

OBRACEČ SENA

František Koller

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **František Koller**
Osobní číslo: **T16078**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Obraceč sena**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracujte literární studii a analýzu současného stavu..**
- 2. Navrhněte konstrukční řešení stroje pro šířku obracení 2200 mm.**
- 3. Zhotovte výrobní dokumentaci.**

Rozsah bakalářské práce: **cca 60 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské 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 bakalářské práce: **Ing. František Volek, CSc.**
Ústav výrobního inženýrství
Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2019**

Ve Zlíně dne 19. 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 užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 15. 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 nevýdělečně 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

Bakalářská práce se zabývá návrhem a konstrukcí obraceče sena.

Teoretická část je zaměřena na rozdělení a popis obracečů dle jejich konstrukce.

V praktické části je řešen návrh a konstrukce samotného obraceče, který byl vytvořen v 3D softwaru Autodesk Inventor 2019. Práce dále obsahuje výpočty a výkresovou dokumentaci.

Klíčová slova: Obraceč sena, řemenový převod, kroutící moment, pohon, mechanismus, traktor

ABSTRACT

My bachelor's thesis describes the design and construction of a haymaker.

The theoretical part of the thesis focuses on the distribution and description of the haymakers according to construction.

The practical part solves the design and construction of the haymaker created in 3D software Autodesk Inventor 2019. Work also contains calculations and drawing documentation.

Keywords: Haymaker, drive belt, torque moment, drive, mechanism, tractor

Tímto děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Františku Volkovi, CSc. za poskytnutí odborných rad a cenných připomínek při vypracování a tvorbě bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, která mě při studiu podporovala.

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

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 OBRACEČ SENA (OBRACEČ PÍCE).....	13
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY, ÚČEL.....	13
1.1.1 Pohon a zajištění správné polohy obracečů	14
1.2 ROZDĚLENÍ OBRACEČŮ PODLE KONSTRUKCE	15
1.2.1 Bubnové obraceče	15
1.2.2 Paprskové obraceče	16
1.2.3 Rotorové obraceče.....	16
1.3 FUNKCE.....	17
1.3.1 Obracení	17
1.3.2 Rozhazování	18
1.3.3 Řádkování	18
2 MECHANICKÉ PŘEVODY	19
2.1 ÚČEL PŘEVODŮ A ZÁKLADNÍ POJMY	19
2.2 DRUHY PŘEVODŮ	19
2.3 PŘEVODOVÝ POMĚR	20
3 ŘEMENOVÉ A LANOVÉ PŘEVODY.....	22
3.1 PRINCIP, VÝHODY A NEVÝHODY	22
3.2 DRUHY ŘEMENŮ PODLE TVARU	23
3.2.1 Materiály, vlastnosti a složení řemenů.....	25
3.2.1.1 Ploché řemeny:	26
3.2.1.2 Klínové řemeny:	27
3.3 ŘEMENICE A LANOVÉ KLDKY	28
3.3.1 Materiál řemenic	29
3.3.2 Konstrukční provedení řemenic pro klínové řemeny.....	30
4 MECHANISMY	31
4.1 V PRAXI POUŽÍVANÉ MECHANISMY	31
4.2 KLOUBOVÉ MECHANISMY	31
Příklady kloubových mechanismů	32
4.2.1 Kloubové hřídele	33
4.2.1.1 Kardanova hřídel.....	34
5 PRUŽINY.....	37
5.1 KOVOVÉ PRUŽINY	37
5.1.1 Princip, základní vlastnosti	37
5.1.2 Používané pružiny v praxi.....	38
5.1.3 Charakteristika a materiály kovových pružin	41
5.1.3.1 Charakteristika pružiny.....	41
5.1.3.2 Materiály kovových pružin.....	42

5.2	SPECIÁLNÍ TYPY PRUŽIN	42
5.2.1	Torzní (zkrutné) tyče	42
5.2.2	Pryžové pružiny	42
5.2.2.1	Silentbloky	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST	44
6	CÍL PRÁCE	45
6.1	KONCEPCE NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ	45
6.2	TECHNICKÉ PARAMETRY	45
7	ČÁSTI STROJE	46
7.1	SESTAVA OBRACEČE	46
7.1.1	Rám obraceče	48
7.1.2	Rám obraceče s navařenými celky	49
7.1.3	Zavěšení předního pojezdového kola	50
7.1.4	Zavěšení zadního pojezdového kola	51
7.1.5	Držák napínacích kladek	52
7.1.6	Čepy	52
7.1.7	Plechý	54
7.1.8	Krycí plechy	57
7.1.9	Uložení vstupního hřídele	57
7.1.10	Vstupní řemenový převod	59
7.1.11	Sestava řemenic	60
7.1.12	Řemenice	61
7.1.13	Hrabice	62
7.1.14	Nahrabovací deska	66
8	VÝPOČTY	67
8.1	VSTUPNÍ (HNACÍ) ÚSTROJÍ	67
8.1.1	Řemenový převod	67
8.1.1.1	Kroutícího moment na vstupu do řemenového převodu	67
8.1.1.2	Převodový poměr	67
8.1.1.3	Výkon na výstupu z řemenového převodu	67
8.1.1.4	Otáčky na výstupní (hnané) hřídeli	68
8.1.1.5	Kroutící moment na výstupu řemenového převodu	68
8.1.1.6	Obvodová síla na hnací řemenici	68
8.1.1.7	Obvodová síla na hnané řemenici	68
8.1.1.8	Obvodová rychlost řemene	68
8.1.1.9	Předběžná osová vzdálenost klínového řemene	68
8.1.1.10	Délka klínového řemene	68
8.1.1.11	Osová vzdálenost řemenic	69
8.1.1.12	Úhel opásání na malé řemenici	69
8.1.1.13	Ohybová frekvence	69
8.1.1.14	Pracovní předpětí řemene	69
8.1.1.15	Meze pro seřízení osové vzdálenosti	69
8.1.1.16	Výkon přenášeným jedním řemenem	69
8.1.1.17	Počet klínových řemenů	70
8.1.2	Hnací hřídel	70
8.1.2.1	Průměr hnací hřídele	70
8.1.2.2	Délka drážek	70

8.1.2.3	Délka pera	70
8.1.3	Návrh a výpočet ložisek	71
8.1.3.1	Trvanlivost ložiska 1 (v místě A)	72
8.1.3.2	Trvanlivost ložiska 2 (v místě B)	72
8.1.3.3	Ověření minimálního průměru hnací hřídele z pevnostní podmínky na ohyb	73
8.2	VÝSTUPNÍ (HNANÉ) ÚSTROJÍ	73
8.2.1	Hnaná hřídel	73
8.2.1.1	Průměr hnané hřídele	74
8.2.1.2	Délka pera	74
8.2.2	Návrh a výpočet ložisek	74
8.2.2.1	Trvanlivost ložisek	76
8.2.2.2	Ověření minimálního průměru hnané hřídele z podmínky na ohyb	76
ZÁVĚR		78
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		79
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		81
SEZNAM OBRÁZKŮ		83
SEZNAM TABULEK		86
SEZNAM PŘÍLOH		87

ÚVOD

Seno je usušená tráva neboli usušená píce. Slouží jako krmení převážně pro hospodářská zvířata a také pro zvěř žijící volně v lese. V době, kdy již není k dispozici zelená píce, například v zimě nebo v období sucha, se krmí právě senem. Seno, které se získává z druhé seče, se nazývá otava.

Samotná příprava sena začíná posečením louky ve správnou dobu. Tráva, která se pokosí, zůstane několik dní ležet na louce. Záleží ovšem na počasí. Zpravidla dochází k první seči v měsíci květnu. Během sušení se pokosená tráva v řádcích několikrát obrací. Potom je seno sbaleno zpravidla do balíků, nebo shrnuto (do kupek) a následně odvezeno do seníku. Když se seno skladuje pod širým nebem, tvoří se z něj tzv. stohy ve formě hranatých balíků.

Zpracování sena je velmi náročná práce, která zabere spoustu času. Proto se postupem času stále zjednodušuje. V dnešní době je těžká manuální práce nahrazována různými stroji.

V dřívějších dobách se k sečení používala klasická kosa. Na obracení sloužily dřevěné hrábě. V současné době kosu nahrazují bubnové sekačky připojitelné k traktorům. Hrábě jsou nyní nahrazeny strojními obraceči, které jsou rovněž připojitelné k traktorům.

Díky těmto zařízením můžeme tuto činnost zjednodušit, urychlit a provádět bezpečněji.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBRACEČ SENA (OBRACEČ PÍCE)

1.1 Základní pojmy, účel

Obraceče sena jsou stroje, které provádí shrabávání a následné obracení sena za účelem rychlého vysychání rozprostřeného sena. Tyto stroje mají vysokou výkonnost, zajištěnou poměrně velkým pracovním záběrem, velkou rychlostí pracovních nástrojů a velkou pojezdovou rychlostí v rozmezí 8-15 km/h. Relativně nešetrné působení na píci není na závalu neboť posečená píce je živá a nedochází zde k odrolu a lámání, naopak částečné rozbíjení je účelné, zvětšuje se rychlost vysychání.

Posečené seno se musí nejdokonaleji obrátit, zvednout, provzdušnit, načechrat a poté znovu uložit na zem.

Nejprve se provádí sečení sena. Potom dochází k rozhazování a následnému shrnování sena za účelem částečného zapaření sena přes noc (obdoba ručního kosení sena) a pro nařádkování usušeného sena nebo zavdlého sena před jejím sběrem a odvozem z pole.

Seno se shrnuje do řádků, nesmí dojít k zbytečnému rozlámání usušených stébel. Ztráty neshrnutí jsou přípustné do 3 procent. Tomuto musí odpovídat i výkonnost stroje (pojezdová rychlost a rychlost pracovních nástrojů). Oba typy strojů nesmí znečišťovat seno zemí. Dále se nesmí do sena dostat kameny. Na kvalitní obracení se požaduje malý záběr. Na shrnování se naopak používá velký záběr, pokud možno bez předávání suchého materiálu (nebezpečí odrolu). Proto jednoúčelové stroje dosahují lepších výsledků v kvalitě práce.



Obr. 1. Obracení sena [1]

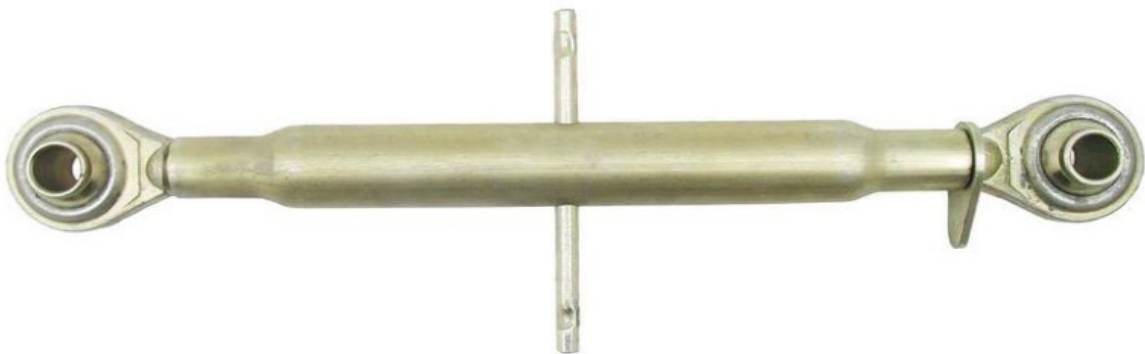


Obr. 2. Příprava na obracení [2]

1.1.1 Pohon a zajištění správné polohy obracečů

Každý obraceč se připojuje za traktor pomocí kardanového hřídele. Poloha se ustavuje za přítomnosti třetího bodu.

Obraceč bývá umístěn zpravidla za traktorem.



Obr. 3. Třetí bod [3]

1.2 Rozdělení obracečů podle konstrukce

Podle konstrukce se používají tyto obraceče:

- Bubnové
- Paprskové
- Rotorové

1.2.1 Bubnové obraceče

Hrabice z pružinové oceli vytvářejí povrch válce – bubnu, ten je poháněn od vývodového hřídele traktoru. Při obracení se buben otáčí ve směru otáčení pojezdových kol traktoru. Při shrnování jsou otáčky bubnu menší a buben se otáčí proti směru otáčení kol traktoru.

Nevýhody:

- Špatně kopírují terén
- Poškozují suché seno (způsobují jeho velké ztráty)
- Konstrukčně složité a těžké
- Poměrně náročná údržba



Obr. 4. Bubnový obraceč [4]

1.2.2 Paprskové obraceče

Jsou řešeny jako univerzální stroje, které jsou schopné obracet píci a po úpravě ji také shrnovat. Pohon je řešen od pracovního nástroje (paprskové kolo od zpracované píce). Mohou dosahovat záběru při shrnování 7,5 metrů a při obracení až 9 metrů. Při přepravě po komunikacích se sekce s paprskovými koly sklápí do svislé transportní polohy. Nevýhodou těchto strojů je, že znečišťují pícninu zeminou a zabalenými kameny. Hodí se hlavně na trvalé travní porosty, kde toto nebezpečí částečně opadá.



Obr. 5. Paprskový obraceč [5]

1.2.3 Rotorové obraceče

Slouží k obracení již rozložené píce nebo k rozhozu řádků (čechrání). Záběr stroje se mění s počtem přítomných rotorů, kterých může být až 8 (záběr až 10 metrů). Rotory pracují v páru a otáčejí se proti sobě. Při práci zabírají hrabice proti sobě na přední straně rotoru a posunují ho proti sobě. Transportují se za traktorem. Zpravidla hydraulickým mechanismem se sklopí krajní sekce do svislé polohy tak, aby se přepravní šířka zmenšila. Tyto stroje jsou vhodné do výnosných porostů, kde spolehlivě hmotu provzdušní i obrátí. Jejich výhodou je ta, že dobře kopírují nerovný povrch vůči ostatním obracečům. Naopak hlavní nevýhodou je velká energetická náročnost a také složitost konstrukce.

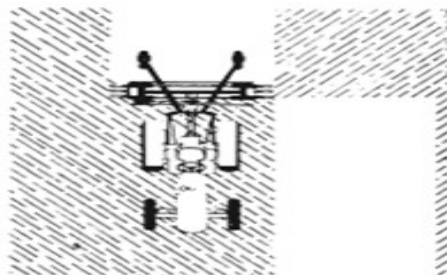


Obr. 6. Rotorový obraceč [6]

1.3 Funkce

1.3.1 Obracení

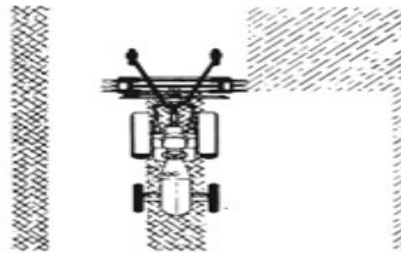
Na pojezdových kolech se nastaví jejich výška takovým způsobem, aby hrabice byly v požadované výšce. Maximální rychlost jízdy činí 12 km/h.



Obr. 7. Poloha obraceče při obracení [7]

1.3.2 Rozhazování

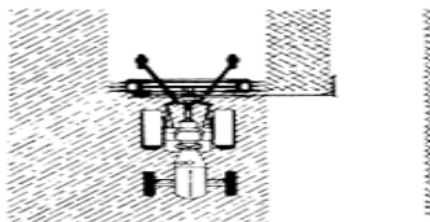
Při této operaci je mírně zvednutá levá strana obrabeče. Maximální rychlost při rozhazování je do 10 km/h.



Obr. 8. Poloha obrabeče při rozhazování [7]

1.3.3 Řádkování

Řádkování je poslední operace, při které je nutné nastavit výšku pojezdových kol do správné pracovní polohy. Všechny hrabice musí být ve stejné vzdálenosti nad zemí. Za účelem vytvoření perfektního řádku se používá shrnovací deska, která je snadno nastavitelná jak pro velké tak i pro malé řádky. Při řádkování se doporučuje používat menší rychlosti. Obvykle se maximální rychlost pohybuje do 10 km/h.



Obr. 9. Poloha obrabeče při řádkování [7]

2 MECHANICKÉ PŘEVODY

2.1 Účel převodů a základní pojmy

Mechanický převod mění otáčky (počet nebo smysl) a tím i kroutící momenty. Přenášený výkon se mění převážně jen zanedbatelně – vlivem účinnosti převodu.

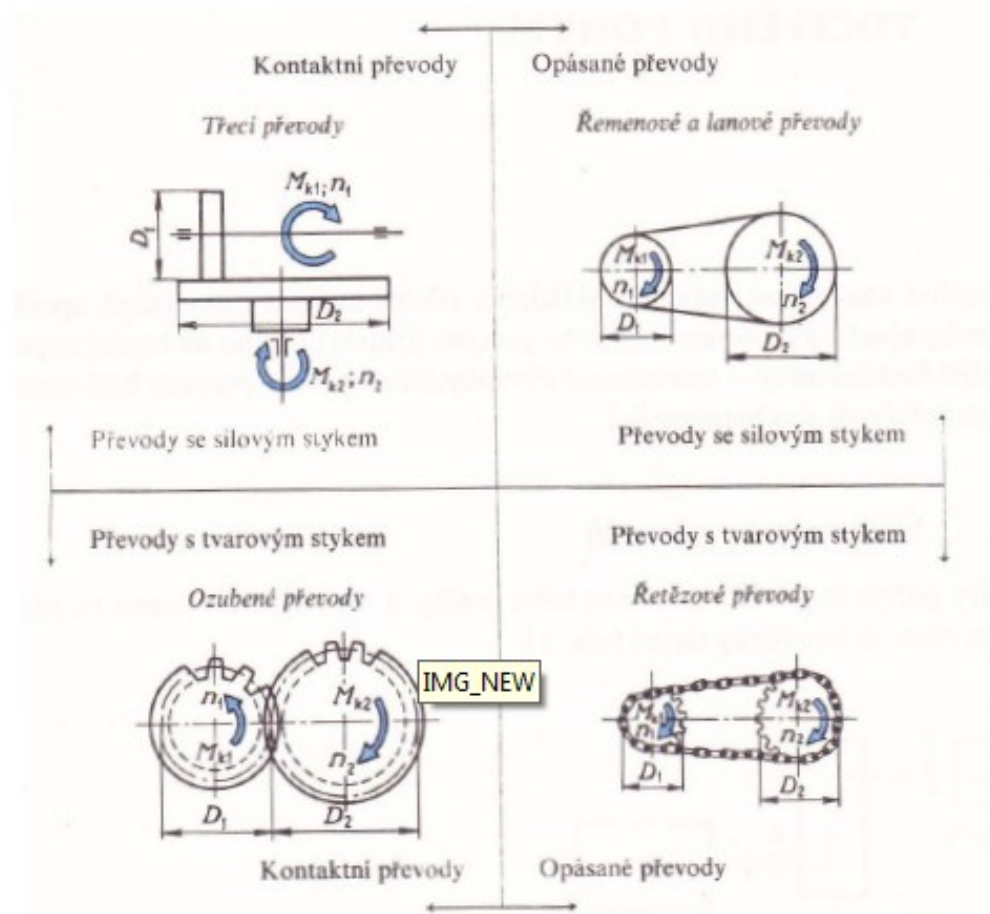
Kola jsou vzájemně spojena přímo kontaktním stykem nebo nepřímo opásáním a slouží k převodu točivého pohybu. Spojení může být tvarové nebo silové (nebo jejich kombinace).

Převody s tvarovým stykem přesné – bezskluzové, otáčky nemohou kolísat (např. ozubenými koly, řetězové převody). U převodů se silovým stykem může dojít vlivem prokluzu ke změně otáček hnaného hřídele (převody třecími koly, lanové a řemenové převody). [8]

2.2 Druhy převodů

- a) Kontaktní převody
 - Třecími koly
 - Ozubenými koly

- b) Opásané převody
 - Řemenové a lanové
 - Řetězové



Obr. 10. Druhy převodů [8]

2.3 Převodový poměr

Převody jsou charakterizovány převodovým poměrem otáček, průměrů a krouticích momentů. Převodový poměr je v některé literatuře také pojmenován jako převodové číslo. [1]

Výpočet převodového poměru:

$$i_{1,2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{z_1}{z_2} \quad [-]$$

Index 1 - hnací hřídel

Index 2 – hnaný hřídel

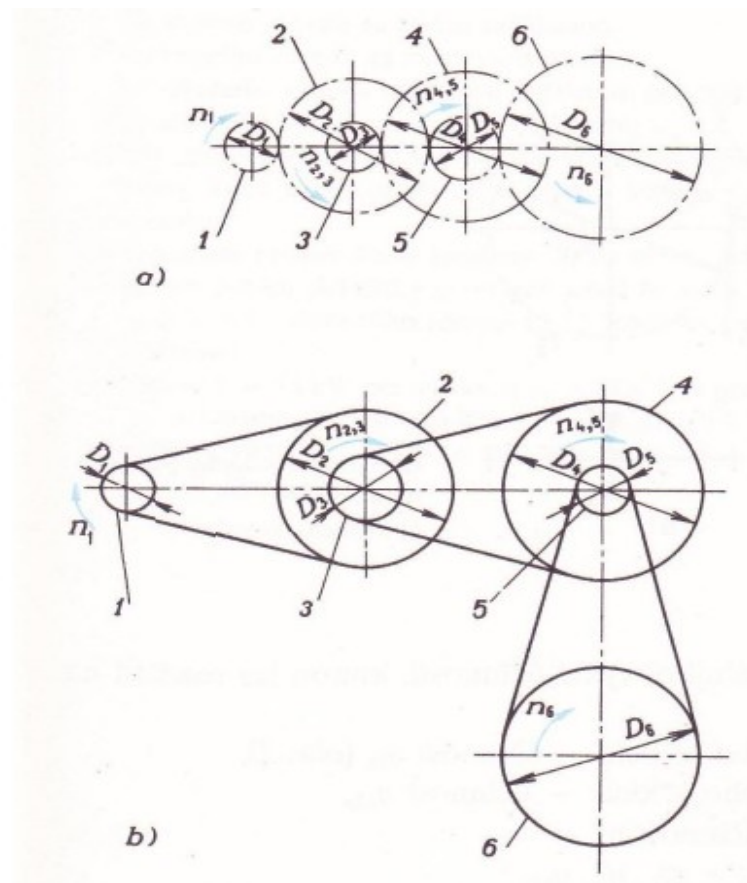
U převodů, které přenáší obvodovou sílu třením – třecí převody, řemenové a lanové převody, je třeba uvažovat s prokluzem.

$\psi = 0,95$ až $0,99$ – součinitel prokluzu (ψ)

$$i'_{1,2} = \frac{D_2}{D_1 \cdot \psi} = \frac{i_{1,2}}{\psi} \quad [-] \qquad n'_2 = \psi * n_2 \quad [s^{-1}]$$

$$i_{1,2} = \frac{D_2}{D_1} [-] - \text{konstrukční převodové číslo}$$

Pro velké převodové poměry se používá složených převodů.



Obr. 11. Složený převod [8]

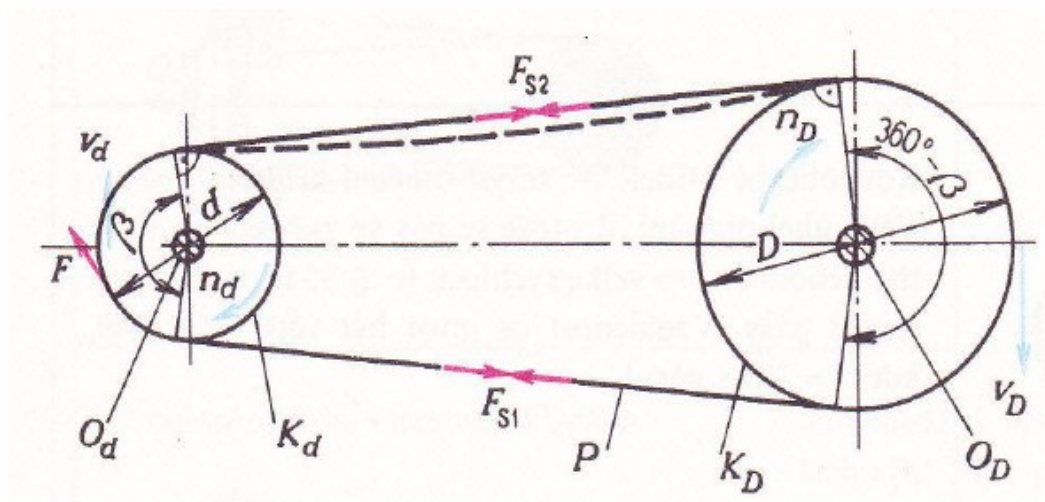
- a) Převod ozubenými koly
- b) Převod řemenem

3 ŘEMENOVÉ A LANOVÉ PŘEVODY

3.1 Princip, výhody a nevýhody

Princip

Kroutící moment se přenáší pomocí řemene (lana), který je opásán kolem hnacího a hnaného kola (řemenice nebo lanové kladky). Kola jsou s hřídeli spojena pomocí per. Při otáčení hnacího hřídele vzniká na ploše styku věnce hnaného kola a pásu tření (silový styk) a pohyb se přenáší na hnaný kotouč. [1]



Obr. 12. Schéma opásaného převodu [8]

K_d - hnací kotouč, K_D - hnaný kotouč, O_d - hnací hřídel, P-opásání (tažný člen), β a $(360-\beta)$ – úhly opásání kotoučů

Výhody:

- Jednoduchá a levná výroba
- Možnost pohonu více hřídelů s jedním řemenem
- Tichý chod
- Tlumí rázy
- Pracovní stroje jsou chráněny před přetížením

Nevýhody:

- Vyšší zatížení ložisek v důsledku potřebného předpětí pásu
- Prokluz pásu
- Nutné napínací zařízení
- Nesnáší vysoké teploty, vlhkost, prach a nečistoty

3.2 Druhy řemenů podle tvaru

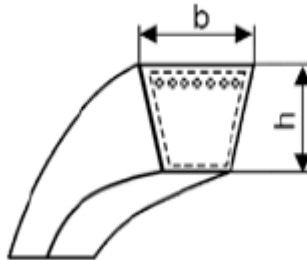
- a) Ploché – dnes se používají jen vyjimečně.



Obr. 13. Plochý řemen [9]

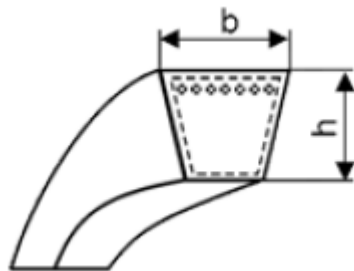
- b) Klínové

- Úzké – přenáší při malých rozměrech velké výkony a vysoké rychlosti



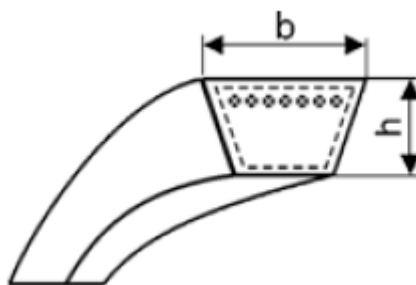
Obr. 14. Klínový řemen [10]

- c) Klasické



Obr. 15. Klasický řemen [10]

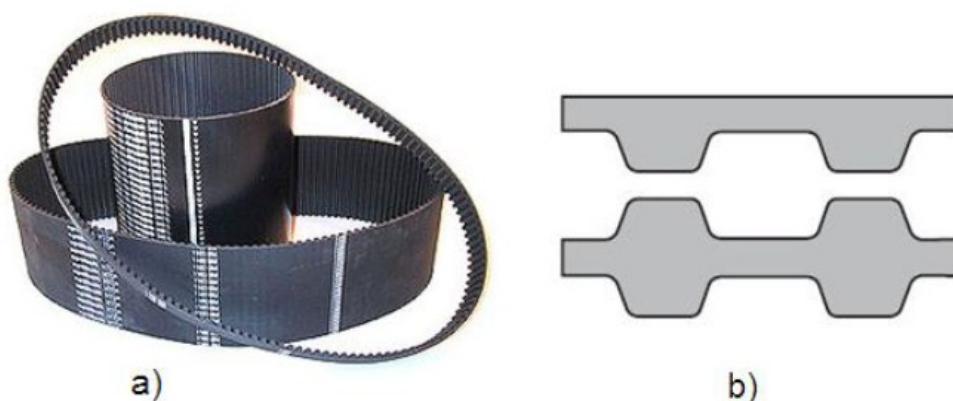
- d) Široké - používají se pro variátory



Obr. 16. Široký řemen [10]

- e) Ozubené – ohebnost řemenu zlepšují zuby na vnitřní straně. Mohou mít ozubení jednostranné nebo oboustranné. Dovolují rychlosti až 80 m/s. Řemen je plochý s lichoběžníkovými zuby na vnitřní straně. Výrobním materiálem řemenu je akrylonitrilový nebo polyuretanový kaučuk, popřípadě polyamid. Uvedené materiály dokáží odolat chemikáliím, benzínu i minerálním olejům. Pevnost řemenu vylepšují zalitá ocelová lanka. Řemeny se vyrábějí v různých šířkách (od 6 do 127 mm).

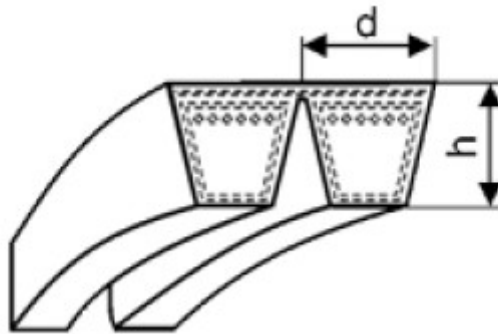
Kola mají frézované ozubení nebo jsou vyrobena tlakovým litím ze slitin zinku nebo hliníku. Povrch napínacích kladek je hladký. Malé kolo mívá okraje, díky kterým řemen nespadává. Velké kolo okraje obvykle nemá. [1]



Obr. 17. Ozubený řemen [11]

- a), b) – jednostranné a oboustranné řemeny

a) Násobné



Obr. 18. Násobný řemen [10]

3.2.1 Materiály, vlastnosti a složení řemenů

Údaje o základních vlastnostech řemenů jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Druh řemene		Výpočtové hodnoty						použitelnost	
		s mm	σ_p MPa	σ_D MPa	E_0 MPa	ρ kg/m ³	μ (-)	v m/s	t_{MAX} °C
Kožený	standardní		25	4	70	1,0		30	35
	Ohebný	3÷20	30	4,5	60	0,95	0,22	40	35
	Velmi ohebný		37	6	50	0,9		50	70
Pryžové balatové řemeny	Pryž-balata- bavlna	3÷8	55	4,4	50	1,2	0,5	40	45
	Pryž- bavlna	3÷7	53	4,0	50	1,25	0,5	40	70
	balata-bavlna	3÷8	58	4,4	50	1,25	0,5	40	40
	Lanový kord- balata	4÷5	68	5,2	30	1,25	0,5	40	40
Textilní řemeny	Umělé hedvábí impregnované	2÷18	50	4,2	40	1,0	0,35	50	70
	Bavlna	4÷12	42	3,7	40	1,3	0,3	50	70
	Polyamid, polyester	0,4÷5	200	19	250	1,1	0,15	65	75
Řemeny s více materiálů,	Kůže	1÷4	200	19	250	1,15	0,22	100	60
polyester nebo polyamid	a pryž	1÷4	200	19	250	1,15	0,75	100	75
Klínové řemeny	klasické	Viz	-	8	50	1,25	0,35	30	80
	úzké	ČSN	-	16	50	1,25	0,35	60	80

Tab. 1. Vlastnosti řemenů pro určité materiály [8]

d (mm)	vnější průměr lanka, šňůry nebo drátu
b x a (mm)	šířka krát tloušťka plochého drátu
δ (mm)	průměr drátku nebo vlákna
n	počet drátků nebo vláken v lanku nebo šňůře

Tab. 2. Označení příslušných veličin [8]

Prostředek opásání (tažný člen)	Rozměry			Pevnost	Poznámka
	σ-či b x a (mm)	δ (mm)	n (-)	σ _{pr} MPa	
Hedvábná šňůra	0,7	-	-	120	spletená, 2 zkroucené pramence
	1,2	0,75	2	80	
Bavlněná šňůra	2,2	1,1	2	80	2 zkroucené pramence
	0,8	-	-	250	2 vlákna v pramenci
	3	1	6	220	3 pramence ve šňůře
Konopná šňůra	4	1	12	190	4 vlákna v pramenci
Lanko z polyester. hedvábí	0,6	-	48	380	Spletené s duší
	0,8	-	64	300	
Lanko z polyamid. hedvábí	0,8	-	21	520	Spletené s duší
	1,5	-	48	480	
Polyamid. vlasec	φ 0,6	-	1	500	
Polyamidový drát	φ 0,6	-	1	420	
Polyamidový drát obdélníkového průřezu	2,2 x 0,4	-	1	270	
	3,0 x 0,4	-	1	250	
	1,8 x 0,7	-	1	220	
Sřevová struna	1,2	-	1	220	
Kožený řemínek kruhového průřezu	4	-	1	30	
	5	-	1	35	
ocelové lanko	2	0,335	20	1400	4drátky - 5pramenců

Tab. 3. Vlastnosti řemenů pro určité materiály [8]

3.2.1.1 Ploché řemeny:

Univerzálně použitelný je kožený řemen velmi ohebný, a to pro kratší pohony, pro pohony s napínacími nebo vodícími kladkami, dále pro pohony polozkřížené a převážně je určen pro vysoká namáhání.

Pro normální pohony, střední rychlosti a zkřížené pohony se používá kožený řemen ohebný. [8]

Pro menší rychlosti a menší síly je určen kožený řemen standardní. Používá se pro pohony se stupňovými nebo přesuvnými řemenicemi. Také se používá venku v prašném provozu.

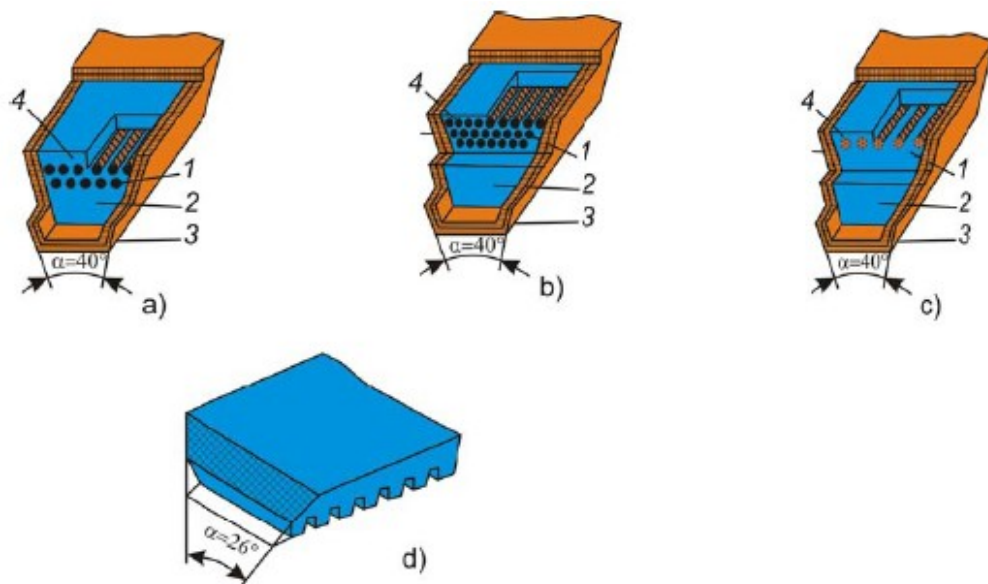
Při nejvyšším namáhání je vhodné použít balatové kordové řemeny. Pro silnější rázy se hodí pryžové a balatové řemeny s bavlněnými vložkami.

Z polyamidu a polyesteru se vyrábějí textilní řemeny. Jsou velice pevné a vhodné pro vyšší rychlosti.

Výhodné parametry mají řemeny lepené z několika materiálů. Takové řemeny jsou vhodné pro nejtěžší provoz. Řemen lepený z několika materiálů spojuje výhody kožených nebo pryžových řemenů (velký součinitel tření, ohebnost) s výhodami textilních umělých vláken (vysoká pevnost, možnost vysokých rychlostí). [8]

3.2.1.2 Klínové řemeny:

Klínové řemeny jsou zpravidla uzavřené – nekonečné. Málokdy bývají konečné – s nutnou spojkou. Klínové řemeny mají lichoběžníkový průřez, jsou pryžové se zalitou vyztužovací vložkou, která pevnost řemenu zvětšuje. Boční plochy řemenu tvoří pracovní část, zabezpečují styk s řemenicí.



Obr. 19. Složení klínového řemene [8]

a) klínový řemen Record klasického průřezu, b) klínový řemen Industrial klasického průřezu, c) úzký klínový řemen

1- textilní tažná část, 2- pryžové jádro, 3 – opryžovaný textilní obal, 4- pryžový nárazník

Pro náhony ventilátorů a rychloběžných strojů s vyššími obvodovými rychlostmi se hodí řemeny Record. Textilní tažnou část tvoří provazce z umělého hedvábí.

Řemeny Industrial jsou vhodné pro pohony průmyslových strojů k přenášení vyšších výkonů při obvodových rychlostech do 25m/s. Textilní tažnou část tvoří několik vrstev umělohedvábné kordové tkaniny.

Podobnou konstrukci jako řemeny Record mají úzké řemeny. Při malých rozměrech dokáží přenést velké výkony při vysokých rychlostech. Toto je způsobeno polyesterovým lanovým kordem v textilní tažné části a polyamidovým obalovým textilem. Používá se pro rychlosti nad 20 m/s a při nedostatku místa, kde je nutné použít řemenice malého průměru a menší počet řemenů.

Široké ozubené řemeny jsou vhodné pro variátory. Ohebnost řemenu vylepšují zuby na vnitřní straně. [8]

3.3 Řemenice a lanové kladky

Kola (lanová, ozubená a řemenová) jsou obvykle složena ze třech částí – věnce, náboje, desek nebo ramen (podle velikosti kola). Empirické vzorce rozměrů a konstrukční zásady se vztahují na všechna jmenovaná kola, která se jen liší tvarem věnce.



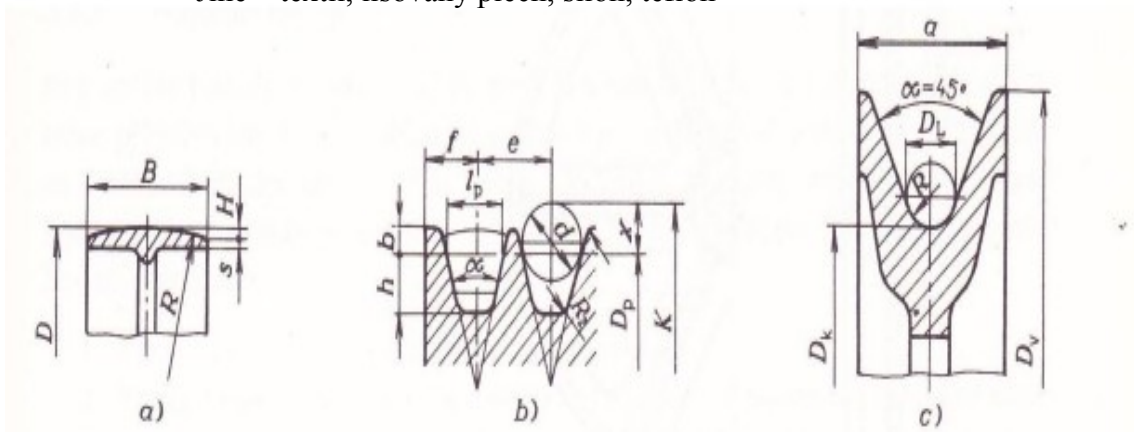
Obr. 20. Řemenice [12]



Obr. 21. Kladka [13]

3.3.1 Materiál řemenic

- Odlité litinové – šedá litina 422415 nebo 422420
- Z lité oceli – rychloběžné 422641 nebo 422651
- Z hliníkové slitiny – 424357 – menší řemenice
- Svařované z konstrukčních ocelí – velké řemenice (několikanásobně lehčí než ze šedé litiny)
- Jiné – textil, lisovaný plech, silon, teflon



Obr. 22. Typy věnců řemenic a kladky [8]

a) řemenice pro ploché řemeny, b) řemenice pro klínové řemeny, c) lanové kladky

U řemenice pro plochý řemen bývá provedeno zaoblení čelní plochy řemenice, která slouží ke stabilizaci řemenu. Takový tvar dokáže zaručit, že v plochém řemeni vznikne síla, která vystředuje řemen ve středu řemenice, čímž brání jeho spadnutí.

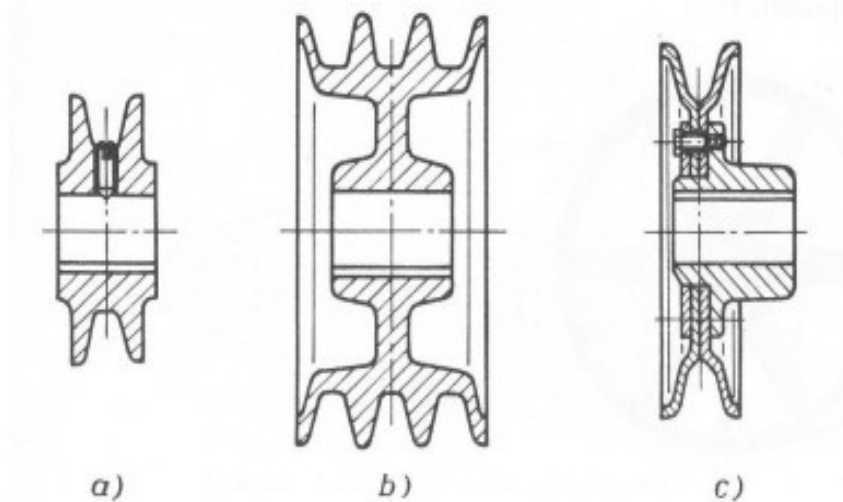
Řemenice pro klínové řemeny jsou odlišně provedeny, záleží na tom, zda slouží pro klasický klínový řemen nebo pro úzký klínový řemen. Vývojem došlo k zásadnímu vylepšení mechanických vlastností řemenů. Například byly změněny základní rozměry řemenů a pochopitelně i označování řemenů

Řemenice pro lanové převody, které nazýváme kladky, bývají rozměrově vázány na průměr lana. Veškeré rozměry řemenic jsou násobkem tohoto průměru. Zde záleží na pevnosti materiálu základních drátků lana. Čím je jejich pevnost větší, tím je také větší možnost vzniku jejich lomu. [8]

Co se týče vnějšího průměru náboje řemenice, tak ten je vztažen na průměr hřídele, na níž je uchycen. Přenos kroutícího momentu je většinou jistěn pomocí drážky a pera. Jen u pomaloběžných mechanismů se ještě používá spojení pomocí klínu.

3.3.2 Konstrukční provedení řemenic pro klínové řemeny

Většina řemenic se zpravidla odlévá.



Obr. 23. Konstrukční provedení řemenic pro klínové řemeny [8]

- a) Odlitá řemenice malého průměru – věnec je spojený přímo s nábojem. Pojištění přenosu je vyřešeno pomocí pera, axiální hodnota je fixována šroubem.
- b) Odlitá řemenice většího průměru – věnec je spojen s nábojem pomocí desky. Pojištění přenosu je řešeno perem, axiální poloha je fixována pomocí šroubu nebo osazením hřídele či pojistnými kroužky.
- c) Malá řemenice vylisovaná z ocelového plechu je tvořena dvěma výlisky, které jsou spojeny pomocí šroubů; náboj řemenice může být vytvořen z hliníkových slitin nebo z oceli či ze šedé litiny. Tato konstrukce se používá u pohonu pomocných agregátů u motorů osobních automobilů.

V současné době se pro výrobu řemenic velmi rozšířilo používání umělých hmot. Tyto hmoty mají většinou malou hodnotu pevnosti v tlaku. A proto je třeba provádět různé konstrukční úpravy. Vlastní věnec řemenice bývá umělohmotný a vlastní část náboje s drážkou pro pero je ocelová. Takové řemenice se zpravidla používají pro menší výkony a krátkodobý provoz. [8]

4 MECHANISMY

4.1 V praxi používané mechanismy

- a) Kinematické mechanismy
 - Šroubové a klínové
 - Kloubové
 - Kulisové
 - Klikové
 - Vačkové
 - Mechanismy k přerušování pohybu
- b) Tekutinové mechanismy
 - Hydraulické mechanismy
 - Pneumatické mechanismy

4.2 Kloubové mechanismy

Rovinné kloubové mechanismy mají nejméně čtyři tuhé členy, které jsou spojeny otočnými nebo posuvnými členy. Jeden člen tvoří rám.

U kloubových mechanismů se mění otáčivý pohyb v periodický a naopak. Jednotlivé body členů opisují tzv. trajektorie. [14]

Výhody:

- Výroba členů a kloubů je jednoduchá
- Členy mohou být přestavitelné
- Otočné členy nevyžadují pečlivou údržbu
- Klouby mohou být kluzné, otočné, smykové
- Snadná údržba

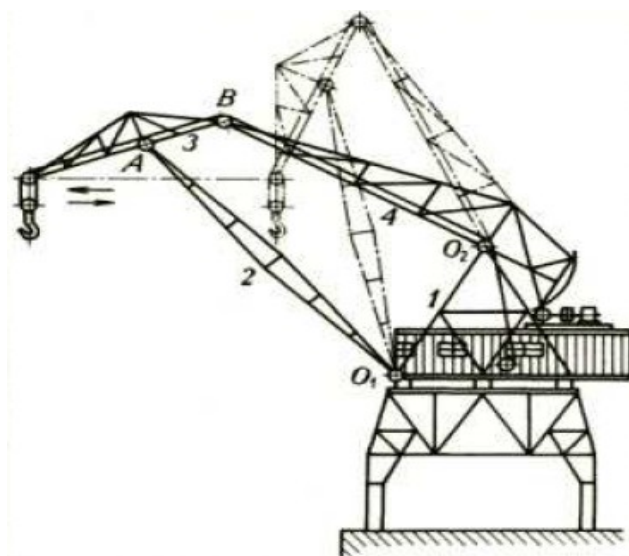
Nevýhody:

- Trajektorie většinou přesně nekopíruje zadanou křivku
- Kinematické řešení je obtížné a vyžaduje zkušenost
- Vlastnosti závisí na počtu a celkovém uspořádání mechanismu
- Průběh dosažených rychlostí v různých částech přesně neodpovídá požadavkům

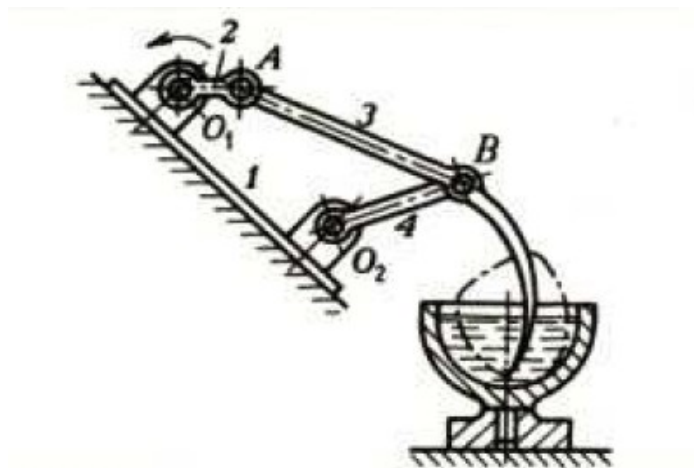
Kloubové mechanismy jsou takové, u nichž se rovnoměrný otáčivý pohyb mění v periodický a opačně. Podle způsobu provedení mechanismu může být rovnoměrný hnací pohyb převeden u hnaného členu, který kýve okolo pevné osy, na pohyb po přímočaré dráze nebo po zakřivené dráze vyššího řádu.

Kloubové mechanismy jsou součástí nejrozmanitějších strojů, u nás již tradičně vyráběných (např. klikový mechanismus motorů a strojů). Osvědčily se u textilních strojů (šicích a pletacích), zemědělských strojů, neboť nejsou náročné na údržbu; jsou i stavebními prvky přístrojů v přesné mechanice. [14]

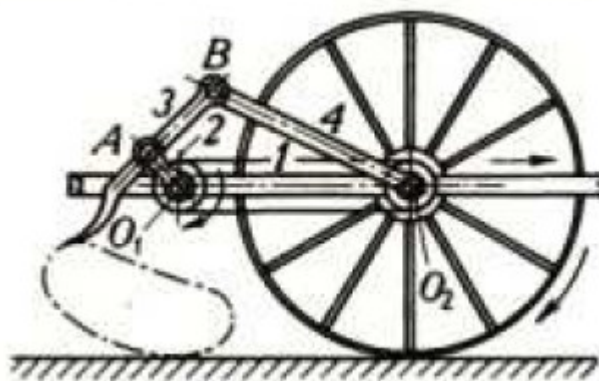
Příklady kloubových mechanismů



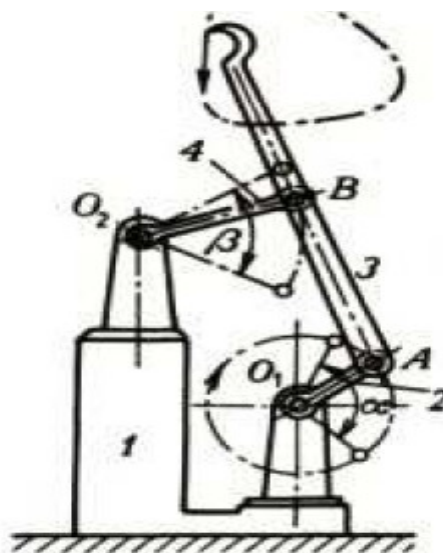
Obr. 24. Kloubový mechanismus - portálový jeřáb [14]



Obr. 25. Kloubový mechanismus – hnětací stroj [14]



Obr. 26. Kloubový mechanismus – obraceč
sena [14]



Obr. 27. Kloubový mechanismus – hnětací
stroj [14]

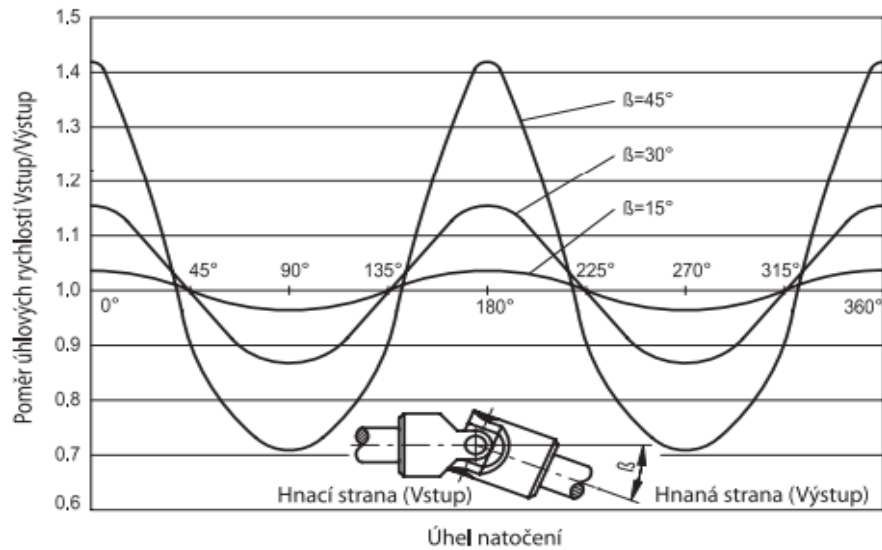
4.2.1 Kloubové hřídele

Používají se pro přenos točivého momentu z motoru umístěného vpředu na hnací ústrojí zadní nápravy.

Hřídelový kloub převádí rovnoměrný otáčivý pohyb na otáčivý pohyb nerovnoměrný. Během jedné otáčky hnací hřídele na vstupu dojde na hnané hřídeli na výstupu dvakrát ke zrychlení otáčení a dvakrát ke zpomalení otáčení. Tato nerovnoměrnost otáčivého pohybu je závislá na úhlu natočení β .

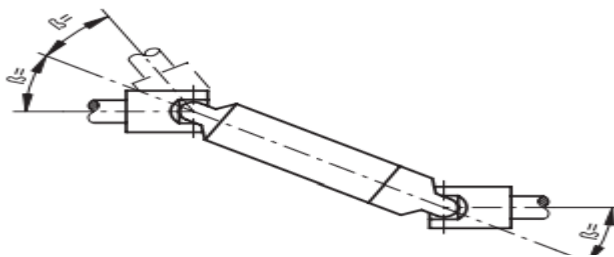
Pokud chceme dosáhnout rovnoměrného otáčivého pohybu na výstupu, musíme použít dva jednoduché hřídelové klouby nebo jeden kloub dvojitý. V případech, kdy menší nerovno-

měrnosti při otáčení nejsou na závadu, nebo když úhel natočení β je malý, pak lze použít jeden hřídelový kloub. [15]



Obr. 28. Úhel natočení kardanového hřídele [15]

Pro zajištění rovnoměrného otáčivého pohybu na výstupu, musí být úhel natočení β stejný na koncích kloubového hřídele. [15]

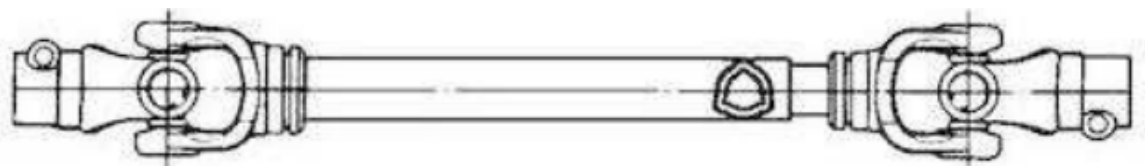


Obr. 29. Stejný úhel natočení na obou stranách

[15]

4.2.1.1 Kardanova hřídel

Kardanova hřídel je v podstatě kloubová hřídel, která rotuje ve všech třech osách. Skládá se ze dvou navzájem kolmo umístěných vidlic se zkříženými osami v úhlu 90° - **Kardanův kloub**.



Obr. 30. Schéma kardanového hřídele [16]



Obr. 31. Typy kardanových hřídelí [16]

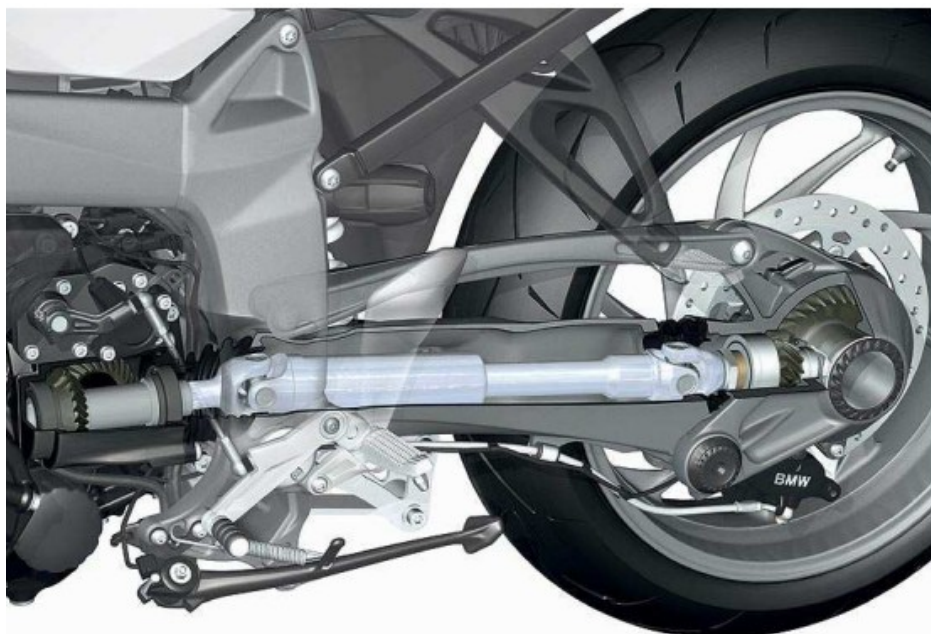
Slouží pro přenos kroutícího momentu, kde osy hnacího a hnaného hřídele jsou různoběžné, případně se vůči sobě pohybují v rozsahu daném možným hnacím úhlem vychýlení kloubu.

Kardanův kloub není stejnoběžný. Je zachován směr otáčení, ale v průběhu jedné půlotáčky dojde k odchylce otáček hnaného hřídele vůči otáčkám hřídele. Hnací hřídel se otáčí konstantní rychlostí, ale úhlová rychlost hnaného hřídele kolísá tím více, čím více se osy hřídelů odchylní – Maximální úhel zalomení se pohybuje v rozsahu $20^\circ - 35^\circ$. [16]

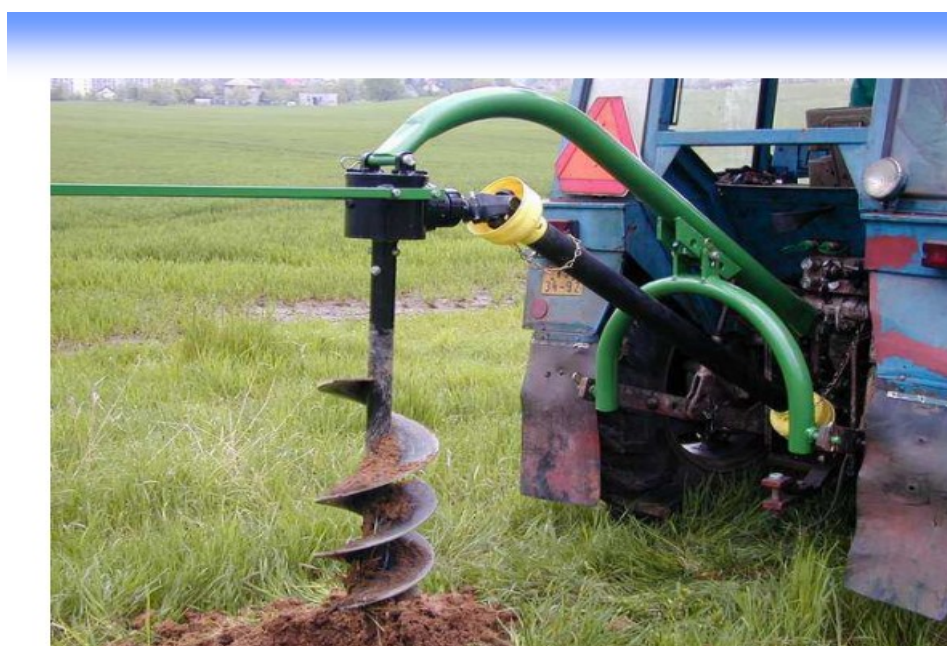
Použití:

Používá se pro přenos kroutícího momentu, kde osy hnacího a hnaného hřídele jsou různoběžné nebo se vůči sobě pohybují v rozsahu daném možným hnacím úhlem vychýlení kloubu.

Typickým příkladem použití kardanového hřídele jen pohon kol vozidel (automobil, tramvaj, lokomotiva). Má také velmi široké uplatnění v zemědělství.



Obr. 32. Umístění kardanového hřídele u motocyklu [16]



Obr. 33. Připojení kardanového hřídele k traktoru [16]

5 PRUŽINY

5.1 Kovové pružiny

5.1.1 Princip, základní vlastnosti

K utlumení přenosu rázů mezi jednotlivými součástmi slouží pružiny. Rozloží nárůst nebo pokles síly na delší časové období a také mohou sloužit jako akumulátory energie. Takže energii, která jim je dodána, uvolňují v určitém časovém úseku, buď rychle – například prak, nebo pomalu – například pohon mechanických hodiněk budíku, případně jako bezpečnostní zařízení (ke změně stavu součásti je třeba nejdříve překonat silový odpor vyvolaný pružinou). [17]



Obr. 34. Různé typy pružin [18]

5.1.2 Používané pružiny v praxi

1. Kovové pružiny

a) Namáhané ohybem

- Pružnice
- Šroubovitá zkrutná pružina
- Spirálová pružina

b) Namáhané krutem

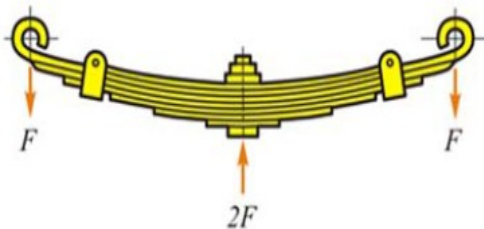
- Šroubovitá válcová pružina – tlačná, tažná
- Šroubovitá kuželová pružina
- Zkrutná tyč

c) Namáhané kombinovaně

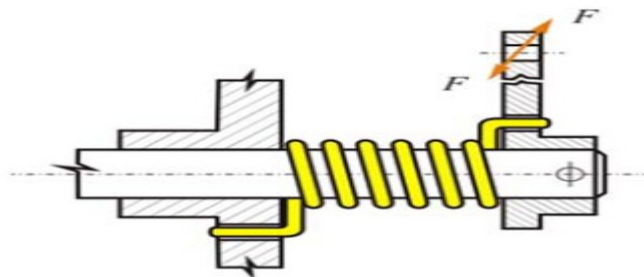
- Talířová pružina
- Kroužková pružina

2. Pryžové pružiny

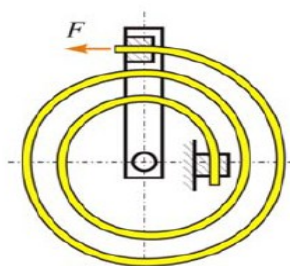
3. Pneumatické pružiny



Obr. 35. Pružnice [17]



Obr. 36. Šroubovitá zkrutná pružina [17]



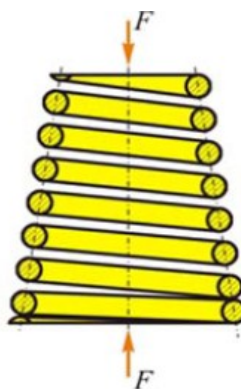
Obr. 37. Spirálová pružina [17]



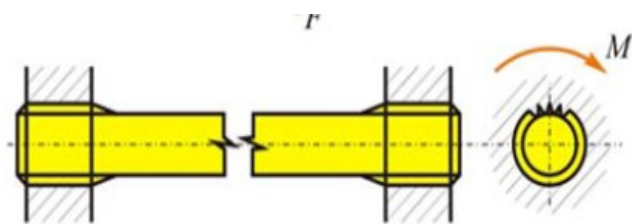
Obr. 38. Šroubovitá pružina tlačná [17]



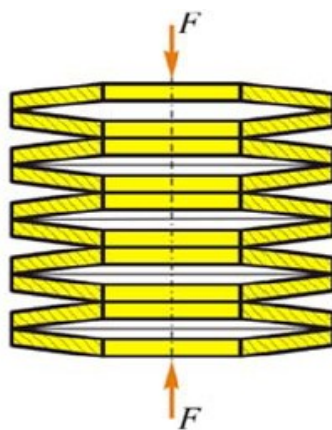
Obr. 39. Šroubovitá pružina tažná [17]



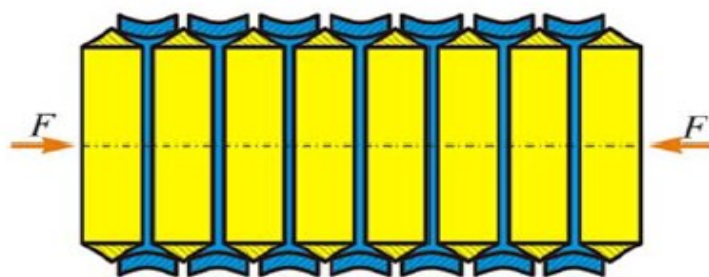
Obr. 40. Šroubovitá kuželová pružina [17]



Obr. 41. Zkrutná pružina [17]



Obr. 42. Talířová pružina [17]



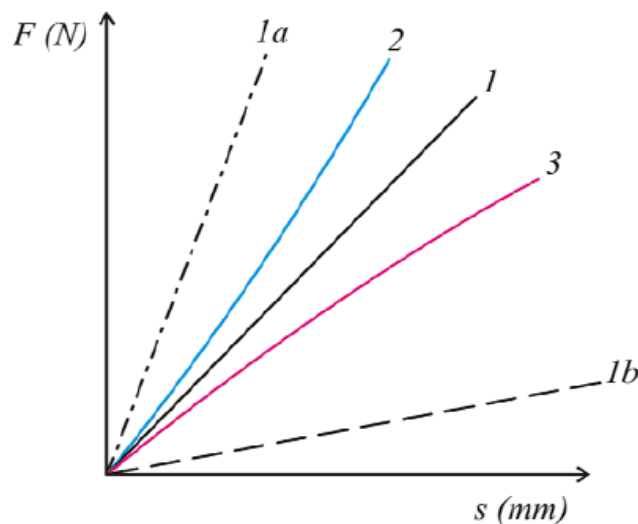
Obr. 43. Kroužková pružina [17]

5.1.3 Charakteristika a materiály kovových pružin

5.1.3.1 Charakteristika pružiny

Charakteristika pružiny je závislost deformace pružiny (stlačení, natažení, zkroucení, ohnutí atd.) na silovém zatížení pružiny (síle, krutícímú nebo ohybovému momentu). Charakteristiku pružiny lze znázornit graficky a na ose se nanáší nejčastěji používané veličiny – deformace pružiny je charakterizována stlačením (natažením) s a silové zatížení silou F .

[17]



Obr. 44. Charakteristika pružiny [17]

Charakteristika nám definuje pružinu ze dvou hledisek:

a) Podle tvaru závislosti

- Lineární charakteristika (křivka 1) – deformace pružiny je přímo úměrná jejímu zatížení. Čím více pružinu zatěžujeme, tím více se deformuje.
- Progresivní charakteristika (křivka 2) – při počátečním zatížení se pružina deformuje poměrně snadno; ale s narůstajícím zatížením vzrůstá odpor pružiny proti deformaci; pružina se již deformuje obtížně.
- Degresivní charakteristika (křivka 3) – zpočátku klade pružina velký odpor, ale s narůstajícím zatížením její odpor klesá a deformace se zvětšuje.

b) Podle strmosti křivky

- Tvrdá charakteristika (křivka 1a) – deformace pružiny je i při velkém zatížení poměrně malá (např. pružiny železničních vagónů).
- Měkká charakteristika (křivka b) – malé zatížení pružiny vyvolá její velkou deformaci (např. pružina mechanismu propisovací tužky). [17]

5.1.3.2 Materiály kovových pružin

Na materiál, ze kterých jsou pružiny vyráběny, se kladou vysoké nároky. Tento materiál musí umožňovat velké elastické deformace a zároveň musí mít velkou pevnost. Proto se na výrobu kovových pružin používají uhlíkové oceli třídy 12 případně slitinové oceli třídy 13 a 14. Abychom dosáhli žádaných vlastností je nutná jejich tepelná úprava - zušlechťování. [17]

5.2 Speciální typy pružin

5.2.1 Torzní (zkrutné) tyče

Torzni tyč je dlouhá hřídel. Na jedné straně je pevně uchycena v konstrukci a na druhé straně na ni přes rameno R působí síla F . Volný konec torzní tyče je otočně uložen v rámu. Uložení v rámu se provádí tak, aby torzní tyč nebyla namáhána na ohyb, ale pouze na krut.

Torzni tyče se používají pro tvrdé pružiny, protože jsou schopny odpružit poměrně velké síly. [17]



Obr. 45. Torzní (zkrutná) tyč [17]

5.2.2 Pryžové pružiny

Pryž se používá k pružení především pro svou nízkou cenu, která vyvažuje některé její výhody v porovnání s kovovými pružinami:

- Podstatně menší pevnost
- Možnost namáhání pouze tlakem nebo smykem (při namáhání jiným způsobem je pevnost pryže podstatně nižší)
- Stárnutí pryže – vlivem chemických prvků obsažených v ovzduší pryž křehne a ztrácí svou pružnost
- Značné tlumící schopnosti – po odlehčení se pryž velmi rychle vrátí do své původní polohy. Vlastnost tlumení se někdy s výhodou využívá.
- Obtížnější spojení pryže s kovovým podkladem (vulkanizování). Síla přenášená pryžovými pružinami musí být rozdělena po celém povrchu, jinak dojde vlivem tlaku k mechanickému poškození pryže. [17]

5.2.2.1 *Silentbloky*

Typickým příkladem pryžových pružin jsou takzvané silentbloky, které slouží k uchycení motoru nebo převodovky na rámu nebo karoserii automobilu. Jedná se o pružiny, jejichž hlavní funkcí není odpružení nýbrž tlumení rázů. Jsou konstruovány tak, aby fungovaly bez mazání a údržby.



Obr. 46. Silentbloky [19]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem práce je navrhnout konstrukci obrabeče sena pro šířku obracení 2200 mm. Součástí práce je také vypracování kompletní výkresové dokumentace.

6.1 Koncepce navrženého řešení

Konstrukce obrabeče sena je navržena tak, aby se co nejlépe vypořádala se sušením a následným sklizením sena. Musí zvládat činnost ve vysoké rychlosti, a to zpravidla na nerovné zemi. Všechna rychle točící se ložiska jsou mazána z důvodu co nejdelší životnosti. Při chodu obrabeče konají klínové řemeny vzájemný pohyb. Na klínových řemenech jsou umístěny hrabice, které se při chodu stroje lehce dotýkají země. Se senem se musí zacházet jemně tak, aby nedocházelo k jeho poškození nebo rozházení. Pojezdová kola jsou opatřena pneumatikami a jsou uložena v čepech.

6.2 Technické parametry

Pohon: Kardanův hřídel

Otáčky: 540 ot/min

Výkon 12 kW.

Pracovní záběr: 2200 mm

Pneumatiky: Pojezdová kola

Pracovní rychlost: do 12 km/h

Výbava:

Celkem 3 pojezdová kola s pneumatikami

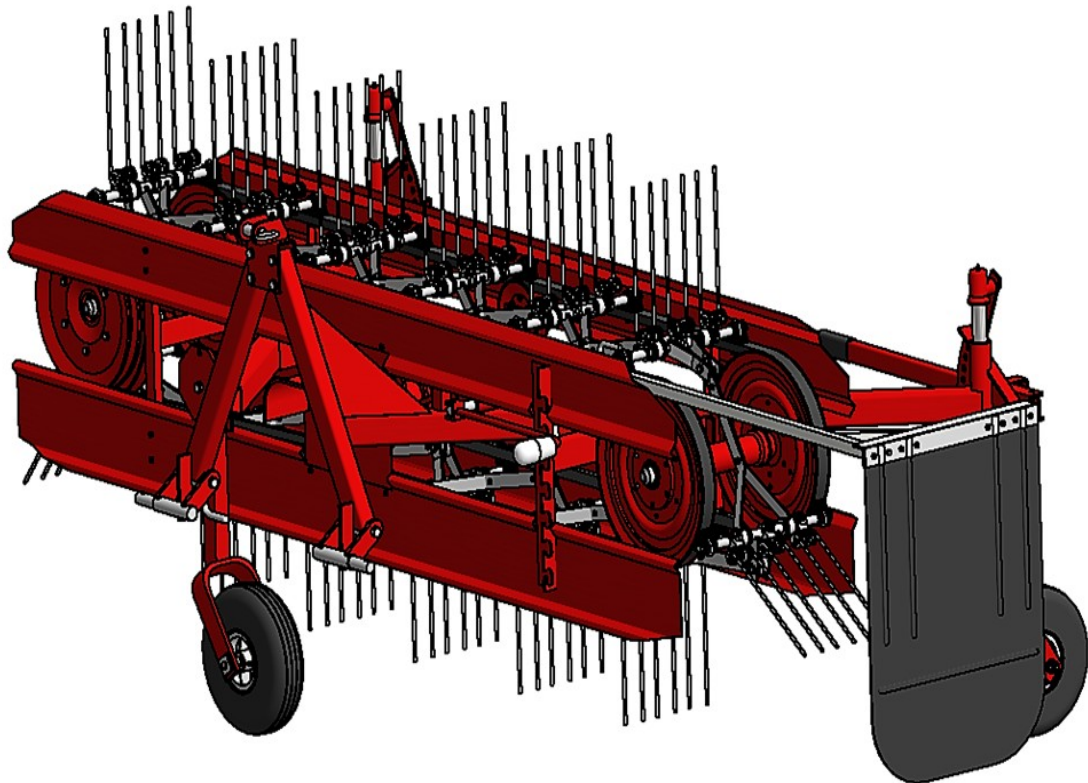
Mechanické zvedání a tažné zařízení bez hydraulického zvedání

Podélné tažné upevnění

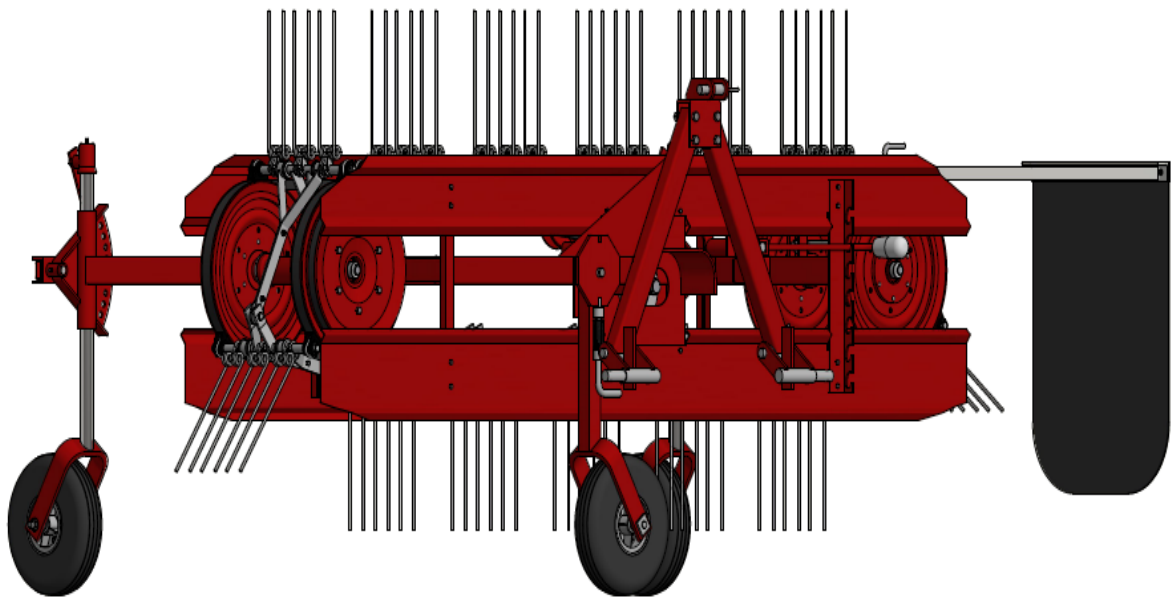
7 ČÁSTI STROJE

7.1 Sestava obraceče

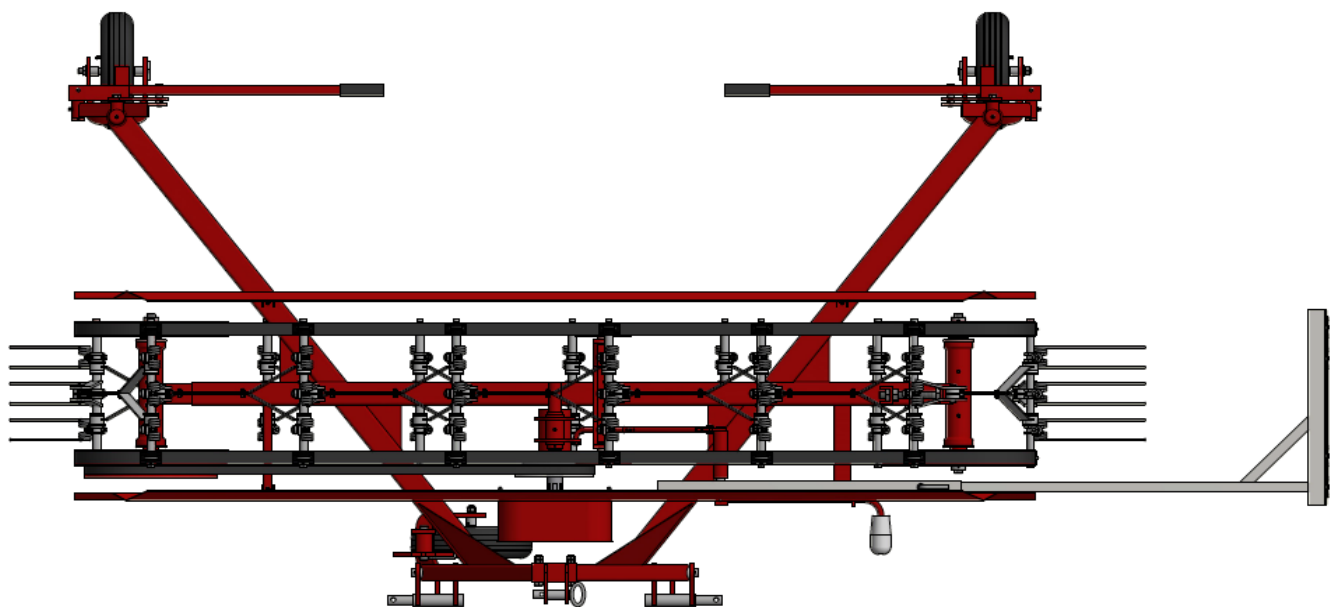
Obraceč se skládá z těchto hlavních částí: rámu, zavěšení předního a zadního pojezdového kola, nahrabovací desky, řemenového převodu a hrabic. Obraceč se nachází ve výchozí poloze, viz (obr. 47). V této poloze dochází k připojení za traktor pomocí kardanového hřídele. Následně se poloha ustaví třetím bodem. Takto je celé zařízení připraveno k chodu.



Obr. 47. Sestava obraceče



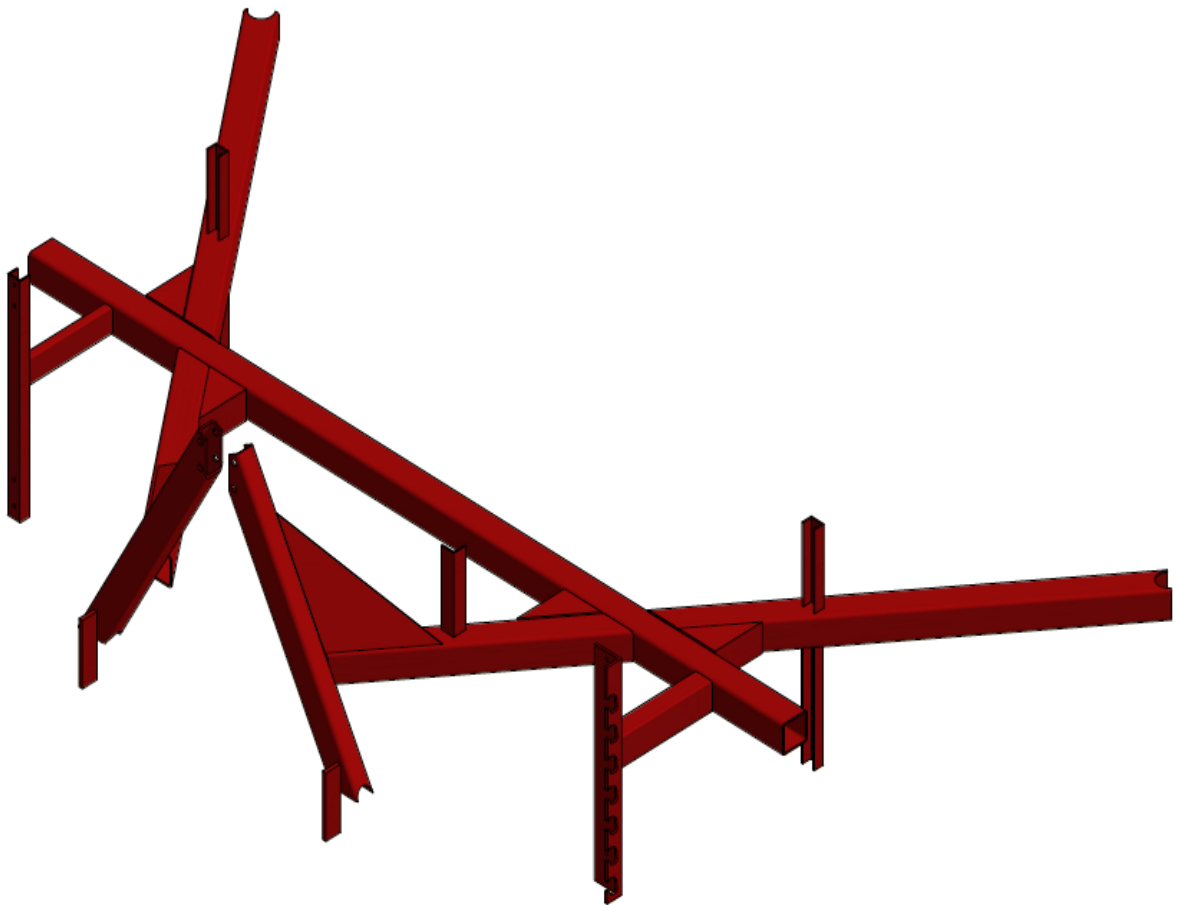
Obr. 48. Sestava obraceče



Obr. 49. Sestava obraceče pohled shora

7.1.1 Rám obraceče

Rám zařízení je řešen jako svařenec. Jedná se o hlavní nosnou část obraceče. Hlavní části tvoří tenkostěnné ocelové profily čtvercových průřezů („jeklů“), které mají výřezy pro zavěšení celku zadních pojezdových kol. Na rám z tenkostěnných profilů čtvercového průřezu se následně přivaří dva tenkostěnné ocelové profily obdélníkového průřezu. Postupně se na rám přivaří další profily – L profily a U profily sloužící k přišroubování ochranných plechů. Celý rám je také opatřen výztuhami.



Obr. 50. Rám obraceče

7.1.2 Rám obraceče s navařenými celky

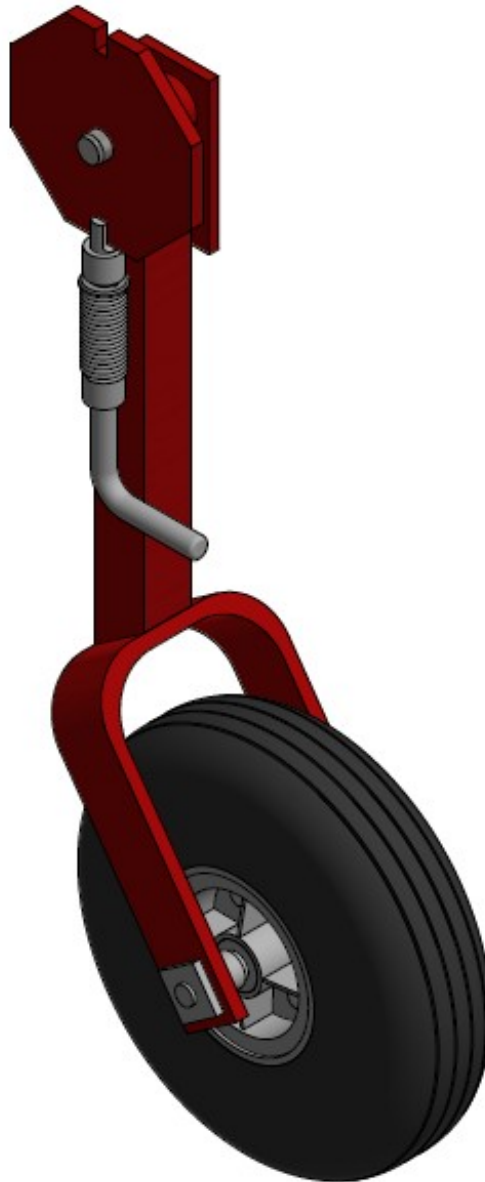
Rám je dále postupně rozšířen o další celky. Do výřezů v zadní části „jeklů“ se umístí a následně přivaří zavěšení zadních pojezdových kol obraceče, které se zde vyskytuje dvakrát. Technologii svařování je zde také řešeno spojení rámu a zavěšení předního pojezdového kola. Uložení horního čepu, spodního čepu a držáku na kladky je opět řešeno svařením k příslušnému profilu. Plechy se přišroubují na U profily a utáhnou se pomocí matic.



Obr. 51. Rám obraceče s navařenými celky

7.1.3 Zavěšení předního pojzdového kola

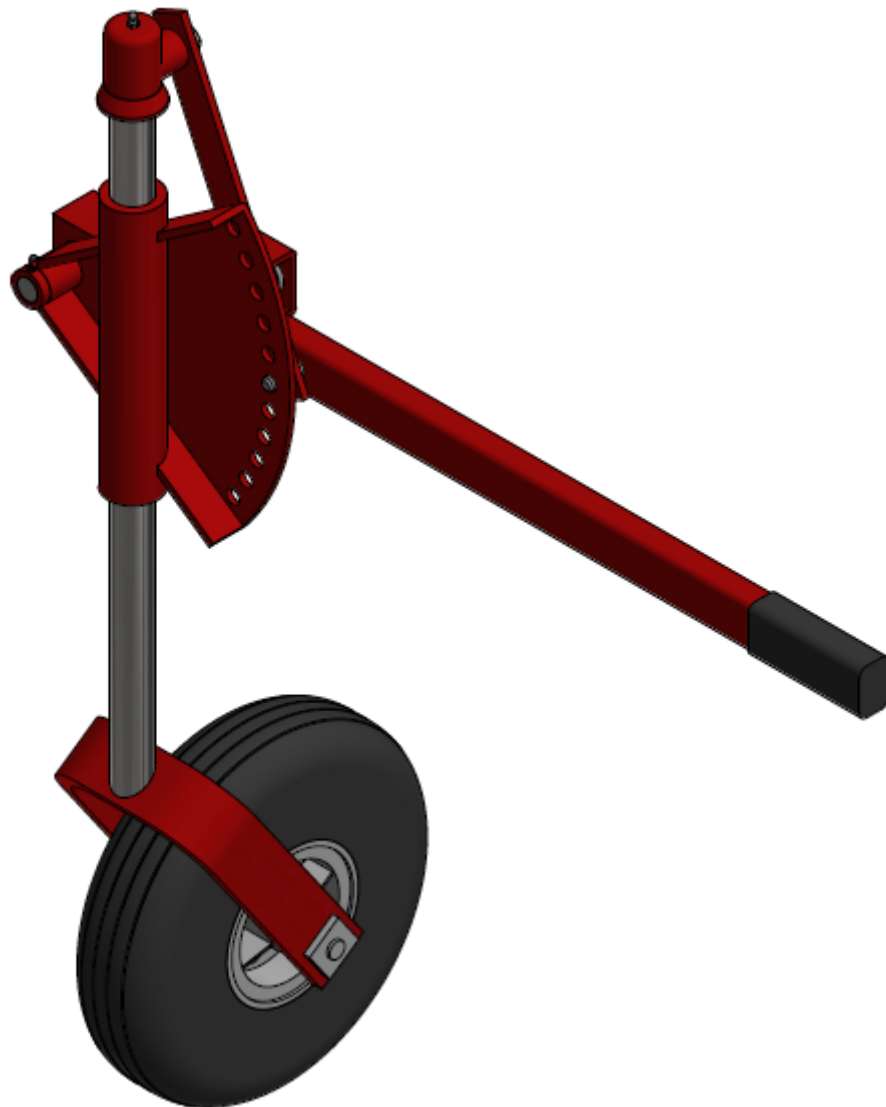
Tento celek je z převážné části svařenec. Hlavní nosné součásti tvoří tyč čtvercového průřezu a vidlice. Tyto součásti se k sobě přivaří.



Obr. 52. Zavěšení předního pojzdového kola

7.1.4 Zavěšení zadního pojezdového kola

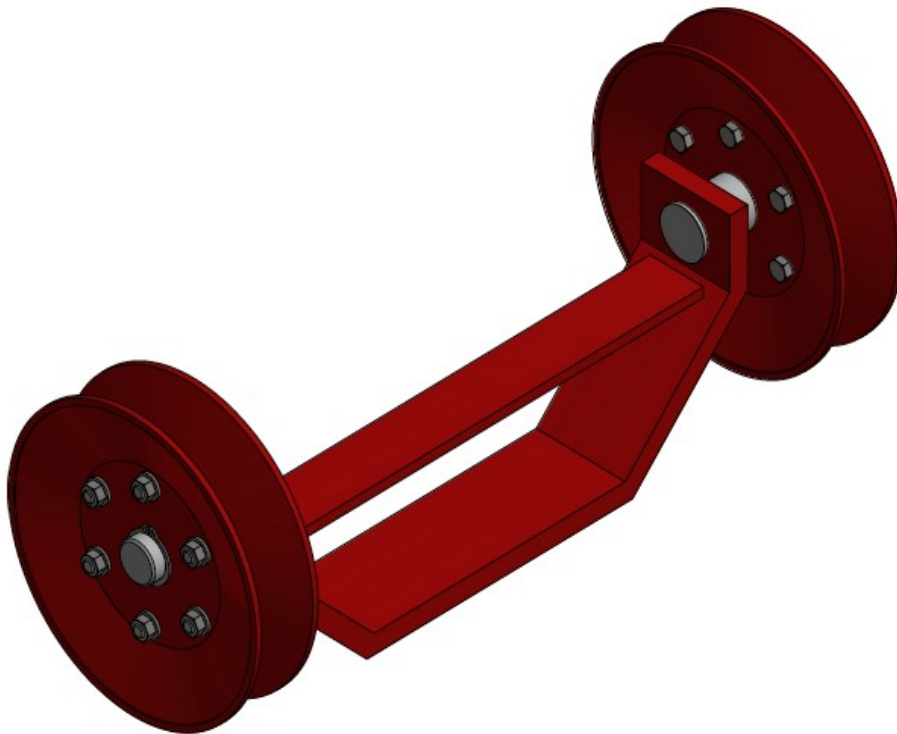
Zavěšení zadního pojezdového kola je také z velké části svařenec. Profil obdélníkového průřezu slouží ke zvyšování a snižování pojezdu zařízení. Její polohu zajišťuje pružný kolík. Po pevné tyči, která je přivařena k vidlici se svisle pohybuje celý zvedací mechanismus. Aby docházelo ke správnému pohybu mechanismu po pevné tyči, musí být umístěna v horní části této sestavy maznice. Pojezdové kolo je spojeno společně s vidlicí otočným hřídelem.



Obr. 53. Zavěšení zadního pojezdového kola

7.1.5 Držák napínacích kladek

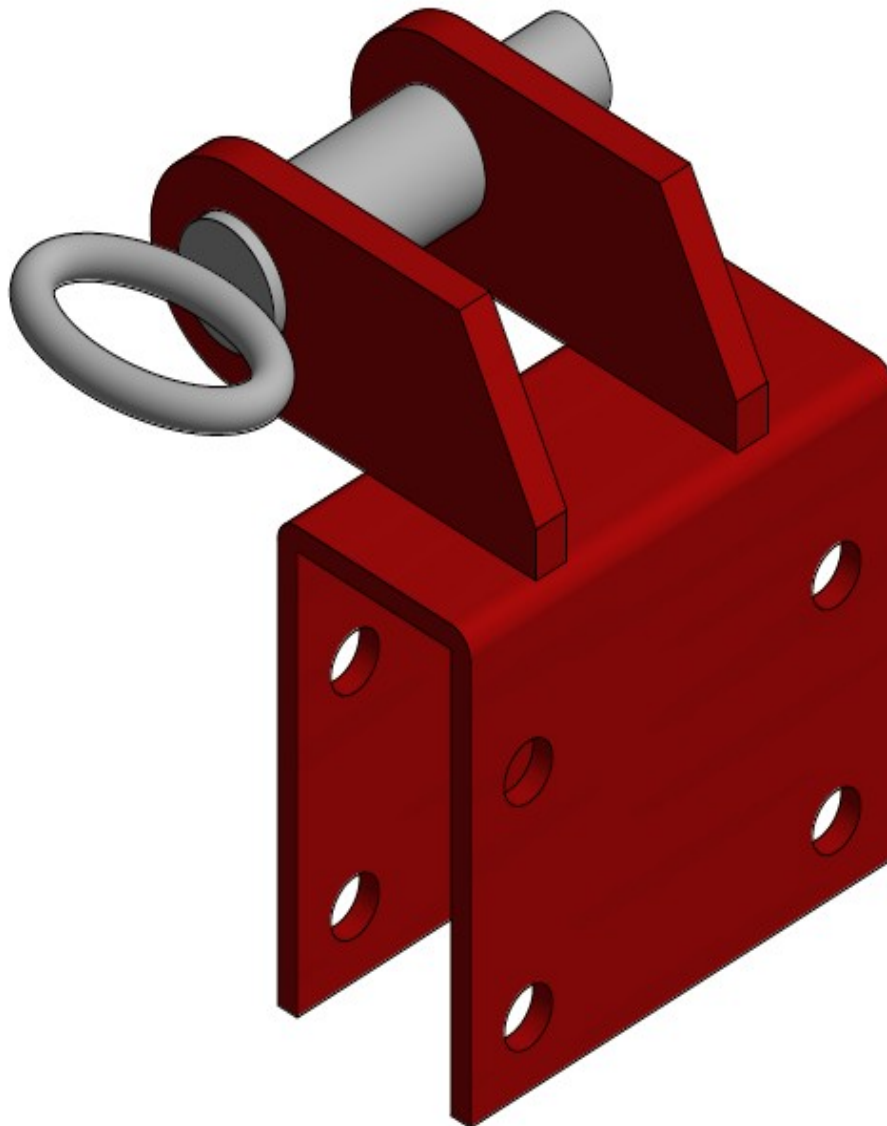
Držák kladek slouží pro napínání klínového řemene. Skládá se z ohnutého plechu, příčky a čepu. Čep se vkládá do díry v ohnutém plechu. Na tento čep se poté nasune ložisko, které je uloženo v kladce. Segerový kroužek pojišťuje kladku proti posunutí. Čep je k ohnutému plechu z vnitřní strany přivařen a neotáčí se. Příčka slouží jako výztuha a bývá rovněž k ohnutému plechu přivařena.



Obr. 54. Držák napínacích kladek

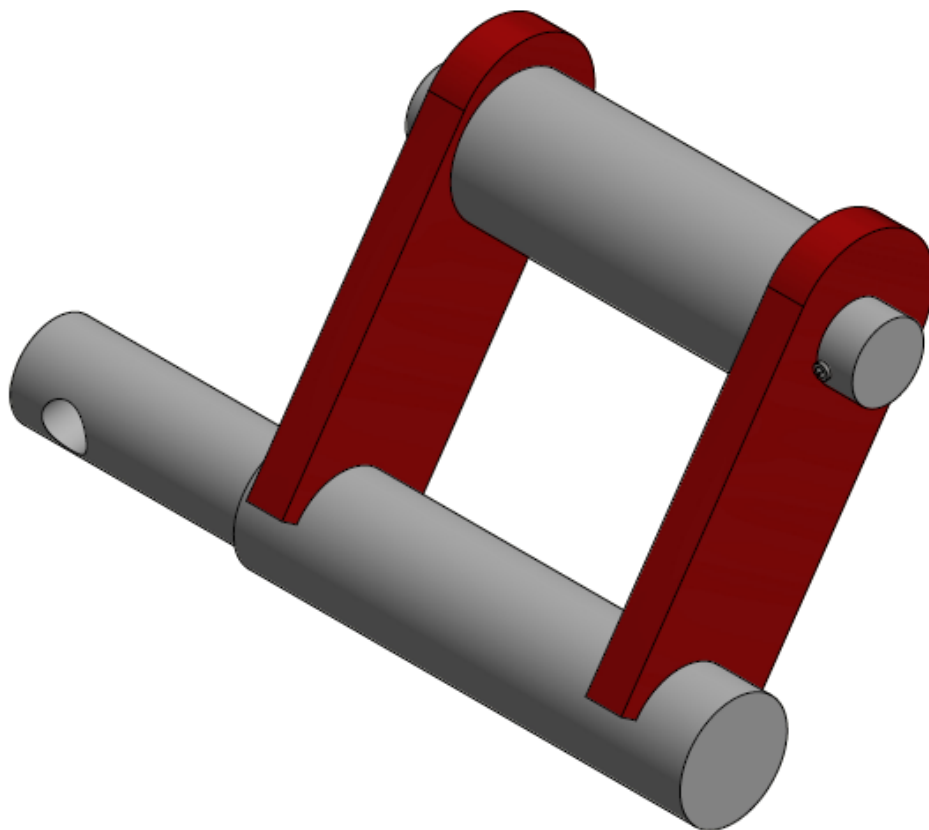
7.1.6 Čepy

Sestava horního čepu (obr. 55) je jako celek přišroubována k rámu a slouží k nasazení oka třetího bodu.



Obr. 55. Sestava horního čepu

Sestava spodního čepu je k rámu obrabeče přivařena. Slouží k následnému nasazení a uložení ramen traktoru. Ramena se nasunou na čep a potom se zajistí pojistným kolíkem.



Obr. 56. Sestava spodního čepu

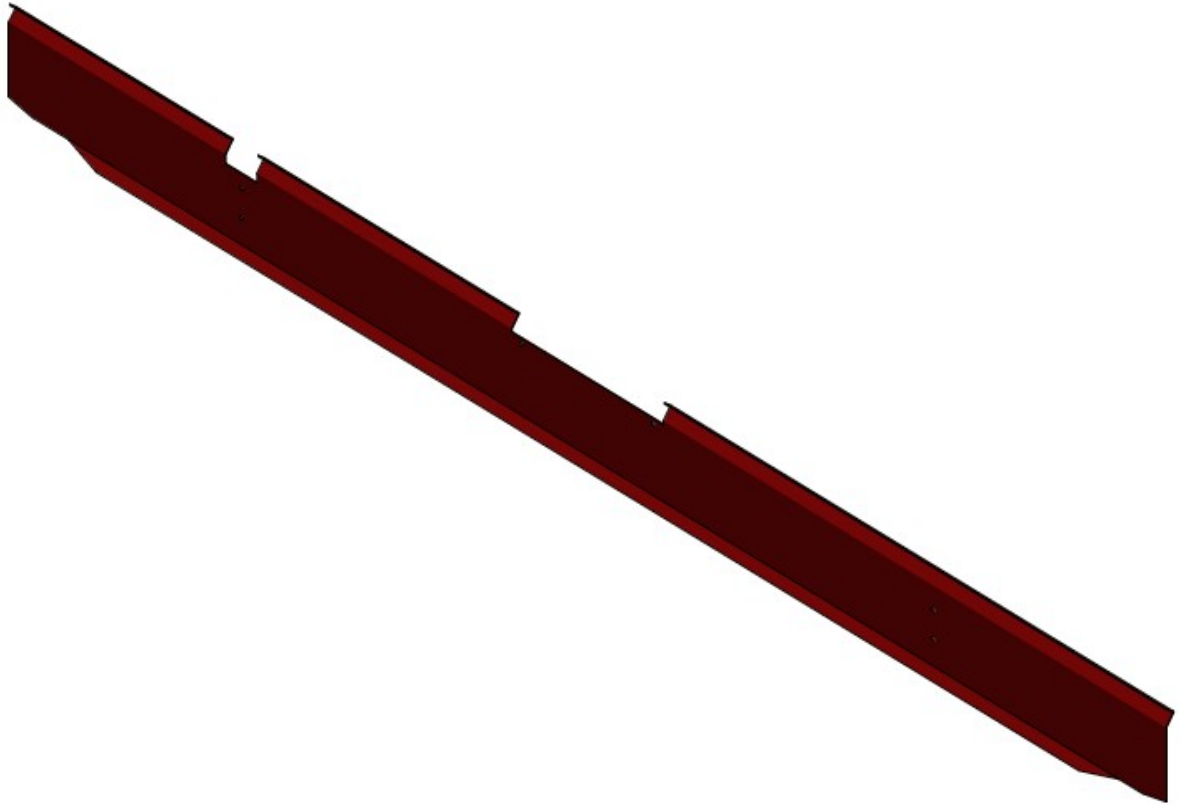
7.1.7 Plechy

Horní plech je přišroubován k rámu obraceče. Plech má zvláště ohraněný tvar, protože při provozu zařízení dochází ke značnému chvění plechu, které způsobuje hluk.



Obr. 57. Horní plech

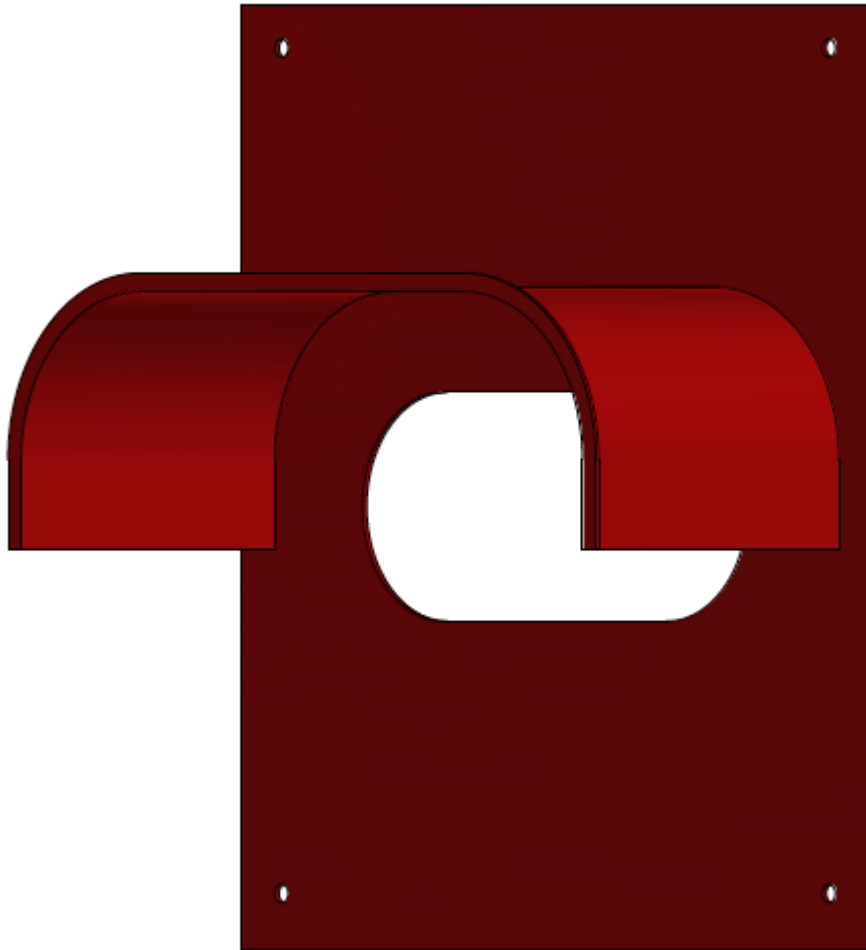
Dolní plech má oproti hornímu plechu větší výšku. Ovšem délka obou plechů zůstává stejná.



Obr. 58. Dolní plech

7.1.8 Krycí plechy

Krycí plechy se přišroubují k dolnímu respektive hornímu plechu. Otvor pro vstupní hřídel (tvar oválu) musí být nepatrně větší než samotná hřídel. Zamezuje totiž vnikání jakýchkoliv předmětů a nečistot do jejího uložení. Ohnutý plech je k rovnému plechu přivařen.

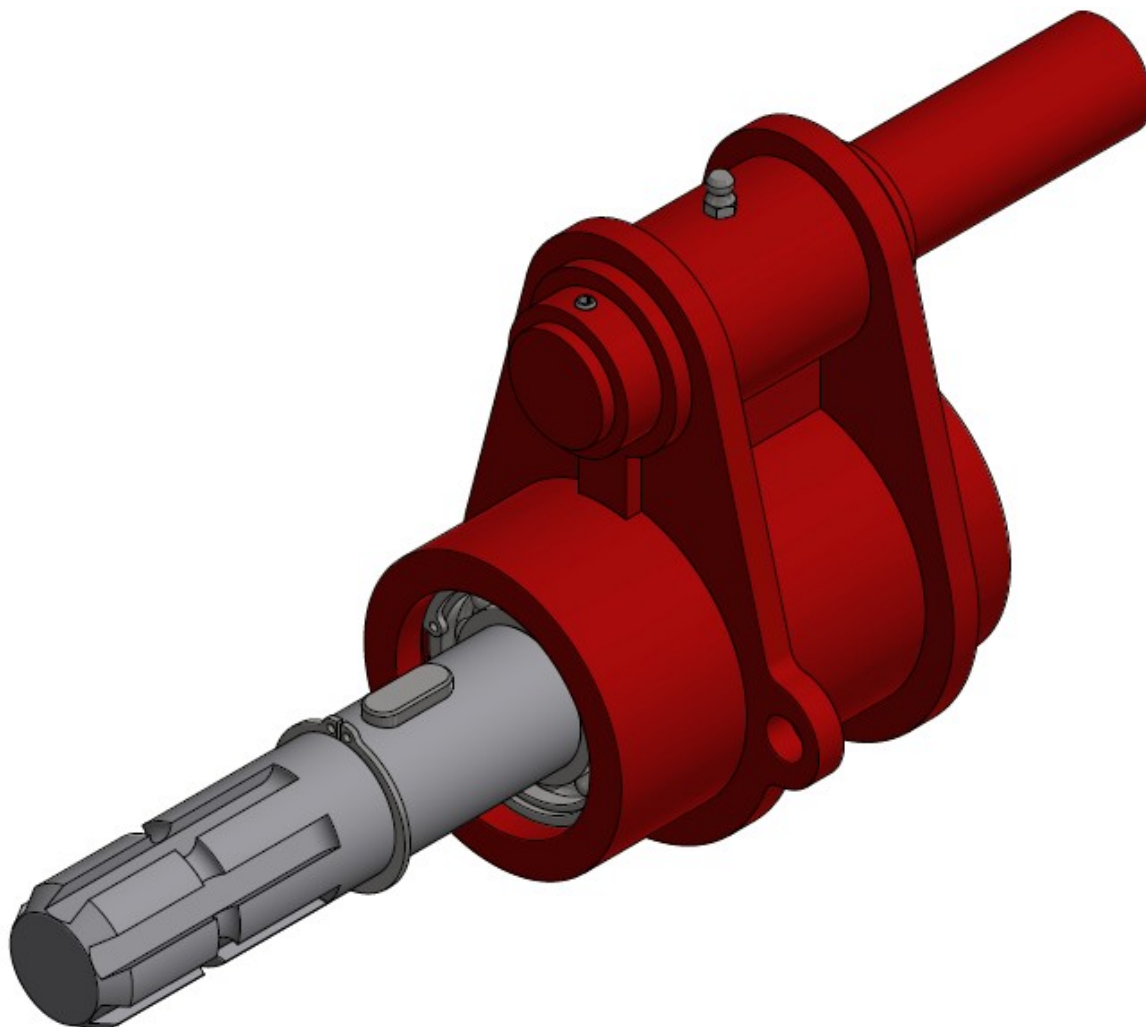


Obr. 59. Soustava krycích plechů

7.1.9 Uložení vstupního hřídele

Vstupní drážkovaná hřídel je uložena v kuličkových ložiscích. Ložiska se na hřídeli zajistí pojistnými kroužky a v díře také pojistnými kroužky. Těleso, ve kterém je hřídel uložena má poměrně složitý tvar. Obsahuje totiž osazení pro ložiska a také otvory pro další součás-

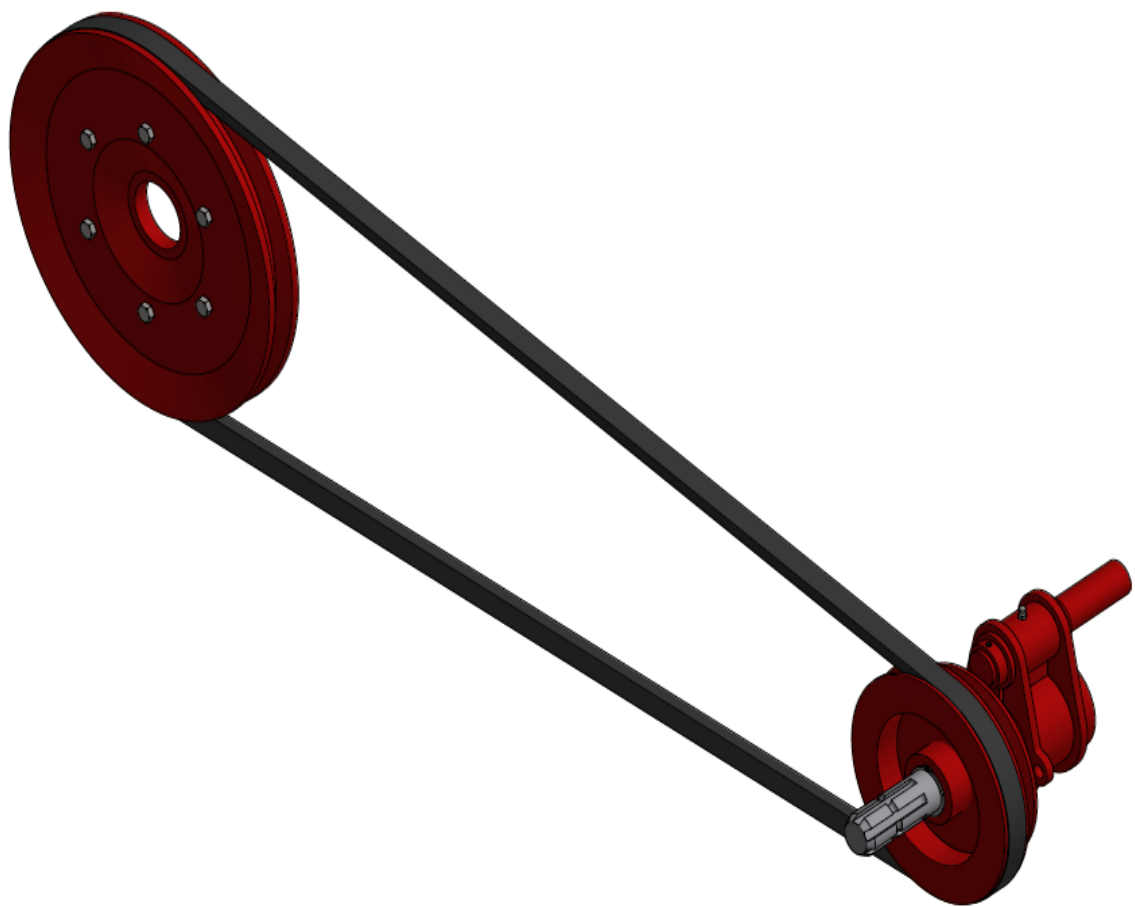
ti. Celé toto uložení se přivaří na rám za nosnou tyč. Olej vstupuje do celku maznicí na horní válcové ploše.



Obr. 60. Uložení vstupního hřídele

7.1.10 Vstupní řemenový převod

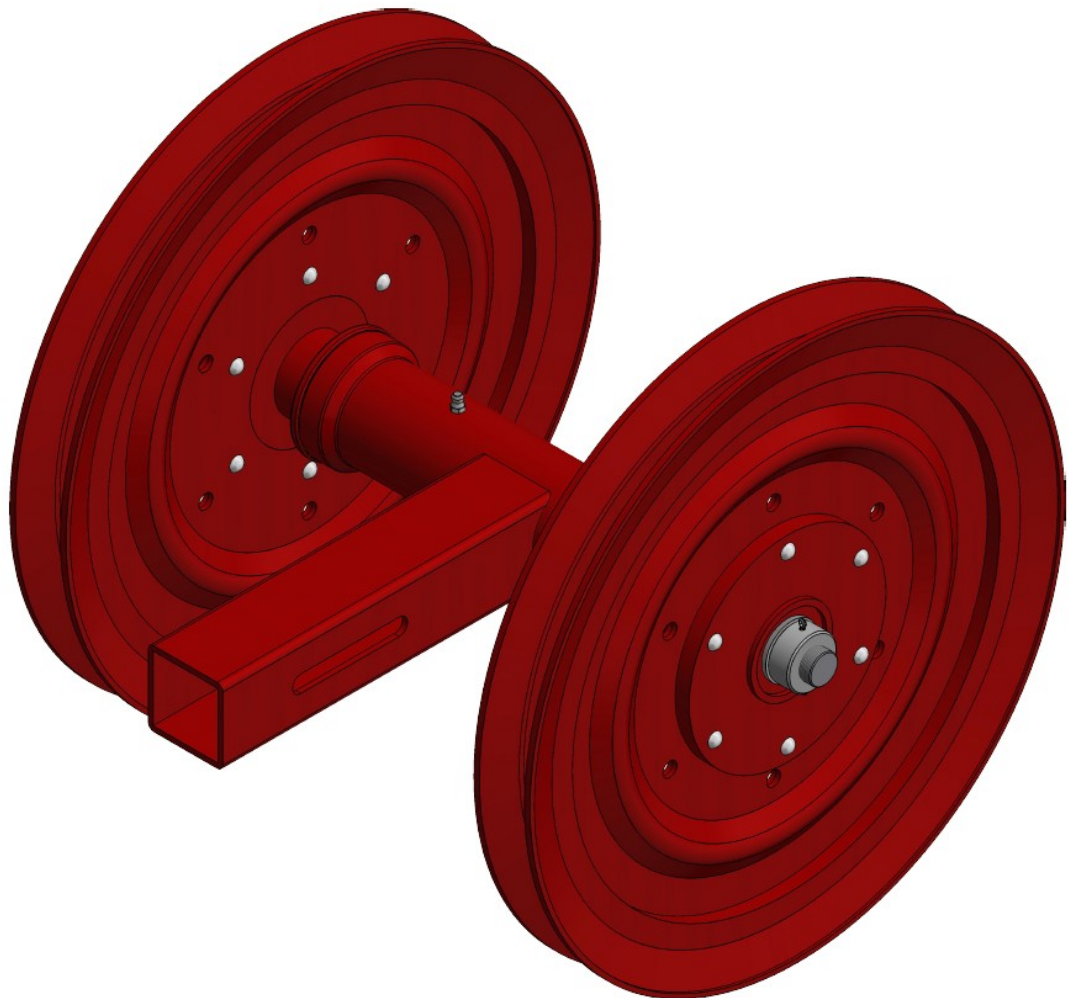
Hlavní prvky řemenového převodu tvoří šest řemenic, dvě napínací kladky, tři klínové řemeny a hrabice. Vstupní drážkovaná hřídel pohání celé zařízení. Kroutící moment se přenáší pomocí vstupního řemenového převodu (obr.61) na řemenici celkového řemenové převodu. Aby bylo možné kroutící moment přenést je vstupní řemenice sešroubovaná s řemenicí celkového řemenového převodu. Z důvodu převodu do pomala je hnací řemenice menší než hnaná.



Obr. 61. Vstupní řemenový převod

7.1.11 Sestava řemenic

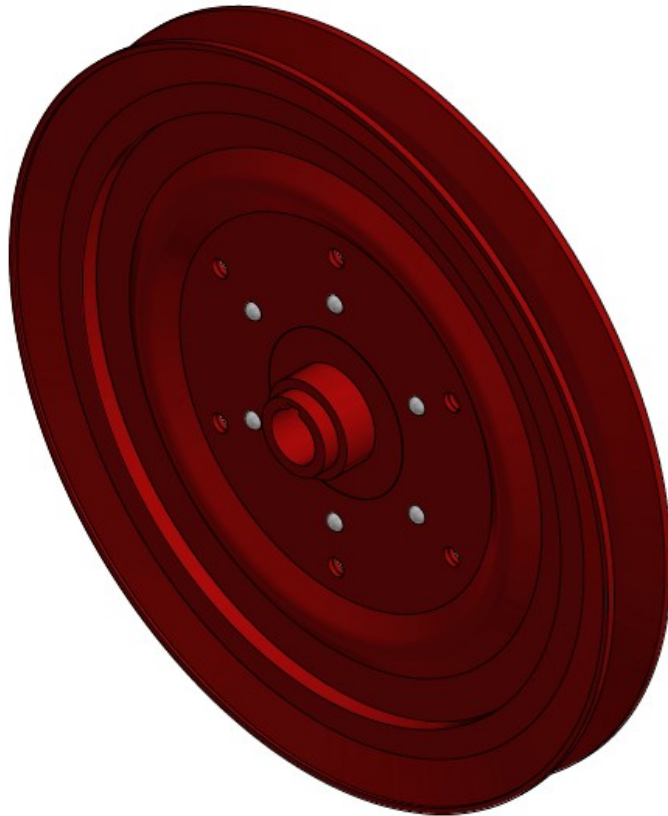
Obě řemenice jsou spojeny hřídelem, jehož oba konce mají závit. Zajištění řemenic se provádí maticí a závlačkou. Tyč čtvercového průřezu se navaňuje na trubku, v níž je uložena na ložiscích hřídel. Tento celek se montuje na rám. Šrouby se prostrčí oválnou drážkou. Mazivo se na tato místa nanáší maznicí na horní válcové ploše trubky.



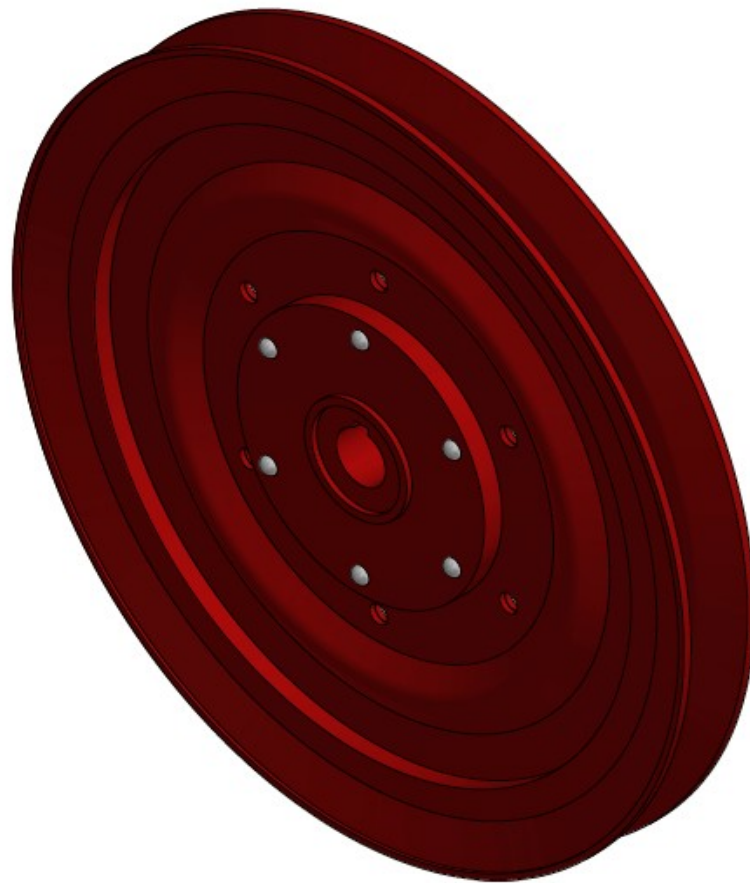
Obr. 62. Sestava řemenic

7.1.12 Řemenice

Řemenice se celkem skládá ze třech dílů. Mezi dva lisované plechy se vkládá unášec, který se společně s plechy snýtuje. Unášečem se přenáší kroutící moment, na kterém je nasazena hřídel. Spojení hřídele s nábojem je řešeno perem.



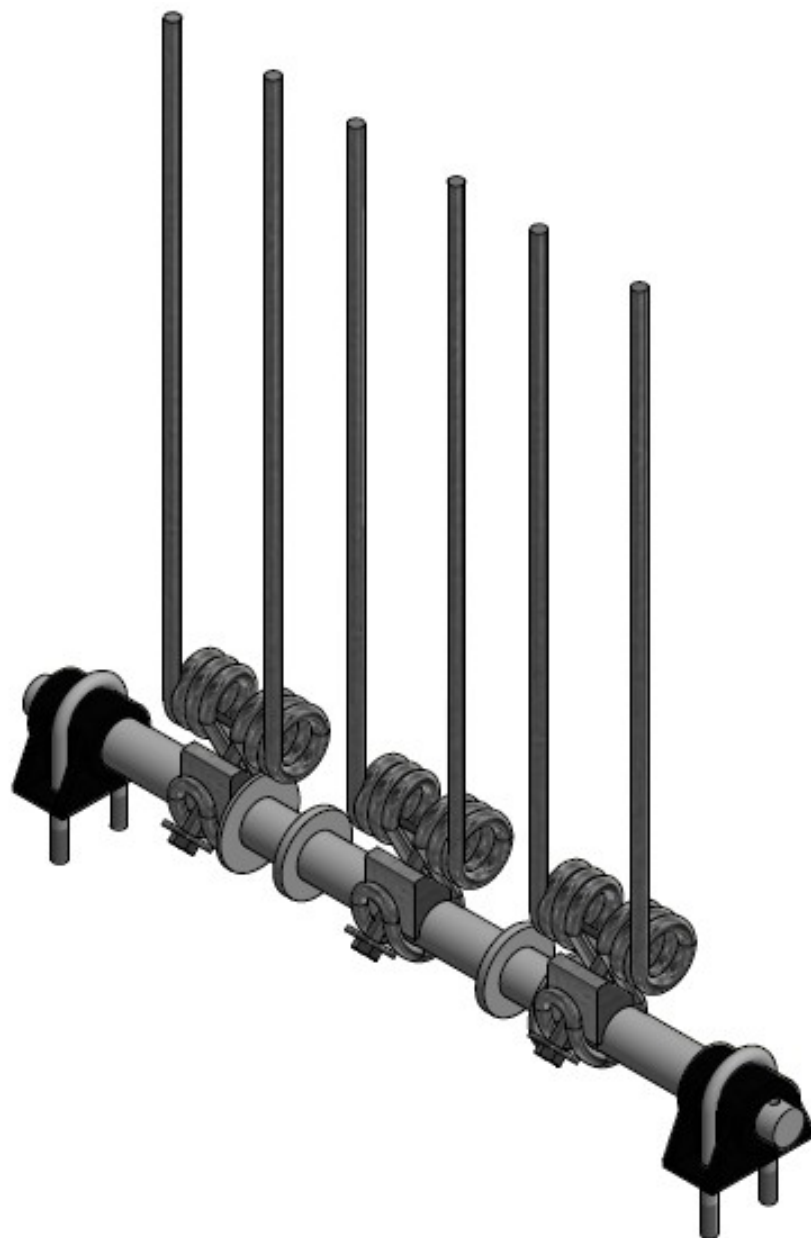
Obr. 63. Řemenice



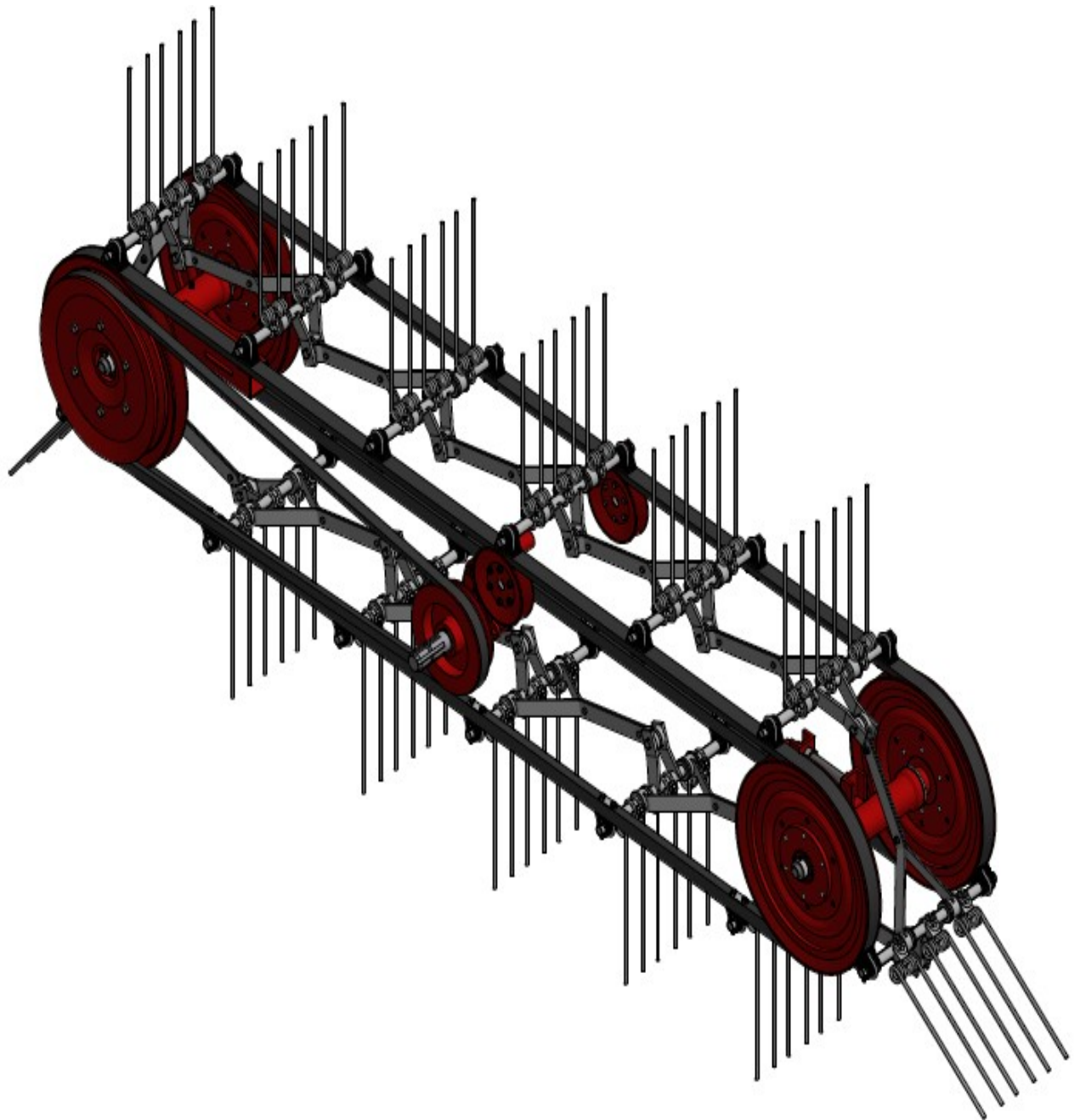
Obr. 64. Řemenice

7.1.13 Hrabice

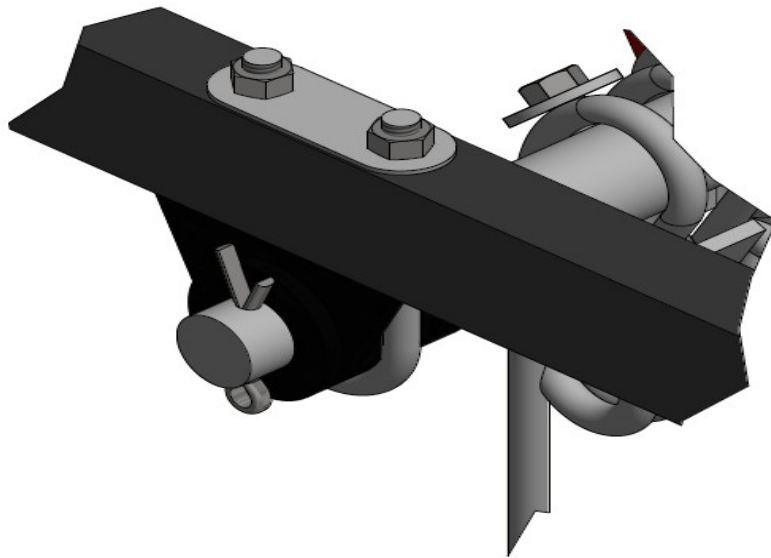
Hrabice se nachází na klínovém řemeni. Je zajištěna pomocí třmenů, na které se našroubuje podložka oválového tvaru a následně se zajistí maticí (obr. 67). Správnou polohu hrabice nám určuje silikonové pouzdro dosedající na povrch klínového řemene. Hrabice se vyskytuje na celkové sestavě třináct (obr. 66). Na nosné hřídeli se nachází pera (obr. 65), která v podstatě tvoří hlavní pracovní součásti celého zařízení. V důsledku velkého namáhání zejména na ohyb se vyrábějí z pružinové oceli.



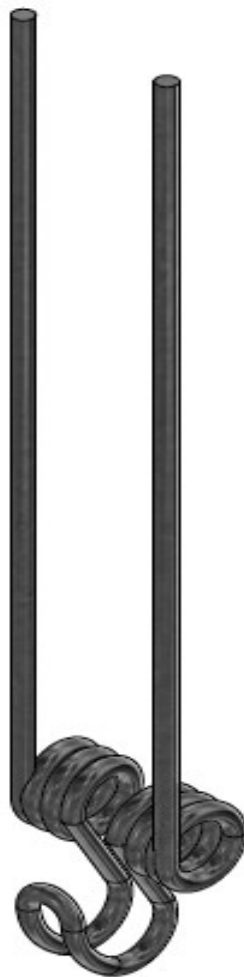
Obr. 65. Hrabice



Obr. 66. Uspořádání hrabic na řemenu



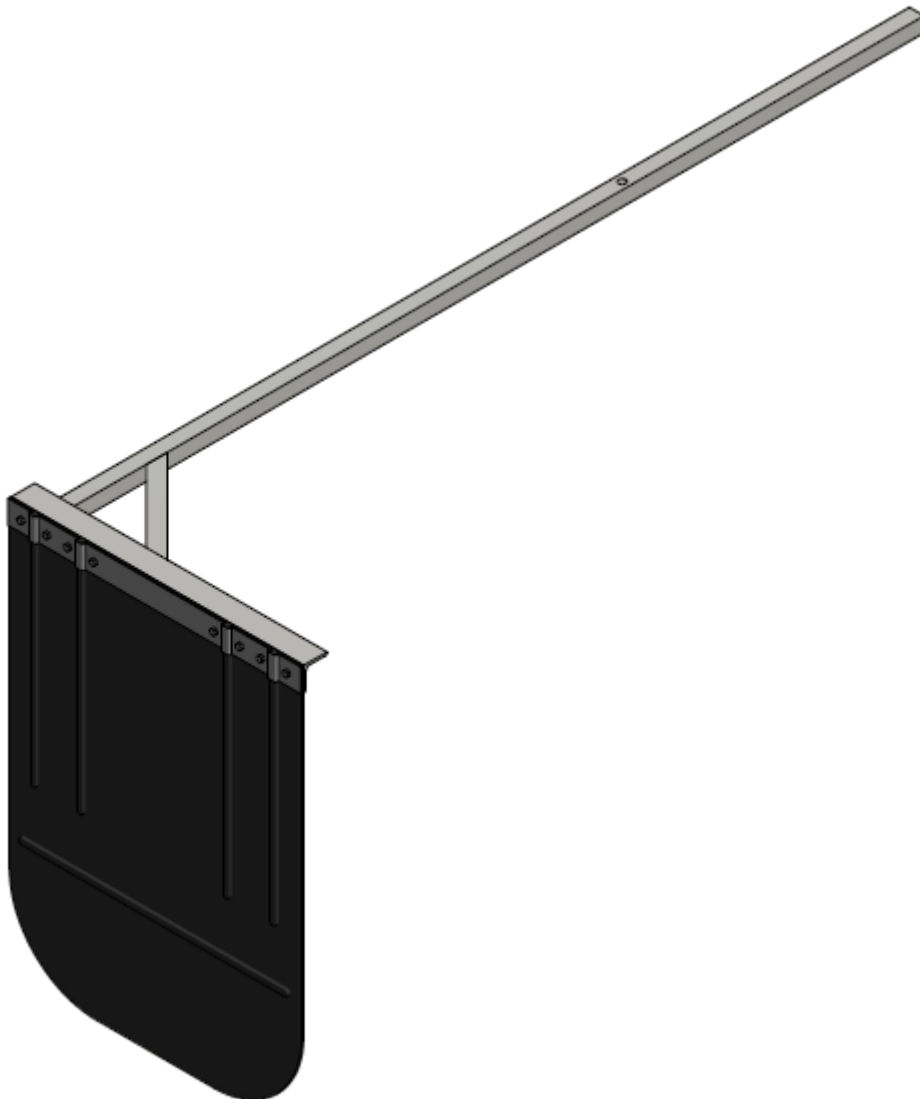
Obr. 68. Zajištění hrabic na řemenu



Obr. 67. Pero

7.1.14 Nahrabovací deska

Konstrukcí nahrabovací desky je svařenec ze dvou tyčí čtvercového průřezu. Na tyto tyče se následně přivaří L profil. Z vnitřní strany se usadí pryž. Na pryž se z druhé strany přitlačí plech a pomocí šroubů se vše utáhne. Nahrabovací deska slouží k důkladnému a přesnému sklizení sena do řádků.

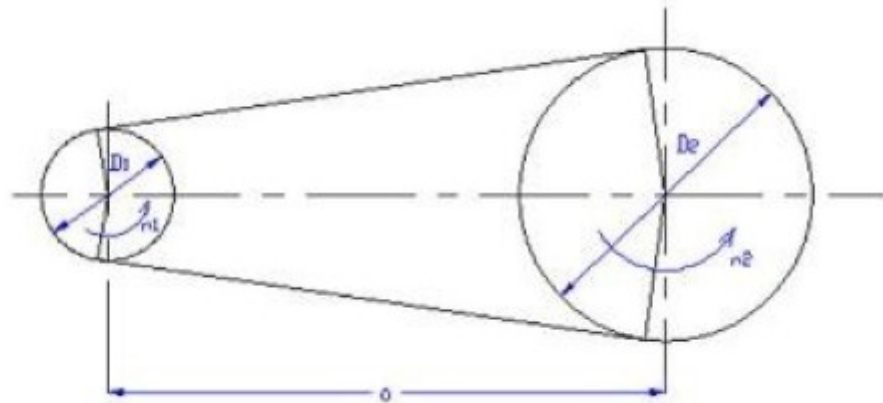


Obr. 69. Nahrabovací deska

8 VÝPOČTY

8.1 Vstupní (hnací) ústrojí

8.1.1 Řemenový převod



Obr. 70. Schéma řemenového převodu

Vstupní hodnoty:

$$P_1 = 12 \text{ kW} = 12\,000 \text{ W}$$

$$n_1 = 540 \text{ ot/min} = 9 \text{ ot/s}$$

$$D_1 = 195 \text{ mm}$$

$$D_2 = 330 \text{ mm}$$

8.1.1.1 Kroutícího moment na vstupu do řemenového převodu

$$M_{K1} = 159200 \cdot \frac{P}{n} = 159200 \cdot \frac{12}{9} = 212\,266,6 \text{ Nmm} = 212,266 \text{ Nm}$$

8.1.1.2 Převodový poměr

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{330}{195} = 1,69$$

8.1.1.3 Výkon na výstupu z řemenového převodu

$$P_2 = P_1 \cdot \eta = 12\,000 \cdot 0,95 = 11\,400 \text{ W} = 11,4 \text{ kW}$$

8.1.1.4 Otáčky na výstupní (hnané) hřídeli

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{540}{1,69} = 319,52 \text{ ot/min}$$

8.1.1.5 Kroutící moment na výstupu řemenového převodu

$$M_{K2} = M_{K1} \cdot i = 212,266 \cdot 1,69 = 358,73 \text{ Nm}$$

Dle grafu [20] volím klínový řemen typu SPA.

8.1.1.6 Obvodová síla na hnací řemenici

$$M_{k1} = F_{o1} \cdot \frac{D_1}{2} \rightarrow F_{o1} = \frac{2 \cdot M_{k1}}{D_1} = \frac{2 \cdot 212\,266}{195} = 2177,08 \text{ N}$$

8.1.1.7 Obvodová síla na hnané řemenici

$$M_{k2} = F_{o2} \cdot \frac{D_2}{2} \rightarrow F_{o2} = \frac{2 \cdot M_{k2}}{D_2} = \frac{2 \cdot 358\,730}{330} = 2174,12 \text{ N}$$

8.1.1.8 Obvodová rychlost řemene

$$v = \frac{D_1 \cdot n_1}{19\,100} = \frac{195 \cdot 540}{19\,100} = 5,51 \text{ m/s}$$

8.1.1.9 Předběžná osová vzdálenost klínového řemene

$$0,7 \cdot (D_1 + D_2) < A < 2 \cdot (D_1 + D_2)$$

$$0,7 \cdot (195 + 330) < A < 2 \cdot (195 + 330)$$

$$367,5 < A < 1050$$

Volím $A=800 \text{ mm}$

8.1.1.10 Délka klínového řemene

$$\begin{aligned} L_p &= 2A + 1,57(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A} = 2 \cdot 800 + 1,57(195 + 330) + \frac{(330 - 195)^2}{4 \cdot 800} \\ &= 2429,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dle [20] volím délku řemene $L_p = 2\,500 \text{ mm}$

8.1.1.11 Osová vzdálenost řemenic

$$a = p + \sqrt{p^2 - q}$$

$$a = 418,675 + \sqrt{418,675^2 - 2278,125} = 834,62 \text{ mm}$$

Kde:

$$p = 0,25 \cdot L_p - 0,393 \cdot (D_1 + D_2) = 0,25 \cdot 2500 - 0,393 \cdot (195 + 330) = 418,675 \text{ mm}$$

$$q = 0,125 \cdot (D_2 - D_1)^2 = 0,125 \cdot (330 - 195)^2 = 2278,125 \text{ mm}$$

8.1.1.12 Úhel opásání na malé řemenici

$$\beta = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{D_2 - D_1}{a} = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{330 - 195}{2500} = 174,2^\circ$$

8.1.1.13 Ohybová frekvence

$$f = \frac{2000 \cdot v}{L_p} = \frac{2000 \cdot 5,51}{2500} = 4,408 \text{ s}^{-1}$$

8.1.1.14 Pracovní předpětí řemene

$$F_u = (1,5 - 2) \cdot F_{o1} = 1,55 \cdot 2177,08 = 3\,374,4 \text{ N}$$

8.1.1.15 Meze pro seřízení osově vzdálenosti

$$x \geq 0,03L_p = 0,03 \cdot 2500 = 75 \text{ mm}$$

$$y \geq 0,015L_p = 0,015 \cdot 2500 = 37,5 \text{ mm}$$

8.1.1.16 Výkon přenášeným jedním řemenem

Dle [20] volím $c_1=0,97$, $c_2=1$, $c_3=1,07$

$$P_r = P_1 \cdot \frac{c_1 \cdot c_2}{c_3} = 12000 \cdot \frac{0,97 \cdot 1}{1,07} = 10\,878,5 \text{ W} = 10,878 \text{ kW}$$

8.1.1.17 Počet klínových řemenů

$$z = \frac{P \cdot c_2}{P_r \cdot c_1 \cdot c_3} = \frac{12000 \cdot 1}{10878,5 \cdot 0,97 \cdot 1,07} = 1,062$$

Dle [20] volím 1 úzký klínový řemen typu SPA - 2500 ČSN 02 3114.

8.1.2 Hnací hřídel

Materiál: 11 600

$\tau_{Dk} = 80 \text{ MPa}$

$P_1 = 12 \text{ kW} = 12\,000 \text{ W}$

$n_1 = 540 \text{ ot/min} = 9 \text{ ot/s}$

$M_{k1} = 212,266 \text{ Nm} = 212\,266 \text{ Nmm}$

8.1.2.1 Průměr hnací hřídele

$$\tau = \frac{M_k}{W_k} \leq \frac{M_k}{0,2 \cdot d^3} \rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{M_k}{0,2 \cdot \tau_{Dk}}} = \sqrt[3]{\frac{212\,266}{0,2 \cdot 80}} = 23,6 \text{ mm}$$

Dle [20] volím drážkovaný hřídel 8x32g6 x 36a11 x 7f7.

8.1.2.2 Délka drážek

$p_D = 120 \text{ MPa}$

$D = 36 \text{ mm}$

$d = 32 \text{ mm}$

$$M_{k1} = F \cdot \frac{D_s}{2} = 0,75 \cdot l \cdot h \cdot p_D \cdot \frac{D + d}{4} \rightarrow l = \frac{4 \cdot M_{k1}}{(D + d) \cdot 0,75 \cdot h \cdot p_D \cdot i}$$

$$l = \frac{4 \cdot 212\,266}{(36 + 32) \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 120 \cdot 8} = 26,01 \text{ mm}$$

Dle [20] volím $l = 50 \text{ mm}$.

8.1.2.3 Délka pera

Průměru 36 mm odpovídá dle [20]: $b = 10 \text{ mm}$, $h = 8 \text{ mm}$

y - vzdálenost síly od osy otáčení

Na měrný tlak:

$$l_1 = \frac{M_{k1}}{0,5 \cdot h \cdot p_D \cdot y} = \frac{4 \cdot M_{k1}}{D \cdot h \cdot p_D} = \frac{4 \cdot 212\,266}{36 \cdot 8 \cdot 120} = 24,56 \text{ mm}$$

Na smyk:

$$l_2 = \frac{M_{k1}}{\tau_{DS} \cdot b \cdot y} = \frac{2 \cdot M_{k1}}{\tau_{DS} \cdot b \cdot d} = \frac{2 \cdot 212\,266}{80 \cdot 10 \cdot 36} = 14,74 \text{ mm}$$

Dle [20] volím pero 10e7 x 8 x 25 ČSN 02 2507.

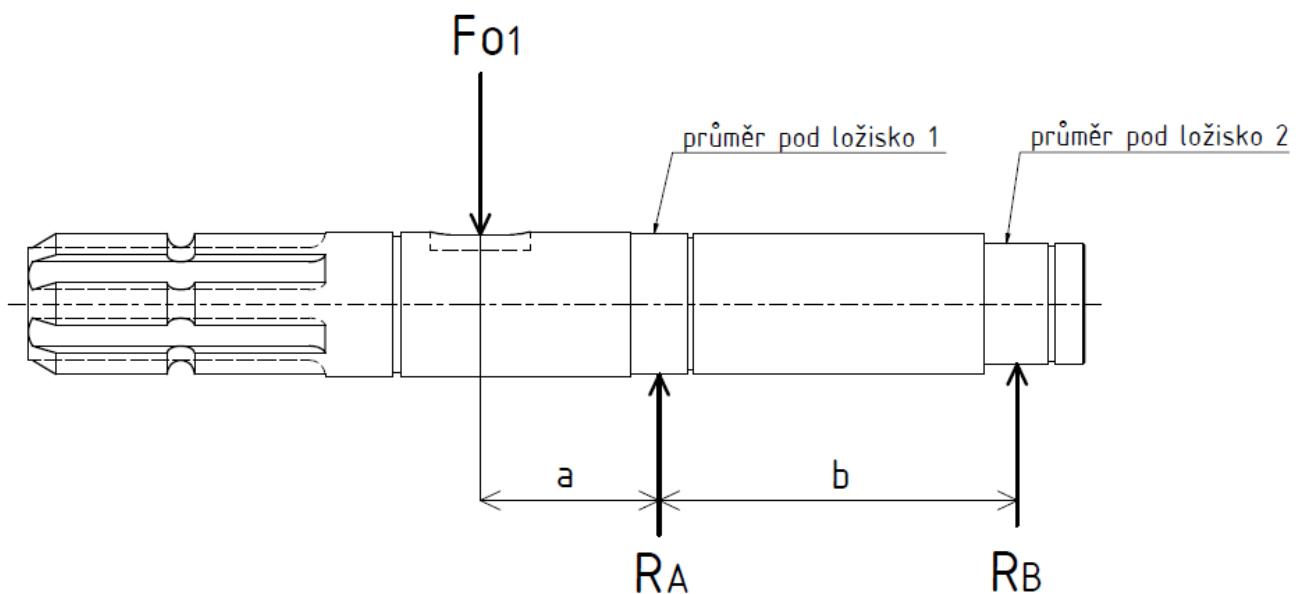
8.1.3 Návrh a výpočet ložisek

Pod ložisko 1 volím průměr 35 mm.

Průměru 35 mm odpovídá dle [20] ložisko 6007 ČSN 02 4630.

Pod ložisko 2 volím průměr 30 mm.

Průměru 30 mm odpovídá dle [20] ložisko 6206 ČSN 02 4630.



Obr. 71. Schéma zatížení hnací hřídele

Reakce na hřídeli:

$$a = 44,5 \text{ mm}$$

$$b = 89 \text{ mm}$$

$$F_{o1} = 2177,08 \text{ N}$$

Momentová rovnováha:

$$\sum M_{iA} = 0: F_{o1} \cdot (a + b) - R_A \cdot b = 0$$

$$F_o \cdot (a + b) = R_A \cdot b$$

$$R_A = \frac{F_{o1} \cdot (a + b)}{b} = \frac{2177,08 \cdot (44,5 + 89)}{89} = 3\,265,6 \text{ N}$$

Silová rovnováha:

$$\sum F_{iy} = 0: R_A + R_B - F_{o1} = 0$$

$$R_B = F_{o1} - R_A = 2177,08 - 3\,265,6 = -1\,088,52 \text{ N}$$

8.1.3.1 Trvanlivost ložiska 1 (v místě A)

$$C = 12\,200 \text{ N}$$

$$m = 3$$

$$R_A = F_V$$

$$n = 9 \text{ ot/s}$$

$$L_n = \left(\frac{C}{F_V} \right)^m = \left(\frac{12\,200}{3\,265,6} \right)^3 = 52,14 \text{ milionů otáček}$$

$$L_h = \frac{L_n \cdot 10^6}{3600 \cdot n} = \frac{52,14 \cdot 10^6}{3600 \cdot 9} = 1609,26 \text{ hodin}$$

8.1.3.2 Trvanlivost ložiska 2 (v místě B)

$$C = 15\,000 \text{ N}$$

$$m = 3$$

$$R_B = F_V$$

$$n = 9 \text{ ot/s}$$

$$L_n = \left(\frac{C}{F_V}\right)^m = \left(\frac{15\,000}{1\,088,52}\right)^3 = 2\,616,7 \text{ milionů otáček}$$

$$L_h = \frac{L_n \cdot 10^6}{3600 \cdot n} = \frac{2\,616,7 \cdot 10^6}{3600 \cdot 9} = 80\,762,34 \text{ hodin}$$

8.1.3.3 Ověření minimálního průměru hnací hřídele z pevnostní podmínky na ohyb

Maximální ohybový moment:

$$M_{omax} = F_{o1} \cdot a = 2177,08 \cdot 44,5 = 96\,880,06 \text{ Nmm}$$

Z teorie podle von Miessese:

$$\sigma_{red} = \sqrt{(\sigma^2 + 3\tau^2)} \leq \sigma_{Do}$$

Redukovaný moment pak je:

$$M_{red} = \sqrt{M_{omax}^2 + \frac{3}{4} \cdot M_k^2} \leq 0,1 \cdot d^3 \cdot \sigma_{Do}$$

$$M_{red} = \sqrt{M_{omax}^2 + \frac{3}{4} \cdot M_k^2} = \sqrt{96\,880,06^2 + \frac{3}{4} \cdot 212\,266^2} = 207\,794 \text{ Nmm}$$

Minimální průměr:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{red}}{0,1 \cdot \sigma_{Do}}} = \sqrt[3]{\frac{207\,794}{0,1 \cdot 160}} = 23,5 \text{ mm}$$

$$23,5 \text{ mm} < 32 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Dle výpočtu musí mít hnací hřídel minimální průměr 23,5mm. Tato podmínka je splněna, neboť byl navržen průměr hnací (drážkované) hřídele 32mm.

8.2 Výstupní (hnané) ústrojí

8.2.1 Hnaná hřídel

Materiál: 11 600

$$\tau_{Dk} = 80 \text{ MPa}$$

$$P_2 = 11,4 \text{ kW} = 11\,400 \text{ W}$$

$$n_2 = 319,52 \text{ ot/min} = 5,32 \text{ ot/s}$$

$$M_{k2} = 358,73 \text{ Nm} = 358\,730 \text{ Nmm}$$

8.2.1.1 Průměr hnané hřídele

$$\tau = \frac{M_k}{W_k} \leq \frac{M_k}{0,2 \cdot d^3} \rightarrow d' = \sqrt[3]{\frac{M_k}{0,2 \cdot \tau_{Dk}}} = \sqrt[3]{\frac{358\,730}{0,2 \cdot 80}} = 22,8 \text{ mm}$$

Tomuto průměru odpovídá z [20] pero 8x7, t= 4,1 mm.

Průměr hřídele bude:

$$d = d' + t = 22,8 + 4,1 = 26,9 \text{ mm}$$

Volím průměr hnané hřídele $d = 28 \text{ mm}$.

8.2.1.2 Délka pera

Na průměr 28 mm volím dle [20] : $b=8\text{mm}$, $h=7\text{mm}$.

y - vzdálenost síly od osy otáčení

Na měrný tlak:

$$l_1 = \frac{M_{k1}}{0,5 \cdot h \cdot p_D \cdot y} = \frac{4 \cdot M_{k1}}{D \cdot h \cdot p_D} = \frac{4 \cdot 358\,750}{28 \cdot 7 \cdot 120} = 60,62 \text{ mm}$$

Na smyk:

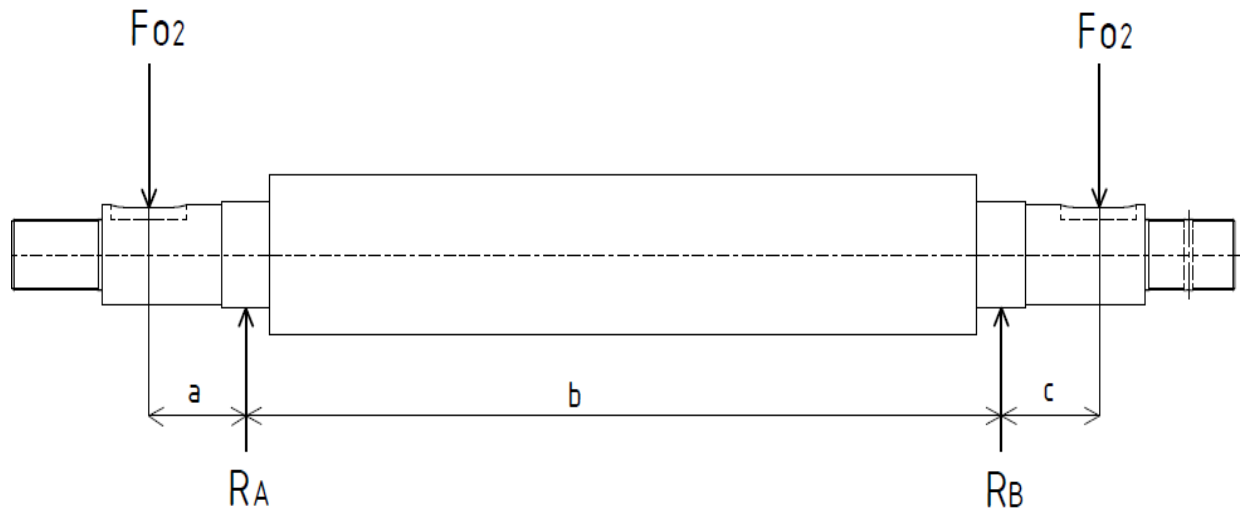
$$l_2 = \frac{M_{k1}}{\tau_{DS} \cdot b \cdot y} = \frac{2 \cdot M_{k1}}{\tau_{DS} \cdot b \cdot D} = \frac{2 \cdot 358\,750}{80 \cdot 8 \cdot 28} = 40,03 \text{ mm}$$

Dle [20] navrhuji pero 8e7 x 7 x 65 ČSN 02 2507.

8.2.2 Návrh a výpočet ložisek

Pod ložiska volím průměr 30 mm.

Průměru 30 mm odpovídá dle [20] ložisko 6206 ČSN 02 4630.



Obr. 72. Schéma zatížení hnané hřídele

Reakce na hřídeli:

$$a = 48 \text{ mm}$$

$$b = 252 \text{ mm}$$

$$c = 48 \text{ mm}$$

$$F_{02} = 2\,174,12 \text{ N}$$

Momentová rovnováha:

$$\sum M_{iA} = 0: F_{02} \cdot (a + b + c) - R_A \cdot (b + c) - R_B \cdot c = 0$$

$$F_{02} \cdot (a + b + c) = R_A \cdot (b + c) + R_B \cdot c$$

$$R_A = \frac{F_{02} \cdot (a + b + c) - R_B \cdot c}{b + c}$$

$$R_A = \frac{F_{02} \cdot (a + b + c) - (2 \cdot F_{02} - R_A) \cdot c}{b + c}$$

$$R_A(b + c) = F_{02} \cdot (a + b + c) - 2F_{02} \cdot c + R_A \cdot c$$

$$R_A(b + c) - R_A \cdot c = F_{02} \cdot (a + b + c) - 2F_{02} \cdot c$$

$$R_A \cdot b + R_A \cdot c - R_A \cdot c = F_{02} \cdot (a + b + c) - 2F_{02} \cdot c$$

$$R_A \cdot b = F_{o2} \cdot (a + b + c) - 2F_{o2} \cdot c$$

$$R_A = \frac{F_{o2} \cdot (a + b + c) - 2F_{o2} \cdot c}{b}$$

$$R_A = \frac{2174,12 \cdot (48 + 252 + 48) - 2 \cdot 2174,12 \cdot 48}{252}$$

$$R_A = 2174,12 \text{ N}$$

Silová rovnováha:

$$\sum F_{iy} = 0: R_A + R_B - 2 \cdot F_{o2} = 0$$

$$R_B = 2 \cdot F_{o2} - R_A$$

$$R_B = 2 \cdot 2174,12 - 2174,12$$

$$R_B = 2174,12 \text{ N}$$

8.2.2.1 Trvanlivost ložisek

$$C = 15\,000 \text{ N}$$

$$m = 3$$

$$R_A = F_V$$

$$n = 5,32 \text{ ot/s}$$

$$L_n = \left(\frac{C}{F_V} \right)^m = \left(\frac{15\,000}{2174,12} \right)^3 = 328,4 \text{ milionů otáček}$$

$$L_h = \frac{L_n \cdot 10^6}{3600 \cdot n} = \frac{328,4 \cdot 10^6}{3600 \cdot 5,32} = 17\,147 \text{ hodin}$$

8.2.2.2 Ověření minimálního průměru hnané hřídele z podmínky na ohyb

Maximální ohybový moment:

$$M_{omax} = F_o \cdot a = 2174,12 \cdot 48 = 104\,357,76 \text{ Nmm}$$

Z teorie podle von Miessese:

$$\sigma_{red} = \sqrt{(\sigma^2 + 3\tau^2)} \leq \sigma_{Do}$$

Redukovaný moment pak je:

$$M_{red} = \sqrt{M_{o\max}^2 + \frac{3}{4} \cdot M_k^2} \leq 0,1 \cdot d^3 \cdot \sigma_{Do}$$

$$M_{red} = \sqrt{M_{o\max}^2 + \frac{3}{4} \cdot M_k^2} = \sqrt{104\,357,76^2 + \frac{3}{4} \cdot 358\,750^2} = 327\,744,9 \text{ Nmm}$$

Minimální průměr:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{red}}{0,1 \cdot \sigma_{Do}}} = \sqrt[3]{\frac{327\,744,9}{0,1 \cdot 210}} = 24,99 \text{ mm}$$

$$24,99\text{mm} < 28\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Hnaná hřídel musí mít dle výpočtu minimální průměr 24,99 mm. Navržený průměr byl 28 mm, tímto je tedy podmínka splněna.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout obraceč sena. Tohle zařízení je zkonstruováno zejména pro domácí použití. Uplatnění nalezne především u drobných chovatelů či zemědělců vlastníci například pole či louku. Dle konstrukce je jeho oblast použití vhodná i do složitých a kopcovitých terénů.

Zpracování této práce je rozděleno do dvou částí, teoretické a praktické.

Teoretická část bakalářské práce pojednává o rozdělení obracečů dle jejich konstrukce používaných v praxi. V další kapitole teoretické části je popsána manipulace se samotným zařízením a jeho základní pracovní operace včetně hlavních pracovních prvků.

Praktická část se zabývá návrhem konstrukce obraceče sena. Jsou zde rozebrány a popsány základní části stroje. Konstrukce se skládá převážně z profilů, které jsou k sobě ve většině případů přivařeny. Jedná se o zařízení vyžadující manuální obsluhu.

Pohon je řešen kardanovým hřídelem, jenž spojuje výstupní hřídel traktoru a vstupní hřídel obraceče. Výkon a kroutící moment se přenáší pomocí řemenového převodu. Řemenový převod se skládá ze dvou řemenic (hnací a hnané), přičemž hnaná řemenice je přišroubovaná k další řemenici obsahující řemen, na kterém jsou přišroubovány hrabice.

V další části práce jsou provedeny výpočty, nutné pro zrealizování návrhu konstrukce. Závěrečná kapitola praktické části je doplněna výkresovou dokumentací. Obsahuje seznam všech součástí, které byly vytvořeny v 3D softwaru Autodesk Inventor 2019. Celkový 3D model byl rovněž zhotoven v 3D softwaru Autodesk Inventor 2019. Výkresová dokumentace je součástí práce jako příloha.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Agrico-sro [online]. [cit. 08.12.2018] Dostupné z: <https://www.agrico-sro.cz>
- [2] Obraceč sena Sluníčko 3 m - REHOS, s. r. o.. *Domů - REHOS, s. r. o.* [online]. Copyright © 2016. REHOS, s. r. o.. [cit. 08.12.2018] Dostupné z <http://www.rehos.cz/pridavna-zarizeni/item/obracec-sena-slunicko-3-m>
- [3] Třetí bod pro traktor kat. 2-2 Extra těžké provedení pracovní délka (D) 630 - 930 mm | Eshop zemědělské potřeby [cit. 08.12.2018] Dostupné z <https://www.eshop-zemedelske-potreby.cz/treti-bod-pro-traktor-kat-2-2-extra-tezke-provedeni-pracovni-delka-d-630-930-mm-p3990/>
- [4] Obraceč sena 1,45m | Traktorservis. *Kvalitní stroje a technika se zárukou servisu | Traktorservis* [online]. Copyright © 2018 [cit. 08.12.2018] Dostupné z <https://www.traktorservis.cz/katalog/prislusenstvi-k-traktorum-a-vozidlum/obracece-lisy/obracec-sena-1-45m-op131>
- [5] Paprskový obraceč a shrnovač SUNCE V9 - AGROsklad.cz. Eshop Vám nabízí zemědělské, lesnické a komunální stroje. Zemědělské potřeby, chovatelské potřeby, hospodářské potřeby, farmářské potřeby a to za příznivé ceny. Garance historie již od roku 1997. - AGROsklad.cz [online]. [cit. 08.12.2018] Dostupné z: <https://www.agrosklad.cz/paprskove-obracece-shrnovace/paprskovy-obracec-a-shrnovac-sunce-v9/>
- [6] dvou rotorový obraceč -agroBAZAR / TECHNIKA PRO SKLIZEŇ / sklizeň píce. *AgroSEZNAM | agrobazar | zemědělská technika | traktory | bazar traktory* [online]. Copyright © 2018 [cit. 08.12.2018] Dostupné z <http://www.agroseznam.cz/cz/agrobazar/detail-inzeratu/65551-.html>
- [7] *Instruction a Spare-Parts book HAYMAN 200. 2006.*
- [8] Kříž, R. k. (1978). *Stavba a provoz strojů II.* Praha 1: SNTL.
- [9] plochy-remen-150x3925-8407[online].Copyright©[cit.8.12.2018].Dostupné z: <http://www.soko.cz/cs/zemedelske-pro-fortschritt/tagex/plochy-remen-150x3925-8407>
- [10] Klínový řemen 3M 272 La optibelt WR - Řemeny-Řetezy.cz. *Řemeny-Řetezy.cz* [online]. Copyright © 2017 [cit. 8.12.2018]. Dostupné

- z: <http://www.remeny-retezy.cz/remeny/klinove-jednoduche/polyuretanove-uhel-60/3m-3x2/klinovy-remen-3m-272-la-optibelt-wr-3498.html>
- [11] Ozubené řemeny | TYMA CZ. *TYMA CZ | Klínové, ozubené řemeny a řemenice, řetězy, spojky* [online]. Copyright © 2004 [cit. 08.12.2018]. Dostupné z <https://www.tyma.cz/produkty/ozubene-remeny/>
- [12] Míchačky - náhradní díly | STARŠÍ TYPY | MLB-150 ŘEMENICE VELKÁ | ABASERVICE - výtahy Bocker a Geda. *ABASERVICE.cz - výtahy Bocker a Geda* [online]. Copyright © 1991 [cit. 08.12.2018] Dostupné z <https://www.abaservice.cz/MLB-150-REMENICE-VELKA-d576.htm>
- [13] Kladka kovová - ZABI CZECH s.r.o. *ZABI CZECH s.r.o - Pojezdová, kladky a posuvné brány* [online]. Copyright © 1995 [cit. 08.12.2018] Dostupné z <https://www.zabi.cz/kladka-kovova-cmm4481>
- [14] VOLEK, F. *Základy konstruování a části strojů II: mechanismy strojů*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická, 2003. ISBN 80-7318-111-8.
- [15] 404 - Eles+Ganter. *301 Moved Permanently* [online] [cit. 08.12.2018] Dostupné z: https://www.elesa-ganter.cz/uploads/download/file/1174/Universal_Joints_CZ.pdf
- [16] *Střední škola automobilní* [online]. Copyright ©G [cit. 08.12.2018] Dostupné z http://www.skola-auto.cz/wp-content/uploads/2018/01/14_Kloubove_hridele.pdf
- [17] KŘÍŽ, R. *Stavba a provoz strojů I : části strojů - pro 2. roč. SPŠ. Část 1. 1. vyd.* Praha: Scientia, 1995 ISBN 80-85827-59-X.
- [18] *Home | Autoservis Magazín* [online] [cit. 08.12.2018] Dostupné z <http://www.autoservismagazin.cz/>
- [19] Silentbloky | VK LOŽISKA s.r.o.. *VK LOŽISKA - dodáváme ložiska, gufera, řemeny, rychlospojky* [online]. Copyright © 2018, VK LOŽISKA s.r.o. [cit. 08.12.2018] Dostupné z <http://www.vkloziska.cz/>
- [20] LEINVEBER, J a VRÁNA, P *Strojnické tabulky*. 5. vyd. Úvaly: ALBRA - pedagogické nakladatelství, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	předběžná osová vzdálenost [mm]
a, b, c	rozměry na hřídeli [mm]
b	šířka pera [mm]
c_1	součinitel úhlu opásání [-]
c_2	součinitel provozního zatížení [-]
c_3	součinitel délky klínového řemene [-]
D	vnější průměr drážkované hřídele [mm]
d	vnitřní průměr drážkované hřídele [mm]
D_1	průměr malé řemenice [mm]
D_2	průměr velké řemenice [mm]
D_S	střední průměr drážkované hřídele [mm]
f	ohybová frekvence [s^{-1}]
F_{O1}	obvodová síla na malé řemenici [N]
F_{O2}	obvodová síla na velké řemenici [N]
F_u	pracovní předpětí řemene [N]
F_v	dynamické ekvivalentní zatížení ložiska [N]
h	výška pera [mm]
i	převodový poměr [-]
l	délka pera [mm]
L_n	životnost ložiska [hod.]
L_p	délka řemene [mm]
m	exponent rovnice trvanlivosti [-]
M_{K1}	vstupní kroutící moment [Nm]
M_{K2}	výstupní kroutící moment [Nm]

M_{omax}	maximální ohybový moment [Nm]
n_1	vstupní otáčky [min ⁻¹]
n_2	výstupní otáčky [min ⁻¹]
p	parametr pro výpočet osové vzdálenosti řemenic [mm]
P_1	výkon na hnací hřídeli [W]
P_2	výkon na hnané hřídeli [W]
p_D	dovolený měrný tlak [MPa]
P_r	výkon přenášený jedním řemenem [W]
q	parametr pro výpočet osové vzdálenosti řemenic [mm]
R_A	reakce v bodě A [N]
R_B	reakce v bodě B [N]
t	hloubka drážky v hřídeli [mm]
v	obvodová rychlost řemene [m.s ⁻¹]
W_K	modul průřezu v krutu [mm ³]
x	osová přestavitelnost pro napínání klínového řemene [mm]
y	osová přestavitelnost pro snazší nasazení klínového řemene [mm]
z	počet řemenů [-]
β	úhel opásání [°]
η	účinnost řemenového převodu [-]
σ_{RED}	redukované napětí [MPa]
σ_{DO}	dovolené napětí v ohybu [MPa]
τ_s	napětí ve stříhu [MPa]
τ_{Dk}	dovolené napětí v krutu [MPa]

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Obracení sena [1]</i>	13
<i>Obr. 2. Příprava na obracení [2]</i>	14
<i>Obr. 3. Třetí bod [3]</i>	14
<i>Obr. 4. Bubnový obraceč [4]</i>	15
<i>Obr. 5. Paprskový obraceč [5]</i>	16
<i>Obr. 6. Rotorový obraceč [6]</i>	17
<i>Obr. 7. Poloha obraceče při obracení [7]</i>	17
<i>Obr. 8. Poloha obraceče při rozhazování [7]</i>	18
<i>Obr. 9. Poloha obraceče při řádkování [7]</i>	18
<i>Obr. 10. Druhy převodů [8]</i>	20
<i>Obr. 11. Složený převod [8]</i>	21
<i>Obr. 12. Schéma opásaného převodu [8]</i>	22
<i>Obr. 13. Plochý řemen [9]</i>	23
<i>Obr. 14. Klínový řemen [10]</i>	23
<i>Obr. 15. Klasický řemen [10]</i>	23
<i>Obr. 16. Široký řemen [10]</i>	24
<i>Obr. 17. Ozubený řemen [11]</i>	24
<i>Obr. 18. Násobný řemen [10]</i>	25
<i>Obr. 19. Složení klínového řemene [8]</i>	27
<i>Obr. 20. Řemenice [12]</i>	28
<i>Obr. 21. Kladka [13]</i>	28
<i>Obr. 22. Typy věnců řemenic a kladky [8]</i>	29
<i>Obr. 23. Konstrukční provedení řemenic pro klínové řemeny [8]</i>	30
<i>Obr. 24. Kloubový mechanismus - portálový jeřáb [14]</i>	32
<i>Obr. 25. Kloubový mechanismus – hnětací stroj [14]</i>	32
<i>Obr. 26. Kloubový mechanismus – obraceč sena [14]</i>	33
<i>Obr. 27. Kloubový mechanismus – hnětací stroj [14]</i>	33
<i>Obr. 28. Úhel natočení kardanového hřídele [15]</i>	34
<i>Obr. 29. Stejný úhel natočení na obou stranách [15]</i>	34
<i>Obr. 30. Schéma kardanového hřídele [16]</i>	34
<i>Obr. 31. Typy kardanových hřídelí [16]</i>	35
<i>Obr. 32. Umístění kardanového hřídele u motocyklu [16]</i>	36

<i>Obr. 33. Připojení kardanového hřídele k traktoru [16]</i>	36
<i>Obr. 34. Různé typy pružin [18]</i>	37
<i>Obr. 35. Pružnice [17]</i>	38
<i>Obr. 36. Šroubovitá zkrutná pružina [17]</i>	38
<i>Obr. 37. Spirálová pružina [17]</i>	39
<i>Obr. 38. Šroubovitá pružina tlačná [17]</i>	39
<i>Obr. 39. Šroubovitá pružina tažná [17]</i>	39
<i>Obr. 40. Šroubovitá kuželová pružina [17]</i>	39
<i>Obr. 41. Zkrutná pružina [17]</i>	40
<i>Obr. 42. Taliřová pružina [17]</i>	40
<i>Obr. 43. Kroužková pružina [17]</i>	40
<i>Obr. 44. Charakteristika pružiny [17]</i>	41
<i>Obr. 45. Torzní (zkrutná) tyč [17]</i>	42
<i>Obr. 46. Silentbloky [19]</i>	43
<i>Obr. 47. Sestava obraceče</i>	46
<i>Obr. 48. Sestava obraceče</i>	47
<i>Obr. 49. Sestava obraceče pohled shora</i>	47
<i>Obr. 50. Rám obraceče</i>	48
<i>Obr. 51. Rám obraceče s navařenými celky</i>	49
<i>Obr. 52. Zavěšení předního pojezdového kola</i>	50
<i>Obr. 53. Zavěšení zadního pojezdového kola</i>	51
<i>Obr. 54. Držák napínacích kladek</i>	52
<i>Obr. 55. Sestava horního čepu</i>	53
<i>Obr. 56. Sestava spodního čepu</i>	54
<i>Obr. 57. Horní plech</i>	55
<i>Obr. 58. Dolní plech</i>	56
<i>Obr. 59. Soustava krycích plechů</i>	57
<i>Obr. 60. Uložení vstupního hřídele</i>	58
<i>Obr. 61. Vstupní řemenový převod</i>	59
<i>Obr. 62. Sestava řemenic</i>	60
<i>Obr. 63. Řemenice</i>	61
<i>Obr. 64. Řemenice</i>	62
<i>Obr. 65. Hrabice</i>	63

<i>Obr. 66. Uspořádání hrabic na řemenu</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 67. Pero</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 68. Zajištění hrabic na řemenu.....</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 69. Nahrabovací deska</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 70. Schéma řemenového převodu</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 71. Schéma zatížení hnací hřídele</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 72. Schéma zatížení hnané hřídele</i>	<i>75</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Vlastnosti řemenů pro určité materiály [8]</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 2. Označení příslušných veličin [8]</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 3. Vlastnosti řemenů pro určité materiály [8]</i>	<i>26</i>

SEZNAM PŘÍLOH

Výkresová dokumentace:

P I	UTB-FT-2019-01	PROFIL 1
P II	UTB-FT-2019-02	PROFIL 2
P III	UTB-FT-2019-03	PROFIL 3
P IV	UTB-FT-2019-04	PROFIL 4
P V	UTB-FT-2019-05	PROFIL 5
P VI	UTB-FT-2019-06	ČEP 1
P VII	UTB-FT-2019-07	ČEP 2
P VIII	UTB-FT-2019-08	ČEP 3
P IX	UTB-FT-2019-09	ČEP 4
P X	UTB-FT-2019-10	ČEP 5
P XI	UTB-FT-2019-11	PROFIL 6
P XII	UTB-FT-2019-12	DOLNÍ PLECH
P XIII	UTB-FT-2019-13	DORAZ
P XIV	UTB-FT-2019-14	PLECH
P XV	UTB-FT-2019-15	PROFIL 7
P XVI	UTB-FT-2019-16	DESKA - PRYŽ
P XVII	UTB-FT-2019-17	HNACÍ ŘEMENICE
P XVIII	UTB-FT-2019-18	HNANÁ ŘEMENICE
P XIX	UTB-FT-2019-19	HORNÍ PLECH
P XX	UTB-FT-2019-20	HNACÍ HŘÍDEL
P XXI	UTB-FT-2019-21	HNANÁ HŘÍDEL
P XXII	UTB-FT-2019-22	NOSNÁ HŘÍDEL
P XXIII	UTB-FT-2019-23	ČEP 6
P XXIV	UTB-FT-2019-24	PROFIL 8

P XXV	UTB-FT-2019-25	KLOBOUČEK
P XXVI	UTB-FT-2019-26	KROUŽEK 1
P XXVII	UTB-FT-2019-27	PROFIL 9
P XXVIII	UTB-FT-2019-28	PROFIL 10
P XXIX	UTB-FT-2019-29	PROFIL 11
P XXX	UTB-FT-2019-30	PROFIL 12
P XXXI	UTB-FT-2019-31	PROFIL 13
P XXXII	UTB-FT-2019-32	DRŽÁK
P XXXIII	UTB-FT-2019-33	MATICE
P XXXIV	UTB-FT-2019-34	NÁKRUŽEK
P XXXV	UTB-FT-2019-35	OBJÍMKA
P XXXVI	UTB-FT-2019-36	TĚLESO
P XXXVII	UTB-FT-2019-37	NÁVAREK1
P XXXVIII	UTB-FT-2019-38	NÁVAREK 2
P XXXIX	UTB-FT-2019-39	PLECH 3
P XL	UTB-FT-2019-40	PLECH 4
P XLI	UTB-FT-2019-41	PLECH 5
P XLII	UTB-FT-2019-42	UTAHOVÁK
P XLIII	UTB-FT-2019-43	PLECH 6
P XLIV	UTB-FT-2019-44	KRYT
P XLV	UTB-FT-2019-45	TYČ 1
P XLVI	UTB-FT-2019-46	KOSTKA 1
P XLVII	UTB-FT-2019-47	TRUBKA 1
P XLVIII	UTB-FT-2019-48	VIDLICE 1
P XLIX	UTB-FT-2019-49	PLECH 8
P L	UTB-FT-2019-50	PLECH 9

P LI	UTB-FT-2019-51	PERO
P LII	UTB-FT-2019-52	PLECH 10
P LIII	UTB-FT-2019-53	PLECH 11
P LIV	UTB-FT-2019-54	PODLOŽKA 1
P LV	UTB-FT-2019-55	PODLOŽKA 2
P LVI	UTB-FT-2019-56	PODLOŽKA 3
P LVII	UTB-FT-2019-57	PODLOŽKA 4
P LVIII	UTB-FT-2019-58	PODLOŽKA 5
P LIX	UTB-FT-2019-59	PODLOŽKA 6
P LX	UTB-FT-2019-60	PODLOŽKA 7
P LXI	UTB-FT-2019-61	POUZDRO 1
P LXII	UTB-FT-2019-62	POUZDRO 2
P LXIII	UTB-FT-2019-63	POUZDRO 3
P LXIV	UTB-FT-2019-64	PODLOŽKA 8
P LXV	UTB-FT-2019-65	PLECH 12
P LXVI	UTB-FT-2019-66	PŘIDRŽOVAČ
P LXVII	UTB-FT-2019-67	PLECH 13
P LXVIII	UTB-FT-2019-68	POLOVINA NAPÍNACÍ KLDKY
P LXIX	UTB-FT-2019-69	POLOVINA ŘEMENICE
P LXX	UTB-FT-2019-70	ROZPĚRNÁ TRUBKA
P LXXI	UTB-FT-2019-71	SILIKONOVÉ POUZDRO
P LXXII	UTB-FT-2019-72	TYČ 2
P LXXIII	UTB-FT-2019-73	PROFIL 14
P LXXIV	UTB-FT-2019-74	PLECH 14
P LXXV	UTB-FT-2019-75	PLECH 15
P LXXVI	UTB-FT-2019-76	PLECH 16

P LXXVII	UTB-FT-2019-77	TRUBKA 2
P LXXVIII	UTB-FT-2019-78	TRUBKA 3
P LXXIX	UTB-FT-2019-79	TRUBKA 4
P LXXX	UTB-FT-2019-80	TRUBKA 5
P LXXXI	UTB-FT-2019-81	TŘMEN
P LXXXII	UTB-FT-2019-82	TYČ 3
P LXXXIII	UTB-FT-2019-83	TYČ 4
P LXXXIV	UTB-FT-2019-84	TYČ 5
P LXXXV	UTB-FT-2019-85	PLECH 17
P LXXXVI	UTB-FT-2019-86	KOSTKA 2
P LXXXVII	UTB-FT-2019-87	KOSTKA 3
P LXXXVIII	UTB-FT-2019-88	PLECH 18
P LXXXIX	UTB-FT-2019-89	PLECH 19
P XC	UTB-FT-2019-90	PLECH 20
P XCI	UTB-FT-2019-91	PLECH 21
P XCII	UTB-FT-2019-92	PLECH 22
P XCIII	UTB-FT-2019-93	PLECH 23
P XCIV	UTB-FT-2019-94	TĚLESO 2
P XCV	UTB-FT-2019-95	PLECH 25
P XCVI	UTB-FT-2019-96	UNAŠEČ
P XCVII	UTB-FT-2019-97	TYČ 6
P XCVIII	UTB-FT-2019-98	TYČ 7
P XCIX	UTB-FT-2019-99	TRUBKA 6
P C	UTB-FT-2019-100	TYČ 8
P CI	UTB-FT-2019-101	VIDLICE 2
P CII	UTB-FT-2019-102	VLOŽKA 1

P CIII	UTB-FT-2019-103	VLOŽKA 2
P CIV	UTB-FT-2019-104	TRUBKA 7
P CV	UTB-FT-2019-105	VÝZTUHA 1
P CVI	UTB-FT-2019-106	VÝZTUHA 2
P CVII	UTB-FT-2019-107	TYČ 9
P CVIII	UTB-FT-2019-108	TRUBKA 8
P CIX	UTB-FT-2019-109	PLECH 26
P CX	UTB-FT-2019-110	PROFIL 15
P CXI	UTB-FT-2019-111	PROFIL 16
P CXII	UTB-FT-2019-112	KROUŽEK 2
P CXIII	UTB-FT-2019-113	ROZPĚRKA
P CXIV	UTB-FT-2019-114	HŘÍDEL KOLA
P CXV	UTB-FT-2019-115	PODLOŽKA 9
P CXVI	UTB-FT-2019-S01	ČEP HORNÍ
P CXVII	UTB-FT-2019-S02	KONZOLA 1
P CXVIII	UTB-FT-2019-S03	ČÁST PÁKY
P CXIX	UTB-FT-2019-S04	PÁKA
P CXX	UTB-FT-2019-S05	RÁM NAHRABOVACÍ DESKY
P CXXI	UTB-FT-2019-S06	RÁM
P CXXII	UTB-FT-2019-S07	DRŽÁK NAPÍNACÍCH KLADEK
P CXXIII	UTB-FT-2019-S08	KRYCÍ PLECH
P CXXIV	UTB-FT-2019-S09	KONZOLA 2
P CXXV	UTB-FT-2019-S10	KONZOLA 3
P CXXVI	UTB-FT-2019-S11	KONZOLA 4
P CXXVII	UTB-FT-2019-S12	KONZOLA 5
P CXXVIII	UTB-FT-2019-S13	KONZOLA 6

P CXXIX	UTB-FT-2019-S14	KONZOLA 7
P CXXX	UTB-FT-2019-SH	OBRACEČ SENA
P CXXXI	UTB-FT-2019-SH-01	ZAJIŠTĚNÍ HNACÍ ŘEMENICE
P CXXXII	UTB-FT-2019-S-01	ULOŽENÍ HNACÍ HŘÍDELE
P CXXXIII	UTB-FT-2019-SH-02	ZAJIŠTĚNÍ HNANÉ ŘEMENICE
P CXXXIV	UTB-FT-2019-S-02	ULOŽENÍ HNANÉ HŘÍDELE
P CXXXV	UTB-FT-2019-SH-03	HRABICE - CELEK
P CXXXVI	UTB-FT-2019-S-03	HRABICE
P CXXXVII	UTB-FT-2019-SH-04	ZAJIŠTĚNÍ NAPÍNACÍ KLADKY
P CXXXVIII	UTB-FT-2019-S-04	NAPÍNACÍ KLADKA
P CXXXIX	UTB-FT-2019-S-05	NAPÍNACÍ ŘEMENE
P CXL	UTB-FT-2019-S-06	NAHRABOVACÍ DESKA
P CXLI	UTB-FT-2019-S-07	ZAVĚŠENÍ ZADNÍHO POJEZDOVÉHO KOLA
P CXLII	UTB-FT-2019-S-08	ZAVĚŠENÍ PŘEDNÍHO POJEZDOVÉHO KOLA
P CXLIII	UTB-FT-2019-S-001	ŘEMENICE

Další přílohy:

P CXLIII	CD – Bakalářská práce v PDF
	Výkresová dokumentace dle přílohy v PDF