



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní



NÁVODY KE STAVEBNICI LEGO MINDSTORMS PRO TÝMOVÁ CVIČENÍ V PŘEDMĚTU VÝPOČETNÍ TECHNIKA

Studijní opora

Ing. David Fojtík, Ph.D.

Ing. Jaromír Zavadil

Ing. Petr Podešva

Ostrava 2010|2011



Tyto studijní materiály vznikly za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu OP VK CZ.1.07/2.3.00/09.0147 „Vzdělávání lidských zdrojů pro rozvoj týmů ve vývoji a výzkumu“.

Název: Návody ke stavebnici LEGO MINDSTORMS pro týmová cvičení v předmětu
výpočetní technika

Autoři: Ing. David Fojtík, Ph.D., Ing. Jaromír Zavadil, Ing. Petr Podešva

Vydání: první, 2010

Počet stran: 100

Náklad:

Studijní materiály pro předmět Technické výpočty Fakulty strojní

Jazyková korektura: nebyla provedena.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tyto studijní materiály vznikly za finanční podpory Evropského sociálního fondu a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.



Název: Vzdělávání lidských zdrojů pro rozvoj týmů ve vývoji a výzkumu

Číslo: CZ.1.07/2.3.00/09.0147

Realizace: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

© Ing. David Fojtík, Ph.D., Ing. Jaromír Zavadil, Ing. Petr Podešva

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

POKYNY KE STUDIU

NÁVODY KE STAVEBNICI LEGO MINDSTORMS PRO TÝMOVÁ CVIČENÍ V PŘEDMĚTU VÝPOČETNÍ TECHNIKA

Pro studium problematiky stavebnice LEGO MINDSTORMS jste obdrželi studijní balík obsahující:

- skriptum obsahující i pokyny ke studiu,
- přístup do e-learningového portálu obsahující doplňkové animace vybraných částí kapitol,
- CD-ROM s doplňkovými animacemi vybraných částí kapitol,
- harmonogram průběhu semestru a rozvrh prezenční části,
- rozdělení studentů do skupin k jednotlivým tutorům a kontakty na tutorů.

Cílem učební opory

Cílem je seznámení se základními pojmy z oblasti tvorby a programování robotů s využitím stavebnice LEGO MINDSTORMS. Po prostudování modulu by měl student být schopen samostatně sestavit a naprogramovat robota ze stavebnice LEGO MINDSTORMS k plnění požadovaných úloh.

Pro koho je předmět určen

Modul je zařazen do bakalářského studia 1. ročníku Fakulty strojní, ale může jej studovat i zájemce z kteréhokoli jiného oboru.

Skriptum se dělí na části, kapitoly, které odpovídají logickému dělení studované látky, ale nejsou stejně obsáhlé. Předpokládaná doba ke studiu kapitoly se může výrazně lišit, proto jsou velké kapitoly děleny dále na číslované podkapitoly a těm odpovídá níže popsaná struktura.

Při studiu každé kapitoly doporučujeme následující postup:



Čas ke studiu: xx hodin

Na úvod kapitoly je uveden čas potřebný k prostudování látky. Čas je orientační a může vám sloužit jako hrubé vodítko pro rozvržení studia celého předmětu či kapitoly. Někomu se čas může zdát příliš dlouhý, někomu naopak. Jsou studenti, kteří se s touto problematikou ještě nikdy nesetkali a naopak takoví, kteří již v tomto oboru mají bohaté zkušenosti.



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

-  Popsat ...
-  Definovat ...
-  Vyřešit ...

Okamžitě potom jsou uvedeny cíle, kterých máte dosáhnout po prostudování této kapitoly – konkrétní dovednosti, znalosti.



Výklad

Následuje vlastní výklad studované látky, zavedení nových pojmů, jejich vysvětlení, vše doprovázeno obrázky, tabulkami, řešenými příklady, odkazy na animace.



Shrnutí pojmů

Na závěr kapitoly jsou zopakovány hlavní pojmy, které si v ní máte osvojit. Pokud některému z nich ještě nerozumíte, vraťte se k nim ještě jednou.



Otázky

Pro ověření, že jste dobře a úplně látku kapitoly zvládli, máte k dispozici několik teoretických otázek.



Úlohy k řešení

Protože většina teoretických pojmů tohoto předmětu má bezprostřední význam a využití v praxi, jsou Vám nakonec předkládány i praktické úlohy k řešení. V nich je hlavním významem předmětu schopnost aplikovat čerstvě nabyté znalosti pro řešení reálných situací.



Klíč k řešení

Výsledky zadaných příkladů i teoretických otázek jsou uvedeny v závěru učebnice v Klíči k řešení. Používejte je až po vlastním vyřešení úloh, jen tak si samokontrolou ověříte, že jste obsah kapitoly skutečně úplně zvládli.

Úspěšné a příjemné studium s tímto učebním textem Vám přeji autoři.

Ing. David Fojtík, Ph.D., Ing. Jaromír Zavadil, Ing. Petr Podešva

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	ZÁKLADNÍ SOUPRAVA.....	10
2.1	Řídicí jednotka.....	11
2.1.1	Hlavní menu NXT kostky	14
2.1.2	Baterie.....	14
2.1.3	Bluetooth	14
2.1.4	Připojení snímačů a motorů	16
2.1.5	Výstupní porty	16
2.1.6	Vstupní porty	17
2.1.7	Vysokorychlostní komunikační port.....	17
2.1.8	I ² C komunikace	18
2.2	Snímače	18
2.2.1	Dotykový snímač.....	20
2.2.2	Světelný snímač.....	20
2.2.3	Ultrazvukový snímač.....	20
2.2.4	Zvukový snímač	21
2.3	Motory	21
2.4	Lampy.....	21
2.5	Možnosti programování NXT kostky	22
3	DALŠÍ PRVKY A DOPLŇKOVÁ SOUPRAVA.....	24
3.1	Další snímače	25
3.1.1	Barevný snímač.....	25
3.1.2	Gyroskopický snímač	25
3.1.3	Akcelerometr.....	26
3.1.4	Kompas.....	26
3.1.5	Snímač pro vyhledávání IR signálu	26
3.2	Přídavné prvky	27
3.2.1	IR fotbalový míč	27
3.2.2	Experimentální souprava.....	28
3.2.3	Multiplex	28
3.2.4	Síťový adaptér	29

4	PROSTŘEDÍ NXT-G	30
4.1	Instalace prostředí.....	33
4.2	Struktura projektu.....	34
4.3	Popis prostředí.....	37
4.3.1	Nástroje	38
4.3.2	Volba profilu	40
4.3.3	Pracovní plocha	41
4.3.4	Záložky programů	42
4.3.5	Nabídka bloků.....	42
4.3.6	Parametry bloků	43
4.3.7	Popis bloku a odkaz na nápovědu	43
4.3.8	Ovládací prvky	45
4.3.9	Správce jednotek	46
5	TVORBA VLASTNÍHO PROGRAMU	50
5.1	Nový projekt	50
5.2	Připojení jednotky k PC	53
5.2.1	Připojení prostřednictvím Bluetooth	53
5.2.2	Připojení prostřednictvím USB.....	54
5.3	Blokové programování, základní pojmy	55
5.3.1	Startovní bod.....	56
5.3.2	Sekvenční linie, jedno-vláknová, více-vláknová.....	56
5.3.3	Programovací bloky	57
5.3.4	Datové typy, vstupy a výstupy bloku	59
6	PROGRAMOVÉ BLOKY	61
6.1	Instalace bloků.....	62
6.2	Common bloky.....	65
6.2.1	Blok Move.....	66
6.3	Bloky výstupů	69
6.3.1	Motor	70
6.3.2	Zvuk.....	73
6.3.3	Displej	75
6.4	Bloky vstupů	78
6.4.1	Dotekový senzor.....	80

6.4.2	Světelný senzor.....	82
6.4.3	Ultrazvukový senzor.....	84
6.4.4	Tlačítka jednotky NXT	86
6.4.5	Senzor otáček	87
6.4.6	Časovač.....	89
6.4.7	Barevný senzor.....	91
6.5	Práce s daty, matematické a logické operace.....	94
6.5.1	Logické operace	95
6.5.2	Matematické operace	96
6.5.3	Proměnná	97
7	ZDROJE INFORMACÍ	100

1 ÚVOD

LEGO MINDSTORMS je stavebnice společnosti LEGO pomocí níž lze sestavit a naprogramovat vlastního robota. Tato stavebnice se stala velice populární a v dnešní době ji používají školy, university, ale také jednotliví zájemci o robotiku po celém světě. Sada obsahuje vše potřebné k sestavení robota i k jeho naprogramování pro plnění různých úloh. Díky bohatému výběru stavebních prvků nabízí tato stavebnice velké možnosti konstrukčních řešení. LEGO MINDSTORMS NXT, vydané v roce 2006, je již druhou generací robotické stavebnice LEGO (první verze byla vydána již v roce 1998). K programování sestaveného robota lze využít celou řadu programovacích jazyků.

Tato učební opora si klade za cíl seznámit studenty prvního ročníku bakalářského studia Fakulty strojní VŠB – Technické univerzity Ostrava se stavebnicí LEGO MINDSTORMS. Zaměřena je na použití této stavebnice v rámci předmětu Základy výpočetní techniky. Pozornost je tedy věnována vybavení (snímače, příslušenství atd.), které mají studenti tohoto předmětu k dispozici.



Obr. 1.1 – LEGO MINDSTORMS [LEGO®]

2 ZÁKLADNÍ SOUPRAVA

Nejprve si představíme základní soupravu stavebnice LEGO MINDSTORMS a její obsah. Postupně projdeme vybavení, které tato souprava nabízí, od řídicí jednotky ke snímačům a motorům. Kapitola se věnuje jak popisu hardwaru, tak i možnostem jeho použití.



Čas ke studiu: 1 hodina



Cíl: Po prostudování této kapitoly budete vědět

- ✚ Jaké vybavení nabízí souprava 9797.
- ✚ Co je to NXT kostka, jaké má parametry a rozhraní.
- ✚ Jak popsat použité snímače, jejich princip a zapojení.



Výklad

Základní souprava nese produktové označení 9797. Obsahuje celkem 437 stavebních prvků, servomotory, snímače, řídicí jednotku a propojovací kabely. Dále je přiložen tištěný návod k sestavení základního modelu a přehled obsahu soupravy. Software není součástí balení, je tedy nutné jej přikoupit zvlášť. Podrobnější výpis obsahu balení je uveden níže. Verze Education se od klasické verze liší jednak odolnějším plastovým boxem na součástky, ale jsou navíc také přidány některé prvky, které v klasickém vydání nenajdete. Přidána je dobíjecí lithiová baterie (napájecí adaptér však není součástí balení), jeden dotykový snímač, tři světla, tři kabely s redukcí k použití lamp, snímačů a motorů.



Obr. 2.1 – Základní souprava (9797) [LEGO®]

Obsah soupravy 9797:

- NXT inteligentní kostka
- dobíjecí lithiová baterie
- 3 servomotory s integrovanými snímači otáček
- 1 světelný snímač, zvukový snímač a ultrazvukový snímač
- 2 dotykové snímače
- 3 světelné kostky (lampy)
- 3 kabely s redukcí RCX/NXT
- 3 snímače otáček zabudované v motorech
- 7 šestipramenných připojovacích kabelů
- USB kabel pro připojení NXT kostky k počítači
- 437 stavebních dílů
- tištěný návod ke stavbě základního modelu

2.1 Řídicí jednotka

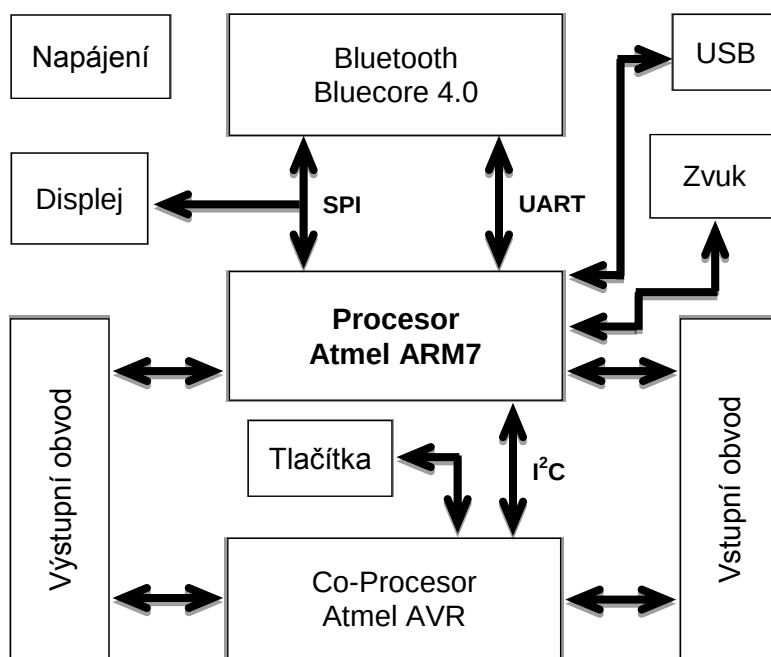
Řídicí jednotkou stavebnice je tzv. NXT „kostka“, kterou pohání 32bitový procesor Atmel ARM. K dispozici jsou čtyři vstupy a tři výstupy pro snímače a motory. Snadné ovládání kostky umožňují čtyři tlačítka a grafický LCD display. Připojení NXT kostky k počítači lze realizovat buď pomocí USB kabelu, nebo je možné použít bezdrátové rozhraní Bluetooth. K napájení jednotky slouží Li-Ion baterie, ale v případě potřeby lze použít i tužkové baterie (6x 1,5V AA). Podrobnější přehled technických parametrů NXT kostky naleznete v tabulce uvedené níže.



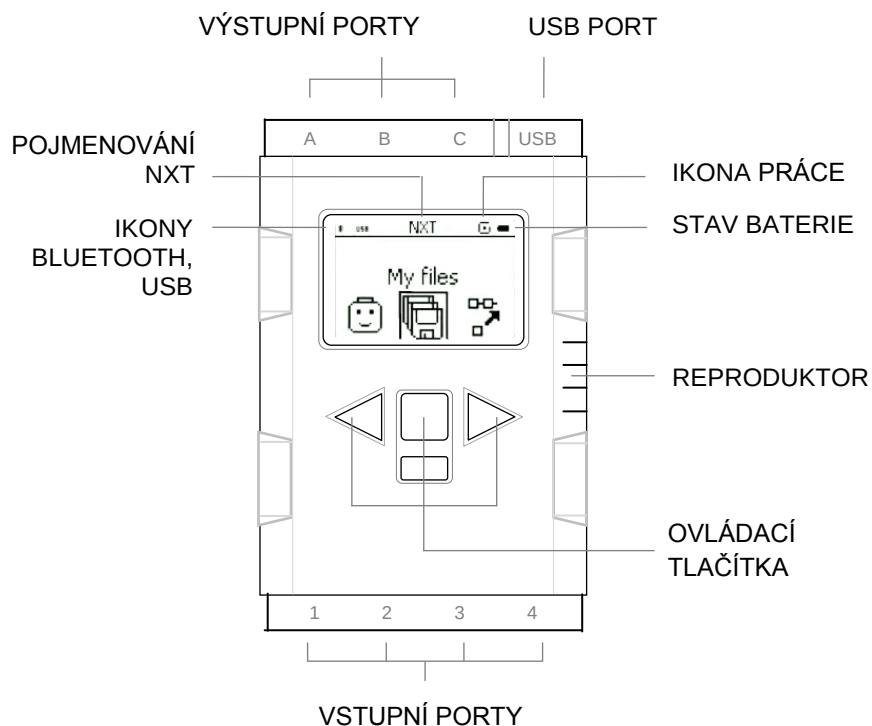
Obr. 2.2 – NXT kostka [LEGO®]

Tab. 2.1 – Přehled technických parametrů NXT kostky

Parametr	Specifikace
Procesor	Atmel ARM, AT91SAM7S256 - 48 MHz - 32 bit - 256 KB FLASH - 64 KB RAM
Co-procesor	Atmel AVR, ATmega48 - 8 MHz - 8 bit - 4 KB FLASH - 512B RAM
Připojení k PC	USB 2.0 - 12 Mbit/s Bluetooth, CSR BlueCore 4 v 2.0 + EDR System - podpora Serial Port Profile (SPP) - interní 47 KB RAM - externí 8 Mb FLASH - 26 MHz - 460,8 Kbit/s
Vstupy / výstupy	4 vstupní porty (1, 2, 3, 4) - 6ti žilové rozhraní, konektor RJ12 - podpora digitálního i analogového rozhraní - 1 vysokorychlostní port IEC 61158 Typ 4/EN 50170 3 výstupní porty (A, B, C) - 6ti žilové rozhraní, konektor RJ12 - podpora vstupu pro enkodéry
Display	Grafický LCD - rozlišení 100 x 64, černobílý - viditelná oblast 26 x 40,6 mm
Reproduktor	Výstupní kanál s 8bit rozlišením - podporované vzorkování 2 – 16 KHz
Ovládání	4 tlačítka
Napájení	Li-Ion baterie nebo 6x 1,5 V AA tužkové články



Obr. 2.3 – Schéma komunikace uvnitř NXT kostky



Obr. 2.4 – Popis NXT kostky

2.1.1 Hlavní menu NXT kostky

Základní funkce NXT kostky lze ovládat přímo pomocí tlačítek umístěných pod displejem. Přes menu je možné nejen procházet a spouštět uložené programy, ale můžeme také přímo na kostce pomocí jednoduché aplikace vytvořit program nový. Dále se zde nachází možnost záznamu dat ze snímačů, testování snímačů, a další různá nastavení. Hlavní nabídka NXT kostky je strukturována následujícím způsobem:

- My Files – v tomto adresáři naleznete všechny programy, které jste vytvořili
- NXT Program – zde můžete naprogramovat robota přímo bez použití počítače
- NXT Datalog – pro záznam dat ze snímačů
- View – umožňuje zobrazit načítaná data z jednotlivých snímačů a tím je otestovat
- Bluetooth – nastavení bezdrátového připojení
- Settings – nastavení NXT
- Try Me – v této části můžete vyzkoušet funkčnost snímačů a motorů

2.1.2 Baterie

K soupravě ve verzi Education se od roku 2010 přidává 7,4V dobíjecí lithium iontová baterie s kapacitou 2200mAh. Vyžaduje DC napájecí adaptér 8887. Ten však není součástí balení. Nabíjení baterie trvá 4 – 5 hodin. K signalizaci stavu baterie slouží dvě LED diody. Zelená signalizuje připojení adaptéru a červená dioda svítí při nabíjení baterie.



Obr. 2.5 – Li-Ion Baterie[LEGO®]

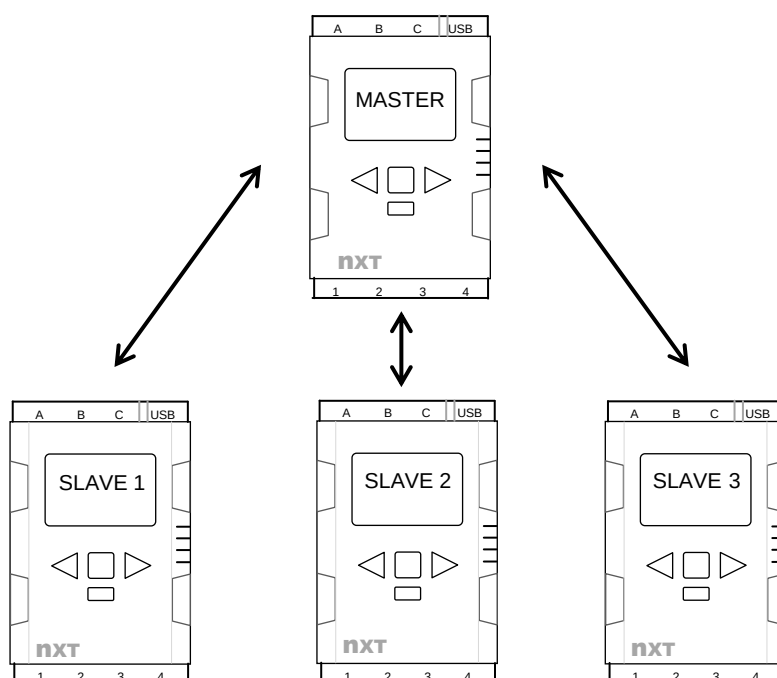
2.1.3 Bluetooth

NXT kostka podporuje bezdrátovou komunikaci prostřednictvím integrovaného čipu CSR BlueCore 4 verze 2. Kostka může být pomocí bluetooth rozhraní připojena až ke třem dalším zařízením současně, avšak schopna je komunikovat současně jen s jedním. Tato funkce je implementována použitím Serial Port Profile (SPP), který může být považován za bezdrátový sériový port. Komunikace může probíhat mezi bluetooth zařízeními, které mohou být naprogramovány pro komunikaci použitím LEGO MINDSTORMS NXT Communication Protocol a které podporují SPP. Je možné posílat programy a soubory mezi NXT kostkami a využít tak bezdrátovou komunikaci k výměně informací mezi kostkami během vykonávání

programu. Ke snížení spotřeby výkonu potřebného pro bluetooth byla zvolena technologie Bluetooth Class II, což znamená, že dosah zařízení je přibližně do 10 m.

Komunikace mezi NXT kostkami je realizována na principu master / slave. To znamená, že jedna NXT kostka je v rámci sítě nastavena jako master a ostatní jednotky komunikují přes ni. Master jednotka může být připojena ke třem bluetooth zařízením. Jedna NXT jednotka není schopna plnit současně obojí funkce master a slave.

Jak je uvedeno ve schématu na další straně (Obr. 2.6), master NXT jednotka může být současně připojena až ke třem dalším Bluetooth jednotkám. Nicméně master jednotka může současně komunikovat jen s jednou slave jednotkou. To znamená, že pokud master jednotka komunikuje například se slave jednotkou č. 1 a slave jednotka č. 2 začne posílat data k master jednotce, master jednotka nemůže zpracovat tato data dokud se nepřepne komunikace na slave jednotku č. 2. NXT jednotka není schopna fungovat jako master a zároveň jako slave, protože by to mohlo vést ke ztrátě dat mezi NXT jednotkami.



Obr. 2.6 – Vzájemná komunikace NXT kostek prostřednictvím Bluetooth

Spojení s ostatními zařízeními probíhá přes kanály. NXT používá pro bluetooth komunikaci 4 kanály. Kanál 0 je vždy použit slave NXT jednotkou pro komunikaci s master NXT (t. j. směrem k master NXT), zatímco kanály 1, 2 a 3 se používají pro odchozí komunikaci z master NXT k slave jednotkám.

2.1.4 Připojení snímačů a motorů

K připojení snímačů a motorů k NXT kostce slouží čtyři vstupní a tři výstupní porty. Pro zapojení se používají šestižilové kabely s koncovkami RJ12 upravenými na pravou stranu. V rámci základní soupravy je dodáváno celkem 7 těchto kabelů o různých délkách.

Motory mohou být připojovány k libovolnému výstupnímu portu A, B, nebo C. Ale je dobré používat následující zapojení:

- Port A: Motor pro zvláštní využití.
- Port B: Motor pro pohyb, obvykle motor na levé straně podvozku.
- Port C: Motor pro pohyb, obvykle motor na pravé straně podvozku.

Výše uvedené zapojení je přednastaveno pro většinu vzorových programů ze sekce Robot Educator.



Obr. 2.7 – Připojení snímačů a motorů [LEGO®]

2.1.5 Výstupní porty

LEGO MINDSTORMS NXT disponuje třemi výstupními porty, které slouží k řízení akčních členů připojených k NXT. Šestižilové rozhraní výstupních portů je realizováno tak, že výstupní zařízení mohou zpátky do NXT posílat informace, aniž by musela použít vstupní porty.

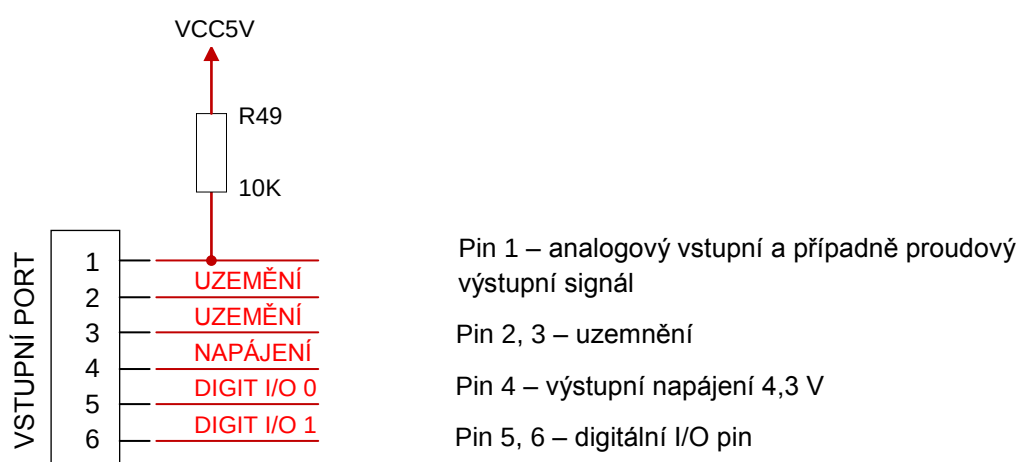
VÝSTUPNÍ PORT	1	AČ 0	Pin 1, 2 – PWM výstupní signál pro akční členy
	2	AČ 1	
	3	UZEMĚNÍ	Pin 3 – uzemnění
	4	NAPÁJENÍ	Pin 4 – výstupní napájení 4,3 V
	5	TACHO 0	
	6	TACHO 1	Pin 5, 6 – Schmittovy vstupy (např. pro encoder)

Obr. 2.8 – Význam jednotlivých pinů výstupního portu

Pin1 a 2 jsou výstupní signály pro řízení akčních členů. Tyto signály jsou řízeny vnitřním řadičem, který je schopen dodávat souvisle 700 mA pro každý výstupní port a špičkový proud přibližně 1 A. Řadič motoru má zabudovanou tepelnou ochranu, což znamená, že pokud je z kostky souvisle odebíráno velké množství výkonu, řadič může automaticky upravit výstupní proud.

2.1.6 Vstupní porty

NXT kostka je osazena čtyřmi vstupními porty, které umožňují připojení různých snímačů. Šestižilová koncepce vstupních portů umožňuje použití jak analogového, tak digitálního rozhraní pro každý konektor. Port 4 může být použit pro vysokorychlostní komunikaci prostřednictvím řadiče RS485.

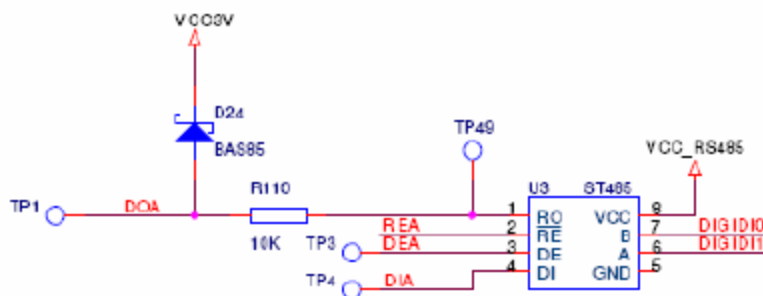


Obr. 2.9 – Zapojení pinů vstupního portu

Vstupní pin (Pin 1) je analogový vstupní pin připojený k 10bit A/D převodníku uvnitř AVR procesoru. Je také připojen ke generátoru proudu, který se používá pro napájení aktivních snímačů. (pozn. Generátor proudu byl do NXT kostky přidán z důvodu zajištění kompatibility se staršími snímači systému LEGO MINDSTORMS Robotic Invention System.) Vstupní A/D signály jsou vzorkovány stejnou vzorkovací frekvencí pro všechny analogové snímače. Vzorkovací pro všechny analogové snímače je 333 Hz.

2.1.7 Vysokorychlostní komunikační port

Vstupní port č. 4 může pracovat jako vysokorychlostní komunikační port. K tomuto účelu je v NXT kostce implementován komunikační čip RS485, což umožňuje realizaci vysokorychlostní obousměrné komunikace. V současnosti společnost LEGO nevyvíjí žádné zařízení, které tuto komunikaci vyžaduje. Nicméně NXT kostka je tímto připravena do budoucnosti, kdy mohou být vyráběna zařízení, jež budou vysokorychlostní komunikaci vyžadovat.



Obr. 2.10 Schéma čipu RS485 zapojeným na port č. 4 [LEGO®]

2.1.8 I²C komunikace

Digitální komunikace v rámci NXT kostky je realizována použitím protokolu I²C. Jedná se o průmyslový komunikační standard vyvinutý Philips Semiconductors na začátku osmdesátých let. Od té doby byl použit u mnoha různých průmyslových komponent, u nichž se vyžaduje jednoduchá digitální komunikace.

I²C komunikace slouží jako digitální rozhraní pro externí zařízení, které potřebují komunikovat s NXT kostkou. Toto digitální rozhraní umožňuje externím zařízením vykonávat funkcionalitu individuálně a poté jen poslat výsledek zpět do NXT kostky nebo přijímat nové informace z NXT.

NXT kostka disponuje čtyřmi I²C komunikačními kanály (jeden pro každý vstupní port). I²C komunikace je realizována jako „master only“, což znamená, že NXT řídí datový tok každého komunikačního kanálu.

Důležitým aspektem umožňujícím I²C komunikaci mezi dvěma zařízeními je hardwarové nastavení každého zařízení.

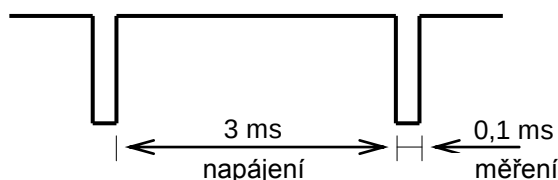
Digitální zařízení mají některé výhody v porovnání s analogovými. Digitální zařízení mohou zahrnovat jméno zařízení a mohou se odkazovat na individuální parametry, jež jsou pro zařízení specifické (např. kalibrační hodnoty, čas inicializace atd.). Ke vzájemnému rozlišení různých digitálních zařízení vytvořilo LEGO adresační schéma pro své snímače, které mohou být rozšířeny, jakmile společnost vyvine nové digitální zařízení nebo uzná zařízení třetí strany. Aktuálně platný seznam obsahuje pouze ultrazvukový snímač, kterému byla přidělena adresa 1 (v sedmi-bitovém kontextu).

2.2 Snímače

Dále si popíšeme jednotlivé snímače, jejich rozdělení a parametry. U systémů Mindstorms NXT se používají tři různé typy snímačů, aktivní, pasivní a digitální.

Aktivní snímače

Jedná se o starší snímače vyvinuté pro RCX kostku. Tyto snímače vyžadují přesné řízení dodávaného napájení. K tomuto účelu slouží generátor proudu, jenž pro tyto snímače dodává přibližně 18 mA. Napájení těchto snímačů je řešeno následujícím způsobem: generátor napájí snímač po dobu 3 ms a poté je 0,1 ms měřena analogová hodnota.



Obr. 2.11 – Napájení aktivních snímačů

Aktivní snímače jsou následující (jedná se o snímače z Lego Mindstorms Robotic Invention):

- světelný snímač
- snímač otáček

Pasivní snímače

Všechny snímače, které nevyžadují zvláštní časování napájení/měření. Tyto snímače jsou také vzorkovány frekvencí 3 ms, protože vzorkování A/D převodníku je paralelní a tudíž musí podporovat časování vyžadované aktivními snímači.

Mezi pasivní snímače patří:

- dotykový snímač
- světelný snímač dodávaný se NXT sadou
- zvukový snímač
- teplotní snímač

Digitální snímače

Všechny snímače používající I²C komunikaci. Obsahují externí micro-controller. Informace o I²C komunikaci byly uvedeny v předchozí podkapitole.

Mezi digitální snímače patří:

- ultrazvukový snímač

2.2.1 Dotykový snímač

Dotykový snímač reaguje na stlačení nebo uvolnění jeho stlačitelné části, což způsobuje spojení či rozpojení elektrického obvodu. Výstupem je tedy změna napětí při spojení nebo rozpojení obvodu. Tento snímač umožňuje robotovi reagovat např. na náraz do překážky v jeho okolí.



Obr. 2.12 – Dotykový snímač [LEGO®]

2.2.2 Světelný snímač

Světelný snímač umožňuje robotovi reagovat na změnu intenzity světla, případně na různé barvy světelného záření. Obsahuje také vlastní zdroj světla (IR LED diodu), jenž lze podle potřeby softwarově zapnout nebo vypnout. Je tedy možné měřit buď odraz světla generovaného LED diodou, nebo jen intenzitu světla z okolí (0 – 100%). Tento senzor tedy umožňuje robotovi reagovat na intenzitu odraženého světla od různých povrchů (např. různé barvy), anebo vnímat úroveň intenzity osvětlení v jeho okolí.



Obr. 2.13 – Světelný snímač [LEGO®]

2.2.3 Ultrazvukový snímač

Ultrazvukový snímač slouží k měření vzdálenosti, čímž usnadňuje robotovi orientaci v prostoru, zejména při vyhýbání se překážkám. Umožňuje také reagovat na pohyb. Snímač má dosah až 255 cm s přesností ± 3 cm. Skládá se z vysílače a přijímače ultrazvukového signálu. Ultrazvukový snímač pracuje na principu měření času, jež trvá vyslané zvukové vlně k dosažení překážky a návratu zpět. Měření vzdálenosti je nejspolehlivější pokud se jedná o překážku s plochou stěnou větších rozměrů. Malé a zaoblené předměty se měří obtížněji.



Obr. 2.14 – Ultrazvukový snímač [LEGO®]

2.2.4 Zvukový snímač

Zvukový snímač zaznamenává akustický tlak. Pomocí něj může robot měřit úroveň hlasitosti zvuku. Pro podání dobrých výsledků měření je lépe používat tento snímač v klidném prostředí tak, aby nedocházelo k rušení okolním hlukem. Zvukový snímač je schopen měřit úroveň hlasitosti zvuku do 90dB, přičemž hodnoty jsou zobrazovány v procentech jeho rozsahu (0-100%).



Obr. 2.15 – Zvukový snímač [LEGO®]

2.3 Motory

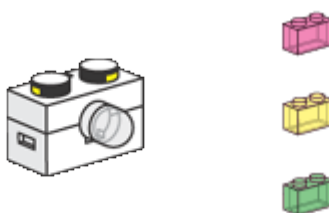
Stavebnice disponuje třemi servomotory, které umožňují pohyb robota. Motory jsou vybaveny vestavěnými rotačními senzory umožňujícími přesnější pohyb robota. Jedno otočení odpovídá 360°, přičemž udávaná přesnost měření je $\pm 1^\circ$. Softwarově lze dva motory synchronizovat tak, aby se robot pohyboval rovně. Pomocí rotačního snímače a měření otáček je možné robota naprogramovat, aby ujel přesně zadanou vzdálenost. Na obrázku vpravo si můžete prohlédnout systém vnitřního uspořádání motoru.



Obr. 2.16 – Motor a jeho vnitřní uspořádání [LEGO®]

2.4 Lampy

Souprava 9797 ve verzi Education obsahuje tři světelné kostky. Napájecí napětí kostek je 9V a stálý proudový odběr 30 mA. Pro připojení k NXT kostce je zapotřebí vodič s redukcí (vodič je součástí balení). Součástí soupravy jsou také snímatelné průsvitné kostky, červená, zelená a žlutá.



Obr. 2.17 – Lampa a průsvitné kostky

2.5 Možnosti programování NXT kostky

Pro stavebnice LEGO MINDSTORMS se nabízí celá řada možností jejich programování. Výběr vhodného prostředí a konkrétního programovacího jazyka záleží jen na znalostech programátora a na účelu použití. Nejjednodušší způsob programování NXT kostky umožňuje software dodávaný přímo se stavebnicí. Tento software s grafickým prostředím nabízí připravené bloky, pomocí nichž lze sestavit celý program v jazyce NXT-G. Existuje však spousta dalších prostředí a programovacích jazyků, které lze pro práci s NXT jednotkou použít. V této části si uvedeme stručný přehled některých z dostupných programovacích jazyků.

Na začátek je dobré ještě poznamenat, že některé z jazyků vyžadují nahrazení původního firmwaru NXT kostky firmwarem určeným pro dané programovací prostředí. Potřebný firmware lze obvykle stáhnout z webu vydavatele příslušného softwaru nebo přímo od výrobce NXT.

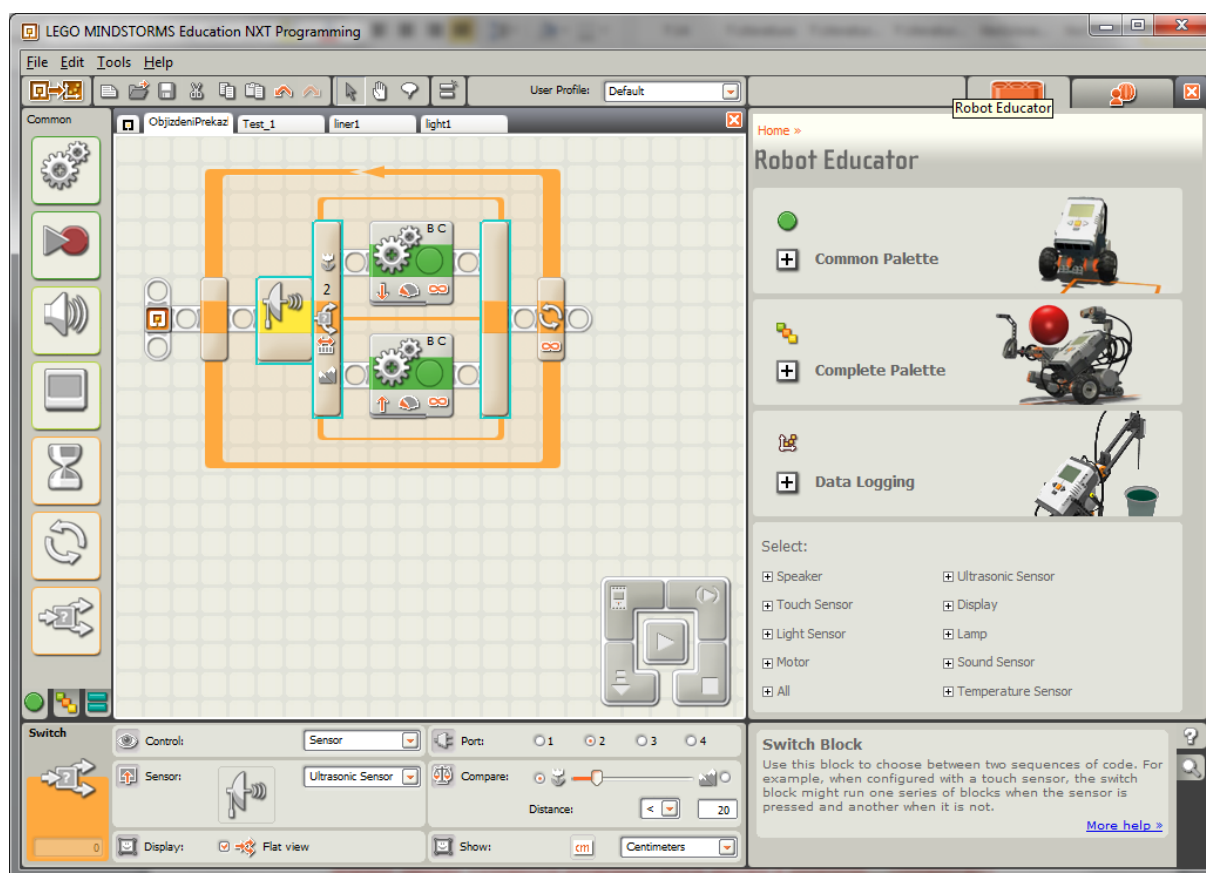
Programovací prostředí:

- NXT Software
- RoboLab
- LabVIEW
- BricxCC
- RobotC
- LoJOS-NXJ
- Microsoft Robotics Studio
- MATLAB a Simulink

Programovací jazyky:

- NXT-G
- NBC (Next Byte Code)
- NXC (Not eXactly C)
- C, C++, C#
- Java
- Python

Na obrázku obr. 2.18 je možné si prohlédnout grafické prostředí NXT Software dodávaného spolu se stavebnicí. Prostředí je poměrně přehledné a velice intuitivní. Nabízí také bohatou nápovědu se spoustou ukázkových příkladů.



Obr. 2.18 – NXT Software



Další zdroje

EDUXE, LEGO Educational Division v ČR, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z URL <<http://www.eduxe.cz/>>

LEGO, LEGO® Education, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z WWW <URL: <http://www.legoeducation.us/global.aspx>>

LEGO mindstorms, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z WWW <URL: <http://mindstorms.lego.com/eng/default.aspx>>

Extreme NXT, Philo's Home Page, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z WWW <URL: <http://www.philohome.com/>>

Mindstorms NXT Review, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z WWW <URL: <http://mindstormsnxt.blogspot.com/>>

3 DALŠÍ PRVKY A DOPLŇKOVÁ SOUPRAVA

V této kapitole se podíváme na soupravu doplňkových dílů 9695, další snímače a prvky, které nejsou součástí základní soupravy. Tyto součásti je možné k základní soupravě přikoupit a rozšířit tak její možnosti. Zaměříme se na prvky, které mají studenti v rámci předmětu k dispozici.



Čas ke studiu: 0,5 hodiny



Cíl: Po prostudování této kapitoly budete vědět

- ✚ Co nabízí doplňková souprava 9695.
- ✚ Jaké další vybavení lze k základní soupravě připojit.
- ✚ Jaká je nabídka dalších snímačů, jejich princip a použití.



Výklad

K základní soupravě lze dokoupit i různé doplňkové soupravy. V našem případě mají studenti k dispozici soupravu doplňkových dílů s produktovým označením 9695, která je doplňkem základní soupravy 9797 LEGO MINDSTORMS Education. Souprava 9695 obsahuje spoustu dalších konstrukčních dílů (pásky, kola, speciální spojky, šneková kola, hřídele a další). Celkem 817 součástek. V kombinaci se základní soupravou umožňuje konstruovat náročnější roboty s více funkcemi. Souprava 9695 byla vydána v srpnu roku 2010 a nahrazuje starší soupravu 9648 – Souprava technických dílů, která obsahovala 672 dílů.



Obr. 3.1 – Doplňková souprava 9695 [LEGO®]

3.1 Další snímače

Nejznámější společností zabývající se výrobou snímačů kompatibilních se systémy LEGO MINDSTORMS je americká společnost HiTechnic. Kromě celé řady snímačů nabízí také různé příslušenství pro tyto stavebnice. Snímače jsou podporovány softwarem LEGO MINDSTORMS Education NXT od verze 1.1. V NXT kostce pak musí být nahrán firmware verze 1.05 a vyšší. Pro používání snímačů HiTechnic je třeba do programovacího software doinstalovat NXT G-bloky. Ty je možné stáhnout zdarma ze stránek výrobce. Dále uvedené snímače jsou všechny vyrobeny firmou HiTechnic s výjimkou barevného snímače (ten dodává přímo firma LEGO).

3.1.1 Barevný snímač

NXT Color Sensor je schopen vykonávat tři různé funkce. Funguje buď jako barevný snímač rozlišující celkem šest barev (černá, modrá, zelená, žlutá, červená, bílá). Dále může být použit jako světelný snímač detekující intenzitu světla (jak odraženého, tak okolního). Ale také pracuje jako barevná lampa vyzařující červené, zelené nebo modré světlo.



Obr. 3.2 – Barevný snímač [HiTechnics]

3.1.2 Gyroskopický snímač

NXT Gyro Sensor obsahuje jednoosý gyroskopický snímač, který detekuje rotaci a vrací hodnotu reprezentující počet stupňů za sekundu rotace a také indikuje směr rotace. Gyro snímač měří až $\pm 360^\circ$ za sekundu rotace. Stupeň rotace může být čten přibližně 300x za sekundu. Umožňuje stavět roboty, kteří mohou udržovat rovnováhu při svém pohybu nebo provádět další funkce při kterých je měření rotace nezbytné. Osa měření je vedena ve svislé rovině s gyroskopem umístěným černým krytem nahoru (viz obrázek). Snímač je analogový.



Obr. 3.3 – Gyroskop [HiTechnics]

3.1.3 Akcelerometr

NXT Acceleration / Tilt Sensor měří zrychlení ve třech osách x, y, z. Zrychlení je měřeno v rozsahu $-2g$ až $+2g$ se členěním přibližně 200 hodnot na g. Výstupní rozsah snímače je tedy ± 400 hodnot. Měření zrychlení je obnovováno přibližně 100x za sekundu pro každou osu. Osy akcelerometru jsou označeny na obrázku.



Obr. 3.4 – Akcelerometr [HiTechnics]

3.1.4 Kompas

NXT Compass Sensor je digitální kompas, který měří magnetické pole země a na výstupu dává hodnotu reprezentující aktuální směr. Tato hodnota je vypočtena s přesností na 1° a vrácena jako číslo od 0 do 359. Snímač aktualizuje hodnotu 100x za sekundu. Snímač může pracovat ve dvou režimech, čtecí nebo kalibrační. Ve čtecím režimu vypočítává aktuální směr a vrací hodnotu potřebnou k vykonávání programu. V režimu kalibrace může být snímač kalibrován ke kompenzaci magnetického pole rušivých zdrojů (např. motory a baterie), čímž se udržuje maximální přesnost.



Obr. 3.5 Kompas [HiTechnics]

3.1.5 Snímač pro vyhledávání IR signálu

NXT IRSeeker je snímač detekující infračervené signály z různých zdrojů (např. dálkový ovladač, denní světlo a další). Primárně je však tento snímač určen k realizaci fotbalu robotů v kombinaci s HiTechnic IR fotbalovým míčem. Zorné pole snímače je 240° . Hodnoty indikované snímačem můžete vidět na obrázku. Hodnota 1 udává, že je zdroj IR signálu vlevo a za snímačem, hodnota 5 znamená, že zdroj je v přímém směru před snímačem a hodnota 9 je poloha vpravo a za snímačem. Pokud není nalezen žádný IR signál, vrací hodnotu 0.



Obr. 3.6 – Snímač pro vyhledávání IR signálu [HiTechnics]

Snímač nabízí dva režimy: modulovaný (AC) a nemodulovaný (DC). V modulovaném módu snímač detekuje modulované IR signály, jako jsou ty z HiTechnic IR míče nebo některé dálkové ovladače. V nemodulovaném režimu snímač odfiltruje většinu ostatních IR signálů ke snížení rušení například od světla nebo slunce. Snímač je nastaven na obdélníkové signály o frekvenci 1,2kHz. V nemodulovaném režimu snímač detekuje nemodulované IR signály například starší typy IR míčů a sluneční světlo.

3.2 Přídavné prvky

Ke stavebnicím LEGO Mindstorms lze pořídit také různé příslušenství, mezi které patří například multiplexy pro snímače nebo motory, soupravy pro tvorbu vlastních snímačů, příslušenství pro realizaci robotického fotbalu atd.

3.2.1 IR fotbalový míč

HiTechnic Infrared Electronic Ball je určen pro robotický fotbal. Vyžaduje kombinaci se snímačem pro vyhledávání IR signálu. Dobře vyvážený míč o průměru 75 mm obsahuje 20 IR LED diod, slepá poloha je tedy vyloučena. Splňuje technické požadavky soutěže RoboCup Jr. Napájení zajišťují čtyři AAA mikrotužkové články.



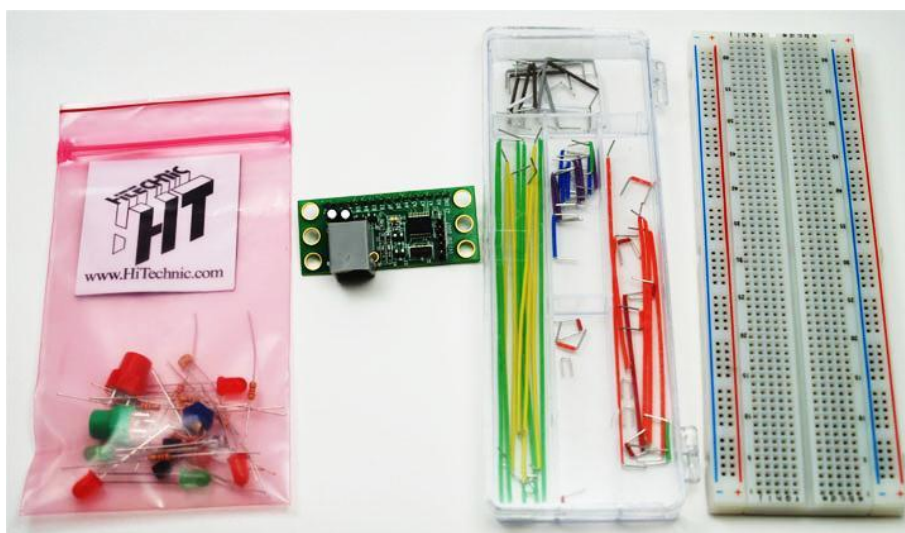
Obr. 3.7 – IR fotbalový míč [HiTechnics]

3.2.2 Experimentální souprava

HiTechnic Experimenter's Kit slouží pro tvorbu vlastních snímačů a elektronických obvodů řízených NXT programy. Příložená uživatelská příručka obsahuje instrukce k sestavení vzorových příkladů elektrických obvodů.

Souprava obsahuje následující:

- sadu součástek
- HiTechnic prototypovou napájecí desku
- napájenou pokusnou desku 165 x 55 mm
- sadu spojovacích drátků obsahujících 70 drátků
- HiTechnic experimentální příručku (pdf)
- Vzorové programy pro každý experiment napsané v NXT-G, LabView, NXC, RobotC



Obr. 3.8 – Experimentální souprava [HiTechnics]

3.2.3 Multiplex

HiTechnic Sensor Multiplexer umožňuje připojení až čtyř snímačů k jednomu portu NXT kostky. Disponuje čtyřmi vstupními porty a jedním výstupním. Připojení se provádí standardním NXT kabelem jako u ostatních snímačů. Multiplexer používá vlastní napájení zvláštním bateriovým boxem pro standardní 9V baterii k poskytnutí adekvátního výkonu pro každý připojený snímač. Podporován je velký rozsah digitálních i analogových snímačů.

Podporované snímače

- LEGO Ultrasonic Sensor
- LEGO Light Sensor
- LEGO Touch Sensor
- HiTechnic Compass Sensor
- HiTechnic Color Sensor
- HiTechnic Gyro Sensor
- HiTechnic IRSeeker
- HiTechnic Acceleration Sensor
- HiTechnic Prototype Sensor
- HiTechnic Color Sensor V2 Sensor
- HiTechnic IRSeeker V2
- HiTechnic IR Receiver
- HiTechnic EOPD Sensor



[HiTechnics]

3.2.4 Síťový adaptér

K nabíjení lithiové baterie slouží síťový DC adaptér s produktovým označením 8887. Výstupní parametry adaptéru: 10V, 700mA.



Obr. 3.9 – Síťový adaptér [LEGO®]



Další zdroje

HiTechnics, HiTechnic Products, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z WWW < URL: <http://www.hitechnic.com/>>

4 PROSTŘEDÍ NXT-G



Čas ke studiu: 4 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete

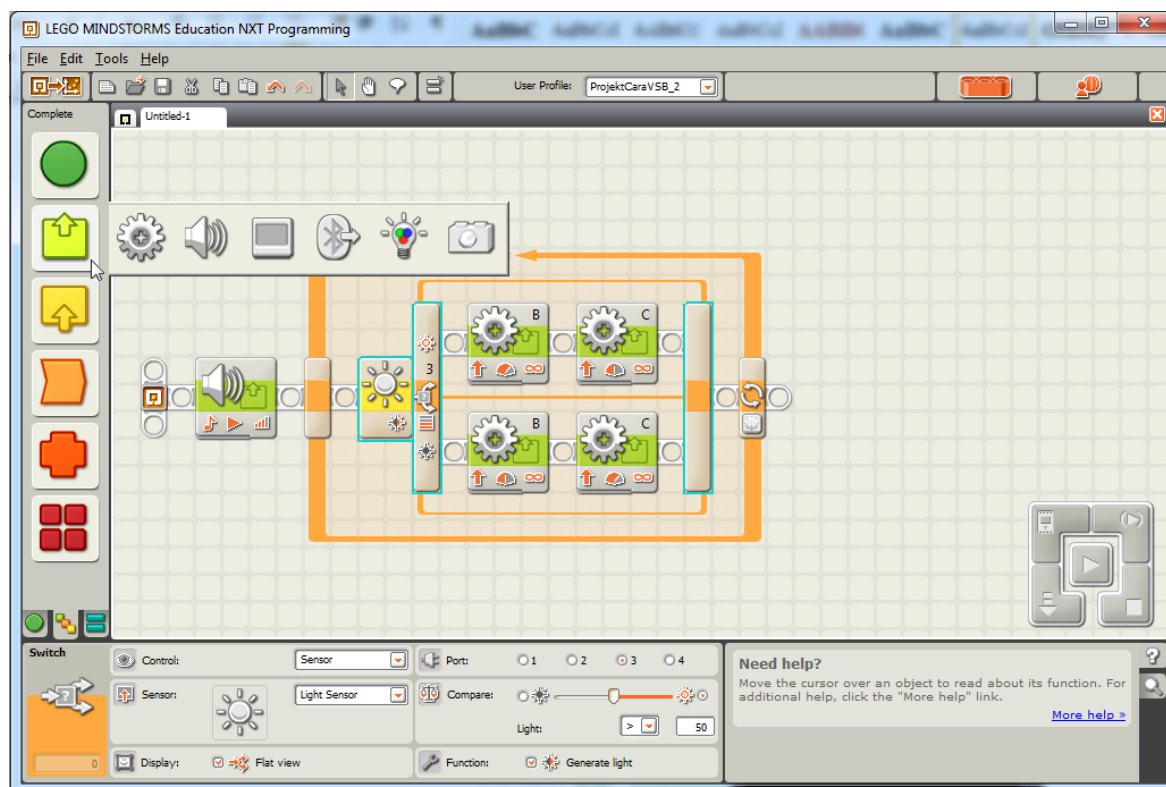
- obecně seznámeni s prostředím NXT-G
- schopti provést instalaci prostředí NXT-G
- znát strukturu projektu NXT-G
- znát základní nástroje a prvky prostředí



Výklad

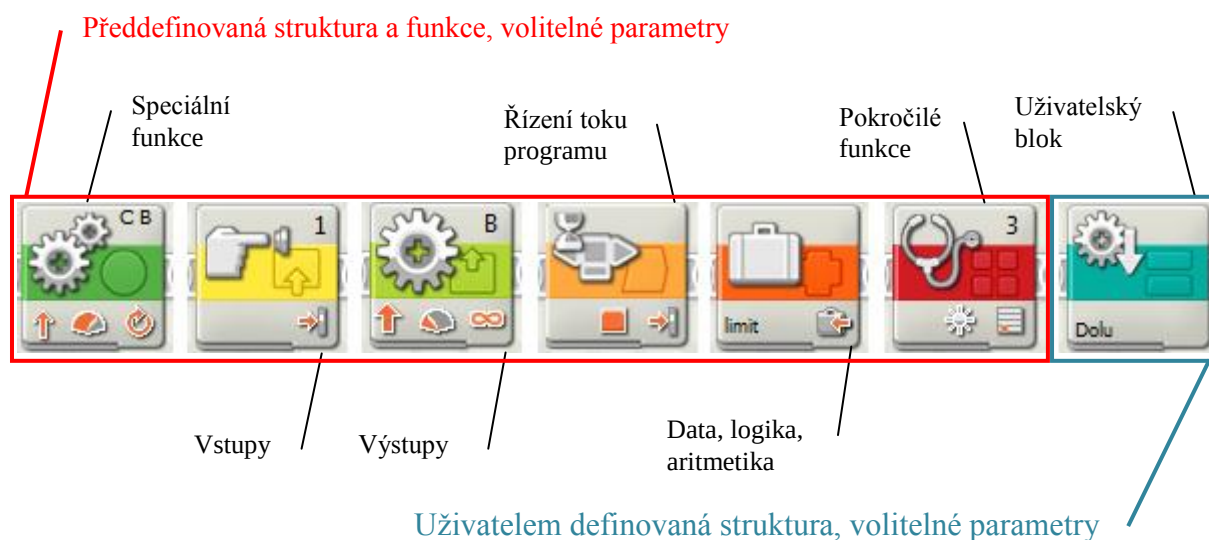
Stavebnice Lego Mindstorms je celosvětově oblíbenou pedagogickou pomůckou se kterou se lze setkat jak na základních, tak zejména na středních a vysokých školách. Je využívána k výuce základů i pokročilých metod z oblasti programování, robotiky ale taky týmové spolupráce. Základem stavebnice je řídicí jednotka založená na 8 bitovém procesoru ARM, vybavená rozhraními pro připojení k PC a pro připojení vstupních a výstupních zařízení jako jsou motory a senzory. Cílem těchto skript určených jako je podpora interaktivní výuky předmětu Technické výpočty s využitím výukové stavebnice LEGO Mindstorms. Čtenář se v nich seznámí se základním vývojovým prostředím s názvem NXT-G.

V této úvodní kapitole se seznámíme s vývojovým prostředím NXT-G, které souží k blokovému programování řídicí jednotky NXT ze stavebnice LEGO Mindstorms®. Toto prostředí umožňuje intuitivní formou vytvářet jednoduché programy, dostatečné k pochopení základních algoritmů. Jako první krok výuky bude v těchto skriptech popsána instalace prostředí, ovladačů a způsob připojení jednotky NXT k počítači přes USB a bezdrátové Bluetooth, aby bylo možné během studia toto prostředí použít.



Obrázek 4-1 Prostředí NXT-G

Vývojové prostředí NXT-G vytvořené společností National Instruments, slouží k jednoduchému blokovému programování řídicí jednotky NXT. Částečně vychází z profesionálního vývojového prostředí LabView od společnosti National Instruments a má s ním společné prvky, některé na první pohled viditelné. Stejně jako v LabView je program tvořený schématem složeným z jednotlivých funkčních bloků představujících funkce a objekty, umístěných na sekvenční linii, jenž určuje směr toku programu. Na rozdíl od LabView má ale každý takový blok má pevně danou strukturu a nastavitelné parametry ovlivňující jeho funkci a chování. Mimo ně lze z již existujících bloků vytvářet bloky vlastní, tzv. uživatelské bloky. Bloky jsou rozděleny do sedmi barevně oddělených skupin podle své funkce.



Obrázek 4-2 Druhy funkčních bloků

Hlavní výhoda a současně nevýhoda tohoto prostředí je jeho jednoduchost. Umožňuje velmi rychlé zvládnutí i začátečníkem bez znalostí jiných programovacích jazyků a také velmi rychlou tvorbu jednoduchých sekvenčních programů. Na druhou stranu, programátor neví nic o struktuře a vnitřním chování použitých bloků a nemůže ji nijak ovlivnit. Dále pak prostředí neumožňuje ladění programu a matematické operace a práce s proměnnými a konstantami je zdlouhavá.

Tabulka 4-1 Vlastnosti prostředí NXT-G

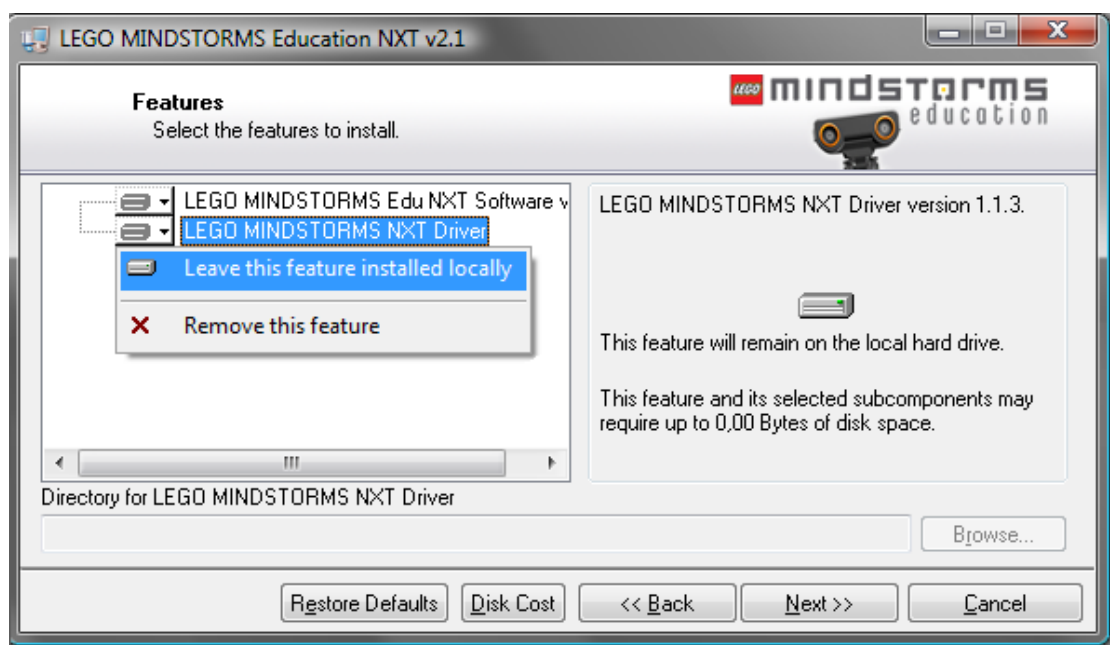
Prostředí NXT-G podporuje:	Prostředí NXT-G nepodporuje:
sekvenční blokové programování	ladění programu, krokování
více-vláknové programování	ovlivnění vnitřního chodu bloků
základní matematické a logické funkce	reakce a události
proměnné a konstanty	rekurentní programování
vytváření uživatelských bloků	
bloky komponent LEGO a připojení dalších bloků	
připojení jednotek přes USB a Bluetooth, správa paměti jednotky	

Rekurentní programování je takový typ programování, ve kterém může funkce volat další instanci sebe sama. V prostředí NXT-G by to představovalo možnost vložení uživatelského bloku do sebe sama. Tento styl sice řeší mnohé problémy, je však mnohem složitější a nebezpečnější. Hrozí nekonečné zacyklení, přetečení paměti a podobně, což jsou časté chyby ve studentských programech v jazycích, které toto umožňují. NXT-G tedy nedovolí vkládat bloky samy do sebe.

4.1 Instalace prostředí

K instalaci je potřeba přibližně 650 MB volného místa na pevném disku a 32 nebo 64 bitový operační systém Windows XP nebo novější. Instalaci se provedete následujícím způsobem:

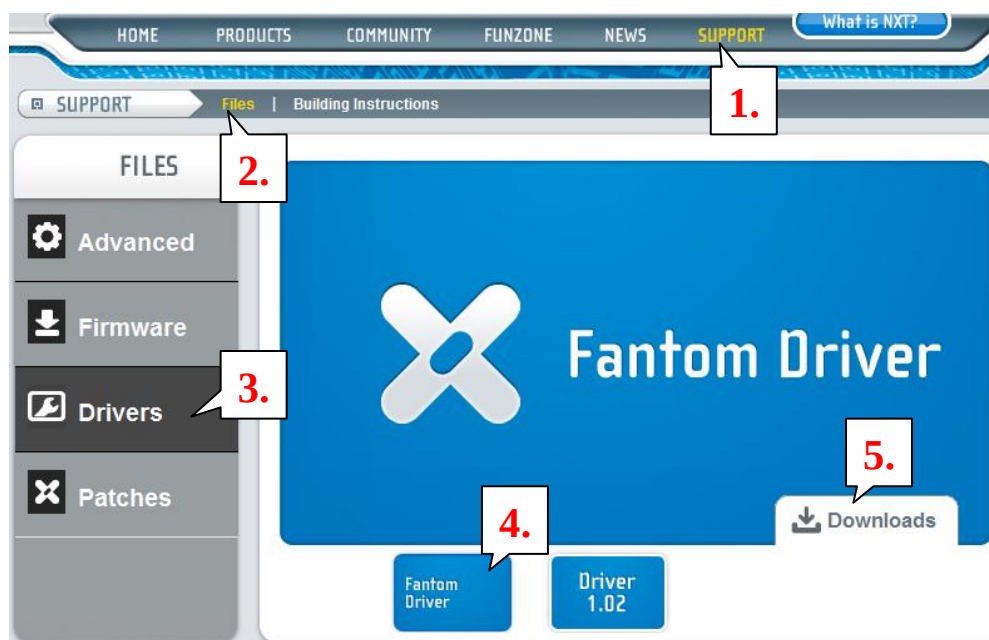
1. Pro vyvolání instalačního menu vložte CD Lego Mindstorms NXT, nebo ze složky s instalačním balíkem spusťte průvodce instalací souborem Autorun.exe.
2. Zvolíme jazyk (English) a v dalším okně zadejte Next pro pokračování.
3. Následuje okno komponent. Jsou zde dvě položky, NXT software a Driver (ovladač). Ovladač není nutné instalovat, pokud se chystáte nainstalovat novější verzi. Pro instalaci musí být položky v režimu „leave this feature installed locally“. Kliknutím na tlačítko Next se spustí instalace na disk C.



Obrázek 4-3 Okno komponent průvodce instalací

Instalace ovladače

Následující popis vychází z aktuální verze oficiální stránky Lego Mindstorms. Je zde uveden kvůli nižší přehlednosti těchto stránek. Pro instalaci jiného ovladače je třeba stáhnout příslušný instalační soubor ze stránek na adrese: <http://mindstorms.lego.com>



Obrázek 4-4 Výřez ze stránky LegoMindstorms v kategorii podpora.

1. Na stránce naleznete odkaz s názvem Support, vyberte jej.
2. Zvolte odkaz „Files“. Objeví stránka s nabídkou souborů ke stažení.
3. Zvolte odkaz „Drivers“, který vede k ovladačům.
4. Zde je na výběr verze ovladače Fantom Driver a Driver 1.02. Zvolte Fantom Driver, který je novější. Druhou variantu jen v případě problémů s kompatibilitou.
5. Po kliknutí na záložku „Downloads“ se zobrazí tlačítka pro stáhnutí PC a MAC verze ovladače.

Po stažení ovladače spusťte instalační soubor. Průvodce instalací je stejný jako u instalace prostředí NXT-G.

4.2 Struktura projektu

Nyní když máme prostředí nainstalováno, můžeme se s ním blíže seznámit. Prvním krokem bude pochopení struktury projektu v NXT-G. Základem každého projektu je v prostředí NXT-G tzv. profil. Profil je reprezentován složkou, která seskupuje programy a bloky vytvořené programátorem. Dále obsahuje systémové soubory a konfigurační data o v minulosti připojených jednotkách a nastavení prostředí. Profily jsou umístěny ve složce dle adresy:

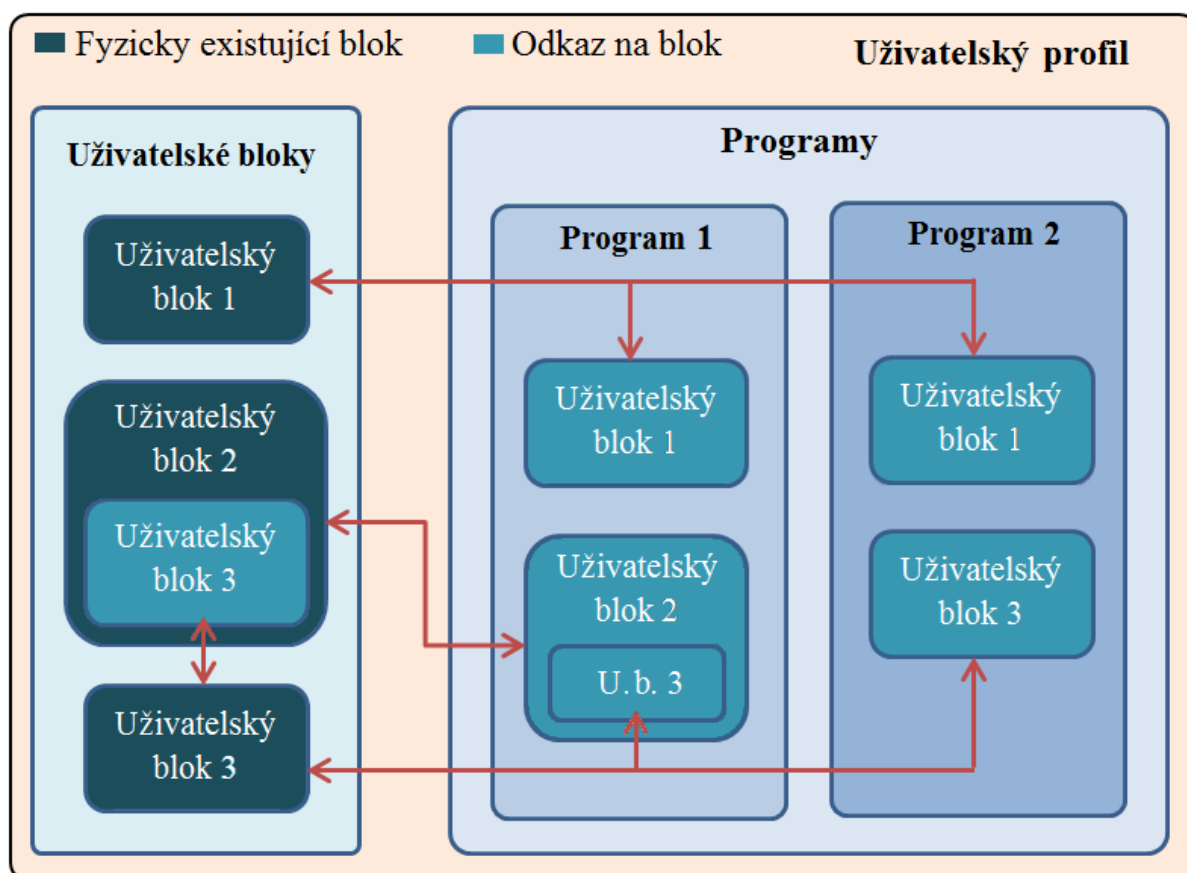
C:\user\Jméno_uživatele\Documents\LEGO Creations\MINDSTORMS Projects\Profiles

Nebo bráno relativně, na adrese:

Dokumenty\LEGO Creations\MINDSTORMS Projects\Profiles

Obrázek 4-1 představuje jeden uživatelský profil. Tento profil obsahuje pět souborů s programovými schématy. Z čeho se skládají programová schémata, si povíme v následujících kapitolách. Nyní se zaměříme pouze na soubory tvořící projekt. Ty jsou

rozděleny do dvou skupin – programy a uživatelské bloky. Fyzický rozdíl mezi programem a uživatelským blokem je v podstatě pouze umístění ve složce profilu a nezbytná ikona bloku.



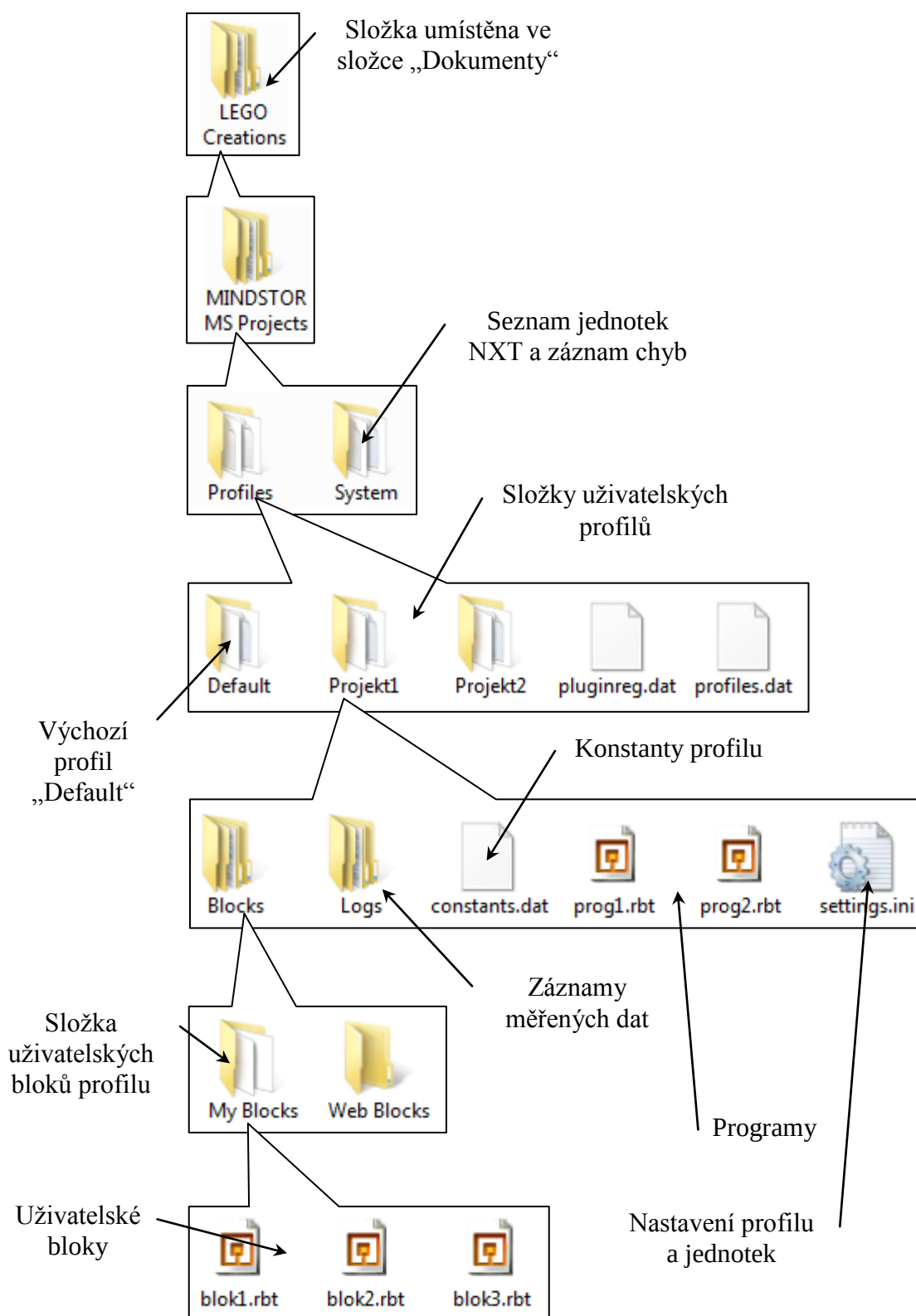
Obrázek 4-5 Struktura profilu

Platí zde několik pravidel:

1. Každý program nebo jeho část lze převést na uživatelský blok.
2. Každý uživatelský blok lze spustit jako program.
3. Blok je zapouzdřený program, vnořený do jiného programu nebo bloku.
4. Do programu se nevkládají kopie bloků ale pouze odkazy na ně.

Z posledního bodu vyplývá, že jakákoliv změna uvnitř uživatelského bloku se projeví v rámci celého profilu a tedy ve všech schématech (blocích a programech), které tento blok obsahují a zkompilují se po provedení změny. To platí i pro schémata umístěná mimo tento profil.

Na obrázku (Obrázek 4-6) je zobrazena struktura složek projektu. Ze zobrazených složek jsou pro nás důležité pouze složky „Profiles“ obsahující složky profilů a v nich umístěné složky s názvem „My Blocks“ obsahující uživatelské bloky.



Obrázek 4-6 Struktura složek projektu NXT-G

Jak už bylo psáno, fyzicky se program a blok liší pouze umístěním ve složce projektu a ikonou, která je však nezbytná pro umístění bloku do pracovní plochy. NXT-G není kvůli nepřítomnosti ikony chopen jednoduše převést programy na bloky přesunem programu do

složky *My Block*. K převodu programu na schéma je třeba použít nástroj na tvorbu bloku. Pozor! Při použití tohoto nástroje nebudou zachovány nepoužité proměnné. Tvorba bloků a práce s proměnnými bude popsána v dalších kapitolách.

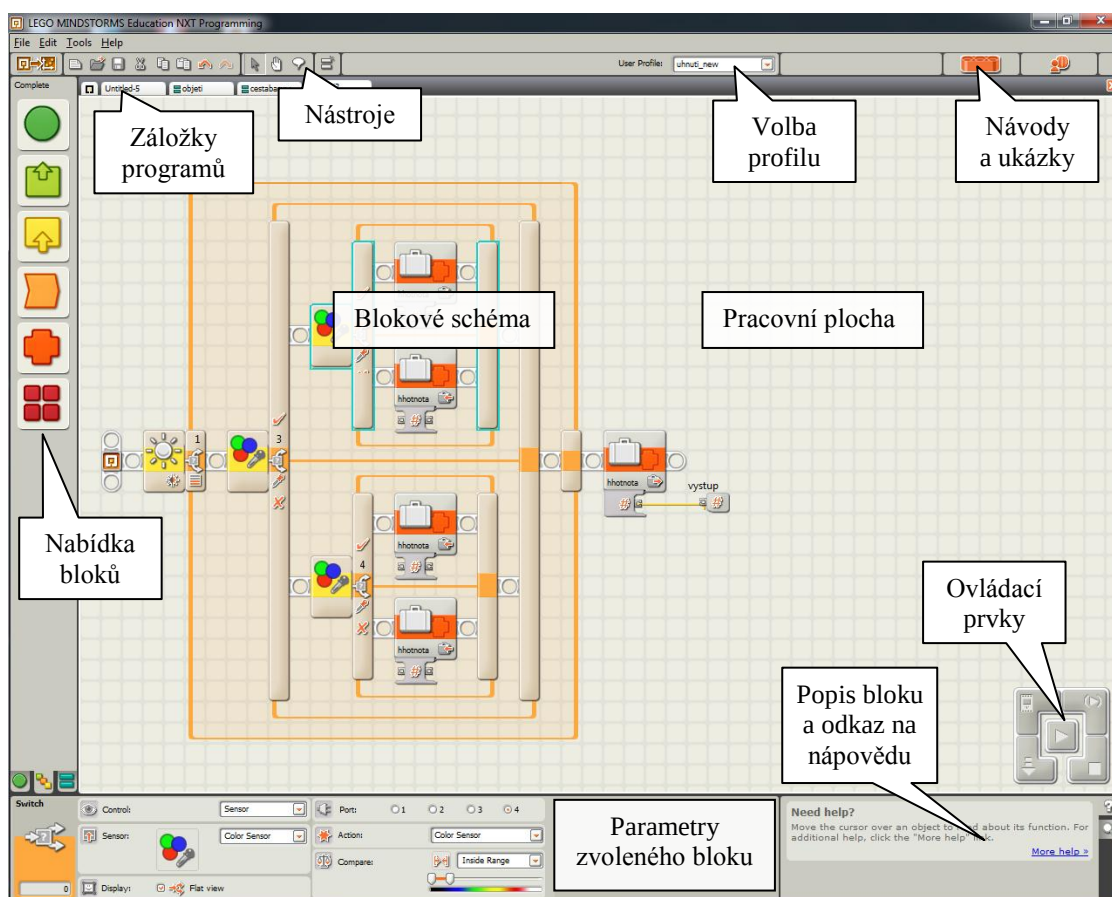
V následující tabulce Tabulka 4-2 Obrázek 4-2 jsou uvedeny typy souborů prostředí NXT-G. Povšimněte si, které soubory jsou jedinečné pro každý profil a které jsou společné pro všechny.

Tabulka 4-2 Typy souborů ve projektu NXT-G

Typ souboru	Editace	Popis
*.rbt	NXT-G	Tyto soubory obsahují schémata programů. Podle jejich umístění se jedná o hlavní programy nebo uživatelské bloky.
*.rbtx	NXT-G	Distribuční balík. Soubor je archiv obsahující veškerá potřebné soubory a zdroje potřebné ke spuštění.
Settings.ini	Text	Soubor obsahuje adresu složky profilu, adresy posledních otevřených souborů a identifikaci v minulosti připojených jednotek. Pokud došlo ke změně umístění (např. jiné PC) přepište adresu u položky „Data Directory=“
Profiles.dat	Ne	Jedná se o binární soubor obsahující informace o profilech.
Pluginreg.dat	Ne	Systémový soubor obsahující informace o komponentách.
Constants.dat	Ne	Binární soubor obsahuje konstanty profilu. Pozor! Konstanty se korektně načítají pouze při přepnutí na správný profil a spuštění prvního souboru. Po změně konstant zavřete projekt a znovu otevřete.

4.3 Popis prostředí

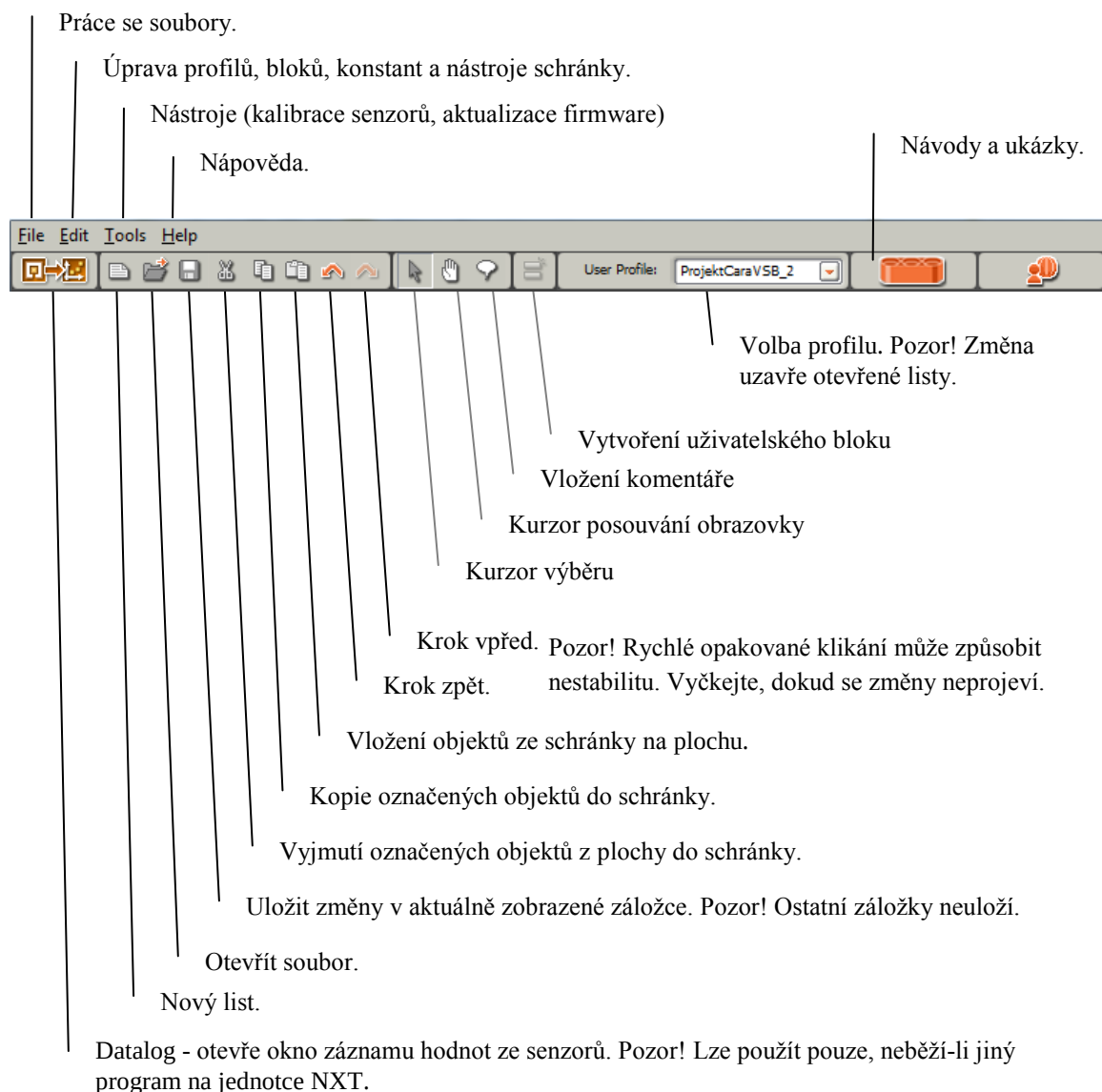
V této kapitole budou obecně popsány části, ze kterých se skládá prostředí NXT-G, ale také **důležité** poznámky k jeho ovládacím prvkům. Je vhodné poznamenat, že grafické rozhraní této aplikace využívá pouze levé tlačítko myši a mimo zadávání textových nebo číselných hodnot, není potřeba ani klávesnice. Pro výběr prvků není třeba na prvek kliknout, stačí na něj najet kurzorem. Na obrázku (Obrázek 4-7) je zobrazeno okno vývojového prostředí s otevřeným projektem obsahujícím blokové schéma. Jak je tedy na obrázku naznačeno, skládá se z následujících hlavních prvků:



Obrázek 4-7 Popis prostředí NXT-G

4.3.1 Nástroje

Prostředí NXT-G obsahuje sadu nástrojů, jejichž význam bude stručně popsán na obrázcích (Obrázek 4-8). Nástroje, které jsou důležité a vyžadují podrobnější popis, budou popsány v kapitolách týkajících se oblastí, jež tyto nástroje využívají. Začneme ikonami rychlého přístupu k nástrojům.

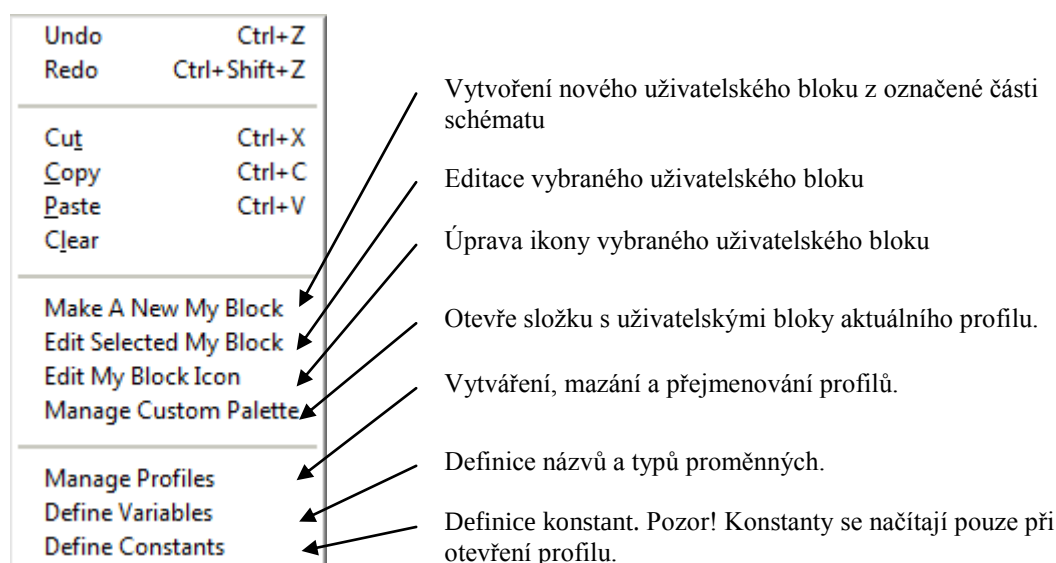


Obrázek 4-8 Nástroje NXT-G

Nástroje z nabídky *Edit* obsahují kromě klasických nástrojů typu „krok zpět“ nebo „kopírovat“ také nástroje pro editaci bloků, profilů, bloků proměnných a konstant, které budou podrobněji popsány v dalších kapitolách. K editačním nástrojům patří následující poznámky:

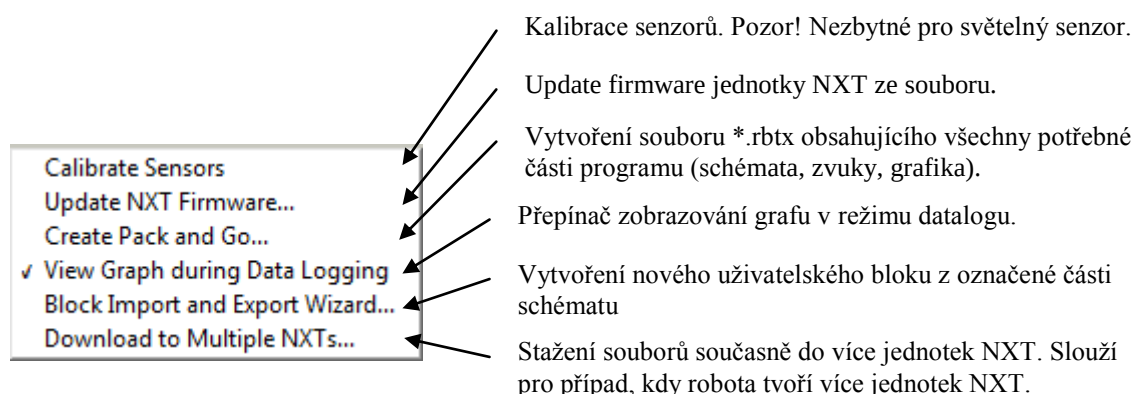
- Nástroje, které mění rozložení schématu, používejte opatrně. Vždy vyčkejte, až se aktuální změna projeví, než je nebo další nástroje použijete, jinak může dojít k pádu aplikace.
- Při vkládání zkopírovaných nebo vyjmutých objektů se vložené objekty umístí na místo, kde bylo naposledy kliknuto myší. Bloky zachovávají původní rozložení, ale zruší se mezi nimi spojení na sekvenční linii (bloky jsou šedé). Přesunem vybraných bloků na sekvenční linii se tyto bloky seřadí do linie v pořadí zleva doprava, jak jsou umístěny na ploše. Pokud jsou mezi bloky datové vazby, budou tyto vazby zachovány.

- Při vkládání bloků, zejména cyklů a větvení, občas dojde k chybě, kdy se vytvoří pod nebo poblíž bloku nadbytečná část sekvenční linie. Tu je nutné odstranit, jinak nebude možné schéma zkompileovat.



Obrázek 4-9 Nabídka nástrojů „Edit“

Nástroje z nabídky *Tools* jsou využívány méně, přesto jsou velmi důležité. Nejčastěji použijete nástroj *Calibrate Sensors*, který slouží k nastavení rozsahu senzorů, standardně mikrofonu a světelného senzoru.



Obrázek 4-10 Nabídka nástrojů „Tools“

4.3.2 Volba profilu

Seznam *User Profile*, slouží k volbě profilu v jiných prostředích nazývaných projektem. Profily obsahují vytvořené programy, uživatelské bloky a nastavení. K práci s profily se vztahují následující důležitá upozornění:

- Vždy mějte pro každý samostatný projekt nový profil. Výrazně to zpřehlední práci s vlastními bloky.
- Vyvarujte se práce s programy a uživatelskými bloky umístěných v rámci jiného profilu. Pokud jej použijete ve schématu, nedojde k jeho zkopírování, ale pouze

k vytvoření odkazu na něj. Jejich změnou v tomto bloku pak ovlivníte všechny objekty, které je využívají.

- Prostředí NXT-G dává přednost blokům z aktuálního profilu. Pokud aktuálně otevřené schéma z jiného profilu obsahuje uživatelský blok s názvem shodným s blokem v aktuálním profilu, bude použit blok z aktuálního profilu!
- Výběrem jiného než aktuálního profilu se uzavřou právě otevřené programy.

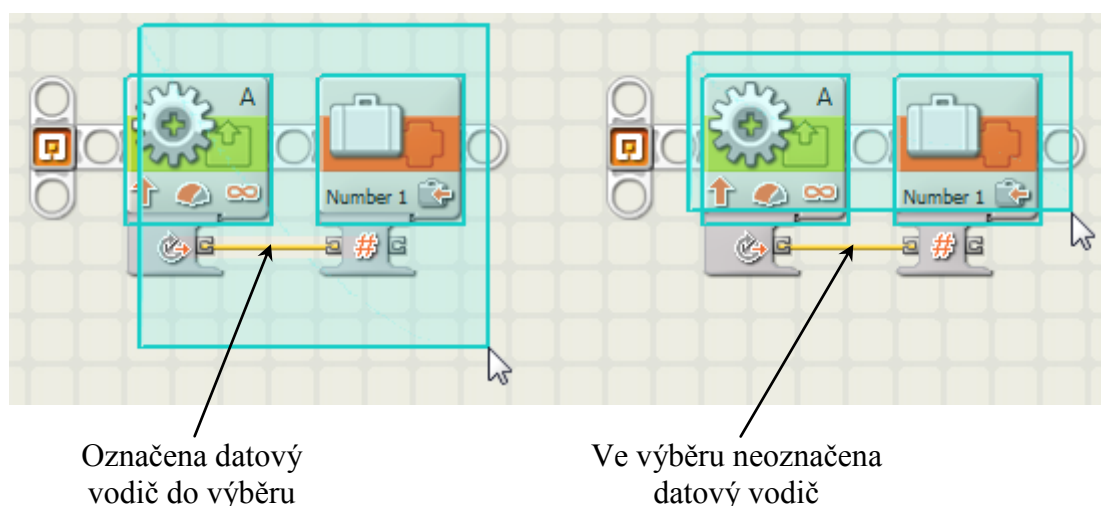
4.3.3 Pracovní plocha

Zabírá největší část prostředí a obsahuje šedou mřížku, jež slouží k zarovnávání bloků a sekvenčních linií. Pracovní plochu bohužel nelze oddálit a přiblížit, což je jedna z nepříjemných vlastností prostředí NXT-G. K posunu plochy slouží nástroj „ruka“ zobrazená na obrázku (Obrázek 4-11) nebo směrové šipky na klávesnici.



Obrázek 4-11 Ikona nástroje „ruka“

Výběr více bloků na ploše se provádí držením klávesy „Shift“ a kliknutím nebo tažením kurzoru. Nyní si předběžně představíme datové vodiče, jež budou podrobně probrány v příslušné kapitole. Ty slouží předávání hodnot mezi bloky a stejně jako sekvenční linie působí zleva doprava, Levý konec je zdrojem dat a pravý příjemcem. Pokud chcete zachovat toto propojení datových vodičů mezi bloky při přesunu nebo kopírování, musíte tyto propojené bloky vybírat tažením kurzorem, protože pomocí „Shift“ nelze datové vodiče označit do výběru.



Obrázek 4-12 Označování objektů na ploše

Pokud zkopírujete do schránky některé objekty z pracovní plochy, ve schránce bude jejich kopie ve formě obrázku, který lze vložit např. do programu „Malování“. Tato operace však nefunguje opačným směrem. Kopírovat označené prvky na ploše lze i klasickou zkratkou „Ctrl“ + tažení na požadovanou pozici.

4.3.4 Záložky programů

Tyto záložky představují otevřená schémata, neboli programy a moduly. Do jednotky NXT se nahrává vždy schéma včetně jeho součástí, jehož záložka je právě zvolena, tzn. je aktivní. Toto však neplatí obráceně! Pokud je zvolené schéma součástí jiného schématu, tento nadřazený program se nenahrává. Nahrávání jen části programu je častou chybou, jejích výsledkem je rychlé zaplnění paměti duplicitními komponentami programu. Mezi záložkami lze přepínat zkratkou „Alt“ + „Tab“.

4.3.5 Nabídka bloků

Nabídka bloků se skládá ze tří panelů přepínatelných kliknutím na záložku ve spodní části. V tomto bodě si představíme pouze jednotlivé panely, jejichž obsah si detailně popíšeme dále v kapitolách o jednotlivých blocích. Jedná se tedy o následující panely:

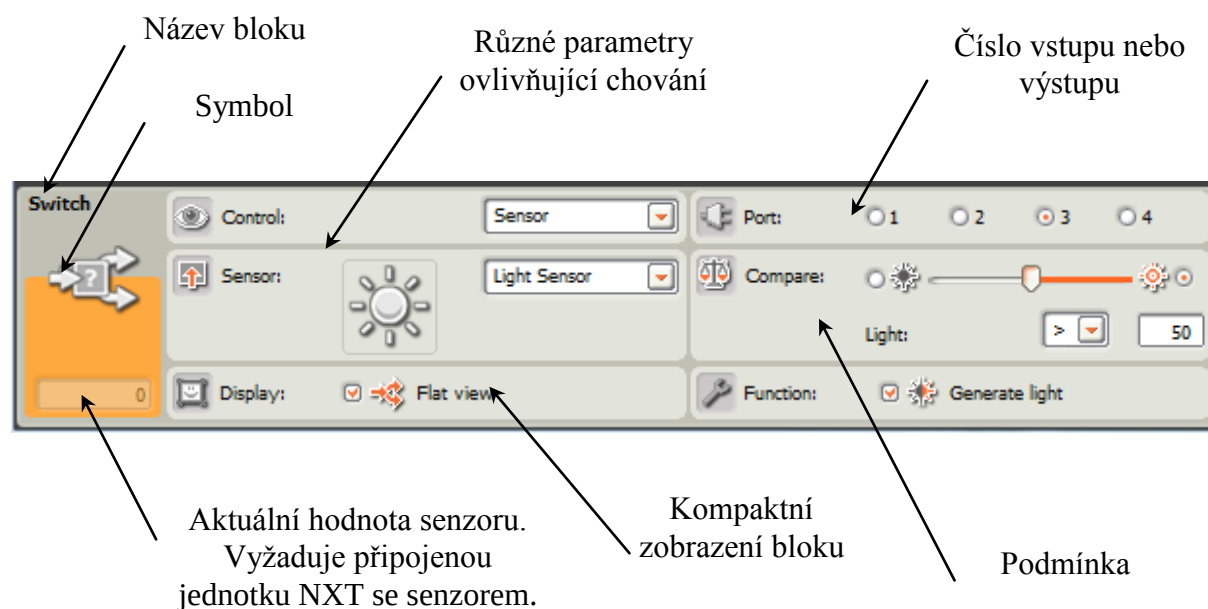
1. „Common“ představuje tzv. nejčastěji používané bloky.
2. „Complete“ obsahuje celou paletu vestavěných bloků rozdělených do šesti skupin podle funkce. Každá ikona po najetí kurzorem zobrazí nabídku bloků dané skupiny.
3. „Custom“ panel obsahuje dvě položky. Seznam uživatelských bloků „My blocks“ a seznam „Web downloads“, který trvale přeskočíme.



Obrázek 4-13 Panely s paletami bloků

4.3.6 Parametry bloků

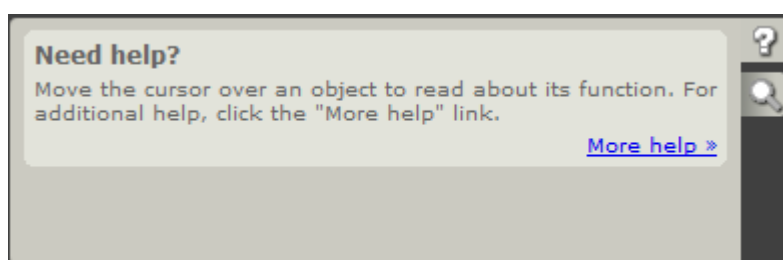
Kromě editace uživatelských bloků je jediný způsob, jak měnit chování funkčních bloků změnou jejich parametrů. Kliknutím na blok umístěný na pracovní ploše se zobrazí ve spodní části obrazovky panel s parametry bloku. Detailnější popis parametrů bloků bude v kapitolách o jednotlivých blocích.



Obrázek 4-14 Konfigurační panel funkčních bloků

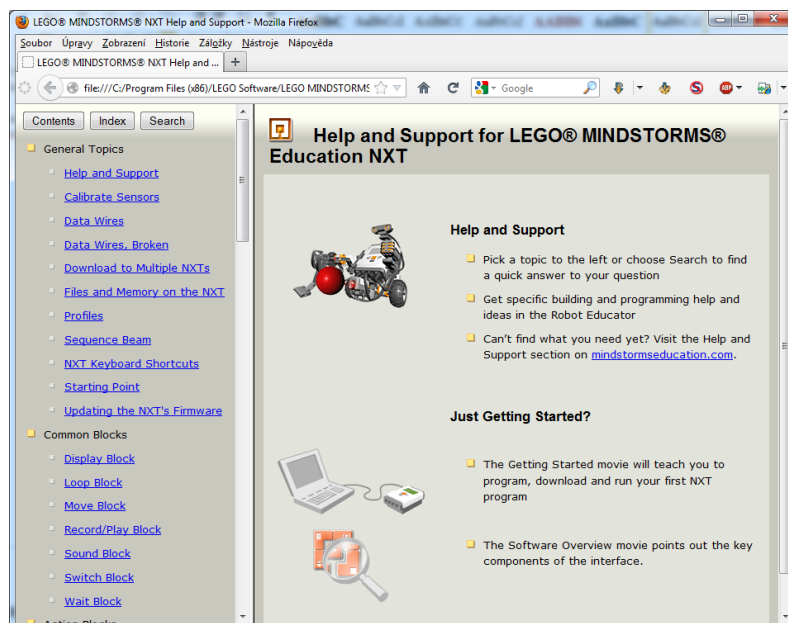
4.3.7 Popis bloku a odkaz na nápovědu

Ve spodní části obrazovky je umístěno pole pro nápovědu. Standardně zobrazuje odkaz na html nápovědu, na který když klikneme, otevře se okno prohlížeče. Tato nápověda je v angličtině a je velmi podrobná. Obsahuje popis všech standardních bloků a některých přidávaných, pokud jeho tvůrce soubory pro nápovědu dodal.



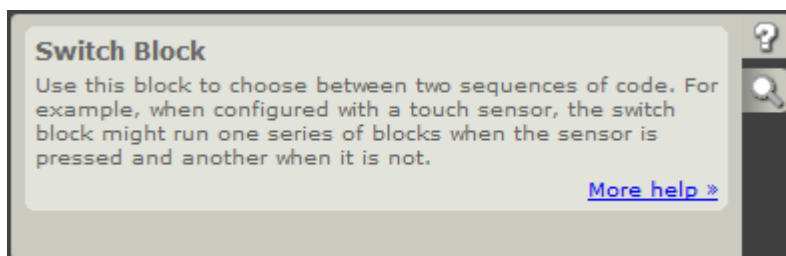
Obrázek 4-15 Panel nápovědy s obecným odkazem na nápovědu

Otevře se nám okno prohlížeče s lokálně umístěným souborem nápovědy, které má v levém rámci seznam dle kapitol, abecedy nebo vyhledávání klíčových slov a v pravé části rámec s textem nápovědy ke zvolenému tématu.



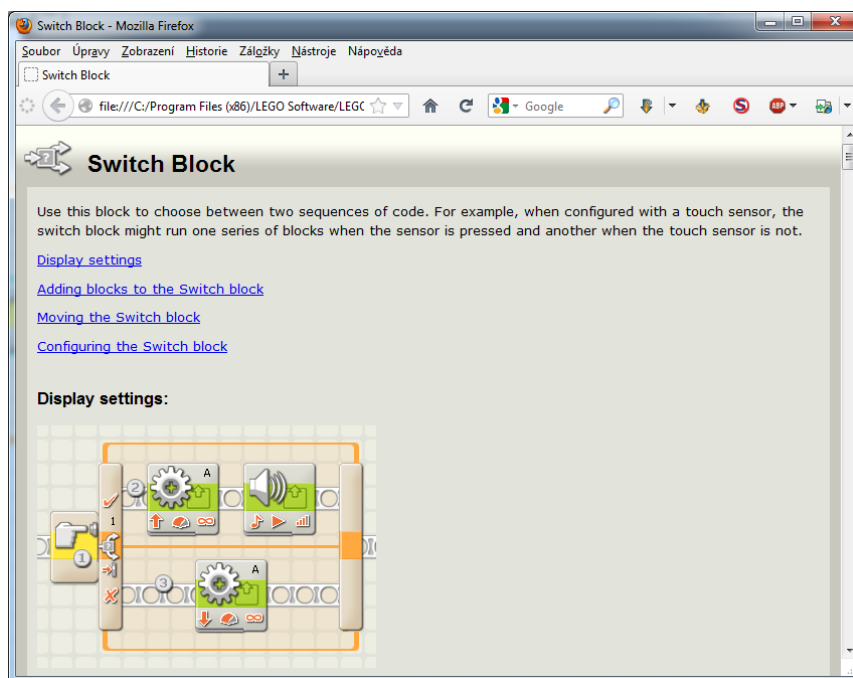
Obrázek 4-16 Úvodní okno HTML nápovědy

Pokud v prostředí NXT-G najedete kurzorem na některý blok umístěný na ploše a počkáte přibližně 2 sekundy, zobrazí se v pravém dolním rohu pole s anglickým textem popisujícím tento blok. Pokud chcete zobrazit podrobnou nápovědu, přejeďte kurzorem z bloku na modrý odkaz „More help“ aniž byste kurzorem zastavili na ploše nebo jiném objektu na déle než 2 sekundy.



Obrázek 4-17 Panel nápovědy s popisem zvoleného bloku

Kliknutím na odkaz „More help“ se nám otevře okno prohlížeče s příslušným tématem a odkazy na podkapitoly a příbuzná témata.



Obrázek 4-18 Okno HTML nápovědy ke zvolenému bloku

Na pravé straně panelu se nachází dvě záložky. Horní se symbolem otazníku slouží k zobrazování nápovědy. Spodní se symbolem lupy slouží k zobrazení náhledu schématu. Pokud jej zvolíme, bude se nám překreslovat na ploše panelu celé programové schéma včetně zvýrazněného aktuálně zvoleného bloku.



Obrázek 4-19 Panel nápovědy v režimu náhledu pracovní plochy

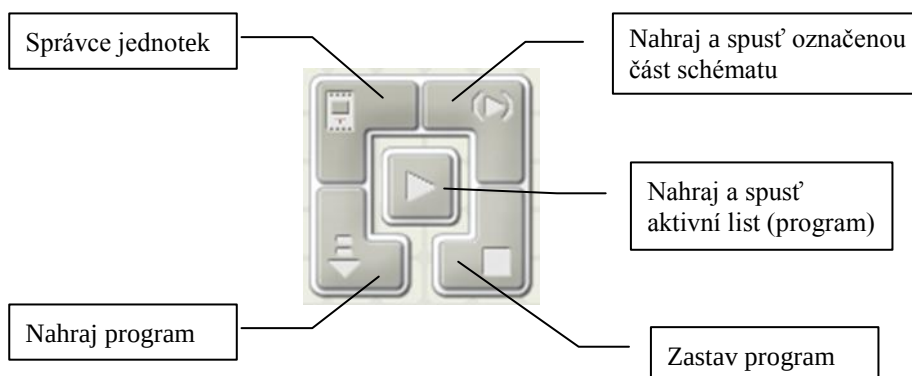
4.3.8 Ovládací prvky

Poslední část prostředí NXT-G, kterou si v této kapitole popíšeme, jsou tlačítkové ovládací prvky pro kompilaci programu, nahrávání do jednotky, a správu jednotky. Nejčastěji využívané prvky jsou „správce jednotky“ a „Nahraj a spusť aktivní list“.

- Správce jednotek slouží k otevření kanálu mezi jednotkou NXT a prostředím NXT-G pomocí USB kabelu nebo bezdrátově pomocí bluetooth integrovaného v jednotce NXT. Dále slouží ke správě paměti, která je při 64kB dosti omezená. Další podrobnosti ke správci jsou v kapitole 4.3.9.
- Tlačítko „Nahraj a spusť“ provede překlad obsahu aktuálně aktivního listu se schématem do strojového kódu, zkopíruje jej do paměti jednotky a poté ihned spustí. Opět připomínám, že kompilace se provede pouze u aktivního listu, a tak pokud provedete kompilaci otevřeného uživatelského bloku, nahraje se

do jednotky sám, nikoliv program, který je otevřený na další záložce přestože je blok součástí tohoto programu.

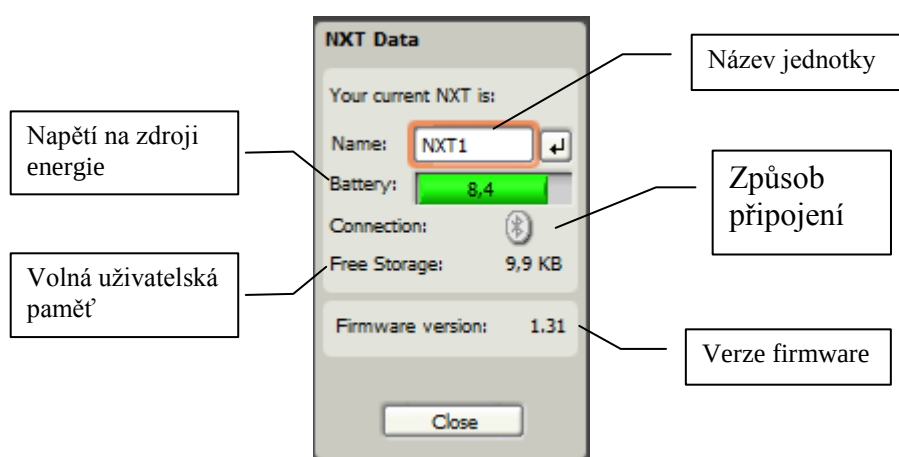
- Funkce tlačítka „nahraj program“ je shodná s funkcí tlačítka „nahraj a spusť“ s tím rozdílem, že program nespustí, pouze jej uloží do paměti jednotky.
- Jak již název napovídá, tlačítko „nahraj a spusť označenou část“ provede kompilaci jen označené části ve schématu a spustí ji.
- Tlačítko „zastav program“ ukončí běžící program, pokud nedošlo



Obrázek 4-20 Ovládací panel komunikace a kompilace

4.3.9 Správce jednotek

Správce jednotek slouží k zobrazení stavu aktuálně připojených a nyní nebo v minulosti dostupných jednotek NXT. Skládá se ze dvou záložek a bočního panelu. Pokud je připojena jednotka NXT, pak panel zobrazuje její název, stav baterií a další informace. Název jednotky se dá jednoduše změnit přepsáním hodnoty v textovém poli „Name“. Je vhodné si jednotku pojmenovat vlastním jménem.



Obrázek 4-21 Panel s informacemi o jednotce NXT

NXT lze napájet pomocí 8 kusů baterií či akumulátorů velikosti AA nebo pomocí speciálních akumulátorů NXT NiMH 9.6V nebo LiPol 10V. Napětí zdroje energie je třeba

sledovat, neboť přímo ovlivňuje maximální otáčky motorů. Pokud při 10V je maximální rychlost nezatíženého motoru 3 otáčky za sekundu, pak při 8V je to 2,4 otáček za sekundu. Pokles napětí se projeví snížením směrnice přímky tvořící charakteristiku závislosti

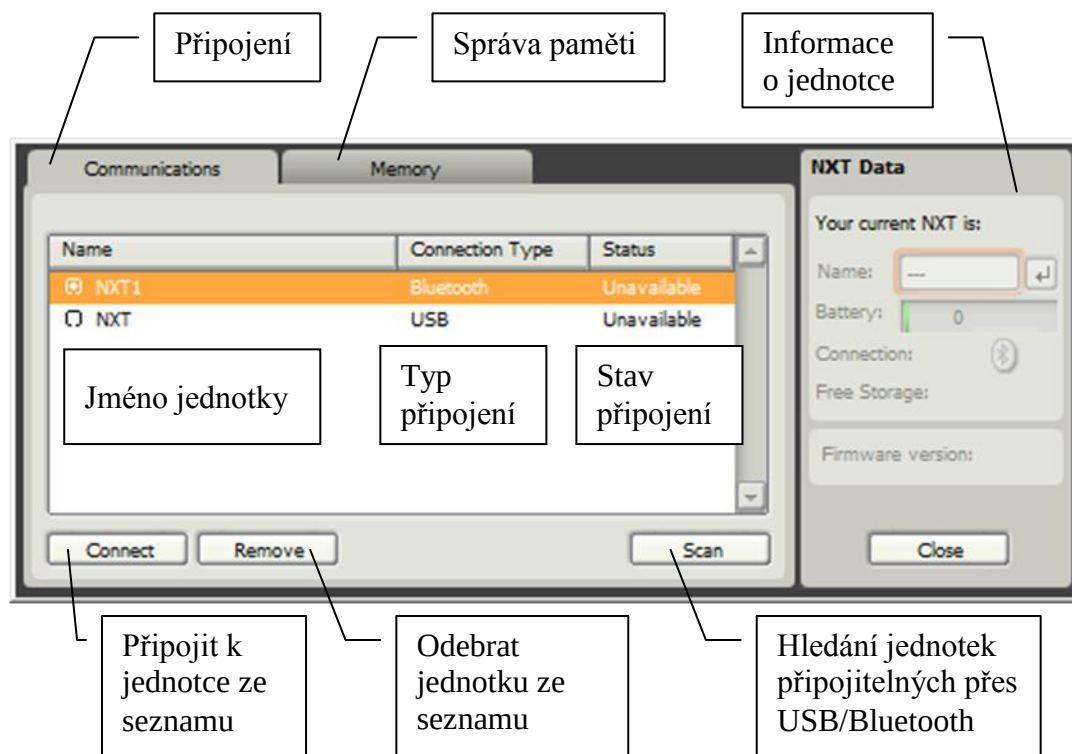


Graf 4-1 Závislost otáček motoru na napětí baterie.

Záložka „Communications“ slouží k vyhledávání a připojování jednotek NXT prostřednictvím USB nebo Bluetooth. Existují tři typy stavu připojení:

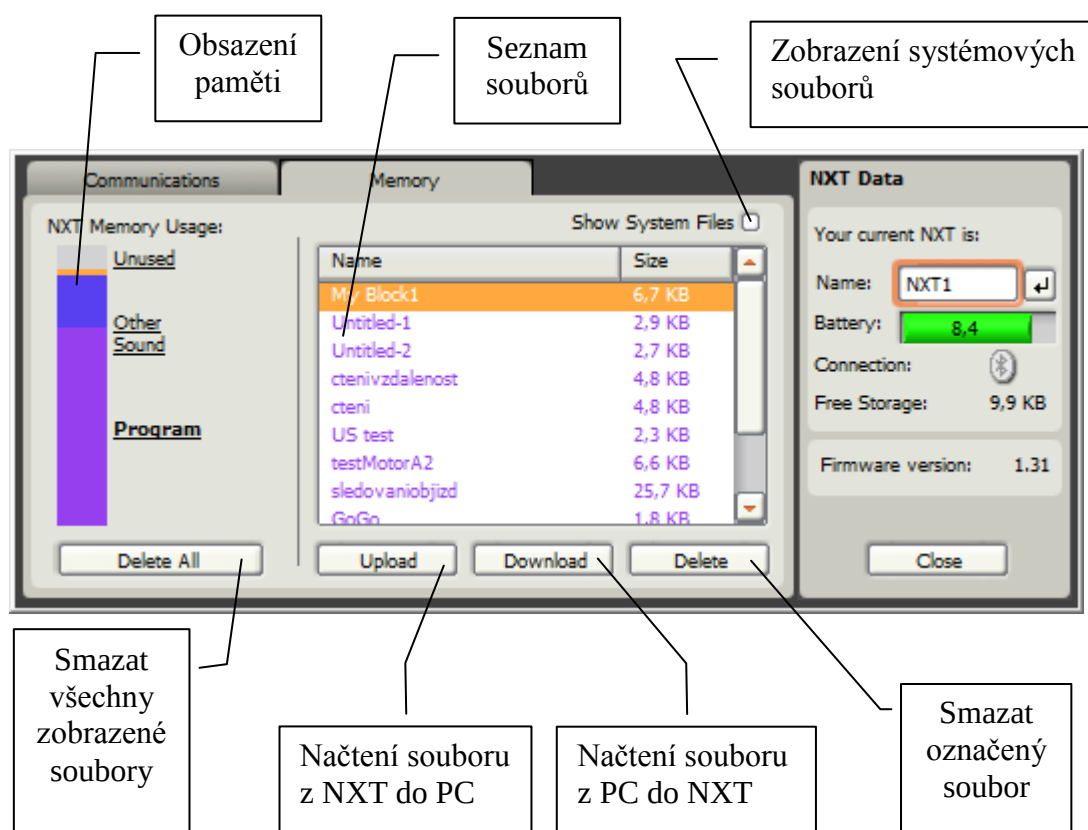
- Unavaible – jednotka je nedostupná.
- Avaible – jednotka je dostupná, ale nepřipojena.
- Connected – jednotka připojena.

Jedna jednotka může být dostupná přes více kanálů, ale připojena vždy jen prostřednictvím jednoho. Výhoda připojení přes Bluetooth je samozřejmě v absenci omezujícího kabelu, na druhou stranu mívá Bluetooth modul jednotky NXT problémy při párování s různými moduly PC a mírně zvyšuje spotřebu energie.



Obrázek 4-22 Panel přiřazení komunikace mezi PC a jednotkou NXT

Záložka „Memory“ zobrazuje obsazení vnitřní paměti jednotky NXT a seznam souborů které jsou v ní umístěny. Paměť je omezená na pouhých 64kB, proto dejte pozor zejména na použití zvukových souborů, které zabírají poměrně velkou část paměti. Je možné filtrovat zobrazení systémových souborů, ale jejich mazání se nedoporučuje. Soubory lze libovolně kopírovat z jednotky NXT do PC a naopak. Pamatujte, že programy jsou již zkompilované do strojového kódu a nelze je zpět dekompilovat na schéma.



Obrázek 4-23 Panel přehledu paměti jednotky NXT

5 TVORBA VLASTNÍHO PROGRAMU



Čas ke studiu: 3 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete

-  schopni připojit jednotku NXT k PC
-  znát datové typy v prostředí NXT-G
-  znát základní postupy při práci s funkčními bloky



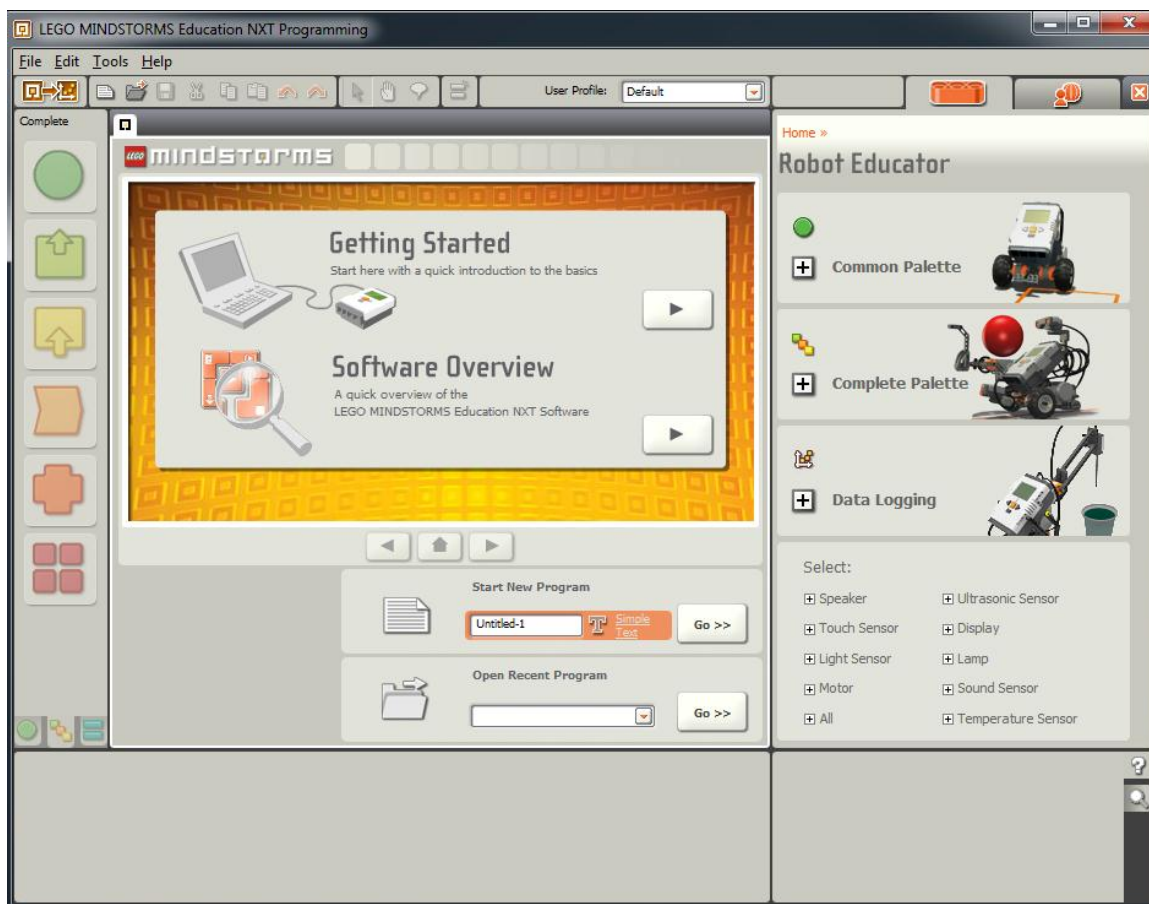
Výklad

V této kapitole si probereme základní kroky potřebné k vytvoření nového projektu. Budeme postupovat od založení nového projektu, připojení jednotky NXT v rámci tohoto projektu a základní principy blokového programování.

5.1 Nový projekt

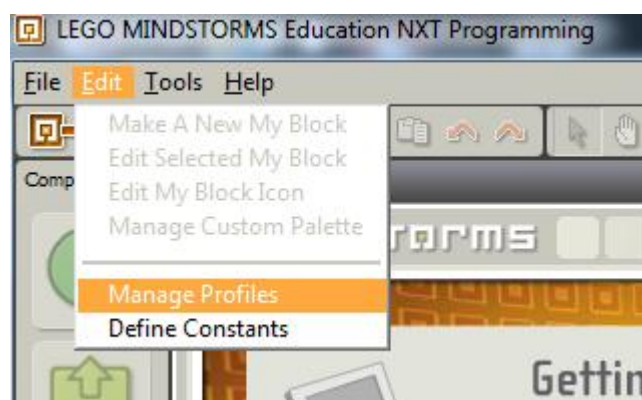
Prvním krokem při vytváření nového programu je založení nového profilu. Je více než vhodné vytvářet samostatný profil pro každý nový program. V opačném případě by jistě docházelo k nechtěným úpravám společných uživatelských bloků použitých v těchto programech. Pokud chcete využívat vytvořený blok ve více programech, vytvořte samostatné profily a poslední verzi bloku vždy pouze fyzicky zkopírujte do složek cílových profilů. Ke složce s uživatelskými bloky se nejrychleji dostane z nabídky „Edit“ kliknutím na „Manage Custom Palette“. Nyní zpět k tvorbě profilu.

1. Spustíte prostředí NXT-G a povšimněte si, že má v pravé horní části rozbalovací seznam profilů „User Profile“. Výchozím profilem po spuštění prostředí zde „Default“. Jelikož zakládáme nový projekt, vytvoříme si profil vlastní.



Obrázek 5-1 Úvodní okno prostředí NXT-G

2. Zvolte z nabídky „Edit“ položku „Manage Profiles“, která otevře okno pro tvorbu profilů a editaci profilů.

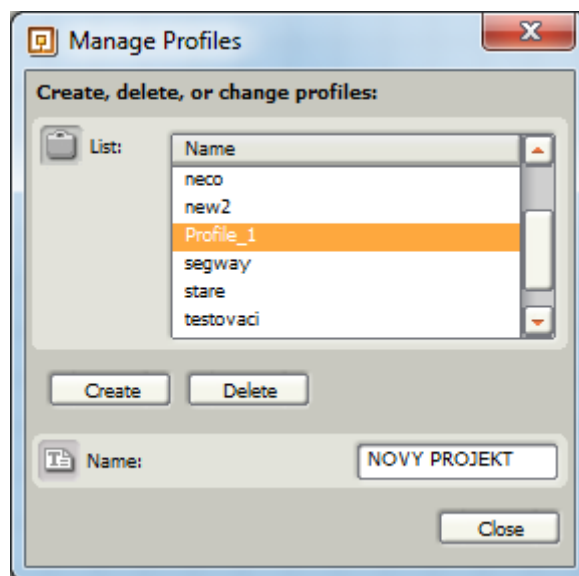


Obrázek 5-2 Vytvoření správce profilů

3. V okně *Manage Profiles* lze vytvářet, přejmenovávat a mazat profily. Vytvořením nového profilu se založí složka *Dokumenty/Lego Creations/Mindstorms Projects/Profiles/Název profilu*, do které se ukládají soubory projektu. Přejmenováním profilu se složka přejmenuje, smazáním profilu se tato složka a veškerý její obsah smaže.

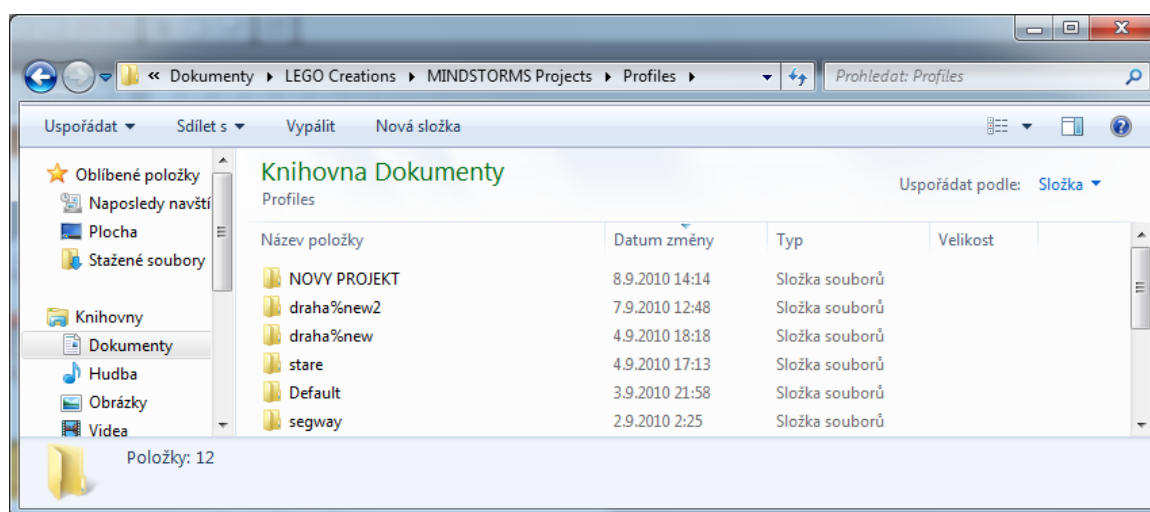
Pozor! Operace přejmenování ani smazání profilu nevyžaduje potvrzení, a také nezobrazí informaci o provedení této operace.

- Pro vytvoření profilu klikněte na „Create“, čímž vytvoříte nový profil s názvem „Profile“ doplněný číslem. Vyberte jej ze seznamu kliknutím a změnou textu v poli „Name“ jej přejmenujte. Změna názvu se projeví ihned po stisknutí klávesy „Enter“ nebo kliknutí mimo pole „Name“.



Obrázek 5-3 Správce profilů

- V ukázkovém případě byl založen profil s názvem „Profile_1“ a přejmenován na „NOVY PROJEKT“. Na Obrázek 5-4 je zobrazena složka s profiley, kde poslední vytvořenou složkou je právě náš profil. Po založení je složka v podstatě prázdná, soubory s konfigurací a složka „My Blocks“ se vytvoří až když je bude třeba.



Obrázek 5-4 Složka profilů prostředí NXT-G

5.2 Připojení jednotky k PC

Prostředí NXT-G umožňuje dva způsoby připojení k jednotce NXT, a to prostřednictvím USB nebo bezdrátově pomocí Bluetooth. Identifikační údaje jednotek NXT se po prvním připojení uloží do konfiguračního souboru zvoleného profilu. Při prvním připojování je třeba jednotky vyhledat, při dalších pokusech o navázání komunikace jsou tyto jednotky automaticky testovány na přítomnost. Následující část textu bude popisovat kompletní postup při prvním připojování jednotky NXT v projektu v prostředí NXT-G. To že je jednotka připojena přes BT poznáte tak, že pokud máte prostředí NXT-G spuštěno, otevřený projekt, spuštěnou jednotku NXT, tak se na LCD se objeví v levém horním rohu symbol kosočtverce.

5.2.1 Připojení prostřednictvím Bluetooth

Bezdrátové připojení pomocí BT má svoje výhody, na druhou stranu je zde nevýhoda občasných problémů při párování zařízení, nekompatibility s některými BT moduly a také zvýšením odběru energie z baterie.

Pozor! Během připojování jednotky přes Bluetooth (párování) je třeba zajistit, aby OS neprováděl hledání ovladačů zařízení v síti Internet. Toto hledání trvá určitý časový interval, který je však delší než časový interval určený jednotkou NXT pro tuto operaci a pokus o spojení bude neúspěšný. Řešením je například:

- zakázání on-line hledání ovladačů zařízení
- odpojení/zakázání připojení PC k internetu po dobu párování zařízení

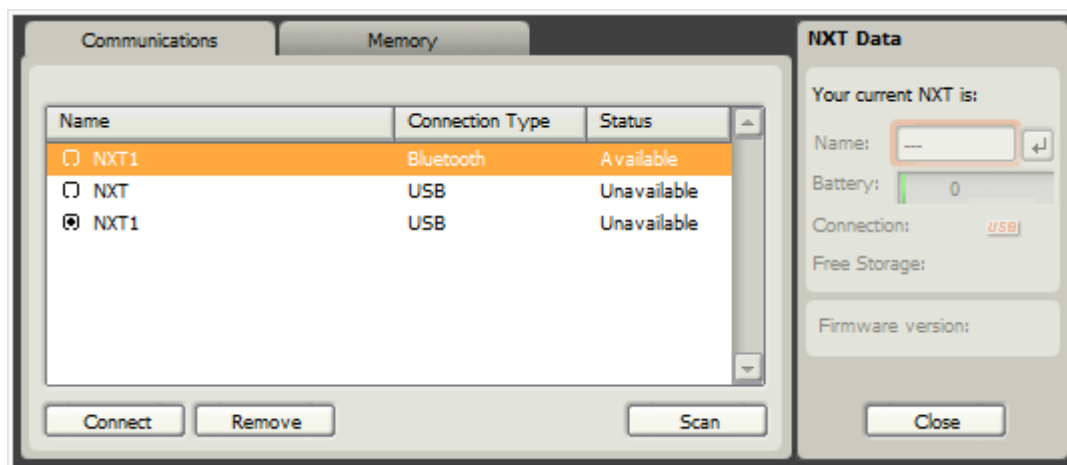
Vlastní postup připojování je následující:

1. Spustíte jednotku NXT a v jejím menu povolte Bluetooth není-li již povoleno. To provedete tak, že pomocí směrových tlačítek zvolíte položku Bluetooth a potvrdíte. Nyní zvolíte položku On/Off a následně položku On. V horní části LCD displeje se objeví logo symbolizující, že jednotka je připravena na spárování s jiným zařízením. Někdy je třeba jednotku restartovat.



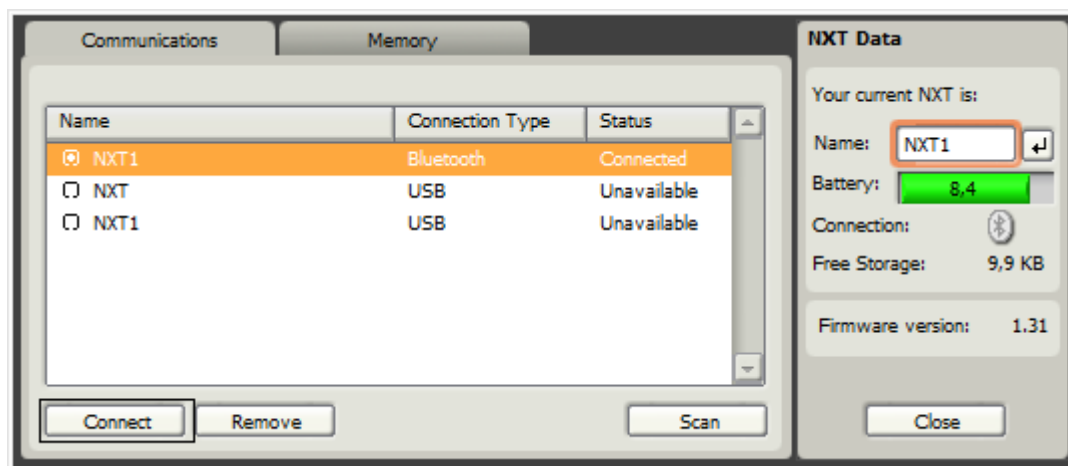
Obrázek 5-5 Symbol jednostranně otevřeného kanálu Bluetooth

2. Ve spuštěném projektu NXT-G klikněte na správce jednotky „NXT window“. Otevře se vám okno se záložkami Communications a Memory. Klepněte na záložku Communications. Zde je zobrazen seznam jednotek NXT, které již byly v aktivním profilu některým způsobem připojeny. Vždy lze připojit pouze jednu jednotku jedním kanálem.
3. Kliknutím na tlačítko Scan se spustí vyhledávání připojitelných jednotek. Hledání je poměrně dlouhé a po jeho skončení v seznamu přibudou nové jednotky a připojené se zobrazí jako dostupné „Avaible“. V tomto případě jde o jednotku NXT1.



Obrázek 5-6 Panel komunikace s volbou jednotky

4. Vyberte řádek s jednotkou, která má v popisu připojení typu Bluetooth a status „Available“. Poté klikněte na tlačítko „Connect“ pro připojení. Pokud není žádná taková jednotka viditelná, je pravděpodobně odpojen bluetooth modul PC nebo jednotky NXT. Jde-li u PC o externí USB modul, zkuste jej připojit do jiného USB portu, což by mělo vyvolat novou instalaci jeho ovladačů.
5. Jedná-li se o první připojení, zahájí se párování zařízení.



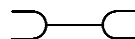
Obrázek 5-7 Správce komunikace s připojenou jednotkou NXT přes Bluetooth

5.2.2 Připojení prostřednictvím USB

Připojení jednotky k USB je jednoduché, vyžaduje pouze kabel a nainstalovaný ovladač zařízení, podle návodu v kapitole 4.1. Od bodu 4. Bude postup velmi podobný s připojováním NXT prostřednictvím Bluetooth.

1. Připojte jednotku NXT a PC kabelem s koncovkami USB A/USB B, který je součástí balení.
2. Zapněte jednotku NXT, OS provede instalaci ovladačů zařízení.

3. Pokud se na LCD obrazovce jednotky NXT objeví po připojení kabelu v levém horním rohu symbol (Obrázek 5-8), pak není nainstalován ovladač zařízení a je nutné jej nainstalovat dle návodu.



Obrázek 5-8 Symbol připojení k PC prostřednictvím USB

Pokud se v levém horním rohu LCD neobjevila žádná ikona, je pravděpodobně chyba na straně hardware, tedy kabelu, portu nebo jednotky NXT. Ikona s nápisem „USB“ v levém horním rohu LCD znamená úspěšné připojení k USB portu PC. Nyní můžeme navázat komunikaci mezi jednotkou a prostředím.

4. V tomto bodě potřebujeme spuštěné prostředí NXT-G s otevřeným souborem ve zvoleném profilu, k němuž chceme jednotku přiřadit. V ovládacím panelu zvolte ikonu správce jednotek.



Obrázek 5-9 Tlačítko pro otevření správce jednotek

5. Spustíte vyhledávání jednotek kliknutím na tlačítko „scan“ viz. Obrázek 5-6 a vyčkejte, dokud prohledávání neskončí. Je-li ovladač nainstalován, kabel připojen a jednotka spuštěna, objeví se v seznamu jednotek NXT, jednotka se statusem „Available“ a k ní se připojíte kliknutím na tlačítko „Connect“.

5.3 Blokové programování, základní pojmy

Jak už bylo několikrát řečeno, řečeno, programování v prostředí NXT-G probíhá blokově, to znamená, že program se skládá z funkčních bloků umístěných na sekvenční linii určující směr toku programu. Tyto funkční bloky umístěné na linii se nazývají programové schéma. Na následujícím obrázku je uveden jednoduchý příklad takového programového schématu.



Obrázek 5-10 Ukázka blokového programu

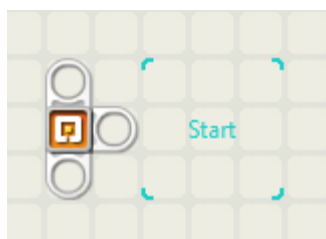
Ukázkový program spustí motory, čeká ve smyčce, dokud nedojde k sepnutí tlačítka, motory zastaví a program skončí. V reálu jde o robota, který jede vpřed a při nárazu do stěny

se zastaví. Díky grafice jednotlivých bloků je při dostatečném zamyšlení možné odhadnout, jakou funkci algoritmus vykonává i bez podrobné znalosti těchto bloků.

V následujících podkapitolách si rozebereme základní prvky, které tvoří blokový program.

5.3.1 Startovní bod

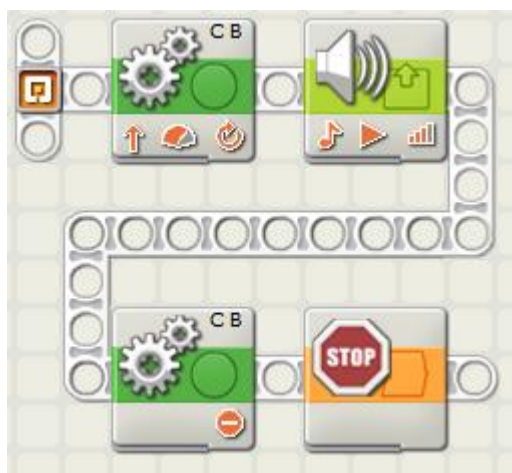
Program začíná vždy ve startovním bodu (*Starting point*). Ten je vždy jeden v rámci schématu a vedou z něj sekvenční linie, (graficky jej představuje šedý pás s otvory), které určují pořadí vykonaných událostí. Z bodu lze vést více linií, čímž je možno provádět více událostí paralelně.



Obrázek 5-11 Výchozí bod programu

5.3.2 Sekvenční linie, jedno-vláknová, více-vláknová

Sekvenční linie neboli programové vlákno, určuje směr toku programu. Začíná ve startovním bodu (nejčastěji vlevo) a bloky na ní se vykonávají v pořadí směrem ke konci (nejčastěji doprava). Každý blok musí být umístěný na linii, jinak je považován za chybný. Kliknutím na konec linie a tažením, lze linii natahovat a tvarovat jak je zobrazeno níže (Obrázek 5-12).



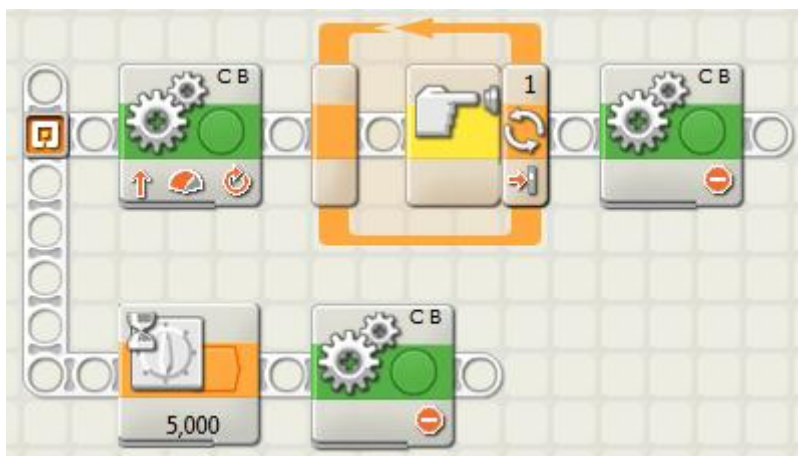
Obrázek 5-12 Ukázka možnosti vedení sekvenční linie

Sekvenční linie může být jednoduchá nebo rozvětvená. Rozvětvení linie představuje paralelní běh větví. Pokud dojde k rozvětvení, obě linie se v krátkých intervalech střídají ve vykonávání svých činností, takže to vypadá, že běží současně. Využití paralelních vláken je vhodné zejména pokud:

- části kódu mají běžet nezávisle na sobě,
- nezávislé využíváte programové smyčky s výrazně odlišnými intervaly,
- čtete z pomocného senzoru s dobou měření delší než interval hlavní smyčky,
- vypisujete hodnoty na LCD displej (vhodný interval 50-250 ms)

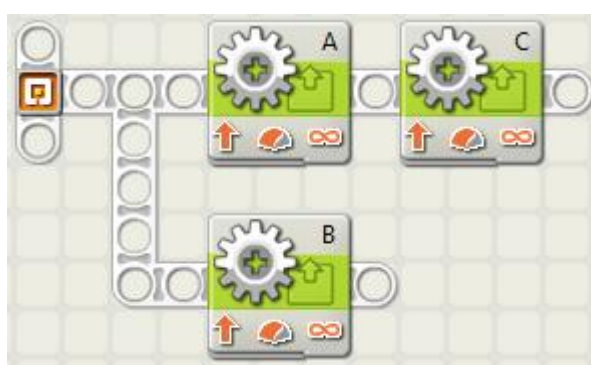
Sekvenční linie se tvoří:

- při vkládání objektů ke koncům již vytvořené linie,



Obrázek 5-13 Paralelní větvení ze startovacího bodu

- držením konce linie levým tlačítkem a vedením k bloku,
- držením *Shift* a vedením libovolným směrem. Tímto způsobem se tvoří větve programu. Kliknutím se tvoří zlom v linii.



Obrázek 5-14 Paralelní větvení programu

5.3.3 Programovací bloky

Jak už bylo několikrát v tomto textu řečeno, bloky představují objekty vykonávající různé funkce. Je třeba si uvědomit, že není-li dáno jinak, sekvenční program se vždy na daném bloku zastaví, vykoná jej a až poté pokračuje k dalšímu bloku. Zdá se to samozřejmé,

ale často se stává, že začátečníci na tento fakt zapomenou zejména u práce s bloky řídicími motory. Některé bloky však mají schopnost vykonávat svou funkci nezávisle na běžícím programu. Jedná se například o již zmíněné bloky motorů, nebo blok přehrávání zvuků.

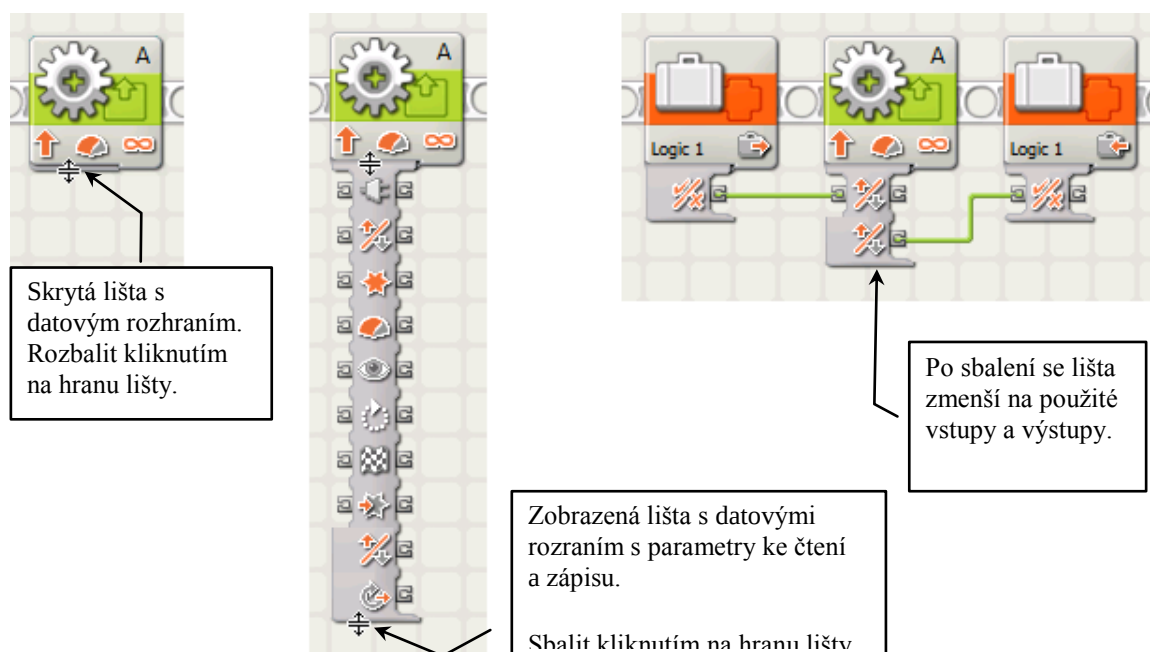
Každý blok má parametry, které ovlivňují jeho chování. Přístup k nim je buďto přes panel parametrů, nebo přes lištu s proměnnými.



Obrázek 5-15 Konfigurační panel bloku „Motor“

Ne všechny parametry jsou však dostupné přes panel a naopak. Například u bloku „Motor“ je přes datovou lištu nedostupný parametr pro volbu režimu měření doby chodu motoru (Obrázek 5-16). U bloku „Stop“ je zase nedostupný přes panel parametr, který funkci bloku ruší a je dostupný pouze přes datovou lištu a tudíž z proměnné. Omezení dostupnosti parametrů dává smysl z hlediska

- Bezpečnosti – např. změna typu veličiny za běhu programu a zachování hodnoty by znamenala chybu.
- Kompilace – do paměti se načítá jen potřebná část kódu, ne zbytečné části)
- Funkce – parametr, jenž ruší funkci bloku, nemá smysl ovlivňovat jinak než dynamicky z proměnné za běhu programu.



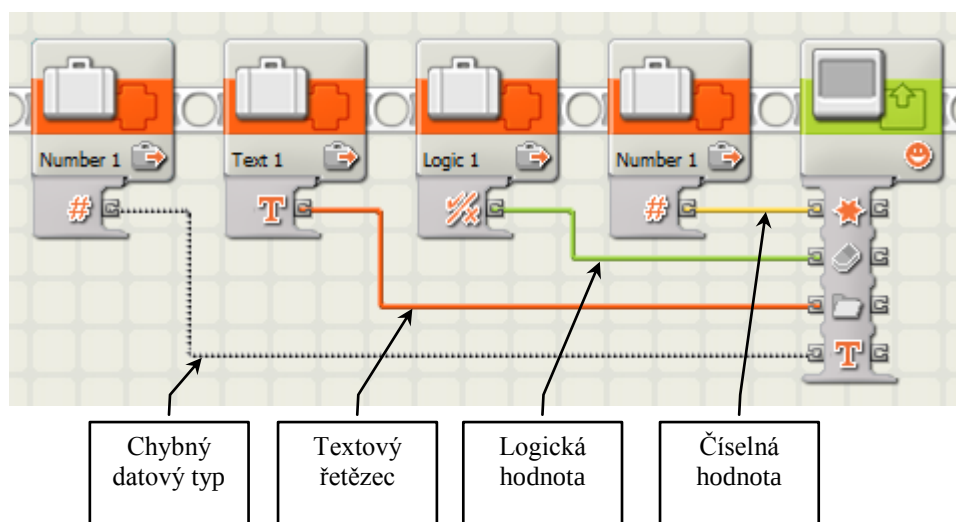
Obrázek 5-16 Ukázka práce s lištou datového rozhraní bloku

5.3.4 Datové typy, vstupy a výstupy bloku

V prostředí NXT-G vystupují tři základní datové typy. Jedná se o:

- Číslo – existují zde celá čísla jako parametry bloků, nebo reálná čísla zaokrouhlená na 3 platné číslice u proměnných nebo 6 platných číslic u matematického bloku.
- Logická hodnota – dosahuje dvou hodnot pravda a nepravda.
- Text – délka textového řetězce je omezená volnou pamětí jednotky NXT, tedy teoreticky přes 64 tisíc znaků.

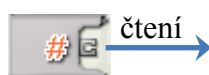
Hodnoty se předávají v prostředí NXT-G pomocí datových vodičů. Ty jsou barevně odlišeny dle datového typu, jež přenášejí, jak je patrné, na Obrázek 5-17. Je zde i zobrazen příklad chybně připojeného vodiče. Jedná se buďto o chybu datového typu, nebo čtení z hodnoty, která k tomu není určena.



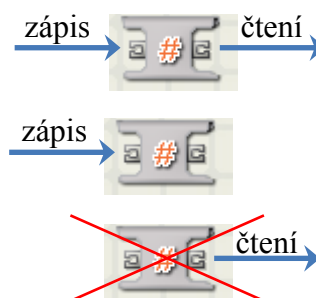
Obrázek 5-17 Datové linie

Datová rozhraní jsou dvou typů. Reprezentují proměnné, jež jsou určeny jen ke čtení nebo k zápisu. Pokud jsou k zápisu, lze do nich zapisovat a zapsanou hodnotu přečíst. Nelze z nich však číst, aniž by do nich bylo zapisováno. Z pravé strany datového rozhraní se vždy čte, do levé se vždy zapisuje.

Jen ke čtení



K zápisu

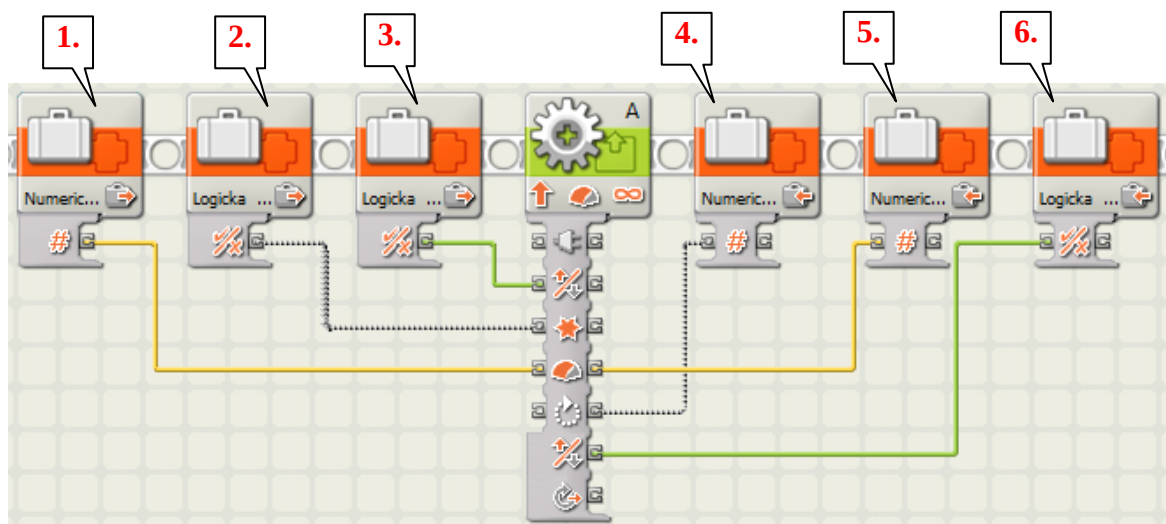


Obrázek 5-18 Vstupy a výstupy bloku

K tvorbě vodičů patří následující informace:

- Směr toku dat je stejný jako směr sekvenční linie. Není-li linie záměrně vedena opačným směrem, je to typicky zleva doprava. Z levého bloku se čte, do pravého se zapisuje.
- Do portu pro zápis může vstupovat vždy jen jeden vodič.
- Datové vodiče se tvoří kliknutím na jeden z portů bloku. Vodič se ukončí kliknutím na další port.
- Kliknutím na plochu při tvoření vodiče se na vodiči vytvoří záchytný bod a vodič tak lze tvarovat.
- Kliknutím na levý port bloku se příslušný vytvořeného vodič zruší.
- Kliknutím na pravý port bloku s vodičem se z portu vede další duplicitní vodič do dalšího bloku.
- Pro zlepšení rozložení vytvořených vodičů, rozbalte a sbalte datové rozhraní. To provede přeskupení a zpřehlednění.

Následuje ukázka Obrázek 5-19 čtení a zápisu proměnných a parametrů s příkladem správného i chybného způsobu.



Obrázek 5-19 Čtení a zápis do bloků

1. Správné načtení numerické hodnoty zapsané do parametru bloku „Motor“. Hodnota předána další numerické proměnné (5.).
2. Chybný datový typ. Logická hodnota zapisována do numerického parametru.
3. Správné načtení logické hodnoty a její zápis do parametru bloku „Motor“.
4. Chybný pokus o čtení parametru určeného k zápisu.
5. Správné čtení hodnoty numerického parametru (k zápisu) a zapsání do proměnné. V podstatě jde o předání numerické hodnoty (1.) proměnné (5.).
6. Správné načtení parametru „ke čtení“ a zapsání do logické proměnné.

6 PROGRAMOVÉ BLOKY



Čas ke studiu: 10 hodin



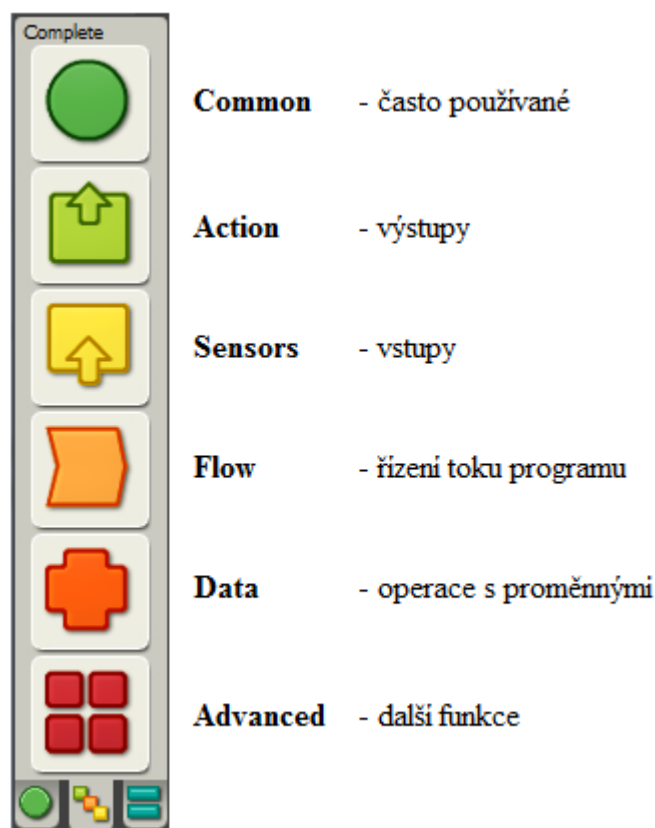
Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete

- znát bloky pro obsluhu výstupů
- znát bloky pro obsluhu vstupů
- znát bloky matematických a logických funkcí
- znát práci s proměnnými



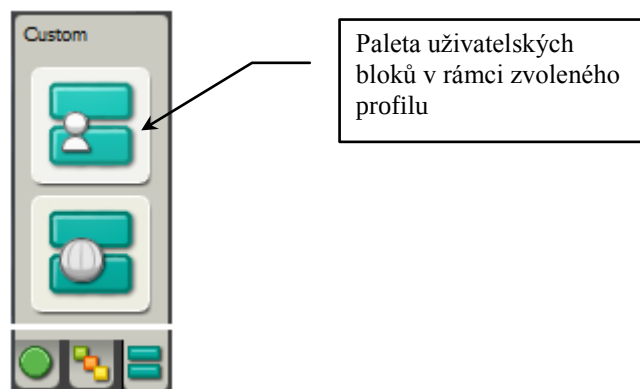
Výklad

Programové bloky představují objekty a funkce, jimiž se tvoří samotný program. V této kapitole se seznámíte s bloky, jež jsou standardně v prostředí NXT-G k dispozici po instalaci. Je pro ně charakteristické, že nelze měnit jejich vnitřní struktura, lze pouze nastavovat k tomu předurčené parametry. Bloky se dělí do šesti skupin uvedených na panelu „Complete“ (Obrázek 6-1). V následujících kapitolách budou tyto skupiny popsány ve stejném pořadí, jak jsou v tomto panelu uvedeny, protože to odpovídá logickému postupu při seznamování se základy programování v tomto grafickém jazyce.



Obrázek 6-1 Panel nabídky „Complete“

Kromě standardních bloků jsou k dispozici i „Custom“ bloky, tzv. uživatelské bloky. Jedná se v podstatě o běžná programová schémata prostředí NXT-G, avšak uzavřená do samostatného a dále využívaného bloku. K dispozici jsou z nabídky „Custom“ (Obrázek 6-2).



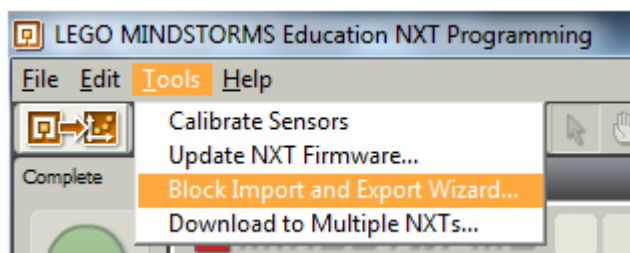
Obrázek 6-2 Panel nabídky „Custom“

Mimo to lze importovat další bloky vytvořené výrobcí periférií, komunitou nebo lze bloky vytvářet v prostředí LabView.

6.1 Instalace bloků

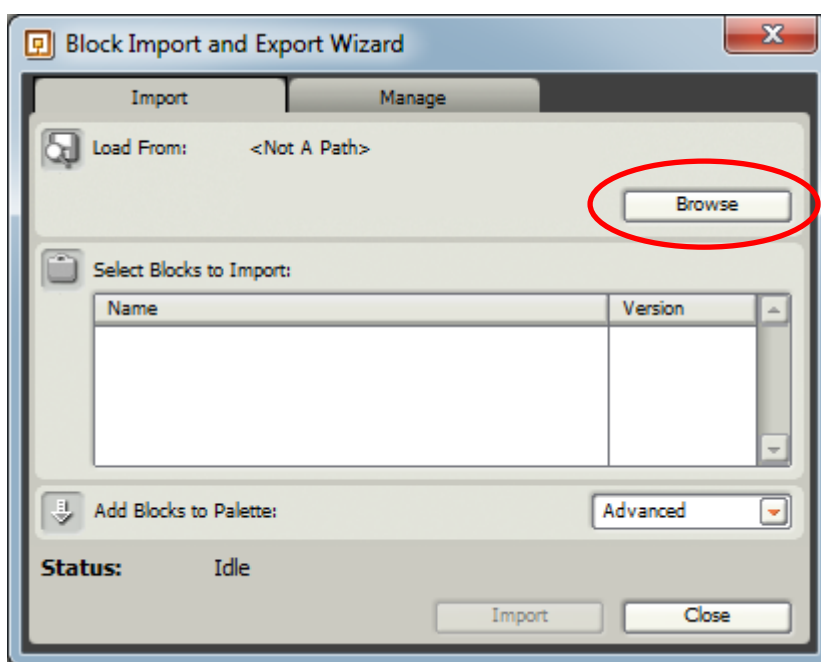
Kromě již existujících funkčních bloků a bloků uživatelských, existuje řada dalších vytvořených komunitou, oficiálními vývojáři nebo výrobcí periférií. Může se jednat o bloky obsluhy periférií, nebo úplně nové funkce jako pokročilejší matematické operace, regulátory, práce s maticemi a podobně. Instalace nového bloku je jednoduchá a ukážeme si ji na příkladu bloku pro obsluhu gyroskopu od firmy HiTechnic:

1. Instalační balík získáte ze stránek výrobce. Na adrese „www.Hitechnic.com/products“ vyberte ze seznamu nabízených periférií položku „NXT Gyro Sensor“.
2. Na následně otevřené stránce naleznete odkaz ke stažení bloku „NXT Block“. Po potvrzení provedeme uložení instalačního archivu „884-Gyro Sensor.zip“.
3. Po stažení soubor rozbalte do libovolné složky, ze které bude provedena instalace.
4. Spusťte prostředí NXT-G a v nabídce „Tools“ zvolte položku „Block Import and Export Wizard“.



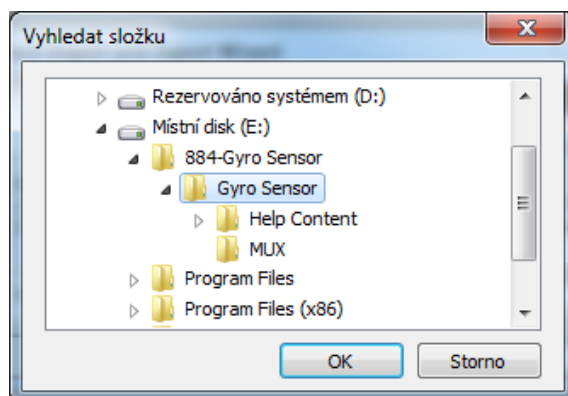
Obrázek 6-3 Vyvolání průvodce importu a exportu bloků

5. Otevře se vám okno průvodce „Block Import and Export Wizard“, který umožňuje přidávat do prostředí NXT-G další bloky a také přidané odstraňovat.



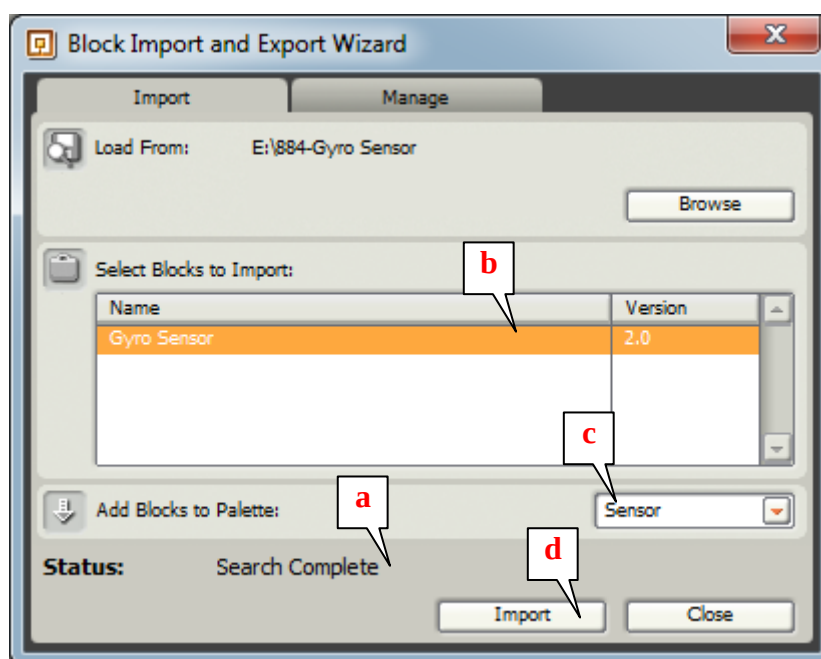
Obrázek 6-4 Panel importu bloků

6. Klikněte na tlačítko „Browse“ a zvolte složku obsahující instalační balík. Instalační soubory poznáte podle přípon souborů *.vi. Průvodce prohledává dvě úrovně složek. V tomto případě jsou soubory ve složce „Gyro Sensor“. Pokud byste zvolili složku „884-Gyro Sensor“, soubory by byly nalezeny. O úroveň výše už nikoliv.



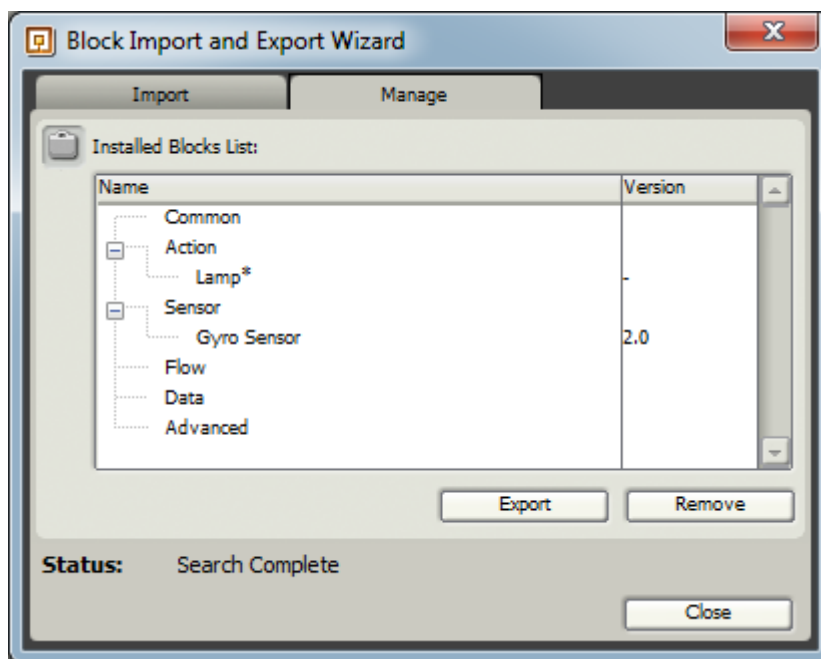
Obrázek 6-5 Vyhledání složky s instalačními soubory

- Po úspěšném dokončení prohledávání zvolené složky se v okně průvodce (Obrázek 6-6) zobrazí status „Search Complete“ (a) a v seznamu se objeví bloky, které lze importovat (b). Nezapomeňte vybrat ze seznamu (c) skupinu, do které chcete blok přidat a nakonec dokončete operaci kliknutím na tlačítko „import“ (d).



Obrázek 6-6 Import bloku

- V záložce „Manage“ naleznete strukturu skupin a nainportované bloky. Pokud chcete některý blok odstranit, klikněte na jeho název a poté na tlačítko „Remove“.



Obrázek 6-7 Správa nainstalovaných bloků

6.2 Common bloky

Paleta „Common“ má představovat výběr základních a nejčastěji využívaných bloků. Kromě bloku „Move“ jsou všechny ostatní bloky k nalezení také v dalších záložkách. V této podkapitole se budeme detailně zabývat pouze blokem „Move“ a ostatními bloky až v rámci jejich příslušných skupin.



Obrázek 6-8 Paleta „Common“

Obrázek 6-8 zobrazuje obsah palety „Common“. V tabulce (Tabulka 4-1) jsou jednotlivé bloky stručně popsány.

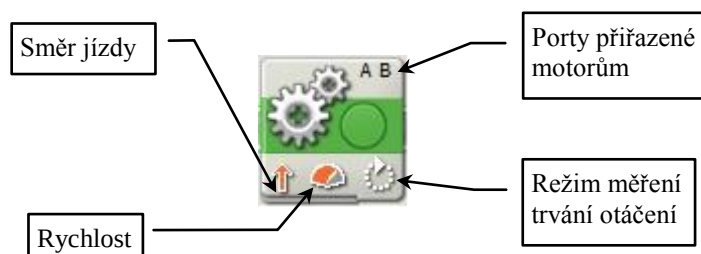
Tabulka 6-1 Přehled bloků palety „Common“

Symbol	Název anglicky	Název česky	Význam
	Move	Pohyb	Slouží k řízení 1-3 motorů současně. Lze nastavit rychlost a úhel natočení (úhlová dráha). Pokud pohon robota tvoří dva motory (levý a pravý), lze nastavit poloměr zatáčení.
	Record Play	Záznam Přehrání	Umožňuje zaznamenat pohyb motorů a poté zaznamenaný pohyb zopakovat. Jedná se pouze o doplňkovou funkci vhodnou pro jednoduché animace robota, nikoliv

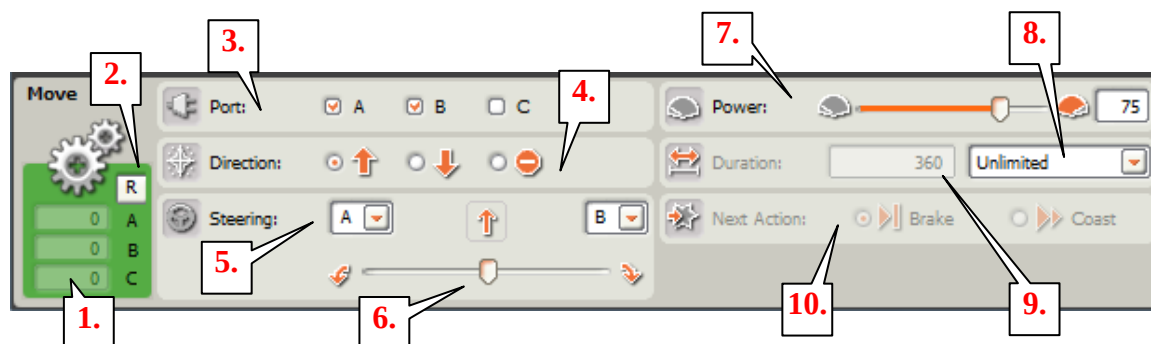
			k vykonávání přesných operací.
	Sound	Zvuk	Umožňuje přehrát zvukový soubor nebo tón. Vhodné jako pomůcka při ladění programu. Např. různé signály pro různé úseky kódu.
	Display	Obrazovka	Slouží k zobrazení grafiky nebo textu na LCD obrazovku. Grafiku lze vybrat z přednastavených, nebo postupně skládat z čar, bodů a kružnic. Text lze psát na 8 řádků. Během vývoje je velmi užitečné zobrazovat výstup ze senzorů.
	Wait	Čekání	Čekej, dokud není splněna podmínka. Blok slouží k zastavení běhu programového vlákna a čekání na splnění podmínky. Jedná se např. o časový interval, dosažení zvolené hodnoty na senzoru nebo obecné splnění logické podmínky.
	Loop	Smyčka (cyklus)	Opakuj, dokud není splněna podmínka. Tento blok vytvoří strukturu umožňující opakování části kódu uzavřené uvnitř této struktury. Opakování probíhá, dokud není splnění podmínka, kterou může být vstup ze senzoru, počet cyklů, logický vstup atd.
	Switch	Přepínač (větvení)	Pokud splněna podmínka, vykonaj část A, jinak B. Blok vytvoří strukturu umožňující větvení programu. Podmínkou větvení může být senzor nebo hodnota. Je-li podmínkou číselná nebo textová hodnota, může mít přepínač více poloh.

6.2.1 Blok Move

Blok Move slouží k řízení motorů na výstupních portech A, B a C. Na rozdíl od bloku „Motor“ se kterým se setkáme později, umožňuje blok „Move“ řídit současně více než 1 motor. Jsou-li připojeny dva motory, je možné využít je k řízení směru pohybu. Na samotném bloku jsou graficky zobrazeny 4 parametry, které se mění v závislosti na zvolených parametrech.

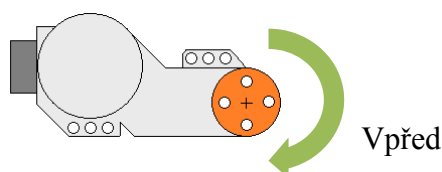


Obrázek 6-9 Blok „Move“



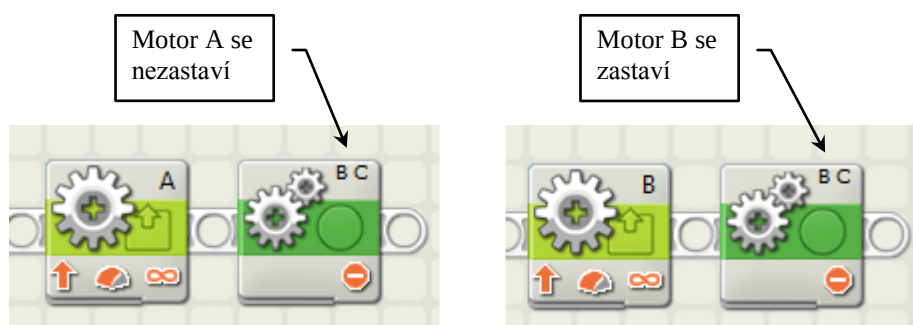
Obrázek 6-10 Konfigurační panel bloku „Move“

1. Ukazatel úhlu natočení od nulové polohy motorů. Hodnota může být kladná i záporná. Senzory motorů mají přesnost 360° na 1 otáčku. Pro zobrazení hodnot musí být připojena jednotka NXT s motory v daných portech.
2. Reset nulové polohy motorů – aktuální poloha se stane nulou.
3. Připojení portů. Pokud jsou zvoleny právě dva motory, je možné využít řízení zatáčení (6.). Pro řízení pohybu je výhodnější použít porty B a C kvůli vyrovnanějšímu napětí portů.
4. Směr otáčení motorů. Vpřed, vzad a stop. Chování motoru při zastavení závisí na zvolené akci (10.).



Obrázek 6-11 Orientace motoru

Pozor! Brzda ovlivňuje i právě probíhající akci bloku „Motor“ kterému je přiřazen port shodný s blokem „Move“. Blok „Motor“ bude probrán dále v textu.



Obrázek 6-12 Použití funkce brzdy

5. Přiřazení motorů pro řízení zatáčení. Volí se levý a pravý motor.
6. Poloměr zatáčení neboli poměr rychlostí otáčení levého a pravého motoru. Pokud je posuvník na jedné nebo druhé hraně, motory se otáčejí stejnou rychlostí ale opačným směrem a vozítko se bude otáčet na místě.

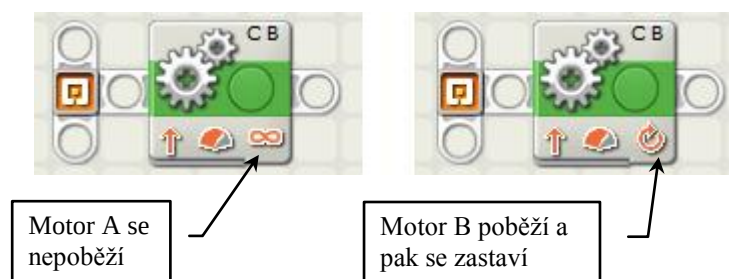
7. Výkon motoru neboli rychlost otáčení v procentech výkonu. Hodnota musí být kladná a celočíselná.
8. Režim doby trvání.
 - a. „Unlimited“ – motor se otáčí, dokud program nenarazí na blok „Move“ s parametrem „Direction“ = stop. Pozor! V tomto režimu blok pouze předá příkaz motorům k chodu a program pokračuje dále.
 - b. „Degree“ – úhel natočení ve stupních.
 - c. „Rotations“ – počet otáček motoru od aktuální polohy.
 - d. „Seconds“ – doba trvání v sekundách.
9. Doba trvání. Hodnota musí být kladná.
10. Režim brzdy. Brzda je vyvolána po uplynutí doby trvání.
 - a. „Break“ – elektronická brzda.
 - b. „Coast“ – nebrzděno, volnoběh.

Následující tabulka zobrazuje porty pro připojení datových vodičů. To umožňuje měnit parametry bloku dynamicky za běhu programu. U bloku „Move“ jde nejčastěji o směr a rychlost. Pamatujte, že pokud není do portů zapisováno, příslušný parametr má hodnotu nastavenou v konfiguračním panelu a nemusíte tedy do všech portů zapisovat.

Tabulka 6-2 Tabulka rozhraní bloku „Move“

Ikona	Parametr	Datový typ	Rozsah	Význam
	Levý motor	Číslo	1 až 3	1 = A, 2 = B, 3 = C
	Pravý motor	Číslo	1 až 3	1 = A, 2 = B, 3 = C
	Další motor	Číslo	1 až 3	1 = A, 2 = B, 3 = C
	Směr jízdy	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = vpřed Nepravda = vzad
	Zatáčení	Číslo	-100 až 100	< 0 zatáčí vlevo > 0 zatáčí vpravo
	Výkon	Číslo	0 až 100	Rychlost
	Trvání	Číslo	0 až 2 ³¹ -1	Trvání dle režimu. Ignorováno při režimu „Unlimited“
	Další akce	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = brzda. Nepravda = volnoběh

Následující obrázek zobrazuje velmi častou chybu, kdy při prvních pokusech o tvorbu programu student vloží na sekvenční linii blok „Move“ nebo „Motor“ v režimu „unlimited“ a očekává, že se spustí motor, který poběží, dokud student program nezastaví. Ve skutečnosti blok „Move“ pouze zašle příkaz motoru k zahájení otáčení, ale v následujícím okamžiku program skončí (a motor se zastaví), protože blok v režimu „unlimited“ nečeká na dokončení operace.



Obrázek 6-13 Chybné použití bloku „Move“

6.3 Bloky výstupů

Tyto bloky slouží k obsluze periférií jednotky NXT. Nejdůležitějším blokem je zde opět blok pro obsluhu motorů, dále pak obsluha displeje a zvukový výstup.



Obrázek 6-14 Paleta nabídky „Actions“

V následující tabulce je zobrazen přehled a stručný popis palety „Action“. Detailně se budeme zabývat pouze nejužitečnějšími bloky „Motor“, „Sound“ a „Display“.

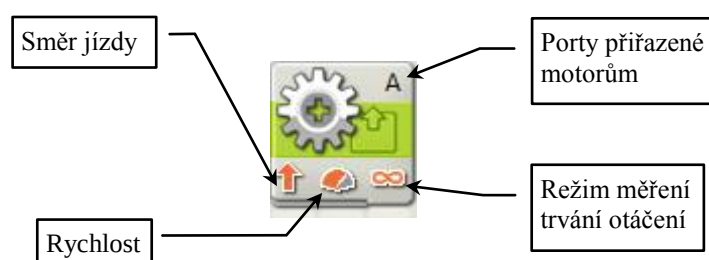
Tabulka 6-3 Bloky palety „Actions“

Symbol	Název anglicky	Název česky	Význam
	Motor	Pohyb	Slouží k řízení 1 motoru připojeného k výstupnímu portu A, B nebo C. Lze nastavit rychlost, úhel natočení (úhlová dráha), některou z předvolených přechodových charakteristik a kompenzaci zátěže.
	Sound	Zvuk	Umožňuje přehrát zvukový soubor nebo tón. Vhodné jako pomůcka při ladění programu. Např. různé signály pro různé úseky kódu.

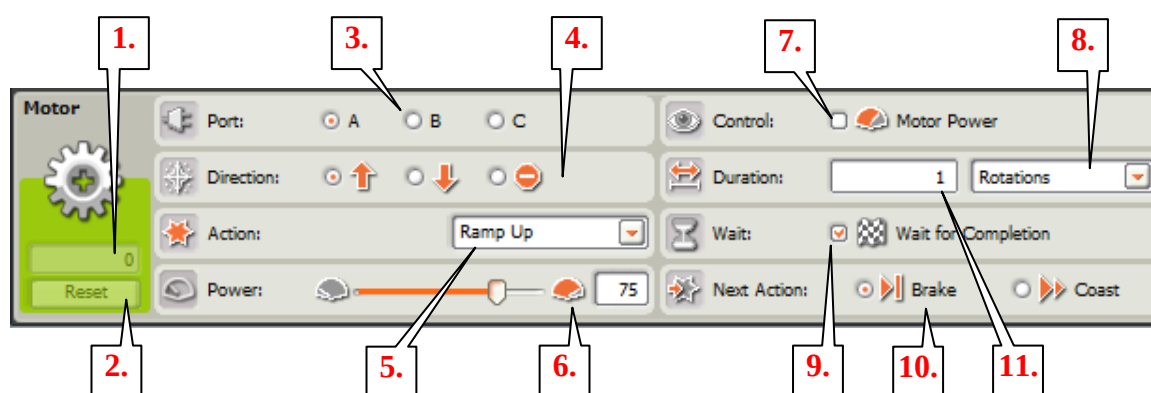
	Display	Obrazovka	Slouží k zobrazení grafiky nebo textu na LCD obrazovku. Grafiku lze vybrat z přednastavených, nebo postupně skládat z čar, bodů a kružnic. Text lze psát na 8 řádků. Během vývoje je velmi užitečné zobrazovat výstup ze senzorů.
	Send Message	Odeslání zprávy	Blok umožňuje odesílat prostřednictvím Bluetooth textové řetězce, číselné a logické hodnoty. Rámec je formátovaný a slouží převážně pro komunikaci mezi jednotkami NXT.
	Color Lamp	Barevná lampa	Blok slouží k ovládání barevných LED na barevných senzorech připojených na vstupní porty 1 - 4.
	Lamp	Lampa	Umožňuje ovládat modul žárovky připojený do výstupního portu A, B nebo C. Vyžaduje připojený analogový převodník RXT.

6.3.1 Motor

Blok „Motor“ slouží, jak název napovídá, k řízení servomotoru. Je z větší části podobný bloku „Move“, avšak neumožňuje řídit více motorů najednou. Naproti tomu má více funkcí.

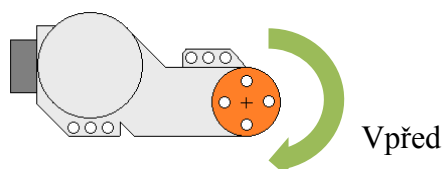


Obrázek 6-15 Blok „Motor“



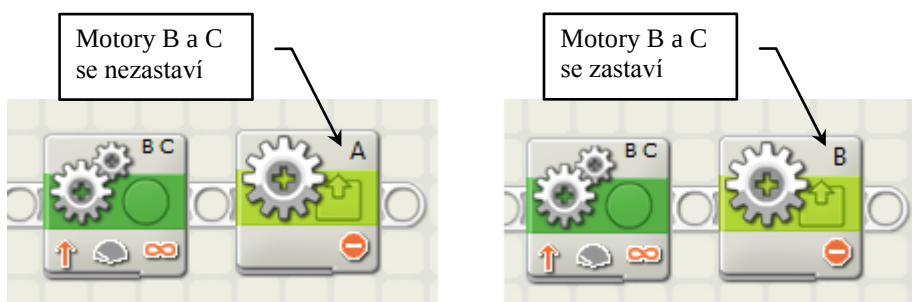
Obrázek 6-16 Konfigurační panel bloku „Motor“

1. Ukazatel úhlu natočení od nulové polohy motor. Hodnota může být kladná i záporná. Senzory motorů mají přesnost 360° na 1 otáčku. Pro zobrazení hodnot musí být připojena jednotka NXT s motorem v daném portu.
2. Reset nulové polohy motoru – aktuální poloha se stane nulou.
3. Volba portu motoru.
4. Směr otáčení motoru. Vpřed, vzad a stop. Chování motoru při zastavení závisí na zvolené akci (10.).



Obrázek 6-17 Orientace motoru

Pozor! Brzda ovlivňuje i právě probíhající akci bloku „Move“ kterému je přiřazen port shodný s blokem „Motor“. Pokud blok „Move“ obsahuje shodný port, zastaví se celá akce a tedy všechny motory přiřazené bloku „Move“.



Obrázek 6-18 Použití brzdy u bloku „Motor“

5. Přejížděcí křivka změny rychlosti
 - a. „Constant“ – skoková změna. Tento náběh je
 - b. „Ramp Up“ – zrychlení je pozvolné (konstantní zrychlení), zpomalení je skokové.
 - c. „Ramp Down“ – zrychlení je skokové, zpomalení je pozvolné.
6. Výkon motoru neboli rychlost otáčení v procentech maximálního výkonu. Hodnota musí být kladná, celočíselná.
7. Kompenzace zatížení. Při aktivaci se motor bude snažit udržet zvolené otáčky, i pokud je zatížen. Motor bude zvyšovat výkon až do maximální hodnoty. Pozor! Nepoužívat pokud má motor rychle měnit otáčky například při regulaci polohy, řízení robota sledujícího čáru a podobně.
8. Režim doby trvání.
 - a. „Unlimited“ – motor se otáčí, dokud program nenarazí na blok „Move“ s parametrem „Direction“ = stop. Pozor! V tomto režimu blok pouze předá příkaz motorům k chodu a program pokračuje dále.
 - b. „Degreese“ – úhel natočení ve stupních.

- c. „Rotations“ – počet otáček motoru od aktuální polohy.
 - d. „Seconds“ – doba trvání v sekundách.
9. Doba trvání. Hodnota musí být kladná.
10. Čekání na dokončení operace. Určuje, zda má program čekat na bloku na dokončení operace. Pokud čekat nemá, pak po uplynutí zvoleného trvání, bude motor přepnut do režimu volnoběh, pokud nebude určeno jinak jiným blokem. V režimu „Unlimited“ není tato volba dostupná.
11. Režim brzdy. Brzda je vyvolána po uplynutí doby trvání a proto pro režim „Unlimited“ je nedostupná.
- a. „Break“ – elektronická brzda.
 - b. „Coast“ – nebrzděno, volnoběh.

Následující tabulka zobrazuje porty pro připojení datových vodičů. To umožňuje měnit parametry bloku dynamicky za běhu programu. U bloku „Motor“ jde nejčastěji o směr a rychlost a jedná se v podstatě o základní prvek při řešení úloh typu „sledování čáry robotem“ a podobně.

Tabulka 6-4 Rozhraní bloku „Motor“

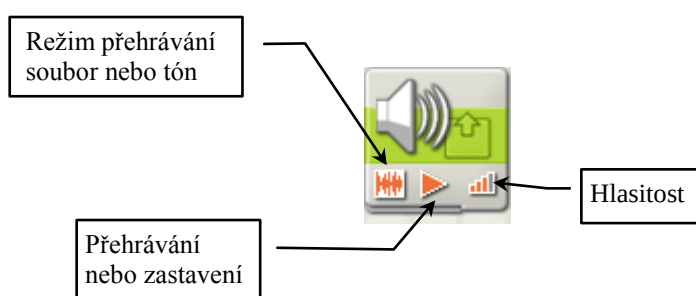
Ikona	Parametr	Datový typ	Rozsah	Význam
	Port	Číslo	1 až 3	1 = A, 2 = B, 3 = C
	Směr jízdy	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = vpřed Nepravda = vzad
	Náběh	Číslo	0 až 2	0 = konstanta 1 = pozvolné zrychlení 2 = pozvolné zpomalení
	Výkon	Číslo	0 až 100	Rychlost
	Řízení výkonu	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = korekce otáček Nepravda = bez korekce
	Trvání	Číslo	0 až $2^{31} - 1$	Trvání dle režimu. Ignorováno při režimu „Unlimited“
	Čekání na dokončení	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = čeká Nepravda = nečeká
	Další akce	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = brzda Nepravda = volnoběh
	Směr jízdy	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Jen ke čtení – směr jízdy.

	Úhlová dráha	Číslo	0 až $2^{31}-1$	Jen ke čtení – počet stupňů uražených během vykonávání bloku.
---	--------------	-------	-----------------	---

6.3.2 Zvuk

Blok „Sound“ je poměrně užitečným objektem umožňujícím přehrávání zvuků a tónů. Užitečnost spočívá v tzv. akustickém ladění programu. Pod tímto pojmem si můžeme představit umístování zvukových signálů do různých částí kódu, takže např. podle tónu poznáme, která část větvení se vykonává, zda vůbec dochází ke správnému vyhodnocování podmínek a podobně. Blok „Sound“ má dva režimy:

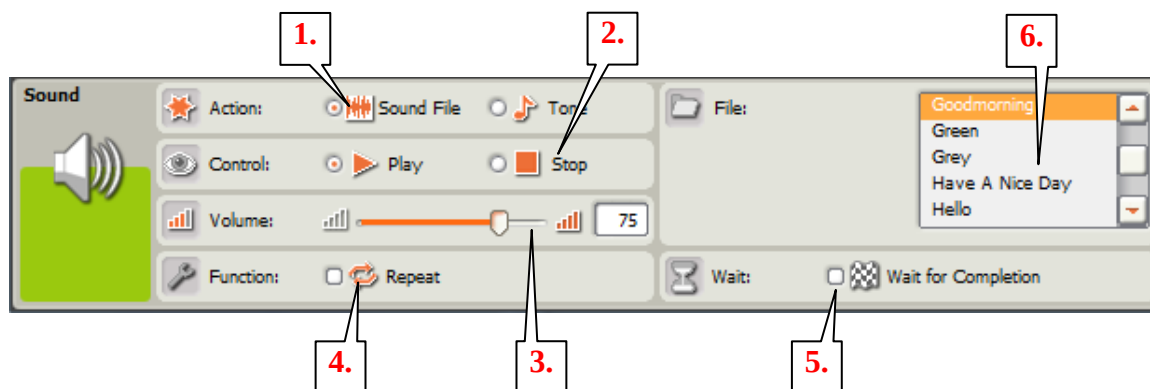
- „Sound File“ – přehrání zvukového souboru
- „Tone“ – přehrání definovaného tónu po daný čas.



Obrázek 6-19 Blok „Sound“

Nevýhoda přehrávání zvukových souborů je v jejich velikosti paměti, kterou obsadí. Velikost zvuků, jež jsou součástí prostředí NXT-G je od 1 po 21 kB, což je při 64 kB paměti jednotky, dosti velké číslo. Naproti tomu tóny jsou generovány funkcí a jejich velikost je zanedbatelná. Zvukové soubory komprimovány a k jejich editaci potřebujete speciální software, který zde však nebude popisován. Soubory *.rso jsou umístěny ve složce:

C:\Program Files\LEGO Software\LEGO MINDSTORMS Edu NXT\engine\Sounds

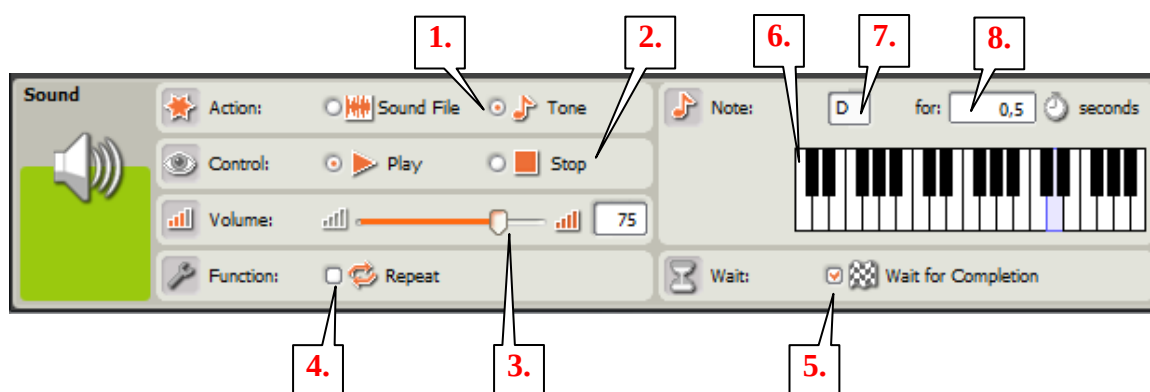


Obrázek 6-20 Konfigurační panel bloku „Sound“ v režimu „Play Sound“

Režim přehrávání zvukového souboru:

1. Volba režimu přehrávání zvukového souboru nebo generování tónu.

2. Přehrávat nebo zastavit. Obě volby zruší do tohoto okamžiku běžící přehrávání zvuku i tónu.
3. Hlasitost přehrávání. Ve skutečnosti je rozsah rozdělen jen na 5 úrovní.
4. Opakovat přehrávání. Zvuk se opakuje, dokud program nenarazí na další blok „Sound“. Nelze aktivovat „čekání na dokončení“.
5. Je-li zaškrtnuto, program čeká, dokud není zvuk přehrán.
6. Seznam dostupných souborů.



Obrázek 6-21 Konfigurační panel bloku „Sound“ v režimu „Play tone“

Blok „Sound“ v režimu tónu. Body 1 až 5 jsou shodné s režimem přehrávání zvukového souboru:

6. Kliknutím na klávesu klavíru se zvolí tón, nebo přesněji nota.
7. Symbol zvolené noty.
8. Délka přehrávaného tónu od 0 až 60 s. Přesnost 0,001 s.

Tabulka 6-5 Rozhraní bloku „Sound“

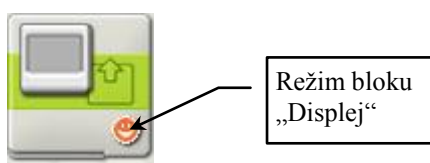
Ikona	Parametr	Datový typ	Rozsah	Význam
	Režim	Číslo	0 až 1	0 = Zvukový soubor, 1 = Tón,
	Název obrázku	Text	Max. 15 znaků	Název obrázku ze seznamu dostupných, který bude načten. Jen pro režim „obrázek“.
	Frekvence tónu	Číslo	0 až 65535	Frekvence tónu, reproduktor je schopen přehrát asi 260 – 4000 Hz.
	Ovládání	Číslo	0 až 1	0 = přehrávat, 1 = zastavit
	Hlasitost	Číslo	0 až 100	Hlasitost. Ve skutečnosti je jen 5 úrovní v krocích po 25.

	Délka	Číslo	0 až 65535	Doba trvání v milisekundách.
---	-------	-------	------------	------------------------------

6.3.3 Displej

Blok „Display“ umožňuje kontrolovat výstup na grafický displej jednotky NXT. Jednotka je vybavena monochromatickým grafickým displejem s rozlišením 100 x 64 pixelů a umožňuje vykreslovat pomocí tohoto bloku:

- textové řetězce na 8 řádků,
- předinstalované rastrové obrázky,
- vlastní rastrové obrázky skládáním bodů, úseček a kružnic.



Obrázek 6-22 Blok „Display“

Rastry a text lze libovolně kombinovat. Obrazovku si lze představit jako papír, na který se kreslí do jeho zaplnění inkoustem. Mazat lze pouze celou obrazovku najednou. Počátek souřadnic na obrazovce je v levém dolním rohu. Vodorovná osa X má rozsah 0 – 99 a svislá Y 0-63 pixelů.

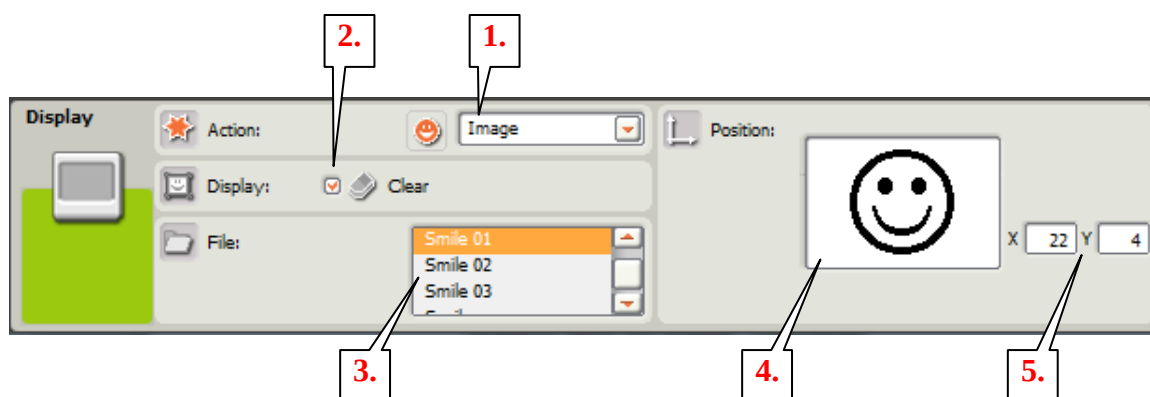
Některé rastry obsahují kromě černé i „bílou“. To se projeví například u textu tak, že pod písmenem se vytiskne nedřívě bílý obdélník (což smaže podklad) a poté písmeno. Stejně obrázky mohou obsahovat takové bílé oblasti a obrysy.

Displej je velmi užitečný při vývoji programu. Zobrazování aktuálních hodnot proměnných, senzorů, případně zpráv signalizujících právě probíhající část programu, velmi ulehčí práci a usnadní pochopení chování systému. O zobrazování hodnot na displeji si povíme v další kapitole, kde bude text vkládán dynamicky.

Blok „Display“ v režimu „Image“ umožňuje tisknout na obrazovku rastrové obrázky do velikosti 100x64 pixelů. Obrázky komprimovány a k jejich editaci potřebujete speciální software, například volně dostupný „nxtRICeditv2“, který zde však nebude popisován. Obrázky *.ric jsou a umístěny ve složce:

C:\Program Files\LEGO Software\LEGO MINDSTORMS Edu NXT\engine\Pictures

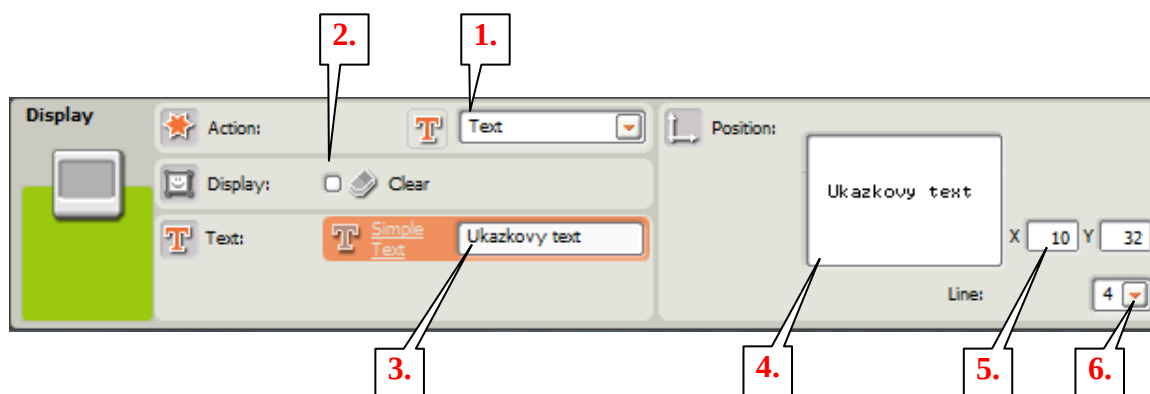
Nyní k popisu konfiguračního panelu bloku „Display“ v režimu „Image“ zobrazenému na obrázku níže (Obrázek 6-23).



Obrázek 6-23 Konfigurační panel bloku „Display“ v režimu „Image“

1. Režim bloku „Display“
 - a. „Image“ – Na obrazovku se zobrazí obrázek zvolený ze seznamu.
 - b. „Text“ – Na obrazovku se vytiskne řádek textového řetězce.
 - c. „Drawing“ – Na obrazovku se nakreslí zvolený geometrický objekt.
 - d. „Reset“ – Obrazovka se vyčistí.
2. Je-li zaškrtnuto, obsah obrazovky se před vykreslením obsahu aktuálního bloku „display“ vyčistí.
3. Seznam dostupných rastrových obrázků.
4. Náhled aktuálně tisknutého obrazu. Nezobrazuje minulý stav obrazovky před vytisknutím, pouze to co bude nově přidáno.
5. Souřadnice tisknutého objektu. Počáteční bod obrazovky je levý dolní roh. Počáteční bod tisknutého obrazu je levý dolní roh nejmenšího obdélníku, který dokáže obraz pojmout.

Blok „Display“ v režimu „Text“ umožňuje tisknout na obrazovku jeden řádek textu najednou. Řádek pojme šestnáct znaků vysokých 8 bodů. Na obrazovku lze vložit postupně až 8 řádků. Nejčastěji je tisk textu používán v dynamickém režimu, kdy je text zasílán do bloku skrz datový vodič. To bude probráno pozdější kapitole. Nyní k popisu konfiguračního panelu na Obrázek 6-24. Body 1 a 2 jsou shodné s režimem „Image“ Obrázek 6-23.

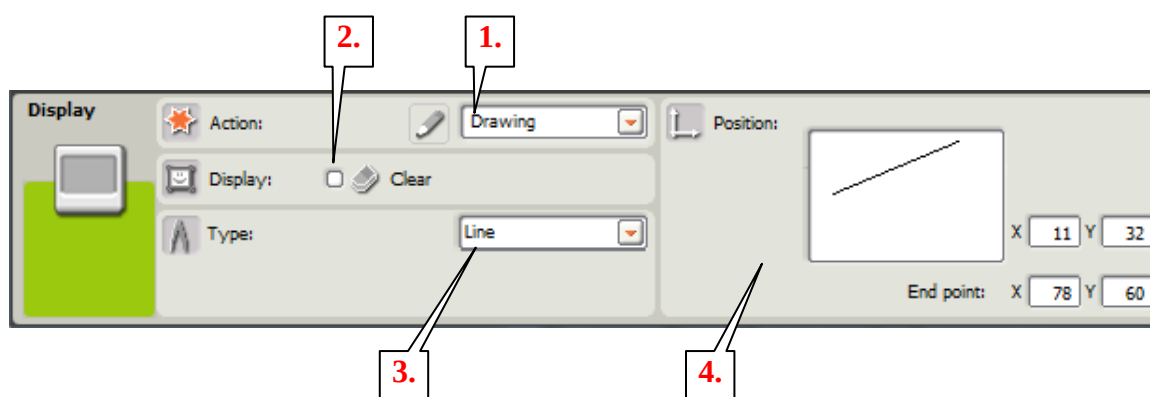


Obrázek 6-24 Konfigurační panel bloku „Display“ v režimu „Text“

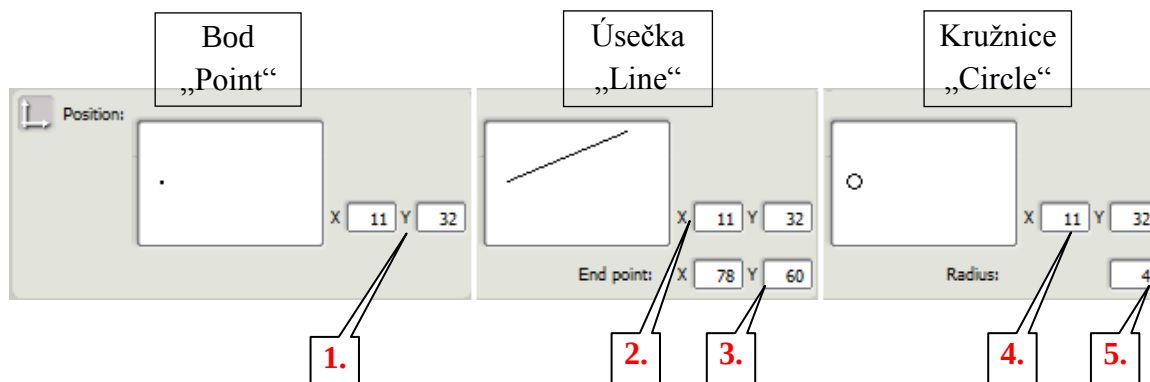
3. Vkládaný text. Délka maximálně 16 znaků.
4. Náhled aktuálně tisknutého textu. Nezobrazuje minulý stav obrazovky před vytisknutím, pouze to co bude nově přidáno.
5. Souřadnice tisknutého řádku. Počátkem je levý dolní roh u obrazovky i řádku.
6. Číslo řádku. Volbou řádku se přepočítají Y souřadnice. K dispozici je 8 řádků.

Blok „Display“ v režimu „Draw“ umožňuje tisknout na obrazovku bod, úsečku nebo kružnici. Body 1 a 2 jsou shodné s režimem „Image“ (viz. Obrázek 6-23).

3. Režim kreslení: bod, čára, kružnice.
4. Nastavení kresleného objektu.



Obrázek 6-25 Konfigurační panel bloku „Display“ v režimu „Drawing“



Obrázek 6-26 Kreslení v režimu „Drawing“

V režimu kreslení „Drawing“ se liší pravá část panelu dle zvoleného režimu. Obrázek 6-26 zobrazuje tyto tři varianty:

1. Souřadnice bodu.
2. Souřadnice výchozího bodu přímky.
3. Souřadnice koncového bodu přímky
4. Souřadnice středu kružnice.
5. Poloměr kružnice.

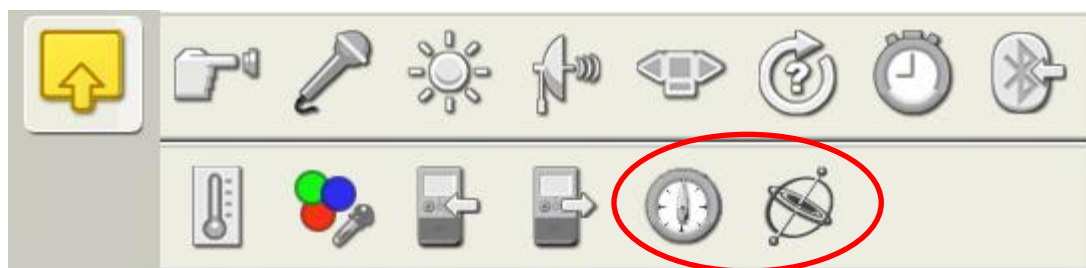
Tabulka 6-6 zobrazuje parametry bloku stavitelné za běhu programu. Nejčastěji se jedná o funkci v režimu text s pevně danými čísly řádků a dynamicky měněným textovým řetězcem.

Tabulka 6-6 Rozhraní bloku „Display“

Ikona	Parametr	Datový typ	Rozsah	Význam
	Režim	Číslo	0 až 5	0 = obrázek, 1 = Text, 2 = Bod, 3 = úsečka, 4 = kružnice, 5 = reset
	Smazání obrazovky	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = smazat obrazovku Nepravda = ponechat současnou obrazovku
	Název obrázku	Text	Max. 15 znaků	Název obrázku ze seznamu dostupných, který bude načten. Jen pro režim „obrázek“.
	Textový řetězec	Text	Text	Tisknutý textový řetězec. Jen pro režim „text“
	X	Číslo	0 až 99	Vodorovná souřadnice.
	Y	Číslo	0 až 63	Svislá souřadnice.
	Koncový X	Číslo	0 až 99	Vodorovná souřadnice druhého bodu, jen pro režim „úsečka“
	Koncový Y	Číslo	0 až 63	Svislá souřadnice druhého bodu, jen pro režim „úsečka“
	Poloměr	Číslo	0 až 120	Poloměr, jen pro režim „kružnice“

6.4 Bloky vstupů

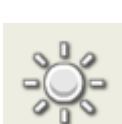
Bloky vstupů slouží k získávání dat ze senzorů a dalších periférií. Většina z těchto zařízení se připojuje přes vstupní porty 1 až 4, ale jsou zde také bloky pro čtení dat ze senzorů motorů, vnitřních hodin nebo bluetooth. Počet bloků v paletě se může lišit oproti obrázku Obrázek 6-27, protože neustále přibývají další a další senzory a periferie. K nim výrobci dodávají i nezbytné obslužné bloky, jejichž instalaci jsme probrali na začátku kapitoly.



Obrázek 6-27 Paleta bloků „Sensors“

V tabulce Tabulka 6-7 jsou uvedeny bloky vstupů, jež jsou v součásti základní instalace prostředí NXT-G 2.1. Obrázek 6-27 dále zobrazuje nestandardní bloky označené červeně. Podrobně se budeme zabývat jen těmi nejdůležitějšími.

Tabulka 6-7 Seznam bloků palety „Sensors“

Symbol	Název anglicky	Název česky	Význam
	Touch Sensor	Dotekový senzor	Blok slouží ke čtení stavu dotekového senzoru (tlačítko) připojeného ke vstupnímu portu 1 až 4. Detekuje stavy stisknuto, uvolněno a kliknutí.
	Sound Sensor	Mikrofon	Vrací hodnotu intenzity hluku měřeného mikrofonom připojeného k portu 1 až 4 nebo překročení limitu. Mikrofon lze kalibrovat na hodnotu intenzity okolního hluku.
	Light Sensor	Světelný senzor	Vrací hodnotu intenzity odraženého červeného nebo okolního světla měřeného světelným senzorem připojeným k portu 1 až 4 nebo překročení limitu. Pozor! Senzor je nezbytné kalibrovat na hodnotu intenzity okolního světla.
	Ultrasonic Sensor	Ultrazvukový dálkoměr	Vrací vzdálenost změřenou ultrazvukovým senzorem připojeným k portu 1 až 4 nebo překročení daného limitu. Dosah až 250 cm s přesností na 1 cm.
	NXT Button	Tlačítka	Blok slouží ke čtení stavu tlačítek (vlevo, vpravo, enter) na jednotce NXT. Detekuje stavy stisknuto, uvolněno a kliknutí.
	Rotation Sensor	Rotační senzor	Blok vrací hodnotu ze senzoru otáček motoru připojeného k výstupnímu portu A až C. Hodnota je měřena od posledního resetu senzoru.
	Timer	Časomíra	Umožňuje číst hodnotu času od resetu z jednoho ze tří vnitřních časovačů a porovnávat s nastaveným limitem. Přesnost je 0,001 sekund.

	Recieve Message	Přijem Bluetooth zprávy	Přečte rámeček přijatý bluetooth modulem do jedné z volitelných 10 schránek. Číslem schránky je rámeček identifikován. Rámeček může obsahovat číslo, řetězec nebo logickou hodnotu a lze jej porovnat s předdefinovanou hodnotou.
	Temperature Sensor	Teploměr	Blok přečte teplotu z tepelného senzoru připojeného k portu 1 až 4. Rozsah je -20 až 120°C a hodnotu lze porovnávat s limitem.
	Color Sensor	Barevný senzor	Blok čte hodnotu z barevného senzoru připojeného k portu 1 až 4. Senzor může pracovat v režimu detekce barvy (6 barev) nebo stejně jako světelný senzor s tím rozdílem, že lze zvolit jakou má mít základní barvu.
	Energy Meter In	Multimetr	Čte data ze vstupního portu měřicího zařízení Lego Energy Meter připojeného k portu 1 až 4. Umožňuje měřit veličiny napětí, proud, výkon a energii.
	Energy Meter Out	Multimetr	Čte data z výstupního portu měřicího zařízení Lego Energy Meter připojeného k portu 1 až 4. Umožňuje měřit veličiny napětí, proud, výkon a energii.
	Magnetic Compass	Magnetický kompas	Blok načítá data z modulu magnetického kompasu připojeného k portu 1 až 4. Výstupem je směr vůči magnetickému severu s rozlišením 1°. Modul by měl být minimálně 7cm do motorů a jednotky NXT. Vyžaduje kalibraci.
	Gyro Sensor	Gyroskop	Blok čte data z jednoosého gyroskopu. Umožňuje měřit úhlovou rychlost ve stupních za sekundu. Senzor má tzv. drift, což je odchylka od nulové hodnoty. Kompenzuje se například změřením hodnoty v klidové poloze a přivedením do parametru „offset“.

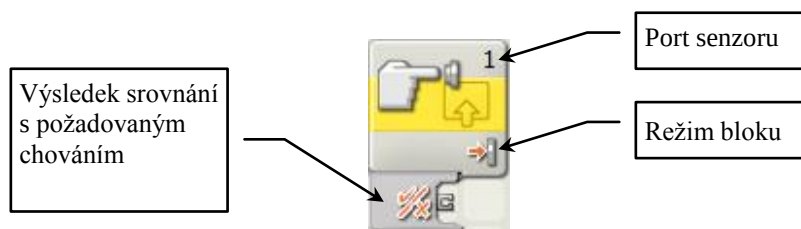
Některé bloky umožňují číst tzv. „raw“ hodnoty. To jsou hodnoty nepřečtené na rozsah daný rozsah. Například světelný senzor má definovaný rozsah kalibrací na hodnoty odpovídající černé (0) a bílé (100). „Raw“ hodnota je ale v rozsahu 0 až 1023. Její čtení je tedy přesnější, ale na druhou stranu nevíme, jestli naměřená hodnota odpovídá černé, bílé, nebo odstínu šedé.

6.4.1 Dotekový senzor

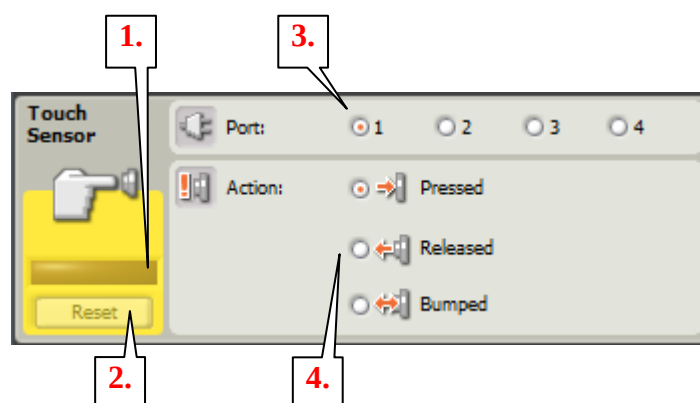
Blok „Touch Sensor“ slouží ke čtení stavu dotekového senzoru (tlačítko) připojeného ke vstupnímu portu 1 až 4. Tlačítko detekuje stavy:

- „Pressed“ – stisknuto. Nastaví hodnotu pravda při změně ze stavu uvolněného do stisknutého a drží ji do uvolnění.

- „Released“ – uvolněno. Nastaví hodnotu pravda při změně ze stavu stisknutého do stavu uvolněného a drží ji do stisknutí.
- „Bumped“ – kliknutí. Nastaví hodnotu pravda, pokud došlo ke změně ze stavu uvolněného do stavu stisknutého a zpět za méně než 0,5 sekundy.



Obrázek 6-28 "Blok Touch Sensor"



Obrázek 6-29 Konfigurační panel bloku "Touch Sensors"

Prvky panelu bloku „Touch sensor“ jsou:

1. Ukazatel stavu tlačítka.
2. Reset stavu tlačítka. Resetovat po kliknutí.
3. Volba portu připojeného senzoru.
4. Volba režimu, jenž vrátí na výstupu bloku hodnotu pravda.

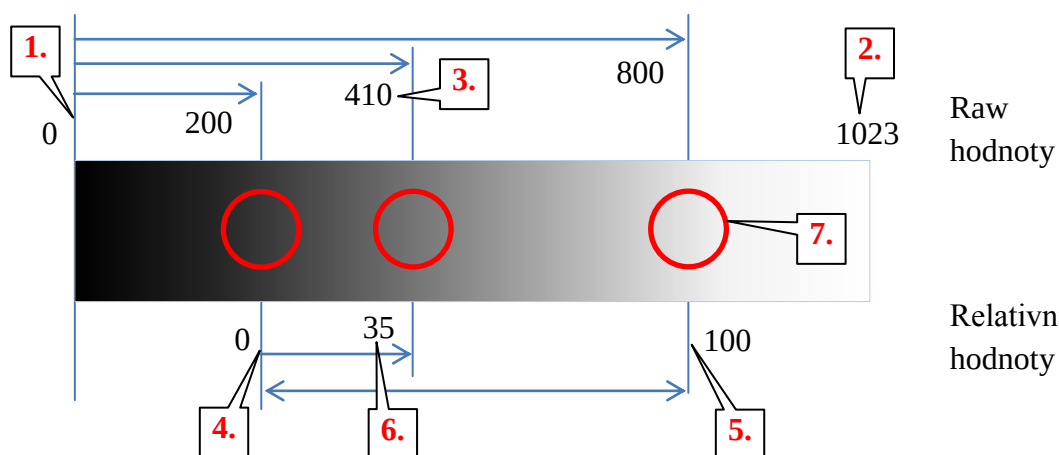
Tabulka 6-8 Rozhraní bloku "Touch Sensors"

Ikona	Parametr	Datový typ	Rozsah	Význam
	Port	Číslo	1 až 4	Číslo portu se senzorem.
	Režim	Číslo	0 až 2	0 = stisknutí, 1 = uvolnění, 2 = kliknutí
	Výsledek porovnání	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda, pokud nastala požadovaná událost.
	Čistá	Číslo	0 až 1023	Hodnota, kterou vrací senzor.

	hodnota			
--	---------	--	--	--

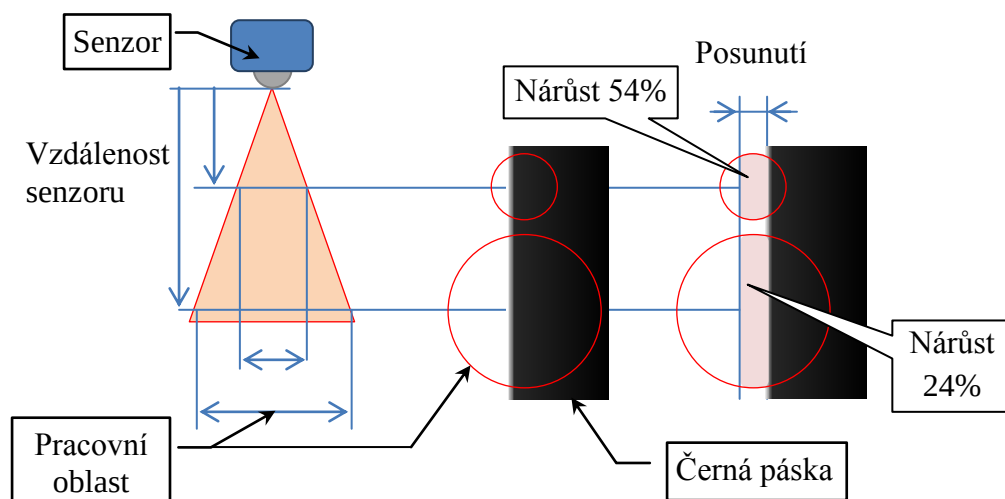
6.4.2 Světelný senzor

Blok „Light Sensor“ slouží ke čtení intenzity odraženého nebo okolního světla světelným senzorem připojeným ke vstupnímu portu 1 až 4. Senzor měří v červeném spektru a změřená hodnota je v rozsahu 0 až 100 %, kde 0 je černá a 100 je bílá.



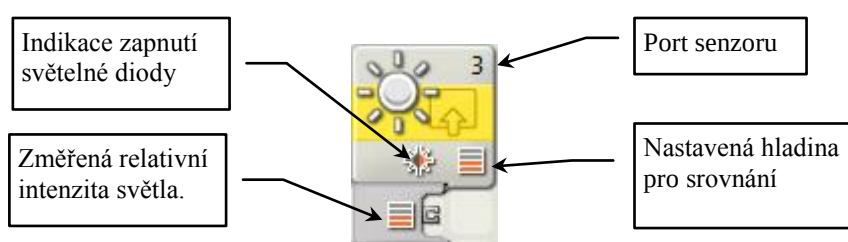
Obrázek 6-30 Měření intenzity světla a přepočet rozsahu

1. Absolutní černá – na senzor nedopadá změřitelné množství světla. Při čtení „Raw“ hodnoty jde o hodnotu 0.
2. Absolutní bílá – na senzor dopadá maximální množství změřitelného světla. Při čtení „Raw“ hodnoty jde o hodnotu 1023.
3. Absolutní změřená hodnota – hodnota změřená senzorem, čtena jako „Raw“ hodnota.
4. Černá – kalibrací určená spodní hranice rozsahu.
5. Bílá – kalibrací určená horní hranice rozsahu.
6. Změřená hodnota – hodnota čtená jako relativní vůči rozsahu.
7. Oblast snímaná senzorem. Senzor neměří bodově, ale určitou oblast závislou na vzdálenosti od snímané plochy. S rostoucí vzdáleností se vyhodnocuje větší plocha (roste pracovní oblast) a tím klesá citlivost na změny a extrémy. Změny se tak projeví pozvolněji, než když je senzor blíže povrchu. Malá pracovní oblast tak umožňuje rychlejší reakce při řízení, ale je větší pravděpodobnost že se dostaneme mimo ni.

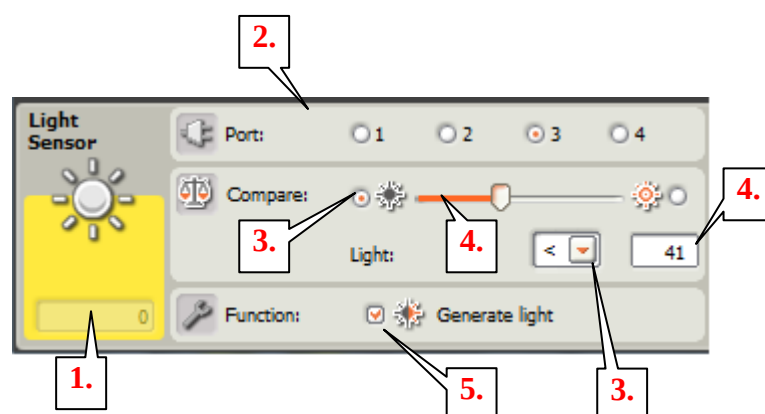


Obrázek 6-31 Princip světelného senzoru

Nyní k vlastnímu bloku. Výchozí tvar je zobrazen na obrázku níže (Obrázek 6-32). Standardně je určen ke čtení relativní hodnoty. Další užitečnou vlastností je schopnost porovnávat změřenou hodnotu s limitem určujícím horní nebo dolní hranici.



Obrázek 6-32 Blok „Light Sensor“



Obrázek 6-33 Konfigurační panel bloku „Light Sensor“

1. Aktuálně změřená relativní hodnota intenzity světla (0-100). Vyžaduje připojenou jednotku s příslušným senzorem.
2. Číslo portu připojeného senzoru.
3. Volba podmínky porovnání:

- a. Menší než hodnota (4.) – černý symbol
 - b. Větší než hodnota (4.) – bílý symbol.
4. Hodnota pro porovnání 0 až 100.
 5. Zapnutí přisvětlovací červené diody.

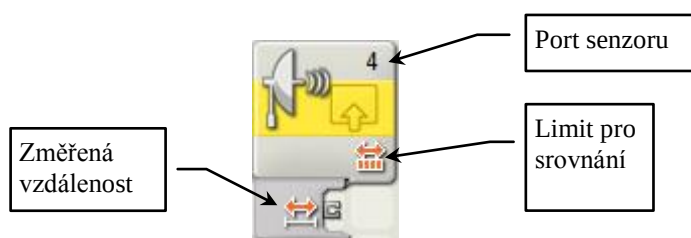
Tabulka 6-9 Rozhraní bloku „Light Sensor“

Ikona	Parametr	Datový typ	Rozsah	Význam
	Port	Číslo	1 až 4	Číslo portu se senzorem.
	Testovaná hodnota	Číslo	0 až 100	Testovaná hodnota pro porovnání s měřenou hodnotou z rozsahu 0 až 100
	Podmínka	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = větší než Nepravda = menší než
	Zapnout LED	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = zapnuto Nepravda = vypnuto
	Výsledek porovnání	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda, pokud nastala požadovaná událost.
	Intenzita světla	Číslo	0 až 100	Kalibrovaná hodnota intenzity světla.
	Čistá hodnota	Číslo	0 až 1023	Hodnota, kterou vrací senzor.

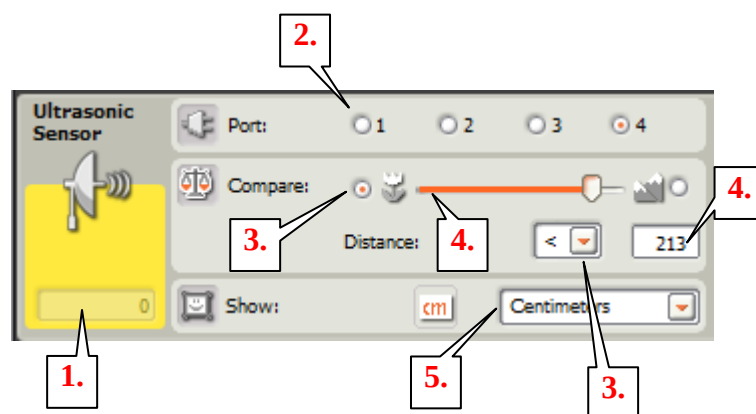
6.4.3 Ultrazvukový senzor

Blok „Ultrasonic Sensor“ (Obrázek 6-34) umožňuje číst hodnotu z ultrazvukového senzoru připojeného k portům 1 až 4 a porovnávat změřenou vzdálenost s limitem. Vlastnosti senzoru jsou následující:

- Dosah senzoru je 250 cm nebo 100 palců dle zvolené jednotky s rozlišením na 1 cm (0,39 palce).
- Minimální změřená vzdálenost je od 0 cm, ale do 10 cm bývá přesnost snížena.
- Perioda měření 60 ms. Blok na obnovu hodnoty nečeká, vrátí hodnotu, která je aktuálně v paměti. Některé jazyky naopak čekají na příznak nové hodnoty.
- Pracovní oblast si lze představit jako kužel s vnitřním úhlem přibližně 45°.
- Pracovní oblast závisí na velikosti, sklonu a materiálu odrazové plochy měřeného objektu.



Obrázek 6-34 Blok „Ultrasonic Sensor“



Obrázek 6-35 Konfigurační panel bloku „Ultrasonic Sensor“

1. Aktuálně změřená vzdálenost ve zvolené jednotce. Vyžaduje připojenou jednotku s příslušným senzorem.
2. Číslo portu připojeného senzoru.
3. Volba podmínky porovnání:
 - a. Menší než hodnota (4.) – symbol kytky (makro).
 - b. Větší než hodnota (4.) – symbol hor (panorama).
4. Hodnota pro porovnání 0 až 255 cm (100 palců).
5. Volba jednotek vzdálenosti:
 - a. „Inches“ – palce 0 až 100. Výchozí jednotka. Častou chybou je zapomenutí na přepnutí jednotek.
 - b. „Centimetres“ – centimetry 0 až 255cm

Tabulka 6-10 obsahuje popis výstupních portů z bloku ultrazvuku.

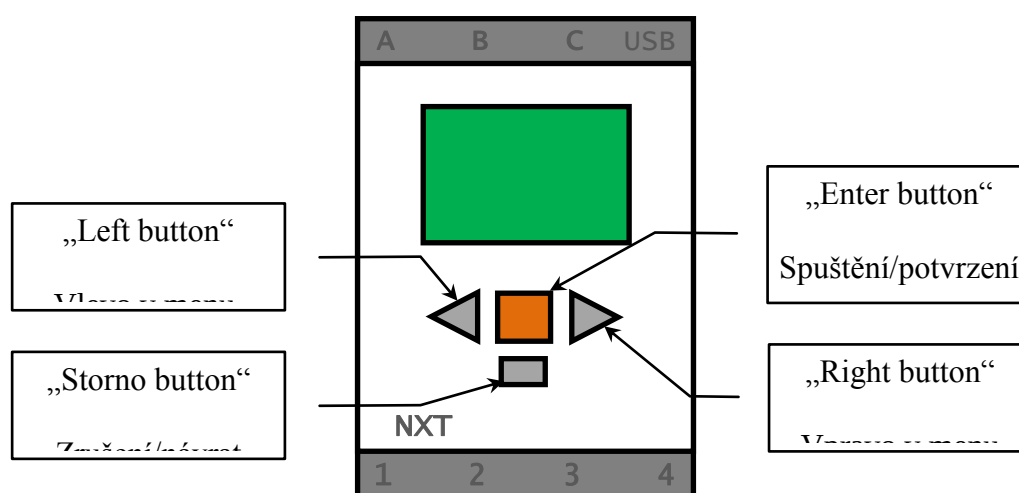
Tabulka 6-10 Rozhraní bloku „Ultrasonic Sensor“

Ikona	Parametr	Datový typ	Rozsah	Význam
	Port	Číslo	1 až 4	Číslo portu se senzorem.
	Testovaná hodnota	Číslo	0 až 100	Testovaná hodnota pro porovnání s měřenou hodnotou z rozsahu 0 až 100

	Podmínka	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = větší než Nepravda = menší než
	Výsledek porovnání	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda, pokud nastala požadovaná událost.
	Změřená délka	Číslo	0 až 255	Změřená vzdálenost v cm. V jednotkách palců je rozsah 0 až 100.

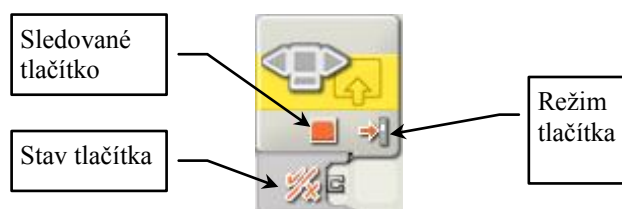
6.4.4 Tlačítka jednotky NXT

Blok „NXT buttons“ slouží k obsluze tlačítek umístěných na jednotce NXT (Obrázek 6-36). Jedná se o tlačítka „vlevo“, „vpravo“ a „Enter“. Tlačítko „Storno“ má speciální funkci (ukončování aplikace, návrat z menu, atd.) a nelze jej programově využívat.

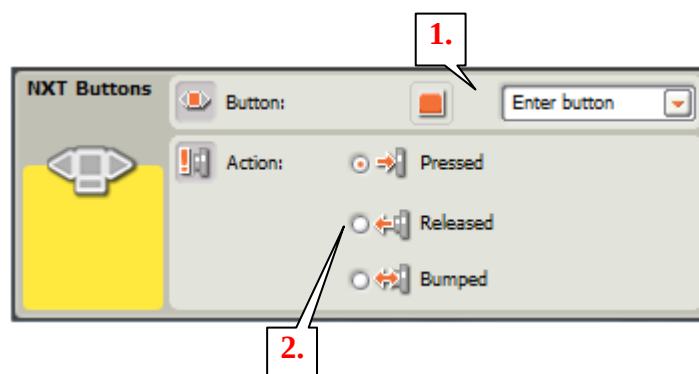


Obrázek 6-36 Tlačítka jednotky NXT

Na obrázku níže (Obrázek 6-37) je zobrazen samotný blok obsluhy tlačítek „NXT buttons“ se standardním výstupem zobrazujícím stav tlačítka v ohledu na zvolený režim.



Obrázek 6-37 Blok „Buttons“



Obrázek 6-38 Konfigurační panel bloku „Buttons“

1. Volba testovaného tlačítka – „Enter button“, „Left button“ a „Right button“.
2. Volba testovaného režimu tlačítka. Stejně jako v případě dotekového senzoru lze zvolit detekci jednoho z těchto stavů:
 - a. „Pressed“ – stisknuto. Na výstupu je nastavena pravda, je-li tlačítko stisknuto
 - b. „Released“ – uvolněno. Na výstupu je nepravda, je-li tlačítko uvolněno
 - c. „Bumped“ – kliknutí. Nastaví na výstup hodnotu pravda, pokud došlo ke změně ze stavu uvolněného do stavu stisknutého a zpět za méně než 0,5 sekundy.

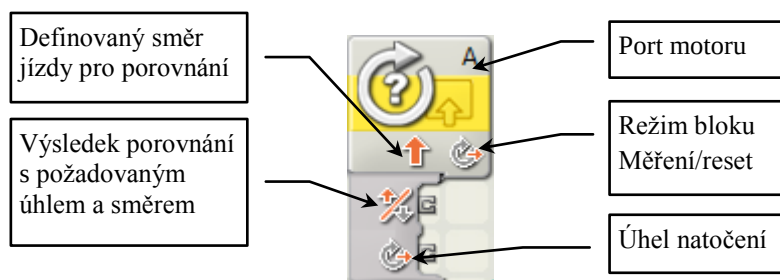
Tabulka 6-11 obsahuje popis vstupních a výstupních portů rozhraní bloku. Nejčastěji čteným parametrem je logická hodnota výsledku porovnání stavu s požadovaným stavem.

Tabulka 6-11 Rozhraní bloku „Buttons“

Ikona	Parametr	Datový typ	Rozsah	Význam
	Tlačítko	Číslo	1 až 3	1 = vpravo, 2 = vlevo, 3 = Enter
	Režim	Číslo	0 až 2	0 = stisknutí, 1 = uvolnění, 2 = kliknutí
	Výsledek porovnání	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda, pokud nastala požadovaná událost.

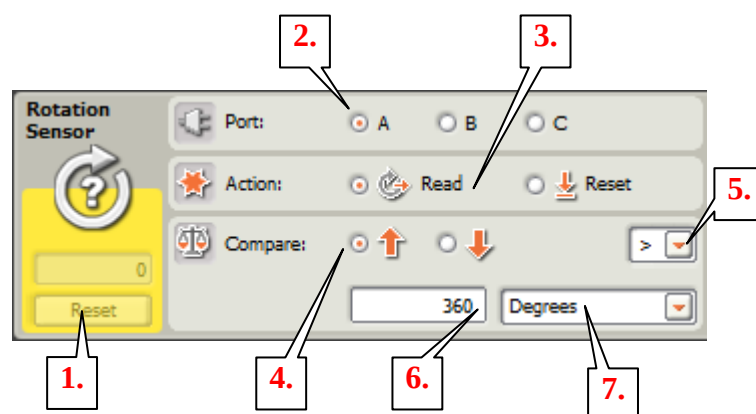
6.4.5 Senzor otáček

Blok senzoru otáček „Rotation Sensor“ umožňuje měřit úhel natočení zvoleného motoru od definované výchozí polohy. Výchozí poloha se určuje resetem čítače pulsů. Senzor má přesnost 360° na otáčku. Natočení lze porovnávat se zvolenou hranicí ve zvoleném směru. Blok senzoru je zobrazen na obrázku níže (Obrázek 6-39).



Obrázek 6-39 Blok „Rotation sensor“

Servomotory NXT v sobě skrývají stejnosměrný motor, převody do pamala, řídicí elektroniku a optický senzor otáček IRC. IRC neboli inkrementální rotační čítač, se skládá z rotujícího disku s otvory na obvodu, jenž je připevněného na ose stejnosměrného motoru a optické brány (světelný zdroj a senzor). Při rotaci motoru světlo vysílané LED a snímané optickým senzorem generuje pulsy. Měřením frekvence pulzů lze určit rychlost otáčení a jejich sčítáním ujetá dráha (úhel, poloha).



Obrázek 6-40 Konfigurační panel bloku „Rotation sensor“

1. Aktuální úhel natočení ve stupních. Záporné hodnoty znamenají natočení v opačném směru vůči standardnímu směru vpřed. Vyžaduje připojenou jednotku s příslušným motorem.
2. Číslo portu připojeného motoru.
3. Režim bloku:
 - a. „Read“ – čtení hodnoty natočení.
 - b. „Reset“ – vynulování čítače daného motoru, nová výchozí poloha.
4. Směr jízdy určuje, kterým směrem se hodnota úhlu přičítá a kdy odčítá.
5. Porovnávací operátor. Určuje, zda blok vrací hodnotu pravda, pokud je hodnota natočení větší nebo menší než zvolená hodnota
6. Hodnota natočení pro porovnání s podmínkou. Je vždy kladná. Pro
7. Jednotka natočení:
 - a. „Degrees“ – měří úhel s rozlišením 360° na otáčku a maximální hodnotou 2147483647°.
 - b. „Rotations“ – čítá celé otáčky.

Tabulka 6-12 Rozhraní bloku „Rotation sensor“

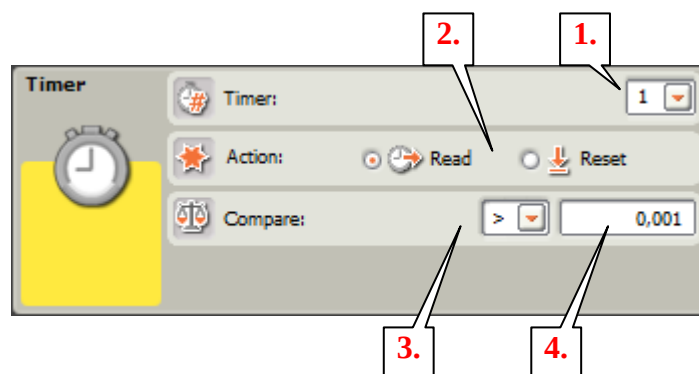
Ikona	Parametr	Datový typ	Rozsah	Význam
	Port	Číslo	1 až 3	1 = A, 2 = B, 3 = C
	Testovaná hodnota	Číslo	0 až $2^{31} - 1$	Testovaná hodnota pro porovnání s měřenou hodnotou z rozsahu 0 až 2147483647
	Určený směr jízdy	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Vůči tomuto úhlu se porovnává přírůstek nebo úbytek úhlové dráhy. Pravda = vpřed, nepravda = vzad
	Podmínka	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = větší než Nepravda = menší než
	Režim bloku	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = reset čítače Nepravda = čtení hodnoty
	Výsledek porovnání	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Jen ke čtení - pravda, pokud je změřená hodnota v definovaném rozsahu.
	Směr jízdy	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Jen ke čtení – směr jízdy.
	Úhlová dráha	Číslo	0 až $2^{31} - 1$	Jen ke čtení – počet stupňů uražených během vykonávání bloku.

6.4.6 Časovač

V prostředí NXT-G lze pomocí bloku „Timer“ využívat tři nezávislé časovače pro měření času. Časovače mají přesnost 0.001 s. Mimo jiné pracuje s časovači také blok čekání „Wait“ v režimu „Time“. Jeho časovač je však na bloku „Timer“ nezávislý a povíme si o něm později.



Obrázek 6-41 Blok „Timer“



Obrázek 6-42 Konfigurační panel bloku „Timer“

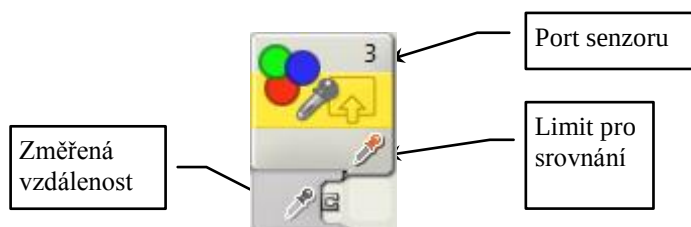
1. Číslo časovače. K dispozici jsou tři nezávislé časovače s přesností 1 ms.
2. Režim bloku:
 - a. „Read“ – režim ke čtení hodnoty času ze zvoleného časovače.
 - b. „Reset“ – slouží k restartu zvoleného časovače.
3. Operátor porovnání, menší než hodnota a větší než hodnota.
4. Hodnota času pro porovnání. Blok vrací hodnotu „pravda“ je-li změřená hodnota času větší či menší dle operátoru (3.).

Tabulka 6-13 Rozhraní bloku „Timer“

Ikona	Parametr	Datový typ	Rozsah	Význam
	Číslo časovače	Číslo	1 až 3	Číslo určí, se kterým časovačem se pracuje
	Testovaná hodnota	Číslo	0 až 2^{32}	Testovaná hodnota pro porovnání s měřenou hodnotou z rozsahu 0 až 4294967296 ms.
	Podmínka	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = větší než Nepravda = menší než
	Režim bloku	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = reset časovače Nepravda = čtení hodnoty
	Výsledek porovnání	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Jen ke čtení - pravda, pokud je změřená hodnota v definovaném rozsahu.
	Změřený čas	Číslo	0 až 2^{32}	Čas uplynulý od posledního resetu v milisekundách.

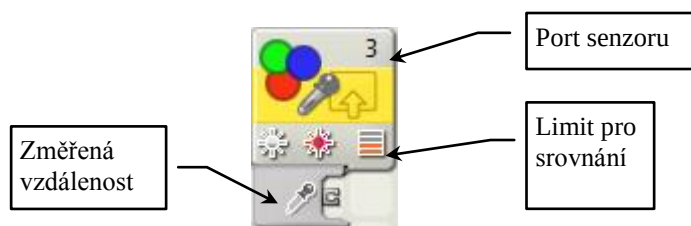
6.4.7 Barevný senzor

Podobně jako světelný senzor, také barevný senzor měří intenzitu odraženého světla. Na rozdíl od něj však nepracuje jen v červeném, ale i zeleném a modrém spektru. Z poměrů odraženého světla v těchto spektrech dokáže senzor určit, o jakou barvu se jedná. Tento senzor dokáže rozlišit šest základních barev. Navíc díky tomu že pracuje s poměry, nemusí se určovat jeho relativní rozsah, tedy že není třeba jej v režimu detekce barev kalibrovat.



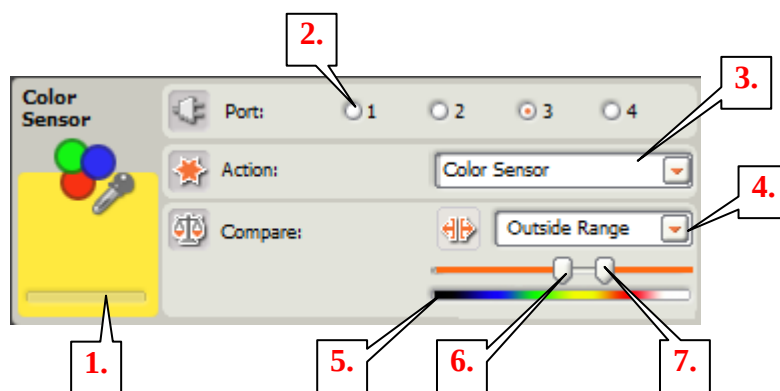
Obrázek 6-43 Blok „Color Sensor“ v režimu detekce barvy

Mimo to dokáže v omezené míře pracovat také jako světelný senzor v jednom spektru. Při přepnutí režimu bloku lze pracovat s jedním barevným kanálem a LED s příslušnou barvou. Blok „Color Sensor“ v režimu světelného senzoru „Light Sensor“ neumožňuje přímo číst hodnotu změřené intenzity světla, pouze ji porovnávat s relativní hodnotou. Výstupem je pak logická hodnota porovnání.



Obrázek 6-44 Blok „Color Sensor“ v režimu měření intenzity světla

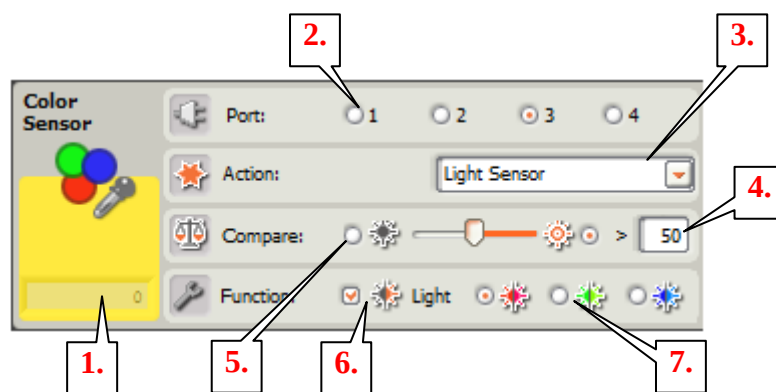
Výchozí režim bloku je režim rozpoznávání barvy „Color Sensor“. V tomto případě je výstupem z bloku číslo barvy a logická proměnná s výsledkem porovnání změřené barvy s definovanou oblastí barev.



Obrázek 6-45 Konfigurační panel bloku „Color Sensor“ v režimu detekce barvy

1. Aktuální detekovaná barva. Vyžaduje připojenou jednotku s příslušným motorem.
2. Číslo portu připojeného senzoru.
3. Režim bloku:
 - a. „Color Sensor“ – režim detekce barvy.
 - b. „Light Sensor“ – režim měření intenzity světla
4. Nastavení podmínky
 - a. „Outside range“ – vrátí hodnotu „pravda“ pokud je detekovaná barva mimo zvolenou oblast (6. až 7.).
 - b. „Inside range“ – vrátí hodnotu „pravda“ pokud je detekovaná barva uvnitř zvolené oblasti (6. až 7.).
5. Ukazatel detekovatelných barev.
6. Spodní hranice oblasti barev.
7. Horní hranice oblasti barev.

Jak již bylo v úvodu řečeno, druhý režim bloku je světelný senzor „Light Sensor“. Vzhled konfiguračního panelu se změní (Obrázek 6-43) a výstupem z bloku je logická proměnná s výsledkem porovnání změřené hodnoty s definovanou. Připojený senzor pak pracuje pouze s jednou barvou.



Obrázek 6-46 Konfigurační panel bloku „Color Sensor“ v režimu měření intenzity světla

1. Aktuální změřená relativní intenzita v rozsahu 0 až 100. Stejně jako u světelného senzoru je 0 černá a 100 bílá. Vyžaduje připojenou jednotku s příslušným motorem.
2. Číslo portu připojeného senzoru.
3. Režim bloku:
 - a. „Color Sensor“ – režim detekce barvy.
 - b. „Light Sensor“ – režim měření intenzity světla

4. Hodnota testovaného limitu.
5. Nastavení podmínky
 - a. Menší než limit – blok vrátí hodnotu „pravda“ pokud je změřená hodnota menší než
 - b. „Inside range“ – blok vrátí hodnotu „pravda“ pokud je detekovaná barva uvnitř zvolené oblasti (6. až 7.).
6. Ukazatel detekovatelných barev.
7. Spodní hranice oblasti barev.
8. Horní hranice oblasti barev.

Tabulka 6-14 Rozhraní bloku „Color Sensor“

Ikona	Parametr	Datový typ	Rozsah	Význam
	Port	Číslo	1 až 4	Číslo portu se senzorem.
	Oblast	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = testuje se, zda je změřená barva uvnitř zvolené oblasti. Nepravda = testuje se, zda je změřená barva vně zvolené oblasti.
	Spodní hranice	Číslo	0 až 6	0 = vlevo od černé po černou 1 = černá až modrá 2 = modrá až zelená 3 = zelená až žlutá 4 = žlutá až červená 5 = červená až bílá 6 = bílá a dále vlevo.
	Horní hranice	Číslo	0 až 6	Stejně jako u spodní hranice. Horní hranice musí mít vyšší hodnotu než spodní.
	Podmínka	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = větší než Nepravda = menší než
	Testovaná hodnota	Číslo	0 až 100	Testovaná hodnota pro porovnání s měřenou hodnotou z rozsahu 0 až 100.
	Zapnout LED	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda = zapnuto Nepravda = vypnuto
	Barva LED	Číslo	0 až 2	0 = červená, 1 = zelená, 2 = modrá
	Výsledek porovnání	Logická hodnota	Pravda Nepravda	Pravda, pokud nastala požadovaná událost.

	Změřená barva	Číslo	0 až 6	1 = černé, 2 = modrá, 3 = zelená, 4 = žlutá, 5 = červená, 6 = bílá.
---	---------------	-------	--------	---

6.5 Práce s daty, matematické a logické operace

Manipulace s daty, matematické výpočty a logické operace jsou důležitou součástí každého složitějšího algoritmu. V prostředí NXT-G k těmto operacím slouží funkční bloky z palety „Data“ (Obrázek 6-47).



Obrázek 6-47 Paleta nabídky „Data“

V následující tabulce je stručný přehled bloků z palety „Data“. Práce s nimi je jednoduchá, avšak v porovnání s jazyky založenými na strukturovaném textu (např. jazyk C), dosti zdlouhavá až nepřehledná.

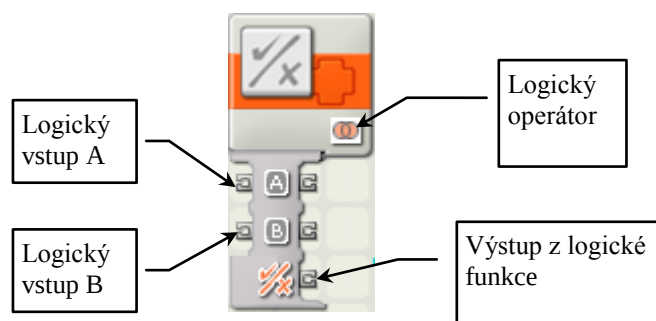
Tabulka 6-15 16 Bloky palety „Data“

Symbol	Název anglicky	Název česky	Význam
	Logic	Logické operace	Blok obstarává logické operce logický součin „And“, logický součet „Or“, exkluzivní logický součet „Xor“ a negace vstupu „NOR“.
	Math	Matematické operace	Blok zajišťuje matematické operace sčítání, odčítání, součet a součin dvou proměnných. Dále absolutní hodnotu a druhou odmocninu z hodnoty.
	Compare	Porovnání	Blok zajišťuje funkce porovnání dvou proměnných „větší“, „menší“ a „rovná se“. Výstupem je logická hodnota s výsledkem porovnání.
	Range	Oblast	Blok testuje, zda je testovaná hodnota uvnitř nebo vně zvolené oblasti.
	Random	Náhodné číslo	Tento blok generuje pseudonáhodné číslo v uživatelem definovaném rozsahu s limitem 0 až 32767.

	Variable	Proměnná	Slouží ke čtení a zápisu do uživatelem definovaných nebo tří v prostředí předdefinovaných proměnných typu číslo, logická proměnná nebo řetězec.
	Constant	Konstanta	Slouží ke čtení předdefinovaných konstant. Konstanty jsou přístupné v rámci celého profilu, avšak k jejich aktualizaci dochází pouze po novém otevření profilu.

6.5.1 Logické operace

Blok „Logic“ (Obrázek 6-48) zajišťuje čtyři základní logické operace. Blok má dva logické vstupy (pravda, nepravda) a kombinace hodnot dává výsledek v závislosti na zvolené funkci.



Obrázek 6-48 Blok „Logic“

Pravdivostní tabulka těchto funkcí je v tabulce níže (Tabulka 6-17) a jejich slovní popis je následující:

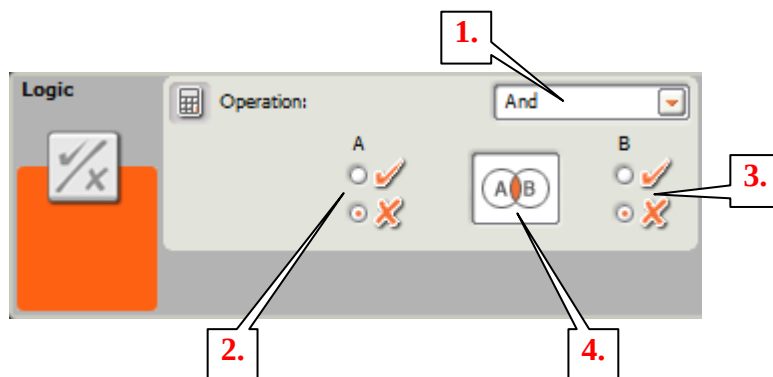
- „And“ – součin, výstupem pravda, pokud je na obou vstupech pravda.
- „Or“ – součet, výstupem pravda, pokud je alespoň na jednom vstupu pravda.
- „Xor“ – exkluzivní součet, výstupem je pravda pokud je právě na jednom vstupu pravda.
- „Nor“ – negace, převrátí hodnotu vstupu. Pracuje pouze s jedním vstupem.

Tabulka 6-17 Pravdivostní tabulka

Vstupy		Výsledek logické funkce			
A	B	AND(A,B) 	OR(A,B) 	XOR(A,B) 	NOT(A) 
Nepravda	Nepravda	Nepravda	Nepravda	Nepravda	Pravda
Nepravda	Pravda	Nepravda	Pravda	Pravda	Pravda
Pravda	Nepravda	Nepravda	Pravda	Pravda	Nepravda

Pravda	Pravda	Pravda	Pravda	Nepravda	Nepravda
--------	--------	--------	--------	----------	----------

Na následujícím obrázku je zobrazen konfigurační panel bloku „logic“.

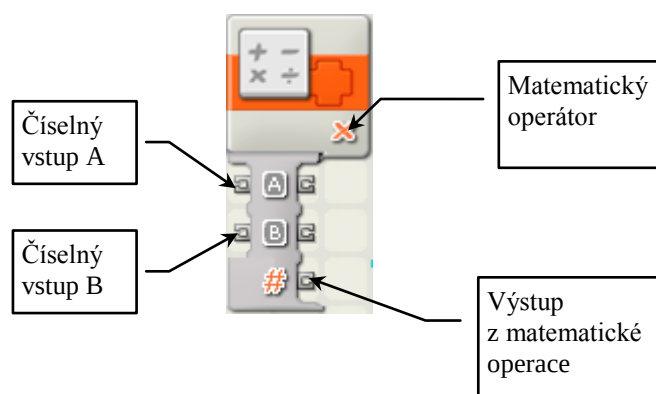


Obrázek 6-49 Konfigurační panel bloku „Logic“

1. Typ funkce viz. Tabulka 6-17.
2. Nastavení logické proměnné A.
3. Nastavení logické proměnné B.
4. Množinové zobrazení funkce.

6.5.2 Matematické operace

Blok „Math“ poskytuje šest základních matematických operací dostupných v prostředí NXT-G. Blok pracuje s jednou až dvěma proměnnými typu číslo. Pokud nejsou přivedeny přes datové porty, jsou použity hodnoty nastavené přes panel parametrů. Vstupní hodnoty jsou vyjadřovány na 6 číslic.



Obrázek 6-50 „Blok Math“

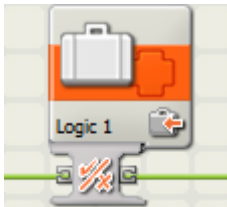
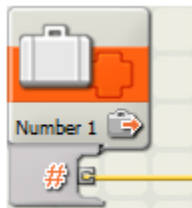
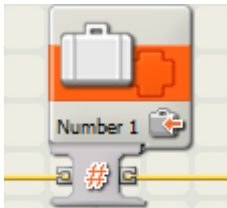
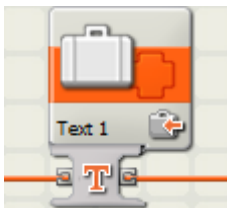
Jelikož je použití tak triviální, nebudeme se jimi detailně zabývat. Matematické funkce dostupné v prostředí NXT-G jsou následující:

- Sčítání
- Odčítání
- Násobení
- Dělení
- Absolutní hodnota proměnné A
- Drhá odmocnina proměnné A.

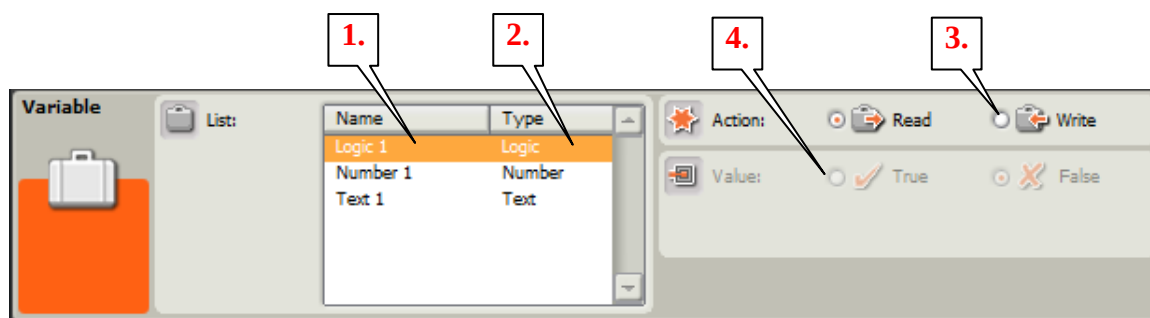
6.5.3 Proměnná

Proměnné slouží k uchování informací. Dají se dělit podle datového typu, oboru platnosti a možnosti přístupu.

Tabulka 6-18 Přehled a použití bloku proměnná.

Datový typ	Blok ke čtení	Blok k zápisu	Rozsah
Logická hodnota			Pravda Nepravda
Číslo			Číslo s přesností na 6 číslic $\pm 3,4 \cdot 10^{38}$
Text			Text omezený velikostí paměti.

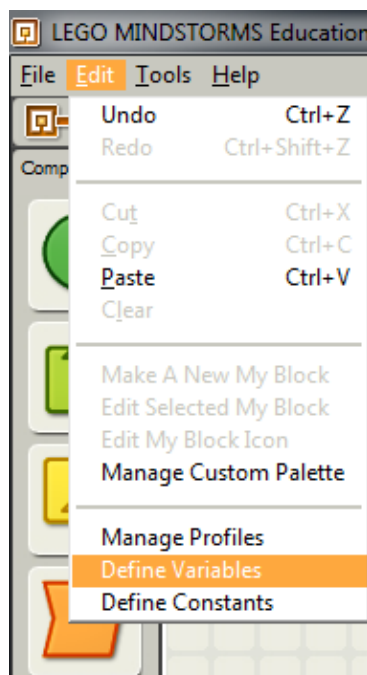
Proměnné jsou definovány v rámci každého listu zvlášť. Vyjimku tvoří předdefinované proměnné (jedna od každého datového typu) a globální proměnné (přístupné mimo list). Konfigurační panel bloku „Variable“ v režimu logické proměnné určené pro čtení je uveden níže. Ostatní varianty nebudou uváděny kvůli podobnosti. Povšimněte si tři proměnných „Logic1“, „Number1“ a „Text1“. Tyto proměnné jsou definovány automaticky v každém listu a nelze je mazat ani přejmenovávat. Lze je však využívat, zejména jako pomocné odkládací proměnné a při tvorbě uživatelských bloků se vstupními či výstupními parametry.



Obrázek 6-51

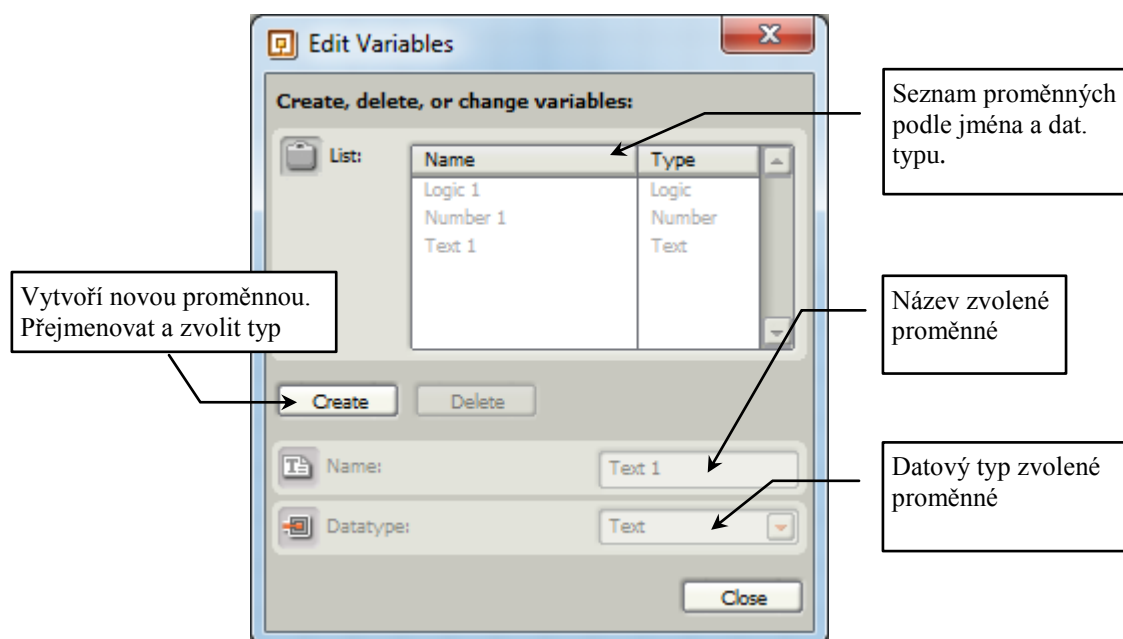
1. Seznam proměnných, sloupec se jmény. Kliknutím na záhlaví „Name“ se proměnné seřadí podle jména vzestupně nebo sestupně.
2. Seznam proměnných, sloupec s datovými typy. Kliknutím na záhlaví „Type“ se proměnné seřadí podle datového typu vzestupně nebo sestupně.
3. Akce, neboli přístup. Existují možnosti:
 - a. „jen ke čtení“ – z proměnné lze číst, nelze zapisovat.
 - b. „k zápisu“ – do proměnné lze zapisovat. Je-li do ní zapsáno, lze tuto hodnotu přečíst (předat ji nezměněnou dále).
4. Hodnota – je-li proměnná v režimu k zápisu a vstupní port není připojen ke zdroji dat, lze tuto hodnotu ručně změnit. V režimu logické proměnné je to přepínač, v režimu číselné proměnné a textového řetězce je to textové pole.

Před použitím je třeba proměnné definovat. K tomu slouží nástroj „Define Variable“ v nabídce „Edit“ (Obrázek 6-52). Zde se definují proměnné v rámci otevřeného listu.



Obrázek 6-52 Vyvolání správce proměnných

V otevřeném okně (Obrázek 6-53) máme možnost definovat nové proměnné a u existujících měnit název a datový typ. Pro definici nové proměnné, klikněte na tlačítko „Create“, které založí novou proměnnou s názvem tvořeným řetězcem „Variable_“ a indexem.



Obrázek 6-53 Správce proměnných

Nově definovaná proměnná je pak dostupná v konfiguračním panelu bloků typu „Variable“. Typ i název lze kdykoliv změnit. Chcete-li proměnnou sdílet mezi nadřazeným a podřazeným schématem (tzn. mezi hlavním programem a uživatelským blokem), stačí vytvořit na obou úrovních proměnnou se stejným názvem.

7 ZDROJE INFORMACÍ

EDUXE, *LEGO Educational Division* v ČR, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z URL <<http://www.eduxe.cz/>>

HiTechnics, *HiTechnic Products*, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z WWW <URL: <http://www.hitechnic.com/>>

LEGO, *LEGO® Education*, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z WWW <URL: <http://www.legoeducation.us/global.aspx>>

LEGO mindstorms, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z WWW <URL: <http://mindstorms.lego.com/eng/default.aspx>>

Extreme NXT, *Philo's Home Page*, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z WWW <URL: <http://www.philohome.com/>>

Mindstorms NXT Review, aktualizace 2010, [online], [cit. 2010], dostupné z WWW <URL: <http://mindstormsnxt.blogspot.com/>>

KELLY, F. J. LEGO MINDSTORMS NXT-G Programming Guide, Second Edition Apress, 2010, 336 pp. ISBN: 978-1-4302-2976-6

DALE YOCUM [online]. NXT Tutorial. Dale Yocum. 2007. dostupné z WWW: <URL: http://www.ortop.org/NXT_Tutorial/>.