

Návrh konstrukce odvíjecího zařízení

Petr Šalášek

Bakalářská práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr Šalášek**
Osobní číslo: **T16876**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Návrh konstrukce odvíjecího zařízení**

Zásady pro vypracování:

- 1. Zpracování literární rešerše.**
- 2. Výběr vhodného řešení odvíjecího zařízení.**
- 3. Návrh konstrukce rámu.**
- 4. Návrh konstrukce pohonu.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle zadání vedoucího BP.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Martin Bednařík, Ph.D.
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

2. ledna 2017

Termín odevzdání bakalářské práce:

19. května 2017

Ve Zlíně dne 31. ledna 2017



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



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

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo 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

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem odvíjecího zařízení, které by svým konstrukčním řešením usnadnilo a urychlilo následnou výrobu pilových listů a zároveň odstranilo nedostatky aktuálně dostupných řešení.

Cílem této práce je vytvořit takové zařízení, které by umožnilo co největší automatizaci odvíjení svitku při zadaných parametrech.

Teoretická část práce mimo jiné obsahuje dostupné konstrukční zařízení pro odvíjení plechu základy teorie ozubení a soukolí, výhody, nevýhody, jejich rozdělení a údržbu ozubených kol.

Největší zaměření mé práce spočívá v praktické části, která obsahuje celou konstrukci odvíjecího zařízení. Toto zařízení bylo vymodelováno v programu CATIA V5R19.

Klíčová slova: odvíjecí zařízení, ozubené převody, čelní soukolí s přímými zuby, šneková soukolí, kuželová soukolí, převodové mechanismy, řemenový převod.

ABSTRACT

This bachelor thesis describes the design of the unwinding device that their design solutions to facilitate and accelerate the subsequent production of saw blades and also eliminate the shortcomings of currently available solutions.

The aim of this work is to create a device that would enable the largest possible automation of unwinding a roll at the given parameters.

The theoretical part contains, inter alia construction equipment available for unwinding sheet fundamentals of the theory of gearing and gear , advantages and disadvantages, their distribution and maintenance of gears.

The biggest focus of my work lies in the practical part, which includes the whole structure unwinding device. This equipment has been modeled in CATIA V5R19.

Keywords: uncoiling equipment , gears , spur gears with straight teeth , worm gears, bevel gears, gear mechanisms, belt drive.

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Krátkému a také panu doc. Ing. Bednaříku Ph.D. za odborné vedení, ochotně poskytnuté rady a čas, který mi věnovali při jejím vypracování, za vstřícnost a snahu pomoci mi s řešením problémů, které se během vypracování vyskytly.

Děkuji rovněž svým blízkým, kteří mi vytvořili potřebné podmínky k mému studiu a psaní.

Čestně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

Podpis

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 DOSTUPNÉ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	12
1.1 ODVÍJECÍ ZAŘÍZENÍ HORIZONTÁLNÍ	13
1.2 ODVÍJECÍ STOJAN	13
1.3 VÁLCE NA ODVÍJENÍ SVITKŮ	14
1.4 ODVÍJECÍ TRN	15
2 OZUBENÉ PŘEVODY	16
2.1 ZÁKLADNÍ POJMY GEOMETRIE OZUBENÍ	17
2.2 MAZIVA A MAZÁNÍ OZUBENÝCH PŘEVODŮ	18
3 OZUBENÉ KOLO,PASTOREK	19
3.1 ČELNÍ KOLA	19
3.2 KUŽELOVÁ SOUKOLÍ	20
3.2.1 Způsob výroby kuželových kol	21
3.3 ŠNEKOVÁ SOUKOLÍ.....	23
3.3.1 Materiály šnekových převodů	24
3.3.2 Druhy šneků	24
3.3.3 Typy namáhání ozubení	25
4 ŘEMENOVÉ PŘEVODY	26
4.1 ROZDĚLENÍ ŘEMENŮ	27
4.1.1 Převod plochými řemeny	27
4.1.2 Převod klínovými řemeny	27
4.1.3 Převod ozubenými řemeny.....	28
4.2 NAPÍNAČÍ ÚSTROJÍ.....	29
4.3 GEOMETRICKÉ VZTAHY U ŘEMENOVÝCH PŘEVODŮ.....	31
5 KONSTRUKCE SPOJEK MECHANICKY OVLÁDANÝCH	32
5.1 VÝSUVNÉ SPOJKY	32
5.1.1 Spojky s tvarovým stykem	33
5.1.2 Spojky se silovým stykem.....	33
6 STANOVÉNÍ CÍLŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
7 POSTUP PŘI NÁVRHU ODVÍJECÍHO ZAŘÍZENÍ	36
7.1 ZADÁNÍ	36
7.2 PRŮBĚH NÁVRHU KONSTRUKCE	38
7.3 KONEČNÉ ŘEŠENÍ V PROGRAMU CATIA	41
7.3.1 Návod pro zavedení svitku do stroje	43

8	POPIS FUNKCE JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ STROJE	44
8.1	ZAJIŠTĚNÍ BOKŮ SVITKU	44
8.2	FUNKCE SPOJKY	45
8.3	ULOŽENÍ TRAPÉZOVÉHO ŠROUBU	46
8.4	RÁM	47
9	PEVNOSTNÍ KONTROLA MECHANISMU.....	48
9.1	PEVNOSTNÍ KONTROLA RAMENE	48
	ZÁVĚR	50
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	51
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	52
	SEZNAM OBRÁZKŮ	53
	SEZNAM TABULEK.....	55
	SEZNAM PŘÍLOH.....	56

ÚVOD

Cílem bakalářské práce je vymyslet a zkonstruovat zařízení pro odvíjení plechu ve formě svitku, které by pro svůj provoz nevyžadovalo další manipulační zařízení, zdoluhavé zajišťování svitku a zároveň vyhovovalo požadavkům firmy na zadané rozměry a váhu svitku.

Teoretická část práce mimo jiné uvádí různé konstrukční zařízení pro odvíjení plechu, základy teorie ozubení a soukolí, výhody, nevýhody, jejich rozdělení a údržbu ozubených kol, řemenové převody a některé příklady konstrukcí spojek.

Největší důraz byl kladen na praktickou část, která obsahuje celou konstrukci odvíjecího zařízení. Toto zařízení bylo vymodelováno v programu CATIA V5R19.

Vzhledem k tomu, že firma má v plánu vytvoření celé nové linky, v první řadě stojí za zmínku značná úspora času, která by s jiným aktuálně dostupným řešením nebyla možná. Zvýší se tedy celková produktivita výroby.

Složitost tohoto zařízení může být samozřejmě do značné míry nevýhodou. Výrobní náklady budou nesrovnatelně vyšší a také po případné realizaci bude provoz a údržba takového zařízení značně náročnější. V konstrukci bylo s ohledem na maximální snížení výrobních nákladů použito co největší množství normalizovaných dílů běžně dostupných na trhu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DOSTUPNÉ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Odvíjecí zařízení je základní částí každého stroje, který zpracovává materiály z kotoučů v různých pracovních šířkách a v různých průměrech.

Odvíjecí zařízení jsou navrženy a vyráběny tak, aby odpovídaly požadavkům různých podmínek provozu. Konstrukce odvíjecích bubnů je vyrobena z ocelových profilů, vyztužených silnými plechy. Všechny rotační součásti jsou uloženy v ložiskách, které musí vyhovovat danému zatížení. Z kotouče upnutého na odvíjecím stojanu je pás odvíjen tahem tažných válců.

Průběh odvíjení je ovlivněn:

- odvíjeným kotoučem - jeho geometrií a změnami v délce návinnu při odvíjení, časem odvinutí zásoby pásu.
- odvíjeným pásem - rychlostí jeho posuvu, tahového pnutí.
- odvíjecím zařízením - počtem otáček, brzdící silou, nosností a časem potřebným na výměnu kotouče.
- tažnými válci - tažnou silou, přesností vedení.

Požadované vlastnosti na zařízení:

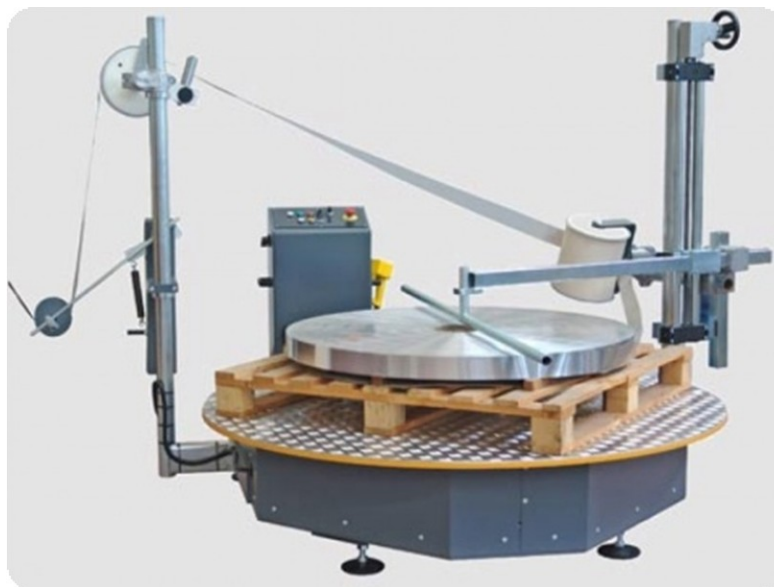
- Zavedení svitku do zařízení pouhým nakulením obsluhou na určené místo.
- Aretace proti nechtěným pohybům a sjetí z trnu.
- Zvednutí svitku do pracovní výšky.
- Řízený pohon pro rozvíjení.
- Variabilita pro odvíjení svitků dle zadaných mezí.
- Šíře plechu je variabilní od 60 do 400 mm. Vnitřní průměr svitku 400 až 800 mm. Maximální hmotnost návinnu do 1000 kg.

Je vyráběno několik základních dostupných konstrukčních řešení:

- Odvíjecí zařízení horizontální
- Odvíjecí stojan
- Válce na odvíjení svitků
- Odvíjecí trn

1.1 Odvíjecí zařízení horizontální

Umožňují velmi rychle naložit na odvíjecí talíř celou paletu s několika svitky naráz a zkrátit tak významně čas nutný pro přehození svitku. Celý proces tak zkracuje neproduktivní časy na minimum. Tato metoda je vhodnější pro odvíjení velkých průměrů svitků s malou šířkou odvíjeného materiálu (u vertikálního uložení by hrozilo rozjždění svitku do boků).



Obr.1 Horizontální odvíjení plechu [6]

1.2 Odvíjecí stojan

Odvíjecí stojan je zvláštním příslušenstvím automatů (například pro výrobu hřebíků) a používá se k odvíjení drátu z cívky nebo ze svitku. Při odvíjení drátu z volného svitku se k jeho ustavení na stojanu použije čtyř opěr, seřiditelných podle vnitřního průměru svitku. Při odvíjení drátu z cívky o hmotnosti 1000 kg se doporučuje použít středové opěry a dvou ocelových profilů, na které se cívka usadí. Stojan nemá vlastní pohon, drát je odvíjen tahem podávacího zařízení automatu na hřebíky. Samovolnému odvíjení drátu lze zamezit seřízením brzdy.



Obr.2 Odvíjecí stojan [6]

1.3 Válce na odvíjení svitků

Zařízení využívá k rozvíjení otočně uložené odvíjecí válce, na kterých je svitek umístěn. Rozmotávání zajišťuje podávací zařízení navazujícího obráběcího stroje. Pro zavedení svitku do rámu je nutno, aby obsluha pomocí vázacích lan a vysokozdvížného vozíku zvedla a spustila materiál na válce. Toto zařízení je nejjednodušší konstrukční variantou pro objemnější svitky.



Obr.3 Válce na odvíjení svitků [6]

1.4 Odvíjecí trn

Odvíjecí trn je pomocí ložisek uložen na rámu. Na těchto ložiscích se pak trn otáčí. Nastavení vnitřního průměru pro odvíjený materiál je realizováno pomocí šroubu a nůžkového mechanismu. Toto dostupné zařízení bohužel vyžaduje manuální odvíjení, nasazení materiálu na trn také nevyhovuje s ohledem na ztrátu času.



Obr.4 Zařízení s odvíjecím trnem [6]

2 OZUBENÉ PŘEVODY

Ozubený převod přenáší otáčivý pohyb a mechanickou energii z jednoho hřídele na druhý nuceně a bez skluzu. Je to obecně strojní zařízení, sloužící k transformaci výkonu, krouticího momentu, otáček a úhlové rychlosti z jednoho místa na jiné. Přenos těchto silových a kinematických vazeb je založen na principu přímého dotyku obou spoluzabírajících členů, v tomto případě ozubených kol.

Mezi hlavní stavební komponenty převodových skříní bezesporu patří ozubená (případně šneková) kola, umístěná na vstupních, výstupních nebo pomocných hřídelích, odlitky samotných skříní (tzn. vana a víko), ložiska, těsnicí elementy. Ozubené převody se vyznačují velkou účinností, spolehlivou funkcí, velkou životností, kompaktním uspořádáním a jednoduchou obsluhou.

Naopak výroba ozubených kol vyžaduje speciální nástroje a obráběcí stroje, chyby ve výrobě mohou být příčinou chvění a hluku převodu a následně celého stroje za provozu. Používá se především pro převody se stálým převodovým poměrem a s malou osovou vzdáleností hřídelů. Převodovka jakožto konstrukční prvek je součástí celé škály strojů – nejrozšířenější a nejnámější je její aplikace v automobilovém průmyslu. [1]

Výhody:

V první řadě je nutno uvést relativně malé rozměry převodových skříní. Za důležitou výhodu lze také považovat jejich vysokou mechanickou účinnost, kde na rozdíl od převodů třecích nedochází díky tvarovým elementům k žádnému vzájemnému prokluzu.

Ozubené převodovky mají vysokou životnost, spolehlivost a jsou téměř bezúdržbové (pokud je dobře vyřešené mazání ozubených kol a ložisek, měla by plně postačit jen výměna oleje). Dále tyto převodovky přesně dodržují převodový poměr a jsou schopny přenášet i velmi vysoké výkony. V neposlední řadě je možné převodovky i krátkodobě přetěžovat.

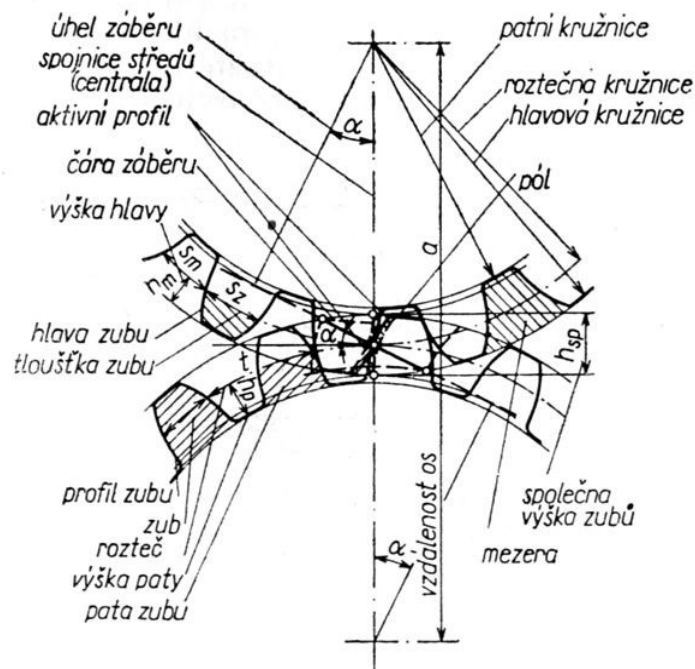
Nevýhody:

Zde musíme zmínit jejich poněkud vyšší výrobní náklady dané i větší složitostí konstrukce a vyššími nároky na přesnost výroby. Spolu s tím je nutné zajistit tuhost uložení, z tohoto pak plynou další nevýhody - téměř žádné tlumení rázů a dynamického zatížení, chvění a celkový hluk konstrukčního celku, které se ale dá vyřešit záměnou přímého ozubení za šikmé. Jako nevýhodu je při určitých aplikacích možno považovat i dosažitelnost pouze omezených osových vzdáleností.

2.1 Základní pojmy geometrie ozubení

- **Vzdálenost os:** délka přímé spojnice hřidelů dvou vzájemně zabírajících kol
- **Profil zubu:** tvoří boky a oblouk hlavové kružnice
- **Aktivní profil:** (pracovní délka profilu) je část obrysu boků zubů, která přichází do záběru
- **Zubová mezera:** prostor mezi dvěma protilehlými boky dvou sousedních zubů
- **Výška zubu:** skládá se výšky hlavy a výšky paty zubu, rozmezí mezi hlavou a patou zubu je tvořena roztečnou kružnicí
- **Tloušťka zubu a velikost mezery:** jsou definovány obloukem na roztečné kružnici
- **Rozteč:** je součet tloušťky zubu a velikosti mezery na roztečné kružnici
- **Modul:** poměr poloměru roztečné kružnice a počtu zubů, základní míra všech ozubení
- **Roztečná kružnice:** rozděluje zub a mezeru stejným dílem (u hřebene tato kružnice přechází v přímku), u běžného ozubení je totožná s kružnicí valivou
- **Hlavová kružnice:** kružnice opsaná hlavám zubů (vně u vnějšího ozubení, uvnitř u vnitřního ozubení)
- **Patní kružnice:** omezuje paty zubových mezer
- **Pól:** je bod ležící na spojnici středů kol, který dělí vzdálenost obou os v poměru převodového poměru
- **Dráha záběru:** je čára, po které se pohybuje dotkový bod zabírajících zubů, u evolventního ozubení je dráhou záběru přímka, která je tečnou k základní kružnici obou kol
- **Úhel záběru:** je úhel mezi normálou ke střednici a čarou záběru
- **Hlavová vůle:** (radiální) je rozdíl mezi výškou hlavy a patou zubu (podle způsobu výroby)

- **Boční vůle:** je nejmenší vzdálenost nezabírajících boků zubů dvou kol v okamžiku záběru protilehlých boků a je měřena kolmo k bokům zubů (na druhé záběrové čáře)



Obr.5 Geometrie zubu

2.2 Maziva a mazání ozubených převodů

Účelem mazání ozubených soukolí je snížení tření mezi boky zubů a chlazení převodu. Ozubená soukolí se mažou převážně mazacími oleji, které dobře zatékají mezi zuby, odvádějí teplo, snadno se vyměňují a jsou při nich menší ztráty třením.

Základním hlediskem pro volbu druhu maziva je jeho viskozita a odolnost proti stárnutí. Převodovka se musí naplnit tak, aby hladina oleje sahala do středu olejovzdušného prostoru.

Nové soukolí se nesmí zatížit ihned na plný výkon. Převod se musí nejprve zaběhnout, tj. postupně se zatěžuje až na maximum. Po záběhu musí mít převod klidný nehluký chod, bez výrazného chvění.

První náplň oleje se ponechá v převodovce pouze po dobu záběhu. Další náplně oleje se vyměňují pravidelně v intervalech podle údajů výrobce. [1]

3 OZUBENÉ KOLO,PASTOREK

Ozubené kolo je ve své podstatě kruhový disk obsahující po svém obvodu tvarově definované zuby, a je uzpůsoben právě k přenosu krouticího momentu, výkonu, otáček (jinými slovy mechanické energie) mezi hřídeli nebo otočnými (případně posuvnými) součástkami stroje. Kolo s malým počtem zubů se nazývá pastorek. Pastorek by měl mít vyšší tvrdost než kolo (20-60 HB).

Materiál na jejich výrobu bývá zpravidla volen mezi třídami ušlechtilých ocelí, nejběžnější je třída 14, ale používá se i 16. Pro lehké, méně namáhané převody je možné soukolí vyrábět i z plastů.

Povrch kol vyráběných z oceli často bývá dodatečně tepelně zpracován – cementováním, kalením, nitridací, atd. Výroba ozubených kol je převážně založena na obrábění, ale výjimkou není ani ozubení vytvořené i odlitím nebo tvářením (lisování).

Ozubená kola, případně soukolí je možno rozdělit podle několika různých aspektů. Mezi ty základní bezpochyby patří dělení dle vzájemné polohy hlavních os, dle geometrie a průběhu zubů, a jiné. Bakalářská práce využívá tyto typy ozubených kol a soukolí:

3.1 Čelní kola

Existují tyto typy čelních ozubených kol:

- **S přímými zuby** - záběrem ozubených kol s přímými zuby nevznikají žádné osové síly, tím pádem se tento fakt zohledňuje například při dimenzování ložisek.

Nevýhodou je vznik axiální síly, k níž je nutno přihlédnout právě při návrhu ložisek. Při záběru dvou ozubených kol se šikmými zuby musí mít jedno kolo kladný, druhé kolo záporný úhel sklonu zubů.

- **Se šípovitými zuby** - čelní kola se šípovitými zuby mají v podstatě stejnou výhodu jako kola s šikmým ozubením, avšak nevznikají zde axiální síly. Ty eliminuje symetrická konstrukce ozubení - tvar šípu.

- **Se zakřivenými zuby** - další, různé typy zubů, lišící se tvarem, zakřivením.



Obr.6 Ozubené kolo s přímými zuby [8]

3.2 Kuželová soukolí

Slouží pro přenos kroutícího momentu mezi různoběžnými hřídeli. Některé pojmy ozubení, jako výška hlavy a paty zuby, profilová křivka apod. jsou stejné jako u čelního ozubení. Všechny délkové rozměry, které se vztahují k ozubení, musí být vypočteny na setiny mm, úhly na vteřiny, hlavový průměr má toleranci h10, úhel hlavového kužele $\pm 5'$.

Protože hřídele kuželových kol jsou různoběžné (osy se protínají v jednom bodě), je jedno kolo, obvykle pastorek uloženo letmo. Hlavní ložisko pastorku se umísťuje co nejbližší ke kolu, obě kola, nebo alespoň jedno z nich má být osově stavitelné pro možnost seřízení vůle mezi zuby.

Kromě kol s přímými zuby se vyrábějí i kuželová kola se šikmými, šípovými a zakřivenými zuby. Zuby kuželových kol se směrem k vrcholu zužují, mění svoje rozměry. Za základ pro výrobu jsou vzaty rozměry zubů na vnějším doplňkovém kuželu. Nemá-li dojít k podřezání pat zubů při výrobě odvalovacím způsobem, nesmí klesnou počet zubů.

Výhody:

Delší záběr zuby a tím klidný chod, větší životnost soukolí, přenos vyšších výkonů, pastorky mohou mít menší počet zubů (5 až 7)

Nevýhody:

Vznik axiálních sil obráběcí stroje a nástroje, jsou drahé a málo výkonné.



Obr.7 Kuželové soukolí [9]

3.2.1 Způsob výroby kuželových kol**Hoblování (obrážení) přímého ozubení**

Při hoblování (obrážení) směr každého řezu prochází vrcholem roztečného kužele vyráběného kola. Výroba se provádí hoblováním podle šablony a hoblováním odvalovacím způsobem.

Hoblování (obrážení) šikmého ozubení

Obrábění kuželových kol se šikmými (tangenciálními) zuby se provádí šikmým řezem nástroje, a to tečně ke kružnici s daným průměrem (směry řezů nástroje nesměřují do vrcholu kužele). Při výrobě tohoto ozubení vznikají zuby jako záběr s myšleným rovinným protikolem.

Hoblování ozubení podle šablony

Je to nejstarší způsob výroby kuželových kol. Použití této metody je u kol velkých průměrů a modulů. Výhodou je jednoduchost nástroje a seřízení. Dělicím způsobem podle šablony lze vyrobit jakýkoliv profil zubu. Šablona má tvar boku zubu na doplňkovém kuželu. Přesnost ozubení je závislá na přesnosti šablony. Obráží se špičkami nástroje, a proto tato metoda nedosahuje vysoké jakosti povrchu.

Pro daný počet zubů a modulu musí být jiná šablona, ale kuželová kola se stejným počtem zubů s různými moduly lze obrábět jednou šablonou. Nevýhodou je malý výkon stroje kvůli velkým řezným odporům. [2]

Odvalovací způsob výroby

Při odvalovacím způsobu výroby dochází k vzájemnému pohybu obrobku a nástroje, při kterém se odvaluje základní kužel ozubeného kola po rovině a natáčí se zuby kola vůči nástroji. Osa otáčení je ve vrcholu kužele obráběného kola. [2]

Frézování tvarovou frézou (Čepová, Kotoučová)

Frézuje se čepovou frézou, na které lze frézovat ozubení se zakřivenými zuby nebo modulovanou (tvarovou kotoučovou) frézou, na které se vyrábí kuželová kola s přímými nebo šikmými zuby. Na trn se upne kolo, které se bude obrábět. Dále se upnou desky na upínací vřetenou stroje a polohují se do požadovaného sklonu.

Pro kuželová kola vyráběná frézováním se potřebný sklon nastavuje natáčením upínacího vřeteníku, maximálně až 90°. Ve vřeteníku upnutá fréza koná pohyb díky elektromotoru. Obráběné kolo se musí natáčet kolem své osy. Hydraulicky je vázán posuv frézy s pohybem kola a stroj pracuje jako poloautomat. [3]

Frézování dvěma kotoučovými nožovými hlavami

V této metodě se frézují kuželová kola dvěma kotoučovými nožovými hlavami (pravou a levou), kde jsou vsazeny jednotlivé břity po obvodu kola. Tyto dva nástroje se při frézování překrývají v zubové mezeře, která se vytvoří zapichováním (při záběru radiálního posuvu na hloubku zubu). Dále se frézuje odvalováním bok zubu.

Frézování ozubení se provádí dělicím způsobem (to je odvalování frézovaného ozubení na plochém kole). Následkem výše uvedených výrobních operací mají zuby soudečkovitý tvar a dno zubové mezery s patou zubu jsou ve tvaru kruhového oblouku. Tato metoda je produktivnější a frézují se s ní kola malých šířek. [3]

3.3 Šneková soukolí

Šneková soukolí jsou zvláštním případem pravoúhlých šroubových soukolí, kde počet zubů pastorku klesl na $z_1 = 1$ až 9. Roztečný průměr pastorku se zmenší tak, že zuby vytváří souvislý závit. Tato soukolí se používají pro převody mezi mimoběžnými hřídeli pro malé výkony (do 100 až 150 kW). Jsou vhodná tam, kde se vyžaduje klidný a tichý chod převodu.

Šnekové soukolí je speciálním případem šroubového soukolí s úhlem os 90° a s nízkým počtem zubů pastorku a šneku .

Podle tvaru rozeznáváme :

- Válcové kolo / válcový šnek (kinematické, nesilové převody, malý krouticí moment, ruční pohon, stavěcí mechanismy, dotyk zubů bodový, levná výroba)
- Válcový šnek / globoidní kolo - nejčastější použití (silové převody, kompaktní převod)
- Globoidní šnek / válcové kolo (nepoužívá se)
- Globoidní šnek i kolo (vysoké výkony, kompaktnost, speciální výroba, nejkvalitnější, vysoká cena)

Výhody:

Jedním převodem lze získat velké převodové číslo, běžně $i_{1,2} = 60$ až 70 , ně kdy i 100 a více (pro malé výkony). Tichý chod při libovolném počtu otáček (nejtišší ozubený převod) Možnost dosažení samosvornosti.

Nevýhody:

Menší účinnost než u valivých soukolí (45 – 90%). Závisí na úhlu stoupání šroubovice, přesnosti výroby a materiálu kol. Díky nízké účinnosti dochází k zahřívání kol, proto je nutné převod mazat, popřípadě chladit.

3.3.1 Materiály šnekových převodů

Vliv na volbu materiálu šnekového soukolí mají tyto pracovní podmínky ozubení: přenášený výkon, počet otáček, převodové číslo, kluzná rychlost ale také další okolnosti: počet vyráběných kusů druh hnacího a hnaného zařízení účinnost ozubení dostupnost a cena materiálu.

Záběr šneku a šnekového kola probíhá za podstatně jiných podmínek než u soukolí valivých. Šroubová soukolí se vyznačují vysokým tlakem mezi zuby a současně velkou skluzovou rychlostí.

Při volbě materiálu je nutno se zaměřit na takovou kombinaci materiálu šneku a šnekového kola, aby byla splněna pevnost a současně musí tato kombinace vykazovat dobré třecí vlastnosti.

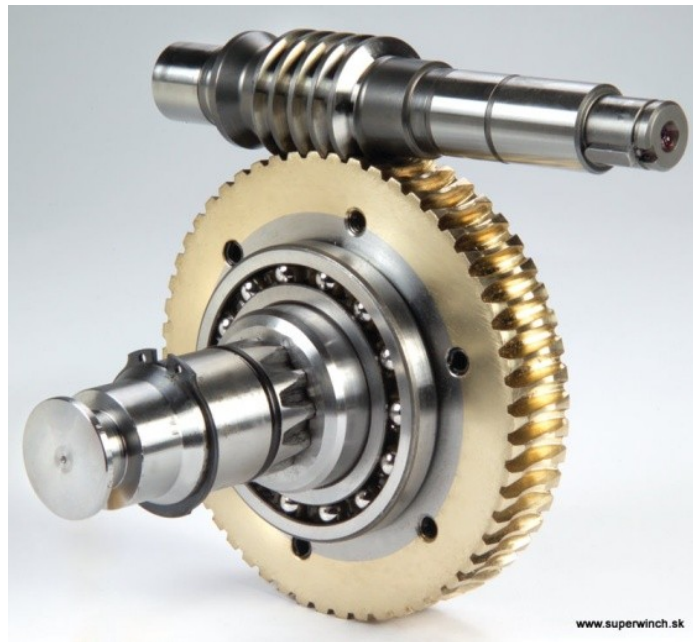
- **šneky a šnekové hřídele** – vyrábí se většinou z válcovaných ocelových tyčí, výjimečně z výkovků (u větších rozměrů), pro podřadné účely z 11 600, 11 700 bez tepelného zpracování, u namáhavých soukolí ze zušlechtěných ocelí 12 050, 12 060, 13 240, 15 131 a 15 241 – často se boky zubů povrchově kalí, nebo z cementačních ocelí 12 020, 14 220 nebo 16 220.

- **kola** – méně zatížená se odlévají ze šedé litiny 42 2425, více zatížená se vyrábějí z tvářené uhlíkové oceli 11 600, pro nejvyšší zatížení a rychlosti se dělají kola složená. Dále z mosazi, hliníkového bronzu, cínového bronzu a z plastů.

- **ozubený bronzový věnec** – se lisuje nebo odstředivě přilije na náboj (růžici) z litiny nebo z oceli na odlitky 42 3048, 42 3123, 42 3145, 42 3148

3.3.2 Druhy šneků

- a) Šnek A - spirální - vyrábí se na soustruhu, jako jednochodý, výroba je neekonomická
- b) Šnek N - obecný - většinou se vyrábí frézováním kotoučovou frézou, nejčastější typ
- c) Šnek E – evolventní – může se frézovat odvalováním i soustružit, výroba je neekonomická, používá se pro vícechodé šneky. [9]



Obr.8 Šnekové soukolí [7]

3.3.3 Typy namáhání ozubení

Nejčastějším důvodem k vyřazení šnekového soukolí z provozu je poškození pracovních povrchů zubů a to hlavně u šnekového kola. Příčinou mohou být:

- **Zadírání** - zadírání aktivních ploch je zvláště nebezpečné u soukolí, jejichž kola mají věnec z poměrně tvrdého materiálu. z tvrdého bronzu (s malým obsahem cínu) nebo litiny. Mechanismus mikrosvarů rychle narušuje kvalitu povrchu potřebnou pro pracovní kluzný pohyb. Uvolněné částičky materiálu jsou příčinou dalšího intenzivního otěru.
- **Lom zubu** - je méně častý, dochází k němu jen u šnekového kola a to po předchozím poškození boku zubu.
- **Únavové dolíčkové opotřebení** - objevuje se u soukolí, jejichž materiály jsou odolné proti zadírání a otěru, tj. cínové bronzy a jiné vlastnostmi podobné materiály. Objevuje se především v oblasti hlavního řezu na zubech kola.

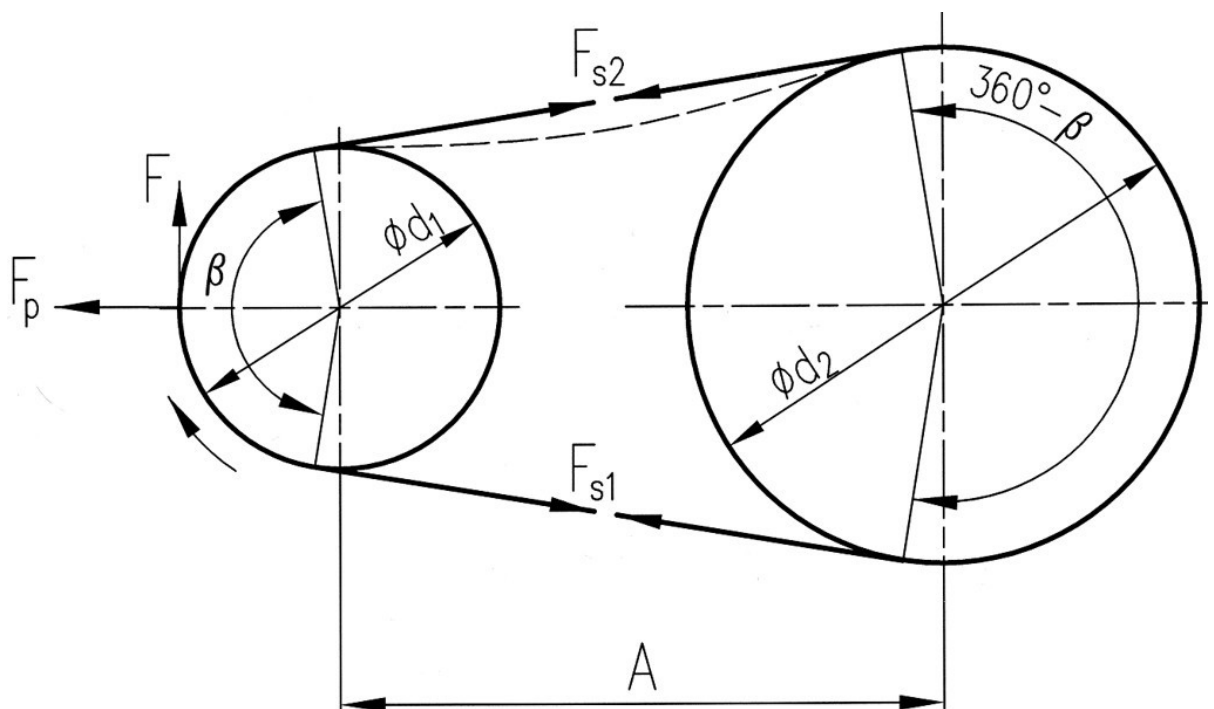
Aby tato poškození nevznikala, je nutno soukolí dobře dimenzovat výpočtem, volit vhodné materiály, mazivo, zajistit přesnou výrobu, montáž a údržbu.

4 ŘEMENOVÉ PŘEVODY

Řemenový převod přenáší točivý moment mezi hnacím a hnaným hřídelem pomocí řemenu. Pohyb řemenu je tvořen třením mezi řemenicí a řemenem.

Výhody: jednoduchá a levná výroba, snadná údržba, možnost současně pohánět několik hřídelí, tichý chod, zachycují a tlumí rázy pružností pásu, chrání pracovní stroje před přetížením.

Nevýhody: větší tlaky na ložiska v důsledku potřebného předpětí pásu, nutný skluz pásu, tažné elementy z některých materiálů musí mít zařízení pro dodatečné napínání, protože se trvale prodlužují, špatná odolnost vůči vysokým teplotám, vlhkosti, prachu, nečistotám a oleji.



Obr.9 Otevřené opásání

Rovnoběžné hřídele - smysl otáčení hřídelí shodný. Při větších vzdálenostech os hřídelí je nutné, aby horní část pásu byla ochablá a dolní napjatá. Při tomto uspořádání se zvětšuje úhel opásání kladky. [4]

4.1 Rozdělení řemenů

Existují tyto typy řemenových převodů:

4.1.1 Převod plochými řemeny

V praxi se používají méně, pouze v případě kdy je příliš velká vzdálenost řemenic. Konce řemenů se spojují a to buď lepením, sešíváním, sponkami nebo svorkami. Pro dobré vedení řemenu bývá vnější povrch řemenice mírně zaoblen.

Kožený řemen velmi ohebný je univerzálně použitelný, zvláště pro vysoká namáhání, rychlosti, pro kratší pohony, pro pohony s napínacími nebo vodícími kladkami a pro pohony polozkřížené.

Pryžové a balatové řemeny s vložkami bavlněnými nebo z lanového kordu jsou vhodné i pro silnější rázy a balatové kordové řemeny se hodí pro nejvyšší namáhání.

Textilní řemeny z polyamidu a polyesteru mají vysokou pevnost a jsou vhodné pro vyšší rychlosti.

Řemeny lepené z několika materiálů spojují výhody předešlých (vysoká pevnost, možnost vysokých rychlostí, velký součinitel tření, ohebnost), jsou vhodné pro nejtěžší provoz. [4]

4.1.2 Převod klínovými řemeny

Používají se častěji než ploché řemeny, mají větší účinnost, řemeny se pohybují v klínové drážce. Lze použít několik řemenů vedle sebe. Tvar a rozměry jsou normalizovány. Klínový řemen je zhotoven ze tří vrstev: textilní vlákna jsou zalita v pryžové vložce a obal tvoří tkanina odolná proti otěru.

Většina dodavatelů této techniky nabízí na svých internetových stránkách nejen vlastní řemeny, ale i další součásti řemenových převodů jako řemenice, kladky, čepy s ložisky, případně instalační pomůcky pro montáž převodů či další provozní kontroly. Součásti nabídky jsou též instalační balíčky programů pro návrh a výpočet vhodných typů řemenů. [4]



Obr.10 Klínový řemen [10]

4.1.3 Převod ozubenými řemeny

Použití:

Ozubené řemeny a řemenice slouží k přenosu otáček z hnací na hnanou řemenici, při udržení synchronních otáček obou řemenic a to bez prokluzu.

Ozubené řemeny jsou využívány pro širokou škálu pohonů, např. rozvodový řemen v automobilovém průmyslu, dále pro seřizování, polohování a transport. K transportní účelům se vyrábí speciální řemeny s venkovním profilem, unášeči. Další variantou jsou nespojené ozubené řemeny, jejichž konce jsou upevněny k jiným částem zařízení.

Používají se k manipulaci s výrobky v automatické výrobě, pohybu souřadnicových stolů obráběcích center, pro průmyslové výtahy apod. Spojují přednosti plochých a klínových řemenů.

Rozlišujeme jednostranně a oboustranně ozubené řemeny. Vyžadují jen malé napnutí řemenů. Nezatěžují ložiska řemenic. [4]

Materiál:

Ozubené řemeny jsou vyráběny z polyuretanu, polyamidu, neoprenu aj. U silně namáhaných řemenů je třeba vyztužení. Podobně, jako při výrobě pneumatik, se používá kord, většinou ocelový nebo kevlarový. Pro speciální účely se vyrábí řemeny s nerezovými kordy, nebo řemeny se skelným vláknem.

Pro nižší hlučnost, menší koeficient tření a větší ochranu polyuretanové části lze na řemeny nanést nylonový povlak. [4]



Obr.11 Ozubený řemen

4.2 Napínací ústrojí

Aby mohly řemeny a lana přenášet mezi kotouči obvodovou sílu, musí být dostatečně přitlačovány ke kotoučům, aby třecí síla byla větší než síla obvodová. Přitlačením se dosáhne předpětí tažného členu.

Velikost předpětí ovlivňuje podstatně konstrukci a náklady na opásaný převod. Existují v podstatě následující způsoby napínání řemene nebo lana:

Zkrácení řemenu při nezměněné vzdálenosti os

Při stálé osové vzdálenosti je možno řemen napínat napínacími kladkami vloženými do ochablé části poblíže menší řemenice.

Je vhodné u velkých řemenových pohonů.

Přítlačná síla napínací kladky může být vyvozena závažím nebo pružinou.

Zvětšení vzdálenosti os

Nejčastěji se provádí přestavením hnacího motoru po kolejničkách. Nejjednodušší a nejlacinější uspořádání v případě, že lze vzdálenost měnit. Používá se často i u pohonů s klínovými řemeny.

Samonapínání tíhou hnacího motoru

Hnací motor je kyvně excentricky uložen. Tato tíha vytváří moment síly, který působí proti krouticímu momentu a řemen napíná .

I když je toto uspořádání poněkud dražší, má následující výhody.

Větší dovolená obvodová síla a menší zatížení ložisek. Je možno použít menší úhly opásání, a tím větší převodové poměry při malých vzdálenostech os, v souvislosti s tím je možno použít menších motorů s vyššími otáčkami při stejném výkonu a stejných otáčkách hnaného hřídele, větší účinnost při částečném zatížení, snadné nasazení řemenu bez předpětí, minimální údržba (odpadá dodatečné napínání) a větší provozní spolehlivost. [4]

Vyvození předpětí v řemenu

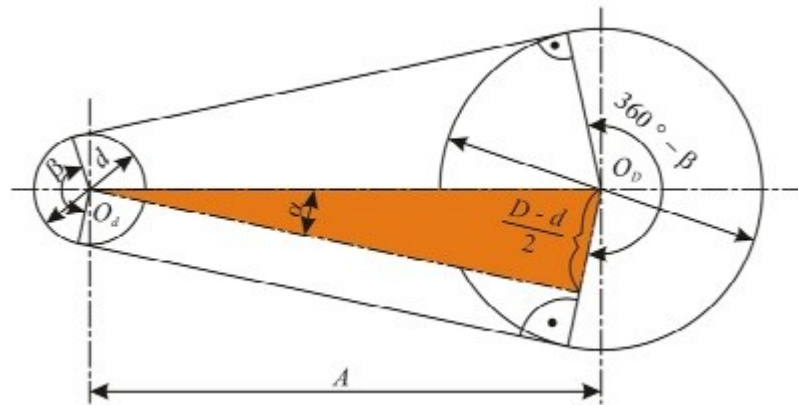
- pomocí napínacích kolejnic (pomocí odtlačovacího šroubu lze měnit polohu motoru vůči kolu)
- napínací kladkou zatíženou závažím
- samonapínacím zařízením s kolébkou otočnou okolo čepu pomocí záporného silového momentu (tento vzniká reakční složkou, stator má snahu se otáčet v opačném směru než rotor) [4]

4.3 Geometrické vztahy u řemenových převodů

Vzdálenost os se obvykle volí:

- u pohonu plochými řemeny: $A = (2 \text{ až } 3) \cdot (D + d)$,
- u pohonu klínovými řemeny: $0,7 \cdot (DP + dP) < A < 2 \cdot (DP + dP)$,

Kde průměry DP a dP , jsou smluvní průměry, které jsou stanoveny na základě zkoušek a zkušeností. Pochopitelně jsou to myšlené rozměry, které nejsou na řemenicích měřitelné.



Obr.12 Geometrie řemenového převodu

Z pravoúhlého trojúhelníku plyne

$$A \cdot \sin \alpha = \frac{D - d}{2} \rightarrow \alpha = \arcsin \frac{D - d}{2A}$$

Úhel opásání malé řemenice β

$$\beta = 180^\circ - 2 \cdot \alpha$$

Úhel opásání velké řemenice je pak $360^\circ - \beta$, je větší než u malé řemenice a tudíž podmínky přenosu jsou u velké řemenice lepší. [11]

5 KONSTRUKCE SPOJEK MECHANICKY OVLÁDANÝCH

Mechanicky ovládané spojky lze podle jejich funkce rozdělit do čtyř skupin:

- výsuvné
- pojistné
- rozběhové
- volnoběžné

Vzhledem k mnoha činnostem, které tyto spojky zajišťují, není možné stanovit společné konstrukční znaky. Kromě vlastní spojky je nutné navrhnout i spolehlivé ovládací zařízení.

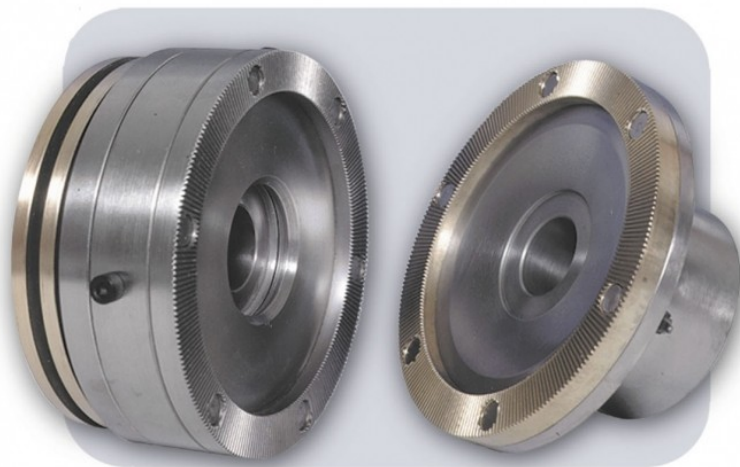
5.1 Výsuvné spojky

Výsuvné spojky umožňují spojení a rozpojení hnací a hnané hřídele v klidu nebo za chodu. Jsou ovládány (řazeny) mechanicky, hydraulicky, pneumaticky a elektricky.

Příkladem mechanického ovládní pomocí pákového mechanismu a lanka nebo táhla je lamelová třecí spojka osobního automobilu.

Při hydraulickém ovládní spojky se využívá tlaku kapaliny, vyvozeného ovládacím pedálem.

Elektrické řazení používají spojky v automaticky řízených výrobních linkách a strojích či soustrojích s dálkovým ovládním. Přenos kroutícího momentu u výsuvných spojek se uskutečňuje buď tvarovým nebo silovým stykem. [5]



Obr.13 Zubová výsuvná spojka

5.1.1 Spojky s tvarovým stykem

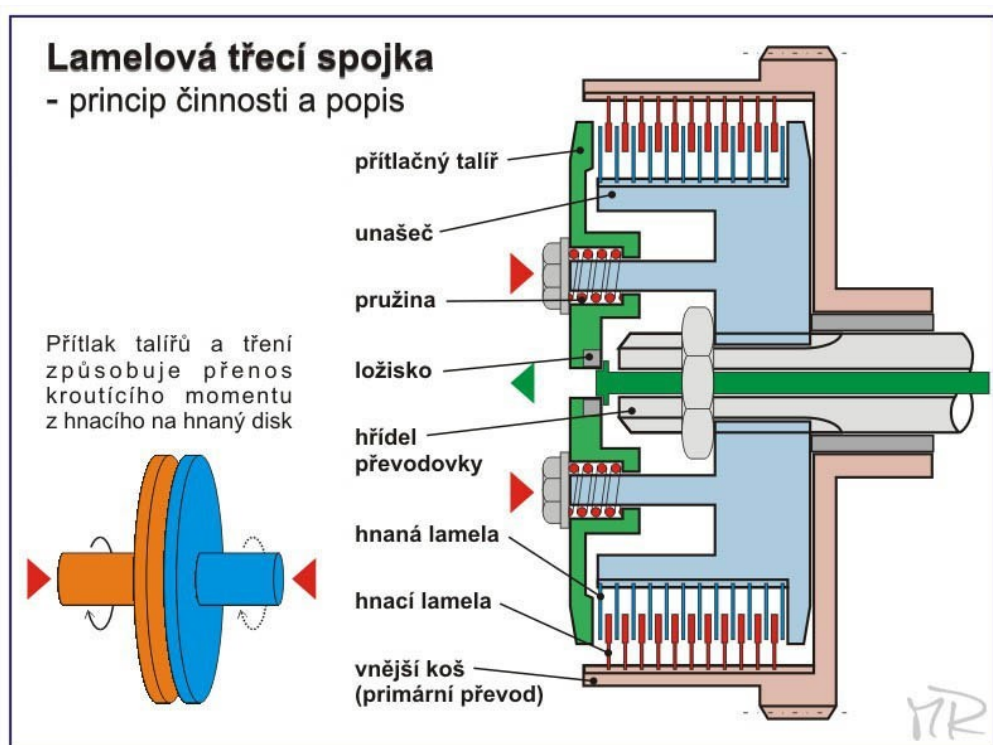
Jejich představitelem je zubová spojka, která má na čele kotoučů různě tvarované zuby. Používá se pro malá i velká zatížení. Spojku lze sepnout za klidu nebo při synchronních otáčkách hnací a hnané části, vypnout za klidu i za pohybu.

Zuby mohou být i na obvodech kotoučů, kdy do sebe zapadá hnací a hnaná část spojky ve tvaru ozubených kol s vnějším a vnitřním ozubením. Toto řešení mají například spojky v převodovkách automobilů.

5.1.2 Spojky se silovým stykem

Jsou to třecí spojky s rozsáhlým použitím zejména v motorových vozidlech. Třecí plochy hnacího a hnaného kotouče mohou být čelní nebo kuželové.

Pokud jsou ve tvaru tenkých kotoučů, jedná se o tzv. lamelové spojky. Styčné plochy třecích spojek mívají často pro zvětšení tření obložení.



Obr.14 Lamelová třecí spojka

6 STANOVENÍ CÍLŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI

Cílem praktické části bakalářské práce je zkonstruovat odvíjecí zařízení v programu CATIA V5, které by bylo schopno odvíjet plech ze svitku a vyhovovalo by zadaným požadavkům.

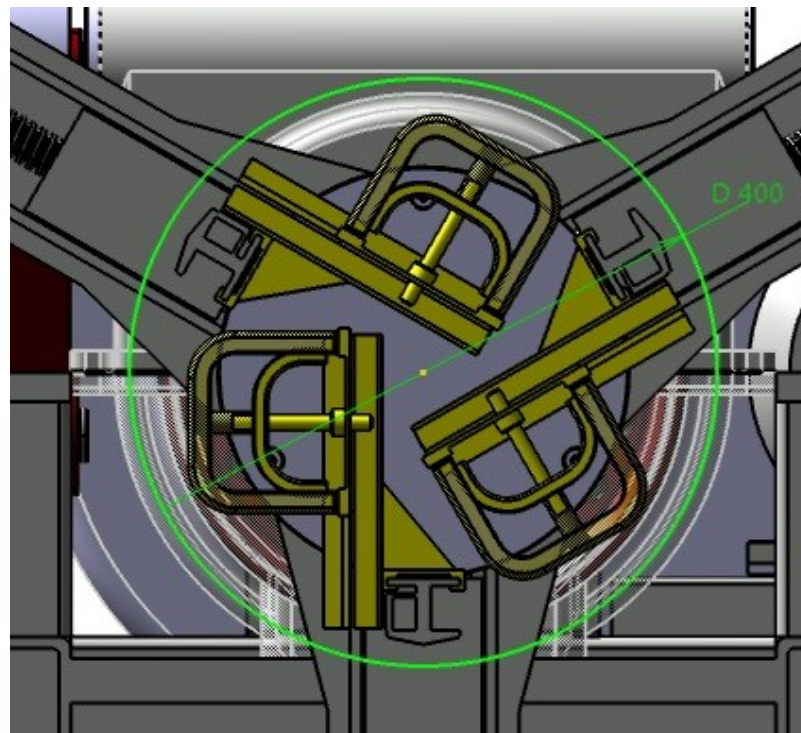
II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 POSTUP PŘI NÁVRHU ODVÍJECÍHO ZAŘÍZENÍ

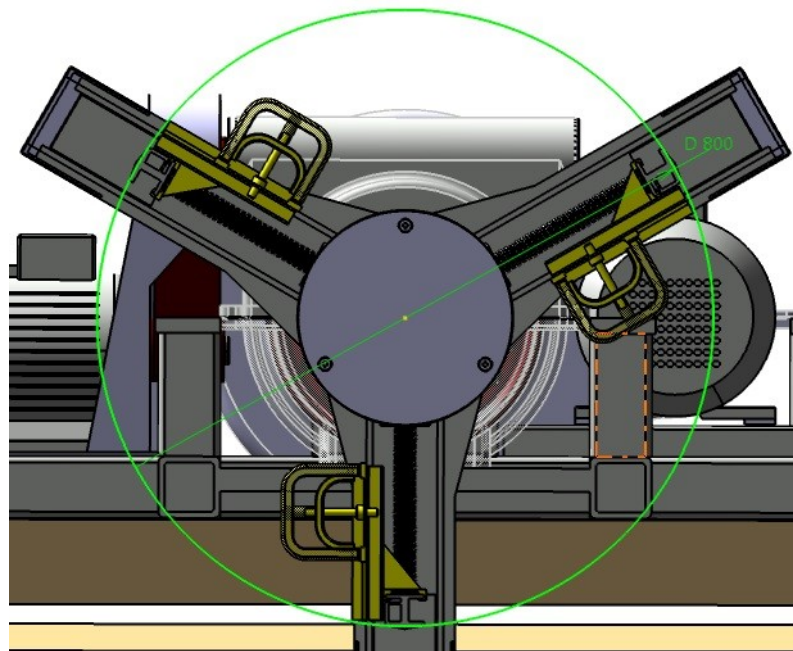
7.1 Zadání

Požadované vlastnosti na zařízení:

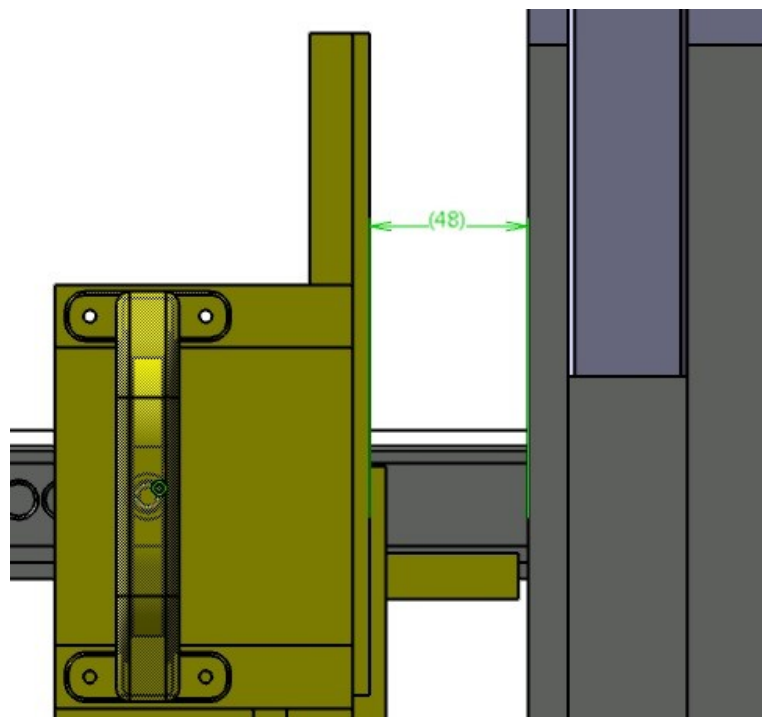
- Zavedení svitku do zařízení pouhým nakulením obsluhou na určené místo.
- Aretace proti nechtěným pohybům a sjetí z trnu.
- Zvednutí svitku do pracovní výšky.
- Řízený pohon pro rozvíjení.
- Variabilita pro odvíjení svitků dle zadaných mezí.
- Šíře plechu je variabilní od 60 do 400 mm. Vnitřní průměr svitku 400 až 800 mm. Při konstrukci se počítalo s určitou rezervou. Maximální hmotnost návinu do 1000 kg.



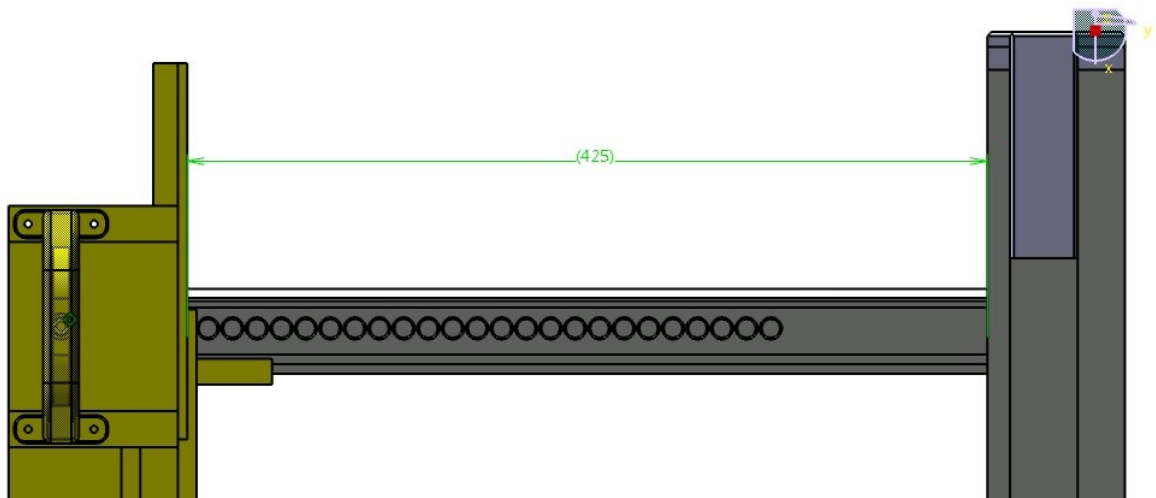
Obr.15 Minimální požadovaný průměr



Obr.16 Maximální požadovaný průměr



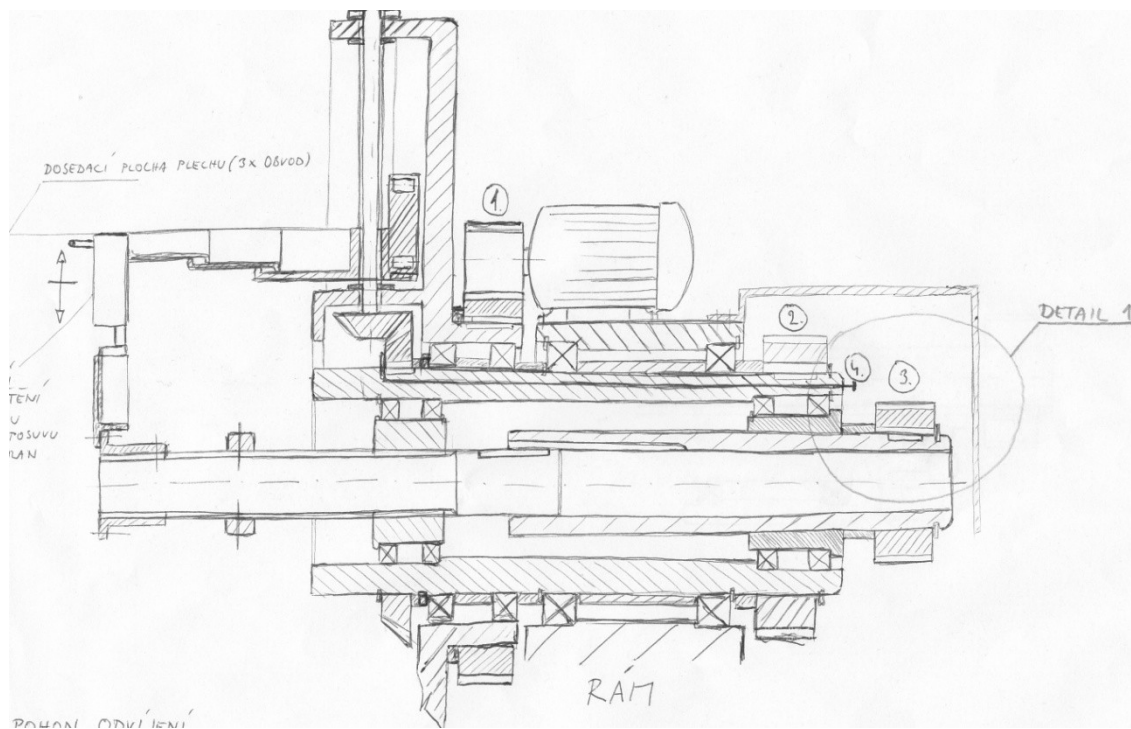
Obr.17 Minimální šířka plechu 48mm



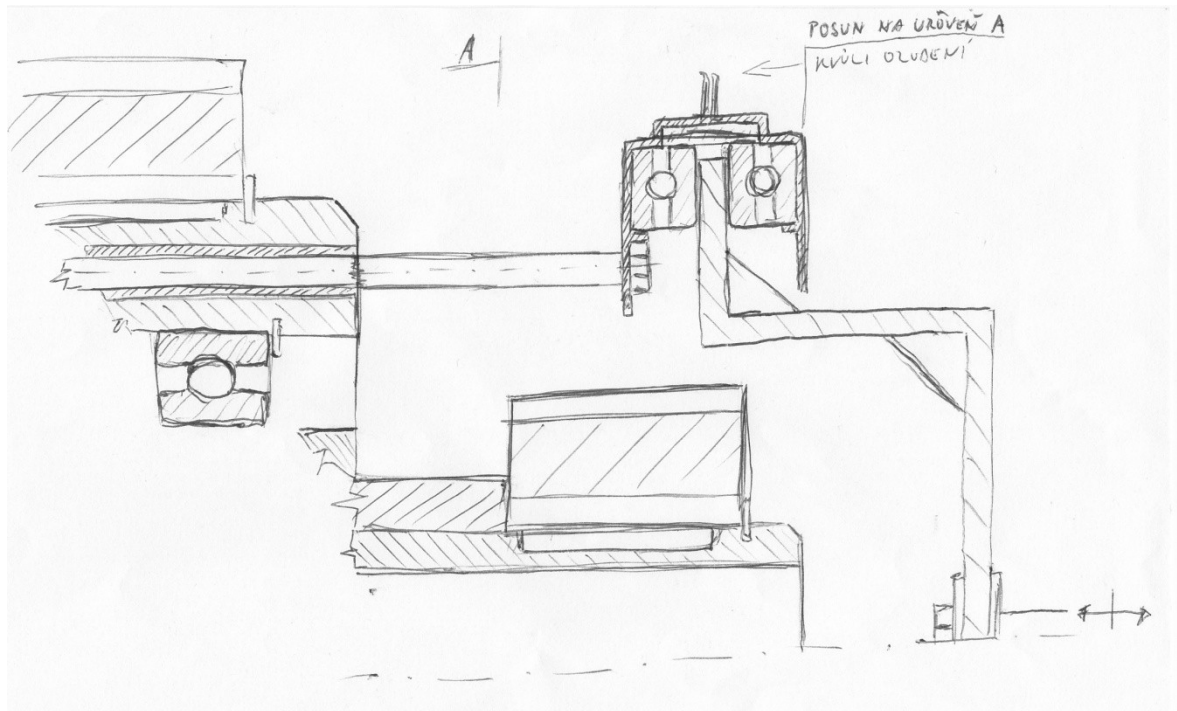
Obr.18 Maximální šířka plechu 425mm

7.2 Průběh návrhu konstrukce

S ohledem na požadované vlastnosti a funkci zařízení bylo rozhodnuto, že aktuálně dostupné konstrukční řešení v praxi nevyhovuje požadavkům firmy. Následovalo tedy několik náčrtů a možností konstrukce, které samozřejmě nebyly konečným řešením této otázky.

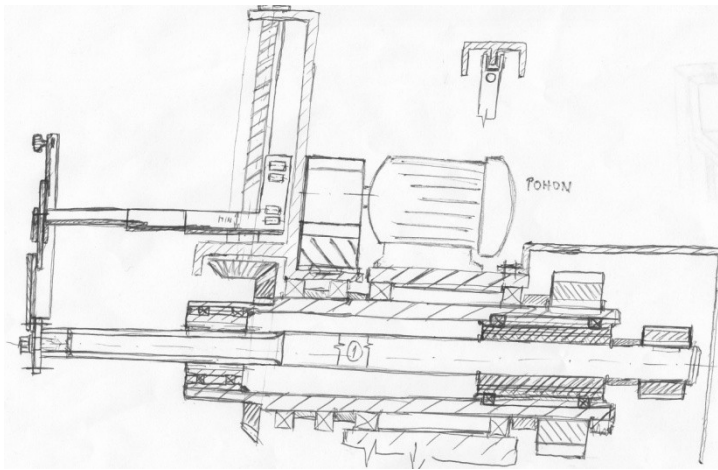


Obr.19 Návrh konstrukce 1



Obr.20 Detail 1

Toto uspořádání by využívalo pro dosedací plochu plechu teleskopický profil, jehož pohyb by se ovládal otáčením trapézového závitu umístěného ve středu zařízení. Nevýhodou tohoto teleskopického profilu by s největší pravděpodobností byla jeho únosnost při zatížení maximální možnou vahou svitku a také že by svitek nedosedal na celou plochu tohoto ramena, což by mohlo způsobit jeho vytočení do strany. Šroub by byl uložen v ložiscích a poháněn motorem na konci hřídele pomocí ozubeného převodu. Z této varianty nakonec sešlo. S ohledem na to, že minimální průměr odvíjeného svitku má být 400mm, jednoduše by nastal problém s nedostatkem místa při takto složitém řešení.



Obr.21 Návrh konstrukce 2

Následovalo tedy zjednodušení, odpadla středová ložiska. Tímto krokem jsme získali více místa ve středu zařízení. Pomocí motorů mělo být řízeno odvíjení svitku, nastavení vnitřního průměru pro upnutí a stejně tak i nastavení šířky pro zajištění svitku proti rozjíždění do stran. Pro odvíjení bylo nutno vypojit středové kuželové kolo ze záběru. Jinak by docházelo k odvíjení svitku a zároveň nastavování vnitřního průměru společně, což by při dosažení požadovaného průměru mohlo způsobit kolizi. Toto bylo umožněno pomocí vypojení středového kuželového kola ze záběru, jeho posunutím o určitou vzdálenost pomocí několika táhel umístěných na obvodu, která by vedla skrz celé odvíjecí zařízení až do zadní části stroje, kde by byla připojena k pneumatickému válci. Tento válec by měl za úlohu ovládnutí záběru ozubených kol.

Problémem tohoto řešení bylo to, že při vypojení kola ze záběru by celou váhu svitku držely pouze ramena, tedy trapézový závit umístěný v ramenech by byl pojištěn proti pootočení pouhou samosvorností. Problém by také mohl nastat při snaze zavést středové ozubené kolo zpět do záběru pokud by zuby přesně nezapadly do sebe. Bylo tedy rozhodnuto, že toto řešení není úplně nejvhodnější a středový kotouč zůstane v záběru po celou dobu a nebude mít tedy možnost posunu na hřídeli. Nicméně zůstávala zde otázka, jakým způsobem zajistit oddělení odvíjení od nastavení vnitřního průměru svitku. Tuto otázku nakonec vyřešila výsuvná spojka.

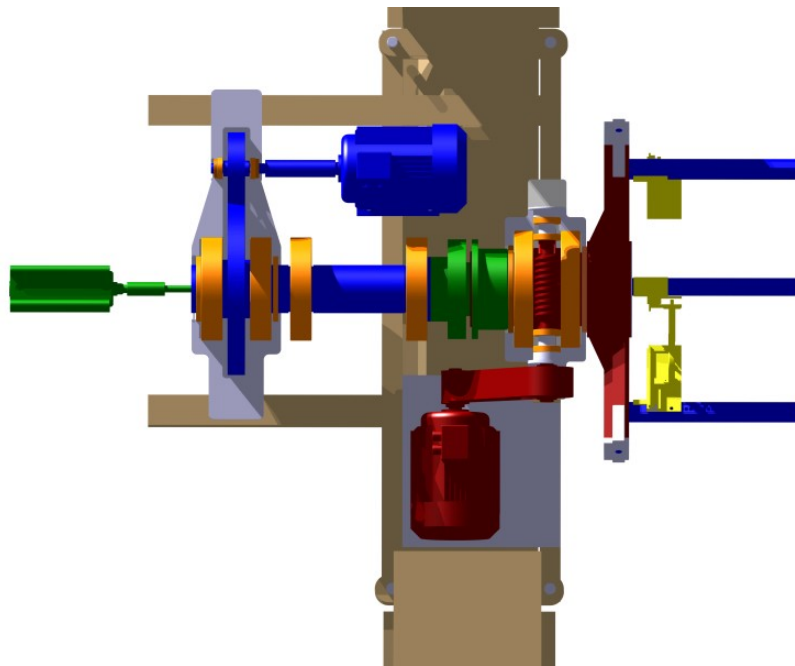
Návrh nezahrnuje zvednutí svitku do pracovní výšky a sjetí ramene až k zemi. Tuto funkci zajišťuje v praxi běžně dostupný dvousloupový zvedák s nosností 4000kg. Tento zvedák je využíván v automobilovém průmyslu, servisech apod.



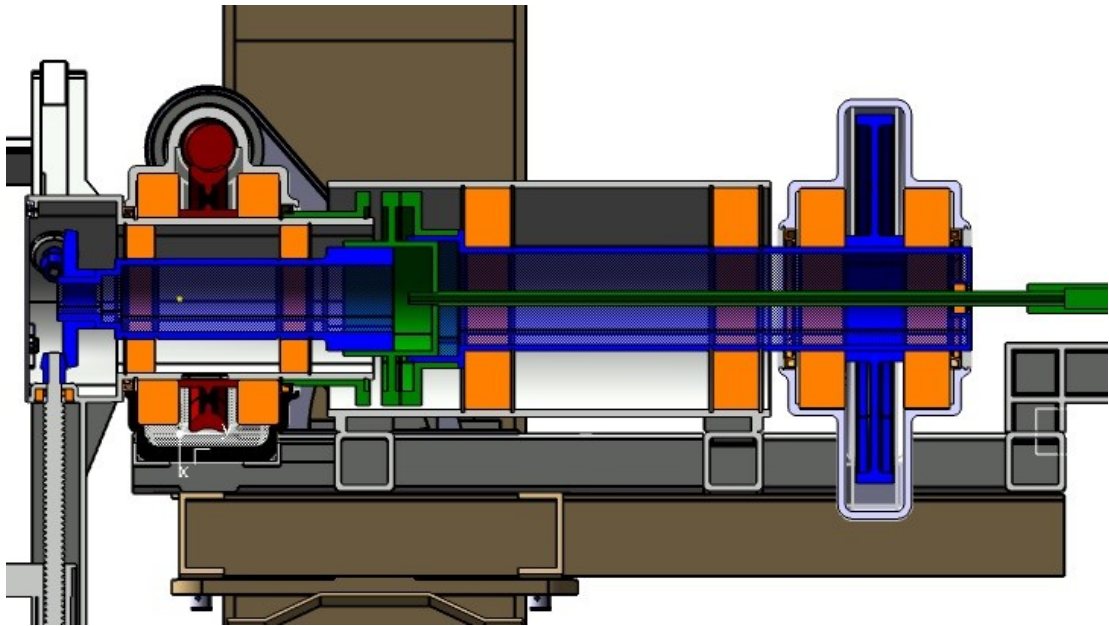
Obr.22 Dvousloupový zvedák

7.3 Konečné řešení v programu CATIA

Vzhledem k tomu, že jsme ze zadání znali pouze požadované minimální a maximální rozměry svitku a jeho váhu, konstrukce tedy začala od odvíjecího bubnu na kterém bude svitek upevněn. Následovalo zdlouhavé navrhování tvarů a rozměrů jednotlivých dílů stroje. Konečné celé schéma odvíjecího zařízení lze vidět zde:



Obr.23 Odvíjecí zařízení



Obr.24 Mechanismus v řezu

Hnědá - dvousloupový zvedák - původní ramena byla odmontována (lze je demontovat pouhým vysunutím čepu) a byla nahrazena konstrukcí vytvořenou a svařenou z L a U profilů. Zajišťuje zvednutí stroje do pracovní výšky.

Modrá - nastavení vnitřního průměru svitku - Hnací síla je od motoru přenášena ozubeným soukolím, dále pak na hřídel, z hřídele na hnací talířové kolo, z hnacího kola do třech směrů na ramena, každému ramenu odpovídá jeden pastorek, který je uložen na hřídeli. Na této hřídeli je vytvořen trapézový závit na kterém se posouvají dosedací plochy pro svitek. Po obvodu jsou umístěny celkem tři.

Žlutá - nastavení šířky plechu a jejího zajištění - Jediná část stroje, která není automatizována a musí být ručně ovládána obsluhou. Řešení bylo zvoleno po zdoluhavých složitých konstrukčních návrzích. Výsledek je kompromisem praktičnosti, výrobních nákladů a spolehlivosti. Uvažovalo se i o použití pneumatických válců k ovládnání zajištění boků svitku, ale od tohoto návrhu se upustilo z důvodu nedostatku místa ve středu odvíjecího zařízení.

Zelená - ovládání spojky - nastavení záběru odvíjení/nastavení průměru - spojka je ovládána pístem umístěným v zadní části stroje. Jedna poloha zajišťuje odvíjení svitku, druhá pak nastavení vnitřního průměru svitku. Spojka je se spojkou spojena přes táhlo.

Červená - odvíjení svitku - pohon je zajištěn pomocí motoru a ozubeného řemene, který zajišťuje plynulý chod stroje, dále pak šnekového soukolí, které nám zajišťuje schopnost bubnu samovolně se neroztočit. Samovolné roztočení je zabráněno díky samosvornosti. Šnekové kolo je pak už přímo přes pera připojeno na hnaný buben.

Oranžovou barvou jsou na obrázku znázorněny ložiska. Pro lepší přehlednost byl z obrázku odstraněn rám stroje.

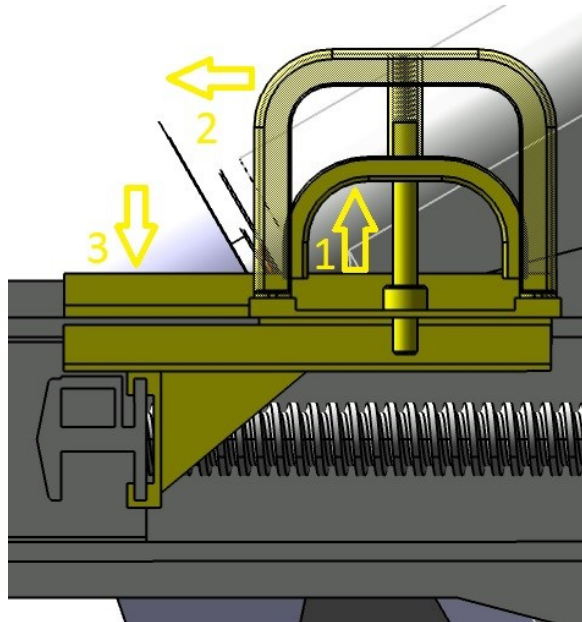
7.3.1 Návod pro zavedení svitku do stroje

- Nastavení vnitřního průměru svitku - stroj se nastaví tak aby měly ramena o určitou hodnotu menší průměr než je vnitřní průměr svitku. Tento krok je důležitý kvůli snadnému zavedení svitku na trn.
- Zajištění pro boky svitku musí být v dolní poloze, jinak by nebylo možné svitek na trn dostat. Stejně tak musíme zajistit aby ramena byly nastavené tak, že v nejlepším možném případě je v horní části pouze jedno rameno které udržuje pravý úhel vzhledem k zemi. Tímto krokem získáme maximální možný pojezd směrem k zemi.
- Sjetí k zemi a následné nakulení materiálu na trn. U menších průměrů svitků může nastat problém při nasazení svitku na trn. V takovém případě využijeme vhodné manipulační zařízení.
- Dodatečné nastavení vnitřního průměru na požadovaný rozměr, nastavení šířky plechu, zajištění plechu proti bočnímu posuvu a rozjíždění svitku při odvíjení.
- Nastavení výšky pomocí dvousloupového zvedáku, v které se bude následně svitek odvíjet.
- Pomocí spojky zavedeme do záběru pouze pohon bubnu.
- Samotné odvíjení svitku pomocí motoru.

8 POPIS FUNKCE JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ STROJE

Tato část obsahuje přesný popis funkce některých částí stroje.

8.1 Zajištění boků svitku



Obr.25 Mechanismus proti rozvinu boku svitku

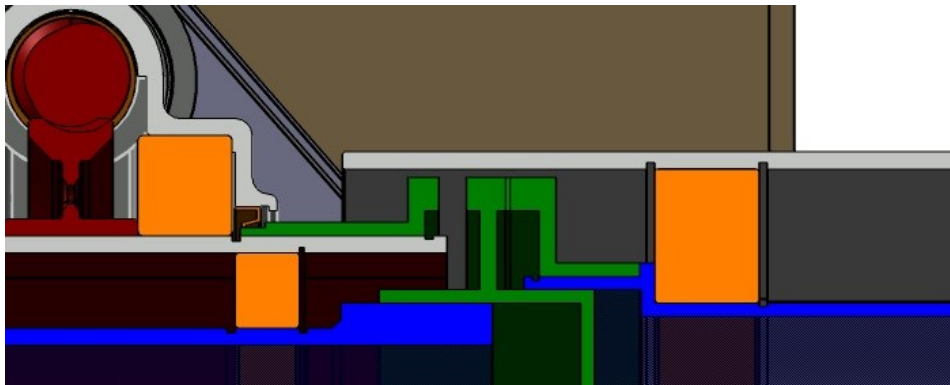
Zajišťovací zařízení se pohybuje v drážce po celé dráze nosníku. Na obrázku lze vidět polohu, ve které je možno bez problémů nasadit svitek na trn. Svitku v této poloze zajišťovací zařízení nijak nepřekáží. Držák je vyroben z U profilu. O tento profil má pracovník při manipulaci opřenou dlaň. Druhý, menší U profil je otočený přesně opačným směrem a zapadá do většího profilu. V těchto profilech jsou navařeny trubky, které do sebe zapadají. Z jedné strany je o menší trubku opřena pružina, která dosedá na vnitřní stranu většího profilu.

Celý tento posuvný mechanismus je ovládán pracovníkem a zajišťuje se buď v horní nebo dolní poloze. Dolní poloha slouží pro zavedení svitku na trn, horní pak pro zajištění boku svitku proti rozvinutí do stran. V horní poloze navíc středová trubka při spuštění systému do zajišťovací polohy projde až na nosník, zapadne do připravených otvorů a tím zajistí polohu. Pružina udržuje tento stav do doby než pracovník celý systém neodjistí. Tento mechanismus je umístěn na každém rameni, celkem tedy třikrát.



Obr.26 Rozložený mechanismus

8.2 Funkce spojky



Obr.27 Spojka

Spojka je na obrázku znázorněna zelenou barvou. Červená je pro odvíjení bubnu, modrá pro nastavení vnitřního průměru. Oranžovou jsou znázorněny ložiska.

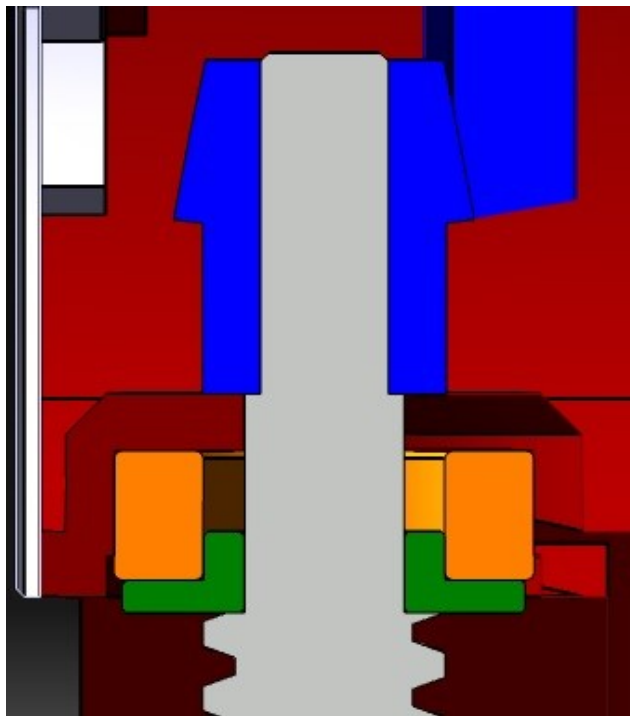
Středový kotouč spojky je pneumaticky ovládaný pomocí táhla a pneumatického válce. Pokud je v záběru s levým kotoučem stroj je nastavený tak, že odvíjí svitek.

Pokud je v záběru naopak pravý kotouč společně se středovým, nastavuje se vzdálenost ramen pro vnitřní průměr svitku.

8.3 Uložení trapézového šroubu

Trapézový šroub Tr 30x6, kde hodnota 30 představuje průměr šroubu a hodnota 6 značí stoupání závitu, měl být v původním návrhu usazen přímo na axiální válečkové ložisko. Toto ložisko bohužel nevyhovovalo s ohledem na zatížení, proto byl vybrán větší rozměr ložiska, které bylo následně osazeno kroužkem. Ložisko má označení 81206 TN a rozměry 30x52x16 mm.

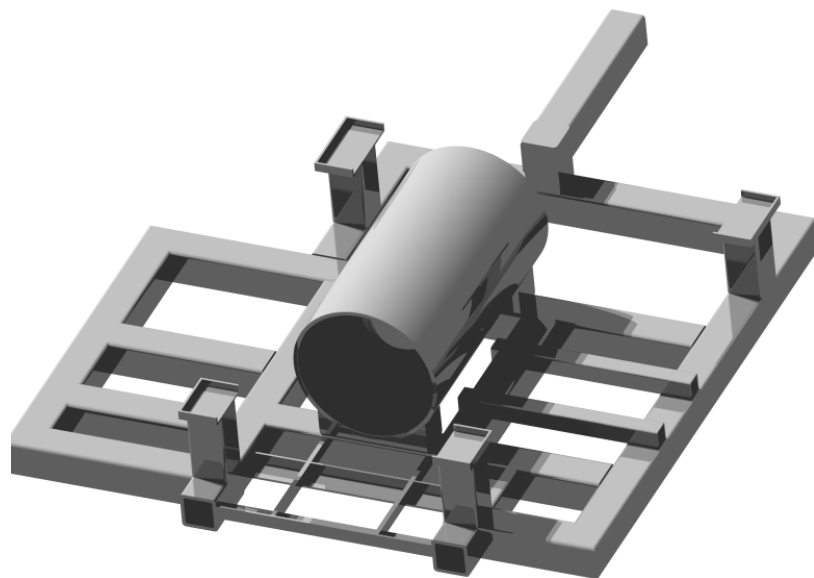
Zelenou barvou znázorněný kroužek nám zajišťuje dosažení požadovaného průměru pro trapézový závit. Ložisko je pak opřeno přímo o buben stroje. Modrou barvou jsou na obrázku znázorněna kuželová ozubená kola.



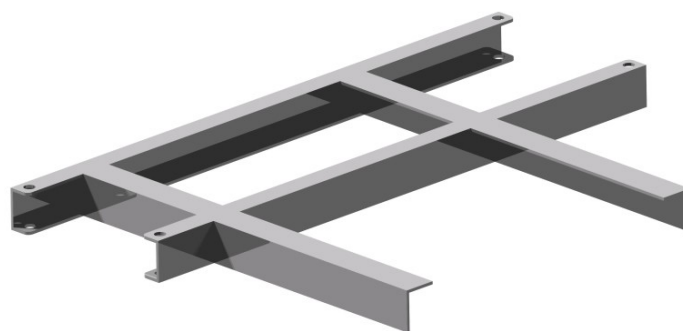
Obr.28 Uložení šroubu

8.4 Rám

Celá konstrukce rámu je svařovaná. Většinu tvoří normalizovaný čtvercový profil 80x8 dle normy ČSN EN 10219-2. Profil je vyroben z oceli. Motor pro nastavení vnitřního průměru svitku je namontován na normalizovaném profilu tvaru U o rozměrech 40x40x3 dle normy ČSN EN 10162. V ocelovém bubnu najdete vysoustružené drážky pro pojistné kroužky. Buben je následně přivařen k celé konstrukci. Rám stroje je upevněn na robustnější konstrukci, která je upravena tak, aby odpovídala potřebám odvíjecího zařízení a zároveň rozměrově seděla na dvousloupový zvedák.



Obr.29 Rám stroje



Obr.30 Rám zvedáku

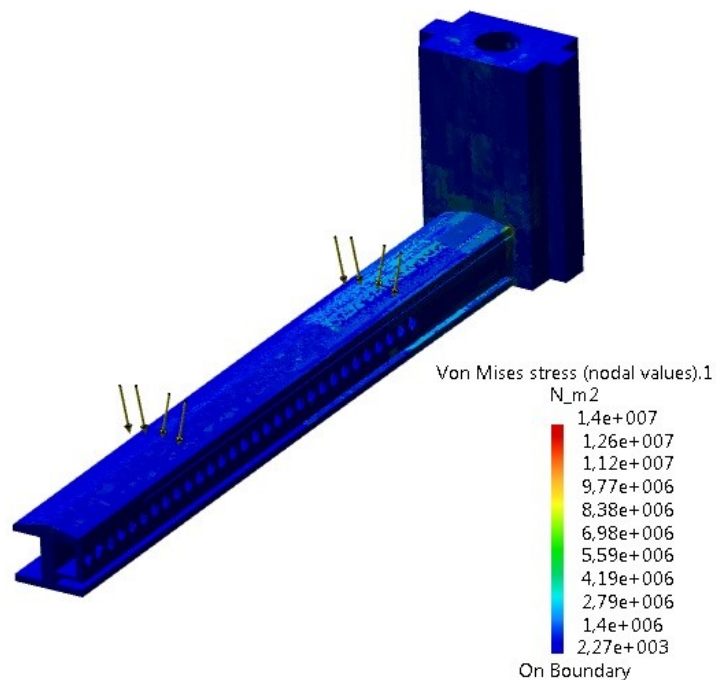
9 PEVNOSTNÍ KONTROLA MECHANISMU

Rameno stroje, na který dosedá svitek bylo podrobena pevnostní analýze v programu CATIA V5, konkrétně tedy v podprogramu určeném pro analýzu. Ocel byla zvolena jako vhodný materiál pro tuto analýzu. Materiálové vlastnosti jsou tedy následující.

Structural Properties	
Young Modulus	2e+011N_m2
Poisson Ratio	0,266
Density	7860kg_m3
Thermal Expansion	1,17e-005_Kdeg
Yield Strength	2,5e+008N_m2

Tab.1 Zvolené materiálové vlastnosti pro ocel

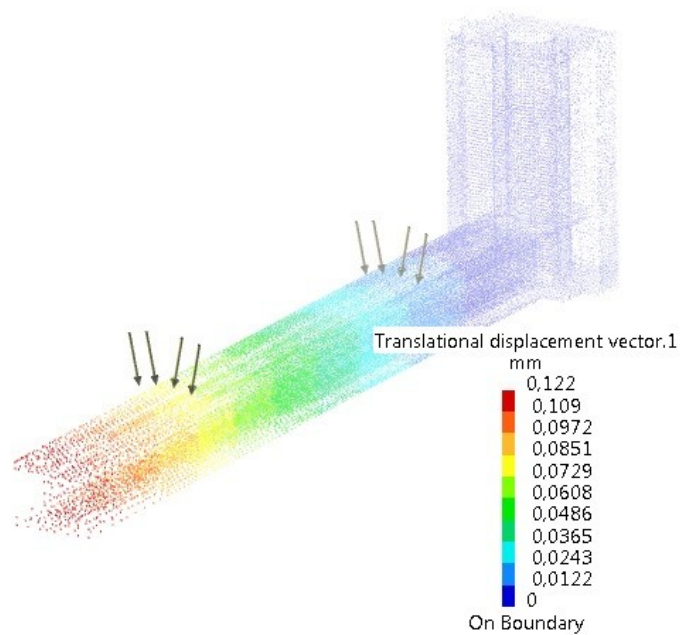
9.1 Pevnostní kontrola ramene



Obr.31 Vzniklá napětí po zatížení ramene

Rameno bylo zatíženo silou 10000N, což lze uvažovat jako ekvivalent pro 1000kg. Tato hodnota je uvažována jako maximální možná hmotnost odvíjeného svitku. S ohledem na

hodnotu maximálního zjištěného napětí můžeme předpokládat, že rameno zatížení 10000N snese. Maximální hodnota posunutí při maximálním možném zatížení se dá také považovat za vyhovující. Z obrázku lze odvodit, že kritická hodnota posunutí dosáhne necelých dvou desetín milimetru. Tuto deformaci lze považovat vzhledem k povaze mechanismu za zanedbatelnou.



Obr.32 Posunutí ramene při zatížení

ZÁVĚR

Při výběru bakalářské práce jsem hledal záměrně takové zadání, které by vyžadovalo představivost a logické uvažování. S ohledem na to, že na trhu není žádné dostupné zařízení tohoto typu, inspirace tedy byla s ohledem na tuto skutečnost minimální. Po několika nezdařených nákresech byla však vytvořena verze z které jsme mohli alespoň vycházet.

Tato verze byla samozřejmě pouze hrubým náčrtem který představoval základní představu o tom, jak by tento stroj měl vlastně vypadat a fungovat. Při samotné konstrukci totiž došlo občas na to, že některý rozměr nevyhovuje, normalizované díly nesedí do požadovaných rozměrů nebo že některé funkční prvky svou složitostí v podstatě znemožňují funkci stroje. Proto se mnohokrát stávalo, že bylo nutné část vymodelovaného stroje smazat, zapomenout na několik hodin práce a začít znova. Toto je čas, který samozřejmě ve výsledku vidět není. Nakonec se ale podařilo vytvořit něco, co by mohlo být minimálně inspirací pro firmu, která chce tento stroj vyrobit.

Dle zadaných rozměrů svitku, jeho hmotnosti, požadovaných vlastností a schopností stroje tedy bylo vymyšleno a v programu CATIA V5 zkonstruováno zařízení, které odpovídá zadaným parametrům. Předpokládané nejvíce namáhané části stroje byly zkontrolovány maximálním zatížením pomocí analýzy. Tyto analýzy slouží však spíše pro orientaci o zatížení daných prvků a nepokrývají kompletní problematiku zatížení odvíjecího zařízení jako celku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VOLEK, František. Základy konstruování a části strojů I. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 167 s. ISBN 978-80-7318-654-8.
- [2] DOSTÁL F.- HORÁK V, Technologie obrábění 1. část. 2. vyd. Brno: Vojenská akademie Antonína Zápotockého, 1960. 240s..
- [3] KOČMAN, K. – PROKOP, J. Technologie obrábění. 2. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2005. 271 s., ISBN 80-214-3068-0.
- [4] KŘÍŽ, Rudolf a kol. Stavba a provoz strojů II: Převody. SNTL - Nakladatelství technické literatury. Praha: SNTL, 1978. L13-C2-V-33f/25560.
- [5] LUKOVICS, I., SÝKOROVÁ, L., VOLEK, F.: Části a mechanismy strojů. VUT Brno, Fakulta technologická ve Zlíně, 2000
- [6] Odvíjení, [online] Dostupné na:
< <http://www.konturtools.cz/produkt/rovnacky-plechu-odvijedla-soprem> >
- [7] Ozubená kola, [online]. Dostupné na:
< http://cs.wikipedia.org/wiki/Ozuben%C3%A9_kolo >
- [8] Přímé ozubení, [online]. Dostupné na:
< <http://www.cncshop.cz/ozubene-kola-modul-1> >
- [9] KARIM, Nice, How gears work, [online]. Dostupné na:
< <http://science.howstuffworks.com/gear4.htm> >
- [10] Klínové řemeny Gates, [online]. Dostupné na:
< <http://www.uzimex.cz/Sortiment/Remenove-prevody/Gates.html> >
- [11] Stavba a provoz strojů 2 - Řemenové převody [online]. Dostupné na:
< http://www.spssol.cz/~vyuka/predmety/sps/remenove_prevody.pdf >

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	Vzdálenost os	[mm]
D	Průměr velké řemenice	[mm]
d	Průměr malé řemenice	[mm]
D _p ,d _p	Smluvní průměry	[mm]
β	Úhel opásání malé řemenice	[°]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1 Horizontální odvíjení plechu [6]	12
Obr.2 Odvíjecí stojan [6]	13
Obr.3 Válce na odvíjení svitků [6]	13
Obr.4 Zařízení s odvíjecím trnem [6]	14
Obr.5 Geometrie zubu	17
Obr.6 Ozubené kolo s přímými zuby [8]	19
Obr.7 Kuželové soukolí [9]	20
Obr.8 Šnekové soukolí [7]	24
Obr.9 Otevřené opásání	25
Obr.10 Klínový řemen [10]	27
Obr.11 Ozubený řemen	28
Obr.12 Geometrie řemenového převodu	30
Obr.13 Zubová výsuvná spojka	31
Obr.14 Lamelová třecí spojka	32
Obr.15 Minimální požadovaný průměr	35
Obr.16 Maximální požadovaný průměr	36
Obr.17 Minimální šířka plechu 48mm	36
Obr.18 Maximální šířka plechu 425mm	37
Obr.19 Návrh konstrukce 1	37
Obr.20 Detail 1	38
Obr.21 Návrh konstrukce 2	39
Obr.22 Dvousloupový zvedák	40
Obr.23 Odvíjecí zařízení	40
Obr.24 Mechanismus v řezu	41
Obr.25 Mechanismus proti rozvinu boku svitku	43

Obr.26 Rozložený mechanismus	44
Obr.27 Spojka	44
Obr.28 Uložení šroubu	45
Obr.29 Rám stroje	46
Obr.30 Rám zvedáku	46
Obr.31 Vzniklá napětí po zatížení ramene	47
Obr.32 Posunutí ramene při zatížení	48

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Zvolené materiálové vlastnosti pro ocel

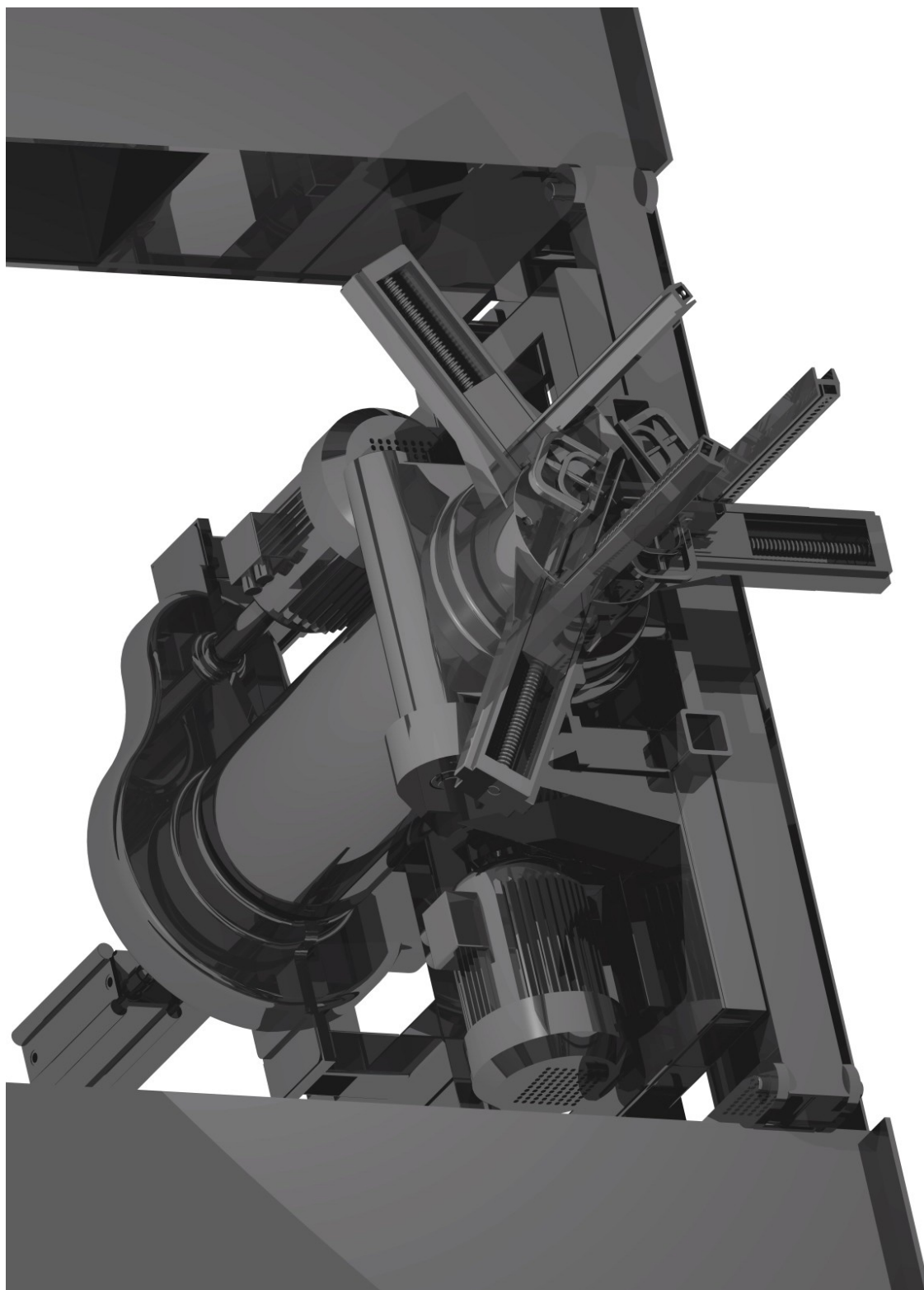
47

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Odvíjecí zařízení 3D

Příloha 2 Rozložené odvíjecí zařízení

PŘÍLOHA 1



PŘÍLOHA 2

