



# **Středoškolská technika 2019**

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

## **Dvoustupňová převodovka s čelními ozubenými koly**

**Jaromír Moureček**

Střední průmyslová škola strojní a elektrotechnická

Dukelská 13, České Budějovice

# **Odborná maturitní práce**

**Dvoustupňová převodovka s čelními ozubenými koly**

Jméno a příjmení – **Jaromír Moureček**

Vedoucí ročníkové práce – **Ing. Petr Kroupa**

Předmět – **Stavba a provoz strojů**

Rok – **2018/2019**

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval sám za použití uvedené literatury, internetových zdrojů a pod vedením Ing. Petra Kroupy a firmy Nástrojárna CB s.r.o.

V Českých Budějovicích dne 2. 3. 2019

**Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu práce ing. Petru Kroupovi za umožnění vypracovat odbornou maturitní práci a za jeho cenné rady, odbornou pomoc a připomínky.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Vilému Čejkovi, Ing. Ludvíkovi Čermákovi a Ing. Alfredu Belkovi za jejich ochotu, odbornou pomoc a rady, za zpřístupnění školních učeben a laboratoří a za zapůjčení školních pomůcek, které mi umožnily vypracovat tuto práci. Také bych rád poděkoval Mgr. Ludmile Petržalové, paní učitelce českého jazyka, za odborné rady formální úpravy, a třídní učitelce Ing. Lence Schwagerové za pomoc při sestavení výrobního postupu.

Dále bych chtěl poděkovat zástupcům firmy Nástrojárna CB s.r.o., kteří byli ochotni posoudit moji maturitní práci a zároveň mi umožnili seznámit se s jejich pracovními postupy. Děkuji za výrobu součástky, bez které by nebylo možné maturitní práci dokončit.

# Zadání odborné maturitní práce

Jméno a příjmení: **Jaromír Moureček**

Datum narození: **24. 7. 1999**

Třída: **4.SA**

Téma maturitní práce: **Návrh převodovky**

Navrhnete dvoustupňovou převodovku s čelními ozubenými koly a přímými zuby, která je určena pro univerzální použití pro pohon malých dopravních zařízení. Zadané parametry jsou přílohou tohoto zadání.

## Požadované dílčí body práce:

1. Charakteristika problematiky řešení zadané úlohy. Uvedení možností konstrukčního provedení a posouzení výhod a nevýhod jednotlivých uspořádání. Výběr varianty s uvedením postupu konstrukčního řešení.
2. Podle vybrané varianty vypracovat podrobnější návrh celkového uspořádání s označením hlavních částí převodovky.
3. Pevnostní a rozměrový výpočet všech funkčních částí převodovky.
4. Výkresová dokumentace — výkres sestavy, výrobní výkresy všech nenormalizovaných součástí
5. Vytvořit výrobní postup a program Kovoprog na výrobu vstupního hřídele převodovky.
6. Vytvořit program Solidedge na výrobu výstupního ozubeného kola ve spolupráci s firmou Nástrojárna CB s r.o.
7. Zúčastnit se programování obráběcího stroje podle dodaného programu a výroby výstupního ozubeného kola ve firmě Nástrojárna CB s.r.o.
8. Provést rozměrovou kontrolu vyrobeného ozubeného a vypracovat protokol z této kontroly.
9. Na základě zjištěných výsledků z kontroly uvést opatření pro odstranění případných chyb a nepřesností.
10. Připravit prezentaci pro obhajobu vytvořené maturitní práce na PC

## Cíl odborné maturitní práce:

Provéřit znalosti studentů získané po dobu studia z odborných předmětů (stavba a provoz strojů, mechanika, konstruování pomocí počítače a kontroly a měření) návrhem praktického zařízení.

Rozsah práce:

Textová část doplněná stručnou charakteristikou řešené problematiky, potřebnými náčrtky, schémata a tabulkami a výpočtová část v rozsahu minimálně 15 stran strojně psaného textu. Výkresová dokumentace bude obsahovat výkres sestavy a výrobní výkresy všech nenormalizovaných součástí na pausovací papír tuží nebo vytištěné z PC. Výrobní postup výroby vstupního hřídele s programem Kovoprog. Výrobní program na výrobu výstupního ozubeného kola v Solidedge a protokol z kontroly vyrobeného ozubeného kola s návrhem opatření na zlepšení přesnosti a kvality povrchu.

Termín odevzdání: 31. 3. 2019

Vedoucí práce: Ing. Petr Kroupa

Oponent: Ing. Zdeněk Doležal

Kritéria hodnocení: Hodnotí se kvalita vypracování dokumentace, správnost výpočtů a funkčnost navrženého zařízení

V Českých Budějovicích 23. 10. 2018

Mgr. Jaroslav Koreš, Ph.D.

Ředitel Střední průmyslové školy strojní a elektrotechnické v Českých Budějovicích

**Dvoustupňová převodovka s čelními ozubenými koly**

Navrhňte převodovku následujících parametrů

|  |                           |                                  |   |
|--|---------------------------|----------------------------------|---|
| Dvoustupňová převodovka s čelními koly |                           | Školní rok: 2018/2019 třída:4.SA |   |
| P=5,5kW , i = 20                       |                           | Jméno studenta: Moureček Jaromír |   |
| Druh převodovky                        |                           | Se dvěma páry ozubených kol      |   |
| Parametry                              | Jmenovitý výkon           | kW                               | 5,5                                     |
|  | Jmenovitý krouticí moment | Nm                               |   |
|  | Maximální krouticí moment | Nm                               |   |
|  | Otáčky hřídele 1          | 1/min                            | 1150                                    |
|  | Výstupní otáčky           | 1/min                            |   |
|  | Celkové převodové číslo   |                                  | 20+-2,5%                                |
|  | Druh mazacího oleje       |                                  | PP-80                                   |
|  | Potřebné množství oleje   | dm <sup>3</sup>                  |   |
|  | Maximální hlučnost        | dB                               | 75+-5                                   |
|  | Smysl otáčení             |                                  | oba                                     |
|  | Životnost                 | hod                              | 10000                                   |
|  | Počet kusů                |                                  | 100                                     |
|  | Druh pohonu               |                                  | asynchronní elektromotor                |
|  | Dynamické účinky na přev. |                                  | 1,5Mk jmenovitého                       |
|  | Prostředí převodovky      |                                  | Středně prašné prostředí, běžná vlhkost |
|  | Druh provozu              |                                  | Montážní hala                           |
|  | Zaručená účinnost         |                                  | 0,96                                    |
|  | Vyrovnaní soustrojí       | mm                               | -0,05                                   |
|  | Uložení soustrojí         |                                  | Na ocelový rám                          |
| Vzhled.podm.                           | Požadavky na tvar         |                                  | Snadné odstranění prachu                |
|  | Požadavky na barvu        |                                  | Hrášková zeleň                          |
|  | Označení převodovky       |                                  | Štítek hliníkový eloxovaný              |
| Počet stran                            |                           | Přílohy                          |   |

## **Obsah**

|   |    |
|---|----|
| 1. Průmyslové převodovky .....  | 9  |
| 2. Schéma konstrukčních provedení některých druhů převodovek .....          | 10 |
| 2.1. Převodovka s jedním čelním soukolím .....                              | 10 |
| 2.2. Převodovka s dvěma čelními soukolími .....                             | 10 |
| 2.3. Převodovka se dvěma čelními soukolími s hřídeli ve svislé rovině ..... | 11 |
| 2.4. Převodovka se dvěma čelními soukolími a se sousými hřídeli .....       | 11 |
| 2.5. Převodovka se třemi čelními soukolími.....                             | 12 |
| 2.6. Převodovka s jedním kuželovým soukolím .....                           | 12 |
| 2.7. Převodovka s jedním kuželovým a jedním čelním soukolím.....            | 13 |
| 2.8. Převodovka s jedním kuželovým a dvěma čelními soukolími .....          | 13 |
| 3. Dvoustupňová převodovka s čelními koly.....                              | 14 |
| 3.1. Varianta A .....   | 14 |
| 3.2. Varianta B.....  | 14 |
| 3.3. Varianta C .....   | 15 |
| 4. Konstrukce.....  | 16 |
| 4.1. Ozubená kola .....   | 16 |
| 4.2. Hřídele.....   | 18 |
| 4.3. Ložiska .....  | 21 |
| 4.4. Skříň převodovky .....   | 22 |
| 4.5. Víka .....   | 25 |
| 4.6. Těsnicí prvek pro rotační hřídele (gufero).....                        | 26 |
| 4.7. Distanční kroužky .....  | 27 |
| 4.8. Plexisklo .....  | 29 |
| 4.9. Olejznak .....   | 30 |
| 4.10. Normalizované součástky .....   | 31 |
| 4.11. 3D model .....  | 32 |
| 5. Utěsnění, mazání a chlazení .....  | 33 |
| 6. Návod na postup montáže .....  | 34 |
| 7. Výroba pastorku 1. soukolí .....   | 36 |



|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>7.1.</b>  | <b>Princip obrábění.....</b>                             | <b>36</b> |
| <b>7.2.</b>  | <b>Postup výroby.....</b>                                | <b>38</b> |
| <b>7.3.</b>  | <b>Program pro drátovku na výrobu.....</b>               | <b>40</b> |
| <b>8.</b>    | <b>Program Kovoprog na výrobu vstupního hřídele.....</b> | <b>54</b> |
| <b>9.</b>    | <b>Závěr.....</b>  | <b>59</b> |
| <b>10.</b>   | <b>Přílohy.....</b>                                      | <b>60</b> |
| <b>10.1.</b> | <b>Výkresová dokumentace.....</b>                        | <b>60</b> |
| <b>10.2.</b> | <b>Protokoly.....</b>                                    | <b>60</b> |
| <b>11.</b>   | <b>Seznam použitých zdrojů.....</b>                      | <b>61</b> |

# **1. Průmyslové převodovky**

Převodovky jsou strojní zařízení, která přenášejí krouticí moment a současně snižují nebo zvyšují otáčky hnacího stroje, nejčastěji elektromotoru, na požadované otáčky hnaného stroje. Využívají kontaktní převody s tvarovým stykem, nejčastěji převod ozubenými koly čelními nebo kuželovými, nebo kombinací čelních a kuželových.

Převodovka se skládá z jednoho nebo více soukolí a podle toho se dělí na jednostupňové, které mají převodový poměr menší nebo rovný 8, na dvoustupňové, které mají převodový poměr menší nebo rovný 45, a na třístupňové, které mají převodový poměr menší nebo rovný až 200.

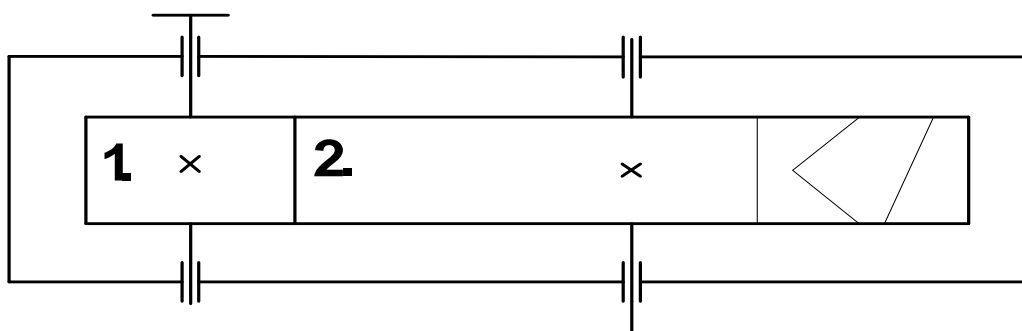
Soukolí jsou uložena v utěsněné skříni. Skříně jsou nejčastěji odlitky z litiny, nebo z oceli na odlitky, nebo z hliníkových slitin. Vyrábějí se také svařováním. Jsou dělené v ose hřídelů a skládají se ze spodní části a víka. Spodní část slouží jako olejová vana a ke kontrole výšky oleje se používají nejčastěji olejoznaky. Hřídele se ukládají nejčastěji do valivých ložisek, ale při rázovém zatížení se používají kluzná ložiska. Převodovka a s ní spojené mechanismy musí být uloženy na tuhé konstrukci nebo základě, aby byla zabezpečena stálost jejich vzájemné polohy.

Průmyslové převodovky se v České republice vyrábějí typizované firemními katalogy, ale i jednoúčelové. Příkony jednotlivých typů jsou uvedeny ve výkonových tabulkách v závislosti na velikosti převodovky, otáčkách vstupního hřídele a převodovém poměru.

## 2. Schéma konstrukčních provedení některých druhů převodovek

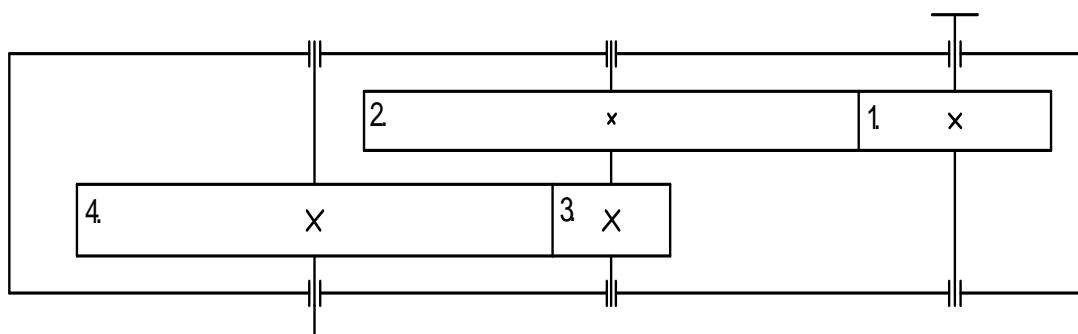
### 2.1. Převodovka s jedním čelním soukolím

Označení: TS 030 311



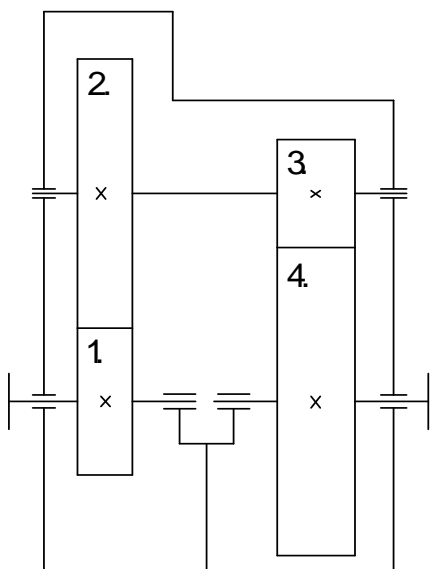
### 2.2. Převodovka s dvěma čelními soukolími

Označení: TS 030 326



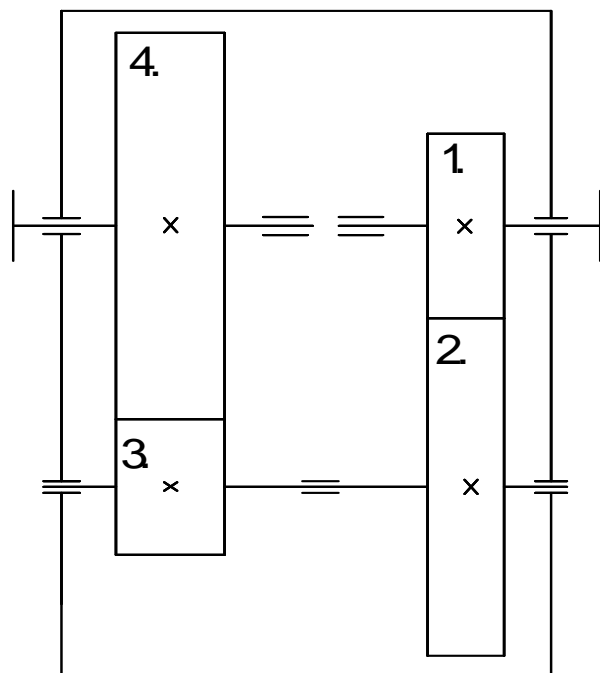
### 2.3. Převodovka se dvěma čelními soukolími s hřídeli ve svislé rovině

Označení: TS 030 328



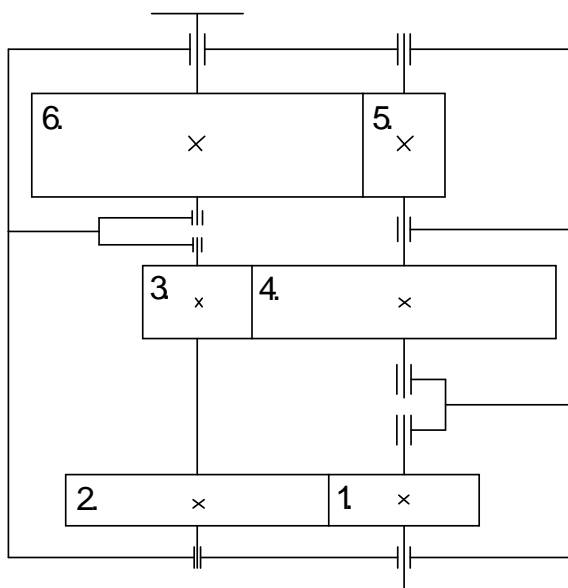
### 2.4. Převodovka se dvěma čelními soukolími a se sousými hřídeli

Označení: TS 030 334



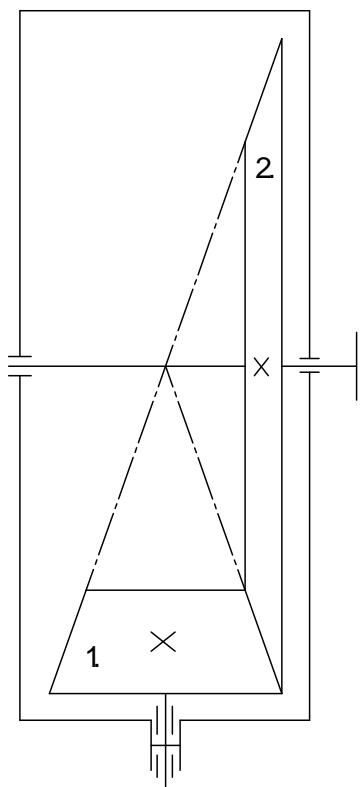
## 2.5. Převodovka se třemi čelními soukolími

Označení: TS 030 341



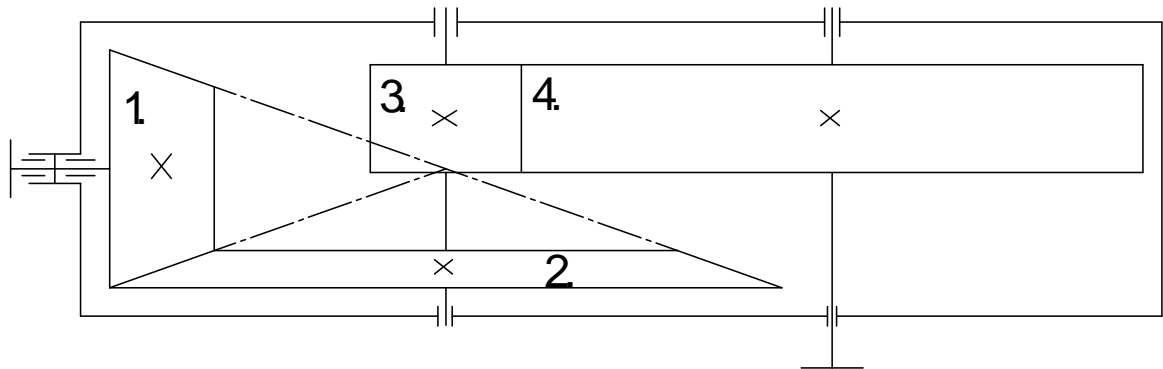
## 2.6. Převodovka s jedním kuželovým soukolím

Označení: TS 030 402



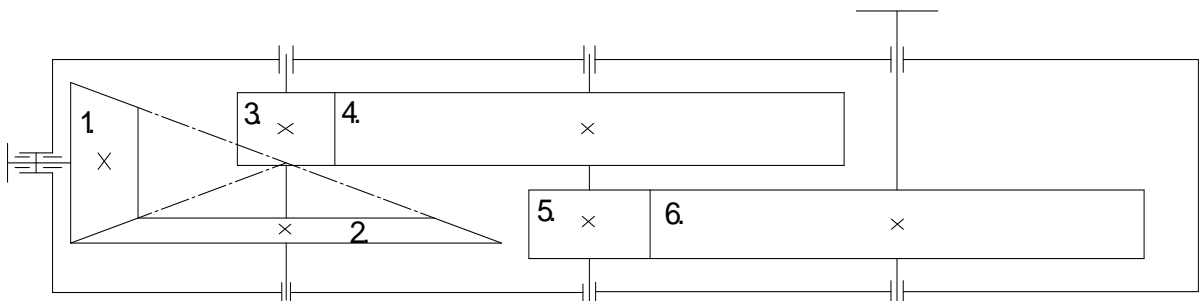
## 2.7. Převodovka s jedním kuželovým a jedním čelním soukolím

Označení: TS 030 406



## 2.8. Převodovka s jedním kuželovým a dvěma čelními soukolími

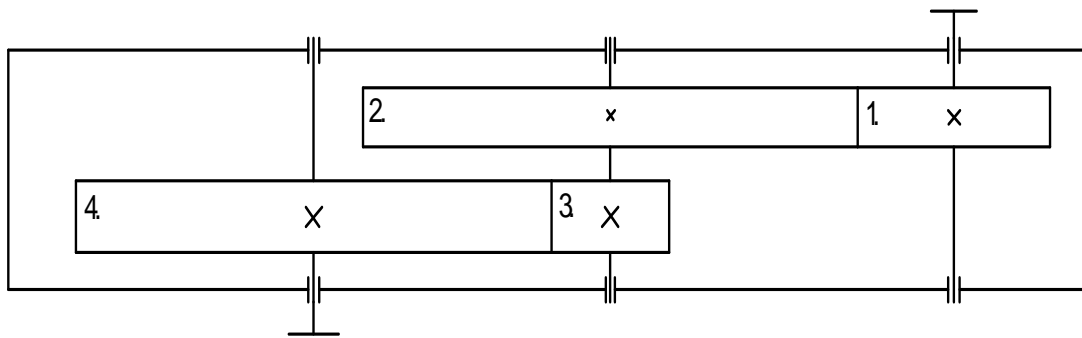
Označení: TS 030 411



### 3. Dvoustupňová převodovka s čelními koly

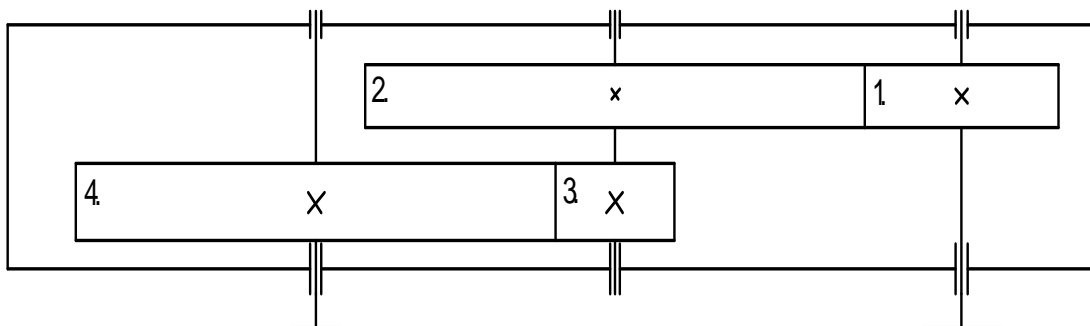
#### 3.1. Varianta A

Je charakteristická nejjednodušším řešením a nejlehčí konstrukcí. Připevnění hnacího stroje je na opačné straně než připevnění hnaného stroje a vstup a výstup není souosý. Vzniká mnoho zbytečného prostoru, protože ložiska všech hřídelů bývají stejně vzdálená. Skříň je ale nejjednodušší na výrobu. Hřídele jsou velmi namáhány na ohyb a musíme si dát pozor na osovou vzdálenost 2. soukolí, aby 2. kolo 1. soukolí nezasahovalo do výstupní hřídele.



#### 3.2. Varianta B

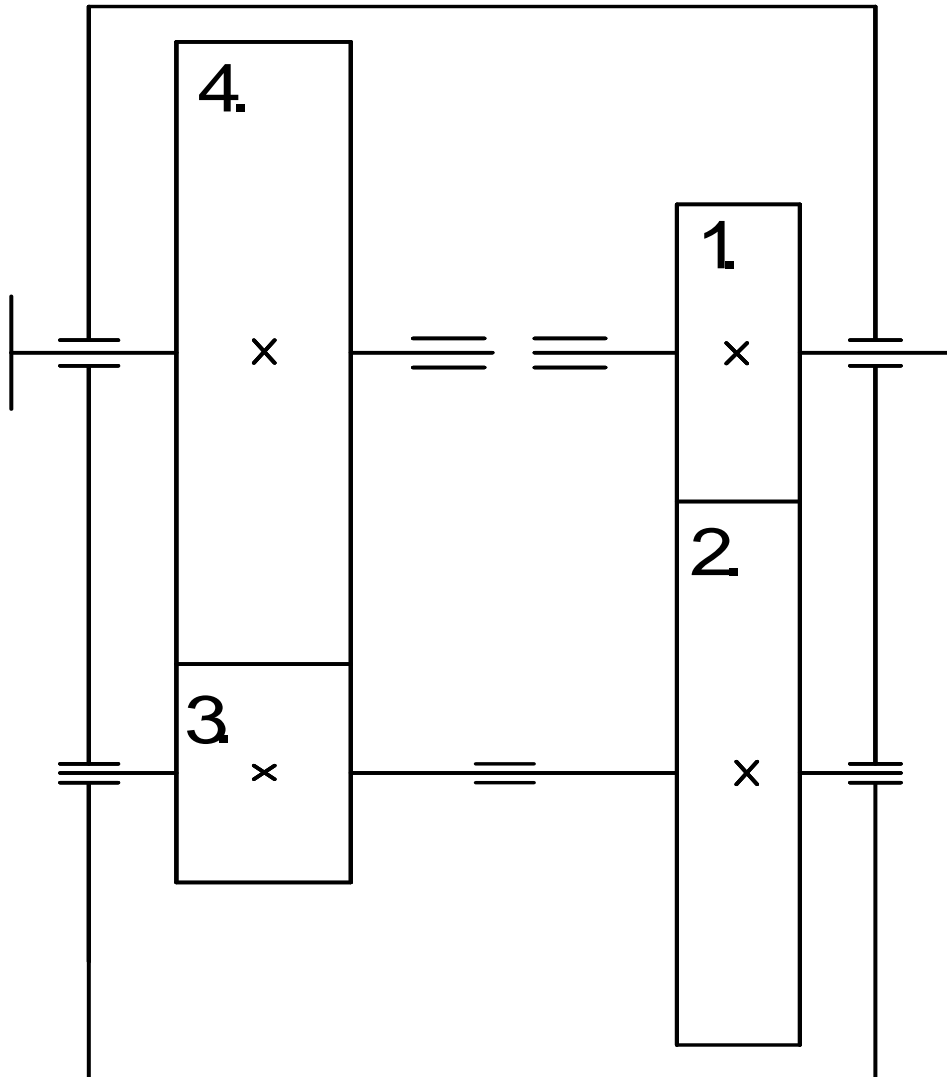
Konstrukce je naprosto stejná s variantou A až na to, že připevnění hnacího stroje je na stejné straně jako připevnění hnaného, je nemožné, aby byl vstup a výstup souosý.



### 3.3. Varianta C

Variantu C jsem zvolil pro vypracování své práce.

Upevnění hnacího stroje je souosé s upevněním hnaného a vstup a výstup jsou na opačné straně. Konstrukce je nejsložitější, protože musíme zachovat stejnou osovou vzdálenost obou soukolí. Výroba skříně je nejsložitější, protože musíme umístit jedno ložisko vstupního a jedno ložisko výstupního hřídele doprostřed skříně a zachovat co nejjednodušší montáž a demontáž. Sestava této varianty má nejmenší rozměry, protože teoreticky bude vstupní a výstupní hřídel stejně dlouhá, avšak předloková bude nejvíce namáhána, protože bude muset být stejně dlouhá jako vstupní a výstupní hřídel dohromady, pokud nepočítáme s částmi, které budou vykukovat ze skříně. Mé zadané převodové číslo je větší jak 1, takže převod bude do pomala.





## **4. Konstrukce**

### **4.1. Ozubená kola**

Jsou hlavní součástí průmyslových převodovek, která zajišťuje převod krouticího momentu a snižuje nebo zvyšuje otáčky hnacího stroje na požadované otáčky hnaného. Převodovka je dvoustupňová, což znamená, že bude obsahovat 2 páry ozubených kol s čelními zuby. Přímé čelní evolventní ozubení je ozubení s přímými zuby na obvodu kola, které vznikají pomocí evolventy.

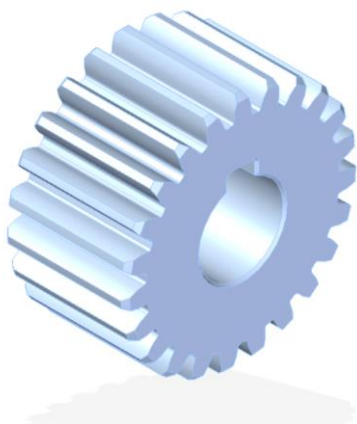
Stejnou osovou vzdálenost jsem vyřešil tak, že jsem si zvolil takové počty zubů a moduly, u kterých byla vzdálenost stejná, a zároveň jsem dodržel zadané převodové číslo s jeho odchylkou. Využil jsem pro to teoretické vzorce pro modul a pro převodové číslo a logickým uvažováním jsem dosazoval čísla, tak aby splňovala veškerá kritéria. Pro 1. soukolí jsem zvolil modul 2 mm, pro pastorek 1. soukolí 23 zubů a pro ozubené kolo 139 zubů. Pro 2. soukolí jsem zvolil modul 3 mm, pro pastorek 25 zubů a pro ozubené kolo 83 zubů. Osová vzdálenost mezi vstupním nebo výstupním a předlohovým hřídelem je 162 mm.

Pastorky jsou vyráběny z polotovaru ČSN 42 6510 a ozubená kola z polotovaru ČSN 42 5310.

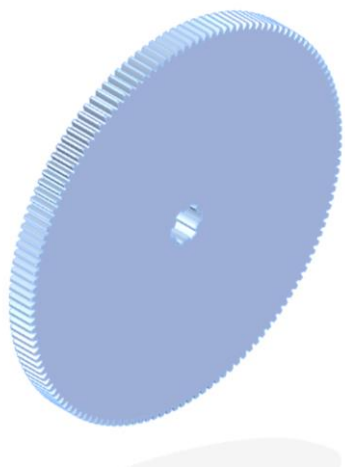
Materiál ozubených kol jsem zvolil 14 220.0, který je dobře obrobitelný. Po obrábění ozubených kol budou po obvodu cementovány, aby se zvětšila tvrdost zubů, a následně kaleny a popouštěny, aby se zvětšila pevnost v jádře. Konečný materiál má označení 14 220.4.

Pro upevnění pastorků jsem zvolil normovaná pera ČSN 02 2507. A pro upevnění velkých ozubených kol jsem zvolil drážkové spojení rovnoboké ČSN 01 4940.

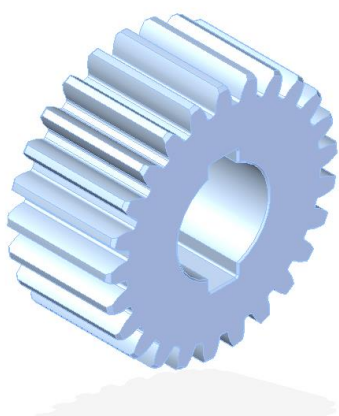
Pastorek 1. soukolí – výkres: DMP-4SA-2018/2019-04



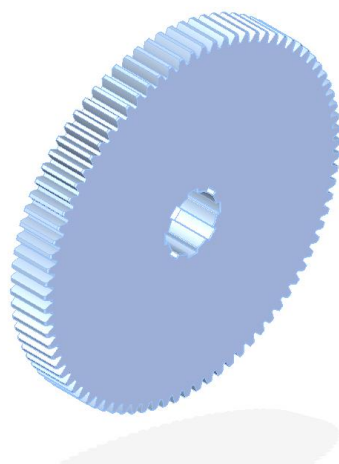
Ozubené kolo 1. soukolí – výkres: DMP-4SA-2018/2019-05



Pastorek 2. soukolí – výkres: DMP-4SA-2018/2019-06



Ozubené kolo 2. soukolí – výkres: DMP-4SA-2018/2019-07



## 4.2. Hřídele

Jsou to součásti otočně uložené v převodovce, které přenášejí krouticí moment a zajišťují tak otáčení ozubených kol a tím i vznik převodu. Jsou uloženy v ložiskách. Jsou vyrobeny na soustruzích a drážky pro pera a rovnoboké drážkování, které slouží k upevnění ozubených kol, je zhotoveno na frézkách. K výrobě lze použít také automaticky řízené stroje, jako je zařízení NC anebo CNC.

Pro připojení hnacího a hnaného zařízení jsou vstupní a výstupní hřídele prodlouženy tak, aby vykukovaly ze skříně, a na jejich koncích obsahují drážky pro normalizovaná pera ČSN 02 2507.

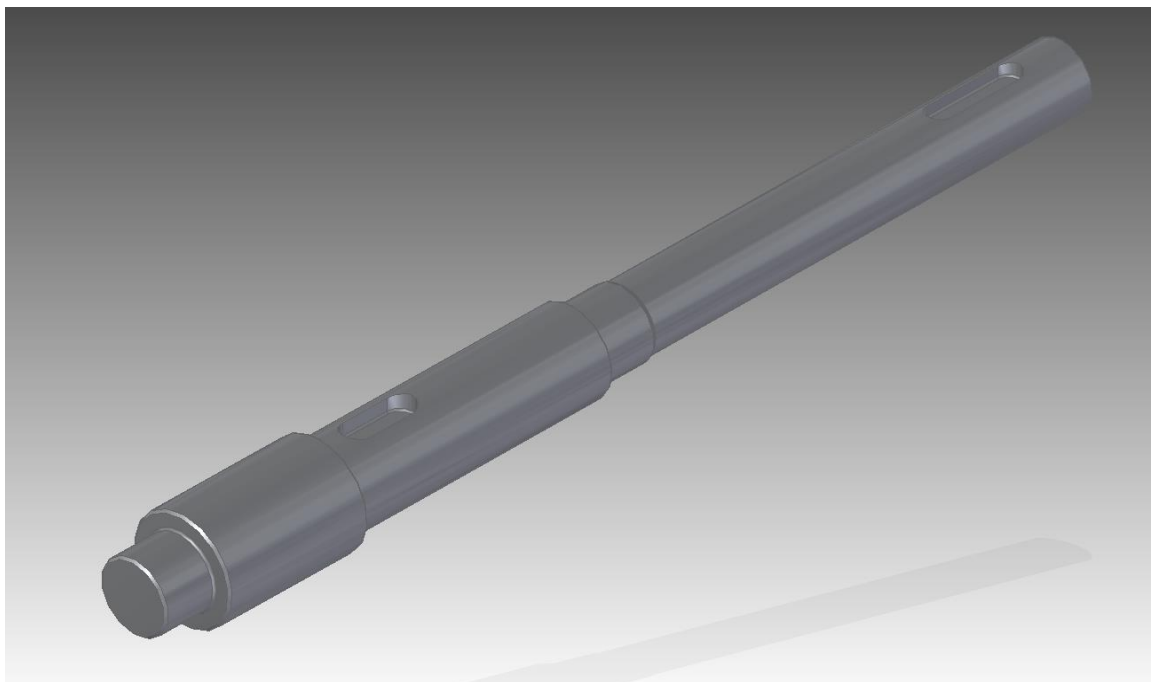
Každá hřídel obsahuje stejná ložiska, aby se zmenšil počet používaných druhů součástek a počet potřebných náhradních dílů.

Uspořádání součástek na hřídeli zajišťují osazení hřídele a distanční kroužky. Po nasazení ozubených kol a odpovídajících distančních kroužků se nalisuje ložisko, které je ustálí a zajistí, aby se ozubená kola vůči sobě výrazně neposunula. Ve skříní jsou sestavy hřidelů zasazeny do předem určených děr a jejich posunutí je zajištěno univerzálními víky, o které se opřou ložiska, nebo pojistnými kroužky. Kvůli tepelné roztažnosti, která vzniká při používání převodovky, se hřídele nepatrně roztahují a tak v uložení necháváme vůli 0,3 mm.

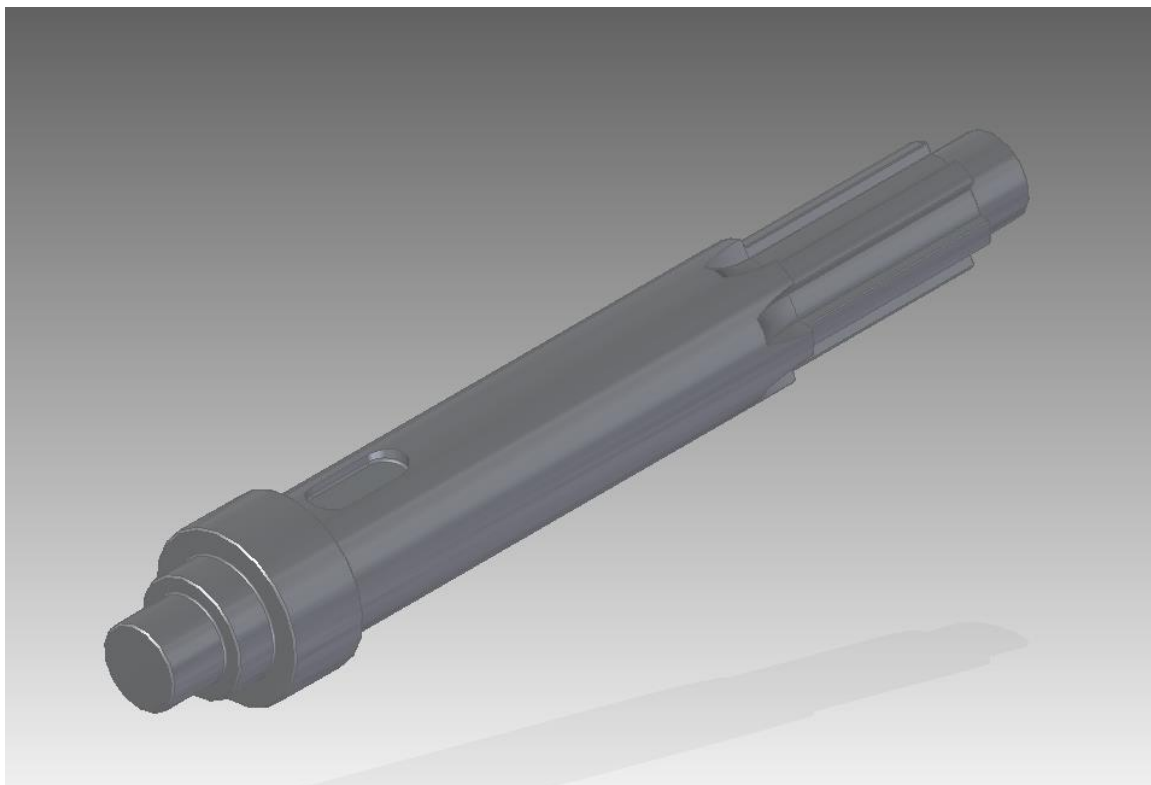
Hřídele jsou vyráběny z polotovaru ČSN 42 6510.

Materiál 12 081.3 je speciální materiál, který je určen přímo pro hřídele převodovek. Díky obrobení a následnému zušlechťení, což je kalení a popouštění, má neuvěřitelné dovolené namáhání ve střídavém ohybu až 800 MPa a dovolené namáhání ve střídavém krutu až 340 MPa.

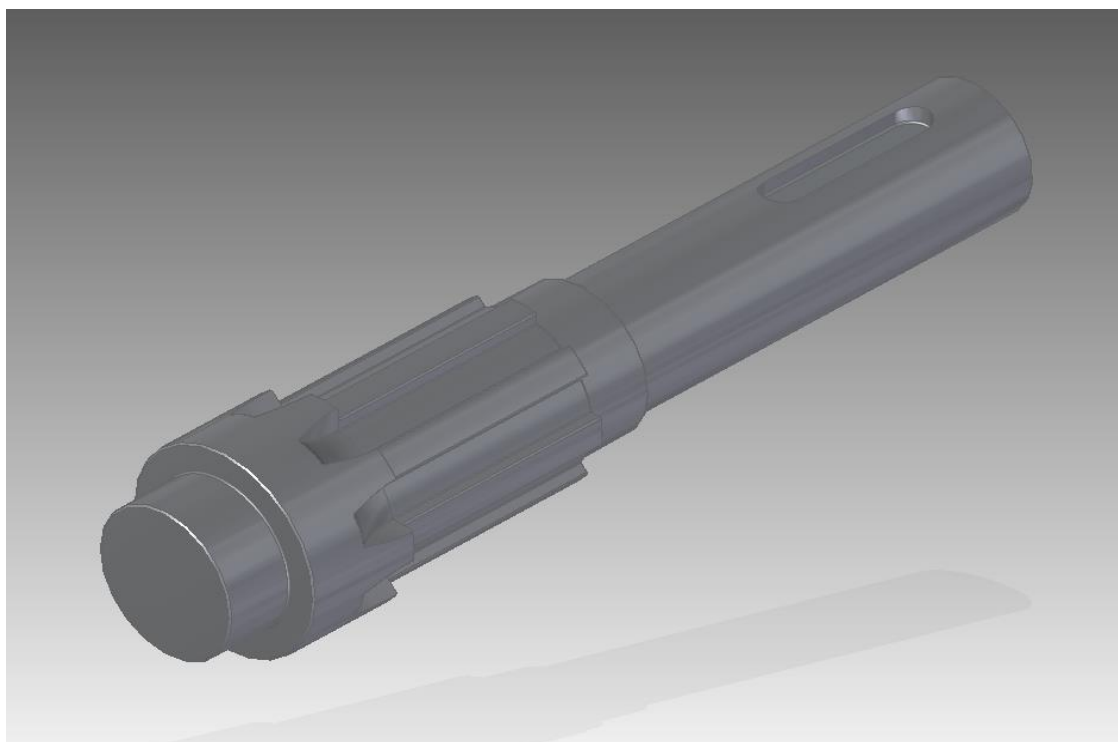
Vstupní hřídel – výkres: DMP-4SA-2018/2019-01



Předlohová hřídel – výkres: DMP-4SA-2018/2019-02



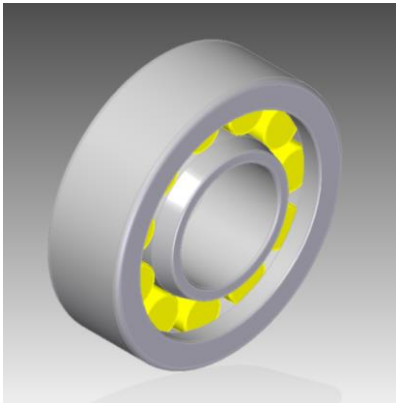
Výstupní hřídel – výkres: DMP-4SA-2018/2019-03



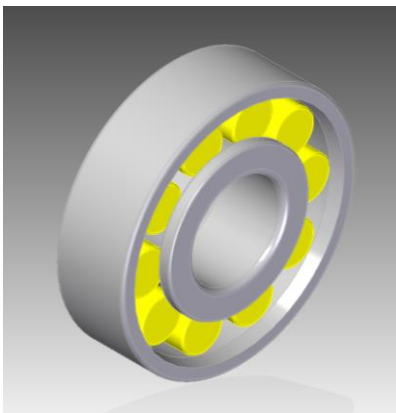
### 4.3. Ložiska

Pro uložení hřídelů jsem zvolil jednořadá válečková ložiska. Jsou vybraná z katalogu firmy SKF. Pro menší počet náhradních dílů a hlavně kvůli konstrukci hřídelů jsem se rozhodl, že každá hřídel bude uložena na stejných ložiskách, aby nebyly příliš velké odskoky v osazení hřídelů. Ložiska jsou uložena ve skříní v určených přesných dírách a zajištěna proti axiálnímu posunutí pomocí speciálních vík nebo pojistných kroužků pro díry.

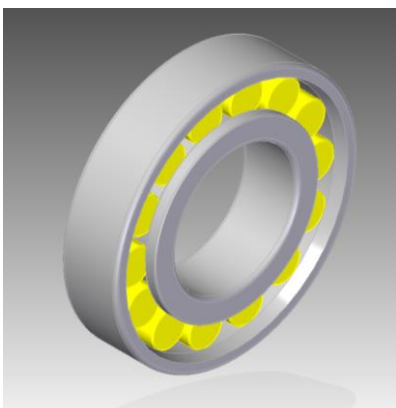
Ložiska vstupní hřídele – označení: NU 202 ECP



Ložiska předloňové hřídele – označení: N 304 ECP



Ložiska výstupní hřídele – označení: N 208 ECPH



## 4.4. Skříň převodovky

Když porovnáme varianty A, B i C, tak skříň varianty C je nejmenší, ale nejsložitější. Já jsem se rozhodl jí zmenšit dalším netradičním způsobem tak, že nechává minimální místo pro otáčení ozubených kol. Nevýhoda tvaru, který jsem zvolil, je rychlé ohřívání maziva, protože je ho potřeba o značné množství méně. Malé množství maziva se ohřívá, protože vstřebává velké množství energie.

Všechny součásti skříně budou z materiálu 42 2420, což je šedá litina, která je dobře slévatelná a z možných materiálů ta nejlevnější možnost.

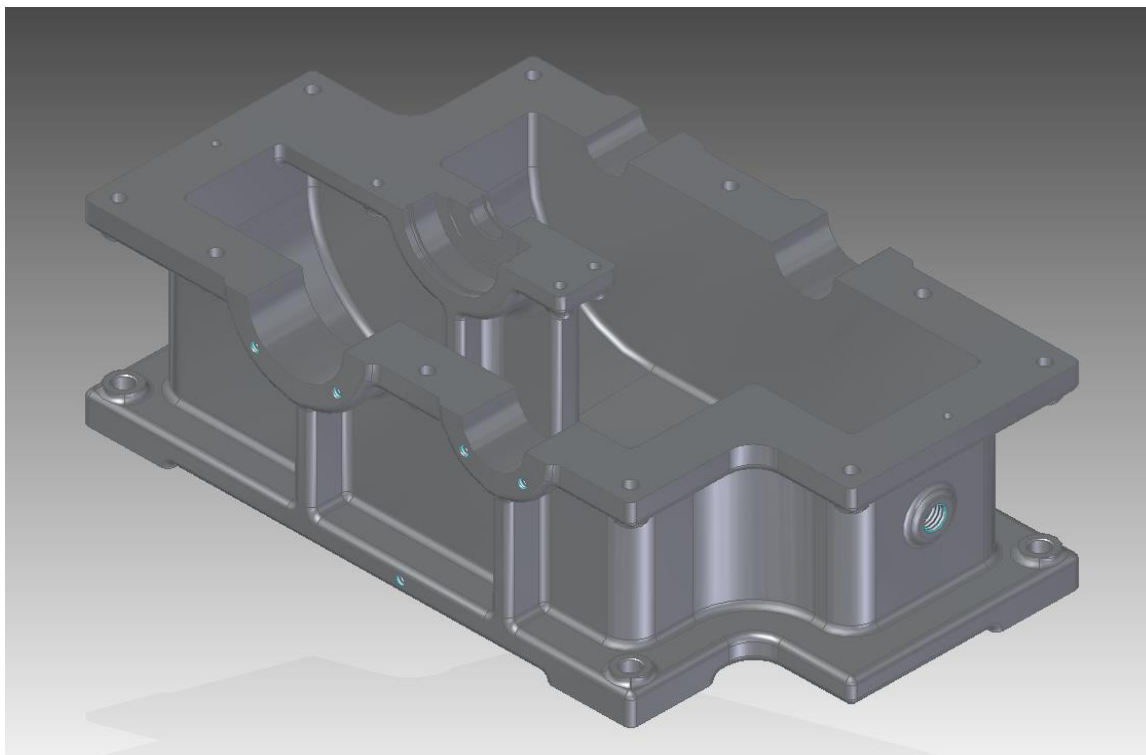
Vyrábění skříně bude pomocí odlévání. Odlévat se bude každá část zvlášť. Následně se obrobí pomocí frézování dosedací plochy jednotlivých částí. Dolní skříň a součástka na uložení ložisek vstupního a výstupního hřídele uprostřed převodovky se posadí na sebe a přidrží se pomocí lidské síly nebo upínacích prvků. Otvory pro šrouby, díry na uložení ložisek a drážky pro pojistné kroužky se vyvrtají najednou jak do součástky, tak do dolní skříně. Do dolní a horní skříně se zvlášť připraví otvory pro kolíky. Horní část skříně se posadí na dolní a zajistí se pomocí kuželových kolíků ČSN 02 2153. Následně se vyvrtají a obrobí všechny díry pro šrouby a přesné díry na uložení ložisek. Tato složitá výroba se provádí z důvodu zajištění toho, aby všechny vyvrtávané díry a otvory byly vždy souosé a aby nedocházelo u součástek k namáhání na stříh.

Dolní skříň je nejsložitější součástka převodovky, která slouží jako olejová vana a obsahuje veškeré potřebné příslušenství (výpustný šroub a olejoznak). Obsahuje lem, kterým se pomocí šroubů spojuje horní skříň se součástkou na uložení hřídelů, a lem, kterým se připevnění převodovka na nosnou konstrukci. Pod každým půlkruhovým lemlem, který opisuje díru pro uložení ložiska, je žebro, které podpírá hmotnost sestavy hřídele, ozubeného kola a ložisek. Dolní strana obsahuje výstupky, aby se převodovka na rovné ploše nekývala. 4 otvory pro šrouby jsou připravené k upevnění na konstrukci. Všechny otvory pro šrouby jsou opatřeny výstupkem, který bude vyfrézovaný. Výstupek je tam proto, aby se podložky opřely o rovnou plochu a ne o nerovnou plochu vzniklou odléváním. Dolní skříň obsahuje otvor pro výpust v nejnižším bodě vany a uprostřed její výšky je otvor se závitem pro olejoznak. Víka budou připevněna pomocí šroubů, které se zašroubují do připravených děr se závitem, a opřou se o předem připravený a vyfrézovaný výstupek, aby se mohlo mezeru mezi víkem a skříní utěsnit. Vnitřek skříně je navrhnut tak, aby olej při vypouštění bez problémů vytekl ze všech koutů. Celé dno skříně je zkosené pod určitým úhlem.

Horní skříň obsahuje veškeré potřebné části konstrukce jako dolní skříň. Výstupky pro šrouby a pro upevnění vík, otvory pro šrouby a závitové díry, díry pro kuželové kolíky. Její konstrukce je snadnější než dolní skříň, protože neobsahuje část na upevnění ložisek vstupního a výstupního hřídele uprostřed vany ani žebra a lem na upevnění k nosné konstrukci. Navíc ale obsahuje nálitky, kde se vytvoří závity pro závěsné šrouby, které slouží k manipulaci s převodovkou. Pro kontrolu ozubeného převodu a vnitřku skříňe slouží plexisklo, které se upíná na předem připravené místo na vršku horní skříňe, kde je průchozí díra. Sklíčko se upíná pomocí šroubků, které se zašroubují do předem připravených závitů ve skříni.

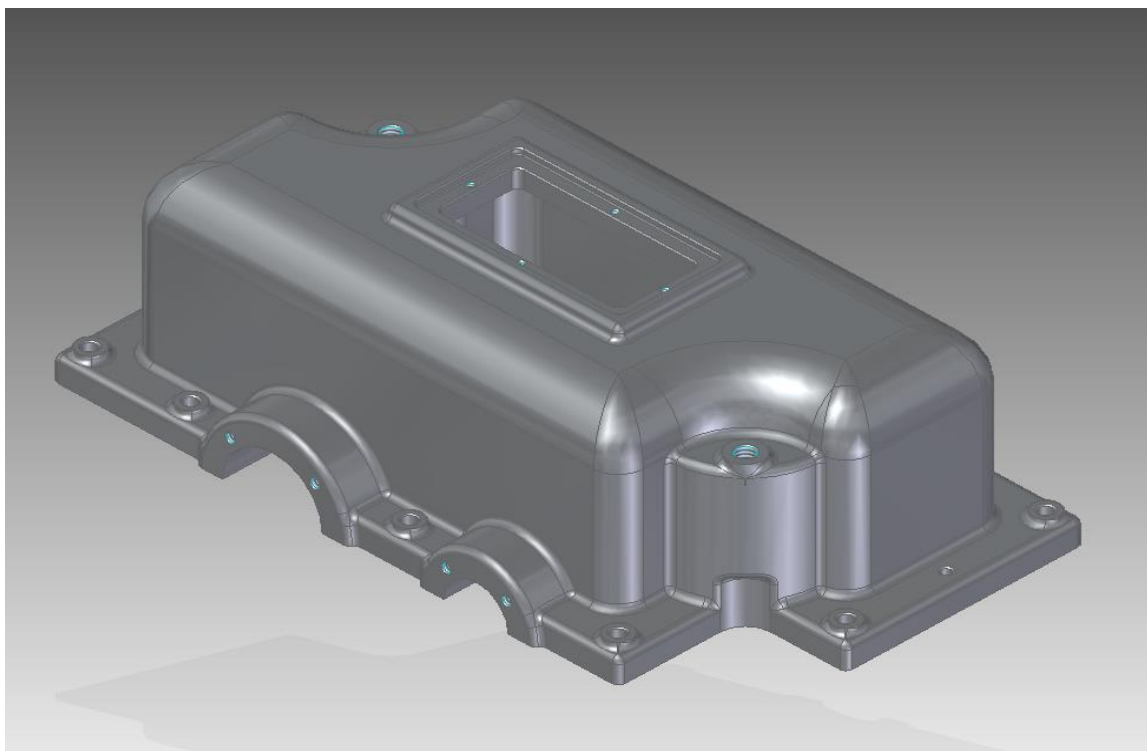
Součást pro uložení ložisek vstupního a výstupního hřídele obsahuje otvory pro šrouby i s výstupkem pro bezpečné uložení sestavy šroubu. Je to nejlehčí a o značnou část nejmenší odlitek, který budeme pro sestavení převodovky potřebovat.

Dolní skříň – výkres: DMP-4SA-2018/2019-016

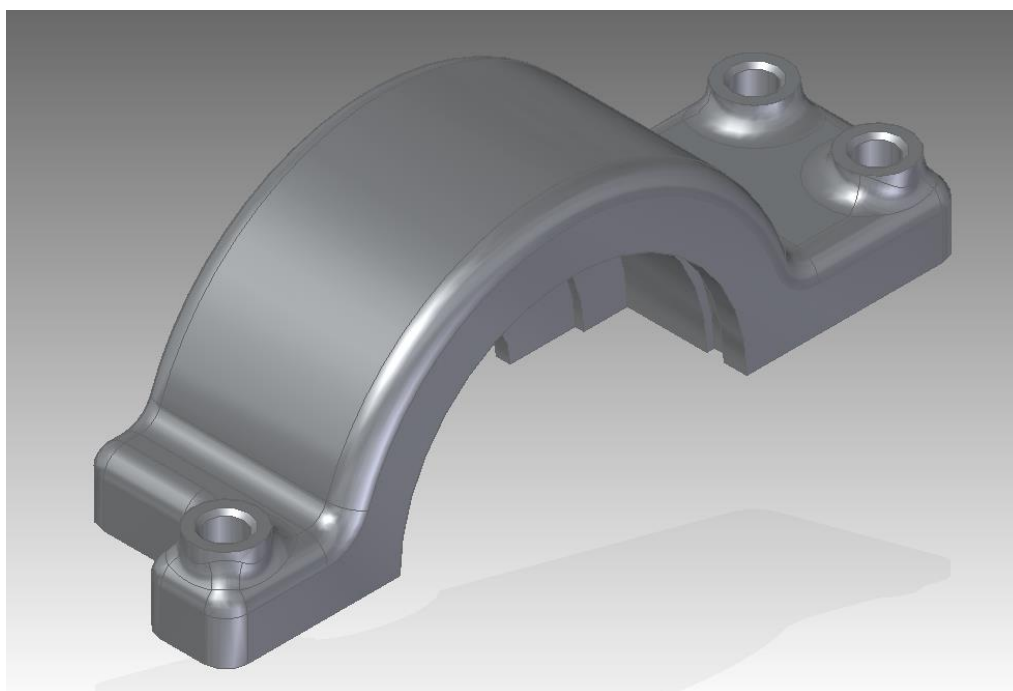




Horní skříň – výkres: DMP-4SA-2018/2019-017



Uložení ložisek – výkres: DMP-4SA-2018/2019-015

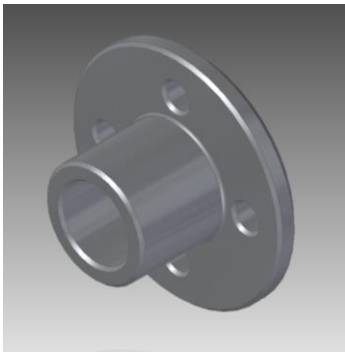


## 4.5. Víka

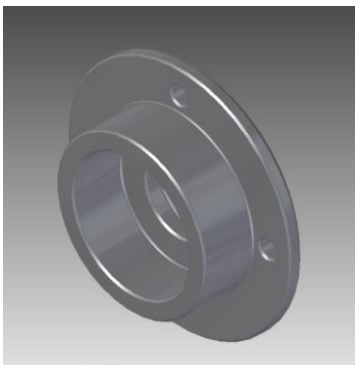
Víka slouží k zajištění posunutí hřídelů a tím zabraňují posunutí ozubených kol vůči sobě. Převodovka obsahuje několik druhů vík. Víky na vstupu a výstupu prochází hřídel a tak musejí být průchozí a musí obsahovat těsnicí prvek pro otáčející se hřídele, kterému se říká gufero. Průchozí víka mají přesně daný rozměr pro usazení gufera. Víka předlohového hřídele jsou stejná.

Materiál je ocel s označením 11 500 a vyráběny jsou z polotovaru ČSN 42 6510. Jsou vyrobeny soustružením a obsahují díry pro šrouby, kterými se upevní ke skříni a nepatrně spojí horní skříň s dolní.

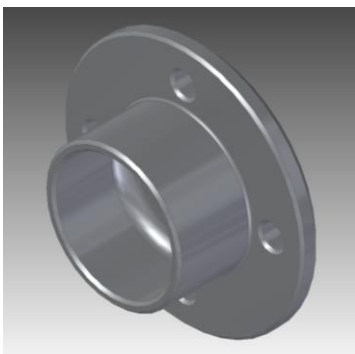
Víko na vstupu - výkres: DMP-4SA-2018/2019-10



Víko na výstupu - výkres: DMP-4SA-2018/2019-09



Víko bez otvoru - výkres: DMP-4SA-2018/2019-08

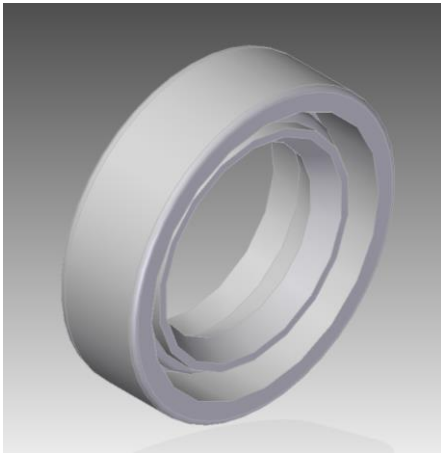


#### 4.6. Těsnící prvek pro rotační hřídele (gufero)

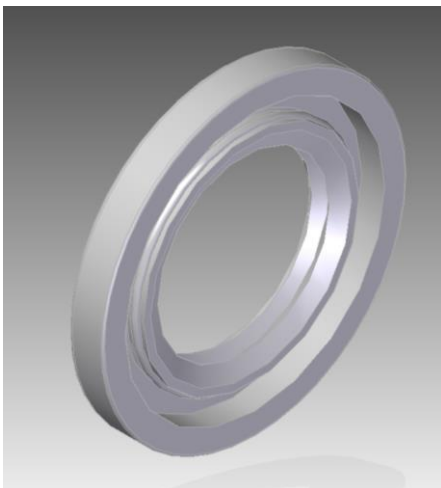
Slouží k utěsnění mezery, která vznikne mezi hřídelí a víkem na vstupu a výstupu. Zabraňuje ztrátě maziva a vnikání prachových částic do převodovky. Nebrání hřídeli v otáčení. Je uloženo v průchozích víkách na vstupu a výstupu.

Gufera jsem volil z katalogu firmy SKF a víka jsem přizpůsobil jejich rozměrům.

Gufero 14x24x7 – označení HMS5 V



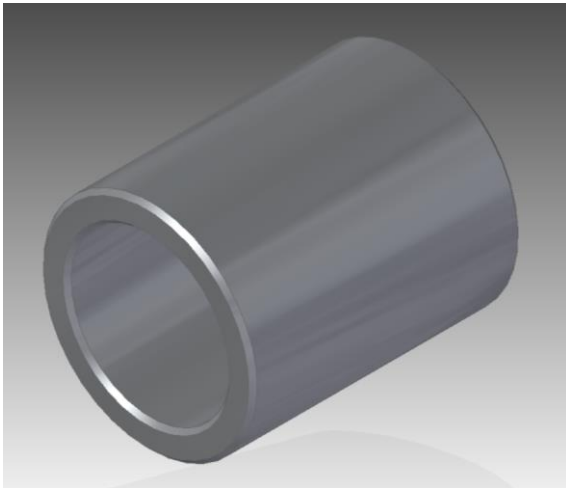
Gufero 35x62x7 – označení HMSA 10 V



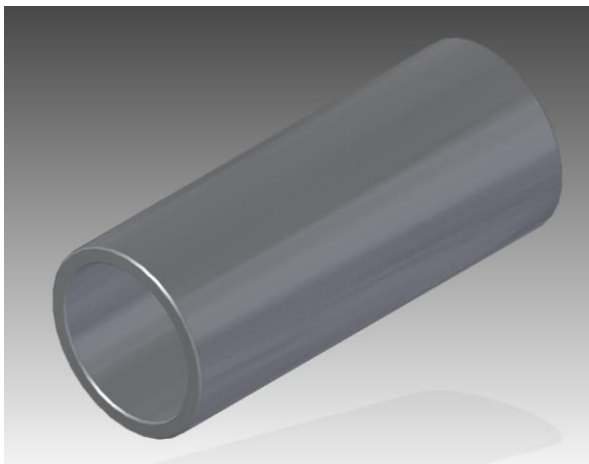
## 4.7. Distanční kroužky

Slouží k vymezení vzdálenosti ozubených kol mezi sebou a mezi ozubenými koly a ložisky. Jsou důležitou součástí sestavy převodu a hřídelů. Vyrobeny jsou z normalizovaných trubek, ze kterých se nařezají a jejich dosedací plochy se začistí.

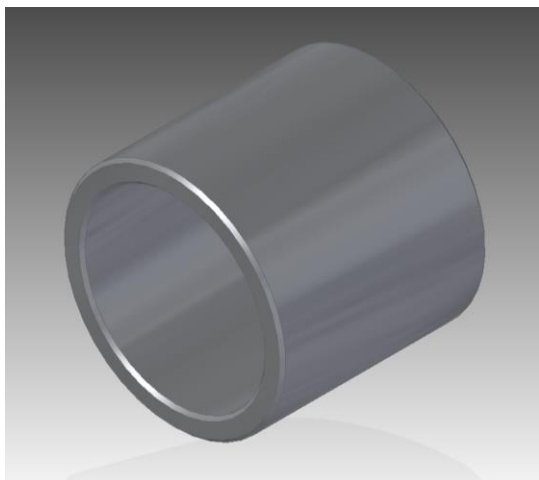
Distanční kroužek 1 - Výkres: DMP-4SA-2018/2019-11



Distanční kroužek 2 - Výkres: DMP-4SA-2018/2019-12



Distanční kroužek 3 - Výkres: DMP-4SA-2018/2019-13



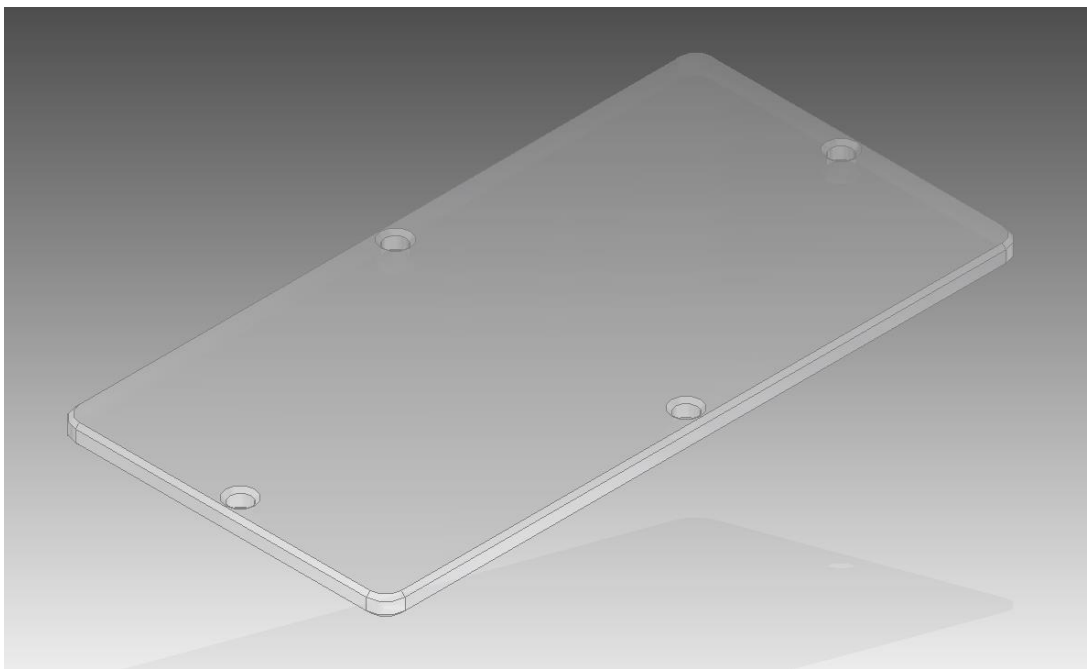
Distanční kroužek 4 - Výkres: DMP-4SA-2018/2019-14



## 4.8. Plexisklo

Slouží jako okýnko pro kontrolu vnitřku skříně. Je připevněné pomocí šroubků. Díky němu můžeme kontrolovat stav ozubených kol, hřídelů a ložisek a případně předejít přetížení, zadření nebo úplnému zničení stroje. Je z materiálu PRTP z polotovaru ČSN 64 3220.

Skříčko – výkres: DMP-4SA-2018/2019-18



## 4.9. Olejznak

Olejznak používáme pro kontrolu hladiny oleje v olejové vaně neboli dolní skříni. Hladina oleje by měla být v polovině olejznaku. Můj olejznak je od firmy ELESA a jeho označení je GN. 37511.

Olejznak – označení: GN.37511



## **4.10. Normalizované součástky**

Šrouby na upevnění horní a spodní částí skříně, na upevnění součástky pro uložení ložisek k dolní skříně, na připevnění vík ke skříně a na upevnění sklíčka jsou součásti potřebné k montáži. Mají velikosti a délky podle předem daných děr nebo závitů, jejich norma je ČSN 02 1101.

Matice jsou součástky, bez kterých šrouby nemají žádnou funkci. Jejich velikosti jsou shodné se šrouby ke kterým patří. Jejich norma je ČSN 02 1401.

Podložky slouží k bezpečnému sešroubování šroubu a matice se spojovanou součástkou, zabraňují utržení hlavy šroubu a chrání závit. Jejich velikost je příslušná šroubu, ke kterému patří. Ke každému šroubu patří 2 podložky, jedna na stranu šroubu a druhá na stranu matice. Jejich norma je ČSN 02 1701.

Pojistné kroužky pro díry jsou použity pro zajištění posouvání ložisek, které jsou uloženy v části uprostřed skříně, jedná se o ložisko vstupního a ložisko výstupního hřídele. Jejich norma je ČSN 02 2931.

Pera jsou významné součástky, které zajišťují přenos otáčivého pohybu z hřídele na ozubená kola a obráceně. Norma je ČSN 02 2507.

Kuželové kolíky slouží pouze pro vyvrtávání a obrábění děr, které mají odlévané součástky společné. Pomocí kolíků se zajistí velice přesná sousost všech děr. Normu mají ČSN 02 2153.

Závěsné šrouby jsou pouze pro manipulaci s převodkou, protože její hmotnost je velká, nebo pro nasazení a odendání horní skříně. Jejich norma je ČSN 02 1369.

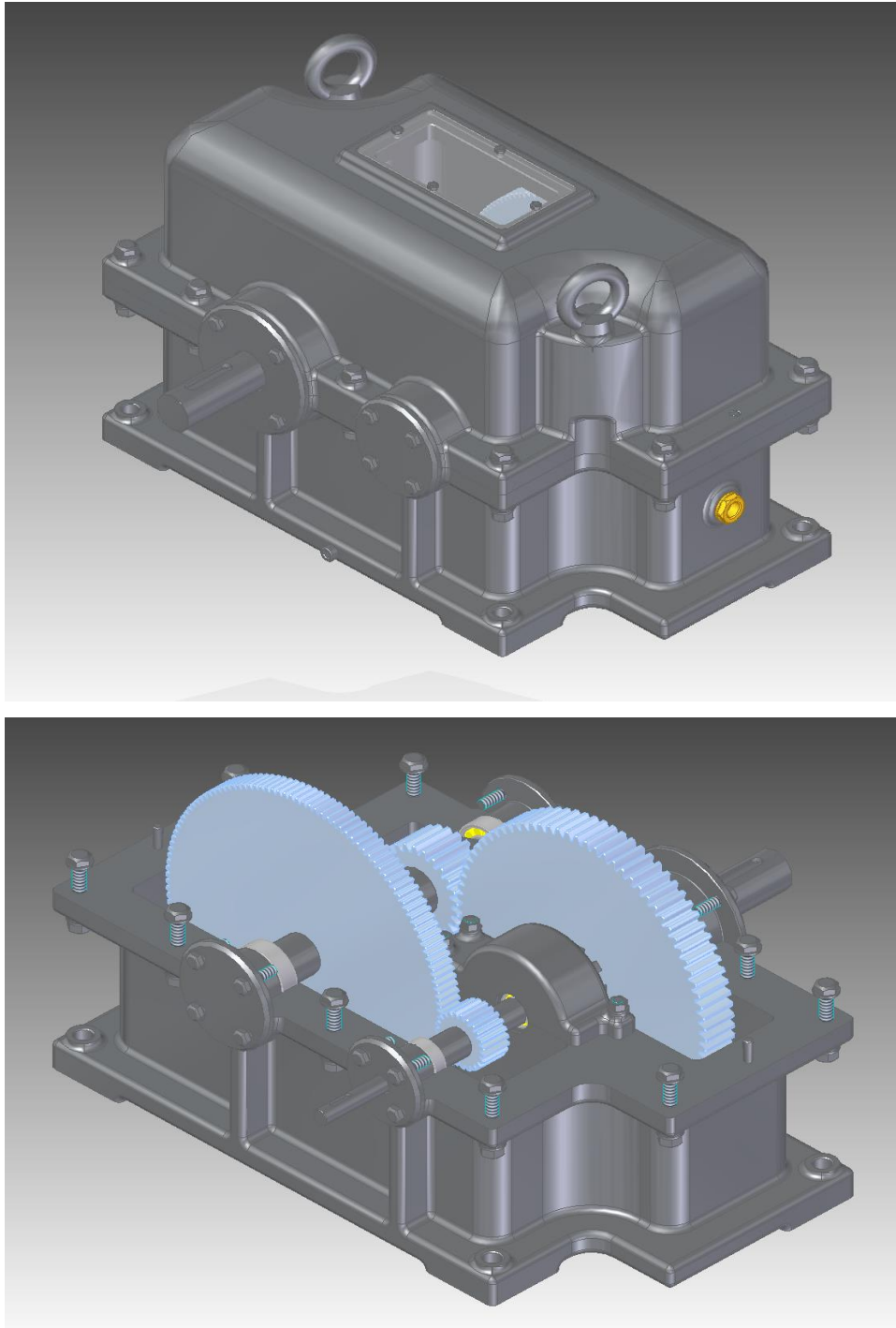
Výpustný šroub je speciální šroub od firmy YACOMI s označením 7239320, který je u hlavy utěsněn, aby nepropouštěl mazivo, a jeho špička je z magnetického materiálu, aby zachycovala nepatrné odloupené části oceli, které se odštípily od ozubených kol nebo od ostatních součástí převodovky.



## 4.11. 3D model

3D model dvoustupňové převodovky s čelními ozubenými koly jsem vytvořil s programem Solid Edge verze ST8. Model obsahuje všechny součástky, které bude převodovka obsahovat i po výrobě. V programu můžeme nastavit i počet požadovaných otáček a sledovat převod.

Výkres setavy: DMP-4SA-2018/2019-S



## **5. Utěsnění, mazání a chlazení**

Převodovku lze utěsnit v dělicí rovině pomocí pryžové šňůry v drážce, která je na obrobené dosedací ploše dolní skříně. Také můžeme použít plast mezi dosedací plochy horní a dolní skříně, čímž také odpadne jejich zaškrabávání. Dále také musíme utěsnit mezeru mezi víky a skříní. Tam použijeme silikonový těsnicí nátěr.

Mazání je brodivé. Mazivo se naleje do olejové vany, což je dolní skříně, a ozubené kolo 1. i 2. soukolí je z části ponořené v mazivu. Přenášením maziva po velkých ozubených kolech jsou mazány také pastorky obou soukolí. Pro kontrolu hladiny oleje slouží olejoznak a pro vypouštění je dolní skříně opatřena zkosením a v jejím nejnižším místě je vypouštěcí otvor. Otvor na výpusť je zajištěn pomocí výpustného šroubu. Brodivé mazání je nejlevnější varianta a v tomto případě i nejjednodušší.

Mazivo slouží také k chlazení neboli k odvodu tepelné energie. Mazivo předává tepelnou energii stěnám skříně a to se pak uvolňuje do prostoru. Z důvodu malého množství oleje dochází vlivem tření ozubeného převodu k rychlému ohřátí celé převodovky na nebezpečnou teplotu, protože se vzrůstající teplotou se součástky roztahují.

## **6. Návod na postup montáže**

### **1. Nákup a výroba**

Vyrobíme všechny nenormalizované součástky podle výrobních výkresů a nakoupíme všechny normalizované součástky podle normy nebo firmy, ze které jsem vybíral.

### **2. Sestavení převodu**

Na hřídele připevníme pastorky obou soukolí pomocí per, a ozubená kola nasadíme na předem připravené rovnoboké drážkování. Vzdálenost ozubených kol určují distanční kroužky, jejichž délka je stejná jako vzdálenost mezi ozubenými koly nebo mezi ozubeným kolem a ložiskem. Nakonec nalisujeme ložiska na předem připravená místa na hřídelích.

Vstupní hřídel: Do drážky pro pero vložíme pero. Nasuneme pastorek 1. převodu, potom distanční kroužek určený pro vstupní hřídel. Dále nalisujeme ložiska z každé strany a tím celou sestavu upevníme.

Předlohovává hřídel: Do drážky pro pero vložíme pero. Nasadíme pastorek 2. soukolí a distanční kroužek určený pro vzdálenost mezi 2. a 3. kolem. Na drážkovanou část hřídele nasuneme 2. ozubené kolo a předem daný distanční kroužek. Nalisujeme ložiska a tím součástky upevníme na hřídeli.

Výstupní hřídel: Na drážkovanou část hřídele nasuneme poslední ozubené kolo a potom distanční kroužek pro výstupní hřídel. Nalisujeme ložiska z každé strany a tím upevníme součástky na hřídeli.

### **3. Usazení do dolní skříně**

Sestavy všech hřídelů posadíme na předem připravená místa v dolní skříně tak, aby šla ozubená kola popořadě za sebou, jako je to dáno ve schématu. Zajistíme ložiska vstupní a výstupní hřídele, která leží uprostřed skříně, pomocí pojistných kroužků pro díry, aby se nepohnula a veškerá vzdálenost zůstala vymezena.

#### **4. Připevnění ložisek vstupního a výstupního hřídele**

Nasadíme na předem připravené místo součástku na upevnění vstupního a výstupního hřídele a zajistíme předem danými šrouby a maticemi. Podložka bude pod maticí i pod hlavou šroubu.

#### **5. Usazení horní skříně**

Připravíme utěsnění mezi dolní a horní skříní. Horní skříň usadíme tak, abychom nepoškodili ozubená kola. Obě části skříně sešroubujeme určenými šrouby a maticemi a podložkami z obou stran.

#### **6. Upevnění vík**

Vstupním a výstupním víkem budou procházet hřídele, a tak se do vík, které mají otvory, musí vložit předepsaná gufera. Na dosedací plochu vík se nanese silikonová vrstva pro těsnění a poté se nasadí tam, kam patří. Připevní se určenými šrouby, které se zašroubují přímo do závitu, který je ve skříní.

#### **7. Mazivo**

Výpust v dolní skříní zašroubujeme výpustným šroubem a ze strany našroubujeme olejoznak. Skrz otvor pro sklíčko v horní skříní nalejeme mazivo do vhodné výšky, kterou nám ukáže olejoznak.

#### **8. Okýnko**

Speciální sklíčko vložíme do otvoru v horní skříní a přišroubujeme šrouby, pro které bude ve skříní připraven závit.

#### **9. Závěsné šrouby**

Na předem připravená místa se závity zašroubujeme závěsné šrouby a můžeme s převodovkou manipulovat a upevnit jí na nosnou konstrukci. Následně připevníme hnaný a hnací stroj.

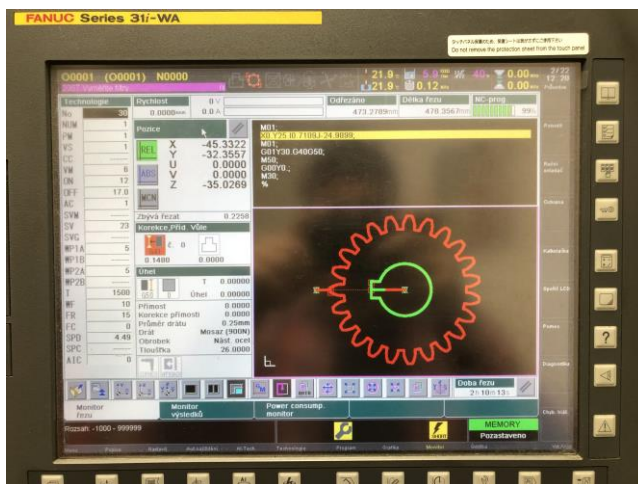
## 7. Výroba pastorku 1. soukolí

Pastorek 1. soukolí jsem vyráběl s pomocí firmy Nástrojárna CB s.r.o., která mi umožnila navštívit jejich pracovní prostory, připravili mi polotovary a za mojí přítomnosti pro mě vyrobili ozubené kolo pomocí elektroerozivního obrábění na stroji lidově zvaném drátovačka, nebo drátovka. Dále mi poradili, jak můžu zjednodušit výrobní výkresy součástí, nebo jak je mohu lépe uzpůsobit, aby se z nich co nejjednodušeji odvodil i postup výroby.

### 7.1. Princip obrábění

Elektroerozivní obrábění je technologie obrábění, při níž se materiál odebrává pomocí drobných elektrických výbojů mezi obrobkem a elektrodou. Celý proces se provádí ponořen v kapalném dielektriku. Mezi nástrojem a obrobkem nepůsobí žádné mechanické síly a lze tak obrábět i velmi tvrdé materiály. Výroba se velice snadno řídí počítačem (CNC). Obrábění má velice vysokou přesnost a vysokou kvalitu povrchu, ale nevýhodou je pomalý odběr materiálu, energetická náročnost a spotřeba drátu, který slouží jako elektroda. Drát z mosazi o průměru většinou 0,25 mm je navinut na cívce a prochází řezem, kde vzniká elektrický výboj a materiál se spaluje. Použitý drát už je spálený a v tomto případě už znova nepoužitelný. Drát prochází mezi 2 rameny, které zajišťují průchod proudu a jeho napětí, a je veden pomocí vodního proudu. Kapalně dielektrikum slouží nejenom jako vodič, ale také odvádí spálený materiál. Použité dielektrikum prochází filtrací a je znovu použito.

Ovládací displej stroje, který umožňuje i ruční ovládání:



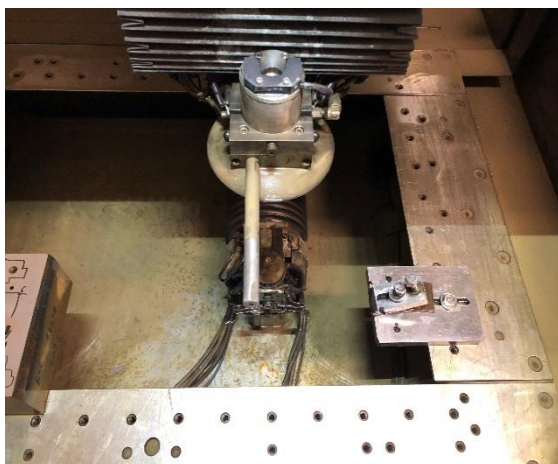
Navinutý drát, jeho vedení a odmaštění:



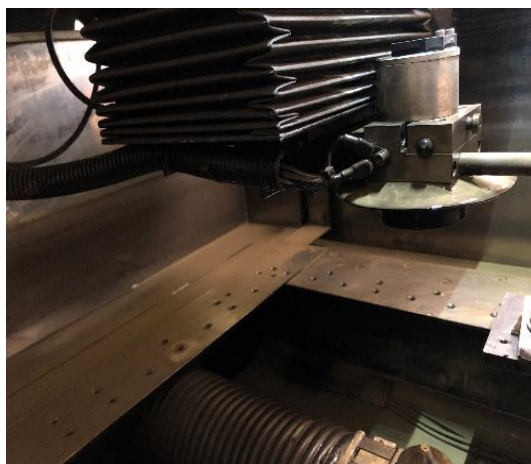
Drátovačka neboli drátovka:



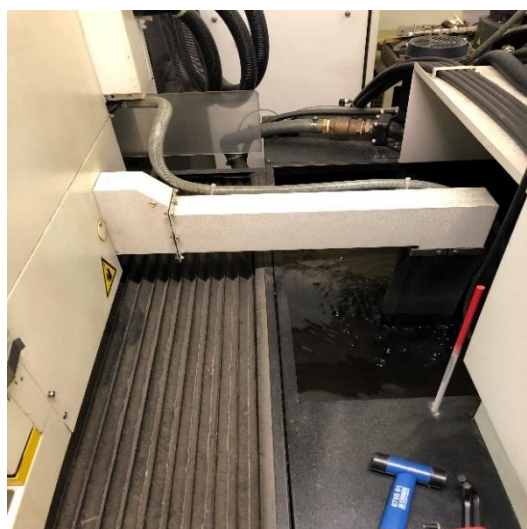
Upínací část stroje:



Pracovní prostor:



Nádrž kapalného dielektrika:



## 7.2. Postup výroby

Hotový polotovar musí mít už předem danou tloušťku a musí obsahovat zkosení hran pastorku. Dále musí být předvrtané dírky pro navlíknutí drátu.

Výchozí vzhled polotovaru pro elektroerozivní obrábění:



Dále se do stroje nahrál program pro výrobu ozubeného kola. Program se vytvořil automaticky a stačil k tomu jenom pouhý náčrt kola a jeho díry. Další krok bylo upnutí polotovaru na upínací desku a následné zajištění, aby byl polotovar ve vodorovné poloze. Vana se naplnila kapalným dielektrikem a pak obsluha stroje navedla ručně pomocí ovládacího panelu drát nad předvrtanou díru pro vyříznutí vnitřní díry a drážky pro pero. Drát se navedl automaticky za pomoci vodního proudu. Zadali jsme program a nechali jsme stroj obrábět. Odříznutí vnitřní díry a vyříznutí drážky trvalo cca 1 hodinu. Odříznutý materiál jsme vyndali.

Vzhled po obrobení vnitřní díry a drážky pro pero:



Program jsme nechali pokračovat. Aby byla díra co nejvíce přesná, objel program díru a drážku znova. Druhé obrábění bylo o polovinu rychlejší, protože drát neřezal do plného materiálu, ale pouze kopíroval povrch a spaloval přebývající nedokonalosti. Program se pozastavil, když objel vnitřní díru a drážku pro pero podruhé a přeštípl automaticky drát. Ručně jsme najeli na předvrtanou díru pro obrábění ozubení a drát už se automaticky pomocí vodního proudu provlékl. Zapnuli jsme program a nechali stroj zase automaticky obrábět. Řezání ozubení do plného materiálu trvalo cca 2 hodiny. Z důvodu nedostatku času jsme ozubení pouze odřízli a nevyhladili. Proto nemá ozubené kolo přesnost, kterou by mít mělo.

Výsledný vzhled ozubeného kola po obrábění:



Vzniklý odpad:





### 7.3. Program pro drátovku na výrobu

```
O0001 (OKOL1);  
( W1 NORMAL FORWARD );  
M15P0;  
G92X0.Y0.;  
G90;  
G50;  
M60;  
E31;  
G10P9998R0.0000;  
G01Y11.5G41;  
X-2.6;  
G03X-2.985Y11.2085J-0.4;  
G01Y8.4948;  
G03X2.985I2.985J-8.4948;  
G01Y11.2085;  
G03X2.6Y11.5I-0.385J-0.1085;  
M01  
G01X0.;  
M01;  
G01Y0.G40G50;  
( W1 NORMAL BACKWARD );  
E32;  
G10P9998R0.0000;  
G01Y11.5G42;  
X2.6;  
G02X2.985Y11.2085J-0.4;  
G01Y8.4948;  
G02X-2.985I-2.985J-8.4948;  
G01Y11.2085;  
G02X-2.6Y11.5I0.385J-0.1085;  
G01X0.;  
G01Y0.G40G50;  
( W2 NORMAL FORWARD );
```

M50;  
M15P0;  
G00X0.Y30.;  
G92X0.Y30.;  
G50;  
M60;  
E30;  
G10P9998R0.0000;  
G01Y25.G41;  
G02X0.7109Y24.9899J-25.;  
X1.1456Y24.105I-10.431J-5.6737;  
X1.4431Y23.3461I-8.9831J-3.9591;  
X1.6355Y22.7025I-7.6492J-2.6377;  
X1.743Y22.1921I-6.0888J-1.5483;  
X1.7891Y21.8235I-4.4124J-0.7391;  
X1.7985Y21.5955I-2.7388J-0.2276;  
X1.7961Y21.5382I-0.6908J0.0001;  
G01X1.7036Y20.4291;  
G02X3.8712Y20.1312I-1.7036J-20.4291;  
G01X4.0814Y21.2241;  
G02X4.0946Y21.2799I0.6784J-0.1305;  
X4.1652Y21.4969I2.6464J-0.7411;  
X4.309Y21.8394I4.1932J-1.5596;  
X4.5502Y22.3019I5.6864J-2.6711;  
X4.9092Y22.8697I7.0129J-4.0358;  
X5.4003Y23.5202I8.073J-5.5854;  
X6.0577Y24.255I9.1708J-7.5428;  
X7.4267Y23.8714I-6.0577J-24.255;  
X7.6066Y22.902I-11.575J-2.6491;  
X7.6883Y22.0911I-9.7182J-1.3887;  
X7.6999Y21.4194I-8.0772J-0.4761;  
X7.6657Y20.8989I-6.2807J0.1518;  
X7.6106Y20.5315I-4.4482J0.4788;  
X7.5582Y20.3094I-2.6986J0.5198;

X7.5404Y20.2549I-0.6652J0.1865;  
G01X7.1522Y19.2119;  
G02X9.159Y18.3402I-7.1522J-19.2119;  
G01X9.6562Y19.3359;  
G02X9.684Y19.3861I0.618J-0.3086;  
X9.8105Y19.576I2.3483J-1.4276;  
X10.0414Y19.8669I3.6169J-2.6331;  
X10.3984Y20.2472I4.7549J-4.1062;  
X10.8973Y20.6972I5.664J-5.7781;  
X11.5458Y21.191I6.2667J-7.5564;  
X12.377Y21.7212I6.7957J-9.7374;  
X13.5917Y20.9825I-12.377J-21.7212;  
X13.5034Y20.0006I-11.8605J0.5721;  
X13.3633Y19.1976I-9.7324J1.2847;  
X13.1933Y18.5477I-7.9061J1.7207;  
X13.0199Y18.0557I-6.0068J1.8407;  
X12.8677Y17.7168I-4.154J1.6611;  
X12.7573Y17.5171I-2.4583J1.2286;  
X12.7255Y17.4694I-0.5902J0.359;  
G01X12.0702Y16.5698;  
G02X13.7675Y15.189I-12.0702J-16.5698;  
G01X14.5149Y16.0136;  
G02X14.5552Y16.0545I0.5119J-0.4639;  
X14.7282Y16.2032I1.8761J-2.0082;  
X15.0291Y16.4211I2.7724J-3.5113;  
X15.4755Y16.6909I3.4707J-5.2368;  
X16.0772Y16.9896I3.895J-7.092;  
X16.8349Y17.2902I3.9956J-8.9669;  
X17.7783Y17.5765I3.9166J-11.2097;  
X18.7487Y16.5374I-17.7783J-17.5765;  
X18.3987Y15.6157I-11.2663J3.7508;  
X18.0472Y14.8803I-9.0249J3.8629;  
X17.7081Y14.3004I-7.1487J3.7899;  
X17.4084Y13.8734I-5.2875J3.3931;

X17.1705Y13.5882I-3.5518J2.7203;  
X17.0103Y13.4256I-2.0357J1.8463;  
X16.9668Y13.3883I-0.4715J0.5049;  
G01X16.0931Y12.6989;  
G02X17.3549Y10.9113I-16.0931J-12.6989;  
G01X18.2971Y11.5037;  
G02X18.3469Y11.5322I0.3677J-0.5848;  
X18.5536Y11.6287I1.2647J-2.4399;  
X18.9021Y11.7573I1.7223J-4.1291;  
X19.4048Y11.8968I1.9292J-5.979;  
X20.0648Y12.022I1.8372J-7.8799;  
X20.8754Y12.107I1.4282J-9.7124;  
X21.8611Y12.1281I0.747J-11.8507;  
X22.5152Y10.8658I-21.8611J-12.1281;  
X21.9295Y10.0727I-9.8366J6.6513;  
X21.3926Y9.4595I-7.648J6.1545;  
X20.9097Y8.9925I-5.8611J5.5781;  
X20.5059Y8.6622I-4.1759J4.6938;  
X20.1998Y8.4517I-2.6862J3.5777;  
X20.0017Y8.3385I-1.4621J2.327;  
X19.9498Y8.3142I-0.3177J0.6134;  
G01X18.9225Y7.8861;  
G02X19.6552Y5.8244I-18.9225J-7.8861;  
G01X20.7222Y6.1406;  
G02X20.7779Y6.1546I0.1963J-0.6624;  
X21.003Y6.1918I0.5595J-2.6906;  
X21.3733Y6.2216I0.5444J-4.4406;  
X21.8949Y6.2203I0.2445J-6.2778;  
X22.5642Y6.1628I-0.3569J-8.0833;  
X23.3677Y6.0259I-1.2451J-9.7376;  
X24.3226Y5.7803I-2.478J-11.6128;  
X24.6118Y4.3883I-24.3226J-5.7803;  
X23.8339Y3.7827I-7.6773J9.0585;  
X23.1514Y3.337I-5.704J7.9897;

X22.5604Y3.0177I-4.1388J6.9526;  
X22.0825Y2.8086I-2.7547J5.6464;  
X21.731Y2.6885I-1.6213J4.1697;  
X21.5097Y2.6328I-0.78J2.6352;  
X21.4531Y2.6235I-0.1405J0.6764;  
G01X20.3484Y2.4884;  
G02X20.4977Y0.3055I-20.3484J-2.4884;  
G01X21.6105Y0.3221;  
G02X21.6679Y0.3206I0.0103J-0.6907;  
X21.8947Y0.2956I-0.1871J-2.7418;  
X22.2593Y0.2245I-0.6739J-4.4228;  
X22.7612Y0.0824I-1.4583J-6.111;  
X23.3902Y-0.1535I-2.5245J-7.6873;  
X24.127Y-0.5021I-3.8261J-9.0406;  
X24.9801Y-0.9962I-5.5192J-10.5136;  
X24.8831Y-2.4146I-24.9801J0.9962;  
X23.9706Y-2.7879I-4.9487J10.7939;  
X23.1932Y-3.0329I-3.3368J9.2324;  
X22.538Y-3.181I-2.1095J7.8114;  
X22.0214Y-3.2533I-1.1292J6.1802;  
X21.6505Y-3.2742I-0.4362J4.4525;  
X21.4224Y-3.268I-0.0401J2.7479;  
X21.3654Y-3.2617I0.0472J0.6892;  
G01X20.2652Y-3.0938;  
G02X19.82Y-5.236I-20.2652J3.0938;  
G01X20.8961Y-5.5203;  
G02X20.9509Y-5.5372I-0.1764J-0.6679;  
X21.1625Y-5.6225I-0.9199J-2.5897;  
X21.4944Y-5.7893I-1.8422J-4.077;  
X21.9394Y-6.0615I-3.0529J-5.4909;  
X22.4814Y-6.4584I-4.5049J-6.7211;  
X23.0968Y-6.9928I-6.1233J-7.673;  
X23.7851Y-7.6988I-8.1511J-8.6347;  
X23.3089Y-9.0384I-23.7851J7.6988;

X22.3296Y-9.1517I-1.853J11.7288;  
X21.5149Y-9.1779I-0.7222J9.7903;  
X20.844Y-9.1437I0.0762J8.0909;  
X20.327Y-9.074I0.5801J6.2557;  
X19.9643Y-8.994I0.7812J4.4051;  
X19.7463Y-8.9265I0.7027J2.6569;  
X19.6931Y-8.9051I0.2314J0.6509;  
G01X18.679Y-8.4465;  
G02X17.6724Y-10.3892I-18.679J8.4465;  
G01X18.6318Y-10.9533;  
G02X18.68Y-10.9844I-0.3501J-0.5955;  
X18.8608Y-11.1235I-1.5845J-2.2454;  
X19.1354Y-11.3738I-2.8738J-3.4288;  
X19.4904Y-11.7559I-4.4211J-4.4636;  
X19.9053Y-12.2843I-6.1512J-5.2565;  
X20.3537Y-12.965I-7.9664J-5.7364;  
X20.8259Y-13.8304I-10.1784J-6.1154;  
X20.006Y-14.9919I-20.8259J13.8304;  
X19.0324Y-14.8368I1.3801J11.7938;  
X18.2409Y-14.6422I1.9459J9.6221;  
X17.6041Y-14.4282I2.2562J7.7703;  
X17.1251Y-14.2217I2.2464J5.8672;  
X16.7974Y-14.0468I1.9407J4.031;  
X16.6057Y-13.923I1.3935J2.3687;  
X16.5602Y-13.888I0.3985J0.5643;  
G01X15.7075Y-13.1729;  
G02X14.2141Y-14.7719I-15.7075J13.1729;  
G01X14.9857Y-15.5739;  
G02X15.0238Y-15.6168I-0.4978J-0.479;  
X15.1603Y-15.7996I-2.1316J-1.7347;  
X15.3572Y-16.1147I-3.6923J-2.5263;  
X15.596Y-16.5784I-5.4615J-3.1053;  
X15.8529Y-17.1992I-7.3413J-3.402;  
X16.101Y-17.9756I-9.2187J-3.3744;

X16.3222Y-18.9363I-11.4509J-3.1425;  
X15.2194Y-19.8336I-16.3222J18.9363;  
X14.3237Y-19.4215I4.5109J10.9841;  
X13.6141Y-19.0206I4.4698J8.7403;  
X13.0586Y-18.6427I4.269J6.8734;  
X12.6531Y-18.3146I3.746J5.0436;  
X12.3847Y-18.0578I2.9563J3.3579;  
X12.2335Y-17.8869I1.9809J1.9049;  
X12.1992Y-17.8409I0.5359J0.4359;  
G01X11.571Y-16.9222;  
G02X9.7016Y-18.0591I-11.571J16.9222;  
G01X10.2283Y-19.0395;  
G02X10.2533Y-19.0911I-0.6086J-0.3269;  
X10.3354Y-19.304I-2.5205J-1.0953;  
X10.44Y-19.6604I-4.237J-1.4365;  
X10.5448Y-20.1714I-6.0967J-1.5166;  
X10.6247Y-20.8384I-7.9869J-1.2952;  
X10.6542Y-21.653I-9.7872J-0.7621;  
X10.608Y-22.6378I-11.8741J0.0634;  
X9.304Y-23.2042I-10.608J22.6378;  
X8.5527Y-22.5658I7.3071J9.3597;  
X7.9775Y-21.9883I6.6621J7.2102;  
X7.5446Y-21.4746I5.9651J5.4668;  
X7.2427Y-21.0492I4.9678J3.8459;  
X7.0535Y-20.7295I3.7527J2.4358;  
X6.954Y-20.5241I2.4214J1.2999;  
X6.9334Y-20.4706I0.6337J0.2751;  
G01X6.5764Y-19.4165;  
G02X4.4695Y-20.0068I-6.5764J19.4165;  
G01X4.7122Y-21.093;  
G02X4.7223Y-21.1494I-0.6742J-0.1506;  
X4.744Y-21.3766I-2.7226J-0.3746;  
X4.7486Y-21.748I-4.4674J-0.2401;  
X4.7116Y-22.2683I-6.2798J0.1845;

X4.6086Y-22.9322I-8.0401J0.9077;  
X4.4172Y-23.7245I-9.6299J1.9067;  
X4.107Y-24.6603I-11.4166J3.2647;  
X2.6985Y-24.8539I-4.107J24.6603;  
X2.1474Y-24.0365I9.5613J7.0412;  
X1.7493Y-23.3252I8.3603J5.1454;  
X1.471Y-22.7137I7.2188J3.6547;  
X1.2951Y-22.2227I5.8212J2.363;  
X1.1992Y-21.8638I4.2707J1.333;  
X1.1588Y-21.6392I2.6823J0.5984;  
X1.1534Y-21.5821I0.6844J0.094;  
G01X1.094Y-20.4708;  
G02X-1.094I-1.094J20.4708;  
G01X-1.1534Y-21.5821;  
G02X-1.1588Y-21.6392I-0.6898J0.0369;  
X-1.1992Y-21.8638I-2.7227J0.3738;  
X-1.2951Y-22.2227I-4.3665J0.9741;  
X-1.471Y-22.7137I-5.9972J1.8719;  
X-1.7493Y-23.3252I-7.4971J3.0432;  
X-2.1474Y-24.0365I-8.7584J4.4341;  
X-2.6985Y-24.8539I-10.1125J6.2238;  
X-4.107Y-24.6603I2.6985J24.8539;  
X-4.4172Y-23.7245I11.1065J4.2005;  
X-4.6086Y-22.9322I9.4385J2.699;  
X-4.7116Y-22.2683I7.9371J1.5716;  
X-4.7486Y-21.748I6.2429J0.7048;  
X-4.744Y-21.3766I4.4719J0.1314;  
X-4.7223Y-21.1494I2.7443J-0.1475;  
X-4.7122Y-21.093I0.6844J-0.0942;  
G01X-4.4695Y-20.0068;  
G02X-6.5764Y-19.4165I4.4695J20.0068;  
G01X-6.9334Y-20.4706;  
G02X-6.954Y-20.5241I-0.6543J0.2216;  
X-7.0535Y-20.7295I-2.5209J1.0945;



X-7.2427Y-21.0492I-3.9418J2.1161;  
X-7.5446Y-21.4746I-5.2698J3.4205;  
X-7.9775Y-21.9883I-6.398J4.9531;  
X-8.5527Y-22.5658I-7.2373J6.6327;  
X-9.304Y-23.2042I-8.0583J8.7213;  
X-10.608Y-22.6378I9.304J23.2042;  
X-10.6542Y-21.653I11.8279J1.0483;  
X-10.6247Y-20.8384I9.8167J0.0525;  
X-10.5448Y-20.1714I8.0668J-0.6281;  
X-10.44Y-19.6604I6.2015J-1.0056;  
X-10.3354Y-19.304I4.3415J-1.08;  
X-10.2533Y-19.0911I2.6027J-0.8824;  
X-10.2283Y-19.0395I0.6336J-0.2753;  
G01X-9.7016Y-18.0591;  
G02X-11.571Y-16.9222I9.7016J18.0591;  
G01X-12.1992Y-17.8409;  
G02X-12.2335Y-17.8869I-0.5703J0.3899;  
X-12.3847Y-18.0578I-2.1321J1.7341;  
X-12.6531Y-18.3146I-3.2247J3.1011;  
X-13.0586Y-18.6427I-4.1515J4.7154;  
X-13.6141Y-19.0206I-4.8244J6.4956;  
X-14.3237Y-19.4215I-5.1794J8.3393;  
X-15.2194Y-19.8336I-5.4065J10.572;  
X-16.3222Y-18.9363I15.2194J19.8336;  
X-16.101Y-17.9756I11.6721J-2.1817;  
X-15.8529Y-17.1992I9.4668J-2.598;  
X-15.596Y-16.5784I7.5982J-2.7812;  
X-15.3572Y-16.1147I5.7002J-2.6415;  
X-15.1603Y-15.7996I3.8892J-2.2113;  
X-15.0238Y-15.6168I2.2681J-1.5519;  
X-14.9857Y-15.5739I0.5358J-0.4361;  
G01X-14.2141Y-14.7719;  
G02X-15.7075Y-13.1729I14.2141J14.7719;  
G01X-16.5602Y-13.888;

G02X-16.6057Y-13.923I-0.4439J0.5293;  
X-16.7974Y-14.0468I-1.5852J2.245;  
X-17.1251Y-14.2217I-2.2685J3.8561;  
X-17.6041Y-14.4282I-2.7253J5.6606;  
X-18.2409Y-14.6422I-2.8931J7.5563;  
X-19.0324Y-14.8368I-2.7374J9.4275;  
X-20.006Y-14.9919I-2.3537J11.6386;  
X-20.8259Y-13.8304I20.006J14.9919;  
X-20.3537Y-12.965I10.6506J-5.2499;  
X-19.9053Y-12.2843I8.4149J-5.0558;  
X-19.4904Y-11.7559I6.5661J-4.7281;  
X-19.1354Y-11.3738I4.7762J-4.0815;  
X-18.8608Y-11.1235I3.1483J-3.1786;  
X-18.68Y-10.9844I1.7653J-2.1063;  
X-18.6318Y-10.9533I0.3983J-0.5644;  
G01X-17.6724Y-10.3892;  
G02X-18.679Y-8.4465I17.6724J10.3892;  
G01X-19.6931Y-8.9051;  
G02X-19.7463Y-8.9265I-0.2846J0.6295;  
X-19.9643Y-8.994I-0.9207J2.5894;  
X-20.327Y-9.074I-1.144J4.3251;  
X-20.844Y-9.1437I-1.0971J6.186;  
X-21.5149Y-9.1779I-0.7471J8.0566;  
X-22.3296Y-9.1517I-0.0924J9.8164;  
X-23.3089Y-9.0384I0.8736J11.8421;  
X-23.7851Y-7.6988I23.3089J9.0384;  
X-23.0968Y-6.9928I8.8393J-7.9288;  
X-22.4814Y-6.4584I6.7388J-7.1386;  
X-21.9394Y-6.0615I5.047J-6.3242;  
X-21.4944Y-5.7893I3.4979J-5.2187;  
X-21.1625Y-5.6225I2.174J-3.9101;  
X-20.9509Y-5.5372I1.1316J-2.5044;  
X-20.8961Y-5.5203I0.2312J-0.651;  
G01X-19.82Y-5.236;

G02X-20.2652Y-3.0938I19.82J5.236;  
G01X-21.3654Y-3.2617;  
G02X-21.4224Y-3.268I-0.1043J0.6829;  
X-21.6505Y-3.2742I-0.1879J2.7418;  
X-22.0214Y-3.2533I0.0654J4.4734;  
X-22.538Y-3.181I0.6126J6.2526;  
X-23.1932Y-3.0329I1.4543J7.9595;  
X-23.9706Y-2.7879I2.5595J9.4773;  
X-24.8831Y-2.4146I4.0362J11.1672;  
X-24.9801Y-0.9962I24.8831J2.4146;  
X-24.127Y-0.5021I6.3723J-10.0195;  
X-23.3902Y-0.1535I4.5629J-8.692;  
X-22.7612Y0.0824I3.1535J-7.4514;  
X-22.2593Y0.2245I1.9602J-5.9689;  
X-21.8947Y0.2956I1.0385J-4.3517;  
X-21.6679Y0.3206I0.414J-2.7169;  
X-21.6105Y0.3221I0.047J-0.6892;  
G01X-20.4977Y0.3055;  
G02X-20.3484Y2.4884I20.4977J-0.3055;  
G01X-21.4531Y2.6235;  
G02X-21.5097Y2.6328I0.0839J0.6857;  
X-21.731Y2.6885I0.5587J2.6908;  
X-22.0825Y2.8086I1.2698J4.2899;  
X-22.5604Y3.0177I2.2768J5.8555;  
X-23.1514Y3.337I3.5478J7.2719;  
X-23.8339Y3.7827I5.0215J8.4354;  
X-24.6118Y4.3883I6.8994J9.6642;  
X-24.3226Y5.7803I24.6118J-4.3883;  
X-23.3677Y6.0259I3.4328J-11.3672;  
X-22.5642Y6.1628I2.0486J-9.6007;  
X-21.8949Y6.2203I1.0262J-8.0259;  
X-21.3733Y6.2216I0.2771J-6.2764;  
X-21.003Y6.1918I-0.1741J-4.4705;  
X-20.7779Y6.1546I-0.3344J-2.7278;

X-20.7222Y6.1406I-0.1407J-0.6764;  
G01X-19.6552Y5.8244;  
G02X-18.9225Y7.8861I19.6552J-5.8244;  
G01X-19.9498Y8.3142;  
G02X-20.0017Y8.3385I0.2658J0.6377;  
X-20.1998Y8.4517I1.264J2.4403;  
X-20.5059Y8.6622I2.3801J3.7882;  
X-20.9097Y8.9925I3.7722J5.0241;  
X-21.3926Y9.4595I5.3782J6.0451;  
X-21.9295Y10.0727I7.1111J6.7678;  
X-22.5152Y10.8658I9.2509J7.4444;  
X-21.8611Y12.1281I22.5152J-10.8658;  
X-20.8754Y12.107I0.2387J-11.8719;  
X-20.0648Y12.022I-0.6176J-9.7974;  
X-19.4048Y11.8968I-1.1772J-8.0051;  
X-18.9021Y11.7573I-1.4265J-6.1184;  
X-18.5536Y11.6287I-1.3738J-4.2577;  
X-18.3469Y11.5322I-1.0579J-2.5364;  
X-18.2971Y11.5037I-0.3179J-0.6133;  
G01X-17.3549Y10.9113;  
G02X-16.0931Y12.6989I17.3549J-10.9113;  
G01X-16.9668Y13.3883;  
G02X-17.0103Y13.4256I0.4279J0.5423;  
X-17.1705Y13.5882I1.8755J2.0088;  
X-17.4084Y13.8734I3.3139J3.0056;  
X-17.7081Y14.3004I4.9878J3.82;  
X-18.0472Y14.8803I6.8097J4.3699;  
X-18.3987Y15.6157I8.6733J4.5983;  
X-18.7487Y16.5374I10.9163J4.6725;  
X-17.7783Y17.5765I18.7487J-16.5374;  
X-16.8349Y17.2902I-2.9732J-11.496;  
X-16.0772Y16.9896I-3.238J-9.2675;  
X-15.4755Y16.6909I-3.2933J-7.3907;  
X-15.0291Y16.4211I-3.0244J-5.5067;

X-14.7282Y16.2032I-2.4716J-3.7292;  
X-14.5552Y16.0545I-1.703J-2.1569;  
X-14.5149Y16.0136I-0.4716J-0.5048;  
G01X-13.7675Y15.189;  
G02X-12.0702Y16.5698I13.7675J-15.189;  
G01X-12.7255Y17.4694;  
G02X-12.7573Y17.5171I0.5584J0.4068;  
X-12.8677Y17.7168I2.3479J1.4283;  
X-13.0199Y18.0557I4.0019J2.;  
X-13.1933Y18.5477I5.8334J2.3327;  
X-13.3633Y19.1976I7.7361J2.3706;  
X-13.5034Y20.0006I9.5923J2.0877;  
X-13.5917Y20.9825I11.7721J1.554;  
X-12.377Y21.7212I13.5917J-20.9825;  
X-11.5458Y21.191I-5.9645J-10.2675;  
X-10.8973Y20.6972I-5.6183J-8.0502;  
X-10.3984Y20.2472I-5.1651J-6.2281;  
X-10.0414Y19.8669I-4.3979J-4.4865;  
X-9.8105Y19.576I-3.386J-2.9241;  
X-9.684Y19.3861I-2.2218J-1.6175;  
X-9.6562Y19.3359I-0.5903J-0.3589;  
G01X-9.159Y18.3402;  
G02X-7.1522Y19.2119I9.159J-18.3402;  
G01X-7.5404Y20.2549;  
G02X-7.5582Y20.3094I0.6474J0.241;  
X-7.6106Y20.5315I2.6462J0.7418;  
X-7.6657Y20.8989I4.3931J0.8461;  
X-7.6999Y21.4194I6.2465J0.6723;  
X-7.6883Y22.0911I8.0889J0.1956;  
X-7.6066Y22.902I9.7999J-0.5777;  
X-7.4267Y23.8714I11.7549J-1.6797;  
X-6.0577Y24.255I7.4267J-23.8714;  
X-5.4003Y23.5202I-8.5135J-8.2776;  
X-4.9092Y22.8697I-7.5818J-6.2359;

X-4.5502Y22.3019I-6.6539J-4.6036;  
X-4.309Y21.8394I-5.4453J-3.1336;  
X-4.1652Y21.4969I-4.0494J-1.9021;  
X-4.0946Y21.2799I-2.5758J-0.9581;  
X-4.0814Y21.2241I-0.6652J-0.1863;  
G01X-3.8712Y20.1312;  
G02X-1.7036Y20.4291I3.8712J-20.1312;  
G01X-1.7961Y21.5382;  
G02X-1.7985Y21.5955I0.6884J0.0574;  
X-1.7891Y21.8235I2.7482J0.0004;  
X-1.743Y22.1921I4.4585J-0.3705;  
X-1.6355Y22.7025I6.1962J-1.0379;  
X-1.4431Y23.3461I7.8417J-1.994;  
X-1.1456Y24.105I9.2806J-3.2002;  
X-0.7109Y24.9899I10.8658J-4.7888;  
M01  
X0.Y25.I0.7109J-24.9899;  
M01;  
G01Y30.G40G50;  
M50;  
G00Y0.;  
M30;  
%

## **8. Program Kovoprogram na výrobu vstupního hřídele**

Program Kovoprogram obsahuje pouze soustružnickou část, protože frézování drážek pro pero a broušení ploch se bude uskutečňovat na jiných strojích.

```
%HRIDEL.NC
PROGRAMMKOPF      VSTUPNÍ HŘÍDEL      [HLAVICKA PROGRAMU]
#MATERIAL          12 081.3      [MATERIAL]
#MASCHINE          SPU20CNC          [STROJ]
#ZEICHNUNG         DMP-4SA-2018/2019-01 [VYKRES]
#SCHLITTEN         $1                [SANE]
#WERKSTUECK        VSTUPNÍ HŘÍDEL      [OBROBEK]
#FIRMA             SANBORN V.MEZIRICI   [FIRMA - ODDELENI]
#AUTOR             JAROMÍR MOUREČEK    [PROGRAMATOR]
#DATUM             19.3.2019          [DATUM]
#EINSPANNDURCHM    [UPIN.PRUMER]
#AUSSPANNLAENGE    [UPIN.DELKA]
#SPANNDRUCK        [UPIN.TLAK]
#KOMMENTAR         [KOMENTAR]

REVOLVER 1        [OTOCNA HLAVA]

T1 ID""
T2 ID""
T12 ID"722-PODAVAC"

ROHTEIL [POLOTOVAR]
N10 G0 X0 Z-211
N20 G1 X25 Z-211
N30 G1 X25 Z0
N40 G1 X0 Z0
N50 G1 X0 Z-211

FERTIGTEIL [OBROBEK]
```

N60 G0 X0 Z-211  
N70 G1 X14 Z-211  
N80 G1 X15 Z-210.5  
N90 G1 X15 Z-199.5  
N100 G3 X16 Z-199 R0.5  
N110 G1 X21 Z-199  
N120 G1 X22 Z-198.5  
N130 G1 X22 Z-168.5  
N140 G1 X21 Z-168  
N150 G1 X19 Z-168  
N160 G3 X18 Z-167.5 R0.5  
N170 G1 X18 Z-111.5  
N180 G1 X17 Z-111  
N190 G1 X16 Z-111  
N200 G3 X15 Z-110.5 R0.5  
N210 G1 X15 Z-100  
N220 G1 X15 Z-100  
N230 G3 X14 Z-99.5 R0.5  
N240 G1 X14 Z-0.5  
N250 G1 X13 Z0  
N260 G1 X0 Z0  
N270 G1 X0 Z-211

BEARBEITUNG [OBRABENI]

[NEODJETY PROGRAM]

N280 G26 S5000  
N290 T12 G54 [PODAVAC]  
N300 G0 X0 Z50 M5  
N310 G0 X0 Z10  
N320 G1 Z1 G94 F2000  
N330 M11  
N340 G1 Z-1.5  
N350 M10  
N360 G1 Z30 G94 F2000



N370 G0 X250 Z200

N380 T1 [R=0.8]

N390 G54 G95 F0.3 G96 S232 M3 M8 M41

N400 G18

N410 G0 X23.013 Z1

N420 G1 Z-167.975

N430 G0 X25.013 Z-166.975

N440 G0 Z1

N450 G0 X21.025

N460 G1 Z-167.5

N470 G0 X23.025 Z-166.5

N480 G0 Z1

N490 G0 X19.038

N500 G1 Z-110.987

N510 G0 X21.038 Z-109.987

N520 G0 Z1

N530 G0 X17.05

N540 G1 Z-99.5

N550 G0 X19.05 Z-98.5

N560 G0 Z1

N570 G0 X13.063

N580 G1 X16 Z-0.469

N590 G1 Z-99.5

N600 G1 X17

N610 G1 Z-110.5

N620 G1 X18.063

N630 G1 X20 Z-111.469

N640 G1 Z-167.5

N650 G1 X22.063

N660 G1 X24 Z-168.469

N670 G1 Z-170.8

N680 G1 X25

N690 G0 X27 Z-169.8

N700 G0 Z150

N710 T2 [R=0.4]

N720 G54 G95 F0.1 G96 S346 M3 M8 M41

N730 G18

N740 G0 X11.131 Z1

N750 G1 X14.6 Z-0.734

N760 G1 Z-99.9

N770 G2 X14.8 Z-100 R0.1

N780 G1 X15.6

N790 G1 Z-110.9

N800 G2 X15.8 Z-111 R0.1

N810 G1 X17.131

N820 G1 X18.6 Z-111.734

N830 G1 Z-167.9

N840 G2 X18.8 Z-168 R0.1

N850 G1 X21.131

N860 G1 X22.366 Z-168.617

N870 G1 X25.425 Z-167.566

N880 T1 [R=0.8]

N890 G54 G95 F0.3 G96 S232 M3 M8 M41

N900 G18

N910 G0 X26

N920 G0 Z1

N930 G0 X23.213

N940 G1 Z-12.075

N950 G0 X25.213 Z-11.075

N960 G0 Z1

N970 G0 X21.425

N980 G1 Z-11.5

N990 G1 X22.063

N1000 G1 X24 Z-12.469

N1010 G1 Z-41.8

N1020 G0 X26 Z-40.8  
N1030 G0 Z1  
N1040 G0 X19.638  
N1050 G1 Z-11.5  
N1060 G0 X21.638 Z-10.5  
N1070 G0 Z1  
N1080 G0 X17.85  
N1090 G1 Z-11.5  
N1100 G0 X19.85 Z-10.5  
N1110 G0 Z1  
N1120 G0 X14.063  
N1130 G1 X17 Z-0.469  
N1140 G1 Z-11.5  
N1150 G1 X17.85  
N1160 G0 X19.85 Z-10.5  
N1170 G0 Z150  
  
N1180 T2 [R=0.4]  
N1190 G54 G95 F0.1 G96 S346 M3 M8 M41  
N1200 G18  
N1210 G0 X11.131 Z1.5  
N1220 M58  
N1230 G1 X15.6 Z-0.734  
N1240 G1 Z-11.9  
N1250 G2 X15.8 Z-12 R0.1  
N1260 G1 X21.131  
N1270 G1 X22.6 Z-12.734  
N1280 G1 Z-42.875  
N1290 G0 X32.581  
N1300 M59  
N1310 G0 X200 Z150 M9  
N1320 M5  
N1330 M30  
ENDE [KONEC]

## 9. Závěr

Cílem mojí dlouhodobé maturitní práce bylo navržení dvoustupňové průmyslové převodovky s čelním ozubením a přímými zuby. Začal jsem hledáním podrobnějších informací o průmyslových převodovkách a jejich schématech. Po zvážení všech možností jsem si zvolil vstup i výstup na opačné straně ale souosý. Dále přišla na řadu výpočtová část, podle které jsem vytvořil model v programu Solid Edge, který byl velice užitečný při vytváření výrobních výkresů. Další zlomovou částí byla návštěva ve firmě Nástrojárna CB s.r.o., kde jsme vyrobili ozubené kolo a já mohl provést jeho kontrolu. Z důvodu chybějících nástrojů a pomůcek jsem nemohl změřit jakost povrchu zubů, a tak jsem prověřil pouze rozměry a navrhl způsob korekce. Další krok bylo vytvoření programu pro výrobu vstupní hřídele a jejího výrobního postupu. Cílem mé práce bylo splnit všechny zadané úkoly, ale také jsem chtěl vysvětlit, co jsou to průmyslové převodovky a uvést jejich nejpoužívanější druhy. |Postup konstrukce a bližší popis součástek byl velice důležitý, aby bylo čtenáři vše jasné. Práce obsahuje i postup montáže a druh mazání a utěsnění. Normalizované součástky jsem vybíral ze strojírenských tabulek. Dále jsem použil součástky, které vyrábějí určité firmy, abychom se vyhnuli jejich výrobě a pouze je nakoupili. Na této práci jsem měl větší zájem, než jenom její dokončení. Byla to také zajímavá zkušenost, při které jsem se dozvěděl plno nových informací, které bych se v průběhu studia nedozvěděl. Také jsem získal praxi při sledování výroby ozubeného kola.

## 10. Přílohy

### 10.1. Výkresová dokumentace

|                      |   |
|----------------------|---|
| DMP-4SA-2018/2019-S  | Výkres sestavy                              |
| DMP-4SA-2018/2019-K1 | 1. část kusovníku                           |
| DMP-4SA-2018/2019-K2 | 2. část kusovníku                           |
| DMP-4SA-2018/2019-01 | Výrobní výkres vstupní hřídele              |
| DMP-4SA-2018/2019-02 | Výrobní výkres předlokové hřídele           |
| DMP-4SA-2018/2019-03 | Výrobní výkres výstupní hřídele             |
| DMP-4SA-2018/2019-04 | Výrobní výkres pastorku 1. soukolí          |
| DMP-4SA-2018/2019-05 | Výrobní výkres ozubeného kola 1. soukolí    |
| DMP-4SA-2018/2019-06 | Výrobní výkres pastorku 2. soukolí          |
| DMP-4SA-2018/2019-07 | Výrobní výkres ozubeného kola 2. soukolí    |
| DMP-4SA-2018/2019-08 | Výrobní výkres víka bez otvoru              |
| DMP-4SA-2018/2019-09 | Výrobní výkres víka na vstupu               |
| DMP-4SA-2018/2019-10 | Výrobní výkres víka na výstupu              |
| DMP-4SA-2018/2019-11 | Výrobní výkres distančního kroužku 1        |
| DMP-4SA-2018/2019-12 | Výrobní výkres distančního kroužku 2        |
| DMP-4SA-2018/2019-13 | Výrobní výkres distančního kroužku 3        |
| DMP-4SA-2018/2019-14 | Výrobní výkres distančního kroužku 4        |
| DMP-4SA-2018/2019-15 | Výrobní výkres součástky na uložení ložisek |
| DMP-4SA-2018/2019-16 | Výrobní výkres dolní skříně                 |
| DMP-4SA-2018/2019-17 | Výrobní výkres horní skříně                 |
| DMP-4SA-2018/2019-18 | Výrobní výkres sklíčka                      |

### 10.2. Protokoly

|  |  |
|--|--|
| Předmět: Stavba a provoz strojů cvičení:   | Výpočet rozměrů a kontrolní výpočet      |
| Předmět: Kontrola a měření:                | Postup rozměrové kontroly ozubeného kola |
| Předmět: Strojírenská technologie cvičení: | Výrobní postup vstupní hřídele           |

## **11. Seznam použitých zdrojů**

J. KOVÁŘ, O. BLAŽEK, Konstrukční cvičení. Převodovka. SNTL: 1982.

P. VÁVRA A KOL., Strojnické tabulky pro SPŠ strojnické. SNTL: 1983.

J. ŘASA, J. ŠVERCL, Strojnické tabulky 1 pro školu a praxi. Scientia: 2004.  
ISBN 80-7183-312-6.

J. ŘASA, J. ŠVERCL, Strojnické tabulky 2 pro školu a praxi. Scientia: 2007.  
ISBN 978-80-86960-20-3.

R. KRÍŽ A KOL., Stavba a provoz strojů 2. Převody. SNTL: 1978

SKF, a.s., [online]. SKF. [cit. 2019-03-25]. Česká verze. Dostupné z:  
<https://www.skf.com/cz/index.html>.

TRACEPARTS. Product content everywhere. [online]. TRACEPARTS. [cit. 2019-03-25].  
České verze. Dostupné z: <https://www.traceparts.com/cs>.

YACOMI MOTORCYCLES. [online]. Václav Erben: © 2014. [cit. 2019-03-25]. Česká  
verze. Dostupné z: <https://www.yacom.cz/>.