



Středoškolská technika 2025

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Pásový robot s ramenem

František Rudolf Merc

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola Brno, Sokolská

Sokolská 1, 602 00 Brno-střed

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 9: Strojírenství, hutnictví a doprava

Pásový robot s ramenem Tracked robot with arm

Autoři: František Rudolf Merc

Škola: SPŠ a VOŠ Sokolská, Sokolská 1, 602 00 Brno

Kraj: Jihomoravský kraj

Konzultant: Jaroslav Nesvadba

Brno, 19.2.2025

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Brně dne datum

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Nesvadbovi a panu

Obsah

1	Textová část projektu.....	6
1.1	Definice robota	6
1.2	Konstrukce robota.....	6
1.2.1	3D tisk	7
1.2.2	Podvozek	8
1.2.3	Rameno.....	14
1.3	Ovládání robota	18
1.3.1	Ovládání kabelem (USB-C, optický kabel).....	18
1.3.2	Bezdrátové ovládání (Wi-fi, BlueTooth).....	19
1.4	Komponenty robota	19
1.4.1	LaskaKit Roboboard ESP32	20
1.4.2	Servo motory MG995 a YF-6125MG	21
1.4.3	MG995.....	22
1.4.4	YF-6145MG.....	22
1.4.5	LaskaKit BMP280 senzor tlaku a vlhkosti vzduchu	22
1.4.6	DC motor s převodovkou 25GA-370	23
1.5	Využití robota	23
1.6	Program	24
1.7	Budoucí vývoj.....	25
2	Závěr	28
3	Seznam použitých obrázků	29
4	Bibliografie	30
5	Přílohy.....	31
5.1	Seznam použitých knihoven v programu.....	31
5.2	Program	31

1 TEXTOVÁ ČÁST PROJEKTU

1.1 Definice robota

Robot je automatizované zařízení nebo stroj, který je schopen vykonávat různé úkoly na základě naprogramovaných pokynů, senzorických vstupů nebo kombinace obou. Roboty jsou vybaveny mechanickými částmi, jako jsou motory, senzory a ovládací systémy, které jim umožňují interagovat s prostředím, pohybovat se, manipulovat s objekty nebo vykonávat určité funkce autonomně nebo na dálkové ovládání. Moderní roboty mohou být vybaveni pokročilým softwarem, díky kterému jsou schopni rozhodovat, učit se a přizpůsobovat své chování na základě měnících se podmínek a vstupů. (1).

1.2 Konstrukce robota

Konstrukce robota byla inspirována vojenskými roboty, které se používají k zneškodňování bomb a manipulaci s jinými nebezpečnými předměty. Tyto roboty jsou navrženy tak, aby operovaly v nebezpečných a nepředvídatelných podmínkách, což klade velký důraz na jejich stabilitu, robustnost a spolehlivost. Vzhledem k tomu, že robot musí být schopen manipulovat s těžkými nebo potenciálně nebezpečnými objekty, byla i u této konstrukce klíčová kombinace pevnosti a mobility. To se odrazilo na návrhu, který zajišťuje rovnováhu mezi hmotností, silou a pohyblivostí.

Celá konstrukce, s výjimkou několika menších kovových komponent, byla vytvořena pomocí 3D modelování a následně vytištěna na 3D tiskárně. Použití 3D tisku umožnilo vytvořit komplexní a přesné tvary, které by bylo obtížné nebo nákladné vyrábět tradičními metodami, jako je frézování nebo lití. Plastové materiály použité při tisku sice mají nižší pevnost než kovové komponenty, ale jejich lehkost, snadná dostupnost a možnost rychlých úprav během prototypování poskytují výraznou výhodu. K vyřešení problému s pevností byly do konstrukce integrovány speciální prvky, například vlastní systémy nenormalizovaných drážek a per u kol a převodovky ramene. Tyto prvky pomáhají zvyšovat stabilitu a pevnost, zatímco umožňují zachovat kompaktní rozměry a nízkou hmotnost robota.

Další klíčovou vlastností návrhu byla modularita. Cílem bylo vytvořit robota, který lze snadno upravovat, opravovat nebo vylepšovat bez nutnosti kompletního přepracování konstrukce. To znamená, že poškozené nebo zastaralé díly lze snadno vyměnit bez větších zásahů do zbytku konstrukce, což šetří čas, materiál i náklady. Tento přístup výrazně zjednodušuje údržbu a zároveň poskytuje flexibilitu pro další vývoj a přizpůsobení robota pro různé aplikace.

Důležitým prvkem pevnostního řešení byly závitové vložky, které byly přidány do kritických částí konstrukce. Tyto vložky slouží k tomu, aby se zabránilo přímému šroubování do plastového materiálu, což by mohlo způsobit rychlé opotřebení závitů nebo selhání spojů při opakovaném rozebírání. Závitové vložky poskytují pevnější a spolehlivější spojení tím, že rovnoměrně rozkládají zatížení šroubu. Tento krok zajišťuje delší životnost a vyšší odolnost robota vůči nárazům a vibracím. Navíc, díky závitovým vložkám, může být robot snadno

demontován a opětovně sestaven bez ztráty pevnosti spojů, což výrazně usnadňuje jeho údržbu a modifikace.

1.2.1 3D tisk

Technologie 3D tisku byla vybrána především díky svým mnoha výhodám, mezi které patří nízké provozní náklady, vysoká přesnost a možnost rychlých úprav vadných dílů přímo v návrhovém programu. Tento postup umožňuje okamžité vytisknutí opravené verze, což výrazně zjednodušuje a urychluje proces prototypování a výroby. Díky schopnosti rychle detekovat a opravit chyby přímo během vývoje dochází ke značné úspoře času i nákladů, což je klíčové zejména v počátečních fázích návrhu, kdy je potřeba provádět časté úpravy a testy. 3D tisk poskytuje obrovskou flexibilitu, protože návrh lze snadno přizpůsobit a změnit dle potřeby bez nutnosti zásadních výrobních úprav nebo zdlouhavých procesů.

Rychlost a efektivita jsou v oblasti vývoje a testování nových zařízení nebo prototypů zásadní výhodou, kterou 3D tisk nabízí. Tato technologie dává možnost prakticky okamžitě reagovat na jakékoli změny nebo vylepšení, což je důležité například při ladění funkčnosti robota, kdy je potřeba rychle testovat různé varianty konstrukce.

Nicméně, 3D tisk má také své nevýhody. Jednou z hlavních je pevnost vyrobených dílů, která může být ovlivněna anizotropií materiálových vlastností. To znamená, že pevnost dílů není ve všech směrech stejná kvůli orientaci tiskových vrstev. Směr tisku ovlivňuje, jakým způsobem materiál odolává namáhání, což může vést k rozdílům v mechanických vlastnostech v různých osách dílu. Tento problém je zvláště patrný u konstrukčně kritických dílů, které jsou vystaveny vyššímu zatížení. Kvůli tomu může být obtížné přesně stanovit pevnost vytištěných dílů, protože každá kombinace tiskového materiálu, technologie a orientace dílu má jiné charakteristiky.

Dalším problémem je chybějící standardizace výpočtu pevnosti výtisků, což znesnadňuje předvídání a kvantifikaci jejich mechanických vlastností. Tento nedostatek jednotného vzorce pro výpočet pevnosti znamená, že při návrhu a výrobě je nutné provádět dodatečné testy a simulace, aby se zajistilo, že díl splňuje požadované mechanické specifikace. To může být výzvou zejména při návrhu kritických součástí, kde je potřeba zajištění vysoké spolehlivosti a bezpečnosti.

1.2.1.1 Použité Materiály

Materiál pro tento projekt byl pečlivě vybírán na základě několika klíčových faktorů, které zahrnovaly pevnost, cenu a obtížnost tisku. Při výběru materiálů bylo důležité zajistit, aby splňovaly požadavky na odolnost a funkčnost, ale zároveň byly cenově dostupné a snadno zpracovatelné na běžné 3D tiskárně. Bylo potřeba zvolit takové materiály, které by vydržely mechanické namáhání a poskytly dostatečnou stabilitu při zachování nízké výrobní ceny.

Na robotovi byly použity dva různé materiály, které byly vybrány podle jejich specifických vlastností a vhodnosti pro konkrétní části konstrukce. PETG byl zvolen pro tisk většiny konstrukčních dílů. Tento materiál je známý svou vysokou pevností, odolností proti nárazům a

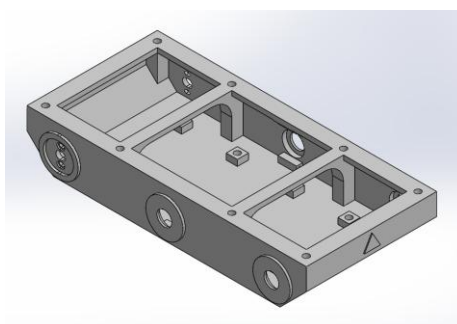
nízkou deformací při tisku. Tyto vlastnosti ho činí ideálním pro výrobu robustních součástek, které musí zvládat mechanické zatížení, například rám robota nebo různé pohyblivé části. Díky své schopnosti dobře odolávat teplotním změnám a mechanickým vlivům je PETG také vhodný pro aplikace, kde je vyžadována dlouhá životnost a stabilita.

Pro tisk pásu a pneumatik byl zvolen flexibilní materiál TPU96, který vyniká vysokou pružností a odolností proti opotřebení. Tento materiál je ideální pro součástky, které vyžadují určitou flexibilitu a schopnost se přizpůsobit, například při kontaktu s povrchem nebo při přechodu přes překážky. TPU96 díky své pružnosti poskytuje robotu možnost efektivně zvládat nárazy a otěry, což je důležité zejména u komponentů, které jsou v přímém kontaktu s terénem. Materiál zároveň vykazuje vysokou odolnost vůči opotřebení, což zaručuje, že takto vytištěné díly budou dlouhodobě plnit svou funkci i v náročných podmínkách.

PETG a TPU96 tedy tvoří klíčovou součást materiálové strategie projektu. Každý z nich přináší specifické vlastnosti, které umožňují robotovi efektivně fungovat, a to jak z hlediska mechanické stability, tak i pružnosti tam, kde je to potřeba. Tím je zajištěno, že projekt dosahuje optimální rovnováhy mezi pevností, odolností a cenovou dostupností materiálů.

1.2.2 Podvozek

Podvozek (viz obr.1) byl navržen s ohledem na vybranou technologii a optimalizován tak, aby poskytoval maximální pevnost a odolnost vůči deformacím, jako jsou kroucení a ohýbání při zatížení. Při návrhu byla pečlivě zvažována volba materiálů a tvarování konstrukčních prvků, aby byla dosažena maximální tuhost při současném zachování nízké hmotnosti. Bylo nutné dbát na správné rozložení hmotnosti, což zajišťuje efektivní rozložení zátěže a dostatečnou podporu v klíčových bodech. Tímto způsobem se minimalizuje riziko průhybu nebo jiných mechanických deformací, které by mohly negativně ovlivnit výkon robota.



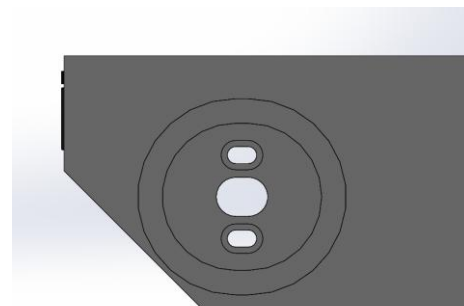
Obrázek 1, Podvozek robota

Konstrukce podvozku rovněž zajišťuje efektivní přenos sil z pohonů na kola nebo pásy, což umožňuje stabilní a plynulý pohyb robota i v náročnějších podmínkách, jako jsou nerovné terény nebo překážky. To je zvláště důležité, protože robot může být nasazen v různých prostředích, kde je klíčové udržet kontrolu nad jeho pohybem.

Podvozek byl vytištěn ve dvou samostatných kusech, protože jeho velikost přesahovala tiskovou podložku 3D tiskárny. Po vytištění byly části pečlivě sešroubovány, čímž se zajistila pevná a stabilní konstrukce. Spojovací body byly navrženy s ohledem na maximalizaci tuhosti a minimalizaci rizika pohybu nebo uvolnění spojů, což je klíčové pro dlouhodobou odolnost robota.

Šasi robota bylo rozděleno na dvě hlavní části. Horní část tvoří kryt, který obsahuje základnu ramene a chladicí systém zajišťující optimální provozní teplotu vnitřních komponent. Tato část také chrání elektroniku a mechaniku před vnějšími vlivy. Spodní část šasi obsahuje pohonné prvky robota, jako jsou kola, motory a další součásti pohonného systému. Kryt a spodní konstrukce jsou spojeny šrouby, které zajišťují pevné a stabilní spojení obou dílů, čímž se udržuje celková mechanická integrita robota.

Kromě toho byly v rámci konstrukce použity závitové vložky, které poskytují pevnější spojení šroubů, zvyšují odolnost proti opotřebení materiálu a umožňují opakovanou montáž a demontáž. Tyto závitové vložky významně prodlužují životnost robotické konstrukce, což je důležité pro dlouhodobý provoz, údržbu a případné opravy.

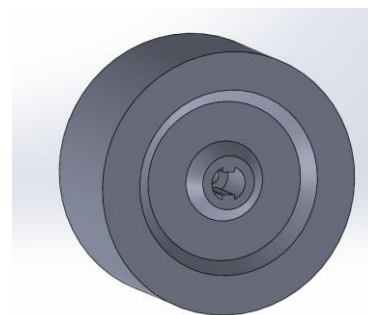


Obrázek 2, jednoduchý napínací systém pásu

Byl také implementován jednoduchý systém napínání pásu u hnacího kola, který se opírá o dva šrouby. Tento systém umožňuje snadné nastavení napětí pásu, což zajišťuje optimální přenos síly mezi hnacím kolem a pásy. Díky tomu robot dosahuje lepší trakce a stabilního pohybu, což je důležité pro jeho výkon na různých typech terénu.

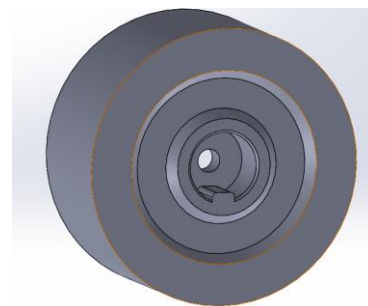
1.2.2.1 Kola & Pneumatiky

Kola a pneumatiky robota byly navrženy a vytištěny odděleně, aby byla zajištěna jejich optimální funkčnost a specifické vlastnosti jednotlivých částí. Kola byla vytištěna z materiálu PETG, který se vyznačuje vysokou pevností a odolností, což zajišťuje, že kola vydrží mechanické namáhání a zatížení, kterému jsou během provozu vystavena. Pneumatiky byly vyrobeny z flexibilního materiálu TPU96, který poskytuje potřebnou pružnost a přilnavost k různým povrchům. Tento flexibilní materiál pomáhá nejen zlepšit trakci robota, ale také účinně tlumí nárazy, čímž zvyšuje stabilitu a zajišťuje plynulý pohyb i při manévrování na nerovných terénech.



Obrázek 3, hnací kolo

Oddělený tisk kol a pneumatik přináší významnou výhodu v podobě snadné výměny opotřebovaných částí. Pokud se pneumatiky opotřebují nebo ztratí své vlastnosti, mohou být jednoduše vyměněny za nové, aniž by bylo nutné měnit celá kola. To zvyšuje flexibilitu a umožňuje přizpůsobit jednotlivé části podle potřeb konkrétního terénu či požadavků projektu.



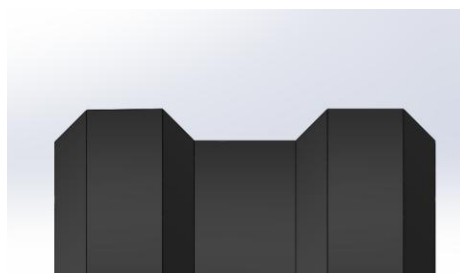
Obrázek 4, pojezdové kolo

V konstrukci robota byly použity dva různé typy kol – hnací kola a pojezdová kola. Hnací kolo je navrženo s menší hnací hřídelí, která je přímo spojena s motorem, čímž zajišťuje efektivní přenos síly a pohybu. Tato hřídel je optimalizována pro

přenos točivého momentu a přesné řízení rychlosti, což je klíčové pro dosažení plynulého a stabilního pohybu robota. Naopak, pojezdové kolo má větší nosnou hřídel, která je připojena na ložisku, a plní především podpůrnou roli. Ložisko snižuje tření a zajišťuje plynulé otáčení kola, což zvyšuje stabilitu robota během jízdy a zároveň prodlužuje životnost této části.

Pneumatiky byly navrženy tak, aby nejen tlumily nárazy, ale také vyrovnávaly nerovnosti terénu, což je obvykle funkce mechanických tlumičů. Díky pružnosti materiálu, z něhož jsou pneumatiky vyrobeny, jsou nárazy efektivně absorbovány a robot si zachovává stabilitu i při rychlé jízdě na hrubých površích. Pneumatiky jsou také zodpovědné za zvýšení tření mezi koly a pásy, což funguje na principu „řemenového převodu“. Tento mechanismus eliminuje potřebu ozubených hnacích kol, jak je tomu u běžných pásových vozidel, a zjednodušuje tak celkovou konstrukci robota.

Dalším důležitým konstrukčním prvkem jsou drážky v pneumatikách, které slouží k zajištění správného umístění pásů. Tyto drážky zabráňují sklouznutí pásů z kol během jízdy, což výrazně zvyšuje stabilitu celého systému. Drážky navíc pomáhají udržet pás pevně na svém místě a umožňují efektivní přenos síly mezi hnacím kolem a pásy, čímž se zajišťuje plynulý pohyb robota i při vyšších rychlostech nebo při manévrování na složitějších typech terénu.



Obrázek 3, Drážky v pneumatice

1.2.2.2 Pásy

Použití pásů namísto tradičních kol v rámci tohoto projektu bylo promyšleným rozhodnutím, které přináší řadu výhod z hlediska výkonu, stability a univerzality robota. Hlavní výhodou pásů oproti kolům je jejich schopnost zajišťovat lepší trakci a stabilitu na nezpevněných, kluzkých nebo jinak náročných površích. Zatímco kola mají omezenou kontaktní plochu s terénem, pásy, díky své větší kontaktní ploše, výrazně zlepšují přilnavost robota k povrchu, což mu umožňuje efektivně se pohybovat na měkkých, kluzkých či nerovných površích, jako je tráva, písek nebo bláto. Tato vlastnost zajišťuje, že robot snadněji zvládá pohyb v náročných podmínkách, což je klíčové při průzkumu nebo práci v terénu, kde by kola mohla snadno prokluzovat nebo se zanořovat do měkkého podkladu.



Obrázek 4, řez pásem

Další zásadní výhodou pásů je rovnoměrné rozložení hmotnosti robota na větší plochu. Díky tomu se snižuje tlak na povrch, což zvyšuje stabilitu robota a umožňuje mu pohybovat se po křehkých površích, aniž by je poškodil nebo se do nich zabořil. Tato vlastnost je užitečná zejména v situacích, kdy robot potřebuje překonávat překážky, jako jsou kameny, větve nebo díry v terénu, které by pro kola představovaly velký problém. Pásy také umožňují překonávat

nerovnosti mnohem snadněji než kola, protože jsou schopny se lépe přizpůsobit povrchu a rovnoměrně rozložit zatížení na více bodů kontaktu s terénem.

Kromě lepší trakce a rozložení hmotnosti přinášejí pásy i další výhody v oblasti manévrovatelnosti robota, zejména v omezených prostorech nebo při složitějších manévrech. Díky schopnosti přizpůsobit se různým podmínkám terénu jsou pásy ideální pro prostředí, kde by kola byla méně efektivní. Tento fakt činí pásové systémy výhodnými pro roboty určené k pohybu v náročných nebo proměnlivých podmínkách, kde se očekává, že se budou muset vypořádat s neustále měnícími se terény, jako jsou lesní cesty, písčité plochy nebo bažinaté oblasti.

Konstrukce pásu v tomto projektu byla inspirována násobným klínovým řemenem, což je design, který byl zvolen z několika důvodů. Především tento design umožňuje lehkou konstrukci, která je snadno tisknutelná pomocí 3D tiskárny a zároveň dostatečně pevná pro potřeby robota. Tento typ konstrukce zajišťuje, že pás je schopen efektivně přenášet sílu z motoru na kola a zároveň zůstat dostatečně odolný proti opotřebení. Výhodou tohoto designu je také rychlá a jednoduchá výměna pásu v případě jeho poškození, což značně zjednodušuje údržbu robota a zvyšuje jeho spolehlivost během dlouhodobého provozu. Snadná údržba a nízké náklady na výměnu součástí přispívají k tomu, že robot je nejen vysoce funkční, ale také cenově efektivní.

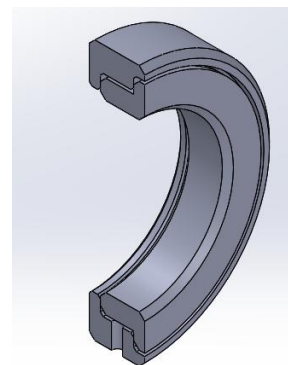
Vnější část pásu je navržena s výstupky, které hrají klíčovou roli při zajišťování trakce na nepevných a kluzkých površích. Tyto výstupky jsou strategicky rozmístěny tak, aby pás efektivně „zakousl“ do měkkého terénu, čímž zajišťují lepší stabilitu robota při pohybu na náročných površích, jako je bláto, písek nebo tráva. Výstupky také zlepšují ovladatelnost robota v těchto podmínkách, zejména při jízdě do kopce nebo při překonávání překážek, jako jsou velké kameny či kořeny. Tato konstrukce nejen zlepšuje schopnost robota manévrovat v různorodém terénu, ale také pomáhá rovnoměrněji rozložit tlak na povrch, což minimalizuje riziko prokluzování a zvyšuje efektivitu pohybu.

Navíc, výstupky v kombinaci s drážkami na pásu přispívají k tomu, že pás pevně drží na svém místě a minimalizuje riziko jeho sklouznutí z kol. Tento mechanismus zajišťuje stabilitu pohybového systému robota a přispívá k jeho plynulému provozu i při vysokých rychlostech nebo při pohybu v náročných podmínkách. Tato kombinace prvků, tedy výstupků a drážek, tak zajišťuje, že pohon robota je spolehlivý, stabilní a schopný zvládat i extrémně náročné situace, ve kterých by tradiční kola selhala.

V závěru je jasné, že použití pásů místo kol bylo klíčovým rozhodnutím, které přineslo zásadní výhody pro celkový výkon, spolehlivost a univerzálnost robota. Kombinace zlepšené trakce, lepší stability, snadné údržby a schopnosti přizpůsobit se různorodým terénním podmínkám činí z tohoto řešení ideální volbu pro projekty, které vyžadují vysokou spolehlivost a odolnost v náročných prostředích.

1.2.2.3 Ložiska

V rámci tohoto projektu bylo rozhodnutí navrhnout a následně vytisknout ložiska klíčovým krokem, který přinesl výrazné úspory nákladů a přizpůsobivost. Původní záměr použít komerčně vyráběná ložiska se ukázal jako nepraktický z důvodu jejich vysoké ceny a omezené dostupnosti na trhu. Proto bylo rozhodnuto, že budou ložiska vyrobena prostřednictvím 3D tisku, což umožnilo výrazně snížit výrobní náklady a současně zajistit dostupnost a flexibilitu potřebných komponent.



Výhodou 3D tisku ložisek byla nejen možnost přizpůsobit velikost a tvar konkrétním potřebám projektu, ale i rychlá prototypizace a úpravy návrhu, pokud bylo potřeba. Tento přístup poskytoval značnou svobodu při návrhu a umožňoval snadno experimentovat s různými designy, které by nejlépe vyhovovaly specifickým požadavkům robota. Rychlá výroba prostřednictvím 3D tisku navíc zajistila, že nebylo nutné čekat na dlouhé dodací lhůty, což je častý problém při objednávání specializovaných dílů. Díky této metodě bylo možné rychle vytvořit funkční prototypy ložisek, které mohly být okamžitě nasazeny a testovány, což vedlo k zjednodušení procesu montáže a údržby robota.

Obrázek 5, ložisku v řezu

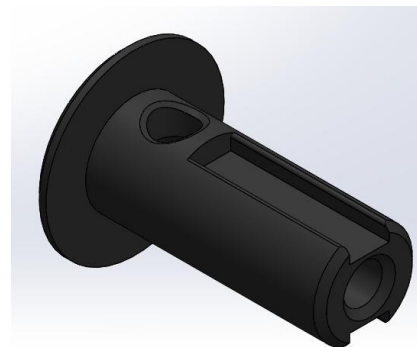
Ložiska, která byla v tomto projektu použita, byla kluzná, vyrobená z materiálu PLA, což je běžný a snadno dostupný materiál pro 3D tisk. Tato ložiska byla strategicky umístěna u pojezdových kol, kde zajišťují plynulý pohyb a přispívají ke snížení tření mezi hřídelí a rámem, do kterého jsou ložiska osazena. Výběr materiálu PLA byl proveden z několika důvodů, především díky jeho dostupnosti, snadné tisknutelnosti a schopnosti splnit základní požadavky tohoto specifického použití. Ačkoliv PLA není tak odolné jako některé jiné technické plasty, jako je například nylon nebo PETG, pro tento účel bylo dostatečně vhodné a umožnilo vytvořit ložiska, která zajistí hladký a efektivní pohyb bez nutnosti častých oprav nebo výměn.

Závěrem lze říci, že zvolený přístup k výrobě ložisek prostřednictvím 3D tisku nebyl jen ekonomickou volbou, ale také praktickým řešením pro přizpůsobení konstrukce a funkčnosti specifickým potřebám robota. Flexibilita a rychlost, kterou tato metoda přináší, umožňuje snadné přizpůsobení a úpravy ložisek podle konkrétních požadavků, což vede k lepší optimalizaci celého projektu a jeho dlouhodobé udržitelnosti.

1.2.2.4 Hřídele

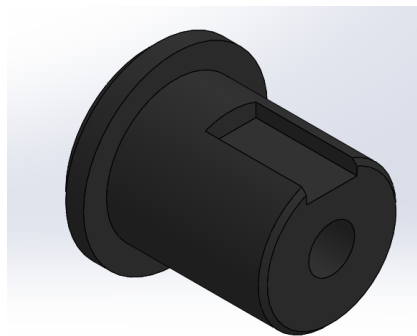
U konstrukce robota byly použity dva různé typy hřídelí, přičemž každá z nich plní odlišnou funkci a má klíčovou roli při zajištění efektivního pohybu a stability robota. Nosné hřídele byly navrženy tak, aby sloužily k zajištění otočného pohybu pojezdových kol, která nesou hmotnost robota. Tyto hřídele jsou kritické pro udržení rovnováhy a stabilního pohybu robota na různých površích. Díky nim se pojezdová kola mohou volně otáčet, což zajišťuje plynulý pohyb robota, aniž by docházelo k přetěžování jednotlivých částí nebo narušení pohybu. Nosné hřídele jsou navrženy tak, aby zvládaly přenášet hmotnost celého robota, a proto byly zvoleny materiály a konstrukční prvky, které umožňují jejich pevnost a odolnost i při delším provozu na různých typech terénu.

Na druhé straně hybné hřídele plní zcela odlišnou roli. Tyto hřídele jsou přímo spojeny s hnacím kolem a motorem, a jejich hlavním úkolem je přenos síly z motoru na hnací kolo, což umožňuje robota pohánět vpřed nebo vzad. Hybné hřídele musí být navrženy tak, aby byly schopny efektivně přenášet krouticí moment generovaný motorem na kola, aniž by docházelo ke ztrátám síly či opotřebení hřídelí. Kromě toho musí být tyto hřídele dostatečně pevné, aby odolaly opakovanému mechanickému namáhání při změnách rychlosti a směru pohybu robota.



Obrázek 6, Hnací hřídel

Dalším důležitým prvkem hřídelí je nenormalizovaná drážka, která byla navržena pro přenos krouticího momentu mezi hřídelí a koly. Tato drážka zajišťuje, že kola jsou pevně a bezpečně spojena s hřídelí, což umožňuje efektivní přenos síly z motoru na pohyb robota. Drážka je navržena tak, aby minimalizovala riziko prokluzu kol na hřídeli a zajistila, že robot bude schopen konzistentně a spolehlivě reagovat na pokyny pro pohyb, což je klíčové zejména při náročnějších manévrech nebo při jízdě na obtížném terénu.



Obrázek 7, nosná hřídel

Kromě drážky jsou k upevnění kol na hřídelích použity také šrouby, které hrají důležitou roli při zajištění stability a pevnosti spoje mezi hřídelí a kolem. Tento kombinovaný systém drážky a šroubů poskytuje spolehlivou a pevnou fixaci kol na hřídelích, což je zásadní pro zajištění správného fungování pohonného systému. Díky této pevné a stabilní konstrukci se minimalizuje riziko uvolnění nebo posunutí kol, což by mohlo vést k poruchám nebo neefektivnímu pohybu robota.

Šrouby slouží nejen k fixaci kol, ale také k tomu, aby umožnily snadnou údržbu a případnou výměnu kol, pokud by došlo k jejich opotřebení nebo poškození. Jednoduchá montáž a demontáž kol zajišťuje, že údržba robota je rychlá a nenáročná, což přispívá k dlouhodobé životnosti celého zařízení.

1.2.2.5 Chlazení

Chlazení robota je zajištěno dvěma 30mm větráčky napájenými 5V, přičemž výrobce neuvádí přesný výkon těchto ventilátorů. Tyto větráčky jsou umístěny v horním krytu robota, přímo nad motory, což je klíčové pro efektivní odvod tepla generovaného během jejich provozu. Takové umístění zajišťuje, že teplo vznikající při práci motorů je rychle odváděno, čímž se zajišťuje jejich stabilní výkon, i když robot pracuje delší dobu. Díky přímému chlazení motorů je možné efektivně minimalizovat riziko jejich přehřátí a tím i možné selhání zařízení, což je zvlášť důležité při intenzivním nebo dlouhodobém použití.



Obrázek 8, Chlazení

Větráčky byly vybrány nejen kvůli své kompaktní velikosti, která se ideálně hodí do omezeného prostoru v konstrukci robota, ale i díky dostatečnému průtoku vzduchu, který je nezbytný pro účinné chlazení. Tento výběr poskytuje optimální rovnováhu mezi výkonem chlazení a minimálním požadavkem na prostor, což je důležité pro udržení efektivního fungování robota bez nutnosti přílišného zvětšování jeho rozměrů. Taková konfigurace větráčků pomáhá udržet motor v optimálních teplotních podmínkách a prodlužuje jeho životnost, což v konečném důsledku zvyšuje spolehlivost robota jako celku.



Obrázek 9, usměrňovací potrubí

Pro zvýšení účinnosti chlazení bylo navrženo a vytištěno krátké potrubí, které usměrňuje proud vzduchu přímo na motory. Tímto způsobem je chladný vzduch soustředěn na klíčové komponenty a zajišťuje se efektivní odvod tepla. Potrubí bylo navrženo s ohledem na maximální efektivitu distribuce vzduchu, což zajišťuje, že chladný vzduch bude rovnoměrně směřován k motorům a neunikne do jiných částí robota. Dále bylo zohledněno minimalizování odporu vzduchu, čímž se zajistil plynulý a stabilní chod chlazení bez negativního vlivu na celkový výkon robota. Tato precizní úprava chlazení se tedy podílí na udržení stabilní teploty motorů a tím i na zajištění dlouhodobé funkčnosti robota při náročných úkolech.

1.2.3 Rameno

Robotické rameno nebo ruka je mechanické zařízení, které napodobuje pohyby lidského ramene a ruky. Tento typ robotu slouží k uchopování, manipulaci s objekty a vykonávání složitých úkolů, které by mohly být pro lidské ruce příliš náročné nebo nebezpečné. Robotické rameno se skládá z různých částí, jako jsou klouby, motory, senzory a pohybové mechanismy, které umožňují řízení pohybu jednotlivých segmentů ramene a ruky. Tyto systémy se dokáží přizpůsobit různým pracovním podmínkám a vykonávat úkoly s vysokou přesností a opakovatelností. (1)

V průmyslové sféře se robotická ramena běžně používají pro montáž, balení, manipulaci s těžkými nebo nebezpečnými materiály, a to i v prostředích, kde je nutná vysoká úroveň bezpečnosti a efektivity. V těchto aplikacích jsou roboty vybaveny pokročilými senzory a algoritmy pro zajištění bezpečného a precizního pohybu. V oblasti medicíny se robotická ramena používají pro asistenci při chirurgických operacích, kde mohou umožnit lékařům provádět extrémně přesné zákroky s minimálním zásahem do okolní tkáně. Robotické systémy jsou schopny vykonávat opakované pohyby s vysokou přesností, což je klíčové v operacích, kde je nezbytné zachovat jemnou rovnováhu mezi precizností a bezpečností. (1)

V průmyslové sféře se robotická ramena běžně používají pro montáž, balení, manipulaci s těžkými nebo nebezpečnými materiály, a to i v prostředích, kde je nutná vysoká úroveň bezpečnosti a efektivity. V těchto aplikacích jsou roboty vybaveny pokročilými senzory a algoritmy pro zajištění bezpečného a precizního pohybu. V oblasti medicíny se robotická

ramena používají pro asistenci při chirurgických operacích, kde mohou umožnit lékařům provádět extrémně přesné zákroky s minimálním zásahem do okolní tkáně. Robotické systémy jsou schopny vykonávat opakované pohyby s vysokou přesností, což je klíčové v operacích, kde je nezbytné zachovat jemnou rovnováhu mezi precizností a bezpečností. (1)

V laboratořích a výzkumných zařízeních se robotická ramena používají pro precizní manipulace s chemickými vzorky, biologickými materiály nebo v experimentálních nastaveních, kde jsou nutné jemné a opakované pohyby. Díky své flexibilitě a schopnosti přizpůsobit se různým úkolům mohou robotická ramena vykonávat širokou škálu činností, od jednoduchých úkonů po složité operace, a to s vysokou úrovní opakovatelnosti a spolehlivosti. Tyto systémy jsou navrženy pro specifické úkoly, ať už pro manipulaci s malými objekty v čistých prostorách, nebo pro těžší práci ve výrobních halách. (1)

Robotická ramena se neustále vyvíjejí, s cílem zlepšit jejich flexibilitu, rozsah pohybu a schopnost vykonávat složitější úkoly. Díky těmto vlastnostem nacházejí široké uplatnění nejen ve výrobě, výzkumu a medicíně, ale také v nových oblastech, jako je záchranářská technika, kde mohou pomáhat při vyprošťování, nebo v oblasti asistivních technologií, kde mohou pomoci lidem s omezenou pohyblivostí. Robotická ramena se tedy stávají nepostradatelným nástrojem v mnoha průmyslových, zdravotnických a výzkumných aplikacích, a jejich význam bude i nadále růst. (1)

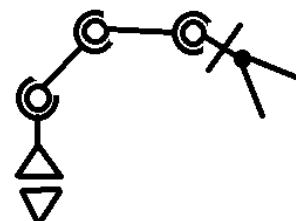
1.2.3.1 Konstrukce ramene

Jako konstrukci ramene jsem zvolil otevřený design, což znamená, že motory, kabeláž a další součástky nejsou zakryté, ale zůstávají viditelné. Tento přístup přináší několik výhod. Hlavní výhodou je nižší celková hmotnost, protože není potřeba žádné dodatečné krytí, což také zjednodušuje výrobu a snižuje náklady na materiály. Bez potřeby ochranných krytů se konstrukce stává jednodušší a ekonomičtější. Dále otevřený design zjednodušuje provádění údržby – všechny součástky jsou snadno přístupné, což usnadňuje diagnostiku a opravy. Pokud dojde k poruše, není nutné demontovat celé zařízení nebo používat speciální nástroje, což zkracuje dobu opravy a snižuje náklady na údržbu.



Obrázek 10, Rameno

Tento design však není bez svých nevýhod. Otevřená konstrukce zvyšuje zranitelnost komponent vůči prachu, vlhkosti nebo mechanickému poškození, protože všechny součástky jsou vystaveny vnějším vlivům. Motory a kabely jsou náchylnější k opotřebení, což může vést k častějším poruchám a nutnosti častější údržby. Další nevýhodou je estetika, protože viditelné komponenty mohou působit neesteticky, což může být problém v případě, že robot je určen k veřejné prezentaci nebo do prostředí, kde je vzhled důležitý. Kromě toho, při návrhu otevřeného designu je nutné pečlivě zajistit správnou



Obrázek 11, schéma ramene

kabeláž, aby se předešlo jejímu zamotání nebo poškození během pohybů ramene. V tomto případě je důležité dbát na to, aby kabely byly dostatečně chráněny a dobře uspořádány, což zajišťuje dlouhou životnost a efektivní fungování celého systému. (1)

Rameno robota je navrženo s 4 stupni volnosti, což znamená, že je schopné pohybovat se v několika směrech a vykonávat složité úkoly s vysokou flexibilitou. Každý stupeň volnosti umožňuje pohyb v určitém směru, jako je například rotace, zdvihání, naklánění nebo otáčení jednotlivých částí ramene. Tento design poskytuje robotu širší rozsah pohybů a umožňuje mu vykonávat širokou škálu manipulací, od základních úkonů po složitější operace. (1)

Robot využívá torusovou (složenou) soustavu kinematiky, která umožňuje pohyb ramen a dalších částí robota ve více osách současně. Tento typ kinematické soustavy zajišťuje lepší kontrolu nad pohybem a poskytuje robotovi vyšší flexibilitu při manipulaci s objekty, přesném polohování a vykonávání složitějších úkolů. Torusová kinematika spojuje různé rotační a lineární pohyby, což umožňuje plynulé a přesné pohyby ve 3D prostoru. Tento typ soustavy je zvláště výhodný při vykonávání úkolů, které vyžadují vysokou úroveň preciznosti, jako je montáž jemných komponent nebo manipulace s různými typy materiálů. (1)

Díky této složené kinematice je robot schopen vykonávat náročné úkony, jako jsou otáčení, natáčení, zvedání a přesné nastavování pozice, aniž by bylo nutné přerušovat činnost pro přenastavení. Tento typ soustavy také umožňuje robotovi rychle se přizpůsobit změnám v okolním prostředí, což je klíčové pro aplikace v dynamických podmínkách, jako jsou výrobní linky nebo laboratoře. Flexibilita tohoto systému zajišťuje, že robot může snadno reagovat na nečekané změny a přizpůsobit se novým úkolům bez ztráty efektivity. (1)

Rameno robota je navíc vybaveno převodovkou, která mu umožňuje otáčení o celých 360 stupňů. Tento otočný pohyb je klíčový pro manipulaci s objekty v širokém prostoru, protože umožňuje rameni dosáhnout více pozic bez nutnosti pohybu celého robota. Tato konstrukce zajišťuje, že rameno může efektivně pracovat ve všech směrech a vykonávat složité pohyby v omezených prostorech. Takový design je ideální pro úkoly, které vyžadují vysokou přesnost a komplexní manipulaci s objekty ve více rovinách.

1.2.3.2 Pohyb ramene

Pohyb ramene je zajištěn čtyřmi servomotory, které jsou strategicky umístěny tak, aby efektivně ovládaly jednotlivé stupně volnosti. Každý servomotor je odpovědný za pohyb konkrétní části ramene, což umožňuje přesné a nezávislé řízení pohybu v každém směru. Díky tomu je možné dosáhnout vysoké úrovně flexibility a přesnosti při provádění různých manipulací a úkolů, od základního pohybu až po složité operace.

Servomotory byly pečlivě vybrány tak, aby poskytovaly dostatečný točivý moment a byly schopny vykonávat silné pohyby i při manipulaci s těžšími objekty. To znamená, že rameno není omezeno pouze na lehké úkoly, ale dokáže bezpečně a efektivně zvedat, otáčet nebo přesně polohovat i těžší předměty. Vysoký točivý moment také znamená, že rameno zůstává stabilní při všech pohybech a neztrácí sílu ani při náročnějších operacích.

Další výhodou této konfigurace je, že každý servomotor je optimalizován pro specifickou část ramene, což zajišťuje lepší kontrolu nad pohybem a umožňuje jemné doladění výkonu. Například motor odpovědný za otáčení základny ramene může mít vyšší výkon než motor pro menší pohyby v oblasti zápěstí, což zajišťuje rovnováhu mezi silou a precizností. Tento systém umožňuje ramenu vykonávat širokou škálu úkolů, od základního zdvihání a rotace až po jemné manipulace s citlivými objekty, jako jsou elektronické součástky nebo chemické vzorky.

Tato konfigurace servomotorů zajišťuje vysokou úroveň přesnosti, což je klíčové pro úkoly, které vyžadují precizní pohyby a kontrolu. Robotické rameno je tak schopné nejen efektivně vykonávat úkoly, ale také přizpůsobit svůj pohyb na základě specifických požadavků dané manipulace. Díky tomu je ideální pro širokou škálu aplikací, od automatizace v průmyslu až po výzkumné laboratoře, kde je potřebná vysoká úroveň kontroly a adaptability.

1.2.3.3 Převodovka ramene

Převodovka v základně ramene byla navržena s ohledem na omezený rozsah otáčení servo motorů, které typicky rotují pouze v rozmezí 180 stupňů. Aby bylo možné rameno otáčet o celé 360 stupňů, bylo nezbytné implementovat převodovku s převodovým poměrem 2:1. Tento převod umožňuje servo motoru otáčet se v původním rozsahu 180 stupňů, ale díky převodovce se tato rotace přenáší na plných 360 stupňů, což poskytuje robotu mnohem větší flexibilitu při manipulaci a umožňuje mu vykonávat složitější pohyby bez nutnosti složitěho přenastavování nebo přerušování činnosti.



Obrázek 12, Převodovka ramene

Díky tomuto převodovému mechanismu může být samotný servo motor menší a kompaktnější, což zjednodušuje konstrukci ramene a snižuje náklady na součástky. Nicméně, tento převodový poměr má svou nevýhodu v tom, že snižuje krouticí moment, který je potřebný pro otáčení ramene. Nižší krouticí moment způsobený převodovkou znamená, že k dosažení požadované síly pro otáčení ramene je zapotřebí silnější servo motor.

Silnější motor musí kompenzovat ztrátu momentu a zajistit, že rameno bude schopno provádět hladké pohyby i při manipulaci s těžšími objekty. Tento silnější motor je důležitý pro udržení stability a výkonu ramene, aby se zajistilo, že všechny pohyby budou plynulé a přesné bez ztráty výkonu. I když použití silnějšího motoru může znamenat vyšší náklady a větší spotřebu energie, je to nezbytné pro zajištění optimálního výkonu ramene při práci v náročnějších podmínkách, kde je třeba vykonávat složité a silné pohyby s vysokou přesností.

1.2.3.4 Drapák

Jako drapák byla zvolena konstrukce s chapadly, která je poháněna servo motorem přes ozubený převod. Tento mechanismus umožňuje otevření a zavření kleští, které fungují jako efektivní uchopovací nástroj. Servo motor generuje pohyb, který je přenášen na kleště prostřednictvím ozubeného převodu. Tento převod zajišťuje přesný a kontrolovaný pohyb, což je klíčové pro efektivní uchopování objektů, a to i v případě, že se jedná o předměty různých tvarů a velikostí.



Obrázek 13, Drapák

Použití ozubeného převodu přináší několik výhod. Především zajišťuje spolehlivý přenos síly mezi motorem a kleštěmi, což znamená, že pohyb kleští je stabilní a rovnoměrný. Díky tomu je možné uchopit předměty různých hmotností, a to s dostatečnou přesností a pevností. Tento mechanismus je navržen tak, aby byl nejen silný, ale také efektivní a kompaktní, což zajišťuje, že drapák dokáže vykonávat širokou škálu úkolů, aniž by ztrácel na stabilitě nebo přesnosti.

Drapák s takovýmto systémem je ideální pro manipulaci s předměty v různých situacích, kde je potřeba přesně uchopit a přemístit objekty, například při sbírání drobných součástek nebo při manipulaci s těžšími předměty v těžko přístupných prostorách. Tento mechanismus také přináší vysokou ovladatelnost, což umožňuje operátorovi snadno přizpůsobit uchopovací sílu a pohyb kleští v závislosti na konkrétním úkolu.

1.3 Ovládání robota

Ovládání robota je realizováno zadáváním příkazů prostřednictvím seriálního monitoru, který je součástí programu Visual Studio Code. Tento přístup umožňuje snadnou komunikaci mezi uživatelem a robotem, přičemž příkazy jsou zasílány do robota přes sériový port notebooku, což znamená přímé a rychlé řízení pohybů a akcí robota. Všechny příkazy jsou zadávány v textové formě, což uživateli poskytuje flexibilitu v zadávání specifických instrukcí pro různé úkoly, které robot má vykonat.

Vozítko je s notebookem propojeno kabelem, což zajišťuje stabilní a spolehlivý přenos dat mezi zařízeními. Tento typ kabelového připojení má tu výhodu, že eliminuje potenciální problémy spojené s bezdrátovým přenosem, jako je rušení signálu nebo výpadky připojení. Díky tomu je ovládání robota precizní a bez zbytečných prodlev. Kabelové připojení je rovněž energeticky efektivní, protože nedochází k výpadkům způsobeným slabým signálem, a zajišťuje trvalý přísun energie pro vozítko, čímž se zvyšuje stabilita celého systému.

Pomocí tohoto systému může uživatel snadno sledovat a upravovat příkazy v reálném čase, což umožňuje rychlou diagnostiku a testování různých funkcí robota. V prostředí Visual Studio Code je tento proces navíc usnadněn díky integrovaným nástrojům pro ladění a kontrolu chyb, což zajišťuje efektivní a rychlé řízení robota. Ovládání pomocí seriálního monitoru je ideální pro projekty, kde je vyžadována přímá kontrola nad robotem a kde je kladeno důraz na stabilitu a jednoduchost implementace.

1.3.1 Ovládání kabelem (USB-C, optický kabel)

Hlavní výhodou kabelového ovládání je vysoká spolehlivost s rychlou a přesnou odezvou mezi ovladačem a robotem, což eliminuje zpoždění signálu typické pro bezdrátové systémy. Díky fyzickému spojení je také odolné vůči rušení signálu, což je výhodné v prostředích s vysokým počtem elektronických zařízení, jako jsou průmyslové haly nebo laboratoře. Tento typ ovládání zajišťuje stabilitu a plynulost operací (2).

Nevýhodou je nutnost fyzického spojení mezi ovladačem a robotem, což omezuje dosah a pohyblivost. Délka kabelu určuje maximální vzdálenost, na kterou lze robota ovládat, což může být problematické v rozsáhlých prostorech. Dalšími nevýhodami jsou vyšší cena kabelu, zejména u dlouhých nebo stíněných variant, a možné problémy s údržbou, kdy poškozený kabel vyžaduje nákladnou opravu nebo výměnu (2).

Celkově kabelové ovládání nabízí spolehlivost a odolnost, ale za cenu omezené mobility, vyšších nákladů a nutnosti údržby.

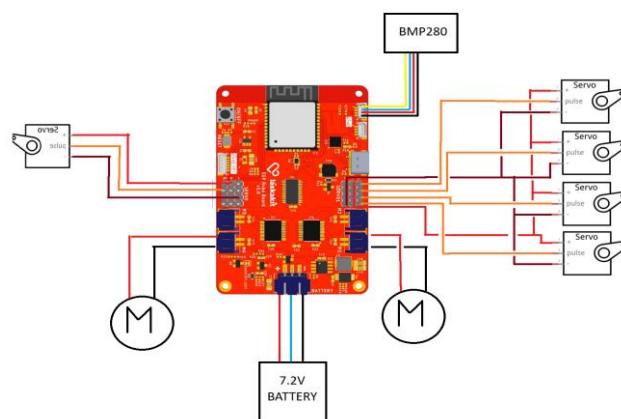
1.3.2 Bezdrátové ovládání (Wi-fi, BlueTooth)

Největší výhodou bezdrátového ovládání je, že ovladač a robot nejsou fyzicky propojeni, což umožňuje větší volnost a flexibilitu při ovládání. Uživatel se může pohybovat bez omezení kabely a ovládat robota na větší vzdálenost, což je výhodné v rozsáhlých prostorech nebo tam, kde kabeláž není praktická. Tento systém snižuje riziko mechanického poškození a usnadňuje přípravu robota na provoz, protože odpadá nutnost kabelové instalace (2).

Nevýhodou je náchylnost k rušení signálu, což může ovlivnit kvalitu ovládání, zejména v prostředích s mnoha elektronickými zařízeními. Takové rušení může vést k prodávám nebo ztrátě kontroly nad robotem. Další nevýhodou je omezený dosah signálu, který závisí na technologii a prostředí. Překážky jako stěny mohou omezit vzdálenost, na kterou je možné robota ovládat (2).

1.4 Komponenty robota

Komponenty robota jsem vybíral s velkým důrazem na jejich specifické vlastnosti a výkon, aby co nejlépe odpovídaly potřebám celého systému. Například u servo motorů jsem se zaměřil na výběr na základě velikosti točivého momentu, který je klíčový pro zajištění dostatečné síly k pohybu jednotlivých částí robota, zejména jeho ramene a chapadel. Vysoký točivý moment je důležitý pro manipulaci s těžšími předměty nebo provádění složitějších pohybů, kde je třeba překonat větší odpor.



Obrázek 14, schéma zapojení komponentů

Kromě točivého momentu jsem také bral v úvahu další faktory, jako je spotřeba energie, velikost a hmotnost jednotlivých komponent, jejich spolehlivost a dostupnost na trhu. Výběr vhodných součástek je zásadní pro dosažení optimální funkčnosti robota, a proto bylo nezbytné pečlivě zvážit nejen výkonnostní parametry, ale také kompatibilitu jednotlivých komponent mezi sebou, aby bylo zajištěno, že robot bude pracovat efektivně a bez problémů.

1.4.1 LaskaKit Roboboard ESP32

Roboboard ESP32 od Laskakit byl použit jako hlavní výpočetní jednotka v projektu robota, díky své flexibilitě a širokým možnostem, které nabízí. Jedná se o mikrokontrolér postavený na čipu ESP32, který je známý pro své vysoké výkonové schopnosti a dvoujádrový procesor, což umožňuje vykonávat složité úlohy i v reálném čase. Tento čip podporuje Wi-Fi a Bluetooth konektivitu, což dává možnost bezdrátového ovládání robota a komunikaci s dalšími zařízeními, což je důležité pro flexibilitu projektu (3).



Obrázek 15, LaskaKit RoboBoard ESP32

Byl vybrán pro svou vysokou kompatibilitu s různými senzory a akčními členy, což umožňuje snadnou integraci komponent, jako jsou servo motory, senzory tlaku a další periferie. Výhoda tohoto mikrokontroléru spočívá také v jeho kompaktnosti a energetické účinnosti, což je klíčové pro projekty, kde je důležité minimalizovat velikost a spotřebu energie, ale zároveň zajistit vysoký výpočetní výkon.

Deska obsahuje celkem 8 pinů pro připojení servo motorů, což umožňuje ovládat několik pohyblivých částí robota, například rameno nebo chapadlo, s vysokou přesností a nezávisle na sobě. Díky dostatečnému počtu pinů je možné připojit více motorů bez potřeby dalších rozšiřujících modulů, což zjednodušuje konstrukci a zapojení (3).

Dále 4 konektory pro DC motory, které zajišťují pohon hlavních hnacích kol robota. Tyto motory jsou řízeny pomocí PWM (pulzně šířková modulace), což umožňuje precizní kontrolu rychlosti a směru otáčení motorů. PWM signál umožňuje měnit výkon motoru, aniž by došlo k výraznému snížení efektivity, což je důležité pro zajištění hladkého pohybu robota i při různých rychlostech (3).

Řízení motorů je zprostředkováno pomocí driveru TB6612, který je schopen dodávat dostatečný proud pro pohon motorů a zároveň zajišťuje jejich ochranu proti přehřátí nebo přetížení. Tento driver se stará o to, aby byly motory schopné efektivně reagovat na pokyny pro změnu rychlosti a směru (3).

Driver TB6612 je řízen přes PCA9685, což je PWM ovladač, který je ovládán přes I2C sběrnici. PCA9685 umožňuje nezávislé řízení všech motorů, čímž se zjednodušuje správa komplexních pohybů robota a zajišťuje přesné ovládání pohybu hnacích kol. Díky propojení s I2C sběrnici je možné řídit více zařízení najednou, což dává desce vysokou flexibilitu při zapojení dalších

komponent robota. Tento systém umožňuje efektivní řízení motorů s minimální spotřebou energie a zachováním výkonu (3) (4) (5) (6).

Kromě toho deska obsahuje také 2 konektory uŠup, které jsou speciálně určeny pro připojení různých senzorů. Tyto konektory usnadňují připojení a komunikaci s různými senzory, jako jsou například senzory tlaku, teploty, vlhkosti nebo ultrazvukové senzory pro detekci překážek. Tímto způsobem lze snadno rozšířit schopnosti robota o vnímání okolního prostředí a přizpůsobit jeho chování aktuálním podmínkám (1) (3) (7).

Celá deska a její komponenty, jako jsou DC motory, servo motory a senzory, jsou napájeny přes tří pinový konektor JST-XH-3P na dvoučlánekovou (7.4V) lithium-polymerovou baterii (Li-Po). Tato baterie poskytuje dostatečně vysoké napětí a kapacitu pro napájení všech součástí robota, což umožňuje jejich efektivní provoz bez přerušení. Li-Po baterie byla zvolena díky své vysoké energetické hustotě, což znamená, že při relativně malých rozměrech a hmotnosti nabízí dlouhou výdrž (3).

Navíc, dvoučláneková baterie umožňuje stabilní napájení i při vysokých zátěžích, což je důležité zejména pro DC motory, které mohou při pohonu vyžadovat vyšší proudové zatížení. Servo motory taktéž těží z tohoto napájení, jelikož vyžadují stabilní a spolehlivý zdroj energie pro přesné řízení pohybu.

1.4.2 Servo motory MG995 a YF-6125MG

Servo motory byly pečlivě vybrány pro klouby a převodovku ramene robota, přičemž rozhodujícími faktory byly hmotnost, cena a krouticí moment, což byly klíčové parametry pro zajištění optimálního výkonu a efektivity. Při výběru motorů byla kladena důraz na to, aby byly dostatečně silné, aby zvládly potřebné zatížení, ale zároveň dostatečně lehké, aby neovlivnily stabilitu celého systému. Cena byla také významným faktorem, protože bylo nutné vybrat komponenty, které by byly cenově dostupné, ale stále spolehlivé a výkonné.

Všechny servomotory použité v tomto systému jsou navrženy tak, aby se dokázaly otáčet v rozsahu od 0 do 180 stupňů. Tento omezený úhel otáčení je způsoben konstrukčními vlastnostmi motoru, který využívá specifický mechanismus, jako je potenciometr nebo enkodér, k určení polohy a udržování přesnosti pohybu. Servomotory nejsou schopny otáčet se v plném 360stupňovém rozsahu, což je obvykle vyhrazeno pro motory s neomezeným otáčením, jako jsou například stejnosměrné motory nebo krokové motory (8) (9).

Každý motor je řízen elektronicky, což umožňuje přesnou kontrolu nad jeho pohybem. Pomocí PWM signálů (pulzně šířková modulace) je možné nastavovat požadovaný úhel otáčení a zajistit, že motor se zastaví přesně v dané pozici. Tato schopnost otáčet se v rozmezí 0–180 stupňů umožňuje jemnou kalibraci pro specifické úkoly, jako je například úprava polohy koncového efektoru ramene robota pro vykonání konkrétní činnosti, aniž by došlo k nežádoucímu poškození nebo nepřesnostem v pohybu (5).

1.4.3 MG995

MG995 jsou základní servo motory oblíbené pro jejich rozumnou cenu a solidní výkon, což je činí ideálními pro robotické aplikace a modelářské projekty. Tyto motory poskytují střední hodnoty krouticího momentu a jsou schopné otáčet se v rozsahu 0–180 stupňů, což je standard pro většinu servo motorů. Jsou vybaveny převody a zpětnovazebním mechanismem, který zajišťuje přesnou kontrolu polohy (9).



Obrázek 16, Servo Motor MG995

Motor MG995 je schopen dosáhnout krouticího momentu až 15 kg·cm při napětí 6V, což ho činí vhodným pro úkoly, které vyžadují střední sílu, například v robotech, které manipulují s předměty střední hmotnosti. Díky tomu je často využíván v robotických pažích nebo modelech, které nevyžadují extrémní výkon (9).

1.4.4 YF-6145MG

Motory YF-6145MG jsou velikostně podobné servo motorům MG995, ale jejich výkon je výrazně vyšší, zejména pokud jde o krouticí moment. Tyto motory dosahují krouticího momentu až 25 kg·cm při napětí 6V, což je mnohem více než u standardních MG995. Díky vyššímu krouticímu momentu jsou YF-6145MG ideální pro aplikace, které vyžadují větší sílu při manipulaci s těžšími objekty nebo při vykonávání náročnějších pohybů (8).



Obrázek 17, Servo Motor YF-6145MG

Z tohoto důvodu byly motory YF-6145MG vybrány pro první kloub a převodovku ramene robota, kde je potřeba vyšší síla pro manipulaci s těžšími břemeny a provádění složitějších pohybů. Vzhledem k tomu, že první kloub ramene často nese větší zátěž a musí vykonávat širší a silnější pohyby než ostatní klouby, byly motory s vyšším krouticím momentem nezbytné k dosažení požadované stability a výkonu (8).

1.4.5 LaskaKit BMP280 senzor tlaku a vlhkosti vzduchu

Do robota byl zaveden senzor BMP280 od Laskakit, který slouží k měření teploty v blízkosti DC motoru, aby bylo možné monitorovat teplotní změny a předejít přehřátí motoru, což by mohlo vést k jeho poškození nebo ztrátě výkonu. Tento senzor je velmi kompaktní a přesný, což ho činí ideální volbou pro integrované aplikace, jako je tento robot. BMP280 je schopen měřit nejen teplotu, ale i atmosférický tlak, což může být užitečné pro různé pokročilé funkce robota, jako je navigace nebo sledování okolního prostředí (10).



Obrázek 18, LaskaKit BMP280

Senzor BMP280 je propojen s RoboBoardem prostřednictvím konektoru uŠup, což je malý, ale efektivní způsob, jak zajistit rychlé a stabilní připojení. Tento konektor umožňuje snadnou integraci senzoru do řídicího systému robota, což usnadňuje sběr dat v reálném čase. Po

připojení k RoboBoardu senzor předává informace o teplotě do hlavní řídicí jednotky, která následně může na základě těchto dat upravit výkon motoru, například snížením jeho rychlosti nebo aktivováním chladičového mechanismu, pokud teplota dosáhne kritické hodnoty (7) (10).

Díky integraci tohoto senzoru může robot efektivněji řídit teplotu vnitřních komponent a zajistit jejich optimální fungování. Tento typ monitorování teploty je klíčový pro zajištění dlouhé životnosti robotických systémů, protože přehřátí může mít za následek nejen poškození motoru, ale i destabilizaci celého systému. Senzor BMP280 poskytuje nejen ochranu, ale i zlepšuje efektivitu celkového řízení robota tím, že dodává cenné údaje pro optimalizaci výkonu v reálném čase.

1.4.6 DC motor s převodovkou 25GA-370

Pro pohyb robota byly vybrány DC motory s převodovkou 25GA-370, které byly původně součástí jiného, dřívějšího projektu. Tyto motory byly zvoleny nejen pro svou dostupnost, ale i pro osvědčený výkon, který poskytovaly v předchozích aplikacích. Model 25GA-370 je známý svou kompaktní velikostí a solidním výkonem, což je činí ideálními pro aplikace, kde je potřeba dostatečná síla pro pohyb, ale zároveň je třeba šetřit místem. Převodovka 25GA-370 zajišťuje optimální poměr mezi rychlostí a krouticím momentem, což je zvláště důležité pro robota, který musí vykonávat plynulé a přesné pohyby (11).



Obrázek 19, DC motor s převodovkou

Výhodou těchto motorů je jejich vysoká účinnost, která umožňuje robota pohánět při rozumné spotřebě energie. I když byly motory původně použity v jiném projektu, jejich robustnost a spolehlivost znamenaly, že se hodily pro tento nový robotický systém. Využití již existujících komponent také zjednodušilo celý proces vývoje, protože tyto motory byly již otestovány a laděny, což snížilo riziko problémů při integraci (11).

DC motory 25GA-370 jsou navíc vybaveny standardními výstupy, které usnadňují jejich připojení k řídicí jednotce, což umožnilo rychlou a efektivní instalaci. Díky jejich konstrukci a vlastnostem, jako je nízká hmotnost a dostatečná síla pro pohyb robota, byly tyto motory ideální volbou pro pohon kol nebo kloubů, což zajistilo plynulý a stabilní pohyb robota i při různých úhlech a zátěžích (11).

1.5 Využití robota

Robot nabízí širokou škálu využití díky své vynikající modularitě a využití technologie 3D tisku, což výrazně usnadňuje přizpůsobení konstrukce a funkčnosti robota podle specifických požadavků. Tento přístup umožňuje rychlé a efektivní změny, díky čemuž je robot velmi flexibilní a může být nasazen v různých oblastech. Díky modulárnímu designu lze snadno vyměnit nebo upravit jednotlivé komponenty, jako je podvozek, rameno nebo drapák, což poskytuje neomezené možnosti pro přizpůsobení robota konkrétním úkolům. Například je možné přeměnit robota z manipulačního nástroje pro precizní práci na flexibilní průzkumný

stroj schopný navigace v náročném terénu, čímž se významně zvyšuje jeho použitelnost a adaptabilita.

Modulární systém umožňuje nejen přizpůsobení, ale i snadnou výměnu jednotlivých dílů, což zjednodušuje údržbu a upgrade. Můžete si například vybrat robotické rameno pro montážní úkoly v průmyslovém prostředí, jako je sestavování jemných součástek, nebo přidat další senzory pro specifické operace, například pro monitorování životního prostředí nebo sběr dat ve vysoce rizikových oblastech. Tato schopnost přizpůsobení je také cenná pro roboty určené pro záchranné operace, kde je třeba rychle měnit nástroje a moduly v závislosti na aktuálních podmínkách a požadavcích mise.

V oblasti vzdělávání se robot stává silným nástrojem pro výuku robotiky a programování. Studenti mohou snadno manipulovat s různými moduly a experimentovat s jejich funkcemi, což je skvělý způsob, jak se seznámit s praktickými aplikacemi robotických systémů. Využití 3D tisku navíc zajišťuje, že studenti mohou vytvářet vlastní přizpůsobené díly a designy, čímž získají hlubší pochopení toho, jak robotické systémy fungují.

Kromě toho technologie 3D tisku umožňuje vytvářet vysoce přizpůsobené díly pro specifické aplikace. Například v medicíně lze navrhnout pohyblivé části, které umožní robotovi provádět chirurgické operace s vysokou přesností. V náročnějších podmínkách, jako jsou terénní průzkumy nebo záchranné operace v postižených oblastech, může být robot vybaven odolnější konstrukcí a vylepšenými komponenty, které zajišťují vyšší výkon a spolehlivost v těžkých podmínkách. Tato flexibilita nejen v konstrukci, ale i v samotném použití, činí robota velmi univerzálním a cenným nástrojem v mnoha průmyslových a vědeckých oblastech.

1.6 Program

Program pro robota byl napsán v jazyce C++ pomocí aplikace Visual Studio Code s rozšířením PlatformIO, což je efektivní nástroj pro vývoj embedded systémů. PlatformIO nabízí pokročilé možnosti pro správu projektů, knihoven a integraci nástrojů nezbytných pro programování mikrokontrolérů, jako je ESP32. Tento vývojový nástroj výrazně zjednodušuje proces vývoje a poskytuje silné nástroje pro ladění kódu. PlatformIO je také vybaveno vestavěnou podporou pro verzovací systémy, což usnadňuje práci v týmech a umožňuje efektivní sledování změn v kódu. Díky tomu je vhodné pro práci s většími projekty, kde je potřeba spravovat různé knihovny a závislosti.

V samotném kódu byly využity specifické knihovny pro ESP32, které výrazně zjednodušují komunikaci a řízení komponent robota. Například pro ovládání servo motorů byla použita specializovaná knihovna, která umožňuje jemnou a přesnou kontrolu nad pohyby ramene robota. Díky této knihovně může být každý pohyb servomotorů plynulý a přesný, což je klíčové pro manipulaci s objekty a provádění složitých úkolů. Pro řízení DC motorů byl do programu integrován ovladač PWM signálu prostřednictvím driveru TB6612. Tento ovladač umožňuje regulaci rychlosti otáčení kol a směru pohybu robota, což je nezbytné pro dosažení požadované navigace a manévrovatelnosti.

Kromě toho je v kódu implementována knihovna pro správu senzorů, konkrétně pro teplotní čidlo BMP280, které měří teplotu a vlhkost okolního prostředí. Tato data jsou zpracovávána a poskytují cenné informace pro další optimalizaci činností robota, jako je například přizpůsobení chladicího systému nebo zajištění bezpečného provozu v extrémních podmínkách. Čidlo BMP280 monitoruje okolní teplotu a vlhkost v reálném čase, což pomáhá udržovat stabilní podmínky pro robotovy komponenty a chrání je před přehřátím nebo poškozením v důsledku nepříznivých vlhkostních podmínek.

Program v současnosti umožňuje ovládat robota prostřednictvím připojení k počítači přes kabel, což zajišťuje stabilní a přímou kontrolu nad pohyby robota a funkcemi jednotlivých částí. Tento způsob připojení zaručuje, že veškeré příkazy a data jsou přenášeny spolehlivě a bez prodlev, což je důležité pro precizní řízení. Další funkcí programu je neustálé monitorování stavu baterie robota. Program zobrazuje aktuální napětí baterie na seriál monitoru, což uživateli poskytuje okamžité informace o stavu nabití a umožňuje reagovat na nízký stav baterie dříve, než dojde k jejímu vybití. To je zásadní pro zajištění kontinuálního provozu robota, zejména při provádění dlouhodobých operací.

Program také sleduje teplotu okolí pomocí čidla a zobrazuje hodnoty teploty v Celsiových stupních na seriál monitoru. Tato funkce je důležitá pro optimalizaci chladicího systému robota, který pomáhá udržovat ideální pracovní podmínky pro jeho komponenty. V případě, že teplota překročí určitou mez, může být aktivováno další chlazení, což zajišťuje správnou funkčnost robota i při dlouhých pracovních cyklech. Tyto monitorovací funkce nejen zajišťují stabilní výkon robota, ale také chrání jeho hardware před poškozením a zajišťují bezpečný a efektivní provoz ve všech podmínkách.

1.7 Budoucí vývoj

Díky modularitě konstrukce robota a použití Roboboardu ESP32 je možné v budoucnu snadno přidávat nové senzory a vylepšovat robotovy schopnosti, což otevře široké možnosti pro jeho využití v různých aplikacích. Tato flexibilita znamená, že robot může být rychle přizpůsoben pro nové úkoly nebo provozní podmínky, aniž by bylo nutné provádět zásadní změny v jeho základní konstrukci. Pro přesnější navigaci a lepší orientaci v prostoru může být robot vybaven senzory polohy, jako jsou gyroskopy a akcelerometry. Tyto senzory umožní robotovi detekovat svůj vlastní pohyb a orientaci ve 3D prostoru, což zlepší jeho schopnost autonomně se pohybovat, zejména v dynamických nebo složitých prostředích.

Dále může být robot doplněn o senzory pro detekci překážek, jako jsou ultrazvukové nebo infračervené senzory. Tyto senzory by umožnily robotovi autonomně detekovat objekty před sebou a reagovat na ně tak, že by se vyhnul překážkám nebo změnil svou trasu, což by značně zlepšilo jeho schopnost navigace v neznámém nebo obtížném terénu. Tato schopnost by byla obzvláště užitečná v oblastech, kde je potřeba, aby robot operoval samostatně a vyhýbal se nebezpečím nebo překážkám v reálném čase.

Dalšími možnými vylepšeními jsou senzory pro analýzu zvuku, jako jsou mikrofony. Tato technologie by umožnila robotovi reagovat na zvukové podněty nebo analyzovat hlasové

příkazy, což by otevřelo možnost interakce s robotem pomocí hlasu. Tato funkce by byla ideální pro situace, kdy by bylo žádoucí ovládat robota bez nutnosti fyzického kontaktu nebo pro aplikace, kde je interakce hlasem klíčová.

Kromě těchto vylepšení je možné přidat bezdrátovou komunikaci, což by významně rozšířilo možnosti ovládání robota a jeho integrace s dalšími systémy. Použití Wi-Fi pro bezdrátové připojení by umožnilo ovládat robota na větší vzdálenost, ať už prostřednictvím místní sítě nebo dokonce přes internet. Tato schopnost by robota zpřístupnila pro vzdálené ovládání prostřednictvím mobilních aplikací, webových rozhraní nebo umožnila jeho zapojení do širších systémů, jako jsou chytré domácnosti nebo průmyslové automatizační platformy.

Bluetooth připojení by pak umožnilo rychlou a jednoduchou komunikaci na kratší vzdálenost, například pomocí chytrého telefonu nebo tabletu. To by bylo užitečné v situacích, kdy je třeba rychle reagovat na změny nebo upravit nastavení robota v reálném čase, aniž by bylo nutné připojovat robota k internetu nebo jiné síti. Bezdrátová technologie by rovněž usnadnila aktualizace softwaru, výměnu dat s externími senzory nebo vzájemnou komunikaci mezi více roboty. To by umožnilo realizaci pokročilých kooperativních systémů, kde několik robotů spolupracuje na splnění složitých úkolů, nebo integraci robota do širších IoT (Internet of Things) aplikací. Tato rozšířená konektivita a schopnost snadno komunikovat s dalšími zařízeními nejen zvyšuje flexibilitu robota, ale také rozšiřuje možnosti jeho využití ve stále širší škále aplikací.

Dále by bylo možné implementovat umělou inteligenci přímo do robota pomocí Raspberry Pi nebo jiného podobného minipočítače, což by výrazně zvýšilo jeho autonomní schopnosti a zpracování dat v reálném čase. Minipočítače, jako je Raspberry Pi, nabízejí dostatečný výpočetní výkon pro běh komplexních algoritmů strojového učení, rozpoznávání obrazu, analýzy zvuku a dalších AI aplikací, které by jinak vyžadovaly robustnější hardwarové prostředky. S tímto typem minipočítače by mohl robot zpracovávat data ze senzorů, jako jsou kamery, mikrofony, teplotní čidla nebo senzory polohy, a na základě těchto dat se autonomně rozhodovat o svých akcích.

Například implementace neuronových sítí nebo pokročilých algoritmů pro rozpoznávání objektů a obrazů by umožnila robotu identifikovat a manipulovat s objekty v jeho okolí s vysokou přesností. Díky tomu by mohl vykonávat složité úkoly, jako je selektivní uchopování různých objektů na základě jejich tvaru, velikosti nebo typu materiálu, aniž by musel být explicitně naprogramován pro každý konkrétní úkol. Implementace AI na Raspberry Pi by také umožnila robotu učit se a přizpůsobovat své chování na základě zkušeností, čímž by se stal flexibilnějším a efektivnějším v různých prostředích.

Minipočítače jako Raspberry Pi navíc podporují širokou škálu knihoven a frameworků pro AI, jako je TensorFlow, OpenCV pro zpracování obrazu, nebo knihovny pro strojové učení jako Scikit-learn, což výrazně usnadňuje implementaci komplexních systémů. Tato integrace by rovněž umožnila robotu provádět analýzu dat přímo v místě jeho působení, což je zvláště důležité v prostředích, kde je rychlá reakce klíčová. Například při záchranných operacích by

robot mohl v reálném čase analyzovat obrazové data a rozhodovat o nejlepší trase nebo metodě pohybu, čímž by se zvýšila jeho efektivita a úspěšnost operace.

Tato kombinace minipočítače a umělé inteligence by rovněž umožnila zpracování pokročilých senzorických dat, jako jsou analýza teploty, vlhkosti nebo detekce škodlivých plynů v prostředí, což by robotovi poskytlo schopnost reagovat na změny v reálném čase a přizpůsobit své chování k zajištění bezpečnosti nebo optimalizace úkolů. Raspberry Pi nebo jiný minipočítač by tedy sloužil jako "mozek" robota, poskytující mu vysokou úroveň autonomie, inteligence a adaptability.

2 ZÁVĚR

Cílem této práce byl návrh a realizace pásového robota s ramenem přes mikroprocesor ESP32.

Celý projekt byl úspěšně navržen a realizován za využití různých moderních komponent a technologií. Základním prvkem byl RoboBoard od Laskakitu, který sloužil jako hlavní řídicí jednotka pro integraci motorů, senzorů a dalších součástí. Pro pohyb robota byly použity servo motory MG995 a YF-H25, přičemž MG995 zajišťovaly pohyb jednodušších kloubů a YF-H25 s vyšším krouticím momentem byly použity pro těžší úkoly. Teplotní čidlo BMP280 sledovalo teplotu v okolí DC motoru, což pomohlo předejít přehřátí.

Konstrukce robota byla navržena v SolidWorks a vytištěna na 3D tiskárně, což umožnilo vytvořit přizpůsobené díly s vysokou přesností. Tento proces zajišťoval, že všechny součásti do sebe perfektně zapadly, což vedlo k úspěšné montáži robota. Kombinace těchto komponent a technologií poskytla efektivní a flexibilní řešení pro vývoj robota, který vykazuje vysoký výkon a je snadno modifikovatelný pro budoucí vylepšení.

3 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1, Podvozek robota.....	8
Obrázek 2, jednoduchý napínací systém pásu	9
Obrázek 3, Drážky v pneumatice	10
Obrázek 4, řez pásem	10
Obrázek 5, ložisku v řezu	12
Obrázek 6, Hnací hřídel.....	13
Obrázek 7, nosná hřídel	13
Obrázek 8, Chlazení	13
Obrázek 9, usměrňovací potrubí	14
Obrázek 10, Rameno	15
Obrázek 11, schéma ramene	15
Obrázek 12, Převodovka ramene	17
Obrázek 13, Drapák.....	18
Obrázek 14, schéma zapojení komponentů	19
Obrázek 15, LaskaKit RoboBoard ESP32.....	20
Obrázek 16, Servo Motor MG995	22
Obrázek 17, Servo Motor YF-6145MG	22
Obrázek 18, LaskaKit BMP280	22
Obrázek 19, DC motor s převodovkou.....	23

4 BIBLIOGRAFIE

1. **Juračka, Aleš a Horňák, Jan.** *Robotika, výukový materiál*. [Dokument] Brno : Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Sokolská, 2014.
2. **Epstein, Jake a Matthew, Loh.** Inside Ukraine's race to crank out unjammable, fiber-optic drones that can break through Russia's electronic warfare. *Business insider*. [Online] Business insider, 7. Únor 2025. [Citace: 20. Únor 2025.] <https://www.businessinsider.com/ukraine-unjammable-fiber-optic-drone-keep-pace-russia-2025-1>.
3. **Láska, Konstantin.** RoboBoard ESP32: Github. *Github*. [Online] LaskaKit, 30. Listopad 2023. [Citace: 5. Říjen 2024.] <https://github.com/LaskaKit/RoboBoard-ESP32>.
4. **Mróz, Mateusz.** I2C: Botland blog. [Online] Botland, 29. Červen 2023. [Citace: 10. Říjen 2024.] <https://botland.cz/blog/sbernice-i2c-co-to-je-a-k-cemu-slouzi/>.
5. **Figiel, Maciej.** PWM: Botland. [Online] Botland, 5. Duben 2022. [Citace: 10. říjen 2024.] <https://botland.cz/blog/co-je-to-signal-pwm/>.
6. **Earl, Bill.** Adafruit 16-Channel; Laskakit. *Laskakit*. [Online] 7. Říjen 2016. [Citace: 15. Říjen 2024.] https://www.laskakit.cz/user/related_files/16-channel-pwm-servo-driver.pdf.
7. **Šrámek, Petr.** uŠup: Laskakit. *Laskakit*. [Online] Laskakit, 25. Duben 2022. [Citace: 10. Listopad 2024.] <https://blog.laskakit.cz/predstavujeme-univerzalni-konektor-pro-propojeni-modulu-a-cidel-%CE%BCsup/>.
8. **YF-6145MG: Laskakit.** *Laskakit*. [Online] Laskakit. [Citace: 17. Leden 2025.] <https://www.laskakit.cz/servo-yf-6125mg-s-kovovymi-prevody-180-26-8kg-cm/>.
9. **MG995: Laskakit.** *Laskakit*. [Online] Laskakit. [Citace: 10. Říjen 2024.] <https://www.laskakit.cz/servo-mg995-s-kovovymi-prevody-180---extra-silne/>.
10. **BMP280: Laskakit.** *Laskakit*. [Online] Laskakit. [Citace: 25. Leden 2025.] <https://www.laskakit.cz/laskakit-bmp280-senzor-tlaku-a-teploty-vzduchu/>.
11. **25GA-370: dratek.cz.** *dratek.cz*. [Online] dratek. [Citace: 18. Září 2024.] https://dratek.cz/arduino/123005-motor-jga25-370-12v-130rpm-s-prevodovkou.html?gad_source=1.

5 PŘÍLOHY

5.1 Seznam použitých knihoven v programu

- [1] ESP32 Servo 3.0.6; Kevin Harrington
- [2] PCA9685 0.7.1; Rob Tillaart
- [3] Adafruit BMP280 2.6.8; Eva Herrada

5.2 Program

```
#define battery_voltage 34

#define pin_SDA 21
#define pin_SCL 22

#define Servo1 16
#define Servo2 17
#define Servo3 18
#define Servo4 19
#define Servo5 26
#define Servo6 25
#define Servo7 33
#define Servo8 32

#define buzzer 27

#define M1_A1 4
#define M1_A2 3
#define M1_PWM 2

#define M2_A1 5
#define M2_A2 6
#define M2_PWM 7

#define M3_A1 10
#define M3_A2 9
#define M3_PWM 8

#define M4_A1 11
#define M4_A2 12
#define M4_PWM 13

#include "Arduino.h"
#include "PCA9685.h"
#include <ESP32Servo.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>
```

```

#include <Adafruit_Sensor.h>

#define BMP280_ADRESA (0x77)
Adafruit_BMP280 bmp;
// definice adresy multiplexoru na i2c
PCA9685 PCA(0x40);
// instance serv
Servo S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8;
// definice proměných pro pozice serv
int S1_pos = 90, S2_pos = 90, S3_pos = 90, S4_pos = 90, S5_pos = 90, S6_pos =
90, S7_pos = 90, S8_pos = 90;
//definice proměnné napětí baterky v mV, rychlosti pohybu(0-100%)
int Voltage, Speed_servo = 100;

unsigned long timer_Voltage;

int pohyb(int val)
{
    return val;
}

void serial()
{
    if (Serial.available())
    {
        char c;
        c = Serial.read();
        if (c == 'x')
        {
            int val = Serial.parseInt();
            bool dir;

            if (val < 0)
            {
                dir = LOW;
                val = val * -1;
            }
            else
            {
                dir = HIGH;
            }
            val = map(val, 0, 100, 0, 4095);
            if (val != 0)
            {
                PCA.write1(M1_A1, dir);
                PCA.write1(M1_A2, !dir);
                PCA.setPWM(M1_PWM, val);
            }
        }
    }
}

```

```

    }
    else
    {
        PCA.write1(M1_A1, LOW);
        PCA.write1(M1_A2, LOW);
        PCA.setPWM(M1_PWM, val);
    }
}
else if (c == 'y')
{
    int val = Serial.parseInt();
    bool dir;

    if (val < 0)
    {
        dir = LOW;
        val = val * -1;
    }
    else
    {
        dir = HIGH;
    }
    val = map(val, 0, 100, 0, 4095);
    if (val != 0)
    {
        PCA.write1(M4_A1, dir);
        PCA.write1(M4_A2, !dir);
        PCA.setPWM(M4_PWM, val);
    }
    else
    {
        PCA.write1(M4_A1, LOW);
        PCA.write1(M4_A2, LOW);
        PCA.setPWM(M4_PWM, val);
    }
}
else if (c == 'a')
{
    S1_pos = pohyb(Serial.parseInt());
}
else if (c == 'b')
{
    S2_pos = pohyb(Serial.parseInt());
}
else if (c == 'c')
{
    S3_pos = pohyb(Serial.parseInt());
}
else if (c == 'd')

```

```

    {
        S4_pos = pohyb(Serial.parseInt());
    }
    else if (c == 'e')x
    {
        S5_pos = pohyb(Serial.parseInt());
    }
    else if (c == 'f')
    {
        S6_pos = pohyb(Serial.parseInt());
    }
    else if (c == 'g')
    {
        S7_pos = pohyb(Serial.parseInt());
    }
    else if (c == 'h')
    {
        S8_pos = pohyb(Serial.parseInt());
    }
    else if (c == 's')
    {
        Speed_servo = abs(Serial.parseInt());
    }
    }
}

void setup()
{
    Serial.begin(115200);

    //zapnutí I2C a přiřazení adresy multiplexoru
    Serial.println("Zapnutí i2C");
    Wire.setPins(pin_SDA, pin_SCA);
    Wire.begin();
    while (!PCA.begin())
    {
        delay(2000);
        Serial.println("nepodařilo se navázat spojení s PCA");
    }
    Serial.println("podařilo se navázat spojení s PCA");
    PCA.setFrequency(200);

    if (!bmp.begin(BMP280_ADRESA)) {
        Serial.println("BMP280 senzor nenalezen, zkontrolujte zapojení!");
        while (1);
    }

    Serial.println("Přiřazení serv k pinům");
    //Přiřazení pinů k jednotlivým servum

```

```

S1.attach(Servo1);
S2.attach(Servo2);
S3.attach(Servo3);
S4.attach(Servo4);
S5.attach(Servo5);
S6.attach(Servo6);
S7.attach(Servo7);
S8.attach(Servo8);

Serial.println("Nastavení rozlišení AD převodníku");
//nastavení rozlišení AD převodníků 0-4095 a změření baterie
analogReadResolution(12);
Voltage = analogReadMilliVolts(battery_voltage);
Serial.print("Napětí baterie je: ");
Serial.print(Voltage);
Serial.println("mV");

timer_Voltage = millis();
}

void loop()
{
    //obsluha komunikace
    if (millis() - timer_Voltage > 1000)
    {
        Voltage = analogReadMilliVolts(battery_voltage) * (1000 + 620) / 620;
        Serial.print("Napětí baterie je: ");
        Serial.print(Voltage);
        Serial.println("mV");
        timer_Voltage = millis();
        if (Voltage <= 6500)
        {
            tone(buzzer, 1000, 500);
        }
    }

    float teplota = bmp.readTemperature();

    Serial.print("Teplota Šuldy: ");
    Serial.print(teplota);
    Serial.println("°C");
    delay(2000);
    if (teplota >= 75)
    {
        tone(buzzer, 500, 250);
    }
}

```

```
S1.write(S1_pos);  
S2.write(S2_pos);  
S3.write(S3_pos);  
S4.write(S4_pos);  
S5.write(S5_pos);  
S6.write(S6_pos);  
S7.write(S7_pos);  
S8.write(S8_pos);  
  
serial();  
  
}
```

5.3 Fotky robota

