

4 PROSTŘEDÍ NXT-G



Čas ke studiu: 4 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete

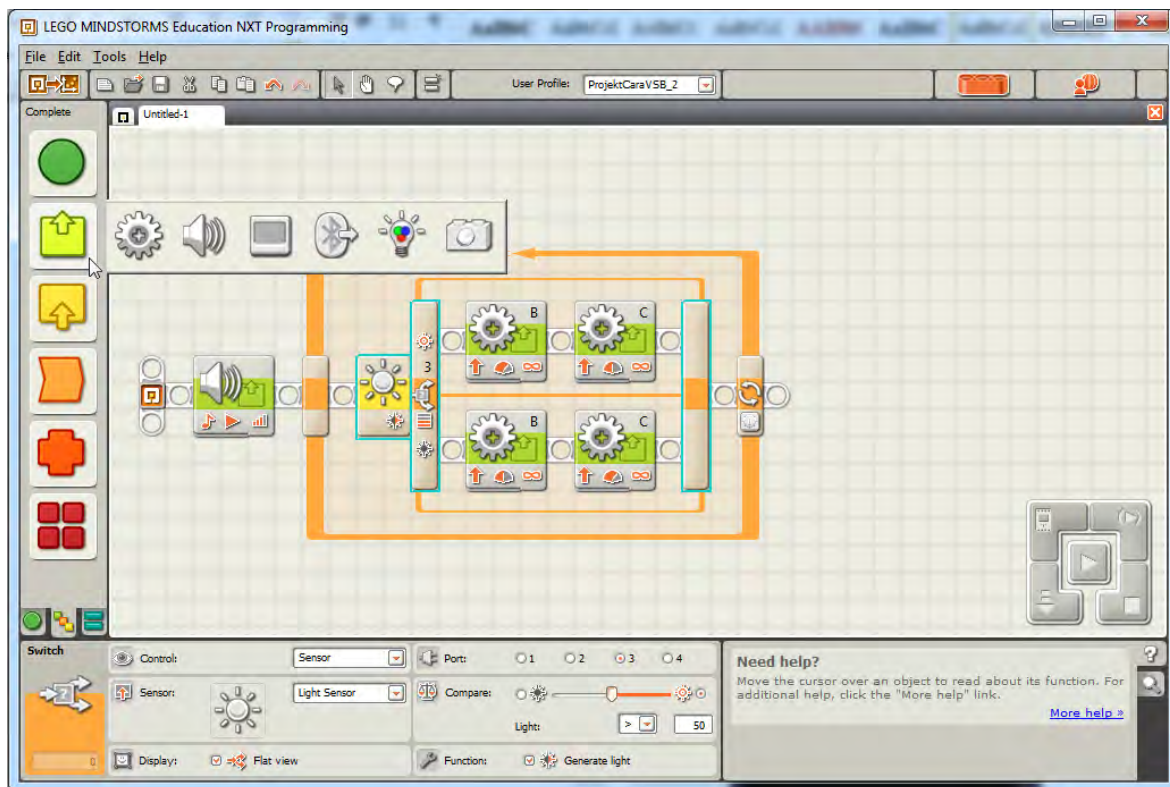
- obecně seznámeni s prostředím NXT-G
- schopni provést instalaci prostředí NXT-G
- znát strukturu projektu NXT-G
- znát základní nástroje a prvky prostředí



Výklad

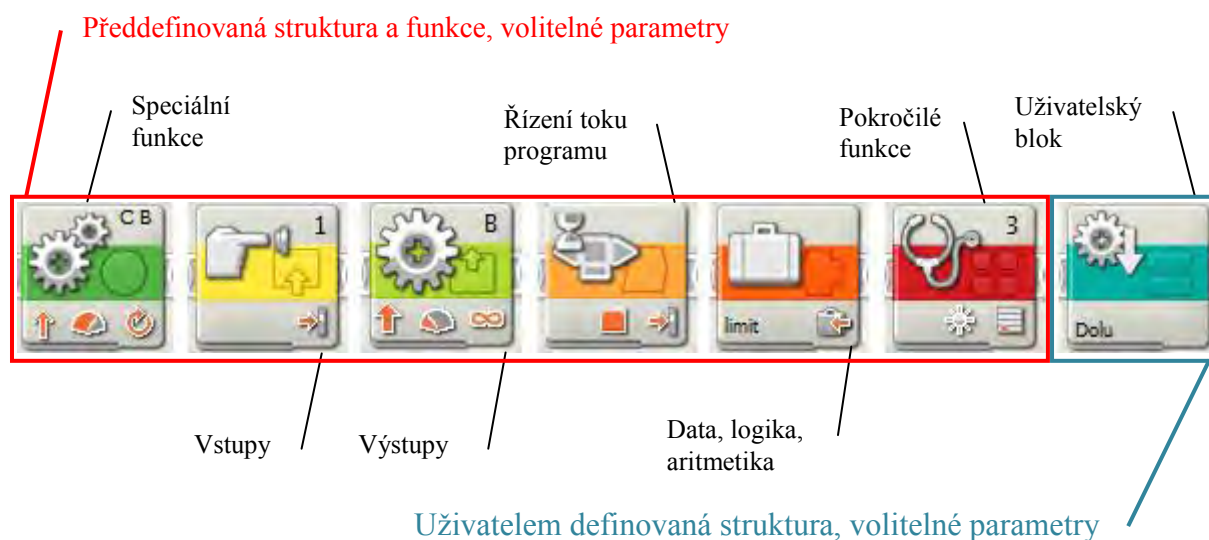
Stavebnice Lego Mindstorms je celosvětově oblíbenou pedagogickou pomůckou se kterou se lze setkat jak na základních, tak zejména na středních a vysokých školách. Je využívána k výuce základů i pokročilých metod z oblasti programování, robotiky ale taky týmové spolupráce. Základem stavebnice je řídicí 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:

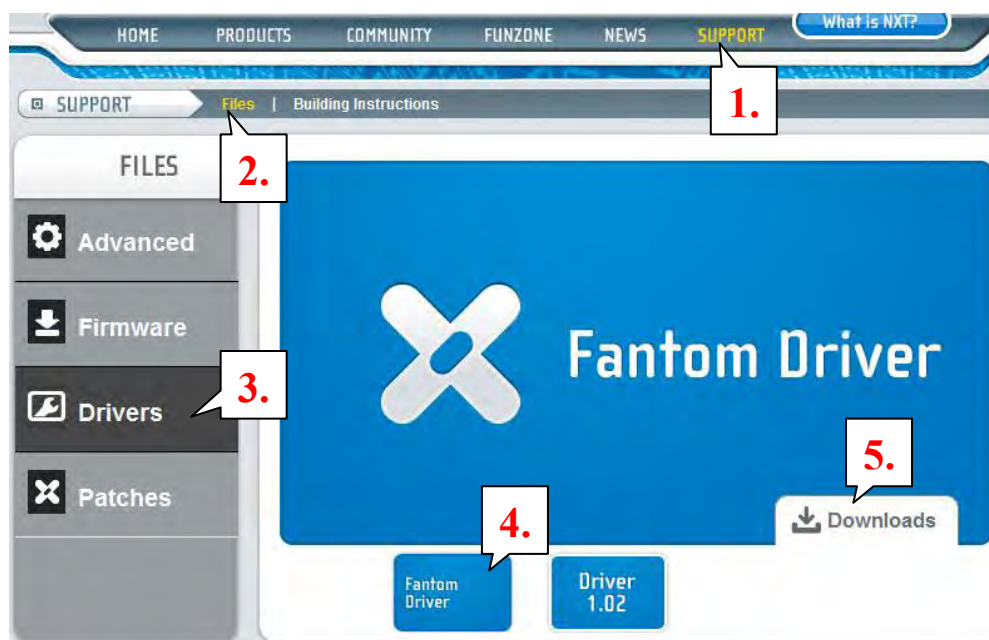
1. Pro vyvolání instalačního menu vložte CD Lego Mindstorms NXT, nebo ze složky s instalačním balíkem spusťte průvodce instalací souborem Autorun.exe.
2. Zvolíme jazyk (English) a v dalším okně zadejte Next pro pokračování.
3. Následuje okno komponent. Jsou zde dvě položky, NXT software a Driver (ovladač). 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 stránka 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 Phantom Driver a Driver 1.02. Zvolte Phantom 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:

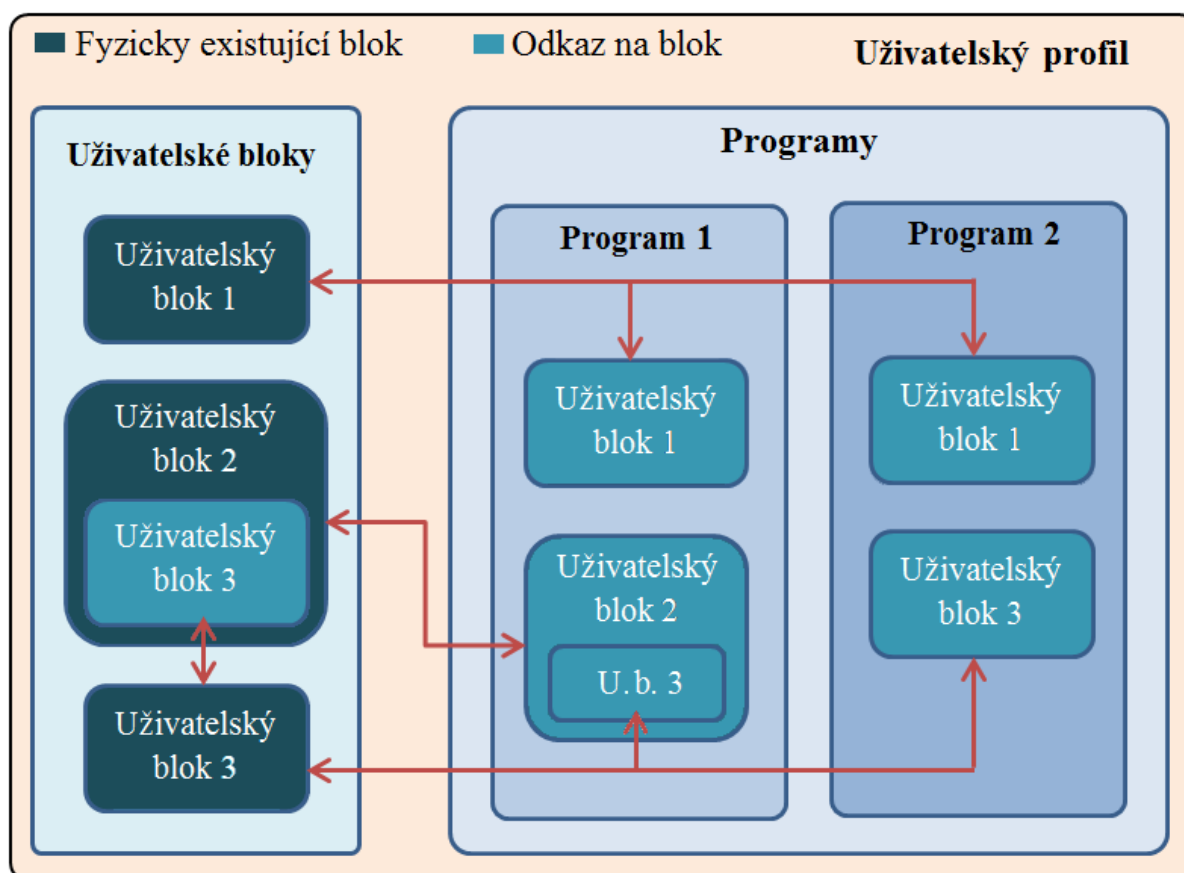
C:\user\Jméno_ uživatele\Documents\LEGO Creations\MINDSTORMS Projects\Profiles

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 schémata. 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.



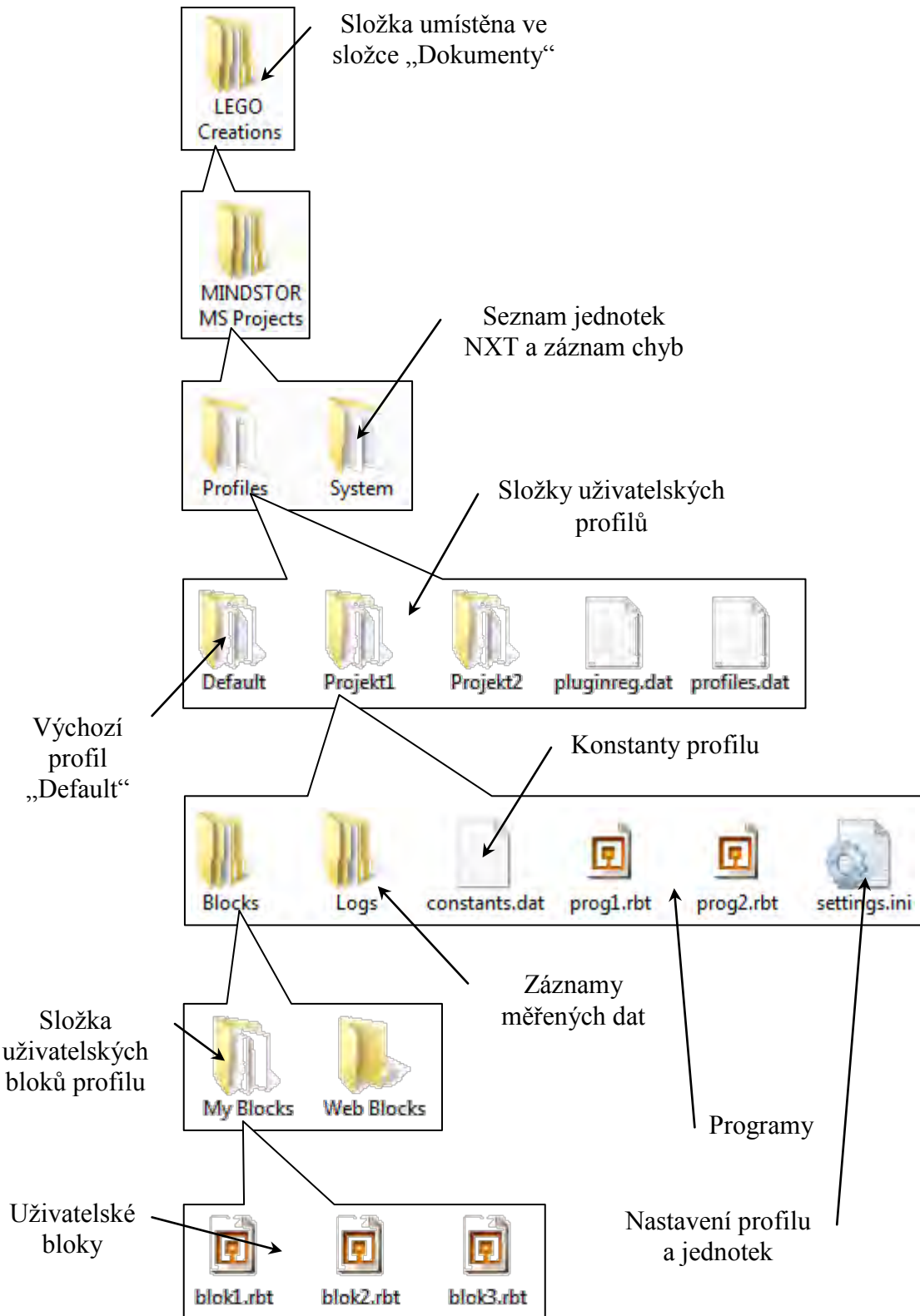
Obrázek 4-5 Struktura profilu

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.

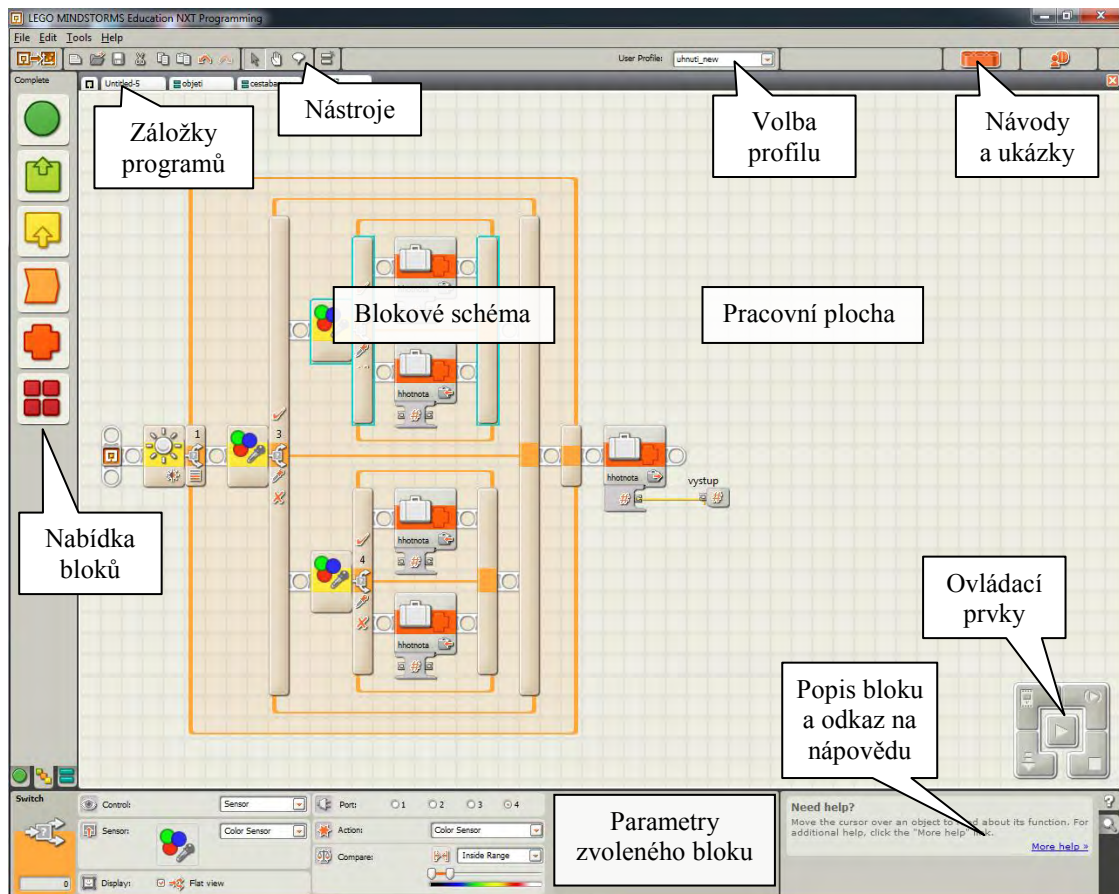
V následující tabulce Tabulka 4-2 Obrázek 4-2 jsou uvedeny typy souborů prostředí NXT-G. Povšimněte si, které soubory jsou jedinečné pro každý profil a které jsou společné pro všechny.

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

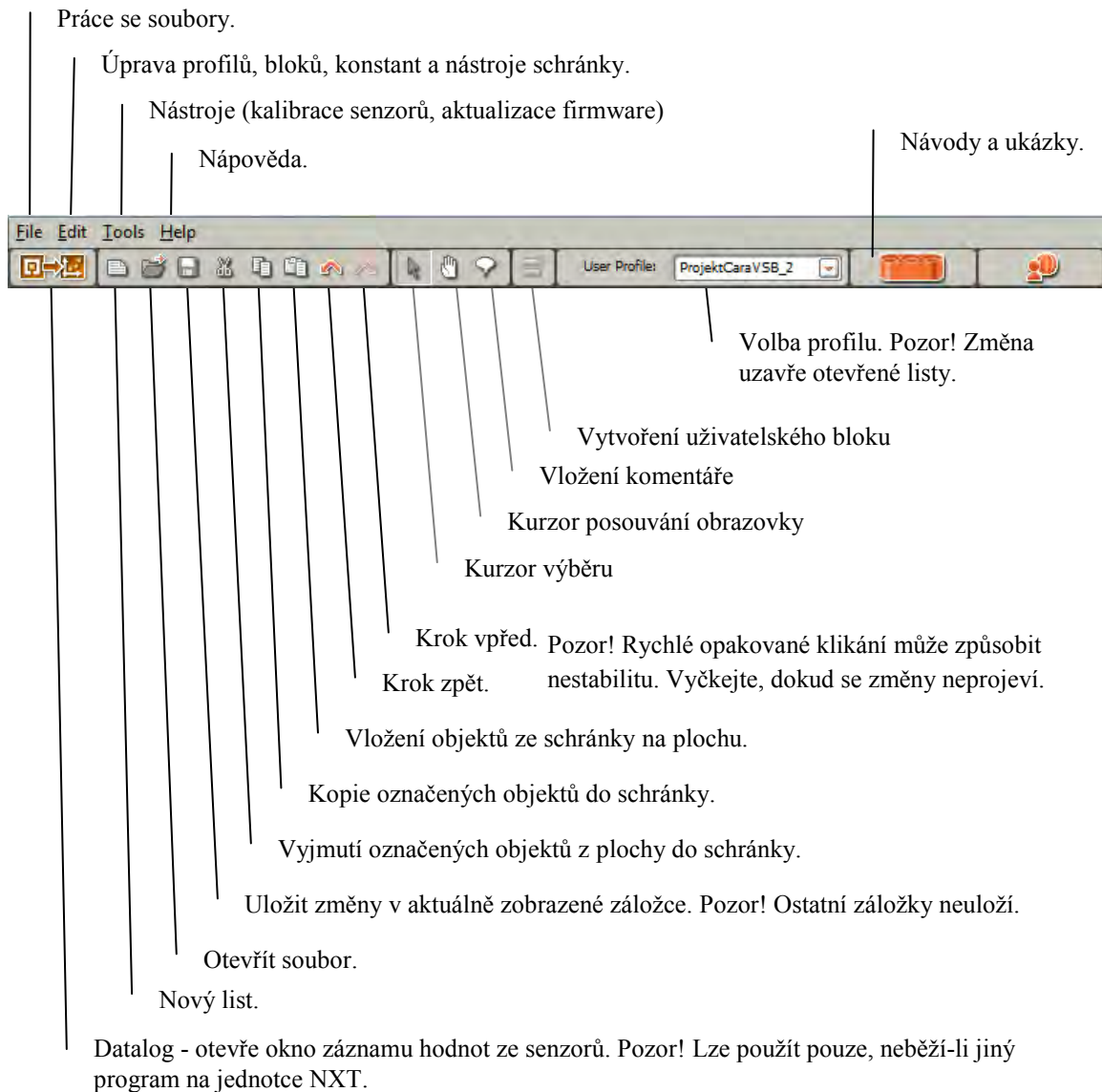
V této kapitole budou obecně popsány části, ze kterých se skládá prostředí NXT-G, ale také **důležité** poznámky k jeho ovládacím prvkům. Je vhodné poznamenat, že grafické rozhraní této aplikace využívá pouze levé tlačítko myši a mimo zadávání textových nebo číselných hodnot, není potřeba ani klávesnice. 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.

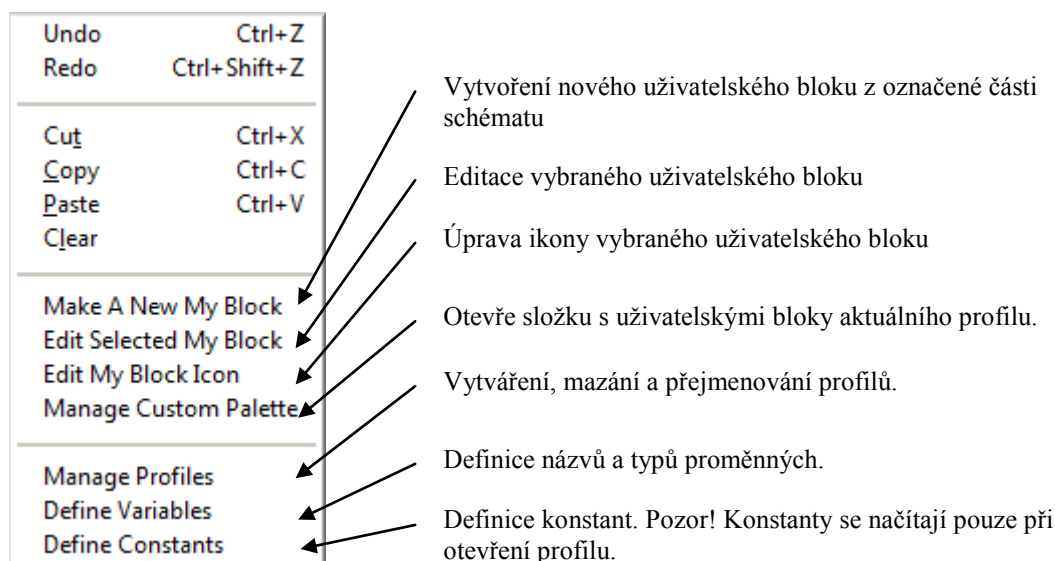


Obrázek 4-8 Nástroje NXT-G

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:

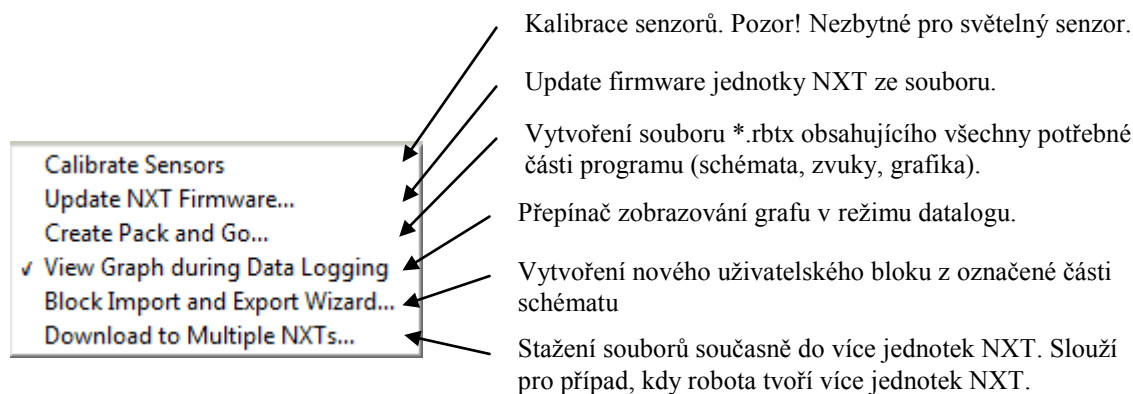
- Nástroje, které mění rozložení schématu, používejte opatrně. Vždy vyčkejte, až se aktuální změna projeví, než je nebo další nástroje použijete, jinak může dojít k pádu aplikace.
- Při vkládání zkopírovaných nebo vyjmutých objektů se vložené objekty umístí na místo, kde bylo naposledy kliknuto myší. 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 z leva 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.

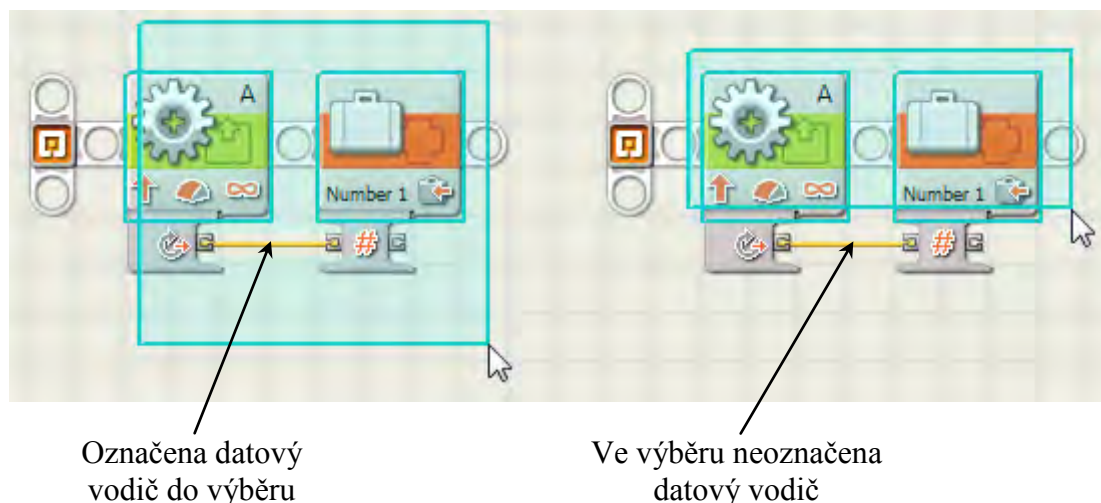
4.3.3 Pracovní plocha

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, jejich 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:

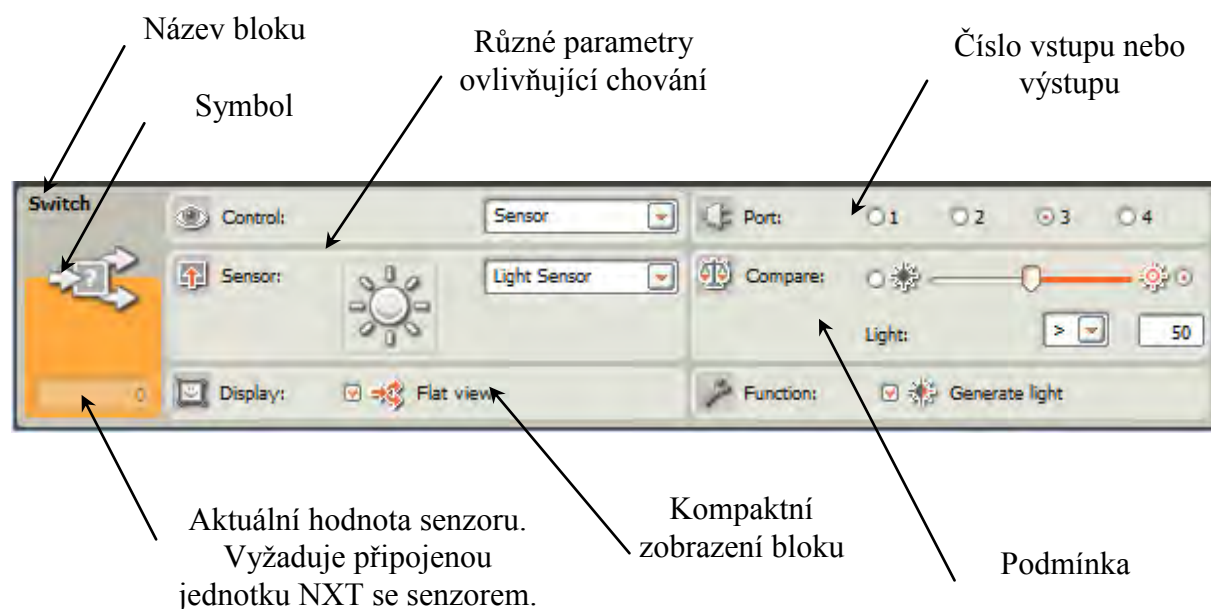
1. „Common“ představuje tzv. nejčastěji používané bloky.
2. „Complete“ obsahuje celou paletu vestavěných bloků rozdělených do šesti skupin podle funkce. Každá ikona po najetí kurzorem zobrazí nabídku bloků dané skupiny.
3. „Custom“ panel obsahuje dvě položky. Seznam uživatelských bloků „My blocks“ a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



Obrázek 4-13 Panely s paletami bloků

4.3.6 Parametry bloků

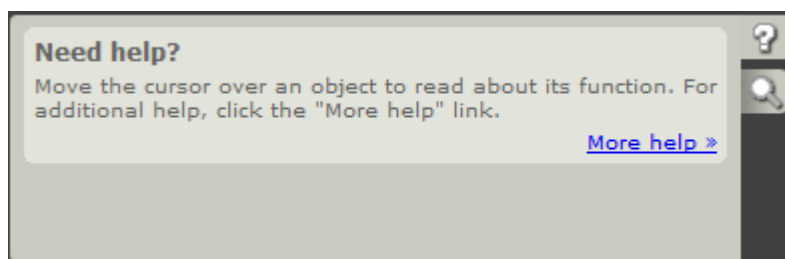
Krom editace uživatelských bloků je jediný způsob jak měnit chování funkčních bloků změnou jejich parametrů. Kliknutím na blok umístěný na pracovní ploše se zobrazí ve spodní části obrazovky panel s parametry bloku. Detailnější popis parametrů bloků bude v kapitolách o jednotlivých blocích.



Obrázek 4-14 Konfigurační panel funkčních bloků

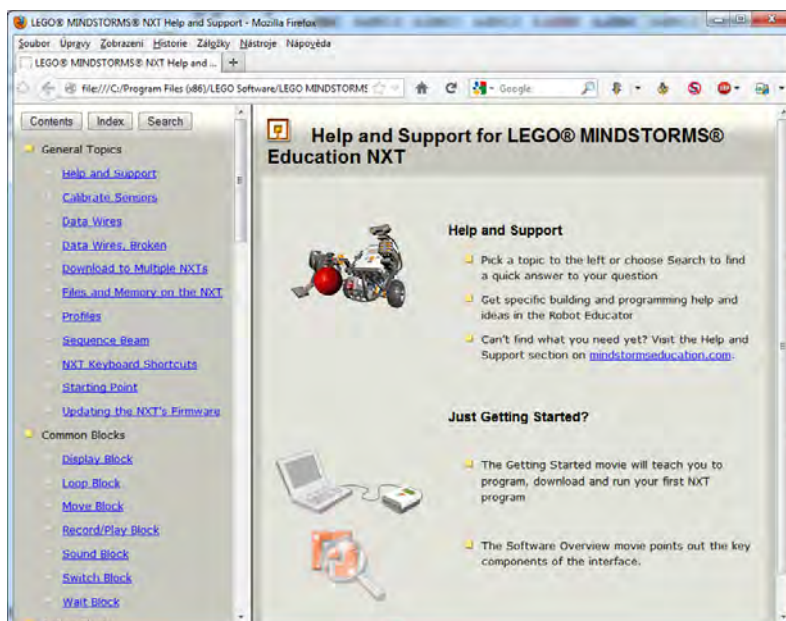
4.3.7 Popis bloku a odkaz na nápovědu

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.



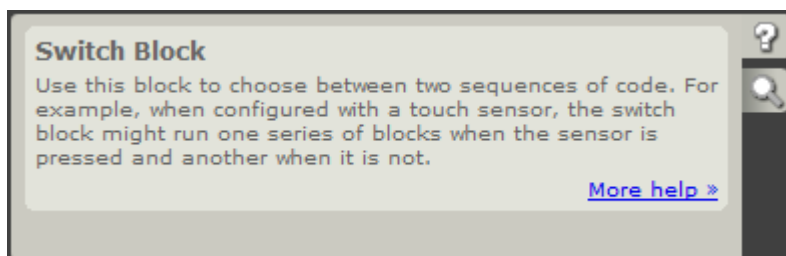
Obrázek 4-15 Panel nápovědy s obecným odkazem na nápovědu

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 rámeček s textem nápovědy ke zvolenému tématu.



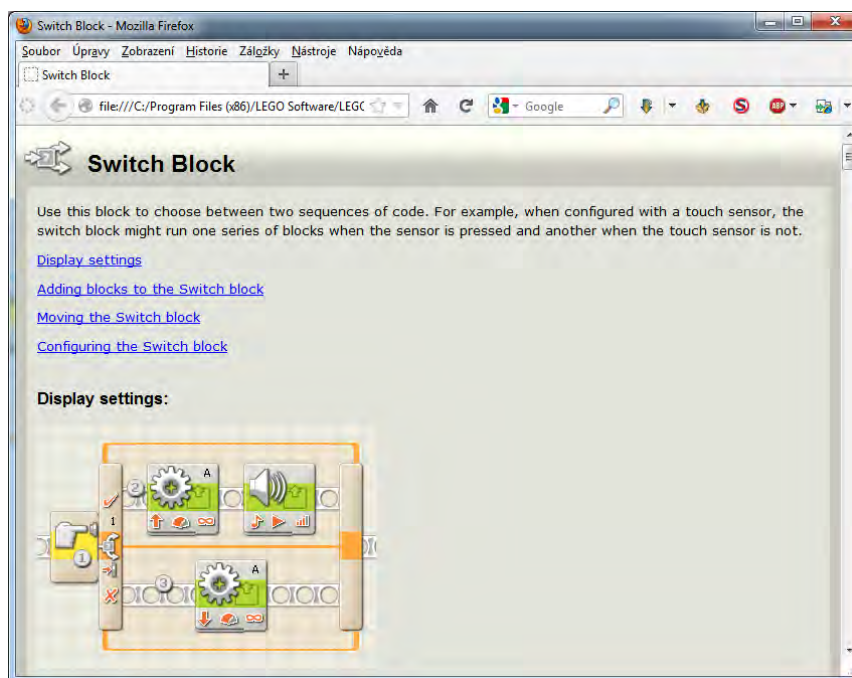
Obrázek 4-16 Úvodní okno HTML nápovědy

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

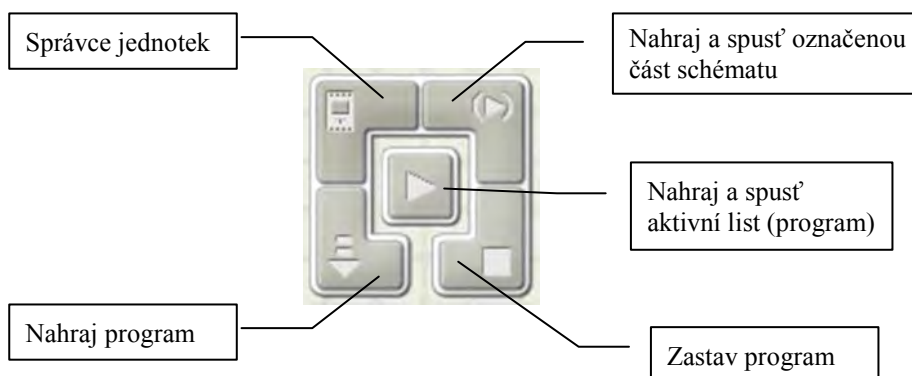
4.3.8 Ovládací prvky

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.

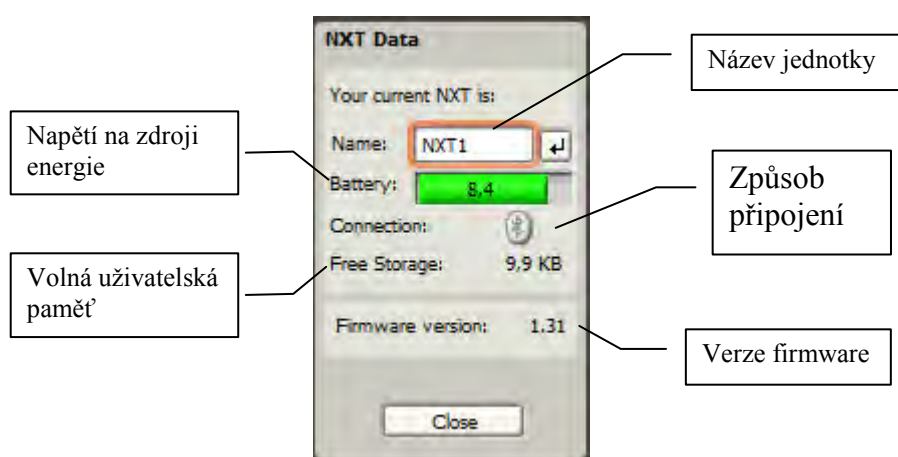
- Funkce tlačítka „nahraj program“ je shodná s funkcí tlačítka „nahraj a spusť“ s tím rozdílem, že program nespustí, pouze jej uloží do paměti jednotky.
- Jak již název napovídá, tlačítko „nahraj a spusť označenou část“ provede kompilaci jen označené části ve schématu a spustí ji.
- Tlačítko „zastav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

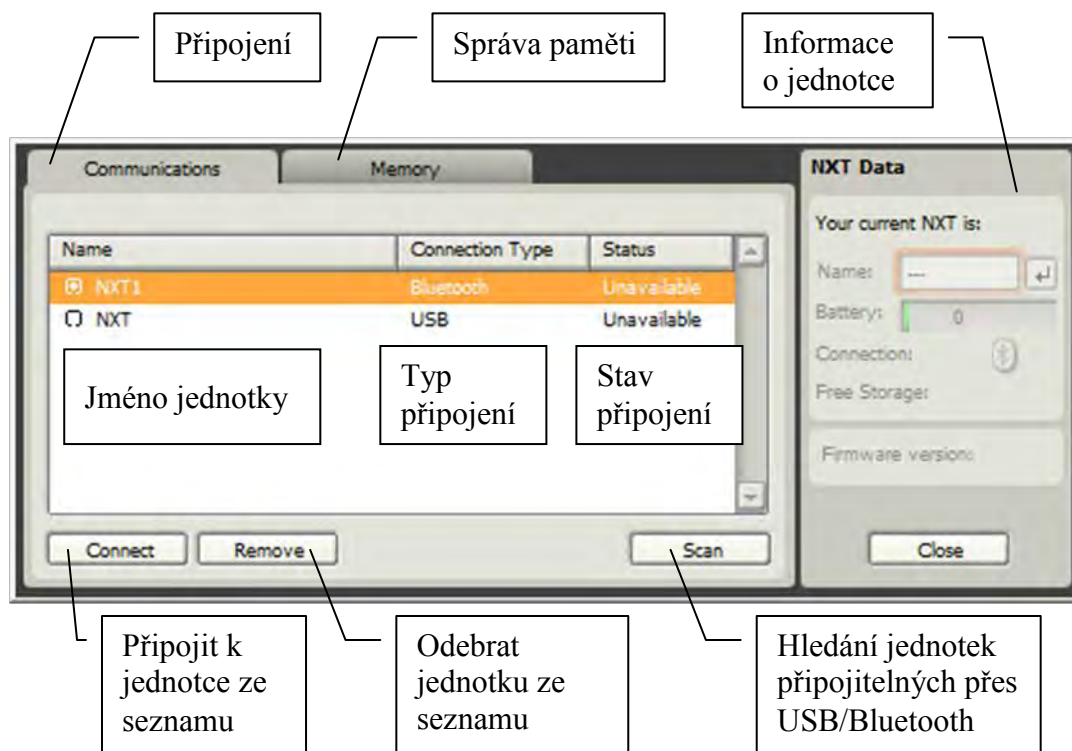


Graf 4-1 Závislost otáček motoru na napětí baterie.

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

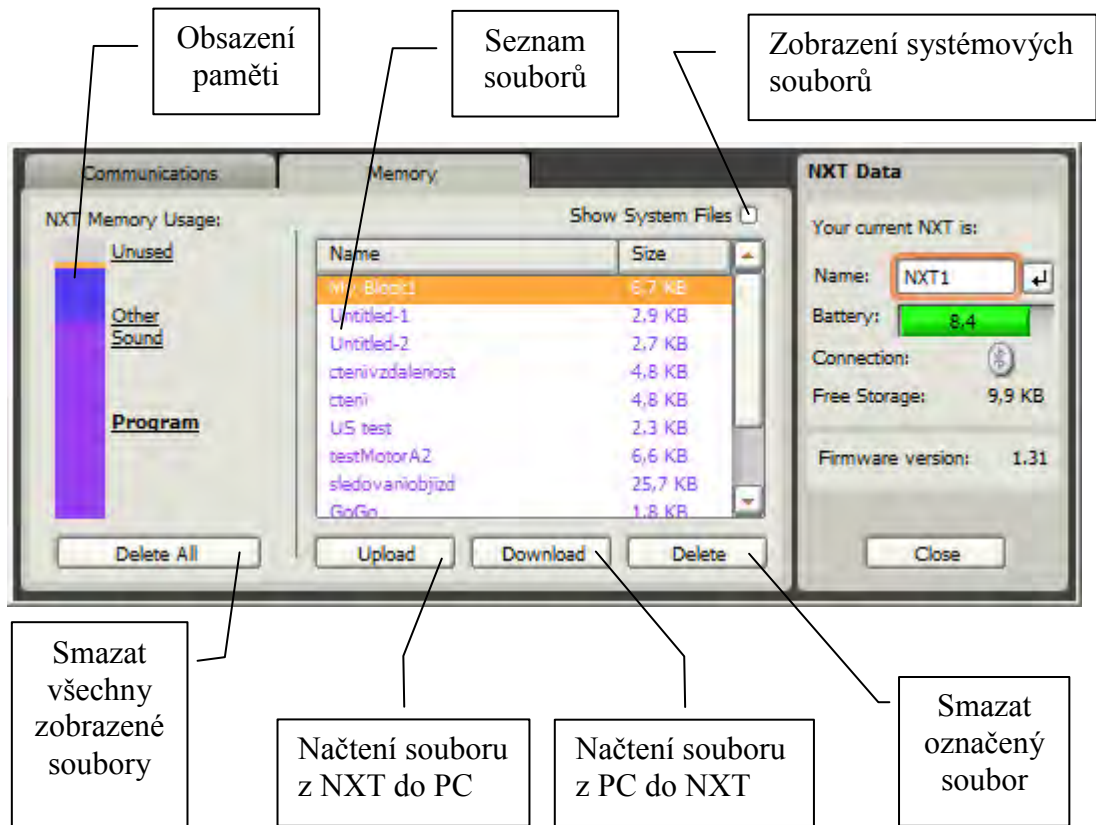
- Unavailable – jednotka je nedostupná.
- Available – jednotka je dostupná, ale nepřipojena.
- Connected – jednotka připojena.

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 zkompileované do strojového kódu a nelze je zpět dekompileovat na schéma.



Obrázek 4-23 Panel přehledu paměti jednotky NXT