



**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**

Ústav konstruování a částí strojů

**Návrh jednotky samovazače do lisu
na pícniny**

**Design of Self-Knotter Device
for Square Baler**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

Jan CHARVÁT

Studijní program: B2341 STROJÍRENSTVÍ

Studijní obor: 3901R051 Konstruování podporované počítačem

Vedoucí práce: Ing. Roman Uhlíř, Ph.D.

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Charvát Jméno: Jan Osobní číslo: 483137
Fakulta/ústav: Fakulta strojní
Zadávající katedra/ústav: Ústav konstruování a částí strojů
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Konstruování podporované počítačem

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Návrh jednotky samovazače do lisu na pícniny

Název bakalářské práce anglicky:

Design of Self-Knotter Device for Square Baler

Pokyny pro vypracování:

Hlavním cílem práce je návrh konstrukce samovazacího zařízení, využitelného v lisech na pícniny pro hranolovité balíky. Za tímto účelem proveďte rešerši v oblasti lisů na pícniny a zaměřte se na funkcionalitu samovazačů. Na základě zjištěných informací a vhodně zvolených parametrů navrhnete konstrukci samovazače pro zajištění potřebných funkcí. Vytvořte jeho 3D parametrický model a k němu sestavte konstrukčně-technický popis. Vytipujte kritická místa konstrukce a proveďte pevnostní kontrolu vybraných uzlů samovazače. Vytvořte 2D sestavný výkres jednotky samovazače.

Seznam doporučené literatury:

ŠVEC, V. Části a mechanismy strojů. Spoje a části spojovací. Praha: ČVUT, 2008.
ŠVEC, V. Části a mechanismy strojů. Mechanické převody. Praha: ČVUT, 2003.
KUGL, O. Projekt - III. ročník. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Roman Uhlíř, Ph.D. ústav konstruování a částí strojů FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: 05.04.2022 Termín odevzdání bakalářské práce: 03.06.2022

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Roman Uhlíř, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. František Lopot, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „*Návrh jednotky samovazače do lisu na pícniny*“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Romana Uhlíře, Ph.D., s použitím literatury, uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze dne

Jan Charvát

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Romanu Uhlířovi, Ph.D. za odborné a cenné rady, připomínky a čas, který mi věnoval. Poděkování patří také mé rodině za trpělivost a podporu během celého studia.

Anotační list

Jméno autora:	Jan CHARVÁT
Název BP:	Návrh jednotky samovazače do lisu na píceiny
Anglický název:	Design of Self-Knotter Device for Square Baler
Rok:	2022
Studijní program:	B 2341 Strojírénství
Obor studia:	3901R051 Konstruování podporované počítačem
Ústav:	Ústav konstruování a částí strojů (12113)
Vedoucí BP:	Ing. Roman Uhlíř, Ph.D.
Bibliografické údaje:	počet stran: 56 počet obrázků: 62 počet tabulek: 4 počet příloh: 3
Klíčová slova:	Samovazač, vázací ústrojí, samovazací zařízení, lis, balíky, provázek, motouz, uzlovač, uzel, vázat, pícniny
Keywords:	Self-knotter, baler knotter, baler, bales, string, twine, bill hook, knot, tie, hay
Anotace:	Tato bakalářská práce je rozdělena do dvou hlavních částí: teoretické a praktické. Teoretická část obsahuje rešerši napříč celým odvětvím sklizně pícnin za pomoci lisů, zejména pak vázacího ústrojí lisu na hranaté balíky a jeho částí. Praktická část se dělí na návrhovou a výpočtovou, přičemž výpočtová část je zaměřena na kritické uzly samovazače.
Abstract:	This bachelor thesis is divided into two main sections: theoretical and practical. The theoretical part contains a research across the entire field of hay harvesting with square balers, especially the baler knotter and its parts. The practical part is further divided into design and analytical part, while the analytical part is focused on selected nodes of the knotter.

Obsah

1	Úvod	1
2	Teoretická část	2
2.1	Historie	2
2.2	Seno, sláma.....	4
2.2.1	Seno	4
2.2.2	Sláma	5
2.3	Balíky.....	5
2.4	Základní typy lisů	6
2.4.1	Lisy na kulaté (válcové) balíky	6
2.4.2	Lisy na hranolovité balíky	7
2.5	Samovazací zařízení	10
2.5.1	Druhy vázání	10
2.5.2	Funkce samovazače.....	12
2.5.3	Pohon samovazače	14
2.5.4	Ochrana proti přetížení	16
2.5.5	Mazání, čištění	17
2.6	Provázky – materiál, uskladnění, druhy uzlů, vady uzlů	18
2.6.1	Materiál.....	18
2.6.2	Uložení v lisu	19
2.7	Uzly	20
2.7.1	Rozdělení uzlů podle [42]:	20
2.7.2	Vady uzlů.....	21
3	Praktická část	23
3.1	Tvorba modelu.....	23
3.1.1	Rám vazače.....	25
3.1.2	Talířové kolo	26
3.1.3	Stahovací rameno	27
3.1.4	Uzlovač.....	28
3.1.5	Ozubená kola	28
3.1.6	Motouzová svěrka, čistič a přidržovač motouzu	30
3.1.7	Ložiska	31
3.1.8	Jehla.....	32
3.1.9	Rám.....	32

3.1.10	Řetězový převod.....	33
3.1.11	Celková sestava	34
3.2	Výpočty.....	35
3.2.1	Vstupní hřídel	35
3.2.2	Výstupní hřídel.....	36
3.2.3	Spojka	37
3.2.4	Řetězový převod.....	39
3.2.5	Přenos kroutícího momentu pomocí těsného pera.....	43
4	Závěr	48
	Seznam použitých symbolů	49
	Seznam použité literatury	51
	Seznam obrázků.....	55
	Seznam tabulek.....	56
	Seznam příloh.....	56

1 Úvod

Samovazací zařízení je již mnoho desítek let nedílnou součástí lisů na hranolovité balíky. Za dobu používání tohoto důmyslného ústrojí došlo k několika vylepšením a úpravám, základ však zůstává stejný i v současnosti. Proto není cílem této práce navrhnout nové převratné řešení samovazače, nýbrž seznámení se s funkcí a uspořádáním jednotlivých komponent a následně vlastní konstrukce na základě provedené rešerše. Z vlastní zkušenosti mohu říct, že vnitřnosti lisu – a vázací ústrojí zvláště – jsou pro laickou veřejnost poněkud abstraktní. Proto se pokusím v teoretické části této práce nastínit fungování vazače i jeho umístění v rámci lisu a návaznost na ostatní části stroje.

První část práce vychází z různých zdrojů, které se více či méně zabývají tematikou zemědělských strojů. Jedná se především o webové stránky a katalogy výrobců zemědělské techniky. Ačkoliv by se mohlo zdát, že v oblasti lisů na pícniny se neodehrávají žádné velké inovace, byl jsem překvapen, jaký pokrok lze pozorovat od uvedení prvních lisů tohoto typu v první polovině dvacátého století. Dnes je kladen velký důraz na automatizaci v zemědělské výrobě a lisy nejsou výjimkou. Zatímco u prvních strojů sloužících ke sklizni a konzervaci pícnin byla nutná nezanedbatelná míra lidské pomoci, v současnosti se o drtivou většinu práce postará stroj sám a člověk mu pouze asistuje.

Další částí práce je konstrukčně-technický popis jednotlivých součástí vázacího ústrojí. Zde jsem použil obrázky z vlastní tvorby modelu. Bylo potřeba zaměřit se na funkčnost celého zařízení, a stejně tak na smontovatelnost a provozuschopnost navrhovaných součástí. Velkou pomocí při studiu funkce vazače byly animace a propagační videa výrobců, které jsou volně dostupné na internetu.

Poslední část obsahuje kontrolní a pevnostní výpočty vybraných uzlů vazače, jako například vstupní a výstupní hřídel, řetězový převod nebo návrh a kontrola těsných per. Zde jsem zužitkoval zkušenosti a znalosti nabyté během celého studia na Fakultě strojní.

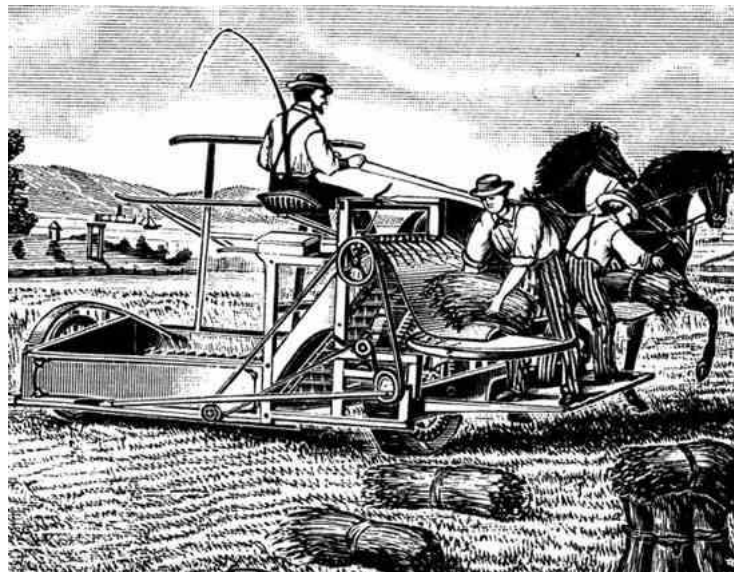
Výstupem této bakalářské práce jsou také sestavné výkresy, a to jak samotné jednotky samovazače, tak i celé sestavy včetně rámu, řetězových kol apod.

2 Teoretická část

2.1 Historie

Patrně nejvýznamnějším vynálezem první poloviny 19. století na poli zemědělských strojů bylo žací zařízení vyvinuté americkým vynálezcem Cyrusem H. McCormickem (1809-1884). Ten navázal na práci svého otce a výsledkem byl v roce 1831 první komerčně úspěšný stroj tohoto typu. [1]

V roce 1863 bylo postaveno Ch. W. Marshem a jeho bratrem za podpory L. Stewarda 24 upravených žacích strojů, které výrazně snížily počet osob nutných k obsluze. Stále však bylo potřeba vázat snopy manuálně (obrázek 1). V roce 1869 prodali bratři Marshové své zájmy Williamu Deeringovi. [2]



Obrázek 1: Marshův žací stroj [3]

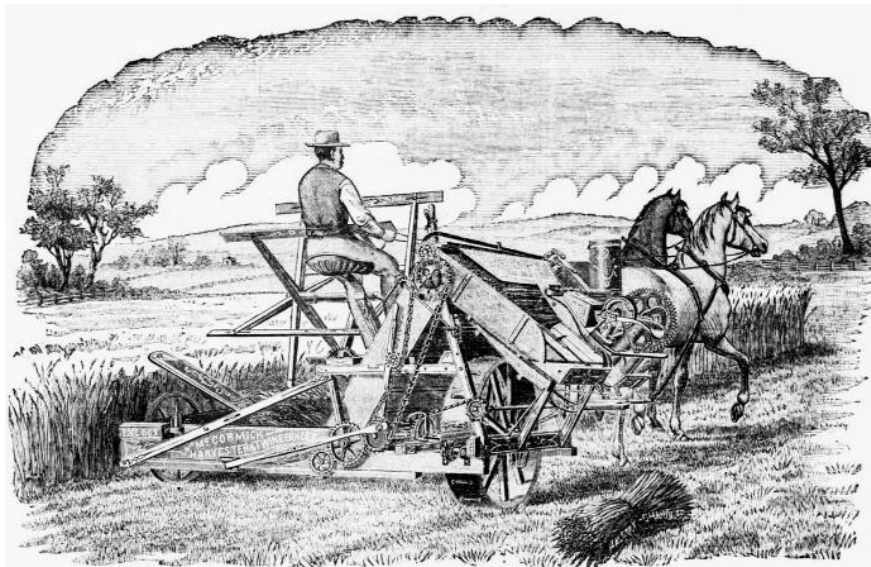
Ve druhé polovině 19. století proběhlo několik pokusů o implementaci zařízení, které by sloužilo k automatickému vázání snopů pomocí drátu. Ten se stal dostupným a levným zbožím kvůli potřebě plotů při rozvoji amerických farem. V období od roku 1858 do roku 1878 na vývoji takového zařízení pracovali např. John Francis Appleby, Charles Baxter Withington a další. Zároveň s nimi pracoval Joseph Barta na vazači, který namísto drátu využíval provázek. To se mu podařilo a nechal si jej patentovat. Zajímavostí je, že se Barta už v roce 1855 snažil k vázání obilí využít šicí stroj, což se však neshledalo s úspěchem. Barta pokračoval ve svých pokusech a v roce 1866 připevnil svůj vazač k žacímu stroji z dílny McCormicka. Tato kombinace ale fungovala jen pro lehké obilí a test provázelo množství komplikací. Zkouška druhého Bartova vazače proběhla úspěšně v červenci 1872. [4], [5]

Významným datem byl rok 1864, kdy Jacob Behel přišel s vazačem, který vázal uzly pomocí pohyblivého „zobáčku“. [2]

V roce 1872 představil Charles Baxter Withington (1830-1909) vázací zařízení, které svazovalo drátem obilí do snopů. V roce 1874 prodal patent McCormickovi, který několik kusů těchto zařízení nainstaloval na sklizeč Marshova typu. V roce 1876 se prodalo čtyřicet těchto samovazačů, v následujících deseti letech to bylo kolem 50 000. [2], [6]

Použití drátu při vázání píce se však čím dál více nelíbilo farmářům, jelikož zbytky drátu v potravě způsobovaly poranění dobytka. Proti užívání drátu se stavěli i mlynáři a obsluha mlátiček, protože docházelo k poškozování strojů kousky drátu. Z těchto důvodů byli výrobci nuceni hledat jiné alternativy, přičemž jako nejvhodnější se jevily sláma a motouz. [7], [2]

V roce 1878 se na scéně objevuje John Francis Appleby (1840-1917) s provázkovým vazačem namísto drátového. Nutno zmínit, že Appleby sestrojil první dřevěný vazač na provázek už v roce 1857 a o rok později jeho vylepšenou ocelovou verzi, avšak nezdálo se mu, že by měl šanci uspět na trhu a nenechal se jej patentovat. Roku 1880 se stal John Appleby partnerem Williama Deeringa a společně v tomtéž roce vyprodukovali 3 000 provázkových vazačů. Applebyho design vazačů se postupně stal standardem a začal jej používat Cyrus McCormick ve strojích své firmy McCormick Harvesting Machine Company (obrázek 2). O rok později prodal Appleby svůj patent McCormickovi za 35 000 amerických dolarů. [7]



Obrázek 2: Žací stroj společnosti McCormick s vazačem snopů, 1884 [8]

Na počátku 20. století si W. Douglas přihlásil rozsáhlý patent na samovazač, jež využíval k vázání posečené obilí. Toto řešení však bylo příliš složité a Douglas ani přes slibovanou finanční podporu od W. Deeringa nenašel nikoho, kdo by byl ochotný takový stroj vyrobit. [2]

Ve dvacátém století pokročil vývoj sklízecích strojů na další úroveň. Začalo se využívat pojízdných lisů na pícniny a vyvstala potřeba vázání balíků namísto snopů.

Roku 1921 bylo patentováno vázací zařízení s pohyblivým hákem v balíkovači na slámu německou firmou Claas. Tento hák se stal později hlavním motivem společnosti (obrázek 3). [9]



Obrázek 3: Logo Claas [10]

V roce 1936 přišel Edwin B. Nolt (1910-1992) s vynálezem samovázacího balíkovače, pro jehož obsluhu bylo potřeba pouze jedné osoby. Tento stroj ještě vylepšil a o dva roky později si jej nechal patentovat. Na počátku 40. let 20. století se Nolt připojil ke společnosti New Holland, která prodejem jeho stroje zaznamenala masivní úspěch. Roku 1941 E. Nolt patentoval další zařízení, tentokrát lis s plně automatickým sběračem nesoucím název *New Holland 73 Automaton* (obrázek 4). Ten se stal předchůdcem moderních lisů na hranaté balíky a ukázal směr, kterým se výrobci těchto lisů ubírají i v současnosti. [11], [12]



Obrázek 4: Lis na malé hranolovité balíky New Holland 73 [13]

2.2 Seno, sláma

2.2.1 Seno

Jako seno se označuje zelená píce, která se po usušení používá ke krmení hospodářských zvířat a přikrmování lesní zvěře v zimním období. Nejčastěji se senem krmí při nedostatku zelené píce, což bývá v zimě nebo v období sucha. Tím, že se rostliny vysuší a částečně fermentují dochází k jejich konzervaci a při vhodném skladování vydrží i několik let. Aby bylo dosaženo co nejvyšší kvality sena, je potřeba jej co nejrychleji a nejdůkladněji

usušit a sklídit. Při sklizení nedostatečně vysušeného sena existuje veliké riziko plísně a hniloby ve vlhkém seně a jeho fermentace může být příčinou samovznícení sena.

Sklizeň sena probíhá v několika fázích. Nejprve je potřeba porost ve vhodnou dobu posekat a shrnout do řádků. Dále probíhá sušení na slunci po několik dní. V průběhu sušení je třeba řádky několikrát obrátit. Po usušení sena přichází na řadu samotná sklizeň. Seno může být pomocí sběracích vozů transportováno na místo určení a uloženo volně v prostorách k tomu určených. Další možností je slisování sena do balíků, a to buď válcových nebo hranatých. [14]

2.2.2 Sláma

Slámou se rozumí vymláčená a vysušená stébla obilnin. Dnes má sláma mnoho využití, od podestýlání přes stavební materiál až po výrobu topných briket. Je také možné ji v omezeném množství použít jako krmivo, kvůli její nízké výživové hodnotě jsou s ní krmena například obézní zvířata, u kterých slouží jako částečná náhrada za seno. V minulosti byla sláma využívána k plnění matrací, tzv. slamníků. Podobně jako seno může být sláma sklizena ve formě balíků. [15], [16]

2.3 Balíky

Kvůli lepšímu uskladňování, transportu a konzervaci se pícniny a sláma lisují do balíků. Jejich základní rozdělení podle velikosti a tvaru ukazuje tabulka 1. V ní jsou rovněž uvedeny vlastnosti v závislosti na velikosti a tvaru balíků.

Tabulka 1: Vlastnosti různých typů balíků [17]

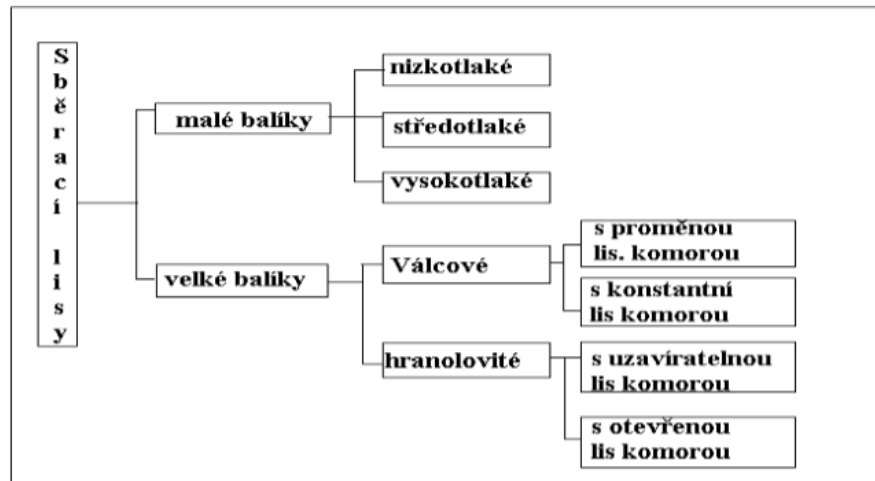
Typ balíku	Hranolovitý		Kulatý
	Malý	Velký	
Hmotnost [kg]	25 ÷ 30	380 ÷ 600	190 ÷ 500
Šířka [m]	0,32 ÷ 0,46	1,2	1,2 ÷ 1,5
Výška [m], průměr [m]	0,4 ÷ 0,5	1,2	0,6 ÷ 1,8
Délka [m]	0,4 ÷ 1,1	< 2,5	–
Slisovanost [$kg \cdot m^{-3}$]	> 125	> 160*	> 220**
Potřebný výkon traktoru [kW]	35 ÷ 60	110 ÷ 120	35 ÷ 50

* slisovanost slámy u velkých hranolovitých balíků je $> 120 kg \cdot m^{-3}$

** slisovanost slámy u kulatých balíků je $> 110 kg \cdot m^{-3}$

2.4 Základní typy lisů

Vývoj sklízecích lisů a parametry jejich produktů závisí na technologických možnostech a potřebách při dalším zpracování. V minulosti byla při využití těchto lisů (nebo ještě dříve jednoduchých samovazů) upřednostňována možnost následné ruční manipulace a výkonnost strojů byla omezena nízkým výkonem zdrojů dodávajících energii. V současné době je kladen důraz především na vysokou výkonnost, která zaručí včasnou sklizeň v případě nepřízně počasí, efektivitu, kvalitu sklizně a možnost efektivní dopravy slisovaných plodin, skladování a manipulace. Základní rozdělení lisů je na obrázku 5. [18]



Obrázek 5: Rozdělení sběracích lisů [19]

2.4.1 Lisy na kulaté (válcové) balíky

Lisy na kulaté balíky (obrázek 6) jsou preferovány v případě dalšího využití slisovaného materiálu při zemědělské výrobě. Jsou oblíbenější zejména díky nižším pořizovacím nákladům. Dalším plusovým bodem pro tento typ lisu je fakt, že k jeho provozu postačí traktor s nižším výkonem. Lis produkuje balíky nejčastěji o šířce 120-150 cm, průměr závisí na použitém lisu a jeho nastavení a pohybuje se v rozmezí 60-180 cm. Pro další zpracování válcových balíků lze použít rozdužovací zařízení, která plní funkci rozdělení balíku na jednotlivá stébla. Tato zařízení jsou vhodná při využívání lisované hmoty ke krmným nebo stelivovým účelům. Při lisování je vhodné sklízet co nejsušší materiál (ideálně do 15 % obsahu vody), balíky mají díky tomu vysokou slisovanost. V základním provedení je balík ovinut pouze sítí, pokud je však lisovaný materiál dostatečně suchý a slisovaný, dochází i při skladování ve vnějších prostorách k navlhání pouze okrajových vrstev balíku (cca 10-15 cm), vnitřek zůstává suchý, a tedy odolný proti plísním a hnilobám.

Další výhodou je možnost ovinutí senáže neprodyšnou fólií. K tomuto kroku dochází zpravidla na speciálním zařízení k tomu určeném (obrázek 7), případně může být ovíječka přímo součástí lisu. K senážování se používají většinou lisy, které disponují řezacím ústrojím. Řezání má na starost zpravidla 15-25 nožů, délka řezanky je pak v ideálním případě 45-75 mm.

Nevýhodou kulatých balíků jsou horší vlastnosti při dopravě a manipulaci. [18]



Obrázek 6: Lis na kulaté balíky John Deere V461R [20]



Obrázek 7: Ovíječka balíků McHale W2020 [21]

2.4.2 Lisy na hranolovité balíky

V lisech na hranolovité balíky jsou zpracovávány suché stébelniny, především seno a sláma, které jsou následně využívány v další zemědělské výrobě nebo k jiným technickým či energetickým účelům. Hranolovité balíky jsou dnes primárně využívány jako palivo při spalování rostlinné biomasy ve velkých kotlích.

Tyto lisy disponují většinou pístovým lisovacím ústrojím, přičemž se píst pohybuje v lisovací komoře směrem kolmým k nejmenšímu profilu balíku. Slisovanost balíku a jeho délka je zpravidla nastavitelná. K udržení tvaru balíku i po opuštění lisovací komory je použito provázků, které jsou ovinuté kolem něj. Tento druh lisů má vyšší pořizovací náklady a často má i vyšší nároky na výkon pohonné jednotky. Výhodou hranolovitých balíků je naopak možnost efektivnějšího skladování a lepší manipulace.

Narozdíl od kulatých balíků se hranaté v našich podmínkách takřka nepoužívají k výrobě senáže. Pokud ano, jsou vybaveny řezacím ústrojím a volba rozměrů balíku je taková, aby byla možná co nejpohodlnější manipulace. Lisovací komora má v případě pístových lisů rozměry 50×80 až 120×80 cm. Délka je většinou volitelná. V praxi je použita taková délka, aby vyhovovala podmínkám dopravy, skladování a manipulace. Nejčastěji to bývá 170-220 cm. Pro sklizeň sena a slámy se používají větší rozměry lisovací komory, při výrobě senáže naopak rozměry menší.

Velké lisy (obrázek 8) mívají často říditelnou nápravu a široké pneumatiky, aby docházelo k menšímu měrnému zatížení zemědělské půdy.

V dřívějších dobách byly často k vidění lisy na malé hranolovité balíky (obrázek 9), které byly určeny k ruční manipulaci. Kvůli vysoké ceně ruční práce se dnes od tohoto druhu balíku upouští a tyto lisy můžeme pozorovat většinou jen u malých zemědělců, kteří si lisují balíky pro vlastní potřebu. [18]

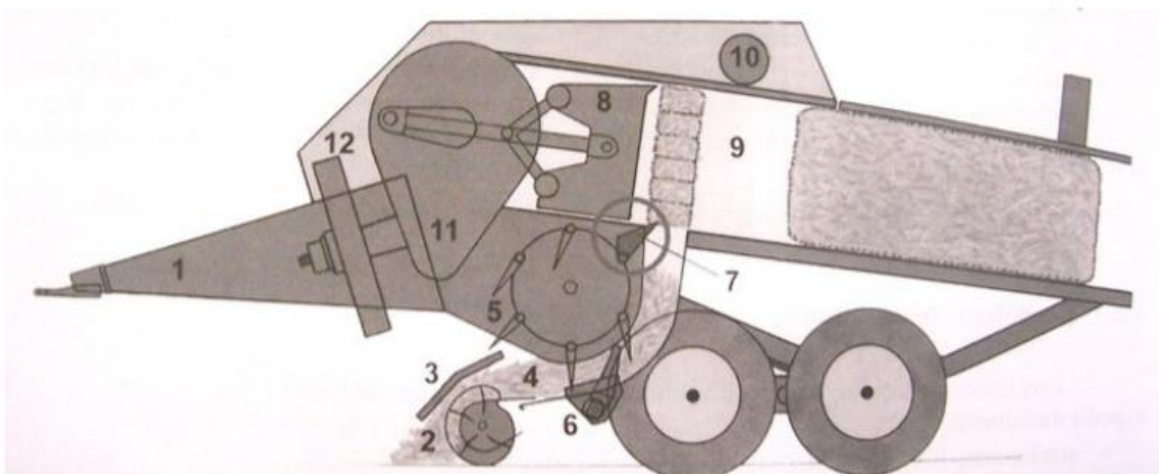


Obrázek 8: Lis na velké hranolovité balíky
New Holland BigBaler 1290 [22]



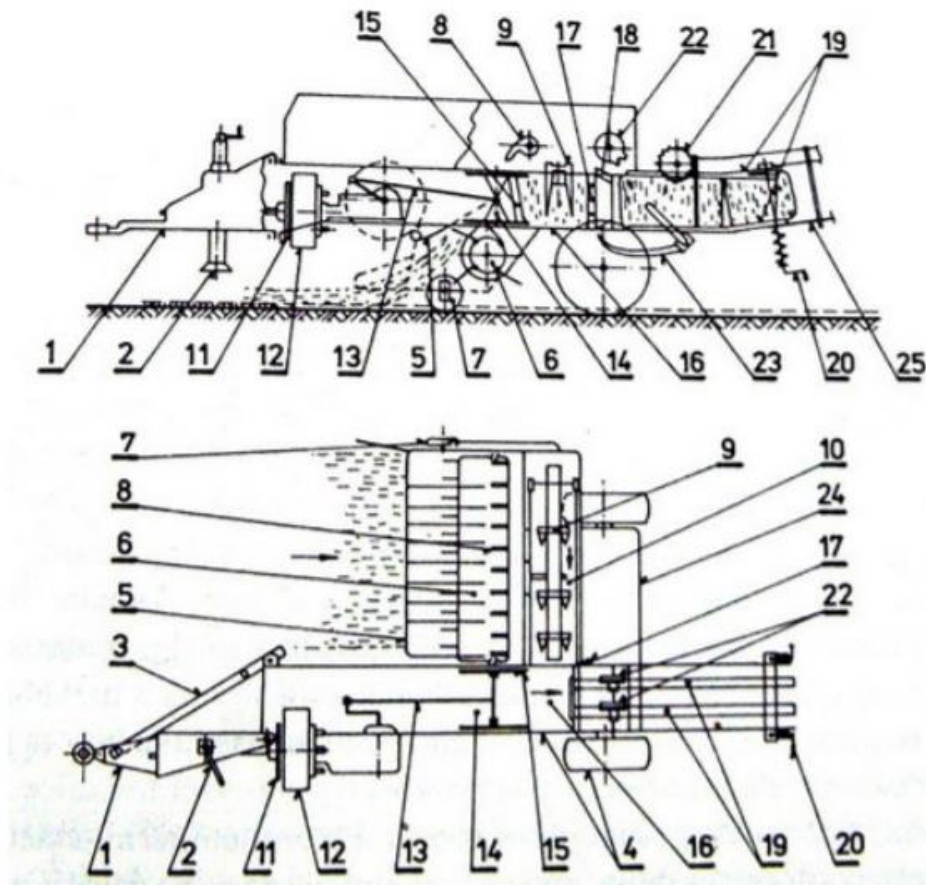
Obrázek 9: Lis na malé hranolovité balíky
John Deere S160 [23]

Hlavní části lisu na velké hranolovité balíky jsou zobrazeny na obrázku 10. Tento typ lisu disponuje zpravidla jednou či dvěma nápravami a pomocí závěsu (1) je připojen k traktoru. Sebraný sklizňový materiál se z řádků přivádí do sběracího ústrojí (2). Součástí lisu je také usměrňovací kryt (3), který zabraňuje odlétávání materiálu. Píce dále směřuje do pěchovací komory (4), kde je převzata pěchovacím ústrojím (5). Provedení pěchovacího ústrojí může být klikové, bubnové nebo rotorové. Volitelným doplňkem lisu může být i řezací ústrojí (6), jehož zásluhou je materiál nařezán na menší kusy a tím pádem je možné jeho lepší slisování. Další částí je podavač (7), jehož funkcí je dopravení materiálu upěchované dávky materiálu do lisovací komory (9). Zde se nachází lisovací ústrojí, které tvoří píst (8) a samotná lisovací komora, v níž se píst pohybuje přímočarým vratným pohybem pomocí kliky, která je napojena na vývodovou hřídel traktoru přes volnoběžnou a třecí spojku, setrvačnick (12) a převodovku (11). Píst, který se pohybuje na kladkách, nabírá materiál z podavače a stlačuje jej v lisovací komoře. Nad ní je umístěnou vázací ústrojí (10), jehož funkcí je udržet slisovaný materiál na konci procesu pohromadě. V poslední fázi dochází k vyhození balíku ven z lisu. [24]



Obrázek 10: Schéma nejdůležitějších částí lisu na velké hranolovité balíky [24]

Obrázek 11 ukazuje rozložení komponent v lisu na malé hranolovité balíky. Základním prvkem je lisovací komora (16), na níž jsou přišroubovány konzoly, které jsou zároveň navařené na nápravě. K nim je připevněn pomocný rám, který nese příčný žlab (10) a otočné sběrací ústrojí (6). Nad sběracím ústrojím najdeme výkyvný přítlačný rošt (5). Závěs (1) je otočně uložen před lisovací komorou v přední části lisu. Dopravní a vkládací ústrojí jsou tvořeny podélným (8) a příčným (9) podavačem. Lisovací ústrojí tvoří stejně jako u lisu na velké balíky píst (14) a lisovací komora, v níž se píst rovněž pohybuje na kladkách přímočarým vratným pohybem, který zajišťuje klikový mechanismus (13) poháněný klikovou hřídelí traktoru přes kloubové hřídele, třecí spojku (11), setrvačnick (12) a převodovku. Na přední straně pístu se nachází šikmý nůž (15), ve kterém jsou drážky pro umožnění průchodu jehel (23) vázacího ústrojí. To je tvořeno vazačem (22) a zásobníkem motouzu (24). Na stěnách lisovací komory jsou zpětné přidržovače (18) bránící lisované hmotě v pohybu zpět a protibřit (17). Další části lisu jsou: opěrná noha (2), rám s pojezdovou nápravou (4), podpěrné kolo (7), lyžiny komory (19), šrouby pro regulaci (20), odměřovací hvězdice (21) a boční skluz (25). [24]

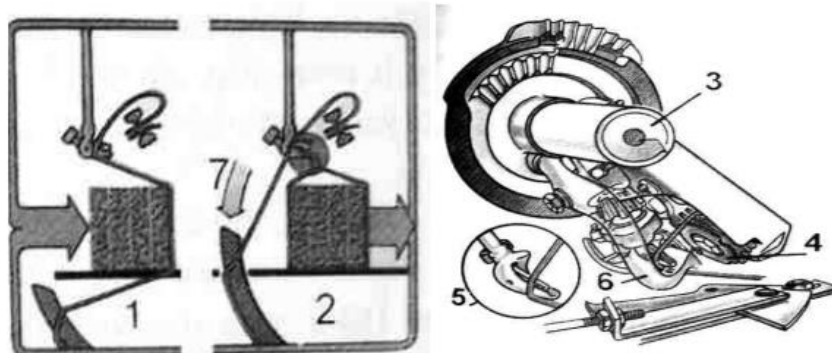


Obrázek 11: Schéma vysokotlakého lisu na malé hranolovité balíky [24]

2.5 Samovazací zařízení

Hlavní části vázacího ústrojí v lisu na hranolovité balíky jsou označeny na obrázku 12:

Počet jednotek samovazačů v lisu může být různý, záleží na jeho velikosti. V lisech na malé balíky se většinou nachází dva, případně čtyři samovazače, zatímco v lisech na balíky v současnosti největších rozměrů jich může být až osm. Jsou umístěny nad lisovací komorou a mají společnou hnací hřídel, zapínací, hnací i brzdící ústrojí a také společnou kliku k pohonu jehel a zásobník motouzu. Vázací ústrojí je tvořeno jehlou a samovazačem s hnacím ozubeným talířovým kolem. Nejmasivnější částí samovazače je těleso rámu, což je tvarově složitý odlitek nasunutý na hnací hřídeli (3). V rámu je uložen uzlovač (5), který má na svém horním konci připevněn pastorek. Na spodním konci uzlovače nalezneme pevnou čelist (nos), v níž je na čepu uložena čelist pohyblivá (jazýček s rolnou). Svěrnou sílu mezi čelistmi lze regulovat pomocí předpětí pružiny vodící drážky. V rámu je rovněž uložena svěrka motouzu (4), kterou tvoří otáčející se dvojitý kotouč se čtyřmi výřezy. Mezi kotoučky se nachází svěrací segment. Svěrka motouzu je uložena na krátké hřídeli, která má na druhém konci nasazený pastorek. Další částí samovazače je stahovací rameno (6), které je rovněž otočně připevněno k rámu. Z uložení ramene vede kratší část opatřená rolničkou a delší, na které je přišroubován nůž. Na hnací hřídeli vázacího ústrojí je rovněž nasazeno talířové kolo se dvěma krátkými řadami zubů, které pohánějí pastorek uzlovače a pastorek na hřídeli, na jejímž druhém konci se nachází šnek, který pohání malé ozubené kolo motouzové svěrky. V talířovém kole je vodící drážka, která vede rolničku stahovacího ramena, a tak umožňuje jeho pohyb. [17]



Obrázek 12: Uzlovač typu Deering a činnost vázání:
vlevo – 1 tvoření balíku, 2 zavázání balíku, 7 pohyb jehly [17]

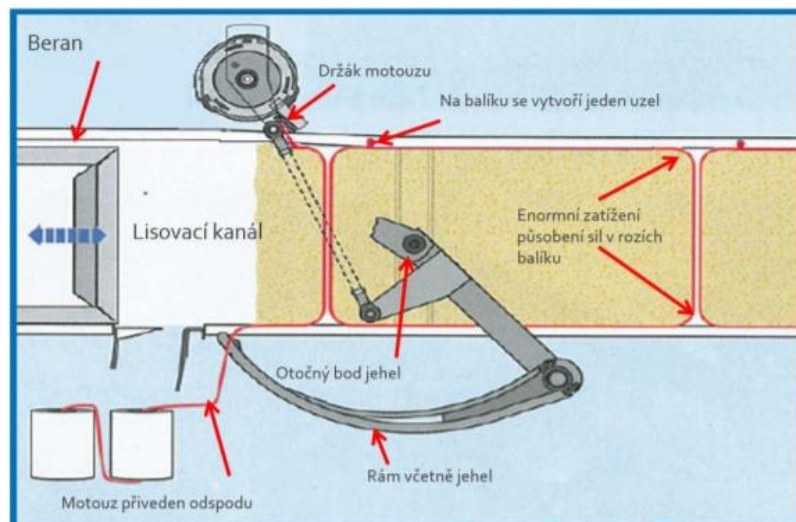
2.5.1 Druhy vázání

Pro vázání malých balíků se používají dva základní druhy vázacích systémů: Deering a Cormick. Na ně navazuje systém dvojitěho vázání, který vykonává stejnou funkci, jen namísto jednoho uzlu tvoří dva. Toho se využívá u velkých hranolovitých balíků, kde je potřeba udržet pohromadě balíky o velké hmotnosti a slisovanosti. Hlavní části vazačů Deering i Cormick jsou stejné, rozdíl mezi nimi spočívá v řešení motouzové svěrky a stahovacího ramene.

V minulosti byl rozšířen zejména systém Cormick, jehož hlavními odlišnostmi byla svěrka motouzu otáčející se kolem svislé osy a pevný nůž. Při vázání systémem Cormick zůstávaly

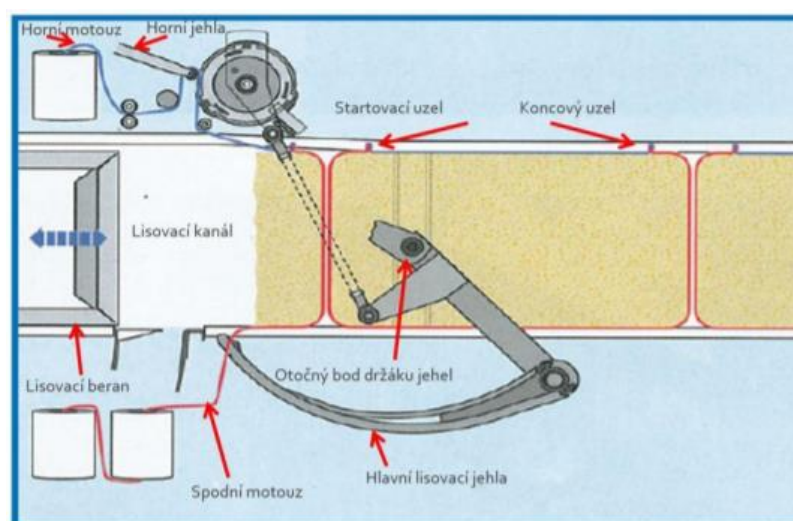
konce provázku o různé délce, zatímco Deering zanechával po odříznutí oba konce stejně dlouhé. Rozdíl tak byl na první pohled patrný. [17]

Na obrázku 13 je schéma vázání systémem Cormick. Princip tohoto systému spočívá v tom, že uzel se na provázku tvoří pouze, když se jehla pohybuje nahoru. Motouzová svěrka drží pouze jednu větev provázku. Balík je svázan pouze jedním uzlem. Tento typ se používá pro balíky o nižší hmotnosti. [25]



Obrázek 13: Jednoduché vázání Cormick [25]

Obrázek 14 zobrazuje schéma dvojitého vázání. To je používáno u balíků o vyšší hmotnosti. Hlavní rozdíl oproti jednoduchému vázání je v tom, že při pohybu jehly nahoru, dochází k zavázání hotového balíku, a při zpětném pohybu je zavázán počáteční uzel na balíku novém. Balík je tudíž zavázán dvěma uzly, což zajišťuje větší pevnost.

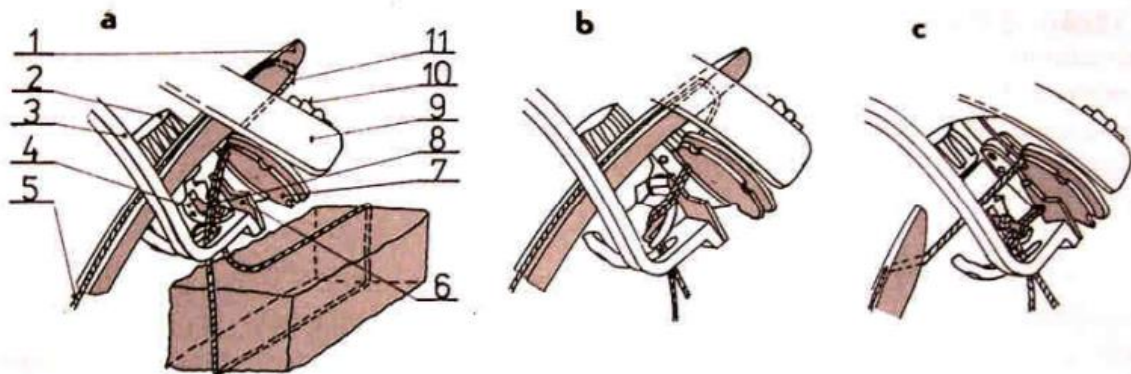


Obrázek 14: Dvojité vázání [25]

2.5.2 Funkce samovazače

Práce samovazače je popsána na obrázku 15.

Po předchozím zavázání balíku zůstává přední část provázku **(8)** sevřena v motouzové svěrce **(7)** a leží v jejím výřezu. V průběhu lisování je balík omotáván provázkem. Když dojde k vytvoření balíku o předem dané velikosti, sepne se vázací mechanismus. V první fázi **a** po sepnutí pohonu vazače přináší jehla **(1)**, která koná pohyb zespodu drážkou v pístu, druhou větev provázku **(11)** do výřezu svěrky motouzu. Oba konce provázku (povřísla) teď leží na uzavřených čelistech uzlovače **(4)**. Ve druhé fázi **b** se dostává do záběru ozubený talíř s pastorkem uzlovače **(2)** a motouzové svěrky **(10)**, díky čemuž se pootočí kotoučky svěrky i uzlovač. Pootočením svěrky o jeden výřez se provázek sevře mezi něj a přítlačný segment. V tuto chvíli vedou ze svěrky tři provázky: dva ve spodní části, které vytvoří uzel, a třetí **(5)** vedený jehlou do klubka motouzu. Tento konec motouzu je zároveň předním koncem povřísla dalšího balíku. Uzlovač při otočení o celou jednu otočku (360°) nabere oba provázky na sebe a vytvoří z nich smyčku. V poslední třetině otočení se díky najetí rolničky uzlovače na vodící zářezku rozevřívá pohyblivá čelist uzlovače (jazýček), čímž se oba provázky dostávají mezi čelisti. V poslední fázi **c** se čelisti uzlovače opět uzavírají a dává se do pohybu stahovací rameno **(3)**. To nejprve nožem **(6)** odřezává oba provázky od svěrky a dalším pohybem stahuje uzel z uzlovače. Uzel na motouzu vznikne tak, že se jeho odříznuté konce sevřené v uzlovači protáhnou vnitřkem smyčky, která se vytvořila otočením uzlovače. Oba dva konce mají stejnou délku. Vracející se jehla zároveň vkládá do výřezu motouzové svěrky konec povřísla dalšího balíku. [17]



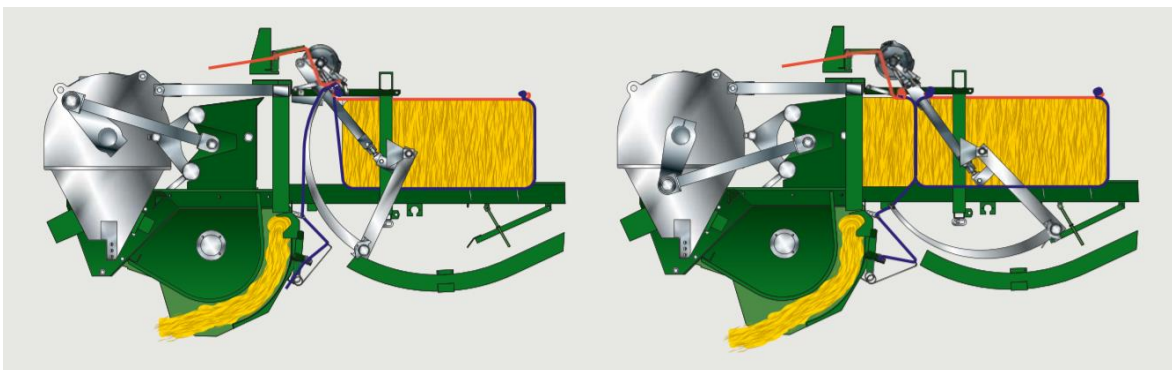
Obrázek 15: Uzlovač Deering a činnost vázacího mechanismu [17]

Spínací mechanismus samovazače je tvořen ostruhovým kolem, které je do pohybu uváděno slisovanou hmotou balíku. Obvykle je uloženo v horní části lisovací komory (obrázek 16) a je spojeno přes převodovku vedoucí ke spojce, která je řešená jako jednočinný automat. Tím je po zapnutí umožněna pouze jedna otáčka hřídele samovazače a poté dochází k automatickému vypnutí a zajištění hřídele ve výchozí pozici. Délku balíku lze měnit díky převodům. Zpravidla se jedná o dorazem seřiditelnou tyč, do které zapadá pastorek. Někdy bývá v pohonu vložena převodovka s vyměnitelnými ozubenými koly. V dnešní době lze délku balíku kontrolovat také elektronicky pomocí senzorů. [17]



Obrázek 16: Ostruhové kolo pro snímání délky balíku [26]

Na obrázku 17 je zobrazené schéma systému dvojitého vázání. V současné době je tento systém nejpoužívanější zejména u lisů na velké hranolovité balíky, kde je žádoucí co největší slisovanost a tudíž i hmotnost balíku. Rozdíl oproti jednoduchému vázání je v tom, že na jednom povřísele současně vznikají dva uzly – na počátku nového balíku a na konci při zavazování balíku předchozího. Během tvorby balíku není provázek držen v motouzové svěrce, ale je odvíjen ve dvou větvích – v jedné pod balíkem a ve druhé nad ním. Nad balíkem je provázek provlékán přes napínací systém, který je umístěn na horní části stroje a obdobně pro spodní stranu balíku je motouz provlékán přes napínací systém na spodní části stroje. Před začátkem lisování prvního balíku je nutné provázky na počátku balíku svázat ručně na uzel. Dvojitě vázání tedy vyžaduje dvě klubka provázku pro každý vazač a jehlu vázacího ústrojí. Také je požadováno, aby se vázací mechanismus otočil dvakrát po sobě, na konci jednoho a na začátku následujícího balíku. Činnost dvojitého vázacího mechanismu je v podstatě stejná jako u mechanismu jednoduchého, jen je potřeba vytvořit na konci dva uzly. [17]



Obrázek 17: Schéma systému dvojího vázání [27]

2.5.3 Pohon samovazače

Pohon celého lisu zajišťuje vývodová hřídel traktoru otáčející se otáčkami kolem $1\ 000\ \text{min}^{-1}$, která je kloubovou hřídelí přes volnoběžku (zajišťuje dobíhání setrvačnicku, přičemž nedochází k pohonu převodů traktoru opačným směrem) a třecí spojku napojena na setrvačnick (obrázek 18). Ten má na starosti plynulý chod a překonávání špičkových výkonů i tzv. mrtvých poloh lisovacího pístu. Plynulost chodu je dána především velkou hmotností setrvačnicku, která se u moderních lisů na velké balíky pohybuje nad půltunovou hranicí. Další nezanedbatelnou součástí pohonné soustavy balíkovače je převodovka (obrázek 19), která je umístěna za setrvačnickem. Z ní je posléze různými způsoby rozdělován výkon na jednotlivá ústrojí lisu, tj. sběrací, řezací, lisovací nebo vázací. Řezací ústrojí bývá poháněno řemenem. [24]



Obrázek 18: Setrvačnick lisu Fendt 1290 XD [28]



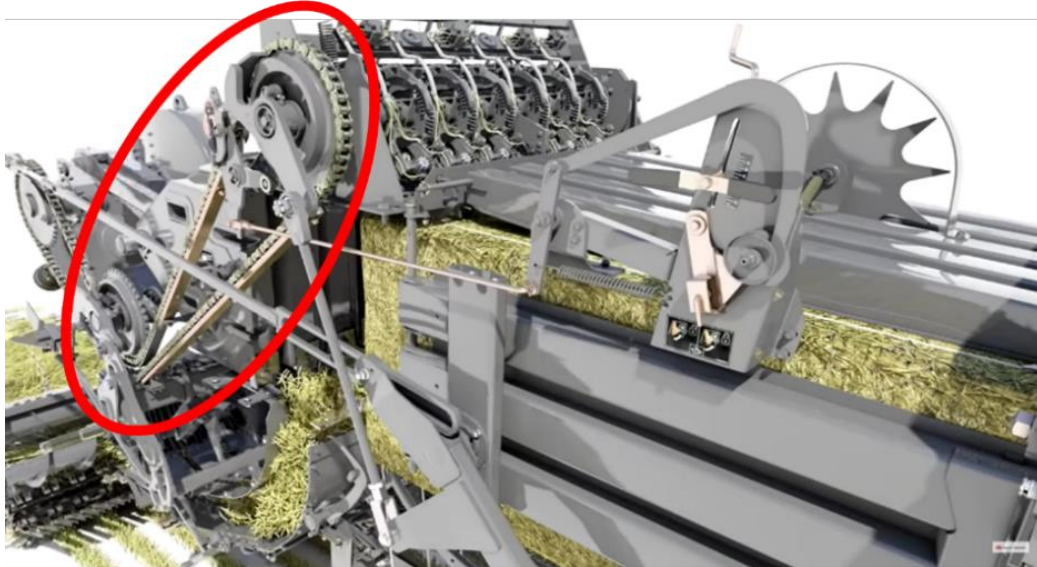
Obrázek 19: Převodovka lisu Fendt 1290 XD [28]

Některé společnosti (např. Krone) nabízejí jako volitelné příslušenství hydraulickou podporu rozběhu. Ta pomocí dvou hydraulických motorů roztočí setrvačnick ještě předtím, než dojde k zapnutí vývodové hřídele traktoru. Ukázka je na obrázku 20.

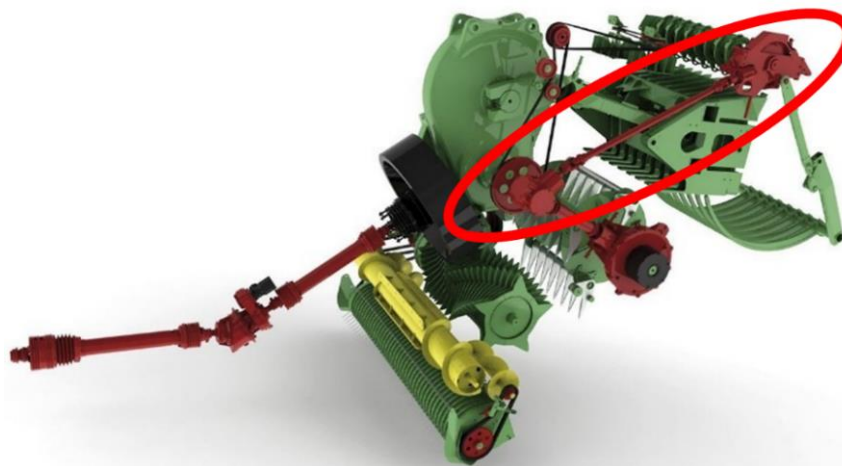


Obrázek 20: Hydraulická podpora rozběhu lisu Krone BigPack [27]

Pohon vázacího ústrojí může být řešen různě. Někteří výrobci (např. Fendt, Massey Ferguson) stále ještě používají řetězový převod (na obrázku 21), zatímco většina renomovaných producentů zemědělských strojů, jako jsou například John Deere, New Holland nebo Krone, dává přednost přímému pohonu kardanovou hřídelí (obrázek 22), jelikož u ní nedochází k takovému opotřebení, je snazší na údržbu a není zde nutnost napínání řetězu. Další výhodou je to, že lze vazače seřizovat už ve výrobě a obsluha stroje není závislá na seřizování v závislosti na napnutí řetězu.



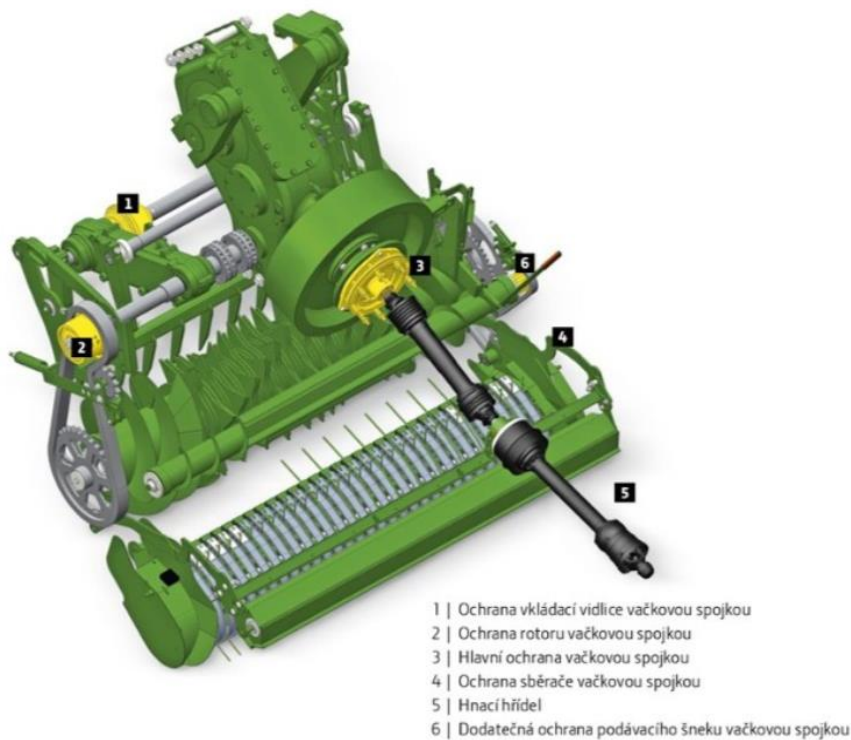
Obrázek 21: Vnitřek lisu Massey Ferguson 2270 XD s vyznačeným pohonem vázacího ústrojí [29]



Obrázek 22: Vnitřek lisu Krone BigPack 1270 s vyznačeným pohonem vázacího ústrojí [30]

2.5.4 Ochrana proti přetížení

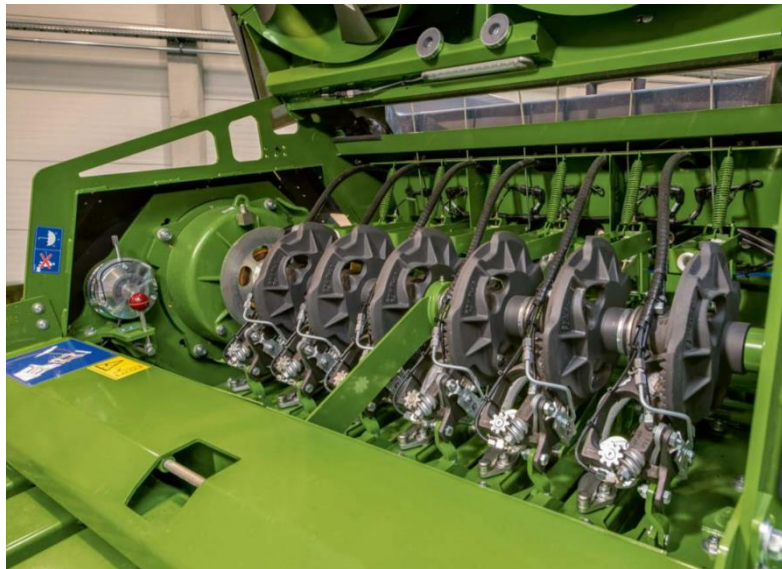
Při provozu může dojít k nečekanému přetížení hnací soustavy nebo jednotlivých ústrojí lisu. Proto je potřeba, aby byl vybaven nějakou formou ochrany proti těmto situacím. V minulosti výrobci řešili problém přetížení střížnými šrouby či kolíky, jejich nevýhoda ale spočívá v nutnosti jejich výměny při přestřížení. Jelikož v zemědělství je kladen důraz na co nejmenší prostoje při práci, bylo potřeba přijít s řešením, které by si nežádalo zastavení stroje a složitou manipulaci. Dnes se ve většině strojů nacházejí na hnacích hřídelích omezovače kroutícího momentu, které se při překročení dané hodnoty rozpojí a dále moment nepřenáší. Za tímto účelem jsou používány různé spojky, například prokluzová (třecí) nebo vačková (obrázek 23). Přesto se však i v současnosti používá pojištění střížnými součástkami, a to třeba ve vázacím ústrojí, kde často není potřeba vyřadit z provozu všechny vázače, ale pouze jeden, u kterého se vyskytl problém. Další formu ochrany proti přetížení můžeme vidět u řezacího ústrojí, kde jsou nože chráněny pružinami nebo hydraulicky. Moderní stroje jsou pochopitelně vybaveny množstvím senzorů, které dávají informaci obsluze stroje prostřednictvím displeje v kabině traktoru. Řidič tak má přehled o správné či nesprávné funkci částí lisu a může rychle reagovat na případné poruchy.



Obrázek 23: Ochrana proti přetížení John Deere L1500 [31]

2.5.5 Mazání, čištění

Jelikož je ve vázacím ústrojí velké množství pohyblivých částí a spojů, je nutné jejich mazání, stejně jako v případě použití řetězového pohonu. K tomu se používá tuk nebo olej dle předepsání výrobce. Mazání je zajišťováno buď centrálně (obrázek 24) pro všechny vazače nebo pro každý vazač individuálně pomocí vysokotlakých maznic (obrázek 25), k lubrikaci řetězu se používají speciální kartáčky (obrázek 26). U dnešních lisů již mazání probíhá automaticky.



Obrázek 24: Vazače v lisu Krone BigPack s hydraulickým mazáním [27]



Obrázek 25: Detail vazače s hadičkami mazání [32]

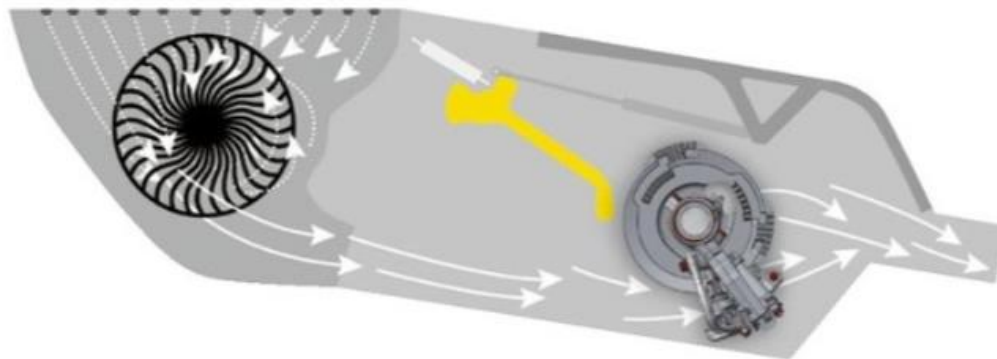


Obrázek 26: Mazání řetězu kartáčkem [28]

Balíkováče jsou vybaveny automatickým čištěním svých ústrojí stlačeným vzduchem nebo ventilátory (obrázky 27, 28), aby nedocházelo k usazování odlétávající lisované hmoty z lisovací komory. Používají se vysokotlaké ventilátory, které jsou umístěny ve vrchní části stroje a vzduchem o vysoké rychlosti jsou schopny vyčistit vnitřnosti lisu od nečistot. Tato potřeba vyvstává zejména v případě vazačů, jelikož jakékoliv vniknutí cizích částic do vázacího ústrojí je nežádoucí.



Obrázek 27: Schéma ventilace uvnitř lisu John Deere L1500 [31]



Obrázek 28: Ventilátory k zajištění čistoty vnitřních prostor lisu Krone BigPack [27]

2.6 Provázky – materiál, uskladnění, druhy uzlů, vady uzlů

2.6.1 Materiál

Provázek je neodmyslitelnou součástí celého procesu tvorby balíku. Jeho hlavní funkcí je držet slisovanou hmotu pohromadě, je proto žádoucí, aby materiál, z něhož je vyroben, měl odpovídající vlastnosti.

Při nahlédnutí do historie zjistíme, že k výrobě motouzů se používalo mnoho různých materiálů, ať už to byla bavlna, dřevo nebo třeba některé druhy trávy. Jako nejvhodnější se však ukázalo sisalové vlákno, které v kombinaci s manilským konopím tvořilo ideální kombinaci. Samotné konopí je příliš tuhé a při vázání konopným motouzem docházelo k ucpání stroje. [2]

V šedesátých letech minulého století začalo zásluhou vývoje plastových materiálů docházet k čím dál rozšířenějšímu použití polypropylenových provázků. Ty byly oproti přírodním materiálům pevnější a odolnější, což umožňovalo tvorbu větších balíků. Syntetické provázky se využívají i v současnosti, avšak společně s nimi je stále jisté množství výrobců, kteří upřednostňují sisalové motouzy, jelikož jsou rozložitelné a nezatěžují tolik životní prostředí. [33]

Provázky jsou opatřeny ochranou proti UV záření a mohou být dodatečně barveny kvůli různým vlastnostem (srovnání na obrázku 29).



	MultiBale Smart ²	MultiBale	MultiBale ²	HDP Smart ²	HDP Strong ²	HDP X-treme ²
Objednáací číslo dvojbalení	27 023 342 0	927 943 0	923 944 0	27 023 343 0	27 023 217 0	27 023 218 0
Barva						
Max. pevnost v uzlu kgf	245	245	245	280	315	335
Hmotnost kg/rolí	11	10	11	11	11	11
Délka návinu m/rolí	1 342	1 050	1 430	1 287	1 188	1 122
Délka návinu m/kg	122	105	130	117	108	102
UV stabilita	vysoká	vysoká	vysoká	vysoká	vysoká	vysoká

Obrázek 29: Barevné značení různých typů provázků Krone Excellent Twine [27]

2.6.2 Uložení v lisu

Lisy na velké hranolovité balíky disponují úložným prostorem, který slouží k umístění rolí motouzu. Nejčastěji jde o několik polic nad sebou nacházejících se z obou stran stroje chráněných odklopným krytem lisu (obrázek 30). [24]



Obrázek 30: Uložení rolí provázku v lisu Krone BiG Pack [27]

Rozdíl mezi produkty jednotlivých výrobců může být v počtu rolí, které se do lisu vejdu. Čím více jich úložiště pojme, tím déle může obsluha stroje pracovat bez přestávky nutné k doplnění zásob motouzu. Na druhou stranu se tím zvětšuje objem lisu, tím pádem i jeho váha atd., je tedy vhodné najít odpovídající kompromis. Porovnání kapacity úložných

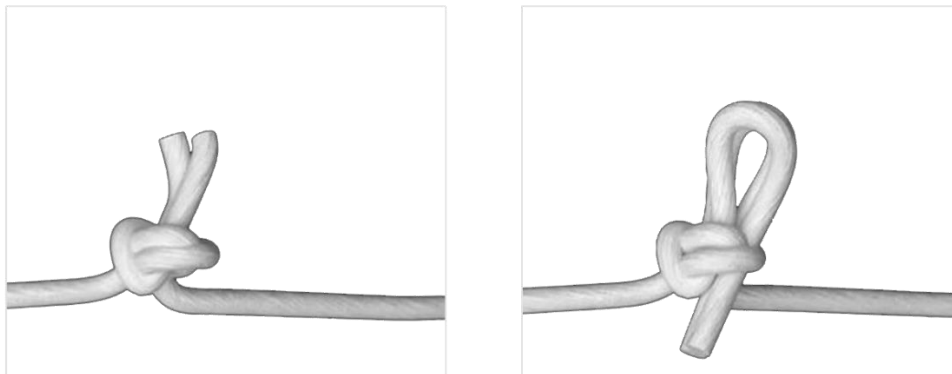
prostor u balíkováčů renomovaných výrobců je v tabulce 2. Ke srovnání byly použity údaje u lisů na balíky o rozměru 120×90 cm.

Tabulka 2: Počet rolí motouzu v lisech v závislosti na výrobcí [26], [34], [35], [36], [37], [27], [38], [39], [40]

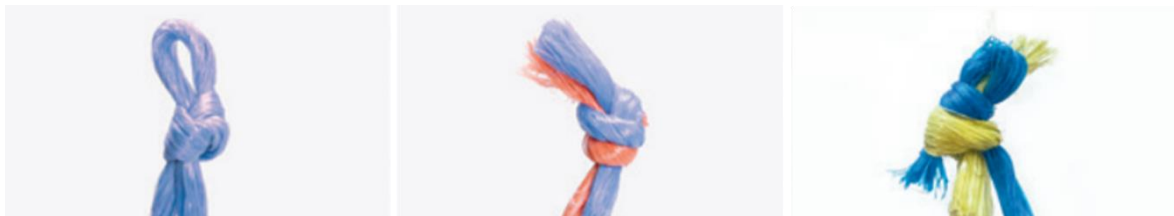
Výrobce	Označení lisu	Počet rolí
Case IH	LB 434 XL	32
Claas	Quadrant 5300	24
Deutz-Fahr	Bigmaster	24
Fendt	1290 XD	30
John Deere	L1534	30
Krone	BiG Pack 1290 HDP	30
Kuhn	SB 1290 iD	32
Massey Ferguson	2370 Ultra HD	36
New Holland	BigBaler 1290 Plus	32

2.7 Uzly

Jak již bylo zmíněno v kapitole *Druhy vázání*, existují dva základní způsoby vázání uzlů: systém Deering a systém McCormick (obrázek 31). Tyto způsoby mohou být zkombinovány a vzniká tzv. hybridní uzel (vpravo na obrázku 32).



Obrázek 31: Vlevo uzel „Deering“, vpravo uzel „McCormick“ [41]



Obrázek 32: Zleva: uzel zakončený smyčkou; uzel s volnými konci; hybridní uzel [42]

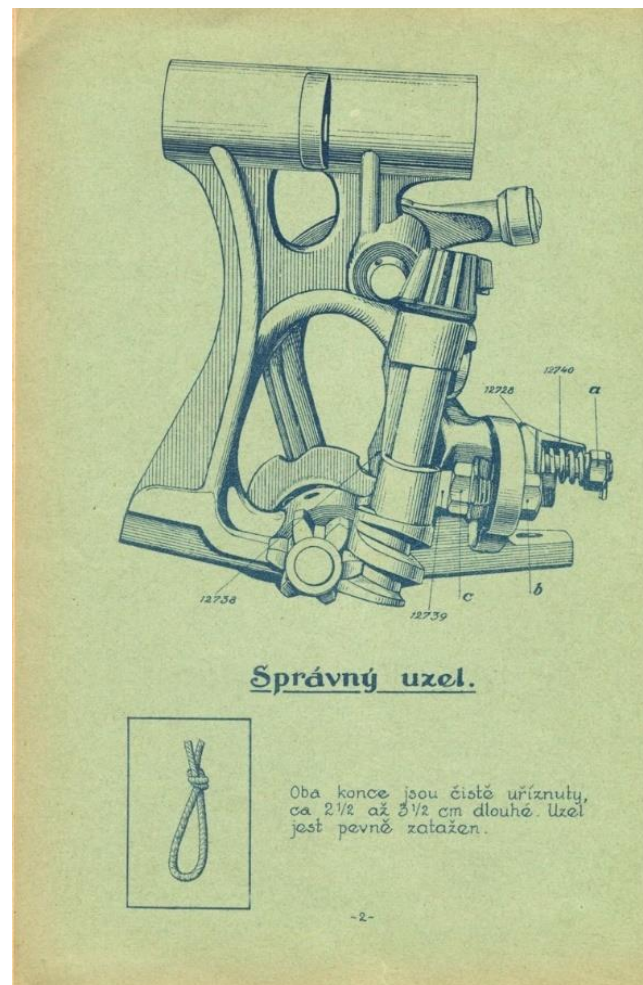
2.7.1 Rozdělení uzlů podle [42]:

- I. Uzel zakončený smyčkou
 - systém McCormick
 - konec motouzu tvoří smyčku
 - uzel je tvořen bez namáhání provázku
 - pevnost provázku je zachována

- II. Uzel s volnými konci
- systém Deering
 - konec provázku prochází skrz uzlovač
 - pevnost motouzu je ohrožena
 - odříznutím vznikají dva stejně dlouhé konce provázku
- III. Hybridní uzel
- systém Deering
 - jeden konec tvoří smyčku, druhý prochází uzlovačem
 - nevznikají odřezky motouzu

2.7.2 Vady uzlů









Ačkoliv jsou dnešní stroje velmi spolehlivé, může docházet k různým poruchám vázání. Ty mohou být způsobeny například opotřebením částí vazače, znečištěním částmi lisovaného materiálu nebo špatným seřízením vazače [24]. V souvislosti s opakováním chyb uzlování a jejich příčin byly sepsány příručky k jejich rozpoznání a odstranění. Na obrázku 33 je stránka vyjmutá z příručky „Návod k odstranění vad vazacího ústrojí“ od firmy *Spojené továrny na hospodářské stroje František Melichar-Umrath a spol.* z roku 1931 zobrazující správně zavázaný uzel.



Obrázek 33: Příručka z roku 1931 [43]

V případě správného zavázání má uzel pravidelný tvar a stejně dlouhé, čistě seříznuté konce vyčnívající z uzlu. Jiná podoba uzlu nebo přetržený motouz ukazuje na poruchu vázání. Nejčastější vady uzlů a jejich příčiny jsou vyobrazeny a popsány v tabulce 3.

Tabulka 3: Nejčastější poruchy vázání [24]

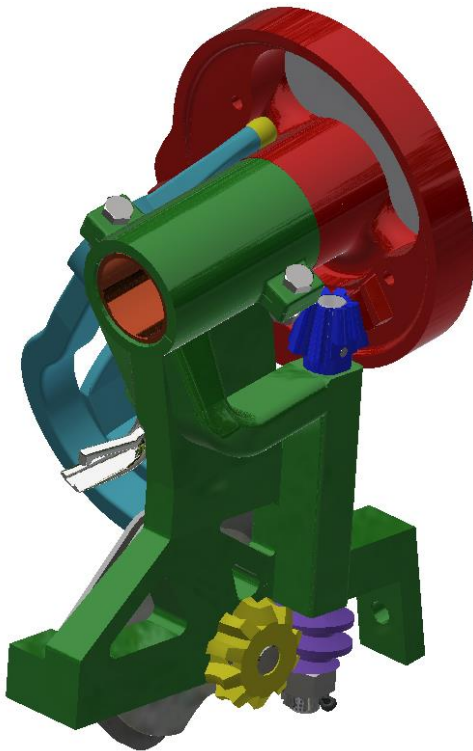
Nesprávně uvázaný uzel	Příznaky poruchy	Příčiny poruchy
	Nestejně a rozřepené konce motouzu	Tupý nožík nebo nedostatečné držení konců motouzu ve svěrcce
	Jednoduchý uzel na začátku povřísla	2. konec motouzu není vložen do výřezu kotoučku motouzové svěrky
	Konce motouzu jsou bez uzlu	Nedostatečné sevření v čelistech uzlovače, a tedy i nedostatečné protažení konců smyčkou
	Jednoduchý uzel na koci povřísla	1. konec motouzu se vytrhne nebo utrhne z motouzové svěrky
	Jeden konec motouzu zůstal v uzlu	Malé sevření v čelistech, a tedy i protažení jednoho konce smyčkou
	Uzel zůstává viset na uzlovači	Příliš velké sevření v čelistech uzlovače nebo špatně seřízené stahovací rameno
	Přetržené povříslu u uzlu	Poškození motouzu při otáčení o stahovací rameno
	Přetržený motouz kdekoliv	Příliš velká slisovanost nebo příliš nekvalitní a málo pevný motouz

3 Praktická část

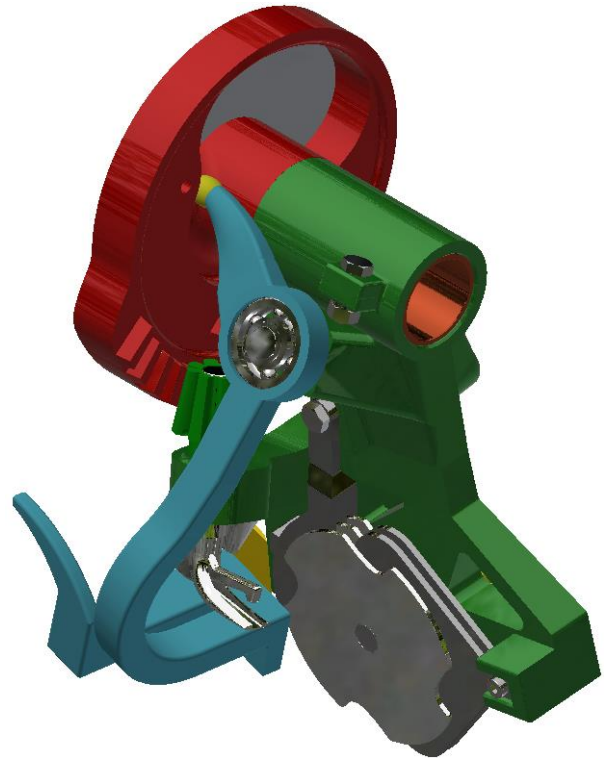
3.1 Tvorba modelu

Model vázacího ústrojí byl vypracován v aplikaci *Autodesk Inventor*. Při návrhu komponent a jejich konstrukčního uspořádání jsem vycházel z katalogů renomovaných výrobců (*John Deere, Rasspe, New Holland* atd.). Pro tvorbu modelu bylo nezbytné určit rozměry jednotlivých součástí nebo například počty zubů u ozubených kol. Dále bylo potřeba uvědomit si, jak vlastně samotný vazač pracuje a co je podstatou tvorby uzlu. Během rešeršní činnosti jsem narazil na několik různých typů vazačů. Zaujalo mě, že je možné přistoupit k této problematice více způsoby, které se na první pohled mohou zdát jako úplně odlišné. Při delším a důkladnějším zkoumání jsem však zjistil, že všechny tyto vazače fungují v podstatě na stejném principu.

Obrázky 34 a 35 zobrazují dva pohledy na kompletní sestavu jednoho samovazače před namontováním k rámu.

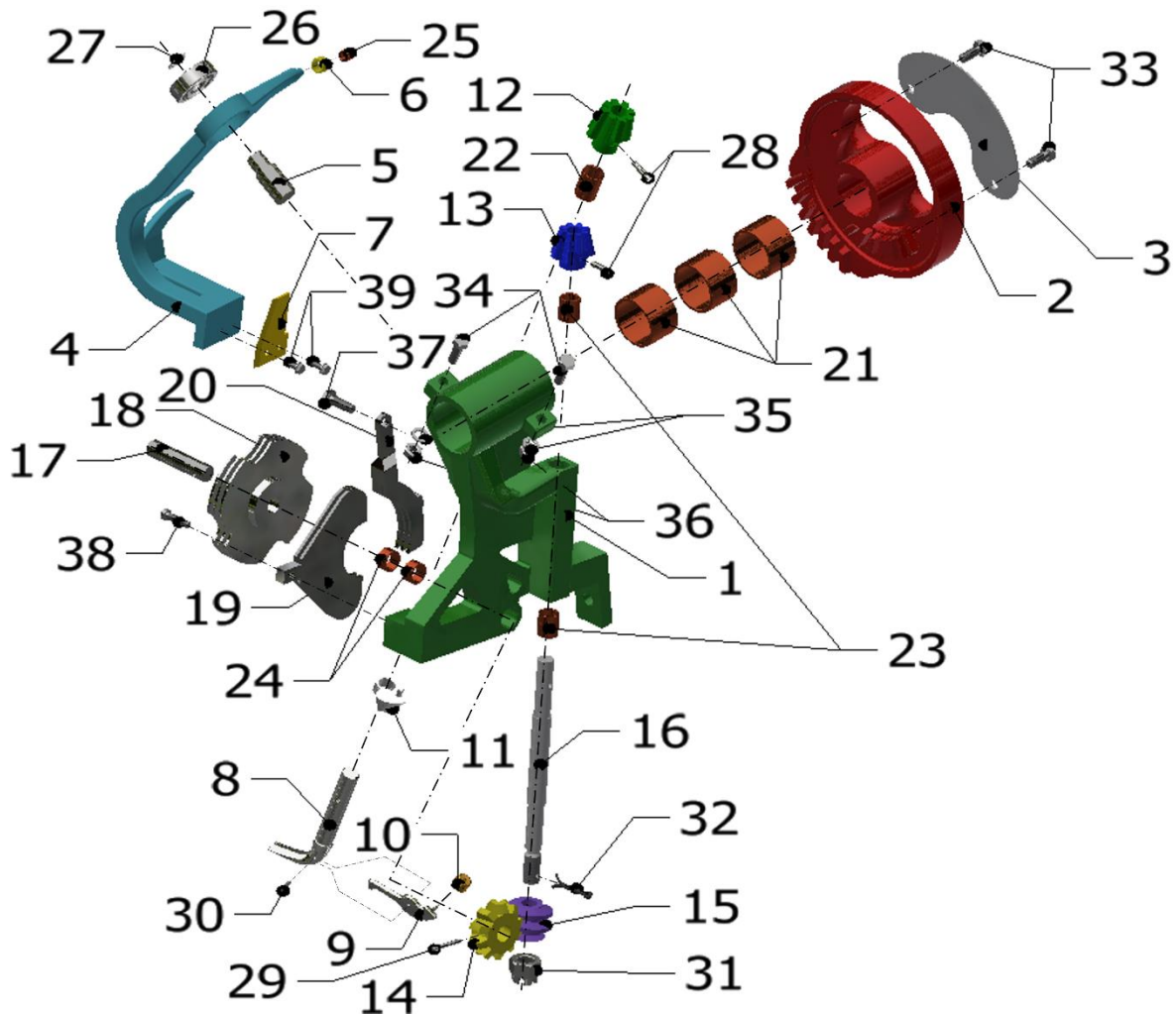


Obrázek 34: Samovazač – pohled 1



Obrázek 35: Samovazač – pohled 2

Na obrázku 36 je rozpad sestavy samovazače včetně číselného popisu jednotlivých komponent, které jsou popsány v tabulce 4.



Obrázek 36: Rozpad sestavy samovazače

Tabulka 4: Popis součástí samovazače

1	RÁM	14	PASTOREK ŠNEKU	27	POJIST. KROUŽEK
2	TALÍŘOVÉ KOLO	15	ŠNEK	28	KOLÍK 1
3	DORAZOVÁ DESTIČKA	16	HŘÍDEL ŠNEKU	29	KOLÍK 2
4	STAHOVACÍ RAMENO	17	HŘÍDEL SVĚRKY	30	KOLÍK 3
5	OSA STAH. RAMENA	18	MOTOUZ. SVĚRKA	31	KORUN. MATICE
6	ROLNA ST. RAMENA	19	ČISTIČ SVĚRKY	32	ZÁVLAČKA
7	NŮŽ	20	PŘIDRŽOVAČ	33	6HR ŠROUB M8×20
8	UZLOVAČ	21	KLUZ. LOŽISKO 1	34	6HR ŠROUB M8×25
9	ZOBÁČEK UZLOVAČE	22	KLUZ. LOŽISKO 2	35	PRUŽ. PODLOŽKA
10	ROLNA UZLOVAČE	23	KLUZ. LOŽISKO 3	36	6HR MATICE M8
11	VODICÍ ZARÁŽKA	24	KLUZ. LOŽISKO 4	37	6HR ŠROUB M8×25
12	PASTOREK 1	25	KLUZ. LOŽISKO 5	38	ŠROUB M6×25
13	PASTOREK 2	26	KULIČKOVÉ LOŽ.	39	6HR ŠROUB M5×14

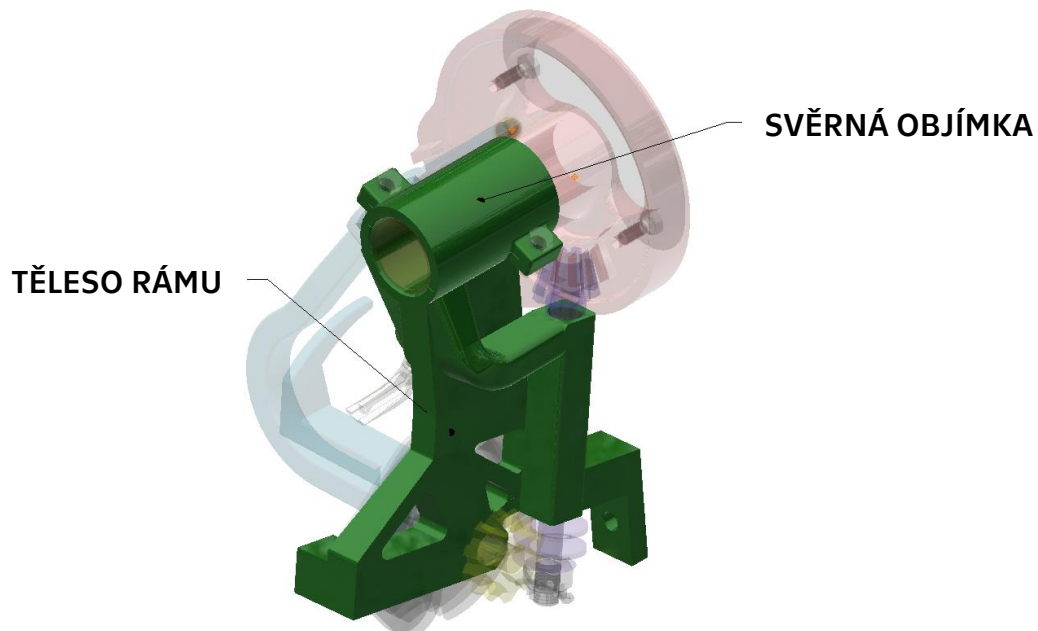
3.1.1 Rám vazače

Jako první bylo potřeba vymodelovat rám samotného vázacího ústrojí (obrázek 37). Zvolil jsem klasický koncept řešení, jaký používá většina výrobců. Pro srovnání je na obrázku 38 alternativní uspořádání, a tím pádem i jiný tvar rámu, které používá např. německá firma Claas.

Jak již bylo řečeno, rám je tvarově nejsložitější součástí celé vázací jednotky, což se projevilo i při modelování. Největším „konstrukčním oříškem“ bylo navrhnout rám tak, aby při montáži ostatních součástí nedocházelo k jejich kolizi, ať už mezi sebou nebo se samotným rámem.

Rotační vazba mezi rámem a hnací hřídelí je realizována s využitím kluzného pouzdra (viz kapitola *Ložiska* na str. 31) uloženého ve svěrné objímce. Ta je ke zbytku rámu připevněna dvěma šrouby M8.

Rám bude vyroben jako odlitek z oceli na odlitky s označením 42 2744.



Obrázek 37: Rám samovazače

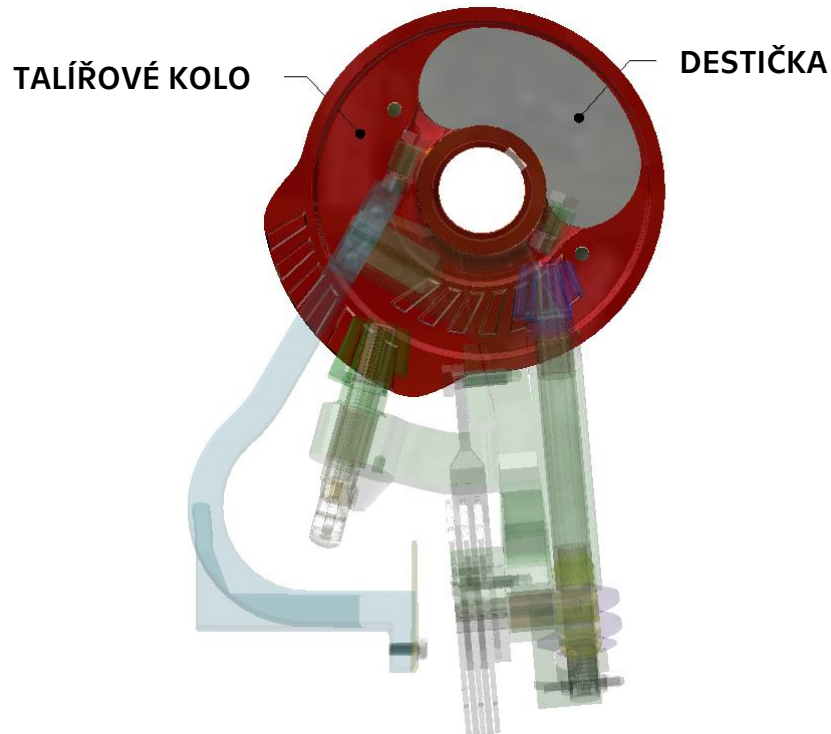


Obrázek 38: Vazač Claas [44]

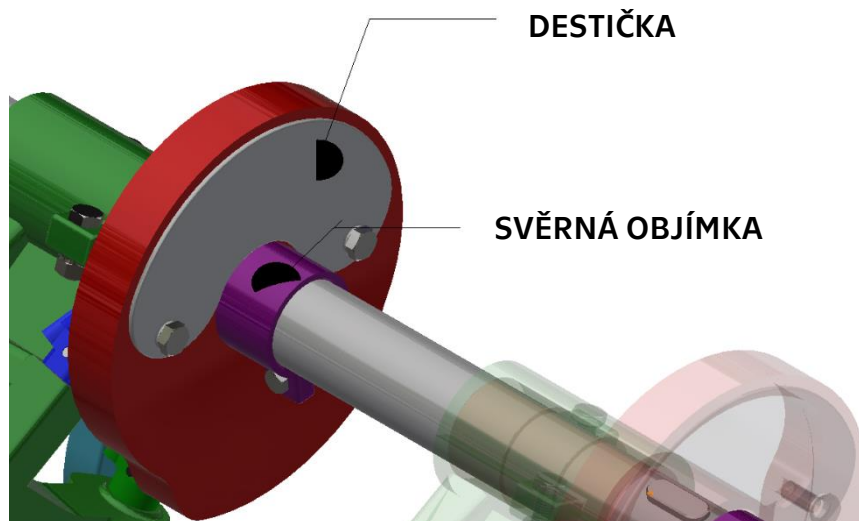
3.1.2 Talířové kolo

Další, neméně podstatnou částí vazače, je ozubené talířové kolo (obrázek 39). To disponuje dvěma řadami zubů, obě po 8 zubech. Přenos krouticího momentu z hnací hřídele na toto kolo zajišťuje těsné pero. K zadní straně talířového kola je přišroubována destička (obrázek 40), která slouží k požadovanému omezení rozsahu pohybu stahovacího ramena. Kolo je na hřídeli axiálně zajištěno pomocí svěrné objímky a šroubu M6 s podložkou a šestihrannou maticí (obrázek 40).

Materiál talířového kola je ocel 15 230, polotovar kola je výkovek.



Obrázek 39: Talířové kolo

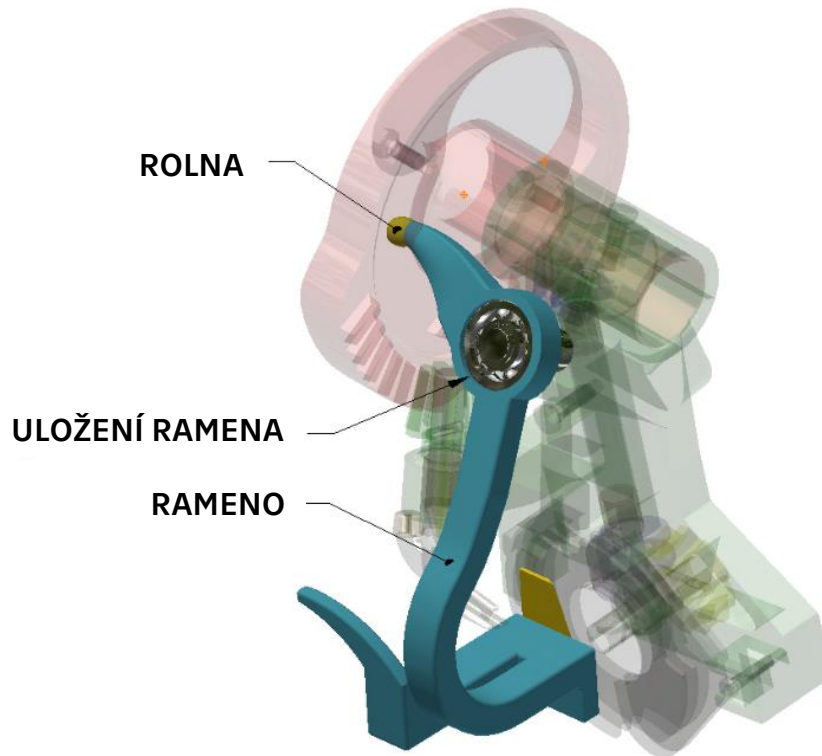


Obrázek 40: Svěrná objímka talířového kola

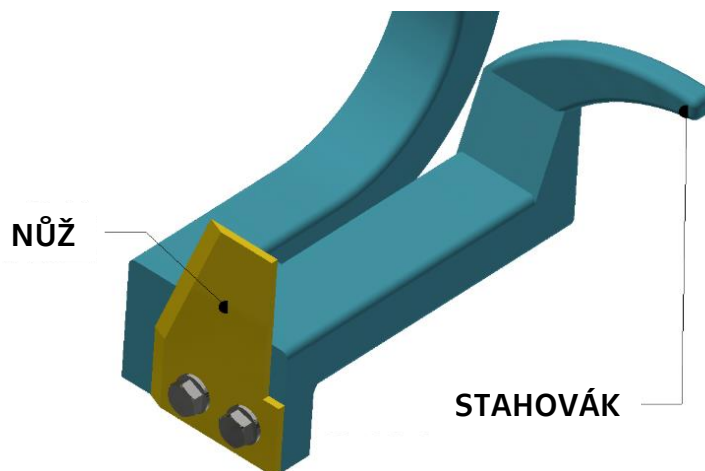
3.1.3 Stahovací rameno

Rameno (na obrázku 41) je pomocí kuličkového ložiska rotačně uloženo na malé ose vyčnívající z rámu stroje. Při otáčení talířového kola dochází k zapadnutí rolny do drážky, což vede k vykývnutí ramena a přefříznutí provázku nožem umístěným na jeho opačném konci. Ten je k rameni připevněn dvojicí šroubů M5 (obrázek 42). Rameno je rovněž vybaveno „stahovákem“ (v pravé části obrázku 42), který se nachází v jeho spodní části a slouží ke stažení zavázaného motouzu z uzlovače.

Rameno je vyrobeno jako odlitek z materiálu 42 2744 (ocel na odlitky).



Obrázek 41: Stahovací rameno

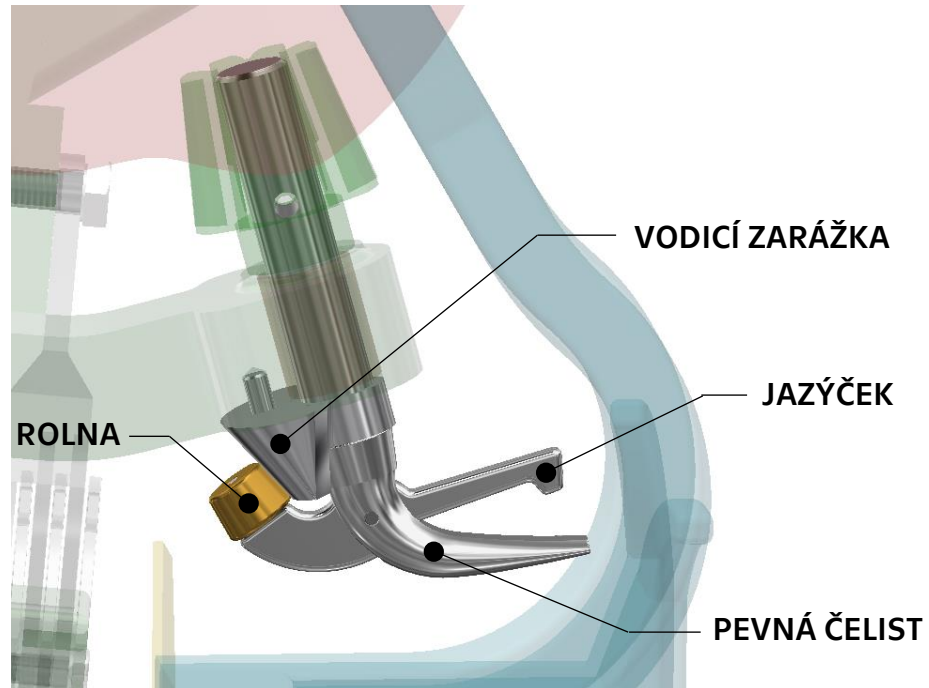


Obrázek 42: Nůž a stahovák

3.1.4 Uzlovač

Uzlovač je srdcem každého vázacího ústrojí. Na obrázku 43 můžeme vidět uložení uzlovače v tělese rámu. Uzlovač je navržen tak, aby při jeho otáčivém pohybu došlo k rozevření čelistí a následně sevření provázku. Toho se docílí pomocí vodící zarážky, která je pevně spojena s rámem.

Polotovarem uzlovače je kruhová tyč z oceli 11 500.



Obrázek 43: Uzlovač

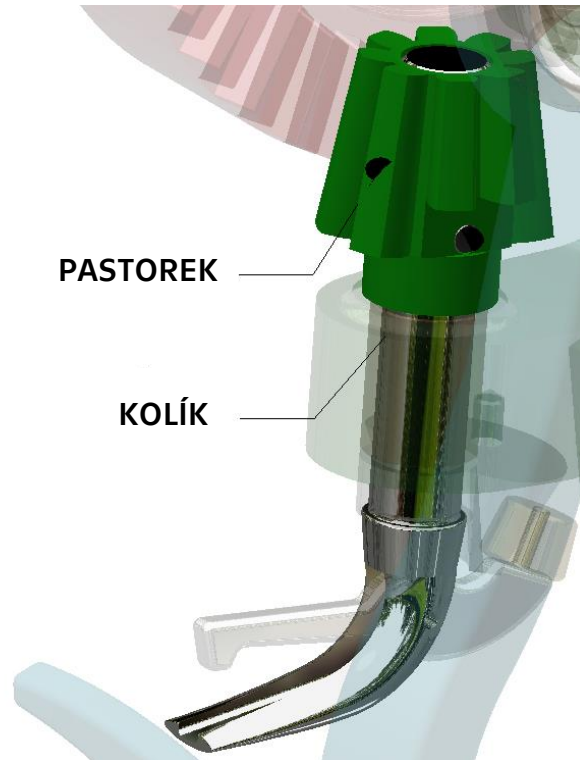
3.1.5 Ozubená kola

Jednotlivé části vazače se pohybují díky dvěma pastorkům, které jsou v záběru s velkým ozubeným talířovým kolem. První pastorek (obrázek 44) má 8 zubů, zabírá s vnější řadou zubů a pohání uzlovač. Druhý pastorek o stejném počtu zubů je v záběru s vnitřní řadou a slouží k otáčení hřídelky, na jejímž druhém konci se nachází jednoduchý šnek (na obrázku 45). Přenos krouticího momentu z hřídele na šnek je realizován pomocí těsného pera, šnek je na hřídeli zajištěn pomocí korunové matice M16 a závlačky. Otáčením šneku je do pohybu uvedeno malé ozubené kolo, které přenáší rotační pohyb na motouzovou svěrku. K zajištění pastorků na hřídelích je použito nalisovaných kolíků.

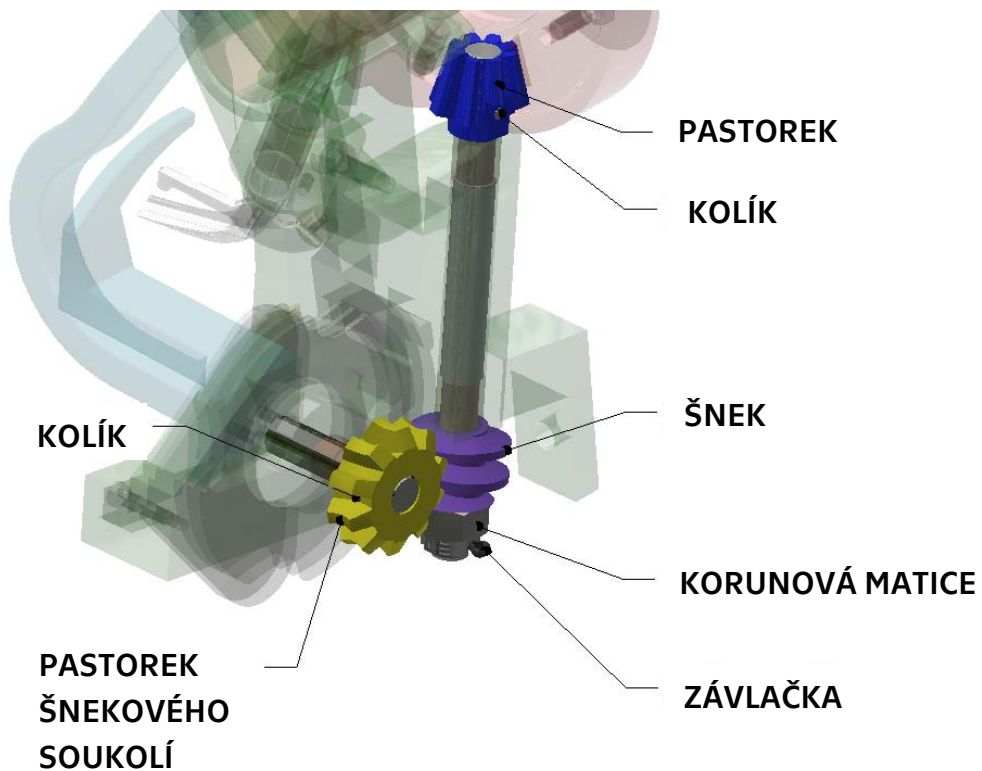
V případě převodů z talířového kola na pastorky se jedná o převod do rychla, tato soukolí jsou modifikací kuželového soukolí. Ve druhém případě se jedná o šnekové soukolí, které je přizpůsobeno rozměrům vazače.

Převodový poměr šnekového soukolí je $i_{\text{šnek}} = 10$, převodový poměr převodu z talířového kola na pastorek je u prvního pastorku (obrázek 44) $i_{p1} = 6,25$ a u druhého (obrázek 45) $i_{p2} = 4,125$.

Všechny pastorky budou vyrobeny z oceli 14 220 a pro výrobu šneku bude použita ocel 12 050.



Obrázek 44: Pastorek uzlovače

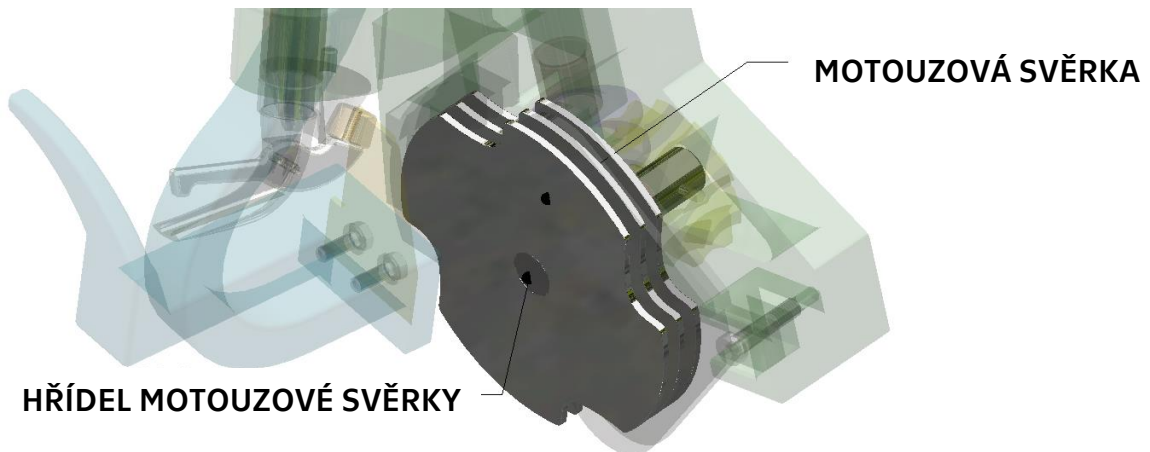


Obrázek 45: Šnekové soukolí a pastorek

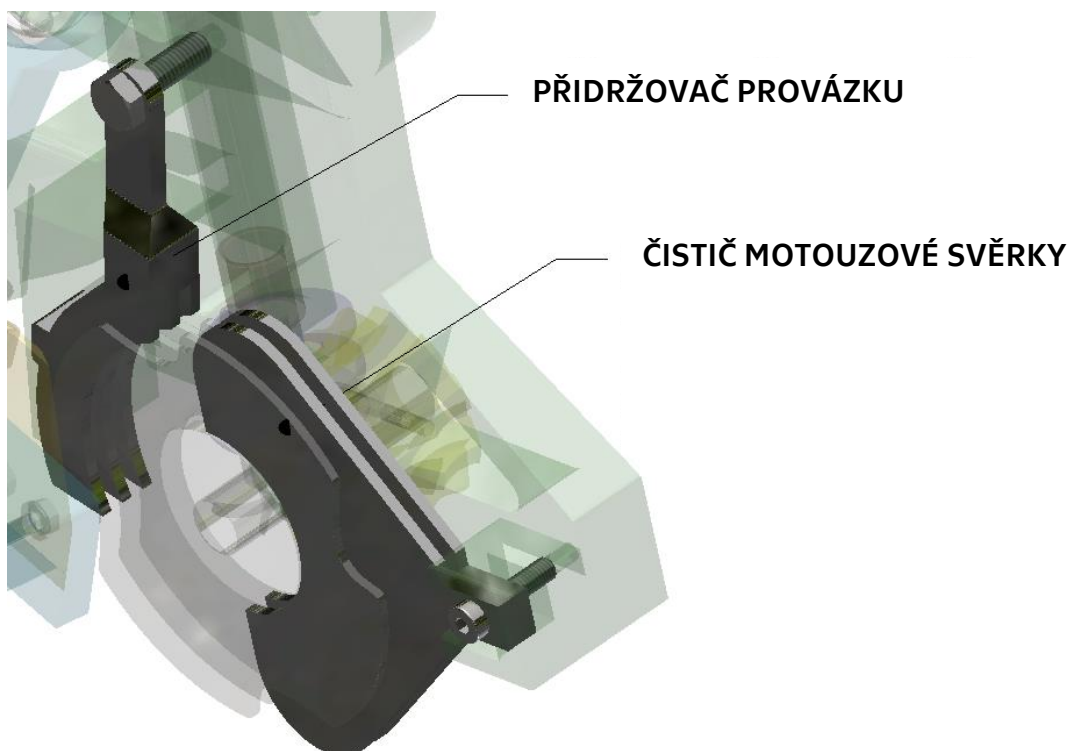
3.1.6 Motouzová svěrka, čistič a přidržovač motouzu

Na obrázku 46 je motouzová svěrka. Ta, jak je uvedeno v předchozím odstavci, je uváděna do chodu šnekovým soukolím a je uložena na hřídeli o malém průměru (15 mm). Poté, co jehla protáhne provázek vazačem, se kotouč svěrky pootočí a provázek je držen ve výřezu pomocí přidržovače (obrázek 47). Druhou součástí na obrázku 47 je čistič svěrky, který (jak je patrné z jeho názvu) slouží k odstraňování nečistot z motouzové svěrky.

Svěrka je vyrobena z kruhové tyče z oceli 11 500.



Obrázek 46: Motouzová svěrka

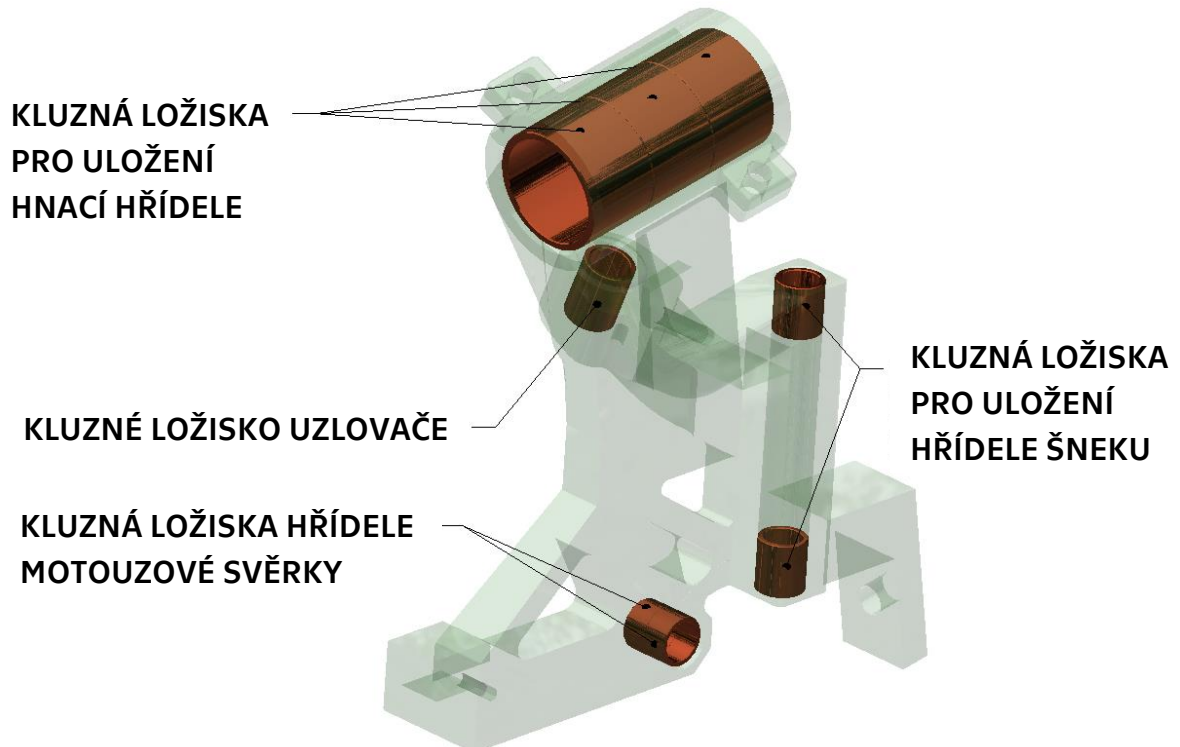


Obrázek 47: Čistič svěrky a přidržovač provázku

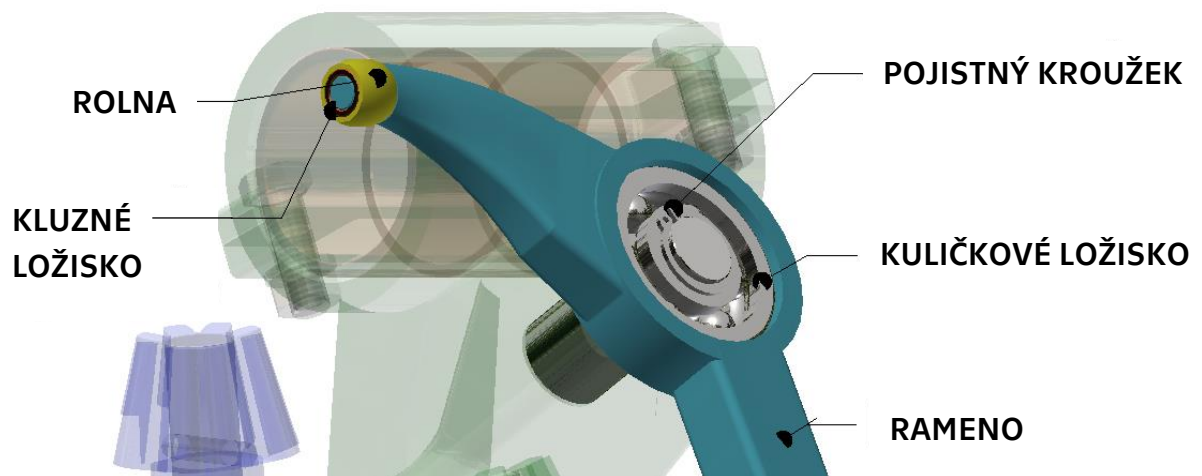
3.1.7 Ložiska

V celém vazači jsou použita kluzná ložiska ČSN 02 3481 odpovídajících rozměrů. Umožňují jak pohyb jednotlivých částí vázacího ústrojí, tak i rotaci hnací hřídele celého vazače. Jak je vidět na obrázku 48, v kluzných ložiskách je uložen uzlovač a hřídelky motouzové svěrky a šnekového soukolí. Obrázek 49 ukazuje uložení stahovacího ramene. To je realizováno pomocí kuličkového ložiska *DIN 625 SKF*, které je zajištěno pojistným kroužkem. Rolnička na konci ramena je opět uložena na kluzném ložisku.

Vzhledem k použití ložisek je nutné mazání (viz kapitola *Mazání, čištění* na str. 17)



Obrázek 48: Kluzná ložiska v rámu

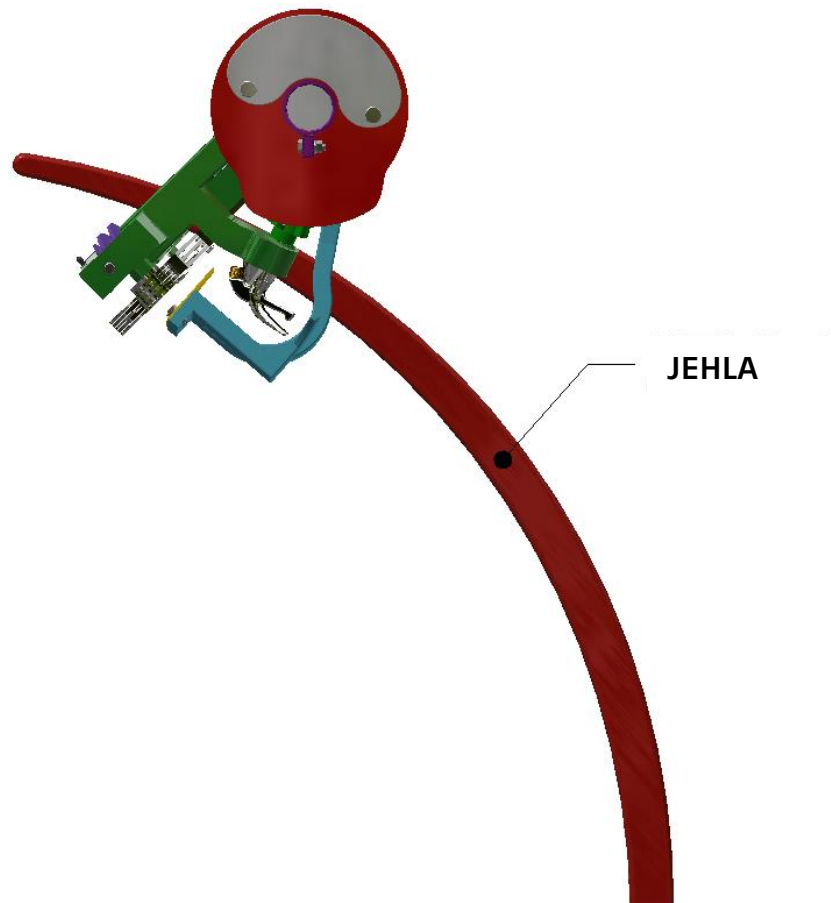


Obrázek 49: Ložiska stahovacího ramena

3.1.8 Jehla

Jehla (na obrázku 50) slouží k přivedení motouzu do vázacího ústrojí. Je poháněna klikovým mechanismem a musí být konstruována tak, aby při jejím pohybu nedošlo ke kolizi s hotovým balíkem, ale k jeho obkroužení. V počáteční poloze se nachází pod lisovací komorou, při sepnutí snímací hvězdice se dá jehla do pohybu, prochází drážkami v lisovací komoře a protáhne provázek skrz vazač. Při zpětném pohybu se provázek zachytí v motouzové svěrce.

Jehla je odlitek z oceli 42 2744.

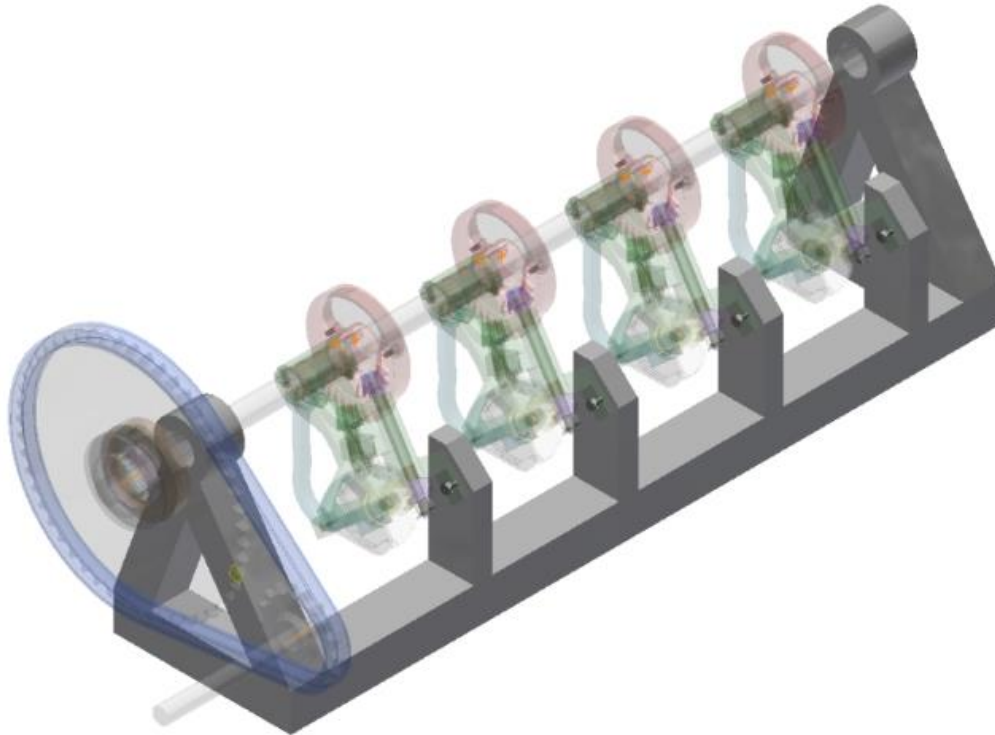


Obrázek 50: Jehla v koncové poloze

3.1.9 Rám

Rám bylo potřeba navrhnout tak, aby byly splněny zejména požadavky na jeho jednoduchost a funkčnost. Jedná se o svařenec, který je tvořen tyčemi čtvercového průřezu. Otáčení hřídele v rámu umožňují dvě kuličková ložiska ČSN 02 4630 umístěná v horní části rámu. Při konstrukci rámu je nutné brát zřetel i na umístění řetězového kola, které slouží k pohonu hnací hřídele vazačů. V tomto případě je řetězový pohon umístěn vně rámu. Nepohyblivé části vázacích ústrojí jsou k rámu připevněny šrouby M10, které zajišťují setrvání vazače v požadované poloze. Rám je zobrazen na obrázku 51.

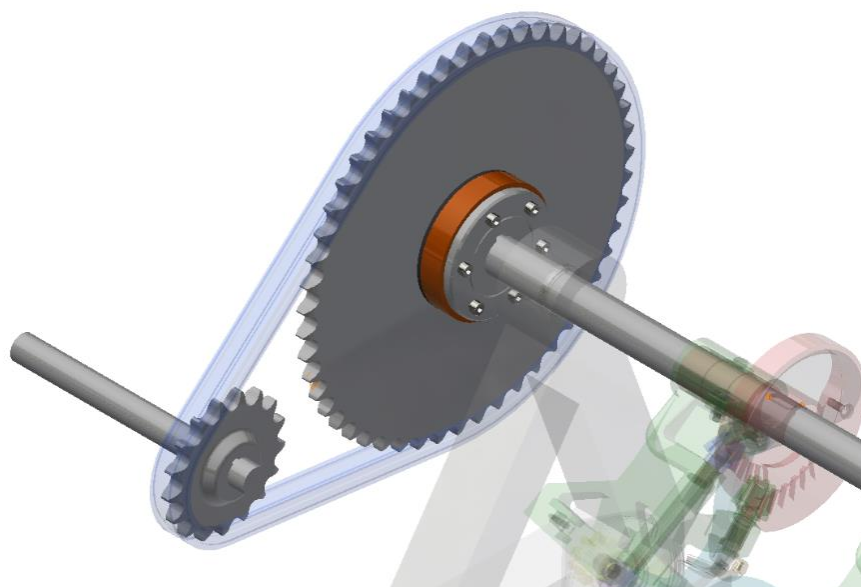
Pokud bychom chtěli použít vazače ve skutečném lisu, konstrukce rámu by byla pochopitelně odlišná. Navrhovaná konstrukce je zvolena pouze pro účely této práce.



Obrázek 51: Rám

3.1.10 Řetězový převod

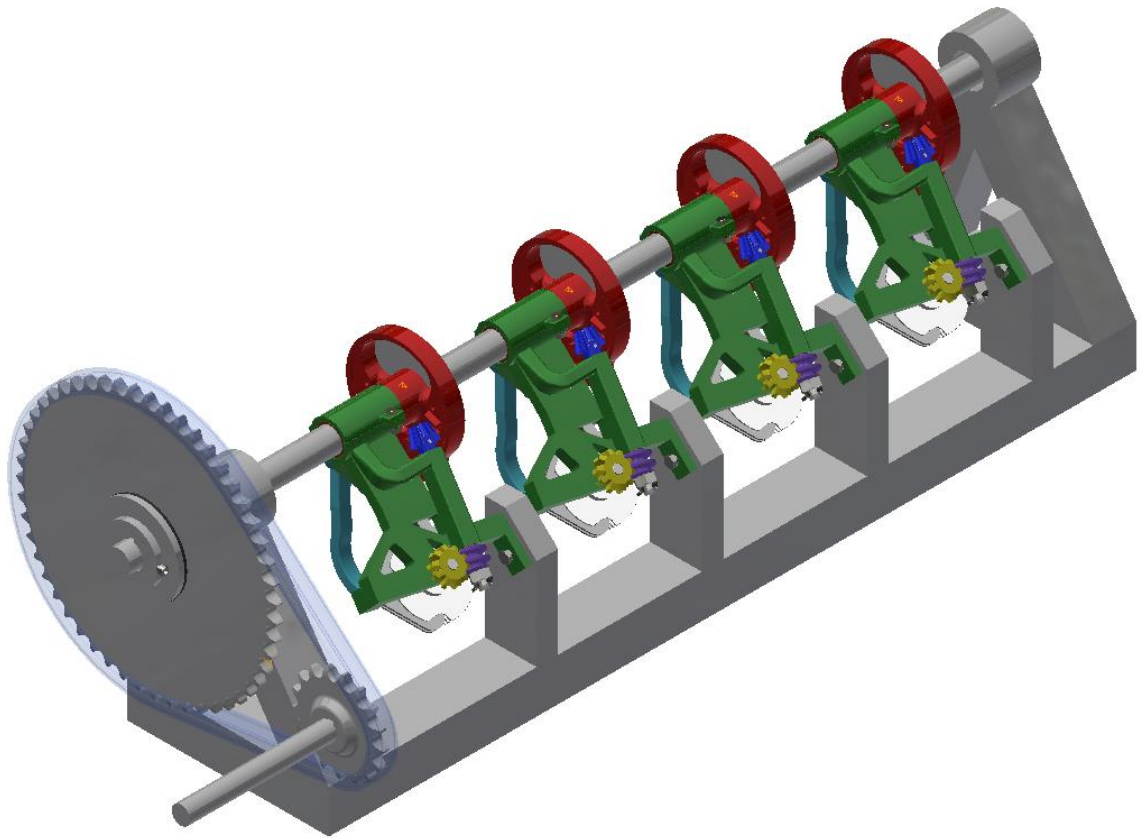
Pohon vazačů je realizován řetězovým převodem (obrázek 52), přičemž výstupní výkon z vývodové hřídele traktoru je přes převodovku lisu přiváděn na malé řetězové kolo a z něj pomocí řetězu na velké kolo pohánějící hřídel vázacích ústrojí. Součástí velkého řetězového kola je také prokluzová třecí spojka *Ruflex 4-1TF*, která plní funkci pojistného členu při přetížení – pokud je kroutící moment přiváděný na hřídel větší, než je předem stanovená hodnota, spojka proklouzne a moment nepřenáší. Tím je chráněno vázací ústrojí před přetížením.



Obrázek 52: Řetězový převod se spojkou

3.1.11 Celková sestava

Na obrázku 53 je celá sestava jednotky samovazače. Obsahuje rám, řetězový převod a čtyři vázací ústrojí.



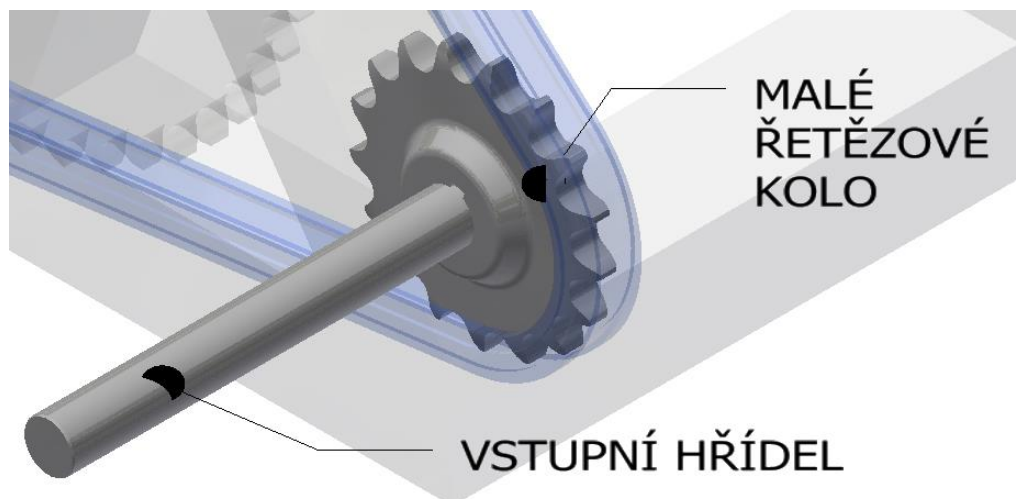
Obrázek 53: Sestava jednotky samovazače

3.2 Výpočty

Při návrhu libovolné součásti či stroje je běžným postupem provést návrhové a kontrolní výpočty potřebných komponent. Na základě zadaných vstupních parametrů jsem provedl výpočet průměrů hřídelí, řetězového převodu a těsných per, která zde slouží k přenosu kroutícího momentu z hřídele na řetězová kola a na ozubená kola vazačů. Obvykle se počítá také životnost ložisek, ale vzhledem k malé frekvenci otáčení hřídele v ložiskách, a tudíž i velmi nízkému namáhání to v tomto případě nebylo potřeba. Ze stejného důvodu nejsou prováděny výpočty kluzných ložisek. V praxi je nutné do výpočtů zahrnout účinnost vázací jednotky, která se projeví při výpočtech potřebného výkonu k pohonu vázacích ústrojí. Zde je třeba brát v potaz např. účinnost ložisek v samovazači a ztráty v ozubení nebo při řezání provázku. Vstupní výkon je o tuto hodnotu navýšen již v zadání, a v tomto případě se tedy účinností samovazačů zabývat nebudeme. Musíme však počítat s účinností řetězového převodu, spojky apod.

3.2.1 Vstupní hřídel

Pro vstupní hřídel sestavy samovazací jednotky byly provedeny výpočty potřebného výkonu a průměru hřídele na základě zadaných otáček a kroutícího momentu. Výkon je na hřídel přenášen z převodovky lisu, do které vstupuje vývodová hřídel traktoru. Ta se zpravidla otáčí s frekvencí okolo $1\,000\text{ min}^{-1}$ (viz kapitola *Pohon samovazače* na str. 14). Axiální pojištění řetězového kola na hřídeli nebylo řešeno z toho důvodu, že se jedná pouze o koncepční návrh bez vazby na reálný lis.



Obrázek 54: Vstupní hřídel

Zadané hodnoty:

- otáčky:

$$n_I = 150\text{ min}^{-1} = 2,5\text{ s}^{-1}$$

- kroutící moment:

$$M_{k_I} = 100\text{ N} \cdot \text{m}$$

- zvolené dovolené napětí:

$$\tau_{D_I} = 25 \text{ MPa}$$

Vypočtené hodnoty:

- průměr:

$$d'_I = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{k_I}}{\pi \cdot \tau_{D_I}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 100 \cdot 1\,000}{\pi \cdot 25}} = 27,31 \text{ mm} \rightarrow d_I = 30 \text{ mm} \quad (1)$$

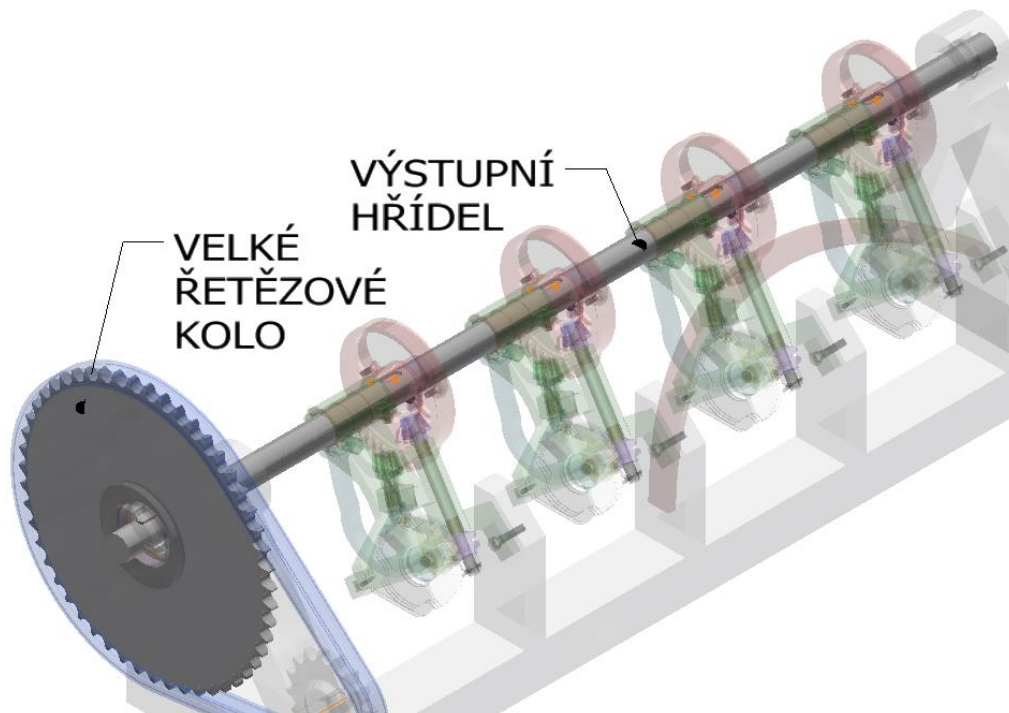
Nejbližší vyšší tabulková hodnota průměru hřídele je 28 mm, z důvodu vyšší bezpečnosti jsem však zvolil hřídel o průměru 30 mm.

- výkon:

$$P_I = M_{k_I} \cdot \omega_I = M_{k_I} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n_I}{60} = 100 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 150}{60} = 1\,570,80 \text{ W} = 1,571 \text{ kW} \quad (2)$$

3.2.2 Výstupní hřídel

Mezi vstupní a výstupní hřídelí je zařazen řetězový převod, který hraje roli při výpočtech potřebných parametrů výstupní hřídele. Hodnoty řetězového převodu a jeho účinnosti jsou zadány dále v kapitole *Řetězový převod*.



Obrázek 55: Výstupní hřídel

Vypočtené hodnoty:

- otáčky:

$$n_{II} = \frac{n_I}{i_{př}} = \frac{150}{3} = 50 \text{ min}^{-1} = 0,8\bar{3} \text{ s}^{-1} \quad (3)$$

- kroutící moment:

$$M_{kII} = M_{kI} \cdot i_{př} \cdot \eta_{řP} \cdot \eta_{SPOJ} = 100 \cdot 3 \cdot 0,94 \cdot 0,98 = 276,36 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (4)$$

- dovolené napětí (zvoleno):

$$\tau_{DII} = 30 \text{ MPa}$$

- průměr:

$$d'_{II} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{kII}}{\pi \cdot \tau_{DII}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 276,36 \cdot 1000}{\pi \cdot 30}} = 36,07 \text{ mm} \rightarrow \mathbf{d_{II} = 40 \text{ mm}} \quad (5)$$

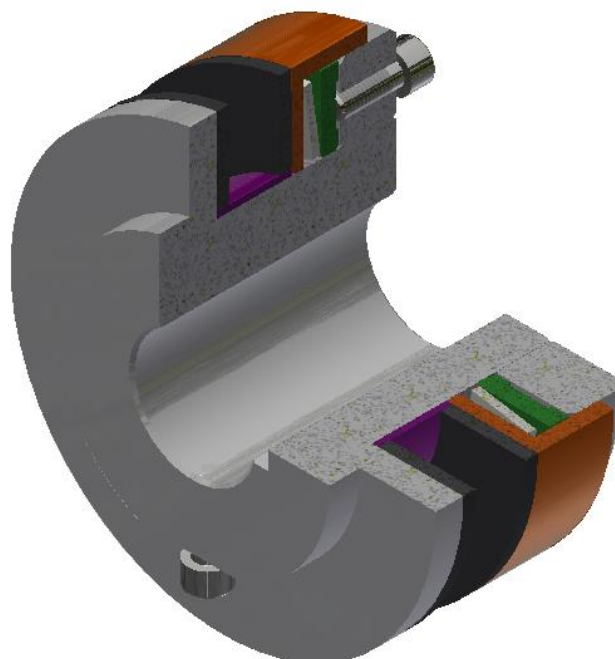
I v případě výstupní hřídele jsem zvolil vyšší hodnotu průměru, než je nejbližší vyšší, a to 40 mm.

- výkon:

$$P_{II} = M_{kII} \cdot \omega_{II} = M_{kII} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{II}}{60} = 276,36 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 50}{60} = 1\,477,02 \text{ W} = 1,477 \text{ kW} \quad (6)$$

3.2.3 Spojka

Pro účel ochrany vázacích ústrojí proti přetížení byla zvolena prokluzová spojka od společnosti *Ruflex 4-1TF* s rozsahem momentů od 90 Nm do 600 Nm. Její maximální přenositelný moment lze seřídít čtyřmi šrouby podle potřeby. V tomto případě byl na základě největšího kroutícího momentu výstupní hřídele $M_{kII} = 276,36 \text{ N} \cdot \text{m}$ zvolena hodnota $M_{kSPOJmax} = 260 \text{ N} \cdot \text{m}$. K axiálnímu pojištění spojky na hřídeli je použit stavěcí šroub M8. Na obrázku 56 je spojka zobrazena v částečném řezu, z něhož lze lépe pochopit její funkci. Výkres a tabulku se všemi rozměry spojky obsahuje příloha *Katalogový list společnosti RUFLEX*.



Obrázek 56: Řez spojkou

Připojovací rozměry:

- šířka:

$$L = 78 \text{ mm}$$

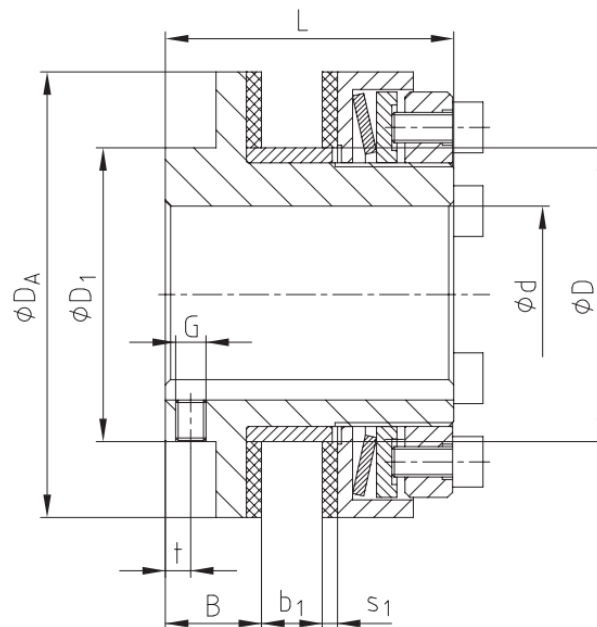
- vnější průměr:

$$D_A = 140 \text{ mm}$$

- vnitřní průměr:

$$d_{max} = 55 \text{ mm (největší přípustný vnitřní průměr pro tento typ spojky)}$$

Vnitřní průměr spojky je stejný jako průměr výstupní hřídele, tj. $d = 40 \text{ mm}$. Označení připojovacích rozměrů vychází z obrázku 57.



Obrázek 57: Rozměry spojky [49]

Zadané hodnoty:

- účinnost:

$$\eta_{SPOJ} = 0,98$$

- maximální propustný kroutící moment:

$$M_{k_{SPOJmax}} = 260 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Vypočtené hodnoty:

- koeficient přetížení:

$$k = \frac{M_{k_{SPOJmax}}}{M_{kII}} = \frac{260}{276,36} = 0,941 \quad (7)$$

3.2.4 Řetězový převod

Řetězový převod zprostředkovává přenos kroutícího momentu mezi vstupní a výstupní hřídelí. Tato kapitola se zabývá návrhem rozměrů řetězových kol, vhodného typu řetězu a jeho parametrů na základě zvoleného převodového poměru, koeficientů odpovídajících předpokládanému provozu a výsledků předcházejících výpočtů.

Vstupní hodnoty:

- převodový poměr:

$$i_{př} = 3$$

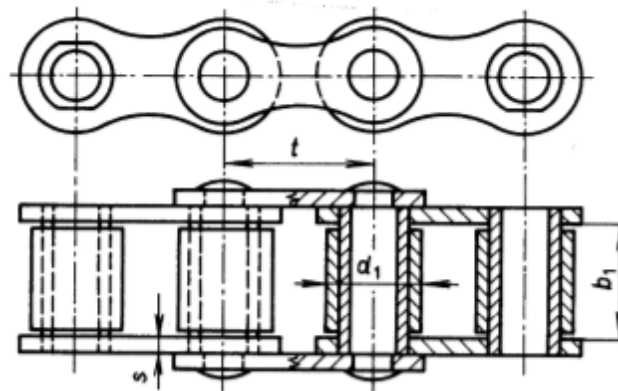
Převodový poměr byl zvolen bez vazby na reálný lis, jeho hodnota je tudíž vázána pouze na příklad řešený v této práci.

- účinnost řetězového převodu:

$$\eta_{ŘP} = 0,94$$

Návrh řetězového převodu:

Řetězový převod byl navržen podle [45], [46], [47] a ČSN 01 4809 z 16. 6. 1969. Základní rozměry řetězu jsou na obrázku 58.



Obrázek 58: Rozměry řetězu podle ČSN 02 3311 [45, str. 366]

- Přenášený výkon:

$$P = P_l = 1570,80 \text{ W} = 1,571 \text{ kW}$$

- Vstupní otáčky:

$$n_I = 150 \text{ min}^{-1}$$

- Výstupní otáčky:

$$n_{II} = 50 \text{ min}^{-1}$$

- Předběžná osová vzdálenost:

$$a' = 400 \text{ mm}$$

- Počet zubů malého kola:

$$z_1 = 17$$

- Převodový poměr:

$$i_{př} = 3$$

- Počet zubů velkého kola:

$$z_2 = z_1 \cdot i_{př} = 17 \cdot 3 = 51 \quad (8)$$

- Mazání:

bezvadné

- Činitel rázů:

$$Y = 3 \text{ (střední rázy)}$$

- Činitel výkonu:

$$\kappa = 0,6$$

- Činitel provedení řetězu:

$$\varphi = 1$$

- Činitel mazání:

$$\mu = 1$$

- Diagramový výkon:

$$P'_D = \frac{P}{\kappa \cdot \varphi \cdot \mu} = \frac{1,5708}{0,6 \cdot 1 \cdot 1} = 2,618 \text{ kW} \quad (9)$$

- Poměr a/t předběžně:

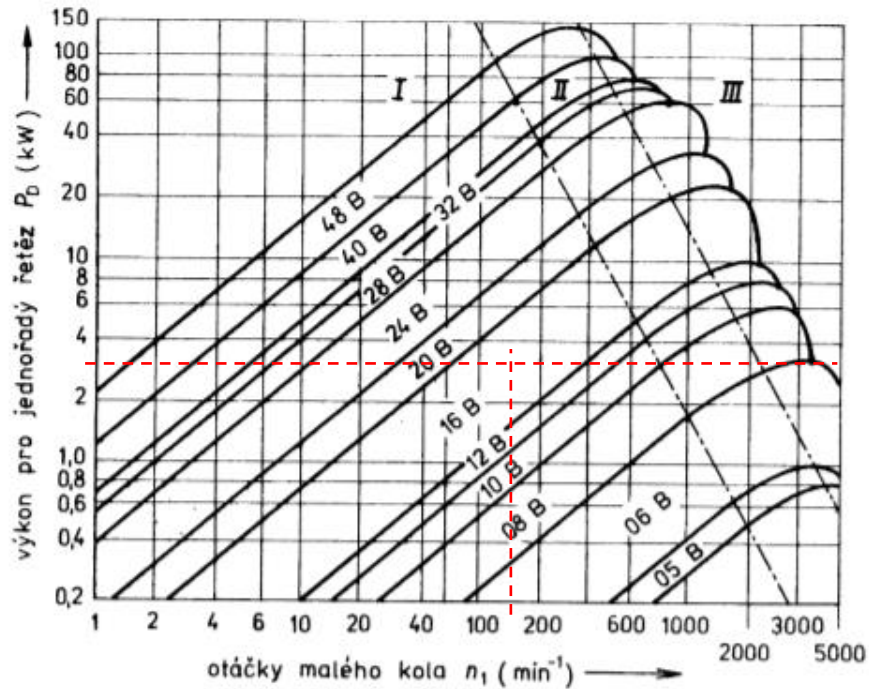
$$\frac{a}{t} = 20$$

- Činitel vzdálenosti os:

$$\rho = 0,85$$

- Korigovaný diagramový výkon:

$$P_D = \frac{P'_D}{\rho} = \frac{2,618}{0,85} = 3,08 \text{ kW} \quad (10)$$



Obrázek 59: Diagram pro stanovení typu řetězu [45, str. 380]

Na základě diagramu (obrázek 59) byl zvolen jednořadý řetěz typu 16 B s následujícími parametry podle [47, str. 567]:

Rozteč:	$t = 25,4 \text{ mm}$
Poměr a/t :	$\frac{a}{t} = \frac{400}{25,4} = 15,7480$
Plocha kloubu:	$A = 210 \text{ mm}^2$
Zatížení při přetržení:	$F_{Pt} = 58\,000 \text{ N}$
Hmotnost běžného metru:	$\gamma = 2,75 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$

- Roztečný průměr malého kola:

$$d_{r_1} = \frac{t}{\sin\left(\frac{180^\circ}{z_1}\right)} = \frac{25,4}{\sin\left(\frac{180^\circ}{17}\right)} = 138,232 \text{ mm} \quad (11)$$

- Roztečný průměr velkého kola:

$$d_{r_2} = \frac{t}{\sin\left(\frac{180^\circ}{z_2}\right)} = \frac{25,4}{\sin\left(\frac{180^\circ}{51}\right)} = 412,600 \text{ mm} \quad (12)$$

- Rychlost řetězu:

$$v = \pi \cdot d_{r_1} \cdot n_1 = \pi \cdot 138,232 \cdot 150 \cdot \frac{1}{60 \cdot 1000} = 1,086 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (13)$$

- Obvodová síla od tahu:

$$F_{O_1} = \frac{P}{v} = \frac{1\,570,80}{1,086} = 1\,446,409 \text{ N} \quad (14)$$

- Obvodová síla od odstředivého účinku:

$$F_{O_2} = \gamma \cdot v^2 = 2,75 \cdot 1,086^2 = 3,243 \text{ N} \quad (15)$$

- Celková tahová síla v řetězu:

$$F = F_{O_1} + F_{O_2} = 1\,446,409 + 3,243 = 1\,449,652 \text{ N} \quad (16)$$

- Směrný tlak v kloubu:

$$p = 25,6 \text{ MPa}$$

- Činitel tření:

$$\lambda = 0,55$$

- Dovolенý tlak v kloubu:

$$p_D = p \cdot \lambda = 25,6 \cdot 0,55 = 14,08 \text{ MPa} \quad (17)$$

- Výpočtový kontaktní tlak:

- pevnostní podmínka: $p_p \leq p_D = 14,08 \text{ MPa}$

$$p_p = \frac{F}{A} = \frac{1\,449,652}{210} = 6,903 \text{ MPa} < p_D \rightarrow \text{podmínka splněna} \quad (18)$$

- Součinitel bezpečnosti při přetržení:

- pevnostní podmínky: $k_S > 7$; $k_D > 5$

$$\text{➤ Statický: } k_S = \frac{F_{Pt}}{F} = \frac{58\,000}{1\,449,652} = 40,010 > 7 \rightarrow \text{podmínka splněna} \quad (19)$$

$$\text{➤ Dynamický: } k_D = \frac{F_{Pt}}{F \cdot Y} = \frac{58\,000}{1\,449,652 \cdot 3} = 13,337 > 5 \rightarrow \text{podmínka splněna} \quad (20)$$

- Počet článků předběžně:

$$X' = 2 \cdot \frac{a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{a} = 2 \cdot 15,748 + \frac{17 + 51}{2} + \left(\frac{51 - 17}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot 15,748^{-1} = 67,35 \quad (21)$$

- Skutečný počet článků:

$$X = 68$$

- Poměr $(X - z_1)/(z_2 - z_1)$:

$$\frac{X - z_1}{z_2 - z_1} = \frac{68 - 17}{51 - 17} = 1,5$$

- Součinitel C :

$$C = 0,8185$$

- Vypočtená osová vzdálenost:
- podmínka funkčnosti: $a > \frac{d_{r1} + d_{r2}}{2} = \frac{138,232 + 412,600}{2} = 275,416 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{t}{8} \cdot (2 \cdot X - z_1 - z_2 + \sqrt{(2 \cdot X - z_1 - z_2)^2 - C \cdot (z_2 - z_1)^2}) = \\
 &= \frac{25,4}{8} \cdot (2 \cdot 68 - 17 - 51 + \sqrt{(2 \cdot 68 - 17 - 51)^2 - 0,8185 \cdot (51 - 17)^2}) = \\
 &= 408,448 \text{ mm} > \frac{d_{r1} + d_{r2}}{2} = 275,416 \text{ mm} \rightarrow \text{podmínka splněna} \quad (22)
 \end{aligned}$$

3.2.5 Přenos kroutícího momentu pomocí těsného pera

3.2.5.1 Vstupní hřídel – malé řetězové kolo

Vstupní hodnoty:

$$M_{kI} = 100 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$d_I = 30 \text{ mm}$$

Stanovení profilu pera ($b \times h$)

Šířka a výška těsného pera zvolena podle [47, str. 476] na základě průměru vstupní hřídele d_I :

$$b = 8 \text{ mm}$$

$$h = 7 \text{ mm}$$

Předpokládaná délka pera pro průměr hřídele $d_I = 30 \text{ mm}$ [47, str. 476]:

$$l = (20 \div 90) \text{ mm}$$

Výpočet účinné délky pera l_a a stanovení normalizované délky pera

- pevnostní podmínka: $p \leq p_D = 100 \text{ MPa}$ [48, str. 266]

$$p = \frac{4 \cdot M_{kI}}{d_I \cdot h \cdot l'_a} \leq p_D \rightarrow l'_a = \frac{4 \cdot M_{kI}}{d_I \cdot h \cdot p_D} = \frac{4 \cdot 100}{0,03 \cdot 0,007 \cdot 100 \cdot 10^6} \cdot 1000 = 19,048 \text{ mm} \quad (23)$$

$$l' = l'_a + b = 19,048 + 8 = 27,048 \text{ mm} \quad (24)$$

$$l_a = l_{(\check{C}SN)} - b = 28 - 8 = 20 \text{ mm} \quad (25)$$

Nejbližší vyšší hodnota délky pera podle ČSN 02 2562 je $l_{(\check{C}SN)} = 28 \text{ mm}$.

Stanovení uložení (hřídel – náboj, pero – drážky)

Uložení těsného pera bylo stanoveno podle následujícího postupu:

„Tolerance: šířka $e7$ nebo $h9$ – pera čtvercového průřezu, $h11$ – pera obdélníkového průřezu, šířka drážky v hřídeli i v náboji $P9$.“ [47, str. 476]

„Pro neposuvné součásti se volí uložení s malou vůlí, např. $H8/h7$ nebo $H8/k7$...“ [48, str. 265]

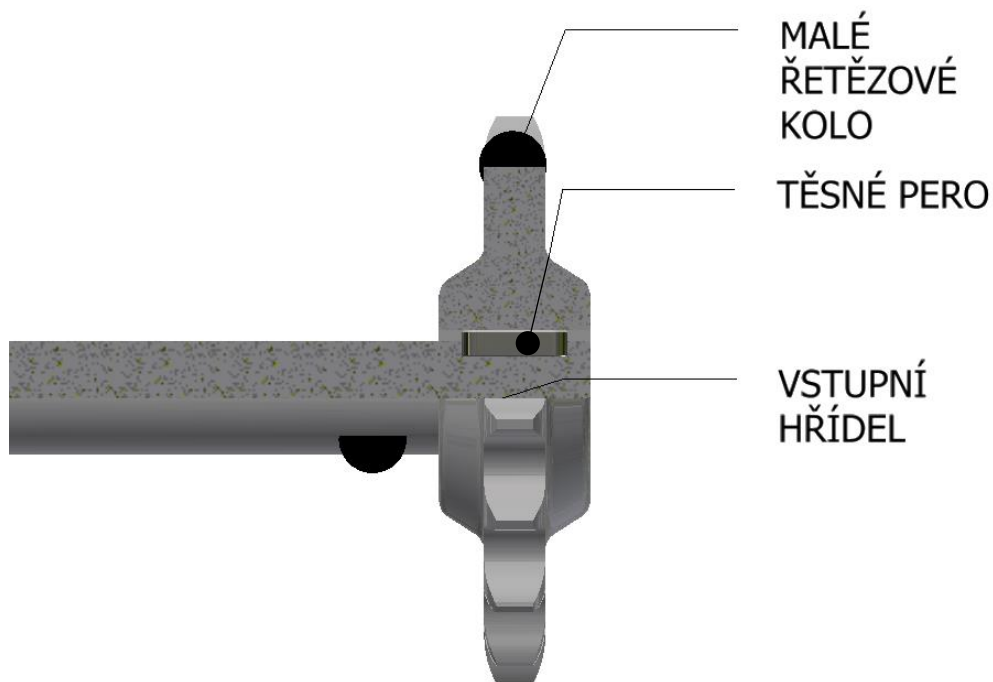
Uložení je stanoveno podle stejných podmínek i pro ostatní použitá těsná pera.

Označení pera: $PERO\ 8\ h9 \times 7 \times 28\ \check{C}SN\ 02\ 2562$

Uložení hřídele a náboje: $\varnothing 30\ H7/k6$

Kontrola pera na otláčení

$$p = \frac{4 \cdot M_{kI}}{d_f \cdot h \cdot l_a} = \frac{4 \cdot 100 \cdot 1000}{30 \cdot 7 \cdot 20} = 95,23\ MPa < p_D = 100\ MPa \rightarrow \text{podmínka splněna} \quad (26)$$



Obrázek 60: Pero mezi vstupní hřídelí a malým řetězovým kolem

3.2.5.2 Výstupní hřídel – velké řetězové kolo (spojka)

Vstupní hodnoty:

$$M_{kII} = 276,36\ N \cdot m$$

$$d_{II} = 40\ mm$$

Stanovení profilu pera ($b \times h$)

Šířka a výška těsného pera zvolena podle [47, str. 476] na základě průměru výstupní hřídele d_{II} :

$$b = 12 \text{ mm}$$

$$h = 8 \text{ mm}$$

Předpokládaná délka pera pro průměr hřídele $d_{II} = 40 \text{ mm}$ [47, str. 476]:

$$l = (32 \div 110) \text{ mm}$$

Výpočet účinné délky pera l_a a stanovení normalizované délky pera

- pevnostní podmínka: $p \leq p_D = 100 \text{ MPa}$ [48, str. 266]

$$p = \frac{4 \cdot M_{kII}}{d_{II} \cdot h \cdot l'_a} \leq p_D \rightarrow l'_a = \frac{4 \cdot M_{kII}}{d_{II} \cdot h \cdot p_D} = \frac{4 \cdot 276,36}{0,040 \cdot 0,008 \cdot 100 \cdot 10^6} \cdot 1000 = 34,55 \text{ mm} \quad (27)$$

$$l' = l'_a + b = 34,55 + 12 = 46,55 \text{ mm} \quad (28)$$

$$l_a = l_{(\check{C}SN)} - b = 50 - 12 = 38 \text{ mm} \quad (29)$$

Nejbližší vyšší hodnota délky pera podle ČSN 02 2562 je $l_{(\check{C}SN)} = 50 \text{ mm}$.

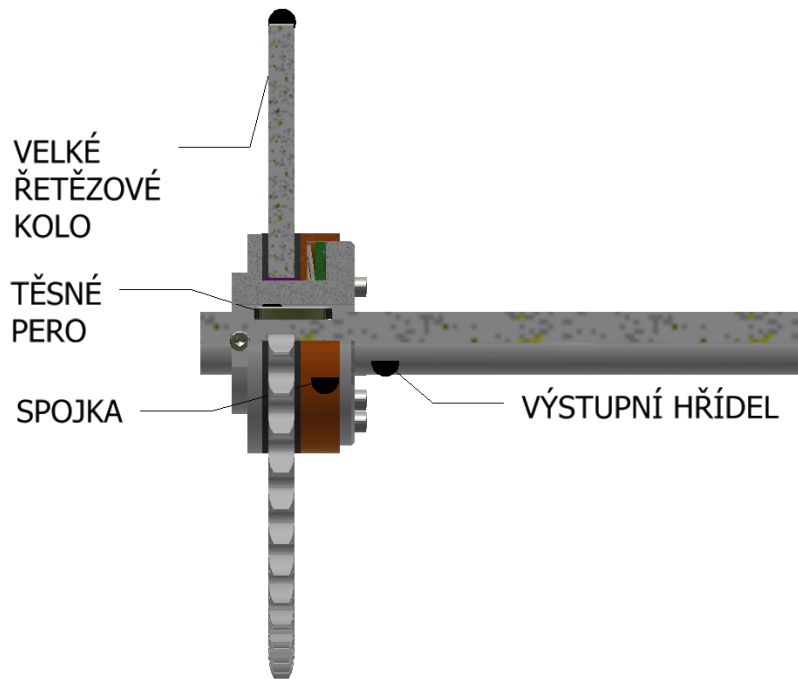
Stanovení uložení (hřídel – náboj, pero – drážky)

Označení pera: *PERO 12 h9 × 8 × 50 ČSN 02 2562*

Uložení hřídele a náboje: $\emptyset 40 \text{ H7/k6}$

Kontrola pera na otláčení

$$p = \frac{4 \cdot M_{kII}}{d_I \cdot h \cdot l_a} = \frac{4 \cdot 276,36 \cdot 1000}{40 \cdot 8 \cdot 38} = 90,91 \text{ MPa} < p_D = 100 \text{ MPa} \rightarrow \text{podmínka splněna} \quad (30)$$



Obrázek 61: Pero mezi výstupní hřídelí a velkým řetězovým kolem

3.2.5.3 Výstupní hřídel – talířové kolo jednotky samovazače

Vstupní hodnoty:

$$i_{vaz} = 4$$

$$M_{k_{vaz}} = \frac{M_{k_{II}}}{i_{vaz}} = \frac{276,36}{4} = 69,09 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (31)$$

$$d_{II} = 40 \text{ mm}$$

Stanovení profilu pera ($b \times h$)

Šířka a výška těsného pera zvolena podle [47, str. 476] na základě průměru výstupní hřídele d_{II} :

$$b = 12 \text{ mm}$$

$$h = 8 \text{ mm}$$

Předpokládaná délka pera pro průměr hřídele $d_{II} = 40 \text{ mm}$ [47, str. 476]:

$$l = (32 \div 110) \text{ mm}$$

Výpočet účinné délky pera l_a a stanovení normalizované délky pera

- pevnostní podmínka: $p \leq p_D = 100 \text{ MPa}$ [48, str. 266]

$$p = \frac{4 \cdot M_{k_{vaz}}}{d_{II} \cdot h \cdot l'_a} \leq p_D \rightarrow l'_a = \frac{4 \cdot M_{k_{vaz}}}{d_{II} \cdot h \cdot p_D} = \frac{4 \cdot 69,09}{0,040 \cdot 0,008 \cdot 100 \cdot 10^6} \cdot 1000 = 8,64 \text{ mm} \quad (32)$$

$$l' = l'_a + b = 8,64 + 12 = 20,64 \text{ mm} \quad (33)$$

$$l_a = l_{(\check{C}SN)} - b = 32 - 12 = 20 \text{ mm} \quad (34)$$

Nejnižší (a zároveň nejbližší vyšší) hodnota délky pera pro průměr hřídele 40 mm podle ČSN 02 2562 je $l_{(\check{C}SN)} = 32 \text{ mm}$.

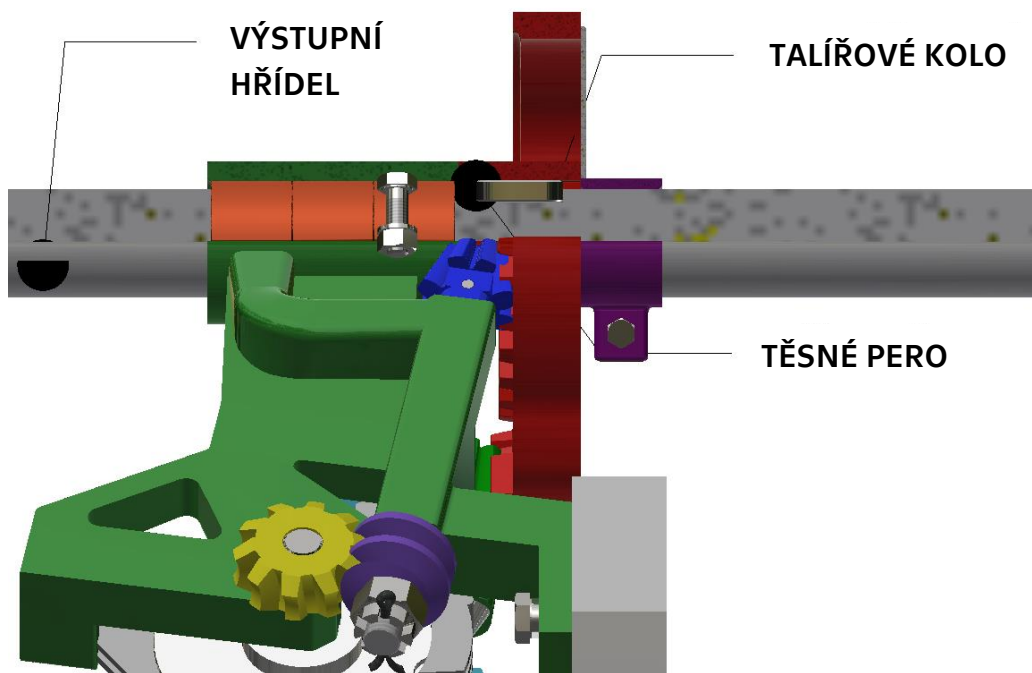
Stanovení uložení (hřídel – náboj, pero – drážky)

Označení pera: *PERO 12 h9 × 8 × 32* ČSN 02 2562

Uložení hřídele a náboje: $\varnothing 40 \text{ H7/k6}$

Kontrola pera na otláčení

$$p = \frac{4 \cdot M_{kvaz}}{d_H \cdot h \cdot l_a} = \frac{4 \cdot 69,09 \cdot 1000}{40 \cdot 8 \cdot 20} = 43,18 \text{ MPa} < p_D = 100 \text{ MPa} \rightarrow \text{podmínka splněna} \quad (35)$$



Obrázek 62: Pero mezi výstupní hřídelí a talířovým kolem

Součástí praktické části práce by také mohly být výpočty dalších komponent, u kterých se běžně provádí pevnostní kontrola, jako spojovací šrouby, svěrné objímky, příčné kolíky, ozubení apod. Výpočty bych prováděl dle běžné metodiky. V případě, že by zadání práce obsahovalo hmotnostní či pevnostní optimalizaci, bylo by u tvarově složitých prvků sestavy samovazače vhodné použít metodu konečných prvků a její výsledky případně ověřit analytickým výpočtem v místech, kde by bylo možné nahradit uzel konstrukce odpovídajícím náhradním modelem. Mezi rizikové uzly konstrukce, které by mohly být dále analyzovány, bych zařadil např. části rámu, kde dochází k výrazné změně průřezu, čelisti uzlovače nebo koncové části stahovacího ramena.

4 Závěr

Cílem této práce byl návrh konstrukce samovazacího zařízení v lisu na pícniny pro hranolovité balíky. Vlastnímu návrhu předcházela rešeršní činnost, při které jsem se zaměřil zejména na druhy vazačů a jejich funkci, ale také na problematiku sklizně pícnin obecně. Teoretická část práce tak obsahuje informace o typech lisů, rozdělení balíků podle tvaru a velikosti, dále pak kapitolu zabývající se údržbou a čištěním vazače a v neposlední řadě také stručnou historii vázacích a sklízecích zařízení od třicátých let 19. století. V rámci rešerše jsem také zjišťoval, jaké provázky se k vázání používají, možnosti uložení v lisu a rovněž jsem se zaměřil na druhy a vady používaných uzlů.

Na základě podkladů z první části práce jsem posléze vytvořil 3D model samovazače a přídatných komponent. Poté jsem sestavil konstrukčně-technický popis všech částí sestavy samovazače. Z modelu vychází sestavné výkresy jednotky samovazače a jeho nadřazené sestavy, které jsou přílohou této práce.

Druhý oddíl praktické části byl věnován návrhovým, kontrolním a pevnostním výpočtům. Zde jsem stanovil průměry vstupní a výstupní hřídele a výkon na těchto hřídelích pomocí zadaných hodnot kroutícího momentu a otáček. Průměr vstupní hřídele je 30 mm, výstupní 40 mm. Dále následovala volba vhodné spojky, která by byla schopna přenášet moment v požadovaném rozsahu. Zvolil jsem spojku *Ruflex 4-1TF*, u níž je možné nastavit maximální požadovaný moment $260 \text{ N} \cdot \text{m}$. Bylo také potřeba navrhnout vhodný převod momentu ze vstupní hřídele na hnací hřídel vazačů. Zvolil jsem řetězový převod, provedl jsem návrhové výpočty, zvolil jsem vhodný typ řetězu, a nakonec jsem stanovil velikost a osovou vzdálenost řetězových kol. Závěrečná fáze výpočtové části je stanovení velikosti a kontrola těsných per k přenosu kroutícího momentu. Pera jsou použita mezi hřídelemi a řetězovými koly – potažmo spojkou, která je součástí velkého řetězového kola – a mezi hnací hřídelí a talířovými koly jednotlivých samovazačů.

Všechny předem stanovené cíle této bakalářské práce byly splněny.

Seznam použitých symbolů

n_I	$[min^{-1}]$	Otáčky vstupní hřídele
M_{kI}	$[N \cdot m]$	Kroutící moment na vstupní hřídeli
τ_{DI}	$[MPa]$	Dovolené napětí vstupní hřídele
P_I	$[kW]$	Výkon na vstupní hřídeli
ω_I	$[s^{-1}]$	Úhlová rychlost vstupní hřídele
d'_I	$[mm]$	Předběžný průměr vstupní hřídele
d_I	$[mm]$	Skutečný průměr vstupní hřídele
n_{II}	$[min^{-1}]$	Otáčky výstupní hřídele
M_{kII}	$[N \cdot m]$	Kroutící moment na výstupní hřídeli
τ_{DII}	$[MPa]$	Dovolené napětí výstupní hřídele
P_{II}	$[kW]$	Výkon na výstupní hřídeli
ω_{II}	$[s^{-1}]$	Úhlová rychlost výstupní hřídele
d'_{II}	$[mm]$	Předběžný průměr výstupní hřídele
d_{II}	$[mm]$	Skutečný průměr výstupní hřídele
$i_{př}$	[1]	Převodový poměr řetězového převodu
$\eta_{ŘP}$	[1]	Účinnost řetězového převodu
L	$[mm]$	Šířka spojky
D_A	$[mm]$	Vnější průměr spojky
d_{max}	$[mm]$	Maximální vnitřní průměr spojky
d	$[mm]$	Skutečný použitý průměr spojky
η_{SPOJ}	[1]	Účinnost spojky
$M_{kSPOJmax}$	$[N \cdot m]$	Maximální přenositelný moment spojky
k	[1]	Koeficient přetížení spojky
P	$[kW]$	Výkon přenášený řetězem
a'	$[mm]$	Předběžná osová vzdálenost řetězových kol
z_1	[1]	Počet zubů malého řetězového kola
z_2	[1]	Počet zubů velkého řetězového kola
Y	[1]	Činitel rázů
κ	[1]	Činitel výkonu
φ	[1]	Činitel provedení řetězu
μ	[1]	Činitel mazání
P'_D	$[kW]$	Diagramový výkon
ρ	[1]	Činitel vzdálenosti os
P_D	$[kW]$	Korigovaný diagramový výkon
t	$[mm]$	Rozteč článků řetězu
A	$[mm^2]$	Plocha kloubu článku řetězu
F_{Pt}	$[N]$	Zatížení řetězu při přetržení
γ	$[kg \cdot m^{-1}]$	Hmotnost běžného metru řetězu
d_{r_1}	$[mm]$	Roztečný průměr malého řetězového kola
d_{r_2}	$[mm]$	Roztečný průměr velkého řetězového kola
v	$[m \cdot s^{-1}]$	Rychlost řetězu
F_{O_1}	$[N]$	Obvodová síla od tahu

F_{O_2}	[N]	Obvodová síla od odstředivého účinku
F	[N]	Celková tahová síla v řetězu
p_D	[MPa]	Dovolený tlak
p_p	[MPa]	Výpočtový kontaktní tlak
p_{sm}	[MPa]	Směrný tlak v kloubu
λ	[1]	Činitel třeno
k_S	[1]	Statický součinitel bezpečnosti při přetržení
k_D	[1]	Dynamický součinitel bezpečnosti při přetržení
X'	[1]	Předběžný počet článků
X	[1]	Skutečný počet článků
C	[1]	Součinitel C
a	[mm]	Vypočtená osová vzdálenost
b	[mm]	Šířka těsného pera
h	[mm]	Výška těsného pera
l	[mm]	Délka těsného pera
p	[MPa]	Kontaktní tlak těsného pera
l'	[mm]	Předběžná délka pera
l'_a	[mm]	Předběžná délka střední části pera
$l_{(ČSN)}$	[mm]	Normalizovaná délka pera
i_{vaz}	[1]	Počet jednotek samovazače
$M_{k_{vaz}}$	[N · m]	Moment na jednotku samovazače
$i_{šnek}$	[1]	Převodový poměr šnekového soukolí
i_{p1}	[1]	Převod. poměr pastorku uzlovače a talířového kola
i_{p2}	[1]	Převodový poměr pastorku svěrky a talířového kola

Seznam použité literatury

- [1] Brief biography of Cyrus Hall McCormick. *Wisconsin Historical Society* [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.wisconsinhistory.org/Records/Article/CS3399>
- [2] Kapitoly z historie techniky pro sklizeň obilnin ve světě. *Mechanizace zemědělství* [online]. 17. 3. 2002 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/kapitoly-z-historie-techniky-pro-sklizen-obilnin-ve-svete-4/>
- [3] Marsh, Steward & Company. Wikipedia [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Marsh,_Steward_%26_Company#/media/File:Marsh_Harvester_1860.jpg
- [4] EVANS, Sterling. Bound in twine: The History and Ecology of the Henequen-Wheat Complex for Mexico and the American and Canadian Plains, 1880-1950. Reprint edition. USA: Texas A&M University Press, 2013. ISBN 978-1-62349-047-8.
- [5] *A Bit of Twine Knotter History*. 12. Wisconsin Historical Society, 1928. Dostupné také z: <https://www.jstor.org/stable/4630757>
- [6] Obituary for Charles B. Withington (Aged 69). *Newspapers.com* [online]. 23 May 2020 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.newspapers.com/clip/51973659/obituary-for-charles-b-withington/>
- [7] The Twine-Tie Challenge. *Farm Collector* [online]. Nov 10, 2015 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.farmcollector.com/equipment/twine-tie-challenge-zmlz15deczhur/>
- [8] The Abilene Reflector. 1. Abilene, Dickinson County, Kansas, 1884. Dostupné také z: <https://chroniclingamerica.loc.gov/lccn/sn84029385/1884-05-29/ed-1/seq-1/>
- [9] The knotter. *Claas Group* [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.claas-group.com/the-group/history/knotter>
- [10] Do The Old – Claas Logo Baler. FAVPNG [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: https://favpng.com/png_view/do-the-old-claas-logo-baler-caterpillar-inc-tractor-png/7n7Ub5NQ
- [11] Edwin B. Nolt. *Find a Grave* [online]. 8 Nov 2010 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.findagrave.com/memorial/61307089/edwin-b.-nolt>
- [12] History of the Hay Press. *Farm Collector* [online]. Dec 15, 2011 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.farmcollector.com/equipment/implements/hay-press-zmhz12fzbea/>

- [13] Facebook: New Holland Agriculture. Facebook [online]. August 13, 2020 [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/newhollandna/photos/pcb.10158694746550168/10158694746220168/>
- [14] Seno. *Wikipedie* [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Seno>
- [15] Sláma. *Wikipedie* [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sl%C3%A1ma>
- [16] Objemná a jadrná krmiva. *Agropress.cz* [online]. 29. 1. 2020 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/zakladni-charakteristika-krmiv/>
- [17] FRÍD, Milan. Sběrací lisy. *Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská a technologická* [online]. 2017 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2017/03/Sberaci_lisy.pdf
- [18] Základní typy lisů a jejich využití. *Zemědělec: Odborný a stavovský týdeník* [online]. 4. 6. 2010 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/zakladni-typy-lisu-a-jejich-vyuziti/>
- [19] KLÍMA, Tomáš. *Sběrací lisy*. Brno, 2010. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky. Vedoucí práce Doc. Ing. Jan Červinka, CSc.
- [20] Lisy s variabilní komorou: V461R. John Deere [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/lisy/promenna-komora/v461r/>
- [21] W2020 – Stacking Bale Wrapper. Clarke Machinery Group [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.clarkemachinery.ie/products/2773/>
- [22] BIGBALER 1290 HIGHDENSITY. Agrotec: Zemědělská technika [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.eagrotec.cz/products/svinovaci-lisy/bigballer>
- [23] Lis na malé hranaté balíky: S160. John Deere [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/lisy/lis-na-mal%C3%A9-hranat%C3%A9-bal%C3%ADky/s160/>
- [24] HERTL, David. *Studie lisů na válcovité a hranolovité balíky*. Brno, 2010. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Jaroslav Kašpárek.



- [25] Uživatelské desatero. *Juta: Zemědělství a obalové materiály* [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.juta-agri-horti.cz/media/nezarazene/uzivatelske-desatero-helpdesk.pdf>
- [26] Large Square Balers. Case IH [online]. 5/2019 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.caseih.com/anz/en-nz/products/hay-equipment/large-square-balers>
- [27] Lisy na obří balíky: BiG Pack. Krone [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://media.mykrone.green/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=96189&token=24f80a0ca3c6871b0923e2bf3b591d2a7047da36>
- [28] Fendt square balers. Fendt [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.fendt.com/int/balers/fendt-square-balers-highlights>
- [29] Massey Ferguson 2270 XD large square bale animation (English). YouTube [online]. 6. 12. 2013 [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=Z9oFzwyP5s&ab_channel=MasseyFergusonGlobal
- [30] KRONE – lisy na hranaté balíky BiG Pack HDP II. VOBOSYSTÉM s.r.o. [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.vobosystem.cz/krone-lisy-bigpack-ii>
- [31] Lisy na hranaté balíky. John Deere [online]. 11/18 [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=00243262#1>
- [32] How to get a big square baler ready for the new season. Farmers Weekly [online]. 18 April 2020 [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.fwi.co.uk/machinery/harvest-equipment/get-big-square-baler-ready-new-season>
- [33] What Is Baler Twine? *About Mechanics* [online]. February 21, 2022 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.aboutmechanics.com/what-is-baler-twine.htm>
- [34] Lisy na hranolové balíky: QUADRANT. Claas [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.claas.cz/blueprint/servlet/blob/2321602/1262247a39ace8332be345573deec764/409367-23-dataRaw.pdf>
- [35] LIS DEUTZ-FAHR BIGMASTER. P&L [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.pal.cz/zemedelska-technika/stroje-na-picniny/lisy/deutz-fahr/lis-deutz-fahr-bigmaster>
- [36] Lisy na hranaté balíky XD 12130. DOCPLAYER [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/8617698-Lisy-na-hranate-baliky-990-1270-1290-1290-xd-12130.html>



- [37] Large Square Balers: L1534. John Deere [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.deere.co.uk/en/balers/large-square/l1500-series/1534/>
- [38] Lisy s 120 cm lisovací komorou: SB 1290. Kuhn [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.kuhncenter.cz/nabidka-stroju/lisy/lisy-na-hranate-baliky/lisy-s-120-cm-lisovaci-komorou/sb-1290>
- [39] MF 2370 ULTRA HD. SERVISMF [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.servismf.cz/stroje/lisy-massey-ferguson/46-mf-2300-ultra-hd>
- [40] BIGBALER PLUS. New Holland Agriculture [online]. 2/21 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://assets.cnhindustrial.com/nhag/eu/en-uk/assets/pdf/balers/bigbaler-plus-brochure-uk-en.pdf>
- [41] TWINEPRO KNOTERSYSTEM. Case IH [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.caseih.com/emea/de-at/Pages/Our-Innovations/Twinepro%20Technology/TWINEPRO-KNOTERSYSTEM.aspx>
- [42] KnotterTechnology for Square Balers: Rassepe Catalogue. Group Schumacher [online]. 4/2021 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://groupschumacher.com/wp-content/uploads/2021/04/Rassepe-Catalogue-KnotterTechnology-EN-4-2021.pdf>
- [43] Samovazače. ORIGINAL MELICHAR: Největší česká specializovaná továrna na výrobu secích strojů František Melichar [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <http://original-melichar.cz/samovazac#gallery-18>
- [44] Knotter 000087 Claas Baler Markant Spare Parts. Aliexpress [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.aliexpress.com/item/1005003533071352.html>
- [45] BOLEK, Alfred a Josef KOCHMAN. *Části strojů: 2. svazek*. 5. přeprac. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 80-030-0426-8.
- [46] KUGL, Otmar, Jiří HOUKAL, Pavel TOMEK a Jiří ZÝMA. *Projekt – III. ročník*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-010-3205-1.
- [47] LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: učebnice pro školy technického zaměření*. Šesté vydání. Úvaly: Albra, 2017. ISBN 978-80-7361-111-8.
- [48] BOLEK, Alfred a Josef KOCHMAN. *Části strojů: 1. svazek*. 5. přeprac. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-03-00046-7.
- [49] RUFLEX: Torque limiters. KTR [online]. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: https://www.ktr.com/fileadmin/ktr/media/Tools_Downloads/kataloge/07_torque_limiters_RUFLEX.pdf

Seznam obrázků

Obrázek 1: Marshův žací stroj	2
Obrázek 2: Žací stroj společnosti McCormick s vazačem snopů, 1884	3
Obrázek 3: Logo Claas	4
Obrázek 4: Lis na malé hranolovité balíky New Holland 73	4
Obrázek 5: Rozdělení sběracích lisů	6
Obrázek 6: Lis na kulaté balíky John Deere V461R	7
Obrázek 7: Ovíječka balíků McHale W2020	7
Obrázek 8: Lis na velké hranolovité balíky New Holland BigBaler 1290	8
Obrázek 9: Lis na malé hranolovité balíky John Deere S160	8
Obrázek 10: Schéma nejdůležitějších částí lisu na velké hranolovité balíky	8
Obrázek 11: Schéma vysokotlakého lisu na malé hranolovité balíky	9
Obrázek 12: Uzlovač typu Deering a činnost vázání	10
Obrázek 13: Jednoduché vázání Cormick	11
Obrázek 14: Dvojitě vázání	11
Obrázek 15: Uzlovač Deering a činnost vázacího mechanismu	12
Obrázek 16: Ostruhové kolo pro snímání délky balíku	13
Obrázek 17: Schéma systému dvojího vázání	13
Obrázek 18: Setrvačnick lisu Fendt 1290 XD	14
Obrázek 19: Převodovka lisu Fendt 1290 XD	14
Obrázek 20: Hydraulická podpora rozběhu lisu Krone BigPack	14
Obrázek 21: Vnitřek lisu Massey Ferguson s vyznačeným pohonem vázacího ústrojí	15
Obrázek 22: Vnitřek lisu Krone BigPack s vyznačeným pohonem vázacího ústrojí	15
Obrázek 23: Ochrana proti přetížení John Deere L1500	16
Obrázek 24: Vazače v lisu Krone BigPack s hydraulickým mazáním	17
Obrázek 25: Detail vazače s hadičkami mazání	17
Obrázek 26: Mazání řetězu kartáčkem	17
Obrázek 27: Schéma ventilace uvnitř lisu John Deere L1500	18
Obrázek 28: Ventilátory k zajištění čistoty vnitřních prostor lisu Krone BigPack	18
Obrázek 29: Barevné značení různých typů provázků Krone Excellent Twine	19
Obrázek 30: Uložení rolí provázku v lisu Krone BiG Pack	19
Obrázek 31: Vlevo uzel „Deering“, vpravo uzel „McCormick“	20
Obrázek 32: Zleva: uzel zakončený smyčkou; uzel s volnými konci; hybridní uzel	20
Obrázek 33: Příručka z roku 1931	21
Obrázek 34: Samovazač – pohled 1	23
Obrázek 35: Samovazač – pohled 2	23
Obrázek 36: Rozpad sestavy samovazače	24
Obrázek 37: Rám samovazače	25
Obrázek 38: Vazač Claas	25
Obrázek 39: Talířové kolo	26
Obrázek 40: Svěrná objímka talířového kola	26
Obrázek 41: Stahovací rameno	27
Obrázek 42: Nůž a stahovák	27
Obrázek 43: Uzlovač	28
Obrázek 44: Pastorek uzlovače	29
Obrázek 45: Šnekové soukolí a pastorek	29
NÁVRH JEDNOTKY SAMOVAZAČE DO LISU NA PÍCNINY	55

Obrázek 46: Motouzová svěrka	30
Obrázek 47: Čistič svěrky a přidržovač provázku	30
Obrázek 48: Kluzná ložiska v rámu	31
Obrázek 49: Ložiska stahovacího ramena	31
Obrázek 50: Jehla v koncové poloze	32
Obrázek 51: Rám	33
Obrázek 52: Řetězový převod se spojkou	33
Obrázek 53: Sestava jednotky samovazače	34
Obrázek 54: Vstupní hřídel	35
Obrázek 55: Výstupní hřídel	36
Obrázek 56: Řez spojkou	37
Obrázek 57: Rozměry spojky	38
Obrázek 58: Rozměry řetězu podle ČSN 02 3311	39
Obrázek 59: Diagram pro stanovení typu řetězu	41
Obrázek 60: Pero mezi vstupní hřídelí a malým řetězovým kolem	44
Obrázek 61: Pero mezi výstupní hřídelí a velkým řetězovým kolem	46
Obrázek 62: Pero mezi výstupní hřídelí a talířovým kolem	47

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vlastnosti různých typů balíků	5
Tabulka 2: Počet rolí motouzu v lisech v závislosti na výrobci	20
Tabulka 3: Nejčastější poruchy vázání	22
Tabulka 4: Popis součástí samovazače	24

Seznam příloh

- Příloha 1: Sestavný výkres jednotky samovazače
- Příloha 2: Výkres nadřazené sestavy samovazače
- Příloha 3: Katalogový list společnosti RUFLEX