



Fakulta zemědělská  
a technologická  
Faculty of Agriculture  
and Technology

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra techniky a kybernetiky

## Diplomová práce

Návrh autonomní robotické kolové platformy

Autor práce: Bc. Jaroslav Larva, DiS.

Vedoucí práce: Ing. et. Mgr. Olšan Pavel Ph.D.

Konzultant práce: Ing. Ondřej Tupý DiS.

České Budějovice  
2024

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....

Bc. Jaroslav Larva, DiS.



## **Abstrakt**

Diplomová práce představuje projekt návrhu a realizace autonomní robotické platformy, která je postavena na bázi modifikované dětské buggy, umožňující její dálkové ovládání. Celý projekt je systematicky rozdělen do dvou základních částí: teoretické a praktické.

V teoretické části jsou podrobně rozebrány a analyzovány komponenty a softwarové nástroje, které byly v průběhu projektu využity. Tato sekce podává přehled o aktuálních trendech v robotice a autonomních systémech a zdůrazňuje význam každého vybraného elementu pro úspěch celkového návrhu.

V praktické části se práce soustředí na samotný proces vývoje. Od prvních kroků v konstrukci, přes programování pořízené platformy, až po detailní popis zapojení a integrace elektronických komponent. Specifická pozornost je věnována technickým řešením, která překonávají výzvy spojené s adaptací dětské buggy na autonomní robotickou platformu.

V závěrečné části je projekt celkově zhodnocen. Je zde obsažena analýza dosažených výsledků, reflektování na možné oblasti zlepšení a diskuze o budoucích směrech rozvoje.

**Klíčová slova:** Robotika; Solidworks Arduino; Autonomní; Solární panely

## **Abstract**

The diploma thesis represents the project of design and implementation of an autonomous robotic platform, which is built on the basis of a modified children's buggy, enabling its remote control. The entire project is systematically divided into two basic parts: theoretical and practical.

In the theoretical part, the components and software tools used during the project are analyzed in detail. This section provides an overview of current trends in robotics and autonomous systems and highlights the importance of each selected element to the success of the overall design.

In the practical part, the work focuses on the development process itself. From the first steps in construction, through the programming of the purchased platform, to a detailed description of the connection and integration of electronic components. Specific attention is paid to technical solutions that overcome the challenges associated with adapting a children's buggy to an autonomous robotic platform.

In the final part, the project is evaluated as a whole. It includes an analysis of the achieved results, reflection on possible areas of improvement and discussion of future directions of development.

**Keywords:** Robotics; SolidWorks Arduino; Autonomous; Solar Panels

## **Poděkování**

Chtěl bych vyjádřit svou upřímnou vděčnost všem, kdo mi poskytli potřebnou pomoc a byli mi oporou během přípravy této diplomové práce. Zvláštní poděkování patří mému vedoucímu práce, Ing. et. Mgr. Pavlu Olšanovi Ph.D. a konzultantovi, Ing. Ondřeji Tupému, DiS., za jejich neocenitelné rady a neustálou ochotu mi pomáhat. Nesmírně děkuji také své rodině a přátelům, jejichž povzbuzení pro mě bylo nesmírně důležité.

# Obsah

Úvod	7
<b>1 Cíl a metodika práce</b>	<b>8</b>
<b>2 Automatizace</b>	<b>9</b>
<b>3 Robotika</b>	<b>10</b>
<b>4 Stávající stav problematiky</b>	<b>12</b>
<b>5 Literární přehled</b>	<b>15</b>
5.1 Podvozek . . . . .	15
5.2 Rám . . . . .	17
5.3 Návrh pohonu . . . . .	17
5.4 Řízení vozítka . . . . .	18
5.5 Logické obvody . . . . .	20
5.6 Senzory . . . . .	21
5.6.1 Rozdělení senzorů . . . . .	21
5.7 Použitý software . . . . .	24
5.8 Přenos telemetrických dat . . . . .	26
5.9 Zdroje elektrické energie . . . . .	28
<b>6 Vlastní práce</b>	<b>34</b>
6.1 Autonomní řízení . . . . .	34
6.1.1 Výběr komponent . . . . .	35
6.1.2 Výběr Senzorů a komponent . . . . .	35
6.1.3 Plánování mise . . . . .	35
6.1.4 Manuální řízení . . . . .	36
6.2 Základní rám . . . . .	37
6.2.1 Popis konstrukce . . . . .	38
6.3 Brzdný systém . . . . .	41
6.3.1 Popis konstrukce . . . . .	42
6.3.2 Schéma zapojení . . . . .	45
6.3.3 Popis programu . . . . .	46
6.4 Systém zatáčení . . . . .	48
6.4.1 Popis konstrukce . . . . .	49
6.4.2 Schéma zapojení . . . . .	53

6.4.3	Popis programu . . . . .	53
6.5	Senzorová věž . . . . .	55
6.5.1	Popis konstrukce . . . . .	55
6.6	Zdroj energie . . . . .	60
6.6.1	Popis konstrukce . . . . .	61
6.6.2	Popis zdrojů energie . . . . .	68
6.6.3	Schéma zapojení . . . . .	68
6.7	Pohon . . . . .	70
6.7.1	Popis konstrukce . . . . .	70
6.7.2	Schéma zapojení . . . . .	72
6.7.3	Popis programu . . . . .	73
6.8	Přídavný polohovací přední nosič s jednoosým otáčením . . . . .	74
6.8.1	Popis konstrukce . . . . .	75
6.8.2	Schéma zapojení . . . . .	78
6.8.3	Popis programu . . . . .	79
	<b>Závěr</b>	<b>82</b>
	<b>Seznam použitých zdrojů</b>	<b>83</b>
	<b>Seznam obrázků</b>	<b>87</b>
	<b>Seznam zkratk</b>	<b>89</b>
	<b>Seznam příloh</b>	<b>91</b>

---

# Úvod

V době, kdy technologie rozšiřuje spektrum možných akcí a autonomní systémy začínají přebírat část našeho každodenního života, je projekt autonomních robotů pro tento přechod zásadní. Tato práce nejen zkoumá a implementuje potřebné pokročilé komponenty a software pro funkční autonomní vozidlo, ale také se pokouší rozšířit hranice toho, čeho lze dosáhnout s omezenými zdroji.

Autonomní vozidla a roboti jsou nyní více než jen futuristický koncept, ale staly se nedílnou součástí průmyslového, dopravního a osobního úsilí. Projekty, které v této oblasti realizují, zdůrazňují významnou roli autonomních technologií v budoucnosti inovací. Moje projekty využívají nejnovější pokroky v robotech, programování a systémové integraci a ukazují, jak lze teoretické myšlenky převést do praktických aplikací, které jsou plně funkční.

Práce se skládá ze dvou hlavních složek: teoretické a praktické. Teoretická část popisuje použité komponenty, software a související technologie, zatímco praktická část zahrnuje samotnou tvorbu vozidla. Od prvních kroků konstrukce, přes programování až po integraci systémových komponent, je každý krok zdokumentován, aby poskytl komplexní popis procesu tvorby autonomního robota. (Beneš, 2014).

---

# 1 Cíl a metodika práce

Hlavním cílem této práce je vytvořit všestrannou platformu, která zahrnuje výpočetní jednotku pro provádění klíčových funkcí, jako je lokalizace, mapování, řízení pohonu, přenos obrazu pomocí kamery a integrace senzorů. Tato platforma umožní autonomní průzkum vnitřního i vnějšího prostředí, schopnost přesného určení polohy a tvorbu map okolí. Důležitým aspektem je také vývoj mechanismů ovládní, které umožní uživatelům spouštět operace vozidla prostřednictvím rozhraní a přepínat mezi automatickou navigací a dálkovým ovládním pomocí kamery a senzorů.

Projekt si klade za cíl vytvořit cenově dostupné řešení se špičkovými technologiemi. Představení navrhovaného řešení bude předcházet důkladná specifikace a analýza projektového tématu.

Hlavním úkolem je vytvoření robustní platformy pro výzkum a praktické aplikace, která zahrnuje celý proces konstrukce robota.

V rámci této práce se bude vytvářet nezávislé vozidlo schopné navigace pomocí kamerového systému. Výsledkem je zkonstruovat vozidlo, které se řídí předem definovanou trasou a umí se vyhýbat překážkám. Práce se zaměřuje na principy automatizace a robotiky, analyzuje současné výzvy a zkoumá použité technologie.

Praktická část se pak zaměřuje na konstrukci vozidla, pohonu, řízení, logických obvodů, senzorů, kamer, softwaru a přenosu telemetrických dat.

Na závěr práce budou zhodnoceny dosažené výsledky a diskutovány možnosti budoucího zlepšení.

---

## 2 Automatizace

Využití technologie k minimalizaci nebo eliminaci lidské účasti na procesech charakterizuje automatizaci. Toto spektrum zahrnuje mechanické, hydraulické, pneumatické, elektrické, elektronické a počítačové technologie, z nichž každá nabízí jedinečnou cestu. Výhody automatizace jsou mnohostranné a zahrnují úbytek počtu pracovních sil, snížení plýtvání, redukci výdajů na energii a materiál, zvýšení úrovně kvality, přesnosti a preciznosti. Současně v sobě skrývá potenciál pro zvýšení bezpečnosti tím, že ubývá potřeby personálu vykonávat nebezpečné nebo opakující se úkoly (Beneš, 2014).

V různých odvětvích - ve výrobě, dopravě, zdravotnictví a službách zákazníkům - hraje automatizace klíčovou roli. Proniká do zařízení a řídicích systémů, projevuje se ve strojích, výrobních závodech, pecích pro tepelné zpracování, telekomunikačních sítích a v řízení lodí a letadel.

Vezměme si jednoduchý scénář: v rámci automatizované regulační smyčky vyhodnocuje řídicí prvek naměřenou hodnotu procesu vůči předem stanovené požadované hodnotě. To generuje chybový signál, který usnadňuje úpravu vstupů, aby se proces udržel v souladu s cílovou hodnotou a to i při případných poruchách. Základem této regulační smyčky systému je její závislost na zpětné vazbě pro stabilizaci. Počátky teorie řízení sahají až do 18. století, později ve 20. století zaznamenáváme exponenciální pokrok. Široké rozšíření termínu "automatizace", odvozeného od slova "automat", prudce vzrostlo po roce 1947, kdy Ford založil oddělení automatizace. (Pleskot, 2019).

---

## 3 Robotika

Robotika je obor, který se zabývá tvorbou, provozem, použitím a projektováním robotů. Ačkoli pojem "robot" nemá všeobecně uznávanou definici, je obecně uznáván jako mechanismus schopný automaticky a samostatně vykonávat úkoly. V rámci oblasti robotiky vytvořila Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO) pojem robota jako "víceúčelového manipulátoru, přeprogramovatelného a automaticky řízeného, schopného provádět řadu úkolů manévrováním s materiály, díly, nástroji nebo specializovaným vybavením prostřednictvím variabilních naprogramovaných pohybů". Současně tato asociace vytvořila čtyř různé kategorie robotu.

*Kategorizace robotů podle ISO:*

1. Zařízení pro ruční manipulaci.
2. Zařízení pro manipulaci ovládaná automaticky podle předem definovaných sekvencí.
3. Programovatelné servoroboty řízené programováním, schopné pohybovat se mezi určitými body po spojitě dráze.
4. Roboty podobné výše uvedenému typu, ale disponující schopností inteligentní navigace a interakce s okolím na základě získávání informací z prostředí.

Jiný pohled nabízí Robotic Industries Association (RIA), která definuje robota jako "víceúčelový manipulátor, který je svou povahou přeprogramovatelný, navržený tak, aby se mohl pohybovat prostřednictvím řady naprogramovaných pohybů a vykonávat rozmanité úkoly manipulací s materiály, součástmi, nástroji nebo specializovanými zařízeními". I tato asociace rozdělila roboty do několika kategorií.

*Kategorizace robotů podle RIA:*

1. Zařízení pro ruční manipulaci, která jsou iniciována činností obsluhy.
2. Roboty s předem určenými a pevně stanovenými sekvencemi činností.
3. Roboty s přizpůsobitelnými sekvencemi, které umožňují snadnou změnu řídicích sekvencí.
4. Roboti s možností přehrávání, kteří jsou schopni zaznamenávat pohyby pro následnou replikaci.
5. Číslicově řízené roboty vybavené programem pro pohyb a ruční ovládání.
6. Inteligentní roboty disponující schopností porozumět prostředí, schopné plnit úkoly i uprostřed měnících se provozních podmínek.



Robotika proniká do různých oblastí, jako je výroba, zdravotnictví a doprava. Roboti vykonávají rozsáhlé spektrum činností, od svařování a montáže, až po chirurgické zákroky. V rámci lexikonu robotiky výklad RIA zdůrazňuje poddajnost a všestrannost, která je robotům vlastní, zatímco výklad ISO se zaměřuje na jejich schopnost samostatného plnění úkolů. S pokračujícím celosvětovým pokrokem v oblasti robotických technologií se objevují vyhlídky na to, že se roboti promění ve stále přizpůsobivější a schopnější subjekty. Tyto pokroky mají potenciál přetvořit průmyslová odvětví a zlepšit kvalitu našeho života v mnoha oblastech (Kuttan, 2007).

## Historie robotiky

Termín "robot" vznikl na základě hry "R.U.R. aneb Rossumovi univerzální roboti", kterou napsal český autor Karel Čapek a která měla premiéru v roce 1920. Tento termín má kořeny v českém slově "robota", které znamená "nucená práce". V rámci vyprávění tohoto divadelního díla jsou zobrazeni mechaničtí dělníci, kteří řídí úkoly na továrních montážních linkách. Hra slouží jako varovný příběh, který osvětluje nebezpečné aspekty technologie a latentní schopnost robotů představovat hrozbu pro lidstvo. Pojem "robot" se rychle vžil a dnes se všeobecně používá pro stroje schopné samostatně plnit úkoly.

Robotika je rychle se rozvíjející oblastí, do níž jsou nyní roboti začleněni v široké škále aplikací. Patří mezi ně zdravotnictví, kde roboti provádějí operace, podávají léky a poskytují společnost starším lidem. V dopravě se roboti podílejí na navigaci osobních a nákladních automobilů a vlaků. V průmyslu mají roboti za úkol řešit nebezpečné nebo opakující se úkoly. Je však třeba poznamenat, že většina těchto aplikací zahrnuje spíše stacionární roboty než humanoidní konstrukce. Přesto je stále větší zájem o výrobu humanoidních robotů. Roboti mají schopnost způsobit revoluci v průmyslových odvětvích a mnohostranně zlepšit náš život. Přesto je nutné si uvědomit možná rizika spojená s robotikou, která zahrnují přesun pracovních míst a nástup samočinně řízených zbraní. (Siciliano et al., 2009).



**Obrázek 3.1:** *Knihka R.U.R od Karla Čapka kde poprvé zaznělo slovo robot (Capek, 2013)*

---

## 4 Stávající stav problematiky

Rostoucí obliba mobilních robotických platform vyplývá z jejich schopnosti samostatně přepravovat materiál nebo zboží po stanovených trasách, čímž odpadá nutnost okamžitého lidského dohledu. Tyto platformy hrají klíčovou roli v inteligentních výrobních systémech, které jsou uznávány pro svou mobilitu, přizpůsobivost a autonomní interakci se stroji. V současné době existuje nepřehledné množství mobilních robotických platform, které působí v mnoha oblastech, zejména v průmyslovém prostředí, vzdělávacích institucích a výzkumných laboratořích. V následujících kapitolách se ponoříme do úskalí různých specializovaných řešení (Pleskot, 2019).

### Projekt Junior

V rámci projektu Stanfordské univerzity "Junior Autonomous Vehicle Project" se vyvíjí bezpilotní vozidlo, které se zúčastní soutěže agentury DARPA Defense Advanced Research Projects Agency. Tato soutěž slouží jako test pro zdatnost bezpilotních vozidel v rámci běžných dopravních scénářů. Základem vozidla "Junior" je upravený podvozek Volkswagen Passat doplněný řadou senzorů od společností SICK, RIEGL a Velodyne, včetně laserových senzorů. Softwarový rámec projektu je rozvrstven do šesti různých úrovní.

Základní vrstvy se zabývají smyslovým vnímáním prostředí, zatímco vyšší vrstvy řídí navigaci, určování polohy, mapování a uživatelské rozhraní. V těchto softwarových vrstvách jsou umístěny komponenty umožňující bezproblémovou vzájemnou komunikaci a zaznamenávání vývoje cesty na palubním počítači (Klumpp et al., 2008).



**Obrázek 4.1:** Autonomní platforma ze Stanfordské univerzity (Klumpp et al., 2008)

## **Platforma s všesměrným podvozkem**

V roce 2011 se dvojice slovenských studentů stala průkopníky vzniku první mobilní robotické platformy ve své zemi. S ohledem na vzdělávací a laboratorní kontext jejich výtvar ukázal mnohostranný potenciál senzorů, řídicích mechanismů a konstrukčních řešení. To zahrnovalo spojení manipulačního ramene, lokalizačních systémů a funkcí prostorové navigace. Jádrem platformy byla robustní duralová konstrukce, na níž spočíval všesměrový podvozek uváděný do pohybu koly Mecanum. Řízení bylo svěřeno do rukou běžného počítače, který komunikoval bezdrátově prostřednictvím sítě 5 GHz. Mikroprocesorem řízené subsystémy řídily koordinaci motoru, sběr dat ze senzorů a správu energie.

Platforma byla vybavena třemi kategoriemi senzorů: osmi infračervenými, osmi ultrazvukovými a osmi dotykovými senzory. Tyto senzory, promyšleně umístěné v rozích, zaznamenávaly data prostřednictvím sériového spojení. Při provozu v náročném terénu platforma prokázala výdrž, kterou díky osmi bateriím LiFePO<sub>4</sub> s kapacitou 1,2 kWh vydržela několik hodin. Výkony platformy byly oceněny na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Nitře v roce 2012 (Vachálek et al., 6 30).



**Obrázek 4.2:** *Autonomní platforma ze Slovenské univerzity (Vachálek et al., 6 30)*

## **Palestinská robotická platforma**

V roce 2018 se trojice studentů Palestinské univerzity pustila do koncepce a realizace mobilní platformy, která je zajímavá svou schopností přenášet velké náklady. Pozoruhodné je, že tato plošina prokázala svou zdatnost tím, že dokázala přepravit závaží o hmotnosti až 150 kg a to vše při výrobních nákladech pod hranicí sta tisíc korun. Všestrannost plošiny se projevila ve dvou různých režimech.

První režim zahrnoval sledování pozemní linie, kdy barevný senzor zdatně sledoval pozemní linii a upravoval nastavení rychlosti a směru podle potřeby. Při přechodu do

druhého režimu platforma elegantně předala ovládání specializované mobilní aplikaci s citlivým rozhraním joysticku. Robustní konfigurace platformy zahrnovala skupina motorů, z nichž každý dodával výkon 420 W. Čtyři z nich poháněly jednotlivá kola, zatímco pátý motor sloužil ke zvyšování výšky podvozku. Ovládání zajišťovaly dva mikrokontroléry Arduino Mega. Jeden sloužil jako hlavní, který řídil komunikaci motorů a koordinaci Wi-Fi modulů, zatímco druhý analyticky zpracovával vstupy ze senzorů a zpětnou vazbu (Belal Saleh, 2018).



**Obrázek 4.3:** *Autonomní platforma z Palestinské univerzity (Belal Saleh, 2018)*

---

## 5 Literární přehled

V následujících odstavcích se zaměříme na základní atributy klíčových prvků, které mají při vývoji autonomních vozidel důležitou funkci. Tento složitý celek v sobě spojuje pokročilý software, elektronické prvky, zdroje energie a pečlivě vyrobené konstrukční prvky, které společně vytvářejí užitný celek. Celkově je zřejmé, že bezproblémové pochopení a použití těchto složek je nezbytná pro vývoj zařízení, která dosahují nejlepší funkčnosti, bezpečnosti a úspěšnosti v následné aplikaci. Neustálý pokrok v těchto oblastech usnadňuje vynalézavé průlomy v autonomním odvětví, což přináší zvýšenou úroveň automatizace, jednoduchosti použití a spolehlivosti (Tian et al., 2022).

### 5.1 Podvozek

Při výběru vhodného podvozku se pečlivě zvažuje provozní prostředí ve kterém bude vozidlo nasazeno. V následujících částech jsou popsány základní typy podvozků, které se dobře hodí pro přejíždění hladkých i nerovných povrchů složených z odolných materiálů (Jan et al., 2018).

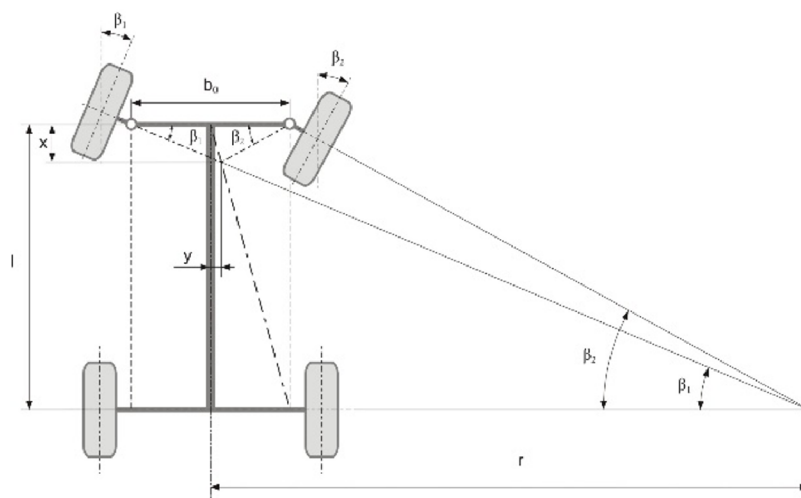
#### Pásové podvozky

Pásový podvozek má schopnost úspěšně se pohybovat po nerovném terénu. Jeho regulační mechanismus funguje na principu diferenciálního řízení. Ve srovnání s podvozkem na bázi kol vykazuje pásový podvozek zvýšený povrchový kontakt, což má za následek větší tření a vyšší energetické nároky na pohon. Řízení se provádí pomocí smyku, který může potenciálně zavést odchylky mezi zamýšleným a skutečným pohybem vozidla (Jan et al., 2018).

#### Čtyřkolové podvozky

Tyto konkrétní podvozky jsou navrženy s jednou hnací nápravou, která se otáčí, zatímco druhá náprava zůstává pasivní a otáčí se v reakci na pohyb hnací nápravy. Takový podvozek funguje na principu Ackermanova řízení. Když se podvozek otáčí, vozidlo sleduje kruhovou trajektorii. Je však důležité poznamenat, že vnitřní kolo sleduje kruh s menším poloměrem ve srovnání s vnějším kolem. V důsledku toho je třeba vnitřní kolo natočit pod větším úhlem. Jednou nevýhodou tohoto typu podvozku je jeho omezená schopnost otáčení, podobně jako u tříkolového podvozku využívajícího Ackermannovo řízení (Heissing, 2010).

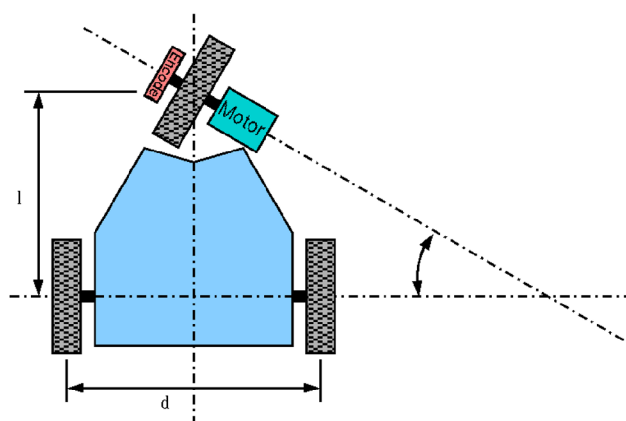




**Obrázek 5.1:** Schématické zobrazení čtyřkolového podvozku (Heissing, 2010)

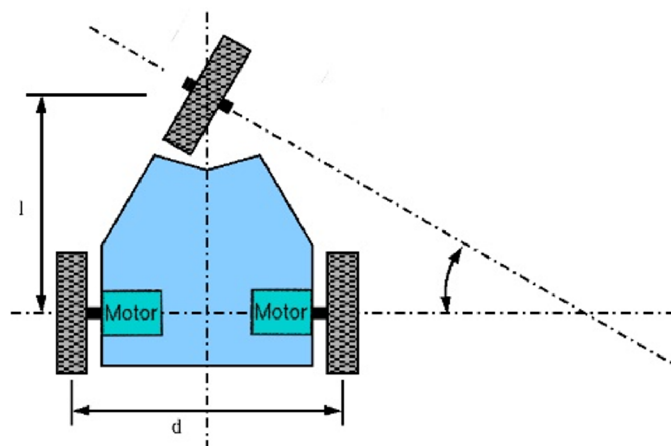
### Tříkolové podvozky

Na základě použité metody řízení lze tento typ podvozku rozdělit do dvou kategorií: řízení Ackermann a diferenciální řízení. Ackermannova konfigurace podvozku se vyznačuje předním otočným pohonem a zadní taženou nápravou, která zůstává pevná. Při otočení volantu, vozidlo zahájí kruhovou dráhu. Nevýhodou této konstrukce podvozku je však nemožnost otáčení kolem vlastní osy. V důsledku toho může být manévrovatelnost výrazně omezena ve stísněných prostorech nebo prostředích s omezeným dostupným prostorem (Han a Pu, 2012).



**Obrázek 5.2:** Schématické zobrazení tříkolového podvozku-Ackermanovo řízení (Han a Pu, 2012)

Alternativní možnost představuje diferenciální řízení. V této konfiguraci podvozku se přední kolo volně otáčí, zatímco zadní náprava se skládá ze dvou kol, která lze ovládat nezávisle. Manipulací s rychlostí a směrem každého kola vozidlo dosahuje pohybu a rotace. Primární výhodou tohoto způsobu řízení je jeho schopnost otáčet se kolem vlastní osy, což umožňuje lepší manévrovatelnost.



**Obrázek 5.3:** Schématické zobrazení tříkolového podvozku-diferenciální řízení (Han a Pu, 2012)

## 5.2 Rám

Rám robota slouží jako základní konstrukční prvek zmiňovaného projektu a musí splňovat určitá kritéria, jako je pevnost, tuhost a lehká konstrukce. Je však třeba vzít v úvahu minimalizování celkových nákladů spojených s výrobou robotů. Během procesu návrhu konstrukce rámu, je nadmíru důležité, vybrat výrobní procesy, které jsou technologicky proveditelné a schopné vyrobit rám efektivně. Mimo jiné by měl být rám navržen s ohledem na integraci připojených součástí, aby bylo zajištěno hladké a harmonické usazení. Vzhledem k prototypovému charakteru projektu je vhodné jednotlivé části rámu mírně předimenzovat, což umožní dostatek prostoru pro případné úpravy a důkladné testování (Jan et al., 2018). Pro zmiňovaný projekt byl vybrán rám Hecht buggy 54899, který splňuje všechna výše uvedená kritéria. Rám obsahuje trubky se specifickým průměrem, přičemž jeho podlaha je opatřena plechem dostatečné tloušťky. Zvolený rám nabízí dostatečnou pevnost, je snadno dostupný z hlediska technologie a poskytuje flexibilitu pro pohodlné úpravy a důkladné testování.

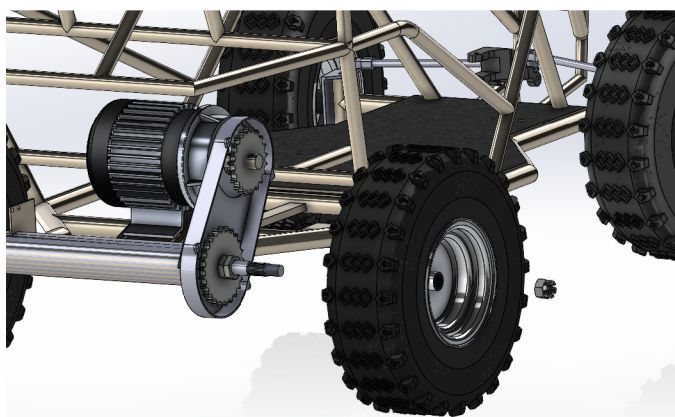
## 5.3 Návrh pohonu

Výběr pohonů je kritickým aspektem procesu návrhu robota, který se řídí specifickými požadavky. Je nezbytné zvolit pohony, které nejen splňují požadavky na výkon, ale také vykazují robustnost a odolnost, aby byl zajištěn bezproblémový provoz stroje. Při zvažování napájení se za nejvhodnější variantu považuje stejnosměrný pohon. Konstrukce pohonu upřednostňuje schopnost robota účinně odolávat vnějším vlivům. Technická dokumentace poskytuje informace týkající se hlavního parametru, které jsou pečlivě zohledňovány ve fázi návrhu. Zvolený pohon je vybaven řetězovým převodovým systémem s převodovým poměrem 2,4:1. Tento poměr je určen na základě předpokládané jmenovité rychlosti, kterou se očekává pohyb robota, a požadovaného výkonu. Výpočet ozubeného kola a celého hnacího systému se provádí s přihlédnutím k těmto specifickým parametrům. Při provádění výpočtu pohonu je třeba zvolit různé parametry, z nichž některé jsou určeny



Obrázek 5.4: Ukázka rámu Hecht buggy 54899

předem stanovenými požadavky, zatímco jiné vyžadují odhad. Proces výpočtu zahrnuje zohlednění sil působících na konstrukci, včetně scénářů, jako je jízda po nakloněné rovině. Zahrnutím těchto faktorů lze dosáhnout přesného vyhodnocení systému pohonu. Výběr pohonů má prvořadý význam pro zaručení efektivního provozu a také jeho odolnosti a spolehlivosti v různých podmínkách (Marquez-Sanchez et al., 2019).



Obrázek 5.5: Ukázka návrhu pohonu Hecht buggy 54899

## 5.4 Řízení vozítka

Pro softwarové řízení motoru existovala řada potenciálních řešení. Využití sériového rozhraní však usnadnilo přímou implementaci přenosem příkazů do stavového automatu. Stavový automat pak tyto příkazy provádí periodicky v nekonečné smyčce. Tento přístup nakonec představoval implementovanou kontrolní složku.

Klíčový rozdíl spočívá v naprogramování Arduina jako základního uzlu v rámci architektury vozidla, což mu umožňuje fungovat jako odesílatel příkazů i jako přijímač. V



uzlu Arduino je implementován stavový automat pro přímé řízení motorů. K dosažení tohoto cíle je použita knihovna servo.h, která umožňuje generování PWM signálů a řídicích signálů. Využitím této knihovny je zajištěna správná konfigurace výstupu PWM pro elektronické regulátory otáček (ESC) motorů.

Pro řízení je využita sériová komunikace. Vyvoláním metody "run" dostupné v knihovně Arduino je periodicky přenášén datový signál na vstup registru na rozšiřujícím modulu. Následně je tento datový signál přenášén přes vodiče do řídicích vstupů ESC, což umožňuje řízení otáček motoru. Z pohledu rozhraní knihovny je použití příkazu "run" dostatečné pro řízení motoru. Metoda "run" vyžaduje parametry určující identifikaci motoru, požadovaný směr otáčení nebo příkaz k zastavení motoru (Tian et al., 2022).

## **Autonomní řízení**

Autonomní roboty lze navrhovat pomocí subsumpční architektury nebo teoretického rámce, který rozděluje úkol autonomního řízení na zvládnutelné úlohy. Využitím samostatných modulů pro každý úkol umožňuje tato architektura spolupráci k dosažení konečného cíle, kterým je bezpečná jízda.

Ústředním prvkem subsumpční architektury je pojem spolupráce a inhibice. Moduly jsou vytvořeny tak, aby spolupracovaly a pracovaly v tandemu na dosažení cílů. V situacích, kdy některý modul nedosahuje dostatečných výkonů, může být potlačen jiným modulem, což umožňuje systému přizpůsobit se a překonat výzvy prostředí.

V souvislosti s implementací autonomních robotů se často používá behaviorální přístup, který rozděluje problém na jednotlivé funkční fáze nebo bloky. Tyto bloky, jako je tvorba mapy nebo plánování trasy, využívají data ze senzorů k vytváření příkazů pro činnost stroje. Klíčová je vzájemná závislost mezi bloky, které si vyměňují informace. Každý blok však interaguje pouze s výstupy předchozích bloků, čímž se eliminuje potřeba úplného přístupu ke všem údajům ze senzorů. Díky své flexibilitě a přizpůsobivosti se subsumpční architektura ukazuje jako robustní nástroj pro vytváření řešení široké škály problémů, které představují autonomní roboti (Khan et al., 2022).

Zmiňovaný přístup nicméně zavádí inherentní chyby, které se mohou hromadit během přenosu informací mezi bloky, protože žádný blok nepracuje s přesnými daty.

Naproti tomu subsumpční architektura, představuje alternativní perspektivu. Architektonický přístup rozděluje problém do různých úrovní, přičemž každá úroveň zpracovává specifické cíle robota v reakci na podněty prostředí. Dané úrovně spolupracují tak, že potlačují své vstupy a výstupy, a fungují autonomně a nezávisle na sobě.

V rámci uvedeného modelu vykazují vyšší úrovně složitější chování. Vyšší úrovně obvykle potlačují akce nižších úrovní, pokud neexistuje požadavek reagovat na jednodušší podněty, jako je setkání s překážkou. Vyšší úrovně vytváří chování, jako je průzkum a náhodný průzkum. Následováním modelu je vozidlo schopno vykazovat složité chování a autonomně fungovat po dlouhou dobu bez nutnosti ručního zásahu.

Typicky je každá úroveň definována pomocí konečných stavů, které reagují na podněty odvozené z fyzického prostředí, konkrétně na sensorická data. Zvážením těchto vstupů a předchozího stavu, konečný automat vybere vhodné výstupy, které následně řídí akce robota. Existuje formální definice, která popisuje celkové chování reaktivních činitel, včetně jejich mechanismů odezvy a rozhodovacích procesů (Nguyen et al., 6 21).

## 5.5 Logické obvody

### Arduino

Arduino, samostatný mini vývojový počítač, využívá mikrokontroléry ATmega od společnosti Atmel, které harmonicky zvládají hardwarovou i softwarovou stránku. S Arduinem lze propojit různé vstupy. Ať už jde o světelné senzory, stisknutí tlačítek až po příchozí SMS zprávy. V reakci na to se pak spustí následné akce, jako je aktivace motoru, rozsvícení LED diody nebo odeslání online dat. Mikrokontrolér na desce provádí instrukce, které diktují chování Arduina. K tomu slouží programovací jazyk Arduino, odvozený od jazyka Wiring, a software Arduino (IDE), postavený na platformě Processing.

Existuje celá řada iterací desek Arduino, z nichž každá je vybavena odlišnými vlastnostmi a funkcemi. Původní varianty - Arduino UNO, Arduino LEONARDO, Arduino NANO a Arduino MICRO - si získaly oblibu pro svůj zjednodušený design a kompaktnost. Pro složitější projekty, které vyžadují široké připojení periférií, přicházejí na řadu pokročilější desky, jako je Arduino MEGA, které mají 54 digitálních a 16 analogových pinů. Uživatelé mohou tuto platformu doplnit o shield Arduino, jako jsou shield Ethernet a WiFi pro připojení k webu nebo shield relé a motorů pro jejich zjednodušené ovládání. Pravděpodobně nejrozšířenější Arduino UNO je tak úspěšná, díky ideálnímu množství vstupních a výstupních pinů (Selecký, 2016).

### NUC

NUC neboli Next Unit of Computing je kompaktní zařízení navržené společností Intel tak, aby poskytovalo kompletní funkčnost tradičního stolního počítače, herního systému nebo zařízení pro zpracování dat. Zařízení bylo představeno v roce 2012 a spuštěno na začátku roku 2013. NUC se vyvíjel v deseti generacích, od procesorů Celeron na bázi Sandy Bridge v první generaci přes procesory Core i3 a i5 na bázi Ivy Bridge ve druhé generaci, až po procesory Pentium a Celeron na bázi Gemini Lake a Core i3, i5 a i7 CPU v sedmé a osmé generaci. Základní deska NUC obvykle měří přibližně 10x10 cm. V malém provedení zahrnuje NUC všechny základní součásti běžného počítače, včetně procesoru, paměti, úložiště SSD, připojení k síti LAN nebo Wi-Fi a možnosti podpory integrované i dedikované grafiky. Koncept NUC, který vznikl ve spojení s mini PC, se vyvinul k řešení potřeby velkého výpočetního výkonu a malého formátu (Moffatt et al., 2020).



Obrázek 5.6: Intel NUC MF TH50 (Intel, 2022)

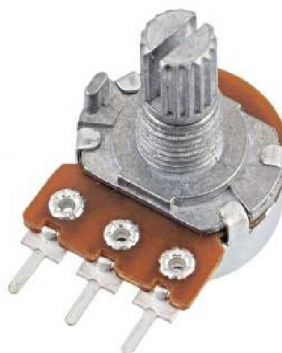
## 5.6 Senzory

Senzory hrají zásadní roli při poskytování potřebných informací o okolním prostředí a vnitřním stavu mobilního robota. Vývojáři autonomních vozidel mají na výběr širokou škálu senzorů, z nichž každý má své vlastní jedinečné vlastnosti, včetně účelu, rozlišení, přesnosti, spolehlivosti a kompatibility. Fúze senzorů zahrnuje integraci více detektorů s různými charakteristikami do soudržného a funkčního systému. Cílem této sekce je nabídnout stručný přehled běžně používaných snímačů a jejich vlastností. (Ren et al., 2022).

### 5.6.1 Rozdělení senzorů

Senzory lze rozdělit na několik skupin, podle přesnosti měření, dle věci jakou měří a rozlišení nejmenší odchylky. Běžně používaný klasifikační systém rozlišuje mezi aktivními a pasivními senzory. Aktivní senzory shromažďují informace o prostředí vysíláním a přijímáním signálů, zatímco pasivní senzory získávají data pozorováním bez aktivního vysílání signálů. Pasivní senzory lze dále kategorizovat jako interní nebo externí. Vnitřní senzory monitorují stav samotného vozidla, jako jsou otáčky motoru nebo úhel natočení volantů. Na druhé straně se externí senzory používají k hodnocení stavu okolí vozidla, včetně dosahu nebo blízkosti objektů. Zde jsou uvedeny základní a nejpoužívanější z nich (Hughes, 2015).

### Potenciometr



**Obrázek 5.7:** Rotační potenciometr (Kosa, 2024)

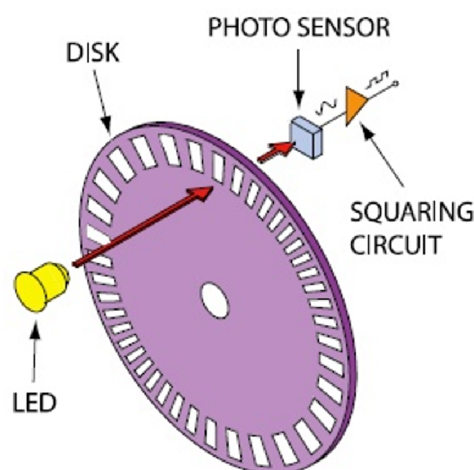
Potenciometry jsou základní pasivní senzory, které fungují jako proměnné rezistory. Běžně jsou používány v robotice k měření lineárního a úhlového posunutí. Jsou k dispozici v lineárním i rotačním modelu. Rozlišení potenciometrů se může u rotačních variant výrazně lišit v závislosti na faktorech, jako je cena, výrobce a počet otáček mezi koncovými body.

Ceny se pohybují od několika centů do přibližně 60 USD a jejich chybovost může být nižší než 0,1 %.

Stojí za zmínku, že potenciometry mají omezenou provozní životnost, kvůli fyzickému kontaktu mezi stěračem a odporovým prvkem. V robotice se k určení polohy hřídele motoru často používají potenciometry. Úhlovou polohu lze sledovat měřením odporu potenciometru nebo analýzou napěťového výstupu. Pokud jsou potenciometry použity jako součást řízení, nabízejí přímý způsob měření úhlu natočení volantu vozidla (Ren et al., 2022).

## Rotační snímač

Pro určení úhlové nebo lineární polohy se často využívají kodéry. Optické snímače jsou nejčastěji používaným typem kodérů a pracují na základě radiálního disku s leptaným substrátem, který obsahuje soustředné kroužky. Fotoemitor a senzor jsou umístěny na obou stranách disku a generují binární výstup, když se vyleptané oblasti disku otáčejí mezi nimi. Rozlišením binárního výstupu je možné určit rychlost a zrychlení disku (Paredes et al., 2021).



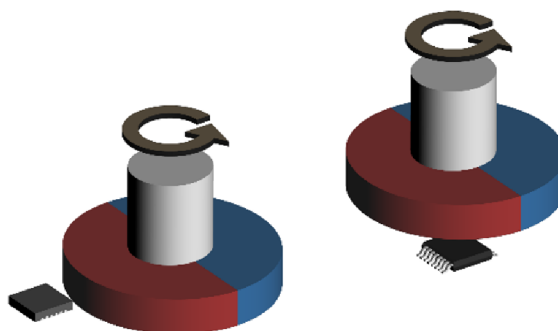
**Obrázek 5.8:** Schématické zobrazení rotačního optického kodéru (Fatma, 2023)

Existují dva primární typy kodérů: absolutní a inkrementální.

Absolutní kodéry jsou obvykle vyšší kvality a vyžadují pouze jeden kroužek k určení polohy. Pro zvýšení rozlišení však mohou být začleněny další kroužky. Například kodér s 20 soustřednými prstenci může dosáhnout úhlového rozlišení až jedné části z 220 nebo 1 048 576. Na druhou stranu inkrementální kodéry vyžadují více kroužků pro určení polohy i směru.

Kodéry se dodávají v různých typech, jako jsou optické, kartáčové a magnetické. Optické kodéry se mohou pochlubit dlouhou životností, ale jsou citlivé na otřesy. Kartáčové kodéry jsou ekonomičtější, ale nabízejí nižší rozlišení a mají kratší životnost kvůli fyzickému kontaktu kartáčů. Magnetické snímače využívají změny magnetického pole a vykazují dostatečnou životnost a odolnost proti nárazům. Jejich rozlišení je srovnatelné s rozlišením optických kodérů. Kodéry a jejich binární datový tok, který poskytují, nabízí

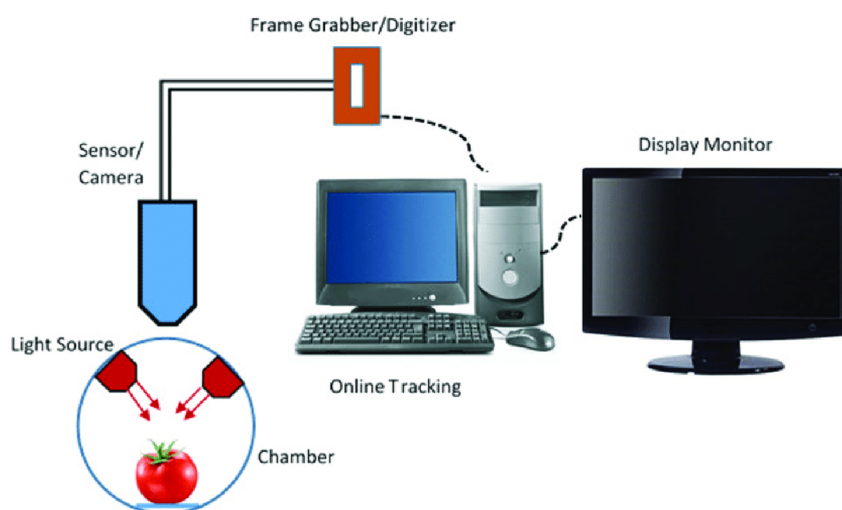
cenné informace o poloze a rychlosti, což umožňuje přesné ovládání vozidla. To umožňuje přesné sledování a kontrolu pohybu vozidla (Paredes et al., 2022).



**Obrázek 5.9:** Schématické zobrazení rotačního magnetického koderu (Kasei, 2022)

## Kamera

Kamery nabízejí obrovské možnosti pro zachycení rozsáhlých dat. Jsou obvykle integrovány do sofistikovaných systémů počítačového vidění. Zmiňovaný systém, většinou obsahuje kameru, rozhraní pro získávání obrazu, počítačový systém pro zpracování a interpretaci dat a případně monitor pro zobrazování videa. Systémy počítačového vidění se používají pro úkoly, jako je detekce hranic, identifikace a sledování objektů, měření vzdálenosti a navigace. V autonomních vozidlech se data získaná z kamer využívají ke generování příkazů pro akční členy, což umožňuje informované rozhodování a kontrolu (Moffatt et al., 2020).



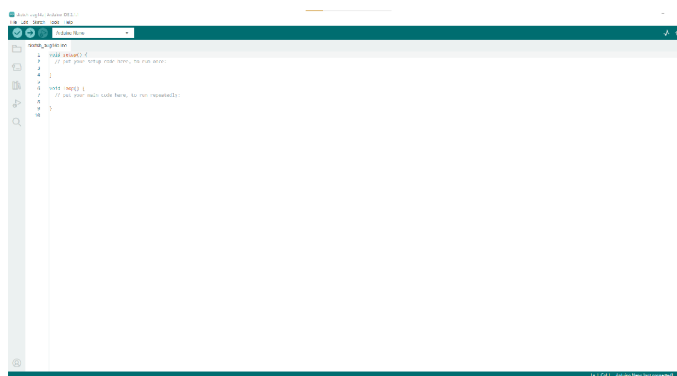
**Obrázek 5.10:** Schématické zobrazení počítačového vidění (Zhong a Quan, 2015)

Kamery fungují tak, že zachycují odražené světlo od objektů a převádějí ho na elektrický signál prostřednictvím čipů citlivých na světlo. V systémech počítačového vidění se běžně používají kamery CCD (Charge-Coupled Device). CCD kamery jsou oblíbené pro své pozoruhodné vlastnosti, vysoké citlivosti v širokém spektrálním rozsahu, nízké spotřeby energie, vysokého rozlišení, rychlého přenosu dat a nízké hladiny šumu. CCD kamery jsou dostupné v odstínech šedé a barevné variantě. Jakmile je zachycen vizuální obraz, je nutné následně zpracování, aby byl v systému smysluplný. Zbývající komponenty systému počítačového vidění zvládají úkoly zpracování a interpretace obrazu (Zhong a Quan, 2015).

## 5.7 Použitý software

### Arduino IDE

Arduino IDE, vyvinuto a vydáno společností Arduino, je softwarový nástroj pro tvorbu a kompilaci kódu určeného pro moduly Arduino. Nejnovější iterace tohoto nástroje je k dispozici ke stažení zdarma na oficiálních stránkách Arduino. Arduino IDE je provozováno na platformě Java a zahrnuje předkonstruované funkce a směrnice přizpůsobené pro ladění, manipulaci s kódem a sestavování kódu. Je založeno na programovacím jazyce Wiring, který má základy v jazycích C a C++, čímž zjednodušuje programování mikrokontrolérů i těm, kteří nemají složité znalosti hardwaru. Tento všestranný nástroj nachází kompatibilitu napříč operačními systémy Windows, Linux a MacOS a slouží jako robustní prostředek pro konstrukci celé řady projektů Arduino (Selecký, 2016).

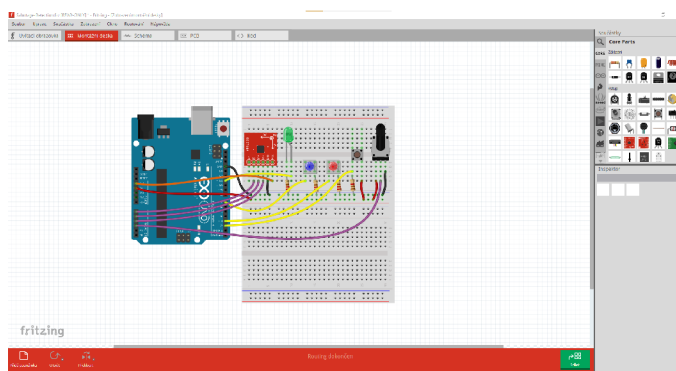


Obrázek 5.11: Arduino IDE (Selecký, 2016)

### Fritzing

Fritzing je volně dostupný software s otevřeným zdrojovým kódem, který je určen k vytváření nekomplikovaných návrhů elektrických zapojení, přizpůsobených platformě Arduino. Software poskytuje režim montážní desky, který uživatelům umožňuje intuitivně konstruovat vizuální propojení mezi Arduinem a různými součástkami. Software zahrnuje rozsáhlou knihovnu součástek a uživatelé do něj mohou začlenit i své vlastní návrhy. Alternativní režim, označený Schematic, generuje elektrické schéma zapojení zobrazující nastavení Arduina. Mimo jiné se Fritzing může pochlubit režimem PCB, který uživatelům umožňuje navrhovat vlastní desky s plošnými spoji (Monk, 2015).

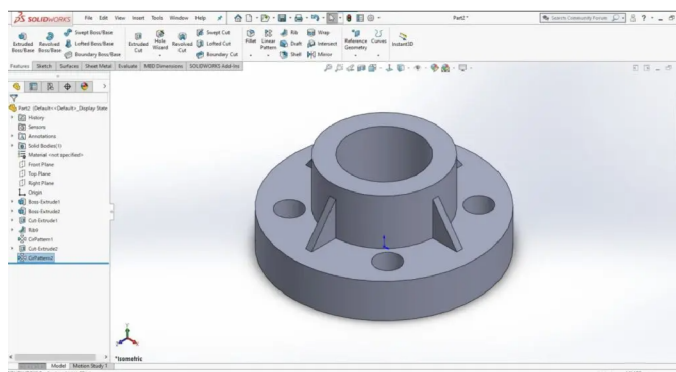




Obrázek 5.12: *Interface programu Fritzig (Monk, 2015)*

## Solidworks

Jedná se o inženýrský 3D CAD software, který je určen speciálně pro operační systémy Windows a byl vyvinut společností SolidWorks Corporation. Software SolidWorks Simulation poskytuje možnost simulovat reálné podmínky pro navržený výrobek před jeho výrobou, čímž účinně minimalizuje potřebu fyzických prototypů a snižuje čas i náklady. Tento 3D software, který funguje jako parametrický modelář, usnadňuje objemové i povrchové modelování a obsahuje nástroje pro plechové součásti, formy a svařence. Podporuje i zpracování složitých sestav bez omezení a dokáže automaticky generovat výrobní výkresy. Uživatelské rozhraní softwaru je vysoce intuitivní. Jednoduché interakce myši a klávesnice jsou zcela dostačující a nevyžaduje se žádné speciální příslušenství, jako například 3d myš (Pagáč, 2020).



Obrázek 5.13: *Uživatelské rozhraní programu Solidworks (Pagáč, 2020)*

## Ardupilot

Od roku 2009 je ArduPilot softwarový systém s otevřeným zdrojovým kódem, který je neustále vyvíjen. Jeho vývoj je výsledkem společného úsilí profesionálů a členů komunity. Tento software zdatně ovládá dohlíží na celou řadu předem definovaných kategorií vozidel, zahrnujících drony, vrtulníky, motorové čluny a pozemní vozidla. Tento komplexní softwarový balíček nachází integraci napříč různými produkty a značkami, příkladem jsou Pixhawk, Durandal a F4By. Po nahrání firmwaru do řídicí jednotky dojde ke změně,

kteřá přemění jednotku na zcela samostatnou autonomní entitu. Schopnosti tohoto softwaru zahrnují komunikaci, řízení, stabilizaci a komplexní asistenci pro samostatně řízenou navigaci (tuy Audronis, 2017).



**Obrázek 5.14:** Uživatelské rozhraní programu Ardupilot (tuy Audronis, 2017)

## 5.8 Přenos telemetrických dat

Telemetrickými údaji se rozumí dálkově přenášené informace, které se používají v souvislosti s pozemními vozidly bez posádky. Údaje zahrnují parametry, jako je nadmořská výška, rychlost, napětí baterie a odesílání příkazů řídicí jednotce vozidla spolu s řadou dalších důležitých údajů. Její hlavní funkce zahrnují, zajištění bezpečnosti, poskytování situačního povědomí a zlepšení celkového provozního výkonu pozemního vozidla. Existují dvě základní kategorie telemetrie.

První je autonomní telemetrie, kdy údaje o pozemním vozidle shromažďuje vysílací jednotka přímo z vozidla samotného a následně je předává přijímací jednotce vybavené obrazovkou. Alternativním přístupem je poloautonomní telemetrie, při níž vysílací i přijímací jednotka spolupracují na usnadnění přenosu dat, přičemž informace jsou rovněž vizualizovány na zařízeních, jako jsou rádiové displeje. Integrovaná telemetrie představuje nejjednodušší konfiguraci pro tradiční aplikace. V oblasti telemetrie pozemních vozidel nachází běžné uplatnění poloautonomní přístup kombinovaný s autonomním, kde si uživatel může vybrat způsob komunikace a řízení (Mendoza a Gonzalez-Villela, 2020).

### Radiová komunikace

Rádiová telemetrie slouží jako jednoduchý prostředek pro navázání komunikace mezi počítačem a řídicí jednotkou pozemního vozidla. Tato metoda zahrnuje kompaktní, lehké a cenově výhodné zařízení, které přenáší data na vzdálenost od 300 metrů do několika kilometrů, což usnadňuje pozemní spojovací anténa. Nedílnou součástí je zde využití firmwaru s otevřeným zdrojovým kódem, který je optimalizován pro bezproblémové zpracování paketů. V kontextu předpisů České republiky jsou pro použití povoleny frekvence 433 MHz a 868 MHz. Za zmínku stojí, že rádia, jenž pracují na frekvenci 915 MHz jsou sice k dispozici, ale nejsou v souladu s předpisy České republiky. Zároveň byly vyvinuty specializované varianty těchto modulů, tzv. moduly s dlouhým dosahem, které se mohou



pochlubit výkonem až 10 mW. Tyto pokročilé moduly umožňují komunikaci na vzdálenost až 50 kilometrů (HODDER a RUBIDGE, 2017).



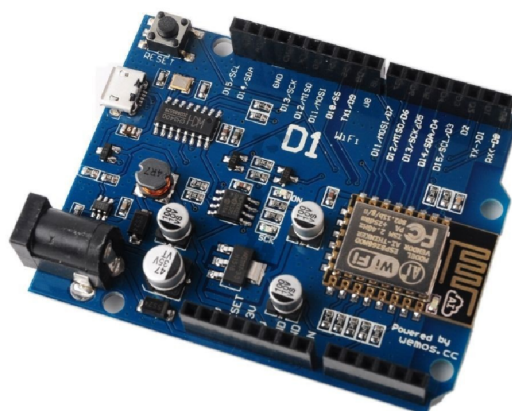
**Obrázek 5.15:** Arduino vysílač a přijímač 433Mhz (Botland, 2024)

## Wi-Fi signál

Telemetrie 2,4 GHz funguje na principu Wi-Fi a funguje v rámci modelu ISO/OSI neboli mezinárodní standardizace propojení otevřených systémů. V tomto uspořádání je k pozemnímu vozidlu připojen modul, který vysílá síť Wi-Fi na frekvenci 2,4 GHz. Tento vysílaný signál je pak přístupný pro připojení, což umožňuje například počítači vybavenému funkcí Wi-Fi navázat komunikaci. Prostřednictvím tohoto spojení lze odesílat příkazové pakety přímo do pozemního vozidla. Komunikace mezi řídicí jednotkou pozemního vozidla a bezdrátovým modulem probíhá prostřednictvím sériové komunikace. Provozní dosah tohoto systému je ovlivněn zejména výkonem vysílače a také vnějšími faktory, jako jsou povětrnostní podmínky a případné překážky umístěné mezi vysílačem a přijímačem signálu. Obecně platí, že účinný dosah je několik desítek metrů. Je-li počítač propojen s pozemním vozidlem prostřednictvím modulu Wi-Fi, usnadňuje nejen přenos dat do vozidla, ale také získávání důležitých informací o aktuálním stavu vozidla. Tato komunikace je obousměrná a využívá adresy IPv4, neboli internetový protokol verze 4. Moduly ESP, zejména rozšířený model ESP8266 spolu s arduinem, představují dostupné a cenově výhodné řešení pro realizaci tohoto typu telemetrie (Roland, 2014).

## Seriový port

Pro získání telemetrických dat z pozemního vozidla pomocí sériového spojení, je třeba nejprve vytvořit fyzické sériové spojení mezi pozemní stanicí a řídicí jednotkou vozidla. Ve svém výzkumném projektu jsem jako pozemní stanicí použil mikropočítač Arduino. Pomocí jeho možnosti integrace přímo do pozemního vozidla, výrazně zjednodušuje nastavení sériového propojení. Aby byla zajištěna účinná spolupráce mezi mikropočítačem a řídicí jednotkou vozidla, je nutné vytvořit přesná pinová spojení na obou součástech. Řídicí jednotka pozemního vozidla může nabízet více možností telemetrického výstupu. Z uvedeného se stává, že konfigurace výstupních a vstupních parametrů je nezbytnou, aby odpovídala požadované rychlosti a protokolu komunikace. Po úpravě těchto nastavení se



**Obrázek 5.16:** *Arduino Uno s integrovaným modulem ESP 8266 (Stehlík, 2016)*

následnou akcí stane aktivace sériové komunikace na Arduino, která zajistí bezproblémovou výměnu informací (Selecký, 2016).

## 5.9 Zdroje elektrické energie

Elektřina není přímo získávána z primárních zdrojů energie, ale je spíše odvozenou formou energie. Je klasifikována jako sekundární zdroj, protože se vyrábí z primárních zdrojů energie, jako je uhlí, zemní plyn, jaderná energie, sluneční energie a větrná energie. Tyto primární zdroje pohánějí zařízení, jako jsou elektrické generátory a solární články, které pak přeměňují svůj energetický výstup na elektřinu, což je vhodné pro různé aplikace a distribuci energie (Scherz a Monk, 2016).

### Generátor

Motorový generátor je kombinované zařízení, které se skládá z elektrického generátoru a motoru, které jsou integrovány do jednoho zařízení. V různých situacích se může předpokládat, že se jedná o elektrický zdroj a celá sestava se běžně nazývá generátor. Generátor může být trvale instalován, zabudován do vozidla nebo konstruován jako kompaktní a přenosný. Vedle motoru a generátoru obvykle zahrnuje prvky, jako je systém přívodu paliva, regulátor pro udržování stálých otáček motoru, regulátor napětí generátoru, chladicí a výfukový mechanismus a mazací systém. Větší jednotky, jejichž jmenovitý výkon obvykle přesahuje 1 kW, často obsahují baterii a elektrický startér. Motorové generátory určené pro záložní napájení jsou často vybaveny automatickým spouštěcím mechanismem.

Motorové generátory se vyrábí v různých výkonových řadách. Patří mezi ně kompaktní přenosné jednotky s výkonem několika set wattů i jednotky na ručním vozíku s výkonem několika tisíc wattů. Dále existují stacionární nebo přívěsné varianty, které mohou produkovat výkon přesahující milion wattů. Bez ohledu na svou velikost mají generátory možnost provozu na různá paliva, jako je benzín, nafta, zemní plyn, propan, bionafta, voda, odpadní plyn nebo vodík. Menší jednotky jsou často konstruovány pro provoz na benzín, zatímco

větší nabízejí výběr z různých paliv, jako nafty, zemního plynu a kapalného nebo plynného propanu. V některých případech mohou motory dokonce fungovat současně na naftu i plyn. Takové jednotky umožňují takzvaný dvoupalivový provoz (Emanuel, 1985).

### Motorový generator

Řada motorových generátorů je založena na pístových motorech, které mohou pracovat s výše uvedenými palivy. Tyto motory mohou zahrnovat parní motory, které se běžně vyskytují v elektrárnách na fosilní paliva. Specifikace výstupního napětí generátoru, frekvence a výkonu se volí na základě zamýšlené připojované zátěže. U přenosných motorgenerátorů může být nutné použít zařízení pro kompenzaci změn síťového napětí, aby byl zajištěn bezpečný provoz určitých typů elektronických zařízení (Kaiser, 1998).

### Invertorový generator

Kompaktní a přenosné generátory jsou často vybaveny invertorovým mechanismem. Invertorové modely pracují při nižších otáčkách, aby generovaly potřebný výkon, což vede ke snížení hlučnosti motoru a zlepšení spotřeby paliva. Invertorové generátory jsou obzvláště vhodné pro napájení citlivých elektronických zařízení, jako jsou počítače a světla s předřadníky, protože vykazují minimální celkové harmonické zkreslení. Pokud zatížení elektrického generátoru způsobí snížení otáček motoru, může to mít negativní vliv na frekvenci a napětí elektrického výstupu. Použitím elektronického měniče pro generování požadovaného střídavého výstupu lze udržet stabilitu napětí a frekvence v celém rozsahu výkonu generátoru. Další výhodou je, že elektrický výkon generovaný generátorem poháněným motorem lze transformovat na vícefázový výstup s vyšší frekvencí a tvarem vlny vhodnějším pro přeměnu na stejnosměrný proud pro napájení měniče. Tato konstrukční volba snižuje celkovou hmotnost a velikost generátorové jednotky. Typický moderní invertorový generátor může produkovat přibližně 3 kVA výkonu a váží přibližně 26 kg, takže je snadno zvládnutelný pro manipulaci jednou osobou (Kaiser, 1998).



Obrázek 5.17: Invertorový generátor Hecht IG 2201 (Hecht, 2024)

## Solární panely

Solární panel je zařízení určené k přeměně slunečního světla na elektrickou energii pomocí fotovoltaických článků. Články jsou vyrobeny z materiálů, které při působení světla generují elektrony. Elektrony pak procházejí obvodem a vytvářejí stejnosměrný proud, který lze využít k napájení řady zařízení nebo uložit do baterií. Fotovoltaický systém zahrnuje jeden nebo více solárních panelů, střídač, který přeměňuje stejnosměrnou elektřinu na střídavou a příležitostně další komponenty, jako jsou regulátory, měřiče a sledovače. Takový systém slouží k různým účelům, od zajištění elektřiny pro odlehle domy nebo chaty, až po dodávku přebytečné elektřiny zpět do sítě a získání kompenzace od energetických společností. Druhé nastavení se označuje jako fotovoltaický systém připojený k síti. Mezi výhody solárních panelů patří jejich pohon na obnovitelném a ekologickém zdroji energie, jejich příspěvek ke snížení emisí skleníkových plynů a jejich potenciál snížit náklady na elektřinu. Solární panely jsou však závislé na dostupnosti a intenzitě slunečního záření, vyžadují údržbu a čištění a jsou s nimi spojeny značné počáteční náklady. Solární panely se hojně využívají v obytných, komerčních a průmyslových aplikacích a dokonce nacházejí uplatnění i v kosmickém a dopravním sektoru (Smets et al., 2016).



**Obrázek 5.18:** Solární panely na vozidle značky Toyota (Zilvar, 2020)

### Princip

Fotovoltaické moduly se skládají z mnoha solárních článků, které využívají energii získanou ze slunečního záření k výrobě elektřiny. Zmíněný proces nazýváme fotovoltaický efekt. Většina těchto modulů využívá krystalické křemíkové články na bázi destiček nebo tenkovrstvé články. Moduly se skládají z nosného prvku, kterým může být vrchní nebo zadní vrstva. Aby články zůstaly nepoškozené a chráněné před vlhkostí, jsou zde nezbytná ochranná opatření. Přestože většina modulů je pevná, jsou k dispozici i ohebné alternativy postavené na tenkovrstvých člancích. Články jsou obvykle elektricky zapojeny do série, čímž vytvářejí postupný řetězec pro dosažení požadovaného napětí a následně paralelně pro zesílení proudu. Výkon modulu vyjádřený ve wattech závisí na intenzitě světla. Výrobní specifikace solárních panelů je stanovena za standardizovaných podmínek, které se mohou často lišit od skutečných provozních podmínek, které panely zažívají v místě instalace.



Na zadní straně solárního panelu je připevněna fotovoltaická propojovací skříňka, která slouží jako výstupní rozhraní. Pro zajištění bezpečného a povětrnostním vlivům odolného propojení se zbytkem systému, používá většina fotovoltaických modulů konektory MC4. V některých případech lze použít také napájecí rozhraní USB. Solární panely dále využívají kovové konstrukce sestávající z nosných prvků a držáků, které poskytují panelům lepší konstrukční podporu (Boxwell, 2021).

## Baterie



Obrázek 5.19: Jednorázové baterie různého typu (Beranová, 2020)

Elektrická energie se vyrábí z chemické energie prostřednictvím zařízení známých jako baterie. Tato zařízení jsou zkonstruována pomocí jednoho nebo více vzájemně propojených elektrochemických článků, které společně vytvářejí požadované výstupní napětí a proud. V baterii je katoda označována jako kladný pól, zatímco anoda slouží jako záporný pól. Po připojení baterie k vnější zátěži začíná tok elektronů z anody přes vnější obvod a končí na katodě. Tok elektronů je výsledkem oxidačně-redukční reakce probíhající uvnitř baterie. Při chemické přeměně se reaktanty s vyšší energií přeměňují na produkty s nižší energií, čímž se rozdíl volné energie uvolňuje jako elektrická energie.

Akumulátory se dělí na primární a sekundární typy a mají odlišné způsoby použití. Primární baterie jsou určeny pro jednorázové použití a po vyčerpání se vyřazují. Naproti tomu sekundární baterie lze nabíjet a používat opakovaně. Mezi různé typy primárních baterií patří alkalické, uhlíko-zinkové a lithiové varianty, zatímco sekundární baterie zahrnují olovené, nikl-kadmiové a lithium-iontové verze. Baterie se vyskytují v nesčetných velikostech a konfiguracích, od kompaktních knoflíkových článků, až po velké bateriové banky.

Nacházejí uplatnění v celé řadě oblastí, včetně přenosné elektroniky, vozidel a elektrického nářadí. Předností baterií je přenosnost, pohodlí a minimální údržba. Zmíněné výhody však existují současně s nedostatky, jako je omezená hustota energie a náchylnost k poškození v důsledku nadměrného nabíjení nebo zvýšené teploty. I přes nevýhody zůstávají baterie základním pilířem naší současné existence. Poskytují energii potřebnou k provozu našich přístrojů a vozidel a jsou nepostradatelné pro kritické funkce, jako jsou telekomunikace a nouzové zásoby energie (Petrovic, 2020).

## Li ion

Základem lithium-iontových baterií jsou dobíjecí baterie pracující na principu vratné redukce iontů lithia. Jejich využití sahá do různých oblastí, jako je přenosná elektronika, elektrická vozidla, vojenské aplikace, letectví a vesmír. Lithium-iontové baterie, které jsou známé pro svou vysokou energetickou hustotu, minimální samovybití a odolnost vůči paměťovým efektům, mají několik typů, které se liší chemickým složením, výkonnostními parametry, cenou a bezpečnostními profily. Aktivní materiály v komerčních lithium-iontových článcích obvykle obsahují interkalační sloučeniny. Zatímco grafit zůstává oblíbenou volbou pro anodu, stále více se prosazuje křemík a uhlík. V oblasti lithium-polymerových baterií je v centru pozornosti polymerní gelový elektrolyt. Díky zvýšené hustotě energie se široce uplatňují v kapesních elektronických zařízeních. Mezitím možnosti jako lithium-železo-fosfát a lithium-nikl-mangan-kobalt-oxid přinášejí prodlouženou životnost a vyšší výkonnost. Vývoj lithium-iontových baterií sahá až do 70. let 20. století a vyznačuje se neustálým pokrokem směrem k vyšší bezpečnosti a účinnosti. Přestože hořlavé elektrolyty představují bezpečnostní problém, pokrok podnítl vývoj zdokonalených bezpečnostních protokolů. Výzkum lithium-iontových baterií se zaměřuje na různé aspekty, včetně prodloužení životnosti, zvýšení energetické hustoty, zvýšení bezpečnosti, snížení nákladů a zrychlení nabíjení (Shafee et al., 3 11).



Obrázek 5.20: Li ion baterie 18650 (Electronic, 2024)

## Olověná baterie

Olověné akumulátory, které jsou nejstarší formou dobíjecích baterií, mají odlišné vlastnosti oproti standardním bateriím a lithium-iontovým bateriím. Jejich cenová dostupnost a schopnost dodávat robustní nárazové proudy, je předurčují pro scénáře, jako je použití ve vozidlech a záložní napájení. Přesto mají své nevýhody, jako je omezená životnost a pomalé dobíjení. Olověné akumulátory se skládají z olověných desek a roztoku elektrolytu kyseliny sírové a při nabíjení dochází k oxidaci desek a při vybití k zpětné reakci. Navzdory svým omezením jsou olověné akumulátory stále široce používány díky své cenové výhodnosti a schopnosti dodávat nárazové proudy. Uváděný typ baterií je rozšířen

v motorových vozidlech a slouží pro potřeby záložního napájení, nouzových zařízení a systémů nezávislého napájení. Olověné akumulátory zahrnují dvě základní varianty:

1. Zaplavené a ventilem regulované olověné akumulátory s roztokem kyseliny v gelové nebo skleněné podložce.
2. Zaplavené baterie vystavují roztok kyseliny sírové vzduchu.

Akumulátory VRLA jsou sice dražší, ale nabízejí delší životnost a nižší nároky na údržbu. Zároveň vynikají jako záložní zdroje energie a nouzové systémy, díky své odolnosti vůči častému cyklování a sníženým nárokům na údržbu (Crompton, 2000).

---

## 6 Vlastní práce

Struktura autonomního vozidla je komplexní a vyžaduje pečlivé rozdělení do klíčových oblastí pro lepší pochopení. Rozhodl jsem se vozidlo rozčlenit na sedm základních částí, které umožňují detailní pohled na jeho funkčnost a interakce mezi jednotlivými součástmi. V následujících kapitolách poskytnu podrobný popis každé z těchto sedmi klíčových sekcí, přičemž se zaměřím na jejich technické a konstrukční aspekty a funkční roli v systému. Tento rozčleněný přístup poskytuje hlubší porozumění pro výzvy spojené s vývojem autonomních vozidel a umožňuje prozkoumat inovace.



**Obrázek 6.1:** Model kompletní robotické platformy

### 6.1 Autonomní řízení

V kapitole autonomní řízení se zaměříme, jak implementovat autonomní řízení pomocí oblíbeného softwaru Pixhawk Autopilot a Mission Planner. Díky své otevřené modulární architektuře poskytuje Pixhawk výkonnou platformu pro vývoj a implementaci autonomních



řídících systémů. Mission Planner je software s grafickým uživatelským rozhraním pro konfiguraci a plánování misí, který umožňuje přesné a flexibilní ovládání bezpilotních vozidel, stejně jako lodí a letadel.

### **6.1.1 Výběr komponent**

Výběr správného hardwaru a softwaru je kritickou fází každého projektu, která určuje jeho budoucí úspěch a kompatibilitu. Zanedbání výběru může vést k řadě komplikací při instalaci a implementaci a negativně ovlivnit přesnost a efektivitu celého systému. Výběr Hardware Klíčovým rozhodnutím byl výběr autopilota Pixhawk, který je srdcem našeho systému. Vybrali jsme Pixhawk 4, protože má výrazně lepší výpočetní výkon a integrované senzory, které překonávají možnosti svého předchůdce. Model nabízí širokou škálu možností a flexibilitu pro různé aplikace.

### **6.1.2 Výběr Senzorů a komponent**

Výběr senzorů a dalších komponent úzce souvisí s účelem a detaily projektu. GPS modul je nezbytný pro základní autonomní navigaci a řízení. Další komponenty, jako jsou telemetrická data a rádiové přijímače pro ruční ovládání, rozšiřují možnosti a použití našich systémů. Software Mission Planner slouží jako centrální platforma pro komplexní správu a monitorování. Mezi jeho použití patří: - Konfigurace autopilota: Je zásadní upravit nastavení autopilota podle potřeb našeho projektu. Umožňuje nám to využít plný potenciál našeho hardwaru a zajistit, aby systém fungoval tak, jak jsme si představovali. - Vizualizace dat: Schopnost vizualizovat data získaná během operací v reálném čase je nezbytná. Umožňuje nám okamžitě identifikovat a reagovat na případné odchylky a upravovat plány v reálném čase. - Plánování mise a monitorování stavu: Přesné plánování mise, včetně identifikace tras a bodů zájmu, je klíčem k úspěšnému monitorování. Pomocí Mission Planner můžeme předdefinovat trasy a monitorovat stav systému v reálném čase, abychom zajistili, že vše běží bez problémů.

Pečlivým výběrem a nastavením hardwaru a softwaru jsme vybudovali systém šitý na míru našim specifickým potřebám a připravený splnit výzvy projektu s maximální efektivitou a spolehlivostí.

### **6.1.3 Plánování mise**

Při přípravě na naši poslední misi jsme použili Plánovač misí k podrobnému plánování trasy pozemního robota. Proces začíná otevřením softwaru a připojením robota přes USB, zahájením plánování v sekci Letový plán.

### **Výběr pozadí mapy**

Nejprve vybereme satelitní základ mapy v pravém horním rohu, aby byl terén co nejpřehlednější. To nám umožňuje lépe definovat oblasti průzkumu a plánování trasy.

## Nastavení výchozího bodu

Jako první krok v plánování jsme určili výchozí bod robota na mapě, což je místo, kam by se měl vrátit, pokud se něco pokazí. Nastavíme výchozí bod, kde nejsou žádné překážky.

## Přidání průjezdního bodu

Pomocí pravého tlačítka myši vytvoříme na mapě řadu průjezdních bodů, které definují plánovanou trasu. Každému navigačnímu bodu jsme přiřadili konkrétní akci, jako je změna rychlosti, a nastavili požadované parametry, jako je čas zastavení. Konfigurace úkolu

V seznamu příkazů jsme upravili pokročilé parametry každého bodu, aby trasa odpovídala naší představě o dokonalém průjezdu. Použili jsme také funkci "Measure Grid", která automaticky generuje nejlepší trasu pro průzkum oblasti.

## Simulace a ovládání

Před samotným provedením mise používáme simulace v Plánovači misí, abychom ověřili, že naše plánování nemá žádné chyby a že robot může misi úspěšně dokončit.

## Nahrání úkolu do robota

Po úspěšné simulaci a závěrečné kontrole nahrajeme úlohu do řídicí jednotky robota. V plánovači misí jsme klikli na "Write WP", abychom zajistili, že všechny plánované body a akce budou pečlivě přeneseny do paměti robota.

## Testovací jízda

Před vypuštěním robota na jeho plánovanou misi jsme provedli zkušební jízdu, abychom se ujistili, že vše funguje podle očekávání. Během této jízdy jsme bedlivě sledovali chování robota a ověřovali, že přesně jede po naplánované trase.

Pečlivý a metodický přístup k plánování misí nám umožnil úspěšně a bezpečně dokončit testování autonomního řízení. Díky důkladnému testování a přípravě v plánovači misí máme plnou kontrolu nad provozem pozemního robota.

### 6.1.4 Manuální řízení

V autonomních vozidlech hraje manuální řízení zásadní roli, především jako bezpečnostní prvek a prostředek pro zásah obsluhy v případě potřeby. Zatímco primárním cílem autonomních vozidel je minimalizovat potřebu lidského zásahu, flexibilita a možnost přepnout na manuální ovládání zůstávají klíčovými funkcemi, které zajišťují bezpečnost a přizpůsobivost v neočekávaných nebo náročných situacích.

Systém ručního ovládání využívá standardní rádiový RC přijímač a ovladač, který umožňuje operátorovi ovládat vozidlo v případě potřeby. Schopnost je kritická nejen v případě, že autonomní systémy selžou, ale také v situacích, kdy je preferováno nebo vyžadováno lidské rozhodování – například při jízdě v extrémně složitém prostředí, které může pro autonomní systémy představovat výzvy. Jako jsou nepředvídatelné povětrnostní podmínky, neznámý terén nebo situace, které vyžadují jemné zacházení.



Obrázek 6.2: Zobrazení mise v programu Mission Planner s vytyčenými body

## Instalace a funkce

Přijímač Fly Sky T6 je pevně připojen k Pixhawku přes jeho vstupní port. Konfigurace umožňuje Pixhawku přijímat radiofrekvenční signály z rádia a převádět je na příkazy pro řízení a navigaci vozidla.

Obsluha může kdykoli přepnout z automatického do manuálního režimu, pomocí speciálně naprogramovaného tlačítka nebo zapnutím rádia Fly Sky T6. Proces je okamžitý, což zajišťuje, že operátoři mohou rychle reagovat na neočekávané situace.

V manuálním režimu je k dispozici plný potenciál všech šesti rádiových kanálů pro úplné ovládání vozidla. Patří sem například jízda vpřed a vzad, zatáčení a jakýkoli jiný funkční systém, který je na stroji nainstalován.

Integrace Pixhawk zahrnuje bezpečnostní protokoly pro případ selhání komunikace nebo jiných technických problémů. V takovém případě systém automaticky přejde do nouzového režimu, který zastaví vozidlo, dokud nebude problém vyřešen.

## 6.2 Základní rám

Jako základní šasi robota byla použita platforma od firmy Hecht 54899-silver, ze které byla použita jen kola s motorem a rámem. Maximální rozměry činí 1450 x 780 x 111mm. Šasi bylo následně osazeno novými součástkami, jako například kamerami, řídicími moduly i 3D tištěnými díly, servy a ostatními konstrukčními díly.



Obrázek 6.3: V levé části originální stav a v pravé části po odstrojení

### 6.2.1 Popis konstrukce

Základní šasi vozidla tvoří několik klíčových prvků, mezi něž patří rám, kola a osa kol. V následujícím rozboru se zaměříme na podrobnosti jednotlivých částí, začínajíc u kola.

#### Kolo

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 1.

1. Otevřít nový projekt a zvolit horní rovinu jako výchozí bod pro tvorbu první skici, což je základ pro model pneumatiky.
2. Použít nástroj kružnice pro vytvoření uzavřené skici, reprezentující tvar pneumatiky.
3. Ukončit skici po dokončení základního tvaru pneumatiky.
4. Modelovat 3D díl metodou „Přidání vysunutím“ vybranou skicu aplikovat na vytvoření objemového tělesa pneumatiky.
5. Vytvořit skicu pro uložení na hřídel na horní rovině a použití kružnice pro vytvoření mezikružní, které slouží k tvorbě uložení na hřídel.
6. Vytvořit strukturu pneumatiky použitím „Přidání vysunutím“ s nově vytvořenou skicou.
7. Vytvořit náčrt na pravé rovině pro disk a pomocí funkce „Přenést entity“ přenést obrysy do stávajícího náčrtu.
8. Načrtnout boční profil disku pomocí kombinace přímk, oblouků a osy, což představuje základ pro disk.
9. Odebrat materiál pro tvarování disku použitím „Odebrání rotací“ na skicu.
10. Zrcadlit disk přes horní rovinu pro získání symetrického designu disku.
11. Vytvořit skicu pneumatiky pro vysunutí v pravé rovině, která odpovídá tvaru pneumatiky, pro její modelování metodou „Přidání rotací“.

12. Modelovat dezén pneumatiky v horní rovině vytvořením skici s použitím přímek.
13. Vysunout dezén pneumatiky použitím „Přidání vysunutím“ na skicu pro vytvoření dezénu na povrchu pneumatiky.
14. Vytvořit opakující se vzor dezénu aplikací kruhového pole na vytvořený prvek vysunutí pro vytvoření opakujícího se vzoru dezénu po celém obvodu pneumatiky.



Obrázek 6.4: Model kola

## Čep kola

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 2.

1. Otevřít nový projekt a v horní rovině použít nástroj kružnice pro vytvoření náčrtu, který bude reprezentovat čep, jež má být zasunut do uložení kola.
2. Ukončit skici po dokončení náčrtu čepu.
3. Modelovat objemové těleso metodou „Přidání vysunutím“ vybranou skicu aplikovat na vytvoření objemového tělesa z náčrtu čepu.
4. Vytvořit skicu pro další části na boční rovině vzniklého válce, využít k vytvoření funkce přímka a obdélník s počátkem ve středu, doplněné o přenesení entit pro navržení dalších částí součásti.
5. Modelovat části metodou „Přidání vysunutím“ s nově vytvořenou skicou.
6. Opětovně využít skicu pro další modelování, tentokrát změnit rovinu vysunutí na rovinu vzniklou v předchozím kroku pro modelování dalších strukturálních prvků.
7. Tvořit skicu pro vidlici připojení osy kola v horní rovině, využít k tomu prvky přímka a kružnice.
8. Odebrat materiál skici pro vytvoření potřebného prostoru nebo průchodu ve vidlici, použít nástroj „Odebrání vysunutím“ na vytvořenou skicu z obou směrů.

9. Aplikovat finální zaoblení na dokončenou součást pro vytvoření hladkých přechodů a zlepšení estetického vzhledu a bezpečnosti při manipulaci.



Obrázek 6.5: Model čepu kola

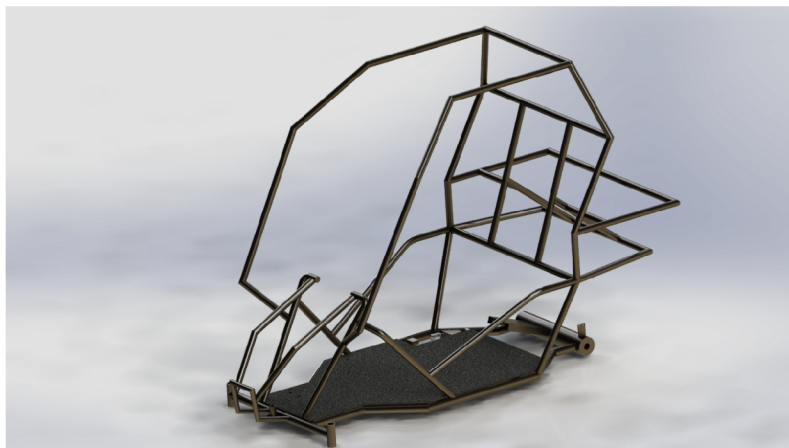
## Rám

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 3.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu pro tvorbu první skici, která bude základem pro spodní část trubkového rámu.
2. Vytvořit skic spodní části rámu pomocí prvků přímka a osa na horní rovině pro navržení základního tvaru spodní části trubkového rámu.
3. Ukončit náčrt po dokončení a revizi tvaru spodní části rámu.
4. Modelovat 3D objekt využitím kombinace „Přidání tažením po křivce“ a „Přidání vysunutím“ pro přeměnu skici na 3D objekt rámu.
5. Vytvořit skicu držáku motoru v pravé rovině s použitím prvků přímka, osa a tříbový obdélník z rohu.
6. Modelovat držák motoru pomocí nástroje „Přidání vysunutím“ pro vytvoření objemového tělesa z vytvořené ho náčrtu držáku motoru.
7. Vytvořit náčrt pro montážní otvory motoru na nově vzniklé ploše s použitím kružnice, osy a rovné drážky pro navržení montážních otvorů motoru.
8. Modelovat zbylé ohnuté části rámu využitím 3D skici a použitím funkcí přímka, přenesení entit a zobrazením náčrtu spodní části trubkového rámu pro vytvoření ohnutých částí rámu.
9. Vytvořit objemové těleso ohnutých částí pomocí nástroje „Přidání tažením po křivce“ pro modelování ohnutých částí rámu jako objemového tělesa.
10. Tvořit náčrt podlahy rámu na horní rovině s použitím přímky a osy pro navržení podlahy rámu.



11. Modelovat podlahu aplikací „Přidání vysunutím“ a vytvořit podlahu rámu s odsazením od roviny dokončující konstrukci.



Obrázek 6.6: Model rámu

### 6.3 Brzdný systém

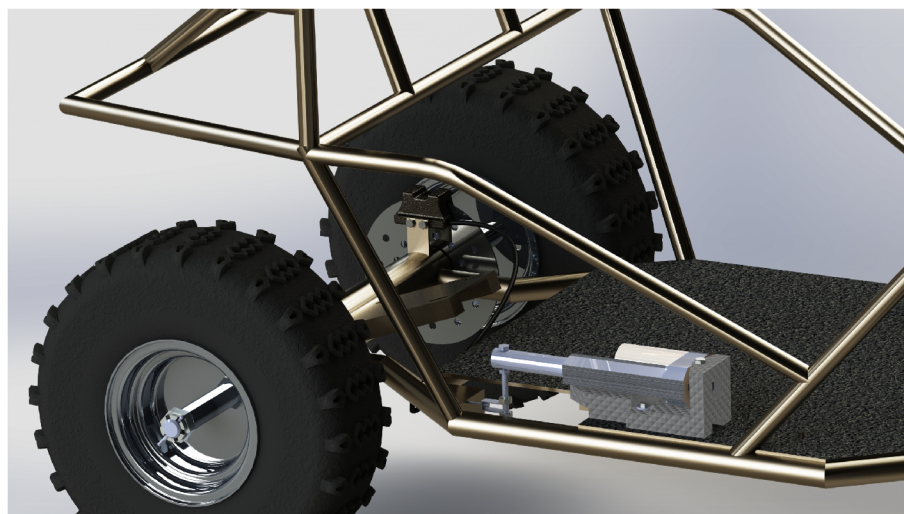
System brzd, který byl upraven z původní verze již existujícího vozidla při koupi, zahrnoval kotoučovou brzdu, brzdové lanko a páku, která byla později odstraněna. Úprava představuje přechod z manuálního ovládání na elektronické.

Prvním krokem modifikace bylo odstranění ruční brzdy, což vyžadovalo demontáž několika šroubů a odpojení brzdového lanka od páky.

V další fázi byla ruční brzda nahrazena lineárním servomotorem vybaveným speciálně navrženým držákem. Držák byl modelován takovým způsobem, aby pasoval do stávajících otvorů, které zůstaly po odstranění ruční brzdy. Servomotor je pak připojen k brzdovému lanku pomocí pevnostního šroubu s pojistnou maticí, což zajistí spolehlivé a bezpečné spojení.

Ovládání nově modifikovaného systému je zajištěno prostřednictvím systému Pixhawk, který umožňuje sofistikovanou elektronickou kontrolu. Systém Pixhawk je navržen způsobem, aby poskytoval uživateli intuitivní rozhraní pro správu brzdových funkcí vozidla, což přináší zvýšenou úroveň bezpečnosti.

Zmíněná modernizace znamená významný posun v ovládání brzdového systému vozidla. Zároveň odstraňuje potřebu fyzické síly při aktivaci brzd a přechází k systému, který je plně ovládaný elektronicky. Díky použití servomotoru a pokročilé elektronické kontrolní jednotky je možné dosáhnout přesnějšího a rychlejšího reagování brzdového systému, což přispívá k celkové bezpečnosti a ovladatelnosti vozidla.



Obrázek 6.7: Model brzdového systému

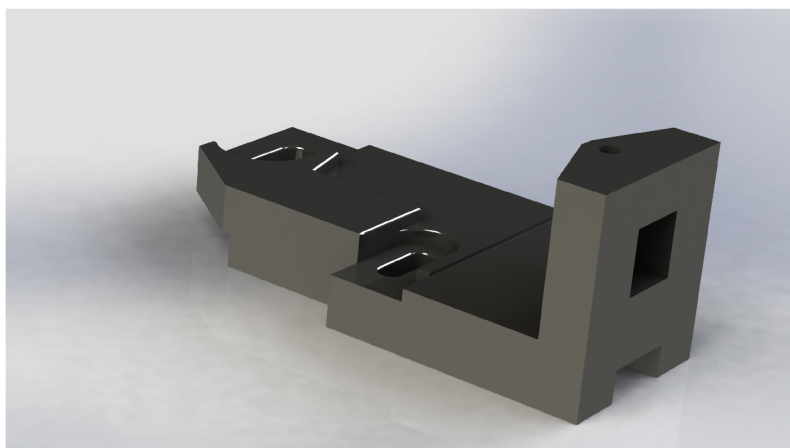
### 6.3.1 Popis konstrukce

#### Držák serva

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 4.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu jako výchozí bod pro první skicu, položit tím základy pro design těla držáku brzdového serva.
2. Vytvořit náčrt těla držáku na horní rovině s použitím kombinace rohového obdélníku, kružnice, osy a rovné drážky pro vytvoření modelu, která reprezentuje základní tvar těla držáku.
3. Ukončit skicu po dokončení náčrtu základního tvaru těla držáku.
4. Modelovat objemové těleso využitím „Přidání vysunutím“ s vybraným návrhem pro vytvoření objemového tělesa těla držáku.
5. Vytvořit kotvící vidlici použitím stejné skici znovu pro „Přidání vysunutím“ a modelování kotvící vidlice, klíčové části pro funkčnost držáku.
6. Opakovaně vysunout skicu s použitím „Přidání vysunutím“ pro další rozvoj struktury držáku.
7. Navrhnout náčrt pro zahlobení hlav šroubů na horní straně podstavy s kružnicemi, které určují místa pro zahlobení hlav šroubů.
8. Vytvořit zahlobení pro hlavy šroubů využitím „Odebrání vysunutím“ s nově vytvořeným návrhem pro vytvoření zahlobení, umožňující zapuštění hlav šroubů do těla držáku.
9. Aplikovat zaoblení na tělo držáku pro vytvoření hladkých radiusů a zlepšení estetického vzhledu a bezpečnosti při manipulaci.



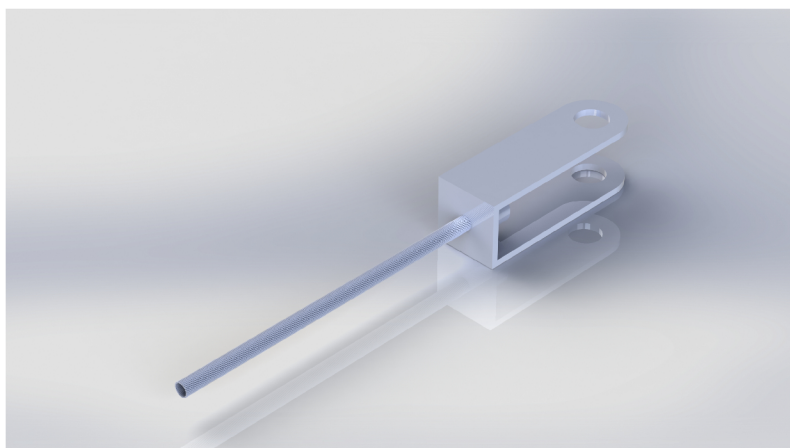


**Obrázek 6.8:** Model držáku serva brzdy

## Brzdové lanko

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 5.

1. Otevřít nový projekt a začít tvorbou náčrtu na horní rovině, což bude základem pro design těla vidličky brzdového lanka.
2. Vytvořit náčrt těla vidličky s použitím nástroje „Přímka na horní rovině“ pro reprezentaci základního tvaru těla vidličky brzdového lanka.
3. Ukončit skicu po nakreslení a revizi základního tvaru.
4. Modelovat objemové těleso využitím „Přidání vysunutím“ s vybraným návrhem pro vytvoření objemového tělesa těla vidličky.
5. Vytvořit náčrt pro kotvení brzdového lanka na vnitřní straně vzniklé vidličky s použitím kružnice, která bude sloužit pro modelování nalisovaného kotvení brzdového lanka.
6. Modelovat kotvení brzdového lanka s použitím „Přidání vysunutím“ na kružnici pro vytvoření objemového tělesa reprezentujícího kotvení brzdového lanka.
7. Vytvořit ocelová lanka na spodní straně kotvení s kružnicí a použitím kruhového pole pro vytvoření jednotlivých pramenů ocelového lanka.
8. Vytvořit skicu na pravé rovině s použitím přímky, zaoblení a oblouku třemi body, které budou sloužit pro další modelování.
9. Modelovat s využitím prvku tažení po křivce a zapnutým zakroucením předešlé dvě skici pro vytvoření struktury lanka, což dokončí návrh.



Obrázek 6.9: Model brzdového lanka

## Třmen kotoučové brzdy

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 6.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu jako výchozí bod pro tvorbu prvního náčrtu, která položí základ pro design boku brzdového třmenu.
2. Vytvořit skicu boku brzdového třmenu na horní rovině využitím nástrojů přímka, kružnice a čtverec s počátkem ve středu, reprezentující bok brzdového třmenu.
3. Ukončit skicu po dokončení a revizi boku brzdového třmenu.
4. Modelovat objemové těleso využitím „Přidání vysunutím“ s vybraným návrhem pro vytvoření objemového tělesa boku brzdového třmenu.
5. Dokončit jednu stranu třmenu použitím stejného náčrtu znovu s „Přidání vysunutím“ pro dokončení modelování jedné strany třmenu.
6. Vytvořit skicu pro druhou stranu třmenu na nově vzniklé ploše s použitím přímky a obdélníku s počátkem v rohu pro navržení první části druhé strany třmenu.
7. Modelovat první část druhé strany třmenu s použitím „Přidání vysunutím“ na vytvořený návrh.
8. Dokončit druhou stranu třmenu aplikací stejného nástroje „Přidání vysunutím“ ještě jednou na stejný náčrt.
9. Aplikovat zaoblení na třmen pro dodání potřebných zaoblených hran, zvyšující estetickou hodnotu a bezpečnost při manipulaci.
10. Vytvořit dráhu pro bovden s využitím 3D skici s funkcí přímka a spline, pro vytvoření dráhy, po které povede bovden.
11. Modelovat objemové těleso po dráze využitím „Přidání tažením po křivce“ s vytvořenou dráhou, čímž se dokončí konstrukce.

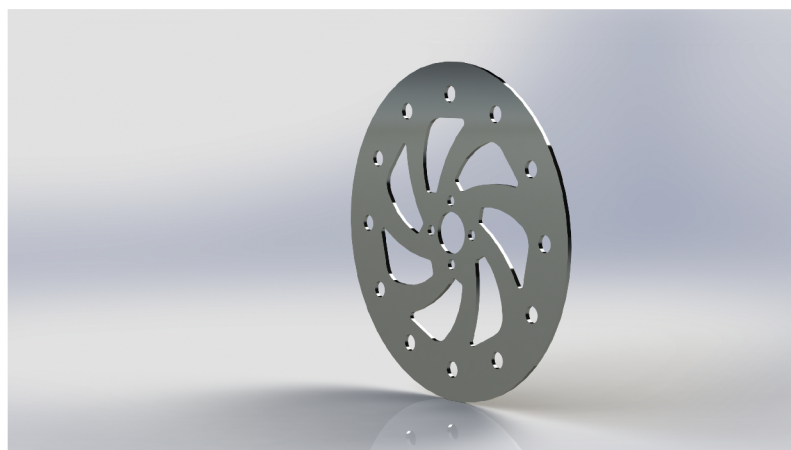


Obrázek 6.10: Model třmenu brzdového kotouče

## Brzdový kotouč

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 7.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu jako výchozí bod pro tvorbu první skici, což je základ pro design brzdového kotouče.
2. Vytvořit náčrt brzdového kotouče na horní rovině s využitím nástroje kružnice spolu s kruhovým polem, reprezentující základní tvar brzdového kotouče, včetně otvorů pro uchycení.
3. Ukončit skicu po dokončení a revizi základního tvaru brzdového kotouče.
4. Modelovat objemové těleso využitím „Přidání vysunutím“ s vybraným náčrtem pro vytvoření objemového tělesa brzdového kotouče.



Obrázek 6.11: Model brzdového kotouče

### 6.3.2 Schéma zapojení

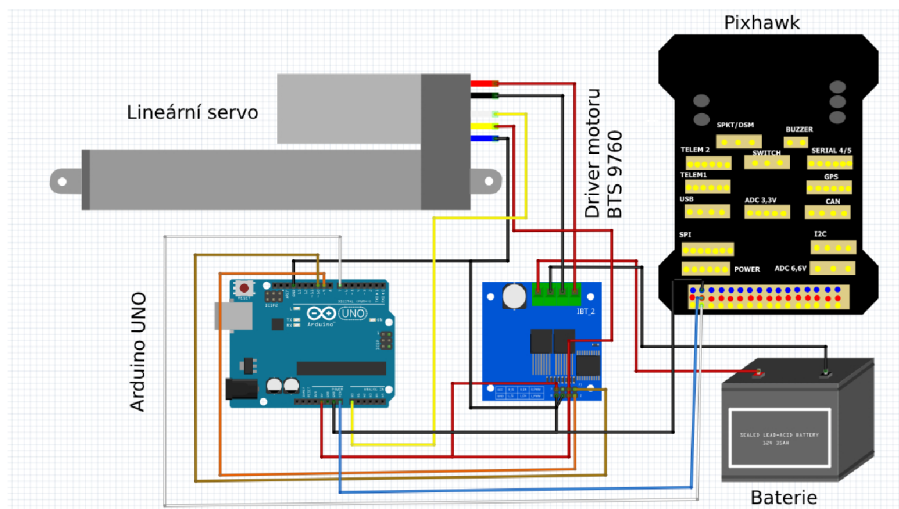
Baterie je základem systému a napájí všechny komponenty. Její plus pól je připojen k Pixhawk power management modulu, vstupnímu napájení BTS 7960, a na vstupní regulátor napětí pro Arduino. Minus pól je společný pro všechny komponenty.

Pixhawk je řídicí jednotka poskytující signály pro Arduino. Komunikace mezi Pixhawkem a Arduinem probíhá přes UART. Pixhawk je napájen přímo z 12V baterie přes stabilizátor.

Arduino přijímá řídicí signály od Pixhawku a generuje PWM signály pro BTS 7960. Je napájeno z 12V baterie přes regulátor napětí, který přizpůsobí napětí pro Arduino. PWM výstupy jsou použity pro ovládání BTS 7960.

BTS 7960 je motorový ovladač, který řídí lineární servo. Napájení z 12V baterie a jeho PWM vstupy jsou připojeny k PWM výstupům Arduina.

Výstupy pro motor jsou spojeny s lineárním servem. Výstupy enkodéru jsou propojeny také s BTS 7960, aby poskytovaly zpětnou vazbu o poloze.



Obrázek 6.12: Elektrické schéma zapojení brzdového systému

### 6.3.3 Popis programu

#### Definice pinů

PWM PIN (pin 9): Výstupní pin pro PWM, který kontroluje rychlost motoru.

ENCA (pin 2): Vstupní pin pro fázi A enkodéru, použitý k detekci změn polohy.

ENCB (pin 3): Vstupní pin pro fázi B enkodéru, použitý pro určení směru otáčení.

BTS IN1 (pin 5) a BTS IN2 (pin 6): Výstupní piny pro ovládání směru otáčení motoru pomocí H-můstku.

CONTROL PIN (pin 10): Vstupní pin pro řízení směru otáčení motoru. encoderPosition: Proměnná pro sledování pozice enkodéru.

```

1 const int PWM PIN = 9;
2 const int ENCA = 2;
3 const int ENCB = 3;
4 const int BTS IN1 = 5;
5 const int BTS IN2 = 6;
6 const int CONTROL PIN = 10;
7 volatile long encoderPosition = 0;

```

## Nastavení (setup)

Nastavení pinů pro vstup a výstup.

Připojení přerušení k pinu ENCA, které spouští funkci `updateEncoder` při každé změně signálu. Toto umožňuje sledovat pohyb enkodéru. Inicializace sériové komunikace pro výpis hodnoty pozice enkodéru.

```

1
2 void setup() {
3   pinMode(PWM PIN, OUTPUT);
4   pinMode(ENCA, INPUT);
5   pinMode(ENCB, INPUT);
6   pinMode(BTS IN1, OUTPUT);
7   pinMode(BTS IN2, OUTPUT);
8   pinMode(CONTROL PIN, INPUT);
9
10  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(ENCA), updateEncoder,
11                 CHANGE);
12  Serial.begin(9600);
13 }
```

## Hlavní smyčka (loop)

Čtení stavu pinu CONTROL PIN a na základě řízení směru otáčení motoru pomocí PWM signálu a pinů BTS IN1 a BTS IN2. Pokud je CONTROL PIN ve stavu HIGH, motor se otáčí jedním směrem, pokud je LOW, otáčí se opačně.

Výpis aktuální hodnoty pozice enkodéru pomocí sériového portu.

```

1 void loop() {
2   int controlState = digitalRead(CONTROL PIN);
3
4   if (controlState == HIGH) {
5     analogWrite(PWM PIN, 255);
6     digitalWrite(BTS IN1, HIGH);
7     digitalWrite(BTS IN2, LOW);
8   } else {
9     analogWrite(PWM PIN, 255);
10    digitalWrite(BTS IN1, LOW);
11    digitalWrite(BTS IN2, HIGH);
12  }
13
14  Serial.println(encoderPosition);
15 }
```

## Funkce updateEncoder

Detekce směru otáčení motoru srovnáním stavů pinů ENCA a ENCB. Pokud jsou stejné, enkodér se otáčí jedním směrem a pozice se inkrementuje. Pokud jsou různé, otáčí se opačně a pozice se dekrementuje.

```

1 void updateEncoder() {
2   if (digitalRead(ENCB) == digitalRead(ENCA)) {
3     encoderPosition++;
4   } else {
```



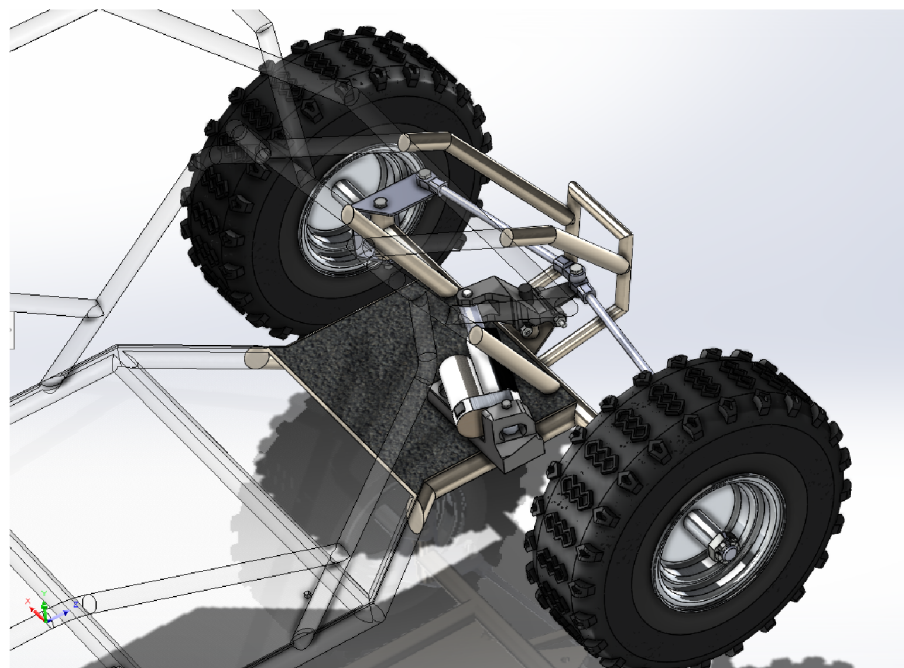
```
5     encoderPosition--;  
6   }  
7 }
```

## 6.4 Systém zatáčení

Na základě původního konceptu vozidla vyvinutého společností Hecht, byla platforma původně vybavena manuálním systémem řízení. Systém se skládal z volantu a řídicí tyče, které byly spojeny s otáčecím čepem. Čep poté prostřednictvím táhel s kuličkovými klouby, přenášel pohyby na kola vozidla, což umožňovalo jeho řízení. Ve snaze o modifikaci na dálkové ovládání, musel být volant spolu s řídicí tyčí odstraněn a nahrazen novým mechanismem.

Místo původního systému byla implementována pokročilá 3D tištěná páka, která je přímo spojena s otáčecím čepem. Zmíněná inovace byla klíčková a umožnila přímější a efektivnější přenos síly, vedoucí k plynulejšímu řízení vozidla. Páka je navíc propojena s lineárním servomotorem, který je důležitým prvkem celého systému. Servomotor, pevně uchycen k rámu vozidla pomocí speciálně navrženého držáku, zajišťuje vysokou přesnost a spolehlivost řízení.

Celý proces řízení je ovládán sofistikovanou řídicí jednotkou. Navržená jednotka zpracovává signály z enkodéru, který monitoruje polohu a pohyb servomotoru a zároveň přijímá směrové pokyny od řídicího systému Pixhawk. Kombinace umožňuje komplexní a přesné ovládání vozidla, čímž výrazně přispívá k jeho výkonnosti a adaptabilitě v různých prostředích. Díky pokročilé technologii se naše vozidlo stává vysoce efektivním nástrojem, schopným vykonávat rozmanité úkoly s nevídanou přesností a spolehlivostí.



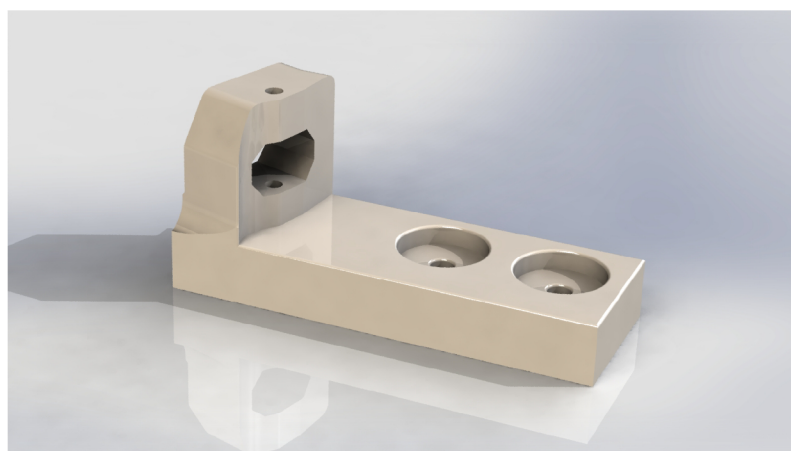
Obrázek 6.13: Model systému zatáčení

## 6.4.1 Popis konstrukce

### Držák serva řízení

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 7.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu jako výchozí bod pro první skicu, což položí základ pro design těla držáku.
2. Vytvořit základní tvar těla držáku na horní rovině s využitím kombinace rohového obdélníku, kružnice, osy a rovné drážky pro navrzení obrysu reprezentujícího základní tvar těla držáku.
3. Ukončit náčrt po nakreslení a revizi základního tvaru těla držáku.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou pro vytvoření objemového tělesa těla držáku.
5. Vytvořit kotvící vidlici použitím stejného návrhu znovu s „Přidání vysunutím“ pro vytvoření kotvící vidlice, části důležité pro funkci držáku.
6. Další vysunutí pro specifické účely s využitím „Přidání vysunutím“ pro modelování dalších specifických částí držáku.
7. Navrhnout skicu pro zahlobení hlav šroubů na horní straně podstavy držáku s použitím kružnic, které určují polohu zahlobení pro hlavy šroubů.
8. Vytvořit zahlobení pro hlavy šroubů využitím „Odebrání vysunutím“ s nově vytvořenou skicou, umožňující zapuštění hlav šroubů do těla držáku.
9. Aplikovat zaoblení na tělo držáku pro vytvoření hladkých radiusů, zlepšení estetického vzhledu a bezpečnosti při manipulaci.

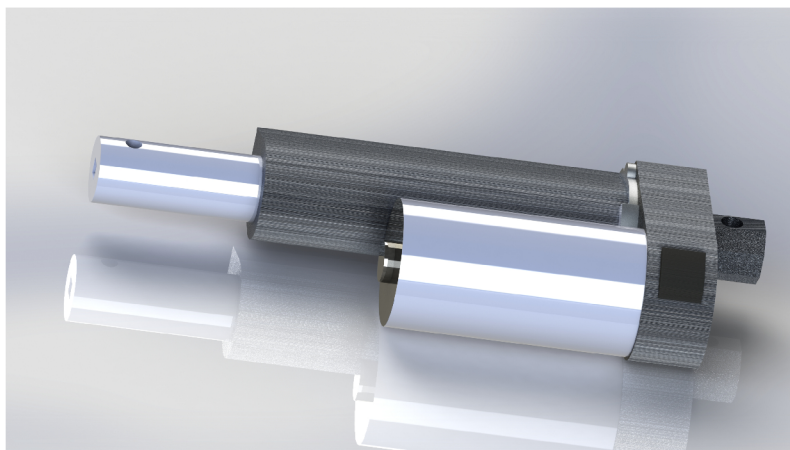


**Obrázek 6.14:** Model držáku serva zatáčení

## Lineární servo

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 8.

1. Otevřít nový projekt a zvolit horní rovinu pro vytvoření úvodní skici, která poslouží jako základ pro design těla lineárního serva.
2. Vytvořit základní tvar těla lineárního serva na horní rovině aplikací kombinace rovné drážky, obdélníku s počátkem ve středu a zkosením pro definování základního tvaru těla serva.
3. Ukončit náčrt po detailní revizi a finalizaci základního tvaru těla serva.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou pro vytvoření objemového tělesa těla serva.
5. Vytvořit kotvící bod serva použitím stejného návrhu znovu s „Přidáním vysunutím“ v opačném směru pro modelování kotvícího bodu serva.
6. Navrhnout cívku a pouzdro pístu na přední straně základny serva s vytvořením náčrtu s prvky přímky a kružnice pro definování cívky a pouzdra pístu serva.
7. Modelovat cívku a pouzdro pístu aplikací „Přidání vysunutím“ na vytvořenou skicu pro vytvoření cívky a pouzdra pístu serva.
8. Vytvořit návrh pro píst na přední straně pouzdra pístu s kružnicí pro navržení pístu.
9. Modelovat píst použitím „Přidání vysunutím“ na skicu pro vytvoření pístu servomechanismu.
10. Vytvořit skicu pro montážní otvory v horní rovině s kružnicemi pro definování montážních otvorů na servu.
11. Vytvořit montážní otvory aplikací „Odebrání vysunutím“ na náčrt s kružnicemi pro vytvoření montážních otvorů v servomechanismu.



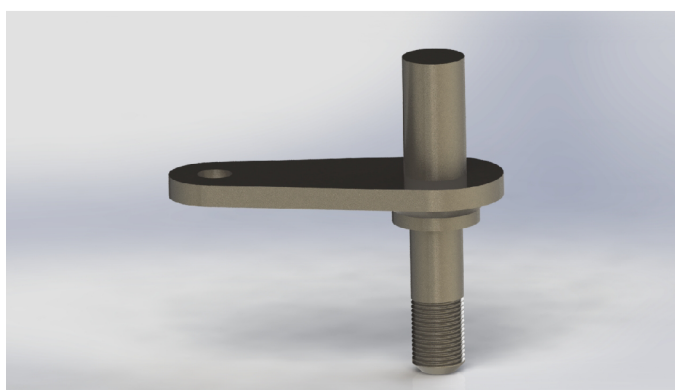
**Obrázek 6.15:** Model lineárního serva



## Čep páky řízení

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 9.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu jako výchozí bod pro vytvoření první skici, která položí základy pro design páky.
2. Vytvořit skicu páky na horní rovině s využitím prvků přímka, osa a oblouk třemi body pro navržení tvaru páky.
3. Ukončit skicu po dokončení náčrtu tvaru páky.
4. Modelovat 3D objekt s využitím kombinace „Přidání tažením po křivce“ a „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou pro vytvoření 3D objektu páky.
5. Vytvořit skicu pro první čep na horní straně páky pomocí kružnice.
6. Modelovat první čep s použitím „Přidání vysunutím“ na skicu s kružnicí.
7. Vytvořit skicu pro druhý čep na opačné straně páky s kružnicí.
8. Modelovat rozšíření druhého čepu s použitím „Přidání vysunutím“ na skicu pro vytvoření rozšíření druhého čepu.
9. Dokončit modelování druhého čepu s využitím stejné skici znovu s „Přidání vysunutím“ pro dokončení modelování druhého čepu.
10. Aplikovat zkosení mezi pákou a čepy s použitím prvku zkosení pro vytvoření plynulého přechodu mezi tělem páky a oběma čepy.



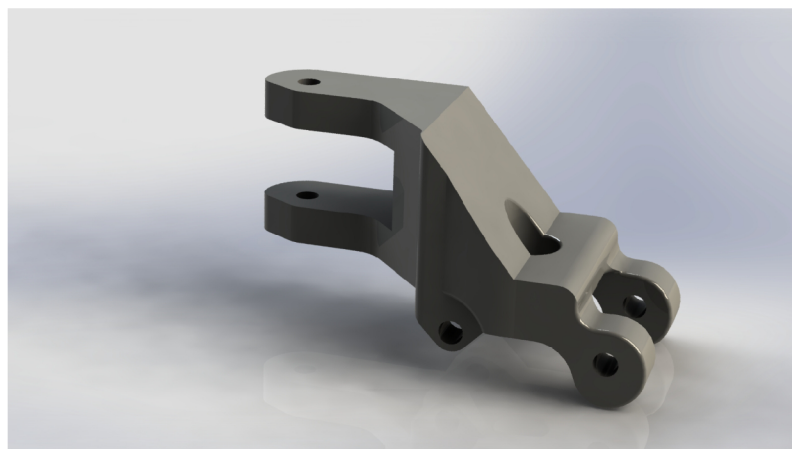
Obrázek 6.16: Model čepu páky řízení

## Vidlice čepu řízení

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 10.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu pro vytvoření první skici, položit tím základy pro design přídržných ramen těla páky.

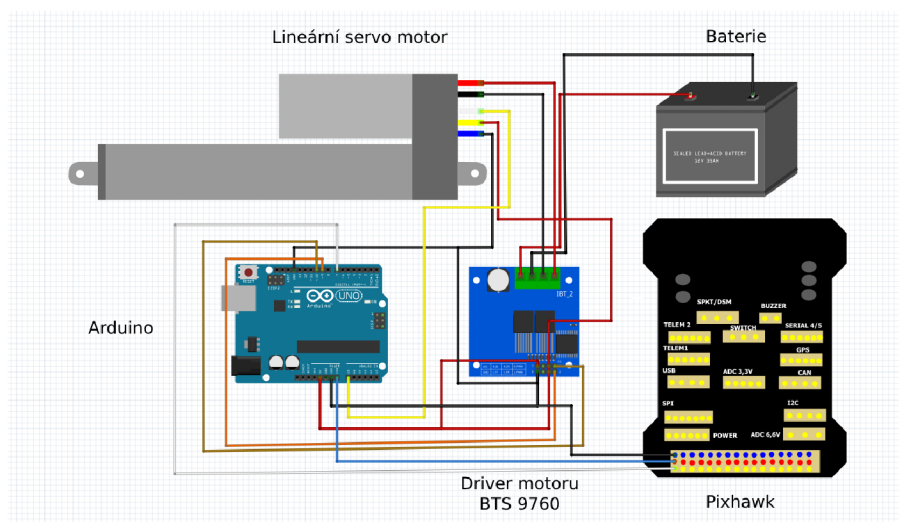
2. Vytvořit skici přídržných ramen na horní rovině s použitím rohového obdélníku a osy pro navržení základního tvaru přídržných ramen těla páky.
3. Ukončit skici po dokončení náčrtu základního tvaru.
4. Modelovat objemové těleso s použitím „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou pro vytvoření objemového tělesa přídržných ramen.
5. Vytvořit skicu pro vidlici na vzniklé ploše s prvky oblouk třemi body, osa a přímka pro navržení vidlice.
6. Modelovat vidlici využitím „Přidání vysunutím“ s vytvořenou skicou.
7. Dokončit vidlici s použitím „Přidání vysunutím“ znovu s předešlou skicou, tentokrát vybrat jiný obrys a posunout rovinu vysunutí na horní stranu držáku.
8. Vytvořit skicu pro otvor pro čep a šroub na horní rovině s kružnicí pro navržení otvoru.
9. Vytvořit otvor pro čep a šroub s použitím „Odebrání vysunutím“ s vytvořenou skicou.
10. Vytvořit skici pro zajišťovací šrouby na pravé rovině s kružnicí pro navržení otvorů pro zajišťovací šrouby.
11. Vytvořit otvory pro zajišťovací šrouby aplikací „Odebrání vysunutím“ na skicu.
12. Aplikovat zkosení na hrany s použitím prvku zkosení pro vytvoření zkosených hran a zlepšení estetického vzhledu modelu.
13. Aplikovat zaoblení na model s použitím prvku zaoblení pro vytvoření rádiusů, zlepšení estetiky a bezpečnosti při manipulaci.



**Obrázek 6.17:** Vidlice čepu řízení

## 6.4.2 Schéma zapojení

Schéma zapojení, ačkoliv v základně identické s tím, které se využívá v brzděném systému, zahrnuje klíčovou odlišnost v konfiguraci konektorů, která rozlišuje oba systémy na hardwarové úrovni. Hlavní rozdíl mezi nimi však nadále spočívá v softwarové vrstvě, kde jsou implementovány odlišné programové algoritmy a interakce s komponenty. Kombinace specifického hardwarového zapojení konektorů a unikátního softwarového řízení umožňuje, že i přes jisté shody v hardwaru mohou oba systémy efektivně plnit rozdílné funkce a reagovat na odlišné vstupy, přizpůsobujíc se tak specifickým potřebám a požadavkům aplikace. V praxi to znamená, že přestože základní architektura a zapojení komponentů může být konstantní, variace v zapojení konektorů společně s flexibilitou a variabilitou v softwarové konfiguraci umožňuje systému detailní přizpůsobení pro specifické účely, což rozšiřuje možnosti využití této hardwarové platformy v široké škále aplikací.



Obrázek 6.18: Elektrické schéma zapojení systému zatáčení

## 6.4.3 Popis programu

Definice pinů: V kódu jsou definovány konstanty pro piny, které se používají pro ovládání motoru a čtení signálů z enkodéru. PWM PIN je pin pro čtení PWM signálu, ENCA a ENCB jsou piny pro čtení dvou fází enkodéru, a BTS IN1 a BTS IN2 jsou výstupní piny pro ovládání směru otáčení motoru.

```

1
2 const int PWM_PIN = 9;
3 const int ENCA = 2;
4 const int ENCB = 3;
5 const int BTS_IN1 = 5;
6 const int BTS_IN2 = 6;

```

Proměnná encoderPosition: Tato proměnná slouží k ukládání aktuální polohy enkodéru. Je označena jako `volatile`, protože se mění v přerušení a musí být dostupná v hlavním programu.

```

1 volatile long encoderPosition = 0;

```

## Funkce setup()

Ve funkci jsou inicializovány piny - PWM pin je nastaven jako vstup, piny pro enkodér také jako vstupy a piny pro ovládání motoru jako výstupy. Dále je nastavena komunikace přes sériovou linku rychlostí 9600 baudů a je přiřazena funkce updateEncoder k přerušení, které je vyvoláno změnou na pinu ENCA.

```

1 void setup() {
2   pinMode(PWM_PIN, INPUT);
3   pinMode(ENCA, INPUT);
4   pinMode(ENCB, INPUT);
5   pinMode(BTS_IN1, OUTPUT);
6   pinMode(BTS_IN2, OUTPUT);
7
8   attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(ENCA), updateEncoder,
9     CHANGE);
10  Serial.begin(9600);
11 }

```

## Funkce loop()

Hlavní smyčka programu. Nejdříve čte PWM signál na pinu PWM PIN. Pokud je hodnota PWM signálu větší než 1500, motor se ovládá tak, aby se otáčel jedním směrem (BTS IN1 HIGH, BTS IN2 LOW). Pokud je hodnota menší než 1500, motor se ovládá pro opačný směr otáčení (BTS IN1 LOW, BTS IN2 HIGH). Pokud je hodnota PWM signálu přesně 1500, oba výstupní piny pro ovládání motoru jsou nastaveny na LOW, což znamená, že motor se neotáčí. Na konci smyčky se pomocí sériové linky vypíše aktuální hodnota polohy enkodéru.

```

1 void loop() {
2   int pwmValue = pulseIn(PWM_PIN, HIGH);
3
4   if (pwmValue > 1500) {
5     digitalWrite(BTS_IN1, HIGH);
6     digitalWrite(BTS_IN2, LOW);
7   } else if (pwmValue < 1500) {
8     digitalWrite(BTS_IN1, LOW);
9     digitalWrite(BTS_IN2, HIGH);
10  } else {
11    digitalWrite(BTS_IN1, LOW);
12    digitalWrite(BTS_IN2, LOW);
13  }
14
15  Serial.println(encoderPosition);
16 }

```

Funkce updateEncoder(): Tato funkce je volána při každé změně na pinu ENCA díky přerušení. Funkce čte stav pinu ENCB a porovnává ho se stavem pinu ENCA. Pokud jsou stavy stejné, došlo k pohybu enkodéru jedním směrem a hodnota encoderPosition je inkrementována. Pokud se stavy liší, došlo k pohybu opačným směrem a hodnota encoderPosition je dekrementována. To umožňuje sledovat směr otáčení motoru pomocí enkodéru.

```

1 void updateEncoder() {

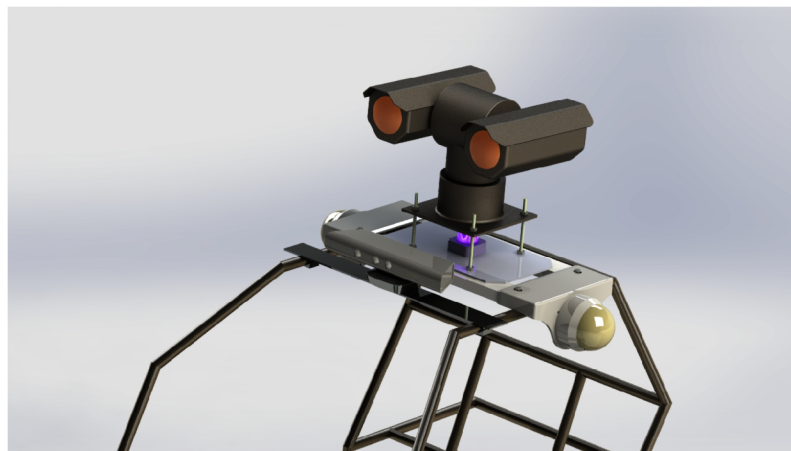
```

```
2  if (digitalRead(ENCB) == digitalRead(ENCA)) {  
3      encoderPosition++;  
4  } else {  
5      encoderPosition--;  
6  }  
7 }
```

Celkově tento kód umožňuje ovládání motoru na základě přijatého PWM signálu a zároveň sledování jeho polohy pomocí enkodéru. Tento princip se běžně využívá v různých robotických a automatizačních aplikacích, kde je potřeba přesné ovládání pohybu motorů.

## 6.5 Senzorová věž

Senzorová věž představuje klíčový prvek vizuálního vnímání pro operátora, který zastává roli očí pro bezproblémový provoz. Umístěná na vrchní části rámu zajišťuje optimální výhled. Věž je vybavena dvěma bočními kamerami a jednou hlavní 360° kamerou s integrovaným přisvětlováním pro široký záběr. Pro bezpečné a efektivní umístění těchto kamer byly vyvinuty speciální držáky. Mimo jiné je na držáku umístěn lidar spolu s kinectem, rozšiřující možnosti sensorického vnímání. Samotná konstrukce držáku kombinuje odolné hliníkové profily s precizně navrženými 3D tištěnými komponenty, tudíž zajišťuje pevnost a stabilitu pro spolehlivý provoz v nejrůznějších podmínkách.



Obrázek 6.19: Model sensorové věže

### 6.5.1 Popis konstrukce

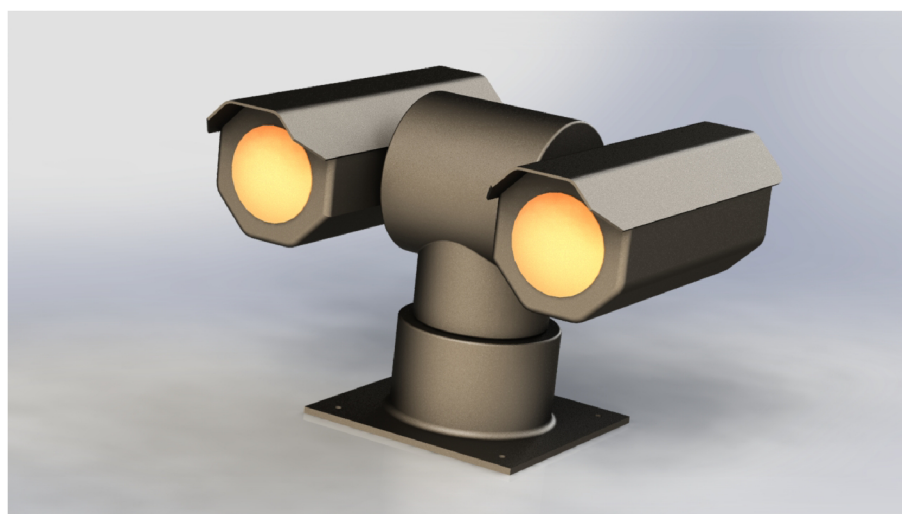
#### Hlavní kamera

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 11.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu jako výchozí bod pro vytvoření první skici, což položí základy pro celý design kamery.
2. Vytvořit základní tvar hlavní části kamery na horní rovině s použitím nástroje kružnice.



3. Ukončit skicu po nakreslení potřebných čar základního tvaru kamery.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou pro vytvoření objemového tělesa, které představuje tělo kamery.
5. Vytvořit skicu pro montážní části na spodní části vytvořeného válce s obdélníkem s počátkem ve středu a kružnicí pro určení pozic montážních částí.
6. Modelovat montážní části kamery s použitím „Přidání vysunutím“ s nově vytvořenou skicou.
7. Vytvořit montážní děry s použitím stejné skici a nástrojem „Odebrání vysunutím“.
8. Navrhnout otočnou část kamery na horní válcové ploše s kružnicemi.
9. Modelovat otočnou část kamery s použitím „Přidání vysunutím“ na skici.
10. Vytvořit otočnou část v ose Y s další skicou v horní rovině a modelovat objemové těleso s použitím „Přidání vysunutím“.
11. Designovat přídatné prvky na boční straně nově vzniklého válce s kružnicí a použitím „Přidání vysunutím“.
12. Vytvořit tělo kamery s mnohoúhelníkem skicíou v pravé rovině.
13. Modelovat tělo kamery s použitím „Přidání vysunutím“ s předešlou skicou.
14. Vytvořit čočku kamery na přední části mnohoúhelníku s použitím nástroje kopule.
15. Designovat ochrannou stříšku nad čočkou na přední straně mnohoúhelníku s funkcí odsazením entit a přímkou.
16. Modelovat ochrannou stříšku s použitím „Přidání vysunutím“ na vytvořenou skicu, dodávajíc modelu kamery dokončený vzhled a funkčnost.



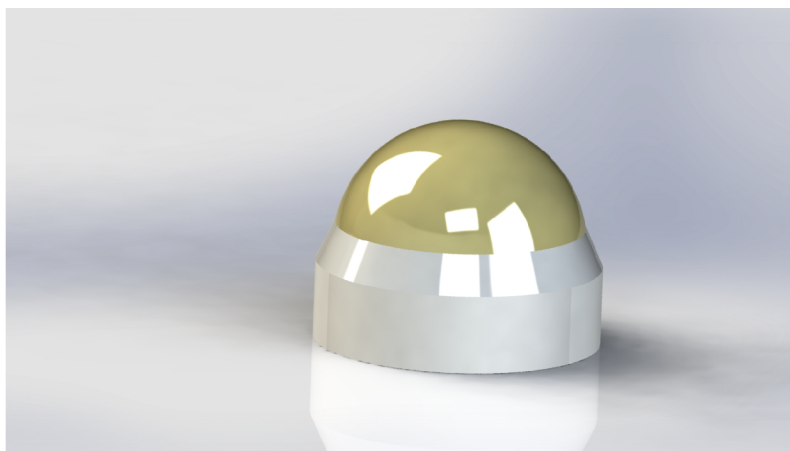
Obrázek 6.20: Model hlavní kamery



## Boční kamera

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 12.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu pro vytvoření první skici, která položí základy pro konstrukci základny kamery.
2. Vytvořit základní tvar základny kamery na horní rovině s použitím nástroje kružnice pro navržení obrysu reprezentujícího základní tvar boční kamery.
3. Ukončit skicu po nakreslení kružnice a finalizaci základního tvaru základny.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou pro vytvoření objemového tělesa představujícího tělo základny kamery.
5. Vytvořit skici pro další detaily základny na horní straně vytvořeného válce, využít funkci pro přenesení entit pro usnadnění dalšího modelování detailů základny.
6. Modelovat detaily základny s nastavením zkosení v nástroji „Přidání vysunutím“, pro vytvoření specifických tvarů na základně kamery.
7. Dokončit základnu funkcí kopule na vzniklé horní ploše základny pro vytvoření kupolovitě zakončení, dodávajíc kameře funkčně vhodný tvar.



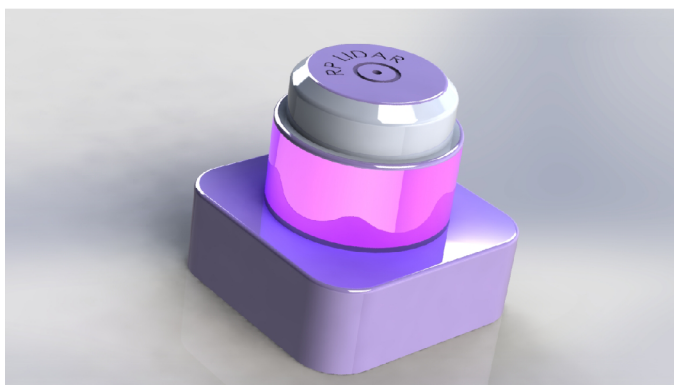
Obrázek 6.21: Model boční kamery

## Lidar

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 13.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu pro vytvoření první skici, což položí základ pro konstrukci základny lidarů.
2. Vytvořit základní tvar základny lidarů na horní rovině s použitím kombinace rohového obdélníka a kružnice pro navržení obrysu reprezentujícího základní tvar základny lidarů.

3. Ukončit skici po nakreslení obrysu základního tvaru.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou pro vytvoření objemového tělesa základny lidaru.
5. Vytvořit válcovou část znovu použitím nástroje „Přidání vysunutím“ ze stejné skici pro vytvoření středně velké válcové části, která vyčnívá z plochy základního tělesa.
6. Modelovat nejmenší válcovou část opět využitím skici a tentokrát vysunutím nejmenší válcové části, čímž dokončit hierarchii velikostí ve válcových částech modelu lidaru.
7. Navrhnout montážní otvory na spodní straně lidaru s vytvořením skici s kružnicemi rozmístěnými pomocí lineárního pole pro rovnoměrné rozložení montážních otvorů.
8. Vytvořit montážní otvory s použitím nástroje „Odebrání vysunutím“ na skici s kružnicemi pro vytvoření montážních otvorů v modelu lidaru, umožňujícího jeho pevné uchycení.



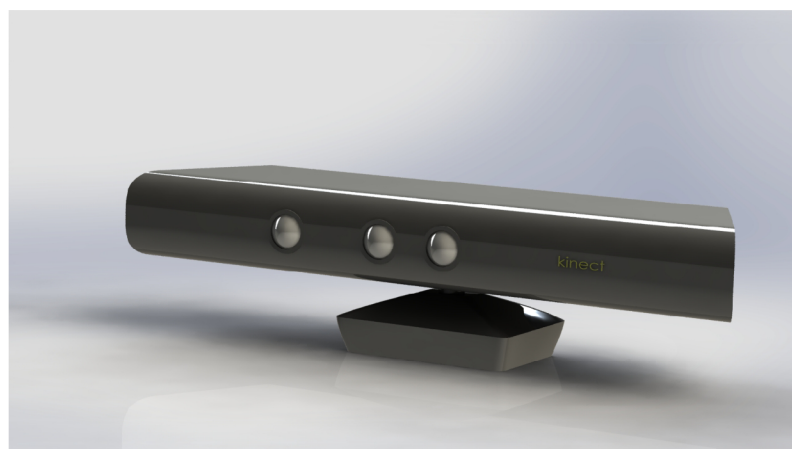
Obrázek 6.22: Model lidar

## Kinect

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 14.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu pro zahájení práce na první skice, která položí základ pro design těla Kinect.
2. Vytvořit základní tvar těla Kinect na horní rovině s použitím nástroje kružnice pro navržení obrysu.
3. Ukončit skici po dokončení skici základního tvaru těla Kinect.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou pro vytvoření objemového tělesa těla Kinect.
5. Vytvořit skici pro základní část držáku na spodní části vytvořeného tělesa s funkcí kružnice pro navržení základní části držáku.

6. Modelovat základní část držáku s „Přidání vysunutím“ s nově vytvořenou skicou.
7. Vytvořit design pro spodní část na vzniklém válci za spodní část těla Kinect s obdélníkem s počátkem ve středu a aplikovat funkci zaoblení skici.
8. Vytvořit odsazené roviny ve dvou vzdálenostech od základní roviny.
9. Navrhnout skici na odsazených rovinách s obdélníkem s počátkem ve středu a aplikovat funkci zaoblení skici.
10. Spojit profily pro vytvoření základny Kinect s využitím posledních tří skic.
11. Vytvořit rádius na přední straně těla Kinect s použitím funkce zaoblení.
12. Vytvořit skici pro čočky kamer na přední části těla Kinect s kružnicemi.
13. Modelovat čočky kamer s „Přidání vysunutím“ s využitím skici.
14. Vytvořit kopule na čočkách kamer s použitím funkce kopule na vytvořených kruhových ploškách.
15. Designovat boční část těla Kinect s vytvořením skici z boční strany, využívající funkci přenesení entit a odsazení entit.
16. Vytvořit chladicí otvory v těle Kinect s použitím „Odebrání vysunutím“ s vytvořenou skicí.
17. Aplikovat zrcadlení pro duplikaci symetrických prvků vzhledem k pravé rovině.
18. Přidat text na přední rovině vytvořením skici s funkcí text, který je následně rozložen pomocí funkce rozebrat text.
19. Modelovat označení modelu s „Přidání vysunutím“ z vytvořené skici, dodávajíc finální detaily modelu Kinect.



Obrázek 6.23: Model kinect

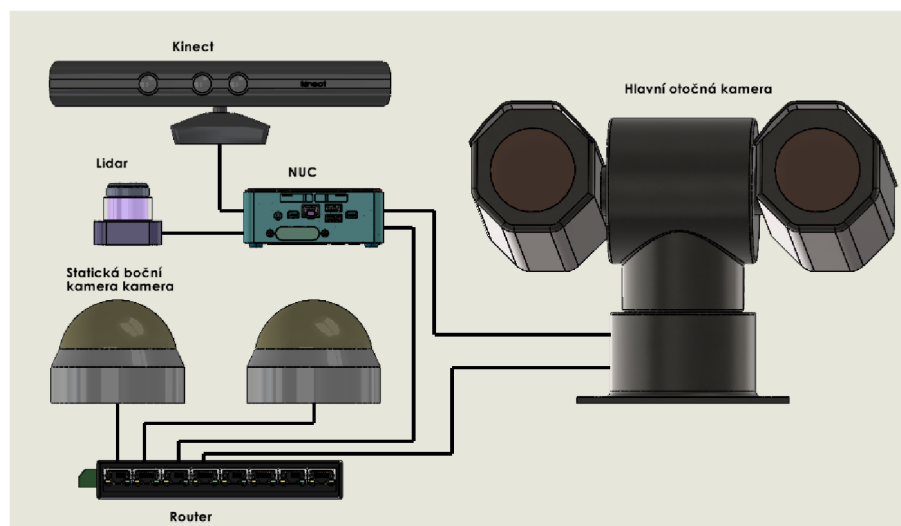
## Schéma zapojení

Konstrukce sensorové věže je navržena s důrazem na flexibilitu a možnost rozšiřovat senzory. V jádru věže stojí kompaktní minipočítač NUC, který tvoří základní stavební kámen celého systému. K minipočítači je připojen soubor vysoce citlivých sensorů, včetně Kinectu a Lidaru, které společně poskytují komplexní prostorové vnímání okolního prostředí. K těmto sensorům je rovněž přidána hlavní otočná kamera, která umožňuje detailní vizuální průzkum v širokém úhlu.

Minipočítač NUC je dále propojen s routerem, který slouží jako hlavní komunikační uzel. K routeru jsou připojeny i další dvě boční statické kamery. Kamery jsou strategicky umístěny tak, aby doplňovaly záběr hlavní otočné kamery a poskytovaly tak širší pohled na monitorovanou oblast. Uspořádání umožňuje efektivní sběr dat z různých úhlů, což je klíčové pro zajištění komplexního pokrytí monitorovaného prostoru.

Data shromážděná těmito senzory a kamerami jsou přenášena přes router do kamerového centra pro dálkové ovládání. Přenos dat je zajištěn s využitím pokročilých komunikačních technologií, které garantují rychlý a bezpečný přenos informací. V kamerovém centru jsou data analyzována a zpracována, což umožňuje operátorům provádět informovaná rozhodnutí a reagovat na jakékoli změny v monitorované oblasti v reálném čase.

Celkově je sensorová věž vybavena způsobem, aby poskytovala detailní a komplexní pohled na sledované prostředí, tudíž ji činí neocenitelným nástrojem pro dálkové monitorování a ovládání. Její design a technologická výbava jsou pečlivě vybrány a integrovány tak, aby zajistily maximální efektivitu a spolehlivost v různých provozních podmínkách.



Obrázek 6.24: Elektrické schéma zapojení sensorové věže

## 6.6 Zdroj energie

Energetický zdroj našeho robota je koncipován jako komplexní systém skládající se z několika klíčových částí. Hlavní výbava zahrnuje lithium-iontovou baterii s definovanou kapacitou, sloužící jako primární zásobárna energie. S cílem optimalizovat dojezd robota byly implementovány solární panely, které představují ekologicky šetrný způsob prodloužení dojezdu. Pro zajištění nepřetržitého energetického přísunu a jako záložní opatření byla

integrována elektrocentrála. Kombinace baterie a solárních panelů má za cíl poskytnout dostatečnou energetickou rezervu pro provádění všech potřebných operací.

Solární panely jsou umístěny strategicky tak, aby maximalizovaly absorpci sluneční energie a tím prodlužovaly dojezd robota. Elektrocentrála slouží jako záložní zdroj energie, připravený na aktivaci v případě nepředvídaných komplikací. Energetické komponenty jsou umístěny na podlaze vozítka, což nejenže zajišťuje optimální rovnoměrné rozložení hmotnosti, ale také snižuje těžiště, což má pozitivní vliv na jízdní vlastnosti a stabilitu robota během provozu.



Obrázek 6.25: Model zdrojů energie

## 6.6.1 Popis konstrukce

### Generátor

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 15.

1. Zahajte projekt vytvořením nového souboru a vybráním horní rovině pro první skicu, která položí základy designu.
2. Vytvořit základní tvar centrály na horní rovině s použitím funkce rohový obdélník, zvolit rozměry odpovídající skutečným rozměrům centrály.
3. Ukončit skici po dokončení základního tvaru.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicí pro vytvoření 3D modelu základního tvaru centrály.
5. Navrhnout madlo vytvořením další skici na horní rovině centrály s kombinací rohového obdélníku a přímky s osou pro definování tvaru madla.
6. Vytvořit základní tvar madla s „Odebrání vysunutím“ na skicu madla pro vytvoření dutého prostoru a definování jeho základního tvaru.



7. Upravit madlo na boční straně s vytvořením skici pomocí rohového obdélníku a prvkem „Odebrání vysunutím“ pro vytvoření vybrání usnadňující úchop.
8. Dokončit tvar madla na pravé rovině s vytvořením skici s použitím přímek a přenesených entit a metodou „Odebrání vysunutím“ pro dotvoření finálního tvaru madla.
9. Zkosení a zaoblení na pravé rovině s vytvořením skici pomocí přímkou a aplikací „Odebrání“ pro vytvoření zkosení na pravé boční straně centrály.
10. Vytvořit zhloubení pro palivové víko na horní rovině s použitím funkce kružnice pro náčrt zhloubení a aplikací „Odebrání vysunutím“ pro jeho vytvoření.
11. Modelovat palivové hrdlo s „Přidání vysunutím“ s vybranou odlišnou konturou na stejné skice pro vytvoření palivového hrdla.
12. Vytvořit zhloubení pro konektory na boční straně centrály s vytvořením skici pomocí rohového obdélníku a prvkem „Odebrání vysunutím“ pro vytvoření zhloubení pro výstupní konektory a ovládací prvky.
13. Finální úpravy centrály s aplikací zkosení a zaoblení bočních hran pro zlepšení estetiky a ergonomie výsledku.



Obrázek 6.26: Model generátoru Hecht

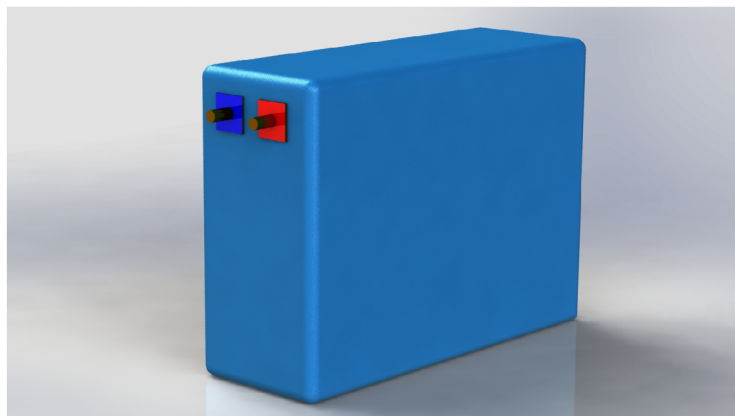
## Baterie

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 16.

1. Začít projekt otevřením nového souboru a výběrem horní roviny pro vytvoření první skici, která tím položí základ pro tvorbu baterie.
2. Vytvořit základní tvar baterie na horní rovině s využitím nástroje pro kreslení rohového obdélníku a zadat rozměry odpovídající specifikacím baterie.
3. Ukončit skicu po nakreslení základního obrysu a ověření správnosti všech rozměrů.



4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou, což přemění 2D skicu na 3D model baterie.
5. Vytvořit skicu pro elektrody na přední straně modelu baterie s použitím rohového obdélníku pro navržení pozic pro kladné a záporné elektrody.
6. Vytvořit značky elektrod s použitím „Přidání vysunutím“ na nově vytvořenou skicu pro modelování vystupujících značek kladné a záporné elektrody, dodat baterii realističtější vzhled.
7. Modelovat konektory s použitím stejné skici znovu pro „Přidání vysunutím“ a vytvořit konektory na baterii, nastavit přiměřenou výšku vysunutí, aby konektory vystupovaly z těla baterie.
8. Aplikovat zaoblení na konektorech s nástrojem „Kopule“ pro vytvoření kulatého zaoblení na jejich vrcholu, což přidá na detailnosti a estetice konektorů.



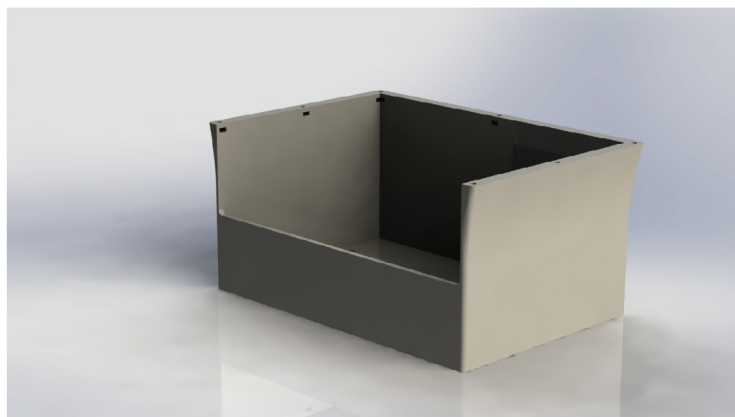
Obrázek 6.27: Model baterie

## Box na baterie

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 17.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu jako výchozí místo pro první skicu, položí se tím základ designu boxu na baterie.
2. Vytvořit základní tvar boxu použitím nástroje pro kreslení rohového obdélníku na horní rovině, zajistit, aby rozměry obdélníku odpovídaly požadovaným rozměrům finálního boxu.
3. Ukončit skicu po dokončení základní skici a ověření rozměrů a umístění obdélníku.
4. Vytvořit rozšíření pomocí zkosení na hranách obdélníku na horní rovině, nastavit parametry zkosení podle potřeby pro dosažení požadovaného vzhledu.
5. Modelovat dutý tvar metodou „Skořepina“ aplikací nástroje skořepina na vytvořený objemový model, vytvořit uvnitř boxu dutý prostor s nastavenou tloušťkou stěn skořepiny dle specifikace designu boxu.

6. Vytvořit skici pro otvory na spodní straně boxu s použitím kružnice pro definování pozic otvorů, sloužících pro montáž nebo ventilaci.
7. Vytvořit otvory pomocí „Odebrání vysunutím“ se skicou s kružnicemi pro vytvoření otvorů v boxu, nastavit hloubku a rozměry odebrání aby odpovídaly technickým požadavkům.
8. Navrhnout otvory na horní straně boxu pomocí skici s použitím kružnice pro definování otvoru.
9. Vytvořit otvory na horní straně metodou „Odebrání vysunutím“ s nově vytvořenou skicou na horní straně, tento proces odebrání materiálu umožní realizaci specifických funkcí boxu, jako je přístup k bateriím.



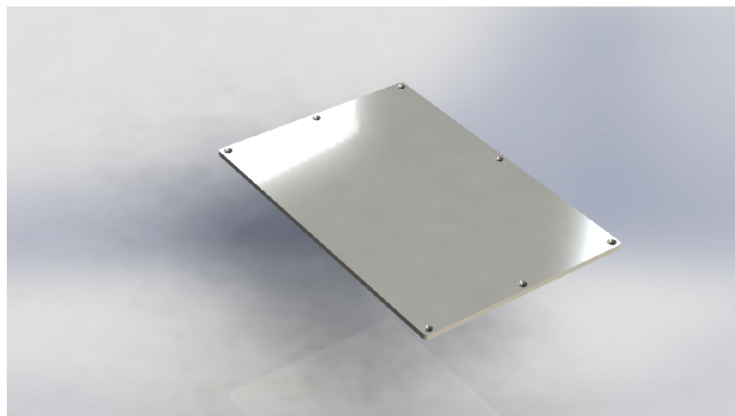
Obrázek 6.28: Model boxu na baterie

## Víko boxu na baterie

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 18.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu jako výchozí bod pro první skicu, položí se tím základy pro konstrukci víka boxu na baterie.
2. Vytvořit základní tvar víka na horní rovině s využitím nástroje pro kreslení rohového obdélníku, pečlivě nastavit rozměry obdélníku aby odpovídaly požadovaným rozměrům víka boxu na baterie.
3. Ukončit skicu po dokončení základní skici a ověření všech rozměrů a umístění obdélníka.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou, což přemění 2D skicu na 3D model víka, nastavit vhodnou výšku vysunutí dle potřeby pro víko.
5. Vytvořit zaoblení na stranách víka aplikací nástroje zaoblení na hranách objemového tělesa víka.

6. Navrhnout otvory pro šrouby na horní straně víka s použitím kružnice pro definování místa otvorů, sloužících k upevnění víka na box.
7. Vytvořit otvory pro šrouby s použitím nástroje „Odebrání vysunutím“ na skicu s kružnicemi, což umožní připevnění víka k boxu na baterie.



**Obrázek 6.29:** Model víka boxu na baterie

## Flexibilní solární panel

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 19.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu pro vytvoření první skici, která položí základ pro design solárního panelu.
2. Vytvořit základní tvar solárního panelu na horní rovině s použitím funkce rohového obdélníku pro kreslení základního tvaru a použít nástroj zaoblení na rohy skici pro dosažení plynulejších a realističtějších kontur panelu.
3. Ukončit skicu po finalizaci základní skici a zaoblení rohů.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou pro vytvoření objemového tělesa ze skici.
5. Vytvořit skicu pro montážní díry na horní straně solárního panelu, která používá prvky kružnice reprezentující montážní díry panelu.
6. Vytvořit montážní díry s použitím nástroje „Odebrání vysunutím“ na skici s kružnicemi pro vytvoření montážních děr v solárním panelu, nastavit hloubku odebrání aby odpovídala potřebám montáže.
7. Navrhnout část pro umístění článků na horní rovině s vytvořením skici, tentokrát obsahující kombinaci prvků přímky a obdélníku s počátkem ve středu která definuje oblast pro umístění fotovoltaických článků solárního panelu.
8. Modelovat oblast pro fotovoltaické články s využitím skici nástrojem „Přidání vysunutím“ pro vytvoření vystupující části na solárním panelu, sloužící k umístění fotovoltaických článků.

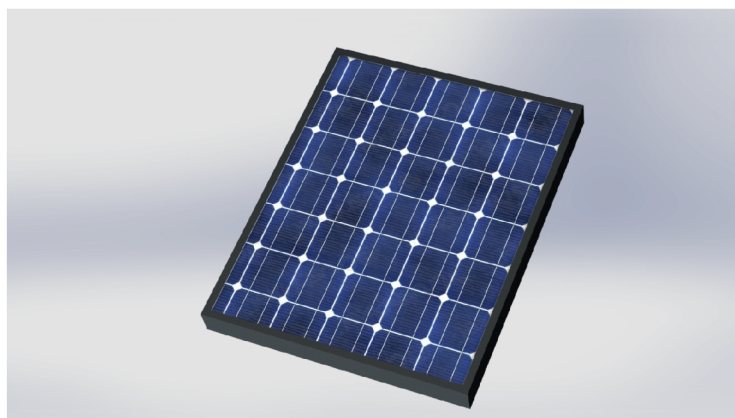


**Obrázek 6.30:** Model flexibilního solárního panelu

## Solární panel s hliníkovým rámem

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 20.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu pro vytvoření první skici, která tím položí základy pro konstrukci solárního panelu.
2. Vytvořit základní tvar solárního panelu na horní rovině s použitím nástroje rohového obdélníku.
3. Ukončit skici po dokončení základního obrysu solárního panelu.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou, čímž se vytvoří základní 3D model solárního panelu .
5. Vytvořit skicu pro solární články na horní straně modelu, obsahující obdélník s počátkem ve středu pro určení místa pro umístění solárních článků.
6. Vytvořit místo pro solární články s použitím nástroje „Odebrání vysunutím“ s nově vytvořenou skicou čímž se vytvoří prohlubeň pro umístění solárních článků.
7. Vytvořit dutinu metodou „Skořepina“ aplikací nástroje na zadní stranu modelu solárního panelu.
8. Navrhnout montážní otvory na zadní straně panelu s vytvořením skici obsahující kružnice pro definování polohy montážních otvorů.
9. Vytvořit montážní otvory aplikací nástroje „Odebrání vysunutím“ na skicu s kružnicemi, což vytvoří montážní otvory v zadní části solárního panelu.
10. Vytvořit box s elektronikou na zadní straně solárního panelu s použitím rohového obdélníku pro definování obrysu boxu s elektronikou.
11. Modelovat box s elektronikou prvkem „Přidání vysunutím“ pomocí vytvořené skici, čímž se vytvoří vystupující box pro ochranu elektronických komponent solárního panelu.



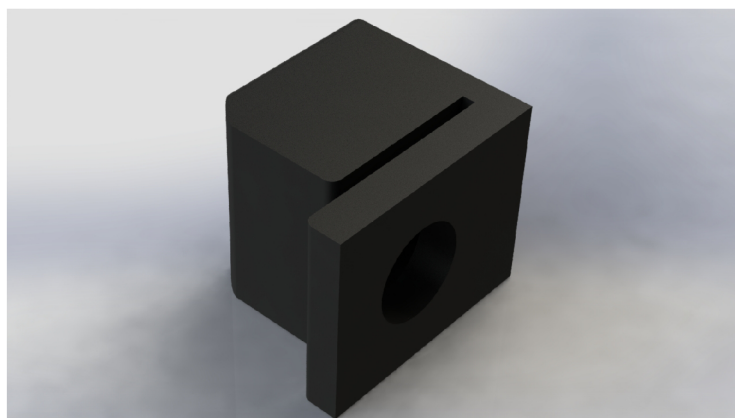
Obrázek 6.31: Model solárního panelu s hliníkovým rámem

## Držák solárního panelu

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 21.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu jako výchozí místo pro vytvoření první skici která položí základ pro navrhování držáku panelu.
2. Vytvořit základní tvar držáku na horní rovině s použitím nástroje rohového obdélníku a přizpůsobit rozměry obdélníka tak, aby odpovídaly požadavkům.
3. Ukončit skici po dokončení základního tvaru držáku panelu.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybranou skicou, nastavit vhodnou výšku vysunutí dle specifikace držáku.
5. Vytvořit skici pro další část držáku na horní hraně objemového tělesa s použitím rohového obdélníku pro definování další části držáku panelu.
6. Modelovat další část držáku s „Přidání vysunutím“ s nově vytvořenou skicou pro vytvoření dalšího objemového tělesa, které je součástí držáku panelu.
7. Opakovaně vysunout se změněnou rovinou stejnou skici pro vytvoření distančního efektu držáku.
8. Navrhnout otvor pro zápusťnou matici na horní rovině pomocí vytvoření skici obsahující kružnici pro definování otvorů pro zápusťné matice.
9. Vytvořit otvory metodou „Odebrání vysunutím“ u předešlé skici pro vytvoření otvorů v držáku, určených pro zápusťnou matici.
10. Zaoblit hrany držáku panelu s použitím nástroje zaoblení pro zlepšení estetiky a bezpečnosti při manipulaci.





Obrázek 6.32: Model držáku solárního panelu

### 6.6.2 Popis zdrojů energie

Na základě důkladného průzkumu trhu a technologických možností byly jako nejvhodnější identifikovány lithium-iontové baterie. Baterie nabízejí optimální rovnováhu mezi hustotou energie, životností a bezpečností. Byla provedena detailní analýza jejich chemických a fyzikálních vlastností, včetně mechanismů dobíjení a vybíjení, tepelné stability a managementu cyklu života. Zvláštní pozornost byla věnována výběru baterií s nejvyšším možným počtem nabíjecích cyklů a minimální degradací kapacity v čase.

Rozhodl jsem se pro paralelní zapojení čtyř baterií s individuálními charakteristikami 36 V a 7 Ah, čímž jsem teoreticky více než zdvojnásobil kapacitu systému. Každá baterie byla pečlivě vybrána s ohledem na její schopnost dlouhodobě udržet konzistentní výkon a minimální ztrátu kapacity. Baterie jsou připojeny na systém pro aktivní správu baterií, který monitoruje a reguluje teplotu, napětí a proud každé baterie, což přispívá k optimalizaci jejich výkonu a prodlužuje životnost systému jakož i chrání před skratem.

Dalším klíčovým prvkem našeho energetického systému jsou solární panely. S cílem maximalizovat využití obnovitelné energie a prodloužit dojezd vozidla jsme implementovali dva solární panely - přední s výkonem 80 W a zadní s výkonem 10 W. Panely jsou propojeny přes solární regulátor přímo k bateriím, což zajišťuje jejich efektivní dobíjení i během jízdy. Varianta je ekologicky šetrná, nejenže prodlužuje dojezd, ale také přispívá k celkové energetické efektivitě vozidla.

Zahrnutí zálohového generátoru Hecht IG 1100 bylo zásadní pro zajištění nepřetržitého provozu vozidla v situacích, kdy hlavní bateriový systém nebo solární dobíjení nejsou schopny pokrýt energetické potřeby. Byl navržen mechanismus pro jeho automatické spuštění v případě nízkého stavu nabití baterií. Tato část obsahuje podrobný popis technických specifikací generátoru, jeho efektivity a bezpečnostních opatření při integraci do celkového systému.

### 6.6.3 Schéma zapojení

Schéma zapojení zdrojů energie představuje sofistikovaný systém, který je navržen tak, aby optimalizoval využití různých zdrojů energie pro maximální efektivitu a spolehlivost. Tento systém se skládá ze tří klíčových komponent, každá z nich hraje zásadní roli v celkové funkčnosti a výkonnosti systému.

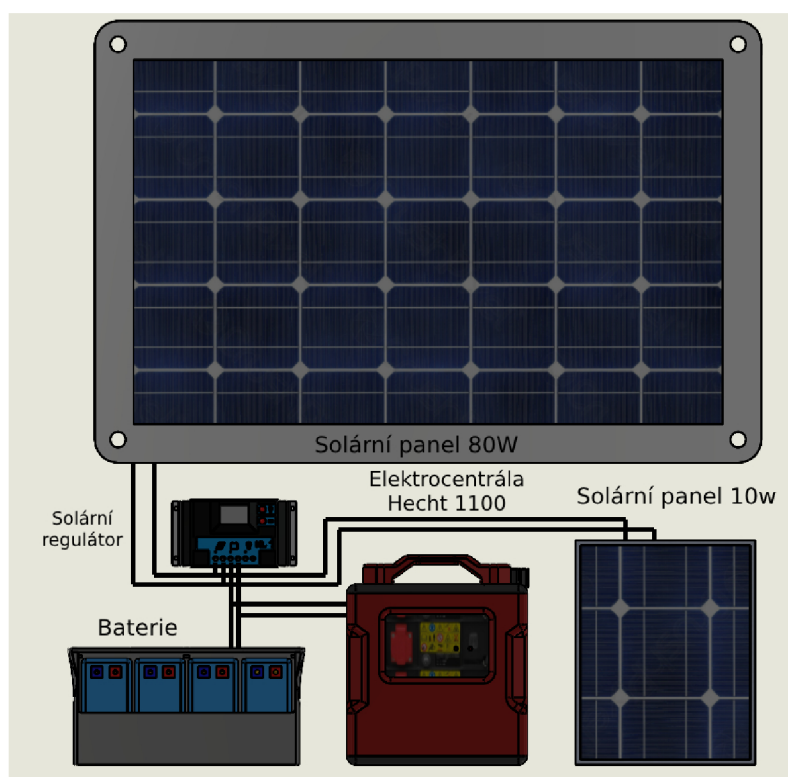


Prvním a základním prvkem systému je sestava čtyř lithium-iontových (Li-ion) baterií, každá s napětím 36 voltů a kapacitou 7 ampérhodin (Ah). Baterie jsou zapojeny paralelně, což umožňuje zvýšení celkové kapacity systému bez změny napětí. Paralelní zapojení zajišťuje, že energie je distribuována rovnoměrně mezi všechny baterie, což prodlužuje jejich životnost a zajišťuje stabilní zdroj energie pro systém.

Druhou klíčovou komponentou jsou solární panely. Panely jsou rovněž zapojeny paralelně, což umožňuje systému maximálně využít dostupné sluneční záření pro generování elektrické energie. Veškerá energie získaná z solárních panelů je následně přiváděna do solárního regulátoru. Solární regulátor hraje klíčovou roli v celém systému tím, že optimalizuje proces nabíjení baterií a zároveň chrání baterie před přetížením nebo hlubokým vybitím. Díky uvedenému je zajištěno efektivní a bezpečné využití energie získané z solárních panelů.

Posledním prvkem v komplexním systému je elektrocentrála, která je navržena jako nouzový zdroj energie. Elektrocentrála je připojena k bateriím a je aktivována v případě, že hlavní zdroje energie (baterie a solární panely) nejsou schopny pokrýt energetické potřeby systému. Elektrocentrála zajistí, že v případě nouze nebo výpadku hlavních zdrojů energie budou baterie rychle a efektivně dobity, čímž se zajistí nepřetržitý tok energie pro systém.

Celkově je systém zapojení zdrojů energie navržen s ohledem na maximální efektivitu, spolehlivost a bezpečnost. Paralelní zapojení baterií a solárních panelů umožňuje optimalizaci využití dostupných zdrojů energie, zatímco přítomnost elektrocentrály jako nouzového zdroje energie zajišťuje, že systém zůstane funkční i v extrémních situacích.



Obrázek 6.33: Elektrické schéma zapojení zdrojů energie

## 6.7 Pohon

V rámci našeho projektu jsme narazili na technický problém spojený s pohonem našeho robota. Při dodání motoru s ESC od výrobce jsme zjistili, že dodaný ESC není schopný provádět jednoduchou komunikaci s naším řídicím modulem. Omezení pro nás představovalo výzvu, kterou jsme se rozhodli překonat.

Abychom umožnili efektivní komunikaci mezi řídicím modulem a ESC, jsme zavedli inovativní řešení. Přidali jsme předřadné Arduino, které bylo navrženo způsobem, aby modifikovalo příchozí signál z řídicího modulu. Tímto způsobem jsme vytvořili prostředníka, který umožňuje interpretaci a přenos signálu v formátu, který je pro ESC srozumitelný a plně kompatibilní.

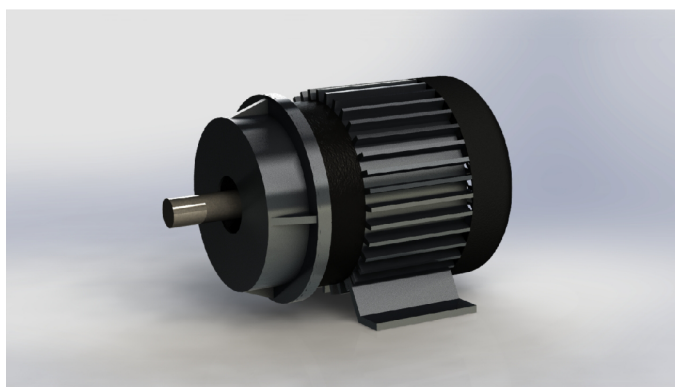
### 6.7.1 Popis konstrukce

#### Motor

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 21.

1. Otevřít nový projekt a zvolit horní rovinu pro vytvoření první skici, která položí základ pro modelování těla motoru.
2. Vytvořit základní tvar těla motoru na horní rovině s použitím nástroje kružnice. Nastavit průměr kružnice tak, aby odpovídal skutečným rozměrům motoru.
3. Ukončit skicu po dokončení obrysu a kontrole všech rozměrů.
4. Vytvořit objemové tělo motoru s vybranou kruhovou skicou pomocí nástroje „Přidání vysunutím“, nastavit vhodnou výšku vysunutí.
5. Vytvořit skici pro žebrování motoru na horní rovině kombinací obdelníku a kruhového pole pro žebrování okolo motoru.
6. Vytvořit žebrování metodou vysunutí s použitím skici pro vytvoření výstupků na těle motoru pro zlepšení chladících vlastností.
7. Modelovat zakončení žebra na boční straně jednoho z výstupků s použitím kružnice a přenesených entit, následně vysunutím pro vytvoření zakončení žebra.
8. Navrhnout kotvící nohy motoru s vytvořením skici na horní rovině těla motoru s použitím přímek a přenesených entit pro definici kotvících nohou.
9. Vytvořit objemové tělo kotvících nohou s „Přidání vysunutím“ transformací skici kotvících nohou na objemové těleso pro uchycení motoru k montážní ploše.
10. Modelovat výstupní hřídel motoru na boční straně motoru s vytvořením skici pomocí kružnice a vysunutím pro vytvoření výstupní hřídele.
11. Vytvářet díry pro šrouby na spodní straně stojny motoru s kružnicí ve skice a následným odebráním vysunutím pro vytvoření těchto děr.

12. Navrhnout průduch pro chlazení na boční straně motoru s vytvořením skici s kružnicemi, přímkou a oříznutím entit pro definici tvaru a umístění průduchu.
13. Vytvořit průduch metodou odebrání vysunutím s použitím skici pro vytvoření otvoru v boční straně motoru pro chlazení.
14. Aplikovat kruhové pole pro distribuci průduchů pro rovnoměrnou distribuci po celém obvodu motoru, využití nástroje pro rychlé a efektivní vytvoření více průduchů z jedné skici.

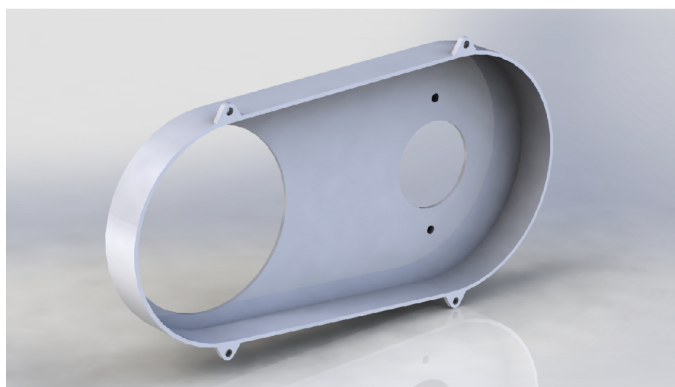


Obrázek 6.34: Model motoru

## Kryt motoru

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 22.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu jako výchozí bod pro první skicu, která položí základ pro další konstrukci modelu.
2. Vytvořit základní skici na horní rovině s použitím kombinace kružnice a přímkou pro vytvoření základního tvaru krytu převodového ustrojí, pečlivě zvolit rozměry a umístění těchto prvků tak, aby odpovídaly specifikacím a požadavkům na design krytu.
3. Ukončit skici po dokončení základní skici a kontrole všech rozměrů a umístění.
4. Modelovat základní tvar metodou „Přidání vysunutím“ s vybraným náčrtem přeměnit tak 2D skicu na 3D model krytu.
5. Vytvořit zaoblení na boční straně s použitím nástroje zaoblení pro vytvoření hladkých rádiusů na bočních stranách vytvořeného tělesa, zlepšit estetický vzhled modelu.
6. Vytvořit dutý tvar metodou „Skořepina“ aplikací nástroje pro odstranění materiálu z vnitřní strany modelu, vytvořit dutý prostor uvnitř krytu převodového ustrojí.



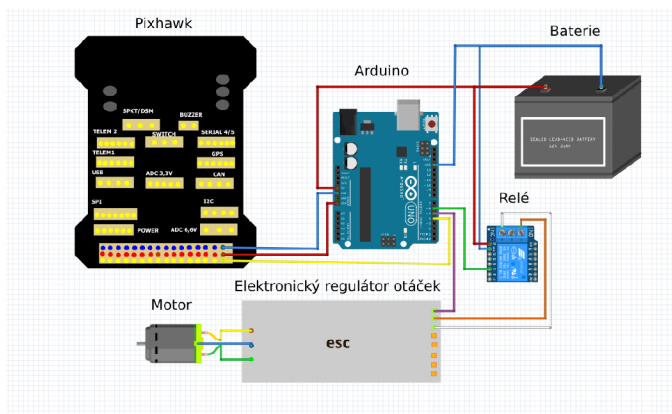
Obrázek 6.35: Model krytu motoru

## 6.7.2 Schéma zapojení

Srdcem našeho systému je mikrokontrolér Arduino Uno, který zpracovává signály a ovládá další komponenty. Napájení Arduino Uno je zajištěno přímo z baterie prostřednictvím Vin pinu, přičemž země (GND) je sdílená s ostatními komponenty. K Arduino je také připojen Pixhawk, což je klíčový prvek pro navigaci a řízení, a to pomocí standardního třípinového konektoru, který obsahuje zem (GND) připojenou na GND pin Arduina, napájecí zdroj (VCC) připojený na 5V výstup Arduina, a signální vodič spojený s digitálním pinem 2 Arduina pro výměnu datových signálů.

Pro přepínání vyšších napětí nebo proudů je v systému využit relé modul, který je ovládán z Arduina a jehož vstupní pin je připojen na další digitální pin Arduina, pin 4. Stejně jako u ostatních komponent, i relé modul má VCC a GND připojeny společně. Důležitou součástí je také ESC (Electronic Speed Controller), který umožňuje řízení rychlosti a směru otáčení motoru. Signální vodič ESC je připojen na PWM pin 9 Arduina pro modulaci šířky pulsu, zatímco napájení je zajištěno přímo z baterie, aby se zajistil dostatečný výkon pro motor.

Celkově je systém napájen z hlavní baterie, která slouží jako primární zdroj energie. Baterie je připojena k Arduino dále k Pixhawku přes 5V a GND z Arduina a přímo k ESC, což umožňuje efektivní ovládání a správnou komunikaci mezi Arduino Uno a Pixhawkem, jakož i přesné řízení motoru prostřednictvím ESC.



Obrázek 6.36: Elektrické schéma zapojení pohonu

### 6.7.3 Popis programu

Arduino kód slouží k řízení elektronického regulátoru otáček motoru (ESC) a relé pomocí signálu PWM a hodnoty z analogového ovladače. Zde je detailní popis jednotlivých částí:

#### Globální proměnné

V kódu jsou definovány globální proměnné, jako například `control_gas_val`, která uchovává hodnotu z analogového vstupu, `front` a `rev` pro uchování mapovaných hodnot pro ovládání motoru dopředu a zpět, a také konstanty pro čísla pinů jako `pwm_pin`, `rele_pin`, a `control_gas_pin`.

```

1 int control_gas_val = 0;
2 int front = 0;
3 int rev = 0;
4 const int pwm_pin = 5;           // PWM vystup na ESC
5 const int rele_pin = 6;         // LOW HIGH vystup na rele
6 const int control_gas_pin = 4; // Ovladac - vstup ovladace

```

#### Funkce setup()

Ve zmiňované funkci se inicializuje sériová komunikace pomocí `Serial.begin(9600)` a nastavují se vstupy a výstupy pinů pomocí `pinMode()`.

```

1 void setup() {
2     Serial.begin(9600);
3     pinMode(pwm_pin, OUTPUT);
4     pinMode(rele_pin, OUTPUT);
5     pinMode(control_gas_pin, INPUT);
6 }

```

#### Funkce loop()

V hlavní smyčce programu se čte hodnota z analogového vstupu `control_gas_val` pomocí funkce `pulseIn()` a tato hodnota se poté vypisuje na sériový monitor.

```

1 void loop() {
2     control_gas_val = pulseIn(control_gas_pin, HIGH);
3     Serial.println(control_gas_val);
4
5     // Kod pro ovladani motoru na zaklade hodnoty z ovladace
6     // ...
7
8 }

```

#### Ovládání motoru

Ovládání motoru je implementováno pomocí podmínek. Pokud je hodnota `control_gas_val` v určitém rozsahu (například mezi 0 a 1400), motor bude nastaven do zpětného chodu. Naopak, pokud je hodnota větší než 1600, motor bude nastaven do dopředného chodu. Přitom je použito mapování hodnoty z analogového ovladače na hodnoty PWM, které jsou

následně předávány na PWM výstup (pin 'pwm pin'). Relé ('rele pin') je řízeno podle směru otáčení motoru.

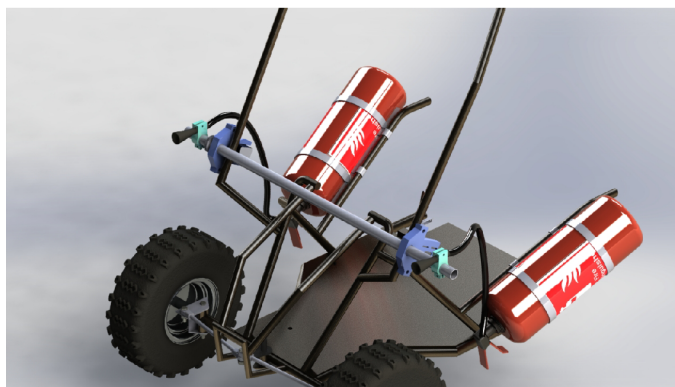
```
1 if (control_gas_val > 0 && control_gas_val < 1400) {  
2     // Kod pro zpetny chod motoru  
3     // ...  
4 }  
5  
6 if (control_gas_val > 1600) {  
7     // Kod pro dopredny chod motoru  
8     // ...  
9 }
```

Tento kód tedy umožňuje ovládat směr otáčení motoru a jeho rychlost pomocí analogového ovladače a elektronického regulátoru otáček, přičemž relé může být využito pro změnu směru otáčení motoru.

## 6.8 Přídavný polohovací přední nosič s jednoosým otáčením

Na přední části rámu vozidla byl integrován inovativní polohovací přední nosič s jednoosým uspořádáním, který exceluje v univerzálním využití. V rámci této konkrétní implementace vozidla jsou na tomto nosiči umístěny hasící přístroje, zatímco trysky jsou vybaveny schopností polohování dle potřeby.

Samotná konstrukce tohoto předního nosiče je tvořena hliníkovým profilem a krokovým motorem, který zajišťuje plynulý pohyb rotace. Krokový motor slouží jako pohon pro otáčení nosiče kolem jedné osy. Kromě toho je implementována šneková převodovka, která se vyznačuje samosvornými vlastnostmi, což umožňuje stabilní fixaci polohy nosiče.



Obrázek 6.37: Model přídavného předního polohovacího nosiče

Kombinace hliníkového profilu, krokového motoru a šnekové převodovky poskytuje efektivní mechanismus pro plynulé a přesné nastavení polohy předního nosiče. Díky tomu lze s výraznou flexibilitou a přesností manipulovat s tryskami hasícího přístroje na přední části vozidla, čímž se zvyšuje jeho schopnost reagovat na různé potřeby a situace.

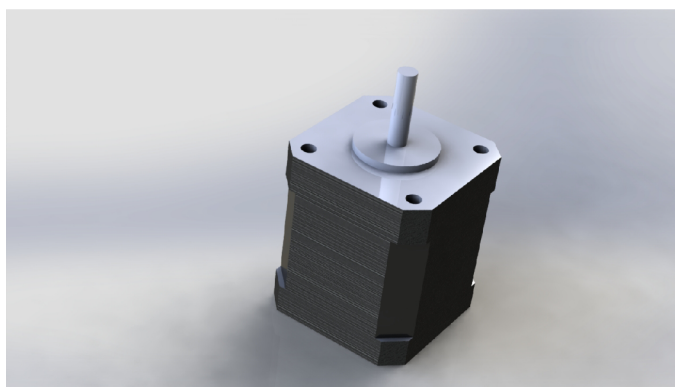


## 6.8.1 Popis konstrukce

### Krokový motor

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 23.

1. Otevřít novým projektem a vybrat horní rovinu pro první skici, připravit prostor pro návrh krokového motoru.
2. Vytvořit skici na horní rovině s použitím rohového obdélníku pro reprezentaci vnějšího těla krokového motoru, ujistit se, že rozměry obdélníku odpovídají fyzickým rozměrům navrhovaného motoru.
3. Ukončit skicu po dokončení skici obdélníku, uložit návrh a připravit se na další krok.
4. Použít funkci „Přidání vysunutím“ s vybranou skicu pro vytvoření objemového tělesa a získat základní tvar těla motoru, nastavit výšku vysunutí aby odpovídala délce motoru.
5. Vytvořit skicu na horní rovině s použitím kružnice pro vytvoření kruhového tvaru, který reprezentuje osu motoru. Přenést existující entity pro zachování tvaru.
6. Ukončit skici po dokončení obrysu.
7. Vytažením skici s použitím nástroje „Přidání vysunutím“ vytvoříme osu.
8. Opakovat proces vytváření skic a jejich vysunutí materiálu pro prvek osazení osy na těle motoru.
9. Zkosit hrany těla motoru s použitím nástroje „Zkosení“ pro zkosení ostrých hran, zlepšit estetiku a bezpečnost designu.
10. Vytvořit skicu na horní straně těla motoru pro další detaily, jako jsou otvory a výstupky, s použitím kružnic a jiných tvarů podle potřeby.
11. Použít „Odebrání vysunutím“ pro vytvoření otvorů a pro odebrání materiálu, umožnit vytvoření průchozích děr a tvarů v motoru.

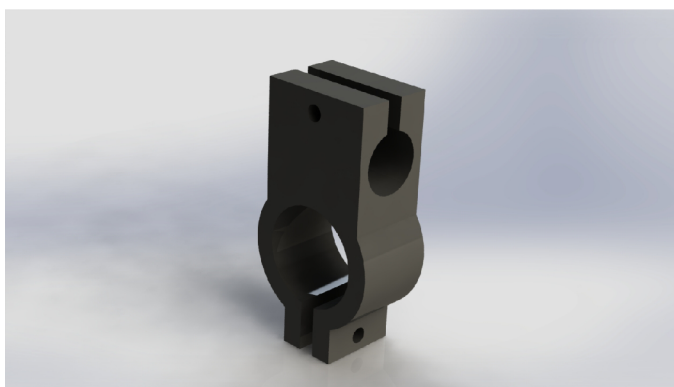


**Obrázek 6.38:** Model krokového motoru

## Držák trysky

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 24.

1. Zahájit modelování otevřením nového projektu a výběrem horní roviny pro první skicu, která položí základ pro celý upínací mechanismus.
2. Vytvořit skicu v horní rovině s použitím kombinace geometrických prvků jako rohový obdélník, kružnice, přímka a osa, definovat vnější kontury a klíčové prvky mechanismu.
3. Ukončit skicu po dokončení náčrtu.
4. Vytvořit skicu na boční straně upínacího mechanismu, použít prvek kružnice pro definování průchodného otvoru a jiných kontur mechanismu.
5. Ukončit skici po nakreslení kružnice a potřebných prvků na boční straně.
6. Odebrat materiál pomocí „Odebrání vysunutím“ s vybrané skicí na boční straně kde vznikly otvor.
7. Vytvořit skici na horní rovině pro otvor na šroub. Definovat díru pro šroub s použitím kružnice a jiných vhodných prvků.
8. Ukončit skicu po vytvoření kontury pro díru na šroub.
9. Odebrat materiál pro vytvoření díry s použitím nástroje „Odebrání vysunutím“ s nově vytvořenou skicou.



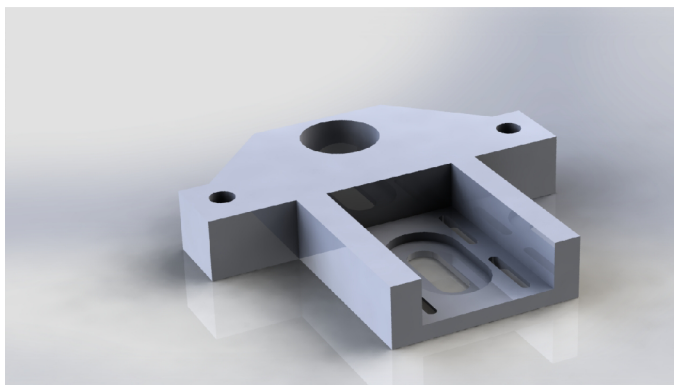
Obrázek 6.39: Model držáku trysek

## Držák osy

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 25.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní roviny pro zahájení návrhu, položit tím základ pro vytváření geometrie držáku.

2. Vytvořit komplexní skicu v horní rovině s použitím kombinace geometrických prvků jako rohový obdélník, rovnoboká drážka, přímka a osa pro navržení základního tvaru držáku motoru.
3. Ukončit skicu po dokončení a ověření všech rozměrů a umístění geometrických prvků.
4. Vysunout první skicu s použitím nástroje „Přidání vysunutím“ pro vytvoření objemového tělesa ze základní skici neboli z 2D skici na 3D model držáku.
5. Provést další vysunutí pro formování držáku motoru s „Přidání vysunutím“ s předchozí vytvořenou skicou, tentokrát specificky pro část držáku sloužící k montáži motoru.
6. Vytvořit náčrt na držáku motoru pro další detaily související s umístěním a fixací motoru na držák s použitím drážky a kružnice.
7. Vytvořit zapuštění pro motor s „Odebrání vysunutím“ aplikací na poslední skici pro odebrání materiálu, vytvořit prostor pro snadnou instalaci motoru do držáku.
8. Vytvořit skicu na boční straně pro kotvící díry s použitím kružnice pro definování místa kotvících děr, sloužících k zajištění držáku k montážní ploše a k dalším komponentům.
9. Vytvořit kotvící díry pomocí prvku „Odebrání vysunutím“ s vybranou skicou pro vytvoření průchodných děr, umožňujících pevné uchycení držáku.



Obrázek 6.40: Model držáku osy

## Hasící přístroj

Rozměry k dílu jsou uvedeny ve výkresu č. 26.

1. Otevřít nový projekt a vybrat horní rovinu pro zahájení designu, položit tím základ pro modelování hasícího přístroje.
2. Vytvořit základní skicu na horní rovině s použitím kružnice pro reprezentaci průměru těla hasícího přístroje. Je potřeba zvolit rozměr odpovídající reálným rozměrům navrhovaného hasícího přístroje.

3. Ukončit skicu po nakreslení kružnice a ověření správnosti rozměrů.
4. Vytvořit tělo pomocí „Přidání vysunutím“ s vybranou kruhovou skicou. Je potřeba vytvořit tělo hasícího přístroje vysunutím do požadované výšky.
5. Vytvořit skicu šroubení na horní straně válce s použitím kružnice, která bude reprezentovat šroubení hasícího přístroje.
6. Formovat šroubení pomocí „Přidání vysunutím“ s kruhovou skicou, transformovat skicu na šroubení vysunutím do malé výšky a přizpůsobit tvar zkosením vysunutí.
7. Vytvořit skicu madla na pravé rovině s použitím kombinace přímek a přenesených entit tak že budou odpovídat konturám madla.
8. Modelovat madlo metodou „Přidání vysunutím“ s předchozí skici.
9. Zaoblit hrany těla přístroje a madla pro hladší design, aplikovat nástroj zaoblení pro plynulé přechody a zlepšení estetiky modelu.
10. Navrhnout hadici na pravé rovině s použitím splajny pro křivku a tvar hadice.
11. Vytvořit hadici metodou „Přidání tažením po křivce“ s využitím skici hadice, vytvořit hadici odpovídající potřeby.



**Obrázek 6.41:** Model hasícího přístroje

## 6.8.2 Schéma zapojení

Přídavný polohovací nosič je sestaven z několika klíčových komponent, které jsou vzájemně propojeny za účelem umožnění precizního pohybu. V srdci systému se nachází krokový motor, který představuje pohybový element nosiče. Ovládání motoru je zajištěno prostřednictvím driveru 298N, což je specializovaný obvod určený pro řízení výkonu motoru a jeho otáčení. Driver je napájen z baterie, která dodává potřebnou energii pro fungování celého systému. Dále je Arduino Nano, mikrokontrolér, který funguje jako řídicí jednotka celého zařízení, přijímá instrukce z Pixhawk a přetváří je na ovládací signály pro driver motoru.

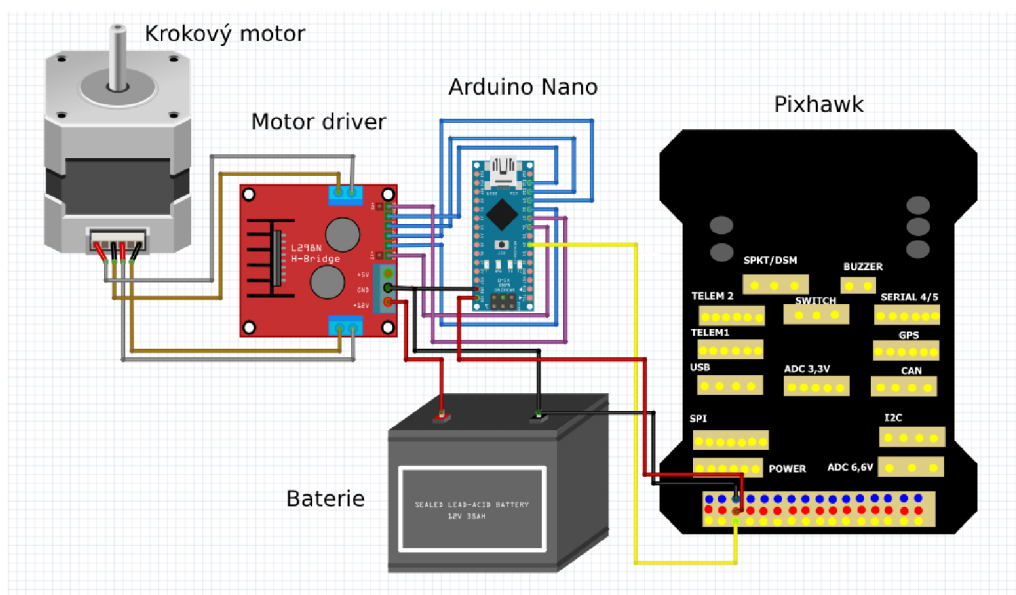
Pixhawk, vyspělá řídicí platforma často využívaná v bezpilotních systémech, poskytuje vstupní signály pro Arduino Nano, které určují, jakým způsobem by měl krokový motor

pohybovat s nosičem. Arduino Nano, následně signály dekoduje a převede na specifické instrukce pro driver 298N, ovládající krokování motoru a jeho směr otáčení. Zmiňovaný proces je umožněn propojením výstupních pinů Arduino s vstupními piny driveru.

Driver 298N je připojen k baterii, což zahrnuje připojení jeho napájecích vstupů (VCC a GND) k odpovídajícím pólům baterie, zajišťující tak potřebné napájení pro driver a motor. V rámci systému Arduino Nano komunikuje s driverem 298N přes vstupní piny (IN1, IN2, IN3, IN4), které řídí činnost motoru podle přijatých instrukcí z Pixhawk.

Pro navázání spojení mezi Arduino Nano a Pixhawk se využívá sériová komunikace, přičemž RX a TX piny Arduino jsou využity k přijímání řídicích signálů od Pixhawk. Propojení umožňuje přesnou synchronizaci mezi řídicím signálem a pohybem motoru, což je základem pro efektivní a přesné řízení polohy.

Výsledkem je integrovaný systém, kde každá komponenta je pečlivě propojena s ostatními, aby bylo možné dosáhnout požadované funkčnosti a výkonu. Detailní propojení mezi krokovým motorem, driverem 298N, baterií, Arduino Nano a Pixhawk tvoří základ pro efektivní řízení polohovacího nosiče, který najde uplatnění v řadě aplikací vyžadujících vysokou úroveň kontroly nad pohybem.



Obrázek 6.42: Elektrické schéma zapojení přídavného předního nosiče

### 6.8.3 Popis programu

Následující kód pro Arduino má za úkol řídit krokový motor na základě několika vstupních pinů v souladu s hodnotou analogového vstupu nebo signálu pulzní šířky.

Kód začíná importem knihovny Stepper, která umožňuje jednoduché ovládání krokového motoru. Následuje deklarace konstant a proměnných, včetně konfigurace pinů pro ovládání motoru a čtení vstupních signálů.

```

1 #include <Stepper.h>
2
3 const int stepsPerRevolution = 200; // change this to fit the
   number of steps per revolution for your motor

```

```

4  const int motorPin1 = 8;
5  const int motorPin2 = 9;
6  const int motorPin3 = 10;
7  const int motorPin4 = 11;
8  //const int vstupPWMPin = A0;
9
10 const int control_gas_pin=4; // ovladac -vstup ovladac
11
12 int data=0;
13 int staradata=0;
14 int q=0;
15 int vystup=0;
16 int vstupPWM=0;
17
18 Stepper myStepper(stepsPerRevolution, motorPin1, motorPin2,
    motorPin3, motorPin4);

```

V setup() bloku jsou inicializovány parametry programu, včetně nastavení rychlosti motoru. Přes sériový port se vypisují informace o začátku programu a provede se krátký pohyb motoru.

```

1  void setup() {
2    myStepper.setSpeed(240); // set the speed at 60 rpm
3    Serial.begin(9600);
4    Serial.println("start");
5    myStepper.step(350);
6    //delay(1000);
7    Serial.println("pokracujeme");
8
9    pinMode(6, OUTPUT);
10   pinMode(7, OUTPUT);
11
12 }

```

V loop() bloku se opakovaně provádí hlavní část programu.

Čte se hodnota pulzní šířky ze vstupního pinu control gas pin. Hodnotě vstupu odpovídají různé akce. Pokud se nachází v rozmezí 1000 až 1400, motor provede krok dopředu (myStepper.step(250)) a nastaví výstupní piny na HIGH.

V případě, že hodnota leží v intervalu 1600 až 2000, motor provede krok zpět (myStepper.step(-50)) a nastaví výstupní piny na HIGH. V ostatních případech jsou výstupní piny nastaveny na LOW.

```

1
2  void loop() {
3    //vstupPWM=analogRead(vstupPWMPin);
4    vstupPWM=pulseIn(control_gas_pin,HIGH);
5    Serial.print("hop");
6    Serial.print(vstupPWM);
7    Serial.println(" h ");
8
9    if (vstupPWM < 1400 and vstupPWM > 1000) {
10   //data=map(vstupPWM,1400,1000,0,100);
11   myStepper.step(250);
12   Serial.println(" b");
13   digitalWrite(6,HIGH);
14   digitalWrite(7,HIGH);
15 }

```



```
16
17 else if (vstupPWM < 2000 and vstupPWM > 1600) {
18 //data=map(vstupPWM,1400,1000,0,100);
19 myStepper.step(-50);
20 Serial.println(" a");
21 digitalWrite(6,HIGH);
22 digitalWrite(7,HIGH);
23 }
24
25 else{
26     digitalWrite(6,LOW);
27     digitalWrite(7,LOW);
28 }
29
30 }
```

Celkově řečeno, kód sleduje vstupní signál a podle něj řídí pohyb krokového motoru a nastavení výstupních pinů. Sériový port je využíván k monitorování hodnot vstupního signálu během vykonávání programu.

---

## Závěr

V závěrečné práci jsem se věnoval návrhu a vývoji autonomního vozidla, které je postaveno na platformě buggy od značky Hecht. Celý proces začal podrobnou fází rešerše, během které jsem hledal inspiraci a technická řešení v existujících podobných projektech. Cílem bylo získat přehled o nejnovějších trendech a technologiích používaných v autonomních vozidlech, aby mohl můj návrh co nejvíce těžit z aktuálních poznatků v oblasti.

Po úvodní rešerši jsem se zaměřil na důkladný popis a analýzu jednotlivých komponent, které byly vybrány pro použití v konstrukci vozidla. Tento krok byl nezbytný pro pochopení, jak tyto součástky spolupracují a jaké mají specifické požadavky na integraci do celkového systému vozidla. Součástí zmiňované fáze bylo hodnocení dostupných technologií a rozhodování o tom, které komponenty nejlépe vyhovují potřebám projektu.

V praktické části mé práce jsem se zaměřil na konstrukční, elektronické a programové aspekty vozidla. Rozdělil jsem vozidlo na sedm hlavních částí a každou z nich jsem podrobně popsal, což zahrnovalo, jak jejich design a konstrukci, tak i použité elektronické součástky a programovací logiku. Tento detailní pohled umožnil lepší pochopení složitosti projektu a poskytl cenné insigthy do procesu vývoje autonomního vozidla.

Při retrospektivní analýze bylo zjištěno, že volba platformy Hecht buggy, jako základu pro autonomní vozidlo, nebyla ideální. Hlavním problémem byla složitá integrace základních komponent, což vedlo k náročnějšímu vývoji než se původně předpokládalo. Navzdory těmto výzvám bylo vozidlo úspěšně dokončeno, avšak jeho dlouhodobá spolehlivost a výkonnost v nepřetržitém provozu zatím nebyly ověřeny.

V závěru projekt představil vozidlo navržené jako univerzální platformu, která má potenciál sloužit v různých aplikacích. V této konkrétní modifikaci bylo vozidlo přizpůsobeno pro použití jako strážní vozidlo, což představuje první krok k jeho praktickému využití. Výsledky projektu poskytují solidní základ pro další výzkum a vývoj v oblasti autonomních vozidel a zároveň poukazují na důležité aspekty, které je třeba zvážit při budoucích modifikacích a vylepšeních.



**Obrázek 6.43:** Sestavená platforma při venkovním testování

# Seznam použitých zdrojů

- Belal Saleh, DweikMajd Khaled, A. (2018). Omni-Directional Mobile Robot.
- Beneš, P. (2014). *Automatizace a automatizační technika*. Computer Press, Brno, 5., rozš. a aktualiz. vyd edition.
- Beranová, H. (2020). Jednorázové baterie. [online]. [cit. 2024-04-21], Dostupné z: <https://www.ecobat.cz/2020/03/31/cesi-loni-vytridili-a-k-recyklaci-predali-1-696-tun-baterii/>.
- Botland (2024). Vysílač a přijímač 433Mhz. [online]. [cit. 2024-04-21], Dostupné z: <https://botland.cz/radiove-moduly/3191-radiovy-modul-vysilac-fs100a-prijimac-433-mhz-5904422331573.html>.
- Boxwell, M. (2021). *The Solar Electricity Handbook – 2021 Edition: A simple, practical guide to solar energy – designing and installing solar photovoltaic systems*. Greenstream Publishing, -, 1. edition.
- Capek, K. (2013). R.U.R. [online]. [cit. 2024-04-21], Dostupné z: <https://www.databazeknih.cz/dalsi-vydani/r-u-r-183305>.
- Crompton, T. (2000). *Battery Reference Book*. Newnes, Elsevier, 3. edition.
- Electronic, S. (2024). Li ion 18650. [online]. [cit. 2024-04-21], Dostupné z: <https://www.soselectronic.com/cz/products/lg-chem/inr18650mh1-370520>.
- Emanuel, P. (1985). *Motors, Generators, Transformers, and Energy*. Pearson College Div, -, 1. edition.
- Fatma, B. (2023). Rotační koder. [online]. [cit. 2024-04-21], Dostupné z: <https://medium.com/@busrafatma.8898/how-are-encoders-of-benefit-to-the-automation-system-21a83973ddd9>.
- Han, X. a Pu, S. S. (2012). Virtual Prototype Construct of Agricultural Tricycle Based on Driver-Tricycle-Road. *Applied Mechanics and Materials*, 220-223:40–44.
- Hecht (2024). invertorový generátor Hecht IG2201. [online]. [cit. 2024-04-21], Dostupné z: <https://cz.hecht.cz/invertorovy-jednofazovy-generator-hecht-ig-2201>.
- Heissing, B. (2010). *Chassis Handbook*. Springer Fachmedien Wiesbaden, -, 1. edition.

- HODDER, S. M. a RUBIDGE, J. (2017). *ARDUINO REMOTE SENSING & CONTROL USING 433 MHz MODULES: A TUTORIAL COLLECTION OF STAGED PROJECTS*. Takahe Publishing Ltd, -, 1. edition.
- Hughes, J. M. (2015). *Practical electronics*. O'Reilly, Sebastopol, CA.
- Intel (2022). Intel NUC,. [online]. [cit. 2024-04-21], Dostupné z: <https://im9.cz/iR/importprodukt-orig/0f8/0f8019db2487d9796064ebeb49041fc-mm2000x2000.jpg>.
- Jan, Z., Ždánský, B., a Čupera, J. (2018). *Automobily*. Avid, spol. s r.o., Brno, 6. vydání edition.
- Kaiser, J. L. (1998). *Electrical Power: Motors, Controls, Generators, Transformers*. Goodheart-Willcox Pub, -, 3., edition.
- Kasei, A. (2022). magnetický koder. [online]. [cit. 2024-04-21], Dostupné z: <https://www.akm.com/us/en/products/rotation-angle-sensor/tutorial/type-mechanism-1/>.
- Khan, S., Guivant, J., a Li, X. (2022). Design and experimental validation of a robust model predictive control for the optimal trajectory tracking of a small-scale autonomous bulldozer. *Robotics and Autonomous Systems*, 147.
- Klumpp, Langer, D., Levandowski, A., Levinson, J., Stavens, Vogt, A., a Thrun, S. (2008). Junior: The Stanford Entry in the Urban Challenge. *Journal of Field Robotics*, 2007(-):569–597.
- Kosa, M. (2024). potenciometr. [online]. [cit. 2024-04-21], Dostupné z: <https://dratek.cz/arduino/1176-potenciometr-1k-ohm-linearni.html>.
- Kuttan, A. (2007). *Robotics*. I K International Publishing House, Londýn, 1. edition.
- Marquez-Sanchez, C., Antonio-Cruz, M., Sandoval-Gutierrez, J., Quiroz-Velazquez, V. E., a Merlo-Zapata, C. A. (2019). Construction of a Low-cost Wheeled Mobile Robot for Testing Automatic Control Techniques. In *2019 International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive Engineering (ICMEAE)*, pp. 102–107. IEEE.
- Mendoza, J. A. a Gonzalez-Villela, V. J. (2020). *Advanced Robotic Vehicles Programming: An Ardupilot and Pixhawk Approach*. Apress, -, 1. edition.
- Moffatt, A., Platt, E., Mondragon, B., Kwok, A., Uryeu, D., a Bhandari, S. (2020). Obstacle Detection and Avoidance System for Small UAVs using a LiDAR. In *2020 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, pp. 633–640. IEEE.
- Monk, S. (2015). *Fritzing for Inventors: Take Your Electronics Project from Prototype to Product*. McGraw Hill TAB, -, 1. edition.
- Nguyen, T., Gutierrez, A., Gutierrez, P., Jimenez, J., Akhetuamen, N. A. R., a Wang, Y. (2022-6-21). RC Auto Mapper. In *2022 IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques (IST)*, pp. 1–2. IEEE.

- Pagáč, M. ([2020]). *Učebnice SolidWorks*. Vydavatelství Nová média, s.r.o., V Brně, 2. vydání edition.
- Paredes, F., Herrojo, C., a Martín, F. (2021). Position Sensors for Industrial Applications Based on Electromagnetic Encoders. *Sensors*, 21(8).
- Paredes, F., Herrojo, C., Moya, A., Alonso, M. B., Gonzalez, D., Bruguera, P., Simao, C. D., a Martín, F. (2022). Electromagnetic Encoders Screen-Printed on Rubber Belts for Absolute Measurement of Position and Velocity. *Sensors*, 22(5).
- Petrovic, S. (2020). *Battery Technology Crash Course*. Springer Cham, Switzerland, 1. edition.
- Pleskot, A. (2019). *Základy automatizace*. Informatorium, Praha, vydání první edition.
- Ren, J., Wu, T., Zhou, X., Yang, C., Sun, J., Li, M., Jiang, H., a Zhang, A. (2022). SLAM, Path Planning Algorithm and Application Research of an Indoor Substation Wheeled Robot Navigation System. *Electronics*, 11(12).
- Roland, B. (2014). *Radio Control with 2.4 GHz*. Books On Demand GmbH, -, 1. edition.
- Scherz, P. a Monk, S. ([2016].). *Practical electronics for inventors*. McGraw-Hill Education, New York, fourth edition edition.
- Selecký, M. (2016). *Arduino*. Computer Press, Brno, 1. vydání edition.
- Shafee, A., Hossain, M. M., Moni, L., Islam, K. M., Ahmad, S., Howlader, S., Islam, M. Z., Antor, M. M. H., a Mekhilef, S. (2023-3-11). *Technical Comparison between Lead-acid and Lithium-ion Batteries Used in Microgrid UPS System*. IEEE.
- Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., a Oriolo, G. (2009). *Robotics*. Springer London, London.
- Smets, A., Jäger, K., Isabella, O., a van Swaaij, R. (2016). *Solar Energy: The physics and engineering of photovoltaic conversion, technologies and systems*. UIT Cambridge Ltd., -, 1. edition.
- Stehlík, P. (2016). Arduino UNO s integrovaným ES8266. [online]. [cit. 2024-04-21], Dostupné z: [https://installfest.cz/if16/slides/ne\\_t1\\_Arduino\\_ESP8266.pdf](https://installfest.cz/if16/slides/ne_t1_Arduino_ESP8266.pdf).
- Tian, Y., Yao, Q., Hang, P., a Wang, S. (2022). Adaptive Coordinated Path Tracking Control Strategy for Autonomous Vehicles with Direct Yaw Moment Control. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 35(1).
- tuy Audronis (2017). *Designing Purpose-Built Drones for Ardupilot Pixhawk 2.1: Build drones with Ardupilot*. Packt Publishing, -, 1. edition.
- Vachálek, J., Tóth, F., Krasňanský, P., a Ľubomír Čapucha (2014-6-30). Design and Construction of a Robotic Vehicle with Omni-directional Mecanum Wheels. *Transactions of the VŠB - Technical University of Ostrava, Mechanical Series*, 60(1):97–104.

Zhong, F. a Quan, C. (2018-2-15). A Single Color Camera Stereo Vision System. *IEEE Sensors Journal*, 18(4):1474–1482.

Zilvar, J. (2020). Solární panely na vozidle Toyota. [online]. [cit. 2024-04-21], Dostupné z: <https://m.tzb-info.cz/fotovoltaika/21078-fotovoltaika-v-doprave-proc-nemaji-elektromobily-na-strese-solarni-panely>.



# Seznam obrázků

3.1	Kniha R.U.R od Karla Čapka kde poprvé zaznělo slovo robot (Capek, 2013) . . . . .	11
4.1	Autonomní platforma ze Stanfordské univerzity (Klumpp et al., 2008) . .	12
4.2	Autonomní platforma ze Slovenské univerzity (Vachálek et al., 6 30) . . .	13
4.3	Autonomní platforma z Palestinské univerzity (Belal Saleh, 2018) . . . .	14
5.1	Schématické zobrazení čtyřkolového podvozku (Heissing, 2010) . . . . .	16
5.2	Schématické zobrazení tříkolového podvozku-Ackermanovo řízení (Han a Pu, 2012) . . . . .	16
5.3	Schématické zobrazení tříkolového podvozku-diferenciální řízení (Han a Pu, 2012) . . . . .	17
5.4	Ukázka rámu Hecht buggy 54899 . . . . .	18
5.5	Ukázka návrhu pohonu Hecht buggy 54899 . . . . .	18
5.6	Intel NUC MF TH50 (Intel, 2022) . . . . .	20
5.7	Rotační potenciometr (Kosa, 2024) . . . . .	21
5.8	Schématické zobrazení rotačního optického koderu (Fatma, 2023) . . . .	22
5.9	Schématické zobrazení rotačního magnetického koderu (Kasei, 2022) . .	23
5.10	Schématické zobrazení počítačového vidění (Zhong a Quan, 2 15) . . . .	23
5.11	Arduino IDE (Selecký, 2016) . . . . .	24
5.12	Interface programu Fritzig (Monk, 2015) . . . . .	25
5.13	Uživatelské rozhraní programu Solidworks (Pagáč, 2020) . . . . .	25
5.14	Uživatelské rozhraní programu Ardupilot (tuy Audronis, 2017) . . . . .	26
5.15	Arduino vysílač a přijímač 433Mhz (Botland, 2024) . . . . .	27
5.16	Arduino Uno s integrovaným modulem ESP 8266 (Stehlík, 2016) . . . . .	28
5.17	Invertorový generátor Hecht IG 2201 (Hecht, 2024) . . . . .	29
5.18	Solární panely na vozidle značky Toyota (Zilvar, 2020) . . . . .	30
5.19	Jednorázové baterie různého typu (Beranová, 2020) . . . . .	31
5.20	Li ion baterie 18650 (Electronic, 2024) . . . . .	32
6.1	Model kompletní robotické platformy . . . . .	34
6.2	Zobrazení mise v programu Mission Planner s vytyčenými body . . . . .	37
6.3	V levé části originální stav a v pravé části po odstrojení . . . . .	38
6.4	Model kola . . . . .	39
6.5	Model čepu kola . . . . .	40
6.6	Model rámu . . . . .	41
6.7	Model brzdového systému . . . . .	42

---

6.8	Model držáku serva brzdy . . . . .	43
6.9	Model brzdového lanka . . . . .	44
6.10	Model třmenu brzdového kotouče . . . . .	45
6.11	Model brzdového kotouče . . . . .	45
6.12	Elektrické schéma zapojení brzdového systému . . . . .	46
6.13	Model systému zatáčení . . . . .	48
6.14	Model držáku serva zatáčení . . . . .	49
6.15	Model lineárního serva . . . . .	50
6.16	Model čepu páky řízení . . . . .	51
6.17	Vidlice čepu řízení . . . . .	52
6.18	Elektrické schéma zapojení systému zatáčení . . . . .	53
6.19	Model sensorové věže . . . . .	55
6.20	Model hlavní kamery . . . . .	56
6.21	Model boční kamery . . . . .	57
6.22	Model lidar . . . . .	58
6.23	Model kinec . . . . .	59
6.24	Elektrické schéma zapojení sensorové věže . . . . .	60
6.25	Model zdrojů energie . . . . .	61
6.26	Model generátoru Hecht . . . . .	62
6.27	Model baterie . . . . .	63
6.28	Model boxu na baterie . . . . .	64
6.29	Model víka boxu na baterie . . . . .	65
6.30	Model flexibilního solárního panelu . . . . .	66
6.31	Model solárního panelu s hliníkovým rámem . . . . .	67
6.32	Model držáku solárního panelu . . . . .	68
6.33	Elektrické schéma zapojení zdrojů energie . . . . .	69
6.34	Model motoru . . . . .	71
6.35	Model krytu motoru . . . . .	72
6.36	Elektrické schéma zapojení pohonu . . . . .	72
6.37	Model přídatného předního polohovacího nosiče . . . . .	74
6.38	Model krokového motoru . . . . .	75
6.39	Model držáku trysek . . . . .	76
6.40	Model držáku osy . . . . .	77
6.41	Model hasícího přístroje . . . . .	78
6.42	Elektrické schéma zapojení přídatného předního nosiče . . . . .	79
6.43	Sestavená platforma při venkovním testování . . . . .	82

# Seznam zkratek

Zkratka	Původ	Vysvětlení
SW	software	virtuální kód / program
GPS	global positioning system	globální poziční systém
CAD	computer aided design	počítačem podporované navrhování
CAM	computer aided manufacture	počítačová podpora výroby
CNC	computer numeric control	počítačem numericky řízený
NC	numeric control	řízeno numericky
PDF	portable document format	souborový formát od Adobe
ASV	autonomous surface vessel	autonomní povrchové plavidlo
USV	unmanned surface vessel	bezpilotní povrchové plavidlo
IM	typ profilu extrudované tyče	strukturální drážkování hliníku
$W$	weight	hmotnost
$G$	center of gravity	těžiště
2D	two dimensional	plošný / dvourozměrný
3D	three dimensional	prostorový / trojrozměrný
CFD	computational fluid dynamics	simulace toku tekutin
AI	artificial intelligence	umělá inteligence
IoT	internet of things	síť komunikujících zařízení
<b>PTP</b>	point-to-point	z bodu do bodu
<b>CP</b>	continuous path	souvislou cestou
2D	two dimensional	plošný / dvourozměrný
Zkratka	Jednotka	Popis
$\mu\text{s} \cdot \text{d}^{-1}$	mikrosekundy za den	dilatace času
km	kilometry	délka / vzdálenost

$\text{kW} \cdot \text{h}$	kilowatthodina	energie
$\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	megajoule na kilogram	hmotnostní výhřevnost
$\text{MJ} \cdot \text{L}^{-1}$	megajoule na litr	objemová výhřevnost
MPa	megapascal	tlak
MHz	megahertz	frekvence opakování
$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	metry za sekundu	rychlost pohybu

# Seznam příloh

1. Kolo - ROMPA-160PP
2. Čep kola - ROMPA-161PP
3. Rám - ROMPA-162PP
4. Držák seva brzdy - ROMPA-122PP
5. Brzdové lanko - ROMPA-163PP
6. Třmen kotoučové brzdy - ROMPA-184PP
7. Brzdový kotouč - ROMPA-164PP
8. Držák serva řízení - ROMPA-112PP
9. Lineární servo - ROMPA-166PP
10. Čep páky řízení - ROMPA-167PP
11. Vidlice čepu řízení - ROMPA-108PP
12. Hlavní kamera - ROMPA-168PP
13. Boční kamera - ROMPA-169PP
14. Lidar - ROMPA-170PP
15. Kinect - ROMPA-171PP
16. Generátor - ROMPA-172PP
17. Baterie - ROMPA-173PP
18. Box na baterie - ROMPA-174PP
19. Víko boxu na baterie - ROMPA-175PP
20. Flexibilní solární panel - ROMPA-176PP
21. Solární panel s hliníkovým rámem - ROMPA-177PP
22. Držák solárního panelu - ROMPA-149PP

- 23. Motor - ROMPA-178PP
- 24. Kryt motoru - ROMPA-183PP
- 25. Krokový motor - ROMPA-180PP
- 26. Držák trysky - ROMPA-181PP
- 27. Držák osy - ROMPA-182PP
- 28. Hasící přístroj - ROMPA-183PP