



Středoškolská technika 2023

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

DOPRAVNÍK KRMIVA

Lucie Kostková

VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou
Studentská 1, Žďár nad Sázavou



Studentský projekt:

ANOTACE

Tato práce se zabývá problematikou automatického dopravování krmiva drobným hlodavcům, v mém případě králíkům domácím. Řeší výběr technologií a materiálů vhodných pro výrobu, řízení procesu a možná rizika spojená s provozem. Dopravník by měl zvíře obsloužit alespoň jednou denně. Zásobník granulí by měl vydržet minimálně na 7 dní používání.

Klíčová slova: Šnek; šnekový dopravník; elektromotor; relé; indukční snímač

ANNOTATION

This thesis deals with the issue of automatic feed in small rodents, in my case domestic rabbits. It addresses the selection of technologies and materials suitable for production, process management and possible risks associated with operation. The conveyors serve the pellets to the animal once a day. The pellet containers should last at least 7 days of use.

Keywords: Screw; screw conveyor; electric motor; relay; inductive sensor



OBSAH

Úvod.....	1
1 Teoretická část.....	2
1.1 Časová osa projektu.....	2
1.2 Nabídka na trhu	2
1.3 Možnosti provedení dopravníku.....	3
1.3.1 Pásový dopravník	3
1.3.2 Vibrační dopravník.....	3
1.3.3 Šnekový dopravník.....	4
1.4 Výběr dopravníku	4
1.4.1 Rozdělení šneku z hlediska konstrukce.....	5
1.5 Výběr materiálů a komponentů	5
1.5.1 Dráha dopravníku	5
1.5.2 Další komponenty	6
1.5.3 Normalizované a kupované komponenty.....	7
1.6 Řízení dávkování	9
1.7 Výroba komponentů	9
1.7.1 Nařezání trubek	9
1.7.2 Svaření trubek	10
1.7.3 Výroba krytů na ložiska a přírub.....	11
1.7.4 Přivaření přírub k trubkám	12
1.7.5 Výroba hřídelí	12
1.7.6 Výroba kroužku pro čidlo	13
1.7.7 Přivaření šneku k hřídeli	13
1.8 Finální verze modelu	14
1.9 Výpočet parametrů dopravníku	15
1.9.1 Parametry motoru	15
1.9.2 Rychlost podávání	16
1.9.3 Kapacita násypky	16
2 Realizace	17
2.1 Kompletace mechanické části	17
2.1.1 Řezání trubek.....	17
2.1.2 Svařování trubek	17
2.1.3 Výroba krytů na ložiska a přírub.....	17
2.1.4 Přivaření přírub ke svařenci	18



2.1.5	Výroba hřídele.....	18
2.1.6	Výroba kroužků pro čidlo	19
2.1.7	3D tisk krytů.....	19
2.2	Zapojení elektrické části	20
2.2.1	Elektrotechnické schéma	20
2.3	Výroba předváděcího stojanu	20
2.4	Ekonomické srovnání představ o projektu a reality	20
3	Závěr.....	21
4	Použitá literatura	22
5	Seznam obrázků, tabulek a příloh	24
5.1	Obrázky	24
5.2	Tabulky.....	24
5.3	Přílohy	25



Úvod

Nápad na moji práci vznikl jednoho odpoledne, kdy jsme s rodinou přemýšleli, že domácí mazlíčci nás omezují při plánování dovolené. Každý den musíte zajistit, aby jim někdo dal krmení. Můj návrh automatického dopravníku řeší tenhle problém. Je řešením nejen problému času, kdy jsme mimo domov, ale i běžného krmení. Můžete tedy jen sledovat, zda dopravník plní, co má a věnovat se péči o samotné králíky.

Cílem mé práce je tedy usnadnit krmení a proces, pokud možno co nejvíce zautomatizovat za pomoci dostupných technologií (el. motory, dopravníky, a další elektronika) → výsledkem a finální implementací by poté měla být jedna samostatná krmná stanice schopná obsloužit v králíkárně vždy jeden kotec.

V mé práci jsem nebyla nijak limitovaná rozměry, protože naše králíkárna stojí venku, kde je dostatek místa, ale snažila jsem se o co nejmenší rozměry. Váha dopravníku je tak menší. Dopravník je určen pro sypké krmivo, jako jsou slisované peletky, nebo granule.

Zohlednila jsem také hlučnost daných pohonů a druhů dopravníků a vliv na přírodu. Nechci tímto narušit ani přírodu, ani pohodlí králíků.



Obrázek 1: První představa konstrukce dopravníku



1 Teoretická část

Dopravníky jsou určeny pro přepravu sypkých nebo i pevných hmot. V mém případě šnekový dopravník je určen především pro přepravu sypkých hmot. Např. peletek u kotlů na tuhá paliva, nebo plastového granulátu u vstřikování plastů. Většinou jsou využívány pro průmyslové využití.

1.1 Časová osa projektu

Na začátku projektu jsem si řekla, jak asi bych mohla postupovat, jaký čas mi to zabere. Tohle všechno se ovšem nedá předpovědět, takže moje práce se vždy nedrží časového horizontu. Takový to plán je ale dobré mít, protože vypovídá o tom, jestli stíháte, nebo jak moc nestíháte.

Projekt:	Dopravník krmiva (Krmíčka)																													
	2022														2023															
	7.11.	14.11.	21.11.	28.11.	5.12.	12.12.	19.12.	26.12.	2.1.	9.1.	16.1.	23.1.	30.1.	6.2.	13.2.	20.2.	27.2.	6.3.	13.3.	20.3.	27.3.	3.4.	10.4.	17.4.	24.4.	1.5.	8.5.	15.5.	22.5.	
Zadání projektu	Plan																													
	Skut.																													
3D návrh řešení	Plan																													
	Skut.																													
3D model finálního řešení	Plan																													
	Skut.																													
Výkresová dokumentace prtotyp	Plan																													
	Skut.																													
Výkresová dokumentace final	Plan																													
	Skut.																													
Seznam nakupovaných dílů	Plan																													
	Skut.																													
Objednávka napupov. Dílů	Plan																													
	Skut.																													
Seznam vyráběných dílů	Plan																													
	Skut.																													
Trubky - řezání	Plan																													
	Skut.																													
Trubky svařování	Plan																													
	Skut.																													
Šroubovice - režat	Plan																													
	Skut.																													
Hřídel výroba	Plan																													
	Skut.																													
Domečky na ložiska	Plan																													
	Skut.																													
Kryt na motor	Plan																													
	Skut.																													
Násyпка a potrubí	Plan																													
	Skut.																													
Příruby výroba	Plan																													
	Skut.																													
Montáž sestavy	Plan																													
	Skut.																													
Oživení a nastavení	Plan																													
	Skut.																													
Přihláška na SOČ	Plan																													
	Skut.																													
Prezentace na SOČ	Plan																													
	Skut.																													
Odevzdání projektu	Plan																													
	Skut.																													

Obrázek 2: Tabulka plánu

1.2 Nabídka na trhu

Na trhu dopravníky podobné mému nenajdeme. Najdeme pouze dopravníky, které plní podobnou funkci, ale konstrukčně jinak řešené. Nabízená řešení jsou s využitím pásového dopravníku, nebo bez možnosti regulace množství granulí. Výhodou vlastního vytvoření dopravníku je, že všechny parametry a rozměry si můžeme určovat sami.



1.3 Možnosti provedení dopravníku

1.3.1 Pásový dopravník

První z možností je využít pásového dopravníku. Nevýhodou pro mou situaci je jeho obecná složitost → rozměrné řešení, cenově nákladný, náročnější údržba, nutnost vytvoření válečkové trati pro pás.

Materiál se pohybuje po pásu, který je uváděn do pohybu za pomoci podpěrných válečků a poháněcího bubnu. Měl by být dodržen sypaný úhel (úhel, ve kterém sypký materiál ještě drží pohromadě a samovolně neklouže).



Obrázek 3: Ukázka pásového dopravníku

1.3.2 Vibrační dopravník

Druhou možností je využití vibračního dopravníku. Tato možnost je pro mě nevýhodná, protože je provoz dopravníku hlučnější (to je v případě použití v blízkosti domácích zvířat problémové), řešení je náročnější na provedení a zároveň nákladnější.

Materiál se na dopravníku pohybuje pomocí setrvačnosti a zrychlení pásu.



Obrázek 4: Ukázka vibračního dopravníku



1.3.3 Šnekový dopravník

Poslední z možností, nad kterými jsem uvažovala je šnekový dopravník. Ten je pro můj případ nejvhodnější řešením hned z několika důvodů – prvním z nich je že mechanickým pohybem nevzniká nadměrný hluk, malá prostorová náročnost (lze jej umístit do trubky – ideální pro můj případ), dobrá regulovatelnost množství sypkého krmiva.

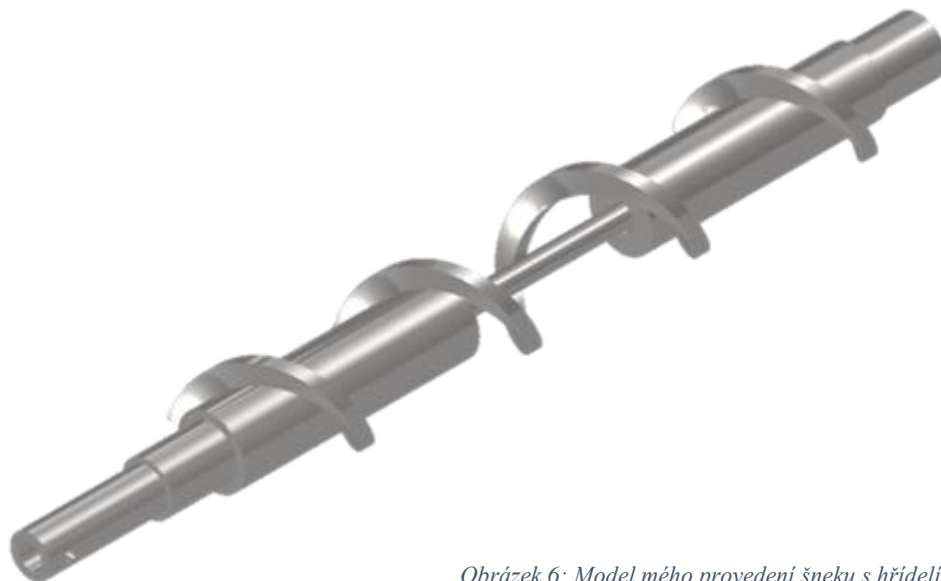
Materiál je tlačěn vpřed za pomoci šroubovice, která je poháněna určitým typem motoru.



Obrázek 5: Ukázka šnekového dopravníku

1.4 Výběr dopravníku

Pro výslednou realizaci jsem vybrala šnekový dopravník. Jeho rozměry a náročnost mi přišly velmi výhodné. I pro regulaci je tento typ dopravníku pro mě nejvhodnější. Použila jsem v mém projektu obvodový šnek. Hlavním důvodem byla dostupnost tohoto šneku, byl mi totiž nabídnut ve škole, nemusela jsem tedy řešit jeho výrobu. Existuje ovšem několik druhů šneků.



Obrázek 6: Model mého provedení šneku s hřídelí



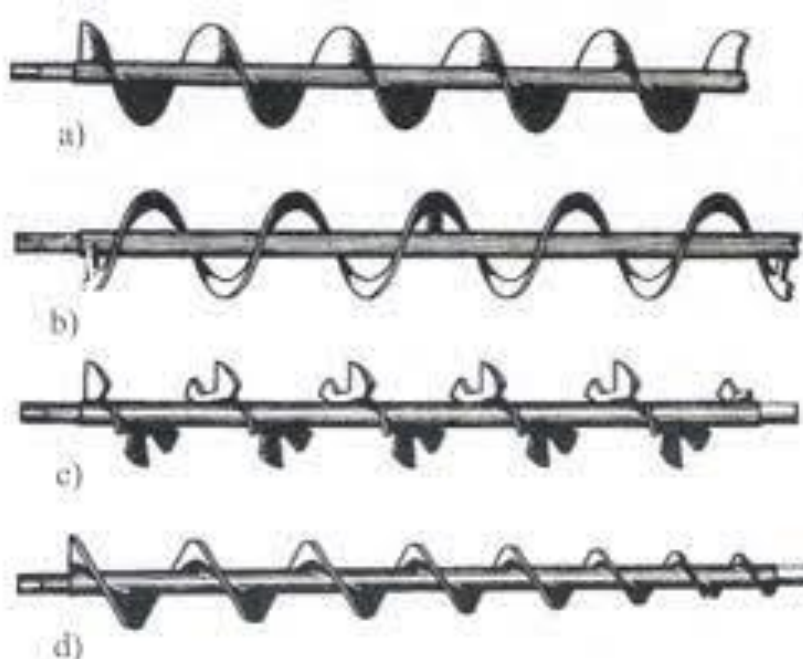
1.4.1 Rozdělení šneku z hlediska konstrukce

Plný šnek (a) – Používá se v praxi nejčastěji. Při výrobě mohou být jednotlivé části šneku navařeny na hřídel, nebo pomocí válcování, kdy pomocí plastické deformace dosáhneme požadovaného tvaru.

Obvodový šnek (b) – Používá se pro případy, kdy pro přepravu nevyhovuje plný šnek. Jedná se o situace, kdy je přepravovaný materiál lepivý, nebo mazlavý. Mohlo by dojít k ulpívání materiálu na plném šneku a zejména v prostoru u hřídele. Vyrábí se válčováním za tepla a následným navařením pomocí držáků z plechu k hřídeli.

Lopátkový šnek (c) – Šnek dopravuje materiály, které potřebujeme mimo dopravení i promíchat. Není ale vhodný pro sypké materiály. Lopatky přivařené k hřídeli se vyrábí v mnoha provedeních.

Kuželový šnek (d) – Vypadá obdobně jako plný, má ovšem tvar kužele. Setkáme se u tohoto druhu šneku i s nerovnoměrným stoupáním v některých případech.



Obrázek 7: Rozdělení šneků

1.5 Výběr materiálů a komponentů

1.5.1 Dráha dopravníku

- Materiál šneku jsem nemohla nijak ovlivnit, protože mi byl poskytnut prostřednictvím pana Šuhaje od výrobce automatizovaných kotlů. Pro materiál šneku ale platí, že musí být pevný, pružný a houževnatý.
- Materiál trubek pro výrobu dráhy jsem použila austenitickou nerezovou ocel vhodnou i pro potravinářství. Kvůli možnému mechanickému opotřebení jsem volila ocel, která není případně závadná. Jedná se o ocel 17 240, má max. 0,07 % C, 17,0 – 19,5 % Cr, 8 – 10,5 % Ni a 0,11 % N.



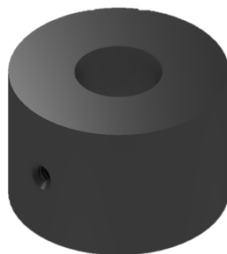
Třída oceli	Využití	Legující prvky
10 (10 xxx)	Uhlíkové (konstrukční) oceli	Chemické složení nezaručeno
11 (11 xxx)		
12 (12 xxx)		Přesný obsah C, P, S, Si, Mn
13 (13 xxx)	Ušlechtilé (legované) oceli	Hlavně Mn (cyklická odolnost)
14 (14 xxx)		Cr, Si, Mn
15 (15 xxx)		Mo
16 (16 xxx)		Ni+Cr, nebo Ni+V, nebo Ni+V+W
17 (17 xxx)		Nerezové oceli – V, W, Mo
18	Neobsazená třída	
19 (19 xxx)	Nástrojová ocel	Dělí se opět na třídy (Uhlíkové – 190xx, 191xx, ...; Legované – 193xx, 194xx, ...; Rychlořezné – 198xx; Pro lití 199xx)

Tabulka 1: Přehled tříd oceli

Legující prvky u nástrojové oceli jsou opět stejné jako u nižších tříd oceli.

1.5.2 Další komponenty

- Další konstrukční a pomocné prvky sestavy budou vyrobeny z uhlíkové oceli. Její výhodou jsou nižší pořizovací náklady tohoto materiálu a dostupnější postupy při svařování (i cenově).
- Pro výrobu kroužku pro indikaci otáček jsem využila plast. Důvodů, proč jsem použila plast, je několik, hlavním však je, že jsem použila pro indikaci otáček indukční snímač, který snímá kov. Logicky musí být odizolován, aby byla zajištěna správná funkce, proto jsem nezvažovala vyrábět kroužek z jiného materiálu.



Obrázek 8: Kroužek pro snímání otáček

- Jako materiál obalu motoru jsem zvolila plast. Je to výhodnější z hlediska nižší hmotnosti celé sestavy i snazší výroby. Pro výrobu jsem se rozhodla využít technologii 3D tisku, která se stává v dnešní době stále více oblíbenou a dostupnou. Materiál využitý pro realizaci tištěného výrobku se nazývá PLA.



Má dobré mechanické vlastnosti, je pružný a pevný. Zároveň se vyznačuje tím, že nemá sklon se kroutit. Další výhodou je, že při nanášení materiálu, které probíhá až při teplotách 220 stupňů Celsia, velmi dobře drží tvar a je vhodný pro začátečníky. Další sympatickou vlastností je, že je biologicky odbouratelný, což znamená, že nemusí být chemicky likvidován, poradí si s ním bakterie. To znamená, že si s ním příroda poradí sama. Struna, ze které se součástka tiskne, má průměr 1,75 mm.



Obrázek 9: Filament PLA šedý

1.5.3 Normalizované a kupované komponenty

- Ložiska jsem použila dvě, na každém konci jedno. Jedno z ložisek je obyčejné kuličkové s těsněním proti případnému vniknutí prachu (označení dle ČSN – 6202). V případě druhého ložiska jsem využila jednosměrného ložiska jehlového (označení – HF 1616 ZEN). Důvod použití jednosměrného ložiska je, že mnou zvolený pohon při přetížení spustí reverzní chod. Pak už by dopravník neplnil svou funkci, proto jsem se snažila tomu zamezit.



Obrázek 11: Kuličkové ložisko 6202



Obrázek 10: Jehlové ložisko HF 1616 ZEN

- Pro snímání otáček jsem využila indukční snímač z internetového obchodu dratek.cz. Tento snímač má kompaktní rozměry a jednoduché provedení, proto jsem ho vybrala.

Technické parametry snímače:

- DC 3drátový: NPN NO
- Detekce: 5 mm ± 10%
- Napájení: 12-24 VDC
- Rozměry: 30 x 18 x 10 mm

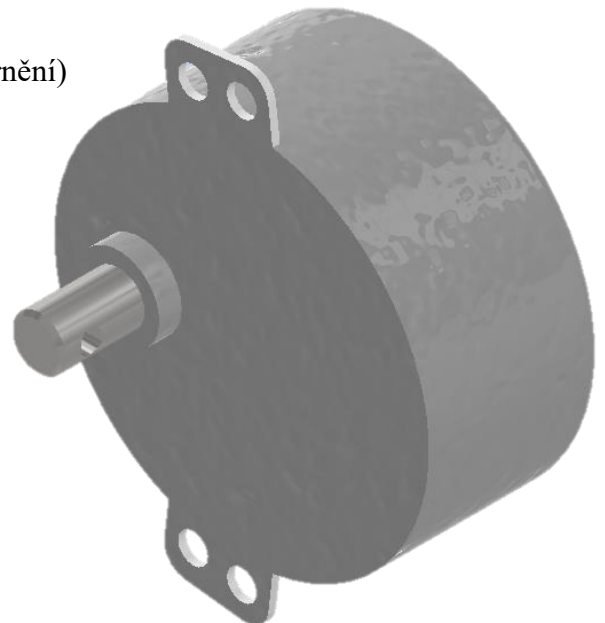


Obrázek 12: Fotka snímače

- S výběrem motoru jsem si poradila tím způsobem, že jsem využila motor pro venkovní grilování. Tento motor má pomalé otáčky, což je výhodné i pro moje použití v blízkosti zvířat. Je to synchronní motor, což znamená, že rotor motoru se otáčí s točivým polem statoru.

Technické parametry motoru:

- Výkon: 4 W
- Napájení: 230 V/50 Hz
- Otáčky: cca 4ot. / min.
- Zatížení: do 10 Kg
- Tichý chod (prakticky neslyšitelný – pouze vrnění)
- Automatická změna směru otáčení: ANO



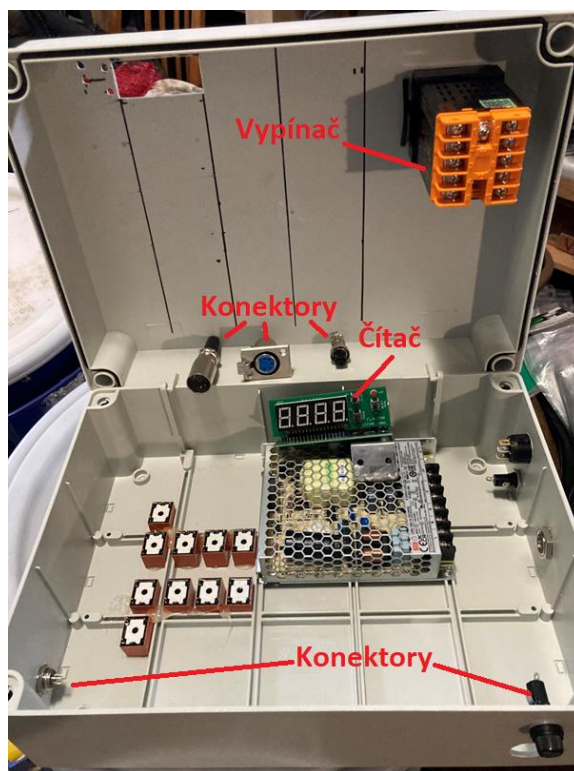
Obrázek 13: Model motoru

- Dále se zde nachází čítač impulzů, časový spínač, spínací relé, spínaný zdroj 230V / 12 V DC, 5ti a 3 pólové konektory pro připojení motoru a snímače, indukční snímač, vypínač a taky pojistky.



1.6 Řízení dávkování

K řízení celého mechanismu jsem využila způsob řízení pomocí časového relé. Jedna z možností také byla použít programovatelný automat PLC, ale způsob řízení za pomoci relé je jednodušší a není potřeba relé programovat. Časové relé sepne jednou za stanovený čas motor. Následně čidlo, které snímá počet otáček, vysílá signály do čítače, který následně motor zastaví. A cyklus se může zase opakovat po uběhnutí stanovených časů. Na čítači lze nastavit počet požadovaných otáček, které se odvíjí od počtu krmených králíků.



Obrázek 14: Skříňka s popisem

1.7 Výroba komponentů

1.7.1 Nařezání trubek

Trubky byly nařezány ručně kotoučovou bruskou, což je málo přesná metoda a pro sériovou výrobu nevyhovující. Pro sériovou výrobu by bylo nejlepší využití technologie řezání pomocí laserového paprsku. Je to technologie, která využívá sdruženého paprsku, který postupným natahováním a odfrkováním nataveného kovu řeže požadovaný tvar. Řezání touto metodou je ovšem časově náročné, protože nemůžeme ovlivnit, kdy budou trubky v nějaké firmě nařezané. Zároveň je to ale metoda velmi přesná, což je při dalším svařování výhodné.



Obrázek 15: Laserové řezání

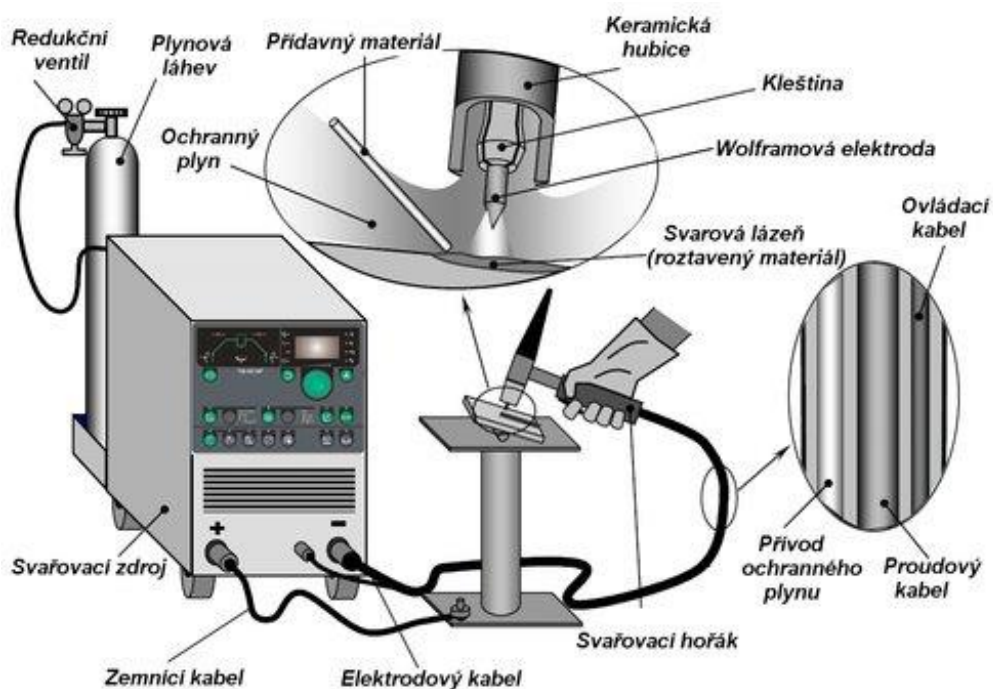


1.7.2 Svaření trubek

Pro svaření trubek jsem chtěla použít metodu WIG (Wolfram InertGas). Jedná se o svařování pomocí netavné elektrody, ta se díky své vysoké teplotě tání při svařování neroztaví. Jako přídavný materiál se používá drát z materiálu, který má stejné nebo lepší mechanické vlastnosti. Tento způsob svařování je velice přesný, rychlý, efektivní a poskytuje kvalitní, pevný a čistý svar. Používá se pro svařování tenkých kovových dílů a plechů. Svařování může probíhat i v ochranné atmosféře, což zlepšuje kvalitu svaru. Svar je díky tomu rovný, hladký a bez pórů. S metodou WIG dosahujeme nejvyšší kvality svaru. Touto metodou lze svařovat i neželezné kovy, jako například hliník.

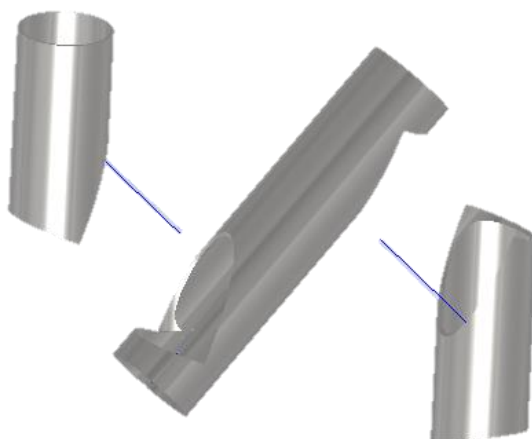


Obrázek 16: Ukázka pracovníka při svařování metodou WIG



Obrázek 17: Popis a vysvětlení metody WIG

Můj prototyp jsem ovšem svařila metodou pomocí obalované elektrody, proto se jen krátce zmíním o této metodě. Je to metoda tavného svařování. Elektrický oblouk hoří mezi elektrodou a svařovaným materiálem. Roztavením obou kovů vzniká tavná lázeň. Na povrchu svaru se vytváří struska, která chrání svar při tuhnutí před vnějšími vlivy. Strusku je potřeba po svaření odstranit, aby se do svaru nevmísili nečistoty.



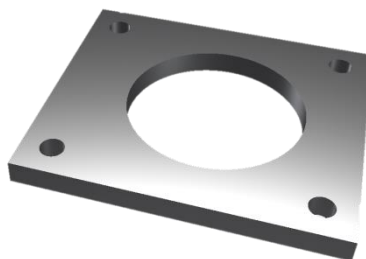
Obrázek 18: Rozpad trubek

1.7.3 Výroba krytů na ložiska a přírub

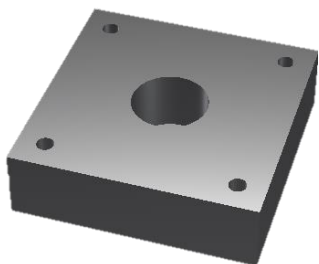
Pro tuto výrobu jsem využila možnosti obrobit materiál na CNC tříosém obráběcím centru. Tato technologie pro mě byla nejvýhodnější, protože strojní časy jsou zde velmi krátké a přesnost je vysoká. Je to vlastně počítačově řízený stroj, který pracuje automaticky podle připraveného kódového programu. Do těchto zařízení můžeme dodávat buďto G-kód, nebo M-kód, které jsou poté prováděny. Kódy mohou být generovány díky grafickým softwarům (CAD a CAM). Použití těchto strojů ve strojírenské praxi přináší mnoho výhod, jako je třeba přesnost a produktivita obrábění nebo nižší zmetkovitost a tím i náklady na výrobu. CNC stroje směřují stále k větší automatizaci výrobních procesů.



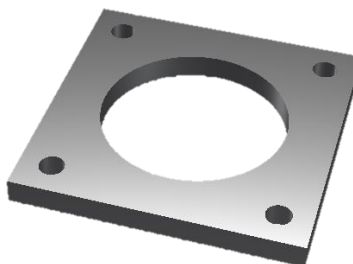
Obrázek 20: Kryt pro ložisko na straně u motoru



Obrázek 19: Příruba straně u motoru



Obrázek 22: Kryt pro ložisko na straně bez připojení na motor



Obrázek 21: Příruba na straně bez připojení na motor

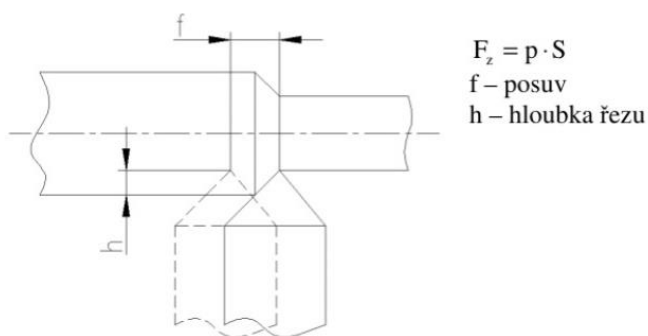


1.7.4 Přivaření přírub k trubkám

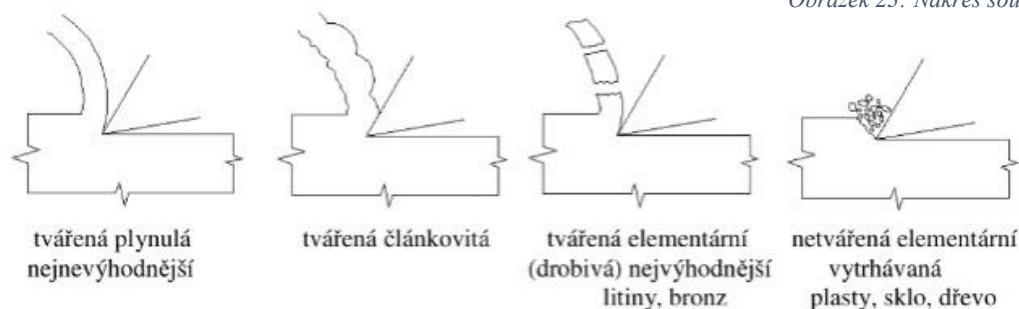
Pro přivaření přírub k trubkám jsem použila metodu WIG, o které jsem se zmínila v odstavci zabývajícíím je svařením trubek. V tomto případě se jednalo o koutový svar, kdežto u svařování trubek je svar nejasný, protože ve dvou částech je koutový a v dalších dvou částech je spíš tupý. Jednou z nevýhod svařování je, že musíme upravit a očistit styčné plochy. Podle tvaru upravení ploch rozeznáváme svary I, V, U, X, Y a lemové u tupých spojů a koutové, rohové, děrové a žlabové.

1.7.5 Výroba hřídelí

Hřídele pro šnek jsem obráběla na univerzálním soustruhu ve školních dílnách. Vyvrtání díry pro pojistný prvek v hřídeli jsem provedla na stojanové vrtačce taktéž ve školních dílnách. Při soustružení je hlavním řezným pohybem rotační pohyb obrobku upnutého do sklíčidla a vedlejším řezným pohybem je podélný posuv, nebo přisuv nože. Při tomto obrábění vznikají třísky. Rozeznáváme několik druhů třísek.

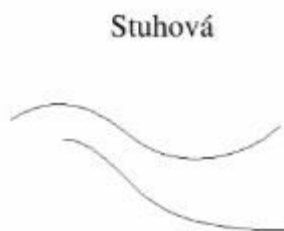
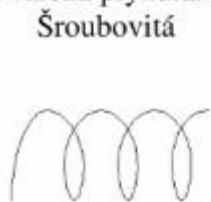


Obrázek 23: Nákres soustružení



Obrázek 24: Rozdělení třísek

Tvářená plynulá: oceli, slitiny Al a Cu



Obrázek 25: Druhy tvářených třísek



1.7.6 Výroba kroužku pro čidlo

Kroužky, do kterých jsem následně vložila kovový prvek pro snímání počtu otáček, jsem vyráběla také na univerzálním soustruhu ve školních dílnách. Bylo to velmi podobné jako soustružení hřídelí, ale používala jsem trochu odlišné soustružnické nože.

1.7.7 Přivaření šneku k hřídeli

Pro přivaření šneku k hřídeli jsem využila metodu svařování MAG (Metal ActiveGas). Při tomto způsobu je elektroda tavná a vytváří svar. Opět pro ni platí, že má stejné, nebo lepší mechanické vlastnosti. Tavná elektroda je vlastně „nekonečný“ drát odvíjející se z cívky nebo bubnu. Jeho podávání zajišťuje pohonná jednotka, která drát přivádí do kontaktní špičky. Tato metoda je velice běžná a dostupná.

Pro tento způsob svařování se používá jako ochranný plyn CO_2 , který je, jak už plyne z názvu, aktivní. Metoda MAG má univerzální uplatnění. Používá se při výrobě lodí, v kovovýrobě nebo v automobilovém průmyslu.

- Druhy oblouků při svařování MAG:

- **Krátký oblouk** – Oblouk s malým napětím a nízkou rychlostí drátu. Takto lze svařovat skoro ve všech polohách. Oblouk je snadno kontrolovatelný a tvorba rozstříků je malá. Je vhodný pro svařování tenkých plechů.
- **Přechodový oblouk** – Zde se v nepravidelných intervalech střídají zkraty a rozstříkové přechody. Dochází ke zvýšené tvorbě rozstříků, proto je lepší se tomuto způsobu oblouku vyhnout.
- **Sprchový oblouk** – Hoří bez přerušování zkratu. Přídavný materiál přichází v drobných kapkách do svařovací lázně. Oblouk způsobuje velký přenos tepla do svařence, vysoký odtavný výkon a hluboký průvar. Je díky tomu vhodný pro svařování silnějších plechů.
- **Pulzní oblouk** – Přechod materiálu se řídí pulzy, aby se vyloučili nežádoucí zkraty. Výsledkem je oblouk s velmi malým rozstříkem a univerzálním použitím. Svary plechů různých tloušťek mají vysokou kvalitu.
- **Rotující oblouk** – Je velmi výkonný na základě velkého přenosu tepla do svařovaného materiálu. Je vhodný pro svařování zvláště silných svařenců. Kapka se při uvolnění z drátové elektrody odklání do strany a přechází do tavné lázně otáčivým pohybem. Oblast použití je však omezená, protože tato metoda je možná pouze v mechanizované podobě.
- **Kombinované oblouky** – Často jsou složeny z pulzních a krátkých oblouků. Pulzní oblouk vytváří potřebný průvar a přenos tepla, krátký oblouk zajišťuje lepší ovladatelnost svařovací lázně.

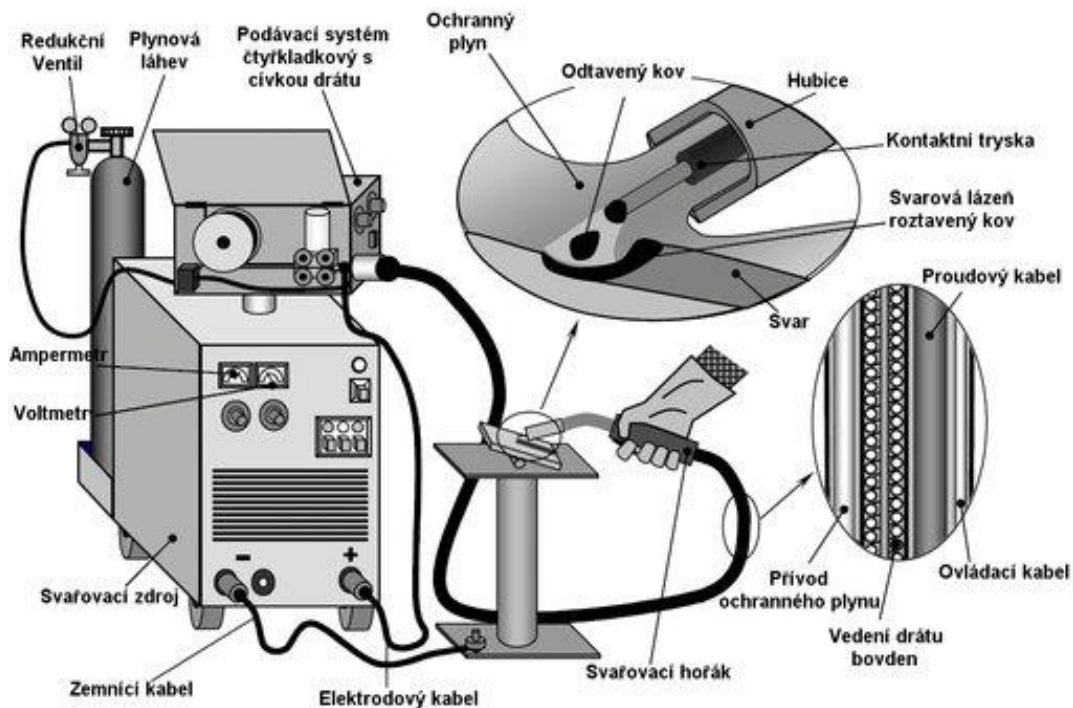


Obrázek 26: Ukázka pracovníka při svařování MAG



Výhodou svařování MAG je snadné zapálení oblouku, také se na povrchu svaru netvoří struska, která by nám mohla snižovat kvalitu svaru. Dále je to velká rychlost svařování s dobrou kvalitou svaru, dobrá použitelnost i v náročných polohách při svařování a nízké náklady na přídatný materiál.

Nevýhodou ovšem je omezená možnost použití v prostorech vystavených průvanu, citlivost na rez a vlhkost, náchylnost k neprovaření nebo vysoké riziko rozstříku. Nevýhodou oproti svařování WIG, o kterém jsem se zmínila v odstavci zabývajícím se touto metodou, kterou jsem také ve svém postupu využila, je nižší kvalita svaru.

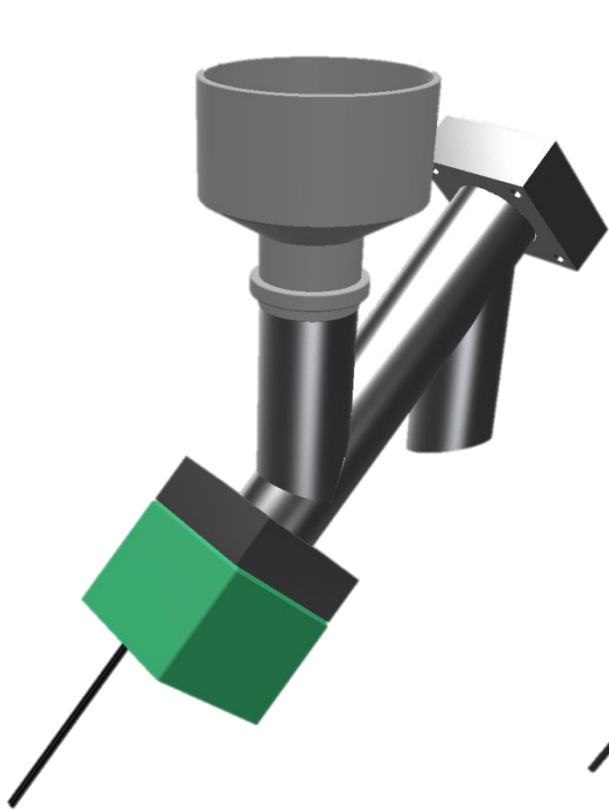


Obrázek 27: Popis a vysvětlení metody MAG

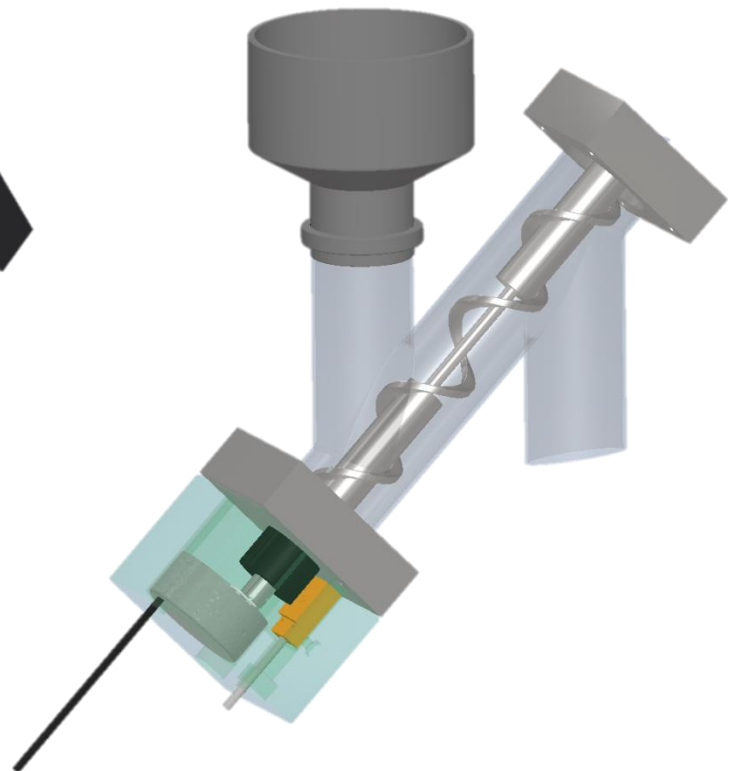
1.8 Finální verze modelu

Finální verzi modelu mi trvalo vytvořit zhruba 40 hodin, protože jsem na modelu dělala hodně úprav v průběhu práce. Například na krytu motoru jsem dělala mnoho úprav kvůli proveditelnosti tisku součástky. Dále jsem musela upravovat vytvoření trubek v Autodesk Inventoru kvůli vazbení součástí a výkresové dokumentaci. Modelovala jsem i kupované součástky pro lepší představu při vytváření komponentů a při vytváření sestavy dopravníku.

V průběhu práce jsem měla asi 5 sestav, které jsem si myslela, že už budou finální, ale čas ukázal, že nebyly. Realizace probíhala až podle tohoto modelu. Výroba výkresové dokumentace finální verze mi zabrala asi 20 hodin.



Obrázek 29: Finální verze modelu



Obrázek 28: Průhledný finální model

1.9 Výpočet parametrů dopravníku

1.9.1 Parametry motoru

Výchozí parametry:

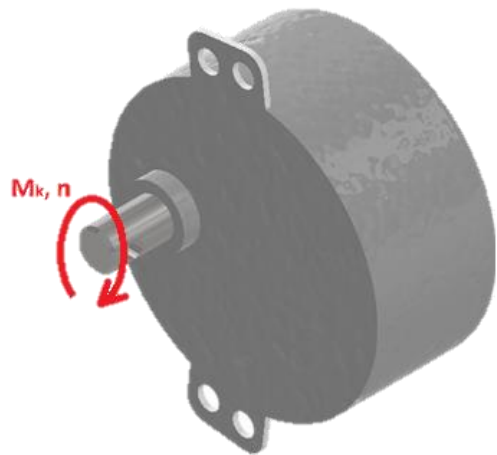
- Výkon $P = 4 \text{ W}$
- Otáčky $n = \text{cca } 4 \text{ ot. / min} = 1/15 \text{ ot./s}$
- Průměr hřídelky $d = 7 \text{ mm}$

Vypočtené parametry:

- Kroučící moment motoru:

$$M_k = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{4}{2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{15}}$$

$$M_k = 9,55 \text{ Nm}$$



Obrázek 30: Náčrso pro výpočet kroučícího momentu



1.9.2 Rychlost podávání

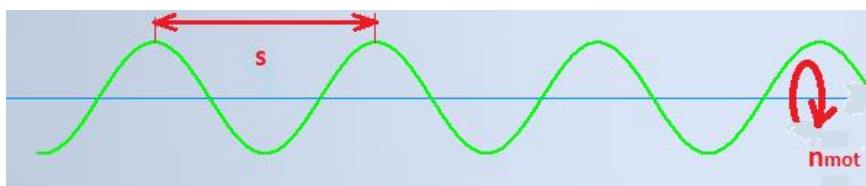
Výchozí parametry:

- Stoupání šroubovice: $s = 50 \text{ mm}$
- Otáčky motoru: $n_{\text{mot}} = 4 \text{ ot./min}$

Vypočtené parametry

$$v_p = n_{\text{mot}} \cdot s = 4 \cdot 50$$

$$v_p = 200 \text{ mm/min}$$



Obrázek 31: Nákres šneku

1.9.3 Kapacita násypky

Výchozí parametry:

- Množství peletek pro jednu dávku: $m_d = 150 \text{ g}$ $V_d = 0,46 \text{ l}$
- Množství peletek za 1 otáčku: $m_o = 15 \text{ g}$

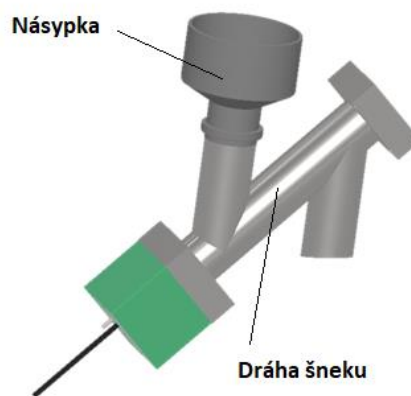
Vypočtené parametry:

- Počet otáček:

$$n = \frac{m_d}{m_o} = \frac{150}{15} = 10 \text{ otáček}$$

- Objem zásobníku:

$$V =$$



Obrázek 32: Popis částí dopravníku s krmivem



2 Realizace

2.1 Kompletace mechanické části

2.1.1 Řezání trubek

Trubky jsem v mém případě nařezala ruční úhlovou bruskou. Je to metoda velmi nepřesná a pro sériovou výrobu nevýhodná. Pro můj první výrobek, takový prototyp v podstatě, to byla metoda velmi dostupná, levná, rychlá a tím i výhodná. Převládají však nevýhody a při další výrobě už bych využila jiné technologie. Trubky, které jsem ve svém projektu využila, mají průměr 45 mm a tloušťku stěny 1,5 mm

2.1.2 Svařování trubek

Pro svaření trubek jsem u mého prototypu využila metodu svařování obalenou elektrodou. Není to sice nejvhodnější metoda, ale pro mě byla dostupná a rychlá, proto jsem se ji rozhodla využít. Tohle rozhodnutí se mi moc nevyplatilo, protože svar je z estetického hlediska nepěkný, což na funkci zařízení ovšem nemá vliv. Další potíží bylo, že díky tepelnému ovlivnění materiálu se vytvořilo pnutí a trubka se zdeformovala z kruhového tvaru do tvaru oválu, či elipsy. Trubku jsem poté musela narovnávat do původního tvaru, abych s ní mohla dále pracovat. Tímhle způsobem už bych to příště nedělala.



Obrázek 33: Svařenec trubek

2.1.3 Výroba krytů na ložiska a přírub

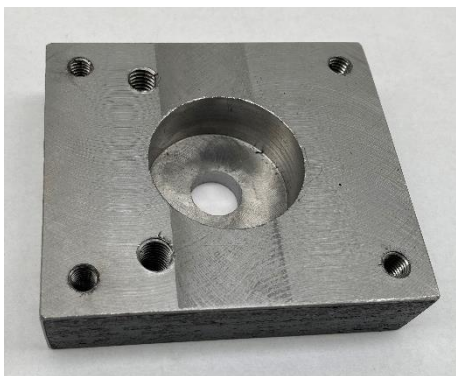
Kryty na ložiska a příruby se vyráběly ve školních dílnách na CNC stroji. Je to metoda velmi přesná a rychlá při správném upnutí. Nejen, ale hlavně s touto výrobou mi velmi pomohl pan učitel Šuhaj, za což jsem mu opravdu vděčná.



Obrázek 34: Vrtání díry do krytu



Obrázek 35: Vrtání závitu ručním závitníkem



Obrázek 36: Vyrobený kryt 1



Obrázek 37: Vyrobený kryt 2

2.1.4 Přivaření přírub ke svařenci

Při svařování přírub ke svařenci trubek jsem již využila metody WIG, o které jsem se zmiňovala v Teoretické části. Se svařením mi pomohl pan učitel Gregor, což jsem byla ráda, protože jsem díky tomu mohla lépe poznat svařování a zdokonalit se v něm.

2.1.5 Výroba hřídele

Práce mi zabrala zhruba desítku hodin práce. Soustružila jsem čelně i podélně a naučila jsem se provádět různé operace. Při praxích ve škole jsme si je neměli možnost moc zkusit kvůli pandemii Covid-19 a následné karanténě. Po celou dobu mi s výrobou pomáhali dílní učitelé pan Šuhaj a pan Gregor.



Obrázek 38: Složení hřídele a křivů na ložiska

2.1.6 Výroba kroužků pro čidlo

Rozdíl byl také v utváření třísek, protože plast vytvářel dlouhé, skoro až nekonečné špony, které se hůř odvádí.

2.1.7 3D tisk krytů

Při 3D tisku krytu na motor jsem využila softwaru Autodesk Inventor a poté PrusaSlicer.



Obrázek 39: Tiskárna v procesu

Při modelování jsem řešila problém závitů, do kterých bych zašroubovala přídržné šroubky. Tento problém jsem vyřešila prostorem pro matici na povrchu součásti, která plní funkci vnitřního závitu v součásti. Při samotném tisku jsme museli vyladit všechny parametry a první úspěšně vytištěný kus se povedl až na 4. pokus. U tisku je důležitá adheze součásti s podložkou, na tento účel je speciální gel pro dobrou přilnavost. Podložka je vyhřívána stejně jako tryska na potřebnou teplotu. Tisk samotné součásti trval přibližně 5 hodin.

První pokus, který už vypadal nadějně, že by vše mohlo vyjít, se nezdařil, protože se okraje součásti vlivem rychlého tuhnutí odlepily od podložky. Tím uvolnily celou součást a poté se materiál nanášel volně do vzduchu, což by pro moderní umělce mohlo být zajímavé, ale pro moje účely nechtěné.



Obrázek 40: Nepovedený výrobek



Obrázek 41: Vytištěný kryt

Následující pokus se ovšem už zdařil lépe. Povedlo se nám vytisknout celý kryt a bez žádných potíží.



2.2 Zapojení elektrické části

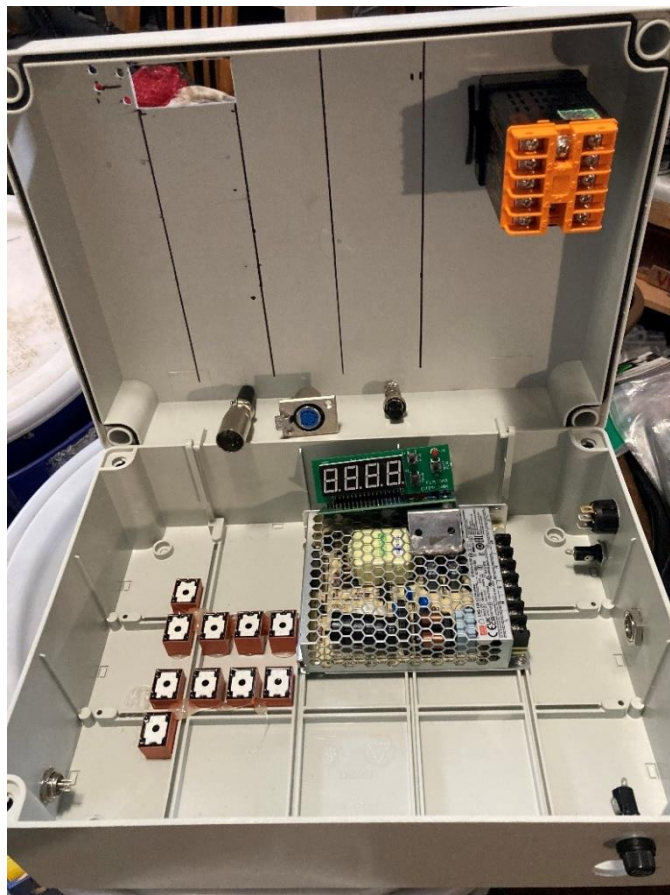
Zapojení a vlastně celé „oživení“ dopravníku měl na starost můj bratr, který mi s projektem velmi pomohl.



Obrázek 42: Elektromotor



Obrázek 43: Stavebnice čítače



Obrázek 44: Skříňka pro ovládací prvky

2.2.1 Elektrotechnické schéma

S elektro výkresy mi pomohl můj bratr, který na naší škole vystudoval obor Elektrotechniky a ovládá softwary pro vytváření těchto výkresů.

2.3 Výroba předváděcího stojanu

Pro názornou ukázkou na soutěži SOČ a následně i maturitního projektu jsem si vytvořila takovou zmenšenou verzi stěny králíkárn, na kterou jsem můj dopravník provizorně uchytila. S jeho výrobou mi pomohli rodiče. Ti mě po celou dobu projektu podporovali a chtěli mi s tím pomoci.



Obrázek 45: Výroba stojanu



Obrázek 46: Stojan



Obrázek 47: Vytváření nápisu na stojanu



2.4 Ekonomické srovnání představ o projektu a reality

Práce mi zabrala zhruba 40 hodin modelování, 20 hodin vytváření výkresů a přes 50 hodin výroby. Při sériové výrobě by práce na realizaci trvala mnohem kratší dobu, ale z důvodu vlastní kusové výroby byly práce na dlouho. Hutní materiál na jeden dopravník stál **1 500 Kč** a elektronika a kabely stáli dohromady **1000 Kč**. Celkově bez započtení práce na projektu mě dopravník stál **2 500 Kč**. Má představa o ceně projektu byla **3 000 Kč**. Kdybych počítala i práci na projektu, stál mě dopravník minimálně **8 000 Kč**.

3 Závěr

Na začátku projektu jsem si vytyčila cíle, kterých jsem se držela a snažila jsem se je všechny splnit. Mým hlavním cílem bylo ulehčení práce s krmením, což se povedlo. Můj dopravník dokáže obsloužit králíky potřebným množstvím krmiva a může sám fungovat.

V průběhu mé práce jsem se toho hodně naučila. Seznámila jsem se blíže s některými výrobními technologiemi, blíže jsem poznala možnosti 3D softwarů a ochutnala jsem i z oblasti řízení projektů.

Na své cestě projektem jsem se naučila, jak pracovat a nepracovat s lidmi, když něco potřebuji a vyzkoušela jsem si, jak může být práce na takovýchto dlouhodobých projektech stresující a vyčerpávající. Takhle práce mi umožnila poznat, jak to doopravdy v praxi chodí a funguje.

Má představa o ceně projektu na začátku byla 3000 Kč, projekt mě ve skutečnosti stál 2500 Kč, takže splnil moje očekávání.

Mého časového horizontu jsem se vždy nedržela a odkládala jsem některé práce. Projekt jsem však po celou dobu stíhala dokončit ve stanoveném termínu. Vždy jsem byla ráda za obětavou pomoc od ostatních, kterou mi nabídlo mnoho lidí.

Projekt:	Dopravník krmiva (krmička)																												
	2022														2023														
	7.11.	14.11.	21.11.	28.11.	5.12.	12.12.	19.12.	26.12.	2.1.	9.1.	16.1.	23.1.	30.1.	6.2.	13.2.	20.2.	27.2.	6.3.	13.3.	20.3.	27.3.	3.4.	10.4.	17.4.	24.4.	1.5.	8.5.	15.5.	22.5.
Zadání projektu	Plan																												
	Skut.																												
3D návrh řešení	Plan																												
	Skut.																												
3D model finálního řešení	Plan																												
	Skut.																												
Výkresová dokumentace prtotyp	Plan																												
	Skut.																												
Výkresová dokumentace final	Plan																												
	Skut.																												
Seznam nakupovaných dílů	Plan																												
	Skut.																												
Objednávka napupov. Dílů	Plan																												
	Skut.																												
Seznam vyráběných dílů	Plan																												
	Skut.																												
Trubky - řezání	Plan																												
	Skut.																												
Trubky svařování	Plan																												
	Skut.																												
Šroubovice - režat	Plan																												
	Skut.																												
Hřídel výroba	Plan																												
	Skut.																												
Domečky na ložiska	Plan																												
	Skut.																												
Kryt na motor	Plan																												
	Skut.																												
Násyпка a potrubí	Plan																												
	Skut.																												
Příruba výroba	Plan																												
	Skut.																												
Montáž sestavy	Plan																												
	Skut.																												
Oživení a nastavení	Plan																												
	Skut.																												
Přihláška na SOČ	Plan																												
	Skut.																												
Prezentace na SOČ	Plan																												
	Skut.																												
Odevzdání projektu	Plan																												
	Skut.																												
Prezentace maturitního projektu	Plan																												
	Skut.																												

Obrázek 48: Tabulka plnění plánu



4 Použitá literatura

- [1] *Krmítko* [online]. Hradský-sunk.cz, [cit. 2023-03-24]. Dostupné z:
Závěsný zásobník 20 cm, vnitř. zavěšení pro králíky a jiné. | Hradský-sunk.cz
(hradsky-sunk.cz)
- [2] *Pásový dopravník Bluetech* [online]. [cit. 2023-03-24]. Dostupné z:
<https://www.bluetech.cz/dopravniky-na-brikety-pelety-granule#:~:text=Dopravn%C3%ADky%20jsou%20ur%C4%8Deny%20pro%20granulovac%C3%AD%2C%20%C4%8Di%20peletiza%C4%8Dn%C3%AD%20lin%20ky%2C,%C5%98e%C5%A1en%C3%AD%20je%20individu%C3%A1ln%C3%AD%20dle%20projektu%20a%20p%C5%99%C3%A1n%C3%AD%20investora>
- [3] *Třídy oceli* [online]. Wikipedie, 2023 [cit. 2023-03-24]. Dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/T%C5%99%C3%ADdy_oceli
- [4] *Pásový dopravník Profí* [online]. [cit. 2023-03-24]. Dostupné z:
[Pásový dopravník PROFI - www.jvmmetal.cz](http://www.jvmmetal.cz/Pasovy_dopravnik_PROFI)
- [5] *Vibrační dopravník m-tech* [online]. [cit. 2023-03-24]. Dostupné z:
<https://www.jvmmetal.cz/pasovy-dopravnik-profi/>
- [6] *Žlabový šnekový dopravník* [online]. [cit. 2023-03-24]. Dostupné z:
<https://www.romill-ag.cz/zlabovy-snekovy-dopravnik>
- [7] HRUŠKA, Kryštof. *Šnekový dopravník VUT* [online]. Brno, 2018 [cit. 2023-03-24].
Dostupné z:
https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=174010
Bakalářská práce. VUT Brno.
- [8] *Kuličkové ložisko* [online]. Žďár nad Sázavou [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://www.arkov.cz/p/6202-rs-kulickove-lozisko-kinex-9986>
- [9] *Jednosměrné jehlové ložisko* [online]. Vysoké Mýto [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://www.vkloziska.cz/hf-1616>
- [10] *Motor* [online]. [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://www.zahradnitechavolejnik.cz/grily-a-prislusenstvi/mefisto-grilovaci-motorek-2/>
- [11] BILÍČEK, Milan. *Šnekový dopravník třísek* [online]. Brno, 2019 [cit. 2023-03-27].
Dostupné z:
https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=192017
Bakalářská práce. VUT Brno. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.
- [12] *Svařování WIG, MIG, MAG* [online]. 2023 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://www.prostor-design.cz/sluzby/svarovani/#:~:text=Co%20je%20sva%C5%99ov%C3%A1n%C3%AD%20metodou%20WIG%20F%20Na%20roz%C3%AD%20od,P%C5%99%C3%ADdavn%C3%BD%20materi%C3%A1l%20se%20prot%20p%C5%99id%C3%A1v%C3%A1%20pomoc%C3%AD%20p%C5%99%C3%ADdavn%C3%A9ho%20dr%C3%A1tu>



- [13] *Svařování TIG* [online]. [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://automig.cz/o-svarovani/metody/tig-wig-plasmatig/>
- [14] *Svařování MIG, MAG* [online]. [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://www.zamecnictvi-benc.cz/svarovani-mig-mag>
- [15] *Svařování TIG 2* [online]. 2020 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://blog.perfectwelding.fronius.com/cs/co-je-svarovani-tig/>
- [16] *Svařování MIG, MAG 2* [online]. 2020 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://blog.perfectwelding.fronius.com/cs/co-je-svarovani-mig-mag/>
- [17] *Laserové řezání* [online]. 2017 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://www.lascam.cz/zakladni-rozdeleni-laseroveho-rezani/>
- [18] *Svařování elektrodou* [online]. 2020 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://eshop.chemweld.cz/navody/jak-svarovat-elektrodou/#:~:text=Sva%C5%99ov%C3%A1n%C3%AD%20obalenou%20elektrodou%20je%20metoda%20tavn%C3%A9ho%20sva%C5%99ov%C3%A1n%C3%AD%2C%20kdy,kter%C3%A1%20se%20n%C3%A1sledn%C4%9B%20odstran%C3%AD.%20Vznik%C3%A1%20pevn%C3%BD%20nerozeb%C3%ADrateln%C3%BD%20spoj.>
- [19] *Synchronní motor* [online]. 2014 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://automatizace.hw.cz/el-pohony-mereni-a-regulace/el-motory-a-jejich-rizeni-zakladni-prehled.html>
- [20] CNC stroje. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2022, 21.12. [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/CNC_stroje
- [21] SVOBODOVÁ, Magdalena. *Svarové spoje - druhy* [online]. Brno [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
https://www.sokolska.cz/DUMy/SPS,%20MEC,%20CAD/VY_32_INOVACE_13-15.pdf Podpora digitalizace s ICT. Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1.
- [22] PLA filament [online]. [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
<https://www.materialpro3d.cz/materialovy-slovník/pla/>
- [23] Polylaktidová vlákna. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2023, 20.2. [cit. 2023-03-27]. Dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Polylaktidov%C3%A1_vl%C3%A1kna
- [24] *Filament PLA* [online]. 2018 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z:
<https://www.materialpro3d.cz/pla-1-75/pla-1-75mm-sedy-dd/>



5 Seznam obrázků, tabulek a příloh

5.1 Obrázky

Obrázek 1: První představa konstrukce dopravníku	1
Obrázek 2: Tabulka plánu	2
Obrázek 3: Ukázka pásového dopravníku	3
Obrázek 4: Ukázka vibračního dopravníku	3
Obrázek 5: Ukázka šnekového dopravníku	4
Obrázek 6: Model mého provedení šneku s hřídelí	4
Obrázek 7: Rozdělení šneků	5
Obrázek 8: Kroužek pro snímání otáček	6
Obrázek 9: Filament PLA šedý	7
Obrázek 10: Kuličkové ložisko 6202	7
Obrázek 11: Jehlové ložisko HF 1616 ZEN	7
Obrázek 12: Fotka snímače	8
Obrázek 13: Model motoru	8
Obrázek 14: Skříňka s popisem	9
Obrázek 15: Laserové řezání	9
Obrázek 16: Ukázka pracovníka při svařování metodou WIG	10
Obrázek 17: Popis a vysvětlení metody WIG	10
Obrázek 18: Rozpad trubek	11
Obrázek 19: Příruba straně u motoru	11
Obrázek 20: Kryt pro ložisko na straně u motoru	11
Obrázek 21: Příruba na straně bez připojení na motor	11
Obrázek 22: Kryt pro ložisko na straně bez připojení na motor	11
Obrázek 23: Nákres soustružení	12
Obrázek 24: Rozdělení třísek	12
Obrázek 25: Druhy tvářených třísek	12
Obrázek 26: Ukázka pracovníka při svařování MAG	13
Obrázek 27: Popis a vysvětlení metody MAG	14
Obrázek 28: Průhledný finální model	15
Obrázek 29: Finální verze modelu	15
Obrázek 30: Nákres pro výpočet kroutícího momentu	15
Obrázek 31: Nákres šneku	16
Obrázek 32: Popis částí dopravníku s krmivem	16
Obrázek 33: Svařenec trubek	17
Obrázek 34: Vrtání díry do krytu	18
Obrázek 35: Vrtání závitu ručním závitníkem	18
Obrázek 36: Vyroběný kryt 1	18
Obrázek 37: Vyroběný kryt 2	18
Obrázek 38: Složení hřídele a krytů na ložiska	19
Obrázek 39: Tiskárna v procesu	19
Obrázek 40: Nepovedený výrobek	19
Obrázek 41: Vytištěný kryt	19
Obrázek 42: Elektromotor	20
Obrázek 43: Skříňka pro ovládací prvky	20
Obrázek 44: Stavebnice čítače	20
Obrázek 45: Výroba stojanu	20
Obrázek 46: Stojan	20
Obrázek 47: Vytváření nápisu na stojanu	20
Obrázek 48: Tabulka plnění plánu	21

5.2 Tabulky

Tabulka 1: Přehled tříd oceli	6
-------------------------------------	---



5.3 Přílohy

1. HŘÍDEL 1 A4-MP-01.01
2. HŘÍDEL 2 A4-MP-01.02
3. SPOJOVACÍ TYČ A4-MP-01.03
4. VÍKO 1 A4-MP-04.04
5. VÍKO 2 A4-MP-04.05
6. KROUŽEK A4-MP-03.06
7. KRYT MOTORU A3-MP-03.14
8. TRUBKA 1 A4-MP-02.08
9. TRUBKA 2 A4-MP-02.09
10. TRUBKA 3 A4-MP-02.10
11. PŘÍRUBA A4-MP-02.11
12. PŘÍRUBA 2 A4-MP-02.12
13. ŠNEK A4-MP-01.13
14. HŘÍDEL-ŠNEK A3-MP-01.00
15. TRUBKY-PŘÍRUBY A3-MP-02.00
16. SESTAVA KRYTU A3-MP-03.00
17. SESTAVA DOPRAVNÍKU A3-MP-04.00
18. MATURITNÍ PROJEKT KRMIČKA, List 1–5