

Využití stavebnice LEGO Mindstorms EV3 nejenom ve výuce technických předmětů

Martin Hlinovský¹

e-mail: martin.hlinovsky@fel.cvut.cz

¹ České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, katedra řídicí techniky, Karlovo nám. 13, 12135 Praha 2

Klíčová slova

LEGO Mindstorms EV3, ROBOSOUTĚŽ, Kybernetika a robotika.

I Roboti – výuka na školách a LEGO Mindstorms EV3

Robotika jako vědecká a technická disciplína se zabývá roboty, jejich konstrukcí, výrobou a užitím. Úzce souvisí s elektronikou, mechanikou, mechatronikou a programováním. Je rychle se rozvíjejícím oborem. Stále častěji objevuje i ve studijních osnovách mnohých středních a vysokých škol. Důvodem je nejenom potřeba seznámit studenty s novým a perspektivním oborem, ale i snaha probudit jejich zájem o techniku obecně, rozvíjet jejich tvořivost, konstruktérské myšlení a technický cit. Osvědčuje se kombinovat teoretickou výuku s konstruováním a soutěžení studentských výtvorů. Jedním z osvědčených mechanických prostředků pro podporu výuky je stavebnice Lego Mindstorms EV3, který lze významnou měrou využít k účinnému vzdělávání mladé generace v tomto odvětví. Je ukázkou nejnovější techniky výukových robotů. Programovatelná kostka EV3 je mikropočítačovým „mozkem robota“. Obsahuje důmyslné senzory a základní grafický software s jednoduchým programováním pomocí skládání programových bloků (*drag and drop*).

I.1 Zkušenosti na FEL ČVUT v Praze

Bakalářský program Kybernetika a robotika (KYR), v prvním semestru studia studentům nabízí povinný předmět **B3B35RO Roboti** (není to tradiční univerzitní kurz, ale předmět motivační). V názvu předmětu je úmyslně použita životná forma slova „robot“, aby se tím zdůraznila tvořivost a hravost studentů a jejich partnerský vztah k technice. V rukou studentů roboti „ožívají“ a studenti se stávají jejich „stvořiteli“. Vyvrcholením jejich úsilí v předmětu je závěrečná soutěž robotů nazvaná **ROBOSOUTĚŽ**, v níž vyhraje ten nejlepší, nejrychlejší a nejdůmyslnější robot (je velmi oblíbená i mezi odbornou veřejností). **Od roku 2009 byla ROBOSOUTĚŽ zpřístupněna i pro středoškolské týmy a od roku 2015 navíc i pro týmy z 2. stupně ZŠ a odpovídajících tříd víceletých gymnázií.**



LEGO Mindstorms EV3 Education Core Set a LEGO Mindstorms EV3 Expansion Set

1.2 Počty týmů v ROBOSOUTĚŽI

ROBOUSOUTĚŽ je finálová soutěž určená pro nejlepší studentské týmy (tříčlenné) v rámci motivačního předmětu B3B35RO Roboti (povinný předmět bakalářského studijního programu Kybernetika a robotika) a zejména nejlepší středoškolské týmy, které se předem utkají v samostatných předkolech **ROBOSOUTĚŽE PRO TÝMY ZE STŘEDNÍCH ŠKOL**

Rok	Počet přihlášených SŠ týmů	Počet kol	Počet přihlášených ZŠ týmů	Počet kol
2009	3	1		
2010	7	1		
2011	29	1		
2012	37	1		
2013	70	2		
2014	93	3		
2015	101	4	36	1
2016	121	4	57	1
2017	155	4	81	1
2018	156	4	111	2
2019	???	4	157	3

1.3 RUR a exkurze do etymologie

Robot je stroj pracující s určitou mírou samostatnosti, který vykonává určené úkoly předepsaným způsobem a při různé míře interakce s okolním světem a se zadavatelem. Robot je schopen své okolí vyhodnocovat prostřednictvím svých senzorů, zasahovat do něj, popř. si o něm vytvářet „vlastní představu“ – model. Svým vnímáním může nejenom poznávat své okolí, ale může také vyhodnocovat svůj vliv na ně a tak využívat zpětnou vazbu. Robot je fyzickou realizací obecnějšího pojmu agent. Pro stroj (umělého dělníka) poprvé použil slovo *robot* spisovatel Karel Čapek v divadelní hře R.U.R. (Rossum's Universal Robots). Poradil mu je jeho bratr Josef Čapek, když se ho Karel ptal, jak umělou bytost pojmenovat. Původně zamýšlený název *labor* zněl autorovi příliš papírově. Robotika byla poprvé v praxi využita teprve v 50. letech dvacátého století, kdy byl patentován „statický průmyslový manipulátor“, první varianta robotového ramena. Komplikovaní následovníci prvních prototypů jsou dnes běžným vybavením továren, kde provádějí i velmi složité mechanické úkony.

1.4 Příběh stavebnice LEGO Mindstorms

Roku 1930 je v Dánsku založena společnost Lego, asi málokdo tušil, kam až se v roce 2019 dostane. Ale to, že bude úspěšně prodávat hračky dětem po celém světě a rozvíjet jejich fantazii, bylo možné vytušit z motta, které do firmy vložil její zakladatel Ole Kirk Christiansen: „pouze to nejlepší je dost dobré“. V roce 1980 byla ve společnosti Lego založena sekce vzdělávacích produktů. V roce 1984 začala spolupráce Lego Group a technické univerzity Massachusetts Institute of Technology (MIT) na vývoji „inteligentní kostky“, jejímž posláním bylo oživit výtvořiny Lego pomocí počítačového programování. V roce 1986 se v prodeji objevil první produkt Lego, který byl ovládán počítačem. V lednu 1998 byla na tiskové konferenci v londýnském Museum of Modern Art představena programovatelná kostka intelligent Brick a Robotics Invention System řady Lego Mindstorms RCX. V srpnu 2006 byla ve Spojených státech do prodeje uvedena robotická platforma Lego Mindstorms NXT a v srpnu 2009 byla na trh uvedena platforma Lego Mindstorms NXT ve verzi 2.0. V lednu 2013 proběhly oslavy patnáctého výročí Lego Mindstorms a na výstavě International Consumer Electronics Show měla premiéru platforma další generace Lego Mindstorms EV3, která byla v září 2013 uvedena do celosvětového prodeje.



Lego Mindstorms RCX (1998), Lego Mindstorms NXT (2006) a Lego Mindstorms EV3 (2013)

2 LEGO Mindstorms EV3 Education Core Set (45544) vs. LEGO Mindstorms EV3 Home (31313)



LEGO Mindstorms EV3 Education Core Set (45544) vs. LEGO Mindstorms EV3 Home (31313)

LEGO Mindstorms EV3 Education Core Set (45544)

Plastový box

Napájení – EV3 nabíjecí baterie (45501)

EV3 programovatelná kostka

2 × velký motor

1 × střední motor

2 × dotykový senzor

1 × barevný senzor

1 × ultrazvukový senzor

1 × gyroskopický senzor

7 × RJ12 konektorových kabelů + 1 × USB kabel

540 technických dílů

LEGO Mindstorms EV3 Home (21313)

Papírová krabice

Napájení – 6 tužkových baterií

EV3 programovatelná kostka

2 × velký motor

1 × střední motor

1 × dotykový senzor

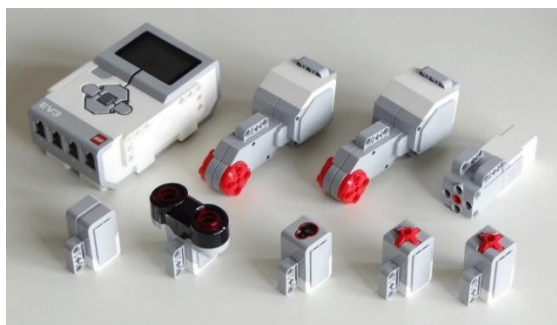
1 × barevný senzor

1 × infračervený senzor

1 × infračervené dálkové ovládání

7 × RJ12 konektorových kabelů + 1 × USB kabel

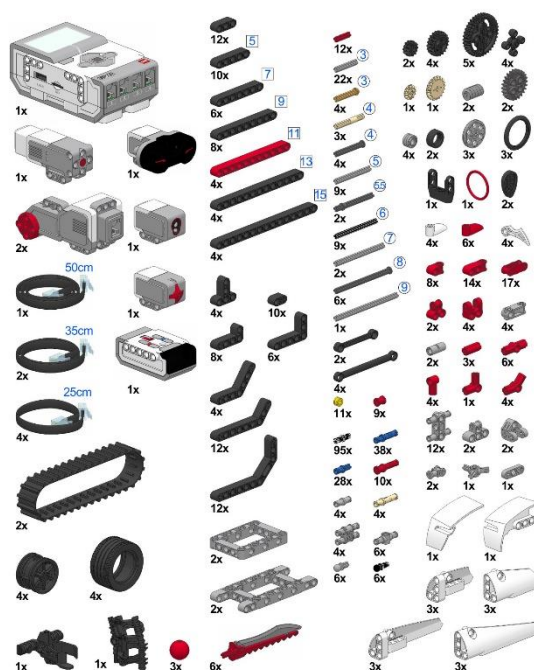
600 technických dílů



LEGO Mindstorms EV3 Education Core Set (45544) vs. LEGO Mindstorms EV3 Home (31313)

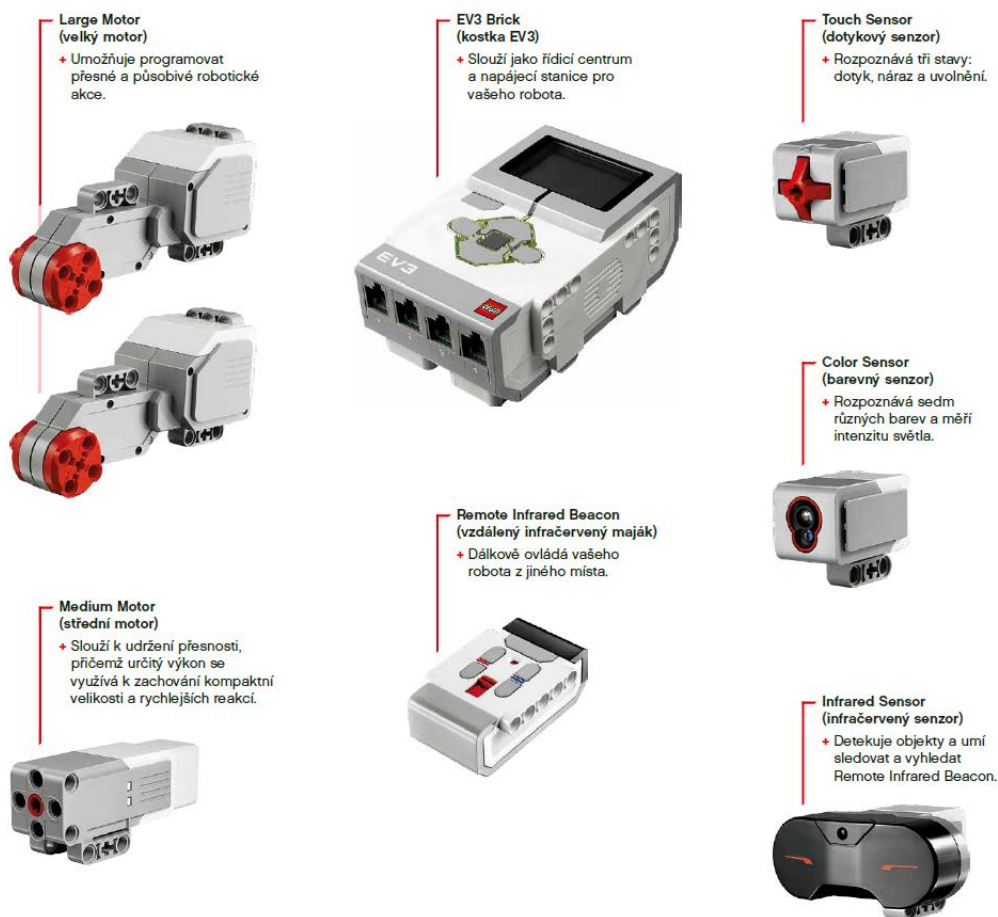


LEGO Mindstorms EV3 Education Core Set (45544) – přehled technických dílů

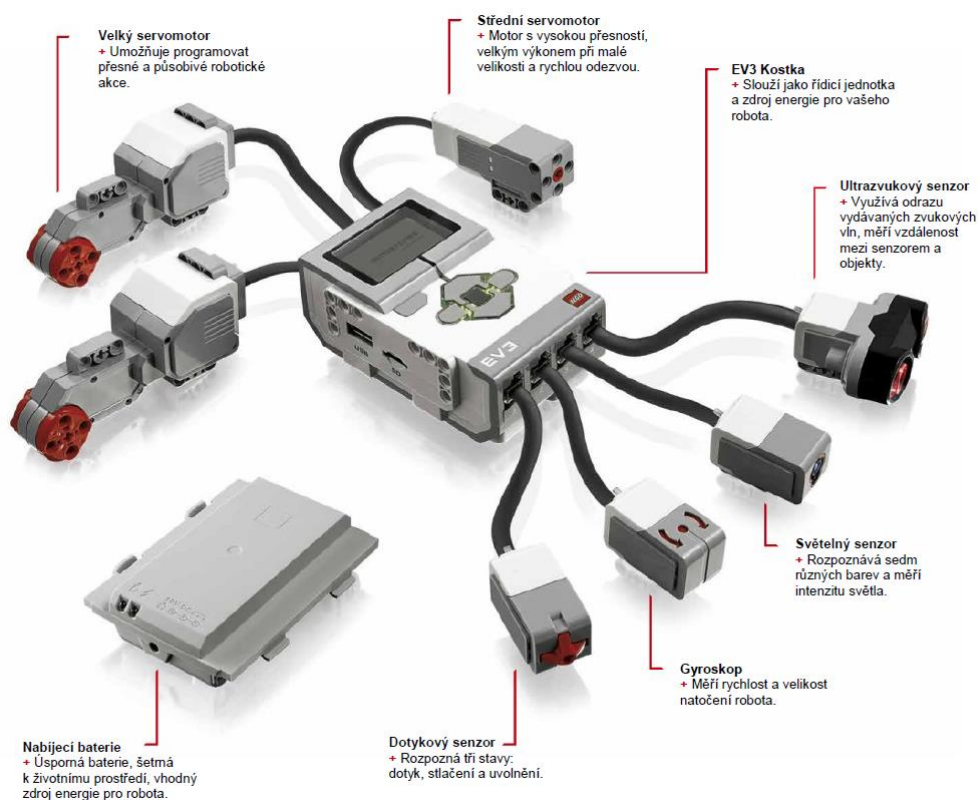


LEGO MINDSTORMS EV3 #31313 parts list (c) Laurens Valk 2013 | robotsquare.com

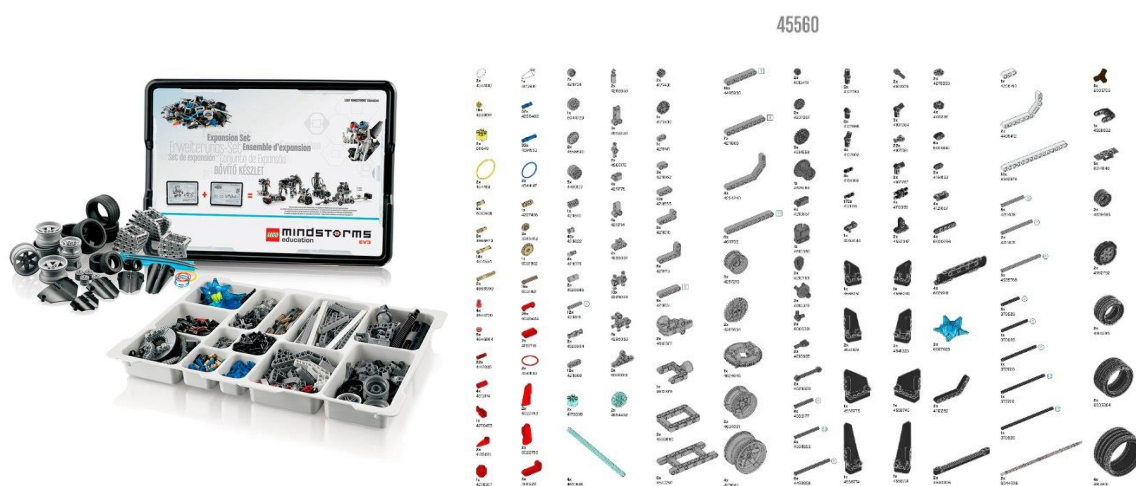
LEGO Mindstorms EV3 Home (31313) – přehled technických dílů



LEGO Mindstorms EV3 Home (31313)



LEGO Mindstorms EV3 Education Core Set (45544)

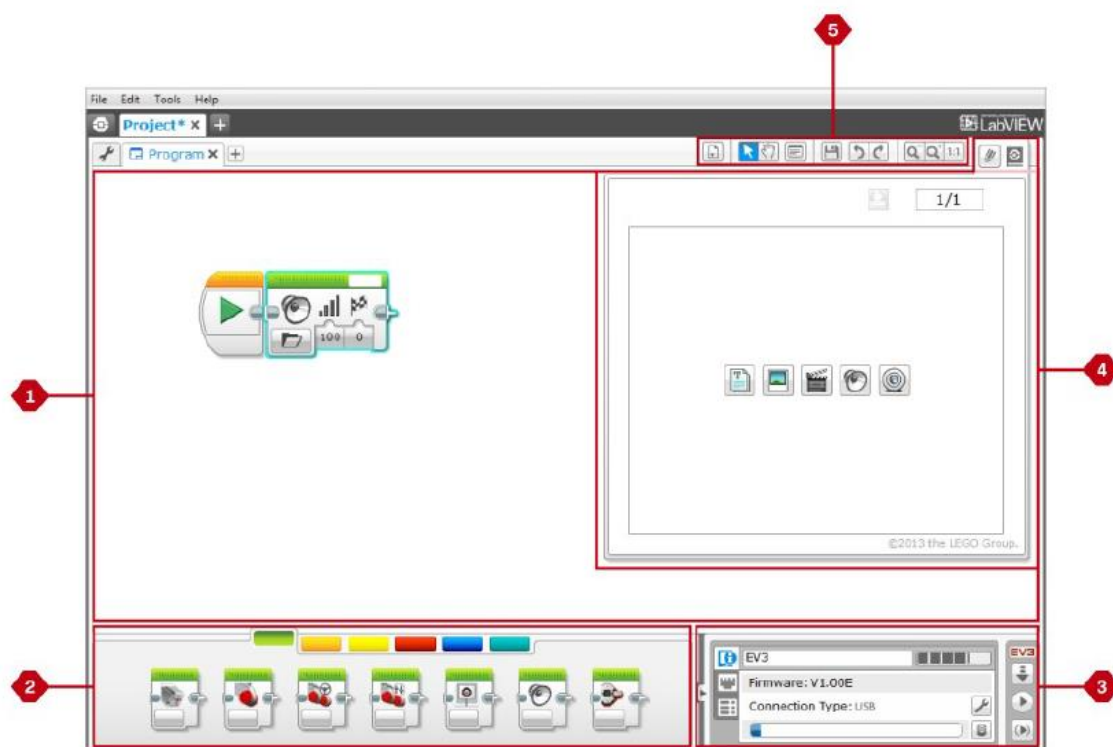


LEGO Mindstorms EV3 Education Expansion Set (45560)

3 Přehled možností programování LEGO Mindstorms EV3

Název	Jazyk	Webová stránka
Coder Z	Java	https://gocoderz.com/
EV3Basic	Microsoft Small Basic	https://sites.google.com/site/ev3basic/
ev3_scratch	Scratch	https://en.wikipedia.org/wiki/Scratch_(programming_language)
Gnikrap	JavaScript / Scratch like programming	https://jbenech.github.io/gnikrap/
LabVIEW	National Instruments LabVIEW visual programming language (G code)	https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_programming_language
EV3 SOFTWARE	intuitivním ikonografický programovací nástroj	https://education.lego.com/en-us/downloads/mindstorms-ev3/software
leJOS	Java	http://www.lejos.org/
Monobrick	C#	http://www.monobrick.dk/
ROBOTC	C programming language	http://www.robotc.net/
Swift Robotary	Swift programming language	https://robotaryapp.com/
NXC4EV3	Not eXactly C in BricxCC	https://robosoutez.fel.cvut.cz/nxc4ev3
Simulink	MATLAB Simulink	https://www.mathworks.com/videos/lego-mindstorms-ev3-programming-using-simulink-119175.html

3.1 LEGO Mindstorms EV3 SOFTWARE



Programovací prostředí LEGO Mindstorms EV3 software

1. **Programovací plocha** – zde sestavíte program
2. **Programovací paleta** – zde najdete programovací bloky pro svůj program
3. **Okno hardwaru** – zabezpečuje řízení a komunikaci s EV3 kostkou. Zde získáte informace o připojení motorů a senzorů k jednotlivým portům a nahrajete programy do EV3 kostky
4. **Editor obsahu** – elektronický pracovní sešit integrovaný do softwaru. Obsahuje informace a dokumentaci k projektu včetně textové části, obrázků a videí
5. **Panel nástrojů k programování** – obsahuje základní nástroje pro programování. Více informací o nástrojích získáte v nápovědě k EV3 softwaru (EV3 Software Help)

Bloky akcí (Action Blocks)

(zleva doprava)

- Střední motor (Medium Motor)
- Velký motor (Large Motor)
- Pohyb (Move Steering)
- Pohybu tanku (Move Tank)
- Obrazovka (Display)
- Zvuk (Sound)
- Kontrolky kostky (Brick Status Light)



Bloky toků (Flow Blocks)

(zleva doprava)

- Start
- Čekání (Wait)
- Cyklus (Loop)
- Switch
- Přerušení cyklu (Loop Interrupt)



Senzorové bloky (Sensor Blocks)

(zleva doprava)

- Tlačítka kostky (Brick Buttons)
- Senzor barvy (Colour Sensor)
- Gyroskop (Gyro Sensor)
- IR senzor (Infrared Sensor)
- Otáčky motoru (Motor Rotation)
- Teplotní senzor (Temperature Sensor)
- Časovač (Timer)
- Dotykový senzor (Touch Sensor)
- Ultrazvukový senzor (Ultrasonic Sensor)
- Energometr (Energy Meter)
- Zvukový senzor (Sound Sensor)



Datové bloky (Data Blocks)

(zleva doprava)

- Proměnné (Variable)
- Konstanty (Constant)
- Řada operací (Array Operations)
- Logické operace (Logic Operations)
- Matematiky (Math)
- Zaokrouhlení (Round)
- Porovnávání (Compare)
- Rozsah (Range)
- Text (Text)
- Náhodné (Random)



Pokročilé funkce (Advanced Blocks)

(zleva doprava)

- Přístup k souborům (File Access)
- Záznam dat (Data Logging)
- Zprávy (Messaging)
- Připojení BT (Bluetooth Connection)
- Režim spánku (Keep Awake)
- Hodnota senzoru (Raw Sensor Value)
- Neregulovaný motor (Unregulated Motor)
- Obrátit motor (Invert Motor)
- Zastavit program (Stop Program)



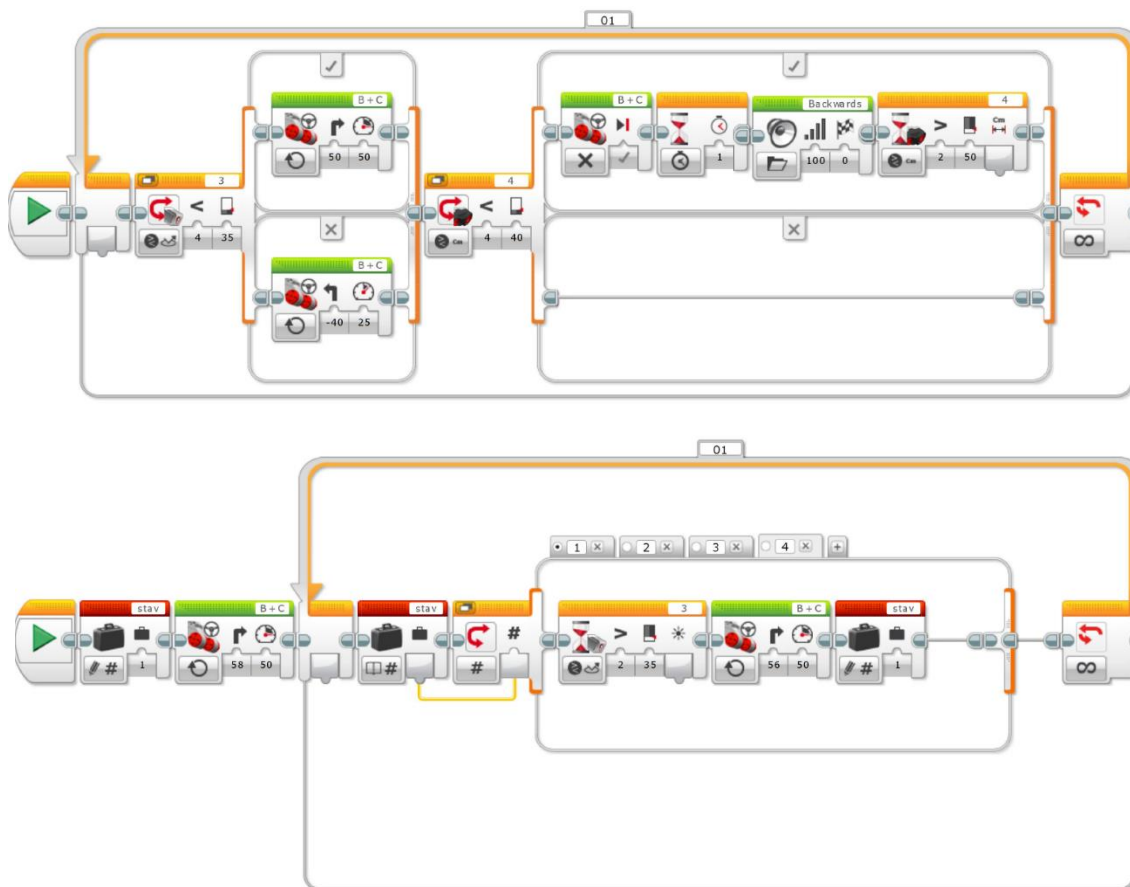
Moje bloky (My Blocks)

Při opakovaném používání stejného segmentu programu v dalších programech doporučujeme vytvořit vlastní blok (My Block).

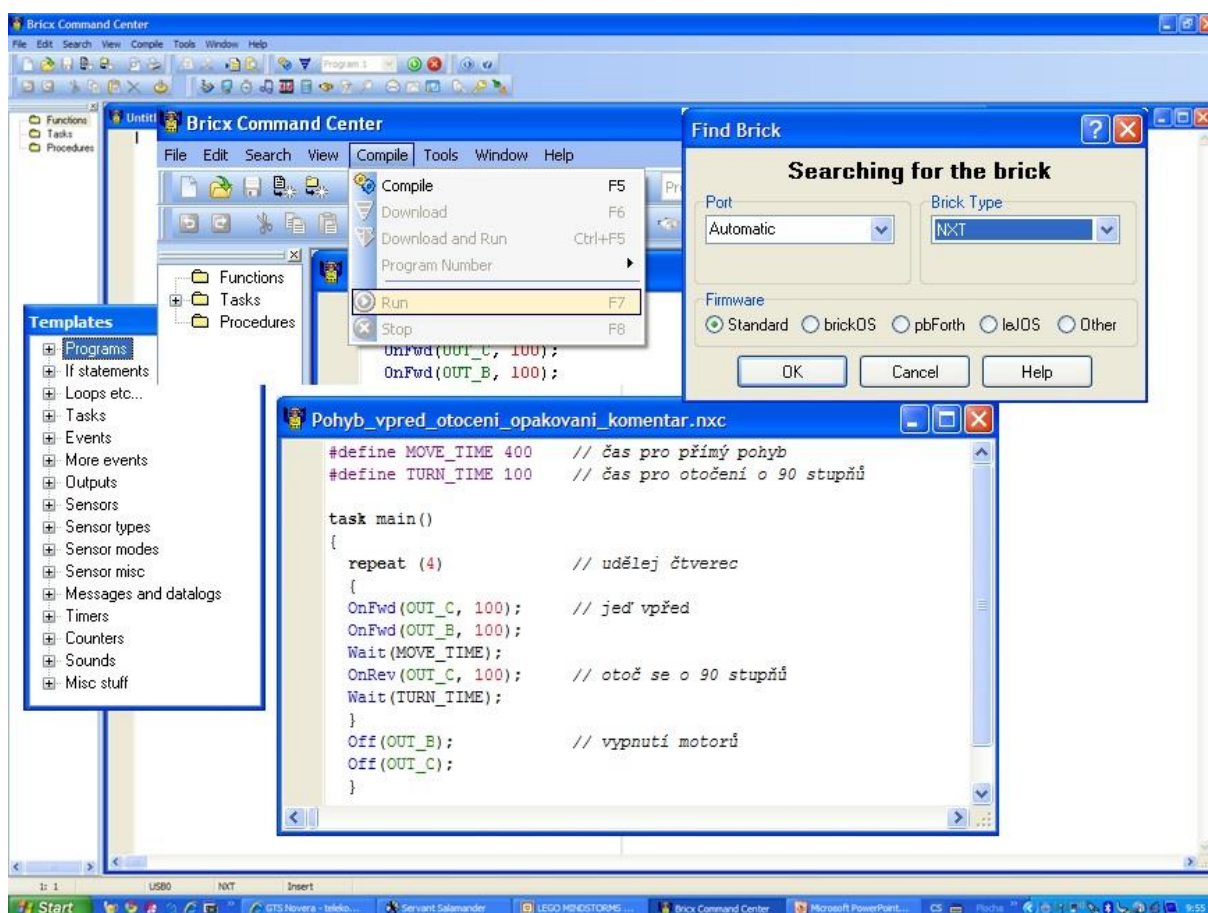
Vytvořením můžete tento blok opakovaně vkládat do dalších programů stejného projektu.



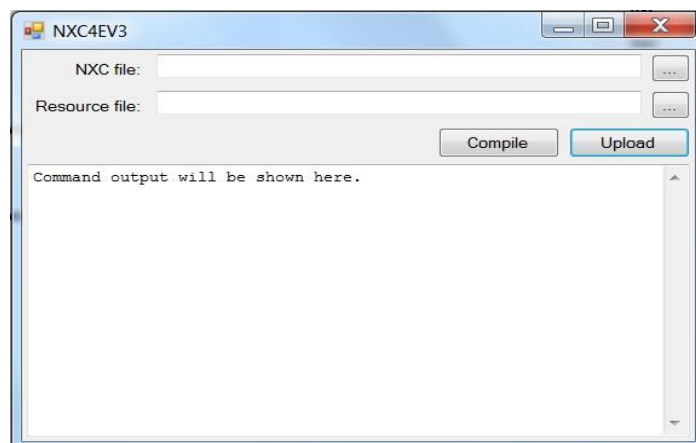
Programovací prostředí LEGO Mindstorms EV3 software



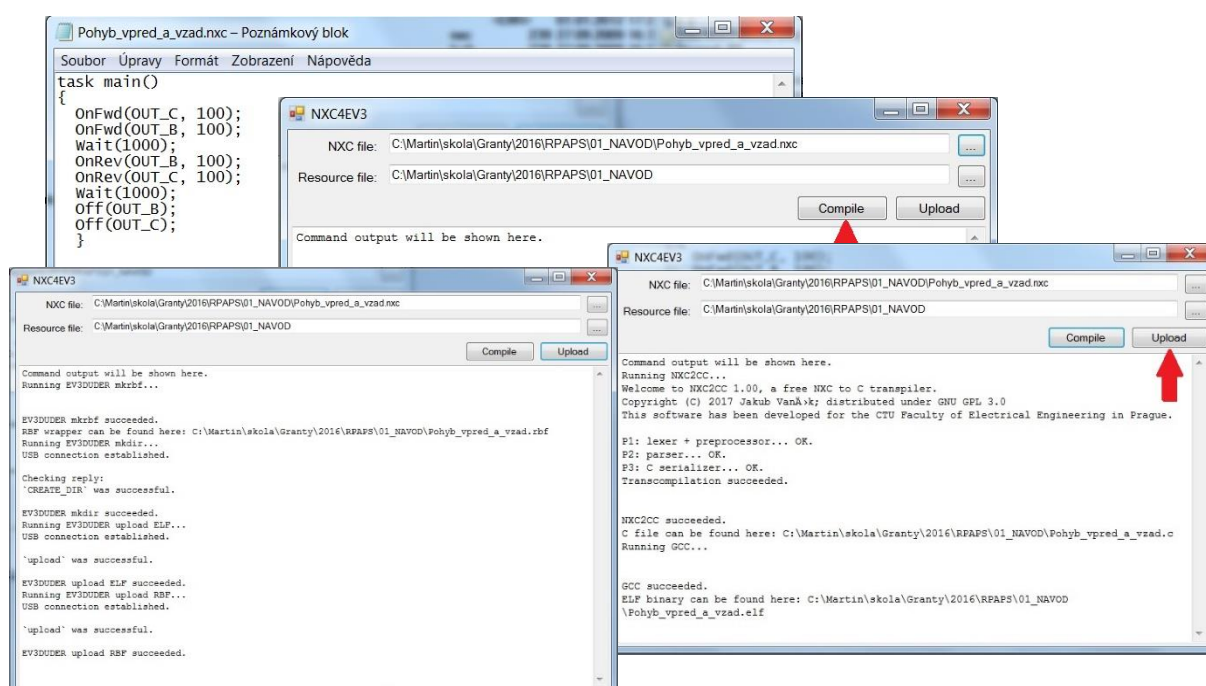
Příklady v programovacím prostředí LEGO Mindstorms EV3 software



Programovací prostředí BricxCC (NX2) pro LEGO Mindstorms NXT



Utilita NX4EV3



Použití utility NX4EV3

4 Závěr

Nejnovější sada LEGO MINDSTORMS EV3 umožňuje stavět chytřejší a výkonnější roboty, kteří jsou zároveň autonomní a interaktivní. Tato sada obsahuje více než 500 technických dílů, ale také komponenty, které umožňují stavět ze sady LEGO MINDSTORMS neuvěřitelné roboty. Patří k nim programovatelná kostka EV3 (mozek robota), motory, které představují robotovy svaly, a senzory, díky nimž může robot vnímat a reagovat na okolní svět. Atraktivitu celé sady umocňuje také software EV3. Pomocí tohoto jednoduchého a intuitivního grafického softwaru můžete psát programy a stahovat je do programovatelné kostky, abyste mohli svého robota přivést k životu. Robota můžete také ovládat pomocí chytrého telefonu nebo tabletu jako dálkové ovládání. Pro zkušenější jsou k dispozici komplexnější programovací prostředí. Sada LEGO MINDSTORMS EV3 umožňuje konstruovat a programovat roboty bez jakýchkoliv předchozích zkušeností. A pokud si myslíte, že to sami nedokážete, existuje množství již připravených návodů konstrukcí robotů včetně řídicího programu.

Sada LEGO MINDSTORMS EV3 najde uplatnění ve výuce nejenom na druhém stupni základních škol, středních škol, ale i na univerzitách. Pokud je navíc výuka na školách podpořena možností zúčastnit se zajímavých robotických soutěží, zvyšuje se zájem mladá generace o technické předměty a dochází tak k popularizaci vědy a techniky.

Sada LEGO MINDSTORMS EV3 umožňuje ale i komunikaci mezi jednotlivými EV3 kostkami na principu MASTER – SLAVE a konstruovat a řešit díky tomu zajímavé projekty (skládač Rubikovy kostky, LEGO robot hrající na piano, LEGO robot hrající na kytaru, LEGO robot hrající šachy a další).

Citace

- [1] <http://www.eduxe.cz>
- [2] <http://robotsquare.com/2013/11/25/difference-between-ev3-home-edition-and-education-ev3/>
- [3] <https://robosoutez.fel.cvut.cz/nxc4ev3>
- [4] <https://education.lego.com/en-us/downloads/mindstorms-ev3/software>
- [5] <https://www.robotworld.cz/downloads/manual-lego-mindstorms-ev3-cs.pdf>
- [6] <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>
- [7] robotika.sk/events/18Skolenia/priruckaEV3.pdf
- [8] <https://www.lego.com/cs-cz/mindstorms/about-ev3>