



Středoškolská technika 2012

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na
ČVUT**

DVOUNOSNÍKOVÝ MOSTOVÝ JEŘÁB

Petr Škrabal

Střední průmyslová škola strojnická
tř. 17. listopadu 49, Olomouc

STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA STROJNICKÁ, OLOMOUC,
TŘ. 17. LISTOPADU 49

Dvounosníkový mostový jeřáb

Jméno a příjmení, třída: Petr Škrabal 4. B

Vedoucí maturitní práce: Ing. Boris Šmárik

Olomouc 2012

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené prameny a literaturu.

Datum:

Podpis

Děkuji vedoucímu práce panu Ing. B. Šmárikovi za konzultace a mému otci za poskytnutí cenných rad při práci na mém projektu, bez kterých by nebylo možno tuto práci vypracovat. Dále děkuji Mgr. R. Havelkové za pomoc při úpravě textové části práce.

Obsah

1	Úvod.....	5
2	Jeřáby	6
2.1	Rozdělení jeřábů	6
2.2	Klasifikace jeřábů dle ČSN 4301/1	7
2.2.1	Klasifikace jeřábu jako celku	7
2.2.2	Klasifikace mechanismu	7
2.3	Mostové jeřáby	8
3	Nosná konstrukce	9
3.1	Jeřabový most	9
3.2	Příčník	9
3.3	Jeřabové plošiny	10
4	Pojzdové ústrojí	11
4.1	Motor pojezdu	11
4.2	Zubová spojka	12
4.3	Brzda pojezdu	12
4.4	Převodovka pojezdu	13
4.5	Spojka převodovky a sestavy pojezdového kola	14
4.6	Sestavy pojezdových kol	15
5	Jeřabová kočka	17
5.1	Rám kočky	18
5.2	Pojzdové ústrojí kočky	18
5.2.1	Motor pojezdu kočky	19
5.2.2	Spojka motoru a brzdy	19
5.2.3	Brzda pojezdu kočky	20
5.2.4	Převodovka pojezdu kočky	21

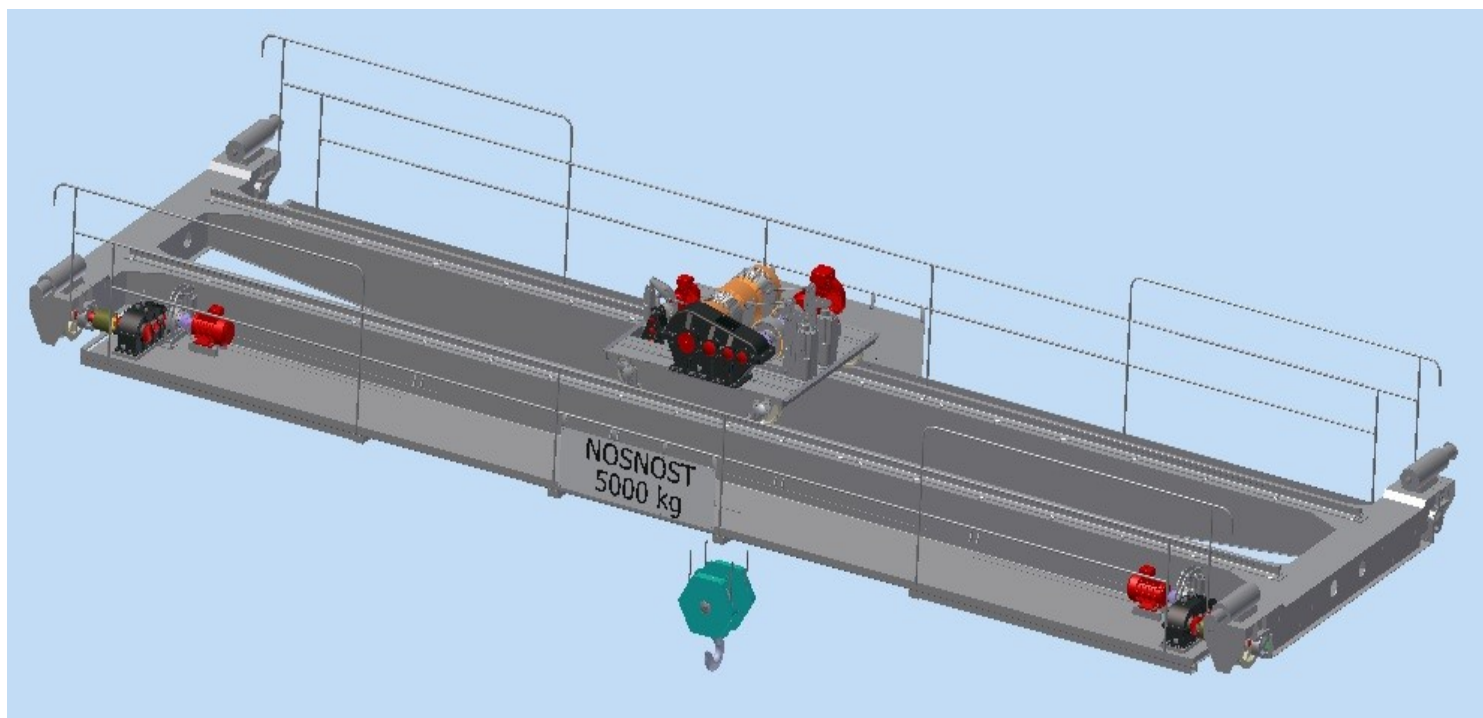
5.2.5	Spojka kola a převodovky	22
5.2.6	Sestava pojezdového kola kočky	23
5.3	Zdvihací zařízení kočky	25
5.3.1	Motor zdvihu	25
5.3.2	Spojka brzdy a motoru	26
5.3.3	Brzda zdvihu	26
5.3.4	Převodovka zdvihu	27
5.3.5	Spojka převodovky a lanového bubnu	28
5.3.6	Lanový buben	29
5.3.7	Blok kladnice	30
6	Závěr	32
	Anotace	33
	Resume	34
	Seznam literatury a dalších zdrojů	35
	Seznam obrázků	36

1 Úvod

Pro svou maturitní práci jsem si zvolil mostový jeřáb. Jeřáby se používají všude tam, kde je potřeba přemísťovat těžká břemena a v dnešní době již jsou běžnou součástí všech výrobních hal a závodů. Jedním z důvodů výběru bylo i to, že můj otec má přímou zkušenost s těmito stroji, jelikož 30 let pracoval jako údržbář jeřábů. Stal se tak mým rádčem a pomocníkem při mém ročníkovém projektu.

Cílem mé práce bude vymodelovat 3D model dvounosíkového jeřábu v programu Autodesk Inventor 2011.

V textové části práce nastíním základní rozdělení jeřábů. V další části se budu zabývat nosnou konstrukcí a hnacím ústrojím jeřábu – pojezdem. V poslední části se zaměřím na konstrukci zdvihacího ústrojí, které tvoří jeřábová kočka a jejím pohonem.



Obrázek 1 Vymodelovaný dvounosíkový mostový jeřáb

2 Jeřáby

Jeřáby jsou zdvihací zařízení pro přepravu břemen ve vodorovném a svislém směru ve vymezeném prostoru. Pohyb ve vodorovném směru zajišťuje pojezd, a pohyb ve svislém směru zajišťuje zdvih nebo spuštění břemena.

Hlavní části jeřábů jsou:

- nosná konstrukce
- pojezdové ústrojí
- zdvihací ústrojí
- otočné ústrojí
- sklápěcí ústrojí

2.1 Rozdělení jeřábů

Jeřáby se dají rozdělit podle různých kritérií. Nejzákladnější rozdělení je podle jejich celkového tvaru.

Rozdělují se tedy na:

- mostové
- portálové, poloportálové
- konzolové
- sloupové, věžové
- vozidlové
- plovoucí
- lanové



Obrázek 2 Mostový dvounosníkový jeřáb

2.2 Klasifikace jeřábů dle ČSN 4301/1

Jeřáby se dělí podle jejich využívání, zatěžování jako celku, nebo jako jednotlivých částí. Toto rozdělení je dáno normou ČSN 4301/1.

2.2.1 Klasifikace jeřábu jako celku

- a) Klasifikace podle třídy využívání. Je to množství pracovních cyklů které by měl jeřáb vykonat po dobu jeho životnosti. Těchto tříd je 10 – (U0-U9). Skupina U0 – nepravidelné užívání, U9 – velmi časté využívání.
- b) Klasifikace podle třídy zatěžování. Tato třída určuje, kolikrát jeřáb zdvihne břemeno o určité hmotnosti. Tyto třídy jsou 4 – (Q1-Q4). Skupina Q1 – velmi zřídka a obvykle lehká břemena. Q4 – pravidelné zatěžování na hranici nosnosti jeřábu.
- c) Skupinová klasifikace jeřábu. Tato třída se určuje podle třídy zatěžování a podle jeho využití. Těchto skupin je 8 – (A1-A8). Skupina A1- nepravidelné využití a malé zatěžování, A8 – velmi časté využití a velké zatěžování.

2.2.2 Klasifikace mechanismu

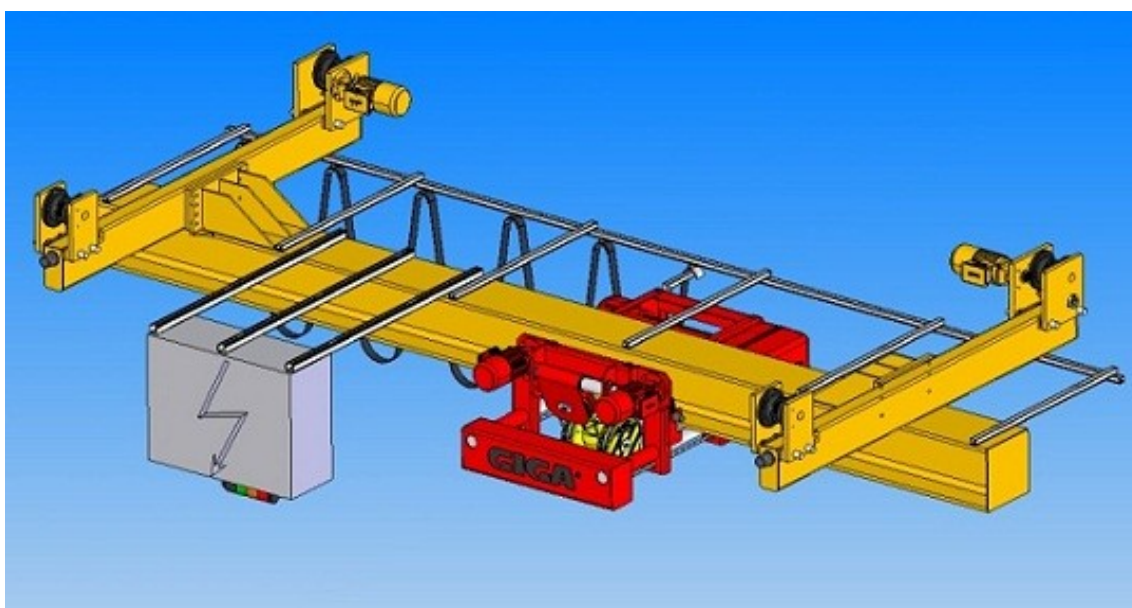
- a) Klasifikace podle třídy využití mechanismu. Tato třída se určuje předpokládaným celkovým využitím v hodinách. Těchto tříd je 10 – (T0-T9). Skupina T0 – nepravidelné využití, T9 – velmi časté využití.
- b) Klasifikace podle třídy zatěžování mechanismu. Tato třída udává jak mechanismus bude vystaven maximálnímu nebo sníženému zatížení. Tyto třídy jsou 4 – (L1-L4). Skupina L1 – maximální zatížení mechanismu je jen zřídka, L4 – maximální zatížení mechanismu je pravidelné.
- c) Skupinová klasifikace mechanismu. Tato třída se určuje podle třídy využití mechanismu a podle třídy zatěžování mechanismu. Těchto tříd je 8 – (M1-M8) Skupina M1 – nepravidelné využití a malé zatěžování mechanismu, M8 – velmi časté využití a velké zatěžování.

2.3 Mostové jeřáby

Jsou to jeřáby, které pojíždí po vyvýšené jeřábové dráze. Mají obdélníkové pracovní pole. Nosnou konstrukci tvoří jeřábový most. Dělí se na:

- Jednonosníkové – jsou to jeřáby jejíž nosnou konstrukci tvoří jeden most který je většinou vyroben z válcovaného profilu. Jeřábová kočka pojíždí většinou po spodní části mostu. Jejich nosnost bývá většinou do 10 t, a rozpětí 25 m.
- Dvounosníkové – jeřáby, jejíž nosnou konstrukci tvoří dva mosty které sou spojeny příčnými nosníky. Jeřábová kočka pojíždí po kolejnicích umístěných na horních pásnicích mostů. Nosnost těchto jeřábů bývá běžně kolem 80 t, a rozpětí 32 m.
- Podvěsné – tyto jeřáby jsou taktéž jednonosníkové, jsou zavěšeny na visuté jeřábové dráze, po jejíž spodních přírubách které mají většinou tvar U nebo I pojíždí jeřábová kočka. Jeřábová dráha bývá obvykle nesena střešní konstrukcí. Nosnost těchto jeřábů je obvykle do 10 t.
- Speciální – mají speciální konstrukci. Jsou to např. jeřáby stohovací, s drapákovou kočkou, chapadlovou kočkou nebo s kočkou k obsluze hlubinných pecí.

(1)



Obrázek 3 Podvěsný mostový jeřáb

3 Nosná konstrukce

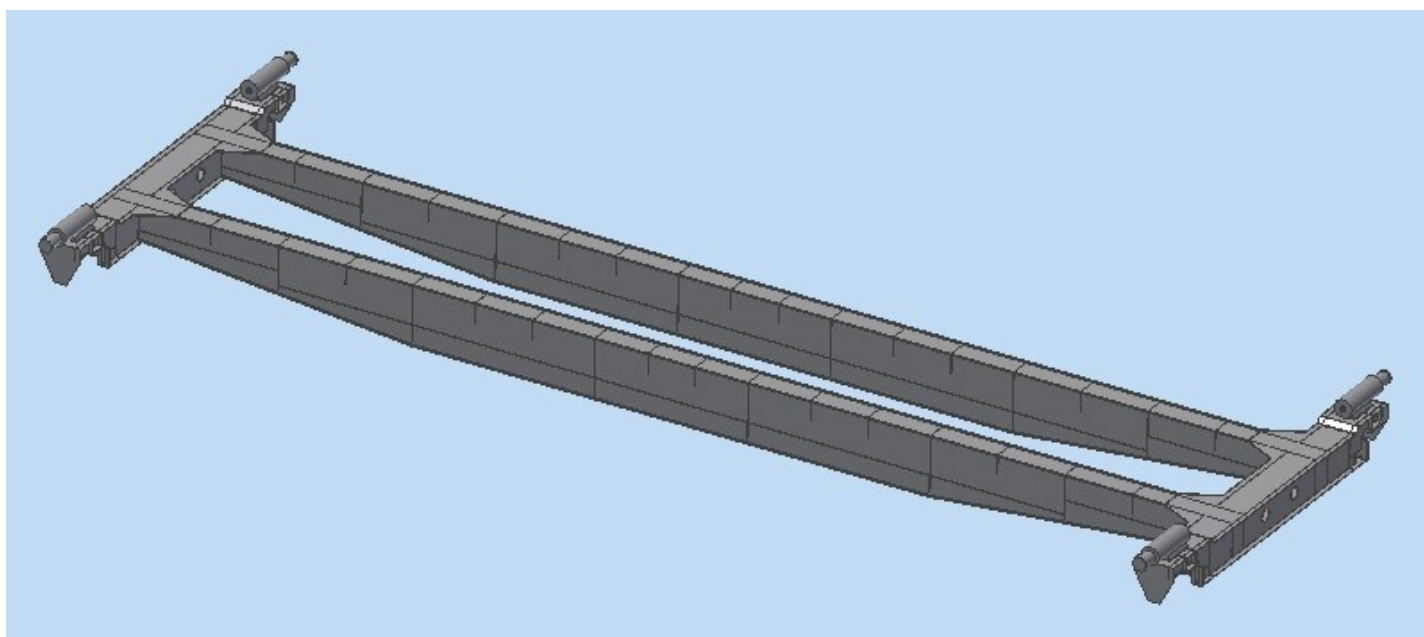
Nosnou konstrukci tvoří dva mosty, které jsou spojeny příčnými nosníky- příčníky. Další částí jsou pak jeřábové plošiny.

3.1 Jeřábový most

Most je vyroben z plechů, které jsou k sobě spojeny svarovými spoji. Na výrobu mostů jeřábu je použit materiál 11 523 pro své dobré mechanické vlastnosti – materiál dobře snáší dynamické i statické namáhání. Dalším důvodem je jeho svařitelnost, která je u materiálu 11 523 zaručená. Most jeřábu je skříňového typu tvoří jej horní pásnice o síle plechu 10 mm, dolní pásnice o síle plechu 6 mm a bočnice o síle plechu 5 mm. Celý most je vyztužen výztuhami ze dvou důvodů. Jedním z nich je ochrana proti zborcení celé konstrukce při namáhání a druhou výhodou je že tím zvětšíme průřez nosníku → tím pádem zvětšujeme jeho modul průřezu v ohybu a jeho tuhost. Nosná konstrukce je namáhána na ohyb a její nosnost je 5 tun rozpětí mostu je pak 11,4 m. Na horních pásnicích mostů jsou umístěny kolejnice, po kterých pojíždí jeřábová kočka.

3.2 Příčník

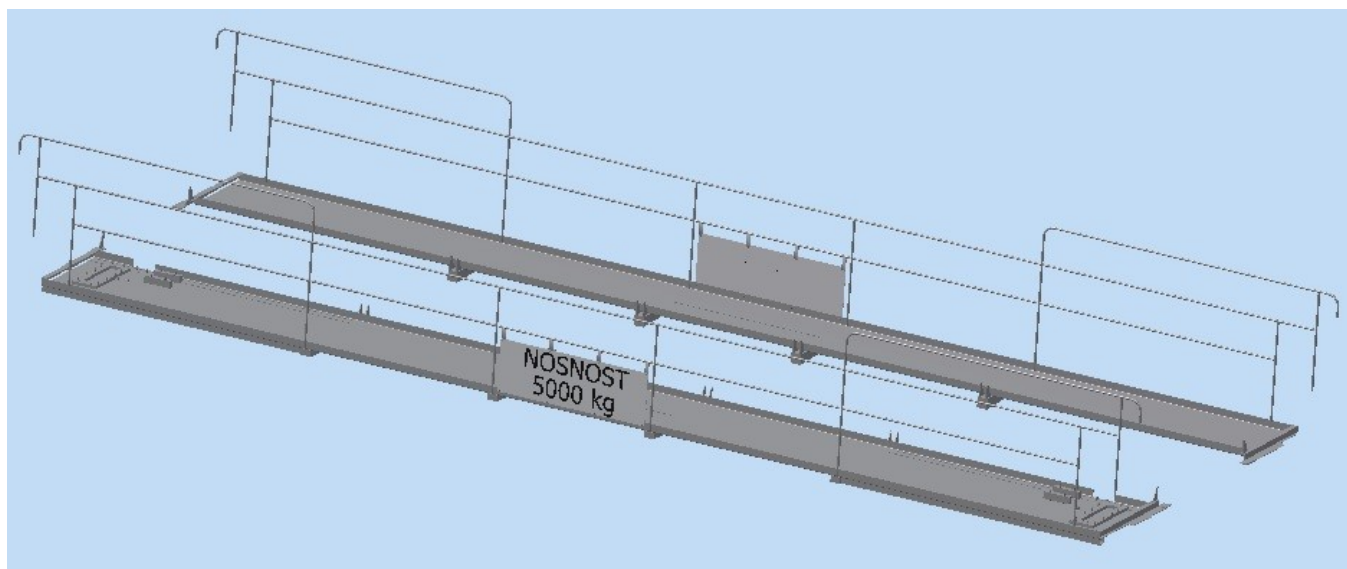
Příčník slouží ke spojení 2 jeřábových mostů a k upevnění pojezdových kol. Je vyroben také z materiálu 11 523 z plechů, které jsou k sobě svařovány. Je skříňového typu. Na jeho koncích jsou pomocí šroubových spojů připevněny sestavy pojezdových kol.



Obrázek 4 Nosná konstrukce

3.3 Jeřábové plošiny

Na jedné jeřábové plošině je uložen a připevněn samotný pojezd mostu jeřábu. Jeřábovou plošinu tvoří podpěry a výztuhy na kterých je připevněn plech který tvoří plošinu ta je přivařena k mostu jeřábu. konce plošiny na které je připevněn pojezd mostu je vystužen normalizovanými profily L a U přes které jsou pomocí průchozích šroubových spojů připevněny jednotlivé součásti pojezdu mostu. Plošina, na které je připevněn pojezd mostu je širší než druhá plošina. Druhá plošina je užší a její konce nejsou vystuženy protože slouží pouze jako prostor pro údržbu a případné opravy jeřábu. Tato plošina je také přivařena k mostu jeřábu. Z bezpečnostních důvodů je na plošinách připevněno zábradlí, na kterém je i cedule s údajem o nosnosti jeřábu.



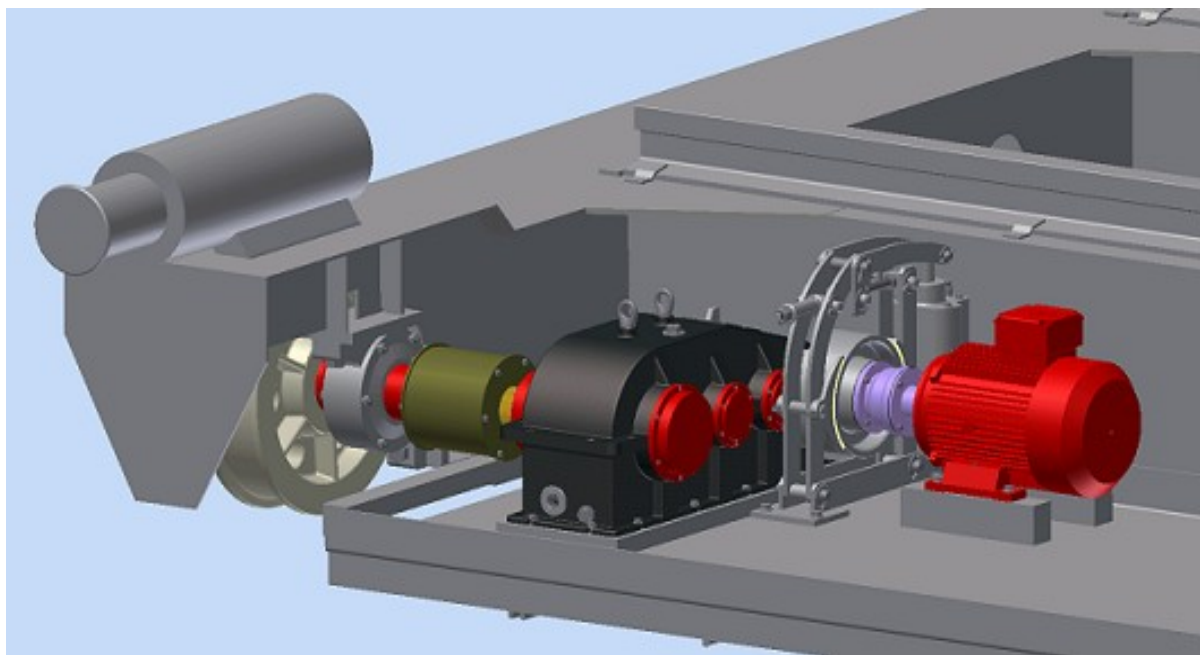
Obrázek 5 Plošiny se zábradlím

4 Pojezdové ústrojí

Pojezdové ústrojí nám umožňuje pojíždět celou nosnou konstrukcí po jeřábové dráze. Rychlost pojezdu mostu je 50m/min. Celé pojezdové ústrojí se skládá z několika částí. Hlavní části jsou:

- motor pojezdu
- zubová spojka
- brzda pojezdu
- převodovka pojezdu
- spojka převodovky a sestavy pojezdového kola
- sestavy pojezdových kol

Celé pojezdové ústrojí je připevněno na plošině jeřábu.



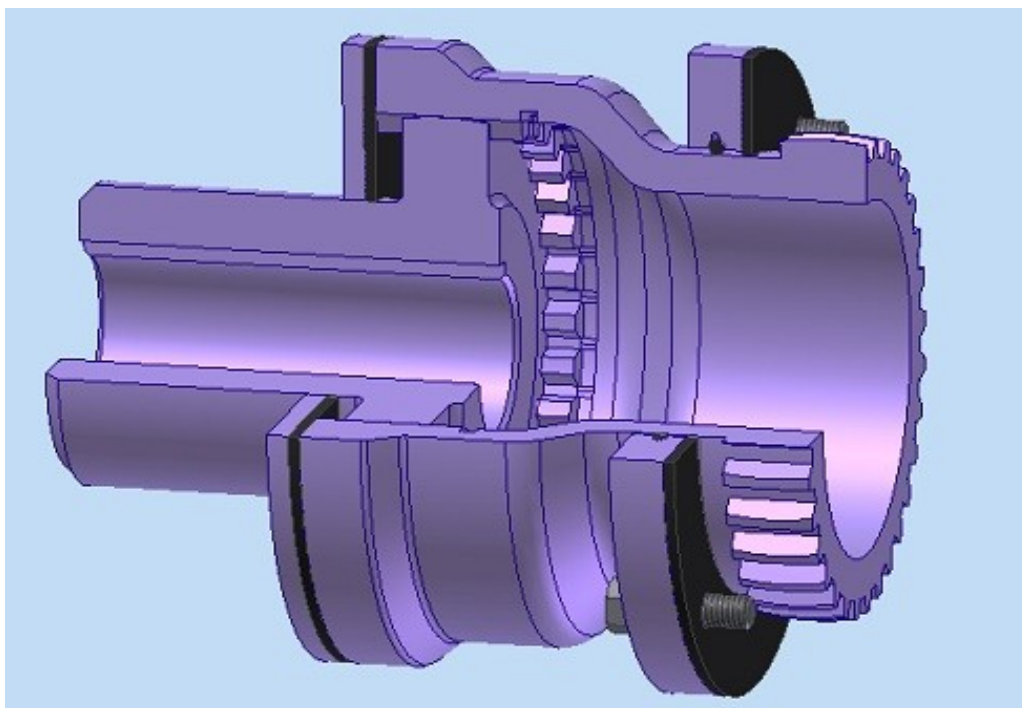
Obrázek 6 Sestava pojezdu mostu

4.1 Motor pojezdu

Pro pohon mostu jeřábu je použit asynchronní motor s kotvou na krátkou firmy SEW EURODRIVE. Jeho výkon je 2,2 kW, otáčky motoru 940 ot/min.

4.2 Zubová spojka

Zubová spojka slouží ke spojení motoru a brzdového bubnu. Skládá se ze dvou hlavních částí – Náboj s ozubením na hřídel motoru a spojovací část – zvonku. V Brzdovém bubnu je vnitřní ozubení, do kterého se vloží vnější ozubení zvonku. Zuby ozubení sou konstruovány tak, aby se mohli částečně naklánět z důvodu, že při montáži nedocílíme úplné sousostí. Náboje sou zajištěny proti vysunutí víky, které jsou přišroubovány ke zvonku a k bubnu brzdy. Mezi víky je vložen gumový kroužek, který zabraňuje narážení zubů na víka a tím jejich poškození.

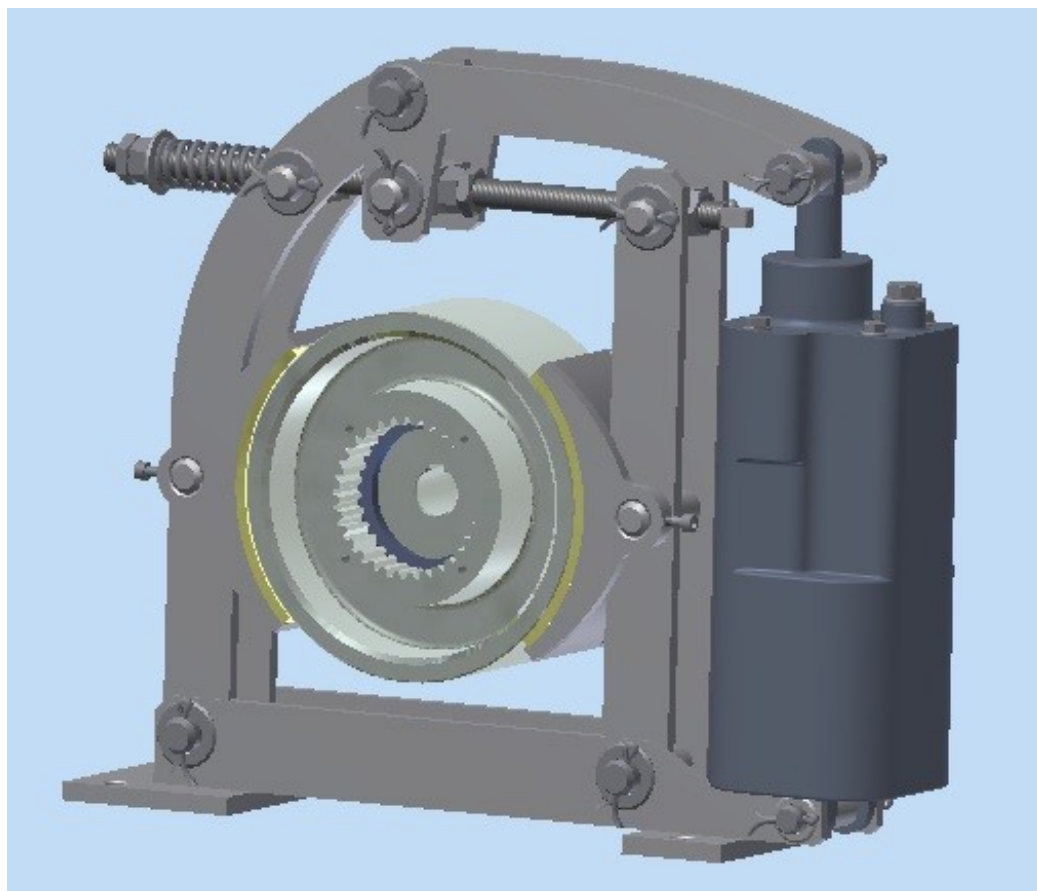


Obrázek 7 Zubová spojka

4.3 Brzda pojezdu

Pro pojezd mostu je použita bubnová dvoučelist'ová brzda, která je ovládaná elektrohydraulickým odbrzd'ovačem. V klidovém stavu je brzda zabrzděna – pokud přivedeme proud, brzda se odbrzdí, a celá konstrukce může pojíždět. Průměr brzdového bubnu je 200 mm. Spojení jednotlivých částí brzdy je pomocí čepů, které jsou zajištěny závlačkami. Na základní desce jsou připevněny ploché tyče, na které se upevní čelisti brzdy, ty se připevní pomocí kolíku a zajišť'ovacího šroubu. Čelisti brzdy se odlévají a na jejich brzdné ploše je přilepeno brzdové obložení, které bývá většinou již z bezazbestového materiálu. V horní části brzdy je umístěn systém táhel pružin a pák. Tento typ brzdy se používá zejména pro brzdění pojížděcích ústrojí jeřábu. Tyto brzdy mají plynule

nastavitelný brzdící moment od 0 až po své maximum. Brzda se připevní na plošinu pomocí čtyř šroubů.

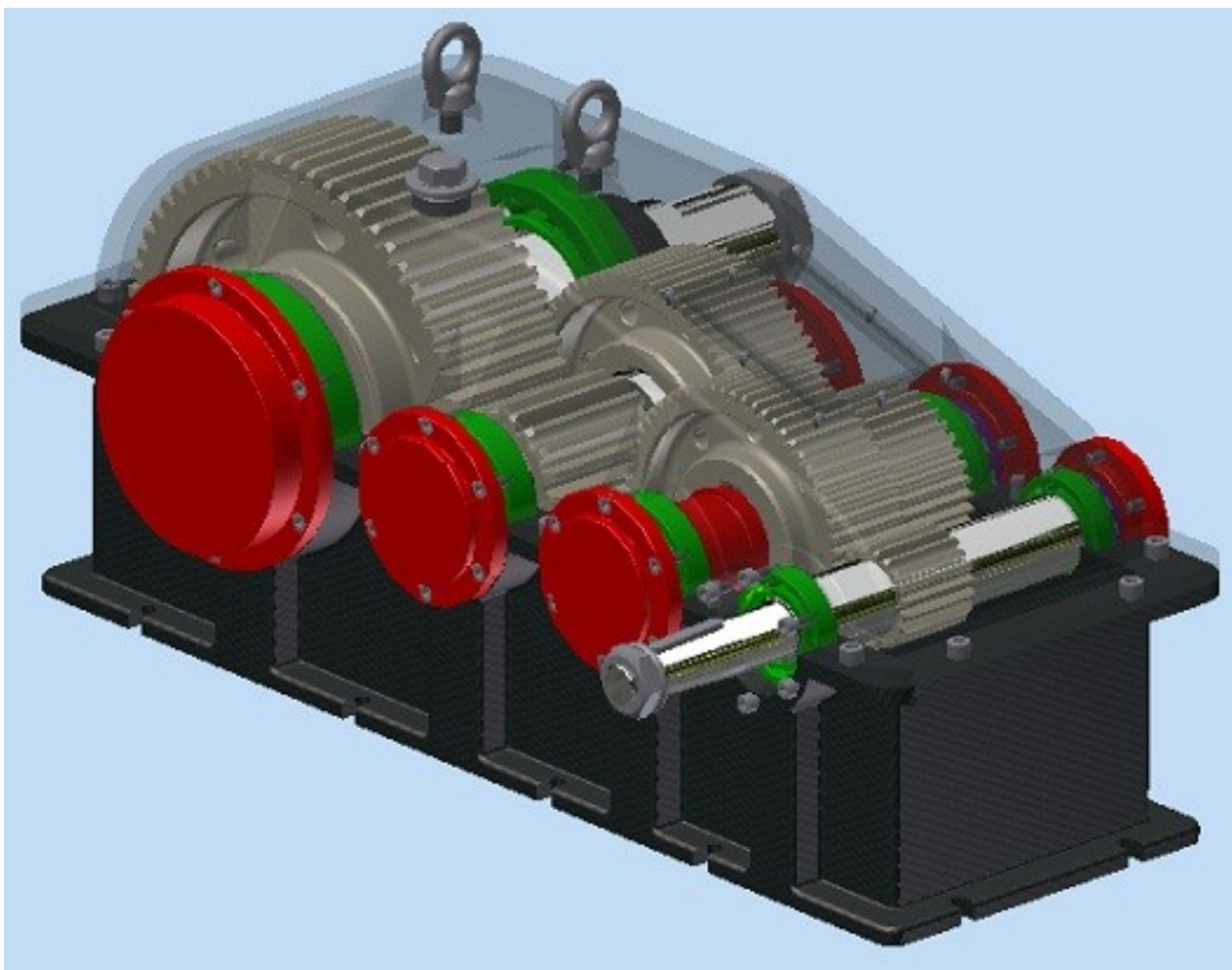


Obrázek 8 Brzda pojezdu mostu

4.4 Převodovka pojezdu

Pro pojezd mostu jeřábu je použita třístupňová převodovka s čelními ozubenými koly. První soukolí tvoří pastorková hřídel s ozubeným kolem o převodovém poměru $i_{1,2} = 3,2$. Druhé soukolí je o převodovém poměru $i_{3,4} = 1,63$. Třetí soukolí tvoří také pastorková hřídel a ozubené kolo o převodovém poměru $i_{5,6} = 3,44$. Celkový převodový poměr je tedy $i_c = 18$. Všechna ozubená kola jsou vyrobeny z materiálu 12 020. Protože požadujeme vysokou tvrdost zubů, musíme kola cementovat (nasytit povrch součástí uhlíkem). Po cementování následuje kalení (zvýšíme tvrdost povrchu součástí ale bude velmi křehká) a následně kola popustit (snížíme napjatost materiálu – kola budou méně křehká). Vstupní hřídel má kuželový vstup, který je zasune do bubnu brzdy a zajistí se podložkou a maticí. Výstupní hřídel je zakončena drážkováním na tuto část se nasadí náboj který se zasune do spojky převodovky a pojezdového kola. Hřídele jsou uloženy ve valivých kuličkových ložiscích. Ty jsou pak uloženy v rámu stroje – převodové skříně.

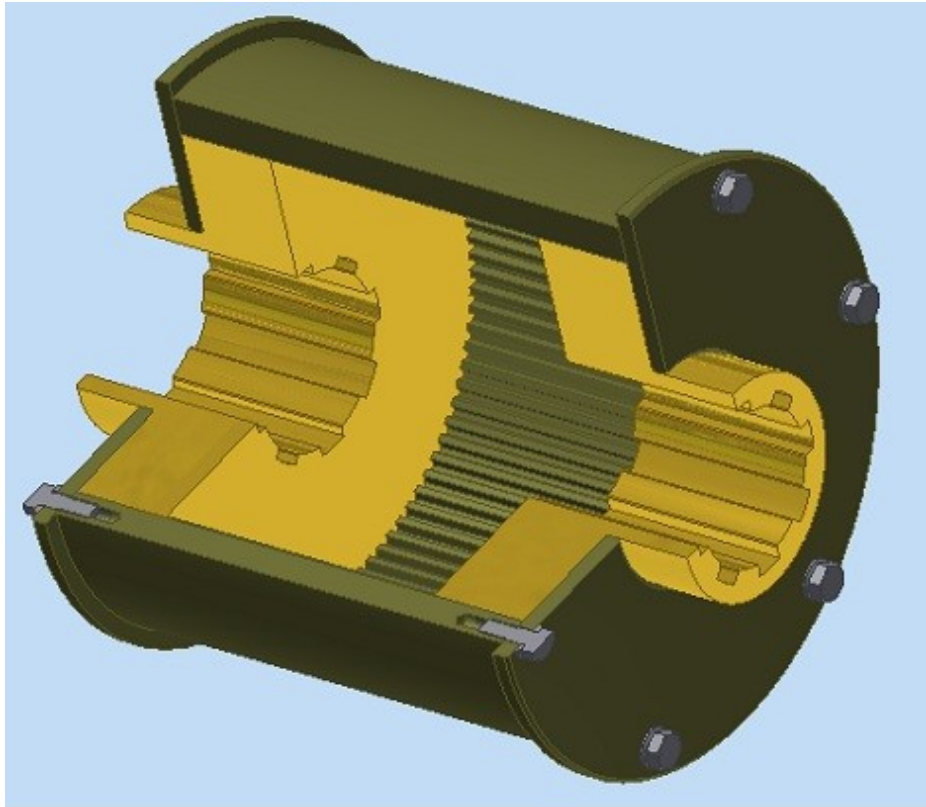
Převodová skříň musí být velmi tuhé konstrukce, musí dobře snášet rázy a chvění. Proto je skříň převodovky odlitá z materiálu 42 2420 – šedé litiny.



Obrázek 9 Převodovka pojezdu mostu

4.5 Spojka převodovky a sestavy pojezdového kola

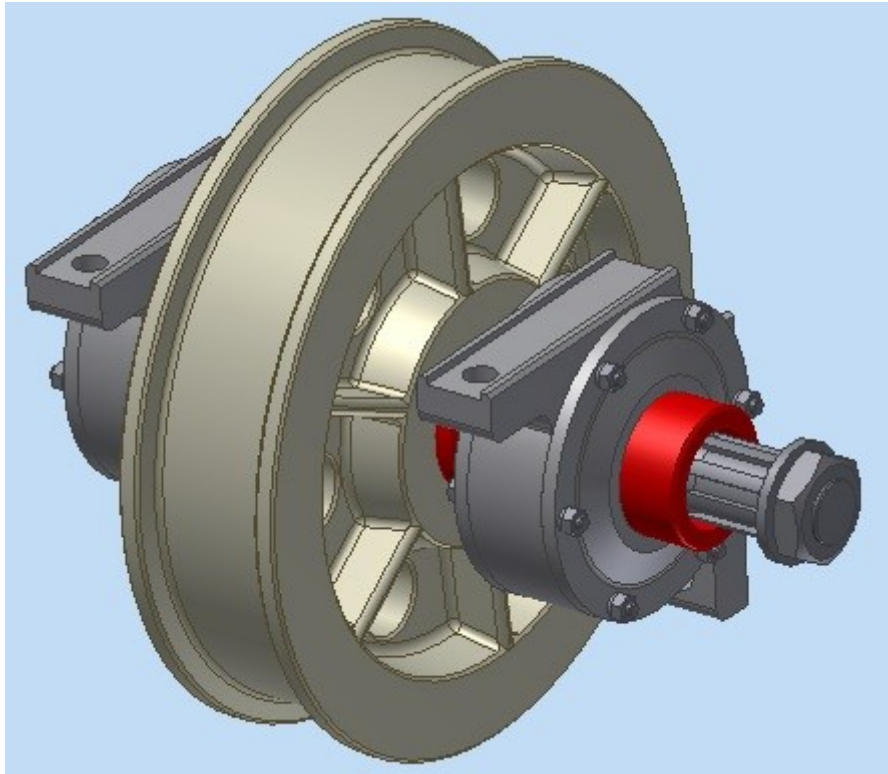
Skládá se ze 3 hlavních částí. Náboj na hřídel převodovky, náboj na hřídel sestavy pojezdového kola a spojovací části – zvonku. Náboje jsou vloženy na drážkované konce hřídelů, které mají věnec s vnějším jemným ozubením, a jsou zajištěny pomocí matice s podložkou, aby z hřídele nesjížděli. Tyto náboje se vloží do zvonku, který má vnitřní ozubení. Na konce zvonku se přišroubují víka, které zajistí, aby se náboje samovolně nevysunuli ze zvonku.



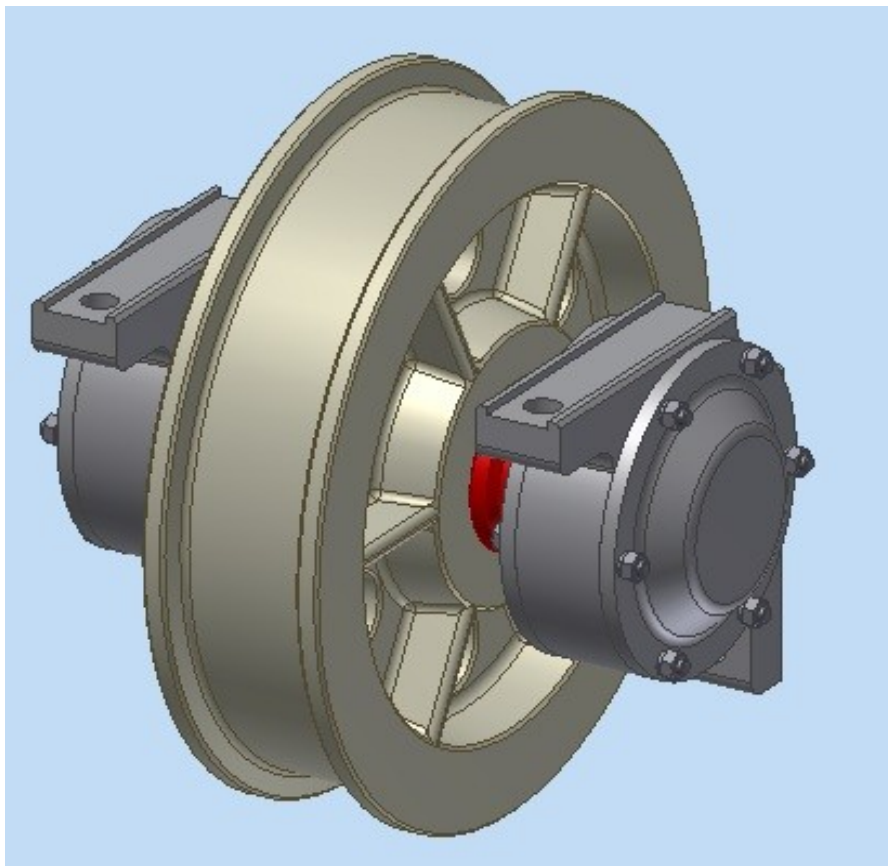
Obrázek 10 Spojka převodovky a pojezdového kola

4.6 Sestavy pojezdových kol

Sestava pojezdového kola je tvořena hřídelem, který je uložen v soudečkových ložiscích. Ty jsou zajištěny na hřídeli pomocí KM matice a MB podložky. Celá sestava je pak pomocí ložiskového domečku připevněna na příčník. Ložiska jsou zakryta víky, aby se k nim nedostala nečistota a zajistil se tak bezproblémový chod. Hnací sestava pojezdového kola se od hnané liší tím, že je z jednoho víka vyveden drážkovaný hřídel, který se nasune do spojky a převodovky a sestavy pojezdového kola. Náboj spojky se na hřídeli zajistí pomocí podložky a nízké matice. Jako pojížděcí kolo je zde použito kolo se dvěma nákolky. Nákolky slouží k zachycování bočních sil kolmých k pojezdové dráze. Mezi nákolkem a kolejnicí musí být vždy vůle s ohledem na nepřesnosti jeřábové dráhy a a možné přičení jeřábu. Odvalovací plocha u tohoto kola je válcová. Průměry pojezdových kol jsou normalizované. Průměr tohoto kola je 400 mm.



Obrázek 11 Sestava pojezdového kola – hnací

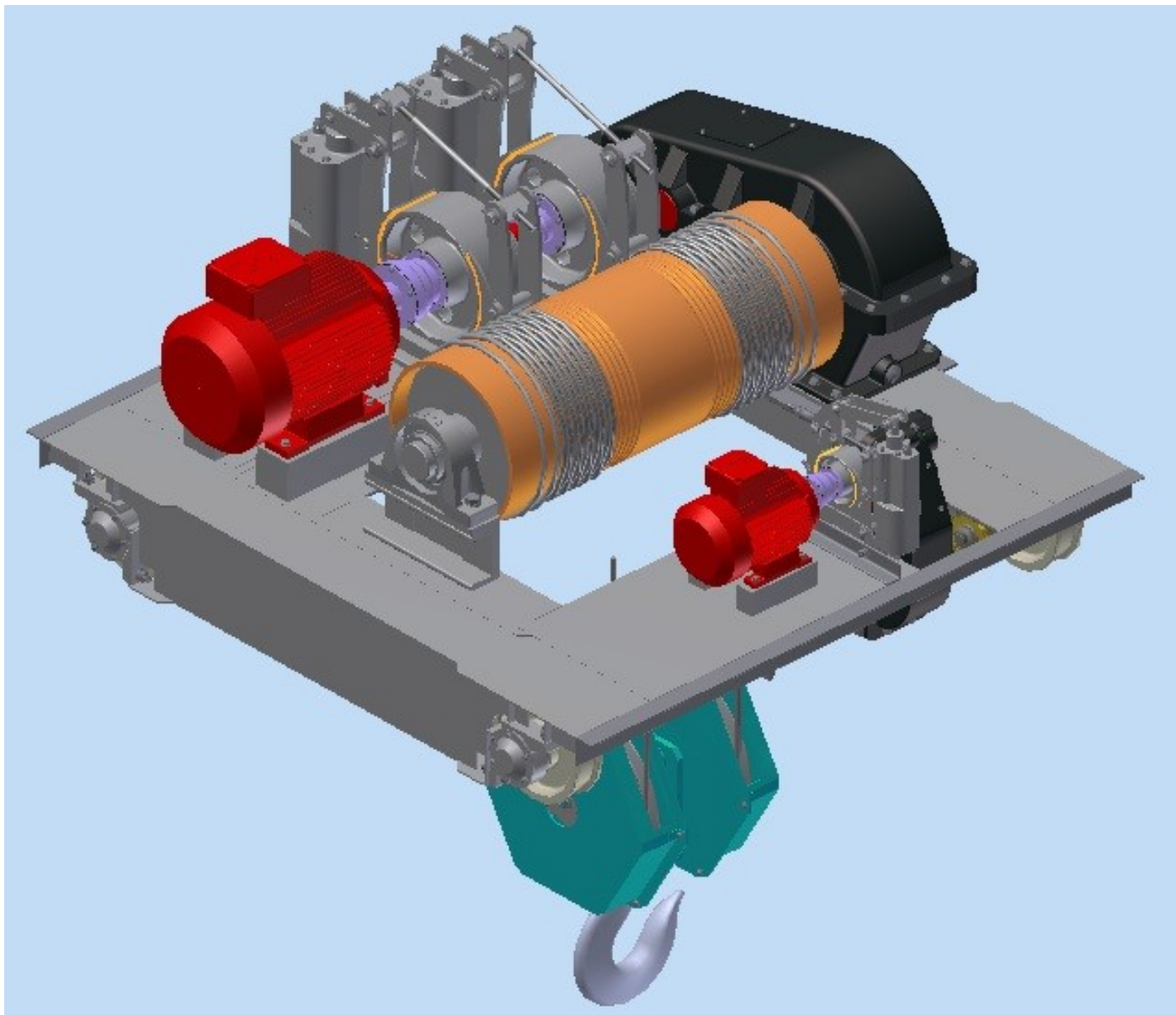


Obrázek 12 Sestava pojezdového kola - hnaná

5 Jeřábová kočka

Jeřábová kočka pojíždí po visuté dráze mostu jeřábu. Jeřábovou kočku tvoří tři hlavní části. Jsou to:

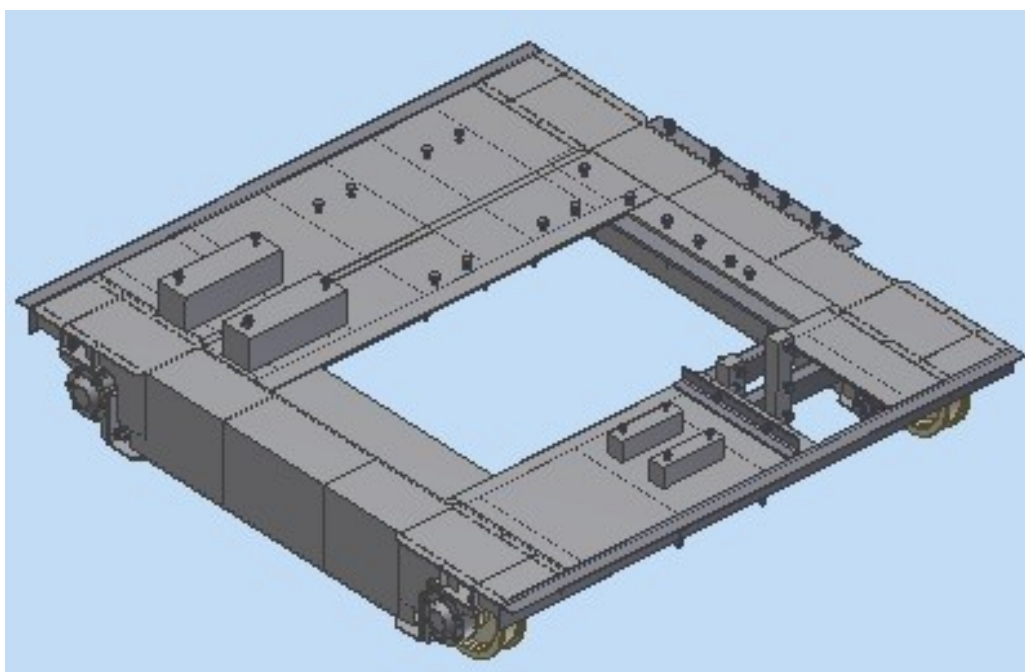
- rám kočky
- pojezdové ústrojí kočky
- zdvihací zařízení kočky



Obrázek 13 Jeřábová kočka

5.1 Rám kočky

Rám kočky je tvořen dvěma příčnicí, na kterých jsou upevněny pojezdová kola. Příčnice jsou tzv. skříňového typu. Tyto příčnice jsou pak k sobě spojeny pomocí normalizovaných profilů tvaru L které jsou vyvařeny mezi oba příčnice. Aby konstrukce udržela zatížení, je vyztužena dalšími normalizovanými profily. Většinou pak profilem U a L. Na těchto profilech jsou přivařeny plechy, na které se upevňují jednotlivé součásti kočky (elektromotory, převodovky, brzdy apod.) tak, že se přes tyto výztuhy k nim přišroubují pomocí průchozích šroubových spojů. Rám kočky je vyroben z materiálu 11 523 pro své dobré mechanické vlastnosti – materiál dobře snáší dynamické i statické namáhání. Dalším důvodem je jeho svařitelnost, která je u materiálu 11 523 zaručená.

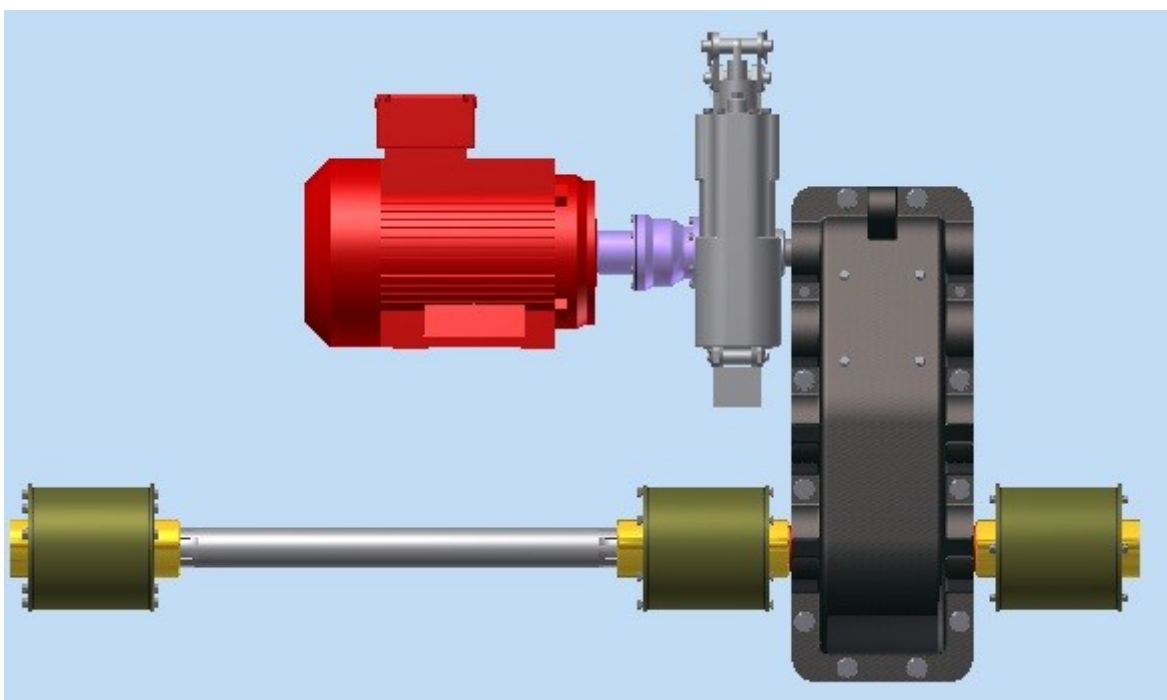


Obrázek 14 Rám kočky

5.2 Pojezdové ústrojí kočky

Pojezdové ústrojí kočky slouží k pojiždění jeřábové kočky. Rychlost pojezdu kočky je 25m/min. Pojezdové ústrojí kočky tvoří tyto části:

- motor pojezdu kočky
- spojka motoru a brzdy
- brzda pojezdu kočky
- převodovka pojezdu kočky
- spojka kola a převodovky
- sestava pojezdového kola kočky



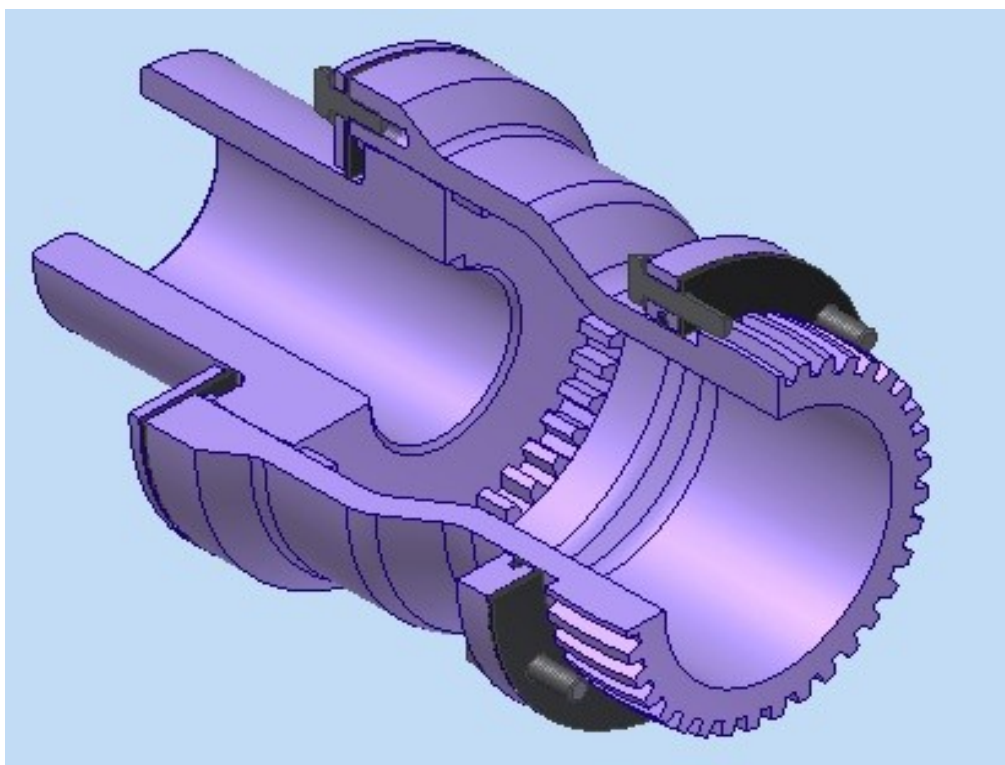
Obrázek 15 Sestava pojezdu kočky

5.2.1 Motor pojezdu kočky

Pro pohon pojezdu kočky je použit asynchronní motor s kotvou na krátko o výkonu 1,35 kW a otáčkách 930 ot/min.

5.2.2 Spojka motoru a brzdy

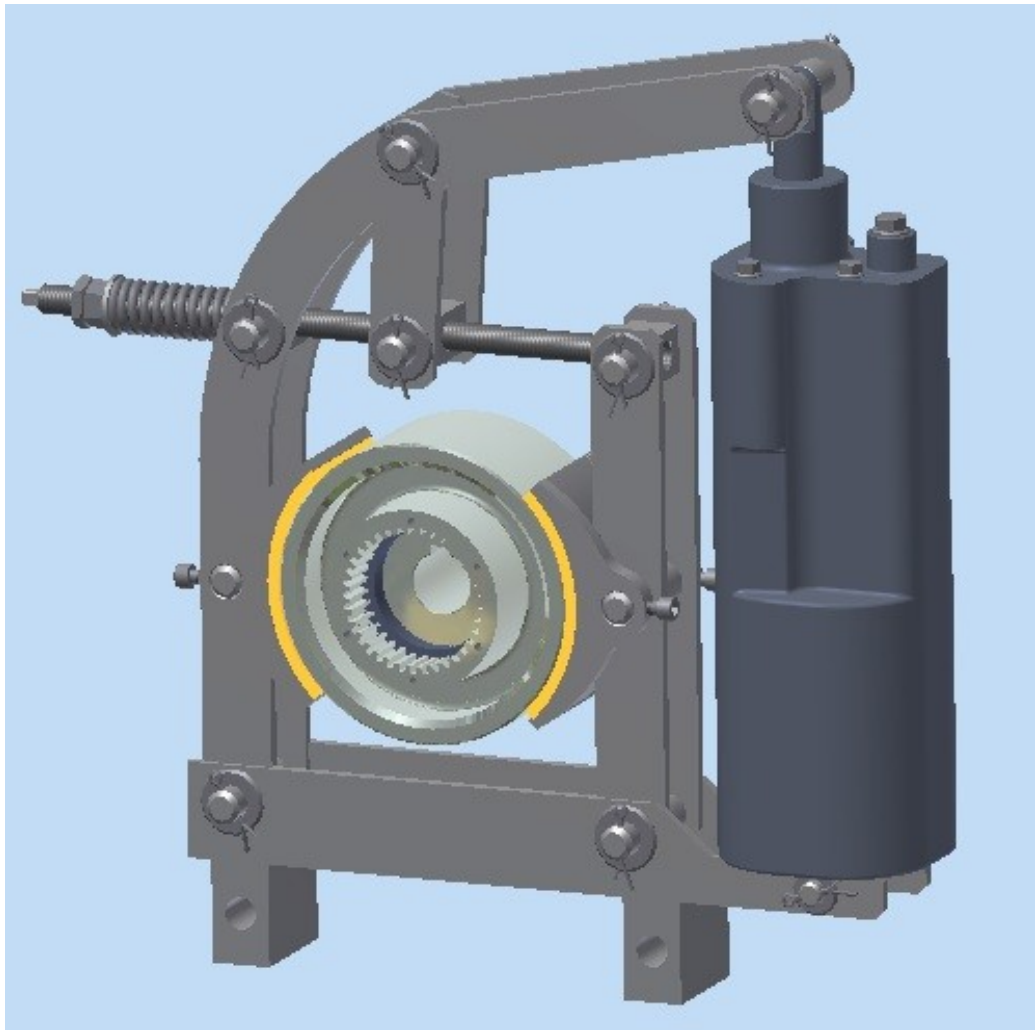
Pro spojení motoru a brzdy je použita zubová spojka, která se skládá ze dvou hlavních částí. Náboje na hřídel motoru a spojovací části – zvonku. Na hřídel motoru pojezdu kočky se nasune náboj s vnějším ozubením, na něj se nasune zvonek s vnitřním ozubením. Zvonek má i vnější ozubení. To se nasune do bubnu brzdu který má také vnitřní ozubení. Aby se náboje nevysouvali samovolně, jsou zajištěny víky z plechu. Mezi víko a náboje je vložený pryžový kroužek, který zabraňuje narážení zubů do plechového víčka a tím zabraňuje poškození zubů. Celá spojka je podobné konstrukce jako spojka zubová spojka pojezdu mostu jeřábu.



Obrázek 16 Spojka motoru a brzdy - pojezd kočky

5.2.3 Brzda pojezdu kočky

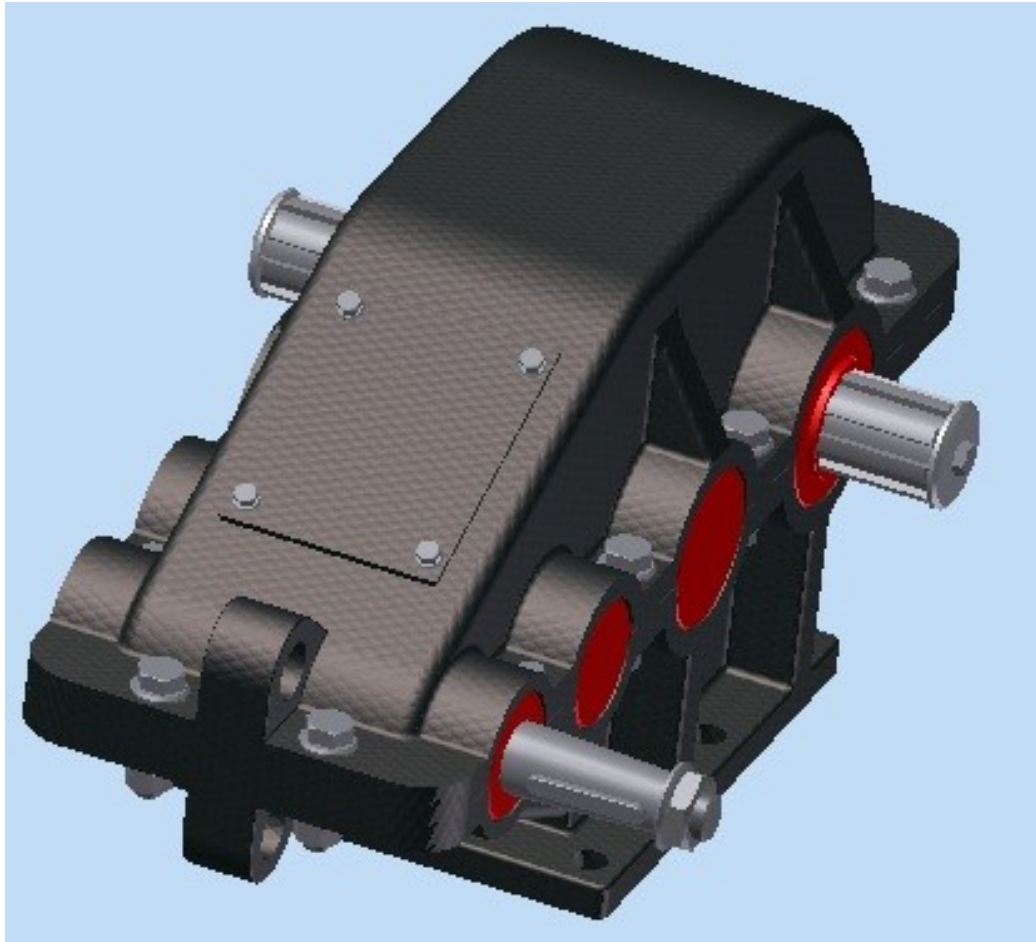
Pro pojezd kočky je použita dvoučelist'ová bubnová brzda s průměrem bubnu 125 mm. Brzda je ovládaná elektrohydraulickým odbrzd'ovačem. Brzda je v klidovém stavu zabrzděna, pokud přivedeme proud, brzda se odbrzdí a jeřábová kočka může pojíždět. Na základní desce brzdy jsou pomocí čepů, které jsou zajištěny pomocí podložek a závlaček připevněny táhla. Na nich jsou upevněny čelisti pomocí kolíkových spojů. Ty jsou pak zajištěny šroubem. Na čelistích bývá obložení nejčastěji z bezazbestového materiálu. V horní části brzdy je umístěn systém táhel, pružin a pák. Tento typ brzdy se používá pro brzdění pojížděcích ústrojí. Tyto brzdy mají plynule nastavitelný brzdící moment. Brzda se připevní k rámu jeřábové kočky pomocí dvou šroubů.



Obrázek 17 Brzda pojezdu kočky

5.2.4 Převodovka pojezdu kočky

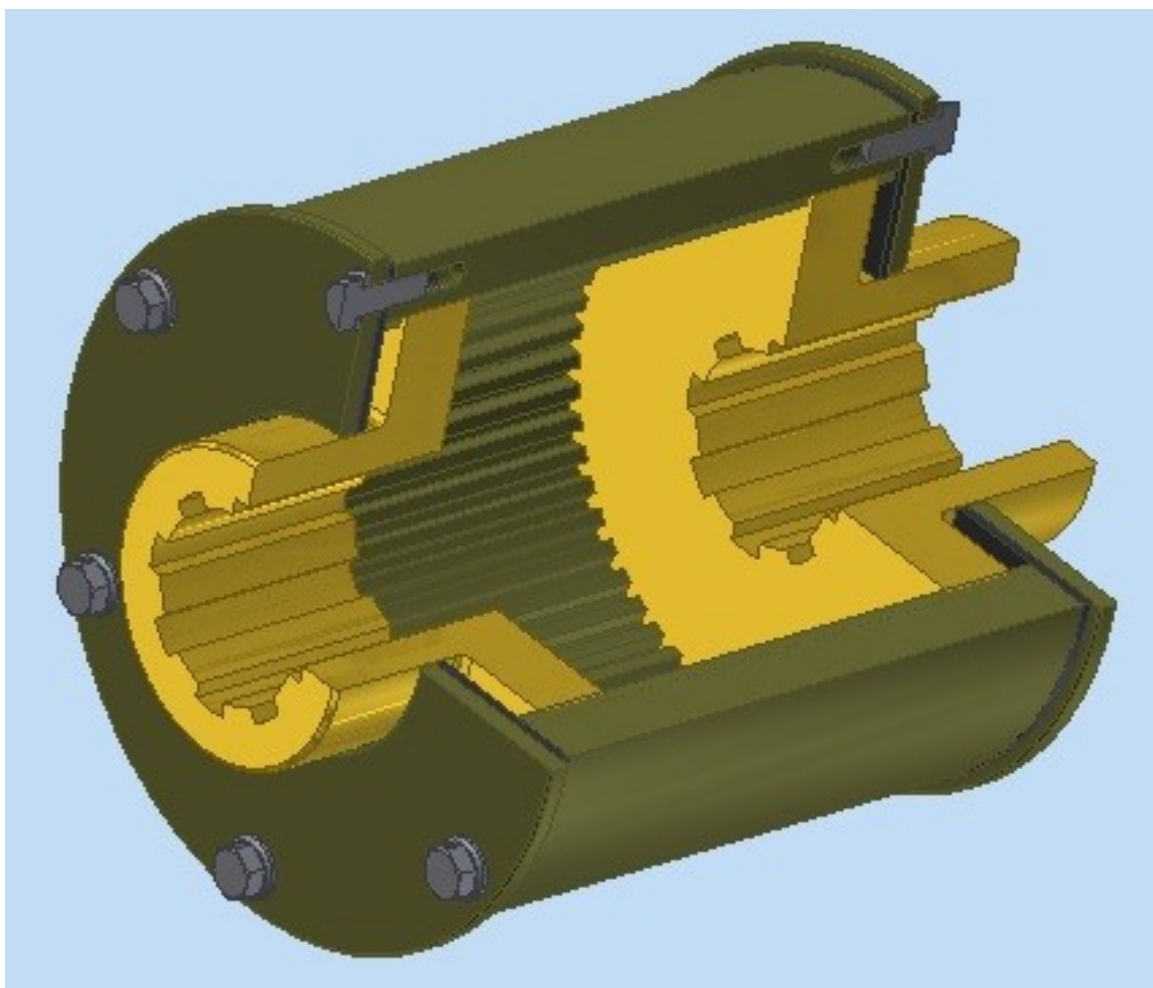
Pro pojezd kočky je použita třístupňová převodovka s čelními ozubenými koly. Celkový převodový poměr této převodovky je $i_c = 27,68$. V převodovce jsou použita klasická kuličková ložiska. Vstupní hřídel do převodovky je kuželový s perem, ten se narazí do bubnu brzdy a zajistí se pomocí podložky a nízké matice aby se samovolně nevysunul z bubnu. Na výstupu je drážkovaný hřídel, který má výstup na obou stranách skříň. Je to z toho důvodu, že tato převodovka je připojena k oběma hnacím sestavám kol. Na tyto konce se nasunou náboje spojky a ty se zajistí také pomocí podložky a nízké matice. Převodovka je uložena ve svislé poloze a je připevněna na rám kočky pomocí šesti šroubů. Protože je skříň převodovky uložena ve svislé poloze je skříň sešroubována deseti průchozími šrouby M12.



Obrázek 18 Převodovka pojezdu kočky

5.2.5 Spojka kola a převodovky

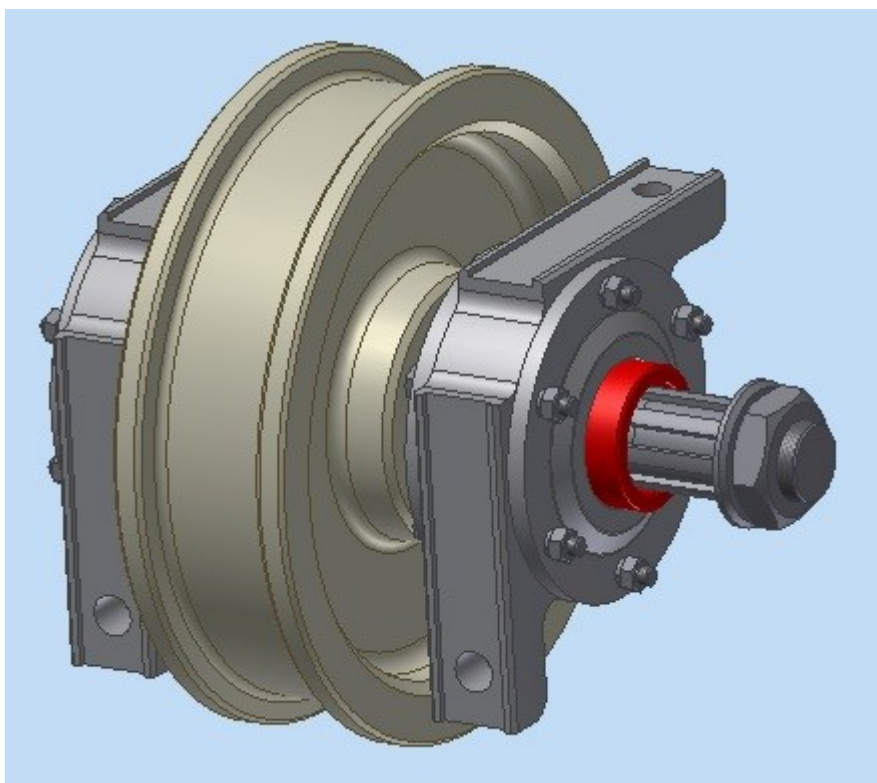
Spojka je složena ze třech částí – náboj na hřídel převodovky, náboj na hřídel sestavy pojezdového kola a spojovací části – zvonku. Konstrukcí je podobná spojce pojezdového kola a převodovky pojezdu mostu. Náboje mají vnější ozubení a drážkované náboje na hřídele ty se nasadí na drážkované konce hřídelů a zajistí se podložkou a nízkou maticí. Ty se pak nasunou do spojovací části – do zvonku, která má vnitřní ozubení. Na zvonek se našroubují víka, které zajistí, že se náboje ze zvonku samovolně nevysunou. Aby se nepoškodily zuby o víko, je mezi víko a zvonek vložen gumový kroužek. Pro spojení obou sestav pojezdových jsou použity tři tyto spojky. Jedna je nasazena přímo na náboj hřídele převodovky a hřídele kola. Druhá je pak nasazena na hřídel převodovky a pomocí spojovacího hřídele kardanu je spojena s třetí spojkou, která je připevněna na sestavě pojezdového kola.



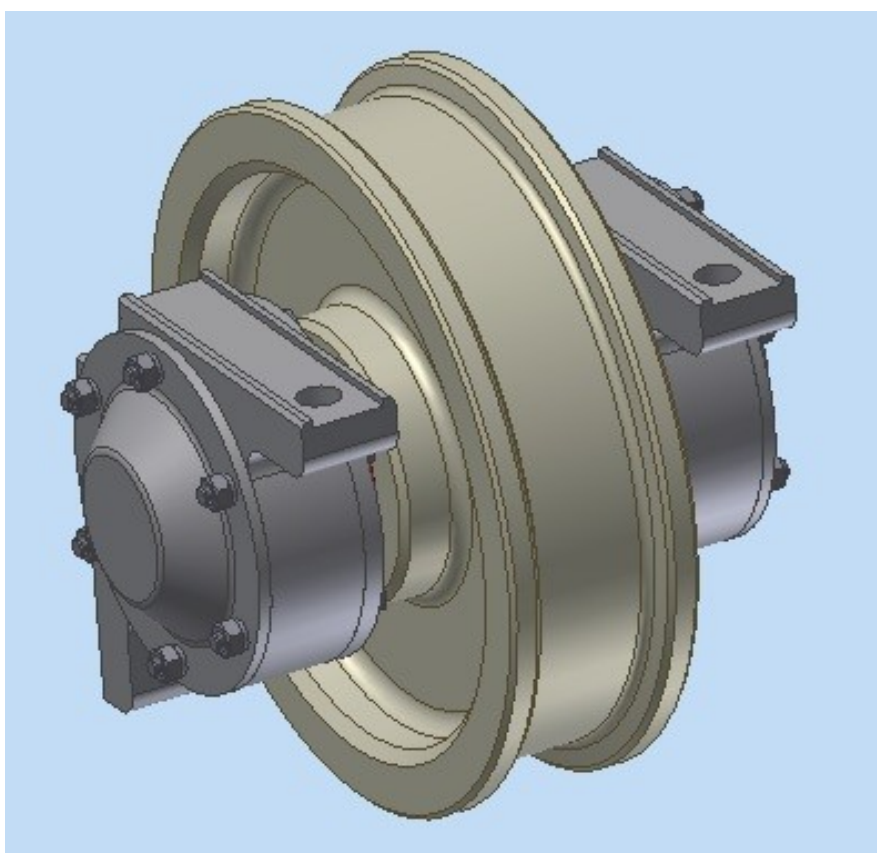
Obrázek 19 Spojka převodovky a pojezdového kola kočky

5.2.6 Sestava pojezdového kola kočky

Pro pojezd kočky jsou použity dvě sestavy pojezdových kol - hnací a hnaná. Pojezdové kolo je uloženo na hřídeli na kterých jsou nasazeny soudečková ložiska. Na nich je nasazen ložiskový domeček, pomocí kterého se připevní k rámu kočky pomocí šroubů. K ložiskovému domečku jsou připevněny víka, které zabraňují nečistotám dostat se dovnitř k ložisku. Obě ložiska u hnané sestavy jsou zajištěna pomocí KM matice a MB podložky. U hnací sestavy je takto zajištěno pouze jedno ložisko. Druhé ložisko je přitlačováno distančním kroužkem, který je u drážkovaného konce hřídele, který se nasune na spojku kola a převodovky. Jako pojezdové kolo je použito kolo s dvěma nákolky. Jeho průměr je 250 mm.



Obrázek 20 Pojezdové kolo kočky – hnací

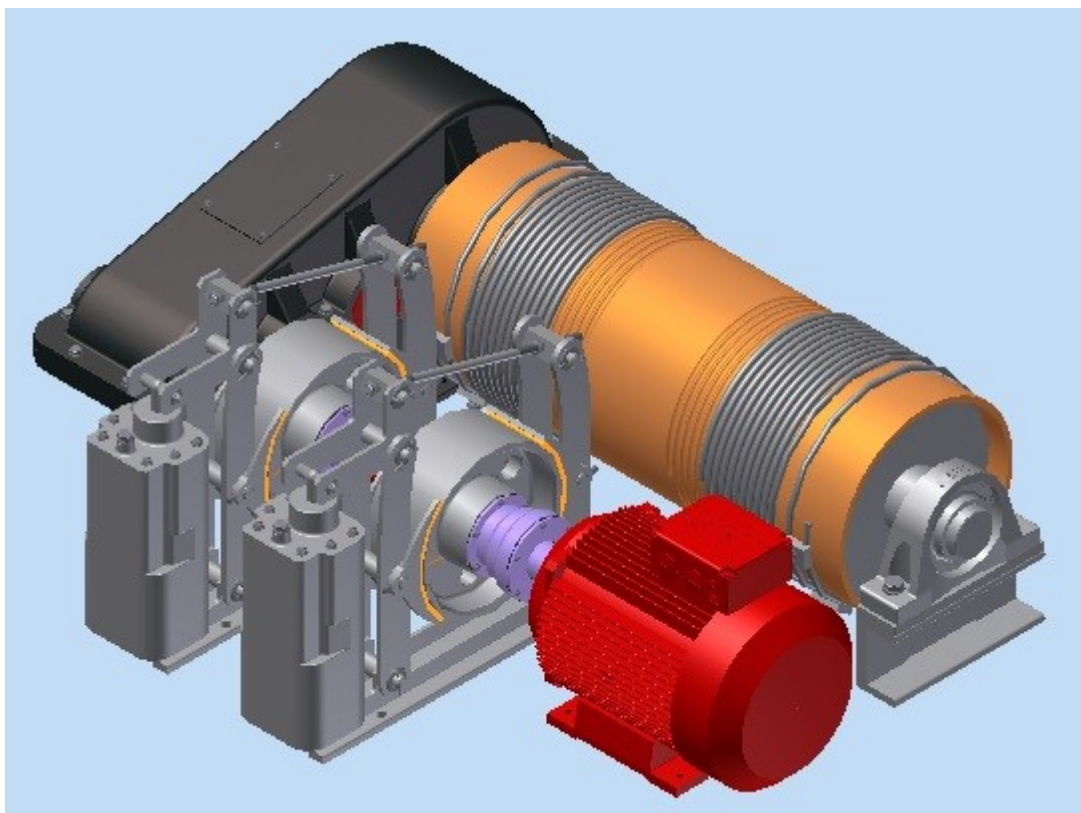


Obrázek 21 Pojezdové kolo kočky - hnané

5.3 Zdvihací zařízení kočky

Zdvihací zařízení kočky nám umožňuje zdvih a spouštění břemena. Rychlost zdvihu této kočky je 8m/min. Hlavní části zdvihacího ústrojí jsou:

- motor zdvihu
- spojka brzdy a motoru
- brzda zdvihu
- převodovka zdvihu
- spojka bubnu a převodovky
- lanový buben
- lano
- blok kladnice



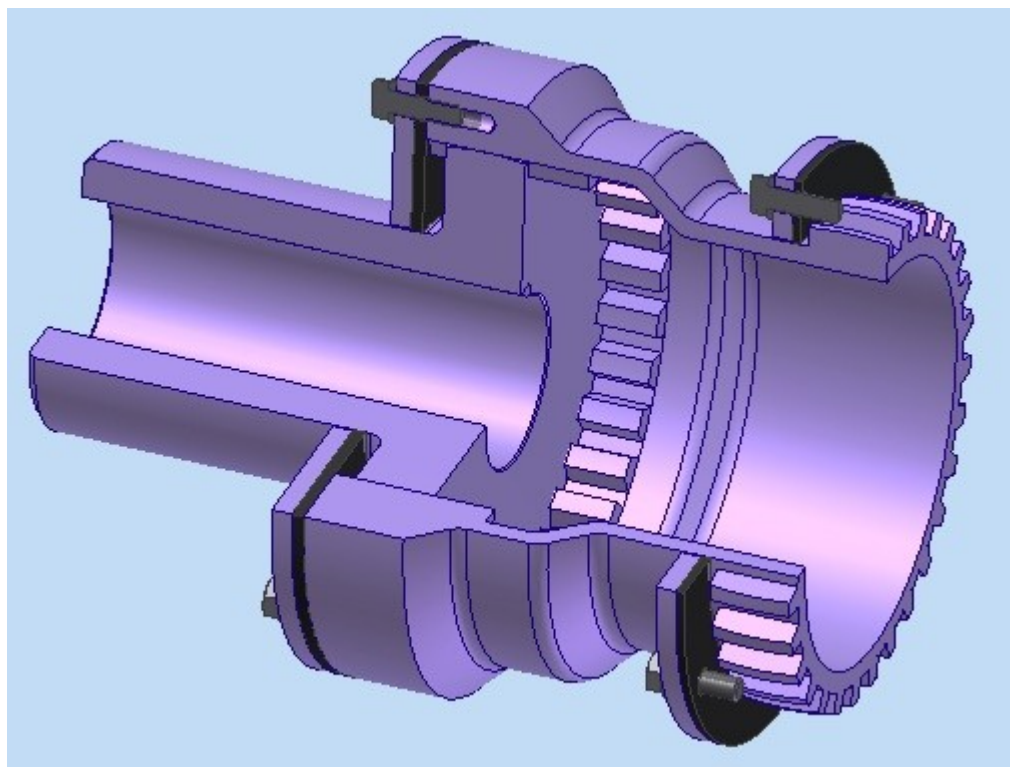
Obrázek 22 Zdvihací zařízení kočky

5.3.1 Motor zdvihu

Pro zdvih jeřábové kočky je použit asynchronní motor s kotvou na krátko o výkonu 11kW a 775 ot/min.

5.3.2 Spojka brzdy a motoru

Pro spojení brzdy a motoru je použita zubová spojka. Princip této spojky je stejný, jako u zubové spojky pojezdu kočky. Liší se pouze jejími rozměry. Na hřídel motoru se nasadí náboj s vnějším ozubením, na který se nasadí zvonek s vnitřním ozubením. Zvonek má i vnější ozubení, které se zasune do bubnu brzdy a zajistí se víkem, které se přišroubuje k bubnu brzdy. Mezi víkem a bubnem brzdy je gumový kroužek, který zabraňuje poškození zubů narážením o víko.

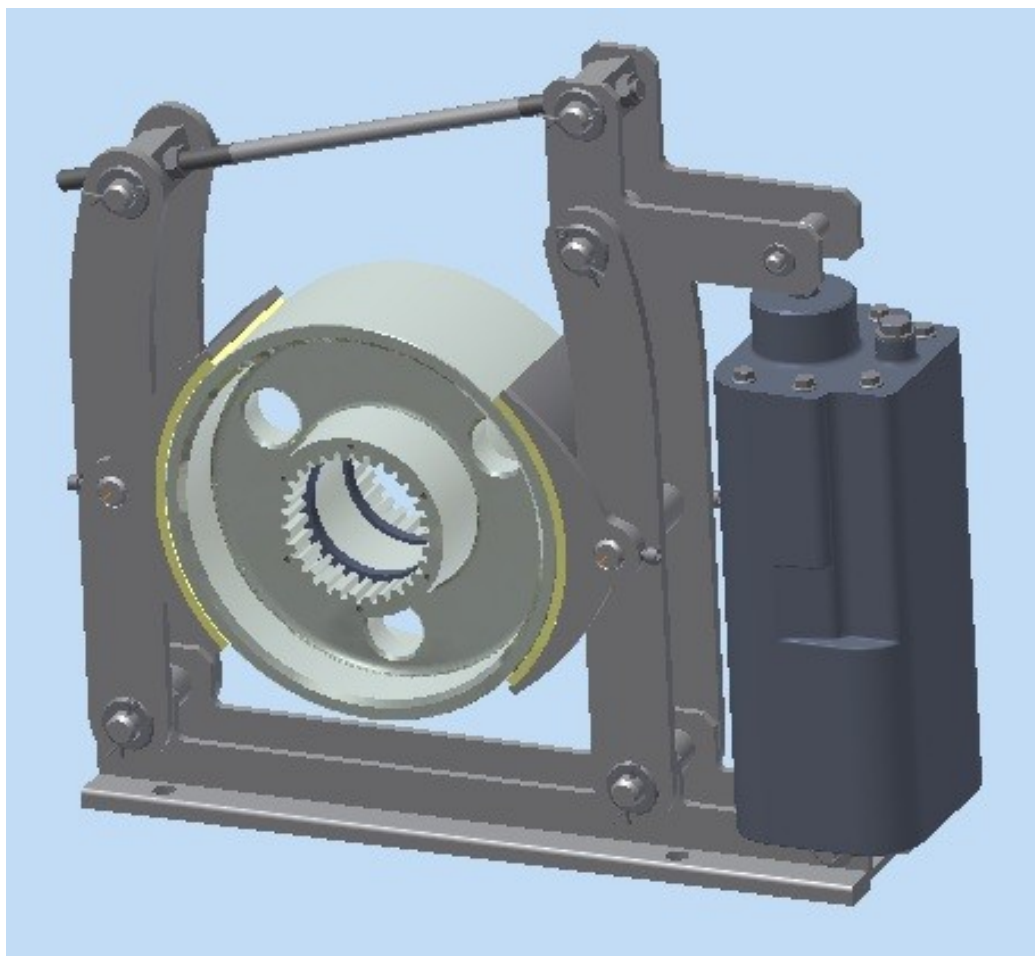


Obrázek 23 Spojka motoru zdvihu a brzdy zdvihu

5.3.3 Brzda zdvihu

Pro zdvih jsou použity dvě totožné brzdy s průměrem bubnu 320 mm. Tento typ brzdy je určen zejména pro ovládání zdvihových mechanismů. Tyto brzdy jsou k sobě připojeny pomocí Náboje s vnějším ozubením, který se vloží do vnitřního ozubení bubnu. Tyto náboje se k sobě spojí pomocí drážkovaného hřídele. Brzda je ovládaná pomocí elektrohydraulického odbrzdovače, který je připevněn k základní desce. Na základní desce, která se připevní k rámu kočky pomocí šroubů, jsou pomocí čepových spojů připevněny táhla na kterých jsou upevněny čelisti brzdy s bezazbestovým brzdovým obložením, které je k čelisti přilepeno. Čelisti jsou připevněny pomocí kolíkových spojů a ty jsou ještě pojištěny šroubem. Celá sestava je pak řešena jako kloubová soustava pák.

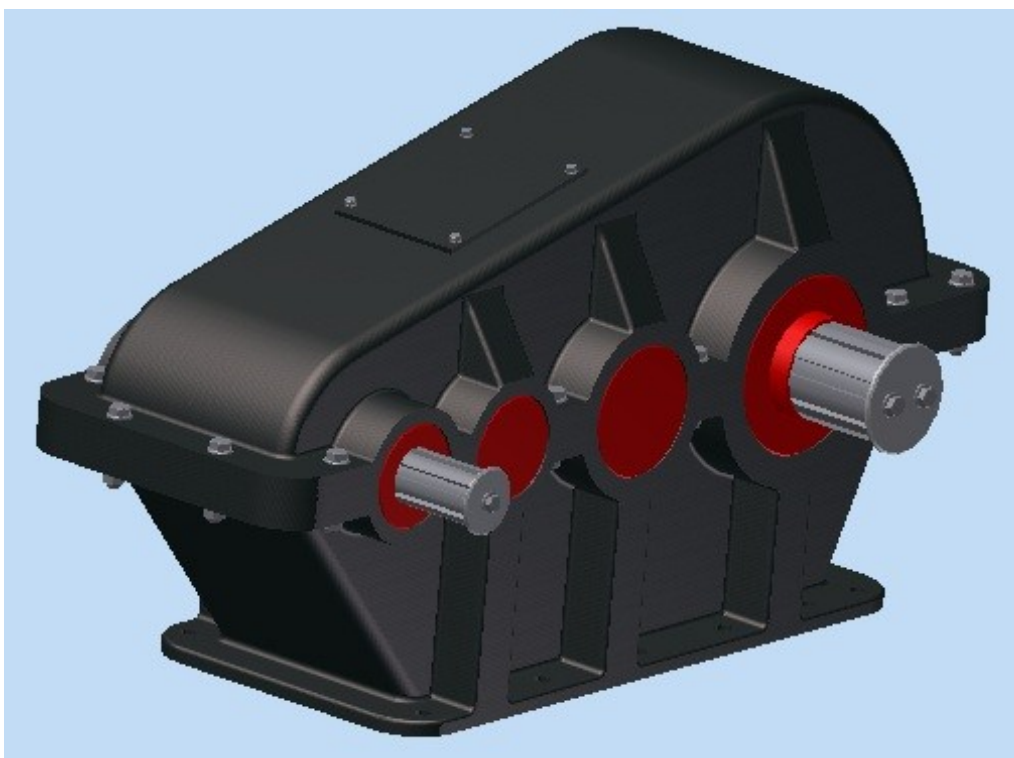
V klidovém stavu je brzda zabrzděna, pokud přivedeme proud, tak se brzda odbrzdí a zdvihací zařízení bude v chodu.



Obrázek 24 Brzda zdvihu

5.3.4 Převodovka zdvihu

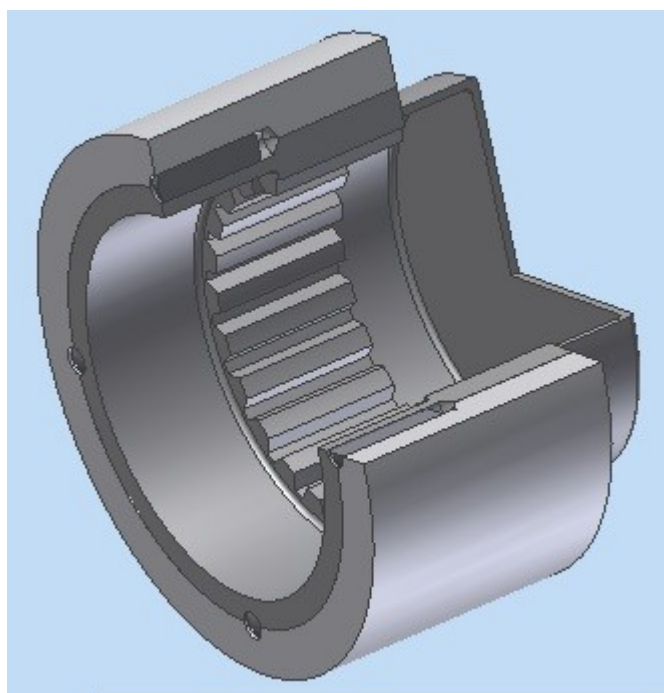
Pro zdvih je použita třístupňová převodovka s čelními ozubenými koly. Celkový převodový poměr této převodovky je $i_c = 53,44$. Vstupní hřídel převodovky má drážkovaný konec, na který se nasadí zubová spojka, která se připojí a přišroubuje k bubnu brzdy zdvihu. Hřídele jsou uloženy v kuželíkových ložiscích, které sice výrazně dražší, ale snesou daleko větší zatížení než obyčejná kuličková ložiska. Výstupní hřídel je vyveden na stejné straně jako vstupní hřídel. Ten se připojí ke spojce převodovky a lanového bubnu. Skříň převodovky musí být velmi tuhé konstrukce a musí dobře tlumit chvění. Proto je odlita ze šedé litiny. Převodovky je připevněna k jeřábové kočce pomocí šroubů. Jelikož je těžká, je umístěna přímo na příčném nosníku rámu kočky.



Obrázek 25 Převodovka zdvihu

5.3.5 Spojka převodovky a lanového bubnu

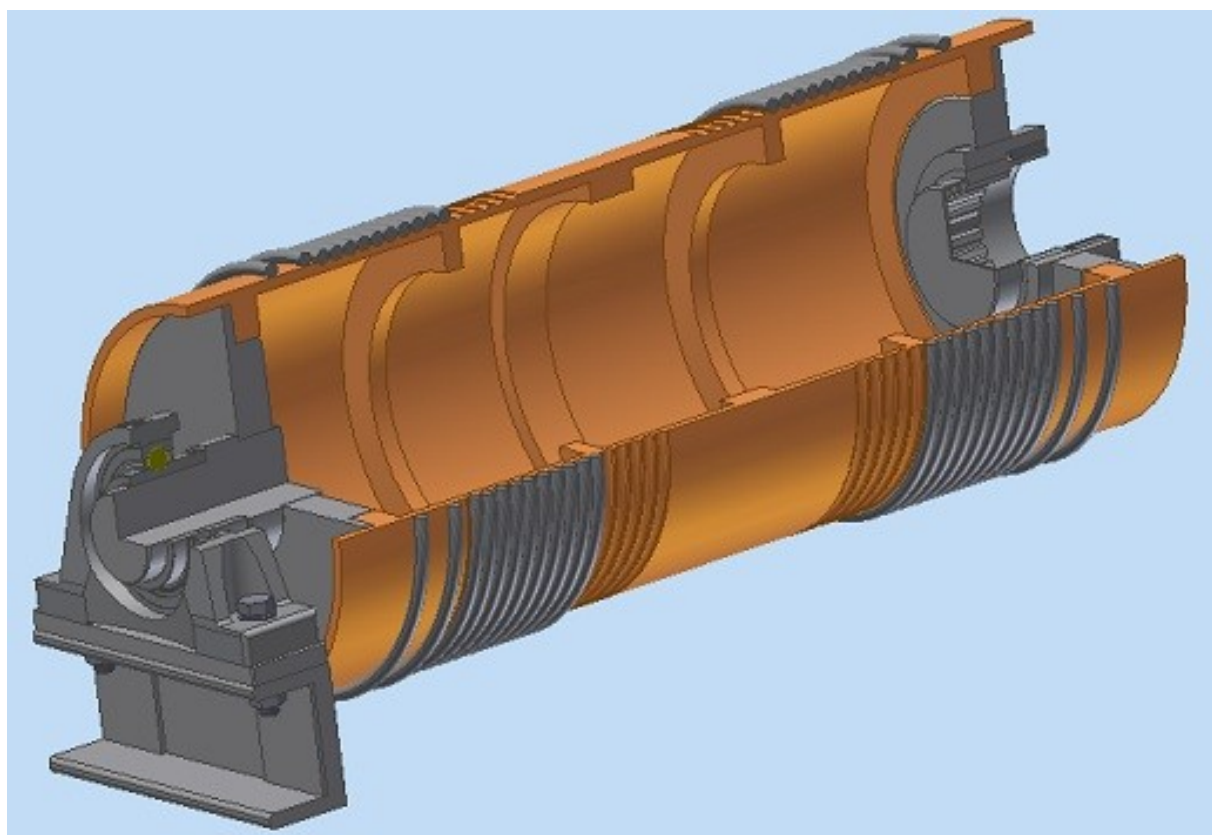
Spojku tvoří dvě část. Náboj na hřídel převodovky a náboj bubnu. Náboj převodovky má drážkování, které se nasadí na hřídel převodovky a zajistí se přitlačným kroužkem a dvěma šrouby. Tento náboj má také vnější ozubení. Náboj bubnu má vnitřní ozubení. Tento náboj se nalisuje do bubnu, a zajistí se pomocí čtyřech spárových kolíků.



Obrázek 26 Spojka převodovky a lanového bubnu

5.3.6 Lanový buben

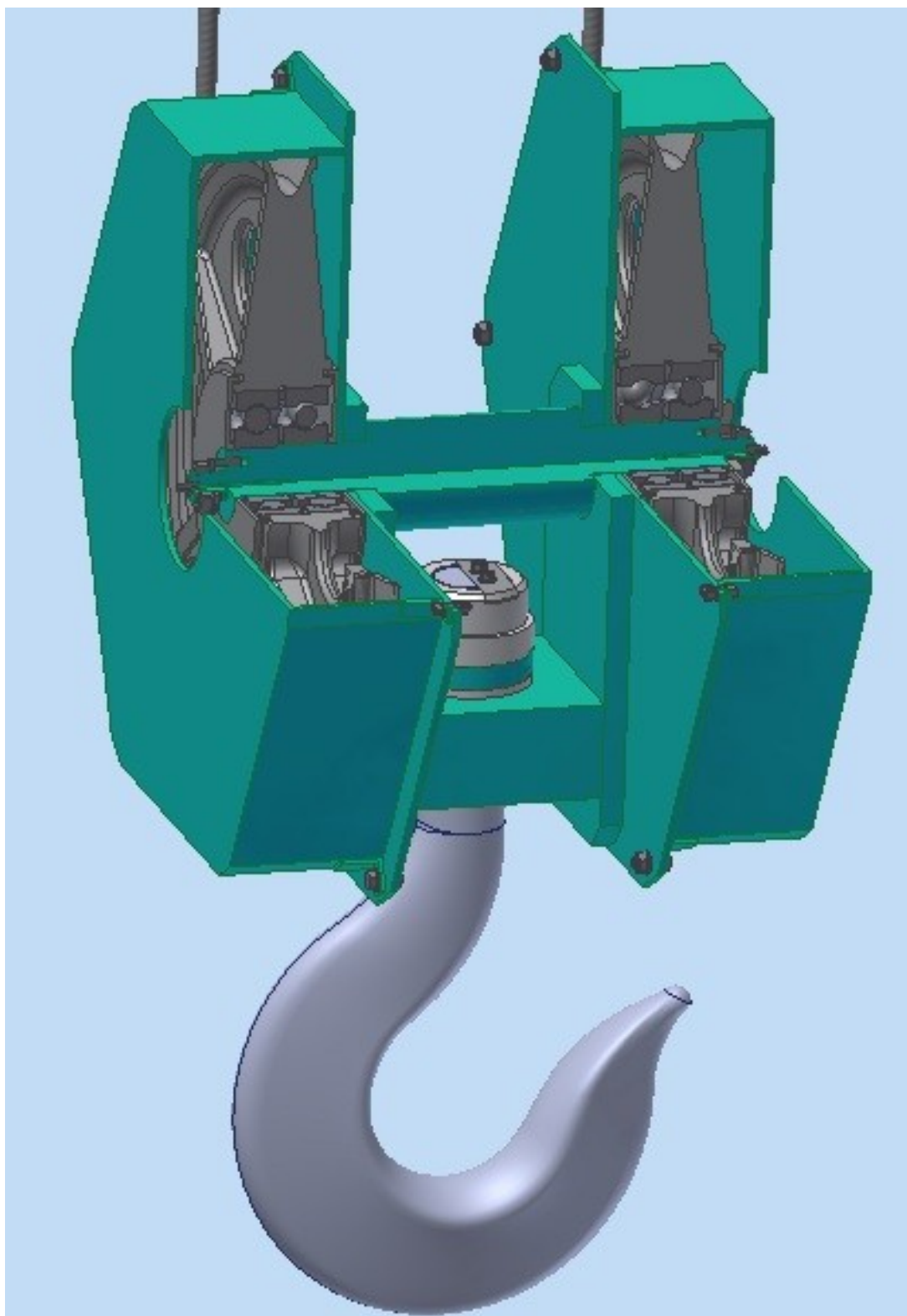
Lanový buben je tvořen jeho pláštěm, který tvoří jeho hlavní část. tloušťka stěny pláště by neměla být menší než 0,8 průměru lana. Buben je vyztužen několika mezikružními, které se přivaří dovnitř pláště bubnu. Na konce bubnu se přivaří víka, na jedné straně je ve víku otvor pro nalisování náboje spojky s převodovkou, a na druhé straně je do víka přivařen čep, který se uloží do ložiskového domečku. Průměry bubnů jsou normalizovány stejnou řadou, jako průměry lanových kladek. Tento konkrétní průměr bubnu je 400 mm a jeho délka je 1m. V bubnu musí být vyfrézovaná šroubovitá drážka na lano, ta je také normalizovaná. Pokud by někde na této drážce vznikl ostrý přechod, musí se zaoblit, protože by se o něj lano mohlo poškodit. Na tomto bubnu je 15 závitů drážky. Buben je dvojitý, to znamená, že na obou stranách bubnu jsou vyfrézovány drážky pro lano. Buben je připojen přes spojku k převodovce, a je uložen ve valivých ložiscích – na jedné straně je použito právě kuželíkové ložisko, které je společné s převodovkou. Na druhé straně je buben uložen v ložiskovém domečku s valivým kuličkovým ložiskem. Lano je na bubnu uchyceno pomocí příložek - v příložce je drážka, do které zapadne lano a ta se pak pomocí závrtného šroubu zašroubuje do bubnu.



Obrázek 27 Sestava lanového bubnu

5.3.7 Blok kladnice

Blok kladnice tvoří dvě lanové kladky, které jsou uloženy na čepu ve valivých ložiscích. Pod každou kladkou sou dvě kuličková ložiska, mezi ložisky je v kladce drážka, do které se vloží pojistný kroužek pro díry, který přesně vymezí polohu obou ložisek. Dalším důvodem je mazání ložiska – v čepu je vyvrtaná maznice, pomocí které se tlačí k ložiskům mazací tuk. Z druhé strany je ložisko utěsněno labyrintovým těsněním, které tvoří plech, jehož okraj zasahuje do drážky v kladce. Labyrintové těsnění je zajištěno proti otáčení přitlačenou podložkou, které se pomocí kolíku připevní přes toto těsnění do čepu kladnice. I tato podložka se ještě zajistí a to pomocí obyčejné podložky a nízkou maticí. Takto upevněná kladka je přikryta krycími plechy. K zadnímu krytu je přivařen tažný plech. Do tažného plechu je vyvrtán otvor, do kterého se vloží kostka, která má válcové konce. Na válcových koncích je drážka, na kterou se položí pás pechu a přišroubuje se do tažného plechu. Tím se zajistí, aby se kostka nevysunula z tažného plechu. V kostce je vyvrtán průchozí otvor, který má válcové zahloubení, a do kterého se vloží hák který je zakončen závitem. Do tohoto zahloubení se vloží podložka, na kterou přijde axiální kuličkové ložisko. To se zajistí pomocí matice, která se našroubuje na závit háku. Aby se matice nepovolila a tím se i neuvolnil hák, je přes matici i hák vyfrézována drážka, do které se vloží plech, a ten se pak přišroubuje k háku.



Obrázek 28 Blok kladnice

6 Závěr

Cílem mé práce bylo vytvoření 3D modelu dvounosníkového mostového jeřábu a zpracování textové části k této problematice. Vytvoření 3D modelu bylo velmi náročné jak z hlediska časového, tak i na nároky výpočetní techniky, kterou jsem měl k dispozici. Problémy při tvorbě 3D modelu vznikaly kvůli neúplné výkresové dokumentaci, kterou je prakticky nemožné celou zajistit kvůli její obsáhlosti. Největší problém nastal pak při modelování lanového bubnu, který má složitou geometrii, což bylo velmi náročné na výpočetní výkon použitého počítače. Počítač nebyl primárně určen pro řešení takto výkonově náročných úloh. Další problémem bylo vymodelování samotného lana ze stejných důvodů jako lanový buben.

V textové části jsem v druhé kapitole nastínil základní rozdělení jeřábů. Ve 3. kapitole jsem se již zabýval konkrétním dvounosníkovým mostovým jeřábem, konkrétně jeho nosnou konstrukcí. V další kapitole jsem popsal pojezdové ústrojí mostu jeřábu a jeho jednotlivé části. V páté kapitole jsem se zabýval jeřábovou kočkou. Tuto obsáhlou kapitolu jsem si rozdělil na tři části, v první části jsem řešil konstrukci rámu kočky. V druhé pak řešení pohonu kočky a jeho jednotlivé části. V poslední části jsem se zabýval zdvihacím ústrojím a jeho jednotlivými díly.

Celkově pro mě tato práce byla velkým přínosem, protože jsem zdokonalil své dovednosti ve 3D modelování a psaní odborných prací.

Anotace

Příjmení a jméno:	Petr Škrabal
Škola:	SPŠ strojnická, Olomouc, tř. 17. listopadu 49
Název práce:	Dvounosníkový mostový jeřáb
Vedoucí práce:	Ing. Boris Šmárik
Počet stran:	43
Počet příloh:	6
Počet zdrojů:	6
Klíčová slova.	jeřáb most nosník jeřábová kočka nosnost pojezd zdvih Kladka buben příčník nosná konstrukce

V mé práci jsem se zabýval dvounosníkovým mostovým jeřábem a vytvořením jeho 3D modelu v programu Autodesk Inventor 2011. V textové části jsem nastínil základní rozdělení jeřábů, dále pak jeho jednotlivé části – nosnou konstrukcí, pojezdové a zdvihací ústrojí.

Resume

V mé práci jsem se zabýval dvounosníkovým mostovým jeřábem a vytvořením jeho 3D modelu v programu Autodesk Inventor 2011. V textové části jsem nastínil základní rozdělení jeřábů, dále pak jeho jednotlivé části – nosnou konstrukcí, pojezdové a zdvihací ústrojí.

In my work I dealt with two beams bridge crane, and by creating a 3D model in Autodesk Inventor 2011th The text section I outlined the basic division of cranes, as well as its individual parts - supporting structure, sliding and lifting mechanism.

Seznam literatury a dalších zdrojů

1. **Kemka, Vladislav, Barták, Jiří a Milčák, Petr.** *Stavba a provoz strojů Stroje a zařízení.* Praha : Informatorium, 2009. str. 280. ISBN 978-80-7333-075-0.
2. **Leinveber, Jan a Vávra, Pavel.** *Strojnické Tabulky.* Úvaly : Albra - pedagogické nakladatelství, 2008. str. 914. ISBN 978-80-7361-051-7.
3. **Remta, František a Kupka, Ladislav.** *Jeřáby II. díl.* Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1958. str. 388. ISBN neudáno.
4. **Matěja, Josef.** *Návrh dvounosníkového jeřábového mostu 50t.* [Dokument v PDF] Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. ISBN neudáno.
5. **Franc, Šimon.** *Koncepční návrh mostového jeřábu 8t.* [dokument v PDF] Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. ISBN neudáno.
6. *gigasro.cz.* [Online] GIGA spol. s r.o., 3. červen 1999. [Citace: 21. únor 2012.] <http://www.gigasro.cz/>.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Vymodelovaný dvounosníkový mostový jeřáb	5
Obrázek 2 Mostový dvounosníkový jeřáb	6
Obrázek 3 Podvěsný mostový jeřáb	8
Obrázek 4 Nosná konstrukce	9
Obrázek 5 Plošiny se zábradlím	10
Obrázek 6 Sestava pojezdu mostu	11
Obrázek 7 Zubová spojka	12
Obrázek 8 Brzda pojezdu mostu	13
Obrázek 9 Převodovka pojezdu mostu	14
Obrázek 10 Spojka převodovky a pojezdového kola	15
Obrázek 11 Sestava pojezdového kola – hnací	16
Obrázek 12 Sestava pojezdového kola - hnaná	16
Obrázek 13 Jeřábová kočka	17
Obrázek 14 Rám kočky	18
Obrázek 15 Sestava pojezdu kočky	19
Obrázek 16 Spojka motoru a brzdy - pojezd kočky	20
Obrázek 17 Brzda pojezdu kočky	21
Obrázek 18 Převodovka pojezdu kočky	22
Obrázek 19 Spojka převodovky a pojezdového kola kočky	23
Obrázek 20 Pojezdové kolo kočky – hnací	24
Obrázek 21 Pojezdové kolo kočky - hnané	24
Obrázek 22 Zdvihací zařízení kočky	25
Obrázek 23 Spojka motoru zdvihu a brzdy zdvihu	26
Obrázek 24 Brzda zdvihu	27
Obrázek 25 Převodovka zdvihu	28
Obrázek 26 Spojka převodovky a lanového bubnu	28
Obrázek 27 Sestava lanového bubnu	29
Obrázek 28 Blok kladnice	31

Cizojazyčný slovník

jeřáb	crane
most	bridge
nosník	beam
jeřábová kočka	crane cat
nosnost	capacity
pojezd	Running gear
zdvih	lift
lanová kladka	rope pulley
lanový buben	rope drum
příčník	crossmember
nosná konstrukce	carrier construction

Přílohy

Příloha 1 – Statický výpočet mostu jeřábu.

Příloha 2 – Seznam operací z programu SurfCam.

Příloha 3 – Výkres sestavy pojezdového kola mostu.

Příloha 4 – Výkres hřídele pojezdu kola.

Příloha 5 – Výkres pojezdového kola mostu jeřábu.

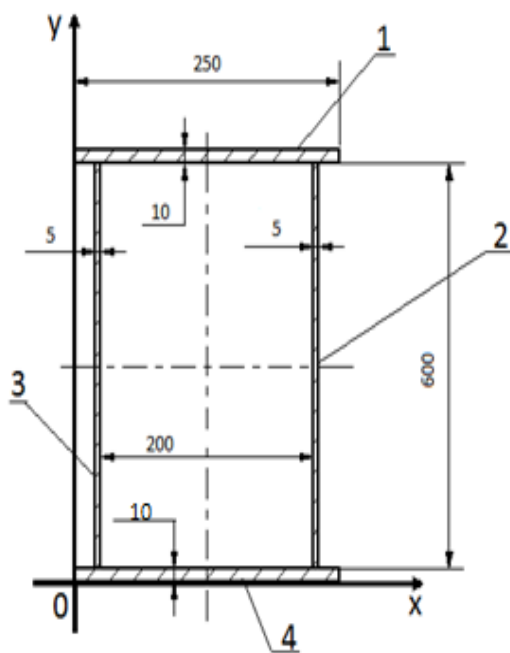
Příloha 6 – Výkres sestavy jeřábu.

Příloha 1 Statický výpočet mostu jeřábu

	<p>Statický výpočet mostu jeřábu.</p> <p>rozpětí $L(\text{mm})= 11400$ maximální hmotnost břemene $m_b(\text{kg})= 5000$ váha kočky $m_k(\text{kg})= 1987$ hmotnost mostu jeřábu $m_m(\text{kg})= 1058$</p> <p>Výpočet zatěžujících sil: gravitační zrychlení $g= 10$</p> <p>a) <u>Síla od břemene:</u></p> $F_b = m_b * g$ <p style="text-align: right;">$F_b(\text{N})= 50000$</p> <p>b) <u>Síla od váhy kočky:</u></p> $F_k = m_k * g$ <p style="text-align: right;">$F_k(\text{N})= 19870$</p> <p>c) <u>Síla od hmotnosti mostu:</u></p> $F_m = m_m * g$ <p style="text-align: right;">$F_m(\text{N})= 10580$</p> <p>Síla zatěžující jeden nosník: <u>Uvažuji nejhorší variantu zatížení - síla od váhy mostu jeřábu jako osamělou sílu která zatěžuje nosník na rameni $L/2$.</u></p> $F = \frac{F_b + F_k}{2} + F_m$ <p style="text-align: right;">$F(\text{N})= 45515$</p> <p>Maximální ohybový moment:</p> $M_o = F * \frac{L}{2}$ <p style="text-align: right;">$M_o(\text{N/m})= 259,44$</p>	

Výpočet těžiště profilu mostu jeřábu:

rozměry nosníku :



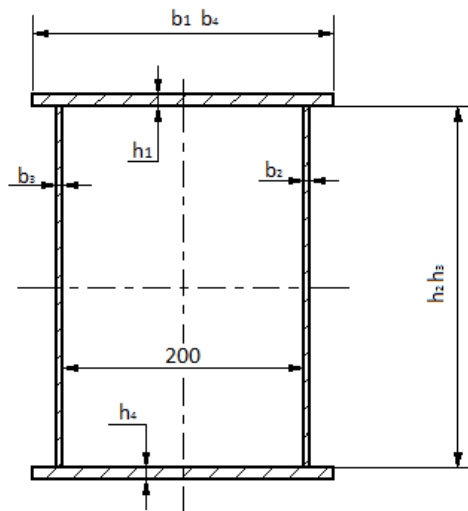
$b_1(\text{mm})=$	250
$h_1(\text{mm})=$	10
$b_2(\text{mm})=$	5
$h_2(\text{mm})=$	600
$b_3(\text{mm})=$	5
$h_3(\text{mm})=$	600
$b_4(\text{mm})=$	250
$h_4(\text{mm})=$	10
$x_{T1}(\text{mm})=$	125
$x_{T2}(\text{mm})=$	227,5
$x_{T3}(\text{mm})=$	22,5
$x_{T4}(\text{mm})=$	125
$y_{T1}(\text{mm})=$	615
$y_{T2}(\text{mm})=$	310
$y_{T3}(\text{mm})=$	310
$y_{T4}(\text{mm})=$	5

Protože je průřez nosníku souměrný podle osy x i podle osy y celkové těžiště je:

$$x_{Tc}(\text{mm})= 125$$

$$y_{Tc}(\text{mm})= 310$$

Výpočet průřezu nosníku na ohyb podle Steinerovy věty



$$b_1(\text{mm})= 250$$

$$h_1(\text{mm})= 10$$

$$b_2(\text{mm})= 5$$

$$h_2(\text{mm})= 600$$

$$b_3(\text{mm})= 5$$

$$h_3(\text{mm})= 600$$

$$b_4(\text{mm})= 250$$

$$h_4(\text{mm})= 10$$

$$a_1(\text{mm})= 305$$

$$a_2(\text{mm})= 0$$

$$a_3(\text{mm})= 0$$

$$a_4(\text{mm})= 305$$

$$h(\text{mm})= 620$$

$$J_{x1} = \frac{1}{12} * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * a_1^3$$

$$J_{x1}(\text{mm}^4)= 232583333$$

$$J_{x2} = \frac{1}{12} * b_2 * h_2^3 + b_2 * h_2 * a_2^3$$

$$J_{x2}(\text{mm}^4)= 90000000$$

$$J_{x1} = J_{x4}$$

$$J_{x2} = J_{x3}$$

$$J_x = J_{x1} + J_{x2} + J_{x3} + J_{x4}$$

$$J_x(\text{mm}^4)= 645166667$$

$$W_o = \frac{J_x}{h/2}$$

$$W_o(\text{m}^3)= 2,08$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do}$$

$$\sigma_o(\text{MPa})= 124,7$$

$$\sigma_{Do}(\text{MPa})= 135$$

$$\sigma_o < \sigma_{Do}$$

VYHOVUJE

Příloha 2 - Seznam operací z programu SurfCam

SURFCAM		OPERATIONS LIST									
Date:		Mon Apr 23 2012									
Time:		09:33:38									
Output Filename:		kotvící_část.INC									
Tool Number	Operation	Plunge Rate	Feed Rate	Spindle Speed	Min X	Min Y	Min Z	Max X	Max Y	Max Z	Cycle Time
169	2 Osé Obrábění Vrchlíku	82.064	164.13 mm/min	219 ot/min	-130.0000	-51.0000	55.0000	379.7952	258.2771	65.0000	0:30:27
143	2 Osé Obrábění Kontury	93.710	187.42 mm/min	293 ot/min	-103.5000	-103.5000	20.0000	353.2952	353.7048	100.0000	4:52:50
143	2osy Správa Děř	-	106.49 mm/min	666 ot/min	14.7952	67.0577	-3.3047	194.7952	222.9423	100.0000	0:3:40
25	2 Osé Kapsování	93.710	187.42 mm/min	293 ot/min	42.2952	82.5000	-2.0000	167.2952	207.5000	118.0000	1:1:10
162	2 Osé Obrábění Kontury	475.873	951.75 mm/min	1464 ot/min	32.2952	72.5000	53.0000	177.2952	217.5000	118.0000	0:0:30
162	2 Osé Obrábění Kontury	343.178	686.36 mm/min	915 ot/min	-4.0000	-0.0000	53.0000	-4.0000	195.0000	118.0000	0:0:20
162	2 Osé Obrábění Kontury	329.451	658.90 mm/min	732 ot/min	54.7952	255.2048	52.0000	249.7952	255.2048	118.0000	0:0:20
169	2 Osé Obrábění Vrchlíku	82.064	164.13 mm/min	219 ot/min	-130.0000	-51.0000	55.0000	380.2048	257.9048	118.0000	0:30:32
143	2 Osé Obrábění Kontury	93.710	187.42 mm/min	293 ot/min	-103.5000	-103.5000	35.0000	353.7048	353.2952	118.0000	2:26:27
162	2 Osé Obrábění Kontury	475.873	951.75 mm/min	1464 ot/min	32.7048	72.5000	53.0000	177.7048	217.5000	118.0000	0:0:30
162	2 Osé Obrábění Kontury	343.178	686.36 mm/min	915 ot/min	-4.0000	0.0000	53.0000	-4.0000	195.0000	118.0000	0:0:19
162	2 Osé Obrábění Kontury	343.178	686.36 mm/min	915 ot/min	55.2048	253.7952	53.0000	250.2048	253.7952	118.0000	0:0:19
1	2 Osé Obrábění Kontury	6.350	12.70 mm/min	183 ot/min	20.0000	0.0000	0.0000	20.0000	195.0000	118.0000	0:16:59
22	2osy Správa Děř	-	117.14 mm/min	732 ot/min	20.0000	27.5000	-43.0043	20.0000	27.5000	118.0000	0:0:26
39	2osy Správa Děř	-	113.14 mm/min	333 ot/min	20.0000	27.5000	-46.6095	20.0000	27.5000	118.0000	0:0:28
2	2 Osé Obrábění Kontury	6.350	12.70 mm/min	183 ot/min	20.0000	0.0000	0.0000	20.0000	195.0000	118.0000	0:16:57
22	2osy Správa Děř	-	117.14 mm/min	732 ot/min	20.0000	27.5000	-43.0043	20.0000	27.5000	118.0000	0:0:26
39	2osy Správa Děř	-	113.14 mm/min	333 ot/min	20.0000	27.5000	-46.6095	20.0000	27.5000	118.0000	0:0:28
Overall					-130.0000	-103.5000	-46.6095	380.2048	353.7048	118.0000	10:3:15

Operation Number	Tool Number	Comments	
1	169	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	80mm dia - 5 flt - Carbide Insert Mill
2	145	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	25mm - 4 flute - HSS Endmill
3	25	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	11.0mm HSS Drill
4	145	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	25mm - 4 flute - HSS Endmill
5	161	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	5mm - 3.5 flt - 45 Deg - Chamfer
6	162	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	8mm - 4.0 flt - 45 Deg - Chamfer
7	163	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	10mm - 5.0 flt - 45 Deg - Chamfer
8	169	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	80mm dia - 5 flt - Carbide Insert Mill
9	145	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	25mm - 4 flute - HSS Endmill
10	161	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	5mm - 3.5 flt - 45 Deg - Chamfer
11	162	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	8mm - 4.0 flt - 45 Deg - Chamfer
12	162	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	8mm - 4.0 flt - 45 Deg - Chamfer
13	1	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	
14	22	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	10.0mm HSS Drill
15	39	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	22.0mm HSS Drill
16	2	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	
17	22	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	10.0mm HSS Drill
18	39	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	22.0mm HSS Drill