



Robotický LEGO
seminář
11.10-12.10.2013
na FEL ČVUT v Praze

Ing. Martin Hlinovský, Ph.D
Bc. Lenka Caletková
Filip Kirschner



www.robosoutez.cz

Organizace Robotického LEGO semináře

Na začátku se rozdělíte do malých týmů (po 2-3). Každému týmu bude zapůjčen set obsahující základní soupravu LEGO MINDSTORMS Education 9797, soupravu technických dílů 9648 nebo 9695 (doplňkové pasivní díly), síťový adaptér 9833 a gyroskopický senzor (viz obr. 1). V týmech postavíte ze zapůjčených souprav mobilního robota, navrhnete pro něj řízení a naprogramujete ho tak, aby splnil zadanou a dobře kontrolovatelnou úlohu. Ta by měla být atraktivní pro širší publikum, přiměřeně náročná a přitom musí umožnit jednoznačně určit vítěze.



Obr. 1 Základní souprava LEGO MINDSTORMS Education 9797, souprava technických dílů 9648 nebo 9695 a síťový adaptér 9833

Základním prvkem soupravy LEGO MINDSTORMS Education 9797 a současně „mozkem“ celého robota je centrální řídicí jednotka označovaná jako inteligentní LEGO® NXT kostka (viz obr. 2) s maticovým displejem 100 x 64 bodů, 4 vstupními porty pro připojení senzorů a 3 výstupními porty pro připojení servomotorů, reproduktorem s 8kHz vzorkovací frekvencí, možností bluetooth bezdrátové komunikace nebo s možností připojení ke 2.0 USB portu. Pomocí 4 tlačítek lze inteligentní kostku a připojená zařízení testovat a omezeně řídit. K inteligentní LEGO® NXT kostce lze tedy připojit 3 servomotory, které lze využít zároveň jako senzory pro měření otáček a dále pak dotykový senzor (poskytuje robotu schopnost hmatu), světelný senzor (dává robotu schopnost vidět – dokáže pasivně měřit intenzitu světla okolí nebo rozpoznávat různé barvy), zvukový senzor (pomocí tohoto senzoru robot slyší) nebo ultrazvukový senzor (umožňuje robotu orientaci v prostoru, nalézat překážky a určit vzdálenost od nich).



Obr. 2 Inteligentní LEGO® NXT kostka a připojení senzorů

NXT kostka

Inteligentní počítačem řízená LEGO® NXT kostka je mozkiem robota LEGO MINDSTORMS® Education.

Dotykový senzor

Umožňuje, aby robot reagoval na překážky v prostředí.

Zvukový senzor

Umožňuje, aby robot rozlišoval úroveň zvuku.

Světelný senzor

Umožňuje, aby robot rozlišoval úroveň osvětlení a barvy.

Ultrazvukový senzor

Umožňuje, aby robot měřil vzdálenost objektů a reagoval na pohyb.

Port 1: dotykový senzor
Port 2: zvukový senzor
Port 3: světelný senzor
Port 4: ultrazvukový senzor





Port A: Motor anebo lampa pro zvláštní využití
Port B: Motor pro pohyb, obvykle pro případ podvozku s dvěma motory – motor na levé straně podvozku
Port C: Motor pro pohyb, obvykle pro případ podvozku s dvěma motory – motor na pravé straně podvozku

Inteligentní NXT kostka



- maticový displej 100 x 64 bodů
- USB 2.0 port
- Bluetooth komunikace
- 4 vstupní porty (1, 2, 3, 4)
- 3 výstupní porty (A, B, C)
- reproduktor s 8kHz vzorkovací frekvencí

Ikony Bluetooth

Bluetooth ikony slouží k zobrazení stavu zařízení Bluetooth. Pokud se ikony nezobrazí, je Bluetooth vypnutý.



Bluetooth na NXT je zapnutý, ale NXT nevidí žádné jiné zařízení Bluetooth.



Bluetooth na NXT je zapnutý a NXT vidí nějaké další Bluetooth zařízení.



Bluetooth na NXT je zapnutý a NXT komunikuje s jiným Bluetooth zařízením.

USB ikona

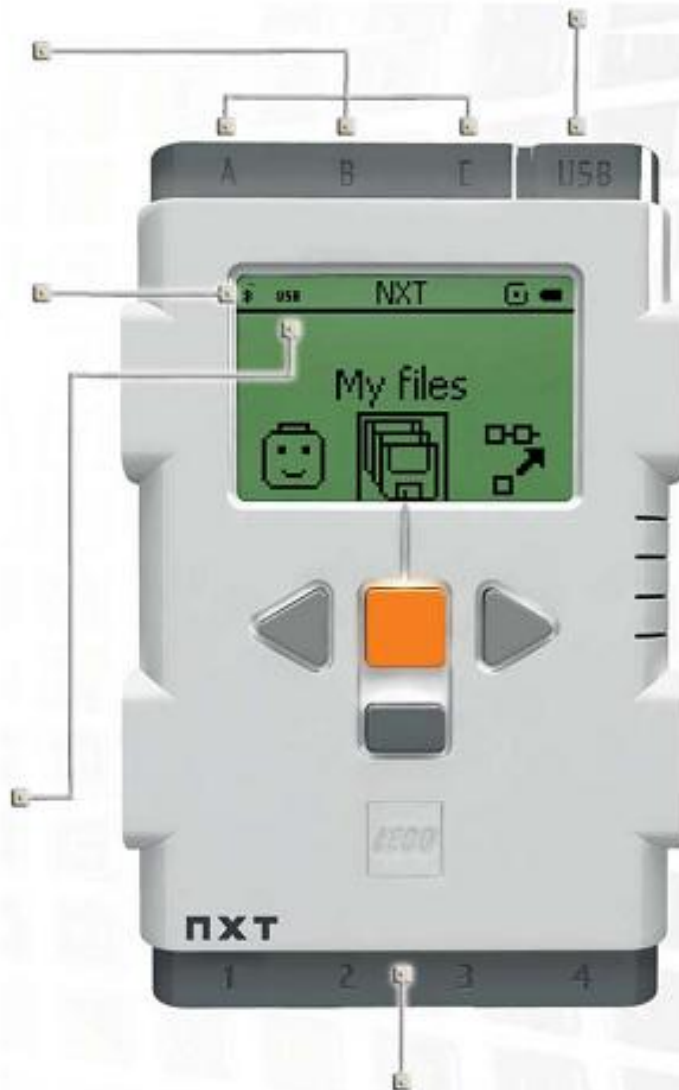
Ikona se objeví jakmile spojíte NXT s počítačem pomocí USB vodiče. Po odpojení USB vodiče ikona zmizí.

USB

Zobrazení USB znamená spojení a správnou komunikaci.



Zobrazení ikony znamená spojení bez komunikace.



Ikona práce NXT

Pokud je NXT kostka zapnutá a správně pracuje, ikona „obíhá“. Jestliže ikona „neobíhá“, došlo k „zamrznutí“ NXT kostky a tato musí být resetována (bližší informace o resetování NXT kostky najdete na straně 63).



Stav baterie

Ikona baterie zobrazuje úroveň jejího nabití. Pokud je stav nabití nízký (méně jak 10% kapacity baterie), ikona bude prázdná a NXT kostka vypne.

Reproduktor

Pokud váš program obsahuje zvuk, uslyšíte jej z tohoto reproduktoru.

Tlačítka na NXT

Oranžové tlačítko: Zapnuto / Potvrzení výběru

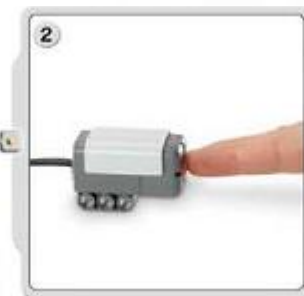
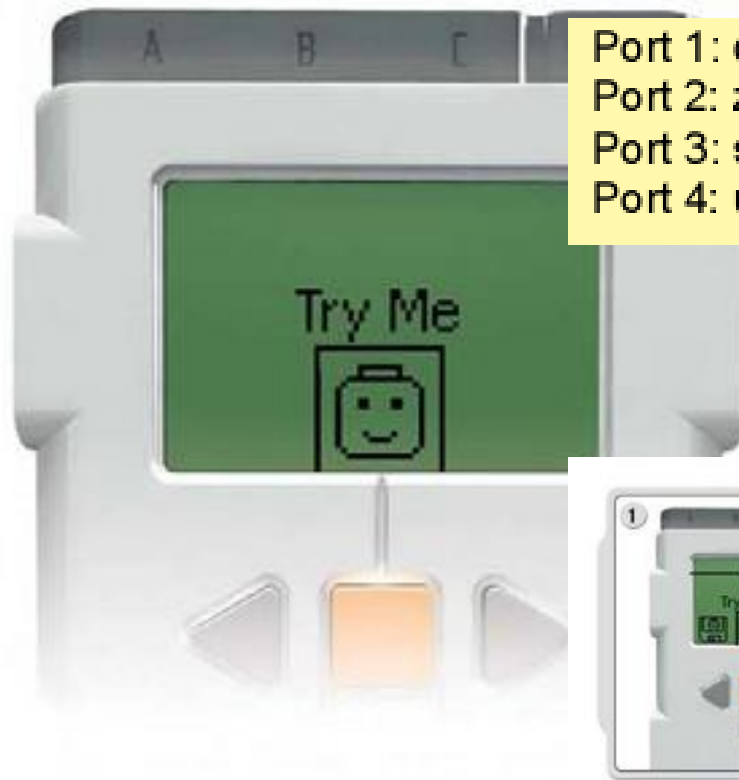
Šedé šípky: pohyb vlevo a vpravo v nabídce NXT

Tmavě šedé tlačítko: Odstranit / Jdi zpět

Hlavní nabídka NXT

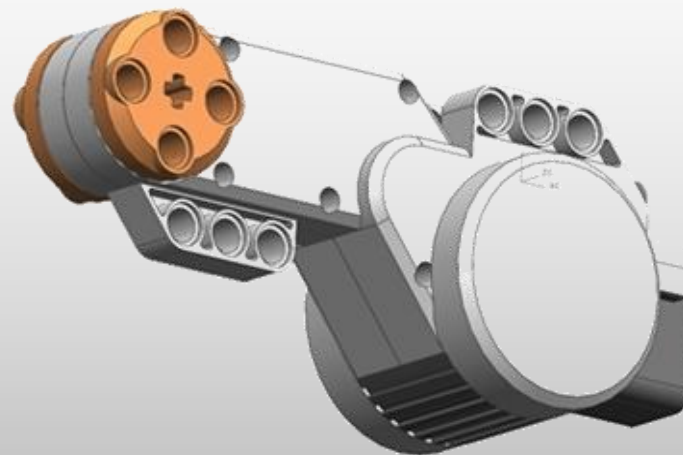
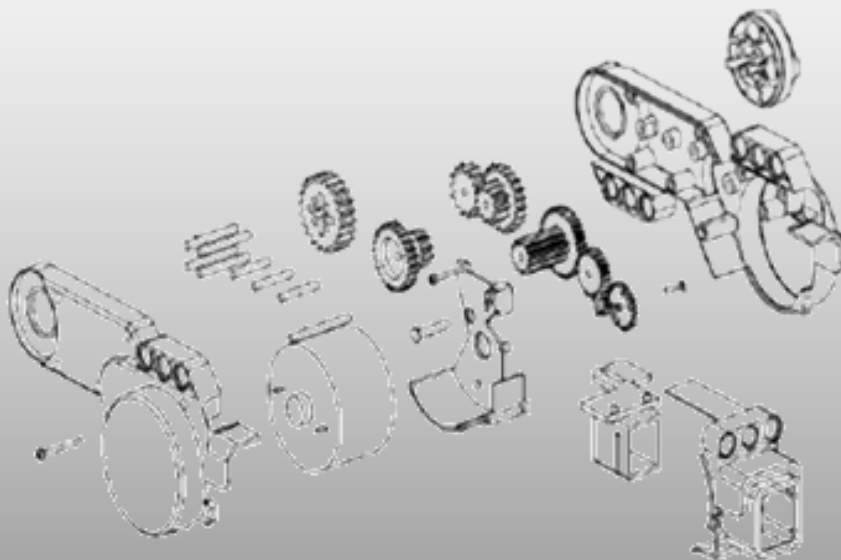
Vyzkoušej mě (Try Me)

Port 1: dotykový senzor
Port 2: zvukový senzor
Port 3: světelný senzor
Port 4: ultrazvukový senzor



Interaktivní servomotor

- Ize využít zároveň jako senzor pro měření otáček



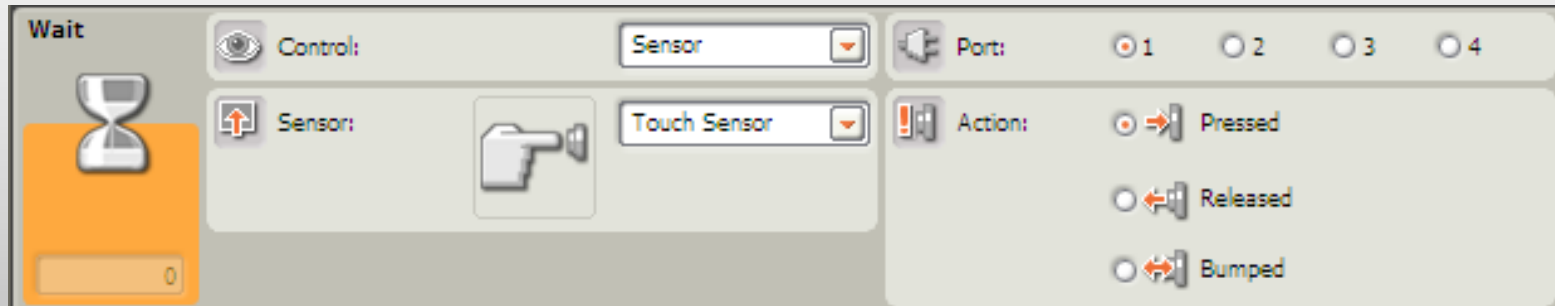
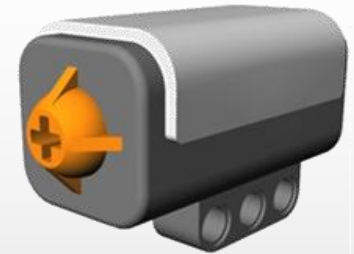
Motor

	Port: <input type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input checked="" type="radio"/> C	 Control: <input type="checkbox"/>  Motor Power
<input type="text" value="0"/>	Direction: <input checked="" type="radio"/> ↑ <input type="radio"/> ↓ <input type="radio"/> ↻	 Duration: <input type="text" value="360"/> <input type="text" value="Unlimited"/>
<input type="button" value="Reset"/>	 Action: <input type="text" value="Constant"/>	 Wait: <input type="checkbox"/>  Wait for Completion
	 Power: <input type="text" value="30"/>	 Next Action: <input checked="" type="radio"/>  Brake <input type="radio"/>  Coast

Dotykový senzor

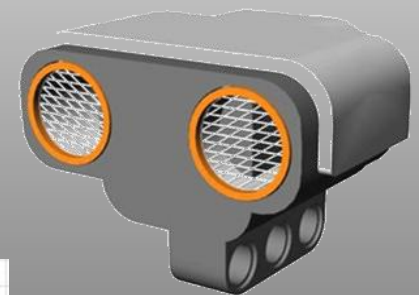


- poskytuje robotu schopnost hmatu



Ultrazvukový senzor

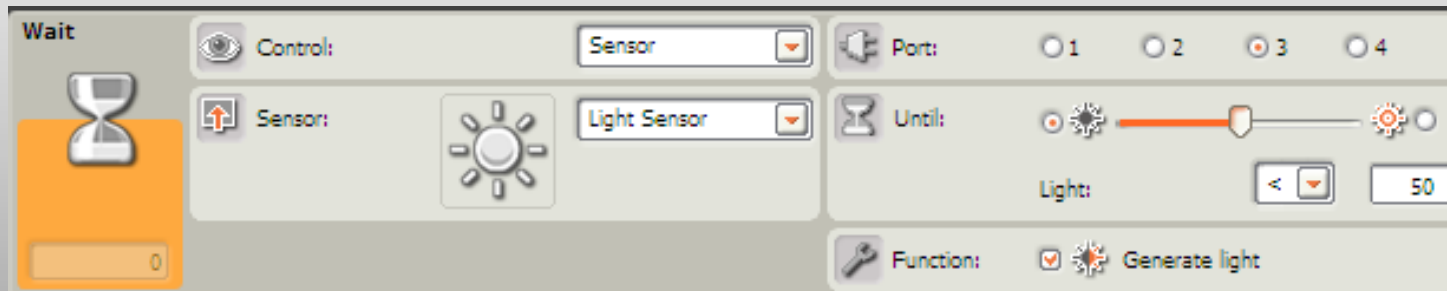
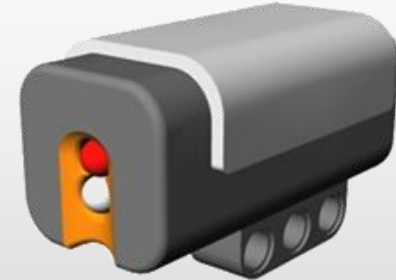
- umožňuje robotu orientaci v prostoru, nalézat překážky a určit vzdálenost od nich



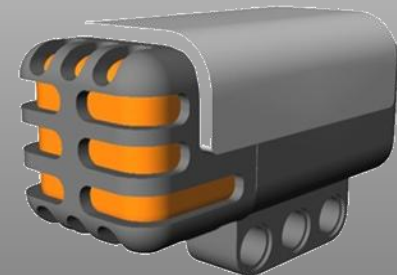
Světelný senzor



- dává robotu schopnost vidět – dokáže pasivně měřit intenzitu světla okolí nebo rozpoznávat různé barvy



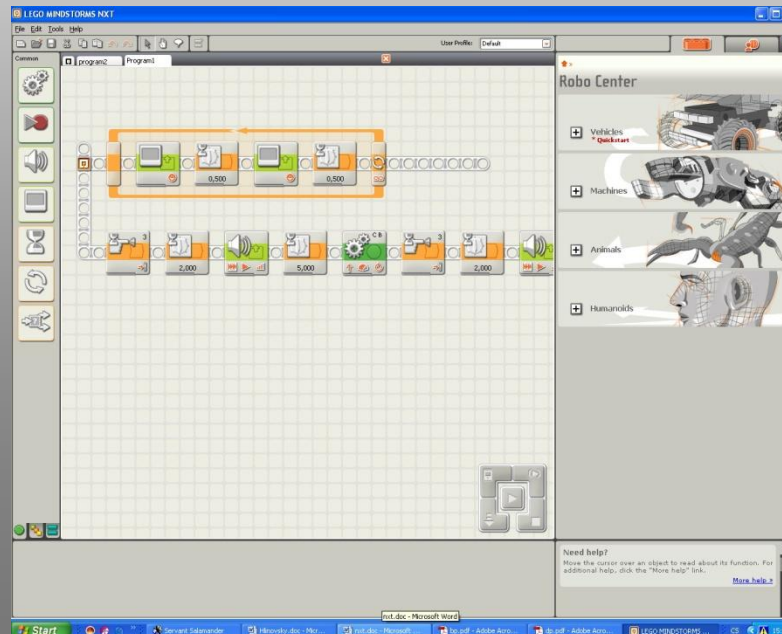
Zvukový senzor



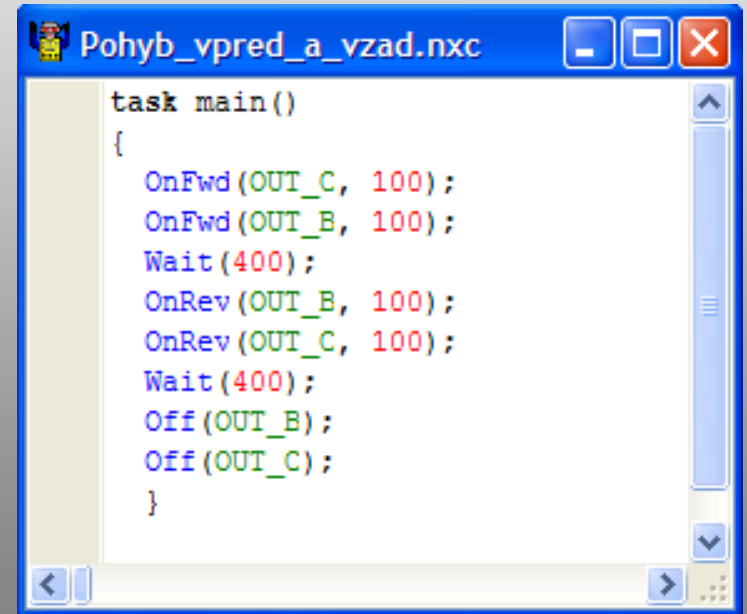
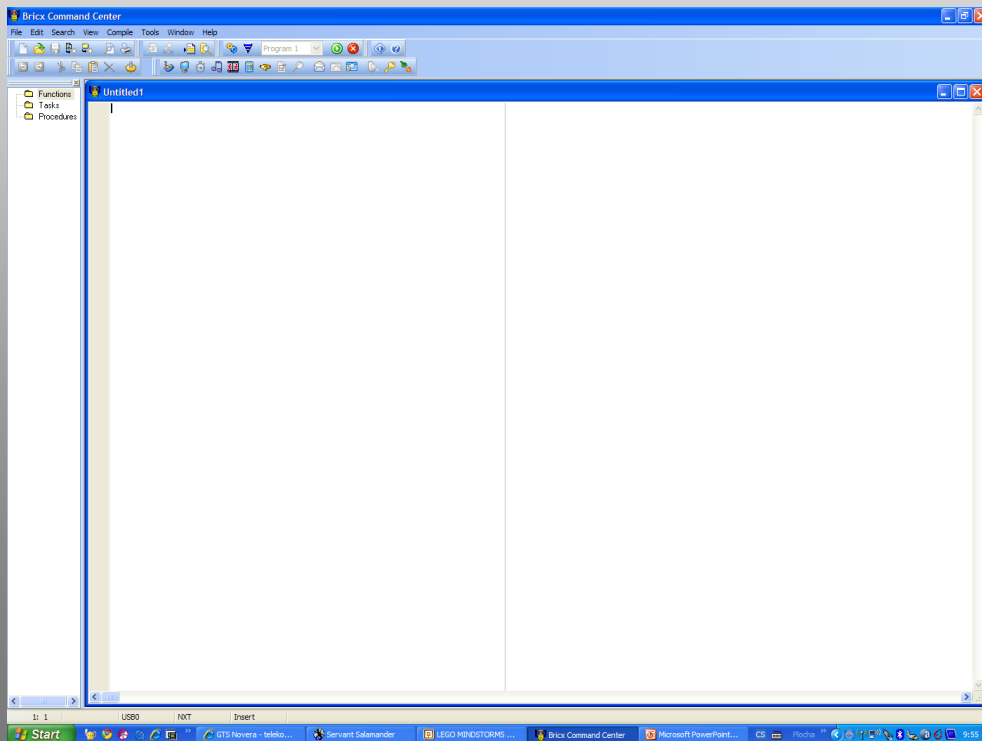
- pomocí tohoto senzoru robot slyší

Z hlediska programovacích možností doporučujeme studentům použít jeden z následujících programovacích jazyků:

1. **NXT-G** – tento programovací jazyk dostal jméno z programovacího jazyka využívaného programem LabVIEW, vyvinutého firmou National Instruments, který se jmenuje pouze G. Zkratka „G“ pochází z faktu, že **programovací jazyk je grafický**. Programy napsané v NXT-G jsou tedy poskládané z grafických bloků pospojovaných dohromady, u kterých se nastavují jejich vlastnosti a posloupnosti. NXT-G je výsledkem práce firem LEGO a National Instruments a je základním programovacím nástrojem pro LEGO MINDSTORMS NXT. Důraz je u NXT-G kladen především na intuitivnost a jednoduchost vývojového prostředí včetně procesu programování tak, aby s robotem mohli pracovat už i žáci základních škol, kteří mají s programováním minimální zkušenosti.



2. **NXC** – tento textový jazyk odvozený od jazyka C běží v prostředí BricxCC na standardním firmwaru LEGO MINDSTORMS. Tato skutečnost je velmi příjemná pro ty, kteří chtějí programovat jak v NXT-G, tak v NXC, protože s každou změnou programovacího prostředí nemusí do kostky nahrávat nový firmware. Práce s jazykem zkracujícím spojení „Not eXactly C“ je velmi příjemná a programátor alespoň trochu znalý jazyka C si díky téměř stejné sémantice v tomto prostředí zvykne programovat velmi snadno. Další výhodou je, že se jedná o freewarovou aplikaci. Jako nevýhodu bych uvedl někdy nepříliš snadné debugování programů. Na rozdíl od NXT-G se jedná o čistě textové programování bez grafických prvků.

The image shows a code editor window titled "Pohyb_vpred_a_vzad.nxc". The code is written in a C-like syntax for NXC. The code is as follows:

```
task main()
{
    OnFwd(OUT_C, 100);
    OnFwd(OUT_B, 100);
    Wait(400);
    OnRev(OUT_B, 100);
    OnRev(OUT_C, 100);
    Wait(400);
    Off(OUT_B);
    Off(OUT_C);
}
```

The editor has a blue title bar with standard window controls (minimize, maximize, close). The code is displayed in a monospaced font with syntax highlighting: keywords like "task", "main", "OnFwd", "OnRev", "Wait", "Off" are in blue, and identifiers like "OUT_C", "OUT_B" are in red. The editor includes a vertical scrollbar on the right and horizontal scrollbars at the bottom.

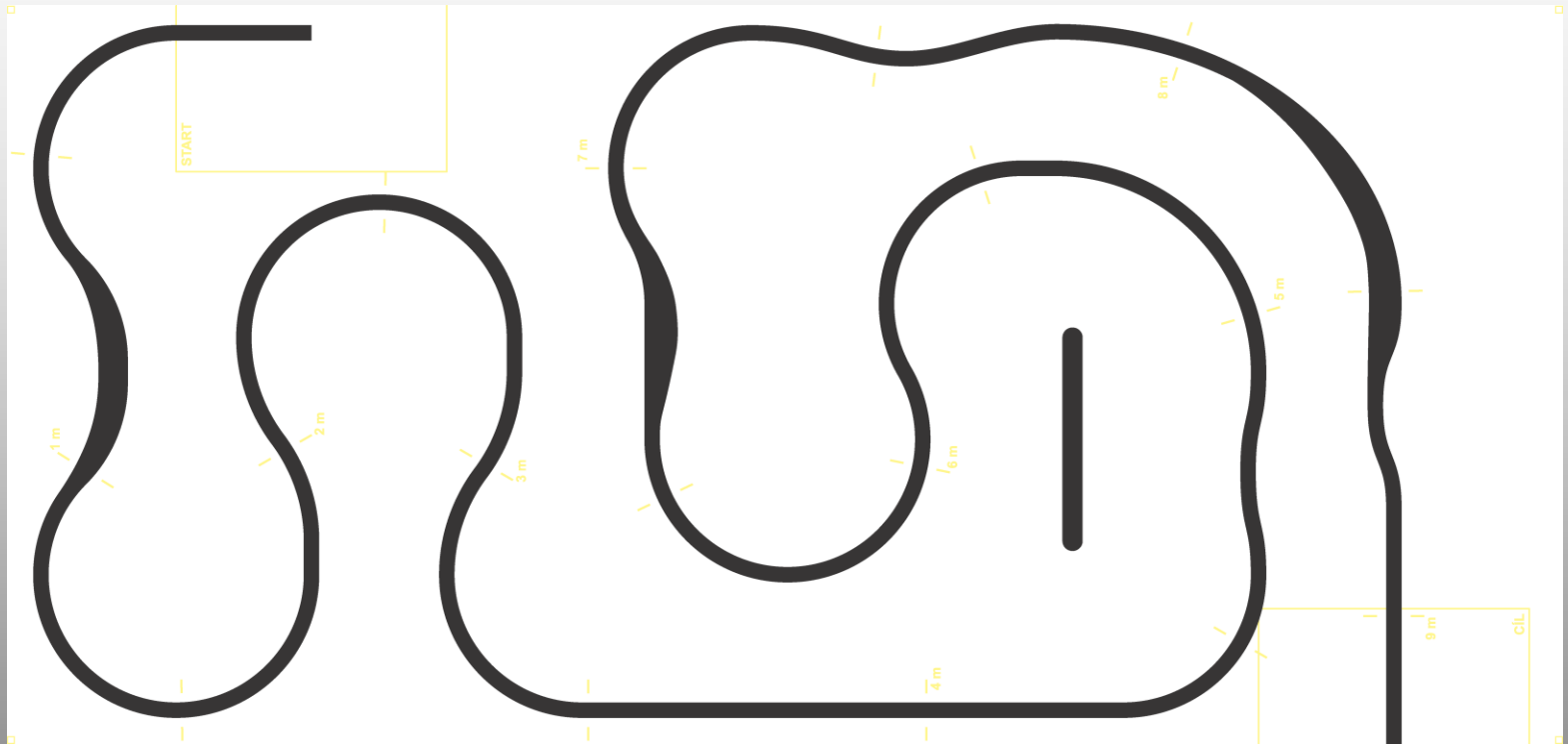
3. LeJOS-NXJ - tento programovací jazyk je šířený společností Sourceforge zdarma a je k dispozici pro operační systémy Windows, Linux a MAC OS. Díky rozšíření a znalosti jazyka Java mezi programátory si tak velká část uživatelů systému LEGO MINDSTORMS vybírá právě LeJOS NXJ s jeho rozsáhlými knihovny, které podporují zajímavé funkce robota. Jako nevýhodu bych uvedl nutnost změny firmwaru NXT kostky, který obsahuje Java Virtual Machine a který nahrazuje standardní LEGO firmware. LEGO firmware však může být nahrán do NXT kostky zpět pomocí LEGO softwaru.

Je na studentech, zda použijí jeden z námi doporučených programovacích jazyků nebo využijí jiný (např. MATLAB toolbox vyvinutý na univerzitě v Aachenu - produkt pro uživatele zvyklé programovat v Matlabu, RobotC - programovací jazyk založený na programovacím jazyku C, leJOS OSEK - programování v ANSI C/C++ nebo jiný).

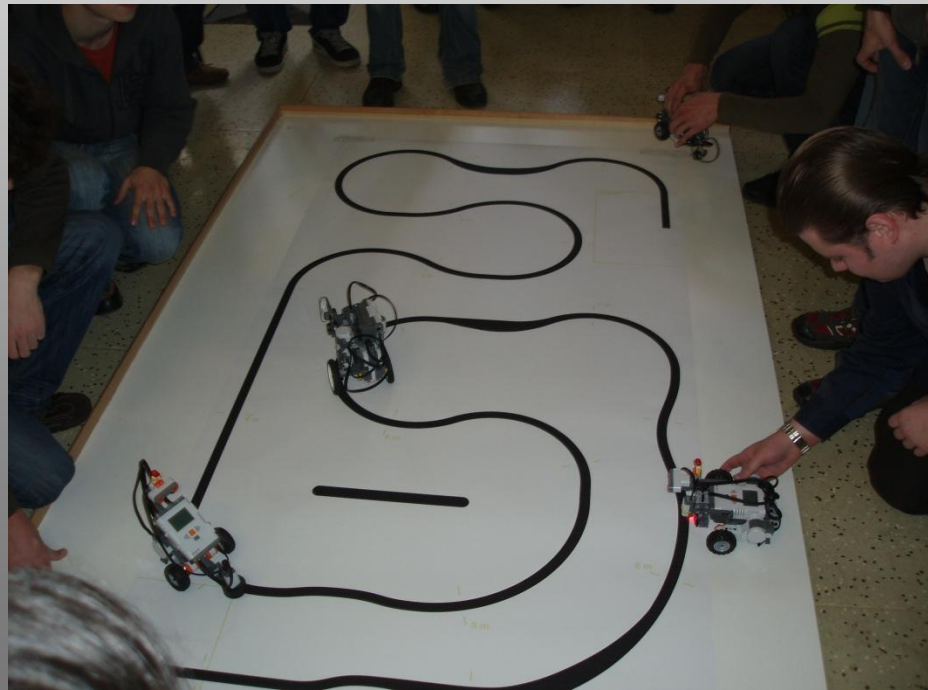
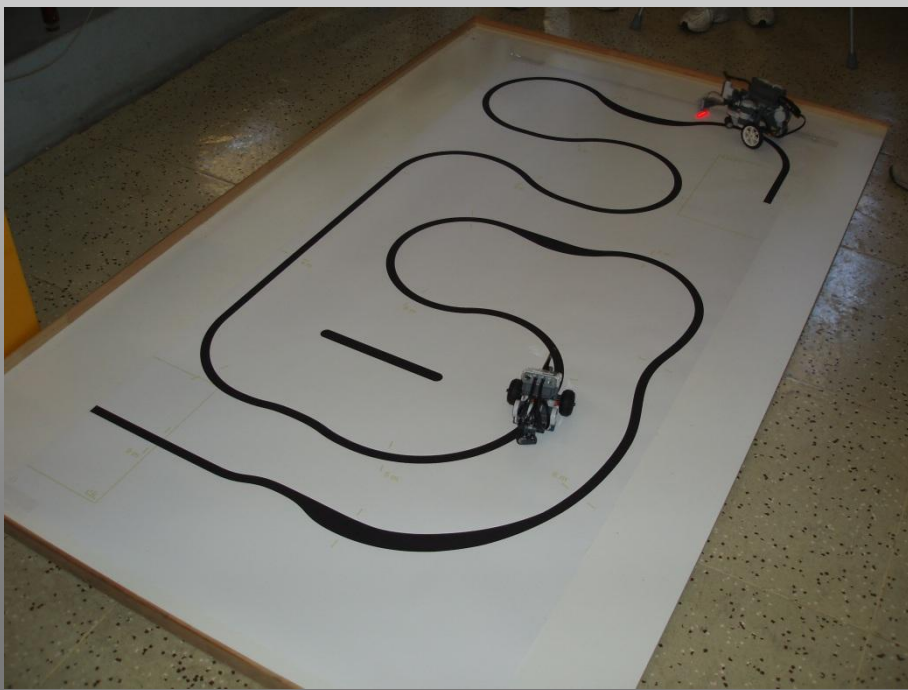
Úlohy, které studenti řešili ve školním roce

2009/2010:

PROJEKT Č.1 – SLEDOVÁNÍ ČÁRY

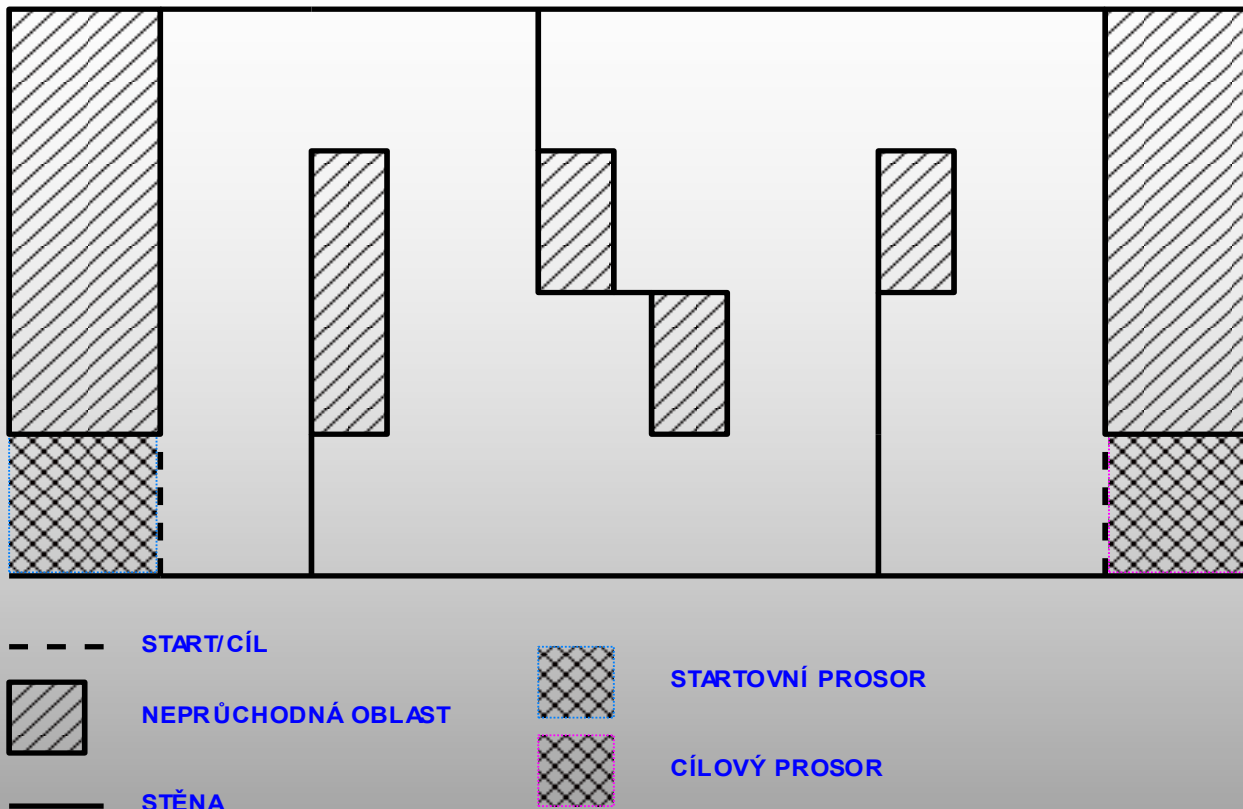


Cílem v této úloze je sestavit a naprogramovat robota tak, aby samostatně, bez jakékoliv další pomoci, projel co nejrychleji stanovenou dráhu podél černé čáry vyznačené na podložce a na konci černé čáry zastavil. Vlastního robota mohli studenti sestavit naprosto libovolně, mohli však využít pouze díly ze zapůjčených souprav. Po třech týdnech příprav, testování a ladění softwaru robotů následovala dvoukolová soutěž všech týmů.



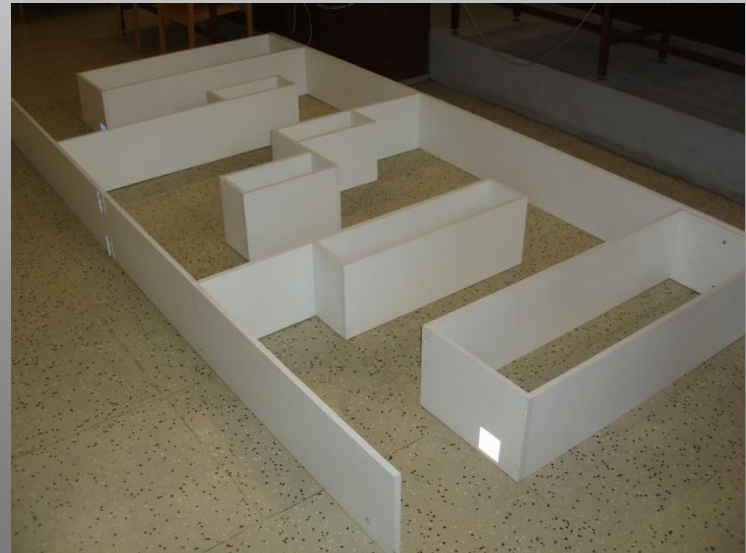
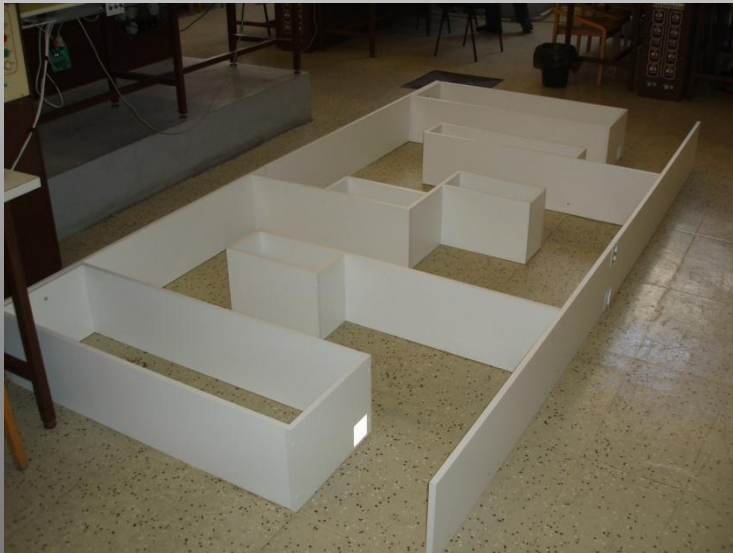


PROJEKT Č.2 – BLUDIŠTĚ



Cílem v této druhé úloze bylo sestavit a naprogramovat robota tak, aby samostatně, bez jakékoli další pomoci projel co nejrychleji bludištěm od jeho počátku až na jeho konec. Vlastního robota studenti mohli opět sestavit naprosto libovolně, mohli však využít pouze díly ze zapůjčených souprav. Každý robot musel bludištěm projet od začátku do konce zcela samostatně (bez jakékoliv pomoci a jeho ovládání, např. externě přes bluetooth nebo hlasovými povely).

V případě porušení pravidel byl tým okamžitě vyloučen ze soutěže. Minimální vzdálenost mezi dvěma libovolnými stěnami byla vždycky cca 40 cm. Všechny stěny bludiště stály kolmo ke dnu, tzn., že se tam nevyskytovaly žádné nakloněné stěny. Stěny byly rovné a nevyskytovaly se u nich žádná nepředpokládaná zahnutí. Jejich výška byla 28 cm. Čas projetí robotů se měřil pomocí dvou světelných závor umístěných ve startovacím a cílovém prostoru bludiště. Celkový rozměr bludiště bude 330 x 160 cm. Bludiště bylo postavené tak, aby nejkratší cesta mezi startovacím a cílovým prostorem nikdy nevedla zpět ke startovací linii. Průjezd povede stále k cílovému prostoru. Volba senzorů a strategie průjezdu závisí pouze na jednotlivých týmech. Při orientaci v bludišti se roboti samozřejmě můžou dotýkat stěn. Po čtyřech týdnech příprav, testování a ladění softwaru robotů bude následovat opět dvoukolová soutěž všech týmů.

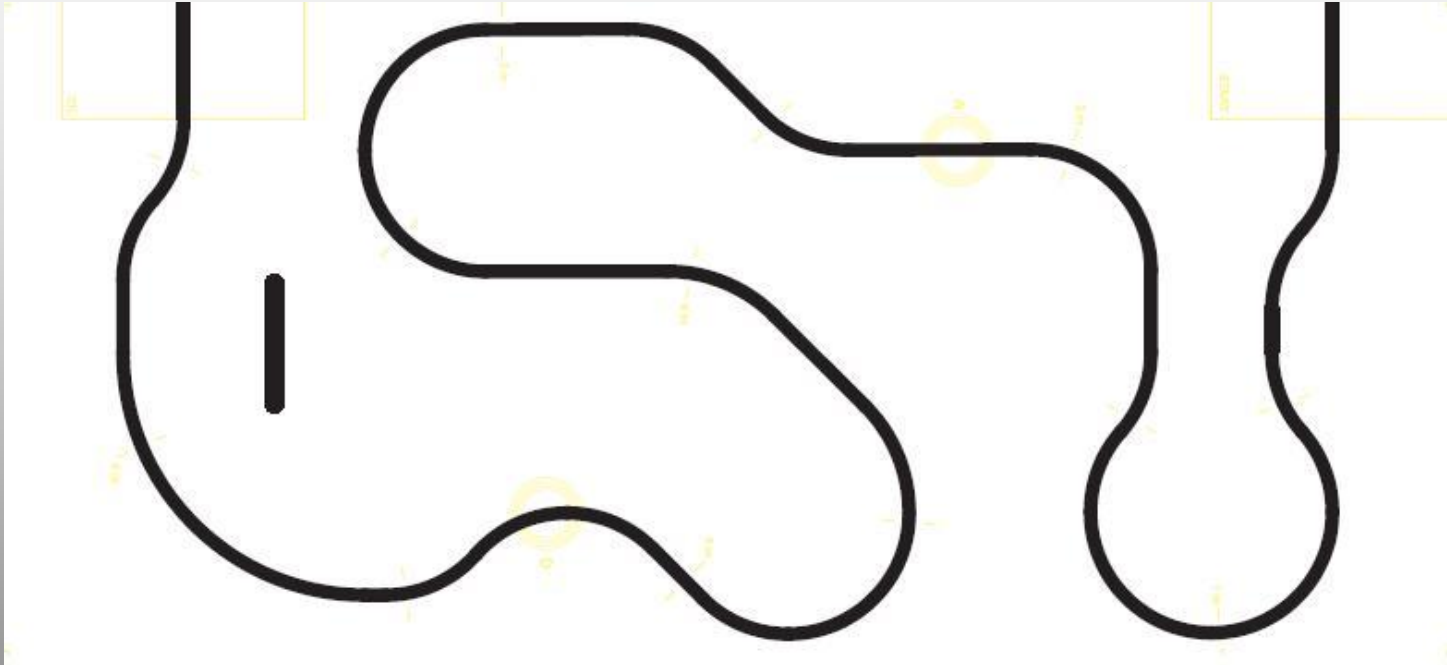




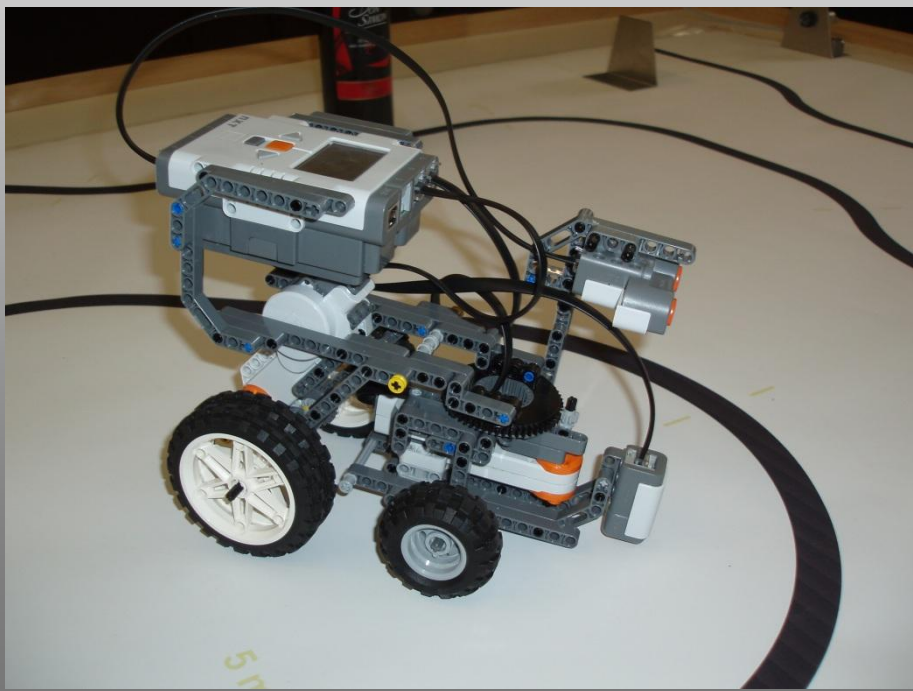
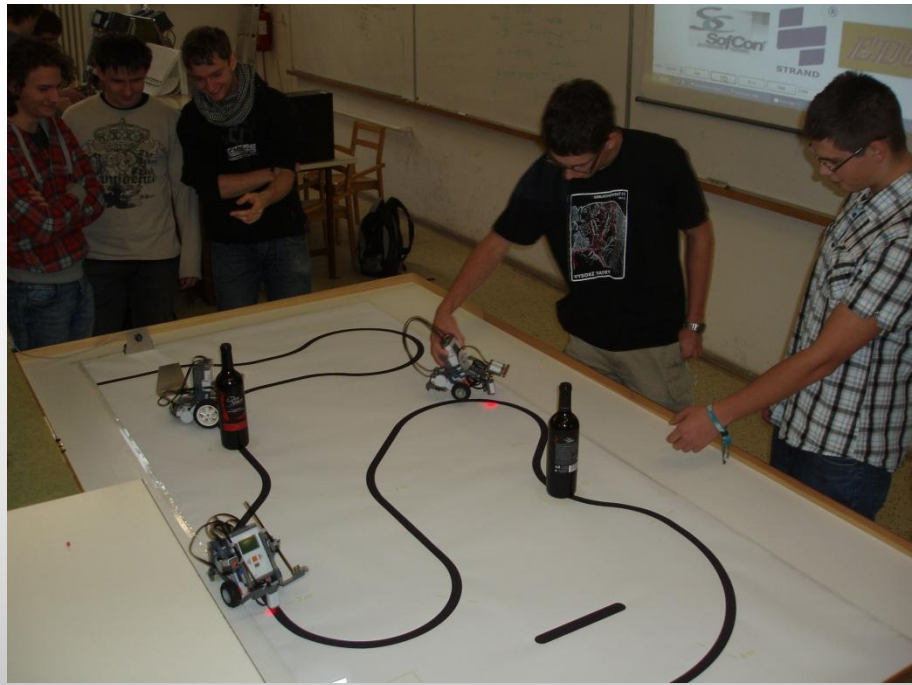
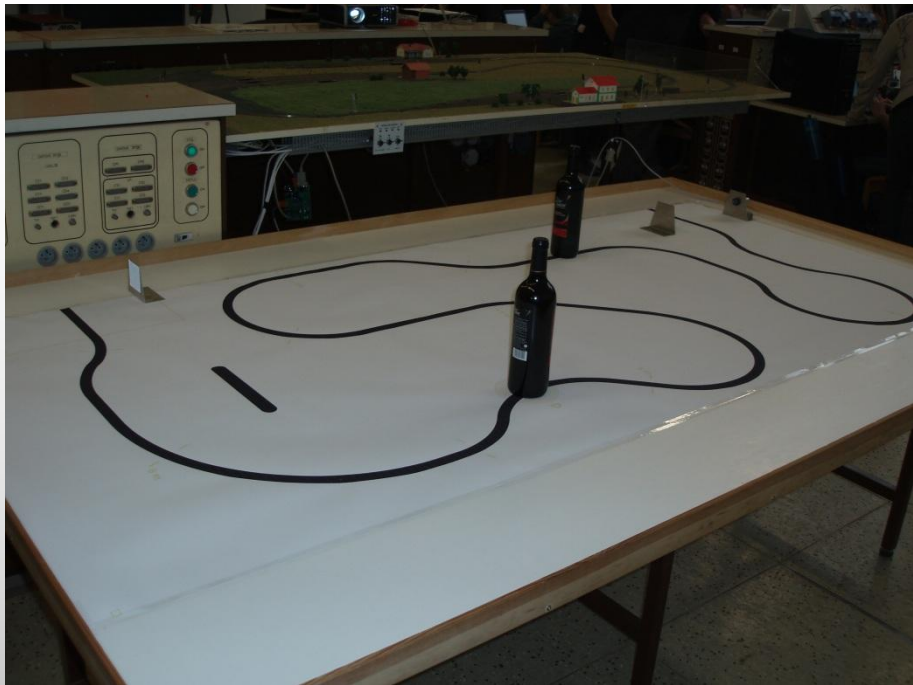
Úlohy, které studenti řešili ve školním roce

2010/2011:

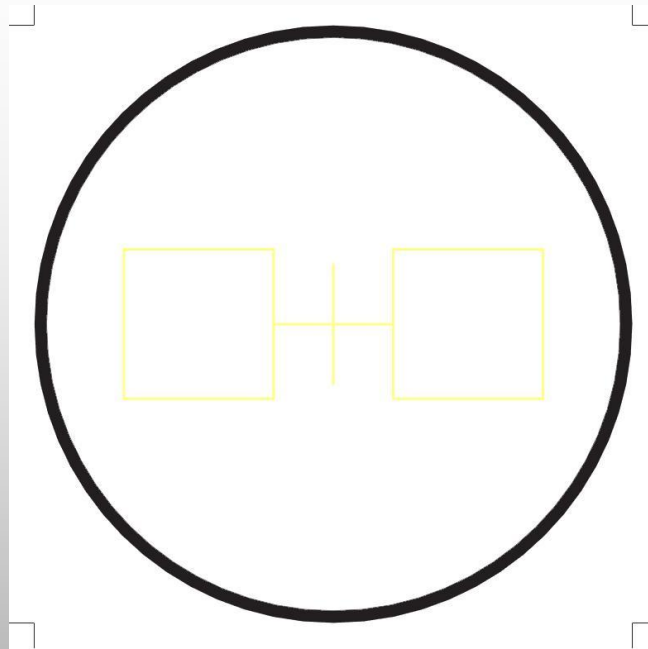
Projekt č.1 – sledování čáry a vyhýbání se překážkám



Cílem úlohy je sestavit a naprogramovat robot tak, aby samostatně bez jakékoliv další pomoci (ovládání robota pomocí hlasu, bluetooth či jiných komunikačních kanálů není dovoleno) projel co nejrychleji stanovenou dráhu podél černé čáry vyznačené na papírové podložce ze startovní pozice do cílové, zároveň z podložky nesjel a současně během průjezdu drahou se vyhnul překážce, která bude na dráze položena.

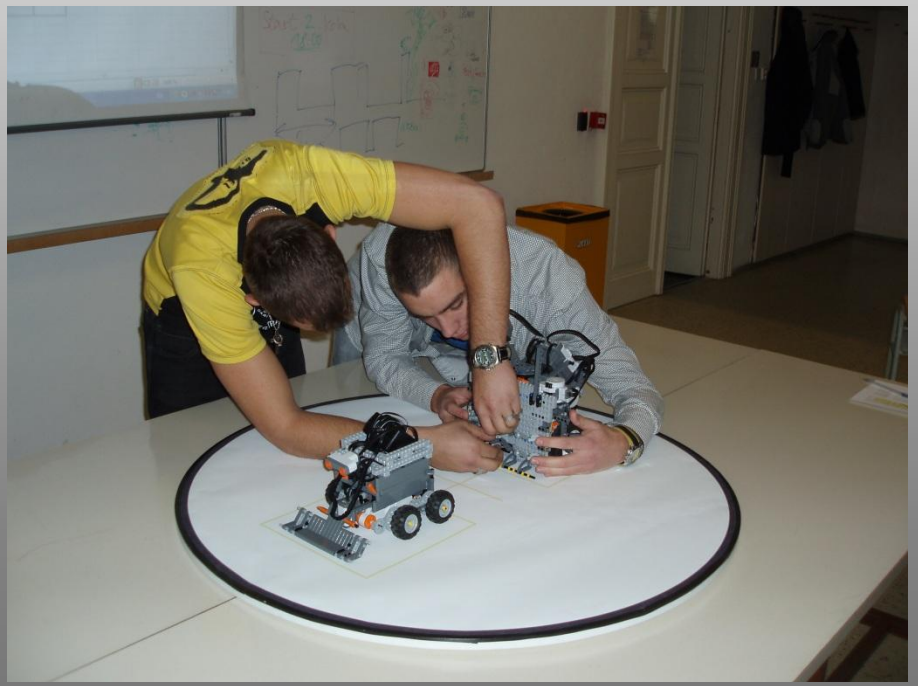
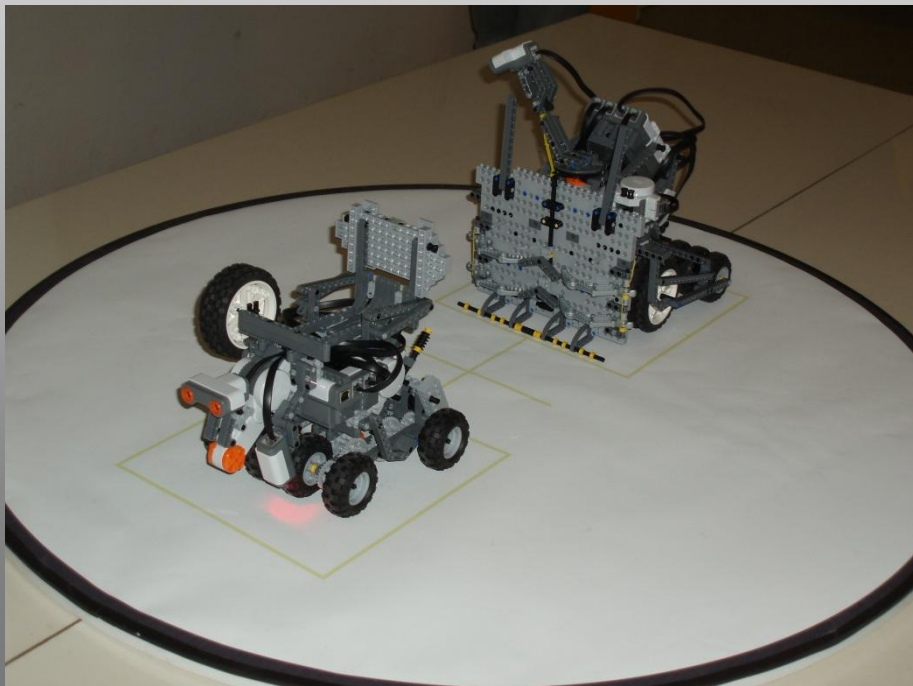
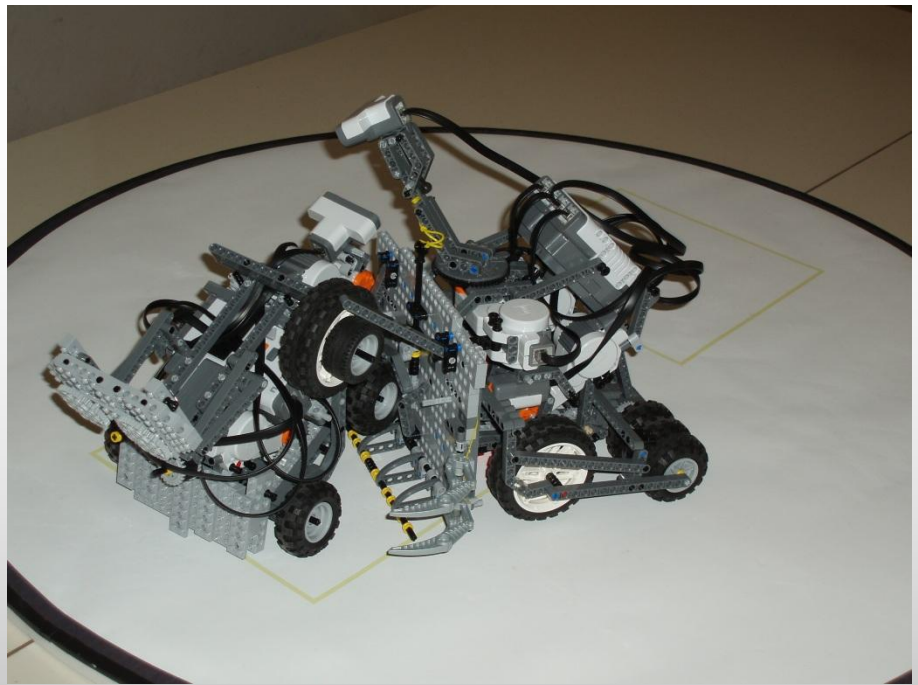
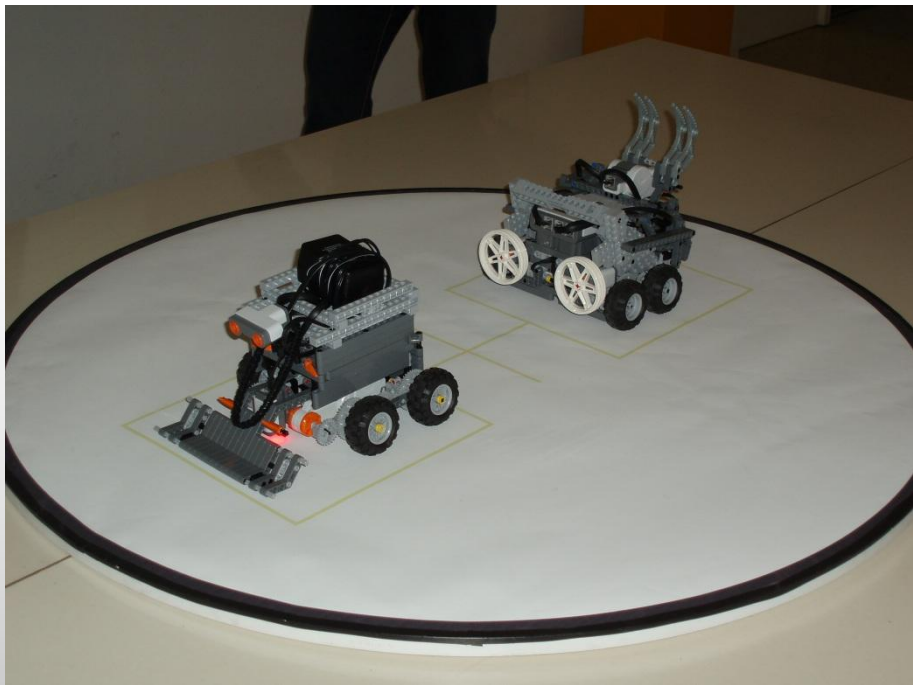


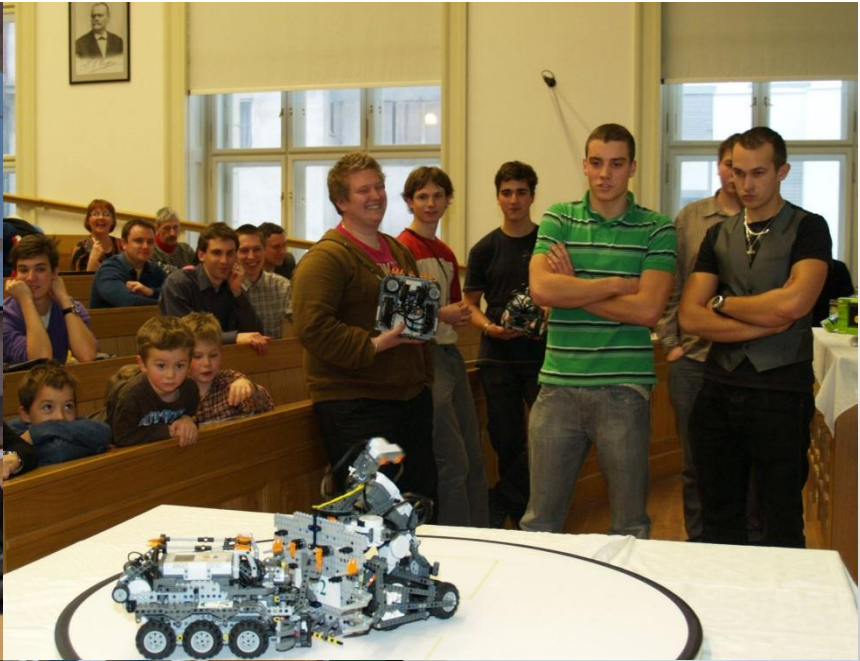
Projekt č.2 – SUMO

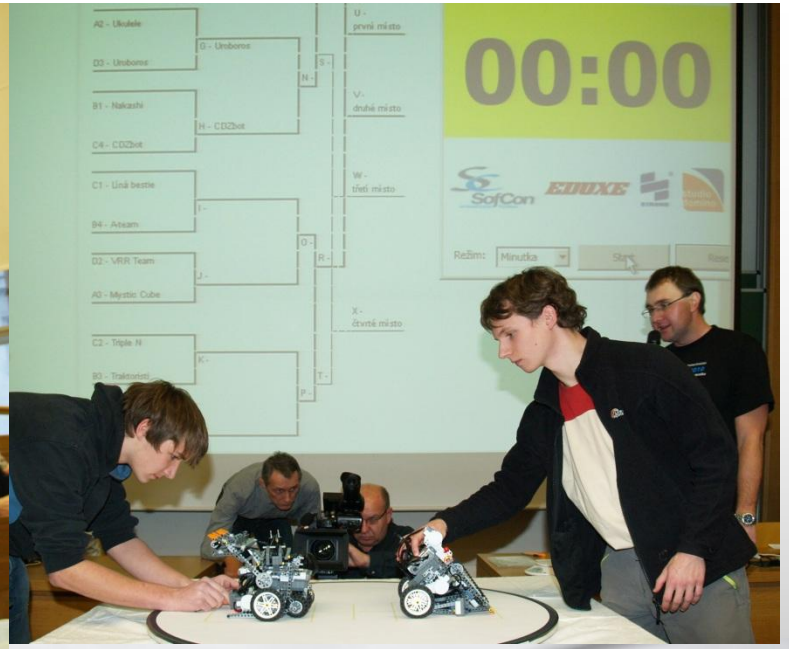


Cílem úlohy je sestavit a naprogramovat robot tak, aby se mohl samostatně bez jakékoliv další pomoci (ovládání robota pomocí hlasu, bluetooth či jiných komunikačních kanálů není dovoleno) zúčastnit jako jeden ze soupeřů robotického zápasu „SUMO“.

Na kruhovém hracím poli soutěží vždy dvojice soupeřů (robotů). Úkolem robotu je vytlačit soupeře mimo hrací pole a přitom sám na něm zůstat. Jakmile se jeden ze soupeřů dotkne kteroukoliv svou částí plochy mimo hrací pole, prohrává. To platí i pro případ, že z robotu odpadne jakýkoliv díl, který je následně vytlačen, nebo se sám dotkne plochy mimo hrací pole. Robot musí v soutěži postupovat dle programu samostatně a nesmí být žádným způsobem ovládn.



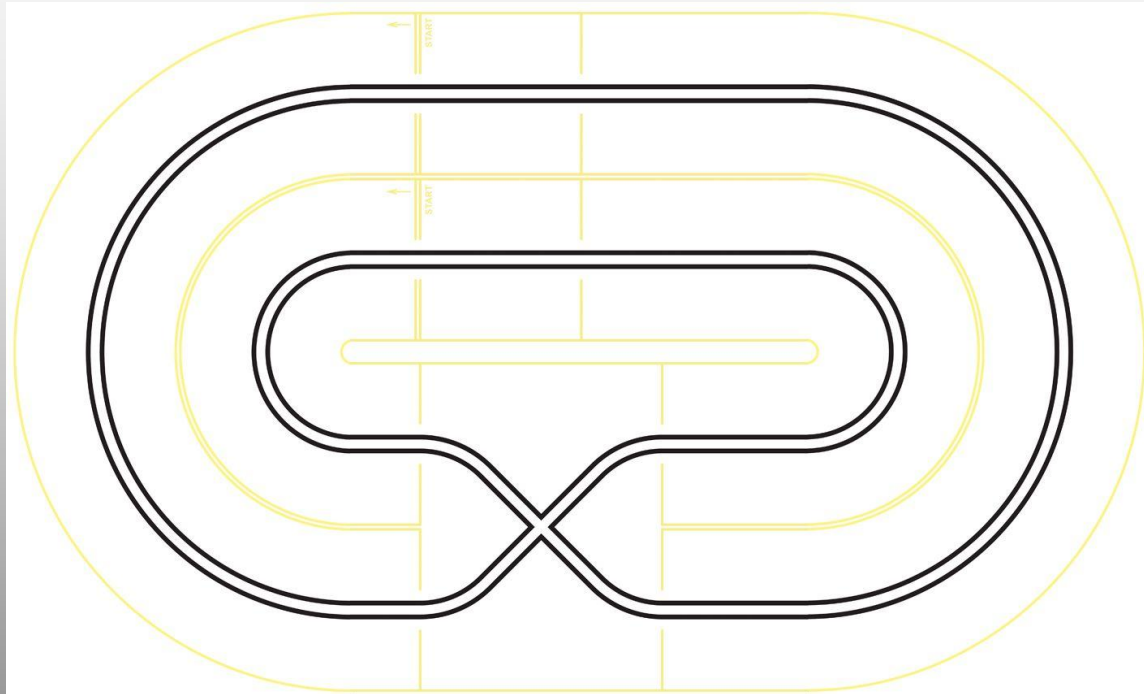




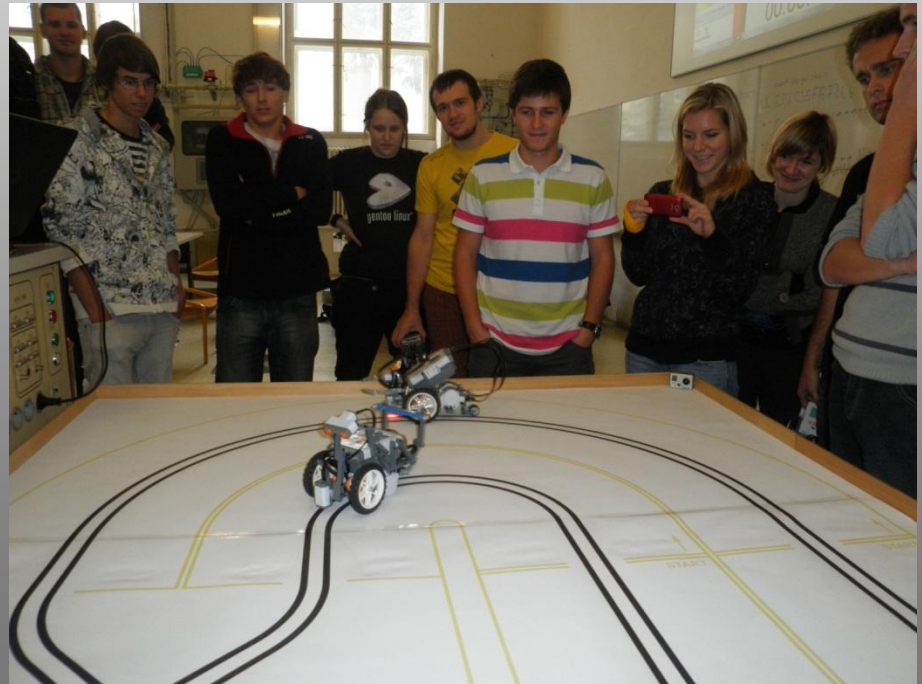
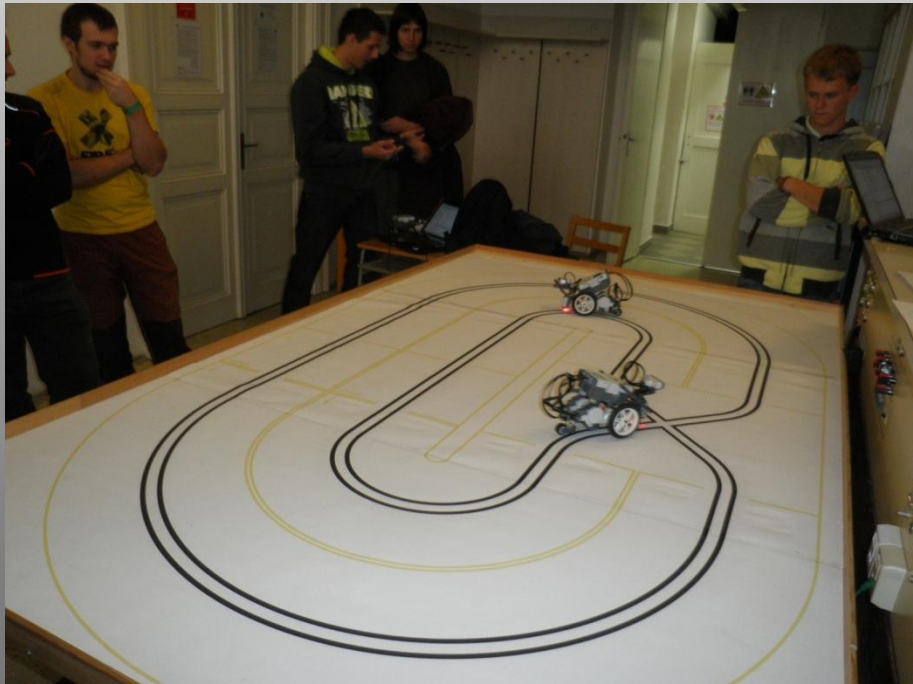
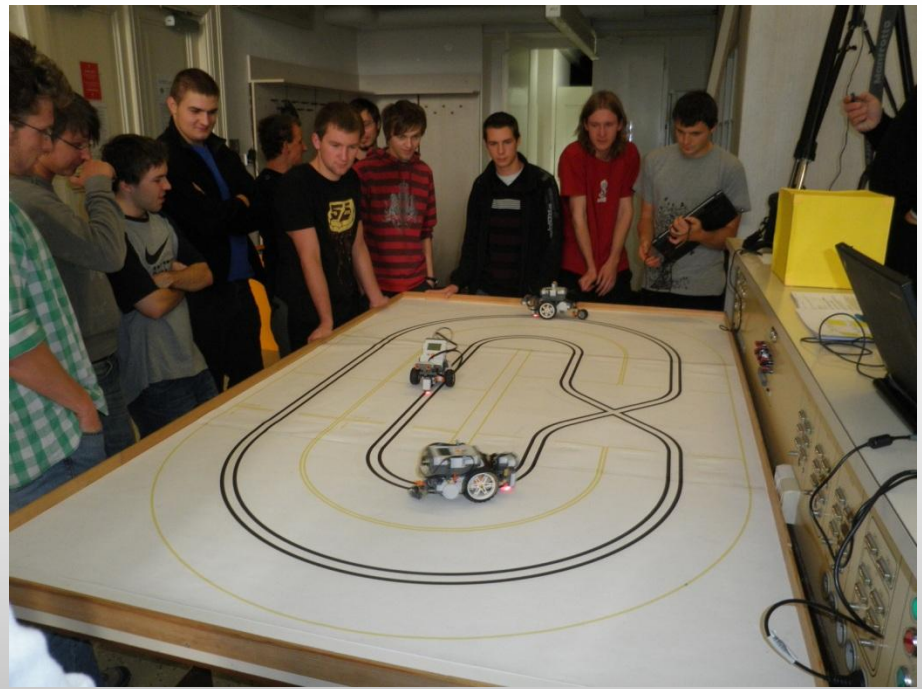
Úlohy, které studenti řešili ve školním roce

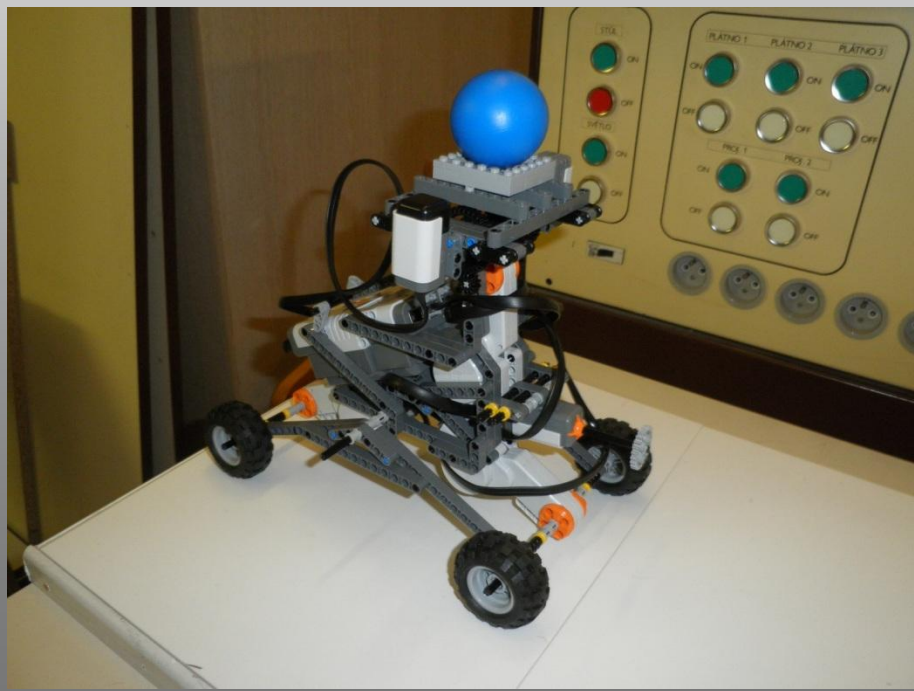
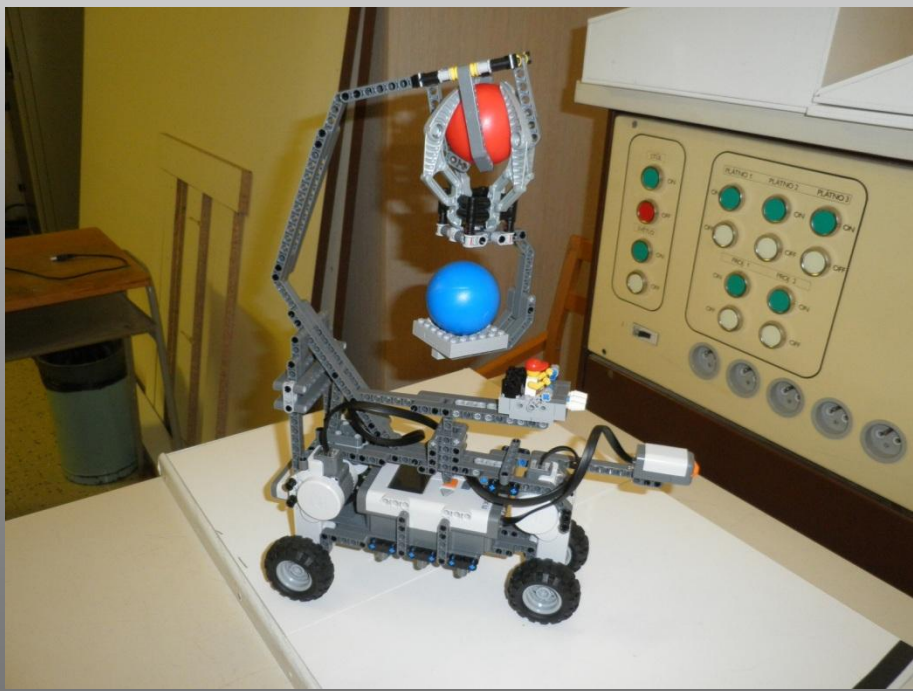
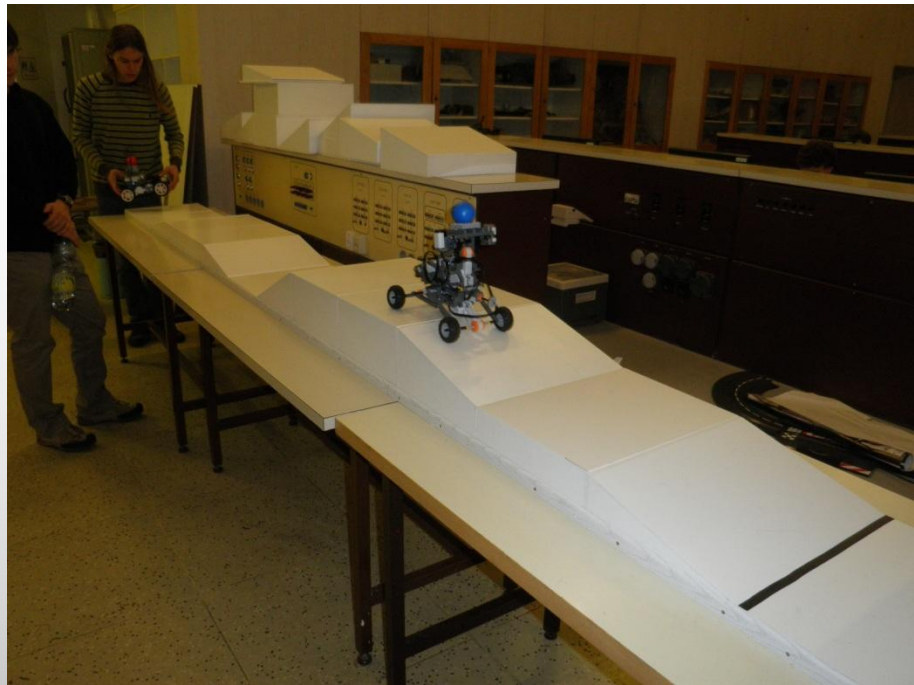
2011/2012:

Projekt č.1 – sledování čáry s křížením

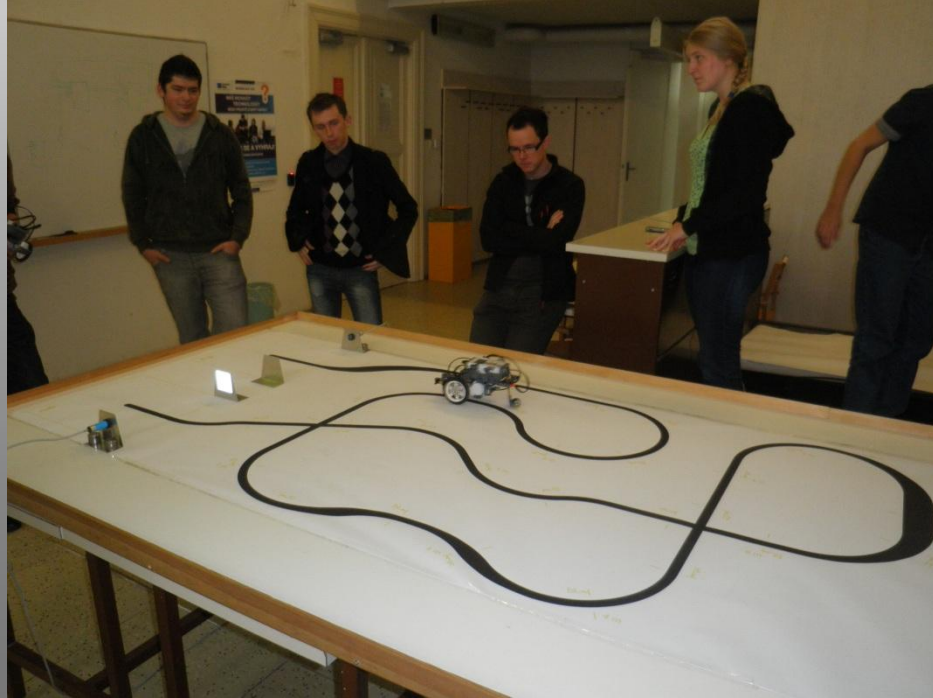
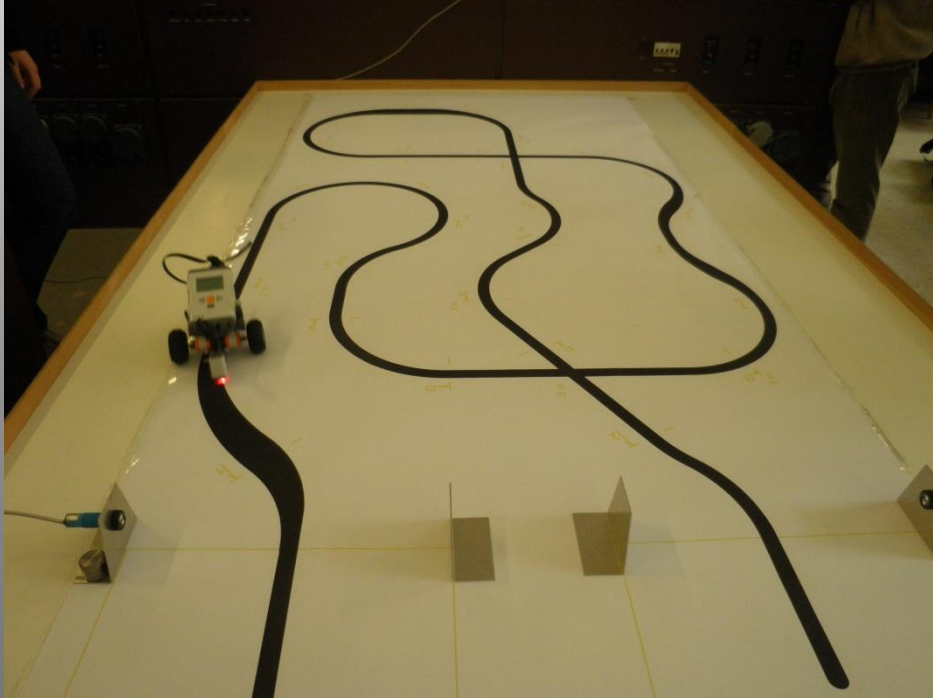
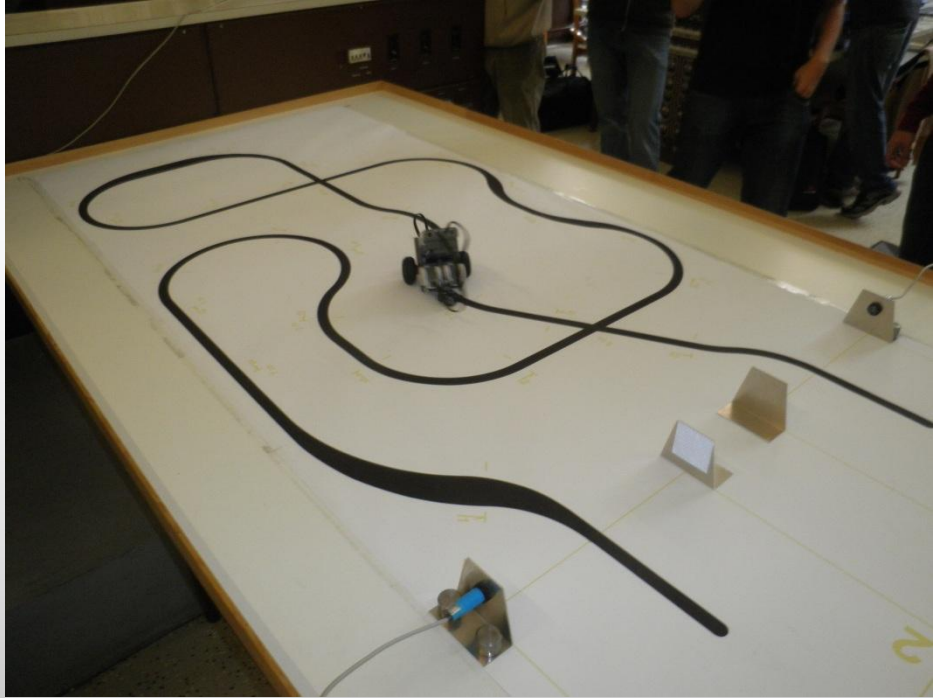


Cílem úlohy je sestavit a naprogramovat robot tak, aby samostatně bez jakékoliv další pomoci (ovládání robota pomocí hlasu, bluetooth či jiných komunikačních kanálů není dovoleno) ujel dvě kola vyznačenou dráhou, aniž by se střetl s druhým závodícím robotem.

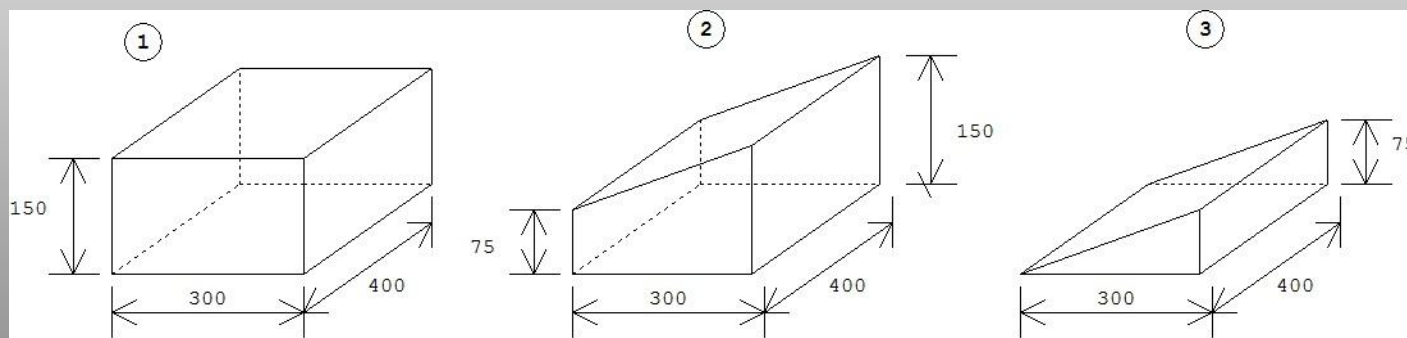
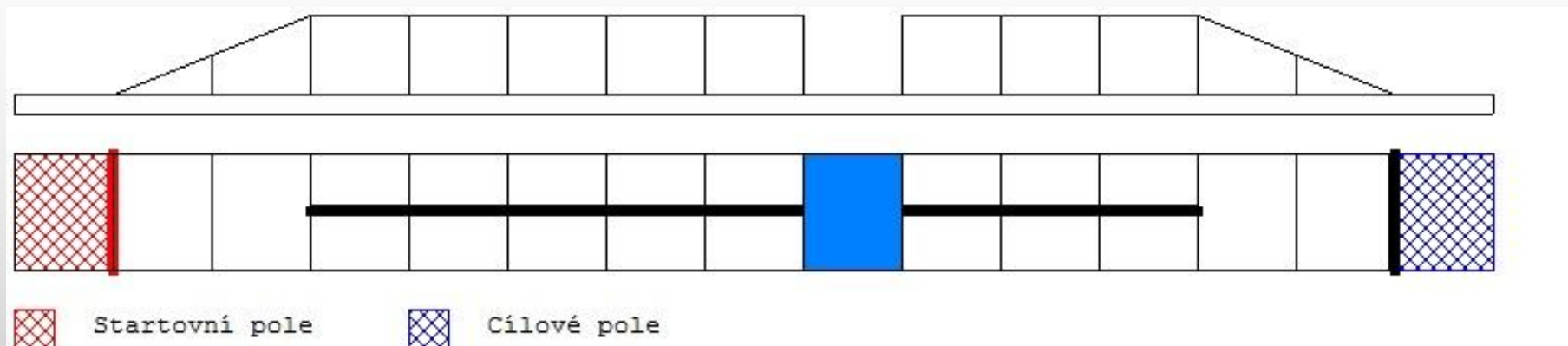




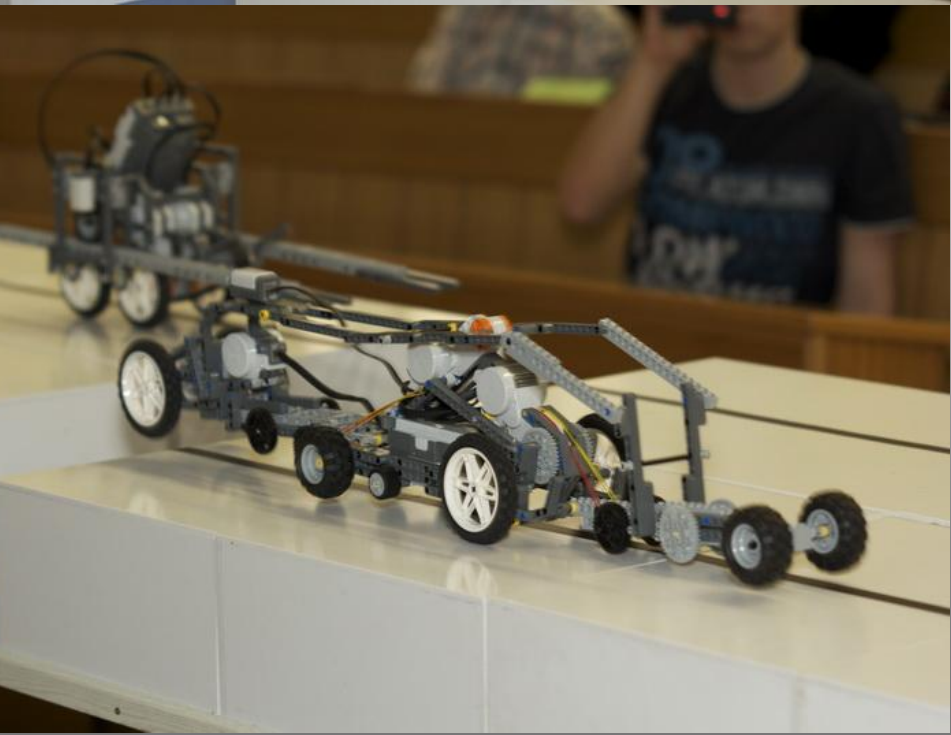
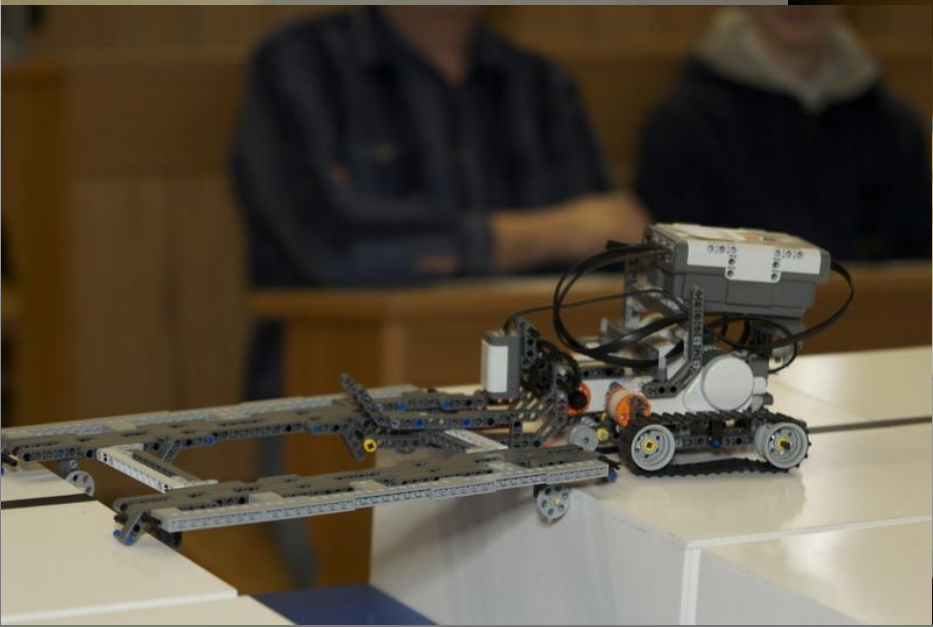


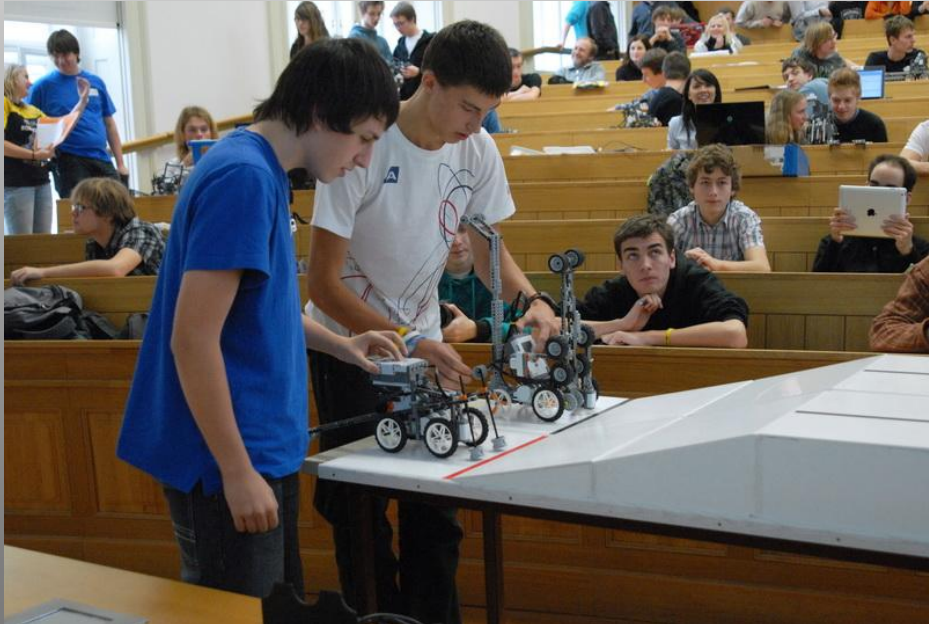
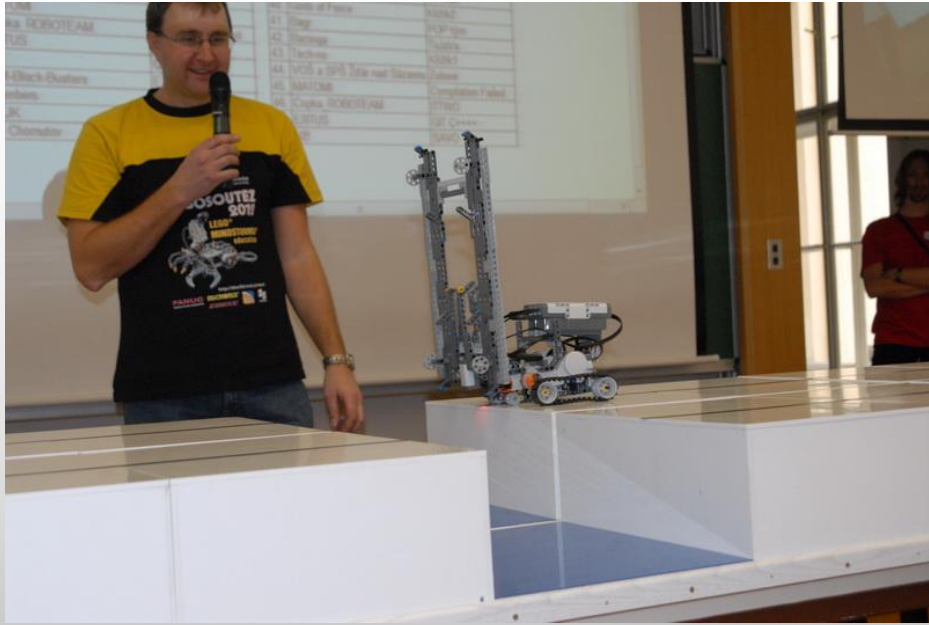


Projekt č.2 – Mobilní most



Cílem úlohy je sestavit a naprogramovat robota tak, aby samostatně bez jakékoliv další pomoci (ovládání robota pomocí hlasu, bluetooth či jiných komunikačních kanálů není dovoleno) jel po přímé dráze, našel „koryto řeky“ (otvor-příkop v celé šířce dráhy) přes kterou položí mobilní most, přejezdě po něm na druhou stranu, mobilní most si sebere a v co nejkratším čase s ním dojedě do cíle.







ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
 Katedra řídicí techniky | Katedra kybernetiky
 Katedra měření

bakalářský program
Kybernetika a robotika

ROBOSOUTĚŽ

pro středoškolské týmy

2013

Soutěž robotů
LEGO MINDSTORMS
 education

TECO
 Advanced Automation
<http://www.tecomat.com>

2.9.2013

zveřejníme informace
 o soutěži a přihláškách na

www.robosoutez.cz

Přihlášky je
 možné zasílat

od **2. 9. 2013**

do **31. 10. 2013**



SAMSUNG
www.samsung.cz

ŠKODA



www.zivotniprilezitost.cz

**soutěž
 o atraktivní
 ceny**



FANUC
www.fanuc.cz

EDUXE
www.eduxe.cz

studio
domino
www.studiodomino.cz

STRAND
www.strand.cz

FCC PUBLIC
 ALIOMA ELEKTŘY SVĚTLO
www.fccpublic.com

SICK
 Sensor Intelligence.
www.sick.cz





ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
Katedra řídicí techniky | Katedra kybernetiky
Katedra měření

ROBOSOUTĚŽ

LEGO MINDSTORMS education 2013



SAMSUNG



ŠKODA



www.robosoutez.cz

