

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA VÝPOČETNÍ A DIDAKTICKÉ TECHNIKY

**PŘEDSTAVENÍ SOUTĚŽE FIRST LEGO LEAGUE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Matěj Sudek**

*Přírodovědná studia, obor VT-Te*

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Jakeš, Ph.D.

**Plzeň 2015**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni 26. června 2015

.....  
vlastnoruční podpis

**Poděkování:**

Tímto bych chtěl poděkovat Mgr. Tomášovi Jakešovi, Ph.D., vedoucímu bakalářské práce, za poskytnutí podkladů a materiálů pro přípravě soutěžních úloh, výbornou spolupráci, podporu a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

## OBSAH

Úvod .....	2
1 PŘEDSTAVENÍ SOUTĚŽE FIRST LEGO LEAGUE .....	3
1.1 SOUTĚŽNÍ SEKCE .....	3
1.2 SLOŽENÍ SOUTĚŽNÍHO TÝMU .....	5
1.3 ZPŮSOB HODNOCENÍ SOUTĚŽÍČÍCH .....	6
1.4 TEMATICKÉ ZAMĚŘENÍ JEDNOTLIVÝCH ROČNÍKŮ .....	9
2 SOUTĚŽNÍ ROČNÍK FLL 2009 .....	14
2.1 PŘÍPRAVA NA ŘEŠENÍ SOUTĚŽE .....	14
2.1.1 Robot-game .....	14
2.1.2 Design robota .....	14
2.1.3 Výzkumný projekt .....	15
2.1.4 Týmová práce (Klíčové hodnoty) .....	16
2.1.5 Podpůrné aktivity .....	16
2.2 PŘEDSTAVENÍ PLÁNU HRY ROBOT-GAME .....	17
2.3 BODOVÉ OHODNOCENÍ SOUTĚŽNÍCH ÚLOH .....	20
2.3.1 První sada: Dosažení míst – cílů .....	20
2.3.2 Druhá sada: Dosažení věcí .....	20
2.3.3 Třetí sada: Vyhni se srážkám .....	21
2.3.4 Čtvrtá sada: Přežij srážky .....	21
3 NÁVRH ŘEŠENÍ VYBRANÝCH SOUTĚŽNÍCH ÚLOH SEKCE ROBOT-GAME .....	23
3.1 ANALÝZA VOLBY VHODNÝCH SOUTĚŽNÍCH ÚLOH .....	23
3.2 SESTAVENÍ SOUTĚŽNÍHO ROBOTA .....	25
3.2.1 Další možnosti konstrukce .....	27
3.3 REALIZACE ÚLOH A JEJICH PROGRAMOVÉ ŘEŠENÍ .....	29
3.3.1 První soutěžní blok .....	30
3.3.2 Druhý soutěžní blok .....	31
3.3.3 Třetí soutěžní blok .....	32
3.3.4 Čtvrtý soutěžní blok .....	33
4 POROVNÁNÍ VÍTEZNÝCH ŘEŠENÍ ROBOT-GAME FLL 2009 .....	35
4.1 PREZENTACE VYBRANÝCH VÍTEZNÝCH ŘEŠENÍ .....	35
4.1.1 Řešení č. 1 – E-bots .....	35
4.1.2 Řešení č. 2 – Antipodes .....	37
4.1.3 Řešení č. 3 – Got Robot .....	38
4.2 POROVNÁNÍ VYBRANÝCH ŘEŠENÍ .....	40
4.3 VYHODNOCENÍ NEJEFEKTIVNĚJŠÍHO NÁVRHU .....	41
ZÁVĚR .....	43
RESUMÉ .....	44
SEZNAM LITERATURY .....	45
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	47
PŘÍLOHY .....	I

## Úvod

Hlavním tématem této bakalářské práce je soutěž First Lego League, tedy soutěž, při níž jsou používáni roboti sestavení ze součástek společnosti LEGO a programování pomocí softwarových produktů stejné společnosti. Cílem této práce je představení soutěže First Lego League (FLL) se zaměřením na soutěžní ročník 2009, návrh řešení vybraných soutěžních úloh tohoto ročníku a jejich následné porovnání s vítěznými řešeními. Obecným úvodem je tedy představení soutěže FLL, kterému se věnuje první kapitola bakalářské práce. Popsány jsou zde soutěžní sekce, podmínky pro sestavení úspěšného týmu, způsob jakým jsou soutěžící hodnoceni a v neposlední řadě i tematické zaměření ročníků soutěže. Na toto nastínění tematických zaměření navazuje kapitola věnující se soutěžnímu ročníku FLL 2009. Tento ročník je zaměřena na pohyb a dopravu. Jsou zde uvedeny možné způsoby příprav na jednotlivé sekce soutěže, které mohou soutěžícím pomoci při řešení tematických úkolů v rámci daného ročníku. Bližší pozornost věnuje kapitola soutěžní sekci Robot-game, přesněji na představení herního plánu a bodování všech soutěžních úloh, vyskytujících se na soutěžním plánu. Tyto soutěžní úlohy byly na základě analýzy vybrány a zpracovány ve třetí kapitole této práce. V této kapitole je popsán příklad sestavení soutěžního robota, spolu s realizací a programovým řešením vybraných úloh. Čtvrtá kapitola představuje vybraná vítězná řešení na základě bodových a konstrukčních kritérií a jejich následné porovnání s vyhodnocením nejefektivnějšího návrhu. Práce je doplněna o zdokumentované, vybrané a zpracované soutěžní úlohy v podobě videí, které lze nalézt na přiloženém CD společně s fotografiemi sestaveného robota a projektem obsahující programové řešení.

## 1 PŘEDSTAVENÍ SOUTĚŽE FIRST LEGO LEAGUE

Soutěž First Lego League<sup>1</sup> vznikla v roce 1998 ve Spojených státech amerických za účelem popularizace robotiky a nových technologií mezi mládeží. Jedná se o jednu z několika soutěží orientující se na robotiku. Zaměřuje se hlavně na otevření světa vědy a techniky mladším ročníkům, stejně tak i na různorodost disciplín, které soutěžícím nabízí. Lze mezi ně počítat technologické konstrukce, robotiku, programování, týmovou práci nebo prezentaci výstupu. Při soutěži jsou použity výhradně LEGO kostky a díly vyráběné touto dánskou firmou. Dalším aspektem soutěže je mezinárodní spolupráce, která dovoluje setkání týmů z celého světa a navázání přátelství.

### 1.1 SOUTĚŽNÍ SEKCE

Soutěž se skládá ze čtyř bodovaných sekcí, lišících se dle svého zaměření. Těmi jsou:

- Robot-game,
- Design robota,
- Výzkumný projekt,
- Týmová práce (Klíčové hodnoty).

Secce **Robot-game** je soubor disciplín obsahující stavbu a programování robota. Na přípravu této disciplíny mají soutěžní týmy deset týdnů. Zadání soutěže se mění každý rok, přičemž je rámci jednoho roku toto zadání shodné pro celý svět. Samotné zadání je reprezentováno tematikou ročníku a speciálním soutěžním plátnem. Samotná sekce Robot-game probíhá na tomto plátně, což je plocha, kde jsou přesně rozmístěny soutěžní úlohy a kde se odehrává veškerá aktivita robota. Plátno je vždy ohraničené stěnou, kterou je možno využít pro orientaci robota. Na plátně se často vyskytují (kromě úloh) barevné i černobílé obrazce vhodné pro orientaci například pomocí světelných senzorů. Plátno může být umístěno na zemi nebo na speciálně připraveném stole, který si však soutěžící, připravující se na soutěž, musí obstarat nebo vyrobit sami. Soutěžní tým má za úkol vytvořit a naprogramovat robota, schopného získat co nejvíce bodů resp. co nejefektivněji splnit úlohy v daném časovém limitu. Tento časový limit bývá stanoven na 150 sekund. Přímo v místě soutěže proti sobě v jeden čas nastupují dva týmy, které mají soutěžní stoly

---

<sup>1</sup> First Lego League – soutěž zaměřená na robotiku při použití LEGO součástí pro stavbu soutěžních robotů (dále jen FLL)

přímo vedle sebe. Tyto úlohy jsou rozdílně bodově ohodnoceny a některé jejich nesplnění je dokonce sankcionováno. Body jsou tedy uděleny pouze za úspěšně splněné úlohy.

**Design robota** je sekci zabývající se kvalitou a inovativností nápadů použitých při stavbě robota. Porotci formou rozhovoru získávají informace od soutěžního týmu. Do tohoto rozhovoru nesmí zasahovat kouč soutěžního týmu, což může být pro tým náročné, především v mezinárodních kolech, kdy konverzace probíhá zásadně v anglickém jazyce. V rámci inovativního designu se hodnotí především funkční využití robota pro plnění úloh, výsledný vzhled je upozaděn. Dále se hodnotí například spolehlivost, robustnost robota, optimalizace a efektivita programu, a další originální řešení. Použití různobarevných či zajímavě vypadajících LEGO kostek nemá na hodnocení vliv.

V rámci **Výzkumného projektu** si soutěžní týmy navrhnou jistou problematiku související s tématem daného ročníku soutěže. Tuto problematiku musí prozkoumat, analyzovat, nalézt příslušné informace a na závěr prezentovat před porotou soutěže. Tato krátká kreativní prezentace většinou trvá pět minut, během nichž musí soutěžní tým vysvětlit a popsat návrh řešení dané problematiky. Součástí projevu je samozřejmě prezentace v Microsoft PowerPoint, případně v jiném programu vhodném pro tvorbu prezentací. Následují dotazy ze strany poroty za účelem zjištění, jak vybranému problému rozumí celý soutěžní tým a jakým způsobem postupoval. Hodnotí se také vhodnost a zábavnost prezentace pro mládež, kombinovaná s odborností určené pro dospělé.

Sekce **Týmová práce (Klíčové hodnoty)** je jako jediná posuzována psychology a je velmi obtížné se na ni připravit. Úlohy v této sekci nejsou dopředu známé, a tak řešení zadaného problému, který vyžaduje velkou dávku kooperace, provádí soutěžní tým až přímo v místě soutěže. Hodnotí se stupeň zapojení všech členů týmu, případně zvolení „vůdce“, který rozdává úkoly. Dále pak schopnost komunikace v týmu a umění naslouchat ostatním. Stejně tak i originalita, rychlost a efektivita vyřešení úlohy. V novějších ročnících soutěže je tato sekce pojmenována Klíčové hodnoty a pravidla hodnocení jsou prakticky totožná.

Vítězný soutěžní tým je ten, který dosáhne v součtu nejvyššího počtu bodů ze všech čtyř hodnocených sekcí.

## 1.2 SLOŽENÍ SOUTĚŽNÍHO TÝMU

Do soutěže, která probíhá na území Evropy, se mohou přihlásit žáci Základních a středních škol ve věku od 9 do 16 let. Soutěžní tým musí mít 2 až 10 členů, přičemž je doporučeno alespoň 5 členů. Samotný soutěžící se navíc nesmí účastnit jako součást více týmů najednou, přestože se stává, že škola vyšle více týmů zároveň. Se soutěžním týmem musí být vždy dospělý zástupce – trenér, nejčastěji z řad učitelů nebo rodičů nadšených pro tuto soutěž. Trenér by měl mít technické znalosti, schopnost efektivně komunikovat a umět stanovit priority týmu.

Nedoporučuje, aby mezi soutěžícími v týmu nebyl věkový rozdíl větší než 3 roky, z důvodu vývojových rozdílů v této věkové kategorii. Členové týmu bývají povětšinou chlapci, vzhledem k technickému zaměření soutěže, ovšem dámská posila týmu je vždy vítána. Rozmanitost a oborová specializace jednotlivých členů týmu je velice vhodná pro správné a kreativní řešení často složitých úkolů, kterou by například tým složený z členů stejného pohlaví nemusel efektivně zvládnout.

Nedílnou součástí týmu jsou, i když nepřímo, techničtí poradci nebo učitelé, kteří dokážou týmu poradit nebo pomoci s problémy. Dalšími členy jsou i například grafici, kteří navrhnu a vytvoří logo týmu, případně konstruktéři, kteří týmu pomohou se stavbou speciálního soutěžního stolu. Takto jmenovaní se již neúčastní soutěžních kol, ale není radno na ně zapomínat.

Ve Spojených státech amerických a v dalších zemích je věkové omezení pro účastníky nastaveno do 14 let. Dalším rozdílem je nutnost zapojení dvou trenérů starších 18 let. Toto však neplatí pro soutěžící z evropských zemí. First Lego League není jedinou soutěží podporovanou firmou LEGO, studenti starší 16 resp. 14 let se mohou účastnit například soutěže FIRST Tech Challenge. Některé z dalších soutěží orientujících se na robotiku na našem území a na Slovensku jsou:

- RoboOrienteering – Pořádané Klubem robotiky VOŠ a SPŠ Rychnov nad Kněžnou ve spolupráci s Domem dětí a mládeže Děčko
- InstroBot – Tradiční soutěž robotů pořádaná Fakultou elektrotechniky a informatiky STU v Bratislavě.



- Robotický Den – Každoroční akce konající se v Praze a připravována Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy a Spolkem Robonika

### 1.3 ZPŮSOB HODNOCENÍ SOUTĚŽÍČÍCH

O hodnocení v soutěži se stará množství porotců, rozhodčích a psychologů. Každý z nich disponuje archy, které profilově popisují chování a vlastnosti týmů v daných sekcích. Tyto archy poté vyplňují dle svého nejlepšího uvážení a k jejich porovnání a vyhodnocení dochází až posléze, kdy se porotci musí shodnout na udělení bodů. Hodnocení pro hlavní cenu „Šampion First Lego League“ probíhá v již zmiňovaných čtyřech sekcích (Robot-game, Design robota, Výzkumný projekt, Týmová práce). Každá z těchto sekcí je ohodnocena maximálně 50 body, tzn. dohromady je možno získat až 200 bodů do hlavní soutěže. V každé hodnocené oblasti lze získat ještě zvláštní ohodnocení, ale to pouze za předpokladu, že tým předvede výrazně nápadité a originální řešení, kterým ohromí porotce. Aktuální pravidla lze nalézt na webové stránce: <http://www.firstlegoleague.org/challenge/participationrules>.

Hodnocení v sekci **Robot-game** probíhá přímo za běhu na jednotlivých soutěžních stolech opatřenými speciálními plátny s úlohami. Stejně tak je tomu i po vypršení časového limitu 150 sekund, kdy nesmí nikdo, kromě rozhodčích do soutěžních ploch zasahovat, dokud nejsou jasně určeny body. Toto omezení platí samozřejmě pouze v prostorách mimo Základnu, která je soutěžícím volně přístupná. Rozhodčí sledují hru a ihned reagují na aktuální dění zapisováním bodů, případně jejich odečítáním. V této sekci lze z důvodu proměnného množství úloh v jednotlivých ročnících většinou získat více než zmiňovaných 50 bodů, které jsou pak na tyto body poměrem přepočítány. Jako speciální cenu získá tým, který nasbíral nejvíce bodů v sekci Robot-game, pohár „Nejlepší Robot-game“.

Sekce **Design robota** je posuzována porotci během příprav týmu na soutěžní klání, i během něho. Hodnocení probíhá jako podrobnější prohlídka robota, společně s rozhovorem s členy týmu. Hodnocení se zde nevyhne ani program, podle kterého se robot chová. Stěžejními posuzovanými aspekty jsou:

- Odolnost robota proti poškození – Hodnocení nutnosti oprav nebo zpevnění robota po konfliktu s překážkami.

- Efektivní využití součástí – Možnost snadného a časově nenáročného přestavění robota za určitým účelem.
- Přiměřené využití síly, rychlosti a přesnosti při pohybu robota – Robot by neměl být vůči svému okolí hrubý.
- Kvalita programu – Program by měl odpovídat zamýšlenému účelu a dosahovat stále stejných výsledků, za předpokladu, že se nevyskytne mechanická závada.
- Efektivita programu – Program je snadno pochopitelný a jednoduše upravitelný v případě nečekaných změn.
- Automatizace a navigace – Schopnost robota pohybovat se a vykonávat akce na Základě podnětů ze senzorů, co nejnižší počet zásahů ze strany týmu, např. dotek ruky nebo manipulace s robotem mimo vyhrazený prostor
- Proces návrhu – Schopnost týmu vyvinout a vysvětlit jejich vlastní zlepšovací návrhy, které použili při stavbě robota. Jakým způsobem tým testoval robota a jaké zvažoval alternativy z pohledu stavby robota i programu.
- Strategie týmu – Tým dokáže jasně definovat a popsat, jakým způsobem chce dosáhnout co nejlepších výsledků v soutěži.
- Inovativní nápad – Tým vytvořil originální a inovativní vylepšení, které např. dokáže výrazně zlepšit přesnost nebo efektivitu robota. Tento nápad může mít různou podobu, ať už mechanickou nebo programovou.

Posouzení sekce **Výzkumný projekt** závisí na porotě, která je přítomna přímo při kreativní prezentaci. Získané body se tedy tým nedozví ihned, ale až po zpracování a porovnání výsledků jednotlivých porotců. Podmínkou pro získání bodů v této sekci je atraktivní prezentace vybrané problematiky, korespondující s tématem daného ročníku. Následující body jsou hlavními hodnotícími kritérii:

- Identifikace problému – Jasně a detailní popsání zvolené problematiky.
- Zdroje informací – Množství použitých zdrojů, které jsou citovány dle normy, případně využití konzultací s profesionály z oboru.
- Analýza problému – Hloubka, do které tým zašel při analyzování problematiky, prezentování souvislostí s tématem.

- Přehled dosavadních řešení - Zdali byly prozkoumány dosavadní řešení dané problematiky a práce a návrhy týmu jsou tudíž originální.
- Týmové řešení – Jasně vysvětlení, jak by měla být problematika řešena.
- Inovace – Jak by mohlo navrhované řešení prospět světu a o kolik je lepší než dosavadní řešení. Rozvinutí dosavadních známých návrhů řešení, případně řešení s úplně novým pohledem na věc.
- Realizace – Úvaha nad finanční, technickou a výrobní problematikou vybraného řešení. Zdali je navrhované řešení prakticky proveditelné, nebo je pouhou vizí.
- Sdílení informací – Kolika lidem nebo skupinám přednesl tým své poznatky a řešení vybrané problematiky ještě před soutěží. A pokud ano, byly tyto návrhy srozumitelné a využitelné pro posluchače.
- Kreativita prezentace – Hodnocení grafické stránky prezentace, použití správných barev, rozložení textu a obrázků, případné použití videí a dalších multimediálních prvků.
- Efektivita prezentace – Správné využití prezentace jako nosiče informace, srozumitelnost a pochopitelnost pro posluchače.

**Týmová práce** je sekci hodnocena psychology a odborníky na teambuilding. Týmu je zadán úkol, který nezná nikdo jiný kromě pořadatelů, a následně je sledován rozhodčími. V těchto úkolech se boduje soudružnost týmu, schopnost naslouchat vedoucímu skupiny i ostatním jeho členů, správná rozvaha a komunikace před i při řešení úkolu, preciznost a správnost provedení úkolu a jako posední i dobrá nálada všech členů týmu.

Sekce Týmová práce je v novějších ročnících soutěže nahrazena sekci **Klíčové hodnoty**. Jedná se o velmi podobně zaměřenou sekci, kde se hodnotí tým jako celek, jejich spolupráce, vzájemná podpora, apod. Hodnocení probíhá osobním rozhovorem s celým týmem. Body získané v tomto hodnocení se opět přičítají k sekcím Design robota a Výzkumný projekt. V této sekci jsou klíčová hodnotící kritéria:

- Zvědavost – Zaměření týmu na všechny aspekty soutěže a tématu daného ročníku, tým by neměl být zaměřen pouze na výhru a ceny s nimi spojenými.
- Týmový duch – Nadšení a zápal být součástí týmu, správná reprezentace.

- Integrace – Využití hodnot a zkušeností získaných při přípravě na soutěž i během soutěže v každodenním životě. Popsání příkladů využití znalostí v praxi.
- Efektivita – Zdali způsob myšlení a pokusy o řešení problémů vedou k jejich zdárnému vyřešení. Tým se nesmí vzdávat při prvním neúspěchu.
- Hospodárnost – Pokud tým využije dostupné prostředky ke zdárnému splnění aktuálního úkolu. Jedná se o rozdělení rolí a zodpovědnosti, práce s časovou náročností, atd.
- Děti pracují, trenér jen dozoruje – Ačkoliv trenér může být velkou oporou a poradcem týmu, neměl by být klíčovým prostředkem k řešení všech problémů spojených se soutěží. Proto se v této oblasti hodnotí míra zapojení trenéra do práce týmu, přičemž čím méně zasahuje do práce, tím lépe.
- Zvažování možností – Každý člen týmu má samozřejmě právo na názor a tyto názory a nápady by měly být spravedlivě a objektivně posuzovány ostatními členy s určitým výsledkem.
- Respekt – Členové týmu by se měli vzájemně podporovat a respektovat i v těch nejtěžších situacích, jako je např. řešení nenadálého technického problému, pokud z jakéhokoliv důvodu nějaký konflikt nastane, jsou schopni ho s chladnou hlavou vyřešit.
- Kooperace – Ze soutěžících je cítit soudružnost a týmový duch, nebojí se zeptat nebo pomoci jakémukoliv členovi týmu. Někteří mohou dokonce přijít s radou a pomocí i ke konkurenčním týmům.

### 1.4 TEMATICKÉ ZAMĚŘENÍ JEDNOTLIVÝCH ROČNÍKŮ

Každý soutěžní ročník je reprezentován novým a originálním tematickým zaměřením. Téma ročníku se promítá ve všech aspektech soutěže, ať už se jedná o logo ročníku, typy soutěžních úloh, oblast výběru témat pro Výzkumný projekt a řešení problémů s tímto tématem spojených. V roce 1998 byl projekt First Lego League spuštěn pilotním ročníkem. Tento první ročník neměl žádné přesně dané téma a účastnilo se ho jen málo soutěžících, v porovnání se současností, kdy můžeme soutěžící počítat na statisíce. Od roku 1999 jsou příklady soutěžních úloh tematicky pojmenovány a vždy se odehrávají na originálním

soutěžním plátně. Následující přehled je chronologickým průřezem témat jednotlivých ročníků až do současnosti:

- First Contact – rok 1999 – Téma tohoto ročníku byla kosmonautika a pohyb ve vesmírné stanici a vesmíru samotném. Soutěžní úlohy mimo jiné spočívaly v dopravení kyslíku, reprezentovaném pěnovými koulemi, na určitá místa na soutěžním plátně.
- Volcanic Panic (Obrázek 9: Soutěžní plátno ročníku 2000, Zdroj: – rok 2000 – Výzva tohoto ročníku byla spojena s problematikou sopečných výbuchů. Úlohy byly zaměřeny na chování a pohyb těsně před výbuchem sopky. Pro představu se jednalo o nasazování senzoru plynů, záchranu uvízlých vědců, vyprošťování vesnice ze sesuvu lávových kamenů a další.
- Arctic Impact (Obrázek 10: Soutěžní plátno ročníku 2001, Zdroj: – rok 2001 – Ročník 2001 byl ve znamení zimy a polárních oblastí. Bylo podpořeno příběhem o vědci, který předpověděl obrovskou bouři směřující ze severního pólu, na týmech bylo pomoci mu v jeho úsilí. Úlohy byly například: záchrana vědce od ledních medvědů, získání sudů s lékařským vybavením nebo vypuštění meteorologického balónu.
- City Sights (Obrázek 11: Soutěžní plátno ročníku 2002, Zdroj: – rok 2002 – Tematicky byl ročník zasazen do městského prostředí a představuje všední i nevšední problémy města. Soutěžními úlohami byly v tomto případě: sklizení a zásobování potravin, sbírání a likvidace nejen toxického odpadu, čištění fotbalového hřiště a další.
- Mission Mars (Obrázek 12: Soutěžní plátno ročníku 2003, Zdroj: – rok 2003 – V tomto ročníku jsme se opět vrátili do vesmíru, konkrétně na planetu Mars. Expedice na Mars, na který byli tento rok vysláni roboti Spirit a Opportunity, dala vzniknout tématu ročníku 2003. Příklady soutěžních úloh jsou následující: odstraňování kamenů ze solárních panelů, pro zajištění dodávek energie, sbírání vzorků hornin z povrchu Marsu, nebo propojení obyvatelných modulů.
- No Limits (Obrázek 13: Soutěžní plátno ročníku 2004, Zdroj: – rok 2004 – Na rozdíl od předcházejících ročníků, byl tento ročník výrazně zaměřen na společensky prospěšné činnosti. Jedná se o využití asistenčních robotů pro péči se zdravotně

postiženými. Roboti demonstrují, jak dokážou odstranit překážky a zkvalitnit život lidem s postižením. Soutěžní úlohy korespondují s touto snahou pomoci. Příklady úloh jsou: otevření branky, pomoc s chůzí do schodů, nakrmení domácího mazlíčka nebo úklid rozbitého skla.

- Ocean Odyssey (Obrázek 14: Soutěžní plátno ročníku 2005, Zdroj: – rok 2005 – Hlavními tématy ročníku byly oceán a oceánografie, spolu s problematikou pohybu pod vodou a zkoumání života v oceánech. Samozřejmě byly připraveny zajímavé úlohy typu spuštění ponorky, oprava podvodního potrubí, čištění vody po ropné havárii nebo nalézání artefaktů ležících na mořském dně.
- Nano Quest (Obrázek 15: Soutěžní plátno ročníku 2006, Zdroj: – rok 2006 – Tento ročník byl prostoupen tématikou nanotechnologií, tedy pouhým okem neviditelným světem, který může přinést lidem mnoho užitku, například v odvětvích medicíny nebo počítačů. Došlo zde i k rozdělení podmínek úspěšného absolvování. Týmy používající novější kostku typu NXT museli splnit více z dostupných úloh. Těmito úlohami byly pro představu: látka odolná proti znečištění, použití atomového mikroskopu, samosestavení nebo síla nanovláken.
- Power Puzzle (Obrázek 16: Soutěžní plátno ročníku 2007, Zdroj: – rok 2007 – Téma ročníku v sobě obsahovalo oblasti ekologie a energetiky, tedy přenos, výrobu energie a využití obnovitelných zdrojů. Soutěžící byli postaveni i před takové úkoly jako je výsadba stromů. Dalšími úlohami byly: Instalace solárních panelů, stavba vodní přehrad s elektrárnou, správné rozmístění větrných elektráren a rozvodů elektřiny nebo těžba fosilních paliv.
- Climate Connections (Obrázek 17: : Soutěžní plátno ročníku 2008, Zdroj: – rok 2008 – Klima a klimatické změny byly tématem ročníku 2008. Žáci a studenti měli za úkol identifikovat dopady změn klimatu v jejich okolí a správně na ně reagovat a řešit. Příklady soutěžních úloh jsou: stavba a umístění protipovodňových hrází, shromáždění osob pro možnou evakuaci, vyzvednutí domu nad úroveň nebezpečí.
- Smart Move (Obrázek 18: Soutěžní plátno ročníku 2009, Zdroj: – rok 2009 – Téma tohoto ročníku je pohyb a efektivní doprava. Soutěžní týmy byly postaveny před mnoho logistických problémů, kterou mohou zažívat každý den, například při dopravě do školy. Některé ze soutěžních úloh: zabránění a překonání nárazů,

správná cesta k cíli, zpřístupnění dopravních cest. Tématice ročníku bude věnována celá kapitola Soutěžní ročník FLL 2009.

- Body Forward (Obrázek 19: Soutěžní plátno ročníku 2010, Zdroj: – rok 2010 – Ročníkové téma bylo zaměřeno na biomedicínské inženýrství, náhradu chybějících tkání, překonání genetických dispozic a maximalizaci potenciálu lidského těla. V sekci Robot-game byste mohli najít některé z následujících úloh: oddělení červených a bílých krvinek, instalace bionických očí, záplatování srdce nebo speciální opravu kostí.
- Food Factor (Obrázek 20: Soutěžní plátno ročníku 2011, Zdroj: – rok 2011 – Tematicky byl ročník zasazen do problematiky jídla, přesněji na kontaminaci potravin nejrůznějšími postříky, správnými způsoby dopravy a skladování potravin. Několik příkladů soutěžních úloh: pozemní transport v chladicích boxech, sklizení kukuřice, hubení škůdců nebo mytí rukou.
- Senior Solutions (Obrázek 21: Soutěžní plátno ročníku 2012, Zdroj: – rok 2012 – Hlavním tématem tohoto roku byla pomoc a pochopení starších občanů – seniorů. Cílem bylo poučit soutěžící, že ani život seniorů nemusí být nudný, a že pouze stačí jim dát šanci se znovu zapojit do aktivnějšího života. Úlohy ročníku byly například: bowling, zahrádkaření, videohovory, práce se dřevem.
- Nature's Fury (Obrázek 22: Soutěžní plátno ročníku 2013, Zdroj: – rok 2013 – Přírodní katastrofy a různé pozoruhodné a zároveň děsivé úkazy přírody byly tématem ročníku 2013. Soutěžní týmy měly za úkol prostudovat zemětřesení, vlnobití i obrovské bouře a navrhnout, jak je předpovídat, být na ně připraveni a posléze i způsob obnovy škod. Soutěžní úlohy byly pro představu: instalace evakuačních značek, nalezení bezpečného místa, test zemětřesení a izolace.
- World Class (Obrázek 23: Soutěžní plátno ročníku 2014, Zdroj: – rok 2014 – Tématem ročníku bylo efektivní učení budoucnosti a jeho shromažďování i sdílení. Každé odvětví učení vyžaduje různé dovednosti, jako jsou kritické myšlení, týmová spolupráce nebo kreativita. Na soutěžících ležel úkol navrhnout co nejlepší způsob učení vhodný pro 21. století. Sekce Robot game nabízela různé úlohy, například: komunitní učení, vyhledávací procesor, adaptace na změnu podmínek, použití správných smyslů.

- Trash Trek – rok 2015 – Tematicky má být tento rok zaměřen na hledání lepších možností využití odpadu, recyklaci a ekologii. Soutěžní ročník by měl začít 26. srpna 2015.



## 2 SOUTĚŽNÍ ROČNÍK FLL 2009

Ročník First Lego League 2009 Smart Move neboli „chytrý pohyb“ se zaměřuje na problematiku dopravy, správných a efektivních přesunů a logistiku. Soutěžící byli postaveni před řešení nejrůznějších úkolů, jako jsou například správné parkování, efektivní doprava bez použití zbytečně dlouhých tras a další logistické rozhodování. Téma umožňuje rozvíjet fantazii s návrhy typů dopravních prostředků, které by se dokázaly řídit samy, a dovezli by nás bez nehody na požadované místo. Vozidla by věděla o ostatních a tím předcházela nejen nehodám, ale i dopravním zácpám apod. Pokud by i přes veškeré snahy došlo k nehodě, jsou zde vhodné návrhy konstrukce vozidel, jaké materiály by měly být použity.

Tento ročník byl vybrán z důvodu zajímavého tématu dopravy a pohybu, stejně tak i kvůli dostupnosti speciálního soutěžního plátna, kde bylo možno simulovat soutěžní sekci Robot-game.

### 2.1 PŘÍPRAVA NA ŘEŠENÍ SOUTĚŽE

Pro úspěšné absolvování jakéhokoliv ročníku soutěže FLL by neměl tým podcenit přípravu na daný ročník. Výjimkou není ani soutěžní ročník soutěže FLL 2009. Příprava by měla spočívat v analýze každé ze čtyř jednotlivých sekcí a aktivní zapojení všech členů soutěžního týmu do jejich řešení.

#### 2.1.1 ROBOT-GAME

Soutěžní týmy mají deset týdnů na přípravu této sekce a rozhodně by neměla být zanedbána. Je zde mnoho aspektů, které je nutno zvážit před tvorbou robota a jak zvolit celkovou strategii. Příklady jsou: Potencionální zisk bodů za splněné úlohy, konstrukce robota vzhledem k dostupnosti jednotlivých úloh nebo využití kombinací senzorů pro správnou orientaci robota. Neexistuje jednoznačně nejlepší a bezchybné řešení této sekce, je pouze na soutěžících, jak se rozhodnou tuto sekci úspěšně absolvovat. Tímto tématem se podrobněji zabývá kapitola Návrh řešení vybraných soutěžních úloh sekce Robot-game.

#### 2.1.2 DESIGN ROBOTA

Přípravou pro hodnocení v sekci Design robota by měla být kvalitní práce odvedená při konstrukci robota. Inspiraci mohou nalézt žáci u některých z předchozích ročníků, kdy

nemusí být technické řešení naprosto originální, ovšem je vyzkoušené a funkční. Konzultace s odborníkem nebo učitelem technické výchovy je vhodná, zvláště při řešení různých způsobů pohonů nebo přídavných pohyblivých ramen. Příkladem mohou být převody pomocí ozubených kol, zvýšení pevnosti robota použitím vhodných součástí nebo rozložení váhy robota pro získání stability. Při designování robota by neměli žáci zapomínat ani na možnost použití odnímatelných částí robota pro specializaci na jednotlivé soutěžní úlohy sekce Robot-game.

### 2.1.3 VÝZKUMNÝ PROJEKT

Výběr možných témat pro tento ročník je velmi bohatý. Může se jednat o jakoukoliv problematiku týkající se dopravy, pohybu, logistiky, konstrukcí vozidel a dalších tematicky podobných zaměření. Účastníci soutěže by měli využít několika informačních zdrojů pro tvorbu jejich výzkumného projektu. Nejideálnější volbou je konzultace s odborníkem na vybranou problematiku v jejich regionu. Jako příklad lze uvést téma řízení dopravy ve větším městě v době dopravní špičky nebo řešení parkovacích míst a následný rozhovor s náměstkem primátora pro dopravu o řešení těchto problémů. Cílem prezentace je prozkoumání dosavadních řešení a návrh nových, případně vylepšení stávajících řešení.

Po výběru vhodného tématu a získání informací je nutno zpracovat kreativní prezentaci. Velmi vhodné je použití nástrojů na tvorbu prezentací, jako jsou Microsoft PowerPoint nebo například Prezi. Tato prezentace by měla být barevně jednotná, bez použití mnoha různorodých barev. Prezentaci lze doplnit o multimediální obsah, jako jsou fotografie nebo videa, která dodají prezentaci lepší informativní hodnotu. Příkladem mohou být videa z konstrukce vozidel zabraňující zranění řidiče při dopravní nehodě nebo fotografie pořízené z jednoho místa v různou denní dobu, jako doklad situace při dopravních špičkách.

Vystupování prezentujících před porotou by mělo být, pokud možno, co nejvíce profesionální. K tomu pomůže cvičná prezentace problematiky již před soutěží spolužákům nebo rodičům. Prezentujícím mohou být navíc kladeny tematické otázky tak, aby byli schopni reagovat.

#### 2.1.4 TÝMOVÁ PRÁCE (KLÍČOVÉ HODNOTY)

Na sekci Týmová práce resp. Klíčové hodnoty se nelze cíleně připravit, avšak je důležité, aby jednotliví členové týmu měli mezi sebou přátelský a důvěrný vztah. Toho lze docílit společnými mimoškolními aktivitami, výletem do přírody, kde se mezi sebou žáci lépe poznají a budou si více důvěřovat. Příkladem mohou být kolektivní hry typu „pád důvěry“, kdy jeden člen týmu stojí na vyvýšeném místě a stojí zády k ostatním. Jeho úkolem je překonat strach a odhodlat k pádu vzad. Ostatní ho musí chytit při pádu, který následuje. Podpora a účast trenéra týmu při těchto akcích je velmi důležitá, protože i takto lze zlepšit vztahy v celém týmu.

#### 2.1.5 PODPŮRNÉ AKTIVITY

Pro správnou přípravu týmu na soutěž by měli jeho členové absolvovat, mimo jiné, tematicky zaměřené aktivity, které jim poskytnou lepší pohled na problematiku a tím prohloubí i jejich znalosti. Tyto zkušenosti pak mohou využít při plánování tras robota, nebo při přípravě kreativní prezentace pro sekci Výzkumný projekt.

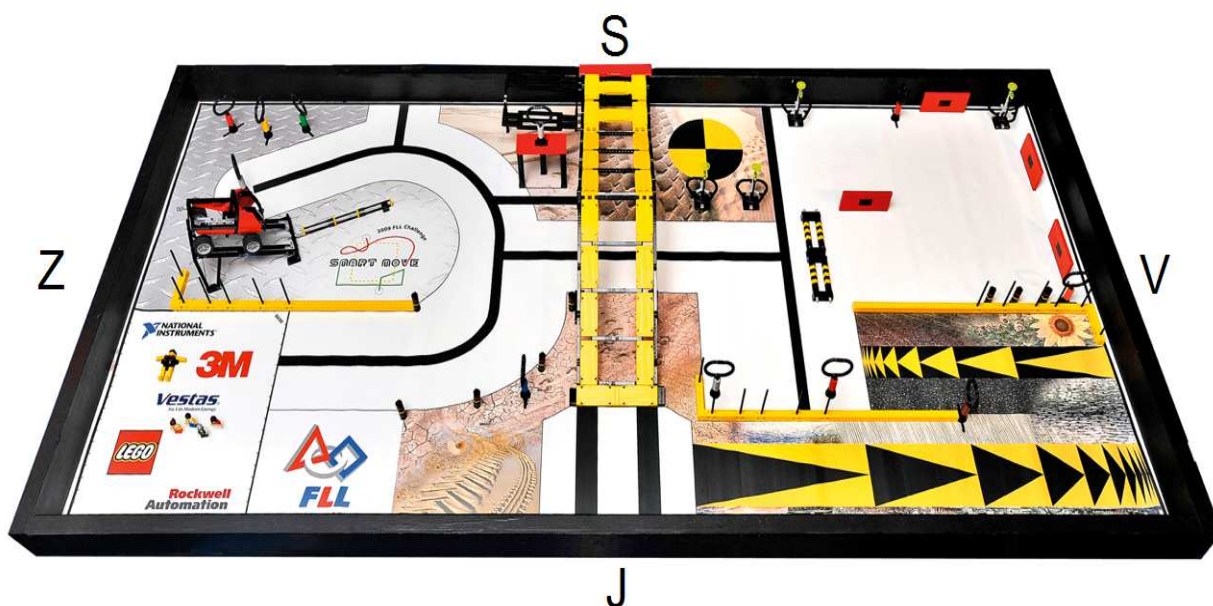
Jednotliví členové týmu mohou provést průzkum, v podobě dotazníku, kde se ostatních spolužáků ve třídách budou ptát, jakým způsobem se dostávají a jak dlouho jim trvá cesta do školy. Dotazník může být rozšířen o specifikaci aktuálního počasí, jestli se cesta do školy liší, pokud jsou zhoršené povětrnostní podmínky nebo například prší. Tyto informace poté porovnájí a navrhnou nebo vyberou nejlepší řešení, případně vyhlásí nejefektivnějšího nebo nejekonomičtějšího spolužáka.

Další z možných podpůrných aktivit je vytvoření simulace jednoduchého města přímo ve třídě. Zde se vyberou jednotlivé dopravní uzly a místa, kam se musí žáci dostat. Dopravní uzly fungují jako místa, kde lze zvolit druh přepravy, nebo přestoupit na jiný druh dopravy. Každý z hráčů dostane osm jízdenek a časový limit dvě minuty. Pokaždé, když využije určitý druh dopravy, jednu jízdenku odevzdá na dopravním uzlu. Cílem hry je navštívit co nejvíce míst na území města při co nejnižším počtu spotřebovaných jízdenek. Mohou zde být rozšíření v podobě sdíleného stojanu na kola, kdy není potřeba jízdenky nebo použití sdílené automobilové dopravy, kdy se dohodnou hráči mezi sebou a cestují společně. Za společnou dopravu pak platí vždy pouze jeden ze žáků účastníci se spolujízdy.

Obě tyto podpůrné akce by měly vést k diskusi ohledně efektivní dopravy nejen do školy, ale třeba i za zájmy jednotlivých žáků. Při těchto hrách mohli žáci jistě pozorovat vznik dopravních zácp nebo nejfrekventovanějších komunikací a vzhledem k těmto situacím by měli být schopni navrhnout jiné trasy, případně přemístění jednotlivých míst s největším provozem. Další výhodou těchto podpůrných aktivit je představa o potřebném času vzhledem k ekonomickým aspektům zvolené dopravy.

## 2.2 PŘEDSTAVENÍ PLÁNU HRY ROBOT-GAME

Speciální soutěžní plátno má rozměry zhruba 236 cm x 114 cm, tyto rozměry bývají každý ročník stejné, proto vyrobený stůl pro toto plátno může být použit opakovaně pro další ročníky. Celé soutěžní plátno je ohraničeno 80 mm vysokou bariérou, s kterou musí soutěžící počítat, případně ji využít ve svůj prospěch. Plátno a součástky pro sestavení soutěžních úloh jsou součástí jednoho celku, který si lze objednat od firmy Lego. K jednotlivým soutěžním úlohám je k dispozici návod, tudíž se veškeré úlohy musí sestavit z Lego kostek s pomocí těchto návodů. Sestavení všech soutěžních úloh pro tento ročník trvá zhruba dvě hodiny. Po sestavení je nutno na všechny úlohy nalepit speciální typ suchého zipu pojmenovaného „dual-lock“, stejně tak jako na přesně vyhrazená místa na soutěžním plátně. „Dual-lock“ zajistí možnost připevnění úloh na místo a jejich případné odejmutí při potřebě složení plátna.



Obrázek 1: Orientace soutěžního plátna, Upraveno dle zdroje: (Inxcover, 2010)

Plátno je koncipováno pro orientaci ve světových stranách, tedy sever, jih, východ a západ. V levém dolním rohu (jihozápadním) plátna nalezneme oblast pojmenovanou jako Základna, odkud robot vždy startuje a lze s ním bez sankcí volně manipulovat. Na plátně lze nalézt tři žluté bariéry, které do určité míry znemožňují průjezd. Jednu z nich lze vidět na západě a dvě v jihovýchodní části plátna.

Ze Základny jsou přístupné dvě trasy, jedna vedoucí směrem na sever a druhá na východ. Část trasy stáčejší na sever lemují „varovná světla“, reprezentovaná barevnými válci (černé se zelenými, žlutými a červenými pruhy), které nesmí robot porazit. Tato trasa má uprostřed černou vodící linii, velmi vhodnou pro využití jízdy po černé čáře, s dalšími odbočkami. Po levé straně od trasy, na západě, se nachází rampa s vozidlem, tedy úloha pojmenovaná „Nárazový test vozidla“. Zde má robot za úkol položit pomocné rameno směrem do horizontální polohy, za účelem uvolnění testovacího vozidla z rampy. Potencionálním nebezpečím u této úlohy je situace, kdy nákladní auto sjede z rampy a porazí „senzorovou stěnu“ na sloupkách. Tomuto případu by měl robot nějakým způsobem předcházet. Směrem na západ od trasy nalezneme tuto sensorovou stěnu na sloupkách, na které je jedna šedá smyčka. Úkolem je tuto smyčku sebrat a zároveň nenarazit, ani žádným jiným způsobem nechat spadnout sloupky se sensorovou stěnou. Na konci této trasy jsou umístěny čtyři barevné smyčky (šedá, červená, žlutá, zelená), které má robot za úkol posbírat. Všechny sebrané smyčky je pro získání bodů nutné dovézt celým svým obsahem do prostoru základny, kde mohou být posléze z robota sejmuty.

Směrem přímo ze severu téměř až na jih leží žlutá rampa, na jejímž konci se nachází jeden z možných cílů robota při ukončení hry. Rampa je bohužel poměrně strmá a její povrch hladký, což do jisté míry znemožňuje její překonání. Na rampu se lze dostat ze dvou směrů, přímo z jihu, nebo ze severozápadní strany, přímo za zmiňovanou sensorovou stěnou na sloupkách. Druhá varianta je sice kratším a rychlejším řešením vedoucím k cíli, ale je nutno si cestu připravit podražením zarážky sklopné části rampy.

Na východ od severního okraje rampy se nachází další možný cíl při ukončení hry – žluto-černý kruh. Tato plocha je velice obtížně dosažitelná, ačkoliv k ní vede několik možných cest. Nejpřímější cesta vede ze Základny pod rampu (uprostřed plánu), což ovšem vyžaduje malou výšku robota (cca 120mm). Dále přes protáčejší se překážku, představující zpomalovací pásy, a okolo čtyř sensorových stěn, kterým se lze vyhnout

nebo je všechny položit do vodorovné polohy. Obě varianty jsou oceněny body, avšak nelze je kombinovat. Okolo kruhového cíle a v severovýchodní části plátna jsou rozestavěny ještě čtyři „nárazníkové jednotky“ a dvě sebratelné smyčky červené a oranžové barvy. Nárazníkové jednotky jsou stojany s černými obroučkami tvaru zaobleného trojúhelníku, pro získání bodů je potřeba do nich narazit, aby se obroučky sesunuly směrem k zemi. Vedle oranžové smyčky jsou rozestavěny tři varovná světla, která nesmí být poražena, což značně zhoršuje přístupnost této smyčky. V této severovýchodní oblasti nenajdeme žádné vodící čáry nebo obrazce, což velice ztěžuje orientaci robota v tomto prostoru.

Další možnou trasou ke kruhovému cíli je cesta ze Základny směrem na sever, opět pomocí částečné jízdy po černé čáře. U severního kraje plátna se nachází sklopitelná nájezdová plocha na rampu. Pod touto nájezdovou plochou lze projet pod rampu a dále do žluto-černého cíle. Tato trasa je z hlediska vzdálenosti nejkratší, je ovšem podmíněna výškou robota, která je velmi limitována výškou rampy (cca 80mm).

Jedna z posledních možných tras vede ze Základny na východ podél jižního okraje plátna. K orientaci robota zde lze použít dvě černé linie vedoucí k jižnímu nájezdu na rampu, případně černé trojúhelníky podél bariér. Na této trase lze mezi varovnými světly spatřit jednu sebratelnou modrou smyčku. Následně pak tři smyčky – šedé, červené a hnědé barvy. Šedá a červená smyčka jsou posazeny na vyvýšeném místě – na tyčkách, proto není tak snadné na ně robotem dosáhnout. V zatáčce v jihovýchodním rohu plátna lze dosáhnout jak na hnědou smyčku, tak i na oranžovou smyčku umístěnou úplně na východě. Než bude robot moci pokračovat do cíle, musí pro získání bodů odvézt smyčky zpět do Základny a vrátit se do jihovýchodního rohu soutěžního plátna.

V tomto bodě existují dvě varianty dalšího postupu. Obě velmi závisí na technickém vybavení a konstrukci robota. Pokud je robot například opatřen pásy, může překonat žluté bariéry bez nutnosti objíždění trasy přes protáčeující se překážku (zpomalovací pásy). Druhou variantou je opět jízda přes tuto protáčeující se překážku a dále okolo sensorových stěn do kruhového cíle.

## 2.3 BODOVÉ OHODNOCENÍ SOUTĚŽNÍCH ÚLOH

O bodování soutěžních úloh na speciálním plátně se vždy starají rozhodčí, kteří jsou přítomni po celou dobu konání sekce Robot-game. Každá ze soutěžních úloh má svůj vlastní bodovou hodnotu, spolu s obtížností, která odráží toto bodové ohodnocení. Celkový počet bodů získatelný v sekci Robot-game je **400** bodů. Na celé ploše soutěžního plátna jsou k dispozici čtyři sady úloh, celkem obsahují jedenáct jednotlivých úloh.

### 2.3.1 PRVNÍ SADA: DOSAŽNÍ MÍST – CÍLŮ

Nelze zde dosáhnout bodů ze všech úloh zároveň, pouze jedné z nich.

**Vozovka žlutého mostu** – Robot musí ukončit svou jízdu na severní části rampy s hnacími koly na žluté ploše rampy. Nedotýká se přitom červeného pruhu ukončujícího rampu. Hodnoceno **20** body.

**Vozovka červeného mostu** – Stejně jako v předchozím případě, musí robot dokončit jízdu na severní části rampy, navíc se pak koly musí dotýkat červeného pruhu, který rampu ukončuje. Hodnoceno **25** body.

**Žluto-černý kruh** – Podmínkou pro získání bodů je dotyk některého z kol robota s tímto žluto-černým kruhem. Robot tedy nemusí být celým svým objemem uvnitř kruhu. Hodnoceno **25** body.

### 2.3.2 DRUHÁ SADA: DOSAŽENÍ VĚCÍ

**Nárazníkové jednotky** – Body se udělují za naražení do této překážky s následkem sesunutí trojúhelníkové obroučky z držáku směrem k zemi. Celkově jsou na plátně čtyři nárazníkové jednotky. Hodnoceno **25** body za každou sraženou jednotku, maximum získatelných bodů je **100**.

**Barevné smyčky** – Za každou smyčku, která byla sebrána a úspěšně dovezena robotem do Základny je tým odměněn body. Celkový počet smyček na plátně je jedenáct. Hodnoceno 10 body za každou smyčku uvnitř Základny, maximum získatelných bodů je **110**.

Jako bonus lze získat **smyčku „zdarma“** následujícími způsoby. Pokud robot posbírá tři šedé smyčky, které doveze do Základny, pak může tým sáhnout rukou pro jakoukoliv červenou smyčku a položit ji do Základny. Nezávisle na předcházejícím způsobu, lze při sebrání a úspěšné dopravě tří červených smyček do Základny získat smyčku jakékoliv

barvy. Tuto lze opět vzít rukou z plánu a umístit ji do Základny. Smyčky „zdarma“ jsou samozřejmě počítány do celkového bodového zisku.

### 2.3.3 TŘETÍ SADA: VYHNI SE SRÁŽKÁM

**Varovná světla** – Body se udělují za každé varovné světlo, které je ve vertikální poloze po uplynutí časového limitu, tedy v době ukončení hry. Celkový počet varovných světel na plátně je osm. Hodnoceno **10** body za každé stojící varovné světlo, maximum získatelných bodů je **80**.

Varovná světla jsou používána jako **ukazatel trestných bodů** za dotyk (mimo Základnu) robota s některým z členů týmu. Za každý dotyk je jedno varovné světlo okamžitě odstraněno rozhodčím, tudíž dochází ke ztrátě bodů.

**Senzorové stěny** – Jeden z možných způsobů zisku bodů je vyhnout se sensorovým stěnám. Sensorové stěny nesmí být položeny, ani nijak opřeny o bariéru jinak než ve vztyčené poloze. Hodnoceno **10** body za každou vztyčenou sensorovou stěnu, maximum získatelných bodů je **40**.

Podmínkou pro získání bodů pomocí sensorových stěn ve vertikální poloze je úměrný počtu nárazníkových jednotek (viz. Druhá sada: Dosažení věcí – Nárazníkové jednotky) v poloze „dolů“. Příkladem je, pokud na konci hry stojí čtyři sensorové stěny, ale nárazníkové jednotky byly naraženy pouze tři, zisk tedy bude pouze **30** bodů.

### 2.3.4 ČTVRTÁ SADA: PŘEŽIJ SRÁŽKY

**Položení sensorových stěn** – Dalším způsobem zisku bodů pomocí sensorových stěn je jejich úplné položení do horizontální polohy. Nelze započítat jednotlivou stěnu pro zisk bodů, musejí být položeny všechny. Položení stěn logicky vylučuje zisk bodů za jejich vertikální pozici v předchozím případě (viz. 2.3.3 Třetí sada – Sensorové stěny). Hodnoceno **40** body za všechny položené sensorové stěny, což je i získatelné maximum.

**Nárazový test vozidla** – Body lze získat za uvolnění nákladního vozidla z černé rampy tak, aby se nedotýkalo červeného trnu, který toto vozidlo drží. Nejčastěji je toto řešeno položením přídatného ramene rampy do horizontální polohy. Hodnoceno **20** body.

Zisku bodů se navíc týká omezení v pravidlech. Pokud se robot nachází jakoukoliv jeho částí v Základně a nákladní auto je uvolněno z rampy, je toto považováno jako chybný postup a jsou odebrány dvě varovná světla (Třetí sada: Vyhní se srážkám – Varovná světla)



jako trest. Robot se tedy musí nacházet (při plnění této úlohy) celým svým objemem mimo Základnu pro úspěšný zisk bodů.

**Test bezpečnostní figuríny** – Figurína musí být přítomna (přípevněna) na jakékoliv části robota po celou dobu trvání sekce Robot-game. Pokud je ztracena, nebo z robota spadne, rozhodčí ji odebere a již nelze získat body za tuto úlohu. Body za tuto úlohu jsou uděleny na konci utkání. Hodnoceno **15** body.

**Test bezpečnosti více pasažérů** – Body za tuto úlohu lze přidělit týmu, který dokáže pomocí robota dopravit všechny čtyři figurky, představující pasažéry, do žluto-černého cílového kruhu (viz. První sada: Dosažní míst – cílů). Tyto figurky mohou být umístěny přímo na robotovi a zisk bodů za tuto úlohu je podmíněn jakýmkoliv dotykem se žluto-černým kruhem Základny. Hodnoceno celkem **10** body za všechny čtyři figurky.

Pro ilustraci lze vizuální bodování jednotlivých úloh nalézt na videu dostupné ze stránek: <https://www.youtube.com/watch?v=-g-V8pBVzpg>.

### 3 NÁVRH ŘEŠENÍ VYBRANÝCH SOUTĚŽNÍCH ÚLOH SEKCE ROBOT-GAME

Řešení jednotlivých úloh sekce Robot-game vyžaduje znalosti v několika oborech. Těmi jsou: **Výběr vhodných úloh** pro řešení, vzhledem k potencionálnímu bodovému zisku a obtížnosti úloh. **Stavba a přizpůsobení robota** pro dosažení vybraných úloh, efektivní pohyb a interakce se soutěžními úlohami. V neposlední řadě také **programové řešení** neboli program, podle kterého se bude robot chovat na soutěžním plátně.

#### 3.1 ANALÝZA VOLBY VHODNÝCH SOUTĚŽNÍCH ÚLOH

Výběr vhodných soutěžních úloh je velmi důležitou součástí celkové strategie pro úspěšné absolvování sekce Robot-game. Hlavním hodnotícím kritériem je samozřejmě celkový získaný počet bodů, ovšem mnohem důležitější je naprosto přesné splnění úloh bez zbytečného riskování. Soutěžící si rovněž musí hlídat čas, který robot na splnění úloh potřebuje, tato sekce je limitována 150 sekundami. Je téměř nemožné splnit včas naprosto všechny úlohy nacházející se na soutěžním plátně, proto se soutěžní týmy musí rozhodnout, které z úloh jsou pro ně co nejnáze dosažitelné a zároveň dobře bodově hodnocené. V boji s časovým limitem je doporučeno plnit několik soutěžních úloh zároveň. Časový limit taktéž zatěžuje doba potřebná na případnou přestavbu robota nebo jeho úpravu. Vše také záleží na konstrukci robota, která může řešení ulehčit nebo naopak ztížit.

Nejnáze získatelné body, v podobě úloh, se nacházejí poblíž Základny. Nachází se zde i vodící čára, která napomůže robotovi v orientaci při cestě ze Základny a zároveň dovolí vyhnout se varovným světlům. Mezi varovnými světly lze cestou na sever sebrat jednu modrou smyčku. Přímo na sever od Základny se nachází rampa s vozidlem a celkem pět barevných smyček. Při jízdě po černé čáře může být jednoduše sebrána šedá smyčka na sensorové stěně na sloupkách pomocí vyvýšeného ramena. Čtyři barevné smyčky v severozápadním rohu lze posbírat předsunutým ramenem, ideálně namontovaným na sklápěcí mechanismy. Položení přídatného ramene rampy (pro spuštění nákladního vozidla) lze provést jakýmkoliv dobře mířeným naražením nebo přejetím tohoto ramene. Pro urychlený návrat do základny lze pomocí podvozku opatřeného pásy překonat žlutou bariéru podél základny. V této oblasti se může vyskytnout několik rizik: špatné přizpůsobení světelných sensorů místnímu osvětlení pro jízdu po černé čáře – robot nedokáže správně jet, šířka robota může zapříčinit sražení sensorové stěny na sloupkách,

upuštění některé ze smyček při neopatrné manipulaci a jízdě robota, nečekaná překážka v podobě nákladního auta spuštěného z rampy. Tyto úlohy lze splnit všechny najednou v rámci jednoho startu ze základny s odhadovaným požadovaným časem 35 sekund. Maximální počet bodů po návratu do Základny z této části plátna je 80.

Další potenciální možností získání bodů je sebrání tří smyček na jihovýchod od východní poloviny plátna. Dvě ze smyček jsou na vyvýšeném místě, proto je potřeba speciálního ramene ve výšce těchto smyček. Třetí smyčka leží na konci žluté bariéry a je poměrně lehce sebratelné. Ke smyčkám se lze dostat přímou cestou ze základny podél okraje až k začátku žluté bariéry, zde jsou zhoršené podmínky pro manévrování a navigaci. Díky sebrání a odvezení těchto smyček lze využít pravidla pro získání špatně dostupných smyček „zdarma“. V základně se nyní budou nacházet tři šedé smyčky, za které lze vzít jednu smyčku červenou (umístěnou u severovýchodního okraje plátna) a zároveň díky třem červeným smyčkám v základně lze vzít špatně dostupnou oranžovou smyčku u východního okraje plátna. Variace na tuto metodu existuje i v sebrání dvou vyvýšených smyček a následné sebrání oranžové smyčky, pak lze vzít „zdarma“ smyčku hnědou. Sbíráni oranžové smyčky v této části je velice riskantní kvůli žluté bariéře a výskytu varovných světel, tudíž možné ztrátě bodů. Rizika této části jsou: nesnadná orientace na různých černých trojúhelnících se žlutým okrajem, poměrně úzký koridor pro možné manévrování a otáčení, dlouhá trasa ze Základny snižující přesnost netotožných motorů, upuštění smyček při neopatrné manipulaci. Odhadovaný požadovaný čas pro splnění této části je opět 35 sekund. Maximální počet bodů za úspěšné sebrání a dovezení smyček do Základny spolu se smyčkami „zdarma“ je 50 bodů.

Při pohledu na body, které lze získat za jednotlivé úlohy jasně vychází nejlépe nárazníkové jednotky (hodnocené 25body každá) a dosažení cílů buď na žluté rampě (s dotykem červeného pruhu), nebo ve žluto-černém kruhu, které jsou rovněž hodnoceny 25 body. Je ovšem nutno zvážit jejich dostupnost na rozdíl od ostatních úloh. Například nárazníková jednotka umístěná v severovýchodním rohu plátna je velmi těžce dosažitelná díky mnoha faktorům. Tyto faktory jsou: umístění nárazníkové jednotky v části plátna bez možnosti efektivní orientace (bez vodících linií), nejuvdálenější poloha od Základny, riziko porážení některé ze sensorových stěn při snaze o splnění. Jedním z vhodných řešení této problematiky pro získání bodů je zvolení žluto-černého cíle z důvodu poměrně lepší

dostupnosti, než je přístup na rampu. Zároveň se poblíž tohoto kruhového cíle nachází i nárazníkové jednotky, které v kombinaci se sensorovými stěnami (při jejich úspěšném využití) nabízí velice zajímavé bodové ohodnocení v podobě až 140 bodů. Rizika v této části odpovídají množství získatelných bodů. Rizika jsou: velmi špatná dostupnost celé oblasti (nutnost přizpůsobení technického vybavení robota) – přejezd přes protáčeující se překážku nebo překonání žlutých bariér, orientace v severovýchodní části s absencí jakýchkoliv čar, poražení některé ze sensorových stěn při jízdě nebo nesražení některé ze sensorových stěn dle vybraného řešení, poražení varovných světel u východního okraje plátna, konflikt s konstrukcí mostu při snaze dosažení severovýchodní oblasti. Časová náročnost se může lišit dle zvoleného způsobu dosažení oblasti, lze ji odhadovat na 40 sekund až 1 minutu 20 sekund. Při úspěšném dokončení zmíněných úloh tohoto úseku a zároveň umístění figuríny a čtyř figurek pasažérů, kteří se budou nacházet v žluto-černém cílovém kruhu, lze maximálně získat 190 bodů.

Po skončení soutěžní sekce Robot-game jsou k celkovému počtu získaných bodů připočteny body za každé stojící varovné světlo. Proto by se měl tým snažit co nejméně sahat na robota mimo základnu, nebo robotem tato varovná světla srážet. Maximálně lze navíc získat 80 bodů.

Nejefektivněji lze dle analýzy získat body v prvním zmiňovaném úseku na sever od základny a pak v posledním úseku v severovýchodní části soutěžního plánu. Na tyto dvě oblasti by bylo vhodné se zaměřit a připravit robota pro jejich úspěšné splnění. V rámci časových možností a náročnosti bylo vybráno několik soutěžních úloh sekce Robot-game vzhledem k výsledkům analýzy. Bloky soutěžních úloh byly zpracovány do čtyř skupin a zdokumentovány. Natočená videa jednotlivých skupin úloh lze nalézt na CD přiloženém k této bakalářské práci.

## 3.2 SESTAVENÍ SOUTĚŽNÍHO ROBOTA

Kvalitní konstrukce soutěžního robota se hodnotí hlavně v sekci Design robota, ale je hlavním předpokladem pro úspěšné zvládnutí sekce Robot-game. Sestavení robota není jednorázovou záležitostí, protože se na jeho konstrukci promítají zkušenosti nabyté při testování. Z tohoto důvodu je nutné upravovat po částech, nebo dokonce přestavovat celého robota. Dále je nutné zajistit dostatečnou orientaci robota v prostoru, a to vhodně zvolenou kombinací sensorů. Například, pokud budeme chtít využít jízdy po černé čáře,

neobejdeme se bez světelných resp. barevných senzorů. Při sestavování robota nelze použít senzory od jiných firem, než jsou originální součástky společnosti LEGO. Příkladem jsou senzory od společnosti HiTechnic, které ačkoliv jsou kompatibilní se stavebnicí, jsou při soutěži zakázány. V některých případech by velice ulehčili orientaci robota (např. kompasovým senzorem).

Při řešení konstrukce robota, pro příklady řešení soutěžních úloh, byl zvolen pohon dvěma motory vpředu s třetím opěrným bodem – volně uchycenou kovovou kuličkou. Tato konstrukce dovoluje robotovi přesně zatačet a zamezit nepřesnostem vzniklým třením s podložkou. Dalším kritériem byla dostatečně výškově nízká varianta robota, aby byl umožněn jednodušší přístup do cílového žluto-černého kruhu. Orientace v prostoru je zajištěna dvěma senzory, jedním světelným a druhým barevným. Tyto senzory jsou osazeny v přední části robota, aby reakce senzorů zabránila kolizím celými šasi robota. Vpředu nad senzory bylo umístěno pohyblivé rameno, opatřené malým motorem, pro efektivní sbírání barevných smyček. Navíc zde byla instalována zarážka, která má zabránit příliš nízkému poklesnutí ramene, z důvodu z převodování motoru, který je nastaven na velké otáčky. Pro správný sběr smyček bylo rameno opatřeno vidlicemi se zakončením zabraňujícím sklouznutí smyček při pohybu vzad. Toto rameno je lehce odnímatelné a může být nahrazeno sklopným ochranným rámem pro bezpečnou jízdu pod konstrukcí rampy. Bohužel tato varianta vyloučila použití podvozku schopného překonat žluté bariéry a zároveň vynutila prodloužit pohyblivé rameno pro dosažení na výše položené smyčky. Dalším problémem, který nastal, je délka robota. Délka způsobovala kolizi například se sloupky, na kterých je položena senzorová stěna, a znemožňovala manévrování v poměrně úzkém koridoru u jihovýchodního okraje plátna.

Plán konstrukce robota v programu Lego Digital Designer lze nalézt na CD přiloženém k této bakalářské práci. Informace pro sestavení soutěžního byly čerpány z (Trobaugh, 2010) a (Ferarri, et al., 2007).



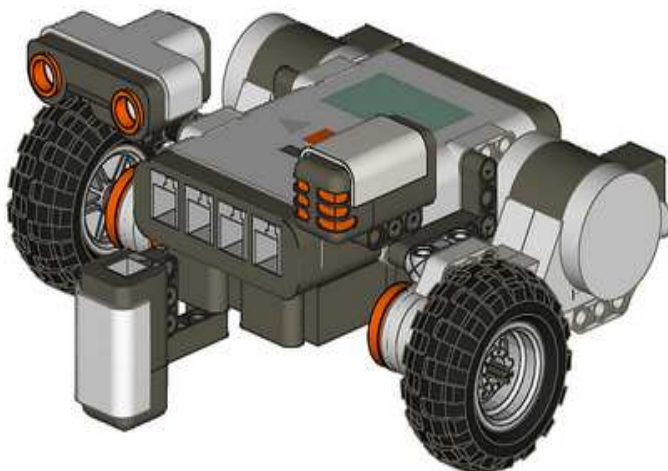
Obrázek 2: Ukázka konstrukce robota pro řešení vybraných úloh, Zdroj: vlastní

#### 3.2.1 DALŠÍ MOŽNOSTI KONSTRUKCE

Dalšími možnostmi konstrukce, které bylo rozhodnuto nepoužít, ale jejich použití je v jistých ohledech lepší a v jiných naopak horší. Nelze tedy zvolit naprosto ideální a bezchybnou konstrukci nebo podvozek, který by dokázal všechny soutěžní úlohy jednoduše splnit. Vždy se jedná o kompromisy, které je nutno zvážit pro řešení konkrétních situací.

#### **Snížená (zjednodušená) konstrukce:**

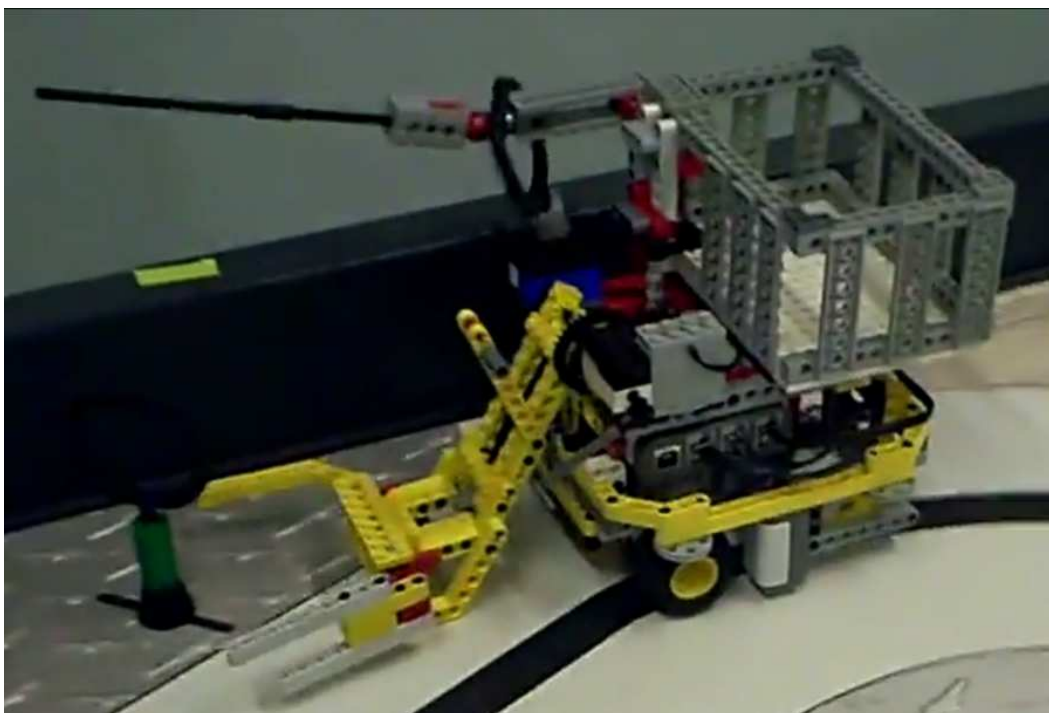
Snížená konstrukce je velmi vhodnou pro dosažení žluto-zelené základny bez nutnosti objíždění. Použití světelných a barevných senzorů položených nízko u povrchu plátna zpřesňuje orientaci při soutěži. Zároveň s sebou nese nevýhody, jako jsou například: nutnost přimontování vysokých přídavných ramen pro dosažení výše položených úloh (barevných smyček), omezení možnosti pohybu přes žluté bariéry případně protácející se překážku. Celkově je tento typ konstrukce velmi úspěšný a soutěžní týmy jej mohou dosáhnout i přímým „odmontováním“ většiny již nepotřebných součástí robota během soutěže.



Obrázek 3: Ukázka snížené konstrukce

#### **Zvýšená (masivní) konstrukce:**

Zvýšená konstrukce znamená i možnost montáže velkého množství přídavných ramen a dalších zařízení potřebných k plnění soutěžních úloh. Získá pro robota univerzalitu použití jedné varianty konstrukce pro více dostupných úloh. Umístění světelných senzorů na zvýšený podvozek není vhodné, protože vzdálenost od podložky snižuje přesnost těchto senzorů. Řešením může být přidání sklopného mechanismu pro tyto výše osazené senzory. Nevýhodami této konstrukce jsou: hmotnost – zpomalení chodu motorů, omezení pohyblivosti v úzkých prostorech, zabránění přístupu k bodově hodnotnému cíli.



Obrázek 4: Ukázka masivní konstrukce, Zdroj: (Fastcats, 2009)

**Pásová konstrukce:**

Nejčastěji lze na soutěžích pozorovat použití kol pro pohon robota, avšak použití pásů může s sebou přinést až nečekané výhody. Hlavní výhodou je možnost překonání překážek, které jsou nad úrovní země a které by kolový typ podvozku nemusel překonat. Další nespornou výhodou je stabilita, kterou díky pásům robot získá. Tato pásová konstrukce může být osazena na zvýšený typ konstrukce, ale bývá použita u nižších podvozků. Nevýhodami této konstrukce jsou: poměrně pomalejší pohyb oproti kolovému podvozku, nutnost upevnění pásů – zvětšení šířky robota.



Obrázek 5: Ukázka pásové konstrukce, Zdroj: (Downtown Area Robotics, 2015)

### 3.3 REALIZACE ÚLOH A JEJICH PROGRAMOVÉ ŘEŠENÍ

Programování robota lze řešit v různých programech, jako nejčastěji použitý příklad lze uvést tyto: NXT-G a LEGO Mindstorms EV3. Omezení použití programů je zakomponováno v pravidlech soutěže, tudíž nelze použít jiné programovací prostředí, než jsou produkty společnosti LEGO. Pro programování vybraných soutěžních úloh bylo zvoleno novější prostředí firmy LEGO Mindstorms EV3. Programové řešení musí vždy odpovídat technickému vybavení robota, například předpokladem pro efektivní použití světelných senzorů je správné využití senzorem poskytlých hodnot pro řízení programu. Stejně je tomu tak i u dalších, například ultrazvukových senzorů. Do paměti řídicí jednotky (EV3 nebo NXT) lze uložit více programů najednou, proto řešení spočívá v rozdělení programů do bloků pro plnění úloh. Výsledný projekt aplikace EV3 s obsaženými programy lze nalézt na CD přiloženém k této bakalářské práci.



Na základě analýzy soutěžních úloh bylo rozhodnuto o rozdělení skupin úloh do soutěžních bloků pro efektivnější plnění úloh s ohledem na časový limit.

#### 3.3.1 PRVNÍ SOUTĚŽNÍ BLOK

Cílem prvního bloku bylo získání bodů v oblasti směrem na sever od základny. Přesněji posbírání všech severozápadních barevných smyček a uvolnění nákladního vozidla z rampy.

Tento soutěžní blok byl řešen následujícím způsobem. Cestou ze základny byla použita jízda pomocí barevného senzoru po černé čáře. Algoritmus pro ovládání senzoru byl nastaven na odražené světlo a rozhodovací hodnotu. Tato hodnota byla vyjádřena ve stupních šedi a byla zjištěna na základě odrazu světla na rozmezí bílého podkladu a černé čáry. Díky této hodnotě se robot udržel na levé straně černé čáry (z pohledu ze Základny). Motory byly střídavě zrychlovány a zpomalovány (nikdy zastavovány) v reakci na hodnotu světelného senzoru. Pokud robot překračoval rozhodovací hodnotu směrem do hodnot blížících se černé barvě, tak byl motor blíže k černé čáře nastaven na vyšší výkon. Naopak pokud se od této rozhodovací hodnoty vzdaloval do bílého spektra odraženého světla, pak byl motor blíže černé čáře zpomalen snížením výkonu a motor dále od čáry byl nastaven na větší výkon. Rychlost motorů nepřesáhla 40 procent maxima pro přesnější pohyb. Tato přesnost byla upřednostněna oproti příliš rychlému přesunu pro ušetření času, díky tomu nedocházelo k poražení varovných světel ani jiných překážek.

Cestou na sever byla sebrána vyvýšená smyčka pomocí dlouhého nepohyblivého ramena. Druhý senzor – světelný senzor umístěný napravo od zmiňovaného barevného senzoru zde hlídal poslední pomocnou černou čáru směřující kolmo na sever od hlavní vodicí linie. Po zaznamenání pomocné čáry přešel robot do další části programu, která ovládala pohyb směrem k barevným smyčkám a jejich sběr pomocí pomalého spouštění motoru ramena. Od tohoto bodu probíhal pohyb pouze na základě přesných otáček motoru. Po sesbírání barevných smyček robot narazil zadní částí konstrukce do přídatného ramene rampy a uvolnil tak nákladní vozidlo. Návrat do základny byl realizován pomocí zatáčení – změnou výkonu motorů pro plynulé projetí zatáčky. Po dokončení tohoto bloku bylo odmontováno dlouhé nepohyblivé rameno, které není již dále potřebné.

Hlavní řešené problémy v tomto bloku:

- Nestálé osvětlení, hlavně pro správné nastavení rozhodovací hodnoty světelného senzoru.  
Možné řešení: využití kalibrace senzorů.
- Nastavení reakce pomocného světelného senzoru až na třetí pomocnou černou čáru.  
Možné řešení: počítání čar pomocným senzorem a ukládání počtu do proměnné pro zpětnou kontrolu.
- Jízda po černé čáře za předpokladu neporažení žádné z překážek.  
Možné řešení: kvalitní algoritmus pro jízdu po černé čáře, rozměrové přizpůsobení robota.
- Sebrání výše položené smyčky bez poražení sensorové stěny na sloupcích.  
Možné řešení: Nutnost přesné navigace robota po čáře, vyhnutí se pravé části severní trasy.
- Přesné sebrání barevných smyček pomocí ramene a jejich neztracení při sklápění – využití pouze otáček motoru.  
Možné řešení: Navigace v prostoru pomocí použití dalších senzorů – další pomocný barevný, ultrazvukový senzor.
- Náraz do přídatného ramene bez zaseknutí robota a bezpečný návrat na základnu.  
Možné řešení: Programová úprava výkonu motorů při manévru směrem k přídatnému rameni, vybavení robota zadním nárazníkem.

#### 3.3.2 DRUHÝ SOUTĚŽNÍ BLOK

Tento soutěžní blok měl za úkol pouze získat modrou smyčku mezi varovnými světly a jeho programové řešení nezabralo příliš mnoho času. Žádná varovná světla nesměla být poražena a smyčka sebrána předním pohyblivým ramenem. Řešení je v pouhé jízdě vpřed na přesně daný počet otáček, sklopení ramene, sebrání smyčky a dopravení do základny (s motory na zpětný chod). Jediný problém, který by mohl nastat při plnění tohoto bloku, je správné umístění robota při startu ze základny. Jeho pohyb by měl být přesný, pro vyhnutí se varovným světlům.

## 3.3.3 TŘETÍ SOUTĚŽNÍ BLOK

Velmi programově náročná část, která měla za úkol sebrat tři smyčky v jihovýchodní části plánu. Obtížnou částí se stalo sebrání dvou vyvýšených smyček a zároveň třetí níže položené smyčky. Navigace v tomto prostoru nebyla jednoduchá a byla řešena následovně. Robot ze základny vyrazil směrem na východ podél jižního okraje plátna na přesný počet otáček. Poté začal barevným senzorem hledat první z černých trojúhelníků pro kalibraci polohy. Sebrání dvou vyvýšených smyček bylo řešeno praktickou ukázkou využití mantinelů jako „zarážky“ potřebné pro manévrování robota. Ovšem toto řešení zde nebylo programově řešeno správně, neboť je zde zapotřebí více prostoru pro manévrování a v rámci pravidel by neobstálo kvůli délce konstrukce robota a zde nacházejícímu se úzkému koridoru. Vhodnému řešení by předcházela mechanická úprava robota za účelem zkrácení jeho délky, popřípadě přizpůsobení pohyblivého ramena těmto úzkým prostorům. Dalšímu manévrování předcházelo srovnání robota podle druhé (východnější) černé linie vedoucí na velkou rampu. Hnědá smyčka i přes snahu vyrovnat robota nebyla vždy přesně sebrána. Proto byla tato část vzhledem k nejistému bodovému zisku (a časovému limitu) zavržena ve prospěch bodově hodnotnějších úloh.

Hlavní řešené problémy v tomto bloku:

- Vzdálenost nutná k dosažení oblasti – nepřesnost netotožných motorů  
Možné řešení: Nalezení naprosto totožných motorů, snaha o nepřesnou programovou korekci výkonu.
- Úzká manévrovací plocha – bez možností otáčení pro správné sebrání smyček.  
Možné řešení: Přizpůsobení konstrukce robota tomuto úzkému prostoru – malé rozměry.
- Nepřesná orientace pomocí optického senzoru díky výskytu mnoha barevných obrazců na plátně v této oblasti.  
Možné řešení: Orientace pouze podle dvou černých čar u jižního okraje plánu, využití rohového mantinelu jako „zarážky“.
- Výše položené a poměrně upevněné (nasazené na tyčkách) smyčky vyžadující odlišný přístup sebrání (oproti výše položené smyčce v První soutěžní bloku).

Možné řešení: Vybavení robota příslušným ramenem speciálně přizpůsobeným pro tento blok.

#### 3.3.4 ČTVRTÝ SOUTĚŽNÍ BLOK

Cílem čtvrtého bloku byla cesta do žluto-černého kruhového cíle a naražení tří nárazníkových jednotek do polohy „dolů“. Tomu předcházela jednoduchá demontáž pohyblivého ramena, nasazení ochranného rámu (důležitého pro podjezd rampy), montáž podložky s figurkami čtyř pasažérů a testovací figuríny. Tyto figurky osazené na robotovi jsou jednoduchým způsobem, kterým lze získat body při dosažení žluto-černého cíle. Jízda ze základny směrem na sever byla nastavena podle přesných otáček motorů, zde robot použil mantinel jako „zarážku“ pro své srovnání. Následovala jízda pod sklopnou nájezdovou rampou a velkou rampou podél severního okraje plátna. Zde robot vyhledal barevným senzorem černou čáru ohraničující severovýchodní prostor pro zpřesnění své pozice. Dále pouze pomocí přednastavených přesných otáček motorů narazil do všech tří nárazníkových jednotek a skončil v cíli.

Vynechání poslední čtvrté nárazníkové jednotky bylo záměrné, protože vyžadovalo velkou přesnost pohybu k této části úlohy. Rizika spojená se sražením některé ze sensorových stěn byla příliš velká pro tento potencionální bodový zisk.

Hlavní řešené problémy v tomto bloku:

- Potřebný čas na montáž ochranného rámu a upevnění figurek pasažérů (cca 20-30 sekund ze 150 sekundového limitu).

Možné řešení: Připevnění rámu již v základní verzi robota, připravení figurek pasažérů před začátkem soutěže.

- Nepřesnost způsobená orientací pouze podle otáček motorů při cestě na sever ze Základny.

Možné řešení: Využití jízdy po černé čáře doplněnou o zaražení a srovnání u severního mantinelu.

- Nízká konstrukce rampy, která mohla způsobit vychýlení robota z kurzu.

Možné řešení: Zvolení velmi nízkého podvozku, uspořádání součástí na šasi robota.

- Nalezení správné černé čáry v severovýchodní oblasti – výskyt černé barvy v žluto-černém cílovém kruhu.

Možné řešení: Předchozí orientace podle černé pomocné čáry s pomocí dvou světelných senzorů.

## 4 POROVNÁNÍ VÍTĚZNÝCH ŘEŠENÍ ROBOT-GAME FLL 2009

K porovnání vítězných řešení s řešeními provedenými k této bakalářské práci byly vybrány tři videa podle několika důležitých kritérií. Hlavním kritériem bylo dosažení velkého počtu bodů, převážně 400 nebo 390. Dalším kritériem výběru byla originalnost řešení úloh, nebo promyšlená konstrukce robota. K bližšímu porovnání nebyly získány další materiály, jako jsou programová schémata a plán na sestavení robota. Tyto materiály nejsou soutěžními týmy zveřejňovány.

### 4.1 PREZENTACE VYBRANÝCH VÍTĚZNÝCH ŘEŠENÍ

Vybraná vítězná řešení jsou výslednou prací soutěžních týmů z celého světa a byly natočeny většinou těsně před soutěží jako videa testovacích jízd. Videá řešení přímo ze soutěží nebyla vybrána z důvodu nedostatečné zřetelnosti akcí robota – natáčení probíhalo z větší dálky. Presentace vítězných řešení je zaměřena na technickou vybavenost robota i na způsoby, jakými robot jednotlivé úlohy plnil.

#### 4.1.1 ŘEŠENÍ Č. 1 – E-BOTS



Obrázek 6: Robot týmu E-bots, Upraveno dle zdroje: (Fastcats, 2009)

Celé popisované video lze nalézt na internetové adrese: <https://www.youtube.com/watch?v=h3PS7nlihOw>. Zvolená konstrukce byla velmi variabilní, kompletně rozebíratelná, čehož tým využíval při technických konfiguracích robota na jednotlivé úlohy. Nejdříve byla konstrukce robota velmi masivní a při řešení

jednotlivých úloh se stále zmenšovala odebráním nepotřebných částí. Byl zde použit kolový podvozek s náhonem vpředu a pomocnými kolečky vzadu. Dva světelné senzory byly umístěny po stranách robota – těsně za předními koly.

Robot vystartoval ze Základny ve své největší podobě a vydal se posbírat tři smyčky v jihovýchodní části mapy. Toto provedl předsunutým ramenem v podobě nakloněné roviny, čímž shodil výše položené smyčky do připraveného kontejneru. Poslední smyčku sebral pevným ramenem v levé části robota. Během této části byla kuriózním způsobem použita součástka vystřelovacího mechanismu, kdy vystřelil robot plastovou „raketu“ a trefil nárazníkovou jednotku v severovýchodním rohu plátna. Při návratu do Základny dalším sklopným ramenem shrnul varovná světla, spolu s modrou smyčkou do základny. Tento poslední krok by bylo nutné konzultovat s rozhodčím soutěže, protože porážení varovných světel by mělo vyústit ve ztrátu bodů. Naopak z jiného pohledu lze manipulovat se všemi předměty uvnitř Základny, a proto lze varovná světla vertikálně postavit rukou přímo v oblasti Základny.

Následovalo odstrojení robota o nepotřebné masivní části a cesta do severozápadní části plátna. Zde robot posbíral všechny barevné smyčky pomocí sklopného, kleštím podobného, ramene a vysoko posazeného „trnu“ pro sběr vysoko položené smyčky. Nárazem položil pomocné rameno rampy a uvolnil nákladní vozidlo. Cesta do Základny proběhla bez problémů. Robot se neorientoval podle černých čar a vše vypadalo na využití přesných otáček motorů. Pro zpřesnění pohybu a srovnání byl použit mantinel.

Dále byl robot odstrojen o veškeré nepotřebné části do velmi nízkého profilu. Bylo využito cesty na sever od základny a podjetí rampy u severního okraje soutěžního plánu. Zde robot postupnými pohyby narazil do všech tří nárazníkových jednotek nacházejících se u žluto-černého cíle, kde zakončil svou trasu. Tato část byla opět řešena převážně přesnými otáčkami motorů, případně času běhu motorů, což může zapříčinit nepřesnosti.

Tento tým získal za své snažení maximální možný počet bodů, tedy 400. Splnění v rekordním čase bylo zapříčiněno použitím (poněkud náhodného) vystřelovacího mechanismu a odsunutím varovných světel do Základny, což by mohlo být považováno jako porušení pravidel a ztrátu bodů.

## 4.1.2 ŘEŠENÍ Č. 2 – ANTIPODES



Obrázek 7: Robot týmu Antipodes, Zdroj: (Alto, 2009)

Celé popisované video lze nalézt na internetové adrese: <https://www.youtube.com/watch?v=6YLj4lm490E>. Konstrukce robota týmu Antipodes je velmi kompaktní, používající podvozek s pohonem dvou kol a dvou malých přidavných koleček v přední části robota. Veškerá kola jsou zakrytá, aby bylo zabráněno kolizím s překážkami a mantinely. Odnímatelné části jsou pouze pohyblivé rameno a pomocná sklopená zarážka, která pravděpodobně slouží jako zábrana před nechtěným pohybem sebraných smyček. Precizně vytvořenou součástí je univerzální pohyblivé rameno opatřené ozubeným převodem. Tento převod zaručuje stále stejnou horizontální polohu vidlic, bez ohledu na pohyb celým ramenem. Světelné senzory jsou umístěné v přední i v zadní části robota a slouží k orientaci v prostoru.

V první části videa se robot zaměřil na jihovýchodní část soutěžního plátna, kde pomocí pohyblivého ramene úspěšně sebral všechny čtyři barevné smyčky. Za zmínku stojí sběr oranžové smyčky, který byl originálním způsobem vyřešen přes žlutou bariéru, avšak díky doplňujícím pravidlům není nutný. Orientace v této části je pravděpodobně řešena použitím přesných otáček motorů, kvůli absenci stálých vodících čar. Po přivezení smyček do Základny následovala přestavba pohyblivého ramene robota pro další řešení úloh.

Druhá část řešení obsahovala sebrání čtyř barevných smyček v severozápadní části plátna. To bylo řešeno pomocí jízdy po černé čáře a srovnáním robota podél mantinelu. Samotný sběr smyček provedlo upravené pohyblivé rameno. Zajímavostí je použití jízdy po černé



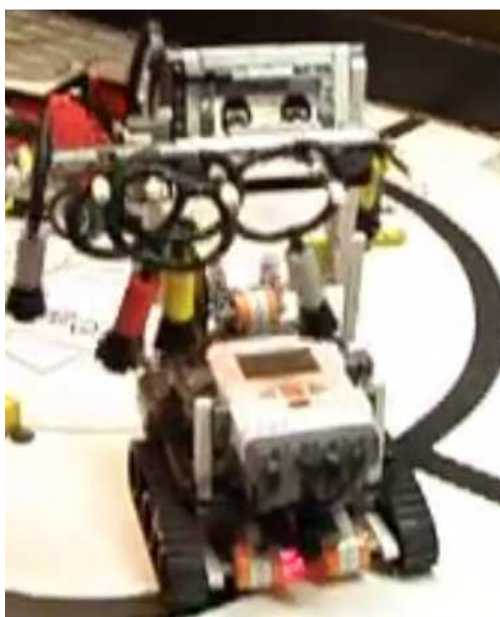
čáře i při jízdě zpět do Základny, která vyžaduje i senzor osazený na opačné straně, než je senzor pro jízdu do této oblasti.

Třetí část předcházela demontáž pomocné sklopné zarážky a upravení výšky pohyblivého ramene pomocí připravených měřidel sestavených z LEGO kostek. V této části šlo pouze o sběr jedné výše položené smyčky na sensorové stěně na pilířích. Tuto část lze zvládnout již v rámci předchozí části, a proto se může jednat o ztrátu drahocenného času. Pro orientaci využil robot opět černých vodicích a pomocných čar.

Čtvrtá část byla uvedena demontáží pohyblivého ramene, tím dosáhl tým minimální výšky robota. Při jízdě robota směrem na sever bylo opět využito jízdy po černé čáře. Po cestě k severnímu okraji plátna robot položil pomocné rameno rampy s nákladním vozidlem a pokračoval pod rampou směrem ke kruhové základně. Zde narazil do tří nárazníkových jednotek a vydal se směrem do severovýchodní části. Před vstupem do této části se srovnal o hraniční černou čáru a pomocí navigací s přesným počtem otáček narazil poslední nárazníkovou jednotku. Stejnou cestou se pak vrátil do žluto-černé základny, kde byl program ukončen.

Celkový počet získaných bodů tímto týmem je 400. Tento výsledek je vykoupen časem potřebným ke splnění všech soutěžních úloh a blíží se k hraničnímu časovému limitu pro sekci Robot-game.

#### 4.1.3 ŘEŠENÍ Č. 3 – GOT ROBOT



Obrázek 8: Robot týmu Get Robot, Upraveno dle zdroje: (GotRobotFLL's channel, 2009)

Celé popisované video lze nalézt na internetové adrese: <https://www.youtube.com/watch?v=gi4ejYPrCFM>. Zvolená konstrukce robota od týmu Got Robot byla velmi vysoká a masivní, proto bylo zvoleno naprosto odlišné řešení úloh oproti ostatním dvěma případům. Na konstrukci lze vyzdvihnout užitečný pásový podvozek, který dovolil týmu překonat překážky, které ostatní týmy musely objíždět. Opět je možno vidět použití pohyblivého ramena s výměnnými nástavci – vidlicemi pro sběr barevných smyček. Byly zde použity dva světelné senzory, jeden pro jízdu po černé čáře a druhý pro kontrolu pomocných vodicích čar.

První část videa byla věnována sběru tří barevných smyček v jihovýchodní oblasti soutěžního plánu. Ke smyčkám robot, kvůli své velikosti, přistoupil z opačné strany, než oba dva předcházející týmy. Pro jízdu bylo využito černých vodicích čar a vedlejších pomocných čar pro navigaci robota pod rampu uprostřed plátna. Zde robot narazil do dvou nárazníkových jednotek a posbíral všechny tři smyčky. Cesta do základny byla zvolena podél jižního mantinelu. Po dokončení trasy robota v základně následovala výměna vidlic na pohyblivém rameni.

Druhá část trasy robota směřovala do severozápadní části pro sběr barevných smyček pomocí pohyblivého ramene. Navigace do tohoto sektoru proběhla kombinací jízdy po černé vodící čáře a přesného nastavení otáček motoru. Po sebrání barevných smyček robot zadní částí konstrukce položil do horizontální polohy pomocné rameno rampy s nákladním vozidlem. Dále pokračoval do základny objetím žluté bariéry, kterou by mohl bez problémů překonat díky pásové úpravě.

Ve třetí části byly vidlice ramene nahrazeny boxem s figurkami pasažérů. Pohyb robota do prostřed soutěžního plátna byl totožný jako u první části videa až do momentu, kdy se robot dostal mezi dvě žluté bariéry. Bariéru překonal pomocí pásů a v severovýchodní oblasti se zorientoval pomocí naražení do žluté bariéry a protáčeující se překážky. Boxem s figurkami narazil do nárazníkové jednotky v samém severovýchodním rohu hracího plátna. Následovala jízda s naražením do poslední nárazníkové jednotky u žluto-černého cíle a ukončení jízdy zde. Toto zakončení rozhodně nebylo dokonalé, vinu lze dávat obtížné navigaci v severovýchodním sektoru a rozměrům robota.

Tento tým získal „pouze“ 390 bodů kvůli vynechání sběru jedné modré smyčky nejbliže základny, kterou lze hodnotit jako snadno získatelné body.

## 4.2 POROVNÁNÍ VYBRANÝCH ŘEŠENÍ

Porovnání jednotlivých videí není jednoduché, protože každý z týmů postupoval v určitých částech odlišně. Způsoby řešení jsou tedy většinou rozdílné, stejně tak i konstrukce robota, která byla použita. Porovnání programů jednotlivých řešení není možné, kvůli absenci materiálů, které soutěžní týmy nezveřejňují, proto byla pro porovnání použita videa řešení.

Společnou vlastností všech týmů i řešení vybraných pro tuto bakalářskou práci bylo sbírání smyček rozmístěných po celém soutěžním plátně. Ačkoliv bylo rozmístění barevných smyček stejné, každý ze soutěžních týmů k nim přistupoval za pomoci jiných metod. Nejčastější metodou bylo použití pohyblivých přídavných ramen, ovšem nalezneme i případy použití pevných ramen napozicovaných přesně ve směru požadovaném pro sběr konkrétní smyčky.

Dalším společným cílem všech týmů byl žluto-černý cílový kruh. Potencionální vysoký bodový zisk v okolí žluto-černého kruhu je dobrým důvodem pro volbu tohoto cíle. Pro dosažení tohoto cíle bylo využito konstrukcí s nízkým profilem a jízdy pod severní částí rampy. Pouze v Řešení č. 3 – Got Robot, kde dominoval podvozek opatřený pásy, bylo dosaženo žluto-černého cíle pomocí překonání žlutých překážek a jízdou v severovýchodní oblasti soutěžního plátna.

Nejvíce variabilnějším robotem je bezesporu od týmu z Řešení č. 1 – E-bots, který dokázal z obrovského komplexního stroje jednoduchou demontáží vytvořit tři verze specializovaných robotů v rámci použití jednoho podvozku. Efektním vynálezem tohoto týmu je použití kleštím podobného ramene společně s kontejnerem, který obrovským způsobem zvyšuje šance na správné uchopení a přepravu sebraných barevných smyček. Ostatní dva týmy použily systém vidlic na pohyblivém rameni, stejně tak tomu bylo i v případě práce vytvořené k této bakalářské práci.

Oproti tomu Řešení č. 2 – Antipodes vytvořili robota bez potřeb velkých úprav, které mohou znamenat ztrátu drahocenných sekund při přestavbě robota. Tým Antipodes bylo vytvořeno velmi důmyslné a univerzální pohyblivé rameno, které udržovalo vidlice v horizontální poloze, a tím zabránilo sklouznutí nebo ztracení barevných smyček při transportu. Umístění řídicí jednotky do přední nebo zadní části robota je také velmi

dobrým nápadem, který umožní maximální snížení velikosti vozidla. Tímto nápadem by se měly inspirovat alternativní verze příkladů úloh k této bakalářské práci.

Tyto dva návrhy lze hodnotit jako velmi propracované oproti Řešení č. 3 – Got Robot. V posledním zmíněném řešení je nutno vyzdvihnout použití pásové úpravy podvozku. Jako jedinému týmu dovolil pásový podvozek dosažení cílů naprosto odlišným způsobem. Bohužel nebyl využit celkový potenciál pásů z důvodu velikosti a hmotnosti robota. Tato pásová úprava by byla vhodná použít i v alternativních příkladech úloh vytvořených pro tuto bakalářskou práci.

Návrhy úloh vytvořené pro tuto bakalářskou práci nejsou dokonalým příkladem pro účast na soutěži, ale názornými příklady dostatečně demonstrují využití možností konstrukce robota v kombinaci s programovým řešením. Originálním nápadem použitým při řešení těchto příkladů úloh je použití předního pohonu kol v kombinaci s třetím opěrným bodem v podobě volně upevněné kovové kuličky. Dalším návrhem je celkově naklopená konstrukce, která umožňuje dosažení výše položených úloh a zároveň podjetí nízké části rampy uprostřed soutěžního plátna.

Soutěžní tým	Získané body	Celkový čas (s)
E-bots	400	67
Antipodes	400	145
Got Robot	390	125
Řešení úloh k této bakalářské práci	315 (365) <sup>2</sup>	98 (132) <sup>3</sup>

Tabulka získaných bodů a časů řešení 1

### 4.3 VYHODNOCENÍ NEJEFEKTIVNĚJŠÍHO NÁVRHU

Vyhodnocení nejefektivnějšího řešení soutěžních úloh není snadným úkolem s ohledem na přístup jednotlivých týmů k této problematice. Dle Porovnání vybraných řešení lze předčasně soudit o vítězi této analýzy. Proto je nutno uvést důvody pro výběr konkrétního vítězného návrhu řešení.

<sup>2</sup> Při započtení potenciálního počtu získaných bodů v nesprávně řešeném Třetí soutěžní blok

<sup>3</sup> Při započtení potřebného času na řešení Třetí soutěžní blok

Analýza ukázala, že nejefektivnějšími roboty byly výtvořené týmy Řešení č. 1 – E-bots a Řešení č. 2 – Antipodes. Přístup ke konstrukčnímu řešení robotů těchto týmů byl dosti odlišný. Prvním z týmů (E-bots) byl navržen robot specializovaný pro řešení jednotlivých bloků soutěžních úloh. Specializace nespočívala nejen např. ve výměně vidlic pohyblivého ramene, ale v odstranění velkých částí konstrukce celého robota. Naproti tým Antipodes prováděl na robotovi pouze malé změny, proto lze vyzdvihnout univerzálnost zde použité konstrukce.

Zohledněn byl celkový také získaný počet bodů, tedy maximální možný – 400 bodů, který je v obou případech stejný. Nejvíce se liší celkový čas potřebný pro splnění všech soutěžních úloh. Robot vytvořený týmem E-bots dosáhl cíle při splnění maximálního počtu bodů ve více než dvakrát kratším čase než robot týmu Antipodes. Ovšem tým E-bots postupoval při svém řešení poněkud diskutabilním způsobem. Konkrétně v části, kde jejich robot shrne varovná světla spolu s barevnou smyčkou do základny. V tomto konání lze spatřit jakýsi podvod nebo obcházení pravidel. Pokud by se tedy jednalo o porušení pravidel, soutěžní robot týmu E-bots by přišel celkem o 30 bodů, který by znamenal nesplnění všech úloh na bodové maximum – 400 bodů. Z tohoto důvodu byl vybrán, i přes těsný časový limit a možné řešení více úloh najednou, **robot týmu Antipodes jako nejefektivnější řešení.**

## ZÁVĚR

V této bakalářské práci byla představena soutěž First Lego League (FLL) zaměřující se na robotiku. Představeny byly rovněž jednotlivé sekce soutěže, i jakým způsobem jsou hodnoceny porotci. Podrobněji byl rozpracován soutěžní ročník 2009 First Lego League – Smart Move, pro který byla navržena příprava pro úspěšné absolvování. Blíže se bakalářská práce zaměřuje na soutěžní sekci Robot-game, se kterou souvisí plán hry, a stejně tak i bodové hodnocení jednotlivých úloh umístěných na tomto plánu. Byly vybrány soutěžní úlohy, vzhledem k obtížnosti a potencionálnímu bodovému zisku, pro návrh jejich řešení. Tyto úlohy byly analyzovány, zpracovány a zdokumentovány. Pro vybrané soutěžní úlohy byl vytvořen robot, jehož sestavení a programování jsou věnovány dvě podkapitoly. Výsledkem práce na robotovi a vybraných úlohách je dokumentace na přiloženém CD s nahrávkami řešení, fotografiemi robota a použitým programem pro jeho ovládání. V neposlední řadě došlo k popsání a zpracování tří příkladů vítězných řešení z ročníku FLL 2009. Tato vítězná řešení byla porovnána nejen mezi sebou, ale i s návrhy úloh vytvořených pro tuto bakalářskou práci. Zároveň došlo i k vyhodnocení analýzy a zvolení nejefektivnějšího robota z vybraných vítězných řešení soutěžních úloh.

**RESUMÉ**

Cílem této bakalářské práce bylo představení soutěže First Lego League se zaměřením na aspekty ročníku 2009. K tomuto ročníku byly analyzovány soutěžní úlohy a zpracováno několik vybraných úloh, které byly doplněny o porovnání s jinými vybranými vítěznými řešeními. Výsledkem této práce je představení charakteristických rysů soutěže společně s názornými příklady uvedenými na soutěžním ročníku 2009. Tuto práci lze využít pro přípravu potenciálních soutěžících a informovanost zájemců o tuto soutěž.

**CIZOJAZYČNÉ RESUMÉ**

Objective of this bachelor thesis was to introduce the First Lego League competition, focusing on aspects of the year 2009. The tasks of this year's competition were analyzed and processed in a few select tasks that were completed by comparison with other selected winning solutions. The result of this work is to present the characteristics of the competition, along with illustrative examples given at the competition year 2009. This work can be used for the preparation of potential competitors and awareness of people who are interested in this competition.

## SEZNAM ZDROJŮ

- Alto, P., 2009. *Palo Alto Online*. [Online]  
Available at:  
[http://www.paloaltoonline.com/news/photos/2011/november/15/22571\\_main.jpg](http://www.paloaltoonline.com/news/photos/2011/november/15/22571_main.jpg)  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- Comunity of students Team 230, The Gaelhawks, 2006. *Team 230, The Gaelhawks*. [Online]  
Available at: <http://shsrobotics.org/images/orig/0607/LegoLeague/field.jpg>  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- Downingtown Area Robotics, 2015. *Downingtown Area Robotics*. [Online]  
Available at:  
[http://wiki.team1640.com/images/thumb/2/2b/DB6\\_Sugartown FLL 100416 csm 3.jpg/250px-DB6\\_Sugartown FLL 100416 csm 3.jpg](http://wiki.team1640.com/images/thumb/2/2b/DB6_Sugartown_FLL_100416_csm_3.jpg/250px-DB6_Sugartown_FLL_100416_csm_3.jpg)  
[Přístup získán 24. 6. 2015].
- Fastcats, 2009. *YouTube - FLL Smart Move 400 point run completed in 67 second*. [Online]  
Available at: <http://i.ytimg.com/vi/h3PS7nlihOw/maxresdefault.jpg>  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- Ferarri, M., Ferarri, G. & Astolfo, D., 2007. *Building robots with Lego Mindstorms NXT*.  
Oxford: Elsevier Science.
- GotRobotFLL's channel, 2009. *YouTube - Got Robot Fll 2009 - 2010, 390 out of 400 points*. [Online]  
Available at: <http://i.ytimg.com/vi/gi4ejYPrCFM/hqdefault.jpg>  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- Hamilton, L., 2000. *Marshall University Page*. [Online]  
Available at: <http://www.marshall.edu/lego/bville/fll/10feb01/Mvc-276s.jpg>  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- Inxcover, 2010. *Inxcover - First Scandinavia Partner*. [Online]  
Available at:  
[http://www.inxcover.no/users/inxcover\\_mystore no/images/140 LEGO Education FLL Challengesett 2009 1.png](http://www.inxcover.no/users/inxcover_mystore_no/images/140_LEGO_Education_FLL_Challengesett_2009_1.png)  
[Přístup získán 25. 6. 2015].
- Leadman, L., 2002. *Davis Creek Elementary School*. [Online]  
Available at: <http://davis creek.cabe.k12.wv.us/0927firstlegoleaguesetup11.jpg>  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- LEGO Group, 2013. *First Lego League*. [Online]  
Available at:  
<http://www.firstlegoleague.org/sites/default/files/Challenge/NaturesFury/NFoverheadmat.jpg>  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- LEGO Group, 2014. *First Lego League Competition*. [Online]  
Available at: [http://www.first-lego-league.org/assets/images/7/FLL2014 Spf Ueberblick-d2b48847.png](http://www.first-lego-league.org/assets/images/7/FLL2014_Spf_Ueberblick-d2b48847.png)  
[Přístup získán 26. 6. 2015].



- Livingston Robotic Club, 2012. *Livingston Robotics*. [Online]  
Available at: <http://www.livingstonrobotics.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/09/2012-09-08-14.31.593.jpg>  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- MAYHEM INC., 2005. *More Mayhem Page*. [Online]  
Available at: <http://www.moremayhem.org/photos/website/ocean-odyssey-mat.jpg>  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- Ogden College of Science & Engineering, 2011. *The Latest Kentucky FIRST® LEGO® League*. [Online]  
Available at: <http://orgs.wku.edu/kyfll/2011/images/food-factor-field.jpg>  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- Sharon Youth Robotics Association, 2007. *Sharon Youth Robotics Association*. [Online]  
Available at: <http://www.syraweb.org/Files/2007%20Field%20Worksheet.jpg>  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- The Highlanders, 2008. *The Highlanders*. [Online]  
Available at:  
[http://highlandersteam2173.synthasite.com/resources/Setup\\_Game\\_Table\\_Web.jpg](http://highlandersteam2173.synthasite.com/resources/Setup_Game_Table_Web.jpg)  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- Trobaugh, J. J., 2010. *Winning design!*. Technology in action series editor New York: Springer Science Business Media.
- Vignette1 wikia, 2001. *Vignette1 wikia*. [Online]  
Available at:  
<http://vignette1.wikia.nocookie.net/lego/images/e/e1/9784.jpg/revision/latest?cb=20120414111953>  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- Vignette2 wikia, 2003. *Vignette2 wikia*. [Online]  
Available at: [http://vignette2.wikia.nocookie.net/lego/images/5/54/9788-FIRST LEGO League Challenge 2003 - Mission Mars.gif/revision/latest?cb=20100919163417](http://vignette2.wikia.nocookie.net/lego/images/5/54/9788-FIRST_LEGO_League_Challenge_2003_-_Mission_Mars.gif/revision/latest?cb=20100919163417)  
[Přístup získán 26. 6. 2015].
- Wikipedia, 2015. *Wikipedia - FIRST Lego League*. [Online]  
Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/FIRST\\_Lego\\_League](https://en.wikipedia.org/wiki/FIRST_Lego_League)  
[Přístup získán 20. 6. 2015].

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Orientace soutěžního plátna, Upraveno dle zdroje: (Inxcover, 2010) .....	17
Obrázek 2: Ukázka konstrukce robota pro řešení vybraných úloh, Zdroj: vlastní .....	27
Obrázek 3: Ukázka snížené konstrukce .....	28
Obrázek 4: Ukázka masivní konstrukce, Zdroj: (Fastcats, 2009) .....	28
Obrázek 5: Ukázka pásové konstrukce, Zdroj: (Downingtown Area Robotics, 2015) .....	29
Obrázek 6: Robot týmu E-bots, Upraveno dle zdroje: (Fastcats, 2009) .....	35
Obrázek 7: Robot týmu Antipodes, Zdroj: (Alto, 2009) .....	37
Obrázek 8: Robot týmu Get Robot, Upraveno dle zdroje: (GotRobotFLL's channel, 2009) .....	38
Obrázek 9: Soutěžní plátno ročníku 2000, Zdroj: (Hamilton, 2000) .....	I
Obrázek 10: Soutěžní plátno ročníku 2001, Zdroj: (Vignette1 wikia, 2001) .....	I
Obrázek 11: Soutěžní plátno ročníku 2002, Zdroj: (Leadman, 2002) .....	II
Obrázek 12: Soutěžní plátno ročníku 2003, Zdroj: (Vignette2 wikia, 2003) .....	II
Obrázek 13: Soutěžní plátno ročníku 2004, Zdroj: (Sharon Youth Robotics Association, 2007) .....	III
Obrázek 14: Soutěžní plátno ročníku 2005, Zdroj: (MAYHEM INC., 2005) .....	III
Obrázek 15: Soutěžní plátno ročníku 2006, Zdroj: (Comunity of students Team 230, The Gaelhawks, 2006) .....	IV
Obrázek 16: Soutěžní plátno ročníku 2007, Zdroj: (Sharon Youth Robotics Association, 2007) .....	IV
Obrázek 17: : Soutěžní plátno ročníku 2008, Zdroj: (The Highlanders, 2008) .....	V
Obrázek 18: Soutěžní plátno ročníku 2009, Zdroj: (Inxcover, 2010) .....	V
Obrázek 19: Soutěžní plátno ročníku 2010, Zdroj: (LEGO Group, 2013) .....	VI
Obrázek 20: Soutěžní plátno ročníku 2011, Zdroj: (Ogden College of Science & Engineering, 2011) .....	VI
Obrázek 21: Soutěžní plátno ročníku 2012, Zdroj: (Livingston Robotic Club, 2012) .....	VII
Obrázek 22: Soutěžní plátno ročníku 2013, Zdroj: (LEGO Group, 2013) .....	VII
Obrázek 23: Soutěžní plátno ročníku 2014, Zdroj: (LEGO Group, 2014) .....	VIII

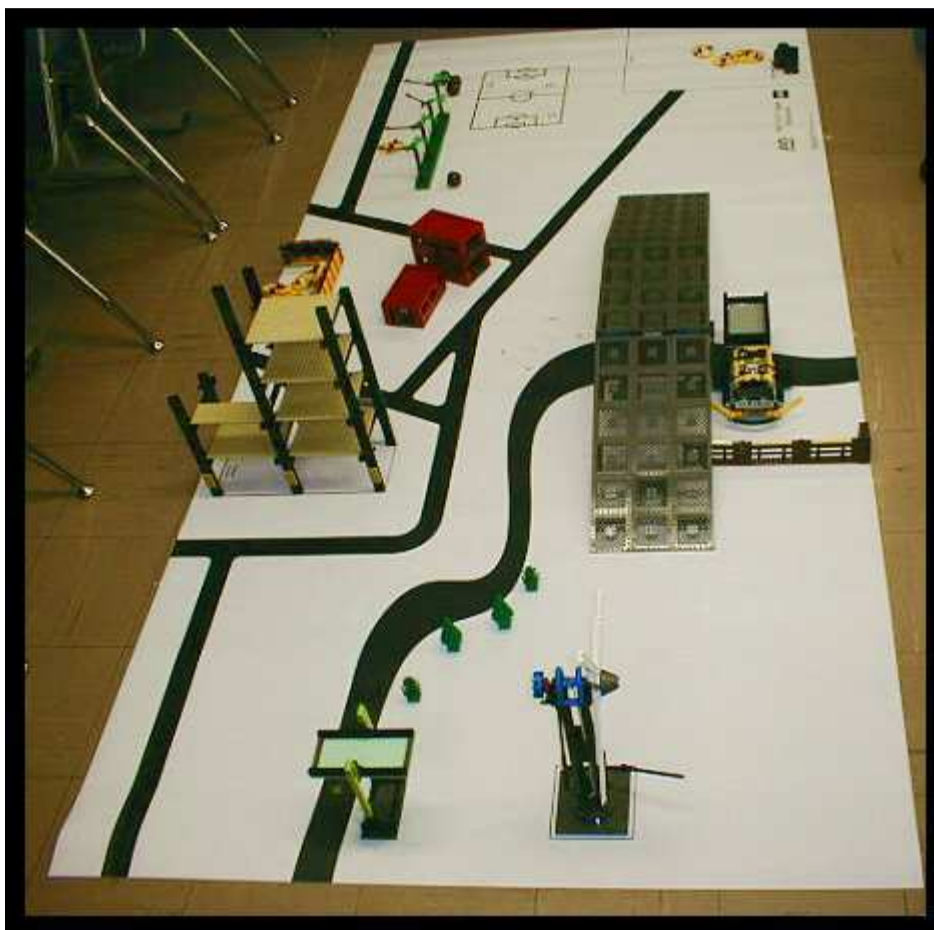
**PŘÍLOHY**



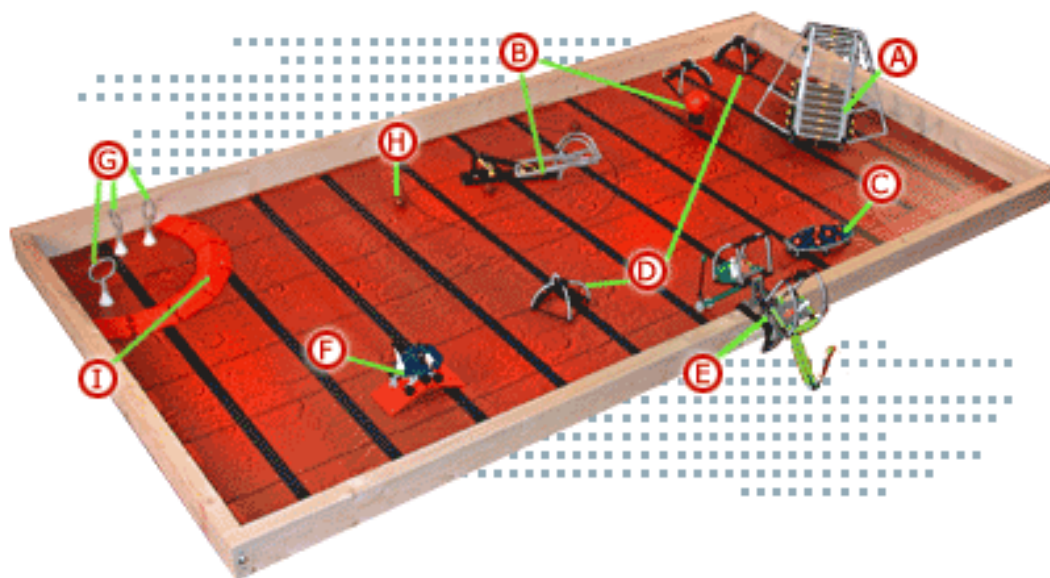
Obrázek 9: Soutěžní plátno ročníku 2000, Zdroj: (Hamilton, 2000)



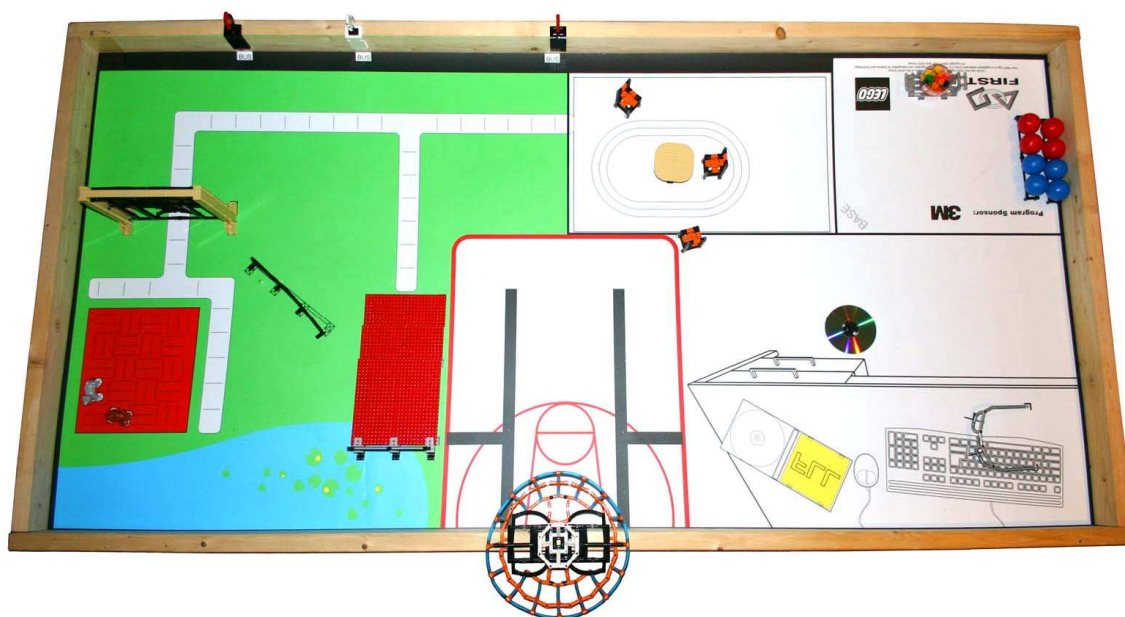
Obrázek 10: Soutěžní plátno ročníku 2001, Zdroj: (Vignette1 wikia, 2001)



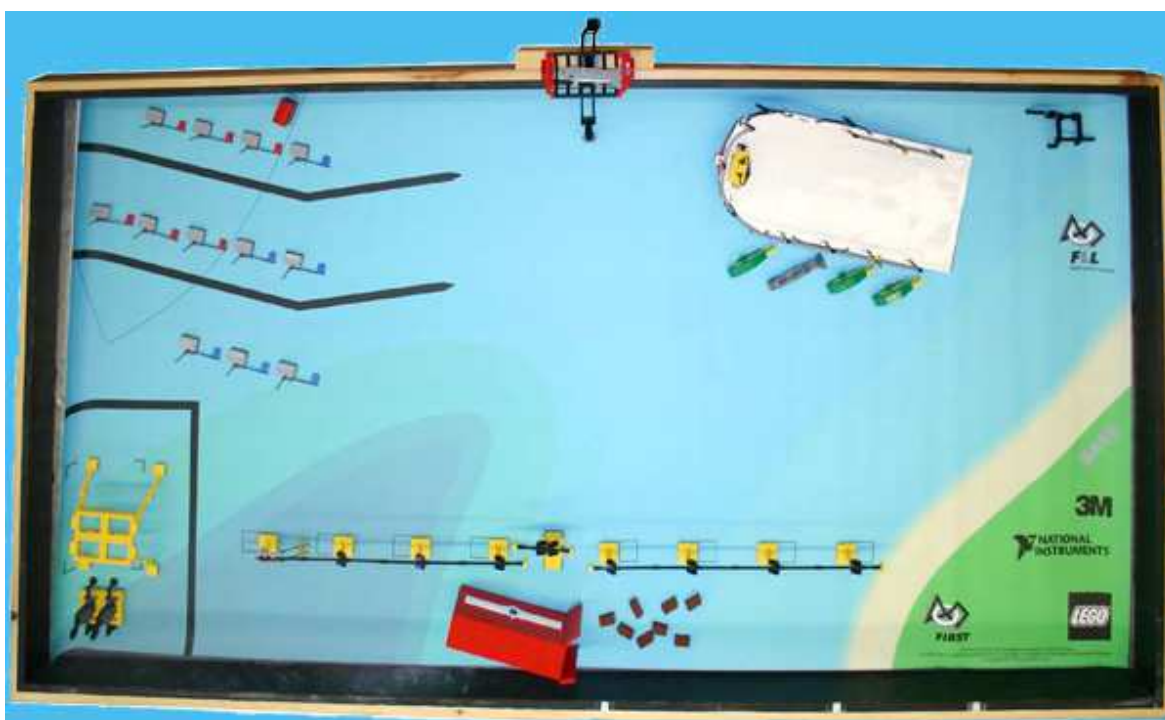
Obrázek 11: Soutěžní plátno ročníku 2002, Zdroj: (Leadman, 2002)



Obrázek 12: Soutěžní plátno ročníku 2003, Zdroj: (Vignette2 wikia, 2003)

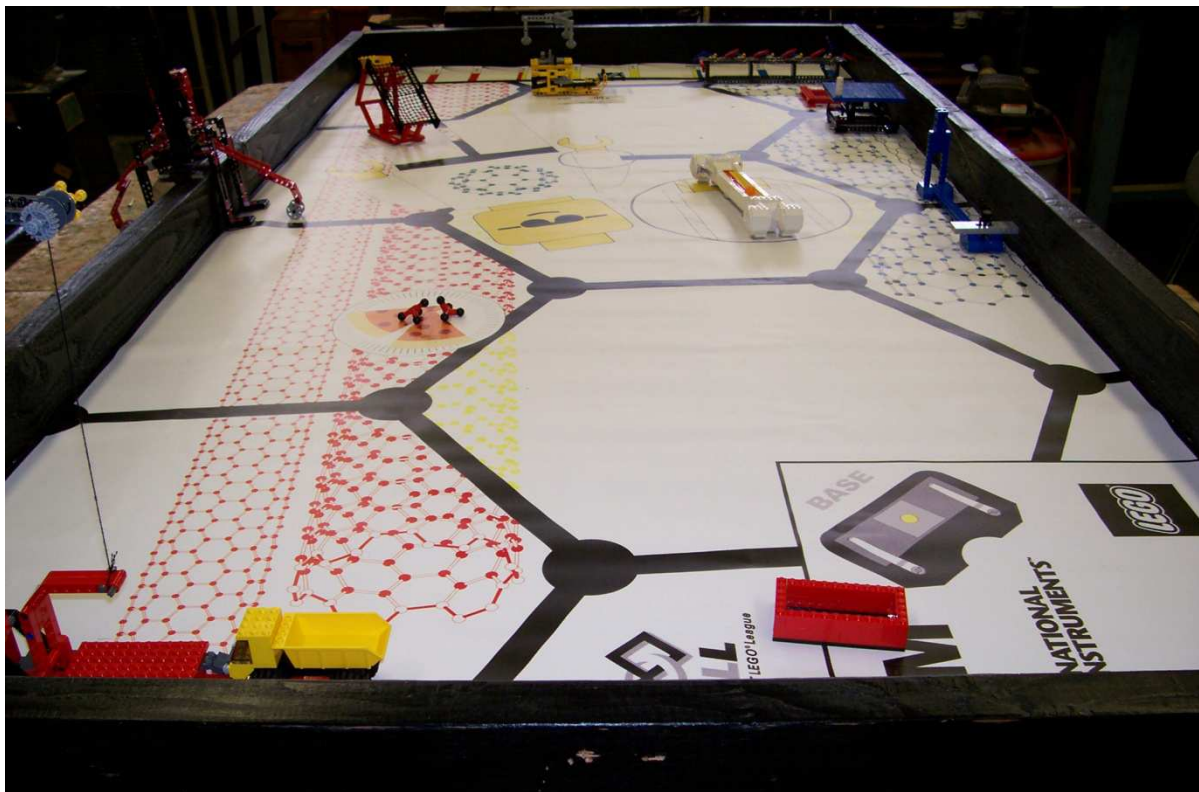


Obrázek 13: Soutěžní plátno ročníku 2004, Zdroj: (Sharon Youth Robotics Association, 2007)

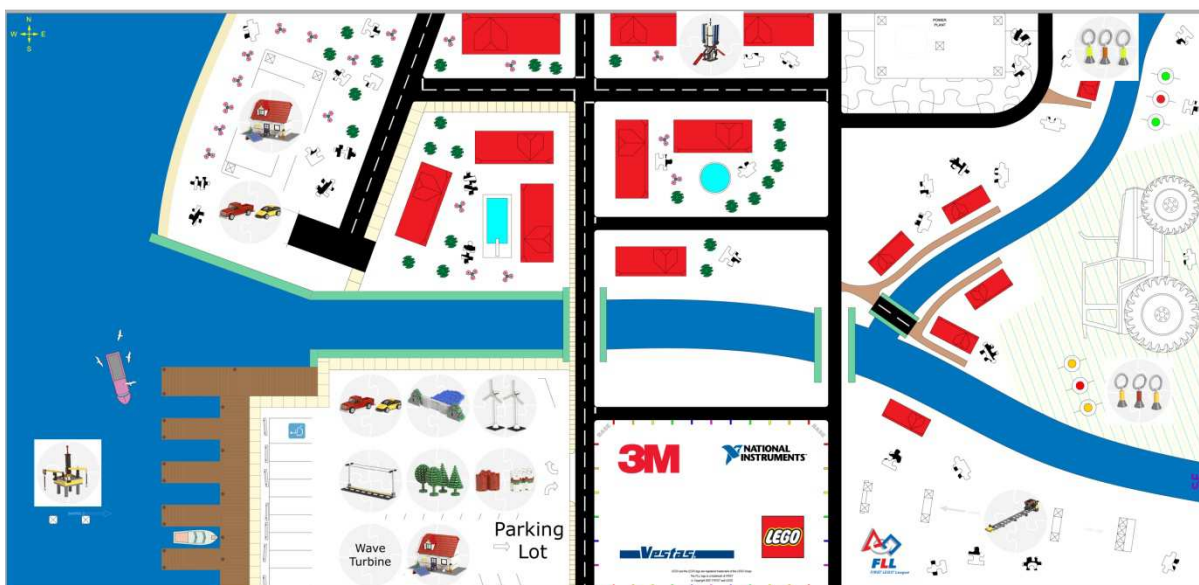


Obrázek 14: Soutěžní plátno ročníku 2005, Zdroj: (MAYHEM INC., 2005)





Obrázek 15: Soutěžní plátno ročníku 2006, Zdroj: (Comunity of students Team 230, The Gaelhawks, 2006)



Obrázek 16: Soutěžní plátno ročníku 2007, Zdroj: (Sharon Youth Robotics Association, 2007)

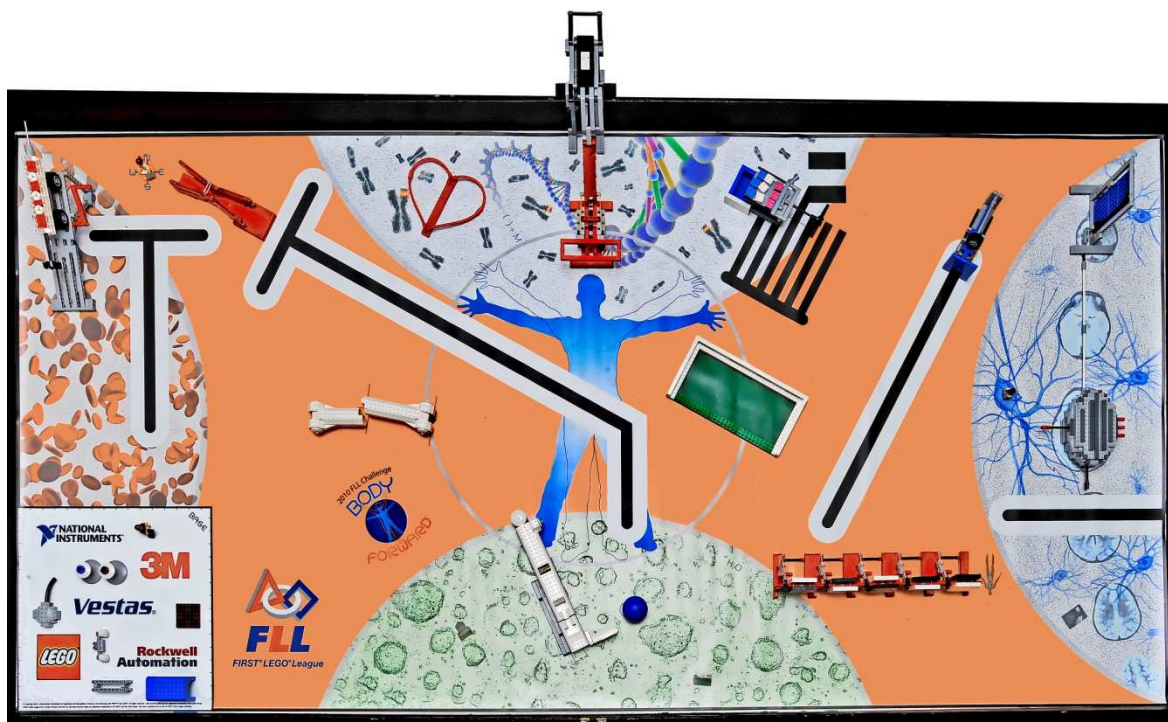


Obrázek 17: : Soutěžní plátno ročníku 2008, Zdroj: (The Highlanders, 2008)



Obrázek 18: Soutěžní plátno ročníku 2009, Zdroj: (Inxcover, 2010)





Obrázek 19: Soutěžní plátno ročníku 2010, Zdroj: (LEGO Group, 2013)



Obrázek 20: Soutěžní plátno ročníku 2011, Zdroj: (Ogden College of Science & Engineering, 2011)





Obrázek 21: Soutěžní plátno ročníku 2012, Zdroj: (Livingston Robotic Club, 2012)



Obrázek 22: Soutěžní plátno ročníku 2013, Zdroj: (LEGO Group, 2013)



Obrázek 23: Soutěžní plátno ročníku 2014, Zdroj: (LEGO Group, 2014)

## Elektronické přílohy

### Videa:

Blok1 – Ukázka řešení soutěžního bloku 1.

Blok2 – Ukázka řešení soutěžního bloku 2.

Blok3 – Ukázka řešení soutěžního bloku 3.

Blok4 – Ukázka řešení soutěžního bloku 4.

Blok4\_detail – Ukázka detailu cíle při řešení soutěžního bloku 4.

### Fotografie:

1\_Robot\_blok1,2,3 – Pohled na soutěžního robota připraveného k plnění soutěžních bloků č. 1,2,3.

2\_Detail\_ramena – Detail pro ilustraci výroby pohyblivého ramena.

3\_Ochranny\_ram – Pohled na přední část robota s ochranným rámem pro plnění 4. bloku.

3\_Upevneni\_figurek – Způsob upevnění figurek na robota pro získání bodů v 4. bloku.

Programové řešení:

FLL2009\_reseni\_Sudek.ev3 – Kompletní projekt obsahující programové řešení vybraných soutěžních úloh

Digitální návrh v Lego Robot Designer:

Robot\_FLL2009.lxf (nutno mít nainstalovaný program Robot Designer) – dle sestavení a realizace (Matěj Sudek) digitálně navrhla Lucie Olšavská.

Elektronická podoba bakalářské práce:

SudekMatej\_BP2015.docx

SudekMatej\_BP2015.pdf