



# Práce s robotickými stavebnicemi

RNDr. Jan Krejčí, Ph.D.

Katedra informatiky, Přírodovědecká fakulta  
UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM  
Ústí nad Labem, 2019

Tento vzdělávací materiál vznikl v rámci projektu  
CZ.02.3.68/0.0/0.0/16\_036/0005322 **Podpora rozvíjení inženýrského myšlení.**



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Podléhá licenci Creative Commons Uveďte původ-Zachovejte licenci 4.0



Katedra informatiky  
Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem  
400 96 Ústí nad Labem

## **Abstrakt**

Tento materiál je určen pro začínající uživatele robotických stavebnic v didaktickém procesu. V rámci jednotlivých kapitol jsou popsány dostupné robotické didaktické stavebnice pro STEM výuku.

Keywords: robotika, stavebnice, programování, výuka STEM.



# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvodní slovo</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LEGO WeDo 2.0</b>	<b>2</b>
2.1	Úvod . . . . .	2
2.2	Popis stavebnice . . . . .	2
2.2.1	Příprava pro práci s WeDo 2.0 . . . . .	2
2.2.2	Vzorové řešení mechanických principů . . . . .	4
2.3	Ukázkové modely . . . . .	4
2.3.1	Letadlo . . . . .	5
2.4	Kombajn . . . . .	6
2.5	LDD - Lego Digital Designer . . . . .	8
2.6	Brick Studio . . . . .	8
<b>3</b>	<b>LEGO Mindstorms EV3</b>	<b>10</b>
3.1	Trocha historie . . . . .	10
3.2	Díly stavebnice . . . . .	10
3.2.1	Řídící kostka . . . . .	10
3.2.2	Motory . . . . .	11
3.2.3	Senzor barev . . . . .	12
3.2.4	Gyroskopický senzor . . . . .	12
3.2.5	Ultrazvukový senzor . . . . .	13
3.2.6	Dotykový senzor . . . . .	13
3.2.7	Infračervený senzor a infračervený maják . . . . .	14
3.2.8	Teplotní senzor . . . . .	14
3.3	Model autojeřábu - týmová spolupráce . . . . .	14
3.4	Program . . . . .	15
<b>4</b>	<b>VEX IQ</b>	<b>18</b>
4.1	Robotická stavebnice VEX IQ . . . . .	18
4.1.1	Popis stavebnice . . . . .	18
4.1.2	Inteligentní zařízení VEX IQ . . . . .	18
4.1.2.1	Inteligentní motor . . . . .	19
4.1.2.2	Spínač nárazníku . . . . .	19
4.1.2.3	Snímač vzdálenosti . . . . .	20
4.1.2.4	Snímač barev . . . . .	20
4.1.2.5	Gyroskopický senzor . . . . .	21



4.1.2.6	Dotyková LED . . . . .	21
4.1.2.7	Řídící jednotka . . . . .	22
4.1.3	Ukázkový model . . . . .	23
4.2	Tvorba návodů pro robotickou stavebnici VEX . . . . .	24
4.2.1	SnapCAD . . . . .	24
4.2.1.1	Stažení a instalace . . . . .	24
4.2.1.2	Popis programu . . . . .	25
4.2.2	Módy . . . . .	25
4.2.2.1	Prohlížeč mód . . . . .	25
4.2.2.2	Editační mód . . . . .	26
4.2.2.3	Přesouvací mód . . . . .	26
4.2.2.4	Přibližovací mód . . . . .	26
4.2.3	Práce s modelem . . . . .	26
4.2.4	Stavba . . . . .	27
4.2.5	Export návodu . . . . .	28
4.3	Programování robota . . . . .	28
4.3.1	VEXcode . . . . .	28
4.3.2	RobotC . . . . .	29
4.3.2.1	Graphical RobotC for VEX Robotics . . . . .	29
4.3.2.2	Vzorový program . . . . .	31
4.3.2.3	RobotC for VEX Robotics . . . . .	32
<b>5</b>	<b>VEX EDR</b> . . . . .	<b>34</b>
5.1	Úvod . . . . .	34
5.2	VEX soutěže . . . . .	35
5.3	VEX EDR . . . . .	35
5.4	CRANEBOT . . . . .	36
<b>6</b>	<b>Mechatronic Education spol. s.r.o.</b> . . . . .	<b>43</b>
6.1	Úvod . . . . .	43
6.2	Konstrukční díly . . . . .	43
6.2.1	Hlavní řídicí jednotka . . . . .	43
6.2.2	Pohony . . . . .	44
6.3	Ukázkové modely . . . . .	44
6.3.1	Extended Mechatronic Set 01 . . . . .	44
6.3.2	Extended Robotic Set 03 . . . . .	48
6.4	Software . . . . .	51
6.4.1	Mechatronic Education Development Environment . . . . .	51
6.4.2	jBlocks . . . . .	51
<b>A</b>	<b>WeDo 2.0 - Model letadla</b> . . . . .	<b>I</b>
<b>B</b>	<b>WeDo 2.0 - Model kombajnu</b> . . . . .	<b>I</b>
<b>C</b>	<b>Mindstorms - Model robotické ruky</b> . . . . .	<b>I</b>
<b>D</b>	<b>Mindstorms - Model auto nosič</b> . . . . .	<b>I</b>

# Seznam obrázků

2.1	Základní WeDo 2.0 sada [3]	3
2.2	WeDo 2.0 - Řídící jednotka (Smart Hub) [4]	3
2.3	WeDo 2.0 - Převodová skříň	4
2.4	WeDo 2.0 - Kuželový převod	4
2.5	WeDo 2.0 - Řemenice	4
2.6	WeDo 2.0 - Letadlo	5
2.7	WeDo 2.0 - Směr motoru	5
2.8	WeDo 2.0 - Síla motoru	5
2.9	WeDo 2.0 - Časovač	6
2.10	WeDo 2.0 - Kombajn	6
2.11	WeDo 2.0 - Síla, směr a čas	6
2.12	WeDo 2.0 - Zpráva	7
2.13	WeDo 2.0 - Pokračování programu 1	7
2.14	WeDo 2.0 - Pokračování programu 2	7
2.15	WeDo 2.0 - Letadlo v LDD	8
2.16	WeDo 2.0 - Kombajn v LDD	8
2.17	WeDo 2.0 - Model kombajnu v Brick Studiu	9
2.18	WeDo 2.0 - Export modelu kombajnu - rendering	9
3.1	EV3 - Řídící kostka	11
3.2	EV3 - Velký motor	11
3.3	EV3 - Střední motor	12
3.4	EV3 - Senzor barvy	12
3.5	EV3 - Senzor náklonu	13
3.6	EV3 - Spínač	13
3.7	Finální verze robota	15
3.8	Program: Řízení vozu	16
3.9	Program: Řízení ramena	16
4.1	VEX IQ - Model robota	18
4.2	VEX IQ - Inteligentní motor	19
4.3	VEX IQ - Spínač nárazníku	20
4.4	VEX IQ - Snímač vzdálenosti	20
4.5	VEX IQ - Snímač barev	21
4.6	VEX IQ - Gyroskopický senzor	21
4.7	VEX IQ - Dotyková LED	22
4.8	VEX IQ - Řídící jednotka	23

---

4.9	VEX IQ - Ukázkový model . . . . .	24
4.10	VEX IQ - Okno programu SnapCAD s modelem . . . . .	25
4.11	VEX IQ - Módy . . . . .	25
4.12	VEX IQ - Prohlížeč módu . . . . .	26
4.13	VEX IQ - Změna pohledu . . . . .	26
4.14	VEX IQ - Tlačítko pro posun a rotaci . . . . .	27
4.15	VEX IQ - Tlačítko přidání gumičky . . . . .	27
4.16	VEX IQ - Okno s nastavením gumičky . . . . .	27
4.17	VEX IQ - Tlačítka kroků . . . . .	28
4.18	VEX IQ - Skupiny, skrývání . . . . .	28
4.19	VEX IQ - Nástrojová lišta RobotC . . . . .	29
4.20	VEX IQ - Nastavení motorů v RobotC . . . . .	30
4.21	VEX IQ - Nastavení inteligentních částí na porty . . . . .	30
4.22	VEX IQ - Nastavení motorů . . . . .	31
4.23	VEX IQ - Zastavení před překážkou . . . . .	31
4.24	VEX IQ - Otočení a pokračování v cestě . . . . .	32
4.25	VEX IQ - Program robota v jazyce C . . . . .	33
5.1	VEX EDR - Tower Takedown plocha . . . . .	35
5.2	Stavebnice VEX EDR Classroom Super Kit . . . . .	36
5.3	VEX EDR - CLAWBOT . . . . .	37
5.4	VEX EDR - CRANEBOT pohled 1 . . . . .	37
5.5	VEX EDR - CRANEBOT pohled 2 . . . . .	38
5.6	VEX EDR - CRANEBOT pohled 3 . . . . .	38
5.7	VEX EDR - CRANEBOT pohled 4 . . . . .	39
5.8	VEX EDR - Detail pohybového ústrojí . . . . .	39
5.9	VEX EDR - Reálný pohled na řetězový pohon . . . . .	39
5.10	VEX EDR - Detail lineárního pohybového ústrojí . . . . .	40
5.11	VEX EDR - Úchopový mechanismus . . . . .	41
5.12	VEX EDR - Úchopový mechanismus . . . . .	42
6.1	ME - Hlavní řídicí jednotka . . . . .	43
6.2	ME - Dělení pohonů . . . . .	44
6.3	ME - Robotický manipulátor . . . . .	45
6.4	ME - Spodní část robotického manipulátoru . . . . .	45
6.5	ME - Upevnění krokového motoru . . . . .	46
6.6	ME - Upevnění axiálního ložiska . . . . .	46
6.7	ME - Rameno robotického manipulátoru . . . . .	47
6.8	ME - Uchopovače robotického manipulátoru . . . . .	47
6.9	ME - Uchopovač robotického manipulátoru . . . . .	48
6.10	ME - Robotické pásové vozidlo s diferenciálně řízeným podvozkem . . . . .	48
6.11	ME - Postranní pohled na robotické pásové vozidlo . . . . .	49
6.12	ME - Zadní část robotického pásového vozidla . . . . .	49
6.13	ME - Uchopovač robotického pásového vozidla . . . . .	50
6.14	ME - Připojení hlavní řídicí jednotky . . . . .	50

# 1

## Úvodní slovo

Tento dokument vznikl v rámci ověřování nového kurzu s názvem Práce s robotickými stavebnicemi na katedře informatiky. Na dokumentu se podíleli studenti Frederik Fako, Ivo Hanzlíček, Radek Knapčok, Tomáš Kubín, Tomáš Mocek, Martin Pospíšil, Kristýna Štastná, Václav Štulík a Jaroslav Tichý.

Text čtenáře postupně seznámí a naučí jej pracovat s různými robotickými stavebnicemi. Hlavními tématy práce jsou didaktické sady:

- WeDo 2.0 a Mindstorms od společnosti LEGO
- VEX IQ a EDR
- STEM stavebnice od společnosti Mechatronic Education s.r.o.

Čtenář bude seznámen se stavebními i inteligentními díly stavebnic. Dále se naučí pracovat v designerských programech pro sestavení modelů a v programovacím prostředí pro jednotlivé stavebnice.

# 2

## LEGO WeDo 2.0

### 2.1 Úvod

Cílem je seznámit čtenáře, se základními možnostmi konstrukce a následného ovládní, či programování jednoduchých robotů. Stavebnice pro realizaci modelů a aktivit v této kapitole je dětská robotická stavebnice WeDo 2.0 od společnosti LEGO®. Nedílnou součástí kapitoly jsou dva podrobné návody (A, B) ke vzorovým konstrukcím jednotlivých robotů. Je zde tedy obsažen technický popis práce s robotickou sadou, a také jak je třeba uzpůsobit pracovní prostředí a jaké prostředky je třeba pořídit.

Pro výchozí obsluhu robotických modelů je používáno prostředí WeDo 2.0 LEGO® Education, které je dostupné zdarma ke stažení. Velikou výhodou tohoto programu je plná kompatibilita a široká podpora v současnosti používaných operačních systémech pro stolní počítače i mobilní zařízení (notebook, tablet apod.).

### 2.2 Popis stavebnice

WeDo 2.0 od společnosti LEGO® je robotická stavebnice, která hlavně cílí na děti prvního stupně základních škol, ale také je vhodná pro starší uživatele. Je to skvělý vstup do světa robotiky a programování. Nenáročným a zábavným způsobem dokáže naučit základy programování (smyčky, zasílání zpráv, metody apod.), rozvíjí schopnost definovat problém a hledat odpovědi, vytvářet, testovat a implementovat vlastní a navržená řešení, vymýšlet a optimalizovat algoritmy, čímž je cíleně rozvíjeno systémové a algoritmické myšlení.

#### 2.2.1 Příprava pro práci s WeDo 2.0

- Z počátku bohatě postačí základní sada, která obsahuje Smart Hub, což je řídicí jednotka následného výtvaru, 1x motor, senzor pohybu a senzor náklonu. Tato sada je dostupná na internetu za přibližně 5000 Kč. Namísto napájení pomocí dvou AA baterií je pro edukační účely vhodné rozšířit základní sadu pomocí nabíjecího akumulátoru, který je možno dobíjet při umístění SmartHubu v modelu.



**Obrázek 2.1:** Základní WeDo 2.0 sada [3]

- Software WeDo 2.0 LEGO® Education je dostupný zdarma na stránkách výrobce.[1] Po instalaci ověřte funkčnost spojení se základní jednotkou (Smart Hub). Je zapotřebí počítat s tím, že instalační balíček zabere i více než 500 MB místa na úložišti. Dále ověřte, že použité zařízení disponuje rozhraním Bluetooth 5.0 (BT) zvláště, pokud plánujete použít běžné stolní počítače, kde bývá nutné rozhraní BT dodat za pomoci externího zařízení (Bluetooth adaptér).



**Obrázek 2.2:** WeDo 2.0 - Řídící jednotka (Smart Hub) [4]

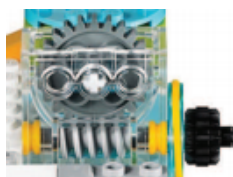
- Podrobnou technickou specifikaci, hardwarové nároky aplikace a popis její instalace naleznete na webových stránkách výrobce.[2]
- Do řídicí jednotky je dále třeba vložit baterie a vždy před prací zkontrolovat, zda je jednotka plně nabitá.

## 2.2.2 Vzorové řešení mechanických principů

Jak bylo již zmíněno, WeDo je skvělý pomocník při vstupu do světa robotiky, ale i techniky. Pomocí této stavebnice je možné znázornit a vyzkoušet si, jak fungují některé zařízení a mechanické stroje v reálném životě, například převod ozubenými koly či řemenice.

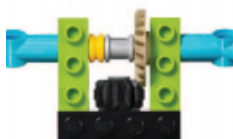
Zde je seznam některých možných mechanických principů, které je možné sestavit a využít při vybudování některého modelu.

Převodová skříň. Tento převod tvoří šnekové kolo, které má po obvodu souvislou ozubenou spirálu. Šnekové kolo lze využít jako součást převodové skříně.



Obrázek 2.3: WeDo 2.0 - Převodová skříň

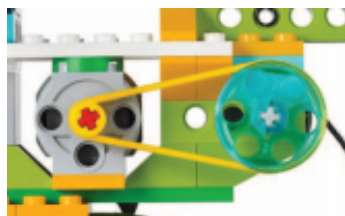
Dále je možné pro rychlejší pohyb využít tzv. kuželový převod.



Obrázek 2.4: WeDo 2.0 - Kuželový převod

Řemenice je kolo s drážkou na svém obvodu. Do drážky zapadá řemen (gumička), kterým se přenáší pohyb z jedné řemenice na druhou.[5]

- Zrychlení: Velké kolo pohání malé kolo
- Zpomalení: Malé kolo pohání velké kolo
- Změna smyslu otáčení: Převod se zkříženým řemenem



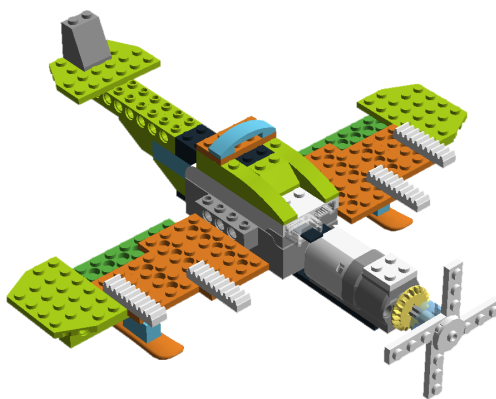
Obrázek 2.5: WeDo 2.0 - Řemenice

## 2.3 Ukázkové modely


Jako ukázkou jsme zvolili dva jednoduché modely, letadlo a kombajn. Jejich cílem je demonstrovat základní konstrukci, ovládání a orientaci v programu WeDo 2.0

LEGO® Education. Oba modely a jejich návody byly sestrojeny v aplikaci LDD (Lego Digital Designer).

### 2.3.1 Letadlo



Obrázek 2.6: WeDo 2.0 - Letadlo

Model ve formátu lxf, kompatibilní s aplikací Lego Digital Designer (kap. 2.5) a importovatelný do aplikace Brick Studio (kap. 2.6) je k dispozici zde .

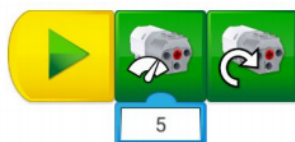
#### Otáčení vrtule:

1. Nejjednodušší možností je rozpohybovat vrtuli jedním a druhým směrem. Program je třeba zastavit ručně.



Obrázek 2.7: WeDo 2.0 - Směr motoru

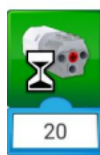
2. Snižování nebo zvyšování rychlosti lze docílit přidáním dalšího programového bloku. Číslo nám znázorňuje rychlost. Číslo uvádíme v rozmezí 0 až 10.



Obrázek 2.8: WeDo 2.0 - Síla motoru

3. Pokud chceme otáčet motor jedním směrem a po nějakém čase druhým, stačí přidat následující blok, kde číslo 20 vyjadřuje 20 sekund.

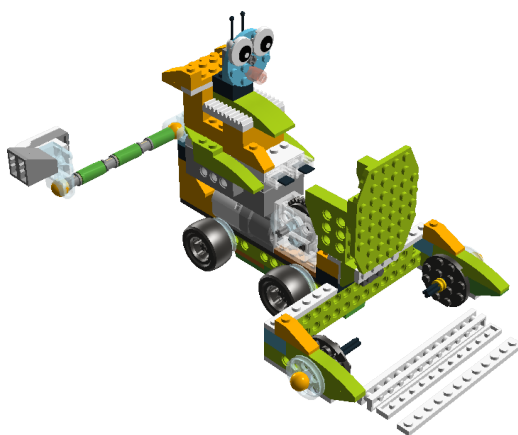





Obrázek 2.9: WeDo 2.0 - Časovač

Návod na sestavení naleznete v příloze A.

## 2.4 Kombajn



Obrázek 2.10: WeDo 2.0 - Kombajn

Model ve formátu lxf, kompatibilní s aplikací Lego Digital Designer (kap. 2.5) a importovatelný do aplikace Brick Studio (kap. 2.6) je k dispozici zde .

Pohyb kol je řešen pomocí kombinace principu šneka a řemenice. Šnek roztáčí ozubená kola, která jsou napojena na řemenici.

Cílem je vytvořit jednoduchý model kombajnu, který po stisknutí klávesy pojede vpřed a v určitém intervalu si uloží a vypíše na obrazovku číslo, které bude reprezentovat množství sesbíraných surovin.

Program je zde již o něco složitější, proto si ho ukážeme v několika krocích.

1. Než začneme pracovat, je potřeba přidat senzor vzdálenosti. Senzor dále poslouží jako spouštěč vykládání sesbíraných surovin.
2. Poté vytvoříme jednoduchý pohyb vpřed. Tak, jako tomu bylo u modelu letadla, nastavíme dobu otáčení, rychlost a směr.

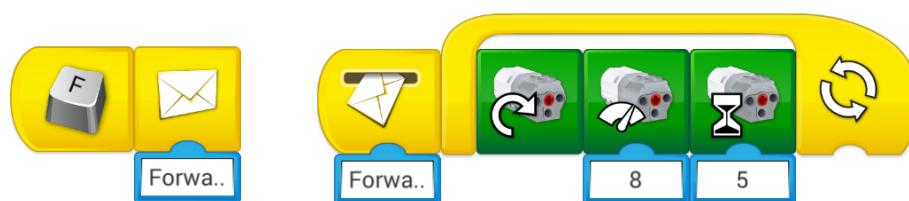


Obrázek 2.11: WeDo 2.0 - Síla, směr a čas

3. Následně, aby kombajn jel bez zastavení, vložíme blok do smyčky. Tato smyčka bude probíhat bez zastavení, jelikož jsme nenastavili počet cyklů, kolikrát má smyčka proběhnout.

Pro vylepšení můžeme vytvořit funkci, do které vložíme naši smyčku a následně ji budeme volat, po stisknutí tlačítka.

Co je to funkce? V programování je to část kódu, kterou vytvoříme jednou a pak jí můžeme libovolně volat a není pak třeba opakovaně vytvářet stejné části. Ve WeDo 2.0 je funkce vyjádřena zprávou, kterou posíláme a tím voláme danou část našeho programu.



Obrázek 2.12: WeDo 2.0 - Zpráva

4. Počet „sesbíraného obilí“: Nakonec program ještě vylepšíme o čítač sesbíraných surovin. V našem programu se uloží číslo vždy o jedno větší do proměnné a ta se vypíše na obrazovku.

Co je to proměnná? Proměnná je v programování označení pro jméno, které uchovává určitou informaci při běhu programu.



Obrázek 2.13: WeDo 2.0 - Pokračování programu 1

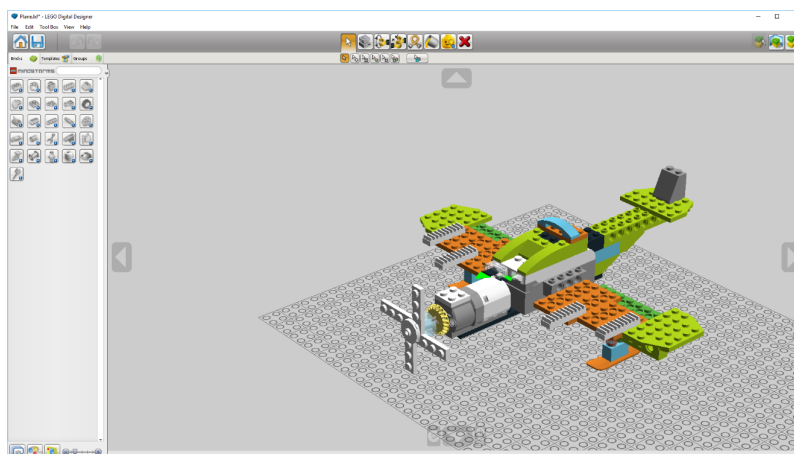
5. Přidáme senzor a budeme s ním volat funkci. Funkci nastavíme na jméno v číselné hodnotě, přesněji číslo 2. Tato hodnota nám říká, jak moc se zrovna objekt nachází v blízkosti senzoru.



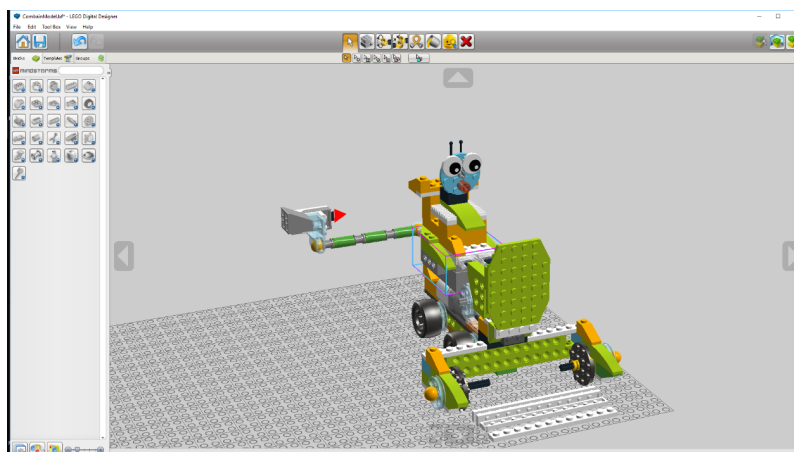
Obrázek 2.14: WeDo 2.0 - Pokračování programu 2

## 2.5 LDD - Lego Digital Designer

Tento program slouží k tvorbě lego modelu a následnému exportu jeho postupného návodu. Nabízí širokou škálu kostek, pomocí kterých si můžete sestavit váš model.



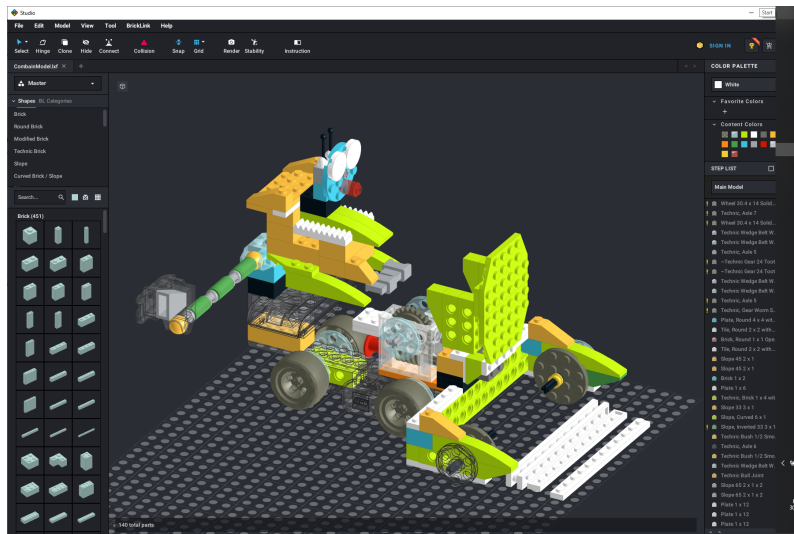
Obrázek 2.15: WeDo 2.0 - Letadlo v LDD



Obrázek 2.16: WeDo 2.0 - Kombajn v LDD

## 2.6 Brick Studio

LDraw.org nabízí aplikaci Brick Studio, ve které je možno tako realizovat stavbu modelů. Aplikace pak následně umožňuje vytvořit manuál pro sestavení modelu.



Obrázek 2.17: WeDo 2.0 - Model kombajnu v Brick Studiu

Tato aplikace má pokročilé funkce z pohledu importu i exportu modelů. Například uvedený model kombajnu je možné vyrendrovat do následujícího výstupu.



Obrázek 2.18: WeDo 2.0 - Export modelu kombajnu - rendering

# 3

## LEGO Mindstorms EV3

### 3.1 Trocha historie

V roce 1998 vznikla stavebnice Robotics Invention System (RIS), která by se dala zařadit do programovatelných robotických stavebnic. Později se přešlo k názvu LEGO Mindstorms. Nejnovější verze se jmenuje LEGO Mindstorms EV3.

Tato stavebnice se často využívá jako vzdělávací nástroj na základních nebo středních školách. Nejen, že děti rády stavějí, ale také to zlepšuje jejich fantazii. Nové stavebnice je naučí základy programování, logické myšlení a pomáhá rozvíjet prostorovou představivost dítěte.

EV3 obsahuje 541 dílků. Nejdůležitějším prvkem celé stavebnice je inteligentní EV3 kostka. Dále obsahuje servomotory, ultrazvukový senzor, světelný senzor, gyroskop, dotykové senzory atd. Programování samotné kostky probíhá buď přes počítač, tablet nebo mobil. Programuje se v aplikaci, která se jmenuje EV3 Programmer, k dispozici je buď na internetu, Google Play nebo App Store. Je vhodná pro děti od 10 let.[6, 7]

### 3.2 Díly stavebnice

#### 3.2.1 Řídící kostka

Displej kostky ukazuje, co se právě děje uvnitř kostky. Dává uživateli možnost přidávat text, čísla, nebo grafické odezvy. Například naprogramujete robota, aby vám ukázal na displeji usmívajícího se smajlíka, když robot zastaví na bílé čáře a například mračícího se smajlíka, když zastaví na čáře černé. Dále se na displeji můžete dozvědět, jestli jste připojeni pomocí Bluetooth nebo Wi-Fi, zda máte nabitou baterii atd. Potom tu jsou tlačítka pro navigaci v prostředí, středové tlačítko, kterým se dostáváte dál a konečně také tlačítko, kterým se vracíte zpět.[8]



**Obrázek 3.1:** EV3 - Řídící kostka

Operačním systémem kostky je Linux. Má 16 MB flash paměti a 64 MB paměti RAM. Displej je černobílý a má 178×128 pixelů. Nachází se na ní dva USB porty, které jsou pro případné propojení více kostek k sobě. Je možné propojit až čtyři řídicí kostky najednou, což využijeme v našem modelu autojeřábu.

EV3 řídicí kostka má čtyři vstupní a čtyři výstupní porty. Ty slouží k propojení kostky s dalšími díly stavebnice. Vstupní porty jsou označeny čísly 1 až 4. Pomocí nich se připojují různé senzory. Výstupní porty jsou označeny písmeny A až D. Ty slouží k připojení motorů, které se propojují pomocí kabelu typu RJ. Kostka je napájena šesti AA bateriemi nebo originální baterií. K počítači se dá kostka připojit díky Mini-USB portu.

Dále jsou na kostce umístěny reproduktory a slot na paměťovou kartu, která může mít maximálně 32 GB.

### 3.2.2 Motory

Stavebnice má dva druhy motorů. Jeden je velký a druhý typ se nazývá střední. Velký motor má vestavěný rotační senzor, který funguje s rozlišením na jeden stupeň. Měl by sloužit převážně k tomu, aby dostal vašeho robota do chodu. Má maximálně 160 až 170 otáček za minutu a má větší točivý moment.



**Obrázek 3.2:** EV3 - Velký motor

Střední motor má také vestavěný rotační senzor, ale celkově je tento motor menší a lehčí, takže je schopen reagovat rychleji. Střední motor lze naprogramovat tak, aby se zapnul nebo vypnul v určitý moment nebo na určitou dobu. Slouží převážně k ovládní ramen robota. Tento motor má maximálně 240 až 250 otáček za minutu, ale nemá tak velký točivý moment. Takže se hodí právě pro pohyb ramen, která nejsou tak těžká jako celý robot.



Obrázek 3.3: EV3 - Střední motor

### 3.2.3 Senzor barev

Je to digitální senzor, který dokáže detekovat barvu nebo intenzitu světla pomocí malého okénka na předku senzoru. Tento senzor lze použít ve třech různých režimech. Je to barevný režim, režim intenzity odraženého světla a režim intenzity okolního světla.



Obrázek 3.4: EV3 - Senzor barvy

- V případě barevného režimu senzor rozpoznává sedm barev. Černou, modrou, zelenou, žlutou, červenou, bílou, hnědou a žádnou barvu. Tento senzor se dá využít při naprogramování robota na třídění barevných kostek, můžete ho naprogramovat tak, aby řekl název barvy, kterou detekuje, nebo že zastaví svůj pohyb při detekci určené barvy.
- V režimu intenzity odraženého světla měří barevný senzor intenzitu světla odraženého se zpět od červené lampy vyzařující světlo. Senzor používá stupnici od 0 (velmi tmavý) do 100 (velmi světlý). To znamená, že v tomto režimu můžete svého robota naprogramovat tak, aby se pohyboval po určité barvě, dokud nedetekuje jinou barvu.
- V režimu intenzity okolního světla měří barevný senzor sílu světla, které vstupuje do jeho okénka, ať už je to sluneční paprsek nebo záření lampičky. Používá stejnou stupnici, jako používal v předchozím režimu. Tento režim se hodí, když například chcete robota naprogramovat tak, aby spustil poplach, když ráno vychází slunce. Takže ho můžete použít jako jakýsi budík. Dále tento režim můžete využít tak, že když se vypne světlo, robot přestane s tím, co právě dělal.

Vzorkovací frekvence barevného senzoru je 1 kHz. Pro nejlepší možný výsledek je třeba, aby byl barevný senzor v ideálním blízkosti k povrchu, který zkoumá. Musí to být velmi blízko, ale nesmí se dotýkat. Dále je ideální, aby byl v pravém úhlu. Toto je potřeba dodržet hlavně v prvních dvou režimech.

### 3.2.4 Gyroskopický senzor

Je to digitální senzor, který detekuje rotační pohyb na jedné ose. Pokud otočíte gyroskopický senzor ve směru šipek na obalu senzoru, tak může detekovat rychlost rotace ve stupních za sekundu. Maximální rychlost, kterou je schopen změřit, je

440 stupňů za sekundu. Tuto rotaci můžete využít při detekci, například když se část robota otáčí, nebo když robot padá. Tento senzor navíc sleduje celkový úhel natočení ve stupních. To je dobré vědět například při detekci toho, jak moc se náš robot otočil. Aby tento senzor správně fungoval, musí být naprosto nehybný.



Obrázek 3.5: EV3 - Senzor náklonu

### 3.2.5 Ultrazvukový senzor

Je to digitální senzor, který dokáže měřit vzdálenost k objektu před ním. To se provádí tak, že senzor zašle vysokofrekvenční zvukové vlny a potom měří, jak dlouho trvá zvukovým vlnám, než se vrátí zpět k senzoru. Frekvence tohoto senzoru je tak vysoká, že pro člověka není slyšitelná.

Vzdálenost k objektu lze měřit buď v centimetrech nebo v palcích, to se dá nastavit při samotném programování. Při použití centimetrů lze detekovat vzdálenost mezi 3 a 250 centimetry. To znamená, že nelze detekovat velmi krátké vzdálenosti. Přesnost je zhruba 1 centimetr.

Pokud svítí světlo okolo očí senzoru, tak to znamená, že je senzor v režimu měření. Blikající světlo znamená prezenční režim. V prezenčním režimu může senzor detekovat další ultrazvukový senzor, který je poblíž. V tomto režimu zvukové vlny pouze detekuje a sám žádné neposílá.

Ultrazvukový senzor se využívá převážně k tomu, aby robot neboural do překážek před ním, nebo může sledovat pohyblivý cíl, nebo bude pípát v závislosti na tom, jak se robot blíží k objektu.

### 3.2.6 Dotykový senzor

Je to analogový senzor, který dokáže zjistit, kdy bylo stisknuto červené tlačítko senzoru a poté zjistit, kdy bylo uvolněno. Takže to znamená, že tento senzor lze naprogramovat pomocí tří podmínek. Když je tlačítko stisknuto, uvolněno, nebo oboje najednou.

Pomocí tohoto senzoru lze robota naprogramovat, jako by byl slepý. Například kdyby měl senzor vepředu a do něčeho by najel, tak by zjistil, že tam něco je, a že se má otočit nebo začít couvat. Nebo lze naprogramovat tak, aby byl schopen se vyvarovat spadnutí ze stolu. V tomto případě by bylo při běžném pohybu tlačítko stisknuté pod robotem a kdyby vjel na díru, tak by se uvolnilo a robot by věděl, že se má zastavit.



Obrázek 3.6: EV3 - Spínač



### 3.2.7 Infračervený senzor a infračervený maják

Je to digitální senzor, který dokáže detekovat infračervené světlo, které se odráží od objektů. Nebo může detekovat infračervené vlny, které vysílá maják. Jsou dva režimy, ve kterých tento senzor funguje.

První režim je blízký režim. V tomto režimu využívá odražené světelné vlny a pomocí nich odhaduje vzdálenost od objektu. Uvádí vzdálenost od 0 (blízko) do 100 (daleko), avšak tato čísla neznamenaají centimetry. Číslo 100 bude znamenat asi 70 centimetrů, což je maximální dosah, ve kterém dokáže detekovat objekt. Záleží na tom, jak velký a jaký tvar objekt má.

Druhým režimem je režim maják. Na majáku vybereme jeden ze čtyř kanálů. Senzor detekuje signál majáku, který se shoduje s tím, který jsme na něm vybrali. Senzor je schopen takto fungovat asi na 200 centimetrů. Když je signál detekován, může senzor odhadnout směr, odkud signál přichází. Tento senzor není v edukativní verzi stavebnici EV3, je součástí sady 31313. Pro didaktické potřeby je tedy potřeba jej dokoupit zvlášť.

### 3.2.8 Teplotní senzor

Posledním senzorem je digitální snímač, který měří teplotu na konci kovové sondy. Je schopen měřit teploty od  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  s přesností na  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nejčastěji se využívá pro sběr dat.

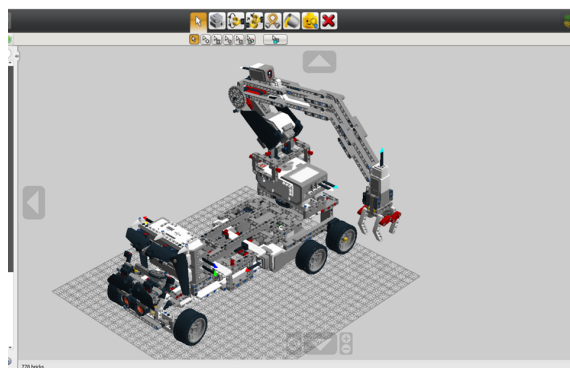
Tento senzor není v základní stavebnici EV3 a musí být dokoupen zvlášť.

## 3.3 Model autojeřábu - týmová spolupráce



Pro ukázkový model je zvolen autojeřáb s ovládaným ramenem, který je sestaven ze dvou stavebnic 45544 a jedné stavebnice 45560. Ovládání všech motorů a senzorů nešlo realizovat pouze jednou kostkou, a proto zde využijeme mód Daisy-Chain, díky kterému lze propojit až 4 ovládací kostky najednou. Ty jsou pak propojeny pomocí kabelů a vždy jedna kostka musí být hlavní. Ty ostatní ji musejí poslouchat. Daisy-Chaining se povoluje v nastavení v aplikaci na naprogramování robota.

Náš model vypadá jako normální nákladní vozidlo s hydraulickým (v našem případě elektrickým) ramenem. Model je navržen tak, aby mohl menší předmět po zvednutí postavit na „korbu“. Součástí modelu je také kabina, která vypadá jako u normálního nákladního vozidla.

Úkolem vozidla může být pohyb po vytýčené trase, na jejímž konci má nabrat v předem definované vzdálenosti materiál, který může následně odvézt. Realizovat se to dá například barevným papírem, na kterém vozidlo zastaví.



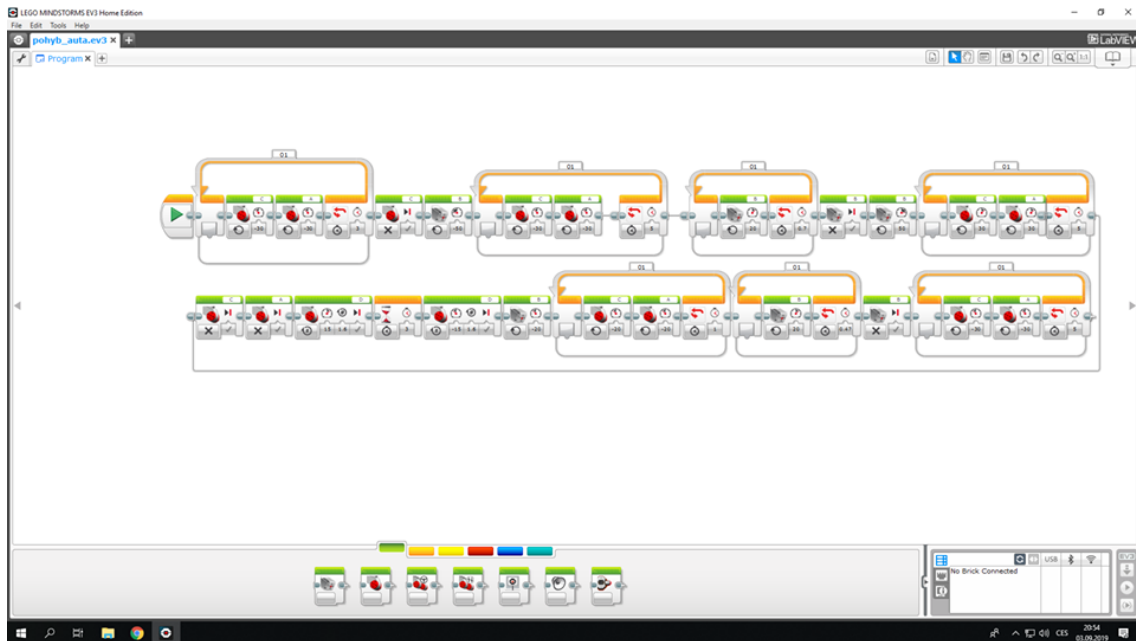
**Obrázek 3.7:** Finální verze robota

Modely ve formátu lxf, kompatibilní s aplikací Lego Digital Designer (kap. 2.5) a importovatelný do aplikace Brick Studio (kap. 2.6) je k dispozici zde  a . Návod na stavbu obou dílů modelu naleznete také v kap. C a D.

Nejsložitější na celém výtvoru je to, jak poskládat kostky lega na korbu auta tak, aby žádná nepřekážela volnému pohybu ramena a aby samotné rameno dosáhlo až na zem. Hlavním problémem návrhu se ukázala právě vzájemná blízkost jednotlivých prvků.

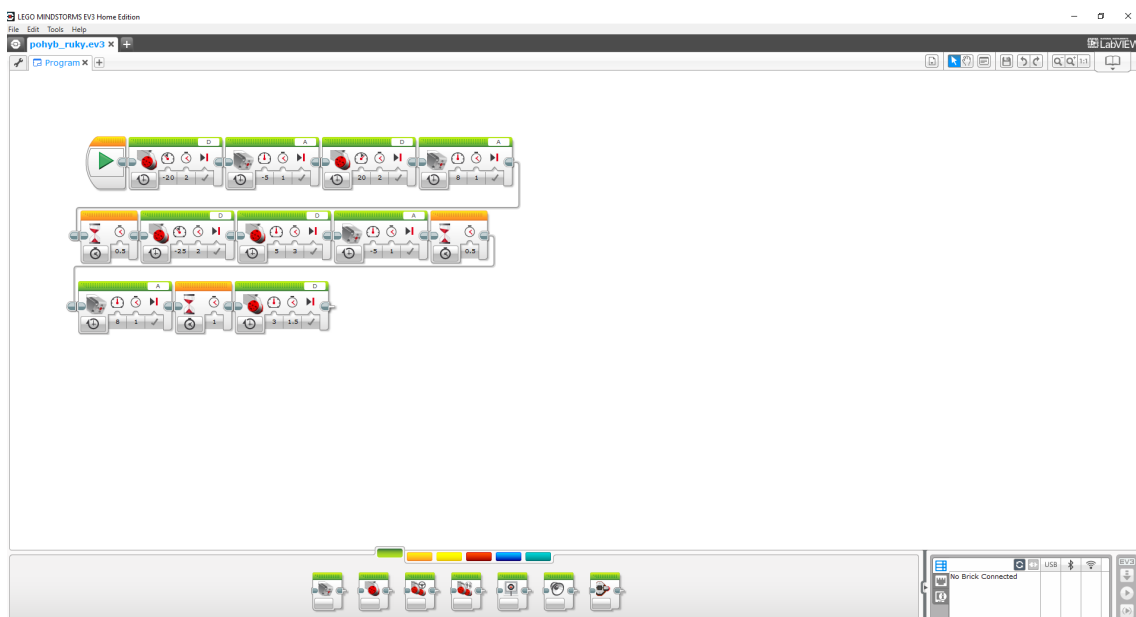
## 3.4 Program

Aplikace pro programování využívá graficky orientovaného přístupu, kdy dáváme samostatné grafické bloky, na kterých jsou jednotlivé díly stavebnice, motory, senzory atd. do schématu, které se dá popsat jako puzzle. U každého prvku můžeme nastavit parametry příkazu (např. rychlost, velikost nebo jak se má přesně daný prvek chovat). Poté se bloky skládají za sebou tak, v jakém pořadí chceme, aby se program provedl.



Obrázek 3.8: Program: Řízení vozu

Výše uvedený program je program na pohyb modelu. Můžeme vidět, že je tam několik cyklů, díky kterým odpočítáváme, jak dlouho jednotlivé motory budou fungovat. Po skončení jednotlivých bloků se vždy přejde do dalšího bloku, dokud nenastane konec. Program je rozdělen na dva subprogramy. Program je tedy rozdělen na ovládání pohybu podvozku a druhý subprogram ovládá samotné rameno. Tento způsob jsme vybrali z důvodu lepší čitelnosti programu méně zkušenými uživateli. Z tohoto důvodu však musí být programy spuštěny manuálně ve stejnou chvíli.



Obrázek 3.9: Program: Řízení ramena

Program pohybu ramena je o něco jednodušší, než program na pohyb vozidla.

Samozřejmě, že se LEGO Mindstorms dá programovat i za použití normálních programovacích jazyků, jako je třeba C++ nebo C#. V dnešní době má již plugin pro oblíbené graficky orientované prostředí Scratch (ve verzi 3). Pro zkušeného programátora je určitě výhodnější používat textově orientovaný programovací nástroj, ale to není cílová skupina tohoto vzdělávacího materiálu.

# 4

## VEX IQ

### 4.1 Robotická stavebnice VEX IQ

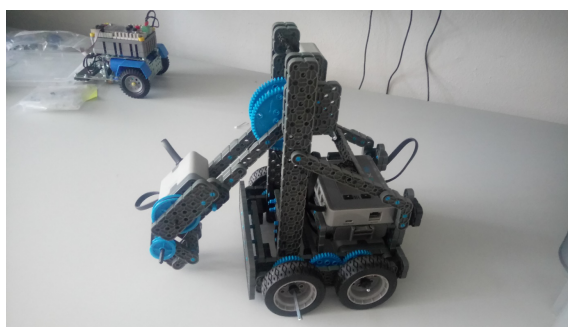
#### 4.1.1 Popis stavebnice

Robotická stavebnice VEX IQ se skládá z plastových destiček, které se mezi sebou propojují pomocí kolíčků nebo osiček pro otáčení. Pohyby zajišťují motory a soustavy ozubených koleček nebo propojených gumových pásů.

Stavebnice je vybavena nejrůznějšími senzory pro vzdálenost, barvu či dotek. Mozkem celé stavebnice je programovatelná kostka, ke které se veškeré senzory a motory připojují pomocí kabelů, které jsou součástí balení. K stavebnici je také dodáván ovladač, pomocí kterého sestaveného robota ovládáme, kabel pro připojení k počítači, díky kterému můžeme do robota nahrát vlastní program, nabíjecí dok pro baterii a samotná baterie pro napájení kostky.

Celá stavebnice je dodávána v krabici s praktickým organizérem, díky kterému lze jednotlivé díly snadno rozčlenit a uchovávat tak přehlednost.

Stavebnice se sestavuje snadno zacvakáváním jednotlivých dílů k sobě, rozebírání již jde trochu hůře. Díky tomu je sestavený robot celkem odolný a jen tak se nerozsype.



Obrázek 4.1: VEX IQ - Model robota

#### 4.1.2 Inteligentní zařízení VEX IQ

Sada VEX IQ obsahuje celou řadu inteligentních zařízení. Kromě řídicí kostky robota – velké centrální jednotky s baterií a displejem, do jejíchž portů je možné připojovat další zařízení, jsou to právě inteligentní součástky robota, které umožňují jeho aktivní pohyb nebo mu poskytují přehled o tom, co se děje v jeho okolí.

#### 4.1.2.1 Inteligentní motor

Inteligentní motor je primárně určený k tomu, aby umožnil robotovi pohyb. Vykonaává rotační pohyb se součástkami, které jsou připojené na jeho výstupu. Při připojení na kola nám poslouží k pohybu celého robota po zemi, při připojení na jiné pohyblivé části, jako je rameno nebo dráp, pak umožňují pohyb těchto částí.



Obrázek 4.2: VEX IQ - Inteligentní motor

#### 4.1.2.2 Spínač nárazníku

Tento spínač vyšle signál, jakmile ho něco stiskne. Nejčastější použití je na té straně robota, u které očekáváme kontakt s okolím nebo jinou jeho pohyblivou částí. Stisknutím nárazníku můžeme aktivovat různé další činnosti. Robot může například zastavit, pokud narazí na zeď, nebo se může otočit a hledat jinou možnou cestu. Při použití u ramene zase určíme, že rameno dosáhlo určité polohy.



Obrázek 4.3: VEX IQ - Spínač nárazníku

#### 4.1.2.3 Snímač vzdálenosti

Tento snímač používá ultrazvukové vlny a pomáhá tak robotovi určit, jak daleko se od něj nachází překážka. Tento snímač umistujeme nejčastěji na předek robota, aby mu pomohl určit, že se před ním nacházejí předměty. Pomocí tohoto snímače můžeme docílit například toho, že se robot bude předem vyhýbat kladeným překážkám, nebo se naopak nedaleké předměty pokusí sebrat.



Obrázek 4.4: VEX IQ - Snímač vzdálenosti

#### 4.1.2.4 Snímač barev

Tento snímač pomáhá identifikovat barevný tón a odstín šedi na velmi nízkou vzdálenost. Robotovi slouží k rozeznání barev a lze ho použít například při třídění před-

mětů do barevných skupin nebo pro odlišnou interakci s různě barevnými předměty.



Obrázek 4.5: VEX IQ - Snímač barev

#### 4.1.2.5 Gyroskopický senzor

Gyroskopický senzor si pamatuje svou aktuální polohu a vypočítává aktuální směr. Jeho vhodné použití je například k otočení robota o přesnou hodnotu ve stupních nebo k určení aktuální polohy ramena.



Obrázek 4.6: VEX IQ - Gyroskopický senzor

#### 4.1.2.6 Dotyková LED

Tato LED dokáže pokrýt celou škálu RGB palety. Umí zobrazovat barvy, a navíc reaguje na dotek člověka. Tato součástka je vhodná k zobrazení barev z okolí nebo



ji můžeme využít k naučení robota vyhodnocovat situace a pak je zobrazit různými barvami. Zároveň může sloužit jako dekorace.



**Obrázek 4.7:** VEX IQ - Dotyková LED

#### 4.1.2.7 Řídící jednotka

Nakonec samozřejmě nesmíme zapomenout na nejdůležitější součástku robota – samotný mozek. Bez něj by totiž žádná jiná inteligentní součástka nefungovala.

Slouží jako řídicí jednotka robota a dává ostatním inteligentním součástkám povely, co a kdy mají dělat. Navíc umožňuje přístup uživateli, spouštění jednotlivých programů a v neposlední řadě, baterie v něm umístěná napájí všechny součástky, které potřebují energii.

Součástky se připojují do portů centrálního mozku pomocí síťových kabelů, které jsou součástí balení stavebnice VEX IQ. Dále lze k centrálnímu mozku připojit ovladač, který po krátkém propojení lze odpojit a nadále ho používat bezdrátově.

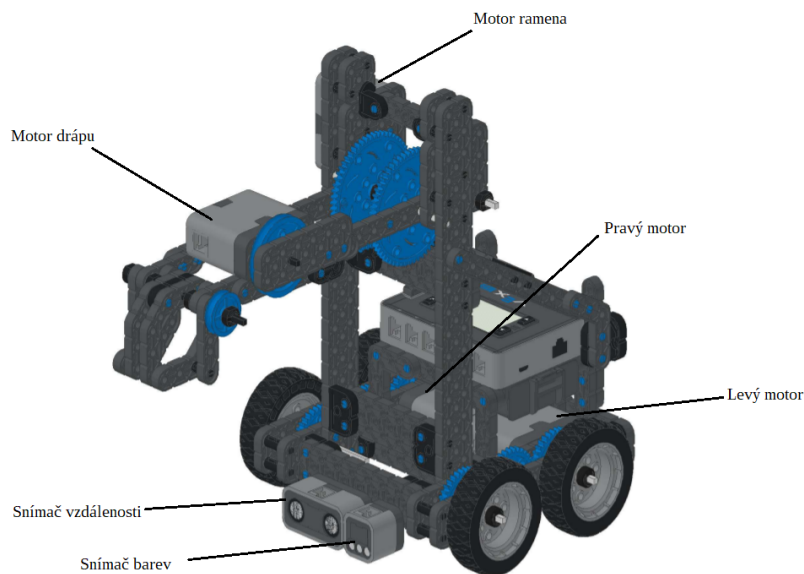


**Obrázek 4.8:** VEX IQ - Řídící jednotka

Více informací k jednotlivým součástkám, jejich údržbě a použití naleznete v uživatelském manuálu, který je součástí balení. Jeho českou verzi naleznete na stránce: [https://www.veskole.cz/downloads/VEX/VEX\\_IQ\\_Uivatelska\\_piruka\\_idiciho\\_sytemu.pdf](https://www.veskole.cz/downloads/VEX/VEX_IQ_Uivatelska_piruka_idiciho_sytemu.pdf)

### 4.1.3 Ukázkový model

Při konstrukci vzorového robota jsme použili celou řadu inteligentních součástek. Jejich umístění naleznete na obrázku níže. Používáme celkem 4 motory: levý a pravý motor, které slouží k pohonu kol robota, tedy k pohybu vpřed, vzad i k zatáčení, motor ramena, který slouží k otáčení ramena, a nakonec motor drápu, který umožňuje sevření předmětu v drápu a jeho následné puštění.



**Obrázek 4.9:** VEX IQ - Ukázkový model

Dále používáme snímač vzdálenosti, který umožňuje měřit vzdálenost objektů před robotem a následnou interakci s nimi, a naposledy barevný senzor. Abychom přešli následným komplikacím, použijeme klasické zapojení dle uživatelské příručky. Konkrétně tedy připojíme inteligentní součástky k centrálnímu mozku následovně:

- levý motor k portu č. 1
- pravý motor k portu č. 6
- motor ramena k portu č. 10
- motor drápu k portu č. 4
- senzor vzdálenosti k portu č. 7
- barevný senzor k portu č. 3

## 4.2 Tvorba návodů pro robotickou stavebnici VEX

Pro tvorbu návodů ke stavebnici VEX je nutné použít program SnapCAD. Program je celý v angličtině a nemá českou lokaci. Ovládá se podobně, jako všechny programy typu CAD.

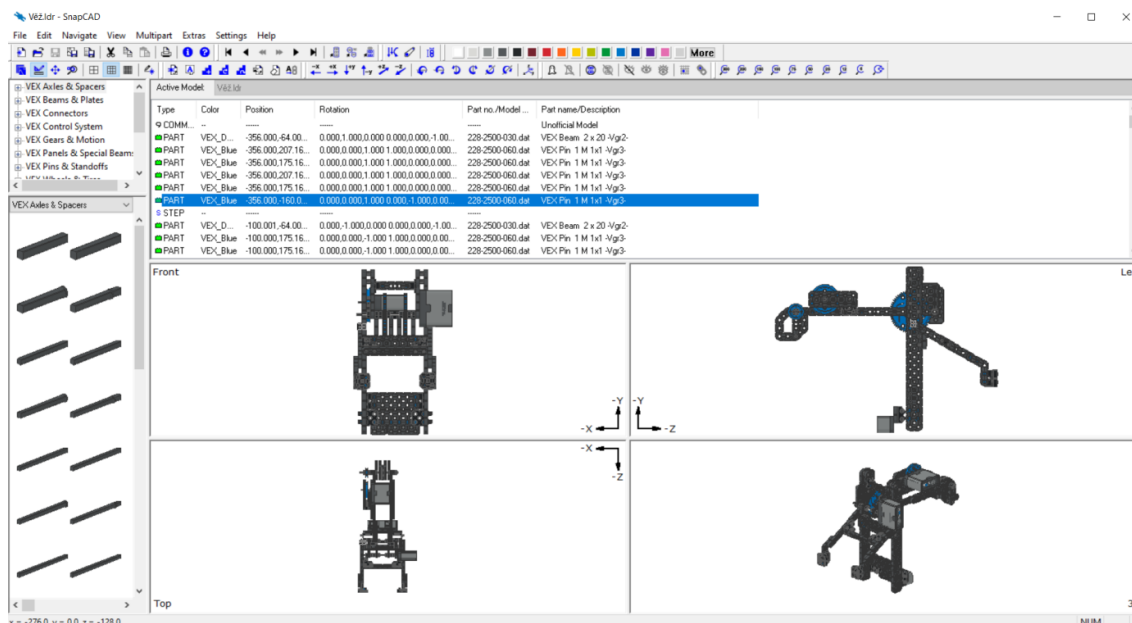
### 4.2.1 SnapCAD

#### 4.2.1.1 Stažení a instalace

Z adresy <http://www.vexiq.com/snapcad/> stáhneme instalátor. Po jeho spuštění zahájíme instalaci a zvolíme, kam má být program umístěn. Po dokončení instalace potvrdíme tlačítkem FINISH.

Při prvním spuštění nám vyskočí okno, ve kterém po nás program chce asociovat typy souborů. Asociaci potvrdíme tlačítkem YES. Poté již prostředí můžeme využít k tvorbě robotů.

### 4.2.1.2 Popis programu



Obrázek 4.10: VEX IQ - Okno programu SnapCAD s modelem

Pracovní plocha programu je členěna na oddíly. V hlavní části nalezneme čtyři podokna pro orientaci a náhled modelu. Zobrazují nám tři různé náhledy (půdorys, nárys a bokorys), ve kterých můžeme model stavět a upravovat, a 3D pohled, který slouží pouze pro prohlížení modelu. Nad náhledy nalezneme okno s komentáři, seznamem použitých částí stavebnice a jednotlivými kroky návodu. V levé části se nachází nabídka částí stavebnice, které můžeme přidávat do modelu. V horní části nabídky vybíráme okruh částí, ve spodní části se nám dané části zobrazují a můžeme je odtud přetáhnout do modelu. V horní liště nalezneme obvyklou nabídku pro práci se soubory, jako je otevření nebo uložení, ale také paletu barev pro přebarvování jednotlivých částí modelu, nebo nabídku pro přidávání kroků při tvorbě návodů.

## 4.2.2 Módy

Program SnapCAD má čtyři módy pro práci s modely, které přepínáme v levé části nástrojové lišty.



Obrázek 4.11: VEX IQ - Módy

### 4.2.2.1 Prohlížečský mód

Prvním z módů je mód prohlížečský. V něm již nelze posouvat a otáčet s modelem, prohlédneme zde hotové návody krok za krokem. Pro skoky dopředu stačí klikat na jakýkoli náhled. Pro orientaci nám slouží pohybové šipky v nástrojové liště.



Obrázek 4.12: VEX IQ - Prohlížeč mód

#### 4.2.2.2 Editační mód

V editačním módu stavíme vlastní model. Lze ho zde upravovat, přebarvovat, otáčet, ale také zde vytváříme jednotlivé kroky návodu a komentáře.

#### 4.2.2.3 Přesouvací mód

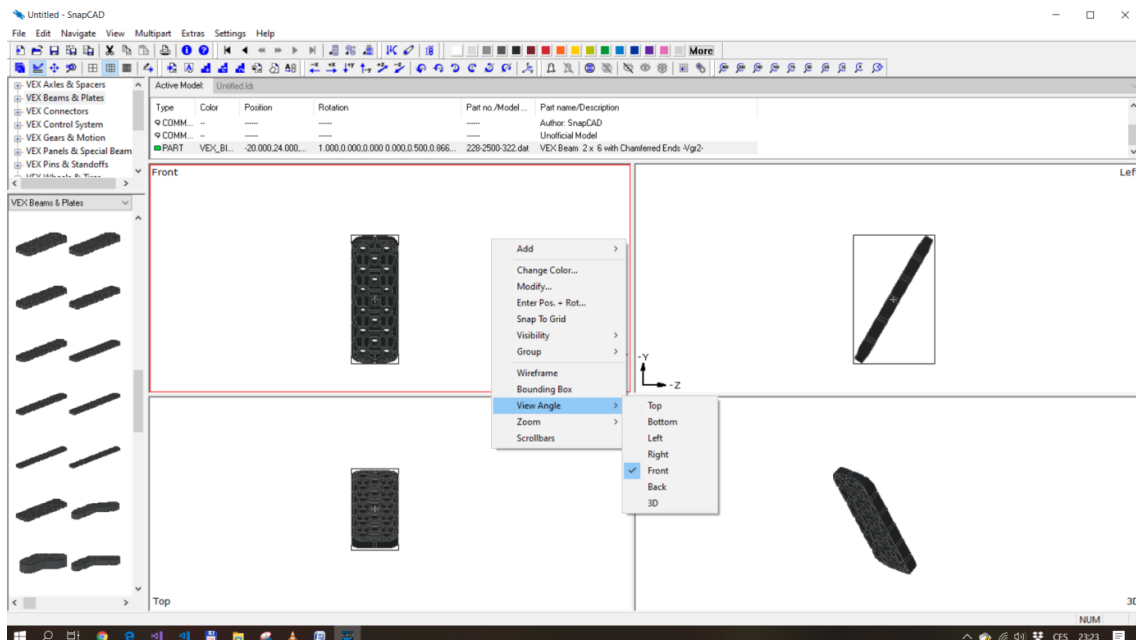
V přesouvacím módu lze přesouvat celý model v rámci kteréhokoli pohledu.

#### 4.2.2.4 Přibližovací mód

Přibližovací mód slouží jako lupa pro přiblížení a oddálení celého modelu.

### 4.2.3 Práce s modelem

Pro vytvoření modelu potřebujeme přidat jednotlivé součástky. To provedeme jejich výběrem v levém menu a přetáhnutím do kteréhokoli pohledu. Pro přesouvání součástek stačí danou součástku uchopit myší a přesunout ji na požadované místo. Součástky se přesouvají pouze v rovině daného pohledu. Chceme-li součástku přesunout v jiné rovině, musíme ji přesunout v daném pohledu. V jednom podokně lze změnit pohled kliknutím levého tlačítka myši.



Obrázek 4.13: VEX IQ - Změna pohledu

Pro posunutí, ale také otočení jednotlivých součástek použijeme tlačítka v nástrojové liště. Při najetí myši na jednotlivá tlačítka se zobrazí infobublina s popisem rotace.



**Obrázek 4.14:** VEX IQ - Tlačítko pro posun a rotaci

Pro otáčení celého modelu stačí v jakémkoli pohledu model uchopit a otáčet jím. Pro posouvání je to stejné, jen je potřeba mít zároveň stisknutou klávesu SHIFT.

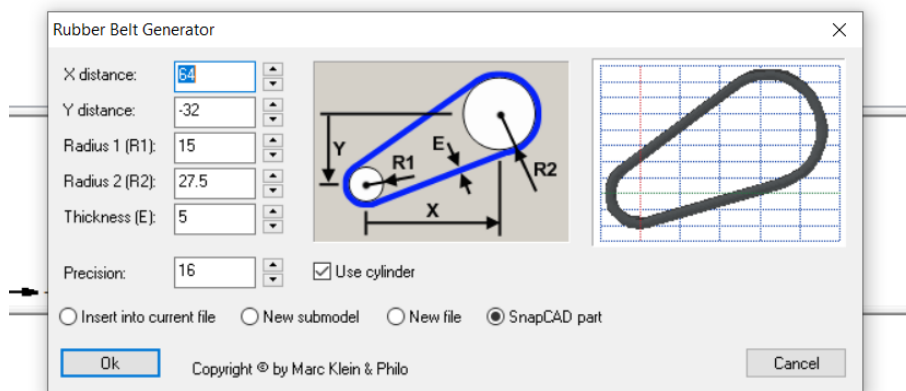
#### 4.2.4 Stavba

Model stavíme postupným přetahováním, posouváním a rotací dílků. V levé nabídce najdeme skoro všechny součástky, které máme v krabici. Jednotlivé části se k sobě nepřichycují, musíme tedy být pečliví a správně skládat součástky k sobě, jinak by se nám velmi rychle mohlo stát, že nám například osička protne plát v místě, kde není dírka. Také se nám stane, že v krabici najdeme jinak barevný dílek, než máme v programu. Ve SnapCADu stačí dílek pouze označit a vybrat mu v nástrojové liště požadovanou barvu. Jediná součástka, kterou nenalezneme v levém menu, jsou gumičky. Gumičky do modelu umísťujeme tlačítkem v nástrojové liště.



**Obrázek 4.15:** VEX IQ - Tlačítko přidání gumičky

Po stisknutí tlačítka nám vyskočí okno s nastavením. Pro gumičku je nutné znát poloměry koleček, na kterých bude umístěna, jejich vzdálenost a případně i tloušťku. Po odkliknutí tlačítka OK se gumička vloží a můžeme s ní pracovat jako s kteroukoli jinou částí modelu.



**Obrázek 4.16:** VEX IQ - Okno s nastavením gumičky

Přidávání gumiček ale nefunguje na 100%. Docela často se stane, že i přes správně zadané parametry nelze gumičku správně umístit na kolečka či kladky. Proto není nutné gumičku do návodu přidávat.

Při stavbě je také nutné přidávat jednotlivé kroky pro tvorbu návodu. Přidání kroku provedeme stiskem tlačítka v nástrojové liště. Do návodu jimi přidáváme jednotlivé kroky stavby a kroky otáčení. Můžeme zde také přidat komentář nebo jednotlivé části modelu.

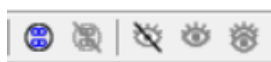


Obrázek 4.17: VEX IQ - Tlačítka kroků

Pro přesun či rotaci více dílků najednou převedeme požadované dílky myší za stisknutí levého tlačítka. Tato metoda není vždy 100%, protože se musí označit celé okolí dílku, což u rotovaných dílků vždy nelze. Dále můžeme jednotlivé dílky naklikat na modelu. Postupně klikáme na dílky za stisknutí klávesy CTRL. Další metodou je označení dílků v okně s komentáři a kroky.

Při označování jednotlivých dílků pracujeme stejně jako v adresářích. Pro hromadné označení více částí v seznamu pod sebou stačí kliknout na první požadovanou položku a při zmáčknuté klávese SHIFT na poslední položku. Pro přidávání dalších částí je stačí označit při zmáčknuté klávese CTRL. Pokud s určitými částmi budeme pracovat víckrát, můžeme si je umístit do skupiny. Tím se z jednotlivých částí stane jeden celek. Skupinu lze také kdykoli rozpojit na jednotlivé části.

Při práci na větším modelu pak mohou různé části překážet a zakrývat výhled na požadovanou část modelu. Části, které překáží, označíme a skryjeme. v modelu se již nebudou zobrazovat, ale pořád je najdeme v okně s komentáři a částmi. Chceme-li zobrazit jen některé ze skrytých dílků, označíme je a odkryjeme tlačítkem s jedním okem. Pokud jsme s modelem hotovi nebo chceme vidět, jak vypadá, zvolíme tlačítko, na kterém jsou oči dvě, a to nám odkryje všechny skryté části.



Obrázek 4.18: VEX IQ - Skupiny, skrývání

## 4.2.5 Export návodu

Pokud máme celý model hotový a zaneseny všechny kroky, stačí výsledný návod jen vytisknout. To provedeme v záložce FILE zvolením možnosti PRINT...

## 4.3 Programování robota

Pro programování robota lze využít různé programovací jazyky. Pro začátečníky je vhodnější blokový programovací jazyk, ve kterém příkazy skládáme jako puzzle. Pro pokročilé volíme složitější jazyk.

### 4.3.1 VEXcode

VEXcode je blokový programovací jazyk, který se skládá na principu puzzle. Pomocí jednotlivých příkazů učíme robota různým aktivitám.

Upozorňujeme, že program doporučený výrobcem stavebnice, v našem případě nešel použít, protože s ním řídicí jednotka robota odmítal komunikovat. Proto jsme zvolili alternativní algoritmus.

## 4.3.2 RobotC

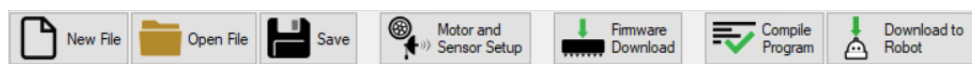
RobotC je vývojové prostředí pro programování robotů ze sady VEX IQ (a jiných). Je volně dostupný na adrese <https://www.vexrobotics.com/robotc-vexedr-vexiq.html>.

Proběhne instalace několika samostatných aplikací, pro nás tou podstatnější bude Graphical RobotC for VEX Robotics, pro ty, kteří mají s programováním více zkušeností a hledají více funkcí, potom RobotC for VEX Robotics.

Před samotným začátkem programování je třeba připojit robota k počítači. K tomuto připojení slouží dlouhý modrý síťový kabel, který je součástí balení VEX IQ. Jeden konec připojíme do síťového portu počítače, druhý do portu označeného slovem „TETHER“ na řídicí jednotce robota.

### 4.3.2.1 Graphical RobotC for VEX Robotics

Po spuštění Graphical RobotC vytvoříme nový soubor (pomocí tlačítka New File) a zobrazí se nám následující řádek tlačítek:



Obrázek 4.19: VEX IQ - Nástrojová lišta RobotC

- New File založí nový soubor.
- Open File otevře soubor, který byl již uložen do počítače.
- Save uloží aktuální soubor
- Motor and Sensor Setup slouží k nastavení a pojmenování jednotlivých motorů a součástek
- Firmware Download propojí program s robotem. Bývá nastavený na auto a měl by automaticky rozeznat připojené roboty ze sady VEX IQ.
- Compile program slouží ke kompilaci (sestavení) programu a jeho případné kontrole
- Download to Robot je tlačítko pro samotné stažení programu do robota

První, co musíme udělat, je správně nastavit a pojmenovat inteligentní součástky našeho robota. Otevřeme tedy nastavení Motor and Sensor Setup. Tato nabídka obsahuje 3 základní záložky. Standart Models obsahuje některé modely obsažené v návodu, který je součástí balení VEX IQ. Jedním kliknutím lze nastavit všechny součástky a jejich jména pro daného robota. Motors slouží k pojmenování motorů a jejich dalšímu nastavení. Devices slouží k pojmenování a nastavení zbylých součástek. Pro testovacího robota, přejdeme do záložky Motors, jelikož se nejedná o standardní model této aplikace. V záložce Motors nastavíme jednotlivé motory podle portů, které jsme jim přidělili, podle následujícího obrázku:



Port	Name	Type	Reversed	Drive Motor Side
motor1	levyMotor	VEX IQ Motor	<input type="checkbox"/>	Left
motor2		No motor		
motor3		No motor		
motor4		No motor		
motor5		No motor		
motor6	pravyMotor	VEX IQ Motor	<input checked="" type="checkbox"/>	Right
motor7		No motor		
motor8		No motor		
motor9		No motor		
motor10	motorRamena	VEX IQ Motor	<input type="checkbox"/>	None
motor11	motorDrapu	VEX IQ Motor	<input type="checkbox"/>	None
motor12		No motor		

**Obrázek 4.20:** VEX IQ - Nastavení motorů v RobotC

Motor1 je motor na portu 1, tedy náš levýMotor. Drive Motor Side je speciální atribut, který vyplňujeme pro motory, které operují na určité straně robota. V tomto případě tedy levá „left“. Motor6 je náš pravý motor. Nastavíme ho obdobně. Strana bude pravá, tedy „right“, navíc zaškrtneme políčko Reversed, které umožní opačné ovládání motoru.

Motory se všechny točí stejným směrem. Kdyby se toto dělo na levé i pravé straně, celý robot by se točil dokola. My namísto toho chceme, aby se pohyboval vpřed. Nastavíme-li motorům protichůdný pohyb, bude se každý otáčet jiným směrem a zároveň ve směru jízdy robota. Ten se tedy dá do pohybu.

MotorRamena a motorDrapu nastavíme také podle tabulky. Zde už nenastavujeme stranu, neboť není pro funkčnost robota důležitá. Jména motorů si můžete nastavit vlastní, nicméně v RobotC není povolena diakritika ani mezery ve jménech, berte na to tedy ohledy. Dále přejdeme do záložky Devices. V této záložce přidáme zbylé inteligentní součástky dle následujícího obrázku:

port3	sensorBarev	Color - Hue
port4		Gyro Sensor
port5		No Sensor
port6		Motor
port7	sensorVzd	Distance (Sonar)

**Obrázek 4.21:** VEX IQ - Nastavení inteligentních částí na porty

Pojmenování jednotlivých součástí se řídí stejnými kritérii, jako pojmenování motorů, tedy názvy bez diakritiky a mezer. Změny potvrdíme tlačítkem OK nebo Použít.

Nyní máme nastavené jednotlivé porty pro motory a sensory, dále začneme vytvářet samotný program, který chceme u robota použít.

Aby se nám uložilo pojmenování jednotlivých součástí, je nutné prázdný program nejprve zkompileovat. To provedeme tlačítkem Compile Program.

Celé programování v grafickém prostředí spočívá v přetahování drobných dílků z levé části nabídky na hlavní programovací plochu. Dílky obsahují základní příkazy, jako jsou if (když), else (jinak), repeat (opakuji), while (dokud) a další, navíc také možnosti pro úpravu proměnných – Variables a dále příkazy pro chování jednotlivých inteligentních součástí.

#### 4.3.2.2 Vzorový program

Nyní si ukážeme jednoduchý vzorový program. Nejprve uvedeme robota do pohybu následujícím kódem:

```
1 setMotor ( levýMotor , 30 );
2 setMotor ( pravýMotor , 30 );
```

Obrázek 4.22: VEX IQ - Nastavení motorů

Příkaz setMotor(m,r) nastavuje rychlost r motoru m, v tomto případě rychlost pravého a levého motoru nastaví na 30 jednotek. Robot se nám tedy začne pohybovat vpřed, dokud ho sami nezastavíme. Tlačítkem Download to Robot můžeme tento program vyzkoušet.

Náš Robot už tedy jezdí, nicméně není příliš chytrý. Dalším krokem je nastavení, aby robot automaticky zastavil před překážkou. Jak to dokáže? Vzpomeňme si na senzor vzdálenosti, který na sobě robot má. Díky němu dokáže zastavit dříve, než dojde ke srážce.

```
1 setMotor ( levýMotor , 30 );
2 setMotor ( pravýMotor , 30 );
3 waitUntil ( getDistanceValue(sensorVzd) < 200 );
4 stopAllMotors ( );
```

Obrázek 4.23: VEX IQ - Zastavení před překážkou

Mírně jsme upravili program. Na 3. řádce nyní čekáme, dokud nebude splněna podmínka. Podmínkou je, že senzor vzdálenosti naměří menší vzdálenost než námi zvolené číslo. V tomto případě 200. Když bude tato podmínka splněna, dostaneme se na řádek 4, který všem motorům řekne, ať se zastaví. To je o něco chytřejší chování než v původním programu. Robot sice umí zastavit, ale pořád ještě neumí pokračovat v cestě. Kdyby se uměl otočit, kdykoliv něco potká, mohl by pokračovat v cestě. To také uděláme v dalším vylepšení programu.

```

1 repeat (forever) {
2   setMotor ( levýMotor , 30 );
3   setMotor ( pravýMotor , 30 );
4   waitUntil ( getDistanceValue(sensorVzd) < 200 );
5   moveMotor ( levýMotor , -280 , degrees , 30 );
6   moveMotor ( pravýMotor , 280 , degrees , 30 );
7 }
8

```

Obrázek 4.24: VEX IQ - Otočení a pokračování v cestě

Na 5. řádce vidíme, že jsme odstranili zastavení motorů. Místo toho řekneme levé a pravé straně našeho robota, aby se o kus otočily. Příkaz `moveMotor` říká, že chceme jednorázově pohnout koly připojenými na daný motor. Degrees uvádí hodnotu ve stupních a hodnoty `-280` a `280` ukazují, že se kola na každé straně budou pohybovat opačným směrem. Robot tedy nepojede rovně jako doposud, ale celý se otočí. Hodnota `30` udává, jak rychle se má robot otočit. Celý program jsme navíc zabalili do cyklu `Repeat(forever)`, v překladu do češtiny "Opakuj navždy". Když tedy tento program dosáhne svého konce, spustí se zase od začátku. Naš robot tedy může jezdit, dokud se mu nevybije baterie. V praxi to bude vypadat asi takto: Robot pojede vpřed, dokud neuvidí před sebou překážku. Poté se o kousek pootočí a začne znovu, tedy opět pojede vpřed, dokud neuvidí před sebou překážku. Tyto instrukce bude opakovat do vybití baterie.

Tyto série příkazů lze nahradit jednoduchými dílky v samotném programu. Jsou to konkrétně `forward`, který umožňuje pohyb vpřed, a `turnLeft` respektive `turnRight`, který umožňuje zatočit vlevo respektive vpravo. Žáci by měli být schopni pomocí těchto příkazů upravit program a zachovat podobné chování robota.

#### 4.3.2.3 RobotC for VEX Robotics

Negrafické prostředí RobotC for Vex Robotics používá základní programovací jazyk C obohacený o několik prvků pro snadnější ovládání robota. Se znalostí základních příkazů lze dosáhnout stejných výsledků, jako při práci v grafickém prostředí. Navíc obsahuje další možnosti, jako například funkce a procedury, které v grafickém prostředí zcela chybí.

Stejně jako v grafickém prostředí, je nutné připojit robota a provést nastavení jednotlivých názvů inteligentních součástí. To opět provedeme stisknutím tlačítka `Motor and Sensor Setup` a postupujeme stejně, jako tomu bylo v grafickém prostředí. Nyní máme před sebou čistý list, kam je možno začít psát kód. V levé části obrazovky nalezneme seznam dostupných příkazů, které tvoří jakousi nadstavbu nad klasickým C.

Pár řádky kódu lze okopírovat program, který jsme utvořili pomocí dílků, například takto:

```
repeat(forever) {
    setMotorSpeed(LeftMotor, 30);
    setMotorSpeed(RightMotor, 30);
    waitUntil(getDistanceValue(DistSen)>200);
    moveMotorTarget(LeftMotor, -285, 40);
    moveMotorTarget(RightMotor, 285, 40);
    waitUntilMotorStop(LeftMotor);
    waitUntilMotorStop(RightMotor);
}
```

Obrázek 4.25: VEX IQ - Program robota v jazyce C

Samozřejmě kód lze snadno udělat sofistikovanějším pomocí procedury *ZahniVlevo*, nebo jiným způsobem. Běžní žáci ale jistě upřednostní prostředí grafické.

# 5

## VEX EDR



### 5.1 Úvod

Stavebnice VEX EDR je sada s kovovými díly, kombinující mechatroniku a programování. Zároveň může velmi dobře posloužit jako pro získání dovedností ohledně řešení problémů, základům strojírenství, konstrukce a v neposlední řadě též designu, zároveň pomocí stavebnice lze rozvíjet jemnou motoriku.

Stavebnice umožňuje navrhovat jak jednoduché mechanismy, tak i velmi pokročilé mechanismy s mechanickými součástkami a s využitím mnoha senzorů pro získání větší zpětné vazby z chování robota či mechanismu v závislosti na daných podmínkách či situaci.

VEX Robotics již řadu let spolupracuje s výukovými organizacemi a poskytuje jak vyučujícím, tak studentům nástroje k vybudování plně funkčního robota - a to jednak díky možnostem vlastní návrhu a konstrukce, tak také z pohledu vlastního naprogramování veškeré funkčnosti. Díky tomuto nabízejí rozsáhlé podklady pro samotnou výuku a pochopení principů, jak mechanické koncepty vlastně fungují, společně s velkým množstvím návodů na stavbu robotů, jejich naprogramování a použití.

Společnost VEX Robotics nabízí formou této stavebnice zajímavý způsob získání nových zkušeností. Stejně jako u ostatních stavebnic od této společnosti, i u VEX EDR je kladen výrazný důraz na model učení STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) - protože praktické zkušenosti s tvorbou robota jsou výrazně lepší a motivující, než poslouchat přednášky či číst teoretické podklady.

Výhoda stavebnic VEX je hlavně v tom, že obsahují veškeré příslušenství ke stavbě robota (v závislosti na druhu stavebnice) - od konstrukčních prvků, přes převody, prvky zajišťující pohyb, různé senzory pro zpětnou vazbu a dálkové ovládání. A díky

možnosti dokoupení rozšíření, která jsou plně kompatibilní, není problém začít s jednoduchým strojem a následně jej vylepšovat k dokonalosti.

Bonusem může být nejen to, že při učení, stavbě a programování za sebou uvidíte reálný výsledek, ale díky kovovému zpracování se můžete směle pouštět i do soutěží - ať lokálních v rámci výuky, tak i globálních s podporou přímo od VEX Robotics - a to jak v konstrukční či kreativní oblasti, tak samozřejmě i v oblasti funkčnosti či soutěže v řešení problémů.

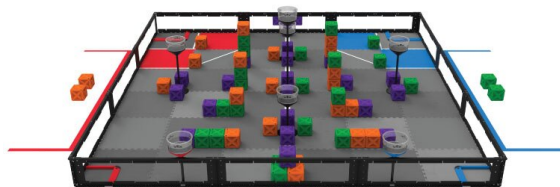
Doporučeným uživatelem stavebnice jsou studenti středních škol a výše.

## 5.2 VEX soutěže

VEX Robotics se také věnuje nejenom výrobě stavebnic a jejich propagaci, ale podstatnou složku tvoří též soutěže, které pořádají. Tyto soutěže jsou zaměřené hlavně na model učení STEM - a to ve směru procvičování, testování a sdílení nápadů a inspirací, a samozřejmě soutěžení.

Týmy studentů mezi sebou soutěží nejenom v tom, kdo jakého robota postaví, jakou funkčnost bude mít, ale také v technických výzvách, které musí splnit. Díky tomu se studenti učí nejen dovednostem, které již byli zmíněny, ale také se učí týmové spolupráci, vedení a komunikaci.

Soutěže se konají na všech možných úrovních od lokálních, přes státní až celosvětové. Příkladem takové soutěže může být například **TOWER TAKEDOWN**, kde se hraje na čtvercovém poli 12x12 kostek.



Obrázek 5.1: VEX EDR - Tower Takedown plocha

Hraje se na dva týmy - modrý a červený. Samotné zápasy jsou kombinací 15 sekundových intervalů, kdy se robot musí pohybovat autonomně a 105 sekundových intervalů, robot může být řízen.

Vítězem je ten tým, který nasbírá více bodů, které získá umístěním kostek do „svého“ rohu, buď na sebe do podoby „věže“ nebo je vloží do připravených košů.

## 5.3 VEX EDR

Jak už bylo řečeno výše, jedná se stavebnici složenou převážně z kovových dílů, na první pohled může u starších uživatelů náhodně vyvolat vzpomínku na stavebnici Merkur.

Stavebnice VEX EDR nabízí uživatelům, hravou formou získat základy a rozhled z oblasti věd, technologie, inženýrství a matematiky, stejně tak z oblasti programování, strojírenství a konstruování. Nehledě na to, že stejně jako jiné stavebnice rozvíjí též i kreativní stránku člověka.

Sada VEX EDR Classroom and Competition Super Kit kombinuje právě mechatroniku a programování k získání co nejlepších zážitků ze samotného učení, budování a následného rozchození samotného robota. Jak už z názvu je patrné, jedná se o kit určený převážně pro výukové či soutěžní účely.

Všechny součástky v krabici jsou úhledně zabaleny a roztríděny v dalších krabičkách, úhledně poskládaných. Dále v krabici naleznete příručku pro sestavení vzorového robota nazvaného CLAWBOT, společně s návodem na jeho naprogramování.

Sada obsahuje:

- všechny součástky nezbytné k postavení ukázkového robota Clawbot
- Booster Kit - obsahující sadu dodatečných dílů
- VEXnet System Bundle - systém k ovládní robota
- sadu senzorů
- dodatečných motorů
- systém lineárního pohybu
- systém řetězového převodu / pohybu
- a mnoho dalších součástek

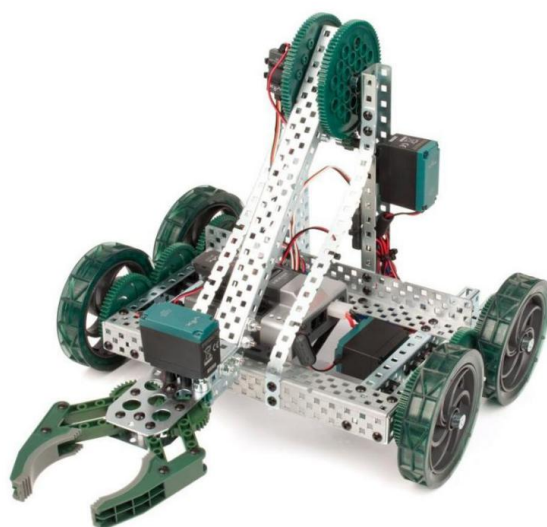


Obrázek 5.2: Stavebnice VEX EDR Classroom Super Kit

## 5.4 CRANEBOT

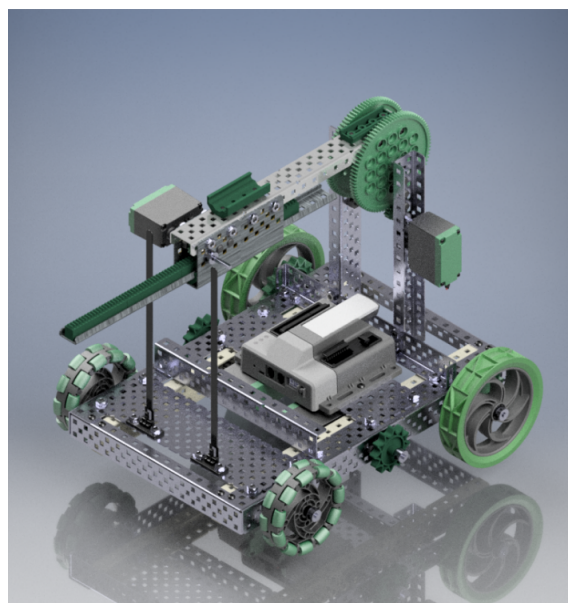
Robot CRANEBOT v základu konstrukčně vychází z prototypového robota CLAWBOT, se kterým sdílí ideu rozložení, ale hlavně základní mechanismus uchycení a pohyb ramene. Přesto, že se jedná o jeřábový model, zůstala zachována jednoduchá možnost úpravy, kdy je možné systém lineárního posunu zaměnit za „ruku“ CLAWBOTa.





**Obrázek 5.3:** VEX EDR - CLAWBOT

Původní model CLAWBOTA lze jednoduše sestavit podle návodu, který je obsažen v balení kitu - navíc celý kit je konstruován tak, aby právě stavba CLAWBOTA byla co nejjednodušší a obsahovala veškeré potřebné prvky pro stavbu a následné rozšíření funkčnosti. A právě na ukázkovém příkladu lze získávat zkušenosti jak se stavbou, tak s programováním, kdy následně tyto zkušenosti aplikujete na další rozmanitější modely a konstrukční prvky.

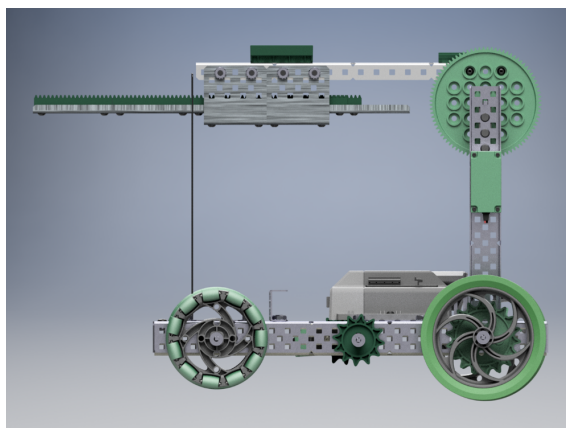


**Obrázek 5.4:** VEX EDR - CRANEBOT pohled 1

Nejzásadnější změnou oproti CLAWBOTovi je značné rozšíření základny, z důvodu větší stability a lepšího rozložení hmotnosti. V přední části je umístěna baterie a vytvořilo se tak protizávaží k zadní části, kde se nachází rameno se systémem lineárního posunu. V prostřední části se pak nachází samotná řídicí jednotka a také

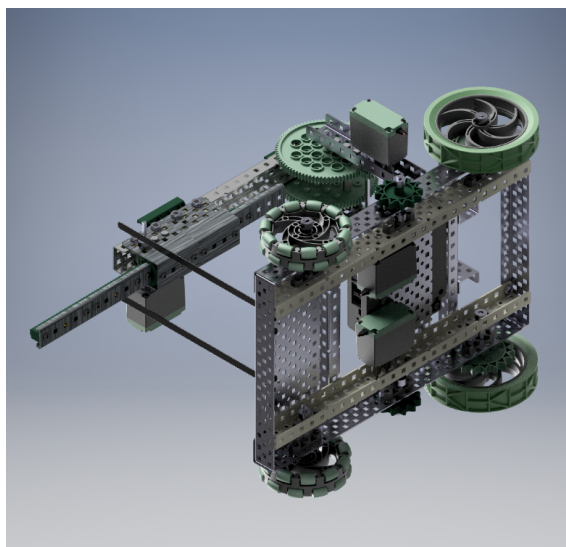


motory určené k pohybu celého robota.



**Obrázek 5.5:** VEX EDR - CRANEBOT pohled 2

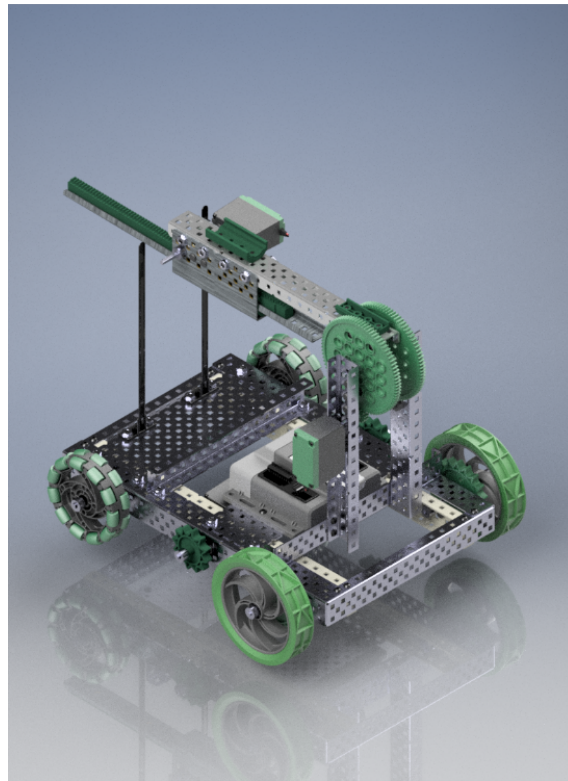
Z bočního pohledu je ještě více patrné samotné rozložení modelu. Vzhledem k baterii o relativně velké kapacitě - tudíž i váze, je možné rameno otočit o 180° a použít tak o délku podvozku větší dosah. Toto otočení ramene je také podstatnou částí funkčnosti při změně z CRANEBOTA na upravenou verzi CLAWBOTA - výměnou systému lineárního posunu za úchopový mechanismus.



**Obrázek 5.6:** VEX EDR - CRANEBOT pohled 3

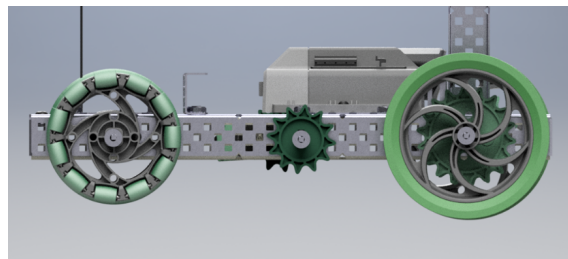
Pohled zespodu pak dá náležitě vyniknout uspořádání motorů určených pro samotný pohyb robota. Stejně tak výztuhám umístěným po obou stranách určených jako základní část konstrukce, na kterou se následně montují další zpevňující a nosné části - například přední, zadní a boční krytí. Toto krytí na bocích má i dodatečnou funkci a to zajištění dodatečných rozestupů a rozložení součástí.

Součástí konstrukce jsou i pláty umístěné pod ovládací jednotkou a baterií sloužící nejen pro uchycení, ale také jako zpevňující prvek.

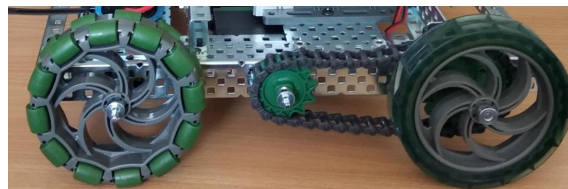


**Obrázek 5.7:** VEX EDR - CRANEBOT pohled 4

Při pohledu zezadu si lze všimnout upevnění konstrukce ramena k platformě podvozku.



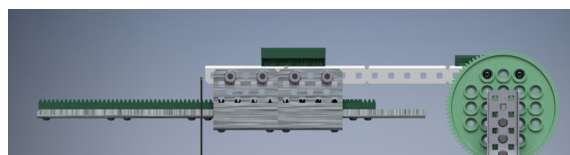
**Obrázek 5.8:** VEX EDR - Detail pohybového ústrojí



**Obrázek 5.9:** VEX EDR - Reálný pohled na řetězový pohon

K pohybu je využito řetězového ústrojí. Každá strana tak obsahuje vlastní pohonnou soustavu (motor, ozubené převody, řetěz). Toto rozpoložení zajišťuje dostatek síly k pohybu. Poháněna jsou pouze zadní kola. Navíc díky umístění motorů po obou

stranách a současně díky použití všesměrových kol lze tak zajistit i jednoduchou směrovou manipulaci.



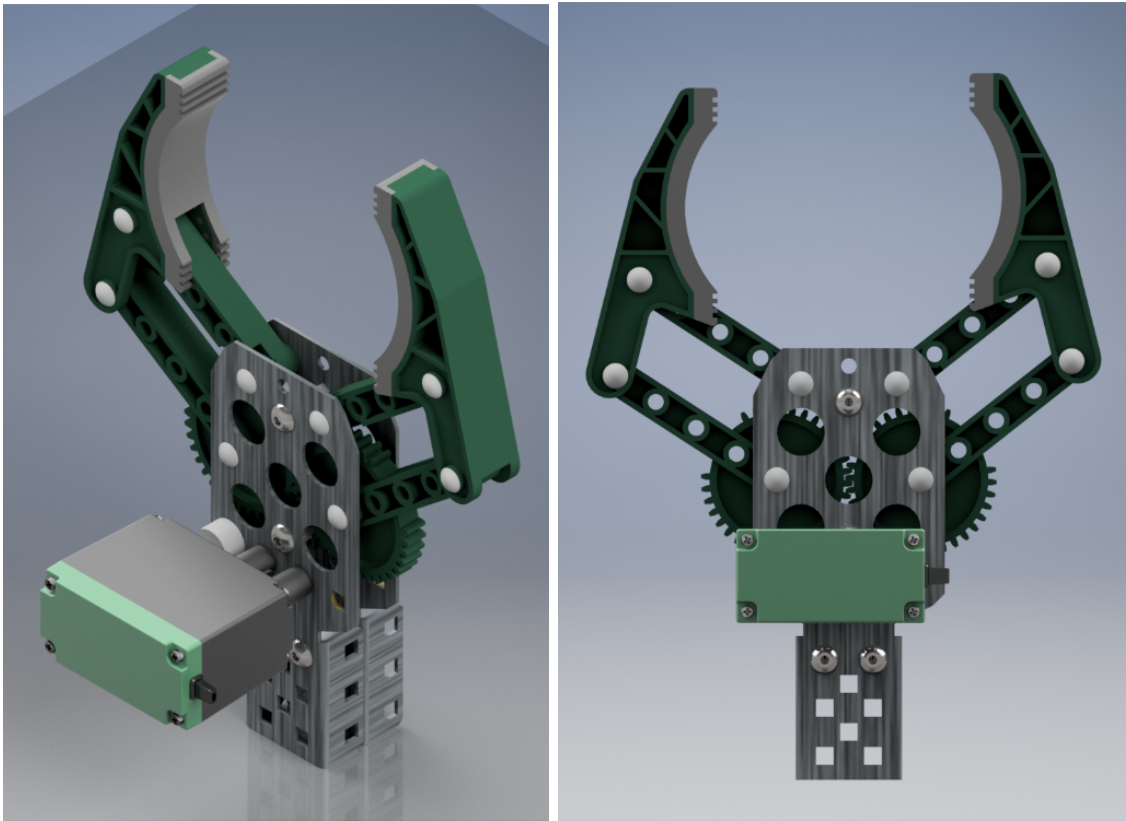
**Obrázek 5.10:** VEX EDR - Detail lineárního pohybového ústrojí

Druhou součástí modelu je nosná konstrukce určená pro lineární posuvný systém (rameno jeřábu, popřípadě úchopového mechanismu) a pro dva motory. Jeden pro zajištění pohybu ramene nahoru/dolu, druhý pro navíjení lana navijáku. Nastavení ozubeného převodu pro pohyb ramene je vytvořeno tak, aby nebyl problém zvedat i těžší předměty.

Tato nosná konstrukce je se základnou spojena pevně - není možné s ní pohybovat do stran. Možnost pohybu do stran, ale plně nahrazuje použití všesměrových kol a uspořádání samotného pohonu modelu.

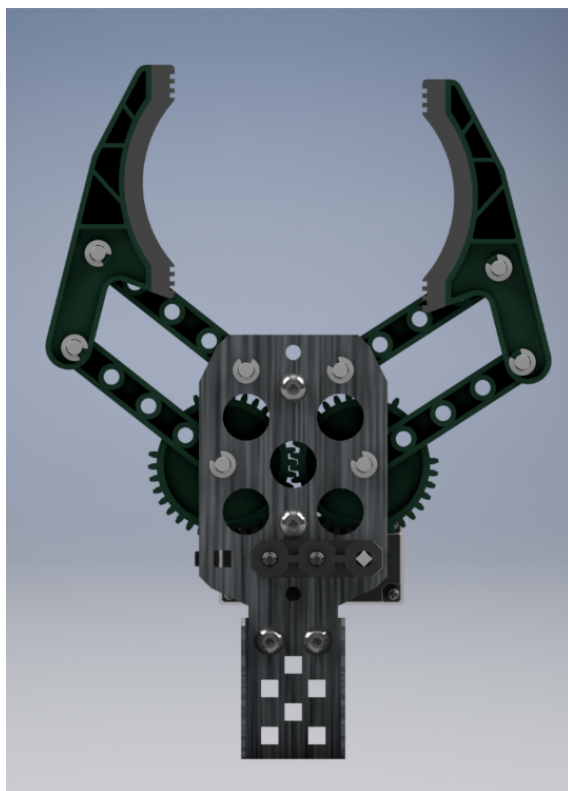
Na ramenu jeřábu se pak nachází další motor, sloužící pro pohyb (vysouvání/zasouvání) ližiny pomocí ozubené řady. Zároveň na koncích výsuvné ližiny se nacházejí dorazy, které zabraňují nechtěnému vypadnutí, popřípadě vzpříčení do dalších částí mechanismu.

V případě odmontování motoru a lana potřebného pro správnou funkčnost jeřábu je možné úpravou koncové části lineárního posuvného systému jednoduše připojit úchopový mechanismus z CLAWBOTA a využít tak kombinaci úchopu, velkého dosahu díky posuvnému systému a manipulace pomocí všesměrových kol a uspořádání pohybového ústrojí.



**Obrázek 5.11:** VEX EDR - Úchopový mechanismus

Úchopový mechanismus - zkráceně ruka, je pak postavená přímo podle návodu pro stavbu CLAWBOTA bez jakýchkoliv úprav. Jedinou úpravou je lehce pozměněný způsob upevnění, který ale v současném stavu není stoprocentně ideální. A určitě jde o jeden z prvků, které jsou k dispozici pro vylepšení, popřípadě upravení.



**Obrázek 5.12:** VEX EDR - Úchopový mechanismus

Model je pak následně ovládán skrze přibalený dálkový ovladač, který je k modelu připojen buď pomocí kabelu, nebo s využitím bezdrátového připojení.

Ke zlepšení funkčnosti robota je možné využít dodávaných senzorů - kdy se robot může stát částečně nebo i plně autonomní. Zároveň místo pevných dorazů lze využít koncové snímače.

# 6

## Mechatronic Education spol. s.r.o.

### 6.1 Úvod

Tato kapitola slouží k seznámení se stavebnicemi od společnosti Mechatronic Education (ME) spol. s r.o. Stavebnice je určena především pro odbornou výuku na středních a vysokých školách. Díky kovové konstrukci, strojírenským spojům a komponentám je tato stavebnice ideální volbou pro simulaci reálného prostředí.[9]

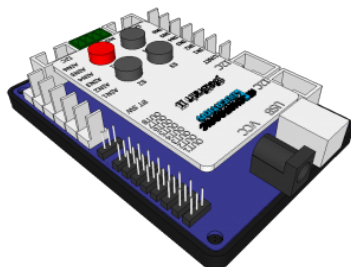
Součástí této práce jsou technický popis a modely pro sestavení dvou základních vzorových konstrukcí. Dále tato práce obsahuje seznámení s jednotlivými vývojovými prostředími a s průběhem softwarového vývoje.

### 6.2 Konstrukční díly

Součástí stavebnice je několik rozdílných elektronických komponentů, které jsou doplněny spojovacím materiálem v podobě několika druhů šroubků, kovových destiček a propojovacích kabelů.

#### 6.2.1 Hlavní řídicí jednotka

Hlavní řídicí jednotka je pojmenovaná jBotBrain II a jedná se o tzv. jednodeskový počítač. Základem tohoto modulu je 32-bitový jednočipový mikropočítač. Jednotka obsahuje Bluetooth modul, čtyři programovatelné LED světla, šest digitálních TTL 5V vstupů a šest 10-ti bitových unipolárních analogových vstupů. Modul je napájen jednosměrným napětím v rozsahu 6,5–15V. Pro připojení k PC jednotka využívá USB konektor, propojovací kabel je součástí balení.



Obrázek 6.1: ME - Hlavní řídicí jednotka

## 6.2.2 Pohony

Stavebnice obsahuje několik druhů pohonů, pohony jsou děleny na: DC motory, krokové motory a servomotory. Moduly obsahují řadiče motorů, které jsou nezbytné pro ovládání jednotlivých druhů pohonů.



Obrázek 6.2: ME - Dělení pohonů

## 6.3 Ukázkové modely

### 6.3.1 Extended Mechatronic Set 01

Stavebnice obsahuje několik různých setů. Jeden z nich je například zmíněný „Extended Mechatronic Set 01“. Tento set slouží jako výuková pomůcka a pro podporu technického vzdělání na úrovni středních odborných, vyšších vysokých a škol. Cílem setu je prozkoumat základy konstrukce robotických manipulátorů, jejich vlastnostmi a programováním. Set je rozšířením základní sady BLS.

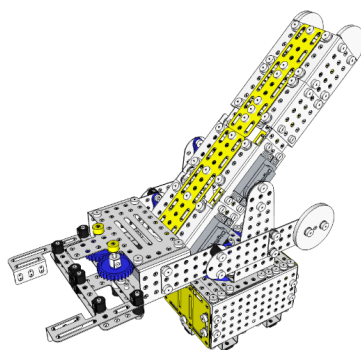
**Sada obsahuje:**

Označení	Popis	Množství
Sada	Kovové a plastové montážní díly	1
ME1403	Krokový motor	1
ME1401	Digitální RC servomotor	3
MEPRGS	Programátor digitálních serv	1
Sada	Propojovací kabely k sensorům a modulům	1
Sada	Montážní nástroje a přípravky	1
	CAD 3D modely a návody ve formátu skp	1
	Instalační CD s programy a příklady	1

Ze setu je možné sestavit například Robotický manipulátor s třemi stupni volnosti, zakončený univerzálním programovatelným uchopovačem.

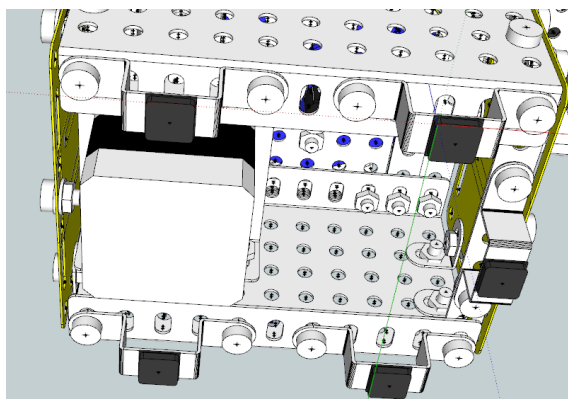
Vyobrazení:





**Obrázek 6.3:** ME - Robotický manipulátor

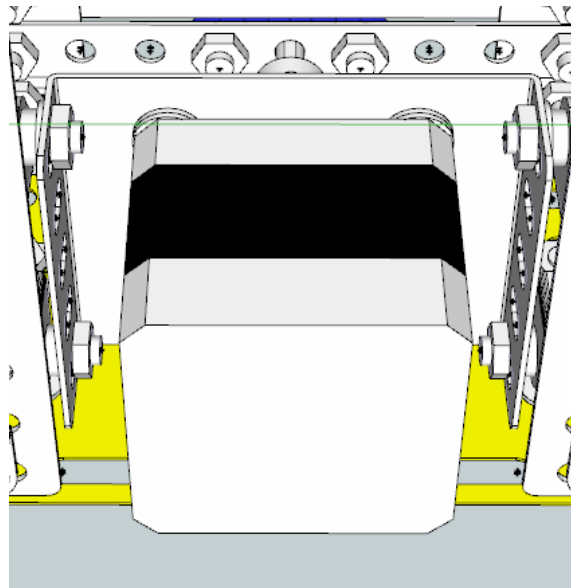
**Popis robotického manipulátoru:** Základna robotického manipulátoru je sestavena ze dvou profilů  $U1 \times 11 \times 5 \times 1_{0,8}$  na každé straně, ze spodu je na tyto profily umístěn ZZProfil se samolepícími plastovými deskami, které slouží jako podstava základny.



**Obrázek 6.4:** ME - Spodní část robotického manipulátoru

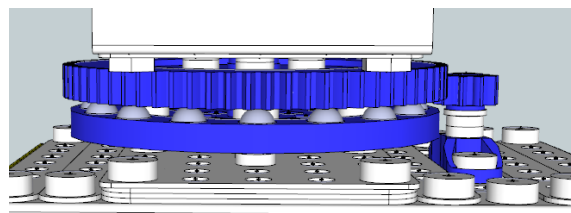
Uvnitř základny je umístěna klec pro krokový motor  $U 1 \times 5 \times 5 \times 1$ , ve které se nachází krokový motor, který je zakončený 10Z M1 pastorkem. Krokový motor zajišťuje horizontální manipulaci s polohovacím ramenem.





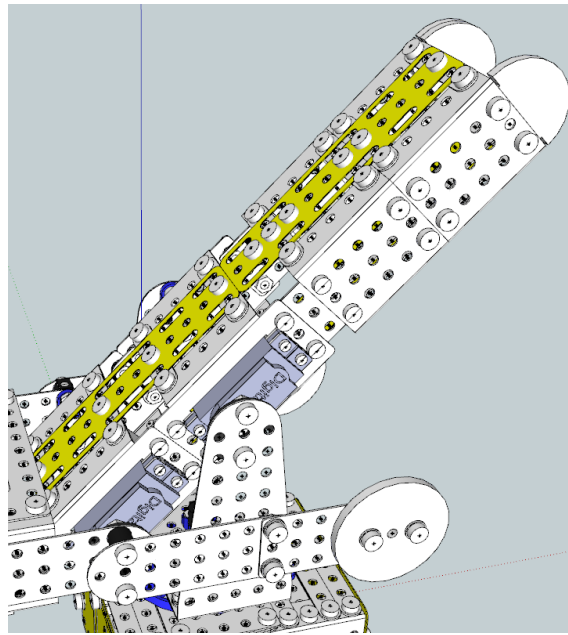
**Obrázek 6.5:** ME - Upevnění krokového motoru

Na horní část základny je umístěna deska axiálního ložiska s ozubeným kolem 70Z a s ozubeným kolem 30Z se staváčkem.



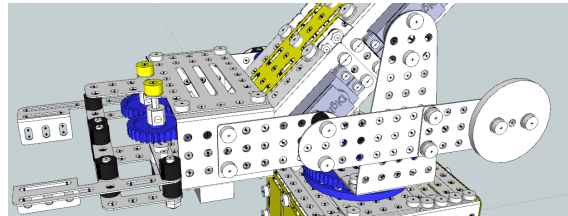
**Obrázek 6.6:** ME - Upevnění axiálního ložiska

Poté se na horní část základny připevní po obou stranách rameno  $9 \times 3$ . Samotné rameno je tvořeno na obou stranách čtyřmi profily  $U1 \times 5 \times 3 \times 1_{0,8}$ . Následně je nutné na jednu ze stran připevnit dva programovatelné servomotory. Na obou těchto servomotorech se nachází páka serva, která je propojena s ramenem.



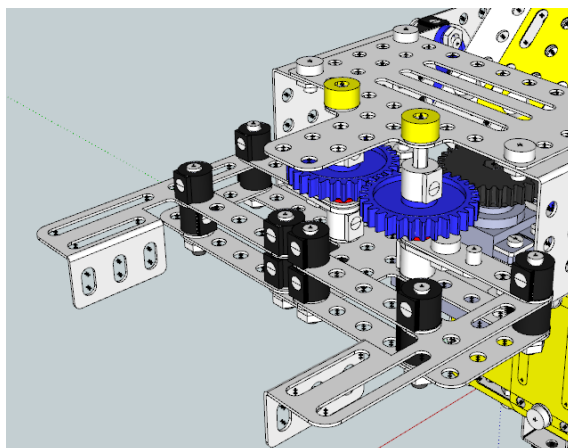
**Obrázek 6.7:** ME - Rameno robotického manipulátoru

Na rameno je následně připevněna deska efektoru, na kterou je na obou stranách připojen profil  $U1 \times 5 \times 3 \times 1_{0,8}$  s dvěma protichůdnými rameny  $7 \times 3$ , které jsou zakončeny závažím.



**Obrázek 6.8:** ME - Uchopovače robotického manipulátoru

Do uchopovače je následně umístěn digital servomotor, na kterém se nachází ozubené kolo pro servo Z30, které otáčí s ozubenými koly 30Z se staváčkem. Na tato kola je poté připevněn uchopovač.



**Obrázek 6.9:** ME - Uchopovač robotického manipulátoru

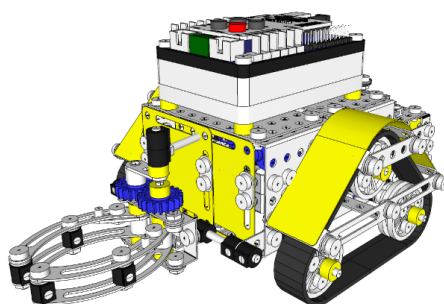
### 6.3.2 Extended Robotic Set 03

Sada obsahuje například tato výuková témata: Logické řízení, Booleova algebra, Logické funkce, Algoritmus PLC, Programování PLC pomocí imperativního programovacího jazyka, Programování PLC pomocí programových grafů Spojité systémy, Analýza signálu a detekce náběžné hrany, Shannonův-Kotělnikovův teorém Řízení a mnoho dalších. Set tvoří stavebnice plně funkčního robotického pásového vozidla s diferenciálně řízeným podvozkem a uchopovacím efektoem. Robot svou konstrukcí odpovídá požadavkům robotické soutěže v kategorii Bear Rescue. Set je rozšířením základní sady BLS.

**Sada obsahuje:**

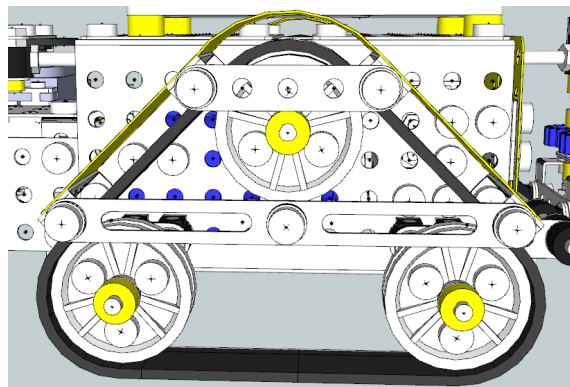
Označení	Popis	Množství
MEMO02	LI-POL Baterie s nabíječkou	1
1496	DC motor	2
ME1401	RC analogový servomotor	1
sada	Propojovací kabely k sensorům a modulům	1
sada	Montážní nástroje a přípravky	1
MEMO02	CAD 3D modely a návody ve formátu skp	1
MEMO02	Instalační CD s programy a příklady	1

Vyobrazení pásového vozidla:



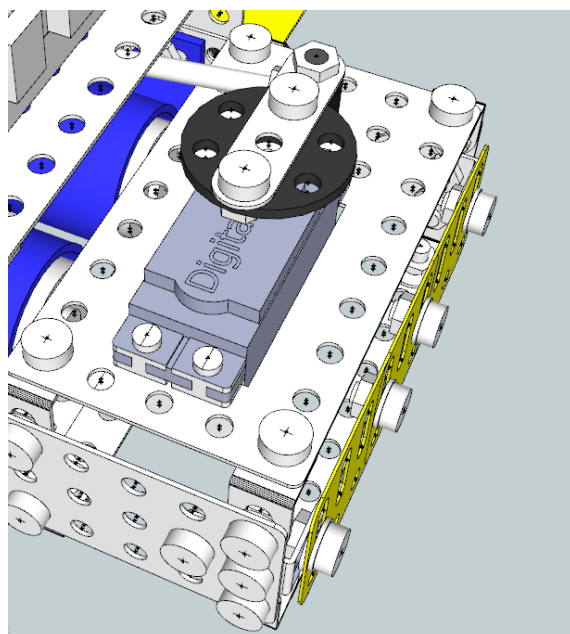
**Obrázek 6.10:** ME - Robotické pásové vozidlo s diferenciálně řízeným podvozkem

**Popis modelu pásový robot:** Model je tvořen základnou, která je sestavena ze dvou spojených destiček 9×5\_0,8, na tyto destičky jsou ze strany napojeny profily U1×11×5×1\_0,8, na které jsou následně připojeny po obou stranách DC motory, které pomocí šnekové převodovky pohání ozubená kola pásového pojezdu. Jednotlivá kola jsou sestavena z propojeného pravého a levého disku kol pro pás.



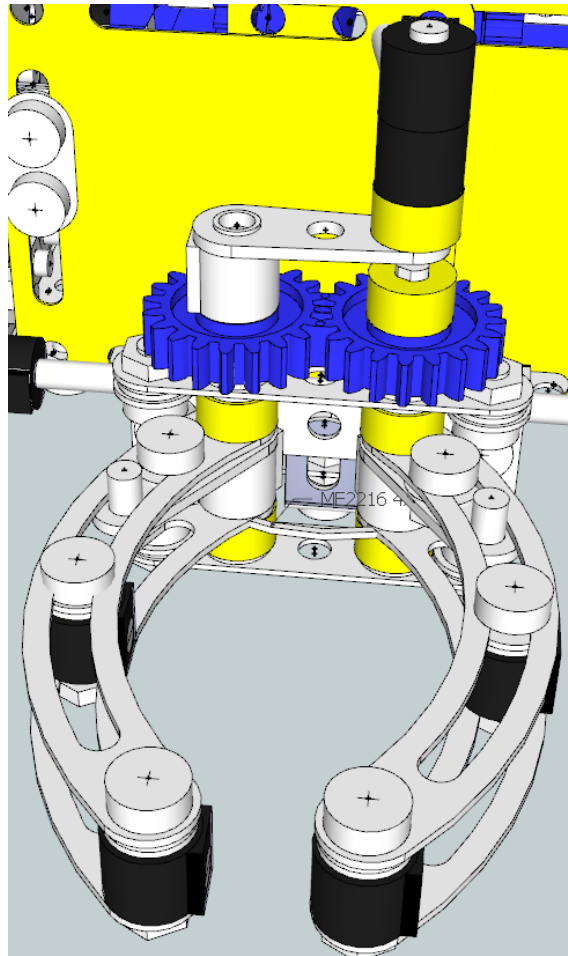
**Obrázek 6.11:** ME - Postranní pohled na robotické pásové vozidlo

Zadní část základny je vybavena klecí serva 9×5, ve které jsou upevněna Li-Ion baterka s nabíječkou a digital out-servo motor, který je propojen pomocí pružného táhla s přední částí základny, kde se nachází uchopovač.



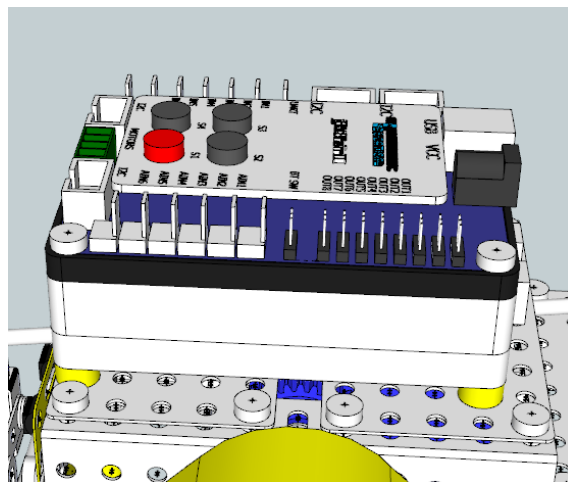
**Obrázek 6.12:** ME - Zadní část robotického pásového vozidla

Uchopovač slouží k uchopení předmětů před vozidlem. Uchopovač je tvořen na každé straně čtyřmi čtvrtkruhy 0,8 a čtyřmi staváčky. Hlavní mechanismus uchopovače využívá dvakrát ozubené kolo 30Z se staváčkem velkou páčku, která je připevněna k ose 04×120.



**Obrázek 6.13:** ME - Uchopovač robotického pásového vozidla

Následně je na horní část základny připojena hlavní řídicí jednotka jBotBrain II. Servomotor a postranní motory zajišťující pohyb jsou poté následně propojeny s hlavní řídicí jednotkou pomocí napájecího kabelu o délce 15 cm.



**Obrázek 6.14:** ME - Připojení hlavní řídicí jednotky

## 6.4 Software

Pro hlavní řídicí jednotku jBotBrain II je možné vytvářet programy ve vývojovém prostředí jBlocks [10] a nebo ve vývojovém prostředí Mechatronic Education Development Environment.

### 6.4.1 Mechatronic Education Development Environment

Vývojové prostředí Mechatronic Education Development Environment využívá komplexní vývojové prostředí Eclipse IDE[11] a programovací jazyk Java. K nastavení nezbytných parametrů pro vývoj existuje tzv. projektový průvodce, který slouží k zavedení daných parametrů do paměťového bloku jBotBrain II.

### 6.4.2 jBlocks

První z možných způsobů programování řídicího modulu jBotBrain II je skrze vývojové prostředí jBlocks[2]. Programování v jBlocks probíhá prostřednictvím vizuálních funkčních bloků, následně je možné využít jeden ze dvou základních programovacích způsobů a to tzv. programové grafy a nebo ladder diagramy.

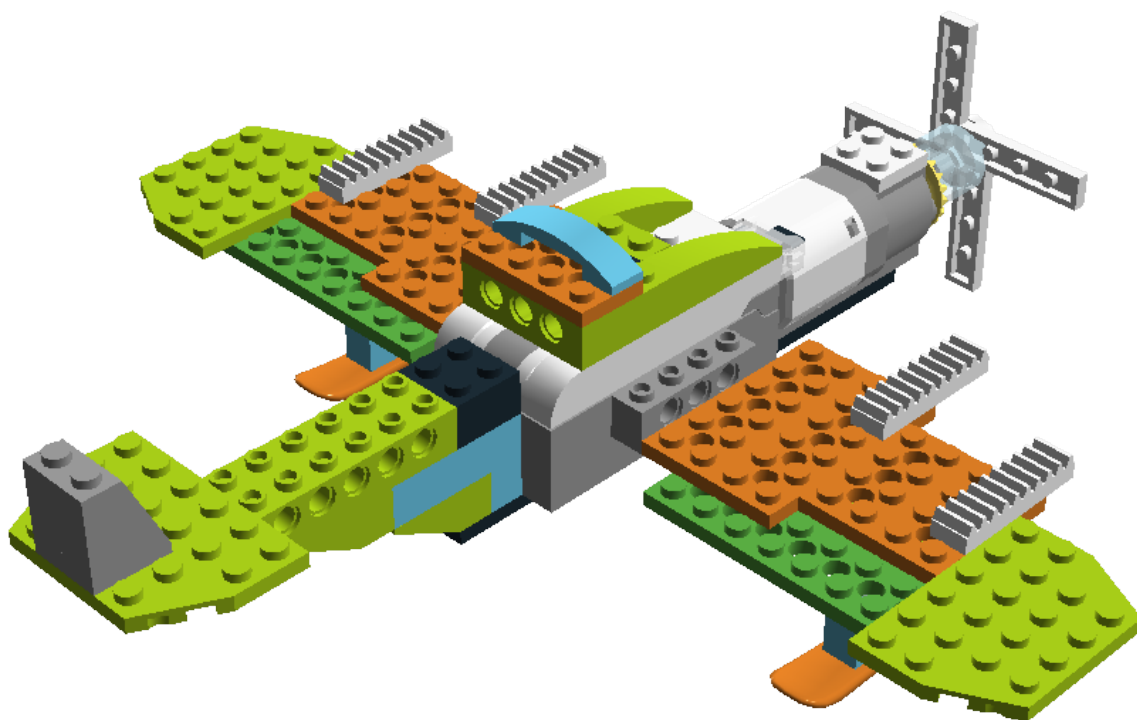
# Literatura

- [1] *Download LEGO® WeDo 2.0 software* dostupné z: <https://education.lego.com/en-us/downloads/wedo-2/software>
  - [2] *Požadavky na systém* dostupné z: <https://education.lego.com/en-us/support/wedo-2/system-requirements>
  - [3] *Základní WeDo sada* dostupné z: [http://www.varko.cz/fotky25684/fotos/\\_vyr\\_208145300\\_2.png](http://www.varko.cz/fotky25684/fotos/_vyr_208145300_2.png)
  - [4] *Řídící jednotka (Smart Hub)* dostupné z: [https://cdn.images.fecom-media.com/HE1559210\\_161352-HOP-DAT-P01.jpg?width=348](https://cdn.images.fecom-media.com/HE1559210_161352-HOP-DAT-P01.jpg?width=348)
  - [5] <https://www.eduxe.cz/files/download/manual-wedo-cz.pdf>
  - [6] *The Lego Group – Wikipedie* dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/The\\_Lego\\_Group](https://cs.wikipedia.org/wiki/The_Lego_Group)
  - [7] *LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 – Support – LEGO Education. Copyright ©2019 The LEGO Group. All rights reserved.* dostupné z: <https://education.lego.com/en-us/support/mindstorms-ev3>
  - [8] *Lego Mindstorms – Wikipedie* dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Lego\\_Mindstorms](https://cs.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms)
  - [9] *Hlavní stránka společnosti Mechatronic Education spol. s r.o.* dostupné z: <http://www.mechatroniceducation.cz>
  - [10] *Vývojové prostředí jBlocks* dostupné z: <http://jblocks.adamh.cz/>
  - [11] *Vývojové prostředí Eclipse IDE* dostupné z: <https://www.eclipse.org/ide/>
6. Mechatronic Education spol. s.r.o.

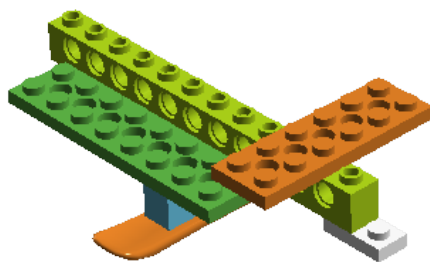
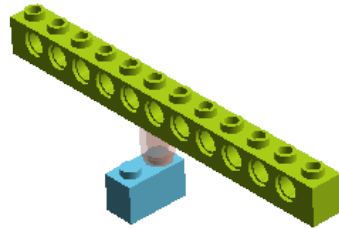
# A

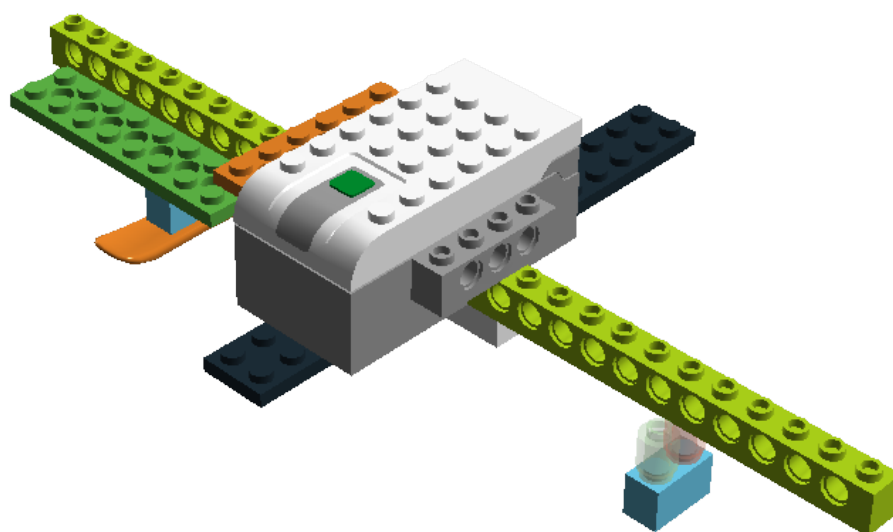
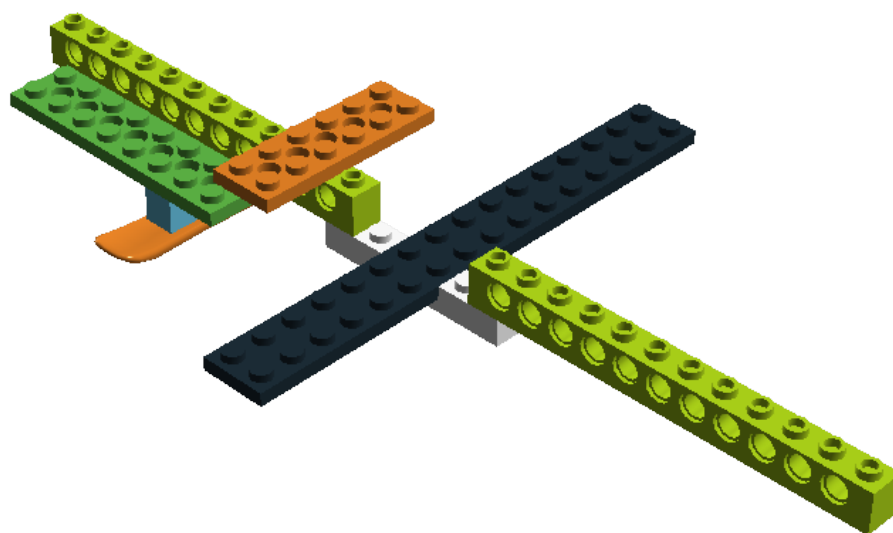
## WeDo 2.0 - Model letadla

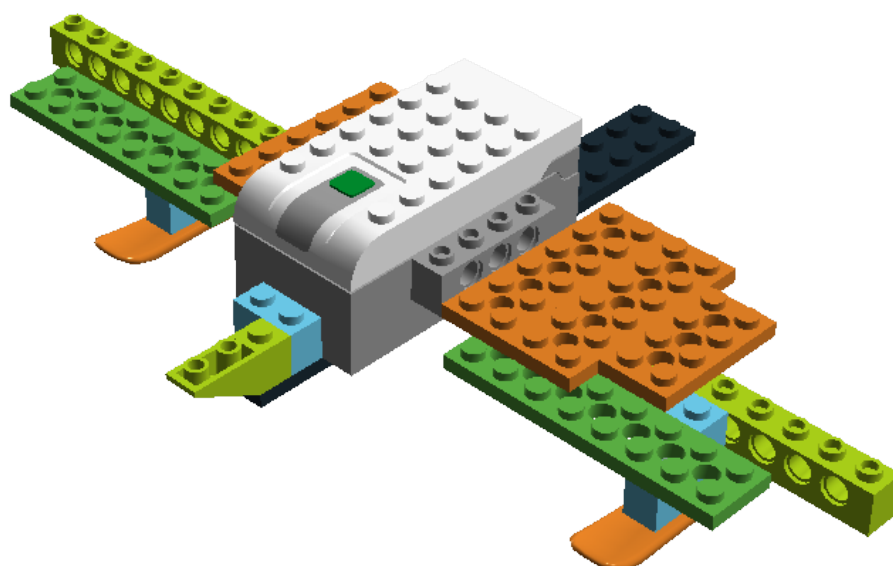
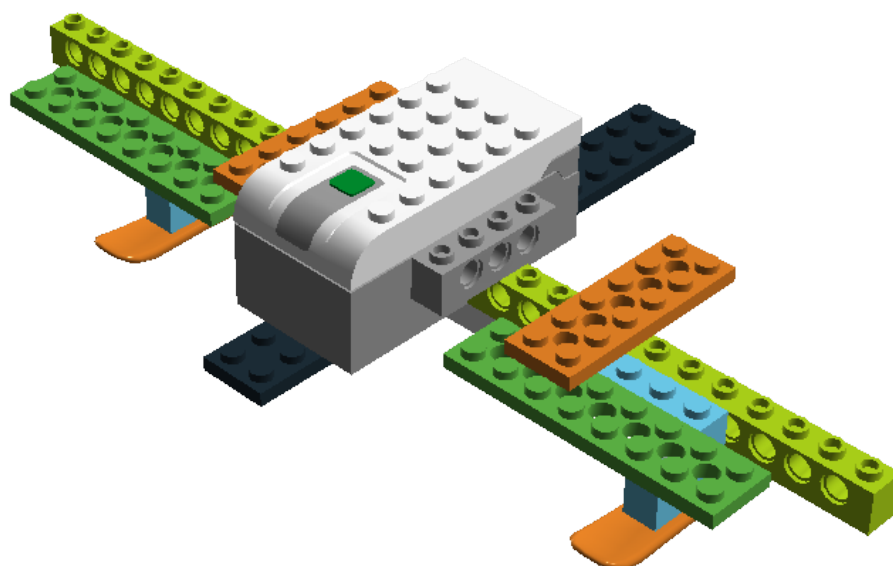
Model ve formátu lxf, kompatibilní s aplikací Lego Digital Designer (kap. 2.5) a importovatelný do aplikace Brick Studio (kap. 2.6) je k dispozici zde [📄](#).

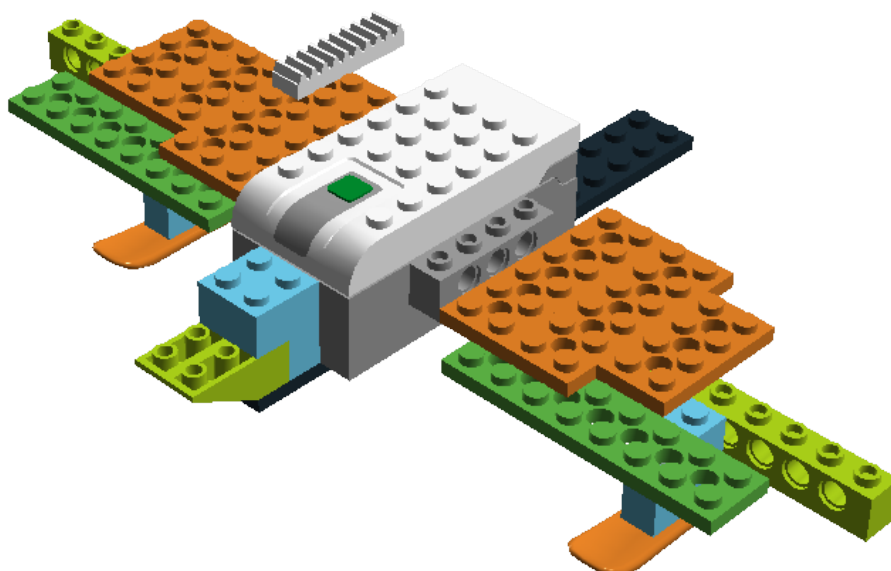
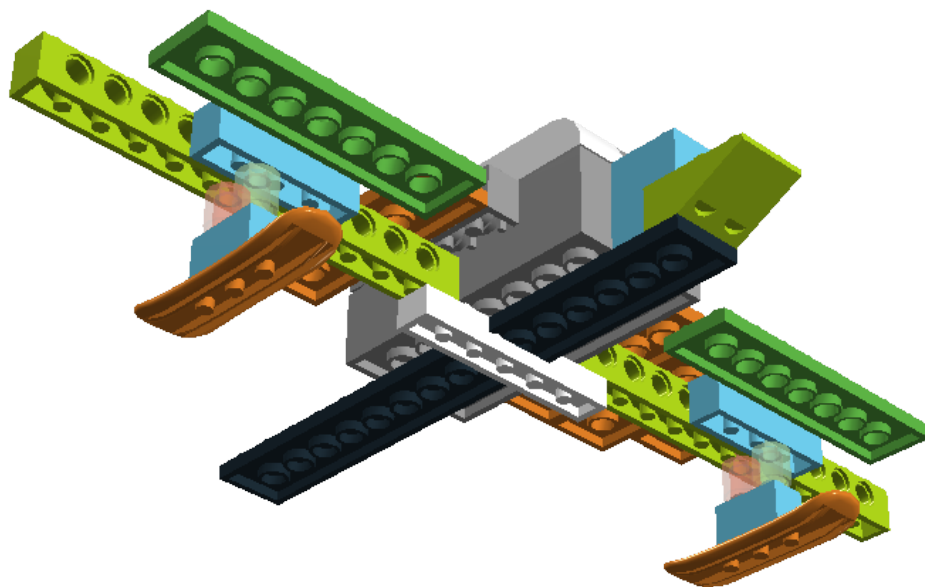


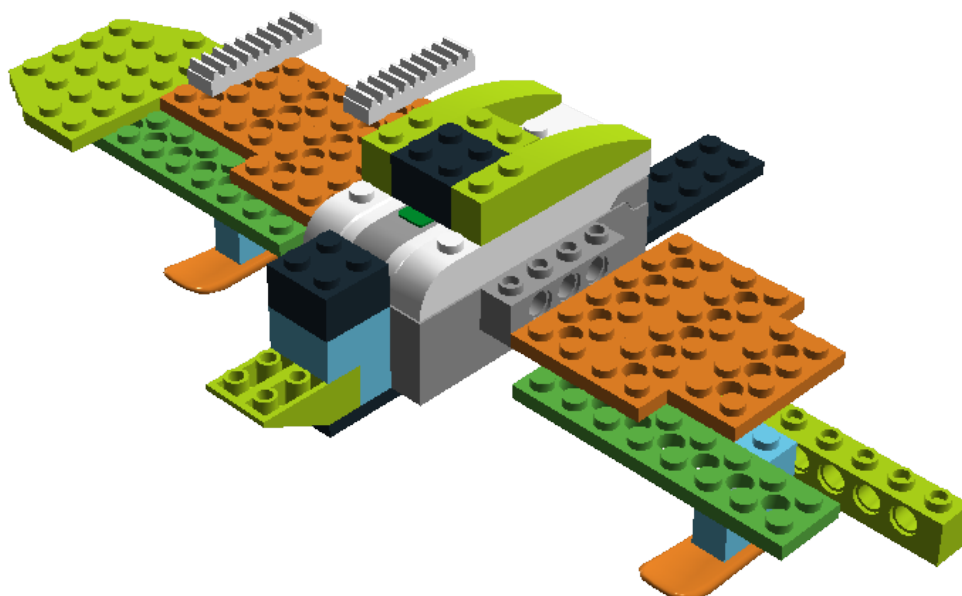
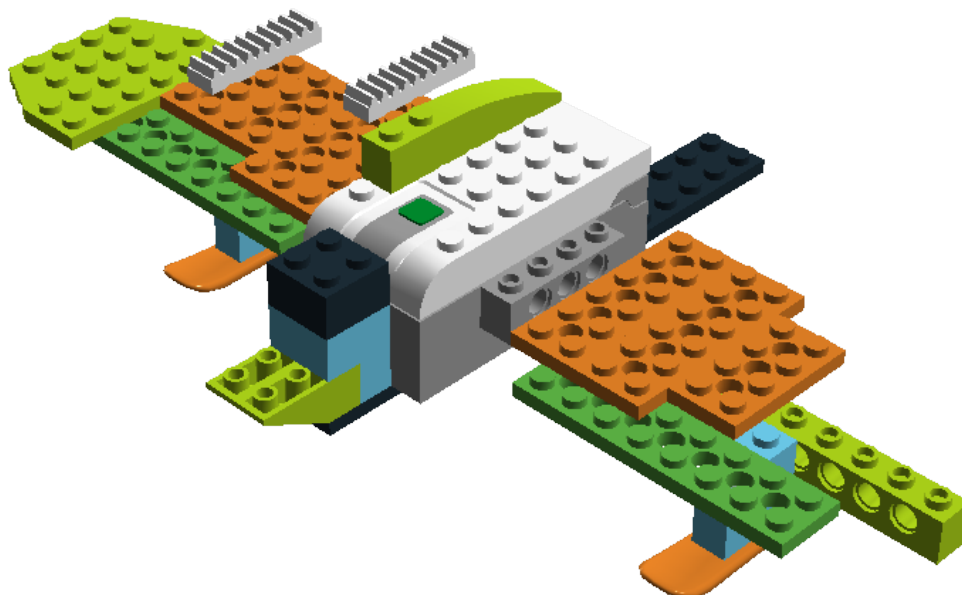


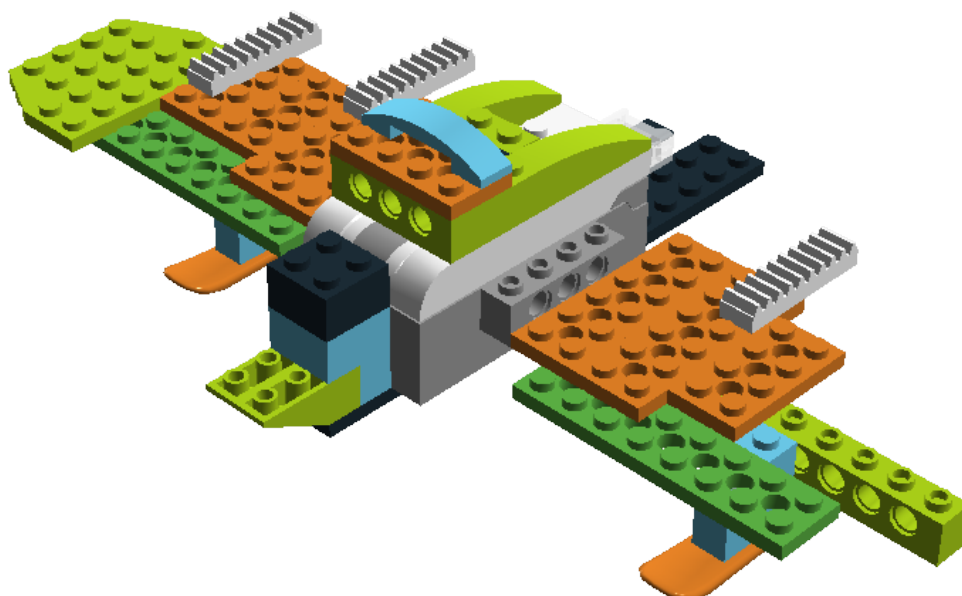
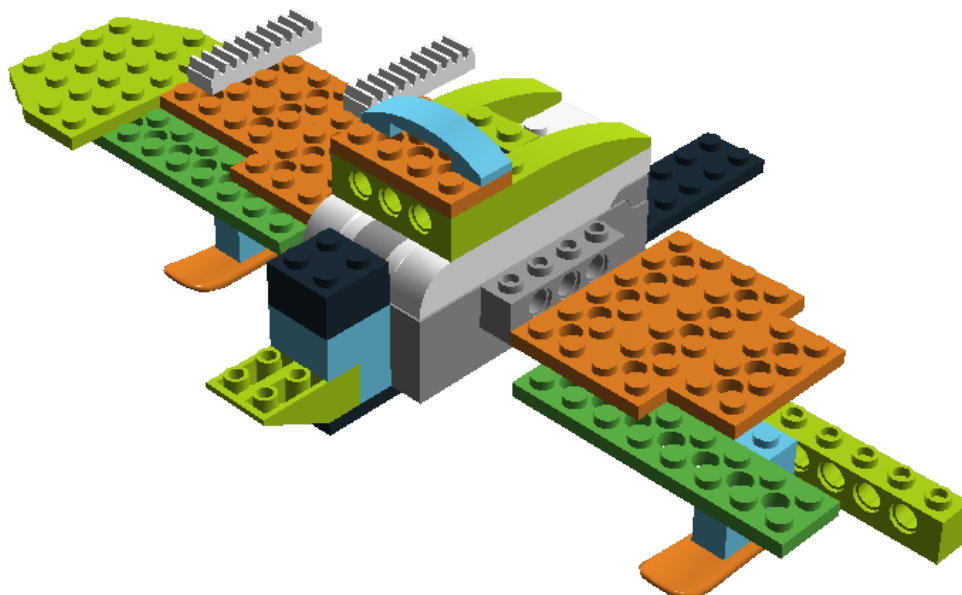


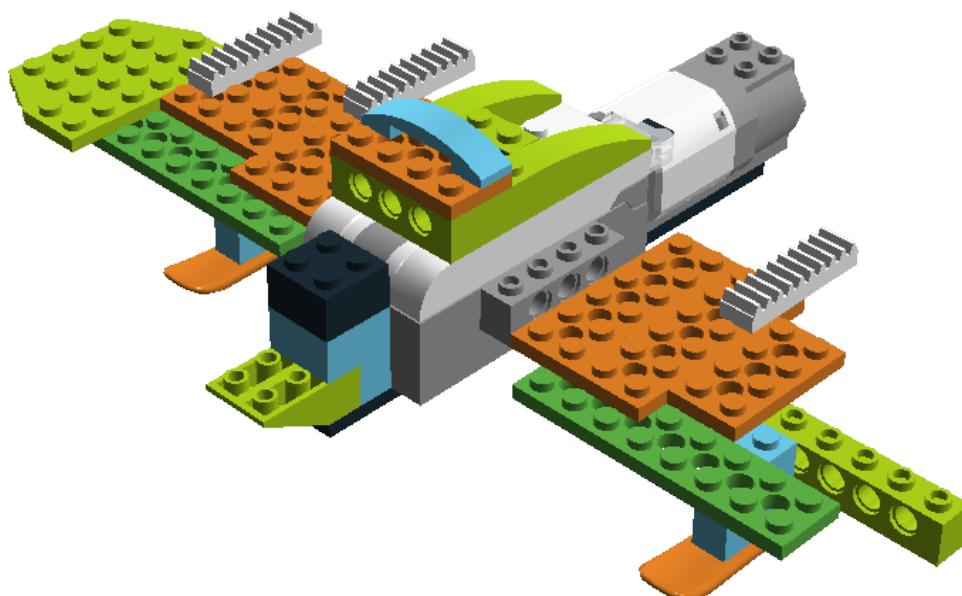


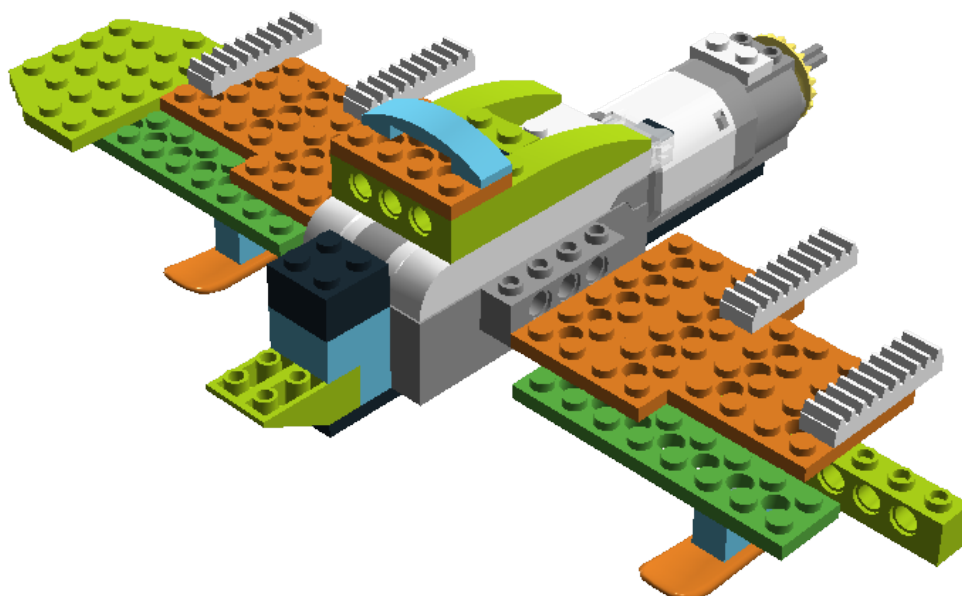
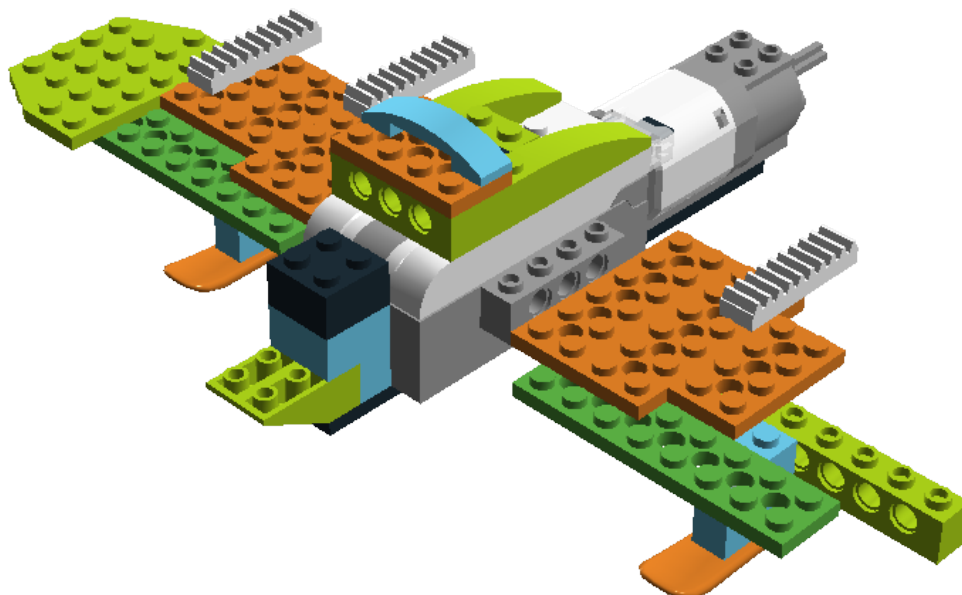




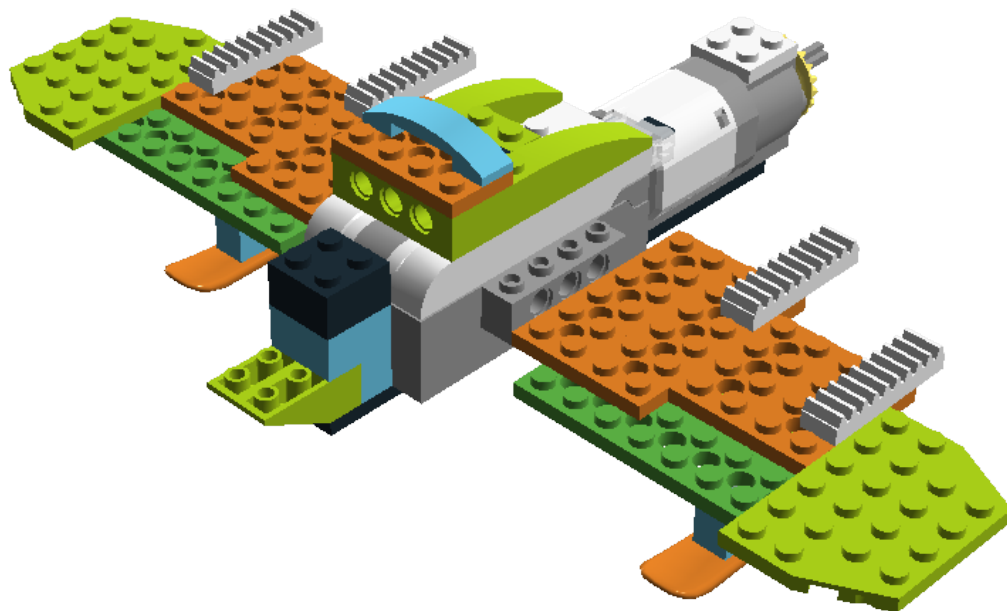


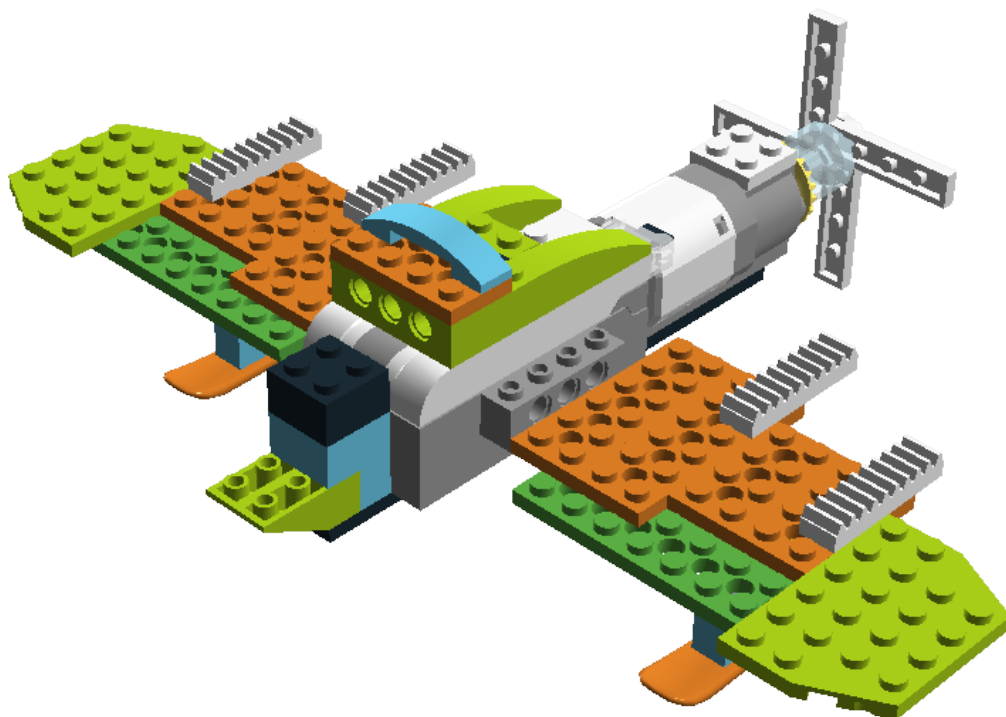
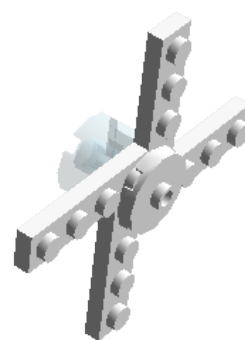


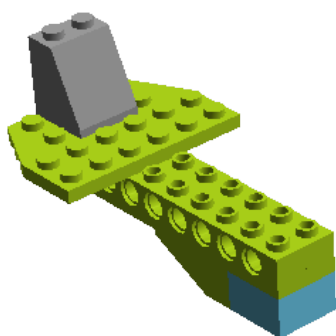
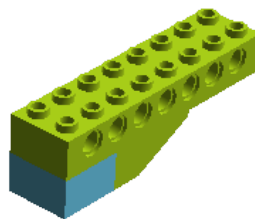


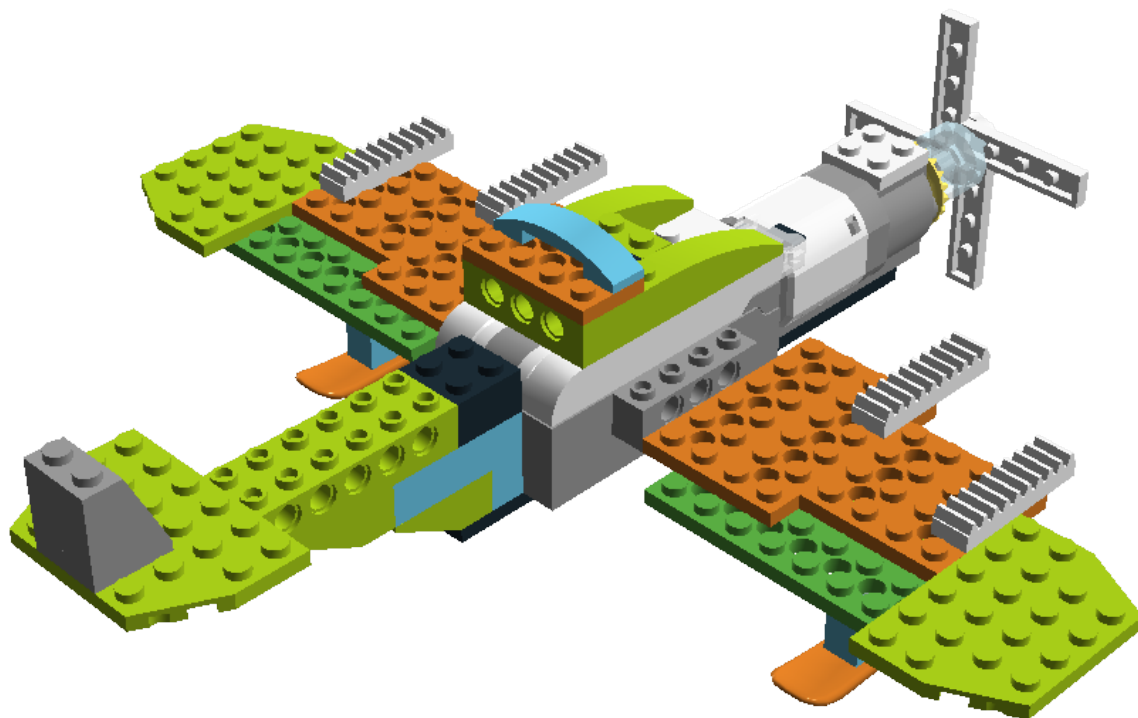








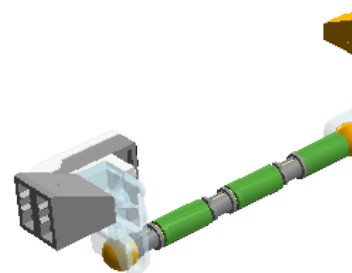




# B

## WeDo 2.0 - Model kombajnu

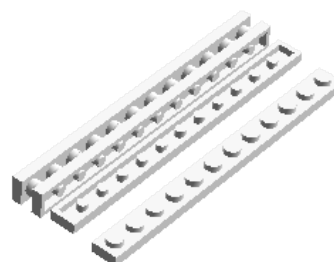
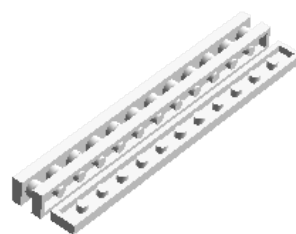
Model ve formátu lxf, kompatibilní s aplikací Lego Digital Designer (kap. 2.5) a im-

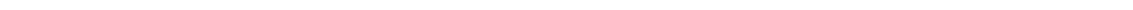
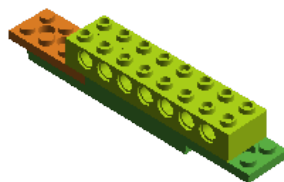
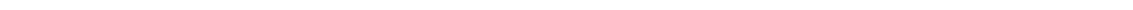
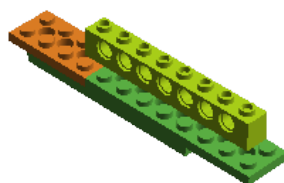


portovatelný do aplikace Brick Studio (kap. 2.6) je k dispozici zde [!\[\]\(e2376d476d06eb31946dc01a69a4403a\_img.jpg\)](#).

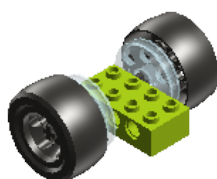
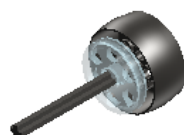
---

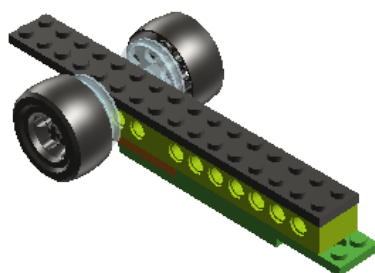
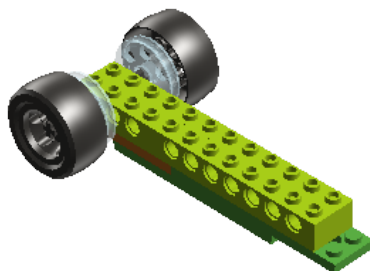


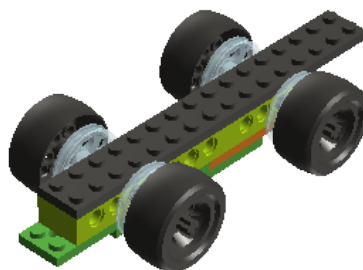
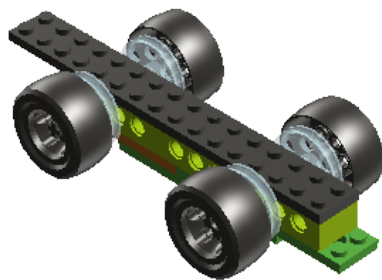


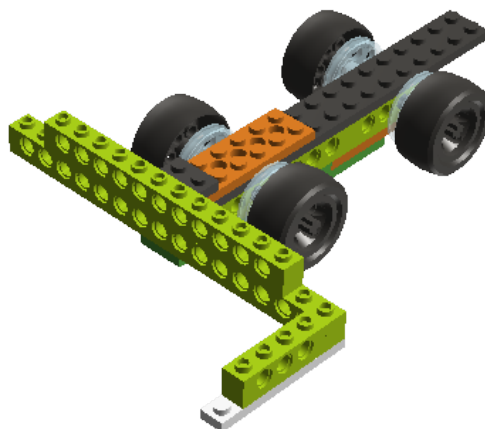
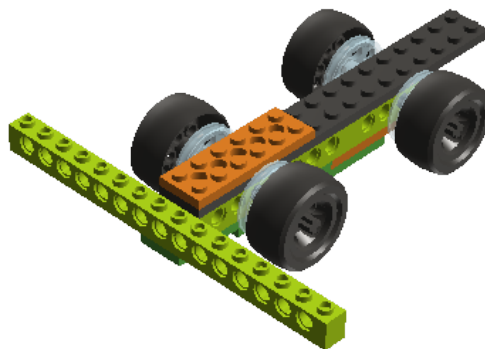


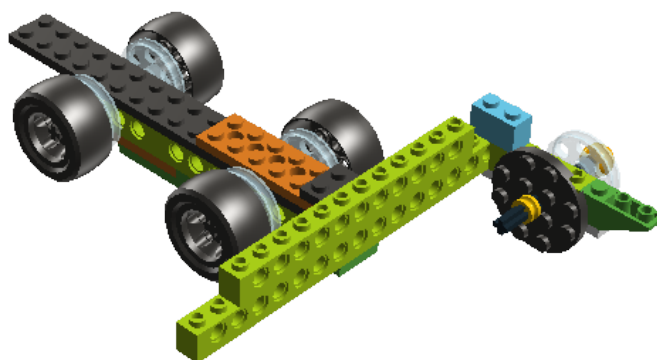
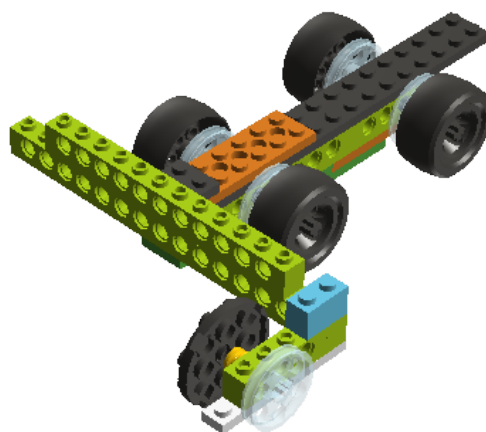


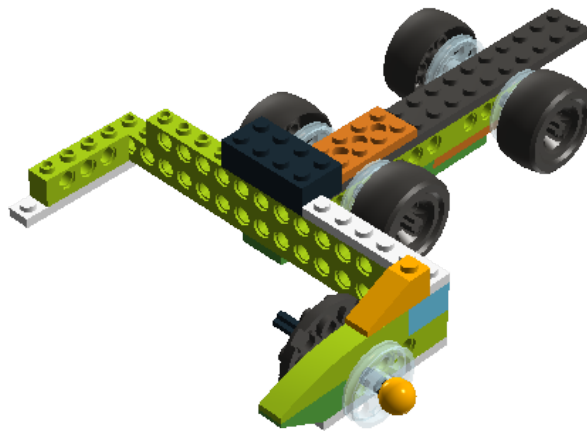
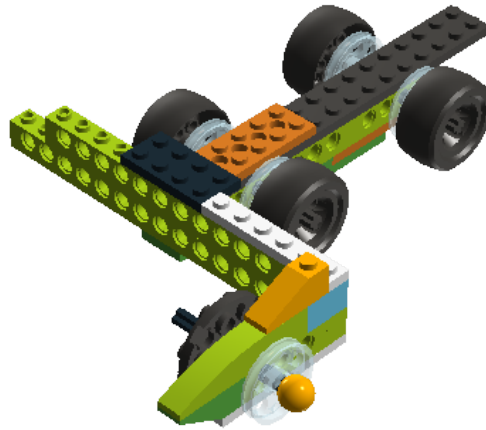


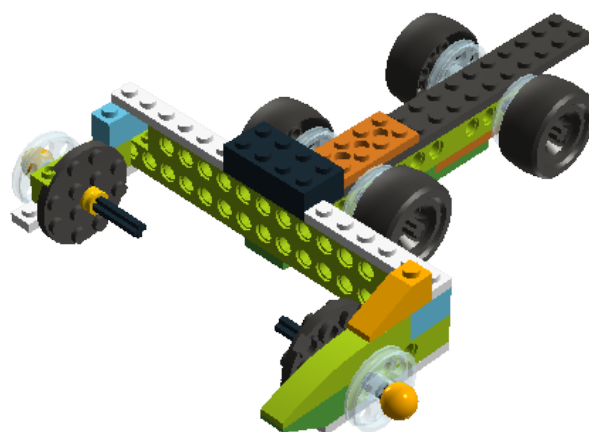
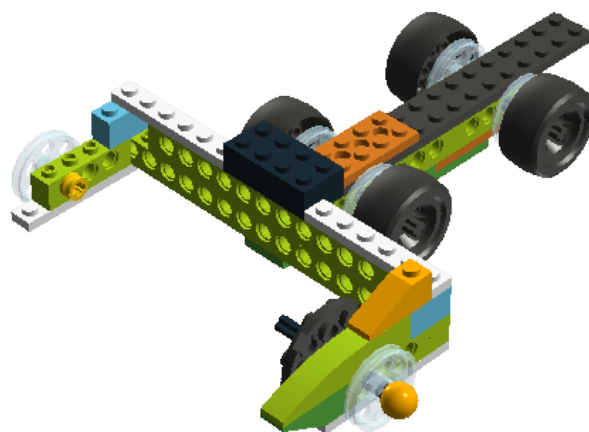


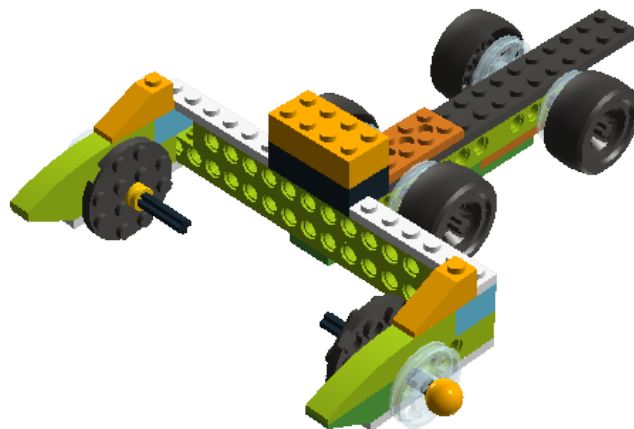




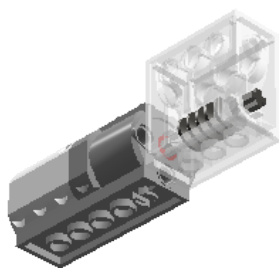
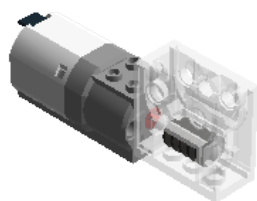


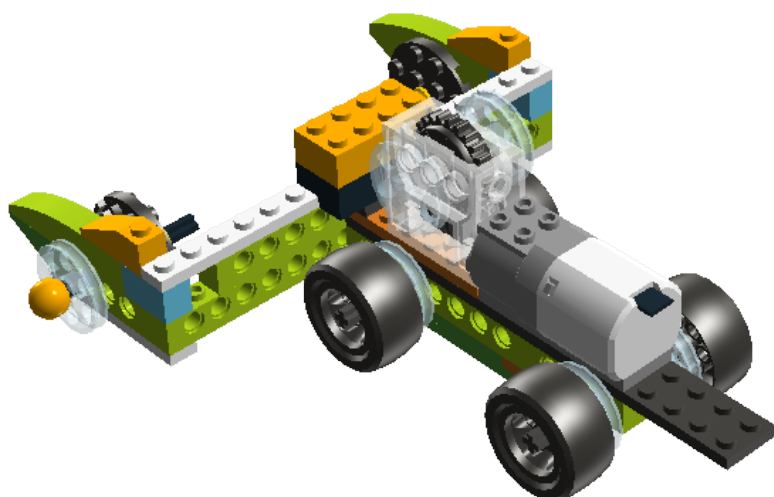
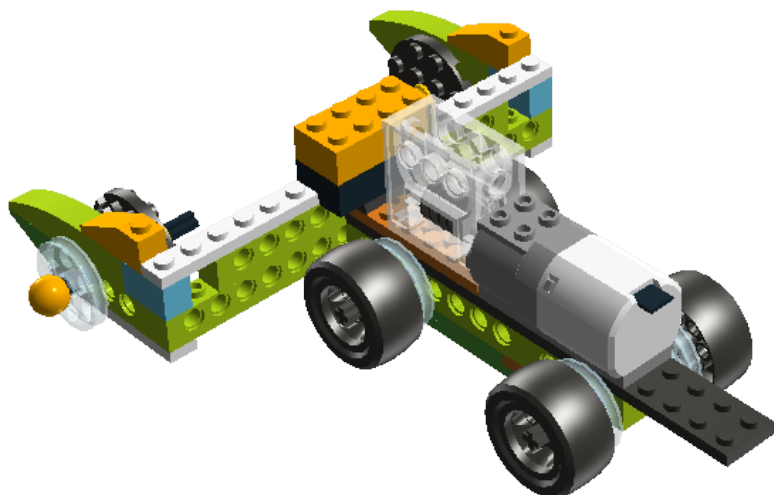


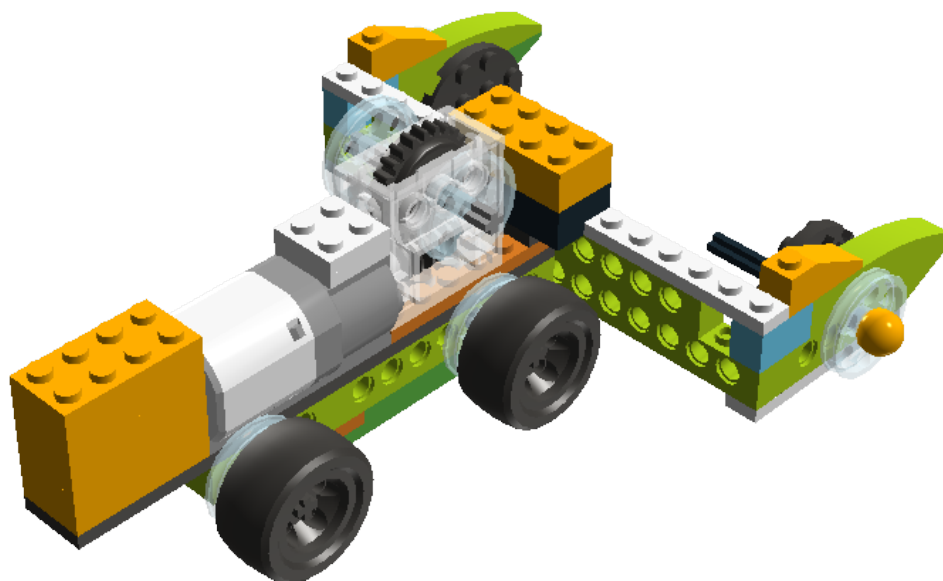
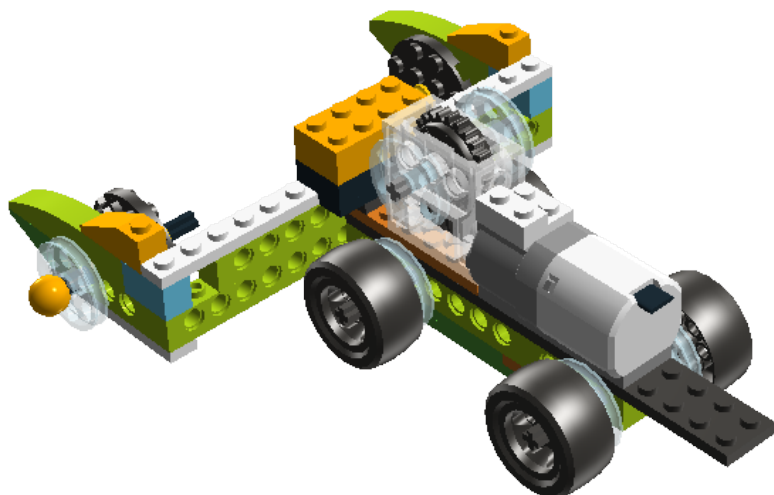


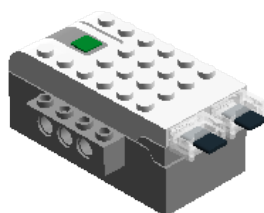
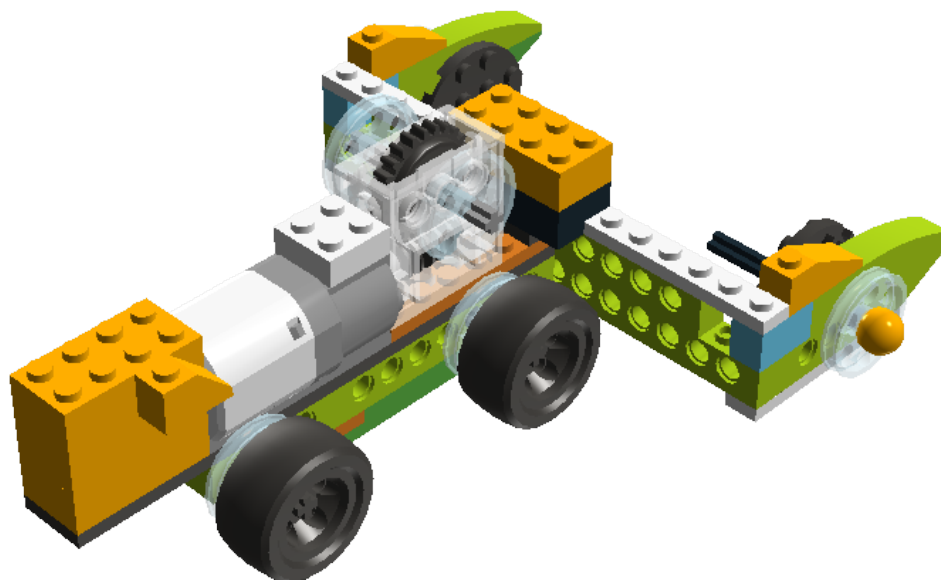


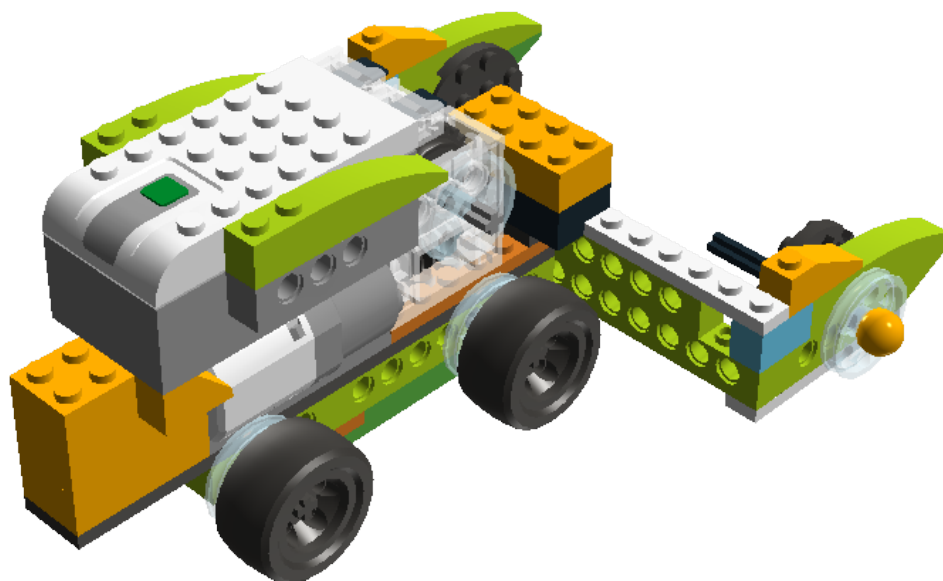
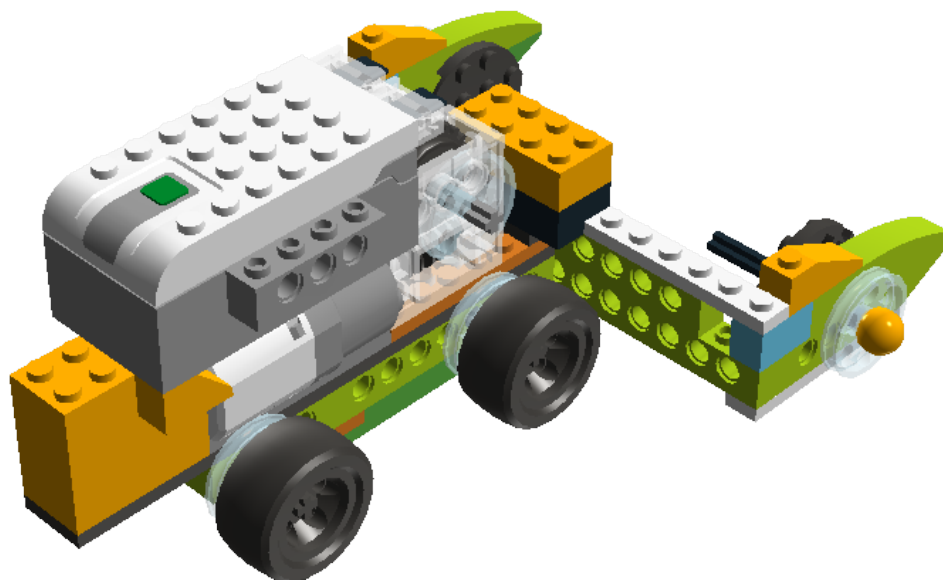


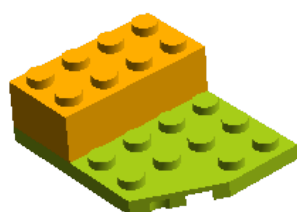
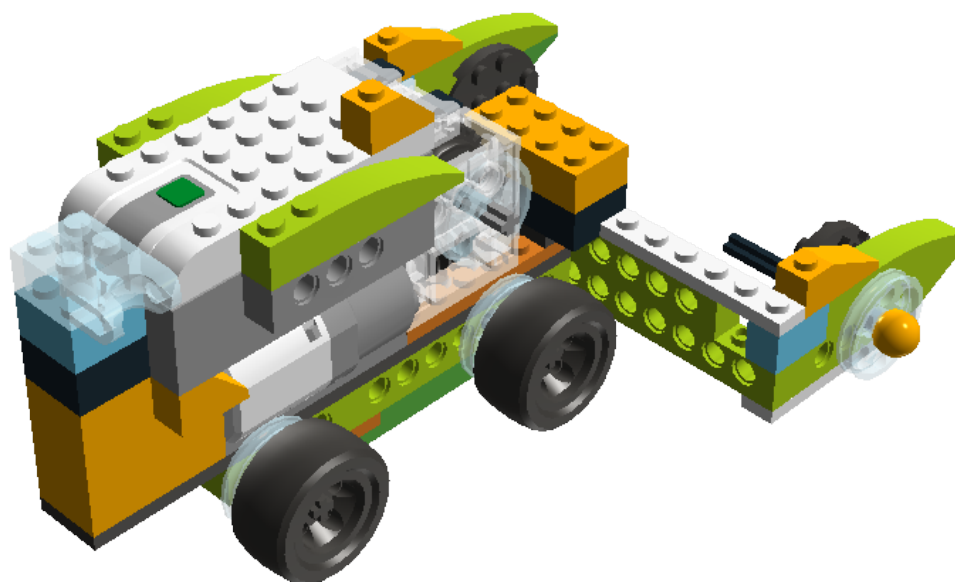


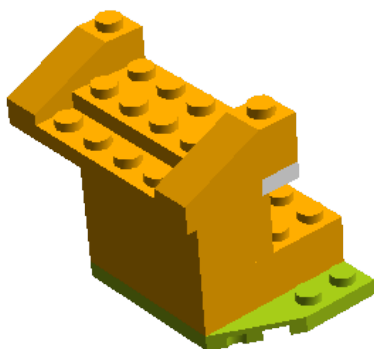
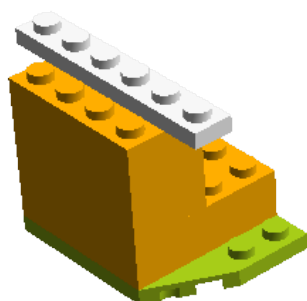


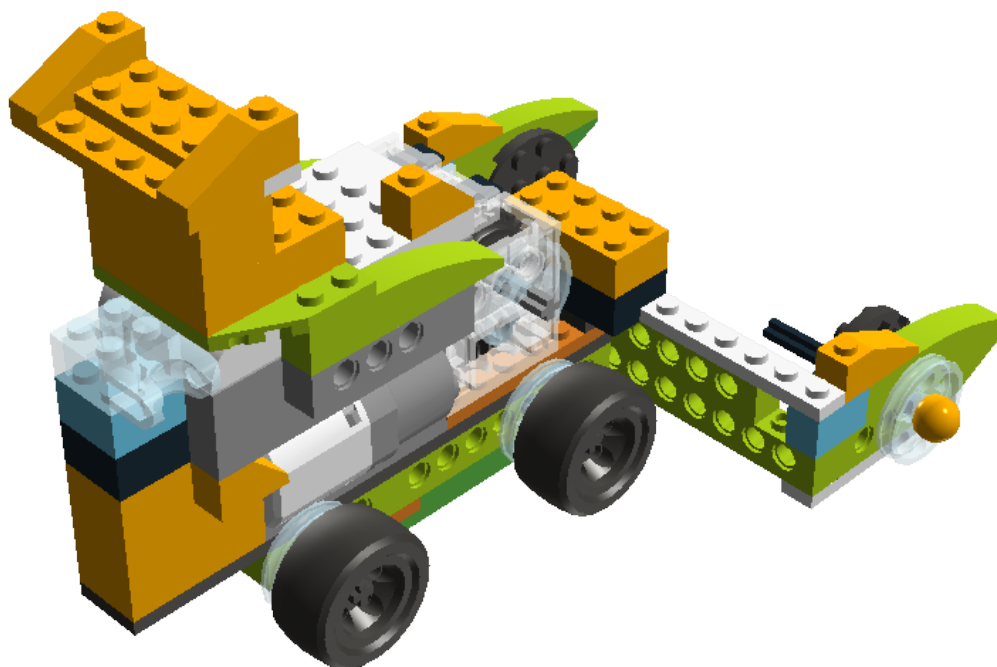




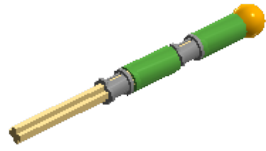


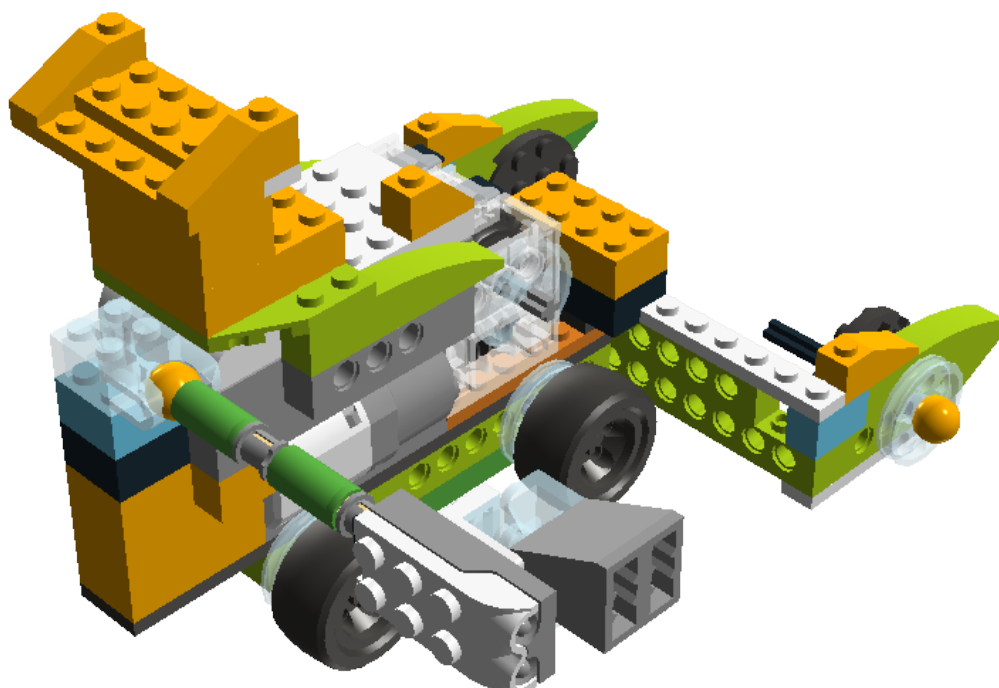
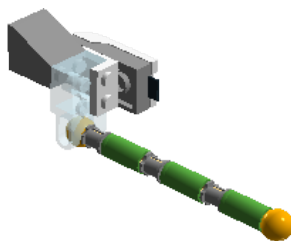




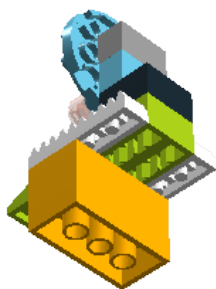


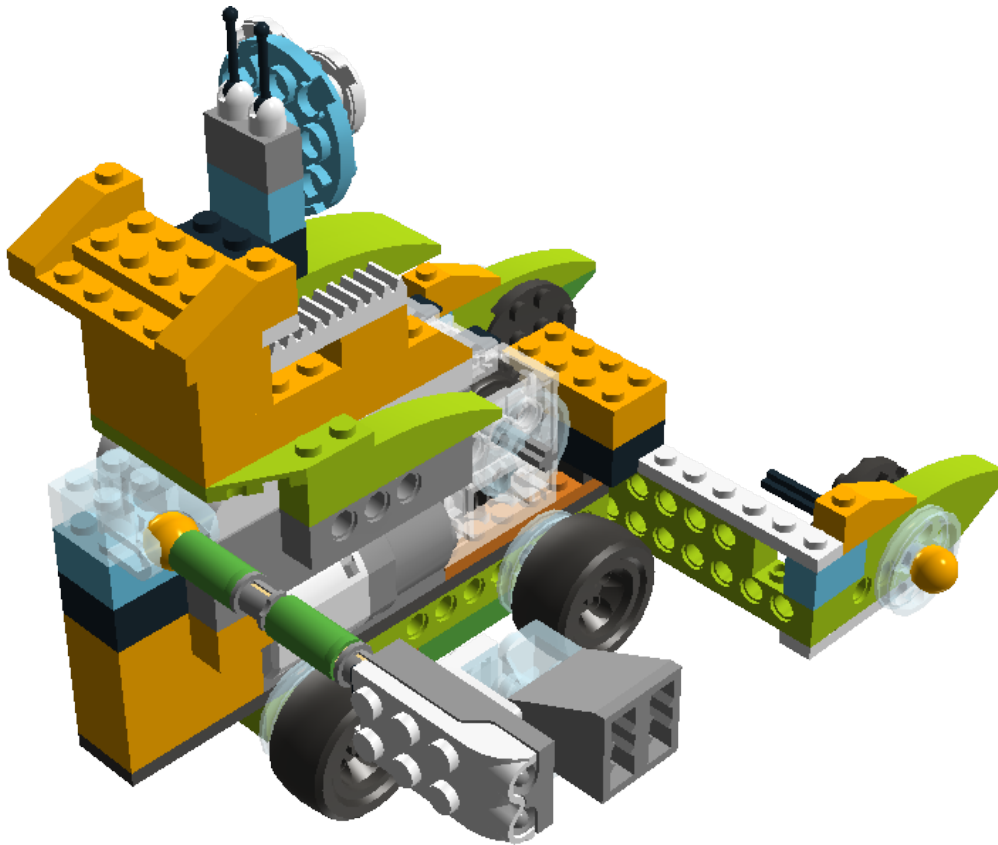


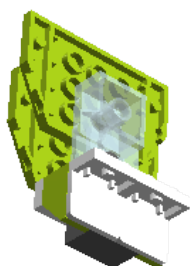


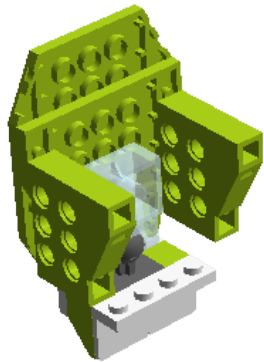


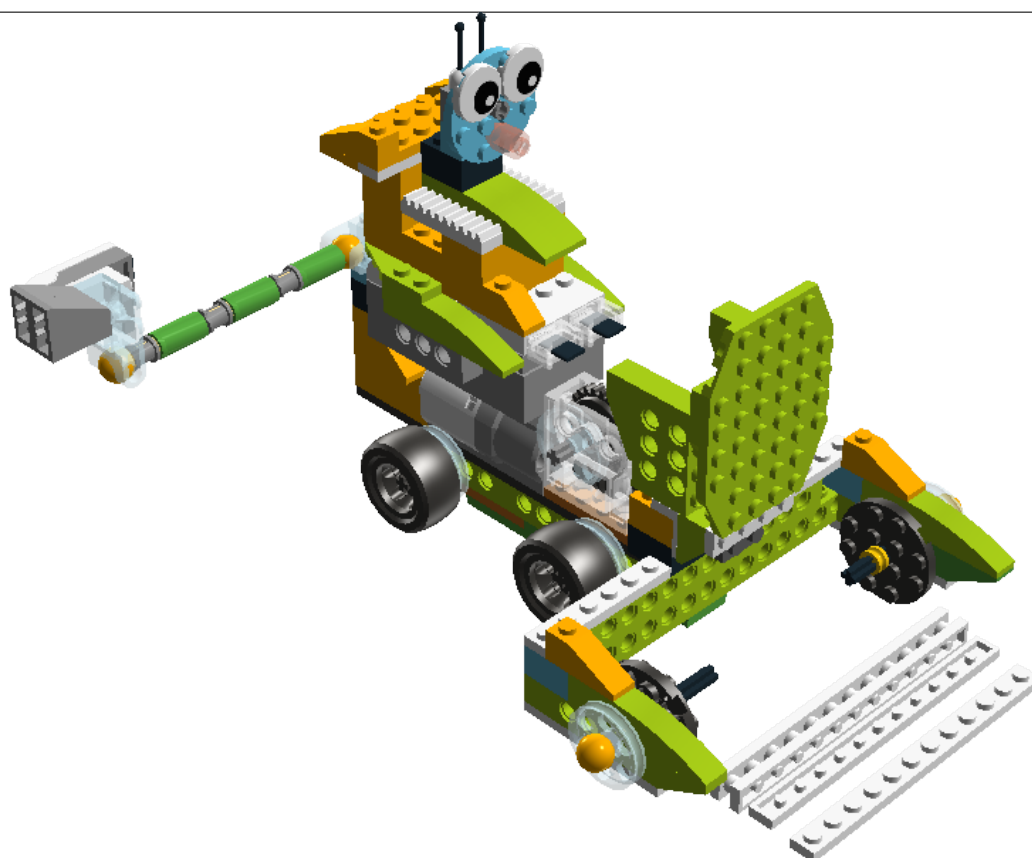
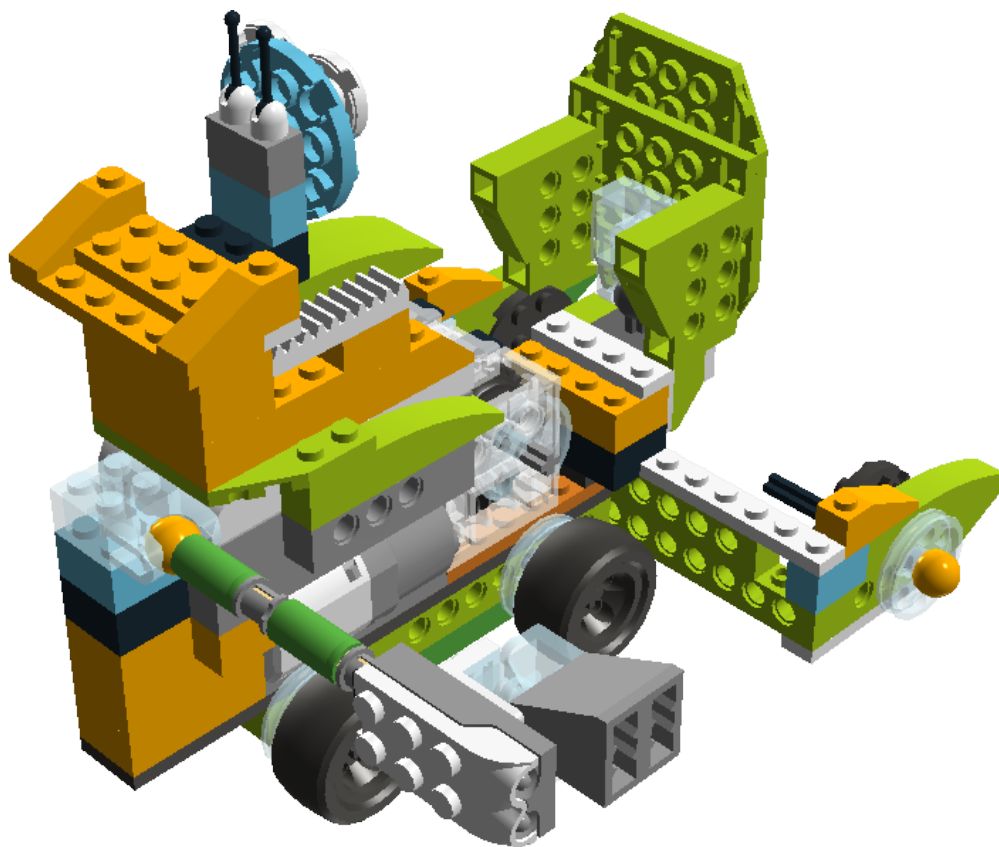










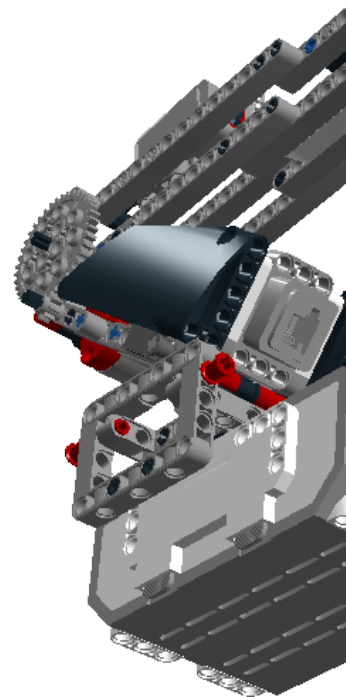




# C

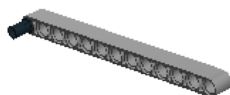
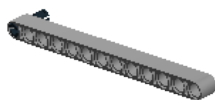
## Mindstorms - Model robotické ruky

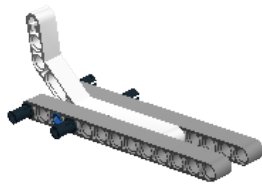
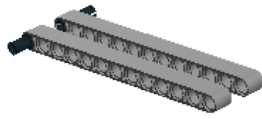
Model ve formátu lxf, kompatibilní s aplikací Lego Digital Designer (kap. 2.5) a im-

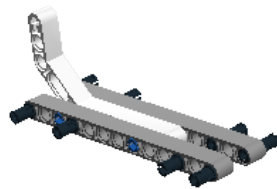
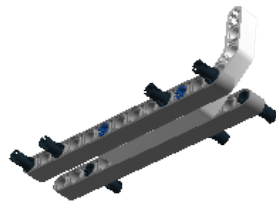


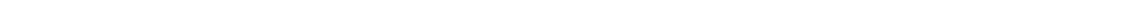
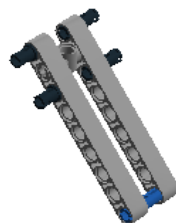
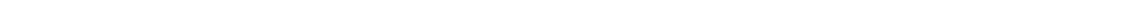
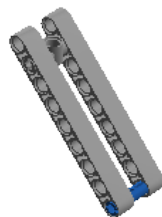
portovatelný do aplikace Brick Studio (kap. 2.6) je k dispozici zde .

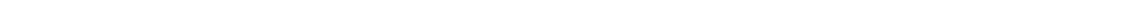
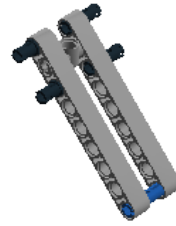
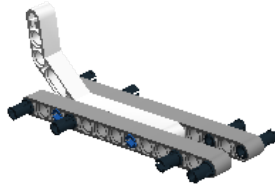
---

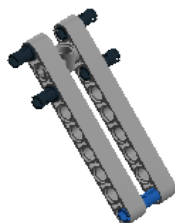
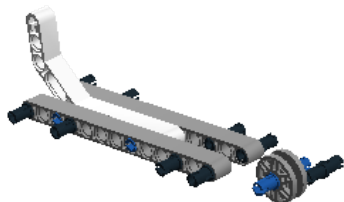
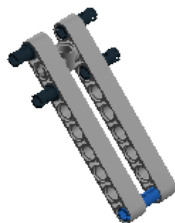
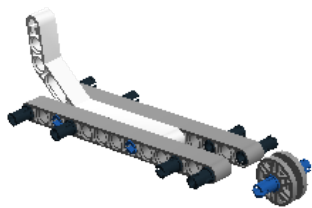


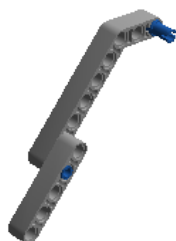
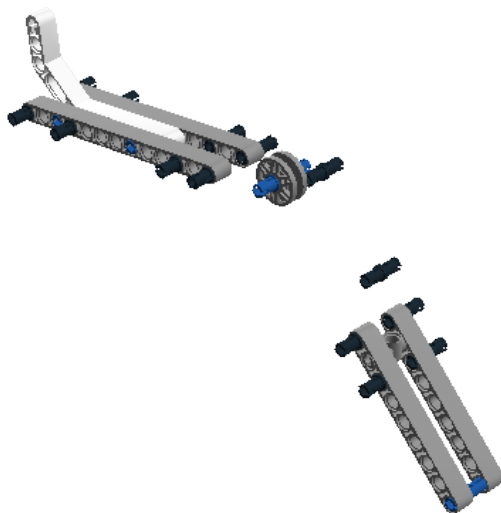






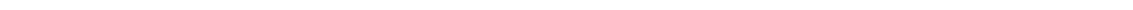
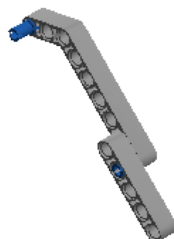
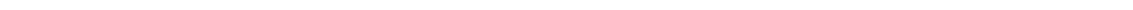
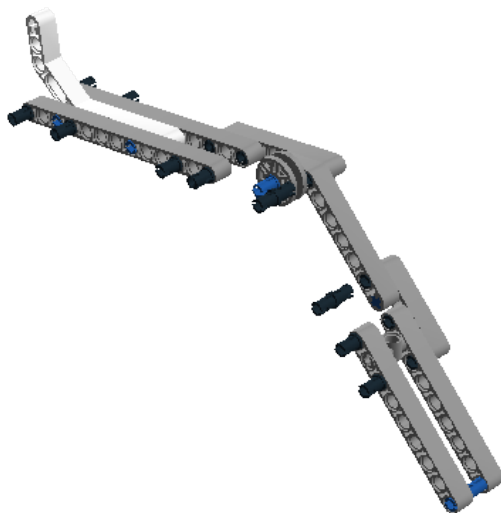


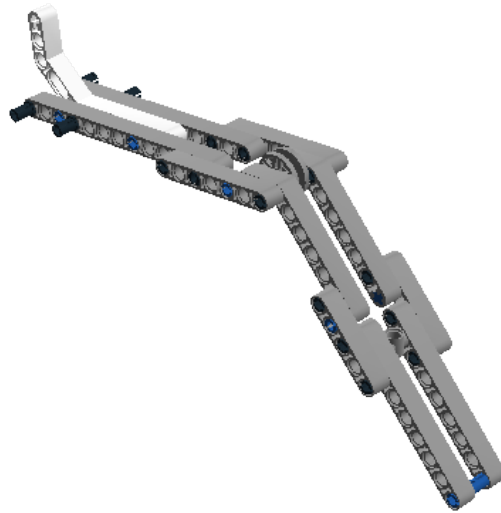
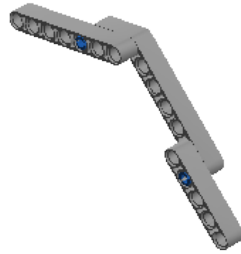


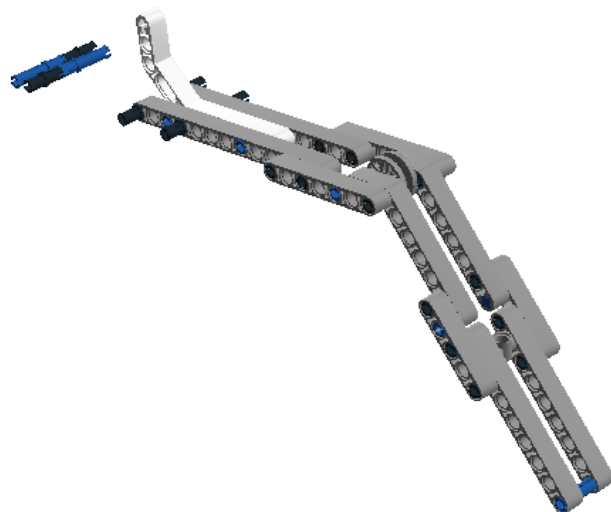
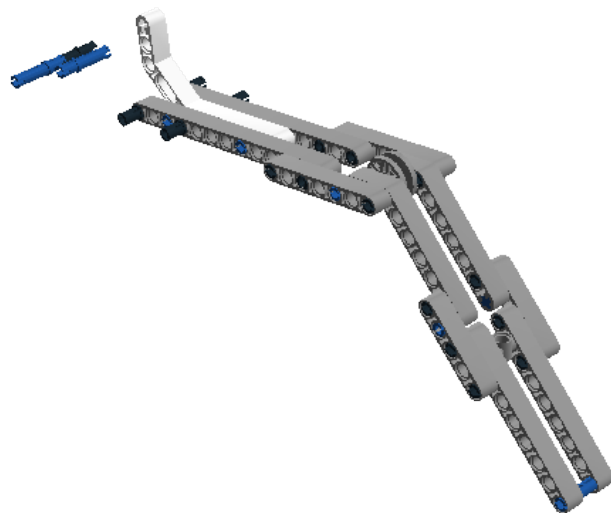


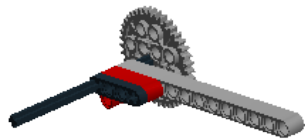
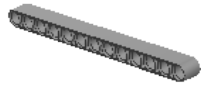


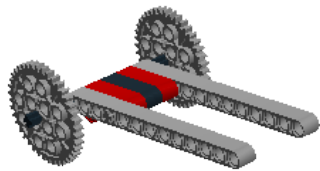
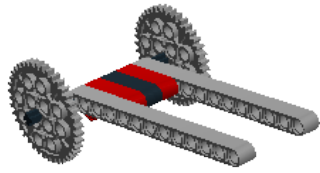


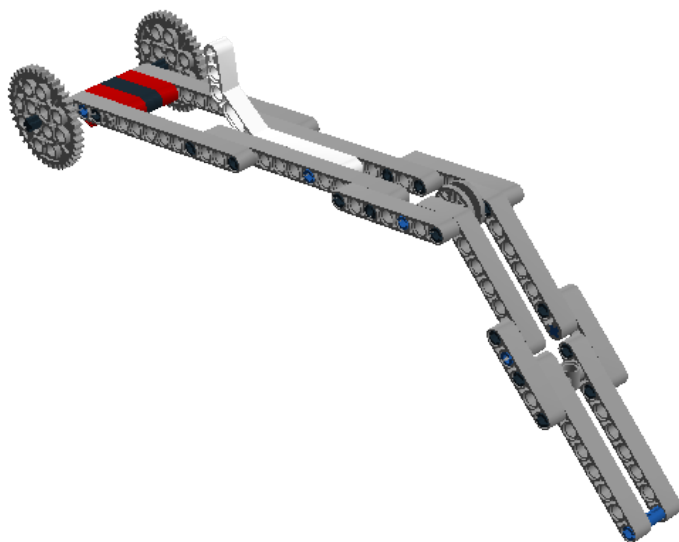


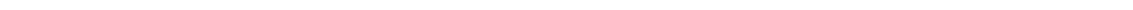
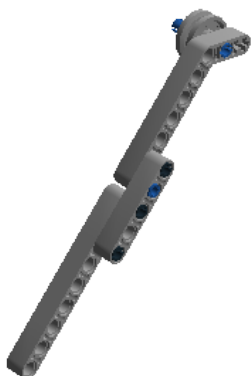
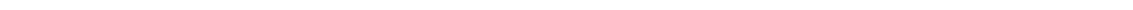




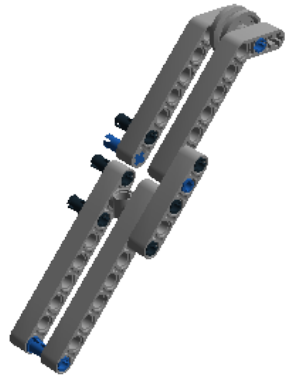
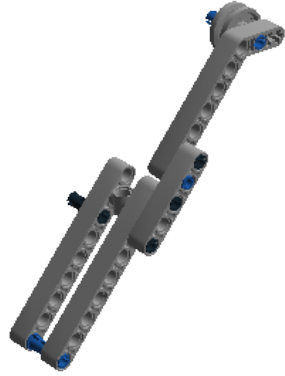


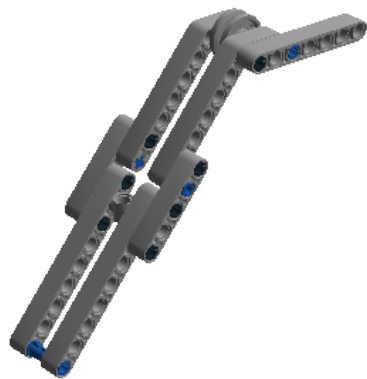


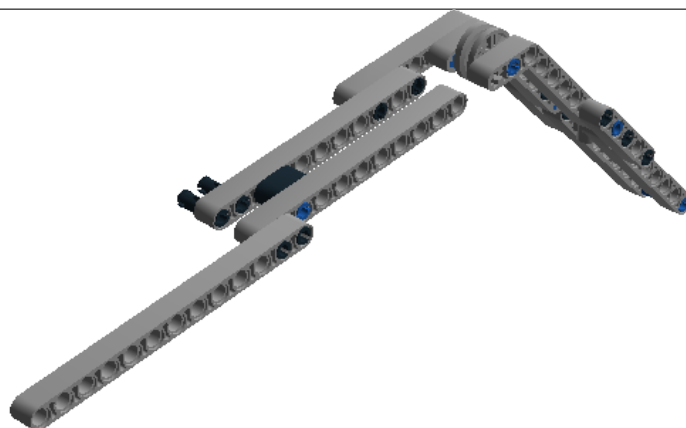
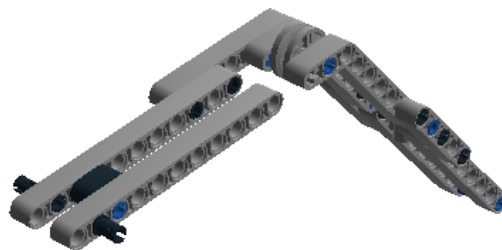


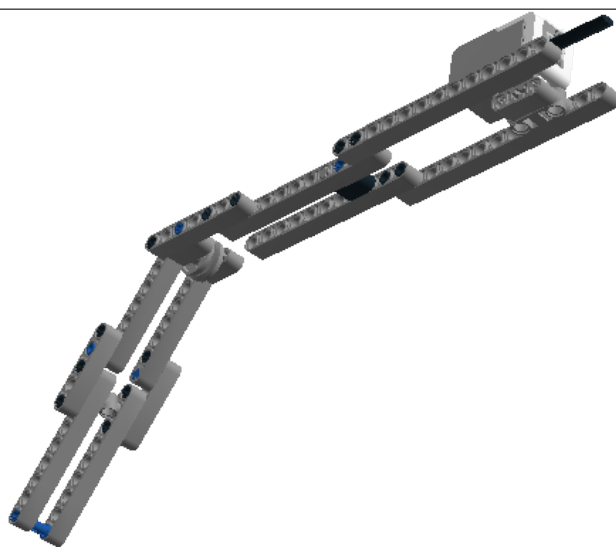
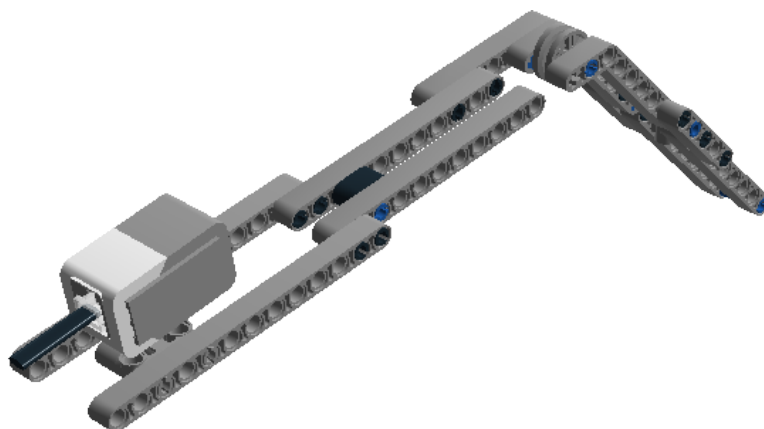


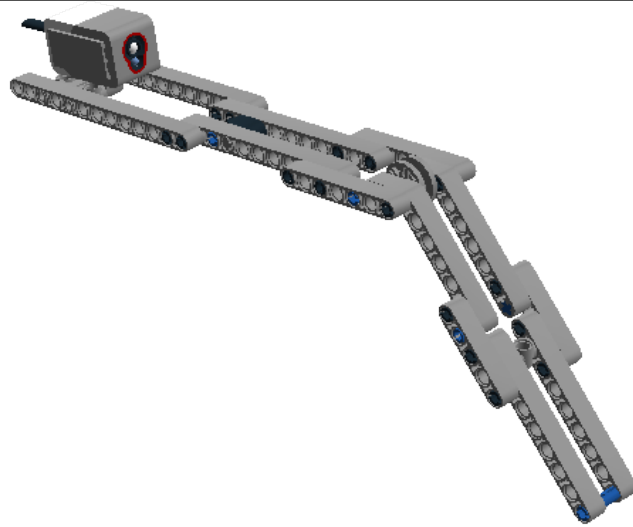
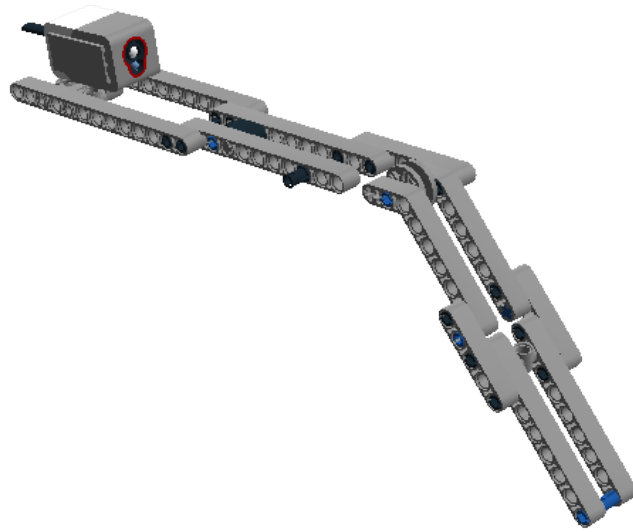


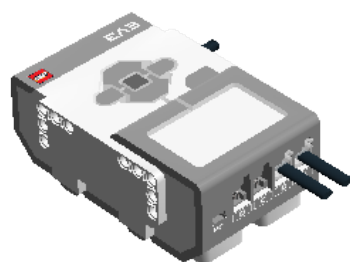
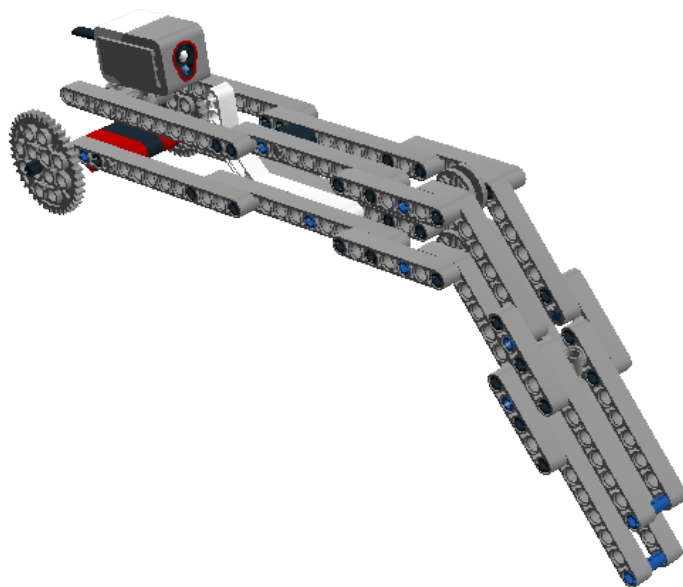


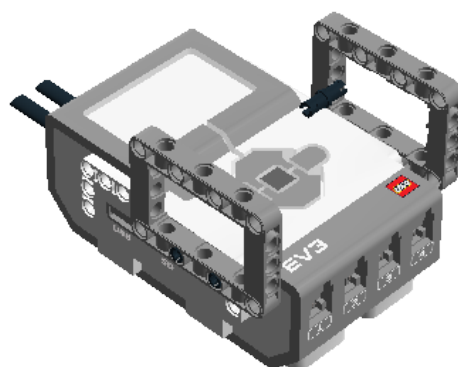
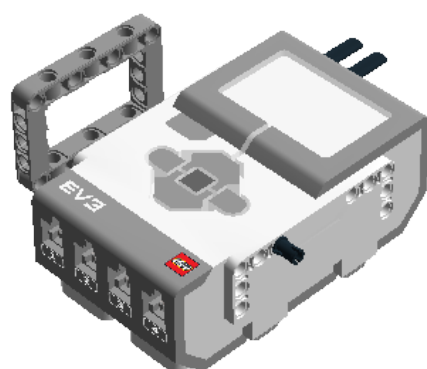


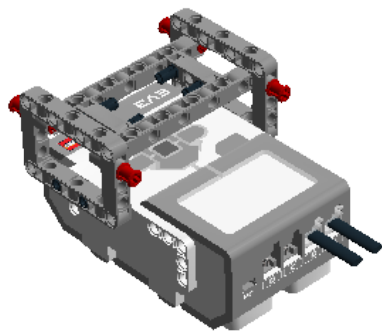
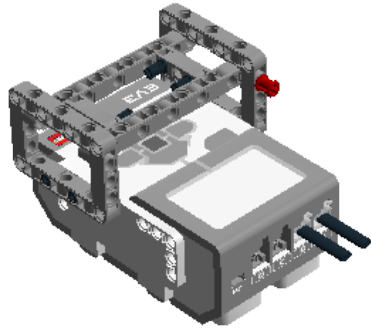




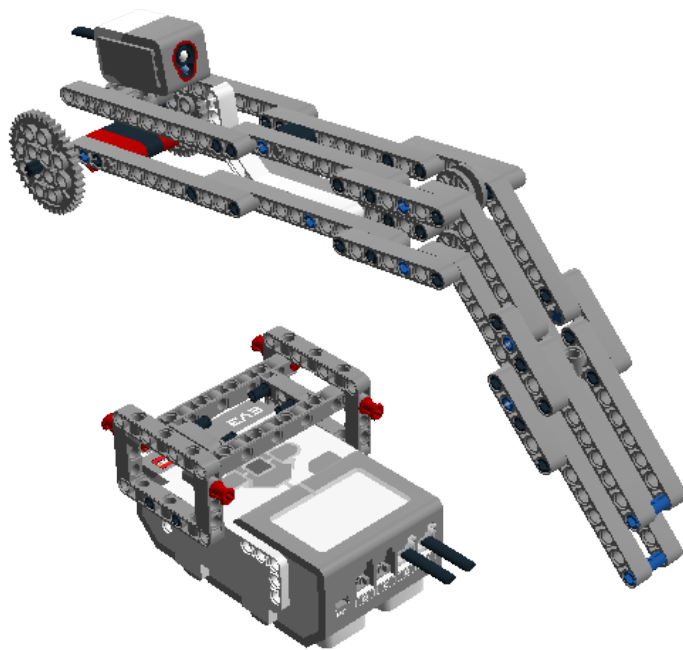




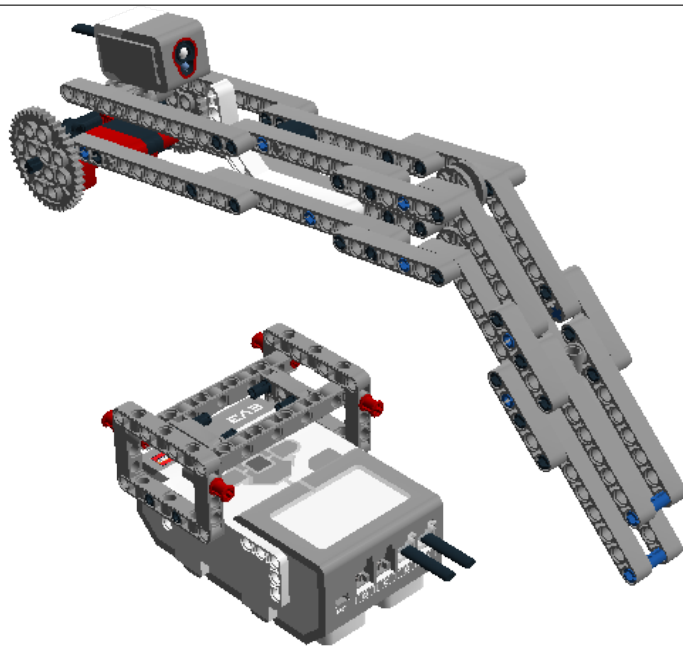


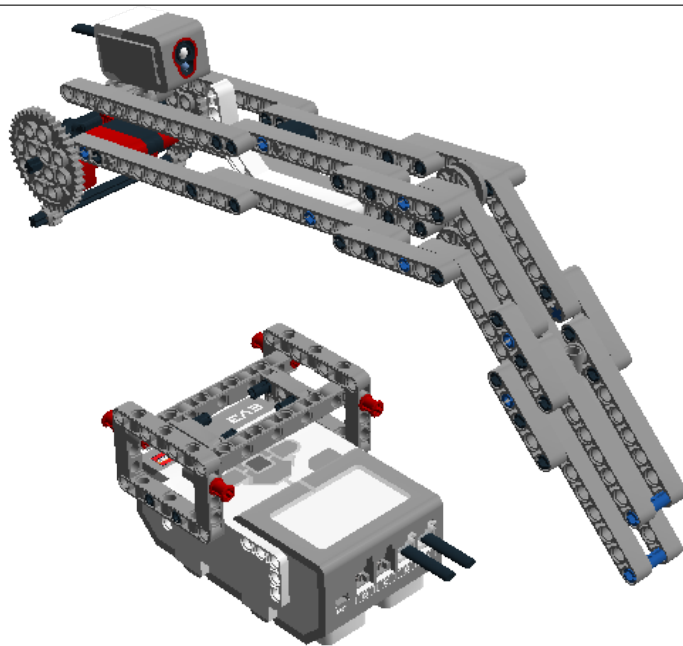


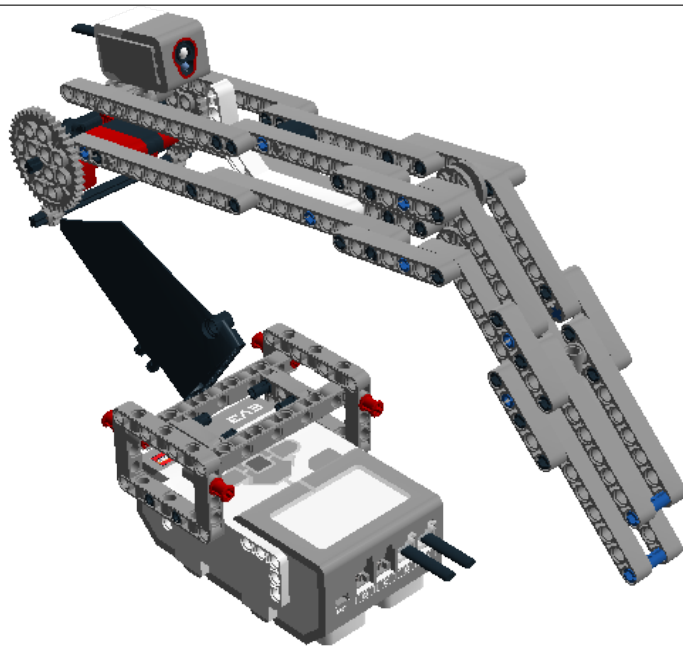


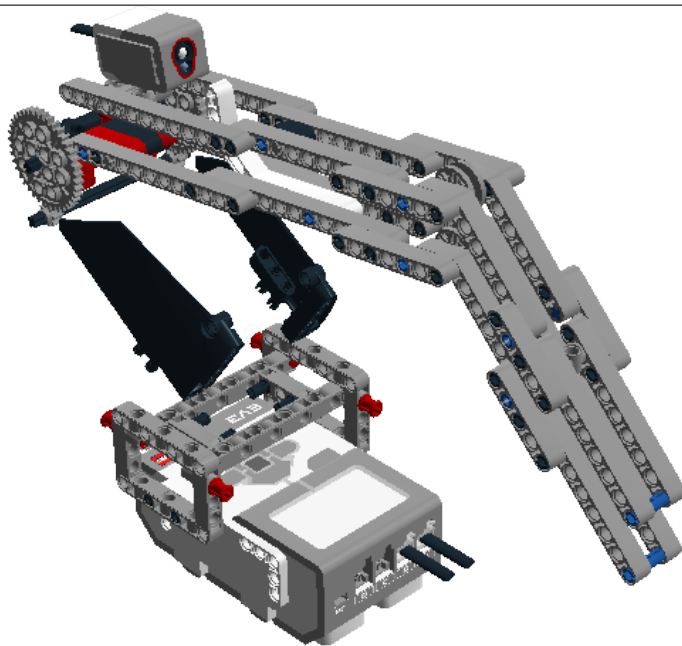


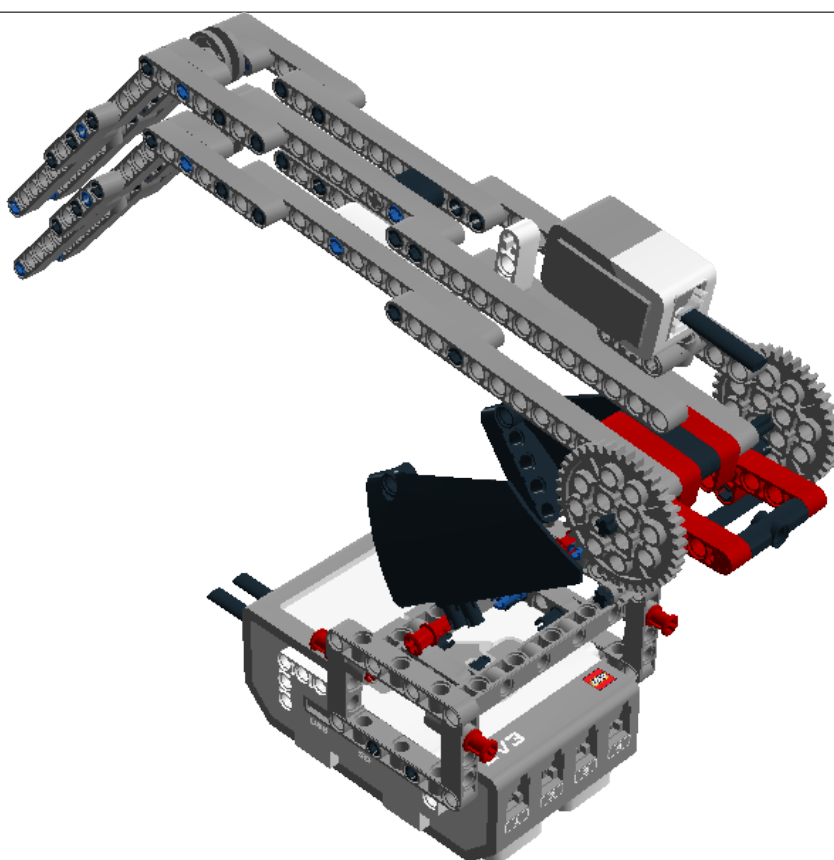
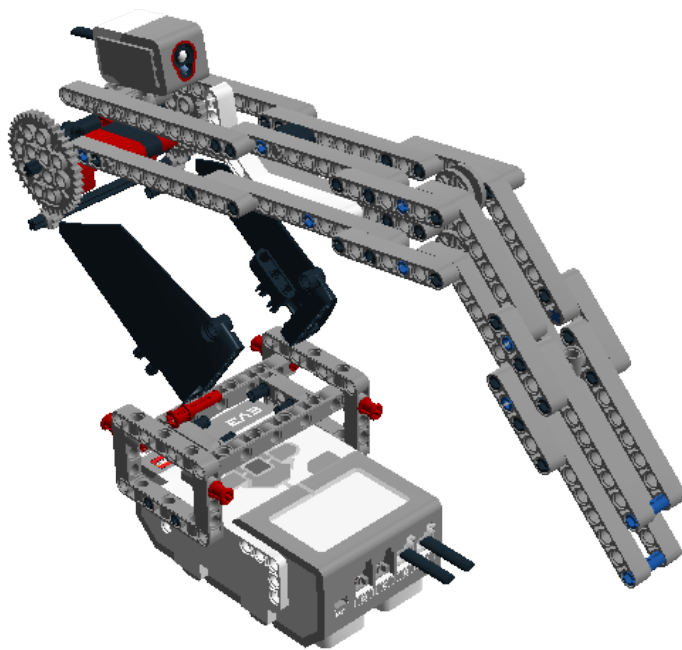


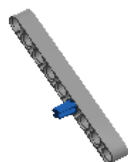
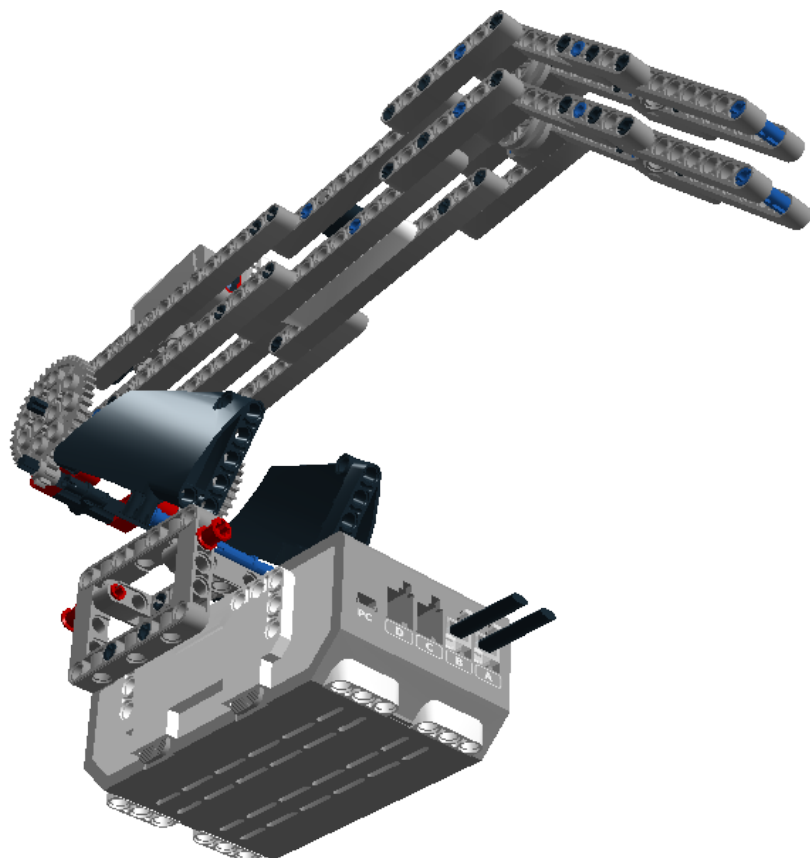




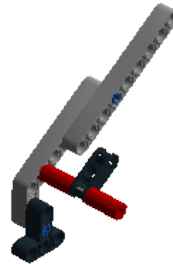
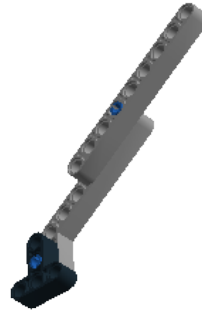


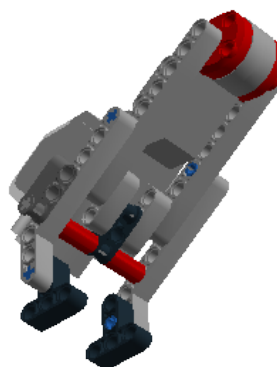
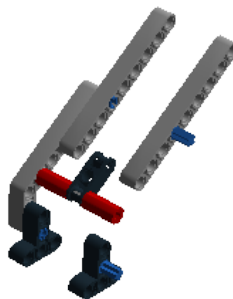


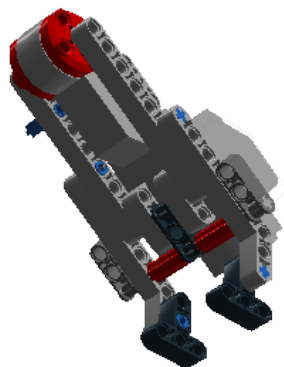
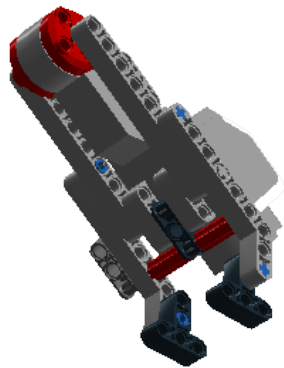


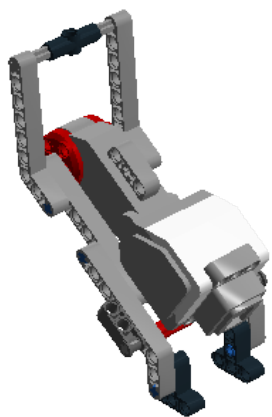
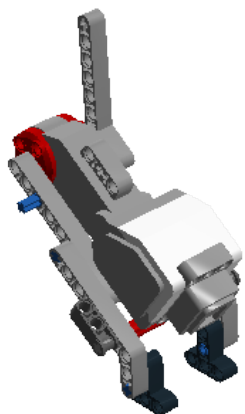


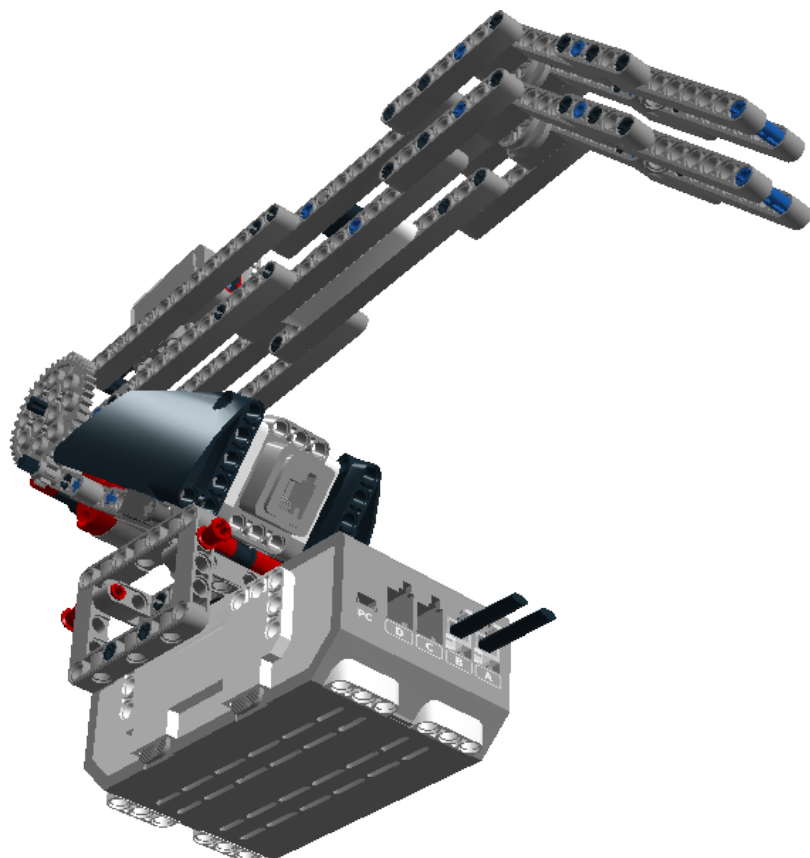


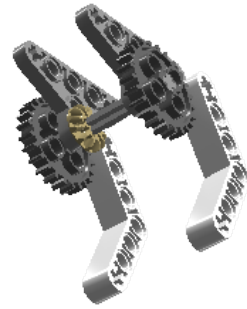


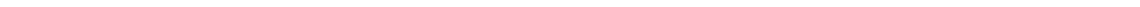
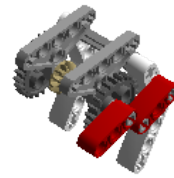


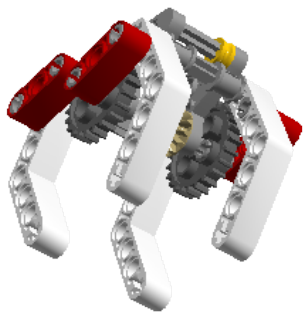




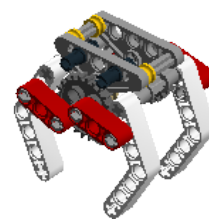
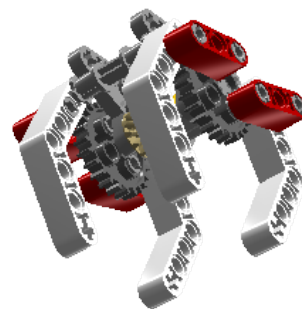


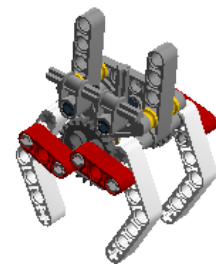
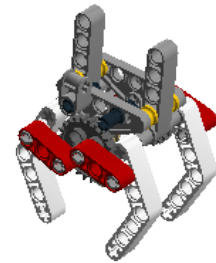


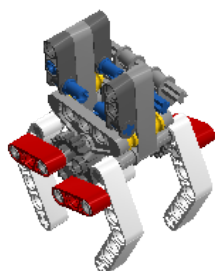
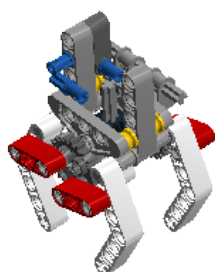


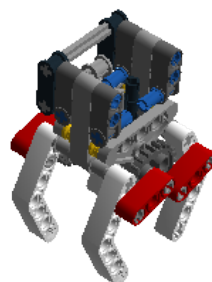
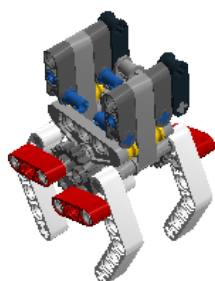


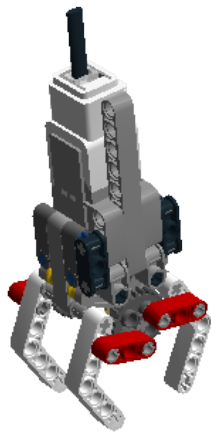
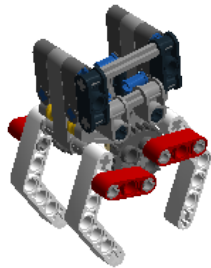


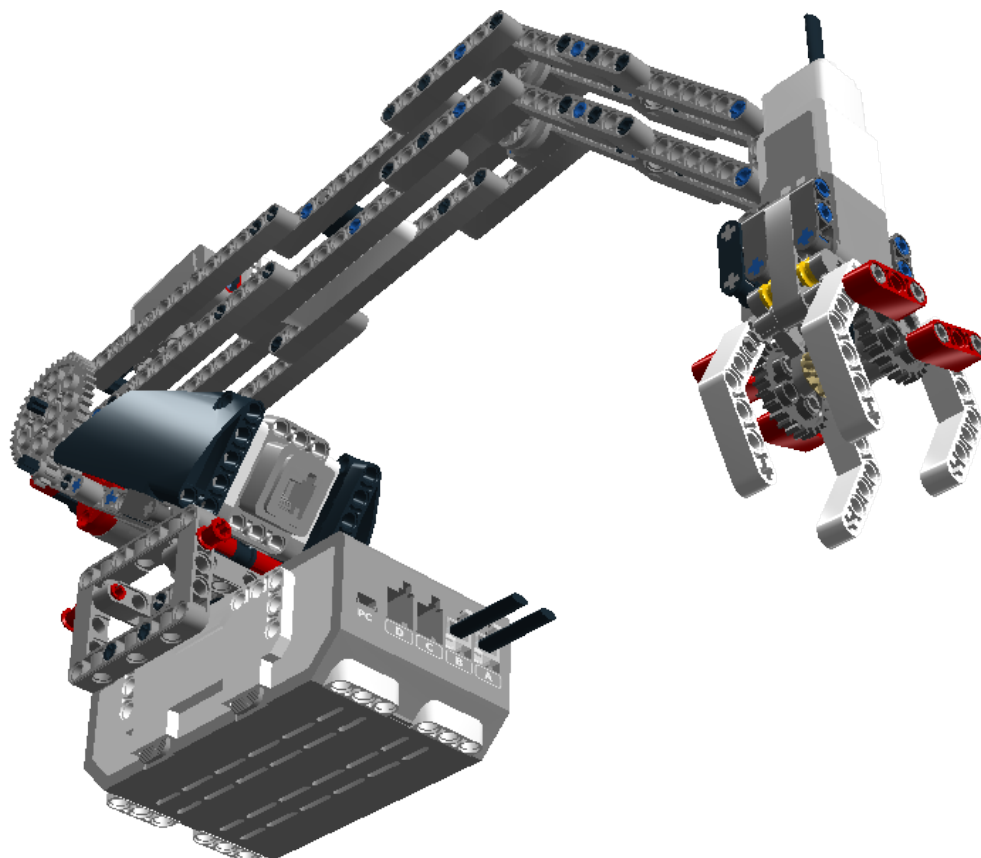








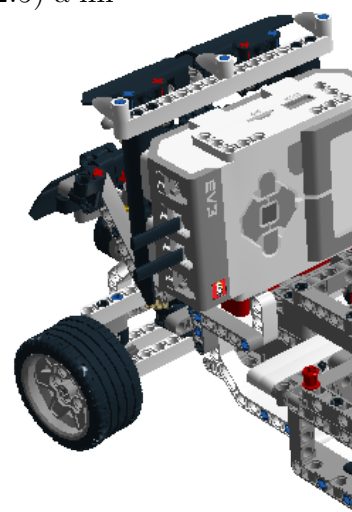




# D

## Mindstorms - Model auto nosič

Model ve formátu lxf, kompatibilní s aplikací Lego Digital Designer (kap. 2.5) a im-



portovatelný do aplikace Brick Studio (kap. 2.6) je k dispozici zde [📌](#).

---





