



Vyšší odborná škola a Střední průmyslová
škola elektrotechnická Olomouc,
Božetěchova 3

PRAKTICKÁ ZKOUŠKA Z ODBORNÝCH PŘEDMĚTŮ

Autonomní robot a metodika stavby

Autor	Jan Šimek
Obor	Technické lyceum / Elektrotechnika
Vedoucí práce	Mgr. Radim Děřda
Školní rok	2024/2025

ZADÁNÍ PRAKTICKÉ ZKOUŠKY Z ODBORNÝCH PŘEDMĚTŮ

Jméno žáka: Jan Šimek

Studijní obor: 26-41-M/01 Elektrotechnika

Třída: 4B

Ředitelství Vyšší odborné školy a Střední průmyslové školy elektrotechnické Olomouc Vám podle vyhlášky Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy č. 177/2009 Sb., o bližších podmínkách ukončování vzdělávání ve středních školách maturitní zkouškou, ve znění vyhlášky č. 90/2010 Sb., vyhlášky č. 274/2010 Sb., vyhlášky č. 54/2011 Sb. a vyhlášky č. 273/2011 Sb., určuje tuto praktickou zkoušku z odborných předmětů.

Téma: Autonomní robot a metodika stavby prototypu

Způsob zpracování a pokyny k obsahu:

- Navrhněte a sestrojte autonomní robot jezdící po vymezeném hřišti s možností vyhledání plamenu svíčky či jiného světelného zdroje.
- Upravte dostupný prototyp robota "UP" tak, aby jej bylo možné osadit micro:bitem, řídícím jeho činnost.
- Sestavte metodiku pro vedení kroužku robotiky, podle které vedoucí s účastníky sestaví robota s micro:bitem.
- Zrealizujte 4 tematická setkání kroužku zaměřené na stavbu robota s micro:bitem, setkání zdokumentujte.
- Respektujte pravidla stavby robotů http://amavet.fvtp.cz/?page_id=95.
- Vytvořte poster (formát PDF, velikost A1, jméno autora, škola, rok) prezentující maturitní práci.
- Povinnou součástí práce je registrace a aktivní vystoupení v libovolné soutěži (např. soutěžní přehlídka technických VŠ, perFEKT Merkur, RoboCup apod.). Pokud vhodnou soutěž nenaleznete, bude tento bodem splněn účastí ve školním, případně okresním kole SOČ.
- Všechny body zadání jsou závazné, při jejich neplnění může škola změnit formu praktické zkoušky z dlouhodobé na jednodenní.

Rozsah: 25 až 35 stran

Kritéria hodnocení: Hodnocení práce probíhá ve třech fázích.

Průběžné hodnocení zohledňuje postupné plnění zadaných úkolů, dodržování termínů, míru samostatnosti žáka. Hodnocení závěrečné posuzuje míru splnění všech požadavků vyplývajících ze zadání práce a funkčnost produktů. Hodnocena je přehlednost, úplnost, srozumitelnost a formální stránka textové části práce. Hodnocení obhajoby práce zahrnuje způsob a srozumitelnost projevu, vzhled prezentace, odpovědi na dotazy.

Délka obhajoby: 15 minut

Počet vyhotovení: 1x PDF verze (Thesaurus) + 1x poster (Thesaurus)

Vedoucí práce: Mgr. Radim Děřda

Oponent práce: Ing. Jaroslav Pospíšil

Datum zadání: 4. října 2024

Datum odevzdání: 2. dubna 2025

V Olomouci dne 4. října 2024

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA
A STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA
ELEKTROTECHNICKÁ
Božetěchova 755/3, 772 00 Olomouc
tel. 585 200 121 IČ: 00844012

[Podpis]
ředitel školy

Zadání převzal dne 3. 10. 2024

[Podpis]
podpis žáka

Prohlašuji, že jsem praktickou zkoušku z odborných předmětů vypracoval samostatně a všechny prameny jsem uvedl v seznamu použité literatury.

.....

Jan Šimek

Chtěl bych vyslovit poděkování panu Mgr. Radimu Děrdovi za odborné konzultace a poskytnuté informace.

.....

Jan Šimek

Prohlašuji, že nemám námitek proti půjčování nebo zveřejňování mé práce nebo její části se souhlasem školy.

.....

Jan Šimek

ABSTRAKT

Tato práce zpracovaná v rámci praktické zkoušky z odborných předmětů se skládá ze dvou částí. Obě popisují práci spojenou s robotikou, programováním a praktickým využitím. První část práce se věnuje zájmovému kroužku robotiky založenému v letošním roce při Střední průmyslové škole elektrotechnické v Olomouci. Kroužek navštěvuje cca 10 účastníků (studentů prvních ročníků) a jeho náplní je naučit studenty základnímu programování, sestavení robota a v rámci soutěže Božarobot si vyzkoušet jeho fungování v praxi. Druhá část práce je popisem samostatného návrhu, sestavení, naprogramování robota s funkcí detekce plamene od svíčky a jeho následného uhašení, který je zkonstruován v rámci dlouhodobé maturitní práce.

Práce popisuje dva hlavní cíle. Prvním cílem bylo naučit účastníky kroužku z prvních ročníků naší školy navrhnout, sestavit si a naprogramovat robota pro konkrétní soutěž Božarobot pořádanou na naší škole. Roboti měli za úkol projet v co nejrychlejším čase předem určenou trasu vyznačenou černou čarou, kterou musejí při jízdě sledovat.

Druhým cílem bylo sestavit autonomního robota na vyhledávání plamene svíčky pomocí kamery a následně nalezený plamen uhasit. Souvisejícím cílem bylo tohoto robota ukázat studentům v kroužku jako příklad další úrovně programování.

OBSAH

Abstrakt.....	4
Obsah.....	5
Úvod.....	7
1 Sestavení metodiky kroužku	8
1.1 Návrh konstrukce robota	8
1.2 Řídící jednotka	9
1.2.1 Pinout	10
1.2.2 Úprava konstrukce	11
1.3 Senzory	11
1.3.1 Sledování čáry	11
1.3.2 Zjištění překážky	13
1.4 Pohon	14
1.5 Návod	15
1.5.1 Schéma zapojení.....	16
1.5.2 Napájení.....	17
1.5.3 Napěťový dělič	17
1.6 Software	18
1.6.1 Mu Editor.....	18
1.6.2 Programování.....	18
1.7 Celková cena	19
1.8 Soutěž.....	20
2 Ukázka autonomního robota	22
2.1 Soutěž RoboRAVE.....	22
2.2 Řešení úkolů pro podmínky soutěže.....	23

2.3	Konstrukce robota	23
2.4	Řídící jednotka	25
2.5	Program.....	25
Závěr		27
Seznam použité literatury		28
Seznam obrázků a tabulek		29
Přílohy.....		30

Úvod

Dnešní doba je založena na automatizaci a robotice, které usnadňují a urychlují práci i další oblasti života člověka. Hlavním prvkem automatizace jsou roboti. V současnosti již existuje nespočet druhů robotů pro průmysl i zábavu. Tato skutečnost přispěla i ke vzniku robotických soutěží odehrávajících se na národní i mezinárodní úrovni. Děti, studenti i další amatérští programátoři si tak mohou vyzkoušet a porovnat svoje roboty v praxi.

V této práci se budu věnovat metodice sestavení, naprogramování robotů vytvořených ve školním kroužku a následnému otestování na soutěži. Jedná se konkrétně o robota, který musí projet stanovenou dráhu pomocí sledování černé čáry. Bude zde rozebrán návrh konstrukce, řídicí jednotka BBC micro:bit a programovací jazyk. Dále bude popsán autonomní robot sloužící pro vyhledávání plamene svíčky pomocí kamery a jeho následné uhašení, který je předmětem mé dlouhodobé maturitní práce a zároveň má sloužit jako ukázka, kam se mohou účastníci kroužku posunout, pokud se delší dobu věnují programování a různým robotickým soutěžím.

Důvod, proč jsem si vybral tento projekt, je možnost pracovat na vlastním robotickém projektu společně se spolužáky se stejnými zájmy a nadšením pro robotiku. Zároveň jsem si chtěl vyzkoušet, jestli bych uměl předat svoje znalosti dalším nadšencům, dokázal vést skupinu lidí a motivovat je až k účasti v soutěži.

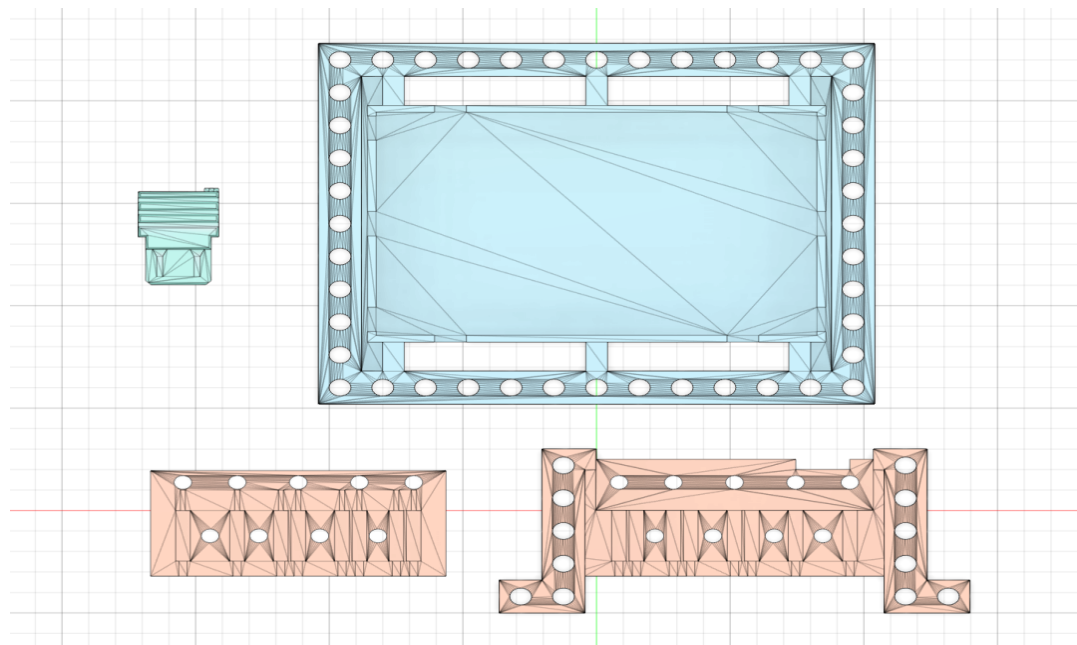
1 SESTAVENÍ METODIKY KROUŽKU

Při vytváření metodiky jsem vybral co nejjednodušší prvky. Pro konstrukci stavebnici bitBeam 4 a řídicí jednotku BBC micro:bit V1. Na detekci čáry jsem zvolil IR senzory s LM393 a pro detekci překážky ultrazvukový senzor HC-SR04. Pro napájení může být použita jakákoliv powerbanka s dvěma výstupy. Pohonem jsou pak dvě kontinuální servo motorky SG90.

1.1 NÁVRH KONSTRUKCE ROBOTA

Pro návrh všech prvků od koleček až po držák na micro:bit byl využit program Autodesk Fusion 360. Program Autodesk Fusion 360 má pro návrh konstrukcí v sobě zabudováno mnoho tvarů, a pokud některé potřebné scházejí, je možné si udělat vlastní. Tato všestrannost je největší výhodou tohoto programu a díky ní pan Mgr. Radim Děřda a kolektiv z Katedry technické a informační výchovy Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci vytvořili stavebnici bitBeam 4, která vychází ze základní myšlenky projektu bitBeam¹. Vlastní konstrukce všech prvků robota byla vytvořena 3D tiskem.

Obrázek č. 1 Návrh dílů ve Fusion 360



Zdroj: Vlastní zpracování

¹ Soutěž: RoboRAVE. Online. 2025. Dostupné z: <https://amavet.cz/souteze-roborave/>. [cit. 2025-03-27].

Dosud byly na tomto základě vyrobeny čtyři druhy robotů. V kroužku jsme se zaměřili pouze na první začátečnickou verzi bB4_1.

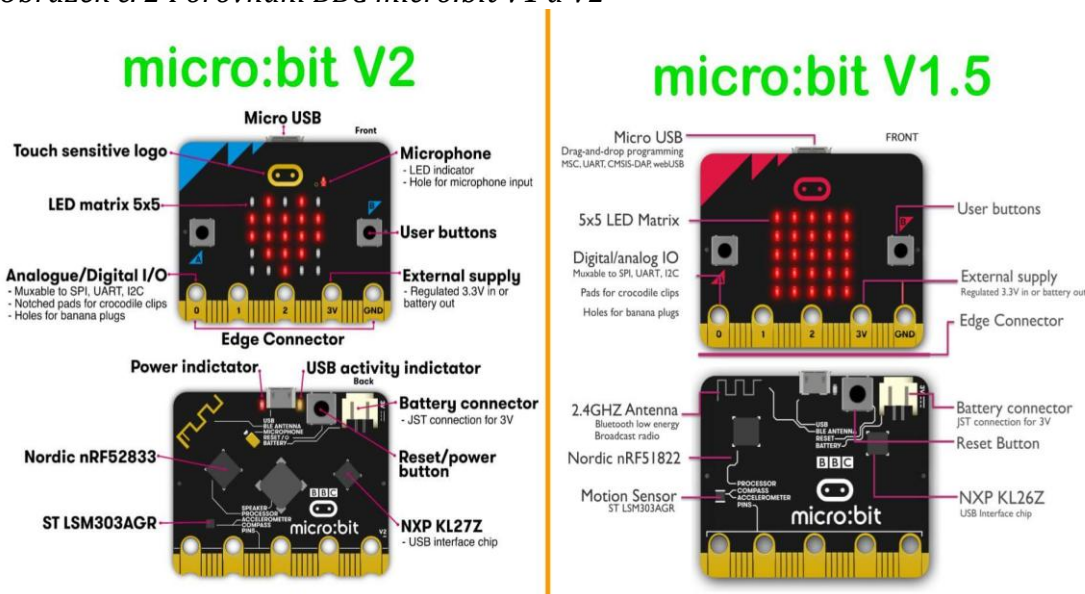
Jak je možné vidět na Obrázku č. 1, stavebnice má otvory, které slouží pro uchycení dalších částí stavebnice. Otvory mají průměr 4 mm a tento rozměr je z důvodu kompatibility dodržen u každého dílu ze všech stavebnic.

1.2 ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA

Pro tento projekt byla zvolena řídicí jednotka – vývojová platforma BBC micro:bit. Jedná se o dvě verze V1 a V2, které jsou postavené na 32bitových procesorech s architekturou ARM Cortex². První verze využívá čip nRF51822 s maximální frekvencí 16 MHz, zatímco druhá verze je vybavena výkonnějším nRF52833, který může běžet až na 64 MHz, a navíc obsahuje hardwarovou podporu pro práci s desetinnými čísly (viz Obrázek č. 2).

Obě zvolené verze pracují při napájecím napětí 3,3 V a jsou vybaveny vlastním stabilizátorem napětí, který funguje při připojení přes micro USB konektor. Alternativně je možné napájení zajistit i pomocí bateriového konektoru na desce.

Obrázek č. 2 Porovnání BBC micro:bit V1 a V2



Zdroj: <https://www.cytrontech.vn/p-bbc-micro-bit-mainboards>

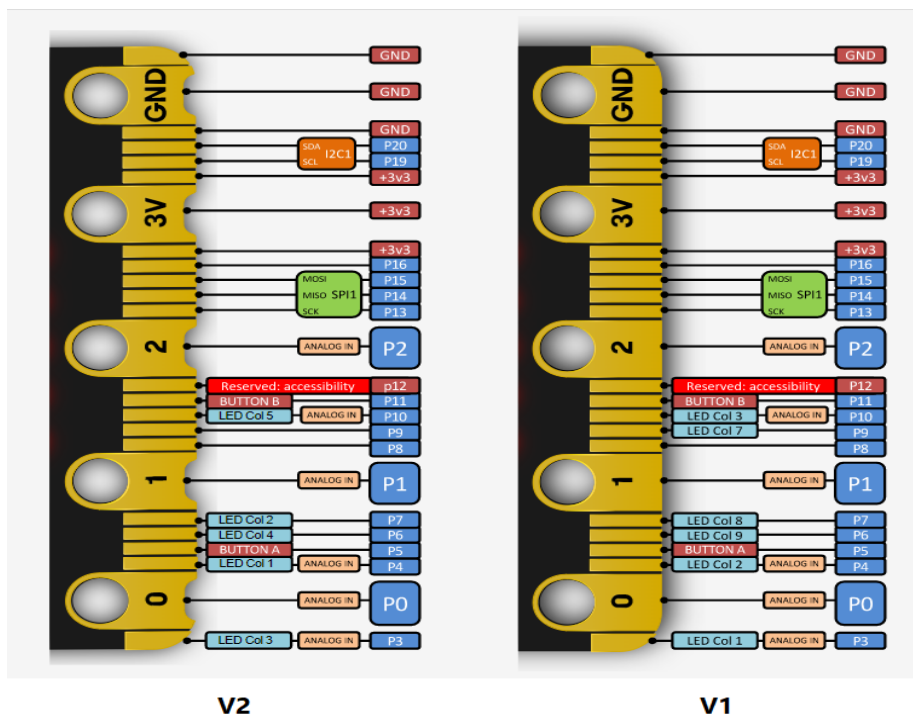
² PECH, Jiří. *Programování Micro:bit pro ZŠ*. Online. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, 2021. Dostupné z: <https://www.impulsprokarieru.cz/download/6149be5931c75671779151.pdf>. [cit. 2025-03-27].

Vývojové desky micro:bit integrují řadu senzorů a periférií, jako jsou 5×5 LED pole, tlačítka, akcelerometr, magnetometr a Bluetooth modul pro bezdrátovou komunikaci. Druhá verze přidává navíc reproduktor a dotykové tlačítko, což rozšiřuje možnosti použití v interaktivních aplikacích.

1.2.1 PINOUT

BBC micro:bit V1 i V2 mají celkem 25 externích pinů (viz Obrázek č. 3), které umožňují připojení různých zařízení podle konstrukce robota. V mém projektu jsem využil pět analogových vstupně/výstupních pinů a jeden GND pin. Piny 0 a 4 byly použity pro připojení dvou IR senzorů s LM393. Piny 1 a 2 sloužily k ovládání kontinuálních servomotorků SG90. Pin 8 byl využit pro připojení ultrazvukového senzoru HC-SR04³.

Obrázek č. 3 Pinout BBC micro:bitu



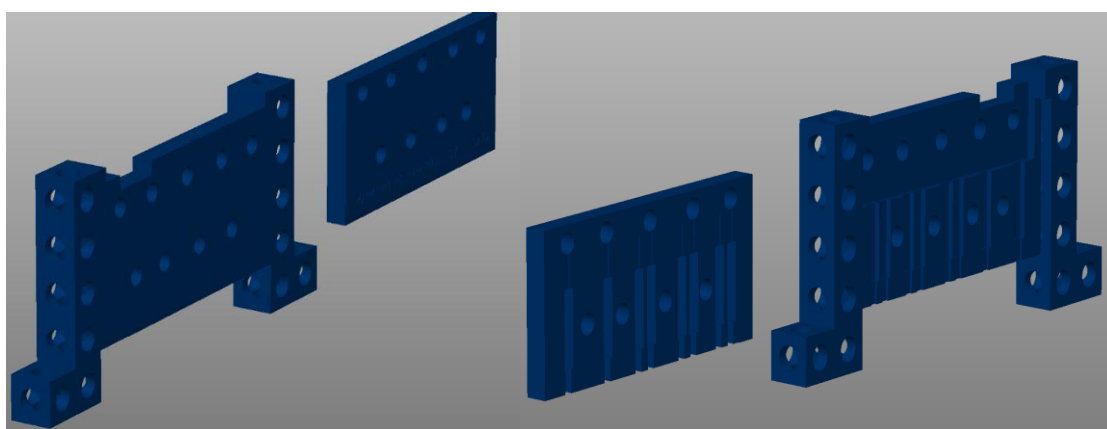
Zdroj: <https://makecode.microbit.org/device/pins>

³ MICROSOFT. Piny micro:bitu. Online. 2022. Dostupné z: <https://makecode.microbit.org/device/pins>. [cit. 2025-03-27].

1.2.2 ÚPRAVA KONSTRUKCE

Pro uchycení řídicí jednotky ke konstrukci bylo zapotřebí navrhnout speciální díl. Tento díl je uzpůsobený k držení kabeláže na pinech BBC micro:bitu a skládá se ze dvou prvků. Menší prvek má na sobě z přední strany vypsané piny, které robot využívá pro senzory a motorky. Z druhé strany jsou drážky na drátky, které jsou tím drženy na pinech micro:bitu. Druhá část už jen drží micro:bit na jednom místě pomocí šroubků. Speciální díl je navržen tak, aby do něj mohly být použity obě verze BBC micro:bitu (viz Obrázek č. 4).

Obrázek č. 4 speciální díl pro BBC micro:bit (přední a zadní strana)



Zdroj: Vlastní zpracování PrusaSlicer

1.3 SENZORY

1.3.1 SLEDOVÁNÍ ČÁRY

Pro detekci čáry byla použita dvojice reflexních infračervených senzorů s LM393⁴ přímo pro její sledování. Každý IR senzor je typu TCRT5000⁵ (viz Obrázek č. 5 a Obrázek č. 6). Ten obsahuje vysílací LED diodu a fototranzistor, který reaguje na odražené IR.

⁴ LM393, LM393E, LM293, LM2903, LM2903E, LM2903V, NCV2903. Online. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.laskakit.cz/user/related_files/lm393-d.pdf. [cit. 2025-03-27].

⁵ TCRT5000, TCRT5000L. Online. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.laskakit.cz/user/related_files/tcrt5000_datasheet.pdf. [cit. 2025-03-27].

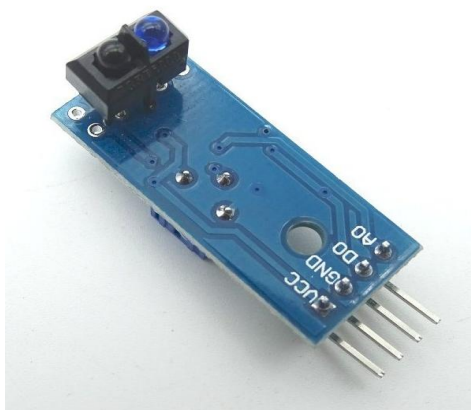
Obrázek č. 5 IR senzor TCRT5000



Zdroj: Datasheet TCRT5000

Senzor pracuje na napájecím napětí 5 V a na výstupu poskytuje digitální hodnotu podle míry odrazu od povrchu. Z datasheetu vyplývá, že snímací vzdálenost je přibližně 1 až 15 mm, což je ideální pro sledování čáry na podložce.

Obrázek č. 6 IR senzor pro sledování čáry

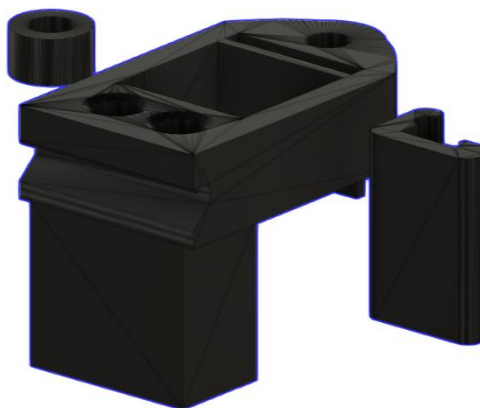


Zdroj: www.laskakit.cz

Jedním z největších problémů u vysílání a přijímání IR světla je okolní vliv jiného zdroje světla (např. slunce, osvětlení místnosti apod.), což může způsobit rozhození hodnot a následné zmatkování robota. Tento problém se dá zčásti omezit dílem ze stavebnice s neprůsvitným krytím (viz Obrázek č. 7), které vede až dolů, přibližně 1 mm nad podložku s čarou, tudíž robot vidí v 80 %⁶ jen světlo, které si sám vyšle.

1.3.2 ZJIŠTĚNÍ PŘEKÁŽKY

Obrázek č. 7 Krytí senzoru



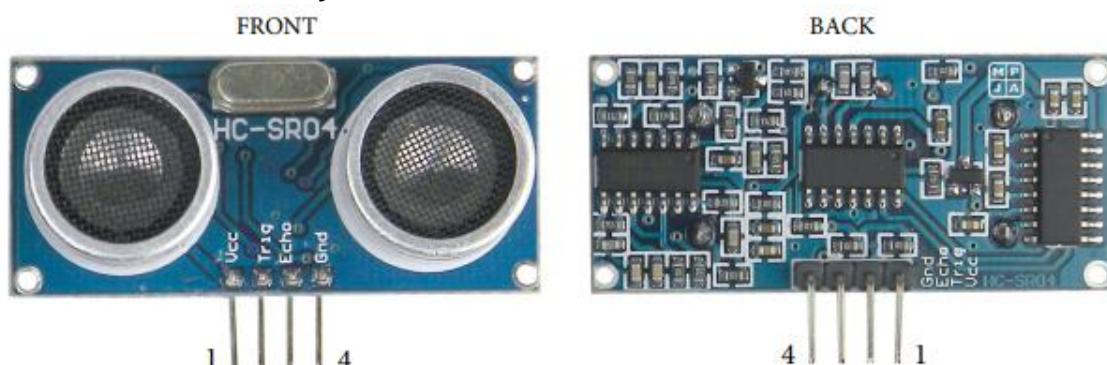
Zdroj: Vlastní zpracování

Pro měření vzdálenosti mezi robotem a překážkou byl využit ultrazvukový senzor HC-SR04⁷ (viz Obrázek č. 8). Senzor pracuje na principu vysílání a přijímání ultrazvukových vln o frekvenci 40 kHz. Napájecí napětí senzoru je 5 V a měří vzdálenost v rozsahu od 2 cm do 400 cm s přesností přibližně 3 mm. Z datasheetu vyplývá, že optimální pracovní vzdálenost je do 200 cm, kde je měření nejpřesnější.

⁶ Uvedená procenta stanovena orientačně.

⁷ HC-SR04 User Guide. Online. S. 4. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.laskakit.cz/user/related_files/hc-sr04_ultrasonic_module_user_guidejohn.pdf. [cit. 2025-03-27].

Obrázek č. 8 ultrazvukový senzor HC – SR04



Zdroj: HC – SR04 User Guide

V našem případě bylo testováno objetí překážky v podobě krabice od mléka. Robot je schopen díky tomuto senzoru překážku zaznamenat a objet. Jediný problém, který by mohl nastat, je, že pojede více robotů současně a budou také současně vysílat signál na odraz. Tím by se mohli navzájem rušit a robot by začal překážku objíždět v jiný okamžik, než požadujeme.

1.4 POHON

Pohon robota tvoří dva mikro servomotory SG90 o hmotnosti 9 g s nylonovými převody. Jedná se o kontinuální verzi serva, u které byl odstraněn potenciometr, díky čemuž se motor otáčí plynule v obou směrech, ale bez možnosti přesného určení polohy. Konstrukčně je servo řešeno jako DC motor s převodovkou, což zajišťuje plynulý pohyb při malých rozměrech.

Podle specifikace má servomotor SG90 (viz Obrázek č. 9 a Obrázek č. 10) provozní napětí v rozsahu 3,0–7,2 V. Rychlost pohybu je 0,12 s na 60° při napájení 5 V. Servomotor je kompaktní, s rozměry 23 × 23 × 12 mm a připojovacím kabelem o délce 150 mm. Díky těmto parametrům je vhodný pro malé mobilní robotické konstrukce, jako je ta naše.

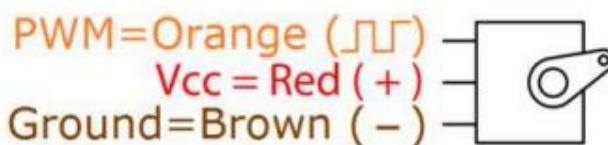
Obrázek č. 9 Servomotor SG90



Zdroj: www.laskakit.cz

Servomotor je ovládán pomocí PWM signálu (Pulse Width Modulation), který určuje směr i rychlost otáčení. Řídící signál má podobu pulzů o různé šířce, přičemž středová hodnota (okolo 1,5 ms) servo zastaví. Změnou délky pulzu se mění směr otáčení – kratší pulzy způsobí pohyb jedním směrem, delší druhým. PWM řízení umožňuje plynulou regulaci rychlosti, což je ideální pro přesné manévrování robota.

Obrázek č. 10 Označení kabelů servomotorku



Zdroj: Datasheet SG90 9 g Micro Servo

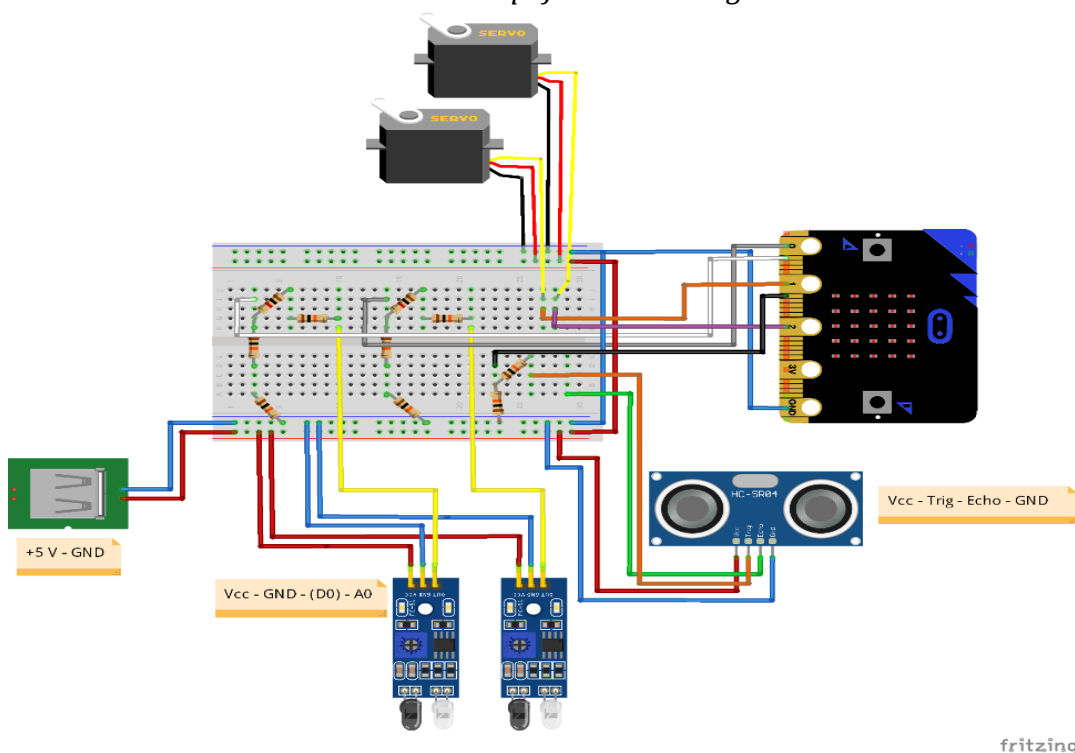
1.5 NÁVOD

Návod byl převzat od vedoucího práce Mgr. Radima Děrdy, který ho sám vytvořil. Jedná se o podrobný popis jednotlivých kroků vedoucích k sestavení a zapojení celého robota.

1.5.1 SCHÉMA ZAPOJENÍ

Návod byl původně vytvořen pro jinou řídicí jednotku – Arduino Nano⁸, což znamená, že bylo nutné vytvořit jiné schéma zapojení. Byly proto použity dva počítačové softwary. Jedním z nich je KiCad pro elektrotechnické schéma zapojení a druhým je Fritzing pro jednodušší obrázkové schéma zapojení.

Obrázek č. 11 Elektronické schéma zapojení ve Fritzing

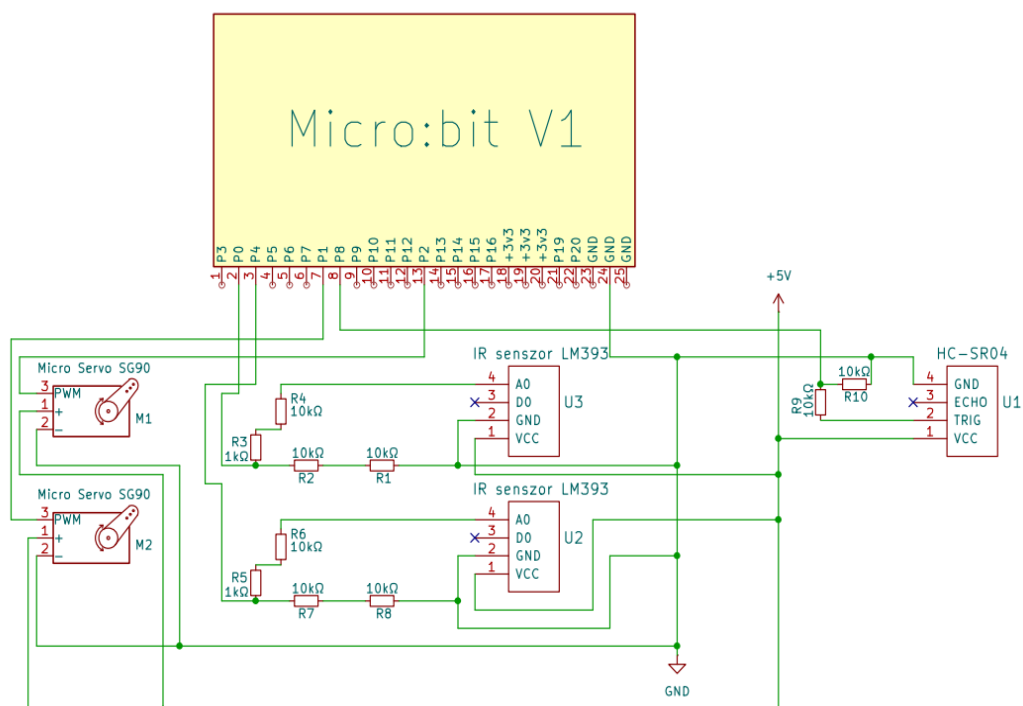


Zdroj: Vlastní zpracování

Při porovnání Obrázku č. 11 a Obrázku č. 12 je patrné, že jednodušší je zapojení z Fritzing. Ze zkušenosti v kroužku vyplývá, že pro účastníky by bylo lehčí postupovat podle obrázků odpovídajících realitě než se orientovat ve schematických značkách i v rámci relativně jednoduché podoby zapojení.

⁸ MALÝ, Martin. *Micro:bit krok za krokem: praktický úvod do programování a elektroniky*. CZ.NIC. Praha: CZ.NIC, z.s.p.o., 2023. ISBN 978-80-88168-67-6.

Obrázek č. 12 Elektronické schéma zapojení v KiCad



Zdroj: Vlastní zpracování

1.5.2 NAPÁJENÍ

Napájením nepájivého pole byly dva kabely, které vedly do 3D tisknutého USB konektoru pro zapojení do jakékoliv powerbanky. Pro napájení BBC micro:bitu byl použit klasický kabel s USB A na jednom konci a micro USB na druhém. Pro celou konstrukci tedy byla potřeba powerbanka obsahující dva vstupy. V průběhu realizace kroužku bylo zjištěno, že jeden ze studentů si donesl powerbanku pouze s jedním vstupem, ale k tomu si vzal ještě pouzdro pro dvě baterie AAA a tím také dosáhl funkčnosti robota. Vývodem tohoto pouzdra byl konektor, který na micro:bitu byl hned vedle micro USB portu.

1.5.3 NAPĚŤOVÝ DĚLIČ

Při zapojování a testování robota byly některé senzory nefunkční, protože generovaly jiné napětí, než byla řídicí jednotka schopna přijmout. Micro:bit je schopen přijmout na pinu pouze 3,3 V, ale ze senzorů bylo generováno 5 V. Bylo tedy nutné toto napětí nejdříve rozdělit, protože by jinak došlo k poškození micro:bitu.

Pro IR senzory se dělič skládá ze $3 \times 10 \text{ k}\Omega$ a $1 \times 1 \text{ k}\Omega$. Pro ultrazvukový senzor byl potřeba pouze dělič z rezistorů $2 \times 10 \text{ k}\Omega$.

1.6 SOFTWARE

Software společně s hardwarem tvoří celý projekt. Je to druhá nejdůležitější část robotiky. Program pro výuku jsem psal v prostředí Mu Editor v jazyce MicroPython.

1.6.1 MU EDITOR

Pro programování vývojové desky BBC micro:bit v jazyce MicroPython byl zvolen Mu Editor. Jedná se o jednoduché a přehledné vývojové prostředí, které je vhodné zejména pro začátečníky a pro výukové účely. Dalším důvodem této volby bylo propojení předmětu výpočetní technika v prvním ročníku s mým kroužkem programování, protože se zde žáci učí základy MicroPythonu s BBC micro:bitem.

Výhodou Mu Editoru je, že nabízí uživatelsky přívětivé rozhraní usnadňující psaní a úpravu kódu v jazyce Python. Samozřejmostí je zvýraznění syntaxe a automatické odsazování, které pomáhá udržovat přehlednost a správnou strukturu programu. Prostředí je navrženo tak, aby práce s micro:bitem probíhala co nejjednodušeji a umožňovala snadné testování a ladění vytvářených programů.

Obrázek č. 13 Logo vývojového prostředí Mu Editor



Zdroj: <https://codewith.mu/>

1.6.2 PROGRAMOVÁNÍ

Pro výuku jsem vytvořil několik postupně navazujících programů, které sloužily k osvojení práce s jednotlivými komponenty a jejich propojení do funkčního celku.

Na začátku jsme se zaměřili na testování servomotorů (viz příloha č. 2 Program „Motorky“), kde si studenti vyzkoušeli základní principy ovládání pohyblivých částí pomocí PWM signálu. Následně jsme pokračovali čtením hodnot ze senzorů (viz příloha č. 3 Program „Senzory“), aby si procvičili práci se vstupními daty a jejich vyhodnocením. Dalším krokem bylo zjištění překážky pomocí hodnot z ultrazvukového senzoru (viz příloha č. 4 Program „Dálkoměr“).

Závěrečnou částí bylo propojení všech předchozích poznatků do jednoho komplexnějšího programu (viz příloha č. 5 Finální program). Ten spojoval řízení servomotorů na základě aktuálních hodnot ze senzorů a umožňoval tak sledování čáry. Studenti si na tomto příkladu prakticky ověřili principy zpětné vazby a řízení pohybu robota podle okolních podmínek.

Tento postupný přechod od jednoduchých úloh ke složitější aplikaci pomohl lépe pochopit logiku programování, práci s hardwarem i základní principy robotiky.

1.7 CELKOVÁ CENA

Množství součástek v Tabulce č. 1 je uvedeno podle obsahu jedné stavebnice. Stavebnic bylo dohromady 12. Celková cena za stavebnice je vyčíslena v Tabulce č. 2. Některé součástky jsem nebyl schopen koupit v odpovídajícím počtu, ale pouze ve formě celého balení, tedy více kusů, než bylo potřeba.

Tabulka č. 1 Cena součástek na jednu stavebnici

Součástka	Množství [ks]	Cena za kus	Celková cena
BBC micro:bit V1/V2	1	547 Kč	547 Kč
IR senzor sledování čáry s LM393	2	18 Kč	36 Kč
Ultrazvukový senzor HC – SR04	1	38 Kč	38 Kč
Micro servo SG90 kontinuální	2	62 Kč	124 Kč
Skleněná kulička	1	1,66 Kč	1,66 Kč

Rezistor 1 Kohm	2	0,8 Kč	1,6 Kč
Rezistor 10 Kohm	8	0,8 Kč	6,4 Kč
Nepájivé pole	1	38 Kč	38 Kč
Celkem	18	792,66 Kč	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 2 Cena všech součástek

Součástka	Množství [ks]	Cena za kus	Celková cena
BBC micro:bit V1/V2	12	547 Kč	6564 Kč
IR senzor sledování čáry s LM393	24	18 Kč	432 Kč
Ultrazvukový senzor HC – SR04	12	38 Kč	456 Kč
Micro servo SG90 kontinuální	24	62 Kč	1488 Kč
Skleněná kulička	50	1,66 Kč	83 Kč
Rezistor 1 Kohm	30	0,8 Kč	24 Kč
Rezistor 10 Kohm	100	0,8 Kč	80 Kč
Nepájivé pole	12	38 Kč	456 Kč
Celkem	264	9 583 Kč	

Zdroj: Vlastní zpracování

1.8 SOUTĚŽ

Posledním krokem bylo otestování získaných znalostí na školní soutěži Božarobot, kterou jsem jako organizátor pořádal společně s paní učitelkou Ing. Zuzanou Veselou, zakladatelkou této soutěže. Jednalo se o soutěž LineFollower, kde si účastníci mohli vyzkoušet své programy na různých typech drah. Soutěž byla rozdělena do dvou disciplín. První disciplína nesla název SPRINT a jejím cílem bylo

projet rovný úsek dlouhý dva metry co nejrychleji. Robot mohl buď sledovat vodící čáru ve středu dráhy, nebo jet přímo bez jakéhokoli navádění. Druhou disciplínou bylo sledování čáry, které se odehrávalo na dvou typech tratí – jednodušší a složitější. Před závodními jízdami měli soutěžící dvě hodiny na nahrání programu a doladění parametrů. Každý robot měl na dráze tři pokusy, aby si případně mohl vylepšit nejlepší dosažený čas. Po ukončení závodů následovalo slavnostní vyhlášení výsledků, na němž byly předány diplomy a ceny pro nejlepší účastníky.

Tabulka č. 3 Pořadí účastníků soutěže Božarobot

TŘÍDA	JMÉNO	MAPA 1		MAPA 2		SPRINT!		CELKEM SEKUND	POŘADÍ	ÚČAST KROUŽEK
		s	setiny	s	setiny	s	setiny			
3B	Účastník 01	12	36	21	14	3	93	37,43	1	NE
1B – s.	Účastník 02	24	5	39	47	2	42	65,94	2	NE
1L	Účastník 03	24	82	41	75	5	13	71,7	3	ANO
1L	Účastník 04	30	35	50	53	6	33	87,21	4	ANO
1L	Účastník 05	30	94	51	43	6	91	89,28	5	ANO
1L	Účastník 06	37	56	61	0	10	62	109,18	6	ANO
1L	Účastník 07	39	34	65	76	10	40	115,5	7	ANO
1L	Účastník 08	31	87	57	58			689,45	8	ANO
1L	Účastník 09	48	26	82	19			730,45	9	ANO
1L	Účastník 10							1800	10	ANO
1L	Účastník 11							1800	10	ANO
1L	Účastník 12							1800	10	ANO

Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 14 Robotický kroužek



Zdroj: Vlastní zpracování

2 UKÁZKA AUTONOMNÍHO ROBOTA

Druhým cílem projektu bylo sestavit autonomního robota sloužícího k vyhledávání plamene svíčky pomocí kamery a nalezený plamen uhasit. Souvisejícím dílčím cílem bylo tohoto robota ukázat studentům v kroužku jako další úroveň programování a představit další možnosti, které se jim otevírají při zapojení do robotických projektů a soutěží.

Popisovaný robot je navržen tak, aby v soutěžní aréně samostatně vyhledával plamen svíčky a následně jej uhasil. Při vývoji bylo nutné propojit znalosti z oblastí programování, senzoriky, řízení motorů i konstrukce samotného robota. Projekt autonomního robota sloužil jako praktická ukázka toho, jak mohou získané dovednosti vést až k tvorbě složitějších systémů schopných samostatného rozhodování a plnění zadaného úkolu v reálném prostředí.

2.1 SOUTĚŽ ROBORAVE

Soutěž RoboRAVE⁹ International je mezinárodní soutěží zaměřenou na vzdělávací robotiku, programování a konstrukci autonomních robotů. Účastníci soupeří v různých disciplínách, ve kterých jejich robot musí splnit zadaný úkol bez zásahu člověka. Soutěž podporuje rozvoj technického myšlení, kreativity a praktických dovedností v oblasti robotiky. Celá soutěž se koná v souladu s hlavním mottem pořadatelů, které zní: „Fun while Learning, Sharing and Teamwork“, což v překladu znamená „Zábava při učení, sdílení a týmové spolupráci“ (RoboRAVE International, 2024). Můj autonomní robot konstruovaný pro tuto soutěž bude zařazen do kategorie Fire Fighting Challenge, v níž robot vyhledává plamen svíčky a pokouší se jej uhasit.

⁹ Soutěž: RoboRAVE. Online. 2025. Dostupné z: <https://amavet.cz/souteze-roborage/>. [cit. 2025-03-27].

Obrázek č. 15 Soutěž RoboRAVE



Zdroj: <https://roboraveinternational.org/#/>

2.2 ŘEŠENÍ ÚKOLŮ PRO PODMÍNKY SOUTĚŽE

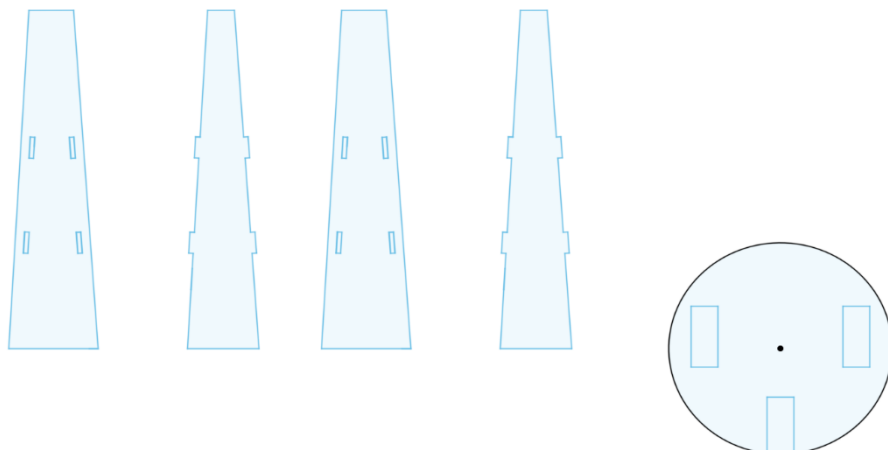
Pro řešení úkolu hašení ohně jsem vymyslel způsob, jak projet hřiště s rozmístěnými svíčkami, překážkami a kruhem pod každou svíčkou podle zadání soutěže. Pro detekci svíček a jejich okolí jsem se rozhodl použít Raspberry Pi 5 a kamerový modul Raspberry Pi V2 NoIR (bez infračerveného filtru). Plamen jsem identifikoval na základě nejjasnějšího bodu v obraze, zatímco překážky/stěny jsem detekoval podle jejich tvaru a barvy. Pro detekci kruhu pod svíčkou jsem vytvořil černý pruh na spodní části obrazu kamery, což umožnilo robotu správně identifikovat místo, kde se nachází svíčka.

2.3 KONSTRUKCE ROBOTA

Konstrukci robota jsem realizoval pomocí laserové frézky. Jako materiál jsem zvolil dřevěnou překližku o tloušťce 5 mm. Celkový tvar konstrukce připomíná tvar pyramidy s kruhovou podstavou o průměru 300 mm. Uprostřed podstavy je umístěn čtyřboký komolý jehlan s výškou 400 mm a šířkou jeho podstavy 100 mm. Každá stěna jehlanu je samostatně pohyblivá a zapadá do drážek, což umožňuje jejich nezávislou manipulaci.

Na levé straně robota, na vrcholu jehlanu, je upevněn servomotor, na kterém je připevněn větrák, který slouží k zhasnutí svíčky. Kamera je umístěna na vnitřní straně levé stěny robota, přičemž směřuje ze středu robota mírně dolů.

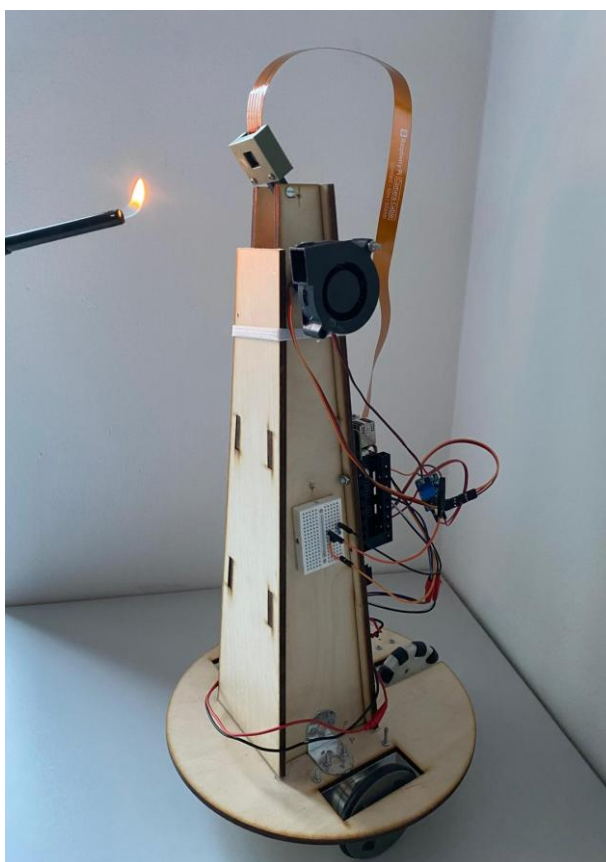
Obrázek č. 16 Návrh konstrukce ve Fusion 360



Zdroj: Vlastní zpracování

Na zadní straně robota je upevněno Raspberry Pi v držáku vyrobeném 3D tiskárnou, připojené k H-Bridge LN298, který řídí dva velké motory umístěné zespod kruhové podstavy robota. Realizace viz Obrázek č. 17.

Obrázek č. 17 Realizace autonomního robota



Zdroj: Vlastní zpracování

2.4 ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA

Jako řídicí jednotku jsem zvolil nejnovější verzi Raspberry Pi, konkrétně model Raspberry Pi 5 s 8 GB RAM. Důvodem této volby byla především skutečnost, že mám s Raspberry Pi zkušenosti z dřívějších projektů, kdy jsem ho využíval pro stavbu menších robotů do soutěží, jako byl sledovač čáry, sledovač čáry s překážkou nebo Rallye.

Raspberry Pi 5 je oproti starším modelům výrazně výkonnější. Obsahuje čtyřjádrový procesor ARM Cortex-A76 s frekvencí až 2,4 GHz a novou grafickou jednotku VideoCore VII. Díky tomu zvládá i náročnější výpočty nebo práci s obrazem. Má také rychlejší USB 3.0 porty, dva výstupy HDMI s podporou 4K rozlišení a gigabitový ethernet pro stabilní síťové připojení.

Obrázek č. 18 Raspberry pi 5 s namontovanou „Cooling Case“



Zdroj: <https://rpishop.cz/499030/krabicka-pro-raspberry-pi-5-cooling-case>

Pro lepší chlazení jsem si k Raspberry Pi 5 zakoupil černý hliníkový „Cooling Case“ s dvojitým PWM ventilátorem. Ten pomáhá udržet teplotu zařízení v normě i při vyšší zátěži a zároveň dodává celé jednotce ochranu.

2.5 PROGRAM

Programová část je nejdůležitější, ale zároveň nejnáročnější součást konstrukce tohoto robota. Program je napsán v jazyce Python v prostředí Thonny, které je defaultně nainstalované na Raspberry Pi 5. Při realizaci sledování světla z plamene svíčky, rozpoznání překážky a zjištění, zda se robot nachází ve vyznačeném prostoru pod svíčkou, bylo nutné naučit se zpracování obrazu pomocí Raspberry Pi 5 a kamerového modulu Raspberry Pi Camera Module V2 NoIR.

Pro získání potřebných znalostí jsem využil kurzy ze stránky ITnetwork¹⁰, které mě provedly od úplných základů až po funkční vyhledávání svíčky, překážky a kruhu pod svíčkou. Pro zpracování obrazu jsem použil knihovnu cv2, díky které lze identifikovat nejsvětlejší bod určité velikosti a analyzovat jeho tvar. Na kamerový obraz jsem přidal šedý filtr, který ještě více zvýrazní světlé body, což umožňuje jejich přesnější detekci. Při setkání s překážkou jsem implementoval podmínku, která ověřuje tvar objektu. Pokud se tvar liší od svíčky, robot překážku jednoduše objede.

Pro zastavení ve vyznačeném místě pod svíčkou jsem na kamerový obraz přidal vyhrazenou oblast pro detekci barvy. Jakmile se v této oblasti objeví černá čára, robot zastaví a čeká, dokud plamen svíčky nebude uhašen hasicím systémem.

¹⁰ *Analýza obrazu a videa v Pythonu – Online kurz.* Online. Itnetwork. 2025. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/python/video>. [cit. 2025-03-27].

ZÁVĚR

Během období, kdy jsem zahájil a následně realizoval kroužek robotiky, jsem si ověřil, že zájem o tuto činnost mezi studenty je poměrně velký a přistupují k ní s nadšením. I přesto, že zadání pro studenty znělo vytvořit si vlastního robota, vyzkoušeli si všichni i dovednosti týmové spolupráce, například při řešení problémů. Výsledkem práce byli plně funkční roboti, jejichž funkčnost ověřili studenti ve školní soutěži Božarobot s velmi dobrými výsledky. Myslím si, že se zdokonalili ve svých technických dovednostech při konstruování robotů i v programovacích schopnostech při programování. Věřím, že když kroužek vede student čtvrtého ročníku, může to být motivující pro účastníky k dalšímu studiu elektrotechniky. V průběhu realizace kroužku jsem zjistil, jak je důležité dbát na jednoduchost a srozumitelnost vysvětlování včetně názorných ukázek. Je proto důležité nepodcenit přípravu. Praktickou ukázkou činnosti v kroužku naleznete pod přiloženým QR kódem.



Při tvorbě autonomního robota jsem vycházel z předpokladu, že má být nejen funkční, ale zároveň sloužit jako ukázka vyšší úrovně sestavení robota a jejich programování. Jedním z dílčích cílů bylo vytvořit robota s takovými funkcemi, které by mohly být využitelné v praxi, například při vyhledávání plamene v těžko dostupných či nebezpečných prostorech. Robot umí vyhledat zdroj světla, v případě detekce tvaru světla od plamene je schopen jej uhasit pomocí hasicího systému, rozpozná překážku rozdílnou od svíčky podle tvaru a je schopen se jí vyhnout, zastavit na vyznačeném místě. Na zkonstruování robota bylo nejdůležitější se zaměřit na kombinaci hasicího systému s vlastní konstrukcí robota. Dále najít dostatečně silný motor pro hasicí ventilátor a naprogramovat ho tak, aby byl schopen uhasit plamen svíčky z jakékoli pozice. Ukázkou autonomního robota naleznete pod přiloženým QR kódem.



Dlouhodobá maturitní práce pro mě byla cennou zkušeností jak z hlediska oblasti robotiky, programování a konstrukce, tak i z hlediska práce s lidmi.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DĚRDA, Radim a kol. *Bitbeam – levná alternativa drahým komerčním konstrukčním stavebnicím*. Online. 2023. Dostupné z: <https://bitbeam4.eu/>. [cit. 2025-03-27].
- [2] PECH, Jiří. *Programování Micro:bit pro ZŠ*. Online. České Budějovice: Jihočeská Univerzita, Přírodovědecká fakulta, 2021. Dostupné z: <https://www.impulsprokarieru.cz/download/6149be5931c75671779151.pdf>. [cit. 2025-03-27].
- [3] MICROSOFT. *Piny micro:bitu*. Online. 2022. Dostupné z: <https://makecode.microbit.org/device/pins>. [cit. 2025-03-27].
- [4] HC-SR04 User Guide. Online. S. 4. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.laskakit.cz/user/related_files/hc-sr04_ultrasonic_module_user_guidejohn.pdf. [cit. 2025-03-27].
- [5] MALÝ, Martin. *Micro:bit krok za krokem: praktický úvod do programování a elektroniky*. CZ.NIC. Praha: CZ.NIC, z.s.p.o., 2023. ISBN 978-80-88168-67-6.
- [6] LM393, LM393E, LM293, LM2903, LM2903E, LM2903V, NCV2903. Online. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.laskakit.cz/user/related_files/lm393-d.pdf. [cit. 2025-03-27].
- [7] TCRT5000, TCRT5000L. Online. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.laskakit.cz/user/related_files/tcrt5000_datasheet.pdf. [cit. 2025-03-27].
- [8] *Soutěž: RoboRAVE*. Online. 2025. Dostupné z: <https://amavet.cz/souteze-roborave/>. [cit. 2025-03-27].
- [9] *Analýza obrazu a videa v Pythonu – Online kurz*. Online. Itnetwork. 2025. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/python/video>. [cit. 2025-03-27].

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek č. 1 Návrh dílů ve Fusion 360.....	8
Obrázek č. 2 Porovnání BBC micro:bit V1 a V2	9
Obrázek č. 3 Pinout BBC micro:bitu	10
Obrázek č. 4 speciální díl pro BBC micro:bit (přední a zadní strana)	11
Obrázek č. 5 IR senzor TCRT5000.....	12
Obrázek č. 6 IR senzor pro sledování čáry.....	12
Obrázek č. 7 Krytí senzoru	13
Obrázek č. 8 ultrazvukový senzor HC – SR04	14
Obrázek č. 9 Servomotor SG90	15
Obrázek č. 10 Označení kabelů servomotorku.....	15
Obrázek č. 11 Elektronické schéma zapojení ve Fritzing.....	16
Obrázek č. 12 Elektronické schéma zapojení v KiCad	17
Obrázek č. 13 Logo vývojového prostředí Mu Editor	18
Obrázek č. 14 Robotický kroužek.....	21
Obrázek č. 15 Soutěž RoboRAVE	23
Obrázek č. 16 Návrh konstrukce ve Fusion 360	24
Obrázek č. 17 Realizace autonomního robota.....	24
Obrázek č. 18 Raspberry pi 5 s namontovanou „Cooling Case“	25
Tabulka č. 1 Cena součástek na jednu stavebnici.....	19
Tabulka č. 2 Cena všech součástek	20
Tabulka č. 3 Pořadí účastníků soutěže Božarobot.....	21

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Poster k maturitní práci.

VOŠ a SPŠE
Olomouc, Budatčova 7
www.spseol.cz

Kroužek robotiky

- sestav si robota ze stavebnice bitBeam 4
- naprogramuj si řídicí jednotku BBC micro:bit
- závod' na různých soutěžích po celé ČR

více informací na: www.spseol.cz



Jan Šimek, 2025
vedoucí práce: Mgr. Radim Děřda

The poster features a blue background with white text. At the top left is the logo for VOŠ a SPŠE Olomouc, Budatčova 7, with the website www.spseol.cz. The main title 'Kroužek robotiky' is in a large, bold, white font. Below it is a bulleted list of activities in white text. Further down is the website for more information. The bottom half of the poster contains a photograph of five students in a classroom setting, kneeling around a large white sheet of paper on the floor that serves as a race track. They are working with small robots and components. The photo is set against a blue background that matches the poster's design.

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha č. 2: Program „Motorky“

```
motorky.py x
1 # Imports go at the top
2 from microbit import *
3 import time
4 import machine
5
6 v = 30
7 stop = 76
8
9 display.off()
10 pin1.write_analog(stop)
11 pin2.write_analog(stop)
12 pin1.set_analog_period(20)
13 pin2.set_analog_period(20)
14
15 while True:
16     #dopředu
17     pin1.write_analog(stop-v) #pravé kolo
18     pin2.write_analog(stop+v) #levé kolo
19     sleep(2000)
20     #dozadu
21     pin1.write_analog(stop+v)
22     pin2.write_analog(stop-v)
23     sleep(1000)
24     #do leva
25     pin1.write_analog(stop-v)
26     pin2.write_analog(stop-v)
27     sleep(1000)
28     #do prava
29     pin1.write_analog(stop+v)
30     pin2.write_analog(stop+v)
31     sleep(1000)
32
33
```

Zdroj: Vlastní zpracování z Mu Editor

Příloha č. 3 Program „Senzory“

```
sensory.py X
1 # Write your code here :-)
2 # Imports go at the top
3 from microbit import * # Klasické importy knihoven
4 import time
5 import machine
6
7 hr = 600
8
9
10 display.off()
11
12 while True:
13     if pin4.read_analog() > hr:
14         print("Černá")
15         sleep(1000)
16     else:
17         print("Bílá")
18         sleep(1000)
19
```

Zdroj: Vlastní zpracování z Mu Editor

Příloha č. 4 Program „Dálkoměr“

```

dalkomer.py
1 # Write your code here :-)
2 # Imports go at the top
3 from microbit import *
4 import time
5 import machine
6
7 v = 12
8 stop = 76
9 hr = 448
10 # Code in a 'while True:' loop repeats forever
11 display.off()
12 pin1.write_analog(stop+v)
13 pin2.write_analog(stop-v)
14 pin1.set_analog_period(20)
15 pin2.set_analog_period(20)
16
17 while True:
18     pin8.write_digital(0)
19     time.sleep_us(2)
20     pin8.write_digital(1)
21     time.sleep_us(10)
22     pin8.write_digital(0)
23     distance = int(machine.time_pulse_us(pin13,1))
24
25     #vyhodnocení prekazky
26     if (distance > 0) and (distance < 1000):
27         pin1.write_analog(stop)
28         pin2.write_analog(stop)
29
30     else:
31         pin1.write_analog(stop-v)
32         pin2.write_analog(stop+v)
33

```

Zdroj: Vlastní zpracování z Mu Editor

Příloha č. 5 Finální program

```

Microbit.py
1 | # Imports go at the top
2 | from microbit import *
3 | import time
4 | import machine
5 |
6 | v = 12
7 | stop = 76
8 | hr = 200
9 | # Code in a 'while True:' loop repeats forever
10 | display.off()
11 | pin1.write_analog(stop)
12 | pin2.write_analog(stop)
13 | pin1.set_analog_period(20)
14 | pin2.set_analog_period(20)
15 | distance = 0
16 |
17 | def vzdalenost0():
18 |     #merení vzdalenosti
19 |     global distance
20 |     pin8.write_digital(0)
21 |     time.sleep_us(2)
22 |     pin8.write_digital(1)
23 |     time.sleep_us(10)
24 |     pin8.write_digital(0)
25 |     distance = int(machine.time_pulse_us(pin13,1))
26 |
27 | while True:
28 |
29 |     #vyhodnocení překazky
30 |     vzdalenost0()
31 |     if (distance > 0) and (distance < 1000):
32 |         pin1.write_analog(stop)
33 |         pin2.write_analog(stop)
34 |     else:
35 |         #dvoustavova regulace levá strana
36 |         while pin0.read_analog() < hr:
37 |             pin2.write_analog(stop+v)
38 |             pin1.write_analog(stop)
39 |
40 |     #vyhodnocení překazky
41 |     vzdalenost0()
42 |     if (distance > 0) and (distance < 1000):
43 |         pin1.write_analog(stop)
44 |         pin2.write_analog(stop)
45 |     else:
46 |         #dvoustavova regulace pravá strana
47 |         while pin4.read_analog() < hr:
48 |             pin1.write_analog(stop-v)
49 |             pin2.write_analog(stop)
50 |

```

Zdroj: Vlastní zpracování z Mu Editor