvaděče s tímto způsobem zapojení dosáhneme pomalejšího pracovního posuvu a rychloposuvu při výsuvu pístní tyče do výchozí polohy.



Obr. 27. Hobby vertikální hydraulický štípač se štípací věží [28]

4.1.3 Univerzální štípače

Jedná se o štípače, pracující jak v horizontální tak i ve vertikální poloze. Rám štípače je uložen na otočném čepu, díky kterému lze štípač ustavit do příčné polohy. Nastavení polohy se provádí ručně, ručním navijákem nebo lineárním přímočarým hydromotorem. Záleží na obsluze, jako polohu si vybere závislosti na okolnostech a charakteru okolního terénu. Na rovném terénu mohou být použity obě polohy, zatímco do svažitého terénu je pro níže položené těžiště vhodnější horizontální poloha, která je i výchozí polohou pro převoz. Štípače jsou zpravidla konstruovány jako mobilní na vlastním podvozku za automobil či traktor. Pro úplnou mobilitu bývají často osazeny vlastní pohonnou jednotkou, která se stará o chod všech částí stroje a nepotřebuje ke svému chodu jiný zdroj energie.



Obr. 28. Univerzální profesionální hydraulický štípač [30]

4.1.4 Ruční

Speciální typ hydraulického štípače pro štípání v libovolné pracovní poloze, jež není v praxi moc rozšířen. Jeho specifická konstrukce je tvořena rámem ve tvaru háku a z důvodu úspory hmotnosti pouze malým lineárním přímočarým hydromotorem s krátkým zdvihem a se štípacím klínem na konci pístní tyče. Klín v tomto případě nemá žádné vedení a v případě např. sukovitých kusů jsou veškeré vznikající boční síly zachycovány do vedení pístní tyče. To může zapříčinit snížení životnosti hydromotoru, díky nadměrnému opotřebení vodících ploch a těsnění. Pro ovládání pohybu klínu slouží malý rozvaděč, připevněný k tělu hydromotoru. O pohon štípače se stará vlastní oddělený, nejčastěji benzínový, hydraulický agregát, který je spojen se štípačem pomocí hydraulických hadic s rychlospojkami.

Štípač je charakteristický dvěma fázemi štípání. První fází dochází k vytvoření trhliny pomocí klínu. Druhá fáze je tzv. trhací, kde pomocí speciálních pacek dochází k otevření trhliny a následnému úplnému oddělení obou částí kmene.



Obr. 29. Fáze štípání ručního hydraulického štípače [43]

4.2 Typy pohonných jednotek

4.2.1 Pohon asynchronním elektromotorem

Jedná se o nejpoužívanější typ pohonu. S oblibou je využíván v celém širokém spektru pro pohon všech různých typů štípacích mechanismů. Je často volen ve srovnání s ostatními pohony kvůli jeho nízké ceně i snadné dostupnosti. Motor je jednoduchý na obsluhu a vyžaduje minimální snadnou údržbu. Mezi další výhody, které přispívají k rovnoměrnějšímu chodu, je fakt, že otáčející rotor plní funkci setrvačnicku, který se svou setrvačnou energií pomáhá překonávat krátké zátěžové špičky. Jeho další výhodou se stává i možnost krátkodobého přetížení. Nevýhodou uvedeného typu pohonu je nutnost zajištění zdroje elektrické energie poblíž stroje. Při volbě motoru je nutno zvážit typ použitého motoru a případné jištění, které bývá zpravidla v normální domácnosti pro jednofázové zásuvky 16 A a pro třífázové zásuvky 25 či 32 A.

Pro menší hobby štípače malého výkonu se velmi často používají jednofázové asynchronní motory s výkony okolo 2 kW. Tyto motory používají ke svému chodu jednofázové napětí 230 V, které je všude běžně dostupné v domácnostech. Použití motoru vyšším příkonem limituje již výše zmíněné jištění sítě. Motor se sám od sebe nedokáže roztočit jen s jednou fází. Je potřeba vytvořit točivé magnetické pole zapojením kondenzátoru do pomocného vinutí, díky kterému vznikne fázový posun a eliptické magnetické pole. Ve srovnání s třífázovým motorem má motor i horší průběh krouticího momentu, menší účinnost a nesouměrně zatěžuje síť.

U větších hobby a hlavně profesionálních štípačů se o pohon starají třífázové asynchronní motory. Tyto motory pracují s napětím 400 V mezi jednotlivými fázemi. Tři fáze vytvářejí rovnoměrné točivé magnetické pole a motor dosahuje vyššího krouticího momentu, vyšší účinnosti a souměrně zatěžuje síť. Při použití výkonnějšího motoru je třeba vzít v potaz i rozběh motoru. U motoru, který je zapojen přímo do trojúhelníku, vzniká při zapnutí velký proudový ráz a v důsledku toho může nastat i situace, kdy běžný jistič s třídou jištění B, vyhodnotí situaci za nebezpečnou a přeruší přívod energie. Třífázové asynchronní motory se nejčastěji zapojují do konfigurace hvězda – trojúhelník, která sníží velký rozběhový proud. Další možností omezení proudového nárazu při zapnutí je použití soft-starteru, frekvenčního měniče, nebo vřazením činného odporu do napájení motoru. Pro všechny výše uvedené metody, je důležité, aby byl motor při rozběhu v nezátěženém stavu. [31]



Obr. 30. Třífázový asynchronní elektromotor [28]

4.2.2 Pohon spalovacím motorem

Nejčastěji jej nalezneme u mobilních štípačů v kombinaci s vlastním přívěsným podvozkem za automobil. Lze jej objevit i u stacionárních štípačů, u kterých již nedostačuje svým výkonem pohon elektromotorem. Velká většina mobilních štípačů používá ke svému pohonu benzínový čtyřtaktní zážehový motor. Motory bývají s výhodou vzduchem chlazené, o což jsou jednodušší na údržbu, či případnou opravu. Pro plynulejší chod celého stroje musí být motory vybaveny regulátorem otáček, který při zatížení přidá více paliva a při odlehčení ubere. Tímto způsobem dochází v určitém rozmezí k udržování otáček. Výhodou použití spalovací motoru je v mobilitě a nezávislosti na jiném zdroji energie.



Obr. 31. Benzínový motor o výkonu 5 kW [32]

4.2.3 Pohon vývodovou hřídelí traktoru

Tento typ pohonu lze využít u mobilních štípačů, které jsou konstruovány do tříbodového závěsu traktoru. Štípač musí být vybaven vlastní kompletní hydraulickou jednotkou. Přenos výkonu z vývodové hřídele traktoru do hydraulické jednotky štípače, je realizován pomocí kardanové hřídele s příslušnými propojovacími koncovkami. Traktory s vývodovou hřídelí, mají unifikovanou a podle mezinárodní normy ISO, předepsanou možnost použití dvojího typu drážkování koncovek o průměru 35 mm. Nejpoužívanější 6 drážková koncovka, pracující standardně s 540 ot.min^{-1} , je schopna přenést výkon až 45 k, což odpovídá 30 kW a najdeme ji jako standard v každé základní výbavě traktoru. Druhá 21 drážková koncovka s evolventním drážkováním, je určena pro výkon nad 45 k a pracovní otáčky 1000 ot.min^{-1} . [34]

Některé traktory jsou vybaveny možností výběru zařazení standardních unifikovaných 540 ot.min^{-1} , tak i 1000 ot.min^{-1} vývodové hřídele při 2050 ot.min^{-1} motoru. Pro zvýšení efektivity využití výkonu traktoru, jako zdroje energie, je výhodné, pokud je to možné, zařadit 1000 ot.min^{-1} , čímž lze snížit v porovnání se zařazenými 540 ot.min^{-1} , otáčky motoru přibližně na polovinu a díky tomu i snížit celkovou spotřebu paliva. Pokud traktor nedisponuje možností zařazení vyšších otáček, lze vložit mezi kardan a hydrogenerátor přídatnou převodovku, která zvýší pracovní otáčky hydrogenerátoru. Účinnost se nepatrně sníží, ale při celkovém pohledu jsme pořád na straně efektivnějšího využití výkonu motoru.



Obr. 32. Pohon hydrogenerátoru štípače vývodovou hřídelí traktoru [34]

4.2.4 Pohon z vnějšího hydraulického okruhu traktoru

Tento typ pohonu je vhodný zejména pro mobilní štípače, navržené do tříbodového závěsu traktoru. Jedná se o nejjednodušší variantu pohonu hydraulického štípače. Továrně vyráběné traktory jsou zpravidla vybaveny dvěma základními okruhy hydrauliky. Vnitřní okruh slouží ke zvedání a spouštění zemědělských závěsných strojů a nářadí. Vnější okruh dodává tlakový olej pro stroje a nářadí, které mají vlastní hydraulické jednočinné nebo dvojčinné válce. Vývody vnějšího okruhu traktoru jsou zakončeny rychlospojkami. [33]

Výhodou uvedeného typu pohonu, je absence vlastní hydraulické jednotky. Odpadá nutnost vlastního hydrogenerátoru včetně zásobníku hydraulického oleje, filtrů, pojistného ventilu, apod. Hydraulický obvod štípače často obsahuje pouze hydraulický rozvaděč a propojení s hydraulickým okruhem traktoru je realizováno pomocí hydraulických hadic s rychlospojkami.

Nevýhodou řešení je pevně daný průtok a pracovní tlak, který se může lišit u různých typů traktorů. Spousta běžně dostupných traktorů má vysoký výkon motoru, ale nízký výkon hydrogenerátoru. Díky tomu se stává práce pomalá a neefektivní při vyšších provozních nákladech za palivo. Dalším aspektem pro správný chod celého zařízení je kompatibilita provozních hydraulických kapalin štípače a traktoru.



Obr. 33. Připojení štípače pomocí rychlospojek k hydraulickému okruhu traktoru [35]

4.2.5 Kombinace pohonu elektromotorem s pohonem traktoru

Na trhu lze objevit i hybridní hydraulické štípače, kombinující pohon elektromotorem s pohonem vývodovou hřídelí traktoru. Tato kombinace dává těmto mobilním štípačům ještě větší univerzálnost a efektivnější využití výkonu za účelem snížení provozních nákladů. Hydraulický štípač je vybaven vlastní hydraulickou jednotkou, zpravidla se dvěma hydrogenerátory, kde každý je určen pro jiný typ pohonu. Pohony štípače pracují ve dvou módech. Použití pohonu elektromotorem, je vhodné, je-li štípač umístěn v blízkosti zdroje elektrické energie. Pohon vývodovou hřídelí traktoru má velkou výhodu v mobilitě a štípač může pracovat i na místech, kde není poblíž zdroj elektrické energie i za cenu několikanásobného zvýšení provozních nákladů.

Pozn. Hydraulické štípače se továrně vyrábí i ve variantě pohonu elektromotorem s pohonem vnějšího hydraulického okruhu traktoru. Tato varianta však nemusí dosahovat tak velkého výkonu, jako v případě pohonu vývodovou hřídelí, protože většina hydraulických okruhů traktorů není pro tento účel dosti dimenzována.



Obr. 34. Kombinace pohonu elektromotorem s pohonem vývodovou hřídelí traktoru [36]

4.3 Typy nosných konstrukcí

4.3.1 Nesené za traktorem

Jedná se o mobilní štípače, využívající tříbodového závěsu traktoru, který je určen k připojení strojů a náradí k traktoru. Konstrukce musí mít dole po stranách dva pevné nosné body, ke kterým se připojí zvedací ramena traktoru. V horní části musí být umístěn třetí bod. Změnou délky spojovacího členu mezi horními body se dá nastavit případný náklon. Při návrhu štípače, je nutno počítat s celkovou hmotností zařízení, kterou ještě zvládne hydraulický okruh traktoru zvednout. Traktory Zetor se čtyřválcovými motory jsou běžně schopny vyvinout zvedací sílu na konci ramen 16 kN. Pro zvedání těžších strojů, je nutno použít přídavných válců hydrauliky. Tímto doplňujícím zařízením se podstatně zvýší zvedací síla na konci spodních táhel tříbodového závěsu. Čtyřválcové traktory Zetor mohou být vybaveny až dvěma pomocnými válci. S jedním přídavným válcem se zvedací síla zvýší na 24 kN a se dvěma přídavnými válci se zvýší až na 30 kN. [38]



Obr. 35. Uchycení rámu štípače do tříbodového závěsu traktoru [35]

4.3.2 Ručně přemístitelné

Tato kategorie se týká spíše hydraulických štípačů pro hobby použití v domácnosti a obecně menších strojů pracujících s menším výkonem. Šasi štípače bývá standardně osazeno transportními kolečky, jež dodávají štípači mobilitu a snazší manipulaci. Vertikální hobby štípače jsou často konstruovány s nízkou světlou výškou podvozku v transportní poloze. Pro jejich přesun je vhodný spíše na rovný a pevnější terén. Přesun na nerovném či v měkčím terénu se stává pro obsluhu daleko obtížnějším a namáhavějším.



Obr. 36. Manipulace s hobby vertikálním štípačem [28]

4.3.3 Na vlastním podvozku

Mobilní koncepce, se kterou se lze setkat jak v případě hobby štípačů, tak i u profesionálních štípačů, nebo obecně štípačů dosahujících středních či velkých výkonů. Štípače této konstrukce lze podle zvoleného tažného zařízení vléci za traktorem či automobilem. Toto provedení je nejčastěji používáno u horizontálních štípačů. Lze jej použít i u vertikálních štípačů, které jsou při transportu v horizontální poloze, kvůli snížení těžiště a následnému zvýšení stability. Koncepce mívá zpravidla vlastní hydraulickou jednotku. V provedení za automobil se o pohon zpravidla stará vlastní pohonný agregát. V provedení za traktor, se rozšíří možnosti o pohon z hydraulického okruhu traktoru, či o pohon jeho vývodovou hřídelí určenou pro pohon strojů a zařízení. Pro bezpečný převoz je omezující

povolená konstrukční rychlost a štípač musí být uzpůsoben a oficiálně homologován k provozu po pozemních komunikacích. Tento druh koncepce spadá do kategorie přívěsů a platí pro něj stejná pravidla jako pro ostatní provozovaná vozidla, tj. pravidelná technická kontrola a pojištění odpovědnosti z provozu vozidla.



Obr. 37. Hydraulický štípač na vlastním podvozku v provedení za automobil [38]

4.4 Typy štípacích klínů

Pro správné rozštípnutí klátu a efektivního využití aplikované síly nelze zanedbat geometrii štípacího klínu. Jeho tvar, velikost a počet břitů jsou jedním ze základních prvků, s nimiž je nutno počítat při dimenzování stroje. Spojení klínu s pístní tyčí, popřípadě se štípací věží, bývá často realizováno svařením obou částí nebo použitím šroubového spoje či spoje pomocí čepu.

4.4.1 Jednobřítý úzký štípací klín

Nejpoužívanější typ klínu, který lze objevit v základní výbavě většiny méně výkonných, spíše hobby štípačů. Jeho úzký profil klade štípači malý odpor a lehce postupně vniká do štípaného klátu. Klín, je díky svému úzkému profilu při vnikání do dřeva charakteristický malým rozevřením štípaného klátu. Nedisponuje po vniknutí velkou trhací fází a ve většině případů pro úplné rozštípnutí je třeba, aby klín vykonal delší dráhu ve srovnání s rozevřenými klíny. Pro snadnější najetí klínu do štípaného klátu bývá výhodné a účelné

sklonit klín. Takto skloněný klín pak nepůsobí hned celou plochou na klát, ale s výhodou postupně najíždí od kraje z místa „větší páky“ do celé plochy. Tento typ klínu je vhodný zejména pro tvrdá a sukovitá dřeva.



Obr. 38. Jednobřítý úzký štípací klín [28]

4.4.2 Jednobřítý široký štípací klín

Jedná se o typ štípacího klínu, který je charakteristický svým velkým rozevřením. Obecně se používá jako základní klín u profesionálních štípačů dosahujících, v porovnání s hobby štípači, větších štípacích sil. Klín disponuje po najetí do klátu velkou trhací fází, což velmi zrychluje práci a zvyšuje efektivitu štípání. V praxi se používají dva typy geometrie klínů. U lineárního klínu s rovnými boky je rozevření přímo úměrné zdvihu. Parabolický klín je charakteristický úzkou částí v oblasti ostří, která působí na větším zdvihu oproti lineárnímu klínu větším klínovým efektem. V další části klín parabolicky přechází do velkého rozevření. Parabolický klín kombinuje výhody jak úzkého tak širokého klínu a svou univerzálností je určen pro všechny typy dřev.

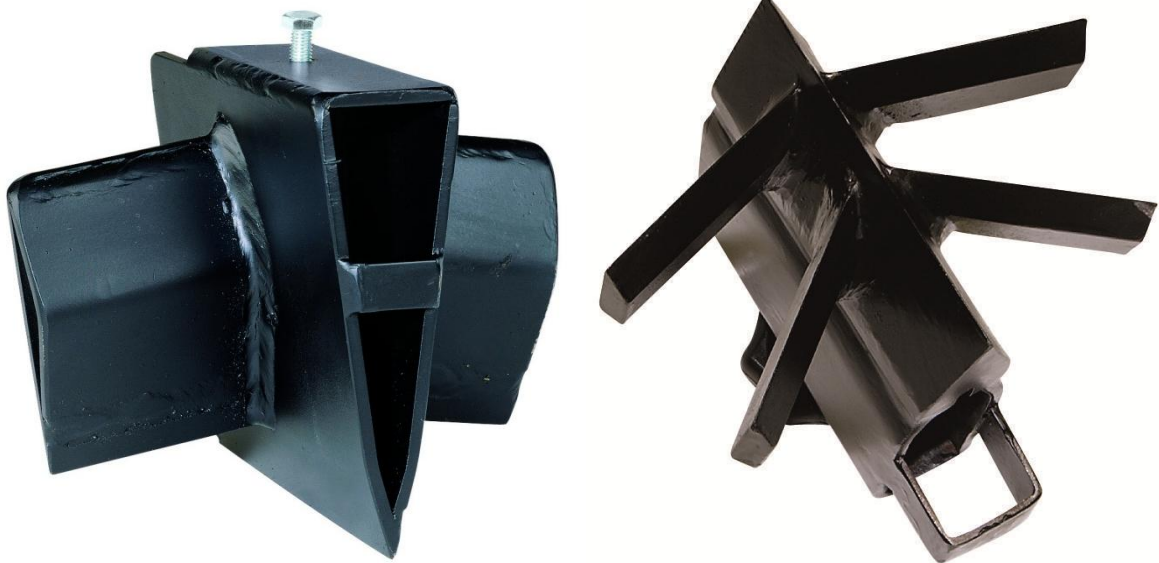
Pro hobby štípače s dostačujícím výkonem lze použít tento klín v provedení, které se nasune na jednobřítý úzký klín.



Obr. 39. Jednobřítý široký štípací klín [39, 28]

4.4.3 Vícebřítý štípací klín

Speciální typ klínu, který slouží pro zvýšení efektivity štípaní. Klín je určen pro štípače dosahující větších výkonů a dokáže dělit štípaný klát standardně na čtyři či více dílů v jednom pracovním cyklu. Klín je speciálně navržen tak, aby jednotlivé břity postupně najížděly do dřeva a efektivně rozdělily klát na více dílů. V případě špatného návrhu klínu s břity v jedné rovině, by vznikaly velké silové špičky a byly by kladeny velké nároky na hydraulický agregát. Vícebřítý štípací klín bývá často spíše jako doplňkový a zpravidla se vyrábí v provedení, které se nasune na základní klín.



Obr. 40. Vícebřítý štípací klín [28]

4.4.4 Štípací mříž

Jedná se o zvláštní a speciální případ konstrukce vícebřitého štípacího klínu. Štípací mříž je určena pro několikanásobné dělení velkých klátů o velkém průměru v jednom pracovním cyklu. Používá se u velkých štípačů dosahujících velkých výkonů, jejichž hydro-motory dokáží vyvinout sílu v řádu desítek tun. Štípaný klát se při použití této obrovské síly doslova „protlačí“ otvory mříže, které určují svým dělením výslednou velikost jednotlivých polen.

Princip dělení je podobný jako u vícebřitého štípacího klínu. Konstrukce mříže musí být též uzpůsobena tak, aby jednotlivé břity postupně najížděly do dřeva a díky tomu se rovnoměrně využil výkon a potenciál hydraulické jednotky. Je vhodné, volit břity s co nejmenší tloušťkou materiálu s ohledem na celkovou tuhost mříže z důvodu minimalizace tření při procesu štípání.



Obr. 41. Štípací mříž [40]

4.5 Typy podávacích zařízení

4.5.1 Bez podávacího zařízení – ruční podávání

Podávací zařízení se běžně nevyskytuje u menších štípačů dosahujících menšího výkonu. Tyto stroje jsou především určeny pro menší kláty, které nejsou tak těžké a náročné na manipulaci, kde je obsluha bez problémů ustaví do pracovního prostoru štípače.

4.5.2 Sklopný zvedací stůl

Jedná se o doplňkové zařízení, které je vhodné zejména pro štípače horizontální konstrukce. Použití zvedacího stolu velmi usnadní práci obsluze, hlavně ve fázi zvedání těžkých syrových klátů či polen o větším průměru do pracovního prostoru štípače. Též plní funkci odkládacího stolu při štípání menších klátů, kde si obsluha nejdříve nachystá kláty určené k rozštípnutí, které pak lehce přesune do pracovního prostoru štípače. Zvedací pohyb stolu je nejčastěji realizován pomocí lineárního přímočarého hydromotoru. Pro regulaci rychlosti zvedání, je možno zapojit do hydraulického obvodu škrtkovací ventil, regulující průtok hydraulické kapaliny.



Obr. 42. Štípač se sklopným zvedacím stolem [41]

4.5.3 Naviják

V praxi jej lze objevit spíše jako doplněk volitelné výbavy profesionálních štípačů dosahujících středních či velkých výkonů v provedení do tříbodového závěsu traktoru, u kterého je celá konstrukce štípače pevně a stabilně uchycena.

Naviják dokáže být velkým pomocníkem obsluhy a je především určen pro přibližování dřevní kulatiny při manipulaci s poleny o větší hmotnosti. Zejména tuto pomoc ocení obsluha v případě dlouhých syrových kmenů středního či velkého průměru, se kterými by byla práce velmi fyzicky náročná nebo dokonce nemožná. Pro snadné uchycení štípaného kmenu bývají na konci lana speciální podávací kleště s hroty na koncích ramen, které se při tahu zaklesnou do kmenu. Čím větší bude odpor kmenu při přibližování, tím větší bude síla působící na kleště, které se více zaklesnou do materiálu. Naviják je vhodný pro použití jak u vertikálních, tak i horizontálních štípačů.



Obr. 43. Profesionální hydraulický štípač s navijákem [42]

4.5.4 Hydraulická ruka s kleštěmi

Profesionální mobilní hydraulické štípače na vlastním podvozku v provedení za traktor, které dosahují velkých štípacích sil a výkonů, mohou být pro zvýšení produktivity a objemu zpracovaného dřeva vybaveny vlastní hydraulickou rukou. Toto zařízení je určeno pro manipulaci s kmeny i velkých průměrů, dosahujících velké hmotnosti. Pro snadné uchycení kmenů slouží hydraulicky ovládané kleště s rotátorem, díky kterému lze kleště natočit do libovolné polohy.

K zásobování štípače dřevní kulatinou není třeba žádného nakladače a obsluha zařízení si s výhodou sama a efektivně řídí celý proces štípání.

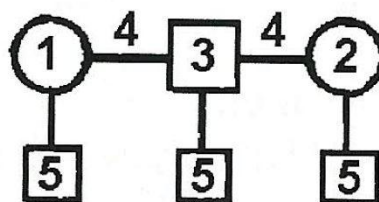


Obr. 44. Profesionální hydraulický štípač s hydraulickou rukou [41]

4.6 Prvky hydraulických obvodů

Pod pojmem hydraulický obvod rozumíme soustavu hydraulických prvků, kterými je možno přenášet energii pomocí tlakové kapaliny.

Hydraulický obvod je sestaven jednak ze zdroje tlakové kapaliny 1, z hydraulického motoru 2, ve kterém je převedena tlaková energie kapaliny na energii mechanickou, dále z řídicí části 3, kterou lze ovládat tlak v obvodu a tím vyvozené síly, směr toku a množství kapaliny, pak z potrubí 4, které spojuje jednotlivé části hydraulického zařízení a z různých doplňkových zařízení 5. [28]



Obr. 45. Hydraulický obvod [44]

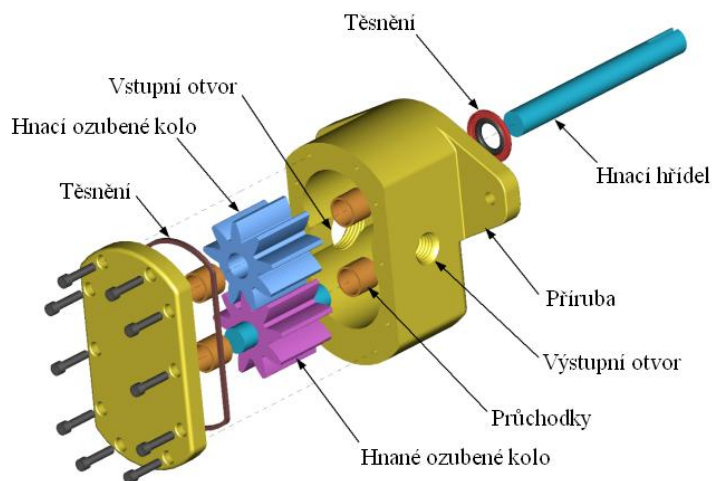
4.6.1 Zdroje (generátory) hydraulické energie

Úkolem generátorů – čerpadel – v hydraulických mechanismech je udílet kapalině tlakovou energii a také určitou část kinetické energie, potřebné k překonání průtočných odporů při průtoku kapaliny obvodem. Vstupním sacím kanálem se přivádí kapalina z nádrže do pracovního prostoru. Působením pracovního mechanismu poháněného hřídelem, prochází kapalina pracovním prostorem do výstupního kanálu a vytváří tak průtok. Současně se v pracovním a výstupním prostoru indukuje tlak daný zatížením hydromotoru a součtem odporů v obvodu mezi hydromotorem a generátorem. Z hlediska přenosu energie jsou generátory vstupním prvkem hydraulického mechanismu. [44,45]

Základním parametrem každého generátoru je jeho geometrický objem. Je to objem pracovního prostoru (tj. ohraničeného prostoru generátoru, kde probíhá přestup energie) příslušející jednomu úkonu generátoru, tj. jedné otáčce, jehož velikost ovlivňuje výsledný průtok. [45]

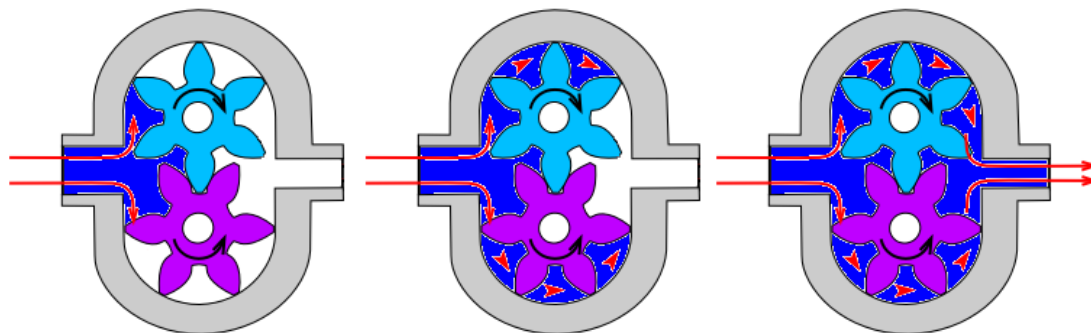
Z konstrukčního hlediska, tj. jakým způsobem je vytvářen pracovní prostor, jsou hydrogenerátory zubové (s vnějším ozubením, s vnitřním ozubením), lamelové, šroubové, pístové (radiální, axiální, řadové), speciální – kombinované. [45]

Nejrozšířenějším druhem hydrostatického generátoru v oblasti štípací techniky, je zubový hydrostatický generátor s vnějším ozubením. Tvoří jej dvojice spoluzabírajících velmi přesně vyrobených ozubených kol stejného průměru, s evolventním ozubením s úhlem záběru 20° , rovnými zuby, uložených na hřídelích v kluzných ložiskách v příslušném vybrání tělesa. Pracovní prostor, tvořený zubovými mezerami kol, je ohraničen zuby kol, plochami radiálně a axiálně přiléhajícími k ozubeným kolům a stykem zubů v záběru. [45]



Obr. 46. Model zubového hydrogenerátoru s vnějším ozubením [46]

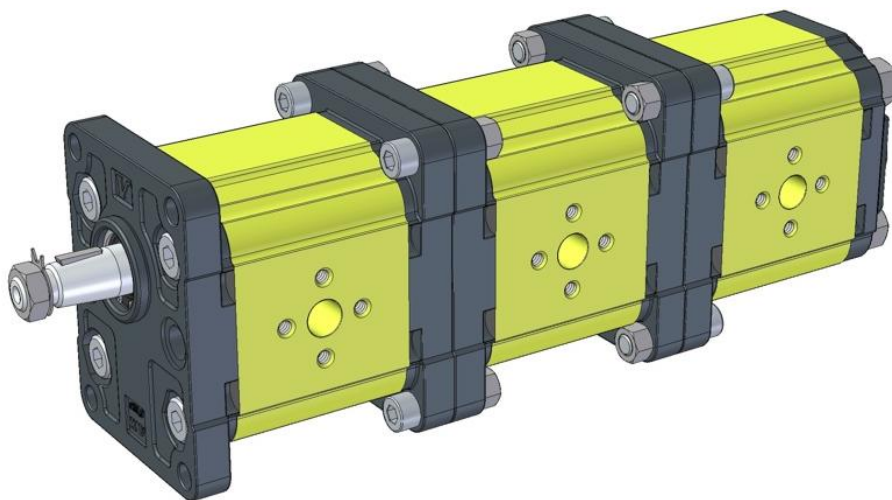
Při otáčivém pohybu ozubených kol je kapalina nasávána do vstupního (sacího) prostoru podtlakem, vznikajícím cyklickým zvětšováním objemu vstupního prostoru při otevírání zubových mezer tak, jak vycházejí jednotlivé zuby ze záběru. Poté postupuje v zaplněných zubových mezerách po obvodu kol do výstupního prostoru. Výstupní prostor je vůči vstupnímu prostoru těsněn malou radiální a axiální vůlí ozubených kol v tělese (zuby tvoří vícenásobné labyrintové těsnění) a záběrem zubů. [45]



Obr. 47. Schéma funkce zubového hydrogenerátoru s vnějším ozubením [46]

Zubový hydrogenerátor s vnějším ozubením je typický neregulační generátor, tj. s neměnným geometrickým objemem. Jeho celkový průtok lze řídit změnou otáček pohonu. Nevýhodou tohoto typu je, že vzhledem k cyklickým změnám okamžitého objemu pracovního prostoru během záběru není průtok rovnoměrný, ale pulzující. Nerovnoměrnost průtoku plyne z principu a funkce zubového hydrogenerátoru. Velikost amplitudy pulsací závisí na velikosti zubových mezer, tj. nepřímo na počtu zubů tak, že s rostoucím počtem zubů klesá podle hyperboly. [45]

Spojením dvou nebo tří jednoproudých zubových hydrogenerátorů vznikne dvouproudý, popř. tříproudý hydrogenerátor. V praxi se můžeme setkat i s označením jako tzv. tandemový hydrogenerátor. Tělesa jednotlivých generátorů (sekcí) jsou pevně spojena. Hnací hřídele dalších sekcí jsou spojeny spojkami s hnacím hřídelem první sekce. Tento hřídel přenáší součet hnacích momentů všech spojených generátorů. V některých případech je proto nutné omezit kvůli pevnosti maximální tlak v jednotlivých sekcích. Sekce mohou být stejné nebo různě velké. Hlavní výhodou uvedeného uspořádání je možnost jedním pohonem získat dva až tři oddělené průtoky. [45]



Obr. 48. Tříproudý zubový hydrogenerátor v tzv. tandemovém provedení [47]

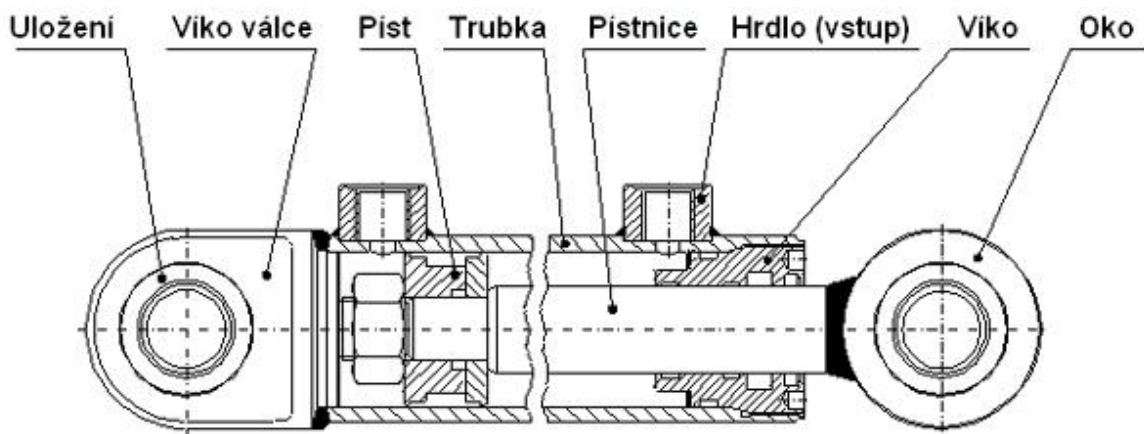
Nejjednodušší zubové hydrogenerátory mají konstantní axiální vůli, tj. jsou bez kompenzace vůli. V tomto provedení se vyrábějí převážně hydrogenerátory pro provozní tlak do 6 MPa. Předpokladem dosažení vyšších provozních tlaků je nutnost kompenzovat axiální vůli. Zubové hydrogenerátory s vyváženou kompenzací pracují běžně s tlaky 18 MPa a účinností až 0,9. Celková účinnost závisí na otáčkách. S klesajícími otáčkami pod určitou mez silně klesá. Není proto vhodné používat hydrogenerátory při otáčkách nižších než 13 ot.s^{-1} , výjimečně 10 ot.s^{-1} . [45]

4.6.2 Lineární přímočaré hydraulické motory

Přímočaré hydromotory jsou vzhledem k jednoduché konstrukci, velmi často používány při mechanizaci a automatizaci technologických procesů. V praxi se někdy označují jako hydraulické válce. Jejich předností jsou malé rozměry a hmotnost vzhledem k velikosti přenášeného výkonu, dobrá účinnost a funkční spolehlivost. [28]

Přímočaré hydromotory jsou z hlediska přenosu energie výstupním prvkem hydraulického mechanismu. Jedná se o speciální druhy převodníků, jež přeměňují tlakovou energii kapaliny na mechanickou práci ve formě přímočarého vratného pohybu. Hydromotory mohou být jednočinné nebo dvojčinné. Jednočinné přímočaré hydromotory konají práci pouze v jednom směru a k vracení pístu do výchozí polohy dochází obvykle pomocí vlastní tíhy zvedaného břemene či vratné pružiny. Dvojčinné motory konají práci v obou směrech a jejich pohyby jsou v obou směrech ovládány tlakovou tekutinou. [45]

Podle konstrukčního uspořádání mohou být děleny na hydromotory s jednostrannou pístní tyčí, kde pístní tyč prochází těsnícím víkem z jedné strany a na hydromotory s oboustrannou pístní tyčí, u kterých prochází pístní tyč oběma víky. [45]



Obr. 49. Řez lineárním přímočarým dvojčinným hydromotorem [48]

Hlavními částmi lineárních přímočarých motorů jsou válec, píst, pístnice a víko válce. Válec tvoří zpravidla bezešvá ocelová trubka z nízkouhlíkové oceli se zaručenou svařitelností. Často se jedná dle značení ČSN o ocel 11 523. Trubky mohou být válcované, tažené nebo lité. Vnitřní povrch válce je jemně obroběn válečkovaním, honováním nebo i lapováním, aby se snížilo tření. Nejpoužívanější jsou válečkované válce. V porovnání s honovanými není dosaženo takové přesnosti geometrie obrobku, ale z pohledu kvality

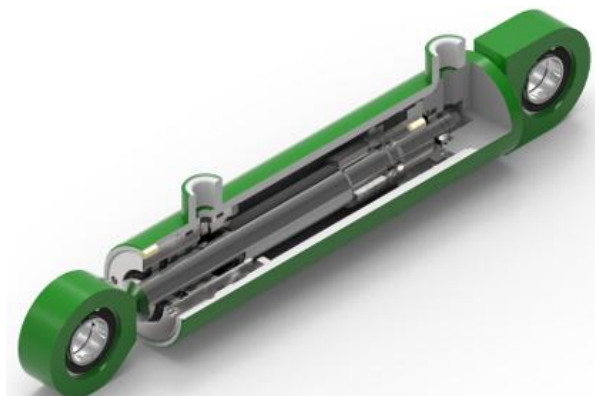
povrchu je dosaženo velmi kvalitního zpevněného povrchu bez spirálových rýh s drsností běžně Ra 0,2 μm . Honované válce zase dosahují vyšší geometrické přesnosti tvaru s minimální kuželovitostí a vlnitostí plochy. Nevýhodou zůstává velké množství stop po nástroji, které mají za následek, v porovnání s válečkovaným povrchem, větší opotřebení těsnění a následné snížení jeho životnosti. Z pohledu dosažené jakosti povrchu bývá ve standardu Ra 0,4 μm . Dutina válců se běžně vyrábí v toleranci H8. [45, 49]

Píst je obvykle z jednoho kusu s drážkami pro těsnící kroužky, ale může být i složen z několika částí. S pístní tyčí bývá spojen šroubovým spojením nebo svařením. Slouží nejen k přenosu sil, ale také jako další vedení pístní tyče. [45]

Pístní tyč je nejčastěji vyrobena ze svařitelné oceli legované vanadem či chromem. Povrch bývá zpravidla povrchově kalen, broušen, popř. tvrdě chromován a leštěn, nebo superfinišován. Tvrdé hloubkové chromování zvyšuje odolnost proti korozi a podstatně zvyšuje tvrdost povrchu tyče, která se standardně pohybuje okolo 66 HRC. Vyleštěný povrch po tvrdém chromování též přispívá ke zmenšení tření a zvyšuje životnost těsnění. [45, 49]

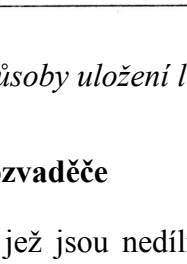

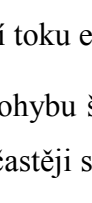

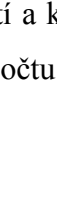



Víko válce plní funkci vedení a hlavně zamezuje únikům provozních kapalin těsněním po vnitřním obvodu válce a okolo vnějšího obvodu pístní tyče. Často bývají uchyceny v tělese víka i stírací kroužky, které při zasouvání pístní tyče stírají nečistoty z jejího povrchu a zvyšují životnost jak těsnění, tak i povrchu pístní tyče.

Při rychlostech pístu nad $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, je nutné před koncovou polohou píst zpomalit a náraz utlumit. K tomu slouží speciální geometrie osazení ve víku i na pístní tyči, která při dojíždění v krajní poloze plní funkci škrtícího ventilu průtoku a tím zpomalí píst. [45]



Obr. 50. Standardní lineární přímočarý hydromotor s tlumením bez regulace [49]

U lineárních hydromotorů může být na nehybné části pevně uchycen válec nebo i pístnice. Zpravidla se na nehybnou část připevňuje válec a pístní tyč je spojena s pohyblivou částí. Hydromotory nesmí být při provozu namáhány vnější boční silou, která by způsobovala snížení životnosti. Je dovoleno namáhání pouze na tah a vzpěr. [45]

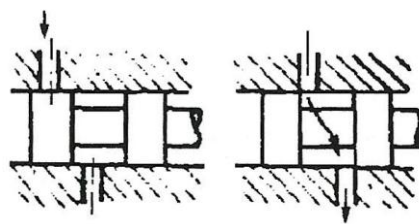
	Výkyvné motory			Pevné motory
v rovině		závěsné oko s pouzdrém		základové patky
		závěsné oko s kloubovým ložiskem		osové patky
		čepový závěs		příruba víka válce
prostorově		kulový závěs		příruba u dna válce

Obr. 51. Způsoby uložení lineárních přímočarých hydromotorů [45]

4.6.3 Hydraulické rozvaděče

Jedná se o prvky, jež jsou nedílnou součástí tekutinových mechanismů při řízení a usměrňování toku energie, aby hydraulický motor konal příslušné pohyby. [45]

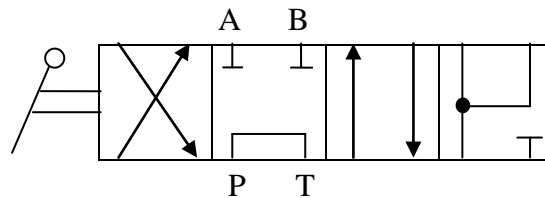
Podle pohybu šoupátka jsou rozvaděče s pohybem přímočarým, rotačním a kombinovaným. Nejčastěji se používá rozvaděčů šoupátkových s pohybem přímočarým. Dále podle způsobu použití a konstrukčního provedení dělíme šoupátkové rozvaděče podle počtu poloh šoupátka, počtu cest, propojení ve střední poloze a způsobu ovládání. [28]



Obr. 52. Schéma šoupátkového rozvaděče [44]

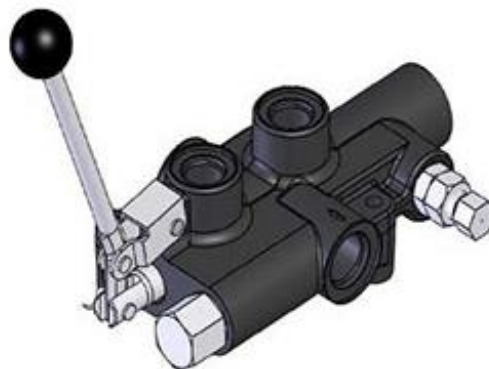
Podle počtu poloh jsou základními typy rozvaděčů rozvaděče dvupolohové a třípolohové. Dvupolohové rozvaděče pouze reverzují chod hydraulického motoru. Třípolohové mají tzv. neutrální polohu, která podle způsobu propojení umožňuje např. zastavení hydromotoru v libovolné poloze. Štípače bývají často vybaveny rozvaděči polohou s tzv. diferenciálním zapojením lineárního hydromotoru, díky kterému lze dosáhnout rychlého vysu-

nutí pístní tyče. Při tomto způsobu jsou propojeny obě komory lineárního hydromotoru a hydraulická kapalina z výtlačné strany spolu s kapalinou dodávanou hydrogenerátorem vytvoří větší průtok. Výsledná síla při diferenciálním zapojení hydromotoru pro vysouvání nezávisí na průměru válce, nýbrž pouze na průřezu pístní tyče. [45]



Obr. 53. Schéma ručně ovládaného čtyřpolohového rozvaděče s dif. zapojením [45]

Při návrhu schémat tekutinových obvodů se značení průtokových cest uvádí pro střední polohu rozvaděče nebo pro polohu, která je bez řídicího signálu. Pro průtokové kanály se v praxi používá značení: P – Připoj ke zdroji energie, tlakový kanál; T – připoj k nízkotlaké, odpadní větvi k nádrži; A,B – připoj k hydromotoru [45]



Obr. 54. Ruční dvoucestný čtyřpolohový rozvaděč [50]

Více sekční rozvaděče navíc mají tzv. bypass obtokový kanál, jež v neutrální poloze prochází všemi sekcemi a přivádí tlakovou hydraulickou kapalinu do jednotlivých sekcí.

Hydraulické rozvaděče bývají standardně vybaveny pojistným ventilem ve vstupní části tělesa rozvaděče, jež slouží k jištění obvodu proti tlakovému přetížení.

Při návrhu hydraulického zařízení, je vhodné volit co nejkratší délku primárního okruhu hydrogenerátoru s rozvaděčem a nádrží z důvodu minimalizace energetických ztrát. Při špatném návrhu by mohlo např. docházet k oteplování hydraulického obvodu vlivem vnitřního tření hydraulické kapaliny. [45]

4.6.4 Čističe

Jsou to prvky, které snižují obsah nečistot obsažených v hydraulické kapalině. Jejich použití v hydraulických obvodech má velký význam pro spolehlivou funkci a dlouhou životnost hydraulických prvků. Znečištění hydraulické kapaliny může být způsobeno počátečním znečištěním při uvádění do provozu vlivem zbytků z obrábění, svařování, skladování apod., nebo během provozu vlivem opotřebení komponent hydraulických prvků, doplňování hydraulické kapaliny apod. [52, 53]

Dle principu funkce rozlišujeme průtokové čističe (filtry), ve kterých se nečistoty zachycují při průtoku propustnou stěnou a odlučovací čističe, ve kterých se nečistoty z kapaliny odstraňují působením vnějších sil. [52]

Nejjednoduššími průtokovými čističi jsou síťové čističe, vyrobené z kovového pletiva nebo z jemně děrovaného plechu. Více používané materiály jsou papír, materiály ze sklených nebo kovových vláken, plst' apod. Mezi odlučovací čističe patří odstředivé čističe, kde se nečistoty odstraňují odstředivou silou a např. často používané magnetické čističe, kterými se odlučují feromagnetické nečistoty magnetickým polem permanentního magnetu. Magnetické čističe je možno používat v kombinaci s průtokovými čističi. [52]

	Filtrace hlavního toku			vedlejšího toku
	Zpětný filtr	Sací filtr	Tlakový filtr	
Schéma				
Výhody	hospodárný	chrání čerpadlo před velkými nečistotami	jemnější filtraci před citlivějšími prvky	menší filtry používané jako přidavné
Nevýhody	nečistoty zachytí až na výstupu	obtížně přístupný, způsobuje kavitaci v sání	drahý	nízká čistící kapacita
Poznámky	často používaný	málo používaný	robustní	čistí jen část proudu

Obr. 55. Poloha filtrů v hydraulickém obvodu [53]

Čistič ve zpětném vedení bývá velmi často používaným řešením. Čistí zpětný olej procházející hydraulickým obvodem. Nebývá dimenzován na plný pracovní tlak. [45]

Čistič v sacím potrubí generátoru chrání generátor před většími nečistotami nejčastěji pomocí sít. U čističe tohoto typu je důležitá nízká tlaková ztráta. Při velké tlakové ztrátě se omezuje přítok kapaliny do generátoru, který se projevuje zvýšenou hlučností. [45]

Čistič zařazený do výtlačného potrubí je vhodný pro jemnější filtraci, schopen zachytit i malé částice, vznikající opotřebením hydraulického generátoru. Musí být dimenzován pro maximální průtok a plný provozní tlak. [45]

Čistič umístěný v samostatném obvodu musí mít vlastní generátor, dodávající hydraulickou kapalinu přes čistič pro malé tlaky zpět do nádrže. Čištění může být nepřetržité a nemá na něj vliv provoz stroje. [45]

Pro správnou činnost hydraulického zařízení je dobré použít čistič s indikací zanesení. Aby nedošlo k provozním poruchám při úplném zanesení čističe, zapojuje se v odbočce k čističi tlakový přepouštěcí ventil, který se otevře a umožní plný průtok. [45]

4.6.5 Vedení hydraulického systému

Jednotky hydraulického systému jsou pospojovány trubkami a hadicemi tlakového hydraulického vedení. Přesné hladké trubky tažené za studena je výhodné použít z hlediska životnosti i bezpečnosti všude tam, kde se nemění poloha vedení. Nevýhodou použití trubek je zvýšená pracnost při montáži, které se musí ohýbat ve speciální ohýbačce. Poloměr ohybu závisí na průměru trubky popř. hadice. [45, 51]

Rozměry vedení, tj. vnitřní světlost se volí podle požadovaného průtoku s ohledem na průtokovou rychlost a tloušťka stěny se volí podle maximálního provozního tlaku. [51]

Tab. 7. Trubky pro hydraulické rozvody [51]

Rozměry trubky [mm]	$d_{\text{vnitřní}}$ [mm]	p_{max} [bar]	$Q^{1)}$ [l.min ⁻¹]
8x1	6	300	7
12x1	10	230	19
20x2	16	250	48
25x2	21	220	83
1) při průtokové rychlosti 4 m.s ⁻¹			

Při návrhu sacího potrubí je ideální volit průtokovou rychlost ve vedení okolo $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Pro snížení hlučnosti, by neměla být průtoková rychlost větší než $0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Obecně by v sacím potrubí neměla být tlaková ztráta větší než $0,03 \text{ MPa}$. Při návrhu tlakového vedení se volí průtoková rychlost v závislosti na pracovním tlaku. V rozmezí tlaku 10 až 20 MPa je ideální průtoková rychlost okolo $6,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. S ohledem na snížení hlučnosti by neměla průtoková rychlost být větší než $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Pro zpětná vedení by neměla být průtoková rychlost z důvodu hlučnosti větší $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Zpětná vedení jsou omezena i maximálním provozním tlakem, který je nutno dodržet např. v případě rozvaděčů. [45]

Trubky a hadice, spojují jednotlivé prvky hydraulických obvodů pomocí hydraulických šroubení, která používají buď Whitworthův trubkový závit nebo jemný metrický závit. Tyto závity nejsou těsné a proto je nutné při spojování používat těsnících kroužků. Pro trubky se často používají přímé přípojky se zářezným prstencem s převlečnou maticí, kde se zářezný prsteneц zařizne do trubky tlakem vnitřního kuželového náběhu šroubovací koncovky při utahování převlečné matice. Hadice bývají osazovány speciálními koncovkami s převlečnou maticí, které jsou v hydraulickém lisu zalisovány ocelovou objímkou ke koncovce. [51]

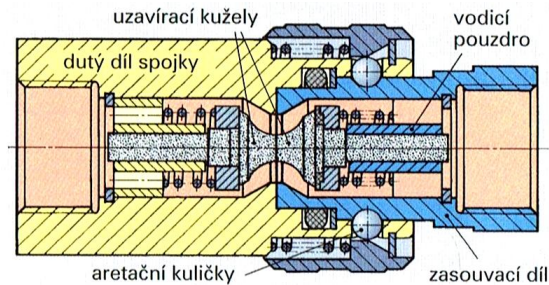


Obr. 56. Příklady koncovek hydraulických hadic [50]

Těsnosti spoje bývá často dosaženo přitlačením zaobleného konce kuželky na hadici do kuželovitého vrtání ve šroubení. Vzniklý spoj se dá libovolně spojovat a rozpojovat. Spoj vyhovuje pro tlaky až 40 MPa . [45]

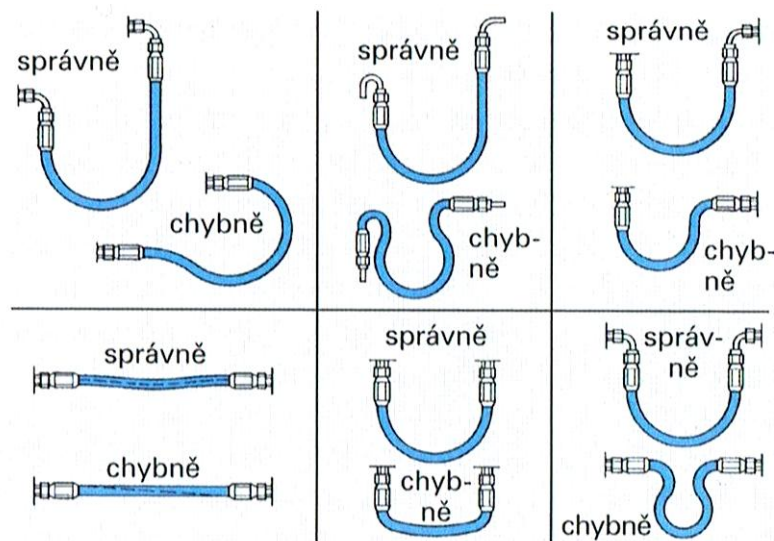
Často připojovaná a odpojovaná hydraulická zařízení, jako např. štípače poháněné hydraulickým okruhem traktoru, bývají opatřeny hydraulickými rychlospojkami. Spojka s automatickými uzávěry se skládá z převlečných závitových objímek, spojovaných pevně převlečnou maticí, obsahující opačně orientované uzavírací ventily, udržované při spojení obou částí spojky vzájemným tlakem v plně otevřené poloze. Při rozpojení spojky zatlačí

pružiny uzavírací kužely do sedel, uzavřou oba konce rozpojeného vedení a nedojde k úniku hydraulické kapaliny z hydromotorů, čerpadla nebo rozvodů, ani k zavzdušnění systému. Otvírání a uzavírání uzávěrů je automatické při spojování a rozpojování spojky. [51]



Obr. 57. Hydraulická rychlospojka
v sepnutém stavu [51]

Při montáži hydraulických hadic je nutno dbát na to, aby nebyly hadice nikdy namáhány na tah. Rovněž je důležité, aby nebyly hadice zkrucovány, kvůli snížení pevnosti a životnosti. Pokud je to možno, tak je nejlepší při montáži použít plynulých ohybů a napojení. [45]

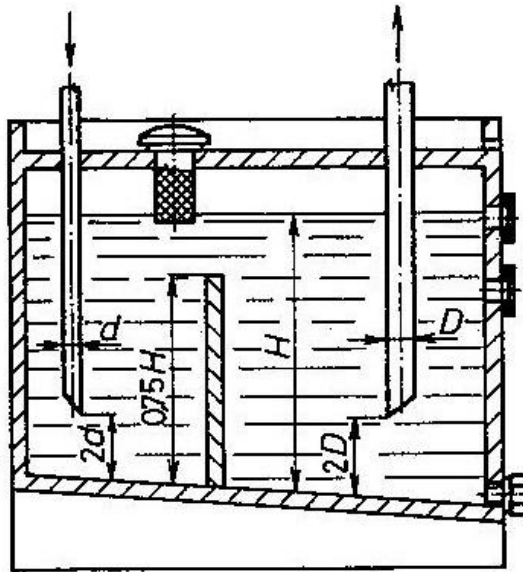


Obr. 58. Příklady montáže hydraulických hadic [51]

4.6.6 Zásobníky hydraulických kapalin

Jednoduché, ale důležité prvky hydraulických obvodů, které pro správnou a spolehlivou činnost hydraulických zařízení musí splňovat několik požadavků. V první řadě musí pojmout veškerý objem kapaliny, potřebný pro provoz hydraulického obvodu. Jejich velikost určuje průtok hydrogenerátorů, velikost lineárních hydromotorů a provozní podmínky.

Objem hydraulického oleje by neměl překročit 85 % celkového objemu zásobníku. Konstrukce zásobníků má umožňovat usazování nečistot. Z tohoto důvodu se nasávací prostor odděluje od prostoru, do kterého se vrací odpadní olej přepadovou příhrádkou. Zásobníky mívají i usměrňovací příčky upevněné na víku, které ulehčují oddělování vzduchových bublin, jež zvyšují stlačitelnost hydraulické kapaliny, dále zadržují pěnu a usměrňují proudění oleje okolo stěn zásobníku tak, aby se dosáhlo účinného chlazení. [45, 52]



Obr. 59. Schéma zásobníku hydraulické kapaliny [45]

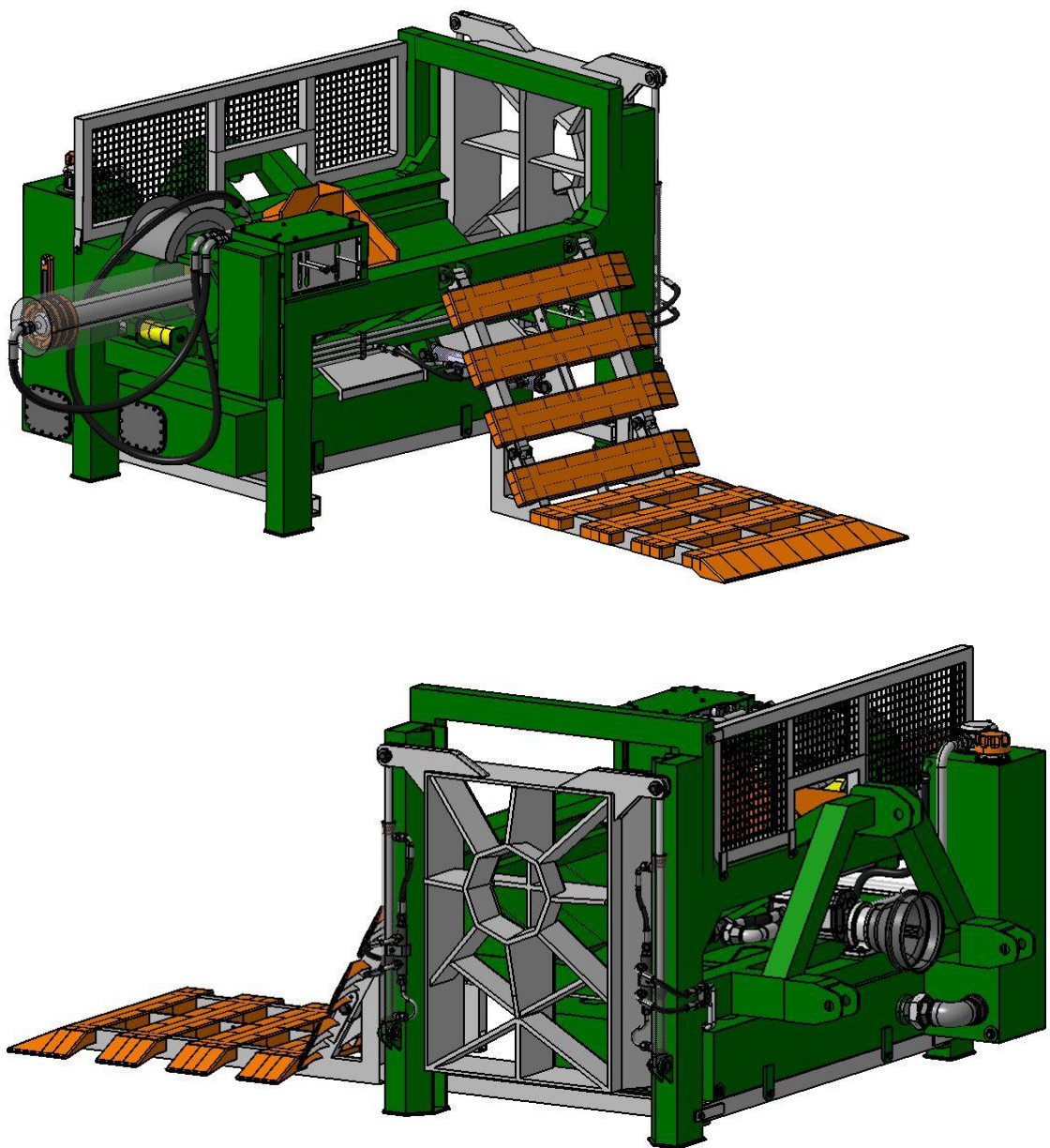
Pro dosažení dobré cirkulace vzduchu okolo zásobníku je výhodné zásobník konstruovat s nohama, aby bylo dno zespolu přístupné proudícímu vzduchu. Pokud nestačí přirozený odvod vzniknutého tepla povrchem hydraulického zařízení, je třeba jej odvést speciálními chladiči pro hydraulické kapaliny. Nejčastěji používané jsou vzduchové chladiče, vodní chladiče dosahují sice velkých výkonů, ale jejich provoz je náročný a nákladný.

Každý zásobník hydraulického oleje musí mít víko, které chrání olej před znečištěním. Má-li nádrž pevné víko, musí být v něm dostatečně velký otvor pro čištění. Nalévací otvor musí být dobře přístupný a se sítkem. Při změnách výšky hladiny oleje nebo při změnách okolní teploty se v zásobníku mění objem vzduchu nad olejem. V důsledku toho musí mít víko odvzdušňovací zátku s jednoduchým vzduchovým čističem. Výpustný otvor se umísťuje v nejnižším prostoru zásobníku a šikmé dno se sklonem k výpustnému otvoru ulehčí výtoku hydraulické kapaliny a nečistot. Olejovzdušňovací prvky umožňují sledování hladiny ve stanovených mezích. [52]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ZADÁNÍ

Cílem této práce je navrhnout hydraulický štípač horizontální konstrukce s tlačnou deskou do třibodového závěsu traktoru se štípací silou 400 kN pro kláty do průměru 600 mm s maximální délkou 800 mm. Štípané dřevo bude děleno na menší části pomocí tzv. štípací mříže. Výkon pro pohon štípače bude odebírán přes kardan, z vývodové hřídele traktoru. Celé zařízení bude disponovat vlastním hydraulickým okruhem. Pohon lineárních přímočarých hydromotorů bude zajištěn pomocí dvou hydrogenerátorů v tandemovém uspořádání.



Obr. 60. Celkový pohled na sestavu hydraulického štípače

5.1 Návrh prvků hydraulického obvodu

5.1.1 Hlavní pracovní lineární přímočarý hydromotor

Štípací síla F_s : 400 kN

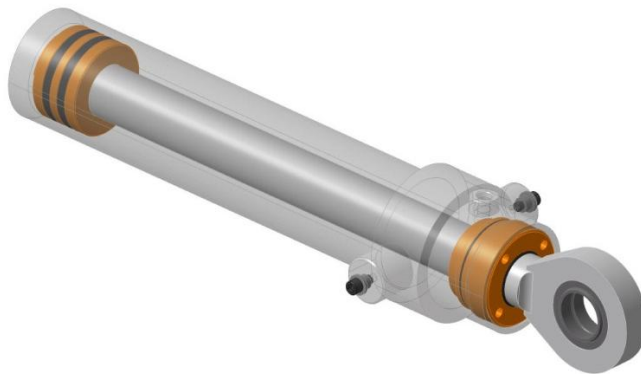
Tlak hydraulického oleje p_1 : 20 MPa

Průměr pístu D_1 :

$$p_1 = \frac{F_s}{S} \rightarrow D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot F_s}{p_1 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 400\,000}{20 \cdot \pi}} = 159,6 \text{ mm} \rightarrow \phi 160 \text{ mm}$$

Dle katalogu firmy Hydraulics [49] volím lineární přímočarý dvojčinný hydromotor s parametry:

Typ:	ZH2-C 160/90x800 R
Průměr pístu, válce D_1 :	160 mm
Průměr pístní tyče d_1 :	90 mm
Zdvih Z :	800 mm
Pracovní tlak p :	20 MPa
Průměr oka pro čep:	80 mm
Šířka oka pístní tyče:	60 mm
Šroubení	M33x2
Pracovní kapalina:	OH-HM 32; OH-HM 46; OH-HM 64
Požadovaná filtrace:	min. 40 μ m



Obr. 61. Lineární přímočarý hydromotor ZH2-C 160/90x800 R

Síla hydromotoru v diferenciálním zapojení:

$$F_{DIF} = p \cdot S = p \cdot \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = 20 \cdot \frac{\pi \cdot 90^2}{4} \doteq 127 \text{ kN}$$

Kontrola pístní tyče na vzpěr:

Jelikož je v našem případě válec hydromotoru uložen ve výkyvných patkách a pístní tyč spojena s tlačnou deskou pomocí oka, bude se jednat o druhý případ vzpěru s jedním koncem uloženým v pevném kloubu a druhým koncem uloženým ve volně posuvném kloubu v ose tyče. Redukovaná délka prutu je rovna délce pístní tyče $l_{red} = l$.

Kontrola na prostý tlak:

σ_{DOV} pro ocel 12 050 v tlaku [54] 150 MPa

$$\sigma = \frac{F_{max}}{S} = \frac{F_{max}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{400\,000}{\frac{\pi \cdot 90^2}{4}} = 63 \text{ MPa} < 150 \text{ MPa} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Kontrola na vzpěrnou pevnost:

$\lambda_m = 90$ až 105 pro uhlíkové nelegované oceli [54]

$$i = \sqrt{\frac{J_{min}}{S}} = \sqrt{\frac{\frac{\pi \cdot d_1^4}{64}}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}}} = \frac{d_1}{4} = \frac{90}{4} = 22,5$$

$$\lambda = \frac{l_{red}}{i} = \frac{800}{22,5} = 35,5$$

$\lambda < \lambda_m \rightarrow$ Výpočet pro nepružný vzpěr dle Tetmajerovy rovnice

$$\sigma_{kr} = 335 - 0,62 \cdot \lambda = 335 - 0,62 \cdot 35,5 = 313 \text{ MPa}$$

$$F_{kr} = S \cdot \sigma_{kr} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot \sigma_{kr} = \frac{\pi \cdot 90^2}{4} \cdot 313 = 1\,991\,306 \text{ N}$$

$F_{max} = 400\,000 \text{ N} < F_{krit} = 1\,991\,306 \text{ N} \rightarrow$ Pístní tyč vyhovuje

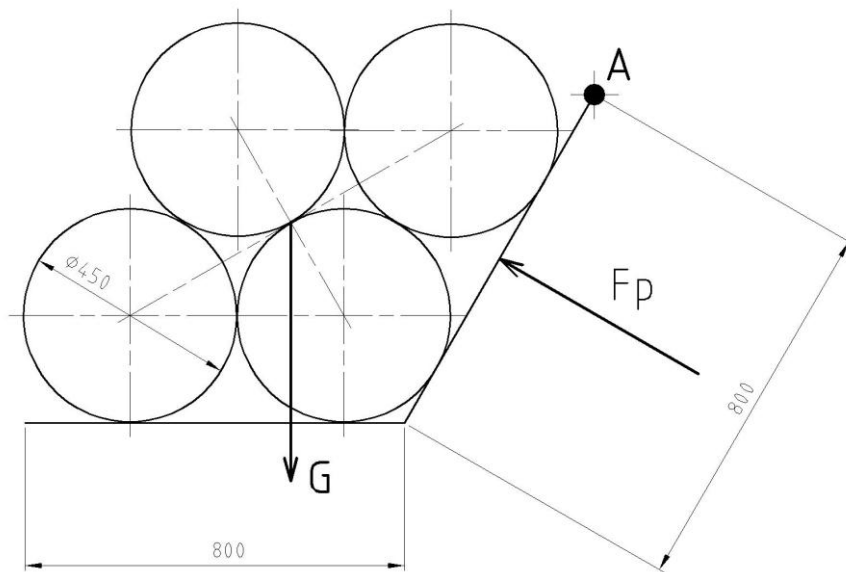
$$k = \frac{F_{kr}}{F_{max}} = \frac{1\,991\,306}{400\,000} \doteq 5$$

5.1.2 Lineární přímočarý hydromotor zvedacího stolu

Zvedací stůl je navržen pro $i = 8$ klátů se středním průměrem $d_{stř} = 450$ mm a délkou $l_{kl} = 400$ mm. Průměrná hustota dřeva je volena $\rho = 1000$ kg.m⁻³.

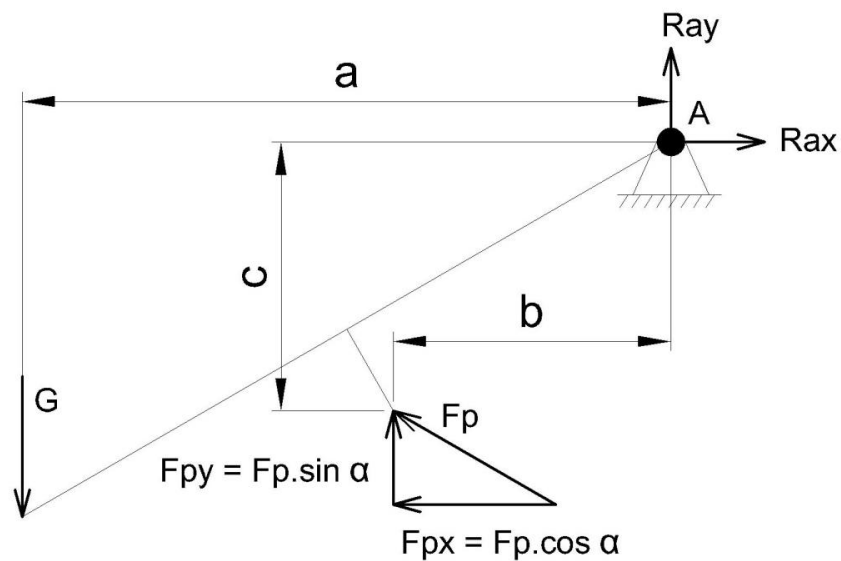
Hmotnost břemene:

$$m = V \cdot \rho = \frac{\pi \cdot d_{stř}^2}{4} \cdot l_{kl} \cdot i \cdot \rho = \frac{\pi \cdot 0,45^2}{4} \cdot 0,4 \cdot 8 \cdot 1000 = 509 \text{ kg} \rightarrow \text{voleno } 600 \text{ kg}$$



Obr. 62. Schéma zvedacího stolu s kláty

Síla potřebná ke zvednutí stolu s břemenem:



Obr. 63. Rozklad působících sil zvedacího stolu

$$\textcircled{1} \Sigma F_{ix} = 0 \quad R_{ax} - F_p \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\textcircled{2} \Sigma F_{iy} = 0 \quad R_{ay} + F_p \cdot \sin \alpha - G = 0$$

$$\textcircled{3} \Sigma M_{iA} = 0 \quad G \cdot a - F_p \cdot \sin \alpha \cdot b - F_p \cdot \cos \alpha \cdot c = 0$$

$$z \textcircled{3} F_p = \frac{G \cdot a}{(\sin \alpha \cdot b + \cos \alpha \cdot c)}$$

Grafickou metodou v softwaru Catia V5 byly změřeny velikosti kót od bodu otáčení pro různé polohy zvedacího stolu

Tab. 8. Vstupní hodnoty pro výpočet sil zvedacího stolu

	a [m]	b [m]	c [m]	úhel α [°]	G[N]	Fp [N]
Dolní poloha	0,65	0,22	0,38	0,5	6000	10212
Horní poloha	0,6	0,44	0	25	6000	19360
Horní maximální poloha	0,45	0,38	-0,1	46	6000	21028

Pro horní maximální polohu:

$$F_p = \frac{6\,000 \cdot 0,45}{(\sin 46 \cdot 0,38 + \cos 46 \cdot (-0,1))} = 21\,028 \text{ N}$$

Z tab. 8. vyplývá, že je potřeba použít hydromotor s minimální silou 21 028 N pro zvednutí břemene o hmotnosti 600 kg → volím 30 000N

Průměr pístu D_2 :

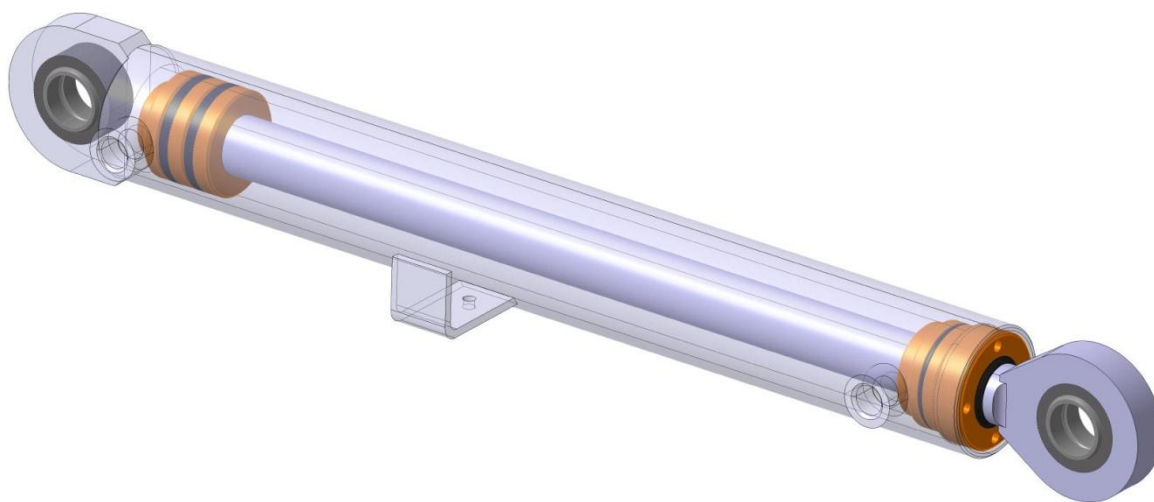
Požadovaná zvedací síla F_p : 30 kN

Tlak hydraulického oleje p_2 : 15 MPa

$$p_2 = \frac{F_p}{S} \rightarrow D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot F_p}{p_2 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30\,000}{15 \cdot \pi}} = 50,5 \text{ mm} \rightarrow \phi 50 \text{ mm}$$

Dle katalogu firmy Hydraulics [49] volím lineární přímočarý dvojčinný hydromotor s parametry:

Typ:	ZH2 50/28x380 K
Průměr pístu, válce D:	50 mm
Průměr pístní tyče:	28 mm
Zdvih Z:	380 mm
Pracovní tlak p:	15 MPa
Průměr oka pro čep:	25 mm
Šířka oka pístní tyče:	25 mm
Šroubení	M16x1,5
Pracovní kapalina:	OH-HM 32; OH-HM 46; OH-HM 64
Požadovaná filtrace:	min. 40 μ m



Obr. 64. Lineární přímočarý hydromotor ZH2 50/28x380 K

Kontrola pístní tyče na vzpěry:

Hydromotor je uložen v závěsných okách. Jedná se též o druhý případ vzpěru v kloubovém uložení. Válec je uložen v pevném neposuvném kloubu, pístní tyč je uložena na volně posuvném kloubu v ose tyče. Redukovaná délka prutu je rovna délce pístní tyče $l_{red} = l$.

Kontrola na prostý tlak:

σ_{DOV} pro ocel 12 050 v tlaku [54] 150 MPa

$$\sigma = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{F_{\max}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{30\,000}{\frac{\pi \cdot 28^2}{4}} = 49 \text{ MPa} < 150 \text{ MPa} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Kontrola na vzpěrnou pevnost:

$\lambda_m = 90$ až 105 pro uhlíkové nelegované oceli [54]

$$i = \sqrt{\frac{J_{\min}}{S}} = \sqrt{\frac{\frac{\pi \cdot d_2^4}{64}}{\frac{\pi \cdot d_2^2}{4}}} = \frac{d_2}{4} = \frac{28}{4} = 7$$

$$\lambda = \frac{l_{red}}{i} = \frac{380}{7} = 54,3$$

$\lambda < \lambda_m \rightarrow$ Výpočet pro nepružný vzpěr dle Tetmajerovy rovnice

$$\sigma_{kr} = 335 - 0,62 \cdot \lambda = 335 - 0,62 \cdot 54,3 = 301 \text{ MPa}$$

$$F_{kr} = S \cdot \sigma_{kr} = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot \sigma_{kr} = \frac{\pi \cdot 28^2}{4} \cdot 301 = 185\,341 \text{ N}$$

$F_{\max} = 30\,000 \text{ N} < F_{krit} = 185\,341 \text{ N} \rightarrow$ Pístní tyč vyhovuje

Bezpečnost na vzpěr:

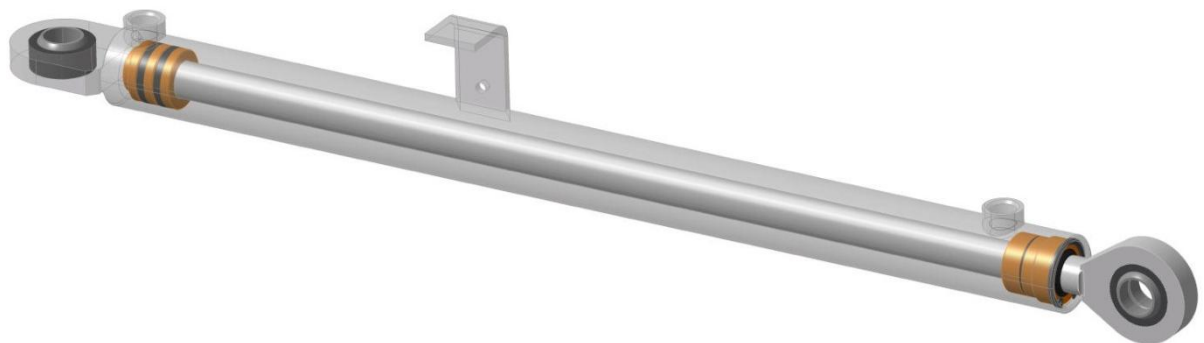
$$k = \frac{F_{kr}}{F_{\max}} = \frac{185\,341}{30\,000} \doteq 6$$

5.1.3 Lineární přímočarý hydromotor štípací mříže

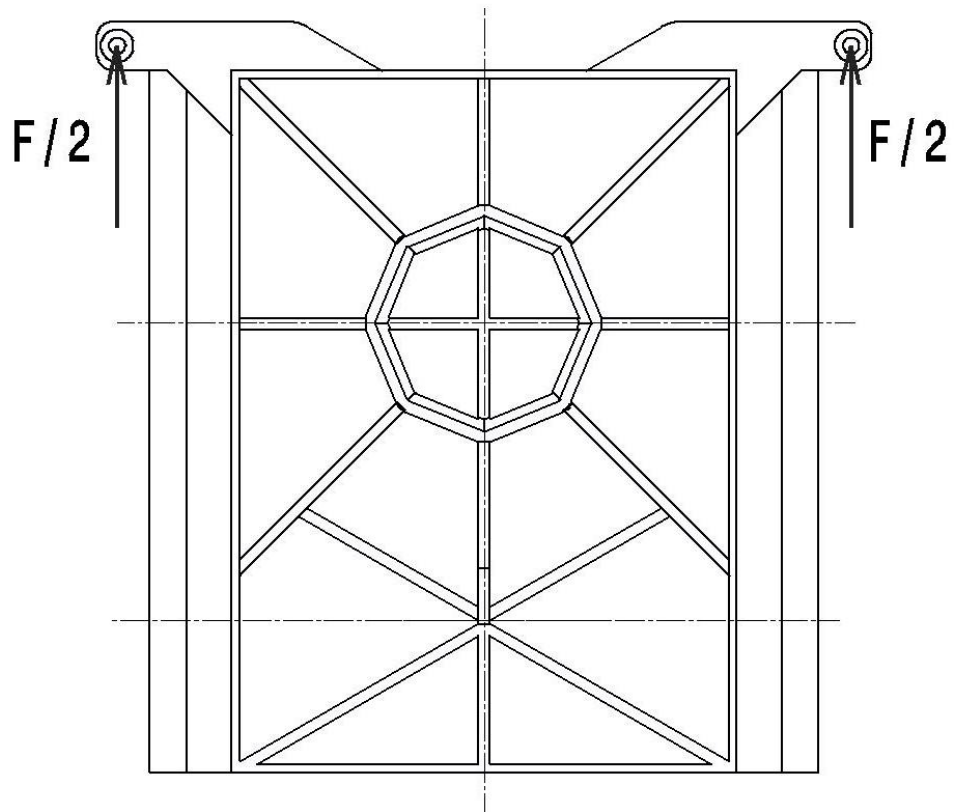
Pro štípaní stejnoměrných výsledných polen je nutno pro různé průměry klátů nastavit polohu středové osy štípací mříže do středové osy štípaných klátů. Posun štípací mříže zajišťuje dvojice lineárních přímočarých hydromotorů.

Dle katalogu firmy Hydraulics [49] volím lineární přímočarý dvojčinný hydromotor s nejmenším průměrem pístu s parametry:

Typ:	ZH2 32/20x500 K
Průměr pístu, válce D:	32 mm
Průměr pístní tyče:	20 mm
Zdvih Z:	500 mm
Pracovní tlak p:	15 MPa
Průměr oka pro čep:	20 mm
Šířka oka pístní tyče:	20 mm
Šroubení	M16x1,5
Pracovní kapalina:	OH-HM 32; OH-HM 46; OH-HM 64
Požadovaná filtrace:	min. 40 μ m



Obr. 65. Lineární přímočarý hydromotor ZH2 32/20x500 K



Obr. 66. Schéma štipací mříže

Zvedací síla hydromotoru:

Hmotnost štipací mříže 165 kg

Tlak v hydraulickém obvodu 15 MPa

Pro přibližný výpočet lze brát tíhové zrychlení $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} \rightarrow F_{gm} = 1650 \text{ N}$

$$F = p \cdot S = p \cdot \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} = 15 \cdot \frac{\pi \cdot 32^2}{4} = 12\,064 \text{ N}$$

Z výsledku plyne, že oba hydromotory bez problému zvednou štipací mříž.

Kontrola pístní tyče na vzpěr:

Hydromotor je uložen v závěsných okách. Jedná se též o druhý případ vzpěru v kloubovém uložení. Redukovaná délka prutu je rovna délce pístní tyče $l_{red} = l$.

Kontrola na prostý tlak:

σ_{DOV} pro ocel 12 050 v tlaku [54] 150 MPa

$$\sigma = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{F_{\max}}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} = \frac{825}{\frac{\pi \cdot 20^2}{4}} = 2,6 \text{ MPa} < 150 \text{ MPa} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Kontrola na vzpěrnou pevnost:

$\lambda_m = 90$ až 105 pro uhlíkové nelegované oceli [54]

$$i = \sqrt{\frac{J_{\min}}{S}} = \sqrt{\frac{\frac{\pi \cdot d_3^4}{64}}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}}} = \frac{d_3}{4} = \frac{20}{4} = 5$$

$$\lambda = \frac{l_{\text{red}}}{i} = \frac{500}{5} = 100$$

$\lambda \approx \lambda_m \rightarrow$ Výpočet pro pružný vzpěr dle Eulera

$$J_{\min} = \frac{\pi \cdot d_3^4}{64} = \frac{\pi \cdot 20^4}{64} = 7854 \text{ mm}^4$$

$$F_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{\min}}{l^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 7854}{500^2} = 20\,726 \text{ N}$$

Bezpečnost na vzpěr:

$$k = \frac{F_{kr}}{F_{gm}} = \frac{20\,726}{\frac{1\,650}{2}} \doteq 25$$

$F_{\max} = 825 \text{ N} < F_{\text{krit}} = 20\,726 \text{ N} \rightarrow$ Pístní tyč vyhovuje

5.1.4 Hydrogenerátor

Pro pohon lineárních přímočarých hydromotorů byly zvoleny dva zubové hydrogenerátory s vnějším ozubením v tandemovém uspořádání. První hydrogenerátor je určen pouze pro pohon hlavního hydromotoru. Druhý hydrogenerátor je určen pro hydromotor zvedacího stolu a polohování štípací mříže. Výkon pro chod obou hydrogenerátorů je odebírán přes kardan, z vývodové hřídele traktoru, která disponuje $1000 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ a je schopna přenést 40 kW.

Hydrogenerátor pro hlavní hydromotor

Z katalogu Jihočeských strojíren [55] volím hydrogenerátor Q2-82 s parametry:

Geometrický objem V_{g1} :	$82 \text{ cm}^3 \cdot \text{ot}^{-1}$
Minimální otáčky n_{\min} :	$350 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$
Zvolené pracovní otáčky n :	$1000 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$
Výstupní trvalý tlak $p_{1\text{výst}}$:	20 MPa
Objemová účinnost η_v :	0,95
Mechanická účinnost η_m :	0,85
Sací šroubení:	G5/4
Výtlačné šroubení:	G1

Celková účinnost:

$$\eta_c = \eta_v \cdot \eta_m = 0,95 \cdot 0,85 = 0,8$$

Příkon hydrogenerátoru:

$$P_{p1} = \frac{V_{g1} \cdot n \cdot p}{600 \cdot 1000 \cdot \eta_c} = \frac{82 \cdot 1000 \cdot 200}{600 \cdot 1000 \cdot 0,8} = 34,2 \text{ kW}$$

Objemový průtok Q_{v1} :

$$Q_{v1} = \frac{V_{g1} \cdot n \cdot \eta_v}{1000} = \frac{82 \cdot 1000 \cdot 0,95}{1000} = 77,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} = 1,298 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Krouticí moment na hřídeli hydrogenerátoru:

$$M_k = \frac{60 \cdot P p_1}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 34\,200}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 326 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Při pracovním cyklu bude v zátěži pouze jeden hydrogenerátor, z tohoto důvodu lze odebíraný výkon druhého malého hydrogenerátoru zanedbat.

Hydrogenerátor pro zvedací stůl a polohování štípací mříže

Pokud je zvedací stůl v horní poloze, pístní tyč je vysunuta 320 mm. Doba zvedání břemene z dolní polohy do horní je zvolena $t = 3$ s.

Rychlost zvedání stolu:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{320}{3} = 106 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Potřebný průtok oleje pro hydromotor:

$$Q_v = S \cdot v = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot v = \frac{\pi \cdot 0,05^2}{4} \cdot 0,106 = 2,08 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 12,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$$

Z katalogu Jihočeských strojíren [55] volím hydrogenerátor Q2-13,5

Geometrický objem V_{g_2} :	13,5 dm ³ ·ot ⁻¹
Minimální otáčky n_{\min} :	400 ot·min ⁻¹
Zvolené pracovní otáčky n :	1000 ot·min ⁻¹
Výstupní trvalý tlak p_{2vyst} :	29 MPa
Zvolený výstupní tlak p_2 :	15 MPa
Objemová účinnost η_v :	0,95
Sací šroubení	G1/2
Výtlačné šroubení	G1/2

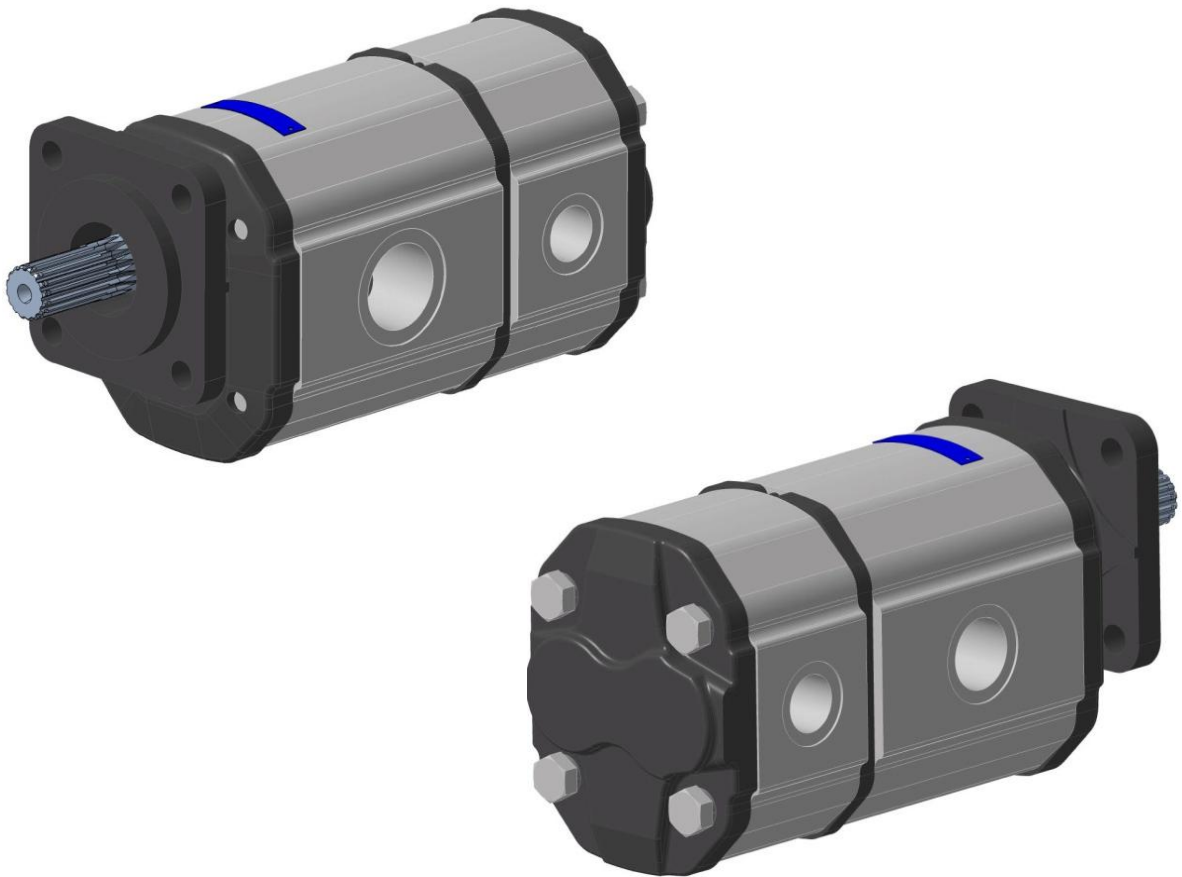
Objemový průtok Q_{v_2} :

$$Q_{v_2} = \frac{V_{g_2} \cdot n \cdot \eta_v}{1000} = \frac{13,5 \cdot 1000 \cdot 0,95}{1000} = 12,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} = 2,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Dle výpočtů volím zubový hydrogenerátor v tandemovém uspořádání:

Jihostroj Q2 – 82/13,5 L – I02 D16 – S G06 G05 / G03 G03-N.001

Zubový hydrogenerátor řady Q2 s geometrickými objemy 82 a 13,5 dm³.ot⁻¹ pro levý smysl otáčení s přírubou typu I2 a evolventním drážkováním 25x1,5 ČSN 01 4950. Přívodní a výstupní šroubení je umístěno na bocích tělesa hydrogenerátorů. Hydrogenerátor Q2-82 je osazen na sací straně šroubením G5/4 a výtlačné straně G1. Hydrogenerátor Q2-13,5 je osazen na obou stranách šroubeními G1/2.



Obr. 67. Zubový hydrogenerátor Jihostroj

5.1.5 Rychlosti vysouvání a zasouvání lineárních přímočarých hydromotorů

Pro hlavní lineární přímočarý hydromotor je použit čtyřpolohový speciální rozvaděč, který kromě klasického zapojení má i v jedné poloze tzv. diferenciální zapojení, při kterém se spojí průtoky z oleje z hydrogenerátoru a zpětného vedení. Díky tomuto zapojení získáme dvě rychlosti při vysouvání pístu hydromotoru za cenu snížení síly vyvinuté hydromotorem. Velikost síly při diferenciálním zapojení závisí jen na průměru pístní tyče.

Rychlost vysouvání hlavního hydromotoru při normálním zapojení:

$$\text{Objemový průtok } Q_{V1}: \quad 1,298 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{Průměr pístu } D_1: \quad 160 \text{ mm}$$

$$v_1 = \frac{Q_{V1}}{S_1} = \frac{4 \cdot Q_{V1}}{\pi \cdot D_1^2} = \frac{4 \cdot 1,298 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,16^2} = 0,065 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 6,5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Výsledná rychlost $6,5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ je srovnatelná s ostatními továrně vyráběnými štípači.

Rychlost vysouvání hlavního hydromotoru při diferenciálním zapojení:

$$\text{Průměr pístní tyče } d_1: \quad 0,09 \text{ m}$$

$$v_2 = \frac{Q_{V1}}{S_2} = \frac{4 \cdot Q_{V1}}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 1,298 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,09^2} = 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 20 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Rychlost zasouvání hlavního hydromotoru:

$$v_3 = \frac{Q_{V1}}{S_3} = \frac{Q_{V1}}{\frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2)} = \frac{4 \cdot 1,298 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (0,16^2 - 0,09^2)} = 0,094 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 9,4 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Rychlost vysouvání hydromotoru zvedacího stolu:

Návrh velikosti druhého hydrogenerátoru byl zvolen s ohledem na rychlost zvedání stolu, která se pohybuje kolem 3 s z dolní do horní polohy.

$$\text{Objemový průtok } Q_{V2}: \quad 2,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{Průměr pístu } D_2: \quad 50 \text{ mm}$$

$$v_{zS1} = \frac{Q_{V2}}{S} = \frac{4 \cdot Q_{V2}}{\pi \cdot D_2^2} = \frac{4 \cdot 2,14 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 0,05^2} = 0,11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 11 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Rychlost zasouvání hydromotoru zvedacího stolu:

$$\text{Průměr pístu } d_2: \quad 28 \text{ mm}$$

$$v_{zS2} = \frac{Q_{V2}}{S} = \frac{Q_{V2}}{\frac{\pi}{4} \cdot (D_2^2 - d_2^2)} = \frac{4 \cdot 2,14 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot (0,05^2 - 0,028^2)} = 0,16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 16 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Rychlost zvedání štípací mříže:

Pro zvedání štípací mříže byly voleny dva hydromotory, které jsou navzájem mezi sebou propojeny. Objemový průtok hydraulického oleje z hydrogenerátoru se dělí v poměru 50:50.

Objemový průtok Q_{V2} : $2,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Průměr pístu D_3 : 32 mm

$$v_{SM1} = \frac{Q_{V2}}{2 \cdot S} = \frac{4 \cdot Q_{V2}}{2 \cdot \pi \cdot D_3^2} = \frac{4 \cdot 2,14 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot \pi \cdot 0,032^2} = 0,13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 13 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Rychlost spouštění štípací mříže:

Průměr pístu d_3 : 0,02 m

$$v_{SM2} = \frac{Q_{V2}}{2 \cdot S} = \frac{Q_{V2}}{2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_2^2 - d_2^2)} = \frac{2 \cdot 2,14 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot (0,032^2 - 0,02^2)} = 0,22 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 22 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

5.1.6 Návrh sacího potrubí

Sací potrubí je tvořeno hlavní sací 6/4 trubkou se světlostí $D_{n1} = 40$ mm, jejíž konec je dle literatury [45] zkosen směrem ke stěně nádrže kvůli usměrnění proudění kapaliny po stěnách a díky tomu jejímu intenzivnějšímu ochlazování. Dále je sací potrubí osazeno 6/4 kulovým ventilem za nímž se potrubí rozvětjuje. Větev k hydrogenerátoru Q2-82 je tvořena 5/4 hadicí se světlostí $D_{n2} = 32$ mm, větev v hydrogenerátoru Q2-13,5 je tvořena 1/2 hadicí se světlostí $D_{n3} = 15$ mm.

Objemový průtok Q_{V1} : $1,298 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Objemový průtok Q_{V2} : $2,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Doporučená maximální průtoková rychlost v_s dle [45] $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Světlost 6/4 potrubí D_{n1} 40 mm

Světlost 5/4 potrubí D_{n2} 32 mm

Světlost 1/2 potrubí D_{n3} 15 mm

Celkový průtok v potrubí 6/4:

$$Q_{V6/4} = Q_{V1} + Q_{V2} = 1,298 \cdot 10^{-3} + 2,14 \cdot 10^{-4} = 1,512 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Průtoková rychlost v potrubí 6/4:

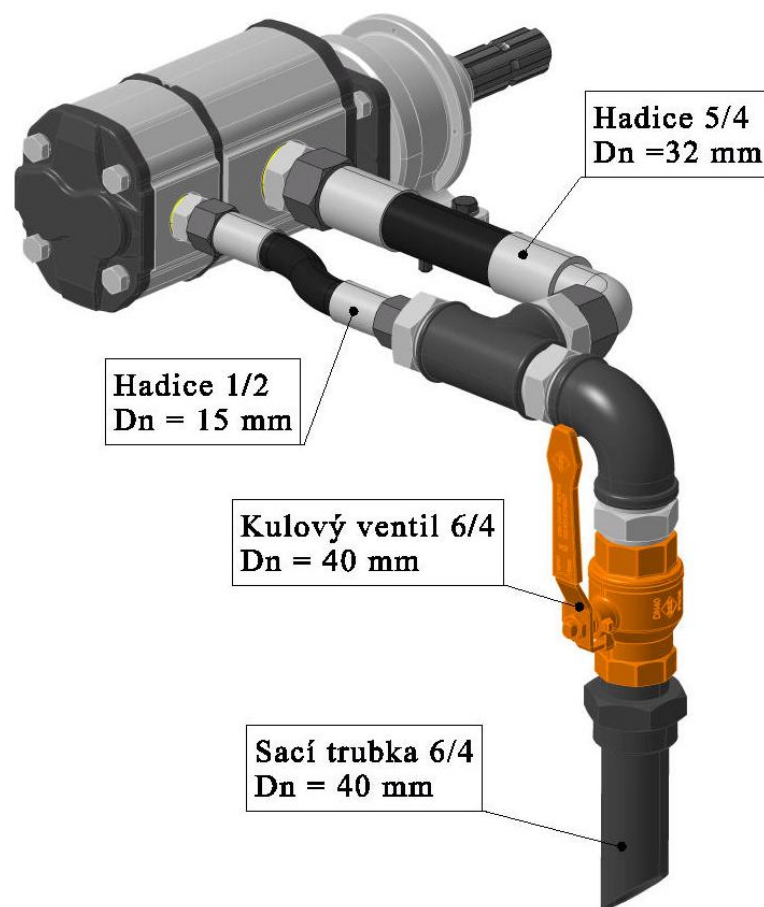
$$v_{s6/4} = \frac{Q_{V6/4}}{S_{6/4}} = \frac{4 \cdot Q_{V6/4}}{\pi \cdot Dn_1^2} = \frac{4 \cdot 1,512 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,04^2} = 1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Průtoková rychlost v potrubí 5/4:

$$v_{s5/4} = \frac{Q_{V1}}{S_1} = \frac{4 \cdot Q_{V1}}{\pi \cdot Dn_2^2} = \frac{4 \cdot 1,298 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,032^2} = 1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Průtoková rychlost v potrubí 1/2:

$$v_{s1/2} = \frac{Q_{V2}}{S_2} = \frac{4 \cdot Q_{V2}}{\pi \cdot Dn_3^2} = \frac{4 \cdot 2,14 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 0,015^2} = 1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$



Obr. 68. Sací potrubí

5.1.7 Návrh tlakového vedení

Tlakové vedení pro hlavní lineární přímočarý hydromotor, je tvořeno od hydrogenerátoru Q2- 82, trubkou $\frac{3}{4}$ (20x2) se světlostí $Dn_4 = 20$ mm do rozvaděče a odtud dále vysokotlakou 1“ hadicí s $Dn_5 = 25$ mm do hydromotoru. Tlakové vedení pro hydromotor zvedacího stolu a hydromotorů polohování štípací mříže je tvořeno $\frac{3}{8}$ (10x1) trubkami se světlostí $Dn_6 = 10$ mm a krátkými propojovacími vysokotlakými $\frac{3}{8}$ hadicemi.

Objemový průtok Q_{V1} :	$1,298 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Objemový průtok Q_{V2} :	$2,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Doporučená maximální průtoková rychlost v_v dle [45]	$6,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Světlost potrubí $\frac{3}{4}$ Dn_4 :	20 mm
Světlost potrubí 1“ Dn_5 :	25 mm
Světlost potrubí $\frac{3}{8}$ Dn_6 :	10 mm

Průtoková rychlost v potrubí $\frac{3}{4}$:

$$v_{v\frac{3}{4}} = \frac{Q_{V1}}{S} = \frac{4 \cdot Q_{V1}}{\pi \cdot Dn_4^2} = \frac{4 \cdot 1,298 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,02^2} = 4,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Průtoková rychlost v potrubí $\frac{3}{8}$:

$$v_{v\frac{3}{8}} = \frac{Q_{V2}}{S} = \frac{4 \cdot Q_{V2}}{\pi \cdot Dn_6^2} = \frac{4 \cdot 2,14 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 0,01^2} = 2,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Průtoková rychlost v potrubí 1“:

Zvláštní případ nastává při diferenciálním zapojení. Při tomto typu se sčítá průtok hydrogenerátoru a zpětného vedení.

Průtok ve zpětném vedení z hydromotoru při diferenciálním zapojení:

Průměr pístu D_1 :	160 mm
Průměr pístní tyče d_1 :	90 mm
Rychlost vysouvání pístu hydromotoru při dif. zapojení:	$20 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$
Objemový průtok Q_{V1} :	$1,298 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

$$Q_{VZDIF} = S \cdot v_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2) \cdot v_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (0,16^2 - 0,09^2) \cdot 0,2 = 8,934 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Celkový průtok při diferenciálním zapojení do hydromotoru:

$$Q_{V_{celk}} = Q_{V_{zpetne}} + Q_{V_1} = 8,934 \cdot 10^{-4} + 1,298 \cdot 10^{-3} = 2,74 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Průtoková rychlost v potrubí 1“:

$$v_{v1''} = \frac{Q_{V_{celk}}}{S} = \frac{4 \cdot Q_{V_{celk}}}{\pi \cdot D_{n_5}} = \frac{4 \cdot 2,74 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,025^2} = 5,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

5.1.8 Návrh zpětného vedení

Při zasouvání hydromotoru je vždy průtok ve zpětném vedení větší. Hlavní zpětné vedení je tvořeno trubkou 1“ (25x2) se světlostí 25 mm, která je společná pro oba rozvaděče. Průtoková rychlost je počítána pro variantu vzniklého průtoku zasouváním hlavního hydromotoru a volného průtoku druhého hydrogenerátoru. Zpětná vedení pro ostatní hydromotory jsou tvořena trubkami 3/8 (10x1) se světlostí 10 mm.

Průtoková rychlost v hlavním zpětném vedení:

Rychlost zasouvání hlavního hydromotoru v_3 : 9,4 cm.s⁻¹

Průměr pístu hlavního hydromotoru D_1 : 160 mm

Maximální průtoková rychlost v_z : 4,5 m.s⁻¹

Objemový průtok Q_{V_2} : 2,14.10⁻⁴ m³

Světlost potrubí 1“ D_{n_5} : 25 mm

Průtok z hlavního hydromotoru:

$$Q_{V_{ZH}} = S \cdot v_3 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot v_3 = \frac{\pi \cdot 0,16^2}{4} \cdot 0,094 = 1,89 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Celkový průtok v hlavním zpětném vedení:

$$Q_{V_{celk}} = Q_{V_{ZH}} + Q_{V_2} = 1,89 \cdot 10^{-3} + 2,14 \cdot 10^{-4} = 2,104 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

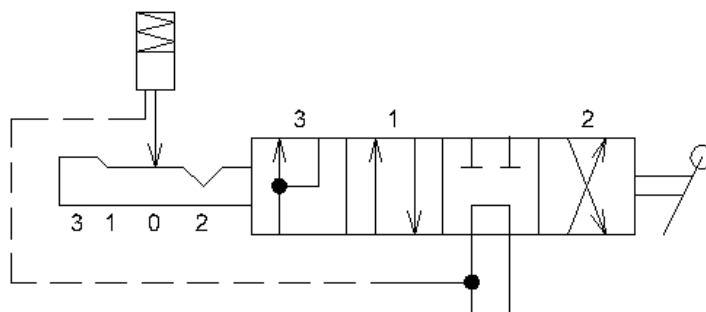
Průtoková rychlost v hlavním zpětném vedení:

$$v_{v_{ZHL}} = \frac{Q_{V_{celk}}}{S} = \frac{4 \cdot Q_{V_{celk}}}{\pi \cdot D_{n_5}} = \frac{4 \cdot 2,104 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,025^2} = 4,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

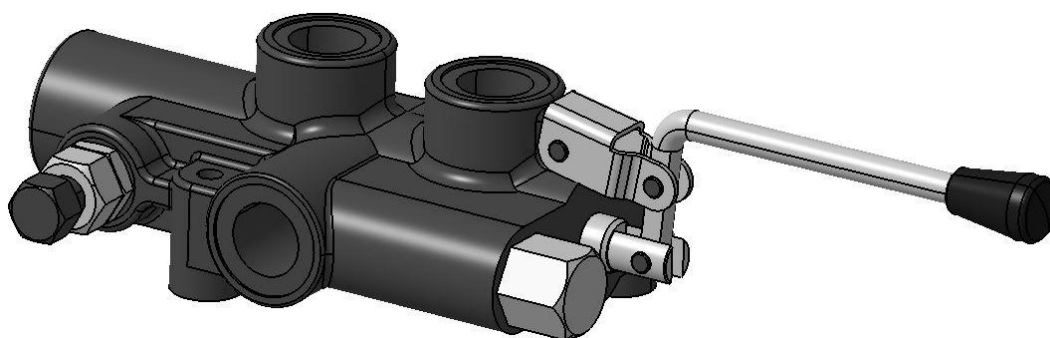
5.1.9 Rozvaděče

Štípač je osazen dvěma typy rozvaděčů. První rozvaděč pro ovládání hlavního hydromotoru Badestnost P81-RS-G, je speciální rozvaděč určený pro štípače dřeva pro průtok $80 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Jedná se o čtyřpolohový čtyřcestný rozvaděč s aretací pro zpětný pohyb pístu hydromotoru, která po dosažení koncové polohy pístu vlivem nárůstu tlaku automaticky vrátí do neutrální polohy. Tento vypínací tlak je nastavitelný. Rozvaděč je vybaven i polohou s diferenciálním zapojením hydromotoru. Další výhodou je zabudovaný pojistný ventil. Těleso rozvaděče je vyrobeno z tvrzené litiny s tvrdochromovým kaleným šoupátkem.

Jmenovitý průtok:	$80 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$
Rozměry tělesa:	200x112x75 mm
Maximální provozní tlak:	25 MPa
Vypínací tlak v koncové poloze:	7 – 14 MPa
Šroubení:	G3/4
Minimální filtrace:	$30 \mu\text{m}$



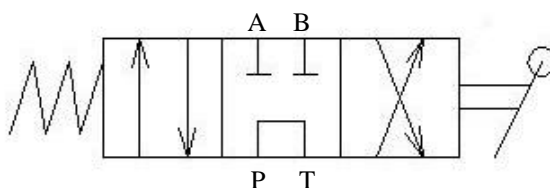
Obr. 69. Schéma zapojení rozvaděče P81-RS-G [50]



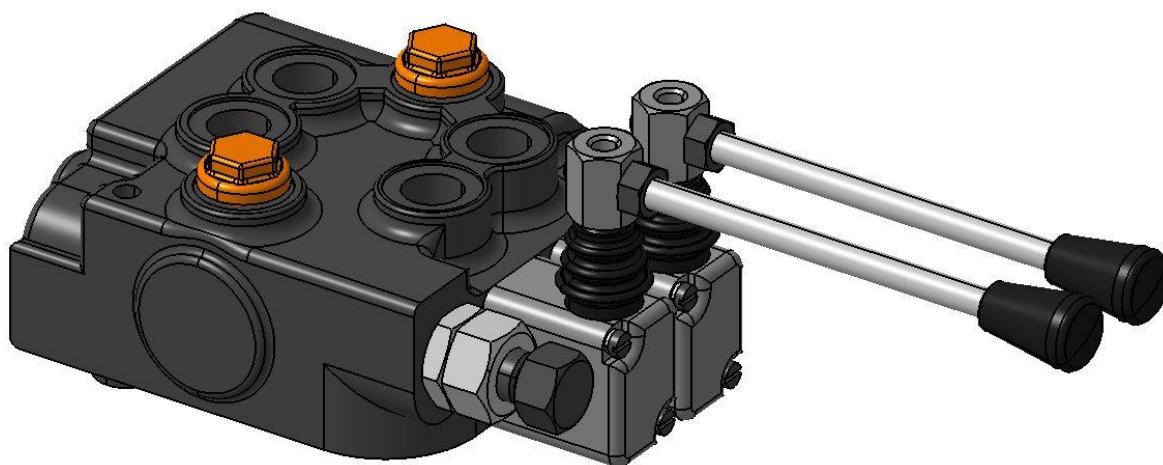
Obr. 70. Hydraulický rozvaděč P81-RS-G

Pro ovládání pohybu hydromotoru zvedacího stolu a štípací mříže byl zvolen rozvaděč Bucher HDM11P/2 K0415/AA01A01 L100 + AL001. Jedná se o monoblokový dvousekčenní třípolohový čtyřcestný rozvaděč pro průtok oleje $45 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Rozvaděč je vybaven nastavitelným pojistným ventilem. Páka ovládající šoupátko je pomocí pružiny vracena do neutrální polohy. Těleso rozvaděče je vyrobeno z tvrzené litiny s tvrdě chromovanými šoupátkami z kalené oceli. Těleso pákového ovladače je vyrobeno z hliníkové slitiny.

Jmenovitý průtok:	$45 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$
Rozměry tělesa:	180x128x57 mm
Maximální provozní tlak:	25 MPa
Šroubení:	G3/8
Počet sekcí:	2
Minimální filtrace:	$30 \mu\text{m}$



Obr. 71. Schéma zapojení rozvaděče HDM11P/2 K0415/AA01A01 L100

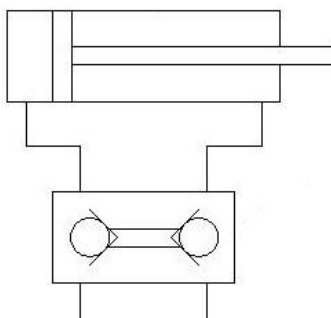


Obr. 72. Hydraulický rozvaděč HDM11P/2 K0415/AA01A0 L100 + AL001

5.1.10 Hydraulický zámek

Hydromotory štípací mříže a zvedacího stolu byly osazeny hydraulickým zámkem z Humpoleckých strojíren VZD10, který brání samovolnému pohybu hydromotoru vlivem vnějších sil, tj. zamezuje tzv. padání. Plní i ochrannou funkci pro případ poškození propojovací hadice, kdy zámek zamezí spadnutí např. podávací stolu. Hydromotory jsou z důvodu bezpečnosti na přívodní straně propojeny s hydraulickým zámkem krátkou trubkou, která je méně náchylná k poškození a ke stárnutí tak, jako hadice.

Jmenovitý průtok:	18 l.min ⁻¹
Provozní tlak:	16 MPa
Rozměry:	180x35x50 mm



Obr. 73. Schéma zapojení hydraulického zámku VZD10 do obvodu



Obr. 74. Upevnění hydraulického zámku VZD10 na hydromotor zvedacího stolu

5.1.11 Hydraulická nádrž

Pro splnění mnoha konstrukčních požadavků byly zvoleny dvě navzájem propojené nádrže. Velikost nádrže byla určena především dle maximálního průtoku obou hydrogenerátorů. Vysoká úzká nádrž je osazena nalévacím hrdlem s košem s jemné síťoviny, který zamezuje vniknutí větších nečistot a nežádoucích předmětů do nádrže. Víčko nalévacího hrdla plní též funkci přísávání vzduchu, protože hladina v nádrži neustále kolísá a v nádrži nesmí nastat podtlak. Víčko je vyplněno vzduchovým filtrem, který zbavuje nasávaný vzduch od prachu. Do vysoké úzké nádrže ústí vratná větev oleje. Nádrž zklidňuje hydraulickou kapalinu a tvoří přepážku, která zbavuje kapalinu usazenin a pohlčeného vzduchu. Vysoká úzká nádrž je též vybavena olejoznakem s teploměrem, na kterém je možnost kontrolovat hladinu oleje v rozmezí 20 l. Hladina uprostřed olejoznaku je z konstrukčního hlediska optimální hladinou, která je nad osou přívodního šroubení hydrogenerátorů. Pro údržbu jsou nádrže opatřeny výpustnými otvory a dostatečně velkými servisními otvory pro čištění. Obě nádrže jsou propojeny 2 coulovým kolenem. Z dolní velké nádrže se čerpá hydraulický olej. Nádrž je namontována na vlastním rámu, jež brání poškození dna.

Objemový průtok hydrogenerátoru Q2-82 Q_{V1} :	$77,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$
Objemový průtok hydrogenerátoru Q2-13,5 Q_{V2} :	$12,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$
Doporučený užitečný objem nádrže dle [45]:	$2 \times Q_{V\text{CELK}}$
Doporučený skutečný objem dle [45]:	+15 %
Volba rozměrů vysoké úzké nádrže:	250x250x800 mm
Volba rozměrů dolní nádrže:	1280x625x200 mm

Celkový průtok hydrogenerátorů $Q_{V\text{CELK}}$:

$$Q_{V\text{CELK}} = Q_{V1} + Q_{V2} = 77,9 + 12,8 = 90,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$$

Užitečný objem nádrže V_{NUZ} :

Pro zaručení vlastního samovolného chlazení, se volí užitečný objem nádrže dle [45], jako dvojnásobek celkového průtoku hydrogenerátorů.

$$V_{\text{NUZ}} = 2 \cdot Q_{V\text{CELK}} = 181,4 \text{ l}$$

Skutečný objem nádrže V_{NSKUT} :

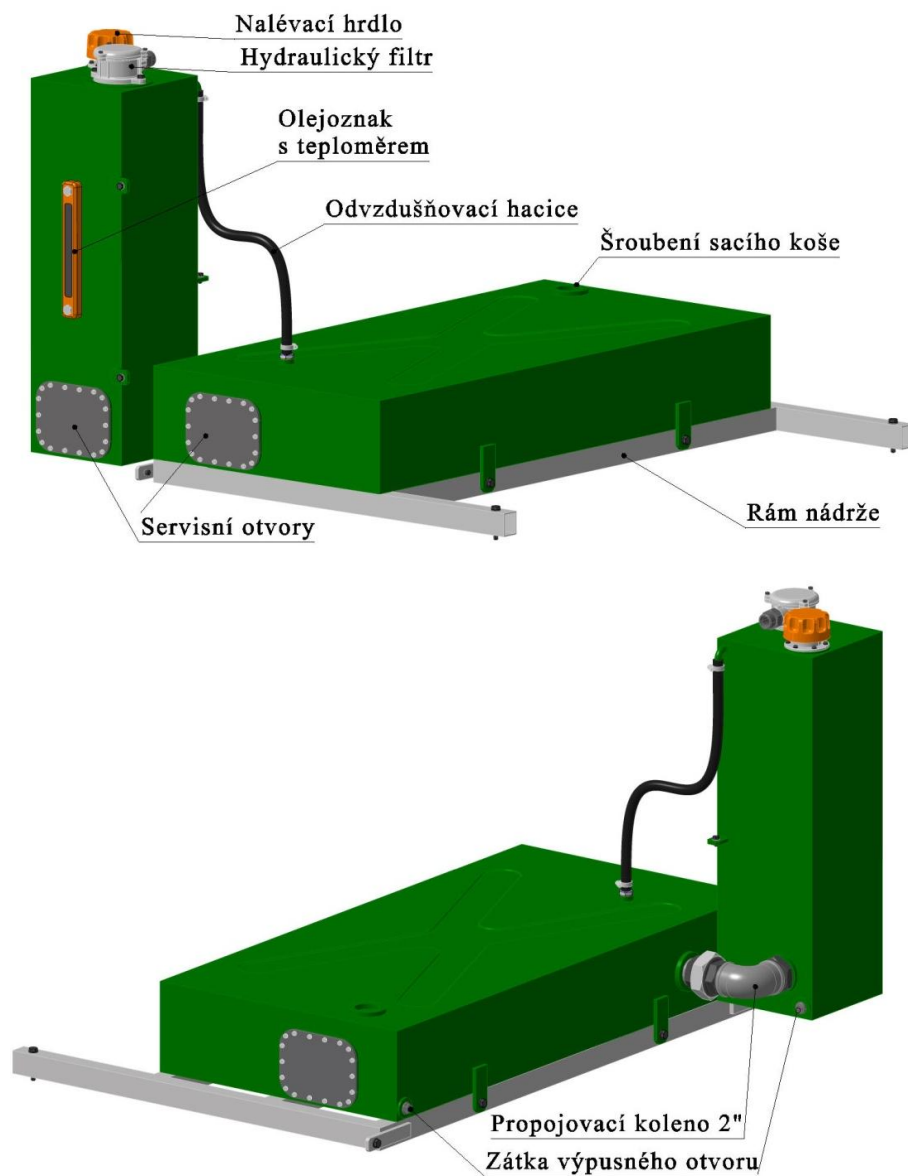
Skutečný objem nádrže musí být dle [45] asi o 15 % větší z důvodu tzv. dýchání nádrže a kompenzace objemu v důsledku objemové roztažnosti kapaliny při změně její teploty.

$$V_{NSKUT} = V_{NUZ} \cdot 1,15 = 181,4 \cdot 1,15 = 208,6 \text{ l} \rightarrow \text{volím } 210 \text{ l}$$

Objemy jednotlivých nádrží:

$$V_{N1} = a \cdot b \cdot c = 0,25 \cdot 0,25 \cdot 800 = 0,05 \text{ m}^3 \rightarrow 50 \text{ l}$$

$$V_{N2} = a \cdot b \cdot c = 1,28 \cdot 0,625 \cdot 0,2 = 0,16 \text{ m}^3 \rightarrow 160 \text{ l}$$



Obr. 75. Hydraulické nádrže

5.1.12 Komponenty nádrže:



Obr. 76. Komponenty nádrže

Hydraulický filtr:

Byl zvolen hydraulický filtr MPF do zpětné větve hydraulického vedení pro průtok $100 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ s indikací zanesení filtrační vložky. Filtr je určen pro montáž na víko nádrže.

Jmenovitý průtok:	100 l.min-1
Filtrační vložka:	30 μm
Šroubení:	1“
Rozměry:	218x145x130

Nalévací hrdlo:

Bylo zvoleno hrdlo Hydrolider, jehož součástí je koš ze síťoviny, jež zabraňuje vniknutí větších nečistot a nežádoucích předmětů do nádrže. Součástí víčka je filtr umožňující přisávání vzduchu do nádrže.

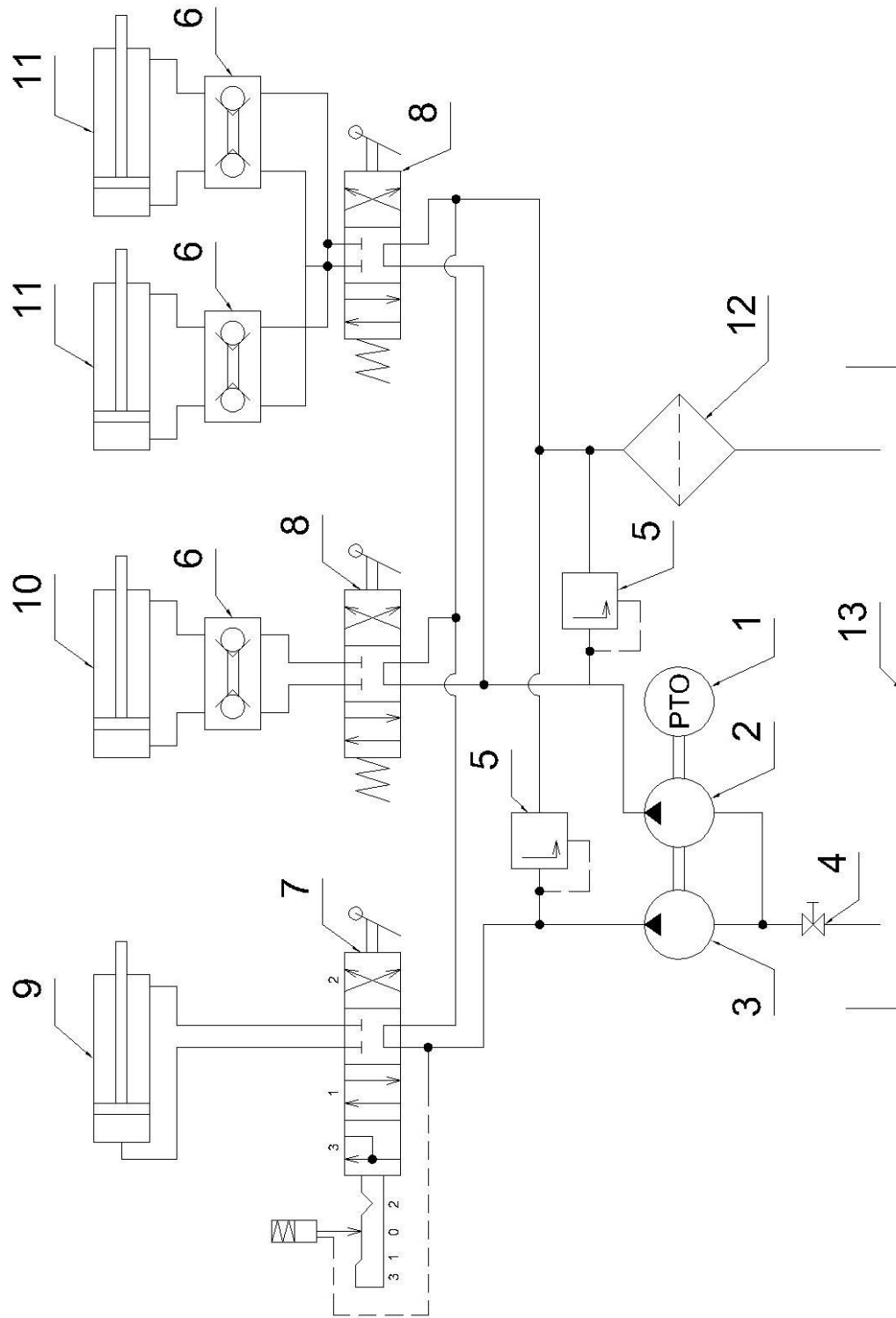
Průměr hrdla, velikost koše:	ϕ 50x80 mm
------------------------------	-----------------

Olejoznak:

Pro indikaci hladiny a teploty oleje v nádrži byl zvolen olejoznak Hydrolider s teploměrem.

Rozměry:	290x40x20 mm
----------	--------------

5.1.13 Schéma zapojení hydraulického obvodu štípače

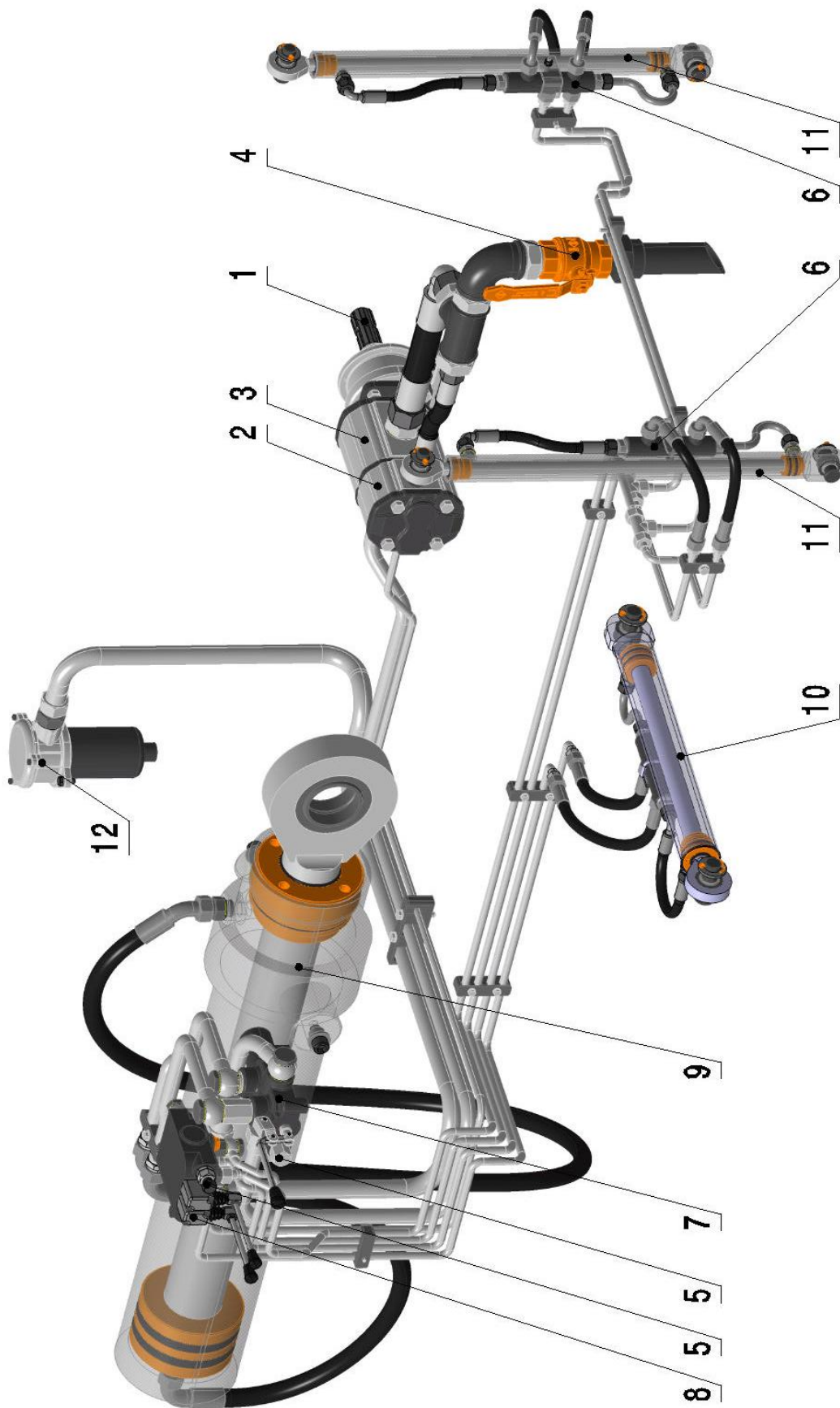


1 – Hřídel náhonu traktoru 2 – Hydrogenerátor Q2-13,5 3 – Hydrogenerátor Q2-82 4 – Kulový ventil 6/4“

5 – Pojistný ventil 6 – Hydraulický zámek 7 – Rozvaděč P81-RS-G 8 – Rozvaděč HDMM1 9 – Hlavní hydromotor

10 – Hydromotor zvedacího stolu 11 – Hydromotor polohování štípací mříže 12 – Filtř 13 – Nádrž

Obr. 77. Schéma zapojení hydraulického obvodu štípače



1 – Hřídel náhonu 2 – Hydrogenerátor Q2-13,5 3 – Hydrogenerátor Q2-82 4 – Kulový ventil 6/4“

5 – Pojistný ventil 6 – Hydraulický zámek 7 – Rozvaděč P81-RS-G 8 – Rozvaděč HDMM1 9 – Hlavní hydromotor

10 – Hydromotor zvedacího stolu 11 – Hydromotor polohování štipací mříže 12 – Filtr

Obr. 78. 3D vizualizace hydraulického obvodu

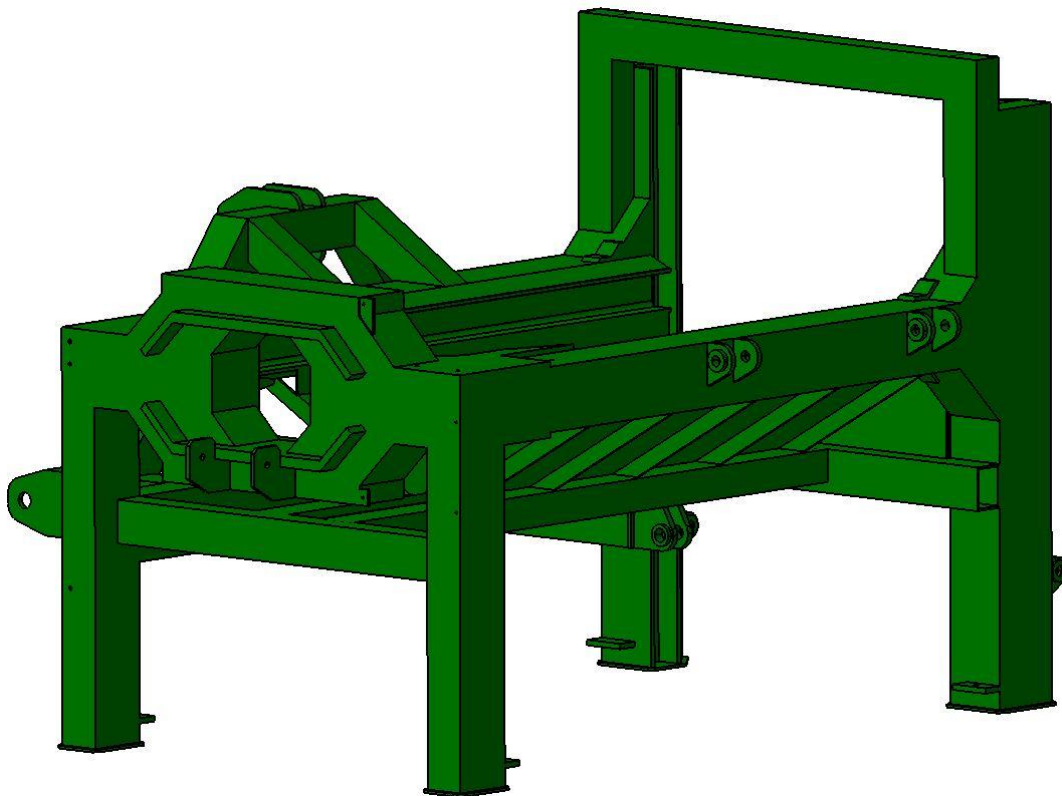
5.2 Ostatní prvky hydraulického štípače:

5.2.1 Rám

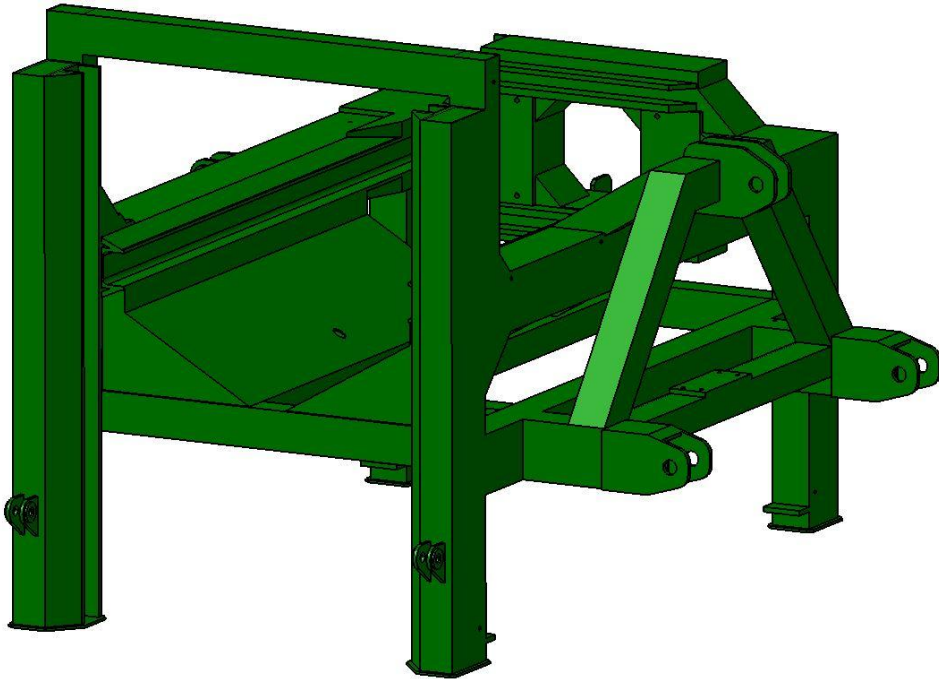
Tvoří jej svařovaná konstrukce z hutních profilů z materiálu S355J2H což je ocel podobná dle ČSN značení oceli 11 523 se zaručenou svařitelností s dovoleným napětím dle [54] až 200 MPa. Hlavní nosnou podélnou část tvoří trubka čtvercového průřezu 120x120x4 mm a příčná je složena ze dvou rovnoběžných trubek obdélníkového průřezu 120x80x6 mm. Velkou částí k rozložení napětí po průřezu přispívá i profil UPE 80 s pásnicemi tloušťky 7 mm, který tvoří po obou stranách rámu vedení tlačné desky. Celá základní nosná konstrukce je vyztužena žebry z pásové oceli. Zadní část rámu je navržena pro lineární hydromotor, uloženého ve speciálních patkách tvořící tzv. kolébku. Přední část rámu je navržena pro štípací mříž. Na boční části rámu je přidělán tříbodový závěs pro umožnění transportu v nosných ramenech traktoru.

Rozměry rámu bez tříbodového závěsu: 1600x970x1200 mm

Celkové rozměry rámu s tříbod. závěsem: 1600x1400x1200 mm



Obr. 79. Rám štípače



Obr. 80. Rám štípače

Pevnostní kontrola:

Jelikož byla zvolena velká štípací síla, potřebná k přenesení, je nutno provést pevnostní kontrolu celého rámu štípače. Pevnostní kontrola byla provedena metodou konečných prvků v modulu Generative structural analysis softwaru Catia V5 R19 se vstupními parametry:

Zatížení F:	400 kN
Modul pružnosti:	210 000 MPa
Poissonovo číslo:	0,27
Dovolené napětí v ohybu σ_{DO} dle [54] pro 11 523:	200 MPa

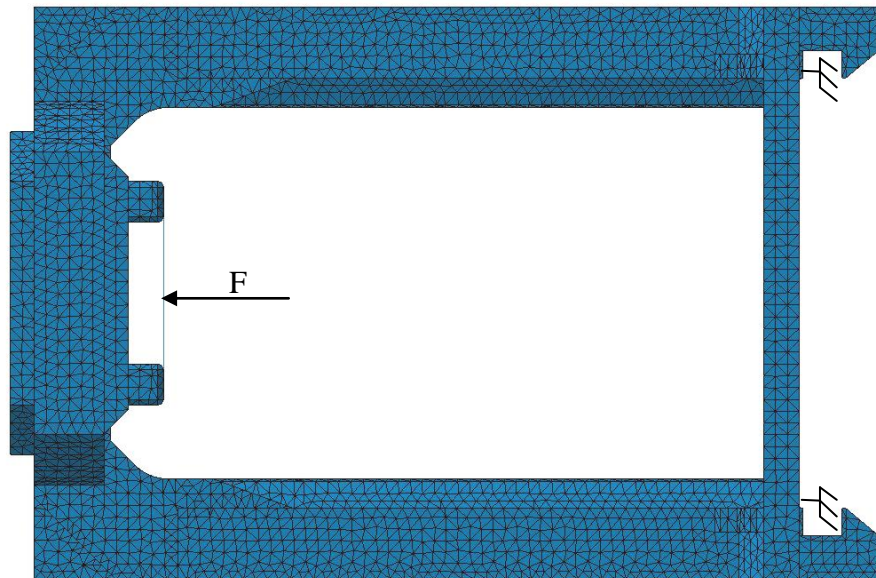
Jako první byl zvolen druh materiálu, v našem případě ocel 11 523. Poté byl 3D model rámu pokryt sítí s parabolickými tetrahedrony (prvky ve tvaru jehlanu) velikosti 20 mm. Síť modelu disponuje 89 699 prvky se 172 409 uzlovými body.

Criterion	Good	Poor	Bad	Worst	Average
Stretch	83149 (92,70%)	6549 (7,30%)	0 (0,00%)	0,121	0,452
Aspect Ratio	82129 (91,56%)	7553 (8,42%)	16 (0,02%)	13,723	3,208

Obr. 81. Statistika vytvořené sítě

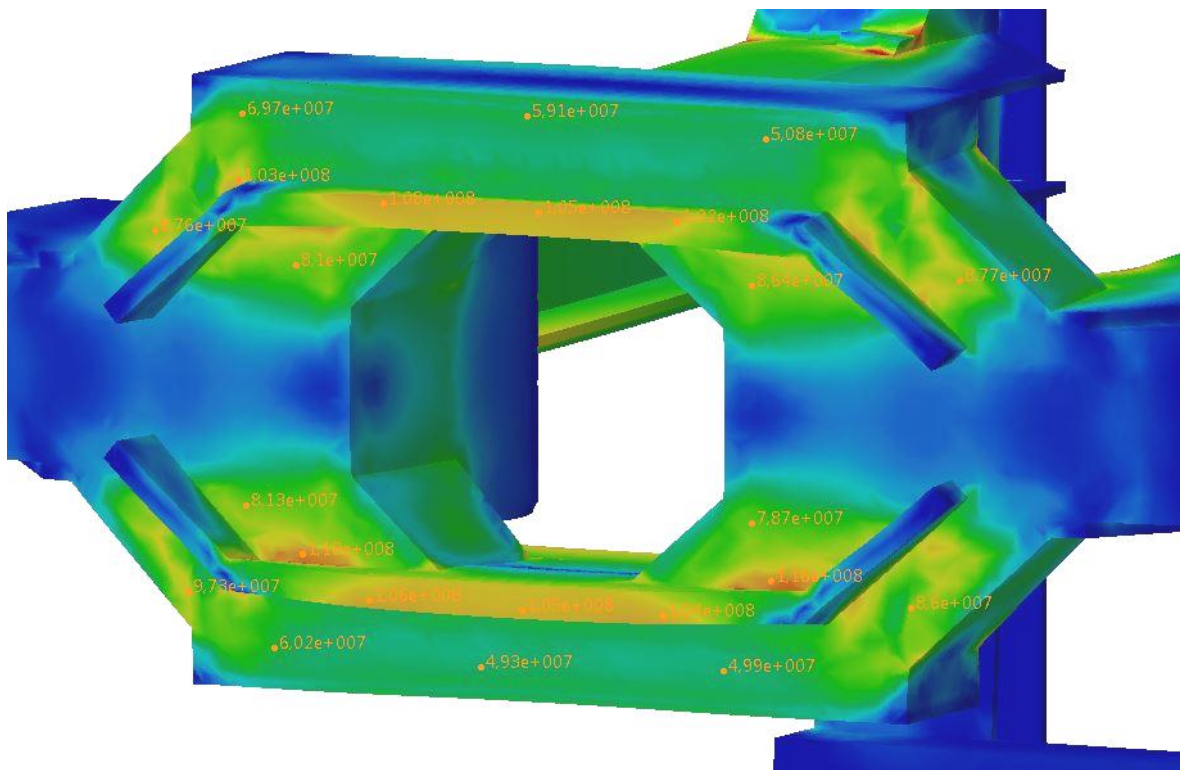
Dle softwaru dosahuje kvalita sítě modelu 92 % (aspect ratio), kterou lze považovat za optimální a velmi kvalitní pro výpočet.

Dalším krokem v přípravě modelu pro výpočet bylo definování zatížení a uchycení.

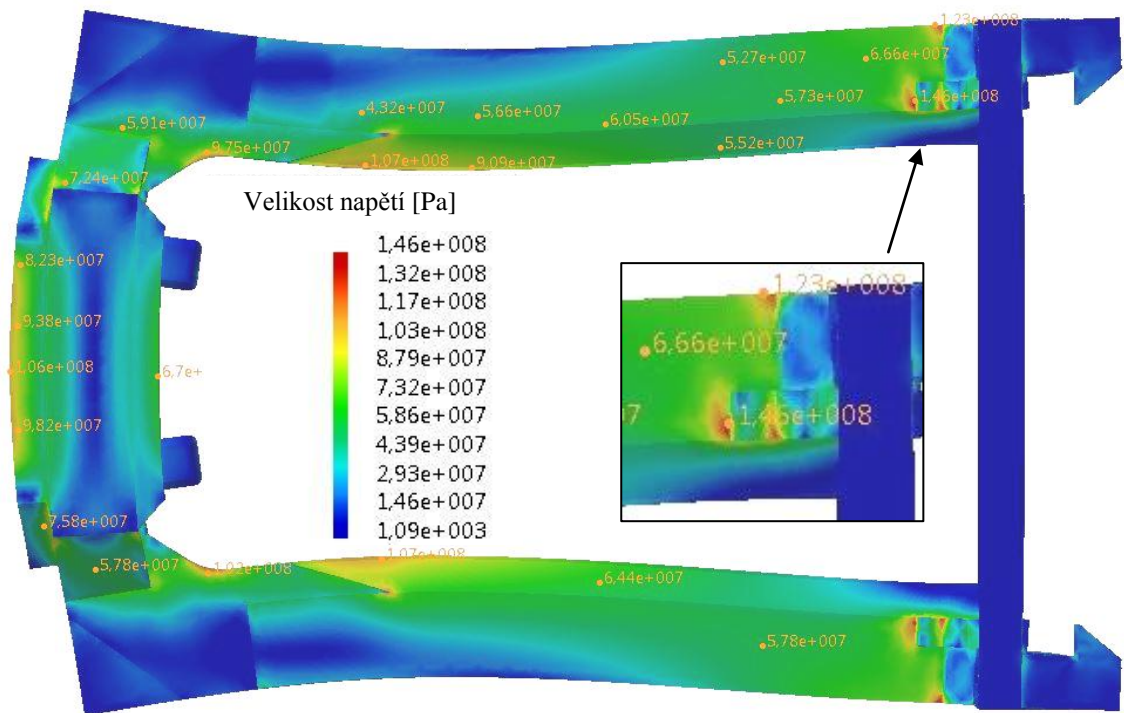


Obr. 82. Zatížení a uchycení na vysítovaném modelu

Po provedení výpočtu byly kontrolovány hodnoty napětí v rámu dle Von Misesa.



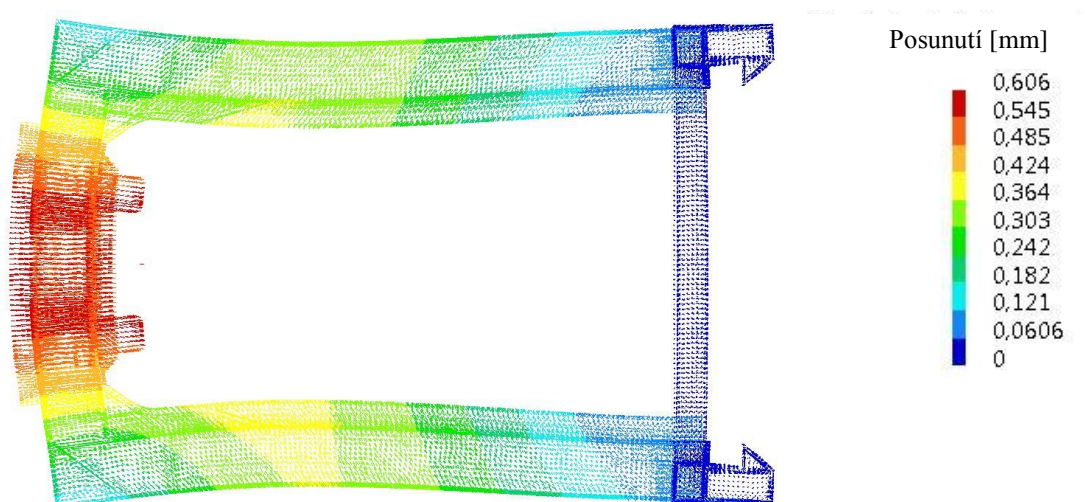
Obr. 83. Hodnoty napětí při zatížení v zadní části rámu dle Von Misesa



Obr. 84. Hodnoty napětí při zatížení v rámu dle Von Mises

Dle výsledků z analýzy se většina hodnot pohybuje do 100 MPa. Maximální hodnota 146 MPa byla naměřena na patě žebra v přední části rámu, v přechodu spojující podélné nosníky s příčnými. Z výsledků analýzy plyne, že bezpečnost i v místě s největším napětím je přibližně $k = 1,3$ a rám lze považovat za bezpečný.

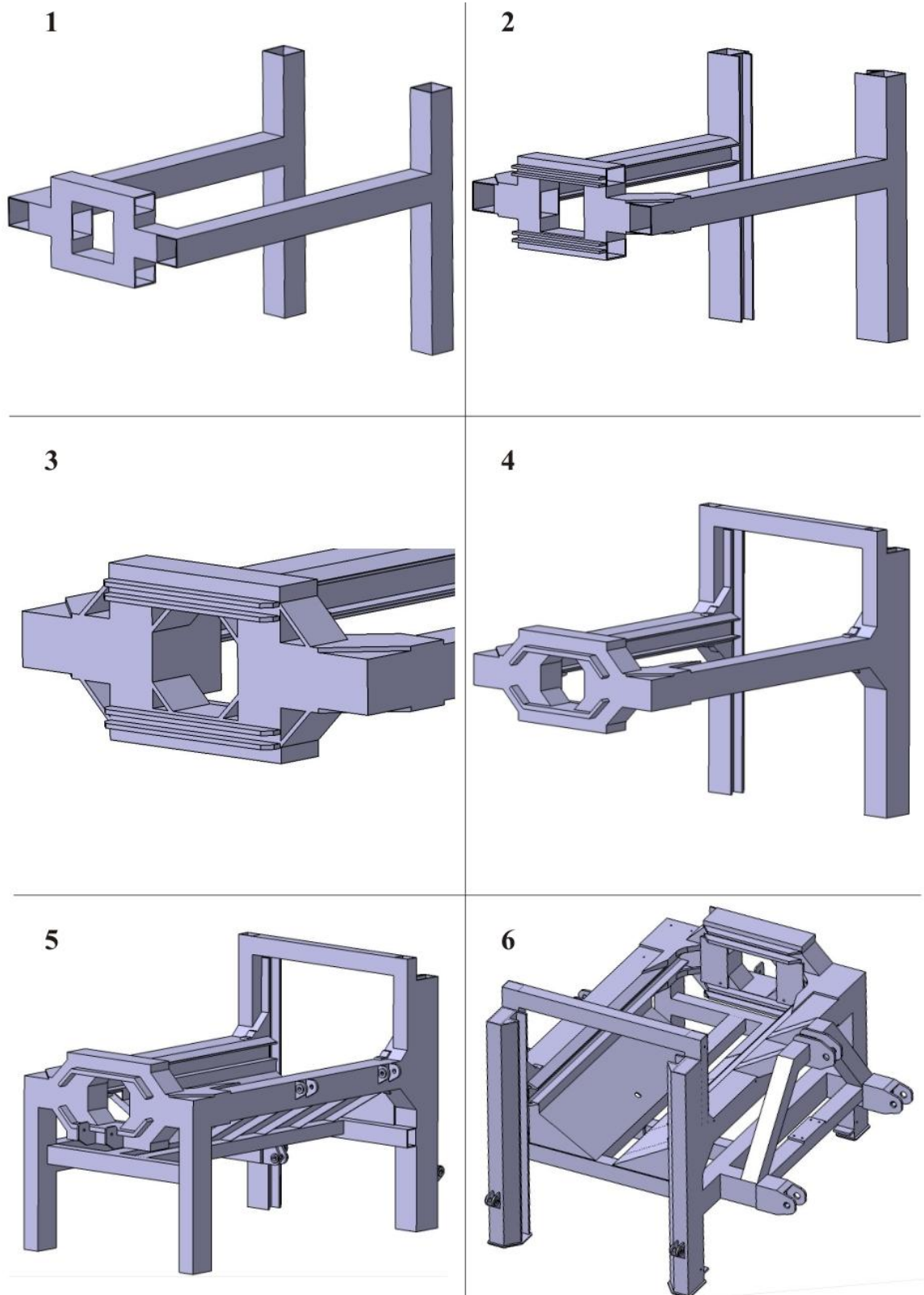
Kontrola posunutí:



Obr. 85. Celkové posunutí

Z výsledků analýzy posunutí je zřejmé, že hodnota maximálního posunutí vlivem zatížení se pohybuje v zadní části rámu kolem 0,6 mm a rám lze považovat za tuhý.

Postup modelování a dimenzování rámu:

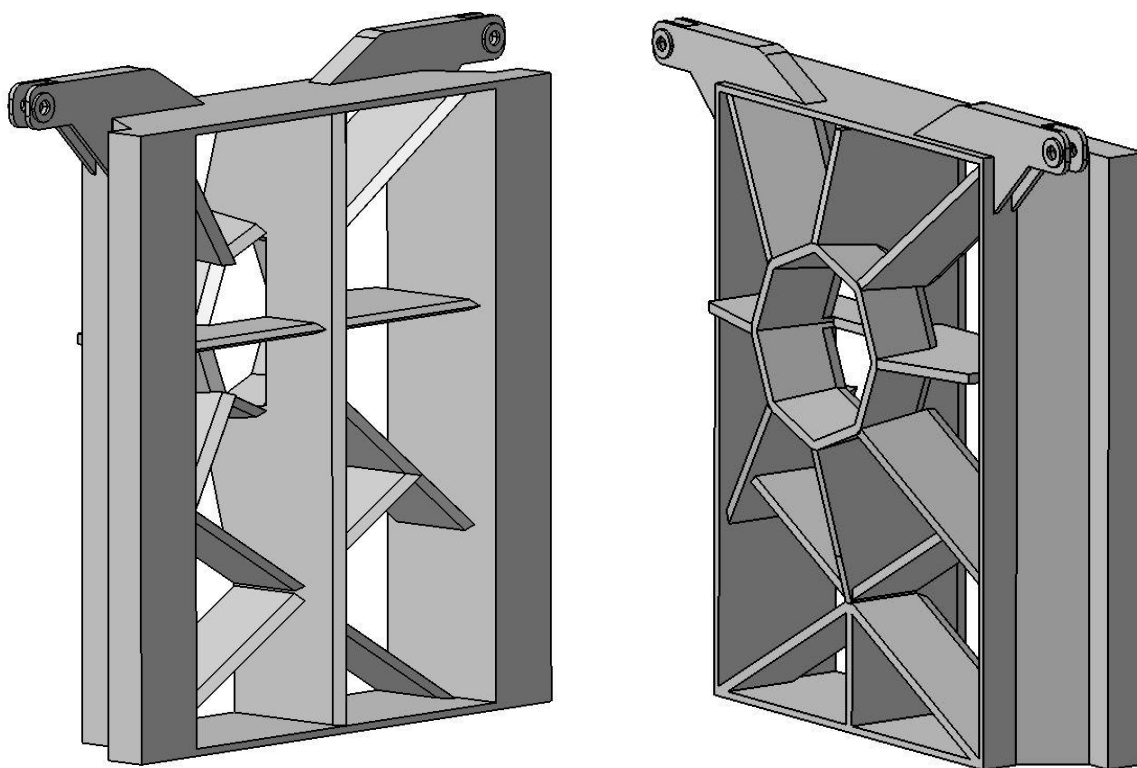


Obr. 86. Postup modelování a dimenzování rámu

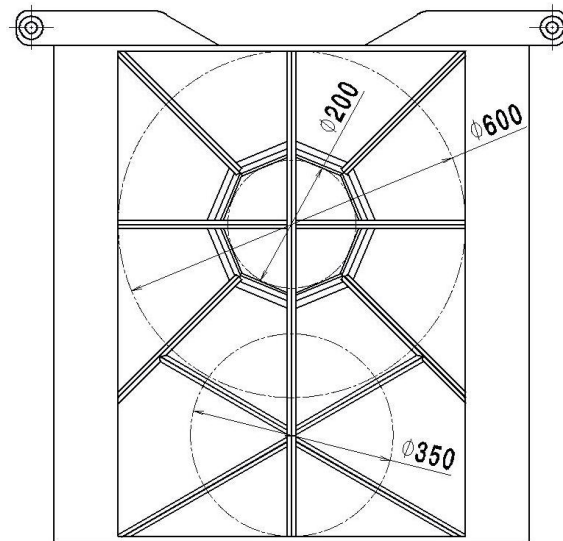
5.2.2 Štípací mříž

Tvoří ji svařenec ze silných širokých plátů tloušťky 14 mm z materiálu 14 240. Mříž je navržena pro kláty do průměru 600 mm. Štípaný klát se „protlačí“ přes otvory mříže, které svou velikostí a dělením určují výslednou velikost polen. Konstrukce jednotlivých dělicích břitů je speciálně navržena, aby jednotlivé skupiny břitů postupně najížděly do materiálu a díky tomu se rovnoměrně využil výkon a potenciál hydraulické jednotky. Byly voleny břity s co nejmenší tloušťkou s ohledem na celkovou tuhost mříže z důvodu minimalizace tření při procesu štípání. Úhel břitu 40° byl volen dle využívaných strojů v praxi. Pro další snížení tření a štípacího odporu byly pláty s břity umístěny kónicky, tzn. po naštípnutí břitem, se dřevo netře o plát, ale má volný průchod. Mříž je navržena pro 2 druhy dělení. Horní dělení na celkových 12 dílů je určeno pro kláty až o průměru 600 mm, které se dělí nejprve na roztečném průměru 200 mm na 4 díly a další řada nad 200 mm dělí materiál na 8 dílů. Spodní kříž je určen pro kláty do průměru 350 mm, jež se dělí na 6 dílů.

Rozměry: 820x260x920 mm



Obr. 87. Štípací mříž

Rozvržení mříže:

Obr. 88. Rozvržení mříže

Pevnostní kontrola:

Jelikož byla zvolena velká štípací síla, potřebná k přenesení, je nutno provést pevnostní kontrolu. Pevnostní kontrola byla provedena metodou konečných prvků v modulu generative structural analysis softwaru Catia V5R19 se vstupními parametry:

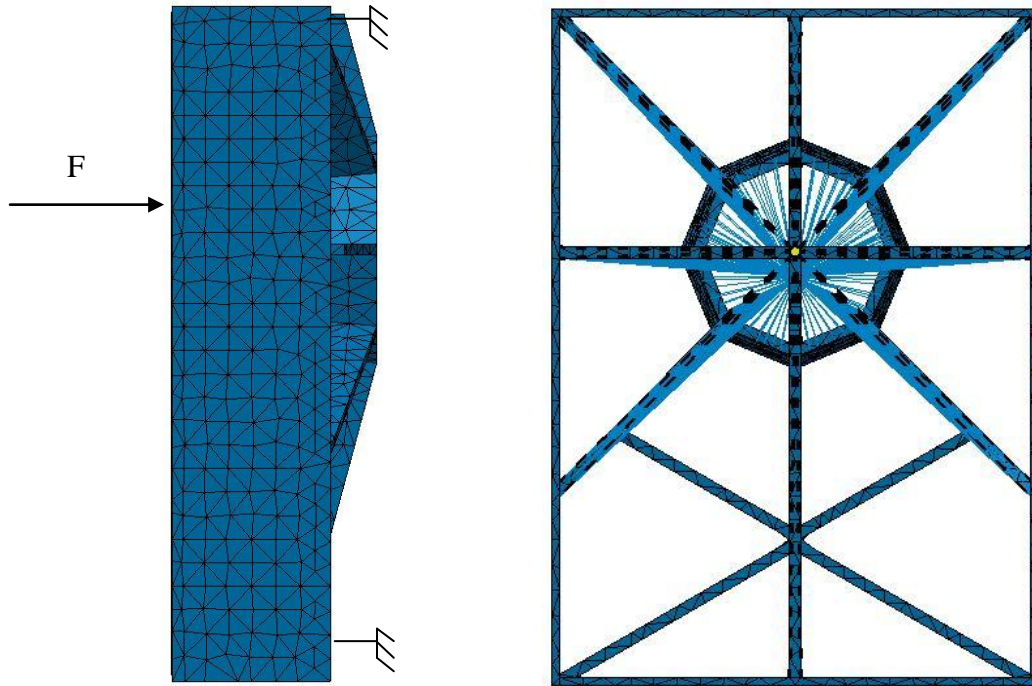
Zatížení F:	400 kN
Modul pružnosti:	210 000 MPa
Poissonovo číslo:	0,27
Dovolené napětí v ohybu σ_{DO} dle [54] pro 14 240:	225 MPa

Jako první byl zvolen druh materiálu, v našem případě ocel 14 240. Poté byl 3D model rámu pokryt sítí s parabolickými tetrahedrony (prvky ve tvaru jehlanu) velikosti 30 mm. Síť modelu disponuje 10 834 prvky se 23 032 uzlovými body.

Criterion	Good	Poor	Bad	Worst	Average
Stretch	10724 (98,99%)	73 (0,67%)	36 (0,33%)	0,009	0,506
Aspect Ratio	10755 (99,28%)	39 (0,36%)	39 (0,36%)	164,832	3,108

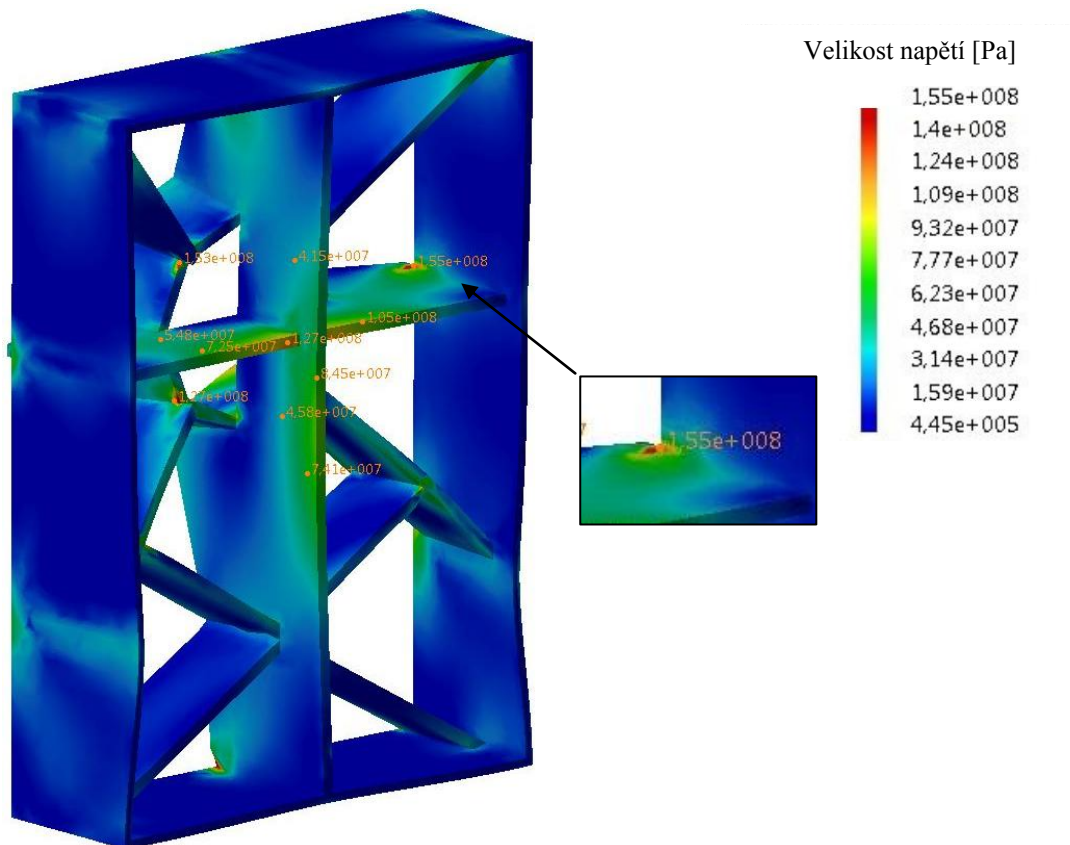
Obr. 89. Statistika vytvořené sítě

Dle softwaru dosahuje kvalita sítě modelu 99 % (aspect ratio), kterou lze považovat za zcela optimální a velmi kvalitní pro výpočet.



Obr. 90. Zatížení a uchycení na vysítovaném modelu

Pro zatížení byl vybrán horní kříž, který je navržen pro kláty do průměru 600 mm. Pevné uchycení je voleno podél celého rámečku.

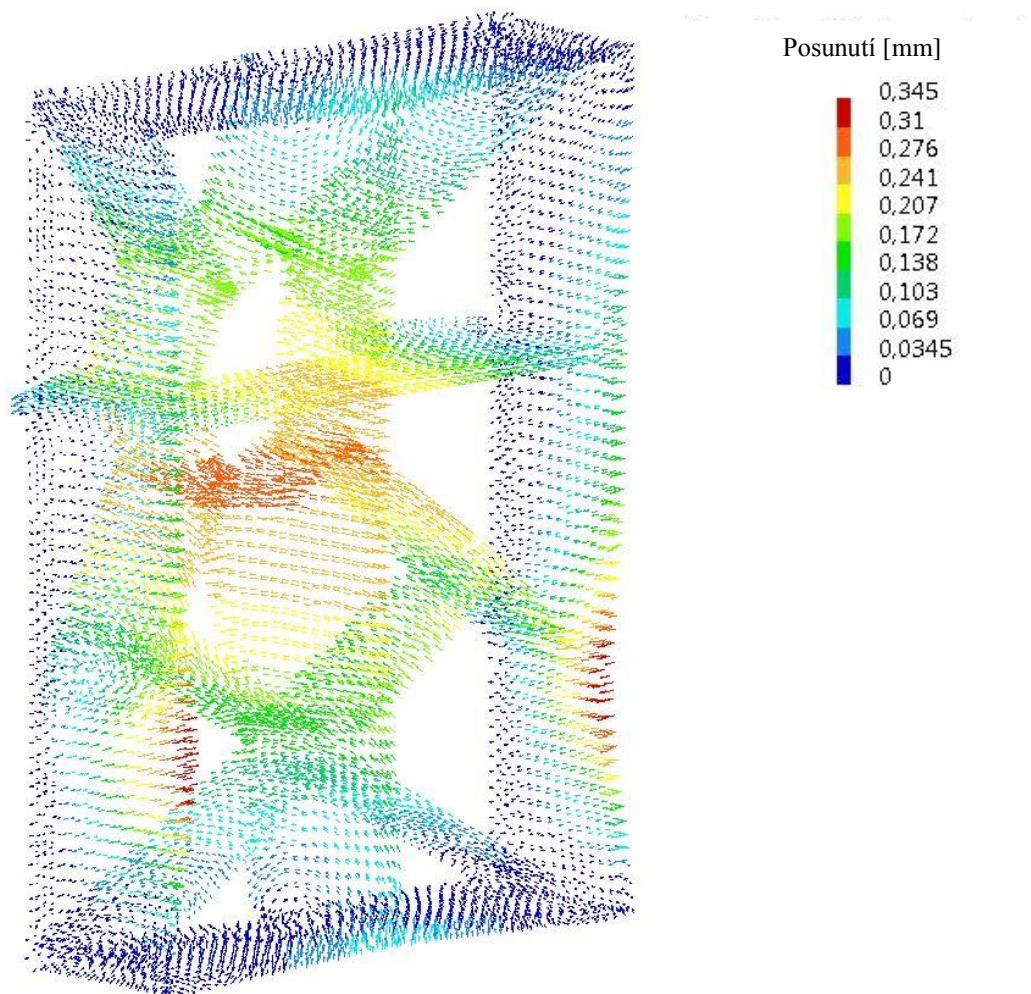


Obr. 91. Hodnoty napětí při zatížení mříže dle Von Mises

Po provedení výpočtu byly kontrolovány hodnoty napětí v mříži dle Von Misesa.

Dle výsledků z analýzy se většina hodnot ve stěnách pohybuje do 100 MPa. Nejvyšší napětí jsou v přechodech. Maximální hodnoty 155 MPa byla naměřena v zadní části mříže v přechodu prostředního plátu a obvodového plátu. Z výsledků analýzy plyne, že bezpečnost i v místě s největším napětím je přibližně $k = 1,4$ a mříž lze považovat za bezpečnou.

Kontrola posunutí:

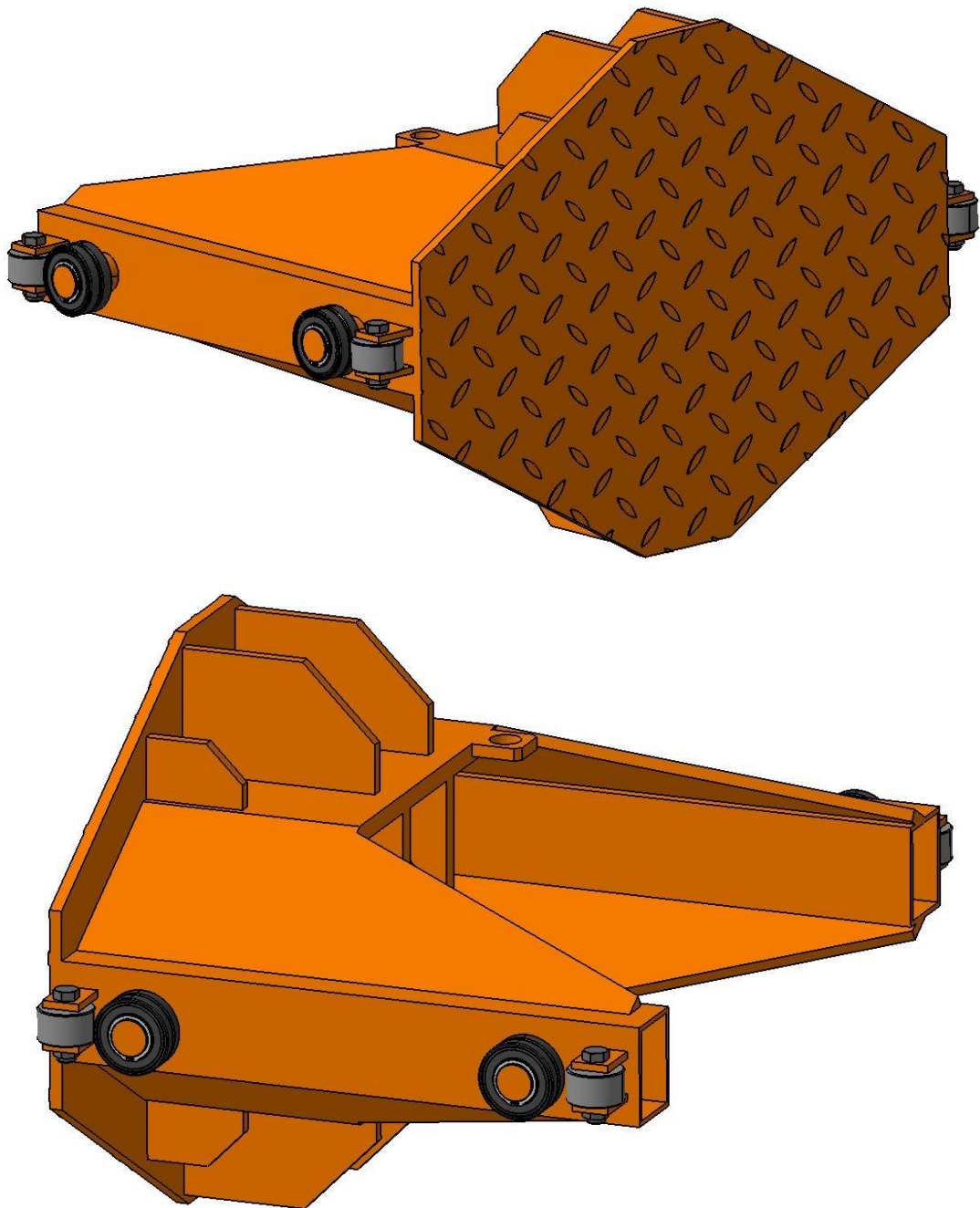


Obr. 92. Celkové posunutí

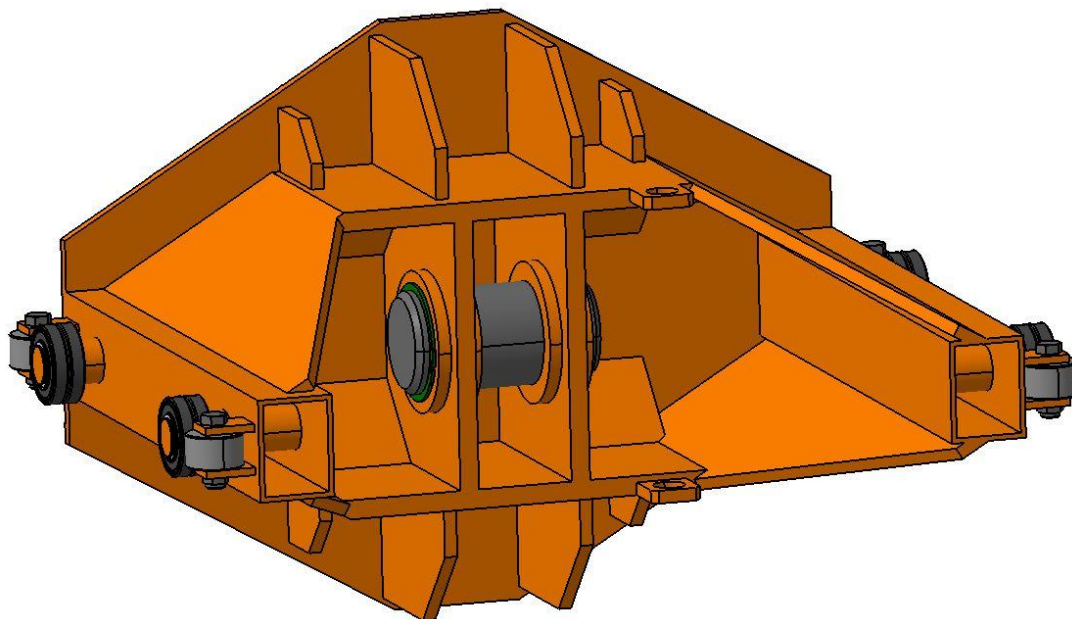
Z výsledků analýzy posunutí je zřejmé, že hodnota maximálního posunutí, vlivem zatížení, se pohybuje kolem 0,3 mm, což je velmi malá hodnota při tak velkém zatížení. Celou štípací mříž lze považovat za velmi tuhou.

5.2.3 Tlačná deska

Přenáší sílu z hlavního hydromotoru do tlačného štípaného klátu. Je navržena pro střední průměr klátu 450 mm, kdy je osa klátu v ose tlačné desky a pístní tyče hydromotoru. Horizontální vedení zajišťují 2 páry soudečkových valivých ložisek SKF BS2-2206-2RS, s únosností 60 kN. Pro boční vedení jsou použity rolny s kluznými ložisky. Povrch čelní strany tlačné desky je vyroben ze slzičkového plechu tloušťky 10 mm, jehož reliéf zamezuje pohybu klátu.



Obr. 93. Tlačná deska



Obr. 94. Vyztužení vnitřní části tlačné desky

Pevnostní kontrola:

Jelikož byla zvolena velká štípací síla, potřebná k přenesení, je nutno provést pevnostní kontrolu. Kontrola byla provedena metodou konečných prvků v modulu Generative structural analysis softwaru Catia V5 R19 se vstupními parametry:

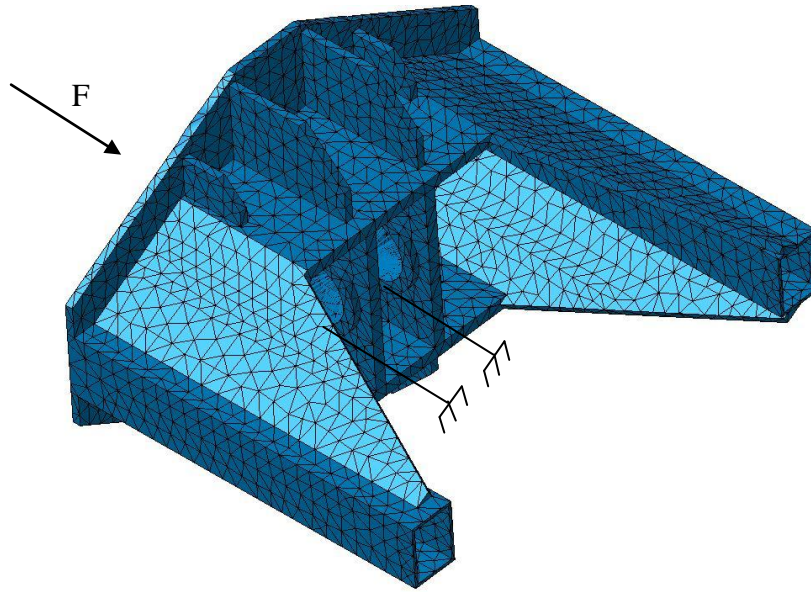
Zatížení F:	400 kN
Modul pružnosti:	210 000 MPa
Poissonovo číslo:	0,27
Dovolené napětí v ohybu σ_{DO} dle [54] pro 11 523:	200 MPa

Jako první byl zvolen druh materiálu, v našem případě ocel 11 523. Poté byl 3D model rámu pokryt sítí s parabolickými tetrahedrony (prvky ve tvaru jehlanu) velikosti 20 mm. Síť modelu disponuje 17954 prvky se 35 722 uzlovými body.

Criterion	Good	Poor	Bad	Worst	Average
Stretch	17264 (96,16%)	689 (3,84%)	0 (0,00%)	0,236	0,520
Aspect Ratio	17176 (95,67%)	777 (4,33%)	0 (0,00%)	7,580	2,540

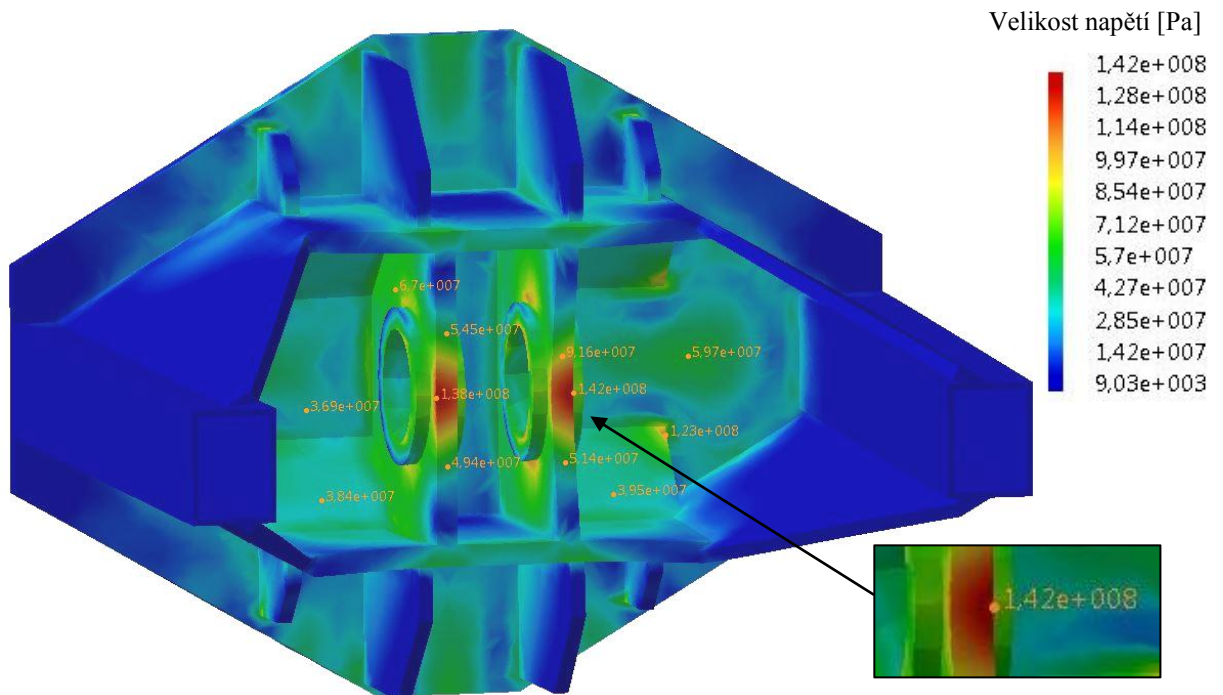
Obr. 95. Statistika vytvořené sítě

Dle softwaru dosahuje kvalita sítě modelu 96 % (aspect ratio), kterou lze považovat za optimální a velmi kvalitní pro výpočet.



Obr. 96 – Zatížení a uchycení na vysítovaném modelu

Zatížení bylo voleno na čelní plochu tlačné desky. Deska byla pevně uchycena v okách pro čep pístní tyče hydromotoru.

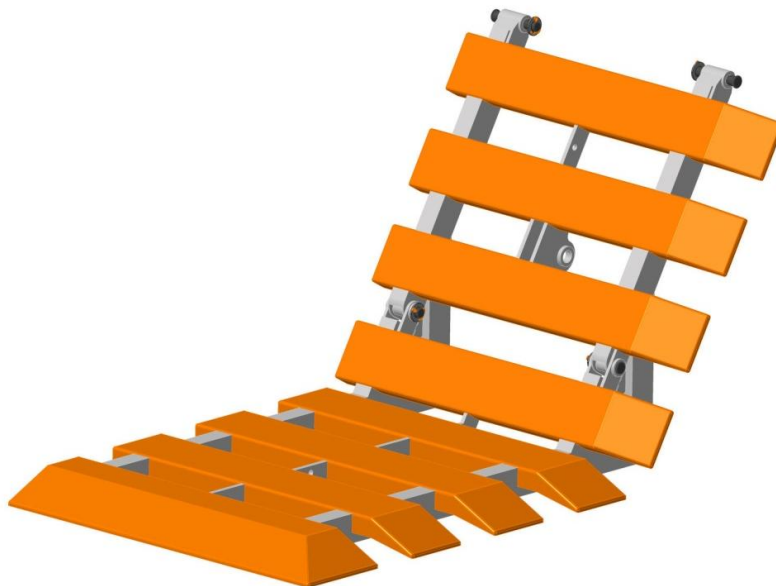


Obr. 97. Hodnoty napětí při zatížení v tlačné desce dle Von Mises

Z Výsledků analýzy plyne, že napětí je rovnoměrně rozloženo. Maximální hodnota 142 MPa byla naměřena uprostřed žebra, v níž jsou oka pro čep, ale i v tomto místě je bezpečnost stále $k = 1,4$ a tlačnou desku lze považovat za bezpečnou. Hodnota maximálního posunutí je 0,1 mm. Celou konstrukci tlačné desky lze považovat za velmi tuhou.

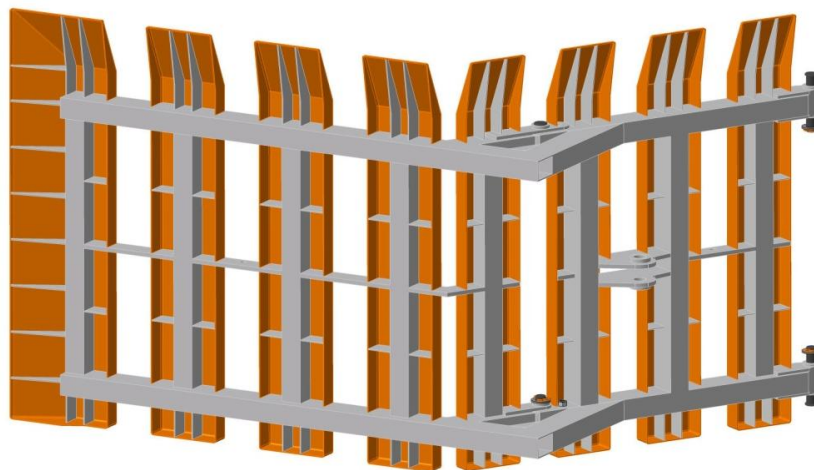
5.2.4 Zvedací stůl

Pro snížení námahy při práci, byl navržen speciální zvedací stůl, který tvoří plošinu s délkami stran 800x800x800 mm. Stůl je navržen pro 8 klátů o průměru 450 mm s délkou 400 mm o celkové hmotnosti až 600 kg. Rám stolu tvoří svařenec z trubkových profilů s obdélníkovým průřezem 60x40x3 mm. Z důvodu převozu, je stůl konstruován jako dvoudílný. Panty uprostřed stolu umožňují přiklopení k hornímu dílu.



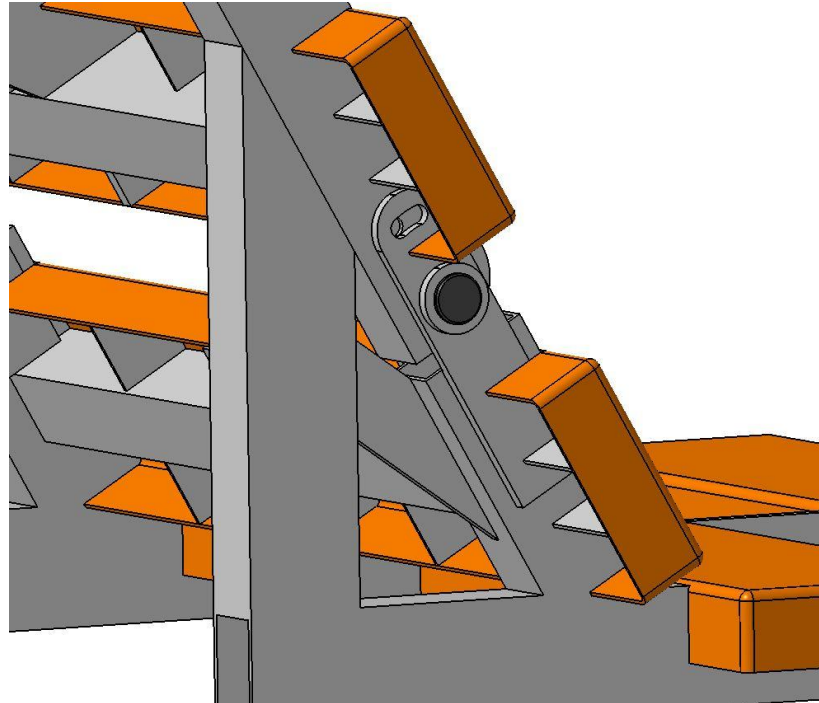
Obr. 98. Zvedací stůl

Ložnou plochu tvoří plechy s náběhy pro snadnější navalení klátů. Plechy o tl. 2 mm jsou z vnitřní strany vyztuženy žebry, pro zabránění jejich deformace vlivem např. nárazu klátu. Mezery mezi jednotlivými krycími plechy tvoří zábranu proti skoulení klátu ze stolu.



Obr. 99. Vyztužení

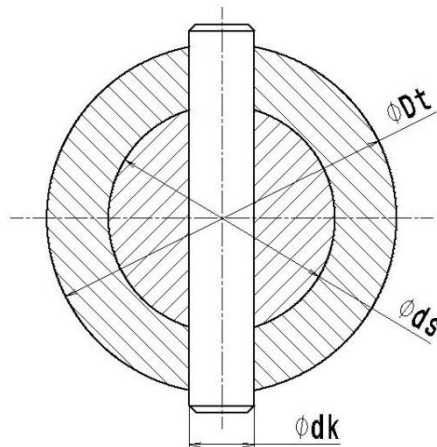
Pro přirozené dosednutí zvedacího stolu i v případě nerovného terénu, je v tělese páky pro zajišťovací šroub na levé straně stolu, oválná díra, která umožňuje naklápění spodního dílu v rozmezí 15°.



Obr. 100. Naklápění stolu

5.2.5 Trubková spojka

Hlavní funkcí je spojení ISO 6 drážkové koncovky náhonu s hřídelí domku pro náhon hydrogenerátoru. Svou druhou funkcí, zajišťuje sekundární ochranu proti přetížení stroje či náhonu traktoru v případě např. poruchy pojistných ventilů hydrogenerátorů.



Obr. 101. Schéma trubkové spojky

Vstupní parametry:

Dimenzovaný výkon P:	35 kW
Otáčky hřídele náhonu n:	1000 ot.min ⁻¹
Průměr hřídele náhonu ds:	35 mm
Vnější průměr trubky Dt:	54 mm
Dovolený tlak na otláčení p _{DOV} pro 11 600 dle [54]	150 MPa
Materiál kolíku 11 370, mez pevnosti ve střihu Rm dle [54]:	400 MPa

Krouticí moment na hřídeli náhonu:

$$Mk = \frac{60 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 35\,000}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 335 \text{ N} \cdot \text{m} = 335\,000 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Mez pevnosti ve střihu materiálu kolíku 11 370:

$$\tau_{ps} = 0,6 \cdot Rm = 0,6 \cdot 400 = 240 \text{ MPa}$$

Průměr střížného kolíku:

$$dk = \sqrt{\frac{8 \cdot Mk}{\tau_{ps} \cdot Ds \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 335\,000}{240 \cdot 35 \cdot \pi}} = 10 \text{ mm}$$

Otláčení p₁ trubka – kolík:

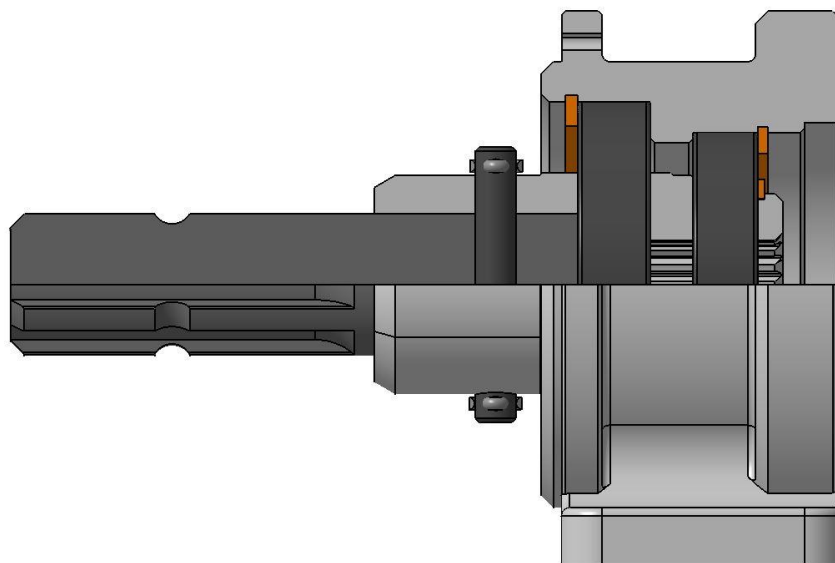
$$Mk = F_{k1} \cdot \left(\frac{Dn}{2} - \frac{Dn - Ds}{4} \right) \rightarrow F_{k1} = \frac{4 \cdot Mk}{Dn + Ds}$$

$$p_1 = \frac{F_{k1}}{2 \cdot S_1} = \frac{4 \cdot Mk}{(Dn + Ds) \cdot (Dn - Ds) \cdot dk} = 79 \text{ MPa} < 150 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Otláčení p₂ hřídel – kolík:

$$Mk = F_{k2} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{Ds}{2} \right) \rightarrow F_{k2} = \frac{3 \cdot Mk}{Ds}$$

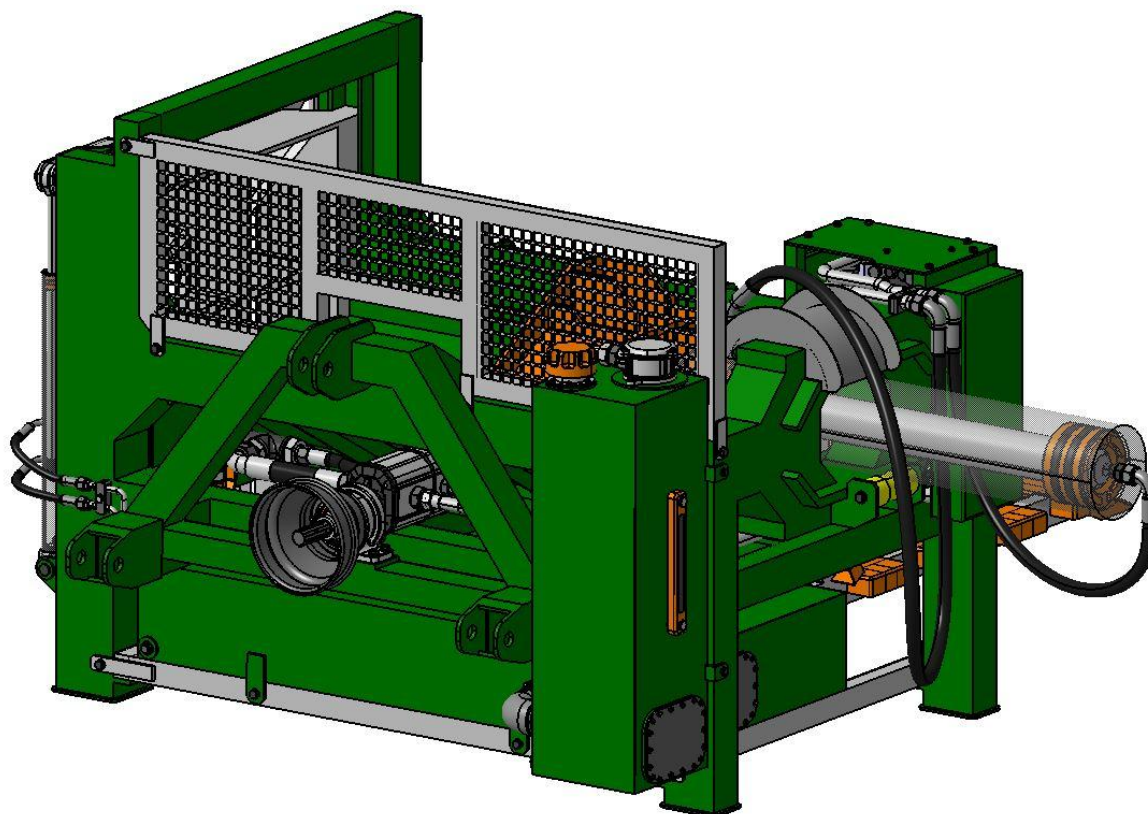
$$p_2 = \frac{F_{k2}}{S_2} = \frac{3 \cdot Mk_2}{Ds \cdot Ds \cdot dk} = \frac{3 \cdot 335\,000}{35^2 \cdot 10} = 82 \text{ MPa} < 150 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$



Obr. 102. Uložení hřídele náhonu hydrogenerátoru

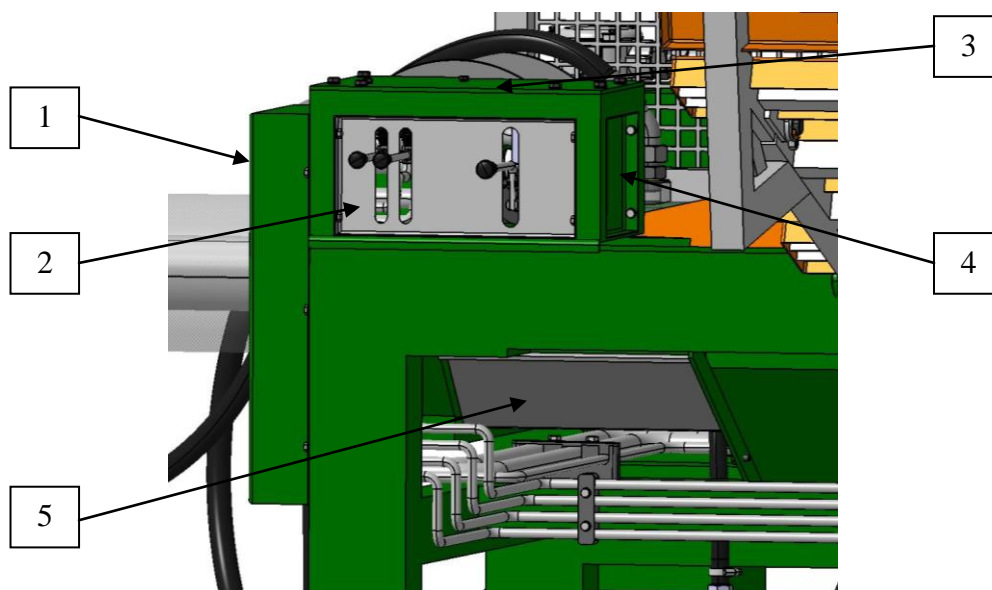
5.2.6 Ochranná mříž

Proti poškození traktoru, je na rám štípače namontována bezpečnostní mříž, která chrání i prostor třibodového závěsu s kardanem pro pohon štípače.



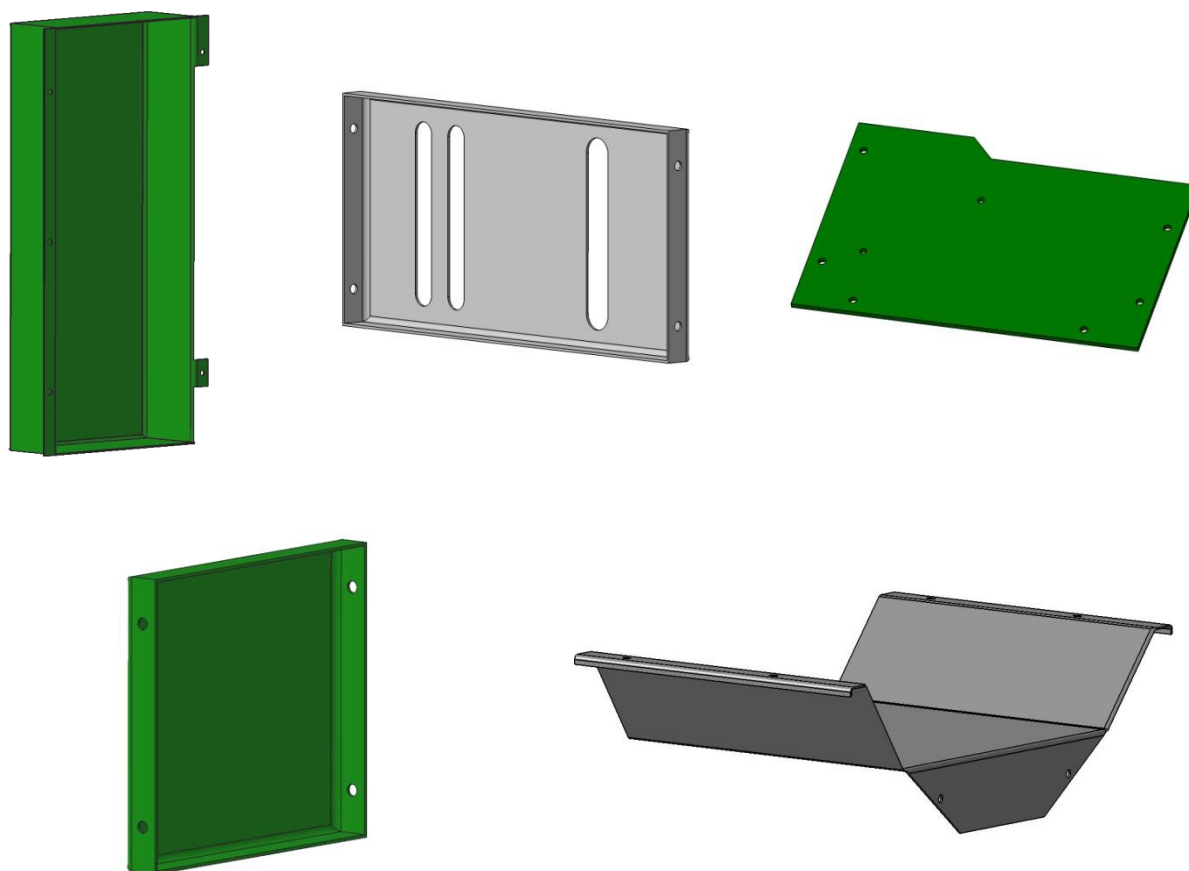
Obr. 103. Ochranná mříž

5.2.7 Kryty stroje



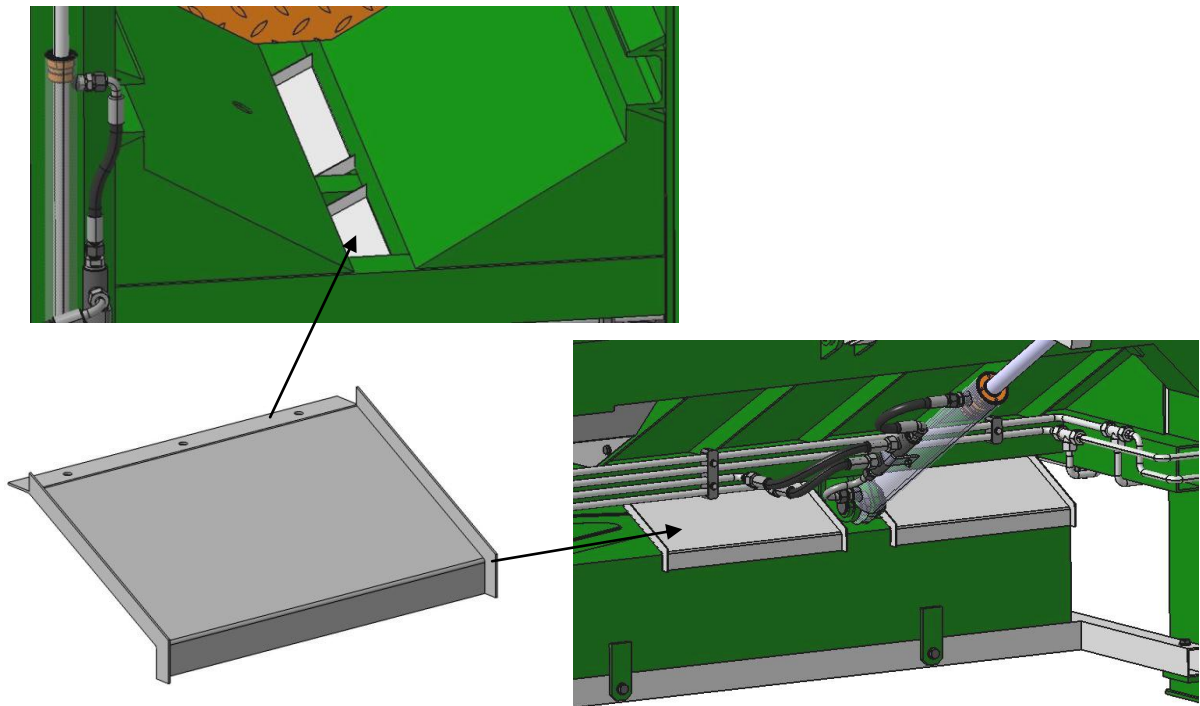
Obr. 104. Umístění krytů stroje

1 – Boční kryt rozvodu trubek, 2 – Čelní ovládací panel, 3 - Horní kryt boxu,
4 – Boční kryt boxu, 5 – Dolní kryt hlavního hydromotoru



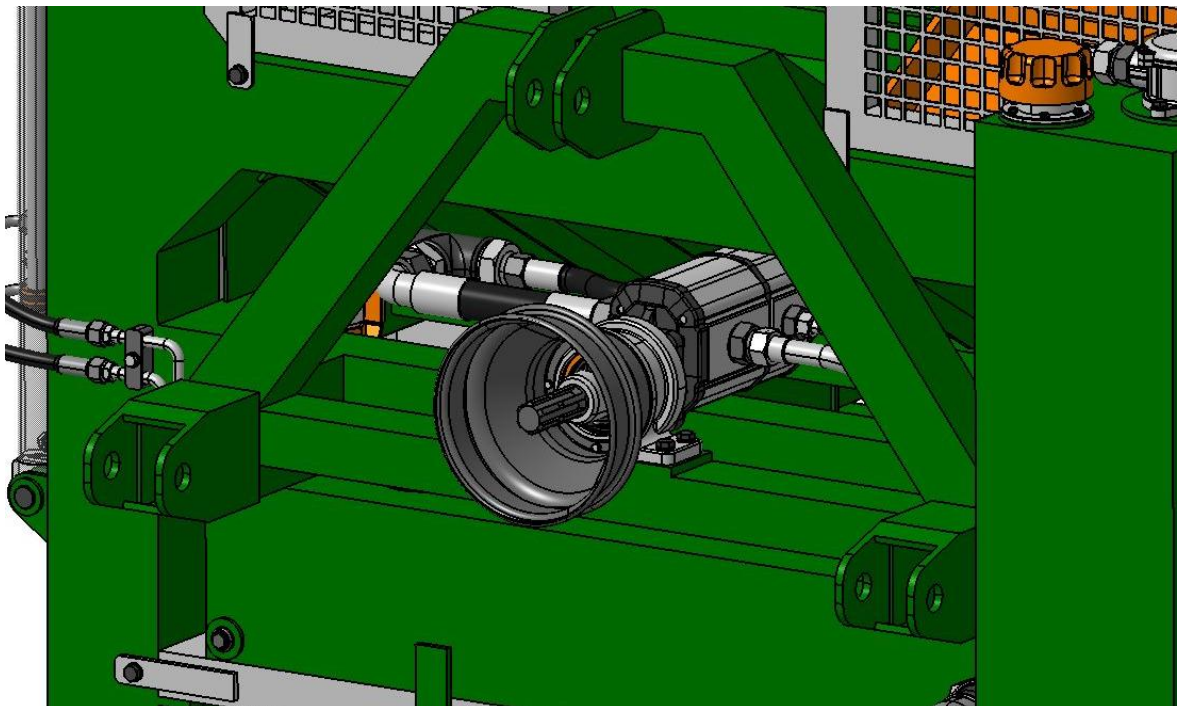
Obr. 105. Kryty stroje

Spodní část koryta štípače je otevřená. Kůra, odštěpky, bláto, apod., mohou volně padat po šikmém plechu pod stroj.



Obr. 106. Krycí plech nádrže

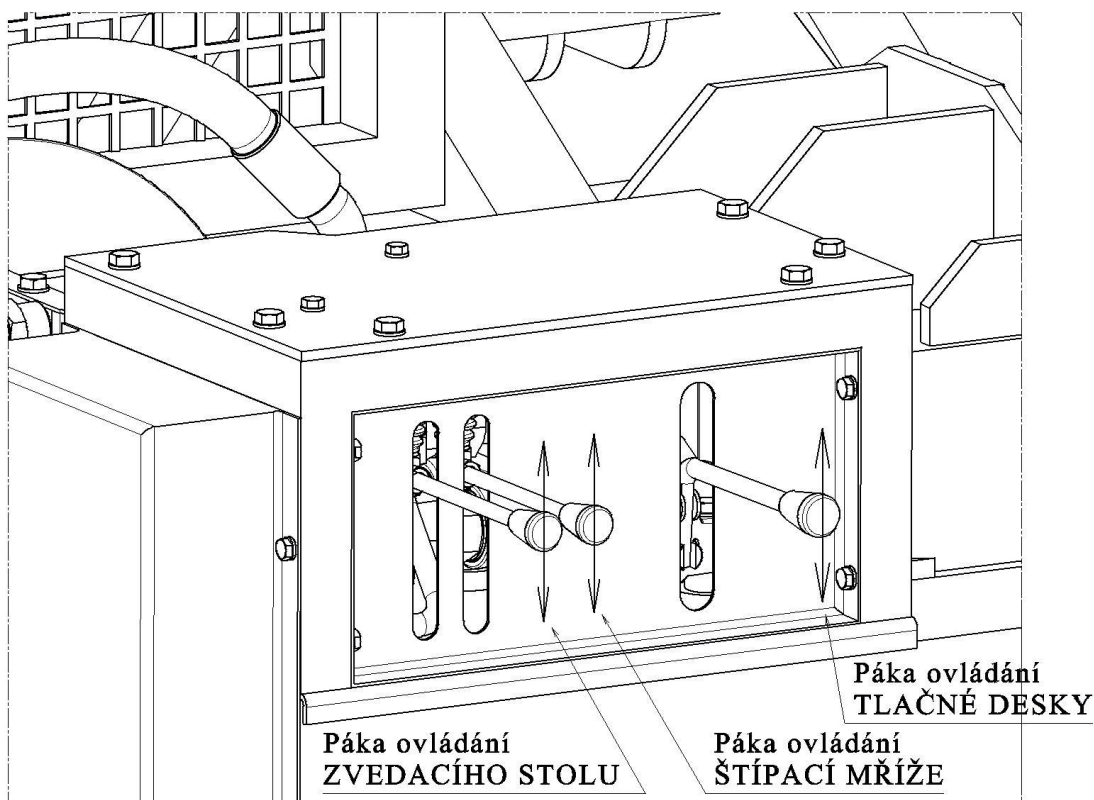
Pro zvýšení bezpečnosti je štípač vybaven krytem náhonu hřídele hydrogenerátoru.



Obr. 107. Kryt náhonu hřídele hydrogenerátoru

5.2.8 Ovládání stroje

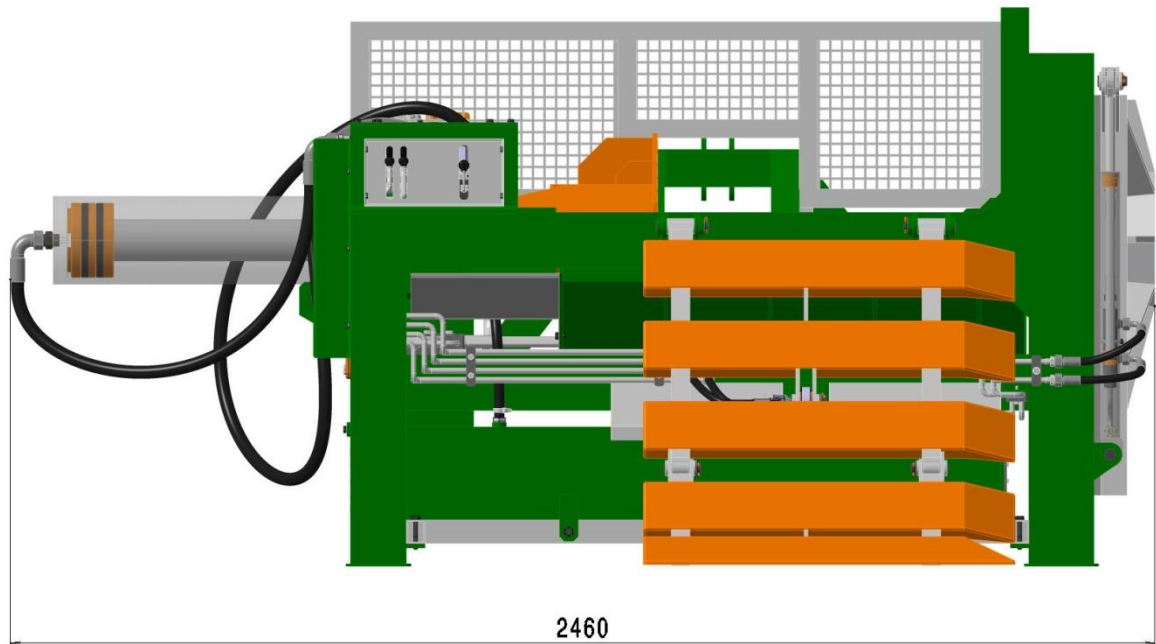
Pro ovládání stroje byly zvoleny 2 ruční pákové rozvaděče. První pákou zleva lze ovládat výšku pomocného zvedacího stolu. Přesunem nahoru se stůl zvedá, přesunem páky dolů se spouští. Velikostí přesunutí lze regulovat i rychlost zvedání či spouštění. Druhou pákou zleva lze korigovat výšku štípací mříže. Polohy ovládání jsou stejné jako v předchozím případě. Třetí páka je určena pro ovládání posuvu tlačné desky. V první poloze při pohybu páky směrem dolů se začne vysouvat pístní tyč hlavního hydromotoru pracovním pomalým posuvem, ale je k dispozici maximální síla. Druhá poloha páky směrem dolů zapne rychloposuv, tj. rozvaděč se přepne do diferenciálního zapojení, ale síla hydromotoru poklesne pouze na 127 kN.



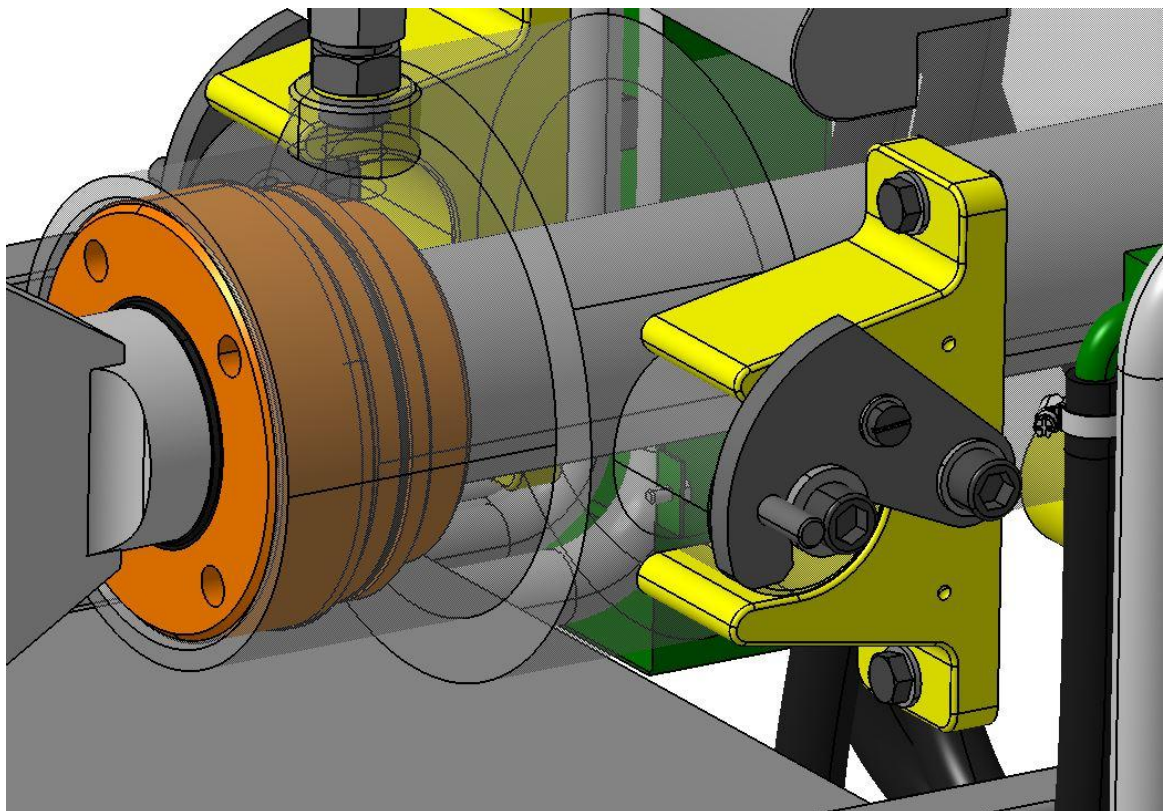
Obr. 108. Popis ovládacích pák rozvaděčů

5.3 Pracovní poloha

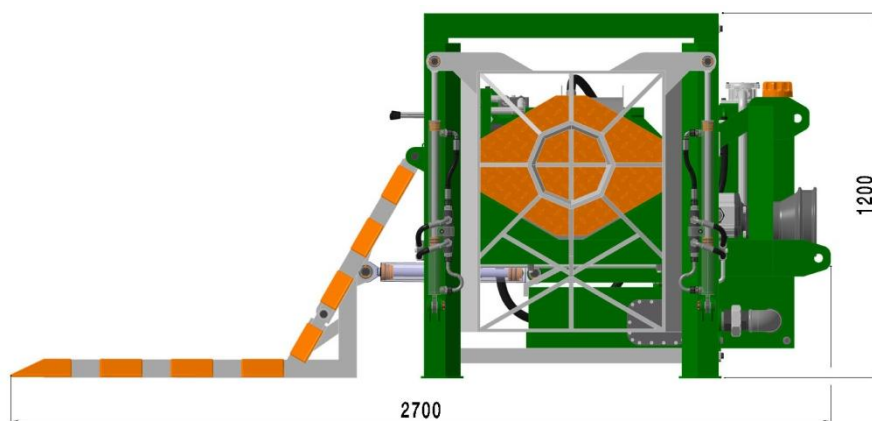
V pracovní poloze je vysunut válec hlavního hydromotoru a zajištěn proti posunutí při zpětném pohybu tlačné desky západkami v patkách, pro uložení hydromotoru.



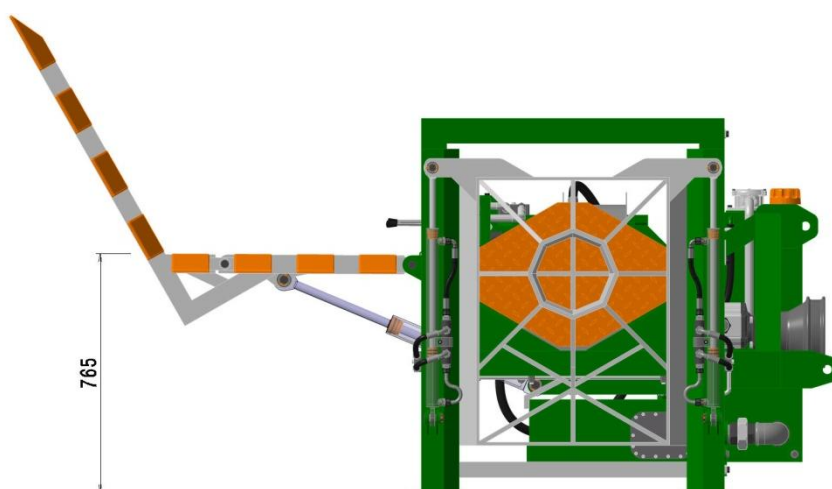
Obr. 109. Pracovní poloha



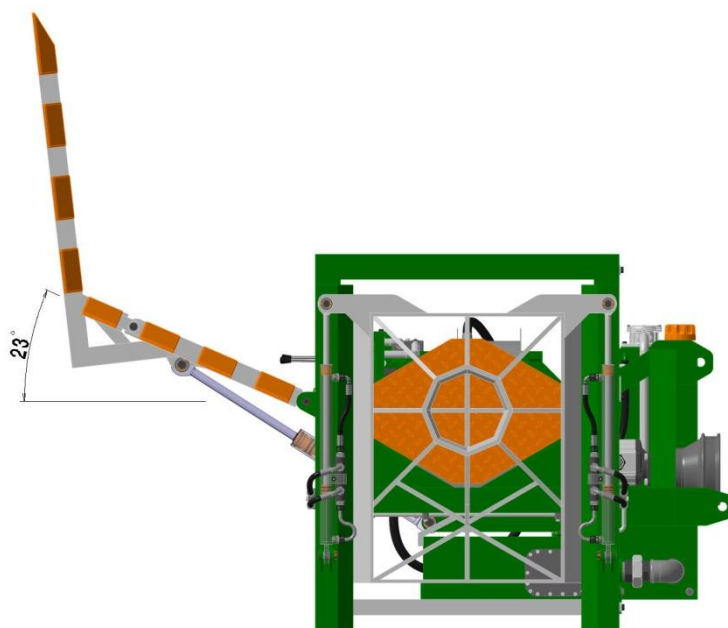
Obr. 110. Zajištění západkami proti posunu



Obr. 111. Dolní poloha zvedacího stolu



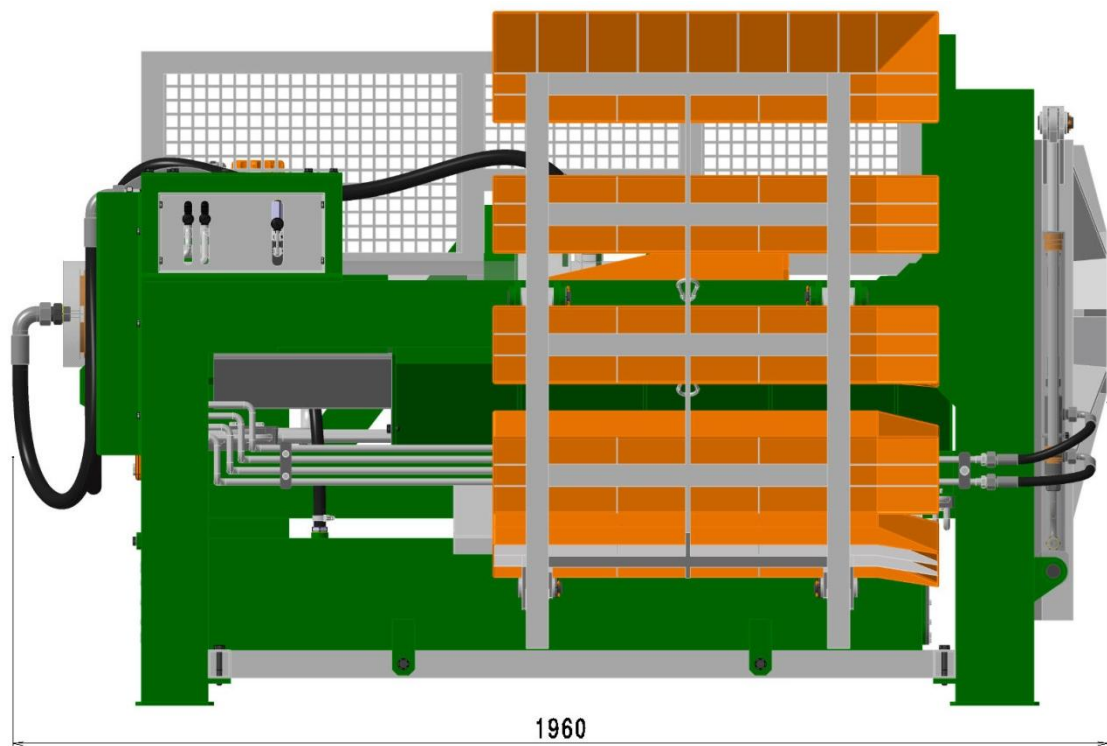
Obr. 112. Horní vodorovná poloha zvedacího stolu



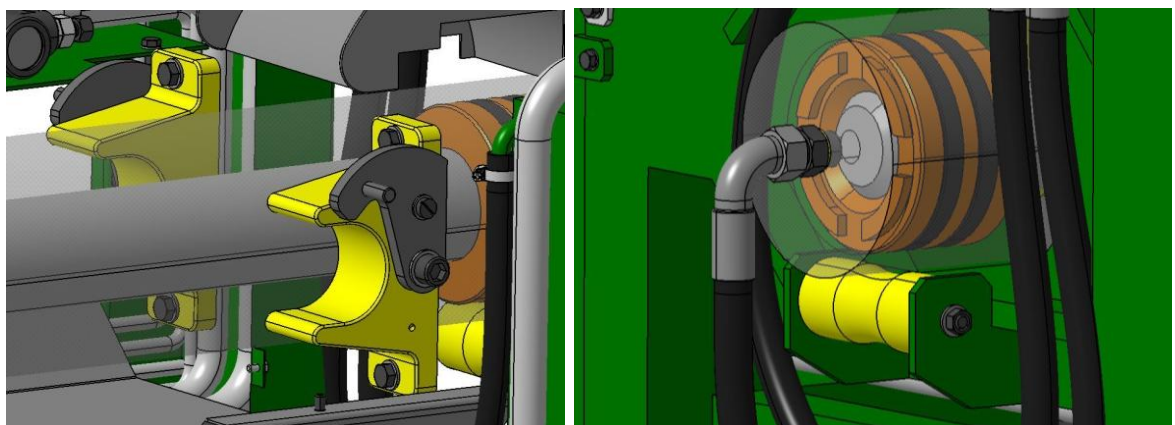
Obr. 113. Horní maximální poloha stolu

5.4 Transportní poloha

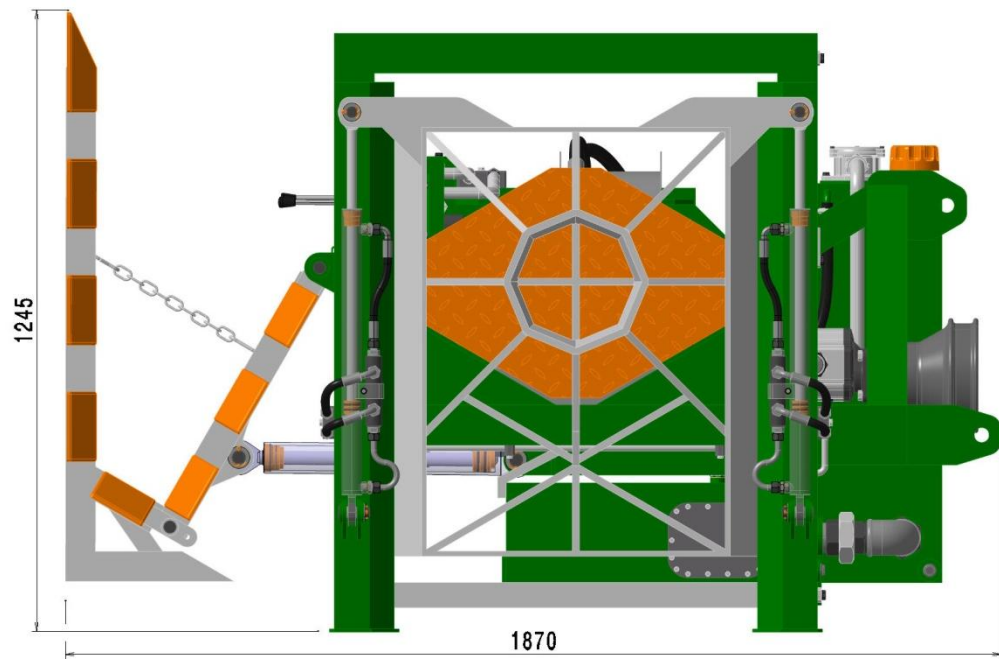
V transportní poloze je zasunut válec hlavního hydromotoru do prostoru rámu štípače. Zajištění proti posunutí je vyřešeno pomocí dlouhého čepu, který spojuje tlačnou desku s rámem stroje. Válec hydromotoru podpírá na vnější straně rámu otočná rolna.



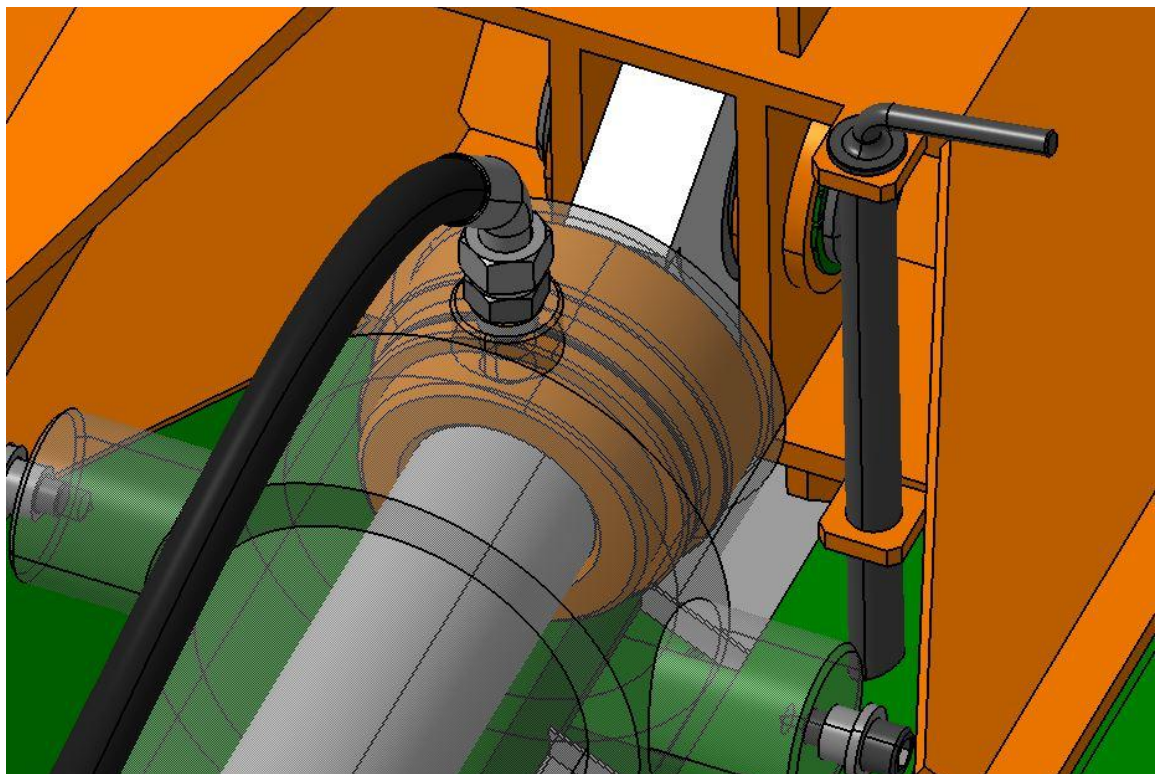
Obr. 114. Transportní poloha



Obr. 115. Odjištění západky, rolna válce hydromotoru

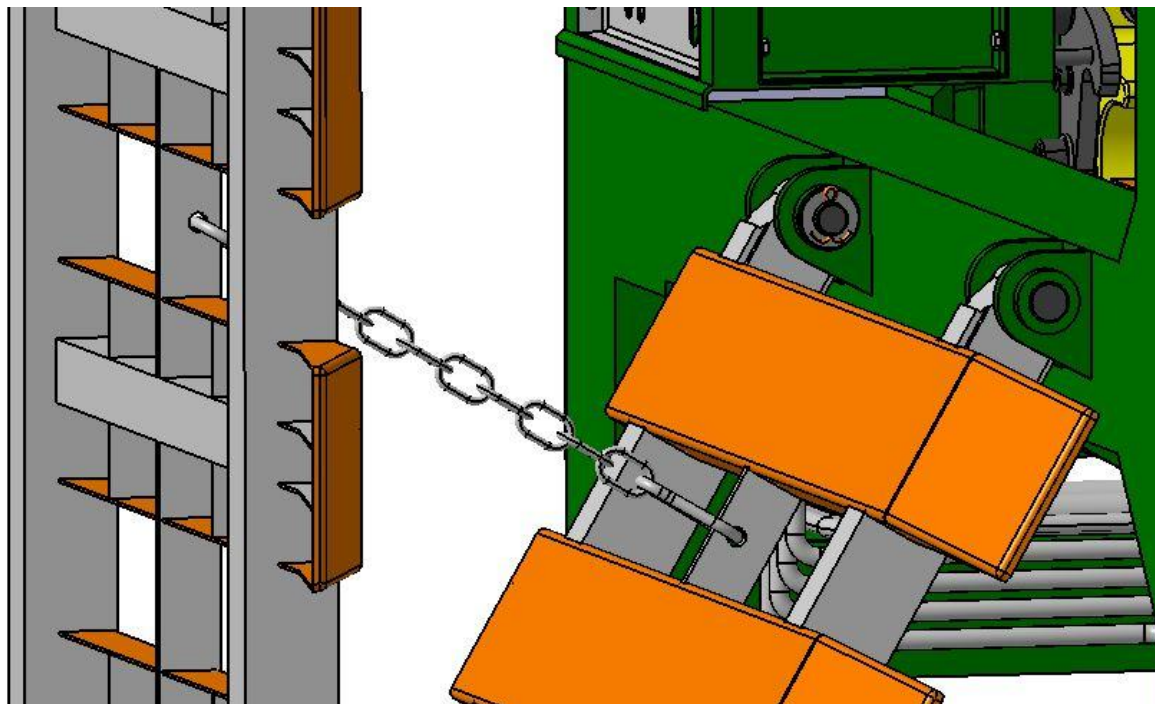


Obr. 116. Transportní poloha

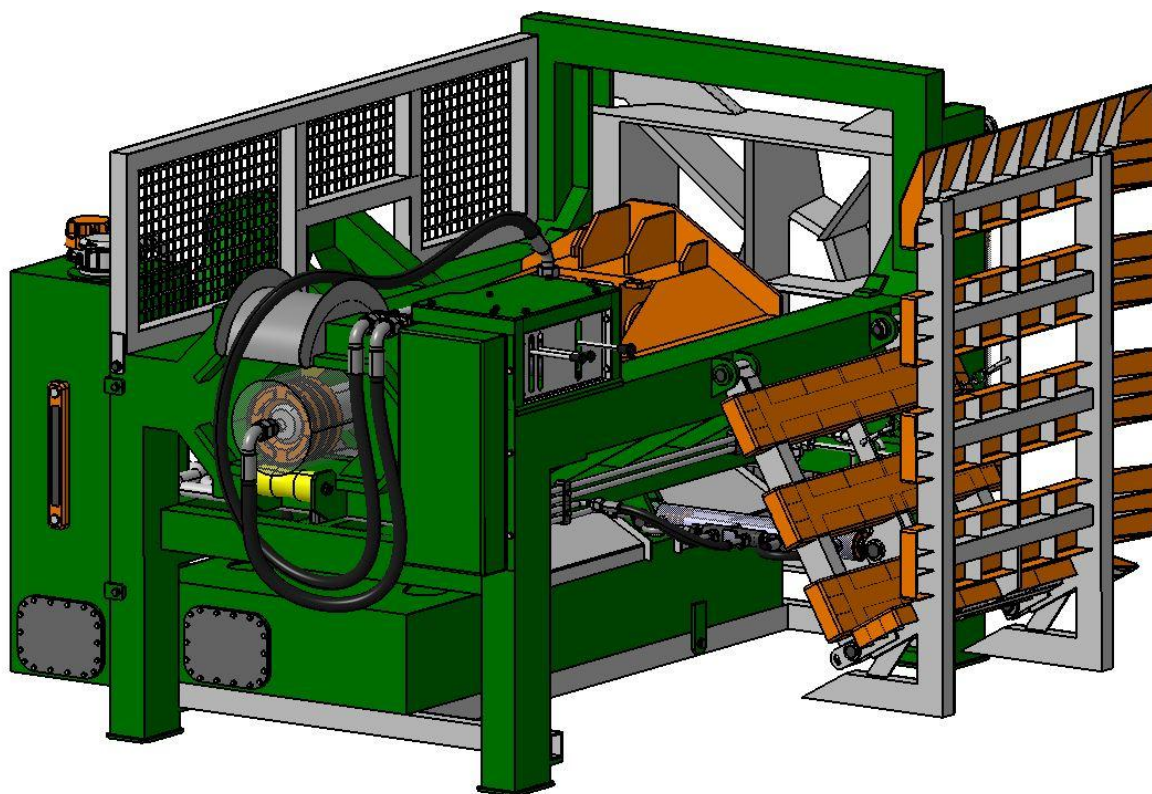


Obr. 117. Aretace tlačné desky pro transportní polohu

Pro zajištění proti zpětnému rozložení při transportu byl použit řetěz s karabinami.



Obr. 118. Zajištění zvedacího stolu při transportu



Obr. 119. Celkový pohled na štípač v transportní poloze

ZÁVĚR

V první části práce byla vypracována literární rešerše, která tvoří přehled nejrůznějších strojních, ale i ručních typů, způsobů a koncepcí mechanismů štípaní palivového dřeva. Zejména jsou popsány hydraulické štípače, jejich pohony, typy nosných konstrukcí, štípací klíny, příslušenství, apod. Závěr první části popisuje komponenty hydraulických obvodů, jejich zapojení, apod.

Druhá část práce, je věnována samotnému návrhu, výpočtům a popisu jednotlivých komponent hydraulického štípače. Byl navržen hydraulický štípač horizontální konstrukce s tlačnou deskou do třibodového závěsu traktoru se štípací silou 400 kN pro kláty do průměru 600 mm s maximální délkou 800 mm. Štípané kláty dřeva jsou děleny pomocí speciální polohovatelné štípací mříže se dvěma štípacími kříži. Horní kříž je určen pro kláty až do průměru 600 mm, které lze dělit na 12 dílů. Po vysunutí štípací mříže, lze použít druhý kříž, který je určen pro kláty do průměru 350 mm s dělením na 6 dílů.

Pro ulehčení práce a námahy při práci, byl navržen speciální zvedací stůl, který tvoří lomenou plošinu s délkami stran 800x800x800 mm. Stůl je navržen pro 8 klátů o průměru 450 mm s délkou 400 mm, jež zvedne do horní polohy břemeno o celkové hmotnosti až 600 kg přibližně za 3 s.

Výkon pro chod stroje je přenášen přes kardan, z vývodové hřídele traktoru, na šestidrážkovou ISO koncovku se střížným kolíkem, uložené v ložiskovém domku, na hřídel hydrogenerátoru.

Celé zařízení disponuje vlastním hydraulickým okruhem s vlastní nádrží. Pohon lineárních přímočarých hydromotorů zajišťují 2 hydrogenerátory tandemovém uspořádání. Pro ovládání hydromotorů byly voleny 2 typy rozvaděčů. První typ pro hlavní hydromotor, je speciální čtyřpolohový rozvaděč, určený pro štípače dřeva, s polohou diferenciálního zapojení pístu a aretací pro zpětný pohyb pístu hydromotoru. Druhý typ, je standardní třípolohový rozvaděč pro ovládání hydromotorů polohy zvedacího stolu a štípací mříže. Hydromotory zvedacího stolu a štípací mříže byly osazeny hydraulickými zámky, které brání samovolnému pohybu hydromotoru vlivem vnějších sil, tj. zamezuje tzv. padání.

Praktická část práce je doplněna mnoha snímky z 3D modelu, vytvořeného v programu Catia V5R19, jež dodávají celé práci podobu o mé konstrukci hydraulického štípače.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PECINA, P., PECINA, J. Materiály a technologie - dřevo, Brno, 2006. ISBN 80-210-4013-0.
- [2] Fototapeta Les • Pixers® • Žijeme pro změnu. *Pixers® • Žijeme pro změnu* [online]. Copyright © Pakhnyushchyy [cit. 13.12.2018]. Dostupné z: <https://pixers.cz/fototapety/les-66883526>
- [3] PROŘEZÁVKA | vimecoslesem.cz. *VÍME CO S LESEM* | *vimecoslesem.cz* [online]. Copyright © 2016 [cit. 13.12.2017]. Dostupné z: <http://vimecoslesem.cz/sluzby/prorezavka/>
- [4] Značky na stromech - Ostrov nápadů. *Ostrov nápadů - inspirace pro tábornické a zálesácké oddíly* [online]. Copyright © 2018 [cit. 18.04.2018]. Dostupné z: <http://ostrovnapedu.cz/znacky-na-stromech/>
- [5] Husqvarna Dealer in CT, Mowers, Landscaping Power Equipment | Construction Materials. *Construction Materials Inc. | Tools, Equipment & Supplies* [online]. Copyright © Copyright Construction Materials, Inc [cit. 18.04.2019]. Dostupné z: <http://constructionmaterials-ct.com/our-brands/husqvarna-dealer-ct/>
- [6] Stihl Petrol Chainsaw MS251 C-BE - 18 inch Bar. *Seddons Direct* [online]. Copyright © [cit. 18.04.2018]. Dostupné z: <http://www.seddondirect.co.uk/stihl-petrol-chainsaw-ms251-c-be-18-quot-bar.html>
- [7] Lesy ČR těží dřevo na „našich“ pozemcích, stěžuje si církev — ČT24 — Česká televize. *Česká televize* [online]. Copyright © [cit. 18.04.2018]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/1074941-lesy-cr-tezi-drevo-na-nasich-pozemcich-stezuje-si-cirkev>
- [8] NP Šumava chce pro práci v lese více využívat koně | Strakonice Online. *Strakonice Online* [online]. Copyright © PublicMC 2005 [cit. 19.04.2018]. Dostupné z: <http://www.strakoniceonline.cz/clanky/np-sumava-chce-pro-praci-v-lese-vice-vyuzivat-kone/>

- [9] DOPRAVA DŘEVA « DŘEVO VYSOČINA | palivové dřevo Žďár nad Sázavou. *DŘEVO VYSOČINA | palivové dřevo Žďár nad Sázavou* [online]. Copyright © 2019 Dřevo Vysočina a.s. [cit. 19.04.2019]. Dostupné z: <http://www.drevovysocina.cz/cinnosti/stredisko-dopravy-dreva/>
- [10] Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví, verze 2002 :: Nejedlý a syn v.o.s., Lesní práce Krkonoše. *Nejedlý a syn v.o.s., Lesní práce Krkonoše* [online]. Copyright © 2008 Všechna práva vyhrazena. [cit. 19.04.2018]. Dostupné z: <https://www.nejedlyasyn.com/products/doporucena-pravidla-pro-mereni-a-trideni-drivi-verze-2002/>
- [11] Pojmy:Jppalivovedrevo. *Kvalitní palivové dřevo pro Jižní a Střední Čechy. Velký sortiment produktů. Od kamionový odběrů palivového dřeva až po štípané palivové dřevo do krbů a kotlů. Působíme v oblasti Písku, Příbrami, Strakonice.* [online]. [cit. 19.04.2018] Dostupné z: <https://www.jppalivovedrevo.cz/pojmy/>
- [12] Prodej dřeva – řeziva – Dřevospektrum Rakovník - Palivové dřevo. *Prodej řeziva | Dřevospektrum Rakovník | Truhlárna - pila* [online]. Copyright © 2015 [cit. 19.04.2018]. Dostupné z: <http://www.drevospektrum.cz/palivove-drevo>
- [13] Vztah prmr a prms - Palivo Česká Skalice, odborná správa lesa, autodopravaPalivo Česká Skalice, odborná správa lesa, autodoprava. *Home - Palivo Česká Skalice, odborná správa lesa, autodopravaPalivo Česká Skalice, odborná správa lesa, autodoprava | Odborný lesní hospodář, prodej palivové dřeva, briket, nákladní doprava* [online]. [cit. 19.04.2018] Dostupné z: <https://www.poloncek.cz/prodej-palivoveho-dreva/vztah-prms-a-prmr/>
- [14] Free photo: Tree Trunks, Annual Rings, Wood - Free Image on Pixabay - 245748. Free Images - Pixabay [online]. Copyright © 2017 Pixabay [cit. 13.12.2017]. Dostupné z: https://pixabay.com/p-245748/?no_redirect
- [15] Palivové dřevo a vše o něm. *Levně palivové dřevo pro Brno* [online]. Copyright © 2016 [cit. 24.04.2018]. Dostupné z: <https://www.drevomorava.cz/inpage/vse-o-palivovem-drivi/>

- [16] Výchřevnost dřeva | Dřevorubec.cz | DEBUG MODE. *Rizikové kácení stromů, prořezávání, výškové práce, arboristika | DEBUG MODE* [online]. Copyright © 2007 [cit. 25.04.2018]. Dostupné z: <http://www.drevorubec.cz/prodej-dreva/vyhrevnost-dreva>
- [17] *Dřevařská technická příručka*. Praha: SNTL, 1970, 743, [4] s. Řada dřevařské literatury.
- [18] Display e-study documents. *University information system MENDELU* [online]. [cit. 25.4.2018] Dostupné z: <https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/index.pl?cast=9192>
- [19] PROKEŠ, Stanislav. *Obrábění dřeva a nových hmot ze dřeva*. Vyd. 3, nezměn. Praha: SNTL, 1982, 584 s. Redakce literatury spotřebního průmyslu.
- [20] Náradí Fiskars na zpracování dřeva | Fiskars-online.cz. *Náradí Fiskars pro kutily i profíky | Fiskars-online.cz* [online]. Copyright © 2017 [cit. 02.05.2018]. Dostupné z: <https://www.fiskars-online.cz/zpracovani-dreva>
- [21] Štípací klín je věda, na jeho konstrukci závisí pohodlí při přípravě dřeva – Novinky.cz . *Novinky.cz – nejčtenější zprávy na českém internetu* [online]. Copyright © 2003 [cit. 02.05.2018]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/bydleni/zahrada/434175-stipaci-klin-je-veda-na-jeho-konstrukci-zavisi-pohodli-pri-priprave-dreva.html>
- [22] Wood Splitter Plans (Build it Yourself). *Wood Splitter Plans (Build it Yourself)* [online]. Copyright © Website Copyright Protected All Rights Reserved Wood-SplitterPlans.Com [cit. 02.05.2018]. Dostupné z: <http://woodsplittersplans.com/>
- [23] Forest Master DUO10T Hydraulic Duocut Manual Wood Log Splitter Cutter Axe 10 Ton « Buyaparcel. *Buyaparcel* [online]. Copyright © Buyaparcel 2018 [cit. 03.05.2018]. Dostupné z: <https://www.buyaparcel.com/p/uncategorized/forest-master-duo10t-duocut-manual-wood-log-splitter-cutter-axe-10-ton/>
- [24] Štípací trny / Kuželové štípače - *Kovoobráběčství KOVO BUDIŠOV s.r.o.* [online]. Copyright © 2018 [cit. 04.05.2018] Dostupné z: <http://kovo-budisov.cz/eshop/cs/7-stipaci-trny-kuzelove-stipace>
- [25] Ferove lesné špecialy [online]. Copyright © 2019 eStránky.cz [cit. 04.05.2019]. Dostupné z: <http://www.ferovelesnespecialy.estranky.cz/>

- [26] Dr Rapidfire Splitter Log - www.bilderbeste.com - die beste bilder seite! [online]. Copyright © [cit. 9.1.2019]. Dostupné z: <https://www.bilderbeste.com/foto/dr-rapidfire-spiliter-log-62.html>
- [27] Łuparka - Obrazek, fotka, zdjecie, photo #685728 - Galeria rolnicza agrofoto. *AgroFoto.pl - forum i galeria rolnicza* [online] [cit. 9.1.2019]. Dostupné z: <https://www.agrofoto.pl/forum/gallery/img/685728>
- [28] Scheppach Katalog online | scheppach.com. *Scheppach online katalog 2018* [online]. Dostupné z: <https://www.scheppach.com/Kataloge.aspx>
- [29] BALFOR Štípačky na dřevo. *BALFOR Štípačky na dřevo* [online]. Copyright © SB [cit. 16.01.2019]. Dostupné z: <http://www.ballario-forestello.cz/>
- [30] Log Splitter | 37 Ton Gas Powered Honda Engine | 4-Way Blades | RuggedMade. *Log Splitters & Plate Compactors / Parts / Wood Splitters / RuggedMade* [online]. Copyright © 2007 [cit. 17.01.2019]. Dostupné z: <https://www.ruggedmade.com/37-ton-log-splitter-horizontal-vertical-honda-48-563-537-hd09pc-16.html>
- [31] Přepínání motoru hvězda - trojúhelník - mylms. *mylms* [online]. Copyright © mylms.cz 2006 [cit. 18.01.2019]. Dostupné z: <https://www.mylms.cz/text-prepinani-motoru-hvezda-trojuhelnik/>
- [32] CMI Benzinový štípač dřeva 10 t nakoupit u OBI. *OBI - vše pro byt, dům, stavbu a zahradu* [online]. Copyright © OBI [cit.20.1.2019]. Dostupné z: <https://www.obi.cz/stipace-dreva/cmi-benzinovy-stipac-dreva-10-t/p/4434643>
- [33] LUPOMĚCH, František. *Opravy traktorů Zetor: praktická příručka pro modely traktorů Z 2011 - Z 6945*. 4., dopl. vyd. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2422-2.
- [34] AgKing / *Tractors and Agricultural Implements* [online]. Copyright ©M [cit. 09.02.2019]. Dostupné z: <https://agking.com.au/wpcontent/uploads/2018/12/trac-tor-pto-log-splitter.jpg>
- [35] Štípače dřeva Bystron - Integrace s.r.o.. *Nabídka produktů Bystron - Integrace s.r.o.* [online]. Copyright © 2017 [cit. 11.02.2019]. Dostupné z: <http://www.bystron.cz/produkty/kategorie/16/stipace-dreva/>

- [36] Profi štípačka Lumag HEZ-22 | Německá kvalita za rozumnou cenu to je lumag.cz. *Německá kvalita za rozumnou cenu to je lumag.cz* [online]. Copyright © Lumag [12.2.2019]. Dostupné z: <https://www.lumag.cz/profi-stipacka-lumag-hez-22?tab=download>
- [37] LUPOMĚCH, František. *Traktory Zetor: modelové řady Z 5011-Z 7341 (r.v. 1980-2004) : konstrukce, údržba, seřizování a zaměnitelnost dílů*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010. 392 s. ISBN 9788025126400.
- [38] 26 Ton Vertical-Horizontal Log Splitter - BHVH2616GX | Iron and Oak. *Commercial Horizontal/Vertical Log Splitters at Iron and Oak* [online]. Copyright © 2019 [cit. 16.02.2019]. Dostupné z: <https://www.ironandoak.com/vhmodels/26ton>
- [39] Hydraulic Log Splitters - Small Holder Equipment. *We are dedicated to supplying a full range of Small Holder Equipment. - Small Holder Equipment* [online]. Copyright © 2015 smallholderequipment.co.uk [cit. 16.02.2019]. Dostupné z: <https://www.smallholderequipment.co.uk/hydraulic-log-splitters-5567>
- [40] Log splitter for tractor: HORIZONTAL F80 - Rabaud. *Conception et vente de matériels agricoles, forestiers, BTP, viticoles et espaces-verts - Rabaud* [online]. Copyright © RABAUD [cit. 16.02.2019]. Dostupné z: <https://www.rabaud.com/en/products/log-splitter/log-splitter-for-tractor-horizontal-f80.html>
- [41] Log Splitter 37 Ton with Hydraulic Log Lifter | Trade Me. *Buy online and sell with NZ's #1 auction & classifieds site | Trade Me* [online]. Copyright © 2019 Trade Me Limited [cit. 17.02.2019]. Dostupné z: <https://www.trademe.co.nz/business-farming-industry/farming-forestry/other/listing-1956950006.htm>
- [42] Štípačka dřeva KR PAN CV 26 | Interforst. *Interforst - Váš partner pro elektrické ruční nářadí, les a zahradu* [online]. Copyright © 2019 [cit. 18.02.2019]. Dostupné z: <https://www.interforst.cz/det/stipacka-dreva-krpan-cv-26>
- [43] Ručná hydraulická štípačka - YouTube. *YouTube* [online]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=h0GrQZdI_Cg
- [44] VOLEK, František. *Základy konstruování a části strojů II*. Vyd. 1. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 2003, 89 s. Učební texty vysokých škol ISBN 80-7318-111-8.

- [45] PIVONKA, Josef. *Tekutínové mechanismy*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1987, 623 s.
- [46] Zubové čerpadlo – Wikipedie. [online].[cit. 20.2.2019] Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Zubov%C3%A9_%C4%8Derpadlo
- [47] Tandemová čerpadla - Hydrocom, spol. s r.o.. *Hydraulická čerpadla, systémy a agregáty - Hydrocom, spol. s r.o.* [online]. Copyright © [cit. 20.02.2019]. Dostupné z: <https://www.hydrocom.cz/tandemova-cerpadla>
- [48] Přímočarý hydromotor PH-1-AMP. *Úvod* [online]. Copyright © [cit. 28.02.2019]. Dostupné z: <http://www.amp-hydraulika.cz/index.php/katalog/hydraulicke-valce/primocary-hydromotor-ph-1-amp>
- [49] Hydraulické válce české výroby - Hydraulics s.r.o.. *Hydraulické válce české výroby - Hydraulics s.r.o.* [online]. Copyright © 2017, HYDRAULICS s.r.o. [cit. 28.02.2019]. Dostupné z: <https://www.hydraulics.cz/>
- [50] Rerosa - prodej a servis hydraulických válců. *Rerosa - prodej a servis hydraulických válců* [online]. Copyright © 2017 [cit. 06.03.2019]. Dostupné z: <http://rerosa.cz/>
- [51] DILLINGER, Josef. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Praha: Europa-Sobotáles, 2007, 608 s. ISBN 978-80-86706-19-1.
- [52] PACIGA, Alexander a Jaroslav IVANTYŠYN. *Tekutínové mechanismy*. Bratislava: Alfa, 1985, 285 s.
- [53] KŘÍŽ, Rudolf, Jaroslav SVOBODA a Karel WEIGNER. *Stavba a provoz strojů. III, Mechanismy*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1979, 164 s. Řada strojírenské literatury. ISBN (váz.).
- [54] LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky. 3., dopl. vyd.* Praha: Scientia, 1999, 985 s. ISBN 80-7183-164-6.
- [55] Jihostroj [online]. Dostupné z: <http://www.jihostroj.com/hydraulika/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

F_S	Štípací síla	[N]
p_1	Tlak hydraulického oleje	[MPa]
d_1	Průměr pístní tyče hlavního hydromotoru	[mm]
D_1	Průměr pístu hlavního hydromotoru	[mm]
F_{DIF}	Síla hlavního hydromotoru v diferenciálním zapojení	[N]
σ	Napětí ve vzpěru	[MPa]
λ_m	Mezní štíhlost prutu	[-]
i	Poloměr setrvačnosti	[mm]
λ	Štíhlost prutu	[-]
J	Kvadratický moment průřezu	[mm ⁴]
σ_{kr}	Kritické napětí	[MPa]
F_{kr}	Kritická síla	[N]
k	Bezpečnost na vzpěr	[N]
$d_{stř}$	Střední průměr klátu	[mm]
l_{kl}	Délka štípaného klátu	[mm]
ρ	Hustota dřeva	[kg.m ⁻³]
m	Hmotnost břemene	[kg]
F_p	Síla vyvinutá hydromotorem štípacího stolu	[N]
D_2	Průměr pístu hydromotoru štípacího stolu	[mm]
d_1	Průměr pístní tyče hydromotoru štípacího stolu	[mm]
p_2	Tlak hydraulického oleje	[mm]
F_{gm}	Tíhová síla štípací mříže	[N]
D_3	Průměr pístu hydromotoru zvedání štípací mříže	[mm]
d_3	Průměr pístní tyče hydromotoru zvedání štípací mříže	[mm]
V_{g1}	Geometrický objem	[cm ³ .ot ⁻¹]
n	Pracovní otáčky	[ot.min ⁻¹]
p_{1vyst}	Výstupní tlak	[MPa]
η_v	Objemová účinnost	[-]
η_m	Mechanická účinnost	[-]
η_c	Celková účinnost	[-]
P_{p1}	Příkon hydrogenerátoru Q2-82	[kW]

Q_{V1}	Objemový průtok hydrogenerátoru Q2-82	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
M_k	Krouticí moment na hřídeli hydrogenerátoru	$[N \cdot m]$
t	Doba zvedání břemene	$[s]$
s	Délka zdvihu pístu hydromotoru pracovního stolu	$[mm]$
Q_{V2}	Objemový průtok hydrogenerátoru Q2-13,5	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
v_1	Rychlost vysouvání hlavního hydromotoru	$[m \cdot s^{-1}]$
v_2	Rychlost vysouvání hlavního hydromotoru při dif. zapoj.	$[m \cdot s^{-1}]$
v_3	Rychlost zasouvání hlavního hydromotoru	$[m \cdot s^{-1}]$
v_{ZS1}	Rychlost vysouvání hydromotoru zvedacího stolu	$[m \cdot s^{-1}]$
v_{ZS2}	Rychlost zasouvání hydromotoru zvedacího stolu	$[m \cdot s^{-1}]$
V_{SM1}	Rychlost zvedání štípací mříže	$[m \cdot s^{-1}]$
V_{SM2}	Rychlost spouštění štípací mříže	$[m \cdot s^{-1}]$
D_n	Světlost potrubí	$[mm]$
v_s	Rychlost proudění v sacím potrubí	$[m \cdot s^{-1}]$
$Q_{V6/4}$	Celkový průtok v potrubí 6/4	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
$v_{s6/4}$	Průtoková rychlost v sacím potrubí 6/4	$[m \cdot s^{-1}]$
$v_{s5/4}$	Průtoková rychlost v sacím potrubí 5/4	$[m \cdot s^{-1}]$
$v_{s1/2}$	Průtoková rychlost v sacím potrubí 1/2	$[m \cdot s^{-1}]$
$v_{v3/4}$	Průtoková rychlost v tlakovém potrubí 3/4	$[m \cdot s^{-1}]$
$v_{v3/8}$	Průtoková rychlost v tlakovém potrubí 3/8	$[m \cdot s^{-1}]$
Q_{VCELK}	Celkový průtok hydrogenerátorů	$[dm^3 \cdot min^{-1}]$
V_{NUZ}	Užitečný objem nádrže	$[dm^3]$
V_{NSKUT}	Skutečný objem nádrže	$[dm^3]$
σ_{DO}	Dovolené napětí v ohybu	$[MPa]$
P	Dimenzovaný výkon	$[W]$
d_s	Střížný průměr hřídele náhonu	$[mm]$
D_t	Vnější průměr trubky	$[mm]$
R_m	Mez pevnosti ve stříhu	$[MPa]$
τ_{ps}	Mez pevnosti ve stříhu	$[MPa]$
d_k	Průměr střížného kolíku	$[mm]$
p_1	Otlačení trubka – kolík	$[MPa]$
p_2	Otlačení hřídel - kolík	$[MPa]$

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Hospodářský les [2]</i>	13
<i>Obr. 2. Prořezávka mladého lesa [3]</i>	14
<i>Obr. 3. Označení stromu červeným terčíkem ke kácení [4]</i>	15
<i>Obr. 4. Kácení stromu [5]</i>	15
<i>Obr. 5. Ořez větví [6]</i>	16
<i>Obr. 6. Značení kmenů [7]</i>	16
<i>Obr. 7. Přibližování dřeva [8]</i>	17
<i>Obr. 8. Nakládání dřeva [9]</i>	17
<i>Obr. 9. Prostorový metr rovnaný [12]</i>	19
<i>Obr. 10. Nасыpané štípané palivové dřevo [13]</i>	19
<i>obr. 11. Letokruhy dřeva [14]</i>	20
<i>obr. 12. Podélný řez [1]</i>	21
<i>obr. 13. Tečný řez [1]</i>	21
<i>obr. 14. Příčný řez [1]</i>	21
<i>Obr. 15. Tvar vzorku pro zkoušku štípatelnosti [18]</i>	23
<i>Obr. 16. Štípací sekera Fiskars s parabolickým klínem [21]</i>	27
<i>Obr. 17. Štípací kladivo [21]</i>	28
<i>Obr. 18. Štípací klíny – Husqvarna – Fiskars - Stihl [21]</i>	29
<i>Obr. 19. Ruční mechanický štípač dřeva [23]</i>	29
<i>Obr. 20. Ruční hydraulický štípač [24]</i>	30
<i>Obr. 21. Štípací kužel [25]</i>	31
<i>Obr. 22. Kuželový štípač za traktor [25]</i>	31
<i>Obr. 23. Schéma štípače s ozubenou hřebenovou tyčí [26]</i>	32
<i>Obr. 24. Štípač s klikovým mechanismem [27]</i>	33
<i>Obr. 25. Horizontální štípač dřeva určený pro hobby použití [29]</i>	34
<i>Obr. 26. Profesionální horizontální hydraulický štípač se štípacím křížem [30]</i>	36
<i>Obr. 27. Hobby vertikální hydraulický štípač se štípací věží [29]</i>	37
<i>Obr. 28. Univerzální profesionální hydraulický štípač [31]</i>	38
<i>Obr. 29. Fáze štípaní ručního hydraulického štípače [44]</i>	39
<i>Obr. 30. Třífázový asynchronní elektromotor [29]</i>	41
<i>Obr. 31. Benzínový motor o výkonu 5 kW [33]</i>	41
<i>Obr. 32. Pohon hydrogenerátoru štípače vývodovou hřídelí traktoru [35]</i>	42

<i>Obr. 33. Připojení štípače pomocí rychlospojek k hydraulickému okruhu traktoru [36].....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 34. Kombinace pohonu elektromotorem s pohonem vývodovou hřídelí traktoru [37].....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 35. Uchycení rámu štípače do tříbodového závěsu traktoru [36]</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 36. Manipulace s hobby vertikálním štípačem [29]</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 37. Hydraulický štípač na vlastním podvozku v provedení za automobil [39]</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 38. Jednobřítý úzký štípací klín [29]</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 39. Jednobřítý široký štípací klín [40, 29]</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 40. Vícebřítý štípací klín [29].....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 41. Štípací mříž [41].....</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 42. Štípač se sklopným zvedacím stolem [42]</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 43. Profesionální hydraulický štípač s navijákem [43].....</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 44. Profesionální hydraulický štípač s hydraulickou rukou [41].....</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 45. Hydraulický obvod [28]</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 46. Model zubového hydrogenerátoru s vnějším ozubením [46]</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 47. Schéma funkce zubového hydrogenerátoru s vnějším ozubením [46].....</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 48. Tříproudý zubový hydrogenerátor v tzv. tandemovém provedení [47]</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 49. Řez lineárním přímočarým dvojjinným hydromotorem [48]</i>	<i>57</i>
<i>Obr. 50. Standardní lineární přímočarý hydromotor s tlumením bez regulace [45]</i>	<i>58</i>
<i>Obr. 51. Způsoby uložení lineárních přímočarých hydromotorů [45]</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 52. Schéma šoupátkového rozvaděče [28]</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 53. Schéma ručně ovládaného čtyřpolohového rozvaděče s dif. zapojením [45]</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 54. Ruční dvoucestný čtyřpolohový rozvaděč [50]</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 55. Poloha filtrů v hydraulickém obvodu [53]</i>	<i>61</i>
<i>Obr. 56. Příklady koncovek hydraulických hadic [50].....</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 57. Hydraulická rychlospojka v sepnutém stavu [51]</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 58. Příklady montáže hydraulických hadic [51]</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 59. Schéma zásobníku hydraulické kapaliny [45]</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 60. Celkový pohled na sestavu hydraulického štípače</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 61. Lineární přímočarý hydromotor ZH2-C 160/90x800 R</i>	<i>68</i>
<i>Obr. 62. Schéma zvedacího stolu s kláty</i>	<i>70</i>
<i>Obr. 63. Rozklad působících sil zvedacího stolu</i>	<i>70</i>

<i>Obr. 64. Lineární přímočarý hydromotor ZH2 50/28x380 K</i>	72
<i>Obr. 65. Lineární přímočarý hydromotor ZH2 32/20x500 K</i>	74
<i>Obr. 66. Schéma štípací mříže</i>	75
<i>Obr. 67. Zubový hydrogenerátor Jihostroj</i>	79
<i>Obr. 68. Sací potrubí</i>	82
<i>Obr. 69. Schéma zapojení rozvaděče P81-RS-G [50]</i>	85
<i>Obr. 70. Hydraulický rozvaděč P81-RS-G</i>	85
<i>Obr. 71. Schéma zapojení rozvaděče HDM11P/2 K0415/AA01A01 L100</i>	86
<i>Obr. 72. Hydraulický rozvaděč HDM11P/2 K0415/AA01A0 L100 + AL001</i>	86
<i>Obr. 73. Schéma zapojení hydraulického zámku VZD10 do obvodu</i>	87
<i>Obr. 74. Upevnění hydraulického zámku VZD10 na hydromotor zvedacího stolu</i>	87
<i>Obr. 75. Hydraulické nádrže</i>	89
<i>Obr. 76. Komponenty nádrže</i>	90
<i>Obr. 77. Schéma zapojení hydraulického obvodu štípače</i>	91
<i>Obr. 78. 3D vizualizace hydraulického obvodu</i>	92
<i>Obr. 79. Rám štípače</i>	93
<i>Obr. 80. Rám štípače</i>	94
<i>Obr. 81. Statistika vytvořené sítě</i>	94
<i>Obr. 82. Zatížení a uchycení na vysíťovaném modelu</i>	95
<i>Obr. 83. Hodnoty napětí při zatížení v zadní části rámu dle Von Misesse</i>	95
<i>Obr. 84. Hodnoty napětí při zatížení v rámu dle Von Misesse</i>	96
<i>Obr. 85. Celkové posunutí</i>	96
<i>Obr. 86. Postup modelování a dimenzování rámu</i>	97
<i>Obr. 87. Štípací mříž</i>	98
<i>Obr. 88. Rozvržení mříže</i>	99
<i>Obr. 89. Statistika vytvořené sítě</i>	99
<i>Obr. 90. Zatížení a uchycení na vysíťovaném modelu</i>	100
<i>Obr. 91. Hodnoty napětí při zatížení mříže dle Von Misesse</i>	100
<i>Obr. 92. Celkové posunutí</i>	101
<i>Obr. 93. Tlačná deska</i>	102
<i>Obr. 94. Vyztužení vnitřní části tlačné desky</i>	103
<i>Obr. 95. Statistika vytvořené sítě</i>	103
<i>Obr. 96 – Zatížení a uchycení na vysíťovaném modelu</i>	104

<i>Obr. 97. Hodnoty napětí při zatížení v tlačné desce dle Von Misesse</i>	104
<i>Obr. 98. Zvedací stůl.....</i>	105
<i>Obr. 99. Vyztužení.....</i>	105
<i>Obr. 100. Naklápění stolu.....</i>	106
<i>Obr. 101. Schéma trubkové spojky</i>	106
<i>Obr. 102. Uložení hřídele náhonu hydrogenerátoru</i>	108
<i>Obr. 103. Ochranná mříž.....</i>	108
<i>Obr. 104. Umístění krytů stroje</i>	109
<i>Obr. 105. Kryty stroje</i>	109
<i>Obr. 106. Krycí plech nádrže.....</i>	110
<i>Obr. 107. Kryt náhonu hřídele hydrogenerátoru</i>	110
<i>Obr. 108. Popis ovládacích pák rozvaděčů</i>	111
<i>Obr. 109. Pracovní poloha</i>	112
<i>Obr. 110. Zajištění západkami proti posunu</i>	112
<i>Obr. 111. Dolní poloha zvedacího stolu</i>	113
<i>Obr. 112. Horní vodorovná poloha zvedacího stolu</i>	113
<i>Obr. 113. Horní maximální poloha stolu.....</i>	113
<i>Obr. 114. Transportní poloha.....</i>	114
<i>Obr. 115. Odjištění západky, rolna válce hydromotoru</i>	114
<i>Obr. 116. Transportní poloha.....</i>	115
<i>Obr. 117. Aretace tlačné desky pro transportní polohu</i>	115
<i>Obr. 118. Zajištění zvedacího stolu při transportu.....</i>	116
<i>Obr. 119. Celkový pohled na štípač v transportní poloze</i>	116

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Jakostní třídění listnatého dřeva [10]</i>	18
<i>Tab. 2. Odolnost vybraných druhů dřev proti štípání [19]</i>	23
<i>Tab. 3. Hustoty vybraných dřev [16]</i>	24
<i>Tab. 4. Výhřevnost vybraných paliv [16]</i>	25
<i>Tab. 5. Výhřevnost vybraných dřevin [17]</i>	25
<i>Tab. 6. Vliv vlhkosti na výhřevnost a hmotnost měkkého dřeva [16]</i>	26
<i>Tab. 7. Trubky pro hydraulické rozvody [51]</i>	62
<i>Tab. 8. Vstupní hodnoty pro výpočet sil zvedacího stolu</i>	71

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1: Výkresová dokumentace, vložená do desek.