

Střední Průmyslová Škola Elektrotechnická Ječná



## DLOUHODOBÁ MATURITNÍ PRÁCE

Třidič předmětů podle barev  
s využitím platformy Lego Mindstorms

Střední Průmyslová Škola Elektrotechnická Ječná



## DLOUHODOBÁ MATURITNÍ PRÁCE

Třídíč předmětů podle barev  
s využitím platformy Lego Mindstorms

Sorter of objects by color  
using the Lego Mindstorms platform

Autor: Martin Mušec, A4b

Škola: SPŠE Ječná, Ječná 30, 120 00 Praha 2

Vedoucí práce: Ing. Martin Peter

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci DMP vypracoval samostatně a použil jsem pouze zdroje a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Dále prohlašuji, že tištěná a elektronická verze této práce jsou totožné.

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

V Praze dne 10.4.2025

---

Martin Mušec

# Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce **Ing. Martinu Peterovi** za vedení, odbornou podporu a cenné připomínky během celé realizace projektu. Jeho zkušenosti a směřování mi pomohly lépe uchopit technické i dokumentační aspekty této práce.

Mé poděkování patří také **panu učiteli Zdeňku Vondrovi** za inspirativní výuku, technické rady a trpělivé vedení při praktických cvičeních z automatizace a robotiky, která významně ovlivnila podobu výsledného řešení.

Zvláštní dík si zaslouží **můj tatínek**, který mi poskytl své staré zásoby **LEGO Mindstorms**, zapůjčil **3D tiskárnu**, zasvětil mě do **tajů 3D tisku** a pomohl mi vybrat a pochopit správná softwarová řešení. Jeho pomoc byla pro realizaci projektu neocenitelná.

Dále děkuji také firmě **SIDAT** za zkušenosti získané během odborné praxe, které přispěly k návrhu konstrukce a pochopení principů reálné automatizace.

Velké díky patří i mé rodině a spolužákům za jejich podporu, trpělivost a motivaci během vývoje projektu.

# Anotace

Tento projekt představuje simulaci automatizované třídičky předmětů podle barvy, postavenou na vzdělávací platformě LEGO Mindstorms EV3. Pomocí barevného senzoru, motorů a servomotorů zařízení napodobuje funkci skutečného automatizačního systému, který rozeznává a třídí objekty na základě jejich barvy. Řídicí software je vyvinut v jazyce MicroPython s využitím open-source systému ev3dev a platformy Pybricks, což zajišťuje flexibilitu, snadnou úpravu a možnost dalšího rozvoje. Součástí zařízení jsou také uživatelsky upravené díly konstrukce, navržené na míru potřebám projektu a vytištěné na 3D tiskárně z ekologického materiálu PLA (Polyactic acid).

## Klíčové slova

EV3; třídění podle barvy; MicroPython; ev3dev; pybricks, SG90 servo; NXTServo; OpenSCAD; MachineBlocks; PLA filament; Prusa Mini; Open-source

## Annotation

This project presents a simulation of an automated color-sorting system, built on the educational platform LEGO Mindstorms EV3. Using a color sensor, motors, and servos, the device mimics the functionality of a real industrial automation system that identifies and sorts objects based on their color. The control software is developed in MicroPython using the open-source ev3dev system and the Pybricks platform, providing flexibility, easy customization, and potential for future development. The device also includes custom-designed structural components, tailored to the specific needs of the project and 3D printed using eco-friendly PLA material (Polyactic acid).

## Key words

EV3; color sorting; MicroPython; ev3dev; pybricks, SG90 servo; NXTServo; OpenSCAD; MachineBlocks; PLA filament; Prusa Mini; Open-source

# Zadání

Navrhněte tříděč barev za pomoci Lego Mindstorms.

1. Použijte dotykový senzor, aby se program spustil a barevný senzor který bude snímat barvy předmětů.
2. Použijte motory k pohybu pásu, na kterém předměty budou a k třídění daných předmětu podle barev.

# Obsah

Prohlášení .....	3
Poděkování .....	4
Anotace .....	5
Klíčové slova .....	5
Annotation .....	5
Key words .....	5
Zadání .....	6
Obsah .....	7
1. Úvod .....	8
1.1. Jak funguje barevný senzor? .....	8
1.1.1. Co je to barva? .....	8
1.1.2. Jak vidíme barvy? .....	8
1.2. Různé typy snímačů barev .....	8
1.2.1. RGB senzory (Red, Green, Blue) .....	8
1.2.2. Spektrální senzory .....	9
1.2.3. Infračervené senzory s barevnou detekcí .....	9
1.2.4. LEGO EV3 barevný senzor .....	9
2. Funkce systému .....	10
3. Řešení a konstrukce .....	11
3.1. Softwarové řešení .....	12
3.2. Použitý software .....	12
3.2.1. ev3dev + MicroPython + Pybricks <sup>[3][5]</sup> .....	12
3.2.2. Visual Studio Code + LEGO Mindstorms Extension <sup>[7]</sup> .....	12
3.2.3. OpenSCAD <sup>[6]</sup> .....	12
3.2.4. PrusaSlicer <sup>[9]</sup> .....	13
3.2.5. GitHub <sup>[8]</sup> .....	13
3.2.6. Mechanické řešení <sup>[9]</sup> .....	13
3.2.7. 3D tisk a vlastní konstrukční díly .....	13
3.3. Napájení systému a řízení napěťových úrovní .....	14
3.3.1. Napájení jednotky EV3 .....	14
3.3.2. Napájení servomotorů (SG90) .....	14
3.3.3. Úprava napájecích konektorů .....	14
3.4. Stavba .....	15
3.4.1. Vývoj prototypu a ladění mechaniky .....	16
3.4.2. Kreativní propojení LEGO a běžné elektroniky .....	17
4. Závěr .....	19
5. Zdroje .....	20
6. Seznam obrázků .....	21

# 1. Úvod

## 1.1. Jak funguje barevný senzor?

### 1.1.1. Co je to barva?

Za barvy, jak je známe, jsou zodpovědné dvě věci – světlo a naše oči. Zjednodušeně řečeno, rozdíl mezi jednotlivými barvami je v množství energie, které příslušný paprsek světla má. V tabulce níže jsou uvedeny různé druhy světla.



Obrázek 1: Zobrazení různých typů elektromagnetického záření

Takzvané gama paprsky „mají“ největší množství energie, zatímco rádiové vlny nejmenší. Uprostřed, kde jsou viditelné barevné pruhy, se nachází světlo, které můžeme vidět – tzv. viditelné světlo. Z viditelného spektra má fialové světlo nejvíce energie a červené nejméně.

Různé objekty vidíme v různých barvách v závislosti na tom, jaké světlo pohlcují a jaké odrážejí. Například objekty, které nazýváme černé, pohlcují veškeré světlo, a tedy i hodně energie. Naopak bílé objekty odrážejí veškeré světlo a pohlcují ho mnohem méně. Proto nám bývá v létě větší horko v černém oblečení než v bílém.

### 1.1.2. Jak vidíme barvy?

V našich očích máme tři typy čípků. Každý typ je citlivý buď na červené, zelené nebo modré světlo. Každý čípek posílá do mozku signál o intenzitě světla, které zaznamenal. Díky informacím o množství červené, zelené a modré v každém světelném paprsku je náš mozek schopen „vidět“ různé barvy.

A jak vidí barvy roboti?

Místo očí mají roboti senzory. Podobně jako lidé, i roboti používají tři typy senzorů. Každý typ detekuje intenzitu červeného, zeleného nebo modrého světla. Kombinací informací ze tří senzorů dokáže robot určit, jakou barvu „vidí“.

## 1.2. Různé typy snímačů barev

### 1.2.1. RGB senzory (Red, Green, Blue)

Je to nejzákladnější typ barevného senzoru. Funguje na principu měření intenzity světla v červené, zelené a modré spektrální složce. Na výstupu se pak objevují kombinace hodnot RGB, ze kterých se pak určuje výsledná barva. Nejběžněji se používají v průmyslových třídících systémech a displejích. Používají se v



automatickém nastavení jasu v displejích, třídění objektu podle barvy a rozpoznávání barev v robotice (např. sledování barevné čáry).

### 1.2.2. Spektrální sensory

Funguje na stejném principu jako RGB senzory, ale měří světlo v širším spektru barev nejenom RGB. Díky tomu, že umí analyzovat ve více úzkých vlnových délek světla, může poskytnout přesnější výsledky. Tenhle sensor se používá v laboratořích, medicíně a přesných měřicích aplikacích. Používají se v diagnostice materiálů, kontrole kvality potravin a analýze světelných zdrojů.

### 1.2.3. Infračervené sensory s barevnou detekcí

Dokážou detekovat světlo mimo viditelné spektrum, zejména infračervené a blízké infračervené záření. Používají se v nočním vidění, bezpečnostních systémech a medicíně.

Použití: noční vidění (např. v bezpečnostních kamerách).

Optické snímače pro třídění materiál. Lékařská termografie

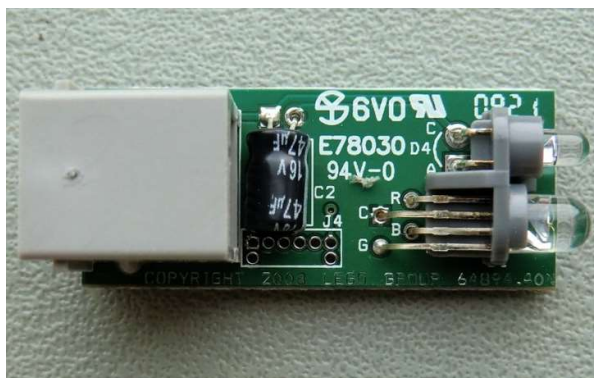
### 1.2.4. LEGO EV3 barevný senzor

Je to digitální senzor, který dokáže detekovat barvu nebo intenzitu světla, které vstupuje malým vstupem na přední straně senzoru. Tento senzor lze používat ve třech různých režimech: režim rozpoznávání barev, režim intenzity odraženého světla a režim intenzity okolního světla.

V režimu rozpoznávání barev dokáže senzor rozlišit sedm barev — černou, modrou, zelenou, žlutou, červenou, bílou a hnědou — plus „žádná barva“ (No Color). Díky této schopnosti rozlišovat barvy může být senzor použit ke stave třídičky.

Vzorkovací frekvence barevného senzoru je 1 kHz (1000 měření za sekundu).

Pro co nejpřesnější výsledky je v režimech rozpoznávání barev a odraženého světla potřeba držet senzor v pravém úhlu a těsně u povrchu, který zkoumá – ale nesmí se ho dotýkat.



Obrázek 2: Jak vypadá Color Sensor uvnitř

## 2. Funkce systému

Systém třídění barev funguje jako automatizovaný proces, který využívá senzory k detekci barvy objektů a následně je pomocí motorů třídí do příslušných přihrádek. Níže je popsán celý proces krok za krokem:

### 1. Spuštění systému

Systém je ovládán dotykovým senzorem (Touch Sensor).

Uživatel spustí proces třídění stiskem tlačítka – tím se aktivuje hlavní smyčka programu.

Tímto způsobem lze systém jednoduše zapnout nebo zastavit bez nutnosti připojení k počítači.

### 2. Aktivace dopravníku

Po spuštění se zapne motor připojený k pásovému dopravníku (motor na portu A).

Dopravník začne pohybovat objekty (např. kuličky nebo kostky) směrem k barevnému senzoru.

### 3. Detekce barvy

Jakmile se předmět dostane pod barevný senzor (Color Sensor na portu S2), senzor načte jeho barvu. Senzor pracuje v režimu rozpoznávání barev (Color Mode), ve kterém je schopen detekovat:

- černou, modrou, zelenou, žlutou, červenou, bílou, hnědou
- nebo „žádnou barvu“ (pokud nic není detekováno)

Data ze senzoru jsou okamžitě zpracována řídicí jednotkou EV3.

### 4. Vyhodnocení barvy a rozhodnutí o směru

EV3 vyhodnotí detekovanou barvu a rozhodne, do které přihrádky má být předmět zařazen. Každé barvě je přiřazena konkrétní pozice ramene, kterou nastavuje příslušné mikro servo (SG90). Rameno slouží jako prepínač směru – nasměruje předmět do správné výstupní trasy.

### 5. Nastavení serva a třídění

Pomocí rozhraní I2C vyšle EV3 příkaz do zařízení NXTServo, které ovládá tři serva SG90. Konkrétní servo se otočí do předem definované pozice odpovídající rozpoznané barvě. Když se objekt dostane na konec dopravníku, je veden do správné výstupní přihrádky.

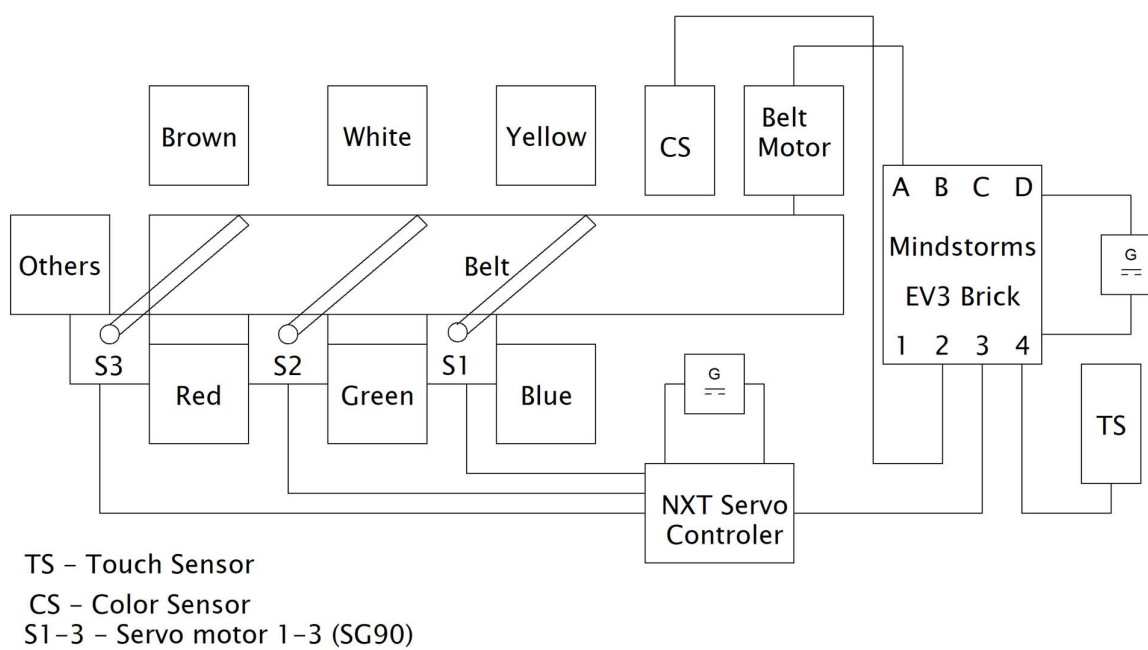
### 6. Plynulý průběh a opakování

Systém pokračuje v třídění dalších předmětů, dokud není proces přerušen (např. opětovným stiskem dotykového senzoru). Třídění probíhá automaticky a plynule díky kombinaci dopravníku, senzoru a přesného řízení serv

### 3. Řešení a konstrukce

Projekt je postaven na kombinaci otevřeného softwarového prostředí a modulární mechanické konstrukce. Cílem bylo vytvořit systém, který je nejen funkční, ale také snadno rozšiřitelný, modifikovatelný a udržitelný. Celý návrh integruje programování, elektroniku, 3D modelování a robotiku.

Níže uvedený obrázek schematicky znázorňuje zapojení jednotlivých komponentů systému. Zobrazuje propojení mezi EV3, senzory, servomotory a napájecími zdroji. Schéma slouží jako vizuální podpora k popisu funkce systému.



### 3.1. Softwarové řešení

Hlavní logika třídícího algoritmu je napsána v MicroPythonu a běží přímo na zařízení EV3. Pomocí knihovny Pybricks je zajištěna komunikace s barevným senzorem, motory, dotykovým senzorem a přes rozhraní I2C také s externím řadičem servomotorů (NXTServo). Program je strukturován do funkcí, což usnadňuje jeho ladění, úpravy a případné rozšíření o nové funkce nebo schopnost třídit jiné barvy.

Jedním z klíčových problémů při vývoji softwaru třídicky, bylo získání stabilního a spolehlivého barevného čtení. Během pohybu předmětu po pásu může totiž barevný senzor zachytit přechodové nebo falešné hodnoty způsobené vibracemi, nedokonalým osvětlením nebo odlesky.

Barevný senzor (Color Sensor) snímá barvu s vysokou frekvencí až 1000 měření za sekundu, což umožňuje rychlé reakce, ale zároveň zvyšuje pravděpodobnost kolísání naměřených hodnot.

Pro řešení tohoto problému byl implementován následující postup:

- Vytváří se buffer, do kterého se ukládá několik po sobě jdoucích měření barvy.
- Funkce `get_sensor_color()` analyzuje tento buffer a zjišťuje, zda se některá barva vyskytuje opakovaně v dostatečné míře. Pokud podíl nejčastější barvy překročí nastavený práh stability, je tato barva vyhodnocena jako platná.
- Tento přístup výrazně zvyšuje odolnost vůči šumu a náhodnému přečtení okolních ploch nebo samotného pásu, a přispívá tak k přesnosti celého třídícího procesu.

Zdrojový kód je k dispozici na téhle adrese:

- <https://github.com/MatoNXT/color-sorter/blob/main/MMSorter/main.py>

### 3.2. Použitý software

#### 3.2.1. ev3dev + MicroPython + Pybricks<sup>[3][5]</sup>

Projekt využívá alternativní open-source operační systém ev3dev, který běží na řídicí jednotce LEGO EV3. V kombinaci s knihovnou Pybricks umožňuje programování v jazyce MicroPython, což výrazně zvyšuje flexibilitu a efektivitu vývoje oproti původnímu LEGO softwaru. Programátor má plnou kontrolu nad senzory, motory i časováním.

#### 3.2.2. Visual Studio Code + LEGO Mindstorms Extension<sup>[7]</sup>

Pro psaní a správu kódu bylo využito moderní vývojové prostředí VSCode spolu s rozšířením pro LEGO Mindstorms. Toto prostředí usnadňuje práci s projektem díky funkcím jako zvýraznění syntaxe, připojení k zařízení, integrovaný terminál a ladění.

#### 3.2.3. OpenSCAD<sup>[6]</sup>

Veškeré uživatelsky upravené 3D modely byly navrženy v nástroji OpenSCAD, který umožňuje parametrické modelování. Díky tomu lze konstrukční díly snadno přizpůsobit požadavkům projektu, měnit rozměry nebo tvar úpravou několika parametrů.

### 3.2.4. PrusaSlicer<sup>[9]</sup>

Pro přípravu modelů k tisku byl využit software PrusaSlicer, který umožňuje precizní nastavení parametrů tisku, optimalizaci podpor a náhledy výsledné struktury. Výsledkem je kvalitní a efektivní výroba 3D dílů z PLA.

### 3.2.5. GitHub<sup>[8]</sup>

Celý projekt je spravován pomocí platformy GitHub, která umožňuje verzování kódu, dokumentaci, sledování změn a spolupráci více vývojářů. Díky tomu je projekt transparentní, otevřený pro další rozvoj a snadno se dá sdílet.

### 3.2.6. Mechanické řešení<sup>[9]</sup>

Zařízení kombinuje standardní LEGO konstrukční prvky s uživatelsky navrženými 3D tištěnými díly, které zajišťují:

- uchycení mikroseru, (Obrázek 13)
- přesné vedení předmětů po dopravníku, (Obrázek 11)
- montážní prvky pro barevný senzor, (Obrázek 12)
- uchycení upravených lego dílu na mikroseru (Obrázek 13)

Tyto díly byly navrženy tak, aby rozšířily možnosti klasických LEGO prvků a zlepšily funkčnost systému.

### 3.2.7. 3D tisk a vlastní konstrukční díly

V rámci projektu byly navrženy a vyrobeny vlastní konstrukční prvky, které rozšiřují možnosti standardních LEGO dílů a umožňují přesné uchycení komponent, vedení objektů či integraci ne-Legových prvků, jako jsou SG90 serva. K jejich výrobě byla využita technologie 3D tisku.

Použitá technologie 3D tisku<sup>[9]</sup>

- 3D tiskárna Prusa Mini – spolehlivá stolní tiskárna pro FDM (Fused Deposition Modeling) fungující na principu tavení plastového filamentu, vrstva po vrstvě, ideální pro rychlou a přesnou výrobu funkčních plastových dílů.
- Materiál: PLA filament – biologicky rozložitelný plast s dobrou pevností, vhodný pro technické a konstrukční aplikace. Je ekologický a snadno tisknutelný, což urychluje prototypování.

MachineBlocks<sup>[2]</sup> a jejich úprava v OpenSCADu

- MachineBlocks je knihovna modulárních stavebních bloků kompatibilních s LEGO systémem, určená pro 3D tisk.
- Pro tento projekt byly některé bloky upraveny pomocí parametrického modelování v OpenSCADu, aby přesně vyhovovaly specifickým požadavkům:
- Změna rozměrů pro přesné usazení SG90 servomotorů
- Přidání otvorů nebo výřezů pro kabely, I2C konektory a šroubky

- Přizpůsobení výšky a tloušťky podle rozměrů okolních LEGO prvků

Výhodou použití OpenSCADu je možnost snadné replikace a úpravy díky parametrům – úprava jednoho čísla automaticky změní celý model.

### 3.3. Napájení systému a řízení napětových úrovní

Funkčnost celého zařízení závisí nejen na správném programování a konstrukci, ale také na zajištění stabilního a vhodného napájení jednotlivých komponent. V projektu bylo potřeba řešit rozdílné napětové požadavky mezi jednotkou EV3, servy a dalšími prvky.

#### 3.3.1. Napájení jednotky EV3

Řídicí jednotka LEGO EV3 běžně pracuje s napětím 9 V, a může být napájena buď pomocí originálního LEGO akumulátoru, nebo šesti AA bateriemi. Pro zajištění delší výdrže a stabilního napětí bylo zařízení připojeno na externí USB zdroj (5 V) prostřednictvím step-up měniče, který napětí zvedá na požadovaných 9 V. Toto řešení je efektivní, bezpečné a zároveň cenově dostupné.

#### 3.3.2. Napájení servomotorů (SG90)

Řídicí jednotka NXTServo byla napájena prostřednictvím upraveného kabelu připojeného k LEGO bateriovému boxu, Mikroserva typu SG90 vyžadují napájení kolem 5–6 V pro spolehlivý provoz. K jejich napájení byl použit upravený LEGO bateriový box (Obrázek 16), do kterého byly vloženy klasické AAA baterie. Box byl následně upraven tak, aby poskytoval stabilní výstupní napětí 6 V (Obrázek 17), vhodné pro napájení SG90 serv. Tímto způsobem bylo možné zachovat kompatibilitu s LEGO systémem a zároveň zajistit požadovanou úroveň napájení pro serva.

#### 3.3.3. Úprava napájecích konektorů

Pro propojení LEGO komponent s běžnou elektronikou (např. SG90 serva, řídicí jednotka NXTServo) bylo nezbytné upravit napájecí a signálové konektory (Obrázek 18), protože LEGO využívá proprietární konektorový systém, který není přímo kompatibilní se standardními I2C zařízeními ani běžnými servy.

Byla provedena následující praktická řešení:

- Vlastní redukce byly vytvořeny z rozstřižených LEGO kabelů. Jejich konce byly upraveny tak, aby umožňovaly napojení na běžné piny (použitý dutinkový konektor), čímž vznikl přechodový kabel mezi LEGO systémem a běžnou elektronikou.
- Řídicí jednotka NXTServo byla napájena prostřednictvím upraveného kabelu připojeného k LEGO bateriovému boxu, který byl upraven tak, aby poskytoval stabilní výstup 6 V potřebný pro provoz SG90 servomotorů.
- Kabely byly vedeny tak, aby bylo zachováno správné napětové rozložení a polarita. Pro bezpečnost a stabilitu spojení byly konektory mechanicky zajištěny (smršťovací bužírkou nebo tavným lepidlem)

### 3.4. Stavba

Návrh a sestavení konstrukce pásového dopravníku zabralo značné množství času a experimentování. Klíčovým úkolem bylo správně zvolit ozubená kolečka, určit vhodné rozmístění hnacích a napínacích částí a navrhnout umístění misek pro rozřídění barvy.

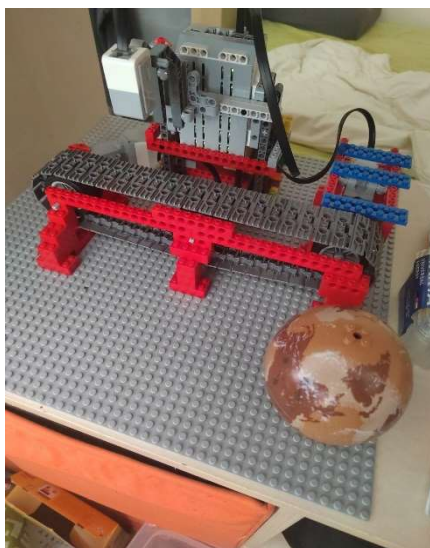
Nejprve jsem si vytvořil několik jednoduchých modelů a náčrtků, jak by mohla výsledná konstrukce vypadat. Inspiraci jsem čerpal ze skutečných pásových dopravníků, se kterými jsem měl možnost pracovat během odborné praxe ve firmě SIDAT, a také z výuky předmětu Cvičení z automatizace a robotiky, vedeného panem učitelem Zdeňkem Vondrou. Tyto zkušenosti mi pomohly lépe pochopit principy mechanického návrhu a přenést je do prostředí LEGO konstrukce.



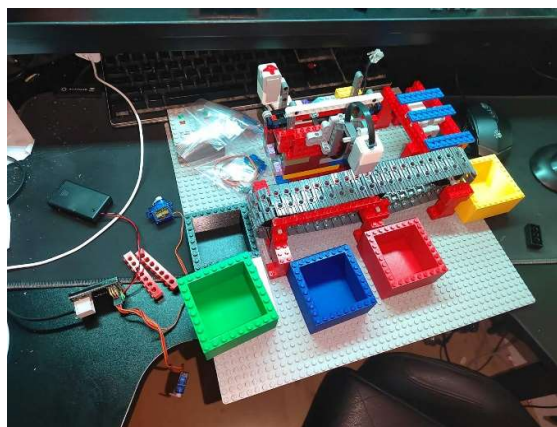
Obrázek 4: Pás ze SIDATu



Obrázek 5: Umístění řídicí jednotky Mindstorms EV3

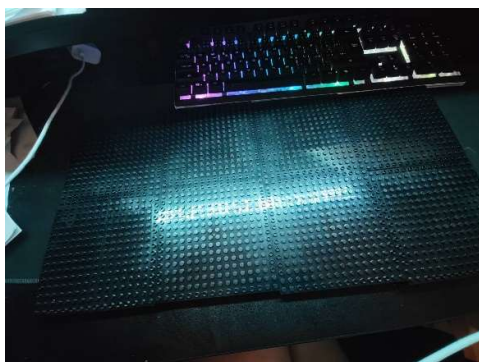


Obrázek 6: Model pásu

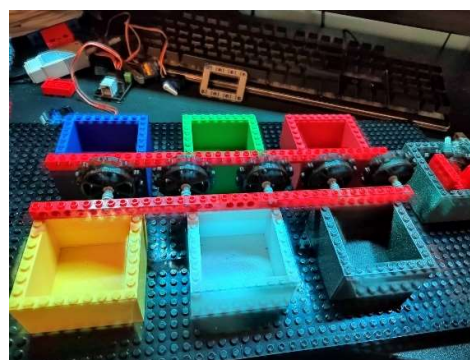


Obrázek 7: Vytisknuté boxy na barvy





Obrázek 8: Plocha na které bude pás umístěn

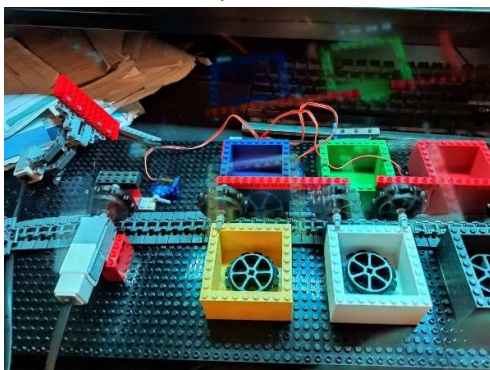


Obrázek 9: Umístění krabic a ozubených koleček

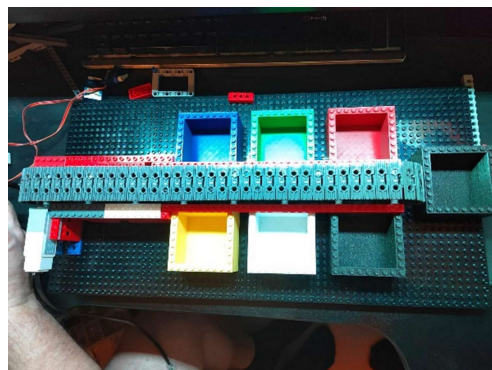
### 3.4.1. Vývoj prototypu a ladění mechaniky

Během vývoje zařízení vzniklo několik verzí konstrukce, které sloužily k testování a postupnému vylepšování mechanických částí i celkového chování systému. Každá nová verze byla výsledkem praktických testů, zpětné vazby a doladování detailů. Nedílnou součástí každé fáze bylo také průběžné ladění 3D tištěných dílů, které byly upravovány podle potřeb a chování jednotlivých částí v reálném provozu (Obrázek 20).

- První verze sloužila jako základní prototyp. Testoval se základní princip pohybu pásu, uchycení misek a typ použitého ozubení. Současně byly vytvořeny první 3D díly (např. držák senzoru), které se následně ukázaly jako nevhodné z hlediska stability a rozměrů.
- Druhá verze přinesla zpevnění konstrukce a přesnější vedení pásu. V této fázi byly 3D modely přepracovány pro pevnější uchycení k LEGO konstrukci a upravovaly se rozměry dle reálných tolerancí výtisků.
- Třetí verze se soustředila na časovou synchronizaci jednotlivých činností, tedy pohybu pásu, snímání barvy a aktivace serv pro třídění. Došlo zde i k dalším úpravám 3D dílů – zejména držáků SG90 serv, které musely přesně pasovat a zároveň umožnit volný pohyb ramena.
- Finální verze představuje optimalizované zařízení s vyladěnými mechanickými detaily, stabilní konstrukcí a přesně seřízenými vlastními 3D tištěnými komponenty, které hrají klíčovou roli ve funkčnosti celého systému.

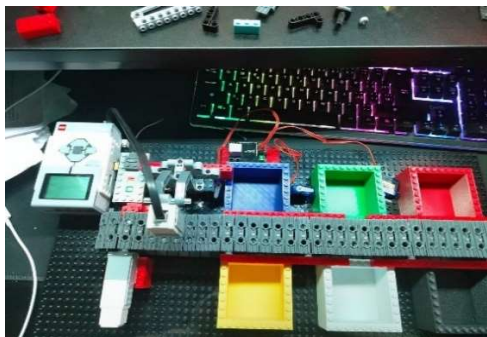


Obrázek 10: Přidání motoru a pásu

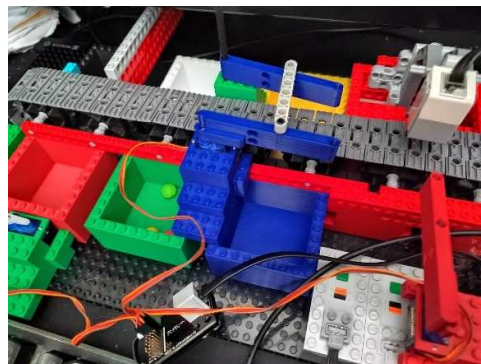


Obrázek 11: Zhotovení pásu s krabičkami na barvy

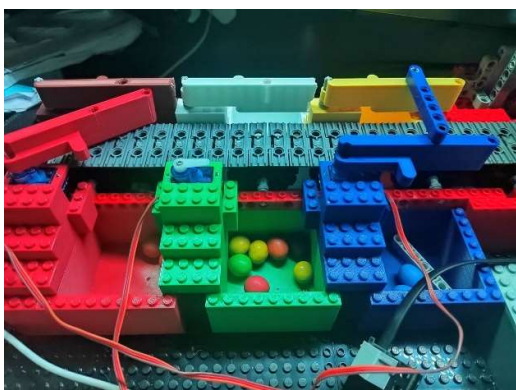




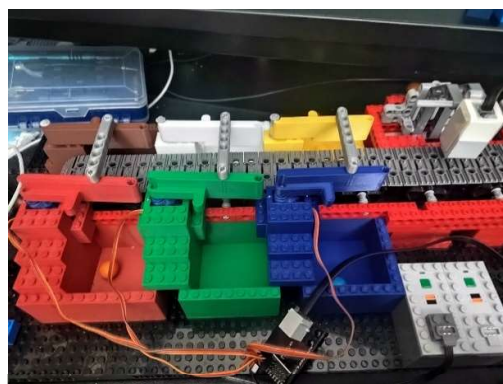
Obrázek 12: Dostavění Color Senzoru, Mindstorms EV3 a NXTServo řídicích jednotek



Obrázek 13: Uchycení servomotoru



Obrázek 14: Nandání ramen na druhou stranu pásu



Obrázek 15: Kompletní výrobek



Obrázek 16: Zdroj pro řídicí jednotku NXTServo



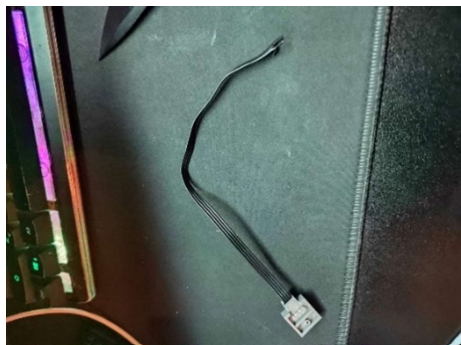
Obrázek 17: Zdroj pro řídicí jednotku NXTServo zevnitř

### 3.4.2. Kreativní propojení LEGO a běžné elektroniky

Vzhledem k tomu, že řídicí jednotka NXTServo je určen pro napětí maximálně 6 V, bylo nutné upravit napájení tak, aby nedošlo k jeho poškození. Při hledání jednoduchého řešení jsem narazil na vtipný trik

na internetu – nahradit dvě baterie v LEGO bateriovém boxu kousky alobalu (Obrázek 17), čímž se celkové napětí sníží z 9 V na přibližně 6 V. Tento „low-tech“ hack se ukázal jako překvapivě funkční a umožnil bezpečné napájení servomotorů bez nutnosti složité elektroniky.

Aby bylo možné napájet řídicí jednotku NXTServo, bylo nutné upravit jeden LEGO kabel, který tak byl obětován pro adaptér připojení ke zdroji napájení.



Obrázek 18: Upravený kabel na zdroj pro napájení řídicí jednotky NXTServo



Obrázek 19: Kabel přidělán k řídicí jednotce NXTServo



Obrázek 20: Různé verze komponentů

## 4. Závěr

Projekt automatizované třídičky barev pomocí LEGO Mindstorms EV3 ukazuje, že i s dostupnými vzdělávacími technologiemi lze vytvořit plnohodnotné zařízení, které napodobuje principy průmyslové automatizace. Kombinací sensoriky, programovatelného řízení, vlastních 3D tištěných dílů a úprav pro kompatibilitu s běžnou elektronikou vznikl technicky funkční systém

Hlavním přínosem projektu je schopnost automatického rozpoznání a mechanického třídění předmětů podle barvy. Díky využití open-source softwaru (ev3dev, Pybricks, OpenSCAD) a běžně dostupného hardwaru (SG90 serva, NXTServo) bylo možné systém výrazně přizpůsobit konkrétním požadavkům a rozšířit jeho možnosti nad rámec standardního LEGO ekosystému.

Projekt nabízí prostor pro další technické rozšíření a vylepšení. Nejvýznamnějším směrem dalšího vývoje je integrace automatického podavače předmětů, který by umožnil plně autonomní třídění bez nutnosti ručního vkládání objektů. Klíčovým aspektem tohoto rozšíření by byla synchronizace podavače s pásem a čtecí oblastí barevného senzoru, aby byl zajištěn plynulý a přesný průběh třídícího cyklu.

V projektu byly využity moderní přístupy jak po stránce softwaru (programování v Pythonu, verzování přes GitHub), tak i hardwaru (parametrický 3D tisk, úprava napájecích větví a konektorů). Výsledkem je stabilní a opakovatelný systém, který je možné dále rozvíjet – např. o více výstupních třídících pozic, přesnější měření, dálkové ovládání nebo vizualizaci dat.

Projekt nejen rozvíjí technické znalosti z oblasti robotiky, programování a návrhu elektroniky, ale také podporuje kreativitu, schopnost řešit problémy a pracovat s otevřenými technologiemi. Díky použitým nástrojům a přístupům je ideálním základem pro vzdělávání, prototypování i pokročilejší experimenty v oblasti mechatroniky a automatizace.

## 5. Zdroje

- [1] Mindsensors – NXTServo User Guide (v3). [online] Dostupné z: <http://mindsensors.com/pdfs/NXTServo-v3-User-Guide.pdf>
- [2] MachineBlocks – Examples: Boxes & Enclosures. [online] Dostupné z: <https://machineblocks.com/examples/boxes-enclosures#box-6x6>
- [3] Pybricks – EV3 MicroPython Documentation. [online] Dostupné z: <https://pybricks.com/ev3-micropython/ev3devices.html>
- [4] PhiloHome – Servo power supply options. [online] Dostupné z: <https://www.philohome.com/alimservo/alimservo.htm>
- [5] EV3dev – Official Documentation. [online] Dostupné z: <https://www.ev3dev.org>
- [6] OpenSCAD – The Programmers Solid 3D CAD Modeller. [online] Dostupné z: <https://openscad.org>
- [7] Microsoft – Visual Studio Code. [online] Dostupné z: <https://code.visualstudio.com>
- [8] GitHub – Color Sorter by MatoNXT. [online] Dostupné z: <https://github.com/MatoNXT/color-sorter>
- [9] Prusa Research – Original Prusa MINI+ a PrusaSlicer. [online] Dostupné z: <https://www.prusa3d.com/cs/kategorie/original-prusa-mini/>
- [10] OpenAI – ChatGPT. [online] Dostupné z: <https://openai.com/chatgpt/>
- [11] LEGO – Oficiální web společnosti LEGO. [online] Dostupné z: <https://www.lego.com/en-cz>
- [12] LEGO Education – **EV3 Color Sensor Technical Specifications**. [online] Dostupné z: <https://education.lego.com/en-us/support/mindstorms-ev3/sensor/color>
- [13] TowerPro – **SG90 Micro Servo Datasheet**. [online] Dostupné z: <https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/SG90Servo.pdf>
- [14] MachineBlocks – **MachineBlocks for OpenSCAD**. [online] Dostupné z: <https://github.com/MachineAgency/machineblocks>
- [15] GME – **DC/DC měnič step-up**. [online] Dostupné z: <https://www.gme.cz/v/1507897/modul-dc-dc-menic-step-up-2-28v-2a-s-mt3608>

*LEGO, the LEGO logo, the Minifigure, DUPLO, the DUPLO logo, NINJAGO, the NINJAGO logo, the FRIENDS logo, the HIDDEN SIDE logo, the MINIFIGURES logo, MINDSTORMS and the MINDSTORMS logo are trademarks of the LEGO Group. ©2023 The LEGO Group. All rights reserved*

## 6. Seznam obrázků

Obrázek 1: Zobrazení různých typů elektromagnetického záření .....	8
Obrázek 2: Jak vypadá Color Sensor uvnitř.....	9
Obrázek 3: Schéma konstrukce.....	11
Obrázek 4: Pás ze SIDATu.....	15
Obrázek 5: Umístění řídicí jednotky Mindstorms EV3 .....	15
Obrázek 6: Model pásu .....	15
Obrázek 7: Vytisknuté boxy na barvy .....	15
Obrázek 8: Plocha na které bude pás umístěn.....	16
Obrázek 9: Umístění krabic a ozubených koleček.....	16
Obrázek 10: Přidání motoru a pásu.....	16
Obrázek 11: Zhotovení pásu s krabičkami na barvy .....	16
Obrázek 12: Dostavění Color Senzoru, Mindstorms EV3 a NXTServo řídicích jednotek.....	17
Obrázek 13: Uchycení servomotoru .....	17
Obrázek 14: Nandání ramen na druhou stranu pásu .....	17
Obrázek 15: Kompletní výrobek.....	17
Obrázek 16: Zdroj pro řídicí jednotku NXTServo.....	17
Obrázek 17: Zdroj pro řídicí jednotku NXTServo zevnitř.....	17
Obrázek 18: Upravený kabel na zdroj pro napájení řídicí jednotky NXTServo.....	18
Obrázek 19: Kabel přidělán k řídicí jednotce NXTServo.....	18
Obrázek 20: Různé verze komponentů .....	18