



OPERAČNÍ PROGRAM PRAHA
ADAPTABILITA



PRAHA
PRA
PRA
PRA



Návod na programování v NXT- G

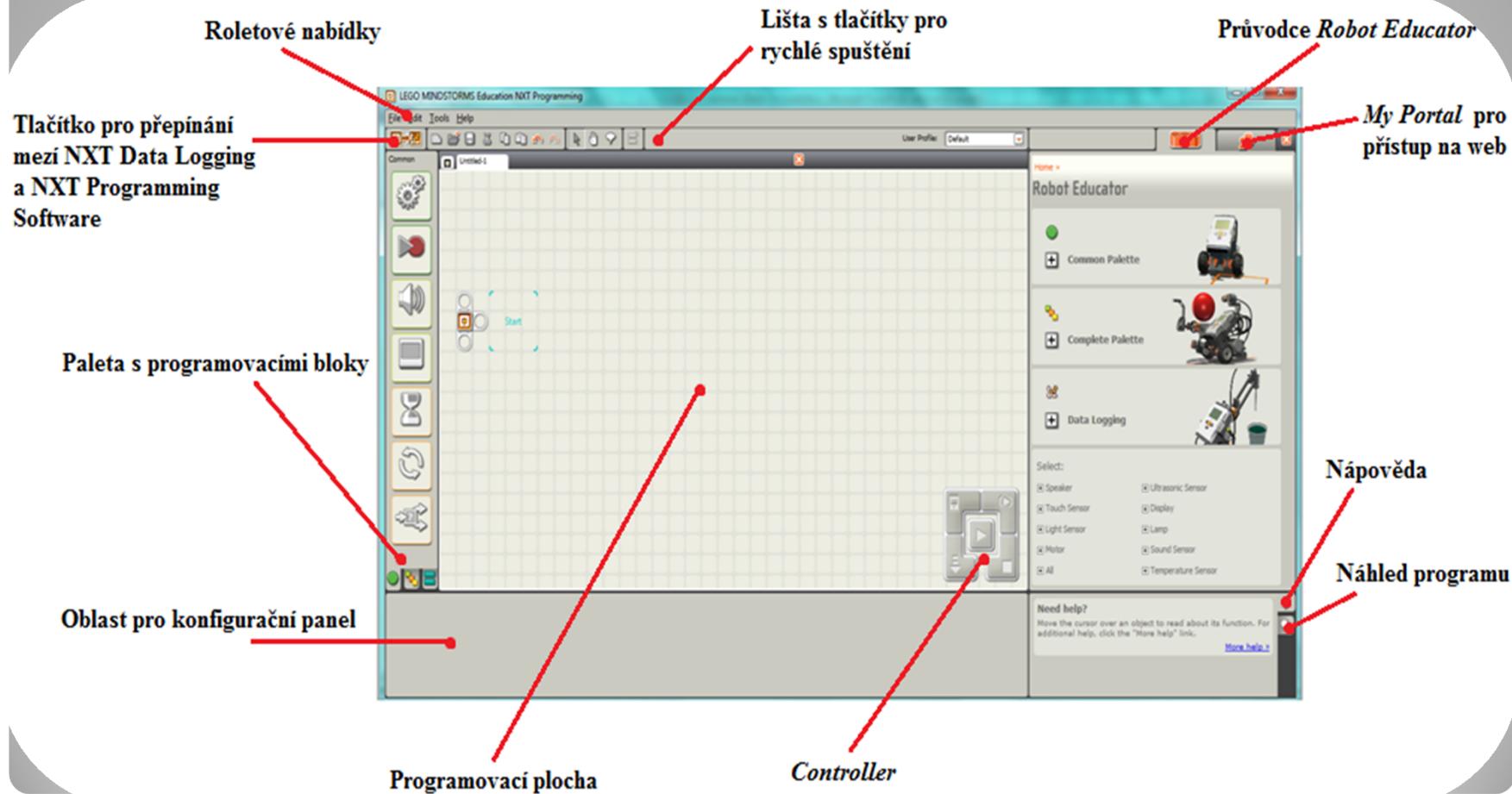


Teoretický úvod

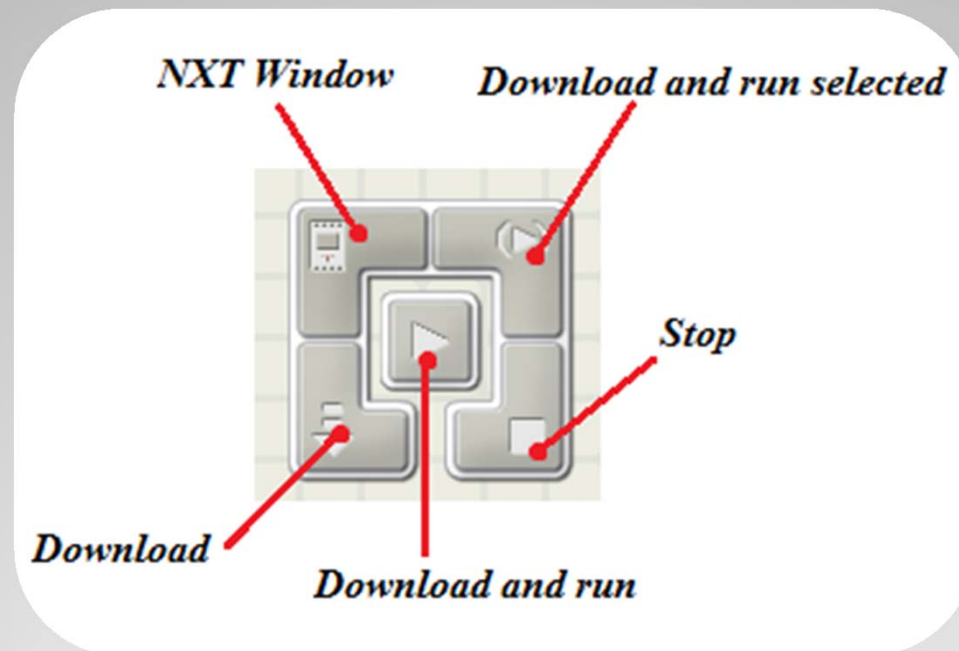
O programu LEGO MINDSTORMS NXT:

- Vytvořen podle vzoru programu LabVIEW od společnosti National Instruments
- Programování založeno na principu *drag-and-drop* („táhni a pusť“)
- Využívá programovací jazyk NXT – G
 - G -> Graphical => grafický programovací jazyk
 - Program není psán slovně pomocí instrukcí, ale pomocí programovacích bloků, které se skládají za sebou

Seznámení s programovacím prostředím



Seznámení s programovacím prostředím - *Controller*



- Před použitím jakéhokoliv tlačítka je nutné mít připojenou NXT kostku k PC pomocí USB kabelu!

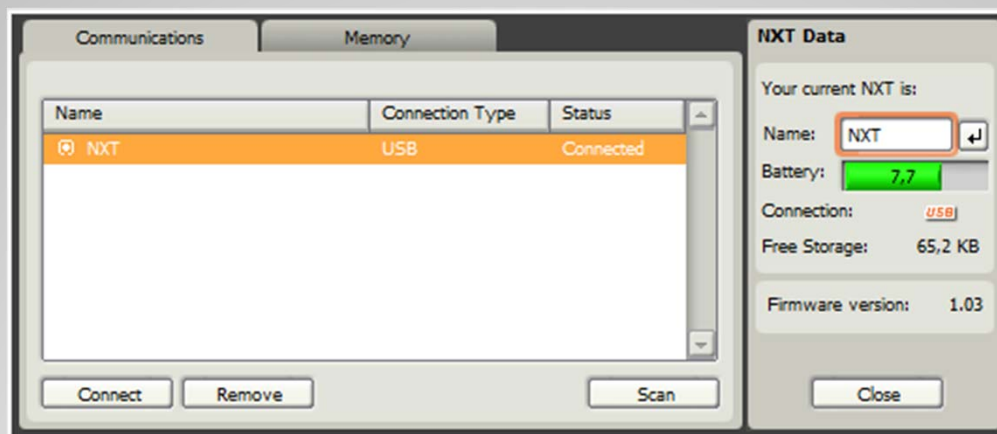
Seznámení s programovacím prostředím - *Controller*

- Obsahuje 5 tlačítek:
 - *NXT Window* – otevře NXT okno s obecnými informacemi o NXT kostce, o paměti a komunikaci
 - *Download* – stáhne program do NXT kostky
 - *Download and run* – stáhne program do NXT kostky a spustí
 - *Download and run selected* – stáhne a spustí jen část programového kódu
 - *Stop* – zastaví běžící program

Seznámení s programovacím prostředím - *Controller*

NXT Window - Communications

- Podává informaci o připojených zařízeních k PC

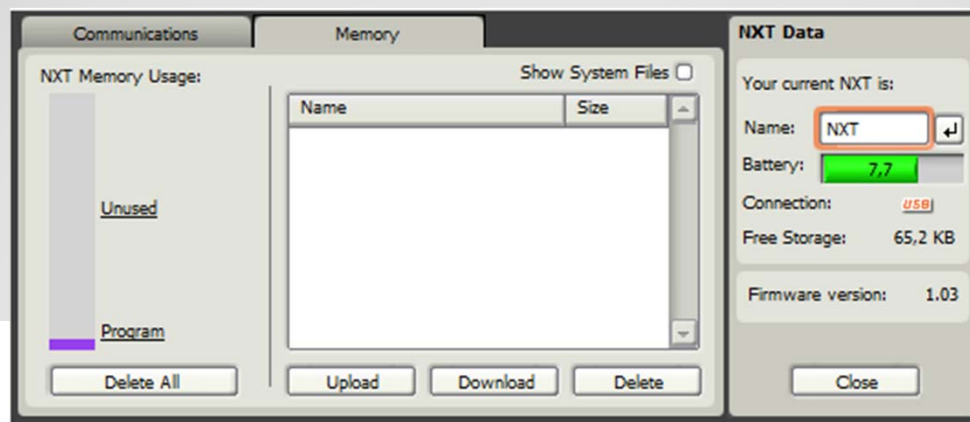


- V sekci *NXT Data* najdete tyto informace:
 - Jméno NXT kostky
 - Stav nabití baterie
 - Velikost volného místa paměti
 - Verze Firmwaru

Seznámení s programovacím prostředím - *Controller*

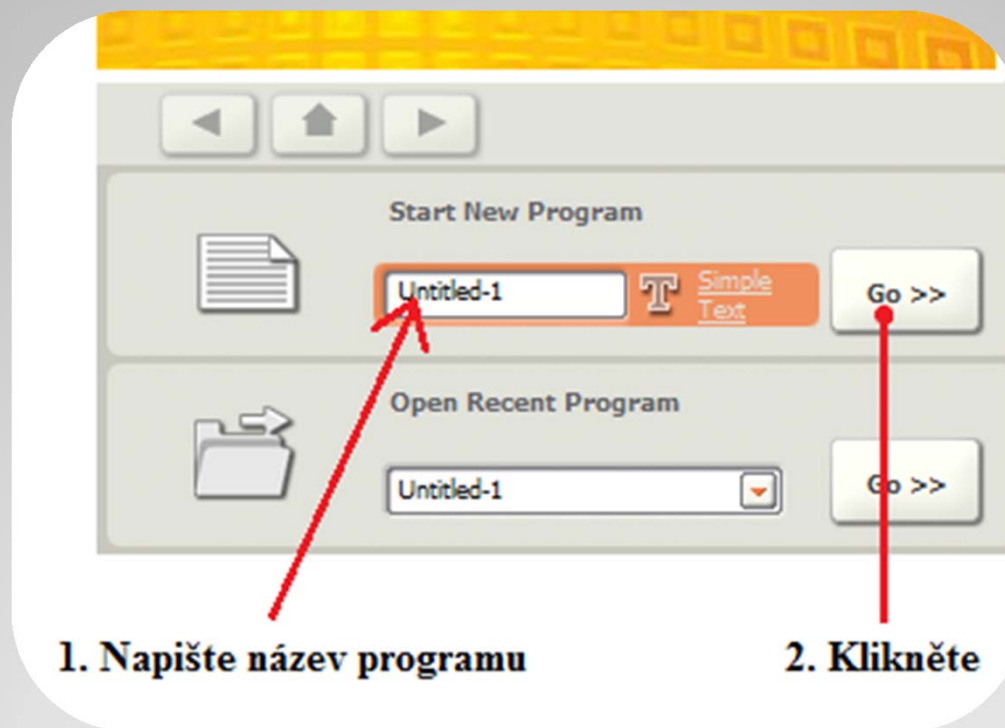
NXT Window – Memory

- Na této záložce najdete:
 - Grafický přehled o využití a volné části paměti
 - Tlačítko pro vymazání všech nahraných programů od uživatele a vyčištění NXT paměti
 - Tlačítko pro nahrání programu z NXT kostky do PC
 - Tlačítko pro nahrání programu z PC do NXT kostky
 - Tlačítko pro smazání vybraného souboru z NXT kostky
 - Seznam souborů v aktuálně označené kategorii
 - Zaškrtnuté políčko pro zobrazení systémových souborů NXT kostky



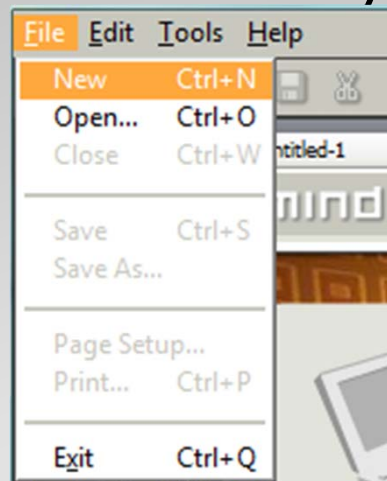
Vytvoření nového programu

1. Způsob – z úvodního okna

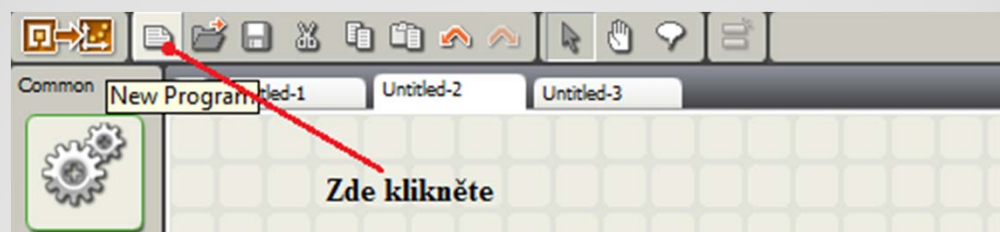


Vytvoření nového programu

2. Způsob – z roletové nabídky



3. Způsob – tlačítkem z lišty

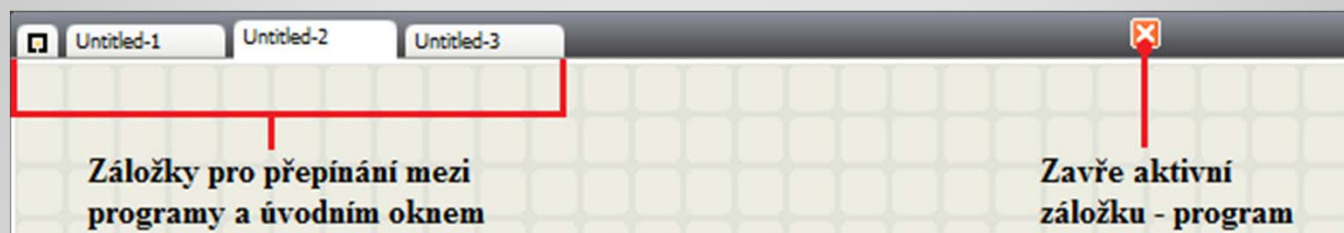


Vytvoření nového programu

4. Způsob – klávesová zkratka

Ctrl + N

- Každému vytvořenému programu přísluší záložka s programovací plochou
- Při vytvoření více programů lze mezi nimi přepínat právě pomocí záložek

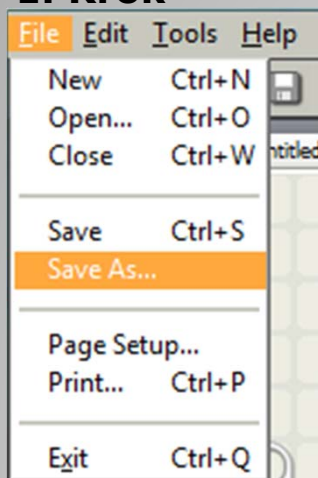


- Program můžete uzavřít „křížkem“, z roletové nabídky *File* -> *Close* nebo klávesovou zkratkou Ctrl + W

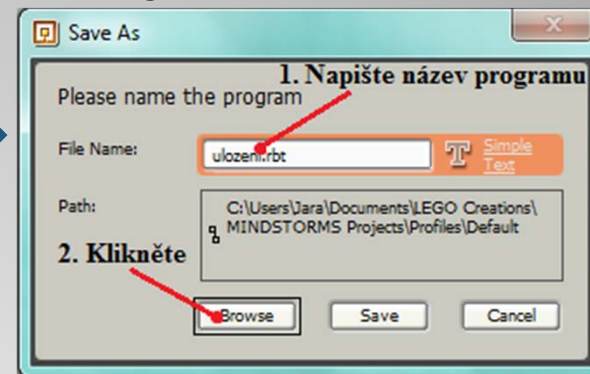
Uložení programu

1. Způsob – z roletové nabídky

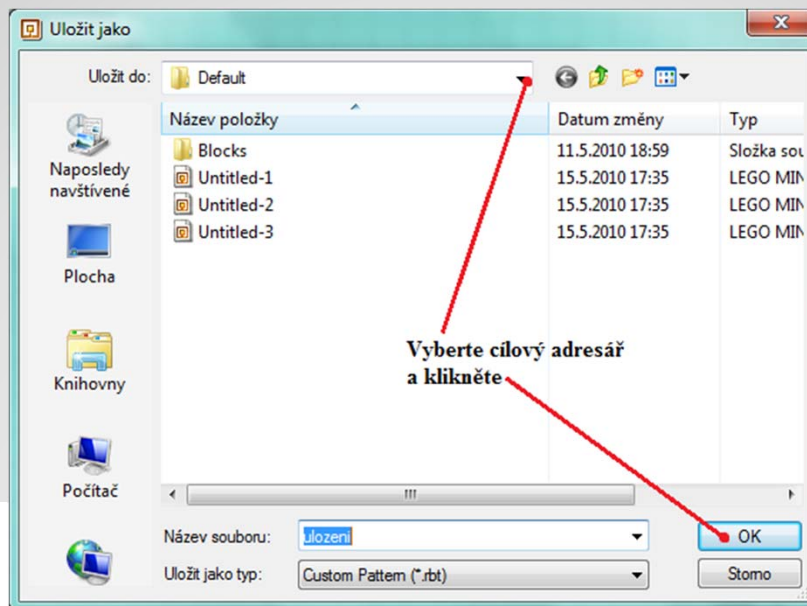
1. Krok



2. Krok



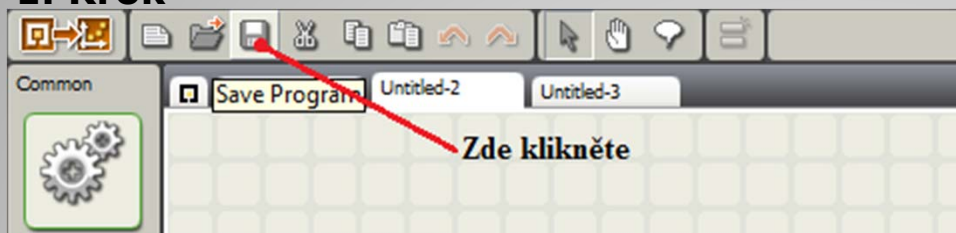
3. Krok



Uložení programu

2. Způsob – tlačítkem z lišty

1. Krok



2. a 3. Krok - stejný jako na předchozím slidu

3. Způsob – klávesová zkratka

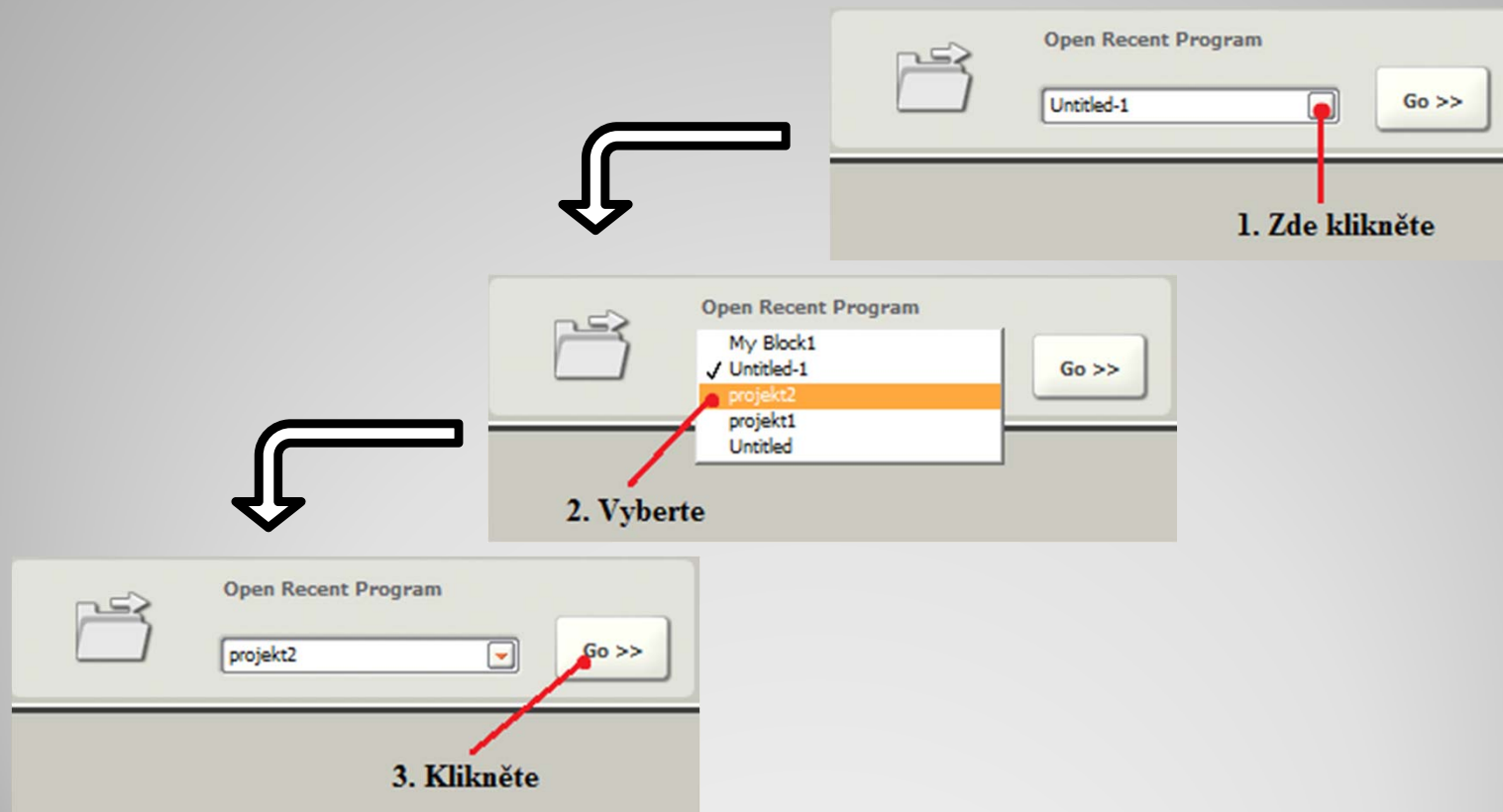
1. Krok **Ctrl + S**

2. a 3. Krok - stejný jako na předchozím slidu

Pozn. Pomocí kroku 1 v 2. a 3. způsobu ukládání lze program i průběžně ukládat!

Otevření programu

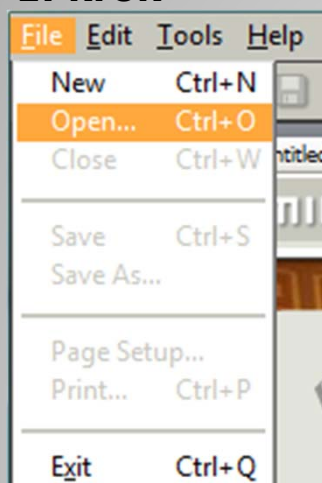
1. Způsob – z úvodního okna



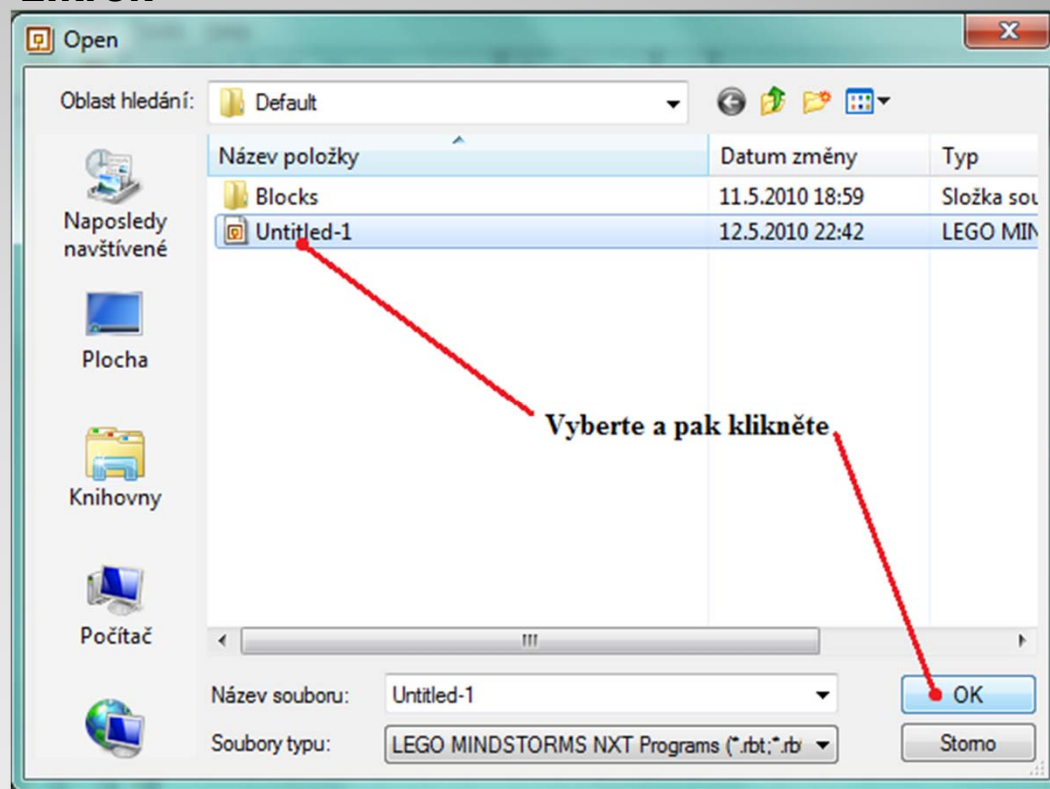
Otevření programu

2. Způsob – z roletové nabídky

1. krok



2.krok



Otevření programu

3. Způsob – tlačítkem z lišty

1.krok



2. krok – stejný jako na předchozím slidu

4. Způsob – klávesová zkratka

1. krok **Ctrl + O**

2. krok – stejný jako na předchozím slidu

Simple Text

- Textová pole, která jsou takto označena,



podporují tzv. Simple Text.

- Mohou zde být napsána pouze velká a malá písmena A-Z, číslice 0-9, interpunkce a symboly.

```
!"#$%&'()*+,-./0123456789:;<=>?  
@ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ[\]^_  
`abcdefghijklmnopqrstuvwxyz{|}~`
```


Výčet programovacích bloků

- Programovací paleta je rozdělena na tři části:
 - *Common* paleta
 - *Complete* paleta
 - *Custom* paleta

***Common* paleta**

- Obsahuje nejpoužívanější bloky
- Nastavena jako výchozí bod

***Complete* paleta**

- Obsahuje kompletně všechny programovací bloky

***Custom* paleta**

- Jsou zde vlastně vytvořené bloky a stažené z webu

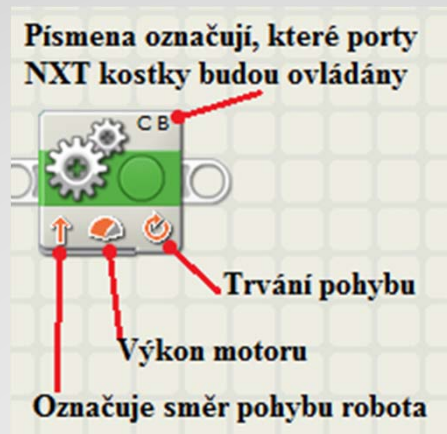
Common paleta

- **Move blok**

- Uvádí motory do pohybu
- Zapíná svítidla



- Takto vypadá blok na programovací ploše:



Common paleta

- **Move blok**
- Konfigurační panel:



1. Výběr portů do kterých budou připojeny motory. Pokud vyberete dva porty, jako je na obrázku, tak motory zapojené do těchto portů budou synchronizované. Pokud vyberete tři porty, tak budou synchronizované v portech B a C
2. Výběr směru otáčení motoru – dopředu, dozadu, zastavení s resetováním motoru
3. Vyberte příslušné porty motorů a posuvníkem nastavíte zakřivení dráhy při otáčení
4. Nastavení výkonu motoru pomocí posuvníku nebo přímo napsáním hodnoty do textového pole
5. Nastavení trvání otáčení motoru – neomezené, čas v sekundách, počet celých otáček nebo úhel natočení
6. Výběr, zda budou motory zabržděny nebo poběží dál po dokončení jejich akce
7. Zde se zobrazuje o kolik stupňů nebo otáček se motor otočil. Stiskutím resetovacího tlačítka dojde k vynulování hodnot

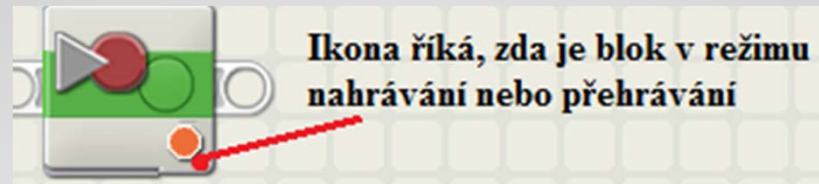
Common paleta



- **Record/Play blok**

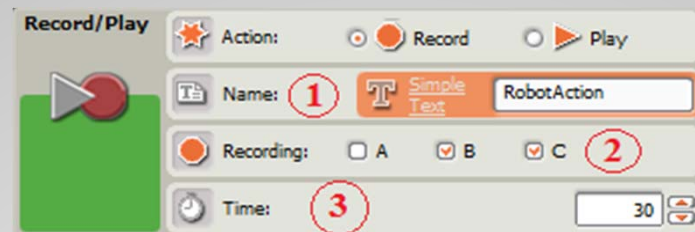
- Umožňuje robota naprogramovat fyzickým pohybem a pak nahraný pohyb zopakovat

- Takto vypadá blok na programovací ploše:



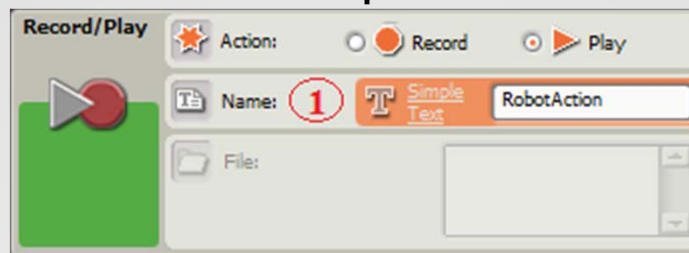
Common paleta

- **Record/Play blok**
- Konfigurační panel v režimu nahrávání:



1. Textové pole pro pojmenování nahraného pohybu
2. Výběr portů s připojenými motory u kterých má být zaznamenán jejich pohyb
3. Nastavení doby zaznamenávání pohybu v sekundách

- Konfigurační panel v režimu přehrávání:



1. Napište název nahrané akce a soubory, které byly uloženy v NXT kostce, se objeví v sekci *File* v abecedním seznamu a vy si vyberete tu, kterou chcete zopakovat.

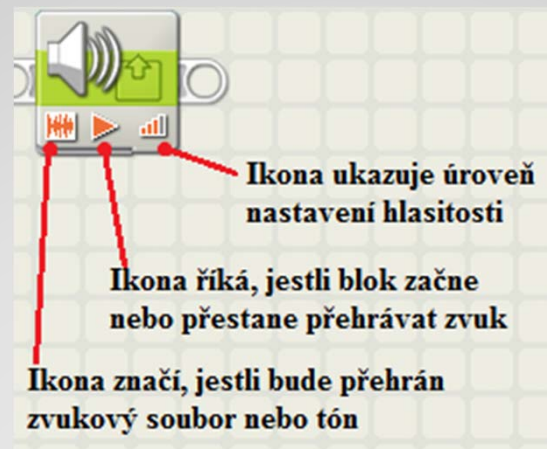
Common paleta

- **Sound blok**

- Umožňuje přehrát zvuky z NXT kostky



- Takto vypadá blok na programovací ploše:



Common paleta

- **Sound blok**
- Konfigurační panel:



1. Výběr mezi přehráním zvukového souboru nebo tónu
2. Výběr mezi přehráváním nebo zastavení přehrávání zvukového souboru nebo tónu
3. Nastavení hlasitosti pomocí posuvníku nebo napsáním přesné hodnoty do textového pole
4. Umožní přehrávání zvukového souboru pořád dokola znovu a znovu. Funkce „Wait for completion“ bude zašedlá a nedostupná
- 5a. Abecední seznam zvukových souborů, které jsou uloženy na pevném disku ve složce *Sound Files* programu LEGO MINDSTORMS NXT
- 5b. Je zde malá klávesnice představující tři oktávy na hudební stupnici. Textové pole nad klávesnicí zobrazuje notu, kterou jste stiskli na klávesnici pomocí myši nebo napsali z klávesnice. Dále je zde textové pole pro nastavení doby přehrávání tónu
6. Při zaškrtnutí bude následující blok vykonán až po přehrání celého zvukového souboru. Při nezaškrtnutí bude zvukový soubor hrát, zatímco pokračuje další blok.

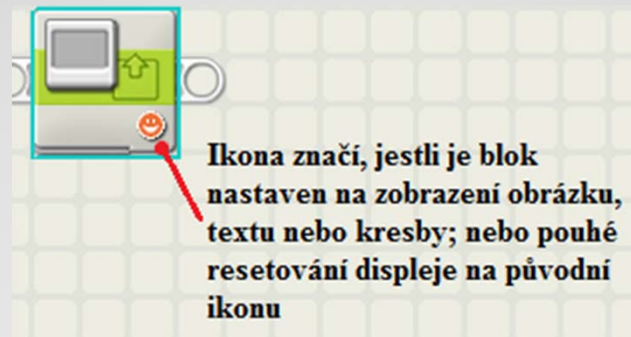
Common paleta

- **Display blok**

- Slouží k zobrazení textu, ikon nebo vašich vytvořených obrázků na displeji NXT kostky

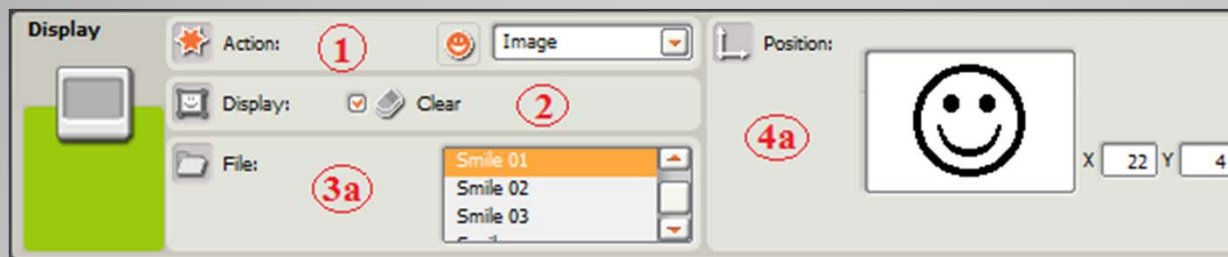


- Takto vypadá blok na programovací ploše:



Common paleta

- **Display blok**
- Konfigurační panel - *Image*:



1. Rozbalovací menu pro výběr obrázku, textu, vlastní kresby nebo resetování displeje
2. Při zatržení volby „Clear“ bude smazán obsah displeje NXT kostky
- 3a. Seznam obrázků, které mohou být zobrazeny na displeji. Při kliknutí na název obrázku bude v sekci *Position* ukázán náhled. Obrázky jsou uloženy na pevném disku ve složce *Image Files* programu LEGO MINDSTORMS
- 4a. Náhled na obrázek, jak bude umístěn na displeji NXT kostky. Pomocí myši můžete upravit umístění obrázku. Přesné nastavení pozice umožňují textová pole „X“ a „Y“. Pokud napíšete souřadnice $(x,y) = (0,0)$, tak obrázek bude umístěn na levé a spodní hraně obrazovky

Common paleta

- **Display blok**
- Konfigurační panel - *Text*:

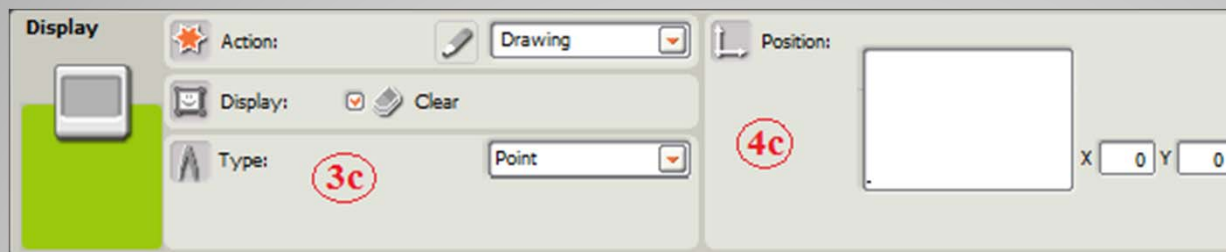


3b. Textové pole pro vložení textu, který bude zobrazen na displeji

4b. Rozbalovací menu umožňuje zvolit číslo řádku, kde bude umístěn text. Přesnou startovní pozici textu lze nastavit textovými poli „X“ a „Y“. Pro souřadnice $(x,y) = (0,0)$ bude text začínat v levém dolním rohu.

Common paleta

- **Display blok**
- Konfigurační panel – *Drawing*



3c. Rozbalovací menu pro výběr typu tvaru, který budete chtít nakreslit. Na výběr je tečka, čára nebo kružnice.

4c. Pokud si vyberete kreslení tečky, tak vstupní textová pole „X” a „Y” určují pozici tečky na obrazovce. Napsáním souřadnic $(x,y) = (0,0)$ bude tečka umístěna v levém dolním rohu.

Pokud vyberete kreslení čáry, tak se objeví další dvě vstupní textová pole, kde můžete nastavit umístění koncového bodu čáry. Startovní bod čáry by měl být definován v horních „X” a „Y” souřadnicích a koncový bod ve spodních „X” a „Y” souřadnicích.

Pokud vyberete kreslení kružnice, tak se objeví doplňkové vstupní textové pole pro definování poloměru kružnice. Souřadnice „X” a „Y” definují umístění středu kružnice na obrazovce.

Common paleta

- **Wait blok**

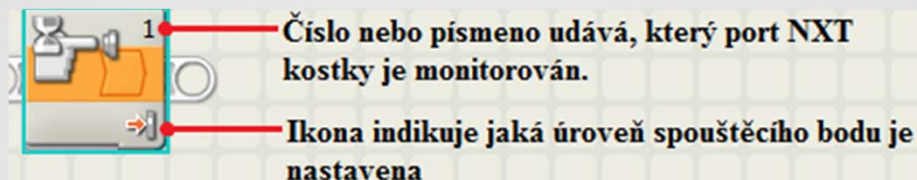
- Donutí robota čekat, dokud není splněna podmínka – následující blok je vykonán po splnění stanovené podmínky



- Obsahuje 5 bloků – čekání podle toho jaký je:

- Výstup časovače - *Timer*
- Výstup dotykového senzoru - *Touch*
- Výstup světelného senzoru - *Light*
- Výstup zvukového senzoru - *Sound*
- Výstup ultrazvukového senzoru – *Distance*

- Takto například vypadá *Wait* blok - *Touch* na programovací ploše:



Common paleta

- **Wait blok - Touch**

- Pokud například vyberete *Touch Sensor*, tak program bude čekat, dokud nebude dotykový senzor stlačený, uvolněný nebo rychle stlačený-uvolněný a pak až bude vykonán další blok v programu.

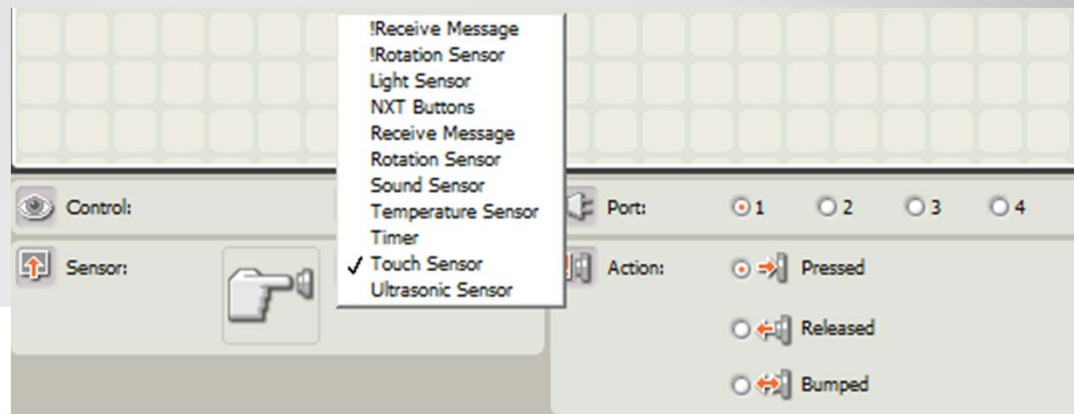
- Příklad konfiguračního panelu pro *Wait* blok – *Touch*:



1. Výběr portu, do kterého je senzor připojen v NXT kostce
2. Výběr podmínky při jejichž splnění bude program pokračovat dále.
 - *Bumped* – Rychlé stlačení a uvolnění dotykového senzoru
 - *Pressed* – Dotykový senzor je stlačený
 - *Released* – Dotykový senzor je uvolněný
3. Textové pole zajišťující zpětnou vazbu při testování dotykového senzoru. Pokud je senzor aktivní, bude zde zobrazeno číslo 1.

Common paleta

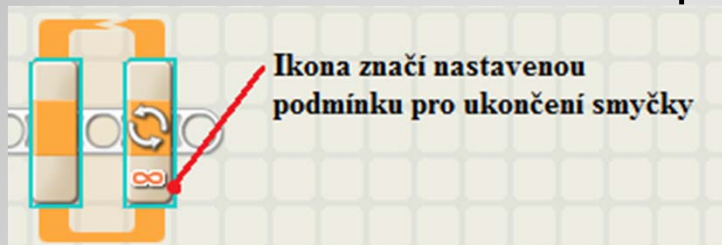
- **Wait blok**
- Zbylé *Wait* bloky fungují obdobným způsobem a i nastavení jejich konfiguračních panelů.
- Pokud jste na programovací plochu umístili špatný *Wait* blok, tak to můžete napravit pomocí konfiguračního panelu.
 - V sekci *Control* je roletové menu pro výběr mezi volbou *Sensor* a *Time*
 - Pokud zvolíte možnost *Sensor*, tak v sekci *Sensor* si pomocí roletového menu můžete vybrat požadovaný typ senzoru, který bude spouštěcím prvkem.
 - Jak je vidět z obrázku níže, k dispozici je mnohem více senzorů než z palety *Common*



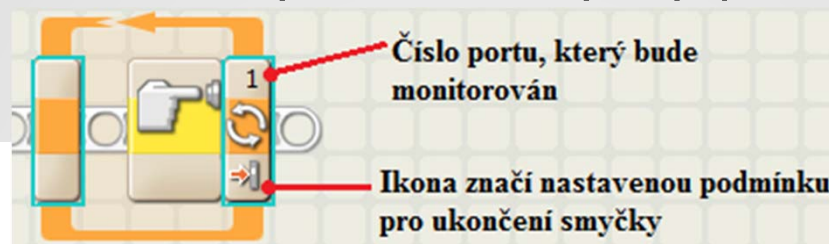
Common paleta

- **Loop blok**

- Vytvoří programovou smyčku pro opakování určité sekvence kódu
- Délka opakování závisí na nastavené podmínce
- Takto například vypadá blok na programovací ploše pokud je nastaven na nekonečné opakování:



- Takto třeba vypadá blok na programovací ploše, pokud je nastaveno řízení doby trvání smyčky pomocí dotykového senzoru:



Common paleta

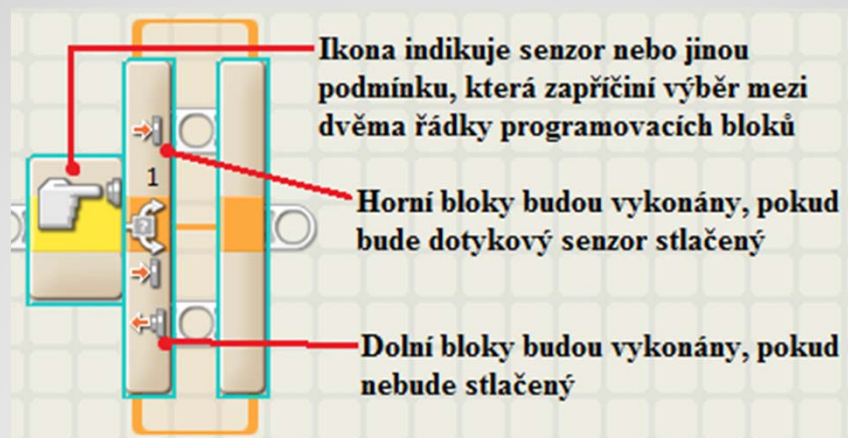
- **Loop blok**
- Podmínky pro ukončení smyčky mohou být následující:
 - Nekonečná smyčka => nebude ukončena
 - Výstup senzoru
 - Uplynulý čas
 - Počet opakování
 - Logický signál
- Konfigurační panel:
 - Nastavení je obdobné jako u bloku *Wait*
 - Nastavíte podmínku a když bude splněna, tak bude smyčka ukončena
 - Na rozdíl od *Wait* bloku je zde možnost zaškrtnout funkci „*Counter*“, která když bude aktivní, tak se objeví zástrčka, z které budete moci přenést číslo, představující počet dokončených smyček, do jiného programovacího bloku

Common paleta

- **Switch blok**



- Jedná se o rozhodovací blok
 - Když je splněna první podmínka provede se něco, když je splněna druhá podmínka provede se něco jiného
- Takto například vypadá blok na programovací ploše, pokud rozhodování je ovlivněno stavem dotykového senzoru:



Common paleta

- **Switch blok**
- Nastavení podmínek je opět podobné jako u *Wait* nebo *Loop* bloku
- V konfiguračním panelu máte v sekci *Control* k dispozici rozbalovací menu s výběrem mezi dvěma možnostmi pro rozhodování:
 - Pomocí hodnoty - *Value* – Může se jednat o typ číslo, text nebo logická hodnota
 - Pomocí senzoru - *Sensor* – Nastavení obdobné jako u bloku *Wait* a *Loop*
- Ovládání konfiguračního panelu je velmi jednoduché a intuitivní a na možnosti nastavení přijdete určitě už sami
- Pokud by jste si přece jen nevěděli rady, tak na tomto odkazu najdete podrobný popis

Complete paleta

- Obsahuje kompletně všechny programovací bloky
- Obsahuje pět sekcí:
 - *Common* bloky
 - *Action* bloky
 - *Sensor* bloky
 - *Flow* bloky
 - *Data* bloky
 - *Advanced* bloky

Complete paleta

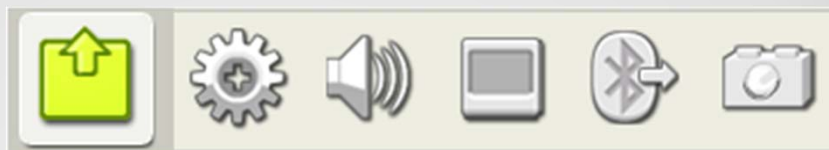
- **Common bloky**

- Shodné s bloky z palety *Common*



- **Action bloky**

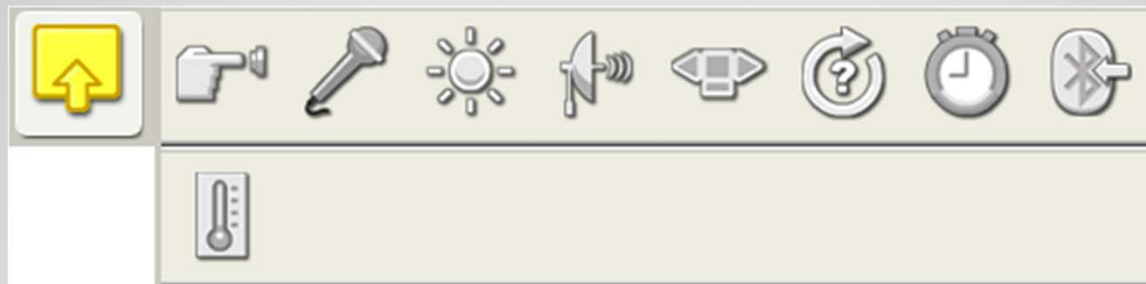
- Umožňujú ovládať chováni výstupných zariadení
 - Interaktívny servomotor
 - NXT reproduktor
 - NXT displej
 - Bluetooth – odesláni
 - Svítidla



Complete paleta

- **Sensor bloky**

- Kombinací těchto bloků se senzory lze ovládat chování robota
- Bloky odpovídají:
 - Dotykovému, zvukovému, světelnému a ultrazvukovému senzoru; NXT tlačítkům; otáčení servomotorů; časovačům; Bluetooth (odeslání); volitelnému teplotnímu senzoru



Complete paleta

- **Flow bloky**

- Umožňují vytvářet více komplexní chování
- Jsou zde bloky pro:
 - Čekání
 - Opakování
 - Rozhodování
 - Zastavení určité činnosti



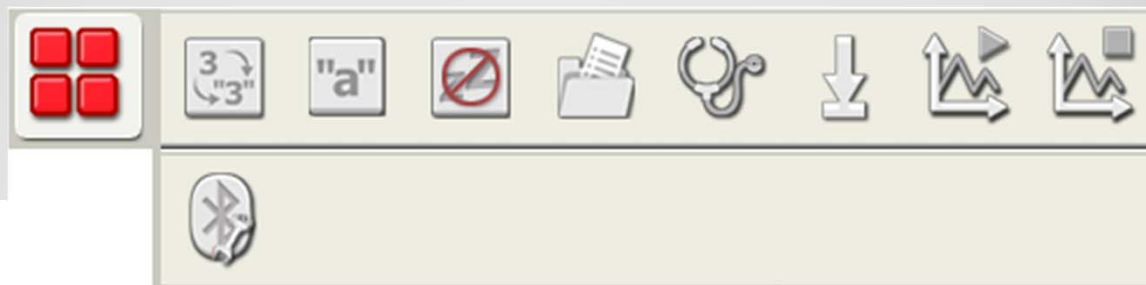
- **Data bloky**

- Slouží pro nastavení:
 - Booleovské logiky, matematiky, porovnání rozsahu, náhodných podmínek, proměnných a konstant



Complete paleta

- **Advanced bloky**
 - Následující bloky jsou určeny ke:
 - Konvertování dat na text
 - Přidání textu
 - Ovládání funkce *sleep* na NXT kostce
 - Ukládání souborů do NXT kostky
 - Kalibraci senzorů
 - Resetování motorů
 - Zahájení záznamu dat
 - Ukončení záznamu dat
 - Připojení pomocí Bluetooth



Custom paleta

- Obsahuje následující dvě sekce:
 - **My bloky** – Zde se nachází bloky, které jste sami vytvořili



- **Web downloads** – Zde jsou bloky, které jste stáhli z emailu, portálu nebo webových stránek

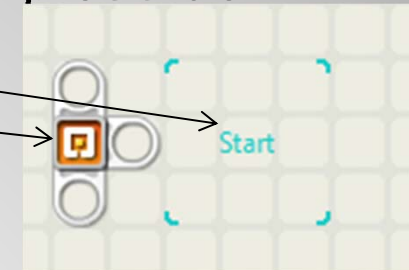


Jak programovat v NXT-G

Obecné zásady

- Bloky z programovací palety lze přemísťovat 2 způsoby:
 - Najedte kurzorem myši nad blok -> stiskněte a držte levé tlačítko myši -> najedte na místo, kam chcete blok umístit -> pusťte tlačítko myši
 - Klikněte na blok -> najedte na požadované místo -> tam klikněte
- První blok se vždy umísťuje na programovací ploše do místa, kde je napsáno „Start“.

„startovní bod“

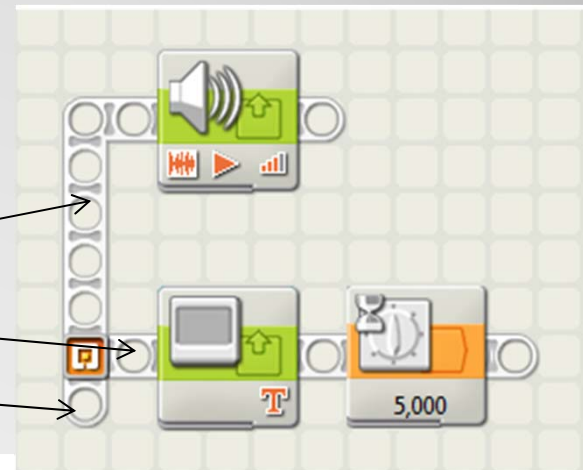


- Toto místo je spojeno pomocí vodorovného bílého „výběžku“ s bodem, kde je zobrazena ikona programu NXT -> tento bod se nazývá „startovní bod“.
- Ze startovního bodu vychází celkem tři bílé „výběžky“ a nazývají se *Sequence beams* – „sekvenční paprsky“.

Jak programovat v NXT-G

Sequence beam – „sekvenční paprsek“

- Řídí tok vašeho programu
- Určuje pořadí, v jakém budou jednotlivé bloky vykonány
- Do NXT kostky budou staženy jen ty bloky, které jsou spojeny „sekvenčním paprskem“, který vychází ze startovního bodu
- Dva druhy „sekvenčních paprsků“:
 - Hlavní
 - Vedlejší



Jak programovat v NXT-G

Vytvoření paralelní větve v programu

- Chcete-li vytvořit paralelní větev a máte například takto umístěné bloky, tak najedte kurzorem myši na místo, které je v obrázku označeno modře.



- Poté co se šipka myši změní v takový „svazek drátu“, klikněte levým tlačítkem myši

- Nyní jste v režimu vytváření nového „sekvenčního paprsku“ a můžete přesunout kurzor myši na místo, které je v obrázku označeno červeně

- Zde klikněte a máte vytvořenou paralelní větev programu

Pozn. : Paralelní větev umožňuje programu současné vykonávání bloků.

Jak programovat v NXT-G

Vytvoření paralelní větve v programu

- Paralelní větve nemusíte vytvářet jen ze „startovního bodu“ ale z jakéhokoliv místa „sekvenčního paprsku“
- Máte například takovéto uspořádání bloků a chcete vytvořit paralelní větev

Postup:

- Najedte kurzorem myši na místo označené v obrázku modře a šipka se změní v oboustrannou šipku
- Stiskněte s držte klávesu Shift
- Oboustranná šipka se změní ve „svazek drátu“
- Klikněte levým tlačítkem myši a dostanete se do režimu vytváření nového „sekvenčního paprsku“
- Přesuňte se na místo, které je na obrázku označeno červeně a tam klikněte, pusťte klávesu Shift a je hotovo



Jak programovat v NXT-G

Smazání bloku z programovací plochy

- Pokud chcete blok odstranit z programovací plochy, tak postupujte následovně:
 - Klikněte na příslušný blok nebo na něj jen najedte kurzorem myši a po asi jedné sekundě bude vybrán – obvod bloku bude zvýrazněn modrou barvou
 - Pak již stačí stisknout klávesu *Delete* a blok bude smazán z programovací plochy

Přesun bloku po programovací ploše

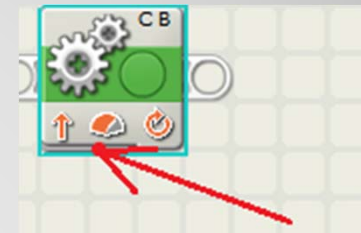
Postup:

- Najedte kurzorem myši na programovací blok
- Stiskněte a držte levé tlačítko myši
- Přesuňte se na místo, kam chcete blok umístit a pusťte tlačítko myši

Jak programovat v NXT-G

Data hubs

- *Data hub* je funkcionálita, s kterou přichází většina programovacích bloků
- Postup na rozbalení *Data hub* nabídky:
 1. Umístěte blok na programovací plochu
 2. Přesuňte kurzor myši na blok do místa, jako je uvedeno na obrázku níže, aby se objevila oboustranná šipka a klikněte
 3. Rozbalí se *Data hub* nabídka se vstupními zástrčkami na levé straně a výstupními zástrčkami



Jak programovat v NXT-G

Data hubs

- Takto například vypadá *Data hub* nabídka *Move* bloku:



Jak programovat v NXT-G

Data hubs – vytváření datových spojení

- Pokud najedete kurzorem myši nad zástrčku, tak se šipka změní ve „svazek drátu“
- Po kliknutí přejdete do režimu vytváření datového spojení a můžete tak vytvořit spojení z výstupní zástrčky jednoho bloku do vstupní zástrčky druhého bloku
- Datovým spojením lze přenášet informaci ve formě čísla, textu nebo logické hodnoty
- Správně vytvořené spojení je znázorněno plnou čarou
- Nesprávně vytvořené spojení je znázorněno tečkovanou šedou čarou
- Barvy čar:
 - **Žlutá** – data ve formě čísla
 - **Oranžová** – data ve formě textu
 - **Zelená** – data ve formě logických hodnot

Jak programovat v NXT-G

Zhodnocení

+

- Jednoduché a intuitivní ovládání
- Vhodné pro úplné začátečníky v programování

-

- Nevhodné pro psaní rozsáhlejších programů
- Komplikované definování uživatelských proměnných
- Chybějící datová struktura pole – array
- Na displeji NXT kostky lze zobrazovat pouze celá čísla

Seznam zdrojů

Monografie:

- [1] KELLY, James Floyd. LEGO® MINDSTORMS® NXT – G Programming Guide. [s.l.] : Apress, 2007. 196 s. ISBN 1590598717, ISBN-13: 978-1590598719.
- [2] ASTOLFO, Dave; FERRARI, Mario; FERRARI, Giulio. Bulding Robots With Lego® Mindstorms® NXT. Burlington (Massachusetts) : Syngress, 2007. 448 s. ISBN 1597491527, ISBN-13: 978-1597491525.
- [3] GASPERI, Michael; HURBAIN, Philippe E.; HURBAIN, Isabelle L. Extreme NXT: Extending the LEGO® MINDSTORMS® NXT to the Next Level. [s.l.] : Apress, 2007. 312 s. ISBN 1590598180, ISBN-13: 978-1590598184.

Bakalářské práce:

- [4] TROJÁNEK, Pavel. Využití robota LEGO MINDSTORMS při výuce. Praha, 2009. 94 s. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra řídicí techniky.

Internetové odkazy:

- [5] The NXT STEP - LEGO® MINDSTORMS® NXT blog : Home [online]. c2006 [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW: <<http://thenxtstep.blogspot.com/2006/05/how-robocenter-works.html>>
- [6] MINDSTORMS.LEGO.com : Home [online]. c2010 [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW: <http://mindstorms.lego.com/en-us/whatisnxt/default.aspx>

Seznam zdrojů

Internetové odkazy:

- [7] ORTOP – Oregon Robotics Tournament and Outreach Program [online]. c2010 [cit. 2010-05-15]. Essentials. Dostupné z WWW: <http://www.ortop.org/NXT_Tutorial/html/essentials.html>
- [8] National Instruments Corporation [online]. c2010 [cit. 2010-05-15]. How LEGO® MINDSTORMS® NXT Works. Dostupné z WWW: <<http://www.ni.com/academic/mindstorms/works.htm>>
- [9] Robot Magazine – The Latest in Hobby, Science and Consumer Robotics [online]. C2009 [cit. 2010-05-15]. Programming Solutions for the LEGO MINDSTORMS NXT. Dostupné z WWW: <http://www.botmag.com/articles/10-31-07_NXT.shtml>
- [10] Team Hassenplug [online]. c2007 [cit. 2010-05-15]. NXT Programming Software. Dostupné z WWW: <<http://www.teamhassenplug.org/NXT/NXTSoftware.html>>

Ostatní:

- [11] LEGO® MINDSTORMS® Education. NXT 2.0 Programming Help, 2008
- [12] LEGO® MINDSTORMS® Education. NXT 2.0 UserGuide, 2008