



## **Středoškolská technika 2024**

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

# **Pragotron – Ozubená kola**

**Ondřej Wimmer**

Střední průmyslová škola strojnická,  
škola hlavního města Prahy  
110 00 Betlémská 4/287, Praha 1 – Staré Město

**Vedoucí práce:** Ing. Ondřej Růžička

### **Anotace**

Tento maturitní projekt se zabývá Pragotronem (Signaltronem), přesněji jeho modernizací. V této části zejména ozubeným převodem.

### **Klíčová slova**

Pragotron, Signaltron, ozubená kola, kola, hodiny, informační systém, soukolí, Elektročas, ozubený převod,

## **Obsah**

|                                                           |      |
|-----------------------------------------------------------|------|
| <b>1. Úvod do projektu</b>                                | -7-  |
| <b>2. Teoretická část</b>                                 | -9-  |
| 2.1. Úvod do problematiky                                 | -9-  |
| 2.2. Rešerše                                              | -11- |
| 2.2.1. Historie                                           | -11- |
| 2.2.2. Popis jednotlivých částí Pragotronu                | -13- |
| <b>3. Ozubená kola</b>                                    | -16- |
| 3.1. Rozdělení ozubených kol                              | -17- |
| 3.2. Výroba ozubených kol                                 | -21- |
| <b>4. Experimentální část</b>                             | -23- |
| 4.1. Pohon ozubených kol (motorek)                        | -23- |
| 4.2. Výpočty ozubených kol                                | -24- |
| 4.3. Právý bok s ozubenými koly a jejich uchycení na case | -25- |
| 4.4. Ekonomická dokumentace                               | -27- |
| 4.5. Spolupráce s PRUSA RESEARCH                          | -28- |
| 4.6. Sestavování jednotky Pragotronu                      | -29- |
| <b>5. Závěr</b>                                           | -30- |
| <b>6. Seznam obrázků</b>                                  | -31- |
| <b>7. Seznam použitých zdrojů</b>                         | -33- |

## 1. Úvod do projektu

Projekt je ve spolupráci se slovenským umělcem Stanom Masarom.

Stano Masár je hravý postkonceptuální umělec, který rozvíjí strategie manipulace, transformace, interpretace, kontextově citlivé instalace a institucionální kritiky. Vědomě se hlásí k odkazu Dada, Neodada, Fluxu, minimalismu, konceptuálního umění, rozvíjí dědictví Kazimíra Maleviča, Ivesa Kleina, ale především Marcela Duchampa. Ze slovenských autorů ho nejvýrazněji ovlivnili konceptualisti Ľubomír Ďurček a Július Koller.

### **Koncept, dle kterého se řídíme při zpracovávání projektu:**

Stano Masár

HALF TIME, FULL MOON

koncept

Projekt HALF TIME, FULL MOON je pomyselným komentářem k našmu prežívaniu, k realite, v ktorej sa fyzicky pohybujeme a každodenne ju zažívame, ako aj bezčasovosti existencie myšlienok, v ktorých imaginárním svete sa prechádzame. Mojim zámerom je objekt – upravený ready made – informačná tabuľa, svojou formou kopíruje informačnú tabuľu známou zo železničných staníc pred niekoľkými rokmi.

Je to informačná tabuľa s rozmerom 152 x 90 cm inštalovaná nad úrovňou zraku. V 6 riadkoch sa preklápajú isté slovné formulácie, väčšinou komentujúce čas a ľudskú existenciu. Postupne prichádzajúce textové spojenia s autonómnym významom ako „Blúdenie v čase“ – „Odložený čas“ – „Medzery v čase“; či: „Všetko bude zabudnuté“ – „Veci, věci, věci“ – „Fragmenty času“ evokujú istú formu vizuálnej poézie.

Objekt HALF TIME, FULL MOON tematizuje čas, jeho plynutie, jeho vnímanie, usúvŕažnený na existenciu jednotlivca, ktorý je tak konfrontovaný s existenciálne ladenými posolstvami.

## Překlad do češtiny:

Projekt HALF TIME, FULL MOON je imaginárním komentářem k naší zkušenosti, k realitě, v níž se nacházíme, se fyzicky pohybujeme a denně prožíváme, stejně jako o nadčasovosti existence myšlenek, v nichž se v imaginárním světě procházíme. Mým záměrem je objekt – modifikovaný ready made – informační tabule, ve své podobě kopíruje informační tabuli známou z nádraží z doby před několika lety.

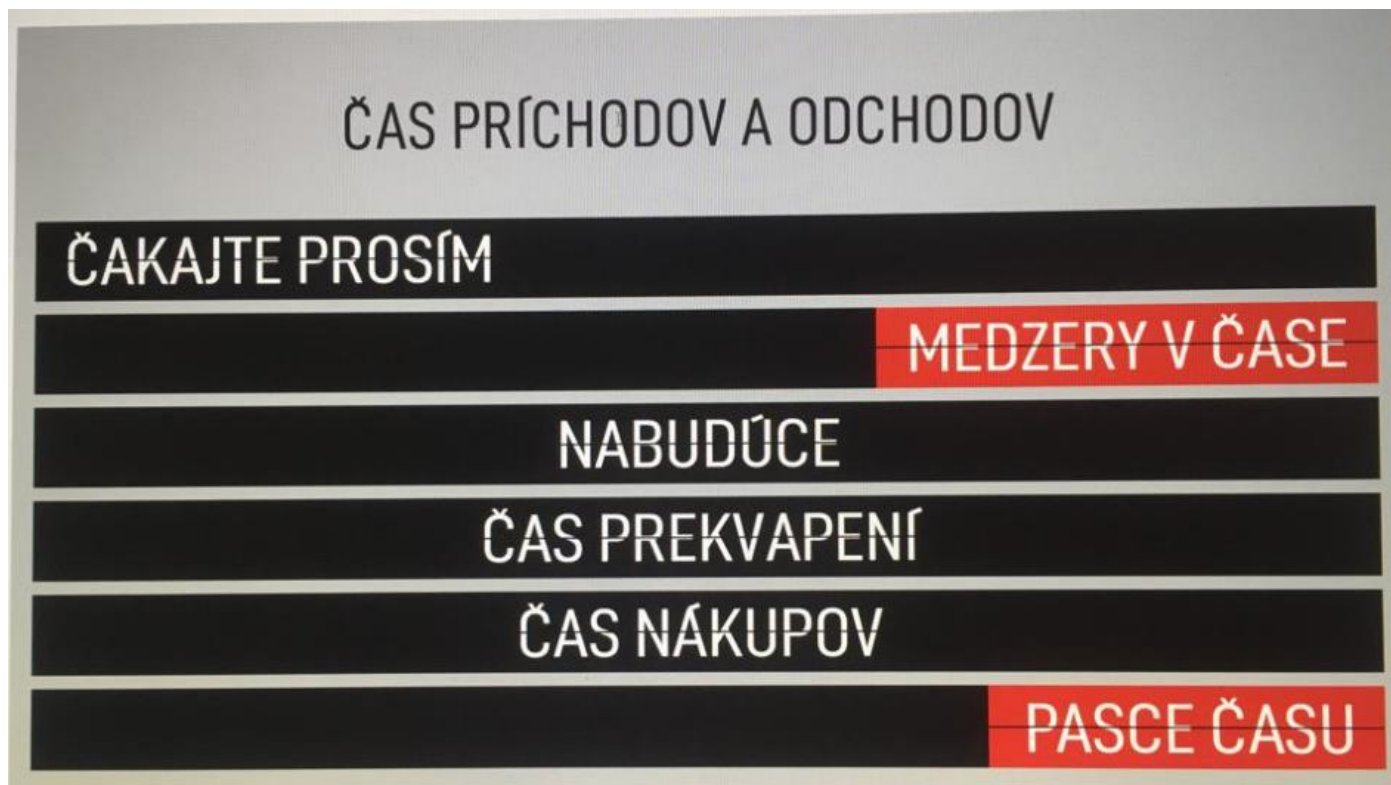
Jedná se o informační tabuli o rozměrech 152 x 90 cm instalovanou nad úrovní očí. V 6 informačních rádcích jsou určité slovní formulace, většinou komentující čas a lidskou existenci. Postupně přicházející text se propojuje s autonomním významem, například: "Blúdenie v čase" - "Odložený čas" - "Medzery v čase"; nebo: "Všetko bude zabudnuté". "Veci, veci, veci" - "Fragmenty času" evokují formu vizuální poezie.

Objekt HALF TIME, FULL MOON tematizuje čas, jeho plynutí, jeho vnímání, omezené na existenci jednotlivce, který je tak konfrontován s existenciálně laděnými sděleními.

---

(Stano Masár, 13.3.2024)

## Očekávaný finální výsledek projektu:



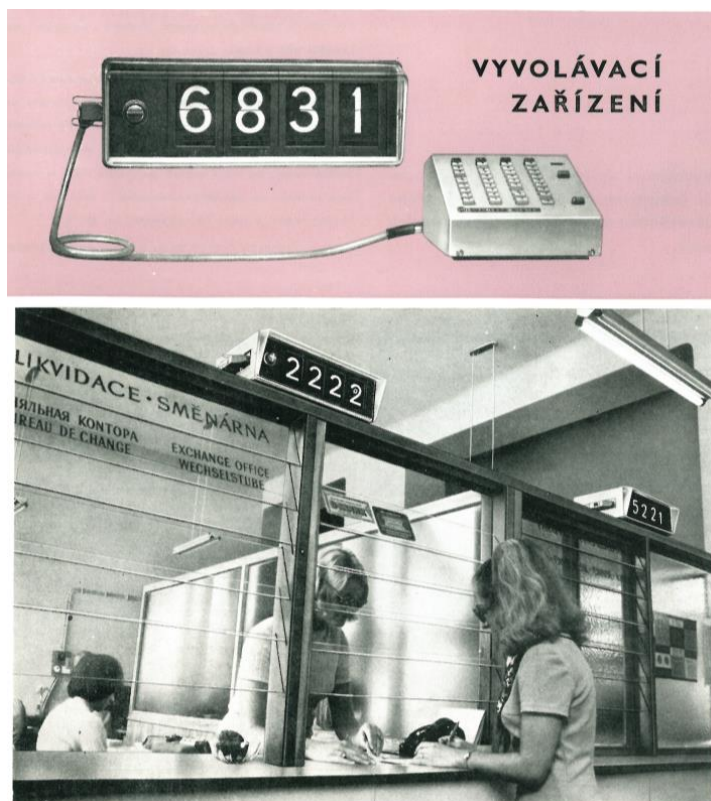
Obr. 2 - Ukázka očekávaného finálního produktu  
(Konstrukční kroužek)

## 2. Teoretická část

### 2.1. Úvod do problematiky

Pragotron (v zahraničí známý jako SignalTron) se začal vyrábět v roce 1969 v národním podniku Elektročas (později Pragotron). Jednalo se o informační systém s překlápěcími listy, který byl řízen pomocí kódového bubínku – ten se přizpůsoboval kódu, který byl nastaven na řídicím pultu. Pult byl reléový. Systém také obsahoval motorek, který otáčel listy s informacemi, byl napájený napětím 110 V st. Systém volby kódů, ale pracoval s napětím 48 V ss. Řídicí pult byl na nádražích většinou umístěn v dopravní kanceláři, kde byla i kontrolní tabule, aby měl dispečer přehled o celém zařízení. Název Pragotron vznikl z důvodu výroby systému v Praze proto Prago.

Největším odběratelem tohoto zařízení v bývalém Československu byly železnice (ČSD), které je postupně aplikovaly prakticky na všech významnějších nádražích. Sloužili především k poskytování informací pro cestující o aktuálních odjezdech a příjezdech jednotlivých spojů, dále například také o zpožděních spojů či aktuálního času. Nejednalo se pouze o vlaková nádraží, využívaly se také na autobusových nádražích, letištích a podobně. Velké uplatnění také našlo například na poštách jakožto vyvolávací systém (Obr. 3), nebo ve skladovém hospodářství, nebo také ve strojírenství, hutnictví, chemii, ale také ve zpravodajství, peněžnictví a ve sportu.



Obr. 3 - Vyvolávací zařízení na poštách  
(WIKIPEDIA, Pragotron)

Informační tabule (Obr. 4) byly také běžně exportovány do ostatních zemí východního bloku (Slovensko, Maďarsko, Polsko, NDR, SSSR...). Jedním z prvních takových zařízení, například na Slovensku, byl informační systém na bratislavském letišti M. R. Štefánika, který byl v provozu cca od roku 1970. Na Slovenské železnice se první zařízení dostalo v roce 1973 a to na stanici v Nových Zámkách.



*Obr. 4 - Pragotron ve stanici Nové Zámky  
(WIKIPEDIA, Pragotron)*

---

(Pragotron\_SignalTron. "Vyvolávací zařízení, katalogový list." Praha: ZPA Pragotron, 70. léta 20. století.)

## 2.2. Rešerše

### 2.2.1. Historie

Začátek tradic pražského hodinářského průmyslu se datuje už od konce roku 1836, kdy hodinář Ludvík Hainz (Obr.5) založil v Praze výrobu věžních hodin. Ta byla v dalších generacích rozšířena o sériovou výrobu součástí rychloměru pro ČSD a zejména byla založena výroba ozubených kol pro obor jemné mechaniky. Tato etapa je známa v dějinách českého průmyslu jako „Počátky pražského hodinářského průmyslu“.



*Obr. 5 - Ludvík Hainz  
(WIKIPEDIA, Ludvík Hainz)*

Vedle již rozvíjející se výroby věžních hodin, přerůstající v průmyslovou výrobu technických hodin a časově závislých mechanismů, byla v roce 1924 založena v Praze filiálka (dceřiná společnost) fy. Telefonbau a nesla český názvem „Jednotný čas“. Tato filiálka prováděla kromě montáží a údržby elektrických hodinových zařízení také montáž a údržbu speciálních slaboproudých zařízení, jako je požární zabezpečovací technika apod.

Po osvobození Československa Sovětskou armádou v roce 1945 byly obě uvedené firmy znárodněny, zpočátku jako samostatné závody a v roce 1950 byl z obou vytvořen závod Chronotechny, který byl k 1.1.1953 vyčleněn z národního podniku Chronotechna Šternberk a stal se samostatným podnikem pod názvem „Elektročas Praha“.



V říjnu 1961 bylo Elektročas propůjčeno prezidentem republiky státní vyznamenání „Za vynikající práci“ v souvislosti se 125. výročím vzniku pražského hodinářského průmyslu. Kromě časoměrných zařízení byla zdejší výroba rozšířena o unikátní laboratorní přístroje. V letech 1963-1968 byl Elektročas začleněn jako závod do podniku Laboratorní přístroje Praha. Od 1.1.1968 byl opět vyčleněn a ustanoven jako národní podnik.

Nosným programem bylo i nadále časoměrné zařízení i když kromě této výroby zabezpečoval také úkoly související se speciálními požadavky, a od roku 1969 na základě licence i výrobu informačních zařízení. Dne 1.8.1969 byl podnik přejmenován na Pragotron n.p. Od roku 1981 byl Pragotron začleněn jako závod do koncernového podniku ZPA Čakovice. Pragotron byl velký podnik a zaměstnával spoustu lidí. Pragotron po r. 1989 prošel mnoha změnami, jako každá jiná fabrika. Servisní střediska byla uzavřena a některá byla změněna na jiné firmy. Pragotron Praha se postupem času reorganizoval a změnil název na Elektročas s.r.o. (Elektročas – Pragotron). Jeho sídlo bylo až do roku 2019 na adrese Praha, Poděbradská č. 22. Tedy v části bývalých prostor tehdejšího Pragotronu. Zbytek prostor původní fabriky byl využit k jiným účelům. V roce 2020 byl Elektročas s.r.o. přemístěn do ulice Podkovářská 800/6.



*Obr. 6 – Sídlo firmy Elektročas (Pragotron), fotka z roku 1976  
(WIKIPEDIA, Pragotron)*

---

(Wikipedie. "Pragotron." Wikipedie: Otevřená encyklopedie [datum přístupu k stránce: 9.12.2023], URL: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Pragotron>.)

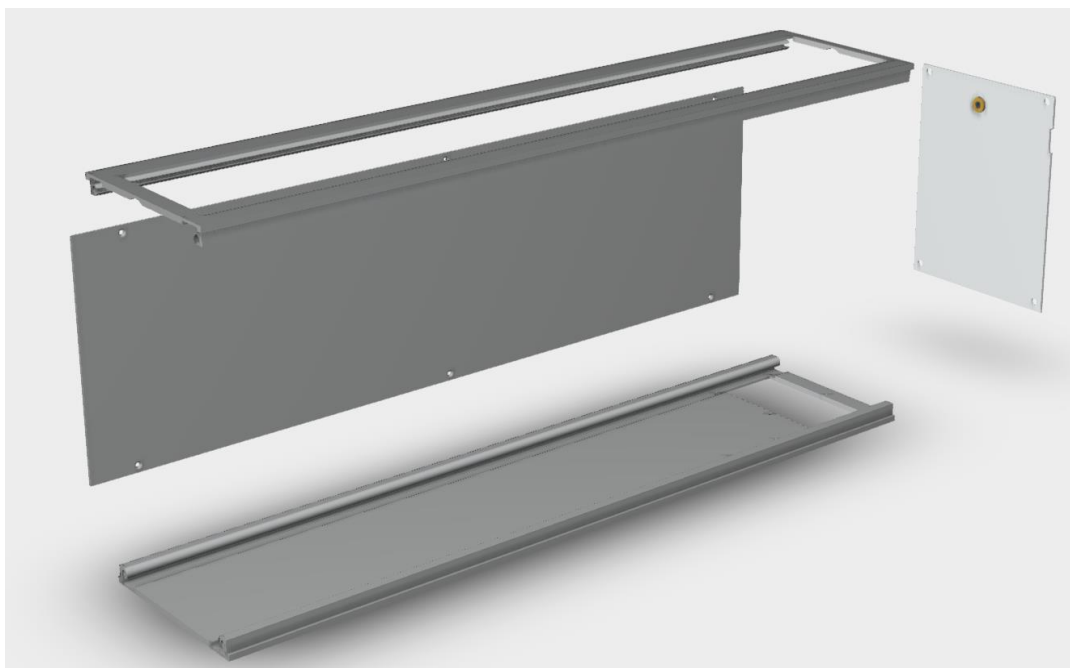
Jirí Vaněrek. "Historie Pragotronu." jirivanerek.cz/pragotron/, [datum přístupu k stránce: 9.12.2023], URL: <https://www.jirivanerek.cz/pragotron/historie-pragotronu/>



## 2.2.2. Popis jednotlivých částí

### Case – skříň

Skříň (Obr. 7) se skládá z rozebíratelného, šrouby spojeného rámu. A také z 6 bočnic. Na obrázku je vidět horní a dolní strana, také pravý bok a zadní část skříně.

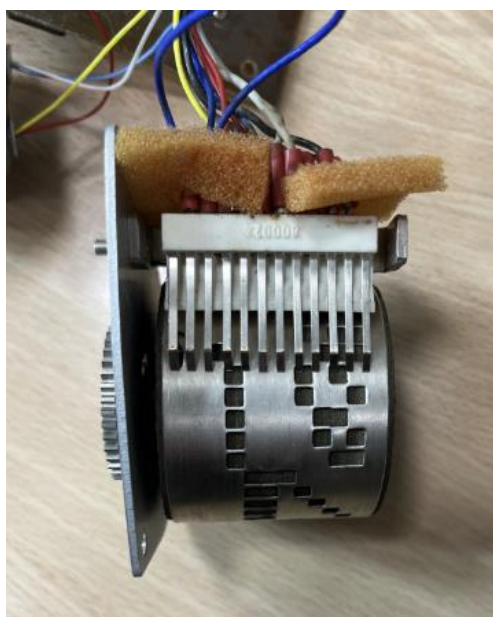


Obr. 7 – Skříň

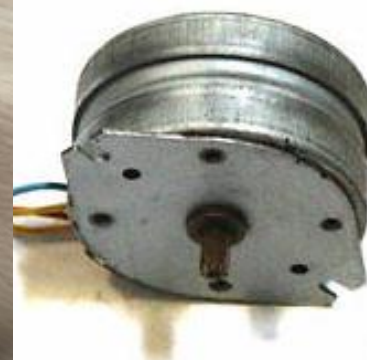
(Konstrukční kroužek)

### Kódový bubínek s motůrkem

Každou jednotku Pragotronu pohání kontaktní bubínek (Obr. 8) s motůrkem (Obr. 9). Kódový bubínek je přizpůsobován kódu, který je nastaven na řídicím pultu. Pro každý list existuje unikátní specifická kombinace kontaktů na bubínku, dle různých kombinací kontaktů motůrek překlápí listy na požadovaný text/číslo.



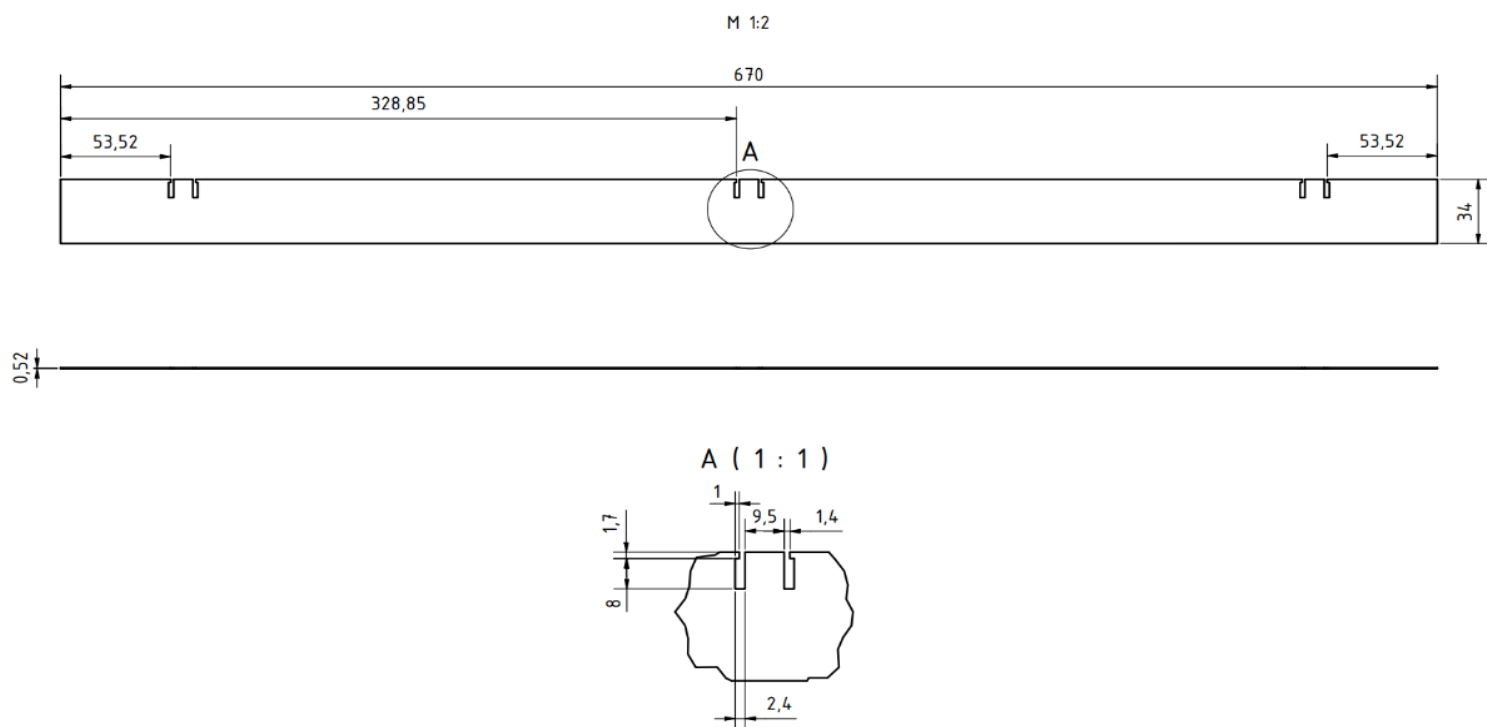
Obr. 8 – Kódový bubínek  
(Konstrukční kroužek)



Obr. 9 - Motorek  
(platinum-international.store)

## Listy

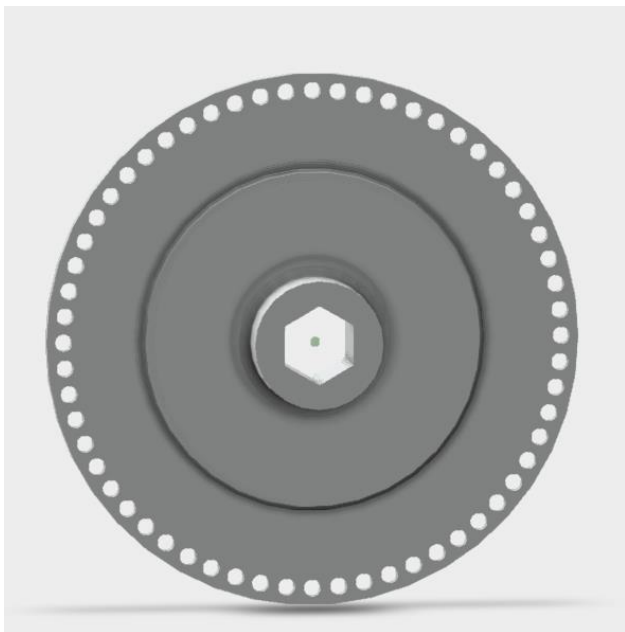
Listy (Obr.10) jsou vyráběny z hliníku, kvůli lehké váze tohoto materiálu. Na listech jsou tištěny různé znaky, které nás dále informují.



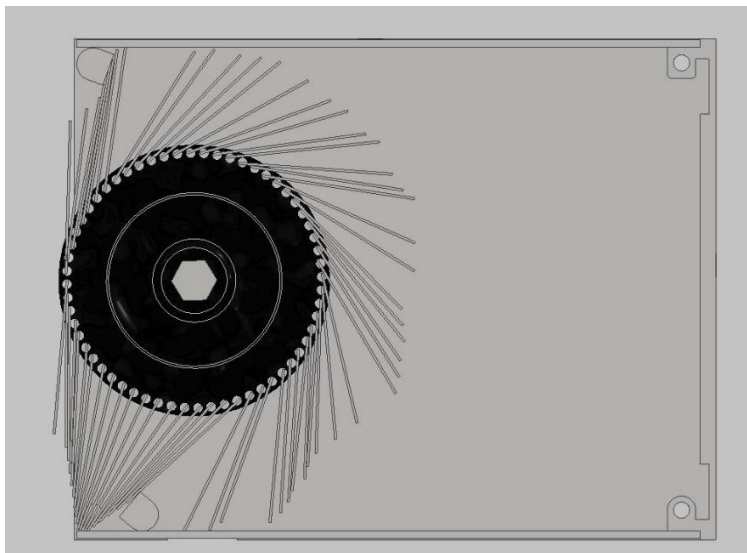
Obr. 10 – Výkres listu z jednotky  
(Konstrukční kroužek)

## Držák listů

Držák listů (Obr. 11,12) je vyroben nejčastěji z plastu. My je budeme tisknout na 3D tiskárně. Má po obvodu 60 dírek, do každé z nich patří jeden list. V jednotce se nachází dohromady 6 takových držáků. Na obrázku č.10 můžeme vidět jak takový držák listů funguje.



*Obr. 11 – Držák listů  
(Konstrukční kroužek)*



*Obr. 12 – Držák listů umístěný v jednotce Pragotronu  
(Konstrukční kroužek)*

---

(Pragotron\_SignalTron. "Informační zařízení, technické informace k instalaci." Praha 9: ZPA Pragotron, 1972, Poděbradská 22)

(Pragotron\_Katalog výrobků. Praha 9: ZPA Pragotron, 1984. Poděbradská 22)

### 3. Ozubená kola

Ozubené kolo je disk, který má po obvodu tvarově definované ozubení, které zapadá do jiného ozubeného kola s odpovídajícím ozubením a přenáší tak mechanickou energii mezi hřídelemi nebo otočnými součástkami stroje.

Takto zabírající kola nazýváme ozubeným soukolím. Ozubené kolo je základní konstrukční součástí např. převodovek a dalších strojů.

Vyrábějí se především z oceli, ale i z dalších materiálů. Pro lehké převody je možné vyrábět ozubená kola z plastů (např. pro hračky). S rozvojem nanotechnologií došlo i k miniaturizaci ozubených kol na rozměr, kdy zub kola má sílu několika atomů.

#### Modul „m“

- Jedná se o důležitý parametr, který určuje velikost zubů a tvar ozubení. Menší modul znamená menší zuby a naopak. Modul je definován jako poměr průměru ozubeného kola k počtu zubů. Jednoduše řečeno je to jednotka, která udává velikost zubů vzhledem k průměru kola. Matematicky lze zapsat jako  $m = \frac{d}{z}$ , kde „d“ je průměr ozubeného kola a „z“ je počet zubů. Modul je udáván v milimetrech (mm).
- Obecně platí, že menší modul znamená větší pevnost a schopnost přenášet vyšší sílu, ale současně může znamenat i vyšší náklady na výrobu. Naopak, větší modul znamená menší zuby, což může být vhodné pro vyšší rychlosti a hladší chod, ale může omezit maximální přenášenou sílu.

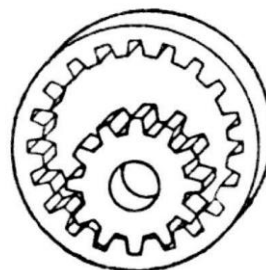
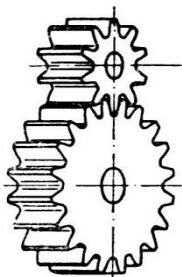
---

(ŘEŘÁBEK, Antonín. *Stavba a provoz strojů 2: pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2009. ISBN 978-80-86960-21-0.)

### 3.1. Rozdělení ozubených kol

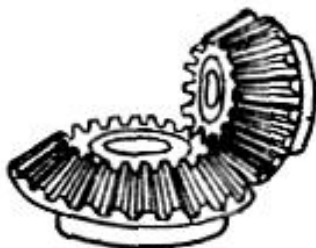
#### Dle vzájemné polohy os (hřidelí)

- Rovnoběžné osy – čelní soukolí s vnějším nebo vnitřním ozubením



Obr. 13 - Rovnoběžné osy, vnější ozubení, přímé    Obr. 14 - Rovnoběžné osy, vnitřní ozubení, přímé  
(WIKIPEDIA – Ozubená kola)                      (WIKIPEDIA – Ozubená kola)

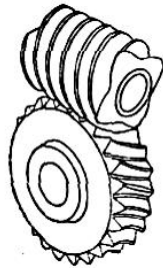
- Ozubená kola s rovnoběžnými osami, jako je čelní soukolí s vnějším (Obr. 13) nebo vnitřním ozubením (Obr. 14), se často využívají v převodových mechanismech, kde je potřeba přenášet sílu mezi rovnoběžnými hřídeli. Tato kola umožňují efektivní a stabilní přenos síly mezi rovnoběžnými osami. Mají schopnost snadno synchronizovat otáčky a jsou spolehlivá při provozu.
- Různoběžné osy – soukolí kuželová, úhel může být i jiný než 90°



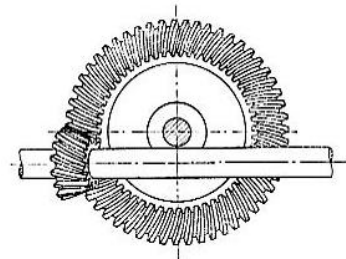
Obr. 15 - Různoběžné osy, vnější ozubení, přímé  
(WIKIPEDIA – Ozubená kola)

- Soukolí kuželová s různoběžnými osami se využívají v mechanismech, kde je potřeba přenášet sílu mezi hřídeli, které nejsou vzájemně rovnoběžné. Tyto mechanismy se často nacházejí v aplikacích, kde jsou hřídele umístěny pod úhlem k sobě. Vyrovnání a správné zarovnání těchto kuželových kol může být složité a vyžaduje pečlivou montáž. Při nesprávném nastavení může dojít k opotřebení zubů nebo neefektivnímu přenosu síly.

- Mimoběžné osy – šroubová soukolí válcová, soukolí šneková, soukolí hypoidní



Obr. 16 - *Mimoběžné osy, vnější ozubení, šnekové*  
(WIKIPEDIA – Ozubená kola)



Obr. 17 - *Mimoběžné osy, vnější ozubení, hypoidní*  
(WIKIPEDIA – Ozubená kola)

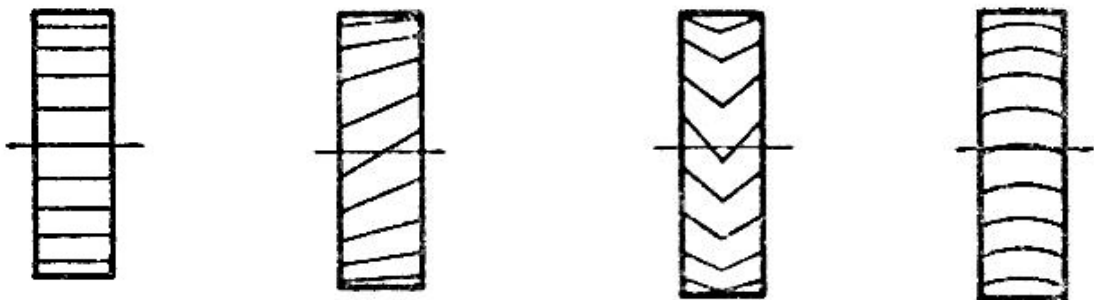
- Šroubová soukolí válcová jsou běžně využívána v aplikacích, kde je potřeba přenášet sílu mezi hřídeli, které jsou navzájem kolmé. Jsou často používána v převodovkách, navijácích a dalších mechanismech.
- Soukolí šneková (Obr. 16) jsou často používána v mechanismech, kde je potřeba přenášet sílu mezi hřídelí šneku a hřídelí šnekového kola. Jsou využívána v různých aplikacích, jako jsou převodovky, dopravníky a zdvihací mechanismy.
- Soukolí hypoidní (Obr. 17) jsou často používána v automobilových převodovkách a jiných mechanismech, kde je potřeba přenášet sílu mezi hřídeli, které mají mírně různé úhly a nesměřují přímo na sebe.

---

(Wikipedie. "Ozubené kolo." Wikipedie: Otevřená encyklopedie, [datum přístupu k stránce: 16.1.2024], URL: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Ozuben%C3%A9\\_kolo](https://cs.wikipedia.org/wiki/Ozuben%C3%A9_kolo).)

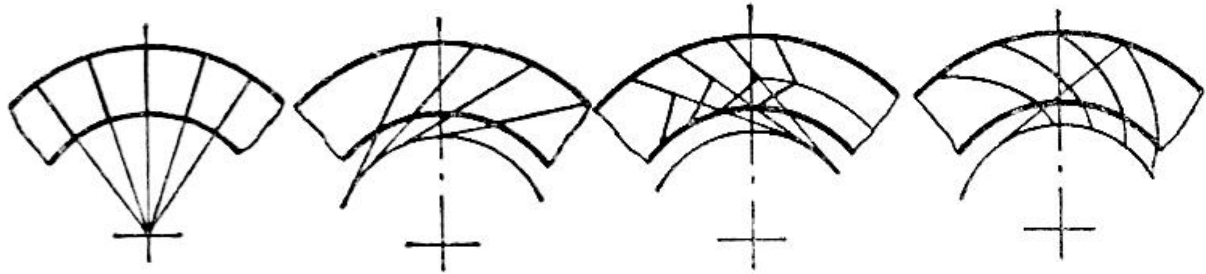
### Dle průběhu zubů

- Čelní kola – s přímými, šikmými, šípovitými a zakřivenými zuby



Obr. 18 - *Čelní kola – s přímými, šikmými, šípovitými a zakřivenými zuby*  
(WIKIPEDIA – Ozubená kola)

- Čelní kola (Obr. 18) se běžně používají v převodových mechanismech, jako jsou převody automobilů nebo stroje na výrobních linkách. Jejich výhody jsou ve schopnosti přenášet sílu v různých směrech a jsou schopna pracovat s vysokým zatížením. Naopak jejich nevýhody spočívají při vyšších rychlostech a zátěžích, kde může docházet ke zvýšenému opotřebení zubů a hlučnosti pohybu.
- Kuželová kola – s přímými, šikmými, šípovitými a zakřivenými zuby



Obr. 19 - Kuželová kola – s přímými, šikmými, šípovitými a zakřivenými zuby  
(WIKIPEDIA – Ozubená kola)

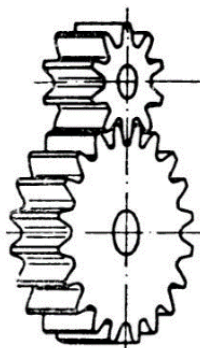
- Kuželová kola (Obr. 19) jsou často využívána v mechanismech, kde je potřeba přenášet sílu mezi hřídeli s různými úhly natočení. Někdy mohou být náročnější na výrobu a vyžadují pečlivé zarovnání pro optimální výkon. Při nedostatečné údržbě může dojít k opotřebení zubů nebo neefektivnímu přenosu síly.

---

(Wikipedie. "Ozubené kolo." Wikipedie: Otevřená encyklopedie, [datum přístupu k stránce: 16.1.2024], URL: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Ozuben%C3%A9\\_kolo.](https://cs.wikipedia.org/wiki/Ozuben%C3%A9_kolo.))

## Dle kinetických poměrů

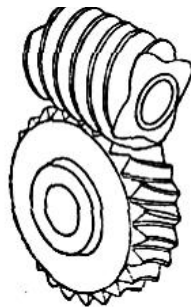
- Valivá soukolí – boky zubů se po sobě „odvalují“



Obr. 20 - Valivé soukolí  
(WIKIPEDIA – Ozubená kola)



- Valivá soukolí (Obr. 20) jsou běžně používána v mechanismech, kde je potřeba přenášet sílu mezi hřídeli, které jsou obvykle rovnoběžné. Jsou často součástí převodových mechanismů v průmyslových aplikacích, jako jsou dopravníky, zařízení pro manipulaci s materiálem a převodovky. Tato soukolí umožňují efektivní přenos síly a mají schopnost snižovat tření a opotřebení díky plynulému pohybu zubů, které se "odvalují" po sobě. Mají také tendenci být tichá a mohou nabídnout vyšší účinnost ve srovnání s jinými typy ozubených kol.
- Šroubová soukolí – boky zubů se o sebe „otírají“



*Obr. 21 - Šroubové soukolí*

*(WIKIPEDIA – Ozubená kola)*

- Šroubová soukolí (Obr. 21) jsou často využívána v mechanismech, kde je potřeba přenášet sílu mezi hřídeli, které jsou typicky rovnoběžné. Jsou široce používána v převodovkách, lisovacích zařízeních, čerpadlech a dalších aplikacích.

---

(Wikipedie. "Ozubené kolo." Wikipedie: Otevřená encyklopedie, [datum přístupu k stránce: 16.1.2024], URL: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Ozuben%C3%A9\\_kolo](https://cs.wikipedia.org/wiki/Ozuben%C3%A9_kolo).)

### 3.2. Výroba ozubených kol

Výroba ozubených kol je precizní proces, který požaduje pokročilé technologie a pečlivou kontrolu kvality. Výrobu ozubených kol lze rozdělit do šesti bodů, nicméně specifické postupy se mohou lišit v závislosti na konkrétní typ, materiál atd..

#### 1) Návrh a Inženýring

Než začne fyzická výroba ozubených kol, je nezbytný inženýrský proces. Nejdříve je nutné vytvořit detailní návrh ozubení, zvolit vhodné materiály a určit optimální tvary a rozměry. Návrhy se nejčastěji vytváří v počítačových programech, například jako je CAD, Inventor.

#### 2) Výběr materiálu

Výběr materiálu je klíčový krok ve výrobě ozubených kol. Kovové materiály, jako je ocel nebo slitina, jsou běžné pro svou pevnost a odolnost. Pro specifické aplikace, jako jsou převody ve vysokonapěťových elektromotorech nebo potravinářský průmysl, se mohou použít speciální materiály s vysokou odolností proti korozi nebo schopností pracovat ve specifických teplotních podmínkách.

#### 3) Tváření a Obrábění (Obr. 22)

Po návrhu a výběru materiálu začíná samotný výrobní proces. Tváření ozubených kol může být provedeno buď formováním materiálu do přesného tvaru ozubení a nebo pomocí obráběcích strojů. Hoblování je často používaná metoda, kde se odstraňuje nadbytečný materiál tak, aby vznikl přesný tvar ozubení.



*Obr. 22 - Ukázka obrábění ozubeného kola  
(pz-strojirna)*

#### 4) Kalení a vytvrzování

Vytvrzování je proces, který zlepšuje mechanické vlastnosti a kalení zvyšuje tvrdost materiálu.

#### 5) Broušení (Obr. 23)

K dosažení vysoké přesnosti a hladkosti povrchu ozubených kol se provádí broušení. Proces odstraňuje jakékoli nepravidelnosti a zajišťuje optimální kontakt mezi ozubenými koly.



*Obr. 23 - Ukázka broušení ozubeného kola  
(pbs.cz)*

#### 6) Kontrola kvality (Obr.24)

Kontrola kvality je důležitý aspekt výroby ozubených kol. Moderní technologie umožňují využití laserového skenování a dalších metod pro pečlivou kontrolu rozměrů a tvarů ozubení. Každé ozubené kolo je důkladně testováno, aby se zajistilo jeho správné fungování a bezchybný chod.



*Obr. 24 - Ukázka laserové kontroly kvality ozubených kol  
(ajptech.cz)*

Celkově lze říct, že výroba ozubených kol je složitý proces spojující precizní práci inženýra, moderní technologie a pečlivou kontrolu kvality.

---

(KLEPAL, Václav. *Výroba ozubených kol*. Řada strojírenské literatury. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1959.)  
(ŘASA, J. - GABRIEL, V. *Strojírenská technologie 3/1*. Řada strojírenské literatury. Praha: Scientia, 2005.)

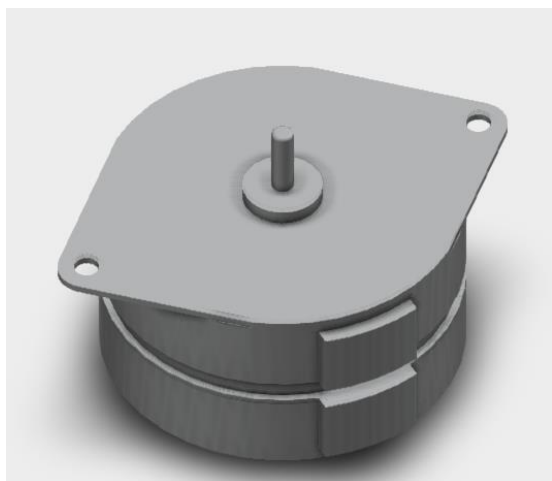
## 4. Experimentální část

### 4.1. Pohon ozubených kol (motorek)

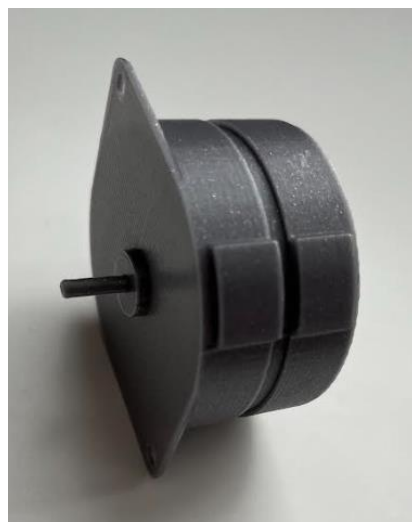
V rámci projektu Pragotron jsem dle výkresu vymodeloval model motorku (Obr. 25,26,27) „Synchronous motors RSM 51/8 F“. (viz. příloha 1.)

Model jsem dále vytisknul na jedné ze školních 3D tiskáren Prusa i3 MK3S. Jedná se o tiskárny České firmy Prusa Research, která je také druhou největší výrobnou 3D tiskáren na světě.

Použil jsem materiál PLA v barvě Galaxy Silver. Samotný tisk trval přibližně 8 hodin. Poté jen stačilo z modelu odstranit výztuhy a lehce zabrousit hrany.



Obr. 25 - Model motorku v rozhraní Inventor



Obr. 26 - Vytisknutý model motorku



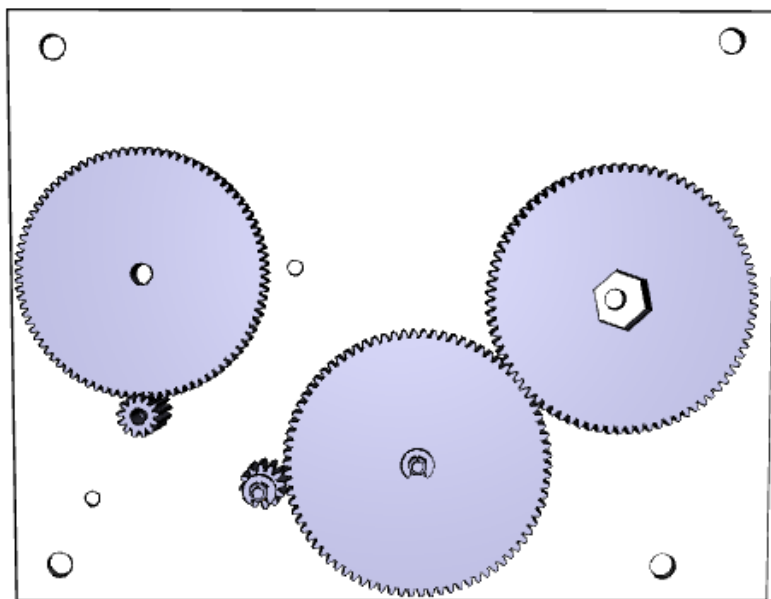
Obr. 27 - Vytisknutý model motorku

## 4.2. Výpočty ozubených kol

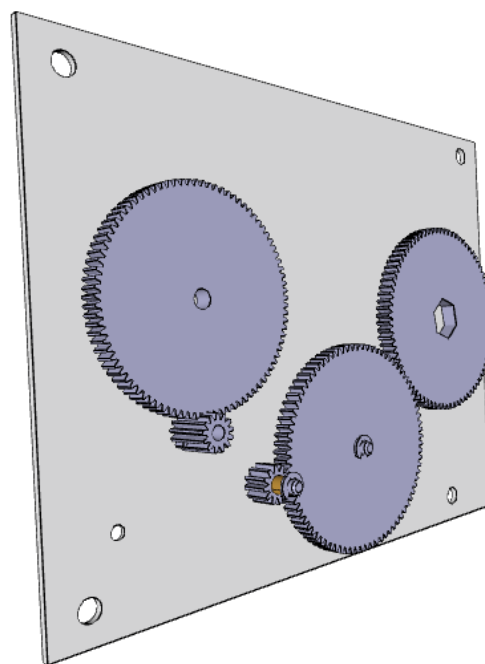
- Převodový poměr
    - Otáčky motorku = 375/s
    - Sypání listů = 8/s
    - Počet listů = 60
    - Otáčky unašeče  $\rightarrow 60/(60/8) = 8$
    - Celkový převodový poměr  $\rightarrow 375/8 = 46,875$
    - Převodový poměr stupňů = 6,846532
- 

(ŘEŘÁBEK, Antonín. *Stavba a provoz strojů 2: pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2009. ISBN 978-80-86960-21-0.)

### 4.3. Právý bok s ozubenými koly a jejich uchycení na case



Obr. 28 – Právý bok s osazeným ozubenými koly v rozhraní STP  
(Konstrukční kroužek)



Obr. 29 – Právý bok s osazeným ozubenými koly v rozhraní STP  
(Konstrukční kroužek)

Právý bok (viz. příloha 2., 3.) se bude skládat z pastorku motorového (viz příloha 4.), z kola dvouvrstvého (kolo + pastorek) (viz. příloha 5.), z kola distančního (viz. příloha 6.) a nakonec z kola konečného (viz. příloha 7.). K uchycení kol k bočnici použijeme hřídelky s kroužkem (viz. Příloha 8., 9., 10.), které budou v bočnici vtlačeny do ložisek.

#### 4.4. Ekonomická část

| -                         | Druh výroby | 1 ks      | 10 ks                                 | 20 ks                                  |
|---------------------------|-------------|-----------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Ozubený převod (celý set) | 3D-tisk     | 250,-Kč   | 1 100,-Kč                             | 1 800,-Kč                              |
| Hřídelky                  | soustružení | 44,-Kč    | 420,-Kč                               | 800,-Kč                                |
| Motorek                   | -           | 1 460,-Kč | 1 330,-Kč (kus)<br>13 330,-Kč (10 ks) | 1 240,-Kč (kus)<br>24830,-Kč (20 kusů) |
| Kondenzátor               | -           | 175,-Kč   | 1 750,-Kč                             | 3 500,-Kč                              |

Pro ušetření peněz budeme na zkoušku tisknout ozubený převod na 3D tiskárně. Pokud bude převod funkční, necháme ho vyrobit z kovu odvalováním nebo frézováním.

Motorek a kondenzátor k motorku budeme objednávat od německého prodejce [www.astro-motoren.de](http://www.astro-motoren.de).



## 4.5. Spolupráce s PRUSA RESEARCH

Díky práci na projektu mi byla umožněna spolupráce s PRUSA RESEARCH, kteří nám do konstrukčního kroužku zapůjčili 3D tiskárnu, na které jsme mohli vytisknout držáky listů.

Nyní je možnost si návrh stáhnout na jejich stránkách pro širokou veřejnost.

### Cíl projektu:

Cílem projektu je vyvinout prototyp nové generace listového informačního systému s pracovním názvem SignalTron. Projekt vychází z listového systému Pragotron, který byl vyráběn v 70.-90.letech. Chceme zachovat princip původního listového informačního systému Pragotron, změnit systém pohonu listu a způsobu řízení pohonu. Záměrem projektu je vyvinout nový typ jednotky, který v původním systému Pragotron umožňoval listovat pouze 40 listů. Náš model SignalTron bude umožňovat listovat 60 listů při zachování fyzických rozměrů 40. listové jednotky Pragotronu. Za tímto účelem bylo nutné vyvinout nové držáky na 60 listů a zrealizovat převodové soustrojí. Tyto komponenty byly namodelovány v systému Inventor a vytisknuty na dodané tiskárně Original Průša Mini+

[https://www.printables.com/cs/education/756285-signaltron\\_drzak-listu-a-prevodove-soustroji](https://www.printables.com/cs/education/756285-signaltron_drzak-listu-a-prevodove-soustroji)

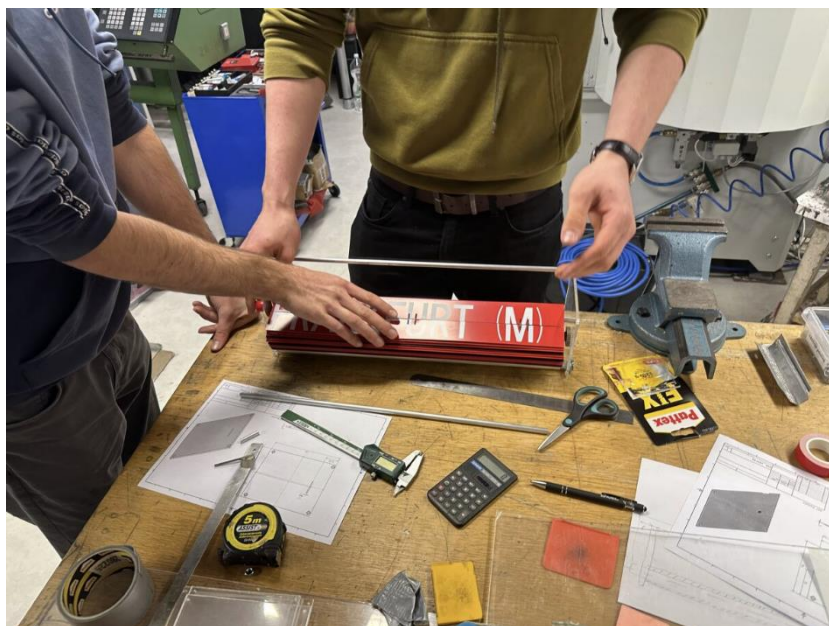
---

*(Konstrukční kroužek)*

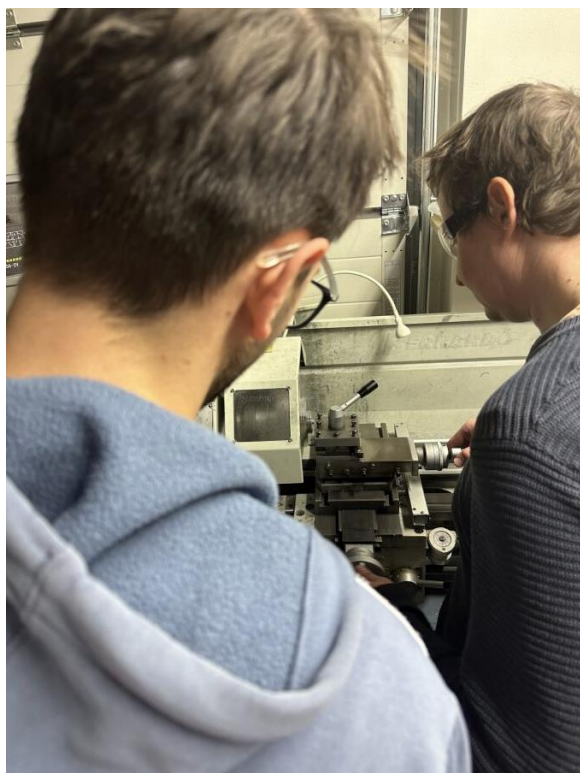
#### 4.6. Sestavování jednotky



Obr. 30 - Fotografie ze dne konstruování jednotky  
(Konstrukční kroužek)



Obr. 31 - Fotografie ze dne konstruování jednotky  
(Konstrukční kroužek)



Obr. 32 - Fotografie ze dne konstruování jednotky  
(Konstrukční kroužek)



Obr. 33 - Fotografie ze dne konstruování jednotky  
(Konstrukční kroužek)

Na obrazcích probíhá konstrukce jednotky Pragotronu (SignalTronu) ve školní zámečně.

## 5. Závěr

V projektu jsem se zabýval modernizací jednotky Pragotronu (SignalTronu), přesněji ozubeným převodem a jeho návrhem pro jednotku, která bude mít namísto 40 listů 60 listů.

V teoretické části jsem se věnoval ozubeným kolům, jejich druhům a jejich výrobou.

V praktické části jsem se zaměřil na návrh ozubeného převodu do zmodernizované jednotky SignalTronu. Z časových důvodů jsem s konstrukčním kroužkem nezrealizoval finální řešení.

Ozubená kola budu s konstrukčním kroužkem nechávat tisknout na 3D tiskárně až po termínu odevzdání této maturitní práce. Na výrobku budeme testovat, jestli byl náš záměr správný. Pokud testování potvrdí, že výsledek je funkční, pak bychom oslovili výrobce s požadavkem na nacenění zakázky a případně bychom nechali ozubený převod vyrobit.

## 6. Seznam obrázků

|                                                                           |      |
|---------------------------------------------------------------------------|------|
| Obr. 1 Ukázka Signaltronu                                                 | -1-  |
| Obr. 2 Ukázka očekávaného finálního produktu                              | -8-  |
| Obr. 3 Vyvolávací zařízení na poštách                                     | -9-  |
| Obr. 4 Signaltron ve stanici Nové Zámky                                   | -10- |
| Obr. 5 Ludvík Hainz                                                       | -11- |
| Obr. 6 Sídlo firmy Elektročas (Pragotron), fotka z roku 1976              | -12- |
| Obr. 7 Skříň                                                              | -13- |
| Obr. 8 Kódový bubínek                                                     | -13- |
| Obr. 9 Motorek                                                            | -13- |
| Obr. 10 Výkres listu                                                      | -14- |
| Obr. 11 Držák listů                                                       | -15- |
| Obr. 12 Držáku listů v jednotce Pragotronu                                | -15- |
| Obr. 13 Rovnoběžné osy, vnější ozubení, přímé                             | -17- |
| Obr. 14 Rovnoběžné osy, vnitřní ozubení, přímé                            | -17- |
| Obr. 15 Různoběžné osy, vnější ozubení, přímé                             | -17- |
| Obr. 16 Mimoběžné osy, vnější ozubení, šnekové                            | -18- |
| Obr. 17 Mimoběžné osy, vnější ozubení, hypoidní                           | -18- |
| Obr. 18 Čelní kola – s přímými, šikmými, šípovitými a zakřivenými zuby    | -18- |
| Obr. 19 Kuželová kola – s přímými, šikmými, šípovitými a zakřivenými zuby | -19- |
| Obr. 20 Valivé soukolí                                                    | -19- |
| Obr. 21 Šroubové soukolí                                                  | -20- |
| Obr. 22 Ukázka obrábění ozubeného kola                                    | -21- |
| Obr. 23 Ukázka broušení ozubeného kola                                    | -22- |
| Obr. 24 Ukázka laserové kontroly kvality ozubených kol                    | -22- |
| Obr. 25 Model motorku v rozhraní Inventor                                 | -23- |
| Obr. 26 Vytisknutý model motorku                                          | -23- |
| Obr. 27 Vytisknutý model motorku                                          | -23- |
| Obr. 28 - Pravý bok s osazeným ozubenými koly v rozhraní STP              | -25- |
| Obr. 29 - Pravý bok s osazeným ozubenými koly v rozhraní STP              | -25- |
| Obr. 30 Fotografie ze dne konstruování jednotky                           | -28- |
| Obr. 31 Fotografie ze dne konstruování jednotky                           | -28- |
| Obr. 32 Fotografie ze dne konstruování jednotky                           | -28- |

## 7. Seznam použitých zdrojů

Dle citační normy: *ČSN ISO 690:2011*

### ELEKTRONICKÉ ZDROJE

1. IndustrialAntik. "Průmyslové hodiny." [online] IndustrialAntik.cz, [datum přístupu k stránce: 19.10.2023], URL: <http://www.industrialantik.cz/prodano/1663-industrialni-hodiny.html>
2. Pragotron. "Popis produktů." [online] Pragotron.sk, [datum přístupu k stránce: 19.10.2023], URL: [https://pragotron.sk/?ukaz=content/is\\_popis&=sk](https://pragotron.sk/?ukaz=content/is_popis&=sk)
3. Wikipedia. "Pragotron." Wikipedie: Otevřená encyklopedie, [datum přístupu k stránce: 12.11.2023], URL: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Pragotron>
4. Vaněrek, Jiří. "Historie Pragotronu." [online] Jiří Vaněrek, [datum přístupu k stránce: 5.12.2023], URL: <https://www.jirivanerek.cz/pragotron/historie-pragotronu/>
5. Wikipedia. "Ludvík Hainz." Wikipedie: Otevřená encyklopedie, [datum přístupu k stránce: 13.12.2023], URL: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Ludv%C3%ADk\\_Hainz](https://cs.wikipedia.org/wiki/Ludv%C3%ADk_Hainz)
6. PZ Strojírna. [online] PZ Strojírna, [datum přístupu k stránce: 26.1.2024], URL: <https://www.pz-strojirna.cz/>
7. PBS. "Broušení a kontrola ozubených kol." [online] PBS.cz, [datum přístupu k stránce: 4.2.2024], URL: <https://www.pbs.cz/cz/Sluzby/Specialni-technologie/Brouseni-a-kontrola-ozubenych-kol>
8. Ajptech. "Nové chytré profilové snímače Baumer OXM." [online] Ajptech.cz, [datum přístupu k stránce: 5.2.2024], URL: <https://www.ajptech.cz/novinky/nove-chytre-profilove-snimace-baumer-oxm>
9. Wikipedia. "Prusa Research." Wikipedie: Otevřená encyklopedie, [datum přístupu k stránce: 1.2.2024], URL: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Prusa\\_Research#:~:text=Prusa%20Research%20je%20%C4%8Desk%C3%A1%20firma,%C4%8Di%20nejnov%C4%9Bj%C5%A1%C3%AD%20Prusa%20i3%20MK4](https://cs.wikipedia.org/wiki/Prusa_Research#:~:text=Prusa%20Research%20je%20%C4%8Desk%C3%A1%20firma,%C4%8Di%20nejnov%C4%9Bj%C5%A1%C3%AD%20Prusa%20i3%20MK4)
10. Stano Masár. Wikipedie: Otevřená encyklopedie, [datum přístupu k stránce: 5.2.2024], URL: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Stano\\_Mas%C3%A1r](https://cs.wikipedia.org/wiki/Stano_Mas%C3%A1r)
11. Platinum International. "Schneider RSM51-6 FG synchronní motor." [online] Platinum International Store, [datum přístupu k stránce: 19.2.2024], URL: <https://platinum-international.store/platinum-international/electric-motors/servo-motors/schneider-rsm51-6-fg-synchronous-motor/>

12. Printables. "Držák listu a převodové soustrojí." [online] Printables.com, [datum přístupu k stránce: 21.3.2024], URL: <https://www.printables.com/cs/education/756285-signaltron-drzak-listu-a-prevodove-soustroji>
13. Astro Motoren. [online] Astro-motoren.de, [datum přístupu k stránce: 14.3.2024], URL: [www.astro-motoren.de](http://www.astro-motoren.de)
14. Wikipedie. "Ozubené kolo." Wikipedie: Otevřená encyklopedie, [datum přístupu k stránce: 16.1.2024], URL: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Ozuben%C3%A9\\_kolo](https://cs.wikipedia.org/wiki/Ozuben%C3%A9_kolo)

## **OSTATNÍ ZDROJE**

1. Pragotron\_SignalTron. "Informační zařízení, technické informace k instalaci." Praha 9: ZPA Pragotron, 1972. Poděbradská 22
2. Pragotron\_Katalog výrobků. Praha 9: ZPA Pragotron, 1984. Poděbradská 22
3. ŘEŘÁBEK, Antonín. *Stavba a provoz strojů 2: pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2009. ISBN 978-80-86960-21-0.)
4. KLEPAL, Václav. *Výroba ozubených kol*. Řada strojírenské literatury. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1959
5. ŘASA, J. - GABRIEL, V. *Strojírenská technologie 3/1*. Řada strojírenské literatury. Praha: Scientia, 2005.

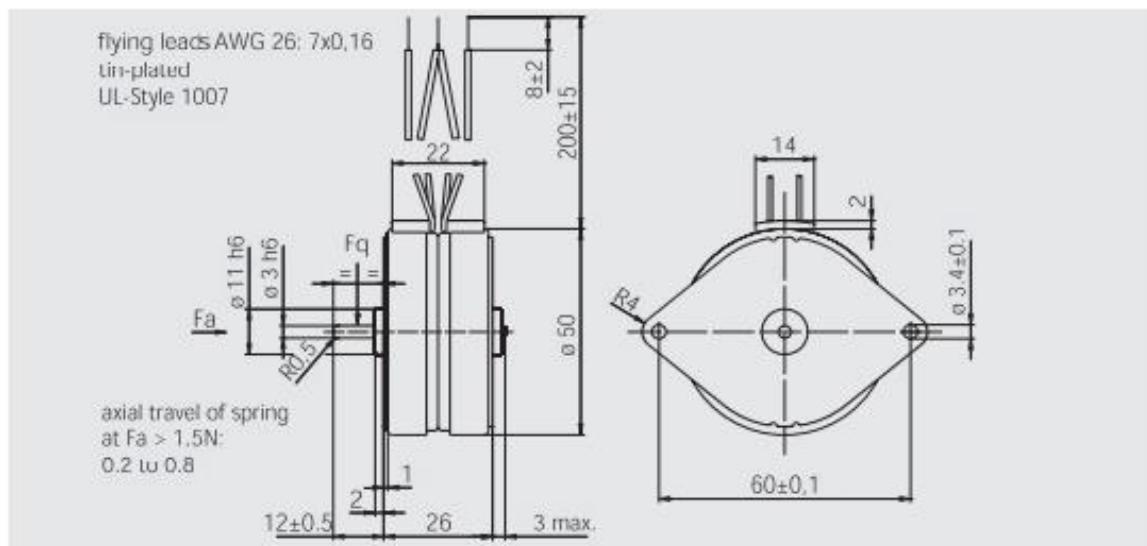
## **Přílohy**

1. Příloha 1. – Výkres motorku
2. Příloha 2. – Pravý bok s lisovanými hřídeli
3. Příloha 3. Pravý bok
4. Příloha 4. – Pastorek motorový
5. Příloha 5.- Ozubené kolo dvouvrstvé
6. Příloha 6. – Ozubené kolo distanční
7. Příloha 7. – Ozubené kolo konečné
8. Příloha 8. – Hřídelka (krátká)
9. Příloha 9. - Hřídelka
10. Příloha 10. – Kroužek

## **Použité zkratky**

1. ss – napětí stejnosměrné (str. 9)
2. st – napětí střídavé (str. 9)
3. cca – cirka (str. 10)





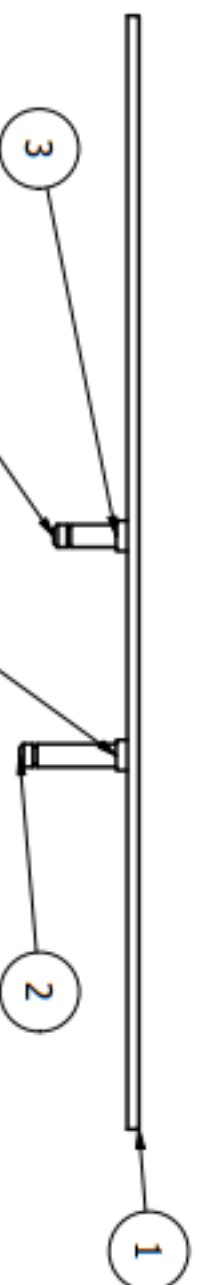
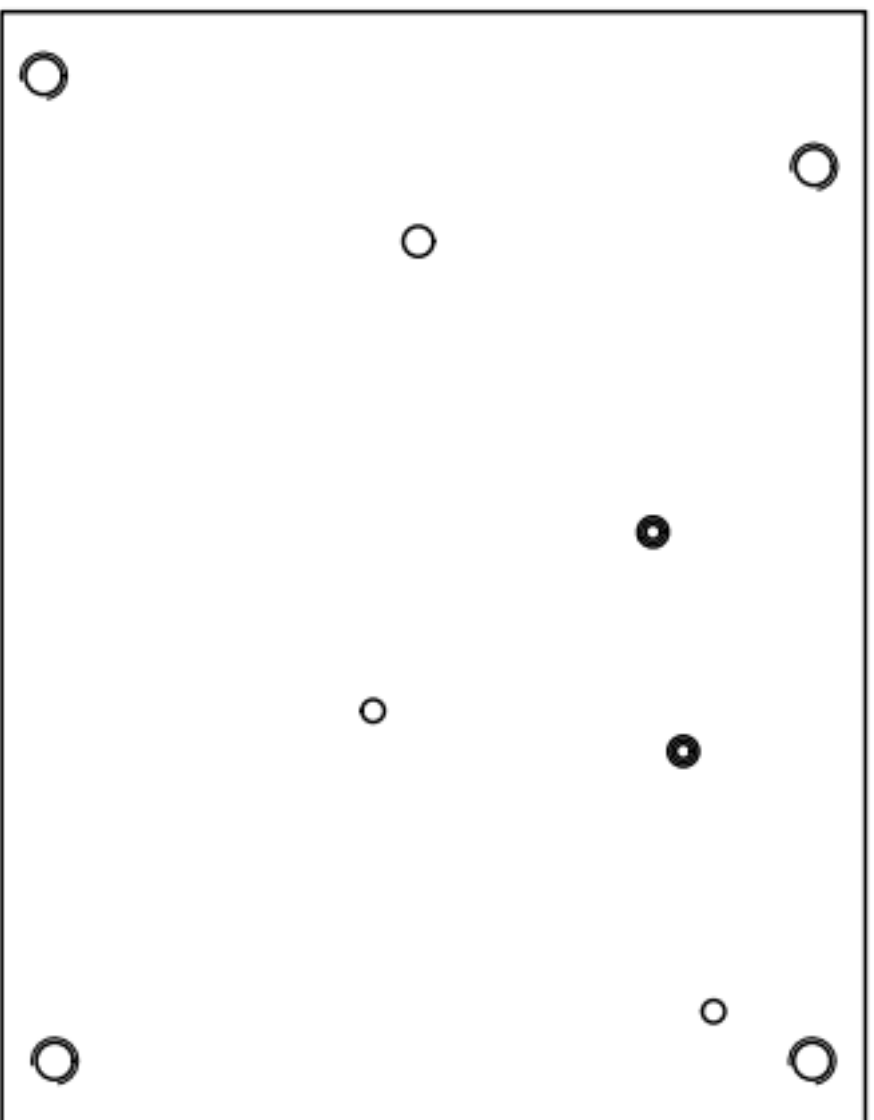
Scale drawing RSM 51/8

### Technical Data

|                                                     | Frequency                                      |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------|
|                                                     | 50 Hz                                          | 60 Hz               |
| Speed                                               | 375 rpm                                        | 450 rpm             |
| Synchronous torque                                  | 4 Ncm                                          | 3.75 Ncm            |
| Delivery of power                                   | 1.57 W                                         | 1.77 W              |
| Power consumption                                   | 3.9 W                                          | 4.3 W               |
| Rated current (230 V)                               | 17 mA                                          | 18.7 mA             |
| Operating capacitor                                 | 0.12 $\mu F$                                   | 0.12 $\mu F$        |
| Maximum externally permitted mass moment of inertia | 90 gcm <sup>2</sup>                            | 58 gcm <sup>2</sup> |
| Self-holding torque, type                           | 0.5 Ncm                                        | 0.5 Ncm             |
| Excess winding temperature                          | 50 K                                           | 58 K                |
| Permitted radial stress $F_q$                       | 5 N                                            | 5 N                 |
| Permitted axial stress $F_a$                        | 2 N                                            | 2 N                 |
| Weight                                              | 0.2 kg                                         | 0.2 kg              |
| Protection grade                                    | IP 41 to DIN EN 60529                          | IP 41               |
| Insulation class                                    | E to DIN EN 60034-1                            | E                   |
| Dielectric strength                                 | Momentary test, test voltage to DIN EN 60034-1 |                     |

### Voltages

| Rated voltage       | 110 V       |             | 42 V        |             | 24 V       |            |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
|                     | 50 Hz       | 60 Hz       | 50 Hz       | 60 Hz       | 50 Hz      | 60 Hz      |
| Operating capacitor | 0.5 $\mu F$ | 0.5 $\mu F$ | 3.9 $\mu F$ | 3.9 $\mu F$ | 12 $\mu F$ | 12 $\mu F$ |
| Rated current       | 34.7 mA     | 38.2 mA     | 94.5 mA     | 104 mA      | 157 mA     | 172 mA     |

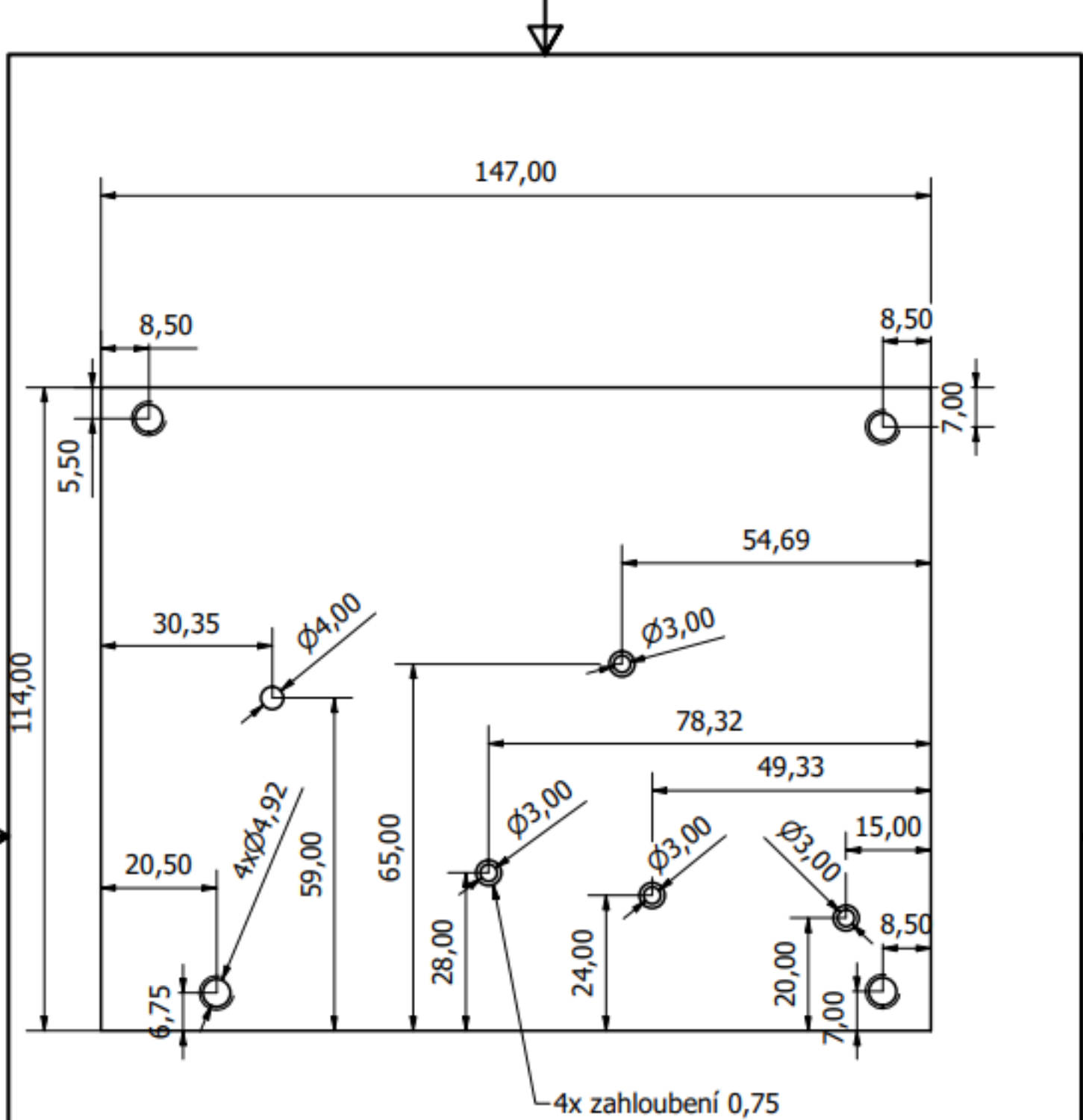


| Designed by | Checked by | Approved by | Date | Date       |
|-------------|------------|-------------|------|------------|
| vojta       |            |             |      | 19.03.2024 |

pravá bočnice s lis hř

Edition  
Sheet  
1 / 2

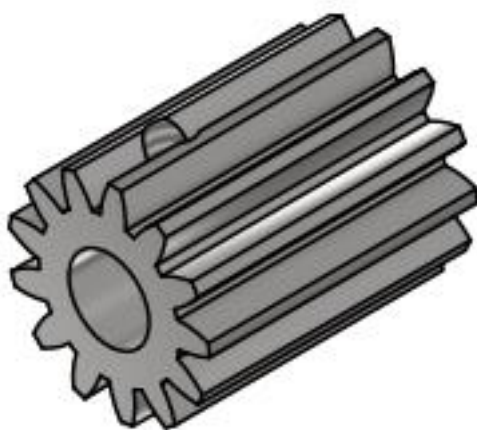
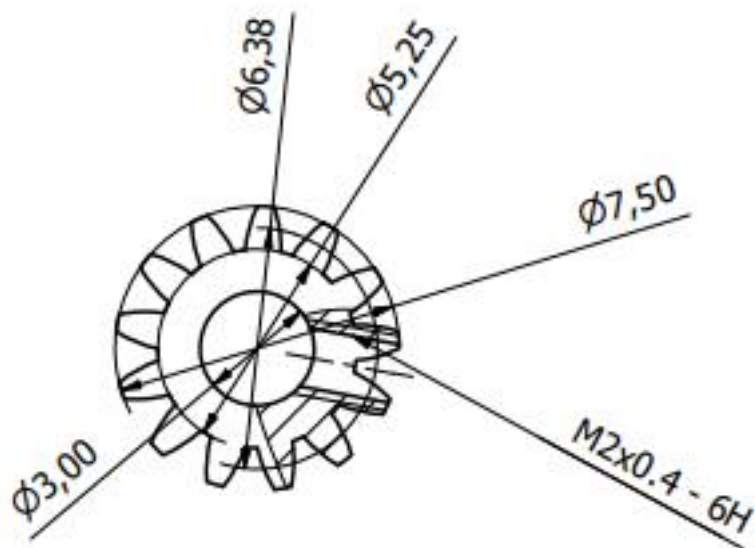
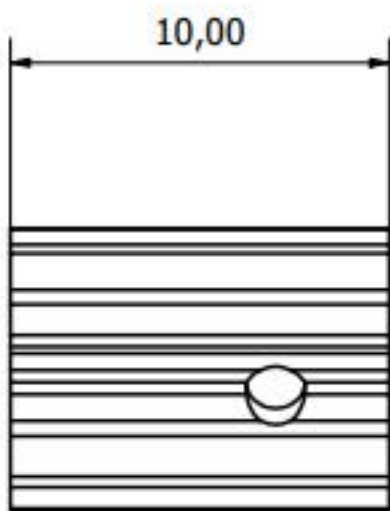




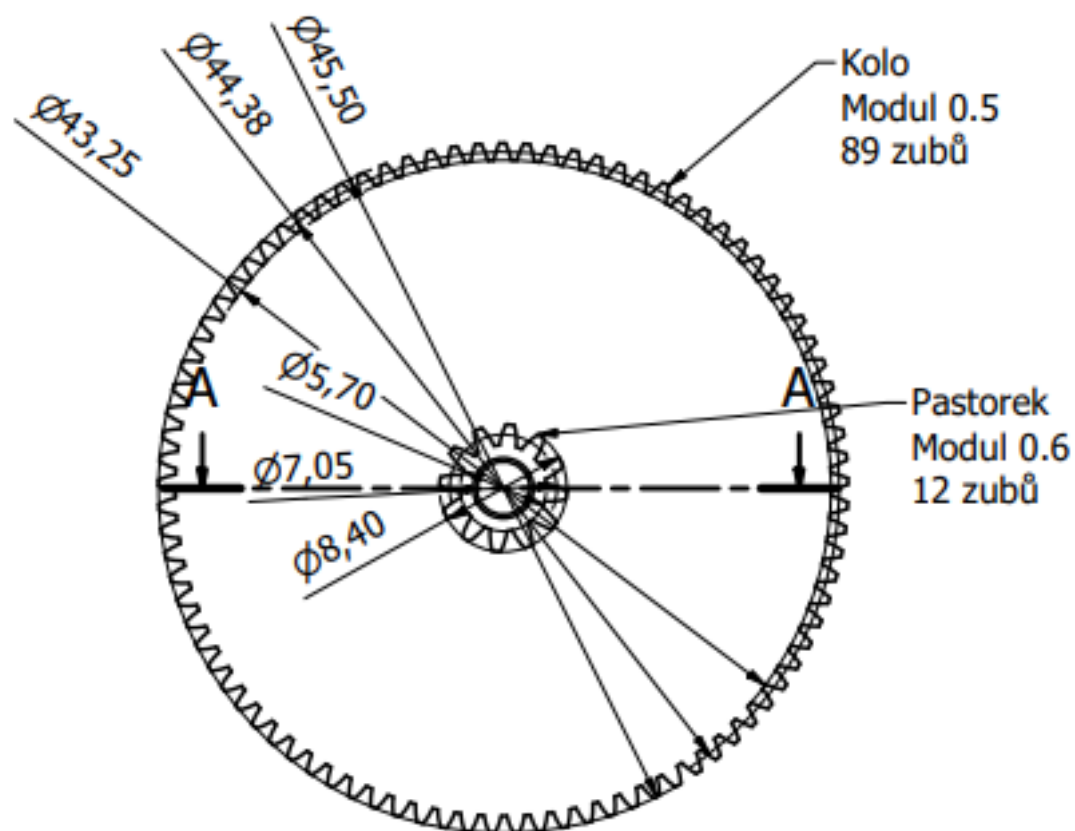
Hliníkový plech 1.5mm

|                      |            |             |               |                    |                |
|----------------------|------------|-------------|---------------|--------------------|----------------|
| Designed by<br>vojta | Checked by | Approved by | Date          | Date<br>20.03.2024 |                |
|                      |            |             |               |                    |                |
|                      |            |             | pravá bočnice | Edition            | Sheet<br>1 / 1 |

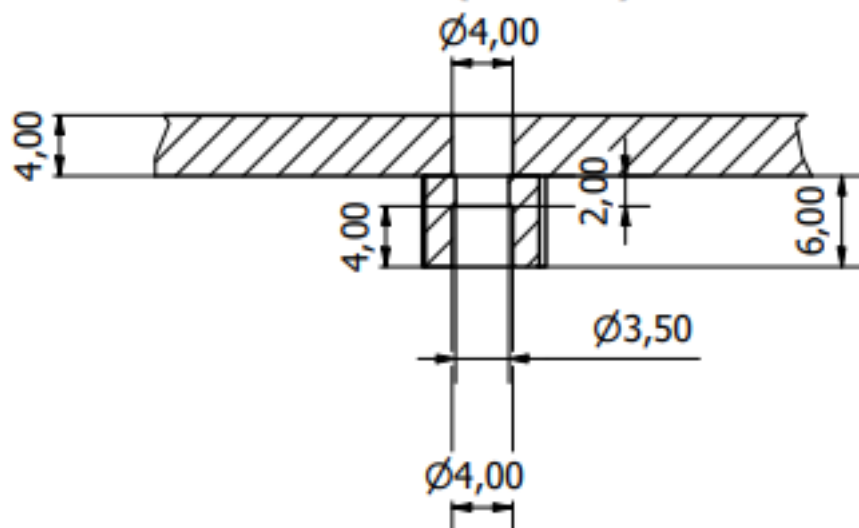
Pastorek  
 Modul 0.5  
 13 zubů



|                      |            |             |                    |                    |                           |
|----------------------|------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| Designed by<br>vojta | Checked by | Approved by | Date               | Date<br>21.03.2024 |                           |
|                      |            |             |                    |                    |                           |
|                      |            |             | pastorek motorkový |                    | Edition<br>Sheet<br>1 / 1 |

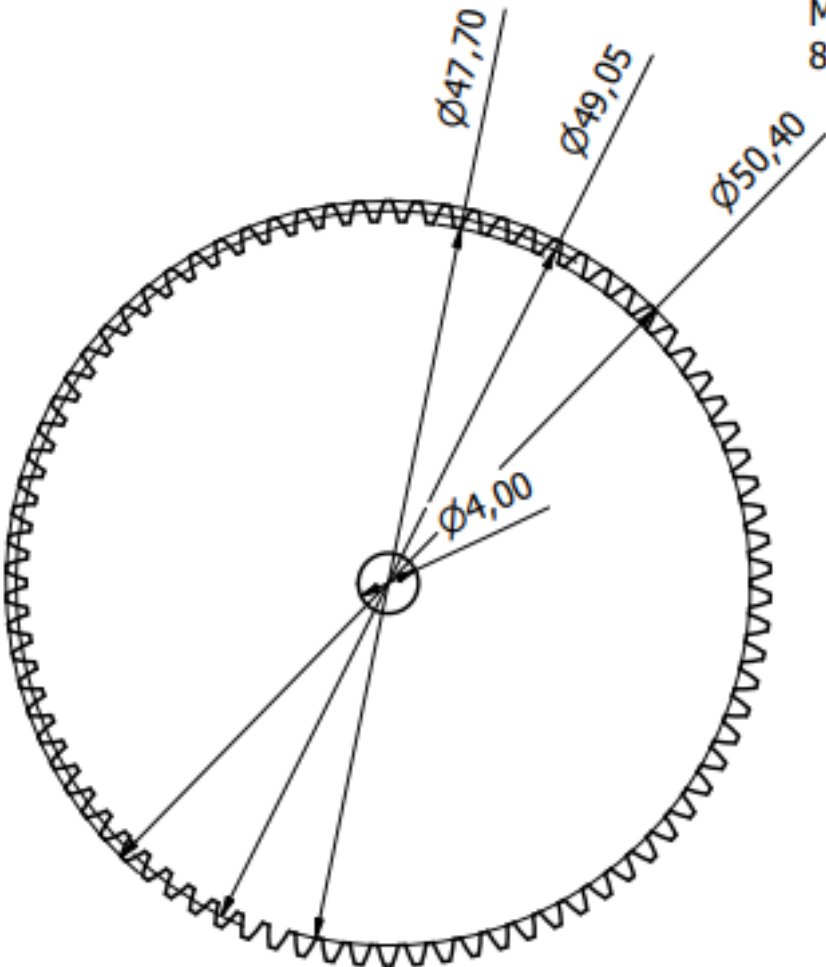


A-A ( 2 : 1 )



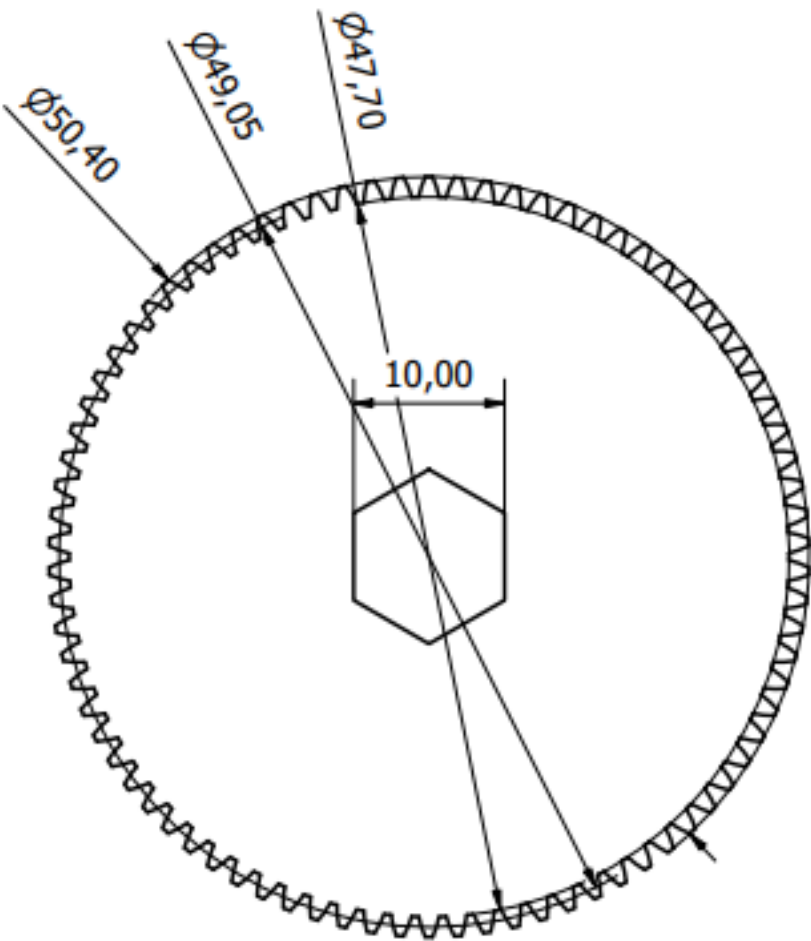
|                      |            |             |            |                    |  |
|----------------------|------------|-------------|------------|--------------------|--|
| Designed by<br>vojta | Checked by | Approved by | Date       | Date<br>21.03.2024 |  |
|                      |            |             |            |                    |  |
|                      |            |             | dvouvrstvé |                    |  |
|                      |            |             | Edition    | Sheet<br>1 / 1     |  |

Kolo  
Modul 0.6  
82 zubů

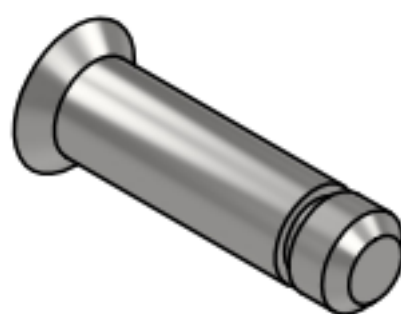
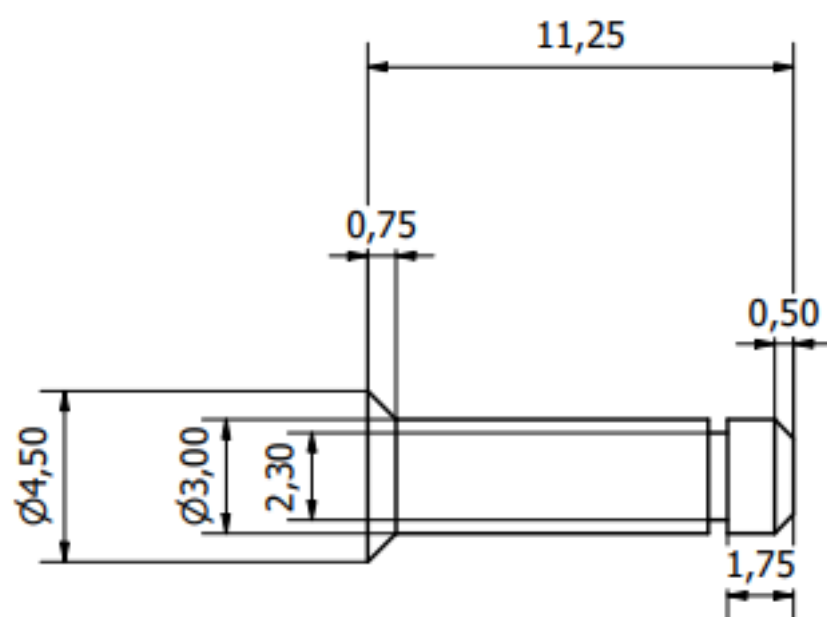


|                      |            |             |           |                    |                |
|----------------------|------------|-------------|-----------|--------------------|----------------|
| Designed by<br>vojta | Checked by | Approved by | Date      | Date<br>21.03.2024 |                |
|                      |            |             |           |                    |                |
|                      |            |             | distanční | Edition            | Sheet<br>1 / 1 |

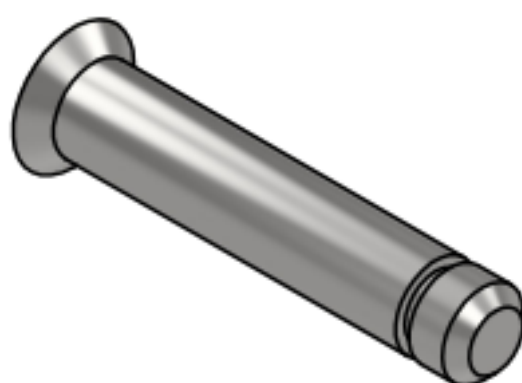
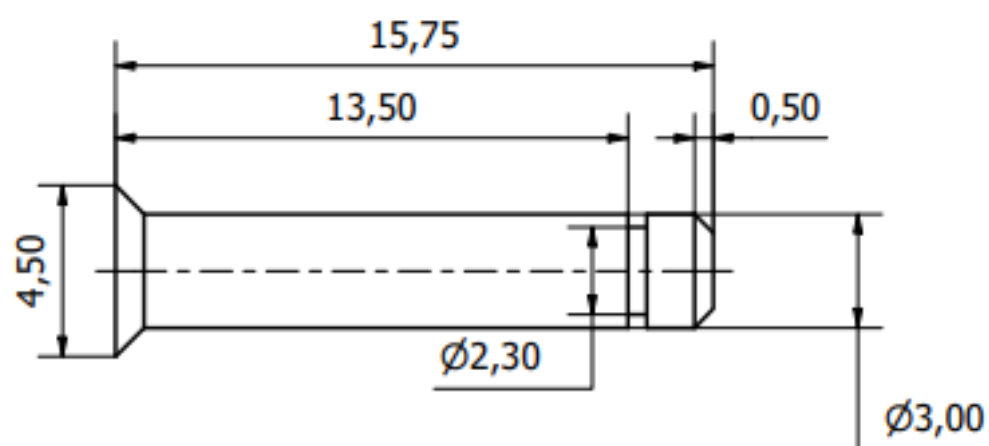
Kolo  
Modul 0.6  
82 zubů



|                      |            |             |         |                    |                |
|----------------------|------------|-------------|---------|--------------------|----------------|
| Designed by<br>vojta | Checked by | Approved by | Date    | Date<br>21.03.2024 |                |
|                      |            |             |         |                    |                |
|                      |            |             | konečné | Edition            | Sheet<br>1 / 1 |

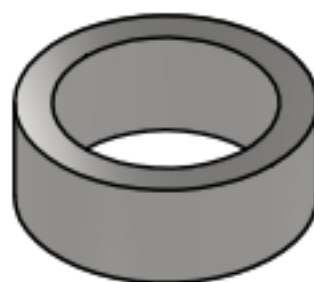
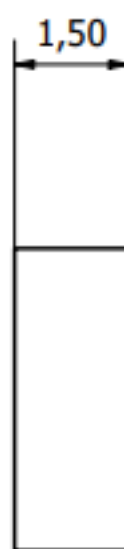
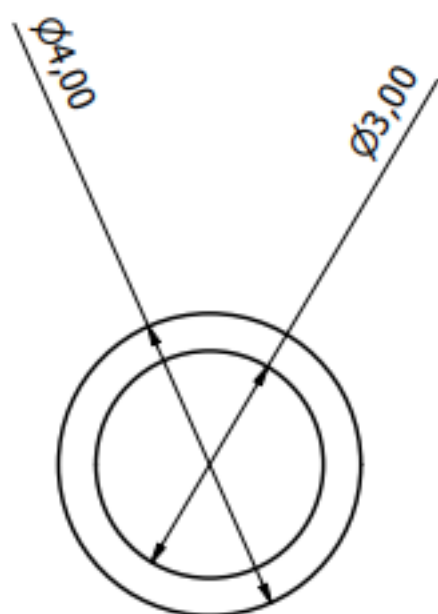


|                      |            |             |                   |  |            |                |
|----------------------|------------|-------------|-------------------|--|------------|----------------|
| Designed by<br>vojta | Checked by | Approved by | Date              |  | Date       |                |
|                      |            |             |                   |  | 19.03.2024 |                |
|                      |            |             |                   |  |            |                |
|                      |            |             | Hřídelka - krátká |  | Edition    | Sheet<br>1 / 1 |



|                      |            |             |          |                    |                |
|----------------------|------------|-------------|----------|--------------------|----------------|
| Designed by<br>vojta | Checked by | Approved by | Date     | Date<br>19.03.2024 |                |
|                      |            |             |          |                    |                |
|                      |            |             | Hřídělka | Edition            | Sheet<br>1 / 1 |





|                      |            |             |         |                    |                |
|----------------------|------------|-------------|---------|--------------------|----------------|
| Designed by<br>vojta | Checked by | Approved by | Date    | Date<br>19.03.2024 |                |
|                      |            |             |         |                    |                |
|                      |            |             | kroužek | Edition            | Sheet<br>1 / 1 |